

شرح و درس آزمون نظام مهندسی

## تأسیسات برقی

www.ketab.ir

### مؤلفین

مهندس مهدی پاشا زانوسی

مهندس حمید ملکی زاده

مهندس حسین کفاش حق پرست

|                     |                                                                                           |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| سرشناسه             | : پاشا زانوسی، مهدی، ۱۳۶۶-                                                                |
| عنوان               | : شرح و درس آزمون نظام مهندسی تأسیسات برقی                                                |
| مشخصات نشر          | : تهران: پژوهشگران نشر دانشگاهی، ۱۳۹۳.                                                    |
| مشخصات ظاهری        | : ۲۴۸ ص: جدول، نمودار؛ ۲۲ × ۲۹ س م.                                                       |
| شابک                | : ۹۷۸-۹۶۴-۸۷۷۱-۸۹-۳                                                                       |
| وضعیت فهرست‌نویسی   | : فیپا                                                                                    |
| یادداشت             | : این مدرک در آدرس <a href="http://opac.nlai.ir">http://opac.nlai.ir</a> قابل دسترسی است. |
| شناسه افزوده        | : کفاش حق پرست، حسین، ۱۳۶۶-                                                               |
| شناسه افزوده        | : ملکی‌زاده، حمید، ۱۳۵۴-                                                                  |
| شماره کتابشناسی ملی | : ۹۷۸-۹۶۴-۸۷۷۱-۸۹-۳                                                                       |

## مؤسسه انتشاراتی پژوهشگران نشر دانشگاهی

نام کتاب: شرح و درس آزمون نظام مهندسی تأسیسات برقی  
 نویسنده: مهندس مهدی پاشا زانوسی - مهندس حسین کفاش حق پرست - مهندس حمید ملکی‌زاده  
 ناشر: مؤسسه انتشاراتی پژوهشگران نشر دانشگاهی  
 نوبت چاپ: اول ۱۳۹۴  
 شمارگان: ۱۱۰۰ نسخه  
 قیمت: ۲۲۵۰۰۰ ریال  
 لیتوگرافی: فرانقش  
 شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۸۷۷۱-۸۹-۳

این اثر، مشمول قانون حمایت مؤلفان و مصنفان و هنرمندان مصوب ۱۳۴۸ است، هر کس تمام یا قسمتی از این اثر را بدون اجازه مؤلف (ناشر) نشر، پخش یا عرضه کند مورد پیگرد قانونی قرار خواهد گرفت.

### مراکز فروش:

پخش کتاب سیمای دانش: ۵-۶۶۹۶۶۱۱۴-۶۶۴۴۴۷۷۹  
 پخش کتاب علم بویا: ۶۶۹۶۰۷۷۲ و ۶۶۴۱۹۵۶۷  
 پخش کتاب کوشا: ۳۴-۶۶۹۴۱۰۳۴-۶۶۹۴۱۱۶۷  
 پخش کتاب فدک: ۶۶۴۸۱۰۹۶-۶۶۴۶۵۸۳۱  
 پخش کتاب پرهام: ۶۶۴۶۸۲۳۵-۶۶۹۷۵۷۰۴  
 پخش کتاب دانشیران: ۶۶۴۰۰۲۲۰-۶۶۴۰۰۱۴۴  
 علم گستر سپاهان: ۹-۳۱۳-۲۲۱۹۹۷۸

هرگونه کپی برداری بصورت کلی یا جزئی بدون داشتن مجوز کتبی از طرف ناشر پیگرد قانونی خواهد داشت و ناشر نسبت به حقوق حقه خود گذشت نخواهد کرد.

تلفن انتشارات: ۶۶۹۷۰۳۳۷ - ۶۶۴۸۷۰۵۲ - ۰۹۳۶۱۴۵۹۵۰۵

[www.pnd-pub.com](http://www.pnd-pub.com)

## به نام هستی بخش

### مقدمه ناشر

ای دو جهان از قلمت یک رقم      بی قلمت لوح دو عالم عدم  
در کف ما مشعل توفیق نه      ره به نهان خانه تحقیق ده  
شمع زبلم سخن افروز ساز      شام جهان را ز سخن روز ساز

با سپاس از خداوند مهربان و درود بر تمامی مخاطبین گرامی  
کتابی را که پیش رو دارید به سعی اساتید و پژوهشگران محترم آقایان: مهدی پاشا  
زانوسی، حسین کفاش حق پرست، حمید ملکی زاده به رشته تحریر درآمده است. در این  
کتاب سعی شده است که اطلاعات قابل توجهی در اختیار شما قرار گیرد. اما با تمام تلاشی  
که شده از شما خواهشمندیم ضمن ارائه پیشنهادات و انتقادات، ما را در جهت گردآوری  
آثاری بهتر و برتر یاری رسانید.

همچنین از پژوهشگران، مؤلفین و اساتید گرامی دعوت می شود تا ضمن  
راهنمایی های ارزنده؛ ما را در جهت گردآوری آثاری جدید و برتر یاری رسانند.  
باشد که تلاش این مؤسسه انتشاراتی و فرهیختگان گرامی باعث پیشرفت علم در این  
مرز و بوم گردد.

مؤسسه انتشاراتی

پژوهشگران نشر دانشگاهی

## مقدمه مؤلفین

بررسی سؤالات آزمون‌های نظام مهندسی رشته تأسیسات برقی به‌خصوص در ۲ دوره اخیر (خرداد و آبان ۹۳) نشان می‌دهد برای تعداد زیادی از سؤالات تخصصی منبع خاصی وجود ندارد و داوطلبین جهت پاسخ به این‌گونه سؤالات نیاز دارند به مراجع متعددی رجوع کنند. این اثر با نگاهی به مجموعه سؤالات ادوار گذشته راهنمای مناسبی برای آموزش و حل سؤالات این آزمون می‌باشد. برای موفقیت در این آزمون توصیه می‌گردد ابتدا کتاب‌های مبحث ۱۳ و ۱۵ مقررات ملی ساختمان مطالعه شود، سپس کتاب حاضر به همراه کتاب راهنمای مبحث ۱۳ به‌طور دقیق‌تری مطالعه شود.

از آنجایی که هیچ اثری خالی از اشکال نیست، بدیهی است پیشنهادها و انتقادهای سازنده تمامی عزیزان ما را در بهبود هر چه بهتر این اثر یاری خواهد کرد.

در پایان از زحمات دکتر محمد فیروزیان عضو هیأت مدیره و عضو گروه تخصصی برق سازمان نظام‌مهندسی ساختمان استان مازندران و مهندسین فرزانه یزدانی (ویراستار علمی) و علی اسدی صوفی که کمال همکاری را در بهبود این اثر داشتند نهایت تشکر و قدردانی را داریم.

با تشکر

مؤلفین

M\_pasha66@yahoo.com

|                                                                                                                              |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| فصل اول: کابل‌های فشار ضعیف .....                                                                                            | ۱  |
| ۱-۱- کلیات و تعاریف .....                                                                                                    | ۲  |
| ۱-۱-۱- تعاریف .....                                                                                                          | ۲  |
| ۱-۱-۲- نشانه‌های شناسایی کابل‌ها در سیستم VDE .....                                                                          | ۲  |
| ۱-۱-۳- طبقه‌بندی .....                                                                                                       | ۳  |
| ۱-۱-۴- مشخصات اصلی کابل‌ها و عوامل مؤثر در انتخاب کابل .....                                                                 | ۳  |
| ۱-۲- کابل‌های هوایی .....                                                                                                    | ۴  |
| ۱-۲-۱- استاندارد و مشخصات کابل‌های هوایی .....                                                                               | ۴  |
| ۱-۳- کابل‌های زمینی .....                                                                                                    | ۵  |
| ۱-۳-۱- استاندارد و مشخصات کابل‌های زمینی دارای عایق پلاستیکی .....                                                           | ۵  |
| ۱-۳-۲- استاندارد و مشخصات کابل‌های زمینی دارای عایق‌بندی پلی اتیلن مستحکم (XLPE) با ولتاژ اسمی ۰/۶/۱ کیلوولت (IEC 502) ..... | ۶  |
| ۱-۳-۳- استاندارد و مشخصات کابل‌های زمینی مجهز به عایق‌بندی کاغذی با ولتاژ اسمی ۰/۶/۱ کیلوولت .....                           | ۶  |
| ۱-۴- کابل‌های زیرآبی .....                                                                                                   | ۶  |
| ۱-۴-۱- استاندارد و مشخصات کابل‌های زیرآبی .....                                                                              | ۷  |
| ۱-۴-۲- اصول و روش‌های نصب کابل‌های زیرآبی .....                                                                              | ۷  |
| ۱-۵- کابل‌های مخصوص .....                                                                                                    | ۷  |
| ۱-۵-۱- استاندارد و مشخصات کابل‌های مخصوص .....                                                                               | ۷  |
| فصل دوم: روشنایی .....                                                                                                       | ۱۱ |
| ۱-۲- طراحی و محاسبه روشنایی .....                                                                                            | ۱۲ |
| ۲-۲- تعاریف و کمیت‌های اصلی روشنایی .....                                                                                    | ۱۲ |
| ۲-۲-۱- جریان نوری (شار نوری) .....                                                                                           | ۱۲ |
| ۲-۲-۲- شدت روشنایی .....                                                                                                     | ۱۲ |
| ۲-۲-۳- شدت نور .....                                                                                                         | ۱۲ |
| ۲-۲-۴- بهره نوری .....                                                                                                       | ۱۲ |
| ۲-۲-۵- درخشندگی .....                                                                                                        | ۱۲ |
| ۲-۳- محاسبات روشنایی به روش لومن با استفاده از تقسیم ناحیه‌ای .....                                                          | ۱۳ |
| ۲-۳-۱- محاسبه متغیرها .....                                                                                                  | ۱۳ |
| ۲-۳-۲- محاسبه ضریب بهره (cu) .....                                                                                           | ۱۴ |
| ۲-۳-۳- ضریب کل افت نور (TLLF) .....                                                                                          | ۱۵ |
| ۲-۳-۴- محاسبه شار نوری در سطح کار .....                                                                                      | ۱۵ |

|    |                                                          |
|----|----------------------------------------------------------|
| ۱۵ | ۵-۳-۲- محاسبه تعداد چراغ‌ها                              |
| ۱۵ | ۶-۳-۲- تعیین حداکثر فاصله مجاز بین چراغ‌ها               |
| ۱۶ | ۷-۳-۲- تعیین بهترین آرایش برای نصب چراغ‌ها               |
| ۲۲ | ۴-۲- طراحی روشنایی معابر                                 |
| ۲۲ | ۱-۴-۲- انتخاب شدت روشنایی لازم                           |
| ۲۲ | ۲-۴-۲- انتخاب نوع چراغ و ترتیب نصب با توجه به نوع خیابان |

## فصل سوم: آنتن مرکزی..... ۲۷

|    |                                               |
|----|-----------------------------------------------|
| ۲۸ | ۱-۳- آنتن                                     |
| ۲۸ | ۲-۳- اجزای آنتن مرکزی                         |
| ۲۸ | ۱-۲-۳- آنتن                                   |
| ۲۹ | ۲-۲-۳- ترکیب‌کننده یا میکسر                   |
| ۲۹ | ۳-۲-۳- تقویت‌کننده مولتی باند یا بوستر        |
| ۲۹ | ۴-۲-۳- تقویت‌کننده بین راهی                   |
| ۲۹ | ۵-۲-۳- تقسیم‌کننده (جعبه تقسیم‌ها)            |
| ۲۹ | ۶-۲-۳- پریزها                                 |
| ۳۰ | ۷-۲-۳- کابل مورد استفاده در آنتن مرکزی (MATV) |
| ۳۰ | ۳-۳- برآورد سطح سیگنال                        |
| ۳۰ | ۴-۳- طراحی سیستم MATV                         |
| ۳۰ | ۱-۴-۳- طراحی سیستم توزیع                      |
| ۳۱ | ۲-۴-۳- اصول یک طراحی استاندارد                |
| ۳۲ | ۵-۳- نحوه محاسبه افت در یک مسیر               |
| ۳۲ | ۶-۳- محاسبه افت در مسیر ماقبل پریز آخر        |
| ۳۳ | ۷-۳- نمایش حداقل قدرت تقویت بر روی طرح        |
| ۳۴ | ۸-۳- محاسبه حداقل قدرت تقویت‌کننده            |

## فصل چهارم: سیستم صوتی..... ۴۷

|    |                                                  |
|----|--------------------------------------------------|
| ۴۸ | ۱-۴- سیستم‌های صوتی                              |
| ۴۸ | ۲-۴- المان‌های اولیه یک سیستم صوتی               |
| ۴۸ | ۱-۲-۴- میکروفون                                  |
| ۴۸ | ۲-۲-۴- تقویت‌کننده                               |
| ۴۸ | ۳-۲-۴- بلندگوها                                  |
| ۵۰ | ۳-۴- شدت صوت                                     |
| ۵۱ | ۱-۳-۴- فشار صوتی خروجی بلندگو                    |
| ۵۱ | ۲-۳-۴- عوامل مؤثر در فشار صوتی                   |
| ۵۱ | ۳-۳-۴- تغییر فشار صوتی براساس تغییر ورودی بلندگو |

۴-۴-۴- بلندگوهای سقفی..... ۵۳

۴-۴-۴-۱- ارتفاع نصب بلندگو..... ۵۳

۴-۴-۴-۲- نحوه محاسبه تضعیف صدا در فاصله‌های مشخص از بلندگوی سقفی..... ۵۳

۴-۴-۴-۳- نحوه محاسبه فاصله بلندگوهای سقفی از یکدیگر..... ۵۵

## فصل پنجم: اعلام حریق..... ۵۹

۵-۱- انواع سیستم‌های اعلام حریق..... ۶۰

۵-۲- تجهیزات سیستم اعلام حریق..... ۶۱

۵-۲-۱- تجهیزات تشخیص حریق (آشکارسازها)..... ۶۱

۵-۲-۲- تجهیزات اعلام‌کننده حریق..... ۶۳

۵-۲-۳- کابل سیستم اعلام حریق..... ۶۴

۵-۲-۴- تابلو کنترل مرکزی (Fire Alarm Control Panel)..... ۶۴

۵-۳- زون‌بندی..... ۶۵

۵-۴- اصول طراحی و نصب سیستم اعلام حریق..... ۶۵

۵-۴-۱- نکات مربوط به زون‌بندی سیستم اعلام حریق..... ۶۵

۵-۴-۲- نکات مربوط به شستی‌ها..... ۶۶

۵-۴-۳- نکات مربوط به تابلوی اعلام حریق..... ۶۶

۵-۴-۴- نکات مربوط به آشکارسازها..... ۶۶

۵-۴-۵- نکات مربوط به آذیرها..... ۶۷

۵-۴-۶- نکات مربوط به کابل کشی..... ۶۷

۵-۵- روش طراحی طبق استاندارد BS 4232..... ۶۸

۵-۶- اعلام حریق در آسانسور..... ۷۳

۵-۶-۱- شرایط نصب دتکتورها در راهروی آسانسور..... ۷۳

## فصل ششم: دیماند..... ۷۹

۶-۱- برآورد تقاضا (دیماند)..... ۸۰

۶-۱-۱- برآورد توان کل نصب شده..... ۸۰

۶-۲- مقدار ضریب همزمانی..... ۸۰

۶-۲-۱- کلیاتی درباره ضریب همزمانی..... ۸۰

۶-۳- تعرفه‌های برق و شرایط عمومی آن‌ها مصوبه وزارت نیرو در سال ۱۳۹۰..... ۸۳

۶-۴- شرایط واگذاری پست..... ۸۶

۶-۵- الکتروود زمین برای انشعاب فشار ضعیف..... ۸۷

## فصل هفتم: توان..... ۸۹

۷-۱- توان الکتریکی..... ۹۰

۷-۱-۱- توان در مصرف‌کننده‌های تک‌فاز..... ۹۰

۷-۱-۲- توان در مصرف‌کننده‌های سه فاز..... ۹۱

|    |                                                     |
|----|-----------------------------------------------------|
| ۹۲ | ۲-۷- اصلاح ضریب قدرت (Power Factor Correction)..... |
| ۹۳ | ۱-۲-۷- مزایای خازن گذاری.....                       |
| ۹۳ | ۲-۲-۷- انواع جبران سازی.....                        |
| ۹۶ | ۳-۲-۷- نحوه اتصال خازن جهت اصلاح ضریب قدرت.....     |
| ۹۶ | ۴-۲-۷- محاسبه ظرفیت خازن جهت اصلاح ضریب قدرت.....   |
| ۹۶ | ۵-۲-۷- رگلاتور تصحیح ضریب قدرت.....                 |

## فصل هشتم: سیستم های منتخب و اتصال کوتاه..... ۱۰۵

|     |                                                                          |
|-----|--------------------------------------------------------------------------|
| ۱۰۶ | ۱-۸- سیستم های نیروی برق از دیدگاه ایمنی.....                            |
| ۱۰۶ | ۱-۱-۸- سیستم TN.....                                                     |
| ۱۰۷ | ۲-۱-۸- سیستم TT.....                                                     |
| ۱۰۸ | ۳-۱-۸- سیستم IT.....                                                     |
| ۱۱۸ | ۲-۸- قطع خودکار مدار در اثر اتصال کوتاه.....                             |
| ۱۱۹ | ۳-۸- اشکالات تغذیه مدارهای ۴/۰ ثانیه و ۵ ثانیه از یک تابلو.....          |
| ۱۲۴ | ۴-۸- حفاظت مدارها در برابر اضافه جریان.....                              |
| ۱۲۴ | ۱-۴-۸- جریان اضافه بار.....                                              |
| ۱۲۴ | ۲-۴-۸- جریان اتصال کوتاه.....                                            |
| ۱۳۱ | ۵-۸- حفاظت هادی های فاز در برابر اضافه جریان.....                        |
| ۱۳۲ | ۶-۸- حفاظت هادی خنثی.....                                                |
| ۱۳۲ | ۷-۸- حفاظت هادی خنثی در سیستم های TN و TT.....                           |
| ۱۳۲ | ۸-۸- حفاظت هادی خنثی در سیستم IT.....                                    |
| ۱۳۳ | ۹-۸- قطع و وصل هادی خنثی.....                                            |
| ۱۳۳ | ۱۰-۸- محاسبه توان اتصال کوتاه المان های مختلف شبکه.....                  |
| ۱۳۳ | ۱-۱-۸- شبکه بالادست.....                                                 |
| ۱۳۳ | ۲-۱-۸- ژنراتور.....                                                      |
| ۱۳۴ | ۳-۱-۸- موتور القایی سه فاز.....                                          |
| ۱۳۴ | ۴-۱-۸- ترانسفورماتور.....                                                |
| ۱۳۴ | ۱۱-۸- محاسبه توان اتصال کوتاه در نقطه مورد نظر.....                      |
| ۱۳۵ | ۱۲-۸- محاسبه جریان های اتصال کوتاه در نقطه مورد نظر.....                 |
| ۱۴۳ | ۱۳-۸- شرایط استفاده از یک یا دو اتصال زمین در پست های ترانسفورماتور..... |
| ۱۴۳ | ۱-۱۳-۸- وقوع اتصال بین فاز و بدنه در طرف فشار قوی.....                   |
| ۱۴۴ | ۲-۱۳-۸- شرایط احداث یک الکتروود در پست.....                              |

## فصل نهم: ترانسفورماتور، ژنراتور، افت ولتاژ..... ۱۴۷

|     |                           |
|-----|---------------------------|
| ۱۴۸ | ۱-۹- مقدمه.....           |
| ۱۴۸ | ۲-۹- ترانسفورماتورها..... |

|     |                                                                  |
|-----|------------------------------------------------------------------|
| ۱۵۰ | ۹-۲-۱- اصول و روش‌های نصب ترانسفورماتور                          |
| ۱۵۰ | ۹-۲-۲- کاربرد عمومی ترانسفورماتور                                |
| ۱۵۱ | ۹-۲-۳- مشخصه اصلی ترانسفورماتور                                  |
| ۱۵۱ | ۹-۲-۴- شرایط کار عادی ترانس                                      |
| ۱۵۲ | ۹-۲-۵- شرایط کار ترانسفورماتور در حالت اتصال کوتاه               |
| ۱۵۲ | ۹-۲-۶- نحوه به‌دست آوردن امیدانس ترانس                           |
| ۱۵۳ | ۹-۳- ژنراتورها                                                   |
| ۱۵۳ | ۹-۴- نکاتی در مورد ترانسفورماتورها                               |
| ۱۵۳ | ۹-۴-۱- بار ترانسفورماتورهای موازی                                |
| ۱۵۴ | ۹-۴-۲- محاسبه جریان اتصال کوتاه                                  |
| ۱۵۹ | ۹-۵- نصب وسایل حفاظتی                                            |
| ۱۵۹ | ۹-۵-۱- حداکثر فیوز قابل نصب                                      |
| ۱۶۱ | ۹-۶- محاسبه حداقل جریان اتصال کوتاه و کنترل کارایی لوازم حفاظتی  |
| ۱۶۶ | ۹-۷- تعیین حداقل سطح مقطع مجاز                                   |
| ۱۶۹ | ۹-۸- محاسبه افت ولتاژ در نقطه‌ای از مسیر (افت ولتاژ در شینه بار) |
| ۱۷۱ | ۹-۹- افت ولتاژ در مدار با نقاط برداشت متعدد در طول خط            |
| ۱۷۵ | ۹-۱۰- تعیین قدرت دیزل ژنراتور اضطراری                            |
| ۱۷۵ | ۹-۱۰-۱- دسته‌بندی ژنراتورها                                      |
| ۱۷۶ | ۹-۱۱- تعیین قدرت نامی ترانسفورماتور                              |
| ۱۷۸ | ۹-۱۲- تعیین ابعاد شین                                            |
| ۱۸۱ | <b>فصل دهم: نکات و مسائل تکمیلی</b>                              |
| ۱۸۲ | ۱۰-۱- روش‌های راه‌اندازی الکتروموتورها                           |
| ۱۸۲ | ۱۰-۱-۱- راه‌اندازی مستقیم                                        |
| ۱۸۲ | ۱۰-۱-۲- راه‌اندازی غیرمستقیم                                     |
| ۱۹۰ | ۱۰-۲- ترانسفورماتور جریان Current Transformer                    |
| ۱۹۰ | ۱۰-۳- ترانس‌های ولتاژ Voltage transformer                        |
| ۱۹۱ | ۱۰-۴- مسائل متفرقه                                               |
| ۲۱۵ | پیوست ۱: جداول کاربردی                                           |
| ۲۲۳ | پیوست ۲: آزمون ورود به حرفه مهندسان آبان ۱۳۹۳                    |