بسم الله الرحمن الرحيم

T.M.U.
دانشگاه تربیت مدرّس
دانشکده فنی و مهندسی

پایان‌نامه دوره کارشناسی ارشد مهندسی برق- قدرت

# تخمین بار سیستم‌های توزیع شعاعی با استفاده از شبکه‌های عصبی و مجموعه های فازی

فرشید دانشور

استاد راهنما:

دکتر محمود رضا حقی فام

زمستان ۱۳۸۷

بسمه تعالی

## تاییدیه اعضای هیات داوران حاضر در جلسه دفاع از پایان نامه

**آقای فرشید دانشور** پایان نامه ۶ واحدی خود را **با عنوان تخمین بار سیستم های توزیع شعاعی با استفاده از شبکه های عصبی و مجموعه های فازی** در تاریخ ۱۳۸۷/۱۱/۱۳ ارائه کردند.

اعضای هیات داوران نسخه نهایی این پایان نامه را از نظر فرم و محتوا تایید کرده و پذیرش آنرا برای تکمیل درجه کارشناسی ارشد مهندسی برق – قدرت پیشنهاد می کنند.

| عضو هیات داوران | نام و نام خانوادگی | رتبه علمی | امضا |
|---|---|---|---|
| استاد راهنما | دکتر محمودرضا حقی فام | استاد | |
| استاد ناظر | دکتر محسن پارسامقدم | دانشیار | |
| استاد ناظر | دکتر علی یزدیان ورجانی | استادیار | |
| استاد ناظر | دکتر مسعود گلکار | دانشیار | |
| مدیر گروه (یا نماینده گروه تخصصی) | دکتر محسن پارسامقدم | دانشیار | |

**دستورالعمل حق مالکیت مادی و معنوی در مورد نتایج پژوهشهای علمی دانشگاه تربیت مدرس**

**مقدمه:** با عنایت به سیاست‌های پژوهشی دانشگاه در راستای تحقق عدالت و کرامت انسانها که لازمه شکوفایی علمی و فنی است و رعایت حقوق مادی و معنوی دانشگاه و پژوهشگران، لازم است اعضای هیات علمی، دانشجویان، دانش آموختگان و دیگر همکاران طرح، در مورد نتایج پژوهشهای علمی که تحت عناوین پایان‌نامه، رساله و طرحهای تحقیقاتی که با هماهنگی دانشگاه انجام شده است، موارد ذیل را رعایت نمایند:

**ماده ۱**- حقوق مادی و معنوی پایان نامه‌ها / رساله‌های مصوب دانشگاه متعلق به دانشگاه است و هرگونه بهره‌برداری از آن باید با ذکر نام دانشگاه و رعایت آیین‌نامه‌ها و دستورالعمل‌های مصوب دانشگاه باشد.

**ماده ۲**- انتشار مقاله یا مقالات مستخرج از پایان نامه/ رساله به صورت چاپ در نشریات علمی و یا ارائه در مجامع علمی باید به نام دانشگاه بوده و استاد راهنما مسئول مکاتبات مقاله باشد.

تبصره: در مقالاتی که پس از دانش آموختگی بصورت ترکیبی از اطلاعات جدید و نتایج حاصل از پایان‌نامه/ رساله نیز منتشر می‌شود نیز باید نام دانشگاه درج شود.

**ماده ۳**- انتشار کتاب حاصل از نتایج پایان نامه / رساله و تمامی طرحهای تحقیقاتی دانشگاه باید با مجوز کتبی صادره از طریق حوزه پژوهشی دانشگاه و بر اساس آئین نامه های مصوب انجام می‌شود.

**ماده ۴**- ثبت اختراع و تدوین دانش فنی و یا ارائه در جشنواره‌های ملی، منطقه‌ای و بین‌المللی که حاصل نتایج مستخرج از پایان نامه/ رساله و تمامی طرح‌های تحقیقاتی دانشگاه باید با هماهنگی استاد راهنما یا مجری طرح از طریق حوزه پژوهشی دانشگاه انجام گیرد.

**ماده ۵**- این دستورالعمل در ۵ ماده و یک تبصره در تاریخ ۱۳۸۴/۴/۲۵ در شورای پژوهشی دانشگاه به تصویب رسیده و از تاریخ تصویب لازم الاجرا است و هرگونه تخلف از مفاد این دستورالعمل، از طریق مراجع قانونی قابل پیگیری می شود.

نام و نام خانوادگی: **فرشید دانشور**

امضاء

**آیین نامه چاپ پایان‌نامه (رساله)های دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس**

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان نامه (رساله)های تحصیلی دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس، مبین بخشی از فعالیتهای علمی - پژوهشی دانشگاه است بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه،دانش آموختگان این دانشگاه نسبت به رعایت موارد ذیل متعهد می‌شوند:

ماده ۱: در صورت اقدام به چاپ پایان نامه (رساله)ی خود، مراتب را قبلاً به طور کتبی به «دفتر نشر آثارعلمی» دانشگاه اطلاع دهد.

ماده ۲: در صفحه سوم کتاب (پس از برگ شناسنامه) عبارت ذیل را چاپ کند:

«کتاب حاضر، حاصل پایان نامه کارشناسی ارشد/ رساله دکتری نگارنده در رشته **برق- قدرت** است که در سال **۱۳۸۷** در دانشکده **مهندسی** دانشگاه تربیت مدرس به راهنمایی جناب آقای دکتر **محمود رضا حقی فام** از آن دفاع شده است.»

ماده ۳: به منظور جبران بخشی از هزینه‌های انتشارات دانشگاه، تعداد یک درصد شمارگان کتاب (در هر نوبت‌چاپ) را به «دفتر نشر آثارعلمی» دانشگاه اهدا کند. دانشگاه می‌تواند مازاد نیاز خود را به نفع مرکز نشر درمعرض فروش قرار دهد.

ماده ۴: در صورت عدم رعایت ماده ۳، ۵۰٪ بهای شمارگان چاپ شده رابه عنوان خسارت به دانشگاه تربیت‌مدرس، تأدیه کند.

ماده ۵: دانشجو تعهد و قبول می کند در صورت خودداری از پرداخت بهای خسارت، دانشگاه می‌تواند خسارت مذکور را از طریق مراجع قضایی مطالبه و وصول کند؛ به علاوه به دانشگاه حق می‌دهد به منظور استیفای حقوق خود، از طریق دادگاه، معادل وجه مذکور در ماده ۴ را از محل توقیف کتابهای عرضه شده‌نگارنده برای فروش، تامین نماید.

ماده ۶: اینجانب **فرشید دانشور** دانشجوی رشته **مهندسی برق- قدرت** مقطع **کارشناسی ارشد** تعهد فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به آن ملتزم می شوم.

نام و نام خانوادگی: **فرشید دانشور**

تاریخ و امضا: **۱۳۸۷/۱۱/۱۳**

تقدیم به:

پدر و مادرم

# تشکر و قدردانی

در ابتدا از جناب آقای دکتر محمود رضا حقی فام تشکر می‌کنم که با راهنمایی‌های علمی و حمایت‌های خود مرا در اجرای این تحقیق همراهی نمودند. بی‌شک، ذره‌ذره این تحقیق مرهون زحمات مداوم ایشان است که همچون پدری مهربان در تمامی مراحل همراهم بودند.

در ادامه از جناب آقای دکتر پارسا مقدم و سایر اساتید گروه قدرت دکتر سیفی، دکتر محمدیان و دکتر یزدیان که راهنمایی‌های ارزنده این اساتید در مدت این دوره بسیار راهگشا بود، کمال تشکر را دارم.

## چکیده

با توجه به نیاز روز افزون کشور به انرژی، خصوصاً انرژی الکتریکی نیاز به داشتن اطلاعات دقیقی از بار(پست‌های فوق توزیع، پست‌های توزیع، مشترکین) و نحوه مصرف آنها در ساعات مختلف داریم. عدم داشتن چنین اطلاعاتی سبب ایجاد حوادث، انجام طراحی‌ها خیلی بیشتر از مقادیر واقعی و ... خواهیم شد.

از سوی دیگر به علت گستردگی شبکه توزیع، اندازه‌گیری و شناخت اطلاعات کلیه پست‌ها بسیار مشکل می‌باشد. از این رو روش‌های مختلفی که همگی مبتنی بر اطلاعات و بررسی‌های آماری بارها در گذشته می‌باشند پدیدار گشتند که به کمک آنها می‌توان با قرائت اطلاعات مصرفی نقاطی از شبکه، اطلاعات بار سایر نقاط شبکه با خطایی مطلوب تخمین زد.

در این تحقیق ابتدا به بررسی اهمیت بار در شبکه‌های توزیع و روش‌های مختلف تخمین‌بار پرداخته شد و سپس روش منتخب شناسایی گردید. روش منتخب شامل دسته‌بندی بارها بر اساس روش‌های فازی-آماری، تخمین بار پست‌ها با استفاده از شبکه عصبی و اصلاح میزان خطای پیش‌بینی با توجه به اطلاعات بار ابتدای فیدر می‌باشد که در ذیل به آن پرداخته شده است.

با توجه به تنوع بالای مشترکین، برای سهولت کار با داده‌های بار، مشترکین منطقه مورد مطالعه بر مبنای تکنیک فازی-آماری دسته‌بندی می‌گردند. سپس با توجه به اطلاعات فروش انرژی الکتریکی در دوره مورد مطالعه، اطلاعات حاصل از نصب ثبات روی پست‌های منتخب توزیع و اطلاعات دسته‌بندی مشترکین(نوع مصرف، روز و ...) اقدام به مدلسازی بار پست‌های توزیع بر مبنای شبکه عصبی طراحی شده گردیده به گونه‌ای که برای دیگر پست‌هایی که ثبات نصب نشده است می‌توان منحنی تغییرات نمونه‌ای بار را در زمان‌های مورد مطالعه تخمین زد.

در پایان جهت اصلاح خطای تخمین بار انجام شده توسط شبکه عصبی، از اطلاعات بار ابتدای فیدر فشار متوسط استفاده شده است. با استفاده از $P_i$ و $Q_i$ خروجی شبکه عصبی(پروفیل بار توان اکتیو و راکتیو تخمین زده شده هر یک از پستها در روز مورد نظر)، اطلاعات الکتریکی شبکه ( $R$، $X$ و ساختار الکتریکی) و انجام پخش بار روی فیدر، مقدار توان اکتیو و راکتیو ابتدای فیدر محاسبه می‌شود. سپس با مقایسه مقادیر $P$ و $Q$ اندازه‌گیری شده ابتدای فیدر و نتایج محاسبات پخش بار، به اصلاح میزان خطای تخمین بار پرداخته شده است. در پایان، مقادیر نهایی $P$ و $Q$ پست‌ها حاصل از عملیات پخش بار به عنوان نتایج تخمین بار مطرح می‌شوند.

**کلید واژه** : تخمین بار، شبکه‌های عصبی، تئوری فازی، شبکه توزیع شعاعی.

# فهرست مطالب

**عنوان** **صفحه**


**فصل ۱-اهمیت بار در شبکه های توزیع..... ۱**

۱-۱- مقدمه..... ۲

۱-۲- معرفی سیستم توزیع..... ۳

۱-۲-۱- ساختار سیستم توزیع..... ۳

۱-۲-۲- سیستم توزیع شعاعی..... ٤

۱-۲-۳- پست‌های توزیع وشبکه فشارضعیف..... ٤

۱-۳- اطلاعات در دسترس از شبکه توزیع در ایران..... ٥

۱-٤- هدف از اجرای تخمین بار..... ٦

۱ -٤-۱- تخمین بار به منظور برنامه ریزی..... ٦

۱-٤-۲- تخمین بار با هدف رفع اتفاقات..... ٦

۱-٤-۳- تخمین بار به منظور تخمین حالت سیستم..... ۷

۱-٥- نتیجه گیری..... ۷

**فصل ۲- مروری بر روشهای تخمین بار..... ۹**

۲-۱- مقدمه ..... ۱۰

۲-۲- دسته بندی مشترکین..... ۱۱

۲-۳- بررسی روش‌های تحقیق در بار..... ۱۱

۲-۳-۱- روش‌های فازی..... ۱۲

۲-۳-۲- روش‌های آماری..... ۱٥

۲-۳-۳- روش شبکه های عصبی..... ۱۶
۲-۳-٤- روش‌های فازی- آماری..... ۱۹
۲-٤- نتیجه گیری..... ۲٤
**فصل ۳- الگوریتم پیشنهادی برای تخمین بار پست‌های توزیع..... ۲۵**
۳-۱- مقدمه..... ۲٦
۳-۲- الگوریتم پیشنهادی تخمین بار پستهای توزیع..... ۲٦
۳-۲-۱- دسته بندی مشترکین برمبنای تکنیک فازی-آماری..... ۲٦
۳-۲-۲- مدلسازی بار پستهای توزیع با استفاده از شبکه عصبی..... ۲۸
۳-۲-۲-۱ طراحی شبکه عصبی..... ۲۹
۳-۲-۲-۲ انتخاب متغیرهای ورودی وخروجی..... ۳۳
۳-۲-۲-۳ انتخاب دستگاه داده های آموزش..... ۳٤
۳-۲-۲-٤ آموزش شبکه عصبی..... ۳۵
۳-۲-۲-۵ ارزیابی شبکه آموزش داده شده..... ۳۹
۳-۲-۳- اصلاح میزان خطای تخمین اولیه..... ٤۰
۳-۳- نتیجه گیری..... ٤۱
**فصل ٤- پیاده سازی الگوریتم تخمین بار در شبکه نمونه..... ٤۲**
٤-۱- مقدمه..... ٤۳
٤-۲- مشخصات الکتریکی فیدر مورد مطالعه..... ٤۳
٤-۳- دسته بندی مشترکین برمبنای تکنیک فازی-آماری..... ٤٦
٤-٤- تخمین بار با استفاده از شبکه عصبی..... ۵۰
٤-٤-۱- داده های ورودی..... ۵۱

٤-٤-٢- آموزش شبکه عصبی..... ٥٢

٤-٤-٣- خروجی‌های شبکه عصبی..... ٥٣

٤-٥- اصلاح تخمین بار با استفاده از اطلاعات بار ابتدای فیدر..... ٥٣

٤-٦- نتیجه گیری..... ٦٣

**فصل ٥- نتیجه‌گیری وپیشنهادات..... ٦٤**

٥-١- نتیجه گیری..... ٦٥

٥-٢- پیشنهادات..... ٦٦

فهرست مراجع..... ٦٧

# فهرست جدول‌ها

**عنوان** **صفحه**


جدول ۲-۱: اختصاص نسبت فراوانی یک منطقه جغرافیایی به دسته منحنی های مختلف.....۱۷

جدول ۲-۲: نمونه نتایج محاسبات تغییرات بار.....۲۳

جدول ٤-۱: ساختار الکتریکی و مشخصات هادی‌های فیدر سپهر.....٤۳

جدول ٤-۲: ظرفیت ترانسفورماتورهای منصوبه فیدر سپهر.....٤٤

جدول ٤-۳: بار ابتدای فیدر سپهر در یک روز عادی و تعطیل مورد مطالعه .....٤٥

جدول ٤-٤: بار ٢٤ ساعته نمونه پست ها پس از نرمالیزه شدن.....٤٦

جدول ٤-٥: ماتریس ارتباط فازی بین منحنی‌ها.....٤٨

جدول ٤-٦: دسته بندی منحنی‌ها با درجه حساسیت ۰.۰۱ .....٤۹

جدول ٤-۷: دسته بندی منحنی‌ها با درجه حساسیت ۰.۰۰۵ .....٤۹

جدول ٤-۸: منحنی‌های بار مورد استفاده جهت دسته بندی با استفاده از تئوری فازی-آماری.....۵۰

جدول ٤-۹: اطلاعات نمونه ورودی شبکه عصبی .....۵۱

جدول ٤-۱۰: میزان خطای نتایج تخمین بار در پست‌های مورد مطالعه.....٦۳

# فهرست شکل‌ها

**عنوان** **صفحه**


شکل ۲-۱: مدل مثلثی و ذوزنقه‌ای اعداد فازی..... ۱۲

شکل ۲-۲: تابع عضویت برای ناحیه مفروض جدول (۲-۱)..... ۱۸

شکل ۲-۳: تقسیم بندی پروفیل بار روزانه..... ۲۰

شکل ۲-٤: نحوه نصب دستگاه CVMI و VCAL برروی شبکه..... ۲۲

شکل ۲-۵: مدل استنتاج فازی مورد استفاده..... ۲۳

شکل ۳-۱: ساختار ورودی‌ها وخروجی‌های شبکه عصبی مورد استفاده..... ۳٤

شکل ٤-۱: رفتار بار تعدادی از منحنی‌های منتخب..... ٤۷

شکل ٤-۲: رفتار بار تعدادی از منحنی‌های منتخب..... ٤۷

شکل ٤-۳: رفتار بار تعدادی از منحنی‌های منتخب..... ٤۸

شکل ٤-٤: نتایج تخمین بار و بار واقعی (توان اکتیو) پست SB۰۰۱۲۹ در روز تعطیل..... ۵۵

شکل ٤-۵: نتایج تخمین بار و بار واقعی (توان اکتیو) پست SB۰۰۱۲۹ در روز غیر تعطیل..... ۵۵

شکل ٤-٦: نتایج تخمین بار و بار واقعی (توان اکتیو) پست SB۰۰۱۳۱ در روز تعطیل..... ۵٦

شکل ٤-۷: نتایج تخمین بار و بار واقعی (توان اکتیو) پست SB۰۰۱۳۱ در روز غیر تعطیل..... ۵٦

شکل ٤-۸: نتایج تخمین بار و بار واقعی (توان اکتیو) پست SB۰۰۲۱٦ در روز تعطیل..... ۵۷

شکل ٤-۹: نتایج تخمین بار و بار واقعی (توان اکتیو) پست SB۰۰۲۱٦ در روز غیر تعطیل..... ۵۷

شکل ٤-۱۰: نتایج تخمین بار و بار واقعی (توان اکتیو) پست SB۰۰۲۱۸ در روز تعطیل..... ۵۸

شکل ٤-۱۱: نتایج تخمین بار و بار واقعی (توان اکتیو) پست SB۰۰۲۱۸ در روز غیر تعطیل..... ۵۸

شکل٤-١٢: نتایج تخمین بار و بار واقعی (توان راکتیو) پست SB٠٠١٢٩ در روز تعطیل.....٥٩

شکل٤-١٣: نتایج تخمین بار و بار واقعی (توان راکتیو) پست SB٠٠١٢٩ در روز غیر تعطیل.....٥٩

شکل٤-١٤: نتایج تخمین بار و بار واقعی (توان راکتیو) پست SB٠٠١٣١ در روز تعطیل.....٦٠

شکل٤-١٥: نتایج تخمین بار و بار واقعی (توان راکتیو) پست SB٠٠١٣١ در روز غیر تعطیل.....٦٠

شکل٤-١٦: نتایج تخمین بار و بار واقعی (توان راکتیو) پست SB٠٠٢١٦ در روز تعطیل.....٦١

شکل٤-١٧: نتایج تخمین بار و بار واقعی (توان راکتیو) پست SB٠٠٢١٦ در روز غیر تعطیل.....٦١

شکل٤-١٨: نتایج تخمین بار و بار واقعی (توان راکتیو) پست SB٠٠٢١٨ در روز تعطیل.....٦٢

شکل٤-١٩: نتایج تخمین بار و بار واقعی (توان راکتیو) پست SB٠٠٢١٨ در روز غیر تعطیل.....٦٢

# فصل اول

## اهمیت بار در شبکه‌های توزیع

## ۱-۱- مقدمه

با توجه به نیاز روز افزون کشور به انرژی و رشد سریع مصرف آن خصوصاً انرژی الکتریکی، نیاز به داشتن اطلاعات دقیقی از بار(پست‌های فوق توزیع، پست‌های توزیع، مشترکین و نحوه مصرف آنها در ساعات، روزها و ماههای مختلف) از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشد.

با توجه به نبودن چنین اطلاعات دقیقی در کشور، جهت جلوگیری از ایجاد حوادث، ناچار به انجام طراحی‌ها و پیش‌بینی‌ها خیلی بیشتر از مقادیر واقعی می‌شد که خود منجر به سرمایه‌گذاری اولیه بیشتر و حتی در مواردی باعث افزایش میزان تلفات شبکه (تلفات بی‌باری ترانسفورماتور) می‌گردد.

محدود بودن میزان اعتبارات از یکسو و عدم داشتن اطلاعات دقیق بار از سوی دیگر سبب بوجود آمدن مشکلاتی در استفاده بهینه از منابع و بالطبع کاهش تعداد مشترکین برقدار شده می‌گردد که خود می‌تواند باعث ایجاد خسارات سنگینی به اقتصاد کشور در بخش‌های مختلف (کشاورزی، صنعتی، تجاری و ...) گردد.

داشتن اطلاعات دقیق از بار می‌تواند کمک‌های قابل ملاحظه‌ای برای پیش‌بینی‌بار(برنامه‌ریزی جهت احداث پست‌های فوق توزیع، برنامه‌ریزی جهت احداث خطوط جدید و ...)، بهره‌برداری صحیح (جایابی تجهیزات سوئیچینگ، اجرای طرح‌های اتوماسیون، استفاده از واحدهای تولید پراکنده[۱] ، انتقال بار در مواقع اضطراری، افزایش عمر تجهیزات و جلوگیری از ایجاد صدمات به تجهیزات براثر اضافه‌بار و ...)، مطالعات شبکه(محاسبات قابلیت اطمینان، پخش‌بار، خازن‌گذاری، انجام محاسبات حفاظتی شبکه و...)، اجرای طرح‌های کاهش تلفات، فروش انشعاب به مشترکین جدید، انتخاب بهینه

۱ -Distributed Generation

تجهیزات، اجرای طرح‌های مدیریت مصرف در جهت انتقال بار از ساعات پیک به ساعات غیر پیک جهت افرایش ضریب بار[1] و ... کند.

## ۱-۲- معرفی سیستم توزیع

در این قسمت ساختار یک سیستم توزیع و اجزای عمده مربوط به آن تشریح می‌گردد. این ساختار عموماً شعاعی می‌باشد که به ترتیب از بالادست به پایین دست عبارت است از: فیدرهای فشار متوسط، پست‌های توزیع، فیدرهای فشارضعیف و سرانجام اتصالات سرویس مشترکین[۱].

### ۱-۲-۱- ساختار سیستم توزیع

سیستم توزیع به بخشی ازسیستم قدرت اطلاق می‌شود که میان پست‌های فوق توزیع و اتصالات سرویس مصرف کننده قرار دارد. مدارهای فوق توزیع از منابع قدرت به چندین پست فوق توزیع که در ناحیه بار (مصرف) قرار دارند امتداد یافته‌اند. این مدارها ممکن است به صورت شعاعی یا حلقوی باشد که به یک یا چند منبع قدرت از هر دو طرف اتصال پیدا کرده است.

پست‌های توزیع به طور معمول درسمت فشار متوسط خود به فیدرهای فشار متوسط متصل می‌شوند و ولتاژ دریافتی از این فیدرها را به ولتاژ مصرف کاهش می‌دهند. هر ترانسفورماتور و یا مجموعه‌ای از آنها یک یا چند گروه از مصرف کنندگان را از طریق خطوط فشار ضعیف سرویس می‌دهند.

---

۱ -Load Factor

### ۱-۲-۲- سیستم توزیع شعاعی

سیستم شعاعی به علت ساختار ساده‌ای که دارد متداولترین نوع شبکه توزیع محسوب می‌شود. در این ساختار فیدرها بصورت شعاعی از پست‌ها به سمت فیدرهای فرعی که به همه جای ناحیه سرویس دهی کشیده شده‌اند امتداد یافته‌اند.

اصولاً مزایای سیستم‌های شعاعی در سادگی و ارزانی آن خلاصه می‌شود. با چنین آرایشی تعداد تجهیزات‌سوئیچینگ اندک و رله‌گذاری آسان می‌شود. از آن سو عدم تداوم سرویس‌دهی نقص عمده سیستم‌های توزیع شعاعی می‌باشد.

در حقیقت یک سیستم شعاعی به نوعی از سیستم اطلاق می‌شود که دارای یک مسیر واحد جهت انتقال توان از پست فوق توزیع به سمت پست توزیع از طریق خطوط فشارمتوسط باشد[۲].

### ۱-۲-۳- پست‌های توزیع و شبکه فشارضعیف

پست‌های توزیع، ولتاژ را از سطح ولتاژ شبکه فشار متوسط به ولتاژ مصرف کاهش می‌دهند. با توجه به تفاوت زیاد در چگالی بار مناطق مختلف، این پست‌ها به دو صورت به کار می‌روند.

**الف- پست‌های زمینی:** در مناطق شهری با چگالی بار بالا از ترانسفوراتورهای بزرگ با ظرفیت نامی ٤۰۰ الی ۲۰۰۰ کیلوولت آمپر استفاده می‌شود. معمولاً این پست‌ها از طریق کابل‌های زمینی مصرف کنندگان را تغذیه می‌نمایند.

**ب- پست‌های هوایی:** این گونه پست‌ها بیشتر در مناطق روستایی یا شهری با چگالی بار سبک و با ظرفیت نامی ۵۰ الی ۳۱۵ کیلوولت آمپر استفاده می‌شوند.

مدارهای فشارضعیف و به دنبال آن اتصال سرویس مصرف کننده آخرین بخش از شبکه‌های توزیع را تشکیل می‌دهند و مستقیماً با مصرف کنندگان در ارتباط هستند. عملاً شبکه فشارضعیف به

همراه ترانسفورماتورهای توزیع در یک حوزه قرار می‌گیرند که میان آنها ارتباط تنگاتنگی برقرار است.

در بسیاری از محاسبات، پست‌های توزیع و شبکه فشارضعیف متصل به آن به عنوان یک نقطه‌ی بار برای شبکه فشار متوسط در نظر گرفته می‌شوند.

## ۱-۳- اطلاعات در دسترس از شبکه توزیع در ایران

اطلاعات شبکه توزیع به دو دسته کلی اطلاعات استاتیک شبکه و اطلاعات بار آن تقسیم می‌شود.

- ✓ اطلاعات استاتیک

متولیان هر شبکه در ایران به فراخور نیاز و بضاعت نیروی کار، این اطلاعات را از شبکه تحت پوشش خود برداشت نموده‌اند. ولیکن مهمترین مشکلی که در این خصوص وجود دارد، عدم بروزرسانی اطلاعات مذکور حسب تغییرات اعمال شده در شبکه است. شبکه توزیع همواره به دلایل مختلفی و با اهداف انتقال‌بار و توسعه دستخوش تغییر است که بایستی این تغییرات عیناً در اطلاعات برداشت شده منعکس گردد.

- ✓ اطلاعات بار

متأسفانه در شبکه‌های توزیع این قسم اطلاعات بسیار اندک است. تنها اطلاعات در دسترس از بار، نوع و میزان دیماند خریداری شده توسط مشترکین مختلف، بار ساعتی ابتدای فیدرهای فشار متوسط و بار پیک تعدادی از پست‌های توزیع است. پیک بار اندازه‌گیری شده نیز از دقت بالایی برخوردار نمی‌باشد. علت این امر آن است که پیک بار اندازه‌گیری شده لزوماً در پیک بار نبوده، ضمن آنکه اندازه‌گیری‌ها نیز در پست‌های مختلف به طور همزمان صورت نمی‌گیرد و در یک بازه زمانی و با هدف جلوگیری از اضافه بار ترانسفورماتورها می‌باشد.