

بازخوانی هندسه عناصر کالبدی یخچال‌های کرمان

نوشین نظریه* - نیما ولی بیگ** - شهریار ناسخیان***

تاریخ دریافت: ۹۴/۱۰/۰۵

تاریخ پذیرش نهایی: ۹۵/۰۲/۲۵

چکیده

ساکنین مناطق گرم‌وخشک در تقابل با تابستان‌های سوزان به راه‌حلی رسیدند تا نوشیدن آب سرد و گوارا و نیز استفاده از یخ برای نگهداشت طولانی مواد غذایی را ممکن ساخت. این راه‌حل یخچال بود که با بهره‌گیری از دمای پایین در آستانه یخبندان شب‌های زمستانی، یخ می‌ساخت. ابعاد، اندازه، جهت و محل قرارگیری اجزای یخچال‌ها بر روی فرم نهایی آن‌ها به‌طور مستقیم تأثیرگذار است. در شهرهای مختلف، شکل‌های متفاوتی از یخچال‌ها وجود دارد. این تفاوت به‌دلیل فرم و هندسه عناصر و اجزاء آن‌ها است. با بررسی‌های انجام‌شده بر روی فرم و هندسه اجزای یخچال‌ها می‌توان علاوه بر شناخت جامع‌تر آن‌ها، گامی مؤثر در حفظ این دستاورد ایرانیان برداشت. همچنین با این پژوهش توانمندی معمار ایرانی در آشنایی با رموز هندسی به‌کاررفته در عناصر معماری آشکار خواهد شد. این مقاله باهدف بازخوانی ویژگی هندسی (پلان و نما) عناصر یخچال‌ها سعی دارد تا تأثیر آن‌ها بر فرم نهایی یخچال‌های کرمان را مورد تحلیل قرار دهد. پژوهشگران تا به حال بیشتر بر روی جنبه شناخت یخچال‌ها و نحوه یخ‌سازی در آن‌ها تحقیق کرده‌اند. در این مقاله برای اولین بار به جایگاه هندسه اجزاء یخچال در شکل‌گیری فرم نهایی آن‌ها پرداخته شده است. در پژوهش حاضر از روش تحقیق تحلیلی - توصیفی استفاده شده است. روش داده‌اندوزی ترکیبی از کتابخانه‌ای و میدانی می‌باشد. پس از برداشت تک‌به‌تک یخچال‌های موجود استان کرمان و پیاده‌سازی نما، پلان و مقاطع آن‌ها به تحلیل تطبیقی ویژگی هندسی آن‌ها پرداخته و عوامل تأثیرگذار بر ویژگی آن‌ها شناسایی شد. با بررسی‌های انجام‌شده آشکار شد شکل دیوار سایه‌انداز متأثر از ایستایی، عوامل جغرافیایی و محل قرار گرفتن گنبد در پلان می‌باشد. چینش گنبد و دیوار سایه‌انداز براساس زاویه تابش خورشید منطقه صورت گرفته است که این چینش خود بر محل قرارگیری ورودی‌ها اثرگذار است. نوع اتصال دیوار سایه‌انداز به گنبد با توجه به محل قرارگیری اجزاء فرعی در پلان یخچال‌ها متفاوت بوده است.

واژگان کلیدی: یخچال‌های کرمان، هندسه در معماری، عناصر سازنده یخچال‌ها، یخچال‌های سنتی.

* دانشجوی دکتری مرمت و احیا بناهای تاریخی، دانشکده حفاظت و مرمت، دانشگاه هنر اصفهان، اصفهان، ایران.

** استادیار گروه مرمت بنا، دانشکده حفاظت و مرمت، دانشگاه هنر اصفهان، اصفهان، ایران.

*** استادیار گروه مرمت بنا، دانشکده حفاظت و مرمت، دانشگاه هنر اصفهان، اصفهان، ایران (نویسنده مسئول).

مقدمه

به‌کارگیری عوامل اقلیمی جهت ایجاد حرارت و برودت موردنیاز، جزء اصول اولیه معماری سنتی بوده است. همان‌گونه که از تابش آفتاب و مصالح ساختمانی جهت تأمین و ذخیره نمودن حرارت استفاده می‌شد؛ سرمای زمستان، دمای بسیار پایین هوا در شب هنگام و عایق بودن نسبی عمق زمین نیز به‌منظور ایجاد برودت و ذخیره آن مورد استفاده قرار می‌گرفته است (Ghobadian, 2006, p. 318). پدیده‌ای که به‌عنوان مکمل آب‌انبارها، برای تهیه آب گوارا، از گذشته در زندگی مردم مورد استفاده قرار می‌گرفت، یخچال‌ها بودند. بنیان‌گذاران این پدیده با نبوغ خود و به‌کارگیری عناصر ساده معماری، مجموعه‌ای از یخچال‌ها را در حاشیه روستاها و شهرها پدید آورده‌اند (Dehqani, 2010). هندسه عناصر کالبدی به‌عنوان یک عامل تأثیرگذار در ساختار شکلی و فرمی یخچال‌ها بوده است. ارائه راهکارهای درمانی بیش از هر کاری نیاز به شناخت صحیح و جامع از بنا دارد. متأسفانه امروزه یخچال‌ها به‌دلیل نبود پژوهش‌های جامع و معرفی صحیح، به عنصری گمشده در فضای شهری تبدیل شده‌اند. این پژوهش باعث می‌شود بخشی از فناوری مرتبط با زندگی گذشته مردم ایران بازتعریف شود و امکان استفاده مجدد از آن فناوری را فراهم کند. می‌توان با بررسی گونه‌شناسی یخچال با توجه به تأثیر عامل هندسه در ساخت آن‌ها در منطقه کرمان، گام مؤثری در محافظت صحیح این ابنیه و به احیا بخشی از معماری سنتی این عنصر معماری که در طراحی فضاهای شهری به دست فراموشی سپرده شده و کمتر شناخته شده است، برداشت. در این راستا سعی شده است تا عوامل تأثیرگذار بر هندسه پلان، اتصال و جهت دیوار سایه‌انداز و تأثیر هندسه گنبد (پلان و ابعاد) بر فرم گنبد (هندسه نما) و وردی‌های یخچال مورد بررسی قرار گیرد. این پژوهش با برداشت نمونه‌ها و مدل کردن آن‌ها در نرم‌افزار ترسیمی به تحلیل و مقایسه آن‌ها خواهد پرداخت.

۱. ادبیات تحقیق

یکی از اثرگذارترین ویژگی‌های شناخت آثار تاریخی، پژوهش در هندسه و اشکال و دیگری هم، چگونگی درانداختن این اشکال بر مصالح است (Shamaie & Pour Ahmad, 2005, p. 73). آگاهی از الگوهای هندسی می‌تواند به شناخت بیشتر از معماری کمک برساند (Tehrani, 1993, p. 15). باید میان آنچه از دانش هندسه در ذهن معمار شکل می‌گیرد (هندسه نظری) و آنچه باید بر مصالح پیاده کرد (هندسه عملی)، هماهنگی پدید آورد (علم حیل). به گفته دیگر، باید این رشته گسسته را بار دیگر پیوند زد (Pirmia, 1995, p. 76). عنصر اساسی و دست‌مایه بنیادین هنر و هنر مهندسی از جمله آن هنر مهندسی معماری، هندسه است. در نگاه فنی و تکنیکی به آثار معماری ایرانی می‌توان تعامل میان اقلیم، هندسه، دانش مهندسی و زیبایی‌های هنری را مشاهده نمود (Silvanieh et al., 2013, p. 56).

پژوهشگران زیادی به موضوع یخچال‌های تاریخی پرداخته‌اند. در این میان بخشی از آن‌ها یخچال‌ها را با دید تاریخی مورد بررسی قرار داده‌اند (Mokhlesi, 1996; Bahadori Nejad & Dehqani, 2011; Richards, 2001; Smith & Charden, 1990; Poulak, 1976). از پیشینه تاریخی یخ‌سازها تا دوره صفویه، اطلاعات دقیقی در دست نیست هرچند در متون قدیمی و تاریخی و حتی اشعار قبل از دوره صفوی استفاده از یخ به‌وفور دیده می‌شود اما از نحوه تولید آن سخنی به میان نیامده است. یخچال متشکل از دو کلمه یخ و چال، در واقع جایی است که یخ در آن درون چاهی نگهداری می‌شود (Hourkard & Pierberto, 1996). عملکرد و کاربرد یخچال و زمان استفاده از آن نیز مورد بحث دسته دیگری از این پژوهشگران بوده است (Dehqani, 2010; Shahri, 1991). همچنین اجزای تشکیل‌دهنده یخچال‌ها به شکل کلی در برخی از منابع توصیف شده است (Asqari Mogaddam, 2002). چگونگی ساخت و عرضه یخ عاملی است که بیشتر در منابع متفرقه آمده است. چگونگی تولید یخ بر مناطق مختلف کویری به شیوه یکسان ضرورت می‌پذیرفت. شب‌هایی از فصل زمستان که برودت هوا به صفر درجه سانتی‌گراد یا بیشتر می‌رسد، آب از طریق جوی و کانال‌هایی به یخ‌بند مجاور جبهه شمالی دیوار سایه‌انداز، هدایت می‌شد. میزان در نظر گرفتن عمق آب جهت تولید بیشتر یخ به سردی هوا بستگی داشت بدین‌گونه در شب‌هایی که هوا به‌اندازه کافی سرد و آسمان به‌دور از هرگونه ابر بود، می‌توانستند عمق آب بیشتری را به‌منظور تولید یخ به محل استخر هدایت نمایند و در غیر این صورت عمق آب را کمتر می‌گرفتند تا اطمینان از یخ‌زدگی حاصل شود (Zareei & Zarjabad, 2007). بعد از آبیگری استخرها و شروع یخبندان، وقتی که قشری حدود چند سانتی‌متر از یخ روی آب ایجاد می‌شد، در یکی از روزهای سرد و در برخی نواحی در شب‌ها با ابزار نیزه‌مانند که سر آن فلزی و دسته آن چوبی بود، روی سطح یخ می‌رفتند و یخ را سوراخ می‌کردند تا آب منجمد نشود و پایین یخ، روی یخ قرار گیرد تا منجمد شود (Mousavi, 2005). هنگامی که هوا رو به گرمی می‌رفت و ضرورت استفاده از یخ احساس می‌شد، یخچال‌بان با یخ‌کش‌ها و چنگک‌های آهنی، توده‌های یخ را از گودال بیرون کشیده و به پای ترازوی بزرگی که هر کفه آن به لنگه دری شباهت داشت و به‌وسیله چهار رشته زنجیر، به سقف اتاقک مجاور آویزان بودند، می‌آورد. در این اتاقک‌ها را که در قسمت خروجی یخچال قرار داشت، فقط صبح‌ها یا هنگام غروب باز می‌کردند و به تدریج یخ‌ها را شکسته و جهت فروش به بازار می‌بردند. این یخ‌سازها در تمام فصول سال دارای یخ بودند (Alaee et al., 2015). بیشترین پژوهش در ارتباط با یخچال‌ها به وصف کلی یک یخچال در ساختار یک شهر یا یک بافت تاریخی بازمی‌گردد (Pouya, 1993; Dehqan, 2011; Mehrjerdi, 2011; Janeb-ellahi, 2006).

اکثر نظریه پردازان، معماری را برگرفته از عامل هندسه می‌دانند و بیان می‌نمایند که اجزای معماری یک بنا بر پایه هندسه خود به وجود آمده و در جای خود قرار گرفته است. بر این اساس می‌توان عنوان کرد که عناصر سازنده یخچال‌ها نیز دارای هندسه (پلان و نما) مختص به خود بوده است. پژوهش‌هایی که تاکنون بر روی یخچال‌ها صورت گرفته است را می‌توان در چند دسته تقسیم کرد: پژوهش‌هایی که بخش‌هایی از اجزاء را توصیف کرده‌اند و دسته‌ای دیگر که کالبد کلی و فرم را تحلیل کردند. بخشی مطالعات جغرافیایی و تاریخی انجام داده‌اند؛ ولی بیشترین پژوهش‌ها به نمونه‌های مطالعاتی می‌پردازد. بنابراین با بررسی جامع کلیه پژوهش‌ها ضعف مطالعات را در ارتباط با هندسه پلان و نما اجزای یخچال‌ها که عامل به‌وجود آورنده فرم کلی یخچال‌ها می‌باشد را آشکار خواهد ساخت. بر این اساس سعی شده است در این مقاله به اثر هندسه اجزای یخچال‌های کرمان بر روی فرم کلی آن‌ها پرداخته شود.

۲. روش تحقیق

این پژوهش براساس روش تحلیلی-توصیفی صورت گرفته است. داده‌ها شامل دسته‌ای از اطلاعات است که بخشی از آن‌ها بر پایه مطالعات کتابخانه‌ای به دست آمده است. از آن میان می‌توان به مطالعات اسناد، کتاب‌ها و مقالات اشاره کرد. ولی بخش دیگر تلاش‌های نگارندگان مانند برداشت پلان و نمای یخچال‌ها بر پایه مطالعات میدانی می‌باشد. آنچه در این پژوهش مورد تحلیل قرار گرفت؛ یخچال‌های استان کرمان بوده که ۱۱ عدد آن‌ها موجود است. با بررسی‌های انجام شده نمایان شد که یخچال‌های کرمان از لحاظ شکلی به سه دسته کلی می‌باشند. در این پژوهش از بین یخچال‌های فوق، از هر دسته یک نمونه شاخص انتخاب شده است. نمونه‌های مورد مطالعه و بررسی شامل یخچال‌های ریگ‌آباد، گنج و مؤیدی می‌باشند. سپس نمونه‌های مورد بررسی تک‌به‌تک برداشت و پلان و نمای آن‌ها ترسیم شده و در نهایت مورد تحلیل قرار گرفتند. در فرآیند تحلیل، ویژگی هر یک از آن‌ها با یکدیگر مقایسه و تطبیق داده شده است. ساختار از لحاظ فرآیند، روشی کاربردی و از لحاظ تحلیل در پژوهش‌های کیفی قرار می‌گیرد.

۳. جغرافیای طبیعی و اقلیم کرمان

استان کرمان جزء اقلیم خشک بیابانی گرم محسوب شده است. آب‌وهوا و درجه حرارت یک ناحیه بستگی به خصوصیات جغرافیایی محلی دارد. شهر کرمان دارای آب و هوایی خشک می‌باشد. از مشخصات این‌گونه اقلیم، اختلاف شدید درجه حرارت در فصول سرد و گرم و حتی در شب و روز می‌باشد (Ganji, 2004). گرمای طولانی و شدید کرمان، تأثیر همه‌جانبه‌ای بر ساخت بناها گذارده است.

۴. یخچال

در بسیاری از سرزمین‌های گرمسیر ایران خزانه‌هایی همچون آب‌انبار ساخته شده که در آن یخ را برای روزهای گرم سال نگه می‌داشتند. یخچال‌ها و آب‌انبارها دو مهارت برتر ایرانیان می‌باشد (Jorgensen, 2012, p. 15). این یخچال‌ها دارای دیواری بلند در کنار خود بودند. به آن دیوار «سایه‌انداز» می‌گفتند. در سایه دیوار آبیگرهای کم‌ژرفایی بوده که به هنگام سرما آب انداخته و یخ بسته می‌شد. دیوار بلند از آب شدن یخ در روز جلوگیری می‌کرده است. برای آب‌اندازی آبیگرها در ماه‌های سرد زمستان در بامداد، آب را بر جوی‌های کنار آبیگر روان می‌ساختند و کارگران با بیل آب را به آبیگرها می‌پاشیدند. چون هوا سرد بود لایه نازکی از آب، یخ می‌بست. سپس روی آن دوباره آب می‌پاشیدند و این لایه کلفت‌تر می‌شد. این کار را به‌اندازه نیاز دنبال می‌کردند. سپس یخ‌ها را شکسته و تکه‌ها را در یخچال می‌انداختند تا یخ‌ها به هم نچسبیدند. سپس درگاه را به هم می‌آوردند و یخ را برای تابستان انبار می‌کردند (Rafie Sereshki et al., 2004, p. 447). ساختمان یخچال‌ها از پیچیدگی خاصی برخوردار نیست. اجزای اصلی یخچال شامل دیوار سایه‌انداز اصلی، دیوار سایه‌انداز فرعی، حوضچه‌های تولید یخ، ساختمان مخزن یخچال، انبار، اتاق یخچال‌بان و ورودی می‌باشد؛ اما همه این اجزاء در همه یخچال‌ها وجود ندارد و یا مانند هم نمی‌باشند (شکل ۱) (Papeli Yazdi & Labbaf Khaniki, 1999).

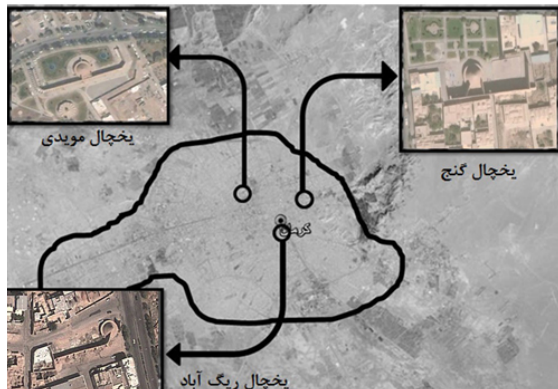
شکل ۱: اجزای یخچال محمودآباد کرمان



۵. معرفی و علل انتخاب نمونه‌های مورد مطالعه

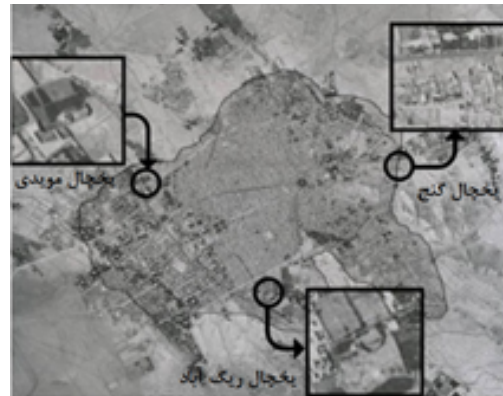
یخچال‌های مورد بررسی در این پژوهش شامل یخچال‌های ریگ‌آباد، گنج و مؤیدی می‌باشند (شکل ۲). این یخچال‌ها در گذشته و امروزه به دلایل مختلفی از اهمیت زیادی برخوردار می‌باشند؛ از جمله این که حجم یخ زیادی از یخ مورد نیاز مردم شهر را تأمین می‌کرده است. همچنین با توجه به وقف‌نامه‌های موجود تمامی درآمد این سه یخچال به‌جزء هزینه‌های خود یخچال و مزد کارگران، وقت مراسم امام حسین (ع) بوده است. به دلیل اهمیت و ارزش این سه یخچال، در حفظ و نگهداری از آن‌ها تلاش‌های بسیاری کرده‌اند به طوری که می‌توان گفت با گذشت زمان از آسیب و تخریب کمتری برخوردار بوده‌اند. ارزش این یخچال‌ها در حدی بوده است که مانند گنجی برای مردم آن زمان حساب می‌شده است به همین دلیل یکی از این یخچال‌ها را گنج می‌نامند. با توجه به تصاویر موجود از دهه‌های گذشته می‌توان گفت در مرمت‌های صورت گرفته در این یخچال‌ها تغییرات فرمی کمتری صورت گرفته است به همین دلیل می‌توان هندسه پلان و نمای آن‌ها را به صورت دقیق‌تری مورد بررسی قرارداد. علاوه بر این امروزه این یخچال‌ها در داخل شهر قرار گرفته‌اند (شکل ۳)؛ و جزء عناصر شهری محسوب می‌شوند به همین دلیل اهمیت بیشتری نسبت به سایر یخچال‌ها دارند.

شکل ۳: موقعیت قرارگیری یخچال‌های مورد مطالعه نسبت به شهر کرمان در سال ۱۳۹۴



(www. Googleearth.com)

شکل ۲: موقعیت قرارگیری یخچال‌های مورد مطالعه نسبت به شهر کرمان در سال ۱۳۳۵



(Armed Forces of the Islamic Republic of Iran)









۶. بررسی هندسه اجزای یخچال‌های کرمان

تمامی اجزاء یخچال‌ها در نما و پلان خود دارای یک سری ویژگی هندسی می‌باشند که خود متأثر از شرایط اقلیمی، تجربه معمار و اثر هندسه سایر عناصر بر آن‌ها می‌باشد که سعی شده است به بررسی برخی از این ویژگی‌های هندسی در یخچال‌های کرمان پرداخته شود.

۶-۱- بررسی پلان دیوار سایه‌انداز یخچال‌ها

دیوار سایه‌انداز یخچال‌ها متناسب با موقعیت قرارگیری گنبد، زاویه تابش آفتاب و دانش معمار متفاوت است. معماران برای ایستایی بیشتر دیوار سایه‌انداز، همچنین برای جلوگیری از تابش خورشید در زمان طلوع و غروب، بر سطح حوضچه‌های یخ‌بند، دیوارهای سایه‌انداز فرعی را در دو سمت دیوار سایه‌انداز اصلی احداث کرده‌اند که اتصال این دیوارها با دیوار اصلی براساس تجربه معمار به صورت منحنی و یا قائم درآمده است. علاوه بر این در برخی از یخچال‌ها دیوار سایه‌انداز فرعی نیز به صورت منحنی احداث شده است. از لحاظ گسستگی و پیوستگی، دیوارهای یخچال‌ها با یکدیگر متفاوت می‌باشند. در دیوارهای گسسته معمار برای ایستایی بیشتر دیوار سایه‌انداز، دیوارهای طویل را به دو بخش تقسیم نموده و با قرار دادن گنبد در بین دو دیوار به ایستایی بهتر دیوار کمک نموده است. یخچال‌های مورد بررسی در این پژوهش دارای دیوارهای سایه‌انداز طویلی بوده‌اند که معماران آن‌ها همان‌گونه که بیان شد برای جلوگیری از تابش آفتاب در زمان طلوع و غروب آفتاب دیوارهای سایه‌انداز فرعی را احداث کرده‌اند که می‌توان در سه یخچال ریگ‌آباد، گنج و مؤیدی آن‌ها را مشاهده نمود (جدول ۱) (دیوار سایه‌انداز سمت شرق در یخچال ریگ‌آباد که در عکس هوایی ۱۳۳۵ آن قابل‌رؤیت است، به دلیل خیابان‌کشی‌های سال‌های اخیر تخریب شده است). این یخچال‌ها تأمین‌کننده یخ بیشتر مناطق شهر کرمان بودند به همین دلیل کارگاه یخ‌سازی آن‌ها (دیوار سایه‌انداز و حوضچه تولید یخ) بزرگ و طویل بوده است.

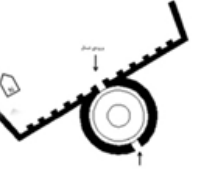


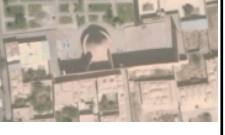



جدول ۱: بررسی دیوار سایه‌انداز یخچال‌های کرمان

الگوی کلی فرم یخچال‌های کرمان	عکس هوایی	پلان	فرم دیوار		گسستگی و پیوستگی		یخچال
			صاف	منحني	پیوسته	گسسته	
			*	*		*	ریگ‌آباد
			*			*	گنج
			*			*	مؤیدی

۶-۲- بررسی یخچال‌ها براساس چگونگی چینش دیوار و گنبد در ساختار کلی پلان

محل قرارگیری گنبد نسبت به دیوار سایه‌انداز در یخچال‌ها متفاوت است. در برخی از شهرها گنبد در شمال و در برخی در جنوب دیوار سایه‌انداز قرار دارد. محل قرارگیری گنبد باعث تفاوت در محل ورودی گنبد یخچال نیز می‌شود. گنبد یخچال‌های استان کرمان برخلاف سایر استان‌ها در شمال دیوار سایه‌انداز قرار گرفته است و دلیل این امر، زاویه تابش خورشید می‌باشد. در برخی از یخچال‌ها معمار برای کاهش تابش آفتاب و گرما، با ساخت گنبد در شمال دیوار سایه‌انداز، این دیوار را مانع تابش مستقیم خورشید بر سطح گنبد قرار داده است. محل قرارگیری گنبد در طول دیوار سایه‌انداز نیز متفاوت است. در برخی از یخچال‌ها گنبد در وسط و در برخی در یک سر یخچال قرار دارد. گنبد یخچال‌های کرمان در وسط دیوار سایه‌انداز قرار دارند. معمار با این چینش سعی داشته است که فضای اطراف ورودی‌ها را در سایه قرار داده و از نفوذ هوای گرم به داخل گنبد حتی‌المقدور جلوگیری شود. همان‌گونه که در جدول ۲ قابل‌مشاهده است این نوع چینش گنبد و دیوار، فرم کلی پلان یخچال‌های کرمان را با سایر شهرها (به‌طور مثال میبد) متفاوت نموده است.




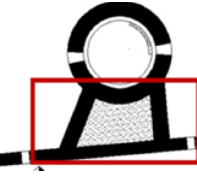


جدول ۲: بررسی محل گنبد در یخچال‌های کرمان

نمونه‌ای از یخچال سایر نقاط ایران (یخچال میبد یزد)	عکس هوایی	پلان	محل قرار گرفتن گنبد نسبت به دیوار سایه‌انداز		محل قرار گرفتن گنبد در طول دیوار سایه‌انداز		یخچال
			جنوب دیوار سایه‌انداز	شمال دیوار سایه‌انداز	یک سمت دیوار سایه‌انداز	وسط دیوار سایه‌انداز	
				*		*	ریگ‌آباد
				*		*	گنج
					*		مؤیدی

۶-۳- بررسی یخچال‌ها براساس نوع اتصال دیوار سایه‌انداز به گنبد

محل قرارگیری اجزای فرعی یخچال‌ها مانند اتاق نگهبان، اتاق یخچال‌بان، انبار و راهرو ورودی در پلان بر نحوه اتصال دیوار سایه‌انداز به گنبد و در نتیجه فرم سر دیوار در نما متأثر می‌باشد. در برخی از یخچال‌ها اجزای فرعی (به دلیل محل قرارگیری اجزاء در پلان) واسطه میان دیوار سایه‌انداز و گنبد می‌باشند که در این صورت اتصال غیرمستقیم باشد. همچنین در نما این نوع اتصال سر دیوار، صاف می‌باشد. در صورتی که مانعی میان دیوار سایه‌انداز و گنبد نباشد اتصال مستقیم می‌باشد که سر دیوار در نما، برای اتصال با گنبد و نشستن بر روی پلکان گنبد به صورت پلکانی درآمده است (جدول ۳). در یخچال ریگ‌آباد دو نوع اتصال مستقیم و غیرمستقیم وجود دارد که این نوع اتصال‌ها باعث شده است سر دیوارهای سایه‌انداز شرق و غرب با یکدیگر متفاوت باشد. در یخچال‌های گنج و مؤیدی، اتصال گنبد به واسطه اتاق یخچال‌بان صورت گرفته است، به همین دلیل در نما فرم دیوار تغییری نکرده است.


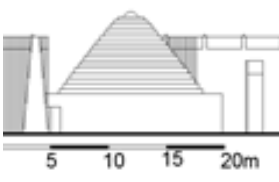

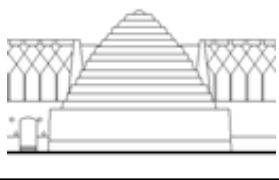

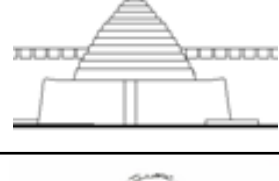


جدول ۳: بررسی اتصال دیوار سایه‌انداز به گنبد یخچال‌های کرمان

عکس هوایی	پلان	نوع اتصال گنبد		یخچال
		غیرمستقیم	مستقیم	
		*	*	ریگ‌آباد
		*		گنج
		*		مؤیدی

۶-۴- بررسی یخچال‌ها براساس فرم و شکل گنبد

ارتفاع گنبد در یخچال‌ها با توجه به دهانه مخزن (قطر مخزن) متفاوت است. با افزایش ابعاد دهانه (در پلان) ارتفاع گنبدها (در نما) نیز افزایش یافته است. هنگامی که ارتفاع گنبد زیاد می‌شود سطح بیشتری از گنبد در معرض تابش خورشید می‌باشد. همچنین معماران برای ساخت و نگهداری از این گنبدها دچار مشکلاتی از جمله نیاز به چوب‌بست‌هایی با ارتفاع زیاد می‌باشند. با افزایش ارتفاع، حجم مصالح به کار رفته افزایش پیدا کرده، در نتیجه پایداری یخچال‌هایی با دهانه زیاد دچار مشکل می‌شود. بدین منظور برای رفع این مشکلات، معماران فرم گنبدهای با دهانه بزرگ را به صورت پلکانی (در نما) درآورده‌اند تا با این امر با افزایش ارتفاع، گنبد افزایش وزن چشمگیری نداشته باشد. بخش زیادی از پوسته خارجی به صورت عمودی درآمده تا در معرض تابش مستقیم خورشید نباشد. علاوه بر این، برای ساخت و مرمت‌های انجام گرفته در دوره‌های بعد، معماران از پله‌های گنبد به عنوان چوب‌بست استفاده نموده است. فرم گنبدهایی که دارای دهانه کوچک‌تر بوده‌اند به صورت رک ساخته شده است زیرا این گنبدها دارای ارتفاع زیادی نمی‌باشند (جدول ۴). یخچال‌های مورد مطالعه در این پژوهش دارای مخازنی با قطر ۱۰ الی ۱۵ متر می‌باشند. لذا برای ساخت پوشش مخزن به دلیل بزرگ بودن ابعاد دهانه، ارتفاع گنبد نیز زیاد است و معماران به دلیل سبک‌تر ساختن پوشش و سایر عوامل ذکر شده، گنبد را به فرم پلکانی ساخته‌اند. برای مقایسه یخچال‌های پلکانی با رک، می‌توان این سه یخچال را با سایر یخچال‌های استان کرمان مقایسه و بررسی کرد (جدول ۴). یخچال انار دارای دهانه کوچک‌تری نسبت به یخچال‌های ریگ‌آباد، گنج و مؤیدی می‌باشد و معماران برای پوشش این یخچال فرم رک را انتخاب کرده‌اند.

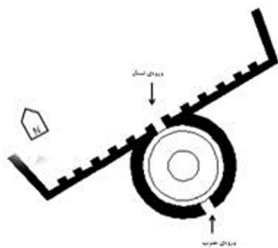
جدول ۴: بررسی نوع گنبد یخچال‌های کرمان^۱

ارتفاع گنبد (متر)	ابعاد دهانه گنبد (متر)	تصویر	نما	نوع گنبد		یخچال
				رک	پلکانی	
۱۰,۲	۱۱				*	ریگ‌آباد
۲۰,۳	۱۵,۲				*	گنج
۱۲,۹	۱۵				*	مؤیدی
۷,۲	۹			*		انار

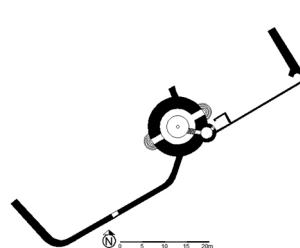
۶-۵- بررسی یخچال‌ها براساس ورودی‌های گنبد یخچال‌ها

محل قرارگیری و تعداد ورودی‌ها در یخچال‌ها براساس محل چینش دیوار سایه‌انداز و گنبد در پلان متفاوت است. به‌طور معمول یخچال‌ها دارای دو ورودی جهت ورود و خروج یخ دارند. در برخی از یخچال‌ها، مخزن یخ دارای ورودی‌های فرعی از داخل اتاق یخچال‌بان نیز می‌باشند. در شهر کرمان گنبد در شمال دیوار سایه‌انداز قرار گرفته است. در این حالت ورودی‌های گنبد در سایه قرار دارد که باعث می‌شود هوای گرم در تابستان کمتر به داخل گنبد نفوذ کند؛ ولی زمانی که یخچال در جنوب دیوار سایه‌انداز ساخته شود، تنها ورودی یخ که در شمال دیوار سایه‌انداز قرار دارد در سایه دیوار سایه‌انداز قرار گرفته و ورودی‌های دیگر در معرض تابش آفتاب می‌باشند. این امر را می‌توان در یخچال‌های یزد و کرمان مقایسه نمود (شکل‌های ۴ و ۵). یخچال‌های ریگ‌آباد و گنج، دارای دو ورودی در سمت شرق و غرب می‌باشند. این ورودی‌ها در تمامی فصول و ساعات سال در سایه قرار گرفته‌اند. یخچال مؤیدی دارای سه ورودی (شرق- غرب و جنوب) می‌باشد. ورودی شرق دارای رمپ بوده و تنها برای انتقال یخ از حوضچه‌های تولید یخ به داخل مخزن استفاده می‌شده است. ورودی غرب علاوه بر رمپ دارای پلکان نیز می‌باشد که نشان می‌دهد این در جهت خروج یخ از مخزن بوده است. ورودی جنوب، ورودی اتاق یخچال‌بان می‌باشد که به دلیل موقعیت قرارگیری (وجود اتاق یخچال‌بان میان ورودی و فضای مخزن)، جبهه هوای گرم و اشعه‌های خورشید، هیچ‌گاه به داخل یخچال نفوذ نمی‌کند (جدول ۵).

شکل ۵: پلان یخدان راور کرمان








شکل ۴: پلان یخچال میبد



(Ghobadian, 2006, p. 318)

جدول ۵: بررسی ورودی‌های گنبد یخچال‌های کرمان

عکس هوایی	پلان	محل بازشو				تعداد بازشو	یخچال
		غرب	شرق	جنوب	شمال		
		*	*			۲	ریگ‌آباد
		*	*			۲	گنج
		*	*	*		۳	مؤیدی

۶-۶- بررسی یخچال‌ها براساس پله‌های ورودی مخزن یخچال

برای دسترسی به یخ‌های داخل مخزن یخچال، راه‌پله‌ای در داخل آن تعبیه شده است که در طول دیوار مخزن به سمت پایین (مستقیم) و یا در محور دایره‌ای شکل (دورانی) تا انتهای مخزن ساخته می‌شده است. نوع پلکان متناسب با غلامگرد داخلی گنبد بوده است. اگر ابعاد غلامگرد زیاد بوده پلکان دورانی و اگر کم بوده است پلکان به صورت مستقیم ساخته شده است. به‌طور معمول گنبد یخچال‌هایی با دهانه زیاد دارای پلکان ورودی به صورت دورانی می‌باشند تا داخل مخزن فضای کافی برای احداث غلامگرد وجود داشته باشد. به همین دلیل معمار به راحتی توانسته است فرم پلکان را به صورت دورانی بسازد و در صورتی که دهانه گنبد کوچک‌تر باشد معمار پله‌های ورودی را به صورت مستقیم می‌ساخته است. به‌طور کلی می‌توان گفت فرم پله‌های ورودی مخزن یخچال‌ها متأثر از ابعاد دهانه گنبدها می‌باشد. یخچال‌های مورد بررسی دارای دهانه زیاد می‌باشند، بنابراین پلکان به صورت دورانی احداث شده‌اند (جدول ۶).

جدول ۶: بررسی پله‌های ورودی مخزن یخچال‌های کرمان

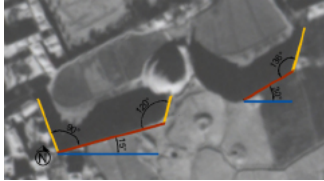
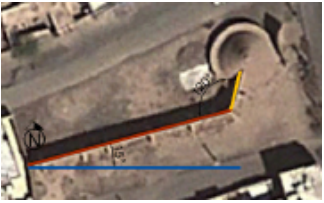

نام یخچال	نوع پلکان		ابعاد دهانه (متر)
	مستقیم	دورانی	
ریگ‌آباد		*	۱۱
گنج		*	۱۵,۲
مؤیدی		*	۱۵

۶-۷- بررسی یخچال‌های کرمان براساس جهت‌گیری دیوار سایه‌انداز

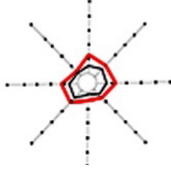
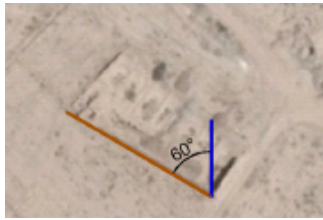
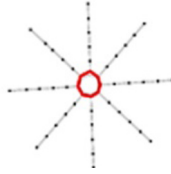

در یخچال‌ها برای جلوگیری از تابش خورشید بر کرت‌های یخ‌بند و ایجاد سایه، دیوار سایه‌انداز را رو به شمال ساخته‌اند. برخی از یخچال‌های مناطق کویری برای جلوگیری از تابش آفتاب شرقی به سمت شمال غربی بنا شده‌اند. همچنین دیوارهای سایه‌انداز علاوه بر ایجاد سایه بر روی حوضچه‌های یخ‌بند وظیفه محبوس نمودن هوای سرد و شکست باد به سمت حوضچه‌های یخ‌بند را داشته‌اند. معماران برای بهره بردن بیشتر از باد، جهت دیوار سایه‌انداز را متناسب با جهت غالب وزش باد در زمان ساخت یخ (فصول سرد) انتخاب می‌کردند. به‌طور مثال در استان کرمان جهت باد غالب فصل زمستان سمت غرب و جنوب غربی می‌باشد، به همین دلیل معماران کرمانی، دیوارهای سایه‌انداز را به سمت شمال غربی ساخته‌اند (جدول ۷).


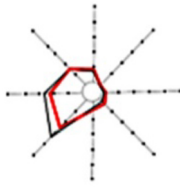


این چرخش زاویه دیوار سایه‌انداز را می‌توان با بررسی جهت وزش باد غالب منطقه و مقایسه با سایر نقاط ایران به خوبی درک کرد (جدول ۸). به‌طور مثال باد غالب اصفهان در سمت شمال و شمال شرقی می‌باشد. به همین دلیل معماران جهت دیوار سایه‌انداز یخچال‌های اصفهان را به سمت شمال شرقی در نظر گرفته‌اند. یخچال‌های مورد مطالعه در این پژوهش، به دلیل جهت باد غالب کرمان، چرخشی بین ۵ الی ۳۰ درجه به سمت شمال غربی دارند.

جدول ۷: بررسی زوایای دیوار سایه‌انداز یخچال‌های کرمان

تصاویر	زاویه دیوار سایه‌انداز فرعی نسبت به دیوار سایه‌انداز اصلی		زاویه دیوار سایه‌انداز اصلی	یخچال
	چپ	راست		
	۱۲۰ و ۹۰	۱۳۶	۳۰ و ۱۵	ریگ‌آباد
	۹۰ و ۱۱۰	۱۰۰ و ۹۰	۵	گنج
	۹۰ و ۹۰	۹۰ و ۸۳	۱۷	مؤیدی

جدول ۸: اثر جهت باد غالب فصول سرد در جهت‌گیری دیوار سایه‌انداز

شهرهای مورد مطالعه	نمودار جهت و سرعت باد در صد تعداد دفعات وزش باد	جهت غالب باد	جهت دیوار سایه‌انداز	عکس هوایی نمونه‌هایی از یخچال شهرهای مورد مطالعه
				خط شمال دیوار سایه‌انداز اصلی
اصفهان		شمال - شمال شرقی	شمال - شمال شرقی	
کاشان		شمال	شمال	

۱۴۵ درجه		شمال غربی	غرب - جنوب غربی		کرمان
۸۶ درجه		شمال	شمال - شمال غربی		یزد

۷. گونه‌شناسی یخچال‌های کرمان

گونه‌شناسی یخچال‌های کرمان بر پایه ساختار شکلی انجام شده است. این دسته‌بندی‌ها براساس شکل هندسی پلان و نما، فرم و شکل اجزاء و عناصر کلیه یخچال‌های کویری صورت گرفته است که در جدول زیر سعی شده است نمونه‌های مورد مطالعاتی در شهر کرمان را براساس این گونه‌شناسی، دسته‌بندی کرد (جدول ۹).

جدول ۹: دسته‌بندی یخچال‌های کرمان براساس ویژگی‌های هندسی آن‌ها

بند	انواع گونه		تعداد گونه	معیار دسته‌بندی
	منحنی	صاف		
۱-۶	منحنی و صاف (ریگ‌آباد)	صاف (گنج، مؤیدی)	۳	فرم دیوار سایه‌انداز
۱-۶	پیوسته (گنج، مؤیدی)	گسسته (ریگ‌آباد)	۲	گسستگی و پیوستگی دیوار سایه‌انداز
۲-۶	یک سمت دیوار سایه‌انداز	وسط دیوار سایه‌انداز (ریگ‌آباد، گنج و مؤیدی)	۲	محل قرار گرفتن گنبد در طول دیوار سایه‌انداز
۳-۶	غیرمستقیم (ریگ‌آباد، گنج و مؤیدی)	مستقیم (ریگ‌آباد)	۲	نوع اتصال دیوار سایه‌انداز به گنبد
۴-۶	رک	پلکانی (ریگ‌آباد، گنج و مؤیدی)	۲	فرم و شکل گنبد در نما
۵-۶	شمال و جنوب	شرق و غرب (ریگ‌آباد، گنج و مؤیدی)	۲	محل قرارگیری ورودی گنبد در پلان
۶-۶	مستقیم	دورانی (ریگ‌آباد، گنج و مؤیدی)	۲	نوع پله‌های ورودی مخزن

۸. تحلیل و نتیجه‌گیری

زاویه تابش خورشید، پایداری و جهت وزش باد از عوامل تأثیرگذار بر هندسه پلان و جهت‌گیری دیوار سایه‌انداز است. برای جلوگیری از تابش آفتاب در زمان طلوع و غروب خورشید، دیوارهای سایه‌انداز فرعی را ساخته‌اند تا از تابش خورشید در سمت شرق و غرب بر روی حوضچه‌های ساخت یخ جلوگیری کند و فرم دیوار سایه‌انداز به شکل U درآمده است. همچنین برای پایداری بیشتر دیوارهای اصلی سایه‌انداز، معمار دیوارهای فرعی را متصل ساخته تا به‌عنوان پشت‌بند عمل نمایند. محل قرارگیری گنبد در پلان نیز باعث گسستگی و پیوستگی فرم دیوارهای سایه‌انداز شده است. در دیوارهای طولی، دیوار به دو قسمت تقسیم‌شده که در میان دو قسمت گنبد، همچون پشت‌بندی برای دیوار قرار گرفته است (بند ۱-۶). بدین شیوه که دیوار در محل برخورد با گنبد به فرم L شکل درآمده و گنبد همچون پشت‌بندی جلو رانش را می‌گیرد (جدول ۸). دیوار سایه‌انداز در راستای عمود در جهت وزش باد غالب در فصل سرد سال طراحی می‌شده است تا جبهه هوای سرد را محبوس و به سمت حوضچه یخ برگرداند (جدول ۸). اتصال دیوار سایه‌انداز به گنبد با توجه به هندسه پلان گنبد است، بدین گونه که اگر اتصال غیرمستقیم باشد تأثیر چندانی

از شکل پلان گنبد نخواهد گرفت (بند ۶-۳) ولی در اتصال‌های مستقیم (بدون واسطه) به گنبد (بدان معنا که دیوار سایه‌انداز به شکل مستقیم به گنبد متصل باشد) فرم دیوار حالت پلکانی پیدا کرده است. همچنین محل قرارگیری گنبد نسبت به دیوار سایه‌انداز در پلان کلی یخچال بر روی محل قرارگیری ورودی‌ها، تأثیرگذار بوده است. بدین گونه که در برخی از شهرها گنبد در شمال دیوار سایه‌انداز قرار گرفته است مانند یخچال‌های کرمان و در برخی از شهرها مانند یزد و کاشان، گنبد در جنوب دیوار سایه‌انداز است؛ که به دلیل تفاوت در زاویه تابش خورشید است. در یخچال‌هایی که گنبد در شمال قرار گرفته است، ورودی‌ها در شرق و غرب گنبد می‌باشند و در یخچال‌هایی که گنبد در جنوب دیوار سایه‌انداز جای گرفته است، ورودی‌ها در شمال و جنوب قرار گرفته است. مزیت قرارگیری ورودی‌ها در شرق و غرب، عدم ورود هوای گرم به داخل گنبد و در سایه قرار گرفتن این ورودی‌ها هست (بند ۶-۲). همچنین ابعاد دهانه گنبد بر روی نوع راه‌پله‌های ورودی داخل چال مخزن تأثیر مستقیم گذاشته است. بدین گونه که در یخچال‌هایی که دارای دهانه گنبد بزرگ است به دلیل وجود فضای کافی، پلکان به صورت مدور ساخته شده است و در دهانه‌های کوچک به دلیل کمبود فضا، پلکان مستقیم است (بند ۶-۶).

این پژوهش برای نخستین بار، گونه‌شناسی یخچال‌های کرمان را بر پایه هندسه بررسی کرده است و جزییات تأثیر عامل هندسه را بر روی تک‌تک اجزای یخچال این گستره تحلیل و بررسی کرده است. برای دستیابی به فرم اصیل یخچال‌ها و مرمت اصولی آن‌ها نیاز به شناخت دقیق از هندسه و فرم آن‌ها می‌باشد. امروزه با گسترش شهرها و قرارگیری یخچال‌ها در مرکز شهرها به دلیل مرمت‌های اشتباه صورت گرفته فرم اصلی یخچال‌ها تغییر پیدا کرده است که با شناخت فرم یخچال‌های هر منطقه می‌توان از این امر جلوگیری نمود. با شناخت ویژگی‌های یخچال‌های هر منطقه می‌توان به یک سنجح مناسب بر دسته‌بندی آن‌ها رسیده و همچنین تلاشی در بازشناسی مفاهیم نهفته در این عناصر معماری گذشته انجام داد به طوری که در طراحی‌های شهری از این المان به‌عنوان الگویی بهره برد. مطالعات و بررسی‌های انجام‌شده در این پژوهش قابلیت انجام بر روی یخچال‌های سایر شهرهای دارای یخچال در ایران، چون کاشان، نائین و یزد را خواهد داشت.

پی‌نوشت

۱. برای مقایسه بهتر نسبت ابعاد گنبد با نوع آن، نمونه‌ای از یخچال‌هایی با گنبد رک در این جدول قرار گرفته است که این یخچال جزء نمونه‌های مورد مطالعه نمی‌باشد.

References

- Alaei, A., Ranjbar, S., & Sabzi, Z., (2015). *Drinkable Water in Kavir Study of two Samples of Kavir Architectural Master Pieces (Cistern, Traditional Ice-house)*. Presented in the First National Conference of Architecture, Civil Engineering and Urban Environment, Hamedan, Iran.
- Asqari Mogaddam, M. (2002). Ice- houses as Forgotten Near-city Phenomena. *Geography Teaching Growth Magazine*, 103, 48-52.
- Bahadori Nejad, M., & Dehqani, A. (2011). Natural and Traditional Ice- making in Iran (sixth part). *Air-conditioning Magazine*, 100, 39- 47.
- Charden, J. (1976). *Charden Travelogue*. (M. Abbasi, Trans.). Tehran, Iran: Amir Kabir publication.
- Dehqan Mehrjerdi, E. (2011). *Meibod in History Mirror (Excursion in History and Culture of Meibod People)*. Semnan, Iran: Hable rood publication.
- Dehqani, A. (2010). *Water in Iran Plateau: Aqueduct, Cistern, Ice- house*. Tehran, Iran: Yazda publication.
- Ganji, M.H. (2004). *Thirty-two Geographical Article*. Tehran, Iran: Sohab Institute of Geography, 105-111.
- Ghobadian, V. (2006). *The Climatic Analysis of the Traditional Buildings in Iran*. Tehran, Iran: University of Tehran.
- Hourkard, B., & Pierberto, M. (1996). Traditional Ice-houses of Iran Plateau. (A. Sarv qad Moghadam, Trans.). *Geographical Research Quarterly*, 37, 56-65.
- Janeb-ellahi, M. (2006). *Forty Articles on Meibod Ethnography*. Tehran, Iran: Ganje Honar publication.
- Jorgensen, H. (2012). *Ice Houses of Iran, How, Where, Why*. California: Mazda Publishers.
- Mokhlesi, M. (1996). *Old Ice-houses as Forgotten Architectural Master Pieces*. Presented in the First Congress of Iran Architecture and Civil Engineering, Arq Bam- Kerman, Iran Cultural Heritage Publication, Iran Cultural Heritage and Tourism Organization, 685-596.
- Mousavi, Q. (2005). Traditional Ice-houses of Abhar City and Way of Ice-formation in Them. *Farhang Mardom Magazine*, 10, 33-36.
- Papeli Yazdi, M., & Labbaf Khaniki, M. (1999). *Ice- house and Production of Artificial Ice. 2nd Regional Conference of Climatic Change*. Country Weather Organization, Zanjan, Iran.
- Pirnia, M. (1995). Article of Chefds and Vaults. *Asar Quarterly*, 24, 13-14.
- Poulak, J. (1990). *Poulak Travelogue*. (K. Jahandari, Trans.). Kharazmi publication, Tehran, Iran.
- Pouya, A. (1993). *Archaeological Face of Meibod City (Historical Study of a Structure and Building a Desert City)*. Senobar Publication, Yazd, Iran.
- Rafie Sereshki, B., Rafizadeh, N., & Ranjbar Kermani, A. (2004). *Iran Mehrazi (Architecture) Culture*. Tehran, Iran: Center of Building and House Research.
- Richards, F. (2001). *Fred Richards Travelogue*. (S. Mahindokht, Trans.). Scientific and Cultural Publications, Tehran, Iran.
- Shahri, J. (1991). *Social History of Tehran in 13th Century (Life, Enterprise)*. Orman Publication, Tehran, Iran.
- Shamaie, A., & Pour Ahmad, A. (2005). *Improvement and Urban Renewal from the Point of View of Geography*. University of Tehran Publisher, Tehran, Iran.
- Silvanieh, S., Daneshjoo, k., & Farmahin Farahani, S. (2013). Geometry in Pre-Islamic Iranian Architecture and its Manifestation in Contemporary Iranian Architecture. *Naghshe-Jahan Magazine*, 1, 55-66.
- Smith, A. (1926). *Blind White Fish in Persia*. (M. Nabizadeh, Trans.). Naghshe-Jahan Publisher, Isfahan, Iran.
- Tehrani, F. (1993). *Understanding the Goals of the Islamic Architect*. School of Architecture and Urban Planning, Behshti University.
- Zareei, A., & Zarjabad, H. (2007). Study on Water Structures of Birjand City; Case Study: Ice-houses. *Cultural and Social Studies Quarterly of Khorasan*, 2, 5-16.