



با توجه به مزیت های مهم انرژی الکتریکی بر سایر انرژی ها، به دلیل سادگی و راحتی توزیع و قابلیت انتقال برای مسافت های طولانی، امروزه پیش بینی می گردد که بیشترین مصرف انرژی در قرن آینده کماکان به صورت انرژی الکتریکی باشد و شبکه توزیع که عهده دار ارائه انرژی الکتریکی به مصرف کنندگان می باشد، به عنوان یکی از اجزای اصلی سیستم قدرت از اهمیت و ارزش قابل ملاحظه ای برخوردار می گردد.

به دلیل این اهمیت بالا لازم است که با فرایندهای رسیدن انرژی الکتریکی به دست مصرف کننده آشنا شویم و در این مقاله از **آموزش برق در کالنجی**، دقیقاً به این موضوع یعنی تولید، انتقال و توزیع انرژی الکتریکی میپردازیم.

**در شکل کلی می توان ساختار شبکه های الکتریکی را در قالب سه گروه به صورت زیر معرفی کرد:**

۱- تولید (Generation)

۲- انتقال (Transmission)

۳- توزیع (Distribution)



## توليد انرژی الکتریکی:

توليد الکتریسیته فرایندی است که طی آن از یک منبع انرژی استفاده می شود تا انرژی الکتریکی تولید شود. اصول پایه برای تولید الکتریسیته توسط دانشمند انگلیسی مایکل فارادی در دهه ۱۸۲۰ تا اوایل دهه ۱۸۳۰ میلادی کشف شد. روش پایه او هنوز هم برای تولید الکتریسیته مورد استفاده قرار می گیرد:

الکتریسیته با حرکت یک دور سیم یا یک استوانه مسی بین قطب های یک آهنربا (ژنراتور) تولید می شود.

برای شرکت هایی که در زمینه الکتریسیته فعال هستند تولید الکتریسیته اولین مرحله در رساندن الکتریسیته به دست شما است و در مراحل بعدی انتقال و توزیع قرار دارند. الکتریسیته معمولاً در نیروگاه توسط ژنراتور ها تولید می شود. ژنراتور ها برای تولید الکتریسیته نیاز به یک محرک مکانیکی نیاز دارند این محرک می تواند یک توربین یا یک موتور دیزل باشد. محل نصب ژنراتور و تجهیزات مربوط به آن را نیروگاه می نامند. نیروگاه های برق در دو نوع جریان متناوب (AC) و جریان مستقیم (DC) می باشند.

طبقه بندی نیروگاه ها براساس نوع مصرفی و عامل محرک به صورت زیر است:

۱- نیروگاه حرارتی

۱/۱ نیروگاه هسته ای

۱/۲ نیروگاه با سوخت زغال سنگ

۱/۳ نیروگاه با سوخت زغال نفت

۱/۴ نیروگاه با گاز طبیعی

۲- منابع انرژی تجدیدپذیر

۲/۱/ نیروگاه برق‌آبی

۲/۲/ نیروگاه خورشیدی

۲/۳/ نیروگاه بادی

۳- انرژی دریایی

۴- زیست‌سوخت

۵- توان اسمزی

از سال ۱۸۸۱ تاکنون و برای بیش از ۱۳۰ سال انرژی الکتریکی به منظور تغذیه مصرف‌کننده‌های انسانی به وسیله منابع مختلف تأمین می‌شود. اولین مولدهای الکتریکی با انرژی آب و ذغال سنگ کار می‌کردند و امروزه بخش عظیمی از انرژی الکتریکی به وسیله انرژی حاصل از سوخت‌های فسیلی (حرارت)، انرژی هسته‌ای، انرژی حاصل از هوای فشرده (گاز طبیعی)، هیدروالکتریک و نفت تولید می‌شود که البته در این میان منابعی مانند [انرژی خورشیدی](#)، انرژی حاصل از جزر و مد آب دریا، انرژی جنبشی باد و انرژی زمین‌گرمایی نیز نقش کوچکی ایفا می‌کنند. شبکه‌های الکتریکی که برای تأمین ولتاژ و جریان مورد نیاز مصرف‌کننده‌ها به دو صورت: تک فاز و سه فاز مورد استفاده قرار می‌گیرند.



[کلید هوایی چیست؟ + بررسی کاربرد ها و نحوه عملکرد کلید هوایی](#)

## انتقال انرژی الکتریکی:

فرایند جابجایی توان الکتریکی را انتقال انرژی الکتریکی می گویند. این فرایند معمولاً شامل انتقال انرژی الکتریکی از مولد یا تولیدکننده به پست های توزیع نزدیک شهرها یا مراکز تجمع صنایع است و از این پس یعنی تحویل انرژی الکتریکی به مصرف کننده ها در محدوده توزیع انرژی الکتریکی است. انتقال انرژی الکتریکی به ما اجازه می دهد تا به سادگی و بدون پذیرفتن هزینه حمل سوخت ها و هم چنین جدای از آلودگی تولید شده از سوختن سوخت ها در نیروگاه، از انرژی الکتریکی بهره بگیریم. حال آن که در بسیاری موارد انتقال منابع انرژی مانند باد یا آب سدها غیرممکن است و تنها راه ممکن انتقال انرژی الکتریکی است.

در شبکه برق رسانی سراسری، نزدیک بودن محل تولید انرژی با محل مصرف دیگر ضروری نبوده و مطرح نمی باشد چرا که احداث نیروگاه ها و تولید انرژی الکتریکی دارای محدودیت هایی است. لذا این جا است که اهمیت خطوط انتقال انرژی مشخص می شود. در شبکه برق رسانی برای انتقال انرژی الکتریکی در فاصله بین نیروگاه ها تا شهرها (محل مصرف) از خطوطی استفاده می شود که دارای سطح ولتاژ بالایی هستند و معمولاً از پایه های فلزی و یا تیرهای بتونی بزرگ استفاده می شود چراکه توان انتقالی زیاد بوده و به دلیل بالا بودن جریان انتقالی و بزرگ بودن سطح مقطع یا زیاد بودن تعداد رشته سیم ها و هم چنین افزایش وزن سیمی که پایه سیم ها باید تحمل کنند از پایه های محکم فلزی به نام **دکل** استفاده می شود.



خط توزیع 63 یا (66) کیلو ولتی



خط توزیع 132 کیلو ولتی



خط توزیع 230 کیلو ولتی



خط توزیع 400 کیلو ولتی

WWW.KALENGI.IR

## سطح ولتاژ در خطوط انتقال انرژی الکتریکی شبکه ایران عبارت اند:

۶۳KV - 132KV - 230KV - 400KV

بخشی از انرژی الکتریکی به هنگام انتقال به حرارت تبدیل می شود که آن را تلفات انرژی در شبکه می گویند. به منظور کاهش تلفات انرژی ولتاژ شبکه های انتقال نیرو توسط پست افزایشده زیاد می شود و در انتهای شبکه انتقال نیرو توسط پست کاهشده کاهش می یابد. برای کاهش یا افزایش ولتاژ از **ترانسفورماتور** استفاده می شود که در واقع ترانسفورمر یک مبدل ولتاژ است.

به علت زیاد بودن میزان توان مورد بحث، ترانسفورماتورها کمابیش در ولتاژهای بالایی کار می کنند (۱۱۰ کیلوولت یا بیشتر) انرژی الکتریکی معمولاً در فواصل دراز به وسیله خطوط هوایی انتقال می یابد. از خطوط زیر زمینی فقط در مناطق پرجمعیت شهری استفاده می شود و این به دلیل هزینه بالای راه اندازی و نگهداری و هم چنین تولید **توان راکتیو** اضافی در این گونه خطوط است.

## مقایسه سیستم های زمینی و هوایی

در بررسی محاسن و معایب بین شبکه های زمینی و هوایی، باید توسعه همه جانبه سیستم های الکتریکی و نیز مقرون به صرفه بودن آن را مد نظر قرار داد. طبیعت ساختمانی، چگونگی احداث، بهره برداری و تجربه های نگهداری از این دو گونه سیستم توزیع، برای مقایسه همه جانبه شبکه های هوایی با سیستم زمینی به شرح آورده شده است.

خطوط انتقال انرژی الکتریکی به دو صورت انتقال می یابد:

### ۱- خطوط انتقال زمینی:

اولین خطوط انتقال برق؛ خطوط زمینی بودند، اما کم کم جای خود را به خطوط هوایی دادند. راه اندازی خطوط زمینی انتقال برق به علت هزینه های فراوان حفاری و ایجاد کانال های زمینی و زیر زمینی بسیار گران تر از راه اندازی خطوط هوایی است و گرفتن انشعاب از این خطوط مستلزم وجود ایستگاه های توزیع، جعبه های انشعاب و تابلو های برق می باشد. نیز عیب یابی این خطوط به علت در دسترس نبودن احتیاج به وسائل مخصوص و گران قیمتی دارد که هزینه های آن را افزایش می دهد. در عوض در خطوط زمینی به ندرت اشکالی به وجود می آید و خاموشی آن به مراتب از خطوط هوایی کمتر است.



این خطوط به زیبایی محیط آسیب نمی زنند و چون در دسترس نمی باشند دارای خطرات بسیار کمتری نسبت به خطوط هوایی خواهند بود و چون حریمی برای آن ها تعریف نمی شود در اماکن کم عرض و مسکونی بسیار مفید می باشند. از نظر علمی این خطوط دارای راکتانس سری پایین و مناسب برای چگالی های بار زیاد هستند.

### کلید هوایی چیست؟ + بررسی کاربرد ها و نحوه عملکرد کلید هوایی

## ۲- خطوط انتقال هوایی:

خطوط انتقال هوایی نوعی از خطوط انتقال هستند که در آن از دکل ها و تیرها برای نگه داشتن کابل ها بالای سطح زمین استفاده می شود. از آن جایی که در این گونه خطوط از هوا به عنوان عایق کابل ها استفاده می شود این روش انتقال یکی از کم هزینه ترین و رایج ترین روش های انتقال است.

احداث شبکه های هوایی آسان تر بوده و در هر نقطه و محل می توان به وسیله شبکه هوایی، به سرعت جریان برق را برقرار نمود. به طور کلی سیستم های هوایی برخلاف سیستم های زمینی، بسیار کم هزینه تر و ارزان ترند زیرا به کندن کانال، هزینه های اخذ مجوزهای حفاری، لوله های مخصوص و ... نیازی نداشته و در مورد خود کابل ها نیز حفاظ و عایق

گران قیمت، اتصالات و غلاف های آب بندی گران جهت امکانات ویژه ضد آب کردن تجهیزات زیرزمینی وجود ندارد. درست همین هزینه های گزاف سرمایه گذاری است که سیستم های زمینی را چندین برابر گران تر از سیستم های هوایی کرده است.

نتیجه آن که خطوط انتقال هوایی به سبب هزینه ها، در نظر گرفتن راکتانس بالا، مناسب بودن با چگالی بار کم و آسیب به زیبایی محیط اطراف بایستی در مناطق کم جمعیت، دور افتاده و بین شهری و خطوط انتقال زمینی به سبب راکتانس پایین، مناسب بودن برای چگالی های بالای بار، زیبایی و دیگر مزیت های ذکر شده در مناطق پر ازدحام و شهری به کار گرفته شوند. به نظر می رسد در سال های آتی به علت ازدیاد و تراکم جمعیت، رشد خطوط انتقال زمینی بسیار بالاتر از رشد خطوط هوایی باشد.



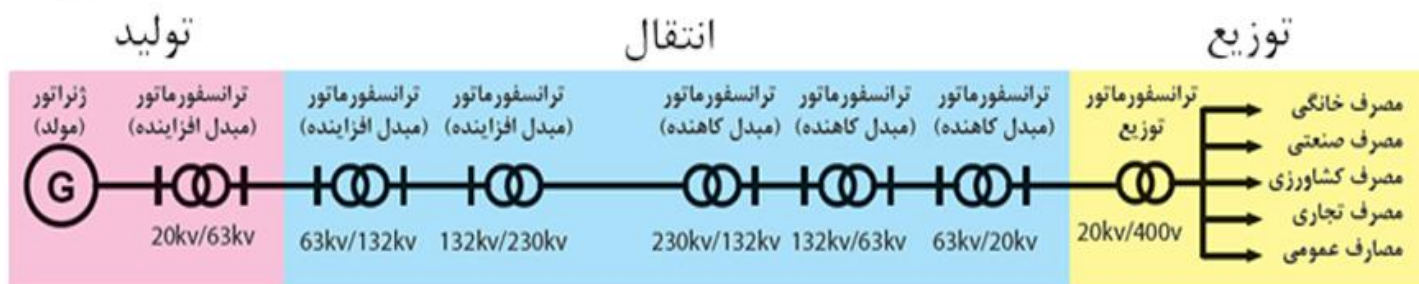
دکل ها و تیرهایی که برای نگه داشتن کابل ها استفاده می شود می توانند از جنس چوب، فولاد، بتون، آلومینیوم و در برخی موارد پلاستیک مسلح باشند. به طور کلی کابل ها مورد استفاده در خطوط هوایی از جنس آلومینیوم هستند (که البته با نواری از فولاد در داخل مسلح شده اند). از کابل های مسی در برخی خطوط انتقال ولتاژ متوسط و ولتاژ پایین و محل اتصال به مصرف کننده استفاده می شود.

### توزیع انرژی الکتریکی:

مرحله توزیع انرژی الکتریکی یکی از مراحل پایانی تحویل انرژی الکتریکی به مصرف کننده هاست. این مرحله انرژی الکتریکی را از سیستم انتقال به مصرف کنندگان منفرد انتقال می دهد. پست های توزیعی که به سیستم انتقال متصل هستند ولتاژ انتقال را به ولتاژهای متوسط (بین ۲ کیلو ولت و ۳۵ کیلو ولت) با استفاده از ترانسفورماتورها کاهش می دهند. در این میان، شبکه های توزیع انرژی الکتریکی، محل تلاقی مشترکین صنعت برق می باشد و اشکالات سیستم

توزیع در این صنعت، از دید مصرف کنندگان، مشکل کلیه صنعت برق قلمداد خواهد شد. توسعه روز افزون، عدم پیش بینی صحیح این روند و عقب ماندگی تکنولوژی، همواره مشکلاتی را در سیستم توزیع انرژی الکتریکی به همراه داشته است.

## نمودار تک خطی تولید، انتقال و توزیع انرژی الکتریکی



WWW.KALENGI.IR

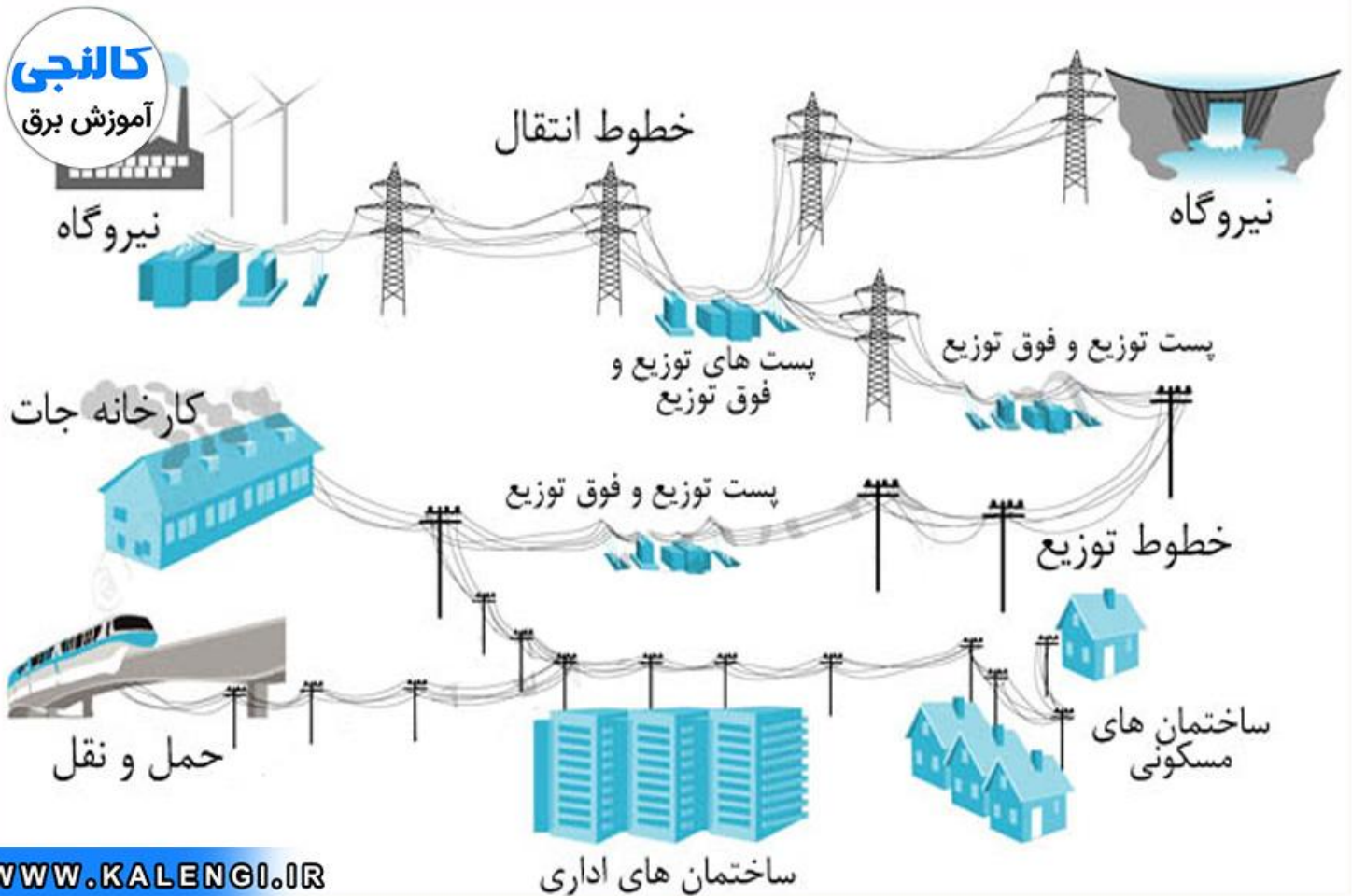
### کلید هوایی چیست؟ + بررسی کاربرد ها و نحوه عملکرد کلید هوایی

به طور کلی خطوط ولتاژ متوسط معمولاً انرژی کمتر از ۲۰ کیلوولت را با استفاده از پست‌های ترانسفورماتوری که گاهی به صورت نصب شده بر روی تیرهای انتقال قرار دارند، و نیز خطوط ولتاژ پایین (کمتر از ۱۰۰۰ ولت) را شامل می‌شود.

در بخش توزیع انرژی الکتریکی اندازه ولتاژها نسبت به ولتاژهای بخش انتقال کمتر می‌باشد. مقادیر ولتاژهای بالای خطوط انتقال در قسمت توزیع توسط ترانسفورماتورها به ولتاژهای ۴۰۰ ولت سه فاز و ۲۳۰ ولت تک فاز تبدیل می‌شوند تا در مصرف کننده‌های سه فاز و تک فاز مورد استفاده قرار گیرد.

انرژی الکتریکی، در نیروگاه‌های حرارتی توسط سوخت‌های فسیلی، یا پس از صرف هزینه‌های سنگین، با استفاده از پتانسیل آب‌سدها در توربین‌های آبی تولید شده از طریق خطوط انتقال انرژی، به مراکز مصرف انتقال می‌یابند. در این مراکز، ایستگاه‌های تبدیل، سطح ولتاژ را کاهش می‌دهند. این ولتاژ متوسط به وسیله شبکه‌های توزیع به محل مصرف کننده خواهد رسید. در محل مصرفی نیز، به کمک ایستگاه‌های ترانسفورماتوری توزیع، ولتاژ به حد قابل استفاده برای مصارف خانگی، صنعتی، تجاری، عمومی، کشاورزی و... تبدیل شده و به مصرف می‌رسد.





WWW.KALENGI.IR

سیستم های قدرت، وظیفه تامین انرژی الکتریکی را از مرحله تولید تا مصرف به عهده دارند. این سیستم ها به چهار بخش عمده تولید، انتقال، توزیع و سرویس به مشترکین تقسیم می شود. امروزه، باتوجه به گستردگی فعالیت های چرخه تامین برق در انواع مراحل « تولید، انتقال، توزیع برق و خدمات بعداز فروش به مشترکین », لزوم توجه بیشتر و اختصاصی تر به هر کدام از این شاخه های صنعت برق را جدی تر کرده است.

## در صنعت برق، توزیع انرژی برق اساساً در دو سطح فشار ضعیف و فشار متوسط صورت می گیرد:

### ۱- خط های فشار ضعیف:

برق مصرف کنندگان عادی با خط های فشار ضعیف تأمین می شود. این خط ها آخرین قسمت از شبکه عظیم و گسترده برق رسانی را پیش از تحویل انرژی به مصرف کننده تشکیل می دهند. خط های فشار ضعیف رایج در سراسر کشور از نوع ۲۲۰/۳۸۰ ولتی و معمولاً به صورت ۵ سیمه اند.



تیر برق های فشار ضعیف دارای ولتاژ ۲۲۰/۳۸۰ ولت بوده و وظیفه برق رسانی به منازل و مکان های داخل شهر را بر عهده دارند. این تیرهای برقی دارای پنج رشته سیم می باشند که ترتیب قرار گیری آن ها به شرح زیر می باشد:

سیم نول (N)

فاز شب-روشنایی معابر

فاز اول (R)

فاز دوم (S)

فاز سوم (T)

## ۲- خط های فشار متوسط:

شبکه های فشار متوسط عمومی در ایران، با ولتاژهای ۳۳ ، ۲۰ و ۱۱ کیلو ولتی کار می کنند، که در این میان، ولتاژ ۲۰ کیلو ولت رایج ترین آنها است و امروزه نیز، ایجاد و توسعه شبکه های فشار متوسط به طور اساسی با ولتاژ ۲۰ کیلو ولت صورت می گیرد. در بعضی از شهرها نیز که از قدیم ولتاژ ۱۱ کیلو ولت معمول بوده است، رفته رفته جای خود را به ولتاژ ۲۰ کیلو ولت داده اند.

رساندن انرژی و توان به مراکز مصرف بیش تر با خط های ۶۳ یا (۶۶) یا ۱۳۲ کیلو ولتی صورت می گیرد. این بخش از فعالیت نیرو رسانی را در اصطلاح شبکه های فوق توزیع می نامند.



خط فشار متوسط ۱۱ کیلو ولتی



خط فشار متوسط ۲۰ کیلو ولتی



خط فشار متوسط ۳۳ کیلو ولتی

WWW.KALENGI.IR

تعمیرات و نگهداری تجهیزات برق + بررسی کاربرد ها و نحوه عملکرد کلید هوایی

## شبکه‌های توزیع معمولاً به دو صورت دسته‌بندی می‌شوند:

### ۱- شعاعی:

در شبکه شعاعی خطوط توزیع پس از جدا شدن از پست توزیع به منبع دیگری متصل نمی‌شوند. از این روش معمولاً در شبکه‌های روستایی با مصرف‌کننده‌های دور افتاده استفاده می‌شود. از شبکه‌های اتصال یافته معمولاً در شهرها استفاده می‌شود. در این شبکه مسیرهای توزیع دارای دو یا چند اتصال به مسیرهای دیگر هستند بنابراین مصرف‌کننده‌ها چندین مسیر برای اتصال به منبع دارند.

### ۲- اتصال یافته:

نقاط اتصال در شبکه اتصال یافته معمولاً باز هستند. اعمال دستور بسته یا باز شدن اتصال‌ها معمولاً به وسیله « دیسپاچینگ » صورت می‌گیرد. کارایی این اتصال‌ها معمولاً در مواقع بروز مشکل در خط مشخص می‌شود. در صورتی که قسمتی از خط به علت خرابی غیرقابل استفاده باشد به وسیله وصل و قطع تعدادی از اتصال‌ها می‌توان قسمت معیوب را از بقیه قسمت‌ها جدا کرده و دیگر قسمت‌ها را تغذیه نمود. هر یک از خطوط جدا شده از پست توزیع دارای **کلید مدارشکن** (دژنکتور) برای قطع مدار در موقع بروز اشکال هستند.

## پست ها (ایستگاه های) توزیع

آخرین مرحله تغییر سطح ولتاژ و عمل آوری انرژی برق به ولتاژ قابل استفاده برای مصرف کنندگان، در پست ها (ایستگاه های) توزیع انجام می گیرد و پس از آن، برق آماده تحویل به مشترکان عادی می شود. این ایستگاه ها در شبکه برق کشور به دو صورت زمینی (نصب شده در ساختمان) و هوایی (نصب شده در هوای آزاد و روی پایه های برق) رایج اند.

پست های زمینی به محدوده داخلی شهرها و بعضی از مشترکان مصارف سنگین اختصاص دارند و ویژگی آن ها، نسبت به ایستگاه های هوایی، ظرفیت نامی بالاتر و قابلیت مانور روی شبکه از طریق تجهیزات موجود در آن ها است. در بیرون از محدوده های شهری نوع رایج، پست های هوایی است (مگر به دلیل شرایط استثنایی).



پست کیوسکی

پست های پد مانند

[WWW.KALENGI.IR](http://WWW.KALENGI.IR)

**پست های پد مانند** (Pad Mounted) و کیوسک (Kiosk) هر دو زیر مجموعه پست های کمپکت (Compact) هستند. به عبارت دیگر، پست هایی هستند که به گونه ای طراحی شده اند تا فضای کمتری اشغال کنند. هر دوی این پست ها در معابر عمومی و بر روی فونداسیون های بتن مسلح نصب می شوند که معمولاً ۱۰ تا ۱۵ سانتیمتر از سطح زمین بلندتر هستند. به طور کلی از نظر ظاهر بیرونی، این دو پست تفاوت زیادی با هم ندارند و تنها ابعاد پست های پد مانند (Pad Mounted) مقداری کمتر از پست های کیوسک (Kiosk) است.

**کلید هوایی چیست؟ + بررسی کاربرد ها و نحوه عملکرد کلید هوایی**