

# تحلیل نقش هندسه کالبد در شکل‌گیری گنبد یخچال‌های استان کرمان

نیما ولی‌بیگ

استادیار دانشگاه هنر اصفهان، نویسنده مسئول

n\_valibeigi@au.ac.ir

نوشین نظریه

دانش‌آموخته کارشناسی ارشد مرمت و احیای بناها و بافت‌های تاریخی دانشگاه هنر اصفهان

n\_nazarieh@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۹۵ / ۶ / ۱۶

تاریخ پذیرش: ۹۵ / ۱۲ / ۱۹

## چکیده

بخش زیادی از کشور ایران در شمول مناطق گرم و خشکی است که در آن تهیه آب گوارا در فصل‌های گرم سال همواره دشوار بوده است. معماران برای رفع معضل مردم این مناطق، یخچال‌های سنتی را ابداع کرده‌اند. هندسه یکی از عوامل اثرگذار در طراحی فرم این یخچال‌هاست. بررسی و گونه‌شناسی هندسی یخچال‌ها در حفظ و نگهداری این عنصر معماری مؤثر است. بر اساس بررسی‌های صورت‌گرفته، پژوهشی درباره جایگاه هندسه در گونه‌شناسی فرم عناصر یخچال‌های استان کرمان (به‌خصوص گنبد آن‌ها) انجام نشده است. در این پژوهش سعی شده است برای نخستین بار به جایگاه هندسه در فرم و شکل گنبد یخچال‌های استان کرمان پرداخته شود. این مقاله بر اساس مطالعات کتابخانه‌ای و میدانی نوشته شده و روش تحقیق آن، تحلیلی - توصیفی است. نویسندگان این مقاله با هدف بازخوانی ویژگی هندسی (پلان و نما) گنبد یخچال‌های کرمان سعی کرده‌اند عوامل مؤثر در شکل‌گیری فرم آن‌ها را بررسی و تحلیل کنند. با توجه به یافته‌های این تحقیق مشخص شد که محل قرارگیری گنبد متأثر از عوامل جغرافیایی به‌خصوص زاویه تابش خورشید در محل ساخت یخچال و همچنین ایستایی دیوار سایه‌انداز است. ابعاد دهانه گنبد بر شکل آن و کیفیت پله‌های ورودی به مخزن اثرگذار است. در یخچال‌های کوچک‌تر گنبد از فرم رُک و پله‌های ورودی مخزن به صورت مستقیم است و در یخچال‌های بزرگ‌تر، فرم گنبد به صورت پلکانی و پله‌های ورودی مخزن مدور است.

## واژه‌های کلیدی:

هندسه عناصر معماری، یخچال‌های سنتی کرمان، اجزای یخدان‌های کرمان، گنبد یخچال‌های کرمان

معماران سنتی با شناختن و بهره‌گیری از وضع طبیعی و اقلیمی، سعی در مقابله با دشواری‌های زندگی ساکنان هر منطقه داشته‌اند. از جمله این ویژگی‌های طبیعی می‌توان به سرمای بیش از حد زمستان و گرمای تابستان مناطق کویری اشاره کرد. در این مناطق معماران به فکر ساخت سازه‌ای بودند تا بتوان با استفاده از سرمای شب‌های زمستان، یخ مورد نیاز برای تهیه آب گوارا و حفظ و نگهداری مواد غذایی در تابستان فراهم کرد. با همین هدف معماران عنصری شهری به نام یخچال طراحی و ساخته‌اند. ریخت یخچال‌ها بر اساس عوامل مختلفی شکل می‌گیرد که یکی از این عوامل هندسه [خاص] است.

قرارگیری یخچال‌ها در خارج از محدوده بافت مسکونی شهرها در گذشته، از دست دادن فعالیت و کاربری و اثر باران و باد و سایر عوامل فیزیکی و شیمیایی باعث از بین رفتن این گونه ارزشمند معماری شده است. به سبب پراکندگی یخچال‌ها با توجه به گستردگی سطح کشور ایران کمتر مورد محافظت قرار گرفته و بخشی از آن‌ها در گذر زمان از بین رفته است. علاوه بر آن، حدس و گمان در مرمت یخچال‌ها باعث از بین بردن فرم اصلی یخچال‌ها شده است. با گسترش شهرها، یخچال‌ها به مرور زمان در منطقه شهری واقع شده و بر اثر ساخت‌وسازهای جدید و کمبود فضا این بناها تخریب شده و به فراموشی سپرده می‌شوند. علاوه بر این با متداول شدن تکنولوژی‌های پیشرفته، این بناها کاربری خود را از دست داده‌اند. نتایج این پژوهش باعث بازخوانی معماری گذشتگان و افزایش تجربه و دانش معماران امروز می‌شود و می‌توان با بررسی هندسه گنبد یخچال‌ها در شناخت و محافظت درست این سازه‌های کهن معماری گامی بنیادین برداشت. در این راستا سعی در یافتن پاسخ سؤالات زیر شده است:

۱. آیا نحوه استقرار گنبد در پلان در خنک کردن فضای داخلی گنبد نیز مؤثر است؟

۲. عوامل اثرگذار بر محل قرارگیری ورودی گنبد چیست؟

۳. شکل‌گیری فرم گنبدها بر چه اساسی بوده است؟

این پژوهش با برداشت نمونه‌ها و مدل کردن آنها در نرم‌افزار ترسیم اتو کد به تحلیل و مقایسه آنها پرداخته است.

### پیشینه تحقیق

تاکنون پژوهشگران متعددی در باره یخچال‌ها پژوهش کرده‌اند که از میان آن‌ها می‌توان به سیاحان اشاره کرد. برخی از سیاحان

به توصیف یخچال‌های شهرهای مختلف پرداخته‌اند. شاردن<sup>۱</sup> در سفر به ایران و سفرنامه خود یخچال‌های اصفهان و کاشان را توصیف کرده است. همچنین چارلز ویلز<sup>۲</sup> یخچال‌های شیراز و مادام دیولافوا<sup>۳</sup> یخچال‌های شهر تبریز را توصیف کرده‌اند و ژول لورنس<sup>۴</sup> یخچال گرمسار و لرد کرزن<sup>۵</sup> یخچالی در سبزوار و کرنلیس دو بروین<sup>۶</sup> یخچال قم و فردریک ریچاردز<sup>۷</sup> یخچال‌های کرمان را به تصویر کشیده‌اند. نخستین مقاله در مورد یخچال‌ها تاریخی، کارکرد و معماری آن به محمدعلی مخلصی تعلق دارد که در سال ۱۳۷۴ تحت عنوان «یخچال‌های قدیمی شاهکار معماری ایران، در مجموعه مقالات کنگره ارک بم به چاپ رسید. در این میان برخی از محققان واژگان مرتبط با یخچال‌ها را منتشر کرده‌اند (بهشتی و قیومی بیدهندی، ۱۳۸۸). یخچال در لغت چاله‌ای است که در آن یخ نگهداری می‌شد (طاووسی، ۱۳۹۰). نویسندگان متعددی نیز به بررسی تاریخی یخچال‌ها پرداخته‌اند (بهادری‌نژاد و دهقانی، ۱۳۹۰)، (علایی و رنجبر و سبزی، ۱۳۹۳). 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 به وفور دیده می‌شود اما از نحوه تولید آن سخنی به میان نیامده است. در متون تاریخی نیز اشاراتی به یخدان شده است که از جمله آن می‌توان به کتاب انیس الطالبین اشاره کرد (مخلصی، ۱۳۷۴: ۶۸۴). برخی از پژوهشگران مناطق دارای یخچال را معرفی کرده‌اند (شفقی ۱۳۸۶؛ موسوی ۱۳۸۳؛ کیانی ۱۳۷۹).

یخچال‌های ایران در مناطقی ساخته می‌شده‌اند که تابستان‌های بسیار گرم و زمستان‌هایی با حداقل ۲۰ روز یخبندان داشته‌اند، یعنی بر فلات ایران (در شهرهای جنوبی البرز و شمال کویر، شمال خراسان و جنوب کویر)؛ فلاتی که در همه حال کم‌آب، گاه یخبندان و گاه گرم و سوزان است. همچنین یخچال‌ها در شهرهایی که در پای کوه‌ها و میان دشت کویر و صحرای لوت و کوه‌هایی که آن‌ها را در بر گرفته، پراکنده‌اند. اقلیم فلات ایران دارای دو ویژگی سرمای کافی زمستان که ساختن یخ را امکان‌پذیر می‌سازد و گرمای شدید در تابستان است؛ گرمایی که استفاده از یخ را در این فصل دلپذیر می‌کند (هورکارد و پیربرتو، ۱۳۷۴). بسیاری از نویسندگان به تحقیق در ساختار و عناصر سازنده یخچال‌ها پرداخته‌اند (مخلصی، ۱۳۷۴؛ قبادیان، ۱۳۸۵؛ بهادری‌نژاد و دهقانی، ۱۳۹۰؛ موسوی، ۱۳۸۳؛ علیزاده گوهری و لطیفی، ۱۳۸۵؛ دهقانی، ۱۳۸۸). 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 است. اما همه این اجزا در همه یخچال‌ها وجود ندارد و یا مانند هم نیست (پاپلی یزدی، ۱۳۷۸). دسته‌ای از محققان به عملکرد و کاربرد یخچال و زمان استفاده از آن پرداخته‌اند (دهقانی، ۱۳۸۸). بهترین وقت گرفتن آب برج قوس (برج آخر پاییز) بود. یخچالی‌ها می‌گفتند سرمای ماه قوس (آذرماه) شدیدتر از سرمای زمستان است و معتقد بودند که اگر در آن برج یخ گرفته نشود به امید بعد از آن نباید باشند (شهری، ۱۳۶۹). موضوع بیشتر پژوهش‌ها در زمینه یخچال‌ها، وصف کلی یک یخچال در ساختار یک شهر یا یک بافت تاریخی است (جانب‌اللهی، ۱۳۸۵؛ دهقان مهرجردی، ۱۳۹۰؛ شیخ اسدی و زمانزاده، ۱۳۹۲؛ رضوی‌نسب و فخرآبادی‌پور، ۱۳۹۳؛ پویا، ۱۳۷۱). بسیاری از پژوهشگران غربی نیز درباره یخچال‌های ایران پژوهش کرده‌اند که بیشتر آنها به معرفی کلی یخچال‌ها، اجزا و نحوه تهیه یخ در ایران پرداخته‌اند (Herrmann, 2004; Beazly, 2006; Shafer, 2013).

در یک چشم‌انداز کلی می‌توان به این نتیجه رسید که پژوهشگران و نظریه‌پردازان متعددی به بحث هندسه و هندسه در معماری پرداخته‌اند. اکثر این نظریه‌پردازان معماری را برگرفته از عامل هندسه می‌دانند و بیان می‌کنند که اجزای یک بنا بر پایه هندسه ویژه 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. با بررسی‌های انجام‌شده می‌توان مجموعه مطالعات فوق را در چند دسته تقسیم کرد: پژوهش‌هایی که سیاحان و نویسندگان غربی انجام داده‌اند؛ دسته‌ای دیگر که کالبد کلی و فرم را تحلیل کرده‌اند؛ و بخشی که مطالعات تاریخی انجام داده‌اند. با این حال بیشترین پژوهش‌ها به نمونه‌های مطالعاتی و بررسی یخچال‌های شهرها می‌پردازد. بررسی جامع و دقیق کلیه پژوهش‌ها ضعف مطالعات و تحلیل‌ها در باره هندسه کالبد در شکل‌گیری فرم یخچال‌ها را به خصوص فرم نهایی گنبد آن‌ها آشکار خواهد ساخت.

### روش تحقیق

روش تحقیق این مقاله تحلیلی - توصیفی است. اطلاعات و داده‌های اولیه این پژوهش بر اساس مطالعات کتابخانه‌ای و میدانی کسب شده است. مطالعات کتابخانه‌ای شامل مطالعات اسناد و کتاب‌ها و مقالات است و مطالعات میدانی شامل جمع‌آوری نمونه‌های

مطالعاتی و برداشت (تهیه نقشه) پلان و نمای یخچال‌ها بوده است. نمونه‌های مطالعه‌شده در این پژوهش ۱۱ یخچال موجود در استان کرمان است. این یخچال‌ها به صورت پراکنده در استان کرمان قرار گرفته‌اند. نمونه‌ها تک‌تک برداشت شده و سپس پلان آن‌ها ترسیم شده و در نهایت تحلیل شده‌اند. پلان‌ها با مترهای لیزری و پلاستیکی برداشت شده و سپس در نرم‌افزار ترسیمی اتوکد پیاده شدند. جهت تصدیق نقشه‌های موجود، تک‌به‌تک نمونه‌ها توسط نگارندگان مجدداً (با ابزار دقیق) برداشت شدند و سپس با نقشه‌های موجود مقایسه شده و تصحیح شدند. این گونه‌شناسی در طیف گسترده‌تری از یخچال‌ها انجام شده است و در سایر نمونه‌ها نتایج مشابهی به دست آمده است. این پژوهش از لحاظ هدف کاربردی است؛ به این معنا که به مشکلات واقعی و آنچه‌ی که در فرآیند اجرا استفاده می‌شود می‌پردازد و متغیرهای پژوهش از نوع کیفی هستند.

### یخچال‌ها و اجزای آن‌ها

عموماً در سراسر خطه ایران زمین و خصوصاً در مناطق گرم و خشک آن، که دارای تابستان‌های داغ با گرمای طاقت‌فرسا، یخ همواره از ضروریات مردم به شمار می‌رفته است که علاوه بر خنک کردن آب شرب، برای حفظ خوراکی‌ها نیز مورد استفاده قرار می‌گرفته است. احداث یخچال منحصر به مناطق کویری نبوده بلکه در مناطق پرآب و معتدل مازندران و گیلان و شهرهای غربی ایران که از تابستان‌های معتدل نیز برخوردار اند نیز نقش بسیار مهم و محسوسی ایفا می‌کرده است (مخلصی، ۱۳۷۴: ۶۸۶). تعداد زیربخش‌ها و چگونگی کارکرد هر یخچال از وضع آب و هوایی هر منطقه پیروی می‌کرده است. در گذر از مناطق سرد و بلند کوهستانی به سوی جاهای گرم و پست ایران، تغییر و تکامل طرح و نقشه یخچال آشکار می‌شود (طاووسی، ۱۳۹۰). یخچال‌ها از سه بخش اصلی به نام دیوار سایه‌انداز، حوضچه تولید یخ و مخزن نگهداری یخ تشکیل شده‌اند.

دیوار سایه‌انداز دیوار بسیار طویل و بلندی بوده که در راستای مشرق به مغرب کشیده می‌شده است. ارتفاع بلند این دیوارها که گاهی تا ۱۰ متر می‌رسد، در طول روز از تابش آفتاب بر آب‌های منجمدشده در حوضچه‌ها جلوگیری می‌کند. در صورتی که در مشرق و مغرب کمی آفتاب بر سطح یخ می‌تابد، در این نقاط نیز دیوارسایه‌اندازهای جانبی متصل به دیوار اصلی بنا می‌گردند (تصویر ۱) (نقشه ۱). گاه جهت استحکام بیشتر دیوار سایه‌انداز



تصویر ۱. دیوار سایه‌انداز اصلی و فرعی یخچال مؤیدی کرمان (عکس از: نگارندگان). نقشه ۱. پلان یخچال مؤیدی کرمان (ترسیم از: نگارندگان).



مصرف کنندگان می‌رساندند (شفقی، ۱۳۸۶). این عمل در یخچال‌های سیرجان کرمان نیز انجام می‌شده است (تصویر ۳). مخزن یخ شامل گود ذخیره یخ و پوشش آن است. گود اصلی، محل ذخیره یخ بوده و در زمینی هموار کنده می‌شد. دیوارهای گود معمولاً با کاهگل یا ساروج اندود می‌شد و در کف آن مجرای وجود داشت که به چاهی عمیق‌تر ختم می‌شد. آب‌های حاصل از ذوب یخ در این چاه ریخته شده و از گود اصلی دور می‌شدند (تصویر ۴). بنایی که بر روی گود اصلی ساخته می‌شد به صورت گنبدی و تونلی بود. در اکثر نقاط ایران مخازن یخ، به صورت گنبدی با پوشش (فرم) بستو یا رک مخروطی (خرستوک) بوده است (مخلصی، ۱۳۷۴) (تصویر ۵). در این گونه مخازن، گود اصلی به شکل دایره با شعاعی تا حدود ۴ متر و گاه بیشتر ایجاد می‌شد. راه‌پله‌ای داخلی در طول دیوار مخزن به سمت پایین و یا در محور دایره تا انتهای مخزن ساخته می‌شد که دسترسی مستقیم به قالب‌های یخ را امکان‌پذیر می‌کرد (پاپلی یزدی، ۱۳۷۸) (نقشه ۲). در برخی از مناطق ایران، مخزن و ساختمان یخچال کاملاً در دل زمین فرو می‌رفت و به شکل تونلی ساخته می‌شد (تصویر ۶).



تصویر ۴. مخزن یخچال لنگر ماهان (عکس از: نگارندگان).



تصویر ۲. پشت‌بندهای جنوبی دیوار سایه‌انداز یخچال ریگ‌آباد کرمان (عکس از: نگارندگان).

اقدام به احداث پشت‌بندهای بزرگ در قسمت جنوبی دیوار می‌کردند (تصویر ۲) (مخلصی، ۱۳۷۴: ۶۸۹).

حوضچه‌های تهیه یخ گودالی مستطیلی است که به موازات دیوار سایه‌انداز و در بخش شمالی آن حفر شده و طول آن اندکی کم‌تر از طول دیوار و عمق آن ۳۰ تا ۵۰ سانتی‌متر و گاه بیشتر بوده است. این گودال محل تهیه یخ در شب‌های سرد زمستان بود. هیچ‌گونه مصالحی در احداث این حوضچه‌ها به کار نمی‌رفت (مخلصی، ۱۳۷۴: ۶۹۰). در مناطقی مانند اصفهان حوضچه‌های یخ‌سازی را بعد از پایان کار و گرم شدن هوا زیر کشت می‌بردند و اغلب سبزی‌کاری می‌کردند و محصول را مستقیماً به دست



تصویر ۳. یخچال دوقلو سیرجان و حوضچه تولید یخ (مأخذ: آرشیو زنده‌روح).

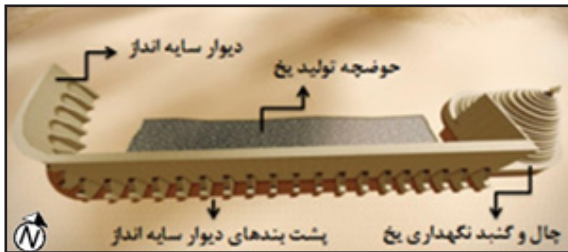


تصویر ۶. یخچال تونلی در تبریز  
(مأخذ: سازمان میراث فرهنگی و گردشگری).



تصویر ۵. یخچال گنبدی کبوترخان کرمان  
(مأخذ: Jorgensen2012,208).

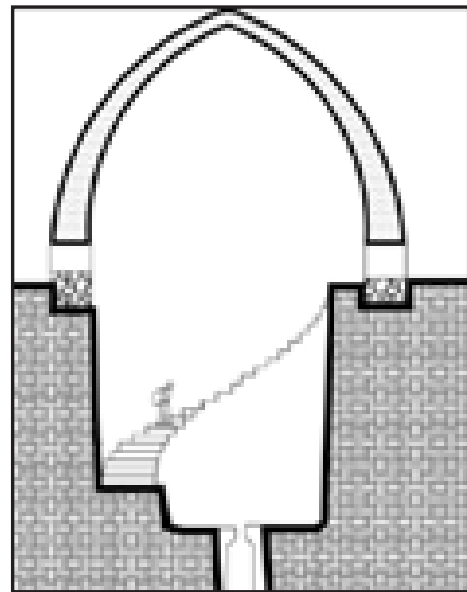
یخچال‌ها بر اساس فرم کلی و تعداد اجزا به انواع یخچال برف‌انبار، یخچال ساده، یخچال بدون طاق، یخچال نیمه کامل (بدون دیوار سایه‌انداز)، یخچال کامل، یخچال‌های زیرزمینی، و یخچال‌های تونلی دسته‌بندی می‌شوند. یخچال‌های استان کرمان به صورت گنبدی کامل هستند. این نوع یخچال‌ها دارای دیوار سایه‌انداز، گنبد، مخزن نگهداری یخ، حوضچه یخ‌بند بوده (تصویر ۷) و برخی از آن‌ها علاوه بر این اجزای اصلی دارای اجزای فرعی شامل انبار و اتاق یخچالبان نیز هستند.



تصویر ۷. فرم مدل‌سازی شده اجزای یخچال عباس‌آباد حاجی  
رفسنجان کرمان (ترسیم از: نگارندگان).

### معرفی یخچال‌های استان کرمان

یخچال‌ها به سبب از دست دادن کاربری خود به مرور زمان فرسایش یافته و از بین رفته‌اند. استان کرمان دارای یخچال‌های بسیاری بوده است که امروزه فقط تعدادی از این یخچال‌ها باقی مانده‌اند. در جدول شماره ۱ نام، محل و دوره ساخت آن‌ها آمده است.



نقشه ۲. پله‌های دسترسی به چاله مخزن  
(مأخذ: قبادیان ۱۳۸۵: ۳۲۳).

## بررسی گنبد‌های یخچال‌های استان کرمان

یخچال‌های استان کرمان بر اساس هندسه گنبد متفاوت هستند. این تفاوت‌ها را می‌توان در فرم و شکل کلی گنبد، نحوه اتصال، محل قرارگیری، محل قرارگیری ورودی و نوع پلکان مخزن مشاهده کرد. سعی شده است در این بخش به بررسی ویژگی‌های هندسی گنبد یخچال‌های استان کرمان پرداخته شود.

جدول ۱. معرفی یخچال‌های مطالعه‌شده (مأخذ: نگارندگان).

ردیف	نام یخچال	محل قرارگیری	دوره ساخت
۱	انار	انار رفسنجان	قاجار
۲	بم	ضلع شرقی ارگ بم	صفوی
۳	حاج رشید	سیرجان	قاجار
۴	راور	راور	اواخر قاجار
۵	ریگ‌آباد	کرمان	قاجار
۶	عباس‌آباد	رفسنجان	قاجار
۷	کیوترخان	رفسنجان	قاجار
۸	گنج	کرمان	قاجار
۹	لنگر	لنگر ماهان	قاجار
۱۰	محمودآباد	محمودآباد	قاجار
۱۱	مؤیدی	کرمان	اواخر صفوی

احداث یخچال تعیین می‌شود. در برخی از یخچال‌ها، گنبد در شمال دیوار سایه‌انداز و در برخی از آن‌ها در جنوب دیوار سایه‌انداز قرار گرفته است. معماران کرمانی بر اساس دانش و مهارت خود گنبد را در سمت شمال دیوار سایه‌انداز قرار داده‌اند. دیوارهای سایه‌انداز یخچال‌های استان به علت شکل U مانندشان و چرخشی که به سمت شمال غربی دارند، بادهای شمالی و شمال غربی را محصور می‌کنند و باعث کاهش دما در سمت شمال خود می‌شوند. معماران کرمانی با استقرار گنبد در شمال دیوار سایه‌انداز سعی کرده‌اند گنبد در محیطی با دمای کمتر (نسبت به جنوب دیوار سایه‌انداز) قرار گیرد. همچنین در این حالت فضای اطراف ورودی‌ها در سایه قرار گرفته و حتی المقدور از نفوذ هوای گرم به داخل گنبد جلوگیری می‌شود (جدول ۲). همان‌گونه که در تصاویر ۸ و ۹ قابل مشاهده است این نوع استقرار گنبد و دیوار، ریخت کلی پلان یخچال‌های کرمان را متفاوت از یخچال‌های سایر شهرها (به طور مثال میبد) ساخته 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. در یخچال‌های بم، حاج رشید، ریگ‌آباد و حاج‌آقا علی رفسنجان، گنبد در یک سمت دیوار قرار گرفته است. با بررسی‌های انجام‌شده در عکس‌های هوایی سال ۱۳۳۵ مشاهده شد یخچال بم به سبب قرارگیری در کنار حصار شهر دارای دیوار سایه‌انداز کاملی نبوده و از حصار ارگ به عنوان دیوار سایه‌انداز آن بهره گرفته‌اند. در عکس هوایی یخچال عباس‌آباد حاجی و ریگ‌آباد، دیوار سایه‌انداز سمت راست قابل مشاهده است که به علت خیابان‌کشی‌های صورت گرفته بخش‌هایی از دیوار سایه‌انداز آن‌ها تخریب شده است (نقشه ۳ و ۴).

## بررسی استقرار گنبد نسبت به دیوار سایه‌انداز در پلان

### یخچال‌ها

پلان یخچال‌ها بر اساس محل قرارگیری گنبد‌ها نسبت به دیوار سایه‌انداز در شهرهای گوناگون متفاوت است. محل قرارگیری گنبد در پلان متناسب با مهارت استادکار و وضع اقلیمی محل



تصویر ۹. عکس هوایی ۱۳۳۵ یخچال عباس‌آباد حاجی که باقی‌مانده دیوار سمت راست یخچال قابل مشاهده است (مأخذ: سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح).


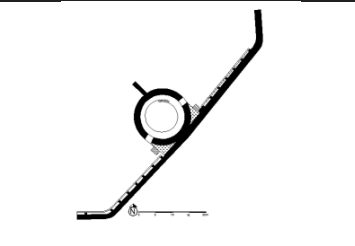

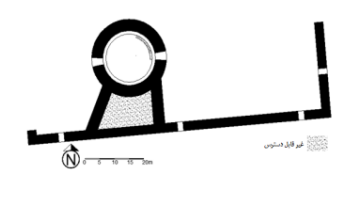

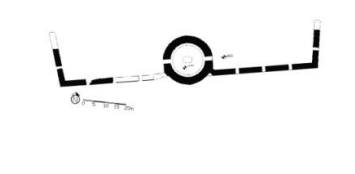

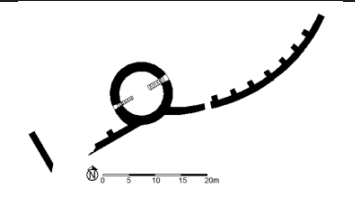

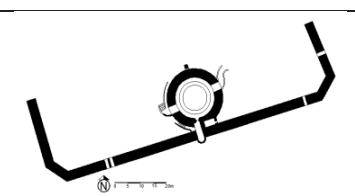


تصویر ۸. عکس هوایی ۱۳۳۵ یخچال ریگ‌آباد کرمان قبل از تخریب دیوار سایه‌انداز سمت راست در خیابان‌کشی‌های اخیر (مأخذ: سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح).

جدول ۲. بررسی استقرار گنبد یخچال‌های استان کرمان در پلان (مأخذ: نگارندگان).

عکس هوایی	پلان (در تمامی پلان‌ها جهت شمال سمت بالای صفحه است.)	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	
			*		*	انار
			*	*		بم
			*	*	*	حاج رشید
			*		*	راور
			*		*	ریگ‌آباد
			*	*		عباس‌آباد حاجی

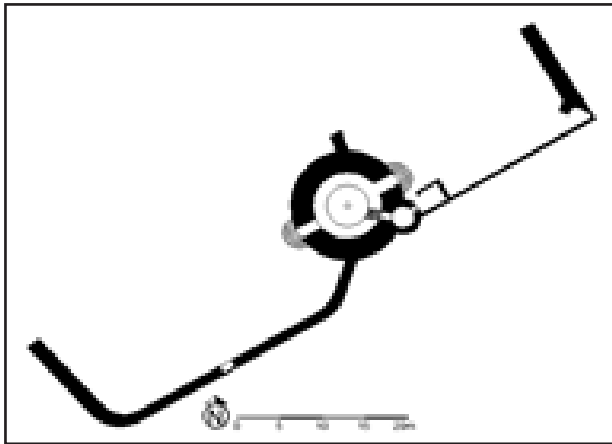
جدول ۲. (ادامه) بررسی استقرار گنبد یخچال‌های استان کرمان در پلان (مأخذ: نگارندگان).

			*		*	کیوترخان
			*		*	گنج
			*		*	لنگر
			*		*	محمودآباد
			*		*	مؤیدی

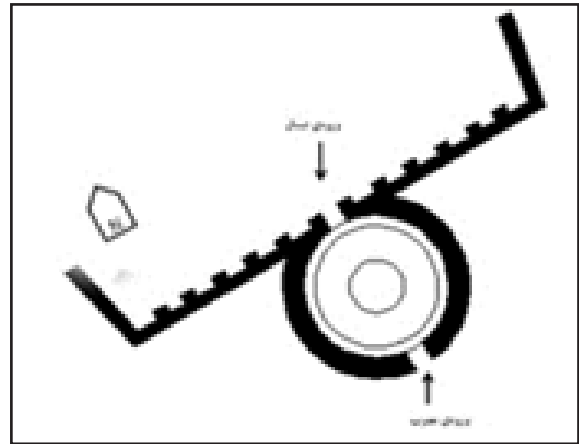
می‌گیرد و ورودی‌های دیگر در معرض تابش آفتاب هستند. این امر را می‌توان در یخچال‌های یزد و کرمان مشاهده کرد (تصویر ۱۰ و ۱۱) (نقشه‌های ۳ و ۴). یخچال‌های راور و مؤیدی، دارای سه ورودی (در شرق و غرب و جنوب) هستند. ورودی شرق دارای شیب‌راهه است و از آن فقط برای انتقال یخ از حوضچه‌های تولید یخ به داخل مخزن استفاده می‌شده است. ورودی غرب علاوه بر شیب‌راهه دارای پلکان نیز هست که نشان می‌دهد این در محل خروج یخ از مخزن بوده است. ورودی جنوب، ورودی اتاق یخچال‌بان است که به دلیل موقعیت قرارگیری (اتاق یخچال‌بان میان ورودی و فضای مخزن است)، جبهه هوای گرم و اشعه‌های خورشید هیچ‌گاه از آن به داخل یخچال نفوذ نمی‌کند (جدول ۲).

### اثرگذاری کیفیت استقرار گنبد نسبت به دیوار سایه‌انداز بر محل قرارگیری ورودی‌ها

مکان استقرار گنبد یخچال‌ها بر محل قرارگیری و همچنین تعداد ورودی‌های گنبد اثرگذار است. عموماً برای یخچال‌ها دو ورودی در نظر می‌گرفتند اما در برخی از یخچال‌ها، مخزن یخ دارای ورودی‌های فرعی از داخل اتاق یخچال‌بان نیز هست. 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



نقشه ۴. پلان یخدان راور کرمان  
(ترسیم از: نگارندگان).



نقشه ۳. پلان یخچال میبد  
(ترسیم از: نگارندگان؛ برگرفته از قبادیان، ۱۳۸۵: ۳۱۸).



تصویر ۱۱. موقعیت قرارگیری گنبد یخچال لنگر کرمان نسبت به دیوار سایه‌انداز و قرارگیری ورودی آن در سایه دیوار سایه‌انداز (عکس از: نگارندگان).



تصویر ۱۰. موقعیت قرارگیری گنبد یخچال بافران نائین نسبت به دیوار سایه‌انداز (عکس از: نگارندگان).

در نما) نیز افزایش می‌یافته است. در یخچال‌های دارای گنبد مرتفع، سطح بیشتری از گنبد در معرض تابش خورشید است. همچنین برای مرمت و نگهداری گنبد یخچال‌ها معماران نیازمند چوب‌بست بسیار مرتفع بوده‌اند که به سبب در دسترس نبودن چنین چوب‌بست‌هایی دچار مشکلاتی می‌شدند. از سوی دیگر در گنبد‌های دارای دهانه‌های بزرگ با افزایش ارتفاع حجم مصالح به کاررفته افزایش پیدا کرده در نتیجه پایداری یخچال‌هایی که دهانه بزرگ داشتند دچار مشکل می‌شده است. به دلیل چنین مشکلاتی، معماران شکل بیشتر گنبد یخچال‌ها به خصوص گنبد‌های بزرگ را به صورت پلکانی ساخته‌اند. این فرم باعث کاهش حجم مصالح و وزن گنبد می‌شود. همچنین بخش زیادی

سایر یخچال‌ها دارای دو ورودی در سمت شرق و غرب هستند که این ورودی‌ها در تمامی ساعات و در فصول مختلف در سایه دیوار سایه‌انداز قرار دارند (یخچال انار از این امر مستثنی است). امروزه ورودی‌های سمت راست یخچال‌های بم، ریگ‌آباد، عباس‌آباد حاجی رفسنجان و یخچال دوقلو حاج رشید در معرض تابش آفتاب هستند که با بررسی‌های انجام‌شده در عکس‌های هوایی مشاهده شد در گذشته در چنین وضعی قرار نداشته‌اند.

### بررسی فرم و شکل گنبد یخچال‌های استان کرمان

فرم و ابعاد و ارتفاع گنبد یخچال‌ها بر اساس ابعاد و قطر دهانه گنبد شکل می‌گیرد. با افزایش ابعاد دهانه (در پلان) ارتفاع گنبد‌ها

## بررسی نحوه اتصال گنبد به دیوار سایه‌انداز در یخچال‌های استان کرمان

برخی از یخچال‌ها علاوه بر اجزای اصلی دارای عناصری فرعی مانند اتاق یخچال‌بان، انبار و راهرو ورودی هستند که نحوه استقرار این اجرا در پلان باعث تفاوت در نحوه اتصال گنبد به دیوار سایه‌انداز در نما شده است. اتصال گنبد به دیوار سایه‌انداز در یخچال‌ها متفاوت است. این اتصال به دو صورت مستقیم و غیر مستقیم در یخچال‌ها مشاهده شده است. در اتصال مستقیم، سر دیوار سایه‌انداز و یا دیوار سایه‌انداز فرعی به گنبد متصل شده اند ولی در اتصال غیر مستقیم دیوار سایه‌انداز به واسطه اتاق یخچال‌بان، انبار و یا راهرو ورودی به گنبد یخچال متصل شده است (جدول ۴).

بر اساس استقرار اجزای فرعی در پلان برخی از این اجزا واسطه میان دیوار سایه‌انداز و گنبد می‌شوند که در این موارد نوع اتصال غیرمستقیم است. در این اتصال، محل اتصال دیوار سایه‌انداز در نما صاف است. در صورتی که این اجزا میان دیوار سایه‌انداز و گنبد نباشد اتصال مستقیم است که سر دیوار در نما، برای اتصال با گنبد و نشستن بر روی پلکان گنبد به صورت پلکانی درآمده است (جدول ۴). به طور مثال در یخچال ریگ‌آباد و راور دو نوع اتصال مستقیم و غیر مستقیم وجود دارد که این نوع اتصال‌ها باعث شده است سر دیوارهای سایه‌انداز شرق و غرب با یکدیگر متفاوت باشد. در یخچال بهم، گنج، مؤیدی، و... اتصال گنبد به واسطه اتاق یخچال‌بان صورت گرفته است و به همین دلیل فرم دیوار در نما تغییری نکرده است.

## بررسی یخچال‌ها براساس پله‌های ورودی مخزن یخچال

مخزن یخچال‌ها دارای راه‌پله‌ای جهت دسترسی به یخ‌های ذخیره‌شده بوده است. این راه‌پله‌ها به دو صورت مستقیم (در طول دیوار مخزن به سمت پایین) و یا دورانی (در محور دایره‌ای شکل) تا انتهای مخزن ساخته شده اند. این پلکان‌ها بر اساس نوع غلام‌گردش داخلی ساخته می‌شده اند؛ اگر ابعاد غلام‌گردش زیاد بوده پلکان دورانی و اگر کم بوده است پلکان به صورت مستقیم ساخته شده است. در گنبد‌های دهانه‌بزرگ به دلیل وجود فضای کافی معمولاً پلکان به صورت دورانی ساخته شده است. یخچال‌های بررسی‌شده دهانه‌بزرگ هستند و بدین سبب پلکان‌شان به صورت دورانی احداث شده است (جدول ۵).

از پوسته خارجی به صورت عمودی درآمده تا در معرض تابش مستقیم خورشید نباشد. برای مرمت گنبد نیز معماران نیازمند چوب‌بست نمی‌شدند و از پلکان برای این امر بهره می‌بردند. فرم گنبد‌هایی که دارای دهانه کوچک‌تر بوده اند به صورت رک ساخته شده است زیرا ارتفاع این گنبد‌ها زیاد نبود (جدول ۳). بسیاری از یخچال‌های مطالعه‌شده در این پژوهش دارای مخزنی با قطر ۱۰ الی ۱۵ متر هستند. 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 ذکرشده گنبد را به فرم پلکانی ساخته اند. برای مقایسه یخچال‌های پلکانی با رک، می‌توان یخچال انار و محمودآباد را با سایر یخچال‌ها مقایسه کرد (جدول ۳). فرم پلکانی گنبد فقط مختص به یخچال‌های استان کرمان نیست و می‌توان این فرم را در بسیاری از یخچال‌های منطقه گرمسیری ایران مانند یخچال میبد یزد، زواره اصفهان، سبزواری، سمنان، و ... نیز مشاهده کرد (تصویر ۱۲ و ۱۳).



تصویر ۱۲. گنبد پلکانی یخچال زواره (عکس از: نگارندگان).


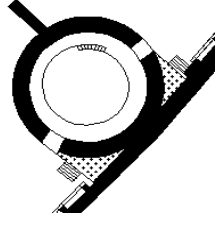





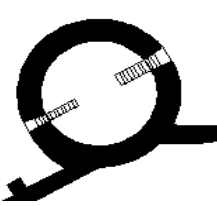

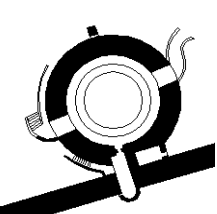


تصویر ۱۳. گنبد پلکانی یخچال شه‌سفید گرمسار (مأخذ: سازمان میراث فرهنگی، گردشگری و صنایع دستی).




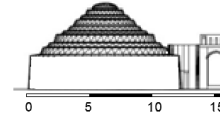

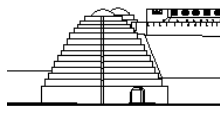

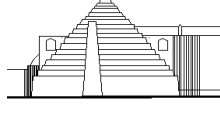

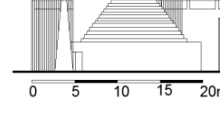

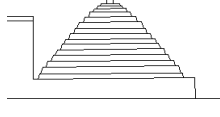
جدول ۳. بررسی نوع گنبد یخچال‌های کرمان (مأخذ: نگارندگان).

تصاویر	پلان (در تمامی پلان‌ها جهت شمال سمت بالای صفحه است.) 	محل بازشو				تعداد بازشو	نام یخچال
		غرب	شرق	جنوب	شمال		
		چهار جهت اصلی				۴	انار
		*	*			۲	بم
		*	*			۲ (هر یک از گنبدها)	حاج رشید
		*	*	*		۳	راور
		*	*			۲	ریگ‌آباد
		*	*			۲	عباس‌آباد حاجی


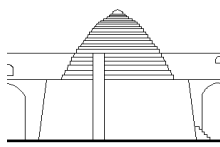

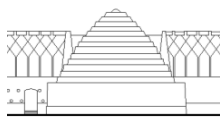

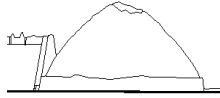

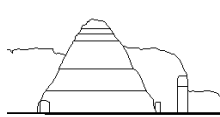

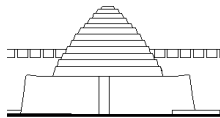
جدول ۳. (ادامه) بررسی نوع گنبد یخچال‌های کرمان (مأخذ: نگارندگان).

		*	*			۲	کیوترخان
		*	*			۲	گنج
		*	*			۲	لنگر
		*	*			۲	محمودآباد
		*	*	*		۳	مؤیدی

جدول ۴. بررسی اتصال دیوار سایه‌انداز به گنبد یخچال‌های کرمان (مأخذ: نگارندگان).

توضیح	ارتفاع گنبد (متر)	قطر گنبد (متر)	تصویر	نما	نوع گنبد		نام یخچال
					رک	پلکانی	
گنبد رک، پوشش بیرون گنبد پلکانی با پیش‌نشستگی بسیار کم [بوده است] که به مرور زمان با شسته شدن مصالح کاملاً به شکل گنبد رک درآمد است.	۷.۲	۹			*		انار
فرم قبل از مرمت: پلکانی با پیش‌نشستگی کم فرم بعد از مرمت: پلکانی با پیش‌نشستگی زیاد	۱۴.۹	۱۲				*	بم
پلکانی با پیش‌نشستگی زیاد	-۱۱.۴ ۱۱.۵	-۱۵.۵ ۱۴.۳				*	حاج رشید
پلکانی با پیش‌نشستگی زیاد	۱۰	۱۱.۵				*	راور
-	۱۰.۲	۱۱				*	ریگ‌آباد
بر اساس گفته‌های استادکار مرمت این یخچال، گنبد قبل مرمت پلکانی با پیش‌نشستگی کم بوده و در مرمت به فرم پلکانی با پیش‌نشستگی زیاد درآمد است.	۱۲.۴	۱۵				*	عباس‌آباد حاجی

جدول ۴. (ادامه) بررسی اتصال دیوار سایه‌انداز به گنبد یخچال‌های کرمان (مأخذ: نگارندگان).

پلکانی با پیش‌نشستگی کم	۱۵	۱۶			*	کیوترخان
-	۲۰.۳	۱۵.۲			*	گنج
فرم گنبد پلکانی با پیش‌نشستگی کم بوده اما به مرور زمان با شسته شدن مصالح، گنبد به این فرم درآمده است.	-	-			*	لنگر
-	-	۱۱			*	محمودآباد
-	۱۲.۹	۱۵			*	مؤیدی

جدول ۵. بررسی پله‌های ورودی مخزن یخچال‌های کرمان (مأخذ: نگارندگان).

ابعاد دهانه (متر)	نوع پلکان		نام یخچال
	دورانی	مستقیم	
۷.۲		*	انار
۱۲	*		بیم
۱۴.۳۰ - ۱۵.۵	*		حاج رشید
۱۱.۵		*	راور
۱۱		*	ریگ‌آباد
۱۵	*		عباس‌آباد حاجی
۱۶	*		کیوترخان
۱۵.۲	*		گنج
نامشخص			لنگر
۱۱		*	محمودآباد
۱۵		*	مؤیدی <sup>۱</sup>

**گونه‌شناسی یخچال‌های استان کرمان**  
 گونه‌شناسی یخچال‌های کرمان بر پایه ساختار شکلی انجام شده است. این دسته‌بندی‌ها بر اساس شکل هندسی پلان و نما، فرم و شکل اجزا و عناصر کلیه یخچال‌های کویری صورت گرفته است و در جدول زیر سعی شده است نمونه‌های مطالعاتی در استان کرمان بر اساس این گونه‌شناسی دسته‌بندی شود (جدول ۶).

۱. فرم اولیه پله‌های ورودی مخزن دورانی بوده است که پس از مرمت و تغییر کاربری جهت سهولت دسترسی به شکل مستقیم درآمده است.

جدول ۶. دسته‌بندی یخچال‌های کرمان بر اساس ویژگی‌های هندسی آنها (مأخذ: نگارندگان).

توضیح	عکس	پلان	نوع اتصال گنبد		نام یخچال
			مستقیم	غیر مستقیم	
-			*		انار
اتصال غیر مستقیم سر دیوار به وسیله اتاق یخچال‌بان			*		بم
-				*	حاج رشید
اتصال مستقیم سر دیوار سایه‌انداز به گنبد (اتصال به وسیله دیوار فرعی)			*	*	راور
اتصال مستقیم سر دیوار به گنبد (اتصال به وسیله دیوار فرعی) اتصال غیر مستقیم دیوار به گنبد به وسیله راهروی ورودی			*	*	ریگ‌آباد
اتصال غیر مستقیم سر دیوار به گنبد به وسیله اتاق یخچال‌بان			*		عباس‌آباد حاجی

جدول ۶. (ادامه) دسته‌بندی یخچال‌های کرمان بر اساس ویژگی‌های هندسی آنها (مأخذ: نگارندگان).

اتصال غیر مستقیم سر دیوار به گنبد به وسیله اتاق یخچال‌بان			*		کیوترخان
اتصال غیرمستقیم دیوار به گنبد یخچال به وسیله اتاق یخچال‌بان			*		گنج
اتصال مستقیم سر دیوار به گنبد یخچال (اتصال دیوار به وسیله دیوار فرعی)			*		لنگر
-			*		محمودآباد
اتصال غیر مستقیم گنبد یخچال به دیوار به وسیله اتاق‌های یخچال‌بان			*		مؤیدی

#### نتیجه‌گیری، بحث و پیشنهاد

بر اساس تحلیل‌های صورت گرفته نمایان شد که هندسه از عوامل اثرگذار بر فرم نهایی اجزا و عناصر یخچال‌هاست. گنبد یخچال‌ها از لحاظ فرم به دو گونه رک و پلکانی تقسیم می‌شوند ( بند ۵-۳) که معماران بر اساس ابعاد دهانه گنبد در پلان، فرم گنبد را طراحی و اجرا می‌کنند. محل قرارگیری گنبد در یخچال‌ها متفاوت است. در هر استان متناسب با شرایط اقلیمی منطقه، محل گنبد نسبت به دیوار سایه‌انداز با مناطق دیگر تفاوت دارد. در استان کرمان گنبد در شمال دیوار سایه‌انداز قرار گرفته است ( بند ۵-۱). محل قرارگیری گنبد تعیین‌کننده محل قرارگیری ورودی‌های گنبد است ( بند ۵-۲). نوع اتصال دیوار سایه‌انداز با گنبد به دو صورت

#### مستقیم و غیر مستقیم است ( بند ۵-۴).

یخچال‌های کرمان از لحاظ هندسه و فرم پلان و نما با یکدیگر تفاوت دارند. هندسه پلان، نما و عناصر کالبدی به‌خصوص گنبد یکی از عوامل اثرگذار بر شکل و فرم یخچال‌های شهر کرمان است (جدول ۷). در یخچال‌های استان کرمان (برخلاف سایر مناطق) گنبدها در سمت شمال دیوار سایه‌انداز قرار گرفته است. این دیوار سایه‌انداز علاوه بر جلوگیری از تابش خورشید بر روی حوضچه‌های یخ‌بند به دلیل محل قرارگیری آن نسبت به گنبد، باعث کاهش دما در داخل مخزن نگهداری یخ نیز می‌شده است. محل قرارگیری گنبد نسبت به دیوار سایه‌انداز در پلان کلی یخچال بر انتخاب محل قرارگیری ورودی‌ها اثرگذار بوده است؛

جدول ۷. دسته‌بندی یخچال‌های کرمان بر اساس ویژگی‌های هندسی آنها (مأخذ: نگارندگان).

بند	انواع گونه		تعداد گونه	معیار دسته‌بندی
۱-۶	یک سمت دیوار سایه‌انداز (بم، حاج رشید، عباس‌آباد حاجی)		۲	محل قرار گرفتن گنبد در طول دیوار سایه‌انداز
۲-۶	شرق، غرب و جنوب (راور، مؤیدی)	شمال و جنوب -	۳	محل قرارگیری ورودی گنبد در پلان
۳-۶	رک (انار، محمودآباد)		۲	فرم و شکل گنبد در نما
۴-۶	غیر مستقیم (بم، راور، ریگ‌آباد، کبوترخان، گنج، مؤیدی)		۲	نوع اتصال گنبد به دیوار سایه‌انداز
۵-۶	مستقیم (انار، راور، محمودآباد)		۲	نوع پله‌های ورودی مخزن

انجام‌شده را می‌توان دربارهٔ یخچال‌های سایر نقاط ایران همچون کاشان، نائین، یزد، و اصفهان انجام داد.

#### پی‌نوشت‌ها

۱. ژان شاردن (Jean Chardin) سیاح معروف فرانسوی که در دورهٔ صفویه چندین بار به ایران سفر کرده است.
۲. ویلز (Wills) پزشک انگلیسی که در سال‌های ۱۲۴۵ تا ۱۲۵۹ خورشیدی در ایران بود.
۳. مادام دیولافوا (Madame Dieulafoy) سیاح فرانسوی در سال ۱۸۸۱م ایران سفر کرده است.
۴. ژول لورنس (Jules Lawrence) نقاش فرانسوی در ۱۸۲۸م در تهران بوده و مناظری از ایران را در آن هنگام ترسیم کرده است.
۵. جرج ناتانیل کرزن معروف به لرد کرزن (متولد ۱۸۵۹م) در اواسط سلطنت ناصرالدین‌شاه به عنوان خبرنگار روزنامهٔ تایمز به مدت شش ماه برای تهیهٔ اخبار و مطالب مربوط به مسائل روز ایران، عازم ایران شد.
۶. کرنلیس دو بروین (Krnlys Brvyn) هلندی (۱۶۵۲-۱۷۲۶/۱۷۲۷م) نقاش و نویسندهٔ دو کتاب دربارهٔ سفر به ایران و سایر شهرهای سرزمین‌های شرقی است که در سال ۱۱۱۴ق (۱۷۰۳م) از قم دیدن کرده است.

7. Frederick Charles Richards

بدین‌گونه که در برخی از شهرها مانند کرمان گنبد در شمال دیوار سایه‌انداز قرار گرفته است و در برخی از شهرها مانند یزد و کاشان گنبد در جنوب دیوار سایه‌انداز واقع است که علت آن تفاوت در زاویهٔ تابش خورشید است. در یخچال‌هایی که گنبد در شمال قرار گرفته است، ورودی‌ها در شرق و غرب گنبد تعبیه شده است و در یخچال‌هایی که گنبد در جنوب دیوار سایه‌انداز جای گرفته، 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 ورودی‌هاست. عوامل مختلفی بر شکل‌گیری فرم گنبدها اثرگذار است. از جملهٔ این عوامل می‌توان به زاویه تابش (وضع اقلیمی) محل ساخت و ابعاد پلان گنبد اشاره کرد. معمار بر اساس تجربه و دانش خود این عوامل را بررسی کرده و فرم گنبد را انتخاب می‌کرد. به طور کلی با بررسی هندسه و فرم اجزای یخچال‌ها و محل قرارگیری آن‌ها نسبت به یکدیگر (به‌خصوص هندسهٔ گنبد) نمایان شد که تمامی این عوامل بر شکل‌گیری فرم نهایی یخچال‌ها اثرگذار است. این پژوهش برای نخستین بار گونه‌شناسی یخچال‌های استان کرمان را بر پایهٔ هندسه گنبد یخچال بررسی کرده است. مطالعات و بررسی‌های

## منابع

- ص ۱۶۹-۱۹۲.
- علایی، علی، و شمسی رنجبر و زهرا سبزی. (۱۳۹۳). «آب گوارا در کویر بررسی دو نمونه از شاهکارهای معماری کویر (آب‌انبار و یخچال سنتی)». ارائه‌شده در اولین همایش ملی معماری، عمران و محیط زیست شهری: همدان.
- عزیززاده گوهری، نغمه، و محمد لطیفی. (۱۳۸۵). «معماری یخچال شاهکاری در دل کویر». ارائه‌شده در همایش علمی منطقه‌ای کویر، دانشگاه آزاد اردستان، ص ۱-۱۲.
- قبادیان، وحید. (۱۳۸۵). بررسی اقلیمی ابنیه سنتی ایران. تهران: نشر دانشگاه تهران.
- کیانی، محمد یوسف. (۱۳۷۹). معماری ایران در دوره اسلامی. تهران: نشر سمت.
- مخلصی، محمدعلی. (۱۳۷۴). «یخچال‌های قدیمی شاهکارهای معماری از یادرفته». در مجموعه مقالات اولین کنگره معماری و شهرسازی ایران، ارگ بم - کرمان. ج ۲. تهران: میراث فرهنگی کشور، ص ۶۸۵-۶۹۹.
- موسوی، قاسم. (۱۳۸۳). «یخچال‌های سنتی شهرستان ابهر و نحوه یخ‌سازی و یخ‌گیری در آن‌ها». در مجله فرهنگ مردم، شماره ۱۰، ص ۳۳-۳۶.
- هورکارد، برنارد، و ماری پیررتو. (۱۳۷۴). «یخچال‌های سنتی فلات ایران». ترجمه ابوالحسن سروقد مقدم. در فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، ش ۳۷، ص ۵۶-۶۵.
- Beazly, Harvenson. (2006). Living with the desert: working buildings of the Iranian plateau Harvenson. with a contribution by Susan Roaf. Orchid Press Publisher.
- Herrmann, Georgina. (2004). The Monument of Merv, Stuart Laidlaw, karbansakhatov. The British Institute of Persian Studies.
- Jorgensen, Hemming. (2012). Ice houses of iran, How, Where, Why. Mazda Publishers, California.
- Shafer, Scott. (2013). Im a Yakhchal. Scholarship at Gettysburg College Student Publications 19.
- بهادری‌نژاد، مهدی. (۱۳۸۹). یخ‌سازی طبیعی و سنتی در ایران. تهران: نشر یزدا.
- بهشتی، سیدمحمد و مهرداد قیومی بیدهندی (و.و). (۱۳۸۸). فرهنگ‌نامه معماری ایران در مراجع فارسی. تهران: مؤسسه تألیف، ترجمه و نشر آثار هنری (متن).
- پاپلی یزدی، محمدحسین و مجید لباف خانیکی. (۱۳۷۸). «یخچال و تولید یخ مصنوعی». ارائه‌شده در دومین کنفرانس منطقه‌ای تغییر اقلیم: زنجان سازمان هواشناسی کشور.
- پویا، عبدالعظیم. (۱۳۷۱). سیمای باستانی شهر میبد (بررسی تاریخی سازواره و ساخت یک شهر کویری). یزد: نشر صنوبر.
- جانب‌اللهی، محمدسعید. (۱۳۸۵). چهل گفتار در مردم‌شناسی میبد. تهران: نشر گنجینه هنر.
- دهقان مهرجردی، الهام. (۱۳۹۰). میبد در آینه تاریخ (سیری در تاریخ و فرهنگ مردم میبد). سمنان: نشر حبله‌رود.
- دهقانی، علیرضا. (۱۳۸۸). آب در فلات ایران: قنات، آب‌انبار، یخچال. تهران: نشر یزدا.
- رضوی‌نسب، حسین و الهام فخرآبادی‌پور. (۱۳۹۳). «یخدان‌های دوقلوی سیرجان نماد فرهنگ و توسعه پایدار». ارائه‌شده در کنفرانس ملی معماری و منظر شهری پایدار: تهران، مؤسسه بین‌المللی مطالعات معماری و شهرسازی مهراز شهر.
- شفق، سیروس. (۱۳۸۶). «یخچال‌های سنتی نمونه‌ای از نبوغ معماری». در مجله فرهنگ اصفهان. ش ۳۵، ص ۴۲-۴۹.
- شهری، جعفر. (۱۳۶۹). تاریخ اجتماعی تهران در قرن سیزدهم (زندگی، کسب‌وکار) (۲). تهران: نشر اورامان.
- شیخ اسدی، فاطمه و زمزم زمانزاده. (۱۳۹۲). «یخدان راه‌حلی پایدار در معماری بومی ایران (نمونه موردی کرمان)». ارائه‌شده در اولین همایش ملی معماری، مرمت، شهرسازی و محیط‌زیست پایدار: همدان.
- طاووسی، تقی. (۱۳۹۰). «شرایط اقلیمی مؤثر در تکامل معماری یخچال». در مجله مطالعات ایرانی، دانشگاه باهنر کرمان، ش ۲۰،