سرشناسه
عنوان و نام پدیدآور

مشخصات نشر
مشخصات ظاهری
وضعیت فهرست‌نویسی
موضوع
موضوع
رده‌بندی کنگره
رده‌بندی دیویی
شماره کتابشناسی ملی

سلطاندوست، محمدرضا، ۱۳۴۱ -
تاسیسات برقی برای دانشجویان معماری/ تالیف محمدرضا سلطاندوست
ویراستار سهند سلطاندوست.
تهران : یزدا، ۱۳۹۲.
۲۳۲ ص.: مصور، جدول، نمودار.
فیپا
برق — مهندسی — راهنمای آموزشی (عالی)
ساختمان‌ها — تجهیزات برقی
۱۳۹۱ ۲ت۸س/TK۱۶۵
۶۲۱/۳
۳۰۸۳۲۷۶

www.ketab.ir

تأسیسات برقی برای دانشجویان معماری

تألیف: محمدرضا سلطاندوست / **ویراستار:** سهند سلطاندوست

ناشر: یزدا / **چاپ اول:** ۱۳۹۲ / **قطع:** بیاضی / **تعداد صفحات:** ۲۳۲ صفحه /

آماده‌سازی قبل از چاپ: نشریه حرارت و برودت / **مدیر تولید:** محمد پیروزمند /

صفحه‌آرا: قاسم حسنی / **طراح جلد و لوح فشرده:** سهند سلطاندوست /

چاپ و صحافی: یزدا / **شمارگان:** ۱۱۰۰ نسخه / **بها (به همراه لوح فشرده):** ۱۷۵۰۰ تومان /

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۱۶۵-۳۰۶-۳

نشر یزدا و گروه نشریات

دفتر نشر و نمایشگاه دائمی: تهران، سیدخندان، خیابان ارسباران، کوچه‌ی ستاری، شماره‌ی ۲۲، ساختمان یزدا **دورنگار:** ۲۲۸۸۵۶۵۱ (۰۲۱) **تلفن:** ۵۰-۲۲۸۸۵۶۴۷ (۰۲۱)

نمایندگی انحصاری پخش: تهران، خیابان انقلاب، خیابان اردیبهشت (منیری جاوید)، بین خیابان لبافی‌نژاد و جمهوری اسلامی، ساختمان شماره ۱۰، انتشارات فدک ایساتیس **تلفن:** ۶۶۴۸۲۲۲۱

توجه: به موجب قانون حمایت حقوق مؤلفان و مصنفان و هنرمندان مصوب ۱۳۴۸/۱۰/۱۱ و همچنین قانون ترجمه و تکثیر کتب و نشریات و آثار صوتی مصوب سال ۱۳۵۰ تمام حقوق این اثر به هر نحو برای مولف محفوظ است. نشر و پخش تمام یا قسمتی از این کتاب بدون اجازه از مولف، باعث پیگرد قانونی خواهد شد.

WWW.YAZDAPUB.IR / WWW.HVAC.IR / WWW. KHANETASISAT.IR

سپاسگزاری

با سپاس فراوان از استاد گرانقدر جناب آقای دکتر حامد مظاهریان، رئیس دانشکده معماری دانشگاه تهران و رئیس قطب علمی فناوری معماری که ضمن تشویق دلگرم‌کننده، با حوصله نسخه‌ی پیش از چاپ این کتاب را مطالعه و نکات ارزنده‌ای را درباره‌ی روند طراحی، چگونگی شرح برخی عناوین و ضرورت درج نمادهای ترسیمی برای نقشه‌خوانی خاطرنشان فرمودند.

با سپاس فراوان از استاد گرانقدر جناب آقای دکتر شاهین حیدری عضو هئیت علمی و مدیر گروه رشته‌ی کارشناسی ارشد انرژی و معماری دانشکده معماری دانشگاه تهران که با رویی گشاده نسخه‌ی پیش از چاپ این کتاب را مطالعه و ضمن ارائه‌ی پاره‌ای توصیه‌های راهگشا، بر ضرورت اشاره به انرژی باد تاکید فرمودند.

با سپاس فراوان از استاد گرانقدر جناب آقای پروفسور محمود گلابچی، چهره‌ی ماندگار مهندسی راه و ساختمان و دارنده‌ی کرسی یونسکو در معماری و عضو هیئت علمی دانشکده معماری دانشگاه تهران که با مهربانی و قبول زحمت نسخه‌ی پیش از چاپ این کتاب را مطالعه و نکات بسیار مفیدی را در همه‌ی فصول کتاب از جمله درباره‌ی ضرورت اشاره به مدل‌سازی اطلاعات ساختمان یادآوری فرمودند.

با سپاس فراوان از عزیزانم آقای مهندس میثم سهیلی، آقای مهندس حامد زارعی و آقای مهندس کاظم کشاورز که در تهیه برخی تصاویر یاری‌رسان من بودند.

با سپاس فراوان از پسر عزیزم سهند که با دقتی بی‌نظیر متن اصلی را ویرایش کرد و با سپاس فراوان از کلیه‌ی اساتید گرامی، دانشجویان عزیز و فناوران کوشا که با یادآوری کاستی‌ها و رهنمودهای اصلاحی موجب هرچه بهتر شدن این کتاب در چاپ‌های بعدی خواهند شد.

محمدرضا سلطاندوست

بهار ۱۳۹۲

www.ketab.ir

فهرست

پیش‌گفتار ۹
نگاهی گذرا به روند طراحی ۱۳
درباره‌ی این کتاب ۱۸

گفتار اول: اصطلاحات و تعاریف ۲۱
کولن ۲۴
آمپر ۲۴
ولتاژ ۲۴
اهم ۲۵
قانون اهم ۲۶
وات ۲۶
انرژی الکتریکی ۲۶
جریان مستقیم و متناوب ۲۷
تولید برق ۲۷
برق تک فاز و سه فاز ۳۲

www.ketab.ir

گفتار دوم: روشنایی ۳۳
تعاریف ۳۴
منابع نوری ۳۶
تخمین روشنایی ۵۷
برگه‌ی محاسبه ۷۵
نرم‌افزار روشنایی ۷۸

گفتار سوم: شبکه‌ی توزیع برق ۸۳
توزیع برق در سطح یک طبقه ۱۰۲

گفتار چهارم: شبکه‌های ارتباطی، ایمنی و امنیتی ۱۰۷
شبکه‌ی ارتباطی ۱۱۴
شبکه‌ی تلفن ۱۱۴
سیستم صوتی ۱۱۸
شبکه‌ی کامپیوتر ۱۲۲
شبکه‌ی ایمنی ۱۲۷
اعلام حریق ۱۳۳
شبکه‌ی امنیتی ۱۴۲

گفتار پنجم: تأمین انرژی الکتریکی پاک و صرفه‌جویی ۱۴۹
انرژی الکتریکی خورشیدی ۱۵۰
تعیین ظرفیت سیستم فتوولتائیک ۱۶۲
تعیین بار و ولتاژ ۱۶۲
تعیین ظرفیت باتری ۱۶۲
تعیین ظرفیت آرایه‌ی فتوولتائیک ۱۶۳
انرژی باد ۱۷۵
سیستم تولید همزمان (CHP) ۱۸۳
مولدهای احتراقی ۱۸۶
توربین گاز ۱۸۸
توربین بخار ۱۹۰
میکروتوربین ۱۹۱
سلول سوختی ۱۹۲

پیوست‌ها ۱۹۵
پیوست ۱: مقررات ۱۹۶
پیوست ۲: درجه حفاظت (IP) تجهیزات الکتریکی براساس IEC ۲۰۱
پیوست ۳: روابط محاسباتی برق ۲۰۲
پیوست ۴: نشانه‌های ترسیمی در نقشه های برق ۲۰۴
پیوست ۵: حروف اختصاری سازمان و موسسات جهانی تصمیم‌گیرنده مرتبط با صنعت برق ۲۱۱
پیوست ۶: نشان استاندارد برق کشورهای مختلف ۲۱۳
پیوست ۷: واحدهای اندازه‌گیری ۲۱۴
پیوست ۸: واژه‌نامه (انگلیسی به فارسی) ۲۱۷
پیوست ۹: واژه‌نامه (فارسی به انگلیسی) ۲۲۱

نمایه ۲۲۵

فهرست منابع ۲۲۹

www.ketab.ir

تأسیسات برقی براساس نوع و کاربری ساختمان ممکن است بسیار ساده و یا پیچیده و گسترده باشد. ابتدا باید دانست که این تأسیسات فارغ از نوع ساختمان شامل چه بخش‌هایی می‌شود. این بخش‌ها عبارتند از:

۱- تجهیزات روشنایی

شـــامل دو بخش روشنایی اصلی و تزئینی که از نظر دیداری بیشترین تأثیر را بر معماری دارند. چراغ‌ها، لامپ‌ها، کلیدها و سیم‌کشی‌ها از جمله تجهیزات این بخش محســـوب می‌شوند که در ارتباطی متناسب و مشـــخص به وجود آورنده‌ی شبکه‌ی روشنایی هستند.

۲- پریزهای عمومی

برق‌رســـانی به پریزهایی که مصرف‌کننده‌ی متصل به آنها از پیش مشخص نشده و تنها برای اینکه کاربر امکان دســـترســـی به برق در نقاط دلخواه را داشـــته باشد در نظر گرفته می‌شـــود. واضح است که تهیه‌ی نقشه‌ی جانمایی و برق‌رسانی پریزها به عهده‌ی معماران نیست؛ اما محل نصب پریزها تابعی از پلان جانمایی معماری است. متأســـفانه رسم رایج این است که به هنگام تهیه‌ی نقشه‌ی جانمایی پریزها، کلیه‌ی تجهیزات نشـــان داده شده در پلان‌های معماری پاک شده و به همین دلیل به طور

www.ketab.ir

معمول موقعیت استقرار پریزها نسبت به سایر وسائل نادیده گرفته می‌شود. اگر چنین فرض کنیم که نقشه‌ی معماری داخلی و مبلمان و تجهیزات نشان داده شده در آن برمبنای اصول حرفه‌ای و مستدل تهیه شده است، نباید و نمی‌توان به آن بی‌توجه بود؛ مگر آنکه معمار نیز مبلمان خودچیده را جدی نگیرد.

۳- تجهیزات مشخص و متعارف

برق‌رسانی به تجهیزاتی که جانمایی آنها از پیش معلوم شده و مصارف آنها نیز مشخص است و در عین حال استفاده از آنها بسته به نوع ساختمان بنابه عمومیت و رواج، قطعی است. به عنوان مثال محل نصب ماشین رختشویی، یخچال، آب‌سردکن و بسیاری دیگر از این گونه تجهیزات که به هنگام طراحی معماری باید مشخص شوند از این جمله‌اند. در برخی ساختمان‌های پیچیده مانند بیمارستان‌ها گروه بزرگی از تجهیزات ویژه وجود دارند که محل نصب و توان برقی آنها باید از پیش معلوم و جانمایی آنها در پلان‌های معماری وجود داشته باشد.

۴- تأسیسات مکانیکی

برق‌رسانی به تجهیزات گرمایش، سرمایش، تهویه مطبوع و هر مصرف‌کننده‌ی دیگری که در گروه تأسیسات مکانیکی ساختمان می‌گنجد.

۵- سیستم‌های ارتباطی و اطلاع‌رسانی

مانند شبکه‌ی تلفن، شبکه‌ی کامپیوتر، سیستم صوتی، انواع سیستم‌های احضار مانند احضار منشی، پرستار و یا مستخدم، زنگ اخبار و دربازکن، انواع تابلوهای اطلاع‌رسانی مانند تابلوی اعلام امتیاز در استادیوم‌ها و سالن‌های ورزشی یا تابلوی اعلام پرواز هواپیماها در سالن انتظار فرودگاه‌ها و همچنین انواع تابلوهای تبلیغات کالا و خدمات، ساعت مرکزی، آنتن تلویزیون و ارتباط ماهواره‌ای

۶- سیستم‌های پایشگر

مانند دوربین مداربسته یا سیستم ثبت ورود و خروج کارکنان یک مؤسسه

۷- سیستم‌های ایمنی

مانند سیستم اعلام حریق، زمین کردن الکتریکی، صاعقه‌گیر و انواع تجهیزات حفاظت از جان و اموال

۸- سیستم‌های امنیتی

مانند سیستم ضدسرقت، سیستم اعلام ورود و دسترسی غیرمجاز، درگاه‌های بازرسی افراد و لوازم به منظور کشف سلاح یا وسائل مشکوک

۹- سیستم‌های خدمات عمومی

مانند دستگاه خودپرداز، فروش مکانیزه‌ی کالا، انواع کارت‌خوان‌ها برای بهره‌برداری از امکانات مشخص مانند کارت‌خوان مترو یا کارت‌خوان ورود به پارکینگ یا ورود به اتاق یک هتل

۱۰- سیستم‌های کنترل‌کننده‌ی هوشمند

مانند سیستم‌های مدیریت ساختمان و مدیریت انرژی

۱۱- شبکه‌ی توزیع انرژی الکتریکی در ساختمان

شامل پست‌های فشار متوسط، فشار ضعیف، تابلوهای اصلی، تابلوهای نیمه‌اصلی، تابلوهای فرعی، شبکه‌ی کابل‌کشی، سیم‌کشی، و معابر کابل‌ها و سیم‌ها مانند سینی‌ها، نردبان‌ها و لوله‌های برق

۱۲- شبکه‌ی تأمین انرژی الکتریکی و تولید انرژی الکتریکی پاک

شامل چگونگی تأمین انرژی الکتریکی از طریق اتصال به شبکه‌ی شهری و همچنین تولید انرژی الکتریکی به صورت محلی برای استفاده‌ی دائمی یا موقت مانند استفاده از ژنراتور برق با سوخت فسیلی و یا مولدهای برق پاک مانند آرایه‌های خورشیدی یا مولدهای بادی

واضح است که پرداختن به مدارهای برقی هریک از موارد اشاره شده در بالا نه با عنوان این کتاب متناسب است و نه در حیطه‌ی نیازهای آموزشی دانشجویان

www.ketab.ir

معماری می‌گنجد؛ از این رو در گفتارهای بعدی به محاسبات و جزئیات مدارهای برقی این تجهیزات و سیستم‌ها پرداخته نشده؛ بلکه تأثیر آنها بر معماری و چگونگی فراهم آوردن بسترهای مناسب برای اجرای آنها از طریق پیش‌بینی اماکن و معابر موردنیاز، محور اصلی مطالب این کتاب است. متمرکز شدن بر چنین موضوعی خودبه‌خود به وجود آورنده‌ی زاویه‌ی دیدی با دامنه‌ای مشخص می‌شود که ممکن است بسیاری از موضوعات علی‌رغم اهمیت ذاتی، خارج از آن قرار گرفته و قابل طرح در این قالب و حول این محور نباشد؛ اما در عین حال دوری و نزدیکی مطالب مطرح شده به این محور یکسان نیست. ضرورت درج برخی مطالب که ظاهراً ارتباط دورتری با محور اصلی دارند ناشی از لزوم ایجاد زمینه‌ای مساعد برای طرح مطالب اصلی است.

نکته‌ی دیگری که مایلم در این پیش‌گفتار به آن اشاره کنم **محدوده‌ی دانسته‌های ضروری مربوط به تجهیزات برقی برای معماران** است. این‌که دانشجویان معماری و یا به طور کلی معماران، اطلاعات کامل و جامعی از تأسیسات برقی داشته باشند بسیار خوب و پسندیده است؛ اما تعیین گستره‌ی حداقل دانسته‌های برقی که به کار طراحی معماری می‌آید بسیار پسندیده‌تر است. به طور طبیعی هیچ اشکالی ندارد که یک معمار بتواند مدار یک الکتروموتور ستاره - مثلث را طراحی کند و یا دست به تهیه‌ی نقشه‌ی روشنایی یک سالن اجتماعات بزند و یا توان و تعداد بلندگوهای راهروهای یک بیمارستان را تعیین کند؛ اما اگر نتوانست چنین کند بازهم اشکالی بر او وارد نیست؛ زیرا اساساً قرار نیست که معمار دست به طراحی تأسیسات برقی بزند. بنابراین باید وجه تمایزی بین آموزش طراحی برق ساختمان و آشنایی با تجهیزات و سیستم‌های برقی ساختمان قائل شویم. از این رو همان‌گونه که پیش از این نیز اشاره شد تا حد امکان تلاش کرده‌ام تا در این کتاب به موارد برقی مرتبط با معماری پرداخته و از طرح مطالبی که به نحوی خارج از محدوده‌ی دانسته‌های ضروری برای دانشجویان معماری است پرهیز کنم. برای دستیابی به چنین هدفی در این کتاب بر موارد پنج‌گانه‌ای به شرحی که در ادامه آمده است تاکید شده و مطالب این کتاب برمبنای آن شکل گرفته است:

۱- **اولین** مرز تعیین‌کننده‌ی محدوده‌ی دانسته‌های ضروری برقی مرتبط با معماری، شناخت نیازهای برقی ساختمان متناسب با کاربری آن است. کمیت و کیفیت به کارگیری موارد دوازده‌گانه‌ای که پیش از این برشمرده شد در همه‌ی ساختمان‌ها یکسان نیست و یک معمار برای طراحی صحیح و بدون نقص، نه تنها باید نیازهای کلی ساختمان از جمله نیازهای برقی آن را بشناسد بلکه باید آن را تعیین کند تا مهندسین برق مطابق با خواسته‌های بخش معماری طراحی پروژه را به انجام رسانند.

۲- اصولاً تأسیسات و تجهیزات برقی به نسبت تأسیسات مکانیکی، معابر و اماکن کمتری را به خود اختصاص می‌دهند و از این بابت مشکلات کمتری را برای معماران به وجود می‌آورند. اما تعیین همین اماکن و معابر نیازمند شناختی کلی از سیستم‌های متنوعی است که در بالا به آنها اشاره شد، و همچنین نیازمند آگاهی داشتن از چگونگی شبکه‌ی توزیع برق برای تأمین نیازهای مختلف در ساختمان است. به عنوان مثال خوب است یک معمار بداند که پست فشار متوسط ۲۰ کیلوولتی با دو ترانسفورمر ۸۰۰ کیلوولت آمپری نیازمند چندمتر فضا با چه ارتفاع و چه جزئیات ساختمانی است، و یا ضروری است که بداند فضای نصب یک دیزل ژنراتور تأمین‌کننده‌ی برق اضطراری باید دارای چه ویژگی‌هایی باشد و در عین حال ضروری نیست که بداند رله پرایمری یک سلول دژنکتور ۲۰ کیلوولتی چگونه از رله بوخهولتس یک ترانسفورمر فرمان می‌گیرد. او باید فرق بین پست پاساژ و اختصاصی را بداند؛ اما لازم نیست که اطلاعی از چگونگی عملکرد ترانس‌های کوران جریان و ولتاژ سلول اندازه‌گیری مصرف

www.ketab.ir

برق در پست پاساژ داشته باشد. پس **دومین** مرز تعیین‌کننده‌ی محدوده دانسته‌های ضروری برقی مرتبط با معماری، توانایی تخمین ظرفیت و تعیین اماکن و معابر تأسیسات برقی است.

۳- بسیاری از تجهیزات برقی به ویژه چراغ‌ها و چگونگی شبکه‌ی روشنایی، جلوه‌های بصری بارزی دارند که باید ضمن برآورده کردن نیازها، متناسب با بافت معماری داخلی باشند. از این رو اگرچه ضروری نیست که معماران، جزئیات طراحی مدارهای روشنایی را بدانند؛ اما لازم است که منابع نوری را شناخته و تا حدی با چگونگی برآورد بار روشنایی آشنا باشند. بنابراین **سومین** مرز تعیین‌کننده‌ی محدوده‌ی دانسته‌های ضروری برقی مرتبط با معماری، آشنایی با انواع تجهیزات برقی است که در یک فضا به چشم می‌آیند و تأثیر مستقیمی بر دکوراسیون داخلی دارند. چراغ‌ها، کلیدها، پریزها، بلندگوها، آشکارسازهای اعلام حریق، ترانکینگ‌های روکار دیواری یا کفی از جمله چنین تجهیزاتی محسوب می‌شوند. به عنوان مثال بدون توجه به کمیت و کیفیت و کاربری چراغ‌ها نمی‌توان دست به طراحی نوع خاصی از سقف کاذب زد. البته نصب تمامی این تجهیزات تابع اصول و قواعدی است که مانع از برخورد دلبخواه و سلیقه‌ای معمار می‌شود؛ اما تنوع آنها این امکان را مهیا می‌کند تا معماران ضمن رعایت کلیه‌ی اصول و استانداردها، ترفندهایی را به منظور اعمال سلیقه به کار گیرند. برآورده شدن چنین خواسته‌ای مستلزم شناخت کافی از چنین تجهیزاتی است. اصولاً بر این باورم که باید انتخاب نوع چراغ و چیدمان آن به عهده‌ی معمار باشد و مهندس برق ضمن ارائه‌ی مشاوره در این موارد، محاسبات برقی مربوطه و طراحی مدارهای برق‌رسانی را عهده‌دار شود.

۴- بخش قابل توجهی از مصرف انرژی در ساختمان مربوط به کمیت و کیفیت تجهیزات برقی است. بنابراین شناخت تأسیسات برقی از این جنبه نیز حائز اهمیت است و **چهارمین** مرز تعیین‌کننده‌ی محدوده‌ی دانسته‌های ضروری برقی مرتبط با معماری را تشکیل می‌دهد. همسو با این مورد، یکی از دغدغه‌های پیشِ روی سازندگان، بهره‌گیری از انرژی‌های نو و تجدیدپذیر از جمله تولید برق به کمک انرژی خورشیدی یا باد است. بنابراین شناخت کلی آن دسته از تجهیزات برقی که به گونه‌ای با انرژی‌های تجدیدپذیر مرتبط هستند برای دانشجویان معماری ضرورت پیدا می‌کند.

۵- **پنجمین** مرز تعیین‌کننده‌ی محدوده‌ی دانسته‌های ضروری برقی مرتبط با معماری مربوط به چیدمان کلیه‌ی وسائل و تجهیزات است. بخش مهمی از طرح معماری مربوط به چیدمان منطقی، کارآمد و شکیل مبلمان و تجهیزات داخل یک فضا است و قسمت عمده‌ای از مبلمان به طور مستقیم یا غیرمستقیم با برق سروکار پیدا می‌کند. به عنوان مثال تعیین محل استقرار یخچال یا اجاق گاز در یک آشپزخانه باید به‌گونه‌ای باشد که امکان نصب پریزهای تغذیه‌کننده‌ی آنها در محل مناسبی، هم از نظر رعایت استانداردها و هم دسترسی آسان وجود داشته باشد. چنین تجهیزاتی به طور مستقیم نیازمند تأمین پیش‌نیازهای برقی هستند. در عین حال وسائلی وجود دارند که در ظاهر بی‌نیاز از تجهیزات برقی به نظر می‌رسند؛ اما در عمل، آنها نیز نیازمند برخی پیش‌بینی‌ها هستند. به عنوان مثال یک میز تحریر ساده در کنج اتاق به خودی خود بی‌نیاز از پریز برق، تلفن یا کامپیوتر به نظر می‌رسد؛ ولی امروزه روی همین میز تحریر ساده ممکن است انواع تجهیزات برقی از چراغ مطالعه و تلفن و نمابر گرفته تا کامپیوتر قرار گیرد. بنابراین به راحتی نمی‌توان میزی را در کنج اتاقی کشید و توجهی به امکان و یا عدم امکان نصب پریزهای مختلف در کنار آن نکرد. تعیین محل نصب آینه در یک دستشویی خانگی خود مستلزم پیش‌بینی محل نصب حداقل یک کلید روشنایی برای چراغ بالای آینه و یک

www.ketab.ir

پریز است. همان طور که معمار بر خود واجب می‌داند که محل یک تختخواب و میزهای آباژور کنار آن را در طراحی خود در نظر گیرد باید موقعیت فن‌کوئل و رادیاتور همان اتاق را نیز تعیین کرده و توجه داشته باشد که هریک از میزهای طرفین تختخواب نیازمند حداقل یک پریز برق هستند و در نزدیکی یکی از آنها باید یک پریز تلفن در نظر گرفته شود. بدیهی است که با توجه به این موارد مثلاً معمار نمی‌تواند تخت مورد نظر را عمود بر یک پنجره‌ی سرتاسری مرتفع مشرف به بالکن قرار دهد. زیرا در این صورت امکان نصب پریز روی پروفیل و یا شیشه‌های آن پنجره‌ی مفروض وجود نخواهد داشت. گاهی عدم توجه به چنین موارد ساده‌ای ضمن سردرگم کردن طراحان برق منجر به دوباره‌کاری و یا حتی زیر پا گذاشتن استانداردها و قوانین می‌شود. چیدمان باید دقیق و کاربردی باشد؛ در غیر این‌صورت طراحان برق به ناچار پریزهای متعددی در نظر می‌گیرند، به این امید واهی که روزی به کار خواهد آمد و با این توجیه که فضا جهت دسترسی به امکانات برقی انعطاف‌پذیر است! دلیلی ندارد که طراح برق روی هر چهار دیوار یک اتاق، پریز تلفن در نظر بگیرد، با این توجیه که معلوم نیست بهترین محل استقرار تلفن در آن اتاق مفروض کجاست! و یا دلیلی ندارد که روی هر دیوار، پریز آنتن در نظر گرفته شود، با این بهانه که کاربران بتوانند تلویزیون خود را هر کجا که مایل‌اند قرار دهند. در این گونه موارد دانش معمار و درک او از عملکرد یک فضاست که باید حرف اول و آخر را بزند. اگرچه ممکن است در یک فضا امکان پیاده‌سازی چندین و چند نوع مبلمان وجود داشته باشد؛ اما به طور قطع در میان آنها موارد محدود و حتی می‌توان گفت که تنها یک حالت بهینه و (نه البته ایده‌آل) وجود دارد. ملاک یک چیدمان درست رسیدن و یا دست‌کم نزدیک شدن به این حالت است. بنابراین اگر براساس تلاش مبتنی بر دانش و تجربه‌ی معمار، حالت مناسبی پیش‌بینی شود دیگر جایی برای اعمال سلیقه‌ی بهره‌برداران باقی نخواهد ماند. در غیر این صورت پروژه متحمل هزینه‌های گزافی خواهد شد که فاقد هرگونه توجیهی از جمله انعطاف‌پذیری فضا و افزایش اختیار بهره‌بردار در اعمال سلیقه دلخواه است. توجه به چنین مواردی در ساختمان‌های غیرمسکونی از اهمیتی دو چندان برخوردار است. چرا که به طور معمول در این دسته از اماکن پیش‌نیازهای مکانیکی و برقی دامنه‌ی وسیع‌تری دارند. در همین راستا نکته‌ی مهم دیگر مربوط به نقش هماهنگ‌کننده‌ی معماران در طراحی و اجرای یک پروژه است. بهتر است این موضوع را با مثالی روشن‌تر بیان کنم. فرض کنید مهندسان بخش مکانیک در اتاقی، زیر یک پنجره رادیاتوری پیش‌بینی کرده‌اند و از سوی دیگر، مهندسین برق نیز درست در همان مکان پریز برقی در نظر گرفته‌اند. حال اگر طراح معمار با در اختیار داشتن دانشی نسبی از محل نصب رادیاتور و پریز، پیش از آن که طراحان دو بخش دیگر دست به ترسیم جانمایی دلخواه بزنند، وارد عمل شده و خود محل‌ها را تعیین کند، از ابتدا نه تداخلی در تجهیزات دو بخش پیش می‌آید و نه لازم است برای حذف و اصلاح تداخل‌ها، نقشه‌های ترسیم شده با هم مطابقت داده شوند. اگرچه می‌دانیم که متأسفانه در روند طراحی بسیاری از پروژه‌ها حتی همین تطابق قبل از اجرا نیز صورت نگرفته و همه‌ی آنها بنا به رسمی ناپسند و البته جا افتاده به مراحل اجرایی احالت می‌شوند که در آن هنگام نیز به دلیل تعجیل و عدم تحلیل صحیح، سرانجام بایسته و شایسته‌ای ندارند.

نگاهی گذرا به روند طراحی

اهمیت تأسیسات برقی از نظر تأمین آسایش و انرژی و حرکت، بسان اهمیت مغز و سلسله اعصاب است برای موجودی زنده، و این موضوع چنان واضح است که پرداختن به آن چندان مهم نیست؛ بلکه آنچه مهم است و باید به آن پرداخته شود؛

www.ketab.ir

چگونگی ایجاد بستر مناسب برای احداث شبکه‌ی برق و به کارگیری ایمن و پربازده آن است. از این رو فرصت مناسبی است که در این پیش‌گفتار به طور خلاصه به فرایند طراحی پرداخته شود تا از این رهگذر، جایگاه تأسیسات برقی و ارتباط آن با سایر اجزا در یک پروژه دقیق‌تر نمایان شود.

روند طراحی یک ساختمان، با مطالعه و تحقیق پیرامون موارد زیر آغاز می‌شود:

۱- مطالعه درباره‌ی وضعیت منطقه‌ی محل احداث پروژه از نظر شرایط اقتصادی و بافت اجتماعی.

۲- مطالعه درباره‌ی شرایط اقلیمی از نظر دما، رطوبت، باد، بارش‌های سالیانه، تابش خورشید، و سیل.

۳- مطالعه درباره‌ی موقعیت و وضعیت زمین از نظر مساحت، عوارض طبیعی، شیب غالب، جنس لایه‌های تشکیل‌دهنده، لرزه‌خیزی سطح آب‌های زیرزمینی، دسترسی و همچنین کاربری و موقعیت اماکن یا سطوح مجاور و بررسی تأثیر هریک از عوامل در شکل‌گیری ساختمان.

۴- مطالعه درباره‌ی مقررات شهرسازی و آئین‌نامه‌های ساخت و ساز در منطقه‌ی مورد نظر و همچنین توجه به بافت اماکن همجوار از نظر ارتفاع، نماسازی و نوع مصالح.

۵- مطالعه درباره‌ی فاصله‌ی پروژه‌ی در دست احداث با مراکز مهم و حیاتی شهری یا منطقه‌ای مانند نزدیک‌ترین ایستگاه آتش‌نشانی و امداد، نزدیک‌ترین بیمارستان یا مرکز درمانی و نزدیکترین مرکز پلیس.

۶- مطالعه درباره‌ی وضعیت و چگونگی بهره‌برداری از تسهیلات زیربنایی شهری مانند اخذ انشعاب برق، آب، گاز، تلفن و فاضلاب.

۷- مطالعه درباره‌ی برنامه‌ی فیزیکی شامل نسبت سطح اشغال به مساحت کل زمین، بررسی تعرفه یا سرانه برای تعیین مساحت زیربنا برمبنای کاربری مطابق با نظر مراجع ذیصلاح و تهیه‌ی فهرست از کلیه‌ی فضاهای مورد نیاز داخل و خارج ساختمان.

۸- مطالعه درباره‌ی امکان استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر و بررسی راهکارهای غیرفعال برای تأمین شرایط آسایش دمایی و رطوبی و همچنین بهره‌گیری از نور روز به منظور کاهش مصرف انرژی و کاهش تجهیزات مکانیکی و الکتریکی که پی‌آمد آن استهلاک کمتر و دوام بیشتر ساختمان است.

پس از مطالعات اولیه و جمع‌آوری اطلاعات، کار با تهیه‌ی نقشه‌های مرحله‌ی اول معماری آغاز می‌شود که در خلال آن باید کلیه‌ی اماکن و معابر اصلی تأسیسات مکانیکی و برقی مانند محل موتورخانه‌ی مرکزی، مخازن ذخیره‌ی آب، تلمبه‌خانه، سیستم تصفیه‌ی فاضلاب، پست‌های برق فشار متوسط پاساژ و اختصاصی، محل نصب دیزل‌ژنراتور برق اضطراری، اتاق یا اتاق‌های اصلی برق، اتاق‌های برق هر طبقه، محل مرکز مخابرات، محل مرکز کامپیوتر، تونل‌های آدم‌رو، شفت‌ها، ارتفاع سقف‌ها و کف‌های کاذب مشخص شوند.

چنانچه معماران توانایی تخمین اماکن و معابر تأسیسات مکانیکی[1] و برقی را داشته باشند، قادر خواهند بود که در مرحله اول طراحی، کلیه فضاهای لازم را پیش‌بینی کنند. کمیت و کیفیت اماکن و معابر تأسیسات برقی وابسته به تعیین سیستم‌ها و تجهیزاتی است که پیش از این در ۱۲ گروه دسته‌بندی شدند. بنابراین معمار متناسب با مقررات، کاربری، مساحت و صرفه اقتصادی، ابتدا باید به این پرسش‌ها، پاسخ دهد که کدامیک از موارد فهرست شده برای پروژه‌ی مورد نظر ضروری است و پیش‌نیاز هریک از آنها چیست؟ بسیاری از موضوعات مرتبط با تأسیسات برقی در گرو چگونگی تأسیسات مکانیکی است و در اغلب موارد نیز به

۱- برای تخمین اماکن و معابر تأسیسات مکانیکی به کتاب تأسیسات مکانیکی برای دانشجویان معماری و یا کتاب مراجعات سریع از تألیفات نگارنده مراجعه شود.

www.ketab.ir

همراه فراهم آوردن بسترهای مناسب برای طراحی تأسیسات مکانیکی، بسیاری از معضلات تأسیسات برقی هم حل می‌شود. اما فارغ از وابستگی‌های فراوان بین تأسیسات مکانیکی و برقی و اولویت تعیین شرایط کلی تأسیسات مکانیکی، روند امکان‌سنجی برای تعیین برخی از اماکن مهم تأسیسات برقی مانند پست‌های برق، محل استقرار دیزل‌ژنراتور و اتاق اصلی برق هر ساختمان و اتاق‌های برق طبقات می‌تواند به طور مستقل طی شود. اگرچه تأسیسات برقی نسبت به تأسیسات مکانیکی فضاهای کمتری را به خود اختصاص می‌دهد و از این نظر مواجهه با آن آسان‌تر است؛ اما دست کم گرفتن همان اماکن و معابر محدود می‌تواند منجر به بروز ضعف‌ها و حتی مخاطراتی شود که رفع آنها چندان سهل نخواهد بود. بنابه رویه‌ای رایج اما غلط، تعیین بسیاری از اماکن و معابر تأسیسات مکانیکی و برقی به مرحله‌ی دوم طراحی معماری احاله می‌شوند و این در حالی است که در مرحله‌ی اول باید کلیه‌ی فضاها و روابط آنها مشخص شده و در مرحله‌ی دوم ضمن تدقیق ابعاد، جزئیات اجرایی تهیه شود. حتی اگر فرض بر این باشد که کلیه اماکن و معابر موردنیاز تأسیسات مکانیکی و برقی در مرحله‌ی دوم به خوبی در نظر گرفته شده باشد؛ به طور قطع این سرانجام رویایی و خوش به قیمت از هم پاشیدگی طرح اولیه و تجدید طراحی میسر خواهد شد که چیزی نیست جز اتلاف وقت و بیهودگی تلاش‌های صورت گرفته در مرحله‌ی اول طراحی. باید به خاطر سپرد که طراحی یک ساختمان با معماری شروع و با همان نیز تمام می‌شود. در واقع درخت معماری حاصل بذر معماری است که با خاک و آب و نور بالنده و تناور می‌شود. نقطه‌ی آغازین این روند باید چنان باشد که تأثیر عمل سایر متخصصان در راستای تکامل تا فرجام باشد و نه خط بطلان کشیدن بر تمام آن. هریک از ایده‌های مربوط به سازه، تأسیسات مکانیکی و برقی نه تنها نباید در تعارض با هم، بلکه باید مکمل یکدیگر باشند و ایجاد بستر مناسب برای چنین تعاملی از وظایف مهم معمار است. اگر بپذیریم که مدیریت فرایند طراحی به عهده‌ی معمار است؛ این توقع که معماران باید به اندازه‌ی کافی از اجزای تشکیل‌دهنده‌ی ساختمان مانند اجزای سازه‌ای، تأسیسات مکانیکی و تجهیزات الکتریکی شناخت داشته باشند، انتظار نابجایی نیست.

نکته‌ی قابل توجه دیگر این است که روند طراحی بخش‌های مختلف نباید روندی کاملاً خطی و ترتیبی باشد. یعنی نباید به انتظار نشست تا ابتدا طراحی معماری به اتمام رسد تا طراحی سازه آغاز شود یا در پی آن به ترتیب تأسیسات مکانیکی و برقی طراحی شوند، بلکه ضروری است که تیم طراحی به موازات هم، کار را با مدیریت معمار و محوریت ایده‌ی غالب معماری شروع کنند. اما در این کار گروهی، شدت و سرعت هریک از روندهای مؤثر که برایندشان فرایند کلی طراحی ساختمان را به وجود می‌آورند متأثر از پیشرفت یکدیگر است. بنابراین افت و خیزهای هریک از بخش‌ها به صورت تار و پودگونه طرح را کامل می‌کنند.

زمانی نقشه‌های مختلف ساختمان بر روی کاغذ شفاف و با دست ترسیم می‌شد و کوچکترین تغییر در چیدمان فضاها به معنای شروع کاری بس دشوار برای ترمیم نقشه‌ها بود و اگر بدانیم که به ازای هر پلان معماری حداقل باید ۱۵ پلان تأسیسات مکانیکی و برقی ترسیم شود؛ عمق مرارت ناشی از اعمال تغییرات در آن زمان بیشتر قابل درک است. چنین شرایط مشقت‌باری دست‌اندرکاران طراحی را به تعمق و دقت بیشتری وامی‌داشت تا در ورطه‌ی خوف‌انگیز تغییرات در نغلطند. اگرچه چنین اجباری ضرورت تعامل و دقت بیشتری را فراهم می‌آورد؛ اما بسیاری از جزئیات اجرایی به دلیل فرایند سخت طراحی به زمان ساخت و تهیه‌ی **نقشه‌های کارگاهی**[1] موکول می‌شد. مقدار تغییرات به هنگام ساخت نیز چنان بود که پس از اتمام پروژه، تهیه‌ی نقشه‌های **مشابه ساخت**[2] الزامی بود. تا مراجعه به نقشه‌ها در هنگام

۱- *Shop Drawing*
۲- *As-Build*

www.ketab.ir

یـا نامطلوب یـک بخش بر بخش دیگر مانند تعارض چیدمان تأسیسـات مکانیکی بـا تأسیسـات برقی و یـا اجزای سـازه‌ای و همینطور موارد مربوط بـه معماری به سهولت مشخص می‌شود. از جمله امتیازهای دیگر یکپارچه‌سازی اطلاعات در قالب مدل‌سازی عبارتند از:

۱- ایجاد ارتباط متقابل و هوشمند بین نقشه‌های مختلف به نحوی که تغییر در یک پلان به طور خودکار در سایر نقشه‌ها مانند برش یا نما اعمال شود.

۲- ایجـاد ارتباط متقابل و هوشـمند بین انواع مصالح و تجهیـزات اعم از اجزای معماری، سازه، تأسیسات مکانیکی یا تأسیسات برقی.

۳- ذخیره‌ی اطلاعات هر یک از اجزای ساختمانی و تأسیساتی و امکان تطبیق اجزا با شرایط جدید در صورت تغییر مشخصات هریک از آنها.

۴- امکان تحلیل ساختمان از نقطه نظر مصرف انرژی در صورت تغییر در شیوه‌های طراحی و یا تغییر در اسـتفاده از انواع مختلف مصالح و تجهیزات و یا تغییر در حجم و مساحت پوسته و یا تغییر جهت ساختمان و سایر مواردی از این قبیل.

۵- امکان برنامه‌ریزی دقیق و اقتصادی برای تجهیز کارگاه و مدیریت بهینه‌ی ساخت.

۶- جلوگیری از خسارت‌های مالی و زمانی ناشی از دوباره‌کاری.

۷- تسهیل متره و برآورد پروژه.

۸- امکان آزمودن برخی تصمیم‌ها و مقایسه‌ی گزینه‌های شک‌برانگیز نزدیک به هم در فضای مجازی و انتخاب اصلح.

۹- امکان پایش مستمر پروژه در حال ساخت.

۱۰- امکان به روزرسانی پروژه در صورت به بازار آمدن تجهیزات کارآمدتر و یا پدیداری فناوری‌های جدید در دوره‌ی ساخت.

۱۱- امکان رجوع به سـوابق طراحی و ساخت و همچنین در اختیار داشتن نمایه‌ای با مشـخصات کامل از کلیه‌ی تجهیزات و مصالح بـرای مراجعه به کارخانجات سازنده.

۱۲- سهولت تعمیر و نگهداری در دوره‌ی بهره‌برداری.

بـا این اوصاف و با وجود چنین شـیوه‌ها و نرم‌افزارهـای کارآمدی، توجیه قابل قبولی برای عدم هماهنگی بین بخش‌های مختلف از جمله معماری و تأسیسات برقی که موضوع اصلی این کتاب است باقی نمی‌ماند، مگر اینکه طراحان و سازندگان برای به روز کردن اطلاعات خود تلاشی نکنند و از فراگیری روش‌های نوین غافل بمانند.

درباره‌ی این کتاب

کتاب حاضر در حصار پنج مرز دانسته‌های ضروری معماران از تأسیسات برقی و در قالب پنج گفتار به بخش‌های دوازده‌گانه‌ی تأسیسات برقی می‌پردازد.

ضرورت آشـنایی با برخی اصطلاحات، مفاهیم اولیه و تعاریف رایج در تأسیسات برقی منجر به شکل‌گیری گفتار اول شده است و اهمیت ویژه‌ی روشنایی و تجهیزات مرتبط با آن باعث شده تا گفتار دوم از آغاز تا پایان به آن اختصاص یابد.

در گفتار سوم تحت عنوان شبکه‌ی توزیع برق به موارد دوم، سوم، چهارم، نهم، یازدهم و تا حدودی دوازدهم پرداخته شـده است. شرح چگونگی شبکه‌ی توزیع از پست‌های فشار متوسط تا تابلوهای توزیع فرعی برق و مصرف‌کنندگان عمده و اصلی اعم از مشخص یا نامشخص مانند تجهیزات مکانیکی و پریزهای عمومی در این گفتار جای گرفته است.

گفتـار چهـارم نگاهی دارد به موارد پنجم، ششـم، هفتم، هشـتم و دهم. به عبارت دیگر در این گفتار تجهیزات ارتباطی، اطلاع‌رسانی، پایشگر، ایمنی، امنیتی و هوشمندسازی مورد بررسی قرار گرفته‌اند، و آخرین گفتار، مختص مورد دوازدهم و یـا به عبارت دیگر، شـرح تولید انرژی الکتریکی پاک به کمک تابش خورشـید باد اسـت. در همین گفتار مطالبی نیز درباره‌ی کاهش مصرف انرژی و صرفه‌جوی

www.ketab.ir

گنجانده شده است.

اطلاعات و مطالب مکمل در نُه پیوست جداگانه مطرح شده‌اند تا کاربران در صورت نیاز از آنها استفاده کنند. عدم درج این مطالب در گفتارهای اصلی دلالت بر کم اهمیت بودن آنها ندارد، بلکه نشانه‌ای از دور بودن این دست مطالب از محدوده‌ی تعریف شده برای این کتاب است. بنابراین مراجعه به پیوست‌ها وابسته به نیاز موردی هر کاربر است.

نتیجه

تمام آنچه در این پیش‌گفتار آمد، کوششی بود برای بیان شش نکته‌ی اصلی زیر:

۱- معرفی فهرست‌وار رسته‌های متنوع تأسیسات برقی که همه یا تعدادی از آنها در همه‌ی ساختمان‌ها در سطوح مختلف به کار گرفته می‌شوند.

۲- تعیین محدوده‌ی دانسته‌های ضروری معماران از موضوعات مرتبط با تأسیسات برقی.

۳- نگاهی گذرا به روند طراحی و تعیین جایگاه تأسیسات برقی در آن.

۴- تاکید بر نقش محوری معماران در هماهنگی و به سامان رساندن طراحی ساختمان با توجه ویژه به تأسیسات برقی.

۵- تاکید بر استفاده از فناوری‌های نوین طراحی و ساخت که به خودی‌خود بستر مناسبی را برای طراحی بهینه‌ی تأسیسات برقی فراهم می‌آورد.

۶- آنچه درباره‌ی تأسیسات برقی در این کتاب مورد بررسی قرار گرفته است.

www.ketab.ir