

اصول طراحی و شکل‌گیری شهرهای زیرزمینی (بررسی تطبیقی معماری شهر زیرزمینی اوئی نوش آباد و ماتماتا تونس)

نرگس درویش طالخونچه*؛ دانشجوی دکتری معماری، گروه معماری، واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

Nargesdarvishtalkhuncheh@yahoo.com

محمد رضا کاظمی: کارشناسی ارشد، گروه معماری، واحد بین‌الملل قشم، دانشگاه آزاد اسلامی، قشم، ایران

Mohammadrezak@yahoo.com

چکیده

ساخت شهرهای زیرزمینی از طریق منفی‌سازی در یک زمینه مثبت، بدون مصرف مصالح، نوعی استثناء و راهکار ویژه در تعاریف رایج معماری ایجاد می‌کند. شناخت اصول شکل‌گیری این معماری از پیچیدگی‌های خاصی برخوردار است چرا که مولفه‌هایی که بر شکل‌گیری آن موثر هستند، دارای تنوع و روابط خاصی می‌باشند. پراکندگی این گونه معماری در جای‌جای دنیا و پیدایش آن در هر اقلیمی با کارکردهای مختلف، نوعی تنوع خاص به آن داده است که خود جاذبه‌ای برای شناخت شکل‌گیری آن دارد. شناخت این آثار تا سالیان اخیر اکثراً به صورت کلی بوده و یک روند شناخت جدی برای مطالعه این آثار دنبال نشده است. از همین روی مسأله اساسی در این پژوهش شناخت اصول طراحی و چگونگی شکل‌گیری معماری شهرهای زیرزمینی است. بر همین اساس در پژوهش حاضر دو شهر اوئی و ماتماتا انتخاب شد تا با مقایسه آن‌ها به سوالات زیر پاسخ داده شود: معماری شهر زیرزمینی اوئی و ماتماتا بر چه اساسی طراحی و شکل گرفته‌اند؟ مولفه‌های مشترک و وجه تمایز اصول شکل‌گیری و طراحی معماری شهر زیرزمینی اوئی و ماتماتا کدام‌اند؟ اهداف پژوهش پیش‌رو را می‌توان در اهمیت ذاتی و بسترسازی مطالعاتی در جهت جلوگیری از تخریب و شناخت بیشتر این دو اثر معماری در دو موقعیت جغرافیایی متفاوت جست و جو کرد. در همین راستا برای دستیابی به اهداف پژوهش پیش‌رو، از روش توصیفی-تحلیلی با رویکرد تطبیقی، و به منظور گردآوری داده‌ها و اطلاعات اولیه از روش کتابخانه‌ای و میدانی استفاده شده است. یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که اصول طراحی و شکل‌گیری معماری شهر زیرزمینی اوئی و ماتماتا بر اساس عملکرد و نیاز متفاوت، اتفاقات تاریخی و شرایط محیط طبیعی شکل گرفته‌اند.

کلید واژه‌ها: اصول طراحی معماری، دستکند، شهر زیرزمینی، اوئی، ماتماتا.

مقدمه

معماری شهرهای زیرزمینی، حاصل مبارزه و تقابل انسان با طبیعت سخت و خشن به منظور ایجاد سر پناه و یا رفع نیازها و ارائه راه‌حل‌های مناسب به مسائل زمان خود است. در معماری شهرهای زیرزمینی، زمین، کالبد اصلی فضاهای ایجاد شده است و سایر مصالح نقش کمتری دارند و شکل فضاها عکس‌العمل طبیعی عملکرد آن‌هاست و تغییرات ایجاد شده توسط انسان برای برآوردن نیازهایش می‌باشد. این نوع معماری به واسطه نوع و مکان شکل‌گیری و اصول طراحی متفاوت، کمتر در معرض دید همگان قرار می‌گیرد و خود چشم‌انداز دیگری از میراث به جای مانده از این شهرها محسوب می‌شود. در همین راستا می‌توان گفت مسأله اساسی در این پژوهش شناخت اصول طراحی و چگونگی شکل‌گیری معماری شهرهای زیرزمینی است. بر این اساس پژوهش حاضر درصدد پاسخگویی به این سوالات است: معماری شهر زیرزمینی اوئی و ماتاماتا بر چه اساسی طراحی و شکل گرفته‌اند؟ مولفه‌های مشترک و وجه تمایز اصول شکل‌گیری و طراحی معماری شهر زیرزمینی اوئی و ماتاماتا کدام‌اند؟ از همین روی فرضیات این پژوهش را می‌توان این چنین بیان کرد: اصول طراحی و معماری شهر زیرزمینی اوئی و ماتاماتا بر اساس عملکرد و نیاز متفاوت، اتفاقات تاریخی و شرایط محیط طبیعی شکل گرفته‌اند. به نظر می‌رسد، مولفه‌های مشترک در معماری شهر زیرزمینی اوئی و ماتاماتا، بستر، اقلیم، گونه و تناسب می‌باشد، و وجه تمایز این دو شهر، چیدمان فضاها، سازماندهی فرم و فضا، عملکرد، ورودی و ارتباطات و سیرکولاسیون هستند.

دو بنای انتخاب شده در این پژوهش شهر زیرزمینی اوئی در نوش‌آباد کاشان و شهر زیرزمینی ماتاماتا در تونس می‌باشد که مطالعه و مقایسه تطبیقی این دو شهر از لحاظ اصول طراحی و شکل‌گیری می‌تواند در درک بهتر فضای هر دو، حفاظت از آن‌ها و نیز در دستیابی به شیوه‌های جدید طراحی مفید واقع گردد. سکونتگاه‌های زیرزمینی یکی از گونه‌هایی است که تا کنون در محافل تخصصی کمتر مورد توجه قرار گرفته است که این خود اهداف پژوهش پیش‌رو را که همانا اهمیت ذاتی این دو اثر معماری، بسترسازی مطالعاتی، مطرح شدن یک نوع از معماری بدون معمار در جهت نگهداری، جلوگیری از نابودی و تخریب و فراموش شدن آن و شناخت چگونگی تأثیر سبک زندگی و شرایط محیط طبیعی و نیازها بر شکل‌گیری معماری این دو شهر زیرزمینی در دو موقعیت جغرافیایی متفاوت است، توجیه می‌کند، که همانا سبب می‌شود تا با مراجعه به گذشته و بازگشت به اصالت معماری به شناخت هوشمندی به کار رفته در این دو اثر معماری و اصول و سازگاری با طبیعت موجود در فرم این دو شهر زیرزمینی بپردازیم، و به این وسیله به تکمیل دانش خود برای استفاده در معماری عصر حاضر کمک کنیم. از سویی دیگر به دلیل وجود تیپولوژی خاص این دو اثر معماری تا کنون مطالعه کاملی در مورد آن‌ها صورت نگرفته است و شناخت کافی در مورد آن‌ها وجود ندارد لذا به دلیل سلامت نسبی و عمر و ماندگاری بالا و هوشمندی خاص آن‌ها، با مطالعات دقیق تاریخی، سندیت تاریخی مناسبی برای مطالعات معماری در این حوزه ایجاد می‌شود و لزوم مطالعه دقیق آن را یادآوری می‌نماید.

پیشینه پژوهش

در گذشته‌های دور غارها به تناوب مورد استفاده حیوانات و انسان‌ها قرار می‌گرفته‌اند؛ البته حیوانات به مراتب از آن‌ها بیشتر استفاده می‌کردند (Dsfountainess, 1972, 16). انسان همان‌گونه که در آغاز با دقت در امور طبیعی و از جمله در زندگی دیگر جانداران، سعی در شناخت بیشتر و غلبه بر آن‌ها در شکار داشته، با مشاهده زندگی حیوانات مختلف و پناه بردن آن‌ها به سرپناه‌های طبیعی و اشکفت‌ها و غارها و نیز با مشاهده خانه‌سازی آن‌ها مانند لانه‌سازی موربانه‌ها و موش‌های کور و مورچه‌ها و انواع و اقسام آشیانه‌سازی‌های گونه‌هایی از پرندگان، الگوی مناسبی برای محل زندگی خود در مقابل سرما و گرمای طاقت‌فرسا و دشمنان و حیوانات درنده یافته است (Terrin, 2008, 196). توسعه‌های جدید نیز در استفاده مسکونی از زیر سطح زمین در تعداد کمی از کشورهای جهان از جمله در آمریکا و استرالیا رخ داده است. در استرالیا، در چندین شهر معدنی در مناطق بیابانی این کشور، درصد زیادی از مسکن و ساختمان‌های عمومی برای فرار از گرمای شدید هوا در زیر سطح زمین قرار دارند.

نمونه‌های آمریکایی از طراحی آمیخته با زمین عبارت است از: آثار فرانک لوید رایت در دهه‌های ۱۹۳۰ و ۱۹۴۰، گسترش پناهگاه‌های محافظت در برابر جنگ اتمی که از تبعات جنگ سرد در دهه ۱۹۶۰ بود و نگرانی‌هایی در زمینه مسائل زیست محیطی و زیبایی‌شناختی طبیعی در اواسط و اواخر دهه ۱۹۶۰ با بحران انرژی که استفاده از خانه‌های پوشیده شده در خاک، به طور گسترده‌ای از چند عدد به چندین هزار افزایش یافت. در دهه ۱۹۸۰، علاقه عمومی به صرفه‌جویی در مصرف انرژی دوباره کاهش یافت و به تبع آن، توجه به ساخت و ساز مسکن واقع در زیر سطح زمین نیز کم شد (کارمودی، ۱۳۸۸، ۷۶). در این میان پژوهش‌های جسته و گریخته‌ای در مورد شهرهای زیرزمینی اسپانیا، ماتاماتا تونس، لوئیس چین و گورمه در کاپادوکیا نیز وجود دارد که غالب آن‌ها به بررسی اقلیم و چگونگی بهره‌گیری از توده زمین به مثابه یکی از تکنیک‌های سرمایه‌گذاری ایستا در بنا و یا مطالعات باستان‌شناسی می‌پردازد.

در ایران نیز تاکنون افرادی در خصوص سکونتگاه‌های زیرزمینی به طور موردی یا گسترده کاوش‌ها و پژوهش‌های متعددی ارائه داده‌اند از جمله: بیرانوند که به بررسی و ارزیابی میراث کهن شهرسازی ایران؛ با تأکید بر ضرورت بازشناسی سکونتگاه‌های زیرزمینی می‌پردازد (بیرانوند، ۱۳۹۲). مهناز اشرفی که تلاش‌های زیادی برای ثبت جهانی این مجموعه‌ها نموده است و حاصل تلاش‌هایش به چاپ رسیده است (اشرفی، ۱۳۸۹). علی خاکسار که کاوش‌های باستان‌شناسی سامن ملایر که تحت نظر سازمان میراث فرهنگی و گردشگری استان همدان است را انجام داده و نتایج آن را به چاپ رسانده است (خاکسار، ۱۳۸۷). زهرا ساروخانی نیز گزارش فصل اول کاوش در شهر اوئی نوش‌آباد را در سازمان میراث فرهنگی کشور ارائه داده است (ساروخانی، ۱۳۸۳، ۱۳۸۷). و وفایی و فشارکی که در پژوهشی به بررسی تدابیر دفاع غیر عامل در شهر زیرزمینی اوئی می‌پردازند (وفایی و فشارکی، ۱۳۹۱). با توجه به پیشینه پژوهش می‌توان فهمید میزان اطلاعات، پیرامون این پدیده تاریخی بسیار کم و کلی هستند و هیچ یک به اصول طراحی و شکل‌گیری معماری شهرهای زیرزمینی نپرداخته است که این خود بر اهمیت پژوهش پیش رو صحنه می‌گذارد.

روش پژوهش

پژوهش حاضر از نوع بنیادی با ماهیت کیفی و با روش توصیفی-تحلیلی و رویکرد تطبیقی بوده است. به منظور گردآوری داده‌ها و اطلاعات اولیه از روش کتابخانه‌ای و میدانی استفاده شده است که با توجه به ماهیت توصیفی این پژوهش، در ابتدا با مطالعه کتابخانه‌ای، پیشینه و سوابق مربوط جمع‌آوری شد، سپس، به مستندنگاری، ارزیابی و مقایسه دو بنای مذکور پرداخته شد. جهت بررسی نمونه‌ها، ابتدا شاخص‌های مورد نظر جهت مقایسه تعیین شده و دو شهر زیرزمینی که وجوه مشترکی نیز داشته‌اند، انتخاب شدند. در ادامه توصیف و تفسیر، به مطالعه تطبیقی میان معماری شهر زیرزمینی اوئی و ماتماتا پرداخته و پس از ارزیابی همه موارد، اصول طراحی و شکل‌گیری هر شهر تجزیه و تحلیل شد. وجوه اشتراک و تمایزات در بخش یافته‌ها، در نهایت در جدولی به صورت تحلیلی و تطبیقی مقایسه شدند تا علت و اصول اساسی طراحی و شکل‌گیری شهر زیرزمینی اوئی و ماتماتا مشخص شود.

مبانی نظری

شهر زیرزمینی

در زبان انگلیسی اصطلاح معادل «دستکند» Man made cave است و واژه Troglodytic برگرفته از اصطلاح مشابه فرانسوی آن یعنی Troglodytique، مفهوم جامع‌تری را دربر می‌گیرد. اگر چه واژه Troglodyte در فرهنگ آکسفورد «انسانی که در غار زندگی می‌کند» معنا شده است، ولی این واژه در اصل واژه‌ای یونانی Troglodyta است و از دو بخش Trogle به معنی «گودال و حفره» و Dynien به معنی «نفوذ کردن در داخل چیزی» تشکیل شده است. بدین ترتیب واژه Troglodytic Architecture را می‌توان «معماری نفوذ یافته در درون حفره» معنا کرد (Bloch & Wartburg, 1989). همچنین رورسکی از محققان این حوزه، تعریف فوق را تأیید می‌کند و چنین می‌نویسد: «تروگلودیت به معنی استفاده کننده از حفره کنده شده به دست انسان است» (Rewerski, 1999, 16). در ایران، واژه عامی که برای این نوع معماری به کار برده می‌شود، واژه «دستکند» است. منظور از «دستکند» کلیه آثار معماری است که در دل تپه یا زمین کنده می‌شود؛ در واقع، واژه مورد بحث واژه نوپایی است که چه‌بسا بیش از دیگر واژه‌ها، تعریفی نسبتاً کامل از این گونه آثار به دست می‌دهد. این واژه از یک طرف بیانگر فعل کندن است که در فرهنگ فارسی معین به حفر کردن زمین و مانند آن معنی شده است؛ و از طرفی با اضافه شدن پیشوند دست به آن، بر عمل کندن به وسیله انسان تأکید دارد. اگر معماری را به مفهوم عام، یعنی - هنر ساماندهی و محصور کردن فضای خالی - بنامیم، معماری دستکند در تعریف متفاوت، هنر خالی کردن درون توده پر معنا می‌شود (اشرفی، ۱۳۹۰).

شهر زیرزمینی گونه خاصی از معماری دستکند است که در آن هیچ مصالحی برای تولید فضا استفاده نمی‌شود و بر خلاف اصول معماری متعارف مسائل ایستایی در این معماری چندان مورد بحث نیست. این نوع معماری را می‌توان به نوعی تولید فضا از طریق ایجاد فضاهای منفی در بستر زمین دانست که از ترکیب فضاهای پر و خالی متولد می‌شود و به نوعی پاسخگویی به نیازهای بشر است. فضاهای دلخواه در این نوع معماری با برداشتن توده زمین با روش کاستن از بستر اصلی خود به وجود می‌آید، بنابراین فضای مورد نظر به اشکال متفاوت می‌تواند ایجاد شود.

تأکید بر استفاده از فضای زیرزمین در دهه‌های گذشته چندین بار تغییر کرده است که در طی آن طبقه‌بندی کاملی از نوع طراحی و شکل‌گیری و فرم‌ها پدیدار شده است. این موضوع تصادفی نیست که انسان با انواع فرهنگ‌ها، و با توجه به مزیت‌های زندگی در زیرزمین، زندگی در فضاهای زیرزمینی را فراموش نکرده است. تعدادی از مزایایی که از طریق ساخت و ساز زیرزمینی به دست آمده‌اند در جدول ۱ آمده است. از سویی دیگر اکثر شهرهای زیرزمینی اهداف متعددی را آشکار می‌سازند که موفقیت هر یک در نقاط مختلف دنیا به اثبات رسیده است که از آن جمله می‌توان به شهر زیرزمینی ماتماتا در تونس و شهر زیرزمینی اوئی در نوش‌آباد کاشان اشاره کرد.

جدول ۱. بررسی مزیت‌های معماری در زیر زمین از ابعاد مختلف (مآخذ: نگارندگان، ۱۳۹۹)

اقلیم	
-	جلوگیری از رطوبت گرمایی ناشی از نوسانات دمای روزانه و فصلی
-	حفاظت در برابر گردبادهای، طوفان‌ها، طوفان‌ها و آتش‌سوزی
-	ثبات دمایی و تعادل محیطی (دما در فصول سرد و گرم در محدوده آسایش انسان قرار دارد)
سازه	
-	خاک مستحکم که امکان ساخت را فراهم می‌آورد
-	امکان ساخت در نبود مصالح ساختمانی
-	پایداری فیزیکی و کالبدی (بویژه در برابر زلزله، انفجار، ارتعاش، طوفان)
امنیت	
-	امکان پنهان شدن و استتار
-	به وجود آمدن امتیاز دفاعی در مقابل تهاجم
-	حفاظت (انسان و دارایی‌هایش، نگهداری مواد و غذا از نابودی)
-	انعطاف‌پذیری و کارایی در زمان‌ها و شرایط مختلف
منابع	
-	منبع فضا؛ برای جایدهی اجساد، اقامت و کاربری‌های مورد نیاز خصوصی و عمومی
-	منبع مواد و مصالح (استخراج منابع، نگهداری)
-	منبع انرژی؛ زمین گرمایی و صرفه‌جویی در مصرف انرژی
-	منبع آب زیرزمینی (نگهداری، انتقال و استخراج)
اقتصاد	
-	کم هزینه و بدون نیاز به نیروی مالی و انسانی
مذهب	
-	سرشار از معانی سمبلیک و مذهبی

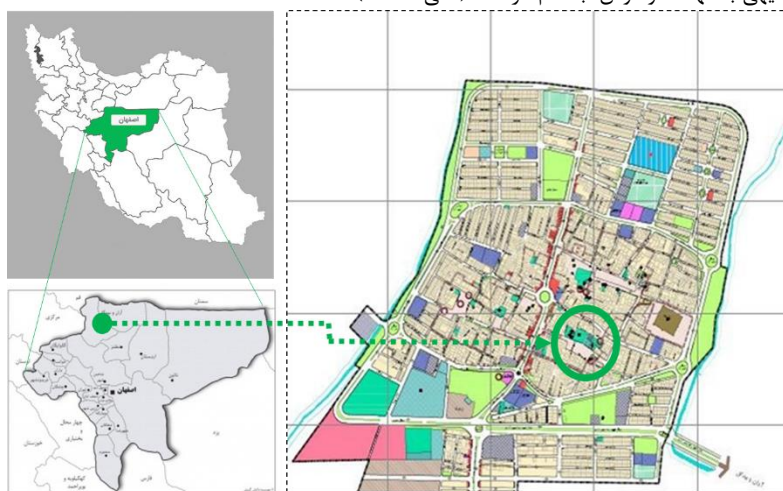
محدوده مورد مطالعه

شهر زیرزمینی اوئی در نوش آباد

شهر نوش آباد که موقعیت آن روی نقشه را می توان در تصویر ۱ مشاهده کرد با وسعت ۲۰۰ هکتار در شمال غربی استان اصفهان، در فاصله ۷/۵ کیلومتری از شمال شهر تاریخی کاشان و ۲/۵ کیلومتری از غرب شهر جدید آران و بیدگل واقع شده است. طول جغرافیایی آن، ۵۱ درجه و ۲۶ دقیقه و عرض جغرافیایی آن، ۳۴ درجه و ۵ دقیقه است. این شهر نسبتاً مسطح و در دشت با نوع بستر رسوبی و جنس بستر رسی است، و شیب آن از جنوب به شمال حدود ۴ درصد و از غرب به شرق حدود ۲ درصد می باشد. نوش آباد از سمت شمال فقط به کویر منتهی می شود. سرزمینی که نظرها را بلند و اراده ها را استوار می کند. «کویر»، مظهر و نماد تلاش، و شیوه زندگی درونش، نشان از دانایی مردمان این سرزمین دارد. کویر نوش آباد از طرف شمال غرب تا نزدیکی آبادی های مشکان و آب شیرین و از سمت شمال تا بند ریگ و از طرف شمال شرق تا دریاچه نمک امتداد دارد. این شهر قبل از گسترش و تا سال ۱۳۶۷ یکی از روستاهای شهر کاشان به حساب می آمد. ارتفاع این شهر از سطح دریا ۹۰۰ متر و دارای آب و هوای گرم و خشک در تابستان و سرد و خشن در زمستان است (وفایی و فشارکی، ۱۳۹۱، ۱۴).

وجه تسمیه نوش آباد را باید از نام اصلی و قدیم آن یعنی انوشاباد جستجو کرد. در متون قرون سوم، چهارم و ششم هجری، از این شهر به عنوان انوشاباد یاد شده است. این وجه تسمیه با سابقه تاریخی انوشاباد و اینکه در صدر اسلام نیز یکی از منزلگاه های راه ری و اصفهان بوده است سازگار است. در کتاب تاریخ قم، اینچنین آمده است:

«انوشاباد؛ این دیه را از بهر آن بدین نام کردند که یکی از اکاسره (ساسانیان) بدان ناحیت بگذشت؛ به چشمه ای که آنجاست فرود آمد و آن چشمه و موضع را خوش یافت، پس بفرمود تا به آنجا دیه بی بنا نهادند و انوش آباد نام کردند» (قمی، ۱۳۶۱).



تصویر ۱. موقعیت روستای نوش آباد در نقشه استان (Source: Geographic center of defense ministry, 2019)

از سویی دیگر به دنبال تحقیقات پروفیسور گریشمن مشخص شد در این منطقه از هزاره پنجم قبل از میلاد، تمدن سیلک پدید آمده و همپای تمدن های باستانی بین النهرین به پیشرفت های قابل ملاحظه ای در تمدن آن روز جهان دست یازیده است. سرانجام این تمدن در اواسط هزاره اول قبل از میلاد به دست آشوریان نابود شد. ساکنان رانده شده از سیلک که شهر آن ها به دست مهاجمان ویران و دستخوش حریق شده بود برای اسکان و زندگی به جلگه ها و چشمه سارهای اطراف پناه آوردند از جمله کانون های مورد توجه این مردم وحشت زده و هراسان، چشمه سار و جلگه نوش آباد بوده است. صاحب تاریخ قم از وجود چشمه از دوران باستان در نوش آباد خبر می دهد. چشمه ای که در حین روایت تاریخ قم نیز هنوز زنده و فیاض بوده است. مؤلف «تاریخ اجتماعی کاشان» که نوش آباد و چند جای دیگر در کاشان را محل فرود آمدن مهاجران آریایی یا ساکنان متأخر سیلک پس از خرابی آن جا می داند، مأخذی برای این ادعا ذکر نمی کند. ظاهراً توجه او به این مناطق به عنوان محل فرود اقوام ذکر شده، مبتنی بر روایات تاریخی و یا اسطوره ای تاریخ قم و همچنین وجود آثار تاریخی از دوره ساسانی در برخی از این مناطق و در یک مورد هم کشف مسکوکات از اوایل کار هخامنشیان است که در حوالی روستای مرق کشف شده است (وفایی و فشارکی، ۱۳۹۱، ۱۵).

شهر کاشان از دوره سلجوقی به بعد، در پناه برج و باروی سترگ، خود را در برابر هجومها مقاوم کرده است؛ اما روستاهای نزدیک شهر و از جمله نوش آباد فاقد برج و بارو بودند و دشمن سرخورده، به روستاهای اطراف آن حمله می کرده است. مشکلات ناشی از نا امنی از یک سو و آگاهی اهالی از روان بودن آب قنات از زیر خانه هایشان از سوی دیگر، و همچنین وجود اقلیم گرم و خشک منطقه کاشان، باعث شده است که آن ها فضاهایی در خانه های خود به صورت چاه ایجاد کنند. این فضاهای زیرزمینی را که در آن ها هم آب قنات جاری بوده و هم اتاق های زیرزمینی برای انبار گندم داشته، در نوش آباد «اوئی» می گویند. تجزیه و تحلیل راهروها و فضاها می رساند که کاربری جانپناه و امنیتی - نظامی، بخش عمده ای از هدف سازندگان آن ها بوده است (ساروخانی، ۱۳۸۷، ۲۵). کلمه اوئی، از دو جزء «او/» و «ئی/» تشکیل شده است. جزء اول این واژه، به معنی آب می باشد که در روستاهای کاشان و در زبان محلی، آن را به صورت [u] تلفظ می کردند و «ئی» را در آخر این واژه، هم می توان پسوند نسبت دانست به معنی چیز وابسته به آب یا آبی، و هم می توان پسوند مکان برشمرده به معنی آبگاه (درخشانی، ۱۳۸۳). پس کویرنشین نوش آبادی، به دلیل اطلاع از روان بودن آب قنات از زیر خانه اش از یک سو و روحیه سازگاری با محیط خشن کویر از دیگر سو، به تعبیه این فضاهای معماری در زیرزمین دست زده است.

پژوهش های باستان شناسی و مطالعات مردم شناسی نشان می دهد که ساخت شهر زیرزمینی اوئی در دوران ساسانی آغاز شده و استفاده از آن در دوران اسلامی گسترش یافته و تا دوره صفویه هم توسعه آن ادامه داشته است. از شهر زیر زمینی تا اواخر دوره قاجاریه نیز استفاده شده است و مردم نوش آباد به سبب در امان

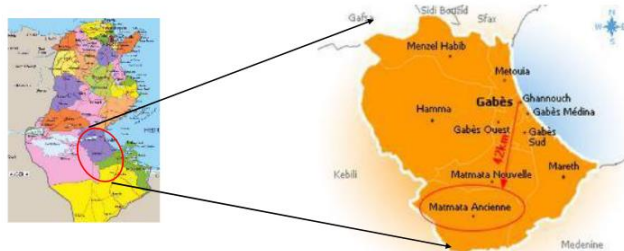
بودن از حملات نایب حسین- از اشرار منطقه- و نیز گرمای سوزان کویر مدت‌ها در این شهر زندگی کرده‌اند. شواهد باستان‌شناسی همچنین مشخص می‌کند که این شهر زیرزمینی از ۱۰۰ سال گذشته تا کنون بلا استفاده باقی مانده است.

شهر زیرزمینی ماتاماتا در تونس

ماتاماتا روستایی واقع در نواحی جنوب تونس می‌باشد که در کنار مسیر رفت و آمد باریکی در مرز بین لیبی و تونس قرار دارد و جمعیتی بالغ بر چند هزار نفر در شهر زیرزمینی آن زندگی می‌کنند. تاریخچه این مکان خارق‌العاده ناشناخته است، جز داستان‌ها و افسانه‌هایی که از نسلی به نسل دیگر منتقل می‌شود. محتمل‌ترین آن‌ها می‌گوید که شهرهای زیرزمینی برای اولین بار در دوران باستان، در دوره روم ساخته شده‌اند. گفته می‌شود که حاکم روم پس از یکی از جنگ‌های پونیک، دو قبیله را برای استقرار در منطقه ماتاماتا فرستاد و اجازه داد که هر انسانی را بر سر راه خود بکشند. ساکنان منطقه مجبور بودند خانه‌های خود را رها کرده و شهرها را در زمین حفر کنند تا از دید مهاجمان پنهان شوند. با این حال منابع دیگر ادعا می‌کنند که این تروگلوپیت‌ها به عنوان اقدام در برابر حمله اعراب حفر شده‌اند. دلیل واقعی هر چه بود، این شهرک‌های زیرزمینی قرن‌ها در یک منطقه پنهان مانده بودند و در سال ۱۹۷۶ به دلیل باران‌های شدید و کمک گرفتن از مقامات در شهر گابس در نزدیکی آن‌ها کشف شدند. بنابراین، راز ماتاماتا برای مردم آشکار شد و به تدریج Nouvelle Ville در چند کیلومتری ماتاماتا ساخته شد، اما فقط تعداد کمی از خانواده‌ها به خانه‌های جدید نقل مکان کردند زیرا بیشتر مردم به زندگی خود در زیرزمین ادامه دادند (Saker, 2004, 287) (تصویر ۲).

از آن‌جا که ماتاماتا یک منطقه خشک است و درجه حرارت در تابستان به طور متوسط بیش از ۵۰ درجه است، این محل زندگی برای فرار از شرایط سخت آب و هوایی بوده و فراوانی آن‌ها به دلیل شرایط مطلوب خاک بوده است. زمین ماتاماتا تپه‌ای، و دره‌های کوچک بین کوه‌های سنگ آهک دارای رسوبات (عمق تقریباً ۲۰ متر) است که از خاک رس با گچ کافی تشکیل شده است تا به عنوان ماده اتصال دهنده عمل کند. این یک ماده محکم و پایدار است اما به راحتی برای حفاری اتاق استفاده می‌شود (Kempe, 1988).

تروگلوپیت ماتاماتا نوع بسیار متفاوتی از انواع مختلف خانه‌های زیرزمینی است. این یک طرح عمودی از یک حیاط عمیق است که به آسمان باز می‌شود و توسط دیوارها و اتاق‌ها احاطه شده است. این ساختمان، یک سازه زیرزمینی است که از طراحی درون‌گرا پیروی می‌کند. تروگلوپیت‌ها ایزوترمال هستند. دمای آن‌ها در زمستان گرم و در تابستان خنک است و در طول سال نسبتاً ثابت می‌ماند، زیرا زمین به عنوان یک ماده ساختمانی نوسانات شدید دما را چه به صورت روزانه و چه به صورت فصلی تثبیت می‌کند. شکل، اندازه و سایر جزئیات طراحی این خانه‌ها بسته به سابقه فرهنگی اجتماعی، استاندارد مالی و ویژگی‌های محیطی مانند تنظیمات ژئومورفولوژی، نوع خاک، الگوی آب و هوایی و سیستم هیدرولوژی متفاوت است. با این حال، در طراحی کلی مشابه هستند (Toumi, Demazier and Rejeb, 2019).



تصویر ۲. موقعیت ماتاماتا در نقشه (Source: Toumi, Demazier and Rejeb, 2019)

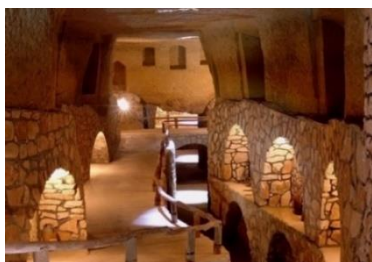
در نزدیکی ماتاماتا در جنوب تونس مجموعه‌ای از خانه‌های صخره‌ای وجود دارد که توسط بربرها (قبایل بدوی) ساخته شده‌اند، روپس لنبه این جوامع را دارای حدود جمعیت ۵۰۰ تا ۷۰۰۰ نفر توصیف می‌کند. اتاق‌ها از سنگ آهک تراشیده شده‌اند. سنگ‌های حفاری شده در گذشته نقش جلوخان‌هایی سایه‌انداز داشته‌اند که هر خانه در کنار هم نمای ردیفی و منظم مجاور خیابان‌ها را تشکیل می‌داده است. این سازه‌های صخره‌ای به عنوان پناهگاهی در برابر آب و هوا، باعث می‌شد تا با قرار گرفتن در ارتفاع مناسب از دشت پایین دست، ساکنین آن از خطر سیل‌های گاه و بیگاه در امان باشند. لنبه همچنین از ساخت خانه‌هایی توسط جوامع رومی در مناطق شمالی تونس روایت می‌کند و معتقد است، از آنجا که رومی‌ها مصالح خودشان را می‌آوردند و همچنان از الگوهای رومی خودشان در روی زمین پیروی می‌کردند، ممکن است به نظر آید که توجه آن‌ها به فضای زیرزمینی تنها پاسخی به آب و هوای سواحل شمال آفریقا بوده است. ممکن است حتی رومی‌ها این نوع زندگی را از جوامع بدوی آموخته باشند گرچه از تکنیک ساخت بومی آن‌ها استفاده نکرده‌اند (Lanier, 1971).

یافته‌ها

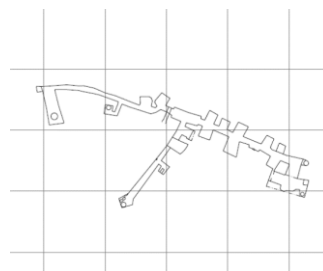
بررسی تطبیقی اصول طراحی و شکل‌گیری شهر زیرزمینی اوئی و ماتاماتا

۱- چیدمان فضاها

اوئی: این شهر زیرزمینی که حدوداً ۱۵ هزار مترمربع وسعت داشته و در زیر همه سطح شهر نوش‌آباد پراکنده است، به صورت مجموعه‌ای از اتاق‌ها، راهروها، چاه‌ها و کانال‌های متعدد در ۳ طبقه که طبقه اول آن در عمق ۴ متری و طبقه سوم در عمق ۱۸ متری از سطح زمین، و در سطوح افقی و عمودی سامان یافته است. دسترسی به طبقات در این مجموعه زیرزمینی طوری طراحی و اجرا شده است که برای رسیدن از طبقات بالا به پایین لازم است به طرز جالبی بر عکس از پایین به بالا حرکت کرد (تصویر ۳ و ۴).

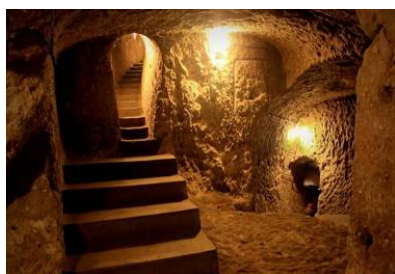


تصویر ۴. شهر زیرزمینی اوئی (مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۹)



تصویر ۳. پلان شهر زیرزمینی اوئی (مأخذ: سازمان میراث فرهنگی استان اصفهان، ۱۳۹۹)

هر فضا شامل چندین اتاق، راهرو و مستراح است. راهروی ورودی به این فضاها برای پناه گرفتن حداقل ۱۰ نفر می باشد و در وسط راهروی اصلی (درست در قسمت پیچ راهرو)، سکویی کنده شده که محل نشستن نگهبان است. کار نگهبان، کنترل ورود و خروج افراد و اعلام خطر و شناسایی دشمن بوده است. هنگامی که نگهبان در این قسمت قرار می گیرد، دیگر افراد مجموعه با خطری آسوده به استراحت می پردازند تا اینکه اعلام خطری از سوی نگهبان داده شود. در انتهای هر مجموعه راهی از طریق چاهکی مخفی برای فرار به طبقات بعدی پیش بینی شده است (تصویر ۵). در بعضی قسمت ها درون دیوار، سکوهای کوتاهی جهت نشستن ایجاد شده است که در بعضی اتاق ها تبدیل به طاقچه برای قرار دادن اشیاء می شود. اتاق ها به شکل تو در تو و با راهروهای زاویه دار که دید مستقیم را با فضای بعدی از بین می برد، ساخته شده است (تصویر ۶)



تصویر ۶. اتاق ها و راهروهای زاویه دار شهر زیرزمینی اوئی (مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۹)

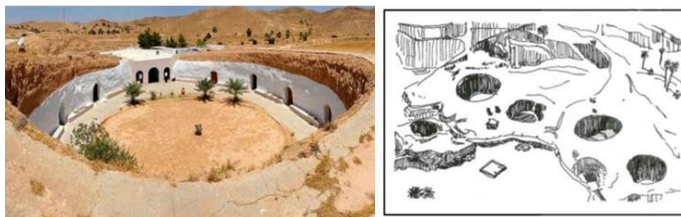


تصویر ۵. چاه های مخفی شهر زیرزمینی اوئی (مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۹)

شبکه تهویه شهر زیرزمینی، شامل کانال هایی بوده که از طبقه اول به سطح زمین ایجاد شده است. همچنین چاه های بین طبقات، علاوه بر عملکرد عبور و مرور، باعث جریان یافتن هوا در طبقات پایین می شده است. همین طور دالان ها و فضاهای تو در تو که خود معمایی هستند و هر چه در آن ها بیشتر پیش روی باز هم پیش رویت گسترده اند و کار تهویه هوا را نیز انجام می دهند. به همین علت مشکل تنفس در طبقات وجود ندارد و انسان نهم زدگی و یا رطوبتی را احساس نمی کند. روشنایی شهر اوئی به وسیله پیه سوزهای سفالی تأمین می شده که روغن آن ها احتمالاً از دو عصارخانه تاریخی موجود در نوش آباد تهیه می شده است. محل هایی برای قرار دادن چراغ ها در ۲۰ سانتی متری زیر سقف و به فاصله یک متر در تمام بدنه اتاق ها و راهروها به چشم می خورد.

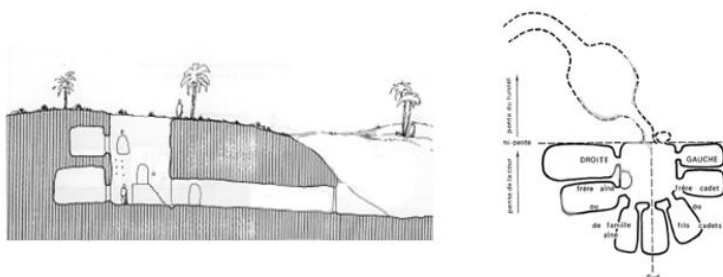
آب مصرفی و شرب ساکنین داخل شهر زیرزمینی، از طریق راه های مخفی که به پایاب های مرتبط به رشته قنات ها متصل بوده و از زیرزمین می گذشته تأمین می شده و علاوه بر پایاب ها، مسیر اوئی به گونه ای بوده که در بعضی قسمت ها به قنات وصل بوده است. آذوقه مصرفی ساکنان موقت شهر نیز در خمره هایی که هم از داخل و هم از بیرون لعاب داده شده و در داخل فضاها کشف شده ذخیره می شده است که علاوه بر شرایط مناسب نگهداری در برابر گرمای تابستان، تأمین کننده نیاز پناهجویان در شرایط اضطراری خطر بوده است (وفایی و فشارکی، ۱۳۹۱، ۲۰).

ماتماتا: طراحی تروگلودیت ها به نقطه کانونی مرکزی که همان حیاط مرکزی است بستگی دارد که تمام اتاق ها و سایر فضاهای خانه در اطراف آن توزیع شده است. حیاط های مرکزی معمولاً به شکل نیم دایره هستند که ۵ تا ۱۰ متر قطر دارند و عمق حدود ۱۰ متر از سطح زمین تا کف حیاط مرکزی، و متوسط مساحت بین ۸۰ تا ۱۴۰ متر مربع را دارا می باشند. ارتفاع زیاد این حیاط ها با سایه اندازی مطلوب در تابستان ها الهام دهنده چگونگی ایجاد سرمایش است. دسترسی به مسکن های شخصی از طریق این حیاط ها صورت می گیرد. هر میدان در هر محله حدود ۱۰۰ نفر را در خود جای داده و هم زمان کارکرد حیاط جلویی و پشتی، انبار و محل تعاملات اجتماعی را داشته است و حیاط ها از طریق تونل های شیب دار به سطح زمین متصل شده اند (تصویر ۷). حفر کردن از حیاط مرکزی آغاز می شود و پس از تیز کردن لبه های آن، دهانه درها و پنجره ها برای اتاق تراشیده می شوند. اتاق ها (اگر مقاومت خاک اجازه دهد) در سطح پایین، بلند و باریک و در سطح بالایی کوچکتر هستند. سقف ها معمولاً طاقی شکل هستند، تا بارهای خاک بالای آن را تحمل کنند و نیاز روشنایی و تهویه روز را تأمین کنند. ابعاد معمول اتاق ها؛ ۵ متر عرض و ۸ تا ۱۰ متر طول با ارتفاع حدود ۳ متر برای اتاق های بزرگ، و ۳ تا ۴ متر عرض و ۴ تا ۵ متر طول با ارتفاع ۲.۵ متر برای اتاق های کوچک است. در ماتماتا پوشش خاک از سطح زمین تا سقف اتاق از ۶ تا ۷ متر است. چنین ضخامتی هر گونه پتانسیل برای نشت آب ناشی از بارندگی های احتمالی شدید را از بین می برد و به طور قابل توجهی باعث کاهش حرارت و میزان اتلاف حرارت به داخل و خارج ساختمان می شود (Golany, 1988).



تصویر ۷. خانه‌های زیرزمینی ماتاماتا، تونس، حیاط‌های مرکزی عمیق (Source: Talib, 1984, 46)

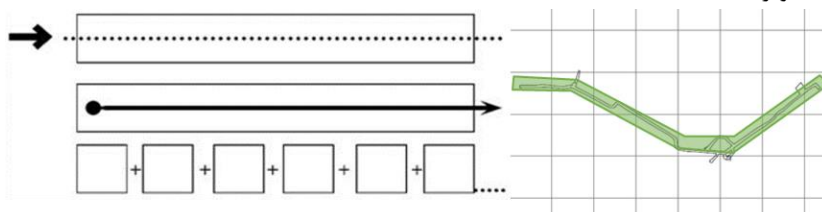
تعداد اتاق‌های اطراف حیاط مرکزی بسته به نوع خانواده و نحوه زندگی و وضعیت اقتصادی آن‌ها متفاوت است، که ممکن است تعداد مشخصی از اتاق‌های ذخیره‌سازی و لوازم خانگی را تعیین کند. در هر مجموعه چند خانوار زندگی می‌کردند که اتاق‌ها بر اساس سلسله مراتب قومی و هر یک در محل مشخصی استقرار یافته‌اند. بزرگ این خانوار در اتاق سمت راست حیاط که سطحی حدود یک متر بالاتر از حیاط داشت (به نوعی نماد استقرار در قله کوه و زندگی پیشین در قلعه‌های مستقر در قله بوده است) استقرار می‌یافت و در سمت چپ، اتاق اصلی و ذخیره احداث می‌شد. در دو سمت دیگر حیاط بقیه خانواده‌ها استقرار می‌یافتند. سرانجام نیز آشپزخانه و انبارها قرار می‌گرفتند (Libaud, 1986, 121). همچنین اتاق‌های انبار غذا وجود دارد که اتاق‌های بلندی است که در ارتفاع ۲.۵ تا ۴ متر از زمین حیاط مرکزی کاوش شده و عرض آن‌ها از ۲ تا ۲.۵ متر است. هر اتاق دارای یک دهانه فوقانی در سقف (از سطح زمین تا سطح) است (تصویر ۸). معمولاً برای جمع‌آوری آب باران در وسط حیاط مرکزی مخزن وجود دارد. مصالح ساختمانی موجود در محیط سنگ و گچ است و از آن‌ها برای پوشش نهایی دیوارهای داخلی و برخی از مبلمان ثابت (تخت و کابینت‌های ذخیره‌سازی) استفاده می‌شود. از چوب درختان زیتون که به وفور کاشته می‌شوند، برای درها و همچنین سقف اتاق‌ها و تونل ورودی قنات‌ها استفاده می‌شود (Saker, 2004, 290).



تصویر ۸. پلان و برش یک واحد مسکونی در ماتاماتا، تونس (Source: Libaud, 1986, 121)

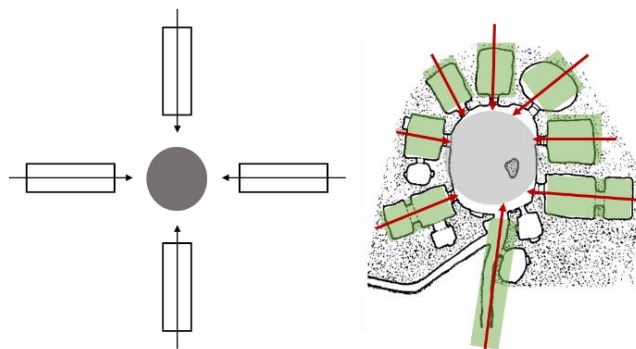
۱- سازماندهی فرم و فضا

در سازماندهی فرم و فضای استفاده شده در دو شهر زیرزمینی در دو منطقه متفاوت جغرافیایی تفاوت‌هایی دیده می‌شود. این افتراق را تا حدودی می‌توان به تفاوت در نوع بافت، ساختار زمین‌شناسی دو منطقه، زمان ساخت و نوع کاربری و نیاز منطقه نسبت داد. سازماندهی فضایی در فرم شهر زیرزمینی اوئی با توجه به عملکرد آن به صورت خطی می‌باشد. فضاهای آن در امتداد محور طولی در قالب یک ردیف به صورت متوالی و تکرار شونده قرار گرفته‌اند. در این فرم خطی رشته‌ای از واحدهای آرایش یافته به وسیله یک مسیر حرکتی مجزا و مشخص سازماندهی می‌گردد. گردش حرکتی در این فرم منطبق بر محور اصلی بنا بوده و از الگوی خطی پیروی کرده و در راستای طول خود رشته‌ای از فضاها را که از لحاظ اندازه و عملکرد متمایز هستند؛ ساماندهی کرده است (تصویر ۹).



تصویر ۹. سازماندهی فرم و فضا شهر زیرزمینی اوئی (مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۹)

بر خلاف شهر زیرزمینی اوئی، سازماندهی فضایی در فرم شهر زیرزمینی ماتاماتا و با توجه به اقلیم بسیار گرم و خشک این منطقه، به صورت مرکزی می‌باشد. فضاهای آن حول محور مرکزی که همان حیاط اصلی است، به صورت متوالی و تکرار شونده قرار گرفته‌اند. گردش حرکتی در این فرم منطبق بر حیاط مرکزی اصلی بوده و از الگوی مرکزی پیروی کرده و حول محور خود فضاها را که از لحاظ اندازه و عملکرد متمایز هستند؛ ساماندهی کرده است (تصویر ۱۰).



تصویر ۱۰. سازماندهی فرم و فضا شهر زیرزمینی ماتاماتا (مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۹)

۱- ارتباطات و سیرکولاسیون

در شهر زیرزمینی اوئی، ارتباط مجموعه و بافت این معماری به سایر نقاط معمولاً تحت تأثیر اتفاقات تاریخی و حملات متعدد و نوع عملکرد نظامی و امنیتی به صورت تو در تو با راهروهای زاویه‌دار و تونل‌های عمودی و افقی پیچ در پیچ همراه با چاه‌های انحرافی و تله‌های فیزیکی، و به صورت خطی است. در حالیکه در شهر زیرزمینی ماتاماتا این ارتباط علاوه بر چیدمان فضاها و سازماندهی فرم و فضا تحت تأثیر میزان نیاز به عملکرد مسکونی آن و به صورت مرکزی است. در اوئی مکان‌یابی به گونه‌ای صورت می‌پذیرفته که تا حد امکان تعداد دسترسی‌ها به مجموعه محدود باشد تا از لحاظ امنیتی قابلیت دفاع بیشتری داشته باشد اما در ماتاماتا مکان‌یابی به گونه‌ای صورت می‌پذیرفته که جذب تابش را به حداقل برسانند و از سایه به اشکال مختلف استفاده شده است.

۴- ورودی و تناسب داخلی

در هر دو شهر زیرزمینی انتخاب اندازه فضاها و ورودی‌ها بر اساس اندازه بدن انسان و به شکل قوسی بوده و این دو شهر با اشراف نسبت به ابعاد انسانی ساخته شده‌اند. در شهر زیرزمینی اوئی، غیر از ورودی اصلی، ارتفاع تمام قسمت‌ها و اتاق‌ها متناسب با قد طبیعی یک انسان و حدود ۱۸۰ سانتیمتر و با ابعاد مختلف برای اسکان موقت حفاری شده است. در این شهر موضوع تدافعی و پناهگاه بودن این نوع معماری که در دل زمین ایجاد شده، تأثیر فراوانی بر کیفیت ورودی‌های آن گذاشته است؛ به همین دلیل دسترسی به این فضاها نمی‌بایست به شکل معمول صورت پذیرد. راه‌های ورود به داخل نیز در محل‌های پر رفت و آمد شهر مانند بازار، مساجد، قنات‌ها، باغ‌ها، منازل و هر جایی که در زمان حمله دشمن امکان دسترسی آسان ساکنین را در عین رعایت اصول دفاع فراهم می‌کرده، ایجاد شده است. ورودی‌های در نظر گرفته شده به صورت هنرمندانه‌ای پس از عبور از آن پوشیده می‌شدند به گونه‌ای که هیچ اثری از آن‌ها به چشم نخورد. ساکنان شهر برای ورود به این مجموعه بعد از گذر از یک تونل تنگ و باریک که در امتداد یک چاه قرار داشته، به فضای باز وسیعی می‌رسیدند که شامل اتاق‌های تو در تو و سایر فضاهای مورد نیاز بوده است (تصویر ۱).

خروجی‌های مختلف شهر زیرزمینی تا حصار بیرون شهر و حتی شهر تاریخی و تالار نیاسر راه دارد. همچنین راه‌های خروج دیگری به بیرون شهر نوش‌آباد از زیرزمین مشاهده شده که به چاه‌های داخل قلعه‌های اطراف شهر مرتبط می‌باشد تا در صورت محاصره شهر، ارتباط شهر زیرزمینی با خارج قطع نشده و امکان تأمین نیازهای ضروری میسر باشد.



تصویر ۱۱. ورودی و تناسب داخلی شهر زیرزمینی اوئی (مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۹)

از سویی دیگر در شهر زیرزمینی ماتاماتا ورودی خانه بالاتر از سطح زمین است. برای اطمینان از ایمنی و حفاظت از بنا، ورودی تقویت شده و از طریق یک تونل حفاری شده به سمت پایین حیاط مرکزی متمایل می‌شود. تونل زیرزمینی از نظر ارتفاع درجه‌بندی می‌شود و جهت حفاظت بیشتر، قسمت آخر تونل تغییر جهت می‌دهد و در ورودی منحنی دیگری نیز وجود دارد (تصویر ۱۲). بعد از این ورودی منحنی، یک اتاق ذخیره‌سازی برای ذخیره‌سازی ابزارهای کشاورزی و گاهی اوقات برای پناه دادن به گوسفندان و بزها وجود دارد.



تصویر ۱۲. ورودی و تناسب داخلی شهر زیرزمینی ماتاماتا (Source: Toumi, Demazier and Rejeb, 2019)

۵- گونه و عملکرد معماری

با توجه به پیشینه تاریخی محدوده مورد مطالعه و چیدمان فضاها، معماری به کار رفته در آثار این دو دستکند از لحاظ چگونگی قرار گیری در بستر، در گونه شهرهای زیرزمینی و از نوع دستکندهای عمودی تقسیم‌بندی می‌گردد با این تفاوت که شهر زیرزمینی اوئی فاقد نمود خارجی در سطح زمین است و ارتباط آن با فضای بیرونی کم و به اندازه یک راه ورودی است در حالی که ارتباط شهر زیرزمینی ماتاماتا با فضای بیرونی بیشتر، و غالب ارتباطات از طریق حیاط مرکزی بیرونی شکل می‌گیرد. اما به لحاظ عملکرد، شهر زیرزمینی اوئی عملکردی امنیتی - نظامی، و شهر زیرزمینی ماتاماتا عملکردی مسکونی داشته است.

۶- اقلیم و سازه

با توجه به مطالعات صورت گرفته، هر دو شهر در اقلیم گرم و خشک ساخته شده‌اند و به عنوان مکان مناسبی برای فرار از گرمای سخت و طاقت‌فرسای تابستان کویر توسط ساکنان هر دو شهر استفاده می‌شده است که این موضوع در مورد شهر ماتاماتا به دلیل عملکرد متفاوت آن نسبت به اوئی پررنگ‌تر است. از سویی دیگر یکپارچگی ذاتی هر دو شهر و نبود مفصل بین عناصر ساختاری آن صلبیت مناسبی را برای این بناها ایجاد نموده که سبب می‌شود این حفره‌ها در زیرزمین به عنوان بنا در مقابل نیروهای لرزه‌ای، رفتاری یکپارچه به همراه بستر خود، از خود نشان دهد که این امر مهم سبب استحکام بالای این بناها شده است. از طرف دیگر سازندگان هر دو شهر با دانش و شناخت مناسبی که از نوع و جنس بستر، مصالح و منابع در دسترس و رفتار سنگ بستر حفر این بناها داشته‌اند، هیچگاه اقدام به حفاری با دهانه‌های زیاد نمی‌کرده‌اند که این خود دلیلی بر استحکام و ماندگاری هر دو بنا دارد.

تحلیل یافته‌ها

با توجه به آنچه گفته شد، جدول شماره ۲ و ۳ به مطالعه تطبیقی - مقایسه‌ای دو شهر زیر زمینی اوئی در نوش آباد و ماتاماتا در تونس می‌پردازد. در جدول ۲ نقشه‌ها، تصاویر و وجه افتراق اصول طراحی و شکل‌گیری، و در جدول ۳ وجه اشتراک اصول طراحی و شکل‌گیری این دو شهر آورده شده است.

جدول ۲. نقشه‌ها و تصاویر و وجه افتراق اصول طراحی و شکل‌گیری دو شهر زیرزمینی اوئی و ماتاماتا (مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۹)

اصول طراحی	اوئی	ماتاماتا
پلان		
برش		
تصویر		
موقعیت	کاشان، اصفهان، ایران	تونس، آفریقا
چیدمان فضاها	- ۳ طبقه (طبقه اول در عمق ۴ متری و طبقه سوم در عمق ۱۸ متری از سطح زمین) - اتاق‌های تو در تو با راهروهای زاویه‌دار (جهت از بین بردن دید مستقیم) - گنجایش اتاق‌های ۱۰ نفری جهت جلوگیری از اجتماعات مردم - پراکندگی تونل‌های عمودی و افقی پیچ در پیچ - طاق‌های قوسی شکل	- ساخت حیاط مرکزی نیم‌دایره با ۵ تا ۱۰ متر قطر و گنجایش ۱۰۰ نفری - ارتفاع زیاد حیاط و عمق ۱۰ متری جهت سایه اندازی مطلوب تابستان - ارتفاع حیاط و سطح زمین با تونل‌های شیب‌دار - طاق قوسی شکل جهت تحمل بار و برطرف کردن نیاز روشنایی - رنگ خارجی بنا سفید، جهت جذب انرژی تابشی کمتر

- استقرارگیری انواع اتاق‌ها و جانمایی بر اساس سلسله مراتب قومی - پوشش خاک ۶ تا ۷ متری از سطح زمین تا سقف جهت از بین بردن نشت آب و کاهش اتلاف حرارت - ایجاد مخزن جهت جمع‌آوری آب باران - سنگ و گچ در پوشش نهایی دیوار - ایجاد مخزن در وسط حیاط مرکزی برای جمع‌آوری آب باران	- استتار، اختفا و پوشش در ایجاد ورودی‌های شهر - ایجاد چاه‌های انحرافی و تله‌های فیزیکی در جهت فریب، موانع دفاعی و سلب آزادی و ابتکار عمل از دشمن - ایجاد شبکه تهویه شامل کانال‌ها و چاه‌ها - روشنایی به وسیله پیه‌سوز - تأمین آب مصرفی به وسیله پایاب	
مرکزی 	خطی 	سازماندهی فرم و فضا
مسکونی	امنیتی - نظامی	عملکرد
مرتبط با سطح زمین از طریق حیاط مرکزی	فاقد نمود خارجی	ارتباط با زمین
بالتر از سطح کف حیاط	روی سطح زمین	ورودی
مرکزی و تحت تأثیر چیدمان فضاها و عملکرد	خطی و تحت تأثیر چیدمان فضاها و عملکرد	سیرکولاسیون

جدول ۳. وجه اشتراک اصول طراحی و شکل‌گیری دو شهر زیرزمینی اوئی و ماتاماتا (مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۹)

اصول طراحی	اوئی	ماتاماتا
اقلیم	گرم و خشک	گرم و خشک
منفرد یا مجموعه	مجموعه	مجموعه
بستر	رسوبی	رسوبی
گونه	شهر زیرزمینی عمودی	شهر زیرزمینی عمودی
تناسبات	متناسب با قد طبیعی انسان	متناسب با قد طبیعی انسان
سازه	مستحکم با عمر و ماندگاری بالا	مستحکم با عمر و ماندگاری بالا

نتیجه‌گیری

مطالعات نشان می‌دهد، از قرن‌های دور در کشورهای مختلف و با جغرافیای متفاوت، سکونتگاه‌های زیرزمینی وجود داشته که با دست، کنده شده و به عنوان پناهگاه و یا محلی برای سکونت مورد استفاده قرار می‌گرفته است. این شهرها به شکل‌های گوناگونی ساخته می‌شدند، یا در بیرون از شهرها و در دل تپه‌های طبیعی یا در زیر شهرهای مسکونی. در این زیستگاه‌ها عوامل کالبدی محیط زیست انسان از بین عوامل کاملاً طبیعی انتخاب شده است و تلفیق عجیبی بین کالبد مسکونی و رفتار انسان آمده و در واقع هر دو در هم تأثیر گذاشته‌اند. به این معنی که انسان با توجه به نیاز خود، طبیعت را مهار و در آن رسوخ کرده و از سوی دیگر، طبیعت رفتار او را تحت تأثیر خود قرار داده است و تکامل این ترکیب در دگرگونی هر دو موثر بوده است.

بررسی‌های تاریخی انجام شده نشان از آن دارند که نوش‌آباد مکرراً مورد تاخت و تاز مهاجمان قرار داشته است و اهالی چاره‌ای جز مقاومت و یافتن راه‌هایی برای حفظ جان‌شان نداشته‌اند. فقدان عناصر طبیعی دفاعی و به‌ویژه مجهز شدن شهر کاشان از دوره سلجوقی به عناصر دفاعی و روی آوردن مهاجمان مایوس از غارت کاشان به روستاهای نزدیک شهر، اهالی نوش‌آباد را به ایجاد چنین پناهگاه‌هایی تشویق کرد. وجود تله‌ها و دام‌ها و نیز موانع گوناگون در این فضاها گواه بر این مدعا است. از سویی دیگر، در ماتاماتا با توجه به گرمای شدید هوا و قرارگیری در اقلیم گرم و خشک، نیاز ساکنان به محلی برای سکونت بیشتر از مکانی برای امنیت بوده است، بنابراین آن‌ها از تکنیک سرمایش زمین در جهت تعدیل گرمای نامطلوب تابستان استفاده کردند. این شیوه یکی از تکنیک‌های بسیار کارای سرمایش ایستاست. با این شیوه می‌توان از مزایای بسیار در داخل زمین بودن استفاده نمود و مصرف انرژی را به حداقل رساند.

بر اساس مطالعات و بررسی‌های تطبیقی - مقایسه‌ای انجام شده در پژوهش حاضر، آشکار شد که در اصول طراحی و شکل‌گیری این دو شهر زیرزمینی، شاخصه‌های مشترک و وجه تمایزی وجود دارد که با دقت در جدول شماره ۲ و ۳ می‌توان به اثبات فرضیه دوم دست یافت. با توجه به این شاخصه‌ها می‌توان به این نتیجه رسید که سازماندهی فرم و فضا، ورودی و تناسبات، سازه، ارتباطات و سیرکولاسیون و گونه معماری این دو فضا تحت تأثیر چیدمان فضاها و همگی تحت تأثیر عملکرد و اقلیم بوده‌اند. از سویی دیگر رویکرد طراحی معماری ساکنین هر دو شهر در جهت حل مسئله بوده است. این دو شهر که در دو منطقه جغرافیایی متفاوتی قرار دارند با توجه به نیازها و شرایط زمان خود و بدون استفاده از هر گونه دانش و امکاناتی اقدام به ساخت شهرهایی با حداکثر الهام و احترام به طبیعت کرده‌اند. به طوری‌که فرم شکل‌گیری این شهرها تابع عملکردی است که در آن زمان داشته است. بدین معنا که اصول طراحی و معماری شهر زیرزمینی اوئی و ماتاماتا بر اساس عملکرد و نیاز متفاوت، اتفاقات تاریخی و شرایط محیط طبیعی شکل گرفته‌اند.

منابع و مأخذ

- ۱- آزاد، میترا و سلطانی محمدی، مهدی. (۱۳۹۷). تحلیل مقایسه‌ای یک فرم خاص در معماری دستکند مذهبی (منطقه مرکزی ایران شهرستان نائین و سه اثر در شمال غرب). پژوهش‌های باستان‌شناسی ایران، دوره ۸ (۱۶)، ۲۰۳-۲۲۲.
- ۲- اشرفی، مهناز. (۱۳۹۰). پژوهشی در گونه‌شناسی معماری دستکند. نامه معماری و شهرسازی، (۷)، ۲۵-۴۷.
- ۳- اشرفی، مهناز؛ حقیقت نائینی، غلامرضا و دیگران. (۱۳۸۹). پرونده مقدماتی سریالی ثبت جهانی آثار دستکند ایران. سازمان میراث فرهنگی و گردشگری میمند.
- ۴- بیرانوند، مسلم. (۱۳۹۲). بررسی و ارزیابی میراث کهن شهرسازی ایران؛ با تأکید بر ضرورت بازشناسی سکونتگاه‌های زیرزمینی ایران. پژوهش و برنامه‌ریزی شهری، سال چهارم (۱۲)، ۶۳-۷۸.
- ۵- حسن ابن محمد ابن حسن قمی. (۱۳۶۱). تاریخ قم. ترجمه علی ابن حسن ابن عبدالملک قمی. تصحیح جلال الدین تهرانی. تهران: مطبعه مجلس، بی تا.
- ۶- خاکسار، علی. (۱۳۸۷). کاوش‌های باستان‌شناختی سامن - ملایر، شهر پنهان. سازمان میراث فرهنگی، صنایع دستی و گردشگری استان همدان. درخشانی، جهان‌شاه. (۱۳۸۳). مصاحبه، تهران.
- ۷- سادات بیدگلی، محمود و ساروخانی، زهرا. (۱۳۸۷). بررسی علل تاریخی - اقلیمی ایجاد اوئی‌ها در منطقه کاشان، گنجینه اسناد، (۷۱)، ۲۵-۳۶.
- ۸- ساروخانی، زهرا. (۱۳۸۳). کاوش در اوئی شهر نوش‌آباد. گزارش فصل اول، سازمان میراث فرهنگی کشور. سازمان میراث فرهنگی و گردشگری استان اصفهان. (۱۳۹۹).
- ۹- کارمودی، جان و استرلینگ، موندری. (۱۳۸۸). طراحی فضاهای زیرزمینی، ترجمه وحید رضا ابراهیمی. چاپ اول. تهران: مرن‌دیز.
- ۱۰- منگلی، محمد؛ ابویی، رضا و مهدی زاده سراج، فاطمه. (۱۳۹۶). بازشناسی ویژگی‌های منحصر به فرد ساخت سکونتگاه‌های روستایی دستکند ایران (نمونه موردی: مجموعه میراث جهانی روستای میمند، شهر بابک، استان کرمان). مطالعات برنامه‌ریزی سکونتگاه‌های انسانی، دوره ۱۲ (۴)، ۷۸۵-۸۰۲.
- ۱۱- مولائی، اصغر. (۱۳۹۷). مطالعه قابلیت‌های شهرسازی زیرزمینی در ارتقای ایمنی شهر با رویکرد پدافند غیر عامل. شهر ایمن، دوره ۱ (۴).
- ۱۲- وفايي، مهدی و هاشمی فشارکی، سید جواد. (۱۳۹۱). بررسی تدابیر دفاع غیرعامل در شهر زیرزمینی اوئی (مطالعه موردی شهر باستانی نوش‌آباد کاشان). پدافند غیرعامل، سال سوم (۲)، ۲۲-۱۱.
- 13-Bloch, O. & Wartburg, W. V. (1989). Dictionnaire Etymologique de la langue française, Presses universitaires de France, 8 Edition.
- 14- Deffontaines, P. (1972). L home et sa maison, Ed. Gallimard.
- 15- Geographic Center of defense ministry. (2019). Geographic encyclopedia of Kashan province villages, Noosh Abad city. First edition, Tehran, Iran. (In Persian).
- 16- Golany, G. (1988). Earth-Sheltered Dwellings in Tunisia: Ancient Lessons for Modem Design. University of Delaware Press, Newark, New Jersey.
- 17- Kempe, D. (1988). Living Underground, a History of Cave and Cliff Dwelling. London.
- 18- Lanier, R. (1971). Geotecture. University of Notre Dame.
- 19-Libaud, G. (1986). Symbolique de l'espace et l'habitat chez les Beni-Aissa. Paris, Editions du centre national de la recherche scientifique.
- 20- Rewerski, J. (1999). L'art des troglodytes. Paris, Arthaud.
- 21-Saker, M. M. (2004). Learning lessons from Matmata. Sustainable Architecture and Urban Development, The Prince`s School of Traditionals Arts, Egypt, 283-296.
- 22- Stojic, J & Stankovic, D.(2009). Bioclimatic Underground Architecture: Development and Principles. Facta Universitatis, Architecture and Civil Engineering, Vol 7, 135-144.
- 23-Talib, K. (1984). Shelter in Saudi Arabia, Londen and New York: academy/ St Martin,s Press. New York.
- 24-Terrin, j. j. (2008). Le monde Souterrain, Ed. Hazan, Paris.
- 25-Toumi, L. (2016). Photos taken during the visit of the south-east of Tunisia -Southern Visit. ISA Chott M ariem -Research Unit of Horticulture, Landscape and Environment.

26- Toumi, L; Demaziere, C & Rejeb, H. (2019). Diagnostic study of Troglodytic Landscapes in the zone of the Ancient Matmata in the South East of Tonisia, international journal of Advanced Engineering Research and Science, vol 6, Issue 6.Issn:2349-6495(p), 2456-1908(o), 267