|  |  |
| --- | --- |
| معماری زمین پناه الگویی برای معماری پایدار در اقلیم گرم و خشک ایران  (بررسی معیارهای زیست محیطی معماری پایدار)  **سحر اسکندری1، بابک عالمی \*2**  1- دانشجوی کارشناسی ارشد فناوری معماری بیونیک دانشگاه کاشان  2-استادیار، گروه تکنولوژی معماری دانشگاه کاشان | |
| Terrain architecture a model for sustainable architecture in hot and dry climate of Iran  (Investigation of environmental criteria of sustainable architecture) | |
|  | |
| [alemi@kashanu.ac.ir](mailto:alemi@kashanu.ac.ir) | |
| **چکیده** |  |

در دهه های اخیر، بحران آلودگی محیط زیست در دنیا به طور گسترده ای مطرح شده که موجب نگرانی جامعه انسانی می باشد و با توجه به کاهش مستمر انرژی های تجدید ناپذیر و همچنین وجود منابع مناسب انرژی های پایدار (خورشیدی، زمین گرمایی، باد و...)، لازم است معماران به عنوان بخش مهمی از اجتماع که مداخله فراوانی در محیط زیست دارند،در ساخت و سازهای خود تامل بیشتری نموده و از ایده های جدید جهت کاهش مصرف انرژی و آلودگی های ناشی از آن بهره گیرند. معماری خاک اصیل ترین و کهن ترین نمونه معماری ایران زمین است و استفاده از خاک با خصوصیاتی از قبیل ظرفیت حرارتی بالا و زمان تاخیر حرارتی قابل توجه، در مدیریت مصرف انرژی و رسیدن به معماری پایدار و سبز راهگشاست. روش پژوهش به کمک مطالعات کتابخانه ای و منابع و اسناد به صورت توصیفی -تحلیلی است که به مقایسه انواع بناهای خاک پناه با کاربری های متنوع در 3 دسته ی مذهبی، مسکونی، خدماتی در اقليم گرم و خشك پرداخته می شود همچنین فضاهای زیرزمینی به عنوان معماري پايدار در اقلیم گرم و خشک را توضیح داده می شود و در آخر تطابق این الگوهای ساخت بنا با معیارهای اصول معماری پایدار سنجیده می شود.

**واژه­هاي کليدي**: زمین پناه ،فضاهای زیرزمینی ،معماری پایدار

**Abstract**

in recent decades, Environmental Pollution crisis in the world is widely discussed Which is of concern to human society And given the continued decline in non-renewable energy and the availability of suitable sources of sustainable energy (solar, geothermal, wind, etc.), Architects, as an important part of the community that are heavily involved in the environment, should reflect on their construction and take advantage of new ideas to reduce energy consumption and the resulting pollution .Soil architecture is the most ancient and ancient example of Iranian land architecture And the use of soil with properties such as high heat capacity and significant thermal delay time is instrumental in managing energy consumption and achieving sustainable green architecture. The research method is descriptive-analytical with the help of library studies and resources and documents Comparing different types of turret buildings with different uses in three categories: religious, residential, hot and dry climate services. Underground spaces are also described as sustainable architecture in hot and dry climates Finally, the conformity of these construction patterns with the criteria of sustainable architecture is measured.

**Keywords:** Shelter ground, Underground spaces, Sustainable Architecture

**1- مقدمه**

با توجه به رو به اتمام بودن منابع تجدید پذیر و آلودگی های زیست محیطی که بر اثر استفاده از منابع به وجود آمده، موجب شده است که کشورها رو به سوی استفاده از منابع تجدید پذیر و پایداری آورند. معماری پایدار بر مبنای سازگاری بنا با محیط زیست به منظور کنترل مصرف انرژی و حفظ منابع طبیعی به وجود آمده است.براین اساس ، بناهای زمین پناه که بر اساس استفاده از انرژی گرمایی زمین طراحی شده اند از اهمیت ویژه ای برخوردار هستند. با تجسس در معماری بومی ایران نیز می توان نمونه هایی از معماری زمین پناه را خصوصا در اقلیم گرم و خشک یافت و از تجارب آن جهت طراحی های پایدار بهره مند شد. این شیوه در جهت ارایه ی الگویی با مصرف بهینه انرژی است. امروز با بحث های روز دنیا که دنباله روی صرفه جویی در مصرف انرژی و پایداری، به همراه تعاریف جدید و اصطلاحات علمی و اجرایی در زمینه احداث است، مجددا مورد توجه قرار گرفته است[6]. معماری در پناه خاک نمونه ای از معماری در بستر طبیعت محسوب می شود.طراحی معماری به عنوان راه حلی که هدف آن خلق پناهگاهی برای ایمن شدن از گزند عوامل طبیعی باشد از ابتدای تاریخ مورد توجه بشر بوده است.مردم ایران به ویژه ساکنان اقلیم های گرم و خشک برای مقابله با گرمای طاقت فرسا به ویژه در فلات مرکزی ایران از این روش استفاده نموده اند [7]. زمین به عنوان نخستین جایگاه و مصالح ساخت سرپناه،نقش بسزایی در شکل گیری معماری داشته است[4]. معماری خاک پناه بیشتر در اقلیم گرم و خشک ایران و به جهت دوری جستن از شرایط سخت آب و هوایی استفاده می گردید.در مباحث مربوط به پدیده گرمایش زمین و رشد جمعیت،استفاده از فضاهای زیرزمینی فرصت هایی ارایه می نماید که به اصلاح و بهبود این روند کمک نماید[2].

**سوالات تحقیق**

1-آیا بناهای خاک پناه جزو معماری پایدار است؟

2-آیا اصول معماری محیطی پایدار با معماری زمین پناه مطابقت دارد؟

3-کدام کاربری و پلان بناهای خاک پناه بیشتر و کمتر استفاده می شود؟

4-کدام فضاهای زیرزمینی پایدار استفاده شده در اقلیم گرم و خشک بیشترین کاربرد و کدام کمترین کاربرد دارد؟

**روش تحقیق**

روش پژوهش به کمک مطالعات کتابخانه ای و منابع و اسناد به صورت توصیفی -تحلیلی است به مقایسه انواع بناهای خاک پناه با کاربری های متنوع در 3 دسته ی مذهبی، مسکونی، خدماتی در اقليم گرم و خشك پرداخته می شود و فضاهای زیرزمینی كه به عنوان معماري پايدار در اقلیم گرم و خشک استفاده شده است را توضیح میدهد و در آخر تطابق این الگوهای ساخت بنا با معیارهای اصول معماری پایدار سنجیده می شود. هم چنین به بررسی اینکه کدام کاربری بناهای خاک پناه،کدام پلان مربوطه، بیشتر مورد استفاده می شود پرداخته می شود و نهایتا به اینکه چه فضاهای زیرزمینی پایداری در اقلیم گرم و خشک بیشتر و کمتر به کار برده می شود.

**2-پیشینه تحقیق**

در ادامه به بررسی و یادآوری پاره ای از مبانی و مطالعاتی که بر روی بناهای زمین پناه صورت گرفته شده است پرداخته می شود. عرب و فرخ زاده در سال 1396 به بررسی طراحی بناهای خاک پناه بر مبنای اصول معماری پایدار برای کاهش مصرف انرژی در اقلیم گرم و خشک پرداختند.آنان پیشنهاد کردند برای مناطق و اقلیم های دارای آب و هوای سخت ودارای دمای نسبتا بالا با دمای سطح آسایش، از احداث ساختمانها در پناه خاک وپوشش بدنه های خارجی با مصالح طبیعی زمین استفاده گردد [31]. نصرالهی و ابرقویی در سال 1394 به بررسی اثر بهره وری انرژی ساختمان خاک پناه در اقلیم گرم و خشک یزد پرداختند. آنان به این نتیجه رسیدند با افزایش عمق فرو رفتن ساختمان در دل خاک، درصد صرفه جویی آن نسبت به ساختمان متداول روی سطح زمین افزایش میابد. در این شرایط با افزایش عمق فرورفتن ساختمان، کاربری مسکونی بیشترین و کاربری آموزشی کمترین میزان همبستگی را با کاهش مصرف انرژی دارد [9]. عمادیان رضوی در سال 1397 به ارزیابی عملکرد حرارتی بناهای زمین پناه اقلیم گرم و خشک شهر یزد پرداخت.از پژوهش حاصل به این نتیجه رسید که با بهره مندی از ایده معماری در پناه زمین ،میتوان صرفه جویی قابل ملاحظه ای در مصرف انرژی در مواقع سرد سال در اقلیم گرم و خشک ایجاد نمود[7]. کوهستانی و همکاران در سال 1397 به بررسی مدیریت مصرف انرژی در ساختمانهای خاک پناه مناطق کویری پرداختند.از مطالعات انجام شده این نتیجه بدست می آید که در اقلیم های گرم و خشک فضای زیر زمینی ساختمان ها اتلاف حرارتی کمتری نسبت به ساختمان های روی زمین دارند.به طور کلی استفاده از بناهای خاک پناه از لحاظ صرفه جویی در مصرف انرژی بسیار حائز اهمیت است [8]. این پژوهش حاصل مراجعه به منابع مکتوب،مقالات علمی و پژوهش های انجام شده در مورد معماری خاک پناه در اقلیم گرم و خشک می باشد.و به جنبه معماری زیست محیطی پایدار پرداخته است.

**3-تعریف معماری زمین پناه**

بناهای زمین پناه فضاهایی هستند که تمام یا درصدی ازکالبد آنها در زیرزمین ساخته شده باشد و در واقع شیوه ای از ساختمان سازی است که در آن از جرم حرارتی موجود زمین پشت دیوارهای خارجی ساختمان، جهت کاهش اتلاف حرارتی و متعادل نمودن دمای هوای داخلی در حد آسایش انسان استفاده می گردد.به عبارتی در این شیوه ، زمین به عنوان مولفه ی اصلی سامانه نظارت حرارتی ساختمان به شمار رفته است و در دهه های اخیر به عنوان شاخه ای از معماری پایدار و طراحی بر اساس فناوری و روش های نوین اجرایی در حال توسعه است.این گونه فضاها در طول تاریخ با فرمها و اهداف گوناگون از جمله اقلیمی، امنیتی، اقتصادی، حفاظتی، عمر بیشتر ساختمان های زیرزمینی،کمبود فضا،کاهش آلودگی و... مورد استفاده قرار گرفته اند [6 ]. تعریف پذیرفته شده جهانی در مورد بنا در پناه زمین وجود ندارد و بیشتر تعاریف،این معماری را به بنایی اطلاق می دارند که حداقل 50 تا 80 درصد مساحت سقف آن با زمین یا خاک پوشیده شده باشد [7 ].

همانطور که گفته شد معماری خاک اصیل ترین و کهن ترین نمونه معماری است و استفاده از خاک با خصوصیاتی از قبیل ظرفیت حرارتی بالا و زمان تاخیر حرارتی قابل توجه،در مدیریت انرژی و رسیدن به معماری پایدار با خاک راهگشاست [11]. معماری فضاهای زیرزمینی بخاطرعمق، تاریکی، دوری از نورطبیعی، دوری از هوای مناسب و سایر عوامل تاثیرگذار، از اهمیت ویژه برخوردار است. در این نوع از فضاها، علاوه بر زیبایی حجم،که باید برای استفاده کننده دلپذیر و قابل استفاده باشد، مسائل روحی و ایمنی بیشتر مورد توجه قرار دارد؛ رعایت اصول معماری موجبات امنیت روحی و فکری کاربران را فراهم نموده و کارایی بهینه سازه را موجب خواهد شد. طراحی، فرم و استفاده از مصالح مناسب، هماهنگی دقیق با محیط، جریان و گردش هوای داخل حجم، وضع و شکل حجم مورد استفاده، مطلوب بودن حجم،داشتن استحکام، ایجاد فضای دور از دلهره و اضطراب، ایجادآرامش نسبی در آن فضا و در نهایت زیبایی و هماهنگی آن با سنتها و سازه های قدیمی در قالب نوین است که چشم بیننده را به دنبال خود بکشاند و ضمن استفاده از آن حجم، بطور نسبی ازمحاط بودن در آن محیط احساس خوشایندی داشته و به جهت روانی، احساس فضای تنگ و فشار عصبی ناشی از عمق را احساس نکند. در واقع می توان گفت: معماری در فضای زیرزمینی علاوه برعهده دار بودن زیبایی، دلپذیری و کارآیی بهینه از سازه، وظیفه بزرگ دادن آرامش و ایجاد محیطی دور از اضطراب برای استفاده کننده را دارا می باشد [1 ].

**1-3ویژگی های معماری زمین پناه**

بناهای خاک پناه دارای ویژگی ها و مزیت های بی شماری هستند که برخی از آنها در اینجا پرداخته می شود. شکل1 ویژگی های معماری خاک پناه را نشان می دهد.

****

**شکل 1:ویژگی های معماری خاک پناه[15]**

**2-3جایگاه معماری زمین پناه در معماری بومی جهان**

در همه نقاط جهان اقلیم ها و شرایط جغرافیایی مشابه ، مسبب شکل گیری معماری های همشکل و با یک الگوی مشترک اولیه شده است. معماری در پناه خاک به عنوان یکی از تکنیک های سرمایش ایستا نیز از این قاعده مستثنی نیست. در ادامه جدید ترین نمونه های از این الگوی ساخت در معماری بومی جهان بررسی شده است.

1-خانه زیرزمینی مدرن در لهستان:با مشاهده این خانه از بالا و اطراف متوجه می شویم که به گونه ای شگفت انگیز با طبیعت در هم آمیخته شده است.یکی از نکات مهم طراحی این خانه پشت بام های سرسبز آن است که چمن های آن به تنظیم رطوبت و دمای داخل خانه کمک می کند.

2-خانه زیرزمینی در سوییس:این ویلا در برش دایره ای شکل از کوه قرار گرفته است.بنابراین در مقطع مثلثی و حیاط و نمای در پلان مدور است.نحوه قرارگیری این بنا شاید ما را به یاد مقابر هخامنشی در تخت جمشید و نقش رستم بیندازد.

**3-3 جایگاه معماری زمین پناه در معماری ایران**

در سال های اخیر،استفاده از فضاهای زیرزمینی به طور گسترده ای به عنوان راه حلی برای ایجاد توسعه پایدار شناخته شده است.در معماری کویری ایران،زمانی برای همساز بودن با اقلیم ، بخش مهمی از ساختمان در دل خاک قرار می گرفت که در نتیجه ساختمان های زیرزمینی در تابستان خنک تر و در زمستان گرم تر از خانه های روی زمین بود.در معماری سنتی ایران از زمین به عنوان یک عایق همیشگی استفاده کرده اند که نشانه ای از پایداری است.ایجاد فضاهای زیرزمینی به فراخور اقلیم در خانه های سنتی ایران نظیر سرداب، زمهریر، حوضخانه، شبستان، شوادان، یخچال و آب انبار و وجود معماری صخره ای و دستکند در روستاهای میمند و کندوان نمونه هایی در این زمینه اند [4]. روستای میمند:این روستا در غرب استان کرمان واقع شده است و در نوع خود منحصر به فرد است.تمامی ساختمان های این روستا در طی قرون گذشته در دل کوه همانند یک سری غارهای بزرگ کنده شده و تنها ارتباط بین داخل و خارج این ابنیه زیرزمینی ،در ورودی می باشد.این ساختمان ها بسیار پایدار می باشند،به خاطر اینکه بدنه آنها یکپارچه است و در داخل زمین قرار دارند.نوسان درجه حرارت در طی شبانه روز ، در داخل بناها بسیار اندک است.باد و باران به داخل آنها نفوذ نمی کند و در مقابل آتش سوزی مقاوم می باشند[2].

**4-3 گونه ها و ویژگی های معماری زمین پناه در ایران**

ایران دارای اقلیم های متفاوتی می باشد که هر کدام از اقلیم ها دارای فضاهای زیرزمینی هستند که به عنوان معماری زمین پناه شناخته می شوند فضاهای زیرزمینی که به عنوان بخشی از الگوی معماری زمین پناه به کار میروند در اقلیم های متفاوت دارای فضاهای متفاوتی می باشند که در شکل2 آمده است. با توجه به اینکه در این پژوهش اقلیم گرم و خشک مورد بررسی قرار می گیرد به بررسی انواع فضاهای زیرزمینی در این اقلیم پرداخته می شود.

**3-4-1 گودال باغچه**

گودال باغچه در وسط حياط مركزي ساخته ميشده و يك طبقه در داخل زمين فرو ميرفته است .علاوه بر تأمين خاك مورد نياز خشت هاي استفاده شده در بنا، امكان د سترسي به آب قنات را هم فراهم مي كرده معمولاً در گودال باغچه آب رواني ميبينيم كه حوض مياني را پر ميكرده و سر ريز آن به خانه هاي ديگر مي رفته است.

**3-4-2 شبستان**

كه در ساير نواحي گرم و خشك بسيار متداول است.اين شبستان ها گاهي تمامي سطح زير طبقه همكف را در بر مي گرفته و سقف آن حدود يك متر از سطح حياط بالاتر بوده و ما بقي شبستان در زمين قرار داشته است.بدين ترتيب رو شنايي و تهويه ي اتاق هاي شبستان از طريق پنجره هاي بين حياط و شبستان تامين مي شده است

فضاهای زیرزمینی

اقلیم معتدل

اقلیم گرم و مرطوب

اقلیم سرد

اقلیم گرم و خشک

گربه رو

شوادان

سیزان

گودال باغچه

شبستان

خشیان

حوض خانه

بادکش

کنده

حوض خانه

سرداب

**شکل2: انواع فضاهای زیرزمینی به تفکیک اقلیم ایران**

**3-4-3 حوض خانه و سرداب**

زيرزميني است كه در زير تابستان نشين ساخته شده فضايي نيمه باز است و اغلب يك حوض نيز دارد .در كاشان فضاهاي

بسيار متنوعي با عنوان حوض خانه در زير زمين يا در گوشه ها به چشم مي خورد. در شهرهايي چون تبريز كه فاقد تابستان نشين هستند، حوض خانه در زير فضاي اصلي زمستان نشين با در و پنجره ساخته مي شود. مهمترين الگوي مورد استفاده در حوضخانه ها، شكم دريده است .معمولاً امتداد بادگيرها به اين فضا ميرسد و عبور باد از روي آب حوض، هوايي لطيف در اين فضا بوجود مي آورد [5 ].

**جدول1: هدف طراحی اقلیمی فضاهای زیرزمینی در اقلیم های ایران**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **اقلیم** | **شهر** | **فضای زیرزمینی** | **هدفهای طراحی اقلیمی** |
| سرد | همدان ،تبریز،زنجان و... | سیزان،حوض خانه،کنده | افزایش کسب حرارت در زمستان |
| گرم وخشک | کاشان،نایین،یزد و... | گودال باغچه،زیرزمین،  سرداب،حوض خانه | استفاده از رطوبت وخنکی زمین، تأمین خاک مورد نیاز  خشتها )کاهش جذب حرارت خورشید( |
| گرم و نیمه مرطوب | دزفول ،شوشتر و... | شوادان، شبابیک،خشیان و بادکش | پناه بردن به محیط خنک تر)کاهش نفوذ هوا( |
| معتدل و مرطوب | رشت،بندرانزلی،گرگان،بابلسر | گربه رو | کاهش اتلاف هدایت حرارتی کف بنا به زمین |

جدول 1 هدف طراحی اقلیمی فضاهای زیرزمینی در اقلیم های ایران را نشان می دهد. بیش از60درصد وسعت ایران در اقلیم خشک و فراخشک واقع شد ه است،بنابراین شناسایی محدوده های آسایش در این اقلیم اهمیت مضاعفی می یابد. گرما و خشکی هوا در این اقلیم دو عامل کلیدی است تا از زمین بتوان به عنوان منبعی از خنکی و رطوبت استفاده نمود. در این اقلیم ساختمان به زمین فرو می رود نه اینکه از آن فاصله بگیرد. گرما و سرمای موجود در زمین به عنوان منبع اصلی حرارتی و برودتی در معماری بومی این مناطق است. در ضمن علاوه بر فرار از گرما، با پناه گرفتن ساختمان ها در خاک کمبود رطوبت و خشکی هوا با رطوبت زمین مرتفع می گردد. جدول 2 مزایا و معایب استفاده از زیرزمین در اقلیم های مختلف را نشان می دهد.

**جدول 2: مزایا و معایب استفاده از زیرزمین در اقلیم های مختلف**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **اقلیم** | **نحوه کاربرد فضای زیرزمینی** | **مزایا** |
| **اقليم سرد** | استفاده بسيار از زيرزمين | خاك مانع در بادهاي سرد،خاك يك توده حرارتي،كاهش اتلاف حرارت بنا،استفاده از مصالح بومي ودوام زياد،شكل گيري در فضاهاي كوچك و محصور |
| **اقليم گرم و خشك** | استفاده بسيار از زيرزمين | خاك مانعي در برابر دماي بالا، خاك يك توده حرارتي، كاهش نوسان دماي خانه، استفاده از مصالح بومي و دوام زياد |
| **اقليم معتدل** | عدم استفاده از زيرزمين | رطوبت زياد در تابستان، بالا بودن سطح آبهاي زير زميني |
| **اقلیم گرم و نیمه مرطوب** | استفاده اندک از زیرزمین | به دلیل مجاورت با دریا و بالا بودن سطح آب های زیرزمینی و رطوبت بسیار زیاد زیرزمین احداث نمی شود. |

همچنین در این اقلیم خانه ها با استفاده از دمای ثابت زمین، نوسان دمای خانه را کاهش می دهند. برای مثال اختلاف دمای داخلی در برخی خانه های بومی این منطقه در بالاترین و پایین ترین حالت 10 درجه سانتی گراد است، درحالی که این اختلاف در خانه های روی زمین 23 درجه سانتی گراد است. بنابراین نوسان دمایی کاملا کمتری نسبت به نمونه های روی زمین خود دارند. خانه های زیر زمینی مزایای آشکاری در آسایش حرارتی و اقتصاد انرژی دارند]4[.

**4-معماری پایدار**

معماری پایدار به قرن 19 بر می گردد. جان راسکین و ویلیام موریس و ریچارد لتابی از پیشگامان نهضت معماری پایدار محسوب می شوند.راسکین در کتاب "هفت مشعل معماری " خود می گوید که برای دستیابی به رشد و پیشرفت می توان نظم هارمونیک موجود در طبیعت را الگو قرار داد.موریس بازگشت به فضای سبز حومه شهر و خود کفایی و احیای صنایع محلی را توصیه می کرد]14[. در جدول 3 به تعاریف معماری پایدار پرداخته می شود.

دهخدا پایداري را به معناي بادوام، ماندنی آورده است ]2[ براي معمار، پایداري یک مفهوم پیچیده است، بخش بزرگی از تعریف پایداري از طریق بقاي انرژي و کاربرد فناوري هایی چون ارزیابی چرخه ي عمر براي حفظ تعادل بین ارزش سرمایه و مقدار دارایی درازمدت بر گرماي جهانی اشاره دارد. اما طراحی پایدار همچنین به ایجاد فضاهایی سالم، بادوام از نظر اقتصادي و حساس به نیازهاي اجتماعی میپردازد. این طراحی به احترام گذاشتن به سیستم هاي طبیعی و یادگیري فرآیندهاي بوم شناختی مربوط میشود]8[ سه بعد اصلی مثلث توسعه پایدار - محیطی، اجتماعی،اقتصادي- که به شکوفایی مجدد و تداوم معماري منجر شده اند، با معماري از دیدگاه ویتراویوس و مثلث ثبات و استحکام، سودمندي وآسایش او نیز بخشهاي مشترکی دارند.معماری پایدار، معماری سازگار با محیط اقتصادی، اجتماعی و طبیعی، فرآیند خلق فضاست که طی آن منابع طبیعی، در طول زمان ساخت و بهره برداری به کمترین حد آسیب می بیند . سه اصل اساسی برای پایداری درمعماری مطرح میشود : صرفه جویی در مصرف منابع،که با کاهش مصرف، استفاده مجدد و بازیافت منابع طبیعی به کار گرفته شده در ساختمان سروکار دارد، طراحی براساس چرخة حیات، که روشی را برای تحلیل فرآیند ساختن بنا و تأثیرات آن بر محیط زیست مطرح میکند و دست آخر طراحی انسانی، که بر تعامل بین انسان و جهان طبیعی تمرکز دارد**.**

**جدول3: تعاریف معماری پایدار**

|  |  |
| --- | --- |
| معماری پایدار | خلق محیط انسان ساخت و مدیریت متعهدانه آن بر مبنای اصول بوم سازگاری و بازدهی منابع .این اصول عبارتند از :به حداقل رساندن صرف منابع تجدید ناپذیر،ارتقا و بهبود شرایط محیط طبیعی و حداقل آسیب های بوم شناختی بر محیط ]16[ |
| براساس طرح "OECD" بناهای پایدار بناهایی تلقی می شوند که کمترین تاثیر مخرب را بر محیط های ساخته شده و طبیعی مجاور و بلافصل خود و نیز ناحیه اطرافشان و همچنین زمینه کلی خود داشته باشند.ساختمان های پایدار به تمام چرخه حیات ساختمان ، محیط با کیفیت،کارکرد مطلوب و آینده توجه می کند ]18[. |
| اگرچه برداشت افراد از معماری پایدار متفاوت است،اما همه در این نکته که این معماری توجه زیادی به ساخت محیط مصنوع با در نظر گرفتن حفظ منابع طبیعی و استمرار آن برای آیندگان دارد،اتفاق نظر دارند ]18[. |

از انجا که معماری پایدار در سه وجه محیطی، اجتماعی و اقتصادی تعریف شده است در این پژهش بیشتر بر روی جنبه معماری محیطی پرداخته می شود. هدف این نوع پایداری ضربه نزدن به محیط زیست در عین استفاده بهینه از آن می باشد.که شامل:صرفه جویی در استفاده از منابع طبیعی ،کاهش مواد ضربه زننده به انسان،کاهش اتلاف و پخش انرژی به محیط ، استفاده پایدار از منابع تجدید ناپذیر ، حفاظت موثر از محیط زیست،بازیافت آب از فاضلاب،حذف انتشار آلاینده،دفع مواد سمی،قابلیت کاربرد مجدد،مدیریت منابع طبیعی،حذف زباله و باز مانده،استفاده از مواد اولیه قابل بازیافت،پایداری محیط زیست یا اکولوژیک می باشد]18[.

**5- نسبت معماری زمین پناه با معماری پایدار**

در چند دهه اخیر،با توجه به خطر ناشی از پدیده دگرگونی و آلودگی اقلیم،متفکران حوزه معماری وجهی از نگرش خود را به جهان پیرامونی با اهمیت بخشیدن به مقوله اقلیم سامان بخشیدند و پیدایش نگرش اقلیمی را در جوامع مهندسی ساختمان و روش های پایدار را در مکاتب معماری موجب شدند.نگرش اقلیمی مانند هر نگرش دیگر معماری با کاربر خود از چگونه دیدن معماری می گوید و به او میگوید که بنا یک آسایشگاه اقلیمی است و آن را باید با شرایط محیطی اش بسنجد.سه جز اصلی نگرش اقلیمی ،انسان،سرپناه و محیط طبیعی می باشدامروزه افزایش روز افزون جمعیت و مصرف بی رویه انرژی ،خسارت غیر قابل جبرانی را به محیط زیست و طبیعت وارد کرده است و مشکلاتی از جمله کمبود منابع فسیلی،آلودگی های محیط زیست،... ایجاد کرده است و منجر به گرم شدن تدریجی کره زمین وتغییر در اقلیم جهانی شده است مصرف زیاد سوخت و منابع طبیعی جهت تامین سرمایش و گرمایش سبب شد تا راهبردهای طراحی ای برای ساختمان های با هدف کاهش آلودگی و مصرف سوخت مطرح شود با حفظ این هدف،معماری پایدار ایجاد شد که با طراحی ساختمان با ایده همزیستی با محیط پیرامون جهت بهره وری از توان محیط زیست و تعامل با محیط پیرامون به کاهش آلودگی و سایر اهداف متعالی حفظ زیست کره طرح شد طرح شدن توسعه پایدار،توسعه ای که نیازهای فعلی خود را بدون خدشه دار کردن توانایی نسل آینده،برآورده ساخته و نیازهای خود را پاسخ گوید[15] موارد موثر و مورد ارزیابی پایداری محیطی در شکل3 آمده است.

**شکل3:معیار محیطی معماری پایدار زمین پناه**

**1-5 دمای محیط**

حذف و دفع پوشش گياهي از سطح زمين به هر دليلی كه انجام گيرد، باعث تغيير خصوصيات سطح آن شده و از اينرو در تراز انرژي و جرم آن تغييراتي به وجود می آورد از طرف دیگر، استقرار ساختمان باعث تغييراتي در وضعيت تابش، حرارت، رطوبت و خصوصيات آئروديناميكي محيط اطراف می شود. مهمترين اثر تابشي ساختمان را میتوان در كاهش دريافت تابش خورشيد در نقاط سايه گير، افزايش تابش به دليل انعكاس ديوارهاي آفتابگير و كاهش سرمايش تراز امواج بلند سطوح نزدیك ساختمان خلاصه كرد كه هم به دليل كاهش بازتاب(ناشي از افزايش درجه ی استتار) و هم به لحاظ بازتاب امواج بلند از ساختمانهاي گرم اطراف به سمت پايين انجام میگيرد. معمولاً درجه حرارت هوا و خاك در نزدیكي ساختمان ها به دليل هرز گرما در نتيجه ی عمل حفاظت باد بيش از محيط هاي باز است . همچنين تراز انرژي، به دليل ايجاد سطح هندسي جديد و تغييرات آلبيدوي حاصل از آن ممكن است دچار اختلال شود. اين موضوع میتواند به وسيله ی مجموعه اي جديد از ويژگي هاي حرارتي، رطوبتي و آئروديناميكي باعث تغيير در توزيع تراز انرژي ناحيه ی مزبور شود. این عوامل در مقیاس کلان ایجاد جزیره ی گرمایی میکند [14].

**2-5 تراز آب**

ورودي آب به سيستم شهري، نسبت به محيط روستايي، با صرفنظر كردن از آبياري بيشتر است؛ زيرا مقادير آبی که به وسیله ی سوخت به جوَ رها می شود و آبی که از طریق مخازن به شهر حمل میشود، در شهرها بیشتر است. همچنين تبخير، تعرق و ذخيره ی سطحي آب شهرها معمولاً از محيط هاي روستايي كمتر است كه دليل آن را در تخريب پوشش گياهي و جايگزيني آن با مواد تقريباً غيرقابل نفوذ ساختما نهاي شهري بايد توجه كرد. مثلاً حذف پوشش گياهي غالباً باعث تغيير در تراز آب محل میشود، زيراكه نقش برگاب تاج گياه از بين میرود و تبخير و تعرق كاهش میيابد. توزيع پوشش برف و ميزان پايايي آن تغيير كرده و ممكن است كه باعث افزايش رواناب شود [14]. همچنين ذخير ه ی سطحي آب شهر به دليل تركيبات تقريباً غيرقابل نفوذ مصالح ساختماني از محيط هاي روستايي كمتر است. بنابراين باتوجه به اين موضوع و معادله ی مذکور، رواناب شهرها نسبت به مناطق روستايي بيشتر است که این مسأله با کمتر شدن ساخت وسا زهای مصنوعی بر روی زمینهای شهری، توسط ساخت بنا در پناه زمین قابل اصلاح است.

**3-5 فشار بر محیط**

زندگي زيرزميني یک سازش فو ق العاده با محيط است، یک مثال خوب براي استفاد ه ی مناسب منابع طبيعي و مصالح

ساختماني بوده و نسبت به خانه هاي معمول روزميني كمتر براي محيط طبيعي و اكوسيستم مضر است. ما میتوانيم انتظار داشته باشيم كه بناي زيرزميني، اكوسيستم منطقه را نسبت به اجتماع روزميني كمتر مختل كند. بنابراين فضاهاي زيرزميني میتوانند با رهاكردن اكوسيستم حساس طبيعي از اين فشار، تأثيرات مثبت محيطي داشته باشند. علاوه بر اين در كشورهايي كه زمين نادر است و جايي كه محيط شكننده و حساس است و امنيت بسیار اهمیت دارد، اقامتگا ههاي زيرزميني میتوانند را ه حل چشمگيري ارائه دهند [24]. این اثر در مقیاس کلان روشنتر بوده و حتی میتوان گفت که باعث ایجاد خرداقلیم جدیدی میشود. بدون شک بسیاری از بناهایی که امروز سطح زمین را اشغال کرد ه اند، نیاز به شرایط روی زمین نداشته و به راحتی و بدون هیچگونه مسأله ای میتوانند در زیر زمین حتی با کیفیتی بهتر ارائه شوند. با زیر زمین بردن این بناها علاو ه بر ایجاد آسانتر و ارزا نتر شرایط آسایش دمایی در آ نها، بخش وسیعی از سطح ارزشمند زمین رها شده و محیط شهری آزاد، باز و با کیفیت مناسب ایجاد خواهد شد.

**4-5 کاهش آلودگی صوتی و بصری**

فضاهای زیرزمینی با تامین دمای محیطی مطلوب نقش مثبتی در ارتقا آرامش و سرزندگی روحی و کاهش اضطراب ایفا می نماید. آشفتگی و اغتشاش بصری و شنوایی را به حداقل می رساند. بر اساس تحقیقات دانشگاه مینهسوتا در واقع خاک به خوبی یک عایق صوتی در فضاهای در پناه خاک عمل می کند. فضاهای زیر زمینی همچنین تاثیر بر محیط طبیعی را به حداقل رسانده و با آزاد نمودن فضاهای رو سطحی برای ایجاد پارک ها و فضای سبز و انتقال کاربری های مثل توقفگاه ها و انباری ها به زیرزمین محیط شهری آرامش بخش و خوشایندی را به دور از آلودگی صوتی، بصری و هوا به ارمغان می آورد. وجود شبکه عابر پیاده ایمن، وسیع و جدا از سواره با کاربری های متنوع مانند تورنتو و مونترال از دیگر امتیازات فضاهای زیرزمینی به نفع انسان و محیط زیست می باشد. [24].

علاوه بر موارد ذکر شده معماری زمین پناه همچنین فرصت های متفاوتی دیگری نیز ایجاد می کند که می توان به گسترش در جهات مختلف (مانند ریشه درخت) بدون نیاز به تعریف نما و حجم بیرونی، نورپردازی طبیعی و مصنوعی بسیار تاثیر گذار، تاکید بر فضای درون، تلفیق معماری با طبیعت، خلق فضاهای پیچیده و پیوسته همچون غارهای طبیعی، القای حال و هوایی رمز آلود و اسرار آمیز و دوری از کلیشه های معماری مبتنی بر زیبا شناسی حجم بیرونی بنا اشاره کرد. معماری زیرزمینی با اهداف معماری پایدار هم پیوند بیشری دارد بسیاری از معماران می کوشند با معماری پوشیده در خاک موجب کاهش مصرف انرژی و آلودگی های بصری، محیطی و صوتی شوند.

**5-5 کیفیت هوا**

سرعت باد در لايه ی سرپوش شهر بسيار پایینتر از لایه ی بالاي ساختما نهاست. اين در اصل به دليل سختي شهرها، تأثيرات مجراهاي شهري و به خاطر تأثيرات جزيره ی گرمايي است [30]. رژیم سرعت باد در لایه ی سرپوش شديدا امكان تهويه ی طبيعي بناهاي شهري فراهم آورده و درنتیجه رو شهاي غيرفعال سرمايش را تحت تأثير قرار ميدهد مطالعات مربوط به كاهش ميزان تهويه ی طبيعي در بناها به خاطر تأثير لايه ی سرپوش به گزارش سانتاموريس [22]حاکی از آن بوده که تهويه ی طبيعي دوطرفه و یكطرفه درون لايه ی سرپوش به شدت كم شده، براي تهويه ی یكطرفه، جريان باد به 20 درصد و براي تهويه ی دو طرفه گاهي به 10 درصد ميرسد. گروس 1998براي محاسبه ی كاهش عملكرد روش هاي تهويه ی شبانه در لایه ی شهري، 10 لایه ی شهري مختلف را انداز هگيري كرده است. در تهويه ی یكطرفه بار سرمايش بناهاي موجود در لایه ی شهري 6 تا 89 درصد بيشتر از بناهاي حومه ی شهري بوده و در تهويهی دو طرفه ی بار سرمايش 18 تا درصد بيشتر بوده است. بنابراين تأثير لايه ی سرپوش شهري در رو شهاي غيرفعال سرمايش در شهرهاي متراكم، بسیار شدید است [30].

**6-5 حفظ خاک- کنترل فرسایش**

با ساختن بنا در پناه زمین، به جای اینکه خاک را به عنوان پایه ی بنای خود قرار د اد ه و روی آن ساخت وساز انجام دهیم، روی خاک را که بخش مفید و حاصلخیز زمین بوده نگه داشته و بنا را در زیر آن میسازیم. با این کار درواقع پوسته ی زمین را به زمین برمیگردانیم، به جای آ نکه در نقش پایه ی بنا استفاد ه کنیم. با چنین کاری، میتوان در این خاک گیاه کاشت و از فرسایش این بخش ارزشمند خاک نیز جلوگیری کرد.

**7-5 خاك و اثر آن در كاهش انرژي مورد نياز خانه**

حل بحران انرژي و نياز روزافزون به احداث ساختمانهاي جديد در دنيا، احتياج به استفاده از راه حلهاي ابتكاري و خلاقانه براي بهينه سازي انرژي، استفاده بهينه از سطح زمين، و نيز حفاظت از محيط زيست را آشكار مي كند. زمين پناه روشي معمارانه براي استفاده از زمين در پيرامون ديوارهاي ساختمان به عنوان توده حرارتي خارجي است؛ اين روش به منظور كاهش افت حرارت و ثابت نگه داشتن دماي هواي داخلي به شيوهاي ساده است. زمين پناه در عصر مدرن نسبتاً محبوب تر شده است؛ به ويژه در ميان طرفداران محيط زيست و مدافعان سامانه غيرفعال خورشيدي و معماري پايدار .هر چند اين روش در تمام زمانهايي كه انسانها براي خود پناهگاه ميساخته اند، مرسوم بوده است. [16].

**6-تحلیل و بررسی یافته ها**

استفاده از زیرزمین ها یکی از روشهای سنتی مقابله با گرمای شدید در مناطق گرم و خشک (نظیریزد، نائین، زواره،کرمان و...) و حتی مناطق گرم ونیمه مرطوب (دزفول، شوشتر و ...) ایران بوده است که مزایای آن در شکل 3 بررسی شده است.در خانه های درونگرای فلات مرکزی ایران که به یکی دیگر از شگردهای طراحی به کار رفته درپهنه اقلیمی گرم و خشک برای همسازی با اقلیم عبارت از ایجاد حیاط هایی پایین تر از سطح کوچه است که گودال باغچه نامیده میشود. گودال باغچه و زیرزمینهای متعدد پیرامون آن، ضمن خانه های چهار فصل موسوم است، اطاق های اطراف حیاط بنابر فصل معین سال مورد استفاده قرارمیگیرند. در تابستان تالار و اطاق های پشت به قبله که در سایه قرار دارند و خنکتر هستند، محل سکونت افراد خانواده میباشد. غالباً سرداب(زیرزمین) در زیر این قسمت است. در فصول گرم دمای سرداب به علت اینکه در زیرزمین است، ازدمای سایر قسمتها کمتر است. در مواقعی که دمای هوا بسیار بالا بوده، اهل خانه به سرداب رفته واز هوای خنکتر آن استفاده میکردند [ 13]. برخورداری از نور و تهویه کافی، سبب نشست هوای خنک در شبهای تابستان میشود. در تماس بودن جداره اتاقهای این فضاها با زمین اتلاف حرارتی در زمستان را نیز به حداقل میرسانده است[10]. علاوه بر خانه ها، بسیاری از ابنیه سنتی ایران به دلیل حداقلسازی تبادل حرارتی با محیط پیرامون وبهره مندی از خاصیت ثبات حرارتی زمین در دل خاک ساخته میشدند. از جمله این موارد میتوان به حمامها، آب انبارها و یخچالها اشاره نمود.

حال به بررسی یکسری از نمونه های معماری زمین پناه در اقلیم گرم و خشک پرداخته می شود و آنها را مورد تجزیه و تحلیل قرار می گیرد.

**جدول4: بررسی معماری های زمین پناه و نوع الگوی پایدار زیرزمینی به کار رفته در آنها**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **بناهای زمین پناه در گرم و خشک** | **کاربری** | **نوع فضای زیرزمینی** | **پلان** | **تصویر** |
| شهر زیرزمینی نوش آباد و .. | مسکونی | زیرزمین  دست کند | پیچ در پیچ | Image result for ‫شهر زیرزمینی نوش آباد‬‎ |
| روستای میمند و.. | مسکونی | زیرزمین  دستکند | پیچ در پیچ | Image result for ‫روستای میمند‬‎ |
| بسیاری از مساجد:  مسجدآقا بزرگ  مسجد جامع یزد  مسجدجامع اصفهان  و... | مذهبی | گودال باغچه  شبستان | مربع  مستطیل | **C:\Users\Sahar\Desktop\300px-Mezquita_de_Agha_Bozorg,_Kashan,_Irán,_2016-09-19,_DD_81.jpg** |
| حمام ها:  سلطان امیراحمد | خدماتی | زیرزمین | پیچ در پیچ | **C:\Users\Sahar\Desktop\بام-حمام.jpg** |
| آب انبارها:  6 بادگیر یزد  شاه عباس | خدماتی | زیرزمین | دایره  مستطیل | **C:\Users\Sahar\Desktop\sheshbadgir.jpg** |
| آسیاب ها:  آبی ریگاره  آبی کوشک نو یزد و... | خدماتی | زیرزمین | مستطیل |  |
| یخچال ها:  یخچال گنج  یخچال میبد  یخچال طغرود و... | خدماتی | زیرزمین | دایره  مستطیل | Related image |
| بسیاری از خانه ها:  خانه پیرنیا  خانه بنی طبا  خانه تاریخی مشکی‌  خانه لاری ها و... | مسکونی | گودال باغچه  زیرزمین  سرداب  حوض خانه | مربع  مستطیل | **C:\Users\Sahar\Desktop\464131a32be92db1eb03bd70266fdd38_L.jpg** |

استفاده از انرژي زمین گرمایی در ایران به سال هاي بسیار دور میرسد به طوري که مردم به شیوه هاي سنتی از این انرژي درمحل هایی که چشمه هاي آب گرم وجود داشت، در قالب حمام ها و استخر هاي شنا جهت مصارف آب درمانی و تفریحی استفاده میکردند. بناهایی مانند یخچال، آب انبار ، حمام، خانه هاي زیر زمینی مانند روستاي زیر زمینی میمند در معماري گذشته در عمق زمین ساخته میشدند تا از انرژي گرمایی عمق زمین استفاده کنند. این بنا ها میتوانند الگو هایی براي معماري امروز ما باشند

فرو رفتن در دل خاك و ساختن فضاهایی در زیرزمین جهت استفاده از ظرفیت حرارتی خاك در فصول مختلف سال از دیگر فنون اقلیمی بکار رفته درمعماري سنتی میباشد.با توجه به بررسی نمونه های مورد بررسی شده و بناهایی نظیر: خانه عباسیان،خانه آل یاسین، خانه بابا افضل ،خانه منوچهری،خانه راهب و ...این نتیجه حاصل شد که معماری زمین پناه در اقلیم گرم و خشک به سه گروه مسکونی و مذهبی و خدماتی تقسیم میشود که درصد بیشتری از ساختمانهای زمین پناه خدماتی و در صد کمتری مذهبی ساخته شده اند.همچنین فضاهای زیرزمینی اقلیم گرم و خشک به صورت گودال باغچه و شبستان و حوضخانه و سرداب می باشند که در صد بیشتری به صورت سرداب و گودال باغچه احداث شده اند.

همچنین نمودارهای زیر از بررسی های مصادیق گفته شده به دست آمد. شکل4 انواع بناهای زمین پناه اقلیم گرم و خشک ، شکل 5 انواع فضاهای زیرزمینی اقلیم گرم ، شکل 6 انواع پلان ساختمانهای زمین پناه اقلیم گرم را نشان می دهد.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 11 | 12 | 13 |
| شکل4:انواع بناهای زمین پناه اقلیم گرم و خشک | شکل5:انواع فضاهای زیرزمینی اقلیم گرم | شکل6:انواع پلان ساختمانهای زمین پناه اقلیم گرم |
|  |  |  |

**جدول5:تطبیق الگوهای معماری محیطی پایدار با بناهای زمین پناه در اقلیم گرم و خشک**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **معیار محیطی معماری پایدار زمین پناه** | **ویژگی ها** | **تطبیق الگو با نمونه های مورد بررسی** |
| دمای محیط | كاهش دريافت تابش خورشيد، تلطیف درجه حرارت هوا و خاك | \* |
| تراز آب | اصلاح مسئله رواناب با کمتر شدن ساخت وسازهای مصنوعی بر روی زمینهای شهری، توسط ساخت بنا در پناه زمین | \* |
| فشار بر محیط | ضرر کمترساخت بناهای زمین پناه نسبت به خانه هاي معمول روزميني كمتر براي محيط طبيعي | \* |
| کاهش آلودگی صوتی-بصری | خاک عایق صوتی خوب در فضاهای در پناه خاک  به حداقل رساندن تاثیرات فضاهای زیرزمینی بر محیط طبیعی | \* |
| کیفیت هوا | پایین تر بودن سرعت باد در لایه زیرین از لایه ی بالاي بناها | \* |
| حفظ خاک- کنترل فرسایش | با ساختن بنا در پناه زمین، روی خاک را که بخش مفید و حاصلخیز زمین بوده نگه داشته و ساخت بنا زیر آن | \* |
| خاك | كاهش افت حرارت و ثابت نگه داشتن دماي هواي داخلي | \* |

**1-6 تاثیرات معماری محیطی پایدار در بناهای زمین پناه**

استفاده از خاک با داشتن خصوصیاتی از قبیل ظرفیت حرارتی بالا و تاخیر حرارتی 7 ساعته در مدیریت مصرف انرژی و رسیدن به معماری پایدار و سبز راهگشاست.معماری زمین پناه نیز در اقلیم گرم وخشک ایران دارای فضاهای زیرزمینی می باشد که درون زمین قرار گرفته و به نوعی باعث کاهش مصرف انرژی می گردد. هر ساختمان باید زمین را به گونه اي آرام و سبک لمس کند. معمار استرالیایی گلن مورکات این جمله عجیب را بیان می کند که: ساختمان باید زمین را به گونه اي آرام و سبک لمس کند. این گفته یک ویژگی از تعامل میان ساختمان و سایت آن را در خود دارد که براي فرآیندمعماری پایدار زیست محیطی امري ضروري است و در معماری زمین پناه نیز تمام یا بخشی از بنا در دل خاک قرار گرفته و هماهنگی خاصی با محیط بخشیده است.

درواقع یکی از راه حل های منطقی برای پاسخگویی به مشکلات اقلیمی در نواحی خشک و بیابانی استفاده از فضاهای حفرشده در زیرزمین است.ثابت شده است که در عمق 9 متری زمین درجه حرارت همواره ثابت و در حدود میانگین درجه حرارت در سردترین و گرم ترین روز سال است.در زیرزمین ها جهت احداث سردابها و حوضخانه ها از این شیوه استفاده شده است.

استفاده از خاک و مشتقات آن به عنوان مصالح ساختمانی با توجه به ظرفیت حرارتی بالای آن که سبب جلوگیری از تبادل حرارتی داخل بنا و فضای خارج میگردد بردن بخشی از بنا به درون زمین به خصوص در نواحی سرد یا گرم که سبب تعدیل دما در این فضاها می گردد.

دلیل اصلی پناه بردن به خاک و زمین سختی شرایط آب و هوایی بوده است ومی توان معماری با خاک و معماری برگرفته از خاک را جزئی از معماری بومی به حساب آورد زیرا در هر منطقه از جهان از خاک بر حسب شرایط اقلیمی و آب وهوایی استفاده می شود و بیشتر در اقلیم های خشن مثل اقلیم کوهستانی و گرم و خشک،به علت مشکلات اکولوژیکی،انرژی،آلودگی احساس می گردد لذا می توان با بهره مندی از محیط پیرامون و کاهش استهلاک طبیعت از طریق نگاه مجدد به خاک و معماری خاک گام بزرگی در بهبود شرایط برداشت.از این رو بناهای خاک پناه و در پناه زمین در روند اصلاح پدیده های گرمایش زمین ، تخریب محیط زیست،آلودگی فرصت هایی ارائه می کند که به اصلاح و بهبود این روند کمک نماید.

از آنجا که عملکرد حرارتی خاک مهم ترین و بزرگ ترین جنبه استفاده از فضاهای خاک پناه است،اولین توجیه استفاده از آن،بنابر تجربه عموم،کاهش میزان مصرف انرژی است.در واقع کاهش ارتباط ساختمان خاک پناه با محیط بیرون و هوای آزاد،باعث کاهش دریافت و اتلاف حرارت از طریق پوسته ها می گردد و در نتیجه اوج بار گرمایشی و سرمایشی بنا کاهش می یابد. تحقیقات آنسلم درباره عملکرد ذخیره حرارت خانه های خاک پناه دارای آتریوم در منطقه گرم و خشک،نشان میدهد که در عمق 5 متر حدود 11 درجه از دمای هوا در فصل تابستان کاسته میشود]18[.

در اقلیم گرم وخشک و معماری زمین پناه مصالح اصلی آنها یعنی خاک در محل قابل تامین است به علاوه مصالح کاملا طبیعی بوده و پس از پایان عمر بنا به راحتی به طبیعت باز می گردد.ساختمان خاک پناه به دلیل دید محدود تر به نمایان شدن منظر طبیعی و محیط زیست کمک شایانی می کند و با احیای منظر مناسب ،نظم طبیعی پیرامون را حفظ می کند.

اطلاق نام خاک پناه به این نوع معماری به علت ارتباط تعاملی با طبیعت و محیط است و ملاک اولیه همه آنها همسازی با محیط و کاهش مصرف انرژی است.مزیت های متنوع حضور خاک شامل کاهش انتقال حرارتی خاک ،افزایش اینرسی حرارتی ،ثبات دمای زمین،کنترل میزان هوای ورودی،کاهش دریافت حرارت،عملکرد بهتر در برابر عوامل جوی است.لذا میتوان نتیجه گرفت که این معماری یک بنای سلامت محیط زیست است که بیشترین بهره مندی از طبیعت و انرژی تجدید پذیر دارد و از تولید گازهای مخل و آلودگی جلوگیری میکند و حافظ چرخه بنا با قابلیت بازگشت به محیط است.

ساختمانهای خاک پناه از جمله نمونه هایی است که در راستای بهره وری انرژی و حفظ محیط زیست، ایده ی کاهش مصرف انرژی ساختمان و تامین آسایش ساکنان در کنار هم-زیستی مسالمت آمیز با محیط پیرامون، دنبال میکند. این گونه ساختمانی بهره وری ساختمان را از طریق کاهش دریافت و اتلاف بالا میبرد و سعی در کاهش اثرات تخریب محیط زیست دارد.

سامانه های غیرفعال از ارزانترین روشهای تامین سرمایش و گرمایش بنا میباشند. این سامانه ها کمترین اثرات تخریب محیط زیستی را داشت و بهره وری ساختمان را از طریق کاهش دریافت و اتلاف به حداکثر می رسانند. یک ایده مناسب به عنوان یک سامان کلی علاوه بر آن که میتواند هزینه ها را کاهش داده، باعث ارتقای آسایش و شیوه زندگی گردیده و تاثیرات زیانبار محیط زیستی را به حداقل میرساند.ساختمانهای خاک پناه از جمل ایده هایی است که به صورت غیرفعال، کاهش مصرف انرژی ساختمان و تامین آسایش حرارتی را تا حد بسیار زیادی تضمین مینماید. منظور از

ساختمانهای خاک پناه بنایی است که برای بهره گیری از طبیعت و تامین مقاصد خود، به دل زمین و خاک آن پناه میبرد.

پوشش ضخیم خاک پیرامون ساختمان، کاهش اثرات نوسان دما، فرسودگی ناشی از اشعه ی فرابنفش خورشید،آسیب ناشی از انجماد و ذوب شدن آب بر سازه و عدم تجزیه مصالح با ماورا بنفش را در پی دارد. به این ترتیب لایه ی ضخیم خاک چون لایه ای محافظ بنا را در بر میگیرد. ساختمان باید در جهت حفظ محیط زیست و سازگار با آن طراحی و ساخته شود . مصالح آن در عین اینکه با دوام هستند، باید به راحتی در محیط زیست استحاله گردد .برخی اصول مربوط به پایبندي و سازگاري با محیط زیست در ادامه عنوان شده است.

* به حداقل رساندن تخریب در محیط زیست .
* طراحی کارآمد ساختمان از نظر انرژي و صرفه جویی در آن .
* طراحی به منظور استفاده بهینه از مصالح مناسب براي کم کردن صدمات وارده به طبیعت .
* طراحی با دوام باهدف پایداري محیط زیست .
* بازیافت ضایعات و زباله براي حفظ محیط زیست و صرفه جویی اقتصادي .
* بکارگیري اصولی که منجربه اجتناب از خطرات آتی ناشی از احداث ساختمان براي محیط زیست شود .
* استفاده از فضاي سبز در ساخت بنا براي داشتن یک محیط زیست پا کتر .
* استفاده از مصالح سبز براي همسوئی با محیط زیست .
* استفاده از مصالح با دوام براي پایدار نمودن ساختمان .
* استفاده از مصالحی که نیاز کمتري به نگهداري دارند .
* انتخاب مصالح بی خطر از جهت زیست محیطی و سلامت کاربران.

تغييرات دمايي در زمین بابیشتر شدن عمق کمتر میشوند و در عمق 7.5 تا 9 متر و در مواردی 6 تا 8 متر به دمای ثابت می رسند.در عمق 3 متر دمای زمین دارای نوسانی حداکثر 5 درجه سانتیگراد بالا یا پایین میانگین سالانه ی دمای زمین است.علاوه بر این ، زمان تاخیر بین دما در زیر یا روی زمین با افزایش عمق زیاد می شود. شکل 7 نوسانات دمایی سالانه در اعماق مختلف زمین را نشان می دهد.



**شکل 7: نوسانات دمایی سالانه در اعماق مختلف زمین]21[**

خصلت خاص زمين كه محيطي متعادل ايجاد میكند، به دلیل ظرفيت حرارتي ويژ ه ی بالاي آن و عظيم بودن تود ه ی خاك آن است. در اغلب موارد گرما بايد تمام مسير را از درون بناي زيرزميني تا روي سطح زمين طي كند،درصورتیکه در خانه های معمولي اين اتلاف حرارت فقط از طريق پوست هی نازك خارجي صورت گرفته و اين گرما سريعا در هوا پراكنده میشود. در مواردي در بنای زیرزمینی حتي اين اتلاف گرما كاملاً به هدر نمی رود، بلكه در خاك ذخيره شده و در صورتیکه دماي بنا به طور قابل ملاحظه اي افت كند به بنا برمیگردد.

زندگی در بنای زیر خاک در مقایسه با روی زمین دارای آسایش دمایی بیشتری است که این برتری درواقع به دلایل

زیر است:

* كم كردن هدايت گرما به خارج
* كم كردن بار حداكثر لازم برای اصلاح دماي فضا
* كنترل نفوذ و نشت هوا
* سرمايش از طريق تبخير )کاهش تأثیرات تشعشعات انرژی خورشیدی(

دماي زمين تنها در چند متر زير سطح در ميزان 5 تا15 درجه ی سانتیگراد در طول سال ثابت است. وقتي هوا بسيار سرد است، زمين منبع گرما و در هواي بسيار گرم،منبع سرماست. انرژي تنها براي اصلاح اختلاف بين دماي زمين و دماي آسايش نياز است، بنابراين نياز انرژي حداكثر براي اصلاح دما را كم میكند. نتیجه ی آن میتواند سيستم سرمايش و گرمايش کوچکتر باشد كه هزینه ی ساخت اوليه و نيز هزینه ی نصب را كاهش میدهد. در اصل، زمين محيطي را كه بنا در آن قرار گرفته است، متعادل میكند.

با پوشش خاك در بیشتر قسمت بنا، بنا میتواند بیشتر در مقابل هوا غيرقابل نفوذ باشد. در ساخت وسازهاي زيرزميني تا 35 درصد از اتلاف گرما اغلب به نفوذ و نشت هوا نسبت د اد ه میشود. در هر صورت یک بناي در پناه زمين امكان بیشتري براي كنترل ميزان ورود و خروج هواي بيرون به داخل بنا را تأمين میكند براي سرمايش و گرمايش، هم اكنون ثابت شده است كه خانه های زيرزميني بيش از نصف تا66% هزینه ی خانه هاي معمولي را براي چنين منظوري صرفه جويي میكنند]24[.

با بررسی معماری زمین پناه این نتیجه حاصل شد که فضاهای زیرزمینی به دلیل هماهنگی با طبیعت دارای قابلیت های بسیاری می باشند که با الگوی معماری زیست محیطی پایدار منطبق می باشد. جدول 6 تاثیرات معماری زیست محیطی پایدار در اقلیم های گرم و خشک را نشان می دهد.

**جدول6: تاثیرات معماری زیست محیطی پایدار در اقلیم های گرم و خشک**

|  |  |
| --- | --- |
| تاثیرات معماری زیست محیطی پایدار در اقلیم گرم و خشک | صرفه جویی مصرف انرژی |
| هماهنگی با بستر ساختمان |
| استفاده از خاک به عنوان مصالح سازگار با محیط زیست |
| استفاده خردمندانه از زمین و همگونی شکل ساختمان با محیط زیست. |
| ارتقای کیفیت محیط زیست و گسترش محیط زیست طبیعی |
| از بین بردن یا به حداقل رساندن مصرف مواد آلوده و سمی |
| استفاده از ظرفیت حرارتی خاک در فصول مختلف سال جهت تامین آسایش |
| كنترل سطح تبادل حرارت بین ساختمان |
| جلوگیري از ورود بادهاي نامناسب و افزايش آرامش ساكنین |

**7-نتیجه گیری**

معماری خاک اصیل ترین و کهن ترین نمونه معماری ایران زمین است و استفاده از خاک با خصوصیاتی از قبیل ظرفیت حرارتی بالا و زمان تاخیر حرارتی قابل توجه ، در مدیریت مصرف انرژی و رسیدن به معماری پایدار راهگشاست.معماری زمین پناه بیشتر در اقلیم گرم و خشک ایران استفاده شده است و نمونه های فضاهای زیرزمینی در اقلیم گرم و خشک ایران شامل گودال باغچه و سرداب و حوضخانه و شبستان می باشد.در این مقاله با توجه به نمودارهای که از تحلیل مصادیق به دست آمد این نتیجه حاصل شد که:

* معماری زمین پناه در اقلیم گرم و خشک به سه گروه مسکونی و مذهبی و خدماتی تقسیم میشود که درصد بیشتری از ساختمانهای زمین پناه خدماتی و در صد کمتری مذهبی ساخته شده اند.همچنین فضاهای زیرزمینی اقلیم گرم و خشک به صورت گودال باغچه و شبستان و حوضخانه و سرداب می باشند که در صد بیشتری به صورت سرداب و گودال باغچه احداث شده اند.
* پلان های ساختمان های زمین پناه که در اقلیم گرم و خشک به کار رفته اند بیشتر به صورت مربع و مستطیل و کمتر به صورت پیچ در پیچ یا نامنظم بوده اند.
* با بررسی ویژگی های معماری زمین پناه این نتیجه حاصل می شود که با اصول معماری محیطی پایداری منطبق میباشد. استفاده از این نوع فضا ها می تواند ابزار موثری در نیل به اهداف پایداری باشد.فضای زیرزمینی دارای قابلیتهای بالایی در صرفه جویی انرژی ، کاهش آلودگی صوتی،کاهش آلودگی هوا ،کاهش آلودگی بصری ،ایجاد فضاهای شهری مناسب از نظر اقلیمی ،کالبدی و .. می باشد. این فضاها معمولا در زمستان گرمتر از بیرون و در تابستان سرد تر از بیرون بوده و به طور کلی ثبات دمایی خوبی دارند.معماری زمین پناه به دلیل هماهنگی با طبیعت،کمترین خدشه ای از لحاظ بصری و زیستی به آن وارد می کند که به این واسطه یک معماری زیست محیطی پایدار محسوب می شود.
* جهت رسیدن به معماري پایدار و استفاده از انرژي هاي تجدید پذیر، می توان با الهام گرفتن از معماري گذشته ایران و اللخصوص فضاهای زیرزمینی در اقلیم گرم و خشک به فضاهایی دست یافت که عملا نوعی از معماری زیست محیطی پایدار اند.

**مراجع**

1. اخترکاوان م؛ شکیبا م؛(1392) ، معماری پایدار و بررسی معماری دستکند در معماری ایران، اولین کنفرانس ملی معماری و فضاهای شهری پایدار

2. استرلینگ،ریموند و جان کارمودی(1388)،طراحی فضاهای زیرزمینی،ترجمه وحید رضا ابراهیمی،مشهد:نشر مرندیز،چاپ اول

3.آیین سمیرا،کرد جمشیدی ماریا و پور فلاح حامد،(1394)،بررسی عملکرد حرارتی معماری صخره ای روستایی کندوان، دو فصلنامه پژوهشی-تحلیلی مطالعات هنر بومی،شماره 3 ،صص98

4. برزگر،زهرا و مجید مفیدی شمیرانی(1389)،چگونگی بهره گیری از توده زمین در معماری بومی جهان،فصلنامه علمی پژوهشی باغ نظر،شماره 15

5. پوراحمدي، محبوبه، ( 1389 ) ، بررسی الگوهای پایداری در معماری خانه های سنتی مهریز، نشریه شهر و معماري بومی، شماره 3 تهران

6.خدابخشیان،مقدی، (1390)بنای خاک پناه شیوه ای جهت ذخیره انرژی،اولین همایش اقلیم،ساختمان و بهینه سازی مصرف انرژی، اصفهان.

7.رحیمی مهر،وحیده(1392)،نگاهی به توسعه پایدار در معماری خاک پناه،اولین همایش ملی معماری،مرمت،شهرسازی و محیط زیست پایدار،همدان،انجمن ارزیابان محیط زیست

8. سجادزاده،نرجس طهماسبی،(1394)بررسی تاثیر و نقش شوادان در آسایش و پایداری اقلیمی خانه های دزفول، همایش ملی عمران و معماری با رویکرد توسعه پایدار.

9. شکاری،روشنک فرمانی،زینب عطار،تجلی شاخص های پایداری در معماری اقلیم گرم و خشک ایران،اردیبهشت

10.طاهباز، منصوره. (1392). دانش اقلیمی، طراحی معماری. تهران: مرکز چاپ و انتشارات دانشگاه شهید بهشتی

11.عرب مریم،فرخ زاد محمد، (1396)طراحی بناهای خاک پناه برمبنا اصول معماری پایدار جهت کاهش مصرف انرژی ساختمان اقلیم گرم و خشک،مطالعه موردی:شهر شاهرود،فصلنامه پژوهش های سیاست گذاری و برنامه ریزی انرژی،سال سوم،شماره 8، صص173- 147

12. فصیحی،مالک،(1382 )، قصابه گمشده ،انتشارات چمران،تهران

13. قبادیان، وحید.( 1382)." بررسی اقلیمی ابنیه سنتی ایران. تهران: مؤسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران.

14. کاویانی.(1380) ،" ميکروکليماتولوژی محمد رضا (1380)،" تهران، خانه چاپ.

15. مختاری مهسا، (1392) "بررسی راهکارهای اجرایی نوین معماری در پناه زمین به منظور نگهداشت انرژی در مقیاس شهری"،دومین همایش ملی اقلیم،ساختمان و بهینه سازی انرژی

16. ولي كلانتر،مريم مرتضوي زاده (1396)،"بررسي عددي روشهاي كاهش مصرف انرژي در يك خانه در پناه خاك به منظور تامين سرمايش".

17. A.LA. Research Corporation. (1980). Regional Guidelines for Building Passive Energy Conserving Homes. Washington, D.C.: U.S. Department of Housing and Urban Development.

18.Anselm, A. J. (2008). Passive Annual Heat Storage Principles in Earth Sheltered Housing, A

Supplementary Energy Saving System in Residential Housing. Energy and Buildings.40(7), 1214-1219.

19. Best, D. 1981. "Measured Output of Two Active Systems." Solar Age, vol. 6, no. 7,41 44.

20. Barker, Michael B.”Using the Earth to Save Energy: Four Underground Buildings”. Great Britain, Tunneling and Underground Space Technology, Vol. 1, pp. 59- 65, 1986.

21. Carmody, John and Sterling, Dr. Raymond. 1984. Earth Sheltered Housing design. 2nd edition. New York : University of Minnesota, 1984.

22. E., S. M.. ‘Case Studies’, In Natural Ventilation. London, UK: James and James Science Publishers. 1998.

23. Hylton, J. 1981. "Contrasts in Energy Design and Performance for Passive Solar vs Earth Sheltered Homes." In L. Boyer, ed. Earth Shelter Performance and Evaluation. Stillwater, OK: Oklahoma State University Press.

24. Golany, Gideon S. Earth-Sheltered Habitat; History, Architecture & Urban Design. NewYork : Van Nostrand Reinhold Company, 1983.

25. Goldberg, L. F. 1983. "Underground Space Center: Monitoring Program." Earth Shelter Living, no. 29, 33-35.

26. Grondzik, W. T., L. L. Boyer, and J. W. Zang. 1981. "Analysis of Utility Billings for 55 Earth Sheltered Projects." In L. Boyer, ed. Earth Shelter Performance and Evaluation. Stillwater, OK: Oklahoma State University Press.

27. Kern, K., Kern, B., Mullan, J., and O. Mullan. 1982. The Earth Sheltered Owner-Built Home. North Fork, CA: Owner-Builder Publications

28. Labs, Kenneth B. The Architectural Use of Underground Space: Issues & Applications.Washington : Washington University, 2008.

29. Ronkai, Kimmo, Ritola, Jouko and Rauhala, Kari. “Underground Space in Land-Use Planning”, Tunnelling and Underground Space Technology, Vol. 13, pp. 39- 49, 1998.

30. Santamouris, M.2005. PASSIVE COOLING OF BUILDINGS. London: James and James Science Publishers.

31. Scott, R. G. 1979. How to Build Your Own Underground Home. Blue Ridge Summit, PA: Tab Books

32. Van Dronkelaar, C.2013 Underground buildings - Potential in terms of energy reduction". MSc.Thesis, Department of the Built Environment, Eindhoven University of Technology,