

جایگاه آموزش پایداری در معماری و ساختمان

سید محمد جعفر خاتمی

استادیار دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه شهید بهشتی

محمد حسن فلاح

عضو هیئت علمی دانشکده هنر و معماری، دانشگاه شیراز

کلید واژگان: آموزش معماری، معماری پایدار، ساخت‌وساز پایدار، ملاحظات زیست محیطی، فناوری ساختمان، شیوه‌های نوین

چکیده

تحولات و پیشرفت‌های چند دهه اخیر در توسعه علوم موجب رشد سریع جمعیت جهان شده است و پیامدهای ناخوشایندی نیز برای محیط زیست داشته است. فعالیت‌های مربوط به ساخت‌وساز چهل درصد از منابع و انرژی جوامع را مصرف می‌کند و به همین نسبت نیز در آلودگی‌های زیست محیطی سهیم است. با توجه به اهداف معماری پایدار، با شناخت آثار مخرب این صنعت، می‌توان در هدایت پیشرفت‌های این عرصه و انطباق آنها با ظرفیت‌های طبیعی تلاش کرد. در این میان نقش معماران انکارناپذیر است. در این راستا دانشگاه‌های معتبر دنیا با توجه به ماهیت فعالیت‌های خود وارد عمل شده و دوره‌های تحصیلات تکمیلی این تخصص را راه انداخته‌اند. مجموع این دستاوردها را می‌توان در قالب نظام‌های ارزیابی پایداری در عرصه آموزش و پژوهش و ساخت‌وساز به کار بست.

مقدمه

فناوری‌ها و پیشرفت‌های نوین در اغلب تخصص‌ها، از جمله در طراحی و ساخت، اوضاع مناسبی برای دستیابی به مصالح ساختمانی نوین مهیا کرده است. بر اساس آمار موسسه نگاه جهان، در پنج دهه گذشته، جمعیت جهان بیش از دو برابر و تولید اقتصادی حدود شش برابر شده است.^۱ این رشد بی‌سابقه شکل زمین و ساختار و ترکیب جو را دستخوش تغییرات قابل توجهی کرده است. متخصصان این افزایش جمعیت و رشد اقتصادی را عامل اصلی به وجود آمدن مشکلاتی مانند آلودگی آب و هوا و انباشت پسماندها و تخریب جنگل‌ها و به وجود آمدن سیلاب‌ها و وزش بادهای فرسایش خاک و انقراض گونه‌های جانوری به ویژه گونه‌های دریایی و از بین رفتن بخشی از لایه ازن می‌دانند. این مشکلات بقای انسان و هزاران گونه از جانوران دیگر را با تهدیدهای جدی مواجه کرده است.

۱. فرهاد احمدی، طرح پژوهشی آموزش معماری پایدار.

افزایش سالانه ۹۱ میلیون نفر بر جمعیت زمین عامل تسریع تباهی روزافزون محیط زیست و فزونی مشکلات زیست محیطی است. در واقع برای تأمین نیازهای روز افزون این جمعیت ساخت‌وسازها گسترش می‌یابد. افزایش ساخت‌وسازها نیاز به فناوری‌هایی دارد و این فناوری‌ها عامل اساسی افزایش مصرف سوخت‌های فسیلی آلوده‌کننده محیط زیست و سایر منابع طبیعی است. متخصصان بخش ساختمان با موضوعات محیطی مهم و فوری‌ای مواجه‌اند که بی‌توجهی به آنها میزان تولید ضایعات و مصرف انرژی و منابع را هر روز بیشتر می‌کند. نگرانی‌های مطرح شده تلاش‌های زیادی را برای توسعه پایدار برانگیخته است. در طراحی و ساخت هم می‌توان به اهداف معماری پایدار و ساخت‌وساز پایدار اندیشید و برای تأمین هر چه مطلوب‌تر محیط زندگی برای نسل حاضر، بدون کاستن از توانایی‌های طبیعت برای تأمین محیط زندگی مناسب برای نسل‌های آینده، تلاش کرد. لذا اساس تلاش متخصصان بخش ساختمان برای ابداع و به کارگیری مصالح ساختمانی و روش‌های طراحی و تولید و اجراست بر اساس حفظ محیط زیست در قالب توسعه پایدار و معماری پایدار.

۱. ضرورت‌های طرح مسئله

۱-۱. محیط زیست و توسعه پایدار

در اغلب جوامع، پوشش‌های گیاهی راه، برای مهیا کردن محل زندگی، تخریب و از زیستگاه‌ها برای تأمین نیازهای مکانی خود استفاده می‌کنند. لذا فعالیت‌هایی چون طراحی و تولید مصالح ساختمانی و ساخت‌وساز و بهره‌برداری از بنا و تخریب آن سبب آلودگی‌هایی در هوا و آب و خاک می‌شود. مطالعات نشان داده اینها عامل بحران‌های محیطی گوناگونی مانند جاری شدن سیلاب‌ها و فرسایش خاک و طوفان‌ها و از بین رفتن جنگل‌ها و فقر و تنگدستی است.

۱-۲. توسعه پایدار و وجوه مختلف آن

گسترش توجه به پایداری در دهه ۱۹۷۰ را نتیجه رشد آگاهی جوامع نسبت به مسائل جهانی محیط زیست و توسعه اعلام کرده‌اند. این توجه تحت تأثیر عواملی چون نهضت‌های زیست محیطی دهه شصت و انتشار کتاب‌هایی

پرسش‌های تحقیق

چرا برای رسیدن به اهداف پایداری باید از ابزار آموزش و پژوهش استفاده کرد؟

چه موضوعات آموزشی و پژوهشی‌ای میتواند در دستیابی به اهداف پایداری مفید باشد؟

چه رابطه‌ای بین تحولات بخش طراحی و شیوه‌های ساخت‌وساز و اهداف معماری پایدار وجود دارد؟

تولیدی، باید فعالیت‌های این صنعت را با دیدگاه‌های توسعه پایدار بازنگری کرد. بازنگری در فعالیت‌های این صنعت با دیدگاه‌های توسعه پایدار در این دو عرصه خواهد بود:

- برنامه‌ریزی برای استفاده مناسب از امکانات (زمین و مصالح و انرژی و نیروی انسانی و ...)
- مهار مزاحمت‌ها و آلودگی‌ها (صدا و بو و آلودگی‌های محیطی و ...)

توجه به توسعه پایدار در بخش طراحی و اجرای ساختمان چنین نتایجی در پی خواهد داشت:

- استفاده بهینه از منابع طبیعی شناخته شده
- شناسایی منابع جدید طبیعت
- ماندگاری ساختمان‌ها (افزایش عمر مفید بنا)
- تلاش برای استفاده مجدد از مصالح ساختمانی و بازیافت مواد به کار رفته
- استفاده مناسب از انواع انرژی‌ها در تولید مصالح ساختمانی و ساخت و نگهداری بنا
- مسئولیت مراکز آموزشی و پژوهشی به ویژه در رشته‌های برنامه‌ریزی و طراحی محیط و ساختمان در این عرصه بسیار سنگین است. با مسئولیت‌پذیری دست‌اندرکاران بخش طراحی و ساخت و رشته‌های وابسته می‌توان به این اهداف دست یافت:
- افزایش طول عمر مفید ساختمان‌ها
- جلوگیری از به کارگیری مصالح ساختمانی مسموم‌کننده
- به حداقل رساندن استفاده از منابع طبیعی
- مصرف بهینه انرژی در مراحل ساخت و بهره‌برداری
- به حداقل رساندن تولید نخاله ساختمانی
- تلاش برای استفاده از مواد بازیافت شده و استفاده مجدد از مصالح ساختمانی
- احترام به محیط و به‌کارگیری پتانسیل‌های موجود در طبیعت
- به حداقل رساندن تولید گاز دی‌اکسید کربن

۲. همان.

۳. همان.

مانند محدودیت‌های رشد بوده است.^۲ برگزاری اولین کنفرانس سازمان ملل درباره محیط زیست و توسعه پایدار در سال ۱۹۷۲ در استکهلم و به دنبال آن انتشار کتب و مقالاتی درباره پایداری سبب شد ادبیات پایداری قوت و قدرت زیادی به دست آورد. موضوع پایداری در تمام زمینه‌های تخصصی و غیر تخصصی یکی از موضوع‌های مهم روز شده و در دستور کار اغلب مدیران جهان قرار گرفته است.

در سال ۱۹۸۷، سازمان ملل موضوع پایداری را در قالب گزارشی با نام «آینده مشترکمان» مطرح کرد. در این گزارش، گسترش و ترویج فعالیت‌هایی که نیازهای امروزی بشر را تأمین کند بی آنکه قابلیت‌ها و توانایی‌های طبیعت را برای نسل‌های آینده با مشکل مواجه کند، «توسعه پایدار» نامیده شده است.^۳ شیوه‌های مختلف رسیدن به توسعه پایدار و آثار جهانی و منطقه‌ای آن متأثر از عوامل مختلفی است. توجه نکردن به پایداری در دهه‌های اخیر سبب شده محیط زیست یا ادامه حیات موجودات زنده در زمین به خطر افتد. عدم توجه به ملاحظات زیست محیطی موجب بروز چنین مشکلاتی است:

- افزایش دمای هوای کره زمین
- از بین رفتن بخشی از لایه ازن
- ذوب شدن یخ‌ها و بالا آمدن آب دریاها و تغییرات در شکل کره زمین
- آلودگی هوای شهرها
- اگر تحولات دهه‌های اخیر با دیدگاه‌های توسعه پایدار صورت می‌گرفت، محیط زیست کمتر تخریب می‌شد و حتی رسیدن به محیط زندگی مطلوب‌تر ممکن بود.

۲. توسعه پایدار در طراحی و ساخت

بسیاری از مردم جهان، چه مستقیم و چه غیر مستقیم، با فعالیت‌های ساخت‌وساز درگیرند. با توجه به گستردگی و تنوع فعالیت‌های ساختمانی و مصرف ۴۰ درصد از منابع و انرژی

۱ کم کردن مصرف انرژی حداقل تا ۳۰ درصد در ۲۰۲۵ نسبت به سال ۲۰۰۰

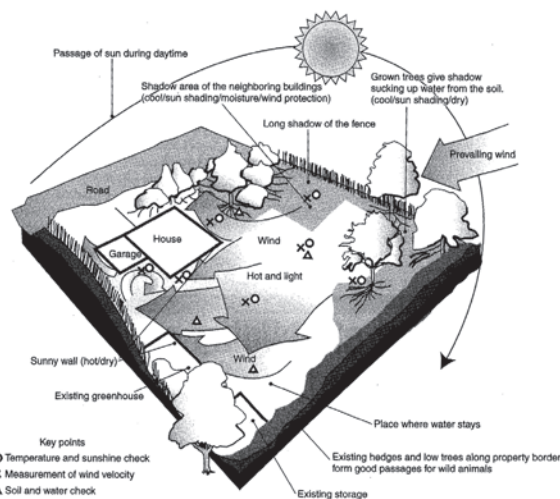
۲ منع استفاده از همه مواد شیمیایی که در دستور العمل‌های دولتی مخرب شناخته شده است در سال ۲۰۰۸

۳ جمع آوری اطلاعات برای استفاده متخصصان و شناسایی مصالح و ساخت‌وسازهایی که برای سلامت و محیط زیست مخرب‌اند تا سال ۲۰۰۵

۴ تأیید سلامت و تطابق با محیط زیست همه ساختمان‌های جدید و ۳۰ درصد ساختمان‌های موجود در ۲۰۰۸

۵ گرم کردن بنا و تأمین آب گرم مورد نیاز بدون استفاده از سوخت نفتی بعد از سال ۲۰۲۵ و تأمین نیمی از انرژی از منابع تجدیدپذیر در سال ۲۰۱۵

۶ تولید ۲۵ درصد نخاله ساختمانی در سال ۲۰۱۰ نسبت به سال ۱۹۹۴ و تولید ۱۰ درصد نخاله ساختمانی در سال ۲۰۲۵



ت.۱. (راست) معرفی عوامل طبیعی مؤثر در طراحی و ساخت بنا برای دستیابی به پایداری. مأخذ *Enhancing Hong Kong's Built Environment*

ت.۲. (چپ) جدول برخی اهداف توسعه پایدار در عرصه ساختمان

جدول «ت۲» نمونه‌ای از اهداف کلان توسعه پایدار در طراحی و ساخت محیط و ساختمان‌هاست که برای مهار آثار محیطی این فعالیت‌ها تا سال ۲۰۲۵ در برخی از کشورهای پیشرو به اجرا گذاشته شده است.

۲-۱. معماری پایدار

تفکر و نگرش پایداری در طراحی معماری تلاشی برای سازگار کردن طرح معماری با محیط زیست است. به تعبیر دیگر، معماری پایدار استفاده از ابزار طراحی و شیوه‌های ساخت‌وساز و ایجاد رابطه مناسب بین محیط و بناست که تأثیرات منفی ساخت‌وساز را در محیط زیست به حداقل برساند و با پاسخگویی به نیازهای اجتماعی و روحی و روانی افراد سبب رسیدن به اهداف توسعه پایدار شود.

تأکید بر معماری پایدار در واقع تعریف پایه و مبنای در انتخاب بهترین گزینه‌هاست به منظور حفظ محیط زیست. بررسی موضوع با این دیدگاه سبب می‌شود ساخت‌وسازهایی مورد توجه قرار گیرد که اثر منفی کمتری بر محیط زیست دارد.

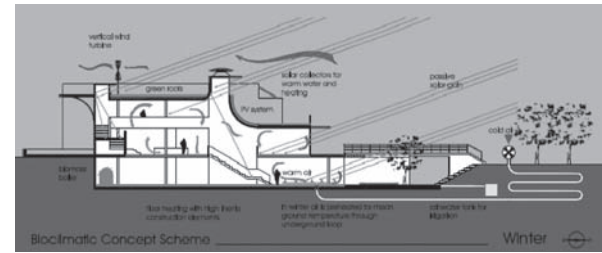
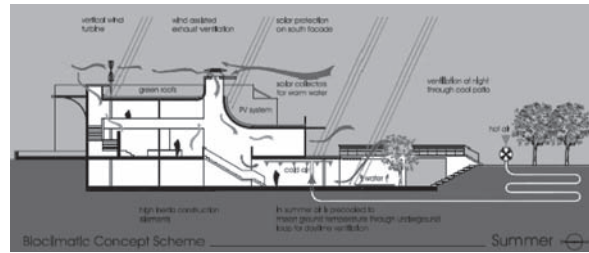
4. T. Williamason, "Understanding Sustainable Architecture".
5. Tempa

تحقیق و مطالعه درباره روش‌های طراحی ساختمان و عرضه پیشنهادها مناسب برای ایجاد و نگهداری محیط شهری با کیفیت خوب، در دستیابی به اهداف معماری پایدار مؤثر است.^۴ یکی از مهم‌ترین این اهداف به حداقل رساندن مصرف انرژی در تولید مصالح ساختمانی و مصرف آن در طول عمر مفید ساختمان است. طراحی مناسب و استفاده بجا از جداره‌ها و پنجره‌ها و استقرار مناسب بنا در بستر آن در دستیابی به اهداف پایداری اثر دارد. در این عرصه، طراحی بناها براساس اوضاع اقلیمی و استفاده از ظرفیت‌های طبیعت بسیار مهم است.

جدول «ت۵» نمونه‌ای از اهداف کشورها را در معماری پایدار برای مهار مصرف انرژی در هر مترمربع از بنا (کیلووات ساعت بر متر مربع) برای سال‌های آتی نشان می‌دهد.

۲-۲. ساخت‌وساز پایدار

ساخت‌وساز پایدار برای اولین بار در سال ۱۹۹۴ در کنفرانس بین‌المللی تمپا^۵ در ایالات متحده مطرح شد که برای تدوین اسلوب ساخت‌وساز سالم در محیط بر پایه کارآمدی منابع و



تیپ	خانه‌های کوچک	منزل آپارتمانی		ساختمان‌های اداری و غیره	
سال	۲۰۰۵	۲۰۰۵	۲۰۲۵	۲۰۰۵	۲۰۲۵
ساختن‌های جدید	۶۰	۶۰	۴۰	۴۰	۳۰
برقی	۳۵	۳۵	۳۰	۸۰	۴۰
متوسط ساختمان‌های موجود	۱۲۵	۱۲۵	۱۱۰	۱۱۰	۹۰
برقی	۳۵	۳۵	۲۰	۹۰	۶۰

و کیفیت ساخت‌وساز را بالا برد و اثر مخرب ساخت‌وساز را بر محیط پیرامون بنا به حداقل برساند. بر این اساس موارد قابل ارزیابی و بررسی را در ساختمان‌های پایدار به این شرح معرفی می‌کنند:

- ارزیابی اقتصادی فناوری‌ها در طراحی و ساخت
- شناسایی فناوری‌های مناسب
- ارزیابی فناوری‌ها در طراحی و ساخت
- سلامتی، راحتی، مصرف بهینه انرژی، بهینه‌سازی در حمل‌ونقل، مصرف بهینه آب، مصالح ساختمانی مناسب برای محیط زیست، استفاده مناسب از زمین، رعایت ملاحظات زیست محیطی زمین و غیره.^۶

۲-۳. معرفی نمونه‌های طراحی و ساخت پایدار و دستاوردها

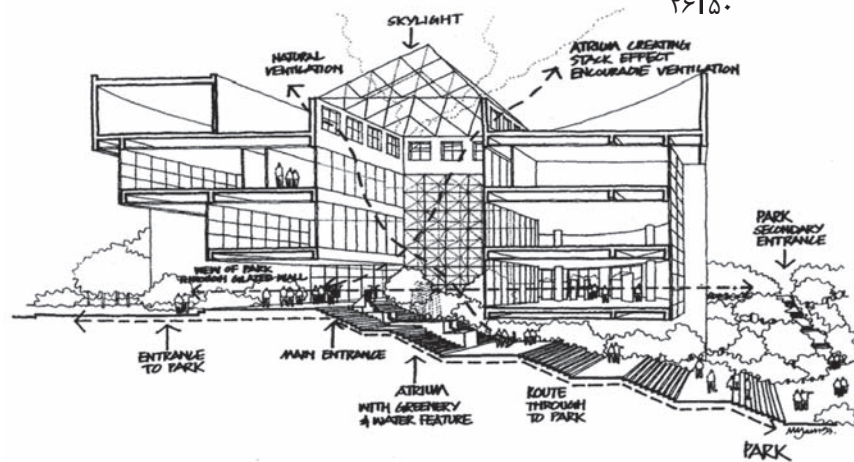
با استفاده از شیوه‌های طراحی معماری پایدار و به کارگیری فناوری‌های نو در ساخت‌وساز می‌توان به پایداری در بخش طراحی و اجرای ساختمان دست یافت. بسیاری از پیشرفت‌ها و

اصول بوم‌شناختی برگزار شده بود. در این کنفرانس سه پیشنهاد اساسی برای ساخت‌وساز پایدار مطرح شد:

- پایداری در اقتصاد که کارآمدی بیشتری در استفاده از منابع را سبب شود
- پایداری در محیط برای جلوگیری از تخریب محیط زیست
- پایداری اجتماعی برای پاسخگویی به نیازهای استفاده‌کنندگان
- در مرحله نخست برای متخصصان امر چنین پرسش‌هایی درباره ساخت‌وساز پایدار مطرح شده بود:
- پایداری در ساخت‌وساز محیط و ساختمان شامل چه مقولاتی است؟

- چرا پایداری در ساخت‌وساز مورد توجه قرار گرفته است؟
- چگونه می‌توان پایداری را ارزیابی کرد؟
- ساخت‌وساز پایدار شامل طیف گسترده‌ای از موضوعاتی است همچون مصرف بهینه انرژی در مراحل مختلف (طراحی، ساخت‌وساز، بهره‌برداری، تخریب بنا) و به کارگیری مصالح ساختمانی‌ای که کمترین آسیب را بر محیط زیست وارد کند

۶ محمد حسن فلاح، «صنعت ساختمان و توسعه پایدار» و Institute For Building Environment And Energy Conservation (AIJ). Architecture For A Sustainable Future



و ساخت و نگهداری و تخریب بناها، نمونه‌هایی را در مناطق گوناگون با کاربری‌های متفاوت معرفی می‌کنیم.

۲-۳-۱. بانک ان‌ام‌بی^۷

در بانک ان‌ام‌بی در هلند، طراح توانسته با توجه به عوامل پایداری در ساخت‌وساز با استفاده از ظرفیت‌های موجود و قراردادن ساختمان‌ها در جهات مناسب به پایداری دست یابد.

تمهیدات در طراحی و ساخت	نوع و میزان تأثیر در عملکرد بنا
۱ طراحی محیط بنا	حرف اول را می‌زند
۲ مصرف انرژی در طول ساخت	۲۶ درصد کمتر مصرف شده است
۳ میزان به کارگیری فولاد بازیافت شده	۹۰ درصد از فولاد بازیافت شده استفاده شده است
۴ میزان مصرف عناصر قابل بازیافت در ساخت بنا	۸۰ درصد از عناصر قابل بازیافت استفاده شده است
۵ استفاده از نور طبیعی	در طراحی بنا سعی شده این بنا از بیشترین نور طبیعی بهره‌مند شود
۶ کاهش در ساطع کردن دی‌اکسیدکربن	۱۰۷۰ تن در سال دی‌اکسیدکربن کمتر ساطع می‌شود
۷ میزان تصفیه آب	نسبت به طرح‌های دیگر پیشگام است

فناوری‌های روز در بخش طراحی و ساخت با هدف دستیابی به پایداری و بالابردن کیفیت فضاهای معماری حاصل شده است. تفکر و اندیشه معماری پایدار عاملی برای هدفدار کردن طراحی معماری و تلاشی است در رسیدن به بهترین راه‌حل‌های طراحی و ساخت در حال و آینده.

تلاش برای آموزش معماری پایدار می‌تواند دانشجویان معماری را با وظیفه سنگین‌شان، یعنی ارائه راه‌حل‌های معمارانه در ساخت‌وساز برای کم‌کردن مشکلات زیست محیطی، آشنا کند و با هدف قرار دادن عوامل پایداری در ساخت‌وساز، جایگاه این عوامل را در ایده‌پردازی روشن‌تر کند. اثر این تلاش‌ها را می‌توان به صورت کمی و قابل مقایسه بیان کرد. امروز در بعضی کشورها نظام‌های ارزیابی‌ای برای مقایسه ساختمان‌های پایدار و غیر پایدار وجود دارد. چون معیارهای ارزیابی نسبت به کاربری و مکان طراحی و شیوه ساخت‌وساز متغیر است، باید در مرحله نخست نظام‌های ارزیابی را بومی کرد تا به کارگیری آنها برای مناطق و پروژه‌های خاص ممکن شود. بر این اساس، برای آشنایی با شیوه‌های به کارگیری عوامل پایداری در طراحی

ت۶ (راست بالا) برشی از بنای طراحی شده برای دستیابی به اهداف پایداری. مأخذ: *Enhancing Hong Kong's Built Environment*
 ت۷. (وسط بالا) داخل بانک ان‌ام‌بی
 ت۸. (چپ بالا) برج هرست
 ت۹. (پایین) جدول تأثیر به کارگیری عوامل پایداری در برج هرست

7. NMB, Nederlandsche Middenstandsbank 7.
 NMB, Nederlandsche Middenstandsbank
 8. Leonard R Bachman, *Integrated Buildings The Systems Basis of Architecture.*



ت ۱۰. (چپ بالا) خانه زدسیکس
 ت ۱۱. (راست بالا) تأثیر به
 کارگیری عوامل پایداری در
 طراحی و ساخت ساختمان خانه
 زدسیکس
 ت ۱۲. (چپ پایین) ساختمان
 آموزشی سیدول فرندز میدل
 ت ۱۳. (راست پایین) تأثیر به
 کارگیری عوامل پایداری در
 طراحی و ساخت ساختمان
 آموزشی سیدول فرندز میدل

9. Hearst Tower

10. Z6

11. Sidwell friends Middle

تمهیدات در طراحی و ساخت	نوع و میزان تأثیر در عملکرد بنا
۱ طراحی محیط بنا	حرف اول را می‌زند
۲ مصرف انرژی در طول ساخت	۲۶ درصد کمتر مصرف شده است
۳ میزان به کارگیری فولاد بازیافت شده	۹۰ درصد از فولاد بازیافت شده استفاده کرده‌اند
۴ میزان مصرف عناصر قابل بازیافت در ساخت بنا ۸۰ درصد از عناصر قابل بازیافت استفاده کرده‌اند	
۵ استفاده از نور طبیعی	در طراحی بنا سعی شده این بنا از بیشترین نور طبیعی بهره‌مند شود
۶ کاهش در ساطع کردن دی‌اکسیدکربن	۱۰۷۰ تن در سال دی‌اکسیدکربن کمتر ساطع می‌شود
۷ میزان تصفیه آب	نسبت به طرح‌های دیگر پیشگام است

تمهیدات در طراحی و ساخت	نوع و میزان تأثیر در عملکرد بنا
۱ جهت‌گیری مناسب ساختمان	سبب شده این بنا بیشترین میزان انرژی خورشیدی را کسب کند
۲ سنسورهای حساس به نور طبیعی	سبب شده میزان مصرف انرژی کاهش یابد
۳ شومینه‌های خورشیدی، پنکه سقفی	سبب کاهش در استفاده از سیستم مکانیکی خنک کننده بنا شده است
۴ سامانه فتوولتیک	۵ درصد انرژی الکتریکی بنا را تأمین میکند
۵ پوشش خارجی بنا	از مصالح احیا شده استفاده شده است
۶ با پرداخت ۳۵ دلار در ماه به کارمندان و دانش‌پژوهان	سبب تقلیل در استفاده از اتومبیل به میزان ۸۰ درصد شده است
۷ استفاده از ۸۰ گونه گیاهان بومی منطقه	ایجاد تأمل بیشتر و احساس تعلق به مجموعه
۸ بام سبز	حرکت آب‌های باران را کند می‌کند و سبب ذخیره شدن آب‌هاست
۹ آب‌های طبیعی	در سرویس‌های بهداشتی و خنک‌کننده‌ها به کار گرفته میشود
۱۰ طراحی معماری	تلاش شده هوای داخل بنا بدون استفاده از وسایل مکانیکی قابل تحمل باشد
۱۱ جدا سازی زباله	برای جداسازی زباله‌های قابل بازیافت امکانات لازم فراهم گردیده است
۱۲ میزان مصرف انرژی	در مقایسه با ساختمان‌های مشابه ۶۰ درصد کمتر است

طراح با انتخاب مصالح ساختمانی مناسب کمترین آلودگی را به وجود آورده است. با استفاده از سیستم‌های گرمایشی خورشیدی غیرفعال و امکان استحصال گرما و آب مصرفی و استفاده از روشنایی روز و تهویه طبیعی، میزان مصرف مواد و انرژی را نیز به حداقل رسانده‌اند. در این بنا توانسته‌اند با سه تا پنج درصد خرج بیشتر، هزینه نگهداری بنا را ۷۰ درصد کاهش دهند و میزان مصرف انرژی را به یک‌دهم ساختمان مرکزی هلند و یک‌پنجم ساختمان‌های اطراف برسانند. با این تمهیدات همچنین توانسته‌اند کیفیت فضاها و کارایی پروژه را نیز ارتقا دهند.^۸

۲-۳-۲. برج هرست^۹

در برج هرست در نیویورک، طراح توانسته با به کارگیری عوامل پایداری در ساخت و ساز، ضمن استفاده از امکانات موجود، ارزش‌های معماری منطقه را حفظ کند و به نیازهای روز نیز پاسخ دهد. طراح ضمن تلفیق مناسب طرح خود با بنای قدیمی توانسته به این محسنات زیست محیطی نیز دست یابد: (ت ۹).

۳-۳-۲. خانه زدسیکس^{۱۰}

خانه زدسیکس بنایی دو طبقه در شهر سانتامونیکا در کانادا است. ساخت این بنا در سال ۲۰۰۶ به اتمام رسیده است. تأثیر به کارگیری عوامل پایداری در ساخت و ساز این بنا به این شرح است: (ت ۱۱).

۴-۳-۲. ساختمان آموزشی سیدول فرندز میدل^{۱۱}

این بنای سه طبقه با ۵۴ درصد ساخت و ساز جدید و ۴۶ درصد ساختمان بازسازی شده با مساحت ۶۷۱۰ مترمربع در شهر واشنگتن واقع شده است. کار ساخت در سپتامبر سال ۲۰۰۶ به اتمام رسیده است. این بنا را برای آموزش مسئولیت‌های محیطی به صورت زنده ساخته‌اند. نتایج ساخت و ساز با دیدگاه پایداری در این بنا چنین است: (ت ۱۳).

۳. ضرورت تبیین و توسعه تفکر پایداری از طریق آموزش و پژوهش در مراکز آموزشی و پژوهشی

۳-۱. آموزش و تربیت نیروی انسانی

مبحث پایداری تئوری و سبک یا جنبشی جدید نیست، بلکه نگاه مجددی است به شیوه زندگی و بازبینی نگاه انسان به جهان و آینده. این نگاه، پس از قرن‌ها تجربه‌اندوزی، شرط اساسی بقا شده است. لازمه حرکت به سوی آینده پایدار آن است که در نوع نگاه و ارزش‌ها و عملکرد فردی (نفوس جامعه) و جمعی (بدنه‌های قانونی و تصمیم‌گیری) جامعه تغییر اساسی حاصل شود. در این عرصه، نقش آموزش و به ویژه نظام آموزش عالی و دانشگاهی انکار ناپذیر است. زیرا نظام آموزش عالی تربیت بخش اعظم افرادی را بر عهده دارد که بدنه‌های تصمیم‌گیری و حرفه‌ای جامعه را شکل می‌دهند و از این طریق در القا و تسری مبانی اخلاقی و ارزشی جامعه و شکل‌گیری شالوده‌های فکری

۱۲. فرهاد احمدی، طرح پژوهشی آموزش معماری پایدار.

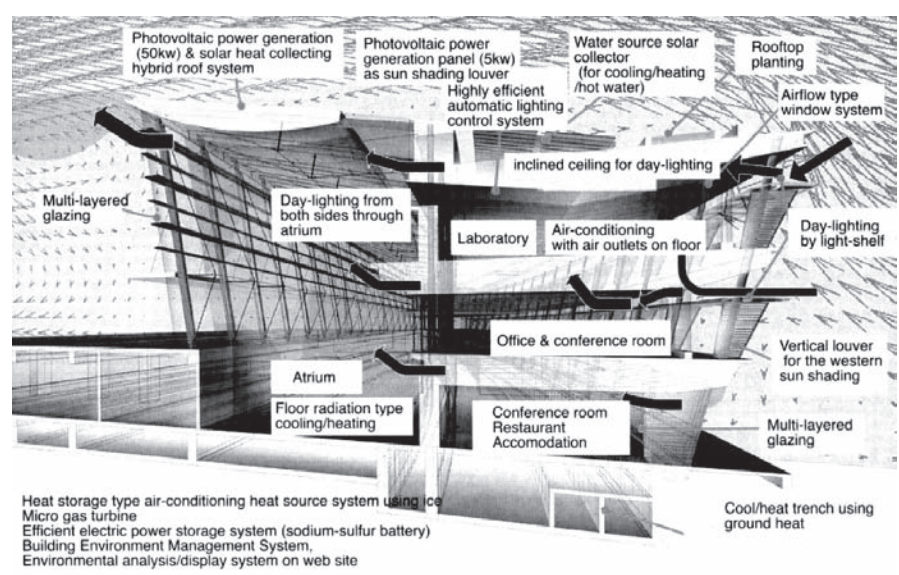
ت ۱۴. برش ساختمان طراحی شده با دید پایداری. مأخذ: Enhancing Hong Kong's Built Environment

افراد نقش اساسی دارند. این افراد در ایجاد و تسری حساسیت و آگاهی و دانش و مهارت‌های ضروری و تبیین و القای ارزش‌های پایداری برای نیل به آینده‌های پایدار هم نقش کلیدی خواهند داشت. امروزه به همین سبب، استقرار تفکر پایداری در نظام آموزش عالی، به‌ویژه در کشورهای پیشرفته و در حال توسعه، به شکل گسترده‌های مطرح شده است.^{۱۲}

معماری با طراحی و ساخت محیط سروکار دارد. هر تصمیمی در حیطه طراحی و ساخت در دراز مدت پیامدهای زیست محیطی مختلفی دارد. در این عرصه، باید تمام تلاش‌ها بر مبنای تفکر پایداری باشد. برای اینکه معمار بتواند نقش رهبری و هدایت‌گری خود را در تحقق ملاحظات زیست محیطی ایفا کند باید از طرفی تفکر و مبانی اخلاقی و ارزشی‌اش مبتنی بر پایداری شکل گرفته باشد و در واقع به درک مفهوم پایداری رسیده باشد و از طرف دیگر دانش و مهارت‌های طراحی و ساخت پایدار را داشته باشد. این عوامل نقش نظام آموزش معماری پایدار را در القا و تسری تفکر پایداری آشکار می‌کند.

۳-۲. آموزش پایداری در رشته تخصصی معماری

اهمیت و حساسیت خاصی در آموزش پایداری در رشته تخصصی معماری نسبت به دیگر تخصص‌ها وجود دارد. وظیفه سنگین معماران در طراحی عناصر اصلی شکل دهنده شهرها حساسیت خاصی نسبت به آموزش این قشر از متخصصان ساختمان به وجود آورده است. همان‌طور که آمد ۴۰ درصد مصرف سوخت هر کشور در بخش ساختمان و حدود ۳۰ درصد مصرف انرژی نیز در حمل‌ونقل است که بخشی از آن هم در فعالیت‌های ساختمانی است. پس هر تمهید مناسبی در این مسیر می‌تواند به پایداری و جلوگیری از آلودگی‌های زیست محیطی کمک کند. بعضی از این تمهیدات چنین است: به کارگیری سیستم‌های گرمایشی و سرمایشی با بهره‌وری بالا، مصرف بهینه انرژی



آموزش مسائل انرژی به صورت جدی در برنامه آموزش معماری وارد شد و در دهه ۱۹۹۰ موضوعات مرتبط با تفکر پایداری، فراتر از مسائل انرژی، در محتوای دروس آموزشی مدارس امریکا قرار گرفت. گویا درباره ضرورت و اهمیت آموزش پایداری در معماری اجماعی جهانی وجود دارد. امروزه در دانشگاه‌های معتبر سعی بر این است که تا حد امکان دانش تولید شده در این زمینه در حوزه تجربه و عمل به کار گرفته شود. از سویی، دیگر روش‌های نظارت در سطح بین‌المللی تا کنون در هدفمند کردن ساخت‌وسازها و توسعه شهرها و صنایع پیشرفت خوبی نداشته و شاید اگر طراحان و سازندگان متولی موضوع پایداری باشند نتایج بهتری حاصل شود.

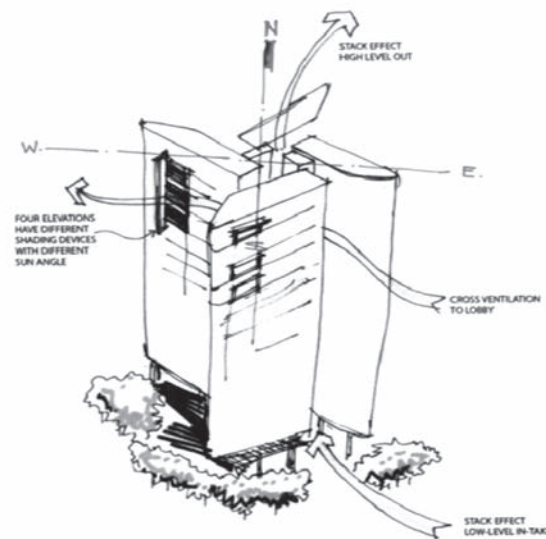
۳-۳. نقش اساسی معماران

در چند دهه اخیر حرفه معماری را به وجود آورنده رابطه بین انسان‌ها و محیط اطرافشان و خالق بناها معرفی کرده‌اند. اما تفکر و اندیشه معماری پایدار بر آن است که نباید معمار را یگانه خلق کننده بنا و محیط دانست؛ زیرا معمار مجری ساخت‌وساز است بر اساس درخواست سفارش دهندگان و دانش فنی روز و امکانات موجود در بخش ساختمان. لذا چنین شخصی وظیفه اتصال عمل و ماورای ماده را بر عهده دارد و با توجه به این وظیفه سنگین و نقش محوری باید به ابزارهای مهم و کارایی همچون آموزش و پژوهش مجهز شود. بر این اساس درباره تغییر دیدگاه‌ها در فعالیت‌های معماری و نیز شیوه‌های آموزش در رشته معماری پیش‌بینی‌هایی در کتاب معماری برای آینده‌ای پایدار به شرح زیر صورت گرفته:

در طول تاریخ، اصولاً بیشترین توجه در معماری بر اساس ظاهر و فرم گرای تعریف می‌شد (اغلب در معماری‌های شاخص و ماندگار) در صورتی که اگر این دیدگاه‌ها را در دوره معاصر بررسی کنیم به نوعی احساس می‌کنیم دیدگاه فوق تحت تأثیر شرایطی همچون امکانات و ابزارآلات تغییر یافته‌اند. در کتاب

در مراحل گوناگون طراحی و ساخت، تولید حداقل ضایعات ساختمانی در مراحل تولید و اتمام عمر مفید بنا، مصرف بهینه آب در مراحل مختلف ساخت‌وساز و نگهداری بناها، میزان تولید آب کثیف.^{۱۳}

بر این اساس از دهه ۱۹۹۰ تا کنون، نشست‌هایی در مقیاس‌های بین‌المللی و ملی در کشورهای پیشرفته تشکیل شده و بیانیه‌هایی هم منتشر شده است. در این نشست‌ها متخصصان بر آموزش معماری مبتنی بر تفکر پایداری تاکید کرده‌اند. در بیانیه جهانی نشست تالوریس، ۲۱۵ نفر از رؤسای دانشگاه‌ها و مراکز آموزش عالی از ۴۲ کشور جهان بر لزوم استقرار تفکر پایداری در نظام آموزش عالی و رشته‌های تخصصی تاکید کرده‌اند. در کنگره جهانی معماران در شیکاگو در ۱۹۹۳، بر ضرورت در نظر آوردن پایداری در آموزش معماری تاکید شده است. از دیگر کارها پروژه تحقیقاتی دانشکده معماری و برنامه‌ریزی شهری دانشگاه میشیگان در سال ۱۹۹۸ با همکاری مرکز ملی مبارزه با آلودگی است. در ایالات متحده از دهه ۱۹۷۰



۱۵. تصویری از طراحی معماری که براساس فرم بنا و ترکیب آنها جهت دستیابی به اهداف پایداری تهیه شده است، مأخذ: *Enhancing Hong Kong's Built Environment*

13. M.J. Khatami, "Education of Designing for Sustainable Architecture".

باید همهٔ مسائل و فعالیت‌های طراحی و ساخت را با دیدگاه‌های پایداری بررسی و بازنگری کرد. نتایج این بررسی‌ها را باید در چارچوب خاصی تعریف و ارائه کرد که قابلیت ارزیابی پیدا کند؛ به طوری که طراحان در به کارگیری و حتی در میزان توجه به این نوع مسائل در طراحی و ساخت معیاری در اختیار داشته باشند. برای دستیابی به این اهداف باید از ابزار آموزش و پژوهش در معماری پایدار و بسط و گسترش این دانش و انتقال و انتشار یافته‌های جدید خود در جامعه بهره‌مند شوند. به این منظور باید همهٔ تخصص‌های مرتبط با ساخت‌وساز را به مشارکت فراخواند. هدایت و هماهنگی این گروه بر عهدهٔ معماران است.

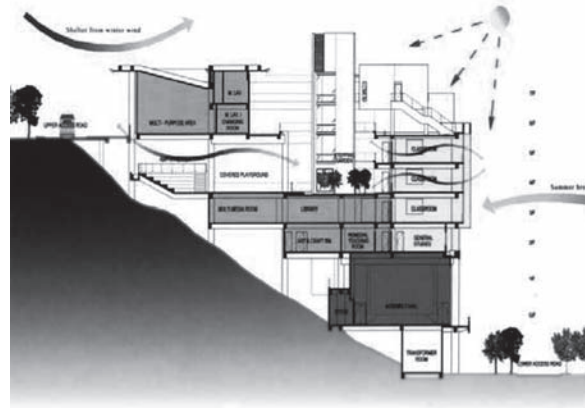
۳-۴. فناوری‌های نوین در طراحی و ساخت در معماری پایدار

همان‌طور که آمد فناوری‌های نوین در تخصص‌های گوناگون سبب گسترش ساخت‌وسازها و خلق معماری‌های جدید و روش‌های جدید زندگی و افزایش مصرف انرژی و منابع شده است. رویکرد علمی و اصولی به این پدیده‌ها سبب بهبود امنیت در جامعه و زندگی بهتر خواهد شد. همچنین می‌توان کاستی‌های گذشته و مشکلات زیست محیطی را رفع کرد. بر این اساس به کارگیری مواد و مصالح ساختمانی و شیوه‌های ساخت‌وسازی که با دیدگاه‌های پایداری شکل گرفته‌اند به این شرح مورد توجه بوده است:

۱. به کارگیری شیوه‌های طراحی مناسب برای به حداقل رساندن و افزایش کارآمدی مواد مصرفی.
۲. استفاده از مواد و مصالح ساختمانی که میزان مصرف انرژی در تولید و به کارگیری آنها به حداقل رسیده.
۳. استفاده از روش‌های اجرایی بهینه که موجب اتلاف کمتر مصالح ساختمانی گردد.
۴. تأکید بر مصرف مصالح ساختمانی که پس از گذراندن عمر مفید قابل باز یافت یا استفادهٔ مجدد باشد.

معماری برای آینده‌ای پایدار، برای متخصصین معمار مسئولیت سنگینی پیش‌بینی شده است. از معمار قرن بیست و یکم انتظار دارند از تمام تخصص‌ها (مهندسی سازه، مهندسی محیط زیست، زمین‌شناسی، مکانیک خاک، معماری منظر، تاریخ، برنامه‌ریزی شهری) بهره‌مند شده و همچنین از قابلیت‌های ترکیب دانش‌ها و تجربه‌ها استفاده کامل ببرند تا بتوانند طراحی و ساخت بنا را در ابعاد گوناگون مورد بررسی و ارزیابی قرار داده و در ادامه به مرحلهٔ اجرا برسانند. معمارانی که فعالیت‌های خود را در قالب هنر توجیه می‌کردند به نوعی با دیدگاه‌های جدید مواجه شده‌اند. معماری پایدار علوم جامع را همزمان با دیدگاه هنری را امری ضروری و یا آنها را مکمل هم می‌داند. پیش‌بینی شده اگر معماری روش و یا متد جدیدی خلق نماید صاحب روش و یا متد طراحی نشده است، زیرا آن روش و یا متد حداقل شدیداً تحت تأثیر شرایط خاص محلی و تکنیکی شکل گرفته است. همچنین تحول در IT و رسانه‌های گروهی در آینده (اواسط قرن) شدیداً روش‌های طراحی را تغییر خواهند داد.^{۱۴}

طراحان مسئول و تصمیم‌گیرنده در عرصهٔ معماری‌اند. حال این سؤال مطرح می‌شود که معمار چطور می‌تواند به حل مشکلات زیست محیطی کمک کند؟ برای جواب این سؤال



ت ۱۶. نمایش برش بنای طراحی شده بر اساس بستر طرح برای دستیابی به اهداف معماری پایدار، مأخذ: *Enhancing Hong Kong's Built Environment*

14. Institute for Building Environment And Energy Conservation (AIJ). *Architecture for a Sustainable Future.*

برای پاسخگویی به اوضاع اقلیمی که به کمک فناوری‌های نانو حاصل شده است، در رسیدن به اهداف مؤثر است. همچنین این فناوری‌ها علاوه بر جلوگیری از اتلاف انرژی در مراحل طراحی و ساخت، سبب استفاده بهینه از انرژی در مراحل بهره‌برداری از بنا می‌شود.

چون بخش ساختمان سرمایه‌های عظیمی را در بلند مدت به خود اختصاص می‌دهد، باید به موازات رشد تجارت و سرمایه‌گذاری با فنون روز دنیا نیز هماهنگ شود. البته باید گفت هزینه ساختمان فقط هزینه طراحی و ساخت آن نیست، بلکه هزینه نگهداری در دوران بهره‌برداری را نیز شامل می‌شود. مثلاً در فناوری‌های نوین، متخصصان توانسته‌اند تغییرات هوای داخل ساختمان را اندازه بگیرند و در مقابل آن واکنش‌های مناسب نشان دهند. با این کار توانسته‌اند مصرف انرژی را به حداقل برسانند. بر این اساس از طراحان ساختمان‌های آینده انتظار می‌رود با به کارگیری فناوری‌های نوین در ایجاد محیطی سالم و افزایش کیفیت ساخت بنا و افزایش امنیت در بنا و نیز مصرف بهینه انرژی تلاش کنند. این نوع بررسی‌ها و ارزیابی‌های فعالیت‌های ساختمانی (طراحی و ساخت و

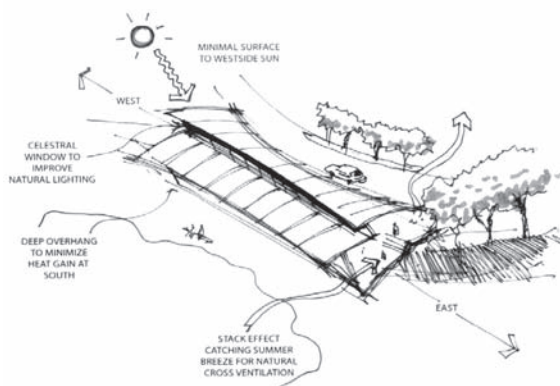
با در نظر گرفتن شرایط و راهکارهای فوق می‌توان به اهداف پایداری در طراحی و ساخت دست یافت. استفاده از تحولات و پیشرفت‌های جدید در علوم گوناگون نیازمند مطالعه و بررسی در مراکز آموزشی و پژوهشی است. بنا بر این آموزش و پژوهش در روش‌های نوین طراحی و تولید مصالح ساختمانی ضرورتی اجتناب‌ناپذیر است.

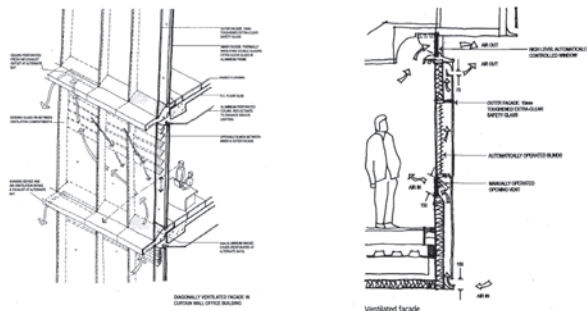
۳-۴-۱. ضرورت آموزش و پژوهش در فناوری‌های نوین ساختمانی

همان طور که آمد به کارگیری سیستم‌های نوین ساختمانی (تولید مصالح ساختمانی و روش‌های طراحی و ساخت نوین سازه‌های و غیر سازه‌های) عاملی در دستیابی به اهداف توسعه پایدار در بخش ساختمان و گسترش به کارگیری سیستم‌های ساختمانی مناسب و همچنین عامل تغییر در حیات شهرهاست. مثلاً برای شناسایی و استخراج مشخصات مواد و مصالح ساختمانی و روش‌های طراحی و ساخت در ژاپن، شورای علوم و تکنولوژی در توسعه کلان ژاپن پیشنهادهایی دارد. در قدم اول، این سازمان به کارگیری فولاد را در بخش ساختمان به دلیل ویژگی‌های مطلوب از بهترین مواد ساختمانی تشخیص داده است. بر اساس این مطالعه، آنچه فولاد را ماده ساختمانی پایداری می‌کند چنین است:

- سبکی و مقاومت بالا
- مناسب بودن برای پوشش فضاها با دهانه‌های زیاد
- امکان استفاده به صورت پیش ساخته و نیز امکان سوار کردن سریع ساختمان در کارگاه
- با توجه به این مشخصات، به کارگیری این نوع مواد و مصالح ساختمانی را برای دستیابی به اهداف توسعه پایدار در طراحی و ساخت توصیه می‌کنند. عوامل دیگری همچون امکان ارتقای بازده تاسیسات الکتریکی و مکانیکی ساختمان‌ها و افزایش مقاومت مصالح ساختمانی و سازگار کردن مصالح ساختمانی

ت۱۷. طرح اولیه بنا بر اساس دیدگاه‌های پایداری، مأخذ: Enhancing Hong Kong's Built Environment





بهره‌برداری و بازسازی و تخریب) برای ایجاد اوضاع مطلوب در سلامت، ایمنی و محیط‌زیست ضروری است.

۳-۵. ابزارها و معیارها و توصیه‌ها برای آموزش

پایداری

به کارگیری فناوری‌های نوین در صنعت ساختمان اغلب همراه با به کارگیری علوم محض و کاربردی است. برای به کارگیری موفق این علوم، باید کاربران و یا افرادی که با ساختمان سر و کار دارند، مانند مالکان و معماران و مهندسان و پیمانکاران و تولیدکنندگان مصالح ساختمانی و استفاده‌کنندگان، آنها را به خوبی درک کنند. از طرفی نمی‌توان از همه آنها انتظار داشت از این علوم آگاهی جامعی داشته باشند. بنا بر این واضح است که عوامل انسانی درگیر در صنعت ساختمان نیازمند هم‌فکری برای تطبیق فناوری‌های روز با مشکلات هستند.

هدف اصلی در معماری پایدار به وجود آوردن «سیستم بسته‌تر و یا کمتر باز» در ساختمان سازی است؛ یعنی ایجاد اوضاعی که بتوان با تزریق دوباره مواد و مصالح ساختمانی (از طریق بازیافت و یا استفاده مجدد) و به حداقل رساندن استفاده از مواد طبیعی و معدنی و تولید آسان برای رسیدن به رضایت مشتری گام‌هایی برداشت. در نتیجه طراحی و ساخت بنا با توجه به چرخه حیات مواد و ایجاد تعادل در نیازهای امروزی در مقابل نیازهای احتمالی و غیر مطمئن آینده خواهد بود.

مفاهیم پایداری در سطح تحصیلی کارشناسی ارشد معماری موضوعیت قابل توجهی پیدا می‌کند. دوره‌های فعال در این زمینه با تمرکز بر مدل‌های آموزشی و تئوری‌های خاصی شکل گرفته است. در این دوره‌ها انگیزه تحقیق پررنگ‌تر از کار آتلیه‌ای و تجربی و طراحی است. چنین رویکردی در آموزش تخصصی معماری پایدار بر مبنای این عقیده است که دانشجوی معماری و رشته‌های طراحی محیط برای تحصیل در مقطع تخصصی باید مهارت‌های طراحی و بیان معمارانه را

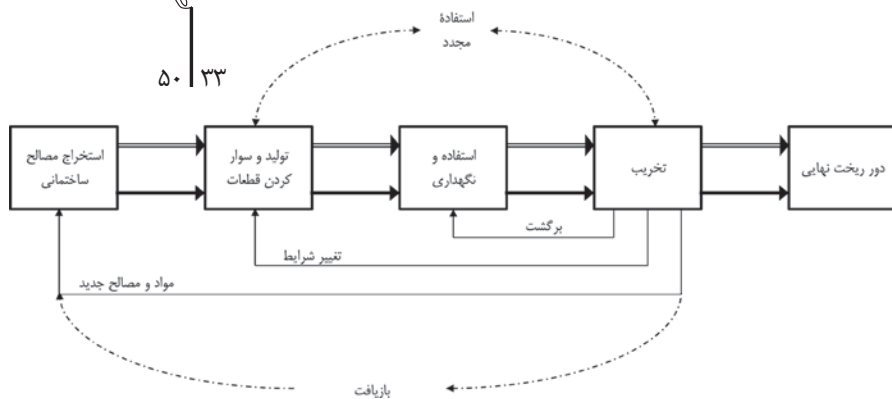
ت ۱۸. برشی نشان‌دهنده تمهیدات طراحی و ساخت نمای بنا برای دستیابی به اهداف پایداری، مأخذ: *Enhancing Hong Kong's Built Environment*

داشته باشد. آنچه باید در این سطح پرورش داد، نگرشی فراتر از نقش و جایگاه خود در نیل به جامعه پایدار است. از این رو تسلط به تفکر انتقادی و مهارت در تحلیل و ارزیابی و مدیریت در تصمیم و مهارت در تحقیق و پژوهش در مسائل محیطی با اشراف کامل به انتخاب مصالح ساختمانی مناسب و ساخت‌وساز مناسب در سطوح مختلف دوره‌های تخصصی مورد توجه است. در اغلب این دوره‌ها بر تلفیق کلاس‌های نظری و عملی، به ویژه به کارگیری مستقیم دانش کسب شده از دروس نظری در پروژه‌های عملی و آتلیه‌ای، تأکید شده است. بنا بر این سعی بر این است که دروس نظری و فن ساختمان، با تعریف پروژه‌های مشترک، با آتلیه طراحی ترکیب شود.

۳-۵-۱. ارزیابی چرخه حیات

ارزیابی چرخه حیات بنا در طراحی و ساخت میزان تأثیرات زیست محیطی ساخت‌وساز را مشخص می‌کند. مراحل گوناگون ارزیابی چرخه حیات مصالح ساختمانی طبق نمودار «ت ۱۹» است.

اثر زیست محیطی بناها بر اساس عملکرد بنا و کاربری آن و رابطه‌اش با عوامل طبیعی موجود در محیط قابل ارزیابی است. این نوع ارزیابی چرخه حیات اولین بار درباره تولیدات کارخانجات در دوران بهره‌برداری و نیز در مرحله دورریخت در



غرب اروپا و امریکای شمالی آغاز شد. اخیراً درج تأثیرات زیست محیطی محصولات بر روی آن اجباری شده است.

۲-۳-۵. شیوه‌های ارزیابی پایداری

ابعاد قابل ارزیابی طراحی و ساخت را می‌توان در هر منطقه تعیین کرد و آن را مبنای ارزیابی ساخت‌وسازهای جدید قرار داد. پس از تعیین این معیارها، می‌توان ابزارهایی برای سنجش میزان پایداری در اختیار طراحان قرار داد (مانند نرم‌افزارهای تعیین میزان مصرف انرژی در ساختمان). این ابزارها این امکان را فراهم می‌کنند تا طراحان اثر تصمیم خود را در محیط زیست ببینند و برای انتخاب مناسب‌ترین مصالح ساختمانی و روش اجرا از نتایج استفاده کنند. البته لازم به یادآوری است که معماران چندان علاقه‌ای به استفاده از این گونه ابزارها ندارند. زیرا دامنه تصمیم‌گیری آنها بیش از حد گسترده است و بیش از این به دنبال گسترش محدوده فعالیت خود نیستند و ترجیح می‌دهند برای این نوع فعالیت‌ها مشاورانی داشته باشند. البته می‌تواند این ابزارهای ارزیابی را به گونه‌ای ساخت که معماران بتوانند بدون وارد شدن به مباحث پیچیده فنی و تخصصی کارشان را ارزیابی کنند.

۴. نتیجه و پیشنهاد

تحولات و پیشرفت‌های سریع در تخصص‌های گوناگون در دهه‌های اخیر مشکلات زیست محیطی عدیده‌ای به بار آورده است. این سبب شده است که جوامع گوناگون نتوانند متناسب با ظرفیت‌های محیطی خود روش‌های مناسب زندگی را انتخاب کنند. این موضوع را نباید بلا یا مصیبتی دانست؛ چرا که هنوز می‌توان این فناوری‌ها را با ملاحظات محیط زیست هماهنگ کرد. این هماهنگ‌سازی‌ها در صورتی کارا خواهد بود که برنامه‌های هدف‌داری برای هدایت آن وجود داشته باشد. توسعه پایدار، به ویژه در معماری در قالب معماری پایدار، نگاه

جامعی به مسائل روز و آسیب‌های دهه‌های گذشته آغاز کرده است. اکنون می‌توان در صدد تدوین برنامه‌ای برای مسائل و مشکلات بود. البته پیگیری موضوع با قبول این واقعیت است که نوآوری و تحول در جوامع امروزی اجتناب‌ناپذیر است و فقط باید بتوانیم این تحولات و پیشرفت‌ها را بر اساس تفکر حفاظت از محیط زیست برنامه‌ریزی و اجرا کنیم.

یکی از راه‌های دستیابی به اهداف تعریف شده برای معماری پایدار ایجاد انگیزه مشارکت و همکاری بین متخصصان است. با این حرکت می‌توان ضمن بر طرف کردن مشکلات دهه‌های اخیر، با حفاظت از منابع موجود در طبیعت، زمینی پاک به نسل‌های آینده تحویل داد.

مهار نوآوری‌ها و پیشرفت‌ها در کشورهای پیشرفته صنعتی، به علت سرمایه‌گذاری‌های پیشین، اغلب با مشکلاتی همراه است. ولی می‌توان در کشورهای در حال توسعه، که هنوز سرمایه‌گذاری در سیر تولیدات جدید در حال شکل‌گیری است، با مطرح کردن دیدگاه‌های حفاظت از محیط زیست، جهت مناسبی به مسیر توسعه داد و از مسائل پدید آمده در کشورهای صنعتی دوری کرد. بر این اساس توجه به موارد زیر برای دستیابی به اهداف پایداری در طراحی و ساخت و همچنین آموزش معماری پایدار پیشنهاد می‌شود:

ت ۱۹. نمودار چرخه حیات مصالح ساختمانی

کتابنامه

احمدی، فرهاد. طرح پژوهشی آموزش معماری پایدار. تهران: دانشکده معماری و شهرسازی دانشگاه شهید بهشتی، ۱۳۸۳.

فلاح، محمد حسن. «صنعت ساختمان و توسعه پایدار». در صفة، ش ۴۰. _____ . «معماران و فناوری‌های نوین در صنعت ساختمان». همایش سیاست‌های توسعه مسکن در ایران (محور فناوری‌های نوین در صنعت ساختمان)، وزارت مسکن و شهرسازی، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، ۱۷ مهر ۱۳۸۷.

ویل، برندا و روبرت. «اصول معماری سبز». در شمس، (مهر و آبان ۱۳۸۴).

Bachman, Leonard R. *Integrated Buildings the Systems Basis of Architecture*. John Wiley & Sons INC, 2003.

Fallah, M.H. "Sustainable Building Construction". SB05 Tokyo, Conference Proceeding, 2005

_____. "The Education Of Sustainable Architecture (Proposed For Master Degree)". SB07 Seoul, Conference Proceeding, 2007.

HK-BEAM. *Enhancing Hong Kong's Built Environment*. 2005. Institute for Building Environment And Energy Conservation (AIJ). *Architecture For A Sustainable Future*. 2005.

Khatami, M.J. M.H. Fallah. "Education Of Designing For Sustainable Architecture". SB08 Melbourne, Conference Proceeding, 2008.

Li-Chu Lin. "A Proposed New Constructional Interface Industry Towards Sustainable Construction". SB05 Tokyo, Conference Proceeding, 2005.

Pérez Martín, Aurelio. "Global Perspective As Tool For An Efficient And Sustainable Design. An Example In The South Of Spain". SB05 Tokyo, Conference Proceeding, 2005.

Williamson, T. A. Radford. H. Bennetts. "Understanding Sustainable Architecture". *Spon Press*, 2003.

۱-۴. آگاه کردن متخصصان

۲-۴. آموزش معماری پایدار

برای دستیابی به پایداری کلگرا با هدف واحد، با توجه به شیوه‌های آموزشی رایج در دانشگاه‌ها، باید بر توجه به موضوع پایداری در دروس مرتبط با طراحی و ساخت تأکید شود تا مدرسان، بر اساس درسی که تدریس می‌کنند، عوامل تأثیرگذار در پایداری را در برنامه‌های درسی خود منظور کنند.

۳-۴. شیوه طراحی در معماری پایدار

با توجه به پیچیدگی و تنوع عوامل تأثیرگذار در طراحی معماری، باید روش و یا شیوه طراحی بر اساس هر پروژه باشد. فعالیت‌های مورد نیاز پروژه را باید از تمام جنبه‌ها، از جمله طراحی و تجزیه تحلیل زمین و روش‌های ساخت و انتخاب و به کارگیری مصالح ساختمانی مناسب و تکنولوژی ساخت، بررسی کرد تا دستیابی به اهداف معماری پایدار بر اساس موضوع پروژه امکان‌پذیر شود.

۴-۴. استفاده از فناوری‌های نوین

تحولات در طراحی و ساخت بر اساس نیازهای جوامع صورت می‌گیرد. اگر رابطه این نوآوری‌ها و اهداف پایداری بر اساس آموزش و پژوهش (در مسیر دستیابی به اهداف پایداری) تعریف شود مشکلات زیست محیطی به حداقل می‌رسد و نوآوری در طراحی و ساخت در خدمت پایداری قرار می‌گیرد.