شرکت توانیر
معاونت هماهنگی توزیع
دفتر مهندسی و راهبری شبکه

دستورالعمل محاسبات مکانیکی شبکه‌های توزیع هوایی

کد سند: TAV۱۱۲-

شرکت مدیریت تولید، انتقال و توزیع نیروی برق ایران(توانیر)

دستور العمل محاسبات مکانیکی شبکه‌های توزیع هوایی

دریافت کنندگان سند:

- ✓معاونت هماهنگی توزیع شرکت توانیر
- ✓شرکت‌های توزیع نیروی برق ایران

کد سند	تاریخ تهیه	تاریخ بازنگری	شماره آخرین بازنگری
TAV۱۱۲-۰۲/۰۰	۱۴۰۰/۰۳/۲۲	۱۴۰۰/۰۳/۲۲	۰۰

تهیه کننده	تائید کننده	تصویب کننده
	مدیرکل دفتر مهندسی و راهبری شبکه – مسعود صادقی خمامی	معاون هماهنگی توزیع غلامعلی رخشانی‌مهر
امضاء:	امضاء:	امضاء:

http://www.tavanir.org.ir/dm/dmnezarat/

فهرست مطالب

عنوان _____ **صفحه**

پیشگفتار ۱
۱- مقدمه ۲
۲- هدف و دامنه کاربرد ۲
۳- محدوده اجرا ۲
٤- مسئولیت نظارت و اجرا ۳
٥- تعاریف ۳
٥-۱-کشش سیم (T) ۳
٥-۲-تنش (σ) ۳
٥-۳-کرنش (ϵ) ۳
٥-٤-مدول یانگ یا مدول الاستیسیته (E) ۳
٥-٥- پارامتر سیم (a) ۳
٦- محاسبات مکانیکی ۳
٦-۱- تعیین شرایط بارگذاری ٦
٦-۲- تعیین ضریب اطمینان هادی در حالات مختلف بارگذاری ۹
٦-۳- تعیین شرایط اولیه کشش هادی و جدول فلش-کشش ۹
٦-٤- تعیین اسپن اقتصادی ۱۳
٦-٥- براورد منحنی‌های مورد نیاز برای پایه‌گذاری ۱٤
٦-٦- پایه‌گذاری ۱٤
٦-۷- روش بررسی نیروی‌های وارده به پایه و انتخاب پایه و یراق‌آلات ۱۷
٦-۷-۱-نیروی باد وارد بر پایه ۲۰
٦-۷-۲-انتخاب مقره ۲۲

پیوست الف ۲۳
پیوست ب ۵۱
ب-۱-تغییر وضعیت سیم لخت در شرایط مختلف آب و هوایی ۵۵
ب-۲ محاسبات مکانیکی شبکه تست ۵۸
ب-۳ بررسی نیروی وارد برمقره و نیروی بالابرنده ٦٤
ب-٤ محاسبات مکانیکی کابل خودنگهدار ٦٨
ج-جداول کاربردی ٦٩
پیوست ج اینفوگرافیگ محاسبات مکانیکی ۹۵
اعضای تدوین‌کننده دستورالعمل به‌ترتیب الفبا ۹٦
مراجع ۹۷

فهرست اشکال

عنوان **صفحه**

شکل ۱: فرایند محاسبات طراحی مکانیکی خط ۵
شکل ۲: کنترل فاصله مجاز هادی‌ها از یکدیگر در وسط اسپن ۱۳
شکل ۳:انواع منحنی سیم برای محاسبات پایه‌گذاری ۱٤
شکل ٤ :پایه‌گذاری با استفاده از تمپلت ۱۵
شکل ۵ : روش پایه گذاری با استفاده از منحنی‌های سیم در زمین‌های نسبتا هموار ۱٦
شکل ٦ : پایه‌گذاری در زمین‌های غیر هموار ۱٦
شکل ۷ :بررسی نیروهای .Uplift بعد از پایه گذاری ۱۷
شکل ۸: مثال محاسبه قدرت نامی مورد نیاز پایه بر اثر نیروی‌های وارده با استفاده از روش معادل سازی نیروها به نقطه تست تیر ۱۸
شکل ۹ : انواع بست‌های مورد استفاده در مهارها ۱۹
شکل ۱۰ : مثال محاسبه مقاومت مورد نیاز سیم مهار ۲۰
شکل ۱۱: تغییر سرعت باد با فاصله گرفتن از سطح زمین در زمین‌های با موانع مختلف، (۱) مناطق شهری با ساختمان‌های بلند مرتبه، (۲) مناطق شهری معمولی و مناطق با پوشش درختی، (۳) مناطق باز ۲۱
شکل ۱۲: نیروی گسترده ناشی از سرعت باد بر روی پایه. ۲۲
شکل ۱۳ :نمایش منحنی سیم آویزان به‌صورت زنجیری و نیروهای وارد بر سیم ۵٦
شکل ۱٤ :نمایش سیم آویزان در مختصات عمومی سه بعدی ۵٦
شکل ۱۵ :نمونه محاسبات مکانیکی برای شبکه‌های حالت اول. ۵۸
شکل ۱٦ :اختلاف درجه حرارت هادی TC و درجه حرارت محیط TA برحسب تغییرات دمای محیط با هادی با جریان ۱۰۰ آمپر. ٦۰
شکل ۱۷ :اختلاف درجه حرارت هادی TC و درجه حرارت محیط TA برحسب تغییرات دمای محیط با هادی با جریان ۰ آمپر. ٦۰
شکل ۱۸: شبکه نمونه برای بررسی اختلاف ارتفاع و زاویه ٦٤
شکل ۱۹: منحنی سیم اسپن‌های ۱-۲ و ۲-۳ در صفحه z-x ٦٦
شکل ۲۰: منحنی سیم اسپن‌های ٤-۳ و ۵-٤ در صفحه z-x ٦٦
شکل ۲۱: شبکه نمونه با کابل خودنگهدار ٦۸

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

جدول ۱:شرایط بارگذاری منطقه سبک ۷
جدول ۲:شرایط بارگذاری منطقه متوسط ۷
جدول ۳ :شرایط بارگذاری منطقه سنگین ۸
جدول ٤ :شرایط بارگذاری منطقه فوق سنگین ۸
جدول ٥: بازه‌ها مناسب ضریب اطمینان سیم در شرایط مختلف ۹
جدول ٦: حداقل پارامترهای مورد نیاز در جدول فلش- کشش ۱۰
جدول ۷:قیود لازم به بررسی مربوط به حرائم افقی و عمودی خط و فاصله مجاز فازی ۱۰
جدول ۸ :فلش سیم‌کشی سیم مینک در منطقه متوسط ۲٤
جدول ۹:فلش سیم‌کشی سیم مینک در منطقه سنگین ۲٥
جدول ۱۰ :فلش سیم‌کشی سیم مینک در منطقه فوق سنگین ۲٥
جدول ۱۱ :فلش سیم‌کشی سیم هاینا در منطقه متوسط ۲٦
جدول ۱۲:فلش سیم‌کشی سیم هاینا در منطقه سنگین ۲۷
جدول ۱۳ :فلش سیم‌کشی سیم هاینا در منطقه فوق سنگین ۲۸
جدول ۱٤ :فلش سیم‌کشی سیم لینکس در منطقه متوسط ۲۹
جدول ۱٥ :فلش سیم‌کشی سیم لینکس در منطقه سنگین ۳۰
جدول ۱٦ :فلش سیم‌کشی سیم لینکس در منطقه فوق سنگین ۳۱
جدول ۱۷ :فلش سیم‌کشی سیم روکشدار آلومینیوم ۷۰ در منطقه متوسط ۳۲
جدول ۱۸ :فلش سیم‌کشی سیم روکشدار آلومینیوم ۷۰ در منطقه سنگین ۳۳
جدول ۱۹ :فلش سیم‌کشی سیم روکشدار آلومینیوم ۷۰ در منطقه فوق سنگین ۳۳
جدول ۲۰ :فلش سیم‌کشی سیم آلومینیوم ۱۲۰ با عایق XLPE در منطقه متوسط ۳٤
جدول ۲۱ :فلش سیم‌کشی سیم آلومینیوم ۱۲۰ با عایق XLPE در منطقه سنگین ۳٥
جدول ۲۲ :فلش سیم‌کشی سیم آلومینیوم ۱۲۰ با عایق XLPE در منطقه فوق سنگین ۳٦
جدول ۲۳ :فلش سیم‌کشی سیم روکشدار آلومینیوم ۱۸٥ با عایق XLPE در منطقه متوسط ۳۷
جدول ۲٤ :فلش سیم‌کشی سیم روکشدار آلومینیوم ۱۸٥ با عایق XLPE در منطقه سنگین ۳۸
جدول ۲٥ :فلش سیم‌کشی سیم روکشدار آلومینیوم ۱۸٥ با عایق XLPE در منطقه فوق سنگین ۳۹
جدول ۲٦ :فلش سیم‌کشی سیم خودنگهدار ۷۰ در منطقه متوسط ٤۰

فهرست
شکل
جدول
پیشگفتار
۱
۲
۳
۴
۵
۶
پ الف
پ ب
پ ج
مراجع
اعضا

جدول ۲۷ :فلش سیم‌کشی سیم خودنگهدار ۷۰ در منطقه سنگین ٤١
جدول ۲۸ :فلش سیم‌کشی سیم خودنگهدار ۷۰ در منطقه فوق سنگین..... ٤١
جدول ۲۹:فلش سیم‌کشی سیم خودنگهدار ۱۲۰ فشار متوسط در منطقه متوسط ٤٢
جدول ۳۰ :فلش سیم‌کشی سیم خودنگهدار ۱۲۰ فشار متوسط در منطقه سنگین ٤٢
جدول ۳۱ :فلش سیم‌کشی سیم خودنگهدار ۱۲۰ فشار متوسط در منطقه فوق سنگین ٤٣
جدول ۳۲ :فلش سیم‌کشی سیم خودنگهدار ۱۵۰ فشار متوسط در منطقه متوسط ٤٤
جدول ۳۳ :فلش سیم‌کشی سیم خودنگهدار ۱۵۰ فشار متوسط در منطقه سنگین ٤٤
جدول ۳٤ :فلش سیم‌کشی سیم خودنگهدار ۱۵۰ فشار متوسط در منطقه فوق سنگین ٤٥
جدول ۳۵ : فلش سیم‌کشی سیم روکشدار مینک با عایق XLPE در منطقه متوسط..... ٤٦
جدول ۳٦:فلش سیم‌کشی سیم روکشدار مینک با عایق XLPE در منطقه سنگین..... ٤٧
جدول ۳۷ :فلش سیم‌کشی سیم روکشدار مینک با عایق XLPE در منطقه فوق سنگین ٤٧
جدول ۳۸ :فلش سیم‌کشی سیم روکشدار هاینا با عایق XLPE در منطقه متوسط..... ٤٨
جدول ۳۹ :فلش سیم‌کشی سیم روکشدار هاینا با عایق XLPE در منطقه سنگین ٤٩
جدول ٤۰ :فلش سیم‌کشی سیم روکشدار هاینا با عایق XLPE در منطقه فوق سنگین ۵۰
جدول ٤۱: شرایط بارگذاری برای انجام محاسبات مکانیکی ۵۱
جدول ٤۲: اطلاعات اقلیمی منطقه طرح ۵۱
جدول ٤۳: مشخصات هادی‌های مورد استفاده..... ۵۲
جدول ٤٤: مشخصات مواد پرکاربرد در سازه‌های شبکه‌های توزیع هوایی ۵۲
جدول ٤۵: مشخصات پایه‌های بتنی ۱۲ متری چهارگوش بتنی ۵۳
جدول ٤٦ :مشخصات نقاط طرح..... ۵۸
جدول ٤۷ :مشخصات آرایشات استفاده شده طرح ۵۹
جدول ٤۸ :ضریب اطمینان مجاز در حالات مختلف بارگذار طرح نمونه. ۵۹
جدول ٤۹ :جدول فلش-کشش طرح نمونه. ٦۱
جدول ۵۰ : بررسی قیود محاسبات مکانیکی طرح نمونه..... ٦۱
جدول ۵۱ :جدول محاسبات نیروهای وارد بر پایه..... ٦۲
جدول ۵۲ : محاسبه سیم مهار..... ٦۲
جدول ۵۳ :سایز سیم مهار ٦۳
جدول ۵٤ : محاسبه جداول سیم کشی..... ٦۳

جدول ۵۵: شرایط بارگذاری نمونه منطقه کویری ٦٤
جدول ٥٦: مشخصات مکانیکی سیم روکشدار تک‌لایه ۷۰ ..... ٦٤
جدول ۵۷: محاسبه نیروهای سیم در شرایط مختلف آب و هوایی. ٦٥
جدول ۵۸: نتایج نیروهای وارد بر پایه ناشی از یک سیم در بدترین شرایط ٦٧
جدول ۵۹: مشخصات مکانیکی کابل خودنگهدار نمونه. ٦٨
جدول ٦۰: محاسبه نیروهای سیم در شرایط مختلف آب و هوایی ٦٨
جدول ٦۱: محاسبه نیروهای وارد بر پایه ناشی از کابل خودنگهدار ٦٨
جدول ٦۲ :فاصله هوایی مجاز هادی خطوط از تاسیسات (متر) ٦٩
جدول ٦۳ :فاصله هوایی مجاز هادی خطوط از تاسیسات (متر) ۷۰
جدول ٦٤ :مشخصات فنی گیره انتهایی ۷۰
جدول ٦٥ :مشخصات فنی سه نوع از گیره های آویزی ۷۰
جدول ٦٦ :مشخصات فنی سه نوع رابط گیره آویزی ۷۱
جدول ٦۷ :مشخصات فنی دو نوع رکاب انتهایی ۷۱
جدول ٦۸ :مشخصات فنی دو نمونه رابط چشمی ۷۱
جدول ٦۹ :مشخصات فنی سه نمونه مهره چشمی ۷۱
جدول ۷۰ :مشخصات فنی دو نمونه میله جلوبر مقره ۷۲
جدول ۷۱ :مشخصات فنی نمونه هایی از میله مهار ۷۲
جدول ۷۲ :مشخصات فنی نمونه های از پیچ یکسر رزوه ۷۳
جدول ۷۳ :مشخصات فنی پایه مقره راس تیر ۷۳
جدول ۷٤ :کراس آرم های متداول در شبکه های توزیع ۷٤
جدول ۷٥ :مشخصات نبشی مورد استفاده در اسپن های ٦۰ تا ۱۰۰ متر برای هادی های مختلف با توجه به شرایط آب و هوایی برای پایه های میانی برحسب میلیمترمربع ۷۷
جدول ۷٦ :مشخصات نبشی مورد استفاده در اسپن های ٦۰ تا ۱۰۰ متر برای هادی های مختلف با توجه به شرایط آب و هوایی برای پایه های گوشه ای برحسب میلیمترمربع ۷۸
جدول ۷۷ :مشخصات نبشی مورد استفاده در اسپن های ٦۰ تا ۱۰۰ متر برای هادی های مختلف با توجه به شرایط آب و هوایی برای پایه های انتهایی برحسب میلیمترمربع ۷۹
جدول ۷۸ ::مشخصات نبشی مورد استفاده در اسپن ۱۵۰ متر برای هادی های مختلف با توجه به شرایط آب و هوایی برای پایه های میانی برحسب میلیمترمربع ۸۰

فهرست
شکل
جدول
پیشگفتار
۱
۲
۳
۴
۵
۶
پ الف
پ ب
پ ج
مراجع
اعضا

فهرست
شکل
جدول
پیشگفتار
۱
۲
۳
۴
۵
۶
پ الف
پ ب
پ ج
مراجع
اعضا

جدول ۷۹ :مشخصات نبشی مورد استفاده در اسپن ۲۰۰ متر برای هادی های مختلف با توجه به شرایط آب و هوایی برای پایه های میانی برحسب میلیمترمربع ۸۰
جدول ۸۰ :مشخصات نبشی مورد استفاده در اسپن ۲۵۰ متر برای هادی های مختلف با توجه به شرایط آب و هوایی برای پایه های میانی برحسب میلیمترمربع ۸۰
جدول ۸۱ :مشخصات نبشی مورد استفاده در اسپن های ٦۰ تا ۱۰۰ متر برای هادی های مختلف با توجه به شرایط آب و هوایی برای پایه های میانی برحسب میلیمترمربع ۸۱
جدول ۸۲ : مشخصات نبشی مورد استفاده در اسپن های ٦۰ تا ۱۰۰ متر برای هادی های مختلف با توجه به شرایط آب و هوایی برای پایه های گوشه ای برحسب میلیمترمربع ۸۲
جدول ۸۳ :مشخصات نبشی مورد استفاده در اسپن های ٦۰ تا ۱۰۰ متر برای هادی های مختلف با توجه به شرایط آب و هوایی برای پایه های انتهایی برحسب میلیمترمربع ۸۳
جدول ۸٤ :مشخصات نبشی مورد استفاده در اسپن ۱۵۰ متری برای هادی های مختلف با توجه به شرایط آب و هوایی برای پایه های میانی برحسب میلیمترمربع ۸٤
جدول ۸۵ :مشخصات نبشی مورد استفاده در اسپن ۲۰۰ متری برای هادی های مختلف با توجه به شرایط آب و هوایی برای پایه های میانی برحسب میلیمترمربع ۸٤
جدول ۸٦ :مشخصات نبشی مورد استفاده در اسپن ۲۵۰ متری برای هادی های مختلف با توجه به شرایط آب و هوایی برای پایه های میانی برحسب میلیمترمربع ۸٤
جدول ۸۷ :مشخصات نبشی مورد استفاده در اسپن های ٤۰ تا ۱۰۰ متر برای هادی های مختلف با توجه به شرایط آب و هوایی برای پایه های میانی برحسب میلیمترمربع ۸۵
جدول ۸۸ :مشخصات نبشی مورد استفاده در اسپن های ٤۰ تا ۱۰۰ متر برای هادی های مختلف با توجه به شرایط آب و هوایی برای پایه های میانی برحسب میلیمترمربع ۸٦
جدول ۸۹ :مشخصات نبشی مورد استفاده در اسپن های ٤۰ تا ۱۰۰ متر برای هادی های مختلف با توجه به شرایط آب و هوایی برای پایه های میانی برحسب میلیمترمربع ۸۷
جدول ۹۰ :مشخصات نبشی مورد استفاده در اسپن های ٤۰ تا ۱۰۰ متر برای هادی های مختلف با توجه به شرایط آب و هوایی برای پایه های میانی برحسب میلیمترمربع ۸۸
جدول ۹۱ :ماتریس طراحی عمده طرح های شبکه های توزیع ۸۹

فهرست
شکل
جدول
پیشگفتار
۱
۲
۳
۴
۵
۶
پ الف
پ ب
پ ج
مراجع
اعضا

پیشگفتار

با توجه به ضرورت یکپارچه سازی روند طراحی و رعایت نکات فنی در تهیه طرح و سامانه های طراحی شبکه های توزیع، در سطح کشور، معاونت هماهنگی توزیع شرکت توانیر اقدام به ابلاغ ماموریت ویژه به شرکت توزیع نیروی برق استان گیلان برای تدوین دستورالعمل های طراحی نمود.

شرکت توزیع با همکاری شرکت مهندسین مشاور دانشمند و راهبری حوزه معاونت مهندسی دفتر مهندسی و راهبری شبکه شرکت توانیر، و با توجه به اهمیت استفاده از محاسبات مکانیکی بعنوان زیر ساخت مهم در تعیین تجهیزاتی که سبب پایداری شبکه های توزیع می گردد،اقدام به تدوین " دستورالعمل محاسبات مکانیکی شبکه های توزیع هوایی" نمود.

دستورالعمل در نشت های تخصصی کارگروه دستورالعمل های طراحی شرکت توانیر بررسی و در"کمیته ساماندهی طراحی شبکه های توزیع برق " با حضور خبرگان صنعت برق و دانشگاه کشور با محوریت شرکت توزیع نیروی برق استان اصفهان مطرح، و پس از بررسی مورد تصویب قرار گرفت.

فهرست
شکل
جدول
پیشگفتار
۱
۲
۳
۴
۵
۶
پ الف
پ ب
پ ج
مراجع
اعضا

۱- مقدمه

امروزه تامین برق پایدار پیش‌نیاز توسعه اقتصادی هر کشوری می‌باشد. شبکه‌های توزیع نیروی برق آخرین حلقه زنجیره تأمین برق مشترکین و بنابراین یکی از زیرساختی‌ترین ارکان توسعه کشور هستند. این شبکه‌ها بالاخص خطوط توزیع هوایی همواره در معرض ریسک‌های طبیعی و غیره طبیعی بوده به‌طوریکه هرساله بخشی از شبکه‌های توزیع دچار آسیب‌دیدگی و موجب خاموشی برق مشترکین می‌گردند. یکی از موارد مهم در کاهش ریسک‌های وارد بر شبکه، طراحی اصولی شبکه‌های توزیع هوایی از منظر محاسبات مکانیکی می‌باشد. لذا نظام‌مند نمودن فرایند محاسبات مکانیکی موجب پایداری بیشتر شبکه‌های توزیع و کاهش خاموشی‌های ناشی از آن می‌گردد.

۲- هدف و دامنه کاربرد

هدف این دستورالعمل راهنمایی برای محاسبات مکانیکی شبکه توزیع باتوجه به قیود و شرایط حاکم بر آن است. در واقع در این دستورالعمل، یک چهارچوب جهت یکسان‌سازی مراحل، ملاحظات و قیود لازم در طراحی مکانیکی خطوط هوایی شبکه‌های توزیع ایجاد ارائه می‌شود. در این راستا از مراجع زیر برای موضوعات مشخص شده استفاده می‌گردد:

استاندارد *IEC 60826* ملاحظات طراحی خطوط انتقال هوایی[۱]

استاندارد *AS/NZS 7000* طراحی خطوط هوایی[۲]

هندبوک *SA/SNZ HB 331* طراحی خطوط هوایی[۳]

داده‌های هواشناسی برای ارزیابی بارهای اقلیمی[٤]

راهنما برای مدل‌سازی بار یخ[٥]

روش‌های اندازه‌گیری یخ روی خطوط هوایی[٦]

داده‌های هواشناسی اندازه‌گیری بارهای وارد بر خطوط هوایی[۷]

روش‌های محاسبه کشش-فلش خطوط هوایی[۸]

استاندارد *NESC* شرایط بارگذاری و کلیرینس‌های مجاز [۹]

انتخاب کشش مناسب سیم [۱۰]

مراجع اصلی در طراحی خطوط هوایی[۱۱]-[۱۵]

۳- محدوده اجرا

محدوده اجرای این دستورالعمل معاونت هماهنگی توزیع شرکت توانیر و شرکت‌های توزیع نیروی برق کشور می‌باشد.

فهرست
شکل
جدول
پیشگفتار
۱
۲
۳
۴
۵
۶
پ الف
پ ب
پ ج
مراجع
اعضا

٤- مسئولیت نظارت و اجرا

مسئولیت اجرای مفاد این دستورالعمل به عهده مدیران عامل شرکت‌های توزیع نیروی برق بوده و نظارت عالیه برحسن اجرای آن برعهده دفتر مهندسی و راهبری شبکه معاونت هماهنگی توزیع شرکت توانیر می‌باشد. لازم به‌ذکر است که از تاریخ صدور و ابلاغ این دستورالعمل، کلیه دستورالعمل‌های مرتبط با محاسبات مکانیکی از درجه اعتبار ساقط و رعایت این دستورالعمل لازم الاجرا می‌باشد.

٥- تعاریف

٥-١-کشش سیم (T)

در هر نقطه از سیم نیرویی که در امتداد محور سیم بر آن نقطه وارد می شود کشش در آن نقطه نامیده می شود . به عبارت دیگر اگر سیم در نقطه ای پاره شود نیرویی که لاز م است به آن نقطه اعمال شود تا سیم در حالت قبلی بایستد کشش در آن نقطه نامیده می‌شود. کشش در پایین‌ترین نقطه سیم کشش افقی است و با H نمایش داده می‌شود.

٥-٢-تنش (σ)

تنش به صورت نیرو در یک محدوده کوچک تقسیم بر واحد سطح و در تمام جهات آن محدوده تعریف می‌شود.

٥-٣-کرنش (ϵ)

به نسبت طول تغییر شکل بر طول اصلی سازه در اثر اعمال نیرو بر آن (بارگذاری) کرنش می‌گویند.

٥-٤-مدول یانگ یا مدول الاستیسیته (E)

به مقدار تنش در امتداد یک محور مشخص نسبت به مقدار کرنش در امتداد همان محور، مدول یانگ یا مدول الاستیسیته می‌گویند. در این تعریف جسم باید در محدوده الاستیک باشد.

٥-٥- پارامتر سیم (a)

به نسبت کشش افقی به وزن واحد طول سیم پارامتر سیم می‌گویند.

٦- محاسبات مکانیکی

هدف از طراحی مکانیکی خط تعیین اسپن و فلش (یا کشش) اولیه هر هادی و مشخصات سازه‌ای پایه‌ها و یراق آلات خطوط هوایی است به‌طوریکه تجهیزات در طول عمر مفید خود و در تمام شرایط بهره‌برداری و آب و هوایی منطقه، دچار شکست نشده و قیود ایمنی رعایت گردیده و طرح بهینه‌ترین انتخاب ممکن باشد. لذا قیودی که در محاسبات مکانیکی باید مورد توجه قرار گیرد به شرح ذیل می‌باشد.

- فاصله مجاز افقی و عمودی سیم با زمین، اشیاء و دیگر سطوح ولتاژ در تمام شرایط بهره‌برداری خط باید از فواصل مجاز تعریف شده در بخشنامه حریم کمتر نباشد.
- فاصله مجاز فازها نسبت به‌یکدیگر به دلیل نوسانات خط و اثرات آیرودینامیک باد در حد ایمن حفظ گردد.
- تنش بوجود آمده در هادی‌ها در تمام شرایط بهره‌برداری خط از مقدار بیشینه تنش مجاز فراتر نرود.
- تنش‌های بوجود آمده بر روی پایه‌ها، مقره‌ها، کراس‌آرم‌ها و دیگر عناصر مرتبط از مقدار مجاز فراتر نرود.
- پایه‌های میانی در تمام شرایط بهره‌برداری خط تحت بارگذاری نیروی *Uplift* قرار نگیرند.

طراحی مکانیکی خطوط هوایی شبکه‌های توزیع به دو بخش ذیل تقسیم‌بندی می‌شود که با توجه به شرایط باید انتخاب شوند. در ادامه هر حالت تنها با شماره آن مورد اشاره قرار می‌گیرد.

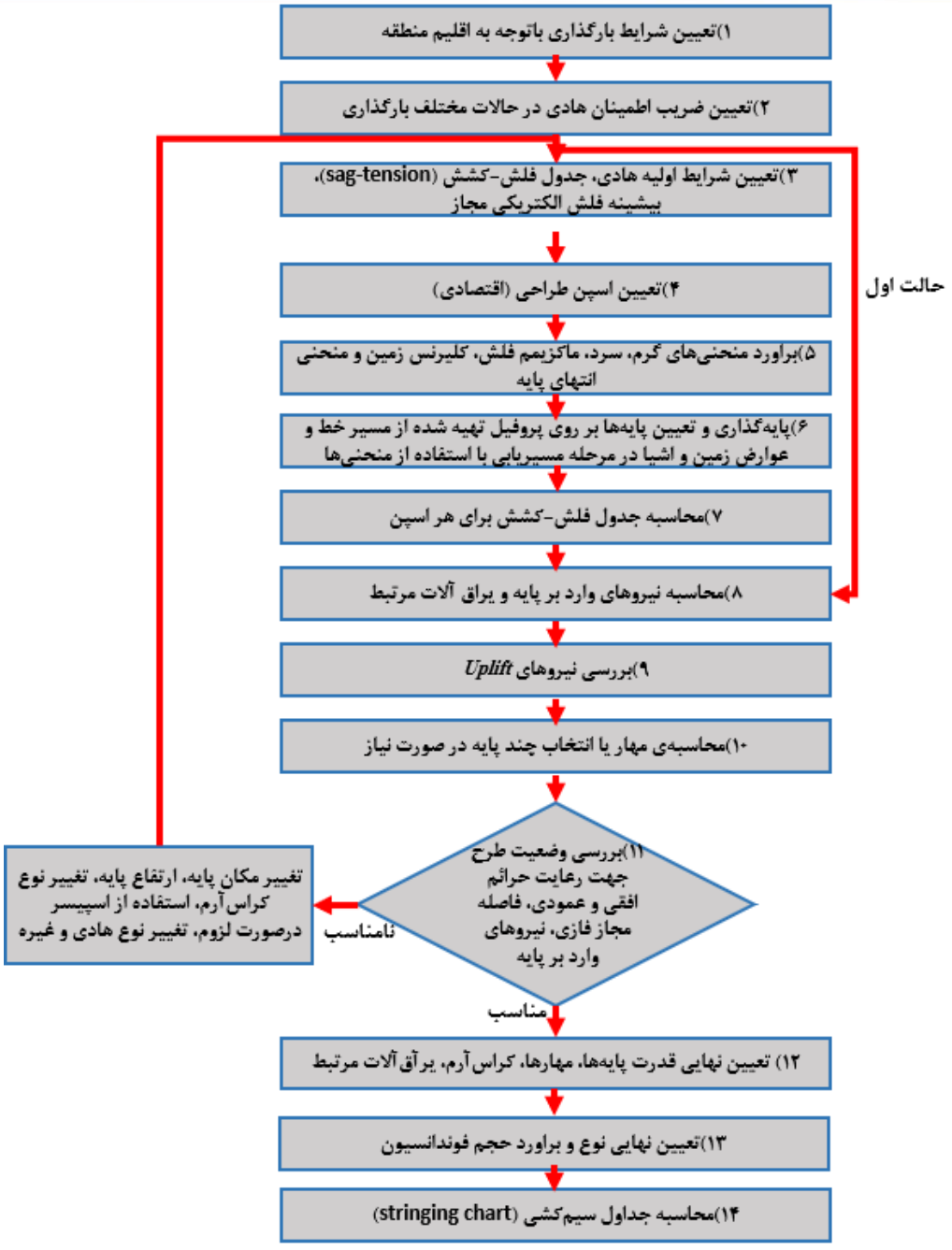
حالت اول: حالتی که محل دقیق پایه‌ها و آرایشات شبکه بعد از مسیریابی مشخص می‌گردد.

حالت دوم: حالتی که تنها نقاط ابتدایی و انتهایی و زاویه بعد از مسیریابی مشخص می‌گردد.

در شکل ۱ فرایند محاسبات طراحی مکانیکی خطوط هوایی نشان داده شده‌است. کلیه پروژه‌های خطوط هوایی برای انجام محاسبات مکانیکی باید طبق این فرایند عمل نمایند. البته بعضی از پروژه‌ها که در شرایط حالت اول قرار می‌گیرند، به انجام مراحل ۳ الی ٦ نیاز ندارند.

فهرست
شکل
جدول
پیشگفتار
۱
۲
۳
۴
۵
۶
پ الف
پ ب
پ ج
مراجع
اعضا

فهرست
شکل
جدول
پیشگفتار
۱
۲
۳
۴
۵
۶
پ الف
پ ب
پ ج
مراجع
اعضا



شکل ۱: فرایند محاسبات طراحی مکانیکی خط

فهرست
شکل
جدول
پیشگفتار
۱
۲
۳
۴
۵
۶
پ الف
پ ب
پ ج
مراجع
اعضا

٦-١- تعیین شرایط بارگذاری

اولین گام در طراحی مکانیکی خطوط هوایی توزیع برق تعیین شرایط بارگذاری[۱] است. منظور از بارگذاری شناخت و تعیین نیروهای وارد بر اجزای سازه‌ای خط هوایی می‌باشد. اجزای سازه‌ای همان هادی‌ها، پایه و یراق‌آلات مرتبط می‌باشد. مهمترین نیروهایی که به این اجزا وارد می‌شود، شامل نیروی وزن اجزا، فشار وارد بر اجزا ناشی از انواع باد، نیروی وزن انواع یخ و نیروی ناشی از تغییر دمای اجزا می‌باشد. پایه‌ها علاوه بر نیروهای مذکور تحت کشش ناشی از هادی‌ها نیز می‌باشند.

لازم به‌ذکر است که در بررسی نیروی‌های وارد بر اجزای خط باید احتمال همزمانی تأثیر نیروهای وارد بر اجزا درنظر گرفته شود به هریک از احتمالات همزمانی نیروها یک شرایط آب و هوایی[۲] یا یک ترکیب بار[۳] می‌گویند.

باتوجه به استاندارد شرایط بارگذاری خطوط انتقال هوایی ایران (سال ۱۳۷۷) مناطق مختلف ایران به چهار منطقه سبک، متوسط، سنگین و فوق سنگین تقسیم‌بندی می‌شوند. شرایط بارگذاری این مناطق در جدول ۱ الی جدول ٤ نشان داده شده‌است. برای تعیین دقیق چگالی یخ و فشار باد معادل هر سرعت باید از اطلاعات هواشناسی هر منطقه استفاده نمود. لازم به‌ذکر است در این جداول درجه حرارت بیان شده، درجه حرارت محیط بوده و باید بر اساس معادلات انتقال حرارت و جریان عبوری از سیم درجه حرارت هادی در آن شرایط بارگذاری تعیین گردد.

---

۱ *Loading*
۲ *Wheater Case*
۳ *Load Combination*

فهرست
شکل
جدول
پیشگفتار
۱
۲
۳
۴
۵
۶
پ الف
پ ب
پ ج
مراجع
اعضا

جدول ۱:شرایط بارگذاری منطقه سبک

نوع منطقه	نوع بارگذاری			درجه حرارت ℃	یخ mm	باد m/s	مقدار ثابت kg/m
سبک	بارگذاری متعادل	استاندارد	باد متوسط	۱۵	۰	۲۸	۰
			NESC-LIGHT	-۱	۰	۱۷.۸	۰.۲۵
		حدی	باد شدید	۰	۰	۴۰	۰
			یخ و باد	-۵	۶	۲۲	۰
	بارگذاری غیر متعادل	بار طولی نامتعادل-پارگی سیم در باد شدید		۰	۰	۴۵	۰
		بار طولی متعادل: -یخ و باد در یک طرف اسپن -باد بدون یخ در طرف دیگر		-۵	۶	۲۲	۰
	شرایط *EDS*			۲۵	۰	۰	۰
	حداقل درجه حرارت			-۵	۰	۰	۰
	حداکثر درجه حرارت			۵۵-۵۰	۰	۰	۰

جدول ۲:شرایط بارگذاری منطقه متوسط

نوع منطقه	نوع بارگذاری			درجه حرارت ℃	یخ mm	باد m/s	مقدار ثابت kg/m
متوسط	بارگذاری متعادل	استاندارد	یخ و باد متوسط	-۱۰	۷	۲۵	۰
			NESC-MEDIUM	-۱۰	۶.۵	۱۷.۸	۰.۲۵
		حدی	باد شدید	۱۵	۰	۴۰	۰
			یخ سنگین	-۵	۱۵	۰	۰
	بارگذاری غیر متعادل	بار طولی نامتعادل-پارگی سیم در یخ سنگین		-۵	۱۵	۰	۰
		بار طولی متعادل: -یخ و باد در یک طرف اسپن -باد بدون یخ در طرف دیگر		-۱۰	۷	۲۵	۰
	شرایط *EDS*			۲۰	۰	۰	۰
	حداقل درجه حرارت			-۲۰	۰	۰	۰
	حداکثر درجه حرارت			۴۵	۰	۰	۰

فهرست
شکل
جدول
پیشگفتار
۱
۲
۳
۴
۵
۶
پ الف
پ ب
پ ج
مراجع
اعضا

جدول ۳ :شرایط بارگذاری منطقه سنگین

نوع منطقه	نوع بارگذاری			درجه حرارت ℃	یخ mm	باد m/s	مقدار ثابت kg/m
سنگین	بارگذاری متعادل	استاندارد	یخ و باد متوسط	-۲۰	۱۵	۲۰	۰
			NESC-HEAVY	-۲۰	۱۲.۵	۱۷.۸	۰.۴۵
		حدی	باد شدید	۱۵	۰	۴۰	۰
			یخ سنگین	-۵	۲۵-۲۰	۰	۰
	بارگذاری غیر متعادل		بار طولی نامتعادل-پارگی سیم در یخ سنگین	-۵	۲۵-۲۰	۰	۰
			بار طولی متعادل: -یخ و باد در یک طرف اسپن -باد بدون یخ در طرف دیگر	-۲۰	۱۵	۲۰	۰
	شرایط *EDS*			۱۸	۰	۰	۰
	حداقل درجه حرارت			-۲۵	۰	۰	۰
	حداکثر درجه حرارت			۴۰	۰	۰	۰

جدول ٤ :شرایط بارگذاری منطقه فوق سنگین

نوع منطقه	نوع بارگذاری			درجه حرارت ℃	یخ mm	باد m/s	مقدار ثابت kg/m
فوق سنگین	بارگذاری متعادل	استاندارد	یخ و باد متوسط	-۲۰	۲۰	۲۰	۰
			NESC-HEAVY	–	–	–	–
		حدی	باد شدید	۱۵	۰	۴۰	۰
			یخ سنگین	-۵	۵۰-۳۰	۰	۰
	بارگذاری غیر متعادل		بار طولی نامتعادل-پارگی سیم در یخ سنگین	-۵	۵۰-۳۰	۰	۰
			بار طولی متعادل: -یخ و باد در یک طرف اسپن -باد بدون یخ در طرف دیگر	-۲۰	۲۰	۲۰	۰
	شرایط *EDS*			۱۸	۰	۰	۰
	حداقل درجه حرارت			-۳۰	۰	۰	۰
	حداکثر درجه حرارت			۳۵	۰	۰	۰

فهرست
شکل
جدول
پیشگفتار
۱
۲
۳
۴
۵
۶
پ الف
پ ب
پ ج
مراجع
اعضا

٦-٢- تعیین ضریب اطمینان هادی در حالات مختلف بارگذاری

انتخاب ضریب اطمینان مناسب یا همان درصد از مقاومت کشش نامی (*RTS%*)[۱] یا درصد از حداکثر مقاومت کششی (*UTS%*)[۲] هادی، در هر شرایط بارگذاری مهمترین گام در طراحی مکانیکی خط می‌باشد. در واقع با انتخاب این عدد کشش هادی در شرایط مختلف بهره‌برداری کنترل می‌شود که دلایل آن به شرح ذیل می‌باشد:

- محدود کردن بیشینه کشش روی هادی ناشی از سخترین شرایط اقلیمی (باد شدید، یخ سنگین، حداقی درجه حرارت) برای جلوگیری از پارگی هادی
- محدود کردن کمینه کشش در زمان شرایط بیشینه دما برای جلوگیری از خارج شدن از حد مجاز کلیرنس هادی تا زمین
- کنترل کشش هادی در شرایط عادی برای جلوگیری از اثرات مخرب نوسانات آئولینگ[۳]
- کنترل نیروهای وارد بر پایه از طرف هادی‌ها و کنترل هزینه احداث خط

انتخاب بهینه ضریب اطمینان به پارامترهای متعدد فنی و اقتصادی از جمله طول اسپن، نوع عوارض زمین منطقه، نوع تراکم منطقه، ارتفاع هادی از سطح زمین، دمای متوسط منطقه و هادی، نوع و جنس هادی، وزن هادی، پدیده خستگی[۴]، سرعت باد، نوع شبکه یا سطح ولتاژ (توزیع یا انتقال)، وجود میراسازها یا اسپیسرها در خط، فلش بیشینه، قیمت پایه و یراق آلات نسبت به سیم و غیره وابسته است. باتوجه به این موارد بازه‌های مناسب برای انتخاب ضریب اطمینان به شرح جدول ۵ می‌باشد.

جدول ۵: بازه‌ها مناسب ضریب اطمینان سیم در شرایط مختلف

نوع بارگذاری	(UTS%)
شرایط بارگذاری ثانویه	۳۰-۵۰
شرایط بارگذاری اولیه	۵-۲۰

٦-٣- تعیین شرایط اولیه کشش هادی و جدول فلش-کشش

در این گام از محاسبات مکانیکی جداول فلش-کشش تهیه می‌شود. منظور از جدول فلش-کشش تهیه حداقل اطلاعات پارامترهای جدول ٦ برای رنجی از اسپن‌های مورد استفاده در آن سطح ولتاژ می‌باشد. این جدول می‌تواند از روابط استفاده شده برای محاسبات فلش و کشش سیم در مراجع [۸] و [١٦]-[١٧] یا با

---

[۱] *Rated Tensile Strength*

[۲] *Ultimate Tensile Strength*

[۳] کشش‌های بالاتر در هادی خودمیرایی هادی را کاهش می‌دهد، منجر به نوسانات شدیدتر شده و سبب خستگی و پارگی رشته‌های هادی در نقاط اتصالات و کلمپ‌ها می‌گردد.

[۴] *Creep*

فهرست
شکل
جدول
پیشگفتار
۱
۲
۳
۴
۵
۶
پ الف
پ ب
پ ج
مراجع
اعضا

استفاده از نرم‌افزارهای محاسبات مکانیکی معتبر تهیه گردد. تعیین این جدول به‌منظور رسیدن به اهداف ذیل می‌باشد.

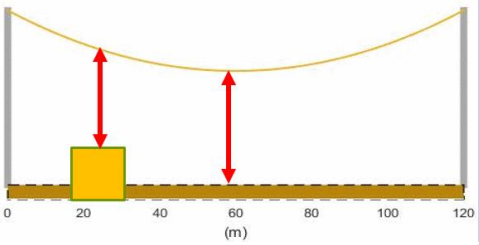
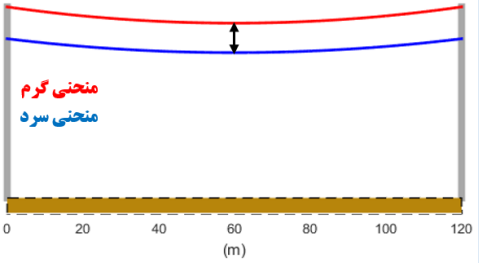
- تعیین حدود اولیه اسپن‌های مجاز در طراحی باتوجه به نوع هادی‌های طرح، منطقه اقلیمی و آرایش ها
- تعیین شرایط اولیه کشش هادی در هر سکشن و تعیین پارامتر منحنی‌های سیم‌کشی

جدول ٦: حداقل پارامترهای مورد نیاز در جدول فلش- کشش

طول اسپن	کشش شرایط اولیه	*UTS%* شرایط اولیه	کشش شرایط اولیه بعد از *creep*	*UTS%* شرایط اولیه بعد از *creep*
کشش در شرایط بیشینه دما	*UTS%* شرایط بیشینه دما	کشش در شرایط بیشینه دما بعد از *creep*	فلش در شرایط بیشینه دما بعد از *creep*	پارامتر منحنی سیم شرایط بیشینه دما بعد از *creep*
کشش در شرایط کمینه دما	*UTS%* شرایط کمینه دما	پارامتر منحنی سیم شرایط کمینه دما	کشش در شرایط یخ و باد	*UTS%* شرایط یخ و باد
کشش در شرایط برف سنگین	فلش در شرایط برف سنگین	*UTS%* شرایط برف سنگین	کشش در شرایط باد شدید	*UTS%* شرایط باد شدید
میزان جابجایی افقی در شرایط باد شدید (*blowout*)				

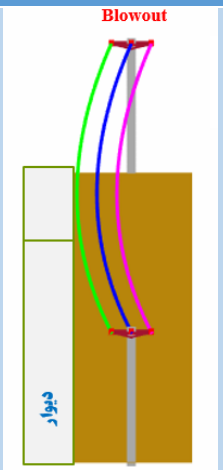
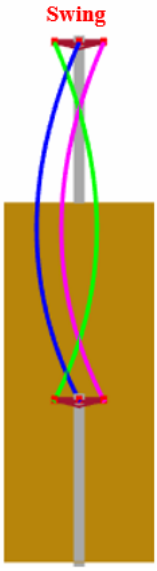
بعد از محاسبه مقادیر جدول فلش-کشش، برای هر اسپن قیود مربوط به حرائم باتوجه به شرایط جدول ۷ و مقادیر بیشینه فلش هر اسپن و مقدار *Blowout* و مقدار مجاز حرائم بررسی می‌گردد. مقدار *UTS%* نیز در هر یک از شرایط بارگذاری با مقادیر جدول ۵ مقایسه می‌گردد. در صورتیکه این مقادیر از مقادیر مجاز تجاوز کنند مطابق شکل ۱ باید اصلاحات لازم صورت گیرد.

جدول ۷:قیود لازم به بررسی مربوط به حرائم افقی و عمودی خط و فاصله مجاز فازی

شماره	نام قید	شرایط بررسی	
۱	فاصله مجاز عمودی هادی با زمین یا اشیا	در شرایط بهره‌برداری بیشینه دمای هادی یا شرایط برف سنگین	
۲	فاصله مجاز عمودی هادی با دیگر خطوط برق	در شرایط بهره‌برداری بیشینه دمای هادی و در شرایط بهره‌برداری کمینه دمای هادی دیگر	

فهرست
شکل
جدول
پیشگفتار
۱
۲
۳
۴
۵
۶
پ الف
پ ب
پ ج
مراجع
اعضا

جدول ۷:قیود لازم به بررسی مربوط به حرائم افقی و عمودی خط و فاصله مجاز فازی

شماره	نام قید	شرایط بررسی		
۳	فاصله مجاز افقی	در شرایط بهره‌برداری باد شدید و جابجایی افقی هادی		
٤	فاصله مجاز فازهای مختلف خط با یکدیگر یا با دیگر خطوط در وسط اسپن[۱]	در شرایط بیشینه دمای هادی یا شرایط برف سنگین (به‌دلیل وقوع نوسانات گالوپینگ، نوسانات دینامیکی ناشی از دینامیک باد و غیره)		

یکی از موارد محدود کننده و تأثیر گذار در طراحی مکانیکی خط ردیف ٤ جدول ۷ می‌باشد. این ردیف برای جلوگیری از برخورد هادی‌های بین یک خط یا بین دو خط در وسط اسپن به‌دلیل نوسانات گالوپینگ یا نوسانات ناشی از باد می‌باشد[۱۸]. معمولا برای محاسبه فاصله مجاز فازها در وسط اسپن از فرمول‌های تجربی استفاده می‌گردد. یکی از فرمول‌های عمومی تجربی حداقل فاصله مجاز فازها از یکدیگر در وسط اسپن در رابطه‌ی (۱) نشان داده شده‌است[۱۹]. در این رابطه f فلش سیم، D حداقل کلیرانس بین فازی یا فاز به زمین، L_{ins} طول زنجیره مقره دارای آزادی حرکت است، k و k_c مقادیر تجربی وابسته به آرایش کراس‌آرم و سطح مقطع سیم و سطح ولتاژ است و برای هر کشور متفاوت می‌باشد.

$$C_{min} = k_c \times \sqrt{f + L_{ins}} + k \times D, \text{ برحسب متر} \quad (۱)$$

[۱] *Midspan clearance*

رابطه‌ی (۱) در استاندارد طراحی خطوط هوایی توزیع ایران [۱۶] به‌صورت (۲) نشان داده شده است. در این رابطه U ولتاژ خط بر حسب کیلو ولت، L طول زنجیر مقره بر حسب متر، f حداکثر فلش قابل قبول بر اساس فاصله فازی بر حسب متر، PC کمترین فاصله فازی با توجه به آرایش سیم فازها روی پایه بر حسب متر می باشد. k_e یک ضریب وابسته به پارامترهای سطح مقطع هادی لخت، آرایش قرارگیری هادی‌ها و ولتاژ بوده و عددی بین ۰/۶۲ الی ۰/۸۵ می‌باشد.

$$PC = c_{min} = k_e \times \sqrt{f + L_{ins}} + U/۱۵۰ \quad (۲)$$

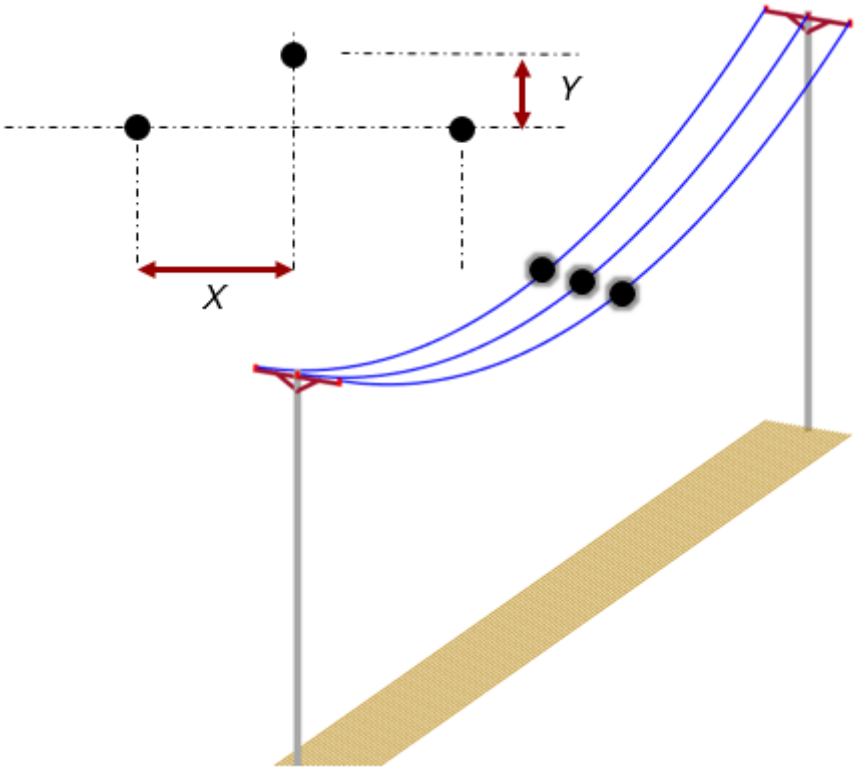
باتوجه به‌اینکه رابطه‌ی (۱) و (۲) یک رابطه تجربی استخراج شده برای خطوط انتقال می‌باشد توصیه می‌گردد در مواقعی که رابطه (۲) پوشش‌دهنده شرایط محاسبات نباشد از روابط بیان شده برای کلیرنس وسط اسپن در [۲]، استفاده گردد. این روابط در (۳) و (٤) نشان داده شده‌است. در این روابط X و Y به‌ترتیب فاصله‌ی افقی و عمودی تصویر دو هادی با سطح ولتاژ Va و Vb در وسط اسپن (مطابق با شکل ۲) و مقدار k یک ضریب تجربی است. در خطوط توزیع ایران این مقدار برابر با ۰.٤ درنظر گرفته شود. زاویه فاز بین دو سطح ولتاژ با α و مقدار موثر ولتاژ با Va و Vb نشان داده شده‌است.

$$\sqrt{(X^۲ + (۱.۲Y)^۲)} \geq \frac{U}{۱۵۰} + k\sqrt{f + L_{ins}} \quad (۳)$$

$$U = \sqrt{V_a^۲ + V_b^۲ - ۲V_aV_b\,cos(\alpha)} \quad (٤)$$

فهرست
شکل
جدول
پیشگفتار
۱
۲
۳
۴
۵
۶
پ الف
پ ب
پ ج
مراجع
اعضا

فهرست
شکل
جدول
پیشگفتار
۱
۲
۳
۴
۵
۶
پ الف
پ ب
پ ج
مراجع
اعضا



شکل ۲: کنترل فاصله مجاز هادی‌ها از یکدیگر در وسط اسپن

٦-٤- تعیین اسپن اقتصادی

در تعیین محل مناسب پایه های یک خط نیرو باید علاوه بر رعایت معیارهای فنی از قبیل رعایت فاصله مجاز سیم تا زمین، حد نهایی نیروهای قابل تحمل پایه و زاویه مجاز انحراف مقره، هزینه اجرای خط را نیز تا حد ممکن کاهش داد.

اسپن طراحی اسپنی است که علاوه بر تأمین ضریب اطمینان کافی برای هادی و پایه در سخت ترین شرایط آب و هوایی منجر به کمترین هزینه گردد. چنین اسپنی را اسپن اقتصادی نیز می‌نامند. با افزایش طول اسپن تعداد پایه‌ها کم می شود اما در عوض فلش زیاد شده و بر ارتفاع پایه ها افزوده می گردد. درمقابل با کاهش طول اسپن از ارتفاع هر پایه کاسته و بر تعداد پایه‌ها افزوده می‌گردد. لذا باید در جستجوی اقتصادی ترین اسپن بود. بدین منظور ابتدا باید کلیه اسپن‌هایی که ضریب اطمینان کافی را برای هادی و پایه خط فراهم می‌کنند مشخص شوند. سپس برای هر یک از آن‌ها هزینه کل تأمین و اجرای خط برآورد گردد. به این ترتیب قیمت خط به ازای اسپن‌های مختلف محاسبه می‌شود و طبیعتاً اسپنی که کمترین هزینه را برای خط به همراه داشته باشد اسپن اقتصادی است. (به عنوان مثال در یک خط راسترو، با مشخص بودن قدرت و پایه های قابل استفاده در طرح و همچنین نوع هادی و آرایش شبکه، حداکثر اسپن بادگیر پایه های میانی مشخص میشود. در نهایت اسپنی که حداقل هزینه را برای کی مسیر خط در پی داشته و ضریب اطمینان کافی را برای هادی و پایه خط فراهم می‌کند، تعیین میگردد.)

فهرست
شکل
جدول
پیشگفتار
۱
۲
۳
۴
۵
۶
پ الف
پ ب
پ ج
مراجع
اعضا

٦-٥- براورد منحنی‌های مورد نیاز برای پایه‌گذاری

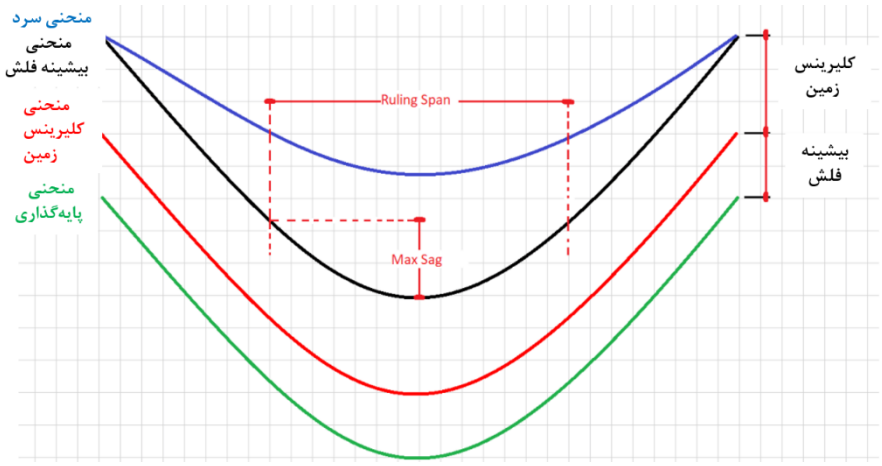
همانند شکل ۳ برای پایه گذاری باید منحنی‌های زیر موجود باشند:

منحنی گرم: برای رعایت فاصله مجاز سیم تا زمین باید در حداکثر فلش ممکن درنظر گرفته شود. از این رو منحنی گرم براساس حداکثر درجه حرارت هادی (با لحاظ نمودن پیری سیم) ترسیم می‌شود تا به وسیله آن نزدیکترین موقعیت سیم نسبت به زمین مشخص گردد. لازم به ذکر است در برخی موارد حداکثر فلش در شرایط یخ سنگین رخ می دهد که در این موارد منحنی یخ سنگین ملاک خواهد بود.

منحنی فاصله مجاز سیم تا زمین: این منحنی برای رعایت فاصله مجاز سیم تا زمین، در حداکثر فلش رسم می‌شود. این منحنی زیر منحنی گرم به صورتی قرار می‌گیرد که تمام خطوط قائم واقع بین منحنی گرم و این منحنی مساوی و به اندازه فاصله مجاز سیم تا زمین باشند.

منحنی سرد: این منحنی برای کنترل نیروی بالابرنده به کار رفته و در حداقل درجه حرارت بدون یخ و باد و با درنظرگرفتن مدول الاستیسیته اولیه رسم می شود.

منحنی پایه‌گذاری: منحنی که به اندازه ارتفاع مفید پایه (طول پایه منهای محل قرارگیری آخرین سیم نسبت به زمین و عمق دفن پایه) پایین تر از منحنی گرم قرار می‌گیرد.



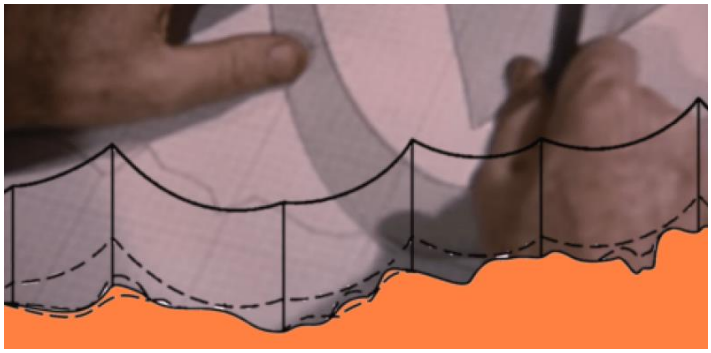
شکل ۳:انواع منحنی سیم برای محاسبات پایه‌گذاری

٦-٦- پایه‌گذاری

در روش معمول پایه‌گذاری، منحنی‌های شکل ۳ به علاوه منحنی معمولی همانند شکل ٤ روی تمپلت (شابلون منحنی های هادی روی صفحه شفاف مخصوص) رسم شده و برای پایه گذاری مورد استفاده قرار می‌گیرد. منحنی معمولی برای کنترل موقعیت سیم در بیشترین مدت سال با توجه به درجه حرارت معمولی منطقه و مدول الاستیسیته نهایی و پیری سیم رسم می شود و از این منحنی جهت کنترل فاصله هادی تا سیم‌های

فهرست
شکل
جدول
پیشگفتار
۱
۲
۳
۴
۵
۶
پ الف
پ ب
پ ج
مراجع
اعضا

زیر هم استفاده می‌شود. همچنین منحنی تعیین محل پایه استاندارد در زیر منحنی فاصله مجاز سیم تا زمین قرار می‌گیرد و به صورتی است که طول خطوط قائم بین منحنی فوق و منحنی گرم مساوی و به اندازه طول مفید پایه استاندارد (بیرون از سطح زمین) است. محل تلاقی این منحنی با زمین پروفیل محل پایه استاندارد را مشخص می‌کند.



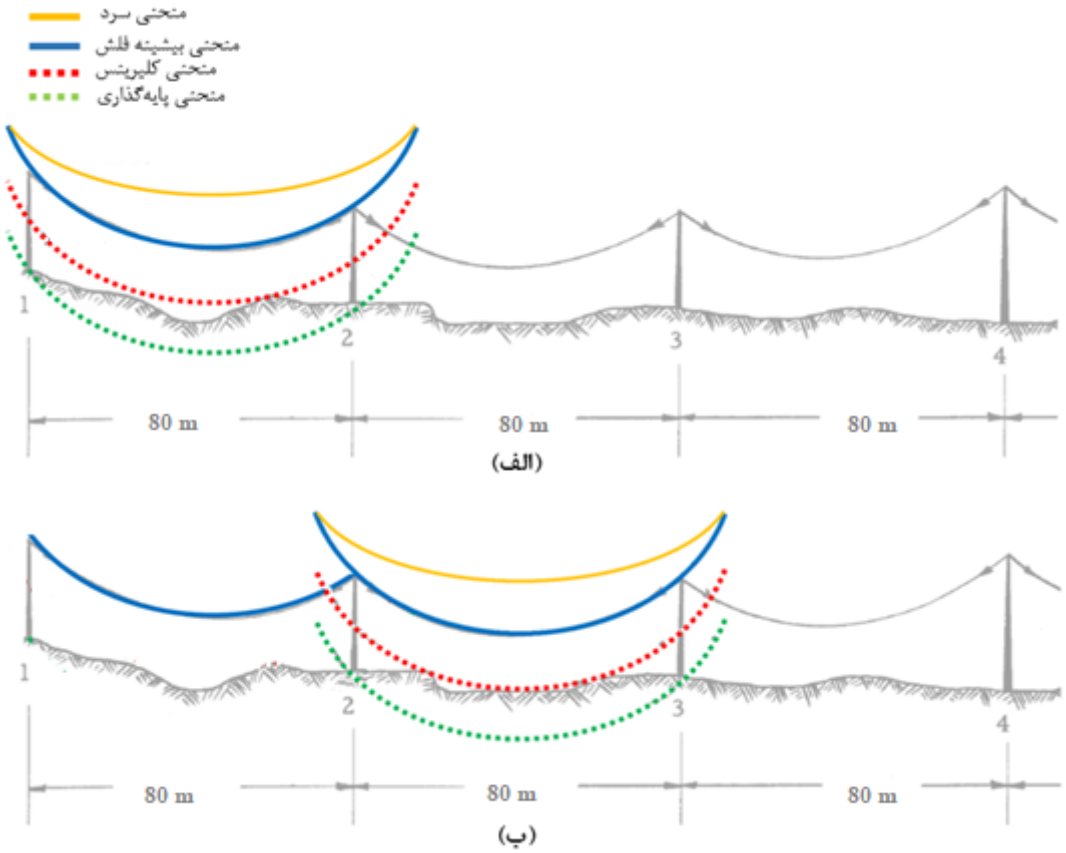
شکل ٤ :پایه‌گذاری با استفاده از تمپلت

همانند شکل ۵ بعد از تعیین محل پایه، خط قائمی در آن نقطه رسم شده و ارتفاع‌های مختلف نقاط نگه دارنده سیم برای پایین ترین فاز روی آن علامت گذاری می‌شود. سپس تمپلت روی پروفیل به صورتی قرار می‌گیرد که خطوط متعامد آن با خطوط متعامد پروفیل موازی باشند. با تغییر مکان افقی و عمودی تمپلت منحنی سیم بین دو پایه به نحوی رسم می‌شود که از نقطه نگه دارنده سیم در پایه قبلی و پایه فعلی بگذرد و منحنی فاصله مجاز سیم تا زمین تمپلت با خط زمین پروفیل مماس یا کمی بالاتر از آن باشد.

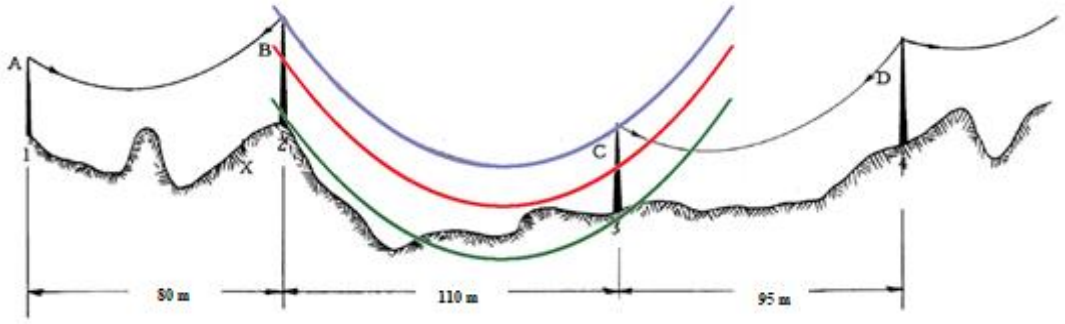
در مسیر خط مسطح و بدون مانع، برای تعیین محل پایه بعدی به اندازه اسپن طراحی از روی پروفیل جدا می شود. هنگام پایه‌گذاری باید حتی الامکان از اسپن معادل طراحی و پایه با ارتفاع استاندارد استفاده شود. در صورتی که مسیر خط مسطح و بدون مانع باشد رعایت این موارد به سادگی امکان پذیر است. اما در صورت وجود موانع همانند شکل ٦ باید آنها را از بین برد یا محل و ارتفاع پایه را تغییر داد. اصولاً تغییر محل پایه اقتصادی‌تر از افزایش ارتفاع آن است. محل قرارگیری پایه نباید شیب زیادی داشته باشد. به‌علاوه پایه نباید در مرداب، رودخانه، جاده یا حریم آن‌ها ازجمله مراکز مخابراتی، فرودگاه‌ها، لوله‌های گاز، نفت و آب، بناهای تاریخی و مناطق حفاظت شده سازمان میراث فرهنگی قرارگیرد.

بعد از رسم منحنی سیم فاصله آن با خطوط مخابراتی و نیرو کنترل می‌گردد. همچنین باید احتمال اعمال نیروی بالابرنده به پایه‌ها با استفاده از منحنی سرد مورد بررسی قر ار گیرد بدین منظور همانند شکل ۷ منحنی سرد بین دو پایه پیش و پس از پایه مورد نظر رسم می شود. در صورتی که این منحنی بالاتر از پایه مذکور قرار گیرد به معنای اعمال نیروی بالابرنده بر این پایه است . از آنجا که اعمال نیروی بالابرنده بر پایه‌های میانی

غیرمجاز است باید نسبت به افزایش ارتفاع یا تغییر محل پایه یا افزودن وزنه جهت از بین بردن نیروی مذکور اقدام کرد. در غیر این صورت باید یک پایه کششی را جایگزین پایه میانی نمود.

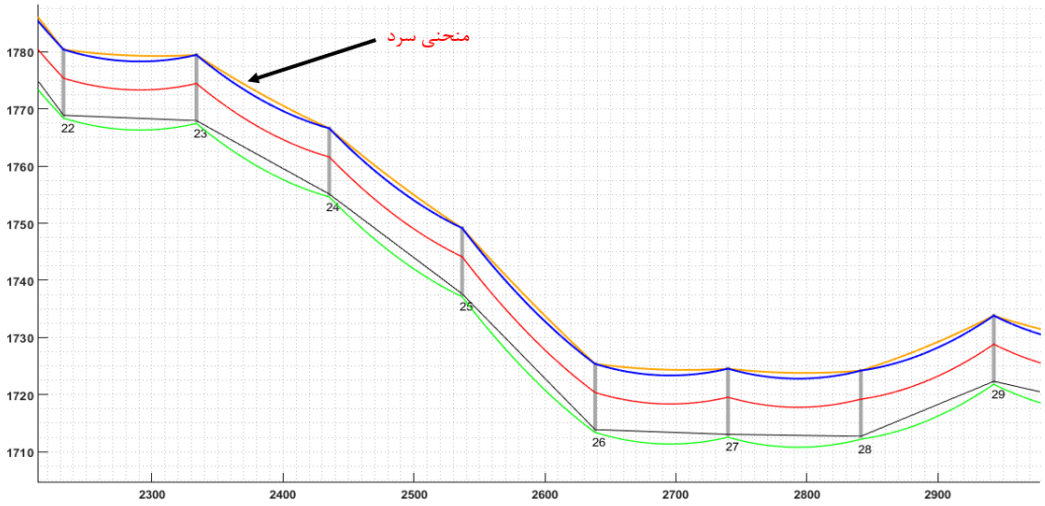


شکل ۵ : روش پایه گذاری با استفاده از منحنی‌های سیم در زمین‌های نسبتا هموار



شکل ٦ : پایه‌گذاری در زمین‌های غیر هموار

فهرست
شکل
جدول
پیشگفتار
۱
۲
۳
۴
۵
۶
پ الف
پ ب
پ ج
مراجع
اعضا



شکل ۷ :بررسی نیروهای *Uplift.* بعد از پایه گذاری

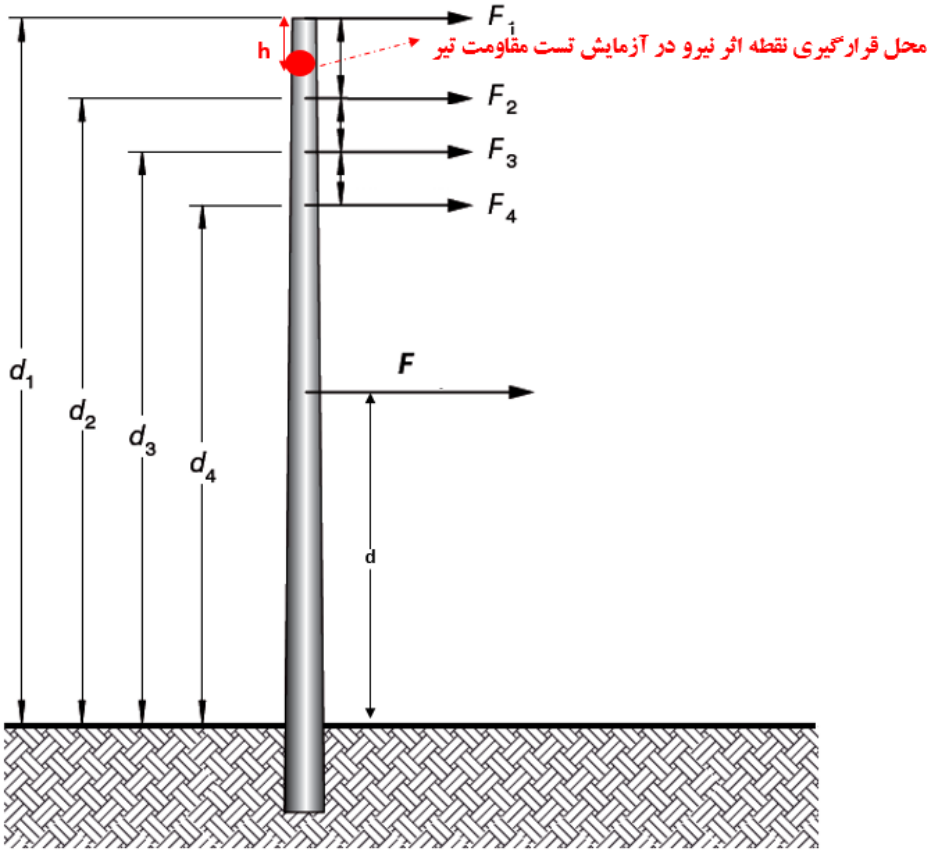
٦-۷- روش بررسی نیروی‌های وارده به پایه و انتخاب پایه و یراق‌آلات

در ادامه روش مقاومت رأس تیر تشریح می‌گردد. در این روش کلیه نیروهای وارد بر پایه به‌همراه نقطه اثر نیرو بر پایه درنظر گرفته شده و معادل اندازه نیرو در نقطه تست تیر محاسبه می‌گردد. بعد از محاسبه معادل کل نیرو در نقطه تست تیر، مقدار به‌دست آمده باید برابر یا کمتر از مقدار مقاومت نامی پایه باشد. برای نمونه معادلات این روش برای شکل ۸ در رابطه (۵) نشان داده شده است. در استفاده از این روش باید دقت گردد که در پایه‌های مستطیلی شکل، جهت وجه نری پایه در جهت برایند نیروهای وارد بر پایه قرار گیرد. اگر این امر به‌دلیل ملاحظات اجرایی امکان‌پذیر نباشد می‌توان از پایه‌های گرد استفاده نمود یا به‌نحوی نیروی وارد بر پایه در جهت مادگی را خنثی نمود.

$$\frac{F1 \times d1 + F2 \times d2 + F3 \times d3 + F4 \times d4 + F \times d}{d1 - h} \leq \text{قدرت نامی پایه} \qquad (۵)$$

فهرست
شکل
جدول
پیشگفتار
۱
۲
۳
۴
۵
۶
پ الف
پ ب
پ ج
مراجع
اعضا

فهرست
شکل
جدول
پیشگفتار
۱
۲
۳
۴
۵
۶
پ الف
پ ب
پ ج
مراجع
اعضا

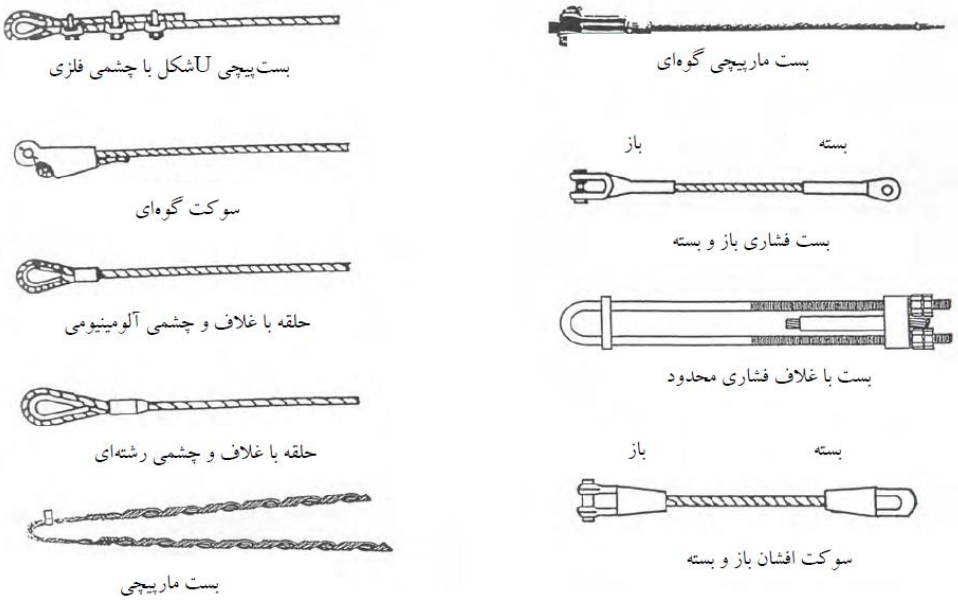


شکل ۸: مثال محاسبه قدرت نامی مورد نیاز پایه بر اثر نیروی‌های وارده با استفاده از روش معادل سازی نیروها به نقطه تست تیر

لازم به‌ذکر است که در بسیاری از حالات خصوصا در مناطق خارج شهر نیروهای وارد بر پایه‌های کششی، بیش از رنج استاندارد قدرت پایه‌ها می‌گردد. در این حالات برای خنثی نمودن نیروهای بیشتر از قدرت نامی پایه از مهار استفاده می‌گردد. این مهارها معمولا کوتاه و محکم هستند. رفتار این اعضا مانند میله‌های مستقیمی است که تنها قادر به تحمل کشش هستند. در انتخاب این اجزا شیب مهار فاکتور بسیار مهمی است که روش طراحی آنها بر اساس روش حد نهایی می‌باشد. لازم به‌ذکر است در مهارها از اثر حرارت بر روی کشش آن‌ها صرفنظر می‌گردد. تنش مجاز در مهار باید تحت شرایط بارگذاری باد شدید، باد و یخ سنگین به مقدار ٦٥ درصد مقاومت شکست محدود شود تا از حد الاستیک مهار تجاوز نکند.

برای مهارهای کوچک و نسبتاً انعطاف‌پذیر تا ابعاد قطر حدود ۹ تا ۱۲ میلی‌متر انواع بست‌های مختلف وجود دارد که در شکل ۹ نشان داده شده‌اند. باتوجه به سایز کوچک مهارهای توزیع استفاده از پست U شکل یا بست با غلاف فشاری محدود کاربرد مناسبی دارد.

فهرست
شکل
جدول
پیشگفتار
۱
۲
۳
۴
۵
۶
پ الف
پ ب
پ ج
مراجع
اعضا



شکل ۹ : انواع بست‌های مورد استفاده در مهارها

نصب مهارها در زمین توسط تکیه‌گاه‌هایی[۱] صورت می‌گیرد که در برابر کشش مهار مقاومت می‌کند. نیروی کششی مهار در محل تکیه‌گاه به دو مولفه قائم و افقی قابل تجزیه است. نوع بست و تکیه گاه باتوجه به نیروی کششی، زاویه مهار، خصوصیت خاک و شرایط توپوگرافی زمین انتخاب می‌شود. طراحی یک تکیه‌گاه موثر و کارا نیاز به اطلاعاتی در مورد مقاومت خاک و سنگ زمین دارد. انواع تکیه‌گاه خاکی، بتنی، حلزونی در شبکه‌های توزیع می‌تواند کاربرد داشته باشد.

برای انتخاب مهار باتوجه به روش مقاومت رأس تیر نیاز است که در محاسبات، مقدار کشش مهار نیز در نظر گرفته شود. برای این منظور نیاز است تا معادلات تعادل در پایه حل گردد. در نوشتن معادلات استاتیکی حاکم باید توجه نمود که نیروهای وارد بر پایه با صرفنظر از پیش‌کشیدگی مهار تقریبا به نسبت سختی افقی پایه (Kp) و مهار (Km) بین آن‌ها همانند معادله (٦) تقسیم می‌شود. در صورت عدم امکان محاسبه سختی‌ها می‌توان از سختی پایه در مقابل مهار صرفنظر نمود.

$$\text{نیروی روی پایه} = \left(\text{برایند نیرو}\right) * Kp/(Kp + Km) \quad (٦)$$

به‌عنوان مثال برای محاسبه مقاومت سیم مهار در حالت پایه با دو مهار با دو نقطه اثر متفاوت نیرو، با صرفنظر کردن از سختی افقی پایه نسبت به مهار همانند شکل ۱۰ باید از معادلات (۷) الی (۹) استفاده نمود.

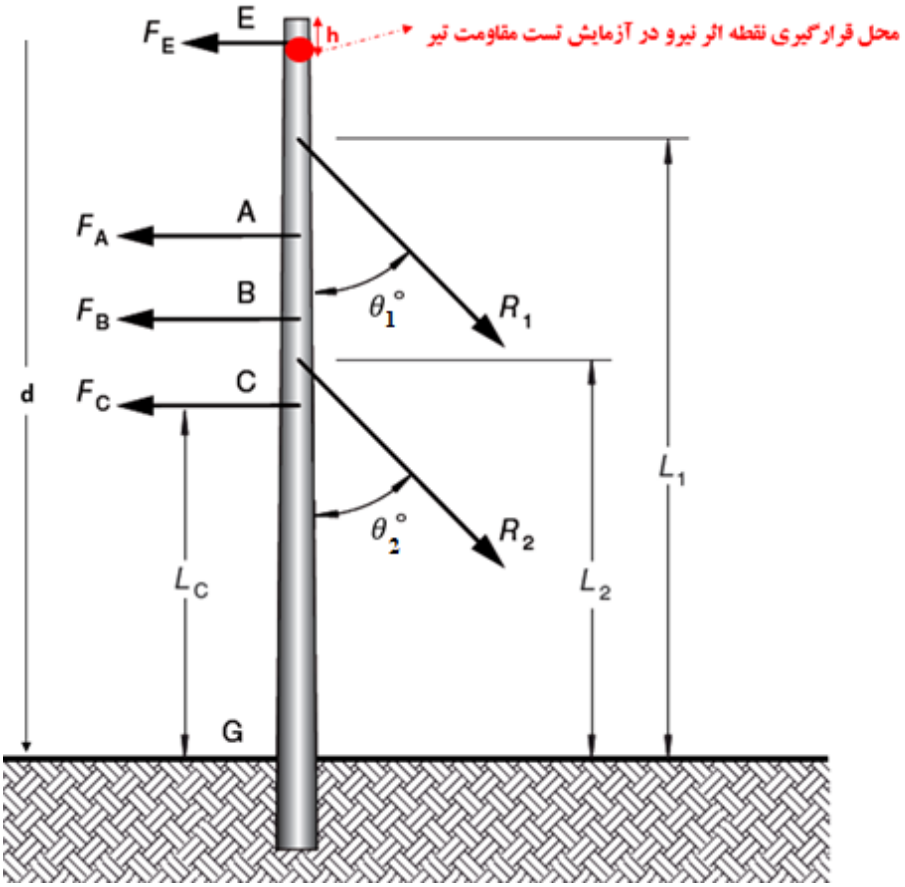
$$-R1 \times L1 \times sin(\theta 1) - R2 \times L2 \times sin(\theta 2) + FA \times LA + FB \times LB + FC \times LC + FE \times LE = ۰ \quad (۷)$$

$$-R1 \times sin(\theta 1) - R2 \times sin(\theta 2) + FA + FB + FC + FE = ۰ \quad (۸)$$

$$R1, R2 \leq \text{۶۵ درصد مقاومت حدی سیم} \quad (۹)$$

[۱] *Anchor*

فهرست
شکل
جدول
پیشگفتار
۱
۲
۳
۴
۵
۶
پ الف
پ ب
پ ج
مراجع
اعضا



شکل ۱۰ : مثال محاسبه مقاومت مورد نیاز سیم مهار

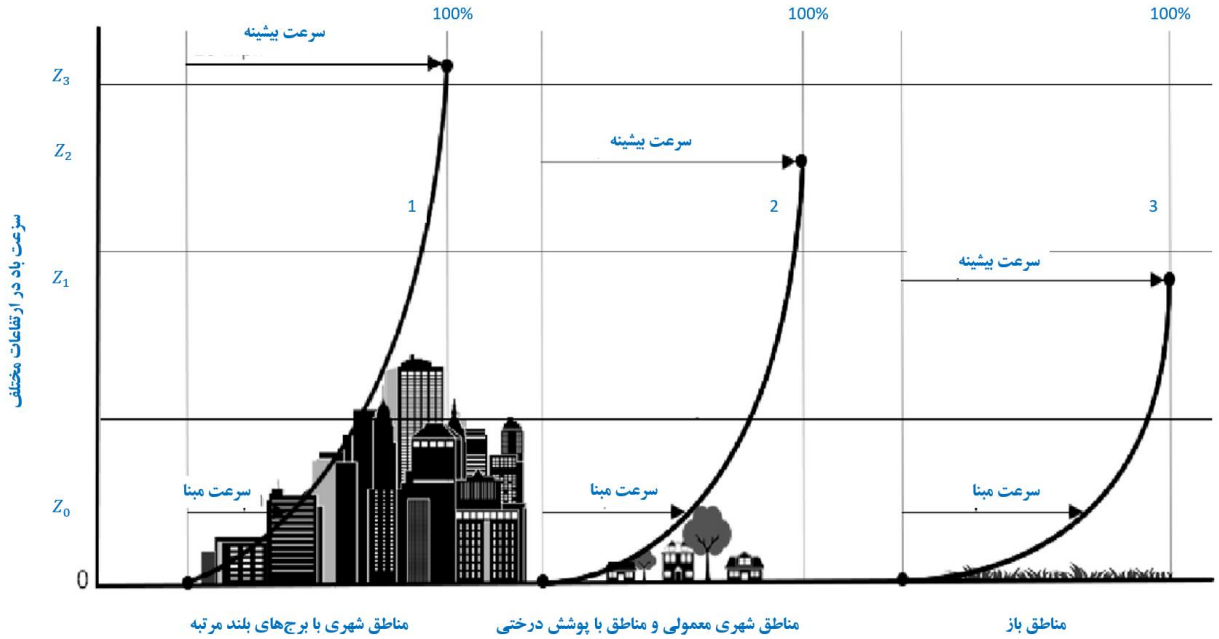
٦-۷-۱-نیروی باد وارد بر پایه

فشار ناشی از سرعت باد وارد بر پایه بر حسب kg/m^2 در هر ارتفاع در رابطه (۱۱) نشان داده شده است. در این رابطه Q پارامتر چگالی باد، $v(h)$ سرعت باد در ارتفاع h و CD_p ضریب درگ شکل و سطح پایه می‌باشد. همانطور که در فرمول مشخص است برای محاسبه فشار باد وارد بر پایه باید مقدار سرعت باد در ارتفاع h محاسبه شود. اما طبق دستورالعمل جمع‌آوری اطلاعات مورد نیاز برای طراحی شبکه‌های توزیع شرکت توانیر، مقدار سرعت باد در ارتفاعات مختلف در زمین‌های مختلف با افزایش از سطح زمین افزایش می‌یابد. لذا در صورت استفاده از اطلاعات ایستگاه های هواشناسی، باید سرعت مبنای باد (اندازه‌گیری شده در ارتفاع ۱۰ متری) برای ارتفاعات بیشتر و زمین‌های مختلف با استفاده از ضرایب معرفی شده در این دستورالعمل اصلاح گردد.

$$P(h) = Q \times V^{۲}(h) \times CD_p \qquad (۱۰)$$

برای روشن‌تر شدن اهمیت درنظر گرفتن تغییرات سرعت باد در ارتفاعات مختلف و در زمین‌های مختلف در شکل ۱۱ نمودار تقریبی سرعت باد بر حسب ارتفاع آورده شده است. همانطور که در شکل مشخص است سرعت باد از مقدار صفر نزدیک به سطح زمین با افزایش ارتفاع زیاد شده تا به مقدار بیشینه خود برسد. این

مقدار بیشینه در زمین‌های مختلف در ارتفاعات مختلف حاصل می‌شود. به‌طوریکه در زمین‌های هموار رشد سرعت باد نسبت به ارتفاع بیشتر می‌باشد.



شکل ۱۱: تغییر سرعت باد با فاصله گرفتن از سطح زمین در زمین‌های با موانع مختلف، (۱) مناطق شهری با ساختمان‌های بلند مرتبه، (۲) مناطق شهری معمولی و مناطق با پوشش درختی، (۳) مناطق باز

از آنجایی که مقدار سرعت باد در ارتفاعات پایه‌های توزیع کاهش می‌یابد و در سطح زمین مقدار آن نزدیک به صفر می‌شود، تنش ناشی از فشار باد روی پایه‌های توزیع در مقابل نیروهای سیم مقدار قابل توجهی نمی‌باشد. اما برای محاسبه‌ی نیروی ناشی از سرعت باد به روش بیان شده در قبل (روش مقاومت رأس تیر)، بردار نیروی نقطه‌ای ناشی از نیروی گسترده باد در فاصله‌ی h از رأس تیر (F_w) از معادلات ۱۲ الی ۱۵ به‌طور تقریبی محاسبه می‌شود. در این روابط H ارتفاع موثر برون از زمین پایه، $V(H)$ سرعت باد در ارتفاع H و $\bar{y}$ مقدار ارتفاع مرکز سطح پایه می‌باشد. مقدار K برای پایه‌های گرد ۰/۰۵ و برای پایه‌های H شکل ۰/۰۸۱۲ درنظر گرفته شود.

$$\bar{y} = \frac{H}{۳} \times (۲ \times a + b)/(a + b) \quad (۱۱)$$

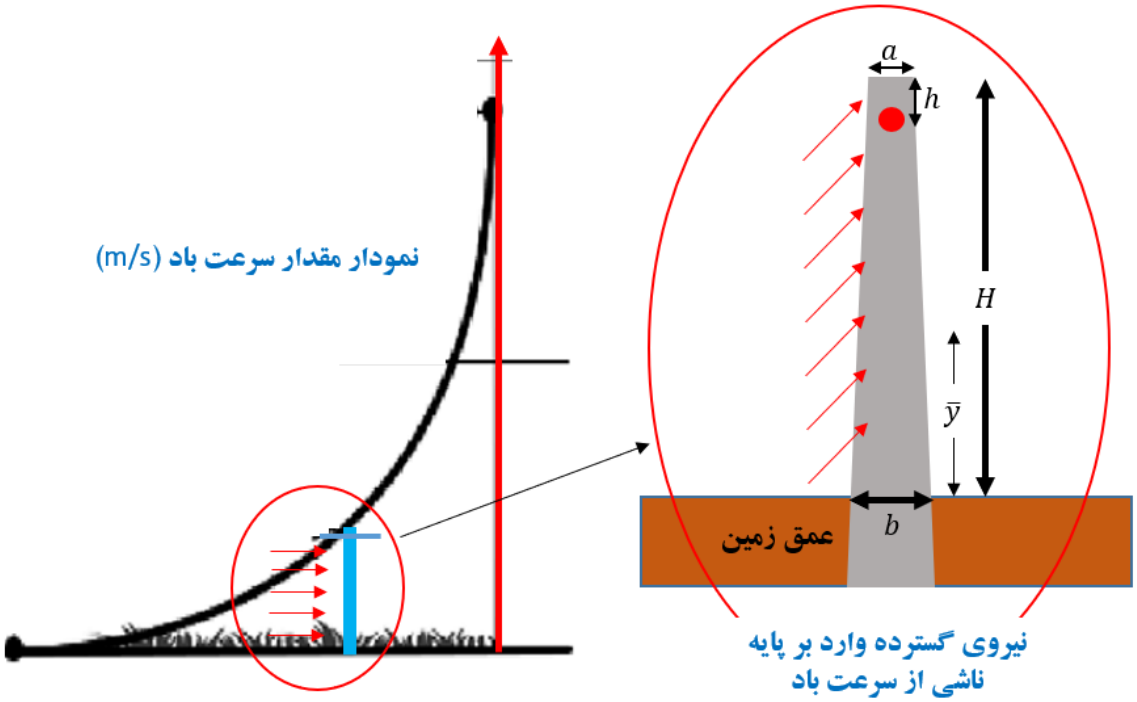
$$V_e = V(H)/۲ \quad (۱۲)$$

$$S_A = (a + b) \times H/۲ \quad (۱۳)$$

$$F_w = V_e^{۲} \times K \times S_A \times \bar{y}/(H - h) \quad (۱٤)$$

فهرست
شکل
جدول
پیشگفتار
۱
۲
۳
۴
۵
۶
پ الف
پ ب
پ ج
مراجع
اعضا

فهرست
شکل
جدول
پیشگفتار
۱
۲
۳
۴
۵
۶
پ الف
پ ب
پ ج
مراجع
اعضا



شکل ۱۲: نیروی گسترده ناشی از سرعت باد بر روی پایه.

٦-٧-٢-انتخاب مقره

مشخصات الکتریکی و مکانیکی مقره‌ها بر اساس استانداردهای *IEC 61952* ، *IEC 60383* و *IEC* ٦٢٢١٧ تعیین می‌گردد و با توجه به دستورالعمل‌های تعیین الزامات، معیارهای ارزیابی و آزمون های مقره های کامپوزیتی آویزی، کششی و اتکایی ۱۱ و۲۰ و ۳۳ کیلو ولت شرکت توانیر مقره‌های کامپوزیتی به دو دسته مقره‌های با فاصله جرقه کم و با فاصله جرقه زیاد تقسیم‌بندی می‌شوند.

مطابق تعاریف استاندارد، دو مشخصه مکانیکی مقره ها شامل بار خمشی یک سویه تعیین شده *(SCL*[۱]*)* و بار کششی تعیین شده *(STL*[۲]*)* توسط سازنده مقره مشخص می گردد. در دستورالعمل های فوق الذکر حداقل میزان *SCL* برای مقره های اتکایی ۵ *kN* برای مقره هایی با فاصله جرقه کم و ۷ *kN* برای مقره های با فاصله جرقه زیاد تعیین شده است. همچنین حداقل میزان *STL* برای مقره های کششی ۷۰ *kN* در نظر گرفته شده است که می توان آن را برای مقره های با ولتاژ ۲۰ و ۳۳ کیلولت تا ۱۲۰ *kN* نیز افزایش داد.

---

[۱] *Specified Cantilever Load:* بار خمشی یکسویه است که مقره هنگامی که تحت آزمون با شرایط از پیش تعیین شده قرار دارد، می تواند در اتصالات انتهایی خط آن بار را تحمل کند و این مقدار توسط سازنده مشخص می گردد.

[۲] *Specified Tensile Load:* بار کششی است که مقره هنگامی که تحت آزمون با شرایط از پیش تعیین شده قرار دارد، می تواند آن بار را تحمل کند و این مقدار توسط سازنده مشخص می گردد.

فهرست
شکل
جدول
پیشگفتار
۱
۲
۳
۴
۵
۶
پ الف
پ ب
پ ج
مراجع
اعضا

پیوست الف

در این قسمت، برای انواع تیپ‌های متداول هادی‌های مورد استفاده در شرکت‌های توزیع جداول سیم‌کشی به‌منظور تسهیل در محاسبات مکانیکی مورد نیاز آورده می‌شود. برای هر هادی جدول سیم‌کشی در پهنه‌های متوسط، سنگین و فوق سنگین آورده شده‌است. لازم به ذکر است مقادیر مذکور در جداول به عنوان نمونه بوده و با توجه به شرایط و موقعیت اجرای پروژه، انتخاب کشش اولیه و تهیه جدول سیم کشی با رعایت کلیه‌ی قیود محاسبات مکانیکی شبکه، قابل تغییر است.

فهرست
شکل
جدول
پیشگفتار
۱
۲
۳
۴
۵
۶
پ الف
پ ب
پ ج
مراجع
اعضا

سیم مینک:

جدول ۸ :فلش سیم‌کشی سیم مینک در منطقه متوسط

اسپن (m)	فلش (cm)					
	دما درجه سانتی‌گراد					
	-۵	۵	۱۵	۲۵	۳۵	۴۵
۳۰	۴	۵	۶	۷	۱۰	۱۵
۳۵	۵	۶	۸	۱۰	۱۴	۲۰
۴۰	۷	۸	۱۰	۱۳	۱۸	۲۵
۴۵	۹	۱۱	۱۳	۱۶	۲۲	۳۰
۵۰	۱۱	۱۳	۱۶	۲۰	۲۶	۳۶
۵۵	۱۳	۱۶	۱۹	۲۴	۳۲	۴۲
۶۰	۱۷	۲۰	۲۴	۳۱	۴۰	۵۱
۶۵	۲۱	۲۵	۳۰	۳۸	۴۹	۶۲
۷۰	۲۵	۳۰	۳۷	۴۷	۶۰	۷۴
۷۵	۳۱	۳۷	۴۶	۵۸	۷۲	۸۸
۸۰	۳۷	۴۶	۵۶	۷۰	۸۶	۱۰۲
۸۵	۴۵	۵۵	۶۸	۸۴	۱۰۱	۱۱۸
۹۰	۵۵	۶۷	۸۲	۹۹	۱۱۷	۱۳۴
۹۵	۶۶	۸۱	۹۸	۱۱۶	۱۳۴	۱۵۲
۱۰۰	۸۰	۹۶	۱۱۵	۱۳۴	۱۵۲	۱۷۰
۱۰۵	۹۶	۱۱۴	۱۳۳	۱۵۳	۱۷۲	۱۹۰
۱۱۰	۱۱۳	۱۳۳	۱۵۳	۱۷۳	۱۹۲	۲۱۰

فهرست
شکل
جدول
پیشگفتار
۱
۲
۳
۴
۵
۶
پ الف
پ ب
پ ج
مراجع
اعضا

جدول ۹:فلش سیم‌کشی سیم مینک در منطقه سنگین

اسپن (m)	فلش (cm)					
	دما درجه سانتی‌گراد					
	-۵	۵	۱۵	۲۵	۳۵	۴۵
۳۰	۴	۵	۷	۹	۱۴	۲۰
۳۵	۶	۸	۱۰	۱۴	۲۰	۲۸
۴۰	۹	۱۱	۱۴	۱۹	۲۷	۳۷
۴۵	۱۲	۱۵	۱۹	۲۶	۳۶	۴۷
۵۰	۱۶	۲۰	۲۶	۳۵	۴۷	۵۹
۵۵	۲۱	۲۷	۳۵	۴۶	۵۹	۷۱
۶۰	۲۷	۳۵	۴۶	۵۹	۷۲	۸۵
۶۵	۳۶	۴۶	۵۹	۷۳	۸۷	۱۰۰
۷۰	۴۸	۶۰	۷۵	۹۰	۱۰۴	۱۱۸
۷۵	۶۵	۸۰	۹۵	۱۱۰	۱۲۵	۱۳۸
۸۰	۸۵	۱۰۲	۱۱۷	۱۳۳	۱۴۷	۱۶۰
۸۵	۱۰۹	۱۲۵	۱۴۱	۱۵۶	۱۷۰	۱۸۴
۹۰	۱۳۴	۱۵۱	۱۶۷	۱۸۱	۱۹۶	۲۰۹

جدول ۱۰ :فلش سیم‌کشی سیم مینک در منطقه فوق سنگین

اسپن (m)	فلش (cm)					
	دما درجه سانتی‌گراد					
	-۵	۵	۱۵	۲۵	۳۵	۴۵
۳۰	۶	۸	۱۰	۱۵	۲۳	۳۲
۳۵	۱۱	۱۵	۲۲	۳۱	۴۱	۴۹
۴۰	۲۳	۳۲	۴۲	۵۲	۶۱	۶۹
۴۵	۴۵	۵۶	۶۶	۷۶	۸۴	۹۲
۵۰	۷۳	۸۴	۹۳	۱۰۱	۱۱۰	۱۱۷
۵۵	۱۰۴	۱۱۳	۱۲۲	۱۳۰	۱۳۸	۱۴۵
۶۰	۱۳۶	۱۴۵	۱۵۳	۱۶۱	۱۶۹	۱۷۶
۶۵	۱۷۰	۱۷۹	۱۸۷	۱۹۴	۲۰۲	۲۰۹

فهرست
شکل
جدول
پیشگفتار
۱
۲
۳
۴
۵
۶
پ الف
پ ب
پ ج
مراجع
اعضا

سیم هاینا:

جدول ۱۱ :فلش سیم‌کشی سیم هاینا در منطقه متوسط

اسپن (m)	فلش (cm)					
	دما درجه سانتی‌گراد					
	-۵	۵	۱۵	۲۵	۳۵	۴۵
۳۰	۴	۴	۵	۶	۸	۱۰
۳۵	۵	۶	۷	۸	۱۰	۱۴
۴۰	۶	۷	۹	۱۱	۱۳	۱۸
۴۵	۸	۹	۱۱	۱۳	۱۷	۲۲
۵۰	۱۰	۱۲	۱۴	۱۶	۲۰	۲۶
۵۵	۱۲	۱۴	۱۶	۲۰	۲۴	۳۱
۶۰	۱۵	۱۷	۱۹	۲۳	۲۹	۳۷
۶۵	۱۷	۲۰	۲۳	۲۷	۳۴	۴۲
۷۰	۲۰	۲۳	۲۶	۳۱	۳۸	۴۸
۷۵	۲۳	۲۶	۳۰	۳۶	۴۴	۵۴
۸۰	۲۶	۲۹	۳۴	۴۱	۴۹	۶۰
۸۵	۲۹	۳۴	۳۹	۴۶	۵۶	۶۸
۹۰	۳۴	۳۹	۴۵	۵۳	۶۴	۷۸
۹۵	۳۸	۴۴	۵۱	۶۱	۷۳	۸۸
۱۰۰	۴۴	۵۰	۵۹	۷۰	۸۳	۹۹
۱۰۵	۵۰	۵۷	۶۷	۷۹	۹۴	۱۱۱
۱۱۰	۵۶	۶۵	۷۶	۸۹	۱۰۵	۱۲۴
۱۱۵	۶۳	۷۳	۸۵	۱۰۰	۱۱۸	۱۳۷
۱۲۰	۷۱	۸۲	۹۶	۱۱۲	۱۳۱	۱۵۱
۱۲۵	۸۰	۹۲	۱۰۸	۱۲۵	۱۴۵	۱۶۶
۱۳۰	۹۰	۱۰۳	۱۲۰	۱۳۹	۱۶۰	۱۸۲
۱۳۵	۱۰۰	۱۱۶	۱۳۴	۱۵۴	۱۷۶	۱۹۸

جدول ۱۲:فلش سیم‌کشی سیم هاینا در منطقه سنگین

اسپن (m)	فلش (cm)					
	دما درجه سانتی‌گراد					
	-۵	۵	۱۵	۲۵	۳۵	۴۵
۳۰	۴	۵	۵	۷	۹	۱۲
۳۵	۵	۶	۷	۹	۱۲	۱۶
۴۰	۷	۸	۱۰	۱۲	۱۵	۲۱
۴۵	۹	۱۰	۱۲	۱۵	۲۰	۲۶
۵۰	۱۱	۱۳	۱۶	۱۹	۲۵	۳۳
۵۵	۱۴	۱۶	۲۰	۲۴	۳۱	۴۰
۶۰	۱۷	۲۰	۲۴	۳۰	۳۸	۴۹
۶۵	۲۱	۲۴	۲۹	۳۶	۴۶	۵۸
۷۰	۲۵	۲۹	۳۵	۴۳	۵۴	۶۷
۷۵	۲۹	۳۴	۴۲	۵۱	۶۴	۷۸
۸۰	۳۴	۴۱	۴۹	۶۱	۷۴	۹۰
۸۵	۴۰	۴۸	۵۸	۷۱	۸۶	۱۰۲
۹۰	۴۷	۵۶	۶۸	۸۲	۹۸	۱۱۵
۹۵	۵۵	۶۵	۷۹	۹۴	۱۱۱	۱۲۹
۱۰۰	۶۴	۷۶	۹۰	۱۰۷	۱۲۵	۱۴۴
۱۰۵	۷۴	۸۷	۱۰۴	۱۲۲	۱۴۰	۱۵۹
۱۱۰	۸۷	۱۰۲	۱۲۰	۱۳۹	۱۵۹	۱۷۸
۱۱۵	۱۰۲	۱۱۹	۱۳۹	۱۵۹	۱۷۹	۱۹۸

فهرست
شکل
جدول
پیشگفتار
۱
۲
۳
۴
۵
۶
پ الف
پ ب
پ ج
مراجع
اعضا

جدول ۱۳ :فلش سیم‌کشی سیم هاینا در منطقه فوق سنگین

اسپن (m)	فلش (cm) دما درجه سانتی‌گراد					
	-۵	۵	۱۵	۲۵	۳۵	۴۵
۳۰	۴	۵	۶	۸	۱۰	۱۵
۳۵	۶	۷	۸	۱۰	۱۴	۱۹
۴۰	۷	۹	۱۱	۱۳	۱۸	۲۴
۴۵	۱۰	۱۲	۱۵	۱۸	۲۴	۳۳
۵۰	۱۴	۱۷	۲۱	۲۷	۳۶	۴۷
۵۵	۱۹	۲۴	۳۰	۳۹	۵۰	۶۳
۶۰	۲۷	۳۴	۴۳	۵۵	۶۸	۸۱
۶۵	۳۸	۴۸	۶۰	۷۴	۸۸	۱۰۱
۷۰	۵۴	۶۷	۸۱	۹۶	۱۰۹	۱۲۲
۷۵	۷۵	۹۰	۱۰۵	۱۱۹	۱۳۳	۱۴۶
۸۰	۱۰۰	۱۱۵	۱۳۰	۱۴۴	۱۵۸	۱۷۰
۸۵	۱۲۷	۱۴۳	۱۵۷	۱۷۱	۱۸۵	۱۹۷

فهرست
شکل
جدول
پیشگفتار
۱
۲
۳
۴
۵
۶
پ الف
پ ب
پ ج
مراجع
اعضا

فهرست
شکل
جدول
پیشگفتار
۱
۲
۳
۴
۵
۶
پ الف
پ ب
پ ج
مراجع
اعضا

سیم لینکس:

جدول ۱۴ :فلش سیم‌کشی سیم لینکس در منطقه متوسط

اسپن (m)	فلش (cm) دما درجه سانتی‌گراد					
	-۵	۵	۱۵	۲۵	۳۵	۴۵
۳۰	۳	۴	۴	۵	۶	۸
۳۵	۵	۵	۶	۷	۹	۱۱
۴۰	۶	۷	۸	۹	۱۱	۱۴
۴۵	۸	۹	۱۰	۱۲	۱۴	۱۸
۵۰	۱۰	۱۱	۱۲	۱۵	۱۸	۲۲
۵۵	۱۲	۱۳	۱۵	۱۸	۲۱	۲۶
۶۰	۱۴	۱۶	۱۸	۲۱	۲۵	۳۱
۶۵	۱۶	۱۸	۲۱	۲۴	۲۹	۳۶
۷۰	۱۹	۲۱	۲۴	۲۸	۳۴	۴۱
۷۵	۲۱	۲۴	۲۸	۳۲	۳۸	۴۷
۸۰	۲۴	۲۷	۳۱	۳۷	۴۳	۵۲
۸۵	۲۷	۳۱	۳۵	۴۱	۴۹	۵۸
۹۰	۳۱	۳۵	۴۰	۴۶	۵۴	۶۵
۹۵	۳۴	۳۹	۴۴	۵۱	۶۰	۷۱
۱۰۰	۳۸	۴۳	۴۹	۵۶	۶۶	۷۸
۱۰۵	۴۲	۴۷	۵۳	۶۲	۷۲	۸۵
۱۱۰	۴۶	۵۱	۵۹	۶۷	۷۸	۹۲
۱۱۵	۵۰	۵۶	۶۴	۷۳	۸۵	۹۹
۱۲۰	۵۴	۶۱	۶۹	۷۹	۹۲	۱۰۶
۱۲۵	۶۰	۶۷	۷۶	۸۷	۱۰۱	۱۱۶
۱۳۰	۶۶	۷۴	۸۳	۹۵	۱۱۰	۱۲۷
۱۳۵	۷۲	۸۱	۹۱	۱۰۴	۱۲۰	۱۳۷
۱۴۰	۷۸	۸۸	۱۰۰	۱۱۴	۱۳۰	۱۴۹
۱۴۵	۸۵	۹۶	۱۰۸	۱۲۳	۱۴۱	۱۶۱
۱۵۰	۹۳	۱۰۴	۱۱۸	۱۳۴	۱۵۲	۱۷۳
۱۵۵	۱۰۱	۱۱۳	۱۲۸	۱۴۵	۱۶۴	۱۸۶
۱۶۰	۱۰۹	۱۲۲	۱۳۸	۱۵۶	۱۷۷	۱۹۹
۱۶۵	۱۱۸	۱۳۲	۱۴۹	۱۶۸	۱۹۰	۲۱۳

فهرست
شکل
جدول
پیشگفتار
۱
۲
۳
۴
۵
۶
پ الف
پ ب
پ ج
مراجع
اعضا

جدول ۱۵ :فلش سیم‌کشی سیم لینکس در منطقه سنگین

اسپن (m)	فلش (cm) دما درجه سانتی‌گراد					
	-۵	۵	۱۵	۲۵	۳۵	۴۵
۳۰	۴	۴	۵	۶	۷	۱۰
۳۵	۵	۶	۷	۸	۱۰	۱۳
۴۰	۶	۷	۹	۱۰	۱۳	۱۷
۴۵	۸	۹	۱۱	۱۳	۱۶	۲۱
۵۰	۱۰	۱۲	۱۳	۱۶	۲۰	۲۵
۵۵	۱۲	۱۴	۱۶	۱۹	۲۴	۳۰
۶۰	۱۵	۱۷	۱۹	۲۳	۲۸	۳۵
۶۵	۱۷	۲۰	۲۳	۲۷	۳۳	۴۱
۷۰	۲۰	۲۳	۲۷	۳۲	۳۸	۴۷
۷۵	۲۳	۲۷	۳۱	۳۷	۴۵	۵۵
۸۰	۲۷	۳۱	۳۶	۴۳	۵۱	۶۲
۸۵	۳۱	۳۵	۴۱	۴۹	۵۸	۷۰
۹۰	۳۵	۴۰	۴۷	۵۵	۶۶	۷۹
۹۵	۴۰	۴۶	۵۳	۶۲	۷۴	۸۸
۱۰۰	۴۵	۵۱	۶۰	۷۰	۸۳	۹۸
۱۰۵	۵۰	۵۷	۶۷	۷۸	۹۲	۱۰۸
۱۱۰	۵۶	۶۴	۷۴	۸۷	۱۰۲	۱۱۹
۱۱۵	۶۲	۷۱	۸۳	۹۶	۱۱۲	۱۳۰
۱۲۰	۶۹	۷۹	۹۱	۱۰۶	۱۲۳	۱۴۲
۱۲۵	۷۶	۸۸	۱۰۱	۱۱۷	۱۳۵	۱۵۴
۱۳۰	۸۴	۹۶	۱۱۱	۱۲۸	۱۴۷	۱۶۷
۱۳۵	۹۳	۱۰۶	۱۲۲	۱۴۰	۱۵۹	۱۸۰
۱۴۰	۱۰۲	۱۱۶	۱۳۳	۱۵۲	۱۷۳	۱۹۴

جدول ۱۶ :فلش سیم‌کشی سیم لینکس در منطقه فوق سنگین

اسپن (m)	فلش (cm) دما درجه سانتی‌گراد					
	-۵	۵	۱۵	۲۵	۳۵	۴۵
۳۰	۴	۴	۵	۶	۸	۱۱
۳۵	۵	۶	۷	۹	۱۱	۱۵
۴۰	۷	۸	۹	۱۱	۱۴	۱۹
۴۵	۹	۱۰	۱۲	۱۴	۱۸	۲۴
۵۰	۱۱	۱۲	۱۵	۱۸	۲۲	۲۸
۵۵	۱۳	۱۵	۱۸	۲۱	۲۶	۳۴
۶۰	۱۶	۱۸	۲۱	۲۵	۳۱	۳۹
۶۵	۱۸	۲۱	۲۵	۳۰	۳۶	۴۵
۷۰	۲۲	۲۵	۲۹	۳۵	۴۳	۵۴
۷۵	۲۶	۳۱	۳۶	۴۳	۵۳	۶۵
۸۰	۳۲	۳۷	۴۴	۵۳	۶۵	۷۸
۸۵	۳۸	۴۵	۵۴	۶۵	۷۸	۹۳
۹۰	۴۶	۵۴	۶۵	۷۸	۹۳	۱۰۹
۹۵	۵۶	۶۶	۷۸	۹۳	۱۰۹	۱۲۶
۱۰۰	۶۷	۷۹	۹۳	۱۱۰	۱۲۷	۱۴۴
۱۰۵	۸۰	۹۴	۱۱۱	۱۲۸	۱۴۶	۱۶۴
۱۱۰	۹۶	۱۱۲	۱۳۰	۱۴۸	۱۶۶	۱۸۴

فهرست
شکل
جدول
پیشگفتار
۱
۲
۳
۴
۵
۶
پ الف
پ ب
پ ج
مراجع
اعضا

فهرست
شکل
جدول
پیشگفتار
۱
۲
۳
۴
۵
۶
پ الف
پ ب
پ ج
مراجع
اعضا

سیم روکشدار آلومینیوم ۷۰ با عایق XLPE:

جدول ۱۷ :فلش سیم‌کشی سیم روکشدار آلومینیوم ۷۰ در منطقه متوسط

فلش (*cm*)						
اسپن (*m*)	دما درجه سانتی‌گراد					
	-۵	۵	۱۵	۲۵	۳۵	۴۵
۳۰	۵	۵	۷	۸	۱۱	۱۵
۳۵	۶	۷	۹	۱۱	۱۵	۲۰
۴۰	۸	۱۰	۱۲	۱۴	۱۹	۲۵
۴۵	۱۰	۱۲	۱۵	۱۸	۲۳	۳۱
۵۰	۱۳	۱۵	۱۸	۲۳	۲۹	۳۸
۵۵	۱۶	۱۹	۲۳	۲۹	۳۶	۴۷
۶۰	۲۰	۲۴	۲۹	۳۶	۴۶	۵۹
۶۵	۲۵	۳۰	۳۷	۴۶	۵۸	۷۲
۷۰	۳۱	۳۸	۴۶	۵۷	۷۱	۸۶
۷۵	۳۹	۴۷	۵۷	۷۰	۸۶	۱۰۲
۸۰	۴۸	۵۷	۷۰	۸۵	۱۰۲	۱۱۹
۸۵	۵۸	۷۰	۸۵	۱۰۲	۱۲۰	۱۳۷
۹۰	۷۱	۸۶	۱۰۳	۱۲۱	۱۳۹	۱۵۷
۹۵	۸۷	۱۰۳	۱۲۲	۱۴۱	۱۶۰	۱۷۸
۱۰۰	۱۰۴	۱۲۳	۱۴۳	۱۶۳	۱۸۲	۲۰۰

فهرست
شکل
جدول
پیشگفتار
۱
۲
۳
۴
۵
۶
پ الف
پ ب
پ ج
مراجع
اعضا

جدول ۱۸ :فلش سیم‌کشی سیم روکشدار آلومینیوم ۷۰ در منطقه سنگین

اسپن (m)	فلش (cm) دما درجه سانتی‌گراد					
	-۵	۵	۱۵	۲۵	۳۵	۴۵
۳۰	۵	۶	۸	۱۰	۱۴	۲۱
۳۵	۸	۹	۱۱	۱۵	۲۱	۲۹
۴۰	۱۰	۱۳	۱۶	۲۱	۲۹	۳۹
۴۵	۱۴	۱۷	۲۲	۳۰	۳۹	۵۱
۵۰	۱۹	۲۴	۳۰	۴۰	۵۲	۶۴
۵۵	۲۵	۳۲	۴۱	۵۲	۶۵	۷۹
۶۰	۳۳	۴۲	۵۳	۶۷	۸۱	۹۵
۶۵	۴۴	۵۶	۷۰	۸۴	۹۹	۱۱۳
۷۰	۶۱	۷۶	۹۱	۱۰۷	۱۲۱	۱۳۵
۷۵	۸۳	۹۹	۱۱۵	۱۳۱	۱۴۶	۱۶۰
۸۰	۱۰۸	۱۲۵	۱۴۱	۱۵۷	۱۷۲	۱۸۶
۸۵	۱۳۶	۱۵۳	۱۶۹	۱۸۵	۱۹۹	۲۱۳

جدول ۱۹ :فلش سیم‌کشی سیم روکشدار آلومینیوم ۷۰ در منطقه فوق سنگین

اسپن (m)	فلش (cm) دما درجه سانتی‌گراد					
	-۵	۵	۱۵	۲۵	۳۵	۴۵
۳۰	۷	۹	۱۲	۱۷	۲۵	۳۳
۳۵	۱۳	۱۸	۲۵	۳۴	۴۴	۵۳
۴۰	۲۷	۳۷	۴۷	۵۸	۶۷	۷۶
۴۵	۵۳	۶۴	۷۵	۸۴	۹۳	۱۰۲
۵۰	۸۴	۹۵	۱۰۵	۱۱۴	۱۲۲	۱۳۱
۵۵	۱۱۸	۱۲۸	۱۳۷	۱۴۶	۱۵۴	۱۶۲
۶۰	۱۵۴	۱۶۴	۱۷۳	۱۸۱	۱۸۹	۱۹۷

فهرست
شکل
جدول
پیشگفتار
۱
۲
۳
۴
۵
۶
پ الف
پ ب
پ ج
مراجع
اعضا

سیم روکشدار آلومینیوم ۱۲۰ با عایق XLPE:

جدول ۲۰ :فلش سیم‌کشی سیم آلومینیوم ۱۲۰ با عایق *XLPE* در منطقه متوسط

فلش (*cm*)					
اسپن (*m*)	دما درجه سانتی‌گراد				
	-۵	۵	۱۵	۲۵	۳۵	۴۵
۳۰	۴	۵	۶	۸	۱۰	۱۴
۳۵	۶	۷	۸	۱۰	۱۴	۱۹
۴۰	۸	۹	۱۱	۱۳	۱۷	۲۴
۴۵	۱۰	۱۱	۱۴	۱۷	۲۲	۲۹
۵۰	۱۲	۱۴	۱۷	۲۱	۲۶	۳۵
۵۵	۱۴	۱۷	۲۰	۲۵	۳۲	۴۱
۶۰	۱۷	۲۰	۲۴	۲۹	۳۷	۴۸
۶۵	۲۰	۲۳	۲۸	۳۴	۴۳	۵۴
۷۰	۲۳	۲۷	۳۲	۳۹	۴۹	۶۱
۷۵	۲۷	۳۲	۳۸	۴۶	۵۷	۷۱
۸۰	۳۲	۳۷	۴۴	۵۴	۶۷	۸۲
۸۵	۳۷	۴۴	۵۲	۶۳	۷۸	۹۴
۹۰	۴۳	۵۱	۶۱	۷۴	۹۰	۱۰۸
۹۵	۵۰	۵۹	۷۱	۸۵	۱۰۳	۱۲۲
۱۰۰	۵۸	۶۸	۸۲	۹۸	۱۱۷	۱۳۷
۱۰۵	۶۷	۷۹	۹۴	۱۱۲	۱۳۲	۱۵۳
۱۱۰	۷۷	۹۱	۱۰۷	۱۲۷	۱۴۸	۱۷۰
۱۱۵	۸۸	۱۰۴	۱۲۲	۱۴۳	۱۶۵	۱۸۸
۱۲۰	۱۰۰	۱۱۸	۱۳۸	۱۶۰	۱۸۳	۲۰۶

فهرست
شکل
جدول
پیشگفتار
۱
۲
۳
۴
۵
۶
پ الف
پ ب
پ ج
مراجع
اعضا

جدول ۲۱ :فلش سیم‌کشی سیم آلومینیوم ۱۲۰ با عایق *XLPE* در منطقه سنگین

اسپن	فلش (*cm*)					
	دما درجه سانتی‌گراد					
(*m*)	-۵	۵	۱۵	۲۵	۳۵	۴۵
۳۰	۵	۶	۷	۹	۱۲	۱۸
۳۵	۶	۷	۹	۱۲	۱۶	۲۳
۴۰	۸	۱۰	۱۲	۱۶	۲۱	۳۰
۴۵	۱۱	۱۳	۱۶	۲۱	۲۸	۳۸
۵۰	۱۴	۱۷	۲۱	۲۷	۳۶	۴۷
۵۵	۱۸	۲۱	۲۶	۳۴	۴۴	۵۷
۶۰	۲۲	۲۶	۳۳	۴۲	۵۴	۶۸
۶۵	۲۷	۳۲	۴۰	۵۱	۶۵	۸۰
۷۰	۳۲	۳۹	۴۹	۶۲	۷۷	۹۳
۷۵	۳۹	۴۸	۵۹	۷۴	۹۰	۱۰۷
۸۰	۴۷	۵۷	۷۱	۸۷	۱۰۴	۱۲۲
۸۵	۵۶	۶۹	۸۴	۱۰۲	۱۲۰	۱۳۸
۹۰	۶۷	۸۱	۹۹	۱۱۷	۱۳۶	۱۵۵
۹۵	۸۰	۹۷	۱۱۶	۱۳۵	۱۵۵	۱۷۴
۱۰۰	۹۷	۱۱۶	۱۳۶	۱۵۷	۱۷۷	۱۹۶
۱۰۵	۵	۶	۷	۹	۱۲	۱۸
۱۱۰	۶	۷	۹	۱۲	۱۶	۲۳
۱۱۵	۸	۱۰	۱۲	۱۶	۲۱	۳۰
۱۲۰	۱۱	۱۳	۱۶	۲۱	۲۸	۳۸
۱۲۵	۱۴	۱۷	۲۱	۲۷	۳۶	۴۷
۱۳۰	۱۸	۲۱	۲۶	۳۴	۴۴	۵۷
۱۳۵	۲۲	۲۶	۳۳	۴۲	۵۴	۶۸
۱۴۰	۲۷	۳۲	۴۰	۵۱	۶۵	۸۰

جدول ۲۲ :فلش سیم‌کشی سیم آلومینیوم ۱۲۰ با عایق *XLPE* در منطقه فوق سنگین

اسپن	فلش (*cm*)					
	دما درجه سانتی‌گراد					
(*m*)	-۵	۵	۱۵	۲۵	۳۵	۴۵
۳۰	۵	۶	۸	۱۰	۱۴	۲۱
۳۵	۷	۸	۱۰	۱۴	۱۹	۲۷
۴۰	۱۰	۱۲	۱۵	۲۰	۲۷	۳۷
۴۵	۱۴	۱۷	۲۳	۳۱	۴۱	۵۳
۵۰	۲۱	۲۶	۳۵	۴۶	۵۹	۷۲
۵۵	۳۱	۴۱	۵۳	۶۶	۸۰	۹۲
۶۰	۴۷	۶۱	۷۵	۸۹	۱۰۳	۱۱۵
۶۵	۷۰	۸۵	۱۰۰	۱۱۴	۱۲۸	۱۴۰
۷۰	۹۷	۱۱۳	۱۲۸	۱۴۲	۱۵۵	۱۶۷
۷۵	۱۲۸	۱۴۳	۱۵۷	۱۷۱	۱۸۳	۱۹۵

فهرست
شکل
جدول
پیشگفتار
۱
۲
۳
۴
۵
۶
پ الف
پ ب
پ ج
مراجع
اعضا

فهرست
شکل
جدول
پیشگفتار
۱
۲
۳
۴
۵
۶
پ الف
پ ب
پ ج
مراجع
اعضا

سیم روکشدار آلومینیوم ۱۸۵ با عایق XLPE:

جدول ۲۳ :فلش سیم‌کشی سیم روکشدار آلومینیوم ۱۸۵ با عایق *XLPE* در منطقه متوسط

اسپن	فلش (*cm*)					
	دما درجه سانتی‌گراد					
(*m*)	-۵	۵	۱۵	۲۵	۳۵	۴۵
۳۰	۴	۵	۶	۷	۱۰	۱۴
۳۵	۶	۷	۸	۱۰	۱۳	۱۸
۴۰	۷	۹	۱۰	۱۳	۱۷	۲۳
۴۵	۹	۱۱	۱۳	۱۶	۲۱	۲۸
۵۰	۱۱	۱۳	۱۶	۲۰	۲۵	۳۴
۵۵	۱۴	۱۶	۱۹	۲۴	۳۰	۴۰
۶۰	۱۶	۱۹	۲۳	۲۸	۳۶	۴۶
۶۵	۱۹	۲۲	۲۷	۳۳	۴۱	۵۳
۷۰	۲۲	۲۶	۳۱	۳۸	۴۷	۶۰
۷۵	۲۶	۳۰	۳۵	۴۳	۵۳	۶۷
۸۰	۲۹	۳۴	۴۰	۴۸	۶۰	۷۴
۸۵	۳۳	۳۸	۴۵	۵۴	۶۶	۸۲
۹۰	۳۷	۴۳	۵۰	۶۰	۷۴	۹۰
۹۵	۴۲	۴۹	۵۷	۶۹	۸۴	۱۰۱
۱۰۰	۴۸	۵۵	۶۵	۷۸	۹۴	۱۱۳
۱۰۵	۵۴	۶۳	۷۴	۸۸	۱۰۶	۱۲۶
۱۱۰	۶۱	۷۱	۸۳	۹۹	۱۱۸	۱۳۹
۱۱۵	۶۸	۸۰	۹۴	۱۱۱	۱۳۲	۱۵۴
۱۲۰	۷۷	۸۹	۱۰۵	۱۲۴	۱۴۶	۱۶۹
۱۲۵	۸۶	۱۰۰	۱۱۷	۱۳۸	۱۶۰	۱۸۴
۱۳۰	۹۶	۱۱۱	۱۳۰	۱۵۲	۱۷۶	۲۰۱
۱۳۵	۱۰۶	۱۲۴	۱۴۴	۱۶۸	۱۹۲	۲۱۸

جدول ۲٤ :فلش سیم‌کشی سیم روکشدار آلومینیوم ۱۸۵ با عایق *XLPE* در منطقه سنگین

اسپن	فلش (*cm*)					
	دما درجه سانتی‌گراد					
(*m*)	-٥	٥	١٥	٢٥	٣٥	٤٥
٣٠	٤	٥	٦	٨	١١	١٧
٣٥	٦	٧	٩	١١	١٥	٢٢
٤٠	٨	٩	١١	١٥	٢٠	٢٧
٤٥	١٠	١٢	١٤	١٨	٢٤	٣٣
٥٠	١٣	١٥	١٨	٢٣	٣١	٤١
٥٥	١٥	١٨	٢٣	٢٩	٣٨	٤٩
٦٠	١٩	٢٢	٢٨	٣٥	٤٥	٥٩
٦٥	٢٣	٢٧	٣٣	٤٢	٥٤	٦٨
٧٠	٢٧	٣٢	٤٠	٥٠	٦٣	٧٩
٧٥	٣٢	٣٨	٤٧	٥٩	٧٤	٩٠
٨٠	٣٧	٤٥	٥٥	٦٩	٨٥	١٠٢
٨٥	٤٤	٥٣	٦٤	٧٩	٩٧	١١٥
٩٠	٥١	٦١	٧٥	٩١	١١٠	١٢٩
٩٥	٥٩	٧١	٨٦	١٠٤	١٢٣	١٤٣
١٠٠	٦٨	٨١	٩٨	١١٧	١٣٨	١٥٨
١٠٥	٧٨	٩٣	١١١	١٣٢	١٥٣	١٧٤
١١٠	٨٩	١٠٦	١٢٥	١٤٧	١٦٩	١٩١
١١٥	١٠١	١٢٠	١٤١	١٦٣	١٨٦	٢٠٨

فهرست
شکل
جدول
پیشگفتار
۱
۲
۳
۴
۵
۶
پ الف
پ ب
پ ج
مراجع
اعضا

جدول ۲۵ :فلش سیم‌کشی سیم روکشدار آلومینیوم ۱۸۵ با عایق *XLPE* در منطقه فوق سنگین

اسپن	فلش (*cm*)					
	دما درجه سانتی‌گراد					
(*m*)	-۵	۵	۱۵	۲۵	۳۵	۴۵
۳۰	۵	۶	۷	۱۰	۱۴	۲۱
۳۵	۷	۸	۱۰	۱۳	۱۸	۲۷
۴۰	۹	۱۰	۱۳	۱۷	۲۳	۳۳
۴۵	۱۱	۱۳	۱۶	۲۱	۲۸	۳۹
۵۰	۱۴	۱۶	۲۰	۲۷	۳۶	۴۸
۵۵	۱۸	۲۲	۲۸	۳۷	۴۸	۶۲
۶۰	۲۴	۳۰	۳۹	۵۰	۶۴	۷۹
۶۵	۳۲	۴۱	۵۲	۶۷	۸۲	۹۷
۷۰	۴۴	۵۵	۷۰	۸۶	۱۰۲	۱۱۸
۷۵	۵۹	۷۴	۹۱	۱۰۸	۱۲۴	۱۴۰
۸۰	۷۹	۹۶	۱۱۴	۱۳۱	۱۴۸	۱۶۳
۸۵	۱۰۲	۱۲۱	۱۳۹	۱۵۶	۱۷۳	۱۸۸
۹۰	۱۲۹	۱۴۸	۱۶۶	۱۸۳	۱۹۹	۲۱۵

فهرست
شکل
جدول
پیشگفتار
۱
۲
۳
۴
۵
۶
پ الف
پ ب
پ ج
مراجع
اعضا

فهرست
شکل
جدول
پیشگفتار
۱
۲
۳
۴
۵
۶
پ الف
پ ب
پ ج
مراجع
اعضا

سیم خودنگهدار ۷۰ فشار متوسط:

جدول ۲۶ :فلش سیم‌کشی سیم خودنگهدار ۷۰ در منطقه متوسط

اسپن (m)	فلش (cm) دما درجه سانتی‌گراد					
	-۵	۵	۱۵	۲۵	۳۵	۴۵
۳۰	۹	۱۰	۱۰	۱۱	۱۱	۱۲
۳۵	۱۳	۱۳	۱۴	۱۵	۱۵	۱۶
۴۰	۱۷	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰	۲۱
۴۵	۲۲	۲۳	۲۴	۲۵	۲۶	۲۸
۵۰	۲۷	۲۹	۳۰	۳۱	۳۳	۳۵
۵۵	۳۴	۳۵	۳۷	۳۹	۴۱	۴۳
۶۰	۴۲	۴۴	۴۶	۴۸	۵۱	۵۴
۶۵	۵۲	۵۴	۵۷	۶۰	۶۳	۶۶
۷۰	۶۳	۶۶	۶۹	۷۳	۷۶	۸۰
۷۵	۷۶	۸۰	۸۴	۸۸	۹۲	۹۶
۸۰	۹۱	۹۶	۱۰۰	۱۰۵	۱۱۰	۱۱۵
۸۵	۱۰۹	۱۱۴	۱۱۹	۱۲۴	۱۳۰	۱۳۵
۹۰	۱۲۹	۱۳۴	۱۴۰	۱۴۶	۱۵۲	۱۵۸
۹۵	۱۵۱	۱۵۷	۱۶۳	۱۷۰	۱۷۶	۱۸۲

فهرست
شکل
جدول
پیشگفتار
۱
۲
۳
۴
۵
۶
پ الف
پ ب
پ ج
مراجع
اعضا

جدول ۲۷ :فلش سیم‌کشی سیم خودنگهدار ۷۰ در منطقه سنگین

اسپن (m)	فلش (cm)					
	دما درجه سانتی‌گراد					
	-۵	۵	۱۵	۲۵	۳۵	۴۵
۳۰	۱۰	۱۰	۱۱	۱۱	۱۲	۱۳
۳۵	۱۴	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸
۴۰	۱۸	۱۹	۲۰	۲۱	۲۲	۲۴
۴۵	۲۴	۲۵	۲۶	۲۷	۲۹	۳۱
۵۰	۳۰	۳۱	۳۳	۳۵	۳۷	۳۹
۵۵	۳۸	۳۹	۴۱	۴۴	۴۶	۴۹
۶۰	۴۷	۴۹	۵۲	۵۵	۵۸	۶۱
۶۵	۵۸	۶۱	۶۴	۶۷	۷۱	۷۵
۷۰	۷۱	۷۴	۷۸	۸۲	۸۶	۹۱
۷۵	۸۶	۹۰	۹۴	۹۹	۱۰۴	۱۰۹
۸۰	۱۰۳	۱۰۸	۱۱۳	۱۱۸	۱۲۳	۱۲۹
۸۵	۱۲۲	۱۲۸	۱۳۳	۱۳۹	۱۴۵	۱۵۱
۹۰	۱۴۴	۱۵۰	۱۵۶	۱۶۲	۱۶۹	۱۷۵

جدول ۲۸ :فلش سیم‌کشی سیم خودنگهدار ۷۰ در منطقه فوق سنگین

اسپن (m)	فلش (cm)					
	دما درجه سانتی‌گراد					
	-۵	۵	۱۵	۲۵	۳۵	۴۵
۳۰	۱۰	۱۱	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴
۳۵	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰
۴۰	۲۱	۲۲	۲۴	۲۵	۲۷	۲۸
۴۵	۲۹	۳۱	۳۳	۳۵	۳۷	۴۰
۵۰	۴۰	۴۲	۴۵	۴۸	۵۱	۵۴
۵۵	۵۴	۵۷	۶۱	۶۵	۶۸	۷۳
۶۰	۷۲	۷۶	۸۱	۸۵	۹۰	۹۴
۶۵	۹۵	۹۹	۱۰۴	۱۰۹	۱۱۴	۱۱۹
۷۰	۱۲۱	۱۲۶	۱۳۱	۱۳۷	۱۴۲	۱۴۷
۷۵	۱۵۱	۱۵۶	۱۶۲	۱۶۷	۱۷۲	۱۷۸

فهرست
شکل
جدول
پیشگفتار
۱
۲
۳
۴
۵
۶
پ الف
پ ب
پ ج
مراجع
اعضا

سیم خودنگهدار ۱۲۰ فشار متوسط:

جدول ۲۹:فلش سیم‌کشی سیم خودنگهدار ۱۲۰ فشار متوسط در منطقه متوسط

اسپن (m)	فلش (cm) دما درجه سانتی‌گراد					
	-۵	۵	۱۵	۲۵	۳۵	۴۵
۳۰	۱۱	۱۲	۱۲	۱۳	۱۴	۱۴
۳۵	۱۶	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰
۴۰	۲۱	۲۲	۲۳	۲۴	۲۵	۲۶
۴۵	۲۷	۲۸	۲۹	۳۱	۳۲	۳۴
۵۰	۳۴	۳۶	۳۷	۳۹	۴۱	۴۳
۵۵	۴۲	۴۴	۴۶	۴۸	۵۰	۵۳
۶۰	۵۲	۵۴	۵۶	۵۹	۶۲	۶۵
۶۵	۶۴	۶۶	۶۹	۷۲	۷۶	۷۹
۷۰	۷۷	۸۱	۸۴	۸۸	۹۱	۹۵
۷۵	۹۳	۹۷	۱۰۱	۱۰۵	۱۰۹	۱۱۴
۸۰	۱۱۱	۱۱۵	۱۲۰	۱۲۴	۱۲۹	۱۳۴
۸۵	۱۳۱	۱۳۶	۱۴۱	۱۴۶	۱۵۱	۱۵۷
۹۰	۱۵۳	۱۵۹	۱۶۴	۱۷۰	۱۷۵	۱۸۱

جدول ۳۰ :فلش سیم‌کشی سیم خودنگهدار ۱۲۰ فشار متوسط در منطقه سنگین

اسپن (m)	فلش (cm) دما درجه سانتی‌گراد					
	-۵	۵	۱۵	۲۵	۳۵	۴۵
۳۰	۱۲	۱۳	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶
۳۵	۱۷	۱۸	۱۸	۱۹	۲۰	۲۲
۴۰	۲۳	۲۴	۲۵	۲۶	۲۷	۲۹
۴۵	۲۹	۳۱	۳۲	۳۴	۳۵	۳۷
۵۰	۳۷	۳۹	۴۱	۴۳	۴۵	۴۷
۵۵	۴۷	۴۹	۵۲	۵۴	۵۷	۶۰
۶۰	۵۹	۶۱	۶۴	۶۷	۷۱	۷۴

فهرست
شکل
جدول
پیشگفتار
۱
۲
۳
۴
۵
۶
پ الف
پ ب
پ ج
مراجع
اعضا

ادامه جدول ۳۰ : فلش سیم‌کشی سیم خودنگهدار ۱۲۰ فشار متوسط در منطقه سنگین

فلش (cm)						
اسپن (m)	دما درجه سانتی‌گراد					
	-۵	۵	۱۵	۲۵	۳۵	۴۵
۶۵	۷۲	۷۶	۷۹	۸۳	۸۶	۹۰
۷۰	۸۸	۹۲	۹۶	۱۰۰	۱۰۴	۱۰۹
۷۵	۱۰۶	۱۱۱	۱۱۵	۱۲۰	۱۲۵	۱۳۰
۸۰	۱۲۷	۱۳۲	۱۳۷	۱۴۲	۱۴۷	۱۵۲
۸۵	۱۵۰	۱۵۵	۱۶۱	۱۶۶	۱۷۲	۱۷۷

جدول ۳۱ :فلش سیم‌کشی سیم خودنگهدار ۱۲۰ فشار متوسط در منطقه فوق سنگین

فلش (cm)						
اسپن (m)	دما درجه سانتی‌گراد					
	-۵	۵	۱۵	۲۵	۳۵	۴۵
۳۰	۱۳	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷
۳۵	۱۹	۲۰	۲۱	۲۲	۲۳	۲۴
۴۰	۲۶	۲۸	۲۹	۳۱	۳۳	۳۵
۴۵	۳۷	۳۹	۴۱	۴۳	۴۶	۴۸
۵۰	۵۰	۵۳	۵۵	۵۹	۶۲	۶۵
۵۵	۶۷	۷۰	۷۴	۷۸	۸۲	۸۵
۶۰	۸۸	۹۲	۹۶	۱۰۱	۱۰۵	۱۰۹
۶۵	۱۱۳	۱۱۸	۱۲۲	۱۲۷	۱۳۲	۱۳۶
۷۰	۱۴۲	۱۴۷	۱۵۲	۱۵۶	۱۶۱	۱۶۶

فهرست
شکل
جدول
پیشگفتار
۱
۲
۳
۴
۵
۶
پ الف
پ ب
پ ج
مراجع
اعضا

سیم خودنگهدار ۱۵۰ فشار متوسط:

جدول ۳۲ :فلش سیم‌کشی سیم خودنگهدار ۱۵۰ فشار متوسط در منطقه متوسط

اسپن (m)	فلش (cm)					
	دما درجه سانتی‌گراد					
	-۵	۵	۱۵	۲۵	۳۵	٤٥
۳۰	۹	۱۰	۱۰	۱۰	۱۱	۱۱
۳۵	۱۳	۱۳	۱٤	۱٤	۱٤	۱٥
٤٠	۱۷	۱۷	۱۸	۱۸	۱۹	۱۹
٤٥	۲۱	۲۲	۲۲	۲۳	۲٤	۲٥
٥٠	۲٦	۲۷	۲۸	۲۹	۳۰	۳۱
٥٥	۳۲	۳۳	۳٤	۳٥	۳٦	۳۸
٦٠	۳۹	٤٠	٤۱	٤۳	٤٤	٤٥
٦٥	٤٦	٤۸	٤۹	٥۱	٥۲	٥٤
۷٠	٥٤	٥٦	٥۸	٦٠	٦۲	٦٤
۷٥	٦۳	٦٥	٦۷	٦۹	۷۲	۷٤
۸٠	۷۳	۷٦	۷۸	۸٠	۸۳	۸٦
۸٥	۸٥	۸۷	۹٠	۹۳	۹٦	۹۹
۹٠	۹۷	۱٠٠	۱٠۳	۱٠۷	۱۱٠	۱۱۳
۹٥	۱۱۱	۱۱٥	۱۱۸	۱۲۲	۱۲٦	۱۲۹
۱٠٠	۱۲۷	۱۳۱	۱۳٤	۱۳۸	۱٤۳	۱٤۷
۱٠٥	۱٤٤	۱٤۸	۱٥۲	۱٥۷	۱٦۱	۱٦٦

جدول ۳۳ :فلش سیم‌کشی سیم خودنگهدار ۱۵۰ فشار متوسط در منطقه سنگین

اسپن (m)	فلش (cm)					
	دما درجه سانتی‌گراد					
	-۵	۵	۱۵	۲۵	۳۵	٤٥
۳۰	۱٠	۱٠	۱٠	۱۱	۱۱	۱۱
۳۵	۱۳	۱٤	۱٤	۱٤	۱٥	۱٦
٤٠	۱۷	۱۸	۱۹	۱۹	۲٠	۲٠
٤٥	۲۲	۲۳	۲٤	۲٤	۲٥	۲٦

فهرست
شکل
جدول
پیشگفتار
۱
۲
۳
۴
۵
۶
پ الف
پ ب
پ ج
مراجع
اعضا

ادامه جدول ۳۳ : فلش سیم‌کشی سیم خودنگهدار ۱۵۰ فشار متوسط در منطقه سنگین

اسپن (m)	فلش (cm)					
	دما درجه سانتی‌گراد					
	-۵	۵	۱۵	۲۵	۳۵	۴۵
۵۰	۲۸	۲۹	۳۰	۳۱	۳۲	۳۳
۵۵	۳۴	۳۵	۳۶	۳۸	۳۹	۴۰
۶۰	۴۱	۴۳	۴۴	۴۵	۴۷	۴۹
۶۵	۴۹	۵۱	۵۲	۵۴	۵۶	۵۸
۷۰	۵۸	۶۰	۶۲	۶۴	۶۶	۶۹
۷۵	۶۹	۷۱	۷۳	۷۶	۷۸	۸۱
۸۰	۸۰	۸۳	۸۶	۸۹	۹۱	۹۵
۸۵	۹۳	۹۶	۱۰۰	۱۰۳	۱۰۶	۱۱۰
۹۰	۱۰۸	۱۱۱	۱۱۵	۱۱۸	۱۲۲	۱۲۶
۹۵	۱۲۴	۱۲۸	۱۳۲	۱۳۶	۱۴۰	۱۴۵

جدول ۳۴ :فلش سیم‌کشی سیم خودنگهدار ۱۵۰ فشار متوسط در منطقه فوق سنگین

اسپن (m)	فلش (cm)					
	دما درجه سانتی‌گراد					
	-۵	۵	۱۵	۲۵	۳۵	۴۵
۳۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۱	۱۱	۱۱
۳۵	۱۳	۱۴	۱۴	۱۵	۱۵	۱۶
۴۰	۱۸	۱۹	۱۹	۲۰	۲۱	۲۱
۴۵	۲۴	۲۵	۲۵	۲۶	۲۷	۲۸
۵۰	۳۰	۳۲	۳۳	۳۴	۳۵	۳۶
۵۵	۳۹	۴۰	۴۱	۴۳	۴۵	۴۶
۶۰	۴۸	۵۰	۵۲	۵۴	۵۶	۵۸
۶۵	۶۰	۶۲	۶۴	۶۷	۶۹	۷۲
۷۰	۷۳	۷۶	۷۹	۸۲	۸۵	۸۸
۷۵	۹۰	۹۳	۹۶	۱۰۰	۱۰۳	۱۰۷
۸۰	۱۰۸	۱۱۲	۱۱۶	۱۲۰	۱۲۴	۱۲۹

فهرست
شکل
جدول
پیشگفتار
۱
۲
۳
۴
۵
۶
پ الف
پ ب
پ ج
مراجع
اعضا

سیم روکشدار مینک با عایق XLPE:

جدول ۳۵ : فلش سیم‌کشی سیم روکشدار مینک با عایق *XLPE* در منطقه متوسط

اسپن (*m*)	فلش (*cm*)					
	دما درجه سانتی‌گراد					
	-۵	۵	۱۵	۲۵	۳۵	۴۵
۳۰	۶	۷	۸	۱۰	۱۴	۱۹
۳۵	۸	۹	۱۱	۱۴	۱۸	۲۵
۴۰	۱۰	۱۲	۱۴	۱۸	۲۳	۳۱
۴۵	۱۳	۱۵	۱۸	۲۳	۳۰	۳۸
۵۰	۱۷	۲۰	۲۴	۳۰	۳۹	۴۹
۵۵	۲۲	۲۶	۳۲	۴۰	۵۰	۶۱
۶۰	۲۸	۳۳	۴۱	۵۱	۶۲	۷۴
۶۵	۳۵	۴۳	۵۲	۶۴	۷۶	۸۹
۷۰	۴۵	۵۴	۶۶	۷۹	۹۲	۱۰۵
۷۵	۵۷	۶۸	۸۱	۹۵	۱۰۹	۱۲۳
۸۰	۷۱	۸۴	۹۹	۱۱۳	۱۲۸	۱۴۱
۸۵	۸۸	۱۰۲	۱۱۸	۱۳۳	۱۴۷	۱۶۱
۹۰	۱۰۷	۱۲۳	۱۳۸	۱۵۴	۱۶۹	۱۸۳
۹۵	۱۲۸	۱۴۴	۱۶۱	۱۷۶	۱۹۱	۲۰۵
۱۰۰	۱۵۱	۱۶۸	۱۸۴	۲۰۰	۲۱۵	۲۲۹

فهرست
شکل
جدول
پیشگفتار
۱
۲
۳
۴
۵
۶
پ الف
پ ب
پ ج
مراجع
اعضا

جدول ۳۶:فلش سیم‌کشی سیم روکشدار مینک با عایق *XLPE* در منطقه سنگین

اسپن (*m*)	فلش (*cm*)					
	دما درجه سانتی‌گراد					
	-۵	۵	۱۵	۲۵	۳۵	۴۵
۳۰	۷	۸	۱۰	۱۴	۲۰	۲۷
۳۵	۱۰	۱۲	۱۶	۲۱	۲۸	۳۷
۴۰	۱۴	۱۷	۲۳	۳۰	۳۹	۴۸
۴۵	۲۰	۲۵	۳۲	۴۱	۵۱	۶۱
۵۰	۲۷	۳۴	۴۴	۵۴	۶۵	۷۵
۵۵	۳۷	۴۷	۵۸	۶۹	۸۰	۹۱
۶۰	۵۳	۶۵	۷۷	۸۹	۱۰۰	۱۱۱
۶۵	۷۴	۸۷	۹۹	۱۱۱	۱۲۲	۱۳۳
۷۰	۹۷	۱۱۰	۱۲۳	۱۳۵	۱۴۶	۱۵۶
۷۵	۱۲۳	۱۳۶	۱۴۹	۱۶۰	۱۷۱	۱۸۲
۸۰	۱۵۱	۱۶۴	۱۷۶	۱۸۸	۱۹۹	۲۰۹

جدول ۳۷ :فلش سیم‌کشی سیم روکشدار مینک با عایق *XLPE* در منطقه فوق سنگین

اسپن (*m*)	فلش (*cm*)					
	دما درجه سانتی‌گراد					
	-۵	۵	۱۵	۲۵	۳۵	۴۵
۳۰	۱۲	۱۶	۲۳	۳۰	۳۸	۴۴
۳۵	۲۷	۳۵	۴۴	۵۱	۵۸	۶۵
۴۰	۵۲	۶۱	۶۸	۷۶	۸۲	۸۹
۴۵	۸۱	۸۹	۹۶	۱۰۳	۱۱۰	۱۱۶
۵۰	۱۱۲	۱۲۰	۱۲۷	۱۳۳	۱۴۰	۱۴۶
۵۵	۱۴۷	۱۵۴	۱۶۰	۱۶۷	۱۷۳	۱۷۹
۶۰	۱۸۴	۱۹۱	۱۹۷	۲۰۴	۲۱۰	۲۱۶

فهرست
شکل
جدول
پیشگفتار
۱
۲
۳
۴
۵
۶
پ الف
پ ب
پ ج
مراجع
اعضا

سیم روکشدار هاینا با عایق XLPE:

جدول ۳۸ :فلش سیم‌کشی سیم روکشدار هاینا با عایق *XLPE* در منطقه متوسط

فلش (*cm*)						
اسپن (*m*)	دما درجه سانتی‌گراد					
	-۵	۵	۱۵	۲۵	۳۵	۴۵
۳۰	۵	۵	۶	۸	۱۰	۱۳
۳۵	۶	۷	۹	۱۰	۱۳	۱۷
۴۰	۸	۹	۱۱	۱۳	۱۷	۲۱
۴۵	۱۰	۱۲	۱۴	۱۷	۲۱	۲۷
۵۰	۱۳	۱۵	۱۷	۲۱	۲۵	۳۲
۵۵	۱۶	۱۸	۲۱	۲۵	۳۰	۳۸
۶۰	۱۸	۲۱	۲۵	۲۹	۳۶	۴۴
۶۵	۲۲	۲۵	۲۹	۳۴	۴۱	۵۰
۷۰	۲۶	۲۹	۳۴	۴۰	۴۹	۵۹
۷۵	۳۰	۳۵	۴۱	۴۸	۵۸	۶۹
۸۰	۳۶	۴۱	۴۸	۵۷	۶۷	۸۰
۸۵	۴۲	۴۸	۵۶	۶۶	۷۸	۹۲
۹۰	۴۹	۵۶	۶۵	۷۷	۹۰	۱۰۵
۹۵	۵۶	۶۵	۷۶	۸۹	۱۰۳	۱۱۹
۱۰۰	۶۵	۷۵	۸۷	۱۰۲	۱۱۷	۱۳۴
۱۰۵	۷۵	۸۷	۱۰۰	۱۱۶	۱۳۳	۱۵۰
۱۱۰	۸۶	۹۹	۱۱۴	۱۳۱	۱۴۹	۱۶۷
۱۱۵	۹۸	۱۱۳	۱۲۹	۱۴۷	۱۶۶	۱۸۴
۱۲۰	۱۱۲	۱۲۸	۱۴۶	۱۶۵	۱۸۴	۲۰۳

جدول ۳۹ :فلش سیم‌کشی سیم روکشدار هاینا با عایق *XLPE* در منطقه سنگین

اسپن (*m*)	فلش (*cm*)					
	دما درجه سانتی‌گراد					
	-۵	۵	۱۵	۲۵	۳۵	۴۵
۳۰	۵	۶	۷	۸	۱۱	۱۵
۳۵	۷	۸	۹	۱۲	۱۵	۲۰
۴۰	۹	۱۱	۱۳	۱۶	۲۰	۲۶
۴۵	۱۲	۱۴	۱۷	۲۱	۲۶	۳۴
۵۰	۱۵	۱۸	۲۱	۲۶	۳۳	۴۲
۵۵	۱۹	۲۲	۲۷	۳۳	۴۲	۵۲
۶۰	۲۴	۲۸	۳۴	۴۱	۵۱	۶۲
۶۵	۲۹	۳۴	۴۱	۵۰	۶۱	۷۴
۷۰	۳۵	۴۲	۵۰	۶۱	۷۳	۸۶
۷۵	۴۲	۵۰	۶۰	۷۲	۸۶	۱۰۰
۸۰	۵۱	۶۰	۷۲	۸۵	۱۰۰	۱۱۴
۸۵	۶۱	۷۲	۸۵	۹۹	۱۱۴	۱۳۰
۹۰	۷۳	۸۶	۱۰۱	۱۱۶	۱۳۲	۱۴۸
۹۵	۸۹	۱۰۴	۱۲۰	۱۳۶	۱۵۲	۱۶۸
۱۰۰	۱۰۷	۱۲۳	۱۴۰	۱۵۷	۱۷۳	۱۸۹
۱۰۵	۱۲۷	۱۴۵	۱۶۲	۱۷۹	۱۹۶	۲۱۲

فهرست
شکل
جدول
پیشگفتار
۱
۲
۳
۴
۵
۶
پ الف
پ ب
پ ج
مراجع
اعضا

جدول ٤٠ :فلش سیم‌کشی سیم روکشدار هاینا با عایق *XLPE* در منطقه فوق سنگین

اسپن (*m*)	فلش (*cm*)					
	دما درجه سانتی‌گراد					
	-٥	٥	١٥	٢٥	٣٥	٤٥
٣٠	٥	٦	٨	١٠	١٣	١٨
٣٥	٧	٩	١٠	١٣	١٧	٢٣
٤٠	١١	١٣	١٦	٢٠	٢٦	٣٤
٤٥	١٦	١٩	٢٤	٣١	٤٠	٤٩
٥٠	٢٣	٢٩	٣٦	٤٦	٥٧	٦٧
٥٥	٣٥	٤٣	٥٤	٦٥	٧٦	٨٧
٦٠	٥٢	٦٣	٧٥	٨٧	٩٨	١٠٩
٦٥	٧٤	٨٧	٩٩	١١١	١٢٢	١٣٣
٧٠	١٠٠	١١٣	١٢٥	١٣٧	١٤٨	١٥٨
٧٥	١٢٩	١٤٢	١٥٤	١٦٥	١٧٦	١٨٦
٨٠	١٦٠	١٧٢	١٨٤	١٩٥	٢٠٦	٢١٦

فهرست
شکل
جدول
پیشگفتار
١
٢
٣
٤
٥
٦
پ الف
پ ب
پ ج
مراجع
اعضا

فهرست
شکل
جدول
پیشگفتار
۱
۲
۳
۴
۵
۶
پ الف
پ ب
پ ج
مراجع
اعضا

پیوست ب

به‌منظور شناسایی دقیق‌تر فرایند محاسبات مکانیکی، معادلات فیزیکی حاکم بر سازه‌های شبکه توزیع، پیاده‌سازی این معادلات برای حل به‌وسیله‌ی کامپیوتر و نحوه و اطلاعات مورد نیاز برای مدل‌سازی این عناصر در این پیوست چندین مثال از شرایط مختلف یک شبکه واقعی و محاسبات مکانیکی حاکم بر آن‌ها آورده شده‌است. در هر مثال که نیاز به ارائه تئوری حاکم بر مسئله می‌باشد، توضیحات مربوطه تا حد امکان به‌طور خلاصه بیان شده است. در نهایت می‌توان گفت با استفاده از نتایج هر مثال در این پیوست یک شبکه تست برای مقایسه نتایج نرم‌افزارهای محاسبات مکانیکی شبکه‌های توزیع حاصل گردیده است.

در ادامه اطلاعات مورد نیاز برای انجام محاسبات مثال‌های نمونه آورده شده است. در هر مثال از این اطلاعات استفاده می‌گردد.

جدول ٤١: شرایط بارگذاری برای انجام محاسبات مکانیکی

نوع بارگذاری	کد	دما (°C)	ضخامت یخ (mm)	سرعت باد(m/s)
بوران (برف و باد ملایم)	WI	-۲۰	۱۵	۲۰
طوفان	W	۱۵	۰	٤۰
یخ‌بندان	ICE	-۵	۲۰	۰
شرایط اولیه	I	۳۰	۰	۰
کمترین دما	Min	-۲۵	۰	۰
بیشترین دما	Max	٤۵	۰	۰

جدول ٤۲: اطلاعات اقلیمی منطقه طرح

نام پارامتر اقلیمی	مقدار
بیشینه شدت تابش خورشید (W/m^2)	۱۰۰۰
سرعت باد (m/s)	۰.٦۱
ضریب فشار بار ($Kg/(m/s)^2$)	۰.۰٦۲۵
چگالی یخ (Kg/m^3)	۹۱۳

فهرست
شکل
جدول
پیشگفتار
۱
۲
۳
۴
۵
۶
پ الف
پ ب
پ ج
مراجع
اعضا

جدول ٤٣: مشخصات هادی‌های مورد استفاده

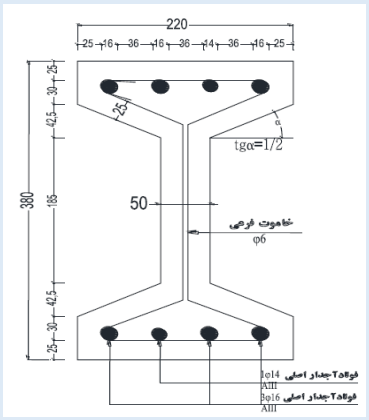
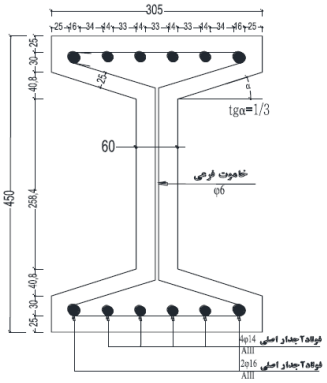
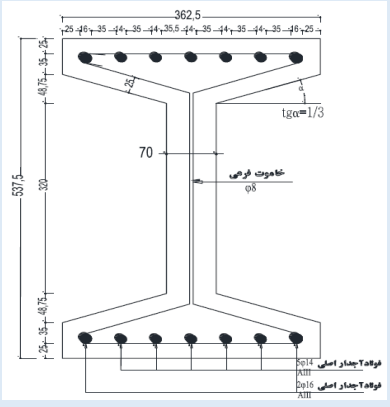
نام هادی	وزن کل (kg/m)	UTS (kgf)	قطر کل هادی (mm)	سطح مقطع (mm^2)	مدول الاستیسیته (kg/mm^2)	ضریب انبساط خطی ($1/°C$)	مقاومت DC در ۲۵ $°C$ (Ω/km)
هاینا	۰.٤٥	٤١٧١	١٤.٥٧	١٢٦.٢	٧٥٠٠	19×10^{-6}	۰.٢٧١٢

جدول ٤٤: مشخصات مواد پرکاربرد در سازه‌های شبکه‌های توزیع هوایی

نام ماده	مدول الاستیسیته kg/cm^2	مقاومت فشاری kg/cm^2	مقاومت کششی kg/cm^2	مقاومت تسلیم kg/cm^2	وزن واحد حجم kg/m^3
بتن تیرهای چهارگوش	٢٦١٥٣٩.٧	٣٠٠	٣٤.٦٤	١٥٠	٢٥٠٠
میلگرد آجدار$A\|\|\|$	٢٠٣٩٤٣٢.٤٣	٦٠٠٠		٤٠٠٠	٧٨٠٠
میلگرد آجدار$A\|\|$	٢٠٣٩٤٣٢.٤٣	٥٠٠٠		٣٠٠٠	٧٨٠٠
میلگرد آجدار$A\|$	٢٠٣٩٤٣٢.٤٣	٣٦٠٠		٢٣٠٠	٧٨٠٠
فولاد $ST\ 37$	٢١٠٠٠٠٠	٣٧٠٠		٢٤٠٠	٧٨٤٥

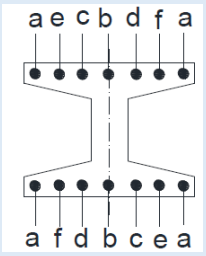
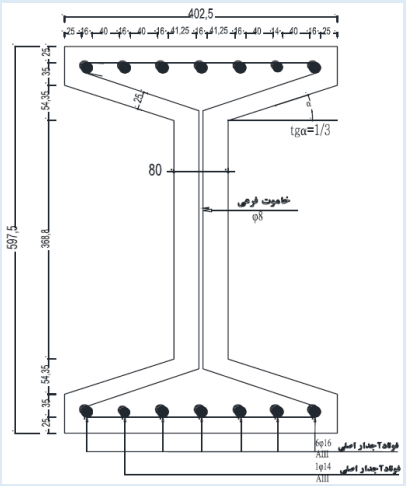
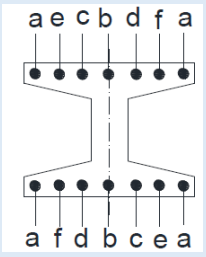
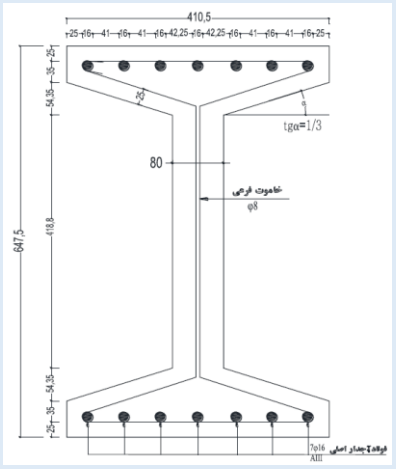
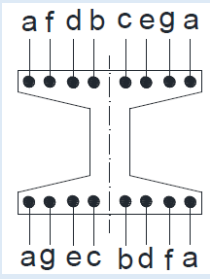
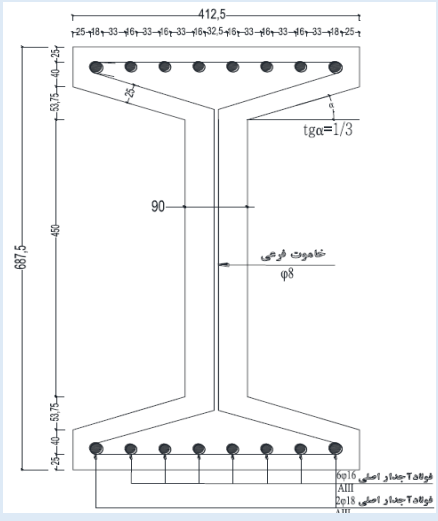
فهرست
شکل
جدول
پیشگفتار
۱
۲
۳
۴
۵
۶
پ الف
پ ب
پ ج
مراجع
اعضا

جدول ٤٥: مشخصات پایه‌های بتنی ۱۲ متری چهارگوش بتنی

نام تیر	ابعاد سرپایه	ابعاد ته پایه	الگوی آرماتورگذاری	مشخصات آرماتورها		هندسه مقطع در فاصله ۰.۵ متری
۱۲-۲۰۰	۱۵×۱۰.۵	۳۹×۲۲.۵	a b c a a c b a	a	L۱۲ – φ۱۶	
				b	L۹ – φ۱۶	
				c	L٤ – φ۱٤	
۱۲-٤۰۰	۲۲×۱۹	٤٦×۳۱	a d b c e a a e c b d a	a	L۱۲ – φ۱۶	
				b	L۹ – φ۱٤	
				c	L۷.۵ – φ۱٤	
				d	L٦ – φ۱٤	
				e	L٤.۵ – φ۱٤	
۱۱-٦۰۰	۲۵×۱۹	۵۵×۳۷	a e c b d f a a f d b c e a	a	L۱۲ – φ۱۶	
				b	L۹.۵ – φ۱٤	
				c	L۹ – φ۱٤	
				d	L۷.۵ – φ۱٤	
				e	L٦.۵ – φ۱٤	
				f	L٤.۵ – φ۱٤	

فهرست
شکل
جدول
پیشگفتار
۱
۲
۳
۴
۵
۶
پ الف
پ ب
پ ج
مراجع
اعضا

جدول ٤٥: مشخصات پایه‌های بتنی ۱۲ متری چهارگوش بتنی

نام تیر	ابعاد سرپایه	ابعاد ته پایه	الگوی آرماتورگذاری	مشخصات آرماتورها		هندسه مقطع در فاصله ۰.۵ متری
۱۲-۸۰۰	۳۱×۲۳	٦۱×٤۱		*a*	$L۱۲-\varphi۱٦$	
				b	$L۱۰-\varphi۱٦$	
				c	$L۸.۵-\varphi۱٦$	
				d	$L۷.۵-\varphi۱٦$	
				e	$L٦-\varphi۱٦$	
				f	$L۳.۵-\varphi۱٤$	
۱۲-۱۰۰۰	۳٦×۲٤	٦٦×٤۲		*a*	$L۱۲-\varphi۱٦$	
				b	$L۱۰-\varphi۱٦$	
				c	$L۹-\varphi۱٦$	
				d	$L۷.۵-\varphi۱٦$	
				e	$L٦-\varphi۱٦$	
				f	$L٤.۵-\varphi۱٦$	
۱۲-۱۲۰۰	٤۰×۲٤	۷۰×٤۲		*a*	$L۱۲-\varphi۱۸$	
				b	$L۹.۵-\varphi۱٦$	
				c	$L۹-\varphi۱٦$	
				d	$L۸-\varphi۱٦$	
				e	$L٦.۵-\varphi۱٦$	
				f	$L۵.۵-\varphi۱٦$	
				e	$L٤-\varphi۱٦$	

فهرست
شکل
جدول
پیشگفتار
۱
۲
۳
۴
۵
۶
پ الف
پ ب
پ ج
مراجع
اعضا

ب-۱-تغییر وضعیت سیم لخت در شرایط مختلف آب و هوایی

از آنجایی که گام اول در محاسبات مکانیکی شبکه‌های هوایی توزیع محاسبه نیروهای سیم و کنترل این نیروها در شرایط مختلف بهره‌برداری می‌باشد، در این نمونه، محاسبات مربوط به تغییر وضعیت سیم در شرایط مختلف بارگذاری انجام می‌گردد. هدف از این نمونه بررسی معادلات فیزیکی و نحوه‌ی محاسبه‌ی شرایط سیم در وضعیت‌های مختلف آب و هوایی می‌باشد.

به‌طور کلی معادله منحنی سیم‌های آویزان را می‌توان به دو صورت زنجیره‌ای[۱] شکل یا سهمی[۲] شکل مدل نمود. منحنی سهمی شکل برای کابل‌های با کشیده‌گی زیاد (نسبت افت به دهانه کم) با تقریب خوبی می‌تواند برای معادله منحنی سیم استفاده شود. اما منحنی زنجیره‌ای شکل دقیق‌ترین منحنی می‌باشد. در این مثال و مثال‌های آتی از منحنی زنجیره‌ای شکل استفاده می‌شود. لازم به‌ذکر است، روابط استخراج شده در این بخش برای سیم، معادلات غیرخطی بوده و کامل‌ترین مدل استاتیکی عنصر سیم می‌باشد.

طبق شکل ۱۳ معادله منحنی یک سیم آویزان به‌صورت رابطه (۱۵) می‌باشد. در این رابطه Z مقدار ارتفاع سیم نسبت به افق، H کشش افقی سیم، w وزن واحد طول سیم و S طول دهانه سیم (اسپن) می‌باشد. در شکل ۱۳ مقدار f بیشترین افت سیم را نشان می‌دهد، که با قراردادن $x=S/2$ در رابطه (۱۵)، مقدار آن طبق رابطه (۱۶) محاسبه می‌گردد. لازم به‌ذکر است مقدار $\frac{H}{w}$ را پارامتر سیم نام گذاری می‌کنند.

$$Z(x) = Z_1 - \frac{H}{w} \times \left[\cosh\left(\frac{w}{2H} \times S\right) - \cosh\left(\frac{w}{H} \times (x - S/2)\right)\right] \quad (15)$$

$$f = \frac{H}{w} \times \left[\cosh\left(\frac{w}{2H} \times S\right) - 1\right] \quad (16)$$

در شکل ۱۳ نیروهای وارد بر قسمتی از سیم نشان داده شده است. معادلات تعادل[۳] در نقطه (x,z) برای سیم مطابق با دستگاه معادلات (۱۷) می‌باشد. در این رابطه T نیروی محوری وارد بر سیم در نقطه (x,z)، l طول سیم نشان داده شده در شکل و T_x و T_z به‌ترتیب مولفه‌های افقی و عمودی نیروی T می‌باشند. مقدار l مطابق با رابطه (۱۸) می‌باشد.

$$\begin{cases} T_x = H \\ T_z = l \times w \\ T^2 = T_x^2 + T_z^2 \end{cases} \quad (17)$$

$$l = \frac{H}{w} \times \sinh\left(\frac{w}{H} \times (S/2 - x)\right) \quad (18)$$

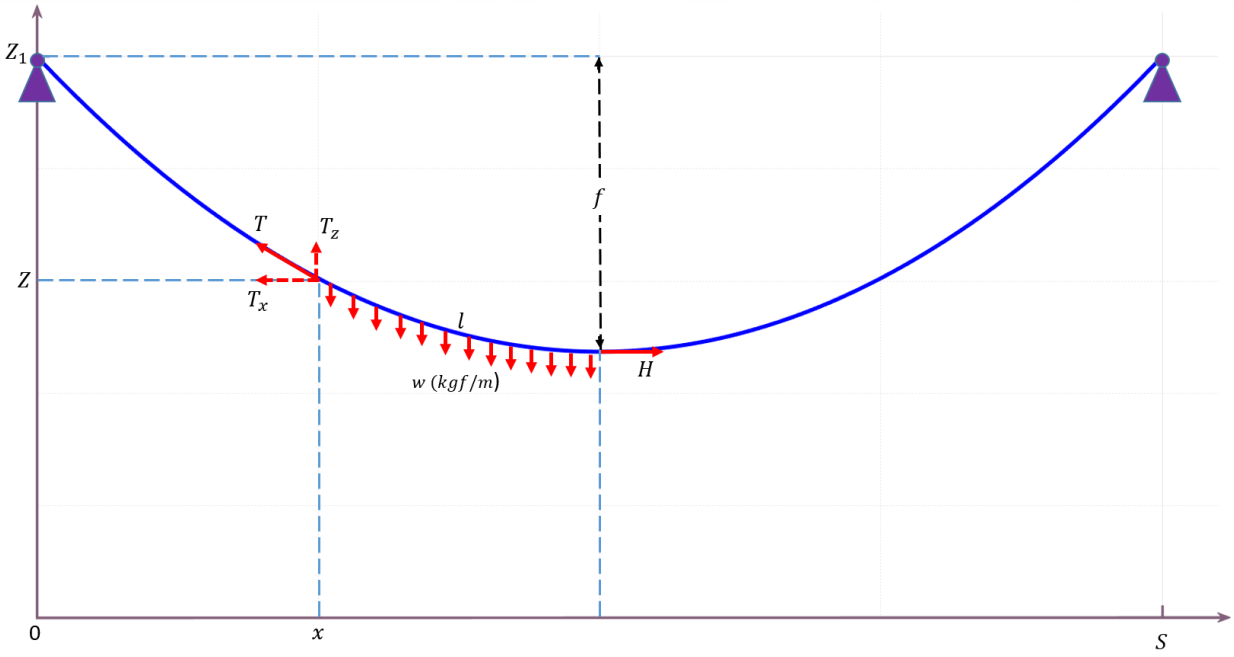
با ادغام رابطه (۱۷) و رابطه (۱۸) اندازه T مطابق با رابطه (۱۹) می‌باشد.

$$|T| = H \times \cosh\left(\frac{w}{H} \times (x - S/2)\right) \quad (19)$$

---

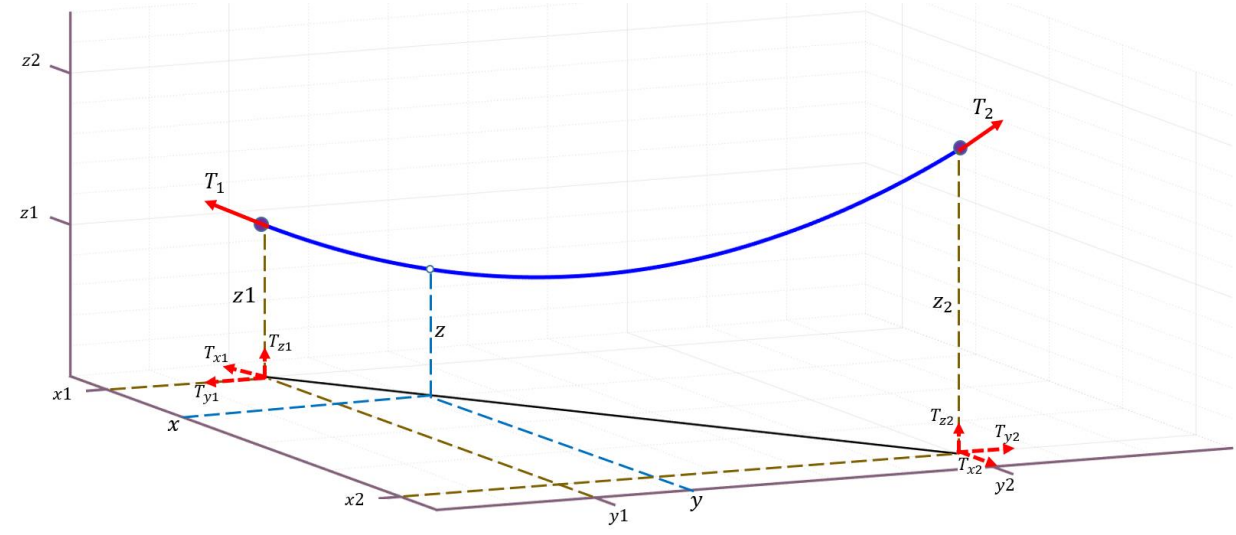
[۱] *Catenayry*
[۲] *Parabolic*
[۳] *Equilibrium*

فهرست
شکل
جدول
پیشگفتار
۱
۲
۳
۴
۵
۶
پ الف
پ ب
پ ج
مراجع
اعضا



شکل ۱۳ :نمایش منحنی سیم آویزان به‌صورت زنجیری و نیروهای وارد بر سیم

روابط ارائه شده در (۱۵) الی (۱۹) معادلات مربوط به سیم در مختصات محلی و دو بعدی می‌باشد. لذا برای محاسبات کامپیوتری، نیاز است تا روابط مربوط به سیم در مختصات عمومی سه‌بعدی استخراج گردد. در شکل ۱٤ یک سیم آویزان در مختصات عمومی سه‌بعدی نشان داده شده‌است. در این حالت معادله سیم مطابق با رابطه (۲۰) می‌باشد. در این رابطه (x_1, y_1, z_1) و (x_2, y_2, z_2) مختصات ابتدا و انتهای سیم می‌باشد. مقدار X_n در این رابطه از طریق حل معادله (۲۱) یعنی $f(X_n) = 0$ به‌دست می‌آید.



شکل ۱٤ :نمایش سیم آویزان در مختصات عمومی سه بعدی

$$Z(x) = Z_1 - \frac{H}{w} \times \left[\cosh\left(\frac{w}{2H} \times X_n\right) - \cosh\left(\frac{w}{H} \times \left(\sqrt{(x - x_1)^2 + (y - y_1)^2} - X_n/2\right)\right)\right] \quad (20)$$

$$f(X_n) = Z_1 - Z_2 - \frac{H}{w} \times \left[\cosh\left(\frac{w}{2H} \times X_n\right) - \cosh\left(\frac{w}{H} \times \left(\sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2} - X_n/2\right)\right)\right] = 0 \quad (21)$$

فهرست
شکل
جدول
پیشگفتار
۱
۲
۳
۴
۵
۶
پ الف
پ ب
پ ج
مراجع
اعضا

مقدار کل طول سیم طبق رابطه‌ی (۲۳) محاسبه می‌شود.

$$L = \frac{H}{w} \times [sinh\left(\frac{w}{H}(\sqrt{(x_۲ - x_۱)^۲ + (y_۲ - y_۱)^۲} - X_n/۲\right) + sinh\left(\frac{w}{۲H} \times X_n\right)] \quad (۲۲)$$

اندازه نیروی محوری سیم $T1$ در نقطه ابتدا و مولفه‌های آن طبق روابط (۲۳) الی (۲۶) محاسبه می‌شود.

$$|T_۱| = H \times cosh\left(\frac{w}{۲H} X_n\right) \quad (۲۳)$$

$$T_{۱z} = H \times sinh\left(\frac{w}{۲H} X_n\right) \quad (۲۴)$$

$$T_{۱x} = H \times (x1 - x2)/(\sqrt{(x_۲ - x_۱)^۲ + (y_۲ - y_۱)^۲}) \quad (۲۵)$$

$$T_{۱y} = H \times (y1 - y2)/(\sqrt{(x_۲ - x_۱)^۲ + (y_۲ - y_۱)^۲}) \quad (۲۶)$$

اندازه نیروی محوری سیم $T2$ در نقطه انتها و مولفه‌های آن طبق روابط (۲۷) الی (۳۰) محاسبه می‌شود.

$$|T_۲| = H \times cosh\left(\frac{w}{H}(X_n/۲ - \sqrt{(x_۲ - x_۱)^۲ + (y_۲ - y_۱)^۲})\right) \quad (۲۷)$$

$$T_{۲z} = -H \times sinh\left(\frac{w}{H}(X_n/۲ - \sqrt{(x_۲ - x_۱)^۲ + (y_۲ - y_۱)^۲})\right) \quad (۲۸)$$

$$T_{۲x} = -T_{۱x} \quad (۲۹)$$

$$T_{۲y} = -T_{۱y} \quad (۳۰)$$

در محاسبات مکانیکی شبکه‌های توزیع هوایی نیاز به بررسی شرایط سیم در یک وضعیت جدید است. منظور از این بررسی محاسبه مقدار نیروی مولفه‌ی افقی نیروی محوری سیم در شرایط جدید است. به‌عنوان مثال اگر در شرایط اولیه سیم مقدار مولفه افقی نیروی محوری سیم برابر با $H1$ و مقدار اندازه نیروی گسترده[۱] وارد بر آن در واحد طول سیم $w1$ (ناشی از وزن سیم، باد و یا وزن یخ) و دمای سیم $t1$ باشد و در شرایط جدید مقدار اندازه نیروی گسترده وارد بر آن در واحد طول $w2$ و دمای سیم $t2$ باشد، نیاز است تا مقدار مولفه افقی نیروی محوری سیم در شرایط جدید ($H2$) محاسبه گردد. برای این منظور از قانون هوک و انبساط حرارتی مواد استفاده می‌گردد. طبق این قوانین و با فرض ثابت بودن نقاط تکیه‌گاهی سیم و صرفنظر از مقدار مولفه قائم کشش محوری سیم، از حل دستگاه معادلات غیرخطی (۳۱) (دو معادله و دو مجهول)، مقدار $H_۲$ و X_{n2} محاسبه می‌شود. در این معادلات α مقدار ضریب انبساط خطی، E مدول الاستیسیته (مدول یانگ) و A سطح مقطع سیم می‌باشد.

$$\begin{cases} L_۱ = \frac{H_۱}{w_۱} \times \left[sinh\left(\frac{w_۱}{H_۱}(\sqrt{(x_۲ - x_۱)^۲ + (y_۲ - y_۱)^۲} - \frac{X_{n1}}{۲}\right) + sinh\left(\frac{w_۱}{۲H_۱} \times X_{n1}\right)\right] \\ L_۲ = \frac{H_۲}{w_۲} \times \left[sinh\left(\frac{w_۲}{H_۲}(\sqrt{(x_۲ - x_۱)^۲ + (y_۲ - y_۱)^۲} - \frac{X_{n2}}{۲}\right) + sinh\left(\frac{w_۲}{۲H_۲} \times X_{n1}\right)\right] \\ f_۱(H_۲, X_{n2}) = L_۲ - L_۱ - L_۱ \times \left[\frac{(H_۲ - H_۱)}{AE} + \alpha \times (t_۲ - t_۱)\right] = ۰ \\ f_۲(H_۲, X_{n2}) = Z_۱ - Z_۲ - \frac{H_۲}{w_۲} \times \left[cosh\left(\frac{w_۲}{۲H_۲} \times X_{n2}\right) - cosh\left(\frac{w_۲}{H_۲} \times \left(\sqrt{(x_۲ - x_۱)^۲ + (y_۲ - y_۱)^۲} - \frac{X_{n2}}{۲}\right)\right)\right] = ۰ \end{cases} \quad (۳۱)$$

[۱] *Distributed Force*

فهرست
شکل
جدول
پیشگفتار
۱
۲
۳
۴
۵
۶
پ الف
پ ب
پ ج
مراجع
اعضا

ب-۲ محاسبات مکانیکی شبکه تست

در این نمونه روند محاسبات مکانیکی برای حالت اول طرح‌های مکانیکی معرفی شده در دستورالعمل انجام می‌شود. طرح نمونه شبکه ۲۰ کیلوولت شکل ۱۵ نشان داده شده است. ورودی‌های لازم برای انجام محاسبات مکانیکی این طرح به شرح ذیل است.

۱- طبق مطالعات اقلیمی و نقشه‌های اقلیمی تهیه شده در منطقه طرح، شرایط بارگذاری این منطقه به شرح جدول ٤١ می‌باشد. دیگر اطلاعات اقلیمی مورد نیاز به شرح جدول ٤٢ می‌باشد.

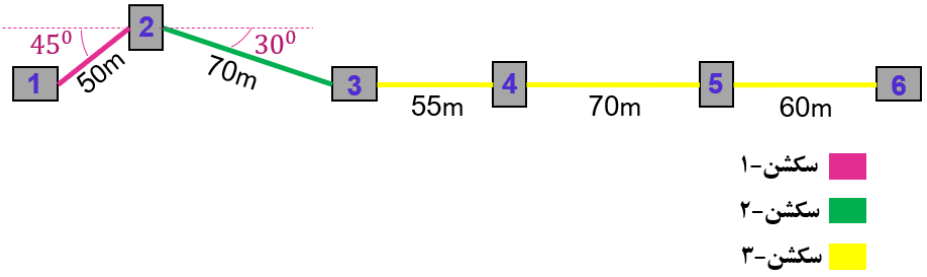
۲- مختصات نقاط، ارتفاع پایه‌ها و مشخصات آرایشات طرح بعد از بازدید میدانی و بررسی مسیر و حرائم به‌شرح جدول ٤٧ و جدول ٤٨ می باشد

۳- حریم عمودی طرح نسبت به موقعیت قرارگیری آن برابر با ٦.٧ متر است.

٤- بیشینه جریان عبوری از طرح در زمان بیشینه دما رخ داده و برابر با ۱۰۰ آمپر می‌باشد.

٥- دمای معادل *creep* برابر با ۱۵ درجه می‌باشد.

٦- هادی مورد استفاده برای طرح، هادی لخت هاینا می‌باشد.



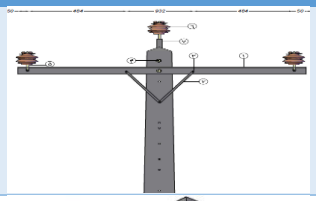
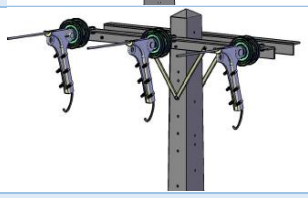
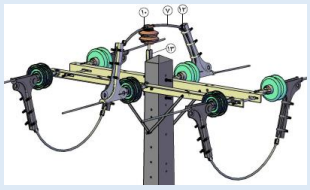
شکل ۱۵ :نمونه محاسبات مکانیکی برای شبکه‌های حالت اول.

جدول ٤٦ :مشخصات نقاط طرح

شماره	عمق دفن پایه	ارتفاع پایه	X(m)	Y(m)	Z(m)	نوع آرایش
۱	۲	۱۲	۰	۰	۰	E
۲	۲	۱۲	۳۵.۳۵۵۳	۳۵.۳۵۵۳	۰	DC
۳	۲	۱۲	۹۵.۹۷۷۱	۰.۳۵۵۳	۰	DC
۴	۲	۱۲	۱۵۰.۹۷۷۱	۰.۳۵۵۳	۰	TCL
۵	۲	۱۲	۲۲۰.۹۷۷۱	۰.۳۵۵۳	۰	TCL
۶	۲	۱۲	۲۸۰.۹۷۷۱	۰.۳۵۵۳	۰	E

فهرست
شکل
جدول
پیشگفتار
۱
۲
۳
۴
۵
۶
پ الف
پ ب
پ ج
مراجع
اعضا

جدول ٤٧ :مشخصات آرایشات استفاده شده طرح

کد آرایش	شکل	موقعیت قرارگیری فازها نسبت به رأس (m)
TCL		فاز۱: $x=-1,y=0,z=-.3$ فاز۲: $x=0,y=0,z=0$ فاز۳: $x=1,y=0,z=-0.3$
E		فاز۱: $x=-1,y=0,z=0$ فاز۲: $x=0,y=0,z=0$ فاز۳: $x=1,y=0,z=0$
DC		فاز۱: $x=-1,y=0,z=-.3$ فاز۲: $x=0,y=0,z=0$ فاز۳: $x=1,y=0,z=-0.3$

در ادامه همانند شکل ۱ به انجام محاسبات مکانیکی طرح پرداخته خواهد شد.

گام یک تعیین شرایط بارگذاری: برای این طرح شرایط بارگذاری همانند جدول ٤٩ انتخاب خواهد شد.

گام دو تعیین ضریب اطمینان هادی در حالات مختلف بارگذاری: در این طرح باتوجه به فلسفه طراحی این منطقه ضرایب اطمینان هادی به شرح جدول ٤٨ می‌باشد.

جدول ٤٨ :ضریب اطمینان مجاز در حالات مختلف بارگذار طرح نمونه.

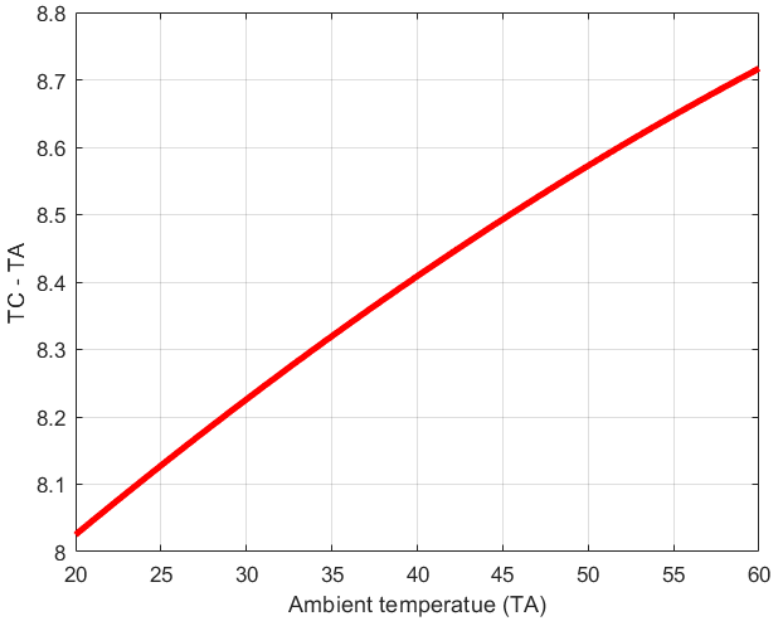
نوع بارگذاری	(*UTS%*)
شرایط بارگذاری ثانویه	٤٠
شرایط بارگذاری اولیه	١٠

گام سوم محاسبه جدول کشش–فلش: لازم به‌ذکر است که در این مثال برای محاسبات *creep* از استاندارد *IEEE 1238* و برای محاسبات دمای سیم از استاندارد *IEEE 738* و بروشور شماره ۲۰۷ سیگره استفاده گردیده است. در شکل ١٦ و شکل ١٧ اختلاف دمای هادی و محیط برحسب دمای محیط به‌ترتیب برای جریان‌های ۱۰۰ و ۰ آمپری نشان داده شده است. طبق شکل در دمای ٤٥ درجه سانتی‌گراد محیط و جریان ۱۰۰ آمپری هادی، دمای هادی برابر با ٥٣.٥ (٨.٥ درجه سانتی‌گراد بیشتر از دمای محیط) درجه سانتی‌گراد خواهد شد. از این دما برای محاسبات در دمای بیشنه استفاده می‌گردد.

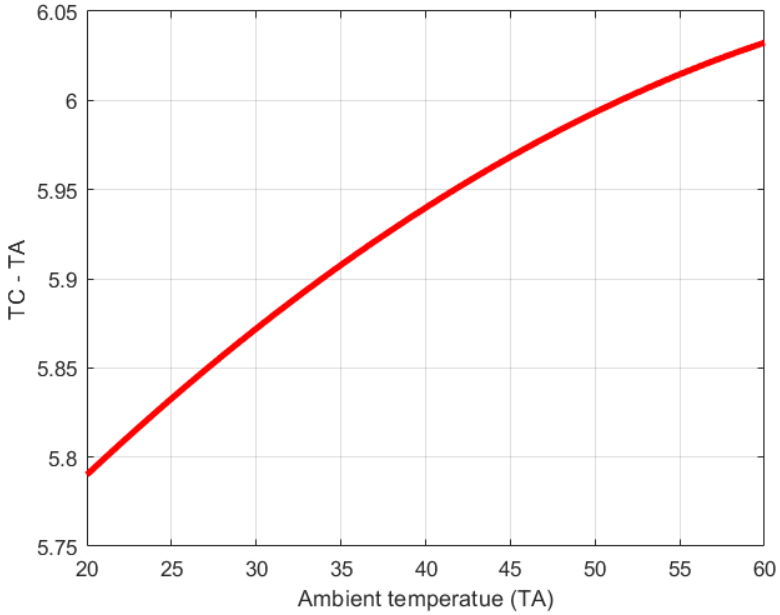
طبق گام سوم محاسبات کشش و فلش برای این طرح در جدول ٤٩ نشان داده شده است. در این گام نیاز است قیود محاسبات مکانیکی همانند جدول ٥٠ بررسی شوند. طبق آرایش انتخاب شده، ارتفاع پایه و عمق دفن پایه، فاصله پایین‌ترین قسمت سیم نسبت به زمین برابر با مقدار ۹.۷ متر (۱۲–۲–۰.۳) است. لذا در

فهرست
شکل
جدول
پیشگفتار
۱
۲
۳
۴
۵
۶
پ الف
پ ب
پ ج
مراجع
اعضا

این طرح بیشینه فلش مجاز برابر ۳ متر است. در این طرح کمینه دما عامل محدود کننده کشش اولیه در تمام اسپن‌ها است. همچنین در سکشن ۳ اسپن ۵۵ متری عامل محدود کنند کشش سکشن ۳ است.



شکل ۱۶ :اختلاف درجه حرارت هادی *TC* و درجه حرارت محیط *TA* برحسب تغییرات دمای محیط با هادی با جریان ۱۰۰ آمپر.



شکل ۱۷ :اختلاف درجه حرارت هادی *TC* و درجه حرارت محیط *TA* برحسب تغییرات دمای محیط با هادی با جریان ۰ آمپر.

فهرست
شکل
جدول
پیشگفتار
۱
۲
۳
۴
۵
۶
پ الف
پ ب
پ ج
مراجع
اعضا

جدول ۴۹ :جدول فلش-کشش طرح نمونه.

کد اسپن	شماره اسپن	طول اسپن	H-I	UTS% I	H-I-c	UTS% I-c	H-MAX	UTS% MAX	UTS% MAX-c	F-MAX-c (cm)	a-MAX-c (m)	H-MIN	UTS% MIN	a-MIN (m)	H-WI	UTS% WI	H-ICE	F-ICE (cm)	UTS% ICE	H-W	UTS% W	blowout (cm)
۱	۱-۲	۵۰	۳۷۱	۹	۲۵۷	۶	۲۱۸	۵	۴	۸۰	۳۹۰	۱۲۵۱	۳۰	۲۷۸۰	۱۳۷۲	۳۳	۱۲۵۱	۶۱	۳۰	۸۳۶	۲۰	۵۵
۲	۲-۳	۷۰	۴۱۷	۱۰	۳۲۲	۸	۲۸۲	۷	۶	۱۱۸	۵۱۹	۱۲۵۱	۳۰	۲۷۸۰	۱۵۰۳	۳۶	۱۴۳۰	۱۰۴	۳۴	۹۷۴	۲۳	۹۲
۳	۳-۴	۵۵	۳۸۶	۹	۲۷۴	۷	۲۳۵	۶	۵	۹۰	۴۲۴	۱۲۵۱	۳۰	۲۷۸۱	۱۴۰۴	۳۴	۱۲۹۷	۶۳	۳۱	۸۷۲	۲۱	۶۳
۴	۴-۵	۷۰	۴۱۷	۱۰	۳۲۲	۸	۲۸۲	۷	۶	۱۱۸	۵۱۹	۱۲۵۱	۳۰	۲۷۸۰	۱۵۰۳	۳۶	۱۴۳۰	۱۰۴	۳۴	۹۷۴	۲۳	۹۲
۵	۵-۶	۶۰	۴۰۱	۱۰	۲۹۰	۷	۲۵۱	۶	۵	۹۷	۴۵۶	۱۲۵۱	۳۰	۲۷۸۱	۱۴۷۳	۳۴	۱۳۴۲	۸۱	۳۲	۹۰۶	۲۲	۷۲

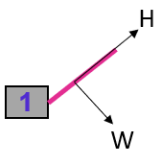
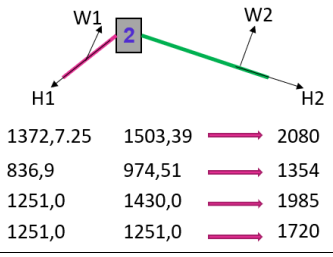
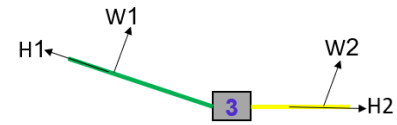
جدول ۵۰ : بررسی قیود محاسبات مکانیکی طرح نمونه.

شماره	نام قید	شرایط بررسی	
۱	فاصله مجاز عمودی هادی با زمین یا اشیا	در شرایط بهره‌برداری بیشینه دمای هادی یا شرایط برف سنگین	در همه حالات درست است.
۲	فاصله مجاز عمودی هادی با دیگر خطوط برق	در شرایط بهره‌برداری بیشینه دمای هادی و در شرایط بهره‌برداری کمینه دمای هادی دیگر	-
۳	فاصله مجاز افقی	در شرایط بهره‌برداری باد شدید و جابجایی افقی هادی	در بیشینه حالات ۰.۹ متر است
۴	فاصله مجاز فازهای مختلف خط خودی یا با دیگر خطوط در وسط اسپن	در شرایط بیشینه دمای هادی یا شرایط برف سنگین	طبق معادله شماره ۲ فلش بیشینه برابر ۲.۷۵ است که در همه حالات درست است

فهرست
شکل
جدول
پیشگفتار
۱
۲
۳
۴
۵
۶
پ الف
پ ب
پ ج
مراجع
اعضا

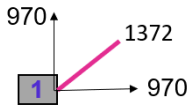
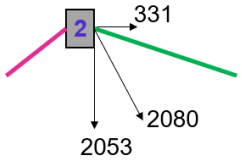
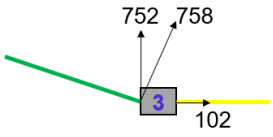
گام چهارم محاسبه نیروهای وارد بر پایه: در این گام با استفاده از معادلات برداری، نیروهای وارد بر پایه محاسبه می‌شود. این محاسبات مطابق با جدول ۵۱ انجام می‌شود. در این جدول نیروها و برایند نیروهای وارد بر پایه‌های شماره یک الی سه از طرف یک هادی آورده شده است.

جدول ۵۱ :جدول محاسبات نیروهای وارد بر پایه.

 1372,28 836,36 1251,0 1251,0	 1372,7.25 1503,39 → 2080 836,9 974,51 → 1354 1251,0 1430,0 → 1985 1251,0 1251,0 → 1720
 1503,39 1404,27 → 758 974,51 872,35 → 488 1430,0 1297,0 → 717 1251,0 1251,0 → 648	

گام پنجم و ششم محاسبه مهار: در این محاسبات فرض شده است زاویه مهار ۳۷ درجه و مشخصات مهارهای مورد استفاده مطابق جدول ٦٢ است.

جدول ۵۲ : محاسبه سیم مهار

مهار در جهت برایند: ۲ مهار با نمره ۱۲ با قدرت زیاد پایه: ۲ پایه ۸۰۰		مهار در جهت برایند: ۲ مهار با نمره ۱۲ با قدرت فوق العاده زیاد پایه: ۲ پایه ۸۰۰	
مهار در جهت برایند: ۱ مهار با نمره ۱۲ با قدرت زیاد پایه: ۸۰۰			

فهرست
شکل
جدول
پیشگفتار
۱
۲
۳
۴
۵
۶
پ الف
پ ب
پ ج
مراجع
اعضا

جدول ۵۳ :سایز سیم مهار

مشخصات سیم مهار	سیم‌های مهار معمولی		سیم‌های مهار با قدرت زیاد		سیم‌های مهار با قدرت خیلی زیاد	
قطر کلی سیم (*mm*)	۹.۵	۱۲.۷	۹.۵	۱۲.۷	۹.۵	۱۲.۷
تعداد رشته سیم‌ها	۷	۷	۷	۷	۷	۷
قطر هر رشته (*mm*)	۳.۱۷	٤.۱٦	۳.۱۷	٤.۱٦	۳.۰٥	٤.۲
حداکثر مقاومت کششی (*kg*)	۱٦۳۰	۳۳٦۰	٤۹۰۰	۸٥٤۰	۷۰۰۰	۱۲۲۰۰

گام هفتم: محاسبه جداول سیم‌کشی

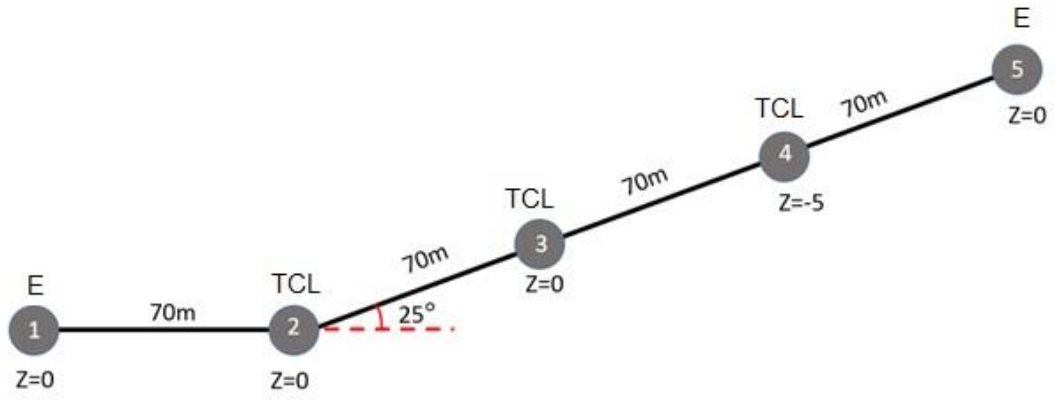
جدول ٥٤ : محاسبه جداول سیم کشی

شماره سکشن	طول اسپن		دما				
			-٥	۱۰	۲٥	٤۰	٥٥
۱	٥۰	کشش (kg)	۸۹٥	٦٤۲	٤۲۷	۲۸۷	۲۱۳
		فلش (cm)	۱٦	۲۲	۳۳	٥۰	٦٦
۲	۷۰	کشش (kg)	۸۸٤	٦٥۰	٤٦٥	۳٤۳	۲۷۱
		فلش (cm)	۳۱	٤۲	٥۹	۸۰	۱۰۲
۳	٥٥	کشش (kg)	۸۹۷	٦٤۸	٤٤۰	۳۰٤	۲۲۹
		فلش (cm)	۱۹	۲٦	۳۹	٥٦	۷٤
۳	۷۰	کشش (kg)	۸۲۳	٥۹۸	٤۲۸	۳۲۱	۲٥۸
		فلش (cm)	۳٦	٤٦	٦٤	۸٦	۱۰۷
۳	٦۰	کشش (kg)	۸۷۳	٦۳۲	٤۳٦	۳۱۰	۳٤۰
		فلش (cm)	۲۳	۳۲	٤٦	٦٥	۸٤

فهرست
شکل
جدول
پیشگفتار
۱
۲
۳
۴
۵
۶
پ الف
پ ب
پ ج
مراجع
اعضا

ب-۳ بررسی نیروی وارد برمقره و نیروی بالابرنده

در یک طرح برقرسانی با شبکه فشار متوسط مطابق طرح شکل ۲۶ مطلوبست محاسبه نیروهای وارد بر پایه های میانی و انتهایی و نیروهای *Up-Down lift* بر روی پایه های میانی.



شکل ۱۸: شبکه نمونه برای بررسی اختلاف ارتفاع و زاویه

در این طرح ارتفاع همه پایه‌ها ۱۲ متر و کشش پایه‌های میانی ٤۰۰ و کشش پایه‌های انهایی ۱۰۰۰ فرض شده است. همانطور که در این طرح مشخص است در محل پایه شماره ۲ زاویه بین خطوط مجاور ۲۵ درجه است و در محل پایه شماره ٤ اختلاف ارتفاع ۵ متری نسبت به پایه های ۳ و ۵ وجود دارد که می بایست نیروهای وارد بر محور قائم پایه ها محاسبه شوند. با توجه به بررسی اطلاعات بدست آمده از ایستگاه هواشناسی منطقه شرایط بارگذاری به شرح جدول ذیل می‌باشد:

جدول ۵۵: شرایط بارگذاری نمونه منطقه کویری

نوع بارگذاری	دما (C)	ضخامت یخ(mm)	سرعت باد(m/s)
طوفان	۳۰	۰	٤۱
یخ بندان	-۵	۲	۰
شرایط اولیه	۳۰	۰	۰
کمترین دما	-۱۰	۰	۰
بیشترین دما	۵۱	۰	۰

با توجه به بار مصرفی سیم ۷۰ روکشدار تک لایه (*CT*) به عنوان هادی خط انتخاب شده است که مشخصات آن به شرح جدول ذیل می باشد:

جدول ٥٦: مشخصات مکانیکی سیم روکشدار تک‌لایه ۷۰

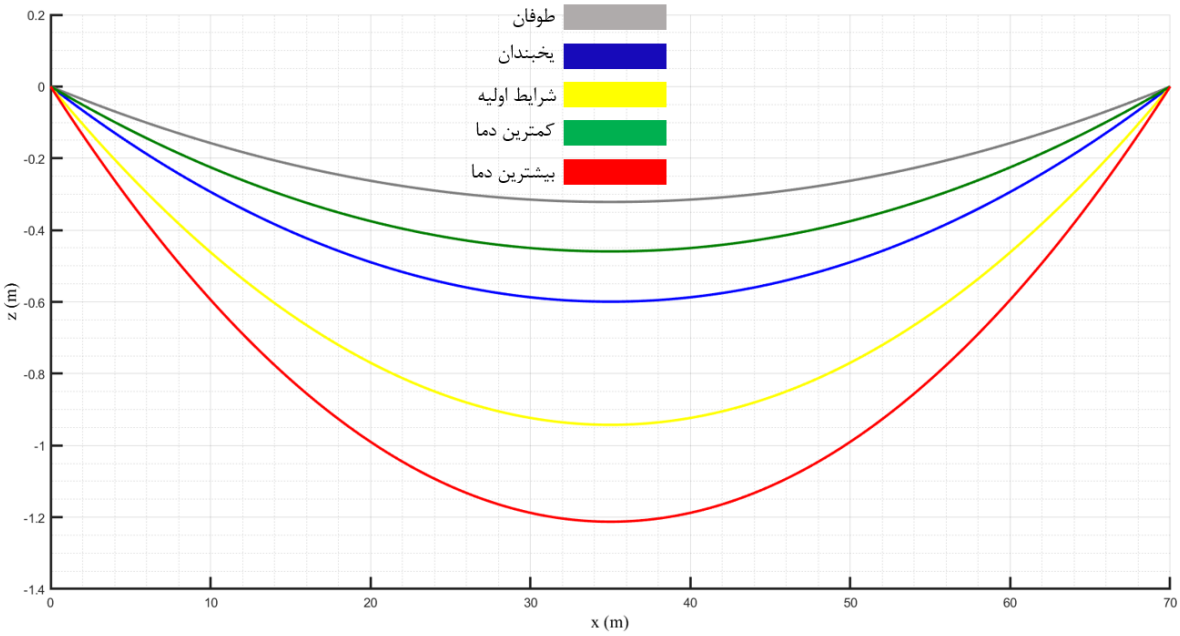
نام هادی	وزن کل	*UTS*	قطر هادی	سطح مقطع	مدول الستیسیته	ضریب انبساط خطی
مینک روکشدار	۰.۳٤۲	۲۲۲۳	۱٤.۷	۷۳.٦۵	۸۱۰۰	۱۹×٦-۱۰

فهرست
شکل
جدول
پیشگفتار
۱
۲
۳
۴
۵
۶
پ الف
پ ب
پ ج
مراجع
اعضا

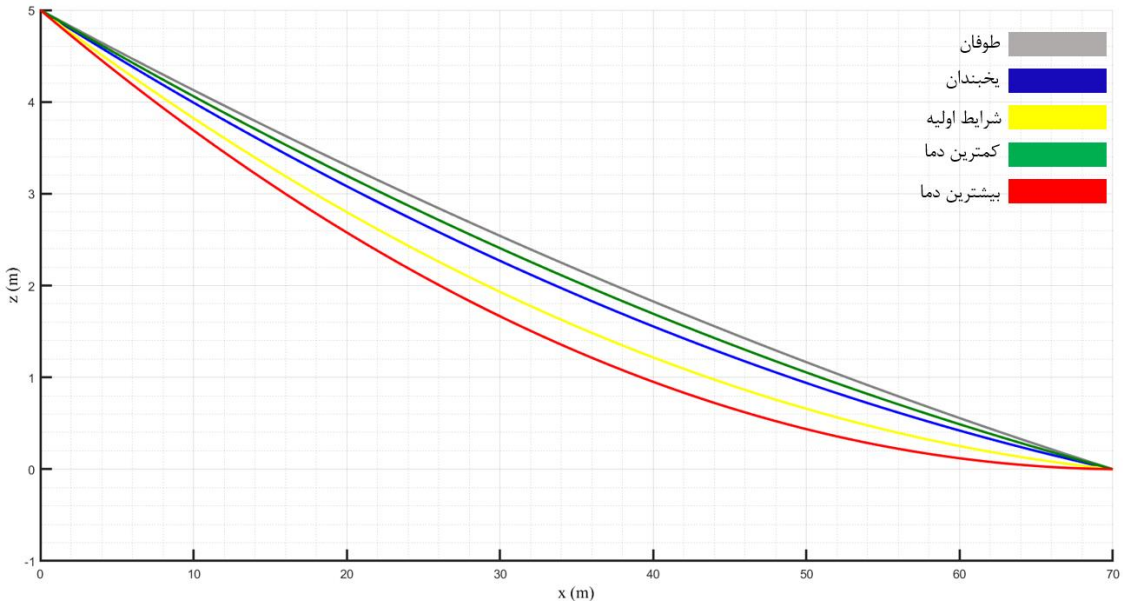
در این طرح ضریب اطمینان مجاز در حالات مختلف بارگذاری مطابق جدول ۵۷ می‌باشد. بنابراین محاسبات فلش و کشش انجام شده برای حالات مختلف بار گذاری مطابق جدول ٦٤ می‌باشد. منحنی سیم اسپن‌های (۱-۲ و ۲-۳) که دو طرف آن‌ها هیچگونه اختلاف ارتفاعی وجود ندارد در شکل ۲۷ آورده شده است. همچنین منحنی‌های اسپن‌های (۳-٤ و ٤-۵) که دو طرف آن دارای اختلاف ارتفاع ۵ متر است در شکل ۲۸ نشان داده شده است. همانطور که در شکل مشخص است، سیم در این اسپن‌ها در پایه شماره ٤ دارای نیروی آپلیفت می‌باشد. بعد از محاسبه نیروهای وارد بر سیم، می‌توان نیروهای وارد بر پایه‌ها ناشی از سیم را شناسایی کرد. نیروهای وارد بر پایه‌های ۲، ۳ و ٤ به تفکیک نیروهای کشش، باد و بالابرنده ناشی از هر اسپن برای یک سیم در جدول ٦٧ محاسبه شده است. همانطور که در جدول ٦٧ مشخص است نیروهای وارد بر مقره بر پایه ۲، ۳٦۹ کیلوگرم است. همانطور که قبلا بیان شد در این شرایط تنها از مقره‌ی سیلیکونی می‌توان استفاده کرد که فاصله جرقه آن زیاد باشد یا از دو مقره دوبل سیلیکونی با فاصله جرقه کم استفاده نمود. مجموع نیروی بالابرنده بر روی پایه شماره ٤ برابر با ۱۵٦ کیلوگرم می‌باشد. لذا نیاز است برای حذف این نیرو بر روی پایه به یکی از روشهای استاندارد نظیر سکشن نمودن و تغییر ارتفاع پایه استفاده گردد.

جدول ۵۷: محاسبه نیروهای سیم در شرایط مختلف آب و هوایی.

نوع بارگذاری	شماره اسپن	فلش (m)	کشش (Kf)	$UTS\%$
طوفان	۱-۲ و ۲-۳	۰.۳۲	٦۵۲	۲۹
	۳-٤ و ٤-۵	۰	٦۵۱	۲۹
یخ بندان	۱-۲ و ۲-۳	۰.٦	٤٤۷	۲۰
	۳-٤ و ٤-۵	۰	٤٤۸	۲۰
شرایط اولیه	۱-۲ و ۲-۳	۰.۹٤	۲۲۲	۱۰
	۳-٤ و ٤-۵	۰		
حداقل دما	۱-۲ و ۲-۳	۰.٤٦	٤۵٦	۲۰
	۳-٤ و ٤-۵	۰	٤۵۷	۲۰
حداکثر دما	۱-۲ و ۲-۳	۱.۲	۱۷۳	۸
	۳-٤ و ٤-۵	۰	۱۷۳	۸



شکل ۱۹: منحنی سیم اسپن‌های ۱-۲ و ۲-۳ در صفحه z-x

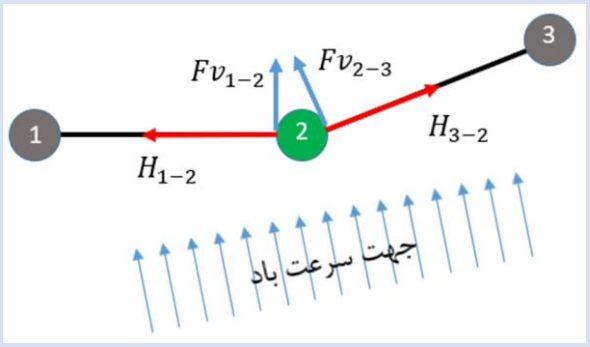
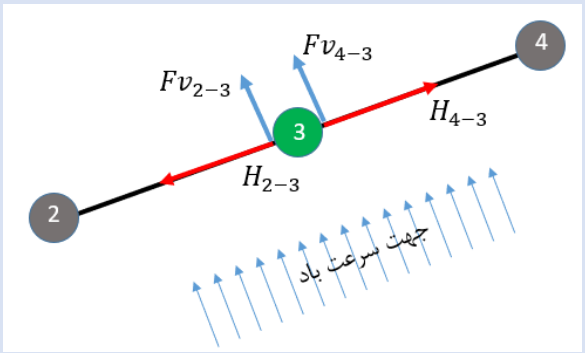
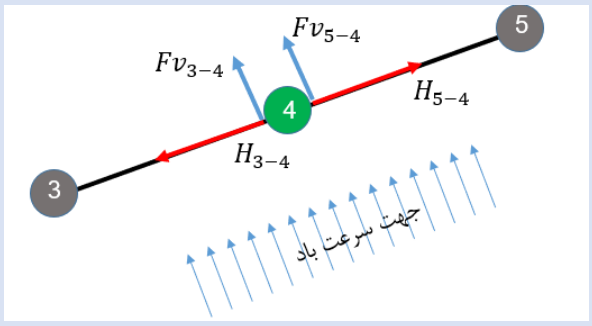


شکل ۲۰: منحنی سیم اسپن‌های ٤-۳ و ٥-٤ در صفحه z-x

فهرست
شکل
جدول
پیشگفتار
۱
۲
۳
۴
۵
۶
پ الف
پ ب
پ ج
مراجع
اعضا

فهرست
شکل
جدول
پیشگفتار
۱
۲
۳
۴
۵
۶
پ الف
پ ب
پ ج
مراجع
اعضا

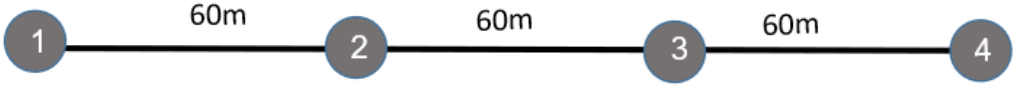
جدول ۵۸: نتایج نیروهای وارد بر پایه ناشی از یک سیم در بدترین شرایط

	نیروی کشش		نیروی باد		برایند باد و کشش	نیروی آپلیفت بدترین شرایط		شکل
شماره اسپن	۱-۲	۲-۳	۱-۲	۲-۳	۱-۲	۲-۳		
پایه *P2*	۶۵۲	۵۷۳	۵۴	۴۴	۳۶۹	۰		
شماره اسپن	۲-۳	۳-۴	۲-۳	۳-۴		۲-۳	۳-۴	
پایه *P3*	۶۵۲	۶۵۱	۵۴	۵۴	۱۰۸	۰		
شماره اسپن	۳-۴	۴-۵	۳-۴	۴-۵		۳-۴	۴-۵	
پایه *P4*	۶۵۱	۶۵۱	۵۴	۵۴	۱۰۸	۷۸		

فهرست
شکل
جدول
پیشگفتار
۱
۲
۳
۴
۵
۶
پ الف
پ ب
پ ج
مراجع
اعضا

ب-٤ محاسبات مکانیکی کابل خودنگهدار

در این مثال محاسبات نیروی مکانیکی وارد بر پایه‌های یک طرح برقرسانی مطابق شکل ۲۹ برای شبکه فشار متوسط با کابل خودنگهدار انجام شده است. در ابتدا باید شرایط اقلیمی و کشش مجاز سیم تعیین شود. شرایط اقلیمی مانند مثال قبل می‌باشد اما کشش مجاز سیم باید به‌گونه‌ای باشد که بیشترین فلش سیم در بدترین شرایط بیش از ۲.۸۵ متر نگردد. مشخصات مکانیکی کابل خودنگهدار استفاده شده برای این طرح به شرح جدول ٦٨ است. با توجه به شرایط بیان شده در جدول ٦٩ نیروهای سیم و در جدول ۷۰ نیروهای وارد بر پایه محاسبه شده است.



شکل ۲۱: شبکه نمونه با کابل خودنگهدار

جدول ۵۹: مشخصات مکانیکی کابل خودنگهدار نمونه.

نام هادی	وزن کل	*UTS*	قطر هادی	سطح مقطع	مدول الستیسیته	ضریب انبساط خطی
3 × 70 + 60	۲.۵۳	۸۱٦۵	۷۲	٦۰	۸۱٦۵	۱.۱۵×۱۰$^{-۵}$

جدول ٦۰: محاسبه نیروهای سیم در شرایط مختلف آب و هوایی

نوع بارگذاری	فلش (m)	کشش (Kf)	*UTS%*
طوفان	۱	۱۱٤۵	۱٤
یخ بندان	۲.۷٤	٤۸۷	٦
شرایط اولیه	۲.۸	٤۰۸	۵
حداقل دما	۲.٦۹	٤۲٤	۵
حداکثر دما	۲.۸۵	٤۰۱	۵

جدول ٦۱: محاسبه نیروهای وارد بر پایه ناشی از کابل خودنگهدار

نوع پایه	نیروی کشش	نیروی باد	برایند نیرو
عبوری	۰	٤۵۷	٤۵۷
انتهایی	۱۱٤۵	۲۲۹	۱۱٦۸

فهرست
شکل
جدول
پیشگفتار
۱
۲
۳
۴
۵
۶
پ الف
پ ب
پ ج
مراجع
اعضا

ج-جداول کاربردی

جدول ٦٢ :فاصله هوایی مجاز هادی خطوط از تاسیسات (متر)

	٤٠٠(V)	١١(kV)	٢٠(kV)	٣٣(kV)	توضیحات
فاصله افقی از ساختمان ها	١/٣	٢/١	٢/١	٣/٥	
فاصله قایم از ساختمان ها	٣	٤	٤	٤/٦	
فاصله افقی از درختان	٣	٣	٣	٣/٥	
فاصله افقی از لبه جدول خیابان		٠/١٥		٠/١٥	
فاصله افقی، از سازهای نگه دارنده خط دیگر،علایم، چراغهای راهنمایی و ...	١/١	١/٥	١/٥	١/٥	این مقادیر برای شرایط وجود باد (باد ٢٩٠ متر بر ثانیه و دمای ١٥ درجه سانتیگراد) است و برای حالت بدون باد برای ولتاژهای کمتر از ٥٠ کیلوولت (فاز) حداقل فاصله ١/٥ متر می باشد.
فاصله قایم از سازه های نگهدارنده خط دیگر، علایم، چراغهای راهنمایی و...	١/٤	١/٧	١/٧	١/٧	
فاصله افقی از علایم، آنتن ها، دودکش ها و...	–	٢/٣	٢/٣	–	
فاصله قایم از علایم، آنتن ها، دودکش ها و...	–	٢/٤٥	٢/٤٥	–	
فاصله هوایی از سطح آب (مناطق قابل شنا)	–	٧/٦	٧/٦	–	
فاصله هوایی از لبه فوقانی سکوی شیرجه (مناطق قابل شنا)	–	٥/٢	٢/٥	–	
فاصله از کابلهای مخابرات	١/٢	٢/٢	٢/٢		برای ٤٠٠ ولت هادی با پوشش محافظ متصل به زمین در نظر گرفته شده است.

ادامه جدول ٦٢ :فاصله هوایی مجاز هادی خطوط از تاسیسات (متر)					
فاصله از خطوط تلفن	*	*	*	*	*فاصله از خطوط تلفن علاوه بر ولتاژ خط به طول مسیرمشترک نیز بستگی دار د. حداقل ولتاژ موثر القا شده در خطوط تلفن نباید از ٦٠ ولت افزایش یابد
فاصله از سیم های مهار، اسپن و سیم های زمین	٠/٦	٢/٠	٢/٠	–	
فاصله از سیم های (V) ٠-٧٥٠	٠/٦	١/٥	١/٥	–	سیم های ٧٥٠-٠ ولت با پوشش محافظ متصل به زمین در نظر گرفته شده است.
فاصله از سیم های (kV) ٢٠	–	٢/٠	٢/٠	–	
حداقل ارتفاع پایین ترین سیم در تقاطع با لوله های گاز	–	–	٨	–	

فهرست
شکل
جدول
پیشگفتار
۱
۲
۳
۴
۵
۶
پ الف
پ ب
پ ج
مراجع
اعضا

جدول ٦٣ :فاصله هوایی مجاز هادی خطوط از تاسیسات (متر)

	٤٠٠(V)	١١(kV)	٢٠(kV)	٣٣(kV)
فاصله پایه خطوط از جدار لوله های گاز	٠/٥	–	٢	–
فاصله پایه دکل از جدار لوله گاز (مسیر مشترک <٥ km)	–	–	٢٠	–
فاصله پایه دکل از جدار لوله های گاز (مسیر مشترک <٥ km)	–	–	٣٠	–
فاصله افقی تیر از محور ریل		١٧	١٧	١٧
فاصله هوایی قسمت های برقدار بدون حفاظ تجهیزات	*	*	*	*

جدول ٦٤ :مشخصات فنی گیره انتهایی

	گیره انتهایی ٣ پیچه	گیره انتهایی ٥ پیچه
حداکثر نیروی گسیختگی (kg)	٤٥٣٠	١١٣٠٠
مناسب برای هادی آلدری با مقطع (mm^2)	٧٠ و ٣٥	١٨٥ و ١٢٠
مناسب برای هادی ACSR با مقطع (mm^2)	٧٠/١٢ و ٣٥/٦	١٨٥/٣٠ و ١٢٠/٢٠
مناسب برای هادی مسی با مقطع (mm^2)	٥٠-٣٥	٩٥-٧٠
حداقل نیروی شکست قسمت چشمی (kg)	١٨٠٠	٤٥٢٠
اندازه A (mm)	١٨٧	٣٣٠
اندازه B (mm)	٢٠٣	٣٢٧
اندازه C (mm)	١٩	٢٨/٥
اندازه D (mm)	١٦	١٦

جدول ٦٥ :مشخصات فنی سه نوع از گیره های آویزی

	حداکثر نیروی گسیختگی (kg)	حداکثر قطر هادی مجاز (mm)	حداقل قطر هادی مجاز (mm)	اندازه A (mm)	اندازه B (mm)	اندازه C (mm)
نوع اول	٤٣٠٠	١٨	٨	١٨٠	٦٠	١٩
نوع دوم	٦٠٠٠	٢٠	١٣	١٩٠	٦٤	٢٢
نوع سوم	٦٨٠٠	٢٩	١٩	٢٠٠	٧٠	٣٢

فهرست
شکل
جدول
پیشگفتار
۱
۲
۳
۴
۵
۶
پ الف
پ ب
پ ج
مراجع
اعضا

جدول ٦٦ :مشخصات فنی سه نوع رابط گیره آویزی

	حداکثر نیروی گسیختگی (kg)	اندازه A (mm)	اندازه B (mm)
رابط گیره انتهایی ۳ پیچی	۷۰۰۰	۳۸	۱٦
رابط گیره انتهایی ۵ پیچی	۱۲۰۰۰	٤٥	۲٥

جدول ٦٧ :مشخصات فنی دو نوع رکاب انتهایی

	حداقل قدرت مکانیکی (kg)	اندازه A (mm)	اندازه B (mm)	اندازه C (mm)	اندازه D (mm)
نوع اول	۷۰۰۰	۳۸	۷٦	۱۱	۱۹
نوع دوم	۱۲۰۰۰	۳٥	۷۲	۱٦	۲۲

جدول ٦٨ :مشخصات فنی دو نمونه رابط چشمی

	حداقل قدرت مکانیکی (kg)	اندازه A (mm)	اندازه B (mm)	اندازه C (mm)	اندازه D (mm)
نوع اول	۷۰۰۰	۱۰۰	٥۰	۱۸	۱۲/۷
نوع دوم	۱۲۰۰۰	۱۰۰	٥۰	۲۹	۱٦

جدول ٦٩ :مشخصات فنی سه نمونه مهره چشمی

	حداقل قدرت مکانیکی (kg)	اندازه A (mm)	اندازه B (mm)	اندازه C (mm)
نوع اول	٥٦۰۰	۹۰	۷۰	۱٦
نوع دوم	۹۹۰۰	٦٦/۷	٥٤	۱٦
نوع سوم	۹۹۰۰	۷٥	٦٤	۱٦

فهرست
شکل
جدول
پیشگفتار
۱
۲
۳
۴
۵
۶
پ الف
پ ب
پ ج
مراجع
اعضا

جدول ۷۰ :مشخصات فنی دو نمونه میله جلوبر مقره

	حداقل قدرت مکانیکی (kg)	اندازه A (mm)
نوع اول	۷۰۰۰	۳۸
نوع دوم	۱۲۰۰۰	۵۱

جدول ۷۱ :مشخصات فنی نمونه هایی از میله مهار

شکل چشمی	اندازه قطر (A) (mm)	طول (mm)	نیروی گسیختگی (kg)	قطر سیم مهار (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)	E (mm)	R (mm)
بیضوی	۱۳	۱۸۰۰	۵۶۰۰	۶	۱۱	۲۲	۳۸	–	–
	۱۳	۱۸۰۰	۵۶۰۰	۸	۱۱	۳۲	۳۸	–	–
	۱۶	۱۸۰۰	۸۴۰۰*	۱۰	۱۴	۳۸	۵۱	–	–
	۱۶	۲۴۰۰	۸۴۰۰	۱۰	۱۴	۳۸	۵۱	–	–
	۲۵	۲۴۰۰	۲۰۵۰۰	۱۳	۲۲	۳۸	۵۱	–	–
	۲۵	۳۰۰۰	۲۰۵۰۰	۱۳	۲۲	۳۸	۵۱	–	–
دوتایی	۱۶	۱۸۰۰	۸۴۰۰	۶	۳۲	۲۴	۲۲	۴۵	۶
	۱۶	۲۴۰۰	۸۴۰۰*	۶	۳۲	۲۴	۲۲	۴۵	۶
	۱۹	۲۴۰۰	۱۲۰۰۰*	۸	۳۸	۲۷	۲۵	۵۱	۶
	۱۹	۳۰۰۰	۱۲۰۰۰	۸	۳۸	۲۷	۲۵	۵۱	۶
	۲۵	۲۴۰۰	۲۰۵۰۰	۱۰	۳۸	۳۳	۳۰	۶۷	۸
	۲۵	۳۰۰۰	۲۰۵۰۰	۱۰	۳۸	۳۳	۳۰	۶۷	۸
	۲۵	۲۴۰۰	۲۰۵۰۰	۱۳	۳۸	۳۳	۳۰	۶۷	۸
	۲۵	۳۰۰۰	۲۰۵۰۰	۱۳	۳۸	۳۳	۳۰	۶۷	۸

جدول ۷۲ :مشخصات فنی نمونه های از پیچ یکسر رزوه

محل استفاده	اندازه قطر (d) (mm)	L (mm)	A (mm)	حداکثر نیروی گسیختگی (kg)
تیرهای پیش تنیده	۱۴	۲۰۰	۱۰۰	۵۶۰۰
	۱۴	۲۵۰	۱۰۰	۵۶۰۰
	۱۴	۳۰۰	۱۰۰	۵۶۰۰
	۱۴	۳۵۰	۱۰۰	۵۶۰۰
تیرهای بتنی H شکل	۱۶	۲۰۰	۱۰۰	۷۵۰۰
	۱۶	۲۵۰	۱۰۰	۷۵۰۰
	۱۶	۳۰۰	۱۰۰	۷۵۰۰
	۱۶	۳۵۰	۱۰۰	۷۵۰۰

جدول ۷۳ :مشخصات فنی پایه مقره راس تیر

ولتاژ شبکه (kV)	حداقل کشش مکانیکی (kg)		A (mm)	B (mm)
۲۰	۶۸۰		۲۷۷	۴۹۰
۳۳	۹۰۰		۳۵۳	۵۶۶

فهرست
شکل
جدول
پیشگفتار
۱
۲
۳
۴
۵
۶
پ الف
پ ب
پ ج
مراجع
اعضا

جدول ۷٤ :کراس آرم های متداول در شبکه های توزیع

ردیف	نوع کراس آرم	فاصله دو فاز PC (m)	حداکثر فلش الکتریکی مجاز در خط				محدودیت های مکانیکی بهره برداری	محدودیت های کاربرد
			هادی های فاکس و مینک		هادی های هاینا و لینکس			
			(kV)۲۰	(kV)۳۳	(kV)۲۰	(kV)۳۳		
۱	کراس آرم ۱/۵ متری با مقره سوزنی	۱/۲۷	۲/۳۲	۱/۹٦	۲/۷	۲/۲۷	امکان استفاده از نبشی های مندرج در جداول (٤پ-۱) تا (٤پ-۳) برای پایه های میانی، گوشه ای و انتهایی در محدوده اسپن تعیین شده	- برای مسیرهای مستقیم طو لا نی که مشکل حریم وجود ندارد مناسب است. -نبشی های مجاز در اسپن های بزرگ از ۱۵۰ تا ۲۵۰ متر مطابق با جداول (٤پ-٤) الی (٤پ-٦) می باشد
۲	کراس آرم ۱/۵ متری با یک مقره سوزنی ۳۳ کیلوولتی و دو مقره بشقابی	۱/۲۳	۲/۰۹	۱/۷۲	۲/٤۹	۲/۰۵	امکان استفاده از نبشی های مندرج در جداول (٤پ-۱) تا (٤پ-۳) برای پایه های میانی، گوشه ای و انتهایی در محدوده اسپن تعیین شده	برای مناطقی با سطح آلودگی بالا و یا یخبندان و در مسیرهای مستقیم طولانی که مشکل حریم ندارند مناسب است. -نبشی های مجاز در اسپن های بزرگ از ۱۵۰ تا ۲۵۰ متر مطابق با جداول(٤پ-٤) الی (٤پ-٦) می باشد هادی های سنگین استفاده از این شکل پایه‌ها تا اسپن ۲۰۰ متر محدودمی گردد.
۳	کراس آرم ۱/۵ متری دو مداره	۰/۹	۰/۸۱	۰/٦٤	۱/۰٤	۰/۸۲	-امکان استفاده از نبشی های مندرج در جداول (٤پ-۱) تا (٤پ-۳) برای پایه های میانی، گوشه ای و انتهایی در محدوده اسپن تعیین شده -عدم امکان استفاده از ا ی ن شکل پایه در شرایط فوق سنگین -توصیه به عدم استفاده از هادی فاکس در این ترکیب	برای خطوط دوبل با مسیرهای مستقیم طولانی مناسب است.

فهرست
شکل
جدول
پیشگفتار
۱
۲
۳
۴
۵
۶
پ الف
پ ب
پ ج
مراجع
اعضا

فهرست
شکل
جدول
پیشگفتار
۱
۲
۳
۴
۵
۶
پ الف
پ ب
پ ج
مراجع
اعضا

ادامه جدول ٧٤ :کراس آرم های متداول در شبکه های توزیع

ردیف	نوع کراس آرم	فاصله دو فاز PC (m)	حداکثر فلش الکتریکی مجاز در خط				محدودیت های مکانیکی بهره برداری	محدودیت های کاربرد
			هادی های فاکس و مینک		هادی های هاینا و لینکس			
			(kV)۲۰	(kV)۳۳	(kV)۲۰	(kV)۳۳		
٤	کراس آرم جناقی	۱/۲	۱/۵۷	۱/۳۳	۲/۲۰	۱/۷۱	-امکان استفاده از نبشی های مندرج در جداول (٤پ-۱) تا (٤پ-۳) برای پایه های میانی، گوشه ای و انتهایی در محدوده اسپن تعیین شده -عدم امکان استفاده از ا ی ن شکل پایه در شرایط فوق سنگین -توصیه به عدم استفاده ز هادی فاکس در شرایط سبک	-امکان تحمل فلش بیشتر و حریم مناسب تر در مقایسه با کراس ۱/۵ متری دارد - -نبشی های مجاز در اسپن های بزرگ از ۱۵۰ تا ۲۵۰ متر مطابق با جداول(٤پ-٤) الی (٤پ-٦) می باشد برای هادی های سنگین استفاده از این شکل پایه ها تا اسپن ۲۰۰ متر محدود می گردد.
٥	کراس آرم ۲ متری	۱/۲۷	۲/٦٤	۲/۲٥	۳/۰٦	۲/٦	-امکان استفاده از نبشی های مندرج در جداول (٤پ-۷) تا (٤پ-۹) برای پایه های میانی، گوشه ای و انتهایی در محدوده اسپن تعیین شده	-برای مسیرهای مستقیم طولانی و بدون مشکل حریم با قابلیت تحمل فلش زیاد مناسب است -نبشی های مجاز در اسپن های بزرگ از ۱۵۰ تا ۲۵۰ متر مطابق با جداول(٤پ-۱۰) الی (٤پ-۱۲) می باشد
٦	کراس آرم ۱/۵ و ۲ متری دو مداره	۰/۹٤	۰/۹۲	۰/۷٤	۱/۱۸	۰/۹٥	-امکان استفاده از نبشی های مندرج در جداول(٤پ-۷) تا (٤پ-۹) برای پایه های میانی، گوشه ای و انتهایی در محدوده اسپن تعیین شده -توصیه به عدم استفاده از هادی فاکس در شرایط سبک	برای خطوط دوبل با مسیرهای مستقیم طولانی بدون مشکل حریم مناسب می باشد.
۷	کراس آرم پرچمی	۰/۹	۰/۸۱	۰/٦٤	۱/۰٤	۰/۸۲	امکان استفاده از نبشی های مندرج در (٤پ-۱۳) برای پایه های میانی، گوشه ای و انتهایی در محدوده اسپن تعیین شده	-برای مناطقی که با مشکل حریم مواجه هستند مناسب می باشد. -از قابلیت تحمل فلش الکتریکی بیشتر نسبت به کراس آرم های دو متری L شکل برخوردار است.

ادامه جدول ۷٤:کراس آرم های متداول در شبکه های توزیع

ردیف	نوع کراس آرم	فاصله دو فاز PC (m)	حداکثر فلش الکتریکی مجاز در خط				محدودیت های مکانیکی بهره برداری	محدودیت های کاربرد
			هادی های فاکس و مینک		هادی های هاینا و لینکس			
			(kV)۲۰	(kV)۳۳	(kV)۲۰	(kV)۳۳		
۸	کراس آرم ۲ متری L شکل	۰/۷	۰/۷٦	۰/٥٤	۰/۸۳	۰/٦	امکان استفاده از نبشی های مندرج در (٤پ-١٤) برای پایه های میانی، گوشه ای و انتهایی در محدوده اسپن تعیین شده	برای مناطقی که با مشکل حریم مواجه هستند مناسب است.
۹	کراس آرم ۲ متری L شکل با یک مقره آویزی	۰/۹۷	۱/۱	۰/۸	۱/۳۱	۱	امکان استفاده از نبشی های مندرج در جدول (٤پ-١٥) برای پایه های میانی محدوده اسپن تعیین شده	
۱۰	کراس آرم ۲ متری L شکل با دو بازوی ۱/٥ و ۲ متری	۱/۰۸	۱/۸۳	۱/٥۱	۲/۱۲	۱/۷٥	امکان استفاده از نبشی های مندرج در جدول (٤پ-١٦) برای پایه های میانی محدوده اسپن تعیین شده	

فهرست
شکل
جدول
پیشگفتار
۱
۲
۳
۴
۵
۶
پ الف
پ ب
پ ج
مراجع
اعضا

جدول ۷۵ :مشخصات نبشی مورد استفاده در اسپن های ۶۰ تا ۱۰۰ متر برای هادی های مختلف با توجه به شرایط آب و هوایی برای پایه های میانی برحسب میلیمترمربع

نوع هادی	طول اسپن (m)	شرایط آب و هوایی			
		سبک	متوسط	سنگین	فوق سنگین
فاکس	تا ۶۰	٤٠×٤*	۶۰×۶	۷۰×۷	–
	۶۰ تا ۸۰	۵۰×۵	۶۰×۶	–	–
	۸۰ تا ۱۰۰	۵۰×۵	۸۰×۸	–	–
مینک	تا ۶۰	۵۰×۵	۶۰×۶	۷۰×۷	–
	۶۰ تا ۸۰	۵۰×۵	۶۰×۶	–	–
	۸۰ تا ۱۰۰	۵۰×۵	۷۰×۷	–	–
هاینا	تا ۶۰	۵۰×۵	۶۰×۶	۸۰×۸	
	۶۰ تا ۸۰	۵۰×۵	۷۰×۷	۸۰×۸	
	۸۰ تا ۱۰۰	۶۰×۶	۷۰×۷	۹۰×۹	
لینکس	تا ۶۰	۶۰×۶	۸۰×۸	۹۰×۹	۱۲۰×۱۲
	۶۰ تا ۸۰	۶۰×۶	۸۰×۸	۹۰×۹	۱۲۰×۱۲
	۸۰ تا ۱۰۰	۷۰×۷	۸۰×۸	۱۰۰×۱۰	–

*مقطع نبشی: ضخامت×طول ساق

فهرست
شکل
جدول
پیشگفتار
۱
۲
۳
۴
۵
۶
پ الف
پ ب
پ ج
مراجع
اعضا

جدول ۷۶ :مشخصات نبشی مورد استفاده در اسپن های ۶۰ تا ۱۰۰ متر برای هادی های مختلف با توجه به شرایط آب و هوایی برای پایه های گوشه ای برحسب میلیمترمربع

نوع هادی	طول اسپن خط (m)	زاویه هادی (درجه)	شرایط آب و هوایی			
			سبک	متوسط	سنگین	فوق سنگین
فاکس	تا ۶۰	۳۰	۵×۵۰*	۶×۶۰	۷×۷۰	–
		۶۰	۵×۵۰	۶×۶۰	۷×۷۰	–
		۹۰	۵×۵۰	۷×۷۰	۸×۸۰	
	۶۰ تا ۸۰	۳۰	۵×۵۰	۶×۶۰	–	–
		۶۰	۶×۶۰	۶×۶۰		–
		۹۰	۶×۶۰	۷×۷۰		–
	۸۰تا ۱۰۰	۳۰	۵×۵۰	۷×۷۰		–
		۶۰	۶×۶۰	۷×۷۰		–
		۹۰	۶×۶۰	۷×۷۰		–
مینک	تا ۶۰	۳۰	۵×۵۰	۶×۶۰	۷×۷۰	–
		۶۰	۵×۵۰	۶×۶۰	۸×۸۰	–
		۹۰	۵×۵۰	۶×۶۰	۸×۸۰	–
	۶۰ تا ۸۰	۳۰	۶×۶۰	۷×۷۰		–
		۶۰	۶×۶۰	۷×۷۰		–
		۹۰	۶×۶۰	۷×۷۰		–
	۸۰تا ۱۰۰	۳۰	۶×۶۰	۷×۷۰		–
		۶۰	۶×۶۰	۷×۷۰		–
		۹۰	۶×۶۰	۷×۷۰		–
هاینا	تا ۶۰	۳۰	۵×۵۰	۶×۶۰	۸×۸۰	–
		۶۰	۶×۶۰	۷×۷۰	۸×۸۰	–
		۹۰	۷×۷۰	۷×۷۰	۸×۸۰	
	۶۰ تا ۸۰	۳۰	۶×۶۰	۷×۷۰	۹×۹۰	–
		۶۰	۶×۶۰	۷×۷۰	۹×۹۰	–
		۹۰	۶×۶۰	۷×۷۰	۹×۹۰	–
	۸۰تا ۱۰۰	۳۰	۶×۶۰	۸×۸۰	۹×۹۰	–
		۶۰	۶×۶۰	۸×۸۰	۹×۹۰	–
		۹۰	۷×۷۰	۸×۸۰	۹×۹۰	–

فهرست
شکل
جدول
پیشگفتار
۱
۲
۳
۴
۵
۶
پ الف
پ ب
پ ج
مراجع
اعضا

فهرست
شکل
جدول
پیشگفتار
۱
۲
۳
۴
۵
۶
پ الف
پ ب
پ ج
مراجع
اعضا

ادامه جدول ۷۶: مشخصات نبشی مورد استفاده در اسپن های ۶۰ تا ۱۰۰ متر برای هادی های مختلف با توجه به شرایط آب و هوایی برای پایه های گوشه ای برحسب میلیمترمربع

نوع هادی	طول اسپن خط (m)	زاویه هادی (درجه)	شرایط آب و هوایی			
			سبک	متوسط	سنگین	فوق سنگین
لینکس	تا ۶۰	۳۰	۶۰×۶	۷۰×۷	۸۰×۸	۱۲۰×۱۲
		۶۰	۷۰×۷	۸۰×۸	۹۰×۹	۱۲۰×۱۲
		۹۰	۷۰×۷	۹۰×۹	۹۰×۹	۱۲۰×۱۲
	۶۰ تا ۸۰	۳۰	۷۰×۷	۸۰×۸	۹۰×۹	۱۰۰×۱۰ دوبل
		۶۰	۷۰×۷	۸۰×۸	۹۰×۹	۱۰۰×۱۰ دوبل
		۹۰	۷۰×۷	۸۰×۸	۱۰۰×۱۰	۱۰۰×۱۰ دوبل
	۸۰تا ۱۰۰	۳۰	۷۰×۷	۸۰×۸	۱۰۰×۱۰	–
		۶۰	۷۰×۷	۹۰×۹	۱۰۰×۱۰	–
		۹۰	۸۰×۸	۹۰×۹	۱۰۰×۱۰	–

*مقطع نبشی: ضخامت×طول ساق

جدول ۷۷ :مشخصات نبشی مورد استفاده در اسپن های ۶۰ تا ۱۰۰ متر برای هادی های مختلف با توجه به شرایط آب و هوایی برای پایه های انتهایی برحسب میلیمترمربع

نوع هادی	طول اسپن (m)	شرایط آب و هوایی			
		سبک	متوسط	سنگین	فوق سنگین
فاکس	تا ۶۰	*۶۰×۶	۶۰×۶	۷۰×۷	–
	۶۰ تا ۸۰	۶۰×۶	۶۰×۶	–	–
	۸۰ تا ۱۰۰	۷۰×۷	۷۰×۷	–	–
مینک	تا ۶۰	۶۰×۶	۶۰×۶	۸۰×۸	–
	۶۰ تا ۸۰	۷۰×۷	۷۰×۷	–	–
	۸۰ تا ۱۰۰	۷۰×۷	۷۰×۷	–	–
هاینا	تا ۶۰	۷۰×۷	۷۰×۷	۸۰×۸	–
	۶۰ تا ۸۰	۸۰×۸	۷۰×۷	۹۰×۹	–
	۸۰ تا ۱۰۰	۸۰×۸	۸۰×۸	۹۰×۹	–
لینکس	تا ۶۰	۸۰×۸	۸۰×۸	۹۰×۹	۱۲۰×۱۲
	۶۰ تا ۸۰	۹۰×۹	۸۰×۸	۹۰×۹	۱۰۰×۱۰ دوبل
	۸۰ تا ۱۰۰	۹۰×۹	۹۰×۹	۱۰۰×۱۰	–

فهرست
شکل
جدول
پیشگفتار
۱
۲
۳
۴
۵
۶
پ الف
پ ب
پ ج
مراجع
اعضا

جدول ۷۸ ::مشخصات نبشی مورد استفاده در اسپن ۱۵۰ متر برای هادی های مختلف با توجه به شرایط آب و هوایی برای پایه های میانی برحسب میلیمترمربع

نوع هادی	شرایط آب و هوایی			
	سبک	متوسط	سنگین	فوق سنگین
فاکس	٥٠×٥*	٧٠×٧	٩٠×٩	١٢٠×١٢دوبل
مینک	٦٠×٦	٨٠×٨	١٠٠×١٠	١٢٠×١٢دوبل
هاینا	٧٠×٧	٨٠×٨	١٠٠×١٠	١٢٠×١٢دوبل
لینکس	٨٠×٨	٩٠×٩	١٢٠×١٢	١٢٠×١٢دوبل

*مقطع نبشی: ضخامت×طول ساق

جدول ۷۹ :مشخصات نبشی مورد استفاده در اسپن ۲۰۰ متر برای هادی های مختلف با توجه به شرایط آب و هوایی برای پایه های میانی برحسب میلیمترمربع

نوع هادی	شرایط آب و هوایی			
	سبک	متوسط	سنگین	فوق سنگین
فاکس	٦٠×٦*	٨٠×٨	١٠٠×١٠	١٢٠×١٢دوبل
مینک	٧٠×٧	٩٠×٩	١٢٠×١٢	١٢٠×١٢دوبل
هاینا	٧٠×٧	٩٠×٩	١٢٠×١٢	–
لینکس	٨٠×٨	١٠٠×١٠	١٢٠×١٢	–

*مقطع نبشی: ضخامت×طول ساق

جدول ۸۰ :مشخصات نبشی مورد استفاده در اسپن ۲۵۰ متر برای هادی های مختلف با توجه به شرایط آب و هوایی برای پایه های میانی برحسب میلیمترمربع

نوع هادی	شرایط آب و هوایی			
	سبک	متوسط	سنگین	فوق سنگین
فاکس	٦٠×٦*	٩٠×٩	١٢٠×١٢	–
مینک	٧٠×٧	٩٠×٩	١٢٠×١٢	–
هاینا	٨٠×٨	١٠٠×١٠	١٢٠×١٢	–
لینکس	٩٠×٩	١٠٠×١٠	١٠٠×١٠ دوبل	–

*مقطع نبشی: ضخامت×طول ساق

جدول ۸۱ :مشخصات نبشی مورد استفاده در اسپن های ۶۰ تا ۱۰۰ متر برای هادی های مختلف با توجه به شرایط آب و هوایی برای پایه های میانی برحسب میلیمترمربع

نوع هادی	طول اسپن (m)	شرایط آب و هوایی			
		سبک	متوسط	سنگین	فوق سنگین
فاکس	تا ۶۰	٤٠×٤*	٦٠×٦	٨٠×٨	–
	۶۰ تا ۸۰	–	٧٠×٧	–	–
	۸۰ تا ۱۰۰	–	٧٠×٧	–	–
مینک	تا ۶۰	٥٠×٥	٦٠×٦	٨٠×٨	–
	۶۰ تا ۸۰	٥٠×٥	٧٠×٧	٩٠×٩	–
	۸۰ تا ۱۰۰	٦٠×٦	٧٠×٧	–	–
هاینا	تا ۶۰	٥٠×٥	٧٠×٧	٨٠×٨	١٢٠×١٢
	۶۰ تا ۸۰	٦٠×٦	٧٠×٧	٩٠×٩	–
	۸۰ تا ۱۰۰	٦٠×٦	٨٠×٨	١٠٠×١٠	–
لینکس	تا ۶۰	٦٠×٦	٧٠×٧	٩٠×٩	١٢٠×١٢
	۶۰ تا ۸۰	٧٠×٧	٨٠×٨	١٠٠×١٠	١٢٠×١٢ دوبل
	۸۰ تا ۱۰۰	٧٠×٧	٩٠×٩	١٠٠×١٠	–

*مقطع نبشی: ضخامت×طول ساق

فهرست
شکل
جدول
پیشگفتار
۱
۲
۳
۴
۵
۶
پ الف
پ ب
پ ج
مراجع
اعضا

فهرست
شکل
جدول
پیشگفتار
۱
۲
۳
۴
۵
۶
پ الف
پ ب
پ ج
مراجع
اعضا

جدول ۸۲ : مشخصات نبشی مورد استفاده در اسپن های ۶۰ تا ۱۰۰ متر برای هادی های مختلف با توجه به شرایط آب و هوایی برای پایه های گوشه ای برحسب میلیمترمربع

نوع هادی	طول اسپن خط (m)	زاویه هادی (درجه)	شرایط آب و هوایی			
			سبک	متوسط	سنگین	فوق سنگین
فاکس	تا ۶۰	۳۰	۵۰×۵*	۶۰×۶	۸۰×۸	–
		۶۰	۵۰×۵	۷۰×۷	۸۰×۸	–
		۹۰	۵۰×۵	۷۰×۷	۸۰×۸	
	۶۰ تا ۸۰	۳۰	۶۰×۶	۷۰×۷	–	–
		۶۰	۶۰×۶	۷۰×۷		–
		۹۰	۶۰×۶	۷۰×۷		--
	۸۰تا ۱۰۰	۳۰	۶۰×۶	۷۰×۷		–
		۶۰	۷۰×۷	۷۰×۷		–
		۹۰	۷۰×۷	۷۰×۷		–
مینک	تا ۶۰	۳۰	۵۰×۵	۷۰×۷	۸۰×۸	–
		۶۰	۶۰×۶	۷۰×۷	۸۰×۸	–
		۹۰	۶۰×۶	۷۰×۷	۸۰×۸	–
	۶۰ تا ۸۰	۳۰	۶۰×۶	۷۰×۷	۹۰×۹	–
		۶۰	۶۰×۶	۸۰×۸	۹۰×۹	–
		۹۰	۷۰×۷	۸۰×۸	۹۰×۹	–
	۸۰تا ۱۰۰	۳۰	۶۰×۶	۸۰×۸		–
		۶۰	۷۰×۷	۸۰×۸		–
		۹۰	۷۰×۷	۸۰×۸		–
هاینا	تا ۶۰	۳۰	۶۰×۶	۷۰×۷	۹۰×۹	۱۲۰×۱۲
		۶۰	۶۰×۶	۷۰×۷	۹۰×۹	۱۲۰×۱۲
		۹۰	۷۰×۷	۸۰×۸	۹۰×۹	۱۲۰×۱۲
	۶۰ تا ۸۰	۳۰	۶۰×۶	۸۰×۸	۹۰×۹	–
		۶۰	۷۰×۷	۸۰×۸	۹۰×۹	–
		۹۰	۷۰×۷	۸۰×۸	۹۰×۹	–
	۸۰تا ۱۰۰	۳۰	۷۰×۷	۸۰×۸	۱۰۰×۱۰	–
		۶۰	۷۰×۷	۸۰×۸	۱۰۰×۱۰	–
		۹۰	۷۰×۷	۸۰×۸	۱۰۰×۱۰	–

فهرست
شکل
جدول
پیشگفتار
۱
۲
۳
۴
۵
۶
پ الف
پ ب
پ ج
مراجع
اعضا

ادامه جدول ۸۲ :مشخصات نبشی مورد استفاده در اسپن های ۶۰ تا ۱۰۰ متر برای هادی های مختلف با توجه به شرایط آب و هوایی برای پایه های گوشه ای برحسب میلیمترمربع

نوع هادی	طول اسپن خط (m)	زاویه هادی (درجه)	شرایط آب و هوایی			
			سبک	متوسط	سنگین	فوق سنگین
لینکس	تا ۶۰	۳۰	۷۰×۷	۸۰×۸	۹۰×۹	۱۲۰×۱۲
		۶۰	۷۰×۷	۸۰×۸	۹۰×۹	۱۰۰×۱۰ دوبل
		۹۰	۸۰×۸	۸۰×۸	۹۰×۹	۱۰۰×۱۰ دوبل
	۶۰ تا ۸۰	۳۰	۷۰×۷	۸۰×۸	۱۰۰×۱۰	۱۰۰×۱۰ دوبل
		۶۰	۷۰×۷	۹۰×۹	۱۰۰×۱۰	۱۲۰×۱۲ دوبل
		۹۰	۸۰×۸	۹۰×۹	۱۰۰×۱۰	۱۲۰×۱۲ دوبل
	۸۰تا ۱۰۰	۳۰	۷۰×۷	۹۰×۹	۱۲۰×۱۲	–
		۶۰	۸۰×۸	۹۰×۹	۱۲۰×۱۲	–
		۹۰	۸۰×۸	۹۰×۹	۱۲۰×۱۲	–

*مقطع نبشی: ضخامت×طول ساق

جدول ۸۳ :مشخصات نبشی مورد استفاده در اسپن های ۶۰ تا ۱۰۰ متر برای هادی های مختلف با توجه به شرایط آب و هوایی برای پایه های انتهایی برحسب میلیمترمربع

نوع هادی	طول اسپن (m)	شرایط آب و هوایی			
		سبک	متوسط	سنگین	فوق سنگین
فاکس	تا ۶۰	*۷۰×۷	۷۰×۷	۸۰×۸	–
	۶۰ تا ۸۰	۷۰×۷	۷۰×۷	–	–
	۸۰ تا ۱۰۰	۷۰×۷	۷۰×۷	–	–
مینک	تا ۶۰	۷۰×۷	۷۰×۷	۸۰×۸	–
	۶۰ تا ۸۰	۸۰×۸	۸۰×۸	۹۰×۹	–
	۸۰ تا ۱۰۰	۸۰×۸	۸۰×۸	–	–
هاینا	تا ۶۰	۸۰×۸	۷۰×۷	۹۰×۹	۱۲۰×۱۲
	۶۰ تا ۸۰	۸۰×۸	۸۰×۸	۹۰×۹	–
	۸۰ تا ۱۰۰	۹۰×۹	۸۰×۸	۱۰۰×۱۰	–
لینکس	تا ۶۰	۹۰×۹	۸۰×۸	۹۰×۹	۱۲۰×۱۲
	۶۰ تا ۸۰	۱۰۰×۱۰	۹۰×۹	۱۰۰×۱۰	۱۲۰×۱۲ دوبل
	۸۰ تا ۱۰۰	۱۰۰×۱۰	۹۰×۹	۱۲۰×۱۲	–

*مقطع نبشی: ضخامت×طول ساق

فهرست
شکل
جدول
پیشگفتار
۱
۲
۳
۴
۵
۶
پ الف
پ ب
پ ج
مراجع
اعضا

جدول ۸٤ :مشخصات نبشی مورد استفاده در اسپن ۱۵۰ متری برای هادی های مختلف با توجه به شرایط آب و هوایی برای پایه های میانی برحسب میلیمترمربع

نوع هادی	شرایط آب و هوایی			
	سبک	متوسط	سنگین	فوق سنگین
فاکس	٦×٦۰*	۸×۸۰	۱۰×۱۰۰	۱۲×۱۲۰ دوبل
مینک	٦×٦۰	۸×۸۰	۱۲×۱۲۰	۱۲×۱۲۰ دوبل
هاینا	۷×۷۰	۹×۹۰	۱۲×۱۲۰	–
لینکس	۸×۸۰	۱۰×۱۰۰	۱۲×۱۲۰	–

*مقطع نبشی: ضخامت×طول ساق

جدول ۸۵ :مشخصات نبشی مورد استفاده در اسپن ۲۰۰ متری برای هادی های مختلف با توجه به شرایط آب و هوایی برای پایه های میانی برحسب میلیمترمربع

نوع هادی	شرایط آب و هوایی			
	سبک	متوسط	سنگین	فوق سنگین
فاکس	٦×٦۰*	۹×۹۰	۱۲×۱۲۰	–
مینک	۷×۷۰	۹×۹۰	۱۲×۱۲۰	–
هاینا	۸×۸۰	۱۰×۱۰۰	۱۲×۱۲۰	–
لینکس	۹×۹۰	۱۲×۱۲۰	۱۰×۱۰۰ دوبل	–

*مقطع نبشی: ضخامت×طول ساق

جدول ۸٦ :مشخصات نبشی مورد استفاده در اسپن ۲۵۰ متری برای هادی های مختلف با توجه به شرایط آب و هوایی برای پایه های میانی برحسب میلیمترمربع

نوع هادی	شرایط آب و هوایی			
	سبک	متوسط	سنگین	فوق سنگین
فاکس	۷×۷۰*	۹×۹۰	۱۲×۱۲۰	–
مینک	۸×۸۰	۱۰×۱۰۰	۱۰×۱۰۰ دوبل	–
هاینا	۹×۹۰	۱۲×۱۲۰	۱۲×۱۲۰ دوبل	–
لینکس	۱۰×۱۰۰	۱۲×۱۲۰	۱۲×۱۲۰ دوبل	–

*مقطع نبشی: ضخامت×طول ساق

فهرست
شکل
جدول
پیشگفتار
۱
۲
۳
۴
۵
۶
پ الف
پ ب
پ ج
مراجع
اعضا

جدول ۸۷ :مشخصات نبشی مورد استفاده در اسپن های ۴۰ تا ۱۰۰ متر برای هادی های مختلف با توجه به شرایط آب و هوایی برای پایه های میانی برحسب میلیمترمربع

هادی نوع	اسپن طول (m)	هوایی و آب شرایط							
		سبک		متوسط		سنگین		سنگین فوق	
		افقی	مایل	افقی	مایل	افقی	مایل	افقی	مایل
فاکس	تا ۴۰	۵۰×۵ *	۵۰×۵	۵۰×۵	۵۰×۵	۵۰×۵	۵۰×۵	–	–
	۴۰ تا ۶۰	۵۰×۵	۵۰×۵	۵۰×۵	۵۰×۵	۵۰×۵	۵۰×۵	–	–
	۶۰ تا ۸۰	۵۰×۵	۵۰×۵	۵۰×۵	۵۰×۵	–	–	–	–
	۸۰تا ۱۰۰	–	–	–	–	–	–	–	–
مینک	تا ۴۰	۵۰×۵	۵۰×۵	۵۰×۵	۵۰×۵	۵۰×۵	۵۰×۵	۷۰×۷	۵۰×۵
	۴۰ تا ۶۰	۵۰×۵	۵۰×۵	۵۰×۵	۵۰×۵	۵۰×۵	۵۰×۵	–	–
	۶۰ تا ۸۰	۵۰×۵	۵۰×۵	۵۰×۵	۵۰×۵	۶۰×۶	۵۰×۵	–	–
	۸۰تا ۱۰۰	۵۰×۵	۵۰×۵	۵۰×۵	۵۰×۵	۶۰×۶	۵۰×۵	–	–
هاینا	تا ۴۰	۵۰×۵	۵۰×۵	۵۰×۵	۵۰×۵	۶۰×۶	۵۰×۵	۷۰×۷	۵۰×۵
	۴۰ تا ۶۰	۵۰×۵	۵۰×۵	۵۰×۵	۵۰×۵	۵۰×۵	۵۰×۵	۸۰×۸	۵۰×۵
	۶۰ تا ۸۰	۵۰×۵	۵۰×۵	۵۰×۵	۵۰×۵	۶۰×۶	۵۰×۵	–	–
	۸۰تا ۱۰۰	۵۰×۵	۵۰×۵	۵۰×۵	۵۰×۵	۶۰×۶	۵۰×۵	–	–
لینکس	تا ۴۰	۶۰×۶	۶۰×۶	۶۰×۶	۶۰×۶	۶۰×۶	۶۰×۶	۷۰×۷	۵۰×۵
	۴۰ تا ۶۰	۵۰×۵	۵۰×۵	۵۰×۵	۵۰×۵	۶۰×۶	۵۰×۵	۸۰×۸	۵۰×۵
	۶۰ تا ۸۰	۵۰×۵	۵۰×۵	۵۰×۵	۵۰×۵	۶۰×۶	۵۰×۵	۱۰۰×۱۰	۵۰×۵
	۸۰تا ۱۰۰	۵۰×۵	۵۰×۵	۶۰×۶	۵۰×۵	۷۰×۷	۵۰×۵	–	–

*مقطع نبشی: ضخامت×طول ساق

فهرست
شکل
جدول
پیشگفتار
۱
۲
۳
۴
۵
۶
پ الف
پ ب
پ ج
مراجع
اعضا

جدول ۸۸ :مشخصات نبشی مورد استفاده در اسپن های ۴۰ تا ۱۰۰ متر برای هادی های مختلف با توجه به شرایط آب و هوایی برای پایه های میانی برحسب میلیمترمربع

نوع هادی	طول اسپن (m)	شرایط آب و هوایی							
		سبک		متوسط		سنگین		فوق سنگین	
		افقی	مایل	افقی	مایل	افقی	مایل	افقی	مایل
فاکس	تا ۴۰	٭۶۰×۶	۷۰×۷	۶۰×۶	۷۰×۷	۶۰×۶	۷۰×۷	–	–
	۴۰ تا ۶۰	۶۰×۶	۷۰×۷	۶۰×۶	۷۰×۷	۶۰×۶	۷۰×۷	–	–
	۶۰ تا ۸۰	۶۰×۶	۷۰×۷	۶۰×۶	۷۰×۷	–	–	–	–
	۸۰تا ۱۰۰	–	–	–	–	–	–	–	–
مینک	تا ۴۰	۶۰×۶	۷۰×۷	۶۰×۶	۷۰×۷	۶۰×۶	۷۰×۷	۸۰×۸	۷۰×۷
	۴۰ تا ۶۰	۶۰×۶	۷۰×۷	۶۰×۶	۷۰×۷	۶۰×۶	۷۰×۷	–	–
	۶۰ تا ۸۰	۶۰×۶	۷۰×۷	۶۰×۶	۷۰×۷	۶۰×۶	۷۰×۷	–	–
	۸۰تا ۱۰۰	۶۰×۶	۷۰×۷	۶۰×۶	۷۰×۷	۶۰×۶	۷۰×۷	–	–
هاینا	تا ۴۰	۶۰×۶	۷۰×۷	۶۰×۶	۷۰×۷	۶۰×۶	۷۰×۷	۸۰×۸	۷۰×۷
	۴۰ تا ۶۰	۶۰×۶	۷۰×۷	۶۰×۶	۷۰×۷	۶۰×۶	۷۰×۷	۱۰۰×۱۰	۷۰×۷
	۶۰ تا ۸۰	۶۰×۶	۷۰×۷	۶۰×۶	۷۰×۷	۷۰×۷	۷۰×۷	–	–
	۸۰تا ۱۰۰	۶۰×۶	۷۰×۷	۶۰×۶	۷۰×۷	۷۰×۷	۷۰×۷	–	–
لینکس	تا ۴۰	۶۰×۶	۷۰×۷	۶۰×۶	۷۰×۷	۶۰×۶	۷۰×۷	۱۰۰×۱۰	۷۰×۷
	۴۰ تا ۶۰	۶۰×۶	۷۰×۷	۶۰×۶	۷۰×۷	۶۰×۶	۷۰×۷	۱۰۰×۱۰	۷۰×۷
	۶۰ تا ۸۰	۶۰×۶	۷۰×۷	۷۰×۷	۷۰×۷	۸۰×۸	۷۰×۷	۱۲۰×۱۲	۷۰×۷
	۸۰تا ۱۰۰	۶۰×۶	۷۰×۷	۷۰×۷	۷۰×۷	۸۰×۸	۷۰×۷	–	–

٭مقطع نبشی: ضخامت×طول ساق

فهرست
شکل
جدول
پیشگفتار
۱
۲
۳
۴
۵
۶
پ الف
پ ب
پ ج
مراجع
اعضا

جدول ۸۹ :مشخصات نبشی مورد استفاده در اسپن های ۴۰ تا ۱۰۰ متر برای هادی های مختلف با توجه به شرایط آب و هوایی برای پایه های میانی برحسب میلیمترمربع

نوع هادی	طول اسپن (m)	شرایط آب و هوایی							
		سبک		متوسط		سنگین		فوق سنگین	
		افقی	مایل	افقی	مایل	افقی	مایل	افقی	مایل
فاکس	تا ۴۰	۸۰×۸*	۷۰×۷	۸۰×۸	۷۰×۷	۸۰×۸	۷۰×۷	–	–
	۴۰ تا ۶۰	۸۰×۸	۷۰×۷	۸۰×۸	۷۰×۷	۸۰×۸	۷۰×۷	–	–
	۶۰ تا ۸۰	۸۰×۸	۷۰×۷	۸۰×۸	۷۰×۷	–	–	–	–
	۸۰تا ۱۰۰	–	–	–	–	–	–	–	–
مینک	تا ۴۰	۸۰×۸	۷۰×۷	۸۰×۸	۷۰×۷	۸۰×۸	۷۰×۷	۱۰۰×۱۰	۷۰×۷
	۴۰ تا ۶۰	۸۰×۸	۷۰×۷	۸۰×۸	۷۰×۷	۸۰×۸	۷۰×۷	–	–
	۶۰ تا ۸۰	۸۰×۸	۷۰×۷	۸۰×۸	۷۰×۷	۸۰×۸	۷۰×۷	–	–
	۸۰تا ۱۰۰	۸۰×۸	۷۰×۷	۸۰×۸	۷۰×۷	۱۰۰×۱۰	۷۰×۷	–	–
هاینا	تا ۴۰	۸۰×۸	۷۰×۷	۸۰×۸	۷۰×۷	۸۰×۸	۷۰×۷	۱۰۰×۱۰	۷۰×۷
	۴۰ تا ۶۰	۸۰×۸	۷۰×۷	۸۰×۸	۷۰×۷	۸۰×۸	۷۰×۷	۱۲۰×۱۲	۷۰×۷
	۶۰ تا ۸۰	۶۰×۶	۷۰×۷	۶۰×۶	۷۰×۷	۷۰×۷	۷۰×۷	–	–
	۸۰تا ۱۰۰	۸۰×۸	۷۰×۷	۸۰×۸	۷۰×۷	۸۰×۸	۷۰×۷	–	–
لینکس	تا ۴۰	۸۰×۸	۷۰×۷	۸۰×۸	۷۰×۷	۸۰×۸	۷۰×۷	۱۰۰×۱۰	۷۰×۷
	۴۰ تا ۶۰	۸۰×۸	۷۰×۷	۸۰×۸	۷۰×۷	۸۰×۸	۷۰×۷	۱۲۰×۱۲	۷۰×۷
	۶۰ تا ۸۰	۸۰×۸	۷۰×۷	۸۰×۸	۷۰×۷	۱۰۰×۱۰	۷۰×۷	–	–
	۸۰تا ۱۰۰	۸۰×۸	۷۰×۷	۸۰×۸	۷۰×۷	۱۰۰×۱۰	۷۰×۷	–	–

*مقطع نبشی: ضخامت×طول ساق

فهرست
شکل
جدول
پیشگفتار
۱
۲
۳
۴
۵
۶
پ الف
پ ب
پ ج
مراجع
اعضا

جدول ۹۰ :مشخصات نبشی مورد استفاده در اسپن های ۴۰ تا ۱۰۰ متر برای هادی های مختلف با توجه به شرایط آب و هوایی برای پایه های میانی برحسب میلیمترمربع

نوع هادی	طول اسپن (m)	طول بازو (m)	شرایط آب و هوایی							
			سبک		متوسط		سنگین		فوق سنگین	
			افقی	مایل	افقی	مایل	افقی	مایل	افقی	مایل
فاکس	تا ۴۰	۱/۵	*۶۰×۶	۵۰×۵	۶۰×۶	۵۰×۵	۶۰×۶	۵۰×۵	–	–
		۲	۵۰×۵	۷۰×۷	۵۰×۵	۷۰×۷	۵۰×۵	۷۰×۷	–	–
	۴۰ تا ۶۰	۱/۵	۶۰×۶	۵۰×۵	۶۰×۶	۵۰×۵	۶۰×۶	۵۰×۵	–	–
		۲	۵۰×۵	۷۰×۷	۵۰×۵	۷۰×۷	۶۰×۶	۷۰×۷	–	–
	۶۰ تا ۸۰	۱/۵	۶۰×۶	۵۰×۵	۶۰×۶	۵۰×۵	–	–	–	–
		۲	۵۰×۵	۷۰×۷	۵۰×۵	۷۰×۷	–	–	–	–
	۸۰تا ۱۰۰	۱/۵	–	–	–	–	–	–	–	–
		۲	–	–	–	–	–	–	–	–
مینک	تا ۴۰	۱/۵	۶۰×۶	۵۰×۵	۶۰×۶	۵۰×۵	۶۰×۶	۵۰×۵	۸۰×۸	۵۰×۵
		۲	۵۰×۵	۷۰×۷	۵۰×۵	۷۰×۷	۶۰×۶	۷۰×۷	۸۰×۸	۷۰×۷
	۴۰ تا ۶۰	۱/۵	۶۰×۶	۵۰×۵	۶۰×۶	۵۰×۵	۷۰×۷	۵۰×۵	–	–
		۲	۵۰×۵	۷۰×۷	۵۰×۵	۷۰×۷	۶۰×۶	۷۰×۷	–	–
	۶۰ تا ۸۰	۱/۵	۶۰×۶	۵۰×۵	۶۰×۶	۵۰×۵	۷۰×۷	۵۰×۵	–	–
		۲	۶۰×۶	۷۰×۷	۶۰×۶	۷۰×۷	۷۰×۷	۷۰×۷	–	–
	۸۰تا ۱۰۰	۱/۵	۵۰×۵	۶۰×۶	۶۰×۶	۵۰×۵	۸۰×۸	۵۰×۵	–	–
		۲	۷۰×۷	۵۰×۵	۶۰×۶	۷۰×۷	۸۰×۸	۷۰×۷	–	–
هاینا	تا ۴۰	۱/۵	۶۰×۶	۵۰×۵	۶۰×۶	۵۰×۵	۶۰×۶	۵۰×۵	۸۰×۸	۵۰×۵
		۲	۵۰×۵	۷۰×۷	۵۰×۵	۷۰×۷	۶۰×۶	۷۰×۷	۸۰×۸	۷۰×۷
	۴۰ تا ۶۰	۱/۵	۶۰×۶	۵۰×۵	۶۰×۶	۵۰×۵	۷۰×۷	۵۰×۵	۱۰۰×۱۰	۵۰×۵
		۲	۵۰×۵	۷۰×۷	۵۰×۵	۷۰×۷	۵۰×۵	۷۰×۷	۱۰۰×۱۰	۷۰×۷
	۶۰ تا ۸۰	۱/۵	۶۰×۶	۵۰×۵	۶۰×۶	۵۰×۵	۶۰×۶	۵۰×۵	–	–
		۲	۵۰×۵	۷۰×۷	۶۰×۶	۷۰×۷	۶۰×۶	۷۰×۷	–	–
	۸۰تا ۱۰۰	۱/۵	۶۰×۶	۵۰×۵	۷۰×۷	۵۰×۵	۸۰×۸	۵۰×۵	–	–
		۲	۶۰×۶	۷۰×۷	۶۰×۶	۷۰×۷	۸۰×۸	۷۰×۷	–	–
لینکس	تا ۴۰	۱/۵	۶۰×۶	۵۰×۵	۶۰×۶	۵۰×۵	۶۰×۶	۵۰×۵	۱۰۰×۱۰	۵۰×۵
		۲	۵۰×۵	۷۰×۷	۵۰×۵	۷۰×۷	۶۰×۶	۷۰×۷	۱۰۰×۱۰	۷۰×۷
	۴۰ تا ۶۰	۱/۵	۶۰×۶	۵۰×۵	۶۰×۶	۵۰×۵	۷۰×۷	۵۰×۵	۱۰۰×۱۰	۵۰×۵
		۲	۵۰×۵	۷۰×۷	۶۰×۶	۷۰×۷	۷۰×۷	۷۰×۷	۱۰۰×۱۰	۷۰×۷
	۶۰ تا ۸۰	۱/۵	۶۰×۶	۵۰×۵	۷۰×۷	۵۰×۵	۸۰×۸	۵۰×۵	۱۲۰×۱۲	۵۰×۵
		۲	۵۰×۵	۷۰×۷	۷۰×۷	۷۰×۷	۸۰×۸	۷۰×۷	۱۲۰×۱۲	۷۰×۷
	۸۰تا ۱۰۰	۱/۵	۶۰×۶	۵۰×۵	۷۰×۷	۵۰×۵	۱۰۰×۱۰	۵۰×۵	–	–
		۲	۶۰×۶	۷۰×۷	۷۰×۷	۷۰×۷	۱۰۰×۱۰	۷۰×۷	–	–

*مقطع نبشی: ضخامت×طول ساق

فهرست
شکل
جدول
پیشگفتار
۱
۲
۳
۴
۵
۶
پ الف
پ ب
پ ج
مراجع
اعضا

جدول ۹۱ :ماتریس طراحی عمده طرح های شبکه های توزیع

ردیف	سطح ولتاژ	نوع شبکه	عنوان طرح	مسیر یابی	نقشه برداری	مطالعات الکتریکی(*)				مطالعات(شبیه سازی) مکانیکی	استفاده از جداول تیپ شده برای مطالعات الکتریکی	استفاده از جداول تیپ شده برای مطالعات(شبیه سازی) مکانیکی
						پخش بار	محاسبه اتصال کوتاه	ارزیابی قابلیت اطمینان	هماهنگی حفاظتی			
۱	فشار متوسط	هوایی	توسعه فیدر جدید	*	*	*	*	*	*	*	-	-
۲			توسعه فیدر موجود	*	*	*	*	*	*	*	-	-
۳			ایجاد قدرت مانور	*	*	*	*	*	*	*	-	-
٤			تغییر سطح مقطع	-	-	*	*	–	–	*	-	-
٥			جابجایی پایه(**)	-	-	-	-	-	-	*	–	–
٦			جابجایی شبکه(**)	*	-	-	-	-	-	*	–	-
۷			نصب کات اوت	-	-	-	-	-	-	-	*	-
۸			نصب برقگیر	-	-	-	-	-	-	-	*	-
۹			نصب تجهیزات حفاظتی	-	-	*	*	*	*	-	-	-
۱۰			نصب تجهیزات مانوری	-	-	*	*	*	*	-	-	-
۱۱			نصب سیم گارد	-	-	-	-	-	-	*	-	-
۱۲			رفع حریم		-	-	-	-	-	-	-	

فهرست
شکل
جدول
پیشگفتار
۱
۲
۳
۴
۵
۶
پ الف
پ ب
پ ج
مراجع
اعضا

ادامه جدول ۹۱- ماتریس طراحی عمده طرح های شبکه های توزیع

ردیف	سطح ولتاژ	نوع شبکه	عنوان طرح	مطالعات الکتریکی(*)						مطالعات(شبیه سازی) مکانیکی	استفاده از جداول تیپ شده برای مطالعات الکتریکی	استفاده از جداول تیپ شده برای مطالعات(شبیه سازی) مکانیکی
				مسیر یابی	نقشه برداری	پخش بار	محاسبه اتصال کوتاه	ارزیابی قابلیت اطمینان	هماهنگی حفاظتی			
۱۳			توسعه فیدر جدید	*	*	*	*	*	*	-	-	-
۱٤			توسعه فیدر موجود	*	*	*	*	*	*	-	-	-
۱۵			ایجاد قدرت مانور	*	*	*	*	*	*	-	-	-
۱٦			تغییر سطح مقطع	-	-	*	*	–	–	-	*	–
۱۷	فشار متوسط	زمینی	نصب کات اوت	-	-	-	-	-	-	–	*	–
۱۸			نصب تجهیزات حفاظتی	-	-	*	*	*	*	-	-	-
۱۹			نصب تجهیزات مانوری	-	-	*	*	*	*	-	-	-
۲۰			زدن مفصل	-	-	-	-	-	-	-	–	–
۲۱			زدن دوراهه	-	-	-	-	-	-	-	–	–
۲۲	ترانسفورماتور	هوایی	نصب ترانسفورماتور جدید	(تعیین *مکان)	–	*	*	-	*	*	-	*
۲۳			افزایش قدرت ترانسفورماتور موجود	-	–	*	*	-	*	*	-	*
۲٤			جابجایی ترانسفورماتور	(تعیین *مکان)	–	*	*	-	*	*	-	–

فهرست
شکل
جدول
پیشگفتار
۱
۲
۳
۴
۵
۶
پ الف
پ ب
پ ج
مراجع
اعضا

ادامه جدول ۹۱- ماتریس طراحی عمده طرح های شبکه های توزیع

ردیف	سطح ولتاژ	نوع شبکه	عنوان طرح	مطالعات الکتریکی(*)								
				مسیر یابی	نقشه برداری	پخش بار	محاسبه اتصال کوتاه	ارزیابی قابلیت اطمینان	هماهنگی حفاظتی	محاسبه اتصال کوتاه	ارزیابی قابلیت اطمینان	هماهنگی حفاظتی
۲۵	ترانسفورماتور	هوایی	تعیین فیدرهای خروجی ترانسفورماتور	*	-	*	*	*	*	-	*	–
۲۶			تعیین ظرفیت تابلو	-	-	-	-	-	-	-	*	–
۲۷			جابجایی تابلو	-	-	-	-	-	-	-	*	–
۲۸			رفع حریم	*	-	-	-	-	-	-	-	-
۲۹	ترانسفورماتور	زمینی	نصب ترانسفورماتور جدید	(تعیین *مکان)	-	*	*	-	*	-	-	–
۳۰			افزایش قدرت ترانسفورماتور موجود	-	-	*	*	-	*	-	-	–
۳۱			افزایش تعداد ترانسفورماتور در پست	-	-	*	*	-	*	-	-	–
۳۲			تعیین ظرفیت تابلو فشار متوسط	-	-	-	-	-	-	-	*	–
۳۳			تغییر ظرفیت تابلو فشار متوسط	-	-	-	-	-	-	-	*	–
۳٤			تعیین ظرفیت تابلو فشار ضعیف	-	-	-	-	-	-	-	*	–
۳۵			جابجایی تابلو	-	-	-	-	-	-	-	*	–

فهرست
شکل
جدول
پیشگفتار
۱
۲
۳
۴
۵
۶
پ الف
پ ب
پ ج
مراجع
اعضا

ادامه جدول ۹۱- ماتریس طراحی عمده طرح های شبکه های توزیع

ردیف	سطح ولتاژ	نوع شبکه	عنوان طرح	مطالعات الکتریکی(*)							
				مسیر یابی	نقشه برداری	پخش بار	محاسبه اتصال کوتاه	ارزیابی قابلیت اطمینان	هماهنگی حفاظتی	محاسبه اتصال کوتاه	ارزیابی قابلیت اطمینان	هماهنگی حفاظتی
۳۶	فشار ضعیف	هوایی	توسعه فیدر جدید	*	-	*	*	*	*	*	-	-
۳۷			توسعه فیدر موجود	*	-	*	*	*	*	*	-	-
۳۸			ایجاد مانور	*	-	*	*	*	*	*	-	-
۳۹			تبدیل سیم به کابل خودنگهدار	-	-	*	*	*	*	*	-	*
۴۰			تغییر سطح مقطع	-	-	*	*	–	–	*	-	–
۴۱			افزایش تعداد فیدر بر روی شبکه موجود	-	-	*	*	*	*	*	-	–
۴۲			افزایش فیدر روشنایی معابر	-	-	-	-	-	-	-	*	*
۴۳			متقاضیان خرید انشعاب (تک تیری)	-	-	-	-	-	-	-	*	*
۴۴			جابجایی پایه	-	-	-	-	-	-	-	*	*
۴۵			جابجایی شبکه	*	-	-	-	-	-	*	–	–
۴۶	فشار ضعیف	هوایی	شبکه های روشنایی معابر	-	*	*	-	-	-	-	*	*
۴۷			نصب جعبه انشعاب	-	-	-	-	-	-	-	*	-
۴۸			زدن سرکابل	-	-	-	-	-	-	-	-	-
۴۹			رفع حریم	*	-	-	-	-	-	*	-	-

فهرست
شکل
جدول
پیشگفتار
۱
۲
۳
۴
۵
۶
پ الف
پ ب
پ ج
مراجع
اعضا

ادامه جدول ۹۱- ماتریس طراحی عمده طرح های شبکه های توزیع

ردیف	سطح ولتاژ	نوع شبکه	عنوان طرح	مطالعات الکتریکی(*)							
				مسیر یابی	نقشه برداری	پخش بار	محاسبه اتصال کوتاه	ارزیابی قابلیت اطمینان	هماهنگی حفاظتی	محاسبه اتصال کوتاه	ارزیابی قابلیت اطمینان	هماهنگی حفاظتی
۵۰	فشار ضعیف	زمینی	توسعه فیدر جدید	*	-	*	*	*	*	–	-	-
۵۱			توسعه فیدر موجود	*	-	*	*	*	*	–	-	-
۵۲			ایجاد مانور	*	-	*	*	*	*	–	-	-
۵۳			تبدیل سیم به کابل خودنگهدار	-	-	*	*	–	–	-	-	*
۵٤			تغییر سطح مقطع	-	-	*	*	–	–	*	-	-
۵۵			متقاضیان خرید انشعاب (تک تیری)	-	-	-	-	-	-	-	*	*
۵٦			جابجایی شبکه	*	-	-	-	-	-	*	–	–
۵۷			نصب جعبه انشعاب	-	-	-	-	-	-	-	*	–
۵۸			زدن مفصل	-	-	-	-	-	-	-	-	-
۵۹			زدن دوراهه	-	-	-	-	-	-	-	-	-
٦۰			رفع حریم	*	-	-	-	-	-	-	-	-
*	نیاز به انجام این بخش می باشد.											

(*)در خصوص مطالعات الکتریکی چنانچه سند مطالعاتی برای موارد پیش بینی شده وجود داشته باشد باید این اطلاعات درطراحی و تدوین دفترچه طراحی مطابق با ماتریس فوق لحاظ گردد و چنانچه چنین سندی وجود نداشته باشد انجام مطالعات بر اساس در خواست کارفرما و زیر ساخت های اطلاعاتی موجود انجام و در دفترچه طراحی آورده شود.

(**):در صورت تغییر شرایط مکانیکی نیاز به انجام محاسبات مکانیکی می باشد.

فهرست
شکل
جدول
پیشگفتار
۱
۲
۳
۴
۵
۶
پ الف
پ ب
پ ج
مراجع
اعضا

فهرست
شکل
جدول
پیشگفتار
۱
۲
۳
۴
۵
۶
پ الف
پ ب
پ ج
مراجع
اعضا

پیوست ج اینفوگرافیک محاسبات مکانیکی

اعضای تدوین‌کننده دستورالعمل به‌ترتیب الفبا

ردیف	نام و نام خانوادگی	نام شرکت متبوع
۱	جناب آقای مهندس عباس احمدوند	شرکت توزیع برق البرز
۲	جناب آقای دکتر حامد احمدی	شرکت توزیع برق استان تهران
۳	جناب آقای مهندس الیاسی	**شرکت توزیع نیروی برق خراسان رضوی**
٤	جناب آقای مهندس اصغری	شرکت توزیع برق استان گیلان
٥	جناب آقای مهندس میلاد بی‌آزار قادیکلائی	شرکت توانیر
٦	جناب آقای مهندس رضا انامقی	شرکت توزیع برق آذربایجان غربی
۷	جناب آقای مهندس ساسان جباری	شرکت توزیع برق هرمزگان
۸	جناب آقای مهندس اشکان حجتی	شرکت مهندسین مشاور دانشمند
۹	جناب آقای مهندس هادی دوستی برحق	شرکت توزیع برق استان گیلان
۱۰	جناب آقای مهندس کریم روشن‌میلانی	شرکت توزیع برق آذربایجان شرقی
۱۱	جناب آقای مهندس رحمانی	شرکت توزیع برق آذربایجان شرقی
۱۲	جناب آقای مهندس محمد ساسانی	شرکت توزیع برق استان اصفهان
۱۳	جناب آقای دکتر محمدصادق سپاسیان	دانشگاه شهید بهشتی
١٤	جناب آقای مهندس سید حسن سعیدی	شرکت توزیع برق استان گیلان
۱٥	جناب آقای دکتر غلامرضا شقاقی‌شهر	شرکت توزیع برق البرز
١٦	سرکار خانم مهندس بتول شیخ‌شعاعی	شرکت توزیع برق جنوب کرمان
۱۷	جناب آقای مهندس حسین شیروانی	شرکت توزیع برق استان اصفهان
۱۸	جناب آقای مهندس صالح عسگری	شرکت مهندسین مشاور دانشمند
۱۹	جناب آقای مهندس ابراهیم عقابی	شرکت توزیع برق آذربایجان غربی
۲۰	جناب آقای مهندس حمید علاقمندان	شرکت توزیع برق استان اصفهان
۲۱	جناب آقای مهندس کیانوش علی‌پور	شرکت توزیع برق استان گیلان
۲۲	جناب آقای دکتر مهیار قلی‌زاده	شرکت توانیر
۲۳	سرکار خانم مهندس فاطمه گل‌تپه	شرکت توانیر
٢٤	جناب آقای دکتر محمد اسماعیل هنرمند	شرکت توزیع برق استان گیلان
۲٥	جناب آقای مهندس سید هادی هاشمی	شرکت توزیع برق مشهد
٢٦	جناب آقای مهندس منصوری	**شرکت توزیع نیروی برق استان زنجان**

فهرست
شکل
جدول
پیشگفتار
۱
۲
۳
۴
۵
۶
پ الف
پ ب
پ ج
مراجع
اعضا

مراجع

[۱] IEC ٦٠٨٢٦, "Design criteria of overhead transmission lines." ٢٠١٧.
[٢] AS/NZS ٧٠٠٠, "Overhead line design." ٢٠١٦.
[٣] SA/SNZ HB ٣٣١:٢٠٢٠, "Overhead line design handbook." ٢٠٢٠.
[٤] IEC ٦١٧٧٤, "Overhead lines - Meteorological data for assessing climatic loads." ١٩٩٧.
[٥] CIGRE, *Guidelines for Meteorological Icing Models, Statistical Methods and Topographical Effects*. ٢٠٠٦.
[٦] CIGRE, *Guidelines for field measurement of ice loadings on overhead power line conductors*. ٢٠٠١.
[٧] CIGRE, *Meteorological data for assessing climatic loads on overhead lines*. ٢٠١٦.
[٨] F. Massaro, "SAG-TENSION CALCULATION METHODS FOR OVERHEAD LINES," ٢٠٠٧.
[٩] N. G. Bingel III *et al.*, "٢٠١٧ NESC (R) Handbook," ٢٠١٦.
[١٠] CIGRE, *OVERHEAD CONDUCTOR SAFE DESIGN TENSION WITH RESPECT TO AEOLIAN VIBRATIONS*. ٢٠٠٥.
[١١] H. H. Farr, *Transmission Line Design Manual: A Guide for the Investigation, Development, and Design of Power Transmission Lines*. US Department of the Interior, Water and Power Resources Service, ١٩٨٠.
[١٢] G. Diana, *Modelling of Vibrations of Overhead Line Conductors: Assessment of the Technology*. Springer, ٢٠١٨.
[١٣] Cigre, "PROBABILISTIC DESIGN OF OVERHEAD TRANSMISSION LINES." ٢٠٠١.
[١٤] CIGRE, *Overhead Lines GREEN BOOKS*. ٢٠١٧.
[١٥] *EPRI AC Transmission Line Reference Book - 200 kV and Above*, Third Edit. EPRI, ٢٠٠٥.
[١٦] استاندارد خطوط هوایی توزیع–جلد اول:مبانی طراحی و جداول کاربردی. توانیر, ١٣٧٨.
[١٧] مشخصات فنی عمومی و اجرایی خطوط توزیع برق هوایی و کابلی فشار متوسط و ضعیف– نشریه شماره ٣٧٤. سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور, ١٣٨٦.
[١٨] *TOWER TOP GEOMETRY AND MID SPAN CLEARANCES*. CIGRE, ٢٠٠٨.
[١٩] "Overhead electrical lines exceeding AC ٤٥ kV – Part ٣-٤: National Normative Aspects (NNA) for Germany." EN ٥٠٣٤١-٣-٤, ٢٠٠٢.