



# مفاهیم پایه آزمون نظام مهندسی برق طراحی- نظارت- اجرا

مؤلف

مهندس محمد کریمی

مبتکر طرح تضمین قبولی در آزمون نظام مهندسی برق

◀ نام کتاب: مفاهیم پایه آزمون نظام مهندسی برق

◀ تالیف: محمد کریمی

◀ ناشر: خانه کتاب مهندسين

◀ طراح جلد: محسن حاجی‌وند

◀ نوبت چاپ: اول ۱۴۰۰

◀ قطع: رحلی

◀ تیراژ: ۱۱۰۰

◀ شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۹۸۳۷۰-۷-۸

◀ قیمت: ۱۲۰,۰۰۰ تومان

سرشناسه: کریمی، محمد، ۱۳۶۲ -، [مهندس]

عنوان و تکرار پدیدآور: مفاهیم پایه آزمون نظام مهندسی برق: طراحی - نظارت - اجرا/مؤلف محمد کریمی.

مشخصات نشر: اردبیل: خانه کتاب مهندسين، ۱۴۰۰.

مشخصات ظاهری: [۱۵۵] ص.: مصور، جدول، نمودار: ۱۴/۵×۲۱/۵ س.م.

شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۹۸۳۷۰-۷-۸

وضعیت فهرست‌نویسی: فیبا

یادداشت: واژه‌نامه.

یادداشت: کتابنامه: ص. [۱۵۵]

موضوع: مهندسی برق -- آزمون‌ها -- راهنمای مطالعه

موضوع: Electrical engineering -- Examinations -- Study guides

موضوع: مهندسی برق -- راهنمای آموزشی (عالی)

موضوع: Electrical engineering -- Study and teaching (Higher)

موضوع: مهندسی برق -- آزمون‌ها و تمرین‌ها (عالی)

موضوع: Electrical engineering -- Examinations, questions, etc. (Higher)

رده بندی کنگره: TK۱۴۵

رده بندی دیویی: ۶۲۱/۳

شماره کتابشناسی ملی: ۸۵۱۰۲۰۵

اطلاعات رکورد کتابشناسی: فیبا

کلیه حقوق قانونی و مادی و معنوی برای ناشر محفوظ است هیچ شخص حقیقی یا حقوقی حق تکثیر تمام یا قسمتی از این مجموعه را ندارد

در صورت مشاهده تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.

# فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱۱	مقدمه
۱۲	محاسبات پایه
۱۲	۱-۱ واحد های اندازه گیری
۱۲	۱-۲ محاسبات ریاضی
۱۲	1-2-1 خواص عملیات
۱۳	1-2-2 درصد و کاربردهای آن
۱۳	۱-۲-۳ معادله درجه دوم
۱۳	1-2-4 مثلثات
۱۳	1-2-5 نسبت های مثلثاتی یک زاویه
۱۴	۱-۳ تعاریف مهم
۱۹	۱-۴ مدار الکتریکی
۲۰	۱-۴-۱ مقاومت الکتریکی
۲۰	۱-۴-۲ قانون اهم
۲۱	۱-۴-۳ جریان الکتریکی
۲۱	۱-۴-۴ کار و توان الکتریکی
۲۱	1-5 قوانین بنیادی
۲۱	۱-۵-۱ قانون لنز
۲۲	۱-۵-۲ قانون فاراده
۲۲	۱-۵-۳ کیرشهف
۲۳	۱-۵-۴ تقسیم ولتاژ
۲۳	۱-۵-۵ تقسیم جریان
۲۴	۱-۶ روابط کاربردی
۲۵	1-7 فازور و اعداد مختلط
۲۷	۱-۸ اتصالات
۲۷	۱-۸-۱ اتصال سری
۲۷	۱-۸-۲ اتصال موازی
۲۷	۱-۹ مطالب مورد نیاز

۲۹	سیم و کابل
۲۹	۲-۱ سطح مقطع کابل
۳۰	۲-۲ افت ولتاژ
۳۱	۲-۳ کابل کنشی
۳۱	۲-۴ رنگ عایق
۳۱	۲-۴-۱ رنگ هادی های مدارهای توزیع نیرو و مدارهای نهایی
۳۳	۲-۴-۲ رنگ عایق سیم ها در مدارهای نهایی
۳۴	2-5 مطالب موردنیاز
۳۵	منابع انرژی
۳۵	۵-۱ ترانسفورماتور
۳۶	۵-۲ دیزل ژنراتور
۳۸	۵-۳ الکتروموتور
۳۹	5-4 مطالب مورد نیاز
۴۱	سیستم زمین
۴۱	۲-۱ مفاهیم اولیه
۴۵	۲-۲ حروف شناسایی
۴۵	2-2-1 حروف سمت چپ
۴۵	۲-۲-۲ حروف سمت راست
۴۶	۲-۳ سیستم TT
۴۷	۲-۴ سیستم IT
۴۹	۲-۵ سیستم TN
۴۹	۲-۶ مقایسه سیستم ها
۴۹	2-7 مطالب موردنیاز
۵۱	خازن
۵۱	۳-۱ کلیات
۵۲	۳-۲ جبران سازی توان راکتیو
۵۲	۳-۳ راکتانس خازنی
۵۳	3-4 انواع خازن گذاری
۵۳	۳-۴-۱ خازن گذاری انفرادی
۵۴	۳-۴-۲ خازن گذاری گروهی
۵۴	۳-۴-۳ خازن گذاری مرکزی
۵۵	3-5 مطالب موردنیاز
۵۶	تجهیزات کلیدزنی
۵۶	۵-۱ کلیدهای خودکار (اتوماتیک)
۵۶	۵-۱-۱ مزایا
۵۶	۵-۱-۲ تنظیمات کلید
۵۶	۵-۱-۳ محدوده جریان

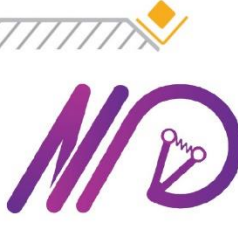
۵۷	۵-۱-۴ دسته بندی
۵۸	۵-۲ کلید حفاظت موتوری (MPCB)
۵۹	۵-۳ کلیدهای خودکار مینیاتوری (MCB)
۶۲	۵-۴ کلید جریان باقیمانده
۶۳	۵-۵ مطالب مورد نیاز
۶۵	<b>سیستم های جریان ضعیف</b>
۶۵	۷-۱ سیستم اعلام حریق
۶۵	۷-۱-۱ انواع دتکتورها
۷۰	۷-۱-۲ مراکز اعلام حریق (FACP)
۷۱	۷-۱-۳ شستی
۷۲	۷-۲ سیستم صوتی یا پیام‌رسانی یا پیچینگ
۷۷	۷-۳ مطالب مورد نیاز
۷۸	<b>آسانسور و پلکان برقی</b>
۷۸	۱۰-۱ کلیات
۷۸	۱۰-۲ آسانسورها
۷۸	۱۰-۲-۱ انواع آسانسور
۷۹	۱۰-۲-۲ الزامات اولیه برای انتخاب آسانسور
۸۱	۱۰-۳ پله برقی و پداده‌رو متحرک
۸۳	10-4 مطالب مورد نیاز
۸۵	<b>تحلیل منابع</b>
۸۵	12-1 مبحث اول
۸۵	۱۲-۱-۱ ویژگی ها
۸۵	12-1-2 چکیده
۸۵	12-1-3 تعداد سوالات مطرح شده
۸۵	12-1-4 مهمترین بخش ها
۸۵	12-1-5 راهکار مطالعه
۸۶	۱۲-۲ مبحث دوم
۸۶	۱۲-۲-۱ ویژگی ها
۸۶	12-2-2 چکیده
۸۶	۱۲-۲-۳ تعداد سوالات مطرح شده
۸۷	۱۲-۲-۴ مهمترین بخش ها
۸۷	۱۲-۲-۵ راهکار مطالعه
۸۷	۱۲-۳ مبحث سوم
۸۷	۱۲-۳-۱ ویژگی ها
۸۷	12-3-2 چکیده
۸۸	۱۲-۳-۳ تعداد سوالات مطرح شده
۸۸	۱۲-۳-۴ مهمترین بخش ها
۸۸	۱۲-۳-۵ راهکار مطالعه
۸۹	۱۲-۴ مبحث دوازدهم

۸۹.....	۱۲-۴-۱ ویژگی ها
۸۹.....	12-4-2 چکیده
۸۹.....	۱۲-۴-۳ تعداد سوالات مطرح شده
۹۰.....	۱۲-۴-۴ مهمترین بخش ها
۹۰.....	۱۲-۴-۵ راهکار مطالعه
۹۰.....	۱۲-۵-۱ ویژگی ها
۹۱.....	12-5-2 چکیده
۹۱.....	۱۲-۵-۳ تعداد سوالات مطرح شده
۹۲.....	۱۲-۵-۴ مهمترین بخش ها
۹۲.....	۱۲-۵-۵ راهکار مطالعه
۹۳.....	۱۲-۶-۱ ویژگی ها
۹۳.....	12-6-2 چکیده
۹۳.....	۱۲-۶-۳ تعداد سوالات مطرح شده
۹۴.....	۱۲-۶-۴ مهمترین بخش ها
۹۴.....	۱۲-۶-۵ راهکار مطالعه
۹۵.....	۱۲-۷-۱ ویژگی ها
۹۵.....	12-7-2 چکیده
۹۵.....	۱۲-۷-۳ تعداد سوالات مطرح شده
۹۶.....	۱۲-۷-۴ مهمترین بخش ها
۹۶.....	۱۲-۷-۵ راهکار مطالعه
۹۶.....	۱۲-۸-۱ ویژگی ها
۹۷.....	12-8-2 چکیده
۹۷.....	۱۲-۸-۳ تعداد سوالات مطرح شده
۹۸.....	۱۲-۸-۴ مهمترین بخش ها
۹۸.....	۱۲-۸-۵ راهکار مطالعه
۹۸.....	۱۲-۹-۱ ویژگی ها
۹۸.....	12-9-2 چکیده
۹۹.....	۱۲-۹-۳ مهمترین بخش ها
۹۹.....	۱۲-۹-۴ تعداد سوالات مطرح شده
۹۹.....	۱۲-۹-۵ راهکار مطالعه
۹۹.....	۱۲-۱۰-۱ ویژگی ها
۱۰۰.....	12-10-2 چکیده
۱۰۰.....	۱۲-۱۰-۳ تعداد سوالات مطرح شده
۱۰۱.....	۱۲-۱۰-۴ مهمترین بخش ها
۱۰۱.....	۱۲-۱۱-۱ ویژگی ها
۱۰۲.....	12-11-2 چکیده

۱۰۲	.....	۱۲-۱۱-۳	تعداد سوالات مطرح شده
۱۰۳	.....	۱۲-۱۱-۴	راهکار مطالعه
۱۰۳	.....	۱۲-۱۲	نشریه ۱۱۰
۱۰۳	.....	۱۲-۱۲-۱	ویژگی ها
۱۰۳	.....	12-12-2	چکیده
۱۰۳	.....	۱۲-۱۲-۳	تعداد سوالات مطرح شده
۱۰۴	.....	۱۲-۱۲-۴	مهمترین بخش ها
۱۰۴	.....	۱۲-۱۲-۵	راهکار مطالعه
۱۰۵	.....	۱۲-۱۳	نظام نامه اصول اخلاق حرفه ای
۱۰۵	.....	۱۲-۱۳-۱	ویژگی ها
۱۰۵	.....	۱۲-۱۳-۲	چکیده
۱۰۵	.....	۱۲-۱۳-۳	تعداد سوالات مطرح شده
۱۰۶	.....	۱۲-۱۳-۴	مهمترین بخش ها
۱۰۶	.....	۱۲-۱۳-۵	راهکار مطالعه
۱۰۷	.....		<b>محصولات آموزشی</b>
۱۰۷	.....	۱۳-۱	محصولات مشترک آزمون های نظام مهندسی تاسیسات برقی (طراحی - نظارت):
۱۰۷	.....	۱۳-۱-۱	کتاب های مشترک
۱۰۷	.....	۱۳-۱-۲	فیلم مشترک
۱۰۸	.....	۱۳-۱-۳	پیشنهاد ویژه
۱۰۸	.....	۱۳-۲	محصولات اختصاصی صلاحیت نظارت
۱۰۸	.....	۱۳-۲-۱	کتاب های نظارت
۱۰۸	.....	۱۳-۲-۲	فیلم نظارت
۱۰۸	.....	۱۳-۲-۳	پیشنهاد ویژه
۱۰۹	.....	۱۳-۳	محصولات اختصاصی صلاحیت طراحی
۱۰۹	.....	۱۳-۳-۱	کتاب های طراحی
۱۰۹	.....	۱۳-۳-۲	فیلم طراحی
۱۰۹	.....	۱۳-۳-۳	پیشنهاد ویژه طراحی
۱۱۰	.....	۱۳-۴	آموزش اختصاصی مباحث
۱۱۰	.....	۱۳-۴-۱	کتاب های مباحث
۱۱۰	.....	۱۳-۴-۲	بسته مباحث
۱۱۰	.....	۱۳-۴-۳	پیشنهاد ویژه
۱۱۰	.....	۱۳-۵	بسته های فشرده و مروری
۱۱۰	.....	۱۳-۵-۱	بسته مرور آخر
۱۱۰	.....	۱۳-۵-۲	بسته مرور تضمینی
۱۱۲	.....		<b>مراجع و مأخذ</b>







## آکادمی کسب و کار مهندس محمد کریمی

<https://www.mohammad-karimi.ir>

تقدیم مے کند

# بسته های آموزشی آمادگی آزمون نظام مهندسی تاسیسات برقی

شامل:

آزمون آزمایشی آنلاین 

چند جلد کتاب 

رفع اشکال تلگرامی 

فیلم آموزش ۳۰ ساعته 

با ما در ارتباط باشید...

مشاهده آخرین محصولات به فروشگاه اینترنتی

 <https://www.mohammad-karimi.com/shop>

سایت آکادمی کسب و کار برقی

 [www.mohammad-karimi.com](http://www.mohammad-karimi.com)

کانال تلگرامی:


 [https://telegram.me/tasisat\\_barghi](https://telegram.me/tasisat_barghi)

پیج اینستاگرامی:

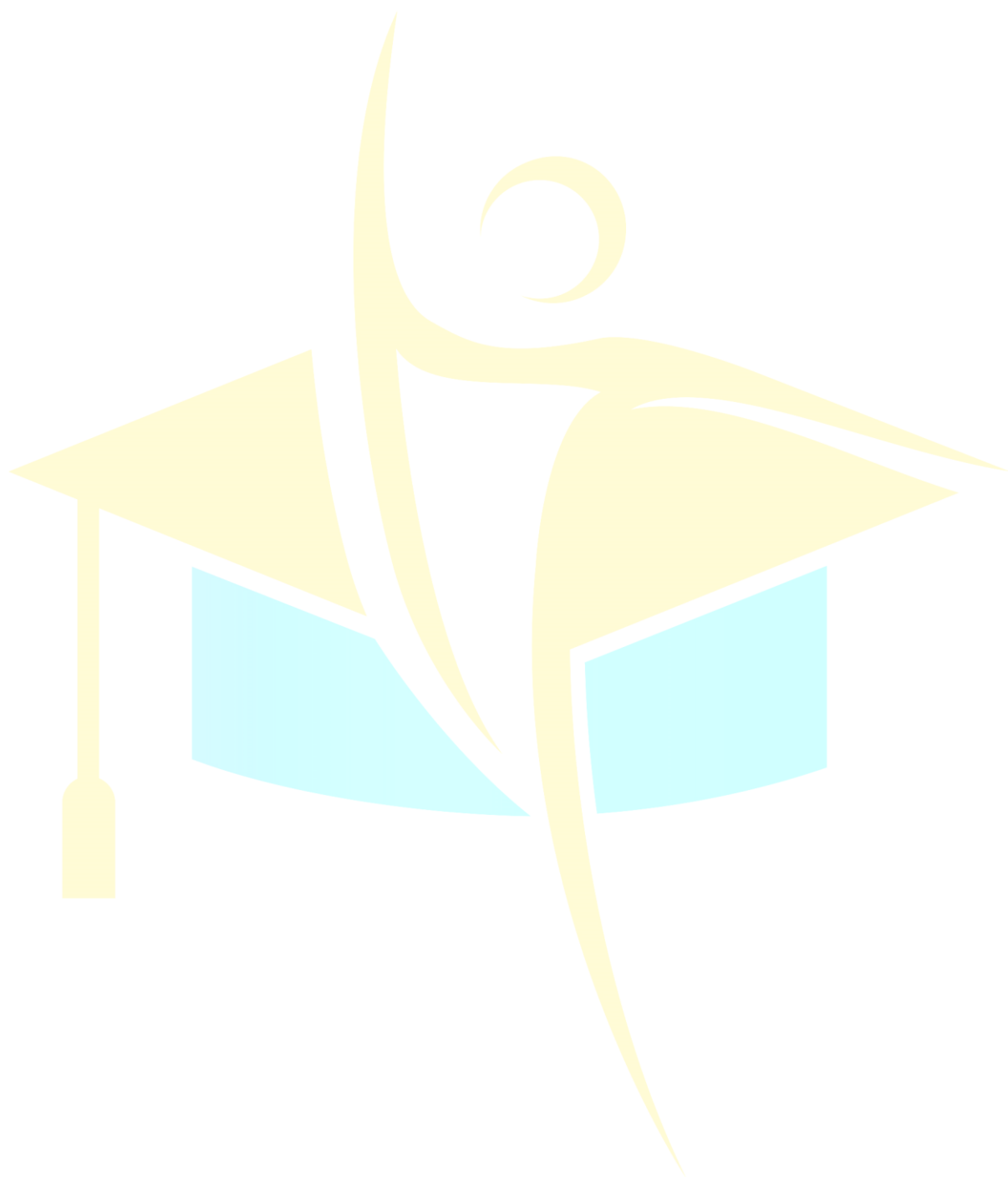
 [instagram.com/tasisat\\_barghi](https://www.instagram.com/tasisat_barghi)

[mohammad-karimi.ir](https://www.mohammad-karimi.ir)  
تماس مستقیم با مولف کتاب و مدرس دوره ها:

 [https://telegram.me/allo\\_mohandes](https://telegram.me/allo_mohandes)

۰۲۱۶۶۴۰۴۱۸۶ 

 [info@mohammad-karimi.com](mailto:info@mohammad-karimi.com)



# مقدمه

بعد از نگارش چندین کتاب، تولید ساعتها فیلم آموزشی، برگزاری کلاس های آنلاین و حضوری، به این نتیجه رسیدم که غالب داوطلبان آزمون نظام مهندسی برق، نیاز به یک مجموعه آموزشی دارند که اصول و مفاهیم پایه ای آزمون را به صورت جامع در بر داشته و بتواند به داوطلبان برای شروع مطالعه و درک فضای سوالات آزمون کمک کند. در کتاب پیش رو، تلاش شده کلیه اطلاعات پایه ای موردنیاز آزمون نظام مهندسی جمع آوری و تشریح شود. مطالب به صورت کاربردی، تصاویر رنگی و حل تشریحی و طبقه بندی شده پرسش های مرتبط انجام شده است.

سعی خواهد شد در هر ماه، در صورت نیاز به اصلاح کتاب، فایل اصلاح شده آن در لینک زیر ارائه شود، پس سعی کنید اول هر ماه به لینک زیر مراجعه کرده و آخرین نسخه اصلاحیه کتاب را دریافت کنید.

<https://www.mohammad-karimi.com/eslah/>

در اینجا فرصت را مغتنم دانسته از همکاری صمیمانه و شبانه روزی همکاران عزیزم در انتشارات خانه کتاب مهندسین که سهم به سزائی در آمادگی داوطلبان آزمون های نظام مهندسی دارد، تشکر کنیم. با وجود زحمات فراوانی که برای این کتاب کشیده شده، قطعاً خالی از ایراد نبوده و از شما می خواهیم انتقادات و پیشنهادات رو خود را مستقیماً با مهندس کریمی در میان بگذارید.

[info@mohammad-karimi.ir](mailto:info@mohammad-karimi.ir)

# محاسبات پایه

فصل

اول

## ۱-۱ واحد های اندازه گیری

پارامترهای اساسی و اصلی الکتریکی و همچنین ضرایب در دو جدول زیر ارائه شده است.

جدول (۱-۱) واحدهای اندازه گیری الکتریکی برقی

پارامتر	واحد	رابطه	پارامتر	واحد	رابطه
ولتاژ (V)	ولت (V)	$V=I \times R$	جریان (A)	آمپر (A)	$I=V \div R$
مقاومت (R)	اهم ( $\Omega$ )	$R=V \div I$	ظرفیت خازنی (C)	فاراد (F)	$C=Q \div V$
بار (Q)	کولن (Q)	$Q=C \times V$	توان (P)	وات (W)	$P=V \times I=I^2 \times R$
امپدانس (Z)	اهم ( $\Omega$ )	$Z^2=R^2+X^2$	فرکانس (f)	هرتز (Hz)	$f=1 \div T$

جدول (۱-۲) ضرایب پارامترها

ضریب	ضرب کننده	ضریب	ضرب کننده	ضریب	ضرب کننده
ترا (T)	$1,000,000,000,000=10^{12}$	گیگا (G)	$1,000,000,000=10^9$	مگا (M)	$1,000,000=10^6$
کیلو (k)	$1,000=10^3$	سانتی (c)	$1/100=10^{-2}$	میلی (m)	$1/1,000=10^{-3}$
میکرو ( $\mu$ )	$1/1,000,000,000=10^{-6}$	نانو (n)	$1/1,000,000,000=10^{-9}$	پیکو (p)	$1/1,000,000,000,000=10^{-12}$

نکته (۱-۱) چند واحد مهم که تبدیل آنها به واحدهای دیگر بسیار کاربرد دارد:

اینچ = ۰.۰۲۵۴ متر

فوت = ۰.۳۰۴۸ متر

اسب بخار = ۷۴۶ وات

## ۱-۲ محاسبات ریاضی

### ۱-۲-۱ خواص عملیات

در عبارت های زیر، فرض بر این است که مخرج ها مخالف صفر هستند.

$\frac{a}{b} = \frac{ca}{cb} (c \neq 0)$	$c \times \frac{a}{b} = \frac{ca}{b}$	$\frac{a}{b} = a \times \frac{1}{b}$
$\frac{a+b}{c} = \frac{a}{c} + \frac{b}{c}$	$-\frac{a}{b} = \frac{-a}{b} = \frac{a}{-b}$	
$\frac{\frac{a}{b}}{c} = \frac{ad}{bc}$	$\frac{a}{b} \times \frac{c}{d} = \frac{ac}{bd}$	

تساوی  $\frac{a}{b} = \frac{c}{d}$  معادل است با  $a \times d = b \times c$

### ۱-۲-۲ درصد و کاربردهای آن

معادله درصد: رابطه بین مقدار اولیه، درصدی از مقدار اولیه و مقدار نهایی را نشان می‌دهد.

$$b = x \times a$$

مقدار نهایی

درصد به صورت عدد اعشاری/کسری

مقدار اولیه

درصد تغییر: برای هر کمیتی مقدار

$$100 \times \text{نسبت تغییر} = \frac{\text{میزان تفاوت در مقدار}}{\text{مقدار اولیه}} \times 100 = \frac{\text{مقدار اولیه} - \text{مقدار نهایی}}{\text{مقدار اولیه}} \times 100$$

را درصد تغییر آن کمیت می‌نامند.

درصد تغییر می‌تواند منفی هم باشد که به معنای کاهش است.

### ۱-۲-۳ معادله درجه دوم

$$ax^2 + bx + c = 0$$

$$\Delta > 0 \Rightarrow x_1, x_2 = \frac{-b \mp \sqrt{\Delta}}{2a}$$

$$\Delta = b^2 - 4ac \left\{ \begin{array}{l} \Delta > 0 \\ \Delta = 0 \end{array} \right. \Rightarrow x_1, x_2 = \frac{-b}{2a}$$

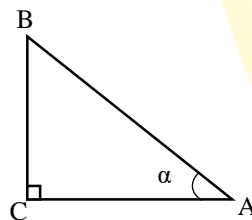
$\Delta < 0 \Rightarrow$  معادله ریشه ندارد

### ۱-۲-۴ مثلثات

یکی از حالات تشابه دو مثلث، تساوی زاویه های آن دو مثلث می باشد.

رابطه فیثاغورس: در مثلث قائم الزاویه ABC داریم:

$$(AB)^2 = (AC)^2 + (BC)^2$$

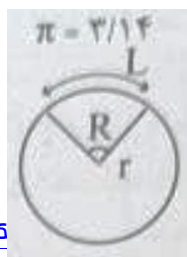


### ۱-۲-۵ نسبت های مثلثاتی یک زاویه

در مثلث قائم الزاویه ABC زاویه تند  $\alpha$  را در نظر بگیرید، بنا به تعریف داریم:

$$\tan \alpha = \frac{\text{طول ضلع روبروی زاویه } \alpha}{\text{طول ضلع مجاور زاویه } \alpha} = \frac{BC}{AC}$$

$$\sin \alpha = \frac{\text{طول ضلع روبروی زاویه } \alpha}{\text{وتر}} = \frac{BC}{AB}$$



$$R = \frac{L}{r} \text{ (رادیان)}$$

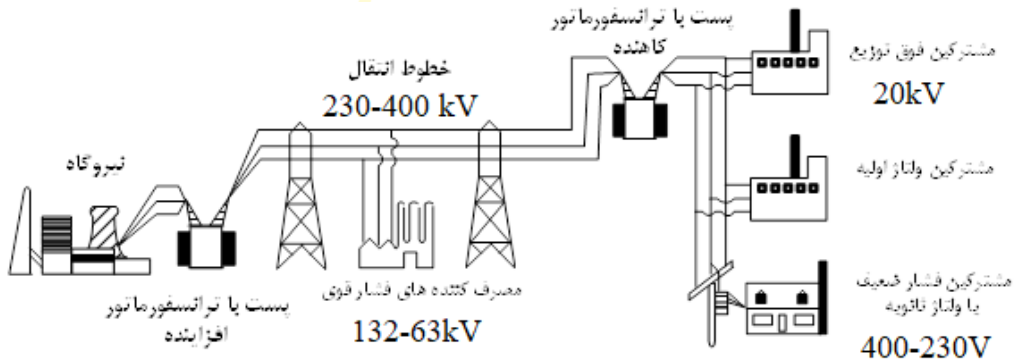
$$\frac{L}{r} = \frac{\pi}{180} D \text{ (درجه)}$$

$$\cos \alpha = \frac{\text{طول ضلع مجاور زاویه } \alpha \text{ وتر}}{AB} = \frac{AC}{AB}$$

$$D = \frac{180}{\pi} R \text{ (درجه)}$$

### ۳-۱ تعاریف مهم

**تجهیزات الکتریکی:** وسایل، لوازم، دستگاه‌ها و مصالحی‌اند که برای تولید، انتقال، توزیع یا مصرف انرژی الکتریکی به کار می‌روند؛ از جمله مولدها، دستگاه‌های برقی، لوازم تابلویی، وسایل اندازه‌گیری، وسایل حفاظتی، مصالح و لوازم سیستم‌های سیم‌کشی و دستگاه‌های مصرف‌کننده انرژی الکتریکی، لوازم و تجهیزات سیستم‌های جریان ضعیف و سیستم‌های انتقال اطلاعات داده.



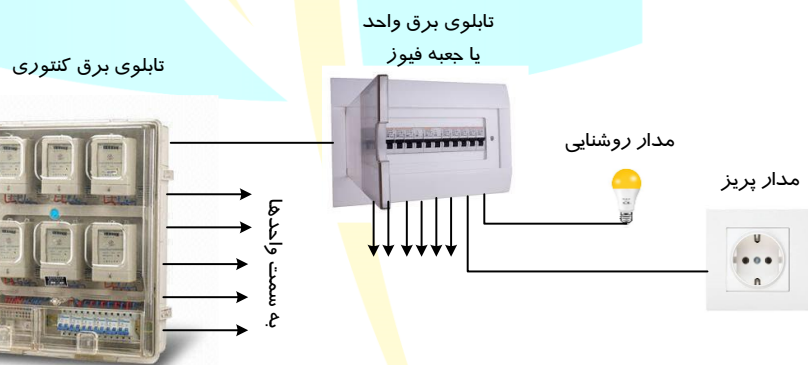
شکل ۱-۱) تجهیزات شبکه قدرت

**تاسیسات برقی:** مجموعه‌ای از تجهیزات الکتریکی به هم پیوسته برای انجام هدف یا اهداف معین است که دارای مشخصه‌های هماهنگ و مرتبط باشند.

☑ در این تعریف، باید به دو عبارت «هدف یا اهداف»، که گویای وظیفه اصلی کل ساختار (مانند تغذیه یک ساختمان) است و «مشخصه‌های هماهنگ و مرتبط»، که همان مشخصه‌هایی مانند توان، ولتاژ و... است، توجه شود.

**مدار (مدار الکتریکی در تاسیسات):** مجموعه‌ای از اقلام و لوازم و تجهیزات الکتریکی در یک تاسیسات که از منبع واحدی تغذیه شده، به کمک وسایل حفاظتی واحدی در برابر اضافه جریان‌ها، اضافه یا کاهش ولتاژها حفاظت شده باشد.

☑ دو عبارت مهم این آیین‌نامه «منبع تغذیه واحد» و «وسیله حفاظتی» است، کلمه مدار در تاسیسات برقی شامل مجموعه تجهیزات، سیم، کابل، مصرف‌کننده و غیره که توسط وسیله حفاظتی کنترل می‌شوند، اطلاق می‌گردد.



شکل ۱-۲) مدار الکتریکی

**بدنه هادی (دستگاه‌ها و تجهیزات الکتریکی):** بدنه‌های هادی (فلزی) مربوط به دستگاه‌ها و تجهیزات الکتریکی که می‌توان آن‌ها را لمس کرد و به‌طور عادی برق‌دار نیستند، اما در حالت وجود اتصالی ممکن است برق‌دار شوند.

☑ یکی از رایج‌ترین خطرات در ساختمان‌ها، تماس با همین بدنه هادی است، بویژه برای تجهیزات که ارتباط مستقیم با آب دارند مانند یخچال، ماشین لباسشویی و...

**قسمت‌های هادی بیگانه یا بدنه‌های هادی بیگانه:** قسمت‌های هادی‌ای است که جزو تاسیسات الکتریکی نیست، ولی قادر است پتانسیلی را که معمولاً پتانسیل زمین است، در معرض تماس قرار دهد و در اثر بروز اتصالی برق‌دار گردد. قسمت‌ها یا بدنه هادی بیگانه عبارت‌اند از:

الف) اسکلت فلزی و قسمت‌های فلزی ساختمان‌ها  
 ب) لوله‌های فلزی آب، گاز، آب، تاسیسات برودتی و حرارتی و سایر سیستم‌های تاسیسات مکانیکی و همه لوازم غیر برقی دیگر که ممکن است، در اثر بروز اتصال الکتریکی برق‌دار شوند (مانند رادیاتورهایی که متصل به لوله‌های فلزی تاسیسات حرارتی هستند).  
 پ) کف‌ها و دیوارهای غیرعایق  
 ☑ این قسمت‌ها مستقیماً برق‌دار نیستند، اما باید پیش‌بینی لازم برای همبندی آنها، به منظور جلوگیری از ایجاد اختلاف پتانسیل احتمالی، انجام شود.

پرسش ۱-۱) **نظارت-اجرا کدامیک از گزینه‌های زیر برای قسمت هادی بیگانه صحیح می‌باشد (اسفند ۹۵ نظارت «۲۴»؟)**

الف) ماشین ظرفشویی و قسمت فلزی ساختمان‌ها  
 ب) رادیاتورها و ماشین لباسشویی  
 ج) لوله‌های فلزی آب، گاز، آب و حرارت مرکزی  
 د) هر سه گزینه صحیح است.  
**پاسخ)** بدنه‌های ماشین‌های ظرفشویی و لباس‌شوئی جز هادی‌های بیگانه نیست. گزینه ج صحیح است.  
**هادی برق‌دار:** هر سیم یا هادی دیگری که با نیت برق‌دار شدن آن در بهره‌برداری عادی از آن مورد استفاده قرار گیرد و شامل هادی خنثی نیز است، ولی به‌طور قراردادی هادی مشترک حفاظتی - خنثی (PEN) را شامل نمی‌شود.  
 ☑ هادی برق‌دار شامل هادی فاز و نول بوده و هادی‌های حفاظتی و حفاظتی-خنثی برق‌دار محسوب نمی‌شوند.

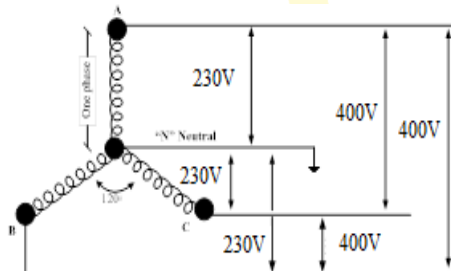
پرسش ۱-۲) **نظارت-اجرا کدامیک از گزینه‌های زیر قسمت (مدار) برق‌دار می‌باشد (اسفند ۹۵ نظارت «۲۵»؟)**

الف) هادی‌های فازها + هادی خنثی  
 ب) هادی‌های فازها  
 ج) هادی‌های فازها + هادی حفاظتی - خنثی  
 د) هادی‌های فازها + هادی خنثی + هادی حفاظت  
**پاسخ)** هادی خنثی برق‌دار بوده و PEN برق‌دار نیست. گزینه الف صحیح است.

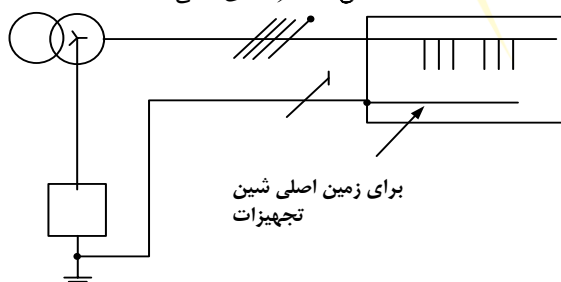
☐ این پرسش، مشابه بهمن ۹۷ نظارت «۴» است.

**هادی خنثی (N):** هادی‌ای است که به نقطه خنثای سیستم نیرو وصل است و می‌تواند در انتقال انرژی الکتریکی از آن استفاده کرد.  
 ☑ نبود هادی نول، انتقال انرژی را مختل می‌کند؛ مگر اینکه بار ذاتاً نیاز به نول نداشته باشد. مانند الکتروموتورهای سه فاز رتور قفس سنجابی.

**هادی حفاظتی (PE):** هادی حفاظتی (PE) که برای حفاظت در برابر برق‌گرفتگی لازم می‌یابد و هر یک از اجزای زیر را از نظر الکتریکی به هم وصل می‌کند: الف) بدنه‌های هادی، ب) ترمینال اصلی اتصال زمین، پ) نقطه زمین شده منبع تغذیه و ث) نقطه خنثای مصنوعی.  
 ☑ هادی حفاظتی مانند هادی‌های برق‌دار برای انتقال انرژی به کار نمی‌رود بلکه ذاتاً برای حفاظت در برابر برق‌گرفتگی استفاده می‌شود. به این هادی به اشتباه هادی ارت نیز گفته می‌شود.



شکل ۳-۱) هادی خنثی



شکل ۴-۱) هادی PE

پرسش ۳-۱۱ (نظارت-اجرا) وصل بدنه هادی به ترمینال اصلی اتصال زمین توسط چه هادی انجام می شود (اسفند ۹۵)

نظارت «۲۶»؟

الف) هادی اتصال زمین

ب) هادی حفاظتی

ج) هادی هم بندی

د) گزینه الف و ب هر دو صحیح است.

**پاسخ)** هادی حفاظتی وظیفه اتصال بدنه‌های هادی را به ترمینال اصلی اتصال زمین برعهده دارد. گزینه ب صحیح است.

**هادی مشترک حفاظتی - خنثی (PEN):** هادی‌ای است زمین شده که به صورت اشتراکی هر دو وظیفه هادی‌های حفاظتی (PE) و خنثی (N) را انجام می‌دهد.

☑ در سیستم قدرت ایران، از این هادی در خطوط توزیع استفاده می‌شود، چرا که هزینه اجرای کمتری داشته و اساسا نیاز خاصی به جدا بودن هادی حفاظتی و خنثی وجود ندارد.

**جریان مجاز (جریان مجاز حرارتی یا جریان اسمی یک هادی):** حداکثر جریانی است که به‌طور مداوم در شرایط تعیین شده، بدون اینکه دمای وضعیت تعادل یک هادی از میزان معینی تجاوز کند، می‌تواند از آن عبور کند. درباره هادی‌ها (سیم یا کابل) جریان اسمی همان جریان مجاز حرارتی است.

☑ این جریان بر اساس جریان مصرف کننده و شرایط، به ویژه همجواری و دما، تعیین می‌شود. دو فاکتور باید مدنظر باشد:

• وضعیت نصب: شرایط نصبی که مواردی از جمله دما، همجواری، عمق نصب و... را در بر می‌گیرد.

• شرایط تعیین شده: طبق مواد به کار رفته در ساخت هادی و کابل توسط سازنده تعیین می‌شود.

**جریان اضافه بار (یک مدار):** اضافه جریانی است که علاوه بر جریان اسمی در مداری برقرار می‌شود که از نظر الکتریکی آسیب ندیده باشد.

☑ عواملی مانند اشتباه در برآورد بار، رشد بار، انتخاب اشتباه هادی و... باعث این اضافه بار می‌شود. وقتی مقدار بار کشیده

شده از یک مصرف کننده بیش از جریان نامی آن باشد، اضافه بار رخ می‌دهد که این امر باعث عبور جریان بالاتر از جریان

مجاز هادی شده و می‌تواند منجر به از بین رفتن عایق، آتش سوزی و... شود. عوامل اصلی بروز این جریان عبارتند از:

• عدم محاسبه دقیق مقدار مصرف

• انتخاب نامناسب سطح مقطع هادی ها

• رشد بار در آینده

• خطای داخلی تجهیزات

**جریان اتصال کوتاه:** اضافه جریانی است که در نتیجه بروز اتصالی با امپدانس بسیار کوچک بین هادی‌های برق دار سیستم نیرو و هادی حفاظتی ایجاد شود که در شرایط عادی دارای اختلاف پتانسیل هستند.

☑ این خطا باید توسط وسایل حفاظتی در زمان مجاز رفع شده و هادی نیز تحمل عبور این جریان خطا را تا زمان عملکرد

وسیله حفاظتی در زمان مجاز را داشته باشد. اتصال کوتاه بین هادی فاز و هادی حفاظتی کمترین و بین هادی های فاز

بیشترین مقدار را دارد، از این دو مقدار کمترین و بیشترین استفاده های بسیار زیادی می‌شود.

**اضافه جریان:** هر جریانی که بیش از جریان اسمی باشد.

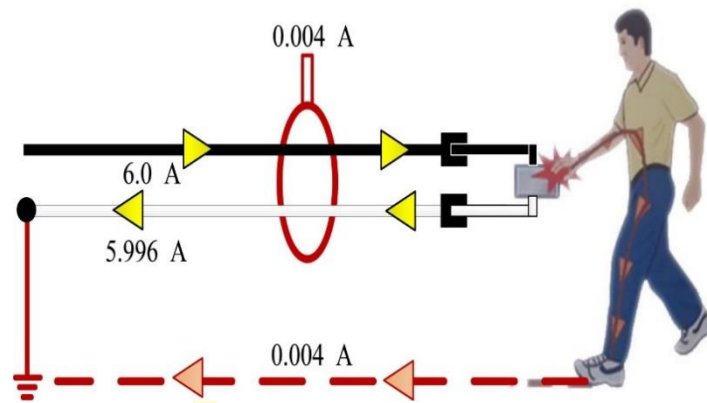
☑ جریان نامی یک عدد مشخص برای هر تجهیز، مصرف کننده، هادی و... است که تجهیزات و اقدامات لازم برای جلوگیری

از تجاوز از آن بنا به دلایلی مانند اضافه بار یا اتصال کوتاه در حین طراحی پیش بینی شود.

**جریان باقیمانده:** این جریان جمع برداری مقادیر لحظه‌ای جریان‌هایی است که از همه هادی‌های برق دار یک مدار معین در یک نقطه

از تاسیسات برقی عبور می‌کند. این جریان را گاهی به اشتباه جریان به زمین یا جریان نشت به زمین نیز خوانده‌اند.

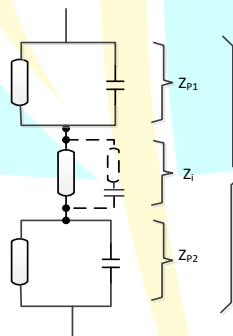




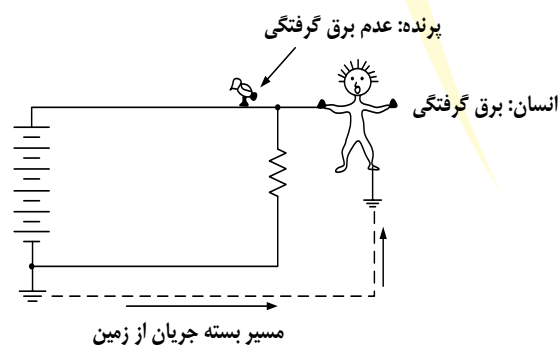
شکل ۵-۱) جریان باقیمانده

**جریان برق گرفتگی:** جریانی است که از بدن انسان یا حیوان عبور کند و مشخصه‌های آن به گونه‌ای باشد که احتمالاً موجب برق گرفتگی شود.

☑ در شکل زیر، طرحواره امپدانس بدن انسان نشان داده شده است. ملاحظه می‌شود که امپدانس کل بدن انسان ( $Z_T$ ) از سه قسمت تشکیل شده است:  $Z_{P1}$  و  $Z_{P2}$  امپدانس پوست در قسمت ورودی و خروجی و  $Z_i$  امپدانس داخلی بدن. امپدانس‌های ورودی و خروجی (پوست) مشابه به هم می‌باشند. مقاومت پوست بدن را می‌توان به صورت تعداد بیشماری مقاومت و خازن موازی ( $Z_i$ ) تصور کرد. ساختار آن متشکل از لایه‌های نیم‌هادی و المانهای کوچک هادی است. از مشخصه‌های امپدانس پوست این است که با زیاد کردن جریان عبوری از بدن، از مقدار مقاومت کاسته می‌شود. اصولاً امپدانس پوست بدن به موارد زیر بستگی دارد: ولتاژ، فرکانس، زمان برقراری جریان، سطح کنتاکت، فشار کنتاکت، درجه رطوبت پوست و دما. برای ولتاژهای تا ۵۰ ولت، امپدانس پوست حتی در مورد یک فرد معین بستگی زیاد به سطح کنتاکتهای تماس، دما و تنفس دارد. برای ولتاژهای بالاتر، بین ۵۰ تا ۱۰۰ ولت، امپدانس پوست به مقدار قابل ملاحظه‌ای کاهش یافته و در صورت پاره شدن آن تقریباً برابر صفر می‌شود. اثر فرکانس بر امپدانس پوست به نحوی است که با زیاد شدن فرکانس، از مقدار امپدانس کاسته می‌شود.



شکل ۶-۱) اجزای سازنده مقاومت بدن



شکل ۷-۱) جریان برق گرفتگی

پرسش ۴-۱) نظارت-اجرا جریان برق گرفتگی با کدام یک از تعریف‌های زیر مطابقت دارد (تیر «۱۲»)?

الف) جریانی است که عبور آن انسان را می کشد.

ب) جریانی است که عبور آن انسان را می لرزاند.

ج) احتمال آسیب رساندن به موجود زنده دارد.

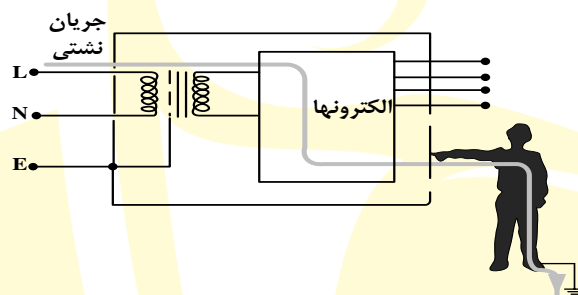
د) موارد ب و ج

**پاسخ)** جریان عبوری از بدن انسان یا حیوان که می تواند باعث آسیب شود را جریان برق گرفتگی گویند. گزینه ج نسبتاً صحیح است چرا که گیاهان نیز جز موجودات زنده محسوب می شوند.

این پرسش، مشابه شهریور ۷۶ «۲۴» است.

**جریان ناشتی:** جریانی است که بین مداری که از نظر الکتریکی آسیب ندیده است با زمین یا بدنه‌های هادی بیگانه برقرار شود. این جریان ممکن است دارای مولفه‌ای خازنی باشد که شامل جریان‌های مربوط به خازن‌هایی است که به صورت طبیعی در مدار موجود است.

با وجود جریان ناشتی، چون عملاً خطاهای اضافه بار و اتصال کوتاهی رخ نداده، وسایل حفاظتی رایج مانند فیوز یا کلید مینیاتوری عمل نمی‌کند. از کلید جریان باقی مانده (RCD) برای حفاظت در مقابل جریان ناشتی استفاده می‌شود. جریان ناشتی ممکن است از راه بدن فردی که با زمین تماس دارد و تصادفاً دستش با قسمت برقدار مدار تماس پیدا کرده است به وجود آید، کلیدهای RCD بگونه‌ای طراحی می‌شوند که پیش از آسیب‌رسیدن به فرد مدار را قطع می‌کنند. این کلیدها برای قطع مدار در برابر اضافه‌بار و اتصال کوتاه طراحی نشده‌اند.



شکل ۸-۱) (جریان ناشتی)

پرسش ۵-۱) **مشترک کدام گزینه در مورد جریان ناشتی صحیح است (بهمن ۹۷ طراحی «۴۹»)?**

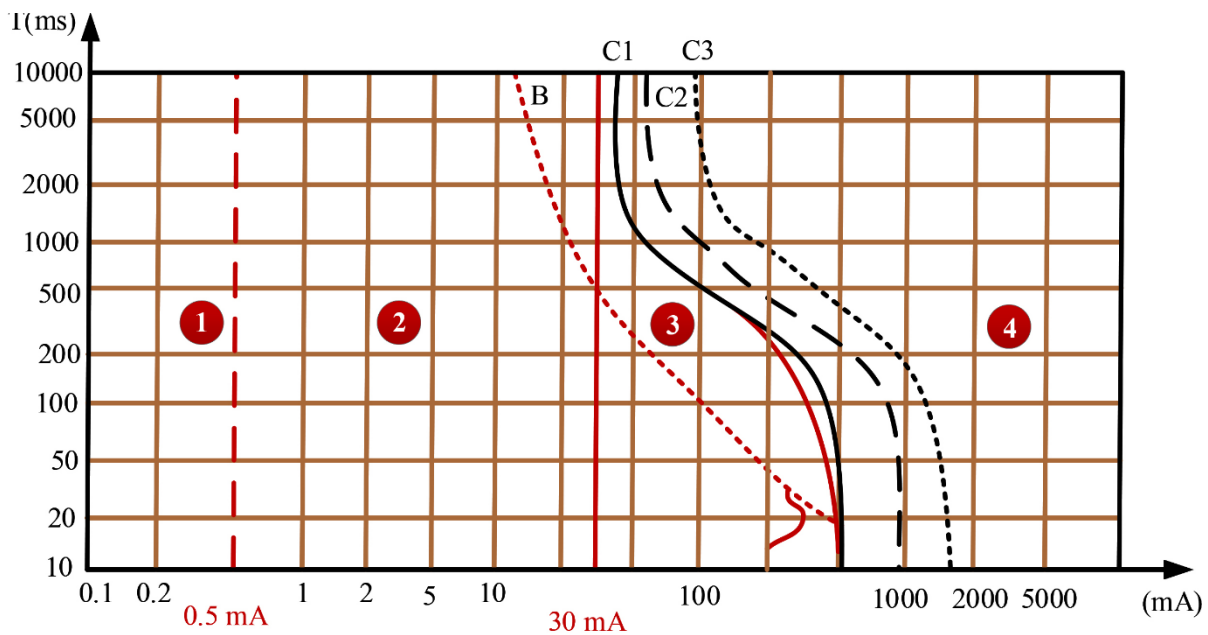
- الف) جریانی است که بین مداری که از نظر الکتریکی سالم است با زمین یا بدنه‌های بیگانه برقرار می‌شود.  
ب) جریان ناشتی ممکن است شامل جریان‌های مربوط به خازن‌های طبیعی بین هادی‌های مدار برق نیز باشد.  
ج) جریانی است که بین مداری که از نظر الکتریکی آسیب دیده با زمین یا بدنه‌های بیگانه برقرار شود.  
د) گزینه‌های الف و ب صحیح است.

**پاسخ)** جریان ناشتی در مدار سالم الکتریکی برقرار شده (گزینه الف صحیح است) و می‌تواند مولفه‌های خازن طبیعی هم داشته باشد (گزینه ب صحیح است). گزینه د کامل‌ترین پاسخ است.

**برق گرفتگی:** پدیده‌ای است مربوط به آسیب‌های عضلانی که در نتیجه عبور جریان الکتریکی از بدن انسان یا حیوان به وجود می‌آید.

سه عامل سبب بروز برق‌گرفتگی که عبارتند از: مشخصه‌های موجود زنده (مسیر عبور جریان از بدن، چربی خون، وضعیت روحی و...)، مشخصه‌های سیستم برق (مدت زمان عبور جریان از بدن؛ نوع جریان؛ متناوب/مستقیم) و مشخصه‌های محیط زیست. منحنی تاثیر جریان متناوب برحسب زمان را در چهار بازه نمایش می‌دهد:

- معمولاً هیچگونه واکنشی وجود ندارد. (۲) معمولاً اثر فیزیولوژیکی زیان‌آوری وجود ندارد. (۳) معمولاً انتظار نمی‌رود آسیبی به اندامها وارد شود، امکان انقباض عضلانی و اشکال در تنفس و بروز اختلال قابل برگشت در تشکیل و پخش ضربان قلب وجود دارد که با زیاد شدن جریان و طولانی شدن زمان، شدیدتر می‌شود (بین منحنی‌های  $C_1$  و  $C_2$ ). علاوه بر آثار منطقه ۳، احتمال فیبریلاسیون تا ۵٪ (منحنی  $C_1$ ) و تا ۵۰٪ (منحنی  $C_2$ ) و در ورای منحنی  $C_3$  بیشتر از ۵۰٪ رشد می‌کند، با زیادتر شدن شدت جریان و طولانی شدن زمان، ممکن است آثار پاتوفیزیولوژیک دیگری مانند ایست قلبی، ایست تنفس و سوختگی‌های شدید ظاهر شوند.



شکل ۹-۱۱) مشخصه‌های موجود زنده در حین برق‌گرفتگی

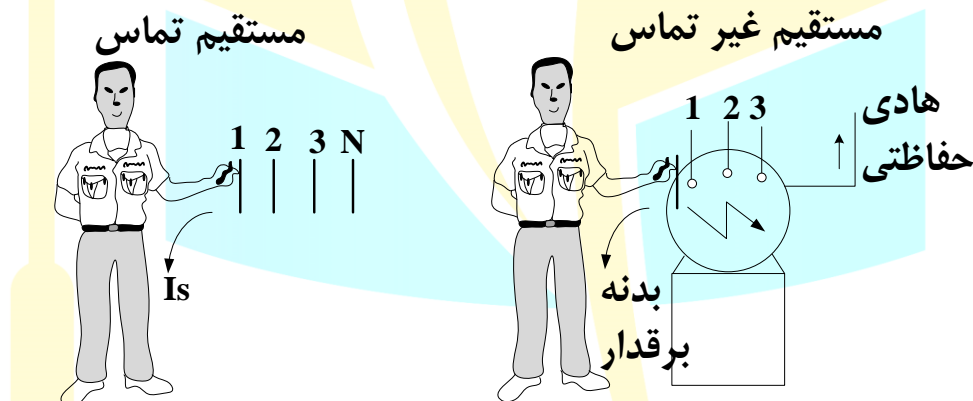
تماس مستقیم: تماس اشخاص و حیوانات با هر یک از هادی‌های فاز است.

☑ مهمترین راهکارهای حفاظت در مقابل این اتصال جداسازی، عایق‌بندی، حصارکشی، استفاده از کلید جریان باقیمانده و

منابع ولتاژ پایین است. تماس مستقیم، علاوه بر تماس با هادی برق دار، هنگام تماس با باس بار، پوشینگ و... نیز رخ می‌دهد.

تماس غیر مستقیم: تماس اشخاص و حیوانات با بدنه‌های هادی‌ای است که در شرایط بروز اتصالی، برق‌دار شده‌اند.

☑ بهترین راهکار برای حفاظت در برابر تماس غیر مستقیم با استفاده از کلید جریان باقیمانده می‌باشد.



شکل ۱۰-۱۱) مفهوم تماس‌های مستقیم و غیرمستقیم

## ۴-۱ مدار الکتریکی

مدار الکتریکی و سیله ای فیزیکی برای تبدیل انرژی الکتریکی به سایر انرژی‌ها است. اجزا مدار الکتریکی عبارت اند از: منبع ولتاژ، سیم های رابط و مصرف کننده الکتریکی (بار). کلید و سیله ای برای قطع و وصل مدار است. کلید بسته یعنی جریان می‌تواند مسیر کلی را طی کند. در غیر این صورت، مدار باز است. منابع ولتاژ به طرق شیمیایی، مغناطیسی و... انرژی الکتریکی تولید می‌کنند. منابع ولتاژ DC مانند باتری ها، منابع تغذیه الکتریکی یا ژنراتور DC صرف نظر از ساختمان داخلی آن، در مدارها یکسان عمل می‌کنند. مدارهای DC طوری طراحی می‌شوند که مقدار معینی از شدت جریان را از خود عبور دهند. سه عامل مقدار شدت جریان عبوری را در مدار کنترل می‌کند: ولتاژ منبع، جنس سیم های رابط و مشخصه بار الکتریکی

## ۱-۴-۱ مقاومت الکتریکی

مقاومت الکتریکی هادی های خوب، کم و مقاومت عایق ها زیاد است. مقاومت هر سیم به ابعاد و جنس آن بستگی دارد. هر چه سطح مقطع سیم بیشتر باشد، مقاومت الکتریکی کمتر و هرچه طول آن زیادتر باشد. مقاومت الکتریکی بیشتر است، به عبارت دیگر مقاومت الکتریکی سیم با سطح مقطع نسبت عکس و با طول و جنس سیم نسبت مستقیم دارد.

$$R = \rho \frac{l}{A}$$

(۱-۱)

برای فلزاتی که ضریب حرارتی مثبت دارند، علامت + و برای فلزاتی که ضریب حرارتی منفی دارند علامت - در نظر گرفته می شود. واحد مقاومت الکتریکی اهم است. در صورتی که ولتاژی معادل ۱ ولت به دو سر مقاومتی اعمال می شود و جریان ۱ آمپر از آن عبور کند، مقدار مقاومت ۱ اهم است. مقاومت کل مدار الکتریکی مجموع مقاومت های منبع ولتاژ مصرف کننده و سیم های رابط و مقاومت مصرف کننده الکتریکی، است. معمولاً مقاومت مصرف کننده الکتریکی به مراتب از مقاومت سیم ها و منبع ولتاژ بیشتر است. به طوری که می توان مقاومت کل را در نظر گرفت. مقاومت ها را برای کنترل جریان الکتریکی در مدارها قرار می دهند. مقاومت ها از نظر رفتار در مقابل افزایش دما به دو دسته تقسیم می شوند:

**(الف) مقاومت با ضریب حرارتی مثبت (PTC):** مقاومت های الکتریکی PTC ها با افزایش دما، افزایش و با کاهش دما کاهش می یابد. فلزات اساساً عناصر PTC هستند. پلاتین متداول ترین فلزی است که برای ساخت PTC ها استفاده می شود، مس هر چند مشخصه ای نسبتاً خطی دارد، اما حوزه ی اندازه گیری آن کم تر از پلاتین است و در ضمن مقاومت مخصوص کم تری دارد.

**(ب) مقاومت با ضریب حرارتی منفی (NTC):** مقاومت های الکتریکی NTC با افزایش دما، کاهش و با کاهش دما، افزایش می یابد. این دسته از حسگرها بیشتر به ترمیستورها مربوط می شوند.

از نظر ساختمان سه نوع مقاومت وجود دارد ترکیبی، سیم پیچی و لایه ای. امروزه مقاومت لایه ای کاربرد زیادی دارد. مقاومت های ترکیبی معمولاً از یک المان مقاومتی با پودر کربن ساخته می شوند. آنها دارای ضریب حرارتی زیاد جریان مجاز کم و خطای زیاد هستند. مقاومت های لایه ای معمولاً از ماده مقاومتی ساخته می شوند که به صورت لایه ای نازک، بر روی لوله سرامیک یا شیشه لعاب داده می شوند. مقاومت های قابل تنظیم زبانه متحرکی دارند که در مدار برای مقاومت معینی تنظیم می شود. این نوع مقاومت ها برای تنظیم پی در پی ساخته نشده اند.

نکته) برای اندازه گیری مقدار ولتاژ مقاومت، ولت متر با مقاومت داخلی بینهایت به صورت موازی، برای اندازه گیری جریان، آمپر متر به صورت سری با مقاومت داخلی بسیار کم و توان با وات متر (کنترل) به صورت سری-موازی نصب می شود.

## ۱-۴-۲ قانون اهم

قانون اهم رابطه بین ولتاژ جریان و مقاومت را در یک مدار جریان مستقیم (DC) بیان می کند. این قانون در مدار جریان مستقیم چنین است که جریان با ولتاژ نسبت مستقیم و با مقاومت نسبت عکس دارد.

$$I = \frac{U}{R}$$

(۱-۲)

<sup>1</sup> Positive Temperature Coefficient

<sup>2</sup> Negative Temperature Coefficient

### ۳-۴-۱ جریان الکتریکی

از یک مدار جریانی عبور نمی کند؛ مگر این مسیر کامل یا مدار بسته باشد. در غیر این صورت، مدار باز است. باتری و ژنراتور معمولی ترین منابع ولتاژند. برای محافظت در مقابل عبور جریان زیاد، از فیوز استفاده می شود که به هنگام لزوم مدار را قطع می کند. جریان الکتریکی در سیم همیشه از پتانسیل زیاد به پتانسیل کم است. واحد ولتاژ ولت است. واحد جریان الکتریکی آمپر (A) است و طبق تعریف عبارت است از تعداد بارهائی (Q) برحسب کولن که در واحد زمان (t) برحسب ثانیه از یک هادی عبور می کند:

$$I = \frac{Q}{t} \quad (۱-۳)$$

### ۴-۴-۱ کار و توان الکتریکی

واحد کار الکتریکی ژول است یک ژول کار عبارت است از عبور یک کولن الکتریسیته در اختلاف پتانسیل یک ولت. توان نشان دهنده سرعت انجام کار است و آن مقدار کاری است که در واحد زمان انجام می شود و واحد آن وات است. یک وات عبارت است از یک ژول کار در مدت یک ثانیه به بیان دیگر، یک وات توان مصرف شده است هنگامی که اختلاف پتانسیل ۱ ولت شدت جریانی به مقدار یک آمپر را از مداری عبور دهد.

واحد توان مکانیکی اسب بخار (hp) است. هر اسب بخار معادل ۷۴۶ وات است. توان را می توان به وسیله سه معادله زیر بر حسب ولتاژ شدت جریان و مقاومت محاسبه کرد.

$$P = \frac{U^2}{R} = I^2 R = U.I \quad (۱-۴)$$

از سه معادله گفته شده می توان به صورتی برای به دست آوردن ولتاژ شدت جریان یا مقاومت استفاده کرد. کار انجام شده در یک مدار الکتریکی ممکن است مفید یا غیر مفید باشد. وقتی توان برای کار غیر مفید به کار رود آن را توان تلف شده می خوانند توان تلف شده غالباً به صورت گرماست که آن را توان گرمایی  $I^2 R$  می نامند.

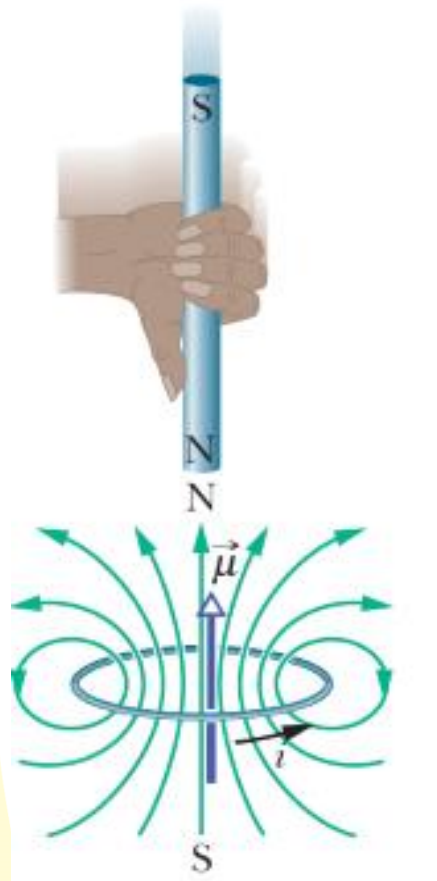
میزان توان مجاز مقاومت ها غالباً برای ۴۰ درجه سانتی گراد و در هوای آزاد داده می شود. میزان توان لامپ های برق متناسب با رشته مقاومت داخل آنها بیان می شود. هر چه میزان این توان بیشتر باشد، مقاومت کمتر است و بر عکس. مقدار نور ایجاد شده به وسیله یک لامپ به میزان توان آن بستگی دارد. هر چه میزان این توان بیشتر باشد نور بیشتری تولید می شود. شرکت های تولید کننده انرژی الکتریکی برای اندازه گیری انرژی الکتریکی و دریافت بهای آن از مشتری مقدار کار الکتریکی را در نظر می گیرند. واحد اصلی انرژی الکتریکی وات - ساعت است اما از کیلو وات - ساعت (۱۰۰۰ وات - ساعت) بیشتر استفاده می شود. برای تولیدی یک کالری گرما، ۴/۱۸ ژول انرژی الکتریکی مورد نیاز است. مقدار کار برحسب ژول از روابط زیر بدست می آید:

$$W = P t = U I t = I^2 R t = \frac{U^2}{R} t \quad (۱-۵)$$

### ۵-۱ قوانین بنیادی

#### ۱-۵-۱ قانون لنز

طبق قوانین القای الکترومغناطیسی اگر شارمغناطیسی گذرا از مدار تغییر کند، نیرو محرکه الکتریکی در مدار جاری می شود. با برقراری نیرو محرکه القایی در مدار، جریان الکتریکی القایی در آن جاری می شود. طبق قانون لنز جهت جریان القایی در مدار در جهتی است که میدان مغناطیسی حاصل از آن با تغییرات شار مغناطیسی گذرا از مدار مخالفت می کند.



شکل ۱۱-۱) قانون لنز

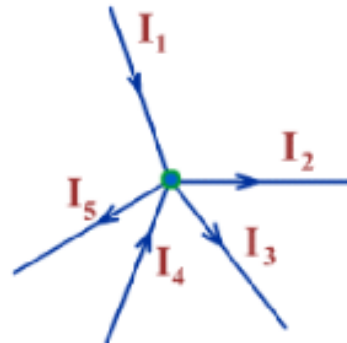
## ۲-۵-۱ قانون فاراده

قانون القای فاراده خیلی بیشتر از آنچه قابل تصور است، به ما نزدیک می‌باشد. به عنوان مثال، اگر سیم برقی را که به یک پریز برق در منزل وصل شده است، دنبال کنیم، ممکن است تا نقاط دور دست ادامه داشته باشد. اگر به گونه‌ای قادر باشیم که این سیمها را دنبال کنیم، حتماً به یک مولد برق خواهیم رسید که بر اساس قانون القای فاراده، بین سیمها اختلاف پتانسیل برقرار کرده است. در مسیر حرکت خود از پریز برق خانه تا مولد، با چندین ترانسفورماتور برخورد خواهیم کرد که در آنها نیز از قانون القای فاراده استفاده می‌شود. کار این ترانسفورماتورها افزایش یا کاهش اختلاف پتانسیل میان سیمها می‌باشد.

قانون القای فارادی بیان می‌کند که هرگاه شار مغناطیسی گذرنده از یک مدار (مسیر بسته‌ای که دو سر آن به یک گالوانومتر حساس متصل است)، به نحوی تغییر کند، آن عمل باعث ایجاد یک نیروی محرکه القایی در مدار می‌شود که به وسیله گالوانومتر قابل مشاهده است. نیروی محرکه القایی با آهنگی که شار مغناطیسی گذرنده از مدار بر حسب زمان تغییر می‌کند، برابر است. البته لازم به ذکر است که نیروی محرکه القایی با مقدار منفی تغییرات شار مغناطیسی گذرنده از مدار متناسب است و این علامت منفی از قانون لنز حاصل می‌گردد.

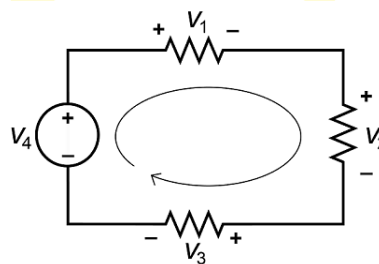
## ۳-۵-۱ کیرشهف

الف) قانون جریان کیرشهف (KCL): کل جریان وارد شده به پیوند یا گره دقیقاً برابر با جریان خارج شده از گره است زیرا در آنجا جای دیگری برای ترک محل ندارد، زیرا هیچ باری در گره از بین نمی‌رود. به عبارت دیگر، مقدار جبری تمام جریانهای ورودی و خروجی از گره باید برابر با صفر باشد،  $I((existing) + I(entering) = 0$ . این ایده توسط کیریشهف معمولاً به عنوان بقای بار شناخته می‌شود.



شکل ۱۲-۱) قانون جریان کیرشهف (KCL)

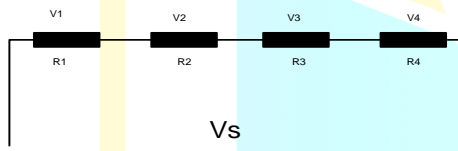
ب) **قانون ولتاژ کیرشهف (KVL):** در هر شبکه حلقه بسته، ولتاژ کل در اطراف حلقه برابر است با کل افت ولتاژ در همان حلقه که برابر با صفر است. به عبارت دیگر، مقدار جبری تمام ولتاژهای موجود در حلقه باید برابر با صفر باشد. این ایده توسط کیرشهف به عنوان روابط بقای انرژی معروف است.



شکل ۱۳-۱) قانون ولتاژ کیرشهف (KVL)

#### ۴-۵-۱ تقسیم ولتاژ

وقتی به چند مقاومت سری یک ولتاژ اعمال می شود ولتاژ به نسبت مقاومت ها تقسیم می شود. مقدار ولتاژ دو سر هر مقاومت برابر است با مقدار حاصل ضرب ولتاژ منبع ضرب در مقاومت موردنظر تقسیم بر مقاومت کل:

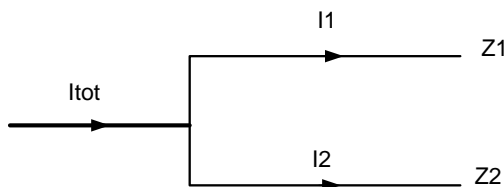


$$V_i = V_s \frac{R_i}{\sum_{j=1}^n R_j}$$

)۱-۶(

#### ۵-۵-۱ تقسیم جریان

وقتی از چند مقاومت موازی یک جریان می گذرد، جریان به نسبت رسانایی ها تقسیم می شود. با موازی شدن کابل ها، مقدار جریان عبوری از هر کابل، از قانون «تقسیم جریان» بدست می آید.



$$I_1 = I_{tot} \frac{Z_2}{Z_1 + Z_2}, I_2 = I_{tot} \frac{Z_1}{Z_1 + Z_2}$$

)۱-۷(

## ۶-۱ روابط کاربردی

در این بخش، ابتدا روابط پایه‌ای محاسباتی ارائه می‌شود، تمامی این روابط قبلاً در دروس دانشگاهی ارائه شده و صرفاً جهت یادآوری است.

توان اکتیو سه‌فاز:

$$P = \sqrt{3}U_L I \cos \varphi$$

(۱-۸)

توان اکتیو تک‌فاز:

$$P = U_p I \cos \varphi$$

(۱-۹)

که در آن،  $U_L$  و  $U_p$  ولتاژهای خط و فاز است.

توان ظاهری (S) یک شبکه مشخص کننده میزان بارپذیری آن شبکه است. ژنراتور، ترانسفورماتور، کلید، فیوز، مقاطع سیم و کابل باید بر اساس توان ظاهری شبکه انتخاب شوند. توان ظاهری برای یک شبکه متشکل از چند بار از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$S_{tot} = \sum_{i=1}^n S_i = \sqrt{P_{tot}^2 + Q_{tot}^2}$$

(۱-۱۰)

با توجه به اینکه معمولاً مقادیر توان اکتیو و ضریب توان بار در یک شبکه قدرت از معلومات مسئله است، می‌توان نوشت:

$$P_{tot} = \sum_{i=1}^n P_i$$

(۱-۱۱)

$$Q_{tot} = \sum_{i=1}^n Q_i = \sum_{i=1}^n P_i \tan \cos^{-1} PF_i$$

(۱-۱۲)

که در آن، n تعداد بار است.

ضریب قدرت (PF یا  $\cos \varphi$ ) معیار خوبی برای سنجش اثربخشی شبکه است. ضریب قدرت بالا نشانه بهره‌برداری صحیح از شبکه و برعکس، ضریب قدرت پایین نشانه استفاده ضعیف از شبکه است. میزان ضریب توان شبکه نیز از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$\cos \varphi_i = \frac{P_{tot}}{S_{tot}}$$

(۱-۱۳)

برای محاسبه جریان چند بار، ابتدا S را محاسبه کرده و سپس جریان را از روابط زیر به دست می‌آوریم:

برای بار سه‌فاز:

$$I_L = \frac{S}{\sqrt{3}U_L}$$

(۱-۱۴)

برای بار تک‌فاز:

$$I_p = \frac{S}{U_p}$$

(۱-۱۵)

**نکته ۲-۱)** معمولاً توان اکتیو، ضریب توان و ولتاژ همیشه جز معلومات است و سایر پارامترها مانند توان‌های راکتیو و ظاهری و جریان براساس اینها محاسبه می‌گردد.

پرسش ۶-۱) **مشترک** ضریب توان متوسط یک تابلوی توزیع برق با مصارف زیر برابر است؛ (فروردین ۸۱ «۵۵»)

$$P_1 = 25kW, P_2 = 80kW, P_3 = 40kW, P_4 = 35kW$$

$$\cos \varphi_1 = 0.85, \cos \varphi_2 = 0.55, \cos \varphi_3 = 0.75, \cos \varphi_4 = 0.65$$

الف) ۰/۵۵

ب) ۰/۶۵

ج) ۰/۷

د) ۰/۷۵

$$P_{tot} = \sum_{i=1}^4 P_i = 25 + 80 + 40 + 35 = 180kW$$

**پاسخ)** توان اکتیو کل برابر است با:

$$Q_{tot} = \sum_{i=1}^4 P_i \tan \cos^{-1} PF_i = (25 \tan \cos^{-1} 0.85) + (80 \tan \cos^{-1} 0.55)$$

توان راکتیو کل برابر است با:

$$+ (40 \tan \cos^{-1} 0.75) + (35 \tan \cos^{-1} 0.65) = 213.168kVar$$



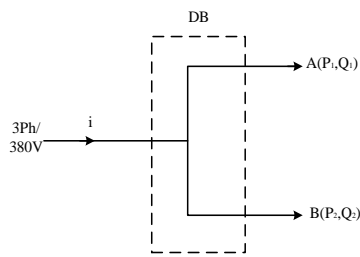
$$|S_{tot}| = \sqrt{P_{tot}^2 + Q_{tot}^2} = 279kVA$$

$$\cos \varphi = \frac{P_{tot}}{S_{tot}} = \frac{180}{279} = 0.645$$

توان ظاهری کل برابر است با:

ضریب توان برابر است با:

گزینه ب صحیح است.



پرسش ۷-۱) **مشترک** مقدار شدت جریان ورودی به تابلو DB را محاسبه

کنید (آذر ۹۲ «۳۳»).

$$A = \begin{cases} P_1 = 50kW \\ Q_1 = 30kVAr \end{cases}, B = \begin{cases} P_2 = 20kW \\ \cos \varphi = 0.6 \end{cases}$$

(د) ۱۶۲ آمپر

(ج) ۱۵۳ آمپر

(ب) ۱۳۷ آمپر

(الف) ۱۲۷ آمپر

$$S_{tot} = \sqrt{P_{tot}^2 + Q_{tot}^2} = \sqrt{(50+20)^2 + (30+20 \tan \cos^{-1} 0.6)^2} = 90kVA$$

پاسخ) مقدار توان ظاهری کل:

$$I = \frac{S}{\sqrt{3}U_L} = \frac{90000}{\sqrt{3} \times 380} = 137A$$

مقدار جریان ورودی:

گزینه ب صحیح است.

پرسش ۸-۱) **مشترک** در پرسش قبل، ضریب توان تابلو DB چه مقدار است؟ (آذر ۹۲ «۳۴»)

(د) ۰/۸۵

(ج) ۰/۷۸

(ب) ۰/۷۲

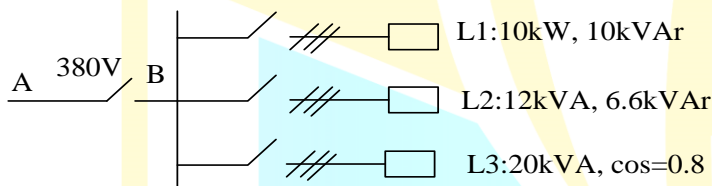
(الف) ۰/۶۹

پاسخ)

$$\cos \varphi = \frac{P_{tot}}{S_{tot}} = \frac{50+20}{90} = 0.78$$

گزینه ج صحیح است.

این پرسش مشابه پرسش آذر ۸۴ «۵۵» است.



پرسش ۹-۱) **مشترک** در مدار شکل زیر

جریان عبوری در مسیر AB چقدر می

باشد؟ (آبان ۹۳ «۶»)

(ب) ۹۰ آمپر

(الف) ۵۰ آمپر

(د) ۷۰ آمپر

(ج) ۱۱۰ آمپر

پاسخ) توان ظاهری تک تک بارها را با هم جمع می‌کنیم:

$$S_{tot} = \sum_{i=1}^3 S_i = \sqrt{(P_1^2 + Q_1^2)} + S_2 + S_3 = \sqrt{(10^2 + 10^2)} + 12 + 20 = 46.14kVA$$

$$I = \frac{S}{\sqrt{3}U_L} = \frac{46.14}{\sqrt{3} \times 0.38} = 70A$$

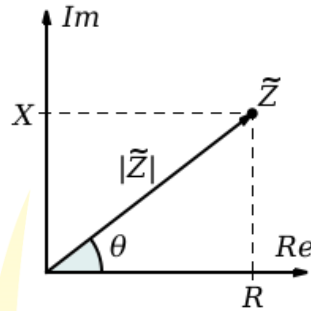
جریان کل عبور از مسیر AB برابر است با:

گزینه د صحیح است.

## ۱-۷ فازور و اعداد مختلط

در بار اهمی، ولتاژ و جریان هم‌فاز هستند اما در بیشتر اوقات، عملاً، بار اهمی خالص وجود ندارد؛ بلکه قسمت سلفی نیز به آن اضافه می‌شود. این مطلب در تمامی مصارفی که به میدان مغناطیسی نیاز دارند، صادق است؛ مانند موتور آسنکرون، راکتور و ترانسفورماتور. ایجاد جریان اضافی در خطوط، افت ولتاژ اضافی و اتلاف حرارتی در خطوط و تجهیزات، محدودیت در انتقال انرژی و مشکلات در نیروگاه‌ها و پست‌های برق از جمله تأثیرهای نامناسب توان راکتیو در شبکه است. در موتورها و ترانسفورماتورهای بی‌بار، اگر تلفات کابل‌ها، آهن و اصطکاک نادیده گرفته شود، آنچه باقی می‌ماند تنها توان راکتیو سلفی است. برخلاف توان اکتیو که تنها امکان تولید آن توسط ژنراتور (در مقیاس چند مگاوات) وجود دارد، توان راکتیو را می‌توان توسط منابع متنوعی تولید کرد که رایج‌ترین آن در شبکه توزیع و فشار ضعیف، خازن است.

بر این اساس، در مدار علاوه بر مقاومت اهمی (R) مقاومت های (راکتانس) سلفی و خازنی (X) نیز اضافه شده و امپدانس به این صورت نوشته می شود:



$$Z = R + jX$$

(۱۶-۱)

پارامتر Z معرفتی بخش موهومی (راکتانسی) بوده و برای خازن منفی و برای سلف مثبت است. در این حالت، یک زاویه، اختلاف فاز بین ولتاژ و جریان، به جریان و توان اضافه می شود این اختلاف زاویه به صورت ضریب توان نشان داده می شود و در صورت جمع بارها، باید اختلاف زاویه را اعمال نمود. در نمایش جریان و یا توان با در نظر گرفتن این اختلاف فاز از نمایش قطبی استفاده می شود. در این حالت، اندازه و زاویه پارامتر داده می شود.

$$I = x + jy = A \angle \theta = A \cos \theta + jA \sin \theta$$

$$A = \sqrt{x^2 + y^2}, \theta = \tan^{-1} \frac{y}{x}$$

برای جمع و تفریق این نوع پارامترها نیز به صورت زیر عمل می کنیم:

$$A = x + jy, B = w + jz$$

$$A + B = (x + w) + j(y + z)$$

$$A - B = (x - w) + j(y - z)$$

مسئله ۱) یک مصرف کننده سه فاز و یک مصرف کننده تکفاز با مشخصات زیر از یک مدار سه فاز ۳۸۰/۲۲۰ ولت تغذیه می شوند.

A: مخصوص مصرف کننده سه فاز ۱۳/۲ kVA با ضریب قدرت ۰/۵

B: مصرف کننده تکفاز ۴/۴ kVA با ضریب قدرت ۱ که از فاز L3 تغذیه می شود.

به ۲ پرسش بعدی پاسخ دهید (مرداد ۹۴ «۳۲»).

پرسش ۱۰-۱) **مشترک** در مسئله ۱، جریان مصرفی دستگاه سه فاز و دستگاه تکفاز چند آمپر است؟ (مرداد ۹۴

«۳۱»)

الف) A: ۴۰ آمپر و B: ۲۰ آمپر

ب) A: ۲۰ آمپر و B: ۱۱/۶ آمپر

الف) A: ۴۰ آمپر و B: ۲۰ آمپر

ج) A: ۲۶/۸ آمپر و B: ۲۶/۸ آمپر

پاسخ) در سیستم سه فاز:

$$I_A^{3\phi} = \frac{S_A}{\sqrt{3}U_L} = \frac{13200}{\sqrt{3} \times 380} = 20.06A$$

$$I_A^{1\phi} = \frac{S_B}{U_p} = \frac{4400}{220} = 20A$$

در سیستم تکفاز:

پرسش ۱۱-۱) **مشترک** طبق مسئله ۱، جریان هر فاز L1، L2 و L3 چقدر است؟ (مرداد ۹۴ «۳۲»)

الف) I<sub>L3</sub>=40A, I<sub>L1</sub>=I<sub>L2</sub>=20A

ب) I<sub>L3</sub>=31.6A, I<sub>L1</sub>=I<sub>L2</sub>=20A

الف) I<sub>L3</sub>=34.6A, I<sub>L1</sub>=I<sub>L2</sub>=20A

ج) I<sub>L1</sub>=I<sub>L2</sub>=I<sub>L3</sub>=40A

پاسخ) جریان های فازی L1 و L2 برابر ۲۰ آمپر است. برای محاسبه جریان فاز سوم، با توجه به اینکه دو پارامتر دارای ضریب توان متفاوتی

بوده، پس زوایای متفاوتی نیز دارند، با ماشین حساب به راحتی می توان محاسبه کرد، اما برای فهم بهتر محاسبه دستی انجام می شود:

$$I_{L3} = I_A^{3ph} + I_B^{1ph} = (20 \angle \cos^{-1} 0.5) + (20 \angle \cos^{-1} 1) = 34.66 \angle 30A$$

گزینه الف صحیح است.

## ۸-۱ اتصالات

### ۸-۱-۱ اتصال سری

برای افزایش مقاومت کل مدار، مقاومت ها را با هم به صورت سری می بندند. در مدار سری، جریان یک مسیر دارد و مقدار آن در تمام نقاط مسیر یکسان است. ولتاژ در مدار سری، متناسب با مقدار مقاومت ها تقسیم می شود. رئوستا کنترل کننده جریان و پتانسیومتر کنترل کننده ولتاژ در مدار است. توان مصرفی کل مقاومت ها در یک مدار سری، با توان تولید شده توسط مولد برابر است. شدت جریان در تمام نقاط مدار یکسان و برابر با:

$$I_T = \frac{U_T}{R_T} \quad (۱-۱۷)$$

مقاومت کل (معادل) از جمع مقاومت های جز مدار حاصل می شود و برابر است با:

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n = \sum R_i \quad (۱-۱۸)$$

ولتاژ کل باز جمع افت ولتاژهای جز مدار بدست می آید:

$$U_T = U_1 + U_2 + U_3 + \dots + U_n = \sum U_i \quad (۱-۱۹)$$

توان کل مدار با جمع توان های جزء مدار برابر است:

$$P_T = P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n = \sum P_i \quad (۱-۲۰)$$

### ۸-۱-۲ اتصال موازی

در مدار موازی، مسیرهای عبور جریان بیش از یک مسیر است. شدت جریان کل، با کم شدن مسیرهای عبور جریان، کم و با افزایش آنها زیاد می شود. هر مصرف کننده متناسب با توان مصرفی خود از منبع، جریان دریافت می کند. مقدار مقاومت معادل از کوچک ترین مقاومت های موجود در مدار کمتر است. توانی که مصرف کننده ها از منبع دریافت می کنند با توانی که مصرف می کنند برابر است. مقاومت کل (معادل) از رابطه زیر بدست می آید:

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n} = \sum \frac{1}{R_i} \quad (۱-۲۱)$$

جریان کل باز جمع افت ولتاژهای جز مدار بدست می آید:

$$I_T = I_1 + I_2 + I_3 + \dots + I_n = \sum I_i \quad (۱-۲۲)$$

توان کل مدار با جمع توان های جزء مدار برابر است:

$$P_T = P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n = \sum P_i \quad (۱-۲۳)$$

## ۹-۱ مطالب موردنیاز

برای تسلط کامل مفاهیم این فصل باید سرفصل های زیر مطالعه شود:

- روابط اساسی
- برآورد توان کل نصب شده (۱۳-۴-۲)
- ضریب همزمانی
- کنترل برق
- انشعاب مشترکان
- زمین پست براساس انشعاب

- محاسبه بار مجتمع مسکونی
- الگوی محاسبات بار
- تعرفه‌های برق

در آموزشهای آکادمی، علاوه بر تدریس تمام این سرفصل‌ها ۴۸ پرسش طبقه بندی شده و ۲۲ نکته بی نظیر نیز ارائه شده که تمامی نیاز داوطلبان برای فهم مطالب فوق را ارضا خواهد کرد.



## سیم و کابل

## ۲-۱ سطح مقطع کابل

سطح مقطع کابل، براساس باری که تغذیه می کند، محاسبه می شود. همچنین معمولاً دو ضریب هم‌جواری و دما در فرآیند مطالعه باید وارد شود. این مقادیر از جدول‌های استاندارد استخراج می شوند.

$$I_L = \frac{I}{\rho_n \rho_T} \quad (2-1)$$

که در آن،  $\rho_n$  و  $\rho_T$  به ترتیب ضرایب تصحیح هم‌جواری و دمایی است که به ازای تعداد رشته‌ها و دمای کابل از جدول استخراج می شود. پس، رابطه جریان‌های سه‌فاز و تک‌فاز به صورت زیر خواهد بود:  
برای بارهای سه‌فاز (۳۸۰ یا ۴۰۰ ولت):

$$I_L = \frac{P}{\rho_n \rho_T \sqrt{3} U_L \cos \varphi} \quad (2-2)$$

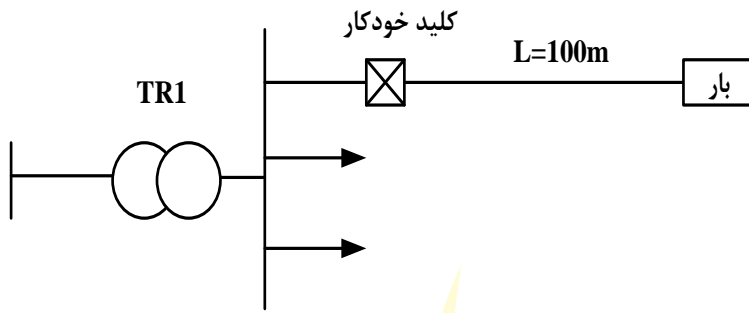
برای بارهای تک‌فاز (۲۲۰ یا ۲۳۰ ولت):

$$I_L = \frac{P}{\rho_n \rho_T U_p \cos \varphi} \quad (2-3)$$

براساس جدول زیر، نزدیک‌ترین سطح مقطع معادل جریان محاسبه شده با گرد کردن به سمت بالا انتخاب می شود.

جدول ۳-۱) ضرایب تقلیل برای جریان مجاز کابل‌ها و ضریب تصحیح مقاومت برای دمای حداکثر مجاز

$\frac{R_{C30}}{R_{C20}} = 1.2$	ضریب تصحیح هم‌جواری ( $\rho_n$ )												
	$\geq 10$	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	تعداد کابل در کانال		
$R_{C20}$ : مقاومت کابل در ۲۰ درجه سلسیوس	۰/۴۸	۰/۵۰	۰/۵۲	۰/۵۴	۰/۵۷	۰/۶۰	۰/۶۵	۰/۷	۰/۸	۱	ضریب تصحیح		
$R_{30}$ : مقاومت کابل در حداکثر دمای مجاز	ضریب تصحیح دما ( $\rho_T$ )												
	۵۵	۵۰	۴۵	۴۰	۳۵	۳۰	۲۵	۲۰	۱۵	۱۰	دما (درجه سلسیوس)		
	۰/۶۱	۰/۷۱	۰/۷۹	۰/۸۷	۰/۹۴	۱	۱/۰۶	۱/۱۲	۱/۱۷	۱/۲۲	ضریب تصحیح		
جریان مجاز، مقاومت و امیدانس کابل‌ها (آمپر)													
۴۰۰	۳۰۰	۲۴۰	۱۸۵	۱۵۰	۱۲۰	۹۵	۷۰	۵۰	۳۵	۲۵	۱۶	۱۰	سطح مقطع ( $\text{mm}^2$ )
شدت جریان مجاز کابل‌ها در دمای ۳۰ درجه سلسیوس در هوا ۳ یا ۴ رشته‌ای													
۴۸۰	۴۲۵	۳۷۵	۳۲۵	۲۸۵	۲۵۵	۲۲۵	۱۸۵	۱۵۰	۱۲۵	۱۰۵	۸۰	۶۲	شدت جریان A
مقاومت و امیدانس کابل‌ها در ۲۰ درجه سلسیوس (اهم بر کیلومتر)													
۰/۰۴۷	۰/۰۶۰	۰/۰۷۵	۰/۰۹۹	۰/۱۲۴	۰/۱۵۳	۰/۱۹۳	۰/۲۶۸	۰/۳۸۷	۰/۵۲۴	۰/۷۲۷	۱/۱۵	۱/۸۳	مقاومت
۰/۰۷۷	۰/۰۷۷	۰/۰۷۷	۰/۰۷۷	۰/۰۷۷	۰/۰۷۷	۰/۰۷۹	۰/۰۸۲	۰/۰۸۲	۰/۰۸۲	۰/۰۸۵	۰/۰۹۰	۰/۰۹۴	راکتانس



مسئله) توانی با ظرفیت ۱۰۰ کیلووات با فاصله ۱۰۰ متر طول از ثانویه ترانسفورماتور تغذیه می‌شود. شرایط محیطی ۴۰ درجه سلسیوس و ضریب توان برابر ۰/۷۵ است. ولتاژ تغذیه ۲۰۰۰۰/۳۸۰ ولت است. به شش پرسش بعدی پاسخ دهید (بهمن ۸۳).

$$\frac{R_{C40}}{R_{C30}} = 1.2$$

جدول ۴-۱) جدول: باردهی کابل‌ها در دمای ۳۰ درجه سلسیوس

دو رشته‌ای				سه و یک دوم و چهار رشته‌ای			
کابل	جریان (A)	R(Ω/km)	X(Ω/km)	کابل	جریان (A)	R(Ω/km)	X(Ω/km)
۲×۱/۵	۳۰	۱۴/۴۷	۰/۱۱۵	۴×۲۵	۱۳۰	۰/۸۶۳	۰/۰۸۶
۲×۲/۵	۴۱	۸/۷۱	۰/۱۱	۴×۳۵	۱۵۵	۰/۶۲۷	۰/۰۸۳
۲×۴	۵۰	۵/۴۵	۰/۱۰۷	۴×۵۰	۱۸۵	۰/۴۶۳	۰/۰۸۲
۲×۶	۶۶	۳/۶۲	۰/۱	۴×۷۰	۲۳۰	۰/۳۲۱	۰/۰۸۲
۲×۱۰	۸۸	۲/۱۶	۰/۰۹۴	۴×۹۵	۲۷۵	۰/۲۳۲	۰/۰۸
۲×۱۶	۱۱۵	۱/۳۶	۰/۰۹	۴×۱۲۰	۳۱۵	۰/۱۸۴	۰/۰۸
۲×۲۵	۱۵۰	۰/۸۶۳	۰/۰۸۶	۴×۱۵۰	۳۵۵	۰/۱۵	۰/۰۸
۲×۳۵	۱۸۰	۰/۶۲۷	۰/۰۸۳	۴×۱۸۵	۴۰۰	۰/۱۲۰۲	۰/۰۸
۲×۵۰	۲۱۰	۰/۴۶۳	۰/۰۸۳	۴×۲۴۰	۴۶۰	۰/۰۹۹۲	۰/۰۷۹

پرسش ۱-۲) طراحی در مسئله فوق، چنانچه توان ۱۰۰ کیلوواتی توسط دو رشته کابل ۴ رشته‌ای تغذیه گردد، حداقل سطح مقطع هر یک از دو رشته کابل را محاسبه نمایید (بهمن ۸۳ «۳۶»).

الف)  $4 \times 25 \text{ mm}^2 \text{ NYY}$  (ب)  $4 \times 35 \text{ mm}^2 \text{ NYY}$  (ج)  $4 \times 50 \text{ mm}^2 \text{ NYY}$  (د)  $4 \times 70 \text{ mm}^2 \text{ NYY}$

پاسخ) انتقال توان توسط دو رشته انجام شده. پس توان ۱۰۰ وات بین این دو توزیع شده است؛ از این رو، توان هر رشته برابر با ۵۰ کیلووات است. ضرایب هم‌جواری و تصحیح دما به ترتیب از جدول به ازای دو رشته کابل و دمای ۴۰ درجه معادل ۰/۸ و ۰/۸۷ استخراج می‌شود. پس

$$I_L = \frac{P_L}{\rho_n \rho_T \sqrt{3} U_L \cos \phi} = \frac{100000 / 2}{0.8 \times 0.87 \times \sqrt{3} \times 380 \times 0.75} = 145.5 \text{ A}$$

جریان برابر است با:

$$130 \leq 145.5 \leq 155 \Rightarrow 4 \times 25 \leq A \leq 4 \times 35$$

با توجه به جریان مجاز کابل‌ها در رابطه مقابل: گزینه ب صحیح است.

## ۲-۲ افت ولتاژ

عبور انرژی از هادی و کابل دارای افت و کاهش است، به عبارت ساده‌تر، مقدار ولتاژی که در ابتدای خط وارد کابل می‌شود، مقداری افت کرده و کاهش می‌یابد. افت ولتاژ با استفاده از این روابط به دست می‌آید:

• درصد افت ولتاژ برای شبکه سه فاز (پریونیت):

$$\% \Delta V = \frac{100LP (R \cdot \cos \phi + X \cdot \sin \phi)}{U_L^2 \cos \phi} = \frac{\sqrt{3}LI (R \cdot \cos \phi + X \cdot \sin \phi)}{U_L} \quad (۲-۴)$$

• درصد افت ولتاژ برای شبکه تکفاز (پریونیت):

$$\% \Delta V = \frac{200LP (R \cdot \cos \phi + X \cdot \sin \phi)}{U_p^2 \cos \phi} = \frac{2LI (R \cdot \cos \phi + X \cdot \sin \phi)}{U_p} \quad (۲-۵)$$

که در آن،  $\Delta V\%$ ،  $U_L$  و  $U_p$  به ترتیب درصد افت ولتاژ، ولتاژ خط و ولتاژ فاز است.  $L$  و  $P$  به ترتیب توان برحسب وات و طول کابل برحسب کیلومتر است.  $R$  و  $X$  به ترتیب مقاومت و راکتانس مخصوص کابل برحسب اهم بر کیلومتر است.

پرسش ۲-۲) برای پرسش قبل افت ولتاژ برابر است با: (بهن ۸۳ «۳۷»)

الف) ۱/۵۸٪ (ب) ۲/۱۸٪ (ج) ۲/۸۶٪ (د) ۳/۸۵٪

پاسخ) با توجه به جدول باردهی سه فاز، مقدار مقاومت و راکتانس برای کابل  $4 \times 35$  به ترتیب  $0.627$  و  $0.083$  اهم بر کیلومتر است. سطح مقطع به دست آمده در پرسش قبل، در دمای  $30$  درجه بوده در حالی که بهره‌برداری در دمای  $40$  درجه انجام می‌شود، مقدار مقاومت با تغییر دما، تغییر می‌کند. با توجه به رابطه زیر می‌توان

$$R_{c40} = 1.2R_{30} = 1.2 \times 0.627 = 0.7542 \Omega / km$$

نوشت:

$$\% \Delta V = \frac{100 \times 0.1 \times 50000 (0.7542 \times 0.75 + 0.083 \times 0.66)}{380^2 \times 0.75} = 2.86$$

مقدار افت ولتاژ برابر است با:

گزینه ج صحیح است.

### ۳-۲ کابل خمشی

هنگام عملیات نصب و پس از خاتمه آن، شعاع خمش کابل‌ها نباید از مقادیر زیر کمتر باشد (۱۳-۷-۲-۱):  
در کابل‌های دارای روپوش فلزی (کابل‌های زره‌دار با غلاف سربی یا هم‌مرکز):

$$r = 9(D+d)$$

(۲-۶)

در کابل‌های بدون روپوش فلزی (کابل‌های پلاستیکی):

$$r = 8(D+d)$$

(۲-۷)

که در آن‌ها،  $r$ ،  $D$ ،  $d$  و  $A$  به ترتیب شعاع خمش کابل، قطر خارجی کابل، قطر هادی بزرگ‌ترین رشته کابل و سطح مقطع است.

یادآوری: در هادی‌های به شکل قطاع (سکتور)، قطر هادی معادل از رابطه  $d = 1.3\sqrt{A}$  محاسبه می‌شود.

پرسش ۳-۲) حداقل شعاع خمش کابل پلاستیکی با مقطع ۹۵ میلی‌متر مربع چقدر است؟ قطر خارجی کابل ۳۹ میلی‌متر است.

هادی‌های کابل به شکل قطاع (سکتور) است. (اسفند ۸۷ «۵۷»)

(ب) بین ۴۰ تا ۴۵ سانتی‌متر است.

الف) بین ۳۵ تا ۴۰ سانتی‌متر است.

(د) بین ۵۰ تا ۵۵ سانتی‌متر است.

ج) بین ۴۵ تا ۵۰ سانتی‌متر است.

$$r = 8(D+d) = 8(39 + 1.3\sqrt{95}) = 41.3 \text{ cm}$$

پاسخ) کابل از نوع بدون روپوش فلزی (کابل‌های پلاستیکی) بوده، پس:

گزینه ب صحیح است.

### ۴-۲ رنگ عایق

#### ۴-۱-۲ رنگ هادی‌های مدارهای توزیع نیرو و مدارهای نهایی

رنگ عایق کابل‌های چند رشته باید به قرار زیر باشد:

الف)  $(L_1)$  قرمز،  $(L_2)$  زرد و  $(L_3)$  سیاه برای تشخیص فازها

**تبصره:** در بعضی از کابل‌های چند رشته ای تولید کنندگان کابل‌های چند رشته ای از دو رنگ قهوه ای و یک سیاه و یا دو سیاه و یک قهوه ای برای تشخیص فازها استفاده می‌کنند توصیه می‌شود مبنای رنگ سیستم سه فاز فوق الذکر یعنی قرمز، زرد، و سیاه برای تشخیص فازها توسط تولید کنندگان نیز رعایت گردد.

(ب) در کابل‌های تک رشته، رنگ عایق فاز می‌تواند هر یک از رنگ‌های قرمز، زرد و سیاه انتخاب شود. چنانچه کابل‌های تک رشته برای سیستم سه فاز مورد استفاده قرار گیرد (ردیف ۱۳-۷-۱-۷) هر یک از کابل‌های هر فاز در هر گروه باید از رنگ بندی فوق الذکر تبعیت کند.

(پ) آبی کمرنگ برای تشخیص هادی (N) (در همه موارد)

(ت) سبز و زرد (راه راه) برای تشخیص هادی حفاظتی (PE) (در همه موارد)

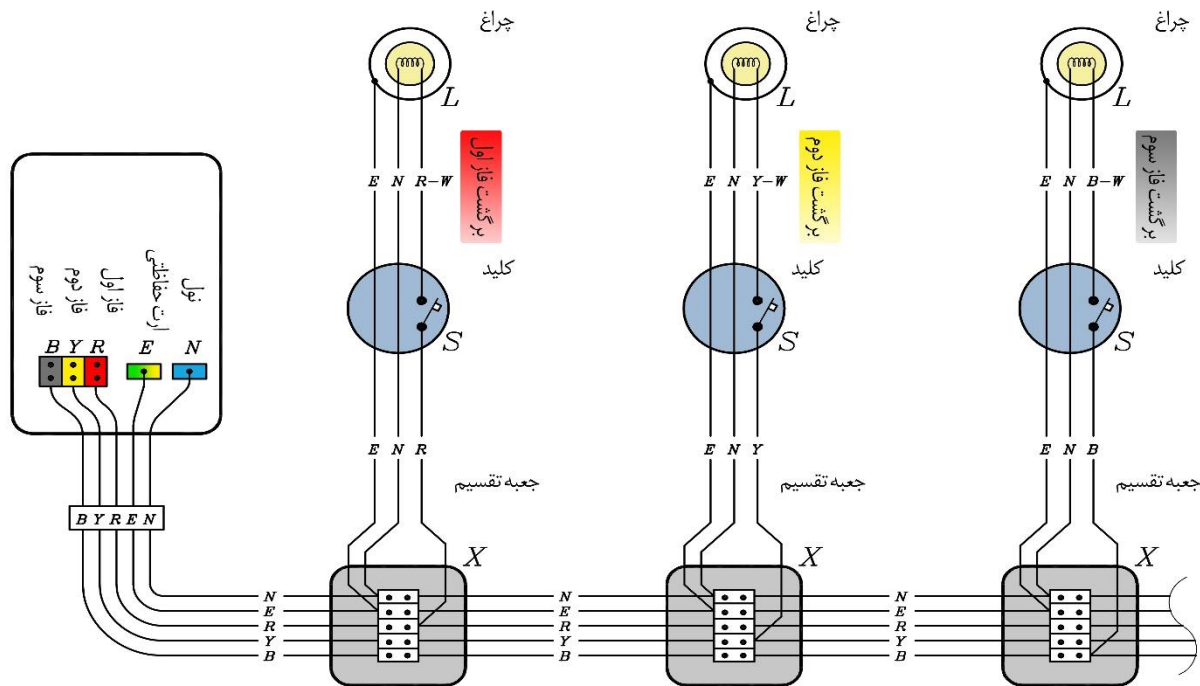
☑ رعایت این رنگ بندی در بازدیدها و سرویس در آینده بسیار اهمیت دارد.

**تبصره ۱:** ترجیح دارد هادی مشترک حفاظتی - خنثی (PEN) دارای عایقی به رنگ سبز و زرد (راه راه) باشد در غیر این صورت می توان به این منظور از هادی با عایق آبی کمرنگ نیز استفاده کرد. در هر صورت در هر دو انتها هادی مشترک حفاظتی - خنثی هر مدار باید با نصب برچسب های مخصوص وظیفه دو گانه هادی مشترک مشخص شود تا از ایجاد اشتباه در حین بهره برداری جلوگیری شود.  به صورت رایج از زرد - سبز راه راه استفاده می شود.

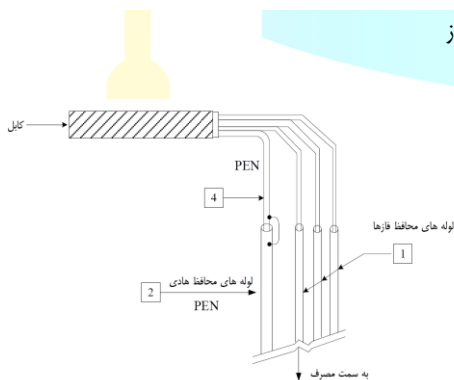
**تبصره ۲:** رنگ شینه ها در تابلوهای برق باید از رنگ عایق هادی ها تبعیت کند (ردیف پ ۱-۲-۳).

با رنگ آمیزی شینه، شینه امکان تابش گرمای بیشتری پیدا می کند و همین تابش خود یکی از روش های انتقال حرارت به صورت غیرسنایی و همرفت بوده و برای همین، شینه های رنگ آمیزی شده جریاندهی آن افزایش می یابد.

**تبصره ۳:** مطابق استاندارد IEC 60227-1 رنگ انتخابی برای تشخیص فازها به قرار  $L_1$  (قهوه ای)،  $L_2$  (سیاه) و  $L_3$  (خاکستری) می باشد. ولی با توجه به شرایط تولید کابل ها در حال حاضر، رنگ عایق کابل ها و سیم ها مطابق ردیف های پ ۱-۳-۲ و پ ۱-۴-۲، انتخاب گردیده است.



شکل ۱۴-۱) رنگ بندی در سیستم سه فاز



پرسش ۴-۲) رنگ عایق هادی E چه باید باشد (اردیبهشت ۹۷

«۳۵»؟

الف) آبی کم رنگ (ب) خط خطی سبز / زرد

ج) هیچ یک از موارد الف و ب (د) هر دو مورد الف و ب

**پاسخ:** برای عایق PEN ترجیحاً باید از زرد و سبز راه راه (گزینه ب) استفاده کرد، در غیر این صورت از آبی کم رنگ (گزینه الف). گزینه د کاملترین پاسخ است.

پرسش ۵-۲) رنگ مجاز برای عایق هادی فاز کدام است (اسفند ۷۵

«۲۹»؟

الف) سبز / زرد (ب) آبی کمرنگ (ج) قهوه ای (د) هر سه مورد

**پاسخ:** رنگ مجاز برای عایق هادی های فاز قرمز، زرد و سیاه است، البته سازندگان از رنگ های سیاه و قهوه ای هم استفاده می کنند که توصیه می شود. گزینه ج صحیح است.

پرسش ۶-۲) ساختمان مسکونی دارای ۱۲ واحد با کنتور تکفاز ۳۲ امپر مفروض است، چنانچه طول لوله کشی برای سیستم های

روشنایی و پریز برق هر واحد ۱۰۰۰ متر باشد، کدام یک از گزینه های زیر در خصوص مترای سیم های استفاده شده در

این ساختمان مسکونی صحیح است؟ (بدون لحاظ سیم های لازم برای سربندی) (مهر ۹۸ نظارت «۱۴»)

الف) سیم به رنگ قرمز ۱۲۰۰۰، سیم به رنگ زرد ۱۲۰۰۰، سیم به رنگ سیاه ۱۲۰۰۰، سیم به رنگ آبی ۴۰۰، سیم به رنگ سبز و زرد ۴۰۰



(ب) سیم به رنگ قرمز ۱۲۰۰۰، سیم به رنگ زرد ۱۲۰۰۰، سیم به رنگ سیاه ۱۲۰۰۰، سیم به رنگ آبی ۱۲۰۰۰، سیم به رنگ سبز و زرد ۱۲۰۰۰ (ج) سیم به رنگ قرمز ۴۰۰۰، سیم به رنگ زرد ۴۰۰۰، سیم به رنگ سیاه ۴۰۰۰، سیم به رنگ آبی ۴۰۰۰، سیم به رنگ سبز و زرد ۴۰۰۰ (د) سیم به رنگ قرمز ۴۰۰۰، سیم به رنگ زرد ۴۰۰۰، سیم به رنگ سیاه ۴۰۰۰، سیم به رنگ آبی ۱۲۰۰۰، سیم به رنگ سبز و زرد ۱۲۰۰۰

**پاسخ)** طبق آیین نامه پ ۱-۲-۳ صفحه ۱۴۸ مبحث ۱۳، هادی های فازها سه رنگ سیاه، قرمز و زرد است. برای هادی های نول و حفاظتی نیز به ترتیب آبی و سبز-زرد راه راه استفاده می شود. ۱۲ واحد ۱۰۰۰ متری، جمعا ۱۲۰۰۰ متر می شود. روی هر فاز یک سوم این سیم کشی قرار می گیرد، پس هادی های سیاه، قرمز و زرد همگی ۴۰۰۰ متر می شوند. هادی های نول (آبی) و حفاظت (سبز و زرد) نیز برای تمامی سیم کشی ها مشترک بوده و ۱۲۰۰۰ متر است. گزینه د صحیح است.

پرسش ۲-۷) کدام یک از گزینه های زیر در خصوص هادی مشترک حفاظتی - خنثی PEN صحیح است (مهر ۹۸ نظارت «۳۳»؟)

(الف) ترجیح دارد هادی مشترک حفاظتی خنثی دارای عایقی به رنگ سبز و زرد راه راه باشد.  
 (ب) هادی مشترک حفاظتی خنثی می تواند دارای عایقی به رنگ آبی کمرنگ باشد.  
 (ج) در هر دو انتهای هادی مشترک حفاظتی مدار باید با نصب برچسب های مخصوص وظیفه دو گانه هادی مشترک مشخص گردد.  
 (د) هر سه گزینه صحیح است

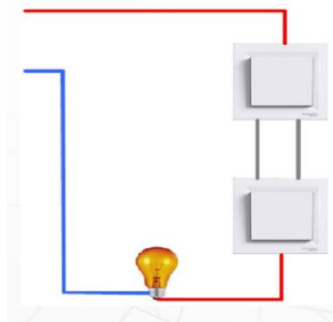
**پاسخ)** گزینه های الف، ب و ج به ترتیب طبق بندهای «ث» و «پ» و تبصره ۱ آیین نامه پ ۱-۲-۳ صحیح است. گزینه د کامل ترین پاسخ می باشد.

## ۲-۴-۲ رنگ عایق سیم ها در مدارهای نهایی

رنگ عایق سیم ها در مدارهای نهایی از قبیل سیستم روشنایی، پریزهای برق و غیره به قرار زیر می باشد.  
 الف) (L<sub>1</sub>) قرمز، (L<sub>2</sub>) زرد، (L<sub>3</sub>) سیاه برای تشخیص فازها، برای حالتی که تغذیه تابلو برق و مدارهای نهایی سه فاز باشد و در صورت یک فاز بودن تابلو تغذیه کننده مدارهای نهایی، رنگ عایق مدارهای نهایی در این تابلو باید از رنگ فاز کابل تابلو مذکور از تابلو بالادست تبعیت کند.

(ب) آبی کمرنگ برای تشخیص هادی خنثی (N)  
 (پ) سبز و زرد (راه راه) برای تشخیص هادی حفاظتی (PE)  
 (ت) خاکستری و یا سفید برای برگشت مدار فاز

به عنوان نمونه می توان مدار زیر را، که مربوط به کلید تبدیل است، بررسی کرد: برای سیم نول باید از آبی کم رنگ استفاده کنیم. برای سیم فاز قرمز یا زرد و یا سیاه استفاده می شود. سیم برگشتی مدار فاز (بین دو کلید) باید خاکستری یا سفید باشد.



شکل ۱۵-۱) (رنگ بندی سیم ها در کلید تبدیل

پرسش ۲-۸) رنگ عایق هادی خنثی در مدارهای تاسیسات الکتریکی چه باید باشد (آذر ۷۳ «۲۸»؟)

(الف) سیاه (ب) قهوه ای (ج) سفید (د) آبی کم رنگ

**پاسخ)** طبق آیین نامه های فوق، گزینه د صحیح است.

این پرسش مشابه پرسش شهریور ۷۶ «۲۳» است.

پرسش ۲-۹) یک مجتمع مسکونی شامل ۳۰ واحد با کنتور ۳۲ آمپر تکفاز برای هر واحد مفروض است، رنگ عایق سیم های فاز برای مدارهای روشنایی، پریزهای برق و فن کویل های واحدهای مسکونی به چه صورت است (اردیبهشت ۹۷ نظارت «۲۰»؟)

الف) برای تمام واحدها، سیستم روشنایی (قهوه ای)، سیستم پریزهای برق (سیاه) و سیستم فن کویلها (خاکستری)

ب) برای تمام واحدها، سیستم روشنایی (قرمز)، سیستم پریزهای برق (زرد) و سیستم فن کویلها (سیاه)

ج) ده واحد تمام سیستمها (قرمز)، ده واحد تمام سیستمها (زرد) و ده واحد تمام سیستمها (سیاه)

د) گزینه های ب و ج هر دو صحیح است.

**پاسخ)** رنگ عایق هادی مدار نهائی، تابع رنگ کابل تغذیه تابلو است. در این پرسش، طبق بند «الف»، برای هر ۱۰ واحد (یک سوم کل کنتورها)،

به منظور رعایت تعادل بار، که روی یکی از فازها قرار می گیرد، رنگهای قرمز، زرد و سیاه استفاده می شود. گزینه ج صحیح است.

پرسش ۱۰-۲) رنگ عایق سیمها در مدارهای روشنایی، پریزها و کولر آبی یک واحد مسکونی با کنتور ۳۲ آمپر تکفاز با فرض

تغذیه از فاز L3 چه می باشد (مهر ۹۶ نظارت «۵۸»؟)

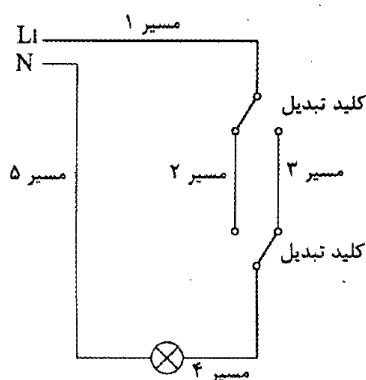
الف) برای هر سه سیستم سیاه

ب) مدار روشنایی: قرمز، پریزهای برق: قهوه ای، کولر آبی: قرمز

ج) مدار روشنایی: سیاه، پریزهای برق: قهوه ای، کولر آبی: سیاه

د) مدار روشنایی و پریزهای برق: سیاه، کولر آبی: قهوه ای

**پاسخ)** رنگ فاز با رنگ سیم فاز بالایی یکسان باشد پس با توجه به تغذیه از فاز سوم (L3) رنگ باید سیاه باشد. گزینه الف صحیح است.



پرسش ۱۱-۲) با توجه به شکل زیر رنگ سیمها در مسیرها به چه صورت است

(بهمن نظارت «۴۴»؟)

الف) مسیر ۱، مسیر ۲، مسیر ۳، مسیر ۴ و مسیر ۵: قرمز

ب) مسیر ۱ و مسیر ۴: قرمز - مسیر ۵: آبی - مسیر ۲ و مسیر ۳: خاکستری و یا سفید

ج) مسیر ۱، مسیر ۲، مسیر ۳ و مسیر ۴: قرمز و یا زرد و یا سیاه - مسیر ۵: آبی

د) مسیر ۱، مسیر ۲، مسیر ۳ و مسیر ۴: قرمز - مسیر ۵: آبی

**پاسخ)** برای سیم نول (مسیر ۵) باید از آبی کم رنگ استفاده کنیم (گزینه الف اشتباه است). برای

سیم فاز (مسیرهای ۱ و ۴) قرمز یا زرد و یا سیاه استفاده می شود (گزینه الف، ج و د اشتباه است).

سیم برگشتی مدار فاز (مسیرهای ۲ و ۳) باید خاکستری یا سفید باشد. گزینه ب صحیح است.

## ۵-۲ مطالب مورد نیاز

به منظور تسلط کامل به مطالب این فصل، نیاز به مطالعه سرفصل های زیر و تسلط کامل به آنهاست:

- نام گذاری کابلها
- دسته بندی کابلها
- محاسبه سطح مقطع کابل
- افت ولتاژ هادی
- کابلهای موازی
- هارمونیک
- لوله های برق
- اصول کابل کشی و سیم کشی
- دفن کابل

در مجموعه آموزشی آماده شده در آکادمی کریمی این فصل، علاوه بر توضیحات کامل شامل ۱۰۲ پرسش و ۶۸ نکته طلایی است.

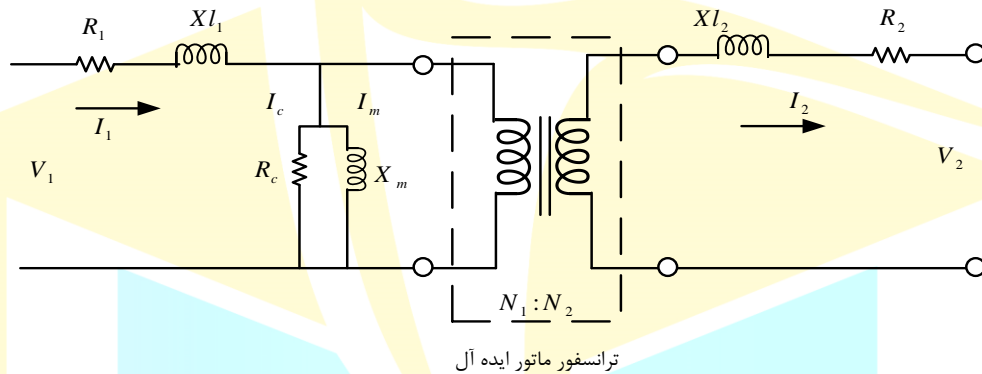
# منابع انرژی

فصل

سوم

## ۵-۱ ترانسفورماتور

ترانسفورماتورها معمولاً از دو یا چند سیم پیچ تشکیل شده اند که توسط یک مدار مغناطیسی به یکدیگر مربوط می شوند. ارتباط این سیم پیچها از طریق هسته مغناطیسی است و جهت ارتباط بهتر از مواد فرومغناطیس استفاده می کنند. همچنین استفاده از هسته های فرومغناطیس باعث افزایش چگالی شار در هسته می گردد. هر چند ترانسفورماتورهایی با هسته های هوایی نیز وجود دارند، اما کاربرد این گونه ترانسفورماتورها در مدارهای الکترونیکی و مخابراتی می باشد. شکل زیر مدار یک ترانسفورماتور را نشان می دهد.



شکل ۱-۱۶ (مدار الکتریکی ترانسفورماتور واقعی)

که در آن،  $X_m$ ،  $R_c$ ،  $N$ ،  $I_m$ ،  $I_c$ ،  $X_L$ ، به ترتیب راکتانس القائی، جریان آهنی هسته، جریان مغناطیس کننده هسته، تعداد دور، مقاومت آهنی هسته و راکتانس مغناطیسی هسته است. قانون بنیادی ترانسفورماتور عبارت است:

$$\frac{V_1}{N_1} = \frac{V_2}{N_2} = \frac{I_2}{I_1} = A \quad (3-1)$$

که در آن،  $A$  را نسبت تبدیل ترانسفورماتور گویند. مقادیر مقاومت معادل ( $R_{eq2}$ ) و راکتانس معادل ( $X_{eq2}$ ) از دید ثانویه از روابط زیر بدست می آید:

$$R_{eq2} = \frac{R_{eq1}}{A^2} = R_2 + R_1' = R_2 + \frac{R_1}{A^2} \quad (3-2)$$

$$X_{eq2} = \frac{X_{eq1}}{A^2} = X_{l2} + X_{l1}' = X_{l2} + \frac{X_{l1}}{A^2} \quad (3-3)$$

همچنین، ولتاژ و جریان اولیه منتقل شده به ثانویه برابر است با:

$$V_1' = \frac{V_1}{A} \quad (3-4)$$

$$I_1' = AI_1 \quad (3-5)$$

نکته ۱-۲) مقدار راندمان ترانسفورماتور از رابطه زیر بدست می آید:

$$\eta = 100 - \frac{W_{fe} + a^2 W_{cu}}{aS_n \cos \phi} \times 100 \quad (3-6)$$

که در آن،  $W_{fe}$ ،  $W_{cu}$  و  $S_n$  به ترتیب تلفات آهنی، تلفات مسی و ظرفیت نامی ترانسفورماتور بوده و  $a$  نیز ضریب بارگیری از ترانسفورماتور است.  
**نکته ۲-۲)** مقدار  $a$  در بار نامی، ۱۰۰٪ یا ۱ است.

**مسئله)** یک ترانسفورماتور با سطح ولتاژ  $4\text{ kV}/0.4\text{ kV}$  با ظرفیت  $1600\text{ kVA}$  با تلفات آهن و مس را به شرح زیر در نظر بگیرید.

$$\eta = 100 - \frac{W_{fe} + a^2 W_{cu}}{aS_n \cos \phi} \times 100 = 100 - 0.8 = 99.2\%$$

تلفات آهن  $W_{fe} = 2500\text{ W}$ ، تلفات مس در بار نامی  $W_{cu} = 23100\text{ W}$  و ضریب توان = 0.8

که در آن،  $\eta$ : راندمان ترانسفورماتور به درصد،  $S_n$ : ظرفیت نامی ترانسفورماتور و  $a$ : ضریب بارگیری از ترانسفورماتور. به ۳ پرسش بعدی پاسخ دهید (مرداد ۹۴).

پرسش ۱۲-۲) **طراحی** در مسئله فوق، راندمان ترانسفورماتور در بار نامی چقدر است؟ (مرداد ۹۴ «۴۸»)

الف) ۹۸/۴٪ (ب) ۹۸٪ (ج) ۹۷٪ (د) ۹۹/۹۸٪

**پاسخ)** با جایگذاری مقادیر در رابطه بالا داریم:

$$\eta = 100 - \frac{W_{fe} + a^2 W_{cu}}{aS_n \cos \phi} \times 100 = 100 - \frac{2500 + 1^2 \times 23100}{1 \times (1600000) \times 0.8} \times 100 = 98\%$$

گزینه ب صحیح است.

**نکته ۲-۳)** تلفات ترانسفورماتور در  $a$  درصد بار برابر است با:

$$P_{Loss} = P_a + a^2 P_k \quad \text{۳-۷)$$

پرسش ۱۳-۲) **طراحی** در مسئله فوق، راندمان ترانسفورماتور در ۵۰ درصد بار نامی چقدر است؟ (مرداد ۹۴ «۴۹»)

الف) ۹۸/۷۱٪ (ب) ۹۸٪

ج) ۹۸/۹۷٪ (د) راندمان ترانسفورماتور عددی است ثابت و به بارگیری از ترانسفورماتور ارتباطی ندارد.

**پاسخ)** در این حالت، تلفات مسی یک چهارم و توان نصف می‌شود:

$$\eta = 100 - \frac{W_{fe} + a^2 W_{cu}}{aS_n \cos \phi} \times 100 = 100 - \frac{2500 + 0.5^2 \times 23100}{0.5 \times (1600000) \times 0.8} \times 100 = 98.71\%$$

گزینه الف صحیح است.

**نکته ۲-۴)** در صورت تساوی تلفات آهنی و مسی، راندمان بیشینه می‌شود؛ پس ضریب بارگیری در ماکزیمم راندمان ترانسفورماتور از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$W_{fe} = a^2 W_{cu} \rightarrow a = \sqrt{\frac{W_{fe}}{W_{cu}}}$$

۳-۸)

پرسش ۱۴-۲) **مشترک** در مسئله فوق، ماکزیمم راندمان ترانسفورماتور در چند درصد از بار نامی اتفاق می‌افتد؟ (مرداد ۹۴ «۵۰»)

الف) یک سوم بار نامی

ب) یک دوم بار نامی

ج) یک چهارم بار نامی

د) بار نامی

$$a = \sqrt{\frac{W_{fe}}{W_{cu}}} = \sqrt{\frac{2500}{23100}} = 0.33$$

**پاسخ)** در صورت تساوی تلفات اهمی و مسی، راندمان بیشینه می‌شود، پس:

گزینه الف صحیح است.

## ۵-۲ دیزل ژنراتور

با افزایش ارتفاع از سطح دریا و رقیق‌تر شدن هوا، چگالی مولکول‌های هوا کاهش می‌یابد و در نتیجه، روی سیستم‌های عایقی تجهیزات برقی، تأثیر منفی می‌گذارد. از طرف دیگر با افزایش ارتفاع از سطح دریا تبادل حرارت ایجاد شده در تجهیزات با محیط کمتر خواهد شد. پس قدرت خروجی دیزل ژنراتور متأثر از عوامل محیطی به‌ویژه، ارتفاع و دمای محل نصب است. این عوامل به صورت ضرایبی در محاسبات قدرت دیزل ژنراتور در نظر گرفته می‌شود. ضریب مؤثر ارتفاع از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$\Delta H = H_{ins} - H_{cal} \rightarrow k_H = 1 - \frac{\Delta H}{HS} \times HF \quad (3-9)$$

که در آن،  $\Delta H$ ،  $H_{ins}$  و  $H_{cal}$  به ترتیب اختلاف ارتفاع، ارتفاع نصب و ارتفاع تعریف شده برای محاسبات است.  $k_H$ ،  $HS$  و  $HF$  نیز به ترتیب ضریب مؤثر ارتفاع، مقیاس ارتفاع از سطح دریا و ضریب کاهش ارتفاع است. ضریب مؤثر دما نیز به همین ترتیب محاسبه می‌شود:

$$\Delta T = T_{ins} - T_{cal} \rightarrow k_T = 1 - \frac{\Delta T}{TS} \times TF \quad (3-10)$$

که در آن،  $\Delta T$ ،  $T_{ins}$  و  $T_{cal}$  به ترتیب اختلاف دما، دمای محل نصب و دمای تعریف شده برای محاسبات است.  $k_T$ ،  $TS$  و  $TF$  نیز به ترتیب ضریب مؤثر دما، مقیاس دما و ضریب کاهش دما است. حال می‌توان قدرت ژنراتور ( $S_G$ ) را محاسبه کرد:

$$S_G = \frac{S_L}{k_H k_T} \quad (3-11)$$

که در آن  $S_L$ ، توان ظاهری مصرفی است.

**نکته ۵-۲)** عوامل دخیل در برآورد ظرفیت دیزل ژنراتور عبارتند از: بار مصرفی، ارتفاع از سطح دریا، درجه حرارت، هارمونیک، جریان-های راهاندازی و مصارف ضروری.

پرسش ۱۵-۲) **مشترک** کدامیک از گزینه‌های زیر درخصوص محاسبه قدرت دیزل ژنراتور مؤثر می‌باشد؟ (اسفند ۸۷ «۵۳»)

الف) میزان بار مصرفی و درجه حرارت.

ب) میزان بار مصرفی، ارتفاع از سطح دریا و درجه حرارت.

ج) هارمونیک‌ها و در نظر گرفتن جریان‌های راهاندازی مصرف کننده‌های بزرگ.

د) گزینه ب و ج هر دو صحیح است.

**پاسخ)** طبق روابط و نکته فوق، گزینه د صحیح است.

پرسش ۱۶-۲) **مشترک** دو پروژه با مشخصات زیر مفروض است:

پروژه شماره ۱ شامل ۱۶۰ کیلووات بار روشنایی و پریز.

پروژه شماره ۲ شامل ۱۶۰ کیلووات مصارف موتوری (۲ دستگاه موتور به ظرفیت هر کدام ۸۰ کیلووات)

چنانچه شرایط انتخاب دیزل ژنراتور برای هر دو پروژه از بابت درجه حرارت و ارتفاع از سطح دریا یکسان باشد، کدامیک از گزینه‌های زیر صحیح است؟ (اسفند ۹۱ «۲۱»)

الف) توان انتخابی دیزل ژنراتور پروژه شماره ۱ از پروژه شماره ۲ بیشتر است.

ب) توان انتخابی دیزل ژنراتور پروژه شماره ۲ از پروژه شماره ۱ بیشتر است.

ج) توان انتخابی دیزل ژنراتور هر دو پروژه یکسان است.

د) هیچ کدام

**پاسخ)** باید دیزل ژنراتوری انتخاب شود که بتواند جریان‌های راهاندازی مورد نیاز را تأمین کند. این جریان ۵ تا ۶ برابر جریان نامی موتور

است. پس با وجود اینکه بار مصرفی هر دو پروژه یکسان است، بدلیل اینکه در پروژه ۲، موتورها دارای جریان راهاندازی هستند پس، گزینه ب صحیح است.

**نکته ۶-۲)** برآورد نیروی برق اضطراری مورد نیاز باید بر اساس کل بار مصارف اضطراری و پس از اعمال ضرایب همزمانی با در نظر گرفتن جریان راهاندازی مصارف، جریان هارمونیک‌ها و دیگر ملاحظات به عمل آید و با توجه به مقدار نیروی برق اضطراری مورد نیاز ممکن است از یک یا چند مولد برای این منظور استفاده شود. این مولدها بسته به شرایط ممکن است از طریق راهاندازی خودکار، با وقفه و یا بی‌وقفه شبکه نیروی برق اضطراری را تغذیه نمایند (آیین نامه ۱۳-۵-۲-۵).

پرسش ۱۷-۲) **مشترک** کدام یک از گزینه‌های زیر در خصوص زمان راهاندازی مولدهای نیروی برق اضطراری صحیح است؟

(اردیبهشت ۹۷ طراحی «۳۴»)

الف) راهاندازی فقط با وقفه کوتاه

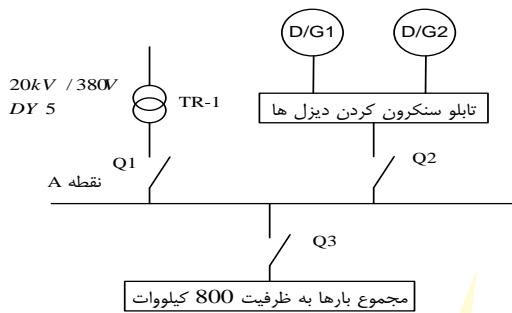
ب) راهاندازی بی وقفه امکان‌پذیر نمی‌باشد.

ج) راهاندازی هم با وقفه کوتاه و هم بی وقفه

د) گزینه‌های الف و ب هر دو صحیح است

**پاسخ)** طبق نکته فوق، زمان راهاندازی خودکار می‌تواند بدون وقفه یا با وقفه کوتاه باشد.

گزینه ج صحیح است.



**مسئله** شبکه‌ای توزیعی همانند شکل زیر در نظر بگیرید. مقدار بار مصرفی بر روی شکل مشخص شده است. شرایط محیطی ۴۰ درجه سانتی‌گراد و ارتفاع از سطح دریا ۱۸۰۰ متر، ضریب توان برابر ۰/۸ و ولتاژ نامی ترانسفورماتور ۲۰ kV/۳۸۰V است.

ضریب کاهش قدرت دیزل ژنراتور به ترتیب زیر است:  
 ۴٪ برای هر ۴۰۰ متر بالاتر از ۱۰۰۰ متر از سطح دریا  
 ۱٪ برای هر ۵ درجه بالاتر از ۳۰ درجه سانتی‌گراد

دیزل ژنراتورها برای تامین نیروی برق اضطراری در مواقع قطع برق وارد مدار می‌شود.

ضریب کاهش قدرت ترانسفورماتور		
درجه حرارت	Heavy Load	Light Load
۴۰	۸۸	۵۷

ولتاژ امیدانس (ولتاژ اتصال کوتاه) برای ترانسفورماتورها ۶٪ و برای ژنراتورها ۱۲٪ است.

مقادیر نامی قدرت قطع کلیدهای خودکار اتوماتیک ۱۶، ۲۵، ۳۶، ۵۰، ۷۰ و ۱۰۰ کیلوآمپر است (بهمن ۹۴).

پرسش ۱۸-۲) **طراحی** در مسئله فوق، مناسب‌ترین قدرت دیزل ژنراتورها برابر است با: «۹۴»

الف) DG2: ۵۵۰ kVA - DG1: ۵۰۰ kVA (ب) DG2: ۶۰۰ kVA - DG1: ۶۰۰ kVA

ج) DG2: ۷۰۰ kVA - DG1: ۷۰۰ kVA (د) DG2: ۶۵۰ kVA - DG1: ۶۵۰ kVA

**پاسخ** با توجه به نصب بار در ارتفاع ۱۸۰۰ متری، مقیاس ارتفاع برابر ۴۰۰ و ضریب ارتفاع معادل ۰/۰۴ متر، می‌توان نوشت:

$$\Delta H = H_{ins} - H_{cal} = 1800 - 1000 = 800m \rightarrow k_H = 1 - \frac{\Delta H}{HS} \times HF = 1 - \frac{800}{400} \times 0.04 = 0.92$$

همچنین، دمای محیط ۴۰ درجه، مقیاس دما ۵ و ضریب دما نیز ۰/۰۱ است، پس:

$$\Delta T = T_{ins} - T_{cal} = 40 - 30 = 10^\circ C \rightarrow k_T = 1 - \frac{\Delta T}{TS} \times TF = 1 - \frac{10}{5} \times 0.01 = 0.98$$

$$S_L = \frac{P_L}{\cos \varphi} = \frac{800}{0.8} = 1000kVA$$

توان بار برابر است با:

$$S_G = \frac{S_L}{k_H \cdot k_T} = \frac{1000}{0.92 \times 0.98} = 1109.14kVA$$

توان برابر است با:

مقدار به‌دست آمده برای دو دیزل ژنراتور و سهم هر یک ۵۵۴/۵۷ کیلووات است. گزینه ب صحیح است.

این پرسش مشابه پرسش شهریور ۸۶ «۴۰»، فرورداد ۸۹ «۴۵» و اسفند ۸۹ «۴۴»، بهمن ۹۷ طرامی «۷» و اسفند ۹۵ طرامی «۵۷» است.

### ۳-۵ الکتروموتور

اگر در ماشین P قطبی فرکانس جریان f باشد؛ سرعت دوران میدان گردان بر حسب دور در دقیقه برابر است با:

$$n_s = \frac{120f}{P} \quad (3-12)$$

در موتورهای الکتریکی، سرعت حرکت رتور با سرعت میدان دوار اختلاف دارد و از آن کمتر است، زیرا رتور به دلیل وارد شدن فشارهای مکانیکی نمی‌تواند سرعت خود را با سرعت حرکت میدان دوار یکسان کند. به اختلاف سرعت میدان دوار و سرعت رتور، سرعت لغزش گفته می‌شود.

$$s = \frac{\Delta n}{n_s} = \frac{n_s - n_r}{n_s} \quad (3-13)$$

در این رابطه،  $n_s$  سرعت میدان دوار،  $n_r$  سرعت چرخش رتور و  $\Delta n$  سرعت لغزش می‌باشد. معمولاً بجای سرعت لغزش، نسبت آن به سرعت میدان دوار را در نظر گرفته و آن را لغزش می‌نامند و چنانچه لغزش را در ۱۰۰ ضرب کنیم به آن درصد لغزش گفته خواهد شد. لغزش، عددی بدون واحد است و آن را با s نشان می‌دهند.

توان الکتروموتور برابر است با:

$$P_{in} = \sqrt{3}U_L I_L \cos \varphi \quad (۳-۱۴)$$

توان خروجی نیز از روی بازده موتور و توان ورودی محاسبه می‌شود:

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \quad (۳-۱۵)$$

خروجی موتور، مکانیکی بوده و باید براساس اسب بخار بیان شود (البته به اشتباه برحسب کیلووات نیز ارائه می‌شود) و بدلیل وجود تلفات همیشه از توان ورودی (توان الکتریکی برحسب کیلووات) کوچکتر است. مسئله) براساس مشخصات موتور زیر، به پرسش پاسخ دهید (بهمین ۹۴). ولتاژ  $U_{\Delta}/U_Y: 380/660V$  و  $P=120kW$  و راندمان  $0.88$  و ضریب توان  $(\cos\varphi)$  برابر  $0.9$ .

پرسش ۱۹-۲) **مشترک** در مسئله فوق، جریان خط تغذیه الکتروموتور در شبکه تغذیه سه فاز  $380$  ولت مثلث برابر

است با؟ (بهمین ۹۴ «۱۹»)

الف)  $116/6$  آمپر

ب)  $132/5$  آمپر

ج)  $203$  آمپر

د)  $230$  آمپر

$$I_{in} = \frac{P_{in}}{\sqrt{3}U_L \cos \varphi} = \frac{P_{out}}{\eta \sqrt{3}U_L \cos \varphi} = \frac{120000}{0.88 \sqrt{3} \times 380 \times 0.9} = 230.2A$$

پاسخ) مقدار جریان برابر است با:

گزینه د صحیح است.

#### ۴-۵ مطالب مورد نیاز

به منظور تسلط کامل به مطالب این فصل، نیاز به مطالعه سرفصل های زیر و تسلط کامل به آنهاست:

- ترانسفورماتور
- دیزل ژنراتور
- موتورهای الکتریکی (الکتروموتور)
- تأمین برق ایمنی با منبع برق بدون وقفه (UPS)

در مجموعه آموزشی آماده شده در آکادمی کریمی این فصل، علاوه بر توضیحات کامل شامل ۱۰۵ پرسش و ۶۲ نکته طلایی است.





## سیستم زمین

## ۲-۱ مفاهیم اولیه

**هدف نهایی:** در صورت تماس بدنه هادی‌های برقدار با بدنه تجهیزات و وجود جریان نشتی در سیستم، جریان ناشی از این خطا را به زمین منتقل کرده و مانع از برق گرفتگی و ایجاد خسارت شود. نوع سیستم ارتینگ از دو حرف تشکیل می‌شود؛ حرف سمت چپ بیانگر نحوه ارت کردن ثانویه ترانسفورماتور و حرف سمت راست نحوه ارت کردن در مصرف کننده را بیان می‌کند.

## انواع:

اتصال زمین برای حفاظت جان انسان و حیوان، تامین شرایط کارکرد صحیح تاسیسات برقی و حفاظت سیستم‌های آن به کار می‌رود و شامل انواع زیر است:

☑ مهمترین اقدام جهت ایمنی افراد و کارکرد صحیح تجهیزات، اجرای سیستم زمین است. به صورت کلی و عام منظور از سیستم اتصال زمین معمولاً (و نه همیشه) همان چاه ارتیست که در زمین اجرا شده و یک قطعه رسانا داخل آن قرار می‌گیرد و به هادی حفاظتی متصل می‌شود.

## الف) سیستم اتصال زمین ایمنی

☑ نقطه نول ترانسفورماتور به زمین وصل می‌گردد تا از کارکرد صحیح سیستم اطمینان حاصل شود. این اتصال زمین را الکتریکی یا کثیف نیز می‌گویند. در صورت بروز خطا، مدار قطع شده و منجر به حفظ عایق بندی تجهیزات، جلوگیری از اضافه ولتاژ و کارکرد صحیح و بی عیب تجهیزات می‌شود. این اتصال زمین را از طریق نقطه صفر ژنراتورها، ترانسفورماتورها و سیم نول خطوط هوایی تا طول ۲۰۰ متر در ابتدا و انتها و در خطوط بیشتر از ۲۰۰ متر علاوه بر ابتدا و انتها در فواصل ۲۰۰ متری طول خط، زمین می‌کنند این اتصال می‌تواند به صورت مستقیم یا با واسطه یک مقاومت یا راکتانس انجام شود.

## ب) سیستم اتصال زمین حفاظت سیستم

☑ بدنه‌های هادی به منظور ایجاد ممانعت از برق گرفتگی زمین می‌شود تا در صورت اتصال فاز به بدنه، از انتقال جریان به بدن افراد یا بروز آتش سوزی جلوگیری شود.

## ج) سیستم اتصال زمین عملیاتی

☑ ایجاد مسیری برای برگشت جریان‌های اتصال به زمین برای به منظور کارکرد صحیح تجهیزات (مانند دستگاه های چاپخانه، ابزار دقیق، حساس الکترونیکی و...) و بخش های خاص شبکه (مانند مراکز مخابراتی) با هدف به حداقل رساندن میزان تداخل القا یا هدایت شده از یک عامل نامتعارف (صاعقه، کلیدزنی و...) اجرا می‌شود. این اتصال زمین را کم نویز (کم نوفه) یا تمیز نیز می‌گویند.

## د) سیستم اتصال زمین صاعقه گیر

☑ اختصاصاً با هدف زمین کردن صاعقه های رخ داده به زمین و ممانعت از ورود آن به ساختمان اجرا می‌شود.



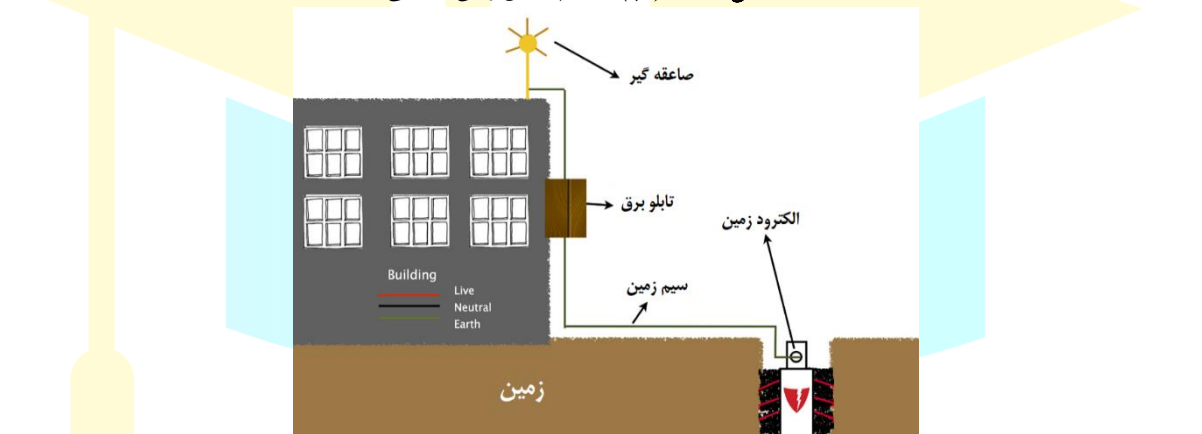
شکل ۱۷-۱ (الف) سیستم اتصال زمین ایمنی



شکل ۱۸-۱ (ب) سیستم اتصال زمین حفاظت سیستم



شکل ۱۹-۱ (پ) سیستم اتصال زمین عملیاتی



شکل ۲۰-۱ (ت) سیستم اتصال زمین صاعقه گیر

پرسش ۱-۳ (نظارت-ا اجرا) وصل بدنه هادی دستگاه‌های الکتریکی به زمین (اتصال زمین حفاظتی) برای چه هدفی انجام می‌شود؟ (مرداد ۹۴ «۵»)

- (الف) سالم ماندن عایق‌بندی تجهیزات  
 (ج) تثبیت ولتاژ فازها نسبت به هم  
**پاسخ** طبق مفاهیم فوق، زمین کردن حفاظتی برای جلوگیری از برق‌گرفتگی اجرا می‌شود.  
 گزینه ب صحیح است.

پرسش ۲-۳ (نظارت-ا اجرا) از اتصال زمین عملیاتی به چه دلیلی استفاده می‌شود؟ (اسفند ۹۵ نظارت «۵۹»)

- (الف) جلوگیری از برق‌گرفتگی  
 (ج) برای کاهش ولتاژ تماس  
**پاسخ** طبق مفاهیم فوق، گزینه ب صحیح است.

**الکتروود زمین:** یک قطعه یا قسمت هادی یا گروهی متشکل از قطعات هادی که در تماس مستقیم و مدفون در زمین هستند و با آن اتصال الکتریکی برقرار می‌کنند.

☑ همان قطعه هادی معمولاً مسی است که در زمین قرار می‌گیرد و می‌تواند به صورت میله، تسمه، صفحه و غیره باشد.

الکترودهای زمین مستقل: از نظر الکتریکی، الکترودهای زمین مستقل الکترودهایی هستند که فاصله آن‌ها از هم‌دیگر به قدری است که در صورت عبور حداکثر جریان از یکی از آن‌ها، پتانسیل (گرادیان ولتاژ) سایر الکترودها به‌طور چشمگیر تغییر نکند. □ مقاومت اتصال زمین را با  $RA$  نمایش می‌دهند.

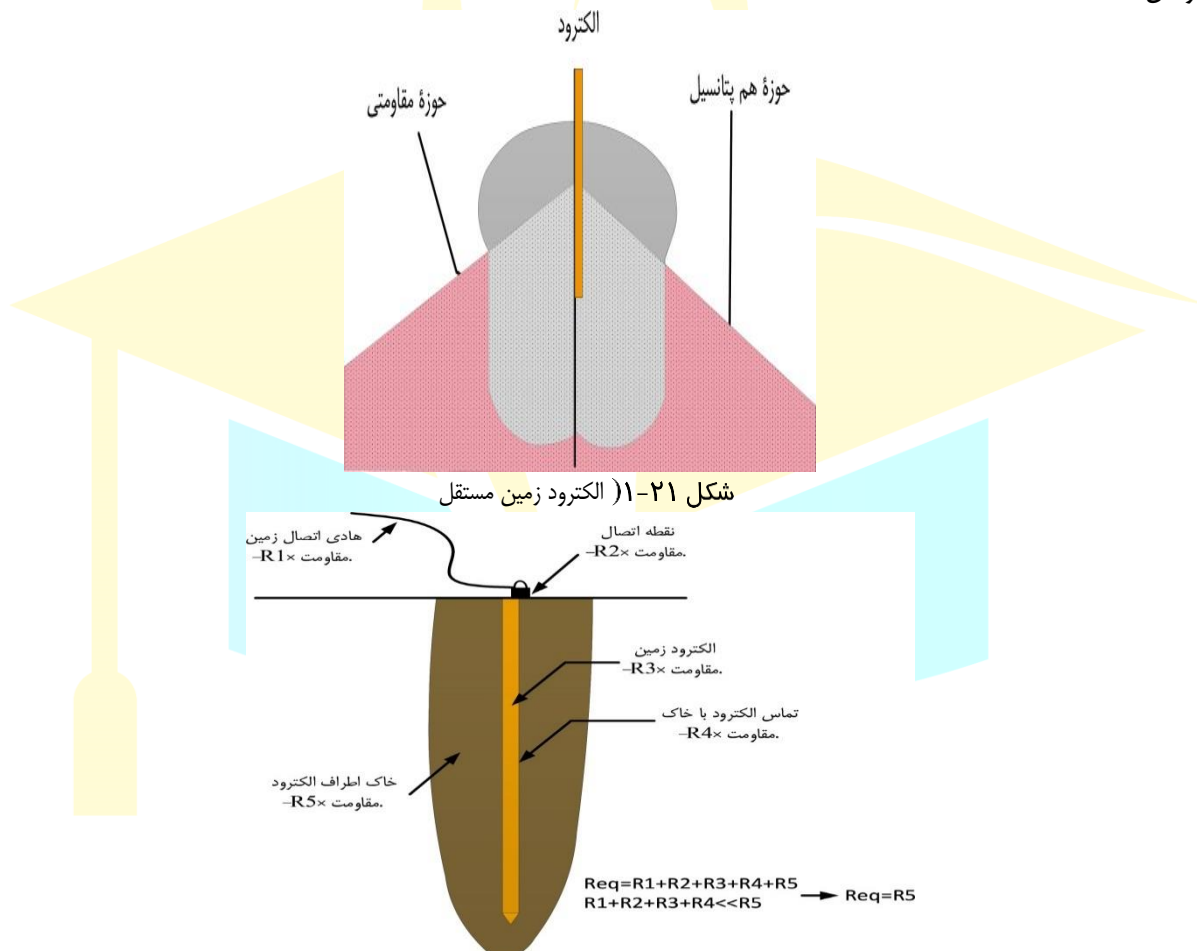
**زمین (جرم کلی زمین):** جرم هادی زمین است که پتانسیل همه نقاط آن به‌طور قراردادی برابر صفر انتخاب می‌شود. جرم کلی زمین را می‌توان دارای خواص زیر دانست:

(الف) آن را مانند شینه‌ای با مقطع بزرگ فرض کرد که مقاومت بین هر دو نقطه آن عملاً نزدیک به صفر است.

(ب) وصل شدن به جرم کلی زمین تنها از راه الکترودهای زمین امکان‌پذیر است.

(پ) اتصال الکترودهای زمین به جرم کلی زمین همیشه با مقاومتی است که همان مقاومت اتصال به زمین یا مقاومت الکترودهای زمین یا به‌طور خلاصه مقاومت زمین است.

□ طبق این تعریف، مقاومت داخلی در زمین صفر بوده و برای ارتباط با آن باید از الکترودهای زمینی استفاده کرد که هادی زمین به آن وصل است.



**قسمت‌های هادی بیگانه یا بدنه‌های هادی بیگانه:** قسمت‌های هادی‌ای است که جزو تاسیسات الکتریکی نیست، ولی قادر است پتانسیلی را که معمولاً پتانسیل زمین است، در معرض تماس قرار دهد و در اثر بروز اتصال برقی دار گردد. قسمت‌ها یا بدنه‌های بیگانه عبارت‌اند از:

(الف) اسکلت فلزی و قسمت‌های فلزی ساختمان‌ها

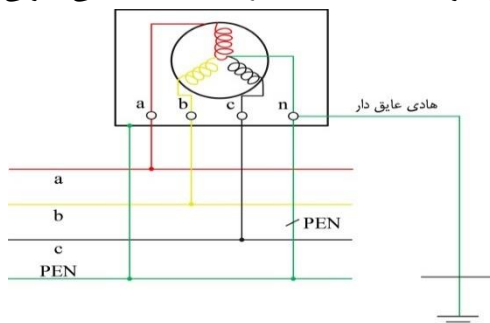
(ب) لوله‌های فلزی آب، گاز، آب، تاسیسات برودتی و حرارتی و سایر سیستم‌های تاسیسات مکانیکی و همه لوازم غیر برقی دیگر که ممکن است، در اثر بروز اتصال الکتریکی برقی دار شوند (مانند رادیاتورهایی که متصل به لوله‌های فلزی تاسیسات حرارتی هستند).

(پ) کف‌ها و دیواری غیرعایق

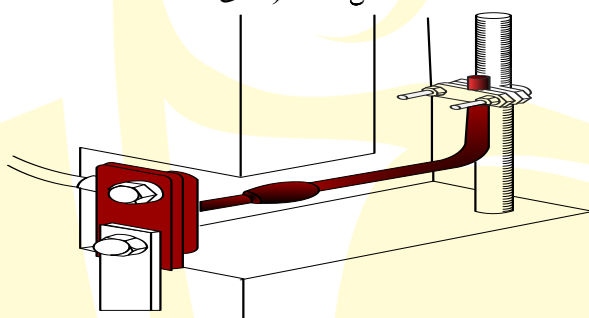
این قسمت ها مستقیماً برقرار نیستند، اما باید پیش بینی لازم برای همبندی آنها، به منظور جلوگیری از ایجاد اختلاف پتانسیل احتمالی، انجام شود.

**هادی همبندی برای همولتاژ کردن:** هادی ای حفاظتی است که همبندی برای همولتاژ کردن را تضمین می کند.

هادی های همبندی به دو دسته اصلی و اضافی تقسیم می شود که علاوه بر تفاوت در کاربرد و هدف استفاده، در سطح مقطع هم متفاوت هستند. دقت شود که این تعریف، هادی همبندی را با ماهیت حفاظتی معرفی می کند.



شکل ۲۳-۱) هادی PEN



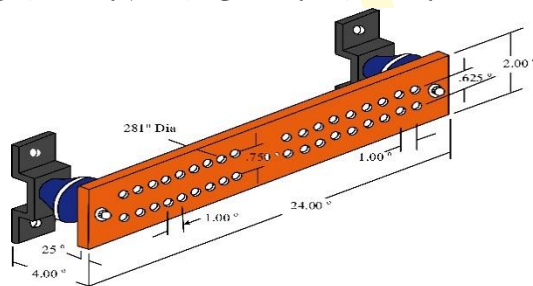
شکل ۲۴-۱) هادی هم بندی

**همبندی برای همولتاژ کردن:** برقراری اتصال هادی بین همه اجزای فلزی است که پتانسیل بدنه های هادی و قسمت های هادی بیگانه مختلف را به یک سطح ولتاژ می آورد.

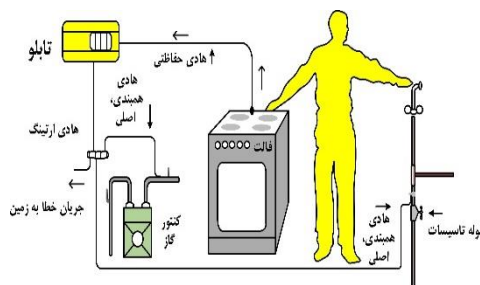
مهمترین اقدام برای افزایش سرعت عملکرد وسیله حفاظتی و در نتیجه کاهش شدت بر گرفتگی اجرای همبندی است که با اجرای آن عملاً همه هادی ها به هم متصل و هم پتانسیل می شود.

**ترمینال یا شینه اصلی اتصال زمین:** ترمینال یا شینه ای است که برای اتصال هادی های حفاظتی (PE)، هادی خنثی (N)، هادی های حفاظتی - خنثی (PEN)، هادی های همبندی اصلی برای همولتاژ کردن، هادی های همبندی سیستم اتصال زمین صاعقه گیر و سیستم اتصال زمین عملیاتی (در صورت وجود آنها) پیش بینی و نصب می شود.

شینه یک قطعه مسی و گاهی آلومینیومی است. شینه زمین، محل اتصال هادی های خنثی، حفاظتی (PE)، حفاظتی-خنثی (PEN)، همبندی اصلی و زمین است که معمولاً در زیر تابلوی اصلی، برای سهولت دسترسی، نصب می شود.



شکل ۲۵-۱) ترمینال اتصال زمین



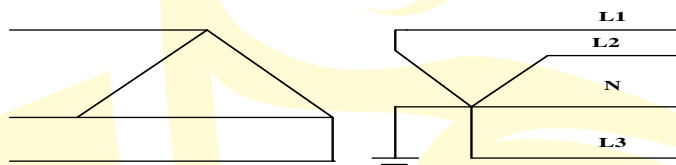
شکل ۲۶-۱) هم بندی برای هم ولتاژ کردن

## ۲-۲-۲ مروف شناسایی

برای معرفی ویژگی های سیستم زمین، از دو حرف استفاده می شود.

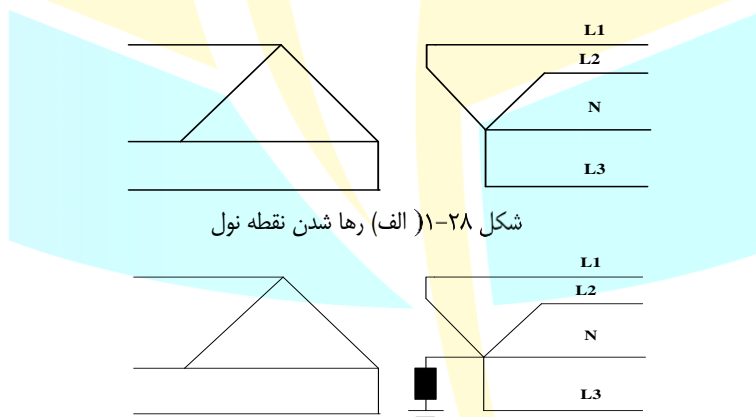
### ۲-۲-۱-۲ حروف سمت چپ

حرف اول از سمت چپ مشخص کننده نوع رابطه سیستم نیرو با زمین است که می تواند یکی از دو حرف T و I باشد. (الف) حرف T: یک نقطه از سیستم مستقیماً به زمین وصل است (معمولاً نقطه ای خنثی).



شکل ۲۷-۱) نحوه اتصال ترانسفورماتور زمین شده مستقیم (حرف سمت چپ T)

(ب) حرف I: قسمت های برقدار سیستم نسبت به زمین عایق بوده و یا یک نقطه از سیستم از طریق امپدانس که به اندازه کافی بزرگ است، به زمین وصل می باشد.

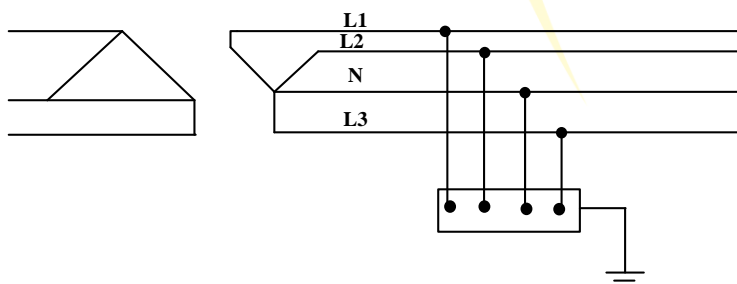


شکل ۲۸-۱) الف) رها شدن نقطه نول

شکل ۲۹-۱) ب) زمین شدن توسط یک امپدانس

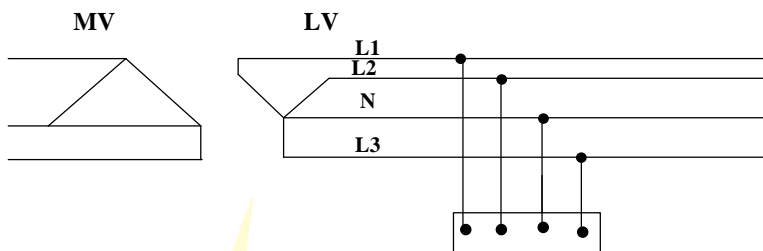
### ۲-۲-۲-۲ حروف سمت راست

حرف دوم از سمت چپ مشخص کننده نوع رابطه بدنه های هادی تأسیسات با زمین است که می تواند یکی از سه حرف T، I و N باشد. (الف) حرف T: بدنه های هادی از نظر الکتریکی به طور مستقیم و مستقل از اتصالات زمین سیستم نیرو به زمین وصل اند.



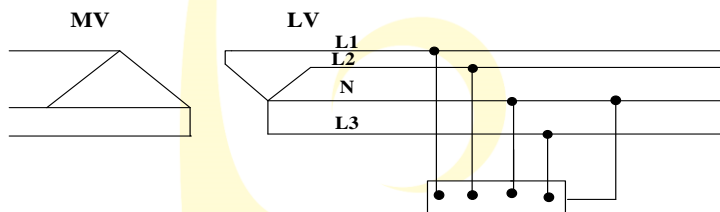
شکل ۳۰-۱) نحوه اتصال بدنه مصرف کننده زمین شده (حرف سمت راست T)

**ب) حرف I:** اگر بدنه مصرف کننده رها شود، برای نمایش آن از حرف I استفاده می شود. شکل زیر نحوه رها کردن بدنه مصرف کننده را نشان می دهد.



شکل ۳۱-۱) نحوه اتصال بدنه مصرف کننده رها شده (حرف سمت راست I)

**ج) حرف N:** بدنه های هادی از نظر الکتریکی مستقیماً به نقطه زمین شده سیستم نیرو وصل می شوند.



شکل ۳۲-۱) نحوه اتصال بدنه مصرف کننده متصل به نول ترانسفورماتور (حرف سمت راست N)

### انواع سیستم ارتینگ

طبق مفهوم حروف معرفی شده، سه سیستم کاربردی و تعریف شده برای اتصال زمین وجود دارند که عبارتند از: TT، IT و TN. استفاده از سیستم II (رها کردن هادی نول در هر دو طرف سمت) مجاز نیست؛ چرا که عدم ارتینگ منجر به عدم تثبیت ولتاژ و تأثیر روی عایق بندی می شود. در سیستم ساده بدون اتصال زمین (سیستم I)، با توجه به عدم وجود وصل نول به زمین و امکان جابجایی آن، ولتاژ فازها تثبیت نمی شوند. عایق تجهیزات ارتباط مستقیم با سطح ولتاژ دارد که با عدم تثبیت آن، امکان تخریب عایق بندی به شدت افزایش می یابد. با زمین شدن هر یک از فازها، ولتاژ فاز به زمین کاهش و ولتاژ دو فاز دیگر افزایش می یابد. مهمترین مزیت سیستم I این است که در صورت زمین نشدن نقطه نول و تماس با فاز، حلقه جریان بسته نمی شود و ایجاد برق گرفتگی نمی کند.

پرسش ۳-۳) **نظارت-اِپرا** حسن استفاده از سیستم ساده، بدون اتصال به زمین کدام است؟ (شهریور ۹۱ «۲۸»)

- الف) ولتاژ فازها تثبیت شده هستند.  
 ب) عایق بندی سیستم طول عمر زیادی دارد.  
 ج) تماس با هریک از فازها، ایجاد برق گرفتگی نمی کند.  
 د) اگر یکی از فازها به زمین متصل شود، مشکلی به وجود نمی آید.

پاسخ) گزینه ج صحیح است.

پرسش ۳-۴) **نظارت-اِپرا** در چه صورت می توان در سیستم شبکه توزیع برق فشار ضعیف، سیستم اتصال زمین را حذف نمود؟

(اردیبهشت ۹۷ نظارت «۵۷»)

الف) سیستم اتصال زمین را تحت هیچ شرایطی نمی توان حذف کرد.

ب) در صورت استفاده از کلید جریان باقیمانده (RCD)

ج) در صورت استفاده از کلیدهای خودکار دوپل در مدارهای تک فاز و چهار پل در مدارهای سه فاز

د) گزینه های ب و ج هر دو صحیح است.

پاسخ) استفاده از سیستم II (رها کردن هادی نول در هر دو طرف سمت) مجاز نیست؛ چرا که عدم ارتینگ منجر به عدم تثبیت ولتاژ و تأثیر روی عایق بندی می شود.

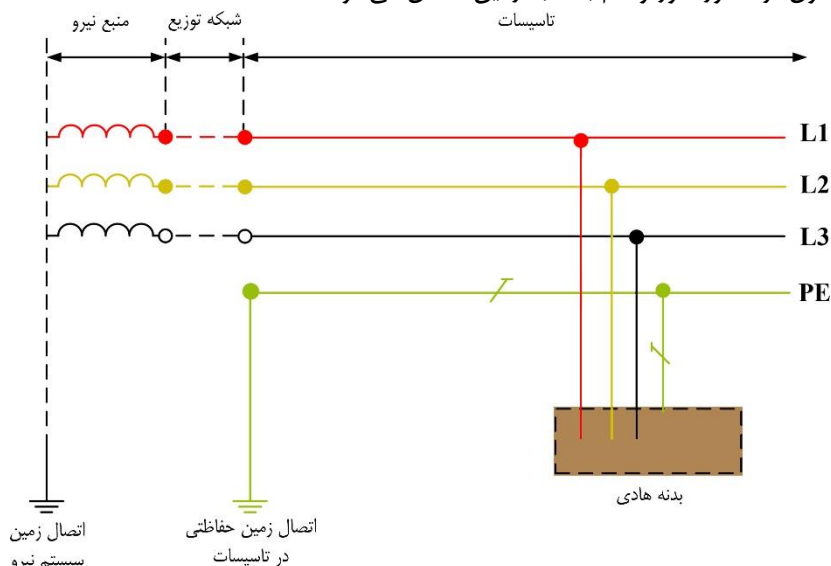
گزینه الف صحیح است.

### جدول ۵-۱) علائم خطوط مدارها در سیستم های نیرو

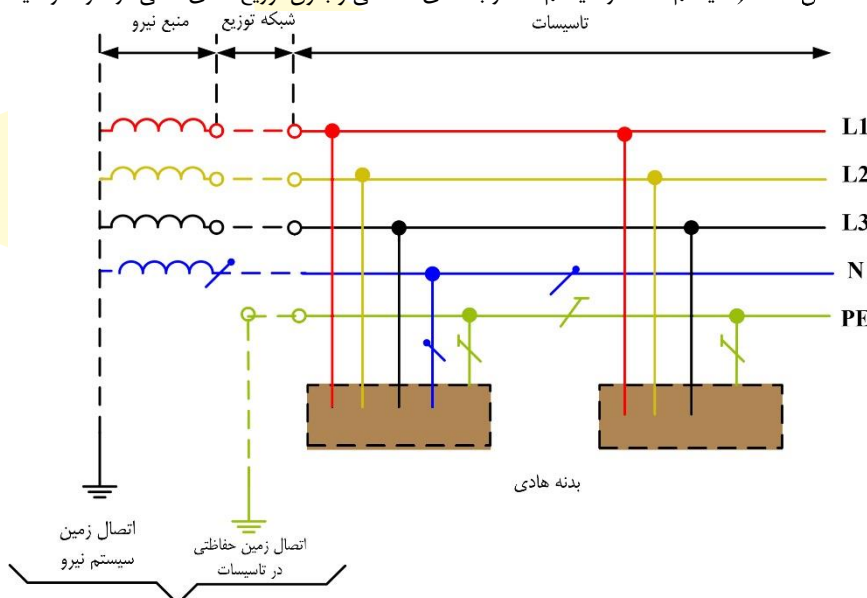
	هادی مشترک حفاظتی - خنثی (PEN)		هادی خنثی (N)
	هادی فازها (L1, L2, L3)		هادی حفاظتی (PE)

### ۳-۲ سیستم TT

در این سیستم، هم نقطه نول ترانسفورماتور و هم بدنه به زمین متصل می‌شود.



شکل ۳۳-۱) سیستم TT در سیستم سه فاز با هادی حفاظتی و بدون توزیع هادی خنثی در سرتاسر سیستم



شکل ۳۴-۱) سیستم TT در سیستم سه فاز با هادی حفاظتی و با توزیع هادی خنثی در سرتاسر سیستم

پرسش ۵-۳) (نظارت-اوپرا) در یک سیستم الکتریکی، یک نقطه از سیستم وصل به زمین است و بدنه‌های هادی مستقیماً به زمین

وصل‌اند. این سیستم با کدام حروف مشخص می‌شود؟ (شهریور ۹۱ «۵۱»)

TT (الف)

TN (ب)

IT (ج)

TN-C (د)

پاسخ) گزینه الف صحیح است.

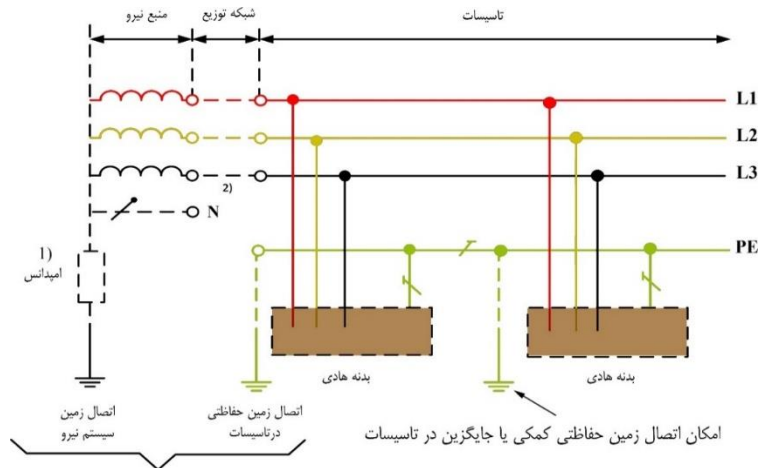
## ۴-۲ سیستم IT

در این سیستم، نقطه نول ترانسفورماتور یا از زمین عایق است یا با یک امپدانس به زمین متصل شده است؛ در حالی که بدنه مصرف‌کننده

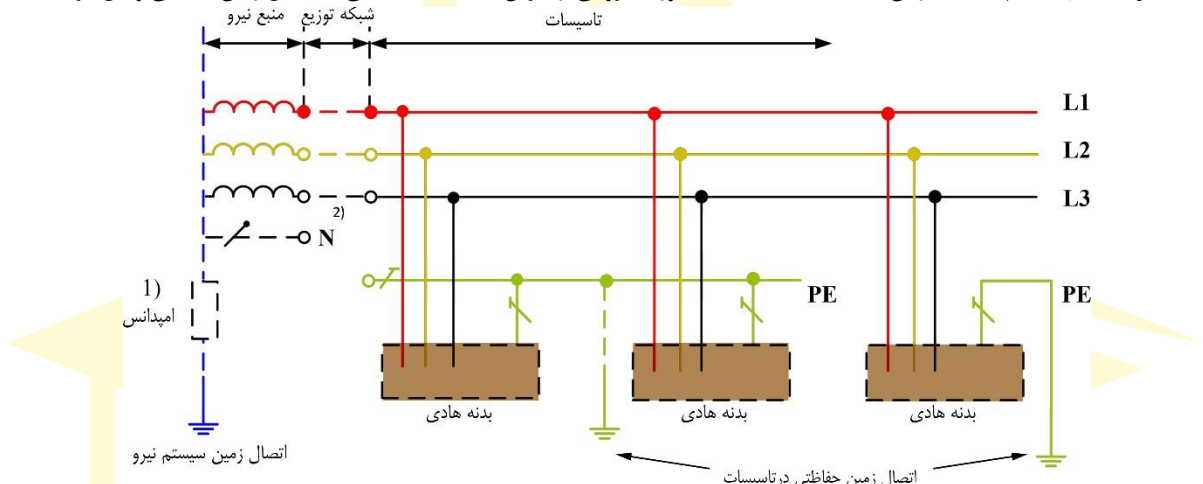
مستقیماً به زمین متصل شده است. دو مشخصه مهم این سیستم عبارت است از: (پ-۱-۳)

الف) سیستم از طریق یک امپدانس به اندازه کافی بزرگ به اتصال زمین سیستم نیرو وصل می‌گردد (نقطه ۱).

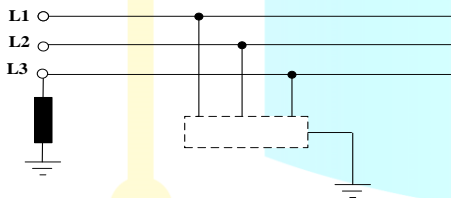
ب) امکان توزیع یا عدم توزیع هادی خنثی در سیستم وجود دارد (نقطه ۲).



شکل ۳۵-۱) سیستم IT که در آن کلیه بدنه‌های هادی به صورت گروهی از طریق یک هادی حفاظتی به اتصال زمین حفاظتی وصل گردیده است.



شکل ۳۶-۱) سیستم IT که در آن بدنه‌های هادی به صورت گروهی یا منفرد به اتصال زمین حفاظتی وصل گردیده است.



پرسش ۳-۶) نظارت-اجر نوع سیستم نیروی برق روبرو، از دیدگاه ایمنی، کدام است؟ (شهریور ۹۱ «۱۴»)

- الف) IT
- ب) TT
- ج) TN - C
- د) TN - S

پاسخ) گزینه الف صحیح است.

با مقاومت بزرگ به زمین وصل شده و این همان تعریف سیستم IT است.

گزینه ج صحیح است.

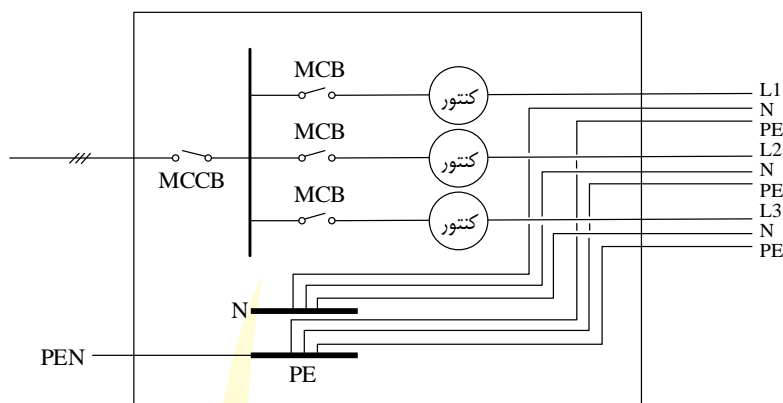
پرسش ۳-۷) مشترک در تابلوی اصلی کنتورهای یک ساختمان ۳ واحدی که از شبکه سه فاز برق شهری تغذیه می شود و هر

فاز به یک واحد اختصاص یافته است. در صورتیکه مطابق شکل اتصال بین شینه نول (N) و شینه حفاظتی (PE) فراموش

شده باشد و تابلوی کنتورها برقدار و مورد بهره برداری قرار گیرد، کدام یک از اتفاقات زیر بروز خواهد کرد؟ (مهر

۹۹ نظارت «۲»)





الف) تجهیزات الکتریکی واحدها آسیب خواهند دید.

ب) فقط برق واحدها قطع خواهد شد.

ج) تجهیزات الکتریکی واحدها آسیب نمی بینند.

د) بدنه فلزی تجهیزات الکتریکی واحدها برق دار شده و احتمال برق گرفتگی در تماس با بدنه فلزی آنها محتمل است.

**پاسخ)** سیستم در این حالت رفتار IT از خود نشان داده و چون هادی نول زمین نشده، احتمال جابجایی و افزایش ولتاژ فاز (۲۳۰ ولت) تا حد ولتاژ خط (۴۰۰ ولت) و در نتیجه آسیب به تجهیزات وجود دارد. گزینه الف صحیح است.

## ۵-۲ سیستم TN

سیستمی که نقطه نول ترانسفورماتور آن مستقیماً به زمین و بدنه آن مستقیماً به نول ترانسفورماتور متصل می شود. اجرای این سیستم به سادگی انجام می شود و نیاز به تجهیزات خاصی نداشته و ساختار ساده و کم خرجی دارد. از این رو، استفاده از سیستم TN در حالت کلی در ایران اجباری است، مگر اینکه از سیستمی خاص و با مجوز از مراجع رسمی استفاده شود.

پرسش ۸-۳ (نظارت-اِبر) در کدامیک از سیستم های برقی ذکر شده در زیر بدنه های هادی لوازم برقی باید به هادی خنثی

(N) اتصال داده شوند؟ (آذر ۷۳ «۲۷»)

الف) سیستم TN  
ب) سیستم TT  
ج) سیستم IT  
د) همه این ها

**پاسخ)** در سیستم های IT و TT بدنه هادی به زمین وصل می شود. در سیستم های TN بدنه به هادی خنثی متصل می شود؛ پس گزینه الف صحیح است.

## ۶-۲ مقایسه سیستم ها

سیستم IT ایمنی بالاتری نسبت به سایر سیستم ها دارد و قابلیت محدود کردن جریان در حد مجاز نیز از ویژگی های این سیستم است؛ زیرا نقطه نول یا رها می شود یا با امپدانس بزرگی زمین می شود و در صورت وقوع اتصالی، جریانی برقرار نمی شود یا اینکه جریان بسیار کمی ایجاد می شود. اجرای سیستم TN به سادگی انجام می شود و نیاز به هزینه ها و تجهیزات حفاظتی کمتری دارد. کاهش ولتاژ تماس توسط سیستم TT تامین می شود؛ زیرا وقتی بدنه دستگاه با مقاومتی زمین می شود، می توان سیستم را به نحوی طراحی کرد که ولتاژی که روی مقاومت قرار می گیرد، کمتر از ۵۰ ولت باشد و از این طریق می توان ولتاژ تماس را کم کرد.

پرسش ۹-۳ (نظارت-اِبر) علت اینکه سیستم توزیع TN متداولترین سیستم می باشد چیست؟ (بمن ۸۳ «۹»)

الف) ایمنی بالاتر  
ب) سادگی و کم خرجی آن

ج) کاهش ولتاژ تماسی  
د) محدود کردن جریان در حد مجاز

**پاسخ)** مهمترین دلیل رایج بودن سیستم TN، سهولت و هزینه پایین اجرای آن است.

گزینه ب صحیح است.

## ۷-۲ مطالب مورد نیاز

به منظور تسلط کامل به مطالب این فصل، نیاز به مطالعه سرفصل های زیر و تسلط کامل به آنهاست:

- حروف شناسایی سیستم‌های ارتینگ
- انواع سیستم ارتینگ
- انواع سیستم TN
- المانهای مؤثر در سیستم زمین
- اتصال زمین مکرر
- ولتاژ تماس
- حفاظت با استفاده از منابع ولتاژ پائین
- هم‌بندی
- پدیده تداخل امواج الکترومغناطیسی (EMI)

در مجموعه آموزشی آماده شده در آکادمی کریمی این فصل، علاوه بر توضیحات کامل شامل ۱۴۳ پرسش و ۳۸ نکته طلایی است.



## ۱-۳ کلیات

به دلیل وجود بعضی از تجهیزات و دستگاه های الکتریکی در سیستم های تاسیسات برقی، مکانیکی و غیره در ساختمان مانند موتورهای الکتریکی، لامپ های تخلیه در گاز، بعضی از دستگاه های الکترونیکی و یا هر وسیله دیگری که عامل ایجاد جریان راکتیو در تاسیسات برقی می گردند، می توان از خازن (بانک خازن) جهت افزایش و اصلاح ضریب توان، کاهش جریان راکتیو شبکه و افزایش ظرفیت مدار و تجهیزات استفاده کرد.

در بار اهمی، ولتاژ و جریان هم فاز هستند اما در بیشتر اوقات، عملاً، بار اهمی خالص وجود ندارد؛ بلکه قسمت سلفی نیز به آن اضافه می شود. این مطلب در تمامی مصارفی که به میدان مغناطیسی نیاز دارند، صادق است؛ مانند موتور آسنکرون، راکتور و ترانسفورماتور. ایجاد جریان اضافی در خطوط، افت ولتاژ اضافی و اتلاف حرارتی در خطوط و تجهیزات، محدودیت در انتقال انرژی و مشکلات در نیروگاه ها و پست های برق از جمله تأثیرهای نامناسب توان راکتیو در شبکه است. در موتورها و ترانسفورماتورهای بی بار، اگر تلفات کابل ها، آهن و اصطکاک نادیده گرفته شود، آنچه باقی می ماند تنها توان راکتیو سلفی است. برخلاف توان اکتیو که تنها امکان تولید آن توسط ژنراتور (در مقیاس چند مگاوات) وجود دارد، توان راکتیو را می توان توسط منابع متنوعی تولید کرد که رایج ترین آن در شبکه توزیع و فشار ضعیف، خازن است. خازن ها از دو صفحه رسانا و یک عایق (دی الکتریک) بین آن ها تشکیل شده است. دسته بندی خازن ها نیز از نظر کاربرد بر اساس نوع ماده دی الکتریک انجام می شود.

- خشک: دارای عایق از جنس مواد و فیلم های پلی پیلن است. این خازن سبک است و عمر مفید مناسبی دارد.
- روغنی: دارای دی الکتریک روغنی با خاصیت عایقی روغن بسیار مناسب است.
- گازی: در ساختمان این خازن از گاز SF6 به عنوان ماده دی الکتریک استفاده می شود.

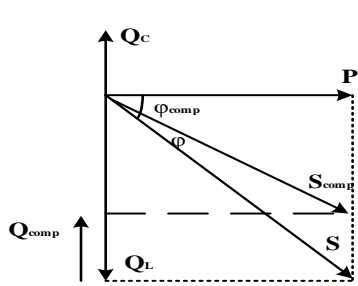
در شبکه های فشار ضعیف از خازن خشک و در شبکه های فشار متوسط از خازن روغنی استفاده می شود. شبکه علاوه بر توان اکتیو (P) به دلیل وجود بارهای موتوری به توان راکتیو ( $Q_L$ ) نیز نیاز دارد. در حالت ایده آل، توان راکتیو ۹۰ درجه نسبت به توان اکتیو تأخیر فاز (پس فاز) دارد. برای تأمین این توان، مقداری خازن نصب می شود تا توان راکتیو تولیدی توسط خازن ( $Q_C$ ) مقداری از توان راکتیو مورد نیاز را تولید کند؛ پس می توان گفت، میزان توان راکتیو شبکه پس از نصب خازن یا به اصطلاح جبران سازی ( $Q_{comp}$ ) برابر است با:

$$Q_{comp} = Q_L - Q_C \rightarrow Q_C = Q_L - Q_{comp} \quad (4-1)$$

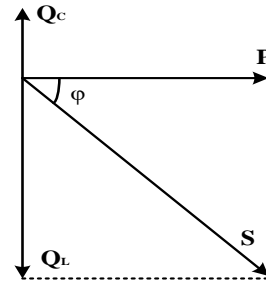
نسبت توان راکتیو به اکتیو شبکه را می توان از رابطه زیر به دست آورد

$$\frac{Q}{P} = \tan \varphi \rightarrow Q = P \tan \varphi = P \tan \cos^{-1} PF \quad (4-2)$$

که در آن،  $\varphi$  و PF به ترتیب زاویه بین توان های اکتیو و راکتیو و ضریب توان ( $\cos \varphi$ ) است.



(ب) با حضور خازن



(الف) بدون حضور خازن

شکل ۳۷-۱) نحوه تأثیر خازن روی توان راکتیو شبکه

اگر اختلاف بین ولتاژ و جریان ۹۰ درجه باشد، نیمی از منحنی توان در ناحیه مثبت و نیمی دیگر در ناحیه منفی قرار می‌گیرد. در این حالت، توان اکتیو صفر است؛ زیرا نواحی مثبت و منفی برابر هستند.

### ۳-۲ جبران سازی توان راکتیو

میزان ظرفیت خازنی نصب شده مورد نیاز برای رسیدن از ضریب توان نامطلوب ( $PF_1$ ) به ضریب توان مورد نظر ( $PF_2$ ) از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$Q_C = P \left( \tan \cos^{-1} PF_1 - \tan \cos^{-1} PF_2 \right) \quad (1-0)$$

که در آن،  $P$ : توان مورد تقاضا و اندیس‌های ۱ و ۲ به ترتیب توان راکتیو پیش (اولیه) و پس از جبران‌سازی (اصلاح شده) است. پرسش ۱-۵) مشترک ظرفیت بانک خازن در طراحی یک پروژه بر چه اساس محاسبه می‌شود؟ (بهن ۹۷ طراحی «۱۹»)

(الف) توان مورد تقاضا، ضریب توان اولیه و ضریب توان اصلاح شده

(ب) توان نصب شده، ضریب توان اولیه و ضریب توان اصلاح شده

(ج) توان مورد تقاضا، ضریب توان بدترین دستگاه و ضریب توان اصلاح شده

(د) توان نصب شده، ضریب توان بدترین دستگاه و ضریب توان اصلاح شده

پاسخ) گزینه الف صحیح است.

پرسش ۲-۵) مشترک مقدار خازن مورد نیاز برای یک بار برقی به ظرفیت ۸۰۰ کیلوولت آمپر را از ضریب توان ۰/۷۵ به ضریب توان ۰/۹۵ اصلاح کند، چند کیلووار (kVAR) می‌باشد؟ (مهر ۹۹ طراحی «۱۱»)

(الف) ۳۳۲

(ب) ۴۴۲

(ج) ۳۷۶

(د) ۱۶۰

$$P = S \cdot \cos \varphi = 800 \times 0.75 = 600 \text{ kW}$$

پاسخ) توان اکتیو مصرفی برابر است با:

توان راکتیو خازنی مورد نیاز نیز از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$Q_C = P \left( \tan \cos^{-1} PF_1 - \tan \cos^{-1} PF_2 \right) = 600 \left( \tan \cos^{-1} 0.75 - \tan \cos^{-1} 0.95 \right) = 332 \text{ kVAR}$$

گزینه الف صحیح است.

### ۳-۳ راکتانس خازنی

راکتانس خازنی را می‌توان از رابطه زیر بدست آورد:

$$X_C = \frac{1}{2\pi f C} \quad (2-0)$$

ظرفیت خازنی نیز برابر است با:

$$Q_C = \frac{V^2}{X_C} = 2\pi f C V^2 \quad (3-0)$$

همچنین، مقدار ظرفیت بر اساس ساختمان خازن برابر است با:

$$C = \frac{Q_C}{2\pi f U_p^2} \quad (4-0)$$

در سیستم سه‌فاز:

$$C = \frac{Q_C}{2\pi f U_L^2} \quad (5-0)$$

که در این روابط، C و f به ترتیب ظرفیت خازنی و فرکانس هستند.

نکته ۱-۵) منظور از اصلاح ضریب توان، کاهش  $\varphi$  و افزایش  $\cos\varphi$  است. با توجه به رابطه توان اکتیو، ضریب توان با جریان نسبت عکس دارد و با تثبیت توان اکتیو و ولتاژ و افزایش ضریب توان، جریان کاهش می‌یابد.

پرسش ۳-۵) مشترک یک لامپ فلورسنت ۴۰ وات با چوک روی هم ۵۰ وات مصرف می‌کند. جریان لامپ با ولتاژ ۲۲۰ ولت و فرکانس ۵۰ هرتز، ۰/۴۱۳ آمپر است. ضریب توان این لامپ چقدر است؟

د) ۰/۴۴

ج) ۰/۶

ب) ۰/۵

الف) ۰/۵۵

$$\cos\varphi = \frac{P}{U_P I} = \frac{50}{220 \times 0.413} = 0.55$$

پاسخ) محاسبه با در نظر گرفتن چوک انجام می‌شود:

گزینه الف صحیح است.

پرسش ۴-۵) طراحی در پرسش فوق، ظرفیت خازن لازم برای اینکه ضریب توان را به عدد یک افزایش دهد، چقدر است؟ (فروردین ۸۱

«۴۳»

د) ۶/۷۱۱ میکروفاراد

ج) ۵/۶۹۶ میکروفاراد

ب) ۴/۹۹۳ میکروفاراد

الف) ۳/۳۸۴ میکروفاراد

$$Q_C = P(\tan \cos^{-1} PF_1 - \tan \cos^{-1} PF_2) = 50(\tan \cos^{-1} 0.55 - \tan \cos^{-1} 1) = 75.924 \text{Var}$$

پاسخ) مقدار توان راکتیو موردنیاز:

$$C = \frac{Q_C}{2\pi f U_P^2} = \frac{75.924}{2\pi \times 50 \times 220^2} = 4.993 \mu\text{f}$$

ظرفیت خازنی موردنیاز:

گزینه ب صحیح است.

### ۳-۴ انواع خازن گذاری

#### ۱-۴-۳ خازن گذاری انفرادی

در این خازن گذاری برای هر بار، خازن اختصاصی نصب می‌شود (شکل زیر را ببینید).

الف) مزایا:

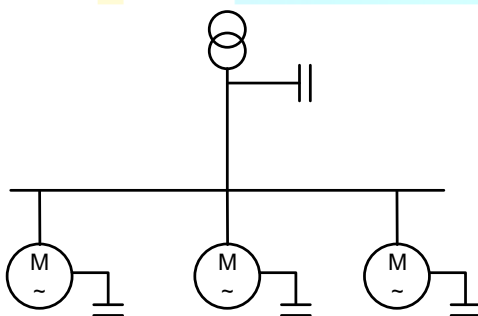
- حذف کامل توان راکتیو
- کاهش اندازه کابل
- عدم نیاز به کنترل خازن (به دلیل اینکه با قطع و وصل بار، خازن نیز قطع و وصل می‌شود و در واقع، یک کنتاکتور برای بار و خازن کافی است)

ب) معایب:

- پخش بودن سیستم (هر جایی که بار وجود دارد باید یک خازن نصب کرد).
- هزینه نصب بالا
- نیاز به خازن با ظرفیت‌های متفاوت
- نیاز به بررسی و سرکشی

ج) کاربرد:

- روش در موتورهای بزرگ (با قدرت‌های ۲۰۰ کیلووات به بالا)
- سیستم‌های چراغ‌های روشنایی از نوع تخلیه گازی (فلورسنت، بخار جیوه و بخار سدیم)
- حالت بی‌باری ترانسفورماتورها
- موتورهای دائم کار و موتورهای کم‌بار با کابل طولانی



شکل ۱-۰: نحوه خازن گذاری انفرادی

**نکته ۲-۵)** قدرت نامی خازن‌های نصب شده برای موتورهای دارای جبران‌سازی انفرادی، ۳۵ تا ۴۰ درصد توان نامی موتور است اما برای ترانسفورماتورها، ۲/۵ درصد ظرفیت ترانسفورماتور (۵ درصد در نوع قدیمی) می‌باشد.

**پرسش ۵-۵) مشترک** در مجموعه‌ای که دارای تعدادی موتور الکتریکی با توان اکتیو و راکتیو قابل ملاحظه ( $\cos\phi < 0.85$ ) می‌باشد، مناسب‌ترین روش جبران و محل اتصال بانک‌های خازن جهت جبران توان راکتیو، از دیدگاه کاهش تلفات انرژی در هادی‌های حامل جریان الکتریکی مصرف کننده عبارت‌اند از: (خرداد ۸۹ «۳۵»)

الف) به صورت انفرادی مجاور و متصل به ترمینال‌های برق تغذیه هر موتور الکتریکی

ب) به صورت گروهی در تابلو تغذیه مصارف موتوری

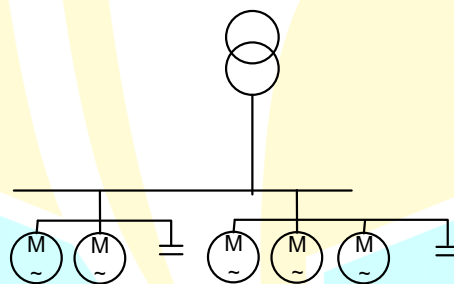
ج) به صورت گروهی در ورودی سرویس مشترک

د) به صورت گروهی در پست ترانسفورماتور

**پاسخ)** با نصب خازن در محل بار، در جبران‌سازی انفرادی، امکان کاهش قابل توجه تلفات و اصلاح بهینه ضریب قدرت، مقدور بوده و توان راکتیو تا منبع جبران‌سازی می‌شود.  
گزینه الف صحیح است.

## ۲-۴-۳ خازن گذاری گروهی

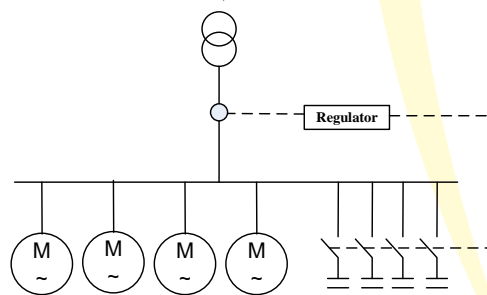
در ساختار خازن گذاری نشان داده شده در شکل زیر، برای مجموعه چند بار را که می‌توان به صورت همزمان قطع و وصل کرد، یک خازن نصب می‌شود. مزیت اصلی این روش حذف نسبتاً کامل توان راکتیو است. معایب خازن گذاری انفرادی و گروهی مشابه هم هستند اما شدت آن برای گروهی کمتر از انفرادی است.



شکل ۲-۰: نحوه خازن گذاری گروهی

## ۳-۴-۳ خازن گذاری مرکزی

جبران‌سازی توان راکتیو مجموعه بار با قطع و وصل همزمان را مجموعه‌ای از خازن انجام می‌دهد.



شکل ۳-۰: نحوه خازن گذاری مرکزی

الف) مزایا: نصب ارزان (در یک مکان متمرکز)، کاربری راحت، بررسی راحت و نیاز به نصب کمتر خازن.  
ب) معایب:

- توان راکتیو در سیستم داخلی وجود دارد؛ یعنی کاهش میزان توان راکتیو تنها پیش از نصب کلید است و در داخل سیستم همچنان جریان راکتیو موجود است
- به سیستم کنترلی (تغییرات میزان توان راکتیو تولیدی براساس میزان بار مصرفی) نیاز دارد؛ از این رو، برای این خازن گذاری حتماً باید از رگولاتور خازن استفاده کرد.
- ج) کاربرد: در غالب مصارف از این نوع خازن گذاری استفاده می‌شود.

نکته ۳-۵) میزان قدرت راکتیو نصب شده در جبران‌سازی مرکزی، ۲۵ تا ۳۳ درصد بار اکتیو مصرفی برای ضریب توان ۰/۹ و ۴۰ تا ۵۰ درصد برای ضریب توان واحد است.

### ۵-۳ مطالب موردنیاز

به منظور تسلط کامل به مطالب این فصل، نیاز به مطالعه سرفصل‌های زیر و تسلط کامل به آنهاست:

- مفاهیم بنیادی
- راکتانس خازنی
- انواع خازن گذاری
- طراحی بانک خازنی

در مجموعه آموزشی آماده شده در آکادمی کریمی این فصل، علاوه بر توضیحات کامل شامل ۲۹ پرسش و ۱۸ نکته طلایی است.



# تجهیزات کلیدزنی

## ۱-۵ کلیدهای خودکار (اتوماتیک)

### ۱-۱-۵ مزایا

مزایای کلید خودکار عبارت است از:

- کلید خودکار پس از قطع مدار در اثر جریان زیاد و یا هر عامل دیگری بلافاصله مجدداً آماده بهره‌برداری می‌باشد.
- با کمک کنتاکت‌های فرعی که در آن تعبیه شده می‌توان وضعیت کلید را در هر حالت (قطع، وصل یا وقوع خطا) توسط سیگنال تعیین و در اتاق فرمان منعکس کرد.
- ساختمان این کلیدها بگونه‌ای است که اگر کلید را بر روی یک مدار اتصال کوتاه شده ببندیم، در ضمن عمل بسته شدن، رله اضافه جریان کلید به سرعت وارد عمل شده و مدار را قطع می‌کند.

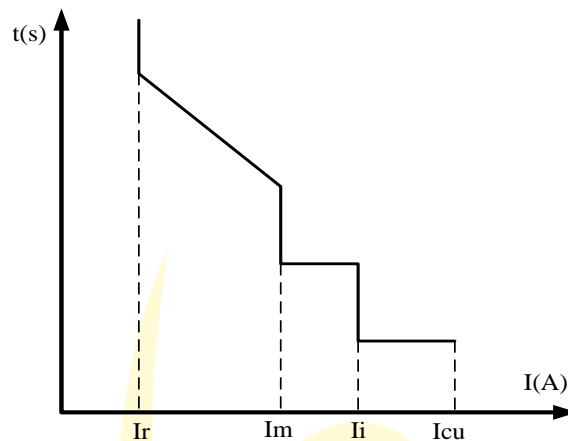
### ۲-۱-۵ تنظیمات کلید

- کلیدهای خودکار دارای دو تنظیم است؛ از این رو، روی این کلید علاوه بر نوع کلید، جریان نامی و قدرت قطع، باید مقدار تنظیم رله‌های حرارتی و مغناطیسی نیز قید شود.
- تنظیم حرارتی: معمولاً، این تنظیم بین  $0/7$  تا  $1$  برابر جریان نامی و برای درجه‌های الکترونیکی بین  $0/4$  تا  $1$  است. این قسمت معمولاً از نوع رله حرارتی بوده و در حال حاضر از نوع الکترونیکی نیز ساخته می‌شود. با عبور جریان بار بیش میزان تنظیم شده کلید قطع خواهد نمود.
  - تنظیم مغناطیسی: کلید برای حفاظت در برابر اتصال کوتاه با نسبت  $1$  تا  $10$  برابر جریان نامی، تنظیم می‌شود. این قسمت معمولاً از نوع رله الکترومغناطیسی بوده و بطور مستقیم و یا از طریق ثانویه یک CT تحریک شده و موجب قطع کلید می‌گردد.
- توجه شود که مفهوم دیگری نیز از اضافه بار در ارائه بار مصرفی تعریف می‌شود؛ شرکت برق، طبق قرارداد، جریان و توان مشخصی را به مصرف کننده تحویل می‌دهد، از این رو، از تنظیم حرارتی کلید اتوماتیک برای تعیین حد مجاز جریان عبوری از آن، استفاده شده و سپس توسط شرکت مهر و موم شده و مصرف کننده حق تجاوز از آن را ندارد.

### ۳-۱-۵ محدوده جریان

- بیشترین توسعه‌ای که روی کلیدهای فشار ضعیف انجام می‌دهند روی محدوده جریان است که هر چه این خاصیت بیشتر شود، کلید گرانتر می‌باشد. این خاصیت مستقیماً به زمان قطع کلید بستگی دارد. معمولاً در کاتالوگ کلیدهای فشار ضعیف دو مشخصه فنی به نام‌های مشخص شده اند که دانستن مفهوم آنها در انتخاب کلید مهم است.
- ظرفیت نهایی قطع اتصال کوتاه نامی (Icu): جریان اتصال کوتاهی که کلید تنها یکبار بدون آنکه آسیبی ببیند قادر به قطع آن می‌باشد و برای دفعات بعدی نیاز به تعمیر و سرویس و یا تعویض دارد.
  - ظرفیت قطع اتصال کوتاه سرویس نامی (Ics): جریان اتصال کوتاهی که کلید به دفعات قادر به قطع آن می‌باشد، بدون اینکه آسیبی ببیند و یا نیاز به تعمیر و یا تعویض پیدا کند.
- جریان Ics به صورت درصدی (معمولاً ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد) از جریان Icu تعریف می‌شود.





شکل ۳۸-۱) منحنی کلید خودکار اتوماتیک

$I_r$ : مقدار تنظیم حرارتی (اضافه بار) با قابلیت تنظیم جریانی و زمانی؛  $I_m$ : مقدار تنظیم مغناطیسی (اتصال کوتاه) با قابلیت تنظیم جریانی و زمانی؛  $I_i$ : جریان تنظیم قطع آنی اتصال کوتاه با قابلیت تنظیم جریان،  $I_{cu}$ : ماکزیم ظرفیت قطع کلید

#### ۴-۱-۵ دسته بندی

انواع کلید خودکار اتوماتیک: از نظر قدرت و ساختار عبارتند از:

- کلید اتوماتیک هوایی (ACB): این کلیدها یکی از انواع کلیدهای اتوماتیک است که در آمپراژ بالا استفاده می‌شوند. جریان دائم و نرم این کلیدها از ۶۳۰ تا ۶۳۰۰ آمپر است. از این کلیدها عمدتاً در ورودی تابلوهایی استفاده می‌شود که هم جریان بالایی دارد و هم برقراری تقدم قطع (اگر خطایی در یک فیدر خروجی رخ داد، ابتدا کلید خروجی قطع شود) کامل بین کلیدهای ورودی و کلیدهای خروجی ضروری است. کلیدهای هوایی رله‌هایی دارد که در داخل خود کلید جاسازی شده‌اند. ویژگی این رله‌ها خاصیت تاخیری آن‌ها است که عنصر اصلی در تأمین تقدم قطع از طریق صدور فرمان قطع با تأخیر هستند. قادر به عبور و قطع و وصل جریان‌های نامی و اتصال کوتاه است. رنج جریان نامی: ۶۳۰، ۸۰۰، ۱۰۰۰، ۱۲۵۰، ۱۶۰۰، ۲۰۰۰، ۲۵۰۰، ۳۱۵۰، ۴۰۰۰، ۵۰۰۰، ۶۳۰۰ آمپر. قدرت قطع: ۲۵، ۳۱/۵، ۴۰، ۵۰، ۸۰ و ۱۰۰ کیلوآمپر. رله‌های کلید ACB، الکترونیکی یا میکروپروسسوری هستند.
- کلید کمپکت یا تزریقی (MCCB): نوع دیگر از کلیدهای اتوماتیک است که دارای دقت کمتری است. همچنین، ارزان قیمت بوده و جریان‌های کوچک را ساپورت می‌کند. جریان دائم ( $I_u$ ) و نرم این کلیدها از ۱۶۰ تا ۱۶۰۰ آمپر است، اما این کلیدها حداکثر تا ۳۲۰۰ آمپر هم ساخته می‌شوند. فریم این کلیدها با افزایش جریان نامی آن‌ها بزرگ می‌شود. رنج جریان نامی کلید ۱۶، ۲۰، ۲۵، ۴۰، ۵۰، ۶۳، ۸۰، ۱۰۰، ۱۲۵، ۱۶۰، ۲۰۰، ۲۵۰، ۳۱۵، ۴۰۰، ۵۰۰، ۶۳۰، ۸۰۰، ۱۰۰۰، ۱۲۵۰، ۱۶۰۰، ۲۰۰۰، ۲۵۰۰ و ۳۱۵۰ آمپر و قدرت قطع آن ۲۵، ۳۱/۵، ۴۰، ۵۰ و ۸۰ کیلوآمپر است. رله‌های کلید MCCB حرارتی - مغناطیسی هستند. هر چند بندرت به صورت میکروپروسسوری نیز وجود دارد.

کلیدهای اتوماتیک تا رنج ۱۲۵۰ آمپر از نوع کمپکت و کلیدهای با جریان نامی بالاتر از نوع هوایی می‌باشند



ACB (ب)



MCCB (الف)

شکل ۳۹-۱) انواع کلید خودکار (اتوماتیک)

پرسش ۱-۴) **مشترک** ورودی تابلوی اصلی یک ساختمان کلید خودکار (اتوماتیک) می باشد، در نقشه های طراحی شده برای کلید خودکار (اتوماتیک) چه اطلاعاتی باید ذکر گردد؟ (بهن ۹۷ طراحی «۲۱»)

الف) جریان نامی، قدرت قطع

ب) نوع کلید، جریان نامی، قدرت قطع، مقدار تنظیم رله های حرارتی و مغناطیسی

ج) نوع کلید و جریان نامی

د) جریان نامی، مقدار تنظیم رله های حرارتی و مغناطیسی

**پاسخ** جریان نامی و قدرت قطع جز مشخصات اصلی تمامی کلیدها هستند، با توجه تنوع کلید اتوماتیک، نوع آن نیز باید نوشته شود. همچنین این کلیدها دارای دو تنظیم مغناطیسی و حرارتی بوده که باید در نقشه مقدار تنظیم این دو مشخص شود. گزینه ب صحیح است.

## ۲-۵ کلید حفاظت موتوری (MPCB)

کلید اتوماتیکی دارای قابلیت های حرارتی و مغناطیسی است که صرفاً برای حفاظت موتورها ساخته می شود. مزیت این نوع کلید این است که در صورتی که اتصالی در یکی از فازها رخ دهد، فازهای دیگر را نیز قطع می کند. جریان آن بر اساس قدرت موتور انتخاب می شود؛ یعنی برای موتور با قدرت مشخص، کلید MPCB مخصوص وجود دارد. بر اساس جریان بی متال موتورها نیز می توان آن ها را انتخاب کرد. از کلید گردان و کنتاکتور برای تغذیه و راه اندازی موتور استفاده می شود و همچنین وسایل حفاظت در برابر اتصال کوتاه (فیوز، کلید اتوماتیک و کلید مینیاتوری)، اضافه بار (رله بی متال، کلید اتوماتیک) و دو فاز شدن موتور (کنترل فاز) نیز باید در مدار باشد. اینورتر (همراه با کلید اتوماتیک) و راه انداز نرم به منظور قطع و وصل و کنترل مدار بکار گرفته می شود. قطع و وصل دستی مدار، حفاظت در برابر اضافه بار (بخش حرارتی) و حفاظت در برابر اتصال کوتاه (بخش مغناطیسی) توسط MPCB انجام می شود؛ پس این کلید می تواند جایگزین کلید گردان، بی متال، رله کنترل بار و فیوز شود.



شکل ۴۰-۱) کلید MPCB

پرسش ۲-۴) **مشترک** کدامیک از کلیدهای زیر به عنوان حفاظت موتور در برابر اتصال کوتاه می باشد؟ (مهر ۹۶ طراحی «۵»)

الف) کلید حفاظت موتوری (MPCB)

ب) کلید خودکار مینیاتوری (MCB)

ج) کلید خودکار اتوماتیک (MCCB)

د) هر سه گزینه صحیح است.

**پاسخ** کلید MPCB اساساً برای حفاظت موتور در مقابل اتصال کوتاه، اضافه بار و دو فاز شدن استفاده می شود. البته کلیدهای MCB و MCCB نیز قابلیت حفاظت موتور را دارند. پس گزینه د صحیح است.

**نکته ۱-۴)** با افزودن MPCB، کنتاکتور را نمی توان از مدار موتور حذف کرد.

**نکته ۲-۴)** اشغال فضای کمتر و عدم احتمال دو فاز شدن موتور دو مزیت اصلی کلید MPCB است.

پرسش ۳-۴) **مشترک** برای تغذیه، راه اندازی و حفاظت موتور مناسب ترین تجهیزات لازم کدام می باشد؟ (اسفند ۸۲ «۴۵»)

الف) کلید گردان، فیوز، کنتاکتور، رله بی متال و رله کنترل فاز

ب) فیوز، کنتاکتور، رله بی متال و رله کنترل فاز

ج) کلید اتوماتیک با قدرت قطع مناسب، فیوز، کنتاکتور، رله بی متال و رله کنترل فاز  
د) کلید اتوماتیک مینیاتوری، کنتاکتور، رله بی متال و رله کنترل فاز  
**پاسخ)** گزینه الف صحیح است.

این پرسش مشابه پرسش اسفند ۹۱ «۳۸» است.

**نکته ۳-۴)** جریان عبوری از کلید MPCB با تغییر نوع راه‌اندازی (مستقیم یا ستاره-مثلث) تغییر نکرده و ثابت است.

پرسش ۴-۸) **مشترک** برای تغذیه موتوری از کلید اتوماتیک محافظ موتوری استفاده شده است. چنانچه راه‌اندازی موتور فوق به دو صورت مستقیم یا به صورت ستاره - مثلث انجام گیرد آمپراژ کلید اتوماتیک محافظ موتوری در دو حالت به چه صورت خواهد بود؟ (اسفند ۸۹ «۳۴»)

الف) در هر دو حالت یکسان خواهد بود.

ب) در حالت راه‌انداز مستقیم  $\sqrt{3}$  برابر بیشتر از راه‌اندازی ستاره - مثلث خواهد بود.

ج) در حالت راه‌انداز مستقیم  $\sqrt{2}$  برابر بیشتر از راه‌اندازی ستاره - مثلث خواهد بود.

د) در حالت راه‌انداز ستاره - مثلث  $\sqrt{3}$  برابر بیشتر از راه‌اندازی مستقیم خواهد بود.

**پاسخ)** طبق نکته فوق، گزینه الف صحیح است.

این پرسش مشابه پرسش های اسفند ۹۱ «۳۹» و اسفند ۹۱ «۴۰» است.

### ۳-۵ کلیدهای فودکار مینیاتوری (MCB)

کلیدهای مینیاتوری از انواع کلیدهای فشار ضعیف است که معمولاً، در جریان‌های پایین و در تابلوهای روشنایی و تابلوهای توزیع با توان کم یا برای حفاظت مدارهای کنترل و فرمان و تأسیسات برقی به منظور حفاظت در برابر اضافه بار یا اتصال کوتاه استفاده می‌شود. جریان قطع اتصال کوتاه این کلیدها معمولاً چندان بالا نیست. قدرت قطع کلیدهای مینیاتوری در حد ۱/۵، ۳، ۶ و ۱۰ کیلوآمپر است. مقادیر حداقل سطح مقطع برای روشنایی و پریز به ترتیب ۱/۵ و ۲/۵ است. برای انتخاب کلید هم باید این تناسب رعایت شود؛ از این رو، حداقل سطح مقطع هادی روشنایی ۱/۵ میلی‌متر مربع و حداقل جریان کلید مینیاتوری آن، ۱۰ آمپر بوده و این مقدار برای هادی پریز ۲/۵ میلی‌متر مربع با حداقل کلید مینیاتوری ۱۶ آمپر می‌باشد. در صورتیکه مقدار جریان نامی کلید مینیاتوری به اندازه ای باشد که احتمال آسیب به سیم، کلید و پریز و... وجود داشته باشد؛ باید یا جریان نامی کلید مینیاتوری را کاهش داد یا اینکه از سیم با سطح مقطع بالاتر و یا کلید و پریز با حداقل جریان بالاتر استفاده کرد. برای کلید اصلی ورودی واحدهای مسکونی از کلید مینیاتوری ۲۵ آمپری استفاده می‌شود.



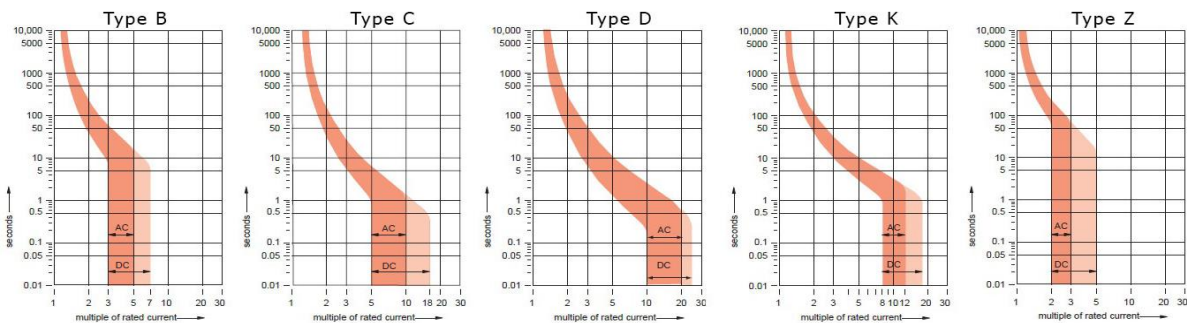
شکل ۴۱-۱) ساختمان کلید مینیاتوری

در ستینگ جریانی کلیدهای مینیاتوری، علاوه بر دقت در انتخاب از روی منحنی، به تیپ کلید (براساس کاربرد) نیز باید توجه داشت. در انتخاب جریان اتصال کوتاه، طبیعتاً بالاترین ضریب جریان نامی کلید در محدوده عملکرد برای هر تیپ انتخاب می‌شود. کلیدهای مینیاتوری در ۵ تیپ زیر ساخته می‌شود:

- روشنایی (B): کلید مینیاتوری نوع B عموماً در مصارف خانگی و روشنایی کاربرد دارد. این کلیدها در جریان اضافه بار بین ۳ تا ۵ برابر جریان نامی در زمان مشخص، مدار را قطع می‌کنند و حساسیت مناسبی برای کاربردهای عادی خانگی دارند. این کلید به کلید مینیاتوری تندکار نیز معروف است.

- موتوری (C): کلید مینیاتوری نوع C بیشتر کاربرد صنعتی دارد. این کلیدها در جریان اضافه بار بین ۵ تا ۱۰ برابر جریان نامی در زمان مشخص، مدار را قطع می کنند و زمان قطع این تیپ از تیپ B بیشتر است. این کلید به کلید مینیاتوری کندکار نیز معروف است.
- ترانسفورماتوری (D): کلید مینیاتوری نوع D برای مصارف صنعتی خاص (مانند مولد های اشعه ایکس و یا ترانسفورماتورها) استفاده می شوند. این کلیدها در جریان اضافه بار بین ۱۰ تا ۲۰ برابر جریان نامی در زمان مشخص، مدار را قطع می کنند و زمان قطع شان از تمامی تیپها بیشتر است.
- قدرت (K): کلید مینیاتوری نوع K برای حفاظت در مدارات قدرت، ترانسفورماتور و موتورها استفاده می شود. در این نوع کلید حد جریان برای قطع در موارد اضافه بار کمتر از سایر کلیدهاست و هنگام به وجود آمدن اضافه بار مدار را سریعتر قطع می کنند، ولی در موارد اتصال کوتاه منحنی قطع این نوع کلیدها بین تیپ D و C می باشد.
- بسیار حساس (Z): این نوع از کلید مینیاتوری هنگامی که جریان عبوری از جریان نامی بیشتر شود در یک مدت زمان خاص (که از تمامی تیپها کمتر است) طبق منحنی قطع، فرمان قطع را صادر می کند. حساسیت این نوع از کلیدها، هم در مواقع اضافه بار و هم اتصال کوتاه از تمامی تیپهای دیگر بیشتر است و در صورت بروز خطا مدار را سریعتر قطع می کند. بنابراین کاربرد این نوع کلید در مدارات با حساسیت بالا می باشد.

زمان قطع این تیپهای پنجگانه کلید مینیاتوری به ترتیب (از سریعترین) عبارت است از: Z، B، C، K و D.



شکل ۴۲-۱) منحنی های کلید مینیاتوری

**نکته ۴-۴)** در تأسیسات برقی جدید استفاده از کلیدهای مینیاتوری نوع پیچی که بجای فیوز، در پایه فیوز نصب می شوند، ممنوع است. پرسش ۵-۴) **نظارت-اجرا** کدامیک از گزینه های زیر درباره قدرت قطع یک کلید خودکار مینیاتوری با جریان نامی ۲۵ آمپر صحیح است؟ (اسفند ۹۵ نظارت «ع»)

- الف) ۲۵ A (ب) ۶ kA (ج) ۲۵۰ A (د) ۵۰۰ A

**پاسخ)** فقط در گزینه ب جریان در حد کیلو آمپر است.

پرسش ۶-۴) **نظارت-اجرا** کلید مینیاتوری مناسب برای سیستم روشنایی و پریزهای برق در واحدهای تجاری و آموزشی، به ترتیب برابر چند آمپر است؟ (شهریور ۹۱ «ع۷»)

- الف) ۱۰-۱۰ آمپر (ب) ۱۰-۱۶ آمپر (ج) ۱۶-۱۶ آمپر (د) ۲۰-۱۶ آمپر

**پاسخ)** گزینه ب صحیح است.

پرسش ۷-۴) **مشترک** در کدامیک از گزینه های زیر کلید مینیاتوری یک مدار روشنایی تک فاز می تواند از ۱۰ آمپر بیشتر باشد؟ (اسفند ۹۵ طراحی «د»)

(از ضرایب کاهش باردهی کلیدهای مینیاتوری صرف نظر می شود).

الف) استفاده از کلید مینیاتوری بالاتر از ۱۰ آمپر برای مدار روشنایی به طور کلی ممنوع است.

ب) در صورتی که مصرف روشنایی یک کلید تک پل یا دو پل از ۱۰ آمپر تجاوز نکند، در این حالت مجموع مصارف بیش از ۱۰ آمپر مدار روشنایی مانعی ندارد.

ج) در صورتی که مقطع سیم مدار روشنایی با کلید تک پل یا دو پل مناسب با آمپراژ کلید مینیاتوری بالاتر از ۱۰ آمپر باشد.

د) در صورتی که مدار روشنایی از طریق یک کلید گردان با آمپراژ بالاتر از ۱۰ آمپر با مقطع سیم یا کابل مناسب از تابلوی برق کنترل شود.

**پاسخ)** حداقل سطح مقطع هادی روشنایی ۱/۵ میلی متر مربع و جریان کلید مینیاتوری آن، ۱۰ آمپر است. اگر کلید همراه کلید مینیاتوری قابلیت هدایت جریان بیش از ۱۰ آمپر را داشته و هادی شبکه به همین ترتیب جوابگوی این جریان باشد، کلید مینیاتوری می تواند دارای جریان بیش از ۱۰ آمپر باشد.

گزینه د صحیح است.

پرسش ۸-۴) **نظارت-اجرا** کلید مینیاتوری برای حفاظت یک مدار شامل پریزهای A ۱۶ تکفاز استفاده شده در واحدهای مسکونی، چند آمپر باید باشد؟ (اسفند ۹۵ نظارت «۷») (از ضرایب کاهش باردهی کلیدهای مینیاتوری صرفنظر می‌شود).

الف) بر حسب نیاز ممکن است از A ۱۶ نیز بیشتر باشد.  
 ب) باید A ۱۶ باشد.  
 ج) نباید از A ۱۶ بیشتر باشد.  
 د) داده‌ها برای حل مسئله کافی نیست.  
**پاسخ** حداقل جریان نامی پریزهای یک‌فاز باید حداقل ۱۶ آمپر بوده، در صورت استفاده از کلید مینیاتوری با جریان بیش از ۱۶ آمپر برای این پریز، امکان عبور جریان بیش از ۱۶ آمپر از پریز وجود داشته و احتمال آسیب به آن وجود دارد.  
 گزینه ج صحیح است.

پرسش ۹-۴) **مشترک** یک مدار تغذیه شده در یک واحد مسکونی، با کلید مینیاتوری از تابلوی برق شامل ۳ عدد پریز تکفاز ۱۶ آمپر در نظر بگیرید. چنانچه مصرف برق هر پریز ۲ آمپر باشد، کدامیک از گزینه‌های زیر درباره آمپراژ کلید مینیاتوری صحیح است؟ (اسفند ۹۵ طراحی «۱۸») (از ضرایب کاهش باردهی کلیدهای مینیاتوری صرفنظر می‌شود).

الف) آمپراژ کلید مینیاتوری نباید از ۱۶ آمپر بیشتر باشد.  
 ب) آمپراژ کلید مینیاتوری نباید از ۲۵ آمپر بیشتر باشد.  
 ج) آمپراژ کلید مینیاتوری باید ۱۰ آمپر باشد.  
 د) آمپراژ کلید مینیاتوری باید ۶ آمپر باشد.  
**پاسخ** کلیدهای مینیاتوری برای روشنایی و پریز به ترتیب ۱۰ و ۱۶ آمپر هستند. با توجه به اینکه ۳ پریز ۲ آمپری وجود دارد و جریان کل از ۶ آمپر تجاوز نمی‌کند، یک کلید مینیاتوری ۱۶ باید نصب شود. دقت شود که حداقل جریان قابل تحمل پریزها ۱۶ آمپر است، پس کلید مینیاتوری ۱۶ آمپری مشکلی ایجاد نمی‌کند. کلید مینیاتوری ۱۰ آمپری برای روشنایی است.  
 گزینه الف صحیح است.

**نکته ۵-۴)** معمولاً، در جریان‌های بیش از ۵۰ آمپر، از کلید مینیاتوری استفاده نمی‌شود و بجای آن از MCCB استفاده می‌شود. از بعضی از انواع کلیدهای خودکار می‌توان به عنوان کلید مجزا کننده نیز استفاده کرد، در این صورت شرط زیر باید برقرار باشد: استاندارد که کلید طبق آن ساخته شده است قابل قبول باشد و اجازه این کار را صریحاً داده باشد (آئین‌نامه ۱۳-۲-۶-۵-۵). **تبصره ۱:** از کلیدهای خودکار مینیاتوری می‌توان به عنوان کلید مجزا کننده استفاده کرد. **تبصره ۲:** از کلیدهای خودکار مینیاتوری نباید به عنوان کلید کنترل مدار (قطع و وصل) استفاده کرد.

پرسش ۱۰-۴) **مشترک** کدام عبارت در مورد کلیدهای خودکار مینیاتوری صحیح است؟ (خرداد ۸۲ «۲۷»)

الف) از کلیدهای خودکار مینیاتوری می‌توان به عنوان کلید مجزاکننده استفاده نمود.  
 ب) از کلیدهای خودکار مینیاتوری می‌توان به عنوان کلید کنترل مدار (قطع و وصل چراغ‌ها) استفاده نمود.  
 ج) از کلیدهای خودکار مینیاتوری نمی‌توان به عنوان کلید مجزا کننده استفاده نمود.  
 د) موارد الف و ب هر دو مورد درست است.  
**پاسخ** طبق تبصره ۱ آیین‌نامه فوق، گزینه الف صحیح است.

**نکته ۶-۴)** چنانچه کلید مجزا کننده از محل فیزیکی وسیله یا دستگاه تغذیه شونده قابل رویت نباشد، باید یک کلید مجزا کننده دیگر را که دارای مشخصات کلید مجزا کننده ذکر شده در بالا باشد، به صورت تکی و مجزا در نزدیک‌ترین محل مناسب از دستگاه نصب کرد (آیین‌نامه ۱۳-۲-۶-۴-۵).

پرسش ۱۱-۴) **نظارت-اجرا** مناسب‌ترین وسیله نصب شده برای قطع و وصل یک کولر در بام و در مجاورت کولر چه می‌باشد؟ (اسفند ۹۵ نظارت «۱۴»)

الف) ایزولاتور تک پل واترپروف با بدنه آلومینیوم دایکاست با دسته اهرمی و یا گردان  
 ب) ایزولاتور سه پل واترپروف با بدنه آلومینیوم دایکاست با دسته اهرمی و یا گردان  
 ج) کلید مینیاتوری سه پل  
 د) کلید مینیاتوری تک پل

**پاسخ** طبق تبصره ۲ آئین‌نامه فوق، گزینه‌های ج و د اشتباه است. در محل کولر، نیاز به کلید جداکننده (ایزولاتور) هست چرا که کلید مینیاتوری در داخل خانه قابل رویت نیست. با توجه به اینکه کولر نیاز به کنترل پمپ آب، دور کند و دورتند دارد، پس باید کلید سه پل مورد استفاده قرار گیرد. چرا که حین سرویس کاری، باید نزدیک کولر (در پشت بام) یک کلید قطع کننده باشد تا با قطع آن، اگر کسی، بدون اطلاع، مدار را وصل کرد، تعمیرکار دچار برق گرفتگی نشود.

گزینه ب صحیح است.

پرسش ۱۲-۴ (نظارت-اجرا) از کدام یک از وسایل تابلویی زیر می‌توان به عنوان کلید قطع و وصل مدار روشنایی استفاده کرد؟ (مهر ۹۹ نظارت «۲۵»)

الف) کلید خودکار مینیاتوری (ب) کلید گردان (ج) فیوز (د) هر سه گزینه صحیح است  
پاسخ) طبق تبصره ۲، از کلید مینیاتوری نباید به عنوان وسیله قطع و وصل مدار استفاده شود (گزینه الف اشتباه است). فیوز هم اساساً، کلید و وسیله قطع و وصل نیست (گزینه ج اشتباه است).  
گزینه ب صحیح است.

## ۴-۵ کلید جریان باقیمانده

کلید RCD که به آن کلید محافظ نشتی جریان (RCCB) نیز می‌گویند؛ نوعی کلید است که با مقایسه جریان سیم‌های رفت و برگشت، در صورتی که اختلافی بین جریان رفت و برگشت وجود داشته باشد، مدار را قطع می‌کند. در حالت عادی، جریان رفت با جریان برگشت برابر است، اما اگر به هر دلیلی جریان بین سیم فاز و نول (در مدارهای تکفاز) اختلاف داشته باشد، کلید RCD عمل خواهد کرد. وجود این اختلاف ممکن است بر اثر اتصال بدنه‌ی یکی از دستگاه‌های الکتریکی باشد که در آن جریان الکتریکی به جای برگشتن از راه سیم نول از راه زمین به منبع برمی‌گردد که اصطلاحاً می‌گویند جریان نشت پیدا کرده است. این دستگاه، جریان‌های نشتی کوچکی را که توسط فیوز شناسایی نمی‌شوند اما می‌توانند زمینه‌ساز آتش‌سوزی یا برق‌گرفتگی شوند، شناسایی کرده و مدار را در چند دهم یا صدم ثانیه قطع می‌کند.

پرسش ۱-۶ (نظارت-اجرا) در یک سیستم نیروی TN-S چنانچه در ورودی یک تابلوی برق آپارتمان مسکونی از کلید خودکار مینیاتوری و کلید RCD استفاده شود، در صورت اتصال سیم نول و ارت داخل یک پریز کدام یک از گزینه‌های زیر صحیح است؟ (شهریور ۹۵ «۴۴»)

الف) هیچگونه اتفاقی برای برق واحد مسکونی صورت نمی‌گیرد.

ب) کلید برق واحد مسکونی توسط کلید RCD قطع می‌گردد.

ج) کلید خودکار مینیاتوری مدار پریز مربوطه قطع می‌گردد.

د) کل برق واحد مسکونی توسط کلید خودکار مینیاتوری و ورودی قطع می‌گردد.

پاسخ) با توجه به ماهیت عملکرد RCD، که براساس اختلاف جریان ورودی و خروجی کار می‌کند، بدلیل وجود جریان برگشتی از هادی نول به حفاظتی، جمع برداری جریان مساوی صفر نبوده و این برای عملکرد RCD کافی است.  
گزینه ب صحیح است.

جریان نشتی جریانی است که بین مداری که از نظر الکتریکی آسیب ندیده است با زمین یا بدنه‌های هادی بیگانه، برقرار شود. این جریان ممکن است دارای مؤلفه‌ای خازنی باشد که شامل جریان‌های مربوط به خازن‌هایی است که به‌صورت طبیعی در مدار موجود می‌باشد (آئین‌نامه ۱۳-۲-۳-۲۶). جریان نشتی ممکن است از راه بدن فردی که با زمین تماس دارد و تصادفاً دستش با قسمت برقدار مدار تماس پیدا کرده است به وجود آید، کلیدهای RCD بگونه‌ای طراحی می‌شوند که پیش از آسیب‌رسیدن به فرد مدار را قطع می‌کنند. این کلیدها برای قطع مدار در برابر اضافه‌بار و اتصال کوتاه طراحی نشده‌اند. گونه دیگری از این کلیدها که افزون بر جریان نشتی به اضافه‌بار و اتصال کوتاه هم واکنش نشان می‌دهند RCBO نامیده می‌شوند.

پرسش ۲-۶ (مشترک) کدام گزینه در مورد جریان نشتی صحیح است؟ (بهمن ۹۷ طراحی «۴۹»)

الف) جریانی است که بین مداری که از نظر الکتریکی سالم است با زمین یا بدنه‌های بیگانه برقرار می‌شود.

ب) جریان نشتی ممکن است شامل جریان‌های مربوط به خازن‌های طبیعی بین هادی‌های مدار برق نیز باشد.

ج) جریانی است که بین مداری که از نظر الکتریکی آسیب دیده با زمین یا بدنه‌های بیگانه برقرار شود.

د) گزینه‌های الف و ب صحیح است.

پاسخ) طبق توضیحات فوق، گزینه د صحیح است.

از انواع کلیدها یا وسایل حفاظتی جریان باقیمانده می‌توان برای قطع مدار تغذیه در صورت تماس یکی از هادی‌های برقدار مدار با یکی از موارد زیر استفاده نمود: الف) بدنه‌های هادی لوازم و تجهیزات برقی ب) هادی‌های بیگانه که در تماس با زمین می‌باشند پ) هرگونه نشست جریان از مدار به زمین (آیین‌نامه ۱۳-۶-۲-۱).

**پرسش ۳-۶) نظارت-اجرا** کلید حفاظتی جریان باقی مانده، در صورت تماس یکی از هادی‌های برقدار با کدام مورد، ممکن است کارایی نداشته باشد؟ (شهریور ۹۱ «۲۰»)

- الف) هادی بیگانه  
ب) هادی برقدار دیگر  
ج) بدنه ی هادی تجهیزات برقی  
د) زمین و برقراری جریان نشستی
- پاسخ)** طبق توضیحات فوق، گزینه ب صحیح است.

شدت جریان باقی مانده عامل این نوع وسایل حفاظتی بر حسب مورد استفاده می‌تواند در حد چند میلی‌آمپر تا چند آمپر باشد. از انواع کلیدها یا وسایل حفاظتی جریان باقی مانده به شرطی که جریان باقی مانده عامل آن‌ها بیشتر از ۳۰ میلی‌آمپر نباشد، در شرایط عادی و مصارف معمولی می‌توان به عنوان وسیله حفاظتی در برابر برق گرفتگی در صورت تماس غیرمستقیم<sup>۱</sup> استفاده کرد (آیین‌نامه ۱۳-۶-۲-۲-۶).

**پرسش ۱-۴) مشترک** در سیستم نیروی TN-S چنانچه از قطع برقی که از طریق کلید خودکار یا فیوز تغذیه می‌شود اطمینان حاصل نشود، کدام یک از گزینه‌های زیر برای تامین ایمنی در برابر برق گرفتگی صحیح می‌باشد؟ (مهر ۹۸ طراحی «۳۴»)

- الف) فقط همبندی کمکی  
ب) استفاده از وسایل حفاظتی جریان تفاضلی و هم بندی کمکی  
ج) استفاده از کلید خودکار اتوماتیک محدود کننده جریان  
د) گزینه‌های الف و ب هر دو صحیح است

**پاسخ)** طبق آیین نامه پ ۱-۲-۸-۵ (در فصل چهارم ارائه شد)، چنانچه کوچکترین شکی به کارایی وسایل حفاظتی نباشد، باید از همبندی اضافی استفاده کرد. طبق آیین نامه های ۱۳-۶-۲-۶-۱ و ۱۳-۶-۲-۶-۲، از کلید جریان تفاضلی (باقیمانده) می‌توان برای تامین ایمنی در برابر برق گرفتگی استفاده کرد. گزینه ب صحیح است.

از انواع کلیدها یا وسایل حفاظتی گفته شده در آیین‌نامه ۱۳-۶-۲-۶-۲ می‌توان در شرایط عادی برای حفاظت در برابر برق گرفتگی در تماس مستقیم (تماس مستقیم بدن با یک هادی برق دار) فقط به عنوان یک حفاظت اضافی استفاده کرد (بند ج آیین‌نامه ۱۳-۶-۲-۱-۲)؛ یعنی به صرف استفاده از این وسایل نمی‌توان از دیگر خواسته‌های مقررات صرف نظر کرد؛ بعنوان مثال در برخی موارد، مانند تماس هم‌زمان با دو هادی فاز یا یک هادی فاز و هادی خنثی این کلیدها ممکن است کارایی نداشته باشند (آیین‌نامه ۱۳-۶-۲-۶-۳).

**پرسش ۴-۶) مشترک** کدام یک از گزینه‌های زیر در خصوص کلید جریان باقیمانده با جریان عامل ۳۰ میلی‌آمپر صحیح است؟ (اردیبهشت ۹۷ طراحی «۱۲»)

- الف) می‌توان از این کلید به عنوان وسیله حفاظتی در برابر برق گرفتگی در صورت تماس مستقیم در بعضی موارد استفاده کرد.  
ب) می‌توان از این کلید به عنوان وسیله حفاظتی در برابر برق گرفتگی در صورت تماس غیر مستقیم استفاده کرد.  
ج) گزینه‌های الف و ب هر دو صحیح است.  
د) هیچکدام

**پاسخ)** در تماس مستقیم از RCD فقط به عنوان یک حفاظت اضافی استفاده کرد، مثلاً در تماس هم‌زمان با دو هادی فاز یا یک هادی فاز و هادی خنثی این کلیدها ممکن است کارایی نداشته باشند (گزینه الف صحیح است). از RCD می‌توان در شرایط عادی برای حفاظت در برابر برق گرفتگی در تماس غیرمستقیم، در صورتی که جریان خطا از ۳۰ میلی‌آمپر تجاوز نکند، استفاده کرد (گزینه ب صحیح است). گزینه ج کاملترین پاسخ می‌باشد.

## ۵-۵ مطالب مورد نیاز

به منظور تسلط کامل به مطالب این فصل، نیاز به مطالعه سرفصل‌های زیر و تسلط کامل به آنهاست:

<sup>۱</sup> قسمت‌های هادی‌ای است که جزء تأسیسات الکتریکی نمی‌باشد، ولی قادر است پتانسیلی را که معمولاً پتانسیل زمین است در معرض تماس قرار دهد و در اثر بروز اتصالی برقدار گردد، مانند اسکلت فلزی (۱۳-۲-۳-۱۱ صفحه ۶)

<sup>۲</sup> تماس اشخاص و حیوانات با بدنه‌های هادی‌ای است که در شرایط بروز اتصالی، برقدار شده‌اند (۱۳-۲-۳-۲۹)

- 
- کلیدهای تابلوهای ولتاژ پایین (LV)
  - کلیدهای خودکار (اتوماتیک)
  - کلید حفاظت موتوری (MPCB)
  - کلیدهای خودکار مینیاتوری (MCB)
  - فیوزها
  - کلیدهای مغناطیسی (کنتاکتور)
  - رله حرارتی (بیمتال)
  - کلید جریان باقیمانده (RCD)
  - کلید یا تابلوی تبدیل اتوماتیک
  - ساختمان و طراحی تابلو LV
  - تنظیم کلیدها
  - عملکرد کلید در حضور خازن
  - مبنای انتخاب قدرت قطع و آمپراژ کلیدها براساس منابع انرژی
  - تعیین قدرت قطع کلیدها در منابع و بارها
  - ستینگ جریانی کلیدها
- در مجموعه آموزشی آماده شده در آکادمی کریمی این فصل، علاوه بر توضیحات کامل شامل ۱۷۷ پرسش و ۶۰ نکته طلایی است.



# سیستم های جریان ضعیف

## ۷-۱ سیستم اعلام حریق

مجموعه‌ای از تجهیزات است که در کنار هم وظیفه کشف حریق در ساختمان و اعلام و مقابله با آن را برعهده دارند. سیستم اعلام حریق از سه بخش زیر تشکیل شده است:

**الف) سنسور یا آشکارساز (دکتور) یا شستی:** این ادوات برای شناسایی و تشخیص بروز حریق و ارسال سیگنال‌های مشخص و معنی‌داری استفاده می‌شود.

**ب) مرکز اعلام حریق (FACP):** مغز متفکر سیستم اعلام حریق است که دریافت سیگنال وقوع حریق، شناسایی محل و سایر اطلاعات به آن و ارسال سیگنال برای اعلان حریق را برعهده دارد.

**ج) تجهیزات اعلام حریق:** تجهیزات خروجی سیستم بوده که وظیفه اطلاع‌رسانی بروز حریق را برعهده دارند.

- آژیر: معمولاً آژیرها دارای صدای ۱۰۰-۱۰۵ dB در فاصله ۱ متر هستند. حداقل صدای لازم می‌بایست ۶۵dB و ۵۵dB بالای نویز محیط باشد؛ یعنی برای محیط ۵۰dB، مقدار ۶۵dB کافی است؛ اما برای محیط ۷۰ dB باید ۷۵ dB باشد.

- چراغ‌های گردان: در محیط‌های دارای نویز بالا یا در محیط‌هایی که افراد ناشنوا وجود دارند، از چراغ‌های گردان استفاده شود. چراغ‌ها

در دو نوع چشمک‌زن و دائم (گردان) هستند.

## ۷-۱-۱ انواع دکتورها

**الف) دکتور دودی:** براساس ذرات معلق در هوا عمل می‌کنند. در جاهایی استفاده می‌شوند که درصد تولید ذرات معلق نسبت به حرارت بیشتر است. این دکتور دارای سه نوع است که در ادامه به معرفی کامل آن خواهیم پرداخت.

الف-۱) دکتور دودی نوری یا اپتیکی یا فتوالکتریک: شامل یک منبع نور مادون قرمز یا ماوراء بنفش و یک گیرنده در داخل آن است. وجود دود باعث انحراف نور به سمت گیرنده می‌شود. دکتور نوری، پرکاربردترین نوع دکتور دودی می‌باشد و به جز در موارد خاص، از این نوع دکتور استفاده می‌شود.

- کاربرد: تشخیص آتش پنهان که هنگام شروع حریق شعله پنهان ولی دود غلیظی دارد. نوع تقویت شده دکتور دودی نوری (لیزری)،

توانایی شناسایی هر دو آتش سریع و پنهان را دارد.

- ایراد: احتمال واکنش به گرد و خاک، دود سیگار و بخار آب توسط آن وجود دارد.

الف-۲) دکتور دودی یونیزاسیون: شامل یک محفظه فرستنده و مرجع رادیوم موجود بین دو محفظه است که مولکول‌های هوا را یونیزه می‌کند و موجب برقراری جریان ضعیفی می‌شود. اجزای دود وارد محفظه شده، به یون‌ها می‌چسبند و حرکت آن‌ها را کند می‌کند و باعث کاهش جریان و ارسال آلام می‌شود. مزیت این دکتور، تشخیص آتش سریع بوده و دارای حساسیت بالایی است هر چند گاهی پیام خطا نیز می‌دهد.

- کاربرد: مناسب برای آتش قابل رویت حتی با دود رقیق.

- ایراد: دارای آلودگی محیط زیست بوده که منجر به استفاده کمتر از آن شده است.

الف-۳) دکتور دودی شعاعی (خطی یا پرتوافکن): اساس کار همانند دکتور نوربست؛ با این تفاوت که دیگر فرستنده و گیرنده در یک محفظه قرار ندارند. در این دکتور، نور توسط یک فرستنده تولید می‌شود و به سمت مقابل که دارای گیرنده است، تابیده و توسط گیرنده دریافت می‌شود.

- کاربرد: مناسب برای آشکارسازی نقطه‌ای در فضاهای بزرگ مانند کتابخانه، سوله و انبار.
- ویژگی‌ها:

- فاصله گیرنده و فرستنده تا ۱۰۰ متر است.
- عرض پوشش تا ۱۵ متر است.
- حداکثر مساحت تحت پوشش این دتکتورها ۱۵۰۰ مترمربع است
- در نوع دیگر بجای گیرنده از یک منعکس کننده (آینه) استفاده می‌شود.

• ایراد:

- اگر وسیله‌ای در فاصله بین فرستنده و گیرنده قرار گیرد (مانند پرنده)، باعث خطا می‌شود؛ به همین دلیل باید در ارتفاع نصب شود.
- دارای دقت کمتری از دتکتور نوری است.
- اگر حرارت محیط زیاد شود یا ساختمان بلرزد، به خطا می‌افتد.
- به دلیل آلوده کردن محیط زیست کمتر استفاده می‌شود.

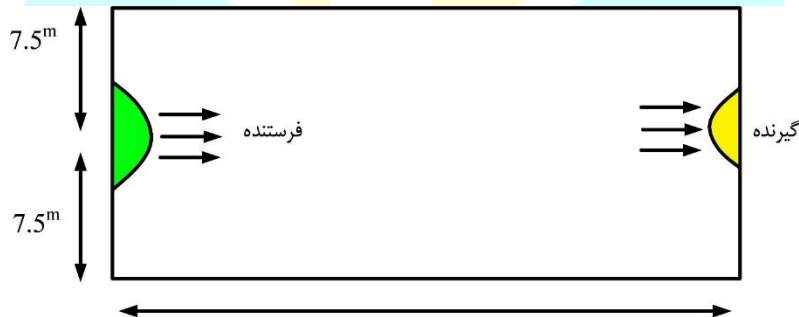


(ج) خطی

(ب) یونیزاسیون

(الف) نوری

شکل ۴۳-۱) شکل پیوست ۴-۸- دتکتور دودی



Max = 100m

شکل ۴۴-۱) شکل پیوست ۴-۹- فواصل طولی و عرضی دتکتور دودی شعاعی

پرسش ۱-۵) **مشترک** حداکثر فاصله بین فرستنده و گیرنده دتکتورهای شعاعی خطی چند متر می‌باشد؟ (اسفند ۹۱ «۹»)

(الف) ۱۰ متر (ب) ۱۵ متر (ج) ۲۵ متر (د) ۱۰۰ متر

**پاسخ**) طبق ویژگی‌های گفته شده، گزینه د صحیح است.

پرسش ۲-۵) **طراحی** سالنی به ابعاد ۶×۱۵۰ مفروض است، حداقل تعداد دتکتورهای شعاع خطی مورد نیاز برای این سالن چه

تعداد می‌باشد؟ (بهمن ۹۷ طراحی «۴۲»)

(الف) ۴ عدد (ب) ۱۰ عدد (ج) ۸ عدد (د) ۶ عدد

**پاسخ**) ناحیه پوشش دتکتور شعاعی ۱۰۰ متر بود، با توجه به اینکه در این پرسش طول ۱۵۰ متر است، این سالن به دو ناحیه ۷۵ متری تقسیم می‌شود؛ که برای هر کدام ۴ دتکتور باید نصب شود چرا که حداکثر فاصله بین دتکتورها ۱۵ متر و فاصله بین دتکتور و دیوار ۷/۵ متر است. گزینه ج صحیح است.

**(ب) دتکتور حرارتی:** این دتکتورها بر اساس تغییر درجه حرارت محیط کار می‌کنند و سطح پوشش کمتری نسبت به دتکتورهای دودی دارند و در دو نوع ثابت و نرخ افزایشی ساخته می‌شود.

ب-۱) درجه حرارت ثابت: در این نوع دتکتور، زمانی که درجه حرارت به مقدار معینی می‌رسد، عمل می‌کند. • ویژگی‌ها

○ مناسب برای استفاده در دمای ۵۷ تا ۱۹۰ درجه فارنهایت (۱۴ تا ۸۷ درجه سانتی‌گراد)

○ قابلیت اطمینان بالا

• کاربرد: مناسب برای محل‌هایی مانند موتورخانه، آشپزخانه (بالای اجاق گاز)، آزمایشگاه، اتاق بویلر و پارکینگ (علاوه بر دتکتور حرارتی از دتکتور نشت یاب گاز در آشپزخانه نیز استفاده می‌شود).

• ب-۲) نرخ افزایشی درجه حرارت (ROR): این نوع بر اساس نرخ افزایشی درجه حرارت از مقدار معین عمل می‌کند. • ویژگی‌ها

○ سرعت عملکرد بالاتر نسبت به نوع درجه حرارت ثابت

○ قابلیت اطمینان متوسط (در تغییرات آرام یا ناگهانی دچار خطا می‌شود)

• کاربرد: در پارکینگ‌ها (به خاطر وجود دود زیاد)، موتورخانه‌ها (در صورت وجود بخار آب)



ب) نرخ افزایشی



الف) ثابت

شکل ۴۵-۱) (شکل پیوست ۴-۱۰- دتکتور دودی

پرسش ۳-۵) **مشترک** کدام آشکارساز (دتکتور) برای فضای آشپزخانه مناسب می‌باشد؟ (پهن ۸۳ «۱۴»)

ب) آشکارساز دودی یونیزاسیون

الف) آشکارساز دودی فتوالکترونیک

د) آشکارساز حرارتی حساس به سرعت افزایش درجه حرارت

ج) آشکارساز حرارتی حساس به ماکزیمم درجه حرارت

**پاسخ)** در فضای آشپزخانه، بخار آب و دود به مقدار زیاد وجود دارد؛ پس، نمی‌توان از آشکارسازی دودی استفاده کرد؛ بنابراین، گزینه‌های الف و ب اشتباه است. همچنین، نمی‌توان از دتکتور حساس به سرعت افزایش دما استفاده کرد؛ زیرا ممکن است، به دلیل افزایش دما با شیب کم، تا ساعت‌ها عمل نکنند؛ از این رو، گزینه د نیز اشتباه است. فقط می‌توان از دتکتور حرارتی حساس به ماکزیمم درجه حرارت یا المانی استفاده کرد که علاوه بر ویژگی ماکزیمم درجه حرارت، حساس به سرعت افزایش درجه حرارت نیز باشد. گزینه ج صحیح است.

**ج) دتکتور ترکیبی:** این دتکتورها شامل دو طبقه هستند که یکی به عنوان دتکتور حرارتی و دیگری به عنوان دتکتور دودی عمل می‌کند و در محل‌هایی که هم امکان وجود دود و هم حرارت وجود دارد به کار می‌روند. • ویژگی‌ها: سعی شده تمام محاسن دو دتکتور دودی و حرارتی در آن لحاظ شود. • کاربرد: کتابخانه‌ها و اتاق‌های بایگانی.

**د) دتکتور شعله:** این دتکتورها امواج نوری غیرقابل رؤیت را که به وسیله شعله آتش منتشر می‌شوند را تشخیص داده و فعال می‌شوند. این دتکتورها دارای زاویه دید مشخصی هستند که هنگام طراحی و کاربرد باید به آن توجه نمود. در واقع، این نوع آشکارسازها جهت تشخیص شعله آتش و با توجه به نوع اشعه ساطع شده از آن مورد استفاده قرار می‌گیرند که ممکن است این اشعه‌ها قابل رؤیت یا غیر قابل رؤیت توسط چشم انسان باشد. این دتکتور در سه گروه مادون قرمز (IR)، ماوراء بنفش (UV) و مرکب (IR/UV) ساخته می‌شود. • ویژگی‌ها:

○ دارای قیمت بالا، سرعت پاسخگویی سریع و اشتباه کمی هستند.

○ نسبت به نور حساس‌اند و در برابر نور چراغ و خورشید نباید قرار گیرند.

• کاربرد:

- در محل‌هایی که امکان وقوع حریق به صورت شعله هست و دود وجود ندارد استفاده می‌شود؛ مانند حریق‌های الکلی.
- محیط‌های صنعتی
- در مکان‌های بیرونی به دلیل عدم تجمع دما و دود در آن‌ها، مانند پمپ بنزین



شکل ۴۶-۱) دتکتور ترکیبی



جدول ۶-۱) دتکتور شعله

**ه) دتکتور گازی:** بر اساس نیاز در محل، حساس به نشتی گازهای قابل اشتعال (مانند CNG و LPG) و گازهای خفه‌کننده (مانند دی اکسید کربن) هستند.

• ویژگی‌ها

○ سرعت عملکرد بالا

○ قابلیت اطمینان بالا

• کاربرد: مناسب برای محل‌هایی که احتمال نشت گاز وجود دارد مانند آشپزخانه و معادن

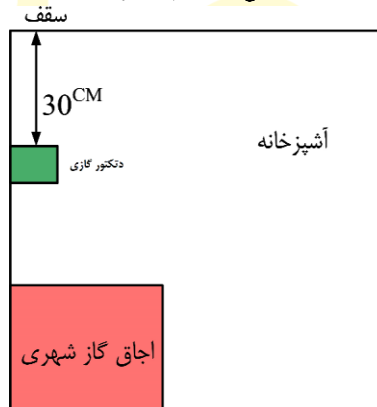
**ر) دتکتور کابلی:** این دتکتورها جهت مکان‌هایی طراحی گردیده است که عبور انسان دشوار، غیر ممکن و یا حادثه خیز می‌باشد و یا امکان نصب انواع دیگر دتکتورها وجود ندارد. در طول مسیر حفاظت وجود یک نقطه داغ در روی کابل باعث عملکرد دتکتور می‌گردد. مجموع مقاومت انتهای خط و مقاومت سیم با در نظر داشتن سطح مقطع سیم و طول مسیر مقدار مشخصی است. در صورت بروز حریق در نقطه ای فرضی، با از دست رفتن خاصیت عایق پلیمر حساس به گرما، دو سیم اتصال کوتاه شده و در نتیجه مقاومت کل مدار تغییر می‌کند. محل حریق بر اساس فاصله و کاهش مقاومت که نسبتی مستقیم با هم دارند توسط کنترلر مخصوص آن مشخص می‌شوند.

• ویژگی: کنترلر مرکزی دتکتور حرارتی کابلی دارای دو نوع آنالوگ و دیجیتال بوده و اتصال آن به پنل‌های مختلف بواسطه وجود رله‌های خروجی هشدار و خطا در عملکرد امکان پذیر می‌باشد.

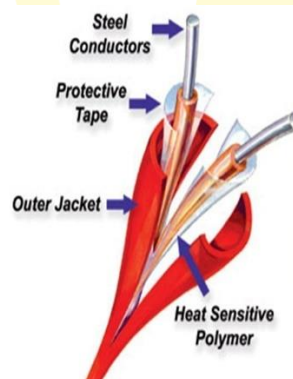
• کاربرد: ترانسفورماتور، خودرو، مخازن سوخت، تونل عبور کابل، تونل جاده و ریلی، کشتی، فرودگاه و مراکز تجاری.



شکل ۴۷-۱) دتکتور گازی



شکل ۴۸-۱) محل دتکتور گازی



شکل ۴۹-۱) دتکتور کابلی

سطح پوشش و حدود عملکرد هر یک از انواع دتکتورها که در استانداردهای معتبر تعیین گردیده، باید توسط طراح رعایت گردد.

$$d_{SD} \leq 0.7979\sqrt{S}$$

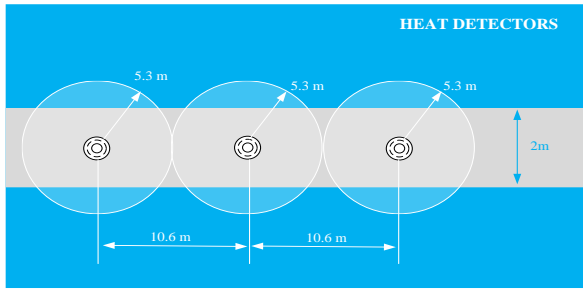
☑ در چیدمان مستطیلی، فاصله دتکتورهای دودی از رابطه زیر به دست می آید:

که در آن S: مساحت تحت پوشش آشکارساز و  $d_{SD}$ : فاصله آشکارسازها در چیدمان مستطیلی است. پوشش دو نوع دتکتور دودی و حرارتی در جدول زیر ارائه شده است.

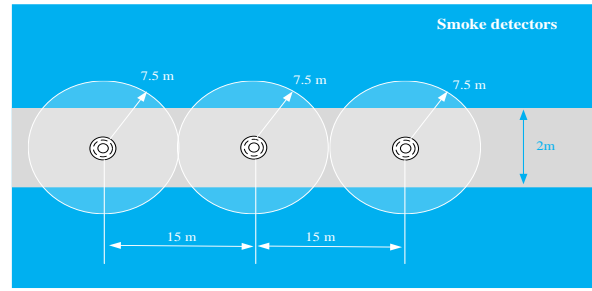
جدول ۷-۱) مقادیر پوششی دتکتورهای دودی و حرارتی در اتاق

نوع دتکتور	شعاع پوشش	فاصله نصب از هم	فاصله از اولین دیوار	مساحت تحت پوشش
دودی (نوری)	۷/۵ متر	۱۰/۵ متر	۵/۳ متر	۱۰۰ متر مربع
حرارتی	۵/۳ متر	۷/۵ متر	۳/۷ متر	۵۰ متر مربع

عواملی مانند جریان هوا، ارتفاع و... سطح پوشش دتکتورها را کاهش می دهد.

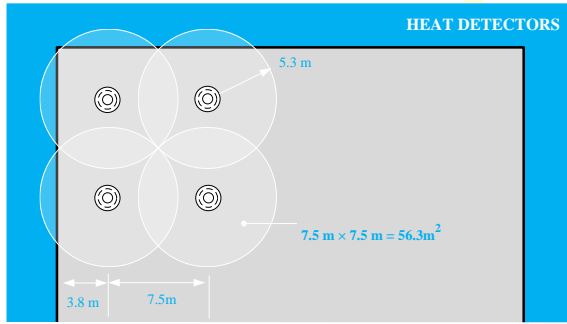


ب) دکتور حرارتی

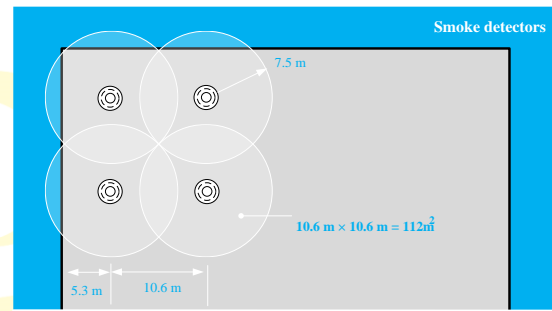


الف) دکتور دودی

جدول ۸-۱) شعاع پوشش دکتورها در سالن



ب) دکتور حرارتی



الف) دکتور دودی

شکل ۵۰-۱) شعاع پوشش دکتورها در اتاق

۲-۱-۷ مراکز اعلام حریق (FACP)

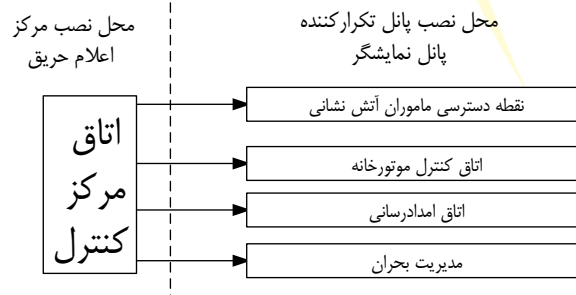
مرکز سیستم اعلام حریق باید در محلی که خارج از دسترس عموم است، نصب شود و به طور شبانه روزی تحت مراقبت افراد کارآموده باشد.

این مرکز در جاهایی مانند اتاق نگهبانی یا سرایه داری نصب می شود.

مرکز اعلام حریق در ساختمان های ویژه حیاتی، بسیار حساس و زیاد مهم در اتاق کنترل و مدیریت ساختمان نصب می شود. در این شرایط نصب پانل تکرار کننده اعلام حریق یا پانل نمایشگر تصویری نشان دهنده محل حریق در محلی نزدیک به نقطه دسترسی مامورین آتش نشانی به ساختمان، اتاق کنترل موتورخانه تاسیسات مکانیکی و نیز در صورت وجود اتاق های امداد رسانی و مدیریت بحران در ساختمان توصیه می شود.



شکل ۵۱-۱) پانل تکرارکننده



شکل ۵۲-۱) محل نصب مرکز اعلام حریق

کلیه مدارهای سیستم اعلام حریق باید مستقل از سایر سیستم ها کشیده شوند و فقط در مواردی که بین مرکز اعلام حریق و ایستگاه آتش نشانی ارتباط وجود دارد، می توان از مدارهای ارتباطی مخابرات برای این منظور استفاده کرد. کلیه مقررات شرکت در این مورد باید رعایت شود.

☑ در برخی ساختمان ها، بدلیل اهمیت آنها، بین سیستم اعلام حریق و با سازمان آتش نشانی ارتباط تلفنی وجود دارد که صرفا در این حالت، کابل های مخابراتی این بخش با هم اجرا می شوند.

در هر ساختمان منطقه بندی حریق باید بر اساس مساحت و کاربری فضاها، اتاق ها و اهمیت آن ها، کارکرد آن ناحیه در کل ساختمان یا میزان پایداری و مقاومت در مقابل حریق و غیره و بر اساس موارد مرتبط در سایر مباحث مقررات ملی ساختمان انجام گیرد، طراحی سیستم اعلام حریق و منطقه بندی سیستم اعلام حریق نیز از منطقه بندی فوق الذکر تبعیت خواهد کرد.

☑ برای سیستم های کشف و اعلام حریق، هر طبقه به عنوان یک منطقه یا زون جدا در نظر گرفته می شود. هر منطقه کشف حریق نباید دارای مساحت بیش از ۲۰۰۰ متر مربع باشد و طول آن در هر جهت نباید از ۶۰ متر تجاوز نماید (برای اسپرینکلرها نیاز به رعایت این اعداد نیست و زون بندی آنها باید مطابق با دستورالعمل مربوط صورت گیرد).

پرسش ۴-۵) **نظارت-اجرا پانل های تکرارکننده سیستم اعلام حریق در چه فضاهایی باید نصب گردد؟ (مهر ۹۶ نظارت «۴۷»)**

الف) اتاق کنترل

ب) اتاق کنترل و اتاق امدادسانی

ج) اتاق کنترل، مخابرات، امدادسانی و نزدیکی نقطه دسترسی مامور آتش نشانی

د) در نزدیکی نقطه دسترسی مامور آتش نشانی

**پاسخ)** طبق آئین نامه پ ۴-۱-۱-۴، گزینه ج صحیح است.

استفاده از سیستم صوتی برای اعلام خطر با توجه به نیاز، زیربنا، شرایط، نوع کاربری و بهره برداری، در ساختمان های بلندمرتبه، ساختمان های خاص و غیره باید منطبق بر موارد مرتبط در مبحث ۳ مقررات ملی ساختمان و یا استانداردهای معتبر باشد. مرکز سیستم صوتی با اعلام خطر باید خصوصیتی از قبیل اولویت دادن به پخش خبرهای خطر و نیز توانایی ارتباط با مرکز سیستم اعلام حریق و نیز سیستم مدیریت هوشمند ساختمان (BMS) را داشته باشد (آئین نامه ۱۳-۹-۵-۲).

پرسش ۵-۵) **نظارت-اجرا کدام یک از گزینه های زیر در خصوص مرکز سیستم صوتی با اعلام خطر صحیح است؟ (مهر ۹۶ نظارت «۵»)**

الف) داشتن توانایی ارتباط با مرکز سیستم اعلام حریق

ب) داشتن توانایی ارتباط با سیستم مدیریت هوشمند ساختمان

ج) مرکز سیستم صوتی با اعلام خطر باید به صورت یک سیستم مستقل و بدون ارتباط با سیستم های دیگر کار کند.

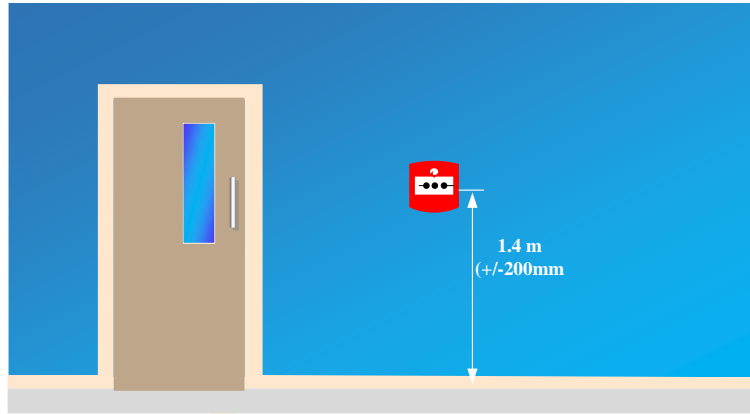
د) گزینه های الف و ب صحیح است.

**پاسخ)** طبق نکته فوق، گزینه د کامل ترین گزینه است.

### ۳-۱-۷ شستی

نصب شستی اعلام حریق علاوه در راهروها و سرسراها، در ورودی پلکان های خروج و راه های خروج الزامی، ضروری می باشد.

☑ یک عدد شستی اعلام حریق (MCP) در ورود و خروج اصلی هر طبقه باید نصب شود. حداقل و حداکثر فاصله در تا شستی ۱۰ تا ۱۵۰ سانتیمتر است.



شکل ۵۳-۱) ارتفاع نصب شستی

نصب دتکتور اعلام حریق در سقف قسمت خروجی کلیه پلکان های خروج بسته، الزامی است.



شکل ۵۴-۱) شستی در پله خروج

شستی اعلام حریق باید به آسانی قابل رویت بوده و به صورت نصب روکار و یا نیمه توکار باشد.

اجبار به روکار یا نیمه توکار بودن شستی، به خاطر واضح بودن شستی و لمس راحت آن در حین فرار است



ب) نیمه روکار



الف) روکار

#### جدول ۹-۱) نصب شستی

در انتخاب محل نصب شستی های اعلام حریق باید حداکثر فاصله پیمایش افراد تا رسیدن به آن و همچنین فاصله شستی های اعلام حریق در راهروها از یکدیگر که در استانداردها تعیین گردیده، مدنظر قرار گیرد.  
 معمولا این فاصله حدود ۴۵ متر می باشد.

### ۲-۷ سیستم صوتی یا پیام‌رسانی یا پیمینگ

سیستمی که برای اطلاع‌رسانی، احضار و... در بیمارستان، ادارات و... استفاده می‌شود. تجهیزات استفاده شده به سه دسته تقسیم می‌شوند:

- تجهیزات ورودی: شامل میکروفون‌هایی است که وظیفه تولید ورودی سیستم را برعهده دارند.
- تجهیزات خروجی: این تجهیزات شامل بلندگوها و لوازم کنترل بوده که صدای لازم را به گوش شنونده می‌رسانند.
- تجهیزات مرکز صوتی: پردازش اصلی داده‌ها در این بخش انجام می‌شود که سه جزء اصلی دارد:
  - میکسر: ترکیب کننده صوت برای استخراج یک خروجی صوتی است.



○ آمپلی فایر: سیگنال میلی ولت دریافتی را تا حد سیگنال های حدود ۱۰۰ ولت تقویت می کند. معمولاً، قدرت این آمپلی فایرها ۲۴۰-۱۲۰ وات یا ۱۵۰-۳۰۰ وات است

○ سلکتور: مکان های پخش صدا توسط سلکتور انتخاب می شود.

سایر اجزاء این بخش عبارتند از: مانیتور، اکولایزر، رادیو، ضبط، CD ورودی، ترمینال، رک ۱۹ اینچ و پنل های واسط.



پ) سلکتور

ب) میکسر

الف) آمپلی فایر

شکل ۵۵-۱) تجهیزات سیستم صوتی

پرسش ۶-۵) **مشترک** کدام یک از گزینه های زیر درباره کنترل شدت صوت یک بلندگو در یک ساختمان اداری که مرکز تقویت

و پخش سیستم پیام رسانی با ولتاژ زیادی دارد صحیح است؟ (مرداد ۹۴ «۱۷»)

الف) استفاده از ولوم کنترل ولتی

ب) استفاده از ولوم کنترل اهمی

ج) استفاده از ولوم کنترل ولتی و یا اهمی

د) داده ها برای حل مسئله کافی نیست

**پاسخ** در سیستم پیچینگ (پیام رسانی) با ولتاژ بالا، با استفاده از ولوم کنترل ولتی انجام می شود.

گزینه الف صحیح است.

**نکته ۱-۹)** معمولاً، بیش از ۸۰ درصد بار را روی سیستم صوتی قرار نمی دهند.

**نکته ۲-۹)** توان ورودی دو برابر توان خروجی در نظر گرفته می شود؛ زیرا تقریباً نیمی از توان ورودی به صورت تلف از دست می رود؛ یعنی دارای راندمان ۵۰ درصد است.

**نکته ۳-۹)** مدارهای تغذیه کننده بلندگوها باید مستقل از سیستم های دیگر و در داخل لوله های فولادی اجرا گردد، مگر آنکه کابل مدارها، دارای نوعی پرده فلزی مانند شیلد یا فویل، که نهایتاً به سیستم اتصال زمین وصل می گردد، باشد که در این صورت استفاده از لوله پلاستیکی برای لوله کشی مدارهای صوتی مجاز خواهد بود (آئین نامه ۱۳-۹-۵-۴).

پرسش ۷-۵) **مشترک** کدام یک از گزینه های زیر درباره مدار تغذیه کننده بلندگوها صحیح است؟ (اسفند ۹۵ نظارت «۵»)

الف) چنانچه خط تغذیه بلندگوها فاقد هادی دارای پرده فلزی زمین شده باشد، باید در داخل لوله فولادی اجرا شود.

ب) چنانچه خط تغذیه بلندگوها دارای هادی پرده فلزی زمین شده باشد، اجرای آن در داخل لوله پلاستیکی مانعی ندارد.

ج) صرف نظر از اینکه خط تغذیه بلندگوها دارای یا فاقد هادی پرده فلزی زمین شده باشد، اجرای آن در داخل لوله پلاستیکی مجاز است.

د) گزینه الف و ب هر دو صحیح است.

**پاسخ** طبق نکته فوق گزینه د صحیح است.

این پرسش مشابه پرسش مهر ۹۹ نظارت «۱۸» است.

استفاده از سیستم صوتی برای اعلام خطر با توجه به نیاز، زیربنا، شرایط، نوع کاربری و بهره برداری، در ساختمان های بلندمرتبه، ساختمان های خاص و غیره باید منطبق بر موارد مرتبط در مبحث ۳ مقررات ملی ساختمان یا استانداردهای معتبر باشد. مرکز سیستم صوتی با اعلام خطر باید خصوصیات از قبیل اولویت دادن به پخش خبرهای خطر و نیز توانایی ارتباط با مرکز سیستم اعلام حریق و سیستم مدیریت هوشمند ساختمان (BMS) را داشته باشد.

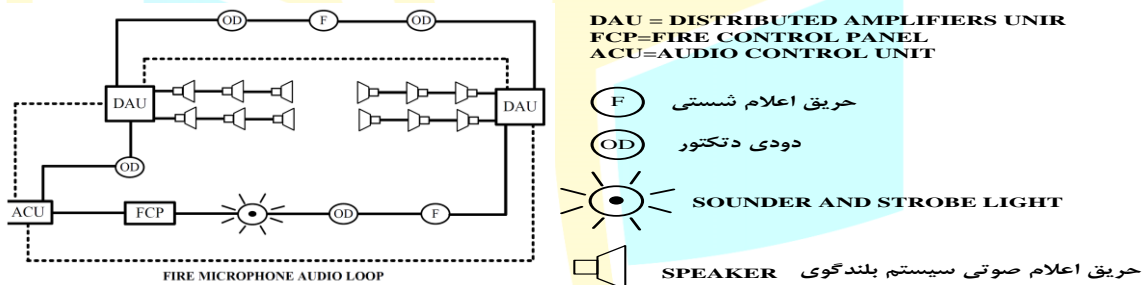
☑ وقتی یک سیستم صوتی مجهز به اعلام خطر نیز می باشد، در صورت نیاز به اعلام خطر، این اعلام بر کارکرد عادی سیستم صوتی ارجحیت داشته و در صورتی که خطر از نوع حریق باشد به سیستم اعلام حریق نیز آلام و فرمان می دهد. با توجه به ساختار سیستم (ابتدا و انتهای تجهیزات به مرکز اعلام حریق وصل شده) سیستم اعلام حریق از نوع آدرس پذیر است. در این سیستم، بلندگوهای اعلام خطر از طریق اینتر فیس، به سیستم اعلام حریق متصل شده است.



شکل ۵۶-۱) سیستم اعلام خطر و حریق

پرسش ۸-۵) دیاگرام سیستم صوتی و سیستم اعلام حریق یک پروژه مطابق شکل زیر می باشد. کدام یک از گزینه

های زیر در خصوص این پروژه صحیح است (بهمین ۹۷ طراحی «۴۵»)?



الف) سیستم صوتی از نوع سیستم صوتی اعلام خطر و سیستم اعلام حریق از نوع آدرس پذیر می باشد.

ب) سیستم صوتی از نوع سیستم اعلام خطر و سیستم اعلام حریق از نوع متعارف می باشد.

ج) سیستم صوتی از نوع معمولی (بدون اعلام خطر) و سیستم اعلام حریق از نوع آدرس پذیر می باشد.

د) سیستم صوتی از نوع معمولی (بدون اعلام خطر) و سیستم اعلام حریق از نوع متعارف می باشد.

پاسخ) با توجه به ساختار سیستم (ابتدا و انتهای تجهیزات به مرکز اعلام حریق وصل شده) سیستم اعلام حریق از نوع آدرس پذیر است. در این سیستم، بلندگوهای اعلام خطر از طریق اینترفیس، به سیستم اعلام حریق متصل شده است. گزینه الف صحیح است.

پرسش ۹-۵) کدام یک از گزینه‌های زیر در خصوص سیستم صوتی که وظیفه اعلام خطر را نیز داشته باشد، صحیح است (مهر

۹۶ طراحی «۵۲»)?

الف) باید توانایی اولویت دادن به پخش خبرهای خطر را داشته باشد.

ب) توانایی ارتباط با مرکز سیستم اعلام حریق را داشته باشد.

ج) توانایی ارتباط با سیستم مدیریت هوشمند ساختمان (BMS) را داشته باشد.

د) هر سه گزینه صحیح است.

پاسخ) طبق پاراگراف دوم، مرکز سیستم اعلام حریق باید خصوصیتی از قبیل اولویت دادن به پخش‌های خبرهای خطر (گزینه الف) و نیز توانایی

ارتباط با مرکز سیستم اعلام حریق (گزینه ب) و سیستم BMS (گزینه ج) را داشته باشد. گزینه د، کامل‌ترین پاسخ است.

پرسش ۱۰-۵) کدام یک از گزینه‌های زیر در خصوص مرکز سیستم صوتی با اعلام خطر صحیح است (مهر ۹۶ نظارت «۵»)?

الف) داشتن توانایی ارتباط با مرکز سیستم اعلام حریق

ب) داشتن توانایی ارتباط با سیستم مدیریت هوشمند ساختمان

ج) مرکز سیستم صوتی با اعلام خطر باید به صورت یک سیستم مستقل و بدون ارتباط با سیستم های دیگر کار کند.

د) گزینه های الف و ب صحیح است.

**پاسخ)** مرکز سیستم صوتی با اعلام خطر باید خصوصیتی از قبیل اولویت دادن به پخش خبرهای خطر و نیز توانایی ارتباط با مرکز سیستم اعلام

حریق (گزینه الف صحیح است) و سیستم مدیریت هوشمند ساختمان (گزینه ب صحیح است) را داشته باشد. گزینه د کامل ترین گزینه است.

در صورت استفاده از سیستم صوتی و اعلام خطر تحت IP به جای سیستم صوتی و اعلام خطر متعارف آن در ساختمان ها، به ردیف ۱۳-

۲-۴-۷-۹ مراجعه شود.

☑ بستر داده های این سیستم تحت IP، می تواند همان بستر شبکه کامپیوتر باشد اما توصیه می شود مستقل از آن اجرا گردد.

هادی های مدار میکروفون باید مخصوص این کار (مجهز به شیلد حفاظتی و نظایر آن) باشد و همراه با هیچ مدار دیگری مانند مدار بلندگو

به داخل یک لوله هدایت نشوند.

☑ هادی میکروفون شیلددار (S) بوده و کاملاً مستقل و انفرادی کشیده می شود تا انتقال صوت بدون نویز و خش باشد.

مدارهای تغذیه کننده بلندگوها باید مستقل از سیستم های دیگر و در داخل لوله های فولادی اجرا شود. مگر آنکه کابل مدارها دارای نوعی

پرده فلزی، مانند شیلد یا فویل، که نهایتاً به سیستم اتصال زمین وصل می گردد، که در این صورت، استفاده از لوله پلاستیکی برای لوله کشی

مدارهای صوتی مجاز خواهد بود.

☑ کابل های بلندگو برخلاف میکروفن، همیشه لازم نیست شیلددار یا فویل دار باشد. صرفاً زمانی الزام به داشتن فویل یا شیلد است که لوله

پلاستیکی باشد در این حالت فویل و شیلد به زمین وصل می شوند. لوله چه فولادی باشد و چه پلاستیکی، باید مستقل از سیستم های دیگر باشد.

هدف اصلی از زمین کردن شیلد، جلوگیری از آسیب زدن میدان های ناشی از خطاهای خارجی و تخلیه آن به زمین است.

پرسش ۱۱-۵) کدام یک از موارد زیر صحیح است (تیر ۸۰ «۳۷»؟)

الف) مدار تغذیه کننده بلندگوها باید در همه احوال از داخل لوله فولادی هدایت شود.

ب) هدایت مدار تغذیه کننده بلندگوها از داخل لوله PVC مانعی ندارد.

ج) اگر هادی های مدار دارای زره فلزی وصل به زمین باشند، استفاده از لوله PVC مانعی ندارد.

د) هیچ یک از موارد ذکر شده صحیح نیست.

**پاسخ)** لوله باید فولادی باشد، مگر آنکه کابل فویل دار یا شیلددار بوده و به زمین متصل شود. گزینه ج صحیح است.

این پرسش های مشابه پرسش اسفند ۹۵ نظارت «۵» و مهر ۹۹ نظارت «۱۸» است.

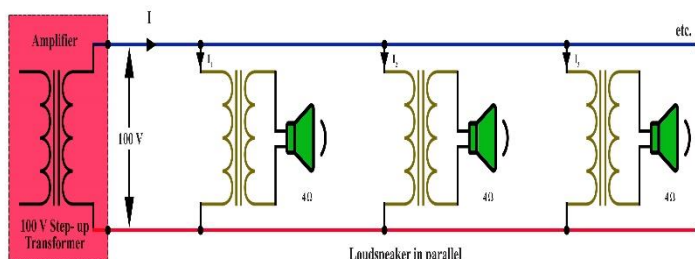
۵-۹-۱۳ کلیه اتصالات مربوط به ترانسفورماتورهای تطبیق بلندگوها باید با لحیم کاری یا با استفاده از لحیم کاری و اتصالاتی

مخصوص اجرا شود. استفاده از اتصالات پیچی جز در مواردی که اجزای سیستم مجهز به این گونه اتصالاتی باشند ممنوع است.

☑ ترانسفورماتور تطبیق امپدانس، ترانسفورماتورهایی هستند که به منظور انتقال حداکثر مقدار توان بین بارهای همزمانی که دارای

امپدانس های ورودی/خروجی مختلفی هستند، بکار می رود. با داشتن نیست تبدیل ترانسفورماتور و امپدانس خروجی آمپلی فایر (امپدانس

ورودی ترانسفورماتور)، می توان مقدار مجاز امپدانس بلندگو تغذیه شده را محاسبه کرد.



شکل ۵۷-۱) ترانسفورماتور تطبیق امپدانس

در ساختمان هایی که به سیستم صوتی مجهز می شوند، علاوه بر محل های نصب انواع بلندگو بر حسب ضرورت در محل های زیر نیز باید

بلندگو نصب شود: الف) کابین آسانسور، ب) فضای انتظار جلوی آسانسور و پ) راهروها، پلکان خروج، سرسراها و راه های خروج الزامی.

☑ الزام به مقاوم بودن در برابر حریق کابل بلندگو (و نه میکروفن) سیستم صوتی، صرفاً زمانی است که این سیستم از نوع متعارف نبوده و

مجهز به اعلام خطر باشد. دامنه این تراز برای بلندگوهای مختلف عبارت است از:

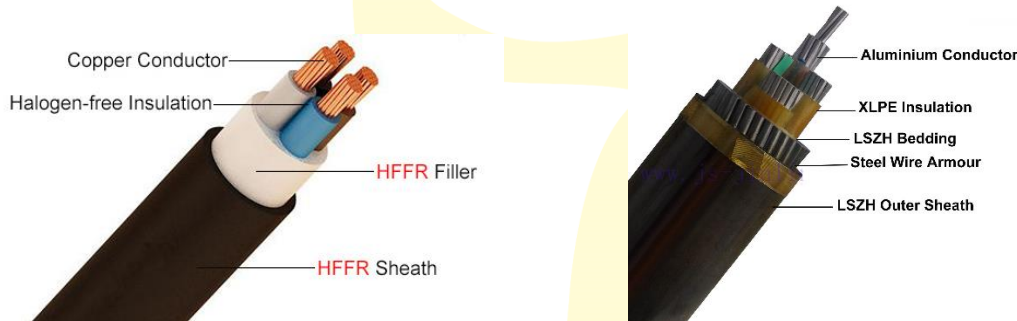
- بلندگو: سقفی-دیواری: ۸۵ تا ۹۳ دسیبل
- بلندگو ستونی: ۹۰ تا ۱۰۶ دسیبل
- بلندگو شیپوری: ۹۵ تا ۱۰۰ دسیبل

پرسش ۱۲-۵) نصب بلندگو در کدام یک از فضاهای زیر الزامی است (بهمین ۹۷ طراحی «۲۴»)?

الف) کابین آسانسور (ب) پلکان های خروج (ج) راهروها (د) هر سه گزینه صحیح است

**پاسخ)** در ساختمان‌هایی که سیستم صوتی وجود دارد باید در پلکان خروج، راهرو و کابین آسانسور نیز بلندگو نصب شود. گزینه د صحیح است.

کابل تغذیه مدار بلندگوها در سیستم صوتی و اعلام خطر، از نوع متعارف یا تحت IP، باید از نوع مقاوم در مقابل حریق بوده و بر اساس استانداردهای معتبر تولید شده باشد. سایر مشخصات این کابل نیز باید طبق توصیه سازندگان معتبر سیستم انتخاب شود. لازم ذکر است که در سیستم صوتی متعارف و بدون سیستم اعلام خطر، الزامی به استفاده از کابل مقاوم در مقابل حریق برای تغذیه مدار بلندگوها نیست.  یکی از مهمترین مسائل در کابل های مقاوم، تولید کم هالوژن یا مقاومت در برابر ایجاد این گاز سمی است. عایق PVC به شدت این گاز را تولید می کند، پس نباید از آن در کابل های مقاوم در برابر حریق استفاده کرد. رایج ترین کابل مقاوم در برابر حریق، کابل با دود کم-هالوژن صفر (LSZH) بوده و کابل های HFFR<sup>۱</sup>/ZHL<sup>۲</sup>، HFFS<sup>۳</sup> و FRNC<sup>۴</sup> نیز از این دسته هستند و از این رو این عایق ها در کابل های سیستم اعلام حریق استفاده می شود.



HFFR (ب)

LSZH (الف)

شکل ۵۸-۱) (دو کابل رایج مقاوم در برابر حریق

پرسش ۱۳-۵) **مشترک** کابل مورد استفاده برای کدام یک از سیستم‌های زیر باید از نوع مقاوم در مقابل حریق باشد (مهر ۹۶ طراحی «۴۲»)?

الف) سیستم صوتی و اعلام خطر از نوع متعارف  
ب) سیستم صوتی و اعلام خطر تحت IP  
ج) سیستم صوتی تحت IP  
د) گزینه‌های الف و ب هر دو صحیح است.

الف) سیستم صوتی و اعلام خطر از نوع متعارف  
ب) سیستم صوتی و اعلام خطر تحت IP  
ج) سیستم صوتی تحت IP  
د) گزینه‌های الف و ب هر دو صحیح است.

**پاسخ)** سیستم صوتی و اعلام خطر از نوع متعارف (گزینه الف) و یا تحت IP (گزینه ب) باید از نوع مقاوم در برابر حریق باشد. گزینه د کامل‌ترین گزینه است.

پرسش ۱۴-۵) **مشترک** کدام یک از گزینه‌های زیر در خصوص کابل تغذیه مدار بلندگوها در سیستم صوتی و اعلام خطر صحیح است (مهر ۹۶ نظارت «۳۰»)?

الف) باید مقاوم در مقابل حریق باشد.  
ب) باید دارای نوعی پرده فلزی مانند شیلد یا فویل باشد.  
ج) می‌تواند از نوع سیم افشان و یا تک‌مغزولی باشد.  
د) گزینه‌های الف و ب هر دو صحیح است.

الف) باید مقاوم در مقابل حریق باشد.  
ب) باید دارای نوعی پرده فلزی مانند شیلد یا فویل باشد.  
ج) می‌تواند از نوع سیم افشان و یا تک‌مغزولی باشد.  
د) گزینه‌های الف و ب هر دو صحیح است.

**پاسخ)** طبق آئین‌نامه ۱۳-۹-۵-۷، کابل تغذیه بلندگو باید از نوع مقاوم برابر حریق باشد (گزینه الف صحیح است). طبق آئین‌نامه ۱۳-۹-۵-۸، در صورت شیلددار بودن می‌توان در لوله‌های PVC، بجای لوله‌های فولادی، نصب کردند (گزینه ب صحیح است). گزینه د کامل‌ترین پاسخ ممکن می‌باشد.

این پرسش مشابه پرسش بهمن ۹۷ طراحی «۱۴۴» است.

<sup>1</sup> Halogen Free Flam Smoke  
<sup>2</sup> Zero Halogen Low Smoke  
<sup>3</sup> Halogen Free Flam Retardant  
<sup>4</sup> Flam Retardant Non Corrosive

### ۳-۷ مطالب موردنیاز

به منظور تسلط کامل به مطالب این فصل، نیاز به مطالعه سرفصل های زیر و تسلط کامل به آنهاست:

- کلیات
- سیستم اعلام حریق
- سیستم صوتی یا پیامرسانی یا پیچینگ
- سیستم آنتن مرکزی
- شبکه های کامپیوتری
- کابل چند زوج به هم تابیده (TP)

در مجموعه آموزشی آماده شده در آکادمی کریمی این فصل، علاوه بر توضیحات کامل شامل ۷۵ پرسش و ۳۸ نکته طلایی است.



# آسانسور و پلکان برقی

فصل

هشتم

## ۱-۱۰ کلیات

**آیین نامه ۱۵-۱-۱-۴:** مقررات این مبحث از تاریخ ابلاغ آن قابل اجرا و الزامی است و کلیه طراحان، مهندسان، مجریان، مالکان و مراجع کنترل و بازرسی موظف به رعایت مقررات مربوطه و حداقل‌های مندرج در این مبحث می باشند.

پرسش ۱-۶ (مشترک) رعایت ضوابط و مقررات مربوط به پله‌های برقی مبحث ۱۵ مقررات ملی ساختمان از طرف کدام مرجع الزامی است؟ (آذر ۸۴ «۱۲»)

- (الف) طراح و محاسب پله برقی  
(ب) طراح و محاسب و مجری پله برقی  
(ج) طراح و محاسب و فروشنده پله برقی  
(د) طراح و محاسب و مجری و فروشنده پله برقی
- پاسخ:** طبق آیین نامه ۱۵-۱-۱-۴ گزینه د صحیح است.

**آیین نامه ۱۵-۱-۱-۵:** رعایت این مبحث برای کلیه ساختمان‌هایی که فرآیند اخذ پروانه ساختمان آن‌ها تا تاریخ ابلاغ این مقررات آغاز نشده است، الزامی می باشد.

**آیین نامه ۱۵-۱-۱-۶:** در صورت ایجاد هر گونه تغییر اساسی در ساختمان که منجر به توسعه سطح، افزایش تعداد طبقات، تغییر کاربری یا تغییر محل آسانسورها گردد، لازم است در شرایط جدید محاسبات با در نظر گرفتن کلیه مقررات این مبحث تکرار گردد.

پرسش ۲-۶ (مشترک) در ساختمان‌های موجود و در حال بهره‌برداری برای کدامیک از تغییرات زیر محاسبات مربوط به آسانسورها باید تکرار و کلیه مقررات مبحث ۱۵ اعمال گردد؟ (بهمن ۸۳ «۴۸»)

- (الف) توسعه سطح طبقات و یا تعداد طبقات  
(ب) تغییر کاربری و یا تغییر محل آسانسورها  
(ج) برای ساختمان‌های موجود و در حال بهره‌برداری در صورت اعمال تغییرات نیازی به تکرار محاسبات و رعایت مبحث ۱۵ مقررات ملی ساختمان نمی باشد.  
(د) گزینه‌های الف و ب هر دو صحیح است.
- پاسخ:** طبق آیین نامه ۱۵-۱-۱-۶، گزینه د صحیح است.

## ۲-۱۰ آسانسورها

**آیین نامه ۱۵-۲-۱-۱۲:** در محاسبات ترافیک، علاوه بر کمیت، کیفیت سرویس نیز باید مدنظر قرار گیرد، به نحوی که حرکت آسانسور از طبقه ورودی اصلی به طور متوسط در هر ۱۰۰ ثانیه، یک بار صورت گیرد.

پرسش ۳-۶ (مشترک) در محاسبات ترافیک آسانسورها چه پارامترهایی باید در نظر گرفته شود؟ (بهمن ۸۳ «۵۳»)

- (الف) کمیت  
(ب) کیفیت سرویس  
(ج) کمیت و کیفیت سرویس  
(د) هیچکدام
- پاسخ:** طبقه آیین نامه ۱۵-۲-۱-۱۲ گزینه ج صحیح است.

## ۱-۲-۱۰ انواع آسانسور

• کششی: آسانسور کششی آسانسوری با سرعت‌های  $1/6$  و  $2/5$  متر بر ثانیه است که حرکت آن در پی اصطکاک بین سیم بکسل و شیار فلکه کشش هنگام چرخش آن انجام می‌شود.

• هیدرولیکی: در این نوع، عامل حرکت کابین، سیلندر و پیستون هیدرولیکی است و معمولاً برای ارتفاع کم، سرعت کم (۰/۴ متر بر ثانیه) و دقت بالا (مانند آسانسورهای باربر) به کار می‌رود.

پرسش ۴-۶ (مشترک) ویژگی‌های آسانسورهای هیدرولیک نسبت به آسانسورهای کششی در ظرفیت‌های بالا چه می‌باشد؟ (پهن ۸۳ «۵۸»)

- الف) حرکت نرم و روان و قابلیت تنظیم سرعت  
 ب) دقت در تراز طبقه، شروع و خاتمه حرکت بدون شوک  
 ج) عدم نیاز به پیش‌بینی موتورخانه در بالای چاه و امکان قرار دادن آن در فضای دورتری از چاه  
 د) هر سه گزینه صحیح است.
- پاسخ) گزینه د صحیح است.

## ۲-۲-۱۰ الزامات اولیه برای انتخاب آسانسور

آیین نامه ۱۵-۲-۱-۲: در ساختمان‌های با طول مسیر قائم حرکت بیش از ۷ متر از کف ورودی اصلی (معمولاً بیش از سه طبقه)، تعبیه آسانسور الزامی می‌باشد. تبصره: در ساختمان‌های غیرمسکونی طول مسیر قائم حرکت از کف پایین‌ترین طبقه تا کف بالاترین طبقه محاسبه شود.

نکته ۱-۶) طول مسیر حرکت برابر است حاصلضرب مجموع تعداد طبقات (مجموع طبقات زیرزمین، هم‌کف و بالای هم‌کف منهای ۱) و فاصله طبقات.

پرسش ۵-۶ (مشترک) با توجه به اینکه «حداکثر ارتفاع یا مسیر اصلی حرکت در ساختمان‌هایی که به آسانسور نیاز ندارند، ۷ متر می‌باشد»، کدامیک از گزینه‌های زیر صحیح است؟ (خرداد ۹۳ «۵۶»)

- الف) این اندازه برای ساختمان‌های مسکونی از کف طبقه همکف و برای ساختمان‌های غیرمسکونی از کف زیرزمین محاسبه می‌گردد.  
 ب) این اندازه برای ساختمان‌های مسکونی و غیر مسکونی از کف زیرزمین محاسبه می‌گردد.  
 ج) این اندازه برای ساختمان‌های مسکونی و غیر مسکونی از کف طبقه همکف محاسبه می‌گردد.  
 د) این اندازه برای ساختمان‌های مسکونی از کف زیرزمین و برای ساختمان‌های غیرمسکونی از کف طبقه همکف محاسبه می‌گردد.
- پاسخ) طبق آیین نامه ۱۵-۲-۱-۲ و تبصره آن، طول مسیر قائم در ساختمان‌های مسکونی از کف طبقه هم‌کف و برای ساختمان‌های غیر مسکونی از کف زیرزمین محاسبه می‌شود.  
 گزینه الف صحیح است.

پرسش ۶-۶ (مشترک) چهار ساختمان با مشخصات زیر در نظر بگیرید: (پهن ۹۴ «۳۳»)

- ساختمان A = مسکونی، دارای طبقات زیرزمین دوم، زیرزمین اول، هم‌کف و اول  
 ساختمان B = مسکونی، دارای طبقات زیرزمین دوم، زیرزمین اول، هم‌کف و اول و دوم  
 ساختمان C = اداری، دارای طبقات زیرزمین دوم، زیرزمین اول، هم‌کف و اول  
 ساختمان D = اداری، دارای طبقات زیرزمین دوم، زیرزمین اول، هم‌کف و اول و دوم  
 چنانچه ارتفاع کف به کف طبقات ۳/۵ متر و سطح ورودی با ورودی پارکینگ در طبقه همکف باشد، استفاده از آسانسور در کدام ساختمان‌ها الزامی است؟

الف) ساختمان‌های B و D ب) ساختمان‌های B، C و D ج) ساختمان‌های A و D د) ساختمان‌های A، B، C و D

پاسخ) طبق آیین‌نامه ۱۵-۲-۱-۲، در ساختمان با طول مسیر حرکت حداقل ۷ متر، باید آسانسور نصب شود. این مقدار در ساختمان‌های مسکونی از همکف و در ساختمان‌های غیرمسکونی از طبقه زیرزمین تا کف بالاترین طبقه محاسبه می‌شود. با توجه به طول مسیر حرکت ۳/۵ متری هر طبقه، فقط در ساختمان A، آسانسور نصب نمی‌شود؛ چرا که در ساختمان‌های B، C و D طول مسیر حرکت به ترتیب ۷، ۱۰/۵ و ۱۴ متر است. گزینه ب صحیح است.

در ساختمان‌های ۸ طبقه یا ساختمان‌های با طول مسیر حرکت ۲۸ متر و بیشتر از کف ورودی اصلی، باید حداقل دو دستگاه آسانسور پیش‌بینی گردد، حتی اگر از نظر محاسبات تعداد و ظرفیت، یک دستگاه کفایت نماید. در کلیه ساختمان‌های با طول مسیر حرکت بیش از

۲۱ متر از کف ورودی اصلی، لازم است حداقل یک دستگاه آسانسور مناسب حمل بیمار (برانکاردربر) تعبیه شود. این آسانسور باید با یک علامت مخصوص قابل رؤیت مشخص شده و به کلیه طبقات سرویس دهد.

پرسش ۷-۶) **مشترک** کدام یک از گزینه های زیر در خصوص آسانسور های ساختمانی که طول مسیر حرکت آن از کف ورودی

اصلی ۳۰ متر می باشد، کامل تر است؟ (مهر ۹۸ طراحی «۲۰»)

الف) ساختمان باید دارای یک دستگاه آسانسور حمل بیمار (برانکاردربر) باشد.

ب) ساختمان باید دارای حداقل دو دستگاه آسانسور که حداقل یکی از آنها مناسب حمل صندلی چرخدار باشد.

ج) ساختمان باید دارای حداقل دو دستگاه آسانسور باشد.

د) ساختمان باید دارای حداقل دو دستگاه آسانسور که حداقل یکی از آنها مناسب حمل بیمار (برانکاردربر) باشد.

پاسخ) طول مسیر حرکت بیش از ۲۸ متر بوده و باید دو دستگاه آسانسور استفاده شود که طبق آیین نامه ۱۵-۴-۱-۲، یکی از آنها باید

آسانسور حمل بیمار (برانکاردربر) باشد. گزینه د صحیح است.

نکته ۲-۶) امکانات سه آسانسور با قابلیت حمل صندلی چرخدار، حمل بیمار (برانکاردربر) و تخت بیمار (تخت بر) در جدول زیر از

آیین نامه های ۱۵-۲-۹-۱، ۱۰-۱-۲-۱۵ و ۱۵-۲-۱-۱۰ و ۲-۱-۱۱-۱۵ به صورت جدول زیر خلاصه نویسی شده است.

جدول ۱۰-۱) ویژگی های آسانسورهای حمل صندلی چرخدار، حمل بیمار (برانکاردربر) و تخت بیمار (تخت بر)

پارامتر	حمل صندلی چرخدار	حمل بیمار (برانکاردربر)	حمل تخت بیمار (تخت بر)
حداقل ابعاد کابین	۱۱۰۰×۱۴۰۰ میلی متر	۱۱۰۰×۲۱۰۰ میلی متر	۱۴۰۰×۲۴۰۰ میلی متر
حداقل عرض بازشو در کابین	۸۰۰ میلی متر	۹۰۰ میلی متر	۱۳۰۰ میلی متر
سیستم کنترل سرعت ولتاژ و فرکانس متغیر	نمی باشد	نمی باشد	می باشد
مجهز به سیستم تراز طبقه مجدد	می باشد	می باشد	می باشد
مجهز به دکمه باز ماندن طولانی در کابین	می باشد	می باشد	می باشد
کلید مخصوصی کاربران آموزش دیده	نمی باشد	نمی باشد	می باشد
مجهز به سیستم برق اضطراری	نمی باشد	نمی باشد	می باشد

پرسش ۸-۶) **مشترک** حداقل عرض بازشو درب آسانسورهایی که قابلیت حمل صندلی چرخدار، آسانسورهایی که قابلیت حمل

بیمار (برانکاردربر) و آسانسورهایی که قابلیت حمل تخت بیمار را دارند چقدر می باشد؟ (آذر ۹۲ «۴۸»)

الف) آسانسور با قابلیت حمل صندلی چرخدار ۸۰ سانتی متر - آسانسور با قابلیت حمل برانکاردر ۹۰ سانتی متر - آسانسور با قابلیت حمل تخت

بیمار ۱۳۰ سانتی متر

ب) آسانسور با قابلیت حمل صندلی چرخدار ۸۰ سانتی متر - آسانسور با قابلیت حمل برانکاردر ۱۰۰ سانتی متر - آسانسور با قابلیت حمل تخت

بیمار ۱۳۰ سانتی متر

ج) آسانسور با قابلیت حمل صندلی چرخدار ۹۰ سانتی متر - آسانسور با قابلیت حمل برانکاردر ۱۰۰ سانتی متر - آسانسور با قابلیت حمل تخت

بیمار ۱۳۰ سانتی متر

د) آسانسور با قابلیت حمل صندلی چرخدار ۸۰ سانتی متر - آسانسور با قابلیت حمل برانکاردر ۹۰ سانتی متر - آسانسور با قابلیت حمل تخت

بیمار ۱۲۰ سانتی متر

پاسخ) طبق جدول فوق گزینه الف صحیح است.

پرسش ۹-۶) **مشترک** الزامات اضافی آسانسورهای حمل بیمار (تخت بر) نسبت به آسانسورهای حمل بیمار (برانکاردربر)

چیست؟ (آبان ۹۳ «۲۹»)

الف) سیستم کنترل سرعت ولتاژ و فرکانس متغیر، داشتن کلید مخصوص جهت در اختیار گذاشتن آسانسور به کاربران آموزش دیده و مجهز

به سیستم برق اضطراری

ب) مجهز به سیستم تراز طبقه مجدد و دکمه بازماندن در کابین برای مدت طولانی تر از زمان عادی بسته شدن در

ج) فقط سیستم کنترل سرعت ولتاژ و فرکانس متغیر

د) فقط تغذیه از برق اضطراری

پاسخ) طبق جدول فوق گزینه الف صحیح است.

پرسش ۱۰-۶) **مشترک** کدام یک از آسانسورهای زیر باید مجهز به کلید مخصوصی باشد که آسانسور را در اختیار کاربران

آموزش دیده قرار می دهد؟ (اسفند ۹۵ طراحی «۲۶»)



الف) آسانسورهایی که قابلیت حمل صندلی چرخدار را دارند.  
 ب) آسانسورهایی که قابلیت حمل بیمار (برانکاردر) را دارند.  
 ج) آسانسورهایی که قابلیت حمل تخت بیمار (تخت‌بر) را دارند.  
 د) هر سه گزینه صحیح است.  
**پاسخ)** طبق جدول فوق گزینه ج صحیح است.

این پرسش مشابه پرسش اردیبهشت ۹۷ نظارت «۳۳» است.

پرسش ۱۱-۶) **مشترک** کدام یک از آسانسورهای زیر باید مجهز به سیستم کنترل سرعت و فرکانس متغیر (VVVF) باشد؟  
 (اردیبهشت ۹۷ نظارت «۳۵»)

الف) آسانسورهایی که قابلیت حمل بیمار (برانکاردر) را داشته باشد.  
 ب) آسانسورهایی که قابلیت حمل تخت بیمار (تخت بر) را داشته باشد.  
 ج) آسانسورهایی که قابلیت حمل صندلی چرخدار را داشته باشد.  
 د) هر سه گزینه صحیح است

**پاسخ)** آسانسورهای حمل تخت بیمار باید دارای سیستم VVVF باشد. گزینه ب صحیح است.

**آئین‌نامه ۱۵-۲-۱-۵:** در ساختمان‌هایی که وجود آسانسور الزامی می باشد، باید حداقل یکی از آسانسورها قابلیت حمل صندلی چرخدار را دارا باشد.

پرسش ۱۲-۶) **مشترک** ساختمان مسکونی با مشخصات طبقه همکف، ۸ طبقه مسکونی بالای همکف و دو طبقه زیرزمین مفروض است، کدام یک از گزینه‌های زیر در خصوص آسانسورهای این ساختمان مسکونی صحیح است؟ ارتفاع کف به کف

طبقات ۳/۵ متر می‌باشد. (مهر ۹۶ طراحی «۱»)

الف) ساختمان باید دارای یک دستگاه آسانسور با قابلیت حمل صندلی چرخدار باشد.  
 ب) ساختمان باید دارای یک دستگاه آسانسور برانکاردر باشد.  
 ج) ساختمان باید دارای دو دستگاه آسانسور که حداقل یک دستگاه آن برانکاردر باشد.  
 د) ساختمان باید دارای حداقل دو دستگاه آسانسور که حداقل یک دستگاه آن قابلیت حمل صندلی چرخدار باشد.

**پاسخ)** با توجه به مسکونی بودن ساختمان، طبق آئین‌نامه ۱۵-۲-۱-۲، طول قائم مسیر حرکت از کف ورودی اصلی (بدون در نظر گرفتن زیرزمین) محاسبه می‌شود؛ پس طول مسیر حرکت  $28 = (8 \times 3/5)$  متر است. طبق آئین‌نامه ۱۵-۲-۱-۳، برای ساختمان با ۸ طبقه یا طول مسیر حرکت بیش از ۲۸ متر، باید حتماً ۲ دستگاه آسانسور نصب کرد، پس گزینه‌های الف و ب اشتباه است. طبق آئین‌نامه ۱۵-۲-۱-۴، حداقل یکی از آسانسورها باید قابلیت حمل برانکاردر را داشته باشد.  
 گزینه ج صحیح است.

### ۱۰-۳ پله برقی و پیاده‌رو متمرک

در ابتدا و انتهای پله برقی فضای غیرمحصور مناسبی در نظر گرفته شود، به نحوی که مسافران به راحتی به مسیر حرکت خود ادامه داده از ازدحام در قسمت ورودی و خروجی جلوگیری شود. حداقل عرض این فضا باید به اندازه فاصله لبه ی بیرونی دستگیره‌ها به علاوه ۸۰ میلی‌متر از هر طرف بیشتر بوده و عمق آن از انتهای دستگیره حداقل ۲/۵ متر باشد (شکل ۱۵-۲-۱-۳)، در صورتی که عمق ۲ متر باشد، حداقل عرض باید دو برابر فاصله بین دو مرکز دو دستگیره باشد.

پرسش ۱۳-۶) **مشترک** حداقل فضای غیر محصور در ابتدا و انتهای پله‌های برقی چقدر می باشد؟ (خرداد ۹۳ «۴۶»)

الف) عمق = ۲/۵ متر، عرض = فاصله لبه ی بیرونی دستگیره‌ها + ۸۰ میلی‌متر  
 ب) عمق = ۲ متر، عرض = دو برابر فاصله بین مرکز دو دستگیره  
 ج) عمق = ۲ متر، عرض = فاصله لبه ی بیرونی دستگیره‌ها + ۸۰ میلی‌متر  
 د) گزینه‌های الف و ب هر دو صحیح است.

**پاسخ)** طبق آئین‌نامه ۱۵-۳-۱-۲، گزینه د صحیح است.

**نکته ۳-۶)** دستگیره از جنس لاستیک با الیاف مخصوص می‌باشد که متحرک بوده و سرعت آن با سرعت حرکت پله یکسان است. افراد هنگام بالا رفتن یا پایین آمدن از آن استفاده می‌کنند.

پرسش ۱۴-۶) **مشترک** کدام یک از گزینه‌های زیر درباره دستگیره پلکان برقی صحیح است؟ (مرداد ۹۴ «۱۰»)

- الف) دستگیره وسیله‌ای است که افراد هنگام بالا رفتن یا پایین آمدن از پلکان برقی از آن استفاده می‌کنند.  
 ب) دستگیره باید در پلکان برقی متحرک باشد و سرعت آن نیز با سرعت حرکت پلکان برقی یکسان باشد.  
 ج) نیروی حرکتی دستگیره باید توسط موتور مجزا از موتور پلکان برقی تأمین شود.  
 د) گزینه‌های الف و ب هر دو صحیح است.

**پاسخ)** افراد هنگام بالا رفتن یا پایین آمدن از دستگیره استفاده می‌کنند (گزینه الف صحیح است). دستگیره متحرک است و سرعت آن با سرعت حرکت پله یکسان است (گزینه ب صحیح است). کاملترین گزینه، گزینه د است.

حداکثر سرعت پلکان برقی در صورتی که زاویه شیب آن بیش از ۳۰ درجه نباشد، ۰/۷۵ متر بر ثانیه می باشد. در صورتی که زاویه شیب بین ۳۰ تا ۳۵ درجه باشد حداکثر سرعت اسمی ۰/۵ بر ثانیه می باشد. سرعت اسمی پیاده‌رو متحرک در ورودی و خروجی آن حداکثر ۰/۷۵ متر بر ثانیه است. تحت شرایط خاصی سرعت اسمی پیاده‌رو متحرک در ورودی و خروجی تا ۰/۹ متر بر ثانیه قابل افزایش است در این صورت نباید عرض پیاده‌رو متحرک از ۱/۱۰ متر بیشتر باشد. زاویه شیب پلکان برقی نباید از ۳۰ درجه بیشتر شود. در صورتی که حداکثر ارتفاع پله ۶ متر و حداکثر سرعت آن ۰/۵ متر بر ثانیه باشد، این زاویه تا ۳۵ درجه قابل افزایش است (شکل ۱۵-۳-۱۱-۱).

پرسش ۱۵-۶) **مشترک** در چه صورت زاویه شیب پله برقی تا ۳۵ درجه قابل افزایش است؟ (اسفند ۸۹ «۱۸»)

الف) در صورتیکه عرض پله برقی ۱ متر باشد.

ب) در صورتیکه حداکثر ارتفاع پله ۸ متر و حداکثر سرعت ۰/۵ متر بر ثانیه باشد.

ج) در صورتیکه حداکثر ارتفاع پله ۶ متر و حداکثر سرعت ۰/۵ متر بر ثانیه باشد.

د) ماکزیمم زاویه شیب پله برقی ۳۰ درجه است و بیشتر از آن مجاز نمی باشد.

**پاسخ)** طبق آیین‌نامه ۱۵-۳-۱۱، گزینه ج صحیح است.

این پرسش مشابه پرسش اسفند ۹۵ نظارت «۵» است.

زاویه شیب پیاده‌رو متحرک حداکثر ۱۲ درجه نسبت به سطح افق می باشد. در صورتی که زاویه شیب پیاده‌رو متحرک بیش از ۶ درجه باشد، باید در سطح فوقانی حرکت حداقل مسافت ۰/۴ متر را با زاویه شیب کمتر از ۶ درجه طی نماید. در صورتی که سرعت طبق بند ۱۵-۱۲-۳ باشد، این مسافت حداقل به ۱/۶ متر افزایش می‌یابد. ظرفیت جابه‌جایی افراد توسط پلکان برقی در ساعت از نظر تئوری از رابطه زیر به دست می‌آید:

(۱-۷)

$$C_1 = \frac{V \times 3600 \times k}{p/h} \text{ (p/h)}$$

که در آن:  $C_1$ ،  $V$ ،  $k$ ،  $T$  به ترتیب تعداد افراد جابه‌جا شده در ساعت، سرعت حرکت پله (متر بر ثانیه)، ضریب متناسب با عرض پله (جدول زیر) و عمق پله (متر) است. جدول بعد از آن نیز، ظرفیت جابه‌جایی برای سرعت‌ها و عرض پله‌های معمول را نمایش می‌دهد.

**جدول (۱-۱۱) مقدار k به ازای عرض پله**

عرض پله	تعداد نفر	مقدار k
۰/۶ متر	۱	۱
۰/۸ متر	۱/۵	۱/۵
۱ متر	۲	۲

**جدول (۱-۱۲) ظرفیت جابه‌جایی پلکان**

عرض پله (متر)			سرعت اسمی (متر بر ثانیه)
۰/۶	۰/۵	۰/۶۵	۰/۷۵
۴۵۰۰ نفر در ساعت	۵۸۵۰ نفر در ساعت	۶۷۵۰ نفر در ساعت	۰/۶
۶۷۵۰ نفر در ساعت	۸۷۷۵ نفر در ساعت	۱۰۱۲۵ نفر در ساعت	۰/۸
۹۰۰۰ نفر در ساعت	۱۱۷۰۰ نفر در ساعت	۱۳۵۰۰ نفر در ساعت	۱

**توضیح:** در عمل تعداد افرادی که توسط پلکان برقی در یک ساعت جابه‌جا می‌شوند کمتر از مقادیر بالا است زیرا برخی از پله‌ها خالی می‌مانند و روی هر پله هم تعداد کامل سوار نمی‌شوند.

**نکته** ۴-۶) (زمانی که  $C_1$  و  $V$  معلوم و عرض پله ( $k$ )، مجهول باشد از جدول فوق می‌توان استفاده کرد.

مقدار  $k$  در محاسبه ظرفیت جابه‌جایی افراد در پیاده‌رو متحرک در صورتی که عرض پیاده‌رو متحرک  $۱/۲۰$  متر باشد،  $۲/۵$  است. نکته ۵-۶) در مبحث ۱۵ نسخه قبل از سال ۹۲، عمق پله  $۰/۴$  متر بود و اساساً در صورت پرسش قید نمی‌شد و در محاسبات از همان  $۰/۴$  متر استفاده می‌شد، اما در مبحث ۱۵ نسخه جدید، حداقل عمق آن،  $۰/۳۸$  متر قید شده و در صورت لزوم باید محاسبه شود. از این رو، در پرسش‌هایی که قبل از سال ۹۲ طرح نشده در صورت عدم اشاره به عمق، آن را برابر  $۰/۴$  متر فرض کرده‌ایم.

پرسش ۱۶-۶) **طراحی** زاویه شیب پله برقی ۳۰ درجه می‌باشد. با فرض اینکه عرض پله برقی  $۰/۸$  متر باشد حداکثر ظرفیت

جابجایی پله برقی چند نفر در ساعت می‌باشد؟ (شهریور ۸۶ «۱۴»)

الف) ۶۷۵۰ نفر در ساعت (ب) ۸۷۷۵ نفر در ساعت (ج) ۱۰۱۲۵ نفر در ساعت (د) ۱۳۵۰۰ نفر در ساعت

پاسخ) با توجه به اینکه شیب ۳۰ درجه است، حداکثر سرعت  $۰/۷۵$  متر بر ثانیه است. مقدار  $k$  به ازای عرض ۸۰ سانتی متر،  $۱/۵$  است. از جدول فوق، ظرفیت ۱۰۱۲۵ نفر بر ساعت است.

$$C = \frac{V \times 3600 \times k}{h} = \frac{0.75 \times 3600 \times 1.5}{h} = 10125 \text{ p/h}$$

گزینه ج صحیح است.

پرسش ۱۷-۶) **طراحی** چنانچه زاویه شیب پیاده‌رو متحرکی ۱۲ درجه نسبت به سطح افق باشد، با فرض عرض پیاده‌رو  $۱/۲$  متر،

حداکثر ظرفیت جابجایی افراد در این پیاده‌روی متحرک چند نفر در ساعت می‌باشد؟ (آذر ۸۴ «۱۵»)

الف) ۱۳۵۰۰ نفر در ساعت (ب) ۱۶۲۰۰ نفر در ساعت (ج) ۱۶۸۷۵ نفر در ساعت (د) ۲۰۲۵۰ نفر در ساعت

پاسخ) طبق آیین نامه ۱۵-۳-۱ و ۱۵-۳-۲-۳ مقدار سرعت و  $k$  به ترتیب  $۰/۷۵$  و  $۲/۵$  است. پس،

$$C = \frac{V \times 3600 \times k}{h} = \frac{0.75 \times 3600 \times 2.5}{h} = 16875 \text{ p/h}$$

گزینه ج صحیح است.

این پرسش مشابه پرسش اسفند ۸۷ «۲۴» است.

## ۱۰-۴ مطالب موردنیاز

به منظور تسلط کامل به مطالب این فصل، نیاز به مطالعه سرفصل‌های زیر و تسلط کامل به آنهاست:

- کلیات
- آسانسورها
- پله برقی و پیاده‌رو متحرک

در مجموعه آموزشی آماده شده در آکادمی کریمی این فصل، علاوه بر توضیحات کامل شامل ۹۳ پرسش و ۲۱ نکته طلایی است.



# تحلیل منابع

فصل

نهم

## ۱۲-۱ مبحث اول

مبحث اول مقررات ملی ساختمان (تعاریف) یکی از منابع آزمون نظام مهندسی برق برای هر دو صلاحیت طراحی و نظارت می باشد، که در بخش پیش رو به تحلیل و بررسی دقیق آن می پردازیم.

### ۱۲-۱-۱ ویژگی ها

**هدف:** به منظور آشنایی اولیه مهندسان و دست اندرکاران ساخت و ساز با الزامات، عناوین و بخشی از محتوای مباحث مقررات ملی ساختمان، و همچنین آشنایی با بعضی از تعاریف و اصطلاحات عمومی که در مباحث مذکور مورد استفاده قرار گرفته است، برای اولین بار در کشور این مبحث تدوین شده است.

- آخرین ویرایش: ۹۲
- مرجع آزمون: طراحی-نظارت
- تعداد صفحات: ۵۶
- تعداد فصلها: ۲
- مهمترین نکته: تاکنون پرسشی از این مبحث مطرح نشده است.

### ۱۲-۱-۲ چکیده

این مبحث در دو بخش ارائه می گردد. بخش اول به کلیات مباحث مقررات ملی ساختمان و دامنه کاربرد آنها پرداخته است؛ و در بخش دوم، برخی از اصلاحات و تعاریفی که کاربرد آنها در مجموعه مباحث مقررات ملی ساختمان جنبه عمومی دارد، ارائه گردیده است. در مقابل هر یک از اصطلاحات و تعاریف، شماره‌ای مشاهده می شود که بیانگر شماره مبحثی است که اصطلاح مورد نظر در آن مبحث، مورد استفاده قرار گرفته است. بدیهی است برای اطلاع از ضوابط فنی و اجرایی و همچنین آشنایی با تعاریف اختصاصی در هر مبحث، مراجعه به مبحث مربوطه الزامی است. کمیته تخصصی تدوین مبحث اول مقررات ملی ساختمان، ضمن انجام نظرخواهی‌های متعدد از صاحب نظران و اساتید فن و اعمال نظرات واصله در متن مبحث، آمادگی خود را جهت دریافت نظرات و پیشنهادات به منظور اعمال در بازنگری مبحث و ارتقاء آن اعلام می دارد.

### ۱۲-۱-۳ تعداد سوالات مطرح شده

تاکنون پرسشی از این مبحث طرح نشده است.

### ۱۲-۱-۴ مهمترین بخش ها

چون هیچ پرسشی طرح نشده، نمی توان بخش خاصی را به عنوان بخش مهم معرفی کرد.

### ۱۲-۱-۵ راهکار مطالعه

استفاده از کلیدواژه بهترین راهکار ممکن است، که در «[کتاب واژگان کلیدی تاسیسات برقی](#)»، تمامی واژه های مهم به همراه شماره آیین نامه مربوطه، قرار دارد.

## ۱۲-۲-۱۲ مبث دوم

مبث دوم مقررات ملی ساختمان که در مورد نظامات اداری است، یکی از منابع آزمون نظام مهندسی تاسیسات برقی است که در این بخش به صورت کامل مورد تحلیل و بررسی قرار می گیرد.

### ۱۲-۲-۱-۱ ویژگی ها

**هدف:** در مبث دوم، وظیفه سازمان ها، ارگان ها و مراجعی که در زمینه کنترل مقررات ملی ساختمان در کشور مسئولیت دارند، مشخص و تعریف شده است.

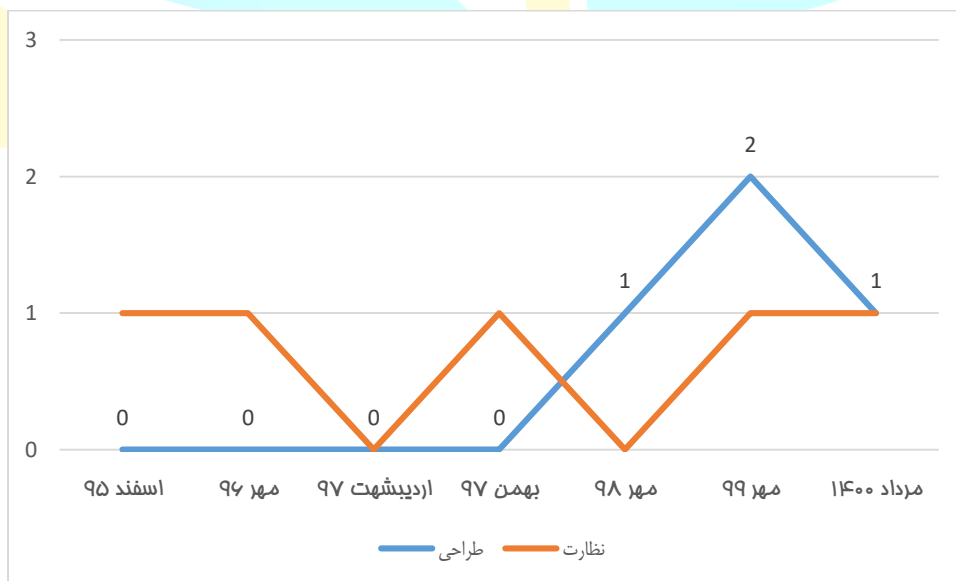
- آخرین ویرایش: ۱۳۸۴
- مرجع آزمون: طراحی و نظارت
- تعداد صفحات: ۱۶۴
- تعداد فصلها: ۸
- مهمترین نکته: بعد از تفکیک آزمونهای طراحی و نظارت در اسفند ۹۵، تاکنون تنها دو پرسش از مبث دوم، مطرح شده است.

### ۱۲-۲-۲-۲ چکیده

این مبث (نظامات اداری)، به منظور تنسيق امور مهندسی و خدمات مربوطه با هدف از بین بردن ابهام ها و ایراداتی که در مورد عملیاتی کردن قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان وجود داشته است، تنظیم شده است. در مبث دوم، آیین نامه اجرایی ماده ۳۳ قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان تشریح شده است؛ و در گام بعدی، مجموعه شیوه نامه هایی برای آیین نامه اجرایی تصویب شده متمرکز گشته است؛ به همین منظور وظایف و تکالیف ارگان های درگیر در اجرای مقررات ملی ساختمان (از جمله سازمان نظام مهندسی، شهرداری و...) مشخص شده اند. در نهایت، تمام مسائل مربوط به طراحی، اجرا و نظارت ساختمان که تضمین کننده عوامل اجرایی مربوط به اشخاص حقیقی و حقوقی و دفتر مهندسی با تعیین حدود صلاحیت و ظرفیت اشتغال اشخاص یاد شده است، تبیین گردیده است.

### ۱۲-۲-۳-۲ تعداد سوالات مطرح شده

در نمودار زیر، تعداد سوالات مطرح شده از این مبث، در آزمون نظام مهندسی برق از اسفند ۹۵ تاکنون، به تفکیک دو صلاحیت طراحی و نظارت ارائه شده است.



شکل ۵۹-۱) تعداد پرسش های مطرح شده از مبث دوم

با توجه به نمودار بالا مشاهده می شود که، تعداد پرسشهای مطرح شده از این مبث، در آزمون نظارت بیش از طراحی بوده است؛ اما در آزمون مهر ۹۹، برای اولین بار تعداد سوالات مطرح شده از مبث دوم در آزمون طراحی، بیش از نظارت است. در ۵ دوره اخیر آزمون

نظارت، به صورت یک در میان از «مبحث دوم» یک پرسش مطرح شده است. در چهار دوره ابتدایی آزمون طراحی، هیچ پرسشی از «مبحث دوم» مطرح نشده، در حالیکه در آزمون مهر ۹۸ و مهر ۹۹ به ترتیب ۱ و ۲ پرسش از این مبحث مطرح شده است.

#### ۴-۲-۱۲ مهمترین بخش ها

جدول (۱۳-۱) مهمترین بخش های مبحث دوم

شماره	صفحات	عنوان
بخش ۲-۳	از ۲ تا ۳	اشخاص حقوقی و دفاتر مهندسی طراحی ساختمان
بخش ۲-۴	از ۳ تا ۵	اشخاص حقوقی و دفاتر مهندسی اجرایی ساختمان
بخش ۳-۶	از ۳۰ تا ۳۲	ظرفیت اشتغال طراحان حقوقی ساختمان
بخش ۷-۱	از ۳۶ تا ۳۸	وظایف و مسئولیت های مجریان ساختمان

#### ۵-۲-۱۲ راهکار مطالعه

- صرفاً باید قسمتهایی که در ادوار قبل از آن سوال طرح شده است، مطالعه شود. برای این منظور می توانید از «[کتاب میکرو تاسیسات برقی](#)» استفاده کنید که در فصل دوم این کتاب، قسمت های مهم مبحث دوم مقررات ملی ساختمان، ویژه آزمون نظام مهندسی تاسیسات برقی استخراج شده است.
- از [کلیدواژه استفاده](#) شود، در «[کتاب کلیدواژه آزمون نظام مهندسی تاسیسات برقی](#)» بیش از ۱۶۰۰ کلمه کلیدی مبحث دوم به همراه شماره آیین نامه مربوطه، قابل مشاهده است.

#### ۳-۱۲ مبحث سوم

مبحث سوم مقررات ملی ساختمان (حفاظت ساختمانها در مقابل حریق)، یکی از مهمترین منابع عمومی آزمون نظام مهندسی تاسیسات برقی بوده و تعداد سوالات قابل توجهی از آن مطرح می شود، در این بخش، این مبحث به صورت کامل مورد تحلیل و بررسی قرار می گیرد.

#### ۱-۳-۱۲ ویژگی ها

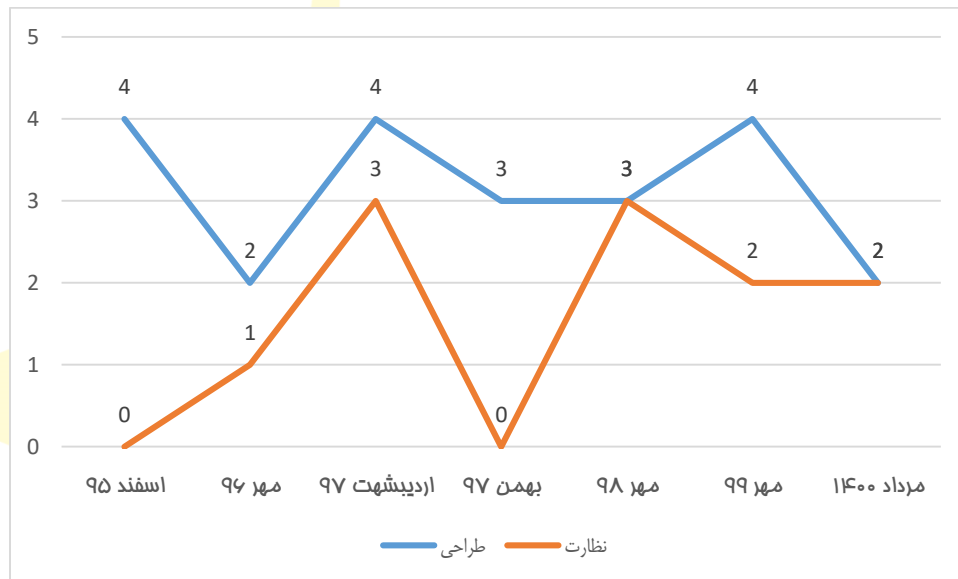
- **هدف:** بر اساس مقررات این مبحث، از آنجا که در هر ساختمان باید کلیه پیش بینی ها و تمهیدات لازم جهت ایمنی ساکنان و متصرفان در برابر حریق فراهم گردد، ضروری است که طراحی و اجرای ساختمان ها به نحوی صورت گیرد که با توجه به کاربری، ابعاد و تعداد طبقات، به مدت مناسبی در برابر حریق مقاومت نموده؛ و از گسترش حریق به فضاها یا ساختمان های مجاور جلوگیری شود.
- **آخرین ویرایش:** ۱۳۹۵
- **مرجع آزمون:** طراحی و نظارت
- **تعداد صفحات:** ۲۱۴
- **تعداد فصلها:** ۱۲
- **تعداد پیوستها:** ۲
- **مهمترین نکته:** حداقل ۳ پرسش از این مبحث در آزمون طراحی مطرح می شود. تعداد پرسشهای طرح شده از این مبحث در آزمون نظارت، در حدود ۲ پرسش خواهد بود.

#### ۲-۳-۱۲ چکیده

طبق مفاهیم مبحث سوم مقررات ملی ساختمان، در تمامی ساختمان‌ها باید پیش بینی لازم به جهت حفاظت افراد و متصرفان در صورت بروز آتش سوزی وجود داشته باشد. برای این منظور، باید در حین محاسبه، طراحی و اجرای ساختمانها، میزان مقاومت ساختمان براساس نوع کاربری، ابعاد و تعداد طبقات، در صورت بروز حریق لحاظ شود. در آزمون نظام مهندسی تاسیسات برقی، چگونگی علامت گذاری مسیرهای خروج از ساختمان، طراحی و بهره برداری از تجهیزات مرتبط با اطفاء حریق و دود ناشی از حریق، و در نهایت ساختار و چگونگی استفاده از اسپرینکلر (شبکه بارنده خودکار) از بحث‌های بسیار مهم محسوب می‌شود.

### ۳-۳-۱۲ تعداد سوالات مطرح شده

در نمودار زیر، تعداد سوالات مطرح شده از این مبحث، در آزمون نظام مهندسی تاسیسات برقی از اسفند ۹۵ تاکنون، به تفکیک دو صلاحیت طراحی و نظارت ارائه شده است.



شکل ۶۰-۱) تعداد پرسش‌های مطرح شده از مبحث ۳

از نمودار بالا میتوان ثابت نمود که، تعداد پرسش‌های مطرح شده از این مبحث در آزمون طراحی، بیش از آزمون نظارت است. سهم «مبحث ۳»، در آزمون طراحی بین ۲ تا ۴ پرسش در هر آزمون بوده است. سهم «مبحث ۳»، در آزمون نظارت به طور متوسط حدوداً ۲ پرسش در هر آزمون بوده است؛ البته در آزمون مهر ۹۹، این سهم حفظ شده است.

### ۴-۳-۱۲ مهمترین بخش‌ها

جدول ۱۴-۱) مهمترین بخش‌های مبحث سوم

شماره	صفحات	عنوان
بخش ۳-۵-۷	از ۶۰ تا ۶۲	ضوابط طراحی
بخش ۳-۶-۹	از ۱۰۶ تا ۱۰۹	علامت‌گذاری راه‌های خروج
بخش ۳-۹	از ۱۷۵ تا ۱۸۱	سیستم‌های اطفاء حریق و کنترل دود
بخش ۳-۱۰	از ۱۸۳ تا ۱۹۰	ضوابط اختصاصی ساختمان‌های بلند مرتبه

### ۵-۳-۱۲ راهکار مطالعه

- صرفاً باید قسمتهایی که در ادوار قبل از آن سوال طرح شده، مطالعه شود. برای این منظور می‌توانید از «[کتاب میکرو تاسیسات برقی](#)» استفاده کنید که در فصل سوم این کتاب، قسمت‌های مهم مبحث سوم مقررات ملی ساختمان، ویژه آزمون نظام مهندسی تاسیسات برقی استخراج شده است.



- از کلیدواژه استفاده شود، در «[کتاب کلیدواژه آزمون نظام مهندسی تاسیسات برقی](#)» بیش از ۲۷۰۰ کلمه کلیدی مبحث سوم به همراه شماره آیین نامه مربوطه، قابل مشاهده است.

## ۱۲-۴-۱ مبحث دوازدهم

مبحث دوازدهم مقررات ملی ساختمان در مورد «ایمنی و حفاظت کار در حین اجرا» بویژه در کارگاه های ساختمانی بوده، که اختصاصی صلاحیت نظارت آزمون نظام مهندسی تاسیسات برقی بوده، و در این بخش به صورت کامل مورد تحلیل و بررسی قرار می گیرد.

### ۱۲-۴-۱-۱ ویژگی ها

- **هدف:** در این مبحث، وظایف هر یک از عوامل دست اندرکار اجرای ساختمان از قبیل صاحب کار، مجری (سازنده)، ناظر، شهرداری و سازمان نظام مهندسی در رابطه با ایمنی، بهداشت و محیط زیست کارگران، عابرین، ساکنان و شاغلین مجاور کارگاه ساختمانی، و همچنین حفاظت از ساختمانها، ابنیه، وسایل نقلیه و درختان مجاور کارگاه ساختمانی از خطرات ناشی از اجرای عملیات ساختمانی، بیان شده است.

- **آخرین ویرایش:** ۱۳۹۲

- **مرجع آزمون:** نظارت

- **تعداد صفحات:** ۸۰

- **تعداد فصلها:** ۱۱

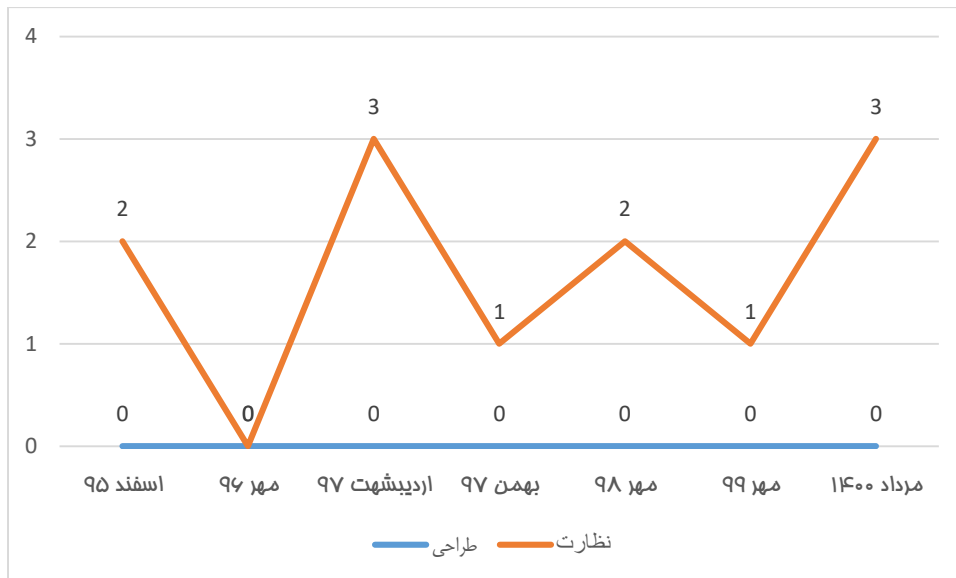
- **مهمترین نکته:** این مبحث اختصاصی صلاحیت نظارت بوده، و به صورت میانگین سه پرسش از آن در هر دوره مطرح می شود.

### ۱۲-۴-۲-۱ چکیده

تمرکز اصلی مبحث دوازدهم مقررات ملی ساختمان، آماده سازی زمینه ایمنی و بهداشت محیطی برای افراد و تجهیزات و ساختمان است. با توجه به اینکه قبل از اتمام پروژه، بخش قابل توجهی از برق به صورت موقت بوده، باید الزامات مربوط به سیم کشی برای استفاده های موقت در ساختمان رعایت شود. تجهیزات لازم برای حفاظت فردی و همچنین وسایل، تجهیزات و ماشین آلات ساختمانی نیز باید دارای ایمنی لازم و متناسب با نوع کاربری باشد. همچنین در اجرا و حریم خطوط انتقال نیروی برق نیز، باید مفاد این مبحث مورد توجه قرار گیرد.

### ۱۲-۴-۲-۲ تعداد سوالات مطرح شده

در نمودار زیر، تعداد سوالات مطرح شده از این مبحث، در آزمون نظام مهندسی تاسیسات برقی از اسفند ۹۵ تاکنون، ارائه شده است.



شکل ۶۱-۱) تعداد پرسش های مطرح شده از مبحث دوازدهم

با توجه به اینکه مبحث دوازدهم، مرجع آزمون نظام مهندسی تأسیسات برقی طراحی نبوده، طبیعتاً سوالی از این مبحث در آزمون طراحی مطرح نمی شود. در آزمون نظارت معمولاً، بین ۲ تا ۳ پرسش از این مبحث طرح میشود. البته همانگونه که در نمودار بالا مشخص است در آزمون نظارت مهر ۹۹، تنها یک سوال از این مبحث مطرح شده است.

#### ۴-۴-۱۲ مهمترین بخش ها

جدول (۱-۱۵) مهمترین بخش های مبحث دوازدهم

شماره	صفحات	عنوان
بخش ۱۲-۱-۳	از ۱ تا ۷	تعاریف کلی و واژه ها
بخش ۱۲-۱-۵	از ۸ تا ۹	مسئولیت ایمنی، بهداشت کار و حفاظت محیط زیست
بخش ۱۲-۴	از ۲۷ تا ۳۱	وسایل و تجهیزات حفاظت فردی
بخش ۱۲-۱۱-۴	از ۷۶ تا ۷۶	سیم کشی برای استفاده های موقت

#### ۵-۴-۱۲ راهکار مطالعه

- صرفاً باید قسمتهایی که در ادوار قبل از آن سوال مطرح شده است، مطالعه شود. برای این منظور می توانید از «[کتاب میکرو تاسیسات برقی](#)» استفاده کنید، که در فصل چهارم این کتاب قسمت های مهم مبحث دوازدهم ویژه آزمون نظام مهندسی تاسیسات برقی استخراج شده است.
- از [کلیدواژه آزمون نظام مهندسی تاسیسات برقی](#)» بیش از ۱۳۰۰ کلمه کلیدی مبحث دوازدهم به همراه شماره آیین نامه مربوطه، قابل مشاهده است.

#### ۵-۱۲ مبحث سیزدهم

مبحث سیزدهم مقررات ملی ساختمان (تاسیسات برقی ساختمانها) یکی از مهمترین منابع اختصاصی برای آزمون نظام مهندسی تاسیسات برقی برای هر دو صلاحیت طراحی و نظارت بوده، و این مبحث بیشترین سهم از سوالات در هر دوره را نسبت به دیگر منابع، به خود اختصاص می دهد.

#### ۱-۵-۱۲ ویژگی ها

• **هدف:** در این مبحث، مواردی از قبیل الزامات مربوط به تامین نیروی برق (انشعاب، پست، مولد)، الزامات نصب و طراحی اتاق ترانسفورماتور، اتصال زمین، نیروی برق اضطراری، تابلو برق، تجهیزات و وسایل حفاظت و کنترل، مدارها (کابل کشی-سیم کشی)، لوله کشی و همچنین تجهیزات سیم کشی، تاسیسات جریان ضعیف، شدت روشنایی داخلی، شرح داده شده است.

• **آخرین ویرایش:** ۱۳۹۵

• **مرجع آزمون:** طراحی و نظارت

• **تعداد صفحات:** ۲۲۵

• **تعداد فصلها:** ۱۱

• **تعداد پیوستها:** ۱۰

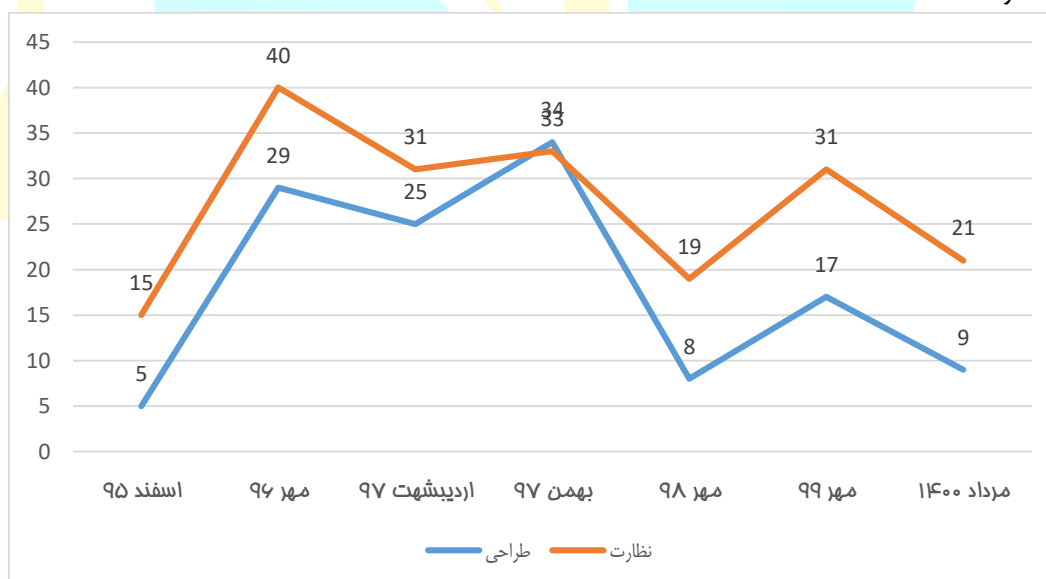
• **مهمترین نکته:** این مبحث مهمترین منبع آزمون نظام مهندسی تاسیسات برقی در هر دو صلاحیت طراحی و نظارت میباشد؛ که در برخی از دوره های برگزاری آزمون تا نیمی از سوالات موجود در آزمون را به خود اختصاص داده است.

## ۲-۵-۱۲ چکیده

مبحث سیزدهم مقررات ملی ساختمان، اصلی ترین منبع اختصاصی آزمون نظام مهندسی تاسیسات برقی بوده، و حجم قابل توجهی از سوالات آزمون را به خود اختصاص می دهد. در این مبحث علاوه بر آموزش اصول طراحی و اجرا در تاسیسات برقی، تمرکز بسیاری بر ایمنی تاسیسات برقی و همچنین اصول طراحی و اجرا در سیستم های جریان ضعیف صورت گرفته است. یکی از بخشهای مهم این مبحث، پیوست های این مبحث میباشد؛ مانند «پیوست ۱»، که در این پیوست در مورد سیستم های نیروی برق صحبت شده است (که تاکنون بخش مهمی از سوالات طرح شده از مبحث سیزدهم در آزمون را به خود اختصاص داده است). طبق تجربه آزمون های قبلی، هر کلمه این مبحث می تواند محل سوال و آزمون باشد؛ و داوطلب باید به صورت کامل به این مبحث مسلط گردد.

## ۲-۵-۱۲ تعداد سوالات مطرح شده

در نمودار زیر، تعداد سوالات مطرح شده از این مبحث، در آزمون نظام مهندسی تاسیسات برقی از اسفند ۹۵ تاکنون، به تفکیک دو صلاحیت طراحی و نظارت ارائه شده است.



شکل ۶۲-۱) تعداد پرسش های مطرح شده از مبحث سیزدهم

همانگونه که طبق نمودار بالا مشخص است، بجز آزمون های اسفند ۹۵ و مهر ۹۸، در سایر آزمون های نظارت حداقل ۳۰ پرسش از «مبحث ۱۳» مطرح شده است (البته سهم این مبحث از سوالات آزمون نظارت مهر ۹۹، ۳۱ پرسش می باشد). بعد از اینکه در آزمون

طراحی بهمن ۹۷، تعداد پرسش های مطرح شده از «مبحث ۱۳» به عدد عجیب ۳۴ رسید، در آزمون بعدی آن (مهر ۹۸)، به عدد بسیار کم ۸ پرسش نزول کرد (در آزمون طراحی مهر ۹۹، سهم «مبحث ۱۳»، ۱۷ پرسش بود).

## ۴-۵-۱۲ مهمترین بخش ها

جدول (۱-۱۶) مهمترین بخش های مبحث ۱۳

شماره	صفحات	عنوان
فصل ۵	از ۴۱ تا ۷۰	منابع تامین نیروی برق (سرویس مشترک)
فصل ۷	از ۷۹ تا ۹۵	مدارها (کابل کشی - سیم کشی)
فصل ۹	از ۹۹ تا ۱۱۸	تاسیسات جریان ضعیف
پیوست ۱	از ۱۳۹ تا ۱۷۳	سیستم های نیروی برق

## ۵-۵-۱۲ راهکار مطالعه

همانطور که گفته شد، مبحث ۱۳ مهمترین مرجع آزمون نظام مهندسی تاسیسات برقی می باشد؛ از این رو، منابع آموزشی متعدد و متنوعی برای آن آماده شده است.

- «[بسته راهنمای جامع مبحث ۱۳](#)»: این بسته شامل فیلم و کتاب بوده که واژه به واژه مبحث ۱۳ را به صورت تصویری و کاملاً کاربردی به گونه ای مورد تحلیل و بررسی قرار داده، که هم برای آزمون و نیز بعد از قبولی در آزمون (پس از اخذ پروانه نظام مهندسی) مفید باشد.
- «[کتاب پرسشنامه مبحث ۱۳](#)»: در این کتاب، متن کامل مبحث ۱۳ به صورت طبقه بندی شده به همراه تمامی پرسش ها از اولین دوره (آذر ۷۳) تا آخرین دوره، مورد آموزش و تحلیل و بررسی قرار داده شده است.
- «[کتاب درسنامه و پرسش های طبقه بندی شده آزمون نظام مهندسی تاسیسات برقی \(طراحی-نظارت\)](#)»: در این کتاب مهمترین مسائل مربوط بخش های مختلف مبحث ۱۳، به تفکیک دو صلاحیت طراحی و نظارت به صورت طبقه بندی شده همراه با پاسخ پرسشهای تشریحی از اولین دوره برگزاری آزمون تاکنون، مورد آموزش و بررسی قرار گرفته است.
- «[فیلم آمادگی آزمون نظام مهندسی تاسیسات برقی \(طراحی-نظارت\)](#)»: شبیه سازی کلاس حضوری همراه با آموزش بخش های مختلف مبحث ۱۳، به تفکیک دو صلاحیت طراحی و نظارت به صورت طبقه بندی شده همراه با پاسخ تشریحی پرسش های مطرح شده از اولین دوره برگزاری آزمون تاکنون.
- «[کتاب راه آزمون نظام مهندس تاسیسات برقی-نظارت](#)»: در این کتاب بخشهای نظارتی کتاب «درسنامه و پرسشهای طبقه بندی شده آزمون نظام مهندسی تاسیسات برقی» قرار دارد؛ که مسائل و مباحث مربوط به بخش های مختلف مبحث ۱۳ را به صورت طبقه بندی شده، به همراه پرسش های مطرح شده از اولین دوره برگزاری آزمون تاکنون، از نگاه نظارتی مورد بررسی و تحلیل قرار می دهد.
- «[فیلم آمادگی آزمون نظام مهندسی تاسیسات برقی - نظارت](#)»: در این فیلم که شبیه سازی کلاس حضوری می باشد؛ قسمت های مربوط به بخش نظارت فیلم «آمادگی آزمون نظام مهندسی تاسیسات برقی طراحی-نظارت» قرار دارد؛ که مسائل و مباحث مربوط به بخش های مختلف مبحث ۱۳ به صورت طبقه بندی شده، به همراه حل پرسش های مطرح شده از اولین دوره برگزاری آزمون تاکنون، از نگاه نظارتی به صورت کاملاً کاربردی آموزش داده می شود.
- «[کتاب راه آزمون نظام مهندسی تاسیسات برقی-طراحی](#)»: در این کتاب بخشهای طراحی کتاب «درسنامه و پرسشهای طبقه بندی شده آزمون نظام مهندسی تاسیسات برقی» قرار دارد؛ که مسائل و مباحث مربوط به بخشهای مختلف مبحث ۱۳ را به صورت طبقه بندی شده، به همراه پرسش های مطرح شده از اولین دوره برگزاری آزمون تاکنون، از نگاه طراحی مورد بررسی و تحلیل قرار می دهد.
- «[فیلم آمادگی آزمون نظام مهندسی تاسیسات برقی-طراحی](#)»: در این فیلم که شبیه سازی کلاس حضوری می باشد؛ قسمت های مربوط به بخش طراحی فیلم «آمادگی آزمون نظام مهندسی تاسیسات برقی طراحی-نظارت» قرار دارد؛ که مسائل تماس برای مشاوره (ایگان: ۰۲۱۶۶۴۰۴۴۱۸۶ - تلگرام و اینستاگرام: @tasaisat\_barghi - [برای دریافت هدیه کلیک کنید](#))

و مباحث مربوط به بخش های مختلف مبحث ۱۳ به صورت طبقه بندی شده، به همراه حل پرسش های مطرح شده از اولین دوره برگزاری آزمون تاکنون، از نگاه طراحی به صورت کاملاً کاربردی آموزش داده می شود.

- «[کتاب کلیدواژه آزمون نظام مهندسی تاسیسات برقی](#)»: در این کتاب چندین هزار کلمه از مبحث ۱۳، به همراه شماره آیین نامه مربوطه، وجود دارد.

## ۱۲-۶ مبحث پانزدهم

مبحث ۱۵ مقررات ملی ساختمان (آسانسور، پلکان برقی و پیاده روی متحرک) یکی دیگر از منابع مهم و تخصصی در آزمون نظام مهندسی تاسیسات برقی به شمار می رود.

### ۱-۶-۱۲ ویژگی ها

• **هدف:** این مبحث شامل دو بخش بوده، که در آنها مقرراتی برای آسانسورها، پله های برقی و پیاده روی های متحرک وضع شده است، همچنین در این مبحث جداول ابعادی برای انتخاب ابعاد آسانسور، بر اساس استانداردهای ملی و بین المللی، موارد تکمیلی در خصوص جزئیات طراحی و علائم نقشه ها نیز گنجانیده شده است. دامنه کاربرد این مبحث، آسانسورها، پله های برقی و پیاده روی های متحرک در ساختمان ها می باشد.

• **آخرین ویرایش:** ۱۳۹۲

• **مرجع آزمون:** طراحی و نظارت

• **تعداد صفحات:** ۷۴

• **تعداد فصلها:** ۳

• **تعداد پیوستها:** ۳

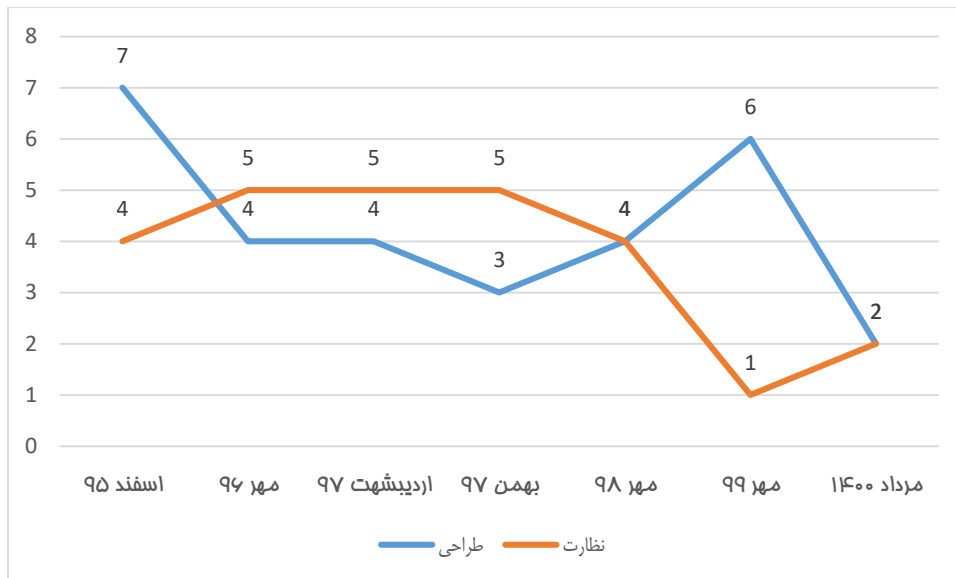
• **مهمترین نکته:** مبحث ۱۵، به همراه مبحث ۱۳، از مهمترین منابع آزمون نظام مهندسی تاسیسات برقی محسوب می شوند.

### ۲-۶-۱۲ چکیده

پیشرفت چشمگیر صنعت آسانسور در دنیا در دو دهه اخیر، و به تبع آن تغییرات بوجود آمده در استانداردهای بین المللی از یک سو، و از سوی دیگر تجربیات ۱۵ ساله اجرای ضوابط مربوط به مبحث آسانسور در کشور، لزوم بازخوانی و ارزیابی مجدد ضوابط موجود در مبحث پانزدهم مقررات ملی ساختمان را بیش از پیش روشن می نماید. بدین منظور ویرایش پیش رو به عنوان دومین بازنگری این مبحث، در سال ۱۳۹۲ با هدف رفع ابهامات موجود در ویرایش قبلی، و به روزرسانی ضوابط مطابق با استانداردهای معتبر بین المللی مورد ارزیابی قرار گرفت.

### ۳-۶-۱۲ تعداد سوالات مطرح شده

در نمودار زیر، تعداد سوالات مطرح شده از این مبحث، در آزمون نظام مهندسی تاسیسات برقی از اسفند ۹۵ تاکنون، به تفکیک دو صلاحیت طراحی و نظارت ارائه شده است.



شکل ۶۳-۱) تعداد پرسش های مطرح شده از مبحث ۱۵

همانگونه که در نمودار بالا مشخص است، میانگین پرسشهای مطرح شده از «مبحث ۱۵» در آزمون طراحی، ۳ یا ۴ پرسش می باشد؛ که در آزمون طراحی مهر ۹۹، ۶ پرسش از این مبحث مطرح شد. همچنین میانگین پرسشهای مطرح شده از «مبحث ۱۵» در آزمون نظارت، ۴ یا ۵ پرسش می باشد؛ که در آزمون نظارت مهر ۹۹، تنها یک پرسش از این مبحث مطرح شد.

#### ۴-۶-۱۲ مهمترین بخش ها

جدول ۱۷-۱) مهمترین بخش های مبحث ۱۵

عنوان	صفحات	شماره
تعاریف	از ۴ تا ۸	۱۵-۱-۲
طراحی و آماده سازی محل آسانسور و اجزاء آن	از ۱۱ تا ۳۰	۱۵-۲-۲
آزمایش و تحویل گیری	از ۳۴ تا ۳۷	۱۵-۲-۶

#### ۵-۶-۱۲ راهکار مطالعه

• قسمتهای مهم به صورت موضوعی طبقه بندی شود. برای این منظور، براساس نوع صلاحیت سه دسته محصول آموزشی پیشنهاد می شود:

- «کتاب درسنامه و پرسش های طبقه بندی شده آزمون نظام مهندسی تاسیسات برقی»: در این کتاب مهمترین مسائل مربوط به بخش های مختلف مبحث ۱۵، به تفکیک دو صلاحیت طراحی و نظارت به صورت طبقه بندی شده همراه با پاسخ پرسشهای تشریحی از اولین دوره برگزاری آزمون تاکنون، مورد آموزش و تحلیل و بررسی قرار گرفته است.
- «فیلم آمادگی آزمون نظام مهندسی تاسیسات برقی طراحی-نظارت»: شبیه سازی کلاس حضوری همراه با آموزش بخش های مختلف مبحث ۱۵، به تفکیک دو صلاحیت طراحی و نظارت به صورت طبقه بندی شده همراه با پاسخ تشریحی پرسش های مطرح شده از اولین دوره برگزاری آزمون تاکنون.
- «کتاب راه آزمون نظام مهندسی تاسیسات برقی -نظارت»: در این کتاب بخشهای نظارتی کتاب «درسنامه و پرسشهای طبقه بندی شده آزمون نظام مهندسی تاسیسات برقی» قرار دارد؛ که مسائل و مباحث مربوط به بخش های مختلف مبحث ۱۵ را به صورت طبقه بندی شده، به همراه پرسش های مطرح شده از اولین دوره برگزاری آزمون تاکنون، از نگاه نظارتی مورد بررسی و تحلیل قرار می دهد.
- «فیلم آمادگی آزمون نظام مهندسی تاسیسات برقی -نظارت»: در این فیلم که شبیه سازی کلاس حضوری می باشد؛ قسمت های مربوط به بخش نظارتی فیلم «آمادگی آزمون نظام مهندسی تاسیسات برقی طراحی-نظارت» قرار دارد؛ که

مسائل و مباحث مربوط به بخش های مختلف مبحث ۱۵ به صورت طبقه بندی شده، به همراه حل پرسش های مطرح شده از اولین دوره برگزاری آزمون تاکنون، از نگاه نظارتی به صورت کاملاً کاربردی آموزش داده می شود.

○ «کتاب راه آزمون نظام مهندسی تاسیسات برقی - طراحی»: در این کتاب بخشهای طراحی کتاب «درسنامه و پرسشهای طبقه بندی شده آزمون نظام مهندسی تاسیسات برقی» قرار دارد؛ که مسائل و مباحث مربوط به بخش های مختلف مبحث ۱۵ را به صورت طبقه بندی شده، به همراه پرسش های مطرح شده از اولین دوره برگزاری آزمون تاکنون، از نگاه طراحی مورد بررسی و تحلیل قرار میدهد.

○ «فیلم آمادگی آزمون نظام مهندسی تاسیسات برقی - طراحی»: در این فیلم که شبیه سازی کلاس حضوری می باشد؛ قسمت های مربوط به بخش طراحی فیلم «آمادگی آزمون نظام مهندسی برق طراحی-نظارت» قرار دارد؛ که مسائل و مباحث مربوط به بخش های مختلف مبحث ۱۵ به صورت طبقه بندی شده، به همراه حل پرسش های مطرح شده از اولین دوره برگزاری آزمون تاکنون، از نگاه طراحی به صورت کاملاً کاربردی آموزش داده می شود.

• «کتاب کلیدواژه آزمون نظام مهندسی تاسیسات برقی»: بیش از ۱۴۰۰ واژه از مبحث پانزدهم به همراه شماره آیین نامه مربوطه در این کتاب موجود می باشد.

• «کتاب پرسشنامه طبقه بندی شده مبحث ۱۵»: در این کتاب، متن کامل مبحث ۱۵ به صورت طبقه بندی شده به همراه تمامی پرسشها از اولین دوره تا آخرین دوره مورد آموزش و تحلیل و بررسی قرار گرفته است.

## ۱۲-۷ مبحث نوزدهم

مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان (صرفه جویی در مصرف انرژی) یکی از منابع عمومی آزمون نظام مهندسی تاسیسات برقی محسوب می شود؛ که در بخش پیش رو به بررسی تحلیل و دقیق آن می پردازیم.

### ۱-۱۲-۷ ویژگی ها

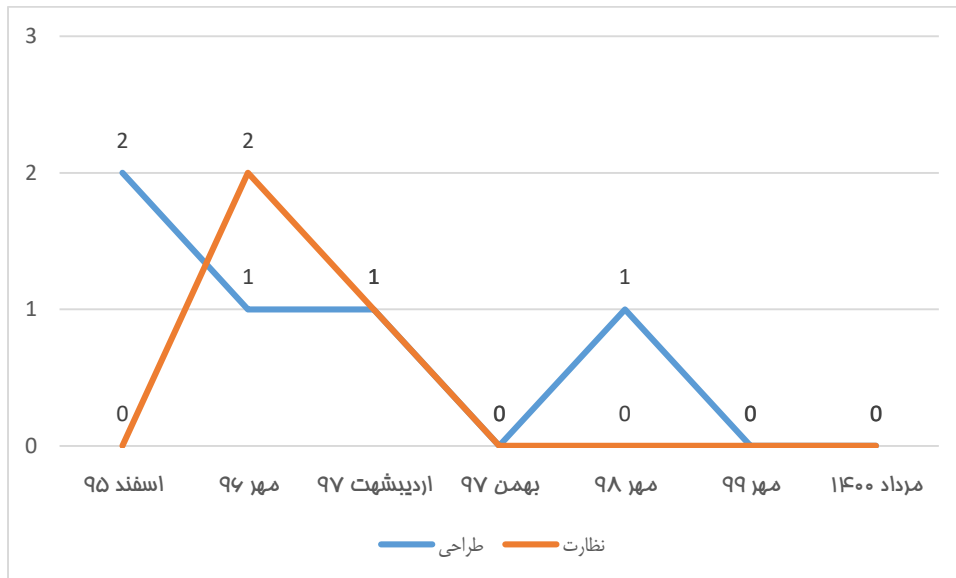
- هدف: ارائه راهکارهای بهینه برای کاهش استفاده از انرژی در ساختمان ها بدلیل مصرف حدود ۴۰ درصد کل انرژی کشور در این قسمت.
- آخرین ویرایش: چهارم - ۹۹
- مرجع آزمون: طراحی-نظارت
- تعداد صفحات: ۳۰۴
- تعداد فصلها: ۸
- تعداد پیوستها: ۱۲
- مهمترین نکته: این کتاب یکی از منابعی می باشد که، سوالات بسیار کمی از آن در آزمون مطرح می شود.

### ۲-۱۲-۷ چکیده

در این مبحث، علاوه بر پیوسته خارجی، تاسیسات مکانیکی و روشنایی ساختمان نیز، هریک در فصلی جداگانه مطرح شده اند؛ و توصیه‌هایی نیز برای طراحی ساختمان ارائه گردید. از طرف دیگر، در گروه بندی ساختمان‌ها، علاوه بر کاربری، عوامل دیگری نظیر نیاز انرژی سالانه نیز مدنظر قرار گرفته است. همچنین برای یکسان سازی داده‌های فنی در خصوص مصالح و فرآورده‌های ساختمانی مورد استفاده در پیوسته خارجی ساختمان، ضرایب هدایت حرارت و مقاومت‌های حرارتی مورد نیاز در طراحی و محاسبات نیز به پیوست ارائه گردید.

### ۳-۱۲-۷ تعداد سوالات مطرح شده

در نمودار زیر، تعداد سوالات مطرح شده از این مبحث، در آزمون نظام مهندسی تاسیسات برقی از اسفند ۹۵ تاکنون، به تفکیک دو صلاحیت طراحی و نظارت ارائه شده است.



شکل ۶۴-۱) تعداد پرسش‌های مطرح شده از مبحث ۱۹

با توجه به نمودار بالا مشاهده می‌شود که در سه دوره اخیر آزمون نظارت، هیچ پرسشی از «مبحث ۱۹» مطرح نشده است. به صورت میانگین، تعداد سوالات مطرح شده از این مبحث در آزمون‌های طراحی «حدود ۱ الی ۲ پرسش» بوده است. البته در آزمون‌های طراحی بهمن ۹۷ و مهر ۹۹ هیچ پرسشی از «مبحث ۱۹» مطرح نشده است.

#### ۴-۷-۱۲ مهمترین بخش‌ها

جدول ۱۸-۱) مهمترین بخش‌های مبحث ۱۹

شماره	صفحات	عنوان
۱۹-۴-۴	۶۱ تا ۶۵	تاسیسات برقی
۱۹-۵-۴ و ۵	۹۶ تا ۱۱۸	تاسیسات برقی در روش تجویزی
پیوست ۱۲	۲۸۳ تا ۳۰۰	اطلاعات تکمیلی در خصوص تاسیسات الکتریکی
۱۹-۷-۵	۱۵۵ تا ۱۵۶	سیستم‌های بر پایه انرژی‌های تجدیدپذیر در روش نیاز ساختمان

#### ۵-۷-۱۲ راهکار مطالعه

- دو تاکتیک مهم برای پاسخگویی به سوالات آزمون نظام مهندسی تاسیسات برقی از مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان وجود دارد:
- **خلاصه نویسی:** صرفاً باید قسمت‌هایی که در ادوار قبل از آن سوال طرح شده است، مطالعه شود. برای این منظور می‌توانید از «کتاب میکرو تاسیسات برقی» استفاده کنید که در فصل پنجم این کتاب، قسمت‌های مهم مبحث نوزدهم مقررات ملی ساختمان، ویژه آزمون نظام مهندسی تاسیسات برقی استخراج شده است.
  - **کلیدواژه:** بعد از خلاصه سازی، راهکار بعدی استفاده از کلیدواژه است که کلمات کلیدی این مبحث به همراه شماره آیین نامه در «کتاب کلیدواژه آزمون نظام مهندسی تاسیسات برقی» وجود دارد.

#### ۸-۱۲ مبحث بیست و یکم

مبحث ۲۱ مقررات ملی ساختمان (پدافند غیرعامل) جزء منابع عمومی آزمون نظام مهندسی تاسیسات برقی برای هر دو صلاحیت طراحی و نظارت محسوب می‌شود؛ که در این بخش به بررسی و تحلیل کامل این مبحث می‌پردازیم.



## ۱-۸-۱۲ ویژگی ها

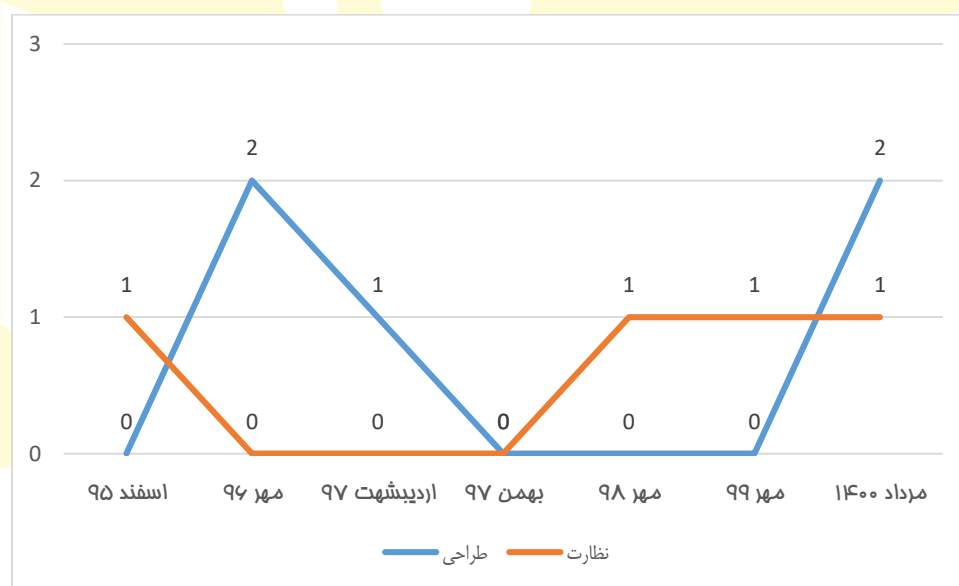
- **هدف:** انجام مطالعات پدافند غیرعامل به منظور شناخت تهدیدات و تدوین تهدید مبنای، بررسی آسیب پذیری های زیرساخت ها، اماکن و تاسیسات، و ارائه راهکارهایی به منظور مصون سازی و پایداری می باشد.
- **آخرین ویرایش:** ۹۵
- **مرجع آزمون:** طراحی- نظارت
- **تعداد صفحات:** ۱۱۴
- **تعداد فصلها:** ۷

• **مهمترین نکته:** جز منابعی است که سوالات بسیار کمی از آن در آزمون نظام مهندسی برق مطرح می شود.

**ب) چکیده:** اجرای الزامات و ملاحظات پدافند غیرعامل، موجب کاهش آسیب پذیری نیروی انسانی، ساختمانها، تاسیسات و تجهیزات حیاتی، حساس و مهم کشور در مقابل تهدیدات غیرطبیعی ایجاد شده توسط دشمن، می گردد. این امر، باعث تداوم اداره کشور و فعالیت های ضروری و کاهش آسیب پذیری زیرساختها، اماکن، تاسیسات و تجهیزات مهم کشور در زمان وقوع تهدید می گردد. این مبحث اختصاص به ضوابط پدافند غیرعامل در ساختمان ها دارد و طراحان، مجریان و ناظرین اجرای پروژه های ساختمانی، موظف به رعایت الزامات و ملاحظات پدافند غیرعامل مطابق با ضوابط مندرج در این مبحث می باشند.

## ۲-۸-۱۲ تعداد سوالات مطرح شده

در نمودار زیر، تعداد سوالات مطرح شده از این مبحث، در آزمون نظام مهندسی تاسیسات برقی از اسفند ۹۵ تاکنون، به تفکیک دو صلاحیت طراحی و نظارت ارائه شده است.



شکل ۶۵-۱) تعداد پرسش های مطرح شده از مبحث ۲۱

همانگونه که در نمودار بالا مشخص است، به جز اولین دوره (آزمون طراحی اسفند ۹۵) که هیچگونه سوالی از این مبحث مطرح نشده بود، در بقیه آزمونهای طراحی از این مبحث سوالاتی طرح شده است؛ که در ۲ دوره اخیر، به صورت ثابت، سهم این مبحث ۲ پرسش در هر آزمون بوده است. از ۶ دوره آزمون نظارت برگزار شده از اسفند ۹۵ تاکنون، تعداد پرسشها در ۳ دوره به مقدار صفر، و در ۳ دوره نیز یک پرسش از «مبحث ۲۱» سوال طرح شده است.

## ۳-۸-۱۲ مهمترین بخش ها

جدول (۱-۱۹) مهمترین بخش های مبحث ۲۱

شماره	صفحات	عنوان
۱-۴-۲۱	از ۲۸ تا ۲۸	تعریف فضاهای امن
۳-۷-۲۱	از ۹۴ تا ۹۶	سامانه های سرمایه گذاری و گرمایش
۳-۷-۲۱	از ۱۰۱ تا ۱۰۷	ملاحظات تاسیسات برقی

## ۴-۸-۱۲ راهکار مطالعه

با توجه به اینکه تمامی بخش های مبحث ۲۱ جز منابع آزمون نظام مهندسی تاسیسات برقی نیست، پس مطالعه کامل آن اشتباه است و دو راهکار اصلی تسلط به این مبحث عبارت است از:

- **خلاصه سازی:** صرفاً باید قسمت هایی که در ادوار قبل از آن سوال طرح شده است و بخش های برقی مربوط به این مبحث، مطالعه شود. برای این منظور می توانید از «کتاب میکرو تاسیسات برقی» استفاده کنید که در فصل ششم این کتاب، قسمت های مهم مبحث بیست و یکم مقررات ملی ساختمان، ویژه آزمون نظام مهندسی تاسیسات برقی استخراج شده است.
- **کلیدواژه:** واژگان کلیدی و مهم مبحث ۲۱ به همراه شماره آیین نامه مربوطه در «[کتاب کلیدواژه آزمون نظام مهندسی تاسیسات برقی](#)» ارائه شده است.

## ۹-۱۲ مبحث بیست و دوم

مبحث ۲۲ مقررات ملی ساختمان (مراقبت و نگهداری از ساختمان ها)، آخرین مبحث از مباحث مقررات ملی ساختمان بوده؛ که مرجع آزمون نظام مهندسی تاسیسات برقی می باشد؛ و در این بخش به تحلیل و بررسی کامل آن می پردازیم.

### ۱-۹-۱۲ ویژگی ها

- **هدف:** ارائه اصول و قواعد نگهداری از ساختمان بعد از بهره برداری
- **آخرین ویرایش:** ۹۲
- **مرجع آزمون:** طراحی-نظارت
- **تعداد صفحات:** ۷۸
- **تعداد فصلها:** ۱۰
- **مهمترین نکته:** این مبحث بیشتر منبع آزمون نظارت است تا طراحی.

### ۲-۹-۱۲ چکیده

برای نگهداری از ساختمان و اجزای آن نیاز به تدوین و ترویج ضوابط و مقرراتی می باشد؛ تا بر اساس آن، اشخاص ذیصلاحی که در این مبحث تعیین شده اند، بتوانند عملکرد صحیح ساختمان را در طول عمر مفید آن کنترل نموده، و در صورت نیاز اقدام به تعمیر یا تقویت اجزای آسیب دیده نمایند. این مجموعه، ویرایش اول مبحث بیست و دوم مقررات ملی ساختمان با عنوان «مراقبت و نگهداری از ساختمان ها» است؛ و هدف آن ارائه حداقل ضوابط و مقرراتی است که با رعایت آنها شرایط ایمنی، قابلیت بهره برداری مناسب، بهداشت، آسایش ساکنین، بهره دهی مناسب و پایانی ساختمان های موضوع این مبحث فراهم می شود. امید است این مجموعه برای مهندسان کشور مفید واقع شده و کمیته تخصصی مبحث بیست و دوم مقررات ملی ساختمان را کماکان از راهنمایی ها و اظهار نظرهای خود بهره مند سازند.

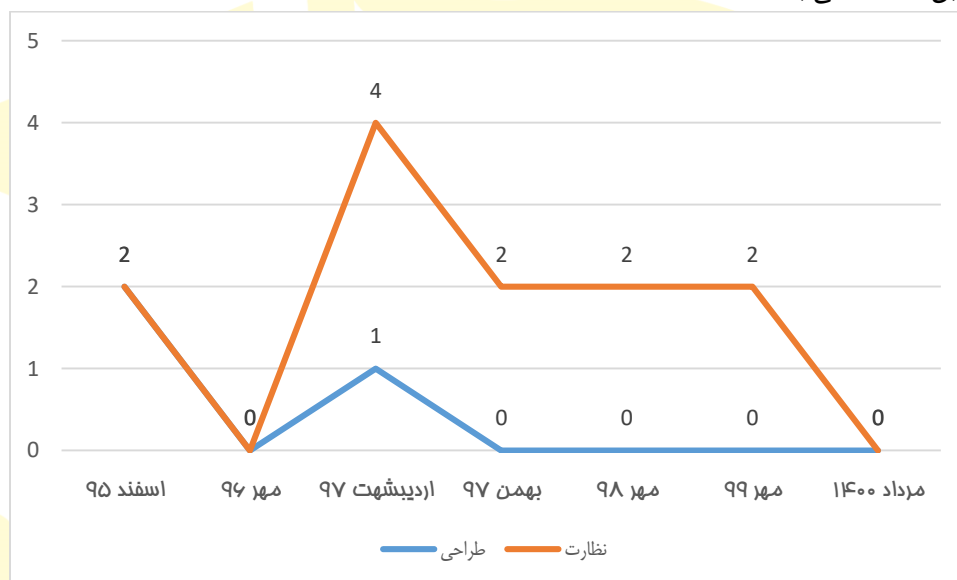
### ۳-۹-۱۲ مهمترین بخش ها

جدول (۲۰-۱) مهمترین بخش های مبحث ۲۲

شماره	صفحات	عنوان
۲۲-۱-۳	از ۲ تا ۶	تعاریف
۲۲-۱-۴	از ۶ تا ۷	انتخاب بازرس
۲۲-۲	از ۹ تا ۱۶	نظامات اداری
۲۲-۷	از ۵۱ تا ۶۴	تاسیسات برقی

### ۴-۹-۱۲ تعداد سوالات مطرح شده

در نمودار زیر، تعداد سوالات مطرح شده از این مبحث، در آزمون نظام مهندسی تاسیسات برقی از اسفند ۹۵ تاکنون، به تفکیک دو صلاحیت طراحی و نظارت قابل مشاهده می باشد.



شکل ۶۶-۱) تعداد پرسش های مطرح شده از مبحث ۲۲

همانگونه که در نمودار بالا مشخص است، در سه دوره اخیر آزمون نظارت، به صورت ثابت ۲ پرسش از «مبحث ۲۲» در هر دوره مطرح شده است. این در حالی است که در سه دوره اخیر آزمون طراحی، هیچ پرسشی از «مبحث ۲۲» مطرح نشده است.

### ۵-۹-۱۲ راهکار مطالعه

- دو راهکار اصلی برای پاسخگویی به پرسش های آزمون نظام مهندسی تاسیسات برقی از مبحث ۲۲ (پدافند غیرعامل) وجود دارد:
- خلاصه نویسی: صرفاً باید قسمتهایی که در ادوار قبل از آن سوال طرح شده است و بخشهای برقی مربوط به این مبحث، مطالعه شود. برای این منظور می توانید از «کتاب میکرو تاسیسات برقی» استفاده کنید که در فصل هفتم این کتاب، قسمت های مهم مبحث بیست و دوم مقررات ملی ساختمان، ویژه آزمون نظام مهندسی تاسیسات برقی استخراج شده است.
  - کلیدواژه: تاکتیک دوم، استفاده از کلیدواژه بوده که واژگان کلیدی مبحث ۲۲ مقررات ملی ساختمان به همراه شماره آیین نامه مربوطه در «کتاب کلیدواژه آزمون نظام مهندسی تاسیسات برقی» آورده شده است.

### ۱۰-۱۷ کتاب قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان

کتاب قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان را میتوان یکی از مهمترین منابع عمومی آزمون نظام مهندسی تاسیسات برقی معرفی کرد؛ که در تمامی آزمون ها از آن سوال طرح شده است. در این بخش به بررسی و تحلیل آن می پردازیم.

## ۱-۱۰-۱۲ ویژگی ها

- هدف: ارائه قوانین و اصول کلی برای ساختار و عملکرد سازمان نظام مهندسی ساختمان
- آخرین ویرایش: ۱۳۹۴
- مرجع آزمون: طراحی-نظارت
- تعداد صفحات: ۱۹۵
- تعداد فصلها: ۱۱
- مهمترین نکته: این کتاب دارای اصلاحات زیادی است؛ که همین موضوع، پاسخ دادن به پرسش ها را با مشکل مواجه کرده است.

## ۲-۱۰-۱۲ بررسی تحلیلی

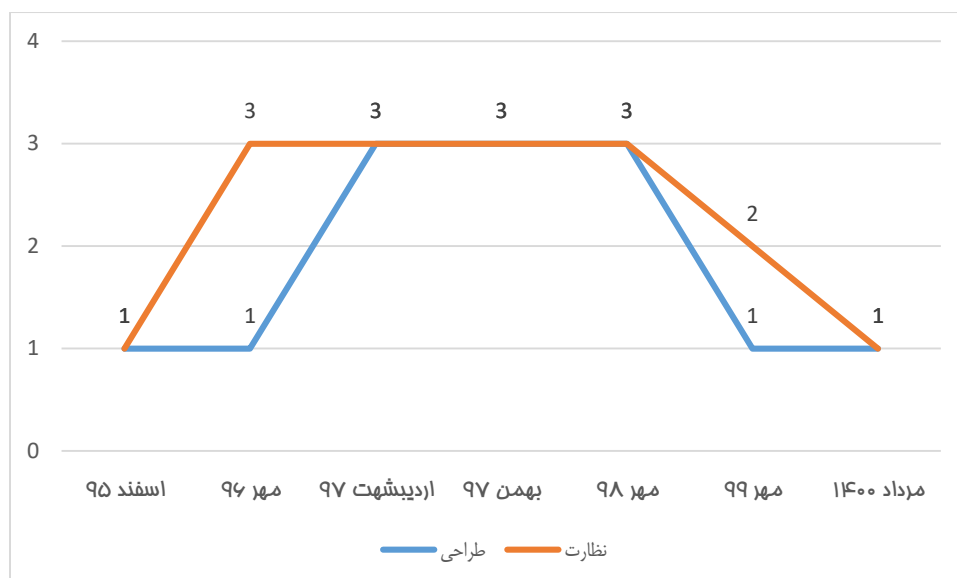
تقریباً چند دوره ای بود که پرسشی از کتاب قانون در آزمون های نظام مهندسی تاسیسات برقی مطرح نشده بود؛ اما در ادوار اخیر، در هر دو آزمون طراحی و نظارت، معمولاً در هر دوره ۳ پرسش از این منبع مطرح می شود. این کتاب دارای ۶ بخش اصلی به شرح ذیل می باشد:

- قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان (صفحات ۷ الی ۳۴)
- آیین نامه اجرایی قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان (صفحات ۳۵ الی ۱۱۷)
- آیین نامه صدور پروانه مهارت فنی برای کارگران ماهر (صفحات ۱۱۸ الی ۱۲۰)
- آیین نامه اجرایی ماده ۲۷ قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان (صفحات ۱۲۲ الی ۱۲۵)
- آیین نامه تشکیلات حرفه ای کاردانهای فنی (صفحات ۱۲۶ الی ۱۴۳)
- اصلاحیه ها (صفحات ۱۴۴ الی ۱۹۵)

مشکل اصلی در پاسخ دادن به پرسش های کتاب قانون نظام مهندسی در آزمون های نظام مهندسی تاسیسات برقی همین اصلاحیه ها هستند، یعنی این امکان وجود دارد که داوطلبی موفق به پیدا کردن پاسخی واقع در پنج بخش اول شود، در حالی که در اصلاحیه ها، اساس آن پاسخ (ماده و تبصره) تغییر کرده باشد. یکی از مهمترین اصلاحیه ها که در دوره های اخیر بیشترین سوالات رو به خود اختصاص داده است، همان اصلاحیه ای می باشد که به «تصویب نامه هیات وزیران» معروف بوده، و در سال ۱۳۹۴ به تصویب هیات دولت رسیده است.

## ۳-۱۰-۱۲ تعداد سوالات مطرح شده

در نمودار زیر، تعداد سوالات مطرح شده از این کتاب، در آزمون نظام مهندسی تاسیسات برقی از اسفند ۹۵ تاکنون، به تفکیک دو صلاحیت طراحی و نظارت قابل مشاهده می باشد.



شکل ۶۷-۱) تعداد پرسش های مطرح شده از قانون نظام مهندسی

همانگونه که در نمودار بالا (صفحه قبل) مشخص است، بعد از ۳ دوره آزمون طراحی که به صورت ثابت در هر دوره ۳ پرسش از «کتاب قانون نظام مهندسی» مطرح شده بود، در آزمون طراحی مهر ۹۹، تنها یک پرسش از این کتاب مطرح شده بود. همچنین پس از برگزاری ۴ دوره آزمون نظارت که به صورت متوالی در هر دوره به صورت ثابت ۳ پرسش از «کتاب قانون نظام مهندسی» مطرح شده بود، در آزمون نظارت مهر ۹۹، تنها ۲ پرسش از این کتاب مطرح شده بود.

#### ۴-۱۰-۱۲ مهمترین بخش ها

این کتاب دارای بخش بندی خاصی نبوده اما مواد مهمی دارد که عبارتند از:

#### جدول (۲۱-۱) مهمترین بخش های کتاب قانون نظام مهندسی

ماده	صفحات	عنوان
۳۴	۳۱ تا ۳۱	قانون نظام مهندسی
۵۲	۷۰ تا ۷۱	آیین نامه اجرایی (اصلاحیه تبصره های این ماده در صفحه ۱۸۰)
۵۳	۷۱	آیین نامه اجرایی (اصلاحیه متن اصلی این ماده در صفحه ۱۴۴)
۹۱	۱۸۸ تا ۱۹۵	آیین نامه اجرایی

ه) **راهکار مطالعه:** دو تکنیک کاربردی برای پاسخ به سوالات آزمون نظام مهندسی تاسیسات برقی از کتاب قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان وجود دارد:

- **خلاصه نویسی:** با توجه به توضیحات داده شده و وجود مشکلات در پاسخ دهی به پرسش های کتاب قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان، علاوه بر اینکه در «**کتاب میکرو تاسیسات برقی**» مهمترین بخش های این منبع ذکر شده است، اصلاحات نیز در دو بخش قانون نظام مهندسی و آیین نامه های اجرایی، اعمال شده و داوطلب را از مطالعه کتاب قانون نظام مهندسی به صورت کامل بی نیاز کرده است.
- **کلیدواژه:** در «**کتاب کلیدواژه آزمون نظام مهندسی تاسیسات برقی**» مهمترین واژه های این کتاب به همراه شماره ماده مربوطه، قرار دارد.

#### ۱۱-۱۲ راهنمای مبحث ۱۳

کتاب راهنمای طرح و اجرای تاسیسات برقی ساختمان (راهنمای مبحث ۱۳) تالیف مرحوم آلدیک موسسیان، یکی از منابع فرعی آزمون نظام مهندسی تاسیسات برقی بوده، که از اهمیت بسیار زیادی برخوردار می باشد. که در این بخش به تحلیل و بررسی کامل این کتاب می پردازیم.

## ۱-۱۱-۱۲ ویژگی ها

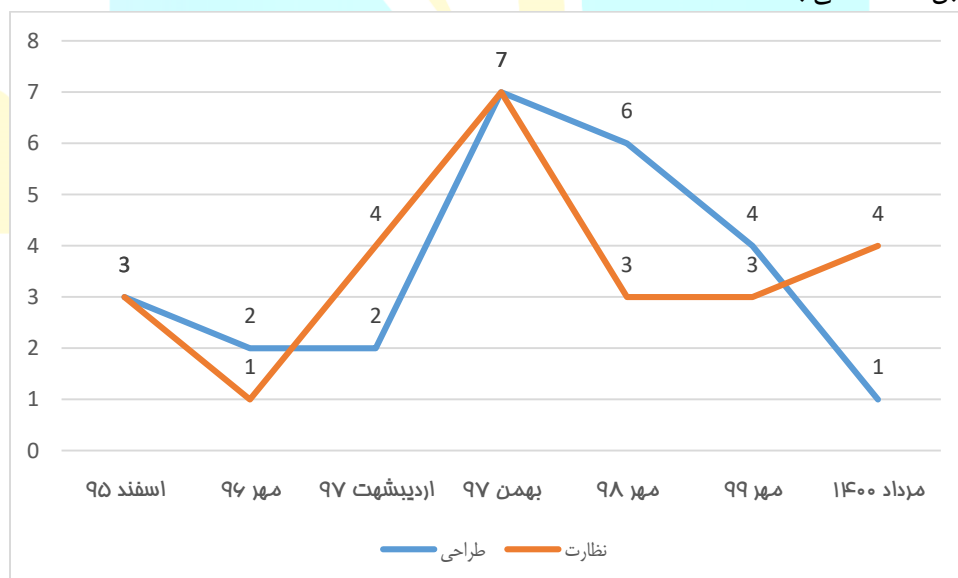
- هدف: کتاب مرجع برای طراحی و اجرای تاسیسات برقی از دید حفاظتی و ایمنی
- آخرین ویرایش: ۸۲
- مرجع آزمون: طراحی-نظارت
- تعداد صفحات: ۴۲۷
- تعداد فصلها: ۸
- مهمترین نکته: این کتاب، یکی از قدیمی ترین منابع آزمون نظام مهندسی تاسیسات برقی بوده که در تمامی آزمون ها از آن پرسش مطرح شده است.

## ۲-۱۱-۱۲ چکیده

کتاب طرح و اجرای تاسیسات برقی ساختمانها تالیف مرحوم آلدیک موسسیان بوده؛ که به راهنمای مبحث ۱۳ نیز معروف می باشد. کتاب بسیار کامل و جامعی است که یکی از منابع مهم طرح سوال برای هر دو صلاحیت طراحی و نظارت در آزمون نظام مهندسی تاسیسات برقی به شمار می رود. هر چند بعد از انتشار ویرایش جدید مبحث ۱۳ در اسفند ماه ۱۳۹۵، کمی از اهمیت آن از نظر طراحان سوال کاسته شده؛ اما همچنان تسلط به آن، یکی از کلیدهای قطعی قبولی در آزمون نظام مهندسی تاسیسات برقی محسوب می شود.

## ۳-۱۱-۱۲ تعداد سوالات مطرح شده

در نمودار زیر، تعداد سوالات مطرح شده از این کتاب، در آزمون نظام مهندسی تاسیسات برقی از اسفند ۹۵ تاکنون، به تفکیک دو صلاحیت طراحی و نظارت قابل مشاهده می باشد.



شکل ۶۸-۱) تعداد پرسش های مطرح شده از راهنمای مبحث ۱۳

با توجه به نمودار بالا (صفحه قبل) مشاهده می شود که بیشترین تعداد پرسش طرح شده از کتاب «راهنمای طرح و اجرای تاسیسات برقی» در آزمون نظارت بهمن ۹۷ با ۷ پرسش می باشد، که این عدد در آزمون نظارت مهر ۹۹، برابر ۳ پرسش می باشد. همچنین بیشترین تعداد پرسش طرح شده از کتاب «راهنمای طرح و اجرای تاسیسات برقی» در آزمون طراحی بهمن ۹۷ با ۷ پرسش بوده، که این عدد در آزمون طراحی مهر ۹۹ برابر ۴ پرسش می باشد.

## ۴-۱۱-۱۲ راهکار مطالعه

دو راهکار عالی برای پاسخ دادن به پرسش های راهنمای مبحث ۱۳ در اینجا ارائه می شود:

- **خلاصه نویسی:** این کتاب دارای بیش از ۴۰۰ صفحه حجم بوده که بخشهایی از آن منبع آزمون بوده، پس ما در مجموعه آموزشی مهندس محمدکریمی، این قسمت ها را استخراج کردیم:
  - **کتاب تاسیسات برق پلاس:** خلاصه راهنمای مبحث ۱۳ برای هر دو صلاحیت طراحی و نظارت
  - **کتاب راه آزمون نظام مهندس تاسیسات برقی - نظارت:** خلاصه راهنمای مبحث ۱۳ ویژه صلاحیت نظارت
  - **کتاب راه آزمون نظام مهندسی تاسیسات برقی - طراحی:** خلاصه راهنمای مبحث ۱۳ ویژه صلاحیت طراحی
  - **فیلم آمادگی آزمون نظام مهندسی تاسیسات برقی - نظارت:** تدریس مفاهیم نظارتی کتاب راهنمای مبحث ۱۳
  - **فیلم آمادگی آزمون نظام مهندسی تاسیسات برقی - طراحی:** تدریس مفاهیم طراحی کتاب راهنمای مبحث ۱۳
- **کلیدواژه:** احتمال دارد سوالی خارج از کتاب های مذکور در آزمون نظام مهندسی برق مطرح شود، که میتوانید با استفاده از **کتاب کلیدواژه آزمون نظام مهندسی تاسیسات برقی** که در آن واژه های کلیدی به همراه شماره آیین نامه مربوطه قرار دارد، به سوالات پاسخ دهید.

## ۱۱-۱۲-۱۱ نشریه ۱۱۰

نشریه ۱۱۰ معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور، یکی از منابع فرعی آزمون نظام مهندسی تاسیسات برقی بوده؛ که بعد از تفکیک آزمون های طراحی و نظارت، سوالات قابل توجهی از آن مطرح شده است. در این بخش به تحلیل کامل این منبع مهم می پردازیم. این نشریه در دو جلد به نامهای «جلد اول (تاسیسات برقی فشار ضعیف و فشار متوسط)»، و «جلد دوم (تاسیسات برقی جریان ضعیف)»، به چاپ رسیده است.

### ۱-۱۲-۱۲ ویژگی ها

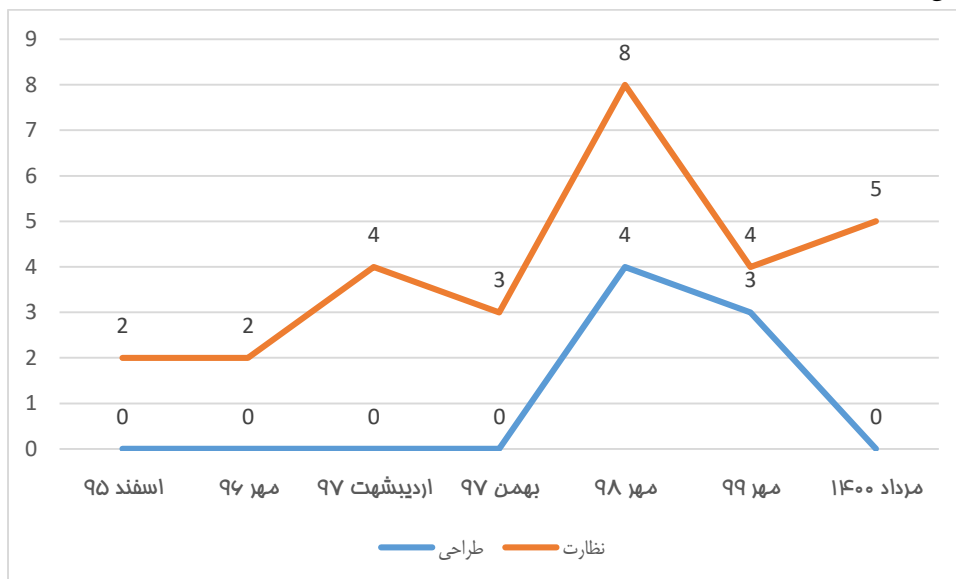
- **هدف:** جمع آوری منبع کامل برای مشخصات فنی و استاندارد ساخت لوازم، مصالح و تجهیزات تاسیسات برقی
- **آخرین ویرایش:** ۸۹
- **مرجع آزمون:** طراحی-نظارت
- **تعداد صفحات:** جلد اول دارای ۴۴۹ صفحه، و جلد دوم دارای ۴۲۱ صفحه
- **مهمترین نکته:** تاکنون هیچ پرسشی از جلد دوم نشریه ۱۱۰ (تاسیسات برقی جریان ضعیف) مطرح نشده است.

### ۲-۱۲-۱۲ چکیده

نشریه ۱۱۰ معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور با عنوان مشخصات فنی، عمومی و اجرایی تاسیسات برقی ساختمان که در دو جلد به نامهای جلد اول (تاسیسات برقی فشار ضعیف و فشار متوسط)، و جلد دوم (تاسیسات برقی جریان ضعیف) به چاپ رسیده است؛ یکی از منابع آزمون نظام مهندسی تاسیسات برقی برای هر دو صلاحیت طراحی و نظارت به شمار می رود. توجه داشته باشید که تاکنون هیچ سوالی از جلد دوم این نشریه طرح نشده، و با توجه به اینکه در آزمون طراحی بایستی سوالات مطرح شده از مباحث و نکات موجود در این نشریه با نگاه طراحی صورت گیرد، اما تاکنون این اقدام صورت نگرفته است. پس میتوان نتیجه گرفت که اولاً سوالاتی که تا به حال از این نشریه طرح شده، صرفاً از جلد اول بوده؛ و ثانیاً طرح سوال از این نشریه، فارغ از نوع آزمون (طراحی و یا نظارت) از نگاه نظارتی صورت گرفته است.

### ۳-۱۲-۱۲ تعداد سوالات مطرح شده

در نمودار زیر، تعداد سوالات مطرح شده از این نشریه، در آزمون نظام مهندسی تأسیسات برقی از اسفند ۹۵ تاکنون، به تفکیک دو صلاحیت طراحی و نظارت قابل مشاهده می‌باشد.



شکل ۶۹-۱۱) تعداد پرسش‌های مطرح شده از نشریه ۱۱۰

همانگونه که در نمودار بالا مشخص می‌باشد، بعد از اینکه در چهار دوره اول آزمون طراحی، هیچ پرسشی از «نشریه ۱۱۰» مطرح نشده است؛ در دو دوره اخیر از این منبع ۳ و ۴ پرسش در آزمون طرح شده است. سهم «نشریه ۱۱۰» در آزمون‌های نظارت را میتوان در حدود ۳ تا ۴ پرسش در هر دوره دانست؛ البته در آزمون‌های نظارت مهر ۹۶ و نظارت مهر ۹۸ که به ترتیب ۲ و ۸ سوال از این نشریه طرح شده است.

#### ۴-۱۲-۱۲ مهمترین بخش‌ها

شکل ۷۰-۱۱) مهمترین بخش‌های جلد اول نشریه ۱۱۰

شماره	عنوان
فصل ۱	لوله کشی برق
فصل ۲	سیم کشی برق
فصل ۳	کلید و پریز
فصل ۴	چراغ‌های روشنایی

#### ۵-۱۲-۱۲ راهکار مطالعه

دو روش برای پاسخگویی به پرسش‌های نشریه ۱۱۰ در اینجا ارائه می‌شود:

- خلاصه نویسی: این کتاب دارای نزدیک به ۱۰۰۰ صفحه حجم بوده؛ که تنها از بخش‌های خاصی از آن تا به حال سوال طرح شده است؛ که این بخشها به عنوان منبع آزمون محسوب شده، و در منابع زیر قرار داده شده است:
  - «کتاب تأسیسات برق پلاس»: خلاصه نشریه ۱۱۰ برای هر دو صلاحیت طراحی و نظارت
  - «کتاب راه آزمون نظام مهندسی تأسیسات برقی - نظارت»: خلاصه نشریه ۱۱۰ ویژه صلاحیت نظارت
  - «کتاب راه آزمون نظام مهندسی تأسیسات برقی - طراحی»: خلاصه نشریه ۱۱۰ ویژه صلاحیت طراحی
  - «فیلم آمادگی آزمون نظام مهندسی تأسیسات برقی - نظارت»: تدریس مفاهیم نظارتی نشریه ۱۱۰



- «فیلم آمادگی آزمون نظام مهندسی تاسیسات برقی - طراحی»: تدریس مفاهیم طراحی نشریه ۱۱۰
- **کلیدواژه:** احتمال دارد سوالی خارج از کتاب های مذکور در آزمون نظام مهندسی برق مطرح شود، که میتوانید با استفاده از «کتاب [کلیدواژه آزمون نظام مهندسی تاسیسات برقی](#)»، که در آن واژه های کلیدی به همراه شماره آیین نامه مربوطه قرار دارد، به سوالات پاسخ دهید.

### ۱۳-۱۲ نظام نامه اصول اخلاق حرفه ای

نظام نامه اصول اخلاق حرفه ای در سال ۱۳۹۵ منتشر، و جزء منابع آزمون نظام مهندسی تاسیسات برقی معرفی شد. در این یادداشت به تحلیل و بررسی این جزوه می پردازیم. توجه: متن این نظام نامه از طریق سایت دفتر مقررات ملی ساختمان به نشانی «[inbr.ir](http://inbr.ir)» قابل مشاهده و دانلود می باشد.

#### ۱-۱۳-۱۲ ویژگی ها

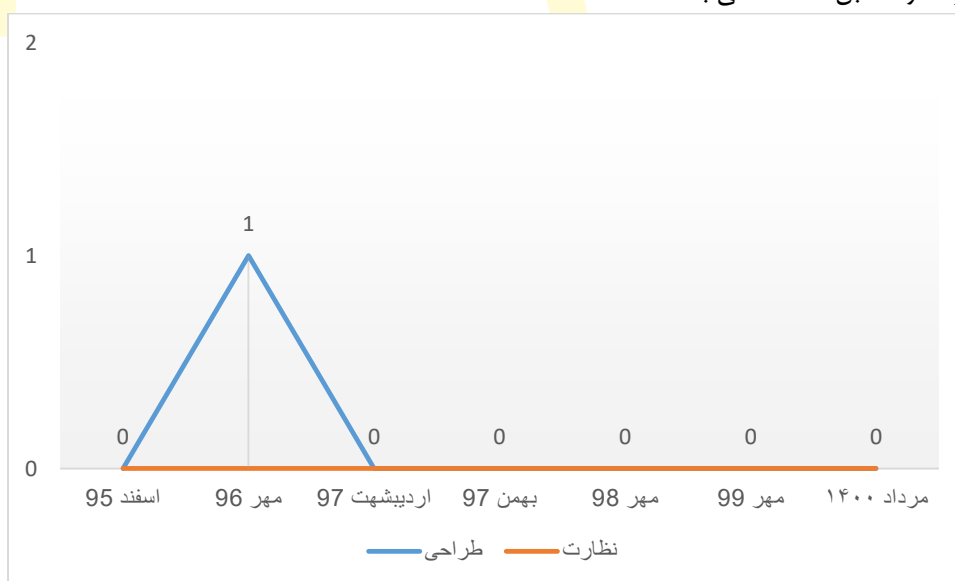
- **هدف:** ارائه نقشه راه و معرفی قواعد اخلاق حرفه ای مهندسین
- **آخرین ویرایش:** ۱۳۹۵
- **مرجع آزمون:** طراحی-نظارت
- **تعداد صفحات:** ۹
- **تعداد فصلها:** -

#### ۲-۱۳-۱۲ چکیده

در اجرای ماده ۲ مکرر آیین نامه اجرایی قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان، موضوع بند ۱ تصویب نامه شماره ۱۶۰۲۷۷/ت/۵۲۶۶۰ مورخ ۱۳۹۴/۱۲/۰۵ هیات وزیران، این نظام نامه در چارچوب اصول اخلاق حرفه ای ذکر شده در آن، در سه فصل به شرح زیر تصویب و ابلاغ می شود. رعایت و اجرای این نظام نامه توسط مهندسان و بنگاه های حرفه ای مهندسی ساختمان مندرج در قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان مصوب ۱۳۷۴ الزامی است.

#### ۳-۱۳-۱۲ تعداد سوالات مطرح شده

در نمودار زیر، تعداد سوالات مطرح شده از این نظام نامه، در آزمون نظام مهندسی تاسیسات برقی از اسفند ۹۵ تاکنون، به تفکیک دو صلاحیت طراحی و نظارت قابل مشاهده می باشد.



شکل ۷۱-۱) تعداد پرسش های مطرح شده از نظام نامه اصول اخلاق حرفه ای همانگونه که در نمودار بالا مشاهده میشود، تاکنون تنها یک پرسش از این منبع در آزمون نظام مهندسی تاسیسات برقی مطرح شده که آن هم اشتباه بود و حذف شد.

#### ۴-۱۳-۱۲ مهمترین بخش ها

بدلیل حجم بسیار کم این جزوه، و طرح نشدن پرسش خاصی، نمیتوان بخش خاصی را به عنوان بخش مهم معرفی نمود.

#### ۵-۱۳-۱۲ راهکار مطالعه

بهترین راهکار، استفاده از «[کتاب کلیدواژه آزمون نظام مهندسی تاسیسات برقی](#)» برای پاسخ به پرسش های مطرح شده از نظام نامه اصول اخلاق حرفه ای در آزمون نظام مهندسی تاسیسات برقی می باشد.



# محصولات آموزشی

فصل

دهم

## ۱۳-۱ محصولات مشترک آزمون های نظام مهندسی تاسیسات برقی (طراحی- نظارت):

این محصولات، مورد استفاده داوطلبانی قرار می گیرد، که قصد شرکت در هر دو صلاحیت طراحی و نظارت این آزمون، به صورت همزمان را دارند. داوطلبان این آزمون، نیازمند خریداری و تهیه محصولات اختصاصی طراحی و اختصاصی نظارت به صورت جداگانه نبوده؛ و این محصولات (محصولات مشترک)، مطالب مورد نیاز داوطلبین به جهت آمادگی در آزمون نظام مهندسی در هر دو صلاحیت (طراحی - نظارت) را به صورت کامل پوشش می دهد. محصولات مشترک آزمون های نظام مهندسی تاسیسات برقی (طراحی- نظارت)، شامل موارد زیر می باشد:

### ۱-۱-۱۳ کتاب های مشترک

الف) کتاب درسنامه و پرسش های طبقه بندی شده آزمون نظام مهندسی تاسیسات برقی: در این کتاب مهمترین مسائل مربوط به بخش های مختلف مباحث ۱۳ و ۱۵، به همراه مفاهیمی که جزء ملزومات این مباحث بوده؛ ولی در این مباحث به صورت کامل و کاربردی در مورد آن توضیح داده نشده است، ولی سوالات متعددی از آن در آزمون مطرح می شود؛ به تفکیک دو صلاحیت طراحی و نظارت به صورت طبقه بندی شده همراه با پاسخ پرسشهای تشریحی، از اولین دوره برگزاری آزمون تاکنون، مورد آموزش و تحلیل و بررسی قرار گرفته است. (برای مشاهده جزئیات کلیک کنید).

ب) کتاب تاسیسات برق پلاس: خلاصه سازی و سازمان دهی مهمترین بخش های کتاب راهنمای طراحی و اجرای تاسیسات برقی (راهنمای مبحث ۱۳) تالیف مرحوم موسسیان، و جلدهای اول و دوم نشریه ۱۱۰ به صورت طبقه بندی شده و هدفمند همراه با پاسخ تشریحی مسائل و سوالات چالشی از اولین دوره (سال ۷۳) تا آخرین دوره برگزار شده از خصوصیات این کتاب به شمار می رود. (برای مشاهده جزئیات کلیک کنید)

ج) کتاب تشریح پرسش های آزمون نظام مهندسی تاسیسات برقی: در این کتاب، پاسخ تشریحی ادوار اخیر آزمون های طراحی و نظارت به جهت مرور و جمع بندی داوطلبین قرار دارد. (برای مشاهده جزئیات کلیک کنید)

د) کتاب واژگان کلیدی تاسیسات برقی: این کتاب شامل واژه های کلیدی اخلاق حرفه ای، مباحث ۱، ۲، ۳، ۱۲، ۱۳، ۱۵، ۱۹، ۲۱ و ۲۲ مقررات ملی، کتاب قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان، کتاب راهنمای طراحی و اجرای تاسیسات برقی (راهنمای مبحث ۱۳) تالیف مرحوم موسسیان، و جلدهای اول و دوم نشریه ۱۱۰؛ به همراه شماره آیین نامه و شماره صفحه منبعی که این واژه ها در آن قرار دارد، می باشد. (برای مشاهده جزئیات کلیک کنید).

ه) کتاب میکرو تاسیسات برقی: در این کتاب به صورت هدفمند، کلیه مفاهیم مرتبط با آزمون نظام مهندسی تاسیسات برقی از بین منابع عمومی (شامل قانون نظام مهندسی و مباحث ۱، ۲، ۳، ۱۲، ۱۹، ۲۱ و ۲۲) همراه با پاسخ پرسشها از اولین دوره (سال ۷۳) تا آخرین دوره استخراج شده است. (برای مشاهده جزئیات کلیک کنید).

### ۱-۱-۲ فیلم مشترک

فیلم آمادگی آزمون نظام مهندسی تاسیسات برقی طراحی-نظارت: شبیه سازی کلاس حضوری، به همراه آموزش بخش های مختلف مباحث ۱۳ و ۱۵ همراه با آموزش مفاهیمی که جزء ملزومات این مباحث بوده، ولی در این مباحث به صورت کامل و کاربردی در مورد آن توضیح داده نشده است؛ ولی سوالات متعددی از آن مطرح می شود؛ به تفکیک دو صلاحیت طراحی و نظارت، به صورت طبقه

بندی شده همراه با پاسخ تشریحی پرسش های مطرح شده از اولین دوره برگزاری آزمون تاکنون. [\(برای مشاهده جزئیات کلیک کنید\)](#).

### ۳-۱-۱۳ پیشنهاد ویژه

در «[بسته طلایی تضمینی آزمون نظام مهندسی تاسیسات برقی \(طراحی و نظارت\)](#)»، علاوه بر تمامی این ۵ جلد کتاب و فیلم آموزشی، برگزاری ۴ آزمون آزمایشی به صورت آنلاین (در بازه های زمانی متفاوت نزدیک به زمان برگزاری آزمون اصلی) و پاسخگویی و رفع اشکال در برنامه تلگرام (آن هم به صورت آنلاین) از امکانات این بسته به شمار می رود. همچنین این بسته دارای [تضمین قبولی](#)، تخفیف حجمی، [تضمین کیفیت](#)، [بروزرسانی \(آپدیت\)](#) رایگان و [پرداخت اقساطی](#) می باشد.

### ۳-۲-۱۳ محصولات اختصاصی صلاحیت نظارت

این محصولات، ویژه داوطلبانیست که صرفاً مایل به شرکت در آزمون نظارت بوده، و تمایلی به شرکت در آزمون طراحی ندارند.

### ۱-۲-۱۳ کتاب های نظارت

**الف) کتاب راه آزمون نظام مهندسی تاسیسات برقی-نظارت:** این کتاب شامل بخشهای نظارتی کتاب «درسنامه و پرسشهای طبقه بندی شده آزمون نظام مهندسی تاسیسات برقی» (مسائل و مباحث مربوط به بخش های مختلف مباحث ۱۳ و ۱۵ مقررات ملی)، کتاب راهنمای طرح و اجرای تاسیسات برقی (راهنمای مبحث ۱۳) و نشریه ۱۱۰، همراه با آموزش مفاهیمی که جزء ملزومات این مباحث بوده، ولی در این کتب و مباحث به صورت کامل و کاربردی در مورد آن توضیح داده نشده است، ولی سوالات متعددی از آن مطرح می شود؛ به صورت طبقه بندی شده، به همراه پرسش های مطرح شده از اولین دوره برگزاری آزمون تاکنون بوده، که این مباحث را از نگاه نظارتی مورد تحلیل و بررسی قرار می دهد. [\(برای مشاهده جزئیات کلیک کنید\)](#).

**ب) کتاب تشریح پرسش های آزمون نظام مهندسی تاسیسات برقی-نظارت:** در این کتاب پاسخ تشریحی پرسش های آزمون های نظام مهندسی نظارت تاسیسات برقی به منظور مرور و جمع بندی داوطلبین قرار دارد. [\(برای مشاهده جزئیات کلیک کنید\)](#).

**ج) کتاب واژگان کلیدی تاسیسات برقی:** این کتاب شامل واژه های کلیدی اخلاق حرفه ای، مباحث ۱، ۲، ۳، ۱۲، ۱۳، ۱۵، ۱۹، ۲۱ و ۲۲ مقررات ملی، کتاب قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان، کتاب راهنمای طراحی و اجرای تاسیسات برقی (راهنمای مبحث ۱۳) تألیف مرحوم موسسیان، و جلد های اول و دوم نشریه ۱۱۰؛ به همراه شماره آیین نامه و شماره صفحه منبعی که این واژه ها در آن قرار دارد، می باشد. [\(برای مشاهده جزئیات کلیک کنید\)](#)

**د) کتاب میکرو تاسیسات برقی:** در این کتاب به صورت هدفمند، کلیه مفاهیم مرتبط با آزمون نظام مهندسی تاسیسات برقی از بین منابع عمومی (شامل قانون نظام مهندسی و مباحث ۱، ۲، ۳، ۱۲، ۱۹، ۲۱ و ۲۲) همراه با پاسخ پرسش ها از اولین دوره (سال ۷۳) تا آخرین دوره، استخراج شده است. [\(برای مشاهده جزئیات کلیک کنید\)](#).

### ۲-۲-۱۳ فیلم نظارت

**فیلم آمادگی آزمون نظام مهندسی تاسیسات برقی-نظارت:** شبیه سازی کلاس حضوری، به همراه آموزش بخش های مختلف مباحث ۱۳ و ۱۵، کتاب راهنمای طرح و اجرای تاسیسات برقی (راهنمای مبحث ۱۳) و نشریه ۱۱۰، همراه با آموزش مفاهیمی که جزء ملزومات این مباحث بوده، ولی در این کتب و مباحث به صورت کامل و کاربردی در مورد آن توضیح داده نشده است، ولی سوالات متعددی از آن مطرح می شود؛ به صورت طبقه بندی شده همراه با پاسخ تشریحی پرسش های مطرح شده از اولین دوره برگزاری آزمون تاکنون از نگاه نظارتی. [\(برای مشاهده جزئیات کلیک کنید\)](#).

### ۳-۲-۱۳ پیشنهاد ویژه

در «[بسته طلایی تضمینی آزمون نظام مهندسی برق-نظارت](#)»، علاوه بر تمامی این ۴ جلد کتاب و فیلم آموزشی، برگزاری ۴ آزمون آزمایشی به صورت آنلاین (در بازه های زمانی متفاوت نزدیک به زمان برگزاری آزمون اصلی) و پاسخگویی و رفع اشکال در برنامه تلگرام (آن هم به صورت آنلاین) از امکانات این بسته به شمار می رود. همچنین این بسته دارای [تضمین قبولی](#)، تخفیف حجمی، [تضمین کیفیت](#)، [بروزرسانی \(آپدیت\) رایگان](#) و [پرداخت اقساطی](#) است.

### ۱۳-۳-۱۳ محصولات اختصاصی صلاحیت طراحی

این محصولات، ویژه داوطلبانی است، که صرفاً مایل به شرکت در آزمون طراحی بوده؛ و تمایلی به شرکت در آزمون نظارت ندارند.

#### ۱۳-۳-۱-۱ کتاب های طراحی

**الف) کتاب راه آزمون نظام مهندسی تاسیسات برقی-طراحی:** این کتاب شامل بخشهای طراحی کتاب «درسنامه و پرسشهای طبقه بندی شده آزمون نظام مهندسی تاسیسات برقی» (مسائل و مباحث مربوط به بخش های مختلف مباحث ۱۳ و ۱۵ مقررات ملی)، کتاب راهنمای طرح و اجرای تاسیسات برقی (راهنمای مبحث ۱۳) و نشریه ۱۱۰، همراه با آموزش مفاهیمی که جزء ملزومات این مباحث بوده، ولی در این کتب و مباحث به صورت کامل و کاربردی در مورد آن توضیح داده نشده است، ولی سوالات متعددی از آن در آزمون مطرح می شود؛ به صورت طبقه بندی شده، به همراه پرسش های مطرح شده از اولین دوره برگزاری آزمون تاکنون بوده؛ که این مباحث را از نگاه طراحی مورد تحلیل و بررسی قرار می دهد. [\(برای مشاهده جزئیات کلیک کنید\)](#).

**ب) کتاب تشریح پرسش های آزمون نظام مهندسی تاسیسات برقی-طراحی:** در این کتاب پاسخ تشریحی پرسش های آزمون نظام مهندسی طراحی تاسیسات برقی به منظور مرور و جمع بندی داوطلبین قرار دارد. [\(برای مشاهده جزئیات کلیک کنید\)](#).

**ج) کتاب واژگان کلیدی تاسیسات برقی:** این کتاب شامل واژه های کلیدی اخلاق حرفه ای، مباحث ۱، ۲، ۳، ۱۲، ۱۳، ۱۵، ۱۹، ۲۱ و ۲۲ مقررات ملی، کتاب قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان، کتاب راهنمای طراحی و اجرای تاسیسات برقی (راهنمای مبحث ۱۳) تالیف مرحوم موسسین، و جلد های اول و دوم نشریه ۱۱۰، به همراه شماره آیین نامه و شماره صفحه منبعی که این واژه ها در آن قرار دارد، می باشد. [\(برای مشاهده جزئیات کلیک کنید\)](#)

**د) کتاب میکرو تاسیسات برقی:** در این کتاب به صورت هدفمند، کلیه مفاهیم مرتبط با آزمون نظام مهندسی تاسیسات برقی از بین منابع عمومی (شامل قانون نظام مهندسی و مباحث ۱، ۲، ۳، ۱۹، ۲۱ و ۲۲) همراه با پاسخ پرسش ها از اولین دوره (سال ۷۳) تا آخرین دوره استخراج شده است. [\(برای مشاهده جزئیات کلیک کنید\)](#).

#### ۱۳-۳-۲-۲ فیلم طراحی

**فیلم آمادگی آزمون نظام مهندسی تاسیسات برقی-طراحی:** شبیه سازی کلاس حضوری، به همراه آموزش بخش های مختلف مباحث ۱۳ و ۱۵، کتاب راهنمای طرح و اجرای تاسیسات برقی (راهنمای مبحث ۱۳) و نشریه ۱۱۰، همراه با آموزش مفاهیمی که جزء ملزومات این مباحث بوده، ولی در این کتب و مباحث به صورت کامل و کاربردی در مورد آن توضیح داده نشده است؛ ولی سوالات متعددی از آن مطرح می شود؛ به صورت طبقه بندی شده همراه با پاسخ تشریحی پرسش های مطرح شده از اولین دوره برگزاری آزمون تاکنون از نگاه طراحی. [\(برای مشاهده جزئیات کلیک کنید\)](#).

#### ۱۳-۳-۳-۲ پیشنهاد ویژه طراحی

در «[بسته طلایی تضمینی آزمون نظام مهندسی برق-طراحی](#)»، علاوه بر تمامی این ۴ جلد کتاب و فیلم آموزشی، برگزاری ۴ آزمون آزمایشی به صورت آنلاین (در بازه های زمانی متفاوت نزدیک به زمان برگزاری آزمون اصلی) و پاسخگویی و رفع اشکال در برنامه تلگرام (آن هم به صورت آنلاین) از امکانات این بسته به شمار میرود. همچنین این بسته دارای [تضمین قبولی](#)، تخفیف حجمی، [تضمین کیفیت](#)، [بروزرسانی \(آپدیت\) رایگان](#) و [پرداخت اقساطی](#) است.

## ۱۳-۴ آموزش اختصاصی مباحث

در این دسته، محصولاتتی که دقیقاً متن مباحث و منابع اصلی را با پرسش های طبقه بندی شده دارند، قابل مشاهده است.

### ۱-۴-۱۳ کتاب های مباحث

**الف) کتاب پرسشنامه مبحث ۱۳:** در این کتاب، متن کامل مبحث ۱۳ به صورت طبقه بندی شده به همراه تمامی پرسش ها از اولین دوره (آذر ۷۳) تا آخرین دوره، مورد آموزش و تحلیل و بررسی قرار داده شده است. [برای مشاهده جزئیات کامل کلیک کنید.](#)

**ب) کتاب پرسشنامه مبحث ۱۵:** در این کتاب، متن کامل مبحث ۱۵ به صورت طبقه بندی شده به همراه تمامی پرسشها از اولین دوره تا آخرین دوره، مورد آموزش و تحلیل و بررسی قرار گرفته است. [برای مشاهده جزئیات کامل کلیک کنید.](#)

**ج) کتاب میکرو تاسیسات برقی:** در این کتاب به صورت هدفمند، کلیه مفاهیم مرتبط با آزمون نظام مهندسی تاسیسات برقی از بین منابع عمومی (شامل قانون نظام مهندسی و مباحث ۱، ۲، ۳، ۱۲، ۱۹، ۲۱ و ۲۲) همراه با پاسخ پرسشها از اولین دوره (سال ۷۳) تا آخرین دوره استخراج شده است. [\(برای مشاهده جزئیات کلیک کنید\).](#)

**د) کتاب تاسیسات برق پلاس:** خلاصه سازی و سازمان دهی مهمترین بخش های کتاب راهنمای طراحی و اجرای تاسیسات برقی (راهنمای مبحث ۱۳) تالیف مرحوم موسسیان، و جلدهای اول و دوم نشریه ۱۱۰ به صورت طبقه بندی شده و هدفمند همراه با پاسخ تشریحی مسائل و سوالات چالشی از اولین دوره (سال ۷۶) تا آخرین دوره برگزار شده از خصوصیات این کتاب به شمار می رود. [\(برای مشاهده جزئیات کلیک کنید\)](#)

### ۲-۴-۱۳ بسته مباحث

**الف) بسته راهنمای جامع مبحث ۱۳:** این بسته شامل فیلم و کتاب بوده؛ که واژه به واژه مبحث ۱۳ را به صورت تصویری و کاملاً کاربردی به گونه ای مورد تحلیل و بررسی قرار داده، که هم برای آزمون و نیز بعد از قبولی در آزمون (پس از اخذ پروانه نظام مهندسی) مفید باشد. [برای مشاهده جزئیات کامل کلیک کنید.](#)

### ۳-۴-۱۳ پیشنهاد ویژه

بسته تکمیلی آزمون نظام مهندسی برق: شامل بسته راهنمای جامع مبحث ۱۳، پرسشنامه مبحث ۱۳ و پرسشنامه مبحث ۱۵ بوده که با ۳۰ درصد تخفیف به فروش می رسد. [\(برای مشاهده جزئیات کامل کلیک کنید\)](#)

## ۱۳-۵ بسته های فشرده و مروری

در این بسته، مجموعه ای از آموزش ها به گونه ای تهیه و آماده شده که کاملاً داوطلب را در روزهای منتهی به آزمون آماده می کند؛ چه داوطلبانی که مطالعه کامل داشته، و نیاز به مرور و جمع بندی مطالب دارند؛ و چه داوطلبانی که مطالعه نداشته یا خیلی کم مطالعه کرده اند، اما نمی خواهند شانس قبولی در لحظه آخر را از خود بگیرند. که شامل بسته های زیر می باشد:

### ۱-۵-۱۳ بسته مرور آخر

این بسته شامل کتاب و فیلم مرور آخر، ۴ آزمون آزمایشی و رفع اشکال تلگرامی بوده؛ و با تضمین کیفیت و بروزسانی (آپدیت) رایگان تقدیم می شود. [\(برای مشاهده جزئیات کامل کلیک کنید\).](#)

### ۲-۵-۱۳ بسته مرور تضمینی

این بسته علاوه بر محصولات بسته مرور آخر، «کتاب واژگان کلیدی تاسیسات برقی» و «پاسخ تشریحی آخرین آزمون برگزار شده» را دارا بوده؛ و با تضمین قبولی تقدیم می شود. [\(برای مشاهده جزئیات کامل کلیک کنید\).](#)



# مراجع و مآخذ

- [۱] کریمی، محمد و دیگران، درس آزمون نظام مهندسی برق، اردبیل، انتشارات یاوریان، ۱۳۹۴.
- [۲] سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، نشریه ۱۱۰ (مشخصات فنی و اجرایی تأسیسات برقی کارهای ساختمانی)، ج ۱، (تأسیسات برقی فشار ضعیف و فشار متوسط) دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله، تهران، ۱۳۸۲.
- [۳] سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، نشریه ۱۱۰ (مشخصات فنی و اجرایی تأسیسات برقی کارهای ساختمانی) ج ۲، (تأسیسات برقی جریان ضعیف) دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله، تهران، ۱۳۸۲.
- [۴] موسسیان، آلدیک، راهنمای طرح و اجرای تأسیسات برقی ساختمان‌ها، تهران، نشر توسعه ایران، ۱۳۸۲.
- [۵] دفتر تدوین و ترویج مقررات ملی ساختمان، مبحث پانزدهم (آسانسور و پلکان برقی)، نشر توسعه ایران، تهران، ۱۳۹۲.
- [۶] دفتر تدوین و ترویج مقررات ملی ساختمان، مبحث سیزدهم (طرح و اجرای تأسیسات برقی ساختمان‌ها)، نشر توسعه ایران، تهران، ۱۳۸۲.
- [۷] شرکت توزیع برق، بخشنامه‌ها و آیین‌نامه داخلی وزارت نیرو، ۱۳۹۵.
- [۸] مجموعه پرسش‌های آزمون نظام مهندسی رشته تأسیسات برقی.
- [۹] شایقی، حسین، نکات برتر در مباحث نظام مهندسی تأسیسات برقی، انتشارات یاوریان، اردبیل، ۱۳۹۲.
- [۱۰] کریمی، محمد، محمد حاجی‌وند، مباحث مهندسی برق در آزمون‌های کارشناسی رسمی، انتشارات دیباگران، تهران، ۱۳۹۵.
- [۱۱] کریمی، محمد، مرتضی پورنجف‌لایق، محمد حاجی‌وند، تشریح پرسش‌های آزمون نظام مهندسی تأسیسات برقی، انتشارات یاوریان، اردبیل، ۱۳۹۵.
- [۱۲] کریمی، محمد، محمد حاجی‌وند، تأسیسات برق پلاس، انتشارات یاوریان، اردبیل، ۱۳۹۵.
- [۱۳] جزوات و فیلم‌های آموزشی موجود در فضای مجازی.
- [۱۴] محمد کریمی، کتاب سبز نظام مهندسی برق، اردبیل، ۱۴۰۰.