

معماری

۱۷

فصلنامه علمی-تخصصی معماری، سیر
سال پنجم، شماره هفده، پاییز ۱۳۹۸

طراحی مجتمع تفریحی فرهنگی شهر قلعه گنج با محوریت
بهره‌گیری از فرهنگ و مصالح بومی
وحید نادری خادم، سیاوش رشیدی شریف

نگرشی راهبردی به مبانی و معانی توسعه پایدار با رویکردی به
معماری و شهرسازی پایدار
هادی مناف زاده

بررسی تأثیر فضای باز در محیط آموزشی مدارس و تأثیر آن بر روی
دانش‌آموزان
پرستو ماهوتی راد، محمد حامد موسوی

سلول‌های خورشیدی و امکان استفاده در نمای ساختمان برای
تولید انرژی الکتریکی خورشیدی با راندمان بالا
کیانا منصوری، سید عمیدالدین موسوی

بررسی تأثیر سازه‌های تاشوی قیچی‌سان (پانتوگراف‌ها)، در جهت
تسریع اسکان دهی
سید سجاد نادری، حامد کریمیان جوکندان، رؤیا علی اکبرزاده

بررسی اثرگذاری معماری زیست‌گرا بر شکل‌گیری گفت‌وگو
معماری
شاداب رایمند



فصلنامه علمی-تخصصی معماری سبز
سال پنجم، شماره ۴ (پیاپی: ۱۷)، پاییز ۱۳۹۸
شاپا: ۵۳۶۸-۲۴۷۶

صاحب امتیاز و مدیرمسئول:
امیرحسین یوسفی
سر دبیر: میلاد فتاحی
مدیر اجرایی: منیژه ملائی

اعضای هیئت تحریریه:

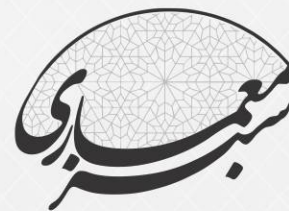
دکتر سید محمدحسین آیت‌اللهی؛ عضو هیئت علمی دانشگاه یزد
دکتر حمیدرضا صارمی؛ عضو هیئت علمی دانشگاه تربیت مدرس
دکتر محمدامین خراسانی؛ عضو هیئت علمی دانشگاه تهران
دکتر سیدعباس رجائی؛ عضو هیئت علمی دانشگاه تهران
دکتر حسن دارابی؛ عضو هیئت علمی دانشگاه تهران
دکتر سارا مهدی زاده؛ عضو هیئت علمی دانشگاه فردوسی مشهد
دکتر غلامرضا شاملو؛ عضو هیئت علمی دانشگاه بوعلی سینا همدان
دکتر تقی حمیدی منش؛ عضو هیئت علمی دانشگاه بوعلی سینا همدان
دکتر روح‌اله بیات؛ عضو هیئت علمی دانشگاه بوعلی سینا همدان
دکتر محسن عباسی هرفته؛ عضو هیئت علمی دانشگاه یزد
دکتر علی شهابی نژاد؛ عضو هیئت علمی دانشگاه یزد

دفتر نشریه:

۰۲۱ ۳۳ ۲۰ ۲۴ ۸۷
۰۲۶ ۳۲ ۷۲ ۴۷ ۸۷
تهران: افسریه، ۱۵ متری چهارم، کوچه ۳۸، پلاک ۲۸، واحد ۲

انتشارات هنر و علوم دانشگاهی

تهران، افسریه، ۱۵ متری اول، کوچه ۲۸، پلاک ۲۹۳
تلفن: ۰۲۱ ۳۳ ۸۴ ۰۷ ۹۲



فراخوان پذیرش مقاله

مفهوم توسعه پایدار را می‌توان یک تغییر مهم در فهم رابطه انسان با طبیعت و خود دانست. توسعه پایدار، طراحی پایدار، معماری پایدار و مفاهیمی از این دست با توجه به شعائر نخستین‌شان، حفاظت از محیط‌زیست را با تغییر رویکرد نسبت به طبیعت مورد نظر قرار می‌دهند، ولی آنچه امروزه در محیط ساخته شده به دست انسان معتقد به مفهوم پایداری متجلی می‌شود، نوعی برخورد گسسته از طبیعت است که تنها به حفظ آن جهت بهره‌برداری نسل‌های آینده توجه می‌کند. اگرچه اصول معماری پایدار شامل گستره‌ای وسیع از روش‌های ابتدائی تا پیچیده‌ترین فن‌آوری‌های روز می‌باشد، اما مسأله مناسب بودن روش و مطابقت آن با زمینه‌های اجتماعی و فرهنگی عموم بهره‌برداران همواره به عنوان شاخصه‌ای کلیدی در این حوزه مطرح است.

موضوع معماری و شهرسازی پایدار از مباحث مهم در حوزه شهرسازی و معماری است که نگاه بخش وسیعی از صاحبان ادبیات علمی توسعه شهری و طراحان معماری را به خود جلب کرده است. در کشور ما، علی‌رغم فعالیت‌های صورت گرفته در سال‌های اخیر، فقدان تجربیات علمی و پژوهشی که تبیین‌کننده مفاهیم و مباحث این حوزه باشد احساس می‌شود. فصلنامه معماری سبز به دنبال آن است که با گردهم‌آوردن آرای صاحبان اندیشه و دانش‌گاہیان به توسعه این زمینه در کشور کمک نماید. تحریریه به منظور انتشار گسترده پژوهش‌های روزآمد از اساتید، صاحب‌نظران، مهندسان، دانشجویان، کارشناسان، پژوهش‌گران و علاقه‌مندان علوم مهندسی، دعوت می‌کند تا با ارائه مقالات علمی ارزشمند خود، از طریق وبسایت نشریه به نشانی www.greenarchitecture.ir ضمن مشارکت فعال به غنای این نشریه کمک نمایند.

برای ارسال مقاله به نشریه در وبسایت نشریه ثبت‌نام نموده و با ورود به پنل کاربری، مقاله خود را ثبت کنید. پس از بررسی اولیه و داوری علمی از طرف تحریریه جهت انتشار مقاله با نویسنده مسئول تماس گرفته می‌شود.

موضوعات فصلنامه معماری سبز:

- معماری و شهرسازی پایدار
- آموزش معماری و شهرسازی
- طراحی معماری و مطالعات وابسته
- معماری و شهرسازی ایرانی، اسلامی
- معماری، پایداری فرهنگی و اجتماعی
- نقش محیط‌زیست و اقلیم در معماری و شهرسازی
- بهره‌گیری از فناوری‌های نوین در معماری و شهرسازی

فهرست مقالات

صفحه	عنوان مقاله
۱	طراحی مجتمع تفریحی فرهنگی شهر قلعه گنج با محوریت بهره‌گیری از فرهنگ و مصالح بومی وحید نادری خادم، سیاوش رشیدی شریف
۱۳	نگرشی راهبردی به مبانی و معانی توسعه پایدار با رویکردی به معماری و شهرسازی پایدار هادی مناف زاده
۲۵	بررسی تأثیر فضای باز در محیط آموزشی مدارس و تأثیر آن بر روی دانش‌آموزان پرستو ماهوتی راد، محمد حامد موسوی
۳۳	سلول‌های خورشیدی و امکان استفاده در نمای ساختمان برای تولید انرژی الکتریکی خورشیدی با راندمان بالا کیانا منصوری، سید عمیدالدین موسوی
۴۳	بررسی تأثیر سازه‌های تاشوی قیچی‌سان (پانتوگراف‌ها)، در جهت تسریع اسکان دهی سید سجاد نادری، حامد کریمیان جوکندان، رؤیا علی اکبرزاده
۴۹	بررسی اثرگذاری معماری زیستگرا بر شکل‌گیری گفتمان نوین معماری شاداب رایمند

طراحی مجتمع تفریحی فرهنگی شهر قلعه گنج با محوریت بهره‌گیری از فرهنگ و مصالح بومی*

تاریخ دریافت: ۹۸/۰۷/۰۳

تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۸/۱۴

کد مقاله: ۷۴۵۳۵

وحید نادری خادم^۱، سیاوش رشیدی شریف^{۲*}

چکیده

انسان همواره برای زندگی نیازمند سازگاری و همگرایی با طبیعت بوده است. ارتباط دوسویه انسان و محیط طبیعی و بهره‌برداری از آن، دانش‌های شگرفی از جمله دانش گیاه مردم‌شناسی را در سرزمین ایران پدید آورد که نیازهای انسانی را برآورده ساخته و تکنولوژی جدید را نیز به چالش کشیده است. یکی از این دانش‌های منحصر به فرد دانش تولید سرمایه و سازه‌های بومی در حوزه فرهنگی هلیل رود است که با بعضی مناطق هم‌جوار به خصوص حوزه بلوچستان و هرمزگان به دلیل ویژگی‌های همسان اقلیمی و فرهنگی، مشابهت‌های فراوانی دارد. حوزه فرهنگی هلیل‌رود در اقلیم گرم و خشک ایران واقع شده و دارای تابستان‌های طولانی است که گاه تا حدود ۸ ماه از سال را در بر می‌گیرد. به همین دلیل بدون اندیشه و دانش سرمایه‌گذاری و اقامت در این منطقه تقریباً غیرممکن بود. در پژوهش پیش رو دانش تولید سرمایه در حوزه فرهنگی هلیل‌رود به بحث گذاشته است و سازه‌هایی چون، کاوار، آدوربند، یختکن و بن‌بلوک مورد بررسی قرار گرفتند. مصالح آدوربند بیشتر گیاهی و از درخت نخل، گز و آدور است، اما یختکن سرامیکی است که در استفاده از گز و آدور با آدوربند مشترک است اما بر خلاف آدوربند برای بنای پی و دیواره‌های آن از گل و خشت خام استفاده می‌شود. بر خلاف این سازه‌ها، بن‌بلوک بدون داشتن پی و دیواره تنها در فضای باز و برای بهره‌بردن از شوباد^۳ بنا می‌گردد. همه این سازه‌ها در جغرافیای گسترده حوزه هلیل‌رود، مکران و هرمزگان مورد استفاده بوده است. این سازه‌ها با مواد اولیه طبیعی دانش پیش‌تولید بسیاری از تولیدات صنعتی و معماری مدرن امروزی از جمله کولرهای آبی و سازه‌های سبک هستند. از این‌رو هدف اصلی مقاله شناخت سازوکارهای ساکنان حوزه فرهنگی هلیل‌رود برای تولید سرمایه و بررسی سازه‌های معماری سنتی در این حوزه است. پرسش اصلی این است که چه سازه‌هایی مبتنی بر محیط و اقلیم منطقه در تولید سرمایه پدید آمدند؟ در تحقیق پیش رو داده‌های پژوهش با مشاهده، مطالعات میدانی، مصاحبه و ابزار کتابخانه‌ای فراهم آمده و با روش توصیفی و تحلیلی به بحث گذاشته شده‌اند. مهم‌ترین یافته پژوهش این است که سازه‌هایی چون کاوار، آدوربند، یختکن و بن‌بلوک در وهله اول دارای کارکرد سرمایه‌گذاری هستند و جهت نیاز به تولید سرمایه بنا شده‌اند و مواد اولیه آن‌ها مبتنی بر دانش گیاه مردم‌شناسی در این حوزه است و بیش‌ترین قابلیت را برای مقابله با فصل گرما دارد. در وهله دوم این سازه‌ها جهت نگهداری مواد غذایی و فاسدشدنی در فصل گرما به کار می‌رفتند.

واژگان کلیدی: سرمایه، حوزه فرهنگی هلیل‌رود، آدوربند، یختکن، کاوار

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد معماری دانشگاه آزاد اسلامی (vahidnaderi367@gmail.com)

۲- دکتری معماری و عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهر بابک (مسئول مکاتبات)

۳- یاد نسبتاً ملایمی که شب هنگام در تابستان می‌وزد

*- مقاله حاضر مستخرج از پایان نامه کارشناسی ارشد معماری با عنوان (طراحی مجتمع تفریحی فرهنگی شهر قلعه گنج با محوریت بهره‌گیری از فرهنگ و مصالح بومی) در دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرمان، با راهنمایی جناب آقای دکتر سیاوش رشیدی شریف دانشگاه آزاد واحد شهر بابک در حال انجام است.

۱- مقدمه

جبر جغرافیایی شرایط ویژه‌ای را بر انسان تحمیل می‌نماید و متناسب با عامل جغرافیایی فرهنگ‌های گوناگونی شکل می‌گیرد. از سوی دیگر انسان و محیط طبیعی همواره رابطه برهم‌کنشی داشته‌اند. طبیعت دست‌مایه انسان برای برآوردن نیازهای خود بود و انسان نیز در طبیعت دست می‌برد و آن را مطابق خواست خود تغییر و مورد بهره‌برداری قرار می‌داد. گیاهان و درختان از مهم‌ترین منابع طبیعی در دسترس انسان هستند از مهم‌ترین کاربردهای گیاهان در زندگی انسان استفاده از آن‌ها در پزشکی، داروسازی، کشاورزی، خانه‌سازی و بسیاری دیگر از نیازهای انسان بوده است. کشف خواص این گیاهان و کاربرد آن‌ها در زندگی انسان مبتنی بر آزمون و خطاهای بسیاری بود و به پشتوانه این آزمون و خطاها بشر به دانشی گران‌بها در زمینه گیاه مردم‌شناسی دست یافت. شناخت خواص گیاهان و درختان در کاربرد آن‌ها در زندگی بسیار مفید بود و استفاده از آن‌ها در سازه‌های دست بشر نیز پیشینه بسیار طولانی دارد. در طول زمان انسان از شاخ و برگ درختان و گیاهان برای ساخت خانه و ملزومات آن استفاده کرده است. استفاده از شاخ و برگ درختان و گیاهان به نوع آب و هوا و محیط زندگی بستگی دارد. در مناطق سردسیر نوع سازه‌ها و استحکامات نسبت به مناطق گرمسیر بسیار متفاوت است. در مناطق بیابانی و گرمسیری پوشش گیاهی از نوع درختان سوزنی برگ برای ذخیره آب و جلوگیری از تبخیر آن است. درختان این مناطق نیز بیشتر درختانی هستند که شرایط زیست در محیط گرم سال را داشته باشند. این نوع درختان نیز بیشتر از درختان سوزنی برگ همچون درخت خرما هستند و در مناطق کویری و شوره‌زار نیز درختان و درختچه‌های گز می‌روید و از هر دو گونه درختان در سازه‌های بشری استفاده شده است. نوع خاک منطقه نیز در ساخت و ساز مورد استفاده بود. از مصالح گیاهی، زمینی (خاک و سنگ) متناسب با آب و هوای منطقه در سازه‌ها استفاده می‌کردند. از مهمترین سازه‌های منطقه حوزه فرهنگی هلیل‌رود که نقش بارزی در زندگی و کار روزانه و اسکان ساکنان این حوزه دارد و کمتر به آن توجه شده است، سازه‌های تولید سرمایش هستند. از این سازه‌ها کاوار، آدوربند، بُن‌بلوک و یخ‌تکن را می‌توان نام برد که مهمترین سراها برای اسکان و زندگی مردم این منطقه بودند. محیط جغرافیایی هلیل‌رود گرم و خشک و در تابستان بسیار خشن است. استقرار و زندگی در چنین محیطی بدون اندیشیدن راه حل‌ها و دانش‌های تجربی بخصوص دانش سرمایش ناممکن بود. از این رو پژوهش پیش رو در پی آن است که دانش انسانی این حوزه را در چالش با گرمای طاقت‌فرسای طبیعت بررسی نماید. محیط طبیعی و سازه‌های دست بشری در این حوزه نشان می‌دهد که بیشترین سازه‌ها در این منطقه برای فصل گرم سال مناسب بودند و آن‌ها سازه‌های سبکی بودند که با کمترین هزینه تهیه می‌شدند و مواد اولیه آن‌ها به فراوانی در طبیعت منطقه و در دسترس ساکنان قرار داشت.

۲- روش پژوهش

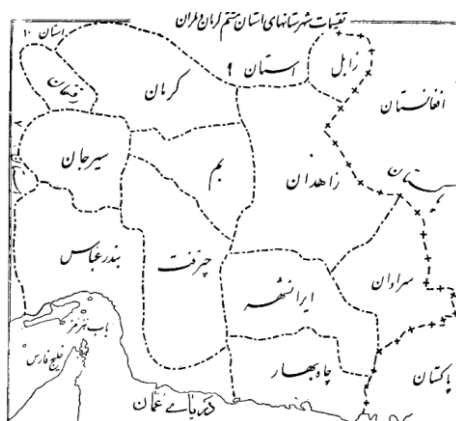
رویکرد پژوهش پیش رو مردم‌شناسی است. داده‌ها با شیوه میدانی و از طریق مصاحبه و مشارکت میدانی جمع‌آوری گردید و در مواردی متکی به مشاهده و تجربه نویسنده است. روند بحث بیشتر اکتشافی و کیفی است.

۳- پیشینه پژوهش

چند کار تحقیقی را به عنوان پیشینه پژوهشی در این زمینه می‌توان بررسی نمود. فرهادی (۱۳۹۳)، به گونه خاصی از دانش‌های بومی نمی‌پردازد بلکه چارچوب کلی پیرامون گیاه مردم‌شناسی و دانش‌های بومی است. در پژوهش "کشت آدوری (خاروا بسته)؛ کشت فراموش شده" (فرهادی: ۱۳۶۸)، ارتباطی پیرامون این پژوهش با پژوهش پیش رو وجود دارد و آن هم مربوط به گیاه آدور (خارشتر) است. در پژوهش فرهادی دانش مربوط به این گیاه در زمینه کشاورزی و در پژوهش پیش رو این گیاه در دانش تولید سرمایش به بحث گذاشته شده است. مولانایی و سلیمانی (۱۳۹۵)، به عناصر معماری بومی در سیستان پرداخته‌اند. در این پژوهش بحثی نیز راجع به خارخانه به عنوان بخشی از معماری بومی سیستان وجود دارد. خارخانه از نظر کارکرد در سیستان با آن چه که در حوزه فرهنگی هلیل رود وجود دارد، متفاوت است. در سیستان خارخانه (با استفاده از گیاه آدور) بیشتر جهت تصفیه هوا و جلوگیری از گرد و خاک به درون منازل به کار می‌رود اما در حوزه هلیل-رود صرفاً جهت تولید سرمایش مورد استفاده قرار می‌گیرد. نوع سازه‌های معماری که در آن‌ها از گیاه آدور استفاده می‌شود نیز در دو منطقه سیستان و حوزه هلیل‌رود تفاوت بارزی با یکدیگر دارند. تا جایی که جستجوها نشان داد پژوهش مستقلی پیرامون دانش سنتی تولید سرمایش و استفاده از گیاهان از جمله گیاه خاردار آدور در تولید سرمایش صورت نگرفته است.

۴- موقعیت جغرافیایی هلیل رود

حوزه فرهنگی هلیل رود نیمه جنوبی استان کرمان را در بر می‌گیرد. این مناطق بر اساس تقسیمات جدید کشوری در سال ۱۳۱۶ش. در حوزه شهرستان جیرفت قرار گرفتند. در این تقسیمات جیرفت یا به عبارت بهتر حوزه هلیل‌رود پنجاه و یک هزار کیلومتر مربع وسعت داشت. مناطقی که در حوزه جیرفت قرار گرفتند عبارت بودند از: کهنوچ، منوجان، رودبار، قلعه‌گنج، عنبرآباد و فاریاب. همه این مناطق بین سال‌های ۱۳۵۸ تا ۱۳۸۹ش. تبدیل به شهرستان‌های مستقلی شدند (فرهنگ جغرافیائی آبادی‌های استان کرمان، ۱۳۸۲: ۳؛ صفا، ۱۳۹۰: ۱۸-۱۷).



شکل ۱- موقعیت حوزه فرهنگی هلیل رود در استان کرمان بر اساس آخرین تقسیمات کشوری

شکل ۲- محدوده حوزه فرهنگی هلیل رود منطبق بر جبرفت، بر اساس تقسیمات کشوری سال ۱۳۱۶ ش. (فرهنگ جغرافیایی ایران، جلد ۸، استان ۸ کرمان و مکران ص ۴۵۹)

در حوزه هلیل‌رود چند ویژگی بارز جغرافیایی محیط مساعدی برای انواع فرهنگ‌ها و دانش‌های بومی پدید آورده است. این حوزه از وجود ارتفاعات، رودها و دشت‌های مناسبی بهره‌مند است. ارتفاعات این حوزه دنباله رشته‌کوه‌های مرکزی ایران هستند که از گردنه آوچ در مسیر قزوین به همدان شروع می‌شوند و به موازات رشته‌کوه‌های زاگرس در شمال غرب- جنوب شرق، به طرف سیستان و بلوچستان در جنوب شرقی ایران ادامه می‌یابند (کلانتری خاندانی، ۱۳۸۷: ۸۱). این ارتفاعات زمینه مساعدی برای ییلاق و قشلاق در حوزه فرهنگی هلیل‌رود پدید آوردند، از همین رو زندگی کوچ‌روی در سراسر این حوزه و به‌خصوص در حوزه شمالی آن بین حیرت و ارتفاعات ساردویی، جبال‌ارز، دلفارد و اسفندقه جریان داشت.

۵- واژگان و اصطلاحات آدوربند

جدول ۱- واژگان مربوط به سرمایه‌ش و آدورند در حوزه فرهنگی هلیل رود (نگارنده: ۱۳۹۷)

تلفظ	واژه
Pish	پیش: برگ درخت خرما
Shaffk, Shag	شافک، شاگ: ساقه درخت خرما و گز و غیره
Mahreh	مَهْرَه: حصاری که با تنه و ساقه درختان بنا می‌کنند
Chilak	چیلَک: طناب بافته شده از برگ خرما
Baneshbandi	بَنَش‌بندی: چیدن ستون‌ها
Kol	کَل: توتک یا لویی، نوعی گیاه که در تالاب می‌روید
Somsil	سُمسیل: گیاه سیاه‌شور، در مزارع می‌روید
Kalela	کَلِلا: شبیه خار زردک
Shobad	شُوباد: بادی که در شب می‌وزد
Kelak, Kelek, Kelakoo	کَلک، کَلِک، کَلاکو: چوبی که یک سر آن دو شاخه باشد
Poj	پُج: پُرز گیاه و درخت یا فرش

تلفظ	واژه
Adoor	آدور: گیاه خارشتر
Mog, Mogh	مُگ یا مُغ: درخت خرما
Shoork	شورک: نوعی گیاه
Salmeh	سَلْمَه: نوعی گیاه
Chaqhleh	چَقْله: قطره آب
Yochak, CHEqhidan	یُو چَک، چَقیدن: چکیدن آب
Levar	لِوار: باد گرم
Kavar, Kevar	کاوار، کِوار: سازه‌ای از برگ خرما
Golm	گَلْم: گودال آب
Kal	کَل، کل آدوربند: گودال آب
Bonkeh	بُنْکَه: تانکر آب
Dooreh	دوره: ظرف آب، دبه

۵-۱- آدور^۱

یکی از مهمترین موارد استفاده از این گیاه در کشاورزی بود. کشاورزان و مقنن ایرانی در طول قرن‌ها همکاری و همیاری با یکدیگر خواص بسیاری از گیاهان را شناسایی و دانش گیاهی را وارد فرآیند کشت و رشد کشاورزی نموده‌اند. به خصوص گیاهان درازریشه را به گونه‌ای انتخاب نموده‌اند که بتوانند با کنار هم نشاندن آن‌ها با گیاهان میزبان به این گیاهان خدمت رسانی نمایند و نه تنها مانع رشد آن‌ها نشوند بلکه با آن‌ها همکاری شیمیایی نیز دارند. کشت آدوری با دو روش مجاورتی و پیوندی انجام می‌شده است و بعضی از صیفی‌جات از جمله هندوانه و خربزه را با این دو روش در کنار آدور کشت می‌نمودند. این نوع کشت در بسیاری از مناطق ایران به خصوص مناطق کویری یزد، سمنان، کرمان، اصفهان، خراسان، تهران، قزوین، قم و مناطق خشک غرب و جنوب کشور رایج بوده است. این نوع کشت در حوزه هلیل‌رود از جمله در جیرفت نیز رایج بوده است (بنگرید به: فرهادی، ۱۳۶۹: ۲۹-۲۲). به نظر می‌رسد باید اصطلاح آدور را ساخته ذهن مردمان حوزه هلیل‌رود و بلوچستان دانست زیرا در این مناطق علاوه بر استفاده دارویی و کشاورزی، موارد استفاده دیگری نیز دارد. یکی دیگر از موارد استفاده از آن در حوزه هلیل‌رود و بلوچستان، واحتمالا در مناطق دیگری از ایران، کاربرد آن در تولید سرمایش است که در چنین موردی اصطلاح آدوربند را به کار می‌برند.

۶- معماری، اجزا و ابزار ساخت آدوربند در حوزه هلیل‌رود

آدوربند از لحاظ معماری بسیار ساده و از نظر کارکرد فوق‌العاده حائز اهمیت است. در سادگی بنای این سازه شرایط اقلیمی و فرهنگی منطقه غالب است. غالب مصالح این سازه سرمایشی از طبیعت و به خصوص از درخت خرما است. ساکنان حوزه هلیل‌رود در بیشتر طول سال در گرما به سر می‌برند. فصل گرم در حوزه هلیل‌رود تقریباً ۸ ماه طول می‌کشد و به خصوص در تابستان باد لوار - نوعی باد گرم در منطقه جیرفت - شرایط سختی را برای ساکنان منطقه به وجود می‌آورد. به همین دلیل منازل تابستانی در گذشته در این منطقه و مناطق همجوار از جمله سواحل خلیج فارس و بلوچستان، با منازل زمستانی کاملاً متفاوت بود. این نوع منازل از مصالح طبیعی و سبک انتخاب می‌شدند که بتوانند به راحتی بنا شوند، باد از آن‌ها عبور کند و به راحتی آن‌ها را خنک نمایند. بنابراین در بنای آن استحکام و زیبایی‌شناسی کمتر مورد نظر بود و کارکرد این بناها اهمیت بیشتری داشت. مطلعین محلی بر این باورند که مهمترین این بناها کاوار بود که تا سه دهه قبل به فراوانی بنا می‌شد و مورد استفاده قرار می‌گرفت. در مرتبه بعد یخچکتن بود. در هر دوی این سازه‌ها آدوربند به کار می‌رفت (حمیدی نیا، ۱۳۹۷: یادداشت ۱). این سراهای تابستانی قبلاً به فراوانی مورد استفاده قرار می‌گرفتند اما امروزه استفاده از این بناها محدود به استفاده عشایر منطقه است و به ندرت دیده می‌شود. مهمترین اجزای آدوربند را کاوار، آدوربند، گلم یا کل آب تشکیل می‌دهند. وسایل مورد نیاز جهت ساخت آدوربند عبارتند از: تنه درختان به خصوص تنه درخت گز برای ستون کاوار، آدور یا گیاه خارشتر، شاگ یا ساقه درخت خرما، چیلک (طناب بافته شده از برگ درخت خرما)، دیلم، گلم یا کل (حوض آب)، پیش (برگ همراه با ساقه) درخت خرما.

۶-۱- شیوه ساخت کاوار

از آن جا که آدوربند بیشتر در کاوار به کار می‌رود، قبل از هر چیز باید کاوار را آماده کرد. برای ساخت کاوار یا کوار ابتدا باید محلی را مشخص و مسطح نمود. در این محل مکانی به شکل مربع و به اندازه یک اتاق معمولی انتخاب می‌شود. در چهار گوشه این فضا ستون‌هایی را که از قبل تهیه شده است، در زمین قرار می‌دهند. ستون‌هایی که برای این کار در نظر می‌گیرند معمولاً از درخت گز هستند. دلیل آن این است که گز با فراوانی زیاد در منطقه هلیل‌رود و نواحی مجاور به دست می‌آید و از طرف دیگر شاخه‌های درخت گز معمولاً صاف و یکدست و برای کاربرد در دیواره‌ها و پوشش سقف مناسب هستند. این ویژگی‌ها، تیرهای درخت گز را از تیرهای سایر درختان متمایز می‌سازد. تیرهایی که به صورت عمودی و برای ستون کاوار استفاده می‌شوند، باید در قسمت بالایی دوشاخ یا کلاک باشند. این تیرها را باید به گونه‌ای در زمین نشانند که بتوان بر روی هر کدام از کلاک‌ها، دو تیر افقی قرار داد. برای این کار کلاک‌ها را با زاویه ۴۵ درجه در زمین قرار می‌دهند. (شکل ۳ و ۴)

بعد از قرار دادن ستون‌های کاوار به ترتیبی که ذکر شد، تیرهای افقی را بر روی آن قرار می‌دهند (شکل ۵). در مرحله بعد تیرهای چوبی برای پوشش سقف را در فاصله‌های ۱۵ تا ۲۰ سانتی‌متری از یکدیگر قرار می‌دهند تا فضای سقف را ببوشاند (تشکل ۶).

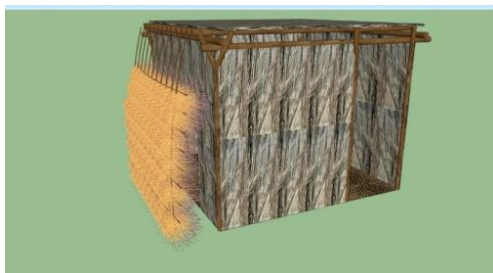
در مرحله بعد پیش‌های (ساقه به همراه برگ) درخت خرما را به صورت عمودی در سه طرف می‌نشانند. یک طرف بنا را جهت ساخت آدوربند و محلی را نیز به عنوان درب بنا خالی می‌گذرانند. همین‌طور برای پوشش سقف نیز پیش‌های خرما را بر روی تیرهای سقف انباشته می‌کنند (میرشکاری، ۱۳۹۷: یادداشت ۲-۱)



شکل ۴- اسکلت چوبی کاوار



شکل ۳- نقش کالاک یا کلک



شکل ۶- کاوار ساخته شده به همراه آدوربند



شکل ۵- قرار گرفتن تیرهای چوبی برای پوشش سقف

۲-۶- مراحل ساخت آدوربند

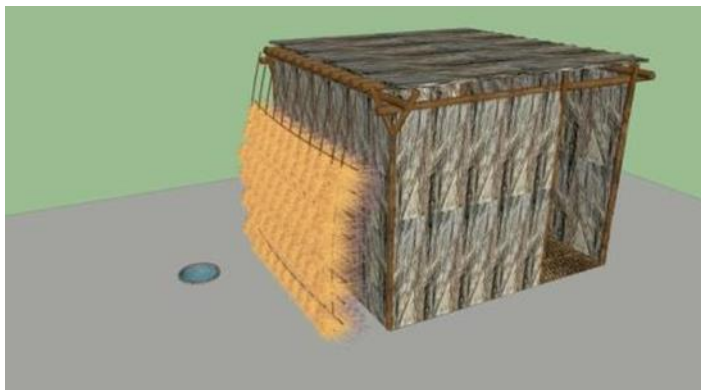
برای ساخت آدوربند باید مکانی را در نظر گرفت که دو ویژگی داشته باشد. یکی این که دسترسی به آب داشته باشد و ویژگی دیگر این که در جهت باد گرم (لوار^۱) باشد. برای بنش‌بندی (تصویر ۸) یا ساخت اسکلت بنای آدوربند ابتدا پایه‌های آن را در زمین قرار می‌دهند. برای پایه‌های آدوربند از شاگ (شافک) درخت خرما و گز استفاده می‌شود. بعد آن را با چیلک (تصویر ۹) که با پیش یا برگ درخت خرما درست می‌شود، می‌بندند و محکم می‌کنند.



شکل ۷- چیلک، تهیه شده از برگ نخل یا داز (نخل ایرانی) برای بستن نقاط اتصال تیرهای کاوار یا بنش‌بندی

در مرحله بعد آدورهایی را که از قبل تهیه شده است به دور و روی سازه بنش‌بندی قرار می‌دهند و دوباره با چیلک محکم می‌شود. ارتفاع مناسب برای آدوربند بین یک تا یک متر و نیم است. در گذشته آدوربند را معمولا در کنار درخت خرما و جاهایی همچون درخت توت، پرتقال و انار نیز می‌ساختند. برای سهولت آب‌دهی آدوربند را در کنار جوی آب بنا می‌کردند و یا این که یک گل یا گلم (چاله و گودال) در جنب آدوربند حفر می‌نمودند (تصویر ۱۰). هنگامی که باد گرم به آدور برخورد و از آن عبور می‌کرد، هوای خنک و طبیعی به وجود می‌آمد که بسیار دلنشین و مطبوع بود (حمیدی‌نیا، ۱۳۹۷: یادداشت ۱-۲؛ آمیگی، ۱۳۹۷: یادداشت ۱-۲).

^۱ - لوار باد گرمی است که معمولا در تابستان می‌وزد. لوار با باد و خاک تابستانی متفاوت و فاقد گرد و خاک است.



شکل ۸- کاوار و آدوربند کامل به همراه کل آب

سازندگان قدیم آدوربند معتقدند میزان آدوری که برای ساخت یک آدوربند استفاده می‌شد به اندازه‌ای بود که از تابش مستقیم نور خورشید به درون کاوار جلوگیری نماید. از سمتی که نور خورشید تابش مستقیم نداشت، کمتر استفاده می‌شد. همچنین فشردگی آدور باید به اندازه‌ای باشد که جریان هوا از آن عبور نماید. آدوربند را بیشتر در پایین بنا و در جهت باد ایجاد می‌کردند و در قسمت‌های فوقانی، سقف و اطراف بناها از سایر مواد و لوازم در دسترس از جمله برگ خرما (پیش)، گل و حصیرهای بافته شده از برگ درخت خرما استفاده می‌کردند (آیین، ۱۳۹۷: یادداشت ۱؛ صحت منش، ۱۳۹۷: یادداشت ۱).

دیواره آدوربند را به صورت شیب‌دار بنا می‌کردند که هنگام آب‌دهی آب درون کاوار نریزد و به طرف بیرون هدایت شود. با پاشیدن آب به بدنه و روی آدورها آن‌ها را نمودار می‌ساختند و با وزش نسیم و باد هوای بسیار مطبوع و دل‌انگیزی در فضای درونی کاوار و کپر تولید می‌شد و لذت آن از وسایل سرمایشی امروزی و مدرن هم بیشتر بود و قابل مقایسه نیستند. ترکیبی از بوی آب و طراوت و تازگی آدور بسیار دلنشین است. آدوربند بین نیم تا یک ساعت نیاز به آب‌دهی داشت تا خاصیت سرمایشی آن حفظ شود. چنانچه برای مدتی آب در دسترس نبود رطوبت به جای مانده از آب تا مدتی خاصیت سرمایشی داشت اما وجود آب برای آدوربند ضروری است. اصولاً آب‌دهی آدوربند بین اعضای خانواده تقسیم می‌شد و این کار را بیشتر اعضای کوچکتر خانواده انجام می‌دادند (حمیدی‌نیا، ۱۳۹۷: یادداشت ۲؛ آمیغی، ۱۳۹۷: یادداشت ۲). این نوع بنا از نظر علمی یک کانون سرما در دل گرما به وجود می‌آورد. با مرطوب شدن آدور بند و فضای درونی کاوار حتی اگر باد نمی‌وزید باز هم به دلیل رطوبت هوای خنکی در درون کاوار به وجود می‌آمد.



شکل ۹- فضای درونی کاوار و آدوربند، تصویر شاگ و بنش‌بندی (عکاس، اسلامی: ۹۷/۰۲/۲۵)

آدوربند در مناطقی که وزش باد وجود داشت و حداقل آب نیز موجود بود راه حل بسیار مناسبی برای سرمایش منزل بود. فصل مناسب برای آدور بند فصل گرم سال است و طبیعی است که با گرم شدن هوا از بهار می‌توان آدوربند را به کار برد. تا زمانی که هوا رو به خنکی می‌رود و استفاده از آدوربند موجب سرما بشود، می‌توان از آن استفاده نمود. بنابراین استفاده از این سازه به موقعیت آب و هوایی بستگی دارد. بسیاری از مناطق دشت‌نشین حوزه هلیل‌رود از اواسط فروردین ماه و فصل بهار و در مناطق بیلاقی و کوهستانی از جمله جبال‌ارز از اواخر بهار و تیرماه آدوربند را استفاده می‌کردند (صحت منش، ۱۳۹۷: یادداشت ۱؛ محبی، ۱۳۹۷: یادداشت ۱) برای ساخت آدوربند از گیاهان خاردار و غیرخاردار دیگری نیز استفاده می‌شد. بیشتر از گیاهانی استفاده می‌شد که آب را جذب کنند و در برگ‌های سوزنی شکل خود نگه دارند. برای این کار از سُمسِل (سیاه شور)، شورک و کَلَا (خار زردک) استفاده می‌کردند. دوام آدوربند به سلیقه فردی، استحکام بنا و نوع ساخت آن بستگی داشت. اسکلت و شاگ (پایه) آدوربند معمولاً دوام

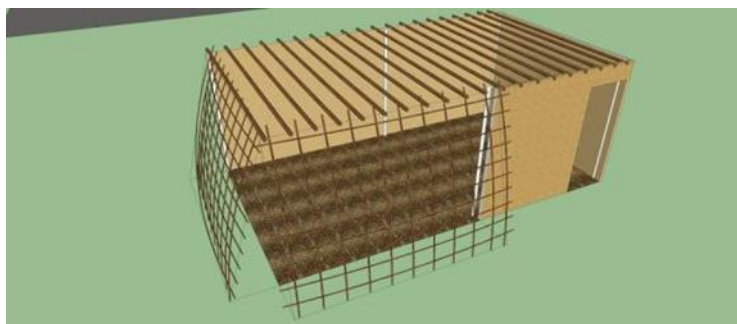
زیادی داشت و در سال‌های بعد تنها آدورِ آدوربند را عوض می‌کردند. اگر آدوربند را خیلی خوب و مستحکم بنا می‌کردند تا مدت سه سال قابل استفاده بود. اما اکثر مردم منطقه فرهنگی هلیل‌رود در فصل گرما و بین ۳ تا ۷ ماه از آدوربند استفاده می‌کردند (مجبی، ۱۳۹۷: یادداشت ۱).



شکل ۱۰- آدوربند با دیوار بتنی (بلوک)، تلفیق مصالح سنتی و جدید در منطقه کوهستانی در دسک، جبالبارز جیرفت، (عکاس: صحت منش ۹۷/۰۴/۲۸)

۳-۶- سایر بناهای تولید سرمایش در حوزه فرهنگی هلیل‌رود

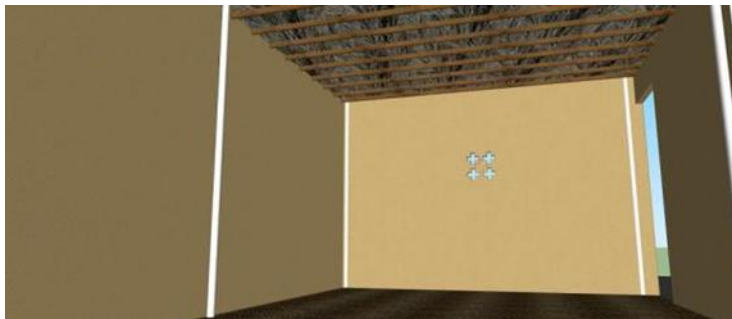
بناهای سنتی دیگری که در گذشته و امروزه در حوزه هلیل‌رود بنا می‌شود بُنِ بلوک، پاگلی، کَپر، کنتوک و یَخ‌تَکن هستند. در میان آن‌ها یَخ‌تَکن یک سازه سرمایشی بود و در آن از آدوربند استفاده می‌کردند اما امروزه کمتر مورد استفاده قرار می‌گیرد. سایر بناها به فراوانی در حوزه هلیل‌رود یافت می‌شود اما سرمایش درون این سراها بیشتر با وسایل و تکنولوژی جدید تأمین می‌گردد و کمتر از آدوربند استفاده می‌کنند (آمیغی، ۱۳۹۷: یادداشت ۲). یَخ‌تَکن را معمولاً خوانین و کدخدایان می‌ساختند. آنان در تابستان از میهمانان زیادی پذیرایی می‌کردند و جهت رفاه حال مهمانان آن‌ها را بزرگ و با کیفیت می‌ساختند. یَخ‌تَکن سرایی بود که بیشتر از مصالحی چون گل، آجر و چوب ساخته می‌شد و ایمنی و دوام آن بسیار بیشتر از کاوار، کنتوک و پاگلی بود (حمیدی‌نیا، ۱۳۹۷: یادداشت ۲).



شکل ۱۱- اجزای مختلف یَخ‌تَکن

برای بنای یَخ‌تَکن اصولاً مترژی به اندازه یک اتاق معمولی را با طول بیشتر (در حدود ۶ متر) و ارتفاع کمتر در نظر می‌گرفتند. از دو طرف در جهت مخالف وزش باد، دیوار خشت و گلی بنا می‌شد و در دو جهت موافق باد دیواره‌ای از اسکلت چوبی (بنش بندی) ایجاد می‌کردند. به این ترتیب که تیرهای چوبی یا شافک (شاگ) را که یک سر آن در زمین و سر دیگر در بالای بنا قرار می‌گرفت، به صورت مایل قرار می‌دادند. با قرار دادن شافک‌های افقی فضای پنجره شکلی به وجود می‌آمد. در پشت اسکلت یا بنش‌بندی، آدور یا کَلّا به کار می‌رفت و دیوار را می‌پوشاندند. در سقف هم از تیرهای چوبی استفاده می‌شد و آن را با پیش درخت خرما می‌پوشاندند (صحت منش، ۱۳۹۷: یادداشت ۲-۱؛ حمیدی‌نیا، ۱۳۹۷: یادداشت ۲).

صحت منش یکی از سازندگان قدیم یخ‌تکن معتقد است معمولا در حوزه هلیل‌رود جهت باد شرقی و شمالی است به همین جهت آدوربند را در آن جهت بنا می‌کردند. فضای درونی آدوربند را در یخ‌تکن نیز از فضای نشیمن جدا می‌نمودند (صحت منش، ۱۳۹۷: یادداشت ۱-۲). هنگام ساخت یخ‌تکن با خالی گذاشتن قسمت‌هایی در دیواره روبروی آدوربند، محیط پنجره‌شکلی به وجود می‌آوردند تا جریان باد در یخ‌تکن عبور و فضای درونی را خنک نماید.



شکل ۱۲- نمای درونی یخ‌تکن با پنجره جهت جریان هوا



شکل ۱۴- گیاه داز (نخل ایرانی) جهت تهیه چیلک یا چیلوک



شکل ۱۳- معماری درون سرای بلوچ؛ (عکاس ده بالایی ۱۳۹۷)

در منطقه سیستان نیز بناهایی با استفاده از خار تحت عنوان خارخانه ساخته می‌شد به خصوص که سیستان در معرض بادهای ۱۲۰ روزه^۱ است و این نوع بنا به همراه بادگیر از دانش‌های بومی و متناسب با شرایط اقلیمی این منطقه است (مولانایی و سلیمانی، ۱۳۹۵: ۶۱)

۴-۶- مهمترین موارد استفاده از آدوربند

اولین و مهمترین استفاده از آدوربند برای تولید سرمایش بود. علاوه بر این برای سرمایش محیط نگهداری احشام، دام و ماکیان نیز مورد استفاده بود (تصویر ۲۴ و ۲۵). هر کدام از گروه‌های عشایری برای خود آدوربندی جهت استراحت در میانه روز و شب تدارک می‌دیدند. حتی امروزه نیز در میان عشایر و کشاورزان سنتی این گونه سراها مورد استفاده قرار می‌گیرد عشایر حوزه هلیل‌رود در محل استقرار خود در هنگام گرما از این بنا استفاده می‌کنند. کشاورزان سنتی منطقه نیز با گرم شدن هوا سازه آدوربند را در زمین‌های کشاورزی بنا می‌کنند (صحت منش، ۱۳۹۷: یادداشت ۳؛ آمیغی، ۱۳۹۷: یادداشت ۲).



شکل ۱۵- آدوربند برای استراحت -مجموع تفریحی ادوور جیرفت

۱- بادهای صد و بیست روزه در فصل گرما در سیستان و بلوچستان می‌وزد و همراه با گرد و خاک است.

آدوربند علاوه بر فضای بیرونی که از آن طریق به آن آب می‌زدند، فضای درونی نیز داشت. این فضای درونی را با شاگ یا استفاده از سنگ‌چین و آجر از فضای مخصوص نشیمن جدا می‌کردند. ورود به فضای درونی آدوربند موجب صدمه زدن به آن و از بین رفتن آدورها می‌شد و نیاز به مراقبت داشت. این فضا همیشه مرطوب و خنک بود و برای حفظ مواد غذایی و خنک نگه داشتن آن‌ها به کار می‌رفت. مواد غذایی را در ظرف دربسته می‌گذاشتند و در فضای درونی آدوربند قرار می‌دادند و به این ترتیب از فاسد شدن مواد غذایی جلوگیری می‌کردند و آن‌ها را برای وعده غذایی آتی حفظ می‌نمودند. یکی از کارکردهای یخ‌تکن و آدوربند خاصیت یخچالی آنان بود. عشایر در گذشته به صورت گسترده و امروزه به میزان کمتر شیر و فرآورده‌های دامی و نیز داروهای مورد نیاز دام‌هایشان را در آدوربند نگهداری می‌کنند (تصویر ۲۶). امروزه بعضاً مشاهده می‌شود که در نواحی روستایی برای تولید نان به شیوه سنتی از آدوربند در کنار تنور نان‌پزی استفاده می‌شود. این آدوربندها، هم برای محل استراحت و هم برای نگهداری از خمیر نان مورد استفاده قرار می‌گیرند (تصویر ۲۷). آدوربند و یخ‌تکن میوه‌ها را نیز تازه و خنک نگه می‌داشتند. معمولاً میوه‌های گرمسیری را در رطوبت درون آدوربند قرار می‌دادند. میوه‌هایی چون هندوانه بعد از مدتی قرار گرفتن در آدوربند، خنک و قابل مصرف می‌شد. برای جلوگیری از فاسد شدن تخم مرغ آن را در گودال کوچکی در فضای داخلی آدوربند قرار می‌دادند. برای حفظ طراوت و تازگی لیمو نیز آن در چاله مرطوبی در آدوربند قرار می‌دادند (صحت منش، ۱۳۹۷: یادداشت ۱-۲).

۶-۵- بُن‌بُلوک^۱

بُن‌بُلوک به صورت یک داربست تخت‌مانند، به ارتفاع دو تا سه متر از سطح زمین ساخته می‌شود. طول و عرض آن بسته به جمعیت خانواده‌ها متفاوت است. اسکلت آن از چوب درختان کهور، گز و کُنار (سدر) است که با شاخ و برگ نخل سطح آن را می‌پوشانند. معمولاً شب‌های تابستان روی آن پشه‌بند قرار می‌دهند و برای خواب مورد استفاده قرار می‌گیرد. در تابستان و هوای گرم که سیستم خنک‌کننده‌ای در دسترس نباشد مورد استفاده قرار می‌گیرد. این مسکن به خصوص برای بادهای خنک تابستانی یا "شوباد"^۲ استفاده می‌شود (احمدی نسب، ۱۳۹۷: یادداشت ۱).



شکل ۱۷- مجتمع تفریحی-گردشگری مکران
(عکاس: صحت منش، ۹۷/۱۱/۳۶)



شکل ۱۶- هتل کپری، منطقه قلعه گنج؛ (عکاس: صحت-منش، ۹۷/۱۱/۳۶)

نتیجه‌گیری

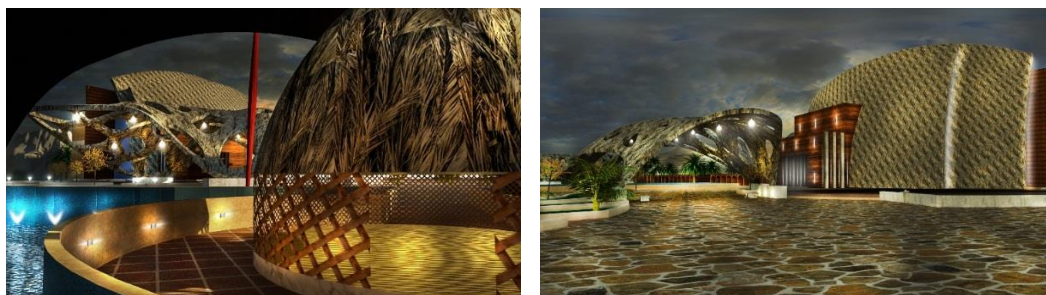
بر اساس مطالعه انجام شده و با توجه به پرسشی که در مقدمه طرح گردید، دانش سرمایشی که در حوزه فرهنگی هلیل‌رود تولید شده است مبتنی بر شرایط زیست‌بومی این حوزه است. در شکل‌گیری این دانش در درجه اول عوامل جغرافیایی و طبیعی نقش داشتند. این منطقه از نظر اقلیمی گرم و خشک و دای تابستان‌های طولانی است و برای تطبیق با محیط و تحمل گرما سازه‌های سرمایشی ضرورت داشتند. بر این اساس آدوربند، یخ‌تکن و بُن‌بُلوک به همراه توپ (پاگلی یا کپر) مهم‌ترین سازه‌های سرمایشی این حوزه هستند. همه این بناها سازه‌هایی سبک، نازک و مشبک بودند به گونه‌ای که در زمان کمی بر پا می‌شدند و باد به راحتی از میان آن‌ها عبور می‌کرد. دانش تولید سرمایش در همه مناطق کویری و گرمسیری ایران وجود داشت. با بررسی سازه‌های سرمایشی در حوزه فرهنگی هلیل‌رود و شناخت روش، ابزار و دانش ساخت آن مشخص گردید که دانش سازه‌های سرمایشی از جمله کاوار، آدوربند، یخ‌تکن دارای کارکرد اجتماعی و فرهنگی در منطقه است و پشتوانه هویت مردمان این حوزه فرهنگی می‌باشد. در مناطق هم‌جوار هلیل‌رود از جمله در بلوچستان و سیستان نیز چنین سازه‌هایی وجود داشت اما شکل و کاربری این نوع سازه‌ها در این مناطق تفاوت بارزی با یکدیگر دارد و در هر منطقه دارای بار هویتی و اقلیمی است. در این میان منطقه بلوچستان و حوزه هلیل‌رود به دلیل هم‌جواری و قرار گرفتن در یک زیست بوم فرهنگی و اجتماعی شباهت زیادی به هم دارند اما این نوع

۱- تَه‌توک هم گفته می‌شد

۲- بادی که در شب می‌وزد و معمولاً خنک است.

سازه‌ها با نمونه‌های سیستم‌های متفاوت است. در سیستم سازه آدوربند (خارخانه) بیشتر برای مقابله با بادهای صد و بیست روزه و جهت تهویه هوا و جلوگیری از نفوذ گرد و خاک به داخل منازل به کار می‌رفت در حالی که در حوزه هلیل‌رود و بلوچستان این سازه‌ها برای تولید سرمایش و نگهداری مواد غذایی به کار می‌رفتند. در سیستم از آدور در دریچه‌هایی در بناها استفاده می‌شد در حالی که در حوزه فرهنگی هلیل‌رود از آدور به میزان بیشتری استفاده می‌شد و آدور به صورت پشته در کاوار یا یختکن به کار می‌رفت.

ساخت چنین بناهایی حاکی از دانش بومی تولید سرمایش در این منطقه است که قدر و اعتبار آن چندان شناخته نشده است. می‌توان با ساخت چنین بناهایی چشم‌اندازهای روشنی برای ایران‌گردی و جذب جهان‌گرد ایجاد نمود. امروزه رویکردی مبنی بر ساخت بناهای سبک و بومی در حوزه گسترده هلیل‌رود مشاهده می‌شود. از جمله آن‌ها می‌توان به ایجاد مجموعه‌هایی نظیر هتل کپری که در شهرستان قلعه‌گنج بنا شده است، اشاره کرد. علاوه بر آن رستوران‌هایی با چنین رویکردی نیز مشاهده می‌شود. پیشنهاد می‌شود ساخت چنین سازه‌هایی در حوزه علوم دامی در دستور کار قرار گیرد. می‌توان برای نگهداری از احشام و ماکیان در فصل گرم از آدوربند استفاده نمود و اثرات آن را بر دام سنجید. علاوه بر آن، ضرورت دارد ساخت چنین بناهایی در دستور کار کارگزاران و مدیران فرهنگی و اجتماعی قرار گیرد. می‌توان از این دانش در حوزه هلیل‌رود و حوزه‌های همجوار برای ایجاد آدوربندهای بزرگ و مراکز تفریحی - فرهنگی استفاده نمود و با استفاده از دانش بومی و نگرش فرهنگ بومی، به جذب گردشگر پرداخت. علاوه بر آن می‌توان محیط‌های کاملاً سنتی ایجاد نمود و ضمن ایجاد کارآفرینی به کسب درآمد پرداخت.



شکل ۱۸ و ۱۹ - پرسپکتیو مجتمع تفریحی فرهنگی قلعه گنج

منابع

- ابن حوقل، ابوالقاسم (۱۳۴۵). صوره‌الارض. ترجمه دکتر جعفر شعار. تهران: بنیاد فرهنگ ایران.
- استخری، ابی اسحاق ابراهیم بن محمد (۱۳۴۷). مسالک‌الممالک. به اهتمام ایرج افشار. تهران: نگاه ترجمه و نشر کتاب.
- جیهانی ابوالقاسم بن احمد (۱۳۶۸). اشکال العالم. ترجمه‌ی علی بن عبدالسلام کاتب. با مقدمه و تعلیقات فیروز منصوری. چاپ اول. تهران: شرکت به نشر.
- سایکس، سرپرسی مولزورث (۱۳۳۶). سفرنامه یا ده هزار میل در ایران. ترجمه حسین سعادت نوری چاپ دوم. تهران: کتاب‌خانه ابن سینا.
- صفا، عزیزالله (۱۳۹۰). تاریخ جیرفت و کهنوج، چاپ دوم. کرمان: مرکز کرمان شناسی.
- فرهادی، مرتضی (۱۳۹۳). صنعت بر فراز سنت یا در برابر آن؟ (آسیب‌شناسی روند توسعه پایدار در ایران). دوفصلنامه دانش‌های بومی ایران. شماره ۱. بهار و تابستان. ۷۱-۱۲۹.
- فرهادی، مرتضی (۱۳۶۹). کشت آدوری (خاروا بسته). ماهنامه جهاد، ش ۱۳۴. آبان. ۲۲-۲۹.
- فرهادی، مرتضی (۱۳۹۲). مردم‌نگاری دانش‌ها و فن‌آوری‌های سنتی: "نان شب" مردم نگاران ایران. دوفصلنامه دانش‌های بومی ایران، شماره ۲. پاییز و زمستان ۹۲. ۱-۴۹.
- فرهنگ جغرافیایی آبادی‌های استان کرمان (۱۳۸۲). شهرستان جیرفت. جلد پنجم. چاپ اول. تهران: سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح.
- فرهنگ جغرافیایی ایران (۱۳۳۲). استان ۸ کرمان و مکران. ج ۸. تهران: دایره جغرافیایی ستاد ارتش.
- کلانتری‌خاندانی، حسین (۱۳۸۷). سیری در جغرافیای استان کرمان. کرمان: مرکز کرمان‌شناسی.
- مستوفی، حمداالله (۱۳۶۲). نزه‌القلوب. تصحیح گای لسترنج. چاپ اول. تهران: دنیای کتاب.
- مقدسی، ابوعبدالله (۱۳۶۱). احسن‌التقاسیم فی معرفه‌الاقالیم. ترجمه علینقی منزوی. ج ۲. تهران: شرکت مولفان و مترجمان ایران.

- مولانایی، صلاح‌الدین و سارا سلیمانی (۱۳۹۳). عناصر باارزش معماری بومی منطقه سیستان بر مبنای مولفه‌های اقلیمی معماری پایدار. باغ نظر. سال سیزدهم. ش ۴۱. مهر و آبان. ۵۷-۶۶.

مصاحبه شوندگان

- جانشین صحت منش، سن ۷۴ سال، بازنشسته جهاد کشاورزی، ساکن شهرستان جیرفت.
- احمد محبی، سن ۵۸ سال، کارمند، ساکن عنبرآباد.
- همت آیین، سن ۷۰ سال، کشاورز، ساکن روستای رضی‌آباد از توابع شهرستان جیرفت.
- نیاز میرشکاری، سن ۷۸ سال، دامدار و کشاورز. ساکن روستای رودفرق جبالبارز.
- فتح‌الله احمدی‌نسب، سن ۵۰ سال، معلم و کشاورز، ساکن رودبار جنوب.
- گل محمد آمینی، سن ۷۴ سال، کشاورز، ساکن دولت‌آباد.
- علی حمیدی‌نیا، سن ۷۷ سال، کشاورز، ساکن روستای دولت‌آباد
- پژمان اسلامی، سن ۲۵ سال، دانشجو و محقق، ساکن دولت‌آباد
- رحیم‌بخش دهبالایی، سن ۵۴ سال، کشاورز، ساکن رمشک
- صالح مرادی، سن ۷۲ سال، کشاورز، ساکن رمشک
- علی‌علیزاده، سن ۵۸ سال، ساکن سیریک از توابع مکران

با سپاس فراوان از:

- مهندس فرشید افشارمنش
- پژمان اسلامی
- زینب دهبالایی

نگرشی راهبردی به مبانی و معانی توسعه پایدار با رویکردی به معماری و شهرسازی پایدار

تاریخ دریافت: ۹۸/۰۷/۰۹

تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۸/۱۵

کد مقاله: ۸۶۹۴۹

هادی مناف زاده^۱

چکیده

گسترش سریع شهرها، بیشتر کشورهای جهان را با مشکلات متعددی مواجه ساخته است. هر چند افزایش جمعیت علت اولیه گسترش سریع شهرها محسوب می‌شود؛ اما پراکندگی نامعقول آن اثرات نامطلوبی بر محیط طبیعی و فرهنگی جوامع می‌گذارد و همین امر هزینه‌های گزافی را برای شهروندان (به جهت حمل و نقل و ...) و دولت (ساخت زیرساخت‌ها و تأمین امکانات لازم) تحمیل می‌نماید. امروزه توسعه‌ی پایدار به‌طور گسترده به توسعه‌ای گفته می‌شود که استانداردها و سطح کیفی زندگی را بهبود بخشیده و هم‌زمان به حفاظت طبیعی، فرهنگی و پیشینه‌ی محلی می‌پردازد. از این رو می‌توان واژه "توسعه" را اعمال یک سری تغییرات اساسی در ساختار جامعه دانست؛ تغییراتی که موجب افزایش ظرفیت‌های تولیدی، بهبود شرایط زندگی و توزیع ثمره‌های آن در جامعه می‌گردد. در این مقاله بر آنیم تا با بررسی و مطالعه کتابخانه‌ای، ضمن معرفی نظریات، اصول و مفاهیم مربوط به توسعه و به تبع آن توسعه‌ی پایدار به معرفی معماری و شهر پایدار بپردازیم.

واژگان کلیدی: توسعه، توسعه پایدار برنامه‌ریزی، شهر پایدار، شاخص‌ها

۱- مقدمه

طی نیم قرن گذشته، محققان و نظریه‌پردازان دیدگاه‌های متفاوتی را در مورد مفهوم توسعه و نحوه تسریع آن در کشورهای جهان سوم ارائه داده و رهنمودهایی را نیز برای تهیه برنامه‌های توسعه اقتصادی-اجتماعی پیشنهاد کرده‌اند. نتایج به‌دست‌آمده از اجرای سیاست‌های پیشنهادی نهایتاً منجر به طرح نظریه جدید رشد اقتصادی از یک سو و ضرورت بهبود مدیریت شهری و ارائه برنامه‌ریزی اصولی برای اداره شهر، از سوی دیگر گردیده است. واژه توسعه پایدار برای اولین بار به‌طور رسمی توسط براندت لند در سال ۱۹۸۷ به معنی "اداره و بهره‌برداری صحیح و کارا از منابع پایه، طبیعی و مالی و ... برای دستیابی به الگوی مصرف مطلوب در گزارش "آینده مشترک ما" مطرح شد. طرح موضوع شکل یا فرم شهری پایدار، عمدتاً مربوط به دهه ۱۹۹۰ و زمان برگزاری کنفرانس ریو در برزیل در سال ۱۹۹۲ است. هدف شهرهای پایدار فراهم کردن خدمات مؤثرتر و کارآمدتر، رفاه و سلامت عمومی بیشتر به واسطه مدیریت محیط پاک و سالم بر اساس بهره‌برداری مؤثر از منابع طبیعی و اصول اکولوژیکی است که این امور مستلزم تغییر زیرساخت‌های سیاسی، اجتماعی، کالبدی و اقتصادی است. در این مقاله سعی بر آن است تا ضمن تعریف مفاهیم توسعه و توسعه پایدار به ارائه اصول و اهداف توسعه پایدار و دیدگاه برنامه‌ریزان شهری را نسبت بدان پرداخته شود.

۲- مفهوم توسعه

اکثر نظریه‌های توسعه به صورت روشن و یا ضمنی «توسعه» را تغییرات اساسی در ساختار جامعه می‌دانند. تغییراتی که موجب افزایش ظرفیت‌های تولیدی، بهبود شرایط زندگی و توزیع ثمره‌های آن در جامعه می‌گردد. اختلاف اساسی دیدگاه‌های نظری بیشتر در شکل ساختار مناسب، مکانیسم مؤثر برای ایجاد تغییرات و شاخص‌های تعیین‌کننده این تغییرات است. هر چند در ابتدا مکتب نوسازی از الگوی ساختار ایجاد شده در کشورهای صنعتی برای بیان مفهوم توسعه استفاده کرد و نظریه‌پردازان این مکتب هر یک به بخشی از این ساختار که از نظر آن‌ها نقش مؤثرتری را در تسریع فرآیند توسعه داشت، پرداختند و شاخصه‌هایی را هم ارائه کردند؛ اما سایر مکاتب به تدریج الگوهای جدیدی را به تصویر کشیدند و مکانیسم‌ها و شاخص‌های مناسبی را مطرح ساختند. در مجموع می‌توان چنین نتیجه گرفت که روند تکامل نظریات توسعه، ضرورت تعریف جامع تری را از این تغییرات ساختاری مورد توجه قرار دادند به گونه‌ای که «تودارو» در یک جمع بندی، چند وجهی بودن فرآیند توسعه را مورد تأکید قرار داد و آن را تغییرات اساسی در ساختار جامعه که در برگیرنده نهادهای ملی، نحوه نگرش عمومی، سرعت رشد اقتصادی، کاهش نابرابری‌ها و فقرزایی است، تعریف می‌کند.



شکل ۱: توسعه پایدار یا Sustainable Development در حقیقت ایجاد تعادل میان توسعه و محیط زیست است (منبع: <http://images.hamshahrionline.ir>)

منظور از توسعه اجتماعی اشکال متفاوت کنش متقابل است که در یک جامعه خاص همراه با توسعه مدرن رخ می‌دهد. توسعه اجتماعی و توسعه فرهنگی جنبه‌های مکمل و پیوسته یک پدیده‌اند و هر دو نوع الزاماً به ایجاد وجوه تمایز فزاینده جامعه منجر می‌گردد (صدوق، ۱۳۸۰: ۱۰). توسعه سیاسی فرایندی است که زمینه لازم را برای نهادی کردن تشکل و مشارکت سیاسی فراهم می‌کند که حاصل آن افزایش توانمندی یک نظام سیاسی است (ازکیا، ۱۳۸۰: ۱۸). در گزارش توسعه انسانی سازمان ملل - در سال ۱۹۹۰ - در مورد توسعه انسانی چنین آمده است (ازکیا، ۱۳۸۰، ص ۲۲):

«توسعه انسانی روندی است که طی آن امکانات افراد بشر افزایش می‌یابد؛ هر چند این امکانات با مرور زمان می‌تواند به شکل اساسی دچار تغییر در تعریف شود اما در کلیه سطوح توسعه مساله اساسی برای مردم عبارت است از: برخورداری از زندگی طولانی همراه با تندرستی، دستیابی به دانش و در نهایت توانایی رسیدن به منابعی است که برای پدید آوردن سطح مناسب زندگی لازم است. با توجه به تعاریفی که از توسعه به عمل آمد می‌توان گفت توسعه فرایندی است سیستماتیک که عوامل اجتماعی،

اقتصادی، سیاسی و ... عناصر تشکیل دهنده سیستم محسوب می‌شوند و خروجی سیستم را رفاه انسانی، برابری و عدالت اجتماعی و توسعه انسانی تشکیل می‌دهد.

۱-۲- نظریه توسعه پایدار

واژه توسعه پایدار^۱، اولین بار به‌طور رسمی توسط براندد لند در سال ۱۹۸۷ در گزارش "آینده مشترک ما" مطرح شد. این واژه در مفهوم گسترده آن به معنی «اداره و بهره‌برداری صحیح و کارا از منابع پایه، طبیعی، مالی و نیروی انسانی برای دستیابی به الگوی مصرف مطلوب است که با به‌کارگیری امکانات فنی و ساختار و تشکیلات مناسب برای رفع نیاز نسل امروز و آینده به‌طور مستمر و رضایت‌بخش» امکان‌پذیر می‌شود (مکنون، ۱۳۷۴، ۵). توجه به مسائل زیست‌محیطی در سطح جهان، پس از تشدید فعالیت‌های آلوده‌کننده در دهه ۱۹۵۰ و ۱۹۶۰ آغاز شد. در سال ۱۹۶۸ مجمع عمومی سازمان ملل متحد تصمیم به برگزاری کنفرانس بین‌المللی محیط‌زیست گرفت. به دنبال آن، اولین کنفرانس جهانی در ژوئن ۱۹۷۲ در استکهلم برگزار شد. حاصل کار کنفرانس، صدور بیانیه محیط‌زیست انسانی و برنامه عملی و ۱۰۶ توصیه‌نامه بود که در تمام آن‌ها وابستگی انسان به محیط‌زیست و چگونگی شکل‌دهی آن بیان شده است. از جمله مسائل مورد توجه این کنفرانس استفاده منطقی از منابع، کاهش آلودگی، آموزش همگانی برای حفاظت محیط‌زیست، تحقیقات زیست‌محیطی و تأسیس سازمان‌های بین‌المللی زیست‌محیطی است. در نتیجه این کنفرانس، کمیته محیط‌زیست تأسیس شد. این کمیته به ریاست براندد لند، مسائل و برنامه زیست‌محیطی جهان را بررسی و در سال ۱۹۸۷ گزارش "آینده مشترک ما" را به سازمان ملل ارائه کرد.

در دسامبر ۱۹۸۹ مجمع عمومی سازمان ملل متحد در جواب به گزارش کمیسیون جهانی محیط‌زیست و توسعه، برگزاری کنفرانس محیط‌زیست و توسعه را در سال ۱۹۹۲ به تصویب رساند. در ژوئن ۱۹۹۲ هم‌زمان با بیستمین سالگرد کنفرانس استکهلم، کنفرانسی با حضور سران کشورها در ریو برزیل برگزار شد. این کنفرانس که "کنفرانس زمین" نامیده شد، فعالیت‌های بیست‌ساله بین‌المللی و ملی را در زمینه‌های زیست‌محیطی را ارزیابی کرد. دستاورد این کنفرانس، ارائه نظریه «توسعه پایدار» است.

این نظریه نیازهای کنونی بدون کاهش توانایی نسل‌های آتی در برآوردن نیازهایشان، تعریف شده است. در این تعریف حق هر نسل در برخورداری از همان مقدار سرمایه طبیعی که در اختیار نسل‌ها به رسمیت شناخته شده و با استفاده از سرمایه طبیعی در حد بهره‌ی آن (و نه اصل آن که موجب نابودی سرمایه‌ی طبیعی است) - مجاز شمرده شده است. به بیان دیگر توسعه پایدار در بهره‌برداری از داده‌های طبیعی محدود به حد باز تولید و جبران طبیعی آن‌هاست. در غیر این صورت، موازنه منفی در بهره‌برداری از سرمایه‌ی طبیعی به کاهش تدریجی آن می‌انجامد و توسعه را ناپایدار می‌کند. این همان وضعیتی است که به اصطلاح توسعه کنونی با تکیه بر رشد اقتصادی به وجود آورده است. البته دیدگاه‌های اقتصادی نئوکلاسیک و تفکرات فن‌گرایی که در جایگزینی سرمایه طبیعی با سرمایه‌های مصنوع را ممکن می‌سازد، در مسیر توسعه کنونی مهم بوده است؛ که در این ارتباط هزینه‌های زیست‌محیطی و تخریب روند اکولوژیکی که اساساً با هیچ منفعتی قابل جبران نیست، نادیده گرفته شده بود.

۲-۲- شاخصه‌های توسعه پایدار

به‌طور کلی شاخصه‌های توسعه پایدار را می‌توان در چهار گروه زیر مطرح نمود:

الف) شاخص‌های اجتماعی (انسانی) ج) شاخص‌های بنیادی (نهادی)

ب) شاخص‌های اقتصادی د) شاخص‌های زیست‌محیطی

۳-۲- اهداف، ابعاد و اصول توسعه پایدار

هدف اصلی توسعه پایدار، تأمین نیازهای اساسی، بهبود و ارتقای سطح زندگی، حفظ و اداره بهتر اکوسیستم‌ها و رسیدن به آینده‌ای امن‌تر ذکر شده است. این هدف خود متضمن تناقضی است که بسیاری آن را از خصوصیات اصلی واژه توسعه پایدار می‌دانند. تأمین رشد لازم برای بهبود سطح زندگی عموم و آینده‌ای مرفه‌تر و درعین‌حال حفظ اکوسیستم‌ها.

۴-۲- سیاست‌های اصولی توسعه پایدار را می‌توان به چهار گروه زیر تقسیم کرد:

- به حداقل رساندن مصرف منابع طبیعی تجدید ناپذیر
- پایدار ساختن مصرف منابع طبیعی تجدید پذیر
- نگهداشتن حد تولید ضایعات و آلودگی‌ها در میزان ظرفیت جذب محلی و جهانی

- تأمین نیازهای پایه انسانی و اجتماعی.

توسعه پایدار ابعاد مختلفی دارد و شاید بر همین اساس، چند زمینه اصلی آن در دستور کار ۲۱ کنفرانس ریو مورد تأکید قرار گرفت:

۱. ابعاد اجتماعی و اقتصادی در توسعه پایدار: برآیند تخصیص بهتر، مدیریت کارآمدتر منابع، جریان مستمر سرمایه‌گذاری خصوصی و دولتی، فقرزدایی، تأمین سلامت انسانی، تغییر الگوی مصرف، تحولات جمعیتی، تأمین مسکن مناسب و تلفیق برنامه‌ریزی محیط‌زیست و توسعه.
۲. منابع برای توسعه پایدار: حفاظت اتمسفر، استفاده مناسب از زمین، کویرزدایی، کشاورزی و توسعه روستایی پایدار، بیوتکنولوژی پایدار، حفاظت و مدیریت منابع آب، تعیین قوانین و دستگاه و نظام قانونمند مناسب.
۳. توسعه مکانی پایدار که با هدف نیل به شکل روستایی شهری متعادل تر و توزیع بهتر زمین ها از نظر اسکان انسانی و مواردی از این دست تأکید دارد: کاهش تمرکز بیش از حد در مناطق اقماری، ممانعت از تخریب اکوسیستم های آسیب پذیر ناشی از فرآیندهای مهاجرت و کوچ نشینی بی رویه، ترویج روش های کشاورزی و جنگل داری جدید بین زارعان کوچک، کشف و بهره‌برداری از توان (بالقوه) محیطی برای صنعتی شدن متمرکز همراه با فن آوری های جدید و با تأکید خاص بر صنایع زیست توده و نقش آنها در ایجاد اشتغال روستایی غیر کشاورزی.
۴. مشارکت مردمی در توسعه پایدار: مشارکت همه اقشار در فرآیند توسعه، توجه به زنان و جوانان و کودکان، مشارکت مردم بومی، سازمانهای غیر دولتی، نقش مسئولان محلی، کارگران و کارکنان، تجارت و صنعت، علوم و فن آوری.
۵. روش های اجرایی برای توسعه پایدار: منابع مالی و نحوه تأمین آنها، انتقال تکنولوژی، علوم در خدمت توسعه، آموزش عمومی، ظرفیت سازی، نهادهای بین‌المللی مورد نیاز، قوانین و مقررات و اطلاعات مورد نیاز.

۳- معماری پایدار

کاربرد مفاهیم پایداری و توسعه پایدار در معماری، مبحثی به نام «معماری پایدار» آغاز نموده اند که مهمترین سرفصلهایی آن با عنوان "معماری اکو- تک"، "معماری و انرژی - معماری سبز" ایجاد می گردد.

۳-۱- تعاریف ساخت و ساز پایدار

ساخت و ساز پایدار این چنین تعریف شده است: «مدیریت یک محیط پاک و سالم براساس بهره‌برداری مؤثر از منابع طبیعی و اصول اکولوژیکی» که هدف از طراحی ساختمان‌های پایدار کاهش آسیب آن بر روی محیط و منابع انرژی و طبیعت است، که شامل قوانین زیر می‌باشد:

- ۱- کاهش مصرف منابع غیر قابل تجدید
- ۲- توسعه محیط طبیعی
- ۳- حذف یا کاهش مصرف مواد سمی و یا آسیب رسان بر طبیعت در صنعت ساختمان‌سازی بنابراین به‌طور خلاصه ساختمان پایدار را می‌توان این چنین تعریف نمود: ساختمانی که کمترین ناسازگاری و مغایرت را با محیط طبیعی پیرامون خود و در پهنه وسیع‌تر با منطقه و جهان دارد. تکنیک‌های ساختمان‌سازی در یک پهنه وسیع در جهت تأمین کیفیت یکپارچه از نظر اقتصادی، اجتماعی و محیطی می‌کوشند؛ بنابراین استفاده معقول از منابع طبیعی و مدیریت مناسب ساختمان سازی به حفظ منابع طبیعی محدود و کاهش مصرف انرژی کمک نموده (محافظت انرژی) و باعث بهبود کیفیت محیطی می‌شود.

۳-۲- اهداف کلی ساختمان‌های پایدار

- بهره‌برداری مناسب از منابع و انرژی
- جلوگیری از آلودگی هوا
- مطابقت با محیط

۳-۳- اصول توسعه ساخت و ساز پایدار

برای ایجاد تعادل میان سطوح تنوع زیستی، سه اصل توسعه صنعت ساخت و ساز پایدار که در جهت و حفظ تنوع زیستی در شهر باید رعایت شوند، به شرح زیر است:

- استفاده پایدار از منابع زیستی: بدین معنا که باید دقت شود که منابع زیستی بهره‌برداری شده در سامانه‌های توسعه در کجا استفاده می‌شوند، و چگونه می‌توان آنها را پایدار نگهداشت، و از منابعی که سریعتر جایگزین می‌شوند استفاده شود. به عنوان مثال؛ از چوب درختهایی باید استفاده شود که سریعتر رشد کرده و می‌توانند جایگزین شوند. همچنین از منابع متنوع استفاده کرد، که نوع خاصی از بین نرود، و یا مثلاً مساحت جنگلها را مقدار ثابتی نگهداشت و از مقدار معینی کمتر نشوند، و یا از گونه خاص موجودی به علت منافع اقتصادی حمایت نشوند.
- استفاده از منابع تجدید ناپذیر: استفاده عاقلانه از منابع غیر قابل تجدید باید به‌طور گسترده اعمال شود. به عنوان مثال؛ استفاده از منابع فسیلی برای سوخت غیر عاقلانه است؛ و یا در ساختن صندلی از چوبی استفاده شود که در طبیعت از سرعت تجدیدپذیری و جایگزینی بالاتری برخوردار است.
- کاربرد معقول از چوب (به عنوان یک منبع تجدید ناپذیر) باعث می‌شود که به اصل منبع لطمه‌ای نخورده و امکان جایگزینی آن در طبیعت وجود داشته باشد، و حتی در نوع رنگی که در آن بکار برده می‌شود از موادی که کمتر که برای محیط زیست ضرر دارد استفاده شود.
- حفاظت از تنوع زیستی: از منابع زیستی به خوبی نگهداری شود، و مشارکت افراد جامعه در جهت بقاء و تنوع زیستی موجود الزامی باشد. طوری از سامانه استفاده شود که همه اجزاء خود حافظ مجموعه باشند. مردم به‌طور صحیح از منابع محیطی بهره گیرند، و به آنها آموزش داده شود که از هر محصول یا منبعی در جای خود و به صورت بهینه استفاده کنند؛ مثلاً در مورد مبلمان شهری، استفاده صحیح از آن به مردم آموزش داده شود؛ و با اندک نقصی به کنار گذاشته نشوند، بلکه تعمیر و یا در غیر این صورت به محصولی دیگر تبدیل و یا در نهایت مواد اولیه آن بازیافت شود. (مفیدی، مبانی مقدماتی توسعه و طراحی شهر پایدار).

۴- طراحی پایدار و اصول اولیه آن:



شکل ۲- طراحی پایدار با درک از محیط آغاز می‌شود (ماخذ: <http://1.bp.blogspot.com/>)

طراحی پایدار همکاری متفکرانه معماری با مهندسی مکانیک، برق و سازه است. علاوه بر فاکتورهای متداول طراحی مانند زیبایی، تناسب و بافت و سایه و نور و امکاناتی که باید مد نظر قرار گیرند، گروه طراحی باید به عوامل طولانی مدت محیطی، اقتصادی و انسانی توجه نموده و اصول اولیه آنرا که به قرار زیر است، مد نظر قرار دهد:

- **درک محیط:** طراحی پایدار با درک از محیط آغاز می‌شود. اگر ما به امکانات محیطی که در آن هستیم آگاه باشیم می‌توانیم از صدمه زدن به آنها جلوگیری کنیم. درک محیط باعث مشخص شدن مراحل طراحی از جمله جهت قرارگیری نسبت به خورشید و چگونگی قرارگیری ساختمان در سایت و حفظ محیط پیرامون و دسترسی سیستم نقلیه و پیاده می‌گردد.

- **ارتباط با طبیعت:** چه ساختمان در داخل محیط شهری باشد و چه در یک محیط طبیعی تر، ارتباط دادن طبیعی به محیط طراحی شده روح و جان می‌بخشد.
- **درک روندهای موجود در طبیعت:** در سیستم موجود در طبیعت زباله موجود نیست. لاشه یک موجود، غذای یک موجود دیگر می‌شود. به بیان دیگر موجب احترام بشر به نیازهای انواع گونه‌های طبیعی می‌گردد. روندهایی که باعث احیا می‌شوند تا ضایع کردن، به بیشتر زنده ماندن ما می‌انجامند.
- **درک تأثیرات محیطی:** طراحی پایدار سعی در درک تأثیرات محیط از طریق ارزیابی و تحلیل سایت دارد؛ ارزیابی انرژی مصرفی، سمیت مصالح و تکنیک‌های ساختمان سازی. بطوریکه تأثیر منفی محیطی را می‌توان از طریق استفاده مصالح ساختمان سازی پایدار، مصالح با سمیت کمتر و مصالح ساختمانی قابل بازیافت کاهش داد.
- **روند مشارکتی طراحی:** طراحان پایدار، اهمیت توجه به هر نظری را می‌دانند. همکاری با مهندسين مشاور و متخصصين ديگر در مراحل اوليه طراحی صورت می‌پذیرد. طراحان همچنین به نظرات ساکنین محلی و همسایگان محلی نیز توجه می‌کنند.
- **درک مردم:** طراحان پایدار باید به فرهنگ و دین و نژاد مردمی که قرار است برای آنها طراحی کنند، توجه کنند. بنابراین معماری پایدار ترکیبی چند ارزشی دربر دارد:
- زیبایی شناسی، محیط، اجتماع، سیاست و بعبارتی طراحی و ساختمان سازی هماهنگ با محیط.

- یک معمار باید زیرکانه چند فاکتور را در نظر بگیرد: مقاومت و پایداری و طول عمر بنا، مصالح مناسب، و مفهوم و کانسپت.
- تمام اصول معماری پایدار باید در یک پروسه کامل که منجر به ساخته شدن محیط زیست سالم می شود.

۵- پایداری، شهرنشینی و توسعه

قبل از دهه آخر قرن بیستم به ندرت بحثی از شهرنشینی با زمینه پایداری می شد و تنها به عنوان عاملی دارای سهم در مسائل محیط زیست مطرح بود. ردپای اکولوژی شهرها تاثیر شدیدی بر مناطق پیرامونی آنها داشته است و علی رغم مرکزیت شهرها در فرآیند توسعه، محبت پیرامون شهرنشینی و پایداری تا حدود زیادی به صورت دو موضوع جدا از هم شکل گرفته اند. از طرف دیگر به خاطر نقش کلیدی برای شهرها در رشد پایدار اقتصادی انتظار می رفته، از نظر برخی این رشد آن قدر با پایداری نزدیکی داشته که شهرها باید به آن برسند. در خصوص شهرنشینی پایدار، ادبیات گسترده ای وجود داشته و دارد، ولی به ندرت این اجزا در بحثی مفهومی پیرامون پایداری شهری یکجا و با هم آورده شده اند. در دهه ی ۱۹۹۰ این وضعیت اساسا تغییر یافته است. چند کتاب در پیرامون پایداری شهری نوشته شده و پایداری به سال ۱۹۹۶ یکی از موضوعات اصلی در کنفرانس دوم اسکان بوده است.

۵-۱- نظریه توسعه پایدار شهری

نظریه توسعه پایدار شهری، حاصل بحثهای طرفداران محیط زیست درباره مسائل زیست محیطی بخصوص محیط زیست شهری است که به دنبال نظریه «توسعه پایدار» برای حمایت از منابع محیطی ارائه شد. توسعه پایدار شهری نیازمند شناسایی محدودیتهای محیطی برای فعالیت های انسانی در ارتباط با شهرها و تطبیق روشهای طراحی در این محدودیتهاست. در این نظریه موضوع نگهداری منابع برای حال و آینده از طریق استفاده بهینه از زمین و وارد کردن ضایعات به منابع تجدید ناپذیر مطرح است (Blowers, 1994). نظریه توسعه پایدار شهری موضوعهای جلوگیری از آلودگی های محیط شهری و ناحیه ای، کاهش ظرفیتهای تولید محیط محلی، ناحیه ای و ملی، حمایت از بازیافت ها، عدم حمایت از توسعه های زیان آور و از بین بردن شکاف میان فقیر و غنی را مطرح می کند. همچنین راه رسیدن به این اهداف را با برنامه ریزیهای شهری، روستایی، ناحیه ای و ملی که برابر با قانون کنترل کاربری ها و کنترل بشتر در شهر و روستا هاست، می داند. این نظریه به مثابه دیدگاهی راهبردی، به نقش دولت در این برنامه ریزیها اهمیت بسیار می دهد و معتقد است دولتها باید از محیط زیست شهری حمایت همه جانبه ای نمایند. (Clark, 1992: 140/147). این نظریه، پایداری شکل شهر، الگوی پایدار سکونتگاهها، الگوی مؤثر حمل و نقل در زمینه مصرف سوخت و نیز شهر را در سلسله مراتب ناحیه ی شهری بررسی می کند. در یک دید اجمالی مبانی نظری مفهوم پایداری در شهر و ناحیه شامل این موارد می شود: کاهش آلودگی، نگهداری و حفاظت از منابع طبیعی، کاهش حجم ضایعات شهری، افزایش بازیافتها، کاهش انرژی مصرفی، ایجاد جامعه جنگلی و نواحی سبز در شهرها، توسعه شهرهای کوچک برای کاهش اتکا به شهرهای بزرگ، کاهش فواصل ارتباط، ایجاد اشتغال محلی، توسعه متنوع مسکن در مراکز اشتغال، ساخت اجتماع متعارف، حمل و نقل عمومی و کاهش ترافیک جاده ای (Brehany, 1994: 46)، مدیریت ضایعات بازیافت نشدنی، توزیع منابع و تهیه غذای پایدار محلی (Edward, 1991: 218349).



شکل ۳- بهره برداری از منابع طبیعی و انرژی های

تجدید پذیر یکی از مقوله های پایداری (منبع:

<http://upload.wikimedia.org>)

به این طریق اولاً با جایگزینی منابع و نوسازی آنها، اتخاذ سیاست کاربری صحیح و محافظت از زمین بالا می رود؛ ثانياً با توجه به برنامه ریزی شهری و ناحیه ای و سازماندهی فضا (Herbert, 1992: 177/181)، توسعه پایدار شهری حاصل می شود.

این نظریه راه رسیدن به این الگوها را از طریق برنامه ریزی های شهری، روستایی، منطقه ای و ملی در راستای نقش قانون و کنترل کاربری ها می داند. این نظریه به عنوان دیدگاهی استراتژیک به نقش دولت در این برنامه ریزیها زیاد اهمیت قابل است و معتقد است دولت باید از محیط زیست شهری حمایت گسترده ای نمایند.

۵-۲- ویژگی های ضروری شهر پایدار

کمیسیون جهانی محیط زیست و توسعه، اصول زیر را به عنوان ویژگی های ضروری یک شهر پایدار عنوان می کند:

۱. افزایش فرصت های اقتصادی و اجتماعی، به گونه ای که ساکنان شهری را پوشش دهد.
۲. کاهش سهم انرژی در رشد شهری
۳. استفاده ی بهینه در مصرف آب، زمین و سایر منابعی که مورد نیاز چنین رشد شهری است.
۴. کمینه کردن میزان تولید زباله و فاضلاب و بیشینه کردن بازیافت از پسماندها.
۵. ایجاد سیستم های مدیریت با قدرت و کارایی کافی جهت نیل به اهداف اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی.
۶. سوق دادن فن آوری های مورد استفاده در شهر به سمت اهداف توسعه ی پایدار.
۷. تقویت توان مناطق مختلف شهری در راستای جلوگیری یا پاسخ گویی به تهدیدات و اهداف اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی که در نتیجه ی عوامل طبیعی یا انسانی به وجود می آیند، همچنین انعطاف پذیری در مقابل اختلالات غیر منتظره در سیستم شهر. در این ارتباط شهر پایدار شهری است که در آن بهبود در عدالت اجتماعی، تنوع و امکان زندگی با کیفیت مطلوب تحقق یابد (عزیزی، ۱۳۸۰: ۲۲).

نگرش توسعه ی پایدار بر این اندیشه است که فن آوری نمی تواند هر گونه کاهش منابع طبیعی را جبران سازد و سرمایه ی طبیعی مکمل سرمایه ی انسان ساخت است و در این راستا سازمان ملل از مبانی و دیدگاه مفهومی توسعه ی پایدار حمایت می کند و راه دستیابی به توسعه ی پایدار را وجود بسترهای فرهنگی مناسب می داند که با آموزش و آگاهی دادن به مردم می توان بدان دست یافت (کیانی، ۵: ۱۳۸۳). بنابراین یک الگوی توسعه ی پایدار شهری باید قابلیت سازگاری و انطباق را در زمان تغییرات اجتماعی و اقتصادی و ارزش های فرهنگی جامعه داشته باشد. با وجود این که جمعیت به عنوان عامل اصلی در پایداری مطرح است، باید چگونگی تاثیر گذاری این عامل بر عوامل اقتصادی، اجتماعی و محیطی، که شهر را به سیستمی یکپارچه تبدیل می کند، مورد بررسی قرار گیرد.



شکل ۴- برازیلیا، نمونه ای از شهر نو پایدار (ماخذ: <http://images.hamshahrionline.ir/>)

۵-۳- ابعاد شهر پایدار:

براساس دیدگاه ارائه شده کنفرانس بین المللی برلین (Urban 21) ابعاد پایدار شهری شامل:

- ۱- اقتصاد شهری پایدار: کار و درآمد مناسب
 - ۲- جامعه شهری پایدار: همبستگی و یکپارچگی اجتماعی
 - ۳- سرپناه شهری پایدار: خانه سازی شایسته و در استطاعت همه
 - ۴- محیط زیست شهری پایدار: اکوسیستم های با ثبات
 - ۵- دسترسی شهری پایدار: تحرک همراه با حفاظت منابع
 - ۶- زندگی شهری پایدار: ایجاد شهر زیست پذیر
 - ۷- مردم سالاری شهری پایدار: قدرتمندسازی شهروندان است.
- برای سنجش هریک از ابعاد می توان شاخص هایی را تعریف کرد و به طور مرتب آن ها را سنجید، از جمله شهرداری ها می توانند با سنجش منظم این ابعاد، بر وضعیت شهر از منظر پایداری توسعه نظارت کنند و بهبود بخشند.

۵-۳-۱- شاخص‌های اقتصاد شهری پایدار

جمعیت زیر خط فقر، نسبت درآمد دهک درآمدی پایین به دهک درآمدی بالا، نسبت درآمدهای پایدار شهرداری به کل درآمد شهرداری، نسبت میزان فساد مالی به تولید ناخالص ملی، نسبت تجارت‌های جدیدی که بعد از سه سال از زمان تأسیس هنوز فعالیت می‌کنند، هزینه غذایی خانوار به کل بودجه خانوار، سرانه هزینه اداره شهر، نسبت تعداد کارگران کودک (زیر سن قانونی) به کل کودکان، بهره‌وری کار به ازاء هر ساعت کار.

۵-۳-۲- شاخص‌های جامعه شهری پایدار

امنیت، درصد افرادی که در زندان‌ها هستند در ۱۰۰۰ نفر، درصد افرادی که در مراکز بازپروری معتادین هستند در ۱۰۰۰ نفر، کیفیت آموزش (بر اساس نسبت افراد صاحب‌نظر که فکر می‌کنند کیفیت آموزش ارتقاء یافته است)، میل به مهاجرت به کشورهای خارجی، توانایی خلاقیت (تعداد اختراعات ثبت شده در میلیون نفر)، زمان لازم برای تغییرات، فعالیت اجتماعی افراد ۶۶ تا ۷۵، درصد جوانانی که به رسوم و قواعد اخلاقی جامعه احترام می‌گذارند.

۵-۳-۳- شاخص‌های مسکن

کمیت مسکن (تراکم خانوار در واحد مسکونی، تعداد اتاق به ازاء هر خانوار)، کیفیت مسکن (تأسیسات مناسب، مصالح بادوام، مقاوم بودن و ...)، تعداد واحدهای مسکونی مقاوم در مقابل زلزله به کل واحدهای مسکونی، تعداد واحدهای مسکونی بیمه شده در مقابل حوادث و سوانح به کل، نسبت مساکن مجهز به سیستم‌های سازگار با محیط زیست.

۵-۳-۴- شاخص‌های زیست‌محیطی و بهداشت شهری



شکل ۵- طراحی پایدار پاسخی است
معمارانه به بحرانه‌های زیست‌محیطی جهان!
(ماخذ: <http://dingo.care2.com>)

نخاله‌های جمع‌آوری و دفع شده توسط شهرداری به حجم کل نخاله‌های تولید شده، مجموع حجم ظروف دفع زباله معابر و فضاهای عمومی به حجم مورد نیاز، تولید سرانه پسماند، درصد بازیافت پسماندها، درصد زباله‌های خطرناک که به صورت جداگانه جمع‌آوری و دفع می‌شوند، نسبت فعالیت‌های اقتصادی و تولید دی‌اکسیدکربن، تعداد افرادی که در حین کار جراحات جدی دیده‌اند به کل کارکنان، نسبت روزهای هوای پاک به کل روزهای سال، مجموع ظرفیت توالی‌های عمومی سطح شهر به ظرفیت مورد نیاز، درصد مصرف سوخت‌های زیستی به کل سوخت‌های مصرفی، نسبت بهره‌گیری از انرژی‌های نو، نسبت فاضلابی که به وسیله سیستم آگو هدایت و دفع می‌شود به کل، درصد پساب بازیافتی، تعداد کارگاه‌های مزاحم آلاینده‌ای که ساماندهی شده‌اند به کل تعداد کارگاه‌هایی که نیاز به ساماندهی زیست محیطی دارند، سرانه فضای سبز، آلودگی نور (درصد شهروندانی که از شدت زیاد نور شکایت دارند)، انواع پرندگان نسبت به سال پایه، نسبت کاربری‌های کشاورزی و باغات تبدیل شده به سایر کاربری‌ها به کل مساحت کاربری‌های زراعی و باغات.

۵-۳-۴- شاخص‌های دسترسی

حجم ترافیک (کیلومتر ماشین) سالانه نسبت به سال گذشته، رضایت از حمل‌ونقل عمومی (درصد شهروندان با رضایت زیاد و خیلی زیاد)، دسترسی به حمل‌ونقل عمومی (درصد شهروندانی که ایستگاه حمل‌ونقل عمومی حداکثر در ۶۰۰ متری محل سکونت آنها قرار دارد)، تعادل بین اشتغال و سکونت (درصد افرادی که ظرف کمتر از یک ساعت به محل کار و یا تحصیل خود می‌روند)، نسبت استفاده از خودروهای دوستدار محیط زیست، نسبت تصادفات به ازاء هر ۱۰۰۰ نفر، نسبت تصادفات منجر به فوت یا جرح به ازاء هر ۱۰۰۰۰ نفر، تعداد کارخانه‌ها با برنامه حمل‌ونقل سبز، درصد سفرهای شهری که به صورت پیاده انجام می‌شود، نسبت طول خیابان‌هایی که برای پیاده روی مناسب هستند.

۵-۳-۵- شاخص‌های زندگی

نسبت دسترسی پایدار به تسهیلات بهداشتی و درمانی مناسب (سرانه و شعاع دسترسی تسهیلات بهداشتی و درمانی)، درصد افرادی که احساس می‌کنند شهر زیباست، درصد رضایت از وضعیت و محیط زندگی، درصد کودکانی که به تسهیلات فراغت دسترسی آسان دارند، پوشش مناسب کاربری‌های رفاهی و خدماتی (درصد شهروندانی که دسترسی مناسب به این کاربری‌ها ندارند)، سازگاری فضا و فعالیت (نسبت کاربری‌هایی که در فضای نامناسب استقرار یافته‌اند)، نسبت تعداد ایستگاه‌های موجود آتش نشانی به تعداد ایستگاه‌های مورد نیاز، نسبت عملیات امداد و نجاتی که در زمان استاندارد انجام می‌شود به کل عملیات.

۵-۳-۶- شاخص‌های مردم‌سالاری شهری

درصد شرکت‌کنندگان در انتخابات نهادهای محلی، درصد شرکت در فعالیت‌های داوطلبانه (حداقل یکبار در ۱۲ ماه گذشته)، درصد مشارکت جوانان و کودکان در بعضی از اشکال خدمات رسانی اجتماعی، درصد نسبت عضویت بانوان در شوراهای شهر و محله، درصد افرادی که احساس می‌کنند می‌توانند در منطقه خودشان تأثیرگذار باشند، تعداد تیراژنشریات با ماهیت آموزش شهروندی به تعداد شهروندان، تعداد موارد نقض حقوق بشر به جمعیت. بدین ترتیب توسعه پایدار مفهومی است جامع که تحقق ابعاد مختلف آن نیازمند شناخت، نظارت و بهبود بخشی مستمر است شاخص‌های توسعه پایدار شهری ابزاری مهم در این فرایند است و کاربرد ماهرانه آن ضرورتی است که باید مورد توجه برنامه‌ریزان و مدیران شهری قرار گیرد.

۶- برنامه‌ریزی شهری و توسعه پایدار

از آنجایی که قرن حاضر و به ویژه ۲۵ سال گذشته شاهد تحولات بی‌سابقه‌ای در زمینه‌های گوناگون سیاسی، فرهنگی، اقتصادی و اجتماعی و... بوده است؛ انقلاب فراگیر ارتباطی و اطلاعاتی، نفوذ انسان به اعماق دور دست، پیشرفت سلاح‌های هسته‌ای و فوق مدرن و رشد سریع و لجام گسیخته‌ی جمعیت، استفاده‌ی بی‌رویه از منابع طبیعی و... همگی ثمره‌ی فرآیند تمدن بشری در این قرن است. در این میان برنامه‌ریزی، طراحی و مدیریت شهری نتوانسته است نهضت زیبا سازی شهری را بیافریند (Blowers 1997:10). در این ارتباط مکاتب مختلفی همچون مدرنیسم با توجیه اقتصادی از سرمایه داری کینز، صنعتی فوردیسم، مذهبی پروتستانیسم و روش‌های علمی و عینی، کلیه شئون زندگی را به شدت تحت تأثیر خود قرار داده است و هیچکدام از نهضت‌های شهرسازی نظیر کلان پیگر گرای، متابولیسم شهری، ساختارگرایی، رفتارگرایی، نمادگرایی، انسان گرایی، طبیعت گرایی، آمایش انسانی، توان مقابله با مدرنیسم را نداشته است و اغلب آنها در حد نظریه باقی مانده‌اند. به جرات می‌توان گفت شهرسازی قرن بیستم را جنبه‌های عملی و اجرایی مدرنیسم شکل داده است و بیشترین ضربه را بر محیط‌زیست وارد آورده است. در این میان مہیای کردن شرایط زندگی سالم، کارکرد مؤثر شهرها، محافظت از محیط مصنوع و طبیعی، تعادل میان سرمایه گذاری بخش عمومی و خصوصی، استفاده کارا از منابع که در گذشته در برنامه‌ریزی شهری سنتی مرسوم بوده، در برنامه‌ریزی شهری کلاسیک به چشم نمی‌خورد. لذا انتقادهایی از برنامه‌ریزی شهری کلاسیک در زمینه‌های: سیاسی، تکنیکی، طرح فرآیند، حرفه، جنبه‌های رقابتی، مسکن، فقر مسکن، ایجاد اجتماعات اقلیت نژادی، منطقه بندی، عدم توجه به تنوع گرای و... گردیده و اغلب صاحب نظران شکست آن را اعلام نموده‌اند (Soja, 1986:249). در دنیای امروز بیش از یک میلیارد نفر فاقد سرپناه مناسب‌اند که بیشتر آنها در شهرهای جهان سوم زندگی می‌کنند (Unc, 1991:10). طبق آمارهای موجود، بین سالهای ۱۹۹۰ تا ۲۰۰۰ م حدود ۷۰۰ میلیون نفر به جمعیت جهان اضافه شده است که ۸۰ درصد این افراد در مناطق شهری سکنی گزیده‌اند (Un, 1991:10).

در سال ۱۹۶۰، هشت منطقه‌ی شهری از هر ده منطقه‌ی شهری در قلمرو جهان اول بوده اما در سال ۲۰۰۰، هشت شهر از ده شهر بزرگ جهان در آسیا و آمریکای جنوبی قرار دارند. لو (Lowe) معتقد است که ۷۰ تا ۷۵ درصد مسکن جدید در شهرهای جهان سوم غیر رسمی‌اند. تراکم زیاد، عدم وجود آب لوله کشی، بی‌نظمی فرمها، وجود مناطق حاشیه نشین و فقیر نشین و... از این قبیل‌اند. این مسائل از نتایج برنامه‌ریزی شهری قرن بیستم و مکاتب مبتنی بر آن است (Lowe, 1992:38). از آنجا که برنامه‌ریزانی نظیر «هاوارد»، «گدس»، «شارپ» و... مشروعیتی خاص در برنامه‌ریزی شهری بین الملل کسب نمودند، لذا در قرن ۲۱ باید برنامه‌ریزان شهری جدید، چنین مشروعیتی را بدست آورند. آنها باید به مثابه یک اصلاح گر اجتماعی، خردگرایی تکنیکی، نظم گرا، گفتگوگر نو، مدیر محیط‌زیست، ایجاد ساختمانهای پایدار، مشارکت گرا، ایجاد کننده‌ی فرصت‌های برابر، متعهد به فشارهای اجتماعی، سیاسی و اقتصادی در هر زمان عمل نمایند. برنامه‌ریزان شهری قرن ۲۱ باید به عنوان رهبران حرفه‌ای دارای «چشم استراتژیک» باشند. چون آنها سهم عمده‌ای در ساختار تمدن‌ها دارند (Siddiq, 1992:10).

دستور جدید محیط‌زیست مبنی بر توسعه پایدار، یک فرصت استثنایی برای برنامه‌ریزان در کسب رقابت در مدیریت محیط‌زیست بوجود آورده است بنابراین باید یک دریاچه‌ی سیاسی پایدار برای برنامه‌ریزان شهری حرفه‌ای گشود؛ اما آیا آنها

توانایی رسیدن به چنین نقشی را دارند؟ اگر تئوری اصولی برنامه‌ریزی معاصر با دستورات پایداری همخوان شود، می‌توان به نتایج این توانایی امیدوار بود. چون برنامه ریزان باید به دانش کنترل سیستمهای اداری و طراحی در محیط مجهز شوند.

برنامه ریزان حرفه ای شهری باید بعنوان «شبه قاضی»، «ارائه دهنده روشهای بدیع»، «وضع کننده قوانین مناسب»، «رهبری و مدیریت محیط‌زیست»، «شغل آفرین» و «ایجاد کننده رفاه» باشند. برنامه ریزان باید یک فضای فرهنگی خلق نمایند تا در گفتگوها، صحبتها شنیده شود و در حمایت از توسعه پایدار و پایداری؛ ضمن رعایت نظریه اخلاقی به سیاست کاربری اراضی مناسب دست یابند (Mazza, 1996: 15-30). روشن است حل بخشی از این مسائل، نیازمند توجه به تشکیلات تخصصی، ساختار آموزشی و برنامه‌های اجرایی مناسب دارد، تا افرادی برای این رشته آماده شوند و حرقه اتصال میان توسعه پایدار و حرفه برنامه‌ریزی شهری برقرار گردد. در واقع برنامه ریزان باید در راستای اصول و چارچوب برنامه‌ریزی محیطی و توسعه پایدار حرکت نمایند. سیستم برنامه‌ریزی کاربری اراضی فعلی باید دگرگون شود و اصول و سیاستهای برنامه‌ریزی کاربری اراضی از سطح جهانی به منطقه ای و محلی تعمیم داده شود. نقش دولت ها و مشارکتهای مردمی در این حرکتها قابل توجه است؛ به نحوی که موانع ایدئولوژی هم در این ارتباط باید برطرف گردد. (Owen, 1994: 39). لذا یکپارچگی در برنامه‌ریزی های صنعتی، اداری و ... در سطح ملی و محلی ضروری است. در این میان باید بهینه ترین استانداردها برای کیفیت محیط‌زیست طراحی شده و بهترین تکنیکها برای کنترل آلودگی ها فراهم گردد (Rydin, 1995: 369).

نتیجه‌گیری

با تقویت مشارکت و به کارگیری توانایی های افراد، سطح دانش فنی، اجتماعی، سیاسی و محیط‌زیست مردم ارتقا یافته و شهروندان با داشتن این احساس که در محیط زندگی خویش نقشی دارند، رابطه احساسی با محیط برقرار کرده و با تضعیف بی‌تفاوتی‌های رفتاری نظارت بیشتری بر محیط اعمال می‌کنند و همین امر سبب افزایش امنیت و برقراری نظم شده و محیطی منسجم تر بوجود می‌آورد. نظریه توسعه پایدار و توسعه پایدار شهری مستلزم تغییر زیر ساختهای سیاسی، اجتماعی، کالبدی و اقتصادی است. برنامه ریزان و مدیران شهری قرن بیست و یکم باید طرح‌های جامع ای مبتنی بر حوزه های آماری را کنار گذاشته و شکست آن را اعلام نمایند. آنها باید در پی ارائه طرح‌های شهری و در ارتباط با محیط طبیعی و بومی گام برداشته و به یک پتانسیل سنجی برای شهرها در زمینه حفظ جمعیت متناسب با منابع، اقتصاد و فرهنگ دست یابند تا شاید بدین نحو بتوانند بسوی توسعه مطلوب و پایدار پیش رفته و خدمات موثرتری ارائه نمایند.

منابع

- ازکیا، مصطفی. ۱۳۸۰. جامعه شناسی توسعه. موسسه کلمه. تهران. ص: ۱۸.
- ازکیا، مصطفی. ۱۳۸۰. جامعه شناسی توسعه. موسسه کلمه. تهران. ص: ۲۲.
- حسین زاده دلیر، کریم. ۱۳۸۰. برنامه‌ریزی ناحیه ای، انتشارات سمت، تهران. ص: ۹۳.
- صدوق، محمدباقر. ۱۳۸۰. توسعه و توسعه پایدار. فصلنامه علمی محیط‌زیست. سازمان حفاظت محیط‌زیست؛ شماره ۳۶. ص: ۱۰.
- عزیزی، محمد مهدی. ۱۳۸۰. توسعه پایدار. برداشت و تحلیلی از دیدگاههای جهانی، صفه، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه شهید بهشتی. سال ۱۱؛ شماره ۳۳.
- کیانی، مصطفی. ۱۳۸۳. توسعه پایدار و بازسازی بم. فصلنامه آبادی، مرکز مطالعات و تحقیقات معماری و شهرسازی، سال چهاردهم. شماره: ۴۲.
- مکنون، رضا. ۱۳۷۴. توسعه پایدار. مجله بنا؛ شماره ۱. تهران. ص: ۵.
- Blower, Andrew. 1994. Planning for sustainable Environment, A report the town and country planning Associattion, London Ear thscam pub.
- Blowers, Andrew and Bob Evans. 1997. Town Planning into The 21.st Country, Routledge, London.
- Brehang, Micheal and Ralph Rockwook. 1994. Planning the sustainable city, Region, London, Earthscam pub.
- Campbell, S. (1996): Green Cities, Growing Cities, just cities? Urban planning and the contraiction of sustainable development. Journal of the American planning Assuciation, vol: 62,(3) pp296-312.
- clark, Micheal, 1992. A Sustainable Economy, London, EarthScam.

- Edvard, Lcman and John E. COX (1991). Sustainable Urban Development, Strategic Consideration for Urbanization Nation, Ekistics, Vol 58, No.2.pp.218-349.
- Herbert, Girardet. 1992. New Diraction For Sustainable Urban Living, London Gaia Book, Limited.
- Lowe, MD. 1992. Shapping Cities, in Brown, State of The World, A World Watch. Institute Report on Progress Toward A Sustainable Society, Earthscan, London, pp. 1-65
- Mazza, K and Rydin, R. 1996. Urban Sustainability, Actor, Discourses, Networks and Policy Tools, Progress in Planning.
- Owen, Se, Land. 1994. Limits and Sustainability, A Conceptual Framwork and Some Dilemnas for the Planning System, Transaction of The Lnstitute of The British Some Dilmmas For The Planning System, Transaction of The Institute of The British Geograpers.
- Rydin, Y. 1995. Sustainability Development and The Role of Land use Planning Report.
- Siddiq, M. 1994.Evaluation of Approved Privet Sites and Servies Schemes in Faisalabad, Pepartment of City and Regional Planning, University of Engineering and Technology, Lahore.
- Soja, E and Scott, A. 1986. Lous Angeles Capital of The Late Twentieth Century, Environment and Planning.
- United Nation Centre For Human Settlemet. 1990. Global Strategy For Shelterto The Year 2000. Habitat, Nairobi, pp. 1-60.
- United Nation, World Urbanization Prospect s, 1990.1991. Estimats and Projections Agglomerations, United Nations, New York, pp. 1-50.
- <http://archnoise.com/Articles/No5/sustainable%20architecture.htm>

بررسی تأثیر فضای باز در محیط آموزشی مدارس و تأثیر آن بر روی دانش‌آموزان

تاریخ دریافت: ۹۸/۰۶/۲۱

تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۸/۲۴

کد مقاله: ۷۳۱۶۸

پرستو ماهوتی راد.^۱ محمد حامد موسوی^۲

چکیده

امروزه فضای باز مدرسه به عنوان مکانی جدای از بنای مدرسه مدنظر قرار می‌گیرد و بستری منسجم و هماهنگ با فضاهای بسته در محیط آموزشی را ایجاد نمی‌کند، این در حالی است که در بسیاری از کشورهای دنیا فضای باز مدرسه به مثابه عنصری مکمل در برنامه آموزشی و پرورشی مورد توجه قرار می‌گیرد. مطالعات نشان می‌دهد که طرح فضاهای آموزشی می‌تواند باعث رشد و یا بازدارندگی در امر یادگیری باشد. بنابراین عدم توجه به عناصر تشکیل‌دهنده فضای آموزشی مانند حیاط مدرسه می‌تواند تأثیرات منفی بر روی دانش‌آموزان داشته باشد و بالعکس رعایت این نکات می‌تواند باعث ایجاد حس رضایت و تعلق پذیری دانش‌آموزان به فضاهای آموزشی شود. همچنین وجود مراکزی که فضای باز در آن‌ها باعث ایجاد خستگی روحی و عدم تمرکز در دانش‌آموزان نگردد از کمبودهای اصلی جامعه به حساب می‌آید، چراکه اولین برداشت ذهنی که از بودن در یک مکان ایجاد می‌شود، نقش کلیدی در استفاده از آن فضا را به وجود می‌آورد. روش تحقیق در این نوشتار از نوع توصیفی و مطالعات کتابخانه‌ای می‌باشد و در نهایت نتایج پژوهش نشان می‌دهد که با تکیه بر عناصر طراحی نظیر گشودگی فضا، رنگ، نور، مبلمان و مسیرهای دسترسی خوانا می‌توان کیفیت یادگیری را در محیط‌های آموزشی ارتقا بخشید.

واژگان کلیدی: فضای باز، محیط آموزشی، یادگیری، دانش‌آموزان

۱- کارشناس ارشد رشته مهندسی معماری (مسئول مکاتبات) (P.mahootirad@gmail.com)

۲- دکترای تخصصی و استادیار دانشگاه آزاد نیشابور

۱- مقدمه

آنچه شخصیت آدمی را شکل می‌دهد، بی‌شک متأثر از فضایی می‌باشد که در آن پرورش یافته است. آنچه می‌پسند نشأت از آن چیزی می‌گیرد که در گذشته‌اش مشاهده نموده و آنچه می‌داند همانی است که در کودکی و نوجوانی آموخته است (زینعلی دهشیری، ۱۳۸۹). مدارس بعنوان فضاهای آموزشی و اولین محیط خارجی رسمی که مقررات در آن اعمال می‌گردد و دانش آموزان حداقل ۵ ساعت از ساعات مفید خود را در آن مکان می‌گذرانند می‌بایست دارای محیطی آرام و دوست‌داشتنی و لذتبخش باشند که موجب جلب توجه و تمایل دانش‌آموزان برای حضور در مدرسه و باعث رشد روانی سالم و افزایش یادگیری آنان شود (فتح اله پور خالص، ۱۳۹۳). فضای آموزشی می‌تواند با بهره‌گیری از سازماندهی پویا در فضای کالبدی خود بر روی امر آموزش تأثیر گذاشته و به این طریق کیفیت آموزش را ارتقا دهد. این نوشتار با تکیه بر تأثیر محیط کالبدی بر روی کیفیت فرایند آموزش به منظور پاسخگویی به تحولات گسترده روش‌های آموزشی، ضرورت بهره‌مندی از فضاهای آموزشی، ویژگی پویایی را مورد توجه قرار می‌دهد (صفارزاده و همکاران، ۱۳۹۳). نظر به اشتیاق روزافزون افزایش سبزی‌گی حیاط مدارس و یادگیری در کلاس‌های درس بیرونی، پژوهش‌های بسیاری در این حوزه از حدود دو دهه پیش آغاز شده و در حال انجام می‌باشد. یک حوزه از این پژوهش‌ها تأثیرات بهبود حیاط مدارس بر افراد جوان و کودکان است (دیمنت، ۲۰۰۴). در این حوزه مشخص می‌کند که دامنه‌ای از مطالعات، تأثیر حیاط سبز را بر روی پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان، رشد رفتاری و اجتماعی، بازی، آگاهی محیطی، سلامتی و ایمنی بررسی کرده است و حوزه‌ای دیگر از پژوهش‌ها، رفتارها و عمل‌های اجتماعی دانش‌آموزان را در حیاط مدارس مطالعه کرده است (Rickinson, 2004). لذا لازمه اصلاح کالبد آموزش و پرورش، ایجاد فضاهای مرتبط با فعالیت دانش‌آموزان است؛ فضاهایی که دارای شرایط مناسب و مطلوب برای رشد فیزیکی، ذهنی، عاطفی و اجتماعی کودکان است که تحقق این امر از طریق طراحی جزئیات فضاها با توجه به الگوهای رفتاری کودکان امکانپذیر می‌گردد.

۲- طرح مسئله

فضا با تمام ویژگی‌هایش در شکل‌گیری شخصیت افراد نقش موثری را ایفا می‌کند. همین فضا به طور خاص‌تر برای رشد دانش‌آموزان عامل مهمی محسوب می‌شود، عاملی که می‌بایست تأثیر مثبتی بر رشد جسمی و عقلی آن‌ها داشته باشد. امروزه اکثر ساختمان‌هایی که به عنوان مراکز علمی یا فرهنگی مورد استفاده قرار می‌گیرند نه از لحاظ کالبد معماری و نه از لحاظ نوع فعالیت‌ها، متناسب با نیازهای حقیقی دانش‌آموزان نمی‌باشند (ترکمان و همکاران، ۱۳۹۵). دانش‌آموزان نیازمند فضاهایی برای بازی و یادگیری هستند که در عین قابل کنترل بودن، آن‌ها را محدود نکند، جذاب باشد و بیشتر از وقفه و مکث دارای ماهیت حرکت باشد. کودکان و نوجوانان بیشتر از هر چیز به تجربه کردن علاقه‌مند هستند. فضاهایی که برای دانش‌آموزان طراحی می‌شوند، بویژه فضاهای آموزشی باید قادر باشند نیروهای ذهنی و احساسی آن‌ها را تحت تأثیر قرار داده و از این طریق هم در آموزش او شرکت کنند و هم محیطی شاد و سرشار از انرژی را برای او به وجود آورند (آزموده، ۱۳۹۱: ۵).

۳- روش تحقیق

این مطالعه از روش‌های تحقیق کیفی و کمی جهت دستیابی به اهداف مذکور استفاده می‌کند. در بخش مطالعات نظری و کتابخانه‌ای سعی شده تا ضمن بررسی عوامل مؤثر در موفقیت تحصیلی به بررسی علل و عوامل فیزیکی فضای باز که در موفقیت تحصیلی مؤثر است، پرداخته شود. پژوهش در زمینه‌های محیط‌های آموزشی و طراحی معماری پیرامون مبانی نظری تحقیق و بررسی یافته‌های نوین در ارتباط با آن استوار است.

۴- تأثیر فضای باز بر روی دانش‌آموزان

قرار گرفتن در معرض طبیعت، بخش مهمی از فرایند کمک به سلامت روان است و به وضوح ذهنی، شناخت خود، اعتماد به نفس و استقلال افراد کمک می‌کند، نزدیکی با طبیعت باعث کاهش استرس و افزایش کارایی می‌گردد (کاتب، دیواندری، دانایی‌نی، ۱۳۹۵). تمرکز بر روی طبیعت یکی از مهم‌ترین نیازهای مدارس ایجاد شده نواحی شهری است. حضور آن باعث افزایش روابط عاطفی میان انسان‌ها می‌گردد. نتایج نشان می‌دهند که دانش‌آموزان ترجیح می‌دهند تا با محیط عجین شده و اجازه دخالت و درک آن را داشته باشند و از سوی دیگر ارتباط بصری با محیط طبیعی یکی از ضروری‌ترین موارد در طراحی مدارس محسوب می‌شود (KAPLAN, 1983). در محیط‌های آموزشی دانش‌آموزان دائماً با اطلاعات محیطی که آن‌ها را احاطه کرده است، سر و کار دارند. از آنجایی که توانایی دانش‌آموزان در جمع‌آوری و فهم اطلاعات ورودی محدود است، لذا آن‌ها نیاز دارند میزان تمرکز و توجه ذهن خود را در این رابطه بالا ببرند. تمرکز (توجه مستقیم) نقش مهمی در فرایند پردازش اطلاعات بازی می‌کند و در فرایند

آموزشی دانش آموزان بسیار مهم و تأثیرگذار است. دانش آموزان به دلیل درگیریهایی مداوم و مکرر بر روی پروژه ها و دروس، بعد از مدتهای طولانی و تمرکز شدید روی کارها، دچار خستگی ذهن میشوند و توانایی آن‌ها برای تمرکز مستقیم کاهش پیدا میکند، لذا برای ایجاد احساس طراوت و تازگی در دانش آموزان و آماده کردن آن‌ها برای کار مجدد ضروری است توانایی تمرکز مستقیم آن‌ها توسط ساز و کاری جدید بازیابی شود (امامی، ۱۳۹۲). محیط طبیعی نقش بسیار غیرمنتظره و موثری در فرایند توسعه وضوح ذهنی دارد (Kaplan, 1977). و وضوح ذهنی نیز یکی از موثرترین عوامل در تکامل اعتماد به نفس و استقلال محسوب میشود. بهره برداری از فضای سبز در قالب مکان و چشم انداز، به دانش آموزان اجازه میدهد تا حس حضور در یک مکان امن را داشته باشند (Oriens, 1980). بر پایه تحقیقات «راشل» و «استفان کاپلان» که موجدان نظریه بازسازی تمرکز ذهنی در سال ۱۹۸۹ هستند (Ryan & Kaplan, 1989 & Kaplans, 1989).

تمرکز و توجه مداوم مانند مطالعه و کار کردن پشت یک میز، ذهن را دچار فرسودگی کرده و به خستگی یا پراکندگی تمرکز ذهنی منجر میشود؛ خطای ذهنی را افزایش میدهد و به زود رنجی، حواس پرتی، کج خلقی، بی حوصلگی و کاهش کارایی می انجامد. این خستگی ذهن را میتوان به کمک محیطهای طبیعی، بوستان ها و باغها بازسازی کرده و بهبود بخشید. نظریه بازسازی تمرکز ذهنی کاپلانها ارائه الگوی کاربردی مناسبی برای کاهش فشار روانی و اضطراب در محیطهای شهری و دور از طبیعت است (شرقی، ۱۳۹۰). روانشناسی به نام گرینو سطوح مختلف قابلیت‌های محیط را در چهار طبقه شامل قابلیت بالقوه، قابلیت ادراکی، قابلیت کاربرد و قابلیت محقق شده دسته بندی کرده است (Kitta, 2002: 112). حیاط مدرسه اولین محل برخورد دانش آموزان با مدرسه است. اگر حیاط مدرسه با رعایت اصول فنی، محوطه سازی شده باشد و وسایل آموزشی و تفریحی مناسب نیز در آن تعبیه گردد، میتواند برای رفع خستگی دانش آموزان کارا باشد، حال اگر دانش آموزی با ذهنی سرشار از آمادگی برای کسب هرآنچه میباید وارد حیاطی مملو از اغتشاش شود که دارای ضایعات و وسایل دور ریختنی و سرویس‌های بهداشتی فاقد نظافت کافی باشد، احساس سرخوردگی و تنفر از مدرسه به او دست خواهد یافت در صورتی که فضای باز به عنوان اولین مکانی که به آن وارد می‌شوند باید دارای خصوصیتی باشد که باعث جذب دانش آموز گردد (حسین پور سرای، آقاجانی رفاه، ۱۳۹۵). در حقیقت، حیاط مدرسه میدان شهری کودکان است، جایی که آن‌ها در آن بازی می‌کنند، صحبت می‌کنند و با سایر دانش آموزان ارتباط متقابل دارند. فضای باز مدرسه این قابلیت را دارد که به عنوان یک مکان برای تجربه آزادی، حرکت و بازی، خلاقیت، کشف و ارزشهای اجتماعی دیده شود. فضاهای باز مدرسه و قابلیت‌هایش برای ارتباط با عناصر طبیعی و ارتباط‌های غیر رسمی اجتماعی که در آنجا اتفاق می‌افتد، به مدرسه ویژگی‌های مثبتی می‌دهد که برتر از فضاهای ساخته شده مدرسه است (Wilson, 1997: 1).

۵- اهمیت فضای باز در کنار فضای درونی در محیط آموزشی مدارس

حضور طبیعت در فضاهای آموزشی جهت آموزشهای رسمی، آموزشهای غیررسمی (رشد اجتماعی و رشد فیزیکی) و از جنبه زیبایی شناسانه و احساسی اهمیت دارد (مظفر و همکاران، ۲۰۰۹). قرار گرفتن در محیط طبیعی نقش مهمی در رشد شناختی دانش آموزان از طریق بهبود هوشیاری کودک، استدلال و مهارتهای مشاهداتی وی ایفا میکند. این مطالب، بر اهمیت رفتارهای اکتشافی در رشد قدرت تفکر دانش آموزان به ویژه در توانایی برای حل مسئله و در خلاقیت آن‌ها تأکید میکند (نظریه، نوروزیان ملکی، ۱۳۹۷). محیطهای طبیعی فرایند یادگیری را تسهیل می نمایند. محیط و عناصر طبیعی نیز میتوانند با استفاده از تغییر، تحریک کنندگی و انعطاف پذیری در خیالپردازی و در کنجکاوی دانش آموزان نقش مؤثری داشته باشند (شفایی و مدنی، ۱۳۸۹). پژوهشگران در سالهای اخیر، از میان عوامل متعدد تأثیرگذار بر رشد خلاقیت کودک، تحقیقات بسیاری را در زمینه شیوه های آموزشی، جنبه های عاطفی- شناختی دانش آموزان و نیز مسائل تربیتی بررسی کرده‌اند (ویلسون، ۲۰۰۷؛ ویور، ۲۰۱۷). اما به تأثیر کیفیت فضای معماری در پرورش خلاقیت و یادگیری کمتر توجه شده است. از سویی دیگر، محیط طبیعی به طور سنتی برای بسیاری از دانش آموزان، فضایی برای بازی و فعالیت فیزیکی بوده است. یک نسل قبلتر کودکان به محیطهای بکر دسترسی داشتند و این، به آن‌ها امکان اکتشاف، ماجراجویی و تمرین پاره ای از مهارتهای زندگی را میداد که نیاز به کسب مهارت در چالش با طبیعت و روبرو شدن با موقعیتهای پیش بینی نشده را داشته باشند (نظریه، نوروزیان ملکی، ۱۳۹۷). یکی از اصول ارائه شده برای طراحی فضاهای آموزشی، اصل طراحی فضاهای فعال و غیرفعال در مدارس میباشد. دانش آموزان نیاز به مکانهایی برای تعمق و کناره گیری کردن از دیگران برای رشد هوش درون فردی و نیز مکانهایی برای مشغولیت های فعال برای رشد هوش میان فردی خود دارند (Lackney, 1998). همچنین باید بخش‌های فعال و پسر و صدا از نواحی آرام جدا شوند. زیرا سر و صدا باعث به هم خوردن تمرکز یادگیرندگان میشود (Lackney, 2000).

هنگامی که فرصتهایی برای کودک، جهت قرار گرفتن در محیط ایجاد میشود، تحرک و فعالیت کودک افزایش مییابد. همچنین در محیط خارجی نسبت به محیط داخلی، خلاقیت و بازی دانش آموزان نیرومندتر میشود و فرم آن بین گروه ها و جنسیت‌های مختلف تغییر میکند (نظریه، نوروزیان ملکی، ۱۳۹۷). کیفیات محیطی شامل رنگها در طبیعت، درختان، جنگلها، تغییر

توپوگرافی، محیطهای سایه دار، چمنزارها، برکه ها، مکانهایی برای بالا رفتن و مکانهای چالش انگیز و پیچیده توسط دانش آموزان درک و احساس میشود. دانش آموزان فرمهای پیچیده و ترکیبی را به فرمهای ساده ترجیح میدهند و لبه های نرم و منحنیها در منظر را بهتر میپسندند. آنان با قرارگیری در این مکانها، تمام حواس خود را برای دریافت اطلاعات به کار گرفته و محیط برایشان قابل درک میشود و مجموع این عوامل باعث افزایش یادگیری میگردد (فیورتافت، ۲۰۰۴). همچنین بهترین ایدهها در زمان تفریح و در طبیعت ایجاد میشود. طبیعت نیز موجب افزایش تعامل بین افراد میگردد. (کلادو و همکاران، ۲۰۱۳). رشد خلاقیت محیطی در ارتباط دانش آموزان با فضاهای طبیعی و بکر محقق میشود و این فضاها حس شهودی دانش آموزان را فعال میکنند (ریگولن و همکاران، ۲۰۱۵). همچنین ایجاد منظر، محیط طبیعی و وجود گیاهان در فضای داخلی بر رشد خلاقیت آنها مؤثر است (شیباتا و سوزوکی، ۲۰۰۴).

۶- ارتباط میان فضای باز محیط آموزشی با فضای داخلی

بدیهی است که تعامل پویای کودک و جستجو و کشف قابلیتهای محیطی مستلزم مشارکت فعال وی در شکل دهی و بهره برداری از محیط خواهد بود. او از طریق مشارکت، حس تعلق و موثر بودن را درک خواهد کرد و خود را یک بهره بردار بی تفاوت محیط قلمداد نخواهد کرد و به عبارت دیگر محیط برای کودک موضوعیت پیدا کرده و به صورت جدی مورد ارزیابی او قرار خواهند گرفت (Sutton et al, 2002:174). در صورت پدید آمدن شرایط مناسب، امکان پرورش خلاقیت در بسیاری از افراد فراهم می شود. در همین راستا می توان به دوران کودکی و نقش آن در پرورش خلاقیت نیز اشاره داشت، چراکه بدیهی است کودکی که در محیط نامساعد پرورش یافته از توان خلاقیت کمتری برخوردار خواهد بود (حسین پور سرای، آقاجانی رفاه، ۱۳۹۵) و عمده مشکلات افراد در زمینه خلاقیت و یادگیری ریشه در این دوران دارد. تماس مستقیم با محیطهای بیرونی سالم یکی از ابعاد مهم رشد دانش آموز محسوب می شود. در حالیکه آموزش رسمی در فضاهای بسته صرفاً بخشی از حواس کودک را فعال می کند، یادگیری فعال در محیطهای بیرونی نسبت به محیطهای بسته، تمام ابعاد رشد دانش آموز را برمی انگیزد. در نگرشهای نوین آموزشی، تعلیم در فعل جستجو و کشف، تفسیر می شود و لذا تلاش می شود محیط تعلیم و تربیت از امکانات، لوازم و انگیزه های کنجکاوی، تحقیق و کاوش سرشار شود به گونه ای که آموزش از فضای بسته کلاسه های درسی به حیاط و به طور کلی فضای باز نیز گسترش یابد به گونه ای که فضای باز نیز واجد کارکردی اساسی چون کلاس تبدیل شود (مظفر و دیگران، ۱۳۸۶: ۶۶). پارکاش در مورد اهمیت ارتباط درون و بیرون در فضاهای آموزشی مینویسد: موجودات زنده به طور طبیعی طوری خلق شده اند که نیاز به ارتباط با فضای بیرون دارند و این نیاز به ویژه در سنین پایین مشهود است. بنابراین باید از هر فرصتی برای ارتباط فضاهای درون و بیرون استفاده نمود. وی همچنین در مورد اهمیت چشم اندازهای داخلی و خارجی در مدارس نیز عنوان میکند به این دلیل که بیشتر یادگیری در مدارس در فضاهای محدود شده اتفاق می افتد، لازم است که افعهای دید دانش آموزان را به وسیله خلق خطوط قابل دید تا حدی که ممکن است به بیرون بسط داد. مناظر ۱۵ متری یا بیشتر، فرصت تغییر دید را امکانپذیر میگرداند که هم برای سلامت چشم و هم برای آسایش مهم است (Parkash, 2005).

بنابراین از هر فرصتی باید برای ایجاد ارتباط زیاد میان فضاهای درونی مدرسه با فضاهای سبز و طبیعی بیرونی استفاده نمود (مظفر، میرمرادی، ۱۳۹۱). یکی از راههای پیشنهادی، آموزش سیال بین بیرون و درون کلاسها است. برای مثال پنجرههایی که به طور کامل به طرف بیرون گشوده می شوند اجازه میدهند که نیمی از کودکان در بیرون و نیمی در درون فضا بنشینند (Dudek, 2005:107). باید فضاهای عبوری میان فضاهای داخلی و خارجی طراحی شوند. فضاهای یادگیری درون ساختمان مدارس باید با فضاهای یادگیری بیرونی از طریق طراحی فضاهای اضافه شده انتقالی (فضاهای گذرا) بهم مرتبط شوند. فضاهایی عرشه مانند یا ایوانهایی که عمق مناسبی داشته باشند که بتوان بخشی از فعالیتهای آموزشی را در آنها نیز انجام داد به عنوان فضاهای عبوری طراحی شوند (Lackney, 2000:29). این فضاها اجازه انجام سطوح مختلف فعالیتها را یادگیری را در صورت نبود آنها، امکان انجام آنها به دلیل نیازشان به امکانات بصری، شنیداری و جنبشی محیطهای طبیعی خواهند داد (میرمرادی، ۱۳۹۷). فضاهای بیرونی یادگیری اجازه انجام فعالیتهایی نظیر زمینه های اکتشافی، باغبانی، نواحی جنگلی، حوض و دیگر محیطهای یادگیری بیرونی طبیعی را خواهند داد. شرایط محیطهای بیرونی یک موقعیت برای یادگیری است که اغلب مغفول می ماند و میتواند یک منبع با ارزش برای یادگیری اکتشافی که امکان آن در محیطهای مصنوع وجود ندارد داشته باشد (Lackney, 2000:30).

۷- طراحی در فضای باز

نکات ریز طراحی در فضای باز به صورت خلاصه شامل موارد زیر می شود (حافظیان، ۱۳۸۵: ۷۸)

- حیاط مدرسه ادامه و امتداد طبیعی کلاس درس می‌باشد. درک این مطلب که چگونه در حیاط مدرسه می‌شود به کسب تجربه و دادن آموزش‌های متنوع به دانش‌آموزان پرداخت، بسیار با اهمیت است.
- زمین‌های محوطه باید نرم و ترجیحاً از شن یا خاک پوشیده شده باشند.
- ساخت تپه‌های مصنوعی کوچک و کاشت گیاهان مناسب جهت کاهش آلودگی‌ها.
- استفاده از تمهیداتی که منجر به ارتقای توانمندی ذهنی کودکان گردد، مانند مسیرهای مارپیچ که حس کنجکاوی را در آن‌ها برمی‌انگیزاند.
- طراحی مسیرهای آب روان
- باید به نقاط آفتاب‌گیر زمین و مکان‌هایی که توسط ساختمانها در آن سایه ایجاد میشود توجه داشت.
- یکی از عوامل جاذبه در فضای داخلی و محوطه آموزشی نصب آکواریوم و ساخت آبنا میباشد.
- ارتباط نزدیک و ملموس با طبیعت در رشد و تعالی، تعادل روانی و آرامش کودکان لازم و مثبت میباشد (حسین پور سرای، آقاجانی رفاه، ۱۳۹۵).

نتیجه گیری

چند عملکردی بودن و تنوع پذیری فضا، توسعه پذیری فضای سبز، معنادار بودن محیط، آموزش پذیر بودن فضاهای سبز و حس مکان از عوامل اصلی مطلوبیت فضاهای باز محیطهای آموزشی دانسته شده است. همچنین روانشناسی آموزشی بر عواملی مانند سر و صدا، نور، حرارت، ازدحام و آرایش مبلمان، در آموزش مؤثرتر و کارا تر تأکید میکند (کامل نیا، ۱۳۸۶) عوامل محیطی سبب افزایش مراحل ادراک، انگیزش، علایق و همه عناصر مرتبط با خلاقیت میشوند (بیتی، ۲۰۱۲). تحقیقات نشان داده است که چشم انداز و منظر محوطه های فضاهای آموزشی در ایجاد جاذبه برای دانش آموزان نقش بسیار مهمی دارد. حتی سطح بازی و خلاقیت در اماکن دارای درخت و زمین چمنکاری بیشتر است (کیتا، ۲۰۰۲). علاوه بر این، با تکیه بر عناصر طراحی نظیر گشودگی فضا، رنگ، نور (بختیار نصر آبادی، ۱۳۸۵)، مبلمان محیط و مسیرهای دسترسی خوانا می‌توان کیفیت یادگیری را در محیطهای آموزشی ارتقا داد. بدین ترتیب، تنوع فعالیتها، شرایط آسایش و راحتی در محوطه مدارس و معیارهایی چون خوانایی و پیوستگی سایت، محیط ایمن (تاپا و همکاران، ۲۰۱۳؛ وانگ و دگول، ۲۰۱۶؛ یولین و چان- موران، ۲۰۰۸)، دید و منظر متمایز و مطلوب، ایجاد حس مکان و تصویر ذهنی قوی برای استفاده کنندگان میتواند عملکرد فضاهای باز آموزشی را در راستای یادگیری دانش آموزان، ارتقا بخشد. با نگاهی به تحقیقات صورت گرفته در این زمینه می‌توان گفت که این موضوع چه در داخل و چه در خارج کشور از اهمیت بسزایی برخوردار است و سعی شده است تا حد امکان از جوانب مختلف به بررسی فضاهای آموزشی و ارتقای کیفیت محیط آموزشی پرداخته شود. بر طبق نظر مور و وانگ، یادگیری فعال در شرایط بیرونی محرک رشد کودک در تمام جنبه‌هاست (Moore & Wong, 1997). محیطهای طبیعی همراه با رشد شناختی کودکان از طریق فرصتهایی برای اکتشاف، آزمایش و بازی می‌باشند (Hart, 1994). محققان تأثیرات حضور کودکان در طبیعت را بر جنبه‌های مختلف رشد درونی کودک مورد بررسی قرار داده‌اند که از آن میان می‌توان به افزایش قدرت تخیل و تصور کودکان با حضور در طبیعت (Taylor, 2001)، افزایش قدرت مشاهده و خلاقیت کودکان با حضور در طبیعت (Crain, 2001)، افزایش انگیزه برای یادگیری مادام العمر در کودکان با حضور در طبیعت (Wilson, 1997)، بهبود توانایی آگاهی، استدلال و مشاهده کودکان در طبیعت (Pyle, 2002)، بهبود مهارتهای شخصی شامل اعتماد به نفس و خودکارآمدی در کودکان با حضور بیشتر در طبیعت (Dillon et al, 2005)، کاهش استرس و توانایی بیشتر برای مقابله با سختی در کودکان با حضور در طبیعت (Wells & Evans, 2003) رشد بهتر حواس در کودکان با حضور در طبیعت (Louv, 2005) افزایش مهارتهای تحلیلی، حل مسئله، تفکر انتقادی و یکپارچه سازی ریاضیات، علوم، هنرها، علوم اجتماعی و موضوعات دیگر در کودکان در اثر بودن در طبیعت (Bartosh et al, 2006) اشاره کرد (میرمادی، ۱۳۹۷).

منابع

- ۱- آزموده، مریم، (۱۳۹۱)، «معماری و طراحی برای کودکان»، تهران: نشر علم و دانش
- ۲- امامی، سمانه، (۱۳۹۲)، «معماری در کنار طبیعت تعامل فضای آموزش معماری با طبیعت در تامین نیاز روانی دانشجویان دو دانشگاه در اصفهان»، مجله منظر، شماره ۲۴، صص ۱۹-۱۴
- ۳- بختیار نصرآبادی، حسنعلی، (۱۳۸۵)، «بررسی وضعیت فضای فیزیکی مدارس شهر اصفهان با توجه به استانداردهای سازمان نوسازی، توسعه و تجهیز مدارس»، صص ۳-۴۲

- ۴- ترکمان مژگان، جلالیان سارا، دژدار امید، (۱۳۹۵)، «معماری و نقش عوامل کالبدی محیط آموزشی بر تسهیل یادگیری کودکان»، سال ۲، شماره ۱۱
- ۵- حافظیان، طیبیه، (۱۳۸۵)، «فضای سبز، مجله مدرسه»، شماره ۴۱، تهران
- ۶- حسین پور سرای طنناز، آقاجانی رفاه رعنا، (۱۳۹۵)، «بررسی نقش فضای باز در رشد و ارتقاء خلاقیت کودکان در محیط‌های آموزشی»، اولین مسابقه کنفرانس بین المللی جامع علوم مهندسی در ایران
- ۷- زینعلی دهشیری، اکرم، (۱۳۸۹)، «اندیشه‌های کاربردی جدید در طراحی فضاهای آموزشی مدرسه‌های ابتدایی»، مجله تعلیم و تربیت، دوره ۱۴، شماره ۶
- ۸- شرقی، علی، (۱۳۹۰)، «تأثیر کیفیت معماری منظر پردیس دانشگاهی بر کاربرد آموزشی آن»، فصلنامه علمی پژوهشی باغ نظر، شماره ۱۸، صص ۶۲-۵۱
- ۹- شفایی مینو، مدنی رامین، (۱۳۸۹)، «اصول طراحی فضاهای آموزشی کودکان بر اساس مدل خلاقیت»، نشریه فناوری آموزش، دوره ۴، شماره ۳، صص ۲۲۲-۲۱۵
- ۱۰- صفارزاده الهام، کربلایی حسینی غیاثوند ابوالفضل، (۱۳۹۳)، «بررسی ویژگی فضاهای آموزشی پویا و تأثیر آن بر کیفیت آموزش»، همایش ملی مهندسی عمران، معماری و مدیریت پایدار شهری
- ۱۱- فتح اله پور خالص، منا، (۱۳۹۳)، «بررسی نقش نور و رنگ در طراحی داخلی فضاهای آموزشی»، همایش ملی نظریه‌های نوین در معماری و شهرسازی
- ۱۲- کاتب مونا، دیواندری جواد، دانایی نی احمد، (۱۳۹۵)، «نقش فضای باز، طبیعت و منظر در ارتقا کیفیت آموزشی مدارس (تحلیل کارکردی نظریه بازسازی تمرکز ذهنی در معماری منظر)»، فصلنامه معماری سبز، سال ۲، شماره ۵
- ۱۳- کامل نیا، حامد، (۱۳۸۶)، «دستور زبان طراحی محیط‌های یادگیری، مفاهیم و تجربه‌ها در طراحی: مراکز پیش دبستانی»، تهران: انتشارات سبحان نور
- ۱۴- مظفر فرهنگ، مهدی زاده سراج فاطمه، میرمادی سیده سمیه، (۱۳۸۸)، «بازشناسی نقش طبیعت در فضاهای آموزشی»، نشریه فناوری آموزش، دوره ۴، شماره ۱، صص ۴۶-۳۷
- ۱۵- مظفر فرهنگ، حسینی باقر، باقری محمد، عظمتی حمیدرضا، (۱۳۸۶)، «نقش فضاهای باز محله در رشد و خلاقیت کودکان»، فصلنامه علمی پژوهشی باغ نظر، شماره ۸، صص ۷۲-۵۹
- ۱۶- مظفر فرهنگ، میرمادی سیده سمیه، (۱۳۹۱)، «بررسی الگوهای رایج چیدمانی مدارس ایرانی با توجه به اصول ارتباط میان کلاس درس و فضاهای بیرونی»، مجله معماری و شهرسازی آرمان شهر، شماره ۱۳، صص ۹۳-۱۰۵
- ۱۷- میرمادی، سیده سمیه، (۱۳۹۷)، «راهکارهای طراحی طبیعت محور فضاهای آموزشی دوره ابتدایی برای تحقق اهداف برنامه درسی ملی»، مجله پژوهش در برنامه ریزی درسی، سال ۱۵، دوره ۲، صص ۱۳۱-۱۰۹
- ۱۸- نظریور محمد تقی، نوروزیان ملکی سعید، (۱۳۹۷)، «شناسایی مؤلفه‌های معماری مؤثر در ارتقای یادگیری دانش‌آموزان با تأکید بر فضاهای باز مدارس بر اساس سند تحول بنیادین آموزش و پرورش»، مجله مطالعات آموزش و یادگیری، دوره ۱۰، شماره ۲، صص ۱۹۳-۱۶۵
- 19- Bartosh.O, Mayer-Smith.J & Peterat.L, (2006). Informal science learning on an urban farm: A study of teachers and student's experiences in a long-term environmental education project," presented at the NARST 2006 Annual, Meeting, San Francisco, CA, United States.
- 20- Batey, M. (2012). The measurement of creativity: From definitional consensus to the introduction of a new heuristic framework. Creativity Research Journal, 24 (1), 55-65.
- 21- Collado, S., Staats, H., & Corraliza, J. A. (2013). Experiencing nature in children's summer camps: Affective, cognitive and behavioural consequences. Journal of Environmental Psychology, 33, 37-44.
- 22- Crain, W. (2001), "how Nature Helps Children Develop", Montessori Life, Summer 2001.
- 23- Dillon, J., Morris, M., O'Donnell, L., Reid, A., Rickinson, M., & Scott, W., (2005). Engaging and learning with the outdoors-the final report of the outdoor classroom in a rural context, action research project, national foundation for education research, april, 2005.
- 24- Dudek, M (2005). children's spaces, Architectural Press-An imprint of Elsevier. Educ Res 2003; 9: 283-303.
- 25- Dymnet, J. (2004). The potential impacts of green school grounds (unpublished). Elzeyadi, I. (2012). Quantifying the impacts of green schools on people and planet. Washington, D.C.: U.S. Green Building Council.

- 26- Fjortoft, I. & J. Sageie (2000). "The Natural Environment as a Playground for Children: Landscape Description and Analysis of a Natural Landscape", *Landscape and Urban Planning*, 48(1/2), 83-97.
- 27- Hart, R. (1994). *The Right to Play and Children's Participation*. Presented at: Article 31: the child's right to play, Birmingham, England.
- 28- Kaplan, Rachel. (1983). "The Role of Nature in the Urban Context." In Altman, I, and J F Wohlwill, Editors. *Human Behavior and Environment: Vol. 6: Behavior and the Natural Environment*. New York: Plenum, pp. 127-161.
- 29- Kaplan, Rachel. (1977). "Patterns of Environmental Preference," *Environment and Behavior*. June no. 9(2), pp. 195-216.
- 30- Kaplan, R., S. Kaplan and R.L. Ryan. (1998). *With people in mind: design and management of everyday nature*. Washington DC: Island Press.
- 31- Kitaa. M. (2002). "Affordances of Childrens Environments In the Context, Suburbs And Rural Villages In Finland And Belarus. *Environmental Psychology*", 22, 109-123.
- 32- Lackney, J.A. (1998). *Twelve Design Principles Based on Brain-Based Research: A Summary from a Workshop Conducted at the Midwest/Great Lakes Regional Council of Educational Facility Planners International Conference (CEFPI)*, Minneapolis.
- 33- Lackney, J.A. (2000). *Thirty-three Educational Design Principles for Schools and Community Learning Centers*. National Institute for Building Sciences (NIBS), National Clearinghouse for Educational Facilities (NCEF), Washington, D.C.
- 34- Louv, R. (2005). *Last child in the woods: Saving our children from nature-deficit disorder*. NY: Algonquin Books of Chapel Hill
- 35- Moore R.C, Wong H.H. (1997). *Natural Learning: The Life History of an Environmental Schoolyard*.
- 36- Orians, Gordon H.(1980). "Habitat Selection: General Theory and Applications to Human Behavior." In Lockard, Joan S, Editor. *Evolution of Human Social Behavior*. New York: Elsevier, pp. 49-66 .
- 37- Parkash, N. (2005). *Fielding. Randall, The Language of School Design*, NCEF Prescott, E. (1987). *The physical environment and cognitive development in child-care centers*.
- 38- Pyle, R (2002). "Eden in a Vacant Lot: Special Places, Species and Kids in Community of Life", in *Children and Nature: Psychological, Sociocultural and Evolutionary Investigations*. Kahn, P.H. & Kellert, S.R. (eds), MIT Press, Cambridge, MA Said, I (2007), *Architecture for Children: Understanding Children Perception towards Children, Youth and Environments*, vol2, No14, 21-44.
- 39- Rickinson, M., Dillon, J., Tearney, K., Morris, M., Choi, M.Y., Sanders, D., Benefield, P., (2004). *A review of research on outdoor learning*. Slough, NFER.
- 40- Rigolon, A., Derr, V., & Chawla, L. (2015). *15 Green grounds for play and learning: an intergenerational model for joint design and use of school and park systems*. *Handbook on Green Infrastructure: Planning, Design and Implementation*, 281.
- 41- Shibata, S., & Suzuki, N. (2004). *Effects of an indoor plant on creative task performance and mood*. *Scandinavian Journal of Psychology*, 45 (5), 373- 381.
- 42- Sutton, E. P. Kemp, S, (2002). "Children As Partners In Neighbourhood Place making: Lessons From Intergenerational Design Charretts, *Environmental Psychology*", 22, 171-189.
- 43- Taylor, A.F., Kuo, F.E. & Sullivan, W.C. (2001). "Coping with ADD: The Surprising Connection to Green Play Settings", *Environment and Behavior*, 33(1), 54-77.
- 44- Thapa, A., Cohen, J., Guffey, S., & Higgins-D'Alessandro, A. (2013). *A review of school climate research*. *Review of educational research*, 83 (3), 357- 385.
- 45- Uline, C., & Tschannen-Moran, M. (2008). *The walls speak: The interplay of quality facilities, school climate, and student achievement*. *Journal of Educational Administration*, 46 (1), 55-73.
- 46- Wells NM, Evans GW. (2003). *Nearby nature: a buffer of life stress among rural school children*. *Environ Behav* 2003; 35: 311–330.
- 47- Wilson, Ruth. (1997). "A Sense of Place and Child Development; Early Childhood Education" *Journal* 24 (3): 191-194.
- 48- Wilson, Ruth. (2007). *Nature and young children: Encouraging creative play and learning in natural environments*. London: Routledge.
- 49- Wyver, S. (2017). *Outdoor play and cognitive development*. *The SAGE Handbook of Outdoor Play and Learning*, 85.

سلول‌های خورشیدی و امکان استفاده در نمای ساختمان برای تولید انرژی الکتریکی خورشیدی با راندمان بالا

تاریخ دریافت: ۹۸/۰۵/۰۱

تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۸/۲۷

کد مقاله: ۲۲۵۹۸

کیانا منصوری^۱، سید عمیدالدین موسوی^۲

چکیده

امروزه یکی از عوامل مهم ایجاد آلودگی در جهان استفاده از نیروگاه‌های برقی است که در آن‌ها برای تولید انرژی الکتریکی از سوخت‌های فسیلی استفاده می‌کنند. یکی از راه‌های کاهش این نوع آلودگی استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر برای تولید برق مصرفی ساختمان‌ها و اماکن صنعتی است. استفاده از سلول‌های خورشیدی فتوولتائیک در سال‌های اخیر جزء روش‌های تولید برق با قابلیت اطمینان بالا محسوب می‌شود. هزینه‌ی اولیه این سلول‌های در ابتدا نسبت به روش‌های دیگر تولید انرژی برق پاک، بالاتر است ولی پیش بینی می‌شود در سال‌های آتی این هزینه کاهش یابد. با توجه به مطلب ذکر شده و با عنایت به اینکه، استفاده از سلول‌های خورشیدی برای تولید برق با توجه به این که این سلول‌ها برای تولید برق از هیچ قسمت متحرکی استفاده نمی‌کنند و طول عمر بالایی دارند، به نظر می‌رسد در آینده از استقبال مناسبی از سوی کارفرمایان و مهندسين مواجه گردد. به این دلیل در مقاله حاضر روابط محاسباتی مربوط به تابش‌های خورشیدی به یک سطح شیبدار نسبت به افق واقع در نقطه‌ای از کره زمین که دارای عرض و طول جغرافیایی معینی است، بطور مشروح ارائه شده است. در ادامه نویسندگان مقاله پیشنهادات جدیدی را برای افزایش راندمان سلول‌های فتوولتائیک نصب شده در ساختمان‌ها ارائه داده‌اند تا محققین بتوانند به عنوان موضوع جدید در آینده در مورد این مسائل پیشنهاد شده تحقیقات لازم را انجام دهد.

واژگان کلیدی: زاویه اوج، زاویه آزمون، زاویه ارتفاع، زاویه اوج، پیل فتوولتائیک.

۱- دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد زنجان، زنجان، ایران
۲- آموزشکده فنی و حرفه‌ای سما، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد زنجان، زنجان، ایران

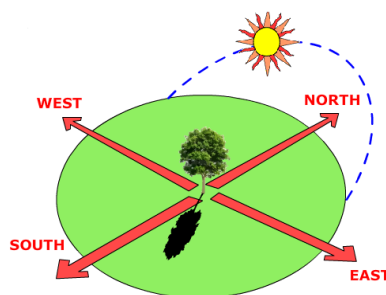
۱- مقدمه

بیش از یک سوم از گازهای گلخانه‌ای تولید شده در جهان مربوط به ساختمان‌ها و بناهای مختلف و عملکرد آن‌ها بوده و علت اصلی استفاده از سوخت‌های فسیلی برای تأمین انرژی الکتریکی این بناها و تأمین انرژی لازم برای سیستم‌های گرمایشی و سرمایشی آن‌ها است (Lucan, 2014:674). به علت این امر محققین می‌توانند به منظور کاهش دی‌اکسید کربن موجود در جو زمین بر روی طراحی، ساخت و بهبود عملکرد بناهای مختلف کارهای تحقیقاتی مناسبی را انجام دهند (Nagy, 2015:143). این امر یکی از دلایلی است که کشورهای اتحادیه‌ی اروپا تصمیم گرفته‌اند، تا سال ۲۰۲۰ میلادی اکثر ساختمان‌های جدید خود را به گونه‌ای طراحی و اجرا نمایند تا انرژی مصرفی آن‌ها صفر گردد (European parliament report, 2013:13). یکی از راه‌های کاهش گازهای گلخانه‌ای تولید انرژی الکتریکی از منابع تجدیدپذیر و پاک است. امروزه استفاده از سلول‌های خورشیدی فتوولتائیک مرسوم و سنتی سیلیکونی در سقف‌های ساختمان در بیشتر کشورهای پیشرفته و در حال توسعه مرسوم شده است. ولی مشکلی که این سلول‌های برای ساختمان‌ها ایجاد می‌کنند سنگینی وزن آن‌ها و ایجاد فشار بر سقف ساختمان است. مشکل دیگر رنگ آبی منحصر به فرد آن‌ها و عدم تنوع رنگ است که اگر در اغلب سقف و نماهای خانه‌های یک شهر نصب شوند مشکل بصری زیادی را برای بینندگان ایجاد می‌نماید (Frontini, 2015). در دهه گذشته از سلول‌های فتوولتائیک ساخته شده از مواد آلی (سلول‌های فتوولتائیک ارگانیک) در ساختمان‌ها استفاده شد که دارای وزن کم و تنوع رنگ زیادی بودند. از این نوع سلول‌های فتوولتائیک معمولاً در پنجره ساختمان‌های بلند و برج‌های مرتفع استفاده می‌شد. ولی به علت راندمان پایین این سلول‌ها کاربرد آن‌ها محدودتر شد (Barraud, 2013:181). امروزه از نوع دیگری از سلول‌های خورشیدی به نام سلول‌های فتوولتائیک فیلم نازک در بناها و ساختمان‌ها استفاده می‌شود که قیمت بالاتری نسبت به انواع دیگر سلول‌های فتوولتائیک دارند و دارای راندمان بالا، وزن کم، انعطاف پذیری بالا و تنوع رنگ مناسبی هستند. در تحقیقات اخیر نشان داده شده است مزایای این سلول‌های به گونه‌ای موجب کاهش هزینه می‌شوند که یک وات توان الکتریکی تولید شده با آن‌ها با یک وات توان الکتریکی تولید شده با سلول‌های خورشیدی سنتی سیلیکونی به یک مقدار هزینه مصرف می‌کنند (Nagy, 2015:143). امروزه سلول‌های فتوولتائیک فیلم نازک کاندید مناسبی برای استفاده در بناها و سقف‌های ساختمانی هستند (Nagy, 2015:143).

در مقاله حاضر نویسندگان سعی شده است پیشنهادات مناسبی برای استفاده از سلول‌های خورشیدی در نما و دیگر اجزاء ساختمان ارائه دهند تا محققان بتوانند به عنوان موضوعات تحقیقاتی آینده بتوانند در مجامع دانشگاهی و صنعتی استفاده نمایند. مقاله حاضر از سه بخش اصلی تشکیل شده است. در بخش اول اطلاعات جامعی از روابط مربوط به توان تابشی خورشیدی بر یک سطح مفروض زاویه‌دار نسبت به افق، که در عرض و طول جغرافیایی مشخصی نصب شده است، ارائه گردیده تا به عنوان مرجع مناسبی برای محققان قابل استفاده باشد. در بخش بعدی پیشنهاداتی برای نصب سلول‌های خورشیدی در نمای ساختمان‌ها ارائه شده که می‌تواند به عنوان تیتز پروژه‌های آتی در مجامع علمی و صنعتی مورد استفاده قرار گیرد. و در انتها نتیجه‌گیری از این کار تحقیقاتی ارائه خواهد شد.

۲- تئوری

۲-۱- حرکت ظاهری خورشید نسبت به زمین



شکل ۱- حرکت ظاهری خورشید به دور زمین

حرکت ظاهری خورشید در آسمان، به دلیل چرخش زمین به دور محور خودش است. این چرخش باعث می‌شود تا مؤلفه‌ی اصلی نور تابشی به سطح زمین با زاویه‌ی خاصی بتابد. از دید ناظر ساکن در سطح زمین، به نظر می‌رسد که خورشید در آسمان حرکت می‌کند. وضعیت خورشید در آسمان به عواملی از قبیل طول و عرض جغرافیایی محل، قرار داشتن در چندمین ساعت از روز و همچنین قرار داشتن در چندمین روز از سال میلادی بستگی دارد. حرکت ظاهری خورشید به دور زمین در شکل ۱ نشان داده شده است. این حرکت ظاهری تأثیر مهمی بر توان دریافتی توسط سلول‌های خورشیدی دارد.

وقتی پرتوهای نور بصورت عمود به سطح سلول‌های خورشیدی می‌تابد چگالی توان رسیده به سطح آن‌ها با چگالی توان پرتو تابشی برابر است. وقتی که زاویه‌ی بین پرتو تابشی و سطح سلول خورشیدی تغییر پیدا می‌کند، شدت توان تابشی به سطح سلول خورشیدی کاهش می‌یابد. وقتی که سلول خورشیدی با اشعه خورشید بصورت موازی قرار می‌گیرد مقدار زاویه‌ی بین سلول و پرتو ۹۰ درجه می‌شود و شدت توان تابشی به عدد صفر می‌رسد. وقتی سلول خورشیدی با نور خورشید زاویه‌ی θ دارد شدت توان تابیده

شده به پل خورشیدی با $\cos\theta$ رابطه‌ی مستقیم دارد. زاویه‌ی تابشی پل خورشیدی به سطح زمین به عرض جغرافیایی محل، قرار گرفتن در چندمین روز سال و قرار گرفتن در چندمین ساعت از روز بستگی دارد. علاوه بر این زمان طلوع و غروب خورشید به عرض جغرافیایی محل بستگی دارد. بنابراین می‌توان گفت برای مدلسازی زاویه‌ی تابیده شده‌ی نور خورشید به یک نقطه‌ی ثابت از سطح زمین به پارامترهای زیر نیاز است:

- عرض جغرافیایی
- طول جغرافیایی
- قرار گرفتن در چندمین روز از سال
- قرار گرفتن در چندمین ساعت از روز

۲-۲- زمان خورشیدی محلی و زمان محلی (LST: Local Solar Time and LT: Local Timer)

ساعت ۱۲ ظهر بر اساس زمان خورشیدی محلی که به LST موسوم است، طبق تعریف، زمانی است که خورشید در بالای سر ما در بیشترین ارتفاع خود در آسمان قرار دارد. زمان محلی یا LT با زمان محلی خورشیدی یا LST متفاوت است. علت این امر را می‌توان موارد زیر ذکر کرد:

- تغییرات در مدار زمین
- تغییرات انسانی انجام شده در زمان‌های محلی به خاطر صرفه‌جویی در مصرف برق
- تغییرات انسانی از قبیل تعریف و تعیین قاچ‌های زمانی

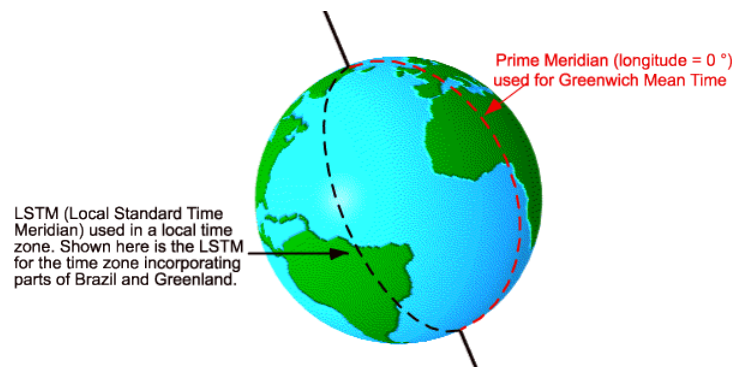
۲-۳- نصف‌النهار استاندارد زمانی (LSTM: Local Standard Time Meridian)

نصف‌النهار استاندارد زمانی (LSTM) نصف‌النهار مرجعی است که برای یک قاچ زمانی خاص به عنوان مرجع اندازه‌گیری زمان آن قاچ در نظر گرفته می‌شود. به عنوان مثال نصف‌النهار مبدأ به عنوان یک نصف‌النهار مبنا برای اندازه‌گیری زمان در منطقه گرینویچ استفاده می‌شود. برای محاسبه‌ی LSTM می‌توان از رابطه‌ی زیر استفاده کرد:

$$LSTM = 15^\circ \Delta T_{GMT} \quad (1)$$

که در آن ΔT_{GMT} اختلاف زمانی بین زمان محلی یا LT با گرینویچ بر حسب ساعت می‌باشد. عدد 15° نیز از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$15^\circ = \frac{360^\circ}{24} \quad (2)$$



شکل ۲ - نصف‌النهار مرجع که دارای طول جغرافیایی صفر بوده و نصف‌النهار استاندارد زمانی منطقه برزیل

۲-۴- رابطه‌ی زمانی (EoT: Equation of Time)

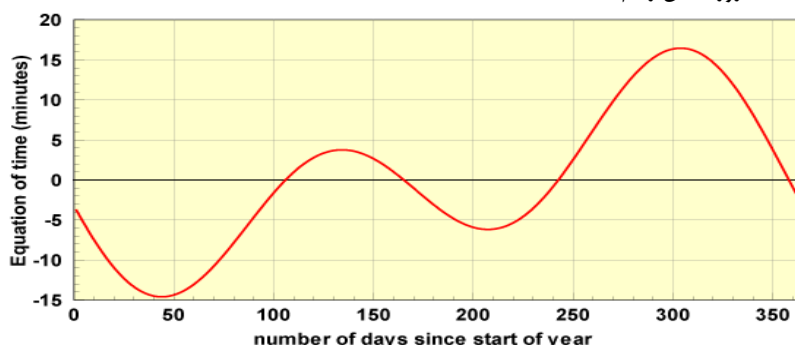
رابطه‌ی زمانی (EoT) که بر حسب دقیقه محاسبه می‌شود، یک رابطه‌ی تجربی برای تصحیح خروج از مرکز مدار بیضوی زمین و همچنین تصحیح کج بودن محور چرخش زمین به دور خودش نسبت به مدار گردش آن به دور خورشید استفاده می‌شود. رابطه‌ی زمانی از محاسبات تجربی زیر حاصل می‌گردد:

$$EoT = 9.87 \sin 2B - 7.53 \cos B - 1.5 \sin B \quad (3)$$

که در آن:

$$B = \frac{360}{364}(d-81) \quad (4)$$

در رابطه‌ی (۴) پارامتر B بر حسب درجه بدست می‌آید و پارامتر d برابر فاصله روز قرار گرفته از اولین روز سال است. در شکل ۳ نمودار EoT بر حسب روز-سال رسم شده است.



شکل ۳- نمودار EoT بر حسب شماره روز سال

۲-۵- ضریب تصحیح زمان (TC: Time Correction Factor)

ضریب تصحیح زمان (TC) که بر حسب دقیقه بیان می‌شود، به منظور تصحیح اختلاف در زمان محلی خورشیدی (LST) نقاط مختلف قرار گرفته در یک قاچ زمانی محاسبه می‌شود. ضریب تصحیح زمان به رابطه‌ی زمانی (EoT) نیز وابسته است و از رابطه‌ی زیر محاسبه می‌شود:

$$TC = 4(Longitude - LSTM) + EoT \quad (5)$$

که در آن Longitude طول جغرافیایی محل است. عدد ۴ بیانگر این واقعیت است که زمین در هر ۴ دقیقه ۱ درجه به دور خود می‌گردد.

۲-۶- زمان خورشیدی محلی (LST: Local Solar Time)

با استفاده از دو ضریب تصحیح گفته شده در بخش‌های قبلی می‌توان زمان محلی خورشیدی (LST) را مطابق رابطه‌ی (۶) با تصحیح دقیق زمان محلی (LT) بدست آورد.

$$LST = LT + \frac{TC}{60} \quad (6)$$

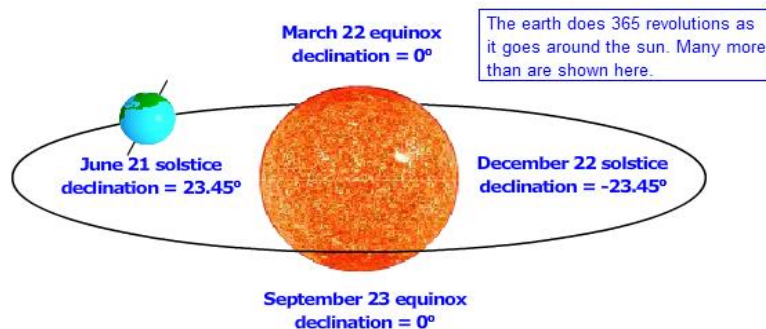
۲-۷- زاویه‌ی ساعت (HRA: Hour Angle)

زاویه‌ی ساعت، زمان محلی خورشیدی (LST) را به زاویه‌ای تبدیل می‌کند که خورشید در آسمان در آن قرار دارد. در ظهر که خورشید درست بالای سر ناظر انسانی و در بیشترین ارتفاع خود قرار دارد، برای زاویه‌ی ساعت عدد صفر در نظر گرفته می‌شود. از آنجائی که زمین در هر ساعت ۱۵ درجه به دور خود می‌چرخد، به نظر می‌رسد بعد از هر ساعت که از ظهر می‌گذرد خورشید در آسمان ۱۵ درجه تغییر مکان می‌دهد. در طلوع خورشید HRA منفی است و هنگام غروب مقدار مثبتی دارد.

$$HRA = 15^\circ (LST - 12) \quad (7)$$

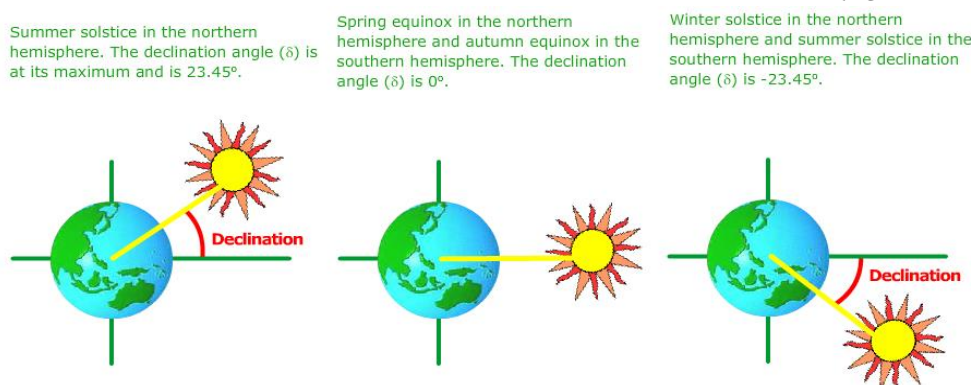
۲-۸- زاویه‌ی میل (Declination Angle)

زاویه میل خورشید که با δ نمایش داده می‌شود، با تغییر فصول سال به سبب زاویه‌دار بودن محور چرخش زمین به دور خودش و همچنین به سبب گردش زمین به دور خورشید تغییر می‌کند. اگر محور چرخش زمین به دور خود زاویه‌دار نبود همواره زاویه‌ی میل خورشید برابر صفر در نظر گرفته می‌شد. بیشترین مقدار زاویه میل برابر 23.45° درجه و کمترین مقدار آن -23.45° درجه است و همواره زاویه میل خورشید بین این دو مقدار تغییر می‌کند. در اعتدالین بهاری و پاییزی مقدار زاویه‌ی میل صفر درجه می‌شود.



شکل ۴- تغییرات زاویه میل خورشید در طول سال

زاویه‌ی میل خورشیدی زاویه‌ی بین خط استوا و خطی است که مرکز زمین را به مرکز خورشید متصل می‌کند. تغییرات فصلی در شکل ۵ دیده می‌شود.



شکل ۵- زاویه‌ی میل خورشیدی در فصول مختلف سال

بر خلاف واقعیت که زمین به دور خورشید می‌چرخد، برای سادگی، بهتر است که فرض شود خورشید به دور زمین می‌چرخد. لازمه‌ی این کار تبدیل درست روابط است. بعد از انجام تصحیحات در روابط ریاضی فرض خواهد شد که بطور ظاهری خورشید به دور زمین می‌چرخد. زاویه‌ی میل (Declination Angle) از رابطه‌ی زیر بدست می‌آید:

$$\delta = -23.45 \times \cos \left[\frac{360}{365} \times (d+10) \right] \quad (8)$$

که d شماره روز سال میلادی است و برای روز اول ژانویه مقداری برابر عدد ۱ در نظر گرفته می‌شود. در اعتدالین بهاری و پاییزی برای زاویه‌ی میل عدد صفر حاصل می‌شود. اعتدال بهاری مصادف با روز ۲۲ ژوئن و اعتدال پاییزی مقارن با روز ۲۲ سپتامبر است. در نیمکره‌ی جنوبی در تابستان زاویه‌ی میل مثبت و در زمستان منفی است. در نیمکره‌ی جنوبی در روز ۲۲ ژوئن که مصادف با انقلاب تابستانی است، زاویه میل به بیشترین مقدار خود که برابر $23/45^\circ$ درجه است، می‌رسد و در انقلاب زمستانی و در روزهای ۲۱ و ۲۲ دسامبر مقدار زاویه‌ی میل به کمترین مقدار خود که برابر است با مقدار $-23/45^\circ$ درجه، خواهد رسید. در رابطه‌ی (۸) عدد $10+$ بیانگر این واقعیت است که انقلاب زمستانی قبل از شروع سال میلادی اتفاق می‌افتد. همچنین در رابطه‌ی (۸) مدار چرخش زمین به دور خورشید کاملاً دایره‌ای در نظر گرفته شده است. در این رابطه عبارت $\frac{360}{365}$ شماره‌ی روز را به موقعیت زمین در مدار خود به دور خورشید تبدیل می‌کند. در مقالات علمی معمولاً از روابط زیر برای محاسبه‌ی زاویه‌ی میل خورشیدی استفاده می‌شود (Mousavi, 2018:107):

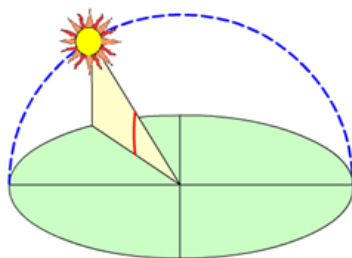
$$\delta = 23.45^\circ \times \sin \left(\frac{360}{365} (d+284) \right) \quad (9)$$

$$\delta = 23.45^\circ \times \sin \left(\frac{360}{365} (d-81) \right) \quad (10)$$

در روابط (۹) و (۱۰) به جای ابتدای سال اعتدالین را به عنوان مبدأ شمارش روز در نظر گرفته‌اند. به همین خاطر در تبدیل روابط به جای عبارت $\cos$ از $\sin$ استفاده شده است.

۹-۲- زاویه ارتفاع (Elevation Angle)

زاویه ارتفاع خورشید که در زبان انگلیسی Elevation Angle و یا Altitude Angle نیز گفته می‌شود، طبق تعریف زاویه‌ای است که خورشید به سبب ارتفاعش از افق با خط افق می‌سازد. زاویه ارتفاع در هنگام طلوع خورشید برابر صفر درجه است و در هنگام ظهر که خورشید در بالای سر ما است برابر ۹۰ درجه خواهد بود (مانند آنچه در اعتدالین بهاری و پائیزی در استوا اتفاق می‌افتد). زاویه ارتفاع در طول روز تغییر می‌کند. همچنین مقدار این زاویه به کمیتی چون طول جغرافیایی و قرار داشتن در چندمین روز از سال وابسته است. از پارامترهای مهم در طراحی و نصب سلول‌های فتوولتائیک حداکثر مقدار زاویه ارتفاع آن محل است که نشان دهنده بیشترین ارتفاعی است که خورشید در روزهایی از سال در آسمان قرار می‌گیرد. حداکثر مقدار زاویه ارتفاع در ظهر خورشیدی اتفاق می‌افتد و مقدار آن به عرض جغرافیایی و زاویه اوج بستگی دارد.



شکل ۶- زاویه ارتفاع

با توجه به شکل ۶ زاویه ارتفاع در ظهر خورشیدی از رابطه‌ی زیر محاسبه می‌شود:

$$\alpha = 90 + \varphi - \delta \quad (11)$$

وقتی زاویه ارتفاع زاویه‌ای بزرگتر از ۹۰ درجه بدست آید باید مقدار آن را از ۱۸۰ درجه کم کرد. در این حالت مکان مورد نظر در نیمکره جنوبی قرار دارد و در ظهر خورشیدی، خورشید از طرف شمال نزدیک می‌شود. در رابطه‌ی (۱۱) پارامتر φ مربوط به عرض جغرافیایی محل بوده که این مقدار برای مکان‌های قرار گرفته در نیمکره شمالی کره زمین عدد منفی و برای نیمکره جنوبی عددی مثبت است. پارامتر δ مربوط به زاویه میل است که پارامتری وابسته به شماره روز- سال است. در انقلاب تابستانی و در رأس السرطان در ظهر خورشیدی، خورشید دقیقاً در بالای سر ناظر قرار دارد و زاویه ارتفاع دقیقاً ۹۰ درجه است و در تابستان و در عرض جغرافیایی بین استوا و رأس السرطان زاویه ارتفاع در هنگام ظهر بیشتر از ۹۰ درجه می‌باشد و بدان معنی است که نور خورشید از سمت جنوب می‌تابد به طریق مشابه در عرض جغرافیایی بین استوا و رأس السرطان در دوره‌ای خاص از سال نور خورشید از شمال می‌تابد. حداکثر مقدار زاویه ارتفاع در طراحی پیل‌های فتوولتائیک ساده استفاده می‌شود ولی در طراحی پیل‌های فتوولتائیک پیچیده و دقیق، به چگونگی تغییر زاویه ارتفاع در طول روز نیاز است. زاویه ارتفاع از رابطه‌ی زیر محاسبه می‌شود (Mousavi, 2018:107):

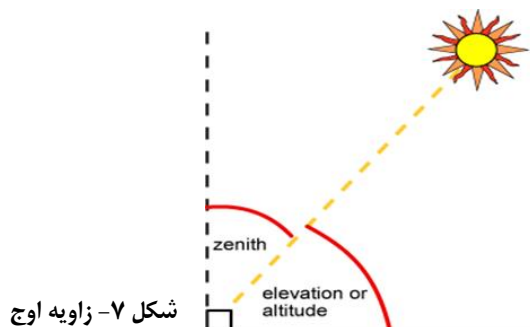
$$\alpha = \sin^{-1} [\sin \delta \sin \varphi + \cos \delta \cos \varphi \cos(HRA)] \quad (12)$$

که در آن HRA زاویه ساعت است.

۱۰-۲- زاویه اوج (قله) (Zenith Angle)

زاویه اوج زاویه بین خورشید و خط عمود است. زاویه اوج شبیه زاویه ارتفاع بوده و تفاوت آن در این است که نسبت به خط عمود اندازه‌گیری می‌شود ولی زاویه ارتفاع نسبت به خط افق اندازه‌گیری می‌شود. پس می‌توان گفت:

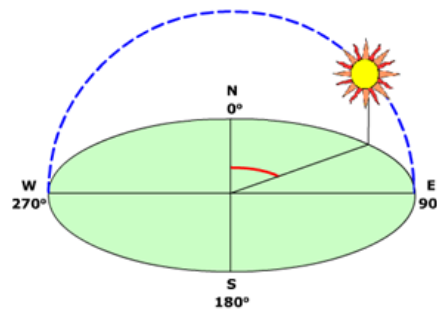
$$\zeta = 90 - \alpha \quad (13)$$



شکل ۷- زاویه اوج

۲-۱۱- زاویه‌ی آزیموت (Azimuth Angle)

زاویه‌ی آزیموت طبق تعریف زاویه‌ی تصویر خورشید بر روی زمین با شمال مغناطیسی است (جهت نمایش داده شده شمال توسط قطب‌نما را شمال مغناطیسی گویند).



شکل ۸ - زاویه‌ی آزیموت (Mousavi, 2018:107)

رابطه بدست آوردن زاویه‌ی آزیموت در رابطه‌ی (۱۴) بیان شده است (Mousavi, 2018:107):

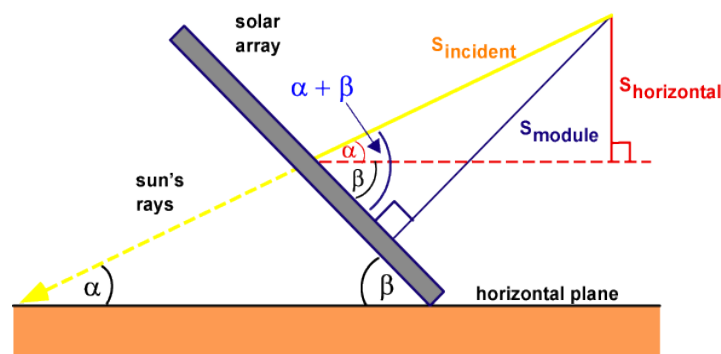
$$Azimuth = \cos^{-1} \left(\frac{\sin \delta \cos \phi - \cos \delta \sin \phi \cos HRA}{\cos \alpha} \right) \quad (14)$$

که در آن α زاویه‌ی ارتفاع بوده و ϕ عرض جغرافیائی محل است. زاویه‌ی آزیموت بدست آمده با استفاده از رابطه‌ی (۱۴) مطابق رابطه‌ی (۱۵) باید تصحیح گردد.

$$\begin{cases} Azimuth = Azimuth & \text{for } LST < 12 \text{ or } HRA < 0 \\ Azimuth = 360^\circ - Azimuth & \text{for } LST > 12 \text{ or } HRA > 0 \end{cases} \quad (15)$$

۲-۱۲- تابش نور خورشید به یک سطح زاویه دار

توان تابشی به سطح پنل خورشیدی زاویه‌دار نسبت به افق، علاوه بر توان تابشی پرتو نور رسیده به سطح زمین، به زاویه‌ای پنل با سطح افق و زاویه‌اش با پرتو نور خورشیدی که به آن می‌رسد نیز وابسته است. زمانی که نور خورشید بصورت عمودی به سطح پنل می‌تابد، توان تابشی تابیده شده به سطح پنل با توان تابشی پرتو نور رسیده به سطح زمین برابر است. به عبارت دیگر وقتی نور خورشید به طور عمودی به پنل می‌تابد در این حالت پنل حداکثر توان را از خورشید دریافت می‌کند و اگر پنل زاویه دار باشد توان رسیده به سلول خورشیدی از توان تابشی خورشید کمتر خواهد بود. شکل ۹ نحوه‌ی محاسبه‌ی توان تابشی به سطح سلول خورشیدی که با سطح افق زاویه دارد و با S_{module} نمایش داده می‌شود را از روی توان تابشی تابیده شده به سطح زمین که با $S_{horizon}$ نمایش داده می‌شود و با استفاده از توان تابشی به سطح عمود بر پرتو نور که با $S_{incident}$ نمایش داده می‌شود را نشان می‌دهد.



شکل ۹- نحوه محاسبه توان تابشی به سلول خورشیدی زاویه‌دار با افق

روابطی که توان تابیده شده به پنل زاویه‌دار، توان تابیده شده به سطح زمین و توان تابیده شده به پنل عمود بر پرتو نور خورشید را به یکدیگر مربوط می‌سازند در زیر آورده شده‌اند:

$$S_{horizon} = S_{incident} \sin \alpha \quad (16)$$

$$S_{module} = S_{incident} \sin(\alpha + \beta) \quad (۱۷)$$

که در آن α زاویه ارتفاع و β زاویه پنل نسبت به افق است. همانطور که می دانیم زاویه ارتفاع از رابطه‌ی (۱۲) بدست می-آید و تابعی از φ یعنی عرض جغرافیایی و وابسته به زاویه‌ی میل δ است. زاویه میل نیز از رابطه‌ی (۹) بدست می‌آید و تابع شماره روز سال است. رابطه‌ی بین $S_{horizon}$ و S_{module} به شرح زیر است:

$$S_{module} = \frac{S_{horizon} \sin(\alpha + \beta)}{\sin \alpha} \quad (۱۸)$$

زاویه‌ی پنل تأثیر بسیار مهمی در توان تابشی نور خورشید بر پنل دارد. در طول یکسال پنل ثابت وقتی بیشترین توان را دریافت می‌کند که زاویه‌ای معادل با عرض جغرافیایی خود داشته باشد. ولی همواره بهتر است در زمستان شیب پنل تندتر باشد و در تابستان شیب کمتر باشد.

۳- پیشنهادات لازم برای نصب سلول‌های خورشیدی در نما و اجزاء اصلی ساختمان

۳-۱- استفاده از سلول‌های فتوولتائیک در ساختمان‌های گنبدی و مساجد

نقش نور، سایه، انعکاس و انکسار آن در معماری اسلامی مهم است. به علت این اهمیت است که استفاده از عواملی از قبیل:

- کف و دیوارهای صیقلی برای جذب و بازتابش نور
- مقرنس برای دریافت، شکست و پخش نور
- گنبدها، برای جذب و بازتابش نور جهت افزایش جذابیت و تأثیرگذاری
- نورگیرهای سقفی به صورت گنبد های کوچک ونورگیرهای عمودی در اطراف گنبد ودیوار ها
- مرمرهای صیقلی در قسمت‌های مختلف بناها از جمله گنبدها و مناره‌ها



شکل ۱۰- شکل گنبد حسینیه اعظم زنجان

یکی از این المان‌ها گنبد است. گنبد فضایی شبیه نیم کره است که بر فضایی با نقشه‌های مربع یا چند ضلعی‌های منظم قابل احاطه شدن است. گنبد از دیدگاه فضایی امکان مسقف کردن فضا های بزرگ را میسر می‌سازد. اما خصوصیات بصری و مفاهیم سمبلیک گنبد آن را به نمادی برای فضا های مقدس در آورده است. گنبد المانی است که همواره در هر روز از سال و هر ساعت از روز قسمتی از سطح آن بر پرتوهای نور عمودند و درعلم و هنر معماری از خاصیت انعکاسی این سطح در انعکاس اشعه‌ها، برای جلوه بیشتر استفاده می‌کردند. و یا حتی چون همواره سطوحی از آن‌ها عمود بر پرتوهای نور بوده‌اند برای انتقال این پرتوها به داخل فضا استفاده شده‌اند.

عوامل ذکر شده نشان می‌دهند، این سطح تقریباً کروی در معماری اسلامی یکی از عوامل نورگیری نقش موثری ایفا می‌کرده است و با توجه به روابط ذکر شده در طول سال و در طول ساعات مختلف روز قسمتی از سطح آن بطور حتم بر پرتو نور عمود است. باتوجه به ساخت و تولید سلول‌های خورشیدی فتوولتائیک قابل انعطاف، نصب این گونه از سلول‌های خورشیدی بر روی بام-های گنبدی شکل از جمله مساجد به نظر یکی از راهکارهای موثر افزایش راندمان سلول‌های خورشیدی است.

۳-۲- ساخت بناهای گنبدی شکل در باغشهرها و ساختمان‌هایی که بوسیله‌ی حیاط‌های بزرگ

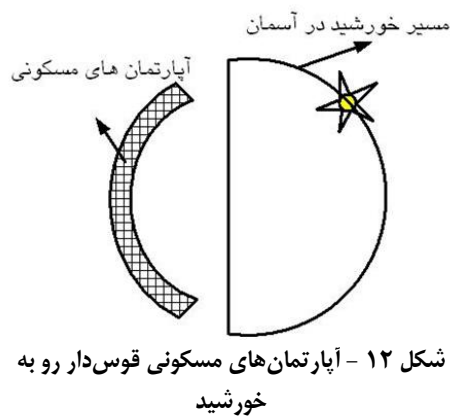
پیرامون خود از ساختمان‌های مجاور فاصله ی زیادی دارند

در چنین مواردی از دیدگاه انرژی بسیار بهینه است که ساختمان‌ها برای استفاده بهینه از انرژی خورشیدی به شکل کاملاً گنبدی ساخته شوند. شکل ۱۱ پروژه‌ی مسجد در دست ساختی را نشان می‌دهد که در شهر Pirishtina کشور کوزوو بصورت کاملاً گنبدی ساخته خواهد شد و سطح آن نیز از سلول‌های فتوولتائیک پوشیده خواهد شد



شکل ۱۱- مسجد در حال اجرا در شهر Pirishtina در کشور کزوو دارای سلول‌های فتوولتائیک کنترل شونده

۳-۳- ساختن مجتمع‌های مسکونی قوسی شکل که دارای قوس مناسب و دارای وجه اصلی رو به خورشید و استفاده از سلول‌های خورشیدی در نمای اصلی



ساختن مجتمع‌های مسکونی به هم پیوسته و دارای ارتفاع مناسب که قوسی شکل بوده و در نیمکره شمالی به سمت جنوب ساخته شوند و برعکس. این ساختمان‌ها بر اساس روابط ذکر شده می‌بایست دارای قوس مناسب باشند که در طول سال و همچنین در طول ساعت‌های روز توان خورشیدی را با راندمان بالا دریافت کنند. بنا به پیشنهاد نویسندگان، محققان می‌توانند از استفاده از نرم‌افزارهای محاسباتی پیشرفته به دنبال محاسبه‌ی قوس مناسب و بهینه‌ی این ساختمان‌ها باشند و یا حتی می‌توانند از نتیجه این محاسبات استفاده کرده و از دیدگاه معماری طرح زیبا و مدرنی را برای ساختمان‌های مذکور طراحی نمایند.

در چنین مجتمع‌های مسکونی می‌توان سقف‌ها را شیب‌دار ساخت که سلول‌های خورشیدی بصورت ثابت بر روی این سقف‌ها نصب شوند. طبق تحقیقات انجام شده اگر سلول‌های فتوولتائیک ثابت نصب شده در سقف‌ها بصورتی نصب شوند که با افق زاویه‌ای برابر با عرض جغرافیایی داشته باشند در طول سال بیشترین راندمان را خواهند داشت (Mousavi, 2018:107).

۳-۴- ساختن برج‌های بلند بصورت استوانه‌ای



شکل ۱۳- برج‌هایی با مقاطع دایره‌ای

یکی دیگر از پیشنهادات برای نصب سلول‌های فتوولتائیک، نصب این سلول‌ها بر روی برج‌های بلندی است که مقطع استوانه‌ای شکل و یا شبه استوانه‌ای داشته باشند. پیشنهاد می‌شود محققان بر روی افزایش بازدهی سلول‌های خورشیدی بر روی چنین ساختمان‌های نسبت به برج‌های معمولی مطالعات ویژه‌ای انجام دهند.

۵-۳- نصب سلول‌های خورشیدی بصورت نماهایی که نور را دنبال می‌کنند

در تمامی مراحل نصب سلول‌های خورشیدی بصورت نما این نماها می‌توانند ثابت یا متحرک باشند و نور را تعقیب کنند. حتی می‌توان در ساختمان‌ها از ترکیبی از این سلول‌های خورشیدی استفاده نمایند. امروزه تحقیقات گسترده‌ای در این زمینه در حال انجام است (Nagy, 2015:143) و پیشنهاد می‌شود تا محققان در این زمینه و با کمک گرفتن از پیشنهادات بخش‌های قبلی کارهای جدیدی را آغاز نمایند.

۴- نتیجه‌گیری

در مقاله‌ی حاضر نویسندگان ابتدا بصورت کاملاً مشروح روابط ریاضی مربوط به توان تابشی خورشیدی بر روی سطح شیب‌داری که بر روی سطح زمین و در نقطه‌ای خاص که دارای عرض و طول جغرافیایی مشخص نصب شده است را ارائه داده و به کمک این روابط پیشنهاداتی را برای نصب سلول‌های خورشیدی بر روی اجزای مختلف ساختمان علی‌الخصوص نمای ساختمان ارائه داده‌اند تا محققان بتوانند در مورد این موضوعات تحقیقات مناسبی را انجام دهند.

مراجع

1. Barraud, E.(2013). Stained glass solar windows for the swisstech convention center, CHIMIA Int. J. chem 67. pp. 181-182.
2. Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council on the Energy Performance of Buildings.(2013). Official Journal of the European Union, 153(L). pp. 13-35.
3. Frontini, F., Bonomo, P., Chatzipanagi, A.(2015), BIPV Product Overview for Solar Facades and Roofs. Technical Report, Swiss BIPV Competence Centre, SUPSI
4. Lucon, O., Ürgü-Vorsatz, D.(2014), Mitigation of Climate Change. Intergovernmental Panel on Climate Change. Fifth Assessment Report, pp.674-738.
5. Mousavi, S. A., , Safavi, S. R., Naderlou, A., Shahmohammadi, H., Moshfegh, S., Tashakkori, P., Shamipour, R. A.(2018), Important Solar Parameters in Installing Solar Cells Case study of Zanzan city in Iran, 5th IEEE International Conference on Renewable Energy: Generation and Applications, Al Ain, UAE, pp.107-111.
6. Nagy, Z., Svetozarovic, B., Gayathissa, p., Begle, M., Hofer, J., Lydon, G., Willmann, A., Schlueter, A.(2015), The Adaptive Solar Facade: From concept to prototypes, Frontiers of Architectural Research, Issue 5, pp.143-156, 2015.

بررسی تأثیر سازه‌های تاشوی قیچی‌سان (پانتوگراف‌ها)، در جهت تسریع اسکان دهی

تاریخ دریافت: ۹۷/۱۱/۲۰

تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۱/۱۷

کد مقاله: ۴۹۲۸۵

سید سجاد نادری^۱، حامد کریمیان جوکندان^۲،
رؤیا علی اکبرزاده^{۳*}

چکیده

همه‌ساله افراد زیادی در سراسر دنیا در اثر وقوع حوادث طبیعی و جنگ خانه و کاشانه خود را از دست می‌دهند. در ایران نیز حوادثی چون زلزله و سیل بیش‌ترین تعداد بی‌خانمان‌ها را در سال‌های اخیر در پی داشته است. پس از وقوع یک حادثه طبیعی گسترده یا جنگ‌زدگی، مناطق مسکونی به‌نوعی غیرقابل استفاده شده و افراد بازمانده ناگزیر به اسکان موقت در مکانی دیگر هستند. تاکنون چادرهای متنوعی به عنوان سرپناه اضطراری، طراحی و ساخته شده و در اختیار حادثه دیدگان قرار گرفته است. نیاز به سازه‌های متحرک در مناطق زلزله‌زده یا جنگی (جهت اسکان دهی سریع) که به‌طور ساده و سریع نصب شده و قابلیت حمل‌ونقل داشته باشد، باعث پیدایش سازه‌های تاشو فضاکار شد. خصوصیات بازشوندگی می‌تواند باعث استفاده چندین باره از یک سازه در یک محل یا مکان‌های متفاوت باشد. آنچه در این مقاله مورد بحث قرار می‌گیرد، بررسی، تحلیلی سیستم سازه‌ای تاشو برای ساخت پناهگاه موقت است. هدف از این پژوهش تعیین مدل‌های قابل تولید و متنوع برای توسعه فرم‌های پیشنهادی و سیستم‌های قابل ساخت و در دسترس و اجرا برای مقابله با بی‌خانمانی در مواقع اضطراری است. با این نگرش به معرفی و چگونگی کاربرد سیستم سازه‌ای تاشو پرداخته می‌شود.

واژگان کلیدی: سازه‌های قیچی‌سان، سازه‌ی تاشو، اسکان دهی.

۱- مدرس موسسه آموزش عالی شهریار آستارا، دپارتمان معماری، آستارا، ایران

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد، موسسه آموزش عالی شهریار آستارا، دپارتمان معماری، آستارا، ایران

۳- دانشجوی کارشناسی ارشد، موسسه آموزش عالی شهریار آستارا، دپارتمان معماری، آستارا، ایران (مسئول مکاتبات)
royaaliakbarzadeh@gmail.com

۱- مقدمه

جهانیان هرازگاهی با گونه‌ای از بلایای طبیعی در مقیاس‌های متفاوت مواجه می‌شوند که علاوه بر مرگ‌ومیر انسان‌ها و ویرانی خانه‌ها، آواره شدن تعداد زیادی از افراد بشر را به همراه دارد. هر سال به‌طور متوسط ۳ میلیون نفر پس از بروز حوادث طبیعی بی‌خانمان می‌شوند که حدود ۸۰ درصد مربوط به افرادی است که در اثر وقوع زلزله خانه‌هایشان ویران شده است (خداداده و ضیایی، ۱۳۸۷). در سال‌های اخیر با افزایش سرعت رشد صنایع و علوم و فنون، تغییرات در عرصه استانداردها، عملکردها کاربری‌های معماری بیشتر ظاهر گشته است. این امر بیانگر آن است که معماری امروز نیازمند تغییرات و پویایی بیشتری نسبت به گذشته است. با پیشرفت تکنولوژی انسان توانست انواع مختلفی از سازه‌ها را طراحی و ابداع کند. سازه‌ی تاشو به عنوان سازه‌ای که زیر مجموعه سازه‌های فضاکار است راه‌های زیادی برای اسکان دهی سریع موقت یا دائم ایجاد کرده است. سرعت بالای ساخت سازه‌های تاشو باعث ایجاد شکافی بزرگ از نظر اجرایی و کیفیت با دیگر سازه‌ها (سازه‌های مناسب اسکان موقت) در مراحل ساخت و اجرا و پیشی گرفتن این سازه از بقیه شد. سازه‌های تاشو مثل چتر قابلیت جمع شدن و انتقال دارند و کاربرد عمده آن‌ها در مکان‌هایی است که به دلیل محدودیت‌های جوی، مکانی، زمانی و مصالح، ساخت دیگر سازه‌ها امکان‌پذیر نباشد. سازه‌های تاشو بیشتر برای اماکن موقت مانند سیرک‌ها، نمایشگاه‌ها و مناطق سیل و زلزله‌زده بکار می‌رود.

۲- بیان مسئله

وقوع حوادث طبیعی و جنگ از جمله عواملی است که منجر به بی‌خانمایی مردم و نیاز مبرم به اسکان دهی موقت و ایجاد سرپناه برای افراد میگردد. در ایران طی سال‌های اخیر شاهد بروز زلزله‌های ویران کننده بودیم که بلافاصله نیازمند اسکان دهی موقت بود؛ اما در مسئله‌ی اسکان دهی شاهد ضعف مدیریت بحران بودیم. شاید علت ضعف مدیریت بحران، (در زمینه اسکان دهی) آشنا نبودن با سیستم‌های جدید و پیشرفته سازه‌ای که قابلیت پیش ساختگی داشتند و در عین حال بسیار مستحکم و مقاوم بودند، بود. سیستم‌های سازه‌ای تاشو که زیر شاخه‌ای از سیستم سازه‌ای فضاکار است، قابلیت استفاده در مواقع بحرانی برای ایجاد پناهگاه موقت یا دائم را داراست. با آشنایی با این سیستم و نحوه‌ی عملکرد آن میتوان گامی مثبت در روند اسکان دهی افراد بی‌خانمان و جنگ زده و ... برداشت.

۳- اهمیت و ضرورت پژوهش

اهمیت و ضرورت این پژوهش بررسی تأثیر استفاده از سازه‌های فضاکار تاشو در جهت تسریع اسکان دهی در موارد بحرانی است که از نظر علمی، اقتصادی، فنی و مهندسی، سیاسی، اجتماعی، درمانی و موارد بحرانی مورد اهمیت می باشد.

۴- اهداف پژوهش

- اهداف این پژوهش به دو بخش علمی و کاربردی تقسیم می شود.
- اهداف علمی: شامل آشنایی با سیستم سازه‌ی فضاکار تاشو و ویژگی‌های آن است.
- اهداف کاربردی:
- ۱- استفاده از سیستم سازه‌ای فضاکار تاشو در جهت تسریع اسکان دهی در مواقع ضروری و بحران بصورت موقت یا دائم می باشد.
 - ۲- استفاده مجدد از این سازه‌ها در مکان‌های دیگر (اتصال هل موقت و جداشونده اند)
 - ۳- امکان ایجاد بیمارستان‌ها و سوله‌های صحرایی با دهانه بزرگ جهت انبار آذوقه و درمان افراد بحران زده.

۵- سوال پژوهش

- ۱- سازه‌های تاشو در جهت پاسخ دهی به چه نیازی ایجاد شده اند؟
- ۲- مناسب ترین سازه برای اسکان دهی سریع افراد چیست و باید دارای چه ویژگی‌هایی باشد؟
- ۳- سازه‌های تاشو فضاکار دارای چه ویژگی‌های در جهت تسریع فرایند اسکان دهی میباشد

۶- فرضیه پژوهش

نیاز به سازه‌های متحرک در مناطق زلزله‌زده یا جنگی (جهت اسکان دهی سریع) که به‌طور ساده و سریع نصب شده و قابلیت حمل‌ونقل داشته باشد، باعث پیدایش سازه‌های تاشو فضاکار شد. خصوصیات بازشوندگی می‌تواند باعث استفاده چندین باره از یک سازه در یک محل یا مکان‌های متفاوت باشد. مزایای سازه‌های پیش ساخته عبارتند از: پیش ساخته بودن، سهولت ساخت، قابلیت سهولت نصب، سهولت انتقال و انبار کردن، سبک و کم حجم بودن، قابلیت جمع‌آوری، انتقال و نصب مجدد، قابلیت استفاده در ابعاد و دهانه‌های مختلف و در نهایت سبز بودن است. همین امر باعث شده که این سازه بتواند سازه‌ی مناسبی برای ایجاد امکان اسکان دهی موقت برای مناطق بحران زده باشد.

۷- روش تحقیق

روش پژوهش به صورت توصیفی-تحلیلی بوده است و مبتنی بر مطالعات کتابخانه‌ای انجام پذیرفته است.

جدول ۱: پیشینه تحقیق

سال	نویسنده	عنوان	نتیجه‌گیری
۱۳۹۴	آرش عثمانی، محمدرضا متینی، یاسر شهبازی	اصول، تاریخچه و کاربرد سازه‌های قیچی سان در معماری	نقش این سیستم سازه‌ای به عنوان یک المان در محیط‌های مختلف مورد تحقیق قرار گرفته شده است. دسته‌بندی این سازه‌ها به سه بخش متفاوت سازه‌های قیچی سان انتقالی، منحنی و زاویه دار و دسته‌بندی‌های ریزتر، بررسی اصول و نحوه باز وبسته شدن در این نوشته بیان شده است.
۱۳۸۷	یاسمن خداداد، مینوسیایی	بررسی اشکالات چادرهای موجود برای اسکان موقت بازماندگان زلزله و ارائه طرح پیشنهادی چادر فتری	مناسب نبودن روش‌های اسکان دهی موقت در ایران و پیشنهاد چادر فتری به عنوان چادر مناسب برای اسکان دهی.
۱۳۸۵	مهدی بابایی	ایده‌ای جدید برای سازه‌های تاشوی قیچی سان با هندسه متغیر	روش انطباق این سیستم بر اشکال هندسی خاص بیان شده و جزئیات اجرایی و اتصالات لازم برای اولین بار ابداع و ارائه شده‌اند. بطوریکه می‌توان سازه‌های با هندسه متغیر ایجاد نمود. نمونه‌های ساخته شده هم برای سازه‌های با هندسه ثابت و هم برای سازه‌های با هندسه متغیر نشان دهنده صحت فرمولاسیون و عملکرد مناسب این سازه‌ها در مقیاس واقعی می‌باشند.

۸- بدنه تحقیق

اختلاف نظرهای فراوانی درخصوص موضوع اسکان و سرپناه موقت وجود دارد. برخی بر این عقیده‌اند که اسکان موقت حد واسطه بین اسکان اضطراری و بازسازی دائمی است. به اعتقاد آنان اسکان و سرپناه موقت زنجیره‌ی اتصال مراحل ابتدایی مدیریت سانحه و بازسازی دائم است و ماهیتاً آن را مرحله‌ای جداگانه در نظر نمی‌گیرند. گروهی دیگر معتقدند که این مرحله مرحله‌ای جداگانه است. فلسفه وجودی اسکان موقت این است که برنامه ریزان و مدیران بازسازی بتوانند با راحتی و فراغت بیشتر تصمیم‌گیری و برنامه ریزی کنند و مردم نیز در سرپناه موقت از گزند حوادث در امان باشند. در ماده ۲۵ بیانیه جهانی حقوق بشر آمده است که مسکن مناسب حق هر کسی است. با رخ دادن سوانح طبیعی مخرب و در شرایط بحرانی پس از سانحه، زمانیکه کارکردها و نهادهای اجتماعی جامعه در دوره زمانی مشخص به هم می‌ریزد، حق داشتن مسکن مناسب از آسیب دیدگان سلب می‌شود (امیدوار و دیگران، ۱۳۸۶)

۸-۱- تاریخچه سازه تاشوی قیچیسان (پانتوگرافها)

نیاز به سازه‌های متحرک که به‌طور ساده و سریع نصب شده و قابل حمل و نصب مجدد در مکان‌های مورد نیاز باشند باعث پیدایش سازه‌های فضاکار تاشو شده است. خصوصیت بازشوندگی ممکن است تنها برای یکبار یا برای چندین بار استفاده شود. شبکه فضایی، در هر زمان که ساختمان ساخته (برپا) می‌شود، باز شده و سپس قبل از انتقال به انبار یا محل دیگر بصورت یک بسته فشرده شده، تا می‌شود؛ بطوریکه روند فوق می‌تواند برای چندین بار تکرار شود. از بین مطالعات فراوان سازه‌ها، متفکر و هنرمند دوره رنسانس، لئوناردو داوینچی (۱۴۵۲-۱۵۱۹) یک مکانیزم بازشوی ساده مسطح طراحی کرده است. سازه‌های سه بعدی از این نوع برای اولین بار توسط مهندس اسپانیایی امیلیو پرز پینرو (۱۹۷۲-۱۹۳۶) توسعه داده شده است. (چلیتون، ۲۰۰۲)

۸-۲- کاربردهای مهم سازه‌های تاشو

کاربردهای مهم سازه‌های تاشو عبارتند از: سرپناه‌های اضطراری، پل‌های اضطراری، جرثقیلهای، پله‌ها، برج‌ها و دکل‌های بازشو و تاشو، ساختمان‌ها و سرپناه‌های موقت در نقاط دور دست، گنبدها یا چلیک‌های کروی و سهمی ثابت و یا متحرک، داربست‌ها، قالب بندی‌ها، اسکلت بندی برای سازه‌های دائمی، سرپناه بعنوان سایه بان یا محافظت در برابر بارندگی، انبارها، پوشش‌ها، مخازن و تعمیرگاه‌های سهل‌الحصول موقت یا دائمی، آنتن‌های بشقاب‌ی، بازوها و اندام‌های ربات‌ها، اردوگاه‌های سبک وزن موقت و سازه‌های تفریحی، دیوارهای جداکننده، پرده‌ها، قوس‌ها و تیر و دیوارهای سازه‌ای، گلخانه‌ها و سایر فضاهای سرپوشیده مورد نیاز در کشاورزی، تئاترها و کنسرت‌های سیار، صنایع بسته بندی و صنایع اسباب بازی، ابزار و وسایل مکانیکی و صنعتی، اجزاء ایستگاه‌های فضایی، پانل‌های خورشیدی، رادیاتورها، بال‌ها و تیرک‌های تاشو، سیستم‌های محافظ ضربه، رفلکتورها و آنتن‌های سهمی وار، برخی مزایای اصلی سازه‌های تاشو عبارتند از: پیش ساخته بودن و سهولت ساخت قابلیت سرعت و سهولت در نصب، سهولت انتقال و انبار کردن، سبک بودن و کم حجم بودن در تاشه تا شده، قابلیت جمع آوری، انتقال و نصب مجدد به دفعات نامحدود، قابلیت استفاده در ابعاد و دهانه‌های مختلف، چند منظوره بودن، اقتصادی بودن و بالاخره سبز بودن. (بابایی، ۱۳۸۵)

۸-۳- مزایای سازه‌ی تاشو

- قابلیت گسترش: یک یا چند بار
- امکان استفاده در تمام سازه‌ها یا بخشی از آن
- سهولت جابجایی
- برپایی سریع
- امکان استفاده در بحران
- اقتصادی بودن (که بستگی به مقیاس و نوع پروژه نیز دارد) (کاوه، کروی، ۱۳۸۳)

۸-۴- اسکان موقت با استفاده از سازه‌ی تاشو

اختلاف نظرهای فراوانی درخصوص موضوع اسکان و سرپناه موقت وجود دارد. برخی بر این عقیده اند که اسکان موقت حد واسط بین اسکان اضطراری و بازسازی دائمی است. به اعتقاد آنان اسکان و سرپناه موقت زنجیره اتصال مراحل ابتدایی مدیریت سانحه و بازسازی دائم است و ماهیتاً آن را مرحله ای جداگانه در نظر نمیگیرند. گروهی دیگر معتقدند که این مرحله مرحله ای جداگانه است. فلسفه وجودی اسکان موقت این است که برنامه ریزان و مدیران بازسازی بتوانند با راحتی و فراغت بیشتر تصمیمگیری و برنامه ریزی کنند و مردم نیز در سرپناه موقت از گزند حوادث در امان باشند. در ماده ۲۵ بیانیه جهانی حقوق بشر آمده است که مسکن مناسب حق هر کسی است. با رخ دادن سوانح طبیعی مخرب و در شرایط بحرانی پس از سانحه، زمانیکه کارکردها و نهادهای اجتماعی جامعه در دوره زمانی مشخص به هم میریزد، حق داشتن مسکن مناسب از آسیب دیدگان سلب می‌شود (امیدوار و دیگران، ۱۳۸۶)

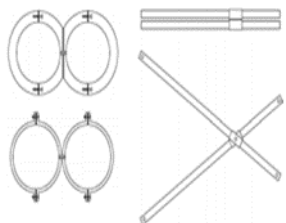
ساده ترین راهکار برای ساخت پناهگاه‌ها سازه‌هایی است که علاوه بر ایستایی و مقاومت برای قرارگیری و قابل استفاده بودن در مکان و موقعیت‌های مختلف منعطف، پیش ساخته، قابلیت حمل و نصب آسان و ... را داشته باشند، سازه‌های تاشو هستند. مزایای سازه‌های پیش ساخته تاشو عبارتند از: پیش ساخته بودن، سهولت ساخت، قابلیت سهولت نصب، سهولت انتقال و انبار کردن، سبک و کم حجم بودن، قابلیت جمع آوری، انتقال و نصب مجدد، قابلیت استفاده در ابعاد و دهانه‌های مختلف و در نهایت سبز بودن است. همین امر باعث شده که این سازه بتواند سازه‌ی مناسبی برای ایجاد امکان اسکان دهی موقت برای مناطق بحران زده باشد.

۸-۴-۱- اتصالات و جزئیات اجرایی

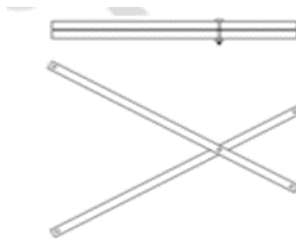
سهولت اجراء، قابلیت بازیافت مصالح، تنوع در تولید، کاهش هزینه تولید، ارزشهای کیفی و زیباشناسانه و امکان استفاده متنوع از طرح، از خصوصیات مطلوب معماری صنعتی میباشد. با توجه به نیاز مبرم به تولید انبوه در جوامع کنونی، رسیدن به این هدف تنها در صورت طراحی صنعتی امکانپذیر است. بدین منظور اتصالات زیر برای سازه‌های تاشو پیشنهاد می‌شوند. (بابایی، ۱۳۸۴)

اتصال میانی: میتواند بصورت پیچ یا پرچ باشد (تصویر ۱) نوع دیگر اتصال میانی استفاده از قطعه خاصی میباشد بطوریکه هر یونیت را در محل مورد نظر لوله احاطه میکند. به این ترتیب که بدون سوراخکاری اعضاء (بدون تضعیف عضو و بلکه تقویت آن در محل بحرانی خمش)، امکان ایجاد اعضای قیچسان فراهم می‌شود. با جابجا نمودن این قطعات و انتقال آنها به محل مورد نظر،

شکل سازه پس از بازشدن تغییر خواهد کرد (تصویر ۲) این قطعه میتواند از فولاد، آلومینیوم، پلاستیک، مواد کامپوزیتی و یا مصالح سبک دیگر تهیه گردد.



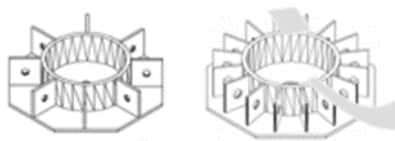
تصویر ۲- نما و مقطع اتصال میانی برای اعضای لوله ای



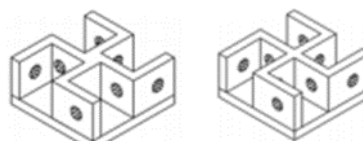
تصویر ۱- اتصال میانی نوع اول

مزایای این نوع اتصال عبارتند از:

- ۱- در این اتصال هیچگونه سوراخکاری روی اعضاء انجام نمیگیرد و در نتیجه در محل اتصال میانی که حداکثر لنگر خمشی وجود دارد، اعضای سازه تضعیف نمیشوند
- ۲- قدرت مانور برای چند شکلی کردن یا تغییر دادن شکل هندسی کل سازه، فوق العاده افزایش مییابد و از المان های سازه تا شو می توان در پروژه های مختلف استفاده کرد که به نفع اقتصاد است.
- ۳- المان های سازه تا شو با استفاده از این قطعه تقویت می شوند؛ یعنی در محاسبات میتوان اثر افزایش مقطع در محل اتصال میانی را به حساب آورد (عضو با مقطع متغیر)؛ زیرا این مقطع از نظر نیروهای داخلی بحرانی ترین محل اعضاء سازه میباشد.
- اتصال انتهایی: اگر تعداد واحدها ۴ یا کمتر باشد، میتوان از یکی از اتصالات شکل (تصویر ۳) استفاده نمود و اگر بیش از ۴ واحد به یکدیگر متصل شوند (سازه های گنبدی) میتوان از اتصال (تصویر ۴) استفاده نمود. (بابایی، ۱۳۸۵)



تصویر ۴- نمونه اتصال انتهایی برای گنبدها



تصویر ۳ - نمونه اتصال انتهایی برای سازه های تخت و چلیکی

نتیجه گیری

با توجه به مطالب ارائه شده در این مقاله میتوان نتیجه گرفت که نیاز به سازه های متحرک با قابلیت ایستایی و مقاومت بالا در مناطق بحران زده (جهت اسکان دهی سریع) که به طور ساده و سریع نصب شده و قابلیت حمل و نقل داشته باشد، باعث پیدایش سازه های تا شو فضاکار شد. ساده ترین راهکار برای ساخت پناهگاه ها سازه هایی است که علاوه بر ایستایی و مقاومت برای قرارگیری و قابل استفاده بودن در مکان و موقعیت های مختلف منعطف، پیش ساخته، قابلیت حمل و نصب آسان و ... را داشته باشند. مزایای سازه های پیش ساخته تا شو عبارتند از: پیش ساخته بودن، سهولت ساخت، قابلیت سهولت نصب، سهولت انتقال و انبار کردن، سبک و کم حجم بودن، قابلیت جمع آوری، انتقال و نصب مجدد، قابلیت استفاده در ابعاد و دهانه های مختلف و در نهایت سبز بودن است. همین امر باعث شده که این سازه بتواند سازه ای مناسبی برای ایجاد امکان اسکان دهی موقت برای مناطق بحران زده باشد.

۱. بابایی، مهدی، ۱۳۸۵، ایده ای جدید برای سازه‌های تاشوی قیچی سان با هندسه متغیر، جلد ۴۰، نشریه دانشکده فنی.
۲. بابایی، م. ۱۳۸۴، "طراحی و ساخت سازه‌های تاشو با شکل و هندسه دلخواه." ثبت اختراع، اداره ثبت شرکت‌ها و مالکیت صنعتی، ایران.
۳. کاوه علی، کروی فرهاد، کیوانی جعفر (مترجم) ۱۳۸۳ تحلیل، طراحی و ساخت سازه‌های فولادی فضایی، نشریه شماره: ک-۳۸۲. مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن.
۴. خداداده، یاسمن و ضیایی، مینو، ۱۳۸۷، بررسی اشکالات چادرهای موجود برای اسکان موقت بازماندگان زلزله در ایران و ارائه طرح پیشنهادی چادر فوری، هنرهای زیبا، شماره ۳۳.
۵. امیدوار، بابک، قاسمی رضا و تفری، حسین، ۱۳۸۶، روش اسکان موقت و راهکارهای بومی آن در زلزله لرستان، صفا، شماره ۴۵.
۶. عثمانی، آرش، متینی، محمدرضا، شهبازی، یاسر، ۱۳۹۴، اصول تاریخچه و کاربرد سازه‌های قیچی سان، سومین کنفرانس بین المللی عمران، معماری و شهرسازی دانشگاه شهید بهشتی.
7. Chilton, J. (2002). Space Grid Structures, Prentice Hall.

بررسی اثرگذاری معماری زیست‌گرا بر شکل‌گیری گفتمان نوین معماری

تاریخ دریافت: ۹۸/۰۷/۲۹

تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۹/۰۵

کد مقاله: ۶۷۲۸۸

شاداب رایمند^۱

چکیده

از ابتدای حیات انسان، او همیشه در سیطره طبیعت قرار داشته و اساس زندگی خود را بر تطبیق با طبیعت بنا نهاد. انسان اولیه می‌دانست که تمام اجزای طبیعت در همخوانی با یکدیگر قرار داشته و به همین دلیل او طبیعت را به‌مثابه آموزگار خود درک نموده و تلاش کرد تا با الگوبرداری از طبیعت، حیات بهینه‌ای داشته باشد. یکی از مهم‌ترین جنبه‌های زندگی انسان، محیط اطراف او و معماری می‌باشد که این موضوع در هیچ برهه‌ای از تاریخ از طبیعت جدا نبوده است و همیشه به عنوان یک کل واحد مطرح شده‌اند. آنچه امروز به نام معماری زیست‌گرا یا بایونیک خوانده می‌شود حاصل تلاش معمارانی است که با نگرش جدید به معماری و سازه در کالبد طبیعی سعی در برطرف ساختن نقص‌ها و خطاهای انسانی در امر ساخت‌وساز دارند. با توجه به بحران انرژی و منابع طبیعی، معماران در تلاش‌اند با نگرش جدید به معماری و سازه در غالب علم بایونیک که یک نوع معماری متعارف با اصول معماری پایدار و هماهنگ با طبیعت می‌باشد راه‌حلی برای بیرون رفت از این بحران و حفظ انرژی پیدا نمایند.

واژگان کلیدی: انسان، طبیعت، معماری بایونیک، الهام، بهینه‌سازی.

۱- کارشناس تکنولوژی معماری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد قزوین. (Sh.Raymand@outlook.com)

۱- مقدمه

با پیدایش زمین، موجودات شروع به ساخت سرپناه برای محافظت از خود نمودند. ساخت لانه و آشیانه برای اغلب موجودات با استفاده از غریزه صورت می‌پذیرفت. گونه‌هایی هم به‌طور طبیعی و ذاتی از این سرپناه بهره می‌بردند، مانند حیواناتی که درون پوسته و لاک زندگی می‌کنند و موارد مشابه این‌چنینی. در این بین انسان نیز برای حفاظت از خود در برابر شرایط اقلیمی نامساعد، دشمن و آسیب‌های طبیعی با تقلید از سایر جانداران شروع به ساخت مجموعه‌هایی برای زندگی و سرپناه خود نمود. ساخت چادرهای موقت توسط انسانی که هنوز یکجانشینی و زیستن را نیاموخته از ابتدایی‌ترین نمونه‌های موجود می‌باشد، اگرچه این سرپناه‌های ابداعی نه از نظر زیبایی‌شناسی و عملکرد و نه از نظر استحکام و سازه قابل‌مقایسه با مواردی که حیوانات و جانداران به صورت غریزی بنا می‌کنند نمی‌باشد. با گذر زمان و پیدایش نگاه علمی به ساختارهای زنده، بسیاری از طراحان، نقاشان و هنرمندان به سمت الهام‌گیری از طبیعت زنده رفتند، به همین علت است که بسیاری از بناهای ساخته شده در دوران رنسانس، با الهام از بدن انسان و تناسبات آن ساخته شده‌اند که اکنون با پیشرفت علم و تکنولوژی به‌طور دقیق اثبات شده‌اند.

در قرن اخیر، بیشتر علوم، پیدایش و یا تکامل خود را مدیون نگاه عمیق به طبیعت هستند، به نحوی که می‌توان گفت برای قرن‌ها این منبع بی‌انتها مغفول مانده بود. در سال ۱۹۹۸، دانشمند آمریکایی چنین پنبوس ایده ایده را مطرح کرد که به‌طور قطع طبیعت برای تمام سوال‌های بشر پاسخی را در خود دارد و علت عدم دریافت تمام این پاسخ‌ها از این منبع، نبود تکنولوژی و ابزار درخور است. همچنین اگر زمان را به عقب ببریم، می‌بینیم که در سال ۱۹۹۳، کارگاهی بین‌المللی با عنوان بایونیک و معماری برگزار شد که در آن ایده‌هایی برگرفته از طبیعت مطرح گردید. یکی از سرفصل‌های این کارگاه موضوعی با عنوان تکنیک‌های ساخت طبیعت بود که در آن بر روش‌های مختلفی که موجودات زنده اعم از جانوران و گیاهان در ساخت استفاده می‌کنند تاکید گردید. بررسی زیست‌ساخت یا همان ساخت در طبیعت نشان می‌دهد که طبیعت هرآنچه را که می‌سازد با بهینه‌ترین حالت ممکن از هر نظر شکل می‌دهد، چه از نظر عملکرد، چه از نظر مصالح و مواد مصرفی و چه از نظر فرمی. همین موضوعات به عنوان سرفصل‌های معماری بایونیک مطرح می‌گردد، چه الگو و استادی بهتر از طبیعت وجود دارد تا بی‌شمار مثال و نمونه را برای طراحان و معماران ارائه گرداند؟

ایده اصلی معماری بایونیک به گونه‌ای بازگشت به طبیعت است، اما نه صرفاً از جنبه استفاده از مصالح طبیعی، بلکه نگاه و خط مشی است تا بتوان بهترین نتیجه را در هر موضوعی به دست آورد. به‌طور خلاصه می‌توان گفت آموختن از طبیعت مساوی با ساختن آینده است.

۲- تاریخچه معماری و الهام از طبیعت

در گذر زمان، معماران، طراحان و هنرمندان بیشترین افرادی بودند که پاسخ به سوالات خود را در طبیعت جستجو می‌کردند، به همین دلیل سابقه معماری بایونیک را می‌توان به عصر لئوناردو داوینچی نسبت داد. داوینچی معتقد بود که انسان ممکن است روزی بهترین ابداعات را داشته باشد، کارآمدترین ابزارها را در اختیار بگیرد و به بسیاری از رموز هستی پی ببرد، اما هیچگاه قادر نخواهد بود کشفی زیباتر، بهینه‌تر و کارآمدتر از طبیعت داشته باشد، طبیعتی که هیچ چیزی بی‌دلیل و بی‌هدف و ناکارآمد و ناقص و ناهماهنگ در آن وجود ندارد. (تقی زاده، ۱۳۸۵: ۷). در گفتمان جدید معماری که در دو دهه اخیر مطرح شده است، این نتیجه به دست آمده که طبیعت همواره خود را همانند به مکانیزم هوشمند به روز کرده و با شرایط جدید تطبیق می‌یابد. در بین جامعه معماری، فرم و شکل‌های موجود در طبیعت بیشتر مورد توجه قرار می‌گیرد اما برای گروهی که بیشتر در حوزه آنالیز و مهندسی معکوس و حتی طراحی سازه‌ها فعالیت می‌کنند، نحوه شکل‌گیری و ایستایی، پایداری و مقاومت حداکثری و کنترل نیروها از اهمیت بیشتری برخوردار است. شاخصه مهم دیگر، شکل اجسامی که در اطراف ما قرار دارند می‌باشد که متناسب و مرتبط با محیطی است که در آن وجود دارند، به بیان دیگر، در طبیعت هیچ جسم یا موجود یا زیستی یافت نمی‌گردد که نقش و عملکردی نداشته باشد، این به تنهایی بیانگر تکامل هرچه در طبیعت وجود دارد می‌باشد. همه این موارد گواهی بر این امر می‌باشد که در طبیعت، هر آنچه یافت می‌شود می‌تواند به عنوان منبع الهام و ایده برای طراحان و معماران شناخته شود.

۲-۱- معماری و طبیعت

در دو دهه اخیر معماران بسیاری تلاش کردند تا با ارائه پروژه‌های موفق این نکته را اثبات نمایند که طبیعت درس‌های بسیاری را برای انسان در خود جای داده که بشر باید آن‌ها را فرا بگیرد. استفاده خلاقانه از مصالح، سازه‌های تقویت شده با بهینه‌ترین میزان استفاده از مصالح، فرم‌های پایدار و مقابله با نیروها جهت ایستایی از مهم‌ترین مباحثی هستند که معماران در دو دهه

اخیر به آن پرداخته اند. مهندسين و متخصصين سازه براين باورند كه مشكلات و چالش هايي كه در گفتمان جديد معماری وجود دارد راه حل هاي نوين می طلبد كه همواره پاسخ هاي آن در طبيعت وجود داشته است. (سامان، ۱۳۸۹: ۱۱).

راهكارهاي ارائه شده در طبيعت همواره از سه مسير برای معماران و طراحان قابل درك بوده اند. دسته اول شامل الهام از ظاهر و بعد فیزیکی می باشد كه از طريق مشاهده و شبیه سازی می توان آن را درك و به كار گرفت. دسته دوم بر مبنای الهام و ایده پردازی برای معماران مطرح بوده به گونه ای كه طبيعت را به عنوان يك كل فراگیر در نظر گرفته و داده ها و مبانی خود را هم راستا و همخوان با طبيعت طرح ریزی می كنند، به بیان دیگر، معماران و طراحان و همه گروه هاي فعال در زمینه بایونیک، طبيعت را به عنوان يك كانسپت در نظر گرفته و با الهام از آن در كليات طرح، جزییات را برنامه ریزی می نمایند. (فرشچی، ۱۳۸۸، ۲۸).

در دسته سوم، طبيعت به عنوان مبنای محاسبات می باشد كه در آن نحوه مقابله طبيعت با نیروهاي مخرب و همچنین پایداری، طراحی بهینه و طراحی پارامتریک در طبيعت مد نظر قرار می گیرد. اين دسته از الهامات بیشتر در رشته هاي مهندسی طبيعت و طراحی سازه هاي مدولار مورد توجه قرار گرفته است. (آلوارز، ۲۰۰۵: ۳۴).

۳- پیدایش بایونیک

پس از جنگ جهانی دوم و با آغاز دهه شصت قرن بیستم، تبادل علمی بین گرایش های علوم طبیعی مجدداً رونق گرفت. در جریان همایشی در اوهایو كه نیروی هوایی آمریکا در سال ۱۹۶۰ برگزار كرد، برای اولین بار واژه ای به نام «بایونیک» از تركيب دو لغت «بیولوژی» و «تكنيك» زاده شد كه می توانیم آن را به «زیست فنی» ترجمه كنیم. این واژه كار همه متخصصانی است كه تلاش دارند برای حل مشكلات فنی خود از دانسته های طبيعت الهام بگیرند و یا به نوعی از آن در ساختن اختراعاتشان تقلید كنند. بایونیک از تركيب پژوهش در زیست شناسی و دانش فنی به وجود آمده و امروزه در طراحی تکنولوژی هایی در زمینه فیزیک، شیمی، طب، مهندسی ژنتیک، مکانیک و غیره به كار برده می شود. (حوصله دار، ۱۳۹۰: ۹).

دست هاي مصنوعی، تولید الكتریسته آبی، لوازم جديد ورزشی، هوش مصنوعی، شبکه هاي عصبی مصنوعی و غیره همه مثال هايی هستند از آثار علم بایونیک و توجه به شایستگی هاي این علم. بایونیک علاوه بر تامین آسایش انسان ها در علم مختلف، افق هاي گسترده تر و جدیدتری را برای افراد روشن می سازد و به آنها فرصت می دهد تا به محیط پیرامون خود نگاهی تازه ببینند. با كشف و تقلید ویژگی هاي موجودات زنده، طرح ها و ابداعات انسان ها منطقی تر و حتی نزدیک تر به طبيعت زنده خواهد شد. (ایتلر، ۲۰۰۶: ۷۴).

۴- معماری زیست گرا

برای تعریف معماری بایونیک ابتدا به تشریح علم بایونیک می پردازیم. این واژه مدت هاست كه در طراحی معماری باب شده است؛ بایونیک كه در لغت به معنی «زیست شناختی» یا «به كارگیری اندام هاي ساختگی طبیعی» است برای اولین بار در سال ۱۵۹۵ توسط «جك.ای. استیل» بكاربرده شد. معماری بایونيك علمی ست كه به بهره گیری از طبيعت و جانداران، برای فن و ساخت ساختمان می پردازد. از ابتدای پیدایش انسان در زمین، طبيعت بصورت معماری طبیعی. رودها، دره ها و كوه ها وجود داشته است. طبيعت، خانه ی اول انسان است. او از ابتدای تاریخ به جستجو در طبيعت پرداخته، طبيعت برای او عجیب و ناشناخته بوده اما كم كم با بهره گیری از طبيعت در طی سال ها توانسته است روی زمین به زندگی و ساخت و ساز بپردازد. نمونه ی طبیعی معماران، مورچه ها هستند. از مورچه ها بعنوان معماران طبيعت نام برده می شود، آنها خانه هاي خود را بشكل دالان هايی تودر تو طراحی می كنند. آنها معماران طبیعی اند. همچنین توجه به طبيعت در معماری پدیده ای تازه نیست، بلكه بهره گیری از طبيعت در اقوام آفریقایی كه زندگی خود را در كلبه هايی از چوب و برگ بنا می كردند پدیده ای قدیمی ست، همچنین اقوامی كه در نواحی سرد زندگی می كنند تنها راه ادامه زندگی در شرایط سخت را همگام شدن با ساختار طبيعت می دانند. چه در مناطق بسیار گرم و چه در مناطق بسیار سرد این بهره گیری از معماری طبيعت دیده می شود. بعد از دوران مدرن در معماری، نوبت به این رسید كه معماران از الگوهاي طبیعی برای ساخت ساختمان ها ایده بگیرند. با ایده گرفتن از طبيعت برای معماری ساختمان ها، معماران درواقع روح بخشی به ساختمان ها را تمرین می كنند. آنچه كه در موجودات زنده وجود دارد وجود روحی ست كه انسان با آن ارتباط برقرار می كند. (سامان، ۱۳۸۹: ۱۱).

تمرین معماری بایونيك در واقع سعی انسان بر غلبه ی نظام طبيعت در زندگی انسان هاست. در حقیقت معماری بایونيك حاصل همکاری زیست شناسان و مهندسين است. چراكه نظام طبيعت نظامی پیوسته با زندگی انسان و گیاه است. انسان ها با زبان علم بایونيك ارتباط برقرار می كنند چراكه خود جزئی از نظم طبيعت اند؛ اما ایده گرفتن از موجودات زنده ی طبيعت به سال هاي دور برمی گردد همانطور كه ایده ی پرواز با دیدن پرندگان به ذهن انسان آمد. از معمارانی كه بسیار از طبيعت الهام می گیرند می توان به كالاتراوا اشاره كرد كه سیستم اصلی سازه ساختمان هاي خود را از ساختار طبیعی موجودات زنده و بدن انسان الهام می

گیرد. همگام بودن با طبیعت در طول تاریخ معماری در کارهای فرانک لوید رایت و بعضی از معماران مدرن بسیار دیده شده است. پس طبیعت به عنوان بخش غیر قابل تفکیک از معماری همیشه مورد توجه معماران بوده و خواهد بود. با این تفاوت که در معماری مدرنی که توسط فرانک لوید رایت ارائه می شد طبیعت جزئی از زندگی انسان بود، اما بهره گیری از طبیعت در ساختار ساختمان نبود، درحالی که در معماری بایونیک معمار بنا از ساختار طبیعی برای الگوبرداری از طبیعت و موجودات زنده مثل گیاهان و در موردی از سازه و اسکلت جانداران بهره می گیرد. (آلوارز، ۲۰۰۵: ۶۶).

در گفتمان جدید، مهندسی و تئوری های مطرح شده در معماری نهایتاً به پیدایش ارتباطی نزدیک با علم بیولوژی یا شناخت ساختارهای زنده شده است. این ارتباط در موضوعاتی نظیر سازه، فرم، ساختارهای هوشمند و چرخه های زیستی موجود در طبیعت بیشتر مورد توجه قرار گرفته به طوری که اکنون مطالعات زیستی به عنوان یک بازو و دستیاری قدرتمند در کنار معماری، جهت پاسخ به چالش ها و ارائه راهکارهای بهتر خود را به اثبات رسانیده است. شناخت و درک هرچه بیشتر رابطه بین طبیعت و محیط انسان ساخت فقط با در نظر گرفتن علم بیولوژی به عنوان یک واسطه امکان پذیر می باشد به گونه ای که بسیاری از اصطلاحات مورد استفاده در هر دو موضوع نیز در سالیان اخیر هم معنی شده و به اشتراک گذاشته شده اند، کلماتی نظیر ساختار، ارگان، مکانیزم و ارگانیسم. (مارپلسا، ۲۰۱۱: ۴۱).

۴-۱- کاربرد بایونیک در مهندسی معماری

هنگامی که قلمروهای بسیاری از علوم و تکنولوژی شروع به پیشرفت کرد، معماری بایونیک همچنان یک رشته در حال رشد بود. اگرچه این علم، دیرتر از سایر زمینه ها شروع شد، انگیزه و سرعت پیشرفت آن شگف آور بود. به طور کلی متخصصین برای معماری بایونیک دو تعریف عمده را به کار می برند:

- معماری هایی که ظواهر و عملکرد موجودات زنده را تقلید می کنند
- معماری هایی که ظاهر سازه و نحوه عملکرد موجودات را تقلید می کنند.

ترکیب بایونیک و معماری درست مانند ترکیب آن با سایر علوم می باشد، در حالی که معماران از موجودات زنده گوناگون الهام می گیرند. برای مثال ساقه گیاهان (اگر چه تفاوت زیادی در مقایسه قطر ریشه برخی گیاهان با ارتفاع آنها وجود دارد، آنها می توانند در برابر بادهای شدید ایستادگی کنند)، پوسته های تخم مرغ یا صدف ها (اگرچه بسیار نازک هستند می توانند قبل از شکستن در برابر فشارهای زیادی مقاومت کنند) و اسکلت های موجودات زنده (حتی محک تر از فولاد هستند)، مجسمه دارکوب (نزدیک ترین شباهت را به شالوده های ضد زلزله دارد)، تار عنکبوت (پنج برابر قابلیت کشش و استحکام فولاد را دارد) و به همین ترتیب موارد زیادی هستند. این خصوصیات ممکن است معمولی و عادی به نظر برسند اما منبع بزرگی از الهام برای معماران هستند.

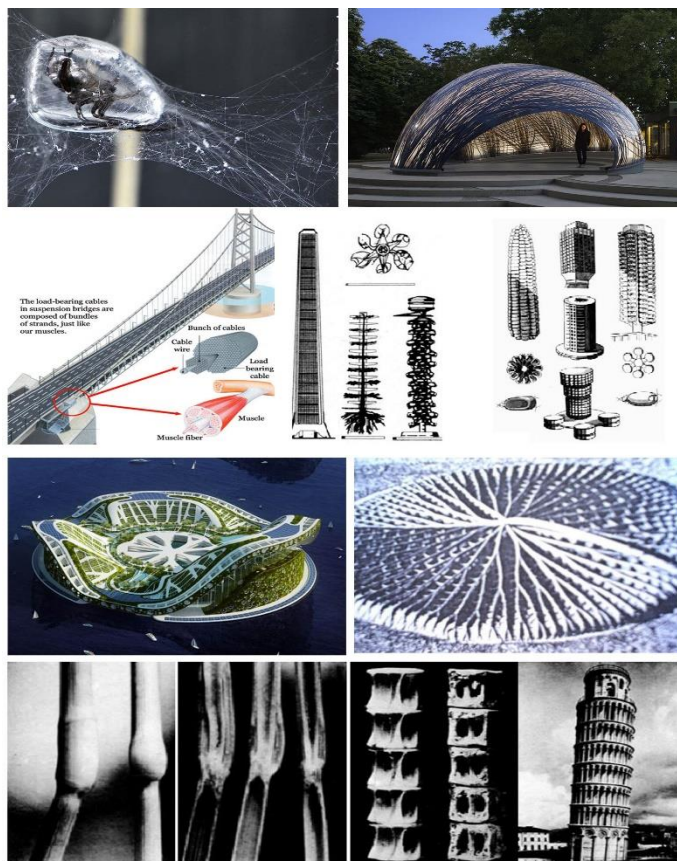
۵- درس هایی از طبیعت برای معماری

همانطور که ذکر گردید طبیعت همواره به عنوان نماد کمال شناخته شده و برای هر پاسخ و چالشی راهکارهایی بدیع را در خود جای داده است. به دلیل گستردگی این پاسخ ها و همچنین بررسی جزئیات بیشتر در مورد ارتباط ساختارهای زنده و گفتمان جدید مورد نظر ما، سه دسته بندی کلی را به عنوان منابع الهام از طبیعت در نظر می گیریم که عبارتند از: ۱- ساختارهای زنده ابتدایی ۲- ساختارهای زنده گیاهی ۳- ساختارهای زنده جانوری. همچنین در هر دسته نمونه های ساخته شده توسط بشر به همراه جزئیات ذکر می گردد.

دسته اول یا ساختارهای ابتدایی به مجموعه های زیستی گفته می شود که همواره در یک کلیت بزرگتر و فراگیرتر معنی می یابند، اگرچه اهمیت خود را در مقیاس خرد دارا می باشند اما همواره بخشی از یک واحد بزرگتر هستند. از بهترین نمونه های این ساختارها می توان به شریان های گردشی، سیستم عصبی، سازه اسکلتی بدن و دستگاه تنفسی اشاره کرد. بنیوس یکی از اعضای دانشگاه راجرز آمریکا در کتاب تقلید زیست شناسی خود در باره ماهیچه های انسان می نویسد: کابل های ننگه دارنده پل های معلق درست به شکل ماهیچه های انسان درست شده اند و هر کابل نیز مثل ماهیچه ها که دارای تارهای نازکی هستند دارای سیم های نازک تری است. تکنولوژی موجود مورد استفاده در پل های معلق از ساختار بدن انسان الهام گرفته شده است.

دسته دوم الهام از جانداران سبز و گیاهان است که در آن ها سازه، فرم و شکل و مواد تکیل دهنده به راحتی قابل تشخیص و شناسایی هستند، همه این عوامل می توانند با تغییرات اقلیمی و منطقه ای بستر خود تطبیق یافته و دگرگون شوند. به همین دلیل بررسی نحوه همخوانی گیاهان با محیط خود و همچنین درک چگونگی پروسه این تطابق چه در بعد سازه ای و چه در بعد علم مصالح شناسی یا متریا لیزم حائز اهمیت می باشد. یکی از اولین و در عین حال برجسته ترین نمونه های الهام از گیاهان در طراحی

معماری، ساختمان قصر شیشه ای لندن می باشد که در طراحی آن از سازه و پوشش برگ گیاه ویکتوریا رجینا^۱ الهام گرفته شده است. طراحی این بنا نقطه عطفی در معماری مدرن بود که نمادی از مسیر پیشرفت آینده معماری را در زمان خود به تصویر کشید. (شکل ۱). دسته سوم شامل ساختار حیوانات می شود و به بررسی فرم های زنده و متحرک مثل جانوران می پردازد و ساختار تشکیل دهنده آن ها را از دید سازه ای و فرم پذیری بررسی می کند. در این دسته اهمیت ساختار انعطاف پذیر و همچنین معماری بدن حیوانات مورد تاکید قرار گرفته و همین موضوعات مبنای طراحی بسیاری از بناهای عصر جدید واقع شده است.



شکل ۱- مثال هایی از الهام از طبیعت در ساخت

دانشگاه اشتوتگارت، با الهام از بال سوسک الیترا و در راستای ساخت یک سازه فوق سبک، در محوطه موزه ویکتوریا و آلبرت لندن این سایه بان را طراحی کرده و ساختند. پاولیون سایه بانی متشکل از ۴۰ شش ضلعی از فیبرهای شیشه ای و فیبرهای کربن تیره رنگ است که توسط ربات صنعتی بافته شده است. موزه وی اند ای لندن و یک تیم طراحی معماری و مهندسی از دانشگاه اشتوتگارت یک سازه موقتی را طراحی کردند که مراحل ساخت آن توسط ربات انجام شده است. طراحی پاولیون^۲ الیترا فیلامنت^۳ توسط یک معمار آلمانی به نام آخیم منگس، یک مهندس سازه به نام جان کنیپرز و یک مهندس اقلیم شناسی و سازه های پایدار به نام توماس آور صورت گرفته است. تعامل کاملی نیز مابین مهندسان طراحی و دیزاین سازه و جان مدسکی گاردن، مهندس طراح روش ساخت تکنولوژیک روباتیک سازه برقرار بوده است. (شکل ۲). این سازه به طور کامل توسط شیوه ساخت و ساز روباتیک صورت گرفته است. طراحی با اصول ساخت و ساز سبک وزن در طبیعت به ویژه، ساختارهای رشته پوسته بال پرواز سوسک شناخته شده به عنوان الیترا^۴ منبع الهامی برای این ساختار موقتی بوده است. ساختار سازه ی آن از شیشه و فیبر کربن است که هر جزء موجدار تاج پوشش با استفاده از روش سیم پیچ رباتیک توسعه یافته و بافته شده است؛ مانند سوسک الیترا غره رشته ساختار قوی و در عین حال سبکی است که پوشاننده بیش از ۲۰۰ متر مربع فضا می باشد و وزنی کمتر از ۲٫۵ تن دارد. پوسته پاسخگو در طی فصل وی اند ای مهندسی رشد خواهد کرد. سنسورهای مستقر در تاج پوشش الیاف اطلاعات مربوط به چگونگی رفتار بازدید کنندگان ساکن غره و نظارت بر رفتار ساختار نهایی اطلاع رسانی چگونگی رشد سایه بان را جمع آوری و مورد تحلیل قرار می

1- Victoria Regia

2- Elytra

دهد. منگیس^۱ و کنیپرز^۲ رهبران موسسات تحقیقاتی در دانشگاه اشتوتگارت در ادغام ساخت رباتیک و تحقیقات مواد جدید در معماری پیشگام و شناخته شده می باشند. (آرکیزوسکی، ۲۰۰۶: ۷).



شکل ۲- طراحی پابیون با الهام از بال سوسک الیترا

۶- نتیجه گیری

در سال های اخیر الهام و استعاره از طبیعت وارد حوزه معماری نیز گردیده است تا دغدغه رسیدن به یک معماری کامل را هموار سازد. آنچه امروز به نام معماری بایونیک خوانده می شود حاصل تلاش معمارانی است که با نگرش جدید به معماری و سازه در غالب های طبیعی سعی در برطرف ساختن نقص ها و خطاهای انسانی در امر ساخت و ساز دارند. با توجه به بحران انرژی و منابع طبیعی، معماران در تلاش اند با نگرش جدید به معماری و سازه در غالب علم بایونیک راه حلی برای بیرون رفت از این بحران و حفظ انرژی پیدا نمایند. رهاورد این آموخته ها معماری بایونیک می باشد. هدف معماری بایونیک رسیدن به یک نوع معماری متعارف با اصول معماری پایدار و هماهنگ با طبیعت می باشد.

الگو برداری هوشیارانه نمونه ها و مکانیزم ها از ارگانیسم های طبیعی یک بخش از بایونیک است که در آن طبیعت به عنوان یک پایگاه از راه حل هایی که کارایی آن ها تأیید شده است مورد استفاده قرار می گیرد. طبیعت همواره به عنوان منبعی برای تقلید بشر در معماری مورد توجه بوده است. این توجه تنها به فرمهای موجود محدود نبوده بلکه فرم در کنار ساختار و سازه بنا، توانسته است توجه معماران به خود را معطوف نماید. فرمهای طبیعی همواره به حالتی شکل گرفته اند که بتوانند پایداری لازم را برای کالبد خود تأمین نمایند، لذا می توان از فرم ها و عناصر طبیعی به عنوان پایدارترین و نیز مقرون به صرفه ترین سازه ها نام برد که با الهام از آنها، فرم های بهینه ای برای معماری به دست آورد. در واقع می توان گفت اجسام طبیعی همواره در جهت هماهنگ سازی خود با نیروهای وارد از محیط بیرون گام برمی دارند. زیربنای این هماهنگ سازی را سازه جسم طبیعی تشکیل می دهد، براین مبناست که ارگانیسم طبیعی می تواند پاسخگوی عملکردهای خود باشد و در راستای آن فرم خود را تشکیل دهد. در رویکرد تکنولوژیک به معماری، عملکردی سبب ایجاد فرم و ساز های متناسب با آن می شود که بتواند پاسخگوی نیروهایی باشد که از بیرون به بنا وارد می شود و این خود نیازمند ابزار فنی یا تکنولوژیک می باشد. به عبارت دیگر، می توان گفت در طبیعت، عملکرد و فرم در دل خود، سازه را نیز به همراه دارد و در معماری بر اساس عملکرد است که فرم و سازه شکل می گیرد.

1 Menges

2 Knippers

منابع

۱. تقی زاده، کتابون، (۱۳۸۴) «آموزه هایی از ساز همهای طبیعی، در سهایی برای معماران»، مجله هنرهای زیبا، شماره ۲۸.
۲. بهرنگ دریای لعل، ریخانه حوصله دار صابر، (۱۳۸۹)، «طبیعت، الگوی طراحی سازه و معماری» چاپ دوم، تهران: انتشارات آونداد.
۳. صادقی، سامان (۱۳۸۹)، «ساختار و سازه های بیونیک در شکل دهی به فرم معماری»، چاپ اول، انتشارات سوره: تهران.
۴. فرشچی، حمیدرضا (۱۳۸۸)، «آموزه های طبیعت در هنر مهندسی معماری سازه»، نخستین همایش سازه و معماری، تهران.
۵. کریم مردمی (۱۳۹۰)، «گیاهان، الگویی برای طراحی سازه» اولین کنفرانس ملی عمران و توسعه، زیباکنار، ایران.
6. Arciszewski, T. & Joanna, C. (2006). Bio-inspiration: Learning Creative Design Principia. George Mason University.
7. Arturo Alvarez, P. D. L. (2005). What is biological architecture, Aroka consultants.
8. Ilter, S. (2006). Structures in nature and in contemporary Architecture. Eastern Mediterranean University.
9. Judith, H. (2003). Bio-inspired Design: what can we learn from nature, London.
10. Marpelesa, K, (2002). Architectural Forms by Abstracting Nature. Generative Art.

طراحی مجتمع تفریحی فرهنگی شهر قلعه گنج با
محوریت بهره‌گیری از فرهنگ و مصالح بومی
وحید نادری خادم، سیاوش رشیدی شریف

نگرشی راهبردی به مبانی و معانی توسعه پایدار با
رویکردی به معماری و شهرسازی پایدار
هادی مناف زاده

بررسی تأثیر فضای باز در محیط آموزشی مدارس و
تأثیر آن بر روی دانش‌آموزان
پرستو ماهوتی راد، محمد حامد موسوی

سلول‌های خورشیدی و امکان استفاده در نمای
ساختمان برای تولید انرژی الکتریکی خورشیدی با
راندمان بالا
کیانا منصوری، سید عمیدالدین موسوی

بررسی تأثیر سازه‌های تاشوی قیچی‌سان
(پانتوگراف‌ها)، در جهت تسریع اسکان دهی
سید سجاد نادری، حامد کریمیان جوکندان، رؤیا علی
اکبرزاده

بررسی اثرگذاری معماری زیست‌گرا بر شکل‌گیری
گفتمان نوین معماری
شاداب رایمند