

ارزیابی مؤلفه‌های محیطی مؤثر بر کیفیت یادگیری در طراحی معماری محیط‌های آموزشی

حسین مهبودی* دانشجوی دکتری معماری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بوشهر، ایران.

hn.mahboudi@gmail.com

چکیده

فضاهای آموزشی که نهادی برای تعلیم و تربیت دانش‌آموزان هستند نیازمند محیطی است که بتواند احساس امنیت و تعلق خاطر، آرامش و تمرکز را جهت بهبود کیفیت تحصیل فراهم نمایند و در عین حال محیطی پویا و شاداب را در بر داشته باشند تا بتواند به هیجان‌ات و دیگر نیازهای مخاطبین آموزش پاسخ دهند. لذا در محیط‌های آموزشی می‌توان پیشبرد آموزش و پرورش را حول سه محور اصلی شامل دانش‌آموزان و معلمین، فرآیند یادگیری و محیط ساخته شده مشخص نمود. مسأله آموزش و یادگیری تحت تأثیر فضایی که در آن ارائه می‌شود نیازمند بستر مناسبی است که عوامل و شرایط محیطی مطلوب در آن فراهم شده باشد. هدف از این پژوهش مطالعه و ارائه راه‌کارهایی پیرامون عناصر محیطی تأثیرگذار بر بهبود کیفیت یادگیری فراگیران در محیط‌های آموزشی می‌باشد. چرا که اگر طراحان و معماران این راه‌کارها را در بخش‌های مختلف طراحی و اجرای اینگونه ساختمان‌ها رعایت نمایند می‌توان علاوه بر افزایش کیفیت یادگیری باعث ایجاد شوق و اشتیاق در دانش‌آموزان و جذب هرچه بیشتر آنها به مسأله آموزش و پرورش شد. در این پژوهش سعی شده است مؤلفه‌های محیطی که بالاترین نرخ تأثیرگذاری در کیفیت آموزش و یادگیری را دارند (نور، رنگ، تهویه، صوت و فضای سبز) مورد بررسی قرار گرفته شود. این مقاله با توجه به موضوع و ماهیت آن، از نوع مطالعات کاربردی بوده و به روش توصیفی-تحلیلی انجام گرفته است. کلیه داده‌های تحقیق به روش گردآوری کتابخانه‌ای-اسنادی می‌باشد و برخی از راه‌کارها با تحلیل و بررسی نمونه‌های موردی ساختمان‌های آموزشی که با رویکرد تأثیر مثبت عوامل محیطی ساخته شده‌اند ارائه شده است. در انتها این نتیجه حاصل شد که می‌توان با رعایت راه‌کارهای مؤثر محیطی در طراحی و اجرای ساختمان‌های با عملکرد آموزشی باعث تقویت و افزایش سطح یادگیری در کاربران فضاهای آموزشی شد.

واژه‌های کلیدی: فضای آموزشی، روانشناسی محیطی، یادگیری، کیفیت آموزش

مقدمه

در نظام تعلیم و تربیت نوین، فضای آموزشی در مدارس نه تنها یک محیط خشک و بی روح و فاقد تأثیر در فرآیند یادگیری محسوب نمی‌گردد بلکه به عنوان یک عامل زنده و پویا و بسیار تأثیرگذار در کیفیت فعالیت‌های آموزشی و پرورشی دانش‌آموزان ایفای نقش می‌کند. در این نگرش، تعلیم و تربیت دانش‌آموزان تنها تحت تأثیر کلام معلم نمی‌باشد بلکه عناصر متعدد دیگری در انتقال مفاهیم و پیام‌ها به او نقش دارد. در و دیوار مدرسه همانند کتاب برای دانش‌آموزان حامل پیام می‌باشد و با آنها سخن می‌گوید، از این رو طراحی مناسب این فضاها، رعایت استانداردها و شاخصه‌های کیفی و توجه به نیازها و ویژگی‌های روحی و روانی کاربران در سنین مختلف از عوامل بسیار مهم و تأثیرگذار در بالا بردن سطح کیفی فضاهای آموزشی محسوب می‌شود. (خسروجردی، ۱۳۹۱)

کیفیت یادگیری دانش‌آموزان همیشه در یک ارتباط متقابل با محیطی است که در آن جریان یاددهی اتفاق می‌افتد؛ و این امر هیچ‌گاه بدون توجه به احتیاجات فراگیران محقق نخواهد شد. لذا باید در برخورد با مسأله طراحی مدارس عنصر تعامل بین محیط و دانش‌آموزان را در نظر گرفت.

تجربه مدرسه تأثیرات مهمی نه تنها بر عملکرد دانش‌آموزان بلکه بر روی روحیات آنها در آینده و در اجتماع خواهد گذاشت. در واقع بخش زیادی از سلامت عاطفی آنها در سنین مدرسه شکل می‌گیرد. موفقیت و توسعه‌ی یک سبک زندگی سالم و کاهش خطر پیامدهای نامطلوب اجتماعی و اختلالات روانی تا حد زیادی به دوران تحصیل باز می‌گردد. در این میان باید تعامل بین ویژگی‌های محیطی و کاربران را در مدارس به طور دقیق بررسی نمود. (Sara Manca, 2020) در مجموع پاسخ رفتاری کاربران به محیط می‌تواند بیانگر درستی یا نادرستی ویژگی‌های عناصر محیطی باشد که طراحان در طرح در نظر می‌گیرند. لذا طراحی ساختمان مدارس باید نقش محوری در ایجاد محیطی داشته باشد که به پیشرفت تحصیلی و ارتقای سطح بالاتری از انسان‌سازی در جامعه منجر شود.

بررسی اصول حاکم بر ساختمان مدارس مانند طراحی معماری، کیفیت زیبایی شناختی، ویژگی‌های فضایی و فیزیکی، چیدمان داخلی و مبلمان و فضاهای بیرونی می‌تواند بر پاسخ‌های روانشناختی دانش‌آموزان و کارکنان که شامل الگوهای ماندن نتایج یادگیری، نیازها، ترجیحات، انتظارات، احساسات، انتخاب‌ها و رفتارها است تأثیرگذار باشد.

در این راستا هرگونه از مؤلفه‌های محیطی که باعث افزایش سطح تمرکز و بهبود حالات روانی کاربران و بازدهی آنها در محیط‌های آموزشی می‌شود را باید به دقت بررسی نمود و حتی در طراحی برخی فضاها باید سفارشی‌سازی شرایط محیطی جهت طیف‌های مختلف سنی انجام شود تا دانش‌آموزان و معلمان ترغیب به انجام وظایف خود به بهترین شکل ممکن شوند.

روش تحقیق

پژوهش حاضر به دنبال بررسی راه‌کارهای طراحی برای دستیابی به تعامل هرچه بیشتر بین معماری و کاربران مدارس و ارائه راه‌حلهایی با تأثیرگذاری بیشتر درنیل به این منظور بوده و هدف از تدوین این مقاله بهبود شرایط محیطی مدارس می‌باشد. کلیت مقاله و تحقیق کاربردی و روش تحقیق توصیفی-تحلیلی بوده و بررسی منابع علمی و کتابخانه‌ای و اسناد و مدارک در چهارچوب بحث می‌باشد. بدین منظور نمونه‌های موردی از ساختمان‌های مدرسه‌ای که با رویکرد روانشناسی محیطی طراحی شده‌اند مورد بررسی قرار گرفته‌اند، که در انتها به این نمونه‌های ارزشمند اشاره شده است.

سوالات اساسی

یافتن کالبدی مناسب برای فرآیند آموزش و پرورش که در جهت پرورش استعدادها و خلاقیت دانش‌آموزان، رشد اجتماعی، کار پویا و جامعه‌ای متعالی گام بر می‌دارد تا چه حد با کیفیت فضای معماری در ارتباط است؟

عناصر محیطی در معماری مدارس چگونه می‌توانند بر کیفیت یادگیری و آموزش تأثیرگذار باشند؟

چه راه‌کارهایی برای ارتقا رضایتمندی کاربران از شرایط محیطی مدارس در طراحی معماری وجود دارد؟

فرضیه تحقیق

در صورتی که کالبد فضای آموزشی دارای شرایط محیطی (رنگ، نور، صوت، تهویه و فضای سبز) مناسب باشد باعث افزایش یادگیری مطالب توسط دانش‌آموزان و آموزش بهتر معلمان خواهد شد.

هدف و ضرورت تحقیق

دانش‌آموزان نیمی از ساعات شبانه روز خود را در مدارس سپری می‌کنند و این امر موجب می‌شود که آنها مدارس را به عنوان خانه دوم خود در نظر بگیرند. با توجه به این موضوع طراحان در طراحی مدارس باید به ایجاد امنیت روانی و حس تعلق خاطر در دانش‌آموزان و همچنین به تأثیر شرایط محیطی که باعث بالابردن سطح کیفی آموزش و یادگیری می‌شود توجه نمایند. لذا هدف از این پژوهش دستیابی به راه‌کارهایی است که بتواند با عوامل محیطی و معماری مناسب باعث ایجاد نشاط، تحرک و پویایی در محیط‌های آموزشی شود و فرآیند آموزش و پرورش را در مدارس بهبود بخشد.

پیشینه تحقیق

در سال‌های اخیر با توجه به رشد روزافزون و وسعت تغییرات آموزشی، سازگار نمودن بستر یادگیری با تمامی جوانب نیازهای یادگیرنده، در کانون توجه متخصصین آموزش قرار گرفته است. چرا که محیط فیزیکی به سبب ساختار خود می‌تواند تعاملات و در پی آن فرآیند یادگیری را تقویت و یا تضعیف نماید. تاکنون پژوهش‌ها و مطالعات تحقیقاتی زیادی در این زمینه انجام شده است. از جمله، مقاله فضاهای آموزشی از دیدگاه روانشناسی محیط (شهرناز مرتضوی، ۱۳۷۶)، مقاله تأثیر روانشناسی محیطی بر طراحی مراکز آموزشی با رویکرد آموزش و پرورش کاربردی (روشنک اهری سلماسی، ۱۳۹۵)، مقاله تأثیرات طراحی مدرسه بر رفتار کاربران (Sara Manca, 2020)، مقاله تأثیر عوامل محیطی بر یادگیری و رفتار در محیط‌های آموزشی (ابتدایی) در شهر (آیناز لطف عطا، ۱۳۷۸) و همچنین کتب مختلفی در مورد این موضوع به چاپ رسیده است که می‌توان به کتاب تأملی بر الفبای طراحی در فضاهای آموزشی (نرجس خسروجردی، ۱۳۹۰)، کتاب دستور زبان محیط‌های یادگیری (حامد کامل‌نیا، ۱۳۸۸)، کتاب معماری مدارس بر بنیاد روانشناسی محیطی (حسین مهبودی، ۱۳۹۸) و کتاب ویژگی‌های سلامت و یادگیری در مدارس سبز (شورای ملی تحقیقات فرهنگستان‌های ملی آمریکا، ۲۰۰۷) اشاره نمود.

در این پژوهش پس از مطالعه منابع مربوطه (مقالات، کتب، طرح‌های پژوهشی و پایان‌نامه‌ها) و بررسی پیرامون مفاهیم و متغیرهای محیطی می‌توان گفت که اگر فضاهای آموزشی بر اساس سازگاری مخاطبین با محیط (روانشناسی محیطی)، طراحی و اجرا شوند باعث افزایش امنیت خاطر، تمرکز و قدرت یادگیری در کاربران اینگونه فضاها می‌شوند. لذا در این مقاله سعی داریم نشان دهیم با بررسی شرایط محیطی بر اساس گزینه‌هایی همچون نور، رنگ، تهویه، آلودگی صوتی و فضای سبز و تبیین راه‌کارهای عملی می‌توان محیط‌های آموزشی را پویا و امر یادگیری را تسهیل نمود و گامی اساسی برای بهبود شرایط ارائه آموزش و پرورش در مدارس کشور برداشت.

۱- مبانی نظری

انسان به علت زندگی در محیطی از هم‌نوعان و اشیاء، با محیط در معرض تأثیری متقابل و پیوسته به نام تعامل است. در این میان روانشناسی محیط بر تأثیرپذیری رفتار از عوامل و شرایط فیزیکی معماری محیط تأکید می‌کند و درباره آن به بحث می‌نشیند. این شاخه از روانشناسی را "وویل ویل" مطرح ساخت که بعدها خصوصاً پس از دهه ۶۰ محققان نامداری چون بارکر، لوین، سامر و... توجه خود را به تأثیرهایی که از جنبه‌های فیزیکی مکان‌های مختلف در رفتارهای فرد متجلی می‌شود معطوف ساختند و به مطالعه روابط میان افراد و مکانی که او خود را در فضا می‌یابد پرداختند. (کامل‌نیا، ۱۳۸۸) روانشناسی محیطی به عنوان شاخه‌ای از روانشناسی که معماران سهم عمده‌ای در ارائه و توسعه آن داشته‌اند به مطالعه رفتارهای انسانی در رابطه با سکونتگاه‌هایش می‌پردازد. بنابر نظر "کریک" روانشناسی محیطی مطالعه روانشناختی رفتار انسان به گونه‌ای است که به زندگی روزمره او در محیط کالبدی مرتبط باشد. همان گونه که از این تعریف مستفاد می‌شود روانشناسی محیطی رابطه انسان با محیط کالبدی و تأثیرات این دو بر یکدیگر را به گونه‌ای مورد بررسی قرار می‌دهد که ارزش‌ها، نگرش‌ها و احتیاج‌های او مورد بررسی قرار گیرد. (مطلبی، ۱۳۸۰)

محیط‌های یادگیری از عناصری تشکیل خواهند شد که در کنار هم معنادار می‌شوند. ویژگی‌ها و کیفیت‌های هر کدام از این عناصر در شکل‌گیری رفتارهای مختلف تأثیرگذار می‌باشد. فیلسوف ژان پیاژه، بر توانایی کودک در درک جهان به طور فعال تأکید بسیار می‌کند و معتقد است که کودکان به طور انفعالی اطلاعات را جذب نمی‌کنند بلکه آنچه را دنیای پیرامون خود می‌بینند، می‌شنوند و احساس می‌کنند، سپس انتخاب و تفسیر می‌نمایند. (لطف عطا، ۱۳۸۷) به خاطر این تأثیرات عمیق، در برخی از تحقیقات تازه از محیط کالبدی تحت عنوان موضوع پنهان در برنامه آموزشی یاد می‌شود. در این تعبیر، مقصود از موضوع پنهان هر آن چیزی است که علاوه بر مواد درسی رایج، به وسیله طراحی هوشمندانه فضای آموزشی، دانش‌آموز را تحت تأثیر احساسی و روانی خود قرار می‌دهد. (سمیع آذر، ۱۳۷۶)

ویژگی‌های فیزیکی فضاهای یادگیری می‌توانند احساسات فراگیران را تحریک کنند، احساس امنیت ایجاد نمایند و دانش‌آموزان را برای یادگیری با بالاترین توان آماده کنند و همچنین ویژگی‌های محیطی می‌تواند در مدارس به تمرکز دانش‌آموزان کمک نماید و توجه آنها را به یادگیری دقیق معطوف نماید و یا بالعکس در شرایط نامطلوب محیطی می‌تواند از تمرکز آنها جلوگیری نماید. (Alexander, 2014)

۱-۱ امنیت روانی در مدارس

ساختمان مدارس برای اینکه بتوانند از آموزش مؤثر و یادگیری مناسب حمایت کنند باید عناصر محیطی را متناسب با نیازها و روحیات طیف سنی دانش‌آموزان در بر بگیرند. در این راستا می‌توان نیازها و روحیات گروه‌های سنی کاربران مدرسه را شناسایی کرد و با توجه به مسائلی که باعث ایجاد محیط و شرایط مناسب جهت یادگیری می‌شود اقدام به طراحی نمود. از جمله موارد محیطی تأثیرگذار بر کیفیت یادگیری دانش‌آموزان می‌توان به عناصری همچون نور، صوت، تهویه، فضای سبز در معماری محیط‌های آموزشی اشاره نمود.

۱-۱-۱ رنگ در محیط‌های یادگیری

رنگ همه مواهب خود را به انسان تقدیم می‌کند ولی رموز پنهان‌تر خود را فقط برای شیفتگان واقعی مکشوف می‌سازد و تنها کسانی که عاشق رنگ هستند می‌توانند زیبایی و کیفیت ذاتی آن را درک نمایند. (ایتن، ۱۳۸۸) رنگ به عنوان عنصر تفکیک‌ناپذیر معماری تأثیر فراوانی بر روحیه و رفتار استفاده‌کنندگان از فضاها دارد و حالات روحی و عاطفی آنان را شدیداً تحت تأثیر قرار می‌دهد. انسان پدیده‌های اطراف خویش را به همراه رنگ مشاهده می‌کند و نسبت به آنها واکنش نشان می‌دهد. (ترکمان، ۱۳۹۵)

زمانی که رنگ از طریق چشم دریافت می‌شود بر خلق و خو و وضوح ذهنی تأثیر می‌گذارد و سطوح با رنگ‌های تیره و روشن هر کدام به نوعی توجه افراد را به خود جلب می‌نمایند. حتی زمانی که انسان به رنگ‌ها فکر می‌کند واکنش‌های مختلفی در ذهن او رخ می‌دهد. (Camgoz, 2003)

ضرورت پرداختن به الگوی مناسب رنگ در محیط‌های آموزشی با اشاره به مواردی چون سپری شدن بیش از ۹۰ درصد ساعات آموزشی دانش‌آموزان در فضای بسته و تأثیرگذاری رنگ فضاها بر ذهن و فعالیت‌های آنها روشن می‌شود. رنگ به ایجاد یک محیط یادگیری بی‌خطر کمک می‌کند که پردازش بصری را بهبود می‌بخشد، استرس را کاهش می‌دهد و رشد مغز را از طریق تحریک بصری، روابط و جستجوی الگو به چالش می‌کشد. تحریک بصری در واقع فرد را هوشیار می‌کند و ارتباطات قوی‌تری ایجاد می‌نماید. انتخاب رنگ در مدارس می‌تواند تأثیر مهمی، چه مطلوب و چه نامطلوب، بر دانش‌آموزان داشته باشد.

رنگ‌ها دارای مفاهیم بسیار متفاوتی هستند. در محیط ساخته شده، دیوارهای سفید می‌توانند فاقد شخصیت باشند و اگرچه ممکن است فضا را زیبا جلوه دهند، اما به محیط احساسی اضافه نمی‌کنند. رنگ می‌تواند محیطی آرامش‌بخش برای مطالعه و تفکر دانش‌آموز ایجاد کند، یا می‌تواند در مکانی مورد نظر مانند یک محل فعالیت یا یک سالن ورزشی، هیجان ایجاد کند. توصیه می‌شود در یک محیط آموزشی تعادلی از رنگ‌ها برای پاسخ‌های عاطفی و فیزیولوژیکی بهینه ایجاد شود.

استفاده از رنگ متنوع و متفاوت در ورودی کلاس‌ها و همچنین در راهروها می‌تواند در تشخیص فضاها کمک کرده و در دانش‌آموزان احساس اطمینان ایجاد کند. همچنین رنگ‌آمیزی‌های متفاوت در کلاس‌های درس و درهای رنگی مختلف می‌تواند ایجاد هویت مکانی و تعلق خاطر نسبت به کلاس ایجاد نماید. این موضوع بر اهمیت رنگ به عنوان عنصری مهم در طراحی فضاهای آموزشی می‌افزاید. در واقع استفاده درست از رنگ می‌تواند باعث شادابی، آرامش درونی، تحرک و تلاش دانش‌آموزان شود و فرآیند یادگیری را افزایش دهد. همچنان که می‌تواند زمینه کسالت، خمودی، بی‌تحرکی و عصبانیت و اضطراب و افسردگی آنان را فراهم آورد. (نویسندگان، ۱۳۷۶)

بسته به سن دانش‌آموزان، رنگ‌های مختلف محرک در نظر گرفته می‌شوند. دانش‌آموزان با گروه سنی کوچکتر به رنگ‌ها و الگوهای گرم و روشن علاقه‌مند هستند در حالی که نوجوانان رنگ‌های ملایم‌تری را ترجیح می‌دهند. (Engelbrecht, 2003) رنگ‌های قوی و گرم برای دانش‌آموزان خردسال مناسب‌تر است و پیشنهاد می‌شود برای این گروه سنی از رنگ‌های اصلی استفاده گردد. (Pile, 1997) رنگ در محیط بر میزان مشارکت دانش‌آموزان در فعالیت‌های کلاسی تأثیر می‌گذارد و همچنین در رفتارهای آنها با یکدیگر دخیل می‌باشد. (Read, 1999)

شرایط سنی و جنسیت دانش‌آموزان در میزان تأثیرپذیری آنها از رنگ‌ها اثر می‌گذارد. لذا رنگ مدارس ابتدایی باید با رنگ مدارس متوسطه متفاوت باشد. همچنین باید رنگ کلاس مدارس دخترانه از رنگ کلاس مدارس پسرانه متمایز باشد. (سلطانی، ۱۳۸۹) از آنجا که ترجیحات متفاوتی برای دانش‌آموزان دختر و پسر وجود دارد باید در انتخاب رنگ برای محیط و سطوح مختلف به جنسیت کاربران توجه نمود. (Rosenstein, 1985) با توجه به این موضوع دانش‌آموزان پسر بیشتر به رنگ‌های گرم و دانش‌آموزان دختر به رنگ‌های ملایم و سرد علاقه‌مند هستند. (Radeloff, 1990) رنگ در محیط علاوه بر تأثیر روانی دانش‌آموزان می‌تواند احساس آنها از محیط را در مواردی همچون اندازه فیزیکی و دمای محیط دچار تغییر نماید. (Sundstrom, 1987) طبق مطالعاتی که بروس و جکسون بر روی دختران کلاس‌های ۷ تا ۹ انجام دادند دریافتند که شرکت‌کنندگان هنگام کار در اتاق‌های رنگ‌آمیزی شده دلخواه خود اشتباهات کمتری را مرتکب می‌شوند. (Bross and Jackson, 1981)

رنگ مناسب از خستگی چشم دانش‌آموزان و کاهش تمرکز آنها جلوگیری می‌کند و دامنه توجه دانش‌آموزان و حتی معلمان را افزایش می‌دهد. این موضوع پیشتر توسط "هری وولفارت" با مطالعه بر روی چهار مدرسه ابتدایی اثبات شد و به این نتیجه رسید که مدارس با رنگ و نور بهبود یافته دانش‌آموزانی با بیشترین کیفیت تحصیلی و بالاترین هوش را تربیت می‌کنند. (Hathaway, 1987)

- فرانک و ماهنکه در کتابی با عنوان رنگ، محیط و پاسخ انسانی، دستورالعمل‌هایی را به طراحان ارائه می‌دهد که اینگونه بیان می‌شود:
- به علت طبیعت برون‌نگرای دانش‌آموزان دبستانی بهتر است از رنگ‌های گرم و روشن در محیط استفاده شود.
 - برای افزایش تمرکز در کلاس‌های بالاتر استفاده از رنگ‌های سرد پیشنهاد می‌شود.
 - برای ایجاد یک شخصیت متمایز به فضاهای خارج از کلاس درس می‌توان در فضاهایی مانند راهروها از طیف رنگی بیشتری استفاده نمود.
 - در کتابخانه‌ها برای ایجاد آرامش و افزایش تمرکز از رنگ سبز و سبز کم رنگ استفاده شود. (Frank H. and Mahnke, 1996)
 - به طور کلی، ارائه یک رنگ کاربردی باید برای رسیدن به اهداف زیر تلاش کند:
 - پشتیبانی از عملکرد ساختمان و فعالیت‌هایی که در آن انجام می‌شود.
 - از تحریک بیش از حد و نامناسب احساسات کاربران خودداری کند.
 - ایجاد اثرات مثبت عاطفی و فیزیولوژیکی در مخاطبین را در بر داشته باشد.

رنگ می‌تواند با یک سیستم منظم و گرافیک محیطی به تشخیص فضاها خصوصاً برای دانش‌آموزان ابتدایی کمک نماید و به عنوان شاخصه‌های محیطی، محیط را برای آنها نشانه‌گذاری نماید و درک سریع آنها از فضای پیرامون را به دنبال خواهد داشت. به منظور انتخاب رنگ مناسب فضاها در جدول (۱) رنگ مناسب فضاهای آموزشی مشخص شده است. همانگونه که در جدول (۲) مشخص می‌باشد به نحوه برخورد با عامل رنگ در محیط‌های آموزشی و راه‌کارها و تأثیرات آن در اینگونه فضاها تأکید شده است.

جدول ۱: رنگ مناسب فضاهای آموزشی (خسروجردی، ۱۳۹۱)

فضا دسته بندی	کلاس	نمازخانه	کتابخانه	اداری	راهرو			
					دیوار	دره	چهارچوب	درب
دستگاه	دیوار				سبز	زرد	قرمز	سبز
	پسره				سبز	زرد	قرمز	سبز
	پسره				سبز	زرد	قرمز	سبز
راهپایی	دیوار				سبز	زرد	قرمز	سبز
	پسره				سبز	زرد	قرمز	سبز
	پسره				سبز	زرد	قرمز	سبز
دبیرستان	دیوار				سبز	زرد	قرمز	سبز
	پسره				سبز	زرد	قرمز	سبز
	پسره				سبز	زرد	قرمز	سبز

جدول ۲: اثر مولفه محیطی رنگ در محیطهای آموزشی (نگارنده)

مولفه محیطی	ویژگی ساختاری	نوع اثرگذاری
رنگ	تنوع رنگ	تشخیص فضاها
	تمایز رنگ	ایجاد هویت مکانی و تعلق خاطر
	انتخاب رنگ متناسب با سن افراد	رنگ گرم برای کودکان و رنگ سرد برای افراد بزرگتر
	انتخاب رنگ متناسب با جنسیت افراد	رنگ گرم برای دانش آموزان پسر و رنگ سرد برای دانش آموزان دختر
	انتخاب رنگ متناسب با عملکرد فضا	رنگ گرم برای فضاهای نیازمند به انرژی بیشتر و رنگ ملایم و سرد برای فضاهای نیازمند به تمرکز بیشتر
اثرات استانداردسازی مؤلفه محیطی بر مخاطبین		
افزایش سطح تمرکز	کاهش خستگی	
افزایش شادابی و نشاط	کاهش استرس های محیطی	
بهبود کیفیت یادگیری		

۱-۱-۲ نور در محیطهای یادگیری

معماری و نور به همان اندازه به یکدیگر وابسته اند که جسم و روح. یکی برای زنده بودن و دیگری برای حضور مادی در این جهان به دیگری نیاز دارد و آن هنگام که نور بر جسم فضا جاری می شود هر دو جهان مرئی «وجود» پیدا می کنند. (سیل سپور، ۱۳۹۴) نور یکی از اصول معماری در تأمین آسایش بصری فضا می باشد که تأثیرات روانی آن در انسانها متفاوت است. تحقیقات ثابت کرده است که نور طبیعی و شفاف بر روی حواس کودکان تأثیر مثبتی دارد. از دید کودکان این فضاها دوستانه و با نشاط هستند. (والتر کرونر، ۱۳۸۵)

در رابطه با پیشرفت دانش آموزان، استدلال می شود که روشنایی روز بیشترین تأثیر مثبت را دارد. (Earthman, 2004) هنگام در نظر گرفتن روشنایی در کلاس، به دو عامل باید توجه شود، اولین عامل کمیت نور و دیگری کیفیت نور است. کیفیت روشنایی به این اشاره دارد که نوع نور معمولاً با نورهای رشته ای یا فلورسنت نشان داده می شود و کمیت نور به میزان شدت روشنایی که در هر کدام از فضاها متفاوت می باشد.

نور مناسب باعث بهبود عملکرد دانش آموزان، خلق یک محیط داخلی سالم تر، افزایش تلاش در دانش آموزان و معلمان، جلوگیری از یکنواختی محیط با تغییرات مناسب نور، تأثیرات فیزیکی که باعث بالا بردن کارایی و فعالیت بدنی آنها می شود، ایجاد سرزندگی و شادابی و تأثیر مثبت بر جنبه بهداشتی (جسمی و روانی) دانش آموزان می شود. (محمدی، ۱۳۹۷) رایج ترین شکایت از نور نامناسب سردرد، خستگی چشم و خستگی جسمانی است.

نور طیف وسیعی از فرآیندهای بدن مانند خواب و هوشیاری را تنظیم می‌کند از همین رو نور مناسب در فضاهای آموزشی می‌تواند بر تمرکز و شادابی و هوشیاری فراگیران تأثیر مثبت گذاشته و دانش‌آموزان را از کسالت و خستگی و آسیب‌های روانی دور نگه دارد. به طور کلی نور کافی و نورپردازی مناسب در فضای آموزشی منجر به ایجاد شرایط زیر می‌شود:

- از یکنواخت شدن محیط برای دانش‌آموزان جلوگیری می‌شود.
- تنوع فضایی و تاکید فضایی بیشتر می‌شود.
- ایجاد میل و رغبت به کار و افزایش یادگیری توسط معلمین و دانش‌آموزان.
- افزایش دقت عمل و تمرکز حواس و بهبود عملکرد دانش‌آموزان.
- حفظ سلامتی چشم و قدرت بینایی، کاهش خستگی اعصاب و در نهایت ایجاد محیطی سالم.

یکی از عملکردهای نور در فضا روشن کردن محیط، فرم‌ها و ایجاد توانایی در کاربران فضا است. در صورت افزایش میزان نور در فضا از حد مطلوب، تحریک روانی و به دنبال آن استرس ایجاد می‌گردد. وجود نور طبیعی همراه با دید مناسب باعث می‌شود که از ایجاد حس زندانی بودن و در نهایت عدم امنیت جلوگیری به عمل آید. نوردهی نامناسب باعث ضررهای آموزشی خواهد شد. بسیاری از معلمان خاطر نشان کرده‌اند که این موضوع، مشکلات آموزشی دانش‌آموزان را افزایش داده و در نهایت باعث افزایش عدم علاقه آنها به مدرسه می‌شود. پس باید تأکید کرد که وجود نور طبیعی در فضاهای آموزشی (خصوصاً در کلاس‌های درس) الزامی است. (والتر کروئر، ۱۳۸۵)

روشنایی طبیعی یکی از فاکتورهای مهم طراحی فضاهای آموزشی باکیفیت مطلوب است و تأثیر به‌سزایی در حافظه هوشیار و غیر هوشیار افراد دارد. همچنین نور روز به دلیل برخورداری از اشعه ماورای بنفش یکی از عوامل به وجود آورنده ریتم طبیعی در سیستم‌های بیولوژیکی بدن است. مطالعات نشان داده که دانش‌آموزان در محیط برخورداری از روشنایی طبیعی به طور آشکاری کارایی بهتری خواهند داشت. (اکبری، ۱۳۸۵)

چیدمان یک کلاس درس به طور کلی به یک منطقه دانش‌آموزی و یک منطقه آموزشی تقسیم می‌شود. منطقه دانش‌آموزی همیشه به روشنایی عمومی نیاز دارد، در حالی که منطقه آموزشی به روشنایی تکمیلی برای ارائه روشنائی عمودی بر روی تخته‌های آموزشی و ارائه مدل‌سازی خوب جهت تدریس مری نیاز دارد. متداول‌ترین ابزار آموزشی در کلاس‌های درس، تخته‌های آموزشی است که شامل تخته‌های خاکستری تیره و سبز (تخته سیاه) و تخته‌های جدید مانند تخته‌های سفید و تخته‌های خاکستری می‌باشد. نمایشگرهای ویدئویی برای ارائه رسانه‌های پیش‌بینی شده اغلب برای آموزش با کامپیوتر استفاده می‌شوند. این امر مستلزم آن است که روشنایی روی صفحه نمایش به حداقل برسد در حالی که نور محیطی کافی باید در منطقه دانش‌آموزی برای یادداشت‌برداری فراهم شود. یک کلاس درس ممکن است یک محیط کامپیوتری باشد که در آن به حداقل رساندن انعکاس صفحه نمایش دغدغه اصلی طراحان نورپردازی خواهد بود زیرا خوانایی صفحه نمایش ممکن است با تصاویر منعکس شده توسط لامپ‌ها، پنجره‌ها و سطوح با درخشندگی بالا کاهش یابد.

با توجه به موارد فوق، مقدار تقریبی سطح پنجره در فضاهای آموزشی در حدود $\frac{1}{3}$ تا $\frac{1}{5}$ سطح کف و $\frac{1}{5}$ تا $\frac{1}{8}$ سطح جانبی می‌توان در نظر گرفت. (حداقل ۲۰٪ از سطح کلاس به پنجره اختصاص داده شود). در صورتی که پنجره‌ها از جبهه شمال نور بگیرند این مقادیر کمی افزایش پیدا می‌کند. در برخی موارد با استفاده از تمهیداتی چون ایجاد سایه‌بان، استفاده از جداره‌های سبز، شکست در نما و عقب نشستن در حجم، از ورود اشعه مستقیم خورشید به درون فضا می‌توانیم جلوگیری نماییم. مناسب‌ترین جهت برای قرارگیری پنجره‌ها در مراکز آموزشی جبهه شمالی ساختمان است که در معرض تابش مستقیم نور خورشید نمی‌باشد. پنجره‌های جنوبی در صورتی که به وسیله سایبان از نور خورشید محافظت شوند، گزینه بعدی برای انتخاب محل پنجره‌ها می‌باشند. طراحی سایبان‌ها در تابستان از تابش مستقیم شعاع خورشید بر سطح پنجره‌ها جلوگیری کرده در حالی که مقدار قابل توجهی روشنایی روز انعکاس یافته از زمین به داخل می‌رسد. (اکبری، ۱۳۸۵) در جهت شرق و غرب بنا، بهتر است از ورود اشعه مستقیم خورشید به درون فضا جلوگیری شود. همچنین در فضاهای آموزشی، پنجره‌ها حتی الامکان باید در سمت چپ تخته در نظر گرفته شوند.

جهت اهداف یادگیری، عملکرد و بهره‌وری بهتر، نورپردازی در یک ساختمان مدرسه باید به دانش‌آموزان اجازه دهد که ببینند، بخوانند و با یکدیگر و معلم در ارتباط باشند. نورپردازی می‌تواند توسط سیستم‌های الکتریکی یا با نور روز از طریق پنجره‌ها تأمین شود. در ساختمان‌های مدرسه به طور معمول از ترکیب نور طبیعی و مصنوعی استفاده می‌شود. لذا در استفاده از هر کدام از نورهای طبیعی و مصنوعی باید تأثیر آن را بر دو سیستم بیولوژیکی و بینایی در ساعات مختلف شبانه روز را در نظر گرفت. (National Research Council, Learning. Washington DC, 2007) برای استفاده از هر دو منبع نور نیازمند شناخت استانداردها و درک چگونگی روشنایی محیط توسط این دو منبع نور هستیم. به طور مثال اگر نور طبیعی فقط بخشی از فضا را روشن کند، می‌توان برای روشن کردن قسمت دیگر که تابلو یا تخته نصب می‌شود از نور مصنوعی استفاده نمود. طراحان ترجیح می‌دهند برای ترکیب نورهای طبیعی و مصنوعی از لامپ‌های فلورسنت در رده رنگ آبی استفاده نمایند. (اکبری، ۱۳۸۵)

در جانمایی فضاها و حتی تجهیزات آموزشی باید به مسأله نور توجه شود و تا حد امکان از نفوذ نورهای نامناسب به داخل فضاها و همچنین تابش مستقیم بر روی تجهیزات آموزشی و افراد جلوگیری کرد. و در عین حال باید به طراحی مناسب بازشوها و ایجاد امکانات کنترل نور طبیعی و مصنوعی توجه شود که با ایجاد چشم اندازه‌ها و نورگیری‌های صحیح از یکنواختی فضاها و ایجاد خستگی افراد جلوگیری نمود. نمای بیرونی پنجره‌ها در یک کلاس درس باید به گونه‌ای باشد که نور کافی را در دوره‌های مختلف زمانی (آسمان آفتابی و ابری) ارائه دهد.

در نهایت می‌توان قوانین اساسی پایداری طراحی نور در مدارس را اینگونه بیان نمود:

- حداکثر استفاده از نور روز در فضای داخلی.
 - به حداقل رساندن استفاده از انرژی الکتریکی برای روشنایی.
 - حفظ کیفیت بالای نور.
 - استفاده از تجهیزات روشنایی سازگار با محیط زیست.
- روشنایی کلاس ممکن است با کیفیت بالا در نظر گرفته شود که دانش‌آموزان و مربیان را قادر می‌سازد تا وظایف بصری را به طور دقیق و راحت انجام دهند. اساس طراحی نور ادغام نیازهای انسان، معماری و اقتصاد و محیط است. اولویت روشنایی کلاس ارضای نیازهای انسان از قبیل دید، انجام وظیفه، راحتی بصری، ارتباطات اجتماعی، سلامت، ایمنی و رفاه است. این نیازهای مختلف انسانی باید به درستی متعادل شوند تا محیط یادگیری فعال و پویا ایجاد شود و در عین حال ملاحظات اقتصادی، زیست محیطی و معماری نیز باید در نظر گرفته شود. همانگونه که در جدول (۳) مشخص می‌باشد به نحوه برخورد با عامل نور در محیط‌های آموزشی و راه‌کارها و تأثیرات آن در اینگونه فضاها تأکید شده است.

جدول ۳: اثر مولفه محیطی نور در محیط‌های آموزشی (نگارنده)

مولفه محیطی	ویژگی ساختاری	نوع اثرگذاری
نور	کمیت نور	شدت نور متفاوت در هر فضا
	کیفیت نور	انتخاب منبع نورهای مناسب (فلورسنت)
	انتخاب نور طبیعی	ایجاد امنیت و شادابی، افزایش کارایی دانش‌آموزان (الزامی)
	انتخاب نور مصنوعی	پوشش منطقه آموزشی در کلاس درس (تخته و...)
	انتخاب نور متناسب با عملکرد فضا	هر فضایی با توجه به ابعاد و نوع عملکرد باید نور مناسب دریافت نماید.
اثرات استانداردسازی مولفه محیطی بر مخاطبین		
فزایش دقت عمل	کاهش بیماری‌های برخواسته از این موضوع (سردرد، چشم درد و ...)	کاهش خستگی
ایجاد محیط داخلی سالم	بهبود کیفیت یادگیری	

۳-۱-۱ آکوستیک در محیط‌های یادگیری

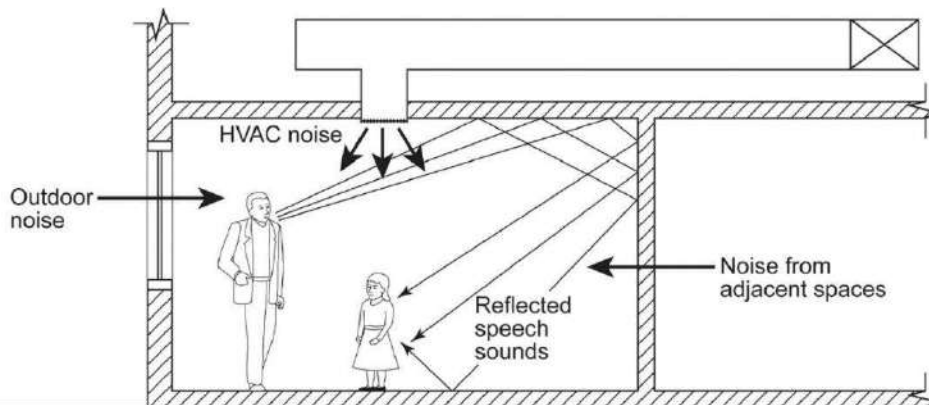
آلودگی صدا یکی از مهم‌ترین موارد آلودگی محیط است که در محدوده شهری معضلات متعددی را سبب می‌گردد. حتی در کشورهای توسعه یافته صنعتی، با وجود کنترل بسیاری از عوامل مخاطره‌زای محیط زیست، عامل صدا کماکان با کنترل موفقیت‌آمیزی همراه نبوده است. (محبیان، ۱۳۹۹)

آلودگی صدا به عنوان یک عامل مخاطره‌زای جدی بهداشتی و حتی ایمنی در دنیا مورد پژوهش وسیع قرار گرفته است. امروزه صدای بیش از حد مجاز در همه جا از جمله مدارس باعث آزار کاربران می‌شود. از آنجا که مدارس باید دارای سطح استاندارد بالایی از جهت آلودگی صوتی باشند توجه به این موضوع کاملاً ضروری می‌باشد. انجام کار فکری در مدارس و لزوم ایجاد یک محیط امن صوتی از جمله اهداف مطالعات صدای مدارس می‌باشد. (گل محمدی، ۱۳۸۹) بیشتر فعالیت‌های یادگیری در کلاس‌های درس مدرسه، به ویژه برای دانش‌آموزان با گروه سنی پایین‌تر، شامل صحبت کردن و گوش دادن به عنوان ارتباط اولیه است، دانش‌آموزان با گوش دادن به معلم و یکدیگر یاد می‌گیرند.

نویز یا طنین بیش از حد پس زمینه (به عنوان مثال، پژواک صدای اصلی) می‌تواند در گفتار اختلال ایجاد کند و ادراک و در نتیجه یادگیری را مختل می‌کند. لذا توجه دقیق به آکوستیک از الزامات طراحی برای ایجاد یک محیط یادگیری کارآمد ضروری است.

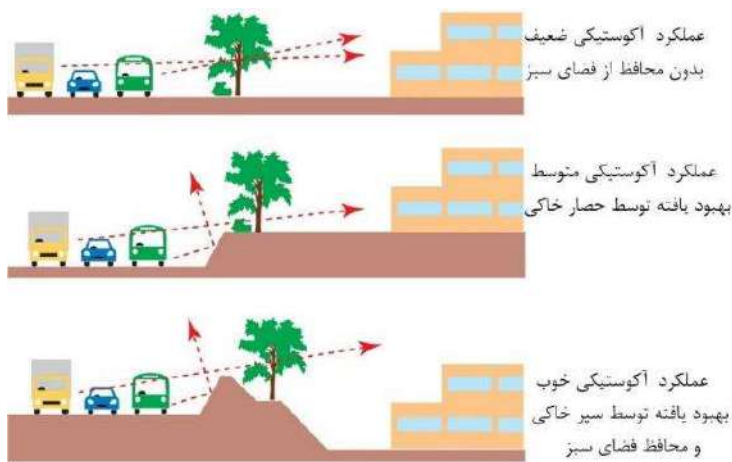
شکل (۱) چهار منبع اصلی آلودگی صوتی در کلاس‌های درس را نشان می‌دهد که شامل موارد ذیل می‌باشد:

- انعکاس صدای افراد.
- صداهای منعکس شده از کلاس‌های مجاور.
- سرو صدای ناشی از سیستم تهویه.
- نفوذ صدا از خارج به درون کلاس از طریق بازشوها.



شکل ۱- منابع اصلی آلودگی صوتی در کلاس های درس (National Research Council, Learning. Washington DC, 2007)

تحقیقات نشان می‌دهد که دانش‌آموزان سعی می‌کنند که خود را با صداهای طبیعی مدرسه تطبیق دهند. ولی اگر سر و صدای زمینه از حد مشخصی (۶۰ دسی بل) بالاتر رود می‌تواند باعث اثرات فیزیولوژیکی نظیر خستگی شنوایی، باز شدن مردمک چشم، کم شدن قدرت تشخیص رنگ‌ها و از بین رفتن قدرت بینایی در شب شود. تغییر در ترکیبات خون و یا کاهش یا افزایش فشار خون از دیگر اثرات نامطلوب صدای زیاد می‌باشد. (خالصی، ۱۳۷۶) از جمله معیارهای تأمین کننده آسایش صوتی در محیط‌های آموزشی به مواردی همچون مکانیابی مناسب بستر طرح و رعایت فاصله مناسب از کاربری‌های مجاور و همچنین پرهیز از کنار هم قرار دادن فضاهای پر سر و صدا و آرام در زمان طراحی و استفاده از فضاهای سبز در حیاط و اطراف ساختمان مدرسه می‌توان اشاره نمود. شکل (۲) نمونه ای از تأثیر پوشش های گیاهی و موانع نفوذ آلودگی صوتی را نشان می‌دهد.



شکل ۲- موانع نفوذ صدای ترافیک (Carl Hopkins & Robin Hall, 2013)

سر و صدای زیاد می‌تواند با تأثیر بر حافظه، در یادگیری اختلال ایجاد کند و به عنوان عاملی جهت حواس پرتی عمل نماید که توانایی دانش‌آموزان را مختل می‌کند. (Hygge, 2003) سر و صدای بیش از حد پس زمینه در یک کلاس درس می‌تواند از خارج از کلاس باشد (صدای هواپیما و ترافیک، ماشین چمن‌زنی و سایر تجهیزات، یا دانش‌آموزانی که در فعالیت‌های ورزشی شرکت می‌کنند) یا از درون آن (تهویه مطبوع، سیستم‌های لوله‌کشی، کلاس‌های درس مجاور، راهروها، سالن‌های ورزشی یا اتاق‌های موسیقی) یا از خود دانش‌آموزان. (Junqua, 1996) همانگونه که در جدول (۴) مشخص می‌باشد به نحوه برخورد با عامل آکوستیک در محیط‌های آموزشی و راه‌کارها و تأثیرات آن در اینگونه فضاها تأکید شده است.

جدول ۴: اثر مؤلفه محیطی آکوستیک در محیط‌های آموزشی (نگارنده)

مؤلفه محیطی	ویژگی ساختاری	نوع اثرگذاری
آکوستیک	انعکاس صدای افراد	تعادل در ابعاد فضا و تعداد کاربران
	صداها منعکس شده از کلاس های مجاور	استفاده از مصالح مناسب در فضاها
	تأثیر صداها محیطی از کاربری‌های اطراف بنا	مکانیابی صحیح مجموعه و ریزفضاها
	سرو صدای ناشی از سیستم تهویه	انتخاب سیستم های تهویه صحیح و طراحی متناسب با اقلیم
اثرات استانداردسازی مؤلفه محیطی بر مخاطبین		
افزایش تمرکز	ارتباط بهتر معلم و دانش آموزان	
کاهش مشکلات شنوایی کاربران	بهبود کیفیت یادگیری	

۴-۱-۱ تهویه در محیط‌های یادگیری

یکی دیگر از عوامل محیطی تأثیرگذار بر یادگیری در محیط‌های آموزشی، تجهیزات مناسب برای تولید گرما و سرماست که کم توجهی به آن می‌تواند سبب آفت در یادگیری و آسیب‌های جانبی شود. بر اساس گزارش مؤسسه استاندارد ایران، حرارت ۱۶ تا ۱۸ درجه سانتیگراد برای کلاس درس مناسب بوده و وجود جریان هوا برای آن ضروری است. اگر هوای محیط بیش از اندازه گرم باشد بر مکانیسم تنظیم حرارت بدن فشار وارد آمده و بازدهی فعالیت‌های فیزیکی و مغزی کاهش خواهد یافت. بنابراین وضعیت حرارت در کلاس، عاملی است که بر چگونگی فعالیت فراگیران و در نتیجه یادگیری آنان اثر می‌گذارد. (معین پور، ۱۳۸۵) فراهم نمودن محدوده آسایش حرارتی در محیط‌هایی که مخاطبین آن نیاز به تمرکز بالا دارند از الزامات طراحی می‌باشد. آسایش حرارتی شرایطی است که دمای بدن با محیط در تعادل کامل باشد. در واقع شرایطی هست که ۸۰ درصد افراد از دمای محیط رضایت دارند و نیاز به سردتر کردن و گرم‌تر کردن محیط نیست. (طاهباز، ۱۳۹۲) آسایش حرارتی به میزان دما، رطوبت نسبی و کیفیت هوای درک شده توسط دانش‌آموزان بستگی دارد. لذا سیستم‌های تهویه مطبوع باید به درستی طراحی و اجرا شوند تا بتوانند محدوده آسایش حرارتی محیط را تأمین نمایند. به طور مثال در مواردی این سیستم‌ها با افزایش بیش از حد رطوبت در محیط می‌توانند بر سلامتی افراد تأثیر منفی بگذارند.

در شرایط حرارتی مناسب یعنی وضعیتی که شرایط حرارتی هوا در محدوده آسایش فیزیکی انسان باشد، انسان با کارایی و دقت بیشتری فعالیت می‌کند و در برتر خسته می‌شود. (کسامی، ۱۳۷۳) دانش‌آموزان محیط را به طور مستقیم و بدون توجه به برنامه‌ها و احتیاجات یک فعالیت از قبل تعیین شده، خود بهینه می‌کنند. لذا شرایط حرارتی مناسب در فضاهای آموزشی در جهت بالا بردن سطح یادگیری دانش‌آموزان اهمیت فراوانی دارد. به عبارت دیگر می‌توان گفت تأمین راحتی دانش‌آموزان و معلم یک تجمل نیست. بلکه برآورد یک نیاز جسمی و روحی است.

ذرات معلق موجود در ساختمان مدارس به عنوان اصلی‌ترین آلاینده‌هایی که می‌تواند سلامت دانش‌آموزان را تحت تأثیر قرار دهد مطرح شده‌اند. (حیدری، ۱۳۹۹) مطالعات مختلف نشان داده‌اند که سطح قرار گرفتن در معرض ذرات موجود در هوای کلاس‌های درس به دلیل عدم تهویه کافی در فصل زمستان، به ندرت نظافت کردن فضای داخل کلاس، افزایش تعداد دانش‌آموزان نسبت به حجم و مساحت کلاس و دوباره معلق ماندن ذرات به دلیل حرکت می‌تواند بالا باشد. علاوه بر این، بخشی از آلودگی هوای داخل مدارس ممکن است ناشی از ذرات معلق موجود در هوای آزاد در اطراف این ساختمان‌ها باشد.

در تحقیقی که در دانشگاه "هاروارد" روی دانش‌آموزان مدارس ابتدایی در زمینه هوای لازم صورت گرفت، مشخص شد که اگر فعالیت افراد زیاد شود، میزان هوای لازم از مقدار هوای ضروری در حالت عادی زیادتر خواهد بود. ضمناً هوای کلاس معمولاً سه تا پنج مرتبه در هر ساعت باید تعویض شود. زیرا هوای داخل اتاق نباید بیش از یک درصد دی‌اکسید کربن داشته باشد. (سیاوش حقیقی، ۱۳۷۳)

از طریق راهکارهای ذیل می‌توان در طراحی بر سرعت حرکت هوا تأثیر گذاشته و در نتیجه تهویه مناسب را ایجاد کرد:

- تعیین مناسب محل و نوع بازشوها.
- جهت‌گیری مناسب فضا نسبت به وزش باد.
- استفاده از درختان و بوته‌ها.
- استفاده از مصالح مناسب در جداره‌ها. (قاضی زاده، ۱۳۷۰)

کیفیت هوای داخل ساختمان که تابعی از آلاینده‌های هوای بیرون و داخل ساختمان است می‌تواند بر سلامت کودکان و بزرگسالان تأثیر بگذارد و همچنین بر یادگیری دانش‌آموزان و بهره‌وری معلمان تأثیرات مثبت و یا مخربی بر جای گذارد. تا جایی که کیفیت نامطلوب هوای موجود در فضا می‌تواند باعث کاهش سطح تمرکز و هوشیاری دانش‌آموزان شده و در نتیجه آفت تحصیلی دانش‌آموزان را به دنبال خواهد داشت. (Mendel, 2004) اگر تأثیرات این آلاینده‌ها به خوبی کنترل نشود می‌تواند باعث بیماری (سردرد، چشم درد، مشکلات تنفسی و تحریکات پوستی) و در نتیجه غیبت دانش‌آموزان و دیگر کارکنان مدرسه شود. به طور کلی دانش‌آموزان از دو طریق در معرض آلاینده‌ها قرار می‌گیرند که در مورد اول قبل از ورود به ساختمان مدرسه و در فضای باز بیرون با آلاینده‌ها مواجه می‌شوند و مورد دوم در داخل ساختمان مدرسه که آلاینده‌ها از طریق درها و پنجره‌ها و کانال‌های تهویه هوا وارد محیط می‌شوند. (Schwartz, 2004) لذا طراحان تهویه باید تلاش حداکثری را برای کنترل مورد دوم انجام دهند.

موقعیت مکانی می‌تواند یک عامل تعیین کننده مهم در تأثیر آلاینده‌های فضای باز باشد. قرارگیری مدارس در کنار مناطق پرتردد و یا کارخانجات با تولید آلاینده‌های زیاد و خطرناک می‌تواند بر سلامت دانش‌آموزان و کیفیت آموزش تأثیر منفی داشته باشد. حتی ایجاد فاصله مناسب کلاس‌های درس از محل توقف اتوبوس‌های مدرسه می‌تواند در کاهش آلودگی‌های محیطی دخیل باشد. (Behrentz, 2005) در جدول (۵) به نحوه برخورد با مؤلفه تهویه و راه‌کارها و تأثیرات آن در ساختمان‌های آموزشی پرداخته شده است.

جدول ۵: اثر مؤلفه محیطی تهویه در محیط‌های آموزشی (نگارنده)

مؤلفه محیطی	ویژگی ساختاری	نوع اثرگذاری
تهویه	وضعیت حرارت در کلاس	حرارت ۱۶ تا ۱۸ درجه سانتیگراد
	آسایش حرارتی	ایجاد شرایط دمایی رضایتمند برای ۸۰ درصد افراد حاضر در محیط
	تهویه طبیعی	تعیین مناسب محل و نوع بازشوها
	تهویه مصنوعی	سیستم‌های تهویه مطبوع
	موقعیت مکانی	کاهش آلودگی‌های محیطی
اثرات استانداردسازی مؤلفه محیطی بر مخاطبین		
افزایش قدرت تمرکز	کاهش بیماری‌های بر خرواسته از این موضوع (سردرد، مشکلات تنفسی و ...)	
ایجاد محیط داخلی سالم	بهبود کیفیت یادگیری	

۵-۱-۱ فضای سبز در محیط‌های یادگیری

در خصوص فضاهای آموزشی، فضاهای پر و خالی می‌بایست به گونه‌ای طراحی شوند که ادراک عناصر طبیعی را از داخل ساختمان و فضای باز میسر سازند. ارتباط نزدیک و ملموس با عناصر طبیعی و رابطه دور با مناظر خارج از سایت از اهمیت خاصی در طراحی برخوردار خواهند بود. (کاتب، ۱۳۹۵) طراحان فضاهای آموزشی باید موضوع رفاه جسمی، روانی و اجتماعی درک شده توسط دانش‌آموزان در رابطه با اهمیت استفاده از فضای سبز در محیط مدرسه را مدنظر قرار دهند و در طراحی پاسخی برای سؤالات ذیل مطرح نمایند:

دانش‌آموزان چه اهمیتی برای فضای سبز مدرسه در فعالیتهای آموزشی خود قائل هستند؟

درک فردی از فضای سبز مدرسه تا چه اندازه بر رفاه جسمی، روانی و اجتماعی دانش‌آموزان تأثیر می‌گذارد؟

تا چه اندازه فضای سبز مدرسه به عنوان یک چشم انداز روانشناختی در فعالیت روزمره دانش‌آموزان عمل می‌نماید؟

در پاسخ به سؤالات فوق می‌توان بیان نمود که فضای سبز مدرسه و دانش‌آموزان در تعامل با یکدیگر هستند به نحوی که می‌توان فضای سبز را مکانی برای جدایی از استرس و خستگی و بازیابی شادابی فرد در نظر داشت که وجود اینچنین فضاهایی را الزامی نشان می‌دهد و همچنین با وجود عنصرهای محیطی در فضاهای سبز (فضای تجمعی صمیمی، فضای بازی، فضای مطالعه و...) می‌تواند بهزیستی ذهنی را ارتقا دهد و موجب شادی و افزایش انرژی شود و حتی به طور غیرمستقیم فضاهای سبز که از پنجره‌های کلاس قابل مشاهده هستند می‌توانند بر رفاه محیطی تأثیرگذار باشند و در نهایت می‌تواند با بهبود روحیات کاربران باعث افزایش کیفیت آموزش و یادگیری گردد.

فضای سبز مدرسه به عنوان محل برخورد اجتماعی بین دانش‌آموزان و کارکنان و معلمان بر روابط بین آنها تأثیرگذار است و حتی می‌تواند مکانی برای

کلاس‌های درس در فضاهای باز مطرح شود. و با مشارکت دانش‌آموزان در ایجاد و نگهداری از فضاهای سبز می‌توان نوعی مسئولیت اجتماعی را در اختیار آنها قرار داد. برگزاری کلاس‌های درس در محیط باز و در بین گیاهان، می‌تواند تجربه‌ای متفاوت از یادگیری را نسبت به کلاس‌های درس با کالبدی یکنواخت و بی روح ایجاد نماید.

برای دانش‌آموزانی که با سطح بالایی از استرس مواجه هستند، فضای سبز مدرسه ممکن است به عنوان یک منبع ضروری برای ارتقای سلامت در فعالیتهای روزمره مدرسه عمل کند. (Matsuoka, 2010) در این زمینه، مهم است که طراحان درک کنند که چگونه ادراکات دانش‌آموزان از فضای سبز مدرسه بر بهزیستی فیزیکی، روانی و اجتماعی آنها تأثیر می‌گذارد. (Windhorst, 2015)

انتظارات دانش‌آموزان در مقاطع مختلف تحصیلی از فضای سبز مدرسه متفاوت می‌باشد. دانش‌آموزان در مقاطع ابتدایی می‌خواهند در فضای سبز آزادانه فعالیت کنند در صورتی که در مقاطع بالاتر ترجیح می‌دهند از فضای سبز به عنوان فضایی برای نشستن، مطالعه کردن و جلب آرامش بهره بگیرند. فضای سبز مدرسه که به

عنوان محیطی برای فعالیت بدنی و تفریح، مکانی برای فعالیت فردی و همچنین محلی برای برخورد و تبادل اجتماعی عمل می‌کند، می‌تواند طور بالقوه میزان سلامت را با ایجاد استراحت‌های مؤثر در محوطه مدرسه برای کاهش خستگی ذهنی و جسمی افزایش دهد. (Abraham, 2010) فضای سبز و محوطه سازی باید نه تنها کاربردی و قابل استفاده باشد، بلکه منظره آن باید زیبا و خوشایند باشد و در ضمن در تمام طول سال نیز منظره زیبای خود را حفظ کند. بنابراین تمام مواد و عناصر به کار رفته در فضای سبز باید عمر زیادی داشته باشند و در ضمن تغییرات کمی نیز بخواهند. و در نهایت برای فضای سبز در محیط‌های آموزشی می‌توان سه نقش عمده را در نظر گرفت:

- فضای سبز دارای عملکرد روانی قابل توجهی می‌باشد. به لحاظ شکست نور، تأمین محیطی زیبا و...
- فضای سبز محیط را در برابر سر و صدای مزاحم، وزش بادهای شدید منطقه، گرد و غبار و آلودگی محافظت می‌نماید.
- فضای سبز موجب تولید اکسیژن و افزایش رطوبت و کاهش گرمای هوا خصوصاً در تابستان گردیده و موجبات تلطیف هوا را فراهم می‌نماید و باعث افزایش میزان تهویه هوا در فضاهای داخلی می‌شود. جدول (۶) نحوه ایجاد و تأثیرات فضاهای سبز در ساختمان‌های آموزشی را نشان می‌دهد.

جدول ۶: اثر مؤلفه محیطی فضای سبز در محیط‌های آموزشی (نگارنده)

مؤلفه محیطی	ویژگی ساختاری	نوع اثرگذاری
فضای سبز	فضاهای سبز موجود در حیاط	استفاده به عنوان فضاهای آموزشی
	منظر مناسب	مشاهده فضاهای سبز از پنجره های کلاس
	تولید اکسیژن و ایجاد محیط پاک	کاهش کسالت و افزایش سلامتی
	جلوگیری از سر و صدا	محافظت از محیط در برابر آلودگی های صوتی بیرونی
اثرات استانداردسازی مؤلفه محیطی بر مخاطبین		
ایجاد محیط‌های آموزشی در فضای باز	کاهش خستگی	
جدایی از استرس	افزایش سلامتی و ایجاد شادابی و نشاط	
بهبود کیفیت یادگیری		

۲- یافته ها

در این مقاله به منظور تحلیل رویکرد روانشناسی محیطی و یافتن مؤلفه‌های محیطی مؤثر در طراحی مدارس، با چند نمونه از ساختمان‌های موفق در این زمینه و راهکارهای به کار رفته در آنها آشنا می‌شویم.

۱-۲ دبستان ابتدایی شنژن چین

این مدرسه در سال ۲۰۲۱ و توسط تیم طراحی "معماری مردمی" در چین طراحی شده است که در طراحی این ساختمان ارائه متنوع فضاها به دانش‌آموزان و معلمان این امکان را می‌دهد که بتوانند تجربه تدریس و یادگیری را برای سنین و علایق مختلف سفارشی کنند. باغ‌های پشت بام، حیاط‌های با اندازه متوسط و تراس‌های کوچک، فضاهای آموزشی متفاوتی هستند که کیفیت فضایی متمایزی را به این مدرسه القا می‌کنند. همانگونه که در شکل (۳) مشخص است در این مدرسه به دانش‌آموزان اجازه داده می‌شود تا با فضاهای سبز در تماس باشند چرا که فضاهای سبز به صورت سطوح افقی و عمودی در سراسر مدرسه توزیع می‌شود تا اطمینان حاصل شود که دانش‌آموزان به طبیعت نزدیک می‌شوند و از آن به عنوان محیط‌های یادگیری استفاده می‌کنند. جداره‌های نورگیر قابل مشاهده در نما از ویژگی متمایز این محیط آموزشی می‌باشد که در ایجاد نور مناسب کلاس‌های درس تلاش می‌کند.



شکل ۳- دبستان ابتدایی شنژن چین (مأخذ www.archdaily.com)

۲-۲ دبستان پراگ در جمهوری چک

این مدرسه (شکل ۴) که در کشور چک و در سال ۲۰۱۲ طراحی شده است به خوبی به مسأله نور و تهویه توجه می نماید. سیستم آفتابگیر بیرونی در جلوی نما به صورت عایقی جهت تلطیف نور وارد شده عمل می نماید و فرم آن مطابق با مسیر خورشید طراحی شده است که باعث نفوذ نورهای کنترل شده به فضاها می شود. همچنین در انتخاب رنگ های موجود در نما به گروه سنی مخاطبین توجه شده و باعث جذابیت بصری برای دانش آموزان می شود.



شکل ۴- دبستان پراگ در جمهوری چک (مأخذ www.archdaily.com)

۲-۳ مجتمع آموزشی راباط در مراکش

مجموعه آموزشی "راباط" توسط دریس کتانی و همکاران در مراکش و با مساحت ۱۴۴۹ متر مربع در سال ۲۰۱۹ طراحی و اجرا شده است. (شکل ۵) مدارس ابتدایی در ضلع جنوب غربی مجموعه با ورودی الحاقی قرار گرفته اند که امکان تنظیم مدیریت بهتر دسترسی ها را فراهم می کند. مدرسه متوسطه در ضلع شمال شرقی زمین واقع شده است و به شکل L ساخته شده است که حداکثر فضا را برای زمین بازی و فضای ورزشی در فضای باز ایجاد می کند. ترکیب حجم، حداکثر چشم اندازهای ممکن را از طریق پرسپکتیوهای قاب شده امکان پذیر می کند. چیدمان فضای سبز، بین حجم های اصلی و جاده های مجاور، اجازه می دهد تا به نوعی از فضاهای داخلی در برابر نور خورشید و سر و صدای شهری محافظت شود.



شکل ۵- مجتمع آموزشی راباط در مراکش (مأخذ www.archdaily.com)

۲-۴ دبیرستان معماری تایلند

دبیرستان معماری تایلند در سال ۲۰۲۰ به مساحت ۷۷۰۰ مترمربع برای کلاس های ۱۰ تا ۱۲ اجرا شد. در طراحی فضاهای داخلی توجه بسیاری به مسأله نور و رنگ شده است (شکل ۶). در انتخاب رنگ های موجود، سن دانش آموزان تأثیرگذار بوده است. با استفاده از پنجره های وسیع در سالن های عمومی در کنار ایجاد دید و منظر مطلوب باعث نفوذ نور به فضاهایی که دارای عمق زیادی هستند شده است. همچنین وجود فضاهای سبز وسیع با کاربری زمین های بازی در جلوی ساختمان ها عملکردی فعال و پویا به محوطه مدرسه بخشیده است که نیروی طراوت و شادابی را به دانش آموزان منتقل می نماید.



شکل ۶- دبیرستان آموزش معماری تایلند (مأخذ www.archdaily.com)

۲-۵ دبیرستان منلو آمریکا

دبیرستان منلو در سال ۲۰۱۹ و با مساحت ۵۳۰۰ مترمربع توسط تیم معماری "LPA" در آمریکا طراحی شد. این ساختمان که همنشینی مطلوبی از معماری و طبیعت را به نمایش می‌گذارد با ترکیبی از درختان راه‌کاری را برای سایه‌اندازی در محوطه و تلطیف نور وارد شده به فضاها ارائه می‌دهد. (شکل ۷) همچنین پنجره‌های وسیع در کارگاه‌ها و آزمایشگاه‌ها باعث می‌شود که در صورت نیاز حجم زیادی از هوای تازه بیرون را به داخل اضافه نمود.



شکل ۷- دبیرستان منلو آمریکا (مأخذ www.archdaily.com)

۲-۶ دبیرستان غرب وین اتریش

دبیرستان غرب وین توسط معماران "شیبوکاوا" در سال ۲۰۱۸ و با مساحت ۱۲۴۸۳ در اتریش طراحی شد. طرح مدرسه با یک ساختمان پلکانی در اطراف یک حیاط مرکزی گسترش یافت (شکل ۸). حیاط دارای قسمت‌های مختلف نشستن برای استراحت و یادگیری در خارج از کلاس‌های درس است. کل مدرسه طوری طراحی شده است که فضاهای باز و روشن وجود داشته باشد. تمامی قسمت‌های ارتباطی اطراف حیاط با پنجره‌هایی به ارتفاع اتاق‌ها قرار گرفته‌اند که امکان اتصال مستقیم به بیرون را با نور طبیعی فراوان فراهم می‌کند. در مقابل، تمام کلاس‌ها در امتداد نمای بیرونی با پنجره‌های افقی قرار گرفته‌اند تا فضایی آرام برای تمرکز دانش‌آموزان ایجاد کنند. به منظور جلوگیری از گرمای بیش از حد در روزهای گرم سال، از سیستم تهویه مطبوع استفاده می‌شود.



شکل ۸- دبیرستان غرب وین اتریش (مأخذ www.archdaily.com)

۳- تحلیل یافته‌ها

در این مقاله سعی شده است با پرداختن به عناصری همچون رنگ، نور، صوت، تهویه و فضاهای سبز در محیط‌های آموزشی، و بررسی نمونه‌های موردی موجود راه کارهای لازم جهت دستیابی به شرایط سازگار با آموزش مطلوب از طریق مؤلفه‌های محیطی بیان شود که نتایج حاصله از هر یک را می‌توان به شرح زیر خلاصه نمود:

۳-۱ راه کارهای ایجاد رنگ مناسب در محیط آموزشی

- مطلوب‌ترین رنگ برای فضاها زیباترین رنگ‌ها از دیدگاه دانش‌آموزان است. لذا در انتخاب رنگ باید به گروه‌های سنی و جنسیت دانش‌آموزان توجه شود.
 - در انتخاب رنگ محیط به نیازهای فراگیران با توجه به فرارگیری در هر فضایی دقت شود چرا که در بعضی فضاها آنها نیاز به تمرکز و آرامش دارند مانند کلاس‌های درس و کتابخانه‌ها و در بعضی فضاهای دیگر نیاز به جنب و جوش و هیجان دارند مانند سالن‌های ورزشی و فضاهای بازی.
 - برای ایجاد حس امنیت و تعلق خاطر با استفاده از رنگ به عنوان نشانه‌گذاری محیطی می‌توان استرس‌های گروه سنی پایین‌تر دانش‌آموزان را در مدرسه کاهش داد.

۳-۲ راه کارهای ایجاد نور مناسب در محیط آموزشی

- چیدمان کلاس‌های درسی با توجه به جهت نفوذ نور به فضا انجام شود.
 - استفاده از نورگیرهای سقفی برای فضاهای ارتباطی مانند سالن‌های ورودی و راهروها.
 - امکان کنترل و تنظیم نورهای طبیعی و مصنوعی توسط افراد برای ایجاد نور مناسب در ساعات مختلف شبانه روز.
 - استفاده از سایبان‌ها برای کنترل میزان نور در فضاهای بسته.
 - در مکانیابی فضاهای آموزشی به جهت تابش و چیدمان فضاها طبق آن و همچنین ابعاد مناسب بازشوها توجه شود.
 - با استفاده از نور می‌توان فضاهایی که ساختاری یکنواخت دارند را از لحاظ بصری تعدیل نمود. مانند راهروها و مسیرهای ارتباطی طولانی.

۳-۳ راه کارهای ایجاد شرایط صوتی مناسب در محیط آموزشی

- در مکانیابی فضاهای آموزشی به همجواری‌های خارج از محیط مدرسه باید توجه شود و از هرگونه همجواری با محیط‌های پر سر و صدا و خیابان‌های پرتردد اجتناب شود.
 - در چیدمان فضاهای مربوط به محیط‌های آموزشی به مسئله نیاز به تمرکز و آرامش و تحرک و جنب و جوش در هر فضایی دقت شود و با استفاده از عرصه بندی صحیح فضاهای می‌توان از تأثیر منفی فضاها بر یکدیگر جلوگیری نمود.
 - با استفاده از مصالح جاذب صوت می‌توان شرایط صوتی مطلوب را در ساختمان ایجاد نمود.
 - انتخاب سیستم تهویه مناسب جهت کاهش صداهای تولید شده توسط دستگاه‌های تهویه مطبوع. همچنین با استفاده از دستگاه‌های تهویه مطبوع و عدم نیاز به باز نمودن پنجره‌ها برای تهویه هوا می‌توان از ورود سر و صدای خارج از محیط به فضاها جلوگیری نمود.
 - استفاده از فضاهای سبز و درختان می‌تواند در کنترل صدای وارد شده از همجواری‌های اطراف به مدرسه و همچنین از نفوذ صوت مزاحم از محیط مدرسه به ساختمان اطراف (مانند ساختمان‌های مسکونی) جلوگیری نماید.

۳-۴ راه کارهای ایجاد شرایط تهویه مناسب در محیط آموزشی

- جایگذاری مناسب محل درب‌ها و پنجره در زمان طراحی پلان‌ها.
 - جهت‌گیری ساختمان بر اساس وزش بادهای مؤثر بر اقلیم منطقه.
 - استفاده از دستگاه‌های تهویه مطبوع متناسب با حجم و عملکرد فضا و همچنین تعداد افراد استفاده کننده از فضا.
 - استفاده از فضاهای سبز در اطراف ساختمان.

۳-۵ راه کارهای ایجاد فضاهای سبز مناسب در محیط آموزشی

- از فضاهای سبز به عنوان کلاس‌های یادگیری در محیط باز استفاده شود و با مشارکت دانش‌آموزان آنها را ترغیب به ساخت و محافظت از اینگونه فضاها نمود.
 - در استفاده از پوشش‌های گیاهی و درختان توجه به اقلیم و مکان قرارگیری آنها در محوطه مدرسه الزامی می‌باشد.
 - توسط زمین‌های بازی با پوشش گیاهی می‌توان علاوه بر افزایش سرانه فضای سبز در مدارس با ایجاد فضاهایی شاداب باعث تحرک و پویایی در محیط مدرسه شد.
 - با ایجاد فضاهایی جهت استراحت در میان فضاهای سبز می‌توان دانش‌آموزان را از عوامل مخربی همچون استرس و خستگی روحی و جسمی دور نگه داشت.
 - فضاهای سبز و ترکیب آنها با معماری می‌تواند چشم اندازهای مطلوبی را فراهم کند که با دیدهای مناسب از فضاهایی مانند کلاس‌های درس و کتابخانه‌ها و کارگاه‌ها در کاهش خستگی و کسالت کاربران محیط‌های آموزشی اثرگذار باشد.

۴- نتیجه گیری

شکوفایی استعدادهای دانش‌آموزان مستلزم ایجاد محیط‌های آموزشی است که بتوانند خواسته‌ها و نیازهای روحی و روانی آنها را دنبال کنند. محیط‌های آموزش به عنوان مکان‌هایی که فراگیران زمان زیادی را از زندگی روزمره خود را در آن صرف می‌کنند باید بتوانند احساس شوق و انگیزه تحصیل و حس تعلق خاطر به

مکان را در افراد ایجاد نمایند. در این میان طراحی با توجه به مؤلفه‌های محیطی تأثیرگذار بر کیفیت آموزش و یادگیری این امکان را ایجاد می‌نماید که محیط و شرایطی مطلوب جهت آموزش فراهم شود که کاربران در مکان‌های طراحی شده احساس آرامش و امنیت نمایند. با توجه به مطالعات صورت گرفته در مورد مهمترین عوامل محیطی تأثیرگذار بر یادگیری مطلوب و بررسی نمونه‌های موردی موجود می‌توان اینگونه بیان نمود که عواملی همچون انتخاب رنگ‌های مناسب با توجه به سن و جنسیت دانش‌آموزان و دریافت نور مطلوب (طبیعی و مصنوعی) در تمامی فضاهای آموزشی و فضاهای جانبی و همچنین فراهم نمودن آکوستیک مناسب و کاهش آلودگی‌های صوتی که باعث تمرکز و بازدهی بیشتر دانش‌آموزان و معلمان می‌شود و توسعه فضاهای سبز در محیط‌های آموزشی جهت کاهش خستگی و استرس، می‌توانند در بهبود و توسعه سطح سلامت روحی و جسمانی کاربران و همچنین ارتقا سطح کیفی تحصیلات دانش‌آموزان اثرگذار باشند.

منابع

- ۱- خسروچردی، ن، ۱۳۹۱، تاملی بر الفبای طراحی در فضاهای آموزشی، تهران، طحان.
- ۲- کامل نیا، ح، ۱۳۸۸، دستور زبان طراحی محیط‌های یادگیری، تهران، سبحان نور.
- ۳- مطلبی، ق، ۱۳۸۰، روان‌شناسی محیطی دانشی نو در خدمت معماری و طراحی شهری، هنرهای زیبا.
- ۴- لطف عطا، آ، ۱۳۸۷، تاثیر عوامل محیطی بر یادگیری و رفتار در محیط‌های آموزشی (ابتدایی) در شهر، فصلنامه مدیریت شهری، شماره ۲۱.
- ۵- سمیع آذر، ع، ۱۳۷۶، پویایی و خلاقیت در ساماندهی فضاهای آموزشی، مدرسه نو، شماره ۸.
- ۶- یوهانس ایتن، شروه، ع، ۱۳۸۸، هنر رنگ، تهران، یساولی.
- ۷- ترکمان، م، ساراج، ج، ۱۳۹۵، نقش معماری و عوامل کالبدی محیط آموزشی بر تسهیل یادگیری کودکان، ماهنامه شبک، سال دوم شماره ۱۱.
- ۸- خدادادی، آ، الگوی مناسب رنگ در فضاهای داخلی مدارس، سازمان توسعه و تجهیز مدارس.
- ۹- نوید ادهم، م، ۱۳۷۶، پیام مدرسه، سازمان پژوهش و برنامه ریزی آموزشی، مدرسه.
- ۱۰- سیل سپور، ع، ۱۳۹۴، جایگاه نور در زیبایی بصری معماری، اولین کنفرانس سالانه پژوهش‌های معماری، شهرسازی و مدیریت شهری، یزد.
- ۱۱- والتر کروونر، خوشنویس، ا، ۱۳۸۵، معماری برای کودکان، تهران، نشر گنج.
- ۱۲- محمدی، ع، ۱۳۹۷، بررسی و تحلیل تاثیر نور در معماری فضاهای آموزشی، معماری شناسی نشریه اختصاصی معماری و شهرسازی ایران.
- ۱۳- اکبری، ع، ۱۳۸۵، اندیشه‌های کاربردی نور در فضاهای آموزشی، مجله جلوه هنر، شماره ۲۶.
- ۱۴- محبیان، ف، توکلی، آ، ۱۳۹۷، ارزیابی سطح ترازهای صوتی و الگوی توزیع آن در مدارس مقطع ابتدایی- یک مطالعه موردی در شهر زنجان، مجله سلامت و محیط زیست، فصلنامه علمی پژوهشی انجمن علمی بهداشت محیط ایران، دوره سیزدهم شماره ۱.
- ۱۵- طاهباز، م، ۱۳۹۲، دانش اقلیمی، طراحی معماری، دانشگاه شهید بهشتی، تهران.
- ۱۶- گل محمدی، ر، ۱۳۸۹، مطالعه شاخص‌های آلودگی صدا و خصوصیات آکوستیکی بنای مدارس تهران، علوم و تکنولوژی، شماره ۲۰.
- ۱۷- خالصی، ع، ۱۳۷۶، تاثیر بهداشت محیط، ایمنی و عوامل فیزیکی فضاهای آموزشی در سلامت دانش‌آموزان، مدرسه نو، شماره ۹.
- ۱۸- معین پور، ح، ۱۳۸۵، تاثیر عوامل فیزیکی کلاس بر پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان، پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی.
- ۱۹- کسمایی، م، ۱۳۸۱، اقلیم و معماری، اصفهان، خاک.
- ۲۰- حیدری، م، علیزاده، ز، ۱۳۹۹، سطح آلودگی به ذرات معلق در هوای داخل و بیرون مدارس ابتدایی شهر بندرعباس، مجله طب پیشگیری، سال هفتم، شماره ۳.
- ۲۱- سیاوش حقیقی، ح، ۱۳۷۳، ویژگی‌های فیزیکی محیط کلاس‌های دروس نظری در مدارس شیراز، شورای تحقیقات استان فارس.
- ۲۲- کاتب، م، نقش فضای باز، طبیعت و منظر در ارتقا کیفیت آموزشی مدارس، ۱۳۹۵، نشریه معماری سبز.

23-Sara Manca, The Effect of School Design on Users' Responses: A Systematic Review (2008–2017), sustainability, 2020

24-Alexander S, Yeung, Teachers' self-concept and valuing of learning: relations with teaching approaches and beliefs about students, Asia-Pacific Journal of Teacher Education, 2014

25-Camgoz, C Yener and D Güvenç, Effects of Hue, Saturation and Brightness: Part 2: attention Color Research and Application

26-Engelbrecht, K. (2003) "The Impact of Color on Learning", Chicago, IL: Perkins & Will

27-Pile, j, Color in Interior Design, McGraw-Hill, 1997

28-M Read, A I Sugawara and J A Brandt, Impact of Space and Color in the Physical Environment on Pre-school Children's Cooperative Behavior, Environment and Behavior, 1997

29-Rosenstein, l, Effect of Colour of the Environment on Task Performance and Mood of Males and Females with High or Low Scores on the Scholastic Aptitude Test, Perceptual and Motor Skills, 1985

30-E Sundstrom, Work Environments: Offices and factories, in D Stockol and I Altman (eds), Handbook of Environmental Psychology, Wiley, 1987.

- 31-Bross,c and K Jackson, Effects of Room Colour on Mirror Tracing by Junior High School Girls, Perceptual and Motor skills,1981
- 32-Hathaway, W. (1987), “Light, Colour, and Air Quality: Important Elements of the Learning Environment?” Education Canada
- 33-Mahnke, Frank H. and Mahnke, Rudolf H.. Color, Environment and Human Response. John Wiley & Sons, Inc, New York, 1996.
- 34- G I Earthman, Prioritization of 31 Criteria for School Building Adequacy, Virginia Polytechnic Institute & State University Blacksburg, 2004
- 35-Green Schools, 2007,National Research Council, Learning. Washington, DC
- 36-Carl Hopkins & Robin Hall,2013, ACOUSTIC DESIGN OF SCHOOLS A DESIGN GUIDE
- 37-Hygge, S. 2003. Classroom experiments of the effects of different noise sources and sound levels on long term recall and recognition in children. Appl. Cogn. Psychol.
- 38-Junqua, J.C. 1996. The influence of acoustics on speech production: A noise-induced stress phenomenon known as the Lombard reflex. Speech Commun.
- 39-Mendell, M.J., and Heath, G.A. 2004. Do indoor pollutants and thermal conditions in schools influence student performance? A critical review of the literature. Indoor Air
- 40-Schwartz, J. 2004. Air pollution and children’s health. Pediatrics
- 41-Behrentz, E, 2005. Relative importance of school bus-related microenvironments to children’s pollutant exposure
- 42-Matsuoka, R.H., 2010. Student performance and high school landscapes: examining the links. Landsc. Urban Plan
- 43-Windhorst, E., Williams, A., 2015. “It’s like a different world ”: natural places, post-secondary students, and mental health.
- 44-Abraham, A., Sommerhalder, K., Abel, T., 2010. Landscape and well-being: a scoping study on the health-promoting impact of outdoor environments. Int. J. Public Health 55
- 45-www.archdaily.com