

تأسیسات الکتریکی

مدرس: کاظم وارثی (kzm.varesi@gmail.com)
هم‌نیاز: -

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش‌نیاز: تحلیل سیستم‌های انرژی الکتریکی ۱

هدف: آشنایی با مهندسی روشنایی و تأسیسات الکتریکی

- روشنایی: تعریف و ماهیت نور، اشعه مادون قرمز و ماوراء بنفش، کمیت‌های نورسنجی، استانداردهای روشنایی، محاسبات روشنایی داخلی و خارجی.
 - ساختمان و راه‌اندازی لامپ‌ها: رشته‌ای، فلورسنت، جیوه‌ای، سدیم، کم‌مصرف.
 - ایمنی و حفاظت در تأسیسات الکتریکی.
 - محاسبات سطح مقطع سیم و کابل و سیم‌کشی هوایی.
 - فیوز و محاسبات آن.
 - طراحی تابلو.
 - برآورد بار و تقاضا برای بارهای صنعتی و تجاری.
 - زمین کردن (الکتریکی و حفاظتی)، اندازه‌گیری مقاومت زمین، رله‌های زمین و سایر ادوات و رله‌های مرتبط.
- انواع سیستم‌های توزیع برق.
 - سیستم‌های اضطراری.
 - آشنایی با آسانسور و پله‌های برقی
 - تصحیح ضریب قدرت در کارخانجات.
 - سیستم‌های هشدار دهنده.
 - سیستم‌های جریان ضعیف شامل آنتن و سیستم تلفن.
 - آشنایی با نرم‌افزارهای مربوطه.
 - پروژه

تأسیسات الکتریکی

□ مراجع

- [۱] مهندسی تأسیسات الکتریکی، دکتر حسن کلهر، شرکت سهامی انتشار، چاپ بیست و چهارم، ۱۳۹۵.
- [۲] مهندسی روشنایی، دکتر حسن کلهر، شرکت سهامی انتشار، چاپ بیست و هشتم، ۱۳۹۵.
- [۳] لامپها و محاسبات روشنایی فنی، محمدمهدی موحدی، چاپ چهارم، ۱۳۷۵.
- [۴] روشنایی فنی (شاخه: کاردانش، گروه تحصیلی: برق، زیرگروه: الکتروتکنیک، رشته‌های مهارتی: برق ساختمان)، محمدحسن اسلامی، شهرام خدادادی و علیرضا حجرگشت، ناشر: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران، چاپ سوم، ۱۳۹۴.

[5] Mechanical and Electrical Equipment for Buildings [12th Edition], by: Walter T. Grondzik & Alison G. Kwok. Wiley, 2014.

[6] Electrical Installations Hand Book, Siemens I, II, III.

[7] The Lighting Handbook, Zumtobel Lighting GmbH, 5th edition, revised and updated: July 2017.

تأسیسات الکتریکی

جریان مجاز سیم‌ها و کابل‌های فشار ضعیف

تأسیسات الکتریکی

✓ جریان مجاز سیم‌ها و کابل‌های فشار ضعیف

❖ جریان مجاز سیم‌ها و کابل‌های فشار ضعیف

به طوری که می‌دانیم جریان برق در عبور از سیم‌ها و کابل‌ها ایجاد حرارت می‌کند که سبب افزایش درجه حرارت اجزاء متشکله آنها می‌گردد. در صورتی که این افزایش درجه حرارت ادامه یابد، موجب خرابی عایق‌ها می‌شود. زیرا به طوری که دیدیم برای مثال حداکثر درجه حرارت مجاز برای عایق پلاستیکی پی-وی - سی برابر ۷۰ درجه سانتیگراد است. بنابراین برای حفاظت عایق‌ها لازم است در حالت تعادل درجه حرارت آنها از حداکثر مجاز متجاوز نگردد. لازمه ثابت ماندن درجه این است که حرارت تولید شده کلاً به محیط خارج منتقل گردد. انتقال حرارت به خارج از طریق هدایت، کنواکسیون و تشعشع صورت می‌گیرد و تابع درجه حرارت نهایی، درجه حرارت محیط، ضریب انتقال حرارت، مساحت و وضعیت سطح خارجی کابل و وضعیت استقرار آن می‌باشد. بنابراین، جریان مجاز سیم‌ها و کابل‌ها که عامل ایجاد حرارت است، به عوامل فوق بستگی داشته و مضافاً تابع سطح مقطع سیم‌ها و مقاومت الکتریکی آنها بوده و تعیین دقیق آن مستلزم حل مسئله انتقال حرارت مربوط می‌باشد.

در قسمت اول این فصل جریان‌های مجاز سیم‌ها و کابل‌ها تحت شرایط مختلف به صورت جداگانه داده شده است و در قسمت دوم تجزیه و تحلیل مسئله انتقال حرارت برای علاقه‌مندان به انجام این گونه محاسبات آمده است.

انواع روش‌های انتقال حرارت: ۱- رسانش (conduction) ۲- هم‌رفت (convection) ۳- تشعشع (radiation)

تأسیسات الکتریکی

✓ جریان مجاز سیم‌ها و کابل‌های فشار ضعیف

❖ جریان مجاز سیم‌های مسی با عایق PVC

۵-۱- جریان مجاز سیم‌های مسی با عایق پی-وی-سی

سیم‌های عایق دار را بسته به وضعیت نصب آنها به سه گروه تقسیم می‌کنیم.

گروه ۱ سیم‌های داخل لوله را شامل می‌شود و تعداد سیم‌ها در هر لوله یک تا سه در نظر گرفته شده است.

گروه ۲ سیم‌های دولا یا سه لا، که آزادانه در هوا کشیده می‌شوند و معمولاً برای تغذیه مصرف کننده‌های قابل حمل و نقل به

کار می‌روند را شامل می‌شود.

گروه ۳ تعداد سیم‌های یک لا که آزادانه در هوا کشیده شده و فاصله بین سیم‌های مجاور حداقل برابر قطر سیم باشد را

شامل می‌گردد.

جریان مجاز سیم‌های استاندارد مسی با عایق پی-وی-سی برای حداکثر حرارت مجاز ۷۰ درجه و حرارت محیط ۲۵ درجه در

جدول ۵-۱ آمده است.

تأسیسات الکتریکی

✓ جریان مجاز سیم‌ها و کابل‌های فشار ضعیف

❖ جریان مجاز سیم‌های مسی با عایق PVC

جدول ۵-۱: جریان مجاز سیم‌های عایق دار

سطح مقطع سیم (میلیمتر مربع)	جریان مجاز گروه ۱ تا سه سیم در لوله	جریان مجاز گروه ۲ سیم چند لا در هوا	جریان مجاز گروه ۳ چند سیم یک لا در هوا
۰/۷۵	-	۱۳	۱۶
۱	۱۲	۱۶	۲۰
۱/۵	۱۶	۲۰	۲۵
۲/۵	۲۱	۲۷	۳۶
۴	۲۷	۳۶	۴۵
۶	۳۵	۴۷	۵۷
۱۰	۴۸	۶۵	۷۸
۱۶	۶۵	۸۷	۱۰۴
۲۵	۸۸	۱۱۵	۱۳۷

تأسیسات الکتریکی

✓ جریان مجاز سیم‌ها و کابل‌های فشار ضعیف

جدول ۵-۱: جریان مجاز سیمهای عایق دار

سطح مقطع سیم (میلیمتر مربع)	جریان مجاز گروه ۱ تا سه سیم در لوله	جریان مجاز گروه ۲ سیم چند لا در هوا	جریان مجاز گروه ۳ چند سیم یک لا در هوا
۳۵	۱۱۰	۱۴۳	۱۶۸
۵۰	۱۴۰	۱۷۸	۲۱۰
۷۰	۱۷۵	۲۲۰	۲۶۰
۹۵	۲۱۰	۲۶۵	۳۱۰
۱۲۰	۲۵۰	۳۱۰	۳۶۵
۱۵۰	-	۳۵۵	۴۱۵
۱۸۵	-	۴۰۵	۴۷۵
۲۴۰	-	۴۸۰	۵۶۰
۳۰۰	-	۵۵۵	۶۴۵
۴۰۰	-	-	۷۷۰
۵۰۰	-	-	۸۸۰

تأسیسات الکتریکی

✓ جریان مجاز سیم‌ها و کابل‌های فشار ضعیف

❖ جریان مجاز کابل‌های مسی با عایق و غلاف PVC

در صورتی که درجه حرارت محیط اطراف سیم ۲۵ درجه نباشد، جریانهای مجاز داده شده در جدول ۵-۱ را با ضرایبی که در جدول ۵-۲ داده شده است تصحیح می‌کنیم.

جدول ۵-۲: ضرایب تصحیح جریان مجاز

۵۰	۴۵	۴۰	۳۵	۳۰	۲۵	۲۰	۱۵	۱۰	۵	درجه حرارت فضا
۰/۶۷	۰/۷۵	۰/۸۲	۰/۸۸	۰/۹۴	۱	۱/۰۵	۱/۱۰	۱/۱۵	۱/۲	ضریب تصحیح

۵-۲- جریان مجاز کابل‌های مسی با عایق و غلاف پی-وی-سی

کابل‌های مسی با عایق و غلاف پی-وی-سی با یا بدون زره فولادی را بسته به وضعیت نصب آنها به دو گروه تقسیم می‌کنیم. گروه اول کابل‌های نصب شده در زیر زمین است که در عمق ۷۰ سانتیمتر و درجه حرارت زمین ۲۰ درجه در نظر گرفته می‌شود. گروه دوم کابل‌های مستقر در هوا با درجه حرارت ۳۰ درجه است. جریانهای مجاز کابل‌های یک سیمی، دو سیمی و سه تا چهار سیمی برای حرارت کار ۷۰ درجه در جدول ۵-۳ داده شده است.

تأسیسات الکتریکی

✓ جریان مجاز سیم‌ها و کابل‌های فشار ضعیف

کابل سه یا چهار سیمی		کابل دو سیمی		کابل یک سیمی		سطح مقطع (میلیمتر مربع)
هوای ۳۰°	زمین ۲۰°	هوای ۳۰°	زمین ۲۰°	هوای ۳۰°	زمین ۲۰°	
۱۸	۲۷	۲۱	۳۰	۲۶	۳۷	۱/۵
۲۵	۳۶	۲۹	۴۱	۳۵	۵۰	۲/۵
۳۴	۴۶	۳۸	۵۳	۴۶	۶۵	۴
۴۴	۵۸	۴۸	۶۶	۵۸	۸۳	۶
۶۰	۷۷	۶۶	۸۸	۸۰	۱۱۰	۱۰
۸۰	۱۰۰	۹۰	۱۱۵	۱۰۵	۱۴۵	۱۶
۱۰۵	۱۳۰	۱۲۰	۱۵۰	۱۴۰	۱۹۰	۲۵
۱۳۰	۱۵۵	۱۵۰	۱۸۰	۱۷۵	۲۳۵	۳۵
۱۶۰	۱۸۵	۱۸۰	۲۱۰	۲۱۵	۲۸۰	۵۰
۲۰۰	۲۳۰	۲۳۰	۲۶۰	۲۷۰	۳۵۰	۷۰
۲۴۵	۲۷۵	۲۷۵	۳۱۵	۳۳۵	۴۲۰	۹۵
۲۸۵	۳۱۵	۳۲۰	۳۶۰	۳۹۰	۴۸۰	۱۲۰
۳۲۵	۳۵۵	۳۷۵	۴۰۰	۴۴۵	۵۴۰	۱۵۰
۳۷۰	۴۰۰	۴۳۰	۴۶۰	۵۱۰	۶۲۰	۱۸۵
۴۲۵	۴۶۵	۵۱۰	۵۳۰	۶۲۰	۷۲۰	۲۴۰
۵۰۰	۵۲۰	۵۹۰	۵۹۰	۷۱۰	۸۲۰	۳۰۰
۶۰۰	۶۰۰	۷۱۰	۶۸۰	۸۵۰	۹۶۰	۴۰۰
-	-	-	-	۱۰۰۰	۱۱۱۰	۵۰۰

جدول ۵-۳: جریان مجاز کابل‌ها با هادی مسی و عایق و غلاف پی - وی - سی

تأسیسات الکتریکی

✓ جریان مجاز سیم‌ها و کابل‌های فشار ضعیف

❖ جریان مجاز کابل‌های مسی با عایق و غلاف PVC

در صورتی که درجه حرارت هوا غیر از ۳۰ درجه و حرارت زمین غیر از ۲۰ درجه باشد مقادیر جریانهای مجاز جدول ۳-۵ را با ضرایب جدول ۴-۵ تصحیح می‌کنیم.

۴-۵- ضریب تصحیح جریان مجاز کابل‌ها

۵۵	۵۰	۴۵	۴۰	۳۵	۳۰	۲۵	۲۰	۱۵	۱۰	۵	درجه حرارت هوا
۰/۶۱	۰/۷۱	۰/۷۹	۰/۸۷	۰/۹۴	۱	۱/۰۶	۱/۱۲	۱/۱۷	۱/۲۱	۱/۲۷	ضریب تصحیح

۳۵	۳۰	۲۵	۲۰	۱۵	۱۰	درجه حرارت زمین
۰/۸۴	۰/۸۹	۰/۹۵	۱	۱/۰۵	۱/۱۰	ضریب تصحیح

تأسیسات الکتریکی

✓ جریان مجاز سیم‌ها و کابل‌های فشار ضعیف

❖ جریان مجاز سیم‌های مسی بدون عایق

۵-۳- جریان های مجاز سیم‌های مسی بدون عایق

سیم‌های بدون عایق که در شبکه های هوایی مورد استفاده قرار می گیرند باید دارای استحکام مکانیکی کافی برای تحمل وزن خود و فشار باد و یخ و برف باشند. به این دلیل معمولا از سیم‌های کوچکتر از ۶ میلیمتر مربع در سیم کشی هوایی استفاده نمی شود. با توجه به اینکه این سیم‌ها فاقد عایق می باشند ممکن است این تصور پیش آید که افزایش درجه حرارت به هر میزان بدون اشکال است. لیکن با در نظر گرفتن این حقیقت که با افزایش درجه حرارت مقاومت کششی سیم کاهش می یابد لزوم محدود کردن درجه حرارت کار سیم روشن می شود.

جریان مجاز این سیم‌ها برای حرارت کار ۶۰ درجه و هوای ۲۵ درجه در جدول ۵-۵ آمده است. در برخی استانداردها نظیر استاندارد انگلستان حرارت کار سیم‌های هوایی ۷۵ درجه در نظر گرفته می شود که جریان مجاز سیم‌ها را به میزان قابل ملاحظه ای بالا می برد.

تأسیسات الکتریکی

✓ جریان مجاز سیم‌ها و کابل‌های فشار ضعیف

جدول ۵-۵: جریان مجاز سیم‌های بدون عایق هوایی

جریان مجاز (آمپر)	سطح مقطع (میلیمتر مربع)
۵۰	۶
۶۵	۱۰
۹۰	۱۶
۱۲۰	۲۵
۱۵۵	۳۵
۱۸۵	۵۰
۲۴۰	۷۰
۳۰۵	۹۵
۳۵۵	۱۲۰
۴۲۵	۱۵۰
۴۷۰	۱۸۵
۵۴۵	۲۴۰
۶۵۰	۳۰۰

تأسیسات الکتریکی

✓ جریان مجاز سیم‌ها و کابل‌های فشار ضعیف

❖ جریان مجاز سیم‌های مسی بدون عایق

در صورتی که حرارت هوا ۲۵ درجه نباشد جریان های مجاز داده شده در جدول ۵-۵ را با ضرایب جدول ۵-۶ تصحیح می کنیم.

جدول ۵-۶: ضرایب تصحیح جریان مجاز

۵۵	۵۰	۴۵	۴۰	۳۵	۳۰	درجه حرارت
۰/۳۸	۰/۵۳	۰/۶۵	۰/۷۵	۰/۸۵	۰/۹۲	ضریب تصحیح

تأسیسات الکتریکی

✓ جریان مجاز سیم‌ها و کابل‌های فشار ضعیف

❖ جریان مجاز سیم‌های مسی بدون عایق

۴-۵- جریان مجاز سیم‌ها و کابل‌های آلومینیومی

به طوری که قبلاً گفته شده است مقاومت ویژه آلومینیوم $1/65$ برابر مقاومت ویژه مس است و لذا جریان مجاز سیم‌های عایق دار و کابل‌های آلومینیومی از سیم‌ها و کابل‌های مسی هم اندازه آنها کمتر است. در صورتی که جریان مجاز یک سیم عایق دار یا کابل مسی را I آمپر فرض کنیم و جریان مجاز سیم عایق دار یا کابل آلومینیومی هم اندازه آن را I' فرض کنیم با مساوی قرار دادن توان حرارتی ایجاد شده در یک متر طول آنها رابطه زیر حاصل می‌شود:

$$\frac{\rho_c I^2}{a} = \frac{\rho_a I'^2}{a}$$

در رابطه بالا ρ_a و ρ_c به ترتیب مقاومت ویژه مس و آلومینیوم و a سطح مقطع سیم یا کابل است. با توجه به نسبت مقاومت‌های ویژه مس و آلومینیوم رابطه بالا از این قرار می‌شود:

$$I^2 = 1.65 I'^2$$

و یا

$$I' = 0.778 I$$

(۱-۵)

تأسیسات الکتریکی

✓ جریان مجاز سیم‌ها و کابل‌های فشار ضعیف

❖ جریان مجاز سیم‌های مسی بدون عایق

$$I' = 0.778I$$

(۱-۵)

رابطه بالا نشان می‌دهد که جریان مجاز کابلها یا سیمها ی عایق دار آلومینیومی ۷۷/۸ درصد جریان مجاز کابلها و سیمهای مسی است. جریان مجاز کابلها و سیمهای عایق دار و کابلهای آلومینیومی را می‌توان از طریق ضرب مقادیری جداول مربوط به هادی‌های مسی در ضریب ۰/۷۷۸ به سهولت محاسبه کرد.