

استحکام بتن

آئین نامه ها و استانداردها و نرم افزارهای مورد استفاده در پروژه

(الف) آئین نامه ها و استانداردهای مورد استفاده

(۱) مبحث ششم مقررات ملی ساختمانی ایران (بارگذاری)

در محاسبات مربوطه به زلزله از این آئین نامه استفاده خواهد شد.

(۲) آئین نامه انجمن بتن آمریکا (ACI-318) روش طراحی روش مقاومت نهائی می باشد

(ULTIMATE STRENGTH DESIGN)

طراحی اجزاء بتنی از قبیل فونداسیون، شناژ و سقف های بتنی بر اساس این آئین نامه انجام

خواهد شد.

(۳) آئین نامه انجمن فولاد آمریکا (AISC)

روش طراحی، روش تنش مجاز خواهد بود.

اجزاء فولادی از قبیل تیر، ستون، تیرهای فرعی سقف مرکب، بادبندها و غیره بر اساس این آئین

نامه طرح خواهند شد.

(۴) آئین نامه بتن ایران (آبا) - جلد اول و دوم.

(۵) مقررات ملی ساختمان ایران - مبحث پی و پی سازی.

(۶) مقررات ملی ساختمانی ایران - مبحث ۹ طرح و اجرای ساختمانهای بتن آرمه.

(۷) مقررات ملی ساختمانی ایران - مبحث ۱۰ طرح و اجرای ساختمانهای فولادی.

(۸) نشریه ۲۶۴ سازمان برنامه ریزی مدیریت - آئین نامه اتصالات سازه هیا فولادی

(ب) نرم افزارهای مورد استفاده در پروژه:

۱- SAP 2000 جدیدترین تجدید نظر در سری SAP است که توسط پروفیسور ویلسون در دانشگاه برکلی کالیفرنیا نوشته شده است. این برنامه بر اساس روش المانهای محدود می تواند چهار نوع المان مختلف را بپذیرد. این برنامه قادر به تحلیل استاتیکی و دینامیکی سازه می باشد و پرکاربردترین نرم افزار تحلیلی و طراحی می باشد.

۱۲-۵- مصالح و عناصر ساختمانی

جهت انتخاب مصالح اصلی سازه ای پروژه به دو گزینه اصلی یعنی فولاد و بتن می پردازیم.

۱۲-۵-۱- فولاد:

الف) مزایا:

۱- ایزوتروپی: بعلت همگن بودن فولاد، رفتار آن در مقابل نیروهای کششی و فشاری یکسان است. در اثر زلزله سازه متناوباً تحت تاثیر نیروهای کششی و فشاری قرار می گیرد. فولاد به عنوان یک ماده ساختمانی دارای سختی یکسان بوده و در اثر بارهای متناوب سختی آن با زمان تغییر نخواهد کرد.

۲- نسبت بالای مقاومت به وزن: رقم عمده ای از وزن مرده ساختمان را وزن سیستم باربر (اسکلت) تشکیل می دهد. مقاومت واحد سطح فولاد تقریباً ۱۰ برابر بتن است. بنابراین وزن واحد سطح سازه فولادی بسیار کمتر از سازه بتنی خواهد بود.

با یک برآورد تقریبی وزن واحد سطح سازه فولادی بین $۱۰۰-۵۰ \frac{kg}{m^2}$ و وزن واحد سطح سازه

بتنی ۲۵۰ تا $۴۰۰ \frac{kg}{m^2}$ است. با فرض بار مرده سقف حدود $۶۰۰ \frac{kg}{m^2}$ ، وزن واحد سطح کل

ساختمان فلزی حدود $۷۰۰ \frac{kg}{m^2}$ و وزن واحد سطح ساختمان بتنی حدود $۱۰۰۰ \frac{kg}{m^2}$ خواهد بود. با

توجه به آنکه در آئین نامه ۲۸۰۰، ضریب رفتار برای اسکلت فلزی $R=6$ و برای اسکلت بتنی $R=5$ است خواهیم داشت:

$$V = \frac{V}{R=6} = 1/16$$
 برای ساختمان فلزی مشابه

$$V = \frac{10}{R=5} = 2$$
 برای ساختمان بتنی مشابه

بنابراین نیروهای محاسباتی زلزله برای ساختمان بتنی حدوداً ۶۰ درصد به نسبت ساختمان فلزی مشابه افزوده خواهد شد.

۳- قابلیت شکل پذیری (DUCTILITY): شکل پذیری عبارت است از نسبت تغییر شکل نهائی سازه به تغییر شکل تسلیم آن:

$$u = \frac{\&ULTIMATE}{\&Yield}$$
 ضریب شکل پذیری

این نسبت برای فولاد حدود (10~15) و برای بتن بین (1-2) می باشد.

در واقع شکل پذیری قابلیت جذب انرژی مصالح یا سازه در هنگام نیروهای شدید زلزله تا قبل از گسیختگی خواهد بود. در فولاد قابلیت جذب انرژی که مساحت زیر منحنی تنش - کرنش فولاد تا لحظه گسیختگی می باشد، بسیار بزرگتر از بتن است. شکل پذیری از خصوصیات ذاتی فولاد است. در حالیکه اجزاء بتنی با تمهیداتی خاص که در آن آئین نامه ها مشخص می شود، قابلیت شکل پذیری را تا حدی بدست می آورد.

۴- قابلیت ترمیم و توسعه

ترمیم و تقویت سازه فلزی بسیار سهل و ساده تر از ساختمان بتنی است. این نکته خصوصاً با توجه به آسیب هائی که سازه طبق فرض اولیه ما در برابر زلزله های متعارف دچار می شود اهمیت می یابد.

۵- سرعت اجراء: در سازه های فولادی بالاتر است.

۶- درجه وابستگی آن به وضعیت آب و هوایی بسیار کم است.

۷- امکان پیش ساخته سازی و انجام عملیات اجرائی در کارخانه در سازه های فلزی عملی تر

می باشد. در اسکلت بتنی قسمتی از سازه بطور اجتناب ناپذیر نظارت گارگاهی خواهد داشت.

۸- وزن کم سازه

(ب) معایب:

۱- قابلیت زنگ زدگی و هوازدگی (erosion) و خوردگی (corrosion)

۲- عدم استقامت کافی در برابر حریق:

مقاومت اسکلت فلزی پس از نیم ساعت در برابر ۶۰۰ درجه حرارت به صفر می رسد و سازه

منهدم می گردد. به منظور حفاظت و جلوگیری از خطر آتش سوزی خصوصاً در مکانهای

عمومی، علاوه بر طراحی و اجراء سیستم های اعلام و اطفاء جداره اجزاء فلزی تیر و ستون

باید با مواد ضد حریق مانند ورماکولیت پوشیده شود.

۳- پتانسیل ناپایداری یا کمانش:

بعلت بالا بودن مقاومت واحد سطح فولاد، اجزاء سازه ای ظریفتری حاصل خواهد شد و این

لاغری در اثر تنشهای فشاری ناگهانی ناشی از زلزله باعث کمانش اعضای فشاری خصوصاً

ستون ها خواهد شد.

۱۲-۵-۲- بتن:

(الف) مزایا:

۱- شکل خمیری بتن قبل از گرفتن که می تواند اشکال دلخواه را از طریق شکل دادن به قالب

خود بگیرد.

۲- بتن در مقابل آتش سوزی مقاومت خوبی دارد. در حرارت ۱۰۰۰ درجه سانتیگراد، حداقل یک ساعت طول می کشد تا دمای فولاد بتن به ۵۰۰ درجه سانتی گراد برسد. در آتش سوزی های با شدت متوسط سازه های بتن آرمه تنها دچار خسارات سطحی شده و خللی در مقاومت و ظرفیت باربری آنها وارد نمی آید.

۳- مقاومت خوب در مقابل شرایط جوی و خوردگی

۴- دوام و مقاومت در مقابل اثرات سوء ناشی از سیکل های انجماد و ذوب.

۵- مخارج ناچیز نگهداری در طول عمر سازه.

۶- بتن مقاومت فشاری خوبی دارد. از اینرو استفاده از آن در قطعات تحت فشار مانند ستون ها و قوسها مناسب است.

۷- بتن بهترین مصالح جهت استفاده در سازه های آبی و هیدرولیکی و سازه های در تماس با آب است.

۸- در اسکلت بتنی اتصالات گیردار به راحتی بوجود می آید و از طرف دیگر اجرای دیوارهای برشی و پیوستگی و یکپارچگی آن با اجزای تیر و ستون بر راحتی امکانپذیر است.

۹- در سازه بتنی بعلاوه مستقل بودن اجرای اسکلت و سقف هر طبقه هزینه اسکلت را می توان بتدریج انجام داد. در حالیکه اسکلت فلزی، کل اسکلت باید یکجا ساخته و نصب گردد و هزینه اسکلت به یکباره باید پرداخت شود.

(ب) معایب:

۱- بتن ذاتاً ترد و شکل پذیر است. برای شکل پذیر کردن بتن بعنوان یک ماده باید آنرا با فولاد دورپیچ کرد و بعنوان یک قطعه با جزئیات آرماتورگذاری خاص، شکا پذیری بتن تامین گردد.

۲- بتن نیاز به مهارت های مختلف و نیروهای متخصص متنوع دارد. قالب بندی، آرماتورگذاری صحیح، ساخت و ریختن درست و بخصوص عمل آوردن بتن (Curing) و نیز آزمایشات تعیین مقاومت نیاز به تکنسین های باتجربه دارد.

۳- اجزاء اسکلت بتنی در درجه حرارت های بالای ۴۰ درجه سانتی گراد یا زیر صفر درجه سانتی گراد نیاز به تمهیدات خاص داشته و مشکل آفرین است.

۴- سرعت اجراء در اسکات بتن آرمه کمتر از اسکلت فلزی است.

۵- بتن جزء مصالح غیرهمگن (orthotropic) بوده و مقاومت آنها در جهات مختلف یکسان نیست.

۶- نسبت پائین مقاومت به وزن آن منجر به افزایش ابعاد اجزای سازه ای خصوصاً ستونها در ساختمانهای بلند می گردد که این ابعاد بزرگ خود منجر به افزایش وزن سازه و نتیجتاً افزایش نیروهای زلزله است.

۷- اسکلت بتن آرمه، نظارت مستمر و دائمی طلب می کند و کنترل کیفیت در سازه بتن آرمه مشکل تر از سازه فلزی است.

۸- در اسکلت بتن آرمه تصحیح اشتباهات محاسباتی یا اجرائی بسیار مشکل است و گاهی راهی بجز تخریب برای دستگاه اجرائی باقی نمی گذارد.

۹- بتن در کشش بسیار ضعیف است و مقاومت کششی آن بدون میلگرد تقریباً ۱/۱۰ تا ۱/۲۰ مقاومت فشاری آن است

آنچه در مقایسه اسکلت بتنی و فلزی بیشتر جلوه جلوه می کند ۱- نسبت بالای مقاومت به وزن اسکلت فلزی نسبت به اسکلت بتنی است که ابعاد تیرها و ستونها در سازه بتنی بسیار بزرگتر از مشابه آن در اسکلت فلزی است. مثلاً برای سازه مشابه، ابعاد ستونهای بتنی در

طبقه پائین حدود

۵۵×۵۵ خواهد بود درحالیکه در اسکلت فلزی ابعاد به حدود ۳۰×۳۰ تقلیل خواهد یافت. ۲-

نکته بعدی سرعت اجراء است که به طور معمول در اسکلت فلزی بالاتر است. درصد افزایش سرعت اجرای کار بسته به نوع کار، تعداد طبقات و وسعت رپوژه متفاوت می باشد در ساختمانهای متداول شهری که ستون ها و تیرها در کارگاه ساخته می شود، بالطبع این افزایش سرعت نمود پیدا نمی کند چرا که پس از اجرای فونداسیون ها و شاسی کشی زمانی در حدود چند هفته تا چند ماه صرف ساخت مقاطع اسکلت قبل از نصب آن می شود که زمان قابل توجهی از دست می رود. افزایش سرعت اجراء اسکلت فلزی در ساخت کارخانه ای اسکلت است که رخ می نماید. بدین صورت که پس از تهیه نقشه های اجائی سازه، نقشه های کارگاهی (shop drawing) تهیه شده و در حین اجراء عملیات پی کنی و بتن ریزی پی ها و صفحه ستون گذاری، عملیات ساخت مقاطع تیر و ستون و بادبندها در کارخانه با کنترل کیفیت بسیار مطلوب تر انجام گرفته و پس از اتمام کار بتن ریزی پی ها و نصب صفحه ستون ها، اسکلت نصب خواهد گردید.

به هر حال در شرایط ساختمان سازی در ایران اسکلت فلزی نسبت به اسکلت بتنی ارجح می باشد.

از میان پوششهای سقف آنچه در ایران معمولتر است. منهای طاق ضربی که بعلت عدم یکپارچگی و نبودن صلیب کافی مردود می باشد، به سقفهای تیرچه بلوک، سقف مرکب و دال بتنی می پردازیم.

۱۲-۶-۱- تیرچه بلوک:

پوشش تیرچه بلوک، ترکیبی از دو روش پیش ساخته و بتن در جا که در آن مزایای پیش ساختگی در کارخانه با جنبه های مثبت بتن ریزی در محل و بویژه عدم نیاز به جرثقیل تلفیق شده است. مهم ترین ویژگیهای این سقف از این قرارند:

الف) به علت مصرف بلوکهای توخالی سبک و حذف بتن منطقه کششی، در مصرف بتن صرفه جوئی قابل ملاحظه ای می شود.

ب) به علت کم بودن فضائی متوسط و زیاد بودن ضخامت سقف در مقایسه با دال بتن مسطح از مصرف فولاد کاسته می شود.

ج) چون در کارخانه تولید می شود نیروی انسانی کمتری نیاز دارد و از طرفی به علت سبک بودن تیرچه ها به جرثقیل احتیاجی نیست و بعلت نصب سریع و آسان کارگر ماهر نمی خواهد.

د) بطور یکپارچه بتن ریزی می شود و بعلت توخالی بودن بلوکها سقف عایق حرارت خوبی است.

ه) بعلت مسطح بودن زیر سقف ضخامت نازک کاری به حداقل می رسد.

و) بعلت سطح یکنواخت بالای سقف برای کف سازی به ملات کمتری نیاز دارد.

ضخامت استراکچر سقف برای تیرچه های با تکیه گاه ساده نباید از $\frac{1}{۲}$ دهانه کمتر باشد. بنابراین برای دهانه ۵ متر به بالا باید از بلوکهای ۲۵ سانتی متر و پوشش ۵ سانتی متر استفاده نمود.

برای دهانه های بزرگتر از ۷ متر و با سربار زیاد باید از تیرچه های مضاعف استفاده کرد. در صورت استفاده از تیرچه های پیش فشرده، طبق کاتالوگ کارخانه سازنده (نظیر فربت) تا دهانه ۱۰ متر را نیز می توان پوشش داد.

۱۲-۶-۲- دال بتنی

دال بتنی بهترین سیستم سقف از لحاظ صلبیت بوده که به لحاظ دیافراگم بودن در حین زلزله تغییر شکل نداده و بطور یکپارچه بار جانبی زلزله را به تیرها و ستون های پیرامونش منتقل می کند. دال بسته به تکیه گاه و ابعادش می تواند باربری یکطرفه یا دو طرفه داشته باشد.

انواع دال ها عبارتند از:

الف) دال تخت: (Flat Slab) در این دال ها از تیر استفاده نمی شود و در نتیجه بار کف مستقیماً از دال به ستون های اطراف انتقال می یابد.

ب) دال دو طرف با تیرهای پیرامونی: معمولترین نوع دال می باشد.

ج) دال تخت قارچی: که همان دال تخت با سر ستون و کتیبه سرستون می باشد.

د) دال مجوف یا مشبک (Grid slab-Waffle slab) در این دال وزن کف به نحو قابل ملاحظه ای کاهش می یابد. این دال در واقع سقفی تیرچه ای دوطرفه است که با استفاده از قالب های جعبه ای فضاهای خالی در قسمت تحتانی دال بوجود می آید.

ه) دال های پیش ساخته مجوف یا توپر بتن آرمه (نظیر اسپایرول): از معایب این دال ها، مشکل حمل، مشکلات اتصالات و عدم کارائی در یکپارچگی و تحمل نیروهای برشی است. (شکل شماره ی ۴)

دال بتنی طبعاً با اسکلت بتنی هماهنگی بیشتری داشته و سیستم اسکلت و سقف در هم قفل می شوند و در مقابل نیروهای جانبی زلزله بطور یکپارچه عمل می کنند. اجرای دال بتنی در اسکلت فلزی مشکلاتی را در اتصال و هماهنگی بتن و فولاد بوجود می آورد. از معایب دال بتنی هزینه و وقت بسیاری است که در قالب بندی صرف می شود. حل مشکلات مقابله بندی و سنگینی پوشش دال بتنی به پوشش دیگری منتهی می شود که سقف مرکب بتن فولادی (Composite) نام دارد.

۱۲-۶-۳- سقف مرکب (Composite)

در اینگونه سقف ها که اخیراً بسیار معمول گشته، دال بتنی بر روی تیر فولادی قرار گرفته و با یکسری گل میخ یا اتصال برشی که در فواصل مناسب بر روی تیر جوش می شود و در داخل بتن قرار می گیرد. دال و تیر کاملاً با هم یکپارچه شده و تحت بارهای وارده به عنوان یک واحد یکپارچه تغییر شکل می دهند. مزایای مقطع مرکب از قرار زیر است:

۱) کاهش مصرف فولاد مقطع بین ۲۰ تا ۳۰ درصد

۲) کاهش ارتفاع مقطع فولادی

۳) افزایش سختی سیستم کف

۴) افزایش طول دهانه قابل پوشش برای یک مقطع مشخص

۵) افزایش ظرفیت باربری نهائی نسبت به حالتی که ظرفیت نهائی دال و تیر جداگانه در نظر گرفته می شود.

از معایب مقطع مرکب تغییر شکل های داراز مدت به علت پدیده خزش در بتن فشاری و عملکرد غیرمرکب در نواحی لنگر منفی تیرهای یکسره است.

مهمترین مزیت استفاده از سقف مرکب کاهش حدود ۳۰ درصد در بار مرده سقف نسبت به سقف تیرچه بلوک می باشد. با کاهش حدود ۳۰ درصد بار مرده سقف، نیروی طراحی زلزله به مقدار قابل توجهی (بین ۱۵ تا ۲۰ درصد) کاهش پیدا کرده و در نتیجه اعضاء و عناصر مقاوم سازه سبکتر خواهند شد.

این کاهش مقطع شامل تیر، ستون، پس، بادبند و دیگر عناصر سازه ای خواهد گردید. مزیت بعدی سقف مرکب در استفاده از قالب های خود ایستا (بدون شمع) است و بدین ترتیب می توان در صورت موجود بودن قالب به میزان کافی، کلیه سقف های سازه را یکباره قالب بندی کرده و در یک روز همزمان بتن ریزی نمود. بنابراین در زمان ساخت به میزان قابل توجهی صرفه جوئی خواهد شد. بستن قالب ها در اینگونه سقف ها از روی سقف انجام می گیرد که در مورد سقف های با ارتفاع زیاد مزیت قابل توجهی است. ضمن آنکه حجم کلی قالب ها کم بوده و فضای زیادی را برای دپو اشغال نمی کند. بدلیل قابل تغییر بودن فاصله تیرهای فرعی در این سیستم سقف، دهانه های قابل پوشش بزرگتر از سیستم های مشابه می باشد. قالب ها برای فواصل مختلف تیرهای فرعی قابلیت انعطاف داشته و از ۱ تا ۲ متر قابل تغییر است.

در این سیستم غالباً از سقف کاذب استفاده شده و لوله های تاسیسات از داخل سقف کاذب عبور کرده و بنابراین مسئله پوسیدگی و ترکیدگی لوله های تاسیسات بر اثر کف خواب شدن در سقف حل می شود.

برای مقایسه بار مرده استراکچر سقف در پوشش مختلف دهانه پوشش را ۶ متر فرض می کنیم.

$$d > \frac{L}{20} = \frac{6.00}{20} = 0.30$$

ضخامت سقف

بنابراین باید از بلوک به ارتفاع ۲۵ سانتیمتر و پوشش بتنی ۵ سانتی متر استفاده کنیم. بر اسا گراف ۴۶ نشریه شماره ۹۴ سازمان برنامه و بودجه مربوط به طراحی تیرچه ای خریائی وزن مرده استراکچر برابر 385 kg/m^2 خواهد بود. بنابراین داریم:

$$385 \text{ kg/m}^2: \text{استراکچر سقف}$$

$$2.5 * 22 = 55 \text{ kg/m}^2 \text{ موزائیک}$$

$$0.0025 * 2100 = 52.5 \text{ kg/m}^2 \text{ ملات ماسه سیمان}$$

$$0.06 * 1000 = 60 \text{ kg/m}^2 \text{ پوکه معدنی}$$

$$0.015 * 1600 = 24 \text{ kg/m}^2 \text{ ملات گچ و خاک}$$

$$0.01 * 1300 = 13 \text{ ملات گچ}$$

$$DL590 \text{ kg/m}^2 \text{ وزن مرده سقف تیرچه بلوک}$$

در صورتی که برای همین دهانه از دال بتنی استفاده می کنیم داریم:

$$L/24 = \frac{6.00}{24} = 0.25 \text{ m}$$

$$0.25 * 2400 = 600 \text{ kg/m}^2 \text{ استراکچر سقف}$$

$$55+52.5+60=167.5\text{kg/m}^2$$

37 گچ و گچ و خاک

$$\text{CL}=805\text{kg/m}^2$$
 وزن مرده سقف با دال بتنی

در صورت استفاده از مرکب برای همین دهانه خواهیم داشت:

$$0.08*2400=192\text{kg/m}^2$$
 استراکچر سقف

$$20\text{kg/m}^2$$
 تیر فرعی

$$167.5\text{kg/m}^2$$
 کفسازی

$$40\text{kg/m}^2$$
 سقف کاذب و گچکاری

$$\text{DL}=420\text{kg/m}^2$$

چنانچه ملاحظه می شود، بار مرده سقف مرکب بمراتب کمتر از سقف های تیرچه بلوک و دال

بتنی است. کاهش بار یقف مرکب نسبت به سقف تیرچه بلوک ۳۰ درصد و نسبت به دال بتنی ۴۸

درصد است. تجربه های عملی در اجرای سقف مرکب، کاهش بین ۱۵ تا ۲۰ درصد در هزینه

های استراکچر شامل سقف و اسکلت را نسبت به تیرچه بلوک نشان می دهد.

جهت قالب بندی سقف مرکب از سیستم های مختلفی می توان استفاده کرد. معمولترین و بهترین

قالب ورق های فرم داده شده فولادی با مقطع دوزنقه ای می باشد. در صورت استفاده از این

قالب دوزنقه ای بتن حاصل خود افزایش اینرسی سقف را بدنبال دارد.

برای سقف مرکب از قالب های چوبی نیز می توان استفاده کرد. قالب بندی با روفیکس نیز می

تواند برای سقف مرکب مورد استفاده قرار گیرد. روفیکس شبکه ای فلزی چون رابیتس است که

بعلت انعطاف پذیری بعنوان قالب برای دیوارهای برشی، تونل ها و قوسها و غیره مورد استفاده

قرار گیرد. (شکل شماره ۵)

پوششهای دیگری نیز برای سقفهای با دهانه ای متوسط معمول است که عبارتند از: سقف پیش ساخته، سقف کرمیت که از تیرچه های با جان باز استفاده می شود. در این سقف تیرچه ها از یک تسکه و یا دو میلگرد بعنوان بال فوقانی و یک تسمه به عنوان بال تحتانی و یک میلگرد خم شده به عنوان جان ساخته می شود. قالب ثابت بین تیرچه ها ممکنست از بلوک سفالی یا بلوک بتنی باشد. در صورت استفاده از بلوک، فاصله تیرچه ها به مرکز خواهد بود و ۶ سانتی متر بتن در روی قالب ثابت ریخته می شود. گهم ترین مزیت اینست سقف اینست که تیرچه ها از نوع خود ایستا بوده و هیچ نوع شمع بندی در زیر یقف مورد نیاز نمی باشد. از جمله پوششهای دیگر که برای ساختمانهای صنعتی نیز استفاده می شود تحت عنوان Deck Plate می باشد. در این سیستم مانند شکل صفحه ای فلزی به ضخامت های متغیر بعنوان قالب در دهانه سقف قرار گرفته و داخل آرماتوربندی شده و بتن ریزی می شود. ابعاد ورق نودنقه ای و ضخامت بتن پوشش بسته حبه دهانه تغییر می کند. در این سیستم نیز به شمع بندی نیازی نیست زیرا ضخامت ورق فلزی طوری محاسبه می شود که وزن بتن خیس را تحمل کند. از طرفی بعلت وجود شیارها و برجستگی ها در ورق، بتن و فلز بخوبی با هم کار کرده و ظرفیت مقطع مرکب حاصل را بالا می برند. از عیوب سقف می توان سنگینی در دهانه های متوسط و بلند و قیمت نسبتاً بالای ورق فولادی نسبت به بتن و میلگرد است.

(شکل شماره ی ۶)

این گزارش در ارتباط با سیستم یابی تاسیسات مکانیکی مورد نیاز مجموعه ی اداری آستان قدس رضوی به سطح تقریبی ۲۰/۰۰۰ متر مربع بهینه شده مبنای اطلاعات مندرج در بخش اقلیمی در ارتباط با شرایط آب و هوایی شهر مشهد تنظیم شده است.

۱-۱- سیستم برودتی و حرارتی

سیستم های تولید و توزیع برودت و حرارت را به طور کلی با توجه به نیازهای مختلف و شرایط و امکانات موجود در کشور به شرح زیر میتوان انتخاب نمود:

الف- سیستم تهویه ی مطبوع کامل با دستگاههای هوارسان (Air Handling Unit)

به منظور کنترل مستقیم شرایط فضای مورد نظر (درجه حرارت و رطوبت نسبی) به کار برده می شود. در این سیستم با استفاده از دستگاه تولید برودت مرکزی در موتورخانه، مانند چیلر، آب سرد مورد نیاز تهیه و سپس به طرف دستگاه های هوارسان ارسال می گردد و با ایجاد یک شبکه کانال کشی، هوای سرد مهیا شده در فضاهای مختلف توزیع می گردد.

به وسیله ی آب گرم ارسالی از دیگ های حرارتی و استفاده از شبکه ی کانال های موجود به راحتی می توان هوای گرم ضروری جهت همین فضاها را تامین نمود.

فضای تهویه شده ممکن است از یک یا چندین ناحیه تشکیل شده باشد که شرایط هر ناحیه به طور جداگانه کنترل می شود در این صورت می بایستی از دستگاه های چند منطقه ای (Multi Zone) استفاده نمود اشکال این هواساز افزایش میزان سقف کاذب جهت عبور کانال ها است. این دستگاه ها به دلیل دور بودن تجهیزات مکانیکی از فضای تهویه شده اصولاً بی صدا هستند و چون تمام اجزاء سیستم های انتقال هوا و دستگاه های تولید برودت در یک محل قرار دارند سرویس و نگهداری آنها محدود به اتاق دستگاه ها خواهد شد.

ب- تهویه ی مطبوع با فن کوئل (Fan Coil)

این سیستم بیشتر برای واحدهای اداری که دارای عملکرد متفاوت از نظر زمان، درجه ی حرارت و رطوبت نسبی هستند، بکار برده می شود. عمل کنترل درجه ی حرارت در این سیستم ها توسط ترموستات اتاقی صورت می پذیرد. چون بخش اصلی احتیاجات را آب تامین می کند مقدار هوایی که لازم است توزیع شود، مقدار هوای توزیع شده از در سیستم تمام هوا (هوارسان) کمتر است، بنابراین فضای لازم برای دستگاه های مرکز انتقال هوا و سیستم توزیع هوا کمتر خواهد بود.

مشخصه های این سیستم عبارت از کنترل انحصاری درجه ی حرارت، گرمایش و سرمایش در فصول تابستان و زمستان و سیرکولاسیون محدود هر ناحیه، بطوری که هر دستگاه هوای اتاق خود را سیرکوله می کند و جریان هوای بین اتاق ها در حداقل ممکنه نگهداشته می شود.

از معایب این دستگاه ها عدم تأمین هوای تازه به صورت کنترل شده و در حد کافی است که می باید جهت برطرف نمودن آن با اضافه کردن یک دستگاه هوارسان هوای تازه مورد نیاز هر قسمت را تامین و اشکال مزبور را برطرف نمود. این دستگاه ها هیچگونه کنترلی بر روی رطوبت نسبی فضای مورد نیاز ندارند.

عدم وجود فیلترهای مناسب با راندمان بالا و اشغال فضای مفید اتاق ها از دیگر معایب سیستم است.

ج- تامین برودن و حرارت با دستگاه های ایرواشر (Air Washer)

این دستگاه ها بیشتر مناسب مناطقی با رطوبت نسبی پایین و بار محسوس زیاد (بار ناشی از عوامل محیط) است. عمل تأمین برودت با رطوبت زنی هوا توام می باشد. آب ضمن تماس با هوا، گرمای نهان تبخیر خود را از هوا گرفته و بصورت بخار درمی آید و هوا نیز که به اندازه

ی گرماتی نهان آب حرارت از دست داده و خنک می شود. لذا در توازن انرژی، هوا مقداری از گرمای محسوس خود را از دست داده خنک می شود.

عموماً این دستگاه ها در فضایی مورد استفاده قرار می گیرند که بار به میزان قابل توجهی بالا است و کنترل رطوبتی خیلی دقیقی مورد نیاز نیست. در چنین مواقعی استفاده از دستگاه های تهیه ی مطبوع کامل که نیبتا گران است مقرون به صرفه نبوده و لزوم استفاده از دستگاه های تولید برودت و حرارت تبخیری (Air Washer) توصیه می شود.

انواع کوچکتر دستگاه های تبخیری، کولرهای آبی می باشد با این تفاوت که در کولرهای آبی تبخیر توسط عبور آب جاری بر روی پوشال های جانبی و عبور هوا از میان آنها صورت می گیرد و در نوع بزرگتر آن یعنی دستگاه های (Air Washer) تبخیر توسط عبور هوا و برخورد آن با آب اسپری شده انجام می شود.

د- سیستم های حرارتی با رادیاتور

یکی از سیستم های متمرکز که جهت تامین حرارت مورد نیاز در فصول سرد مورد استفاده قرار می گیرد رادیاتورهای فولادی و آلومینیومی است. این سیستم تنها در قسمت هایی مورد نیاز است که احتیاجی به تولید برودت نبوده و همچنین تامین هوای تازه چندان ضرورت نداشته باشد. در صورتی که ارسال هوای تازه به قسمت های مورد نظر از اهمیت بالایی برخوردار باشد باید از دستگاه های هواساز با کویل گرمایی استفاده نمود.

بئلیل استفاده از حداقل تجهیزات مکانیکی عمر سیستم های حرارتی با رادیاتور عموماً زیاد بوده و نگهداری آن بسهولت امکان پذیر است.

۱۲- سیستم تامین کننده برودت شامل هواساز و فن کویل

- امکان کنترل دقیق رطوبتی و دمایی هوای ایجاد شده در فضاهاى مختلف

- اشغال فضای کمتر در هر دو سیستم فن کویل و هواساز نسبت به سیستم ایرواش

- مطبوع تر بودن هوای ایجاد شده

- فیلتره شدن هوای خروجی از دستگاه

معایب

- برای راهبری آنها احتیاج به کادر متخصص می باشد که طبعاً موجب افزایش هزینه های جاری می شود.

- هزینه های سرمایه گذاری اولیه نسبتاً زیاد می باشد.

۱۳- سیستم برودت تبخیری (ایرواش-کولر آبی)

محاسن

- مصرف برق پائین و نتیجتاً کاهش هزینه های جاری.

- نگهداری آسان با دانش فنی متعارف

- هزینه سرمایه گذاری پایین

معایب

- افزایش حجم کانال کشی نسبت به نوع ردیف (۱).

بالارفتن ظرفیت هواساز، بدلیل تولید اختلاف درجه ی حرارت کم و افزایش حجم هوا در سالن

های با وسعت زیاد. باعث افزایش هزینه می بوشد به طوری که استفاده از آن چندان ضروری

به نظر نمی رسد.

- بدلیل استفاده از روش تبخیر رسوبات حاصله، ایجاد گرفتگی در مسیرهای عبور آب می نماید
به طوری که بعد از مدتی باعث افت راندمان کار دستگاه می شود و برای جلوگیری از این
نقصه نیاز به تعداد زیادی دستگاه سختی گیر می باشد (Water Softer)

- عدم کنترل دقیق دما و رطوبت هوای ایجاد شده.

۱۴- سیستم انتخابی داخل ساختمان

با توجه به بررسی های انجام شده مناسبترین سیستم برای فضاهای اداری استفاده از فن کویل
سقفی و هوارسان هوای تازه برای اتاقهای اداری میباشد. برای سالن های اجتماعات از دستگاه
های هوارسان استفاده خواهد شد.

ساده ترین و ارزان ترین سیستم برای خنک کردن واحدهای اداری، استفاده از کولر آبی می
باشد که در طراحی برای چند واحد محل جداگانه و مناسبی به منظور نصب کولر پیش بینی می
شود و بدین ترتیب در هزینه ی کانال کشی و نصب کولرها در پشت بام صرفه جویی لازم
انجام میگردد و از نظر منظر و سیمای شهری نیز به محل استقرار کولرها تقریباً توجه کافی می
شود.

۵-۱ سیستم انتخابی موتورخانه

به نظر میرسد با توجه به سطح زیربنای نسبتاً زیاد پروژه و به منظور صرفه جویی در مصرف
انرژی بخصوص برق مناسبترین سیستم چیلرهای جذبی اسپریشن می باشد.

۱۱-۳- نحوه تامین آب مورد نیاز

با توجه به موقعیت شهری زمین در حاشیه ی شهر مشهد، آب مورد نیاز از شبکه ی شهری
مشهد تامین خواهد شد. هزینه های مربوط با هماهنگی سازمان آب و فاضلاب مشهد در
ارزیابی اقتصادی طرح و برآورد هزینه ی اجرای طرح نیز محاسبه شده است.

توزیع آب در داخل مجتمع شامل آب سرد و گرم از طریق لوله های گالوانیزه یا سوپرپایپ انجام خواهد شد. توالی ها و دستشویی ها در تمام نقاط دارای آب سرد و گرم می باشند.

براساس توپوگرافی زمین، یک منبع ذخیره آب در سطح برای تامین حداقل ۴ ساعت پیش بینی شده است. منبع مذکور با سیستم پمپاژ پر می شود و با توجه به ارتفاع مناسب آن بطور ثقلی و یا سیستم های مکانیکی تحت فشار آب مورد استفاده قرار می گیرد.

۱۱-۴- شبکه ی آتش نشانی

جهت اطفاء حریق احتمالی در ساختمان با توجه به دسته بندی های مختلف آتش سوزی (مطابق با استاندارد NFPI) اقدام خواهد شد.

دسته A: مواد ذغالی مانند چوب، پارچه و کاغذ که مؤثرترین روش جهت کاهش دمای این مواد در حال اشتعال سرد کردن آن ها با آب است و بیشتر آتش سوزی ها در این دسته قرار دارند.

دسته B: مایعات اشتعال پذیر همچون بنزین، روغن ها، گریس ها، رنگ ها، جلاها و چربی ها که در اینجا مؤثرترین روش، استفاده از مواد پوشاننده یا خفه کننده جهت دورکردن اکسیژن است.

دسته C: گازهای اشتعال پذیری همچون استیلن، متان، پروپان، گازهای دریای شمال و گازهای طبیعی که مؤثرترین راه خاموش کردن استفاده از مواد پوشاننده و خفه کننده جهت دورکردن اکسیژن است.

دسته D: فلزات اشتعال پذیری چون اورانیوم، روی، آلومینیوم که مؤثرترین روش مواد پوشاننده است.

دسته E: این دسته کاملاً جدا نیست اما تمامی خطراتی را شامل می شود که مشکل اطفاء حریق در نتیجه ی برق گرفتگی افزایش می یابد در این حالت استفاده از یک ماده ی غیر رسانه ضروری است.

با توجه به ملاحظات مربوطه به چگونگی استفاده از ساختمان برای اطفاء حریق در مجموعه میتوان کپیوسل های مخصوص آتش نشانی (مطابق با طبقه بندی فوق) استفاده کرد. بدین ترتیب در راهروی ارتباطی بین واحدها در هر طبقه بطور جداگانه از یک FIRE BOX با طول مناسب شلنگ استفاده خواهد شد.

۱۱-۵- دفع آبهای سطحی

آبهای حاصل از بارندگی در بام ها توسط لوله های آب باران جمع آوری شده و به طرف کف هدایت می شوند. با توجه به ضریب جذب نسبتا مناسب خاک در محوئطه می توان آبهای حاصله را به چاه های جذبی با عمق مناسب هدایت نمود. این روش حداقل هزینه را جهت دفع آبهای حاصله خواهد داشت و در ضمن از اختلاط آن با فاضلاب مجموعه جلوگیری بعمل خواهد آورد، یا در صورت موافقت سازمان آب و فاضلاب مشهد به سیستم فاضلاب شهر مربوط می شود.

۱۱-۶- گازرسانی

با توجه به اینکه در حال حاضر، مشهد دارای شبکه ی گاز شهری می باشد. بنابراین مجموعه اداری نیز از امکانات شبکه ی گاز شهری استفاده خواهد کرد.

۱۱-۷- شبکه ی دفع فاضلاب

فاضلاب مجموعه اداری پس از جمع آوری در بخش های مختلف به شبکه ی فاضلاب شهری مشهد وصل خواهد شد.

در صورتیکه تا زمان بهره برداری مجتمع شبکه ی فاضلاب شهری مشهد تکمیل نشده باشد، می توان به طور موقت از چاه جذبی و سپتیک تانک استفاده کرد.