نشریه علمی "شهرتاب‌آور"
سال دوم، شماره ۱، بهار ۱۳۹۹، ص ۳۶-۲۳

نقش هندسه معماری مدارس با رویکرد پدافند غیرعامل

سید احمد مهدی‌نیا[۱*]، محمدجواد احمدی[۲]، عبداله نقی‌پور[۳]

۱- پژوهشگر دانشگاه جامع امام حسین(ع) و دانشجوی دکتری معماری دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال
۲- کارشناسی ارشد معماری، دانشگاه یزد، ۳- کارشناس عمران، پژوهشگر دانشگاه جامع امام حسین(ع)

(دریافت: ۹۷/۱۰/۱۵، پذیرش: ۹۸/۰۳/۲۰)

چکیده

با توجه به گستردگی و پراکندگی مجموعه‌های آموزشی (دبستان) در سراسر کشور، رعایت ملاحظات پدافند غیرعامل حین طراحی و ساخت مدارس می‌تواند علاوه‌بر تداوم فعالیت‌های معمول آموزشی در طول روز، این فضا را در شرایط بحرانی تبدیل به فضایی امن جهت اسکان ساکنان نماید. از مهم‌ترین اقدامات پدافند غیرعامل به‌عنوان راه‌حل، کاهش خطرپذیری است. در این راستا هندسه معماری یکی از عوامل مؤثر بر میزان خسارات وارده به ساختمان و افراد در هنگام حادثه می‌باشد که پرداختن به رابطه هندسه معماری و فضاهای آموزشی می‌تواند امری ضروری باشد. روش به‌کار رفته در این پژوهش، توصیفی- تحلیلی با تکیه بر مشاهدات موردی- میدانی و مطالعات کتابخانه‌ای می‌باشد. در این راستا عوامل مؤثر هندسی در شکل‌گیری کالبد معماری (فضاهای داخلی، محوطه، بازشوها و ...) شناسایی و مورد بررسی قرار خواهد گرفت. نتایج حاصل از این پژوهش به‌صورت احکامی مدون استخراج گردیده است که توجه به آن‌ها در هنگام طراحی می‌تواند تأثیر به‌سزایی بر افزایش ایمنی و کاهش خسارت بر دانش‌آموزان و فضای مدرسه داشته باشد. درنهایت هدف اصلی پژوهش، رسیدن به اصول و مبانی جهت طراحی مدرسه (دبستان) با تأکید بر نقش هندسه معماری که علاوه بر عملکرد پدافندی در زمان بحران، در زمان صلح نیز می‌تواند کاربری مناسبی داشته باشد.

کلیدواژه‌ها: مدرسه، دبستان، پدافند غیرعامل، هندسه معماری

۱. مقدمه

امروزه، مدرسه از مهم‌ترین نهادهای اجتماعی، تربیتی و آموزشی و اصلی‌ترین رکن تعلیم و تربیت است که به‌منظور تربیت صحیح دانش‌آموزان در ابعاد دینی، اخلاقی، علمی، آموزشی، اجتماعی، کشف استعدادها و هدایت و رشد متوازن روحی و معنوی و جسمانی آنان، نیاز به فضاهای آموزشی مناسب دارد. مدارس کشور در مقاطع مختلف تحصیلی با جمعیت چندین میلیونی با پراکندگی و گستردگی در تمام نقاط شهرها و روستاها، ازنظر ساخت‌وساز دارای تفاوت در کیفیت ابنیه و تأسیسات بوده، ضمن آن‌که میلیون‌ها دانش‌آموز روزانه با زندگی تمام خانواده‌ها در ارتباط می‌باشند، ایجاد مدرسه امن جدید و ایمن‌سازی مدارس موجود، سبب ایجاد امنیت روانی خانواده و دانش‌آموزان گردیده و در شرایط تهدید علاوه‌بر، بهره‌برداری دانش‌آموزان می‌تواند به‌عنوان کانون امن محله، مورد استفاده قرار گیرد. ازاین‌رو، مهم‌ترین راهبرد ایمن مدارس در اولویت قرار دادن پدافند غیرعامل می‌باشد. در میان تمام مکان‌های عمومی بچه‌ها در مدارس آسیب‌پذیرترین گروه در میان رخدادها و فجایع می‌باشند. علاوه بر آسیب‌پذیری ساختمان‌ها، محل قرارگیری آن‌ها نیز از اهمیت زیادی برخوردار است. نامناسب بودن و فقدان معیارهای ایمنی سازه‌ها می‌تواند منجر به خطرات جدی در یک حادثه گردد [۱].

۱-۱. سؤالات تحقیق

اصول و ضوابط پدافند غیرعامل در طراحی مدرسه چندمنظوره شامل چه مواردی است؟

چگونه هندسه معماری در حفظ جان افراد حاضر در مدرسه و تأمین آرامش جسمی و روانی در هنگام تهدید اثر می‌گذارد؟

۱-۲. اهداف تحقیق

پژوهش حاضر در راستای دو هدف استوار گردیده است، ابتدا مطالعه و بررسی نقش هندسه معماری بر پدافند غیرعامل ازلحاظ معماری و درنهایت هدف اصلی پژوهش، رسیدن به اصول و مبانی جهت طراحی مدرسه (دبستان) با تأکید بر نقش هندسه معماری که علاوه بر عملکرد پدافندی در زمان جنگ، در زمان صلح نیز کاربری مناسبی داشته باشد.

* رایانامه نویسنده مسئول: Ahmadyar011@chmail.ir

۲. بیان مسئله

در میان تمام مکان‌های عمومی، بچه‌ها در مدارس آسیب‌پذیرترین گروه در وقوع حوادث و فجایع می‌باشند. علاوه بر آسیب‌پذیری ساختمان‌ها، محل قرارگیری آن‌ها نیز از اهمیت زیادی برخوردار است. فقدان معیارهای ایمنی سازه‌ها می‌تواند منجر به خطرات جدی در یک حادثه گردد. احتمال خطر برای یک مدرسه و ساکنین آن، تابع عوامل بسیاری است. اثرات ناشی از مخاطرات به‌شدت تحت‌تأثیر آگاهی از مخاطرات و نیز توانایی ما در کاهش اثرات آن‌ها می‌باشد. ازآنجایی‌که این عوامل همگی پویا هستند، ریسک موجود در اجتماع مدرسه نیز پویا است. ایجاد مدرسه‌ای ایمن، یعنی تلاش مداوم و پایش مستمر مخاطرات و ریسک موجود در مدرسه؛ همچنین نگهداری، حفظ ایمنی ساختمان و آموختن روش‌های نوین در کاهش اثرات مخاطرات می‌تواند مفید باشد. تعداد انبوهی از مراکز آموزشی در مقاطع مختلف تحصیلی (دبستان، راهنمایی، دبیرستان و هنرستان) در سطح شهرها وجود دارند که به‌عنوان سرمایه‌های ملی، صرفاً جهت فعالیت آموزشی و آن‌هم عمدتاً در طول روز مورداستفاده قرار می‌گیرند. ازآنجاکه ملاحظات دفاع غیرعامل در جانمائی، طراحی و اجرای این‌گونه مدارس صورت نپذیرفته است، در شرایط تهدید و وقوع جنگ احتمالی، فاقد ایمنی‌های لازم بوده و علاوه بر اینکه امکان تداوم فعالیت آموزشی در شرایط بحرانی میسر نبوده، این‌گونه فضاها به دلیل آسیب‌پذیر بودن و عدم پیش‌بینی زیرساخت‌های لازم جهت اسکان جمعیت محله پیرامونی خود، به‌عنوان فضای امن محله نیز غیرقابل بهره‌برداری خواهند بود [۲].

آرایش فضاهای ساختمانی و نحوه ارتباط با اطراف می‌تواند امکانات ویژه‌ای را برای نجات جان افراد ایجاد نموده و باعث بهبود عملکرد سامانه و کاهش آسیب‌پذیری آن گردد. تعیین طرح هندسی بنا، موقعیت بازشوها، نحوه دسترسی‌ها و همچنین پیش‌بینی فضای امن به‌عنوان فضایی چند عملکردی برای هر ساختمان در زمان صلح و جنگ بر عهده معمار می‌باشد. معمار باید با توجه به کاربری بنا و نیازهای آن، فضاهایی را طراحی نماید که علاوه بر عملکرد پدافندی، در زمان جنگ و صلح نیز کاربری مناسبی داشته باشد.

۳. اهمیت و ضرورت پژوهش

با توجه به اینکه مدارس کشور در مقاطع مختلف تحصیلی و با جمعیت چندین میلیونی و پراکندگی و گستردگی آن در تمام نقاط شهر و روستا و همچنین ارتباط روزانه آن با زندگی تمام خانواده‌ها، ایجاد مدرسه امن جدید و ایمن‌سازی مدارس موجود، سبب ایجاد امنیت روانی خانواده و دانش‌آموزان گردیده و در شرایط تهدید، علاوه‌بر بهره‌برداری دانش‌آموزان می‌تواند به‌عنوان کانون امن محله مورد استفاده قرار گیرد. در جنگ تحمیلی عراق علیه ملت ایران و بمباران مدارس ایران، (بخشی از تاریخ جنگ می‌باشد) ۱۶۲ مدرسه ایرانی مورد بمباران نیروی هوایی عراق قرار گرفت. به‌طور مثال بمباران مدرسه شهید فیاض‌بخش و امام حسن مجتبی (بروجرد) مورد توجه قرار گرفته که در این دو مدرسه مجموعاً هشتادویک دانش‌آموز در جریان بمباران شهید شدند که توجه به آن بر اهمیت موضوع می‌افزاید.

۴. مروری بر ادبیات موضوع

۴-۱. مدرسه

بر اساس سند تحول بنیادین آموزش‌وپرورش، مدرسه سازمانی است که بر مبنای معیارهای رسمی وزارت آموزش‌وپرورش تأسیس می‌شود و تأمین‌کننده نیازهای فردی، اجتماعی و محیط اخلاقی، علمی، امن، سالم، بانشاط و مهرورز برخوردار از هویت جمعی و عهده‌دار برنامه‌های مصوب آموزش‌وپرورش در سطح تحصیلی معین می‌باشد. مدرسه حاصل تلاش نهایی بشر برای آموختن رسمی و یکی از اجزای بقای تعلیم و تربیت تعریف شده است. به یک تعبیر عمومی می‌توان گفت «مدرسه» خانه دوم همه کودکان و فراگیرانی بوده که می‌خواستند بیشتر از حد آموزه‌های درون خانه خود بیاموزند [۳].

الف- دبستان

دوره تحصیلی ۶ ساله ای است که دانش آموزان از سن ۶ سالگی به آن وارد شده، پس از طی نمودن ۶ سال پایه تحصیلی، در صورت موفقیت در امتحانات گواهینامه پایان دوره ابتدایی را دریافت می‌نمایند. دبستان مقطعی از نظام آموزشی امروزی است که در آن آموزش رسمی کودک آغاز می‌شود و در رشد کودک تأثیر فراوانی می‌گذارد. رشد ذهنی کودک در این دوره سریع است و به‌تدریج خواندن و نوشتن و حساب کردن آموخته می‌شود.

ب- سرانه فضاها

سرانه کلیه فضاها بر اساس عملکرد و توانمندی‌های آموزشی و تربیتی، ظرفیت بهره‌برداران و همچنین مبلمان مورد نیاز هر فضا بر اساس ضوابط طراحی مدولار برای ساختمان‌های آموزشی و یا دستورالعمل‌های لازم‌الاجرا ،در سه بخش به شرح ذیل تعیین می‌گردد:

فضاهای بسته

کلاس: سرانه کلاس‌های تجربی و نظری و عمومی برای دوره‌های ابتدایی و متوسطه و همچنین مدارس روستایی به شرح جدول (۱) می‌باشد:

جدول (۱): سرانه فضاهای بسته کلاس

دوره	دوره اول	دوره دوم	
	کلاس‌های تجربی	کلاس‌های نظری	کلاس‌های تجربی
ابتدایی	۱/۷ m^2	۱/۷۵ m^2	۱/۸۵ m^2
مدارس روستایی	۲ m^2		

کارگاه‌ها: سرانه کارگاه کار و فناوری مدارس ابتدایی برای دوره دوم ۲/۷ مترمربع، کارگاه تلاش و بازی و هنر برای دوره اول و دوم ۲/۵ مترمربع به‌ازای هر دانش‌آموز تعیین می‌گردد.

آزمایشگاه: سرانه آزمایشگاه علوم برای دوره ابتدایی ۲/۰۲ مترمربع می‌باشد.

سایت کامپیوتر و سمعی بصری: سرانه سایت کامپیوتر و فضای سمعی بصری برای مدارس ابتدایی ۲/۰۲ مترمربع در نظر گرفته شده است.

نمازخانه: سرانه نمازخانه برای مدارس ابتدایی (تک دوره‌ای و ترکیبی) ۰/۸مترمربع و برای مدارس متوسطه و ترکیبی ۰/۹ مترمربع در نظر گرفته شده است.

کتابخانه: جهت محاسبه سطوح مورد نیاز برای کتابخانه، سرانه قرائت‌خانه برای تعداد ۲۴ نفر جهت مدارس ابتدایی دوره اول ۱/۶ مترمربع و برای دوره دوم ۱/۸ مترمربع در نظر گرفته شده است و برای مسئول کتابخانه ۶ مترمربع فضا پیش‌بینی گردیده و جهت قفسه کتاب با توجه به تعداد آن‌ها برای مخزن کتاب به ازای ۲۱۶۰ جلد کتاب ۱۲ مترمربع، ۳۲۴۰ جلد کتاب ۱۸ مترمربع، ۴۳۲۰ جلد کتاب۲۴ مترمربع، ۵۴۰۰ جلد کتاب ۳۰ مترمربع و ۶۴۸۰ جلد کتاب ۳۶ مترمربع در نظر گرفته شده است.

سالن اجتماعات: سرانه سالن‌های اجتماعات برای مدارس ابتدایی ۱/۴ مترمربع پیش‌بینی گردیده است.

سالن چندمنظوره: سرانه سالن‌های چندمنظوره برای مدارس ابتدایی روستایی ۰/۸ مترمربع در نظر گرفته شده است.

فضاهای اداری: سرانه فضاهای اداری به‌ازای هر کارمند ۶ مترمربع و به‌ازای تعداد مراجعه‌کنندگان هم‌زمان به آن فضا ۱/۸ مترمربع به سطح آن افزوده می‌شود.

فضاهای مشاوره: سرانه اتاق مشاور دوره‌های مختلف تحصیلی برای مسئول مشاوره ۶ مترمربع و به‌ازای تعداد مراجعه‌کنندگان هم‌زمان در مدارس ابتدایی و متوسطه ۱/۴ مترمربع منظور شده است (حداکثر ۶ نفر مراجعه هم‌زمان).

اتاق معلمین: سرانه اتاق معلمین با توجه به ظرفیت فضا و عملکرد آن به‌ازای هر نفر ۲ مترمربع محاسبه گردیده است.

برای بقیه سطوح بر اساس مبلمان و عملکرد هر کدام، سطوح لازم در نظر گرفته شده است.

فضاهای باز

فضای صف‌جمع: سطح مورد نیاز صف‌جمع با توجه به ورزش و نرمش صبحگاهی به‌ازای هر دانش‌آموز برای مدارس ابتدایی دوره اول ۱/۲ مترمربع، دوره دوم ۱/۴ مترمربع و برای مدارس ترکیبی ۱/۳ مترمربع می‌باشد.

فضای بازی و ورزش: سطح لازم برای بازی یک کلاس با ظرفیت ۲۴ نفر پیش‌بینی شده است؛ لذا در مدارس ابتدایی برای دوره اول، ۱۱۰ مترمربع و برای دوره دوم ۱۳۶ مترمربع در نظر گرفته شده است.

فضاهای محوطه

سرویس بهداشتی و آبخوری: سرویس‌های بهداشتی لازم در هر مدرسه به تعداد هر کلاس درس، یک چشمه توالت با دستشویی لازم و جهت آبخوری فضایی مجزا به ازای هر کلاس، یک شیر آب در نظر گرفته شده است و برای محاسبه سرانه سرویس بهداشتی دوره ابتدایی به ازای هر چشمه توالت ۳/۲ مترمربع و جهت آبخوری به ازای هر نفر ۱/۴ مترمربع پیش‌بینی شده است.

مجموعه سردرب ورودی: سطوح لازم جهت مجموعه سردرب ورودی شامل اتاق نگهبانی، اتاق انتظار والدین و فضای سرپوشیده می‌باشد که سطح لازم برای مدارس ابتدایی حداقل ۳۶ مترمربع در نظر گرفته شده و با توجه به تعداد دانش‌آموزان به ازای هر دوره سه کلاسه ۶ مترمربع به آن افزوده می‌شود.

سرایداری: حداقل سطح لازم برای فضای سرایداری ۵۵ مترمربع برای دوره‌های مختلف در نظر گرفته شده است.

فضای سبز: سرانه لازم برای فضای سبز محوطه بخش‌های مختلف تحصیلی حداقل ۰/۵ مترمربع به ازای هر دانش‌آموز محاسبه گردیده است.

پارکینگ اتومبیل: سرانه تعداد اتومبیل ۳۰ درصد کارکنان مدرسه و سرانه زمین مورد نیاز برای پارک هر ماشین با فضای تردد ۲۱ مترمربع در نظر گرفته شده است [۴].

۴-۲. هندسه

هندسه معرب کلمه اندازه است و به دانشی اطلاق می‌شود که رابطه ریاضی مابین نقاط، طول‌ها، سطوح و حجم‌ها را تعیین می‌کند و نسبت‌های میان آن‌ها و مشتقات و توابعشان را نشان

می‌دهد. کلمه هندسه در زبان‌های اروپایی ریشه یونانی دارد و به معنای مساحی است [۵]. در فرهنگ معین واژه هندسه معرب اندازه بیان شده و عملی که درباره اشکال، ابعاد و اندازه‌گیری‌ها بحث می کند، معنی شده است (فرهنگ معین، ذیل مدخل هندسه). در متون غربی ریشه کلمه هندسه (geometry) را از (geometres) می‌دانند که یونانی و به معنی تخصص علم هندسه، مساح و نقشه‌بردار است [۶].

برنارد اوکین، تزیینات وابسته به معماری را به چهار دسته تقسیم کرده است که یکی از آن‌ها تزیینات هندسی است، البته نه‌تنها در تزیینات هندسی که در سایر تزئینات نیز کاملاً آشکار است [۷].

پس از شناخت مفهوم «نظم و هماهنگی»، عواملی وجود دارد که در قالب مجموعه ابزارهایی برای ایجاد نظم و به نام «اصول نظام دهنده» خوانده می‌شوند. «گروتر» تعدادی از این عوامل را تحت عنوان «هماهنگی» طبقه‌بندی می‌کند و ازاین‌رو، آن‌ها را راه‌کاری برای ایجاد هارمونی و زیبایی می‌داند [۸].

۴-۳. پدافند غیرعامل

پدافند غیرعامل عبارت است از مجموعه فعالیت‌های غیرمسلحانه که باعث افزایش بازدارندگی، کاهش آسیب‌پذیری، تداوم فعالیت‌های ضروری، ارتقای پایداری و تسهیل مدیریت بحران در مقابل تهدیدات و بحران می‌شود [۹]. پدافند غیرعامل به‌کارگیری روش‌هایی است که با بهره‌گیری از آن بتوان آثار حمله را به حداقل رساند. در این نوع از پدافند از هیچ‌گونه جنگ‌افزاری استفاده نمی‌شود [۱۰].

۴-۴. تبیین نقش هندسه در معماری

یکی از مهم‌ترین زمینه‌های شکل‌گیری هنر و معماری ایرانی هندسه می‌باشد، این امر مصداقی است بر اهمیت و ضرورت مطالعه هندسه و این اهمیت روزبه روز افزوده می‌گردد، معماری و دستاوردهایش رابطه ای تنگاتنگ با هندسه دارند تا بدان جا که صاحب‌نظران، عنصر اساسی و دست‌مایه‌ی بنیادین هنر و هنر مهندسی و ازجمله هنر مهندسی معماری را هندسه می‌دانند. در معماری سنتی ایران هندسه یکی از نکات اساسی است که معماران همواره آن را رعایت نموده‌اند و آثار خود را به‌واسطه بهره‌گیری از هندسه ماندگار و ممتاز نموده‌اند. دوران بهره‌گیری معماران از هندسه بسیار گسترده می‌باشد؛ از دوران ماقبل اسلام آغاز گردیده در دوران پس از اسلام به کمال رسیده است. در معماری مدرن و معاصر کشورمان نیز هندسه یکی از نکاتی است که معماران به دنبال به کارگیری آن در راستای طراحی و اجرای بناهای معاصر هستند. چگونگی این بهره گیری از هندسه در معماری معاصر بحثی است که نیازمند بررسی و مطالعه بیشتری است. درنهایت پس از بررسی آثار معماری سنتی، تجلی این اصول در معماری معاصر نمود دارد و نتایج مؤید آن است که استفاده از نظم هندسی در پلان همراه با بهره گیری از هندسه پنهان و ایجاد درک هندسی با استفاده از احساس ایستایی، بیش از سایر مفاهیم هندسی معماری سنتی، در معماری معاصر موردتوجه قرارگرفته‌اند، علاوه‌بر آن بهره‌گیری از الگوهای کهن و نقش‌مایه‌های معماری سنتی همواره مورد نظر معماران معاصر بوده است [۱۱].

۴-۵. ویژگی‌های یک مدرسه امن

یک مدرسه امن و آماده جهت استفاده در شرایط بحران ناشی از جنگ، علاوه‌بر دارا بودن سایر شرایط فنی و مهندسی بایستی دارای ویژگی‌های ذکر شده در جدول (۲) باشد:

جدول (۲): ویژگی‌های مدارس امن

حوزه	مصادیق
معماری	حداکثر طبقات در مدارس ابتدایی: دوطبقه، راهنمایی: سه‌طبقه، دبیرستان: چهار طبقه.
	خوانا بودن و دسترسی سریع و آسان به خروجی‌ها و وجود فاصله کافی برای خروج اضطراری در چیدمان کلاس
	امکان تغییر سریع کاربری این ساختمان‌ها از آموزشی به اسکان موقت یا بیمارستان اضطراری
	دارای حداقل یک طبقه زیرزمین با کارکرد دومنظوره که در شرایط بحران نیز قابلیت دایر بودن کلاس‌های درس را باشد.
	دارای پناهگاه امن دومنظوره باشد، که علاوه بر پناهگاه در شرایط بحران، در شرایط عادی نیز به‌عنوان نمازخانه یا تالار اجتماعات و ... مورداستفاده قرار گیرد.
	سطوح شیشه‌خور (پنجره‌ها) در حداقل ابعاد موردنیاز باشد، از شیشه‌های بزرگ استفاده نشود.
	از سقف کاذب در فضاهای اصلی و لوازم آویزان به سقف استفاده نگردد.
	فضای سبز مدرسه (به‌ویژه درخت‌کاری) به حداکثر ممکن افزایش یابد.
	تعبیه خروجی پناهگاه‌ها در بیرون از مدرسه با شعاع مناسبی از آن (حداقل ۲۰ متر)
سازه	استحکام مناسب سازه و داشتن اتاق امن در تمامی طبقات
	امنیت در مقابل ریزش و پرتاب شیشه‌ها به داخل بنا
	ساختمان مدرسه باید استحکام لازم در برابر تهدیدات را برخوردار باشد.
	سطوح نمای ساختمان از مقاومت نسبی برخوردار باشد، به‌نحوی‌که با کوچک‌ترین موج انفجار فرو نریزد.
	کلیه لوازم و تجهیزات به دیوارها مهار و مستحکم باشند.
تأسیسات	دارای یک حداقلی از شبکه برق اضطراری باشد.
	دارای منبع ذخیره سوخت (گازوئیل، نفت و هیزم در برخی مناطق) باشد.
	دارای منبع آب ذخیره بهداشتی باشد.
	دارای سامانه مکانیکی تهویه هوا باشد.
	دارای تأسیسات سرمایش و گرمایشی نسبتاً ایمن باشد.
	سامانه مشعل موتورخانه آن دوگانه‌سوز باشد.

مجاورت	عدم وجود مراکز حیاتی و حساس تا شعاع ۱۰۰۰ متری
	نزدیکی به مراکز درمانی، فضای باز و فضای سبز
	امکان مهار فوری آتش و امکان دسترسی به خدمات حیاتی همچون آتش‌نشانی در حداکثر ۳ دقیقه
	امکان انتقال کلیه امکانات، اسناد و افراد کلیدی به نقاط امن در یک‌فاصله زمانی محدود (حداکثر ۹۰ دقیقه)
تجهیزات	دارای تجهیزات حداقلی جهت امداد و درمان اولیه موردنیاز خود باشد
	دارای وسایل و آذوقه جهت شرایط بحران باشد.
	دارای تابلوها و علائم هشداردهنده جهت شرایط بحران، مسیرهای دسترسی به پناهگاه باشد.
	مجهز به سامانه زنگ خبر (آژیر خطر) باشد.

۵. تأثیر اقلیم‌های چهارگانه بر معماری مدارس

۵-۱. اقلیم سرد و کوهستانی:

الف- ویژگی اقلیمی

برودت شدید یا نسبتاً شدید هوا در زمستان و مناسب بودن آن در تابستان.

ب- نیازهای حرارتی

در این اقلیم گرمایش ساختمان در ۷ یا ۸ ماه از سال تحصیلی لازم است.

ج- راهبردهای طراحی

- ازنظر دریافت انرژی خورشیدی جهت‌های جنوب تا ۳۰ درجه شرقی مناسب‌ترین و جهت‌های ۳۰ درجه غربی تا شمال نامناسب‌ترین جهات می‌باشد.

- جبهه غربی و جهات نزدیک به آن و بعد از آن جبهه شرقی در تمام ایام سال و جبهه شمالی در ایام سرد نامناسب‌اند. بنابراین فضاهای رو به این جهات باید به سرویس، انبار و ... اختصاص یابد و یا اینکه در زمین فرورفته و یا به‌وسیله ساختمان‌های مجاور پوشیده شود.

- ازنظر کاهش تأثیر خنک‌کنندگی بادهای سرد جهتی مناسب‌تر است که در آن جهت زاویه بین نمای اصلی ساختمان و امتداد جهت وزش باد کوچک‌تر از ۴۵ درجه و حتی ترجیحاً کوچک‌تر از۲۲ درجه باشد.

- در مناطق سرد و برف‌گیر درصورتی‌که بتوان بام‌هایی کاملاً مقاوم در برابر نفوذ رطوبت ایجاد نمود بام‌های مسطح مناسب‌ترند و در صورت پیش‌بینی بام‌های شیب‌دار باید به مسائل ایمنی ازنظر خطر سقوط قندیل‌های یخ یا یخ‌زدگی دهانه آبروهای بام توجه داشت.

- در سقف‌های شیب‌دار یک‌طرفه، مناسب‌ترین جهت شیب روبه جنوب، و در سقف‌های دوطرفه، مناسب‌ترین جهات، شیب‌های رو به شرق و غرب است.

- سقف با شیب رو به شمال مناسب نیست و در صورت ضرورت زاویه شیب سقف باید از کمترین زاویه تابش خورشید در ظهر زمستان کمتر و یا به‌عکس نزدیک به قائم باشد.

- طول حیاط نباید از دو برابر ارتفاع دیوار و یا ساختمان واقع در جنوب کمتر باشد.

- ایجاد دست‌انداز سایه‌دار در لبه‌های بام مناسب نیست.

- می‌توان از جمع کننده‌های انرژی خورشید (گلخانه) استفاده کرد.

- استفاده از سقف‌های شیشه‌ای در بخش‌های آفتاب‌گیر (پیش‌بینی تهویه آن در تابستان ضروری است)

- ایجاد فضای سبز هم‌جوار با بنا در ماه‌های گرم، خشکی را کاهش داده و در ماه های سرد از برخورد بادهای مضر جلوگیری می‌کند.

- استفاده از انرژی انعکاسی به‌وسیله بازتاب از سطوح اطراف ساختمان (با استفاده از مصالح منعکس‌کننده روی سطوح افقی مجاور پنجره‌ها)

- تعبیه آب رو در داخل اسکلت سقف و یا دیوارها از یخزدگی آن جلوگیری می‌نماید.

- تعبیه فیلتر ورودی راه‌حل مناسبی برای جلوگیری از کوران است.

- ایجاد حداقل ورودی در نتیجه جلوگیری از ورود باد و هوای سرد.

- شکل ساختمان باید نزدیک به مربع انتخاب شود.

- ایجاد بناها در طبقات، مناسب این اقلیم است.

- انحراف باد توسط سقف و کم کردن برخورد با بدنه ساختمان روش مناسبی برای کاهش اتلاف انرژی می‌باشد.

- از احداث پیلوت در این اقلیم اجتناب کنید، زیرا سبب اتلاف انرژی خواهد شد.

- فضای باز بهره‌مند از تابش آفتاب باشد.

- اندازه پنجره‌ها بهتر است در جهت استفاده از انرژی خورشیدی بزرگ انتخاب شود. احداث پنجره بلند برای نفوذ تشعشعات به عمق فضا در جهت جنوب مناسب است. و مساحت پنجره‌های هر کلاس می‌تواند حدود ۳۰ درصد مساحت نمای خارجی یا ۱۵ درصد مساحت آن در نظر گرفته شود. در این اقلیم در بیشتر نقاط در ارتباط با شرایط حرارتی نیازی به سایه‌بان ندارند و تنها باید به‌اندازه‌ای پیش‌بینی شوند که قادر به محافظت پنجره در مقابل باران باشند.

- استفاده از مصالح با ظرفیت حرارتی و چگالی بالا در دیوارها، سقف و کف برای انبار کردن انرژی خورشید در روز و استفاده از آن در شب باید مدنظر قرار گیرد.

- برای افزایش مقاومت حرارتی این دیوارها از لایه‌های عایق حرارتی استفاده شود (لایه عایق نزدیک به جدار خارجی باشد) و

عایق حرارتی بام باید از نوع صلب باشد. به‌منظور جلوگیری از جذب حرارت داخلی در دیوارها در صورت استفاده از مصالح بنائی بهتر است سطح داخلی دیوارها با مصالح سبک از قبیل چوب نئوپان، فیبر و یا مصالح مشابه پوشیده شود. رنگ سطوح خارجی بهتر است تیره یا متمایل به تیره باشد.

۵-۲. اقلیم معتدل و مرطوب:

الف- ویژگی اقلیمی

این گروه اقلیمی محصور بین دریای مازندران و رشته‌کوه‌های مرتفع البرز است، به همین جهت نقاط واقع در این اقلیم دارای شرایط آب و هوائی معتدل و مرطوب می‌باشند و رطوبت بالای هوا یکی از ویژگی‌های اقلیمی این گروه است. یکی دیگر از ویژگی‌های آب و هوائی این اقلیم وقوع بارندگی در کلیه ماه‌های سال و بالا بودن میزان بارندگی سالانه است. شرایط آب و هوایی و نیازهای حرارتی فضاهای آموزشی در این اقلیم محافظت ساختمان در برابر بارندگی و جلوگیری از اتلاف حرارت ایجاد شده در کلاس های درس در مواقع سرد و جلوگیری از گرم شدن این فضاها در ماه‌های گرم سال تحصیلی را به‌عنوان موارد حائز اهمیت در طراحی معماری این اقلیم معرفی می‌نماید.

ب- نیازهای حرارتی

به دلیل ابری بودن آسمان در اکثر ماه‌ها بخصوص در ماه‌های سرد سال در این اقلیم نمی‌توان بر استفاده از انرژی خورشیدی تأکید داشت به همین دلیل گرمایش فضاهای داخلی در فصل زمستان یکی از نیازهای عمده حرارتی در این اقلیم بشمار می‌رود و همچنین به دلیل رطوبت بالای هوا بخصوص در ماه‌های گرم سال تحصیلی و امکان تعدیل شرایط حرارتی رده‌های درس به‌صورت طبیعی با ایجاد کوران در فضاهای داخلی بهره‌گیری از جریان هوا نیز به‌عنوان یکی دیگر از نیازهای حرارتی فضاهای آموزشی مطرح می‌شود.

ج- راهبردهای طراحی

- در این اقلیم ازنظر کسب انرژی خورشیدی جهت‌های ۱۵ درجه غربی تا ۳۰ درجه شرقی جهات مناسبی محسوب می‌شوند.

- در این گروه ازنظر سازگاری با شرایط اقلیمی فرم و پلان ساختمان‌های آموزشی باید به نحوی پیش‌بینی شود که امکان بهره‌گیری از بادهای مناسب منطقه و محافظت نماهای اصلی در برابر بادهای توأم با باران را فراهم سازد به‌طورکلی ساختمان‌های یک‌طرفه الگوی مناسبی در این اقلیم محسوب می‌شوند و لازم است کلاس ها در قسمت جنوبی پلان و راهرو دسترسی در سمت شمال آن پیش‌بینی شود.

- به دلیل وجود بارندگی در کلیه ماه‌های سال و بالا بودن میزان بارندگی سالانه پیش‌بینی بام‌های شیب‌دار با شیبی تند ضروری است.

- فضاهای دست دوم را در قسمت‌های مجاور هوای خارج قرار دهید (نظیر کمد، انبار ، پله و ...) تا از اتلاف انرژی جلوگیری شود.

- فضاهای آموزشی (کلاس‌ها) و فضاهای جمعی (سالن اجتماعات) بهتر است در جهت رو به آفتاب قرار گیرند.

- پیش‌آمدگی سقف‌ها را در اطراف ساختمان ادامه دهید، تا سقف ساختمان در مقابل باران برای بدنه‌ها به‌صورت چتر عمل نماید.

- فضاهای نیم‌باز بیرون در جهت بادهای غالب بهاری و تابستانی قرار گیرند، و حتماً سرپوشیده گردند، تا برای گردآمدن کودکان مناسب باشند.

- از برخورد بادهای مضر زمستانی با ساختمان به‌وسیله پوشش گیاهی و عوارض طبیعی زمین جلوگیری نمایید.

- دیوارهای جبهه غرب بدون بازشو در نظر گرفته شوند، و حتماً با عایق رطوبتی آن را در مقابل رطوبت عایق کنید.

- چنانچه ورودی در مقابل بادهای مضر زمستانی قرار دارد آن را با احداث دیوارهای مشبک، پوشش گیاهی و یا طراحی ورودی محافظت نمایید. بهترین حالت پشت کردن به جهت باد است.

- در داخل فضاها از نگهداری گل و جا گلی برای کمتر کردن رطوبت پرهیز کنید، زیرا رطوبت اضافی در داخل فضاها ایجاد می‌نمایند.

- از احداث بازشوها در جبهه های غرب جلوگیری کنید زیرا جلوگیری از تابش آن مشکل و هم‌چنین کج باران در جبهه غرب ایجاد مزاحمت می‌نماید.

- از محبوس کردن هوای گرم و مرطوب در زیر فضاهای نیم‌باز باید ممانعت نمود. سایبان‌های مشبک تهیه‌کننده‌های مناسبی هستند.

- پوشش گیاهی متراکم در نزدیکی دیوارها سبب محبوس شدن گرما شده و از تشعشع شبانه و خنک شدن فضاها جلوگیری می‌نماید.

- از پنجره‌هایی که از پائین و بالا تهویه می‌گردند استفاده شود. تا جریان هوا به داخل به‌راحتی نفوذ نماید.

- پنجره‌های زیر سقفی برای تهویه هوای گرم محبوس شده در قسمت بالای سقف بسیار مناسب هستند.

- به دلیل رطوبت زیاد جزئیات پنجره‌ها باید برای مقابله با تعرق طراحی شوند، پنجره‌های دوجداره در این اقلیم مناسب هستند.

اندازه پنجره‌ها و سایه‌بان :

عمده‌ترین وظیفه پنجره‌های ساختمان در این اقلیم تعدیل

شرایط حرارتی فضاهای داخلی از طریق ایجاد جریان هوا در این فضاها و تعویض هوای داخلی است در این ارتباط لازم است پنجره‌های وسیع و کاملاً بازشو پیش‌بینی شوند اما بهتر است اندازه پنجره‌ها از ۴۰ درصد مساحت نما یا ۲۰ درصد مساحت کلاس تجاوز نکند.

سایه‌بان‌ها و جلوآمدگی بام به دلیل محافظت پنجره‌ها در برابر بارندگی لازم است و چنین عناصری ازنظر ایجاد سایه بر روی پنجره‌ها در مواقع گرم سال نیز جوابگو خواهند بود.

مصالح ساختمان و رنگ سطوح خارجی:

در این اقلیم به دلیل مرطوب بودن هوا و بالا بودن مقدار بارندگی سالانه لازم است بام و دیوارهای خارجی ساختمان از مصالح مقاوم در برابر بارندگی پیش بینی شوند. مصالح دیوارهای داخلی بهتر است دارای ظرفیت حرارتی کم باشد یا حداقل سطح آن‌ها با چنین مصالحی پوشیده گردد.

د- سامانه مکانیکی

به دلیل پائین بودن دمای هوا در فصل زمستان و عدم امکان بهره‌گیری از انرژی خورشیدی در گرمایش فضاهای آموزشی، پیش‌بینی سامانه‌های گرم‌کننده مکانیکی ضروری است و به دلیل گرم بودن هوا در فصل گرم سال تحصیلی، پنکه‌های سقفی برای کلاس‌ها کاملاً مفید خواهد بود.

۵-۳. اقلیم گرم و خشک:

الف- ویژگی اقلیمی

ارتفاع کم و نزدیکی به کویر، شرایط اقلیمی نسبتاً گرمی را در این گروه اقلیمی به وجود آورده است. همچنین رطوبت هوا به‌طورکلی پائین و میزان بارندگی محدود است. با توجه به نیازهای حرارتی کلاس‌های درس در این اقلیم، ایجاد سایه بر روی پنجره‌ها، بهره‌گیری از انرژی خورشیدی و جلوگیری از اتلاف حرارت ایجاد شده در کلاس‌ها در مواقع سرد سال، عمده‌ترین موارد طراحی است.

ب- نیازهای حرارتی

گرچه به دلیل تغییر شرایط حرارتی هوا در طول سال تحصیلی در این اقلیم هم شرایط سرد و هم شرایط گرم وجود دارد اما به دلیل مشکل‌تر بودن و پرهزینه‌تر بودن سرمایش نسبت به گرمایش، سرمایش کلاس‌های درس در مواقع گرم عمده‌تر از گرمایش آن در فصل سرد است. درهرصورت کلاس‌های درس واقع در این اقلیم هم به سرمایش در مواقع گرم سال تحصیلی و هم به گرمایش در فصل سرد سال تحصیلی نیاز دارند.

ج- راهبردهای طراحی

- در این اقلیم ساختمان باید در جهت کسب حداقل انرژی خورشیدی در مواقع گرم سال تحصیلی و دریافت حداکثر آن در مواقع سرد سال تحصیلی مستقر شود جهت‌های ۱۵ و ۳۰ درجه شرقی مناسب‌ترین جهات استقرار و جهت‌های ۱۵ درجه غربی تا شمال نامناسب و جهت‌های ۳۰ تا ۶۰ درجه غربی نامناسب‌ترین جهات استقرار در این گروه اقلیمی محسوب می‌شوند.

- لازم است به جهت وزش بادهای غبارآلود توجه شود و از میان جهات قابل‌قبول جهتی انتخاب شود که در حوزه مؤثر این بادها نباشند.

- در این اقلیم پلان‌های فشرده و متراکم که در طول محور شرقی– غربی گسترش یافته‌اند پیش‌بینی شوند.

- در این اقلیم استفاده از فضاهای زیرزمینی هم در جهت غلبه بر شرایط نامناسب اقلیمی و هم در جهت ایمن نمودن فضاهای جمعی می‌تواند مورد استفاده بسیار قرار بگیرد.

- در این ارتباط ساختمان‌های دوطرفه الگوی مناسبی هستند در این نوع ساختمان کلاس‌ها در دو نمای متقابل قرار می‌گیرند و دسترسی به آن‌ها از راهرویی که بین این دو ردیف کلاس قرار دارد صورت می‌گیرد.

- از پنجره‌های کوچک استفاده نمایید. پنجره‌های دوجداره در این اقلیم مناسب است.

- سقف‌های دوجداره با جدار خالی بسیار مناسب است.

- از احداث نورگیرهای سقفی اجتناب کنید.

- رنگ‌های روشن برای سقف و دیوار مناسب است.

- از سطوح آب برای ایجاد خنکی استفاده نمایید.

- از بالکن و تراس‌ها جهت ایجاد سایه در طبقه زیرین استفاده کنید.

- از پوشش گیاهی هم در داخل و هم در خارج (خزان‌پذیر) استفاده نمایید.

- حیاط‌های گود (گودال باغچه) خنکای شب را در طی روز در داخل خود حفظ می‌کند.

- جداره های چسبیده به خاک عایق هستند و تبادل حرارت از طریق آن‌ها صورت نمی‌گیرد.

- از جهات شمال و جنوب و شرق استفاده شود.

- حیاط های سایه و حوض و فواره از ویژگی‌های این اقلیم است.

- احداث پاسیو در داخل ساختمان به همراه پوشش گیاهی و حوض آب در تابستان علاوه بر ایجاد رطوبت، دما را نیز کاهش می‌دهد.

- توصیه می‌شود مساحت پنجره‌ها نزدیک به ۳۰ درصد

مساحت نما یا ۱۵ درصد مساحت کلاس پیش‌بینی شود. در این گروه اقلیمی، وظیفه عمده سایه‌بان پنجره‌ها، ایجاد سایه بر روی پنجره‌ها در ماه‌های مهر و آبان است.

د- مصالح ساختمان و رنگ سطوح خارجی

در این اقلیم وظیفه عمده مصالح ساختمانی جدارهای خارجی ساختمان کاهش انتقال حرارت تولیدشده در سطوح خارجی به فضاهای داخلی است چون نوسان روزانه دمای هوا در این اقلیم زیاد است لازم است دیوارهای داخلی دارای ظرفیت حرارتی کافی باشند و رنگ سطوح خارجی روشن انتخاب شود. جدار ساختمانی باید دارای عایق باشد و این عایق را در نزدیک سطح خارجی قرار دهید.

ه- سامانه مکانیکی

به دلیل وجود شرایط بحرانی در هر دو فصل سرد و گرم سال تحصیلی و برای تأمین نیازهای حرارتی فضاهای آموزشی و حفظ شرایط حرارتی کلاس‌های درس در حد مطلوب، پیش‌بینی سامانه‌های خنک‌کننده و گرم‌کننده ضروری است.

۵-۴. اقلیم گرم و مرطوب:

الف- ویژگی اقلیمی

ارتفاع کم و عرض جغرافیایی پائین، همچنین هم‌جواری با حوزه‌های بزرگ آب (خلیج‌فارس و دریای عمان) شرایط آب و هوائی بسیار سختی را در این اقلیم به وجود آورده است. از عمده‌ترین این ویژگی‌های هوای بسیار گرم و مرطوب در فصل تابستان است. که شرایط شرجی را در اکثر مناطق این اقلیم به وجود می‌آورد. با توجه به شرایط فوق، جلوگیری از گرم و مرطوب شدن کلاس‌ها، در ماه‌های گرم عمده‌ترین مورد در طراحی جهت این اقلیم است.

ب- نیازهای حرارتی

عمده‌ترین نیاز حرارتی فضاهای آموزشی در این اقلیم، سرمایش و رطوبت‌زدایی یا کاهش رطوبت در این فضاها در ۵ تا ۸ ماه از سال تحصیلی است. شرایط حرارتی کلاس‌های درس در فصل زمستان به‌طوری طبیعی در محدوده شرایط آسایش قرار می‌گیرد و به دلیل فضاهای آموزشی واقع در این اقلیم نیازی به گرمایش ندارند.

ج- راهبردهای طراحی

- سازمان‌دهی پلان ساختمان‌های آموزشی باید به نحوی باشد که تأثیر تابش شدید آفتاب بر جدارهای خارجی ساختمان را به حداقل ممکن رسانده و امکان بهره‌گیری از جریان هوا و تعدیل شرایط حرارتی کلاس‌های درس را فراهم سازد. در این رابطه ساختمان‌های یک‌طرفه الگوی مناسبی هستند. در چنین الگویی، لازم است کلاس‌ها در سمت شمال و راهروی دسترسی به‌صورت غیر محصور در سمت جنوب پلان پیش‌بینی شود.

- در طراحی سایت تراکم ساختمانی (در اقلیم خرد) سبب افزایش دما می‌گردد. ایجاد سایه از افزایش دما می‌کاهد.

- امکان تهویه اطراف بنا و فضاهای باز برای کاهش دما در این اقلیم ضروری است.

- مشکل بنا باید در جهت دریافت تابش کمتر بوده و تهویه آن امکان‌پذیر باشد.

- با شکل بنا می‌توان ایجاد سایه کرده و از فضاهای باز بیرون برای جمع شدن دانش آموزان استفاده نمود.

- فضاهایی که تولید حرارت می‌کنند (آشپزخانه و آبدارخانه و ...) بیرون از فضای ساختمان قرار گیرند.

- از فضاهای نیمه‌باز سرپوشیده که امکان تهویه آن میسر است می‌توان به‌عنوان فضای آموزشی (کلاس‌های درس) استفاده کرد.

- گسترش ساختمان به طرف شمال و جنوب در نظر گرفته شود و سطوح به طرف غرب و شرق حداقل باشد.

- در فضاهای باز سطوح ساختمانی نظیر بتن یا آسفالت ایجاد دمای بسیار زیاد می‌نماید. این سطوح باید در حد نیاز در نظر گرفته شوند و حتماً در سایه قرار گیرند، تا از کسب انرژی جلوگیری شود. از ایجاد این‌گونه سطوح در مجاورت ساختمان و نزدیکی پنجره‌ها احتراز نمایید.

- احداث حیاط‌های مرکزی که در سایه قرار دارند و تهویه می‌گردند راه‌حل مناسبی به نظر می‌رسد به‌طور عام تابش از فضاها باید حذف گردد.

- سایه‌بان‌ها که برای ایجاد سایه طراحی می‌شوند باید امکان ورود جریان هوا را به داخل فراهم نماید.

- سقف فضاهای نیمه‌باز بیرون مشبک در نظر گرفته شود، زیرا در عین ایجاد سایه از نفوذ جریان هوا جلوگیری نمی‌کند. مصالح سقف باید از مصالح سبک باشند تا از انبار شدن انرژی در آن جلوگیری شود (چوب، حصیر و یا نزدیک آن‌ها بسیار مناسب‌اند).

- بنا باید برای بیشینه تهویه از زیر، از روی سقف و از داخل طراحی شود.

- از دیوارهای قابل تغییر نیز می‌توان استفاده نمود در مواقع گرم برداشته شوند و در مواقع خنک نصب گردند.

- ارتفاع سقف‌ها بلند و امکان تهویه از قسمت بالا به وجود آید.

- درختان رطوبت زا که در جهت باد کاشته می‌شوند رطوبت

را به داخل ساختمان آورده و ایجاد ناراحتی می‌کنند.

- ارتفاع کرسی چینی از سطح زمین زیاد انتخاب شود، هم‌چنین با ازدیاد ارتفاع داخلی ساختمان امکان تهویه ساختمان از پنجره‌های زیر سقفی به وجود آید.

د- اندازه پنجره‌ها و سایه‌بان

در این گروه اقلیمی چون امکان بهره‌گیری از وزش باد در تعدیل شرایط حرارتی کلاس‌ها در بعضی از ماه‌های سال تحصیلی وجود دارد پنجره‌های کلاس‌های درس نباید کوچک باشند. از طرفی پیش‌بینی پنجره‌های بزرگ موجب گرم شدن هوای داخل کلاس‌ها و افزایش بار برودتی سامانه‌های خنک‌کننده می‌شود به همین دلیل توصیه می‌شود مساحت پنجره‌ها از ۴۵ درصد مساحت نما یا ۲۴ درصد مساحت کلاس تجاوز نکند. همچنین پیش‌بینی سایه‌بان به‌منظور ایجاد سایه کامل بر روی پنجره‌ها و دیوارها و در ماه‌های گرم سال تحصیلی امری ضروری است.

ه- مصالح ساختمان و رنگ سطوح خارجی

در این اقلیم پیش‌بینی لایه‌های عایق حرارتی در مصالح جدارهای خارجی ساختمان ضروری است. دیوارهای داخلی ساختمان لازم است ظرفیت حرارتی اندکی داشته باشد توصیه می‌شود رنگ سطوح خارجی روشن انتخاب شود.

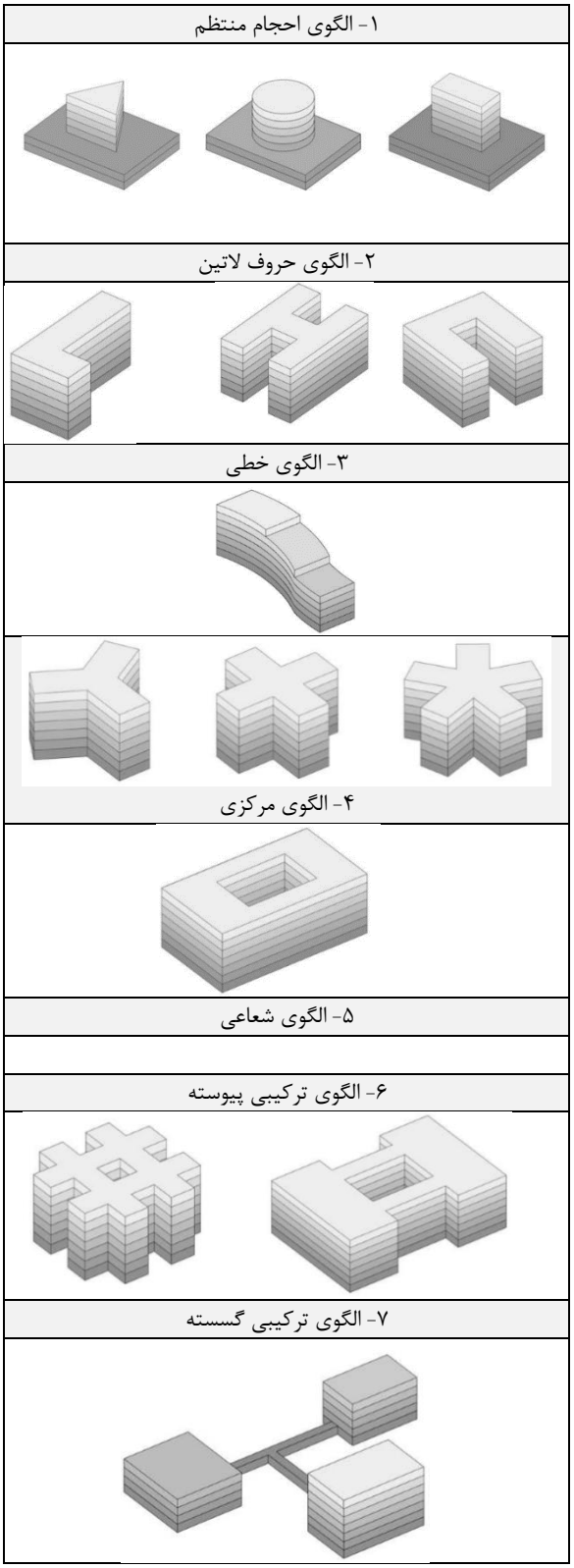
و- سامانه مکانیکی

این اقلیم نیازی به سامانه گرم‌کننده ندارد و تنها سامانه موردنیاز در این فضاها سامانه تهویه مطبوع یا سامانه‌های خنک‌کننده مشابه است [۱۲ و ۱۳].

۶. تأثیر هندسه بر الگوی فرمی

مهم‌ترین نکته در رابطه با طراحی فرم مدرسه، توجه هم‌زمان به عملکرد، زیبایی و سازه می‌باشد به‌طوری‌که عدم توجه یکسان به هرکدام از این موارد منجر به مشکلات جبران‌ناپذیری در روند طراحی خواهد شد. الگوهای متنوعی در طراحی فرم مدرسه وجود دارد که ازجمله رایج‌ترین آن‌ها می‌تواند به الگوی احجام منتظم، الگوی حروف لاتین، الگوی خطی، الگوی مرکزی، الگوی شعاعی، الگوی ترکیبی پیوسته، الگوی ترکیبی گسسته و... اشاره کرد (شکل ۱).

از منظر پدافندی هرکدام از این الگوها دارای مزایا و معایبی هستند، مناسب‌ترین الگو از این منظر، الگوی ترکیبی گسسته می‌باشد. در این روش از چند الگو (الگوهای ذکر شده) به‌صورت گسسته و با فاصله از یکدیگر استفاده می‌شود. در واقع تفاوت این الگو با الگوهای ترکیبی قبلی را می‌توان وجود فاصله بین ساختمان‌های مدرسه مشاهده کرد. این الگو را می‌توان در فضاهای آموزشی و مراکز تحقیقاتی بزرگ که ساختمان‌ها نسبتاً مستقل از یکدیگر فعالیت می‌کنند، به کار برد.



شکل (۱): انواع الگوی فرمی فضاهای آموزشی

با این‌حال پیش‌بینی مسیرهای دسترسی مطلوب برای افراد

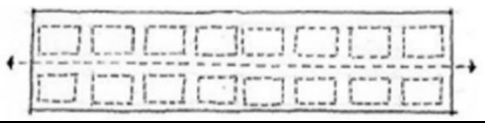
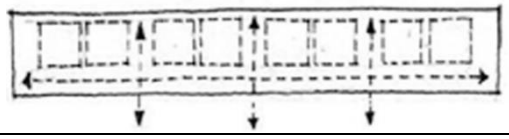
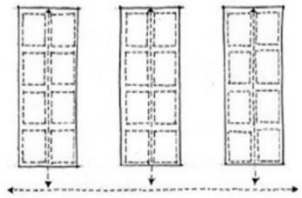
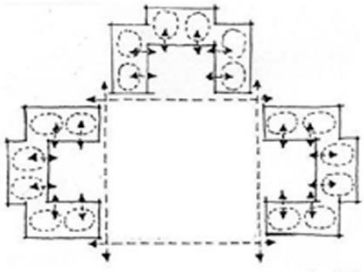
پیاده و سواره از اهمیت بسیاری برخوردار است. به‌طورکلی استفاده از این الگو مستلزم برخورداری از سایتی با مساحت قابل‌توجه می‌باشد. از منظر پدافندی این الگو می‌تواند موردتوجه بسیاری واقع شود. چراکه وجود فاصله بین ساختمان‌ها باعث می‌شود که حمله مستقیم به بنا در اولویت‌های بعدی دشمن قرار گیرد، زیرا امکان تخریب کامل آن به‌واسطه یک حمله امکان‌پذیر نخواهد بود.

اگرچه فواصل ساختمان‌ها برای یک مدرسه ممکن است مشکلات عملکردی در دسترسی داخلی ایجاد نماید، اما با تقسیم عملکردهای مدرسه در چند ساختمان و یا جداسازی بخش‌های نسبتاً مستقل همچون کلاس‌ها، بخش نمازخانه، خدمات و اداری از ساختمان اصلی، می‌توان ضریب امنیت ساختمان را برای شرایط بحرانی و جنگ بالا برد.

ساختمان‌های گسسته که فواصلی در حدود ۲۰ تا ۳۰ متر از یکدیگر دارند، با استفاده از مسیرهای اختصاصی روزمینی و زیرزمینی به یکدیگر متصل می‌شوند. در صورت آسیب رسیدن به هرکدام از ساختمان‌ها، فرآیندهای فضای آموزشی و بازسازی به‌صورت کاملاً مستقل از یکدیگر صورت خواهند گرفت.

۷. تأثیر هندسه بر کالبد کلاس درس

با توجه به اینکه موقعیت کلاس درس ساختار اصلی مدرسه را تشکیل می‌دهد و دانش آموزان بیشترین زمان استفاده را از این فضا در طول روز دارند، بررسی هندسه و ارتباط فضای کلاس درس با فضای باز با ارائه و بررسی چند الگوی کلی در ساختار برای مدرسه حائز اهمیت می‌باشد (شکل ۲).

الگوی شماره یک
۱- راهرویی که در دو سمت آن کلاس قرار دارد و درب خروجی در انتهای راهرو. 
- عدم دسترسی سریع به فضای باز در زمان حادثه - احتمال تخریب جداره راهرو و مسدود شدن راه ارتباطی با فضای باز - ایجاد ازدحام و شلوغی هنگام خروج دانش‌آموزان از راهرو - ایجاد موج انفجار در صورت اصابت موشک به فضای ساختمان
الگوی شماره دو
۲- راهرویی که در یک سمت آن کلاس و در سمت دیگر حیاط یا فضای اصلی وجود دارد. 
- دسترسی سریع به فضای باز در زمان حادثه - پناه گرفتن در فضای نیمه‌باز جلوی کلاس در زمان اصابت موشک به فضای باز - وجود خروجی‌های متعدد عدم ازدحام هنگام خروج از کلاس - وجود فضای پر و خالی موجود در کالبد بنا باعث کاهش موج انفجار می‌گردد.
الگوی شماره سه
۳ - راهرویی اصلی با انشعابات راهروهای فرعی و قرارگیری کلاس‌ها در طول راهروهای فرعی 
- با توجه به این‌که در راهروهای دسترسی هیچ بن‌بستی نباید طولی بیش از ۶ متر داشته باشد درواقع این الگو ازلحاظ هندسی مغایر با استانداردهای پدافند غیرعامل می‌باشد. - عدم دسترسی سریع به فضای باز در زمان حادثه - احتمال تخریب جداره‌های راهرو و مسدود شدن راه ارتباطی با فضای باز - ایجاد ازدحام و شلوغی هنگام خروج دانش آموزان از راهرو با توجه تعداد زیاد کلاس و خروجی کم - ایجاد موج انفجار در صورت اصابت موشک به فضای ساختمان
الگوی شماره چهار
۴- این نوع چیدمان شامل یک فضای اصلی به‌عنوان هال آموزشی انعطاف‌پذیر و تعدادی فضای خدماتی در مجاور آن می‌باشد. 
- فضای مرکزی به‌عنوان عطف اصلی عملکردی می‌تواند در هنگام حادثه تعداد زیادی از دانش آموزان را در خود جای دهد. - در صورت سرپوشیده بودن فضای اصلی می‌توان در زمان بحران از آن استفاده کرد - خروج سریع از کلاس و ورود به محوطه اصلی - تخریب بخش زیادی از ساختمان براثر اصابت موشک به ساختمان - عدم ازدحام هنگام خروج دانش آموزان از کلاس - ایجاد موج انفجار در صورت اصابت موشک به فضای ساختمان

شکل (۲): الگوهای مختلف چیدمان کلاس در فضاهای آموزشی

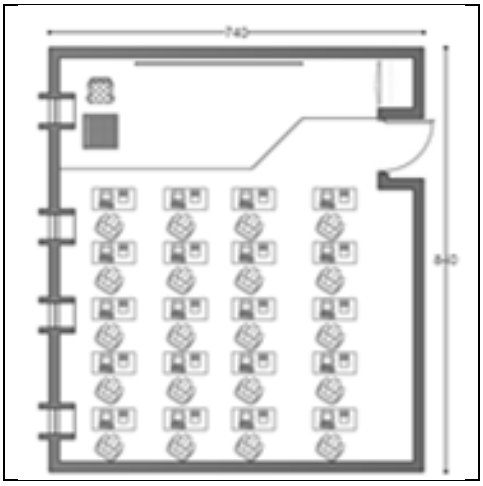
با بررسی انجام گرفته بر روی الگوهای رایج قرارگیری کلاس

با فضای باز، مبتنی بر اصول پدافند غیرعامل به این نتیجه می‌رسیم که الگوی شماره یک و سه با وجود راهروهای طولانی و زیاد نسبت به تعداد کلاس‌ها که خود در مواقع بحران باعث افزایش تلفات می‌گردند ازلحاظ هندسی گزینه مناسبی نیست؛ اما گزینه ۲ و ۴ با وجود خروجی‌های متعدد، نبود راهروهای طولانی و دسترسی‌های سریع به فضای باز باعث خروج دانش آموزان، عدم ازدحام وجود جان‌پناه در مواقع ضروری گزینه مناسبی ازنظر هندسی می‌باشد که از این بین الگوی شماره ۲ ازلحاظ پدافند غیرعامل عملکرد بهتری را نسبت به الگوی شماره ۴ داراست.

۷-۱. هندسه مطلوب کلاس با عملکرد پدافندی

با توجه به این‌که فضا باید علاوه بر عملکرد پدافندی در زمان بحران در زمان صلح بیشترین و مناسب‌ترین کاربری را داشته باشد، ضمن در نظر گرفتن استانداردهای سازمان نوسازی مدارس و عوامل پدافندی، هندسه مقابل در هر دو زمان بیشترین کاربرد را دارد (شکل ۳).

- مناسب‌ترین فرم برای کلاس مربع‌مستطیل توصیه می‌شود و لازم است از فرم‌های کمتر از (۹۰ درجه) پرهیز شود.
- درب کلاس باید رو به بیرون باز شود به‌طوری‌که باعث مزاحمت برای فضای بیرونی (راهرو، ایوان و ...) نگردد.
- محل قرارگیری درب ورودی کلاس در ابتدای کلاس و در مجاورت تابلو می‌باشد.
- پنجره با تناسب ۱ به ۴ با ابعاد و ۲/۵ متر بهترین عملکرد را در برابر انفجار دارد.
- وجود تیغه‌های عمودی برجسته در دو طرف پنجره باعث کاهش میزان پرتاب قطعات شیشه بر اثر خرد شدن به‌طرف داخل و خارج و درنهایت کاهش تلفات می‌گردد.
- وجود تورفتگی بر روی جداره‌های کلاس می‌تواند در مواقع بحران به‌عنوان جان‌پناه مورد استفاده قرار گیرد.



شکل (۳): هندسه مطلوب کلاس از منظر پدافند

۷-۲. تأثیر هندسه بر کالبد نمازخانه

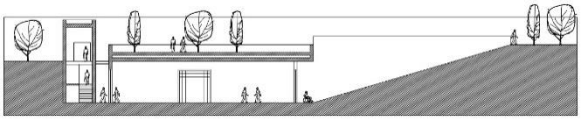
با توجه به این‌که نمازخانه یکی از بزرگ‌ترین فضاهای سرپوشیده موجود در مدرسه می‌باشد می‌توان با قرار دادن این فضا در زیرزمین آن را تبدیل به یک فضای امن زیرزمینی برای استفاده در مواقع بحران نمود.

نمازخانه مدرسه به‌صورت چندمنظوره طراحی شده و دارای قابلیت استفاده به‌عنوان پارکینگ و انبار و یا فضای کار و استراحت در زمان غیربحران باشد. این فضا باید قابل تبدیل به مکان‌های اسکان موقت یا انبار باشد (شکل ۴).

با نگاه پدافندی به موضوع رعایت نکات زیر بر روی هندسه تأثیرگذار است:

- با توجه به کاربری آن مناسب‌ترین هندسه مستطیل می‌باشد که در جهت قبله بنا شده باشد.
- در تحتانی‌ترین طبقه و مستقیماً بر روی خاک ساخته شود.
- جهت مقابله با اثرات روانی، تناسبات هندسی، نور، تهویه باید به‌گونه‌ای باشد که آرامش لازم را در افراد ایجاد کند.
- وجود دو درب خروجی جهت تخلیه سریع دانش‌آموزان در مواقع اضطرار.
- وجود یک دسترسی مستقیم به فضای باز و محوطه مدرسه

تبدیل نمازخانه به فضای امن در مواقع بحران



مقطع عرضی نمازخانه در زیرزمین

شکل (۴): هندسه مطلوب نمازخانه از منظر پدافند غیرعامل

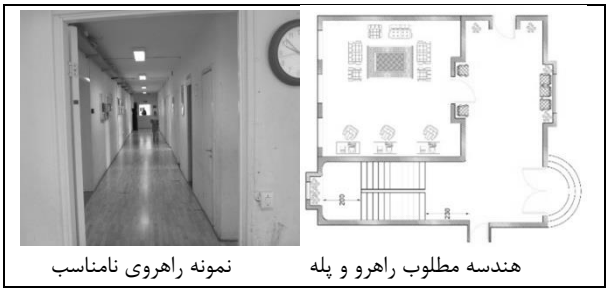
۷-۳. تأثیر هندسه بر کالبد راهرو و پله

- هندسه فضای ورودی و دستگاه پله باید به‌گونه‌ای باشد که پس از ورود دانش‌آموز به ساختمان، پله در نگاه اول برای دانش‌آموزان قابل رؤیت باشد.
- دسترسی مستقیم فضای پله به فضای باز مدرسه و یا حداقل مجاور درب خروجی به فضای باز الزامی است.
- فاصله آخرین بازشو تا اولین پله باید ۱۲۰ cm باشد که

همین امر باعث عدم ازدحام در موقع خروج دانش آموزان از سالن می‌باشد.

- حداکثر تعداد پله در یک ردیف نباید بیش از ۱۲ پله باشد.

- ایجاد تورفتگی در راهروهای منتهی به خروجی علاوه بر بالا بردن کیفیت فضایی راهرو می‌تواند در شرایط بحران عملکرد پدافندی داشته و به‌عنوان جان‌پناه استفاده گردد.



هندسه مطلوب راهرو و پله نمونه راهروی نامناسب

عکس (۵): هندسه مطلوب راهرو و پله از منظر پدافند غیرعامل

۷-۴. تأثیر هندسه بر کالبد محوطه

دانش‌آموزان از فضای باز در مدارس ایران استفاده‌های زیادی می‌کنند که اعم این فعالیت‌ها عبارتنداز: صف‌بندی و نظم‌بخشی برای ورود به کلاس، تفریح، بازی و ورزش، تأمین دسترسی به فضاهای مختلف و برگزاری مراسمات اجتماعی، مذهبی و ... که با توجه به این میزان استفاده در طول روز، باید عوامل پدافندی (هندسه) که در مواقع بحران باعث کاهش خسارت به دانش‌آموزان در این فضا می‌شود لحاظ گردد. در فضاهای باز وجود سطوح هموار و وسیع به‌هیچ‌وجه مناسب نیست. لذا باید با استفاده از عوارض سطحی ساده ضمن غنی‌سازی فضا برای تأمین فعالیت‌های مورد انتظار در شرایط عادی (بازی، نشستن و ...) به ایجاد لبه‌های متعدد برای شکل‌گیری جان‌پناه‌های آنی کمک نمود، ازاین‌رو، مهم‌ترین اهداف در طراحی محوطه بر اساس اصول پدافند غیرعامل عبارتنداز:

- جلوگیری از ریزش آوار بر سر افراد خارج ساختمان

- استفاده حداکثری از مبلمان و امکانات محوطه برای کاهش آسیب به استفاده‌کنندگان

طراحی هوشمندانه فضا و استفاده از روش‌های معماری می‌تواند تا حدود زیادی خسارات و صدمات جانی اولیه در مواقع حمله را کاهش دهد، این روش‌ها عبارت‌اند از:

۱- محصور نمودن فضا: محصور نمودن فضا یکی از مؤثرترین روش‌ها برای ایجاد فضای امن می‌باشد که با روش‌های مختلفی تحقق می‌یابد. ازجمله این روش‌ها می‌توان به محصوریت توسط دیوار، اختلاف سطح و ردیفی از درختان اشاره نمود.

۲- وجود فضای سبز: درختان از دیگر عناصری هستند که می‌توانند علاوه بر ایجاد فضایی دل‌نشین و فرح‌بخش، عامل بسیار مؤثری در جذب ترکش و تقلیل و انحراف موج انفجار باشد. برای این منظور استفاده از درختان همیشه سبز مانند کاج و درختچه‌هایی نظیر شمشاد توصیه می‌شود.

۳- ایجاد کنج امن: ایجاد کنج‌های امن می‌تواند به روش‌های مختلف و در حالات گوناگون، پیش‌بینی و طراحی گردند که برخی از اصلی‌ترین این روش‌ها عبارتنداز: ۱- اختلاف سطح با استفاده از شیب زمین و ۲- ساختمان‌های اطراف محوطه‌ها

۴- حذف عناصر الحاقی: عناصر الحاقی به ساختمان نظیر تراس‌ها عامل مهمی در افزایش خسارات می‌باشد؛ زیرا از یکسو این عناصر در هنگام ایجاد خلأ و مکش ناشی از انفجار از ساختمان جدا شده و در محوطه آوار می‌شوند و از سوی دیگر وسایل موجود در آن‌ها مانند گلدان، کولر و ... به اطراف پرتاب می‌گردند.

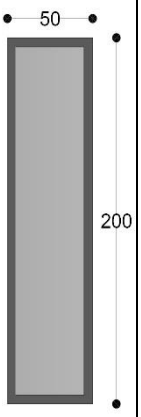
۵- ایجاد جان‌پناه: محل استقرار جان‌پناه‌ها باید خارج از محدوده ریزش آوارهای ساختمانی تعیین شود. وجود جان‌پناه‌هایی با ظرفیت کم ولی با پراکندگی زیاد به مراتب بهتر از وجود جان‌پناه‌هایی با ظرفیت زیاد ولی با تمرکز بالاست. می‌توان از گلدان‌ها و باغچه‌های طولی، زمین‌های بازی، سطوح سبز و جوی‌های آب به‌عنوان جان‌پناه استفاده کرد. بنابراین، جان‌پناه‌ها باید در امتداد مسیر تمام دسترسی‌های مجموعه ایجاد شوند. لبه فوقانی این جان‌پناه‌ها باید برآمده ولی دارای فرم عادی باشد.

۶- عناصر تزئینی: چنانچه از عناصر تزئینی مانند آب‌نما، مجسمه و ... در داخل محوطه استفاده می‌شود باید نحوه مکان‌یابی آن‌ها به‌گونه‌ای باشد که حتی‌الامکان در معرض موج انفجار قرار نگیرد و در غیر این‌صورت فاقد گوشه‌های تیز باشد.

۷-۵. تأثیر هندسه بر بازشوها

طراحی شکل و ابعاد پنجره‌های ساختمان یکی از وظایف معماران است که امروزه با توجه به گسترش تهدیدات از اهمیت بسیاری برخوردار است زیرا تأثیر بسزایی در کاهش ورود امواج انفجار به داخل ساختمان داشته و به‌صورت قابل ملاحظه‌ای می‌توانند تلفات انسانی را کاهش دهد. با توجه به تحقیقات گذشته می‌توان به این نتیجه رسید که در طراحی معماری با رویکرد پدافند غیرعامل بیشتر تمرکز بر روی فرم‌های پایه و تأثیرگذار بر آن‌ها

بوده و نقش بازشوها کمتر مورد توجه قرار گرفته است (شکل ۶).



تأثیر تناسبات پنجره‌ها که یکی از آسیب‌پذیرترین قسمت‌های ساختمان است، نتایج به‌دست‌آمده نشان می‌دهد پنجره با تناسب ۱ به ۴ با ابعاد و ۲ در ۰/۵ متر بهترین عملکرد را در برابر انفجار دارد؛ چراکه این نمونه‌ها از کمترین مقدار بیشینه تنش به میزان ۱۷۴/۹ مگاپیکسل و کمترین میزان پیشینه جابجایی به مقدار ۴/۷۶ سانتی‌متر می‌باشد. به‌طورکلی پنجره‌های با تناسب‌های کشیده‌تر عملکرد بهتری در برابر انفجار از خود نشان می‌دهند و پنجره‌هایی که به تناسب‌های مربع نزدیک هستند از عملکرد مناسبی در برابر انفجار برخوردار نیستند.

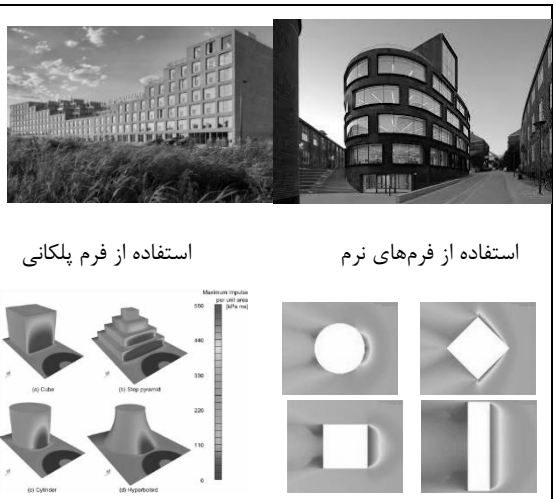
شکل (۶): تأثیر تناسب پنجره‌ها بر مقاومت آن‌ها در برابر انفجار [۱۴]

استفاده از نماهای شیشه‌ای و پنجره‌های بزرگ در مجاورت محوطه‌ها بدون رعایت تمهیدات لازم به دلیل پرتاب قطعات شیشه به اطراف، عامل مؤثری در افزایش تلفات و خسارات در محوطه‌ها می‌باشد. لازم است در صورت استفاده از عناصر اولاً قطعات شیشه توسط قاب تا حد امکان کوچک انتخاب شود ثانیاً شیشه از نوع مسلح نیز می‌تواند باشد. تورفتگی پنجره‌ها نیز می‌تواند کمک مؤثری در کاهش آسیب‌ها کند [۱۵].

۷-۶. تأثیر هندسه بر فرم بنا

فضا اصلی‌ترین عامل در طراحی معماری است و ارتباط تنگاتنگ فضا و معماری چنان است که معماری را در تعریف، علم و هنر شکل‌دهی به فضای زیست انسان می‌دانند. شاید در نظر اولیه از دیدگاه معماران بهترین فرم، فرمی است که در نگاه نخست عملکرد و کارایی خود را به ظهور و ثبوت برساند، اما از نظر پدافند غیرعامل فرمی مطلوبیت دارد که علاوه بر رعایت و انطباق با شرایط اقلیمی، فرهنگی و فنی در برابر حوادث و خطراتی مانند انفجار در محیط پیرامون نیز بتواند از خود پایداری و مقاومت نشان دهد، به صورتی که اگر در خارج از ساختمان انفجاری رخ دهد تأثیر موج فشاری به سطوح خارجی ساختمان باعث شکست عناصر باربر، دیوارها، عناصر نما و شیشه‌ها نشده و همچنین چنانکه موج تابشی در جهت بازشوها ادامه یابد، داخل ساختمان نشده و باعث تخریب سقف‌ها و طبقات نگردد (شکل ۷)، [۱۶].

- مقاومت یک ساختمان در برابر موج انفجار بستگی به شکل و فرم، تعداد دریچه‌ها و بازشوها، قدرت و جنس ساختمان دارد. به‌طور مثال در مورد شکل و فرم یک ساختمان باریک و طویل اگر از قسمت باریک خود در معرض موج انفجاری قرار گیرد خسارت کمتری خواهد دید تا از قسمت پهن در معرض موج قرار گیرد.



شکل (۷): فرم مطلوب ساختمان [۱۸]

- در رابطه با انفجار و تأثیر آن بر حجم و فرم ساختمان می‌توان تأکید کرد که فرم‌های افقی و خوابیده در مرحله اول و فرم‌های با تناسبات مساوی در مرحله دوم نسبت به فرم‌های عمودی و ایستاده دارای مقاومت و پایداری بیشتری است.

همچنین می‌توان برای عبور موج انفجار از فرم‌های نرم (آیرودینامیک) استفاده نمود زیرا فرم‌های هندسی و غیرآئرودینامیک باعث افزایش تخریب در اثر موج انفجار می‌گردد.

- فرم پلکانی ساختمان می‌تواند تأثیر زیادی در جلوگیری از ریزش آوار به محوطه داشته باشد. همچنین گوشه‌های گرد نیز در رد کردن موج انفجار و مستهلک نمودن آن نقش مهمی دارد.

برای مقابله با آثار انفجار در حجم و فرم ساختمان می‌بایست از گوشه‌های با زاویه تیز در طبقات همکف و اول اجتناب شود. به دلیل اجتناب‌ناپذیر بودن استفاده از پنجره و بازشو در اکثر نماهای اصلی ساختمان لازم است از ریخته شدن شیشه‌ها با کوچک نمودن قاب پنجره‌ها، استفاده از شیشه‌های نشکن، ساخت قاب عمیق برای پنجره‌ها، عقب‌نشینی نمای شیشه‌ای نسبت به معبر، تبدیل پنجره‌های دارای شیشه به گشودگی در جدار بیرونی و یا ایجاد نماهای دوجداره اقدام نمود.

- به دلیل اهمیت و تأثیر انفجار در نمای ساختمان‌های دارای بهارخواب و بالکن، وجود بالکن‌ها نباید حالت موقت و ناپایداری داشته که در این صورت در صورت وقوع انفجار این عناصر باعث تشدید خسارت و آسیب می‌گردد همچنین ازنظر روانی نیز پیش‌آمدگی نباید در بیننده تصور جدا شدن از بدنه ساختمان القا شود را داشته باشند.

- وجود فضاهای پر و خالی در برابر آثار انفجار می‌تواند تأثیرگذار بوده و حتی در مواردی به کمک کاهش شدت و بازگشت امواج می‌تواند از میزان آسیب به ساختمان بکاهد. در صورت استفاده از فضاهای پر و خالی در فرم اصلی ساختمان می‌بایست دقت کافی در پیشگیری از تشدید موج انفجار در یک نقطه خاص از ساختمان انجام پذیرد [۱۷].

۸. نتیجه‌گیری

با توجه به کاربری مدرسه و نیازهای آن، هندسه فضاها را باید به‌گونه‌ای طراحی نمود که علاوه بر حداکثر کاربرد در شرایط عادی، بتواند در شرایط اضطراری، موجب حفظ جان مردم و کاهش آسیب‌پذیری در شرایط بحران گردد. در طراحی و اجرای فضاهای داخلی ساختمان و نحوه ارتباط آن‌ها با یکدیگر و ارتباط ساختمان با اطراف، باید امکانات ویژه‌ای برای حفظ جان افراد در مقابل مخاطرات و بهبود عملکرد سامانه در شرایط تهدید و کاهش آسیب‌پذیری آن فراهم شود. تعیین طرح هندسی بنا، موقعیت و ابعاد بازشوها، نحوه دسترسی‌ها و پیش‌بینی فضای امن به‌صورت چند عملکردی برای هر ساختمان می‌باشد. از مجموعه مباحث فوق چنین نتیجه‌گیری می‌شود که می‌توان با اتخاذ تدابیر معمارانه و توجه به هندسه معماری ضمن ایجاد فضاهای زیبا و دل‌نشین و بدون لطمه زدن به عملکرد فضاها در مدرسه از شدت و گستردگی صدمات ناشی از حملات دشمن در این بحران کاست، بدون آن‌که این امر مستلزم صرف هزینه‌های گزافی باشد.

۹. منابع

۱. خداداد، علی، زابلی، زهرا، میرلطفی، محمود رضا، به‌کارگیری پدافند غیرعامل و ایمن‌سازی در ساختمان مدارس، سومین همایش مدیریت بحران در صنعت ساختمان، مشهد،۱۳۹۱.

۲. تقی‌زاده کردی، محمد، بررسی ویژگی‌های معماری مدارس امن بر اساس پدافند غیرعامل، کنفرانس بین‌المللی انسان، معماری، عمران و شهر، تبریز، مرکز مطالعات راهبردی معماری و شهرسازی، ۱۳۹۴.

۳. سند تحول بنیادین آموزش و پرورش، ۱۳۹۰.

۴. پیرجلیلی، ناصر، مهندسین مشاور ابنیه طراحان البرز، تهیه و کنترل ضوابط طراحی ساختمان‌های آموزشی (برنامه‌ریزی معماری همسان مدارس ابتدایی و متوسطه)، ضابطه شماره ۶۹۷، سازمان نوسازی، توسعه و تجهیز مدارس کشور، ۱۳۹۷.

۵. مولوی، بهزاد، کاربرد هندسه در معماری گذشته ایران، نشر وزارت مسکن و شهرسازی مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، ۱۳۸۱.

۶. توسلی، محمود، هنر هندسه، پویایی اشکال و احجام، پیام، ۱۳۸۳.

7. B. O'kane, "Timurid architecture in khurasan," Publisher: Mazda Pub, 1987.

8. W. Reid Grant, "From concept to form in landscape design," 2nd ed, Published by John Wiley & Sons, Inc, Hoboken, New Jersey, 2007.

۹. معاونت توسعه فرهنگی و اطلاع‌رسانی سازمان پدافند غیرعامل کشور، سند راهبردی سازمان پدافند غیرعامل کشور، تهران، ۱۳۸۸.

۱۰. زیاری، کرامت اله، برنامه‌ریزی شهرهای جدید، سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاه‌ها (سمت)، ۱۳۸۷.

۱۱. مهدوی نژاد، محمدجواد، یاری، فهیمه، سیلوایه، سونیا، یظهری کرمانی، علی، تبیین جایگاه هندسه در معماری سنتی ایران در راستای بهره‌گیری از کهن الگوها برای دستیابی به معماری و شهرسازی پایدار، اولین کنفرانس معماری و فضاهای شهری پایدار، مشهد، ۱۳۹۲.

۱۲. کسمایی، مرتضی، پهنه‌بندی اقلیمی ایران، ساختمانهای آموزشی، ۱۳۷۸.

۱۳. غفاری، علی، اصول و مبانی طراحی فضاهای آموزشی(جلد دوم)، مطالعات اقلیمی و ضوابط طراحی فضاهای آموزشی، ۱۳۷۷.

۱۴. پیشکار، نوشین، رشید کلیور، حجت اله، عبداللهی، سعید، ارزیابی تأثیر تناسب پنجره‌ها بر مقاومت آن‌ها در برابر انفجار، فصلنامه علمی ترویجی پدافند غیرعامل، صص. ۲۱-۱۳، ۱۳۹۶.

۱۵. فرزادشام، مصطفی، مبانی نظری معماری در دفاع غیرعامل، مؤسسه انتشاراتی جهان جام جم، ۱۳۸۶.

۱۶. میرزائی، مهدی، حسنی، زینب، پدافند غیرعامل و معماری مجتمع‌های مسکونی بلندمرتبه شهرهای نوبنیاد، کنفرانس پدافند غیرعامل و توسعه پایدار، تهران، وزارت کشور، ۱۳۹۵.

۱۷. بهرامی، پریسا، لولویی، کیوان، پدافند غیرعامل در معماری با رویکرد طراحی فضای امن، کنفرانس بین‌المللی دستاوردهای نوین در مهندسی عمران، معماری، محیط‌زیست و مدیریت شهری، تهران، مؤسسه مدیران ایده پرداز پایتخت ویرا، ۱۳۹۴.

18. N. Gebbeken, "Torsten Döge Explosion Protection Architectural Design," Urban Planning and Landscape Planning, International Journal of Protective Structures, 2010.

The Role of School Architectural Geometry in Passive Defense

S. A. Mahdinia*, M. J. Ahamadi, A. Naghipour

*Imam Hossein University

(Received: 05/01/2019, Accepted: 11/03/2019)

ABSTRACT

Considering the extent and distribution of educational complexes throughout the country, the observance of passive defense considerations when designing and constructing schools, can make these places a safe location for residents in critical situations, facilitating the continuation of routine training activities throughout the day. One of the most important passive defense measures used as a solution is risk reduction. In this regard, architectural geometry is one of the factors affecting the amount of damage to the buildings and individuals during an accident, therefore considering the relation between architectural geometry and educational spaces is necessary. In this research, the applied descriptive-analytical method is based on the case-field observations and library studies. In this regard, geometric factors effective in the formation of an architectural complex (interior spaces, enclosures, openings, etc.) are identified and examined. The results of this study are extracted in a systematic manner, which observing them in the design process can significantly enhance safety and reduce student fatality and school damage. Finally, the main goal of the research is to achieve school design principles (primary school) with an emphasis on the role of architectural geometry which, in addition to defensive performance during any crisis, can have an appropriate usage during the time of peace.

Keywords: *School, passive defense, architectural geometry*

* Corresponding Author Email: Ahmadyar011@chmail.ir