

SID



سرویس های ویژه



سرویس ترجمه تخصصی



کارگاه های آموزشی



بلاگ مرکز اطلاعات علمی



عضویت در خبرنامه



فیلم های آموزشی

کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی



کارگاه آنلاین آشنایی با پایگاه های اطلاعات علمی بین المللی و ترند های جستجو



مباحث پیشرفته یادگیری عمیق؛ شبکه های توجه گرافی (Graph Attention Networks)



کارگاه آنلاین مقاله نویسی IEEE و ISI ویژه فنی و مهندسی



بهرگیری از انرژی خورشید در جهت کاهش مصرف انرژی در ساختمان های آموزشی در اقلیم گرم و خشک

زهرا بابائی فر

دانشجوی کارشناسی ارشد، رشته معماری، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرمان، دانشکده هنر و معماری، گروه معماری، کرمان، ایران.

Babaeifar.zahra@gmail.com

منصور نیک پور

استادیار گروه معماری دانشگاه آزاد اسلامی واحد بم، دانشکده معماری، بم، ایران.

Mnik56@gmail.com

چکیده:

با توجه به محدودیت های جدی مطرح در مورد منابع انرژی و محیط زیست و با توجه به اینکه اکثر منابع انرژی فسیلی موجود در کره زمین رو به کاهش و در بعضی موارد رو به نابودی هستند، و استفاده بیش از حد از این منابع نیز موجب خسارات زیانبار زیست محیطی شده است، صرفه جویی در مصرف انرژی ساختمان ها به یکی از مهمترین مسائل مطرح در طراحی و ساخت ساختمان های جدید تبدیل شده است. انرژی خورشیدی به عنوان یکی از انرژی های پاک نیازهای حیاتی موجودات زنده را تامین می کند. در ایران با توجه به اطلاعات و آمارها امکان استفاده مطلوب از آن وجود دارد. ایران یکی از غنی ترین کشورهای جهان در زمینه انرژی های فسیلی شناخته شده و به موازات آن نیز یکی از مصرف کنندگان بی رویه انرژی با اتلاف بسیار زیاد می باشد. امروزه تغییر سبک ساخت و ساز از یک سو و رعایت نکردن اصول صحیح آن در سبک جدید از سوی دیگر موجب عدم تأمین آسایش ساختمان ها و به طبع مصرف روز افزون سوخت های فسیلی شده است. این امر علاوه بر کاهش ذخایر سوختی، موجب آلودگی هوا، افزایش گازهای گلخانه ای و بسیاری مشکلات دیگر شده است. در واقع هدف از استفاده از انرژی خورشیدی کاهش مصرف انرژی و حفظ محیط زیست و تحمیل آلودگی کمتر به محیط زیست است. در ایران بیش از یک سوم انرژی در ساختمان ها تلف می شود. مقدار زیادی از این انرژی در ساختمان های دولتی مصرف می شود که مؤسسات آموزشی بالاترین سطح را در ساختمان های دولتی به خود اختصاص داده اند. که در این مقاله کاربردهای انرژی خورشیدی را در کاهش مصرف انرژی در ساختمان های آموزشی بررسی می کنیم.

واژه های کلیدی: انرژی خورشیدی - فضاهای آموزشی - معماری پایدار - صرفه جویی انرژی



مقدمه:

طبق آمارهای منتشر شده بخش اعظم انرژی اولیه تولید شده در جهان در صنعت ساختمان و برای گرم کردن در زمستان و در تابستان برای سرمایش ساختمان مصرف می‌گردد. که در حقیقت به لحاظ عدم استفاده از مصالح مرغوب و یا عدم مطابقت ساختمان با شرایط اقلیمی و همچنین استفاده نکردن از سیستم های خورشیدی، مصرف انرژی در ساختمان های ایران بسیار بالاست تاجائی که در آینده ای نه چندان دور با مشکلات و معضلات کمبود انرژی و اعتبارات مربوط به آن روبرو خواهیم شد. (بحر پیما، ۲۰۱۰) مراکز آموزشی از مهمترین و گسترده ترین سازمان های اجتماعی است که مسئولیت انتخاب و انتقال ارزش ها همچندین آداب و رسوم را به نسل آینده عهده دار می باشد. مراکز آموزشی نه تنها به طور مستقیم در رشد و شکوفایی استعدادها و افزایش دانش و توانایی دانش آموزان و دانشجویان موثر است بلکه باعث افزایش میزان تولید سرانه ناخالص ملی در هر کشور می گردد (عماد زاده، ۱۳۷۳). امروزه با توجه به اینکه منابع انرژی تجدید ناپذیر رو اتمام است و تخریبی که ناشی از استفاده این منابع به محیط زیست وارد می شود، توجه کشورها به سوی استفاده از منابع تجدید پذیر و توسعه پایدار را بیش از پیش جلب می نماید. (صفری و دیگران، ۱۳۹۳) در این بین، نگرش به رویکردهای معماری سبز در فضاهای آموزشی جایگاه ویژه ای برخوردار است زیرا علاوه بر رعایت نکات اساسی ساختمان های سبز و صرفه جویی در مصرف انرژی، وجود چنین مدرسه هایی ابزار آموزشی، برای آموزش شیوه های پایدار به دانش آموزان و دانشجویان است. (صفری، ۱۳۹۰) عوامل مورد توجه در طراحی فضاهای آموزشی متوجه حوزه هایی بوده اند نظیر:

- ۱ - عوامل نمادی: که مربوط به مفاهیم ذهنی است که نسبت به یک مکان خاص در نظر است. مثلا فضاهای بزرگ با مبلمان گران قیمت، که نمادی از سلسله مراتب اجتماعی است و می تواند حاوی چنین پیام هایی باشد.
- ۲ - ابعاد سازمانی - اجتماعی: محدودیت حرکت به وسیله ی قوانین سازمانی در محیط های آموزشی و پرورشی تأکید می شود. این محدودیت ها موجب ضعف خود پنداره ی دانش آموزان می شود
- ۳ - عوامل فیزیکی - معماری: به تأثیر مسائلی مثل حرارت، برودت، نور، صدا و ... می پردازد.
- ۴ - عوامل روانشناختی - فردی: که تأثیر مسائلی مانند میزان هوش، رشد، شخصیت انگیزه ها و ... را مد نظر قرار می دهد. (کامل نیا، ۱۳۸۸)

در این تحقیق عوامل فیزیکی در طراحی معماری فضاها آموزشی و نحوه به کار گیری مناسب انرژی های تجدید پذیر در طراحی این ساختمان ها مورد تاکید و بررسی قرار گرفته شده است. مهمترین نکته در معماری جدید استفاده بیش از حد انرژی های غیر قابل تجدید (فسیلی) است که علت اصلی آن استفاده از مصالح نامناسب و حمل و نقل آنها و طراحی اشتباه بنا با استفاده از وسائل گرم کننده و خنک کننده با توجه به شرایط اقلیمی است. (شمس و دیگران، ۱۳۸۹) در ایران متاسفانه مقدار قابل توجهی از ساختمان های آموزشی به دلایل گوناگون آسیب دیده اند و با محیط حاکم بر روح و روان دانش آموزان باعث خستگی، بی نظمی و بی تمرکزگی دانش آموزان می شود، تحقق یافتن اهداف در برنامه های تربیتی و آموزشی با مشکل جدی روبرو است (نویسادهم، ۱۳۷۵) از این رو گروه معماری سیستم های آینده که در سال ۱۱۹۱ توسط جان کاپلیسکی و آماندالویت شکل گرفته است در طرح های خود عمدتا رویکردی فناورانه ولی معطوف به طبیعت را دنبال می کند، این گروه معتقد است که "کیفیت محیطی که فرد در آن آموزش می بیند یعنی عواملی چون فضا، رنگ، نور و صدا و میزان لذت فرد از آن فضا، بر کیفیت یادگیری موثر است" (مرتضوی، ۱۳۸۰)

عوامل مؤثر در کاهش هدر رفت انرژی در ساختمان

طراحی ساختمان متناسب با اقلیم هر منطقه

در تمام طول تاریخ معماری و ساختمان سازی، طراحان همواره در صدد پاسخگویی به شرایط آب و هوایی بوده اند. طراحی اقلیمی روشی است برای کاهش همه جانبه هزینه انرژی یک ساختمان. طراحی ساختمان اولین خط دفاعی در مقابل عوامل اقلیمی خارج بناست. در تمام آب و هواها، ساختمان هایی که بر طبق اصول طراحی اقلیمی ساخته شده اند، ضرورت گرمایش و سرمایش مکانیکی را به حداقل کاهش می دهند و در عوض از انرژی طبیعی موجود در اطراف ساختمان استفاده می کنند. مبالغی که در دراز مدت صرفه جویی می گردد موجب می شود که اجرای تکنیک های طراحی اقلیمی بهترین نوع سرمایه گذاری برای مالکین ساختمان ها باشد (قبادیان و دیگران، ۱۳۸۴) با توجه به شکل گیری و ترکیب معماری بومی مناطق مختلف ایران درمی یابیم که ویژگی های متفاوت هر یک از این اقلیم ها، تأثیر فراوانی در شکل گیری شهرها و ترکیب معماری مناطق داشته اند. بنابراین تعیین دقیق حوزه های اقلیمی در سطح کشور و دستیابی به مشخصات اقلیمی مناطق مختلف، در ارائه طرح های مناسب و هماهنگ با اقلیم هر منطقه اهمیت فراوانی دارد. میزان تفاوت و ترکیب عوامل اقلیمی که خود ناشی از تفاوت موقعیت جغرافیایی مناطق مختلف است حوزه های اقلیمی متفاوتی در ایران پدید آورده که هر یک ویژگی های خاصی دارد. لذا شناخت کافی از اقلیم و سوق دادن طراحی ساختمان جهت همسازی با اقلیم می تواند در ایجاد شرایط آسایش و بهینه کردن مصرف انرژی در ساختمان تأثیر بسزایی داشته باشد.

جهت گیری ساختمان

جهت گیری ساختمان به عواملی همچون وضعیت طبیعی زمین، میزان نیاز به فضاهای خصوصی، کنترل و کاهش صدا و نیز دو عامل باد و تابش آفتاب بستگی دارد. همچنین تلاش مهندسان معمار در طراحی پلانهای ساختمان به نحوی است که بتوانند بیشترین استفاده از نور خورشید را در خصوص شرایط گرمایی و غیره داشته باشند. همانگونه که فصول مختلف سال در نتیجه تغییر محور زمین نسبت به خورشید از یکدیگر متمایز هستند، از دید معماری نیز یک ساختمان تحت تأثیر انرژی تابیده شده به دیوارهای آن در ساعات مختلف قرار داشته و لذا بارهای حرارتی و برودتی آن تابعی از جهتگیری آن است. به عنوان مثال در عرض جغرافیایی ۴۰ درجه شمالی، در زمستان یک دیوار جنوبی سه برابر یک دیوار شرقی یا غربی انرژی خورشید را دریافت میکند. در صورتی که در تابستان مقدار کل انرژی تابیده شده به دیوارهای شمالی و جنوبی نصف انرژی تابیده شده به دیوارهای شرقی و غربی است. در عرضهای جغرافیایی کمتر حتی این اختلاف شدیدتر بوده و به همین دلیل جهت گیری ساختمان به خوبی می تواند تعیین کننده شرایط ناراحت کننده یا شرایط آسایش هوای داخلی باشد (کسمایی، ۱۳۹۲). در کلیه نظریه هایی که در مورد ارتباط جهت ساختمان و تابش ارایه گردیده، جهت جنوبی بهترین جهت برای ساختمان قلمداد شده است. البته این جهت بدون شک باعث حصول بیشترین انرژی خورشیدی در زمستان و کمترین آن در تابستان می گردد، لیکن در این نظریه تغییر دمای هوا در ساعات مختلف روز و همچنین نیاز به گرمای آفتاب در صبح و عدم نیاز به آن در عصر مورد توجه نبوده و در انتخاب جهت ساختمان دخالت داده نشده است. از آنجا که دمای هوا و تابش آفتاب توأم در شرایط گرمایی هوای داخل ساختمان تأثیر می گذارند، برای استفاده مطلوب از نور خورشید در ساختمان، باید تأثیر گرمایی نور خورشید مورد توجه قرار گرفته و تأثیر کلی از نظر تغییر دمای هوای داخل نسبت به منطقه آسایش در نظر گرفته شود. از طرف دیگر اهمیت تابش آفتاب به نوع اقلیم منطقه و فصول مختلف سال بستگی دارد. در شرایط اقلیم سرد استفاده از حداکثر انرژی خورشیدی مورد توجه بوده و لذا ساختمان باید در جهتی قرار گیرد که بیشترین تابش را دریافت کند. برعکس، در اقلیم گرم جهت ساختمان باید به نحوی باشد که شدت تابش آفتاب به دیوارهای آن به حداقل رسیده و نیز امکان نفوذ مستقیم اشعه خورشید به فضاهای داخلی وجود نداشته باشد (عظمتی و دیگران، ۱۳۹۲)



جدول (۱) نتایج فیلیکس ماربوتین در مورد جهت گیری ساختمان (کسمایی، ۱۳۹۲)

ردیف	نتایج
۱	برای ایجاد بهترین شرایط گرمایی در داخل ساختمان، گرم در زمستان و سرد در تابستان، لازم است نمای اصلی ساختمان به طرف جنوب قرار داده شود.
۲	نمای جنوب شرقی و جنوب غربی گرچه نظم بهتری از نظر دریافت تابش آفتاب دارد اما در تابستان گرم تر و در زمستان سردتر از نمای جنوبی می شود.
۳	دیوارهای شرقی و غربی در تابستان گرم تر و در زمستان سردتر از دیوارهای جنوبی، جنوب شرقی و جنوب غربی می شود.

حجم کلی و فرم کالبدی ساختمان

شکل و هندسه ساختمان میتواند تأثیر مهمی در هماهنگ نمودن ساختمان و اقلیم و همچنین در انتقال شرایط بحرانی هوای خارج به داخل ساختمان داشته باشد. برای پی بردن به تأثیر شرایط گرمایی (دمای هوا و شدت تابش خورشیدی) بر شکل و هندسه ساختمان های هر منطقه، باید اهمیت هریک از عوامل یاد شده مشخص شوند. فرم مناسب ساختمان از نظر دریافت تابش خورشیدی فرمی است که بیشترین میزان تابش دریافتی در فصل زمستان و کمترین را در فصل تابستان داشته باشد. در تعیین مناسب ترین شکل ساختمان باید به این نکته توجه نمود که بهترین شکل ساختمان، شکلی است که در زمستان کمترین مقدار حرارت را از دست بدهد و در تابستان نیز کمترین مقدار حرارت را از خورشید و محیط اطرافش کسب نماید. به نظر اولگی بهترین شکل ساختمان را باید با توجه به تأثیر دمای هوا و تابش آفتاب بر هوای داخلی ساختمان تعیین نمود. وی تأثیر این دو عامل را بر دمای سطح داخلی دیوارها از طریق محاسبه انتقال حرارت مشخص و نتیجه گیری نموده است که هنگامی که مقدار حرارت انتقال یافته از اضلاع یک ساختمان با اندازه اضلاع رابطه معکوس داشته باشد، شکل ساختمان ایده آل خواهد بود. به عبارت دیگر، در یک شکل ایده آل اضلاعی که بیشتر در معرض تأثیر تابش آفتاب و دمای هوا قرار دارند کوچکتر هستند. به طور کلی سردی هوا باعث فشردگی ساختمان و شدت زیاد تابش آفتاب باعث کشیدگی ساختمان در جهت محور شرقی غربی میگردد. (پیرو محمدی و دیگران، ۱۳۹۳)

استفاده از مصالح و فناوری های نوین ساختمانی در احداث ساختمان

از دیدگاه صرفه جویی در مصرف انرژی مصالحی در اولویت قرار دارند که علاوه بر ویژگی های فنی مورد نظر، در تهیه مواد اولیه، فرایند تولید، حمل و نقل، دوره ساخت، بهره برداری و تخریب ساختمان دارای کمترین میزان مصرف انرژی باشد. (تقی زاده قهی، ۱۳۸۳). ویژگی هایی که فناوری های نوین ساختمانی به دنبال آنها هستند و روز به روز مصالحی جدیدتر در راستای بهینه تر نمودن مصرف انرژی تولید می شود. استفاده از این نوع مصالح در اجرای ساختمان تأثیر قابل ملاحظه ای بر کاهش هدر رفت انرژی در آن خواهد گذاشت.

جدول (۲) برخی از مصالح و فناوری های نوین ساختمانی با مقاومت حرارتی مناسب (پیرو محمدی و دیگران، ۱۳۹۳)

ردیف	عنوان	موارد استفاده
۱	تخته های سیمانی با تراشه های چوب	دیوارهای داخلی و خارجی، نما، پوشش بام
۲	نمای مدولار پرسلان	نما، کف ساختمان، کف پله
۳	تخته های منیزیمی	دیوارهای داخلی و خارجی، سقف کاذب

عایق کاری سقف، کف و دیوار	صفحات عایق حرارتی XPS	۴
دیوارهای داخلی و خارجی	بلوک های چوب سیمانی	۵
دیوارهای داخلی و خارجی	پانل های دیواری الیاف بتن	۶
دیوارهای داخلی و خارجی	بلوک های ساخته شده از بتن CLC	۷
دیوارهای داخلی و خارجی	سوپر پانل	۸
دیوارهای داخلی و خارجی	پانل های دیواری مسلح با بتن سبک گازی AAC	۹

استفاده از مصالح هوشمند در ساختمان

مصالح هوشمند یک اصطلاح جدید برای مصالح و فرآورده هایی است که توانایی درک و پردازش رویدادهای محیطی را داشته و نسبت به آن واکنش مناسب نشان می دهند . به بیان دیگر این مصالح قابلیت تغییرپذیری داشته و قادرند شکل، فرم، رنگ و انرژی درونی خود را به طرز برگشت پذیر در پاسخ به تأثیرات فیزیکی و یا شیمیایی محیط اطراف تغییر دهند. (گرجی مهلبانی و دیگران، ۱۳۸۸). مصالح هوشمند را با توجه به ویژگی های آنها می توان به چند گروه تقسیم می شوند که در جدول شماره (۳) آمده است.

جدول (۳) طبقه بندی مصالح هوشمند (گرجی مهلبانی و دیگران، ۱۳۸۸)

نحوه عملکرد	طبقه بندی	نوع خاصیت مصالح	ردیف
این گروه از مصالح هوشمند که دارای قابلیت تغییر خواص درونی خود هستند در پاسخ به محرکات خارجی تغییراتی در شکل و ابعاد خود ایجاد می کنند که این تغییرات بستگی به نوع توزیع و آرایش ترکیبات تحریک پذیر درونی آنها دارد.	تغییر شکل دهنده	مصالح هوشمند دارای قابلیت تغییر خواص درونی	۱
این گروه از مصالح قادرند رنگ یا مشخصه های بصری خود را در پاسخ به یک یا چندین محرک خارجی به صورت برگشت پذیر تغییر دهند.	تغییر رنگ دهنده		
در این دسته از مصالح، مولکول ها قابلیت چیدمان مجدد دارند.	تغییر پیوند دهنده		
مصالح و فرآورده هایی هستند که مولکول های درون آنها با تأثیر انرژی هایی مثل روشنایی یا میدان الکتریکی، برانگیخته شده و از خود نور تولید می کنند .	ساطع کننده نور	مصالح هوشمند دارای قابلیت مبادله انرژی	۲
این گروه از مصالح در پاسخ به محرک الکتریسته تولید می کنند.	تولید کننده الکتریسته		
این مصالح و فرآورده ها قادرند انرژی را چه به صورت نمایان و چه نهانی در خود ذخیره نمایند، مثلاً به شکل نور، گرما، هیدروژن یا الکتریسته.	ذخیره کننده انرژی		
این مصالح دارای ترکیبات قابل بازگشت می باشند که می توانند مواد را در فرم مولکول و به شکل گاز، مایع یا جامد با فرایندهای مختلف فیزیکی یا شیمیایی، در خود محصور و یا اینکه آزاد کنند		مصالح هوشمند دارای قابلیت تغییر و مبادله مواد درونی	۳



پوسته خارجی ساختمان

به کلیه سطوح پیرامونی ساختمان اعم از دیوارها، سقف ها، کف ها، بازشوها، و سطوح نورگذر که از یک طرف با فضای خارج و از طرف دیگر با فضای کنترل شده داخل ساختمان در ارتباط هستند پوسته خارجی می گویند. پوسته ساختمان به عنوان واسطه اصلی بین فضای داخل و خارج، نقش قابل توجهی در تعدیل شرایط آب و هوایی و تامین آسایش ساکنین و در نتیجه کاهش بارهای سرمایشی و گرمایشی دارد و طراحی و اجرای پوسته های ساختمانی ای که بتوانند با رفتار حرارتی مناسب بالاترین میزان آسایش حرارتی را در فضای داخل بدون کمک تجهیزات مکانیکی تامین کنند، می تواند تا حدود زیادی سبب صرفه جویی در مصرف انرژی گردد (محمد، ۱۳۹۲). پوسته خارجی مهمترین بخش ساختمان در جهت کنترل و جلوگیری از اتلاف انرژی مصرفی می باشد.

استفاده از عایق های حرارتی در پوسته خارجی

عایقکاری مؤثرترین روش برای افزایش کارایی انرژی در ساختمان است. عایق ساختمان گرما را در زمستان حفظ می کند و در تابستان آن را به بیرون منتقل می کند تا راحتی و آسایش را ارتقا داده و انرژی را حفظ نماید. به کمک عایقکاری می توان یک خانه را در زمستان ۵ درجه گرمتر و در تابستان ۱۰ درجه خنک تر نگه داشت. به این ترتیب علاوه بر کاهش مصرف انرژی، باعث کاهش آلودگی محیط زیست و حفظ منابع انرژی می شود. عایق حرارتی قابل استفاده در ساختمان به عایقی اطلاق می شود که دارای ضریب هدایت حرارتی کمتر یا مساوی $\frac{W}{mk} \cdot 0.165$ (در شرایط حرارتی استاندارد) و مقاومت حرارتی مساوی یا بیشتر از $\frac{m^2 K}{W} \cdot 0.5$ (در شرایط حرارتی استاندارد) باشد (شجاع یامی، ۱۳۹۰). فاکتور مهم در انتخاب عایق ها، میزان مقاومت حرارتی آنها است. هر قدر این مقاومت بالاتر باشد، عایق حرارت را کمتر از خود عبور می دهد و صرفه جویی ای که به همراه دارد افزایش می یابد. عایق های گوناگون با مقاومت های حرارتی برابر، از نظر میزان صرفه جویی در انرژی همانند هستند و تنها اختلاف آنها در قیمت و محل کاربرد است. عایق کاری حرارتی می تواند از داخل، خارج و یا به صورت لایه ای در میان عناصر ساختمانی اجرا شود و یا مصالح تشکیل دهنده عنصر ساختمانی به تنهایی دارای ضریب حرارتی اندک بوده و مانند عایق حرارتی عمل نماید. (راهنما صرفه جویی انرژی، ۱۳۸۹) در عایقکاری ساختمان از خارج، دیوارهای ساختمان نیز در حین گرمایش ساختمان گرم می شود. دیوارهای گرم شده ساختمان، اینرسی حرارتی را در ساختمان افزایش می دهد و در زمانهایی که دمای هوای داخل ساختمان کاهش یابد، به محیط داخلی گرما می بخشد و موجب ثبات دمایی در داخل ساختمان می شود. در این روش که بیشتر مناسب ساختمان های با کاربری دائم و مسکونی می باشد، تغییرات دمای داخل، تاثیر کمتری از تغییرات دمای خارج ساختمان می پذیرد و آسایش حرارتی ساختمان افزایش می یابد در روش دوم، عایقکاری از سمت داخل ساختمان انجام می پذیرد و در حین گرمایش ساختمان، جداره های ساختمان گرم نمی شود و اینرسی حرارتی دیوارهای ساختمان بشدت کاهش می یابد. از اینرو شدت تغییرات دمای داخل ساختمان که اصطلاحاً با لختی اینرسی ساختمان شناخته می شود، به شدت افزایش می یابد، این نوع عایقکاری بیشتر برای ساختمان های اداری که دمای داخل ساختمان باید با سرعت به دمای مطلوب برسد، مناسب می باشد و بهتر است از ادوات و تجهیزات کنترل دما در داخل ساختمان استفاده شود، تا دمای یکنواخت محیط و آسایش حرارتی افراد تامین شود. عایقکاری جداره های خارجی ساختمان، می تواند ۳۵ تا ۵۵ درصد از اتلاف حرارت ناشی از سقف، کف و دیوارهای مجاور فضای آزاد را کاهش دهد. انتخاب روش مناسب عایقکاری ساختمان نیازمند توجه فنی اقتصادی می باشد و به عوامل مختلفی نظیر وضعیت پوسته ساختمان، هزینه عایقکاری، نمای خارجی ساختمان و ... بستگی دارد.



استفاده از رنگ مناسب از نظر جذب حرارت در پوسته خارجی

با توجه به اینکه توانایی جذب حرارتی رنگ های مختلف متفاوت است در انتخاب رنگ پوسته ساختمان می بایست دقت لازم صورت گیرد. انتخاب رنگ باید با توجه به اقلیم و نیاز حرارتی پوسته ساختمان صورت گیرد. در جدولشماره (۴) توانایی جذب حرارتی چند رنگ نشان داده شده است.

جدول (۴) توانایی جذب حرارتی چند نوع رنگ (شجاع یامی، ۱۳۹۰)

نوع رنگ	درصد جذب
رنگ سیاه	۹۲٪
رنگهای قهوه ای، سبز، قرمز	۷۳٪
رنگ زرد	۶۰٪
رنگ کرم روشن و سفید	۴۰٪
رنگ فلزی (متالیک سفید)	۵۲٪
رنگ فلزی (متالیک براق)	۴۰٪
فلز کاملاً براق	۵۲٪

استفاده از ظرفیت حرارتی عناصر ساختمان

برخی از اجزای ساختمان مانند کف، سقف و دیوارها که ظرفیت حرارتی بالایی دارند می توانند حرارت را در خود ذخیره کنند. این امر باعث می شود گرما یا سرمای موجود در فضا در این قسمت ها ذخیره گردد و در زمانهای نیاز به آن به محیط اطراف پس داده شود، که در نتیجه باعث کنترل نوسانات دما در فضای داخل ساختمان می گردد.

پنجره های مناسب جهت استفاده از نور طبیعی برای روشنایی ساختمان

نور روز به دلیل برخورداری از اشعه ماورای بنفش یکی از عوامل به وجود آورنده ریتم طبیعی در سیستم های بیولوژیکی بدن است. در طراحی ساختمان می بایست با استفاده از پنجره های مناسب از نور روز برای روشنایی ساختمان استفاده کرد. در یک دفتر کار، نزدیک به ۴۰ درصد انرژی الکتریکی مصرفی صرف روشنایی می شود. چنانچه بتوان به طریقی میزان استفاده از نور روز را در محیط بیشتر کرد، صرفه جویی قابل توجهی در مصرف انرژی و هزینه های عملیاتی در بخش روشنایی می توان به دنبال داشت به همین دلیل روشنایی طبیعی یکی از فاکتورهای مهم در طراحی ساختمان و کاهش هدر رفت انرژی در آن است.

تعویض هوا و میزان نشت هوا از درزها و بازشوهای پوسته خارجی

هوای بیرون که به داخل ساختمان منتقل می شود چه بصورت خواسته باشد (از طریق دستگاه های تهویه مطبوع جهت تعویض هوا) ویا بصورت ناخواسته (از طریق نفوذ از میان شکاف پنجره ها و درزها)، از دو جهت مهم است. اولاً هوای بیرون برای کاهش آلودگی های تولید شده در داخل ساختمان لازم است و ثانیاً انرژی لازم برای سرد یا گرم کردن این مقدار هوای بیرون، بخش قابل ملاحظه ای از بار دستگاه های سرمایشی ویا گرمایشی را تشکیل می دهد. لذا کنترل مقدار نفوذ هوا برای بهینه



سازی مصرف انرژی لازم است. همچنین اطلاع از میزان نشت هوا برای تعیین ظرفیت دستگاه‌ها در ماکزیمم ظرفیت گرمایی یا سرمایی لازم می‌باشد. معمولاً هوای لازم برای تهویه مطبوع و مناسب برای ساختمان‌هایی که از سیستم تهویه استفاده نمی‌کنند بصورت آزاد از میان پنجره‌ها و درب‌های باز وارد ساختمان می‌شود. در ساختمان‌هایی که از سیستم تهویه مطبوع استفاده می‌کنند هوای تازه بصورت کنترل شده توسط فن یا بلاور از طریق مجراهای پیش بینی شده وارد ساختمان می‌شود و فرض بر اینست که حداقل هوای تازه برای مقابله با آلودگی‌ها و بوی نامناسب و رطوبت ناشی از بازدم ساکنین تامین می‌شود.

یکی از پارامترهای مهم در انتخاب درب‌ها و پنجره‌ها، میزان نفوذ پذیری هوا در آنها می‌باشد. همچنین لازم است که درب‌ها و پنجره‌های ساخته شده قبل از نصب مورد آزمایش قرار گیرند و میزان هوا بندی آنها اندازه گیری شود. با توجه به میزان عبور هوا از آنها، هنگامی که اختلاف فشار معینی مورد نظر است، باید کلاس مورد نظر به آنها داده شود تا هم خریدار به راحتی بتواند درب و یا پنجره مورد نظر خود را با توجه به میزان عبور هوا از آنها انتخاب کند و هم مهندس محاسب تأسیسات بتواند بار حرارتی ناشی از نفوذ هوا را در نظر بگیرد.

استفاده از سایه طبیعی و مصنوعی برای جلوگیری از تابش مستقیم خورشید در فصل گرما

از آنجایی که زاویه تابش آفتاب در تابستان با زمستان متفاوت است سایبان را باید طوری طراحی کرد که در تابستان مانع نفوذ خورشید به ساختمان شود و در زمستان امکان استفاده حداکثری از نور خورشید را فراهم آورد. برای رسیدن به این هدف می‌توان از سایبان‌های مصنوعی، توپوگرافی زمین و پوشش گیاهی و درختان استفاده کرد.

جانمایی اصولی فضاهای داخلی و تقسیم بندی آن از نظر حرارتی

فضاهای داخلی به دو دسته فضاهای اصلی و فضاهای حائل تقسیم می‌شوند. فضاهای اصلی فضاهایی هستند که در اکثر اوقات شبانه روز استفاده شده و افراد در آن سکونت دارند. فضاهای حائل دارای افراد ساکن نبوده و به طور مستمر مورد استفاده قرار نمی‌گیرند. جانمایی فضاهای اصلی و فضاهای حائل باید به نحوی صورت گیرد که فضاهای حائل مابین فضاهای اصلی و جبهه نامطلوب ساختمان از نظر حرارتی قرار گیرند تا انتقال دما بین فضاهای اصلی و فضای خارج به حداقل برسد. فضاهای اصلی باید رو به جبهه‌های مطلوب ساختمان قرار گیرند. (شجاع یامی، ۱۳۹۰) همچنین از نظر نیاز حرارتی فضاهای داخلی منطقه بندی شده تا با صرف انرژی کمتر به آسایش حرارتی منطقه مورد نظر برسیم. جهت فراهم آوردن آسایش افراد می‌توان داخل ساختمان را به دو قسمت سرد و گرم تقسیم کرد. اگر بعضی از قسمت‌های ساختمان کمتر استفاده می‌شوند و یا مورد استفاده فصلی دارند، آن قسمت‌ها را می‌توان از نواحی گرم ساختمان جدا کرد و در نتیجه با صرف انرژی کمتری آسایش را فراهم نمود. حتی قسمت‌های مسکونی دائم هم احتیاج ندارند که همگی دارای یک درجه حرارت باشند. بعنوان مثال اتاق خواب می‌تواند در زمستان قدری سردتر از اتاق‌های دیگر باشد. استفاده از دیوارهایی که در مقابل انتقال حرارت مقاوم هستند، و درهایی که کاملاً درزگیری شده اند جهت مجزا کردن دو قسمت سرد و گرم ساختمان ضروری است.

استفاده از انرژی خورشیدی در ساختمان

انرژی خورشیدی جز پیوسته‌ای از زندگی روزانه در روی کره زمین است و بشر از طلوع عصر تکنولوژی سعی کرده است که توان این انرژی را برای اهداف مفید مهار نماید. ایران کشوری آفتابی است و از نظر مقدار دریافت انرژی تابشی خورشید از جمله بهترین کشورها به شمار می‌آید. با عنایت به محدودیت منابع فسیلی و آلودگی‌های ناشی از آنها و همچنین افزایش تقاضای انرژی، به کارگیری تمهیداتی جهت بهره برداری بهینه از منبع سرشار انرژی خورشیدی در کشورمان امری ضروری به نظر می‌رسد (حق پرست کاشانی و دیگران، ۱۳۸۸). ایران کشوری است با ۲۴۰ الی ۲۵۰ روز آفتابی در هر سال که تقریباً چهار پنجم از مساحت آن، دارای میانگین سالانه تابش خورشیدی در ۴/۵ تا ۵/۴ کیلو وات ساعت بر متر مربع می‌باشد؛ لذا



مجال گسترده ای برای استفاده از انرژی خورشیدی را در اختیار دارد. فناوری های انرژی خورشیدی، یک منبع انرژی پاک، تجدید پذیر و بومی را ارائه می دهند و اجزای ضروری توسعه پایدار هستند. انرژی خورشیدی علاوه بر اینکه از انواع انرژیهای پاک است، این مزیت را دارد که در تمام نقاط جهان بدون اتلاف در فرآیند انتقال به واحدهای مصرف کننده، در دسترس است (ثقفی و دیگران، ۱۳۸۹). در ساختمانها اصولاً دو روش دستیابی به گرمایش خورشیدی وجود دارد: فعال و غیرفعال (مارزیا، ۱۳۸۵)

سیستم های فعال خورشیدی

در سیستم های خورشیدی فعال، انرژی خورشیدی دریافت شده به سایر بخش های مجموعه و یا از یک محیط به محیط دیگر منتقل می شود. از عمده ترین روشهای فعال استفاده از انرژی خورشیدی که در ساختمان ها به کار می رود، استفاده از گردآورهای خورشیدی است. گردآور در سامانه حرارتی خورشیدی، دریافت تابش خورشید و تبدیل آن به انرژی حرارتی را به عهده دارد. گردآورهای خورشیدی با جذب نور خورشید، حرارت را به یک سیال منتقل نموده و درجه حرارت آن را تا حد دلخواه بالا می برند. سپس حرارت این سیال، برای تأمین آبگرم مصرفی، گرمایش، سرمایش و غیره به کار می رود (رئوفی را، ۱۳۸۵)

جدول (۵) معرفی برخی از سیستم های فعال خورشیدی (نگارنده)

ردیف	نام سیستم	نحوه عملکرد سیستم
۱	سیستم حرارتی خورشیدی	این سیستم بر پایه گردآورنده های حرارتی با دمای پایین عمل می نماید و از انرژی خورشیدی برای مصرف نهایی حرارتی استفاده می نماید
۲	سیستم حرارتی - برقی خورشیدی	در این سیستم گردآورهای حرارتی برای استفاده از منبع خورشیدی و عمدتاً برای تولید الکتریسیته از طریق یک چرخه ترمودینامیکی استفاده می کنند.
۳	سیستم فوتو ولتائی	این سیستم انرژی نوری را مستقیماً به انرژی الکتریکی تبدیل می کند.
۴	دودکش خورشیدی	مجموعه دایره ای هلیوستات ها را با یک ناحیه دایره ای زمین که پوشش شیشه ای دارد و برج گیرنده مرکزی را با یک دودکش که یک توربین بادی در آن قرار دارد جایگزین می نمایم. هوایی که در زیرشیشه بوسیله خورشیدگرم می شود توسط دودکش کشیده می شود و در اثر این جریان توربین، ژنراتور را به گردش وا می دارد.

سیستم های غیرفعال خورشیدی

سیستم غیر فعال خورشیدی به سیستم هایی اطلاق می گردد که انرژی خورشیدی را بدون استفاده از تجهیزات انرژی بر نظیر پنکه، پمپ یا کنترل کننده، جمع آوری و ذخیره می کند تا در زمان مناسب مورد استفاده قرار گیرد (نوربرت، ۱۳۸۵). ساختار سیستم های خورشیدی غیر فعال به گونه ای است که در آن ها ساختمان و قسمت های مختلف آن مانده پنجره ها، دیوارها، بام و غیره به گونه ای طراحی می شوند که حداکثر انرژی تابشی خورشیدی قابل دریافت باشد.



جدول (۶) معرفی برخی از سیستم های غیر فعال خورشیدی (نگارنده)

ردیف	سیستم	نحوه عملکرد سیستم
۱	گلخانه	این سیستم در واقع یک کلکتور خورشیدی است که می تواند قسمتی از نیازهای حرارتی فضای مجاور خود را تأمین کند و به دیگر عملکردهای ساختمانی نیز پاسخگو باشد.
۲	دیوار سنگین	در این سیستم حرارت خورشید به طور مستقیم توسط دیواری که ظرفیت حرارتی بالایی دارد مثل یک (دیوار بتنی) ذخیره شده و در فضاهای داخلی پخش میشود
۳	دیوار آفتابی (ترومب)	این سیستم مشابه دیوار سنگین است اما دریچههایی در بالا و پایین دیوار ترومب تعبیه میشود تا گرمای ذخیره شده در دیواره از طریق جابه جایی هوا به فضاهای داخلی انتقال یابد.
۴	آتريوم	آتريوم یک فضای میانی مثل یک حیاط مرکزی در بنا است که دارای سقف شفاف و آفتابگیر است و بخشها و فضاهای مختلف ساختمان پیرامون فضای آتريوم شکل میگيرد.
۵	بام حوضچه ای	بام حوضچه‌ای به این ترتیب ساخته میشود که بر روی سقفی از جنس ورق فولادی یا سقفی بتنی با ضخامت کم کیسههایی محتوی آب قرار داده میشوند. طرز کار بام حوضچه‌ای به این صورت است که تابش خورشید بر سطح کیسهها باعث افزایش دمای آب درون آنها میشود. چون کیسهها در مجاورت فولاد یا بتن سقف قرار دارند بنابراین از طریق هدایت سطح سقف را گرم میکنند. این گرما از طریق تشعش و هدایت به هوای اتاق منتقل میشود

تعریف فضای آموزشی

فضای آموزشی، ابتدا باید از لحاظ فیزیکی مطلوب باشد. فضاهای با کیفیت فیزیکی مطلوب، به فضاهایی اطلاق می شود که در طراحی آنها، استاندارد شاخص هایی از قبیل هوای سالم، دمای مناسب، رطوبت کافی، نور، صوت، دید و منظر مناسب، کارایی انرژی، دسترسی ها و ارتباطات رعایت شده باشد. (بابائی فر، ۱۳۹۵) برخی صاحب نظران، فضای آموزشی را محیطی فیزیکی مانند کلاس درس، آزمایشگاه یا محیط خودآموز تلقی می کنند که در آن برخی فرایندهای یادگیری رخ می دهد (Tessmer & Harris, 1992) دیگران آن رادر قالب محیط نرم افزاری خاص آموزش تعریف می کنند (Papert, 1980)

خصوصیات فضاهای آموزشی

خصوصیت اصلی محیط های فیزیکی، عناصر متغیری مانند نور، رنگ، سختی و نرمی سطوح است. بیشتر تجارب اصولی به مزایای یک محیط آموزشی نرم تر تاکید دارند. بعضی تحقیقات نشان میدهد که دانش آموزان کلاس با پنجره را ترجیح می دهند. در صورتی که معلمان احساس می کنند که اتاق های بدون پنجره انعطاف پذیرتر می باشند. آنها دریافتند که دخترها نسبت به پسرها، سازماندهی پیچیده اشکال، رنگ و عناصر محیطی را ترجیح می دهند. (بابائی فر، ۱۳۹۵)

بهره‌گیری از نور خورشید در فضاهای آموزشی

نور روز یا نور طبیعی یکی از انواع انرژی است که از خورشید تامین می شود و روشنایی زمین و نیازهای حیاتی موجودات زنده را تامین می کند. استفاده از نور روز در معماری همواره یکی از نکات مورد توجه در طراحی بوده، ولی با رواج استفاده از برق به عنوان منبع روشنایی داخلی، بهره گیری از نور طبیعی در ساختمان به حاشیه رانده شده است. نور خورشید همیشه برای



ایجاد روشنایی طبیعی در ساختمان لازم است ولی از آنجا که این نور در نهایت به حرارت تبدیل می شود، میزان تابش مورد نیاز برای هر ساختمان باید با توجه به نوع آن و شرایط اقلیمی محل آن تعیین شود (کسمائی، ۱۳۸۹).

برای بهره‌گیری مناسب از نور طبیعی روز و مزایای آن در طراحی مدارس باید شش اصل را مدنظر داشت:
(Blumenthal, 1998)

۱. کنترل نفوذ و ورود اشعه مستقیم خورشید

۲. فراهم کردن روشنایی ملایم و یکنواخت

۳. جلوگیری از ایجاد خیرگی

۴. کنترل نورروز

۵. هماهنگ سازی این سیستم با سیستم روشنایی الکتریکی

۶. طرح ریزی دقیق پلان و نقشه فضاها داخلی

نتیجه گیری:

آموزش مفاهیم زیست محیطی و ترویج هدفهای توسعه پایدار در ابعاد اجتماعی، اقتصادی و زیست محیطی یکی از ضرورت‌ها و اهداف راهبردی آموزش و عالی کشور محسوب می شود قابلیت های محیط نقش اصلی را در ادراک و رفتار دارند . چنانچه قابلیت های مرتبط با توسعه پایدار در محیط و منظر ساختمان های آموزشی پیش بینی شوند ، این قابلیت ها می توانند بر آگاهی و رفتار دانش آموزان و دانشجویان تأثیر گذار باشند . ساختمان های آموزشی که خود همساز با طبیعت باشد می تواند بهترین شیوه برای یادگیری در حفظ محیط زیست و سعی در کاهش مصرف انرژی باشد. در زیر به اصول طراحی پایدار و راهبردهای پیشنهادی جهت به کارگیری این اصول در طراحی مراکز آموزشی پرداخته شده است.

با توجه به نتایج حاصل از این پژوهش می توان راهکارهایی زیر را به طور کلی در جهت بهبود طراحی مراکز آموزشی با رویکرد معماری پایدار پیشنهاد کرد:

- استفاده از کلیه امکانات طبیعی در جهت کاهش مصرف سوخت و بهینه کردن آن در مراکز آموزشی.

- در نظر گرفتن نوع جنس مصالح بکار رفته با توجه به اقلیم و نوع کاربری آموزشی

- طراحی معماری و طراحی داخلی بنا با آگاهی از مسائل روانشناسی محیط آموزش با حضور طبیعت در فضا

- استفاده از نور طبیعی در کلاس ها از طریق جداره ها و سقف

- ایجاد بام ها و دیوارهای سبز

- استفاده از گیاهان در کنار دیوارهای خارجی ساختمان

- طراحی در جهت مناسب و ایجاد جریان هوا در بنا به منظور کاهش استفاده از وسایل مکانیکی

- ضخامت استاندارد جداره ها

- در نظر گرفتن نوع جنس مصالح بکار رفته با توجه به اقلیم و نوع کاربری آموزشی



منابع:

- ۱- بحریما، عبدالحمید، (۲۰۱۰). "انرژی خورشیدی و ساختمان سازی"، مجموعه مقالات چهارمین کنگره بین المللی جغرافیادانان جهان اسلام.
- ۲- بابائی فرز، (۱۳۹۵). بهره‌گیری از نور روز در ساختمان مدارس و تاثیر آن بر دانش آموزان، کنفرانس بین المللی مهندسی و شهرسازی، تهران، ایران.
- ۳- بابائی فرز، (۱۳۹۵). استفاده از نور روز در مدارس اقلیم گرم و خشک کرمان، دومین کنگره علوم زمین و توسعه شهری.
- ۴- پیرمحمدی، م. و، فرزانه منش، م. (۱۳۹۳). بررسی عوامل مؤثر در طراحی و ساخت ساختمان در راستای کاهش هدر رفت انرژی، اولین کنفرانس سراسری توسعه محوری مهندسی عمران، معماری، برق و مکانیک ایران، گرگان.
- ۵- تقی زاده قهی، ع. (۱۳۸۵). استفاده از مواد گیاهی در صنعت ساختمان، مورد مطالعه نی، هنرهای زیبا، شماره ۱۷، تهران.
- ۶- ثقفی، م.، اسدی خلجی، م.، پوینده، ر. (۱۳۸۹). شیب گردآورهای خورشیدی و مقایسه با حالت نصب شده روی نمای جنوبی در تهران، هنرهای زیبا، شماره ۴۴، تهران، ۵۸.
- ۷- حق پرست کاشانی، آ.، صالح ایزدخواست، پ.، لاری، ح. (۱۳۸۸). تدوین اطلس جامع GIS انرژی خورشیدی ایران بر اساس مدل تابش سنجی NRI، مجموعه مقالات بیست و چهارمین کنفرانس بین المللی برق، ۱.
- ۸- رئوفی راد، م. (۱۳۸۵). طراحی سیستم های خورشیدی ساختمان در ایران، چاپ اول، فدک ایستاتیس، تهران، ص ۲۳.
- ۹- راهنمای صرفه جویی در مصرف انرژی، (۱۳۸۹). عایق کاری حرارتی پوسته خارجی ساختمان ها، دفتر ترویج مقررات ملی ساختمان، چاپ نهم، نشر توسعه ایران، ۲۷.
- ۱۰- شجاع یامی، م. (۱۳۹۰). جزئیات معماری عایق کاری حرارتی ساختمان، مرکز آموزش مهندسیین خانه عمران شریف، مشهد، ۷۱، ۱۶۷.
- ۱۱- شمس، م.، خداکرمی، م. (۱۳۸۹). بررسی معماری سنتی همساز با اقلیم سرد مطالعه موردی: شهر سنج، ۳.
- ۱۲- صفری، ز. و، ملک محمودی، ر. (۱۳۱۰). مدرسه سبز، رویکردی پایدار در طراحی مراکز آموزشی، دومین همایش معماری پایدار، همدان، آموزشکده فنی و حرفه ای سما همدان.
- ۱۳- صفری، ز. و، نصیرسلامی، م. (۱۳۹۳). بررسی کاربردهای انرژی خورشیدی در جهت کاهش مصرف انرژی در ساختمان های آموزشی، اولین کنفرانس و نمایشگاه بین المللی انرژی خورشیدی.
- ۱۴- عظمتی، ع.، حسینی، ح. (۱۳۹۲). بررسی تأثیر جهت گیری ساختمان های آموزشی بر بارهای حرارتی و برودتی در اقلیم های مختلف، نشریه علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره پانزدهم، شماره ۲، ۱۴۹.
- ۱۵- عمادزاده، م. (۱۳۹۳). مباحثی از اقتصاد آموزش و پرورش، اصفهان: انتشارات جهاد دانشگاهی
- ۱۶- قبادیان، و، فیض مهدوی، م. (۱۳۸۴). طراحی اقلیمی (اصول نظری و اجرایی کاربرد انرژی در ساختمان)، چاپ هفتم، دانشگاه تهران، تهران، ۴.
- ۱۷- کسمایی، م. (۱۳۹۲). اقلیم و معماری، نشر خاک، اصفهان، ۱۲۵.
- ۱۸- کاملنیا، ح. (۱۳۸۸). "دستور زبان طراحی محیط های یادگیری"، تهران، انتشارات سبحان نور
- ۱۸- گرجی مهلبانی، ی.، حاج ابوطالبی، ا. (۱۳۸۸). مصالح هوشمند و نقش آن در معماری، مسکن و محیط روستا، دوره ۲۸، شماره ۱۲۷.



- ۱۹- مازریا، ا. (۱۳۸۵). معماری خورشیدی غیرفعال، ترجمه بیژن آقازاده، چاپ اول، پیک ادبیات، تهران، ۴۳.
- ۲۰- مظفری ترشیزی، ح. (۱۳۸۲). روشهای عایق کردن حرارتی مسکن، هنرهای زیبا، شماره ۱۴، تهران، ۲.
- ۲۱- محمد، ش. (۱۳۸۵). مطالعه رفتار حرارتی مصالح رایج در ساخت دیوار، مطالعه موردی: ساختمان های مسکونی شهر تهران، هنرهای زیبا، دوره ۱۸، شماره ۱، تهران، ۷۰.
- ۲۲- مرتضوی، شهرناز، (۱۳۸۰). روانشناسی محیط و کاربرد آن، چاپ اول، تهران، انتشارات دانشگاه شهید بهشتی
- ۲۳- نویدادهم، مهدی، (۱۳۹۵). "پیام مدرسه، تهران، انتشارات مدرسه
- ۲۴- نربرت، ل. (۱۳۸۵). گرمایش، سرمایش، روشنایی، رویکردهای طراحی برای معماران، ترجمه محمد علی کی نژاد و رحمان آذری، دانشگاه هنر اسلامی تبریز، تبریز، ۱۶۲.
25. Blumenthal, R.G., (1998). New York Schools Consider Installing Full Spectrum Lights to Help Students, The Wall Street Journal Technology and Health Section,
26. Tessmer, M. & Harris, D. (1992). Analyzing the instructional setting, London: Knogan Page10
27. Papert, S. (1980). Mindstorms: Children, Computers, and powerful ideas, New Yourk: Basic Books.

SID



سرویس های ویژه



سرویس ترجمه تخصصی



کارگاه های آموزشی



بلاگ مرکز اطلاعات علمی



عضویت در خبرنامه



فیلم های آموزشی

کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی



کارگاه آنلاین آشنایی با پایگاه های اطلاعات علمی بین المللی و ترند های جستجو



مباحث پیشرفته یادگیری عمیق؛ شبکه های توجه گرافی (Graph Attention Networks)



کارگاه آنلاین مقاله نویسی IEEE و ISI ویژه فنی و مهندسی