

تحلیل توانمندی معماران محلی در فرآیند ساخت یخچال‌های سنتی (مقایسه شیوه‌های اجرایی مرکز با شرق و جنوب شرق ایران)*

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

چکیده

تکنولوژی ساخت در بناهای سنتی به عوامل گوناگونی مرتبط می‌شود، از جمله شرایط اقلیمی و ویژگی‌های بومی و محلی همچون توانمندی‌ها و مهارت معماران منطقه. شناخت فن‌آوری‌های ساخت در زمان گذشته در بناهای سنتی بخشی از ویژگی‌های مربوط به معماری محلی را آشکار خواهد ساخت. با گذشت زمان و جایگزین شدن تکنولوژی و پیشرفت شیوه‌های ساخت‌وساز، روش‌های ساخت سنتی ابنیه رو به فراموشی می‌روند. با مکتوب نمودن این روش‌ها می‌توان گامی مؤثر در راه حفظ این روش‌ها برداشت. همچنین آگاهی از نحوه ساخت در مرمت این ابنیه بسیار مؤثر است. فن‌آوری ساخت یخچال‌ها در شهرهای گوناگون به شکل مستقیم از توانمندی معماران پذیرفته است. پژوهشگران بیشتر بر روی جنبه‌های تاریخی، نحوه عملکرد یخچال‌ها، اجزای آنها و یا به شکل موردی بر روی برخی یخچال‌ها تحقیق کرده‌اند. این مقاله برای نخستین بار به شناخت شیوه‌های گوناگون ساخت یخچال‌ها و مقایسه آنها و مکتوب نمودن شیوه‌ها پرداخته است. روش داده‌اندوزی در این پژوهش ترکیبی از کتابخانه‌ای و میدانی است. پس از مصاحبه با استادکاران سنتی شهرهای شرق و جنوب شرق ایران در رابطه با شیوه ساخت یخچال‌ها و مدل‌سازی تک به تک مراحل ساخت، به تحلیل و مقایسه انواع روش‌ها پرداخته شده است. این مقاله بر آن است تا توانمندی معماران محلی در فرآیند ساخت یخچال‌های سنتی را در شهرهای شرق و جنوب شرق ایران مورد بررسی و مقایسه قرار دهد. با بررسی و تحلیل‌های انجام‌شده آشکار شد مهارت و توانمندی معماران بومی در فن‌آوری ساخت بخش‌های گوناگون یخچال به ویژه در گنبد آن، نحوه اجرای قوس گنبد، چیدمان خشت‌های آن و ایستایی دیوار سایه‌انداز ظهور پیدا می‌کند و تفاوت‌های بسیاری را در فن‌آوری ساخت در مناطق مختلف مشخص می‌سازد.

کلیدواژه‌ها: فن‌آوری ساخت، یخچال‌های سنتی، ساخت یخچال، معماری محلی

* این مقاله برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی ارشد نوشین نظریه با عنوان تیپولوژی و فناوری ساخت یخچال‌های استان کرمان با ارائه طرح مرمت نمونه مطالعاتی یخچال عباس‌آباد حاجی رفسنجان کرمان به راهنمایی دکتر نیما ولی بیگ و دکتر شهریار ناسخیان در دانشگاه هنر اصفهان است.

** کارشناس ارشد مرمت و احیای بناهای تاریخی، دانشگاه هنر اصفهان.
N.nazarieh@yahoo.com

*** استادیار، دانشکده مرمت، دانشگاه هنر اصفهان. (نویسنده مسئول).
N.valibeig@au.ac.ir

**** استادیار، دانشکده مرمت، دانشگاه هنر اصفهان.
S.nasakhian@au.ac.ir

مقدمه

در کشور ایران بسته به شرایط متغیر آب و هوایی، راهکارهای گوناگونی جهت بهینه‌سازی شرایط آسایش انسان به کار گرفته شده است. معماران سعی بر آن داشته‌اند که از شرایط طبیعی و اقلیمی بیشترین بهره را در بناها ببرند و یکی از این شرایط، سرمای بیش از حد زمستان است که با استفاده از این سرما و شب‌های یخبندان زمستان، یخ مورد نیاز را برای فصل گرم تابستان تولید و ذخیره کنند. به همین جهت معماران، فضای معماری ویژه‌ای به نام یخچال طراحی و ساخته‌اند. معماران گذشته با استفاده از تجربه و مهارت خود و با در نظر گرفتن شرایط، عناصر یک بنا را طراحی و اجرا می‌کردند. این تجارب برگرفته از توانمندی‌هایی بود که از پدر به پسر انتقال پیدا می‌کرد و در طی چندین سال شخص را به یک معمار بزرگ مبدل می‌ساخت. اجرای پوششی با دهانه‌ای بزرگ خود گویای بخشی از این توانمندی‌ها است.

با گذشت زمان و با گسترش شهرها و ساخت‌وسازهای جدید، بناهای قدیمی تخریب و رو به فراموشی می‌روند. به خصوص امروزه با پیشرفت تکنولوژی و همچنین با توجه کمبود فضای شهری، یخچال‌ها در شرف نابودی هستند. امروزه به مرور زمان، فناوری ساختی که در نسل‌های قبل بوده است از بین می‌رود. ساخت دهانه‌های بزرگ مانند دهانه گنبد یخچال‌ها با مصالح سنتی همچون خشت، نیاز به مهارت و تجربه بسیاری داشته است. این یخچال‌ها و فرآیند ساخت با دهانه بزرگ آنها می‌تواند راهکارهای مناسبی برای ساخت ساختمان‌هایی که نیاز به فضاهای تجمعی با ابعاد بزرگ را دارند ارائه دهد. با شناخت یخچال‌ها و فن‌آوری ساخت، می‌توان از فراموش شدن روش ساخت آنها جلوگیری کرده و از این بناهای بارز، برای فضاهای جمعی استفاده نمود. در این راستا پرسش‌های زیر پیش رو است:

- چه عواملی بر محل ساخت یخچال‌ها تأثیر گذار بوده است؟
 - مهارت، توانمندی و تجربه معماران چه تفاوت‌هایی را در حفر چاله و مخزن یخ ایجاد کرده است؟
 - برای کنترل فرم دهانه گنبد، معماران از چه ابزاری استفاده می‌نمودند؟
 - معماران چگونه فرم گنبد را به صورت پلکانی ایجاد می‌کردند؟
 - معماران برای ایستایی دیوارهای مرتفع و طویل یخچال‌های سنتی چه راه‌حل‌هایی می‌اندیشیدند؟
- این تحقیق با مشاهده و مصاحبه با معماران سنتی و

مدل‌سازی مراحل ساخت آنها در نرم‌افزار ترسیم، به تحلیل و مقایسه کار آنها خواهد پرداخت.

پیشینه تحقیق

پژوهشگران زیادی به موضوع یخچال‌های تاریخی پرداخته‌اند. در این میان بخشی از آنها یخچال‌ها را با دید تاریخی مورد بررسی قرار داده‌اند؛ از جمله مخلص، ۱۳۷۴؛ علایی و همکاران، ۱۳۹۳؛ بهادری نژاد و همکاران، ۱۳۹۰؛ ریچاردز، ۱۳۷۹؛ شاردن، ۱۳۴۵؛ اسمیت و همکاران، ۱۳۶۸. فرهنگ‌نامه‌ها و مقالات و کتاب‌های گوناگونی نیز به شرح و توضیح واژگان مرتبط با یخچال‌ها پرداخته‌اند، مانند بهشتی و همکاران، ۱۳۸۸؛ شهری، ۱۳۶۹؛ پاپلی یزدی، ۱۳۷۸؛ رفیع سرکشی و همکاران، ۱۳۸۲؛ طاووسی، ۱۳۹۰؛ قدیری، ۱۳۷۰. عملکرد و کاربرد یخچال و زمان استفاده از آن نیز مورد بحث دسته دیگری از این پژوهشگران مانند دهقانی، ۱۳۸۸ و شهری، ۱۳۶۹ بوده است. همچنین اجزای تشکیل دهنده یخچال‌ها به شکل کلی در برخی از منابع مانند اصغری مقدم، ۱۳۸۰؛ سرو قد مقدم، ۱۳۷۴؛ زارعی و همکاران، ۱۳۸۵ توصیف شده است. چگونگی ساخت و عرضه یخ عاملی است که بیشتر در منابع متفرقه آمده است، مانند شفق، ۱۳۸۶ و موسوی، ۱۳۸۳. بیشترین پژوهش در ارتباط با یخچال‌ها به وصف کلی یک یخچال در ساختار یک شهر یا یک بافت تاریخی بازمی‌گردد، مانند کارهای جانب‌الهی، ۱۳۸۵؛ دهقان مهرجردی، ۱۳۹۰ و پویا، ۱۳۷۱. با یک دید کلی می‌توان مجموعه مطالعات فوق را در چند دسته تقسیم کرد: پژوهش‌هایی که بخش‌هایی از اجزا را توصیف کرده‌اند؛ دسته‌ای دیگر که کالبد کلی و فرم را تحلیل کرده‌اند و تعدادی که مطالعات جغرافیایی و تاریخی انجام داده‌اند؛ ولی بیشترین پژوهش‌ها به نمونه‌های مطالعاتی می‌پردازد. بررسی جامع و دقیق کلیه پژوهش‌ها ضعف مطالعات و تحلیل‌ها را در ارتباط با شیوه‌های ساخت یخچال‌ها آشکار خواهد ساخت.

روش تحقیق

داده‌های این تحقیق از طریق مصاحبه با استادکاران و معماران سنتی جمع‌آوری شده است. برای جمع‌آوری داده‌ها و اطلاعات با معماران از چند شهر مختلف و در نسل‌های متفاوت مصاحبه شده است. روش‌های ساخت ذکر شده توسط معماران سنتی در کلیات یکسان ولی در جزئیات دارای تفاوت‌هایی بوده‌اند. در بین آنها روش‌های ساخت در شهرهای مرکزی همچون نائین و کاشان و شهرهای شرقی و جنوب شرقی مانند یزد و کرمان با یکدیگر مقایسه و مورد تحلیل قرار گرفته‌اند.

یخچال و اجزای آن

«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 کم آب، گاه یخبندان و گاه گرم و سوزان است. نیز در شهرهایی که در پای کوه‌ها، میان دشت کویر و صحرای لوت و کوه‌هایی که آن‌ها را در بر گرفته‌اند، 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» (سروقد مقدم، ۱۳۷۴: ۵۸). 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 ندارند و یا مانند هم نیستند. به‌طور کلی اجزای اصلی، دیوار سایه‌انداز، حوضچه‌های تولید یخ (یخ‌بند، یخ‌چائون یا یخ‌ساز) و مخزن یخ (گود اصلی یا یخچال با سقف گنبدی) هستند (پاپلی یزدی، ۱۳۷۸: ۳۳۹). حوضچه تهیه یخ، گودال مستطیل شکلی 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 الی ۵۰ سانتی‌متر و گاه بیشتر بوده است. این گودال محل تهیه یخ در شب‌های سرد زمستان بود. مخزن گنبدی یخچال‌ها معمولاً با خشت خام است؛ و به صورت پوشش بستو یا رک مخروطی است. در برخی از مناطق به این گنبدها کنور نیز گفته می‌شود (مسعود و همکاران، ۱۳۹۲: ۱۰۳). «گودال یخ یا انبار یخ گودال‌های عمیق و بزرگی هستند که در وسط مخزن یخ حفر می‌شدند. دیوار سایه‌انداز دیوار بسیار طولی بوده که از مشرق به مغرب کشیده می‌شده است. ارتفاع بلند

این دیوارها که گاهی تا ده متر می‌رسد، در طول روز از تابش آفتاب بر روی آب‌های منجمد شده در حوضچه‌ها جلوگیری می‌کرده است. در صورتی که در مشرق و مغرب کمی آفتاب بر روی سطح یخ می‌تابید، در این نقاط نیز دیوارهای سایه‌انداز جانبی متصل به دیوار اصلی بنا می‌کردند» (مخلصی، ۱۳۷۴: ۶۸۹) (تصاویر ۱ و ۲).

مشخص نمودن محل مناسب ساخت یخچال‌ها

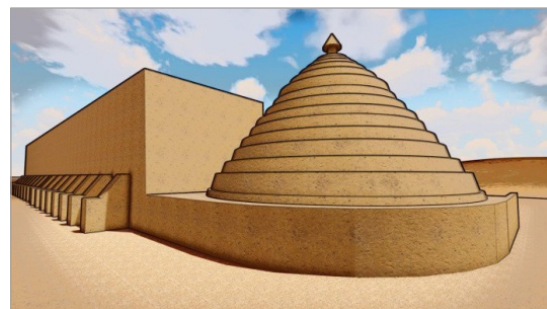
- برای ساخت یخچال ابتدا محل مناسبی را انتخاب می‌کردند. این محل باید دارای شرایط زیر می‌بود:
۱. نزدیک بودن به آب: اکثراً یخچال‌ها را نزدیک قنات‌ها می‌ساختند تا انتقال آب به آن آسان‌تر باشد.
 ۲. فاصله داشتن تا سکونتگاه‌ها: اکثراً خارج از حصار شهر ساخته می‌شده است تا در محل رفت و آمد نبوده و بهداشت رعایت شود.
 ۳. قرار داشتن در یک فضای باز و دور بودن از سایر ابنیه: این ویژگی به دلیل امکان وزش باد به حوضچه‌های یخ در نظر گرفته می‌شده است.
 ۴. استقرار بر روی خاک مستحکم و بکر: منظور، امکان تحمل بار سنگین مخزن و دیوار سایه‌انداز بوده است.
 ۵. ژرفای زیاد آب‌های زیرزمینی: در محلی که عمق آب‌های زیرزمینی بیشتر از ۱۴-۱۵ متر (بیشتر از ارتفاع چال) بوده، بنا می‌شده است.
 ۶. دور بودن از قبرستان: هدف رعایت نظافت و بهداشت بوده است (نظریه، ۱۳۹۳).

ساخت یخچال

فرایند ساخت یخچال مراحل گوناگونی را شامل می‌شده است. در ابتدا معمار به ساخت گنبد و مخزن سپس دیوار سایه‌انداز می‌پرداخته است.



تصویر ۲. تصویر شماتیک دیوار سایه‌انداز و حوضچه‌های یخ‌بند یخچال عباس‌آباد رفسنجان (نگارندگان)



تصویر ۱. تصویر شماتیک گنبد و دیوار سایه‌انداز یخچال عباس‌آباد رفسنجان (نگارندگان)

ساخت چال و گنبد یخچال

ساخت چال و گنبد در چند مرحله انجام می‌شده است که در جدول ۱ به مراحل آن پرداخته شده است. * تمامی تصاویر و عکس‌های جداول که فاقد مأخذ است از نگارندگان است.

تفاوت شیوه‌های اجرایی مرکز با شرق و جنوب شرق ایران

در شهرهایی مانند نائین، گودبرداری و ساخت گنبد هم‌زمان انجام می‌شده است. بدین صورت که خاک چال را کنده و از همان خاک جهت ساخت خشت استفاده می‌کردند و هم‌زمان با حفر چال، گنبد را اجرا می‌کرده‌اند. حتی در بسیاری از موارد، داخل چال با خاک آن ملات گل درست کرده و برای ساخت گنبد استفاده می‌نمودند. این شیوه بیشتر در مناطق جنوب شرقی ایران به‌طور مثال کرمان اجرا می‌شده است (فرزانه‌ای، ۱۳۹۴)؛ اما بنا به نظر برخی استادکاران، معمار پس از ساخت گنبد برای نشست‌های احتمالی گنبد، زمانی را لحاظ می‌کرده و سپس اقدام به حفر چاله می‌نموده است. این شیوه بیشتر خاص مناطق مرکزی مانند کاشان بوده است (صالحی، ۱۳۹۴) (جدول ۲). این تفاوت ساخت را می‌توان در تفاوت جنس و مقاومت خاک مناطق دانست.

فرم قوس گنبد

قوس گنبد برخی از یخچال‌ها بستو است (پیرنیا، ۱۳۷۲: ۳۵). «این چغد قابلیت باربری در دهانه وسیع را دارد به همین دلیل در پوسته داخلی گنبدهایی که دهانه بزرگ دارند و فشار زیادی بر آنها وارد می‌آید به کار می‌رود» (همو، ۱۳۷۳: ۱۳) (تصویر ۳).

برخی از استاد بناها در حین ساخت گنبد جهت اطمینان از فرم قوس به وسیله زنجیر آن را کنترل کرده‌اند ولی بیشتر آن‌ها از طریق قرارگیری خشت‌ها بر روی هم فرم قوس را تکمیل می‌نمودند (صالحی، ۱۳۹۴).

دلیل ساخت گنبد به فرم پلکانی

یکی از دلایل اجرای گنبد به صورت پلکانی، کم نمودن تعداد خشت‌ها با افزایش ارتفاع و در نتیجه سبک شدن سازه بوده و همچنین جلوگیری از ایجاد رانش در بخش پایینی گنبد، از دلایل دیگر بوده است که به همین علت ضخامت پایین بنا را بیشتر از بالا در نظر می‌گرفتند؛ و از دلایل دیگر ایجاد فضایی از بیرون گنبد برای سهولت کار بنایان جهت ساخت گنبد و مرمت‌های بعدی بوده است (تصویر ۴). از دلایل دیگر می‌توان

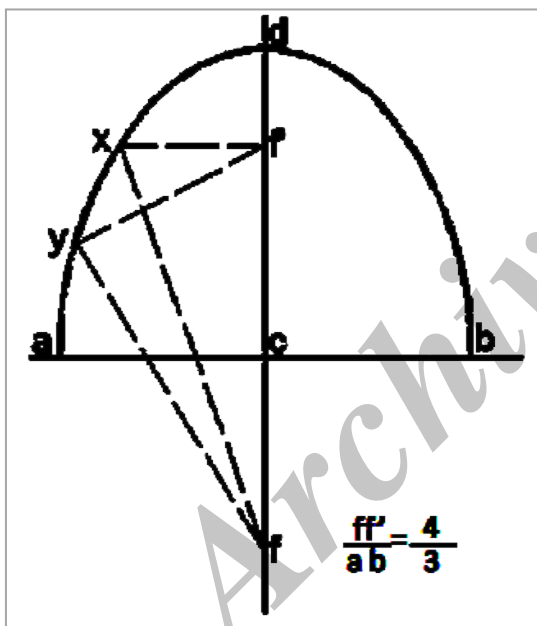
جلوگیری از شسته شدن اندود در اثر بارش و کم نمودن سطح تماس با شعاع‌های تابش خورشید را نام برد. در برخی از یخچال‌ها مانند یخچال شهر قوچان که گنبد به صورت پلکانی ساخته نشده است برای سهولت امر مرمت و اجرای چوب بست بر روی گنبد، حفره‌هایی بر روی گنبد ایجاد کرده‌اند تا چوب را در داخل آنها قرار داده و بر روی آنها چوب بست اجرا کنند (تصویر ۵).

ساخت دیوار سایه‌انداز

ساخت دیوار سایه‌انداز یخچال‌ها همانند سایر عناصر یخچال‌ها در چند مرحله صورت می‌گرفته است که در جدول ۳ به تمامی مراحل آن پرداخته شده است.

ساخت کورت و حوضچه‌های یخ‌بند

در انتها پس از تکمیل ساختمان یخچال، اقدام به ساخت کورت یخ‌بند می‌کرده‌اند. برای ساخت آن، حوضچه‌هایی به



تصویر ۳. نحوه ترسیم چغد بستو (پیرنیا، ۱۳۷۳: ۱۳)



تصویر ۴. گنبد پلکانی یخچال راور کرمان (نگارندگان)

دیوار کاسته و برای پایداری بهتر آن‌ها پشت‌بندهایی را به دیوارها الحاق می‌نموده‌اند (بند ۳-۵). در نهایت کرت یخ‌بند را اکثراً بدون هیچ‌گونه مصالح ایجاد می‌کرده‌اند (بند ۳-۶). تمامی این مراحل ساخت، انتخاب مصالح، چینش خشت‌ها، فرم و ابعاد همگی بسته به تجربه، دانش، مهارت و توانمندی معمارها در ساخت یخچال‌ها بوده است که بر اساس منطق و تجربیات خود به یک شیوه ساخت مناسب برای ساخت یخچال‌ها دست پیدا کرده بودند و در مواقع لزوم بر اساس شرایط محل ساخت، اقلیم و ابعاد یخچال مورد نظر تفاوت‌های کوچکی را در شیوه ساخت آن‌ها اعمال نموده‌اند؛ به‌طور مثال در ترتیب ساخت، عمق پلکان گنبد، مصالح جداره چال و الحاق پشت‌بندهای دیوار سایه‌انداز سلیقه‌های متفاوتی را به کار برده‌اند.



تصویر ۵. گنبد غیر پیکانی یخچال قوچان (نگارندگان)

عمق ۳۰ سانتی‌متر به موازات طول دیوار سایه‌انداز کنده می‌شده است. گاهی دیواره این حوضچه‌ها را با ساروج و یا در نمونه‌های متأخرتر حوضچه‌ها را با آجر می‌پوشاندند تا خاک‌های دیواره باعث گل‌آلود شدن یخ‌ها نشوند ولی کف حوضچه‌ها همیشه خاکی بوده‌اند (صالحی، ۱۳۹۴).

جمع‌بندی

نحوه ساخت یخچال‌ها مانند سایر بناهای تاریخی بر اساس مهارت و تجربه معماران محلی و سنتی انجام می‌گرفته است. در ابتدای ساخت، معمار بر اساس تجربه خود محل مناسب با ساخت یخچال را انتخاب می‌نموده است (بند ۲). معمار بر پایه دانش خود، پلان و پی و چینش خشت‌های گنبد را انجام می‌داده است (بند ۳-۱). فرم قوس، ابعاد دهانه و ارتفاع گنبد همگی بر مبنای تجربه معمار مشخص می‌شده است که باعث پایداری و بقا یخچال‌ها در طی سالیان زیاد شده است (بند ۳-۳). معمار بر اساس تجربه خود با توجه به شرایط اقلیمی، شکل پوشش خارجی گنبد را اجرا می‌نموده که اکثر گنبد یخچال‌ها به خصوص یخچال‌های مناطق مرکزی، شرق و جنوب شرقی ایران به صورت پلکانی اجرا می‌شده است که به کاهش دمای محیط داخل گنبد یخچال کمک می‌نموده است و از آسیب‌دیدگی پوسته خارجی در برابر بارش نزولات جلوگیری می‌نموده است (بند ۳-۴). برای پایداری دیوار سایه‌انداز بر اساس مهارت معمار، با افزایش ارتفاع از ضخامت



| تصاویر شماتیک | توضیح | مرحله |
|---|--|--------------------------------------|
| <p>تصویر شماتیک پیاده نمودن پلان گنبد یخچال</p> | <p>ابتدا پلان مخزن یخ که شامل ابعاد چاله، غلام گرد و ضخامت جرز و دیوار گنبد است را بر روی زمین ترسیم می‌کرده‌اند. * - معمولاً ابعاد غلام گرد داخلی را دو و نیم خشت (۰,۵۰ تا ۰,۵۲ متر) و جرز دیوار را هفت تا نه خشت در نظر می‌گرفتند (ابعاد هر خشت حدود ۰,۲ متر بود) (فرزانه‌ای، ۱۳۹۴).</p> | <p>پیاده‌سازی پلان گنبد</p> |
| <p>تصویر شماتیک پر نمودن پی با شفته‌آهک</p> | <p>بر اساس صلاح‌دید معمار در صورت نیاز برای ایجاد پی، ضخامت دیوار به همراه ۰,۳۰ متر از زمین پشت آن به ارتفاع ۰,۶ تا ۱ متر را کنده و با شفته‌آهک پر می‌کرده‌اند. در این ملات نسبت مواد بدین گونه است: ۲ پیمانه آهک، ۲ پیمانه رس و ۱ پیمانه شن و قلوه‌سنگ (محسنی، ۱۳۹۴).</p> | <p>ساخت پی گنبد</p> |
| <p>تصویر شماتیک حفر چال و ساخت بدنه گنبد</p> | <p>در مرحله بعد ابتدا چال مخزن را به ارتفاع حدود یک متر کنده و خاک آن را خارج و با آن خاک شروع به ساخت خشت جهت ساخت گنبد مخزن می‌کردند (فرزانه‌ای، ۱۳۹۴).</p> | <p>حفر چال مخزن و ساخت بدنه گنبد</p> |

| مرحله | توضیح | تصاویر شماتیک |
|-------------------------------|---|--|
| حفر چال مخزن و ساخت بدنه گنبد | در مرحله بعد ابتدا چال مخزن را به ارتفاع حدود یک متر کنده و خاک آن را خارج و با آن خاک شروع به ساخت خشت جهت ساخت گنبد مخزن می کردند (فرزانه‌ای، ۱۳۹۴). |  <p>تصویر شماتیک حفر چال و ساخت بدنه گنبد</p> |
| بدنه گنبد | با توجه به اهمیت یخچال، بانی آن و امکانات موجود در برخی از یخچال‌ها تا ارتفاع حدود ۱ تا ۱,۲ متر از آجر برای ساخت دیواره گنبد یخچال و پس از آن از خشت استفاده می کردند. پس از تمام شدن جرز یخچال معمولاً دو الی سه هفته صبر می کردند تا نشست زمین انجام پذیرد و حرکت آن متوقف شود. پس از آن شروع به ساخت گنبد پلکانی می نمودند (فرزانه‌ای، ۱۳۹۴). |  <p>تصویر شماتیک ساخت دیواره گنبد</p>  <p>تصویر دیواره آجری یخچال بافران</p> |
| ساخت گنبد پلکانی | برای ساخت فرم پلکانی، استادکار بیرون گنبد مستقر شده و چینش را انجام می داده است. پس از ساخت هر یک یا دو رگ خشت، رگ بعدی را چند سانتی متر (حدود ۰,۰۴ تا ۰,۰۷ متر) به طرف داخل پس می نشستند. این کار را معمولاً ۵ تا ۷ رگ خشت (حدود ۰,۳۵ متر) به همین شیوه اجرا می کردند. پس از هر ۷ تا ۷ رگ خشت، یک عدد خشت از ضخامت دیواره گنبد کاسته می شد. این کار تغییری در چیدمان خشت در داخل گنبد ایجاد نمی کند؛ اما از خارج یک پله ایجاد می شده است. ارتفاع پله‌ها و تعداد رگ خشت‌ها نیز بسته به سلیقه و مهارت استاد بنا بوده است. اگر تعداد رگ‌های خشت‌ها را بیشتر در نظر می گرفته‌اند تعداد پله‌ها کم و بالعکس بوده است. این کار تا جایی ادامه پیدا می کرده است که ضخامت دیواره گنبد به ۱,۵ خشت برسد. بخش بالایی گنبد (فراز گنبد) به ۱,۵ تا ۲ خشت ختم می شده است (صالحی، ۱۳۹۴). |  <p>تصویر شماتیک حفر چال و شروع ساخت گنبد پلکانی</p>  <p>تصویر شماتیک ساخت گنبد پلکانی</p> |

| تصاویر شماتیک | توضیح | مرحله |
|--|--|-------------------------|
|  <p>تصویر شماتیک ساخت دیواره گنبد</p>  <p>تصویر دیواره آجری یخچال بافران</p> | <p>با توجه به اهمیت یخچال، بانی آن و امکانات موجود در برخی از یخچال‌ها تا ارتفاع حدود ۱ تا ۱,۲ متر از آجر برای ساخت دیواره گنبد یخچال و پس از آن از خشت استفاده می‌کردند. پس از تمام شدن جرز یخچال معمولاً دو الی سه هفته صبر می‌کردند تا نشست زمین انجام پذیرد و حرکت آن متوقف شود. پس از آن شروع به ساخت گنبد پلکانی می‌نمودند (فرزانه‌ای، ۱۳۹۴).</p> | <p>بدنه گنبد</p> |
|  <p>تصویر شماتیک حفر چال و شروع ساخت گنبد پلکانی</p>  <p>تصویر شماتیک ساخت گنبد پلکانی</p> | <p>برای ساخت فرم پلکانی، استادکار بیرون گنبد مستقر شده و چینش را انجام می‌دهد. پس از ساخت هر یک یا دو رگ خشت، رگ بعدی را چند سانتی‌متر (حدود ۰,۰۴ تا ۰,۰۷ متر) به طرف داخل پس می‌نهند. این کار را معمولاً ۵ تا ۷ رگ خشت (حدود ۰,۳۵ متر) به همین شیوه اجرا می‌کردند. پس از هر ۵ تا ۷ رگ خشت، یک عدد خشت از ضخامت دیواره گنبد کاسته می‌شد. این کار تغییری در چیدمان خشت در داخل گنبد ایجاد نمی‌کند؛ اما از خارج یک پله ایجاد می‌شده است. ارتفاع پله‌ها و تعداد رگ خشت‌ها نیز بسته به سلیقه و مهارت استاد بنا بوده است. اگر تعداد رگ‌های خشت‌ها را بیشتر در نظر می‌گرفته‌اند تعداد پله‌ها کم و بالعکس بوده است. این کار تا جایی ادامه پیدا می‌کرده است که ضخامت دیواره گنبد به ۱,۵ خشت برسد. بخش بالایی گنبد (فرزانه) به ۱,۵ تا ۲ خشت ختم می‌شده است (صالحی، ۱۳۹۴).</p> | <p>ساخت گنبد پلکانی</p> |

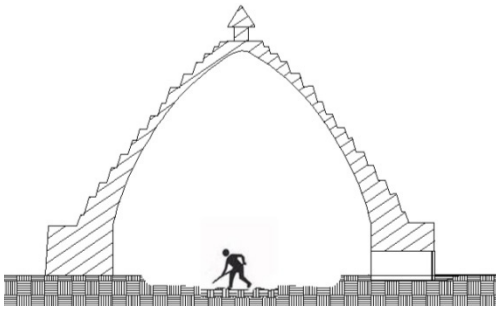
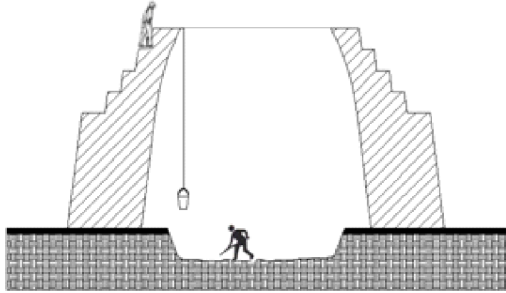

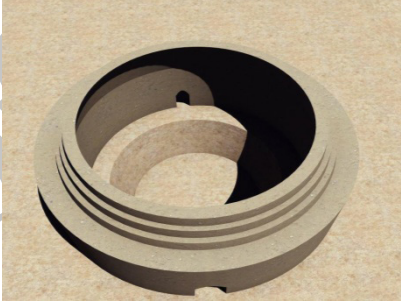

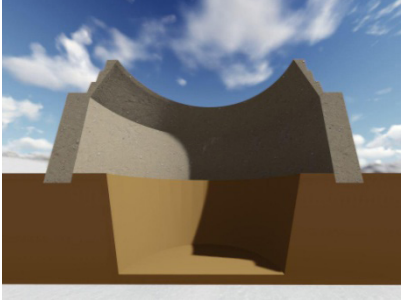
| تصاویر شماتیک | توضیح | مرحله |
|--|---|----------------|
|  <p>نحوه چینش خشت‌های گنبد</p>  <p>یخچال زیرسف کرمان با پلکانی به عمق نیم خشت</p>  <p>یخچال کبوتر خان کرمان با پلکانی به عمق یک خشت</p> | <p>تمام این مراحل بسته به تجربه، مهارت و سلیقه استاد بنا داشته و از قانون خاصی تبعیت نمی‌کرده است. به‌طور مثال برخی از معماران سنتی ترجیح داده‌اند که عمق پله‌ها زیاد نباشد به همین دلیل هر ۵ الی ۷ رگ یک و نیم خشت از خشت‌ها کم کرده‌اند (صالحی، ۱۳۹۴).</p> <p>همچنین در برخی از یخچال‌ها ارتفاع پله‌ها بیشتر است. معماران این یخچال‌ها پس از چینش رج‌های بیشتری از خشت، از تعداد آن‌ها کاسته‌اند.</p> <p>عمق و ارتفاع پله‌ها بسته به تعداد ردیف‌های چینش خشت و تعداد خشت‌هایی که کم می‌نموده‌اند داشته است.</p> | عمق پله‌ها |
|  <p>جداره چال یخچال فیروزآباد (یورگنسن، ۲۰۱۲: ۱۰۴)</p>  <p>جداره چال یخچال ابرقو (یورگنسن، ۲۰۱۲: ۱۲۹)</p> | <p>شیوه‌های گوناگونی برای پوشش جداره چال مخزن به‌کاررفته است. پوشش جداره مخزن در یخچال‌ها خاک دستی مستحکم و اندود ساروج و یا آجر و قلوه‌سنگ است (نظریه، ۱۳۹۳).</p> <p>به‌عنوان مثال جداره چال برخی از یخچال‌های کرمان آجری و جداره چال یخچالی در ابرقو با قلوه‌سنگ است. پس از اتمام چال یک حفره به قطر ۰،۱۵ الی ۰،۲۰ متر به عنوان چاه برای خارج شدن آب حاصل از ذوب یخ‌ها به عمق ۱ الی ۱،۵ متر حفر می‌کردند (پور بافران، ۱۳۹۴).</p> | پوشش جداره چال |



| تصاویر شماتیک | توضیح | مرحله |
|---|--|---|
|  <p data-bbox="263 728 574 761">مقطع شماتیک یخچال و چاه خروج آب</p> | <p data-bbox="657 533 1123 638">پس از اتمام چال یک حفره به قطر ۱۵-۲۰ سانتی‌متر به عنوان چاه برای خارج شدن آب حاصل از ذوب یخ‌ها به عمق ۱ الی ۱,۵ متر حفر می‌کردند.</p> | <p data-bbox="1173 571 1284 604">چاه خروج آب</p> |
|  <p data-bbox="236 1153 598 1187">تصویر ورودی یخچال لنگر کرمان با چینش پر</p>  <p data-bbox="191 1523 641 1556">تصویر ورودی یخچال حاج رشید سیرجان با چینش رومی</p> | <p data-bbox="657 1142 1123 1247">بیشتر ورودی‌های یخچال‌ها به فرم تاق آهنک با روش چینش پر و در موارد اندکی با روش چینش رومی است. فرم چفدهای به کاررفته هم تیزه‌دار و هم مازه‌دار بوده است.</p> | <p data-bbox="1165 1182 1300 1216">ورودی یخچال‌ها</p> |
| <p data-bbox="204 1630 1123 1664">پس از ساخت و تکمیل گنبد یخچال، جهت عایق‌بندی آن یک لایه کاه‌گل با کاه نیم‌کوب بر روی سطح آن می‌کشیدند.</p> | | <p data-bbox="1189 1630 1276 1664">اندود گنبد</p> |

(نگارندگان)

جدول ۲. تفاوت شیوه‌های اجرایی مرکز با شرق و جنوب شرق ایران (شهر نائین، کاشان و کرمان)

| نحوه ساخت گنبد و حفر چال در شهر کاشان | نحوه ساخت گنبد و حفر چال در شهر نائین و کرمان |
|--|---|
|  <p data-bbox="379 741 683 775">مقطع شماتیک ساخت گنبد در کاشان</p> |  <p data-bbox="922 741 1281 775">مقطع شماتیک ساخت گنبد در نائین و کرمان</p> |
|  <p data-bbox="352 1193 711 1227">مقطع شماتیک ساخت گنبد پلکانی در کاشان</p> |  <p data-bbox="810 1193 1390 1227">تصویر شماتیک ساخت گنبد یخچال و حفر هم‌زمان چال در نائین و کرمان</p> |
|  <p data-bbox="292 1637 772 1671">مقطع شماتیک حفر چال پس از اتمام گنبد یخچال در کاشان</p> |  <p data-bbox="842 1637 1361 1671">مقطع شماتیک ساخت گنبد و حفر هم‌زمان چال در نائین و کرمان</p> |

(نگارندگان)

جدول ۳. مراحل ساخت دیوار سایه‌انداز یخچال

| تصاویر شماتیک | توضیح | مرحله |
|--|---|--|
|  <p data-bbox="295 622 566 656">تصویر شماتیک پیاده‌سازی پلان د</p> <p data-bbox="274 936 587 969">تصویر شماتیک حفر پی دیوار سایه‌انداز</p> | <p data-bbox="678 427 1129 943">پس از ساخت گنبد به ساخت دیوار سایه‌انداز می‌پرداخته‌اند. برای ساخت دیوار سایه‌انداز نیز بنا به صلاح‌دید استادکار و اهمیت یخچال، مصالح انتخاب می‌شده است. دیوارهای سایه‌انداز در اکثر شهرها بیشتر به صورت چینه‌ای ساخته می‌شده اما در برخی موارد نیز با خشت ساخته شده است. برای ساخت دیوار در ابتدا جهت دیوار را تعیین می‌کرده‌اند. جهت این دیوارها رو به سمت وزش بادهای سرد زمستانی بوده است. عرض این دیوارها بین ۱،۵ الی ۳ متر متغیر است. ساختار این دیوارها همانند دیوار باغ‌ها عموماً فاقد پی هستند و در مواردی نادر نیز دارای پی شفته‌آهک می‌باشند. پس از پیاده نمودن ابعاد دیوار بر روی زمین، در صورت نیاز برای ایجاد پی، عرض دیوار به همراه ۰،۳ متر از دو طرف آن را به عمق ۰،۶ الی ۱،۲ متر می‌کنده‌اند و سپس با شفته‌آهک آن را پر می‌نموده‌اند (نظریه، ۱۳۹۳).</p> | <p data-bbox="1168 633 1300 741">پیاده‌سازی پلان دیوار سایه‌انداز و ایجاد پی</p> |
|  <p data-bbox="258 1249 598 1283">تصویر شماتیک ساخت بدنه دیوار سایه‌انداز</p> <p data-bbox="327 1615 534 1648">تصویر پای دیوار سایه‌انداز</p> <p data-bbox="210 1921 651 1989">تصویر شماتیک تکمیل دیوار سایه‌انداز و مقطع مخروطی شکل آن</p> | <p data-bbox="678 1290 1129 1727">در بعضی از یخچال‌ها، در پایه دیوار از قلوه‌سنگ و یا چند رگ آجر استفاده شده است. علاوه بر اینها در بعضی از یخچال‌ها برای جلوگیری از نفوذ آب، در ساخت خشت یا چینه دیوار به جای آب، از آب‌نمک بهره گرفته‌اند. این بخش بسیار مستحکم و عایق رطوبت است؛ مانند دیوار سایه‌انداز یخچال بافران نائین (پوربافرانی، ۱۳۹۴). ارتفاع دیوار سایه‌انداز بین ۱۷ الی ۱۵ متر بوده است در کلیه این دیوارها ضخامت از پایین به بالا کاسته می‌شده است. این امر برای پایداری بیشتر، سبک‌سازی و استفاده از مصالح کمتر بوده است. در دیوار به فواصل تقریبی هر ۲ متر یک حفره به قطر حدودی ۰،۱ تا ۰،۱۵ متر جهت چوب بست ایجاد می‌کرده‌اند.</p> | <p data-bbox="1168 1473 1300 1541">ساخت بدنه دیوار سایه‌انداز</p> |

| تصاویر شماتیک | توضیح | مرحله |
|--|--|---|
|  <p>تصویر بازشو دیوار سایه‌انداز</p>  <p>تصویر بازشو دیوار سایه‌انداز یخچال لنگر با تاقی به چینش ضربی</p> | <p>در بعضی از دیوارها بازشوهایی جهت سهولت رفت‌وآمد تعبیه شده است که برای اجرای تاق این ورودی‌ها از تاق آهنک با چینش ضربی یا رومی بهره گرفته‌اند.</p> | <p>بازشو دیوار سایه‌انداز</p> |
|  <p>تصویر چینه‌های دیوار سایه‌انداز یخچال کبوتر خان کرمان</p> | <p>برای ساخت دیوار سایه‌انداز چینه‌ای، هر لاد را ساخته و پس از آن یک یا دو رگ خشت برای مسطح کردن سطح، اجرا کرده و پس از آن به سراغ لاد بعدی می‌رفتند.</p> | <p>ساخت دیوار چینه‌ای</p> |
|  <p>تصویر شماتیک ساخت پشت بندهای دیوارهای سایه‌انداز</p> | <p>در اکثر دیوارهای سایه‌انداز ابتدا دیوار اصلی ساخته شده سپس پشت بندها ساخته شده‌اند؛ اما در برخی نمونه‌ها که ارتفاع دیوار سایه‌انداز زیاد است، پس از ساخت دیوار اصلی تا ارتفاع مشخص، پشت بندها را احداث کرده‌اند و سپس ادامه دیوار اصلی ساخته شده است (نظریه، ۱۳۹۳).</p> | <p>ساخت پشت بندهای دیوار سایه‌انداز</p> |
| | <p>پس از ساخت و تکمیل دیوار سایه‌انداز، بر روی سطح دیوار و پشت بندها یک لایه کاه گل یا کاه نیم کوب می‌کشیدند.</p> | <p>اندود دیوار سایه‌انداز</p> |

(نگارندگان)

نتیجه‌گیری

معمار برای ساخت یخچال، محلی را که از لحاظ دسترسی به آب، بهداشت، فضای باز، عمق آب‌های سطحی و استحکام خاک مناسب بوده انتخاب می‌نموده است. ساخت یخچال‌ها به‌طور مستقیم از توانایی معمار تأثیر می‌پذیرفته است. این توانایی را می‌توان در تفاوت ساخت یخچال‌ها در مناطق مختلف مشاهده نمود. معمارهای سنتی به دلیل بزرگ بودن گنبد، برای کنترل دهانه معمولاً بر اساس رج‌های خشت اقدام کرده‌اند و به‌ندرت از زنجیر استفاده نموده‌اند. متناسب با زمین محل ساخت یخچال و مهارت معمار، برای حفر چاله از روش‌های متفاوتی استفاده شده است. به‌طور مثال در برخی از مناطق هم‌زمان با ساخت گنبد، چاله را هم حفر کرده‌اند و در مناطق دیگر ابتدا گنبد را ساخته سپس به ایجاد چاله اقدام نموده‌اند. معماران با پیش و پس نشاندن رج‌های خشت‌ها و کم کردن تعداد آن‌ها در محل‌های موردنظر، گنبد را به فرم پلکانی در می‌آوردند. هنگام ساخت دیوار مرتفع و طویل سایه‌انداز، برای ایستایی بهتر آن، با افزایش ارتفاع از ضخامت دیوار کم کرده‌اند. همچنین در برخی از یخچال‌ها با ساخت پشت‌بند به ایستایی دیوار سایه‌انداز کمک نموده‌اند. در این مقاله، برخلاف پژوهش‌های پیشین به شکل مستقیم به اثر توانمندی معماران محلی در فرآیند ساخت یخچال‌های سنتی پرداخته شده است. این پژوهش را می‌توان در رابطه با یخچال‌های سایر نقاط ایران و فن‌آوری ساخت سایر بناهای سنتی به کار برد.

منابع و مآخذ

- اسمیت، آنتونی. (۱۳۶۹). سفرنامه آنتونی اسمیت - ماهی سفید کور در ایران. ترجمه محمود نبی زاده، چاپ اول، اصفهان: نقش جهان.
- اصغری مقدم، محمدرضا. (۱۳۸۰). یخچال‌ها، پدیده‌های جنب شهری فراموش شده. رشد آموزش جغرافیا، ۵۲-۴۸ و ۵۹.
- بهادری نژاد، مهدی و دهقانی، علیرضا. (۱۳۹۰). یخ‌سازی طبیعی و سنتی در ایران (قسمت ششم). تهویه مطبوع. (۱۰۳)، ۴۹-۶۵.
- بهشتی، محمد و قیومی بید هندی، مهرداد. (۱۳۸۸). فرهنگنامه معماری ایران در مراجع فارسی. تهران: دانشنامه تاریخ معماری ایران‌شهر.
- پاپلی یزدی، محمدحسین و لباف خانیکی، مجید. (۱۳۷۸). یخچال و تولید یخ مصنوعی. دومین کنفرانس منطقه‌ای تغییر اقلیم. سازمان هواشناسی کشور، زنجان، ایران.
- پولاک، یاکوب ادوارد. (۱۳۶۸). سفرنامه پولاک. کیکاووس جهانداری (مترجم)، تهران: خوارزمی.
- پویا، عبدالعظیم. (۱۳۷۱). سیمای باستانی شهر میبد (بررسی تاریخی سازواره و ساخت یک شهر کویری). یزد: صنوبر.
- پیرنیا، محمد کریم. (۱۳۷۳). چفدها و طاق‌ها. اثر، (۲۴)، ۱۳-۱۴.
- جانب‌اللهی، محمدسعید. (۱۳۸۵). چهل گفتار در مردم‌شناسی میبد. تهران: گنجینه هنر.
- دهقان مهرجردی، الهام. (۱۳۹۰). میبد در آیین تاریخی (سیری در تاریخ و فرهنگ مردم میبد). سمنان: حبله‌رود.
- دهقانی، علیرضا. (۱۳۸۸). آب در فلات ایران: قنات، آب‌انبار، یخچال. تهران: یزدا.
- رفیعی سرشکی، بیژن؛ رفیع زاده، ندا و رنجبر کرمانی، علی‌محمد. (۱۳۸۲). فرهنگ مهرازی (معماری) ایران. تهران: مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن.
- ریچاردز، فرد. (۱۳۷۹). سفرنامه فرد ریچاردز. مهین دخت صبا (مترجم)، تهران: علمی و فرهنگی.
- زارعی، علی و زرج آباد، حسن. (۱۳۸۵). پژوهشی بر سازه‌های آبی شهر بیرجند (مطالعه موردی یخچال‌ها). مطالعات فرهنگی اجتماعی خراسان، (۲)، ۱۶-۵.
- شاردن، ژان. (۱۳۴۵). سفرنامه شاردن. محمد عباسی (مترجم)، تهران: امیرکبیر.
- شفقی، سیروس. (۱۳۸۶). یخچال‌های سنتی نمونه‌ای از نبوغ معماری. فرهنگ اصفهان، (۳۵)، ۴۲-۴۹.
- شهری، جعفر. (۱۳۶۹). تاریخ اجتماعی تهران در قرن سیزدهم (زندگی، کسب و کار). جلد ۲، تهران: اورامان.
- طاووسی، تقی. (۱۳۹۰). شرایط اقلیمی مؤثر در تکامل معماری یخچال. مطالعات ایرانی دانشگاه باهنر کرمان، (۲۰)، ۱۹۲-۱۶۲.

- علایی، علی؛ رنجبر، شمس و سبزی، زهرا. (۱۳۹۳). آب گوارا در کویر، بررسی دو نمونه از شاهکارهای معماری کویر (آبانبار و یخچال سنتی)، اولین همایش ملی معماری، عمران و محیط‌زیست شهری، همدان.
- قدیری، بهرام. (۱۳۷۰). فهرست‌واره نام بناهای قدیم ایران. ص‌ف‌ه. (۳ و ۴)، ۸۲-۱۰۵.
- مخلصی، محمدعلی. (۱۳۷۴). یخچال‌های قدیمی شاهکارهای معماری از یاد رفته. اولین کنگره معماری و شهرسازی ایران، جلد ۲- ارگ بم- کرمان.
- مسعود، محمد و ولی بیگ، نیما. (۱۳۸۲). فرهنگ واژگان شهرسازی و معماری اسلامی ایران در دوره قاجار. اصفهان: گلدسته.
- موسوی، قاسم. (۱۳۸۳). یخچال‌های سنتی شهرستان ابهر و نحوه یخ‌سازی و یخ‌گیری در آنها. فرهنگ مردم. (۱۰)، ۳۳-۳۶.
- نظاری، مریم. (۱۳۸۴). مطالعه آسیب‌شناسی یخدان ارگ بم. گزارش‌ها و مقالات سالانه پژوهش نجات‌بخشی میراث فرهنگی بم (ارگ). پایگاه پژوهشی میراث فرهنگی بم.
- نظریه، نوشین. (۱۳۹۳/۰۴). مصاحبه منتشر نشده با نعمت‌الله رضایت: در باره فن‌آوری ساخت یخچال‌های سنتی در اصفهان. مسجد جامع اصفهان.
- نظریه، نوشین. (۱۳۹۴/۰۱). مصاحبه منتشر نشده با غلامرضا فرزانه‌ای محمدی: در باره فن‌آوری ساخت یخچال‌های سنتی در نائین. تکیه محمدیه نائین (روستای نائین).
- نظریه، نوشین. (۱۳۹۴/۰۱). مصاحبه منتشر نشده با قدرت‌الله صالحی: در باره فن‌آوری ساخت یخچال‌های سنتی در کاشان. منزل شخصی آقای صالحی (کاشان).
- نظریه، نوشین. (۱۳۹۴/۰۳). مصاحبه منتشر نشده با حسن محسنی: در باره فن‌آوری ساخت یخچال‌های سنتی در نائین. منزل شخصی آقای محسنی (روستای نائین).
- نظریه، نوشین. (۱۳۹۴/۰۳). مصاحبه منتشر نشده با مجتبی محسنی: در باره فن‌آوری ساخت یخچال‌های سنتی در نائین. منزل شخصی آقای محسنی (روستای نائین).
- نظریه، نوشین. (۱۳۹۴/۰۳). مصاحبه منتشر نشده با یوسف محسنی: در باره فن‌آوری ساخت یخچال‌های سنتی در نائین. آبانبار نائین (روستای نائین).
- نظریه، نوشین. (۱۳۹۴/۰۵). مصاحبه منتشر نشده با جواد نظریه: در باره فن‌آوری ساخت یخچال‌های سنتی در کرمان. مسجد ملک کرمان (کرمان).
- نظریه، نوشین. (۱۳۹۴/۱۲). مصاحبه منتشر نشده با جابر پوربافران: در باره فن‌آوری ساخت یخچال‌های سنتی در نائین و یخچال مرمّت شده بافران. یخچال سنتی بافران (روستای بافران).
- هورکارد، برنارد و پیربرتو، ماری. (۱۳۷۴). یخچال‌های سنتی فلات ایران. تحقیقات جغرافیایی، ابوالحسن سرو قد مقدم (مترجم). (۳۷)، ۵۶-۶۵.
- Jorgensen, Hemming. (2012). *Ice Houses of Iran, How, Where, Why*, California: Mazda.