



## چهارمین کنفرانس شبکه‌های توزیع نیرو

### بررسی منحنی بار مناطق گرمسیر (استان هرمزگان)

غلامرضا نعمتی - فرود اسلامی  
شرکت توزیع نیروی برق استان هرمزگان

حکیده مقاله :

گرمای، رطوبت و آلودگی از عواملی هستند که در منطقه ساحلی استان هرمزگان باشرایط نوجوی در بهره برداری سببند. ارتقاسیارات انتقال و توزیع انرژی الکتریکی دارند. چنین شرایطی نیاز به استفاده از دستگاه‌های سرمایشی در طول هشت ماه از سال را سبب گشته است. بطوریکه بررسی میزان مصرف برق جهت سرمایش یا توجه به توان مورد نیاز یک دستگاه کولرگازی، تعداد کولرهای گازی مورد استفاده در سدر عباس را در حدود یکصد و سیست هزار دستگاه نشان می‌دهد.

در این مقاله بررسی منحنی های بار روزانه شاخه های مختلف مصرف در استان هرمزگان بعنوان یکی از مناطق گرمسیر کشور، روشهای کنترل و کاهش مصرف سرمایشی مورد بررسی قرار گرفته است.

شرح مقاله :

در تار بار و مطالعه نحوه تغییرات آن در سرریوهای زمانی مشخص بسیار گوی مصرف بوده و در مبحث مدیریت بار جایگاهی ویژه دارد.

مطالعه منحنی های بار شاخه های مختلف مصرف میتواند تاثیر پذیری بار یک سیستم توزیع انرژی را از هر شاخه به سببش تبیین نماید. لازم است در این شاخه های مختلف مصرف را دسته بندی نمائیم.

بطور کلی مصارف عمده ای که توسط شرکتهای بهره بردار تامین انرژی میگرددند به گروههای زیر تقسیم میشوند :

۱-۱- مصارف خانگی : این مصارف اصولاً شامل روشنایی منازل ، دستگاههای تهویه مطبوع ، یخچال و فریزر ، لوازم برقی باموتورهای کوچک و متوسط و موتورهای بویاز آب میباشند که در این میان کولرها و جیربعضوان دستگاههای سرمایشی و تهویه مطبوع نقش موثر و مهمی در مصرف قابل توجه انرژی در منازل و واحدهای مسکونی دارند که در حدود ۴۵ درصد بار کل شهر را در بر میگیرد (۱) .

۱-۲- مصارف تجاری : این نوع مصارف نیز در برگیرنده دستگاههای سرمایشی ، روشنایی محل کار و اعلانات تبلیغاتی ، یخچال و فریزر و غیره میباشد که در مغازه ها ، تجارتخانه ها ، رستورانها و سایر مراکز تفریحی و کار میروند . سهم بار این دسته مصارف در حدود ۳۰ درصد بار کل شهر تخمین زده میشود (۱) .

۱-۳- مصارف اداری : مراکز اداری ، سازمانهای دولتی و ارگانها مصرف کننده های دولتی بشمار می آیند که علاوه بر مصارفی از قبیل روشنایی و دستگاههای متعدد برقی عمدتاً دارای دستگاههای تهویه و سرمایش میباشند . سهم بار این مراکز حدود ۲۰ الی ۲۵ درصد تخمین زده میشود (۱) لازم بذکر است که میزان بار شهرکهای نیروهای مسلح و انتظامی و کارکنان دولت بدلیل ماهیت مسکونی بودن آن در دسته مصارف مسکونی داده شده است .

۱-۴- مصارف صنعتی : منظور از مصارف صنعتی بارهای صنایع تولیدی و کارگاهی میباشد که ماشین آلاتی جهت تولید بخدمت گرفته و انرژی مورد نیاز خود را مصرف راه اندازی و کار مداوم ماشین آلات بزرگ و کوچک با قدرتهای متعدد مینمایند . در حال حاضر طرحهای بزرگی چون صنایع فولاد و مجتمع آلومینیوم ، پالایشگاه نفت ، کارخانجات سیمان هرمزگان و توسعه صنایع کشتی سازی در شرف تأسیس و بعضاً راه اندازی است که قدرت مورد نیاز در حدود ۵۰۰ مگاوات را بر آورده نموده اما آنچه در بررسی منحنی بار صنعتی مورد بحث میباشد ، کارخانجات و کارگاههای کوچک موجود با قدرتی در حدود یک مگاوات میباشد . در صدد بار این دسته مصارف در حدود ۲۰ درصد کل شهر تخمین زده میشود (۱) .

## ۲- نحوه ثبت منحنی بار :

جهت ترسیم منحنی بار روزانه مصارف یاد شده که در روزهای گرم تابستان به حداکثر میزان خود میرسد ، روند صعودی افزایش بار مد نظر گرفته شد و ملاک عمل منحنی بار روز بیک در شهریور ماه ۱۳۷۱ تعیین گردید . اصولاً در شهریور و اوایل مهر ماه بدلیل تغییر جهت باد در اقیانوس هند که توجی و رطوبت اقیانوس را بسمت سواحل ایران گسیل نموده و میزان توجی و اشباع بخار در هوا بمیزان ۹۰ الی ۹۰۰ درصد میرسد ، مصرف سرمایشی در استان افزایش فوق العاده یافته و معمولاً " بر مبنای آمار و اطلاعات حداکثر بار بیک در چنین اوقاتی اتفاق می افتد . در این رابطه جهت مطالعه منحنی بار میبایست تنها از یک الکوی مصرف نمونه برداری میشد ، لذا با استفاده از یک دستگاه ثبت بار بپست ۶۳/۲ کیلوولت همراه با ساخت مدار کنترتور مناسب اقدام به ثبت منحنی روزانه ۱۲ پست شد تا پستهای مذکور تامین کننده یک گونه از شاخه های مصرف باشند . در این مجموعه ۵ پست برای الکوی مصرف مسکونی ، ۳ پست برای مصارف تجاری ، ۲ پست اداری و بالاخره ۲ پست نیز جهت بار صنعتی رکوردگیری شد که ذیلاً به بررسی منحنی های مذکور میپردازیم .

۲-۱- منحنی بارمصارف مسکونی : درمنحنی های شماره (۱) و (۲) بارمنطقه مسکونی ششم ددستگاه و منطقه دوهزارویانصد دستگاه دریک فاصله زمانی بیست و چهارساعت آورده شده است. همانگونه که ازمنحنی شماره (۱) دریافت میشود، در ساعت ۶ صبح ابتدای بارروشنائی معیار از مدار خارج گردیده و بیست و پنج ساعت بعد از آن بار در اثر کار مداوم شبانه کولرها، در اوائل صبح بار بیست و پنج ساعت کاهش یافته است. پس از آن در اوائل روز با گرم شدن هوا، فضای درون خانه ها همراه با گرمی هوا و عدم وزش باد که موجب ساکن ماندن هوای گرم در فضای منازل و دم کردن هوا میشود، کولرها مجدداً روشن میشوند. در این حالت بار تا ساعت ۳/۵ بعد از ظهر سیر صعودی دارد و پس از آن با وزش باد از سمت دریا (که در جنوب از آن به عنوان باد سهیلی یاد میشود)، کاهش مجدد بار شروع میگردد. در ساعت ۷/۵ بعد از ظهر بار روشن شدن مجدد چراغهای روشنائی معیار و بدنیال آن بار و روشنائی منازل و مغازه ها، کاهش باد سهیلی و افزایش شرجی، میزان مصرف روبه افزایش مینهد و بالاخره در ساعات پایانی شب بار به میزان حداکثر خود رسیده است. (ساعت ۱۱ شب) با احتساب ضرایب بار نمونه ها که در اینجا آورده نشده است، متوسط ضریب بار مسکونی بندر عباس در بیک بار تا بیست و هفت درصد میباشد.

۲-۲- منحنی بار تجاری : منحنی های شماره (۳) و (۴) ثبت بار تجاری میباشد. بار تجاری شهر شامل مجموعه مغازه ها، رستوران ها، تجارتخانه ها و سوپرمارکتها میباشد.

با توجه به منحنی روزانه دودستگاه از ایستهای توزیع در بازار و حداقل بودن بار در ساعات پایانی شب، ضریب بار تجاری بندر عباس در روز بیک بار تا بیست و چهار تا ۴۵ درصد می آید.

از سوی دیگر کاهش بار در ساعات پایانی شب در مقایسه دو منحنی شماره (۳) و (۴) با یکدیگر بسیار تفاوت داشته و این مسئله بدلیل تاخیر در تمطیل شدن مغازه های واقع در کنار خیابان نسبت به مغازه های درون بازار برپوشیده است. لذا کاهش بار بیست دوم در ساعت ۷/۵ بعد از ظهر در منحنی شماره (۴) بدین خاطر است که این پست تامین انرژی درون بازار را برعهده دارد و حال آنکه پست اولی در منحنی شماره (۳) علاوه بر بازار برپوشیده و ظرفیت تامین انرژی مغازه های کنار خیابان را نیز برعهده داشته و در ساعت ۱۰/۱۵ شب به حداقل میرسد.

۲-۳- منحنی بار اداری : منحنی شماره (۵) نمونه بار اداری است. همانگونه که در این منحنی ملاحظه میگردد و مقایسه ای که با منحنی شماره (۶) مربوط به همان پست صورت گرفته است، نشان میدهد که بار اصلی پست تامین کننده انرژی بیک مصرف کننده اداری مربوط به دستگاههای خنک کننده ساختمان اداری است زیرا در منحنی شماره (۶) قبلاً مربوط به دستگاه چیلر ساختمان مذکور قطع گردیده است و بدین ترتیب بار قابل ملاحظه ای از پست برداشته شده است. این مسئله در مورد بیشتر مصارف اداری بندر عباس عینیت داشته و اکثریت بار ادارات در تابستان ناشی از کارکرد کولرهای کاری یا چیلر و یا مجموعه ای از هر دو میباشد. از سوی دیگر بدلیل گرمی هوا و اطفاقی در بیشتر مناطق ساحلی استان هرمزگان به نایب تجارت دستگاههای خنک کننده در تابستان بطور شبانه روزی مشغول بکار میباشند تا در آغاز روز و شروع کار اداری هوای اطفاقی مطبوع و قابل تحمل گردد. در عین حال برآوردن باره ای ادارات بر مصرف و همچنین نیروهای مسلح و انتظامی از پرداخت هزینه مصرف انرژی، خود عاملی در مصرف هر چه بیشتر برق در امر تولید مسابطور شبانه روزی گردیده است. با مشاهده منحنی (۵) و (۶) علت بیکناختی بار در طول شبانه روز آشکار میشود. ساعات بیک بار اداری در تابستان در اوائل روز اتفاق افتاده و ضریب بار آن حدود ۵ درصد است.

۲-۴- منحنی بار صنعتی : منحنی شماره (۷) نمونه بار صنعتی است. گرمی هوا و پائین بودن راندمان کاری افراد و همچنین نوع کاری که انجام میشود، باعث گردیده است بیشتر کارگاهها بطور فملی کار کنند. در منحنی ۷، بار بیک کارخانه آرد آورده شده است که اغلب دستگاههای آن در ساعات ۷ بعد از ظهر الی ۳/۵ نیمه شب

درمدا ر بوده اند. ضریب بار در حدود ۰/۷ است و چنین الگویی از مصرف به کارخانه های آردویخ و یودرماهی، گاز اکسیژن و غیره ربط می یابد.

سایر کارخانه های کوچک و کارگاههای تولیدی در طول تابستان بدلیل گرمای بحالت نیمه تعطیل درآمده و امکان تعیین ضریب بار منطقی در تابستان نیست. در واقع فعالیت اصلی مصارف کوچک و متوسط صنعتی درشش ماه دوم از سال جریان دارد.

۲-۵- منحنی بار روزانه بندر عباس: با توجه به رفتار انواع بارها در پیک بار تابستانی که مرور نمودیم جای آن دارد که ضمن بررسی منحنی بار روزانه شهر دریا بیم رفتار بار به رفتار کدامیک از انواع نامبرده شده بار شبیه تر است؟ معیار دیگر قصد داریم ضمن این بررسی میزان تاثیر پذیری بار روزانه شهر از هر یک از شاخه های مصرف را ارزیابی نموده و نتیجه گیری نماییم.

منحنی شماره (۸) بار روزانه یکی از دو ترانسفورماتور ۲۵۰ مگاوات آمپری پست ۲۳۰ کیلو ولت بندر عباس را که تامین کننده بار اصلی شهر میباشد، نشان میدهد.

همانگونه که پیداست منحنی در ساعت ۱۲/۵ در حال افزایش بار شروع میشود و بین ساعات ۳ و ۴ در حال پیک میباشد (۱۰۵ مگاوات). آنگاه رویه کاهش نهاده و در ساعت ۸ شب افزایش مجدد میباشد که منجر به دستیابی به بار ۱۱۰ مگاوات در ساعت ۲۳ شب میشود. بعد از آن کاهش میباشد و در اوایل بامداد بعد ۵ مگاوات میرسد. نظریه تغذیه شهر توسط دو ترانسفورماتور ۲۵۰ مگاوات آمپری، پیک بار روزانه بندر عباس در ساعت ۲۳ شب سوم شهریور ماه بمیزان ۲۵۶/۳ MW رسید (۲). اگر منحنی مذکور با منحنی بار مسکونی (شماره ۲ او) مقایسه شود ملاحظه میگردد که شباهتهای بسیاری بین دو منحنی وجود دارد. چیزی این که در اواسط روز که بار مسکونی کاهش نشان میدهد، بار تجاری (منحنی شماره ۴) در حال نزدیک شدن به پیک روزانه خود میباشد. لذا رفتار بار شهر الکوی تجاری به خود گرفت و در سایر ساعات رفتاری مسکونی از خود نشان میدهد.

بدین لحاظ نقاط نزولی بار مسکونی در منحنی بار شهر توسط بار تجاری پیر میشود و در نتیجه ضریب بار شهر را به ۰/۸ میرساند. لذا میتوان گفت منحنی بار شهر در حدود ۷۰٪ به بار مسکونی و ۳۰٪ به بار تجاری بستگی دارد و بارهای مذکور نیز به نوبه خود تحت تاثیر مصرف سرمایه میباشند. با توجه به مطالب فوق بروشنی پیداست که بار صنعتی تاثیر بیشتری در منحنی بار شهر از دو بخش با توسعه بخش صنعت است که میتوان الکوی رفتاری منحنی بار شهر از رویه مسکونی به صنعتی تغییر داد و بدین طریق تاثیر مصارف سرمایه در بار شهر کاهش داد.

### ۳- تاثیرات دستگاههای سرمایه در بار روزانه :

همانگونه که توضیح داده شد انواع مختلف مصارف بشدت تحت تاثیر دستگاههای سرمایه و کولرهای گازی قرار دارند و با افزایش درجه حرارت و میزبان رطوبت هوا مصرف سرمایه نیز رویه فزونی مینماید. مقایسه پیک بار تابستان ۱۳۷۱ بندر عباس بمیزان ۲۵۶/۳ به پیک زمستانی (۸۰ مگاوات) شاهد این مدعاست (۲).

با توجه به چنین تفاوتهایی در میزان مصرف تابستان نسبت به زمستان علت سرمایه گذاریهای کلان در نصب تاسیسات و ظرفیتهای اضافی در استان هرمزگان مشخص میشود. آمار نشان میدهد در استان هرمزگان مصرف سرانه مشترکین در حدود ۸۸۶۴ کیلووات ساعت می باشد (۳) این در حالی است که به ازاء هر مشترک ظرفیت ترانسفورماتور توزیع ۵/۵۳ کیلووات آمپر میباشد که پس از استان خوزستان بالاترین ظرفیت نصب شده ترانسفورماتور توزیع در کشور است (۳).

از سوی دیگر طول خطوط فشارقوی به ازاء هر مشترک ۲۶/۷ متر است (۳). نتایج آماری فوق نشان می‌دهند که در استان هرمزگان بالاترین سرمایه گذارها در ارتباط با خطوط توزیع و نصب پستهای هوایی به ازاء هر کیلووات ساعت فروش انرژی وجود دارد (۳).

بما رجعت به منحنی های بررسی شده بویژه بارهای مسکونی، علت نوسان ایجاد شده در بار روزانه ناشی از قطع و وصل کمپرسور کولرهای گازی (که جویان راه اندازی آنها با توجه به نوسان بین ۱۵ الی ۱۸ آمپر بوده و موجب نوسان ولتاژ میگردد) آشکار می شود (پدیده FILKER). از طرف دیگر نوسان ولتاژی شبکه نیز به نوبه خود موجب خروج کمپرسور کولرهای گازی در ابعاد وسیع گردیده و چنین قطع و وصل هائی ضربه های شدیدی به تاسیسات و شبکه وارد می‌آورد و عمر مفید بهره برداری را کاهش می‌دهد.

#### ۴- راههای کنترل و کاهش مصرف سرمایشی :

در اینجا بطور خلاصه روشهای کنترل و کاهش تاثیر مجارف سرمایشی روی شبکه های توزیع مورد بررسی قرار میگیرد :

۴-۱- بررسی و تجدیدنظر در روش تولید سرما و جایگزینی تدریجی سیستم های جذبی بجای سیستمهای تراکمی به گونه ای که علاوه بر ایجاد برودت لازم انرژی الکتریکی نسبتاً " پاکینی را مصرف نماید (۴).

۴-۲- اعمال سیاست جهت نصب خازنهای استاندارد در کولرهای گازی برای سازندگان داخلی و دستگاههای وارداتی و پیگیریهای لازم از سوی مراکز مربوطه

۴-۳- بررسی امکان تولید کولر گازی به فاز با توجه به اینکه قدرت کولرهای گازی ۳ الی ۴ کیلووات میباشد، توضیح اینکه تعداد مشترکین برق بندر عباس در حدود ۶۰۰۰۰ میباشد که قریب ۳۴ درصد آنان دارای انشعاب سه فاز میباشد (۴) و با توجه به توسعه شهروان افزایش تقاضا جهت تبدیل انشعاب تکفاز به سه فاز، پیش بینی میگردد طی پنج سال آینده تعداد مشترکین سه فاز دو برابر شود. بدین خاطر در صورت تولید و استفاده از کولرهای سه فاز امکان متعادل سازی بار شبکه فراهم میگردد که خود عامل موثری در جهت کاهش اتلاف انرژی ناشی از عدم تعادل بار است.

۴-۴- تجدیدنظر در طرحهای ساختمانهای مسکونی و مجتمع ها، بصورتی که با استفاده از عایق بندی مناسب حرارتی بتوان از یک دستگاه کولر بجای چند دستگاه برای خنک کردن مجموعه استفاده نمود.

۴-۵- نصب و تعبیه تنظیم کننده ولتاژ در کولر بجنوی که با کاهش سطح ولتاژ به میزان ۱۰ درصد، کمپرسور از مدار خارج نگردد.

۴-۶- نصب خازنهای جبران کننده در پستهای توزیع جهت کنترل ضریب قدرت و کاهش قدرت راکتیو.

۴-۷- نصب رله های تاخیر زمانی در منازل بگونه ای که با آمدن برق، انشعاب مشترک با تاخیر وصل شود و بدینوسیله نوسانات ناشی از راه اندازی کولرها و قطع کلیدهای اتوماتیک بدلیل اضافه بار ناگهانی شبکه کاهش یابد. بدین منظور میتوان از سیستمهای تثبیتی برای استقبال مردم جهت نصب رله ها استفاده نمود.

## هـ نتیجه :

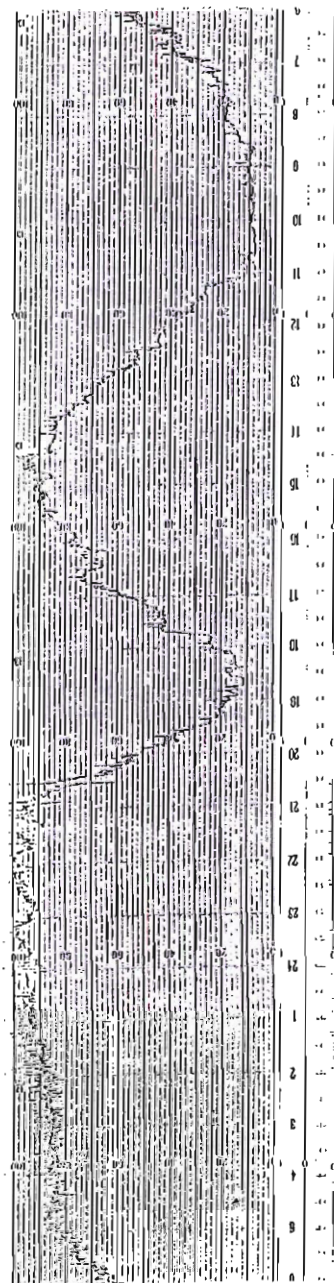
تامین برودت و سرماجهت منازل ،مفازه ها ،ادارات و تاسیسات در شرایط گرمسار و طوبیت در تابستان در مناطق گرمسیر جنوب کشور که موجب افزایش قابل ملاحظه بار و الزاماً "نصب ظرفیتهای اضافی جهت تامین بار سرمایشی می شود و بررسی سرمایه گذاریهای اضافی در این رابطه که نتها در نتیجهی ازال قابل بهره برداری است ، ایجاد میکنند که روشهای کاهش بار سرمایشی و کنترل آن مورد ارزیابی و بررسی قرار گیرد و شیوه های جهت متعادل سازی آن اعمال شود . از طرف دیگر بررسیهای انجام شده در این مقاله نشان میدهد که بار شهر بندر عباس عمدتاً " دارای الگوی مصرف خانگی میباشد که تامین بار سرمایشی آن علت اصلی سرمایه گذاری کلان در بخش توزیع در استان هرمزگان است . لذا تجدید نظر در مشخصات فنی کولرهای گازی و یکبارگیری سیاستهای مناسب در طراحی ، بهره برداری و همچنین کنترل واردات سیستمهای سرمایشی میتواند تا حد زیادی از سرمایه گذاری در این بخش بکاهد .

## ف منابع :

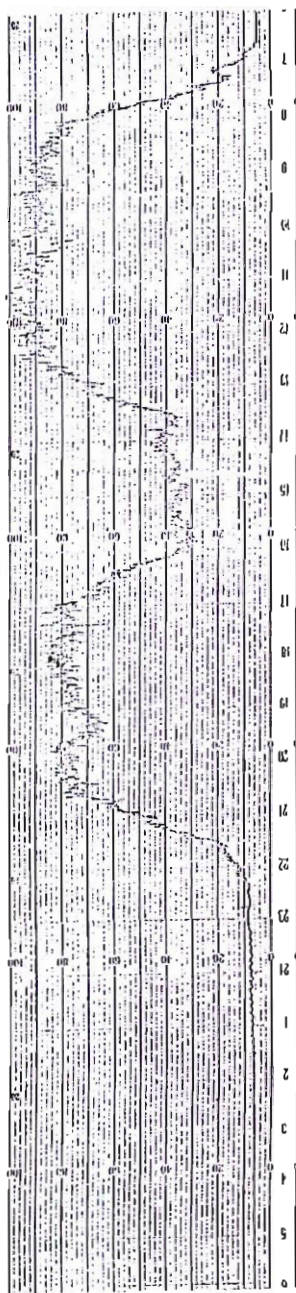
- ۱- گزارشات آماری دفتر برنامه ریزی شرکت سهامی برق منطقه ای هرمزگان
- ۲- آمار و گزارشات دیسپاچینگ امور انتقال نیروی شرکت سهامی برق منطقه ای هرمزگان
- ۳- مسعود جت ، " ضرورت برنامه ریزی علمی در شبکه توزیع برق کشور " ، سومین کنفرانس سراسری شبکه های توزیع ، شیراز - اردیبهشت ۱۳۷۲
- ۴- سید فواد آقامیری ، حبیب اله اعلمی " روشی موثر در اصلاح ضریب بار و کاهش مصرف انرژی الکتریکی در کشور " ، هفتمین کنفرانس بین المللی برق ، تهران آبان ۱۳۷۱



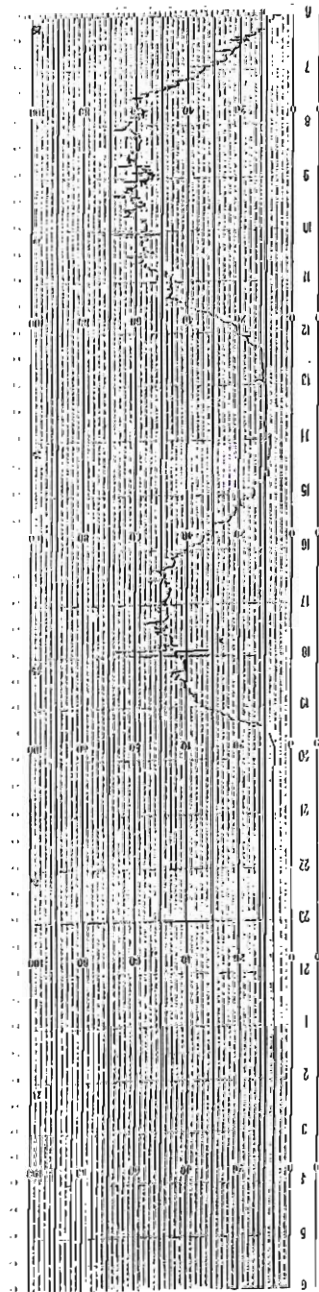
منحنی شماره (۱) : منحنی بار روزانه پست توزیع ۶۰۰ دستگاه در بیک بار تابستان ۷۴



منحنی شماره (۲) : منحنی بار روزانه پست توزیع ۲۵۰ دستگاه در بیک بار تابستان ۷۱

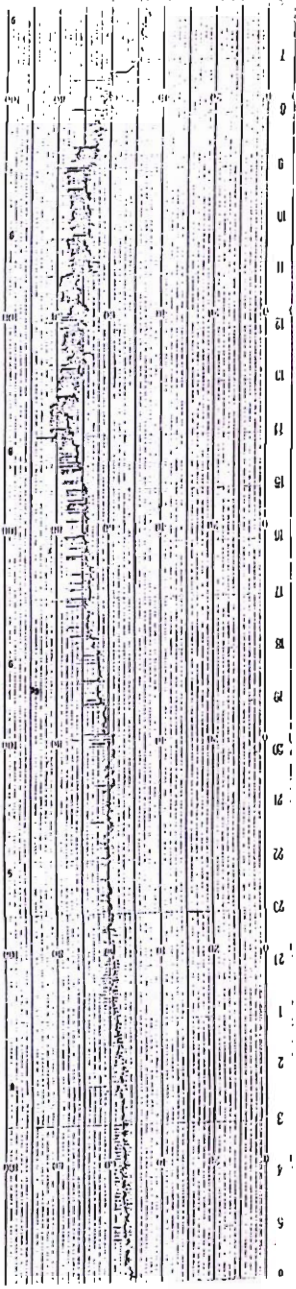


منحنی شماره (۳) : منحنی بار روزانه پست توزیع برق بندر عباس در پیک بار تابستان ۷۴



منحنی شماره (۴) : منحنی بار روزانه پست توزیع دوطبقه حافظه نزدیک بار تابستان ۷۱





منحنی شماره (۵) : منحنی بارروانه پست توزیع اداره مرکزی درپیک بارتابستان ۷۱



منحنی شماره (۶) : منحنی بارروانه پست توزیع اداره مرکزی درپیک بارتابستان ۷۱



منحنی شماره (۷) :: منحنی روزانه بارشمنی بندرعباس درپیک بارتابستان ۷۶



منحنی شماره (۸) :: منحنی بارروزانه پست ۳۰کیلومتر بندرعباس درپیک بارتابستان ۷۶