



مقایسه سال‌یابی سقائفارهای مازندران با روش‌های گاه‌شناسی درختی و ترمولومینسانس (مطالعه موردی: شهرستان قائم‌شهر)

رضا دانش‌زاده^{۱*}، کامبیز پورطهماسی^۲، رضا اولادی^۳، غلامرضا رحمانی^۴

۱. دکتری بیولوژی و آناتومی چوب، گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

۲. استاد گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

۳. دانشیار گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

۴. استادیار پژوهشکده حفاظت و مرمت آثار تاریخی، پژوهشگاه میراث فرهنگی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۴/۳۱

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۶/۲۵

چکیده

سقائفار، بنایی چوبی در استان مازندران بوده که دارای کاربردی مذهبی است. با توجه به اهمیت تاریخی و فرهنگی سقائفارهای مازندران، مطالعات سال‌یابی مطلق با روش‌های علمی و قابل استناد بر روی آن‌ها صورت گرفته است و پژوهش‌ها عمدتاً بر روی نقاشی‌های درون آن و یا معماری آن‌ها بوده است. در این پژوهش، برای نخستین بار در کشور، قدمت دو سقائفار شهرستان قائم‌شهر (وسطی‌کلا و سید ابوالصالح) با روش‌های گاه‌شناسی درختی و ترمولومینسانس تعیین شدند. در این روش ابتدا از تیرها و ستون‌های سازه دو سقائفار با مته رویش سنج و عکس‌برداری از مقاطع نمونه‌برداری انجام شد. آن‌گاه نمونه‌های چوبی تهیه شده زیر دستگاه اندازه‌گیری LINTAB با دقت یک صدم میلی‌متر اندازه‌گیری شدند و نمونه‌های تصویری با نرم‌افزار ImageJ اندازه‌گیری شدند. برای ارزیابی ترمولومینسانس، نمونه‌هایی از آجرهای پی سقائفار تهیه و برای تاریخ‌گذاری به آزمایشگاه منتقل شدند. در بررسی گاه‌شناسی درختی به کمک تطابق سری زمانی مرجع از پهنای حلقه‌های رویش بلوط منطقه گرگان با نمونه‌های مستخرج از سقائفارها مشخص شد که این بناها در دوره قاجار (وسطی‌کلا، ۱۸۵۶ میلادی و سیدابوالصالح، ۱۸۸۱ میلادی) ساخته شدند و در دوره‌های تاریخی پس از آن، مرمت و حتی دستخوش تغییرات از نظر ابعاد گردیدند. نتایج آزمایش‌های ترمولومینسانس انجام‌شده بر روی آجرهای پی سقائفارها با نوسان پنج‌ساله، قدمت مورد سقائفار سید ابوالصالح را ۱۴۰ سال (زمان ساخت بنای اصلی) و قدمت سقائفار وسطی‌کلا را ۵۰ سال (زمان ساخت بنای الحاقی) تعیین نمود. مقایسه این دو روش با هم نشان داد که در صورت وجود نمونه‌های چوبی مناسب برای استفاده در تکنیک گاه‌شناسی درختی، این روش از دقت بالاتری برخوردار خواهد بود.

واژگان کلیدی: باستان‌شناسی درختی، سازه چوبی، میراث فرهنگی، دزیمتر، گرماتابی

* نویسنده مسئول مکاتبات: مازندران، قائم‌شهر، خیابان تهران، کدپستی: ۴۷۶۵۶۳۹۱۷۵.

پست الکترونیکی: reza.daneshzadeh@ut.ac.ir

۱. مقدمه

استفاده از چوب در ایران از گذشته‌های دور در ساخت سازه‌های چوبی بسیار مرسوم بوده و بخش مهمی از آثار تاریخی و فرهنگی کشور را شکل داده‌اند. مطالعات باستان‌شناسی از پوشش‌های سقف چوبی در معماری هزاره سوم قبل از میلاد در تپه‌های سیلک و همچنین در بقایای شهر سوخته، در کناره رود هیرمند حکایت دارند [1]. استفاده از سقف‌های چوبی در تخت جمشید و پاسارگاد و نوآوری‌های پیشرو معماری پارسی در این زمینه بیان‌گر سابقه و تجربه تاریخی این نوع پوشش در ایران است [2]. در استان مازندران با توجه به شرایط جغرافیایی و اقلیمی، کاربرد چوب در معماری به‌عنوان مصالح اولیه و در دسترس قبل از ورود مصالح امروزی اعم از بتنی، آجری و غیره همواره متداول و مرسوم بوده و خانه‌های روستایی بر پایه چوب در دو یا حداکثر سه طبقه ساخته می‌شده‌اند. «سقائفار» یکی از بناهای مذهبی غالباً چوبی است که در دو طبقه ساخته شده و دسترسی به طبقه بالای آن از طریق راه‌پله چوبی یا نردبان متحرک امکان‌پذیر است (شکل ۱). در برخی از نقاط دنیا به دلیل شرایط اقلیمی خاصی که وجود دارد بستر مناسبی برای رویش گیاهان و درختان به وجود آمده که این بستر مناسب منجر به شکل‌گیری معماری بومی بر مبنای مصالح چوبی شده است که سقائفارها جزئی از آن‌ها می‌باشند [3]. کارکرد برخی از این بناهای چوبی، مذهبی است. شاخص‌ترین آثار معماری بر مبنای مصالح چوبی در حوزه شرق دور قاره آسیا و در کشورهای چین، ژاپن و کره وجود دارد که از لحاظ تاریخی، باستانی، معماری و هنری قابل تأمل است. تأثیرگذاری دو عامل عقاید دینی و جغرافیای اقلیمی بر معماری این بناها موجب متمایز گشتن سقائفارها از دیگر بناهای مذهبی در دیگر نقاط کشور می‌گردد [2]. یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های سقائفار، استفاده از چوب در تمامی ساختار و معماری آن اعم از ستون، سرستون و سقف و پوشش بام شیب‌دار است که در معابد بودائی هند، چین، کره و ژاپن به‌وفور یافت می‌شود. سقائفار از قطعات چوبی با ابعاد مختلف نظیر ستون، سرستون، شیر سر، هلا، نرده، نال و غیره ساخته شده که هریک کاربرد خاص خود را دارد [4].

ساختار همه سقائفارها غالباً چوبی بوده ولی به‌غیراز چوب، مواد و مصالح دیگری نیز مانند آجر، حلب، ملاط، ماسه سیمان، بلوک سیمانی و ملات گل آهک نیز به کار گرفته شده است. البته استفاده از حلب، ملات، ماسه سیمان و بلوک سیمانی مربوط به دهه‌های اخیر است [4]. اکثر سقائفارهای قدیمی مازندران با استفاده از چوب‌های آزاد و بلوط بنا گردیده‌اند [3].

سال‌یابی آثار تاریخی به دو صورت سال‌یابی نسبی و سال‌یابی مطلق است. سال‌یابی نسبی در باستان‌شناسی در خصوص دوره‌ها یا وقایع تاریخی مهم بدون ذکر تاریخ بوده که درواقع با مقایسه یک محوطه، آثار با یک محوطه یا آثار دیگر به‌صورت نسبی قدمت‌ها تعیین می‌گردند. ولی در گاه‌شناسی مطلق، قدمت آثار تاریخی در زمان مشخص به‌صورت زمان تقویمی مشخص می‌گردد. در این پژوهش نیز دو روش گاه‌شناسی درختی و ترمولومینسانس به‌عنوان روش‌های سال‌یابی مطلق استفاده گردید. باستان‌شناسی درختی (Dendroarchaeology)، تخصص‌های گاه‌شناسی درختی و باستان‌شناسی را برای تعیین سن درختان و الوارهای مورد استفاده در سازه‌های قدیمی و همچنین بازسازی اقلیم، پوشش گیاهی و الگوهای فعالیت انسانی گذشته ترکیب می‌کند. باستان‌شناسی درختی به‌ویژه در قدمت‌گذاری سازه‌های چوبی مانند خانه‌ها و مصنوعات باستانی ساخته شده از چوب و در تحلیل برخی اطلاعات تمدن‌های گذشته مانند سکونتگاه‌ها، شیوه‌های مدیریت جنگل و الگوهای تجاری مفید است. در روش ترمولومینسانس یا گرمالین، شدت نور ساطع شده از مواد حاوی بلور بر اثر حرارت دادن تا ۵۰۰ درجه سانتی‌گراد شاخصی برای قدمت آن‌ها است. روش سال‌یابی ترمولومینسانس بر این اصل استوار است که انرژی ساطع شده از مواد رادیواکتیو موجود و در خاک و اشعه کیهانی در طی زمان در مواد بلورین سفال، آجر، سنگ و خاک ذخیره می‌شود. هنگامی که این مواد گرم شوند، انرژی آزاد و به‌صورت نور پراکنده می‌شوند. سفال، آجر، کاشی، رسوبات، سنگ‌های آتش‌فشانی و به‌طور کلی هر نوع خاک پخته شده در درون کوره که بیش از ۴۰۰ درجه سانتی‌گراد حرارت دیده باشد، برای سال‌یابی با روش ترمولومینسانس مناسب هستند. با توجه به اهمیت تاریخی و فرهنگی سقائفارهای مازندران، مطالعات سال‌یابی مطلق با روش‌های علمی و قابل استناد بر



شکل ۱. تصویری از سازه سقائفار واقع در روستای قادیکلای نوکنده کا قائمشهر.

Fig 1. Image of the Saqanefar structure located in the village of Gadikolay Nokandehka Qaemshahr.

سال‌یابی دو سقائفار با استفاده از علوم گاه‌شناسی درختی و ترمولومینسانس صورت پذیرفت.

۲. پرسش و فرضیه

پرسش‌های اصلی پژوهش این است که آیا سال‌یابی بناهای تاریخی با علم گاه‌شناسی درختی امکان‌پذیر بوده و اینکه آیا در مقایسه با شیوه ترمولومینسانس، روشی دقیق‌تر است؟ پژوهش بر این فرضیه بنا نهاده شده است که با توجه به شرایط موجود، گاه‌شناسی درختی با توجه به قدرت تفکیک سالیانه‌اش می‌تواند دقیق‌تر باشد.

۳. پیشینه تحقیق

سال‌یابی سازه‌های چوبی تاریخی با استفاده از گاه‌شناسی مرجع، بخش مهمی از پژوهش‌های باستان‌شناسی در کشورهای پیشرفته را شامل می‌شود. در ادامه به برخی از یافته‌های این پژوهش‌ها اشاره شده است: در بررسی نمونه‌های به‌دست‌آمده از مکان‌های زندگی اولیه انسان‌ها در ناواهو شمال غربی نیومکزیکو مربوط به ۱۷۷۵-۱۵۰۰ سال پس از میلاد

روی آن‌ها صورت نگرفته است و پژوهش‌ها تنها براساس نقاشی و معماری روی آن‌ها بوده است. بنا بر شواهد تاریخی و نظر پژوهشگران، سابقه ظهور سقائفار در منطقه مرکزی مازندران احتمالاً به انتهای حکومت صفویه و رشد و فراگیری آن به دوران قاجار بازمی‌گردد [5,4]؛ اما تاریخ نوشته‌های روی سازه‌ها بر این نکته تأکید دارند که بناهای مذکور در دوره ی قاجار تا انتهای حکومت ناصرالدین‌شاه ساخته شده‌اند. از آنجاکه شیوه اجرای نقوش به‌طور مستقیم از نقاشی قهوه‌خانه‌ای الگوبرداری شده و نیز به سبب مشابهت فراوان مضامین و بیشتر نقوش به‌کاررفته در این ابنیه با کتب چاپ سنگی دوران قاجار، می‌توان حدس زد تاریخ پیدایش این سازه از زمان مذکور فراتر نرود ولی این تاریخ قطعی به نظر نمی‌رسد [6]. تاریخ دقیق ساخت این سازه‌ها، عمدتاً ثبت نشده و اطلاعات دقیقی در مورد قدمت آن‌ها به تفکیک هر سقائفار وجود ندارد.

نظر به اینکه چوب در اکثر بناهای تاریخی کشور به‌ویژه در استان‌های مازندران، گیلان و گلستان به‌عنوان یکی از مصالح اصلی است، در این پژوهش، با توجه به هماهنگی انجام‌شده با پژوهشگاه میراث فرهنگی کشور و اداره کل میراث فرهنگی، صنایع‌دستی و گردشگری استان مازندران،

به دلیل دقت ضعیف در نتایج رادیو کربن، از یک استراتژی دوگانه شامل گاه‌شناسی درختی و ترمولومینسانس با استفاده از گدازه‌های آتشفشانی و سفال‌های موجود در محل استفاده نمودند که مطابقت قابل‌توجهی بین نتایج گاه‌شناسی درختی و ترمولومینسانس وجود داشت. شیوه ترمولومینسانس، به‌طور خاص برای سال‌یابی نمونه‌های پیش‌ازتاریخ که شیوه گاه‌شناسی درختی پاسخگو نباشد بسیار کاربردی است [7]. در پژوهشی دیگر طی بررسی چوب‌های استفاده‌شده در ساختمان‌های قدیمی شهر توسان آریزونا، آمریکا و مقایسه چوب‌های سقف و تیرهای داخلی ساختمان با سری زمانی مرجع از پهنای حلقه‌های رویشی درختان رشته‌کوه‌های سانتارینیا، کاتالانیا و رینکن دریافتند غالب ساختمان‌های شهر توسان از گونه‌های چوبی مختلف بوده و قدمت آن‌ها برابر با شکل‌گیری سایر شهرهای هم‌جوار آن‌ها است [8]. بازسازی سکونت در جزیره کرت در جنوب یونان با استفاده از علم گاه‌شناسی درختی و گونه‌شناسی نشان داد که از تعداد ۷۴ نمونه تهیه‌شده، ۵۹ نمونه قابل بررسی بوده و از این تعداد، بیشترین نمونه‌ها (گونه سرو) با گاه‌شناسی درختی مرجع رشته‌کوه‌های آلپ همبستگی دارد. یافته‌ها نشان داد در قرون ۱۸ و ۱۹ بعد از میلاد، واردات چوب برای مرمت ساختمان در جزیره کرت صورت می‌پذیرفت [9]. همچنین تلاش شد تا سقف چوبی کلیسای سنت فرانسیس آسیزی در والتا کشور مالت با شیوه گاه‌شناسی درختی تعیین قدمت شود. پژوهشگران با استفاده از سری زمانی پهنای حلقه‌های رویشی در درختان کوه‌های آلپ شرقی دریافتند که این بنا در دو مرحله مرمت گردیده و قدمت آن‌ها براساس گاه‌شناسی مرجع متعلق به سال‌های ۱۶۸۱ و ۱۸۷۶ است [10]. پژوهشگران دیگری در مطالعه گونه‌شناسی و گاه‌شناسی درختی چوب استفاده‌شده در ساختمانی واقع در ناپل ایتالیا دریافتند که چوب‌های سقف استفاده‌شده با کمک گاه‌شناسی درختی مرجع مناطق ایتالیا مربوط به قرن ۱۹ بوده و یک مرحله مرمت نیز شده است [11]. در ایران نیز پژوهشگران با استفاده از

علم گاه‌شناسی درختی در مسجد قرمز بناب دریافتند که حلقه‌های رشد نمونه‌های این بنا با نمودار منحنی رشد شرق ترکیه همبستگی داشته و قدمت تقریبی این بنا را اواخر دوره صفوی تخمین زدند [12]. تاکنون در خصوص سال‌یابی چوب‌های به‌کاررفته در سقنفا‌ها و حتی سایر بناهای تاریخی با روش‌های گاه‌شناسی درختی و ترمولومینسانس پژوهشی صورت نگرفته و در این پژوهش برای نخستین بار به این موضوع پرداخته شده است. سقنفا‌ها البته از دیگر جنبه‌ها موضوع پژوهش‌های فراوانی بوده‌اند که از آن جمله می‌توان به پژوهش‌های رحیم زاده در تأثیر ریشه‌های اسطوره‌ای، آئینی، مذهبی و معماری این بناها اشاره کرد [13,14,15]. این موضوعات در کنار اهمیت اقتصادی، فرهنگی و جنبه تاریخی سقنفا‌ها در پژوهش‌های دیگری نیز مورد بررسی قرار گرفته‌اند [17,16,5,4].

۴. مواد و روش‌ها

۴-۱. سال‌یابی با استفاده از شیوه گاه‌شناسی

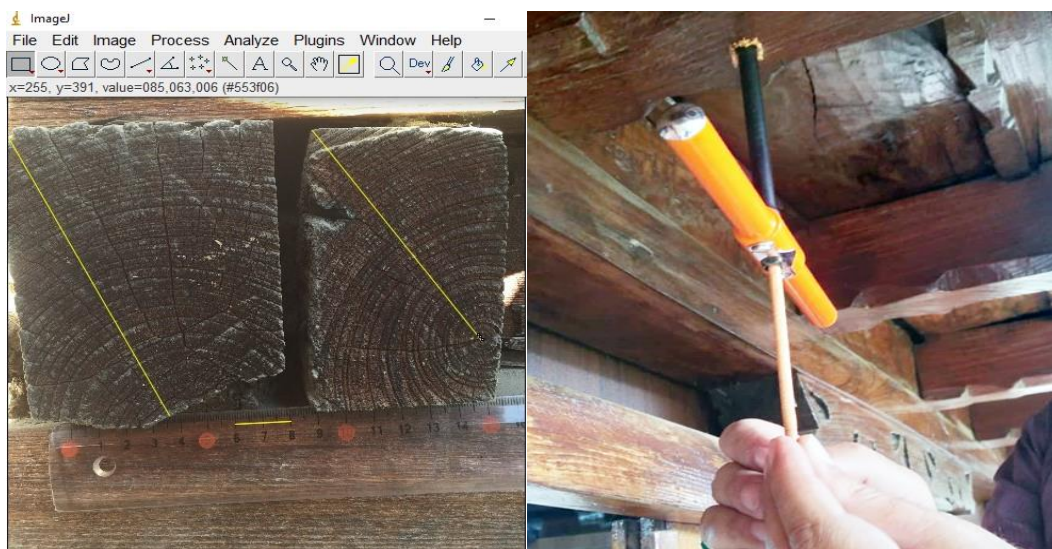
درختی

۴-۱-۱. نمونه‌برداری: دو سقنفا‌ر در شهرستان قائم‌شهر، واقع در روستاهای وسطی کلا و سید ابوصالح شناسایی شده (جدول ۱) و به دلیل تاریخی بودن و حفظ آثار تاریخی از دو روش نمونه‌برداری غیرمخرب (مته رویش‌سنج و عکس‌برداری مقاطع) استفاده گردید. بدین شکل که با مته رویش‌سنج، مغزی‌هایی با قطر نیم سانتی‌متر از تیرهای چوبی مختلف سقنفا‌ها استخراج شدند (شکل ۲). سپس برای جلوگیری از احتمال حمله عوامل مخرب چوب، حفره کوچک ایجادشده با چسب پیوندی آغشته به مواد حفاظتی پوشانده شد. در نقاطی که امکان نمونه‌برداری با مته رویش‌سنج نبود، از روش عکس‌برداری از مقاطع برای تحلیل نرم‌افزاری با Image J استفاده گردید (شکل ۲). بدین شکل که خط کش مدرجی در کنار مقاطع عرضی تیرهای چوبی سقنفا‌ها گذاشته شده و با دوربین دیجیتال ۱۵ مگا پیکسل از آن‌ها عکس تهیه گردید.

جدول ۱. مشخصات سقائفارهای مورد مطالعه.

Table 1. Characteristics of the studied Saganefars.

ردیف	استان	شهرستان	روستا	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی
۱	مازندران	قائم‌شهر	وسطی کلا	N" 08'25° 36	E"00'53° 52
۲	مازندران	قائم‌شهر	سید ابوصالح	N" 09'26° 36	E" 27' 00°53



شکل ۲. نمونه‌برداری غیر مخرب از ستون چوبی سقائفار با استفاده از مته رویش‌سنج و عکس‌برداری.

Fig 2. Non-destructive sampling of Saganefar wooden column using a growth gauge drill and photography.

۴-۱-۲. ساخت سری زمانی پهنای حلقه‌های

رویشی از نمونه‌ها: برای آماده‌سازی نمونه‌های تهیه‌شده با مته رویش‌سنج در ابتدا با تعیین مسیر الیاف از مقاطع که باید به سمت بالا باشد، کلیه نمونه‌ها در نگه‌دارنده‌های چوبی تثبیت و پس از آن با سنباده‌های مختلف سطح هر نمونه در جهت عمود بر الیاف صاف شد. برای مشاهده بهتر مرز حلقه رویشی، سطح نمونه‌ها از گچ پوشانده و در پایان به جهت رسیدن به سطح قابل قبول، از سنباده لرزشی برای صیقلی‌شدن سطح نمونه‌ها استفاده و برای اندازه‌گیری با نرم‌افزار TSAP-Win آماده شدند (شکل ۳). نسخه نرم‌افزار TSAP برای اولین بار در سال ۱۹۹۱ ارائه و در حال حاضر به یکی از برنامه‌های استاندارد آنالیز و ارائه سری زمانی در گاه‌شناسی تبدیل شده است. امروزه نیز برای اندازه‌گیری، تطابق زمانی، آنالیزهای ریاضی، ساخت گاه‌شناسی، اصلاح داده‌ها و ارائه نمودار سری‌های زمانی به کار می‌رود.

پهنای حلقه‌های رویشی مغزی‌ها با استفاده از نرم‌افزار TSAP-Win به وسیله دستگاه اندازه‌گیری LINTAB با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر از سمت پوست به مغز اندازه‌گیری و تمام نمونه‌ها با کدهای مشخص‌شده برای تحلیل گاه‌شناسی درختی ذخیره شدند. لازم به ذکر است که در پژوهشی مستقل مشخص شد، چوب‌های به‌کاررفته در این دو سقائفاز از گونه آزاد (Zelkova carpinifolia) بودند [3].

مقاطع عکس‌برداری شده تیرهای چوبی نیز به نرم‌افزار Image J منتقل‌شده و پس از تعیین مقیاس عکس‌ها با استفاده از مقیاس خط‌کش قرار داده‌شده کنار نمونه، پهنای حلقه‌های رویشی قابل مشاهده از سمت پوست به مغز چوب اندازه‌گیری و برای تحلیل گاه‌شناسی درختی ذخیره شدند. در نرم‌افزار TSAP-Win، سری زمانی پهنای حلقه‌های رشد نمونه‌های دو سقائفار با سری زمانی پهنای حلقه‌های رشد بلوط منطقه گرگان (به‌عنوان گاه‌شناسی مرجع) مطابقت داده شد.



شکل ۳. آماده‌سازی نمونه‌های مته رویش سنج برای اندازه‌گیری.
Fig 3. Preparation of growth gauge drill samples for measurement.

به صورت * ۹۵٪، ** ۹۹٪ و *** ۹۹/۹۹٪ نشان می‌دهد. همچنین سایر شاخص‌ها نظیر CC^4 ، CDI^3 و $TVBP^5$ نیز محاسبه گردید. CC درصد همبستگی استاندارد بین دو نمونه و CDI شاخص تطابق زمانی شاخصی از دو گاه‌شناسی تطبیق داده شده با یکدیگر است. درصد CC تشابه همبستگی استاندارد بین دو نمونه است. در مجموع، کم یا زیاد بودن یک شاخص به‌تنهایی نمی‌تواند نشان از مناسب بودن یا نبودن تطابق سری زمانی باشد و می‌بایست همه داده‌ها در کنار هم سنجیده شوند.

۲-۴. سال‌یابی با استفاده از شیوه ترمولومینسانس

در شیوه ترمولومینسانس از آجرهای پی سقائفارهای وسطی کلا و سیدابوصالح تعداد ۲ نمونه آجر در ابعاد 3×3 سانتی‌متر نمونه‌برداری و به جهت عدم تأثیرگذاری عوامل محیطی در فویل آلومینیمی پوشانده و داخل نایلون‌های زیپ‌دار قرار داده و هم‌زمان با نمونه‌برداری دو عدد دزیمر هرکدام شامل ۵ عدد کریستال از جنس کلسیم فلوراید (CaF_2) با نام تجاری TLD400 در محوطه هر دو سقائفار در عمق ۳۰ سانتی‌متری به مدت یک ماه مدفون و هم‌زمان

برای سال‌یابی نمونه‌ها با توجه به نزدیکی و شرایط اقلیمی مناسب با منطقه مورد مطالعه از نزدیک‌ترین گاه‌شناسی‌های مرجع در دسترس مربوط به نواحی شمالی کشور حاشیه دریای خزر که گونه‌های مختلفی بوده، از بین آن‌ها بلوط لوه گرگان با ۳۴۳ سال و شروع سری زمانی حلقه‌های رشد در سال ۱۶۶۸ میلادی و پایان در سال ۲۰۱۰ همبستگی خوبی با نمونه‌های مورد مطالعه داشت و به‌عنوان گاه‌شناسی مرجع انتخاب گردید. در حین عمل تطابق زمانی (Cross-dating) مشخص می‌شود که سری زمانی حلقه رشد نمونه با کدام بخش از گاه‌شناسی مرجع مطابقت داشته و در صورت وجود پوست در نمونه انتخاب‌شده سالی که در آن آخرین حلقه رویشی شکل گرفته مشخص می‌شود. این سال، همان سال قطع درخت است. از آنجاکه درگذشته (و حتی اکنون) درختان بلافاصله پس از قطع توسط افراد بومی برای ساخت بنای چوبی مورد استفاده قرار می‌گرفتند، سال قطع درخت همان سال احداث سقائفار خواهد بود. کیفیت این تطابق زمانی با استفاده از شاخص‌های آماری مورد بررسی قرار گرفتند. دو شاخص مهم مقادیر GLK^1 و GSL^2 هستند که GLK تطابق کلی دو سری زمانی و GSL میزان معنی‌داری آن را

ذخیره‌شده در طی زمان در نمونه مذکور از میان‌رفته و نتایج سال‌یابی نمونه قابل اطمینان نخواهد بود. برای بررسی این پدیده باید مقداری از نمونه پرتودهی شده، حداقل پس از یک ماه اندازه‌گیری شود. اگر در مقایسه با نمونه‌های پرتودهی شده‌ای که بلافاصله اندازه‌گیری شده‌اند هرگونه افت شدتی بیش از ده درصد مشاهده شود، نمونه غیرقابل سال‌یابی ارزیابی خواهد شد. در مرحله بعد از هر نمونه ۱۰ قرص به‌وسیله چشمه‌ی آلفا از ایزوتوپ آم‌۲۴۱ (Am-241) (241 با دزهای مختلف پرتودهی و با استفاده از اندازه‌گیری آن‌ها، مقدار انرژی مؤثر پرتو آلفا و حساسیت هر نمونه نسبت به پرتو آلفا اندازه‌گیری شده است. با مقایسه نمودار درخشش اولیه (نمودار ترمولومینسانس طبیعی نمونه) و نمودار درخشش بخش پرتودهی شده با پرتو بتا، میزان انرژی ذخیره‌شده در هر نمونه یا دز معادل (ED) محاسبه می‌شود. غلظت عنصر پتاسیم نمونه‌ها با روش نورسنجی شعله‌ای در آزمایشگاه شیمی پژوهش‌شده حفاظت و مرمت و غلظت عناصر اورانیم و توریم با روش شمارش آلفا اندازه‌گیری شده‌اند. همچنین در تعیین غلظت عناصر اورانیم و توریم با اندازه‌گیری‌های جانبی، عدم انتشار گاز رادون در هر نمونه نیز بررسی شده است.

نمونه‌ها و دزیتر بعد از مدت یک ماه پس از خروج سریعاً به آزمایشگاه جهت بررسی منتقل گردید (شکل ۴).

در آزمایشگاه، آجرهای تهیه‌شده از پی سقانه‌ها برای سال‌یابی را ابتدا با استیک اسید ۵٪ تیمار داده، سپس از هر نمونه ۳۰ قرص تهیه می‌شود. برای ۱۰ قرص پس از قرار گرفتن درون کوره بر روی صفحه‌ای از آلیاژ نیکل-کروم در محیط نیتروژن کاملاً خالص، نمودار درخشش اندازه‌گیری و در مرحله بعد تعدادی قرص به‌وسیله یک چشمه بتا از ایزوتوپ استرانسیم ۹۰ (Sr-90) با دزهای مختلف پرتودهی می‌شود. نیمه از قرص‌ها دو روز پس از پرتودهی اندازه‌گیری و نیم دیگر پس از یک ماه اندازه‌گیری شدند تا پدیده از دست رفتن اطلاعات در آن‌ها بررسی شود.

در برخی از نمونه‌ها کاهش شدت نور ترمولومینسانس در نمونه‌های پرتودهی شده با چشمه‌ی بتا در فاصله زمانی چندروزه، کاهشی بین ۵٪ تا ۴۰٪ نشان می‌دهد. این پدیده به Fading (از دست رفتن اطلاعات) موسوم است. علت این پدیده هنوز به‌طور کامل معلوم نیست اما احتمال می‌رود که تونل‌زنی الکترون‌ها یا از بین رفتن مراکز ذخیره انرژی (حال به هر دلیل) سبب افت شدت نور اندازه‌گیری شده باشد. وقوع این پدیده نشان می‌دهد که مقداری از انرژی



شکل ۴. تصاویر دفن دزیتر نمونه‌های تهیه‌شده از آجرهای پی سقانه‌ها.

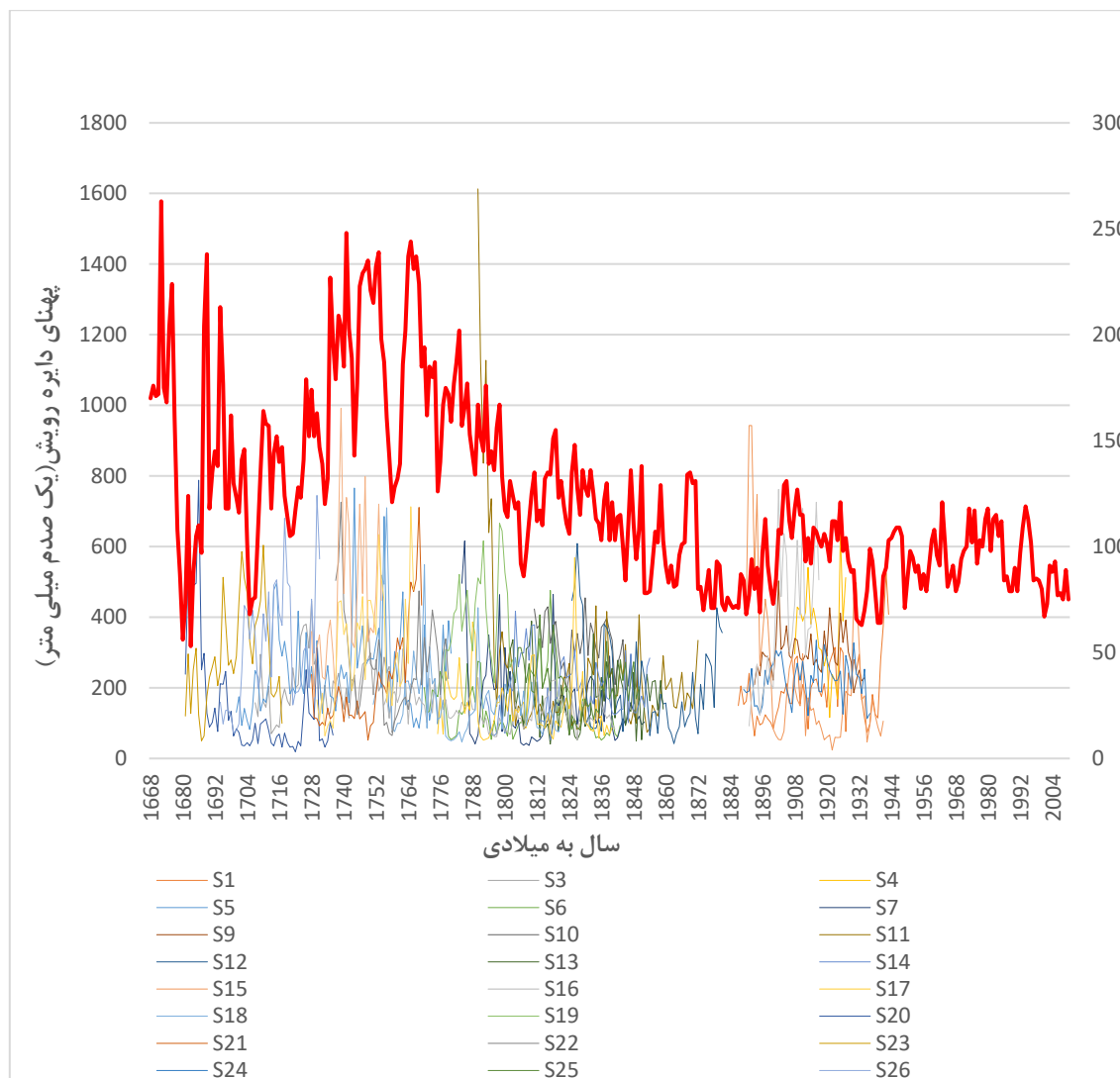
Fig 4. Burial dosimeter pictures of the samples prepared from the foundation bricks of Saqanefars.

۵. نتایج و یافته‌ها

۵-۱. سقانفار سید ابوصالح

در سقانفار سید ابوصالح تعداد ۲۹ نمونه‌برداری انجام گردید که از این تعداد ۱۱ نمونه مته رویش‌سنج و ۱۸ نمونه تصویر برای پردازش تصویری بوده است که از نمونه‌های مته رویش‌سنج دو نمونه S2 و S8 به دلیل شکستگی زیاد و عدم اندازه‌گیری از رده خارج گشته و تعداد ۲۷ نمونه اندازه‌گیری گردیدند. براساس تطابق زمانی انجام‌شده با گاه‌شناسی مرجع (بلوط) سال آغاز سری زمانی حلقه رویش

در نمونه‌های S20 و S23 در سال ۱۶۸۱ میلادی (۱۰۵۹ شمسی، ۱۰۹۱ قمری) و سال پایان سری زمانی نمونه‌ها در نمونه S1 سال ۱۹۴۳ میلادی (۱۲۶۵ شمسی، ۱۳۰۴ قمری) بوده است (شکل ۵). در سری زمانی حلقه رویش، انتهای حلقه رشد نمونه S12، ۱۸۱۱ میلادی (۱۲۵۹ شمسی، ۱۲۹۸ قمری) و ابتدای رشد نمونه S24، ۱۸۸۹ میلادی (۱۲۶۷ شمسی، ۱۳۰۶ قمری) بوده که ابعاد بزرگ سقانفار نشان از ساخت سقانفار الحاقی جدیدتر چسبیده به سقانفار اصلی بوده است (شکل ۷).

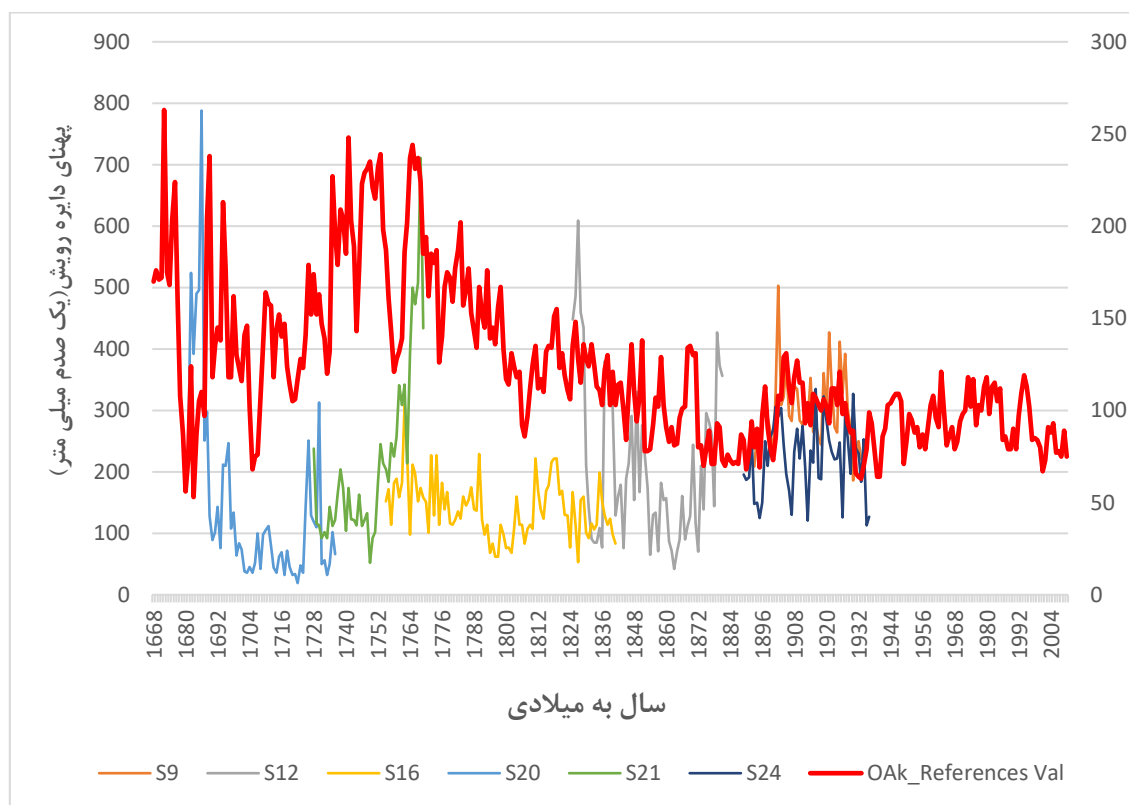


شکل ۵. تطابق سری زمانی پهنای حلقه رشد تمام نمونه‌های سقانفار سید ابوصالح با گاه‌شناسی مرجع (بلوط). مقیاس محور عمودی سمت راست براساس پهنای حلقه‌های رشد سری زمانی مرجع (بلوط) و محور عمودی سمت چپ براساس پهنای حلقه‌های رشد سری‌های زمانی نمونه‌های سقانفار سید ابوصالح تعیین شده‌اند.

Fig 5. Matching the growth ring width time series of all the samples of Saqanefar Seyyed Abu Saleh with reference chronology (oak). The scale of the right vertical axis is based on the width of the growth rings of the reference time series (oak) and the left vertical axis is based on the width of the growth rings of the time series samples of Saqanefar Seyyed Abusaleh.

مرمت انجام‌شده در برخی از اجزای بنای قدیمی هم‌زمان با احداث بنای الحاقی است. درواقع می‌توان گفت که برخی از قطعات سازه سقانفار قدیمی‌تر در سال ۱۹۴۳ میلادی (۱۳۲۱ شمسی یا ۱۳۶۱ قمری) و هم‌زمان با احداث سقانفار جدیدتر مرمت گردیده است. براساس نتایج حاصل‌شده از داده‌ها و مقایسه‌های انجام‌شده با گاه‌شناسی مرجع بنای اولیه سقانفار قدیمی تر در سال ۱۸۸۱ میلادی (۱۲۵۹ شمسی، ۱۲۹۸ قمری) احداث گردید و در سال ۱۹۴۳ میلادی (۱۳۲۱ شمسی، ۱۳۶۱ قمری)، سقانفار جدیدتر به سقانفار قدیمی‌تر الحاق گردید (شکل ۷). درنهایت می‌توان گفت بنای قدیمی‌تر سقانفار سید ابوصالح قدمتی ۱۴۳ ساله و بنای جدیدتر سقانفار سید ابوصالح نیز قدمتی ۸۰ ساله دارد.

از تعداد ۲۷ نمونه بررسی‌شده در سقانفار سید ابوصالح، شاخص GLK و معنی‌داری پنج نمونه در سطح ۹۹/۹۹٪ یا *** و برای ۲۲ نمونه ۹۹٪ یا ** بود که نشان از تطابق زمانی مناسب بین تغییرات پهنای حلقه‌های رویشی سری زمانی مرجع (بلوط لوه گرگان) با حلقه رشد نمونه‌های استخراج‌شده از سقانفار سیدابوصالح دارد (جدول ۲). در بین نمونه‌های تهیه‌شده از سقانفار سیدابوصالح نمونه S9 با سال آغاز حلقه رشد ۱۸۹۳ میلادی (۱۲۷۱ شمسی، ۱۳۱۰ قمری) و سال پایان ۱۹۳۴ میلادی (۱۳۱۲ شمسی، ۱۳۵۲ قمری)، از بنای قدیمی‌تر، نمونه‌برداری گردید. این در حالی است که سری زمانی حلقه رویش آن براساس تطابق انجام‌شده با گاه‌شناسی مرجع از نظر زمانی در بین سری زمانی حلقه رشد بنای الحاقی قرار دارد (شکل ۶). این موضوع بیانگر



شکل ۶ تطابق سری زمانی پهنای حلقه رشد شش نمونه منتخب از سقانفار سید ابوصالح با گاه‌شناسی مرجع (بلوط). مقیاس محور عمودی سمت راست براساس پهنای حلقه‌های رشد سری زمانی مرجع (بلوط) و محور عمودی سمت چپ براساس پهنای حلقه‌های رشد سری‌های زمانی نمونه‌های سقانفار سید ابوصالح تعیین شده‌اند.

Fig 6. Matching the growth ring width time series of six selected samples from Saqanefar Seyyed Abu Saleh with reference chronology (oak). The scale of the right vertical axis is based on the width of the growth rings of the reference time series (oak) and the left vertical axis is based on the width of the growth rings of the time series samples of Saqanefar Seyyed Abusaleh.

جدول ۲. نتایج تطابق زمانی سری زمانی پهنای حلقه‌های رشد نمونه‌های سقانه‌فار سید ابوصالح با گاه‌شناسی مرجع - بلوط.

Table 2. The results of matching the time series of the width of the growth rings of Seyed Abu Saleh's Saqanefar samples with the reference chronology - Oak.

CDI	TVBP	%CC	GSL	GLK	OVL	REF	نمونه
11	1.9	18	***	71	57	Oak	S1
9	0.7	23	**	70	54	Oak	S3
26	3.1	30	**	79	20	Oak	S4
6	0.6	8	**	65	81	Oak	S5
15	2.2	13	**	66	74	Oak	S6
13	1.9	53	***	69	69	Oak	S7
14	1.9	53	**	68	42	Oak	S9
32	4.5	52	**	74	40	Oak	S10
8	1.2	46	***	69	83	Oak	S11
18	2.3	29	**	69	57	Oak	S12
8	1.5	-11	**	65	60	Oak	S13
13	2.7	-24	**	67	62	Oak	S14
13	1.9	-24	**	67	52	Oak	S15
19	2.9	36	**	65	87	Oak	S16
10	2	18	**	66	66	Oak	S17
22	3.3	28	**	65	71	Oak	S18
11	1.3	8	**	73	27	Oak	S19
14	1.3	-10	***	72	56	Oak	S20
8	1	22	**	68	42	Oak	S21
11	1.5	32	**	71	43	Oak	S22
17	1.9	6	**	71	37	Oak	S23
18	3.1	20	**	70	48	Oak	S24
15	2.2	-1	**	71	48	Oak	S25
13	1.8	4	**	70	38	Oak	S26
23	3	59	***	81	27	Oak	S27
31	3.4	70	**	75	27	Oak	S28
11	1.5	64	**	71	37	Oak	S29



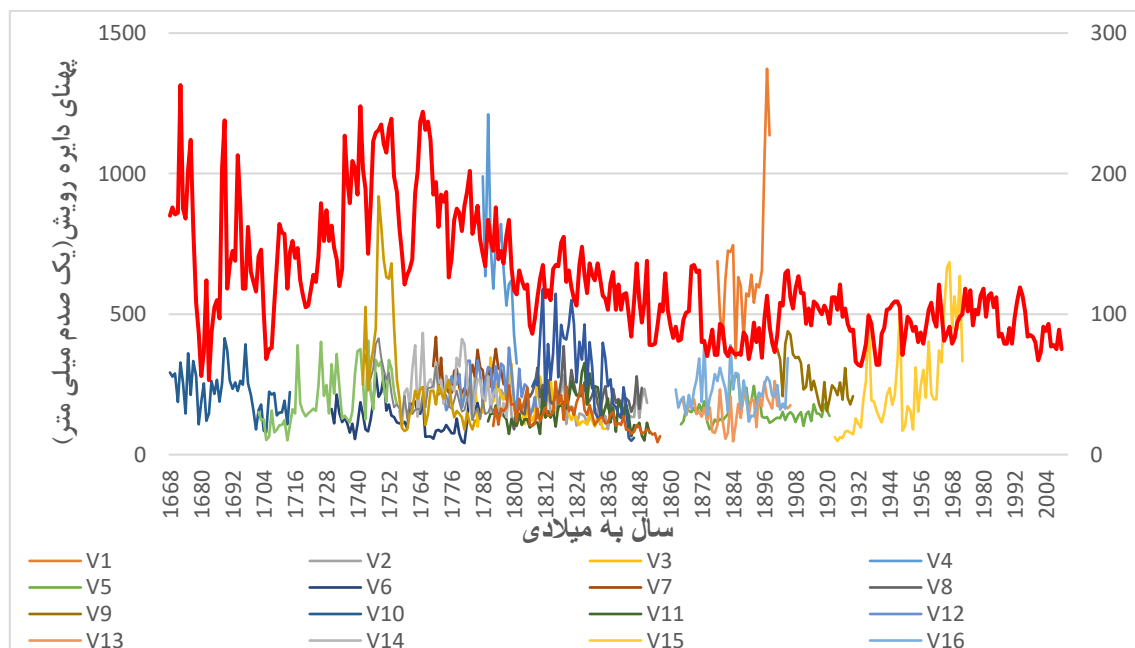
شکل ۷. سقانه‌فار سید ابوصالح: سمت چپ بنای قدیمی سمت راست بنای الحاقی.

Fig 7. Saqanefar Sidabusaleh: the left side of the old building, the right side of the extension building.

۲-۵. سقائفار وسطی کلا

در سقائفار وسطی کلا تعداد ۲۲ نمونه برداری انجام گردید که از این تعداد ۹ نمونه مته رویش سنج و ۱۳ نمونه تصویر برای پردازش تصویری بوده است که همه نمونه‌ها اندازه‌گیری گردیدند. براساس تطابق زمانی انجام‌شده با گاه‌شناسی مرجع (بلوط) سال آغاز سری زمانی حلقه رویش در نمونه‌های V10 در سال ۱۶۶۵ میلادی (۱۰۴۳ شمسی، ۱۰۷۵ قمری) و سال پایان سری زمانی نمونه‌ها در نمونه V15 سال ۱۹۷۲ میلادی (۱۳۵۰ شمسی، ۱۳۹۱ قمری) بوده است (شکل ۸). آخرین حلقه رویشی نمونه V19، سال ۱۸۵۶ میلادی (۱۲۳۴ شمسی، ۱۲۷۲ قمری) و نخستین حلقه رشد نمونه V16، سال ۱۸۶۲ میلادی (۱۲۴۰ شمسی، ۱۲۷۸ قمری) بوده است. قطع تداوم سری زمانی حلقه رویش دیده‌شده در کنار مشاهدات ظاهری و ابعاد بزرگ سقائفار، نشان از ساخت سقائفار الحاقی جدیدتر، چسبیده به سقائفار اصلی دارد (شکل ۱۰). از تعداد ۲۲ نمونه بررسی‌شده، شاخص GLK بین سری زمانی مرجع و نمونه‌های سقائفار وسطی کلا، در ۷ نمونه در سطح ۹۹/۹۹٪ یا *** و در ۱۵ نمونه در سطح ۹۹٪ یا ** بوده که نشان از همبستگی مناسب بین

سری زمانی مرجع (بلوط لوه گرگان) با نمونه‌های استخراج‌شده از سقائفار وسطی کلا دارد (جدول ۳). در بین نمونه‌های تهیه‌شده از سقائفار وسطی کلا، نمونه‌های V1، V15 و V16 از بنای قدیمی‌تر نمونه‌برداری گردید؛ این در حالی است که سری زمانی حلقه رویش آن براساس تطابق انجام‌شده با گاه‌شناسی مرجع از نظر زمانی در بین سری زمانی حلقه رشد بنای الحاقی قرار دارد. این موضوع بیانگر مرمت انجام‌شده در برخی از اجزاء بنای قدیمی هم‌زمان با احداث بنای الحاقی است (شکل ۹). درواقع می‌توان گفت که برخی از قطعات سازه قدیمی سقائفار در سال ۱۹۷۲ میلادی (۱۳۵۰ شمسی، ۱۳۹۱ قمری) و هم‌زمان با احداث سقائفار جدیدتر مرمت گردیده است. براساس نتایج حاصل‌شده از داده‌ها و مقایسه‌های انجام‌شده با سری زمانی مرجع، بنای اولیه سقائفار قدیمی‌تر در سال ۱۸۵۶ میلادی (۱۲۳۴ شمسی، ۱۲۷۲ قمری) احداث گردید و در سال ۱۹۷۲ میلادی (۱۳۵۰ شمسی، ۱۳۹۱ قمری)، سقائفار جدیدتر به سقائفار قدیمی الحاق شد (شکل ۱۰). درنهایت می‌توان گفت بنای قدیمی سقائفار وسطی کلا قدمتی ۱۶۷ ساله و بنای جدیدتر سقائفار وسطی کلا نیز قدمتی ۵۱ ساله دارد.



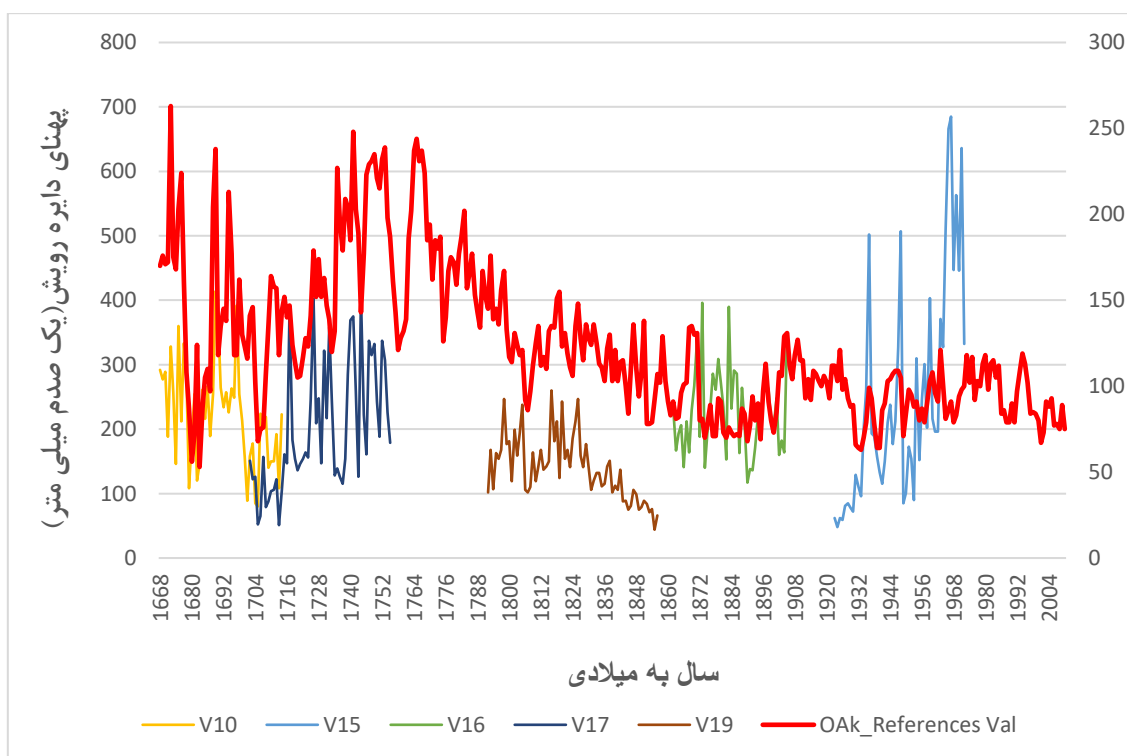
شکل ۸. تطابق سری زمانی پهنای حلقه رشد تمام نمونه‌های سقائفار وسطی کلا با گاه‌شناسی مرجع (بلوط). مقیاس محور عمودی سمت راست براساس پهنای حلقه‌های رشد سری زمانی مرجع (بلوط) و محور عمودی سمت چپ براساس پهنای حلقه‌های رویشی سری‌های زمانی نمونه‌های سقائفار وسطی کلا تعیین شده‌اند.

Fig 8. Matching the time series of the growth ring width of all the samples of Saqanefar Vosta Kola with the reference chronology (oak). The scale of the vertical axis on the right is based on the width of the growth rings of the reference time series (oak) and the vertical axis on the left is based on the width of the growth rings of the time series of the samples of Saqanefar Vosta Kola.

جدول ۳. نتایج تطابق زمانی سری زمانی پهنای حلقه‌های رشد نمونه‌های سقانه‌فار وسطی کلا با گاه‌شناسی مرجع - بلوط.

Table 3. The results of matching the time series of the width of the growth rings of the Vosta Kola Saqanefar samples with the reference chronology - Oak.

نمونه	REF	OVL	GLK	GSL	%CC	TVBP	CDI
V1	Oak	21	60	**	38	1	5
V2	Oak	59	68	**	49	4	29
V3	Oak	57	66	**	38	1.1	6
V4	Oak	14	85	**	57	2.1	17
V5	Oak	58	68	**	-3	0.3	6
V6	Oak	58	71	***	28	3.1	20
V7	Oak	28	81	***	28	3	24
V8	Oak	51	67	**	24	2.3	17
V9	Oak	34	82	***	20	3	24
V10	Oak	47	59	**	42	1.2	7
V11	Oak	63	66	**	28	2.7	20
V12	Oak	37	71	**	46	3.6	22
V13	Oak	43	68	**	27	1.8	13
V14	Oak	43	69	**	35	1.5	9
V15	Oak	50	72	***	11	3.6	24
V16	Oak	44	73	**	12	2.4	16
V17	Oak	54	74	***	51	1.3	12
V18	Oak	40	72	**	52	2.9	21
V19	Oak	65	73	***	58	3.4	23
V20	Oak	50	77	***	57	3.5	25
V21	Oak	36	71	**	-29	1.7	12
V22	Oak	44	69	**	57	1.3	11



شکل ۹. تطابق سری زمانی پهنای حلقه رشد شش نمونه منتخب از سقانه‌فار وسطی کلا با گاه‌شناسی مرجع (بلوط). مقیاس محور عمودی سمت راست براساس پهنای حلقه‌های رشد سری زمانی مرجع (بلوط) و محور عمودی سمت چپ براساس پهنای حلقه‌های رشد سری‌های زمانی نمونه‌های سقانه‌فار وسطی کلا تعیین شده‌اند.

Fig 9. Matching the time series of the growth ring width of six selected samples of Saqanefar Vosta Kola with the reference chronology (oak). The scale of the vertical axis on the right is based on the width of the growth rings of the reference time series (oak) and the vertical axis on the left is based on the width of the growth rings of the time series of Saqanefar Vosta Kola samples.

پتاسیم ($K_2O\%$): 1.35 بوده که 5 ± 140 سال از کاربرد آن در بنا گذشته است (شکل ۱۱).

۶-۲. سقانفار وسطی کالا

در نمونه آجر از بنای سقانفار وسطی کالا: غلظت توریم ($Th(ppm)$): 4.54، غلظت اورانیوم ($Ur(ppm)$): 6.98، درصد اکسید پتاسیم ($K_2O\%$): 2.42 بوده که 5 ± 50 سال از کاربرد آن در بنا گذشته است (شکل ۱۲).

۶. ترمولومینسانس

نمونه‌های آجر پی سقانفارها در آزمایشگاه ترمولومینسانس پژوهشگاه میراث فرهنگی کشور با روش GRAIN FINE آماده‌سازی و با روش DOSE ADDITIVE در زیر نور قرمز پرتودهی و با دستگاه ELSEC مدل ۷۱۸۸ اندازه‌گیری شدند.

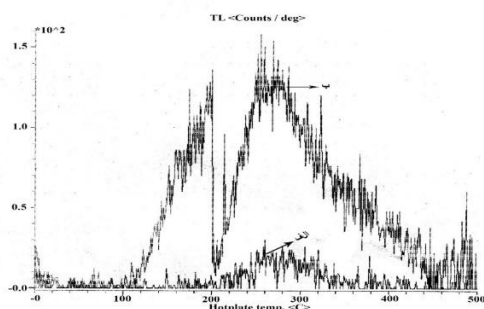
۶-۱. سقانفار سید ابوصالح

در نمونه آجر از بنای سقانفار سید ابوصالح غلظت توریم (ppm) Th : 5.31، غلظت اورانیوم ($Ur(ppm)$): 6.47، درصد اکسید



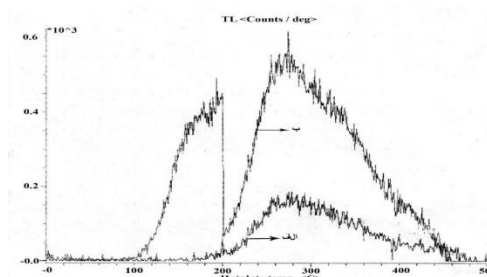
شکل ۱۰. سقانفار وسطی کالا: سمت راست بنای قدیمی، سمت چپ بنای الحاقی.

Fig 10. Vosta Kola Saqanefar: the right side of the old building, the left side of the annexed building.



شکل ۱۲. نتایج ترمولومینسانس آجر سقانفار وسطی کالا. الف- نمودار ترمولومینسانس طبیعی نمونه ب- نمودار ترمولومینسانس نمونه پس از پرتودهی با چشمه‌ی بتا.

Fig 12. The results of thermoluminescence of Saqanefar Vosta Kola brick. A- Natural thermoluminescence diagram of the sample B- Thermoluminescence diagram of the sample after irradiation with beta source.



شکل ۱۱. نتایج ترمولومینسانس آجر سقانفار سید ابوصالح. الف- نمودار ترمولومینسانس طبیعی نمونه ب- نمودار ترمولومینسانس نمونه پس از پرتودهی با چشمه‌ی بتا.

Fig 11. Thermoluminescence results of Saqanefar Seyyed Abusaleh brick. A- Natural thermoluminescence diagram of the sample B- Thermoluminescence diagram of the sample after irradiation with beta source.

۷. بحث در نتایج و یافته‌ها

از گذشته‌های دور معابد و پرستشگاه‌ها و مکان‌های آیینی به فرم چهارگوش ساخته می‌شدند که سقنار به‌عنوان یک نمونه از معماری سنتی و آیینی در حقیقت پیرو تداوم همان سنت کهن است. ولی امروزه با توجه به افزایش جمعیت مردم در روستاها و اهمیت آن در مذهب شیعه دست‌خوش تغییرات سازه‌ای با افزایش بنا شده است. رواج ساخت سقنارها در مازندران به دوره‌ی مرعشیان (۱۸۵۲-۱۳۵۹ میلادی) و صفویان (۱۷۲۱-۱۵۰۱ میلادی) برمی‌گردد که اوج ساخت این بناها، دوره قاجار (۱۷۹۶-۱۹۲۵ میلادی) و افول آن نیز دوره پهلوی (۱۹۷۹-۱۹۲۵ میلادی) است. درواقع در زمان صفویان سقنارها با تأثیرپذیری از تحولات سیاسی وابسته به تحولات آیینی مذهب تشیع، در دوره‌ی اسلامی ایجاد شده‌اند [4]. در بررسی انجام‌شده از دو سقنار براساس قدمت تاریخی، سقنار وسطی کلا در

سال ۱۸۵۶ میلادی و سقنار سید ابوصالح در سال ۱۸۸۱ میلادی در زمان حکومت قاجار احداث گردیدند. بخش‌های الحاقی به بنای قدیمی در سقنار سیدابوصالح در سال ۱۹۴۳ میلادی و در وسطی کلا در سال ۱۹۷۲ میلادی و در زمان حکومت پهلوی بوده است. در همان زمان بخش‌هایی از بناهای قدیمی نیز مرمت شدند. سال‌یابی انجام‌شده با روش ترمولومینسانس برای سقنار سیدابوصالح قدمتی بین ۱۳۵ تا ۱۴۵ سال نشان می‌دهد که با توجه به گاه‌شناسی درختی انجام‌شده، قدمت ۱۴۳ سال برای احداث سقنار قدیمی‌تر، نشان از استفاده آجر هم‌زمان با احداث بنای قدیمی دارد. شیوه ترمولومینسانس برای سقنار وسطی کلا قدمتی بین ۴۵ تا ۵۵ سال نشان می‌دهد که با توجه به گاه‌شناسی درختی انجام‌شده استفاده از آجر در بنا هم‌زمان با احداث بنای الحاقی در ۵۱ سال پیش بوده است (جدول ۴).

جدول ۴. نتایج نهایی سال‌یابی با روش‌های گاه‌شناسی درختی و ترمولومینسانس در دوره‌های تاریخی.
Table 4. Final results of dating with tree chronology and thermoluminescence methods in historical periods.

سقنار	قدمت‌نگاری گاه‌شناسی	مرعشیان (۷۳۷-۱۲۳۰) شمسی صفویان (۸۷۹-۱۰۹۹) شمسی			قاجار (۱۱۷۴-۱۳۰۳) شمسی			پهلوی (۱۳۰۷-۱۳۰۴) شمسی			قدمت‌نگاری ترمولومینسانس
		ساخت	مرمت ۱	مرمت ۲	ساخت	مرمت ۱	مرمت ۲	ساخت	مرمت ۱	مرمت ۲	
وسطی کلا قدیمی	۱۶۷	-	-	-	۱۲۳۴	-	-	-	۱۳۵۰	-	-
وسطی کلا الحاقی	۵۱	-	-	-	-	-	-	۱۳۵۰	-	-	۵۰±۵ سال
سید ابوصالح قدیمی	۱۴۲	-	-	-	۱۲۵۹	-	-	-	۱۳۲۱	-	۱۴۰±۵ سال
سید ابوصالح الحاقی	۸۰	-	-	-	-	-	-	۱۳۲۱	-	-	-

۸. نتیجه‌گیری

پراکنش جغرافیایی سقانه‌فراها در مازندران که در دوره‌های تاریخی تحت‌تأثیر مذهب تشیع در مازندران بنا گردیده‌اند، در نواحی مرکزی بیشتر از سایر نقاط استان است. در انجام پژوهش‌های باستان‌شناسی درختی، وجود نمونه‌های دارای پوست درخت یا علائمی حاکی از اینکه نمونه از نزدیک پوست تهیه‌شده، بسیار مهم‌اند. این مسئله برای دستیابی به سال دقیق قطع درخت لازم است چراکه درخت قطع‌شده، بلافاصله یا حداکثر یک سال پس از قطع (آن‌هم برای خشک نمودن الوار) مورد استفاده قرار می‌گیرد. با این توضیح، حداکثر خطای شیوه‌ی گاه‌شناسی درختی، یک سال خواهد بود؛ باین‌حال، در آزمون ترمولومینسانس با توجه به اینکه احتمالاتی نظیر انبار نمودن آجرها پس از پخت تا زمان استفاده و یا جابجایی آجرهای استفاده‌شده از بنای دیگر به بنای جدید و غیره وجود دارد، احتمال رخداد خطا به‌مراتب بیشتر است. این موضوع در قدمت‌گذاری هر دو سقانه‌فرا با نوسان پنج‌ساله تأیید گردید. درنهایت می‌توان به این جمع‌بندی رسید که دقت سال‌یابی با روش گاه‌شناسی درختی به‌مراتب دقیق‌تر از ترمولومینسانس است.

سپاسگزاری

این مقاله از رساله دکتری آقای رضا دانش‌زاده فارغ‌التحصیل رشته صنایع چوب و فرآورده‌های سلولزی گرایش بیولوژی و آناتومی چوب دانشگاه تهران با عنوان گاه‌شناسی و گونه‌شناسی چوب‌های به‌کاررفته در سقانه‌فراهای مازندران (مطالعه موردی: شهرستان قائم‌شهر) با راهنمایی آقایان دکتر کامبیز پورطهماسی و دکتر رضا اولادی استخراج گردید. در این راستا از همکاری اداره کل میراث فرهنگی، صنایع‌دستی و گردشگری استان مازندران و اداره میراث فرهنگی، صنایع‌دستی و گردشگری شهرستان قائم‌شهر برای همکاری در نمونه‌برداری و پژوهشگاه میراث فرهنگی کشور به‌ویژه سرکار خانم مولودسادات عظیمی در انجام آزمایش‌های ترمولومینسانس سپاسگزاری می‌شود.

پی‌نوشت‌ها

1. Gleichläufigkeit
2. Significance for the Glk
3. Cross Date Index
4. Cross correlation
5. t-value Baillie-Pilcher

References

- [1] Akhgari M, Amirkalai I. Saqanefar the religious and traditional monument of Mazandaran. Iranian Culture and People Quarterly. 2004; 15:108-85. [in persian]
 - [2] Christopoulou A, Gmińska-Nowak B, Özarslan Y, Ważny T. Aegean trees and timbers: dendrochronological survey of the island of symi. Forests. 2020 Nov 27; 11(12):1266.
 - [3] Azizpour-Shobi A, Hashempour P, Nejadebrahimi A. A research on the cultural context of architecture from Nefar to Saqanefar. Islamic Architecture Research Quarterly. 2021; 2(9): 39-60. [in persian]
 - [4] Daneshzadeh R. Chronology and identification of the woods used in Saqanefar buildings of Mazandaran Case Study Qaemshahr. Tehran, 2022. [in persian]
- [دانش‌زاده، رضا. «گاه‌شناسی و گونه‌شناسی چوب‌های به‌کاررفته در سقانه‌فراهای مازندران مطالعه موردی قائم‌شهر». رساله دکتری تخصصی بیولوژی و آناتومی چوب، دانشگاه تهران. ۱۴۰۱.]

- [5] Dykeman D, Towner Rh, Feathers Jk. Tree-Ring and thermoluminescence dating: Evaluating methods for confidently dating protohistoric Navajo sites. *American antiquity*. 2002; 67:145-164
- [6] Hannah M, Herrick C, Baisan H. Dendrochronology At The Mission Sanxavier Del Bac Convento (Tucson, Arizona, Usa). *Journal of Archaeological Science*. 2019; 25: 40-46.
- [7] Kalantar A. Analytical functionalism of Mazandaran saqanefars based on themes of decorations with the approach of didactic literature. *Negareh*. 2019; 56: 78-71. [in persian]
- [کلاتر، علی اصغر. کارکردشناسی تحلیلی سقافارهای مازندران براساس مضامین تزئینات با رویکرد ادبیات تعلیمی. نگره. ۱۳۹۹؛ ۵۶: ۷۸-۷۱]
- [8] Mahmoudi F. Investigation of pictorial themes of Qajar period art in the motifs of Saqanefars of Mazandaran. *Journal of Fine Arts*, 2011; 36: 76-67. [in persian]
- [محمودی، فتنه. بررسی مضامین تصویری هنر دوره قاجار در نقوش سقافارهای مازندران. نشریه هنرهای زیبا. ۱۳۹۰؛ ۳۶: ۷۶-۶۷]
- [9] Mauro B, Jarno B. Dendrochronological Analysis of the Timber Structure of the Church of the Nativity in Bethlehem. *Journal of Cultural Heritage*. 2012; 13: 54-60
- [10] Memarian GH, Ahmad P. A look at the native architecture of the Saqanefars. *Safa*. 2012; 58: 44-29. [in persian]
- [معماریان، غلامحسین؛ پیرزاد، احمد. نگاهی به معماری بومی سقافارها. صفا: ۱۳۹۱؛ ۵۸: ۴۴-۲۹]
- [11] Panagiotis M, Anastasia C, Amalia M, Barbara GN, Eleftheria T, Tomasz W. Interpreting The Story Old Timber Can Tell: An Example From A Venetian Building In Nafplio. *International Journal of Architectural Heritage*. 2021; Doi: 10.1080/15583058.2021.1963505
- [12] Pirnia MK, Memarian GH. Iranian architectural stylistics. Tehran: Sarosh Danesh. 2008. [in persian]
- [پیرنیا، محمدکریم؛ معماریان، غلامحسین. سبک‌شناسی معماری ایرانی. تهران: سروش دانش. ۱۳۸۷]
- [13] Rahimzadeh M. Saqanefars a type of ritual architecture. *Journal of Endowment of Eternal Heritage*. 1993; 5: 136-132. [in persian]
- [رحیم‌زاده، معصومه. سقافارها، نوعی معماری آیینی. نشریه وقف میراث جاویدان. ۱۳۷۲؛ ۵: ۱۳۶-۱۳۲]
- [14] Rahimzadeh M. Saqatalars of Mazandaran. Tehran: Publications of Iran's Cultural Heritage Organization. 2003. [in persian]
- [رحیم‌زاده، معصومه. سقاتالارهای مازندران. تهران: انتشارات سازمان میراث فرهنگی کشور. ۱۳۸۲]
- [15] Rahimzadeh M. Saqatalars of Mazandaran Babol region a facet of ritual architecture. Tehran: Iran's Cultural Heritage Organization. 2004. [in persian]
- [رحیم‌زاده، معصومه. سقاتالارهای مازندران منطقه بابل وجهی از معماری آیینی. تهران: سازمان میراث فرهنگی کشور. ۱۳۸۳]
- [16] Rafiei Z. The process of evolution of nefar in mazandaran native architecture. *Bagh Nazar*, 2011; 8 (19): 64-55. [in persian]
- [رفیعی، زهرا. روند تحولات نفار در معماری بومی مازندران. باغ نظر. ۱۳۹۰؛ ۸ (۱۹): ۶۴-۵۵]
- [17] Shirazi M. Dating of the Red Mosque of Bonab by tree chronology method. Tabriz. 2013. [in persian]
- [شیرازی، مرجان. «سال‌یابی مسجد قرمز بناب به روش گاه‌شناسی درختی». پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه هنر اسلامی تبریز، ۱۳۹۳]
- [18] Zamrashi H. Iranian architecture traditional material. Tehran. Zomorod, 1994. [in persian]
- [زمرشیدی، حسین. معماری ایران مصالح شناسی سنتی. تهران: زمرد. ۱۳۷۳]