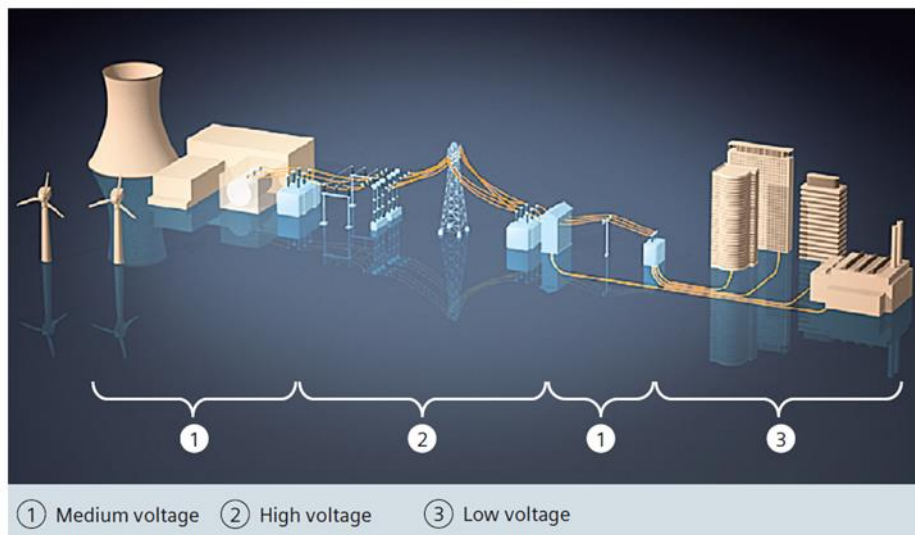




شرکت ملی نفت ایران  
مدیریت برنامه ریزی تلفیقی

## راهنمای نحوه برآورد هزینه طرح ها و پروژه ها (در مرحله ایجاد)

فصل نهم: احداث نیروگاه ها، خطوط انتقال و پست ها، ویرایش اول مهر ۹۷



## فهرست مطالب

| صفحه |  |
|------|--|
| ۳    | فصل نهم: احداث نیروگاه ها، خطوط انتقال و پست ها..... |
| ۳    | ۱-۹- تخمین هزینه احداث نیروگاه ها .....              |
| ۴    | ۲-۹- احداث خطوط انتقال .....                         |
| ۶    | ۱-۲-۹- تخمین هزینه هادی های خطوط انتقال .....        |
| ۱۲   | ۲-۲-۹- تخمین هزینه برج های خطوط انتقال .....         |
| ۱۳   | ۳-۲-۹- تخمین هزینه احداث خطوط انتقال .....           |
| ۱۶   | ۳-۹- احداث پست .....                                 |
| ۱۸   | ۱-۳-۹- تخمین هزینه ترانسفورماتورها .....             |
| ۱۹   | ۲-۳-۹- تخمین هزینه سوئیچگیرها .....                  |
| ۲۵   | ۳-۳-۹- تخمین هزینه احداث پست .....                   |
| ۲۶   | مراجع .....  |
| ۲۷   | پیوست: شینه بندی .....                               |

## فصل نهم: احداث نیروگاه ها، خطوط انتقال و پست ها:

### دامنه کاربرد:

- این راهنما صرفاً برای برآورد هزینه طرح‌ها و پروژه‌ها در مرحله ایجاد و تصویب اعتبارات تنظیم شده و مورد استفاده قرار می‌گیرد. بدیهی است که برآورد مناقصات پس از انجام مطالعات مهندسی و تهیه مقادیر و مشخصات فنی قابل محاسبه خواهد بود.
- کلیه ارقام هزینه در این گزارش، بر حسب دلار آمریکا ارائه شده است که برای تبدیل آنها به یورو، نرخ برابری اعلامی از سوی بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران (سامانه نیما) ملاک می‌باشد. لازم به ذکر است در حال حاضر امکان برآورد ریالی هزینه از طریق اعمال نرخ تسعیر بانک مرکزی (سامانه نیما)، مطابق ارقام ذکر شده در این راهنما مجاز نمی‌باشد.

### ۹-۱- نیروگاه‌ها:

- با توجه به دسته بندی محدوده ظرفیت نیروگاهها در صنعت نفت و همچنین اطلاعات اخذ شده از آخرین قراردادهای منعقد شده برای احداث نیروگاه‌ها، جدول زیر برای برآورد هزینه احداث نیروگاه‌های پر کاربرد در صنعت نفت پیشنهاد می‌شود.

| هزینه هر کیلووات<br>(دلار) | محدوده ظرفیت نیروگاه | نوع نیروگاه  |      |
|----------------------------|----------------------|--|------|
| ۷۴۵                        | ۲۵-۲ مگاوات          | موتور  | گازی |
|                            |                      | توربین   |      |
| ۸۶۰                        | ۱۲۰-۲۵ مگاوات        | گازی (توربین)  |      |
| ۸۴۰                        | بالاتر از ۱۲۰ مگاوات | سیکل ترکیبی  |      |
| ۱۲۳۰                       | -                    | خورشیدی از نوع فوتوولتائیک متصل به شبکه (بدون باتری) |      |

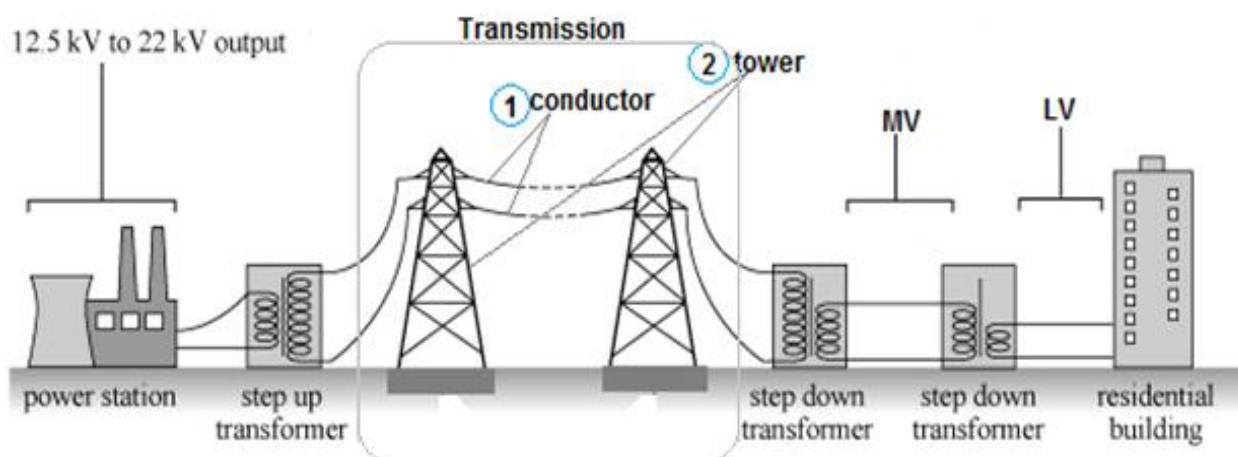
جدول ۹-۱: هزینه احداث نیروگاه‌های پر کاربرد در صنعت نفت بر اساس محدوده ظرفیت

- در جدول فوق، محدوده پروژه شامل پست افزایشده و یوتیلیتی می‌باشد و فرض بر این است که گاز و آب شیرین در محل فنس پیرامونی نیروگاه موجود می‌باشد. همچنین منظور از ظرفیت، ظرفیت نصب شده است. (در خصوص نیروگاه‌هایی که احتمالاً در دریا و بر روی سکوها دریا می‌شوند، هزینه احداث *Platform* و کارهای دریایی بصورت مجزا محاسبه خواهند شد.)

## ۹-۲- خطوط انتقال:

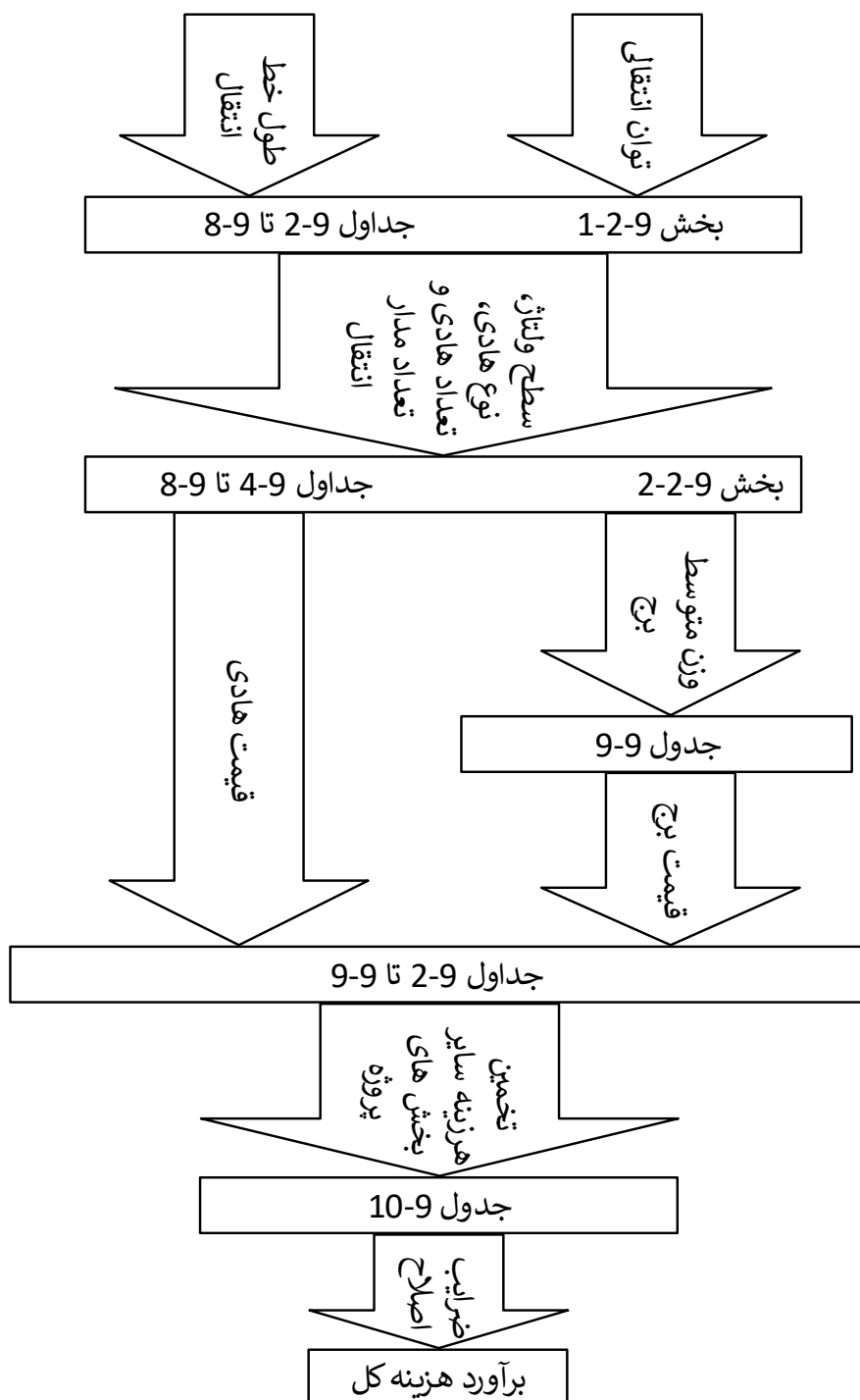
### دامنه کاربرد:

- این راهنما صرفاً برای برآورد هزینه طرح‌ها و پروژه‌ها در مرحله ایجاد و تصویب اعتبارات تنظیم شده و مورد استفاده قرار می‌گیرد. بدیهی است که برآورد مناقصات پس از انجام مطالعات مهندسی و تهیه مقادیر و مشخصات فنی قابل محاسبه خواهد بود.
- کلیه ارقام هزینه در این گزارش، بر حسب دلار آمریکا ارائه شده است که برای تبدیل آنها به یورو، نرخ برابری اعلامی از سوی بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران (سامانه نیما) ملاک می‌باشد. لازم به ذکر است در حال حاضر امکان برآورد ریالی هزینه از طریق اعمال نرخ تسعیر بانک مرکزی (سامانه نیما)، مطابق ارقام ذکر شده در این راهنما مجاز نمی‌باشد.



شکل ۹-۱: فلودیگرام عمومی انتقال برق از نیروگاه تا مصرف کننده

- مطابق تجربیات جمع آوری شده از کارشناسان خبره صنعت نفت در خصوص تخمین هزینه انجام پروژه‌های احداث خطوط انتقال برق، دستورالعمل زیر پیشنهاد می‌شود (دیگرام ۹-۱).



دیاگرام ۹-۱: نحوه تخمین هزینه پروژه های احداث خطوط انتقال برق

- بررسی هزینه ها در پروژه های انجام شده در شرکت های اصلی زیر مجموعه شرکت ملی نفت، نشان می دهد ترکیب هزینه ها در بخش های مختلف، بشرح مندرج در جدول ۹-۲ می باشد.

| میانگین درصد | درصد هزینه | شرح   |                  |
|--------------|------------|---|------------------|
|              |            | تجهیزات مکانیکی   | کالا و تجهیزات   |
| ۵۵/۵         | ۵۲-۵۹%     | برج ها (خرید و حمل دکل چند تکه)   | تجهیزات الکتریکی |
|              |            | هادی ها (خرید و حمل هادی ACSR)  |                  |
|              |            | سیم محافظ   |                  |
| ۶/۵          | ۵-۸%       | مقره ها و یراق ها   |                  |
| ۳۶           | ۳۴-۳۸%     | ساخت و نصب و اجرا (Tower Spotting, Check Survey), احداث فونداسیون دکلها، مونتاژ و نصب دکلها، کابل گذاری، اجرای سیستم ارت، احداث مسیر دسترسی و تست و راه اندازی) |                  |
| ۲            | ۲%         | مهندسی و مدیریت   |                  |

جدول ۹-۲: ترکیب هزینه ها در پروژه های احداث خطوط انتقال

- از آنجا که بخش عمده ای از هزینه ی احداث خطوط انتقال مربوط به تهیه برجها و هادی ها می باشد، تخمین هزینه تامین این بخش ها می تواند مبنای مناسبی برای تخمین هزینه کل پروژه باشد.

## ۹-۲-۱- تخمین قیمت هادی های خطوط انتقال:

- هادی های مورد استفاده در صنعت توزیع و انتقال برق، اغلب از جنس آلومینیم یا مس هستند که در بیش از ۹۰ درصد مواقع، به دلیل سبکی و قیمت پایین، از آلومینیم استفاده می شود. همچنین به منظور تامین استحکام لازم، همواره از رشته های فولادی در کنار آلومینیم استفاده می شود (ACSR). در انتخاب هادیها، لازمست تا به دو نکته ی اساسی توجه شود:
  - ۱- تخمین قابلیت انتقال توان (Ampacity) با استفاده از استاندارد IEEE، بگونه ای که دمای هادی از حد مجاز فراتر نرود. این محدودیت، محدودیت حرارتی نامیده می شود که بصورت حداکثر جریانی که هادی ها در شرایط مختلف می توانند تحمل کنند، در مشخصات آنها گنجانده می شود [۳].
  - ۲- تخمین افت ولتاژ و تلفات ایجاد شده در خط انتقال که محدودیت الکتریکی هادی را تعیین می کند و برای محاسبه آن از منحنی های موجود در مشخصات هادی ها و یا روابط و مدل های ارائه شده استفاده می شود. مهمترین تلفات رساناها، تلفات حرارتی و کروناسست. بر اساس استاندارد IEC درصد تلفات مجاز برای خطوط انتقال و فوق توزیع ۵٪ و برای خطوط توزیع ۲۰٪ می باشد که مطابق گزارشات ارائه شده از سوی شرکت توانیر، مقادیر این تلفات در ایران به ترتیب ۴/۷٪ و ۱۹٪ می باشد [۷].
- باید توجه نمود که برای انتقال توان بیشتر، معمولا از دو راهکار استفاده می شود، افزایش سطح ولتاژ و افزایش تعداد مدارهای خطوط انتقال. همچنین از افزایش تعداد مدار، برای ارتقاء قابلیت اطمینان و افزایش انتقال نیرو، بطور همزمان نیز استفاده می شود.

- ظرفیت حالت پایدار خطوط انتقال (نرخ تحمل تجهیزات موجود در شبکه) با سطوح ولتاژ مختلف بر اساس طول مسیر، در جدول ۹-۳ ارائه شده است.

| ولتاژ خط    | طول خط (کیلومتر مسیر) | حد پایداری خط (مگاوات) |
|-------------|-----------------------|------------------------|
| ۴۰۰ کیلوولت | کمتر از ۲۰۰           | ۱۲۰۰                   |
|             | ۲۰۰ تا ۴۵۰            | ۹۰۰                    |
| ۲۳۰ کیلوولت | کمتر از ۱۰۰           | ۳۰۰                    |
|             | ۱۰۰ تا ۳۵۰            | ۱۵۰                    |
|             | بیشتر از ۳۵۰          | ۸۰                     |
| ۱۳۲ کیلوولت | کمتر از ۵۰            | ۱۰۰                    |
|             | ۵۰ تا ۱۰۰             | ۸۰                     |
|             | ۱۰۰ تا ۱۵۰            | ۶۰                     |
|             | بیشتر از ۱۵۰          | ۳۵                     |
| ۶۳ کیلوولت  | کمتر از ۲۰            | ۵۰                     |
|             | ۲۰ تا ۴۰              | ۴۰                     |
|             | ۴۰ تا ۱۰۰             | ۲۰                     |
|             | بیشتر از ۱۰۰          | ۱۰                     |

جدول ۹-۳: ظرفیت حالت پایدار خطوط انتقال مختلف بر اساس طول مسیر

- باید توجه نمود که طول هادی مورد استفاده در بین دو اسپن، به دلیل فلش (Sag)، همواره ۴ تا ۵ درصد بیشتر از فاصله ی بین اسپن ها در نظر گرفته می شود.
- مطابق تجربیات موجود، قیمت تقریبی هادی های انتقال و فوق توزیع از رابطه زیر تخمین زده می شود.

$$P_{C/Km} = (1.3 \times W_{Al} \times P_{Al}^*) + (2.5 \times W_{St-w} \times P_{St-w}^{**})$$

که در آن  $P_{C/Km}$  قیمت هر کیلومتر از هادی تک فاز تک باندل،  $W_{Al}$  وزن آلومینیم هر کیلومتر از هادی بر حسب کیلوگرم،  $P_{Al}$  قیمت هر کیلوگرم آلومینیم،  $W_{St-w}$  وزن فولاد هر کیلومتر از هادی بر حسب کیلوگرم و  $P_{St-w}$  قیمت هر کیلوگرم فولاد می باشد.

\*پیشنهاد می شود تا قیمت آلومینیم از سایت مرجع [www.Nerkhbox.com](http://www.Nerkhbox.com) استخراج شود.  
 \*\*پیشنهاد می شود تا قیمت فولاد از سایت مرجع [www.Meps.co.uk](http://www.Meps.co.uk) برای Wire Rod (Mesh) استخراج شود.

- برای تخمین قیمت انواع هادی بر اساس توان ها و ولتاژهای مختلف، استفاده از جداول ۹-۴ تا ۹-۸ پیشنهاد می شود. (در جداول مذکور منظور از شرایط عادی، محیط با دمای ۲۵ درجه سانتیگراد، بدون آفتاب و همراه با باد بوده و منظور از بدترین شرایط، محیط با دمای ۴۰ درجه سانتیگراد، با وجود آفتاب و بدون وجود باد می باشد)
- قیمت هادی هر کیلومتر خط در جداول ۹-۴ تا ۹-۸، با در نظر گرفتن تعداد باندل و با فرض قیمت روز هر کیلوگرم آلومینیم و فولاد (به ترتیب ۲/۱۴۲ و ۰/۵۹۶ دلار آمریکا)، محاسبه شده است.





فصل نهم. احداث نیروگاه ها، خطوط انتقال و پست ها  
 راهنمای نحوه برآورد هزینه طرح ها و پروژه ها (در مرحله ایجاد) - ویرایش اول مهر ماه ۱۳۹۷

| سطح ولتاژ (KV) | محدوده توان (MW) | تعداد مدار | تعداد باندل | نوع هادی  | حداکثر توان انتقالی |               | کیلومتر * مگاوات (۵ درصد افت) | وزن آلومینیم هر کیلومتر خط (Kg) | وزن فولاد هر کیلومتر خط (Kg) | قیمت هادی هر کیلومتر خط* (\$) (۵ درصد افت) |     |
|----------------|------------------|------------|-------------|-----------|---------------------|---------------|-------------------------------|---------------------------------|------------------------------|--|-----|
|                |                  |            |             |           | در بدترین شرایط     | در شرایط عادی |                               |                                 |                              |  |     |
| ۶۳             | ۰-۵۳             | ۱          | ۱           | Fox       | 9                   | 19            | 13*13                         | 101                             | 48                           | 353  |     |
|                |                  | ۱          | ۱           | Rabbit    | 11                  | 24            | 16*16                         | 145                             | 69                           | 507  |     |
|                |                  | ۱          | ۱           | Mink      | 13                  | 26            | 17*17                         | 173                             | 82                           | 604  |     |
|                |                  | ۱          | ۱           | Horse     | 14                  | 28            | 18*18                         | 203                             | 335                          | 1,065                                      |     |
|                |                  | ۱          | ۱           | Dog       | 17                  | 35            | 20*20                         | 288                             | 106                          | 960  |     |
|                |                  | ۱          | ۱           | Hyena     | 18                  | 35            | 20*20                         | 290                             | 160                          | 1,046                                      |     |
|                |                  | ۱          | ۱           | Partridge | 23                  | 45            | 22*22                         | 373                             | 172                          | 1,295                                      |     |
|                |                  | ۱          | ۱           | Wolf      | 24                  | 48            | 22*22                         | 437                             | 289                          | 1,648                                      |     |
|                |                  | ۱          | ۱           | Linnet    | 26                  | 52            | 23*23                         | 473                             | 217                          | 1,641                                      |     |
|                |                  | ۱          | ۱           | Oriole    | 27                  | 53            | 23*23                         | 474                             | 311                          | 1,784                                      |     |
|                |                  | ۱          | ۱           | Caracal   | 27                  | 55            | 23*23                         | 507                             | 81                           | 1,533                                      |     |
|                |                  | ۱          | ۱           | Lynx      | 28                  | 56            | 23*23                         | 507                             | 335                          | 1,911                                      |     |
|                |                  | ۱          | ۱           | Hawk      | 33                  | 65            | 24*24                         | 669                             | 306                          | 2,319                                      |     |
|                |                  | ۱          | ۱           | Squab     | 39                  | 75            | 25*25                         | 848                             | 389                          | 2,941                                      |     |
|                |                  | ۱          | ۱           | Drake     | 47                  | 89            | 26*26                         | 1,116                           | 511                          | 3,870                                      |     |
|                |                  | ۱          | ۱           | Zebra     | 49                  | 91            | 26*26                         | 1,186                           | 435                          | 3,951                                      |     |
|                |                  | ۱          | ۱           | Canary    | 51                  | 95            | 26*26                         | 1,265                           | 462                          | 4,211                                      |     |
|                |                  | ۱          | ۱           | Camel     | 51                  | 96            | 26*26                         | 1,314                           | 483                          | 4,379                                      |     |
|                |                  | ۱          | ۱           | Rail      | 52                  | 97            | 26*26                         | 1,342                           | 262                          | 4,128                                      |     |
|                |                  | ۱          | ۱           | Cardinal  | 53                  | 99            | 27*27                         | 1,343                           | 491                          | 4,472                                      |     |
|                | ۱                | ۴۰-۱۰۲     | ۱           | ۲         | Fox                 | 2*9           | 2*19                          | 19*19                           | 2*101                        | 2*48                                       | 706 |
|                | ۱                |            | ۲           | Rabbit    | 2*11                | 2*24          | 23*23                         | 2*145                           | 2*69                         | 1,014                                      |     |
|                | ۱                |            | ۲           | Mink      | 2*13                | 2*26          | 25*25                         | 2*173                           | 2*82                         | 1,208                                      |     |
|                | ۱                |            | ۲           | Horse     | 2*14                | 2*28          | 27*27                         | 2*203                           | 2*335                        | 2,130                                      |     |
|                | ۱                |            | ۲           | Dog       | 2*17                | 2*35          | 31*31                         | 2*288                           | 2*106                        | 1,920                                      |     |
|                | ۱                |            | ۲           | Hyena     | 2*18                | 2*35          | 31*31                         | 2*290                           | 2*160                        | 2,092                                      |     |
|                | ۱                |            | ۲           | Partridge | 2*23                | 2*45          | 35*35                         | 2*373                           | 2*172                        | 2,590                                      |     |
|                | ۱                |            | ۲           | Wolf      | 2*24                | 2*48          | 36*36                         | 2*437                           | 2*289                        | 3,296                                      |     |
|                | ۱                |            | ۲           | Linnet    | 2*26                | 2*52          | 38*38                         | 2*473                           | 2*217                        | 3,282                                      |     |
|                | ۱                |            | ۲           | Oriole    | 2*27                | 2*53          | 38*38                         | 2*474                           | 2*311                        | 3,568                                      |     |
|                | ۱                |            | ۲           | Caracal   | 2*27                | 2*55          | 39*39                         | 2*507                           | 2*81                         | 3,066                                      |     |
|                | ۱                |            | ۲           | Lynx      | 2*28                | 2*56          | 39*39                         | 2*507                           | 2*335                        | 3,822                                      |     |
|                | ۱                |            | ۲           | Hawk      | 2*33                | 2*65          | 42*42                         | 2*669                           | 2*306                        | 4,638                                      |     |
|                | ۱                |            | ۲           | Squab     | 2*39                | 2*75          | 45*45                         | 2*848                           | 2*389                        | 5,882                                      |     |
| ۱              | ۲                | Drake      | 2*47        | 2*89      | 48*48               | 2*1116        | 2*511                         | 7,740                           |                              |  |     |
| ۱              | ۲                | Zebra      | 2*49        | 2*91      | 48*48               | 2*1186        | 2*435                         | 7,902                           |                              |  |     |
| ۱              | ۲                | Canary     | 2*51        | 2*95      | 49*49               | 2*1265        | 2*462                         | 8,422                           |                              |  |     |
| ۱              | ۲                | Camel      | 2*51        | 2*96      | 49*49               | 2*1314        | 2*483                         | 8,758                           |                              |  |     |

جدول ۹-۵: تخمین قیمت انواع هادی برای توان های مختلف در سطح ولتاژ ۶۳ کیلوولت

\* قیمت هادی هر کیلومتر خط در این جدول برای یک فاز و با احتساب تعداد باندل محاسبه شده است.



فصل نهم. احداث نیروگاه ها، خطوط انتقال و پست ها  
 راهنمای نحوه برآورد هزینه طرح ها و پروژه ها (در مرحله ایجاد)- ویرایش اول مهر ماه ۱۳۹۷

| سطح ولتاژ (KV) | محدوده توان (MW) | تعداد مدار | تعداد بانددل | نوع هادی  | حداکثر توان انتقالی |               | وزن آلومینیم هر کیلومتر خط (Kg) | وزن فولاد هر کیلومتر خط (Kg) | قیمت هادی هر کیلومتر خط* (\$) |        |
|----------------|------------------|------------|--------------|-----------|---------------------|---------------|---------------------------------|------------------------------|-------------------------------|--------|
|                |                  |            |              |           | در بدترین شرایط     | در شرایط عادی |                                 |                              |                               |        |
| ۲۳۰            | ۰-۲۰۳            | ۱          | ۱            | Drake     | ۱۷۲                 | ۳۲۴           | ۸۹*۸۹                           | 1,116                        | 511                           | 3,870  |
|                |                  | ۱          | ۱            | Zebra     | ۱۷۷                 | ۳۳۳           | ۹۰*۹۰                           | 1,186                        | 435                           | 3,951  |
|                |                  | ۱          | ۱            | Canary    | ۱۸۵                 | ۳۴۶           | ۹۰*۹۰                           | 1,265                        | 462                           | 4,211  |
|                |                  | ۱          | ۱            | Camel     | ۱۸۶                 | ۳۵۰           | ۹۰*۹۰                           | 1,314                        | 483                           | 4,379  |
|                |                  | ۱          | ۱            | Rail      | ۱۹۰                 | ۳۵۵           | ۹۰*۹۰                           | 1,342                        | 262                           | 4,128  |
|                |                  | ۱          | ۱            | Cardinal  | ۱۹۲                 | ۳۶۰           | ۹۱*۹۱                           | 1,343                        | 491                           | 4,472  |
|                |                  | ۱          | ۱            | Curlew    | ۲۰۳                 | ۳۷۸           | ۹۱*۹۱                           | 1,457                        | 532                           | 4,850  |
|                | ۱۰۰-۴۰۶          | ۱          | ۲            | Oriole    | ۲*۹۷                | ۲*۱۹۲         | ۱۳۲*۱۳۲                         | 2*474                        | 2*311                         | 3,568  |
|                |                  | ۱          | ۲            | Caracal   | ۲*۱۰۰               | ۲*۲۰۱         | ۱۳۲*۱۳۲                         | 2*507                        | 2*81                          | 3,066  |
|                |                  | ۱          | ۲            | Lynx      | ۲*۱۰۴               | ۲* ۲۰۴        | ۱۳۲*۱۳۲                         | 2*507                        | 2*335                         | 3,822  |
|                |                  | ۱          | ۲            | Hawk      | ۲*۱۲۲               | ۲*۲۳۷         | ۱۴۵*۱۴۵                         | 2*669                        | 2*306                         | 4,638  |
|                |                  | ۱          | ۲            | Squab     | ۲*۱۴۳               | ۲*۲۷۴         | ۱۵۳*۱۵۳                         | 2*848                        | 2*389                         | 5,882  |
|                |                  | ۱          | ۲            | Drake     | ۲*۱۷۲               | ۲*۳۲۴         | ۱۶۰*۱۶۰                         | 2*1116                       | 2*511                         | 7,740  |
|                |                  | ۱          | ۲            | Zebra     | ۲*۱۷۷               | ۲*۳۳۳         | ۱۶۱*۱۶۱                         | 2*1186                       | 2*435                         | 7,902  |
|                |                  | ۱          | ۲            | Canary    | ۲*۱۸۵               | ۲*۳۴۶         | ۱۶۳*۱۶۳                         | 2*1265                       | 2*462                         | 8,422  |
|                |                  | ۱          | ۲            | Camel     | ۲*۱۸۶               | ۲*۳۵۰         | ۱۶۳*۱۶۳                         | 2*1314                       | 2*483                         | 8,758  |
|                |                  | ۱          | ۲            | Rail      | ۲*۱۹۰               | ۲*۳۵۵         | ۱۶۴*۱۶۴                         | 2*1342                       | 2*262                         | 8,256  |
|                |                  | ۱          | ۲            | Cardinal  | ۲*۱۹۲               | ۲*۳۶۰         | ۱۶۵*۱۶۵                         | 2*1343                       | 2*491                         | 8,944  |
|                | ۳۰۰-۶۰۹          | ۱          | ۲            | Curlew    | ۲*۲۰۳               | ۲*۳۷۸         | ۱۶۶*۱۶۶                         | 2*1457                       | 2*532                         | 9,700  |
|                |                  | ۱          | ۳            | Dog       | ۳*۶۳                | ۳*۱۲۷         | ۱۳۶*۱۳۶                         | 3*288                        | 3*106                         | 2,880  |
|                |                  | ۱          | ۳            | Hyena     | ۳*۶۵                | ۳* ۱۲۹        | ۱۳۷*۱۳۷                         | 3*290                        | 3*160                         | 3,138  |
|                |                  | ۱          | ۳            | Partridge | ۳*۸۲                | ۳*۱۶۳         | ۱۵۴*۱۵۴                         | 3*373                        | 3*172                         | 3,885  |
|                |                  | ۱          | ۳            | Wolf      | ۳*۸۸                | ۳*۱۷۶         | ۱۶۱*۱۶۱                         | 3*437                        | 3*289                         | 4,944  |
|                |                  | ۱          | ۳            | Linnet    | ۳*۹۵                | ۳*۱۹۰         | ۱۶۹*۱۶۹                         | 3*473                        | 3*217                         | 4,923  |
|                |                  | ۱          | ۳            | Oriole    | ۳*۹۷                | ۳*۱۹۲         | ۱۷۰*۱۷۰                         | 3*474                        | 3*311                         | 5,352  |
|                |                  | ۱          | ۳            | Caracal   | ۳*۱۰۰               | ۳*۲۰۱         | ۱۷۰*۱۷۰                         | 3*507                        | 3*81                          | 4,599  |
|                |                  | ۱          | ۳            | Lynx      | ۳*۱۰۴               | ۳*۲۰۴         | ۱۷۱*۱۷۱                         | 3*507                        | 3*335                         | 5,733  |
|                |                  | ۱          | ۳            | Hawk      | ۳*۱۲۲               | ۳*۲۳۷         | ۱۹۱*۱۹۱                         | 3*669                        | 3*306                         | 6,957  |
|                |                  | ۱          | ۳            | Squab     | ۳*۱۴۳               | ۳*۲۷۴         | ۲۰۴*۲۰۴                         | 3*848                        | 3*389                         | 8,823  |
|                |                  | ۱          | ۳            | Drake     | ۳*۱۷۲               | ۳*۳۲۴         | ۲۱۸*۲۱۸                         | 3*1116                       | 3*511                         | 11,610 |
|                |                  | ۱          | ۳            | Zebra     | ۳*۱۷۷               | ۳*۳۳۳         | ۲۲۳*۲۲۳                         | 3*1186                       | 3*435                         | 11,853 |
|                |                  | ۱          | ۳            | Canary    | ۳*۱۸۵               | ۳*۳۴۶         | ۲۲۳*۲۲۳                         | 3*1265                       | 3*462                         | 12,633 |
|                |                  | ۱          | ۳            | Camel     | ۳*۱۸۶               | ۳*۳۵۰         | ۲۲۴*۲۲۴                         | 3*1314                       | 3*483                         | 13,137 |
|                |                  | ۱          | ۳            | Rail      | ۳*۱۹۰               | ۳*۳۵۵         | ۲۲۵*۲۲۵                         | 3*1342                       | 3*262                         | 12,384 |
|                |                  | ۱          | ۳            | Cardinal  | ۳*۱۹۲               | ۳*۳۶۰         | ۲۲۸*۲۲۸                         | 3*1343                       | 3*491                         | 13,416 |
|                |                  | ۱          | ۳            | Curlew    | ۳*۲۰۳               | ۳*۳۷۸         | ۲۳۷*۲۳۷                         | 3*1457                       | 3*532                         | 14,550 |

جدول ۹-۷: تخمین قیمت انواع هادی برای توان های مختلف در سطح ولتاژ ۶۳ کیلوولت

| سطح ولتاژ (KV) | محدوده توان (MW) | تعداد مدار | تعداد باندل | نوع هادی | حداکثر توان انتقالی |               | کیلومتر * مگاوات (۵ درصد افت) | وزن آلومینیم هر کیلومتر خط (Kg) | وزن فولاد هر کیلومتر خط (Kg) | قیمت هادی هر کیلومتر خط* (\$) (۵ درصد افت) |
|----------------|------------------|------------|-------------|----------|---------------------|---------------|-------------------------------|---------------------------------|------------------------------|--|
|                |                  |            |             |          | در بدترین شرایط     | در شرایط عادی |                               |                                 |                              |  |
| ۴۰۰            | ۰-۸۴۲            | ۱          | ۲           | Cardinal | ۲*۳۴۲               | ۲*۶۲۷         | ۲۷۶*۲۷۶                       | 2*1343                          | 2*491                        | 8,944                                      |
|                |                  | ۱          | ۲           | Curlew   | ۲*۳۵۲               | ۲*۶۵۸         | ۲۷۸*۲۷۸                       | 2*1457                          | 2*532                        | 9,700                                      |
|                |                  | ۱          | ۲           | Martin   | ۲*۴۲۱               | ۲*۷۷۳         | ۲۸۶*۲۸۶                       | 2*1910                          | 2*678                        | 12,658                                     |
|                | ۴۰۰-۱۲۶۳         | ۱          | ۳           | Drake    | ۳*۲۹۹               | ۳*۵۶۴         | ۳۶۵*۳۶۵                       | 3*1116                          | 3*511                        | 11,610                                     |
|                |                  | ۱          | ۳           | Zebra    | ۳*۳۰۹               | ۳*۵۸۰         | ۳۶۵*۳۶۵                       | 3*1186                          | 3*435                        | 11,853                                     |
|                |                  | ۱          | ۳           | Canary   | ۳*۳۲۱               | ۳*۶۰۲         | ۳۷۲*۳۷۲                       | 3*1265                          | 3*462                        | 12,633                                     |
|                |                  | ۱          | ۳           | Camel    | ۳*۳۰۴               | ۳*۶۰۸         | ۳۷۲*۳۷۲                       | 3*1314                          | 3*483                        | 13,137                                     |
|                |                  | ۱          | ۳           | Rail     | ۳*۳۳۱               | ۳*۶۱۷         | ۳۷۴*۳۷۴                       | 3*1342                          | 3*262                        | 12,384                                     |
|                |                  | ۱          | ۳           | Cardinal | ۳*۳۳۴               | ۳*۶۲۷         | ۳۷۵*۳۷۵                       | 3*1343                          | 3*491                        | 13,416                                     |
|                |                  | ۱          | ۳           | Curlew   | ۳*۳۵۲               | ۳*۶۵۸         | ۳۸۰*۳۸۰                       | 3*1457                          | 3*532                        | 14,550                                     |
|                |                  | ۱          | ۳           | Martin   | ۳*۴۲۱               | ۳*۷۷۳         | ۳۹۲*۳۹۲                       | 3*1910                          | 3*678                        | 18,987                                     |
|                |                  | ۸۰۰-۱۶۸۴   | ۱           | ۴        | Hawk                | ۴*۲۱۲         | ۴*۴۱۲                         | ۴۹۱*۴۹۱                         | 4*669                        | 4*306                                      |
|                | ۱                |            | ۴           | Squab    | ۴*۲۴۹               | ۴*۴۷۷         | ۴۲۱*۴۲۱                       | 4*848                           | 4*389                        | 11,764                                     |
|                | ۱                |            | ۴           | Drake    | ۴*۲۹۹               | ۴*۵۶۴         | ۴۵۱*۴۵۱                       | 4*1116                          | 4*511                        | 15,480                                     |
|                | ۱                |            | ۴           | Zebra    | ۴*۳۰۹               | ۴*۵۸۰         | ۴۵۲*۴۵۲                       | 4*1186                          | 4*435                        | 15,804                                     |
|                | ۱                |            | ۴           | Canary   | ۴*۳۲۱               | ۴*۶۰۲         | ۴۶۲*۴۶۲                       | 4*1265                          | 4*462                        | 16,844                                     |
|                | ۱                |            | ۴           | Camel    | ۴*۳۰۴               | ۴*۶۰۸         | ۴۶۲*۴۶۲                       | 4*1314                          | 4*483                        | 17,516                                     |
|                | ۱                |            | ۴           | Rail     | ۴*۳۳۱               | ۴*۶۱۷         | ۴۶۶*۴۶۶                       | 4*1342                          | 4*262                        | 16,512                                     |
|                | ۱                |            | ۴           | Cardinal | ۴*۳۳۴               | ۴*۶۲۷         | ۴۶۸*۴۶۸                       | 4*1343                          | 4*491                        | 17,888                                     |
|                | ۱                |            | ۴           | Curlew   | ۴*۳۵۲               | ۴*۶۵۸         | ۴۷۵*۴۷۵                       | 4*1457                          | 4*532                        | 19,400                                     |
|                | ۱                |            | ۴           | Martin   | ۴*۴۲۱               | ۴*۷۷۳         | ۴۹۴*۴۹۴                       | 4*1910                          | 4*678                        | 25,316                                     |

جدول ۹-۸: تخمین قیمت انواع هادی برای توان های مختلف در سطح ولتاژ ۴۰۰ کیلوولت

\* قیمت هادی هر کیلومتر خط در این جدول برای یک فاز و با احتساب تعداد باندل محاسبه شده است.

## ۹-۲-۲- تخمین قیمت برج های خطوط انتقال:

- برج ها از اجزای مهم و اصلی خطوط انتقال نیرو هستند که علاوه بر وظیفه نگهداری هادی ها در فواصل معین از زمین، می بایست قادر باشند در بدترین شرایط جوی، نیروهای مکانیکی وارده بر خود را نیز تحمل کنند. بر اساس تجربیات موجود قیمت تقریبی برج های فولادی انتقال و فوق توزیع از رابطه زیر تخمین زده می شود.

$$P_{T/Km} = 2.25 \times W_{A-T} \times P_{St-R}^{**}$$

که در آن  $P_{T/Km}$  قیمت برج به ازای هر کیلومتر خط،  $W_{A-T}$  متوسط وزن برج در هر کیلومتر بر حسب تن و  $P_{St-R}$  قیمت هر تن فولاد می باشد.

\*پیشنهاد می شود تا قیمت فولاد از سایت مرجع [www.Meps.co.uk](http://www.Meps.co.uk) برای Hot Rolled Plate استخراج شود.

- در جدول ۹-۹ محدوده وزن برج های فولادی خطوط انتقال نیرو ۶۳، ۱۳۲، ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلو ولت برای شرایط متوسط ارائه شده است. مقادیر ارائه شده تقریبی بوده و بسته به وضعیت مسیر و شرایط آب و هوایی می توانند کمتر یا بیشتر شوند.

| خطوط انتقال دو مداره |                      | خطوط انتقال یک مداره |                      | سطح ولتاژ<br>(کیلو ولت) |
|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------|
| متوسط وزن<br>Ton/Km  | محدوده وزن<br>Ton/Km | متوسط وزن<br>Ton/Km  | محدوده وزن<br>Ton/Km |                         |
| ۱۷/۵                 | ۱۵-۲۰                | ۱۳                   | ۱۲-۱۴                | ۳۳*                     |
| ۲۲                   | ۲۱-۲۳                | ۱۹                   | ۱۸-۲۰                | ۶۳                      |
| ۳۰                   | ۲۸-۳۲                | ۲۷                   | ۲۵-۲۹                | ۱۳۲                     |
| ۴۰                   | ۳۷-۴۳                | ۳۷                   | ۳۶-۳۸                | ۲۳۰                     |
| ۱۰۰                  | ۱۰۹-۹۱               | ۷۸                   | ۷۴-۸۲                | ۴۰۰                     |

جدول ۹-۹: محدوده وزن برج های فولادی خطوط انتقال نیرو

\*در این جدول پایه های بتونی برای سطح ولتاژ ۳۳ کیلوولت مد نظر نمی باشد.

### ۹-۲-۳- تخمین هزینه احداث خطوط انتقال:

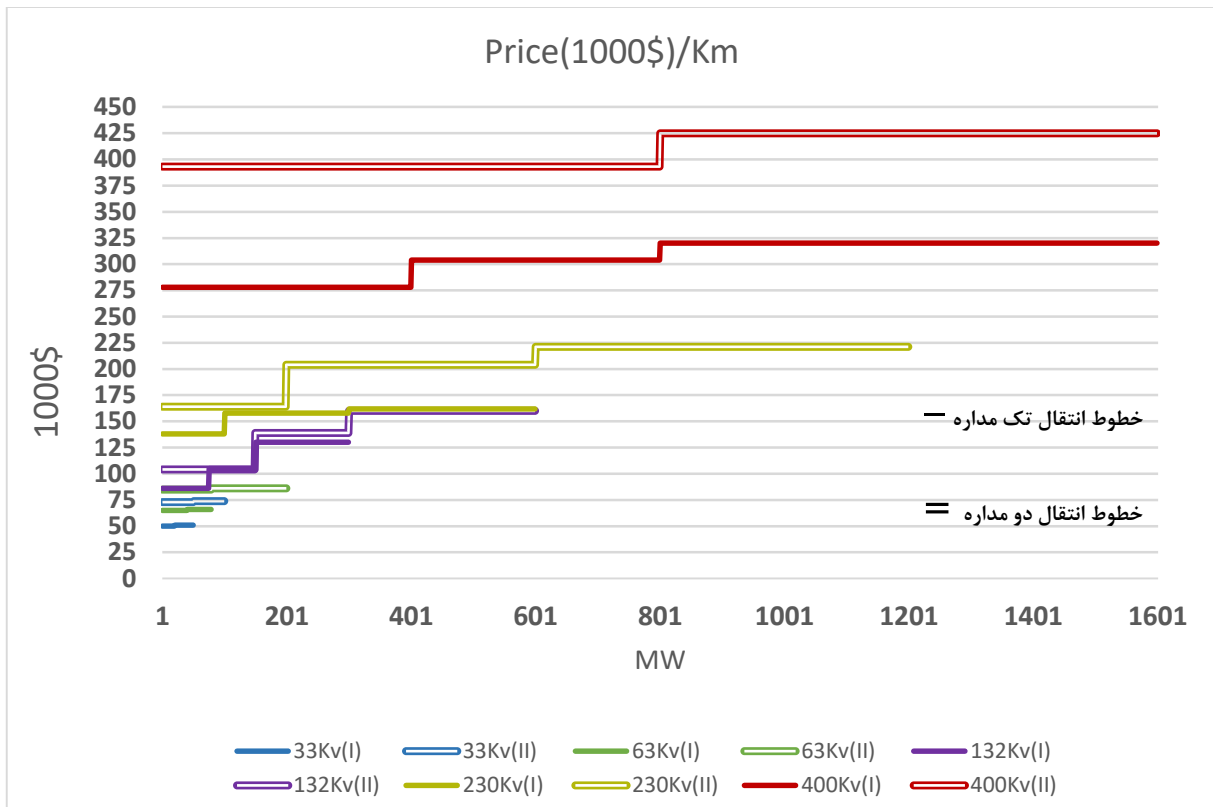
- با برآورد قیمت هادی ها و برج ها، تخمین هزینه احداث خط انتقال بصورت زیر قابل محاسبه می باشد.

$$P_{L/Km} = 1.802 \times (1.05 \times P_{C/Km} \times (3 \times C \times B + 1) + P_{T/Km})$$

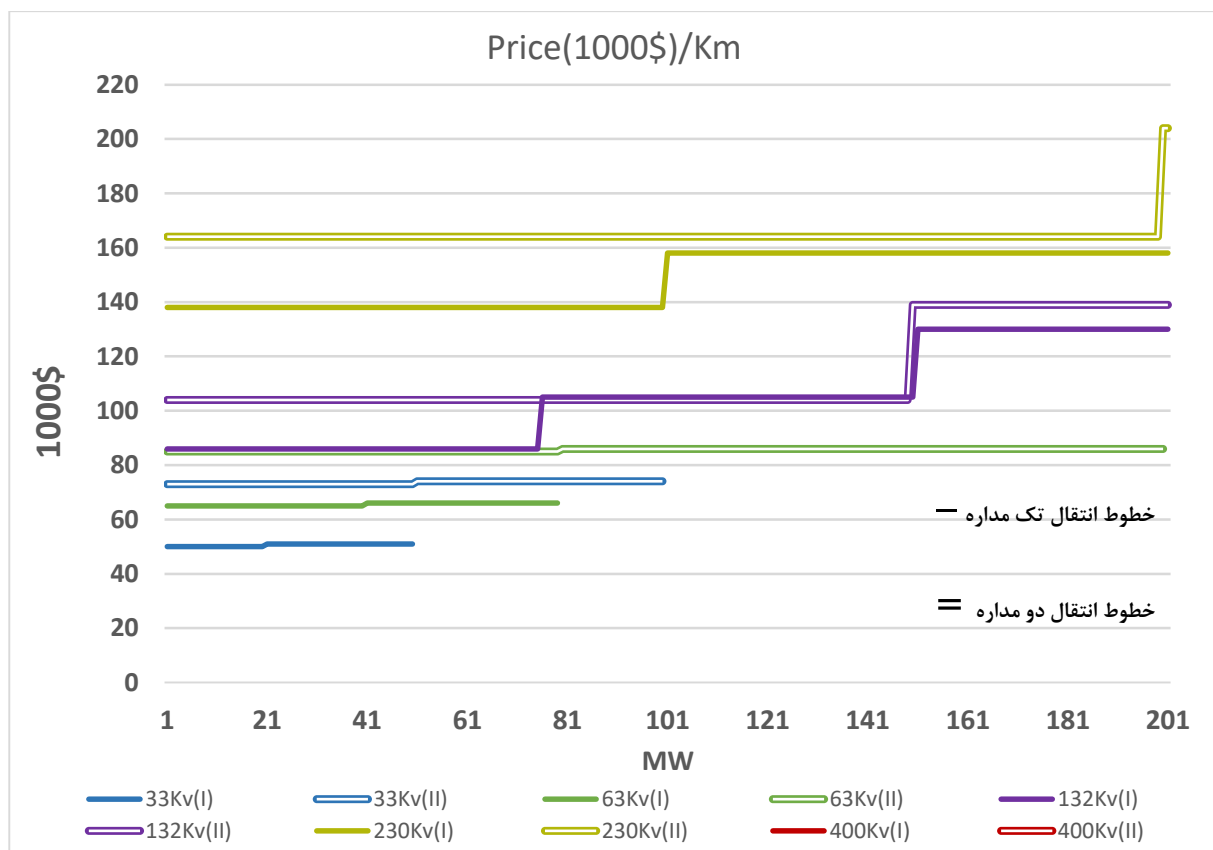
که در آن  $P_{L/Km}$  قیمت هر کیلومتر خط انتقال،  $P_{C/Km}$  قیمت هر کیلومتر از هادی تک فاز تک باندل،  $C$  تعداد مدار،  $B$  تعداد باندل و  $P_{T/Km}$  قیمت برج به ازای هر کیلومتر خط انتقال می باشد.

- خلاصه نتایج حاصله برای برآورد هزینه احداث خطوط انتقال نیرو با هادی های پر کاربرد در نمودارهای ۹-۱ و ۹-۲ قابل ملاحظه می باشد. (هادی های پر کاربرد در جداول ۹-۴ تا ۹-۸ بصورت سایه دار مشخص شده اند)

- در نمودار ۹-۱ قیمت روز هر تن فولاد ۶۷۶ دلار آمریکا فرض شده است.



نمودار ۹-۱: هزینه ی احداث هر کیلومتر خطوط انتقال ۶۳-۱۳۲-۲۳۰ و ۴۰۰ کیلوولت بر حسب توان انتقالی



نمودار ۹-۲: هزینه ی احداث هر کیلومتر خطوط انتقال ۶۳-۱۳۲ و ۲۳۰ کیلوولت بر حسب توان انتقالی (۲۰۰-۰)

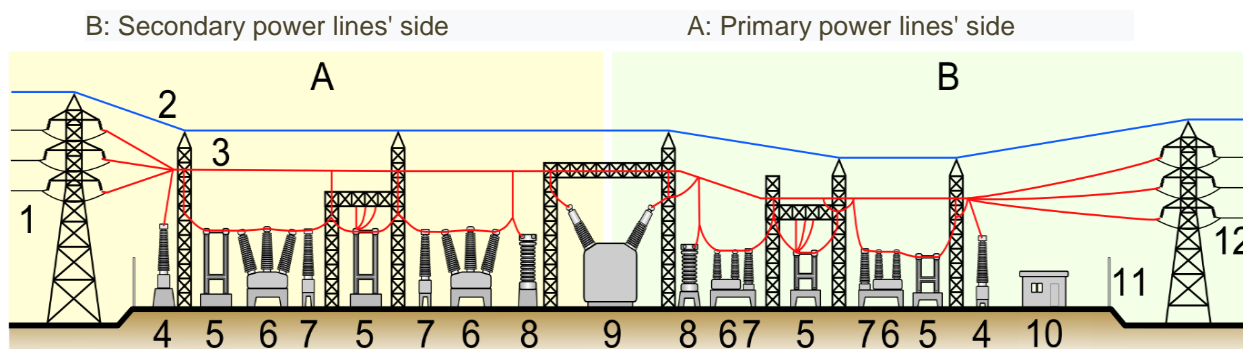
- به منظور لحاظ شرایط غیر متعارف، لازمست تا جدول ۹-۱۰ مد نظر قرار گیرد.

| شرح  | ضرایب یا مبلغ اصلاح  |
|--|--|
| در صورت استفاده کامل از برج لوله ای استیل (تلسکوپی)                        | حدود ۴۰ تا ۵۰ درصد به هزینه کل خط انتقال اضافه می شود                |
| در صورتی که طول کل خط انتقال کمتر از ۵ کیلومتر باشد                        | حدود ۲۰ تا ۳۰ درصد فقط به هزینه اجرا اضافه می شود                    |
| در صورتی که قسمتی از مسیر انتقال، دشت یا زمین با شیب ۳٪ باشد               | حدود ۵ درصد فقط به هزینه اجرای آن قسمت از خط انتقال اضافه می شود     |
| در صورتی که قسمتی از مسیر انتقال، تپه ماهور یا زمینهای با شیب ۳ تا ۷٪ باشد | حدود ۲۰ درصد فقط به هزینه اجرای آن قسمت از خط انتقال اضافه می شود    |
| در صورتی که قسمتی از مسیر انتقال، کوهستانی یا زمینهای با شیب ۷ تا ۲۰٪ باشد | حدود ۷۵ درصد فقط به هزینه اجرای آن قسمت از خط انتقال اضافه می شود    |
| در صورتی که قسمتی از مسیر، کوهستان سخت یا زمینهای با شیب ۲۰ تا ۶۰٪ باشد    | حدود ۱۲۰ درصد فقط به هزینه اجرای آن قسمت از خط انتقال اضافه می شود   |
| در صورتی که قسمتی از مسیر، کوهستان سخت یا زمین با شیب بیش از ۶۰٪ باشد      | حسب مورد بررسی شود   |
| در صورتی که زمین مسیر انتقال باتلاقی باشد                                  | حسب مورد بررسی شود.  |
| منطقه اجرا   | طبق دستورالعمل سازمان مدیریت/ وزارت نفت در بخش اجرای پروژه اعمال شود |

#### جدول ۹-۱۰: ضرایب اصلاح برای اعمال شرایط غیر متعارف

### ۹-۳- پست ها:

- این راهنما صرفاً برای برآورد هزینه طرح ها و پروژه ها در مرحله ایجاد و تصویب اعتبارات تنظیم شده و مورد استفاده قرار می گیرد. بدیهی است که برآورد مناقصات پس از انجام مطالعات مهندسی و تهیه مقادیر و مشخصات فنی قابل محاسبه خواهد بود.
- کلیه ارقام هزینه در این گزارش، بر حسب دلار آمریکا ارائه شده است که برای تبدیل آنها به یورو، نرخ برابری اعلامی از سوی بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران ملاک می باشد کلیه ارقام هزینه در این گزارش، بر حسب دلار آمریکا ارائه شده است که برای تبدیل آنها به یورو، نرخ برابری اعلامی از سوی بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران (سامانه نیما) ملاک می باشد. لازم به ذکر است در حال حاضر امکان برآورد ریالی هزینه از طریق اعمال نرخ تسعیر بانک مرکزی (سامانه نیما)، مطابق ارقام ذکر شده در این راهنما مجاز نمی باشد.



1. Primary power lines 2. Ground wire 3. Overhead lines 4. Lightning arrester 5. Disconnect switch 6. Circuit breaker 7. Current transformer 8. Transformer for measurement of electric voltage 9. Main transformer 10. Control building 11. Security fence 12. Secondary power lines

شکل ۹-۲: فولدیاگرام عمومی انتقال برق از نیروگاه تا مصرف کننده

- بطور کلی پست های تبدیل ولتاژ، از نظر کارکرد و سطح ولتاژ به ۴ گروه اصلی تقسیم می شوند:

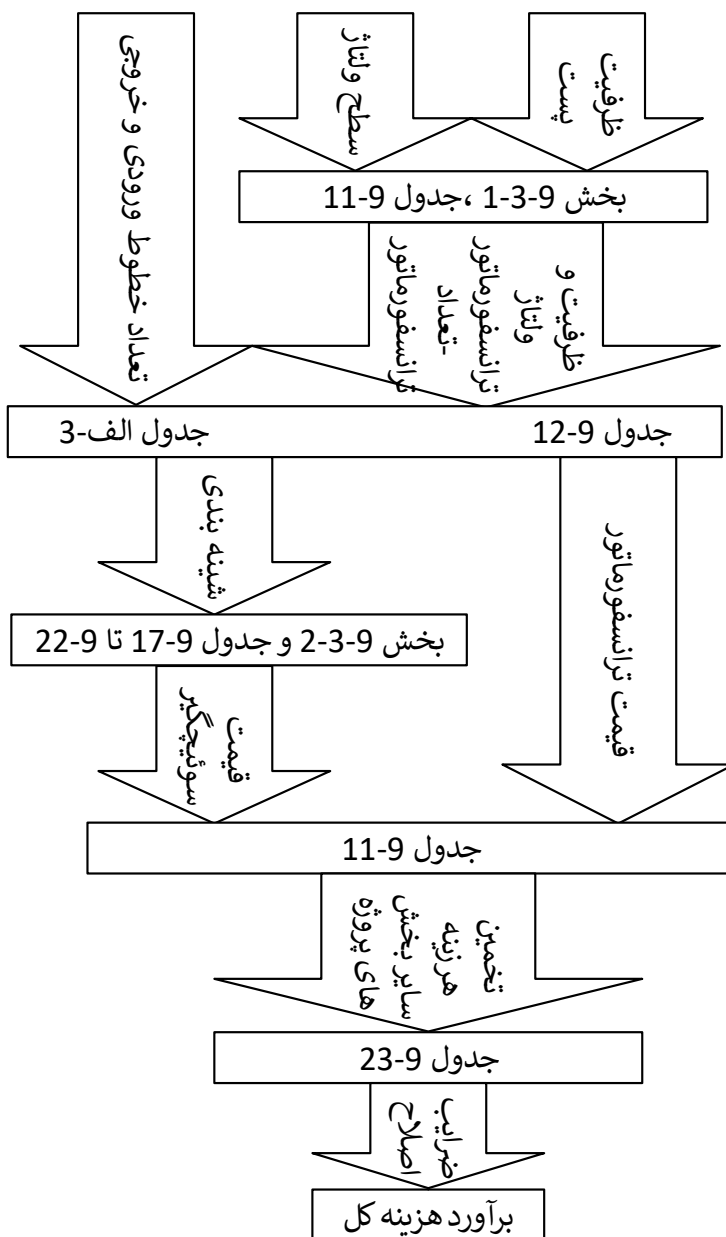
- پست انتقال
- پست فوق توزیع
- پست توزیع
- پست کلیدزنی

سطح ولتاژ ورودی پست های انتقال در ایران، ۴۰۰ و ۲۳۰ کیلوولت و سطح ولتاژ ورودی پست های فوق توزیع ۱۳۲ و ۶۳ (۶۶) کیلوولت می باشند. معمولاً پست های انتقال بصورت ۲۳۰/۱۳۲، ۲۳۰/۲۳۰، ۴۰۰/۲۳۰ و ۴۰۰/۱۳۲ هستند که ممکن است به صورت مستقل یا در کنار پست های فوق توزیع احداث شوند. همچنین رایج ترین پست های موجود در شبکه فوق توزیع بصورت ۱۳۲/۲۰، ۲۳۰/۲۰، ۲۳۰/۶۳ و ۴۰۰/۶۳ کیلو ولت هستند و سطح ولتاژهای کوچکتر از ۶۳ کیلو ولت (۳۳، ۲۰، ۱۱ و...) در گروه پست های فوق توزیع قرار می گیرند.



پست های مورد اشاره فوق از نظر عایق بندی، به دو نوع AIS و GIS تقسیم بندی می شوند که عایق بین هادی های فاز در نوع AIS، هوا و در نوع GIS گاز SF6 یا سایر گازهای خنثی می باشد.

- تجهیزات اصلی در هر پست فشار قوی عبارتند از: ترانسفورماتور، سوئیچگیر (شامل کلید قدرت، سکسیونر، ترانس ولتاژ، ترانس جریان، شینه، مقره ی عایق کننده، برق گیر، تله موج)، اتاق کنترل و حفاظت (شامل تابلوی فشار متوسط، تابلوی فشار ضعیف، تابلوی حفاظت، تابلوی کنترل، LVDC ، LVAC و اتاق باتری)، کابل های ارتباط فشار قوی و متوسط، سیستم زمین
- مطابق تجربیات جمع آوری شده از کارشناسان خیره صنعت نفت و همچنین وزارت نیرو، برای تخمین هزینه احداث پست های فشار قوی، دستورالعمل زیر پیشنهاد می شود (دیاگرام شماره ۹-۲).



دیاگرام شماره ۹-۲: نحوه تخمین هزینه احداث پست فشار قوی

- بررسی هزینه ها در پروژه های انجام شده و یا در حال احداث مربوط به پست های فشار قوی، نشان می دهد که در پست های انتقال و فوق توزیع، ترکیب هزینه ها در بخش های مختلف، بشرح مندرج در جدول شماره ۹-۱۱ می باشد.

| میانگین درصد | درصد هزینه | شرح                             |        |
|--------------|------------|---------------------------------|--------|
|              |            | ۳۳                              | ۲۸-۳۸٪ |
| ۲            | ۲٪         | ترانسفورماتور زمین (کمکی)       |        |
| ۲۲           | ۱۸-۲۶٪     | تجهیزات سوئیچگیر                |        |
| ۱۶           | ۱۲-۲۰٪     | سیستم زمین و کابل ها            |        |
| ۱۱/۵         | ۹-۱۴٪      | تجهیزات کنترل و حفاظت و مخابرات |        |
| ۱            | ۱٪         | تجهیزات ایمنی و اطفاء حریق      |        |
| ۱۳/۵         | ۹-۱۸٪      | ساخت و نصب                      |        |
| ۱            | ۱٪         | مهندسی                          |        |

جدول شماره ۹-۱۱: ترکیب هزینه ها در پروژه های احداث پست های انتقال و فوق توزیع

\* معمولا برای لحاظ شرایط توسعه آتی و همچنین افزایش قابلیت اطمینان (Reliability)، در پست های احداثی صنعت نفت تعداد ترانسفورماتور بصورت دو برابر ظرفیت پست (دوبل) در نظر گرفته می شود. همچنین در پست های کلیدزنی که فاقد ترانسفورماتور هستند و بدون تغییر سطح ولتاژ، صرفا برای ارتباط خطوط شبکه به کار می روند، درصد وزنی ترانسفورماتور قدرت حذف می شود.

- از آنجا که بخش عمده ای از هزینه احداث پست های انتقال و فوق توزیع مربوط به تهیه ترانسفورماتور و تجهیزات سوئیچگیر می باشد، تخمین هزینه تامین این بخش ها، می تواند مبنای مناسبی برای تخمین هزینه کل پروژه باشد.

### ۹-۳-۱- برآورد هزینه ترانسفورماتور:

- بطور کلی عوامل موثر در تعیین قیمت ترانسفورماتورها عبارتند از *توان نامی، استقامت عایقی و امیدانس درصد (امیدانس اتصال کوتاه)*.
- پارامترهای مؤثر در انتخاب توان نامی ترانسفورماتور عبارتند از *ظرفیت پیش بینی شده برای پست، سطح ولتاژ پست، نوع ترانسفورماتور (سیم پیچ مجزا یا اتوترانس)، محدودیت های فنی و مسائل اقتصادی*. سازمان برنامه و بودجه بمنظور یکسان سازی (تنوع زدایی) ظرفیت ترانسفورماتورها در کشور را بشرح مندرج در جدول ۹-۱۲ پیشنهاد نموده [۸] که بر این مبنا میانگین قیمت ترانسفورماتورهای پرکاربرد تولید داخل، ارائه شده است.

| قیمت هر واحد (USD) | امپدانس اتصال کوتاه (درصد) | ظرفیت (مگا ولت آمپر) | سطح ولتاژ(کیلو ولت) |
|--------------------|----------------------------|----------------------|---------------------|
| -                  | ۱۲/۵                       | ۳×۱۶۶/۷(۵۰۰)         |                     |
| ۲,۸۳۱,۰۰۰          | ۱۲                         | ۳۱۵                  | ۴۰۰/۲۳۰/۲۰ (۳۳)     |
| ۲,۱۶۹,۰۰۰          | ۱۲                         | ۲۰۰                  |                     |
| ۲,۰۶۰,۰۰۰          | -                          | ۲۰۰                  | ۴۰۰/۲۳۰             |
| ۱,۸۳۱,۰۰۰          | -                          | ۱۶۷                  | ۴۰۰/۱۳۲             |
| ۱,۸۵۲,۰۰۰          | ۱۲/۵                       | ۲۰۰                  | ۴۰۰/۱۳۲/۲۰ (۳۳)     |
| ۱,۷۰۰,۰۰۰          | ۱۳                         | ۲۰۰                  | ۴۰۰/۱۶۳(۶۶)/۲۰ (۳۳) |
| ۱,۵۷۱,۰۰۰          | ۱۳                         | ۲۰۰                  | ۴۰۰/۱۶۳             |
| ۱,۷۹۹,۰۰۰          | ۱۶                         | ۱۶۰                  |                     |
| ۱,۲۴۳,۰۰۰          | ۱۶                         | ۱۲۵                  | ۲۳۰/۱۳۲/۲۰ (۳۳)     |
| ۱,۰۵۸,۰۰۰          | ۱۶                         | ۸۰                   |                     |
| ۱,۵۸۷,۰۰۰          | ۱۲/۵                       | ۱۲۵                  | ۲۳۰/۱۶۳(۶۶)/۲۰ (۳۳) |
| ۹۵۲,۰۰۰            | ۱۲/۵                       | ۸۰                   |                     |
| ۱,۶۴۰,۰۰۰          | ۱۶                         | ۱۶۰                  | ۲۳۰/۱۶۳ (۶۶)        |
| ۱,۵۰۵,۰۰۰          | -                          | ۱۲۰                  |                     |
| ۹۰۳,۰۰۰            | -                          | ۸۰                   | ۲۳۰/۳۳ (۱۱)         |
| ۸۳۳,۰۰۰            | -                          | ۶۰                   |                     |
| ۴۴۰,۰۰۰            | -                          | ۳۰                   |                     |
| ۶۰۲,۰۰۰            | -                          | ۵۰                   |                     |
| ۵۰۳,۰۰۰            | ۱۲/۵                       | ۴۰                   | ۱۳۲/۲۰ (۳۳)         |
| ۴۲۳,۰۰۰            | ۱۲/۵                       | ۳۰                   |                     |
| ۳۱۱,۰۰۰            | ۱۰                         | ۱۵                   |                     |
| ۴۵۰,۰۰۰            | ۱۲/۵                       | ۴۰                   |                     |
| ۳۵۱,۰۰۰            | ۱۳/۵                       | ۳۰                   | ۶۳(۶۶)/۲۰ (۳۳)      |
| ۲۸۳,۰۰۰            | ۱۳/۵                       | ۱۵                   |                     |
| ۲۱۲,۰۰۰            | ۱۳/۵                       | ۷/۵                  |                     |

جدول ۹-۱۲- ظرفیت، امپدانس اتصال کوتاه و قیمت ترانسفورماتورهای قدرت استاندارد در ایران

### ۹-۳-۲- برآورد هزینه سوئیچگیر:

- بطور کلی عوامل موثر در طراحی سوئیچگیر عبارتند از **ولتاژ نامی، شینه بندی، سطح ایزولاسیون جریان نامی، جریان اتصال کوتاه** که از این بین، ولتاژ نامی و شینه بندی عمده ترین تاثیر را روی قیمت تجهیزات سوئیچگیر (باسبار، مقره، اسکلت فلزی، لوله و اتصالات، کلید قدرت (Circuit Breaker)، سکسیونر (Disconnected Switch)، ترانسفورماتور ولتاژ (CVT)، ترانسفورماتور جریان (CT)، تله موج (Line traps) و برقگیر (Lightning Arrester) می گذارند.

- به منظور برآورد هزینه سوئیچگیر، استفاده از رابطه زیر پیشنهاد می شود.

$$P_{SG} = N_{IL} \times P_{IL} + N_{OL} \times P_{OL} + P_{BT} + P_{BUSS} + P_{S\&F}$$

$P_{SG}$ : هزینه تجهیزات سوئیچگیر  
 $N_{IL}$ : تعداد خط ورودی پست  
 $P_{IL}$ : هزینه هر خط ورودی پست  
 $N_{OL}$ : تعداد خط خروجی-ترانس پست  
 $P_{OL}$ : هزینه هر خط خروجی-ترانس پست  
 $P_{BT}$ : هزینه هر خط باس کوپلر  
 $P_{BUSS}$ : هزینه سیستم باس شینه بندی  
 $P_{S\&F}$ : هزینه سازه فولادی مربوط به شینه بندی

- برای محاسبه پارمترهای  $P_{IL}$ ,  $P_{OL}$ ,  $P_{BT}$ ,  $P_{BUSS}$  و  $P_{S\&F}$  از روابط ارائه شده در جداول ۹-۱۳ و ۹-۱۴ استفاده می شود که متکی بر محاسبه هزینه هر بی\* (Bay) بر اساس نسبت متوسط هزینه های موجود مابین هزینه تامین کلید قدرت و هزینه سایر تجهیزات در آن بی، می باشد.  
 \*قسمت های مشابه متصل به هم در سوئیچگیر را "بی" گویند.  
 \*\*انواع شینه بندی و موارد کاربرد هر یک در قسمت ضمیمه ارائه شده است.

| شینه بندی** | $P_{IL}/P_{CB(V)}$          | $P_{OL}/P_{CB(V)}$      | $P_{BUSS}/P_{CB(V)}$      | $P_{BS}/P_{CB(V)}$  | $P_{BT}/P_{CB(V)}$ | $P_{S\&F}/P_{CB(V)}$ |
|-------------|-----------------------------|-------------------------|---------------------------|---------------------|--------------------|----------------------|
| ساده        | $1+2X_1+X_2+X_3+X_4+X_5$    | $1+2X_1+X_2+X_3+X_4$    | $X_6 + N_{BS} \times X_4$ | $N_{BS} \times X_1$ | -                  | $X_7$                |
| H           | $1+2X_1+X_2+X_3+X_4+X_5$    | $1+2X_1+X_2+X_3+X_4$    | $X_6 + 2X_4$              | $X_1$               | -                  | $X_7$                |
| دوبل باس    | $1+4X_1+X_2+X_3+X_4+X_5$    | $1+4X_1+X_2+X_3+X_4$    | $2 \times (X_6 + X_4)$    | -                   | $1+2X_1+X_3$       | $X_7$                |
| ۱/۵ کلیده   | $3+8X_1+2X_2+3X_3+2X_4+X_5$ | $3+8X_1+2X_2+3X_3+2X_4$ | $2 \times (X_6 + X_4)$    | -                   | -                  | $X_7$                |
| ۲ کلیده     | $2+5X_1+X_2+2X_3+X_4+X_5$   | $2+5X_1+X_2+2X_3+X_4$   | $2 \times (X_6 + X_4)$    | -                   | -                  | $X_7$                |

جدول ۹-۱۳- روابط تخمین هزینه نسبی سوئیچگیر در شینه بندی های مختلف

- \* روابط مربوط به شینه بندی های ساده و نوع H در صورتی که با کلید تقسیم شده باشند، بصورت مشخص شده در جدول تغییر می کنند.

$P_{CB(V)}$ : هزینه متوسط کلید قدرت در سطح ولتاژ مشخص  
 $P_{BS}$ : هزینه هر باس سکش  
 $N_{BS}$ : تعداد باس سکش در شینه بندی ساده  
 $N_{BT}$ : تعداد باس تایی (باس کوپلر)  
 $X_1$ : نسبت هزینه متوسط سکسیونر به هزینه متوسط کلید قدرت  
 $X_2$ : نسبت هزینه متوسط برقگیر به هزینه متوسط کلید قدرت  
 $X_3$ : نسبت هزینه متوسط ترانس جریان به هزینه متوسط کلید قدرت  
 $X_4$ : نسبت هزینه متوسط ترانس ولتاژ به هزینه متوسط کلید قدرت  
 $X_5$ : نسبت هزینه متوسط تله موج به هزینه متوسط کلید قدرت  
 $X_6$ : نسبت هزینه متوسط سیستم باس به هزینه متوسط کلید قدرت  
 $X_7$ : نسبت هزینه متوسط سازه فولادی مربوط به شینه بندی به هزینه متوسط کلید قدرت

| $P_{CB}/P_{CB}$ | $X_1=P_{DS}/P_{CB}$ | $X_2=P_{LA}/P_{CB}$ | $X_3=P_{CT}/P_{CB}$ | $X_4=P_{CVT}/P_{CB}$ | $X_5=P_{LT}/P_{CB}$ | $X_6=P_{BUSS}/P_{CB}$ | $X_7=P_{S\&F}/P_{CB}$ |
|-----------------|---------------------|---------------------|---------------------|----------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|
| ۱               | ۰/۲۹                | ۰/۲۷                | ۰/۸۷                | ۰/۷۵                 | ۰/۴۰                | ۰/۵۱                  | ۱                     |

جدول شماره ۹-۱۴ نسبت متوسط قیمت اقلام سوئیچگیر به قیمت بریکر

- متوسط قیمت بریکر در سطوح ولتاژ مختلف، در جدول شماره ۹-۱۵ ارائه شده است.

| سطح ولتاژ                           | ۴۰۰ کیلو ولت | ۲۳۰ کیلو ولت | ۱۳۲ کیلو ولت | ۶۳ کیلو ولت | ۳۳ کیلو ولت | ۲۰ کیلو ولت |
|-------------------------------------|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------|-------------|
| PCB(V) قیمت متوسط بریکر بر حسب دلار | ۱۲۱,۰۰۰      | ۶۳,۰۰۰       | ۲۴,۰۰۰       | ۱۱,۵۰۰      | ۵,۸۰۰       | ۳,۵۰۰       |

جدول شماره ۹-۱۵ - قیمت متوسط بریکر در سطوح ولتاژ مختلف

- در جدول ۹-۱۶ رابطه قیمت سوئیچگیر در انواع شینه بندی را که از ترکیب روابط در جداول ۹-۱۳ و ۹-۱۴ بدست آمده، ارائه شده است.

| نوع شینه بندی | هزینه متوسط سوئیچگیر ( $P_{SG}$ )  |
|---------------|--|
| ساده          | $(3.87 \times N_{IL} + 3.47 \times N_{OL} + 1.04 \times N_{BS} + 1.51) \times P_{CB(V)}$ |
| H             | $(3.87 \times N_{IL} + 3.47 \times N_{OL} + 3.3) \times P_{CB(V)}$                       |
| دوبل باس      | $(4.45 \times N_{IL} + 4.05 \times N_{OL} + 5.37) \times P_{CB(V)}$                      |
| ۱/۵ کلیده     | $(10.41 \times N_{I/OL} + 3.52) \times P_{CB(V)}$  |
| ۲ کلیده       | $(6.61 \times N_{IL} + 6.21 \times N_{OL} + 3.52) \times P_{CB(V)}$                      |

جدول ۹-۱۶ - رابطه قیمت سوئیچگیر در انواع شینه بندی

- بمنظور سهولت استفاده، مبلغ برآورد برای هزینه سوئیچگیر با شینه بندی های رایج و در سطوح مختلف ولتاژ، به ازای ورودی و خروجی های متداول، در جداول ۹-۱۷ تا ۹-۲۲ محاسبه و ارائه شده اند. (ردیف هایی که بصورت سایه دار مشخص شده اند، موارد پر کاربرد هستند).

| سطح ولتاژ (KV) | نوع شینه بندی  | تعداد ورودی | تعداد خروجی | تعداد باس سکشن | قیمت بریکر (\$) | قیمت نسبی سوئیچگیر ( $P_{SG}/P_{CB}$ ) | قیمت سوئیچگیر (\$) |
|----------------|----------------|-------------|-------------|----------------|-----------------|--|--------------------|
| ۴۰۰            | یک و نیم کلیدی | 2           | 2           | 0              | 121,000         | 24.34                                  | 2,946,000          |
|                |                | 4           | 2           | 0              | 121,000         | 45.16                                  | 5,465,000          |
|                |                | 4           | 4           | 0              | 121,000         | 48.68                                  | 5,892,000          |
|                | دوبل باس       | 2           | 1           | 0              | 121,000         | 18.32                                  | 2,217,000          |
|                |                | 2           | 2           | 0              | 121,000         | 22.37                                  | 2,707,000          |
|                |                | 2           | 3           | 0              | 121,000         | 26.42                                  | 3,197,000          |
|                |                | 2           | 4           | 0              | 121,000         | 30.47                                  | 3,687,000          |
|                |                | 4           | 1           | 0              | 121,000         | 27.22                                  | 3,294,000          |
|                |                | 4           | 2           | 0              | 121,000         | 31.27                                  | 3,784,000          |
|                |                | 4           | 3           | 0              | 121,000         | 35.32                                  | 4,274,000          |
|                |                | 4           | 4           | 0              | 121,000         | 44.76                                  | 5,414,000          |
|                | دوبل کلیدی     | 2           | 1           | 0              | 121,000         | 22.95                                  | 2,777,000          |
|                |                | 2           | 2           | 0              | 121,000         | 29.16                                  | 3,529,000          |
|                |                | 2           | 3           | 0              | 121,000         | 35.37                                  | 4,280,000          |
|                |                | 2           | 4           | 0              | 121,000         | 41.58                                  | 5,032,000          |
|                |                | 4           | 1           | 0              | 121,000         | 36.17                                  | 4,377,000          |
|                |                | 4           | 2           | 0              | 121,000         | 42.38                                  | 5,128,000          |
|                |                | 4           | 3           | 0              | 121,000         | 48.59                                  | 5,880,000          |
|                |                | 4           | 4           | 0              | 121,000         | 58.32                                  | 7,058,000          |

جدول ۹-۱۷ - قیمت سوئیچگیر در شینه بندی های رایج ۴۰۰ کیلو ولت

| سطح ولتاژ<br>(KV) | نوع شینه<br>بندی | تعداد<br>ورودی | تعداد<br>خروجی | تعداد باس<br>سکشن | قیمت بریکر<br>(\$) | قیمت نسبی<br>سوئیچگیر<br>( $P_{SG}/P_{CB}$ ) | قیمت سوئیچگیر<br>(\$) |
|-------------------|------------------|----------------|----------------|-------------------|--------------------|--|-----------------------|
| ۲۳۰               | یک ونیم<br>کلیدی | 2              | 2              | 0                 | 63,000             | 24.34  | 1,534,000             |
|                   |                  | 4              | 2              | 0                 | 63,000             | 34.75  | 2,190,000             |
|                   |                  | 4              | 4              | 0                 | 63,000             | 48.68  | 3,064,000             |
|                   | دو بل باس        | 2              | 1              | 0                 | 63,000             | 18.32  | 1,155,000             |
|                   |                  | 2              | 2              | 0                 | 63,000             | 22.37  | 1,410,000             |
|                   |                  | 2              | 3              | 0                 | 63,000             | 26.42  | 1,665,000             |
|                   |                  | 2              | 4              | 0                 | 63,000             | 30.47  | 1,920,000             |
|                   |                  | 4              | 1              | 0                 | 63,000             | 27.22  | 1,715,000             |
|                   |                  | 4              | 2              | 0                 | 63,000             | 31.27  | 1,971,000             |
|                   |                  | 4              | 3              | 0                 | 63,000             | 35.32  | 2,226,000             |
|                   |                  | 4              | 4              | 0                 | 63,000             | 44.74  | 2,820,000             |
|                   | دو بل کلیدی      | 2              | 1              | 0                 | 63,000             | 22.95  | 1,446,000             |
|                   |                  | 2              | 2              | 0                 | 63,000             | 29.16  | 1,838,000             |
|                   |                  | 2              | 3              | 0                 | 63,000             | 35.37  | 2,229,000             |
|                   |                  | 2              | 4              | 0                 | 63,000             | 41.58  | 2,620,000             |
|                   |                  | 4              | 1              | 0                 | 63,000             | 36.17  | 2,279,000             |
|                   |                  | 4              | 2              | 0                 | 63,000             | 42.38  | 2,670,000             |
|                   |                  | 4              | 3              | 0                 | 63,000             | 48.59  | 3,062,000             |
|                   |                  | 4              | 4              | 0                 | 63,000             | 58.32  | 3,676,000             |
|                   | ساده             | 2              | 1              | 0                 | 63,000             | 12.72  | 802,000               |
|                   |                  | 2              | 2              | 0                 | 63,000             | 16.19  | 1,020,000             |
|                   |                  | 2              | 3              | 1                 | 63,000             | 20.7   | 1,305,000             |
|                   |                  | 2              | 4              | 1                 | 63,000             | 24.17  | 1,523,000             |
|                   |                  | 4              | 1              | 1                 | 63,000             | 21.5   | 1,355,000             |
|                   |                  | 4              | 2              | 1                 | 63,000             | 24.97  | 1,574,000             |
|                   |                  | 4              | 3              | 1                 | 63,000             | 28.44  | 1,792,000             |
|                   |                  | 4              | 4              | 1                 | 63,000             | 32.38  | 2,040,000             |

ادامه جدول ۹-۱۸ - قیمت سوئیچگیر در شینه بندی های رایج ۲۳۰ کیلو ولت

| سطح ولتاژ<br>(KV) | نوع شینه<br>بندی | تعداد<br>ورودی | تعداد<br>خروجی | تعداد باس<br>سکشن | قیمت بر بکر<br>(\$) | قیمت نسبی سوئیچگیر<br>( $P_{SG}/P_{CB}$ ) | قیمت<br>سوئیچگیر (\$) |
|-------------------|------------------|----------------|----------------|-------------------|---------------------|---|-----------------------|
| ۱۳۲               | ساده             | 2              | 1              | 0                 | 24,000              | 12.72                                     | 306,000               |
|                   |                  | 2              | 2              | 0                 | 24,000              | 16.19                                     | 389,000               |
|                   |                  | 2              | 3              | 1                 | 24,000              | 20.7                                      | 497,000               |
|                   |                  | 2              | 4              | 1                 | 24,000              | 24.17                                     | 581,000               |
|                   |                  | 4              | 1              | 1                 | 24,000              | 21.5                                      | 516,000               |
|                   |                  | 4              | 2              | 1                 | 24,000              | 24.97                                     | 600,000               |
|                   |                  | 4              | 3              | 1                 | 24,000              | 28.44                                     | 683,000               |
|                   |                  | 4              | 4              | 1                 | 24,000              | 32.38                                     | 778,000               |
|                   | دوبل<br>باس      | 2              | 1              | 0                 | 24,000              | 18.32                                     | 440,000               |
|                   |                  | 2              | 2              | 0                 | 24,000              | 22.37                                     | 537,000               |
|                   |                  | 2              | 3              | 0                 | 24,000              | 26.42                                     | 635,000               |
|                   |                  | 2              | 4              | 0                 | 24,000              | 30.47                                     | 732,000               |
|                   |                  | 4              | 1              | 0                 | 24,000              | 27.22                                     | 654,000               |
|                   |                  | 4              | 2              | 0                 | 24,000              | 31.27                                     | 751,000               |
|                   |                  | 4              | 3              | 0                 | 24,000              | 35.32                                     | 848,000               |
|                   |                  | 4              | 4              | 0                 | 24,000              | 44.74                                     | 1,074,000             |
|                   | H                | 2              | 1              | 1                 | 24,000              | 14.51                                     | 349,000               |
|                   |                  | 2              | 2              | 1                 | 24,000              | 17.98                                     | 432,000               |
|                   |                  | 2              | 3              | 1                 | 24,000              | 21.45                                     | 515,000               |
|                   |                  | 2              | 4              | 1                 | 24,000              | 24.92                                     | 599,000               |
|                   |                  | 4              | 1              | 1                 | 24,000              | 22.25                                     | 534,000               |
|                   |                  | 4              | 2              | 1                 | 24,000              | 25.72                                     | 618,000               |
|                   |                  | 4              | 3              | 1                 | 24,000              | 29.19                                     | 701,000               |
|                   |                  | 4              | 4              | 1                 | 24,000              | 35.96                                     | 864,000               |
|                   | یک ونیم<br>کلیدی | 2              | 2              | 0                 | 24,000              | 24.34                                     | 585,000               |
|                   |                  | 3              | 3              | 0                 | 24,000              | 34.75                                     | 834,000               |
|                   |                  | 4              | 4              | 0                 | 24,000              | 48.68                                     | 1,170,000             |

جدول ۹-۱۹- قیمت سوئیچگیر در شینه بندی های رایج ۱۳۲ کیلو ولت

| سطح ولتاژ<br>(KV) | نوع شینه<br>بندی | تعداد<br>ورودی | تعداد<br>خروجی | تعداد باس<br>سکشن | قیمت بریکر<br>(\$) | قیمت نسبی سوئیچگیر<br>( $P_{SG}/P_{CB}$ ) | قیمت سوئیچگیر<br>(\$) |
|-------------------|------------------|----------------|----------------|-------------------|--------------------|---|-----------------------|
| ۶۳                | H                | 2              | 1              | 1                 | 11,500             | 14.51                                     | 167,000               |
|                   |                  | 2              | 2              | 1                 | 11,500             | 17.98                                     | 207,000               |
|                   |                  | 2              | 3              | 1                 | 11,500             | 21.45                                     | 247,000               |
|                   |                  | 2              | 4              | 1                 | 11,500             | 24.92                                     | 287,000               |
|                   |                  | 4              | 1              | 1                 | 11,500             | 22.25                                     | 256,000               |
|                   |                  | 4              | 2              | 1                 | 11,500             | 25.72                                     | 296,000               |
|                   |                  | 4              | 3              | 1                 | 11,500             | 29.19                                     | 336,000               |
|                   |                  | 4              | 4              | 1                 | 11,500             | 35.96                                     | 414,000               |
|                   | ساده             | 2              | 1              | 0                 | 11,500             | 12.72                                     | 147,000               |
|                   |                  | 2              | 2              | 0                 | 11,500             | 16.19                                     | 187,000               |
|                   |                  | 2              | 3              | 1                 | 11,500             | 20.7                                      | 239,000               |
|                   |                  | 2              | 4              | 1                 | 11,500             | 24.17                                     | 278,000               |
|                   |                  | 4              | 1              | 1                 | 11,500             | 21.5                                      | 248,000               |
|                   |                  | 4              | 2              | 1                 | 11,500             | 24.97                                     | 288,000               |
|                   |                  | 4              | 3              | 1                 | 11,500             | 28.44                                     | 328,000               |
|                   |                  | 4              | 4              | 1                 | 11,500             | 32.38                                     | 374,000               |

جدول ۹-۲۰- قیمت سوئیچگیر در شینه بندی های رایج ۶۳ کیلو ولت

| سطح ولتاژ<br>(KV) | نوع شینه<br>بندی | تعداد<br>ورودی | تعداد<br>خروجی | تعداد باس<br>سکشن | قیمت بریکر<br>(\$) | قیمت نسبی سوئیچگیر<br>( $P_{SG}/P_{CB}$ ) | قیمت سوئیچگیر<br>(\$) |
|-------------------|------------------|----------------|----------------|-------------------|--------------------|---|-----------------------|
| ۳۳                | H                | 2              | 1              | 1                 | 5,800              | 14.51                                     | 85,000                |
|                   |                  | 2              | 2              | 1                 | 5,800              | 17.98                                     | 105,000               |
|                   |                  | 2              | 3              | 1                 | 5,800              | 21.45                                     | 125,000               |
|                   |                  | 2              | 4              | 1                 | 5,800              | 24.92                                     | 145,000               |
|                   |                  | 4              | 1              | 1                 | 5,800              | 22.25                                     | 130,000               |
|                   |                  | 4              | 2              | 1                 | 5,800              | 25.72                                     | 150,000               |
|                   |                  | 4              | 3              | 1                 | 5,800              | 29.19                                     | 170,000               |
|                   |                  | 4              | 4              | 1                 | 5,800              | 35.96                                     | 210,000               |
|                   | ساده             | 2              | 1              | 0                 | 5,800              | 12.72                                     | 74,000                |
|                   |                  | 2              | 2              | 0                 | 5,800              | 16.19                                     | 94,000                |
|                   |                  | 2              | 3              | 1                 | 5,800              | 20.7                                      | 121,000               |
|                   |                  | 2              | 4              | 1                 | 5,800              | 24.17                                     | 141,000               |
|                   |                  | 4              | 1              | 1                 | 5,800              | 21.5                                      | 125,000               |
|                   |                  | 4              | 2              | 1                 | 5,800              | 24.97                                     | 145,000               |
|                   |                  | 4              | 3              | 1                 | 5,800              | 28.44                                     | 165,000               |
|                   |                  | 4              | 4              | 1                 | 5,800              | 32.38                                     | 188,000               |

جدول ۹-۲۱- قیمت سوئیچگیر در شینه بندی های رایج ۳۳ کیلو ولت



| سطح ولتاژ<br>(KV) | نوع شینه<br>بندی | تعداد<br>ورودی | تعداد<br>خروجی | تعداد باس<br>سکشن | قیمت بریکر<br>(\$) | قیمت نسبی سوئیچگیر<br>( $P_{SG}/P_{CB}$ ) | قیمت سوئیچگیر<br>(\$) |
|-------------------|------------------|----------------|----------------|-------------------|--------------------|---|-----------------------|
| ۲۰                | H                | 2              | 1              | 1                 | 3,500              | 14.51                                     | 51,000                |
|                   |                  | 2              | 2              | 1                 | 3,500              | 17.98                                     | 63,000                |
|                   |                  | 2              | 3              | 1                 | 3,500              | 21.45                                     | 76,000                |
|                   |                  | 2              | 4              | 1                 | 3,500              | 24.92                                     | 88,000                |
|                   |                  | 4              | 1              | 1                 | 3,500              | 22.25                                     | 78,000                |
|                   |                  | 4              | 2              | 1                 | 3,500              | 25.72                                     | 91,000                |
|                   |                  | 4              | 3              | 1                 | 3,500              | 29.19                                     | 103,000               |
|                   |                  | 4              | 4              | 1                 | 3,500              | 35.96                                     | 126,000               |
|                   | ساده             | 2              | 1              | 0                 | 3,500              | 12.72                                     | 45,000                |
|                   |                  | 2              | 2              | 0                 | 3,500              | 16.19                                     | 57,000                |
|                   |                  | 2              | 3              | 1                 | 3,500              | 20.7                                      | 73,000                |
|                   |                  | 2              | 4              | 1                 | 3,500              | 24.17                                     | 85,000                |
|                   |                  | 4              | 1              | 1                 | 3,500              | 21.5                                      | 76,000                |
|                   |                  | 4              | 2              | 1                 | 3,500              | 24.97                                     | 88,000                |
| 4                 |                  | 3              | 1              | 3,500             | 28.44              | 100,000                                   |                       |
| 4                 |                  | 4              | 1              | 3,500             | 32.38              | 114,000                                   |                       |

جدول ۹-۲۲- قیمت سوئیچگیر در شینه بندی های رایج ۲۰ کیلو ولت

### ۹-۳-۳- تخمین هزینه احداث پست:

- با توجه به هزینه های برآورد شده برای ترانسفورماتور و سوئیچگیر، برای تخمین هزینه پست، از رابطه زیر استفاده می شود.

$$P_{SUB} = 1.818 \times (P_{SG} + P_{TR})$$

که در آن  $P_{SUB}$  هزینه تقریبی احداث پست،  $P_{SG}$  هزینه برآورد شده سوئیچگیر و  $P_{TR}$  هزینه برآورد شده ترانسفورماتور در پست مورد نظر می باشد.

- لازمست تا به منظور لحاظ شرایط غیر متعارف، جدول شماره ۹-۲۳ در نظر گرفته شود.

| شرح                                      | ضرایب یا مبلغ اصلاح   |
|--|---|
| در صورت استفاده از تجهیزات GIS           | ۱/۵-۲ برابر هزینه تجهیزات معمولی (AIS) لحاظ شود                       |
| در صورت استفاده از راکتور سری یا موازی   | بر حسب مورد هزینه آن محاسبه شود                                       |
| در صورت استفاده از بانک خازنی            | بر حسب مورد هزینه آن محاسبه شود                                       |
| در صورت استفاده از جبران ساز خازنی (SVC) | بر حسب مورد هزینه آن محاسبه شود                                       |
| منطقه اجرا                               | طبق دستورالعمل سازمان مدیریت/ وزارت نفت در بخش اجرای پروژه اعمال شود. |
| آماده سازی زمین در شرایط زمین خاص        | بر حسب مورد باید بررسی شود  |

جدول شماره ۹-۲۳- ضرایب اصلاح برای اعمال شرایط غیر متعارف

## مراجع

- [1] THE TRANSMISSION LINE COST CALCULATION, Juho Yli-Hannuksela, 2011.  
[2] CAPITAL COSTS FOR TRANSMISSION AND SUBSTATIONS, B&V PROJECT NO. 181374,2014.  
[3] Ampacities for Aluminum and ACSR Overhead Electrical Conductors, The aluminum Association, Second Edition, 1986.  
[4] CAPITAL COSTS FOR TRANSMISSION AND SUBSTATIONS, B&V PROJECT NO. 181374,2014.  
[5] Electric Power Substation Capital Cost, J.E.Dogle, D.R.Brown, 1997.

- [۶] طراحی الکتریکی خطوط انتقال نیرو، تالیف دکتر قدرت اله حیدری، ۱۳۷۹.  
[۷] آمار تفصیلی صنعت برق ایران در سال ۱۳۹۵، ویژه مدیریت راهبردی، شرکت مادر تخصصی توانیر، ۱۳۹۵.  
[۸] مشخصات فنی عمومی و اجرایی پست ها، خطوط فوق توزیع و انتقال ترانسفورماتورهای قدرت در پست های فشار قوی، جلد دوم، نشریه شماره ۲-۴۳۷، معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور، ۱۳۸۷.  
[۹] شینه بندی و آرایش تکخطی در پستهای فشارقوی، معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور، ۱۳۸۷.

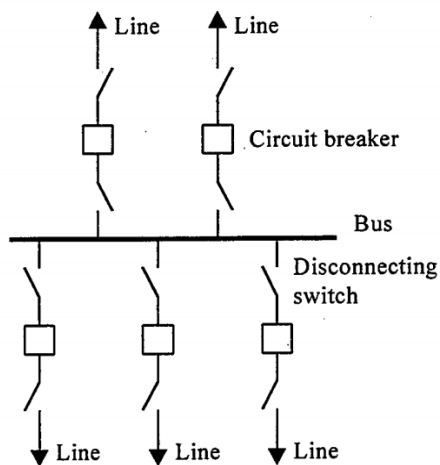
## پیوست: شینه بندی

انتخاب شینه بندی مناسب و روش اتصال فیدرها به شینه از جمله مهمترین شاخصهای پست به شمار می‌رود. آرایشهای مختلف شینه بندی در پستهای فشار قوی را می توان به گروههای عمده زیر تقسیم نمود:

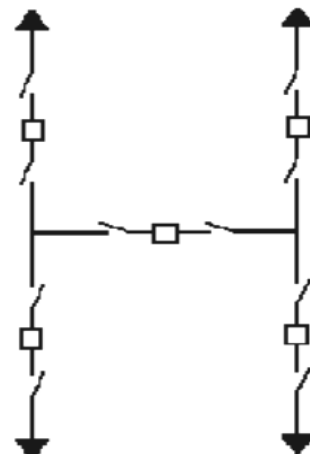
- شینه بندی ساده
- شینه بندی نوع H
- شینه بندی اصلی و فرعی
- شینه بندی دابل باس
- شینه بندی چند کلیدی (۱/۵ کلیده و ۲ کلیده)
- شینه بندی حلقوی

هنگام انتخاب نوع آرایش شینه بندی در پستها، اصلی ترین شاخص، تأثیر قابلیت اطمینان، مسائل اقتصادی و نحوه تداوم سرویس دهی یا به عبارت دیگر شرایط بهره برداری فیدرها هنگام بروز عیب یا مواقع سرویس و تعمیرات پست می باشد که این مساله ارتباط تنگاتنگی با درجه اهمیت پست دارد. شکل ۱ انواع شینه بندی‌های رایج در پست‌های موجود در کشور را نشان می دهد.

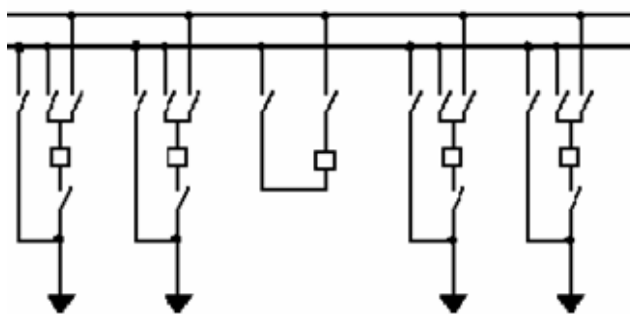
با توجه به اینکه پستهای ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلوولت عمدتاً در ردیف پستهای بسیار مهم قرار دارند و از درجه اهمیت بالایی برخوردارند، لذا برای این پست‌ها، آرایش شینه بندی یک و نیم کلیدی و دابل باس (همراه با سکسیونر بای پس و بدون آن) به ترتیب اولویت پیشنهاد می‌شود. در پستهای ۲۳۰ کیلوولت می توان از شینه بندی اصلی - فرعی نیز استفاده کرد. برای پستهای ۱۳۲ کیلوولت آرایش شینه بندی دابل باس، طرح اصلی - فرعی، نوع H و ساده و برای پستهای ۶۳ کیلوولت آرایش شینه بندی نوع H و ساده با توجه به اهمیت نوع مصرف کنندگان پیشنهاد می‌شود.



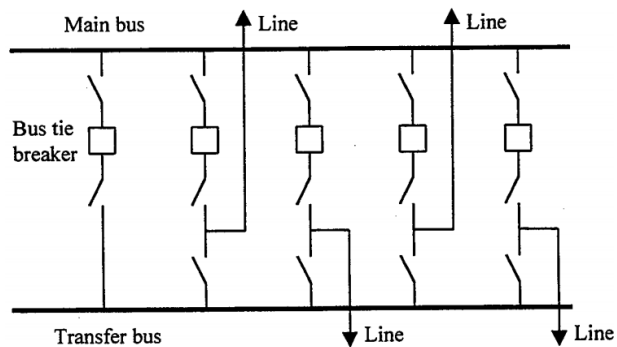
شینه بندی ساده



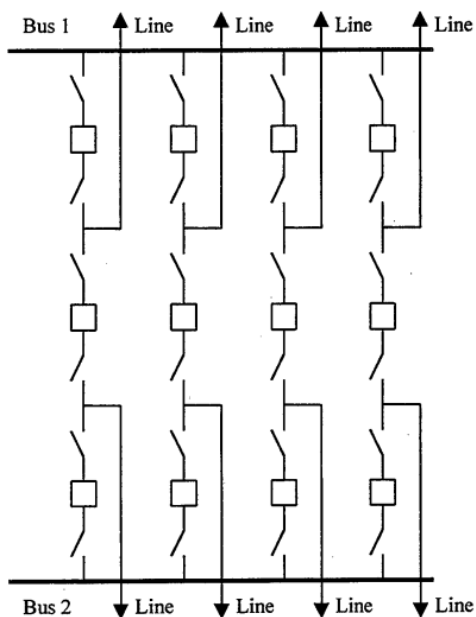
شینه بندی طرح H



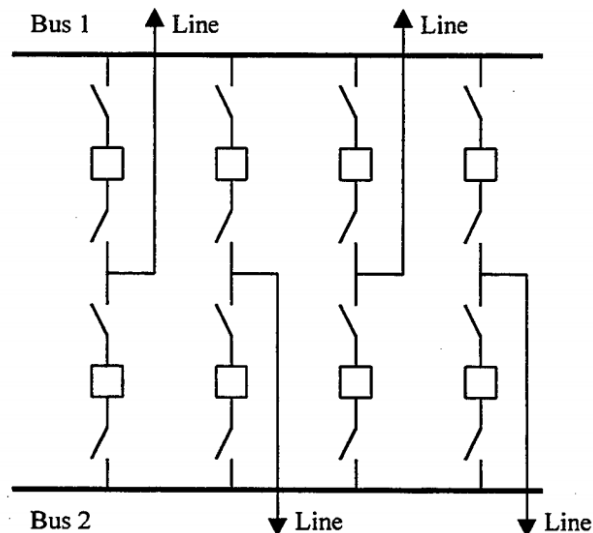
شینه بندی دوبل باس با سکسیونر بایپس



شینه بندی اصلی-فرعی



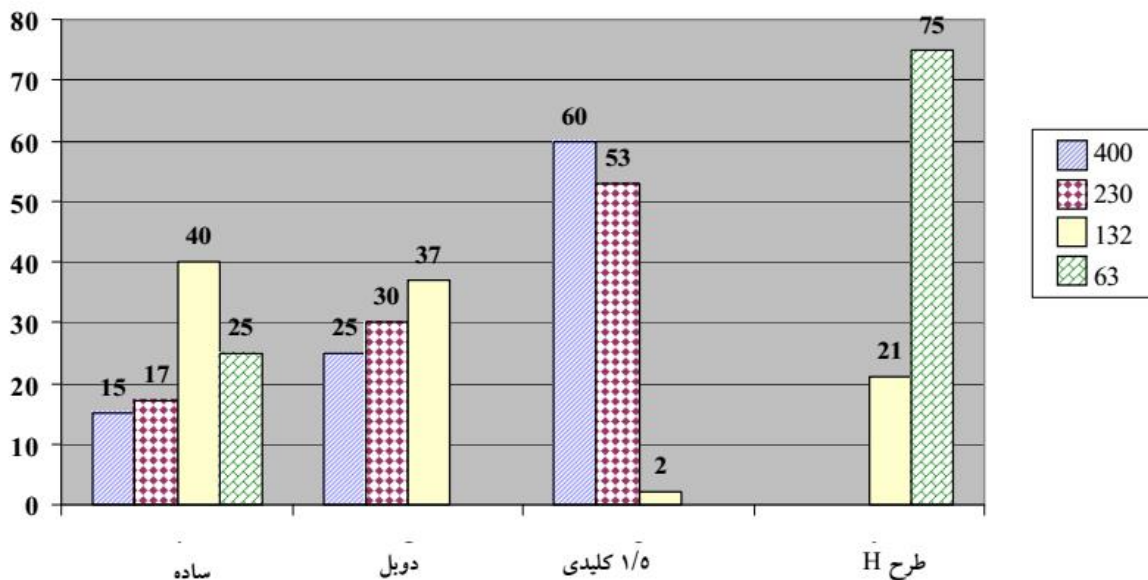
شینه بندی 1/5 کلیدی



شینه بندی 2 کلیده

شکل ۱- انواع شینه بندی های رایج در پست های موجود در ایران

مطابق آمار و مشخصات پست‌های موجود در کشور تا سال ۱۳۸۳، درصد فراوانی هر یک از انواع شینه بندی در سطوح ولتاژی مختلف، بصورت شکل ۲ می باشد [۹].



شکل ۲- آمار وضعیت انواع شینه بندی در پست‌های ایران

در جدول ۱ معایب و مزایای انواع شینه بندی رایج همراه با کاربرد آنها ارائه شده است [۹].

| نوع شینه بندی            | مزایا و معایب  | موارد کاربرد                                   |
|--------------------------|--|--|
| شینه بندی ساده تقسیم شده | <ul style="list-style-type: none"> <li>- کمترین هزینه بری و فضای مورد نیاز نسبت به طرح‌های اصلی - فرعی، دویل و ۱/۵ کلیدی</li> <li>- حداقل قابلیت اطمینان نسبت به طرح‌های اصلی - فرعی - دویل و ۱/۵ کلیدی</li> </ul> | پست‌های ۶۳ و ۱۳۲ کیلوولت                       |
| شینه بندی طرح H          | <ul style="list-style-type: none"> <li>- مشابه شینه بندی ساده تقسیم شده با چهار فیدر</li> </ul>  | پست‌های ۶۳ و ۱۳۲ کیلوولت با چهار فیدر          |
| شینه بندی اصلی - فرعی    | <ul style="list-style-type: none"> <li>- هزینه بری و فضای مورد نیاز بیشتر نسبت به طرح ساده تقسیم شده</li> <li>- قابلیت اطمینان بالاتر نسبت به طرح ساده تقسیم شده</li> </ul>  | پست‌های ۱۳۲ کیلوولت مهم و پست‌های ۲۳۰ کیلوولت  |
| شینه بندی دویل           | <ul style="list-style-type: none"> <li>- افزایش قابل ملاحظه هزینه و فضای مورد نیاز نسبت به طرح ساده تقسیم شده</li> <li>- بهبود قابلیت اطمینان نسبت به طرح ساده تقسیم شده</li> </ul>                                | پست‌های ۲۳۰ کیلوولت و ۴۰۰ کیلوولت              |
| شینه بندی ۱/۵ کلیدی      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- بیشترین هزینه و فضای مورد نیاز نسبت به سایر طرح‌ها</li> <li>- بالاترین قابلیت اطمینان نسبت به سایر طرح‌ها</li> </ul>  | پست‌های ۲۳۰ کیلوولت حساس و پست‌های ۴۰۰ کیلوولت |

جدول ۱ - مقایسه انواع شینه بندی

## تشکر و قدردانی

تهیه این مجموعه به منظور ایجاد هماهنگی و وحدت رویه در تخمین هزینه طرح ها و پروژه های احداث خطوط انتقال نیرو پیش از تصویب اعتبار بوده (مرحله ایجاد)، که بر اساس نیاز و راهکار تدوین شده از سوی مدیریت محترم برنامه ریزی تلفیقی شرکت ملی نفت ایران، راهبری شده است. مبنای اصلی در تدوین متدولوژیها و دستورالعمل های معرفی شده، استفاده از تجربیات کارشناسان و متخصصین خبره فعال در شرکتهای زیرمجموعه و همچنین تجربیات موجود در پروژه های انجام شده می باشد که بدین وسیله از مشارکت و همیاری آنها تقدیر و تشکر می شود.

### اعضاء کارگروه کارشناسی تدوین راهنمای برآورد هزینه پروژه های احداث خطوط انتقال نیرو

- ۱) آقای حسن اسمعیل زاده نماینده شرکت ملی مناطق نفت خیز جنوب - رئیس اداره مهندسی برق
- ۲) خانم بنفشه قاسم زاده نماینده شرکت ملی مناطق نفت خیز جنوب - سرپرست طراحی پروژه
- ۳) آقای سید عبدالنبی هاشمی نماینده شرکت ملی مناطق نفت خیز جنوب - کارشناس تعمیرات برق
- ۴) آقای علی قاسمی نماینده شرکت ملی مناطق نفت خیز جنوب - کارشناس ارشد برق
- ۵) آقای مجید بهزادی نماینده شرکت ملی مناطق نفت خیز جنوب - کارشناس ارشد برق
- ۶) آقای هادی طیبی فر نماینده شرکت ملی مناطق نفت خیز جنوب - کارشناس انرژی
- ۷) آقای مالک قنوتی نماینده شرکت نفت مناطق مرکزی ایران - رئیس امور اجرایی برق و مخابرات
- ۸) آقای علی مستعان نماینده شرکت نفت مناطق مرکزی ایران - کارشناس امور اجرایی برق
- ۹) آقای فرهاد خائفی نماینده شرکت نفت و گاز پارس - رئیس مهندسی برق
- ۱۰) آقای مهدی سربار نماینده شرکت نفت و گاز پارس - کارشناس ارشد برق
- ۱۱) آقای رضا نصیری نماینده شرکت نفت و گاز پارس - کارشناس ارشد بررسی فنی و مالی
- ۱۲) آقای امیر صالحی نماینده شرکت نفت و گاز پارس - کارشناس برنامه ریزی
- ۱۳) آقای سید جواد هاشمی نماینده شرکت نفت فلات قاره ایران - اداره برآورد و تعیین مقادیر
- ۱۴) آقای علی اصغر اسمعیل زاده نماینده شرکت نفت فلات قاره ایران - کارشناس بررسی های فنی و اقتصادی برنامه ریزی
- ۱۵) آقای احمد رضائیان مقدم نماینده شرکت نفت فلات قاره ایران - کارشناس برق
- ۱۶) آقای سعید اکبرزاده نماینده شرکت نفت فلات قاره ایران - کارشناس برنامه ریزی انرژی
- ۱۷) آقای بهزاد کشاورز نماینده شرکت مهندسی و توسعه نفت - کارشناس ارشد برق
- ۱۸) آقای حسین واحدی نماینده شرکت مهندسی و توسعه نفت - کارشناس ارشد برق
- ۱۹) آقای احسان شایان نماینده شرکت مهندسی و توسعه نفت - کارشناس برق
- ۲۰) آقای احسان شایان نماینده شرکت مهندسی و توسعه نفت - کارشناس برق
- ۲۱) آقای مسلم خندانی نماینده شرکت نفت و گاز اروندان - سرپرست تعمیرات برق

- (۲۲) آقای محمد مجلسی نماینده شرکت نفت و گاز اروندان - کارشناس ارشد ناظر برق
- (۲۳) آقای امید قاسمی نماینده شرکت نفت و گاز اروندان - کارشناس ارشد برق
- (۲۴) آقای حسن علی اکبری مریدانی نماینده مدیریت برنامه ریزی تلفیقی - کارشناس ارشد امور تحلیل اقتصادی
- (۲۵) آقای محمد جواد قلی پور نماینده مدیریت برنامه ریزی تلفیقی - رئیس ارزشیابی بهای تجهیزات و اقلام طرحها
- (۲۶) آقای افشین اژدری نماینده مدیریت برنامه ریزی تلفیقی - کارشناس بهینه سازی مصرف انرژی
- (۲۷) آقای محمدرضا قربانی پو نماینده مدیریت برنامه ریزی تلفیقی - کارشناس بهینه سازی مصرف انرژی
- (۲۸) آقای حسین نوروزی نماینده مدیریت برنامه ریزی تلفیقی - کارشناس ارشد ارزیابی و برآورد هزینه طرحها
- (۲۹) خانم الناز فتوحی نماینده مدیریت برنامه ریزی تلفیقی - کارشناس ارشد ارزیابی و برآورد هزینه طرحها
- (۳۰) آقای حسام حاتمی کیان نماینده مدیریت برنامه ریزی تلفیقی - کارشناس ارشد ارزیابی و برآورد هزینه طرحها
- (۳۱) آقای حبیب قاسمی زاده تمر نماینده مدیریت برنامه ریزی تلفیقی - کارشناس ارزیابی و برآورد هزینه طرحها