The Importance and Position of Archaeometric Approaches and Studies in the Recognition and Study of Cultural-Historical Architectural Heritage and its Elements

Talha Ghodousian[*1], Abdolbasir Hosseinbor[2]

1. M.A in Archaeometry, Tabriz Islamic Art University, Iran.
2. M.A in Restoration of Cultural and Historical Objects, Isfahan University of Art. Iran.

Abstract

The comprehensive and remarkable expansion and progress of sciences, especially in the fields of natural, basic and engineering sciences, has caused a huge leap in scientific and methodological approaches in the fields of humanities, medicine, agriculture and art. This leap has created interdisciplinary knowledge or a common language between different sciences and specialties, and their integration has formed a compatible interaction. Among these, archaeometry is one of the interdisciplinary sciences that was often considered as a side specialty and an addition to archaeological analysis and restoration of historical monuments, but today, with the systematic use of natural, basic and technical and engineering approaches, archaeometry has become a common language of the aforementioned sciences with humanities and arts, especially in the field of cultural heritage studies, and has become more important as an independent specialty than ever before. In the present study, an applied and preliminary model of the position of archaeometric approaches and studies in the recognition and study of architectural heritage and its elements has been presented. The need and demand of conservation researchers for controlled and scientific information and data in recent years has doubled the importance of archaeological approaches, but the lack of data in the field of conservation of Iran's historical monuments, especially architectural heritage, is still clearly felt.

Knowledge and Conservation Restoration

Special Issue. No.4
March 2019
Pages 12-21

https://journal.richt.ir/kcr

Corresponding Author

Talha Ghodousian

Email
t.ghodusiean@gmail.com

Keywords: Archaeometry, architectural heritage, recognition, study, historical monuments.

Copyright © 2020, Knowledge of Conservation and Restoration. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution noncommercial 4.0. International License which permits copy and redistribute the material just in noncommercial usages, provided the original work is properly cited.

[Downloaded from kcr.richt.ir on 2026-11-24]

اهمیت و جایگاه رهیافت‌ها و مطالعات باستان‌سنجی در شناخت و مطالعه میراث معماری فرهنگی-تاریخی و عناصر آن

طلحه قدوسیان[1]*، عبدالبصیر حسین‌بر[2]

۱. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد باستان‌سنجی، دانشگاه هنر اسلامی تبریز. ایران
۲. دانشجوی کارشناسی ارشد مرمت اشیاء فرهنگی و تاریخی دانشگاه هنراصفهان. ایران

چکیده

گسترش و پیشرفت همه‌جانبه و چشمگیر علوم به‌ویژه در حوزه‌های علوم طبیعی، پایه و مهندسی موجب جهشی عظیم با رویکردهای علمی و روشمند در زمینه‌های علوم انسانی، پزشکی، کشاورزی و هنر شده است. این جهش باعث ایجاد دانش‌های بین‌رشته‌ای یا زبان مشترک بین علوم و تخصص‌های مختلف شده و تلفیق آن‌ها تعاملی سازگار را شکل داده است. در این میان باستان‌سنجی یا آرکئومتری ازجمله دانش‌های بین‌رشته‌ای است که اغلب به‌عنوان یک تخصص جانبی و افزوده بر تحلیل‌های باستان‌شناختی و مرمت آثار تاریخی به آن توجه می‌شد، اما امروزه با بهره‌جویی روشمند از رهیافت‌های علوم طبیعی، پایه و فنی و مهندسی، باستان‌سنجی به زبان مشترک علوم مذکور با علوم انسانی و هنر بالأخص در حوزه مطالعات میراث فرهنگی تبدیل‌شده و در قالب تخصصی مستقل بیش‌ازپیش اهمیت یافته است. در پژوهش پیش رو مدلی کاربردی و مقدماتی از جایگاه رهیافت‌ها و مطالعات باستان‌سنجی در شناخت و مطالعه میراث معماری و عناصر آن ارائه شده است. نیاز و تقاضای محققین علم حفاظت به اطلاعات و داده‌های کنترل‌شده و علمی در سالیان اخیر، موجب دوچندان شدن اهمیت رهیافت‌های باستان‌سنجی شده، اما همچنان کمبود داده در زمینه حفاظت از آثار تاریخی ایران به‌خصوص میراث معماری به‌وضوح احساس می‌شود.

واژگان کلیدی باستان سنجی، میراث معماری، شناخت، مطالعه، آثار تاریخی.

فصلنامه دانش حفاظت و مرمت

ویژه‌نامه: شماره۴، زمستان.۱۳۹۷
۲۱-۱۲

https://journal.richt.ir/kcr

نویسنده مسئول
طلحه قدوسیان
رایانامه
t.ghodusiean@gmail.com

مقاله منتخب دوازدهمین همایش دو سالانه حفاظت و مرمت اشیاء فرهنگی و تاریخی و تزئینات وابسته به معماری
دسترسی به این مقاله برای همگان آزاد است. هرگونه استفاده غیر تجاری از آن در صورت ارجاع مناسب، مجاز شناخته می‌شود.

[Downloaded from kcr.richt.ir on 2026-11-24]

مقدمه

پا حفاظت و مرمت میراث معماری فرهنگی-تاریخی و عناصر آن، بر مبنای شناخت ساختاری و محتوایی‌شان و همچنین شاخصه‌های گوناگونی استوار است که در طول تاریخ حیات و شکل‌گیری این میراث مؤثر بوده و جزئی از ساختار و کالبد آن شده‌اند؛ به عبارتی شناسنامه میراث معماری و راوی رویدادهای مختلفی هستند. متأسفانه این شاخصه‌ها در حوزه حفاظت میراث معماری فرهنگی-تاریخی ایران کمتر مورد واکاوی و بررسی علمی و روشمند قرارگرفته‌اند. ازجمله شاخصه‌های کالبدی و محتوایی که در شناخت و تحلیل ابنیه تاریخی حائز اهمیت هستند، می‌توان به ساختار فنی، تغییرات کالبدی و کاربری، الحاقات، تحولات محیطی و اقلیم، مباحث فرهنگی و اجتماعی اشاره نمود.

شناخت، واکاوی و ثبت شاخصه‌های مذکور در کنوانسیون‌های بین‌المللی حفاظت و صیانت از آثار تاریخی و منشورهای ایکوموس بسیار مورد تأکید قرارگرفته است. میراث معماری فرهنگی-تاریخی در گام اول نیازمند توصیف چندبعدی، یعنی ثبت پیوندهای یک بنا با حیطه‌های مؤثر زمانی، مکانی، تاریخی، محیطی، اجتماعی و... است؛ بنابراین برداشت شاخصه‌هایی ازجمله تاریخچه شکل‌گیری، الحاقات در طول زمان، خصوصیات سازه‌ای و فضایی، سازندگان، بهره‌برداری و... مستندات اولیه و لازم برای شناخت میراث معماری در فرایند حفاظت و مرمت را فراهم می‌کند(اندرونی۱۳۹۲. ICOMOS, 1996; ICOMOS, 1964) با کشف قوانین فیزیک و شیمی و همچنین اختراع ابزارها و روش‌های شناسایی و تجزیه مواد، در قرن 18 میلادی برای اولین بار از این روش‌ها برای بررسی علمی ساختار آثار و یافته‌های باستانی استفاده شد. در ادامه پیشرفته‌ای روزافزون علوم، مطالعه و بررسی ساختار آثار باستانی بیش‌ازپیش موردتوجه متخصصین و دانشمندان علوم طبیعی و پایه قرار گرفت. این قبیل مطالعات در قرون 18 و 19 میلادی اغلب با هدف کنجکاوی دانشمندان علوم طبیعی از ماهیت و ساختار آثار باستانی به‌ویژه روی کشفیات باستان‌شناختی مصر، روم و یونان استوار و فاقد هرگونه اصول روشمند و همچنین جنبه‌ها و مبانی دقیق باستان‌شناختی بودند. با آغاز قرن 20 میلادی مطالعه روی آثار باستانی به صورت روشمند و همراه با ایجاد مراکز و آزمایشگاه‌های تخصصی مرتبط و همچنین همکاری و تعامل بیشتر متخصصین علوم طبیعی و پایه با محققین باستان‌شناسی انجام گرفت. این تعامل و همکاری مستمر بین علوم طبیعی و پایه با علوم انسانی به‌ویژه باستان‌شناسی در قرن بیستم موجب شکل‌گیری دانش بین‌رشته‌ای باستان‌سنجی شد. نهایتاً در دهه‌های شصت و هفتاد میلادی باستان‌سنجی به علمی مستقل و کامل تبدیل شد که بنیان‌گذار و پیشگام آن ویلارد لیبی بود.

به‌علت تنوع باستان‌شناسی معاصر، اهداف و روش‌های دانشمندان و نظریه‌پردازان باستان‌شناختی در تحلیل جوامع گذشته و یافته‌ها و آثار متعلق به آن‌ها اغلب در تضاد است و این وضعیت شکل‌گیری دیدگاه‌ها و نظریات متناقض و سراسر ابهام را به همراه داشته است؛ اما امروزه باستان‌سنجی به پلی بین علوم انسانی با علوم طبیعی، پایه و مهندسی بدل شده که برای محققین علوم انسانی و حتی هنر به‌ویژه در حوزه مطالعات میراث فرهنگی امکان آزمودن فرضیات و نظریات را در آزمایشگاه فراهم نموده است (Jones, 2004; Tite et al. 2001). در عصر حاضر حفاظت، شناخت و مطالعه میراث فرهنگی اهمیت فراوانی یافته است و علاوه بر ارزش‌های زیبایی شناختی و هنری آثار تاریخی و فرهنگی، محققین و مخاطبان این حوزه علاقه‌مند به مطالعه و شناخت علمی زمینه‌های تاریخی، باستان‌شناختی، فرهنگی-اجتماعی و فنی هستند. ازآنجاکه باستان‌سنجی حوزه تحقیقاتی وسیعی از رهیافت‌های مختلف علوم طبیعی، پایه، مهندسی، علم حفاظت، انسان‌شناسی، تاریخ، تاریخ هنر و باستان‌شناسی است، به یکی از کارآمدترین تخصص‌های بین‌رشته‌ای برای مطالعه و شناخت میراث فرهنگی تبدیل‌شده است (Vandenabeele, 2007) درواقع باستان‌سنجی همان زبان مشترک یا پلی است که فاصله میان علوم طبیعی، پایه و مهندسی را با علوم انسانی و هنر پر کرده است. پژوهش حاضر مدلی کاربردی و مقدماتی از جایگاه رهیافت‌های باستان‌سنجی در شناخت و تحلیل ویژگی‌های ساختاری و محتوایی میراث معماری فرهنگی-تاریخی را ارائه و جنبه‌هایی از رویکردها و روش‌های باستانسنجانه :شامل تجزیه‌وتحلیل مواد، مکان‌یابی و منشأ یابی، سال‌یابی و اصالت‌سنجی، تحلیل‌های آماری و فضایی را که دارای قابلیت‌های بنیادین در شناخت و مطالعه میراث معماری هستند، به‌تفصیل بیان می‌کند.

روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر از نوع کیفی-مروری و بر مبنای هدف، بنیادی و کاربردی و بر مبنای روش، تحلیلی-توصیفی است. برای تبیین چارچوب و مبانی تحقیق از مطالعات کتابخانه‌ای بهره گرفته‌شده است و تفاصیل به‌صورت مثالی و موردی از گزارش‌های منابع پژوهشی مختلف بیان‌شده‌اند.

[Downloaded from kcr.richt.ir on 2026-11-24]

رهیافت‌ها و اهداف مؤثر باستان‌سنجی برای شناخت و حفاظت میراث معماری

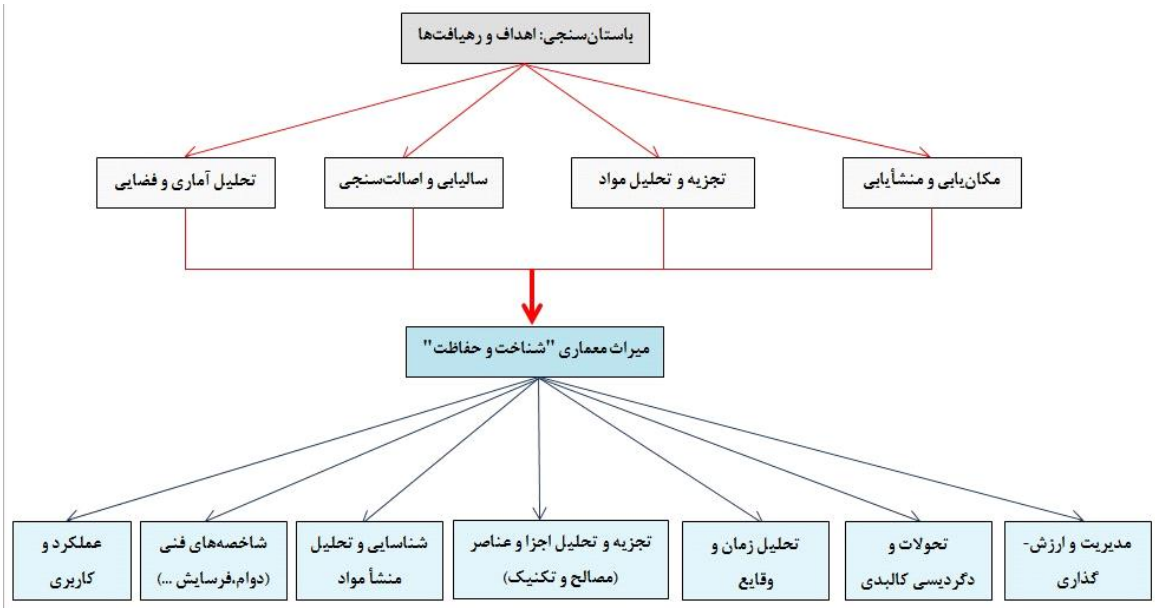
باستان‌سنجی نظام مطالعاتی علمی و روشمندی است که از تلفیق علوم طبیعی، پایه و مهندسی با علوم انسانی و هنر شکل‌گرفته و امکان واکاوی و شناخت جنبه‌های گوناگون علوم انسانی و هنر به‌ویژه در زمینه میراث فرهنگی را برای دانشمندان و محققین این حوزه گسترش داده است. در تعریف و اهداف باستان‌سنجی با رویکرد باستان‌شناختی و حفاظت آثار تاریخی می‌توان گفت باستان‌سنجی به بررسی اشیاء یا بناهای تاریخی و فرهنگی با تکیه بر تحلیل‌های علوم طبیعی و پایه، آزمایشگاهی و علوم زیستی و حتی پزشکی پرداخته و باعث شناخت دقیق‌تر و بهتر آثار گذشتگان گشته است. از اهداف اصلی باستان‌سنجی می‌توان به نحوه به وجود آمدن یک فن، چه به‌عنوان یک سنت و چه به‌عنوان یک صنعت و ارتباط فنی بین تمدن‌ها حتی در حوزه‌های مکانی بسیار دور اشاره نمود (امامی،۱۳۹۵) همچنین از قابلیت‌های برآیند مطالعات باستان‌سنجی در زمینه مرمت آثار تاریخی می‌توان به تجزیه‌وتحلیل مواد، تحلیل دوام و بررسی فرایند فرسایش اشاره کرد(Vandenabeele, 2007; Jones, 2004; Bloch, 2013) .

میراث معماری تاریخی-فرهنگی به دلیل گذشت زمان و یا رویدادهای فرهنگی، اجتماعی و سیاسی در طول حیات خود دچار فرسایش، تخریب یا حتی ویرانی و همچنین دچار الحاقات و تحولات کاربری و مفهومی می‌شوند. علاوه بر بازگرداندن این میراث به حالت کالبدی مناسب و شناخته‌شده قبلی، با استفاده از راهکارها و اقدامات روشمند حفاظتی، نیاز به شناسایی و حفظ تغییر و تحولات محتوایی و کالبدی که در طول حیات آن‌ها به وجود آمده‌اند نیز هست. متأسفانه این قبیل اقدامات کمتر در حوزه حفاظت و مرمت میراث معماری ایران موردتوجه و بررسی روشمند قرارگرفته است، درحالی‌که اقدامات مذکور در کنوانسیون‌ها و منشورهای بین‌المللی حفاظت از میراث معماری مورد تأکید جدی قرارگرفته و اهمیت آن توسط نظریه‌پردازان و دکترین حفاظت و مرمت آثار تاریخی به تفصیل بیان‌شده است. بامطالعه و دقت نظر در آرای اندیشمندانی که به چیستی میراث فرهنگی-تاریخی و چرایی و چگونگی حفاظت آن توجه کرده‌اند، دیدگاه‌های چزاره براندی در حفاظت از اثر میراثی که متأثر از آرای هایدگر در خصوص اثر هنری است، زمینه‌ای را به وجود می‌آورد که به میراث معماری یا بنای تاریخی به‌مثابه کار هنری نگریسته شود و ارزش‌های مستتر در آن موضوع حفاظت و احیا قرار گیرد. در این باره، هایدگر بر این اعتقاد است که برای انسان امروز سه کیفیت یا مفهوم از زمان در اثر هنری قابل دریافت است : زمانی که اثر به قصد و دلیلی خاص بر پا می‌شود؛ زمان پس از خلق اثر که فارغ از اهداف و نیات سازندگان خود، سیر تحول و سرنوشتی خاص پیدا می‌کند؛ زمانی که انسان امروزی در آن اثر حضور می‌یابد و با آن ارتباطی بی‌واسطه برقرار می‌کند(محمدی و همکاران،۱۳۹۲) با توجه به رهیافت زمان یا حیات برای میراث معماری به‌مثابه اثر هنری نیز سه مرحله سیر تاریخی اثر را رقم میزند : نخست، زمانی که هنرمند برای خلق اثر صرف می‌کند یا زمان خلق اثر؛ دوم، فاصله زمانی بین پایان ساخت اثر به دست هنرمند تا زمان حاضر یا همان زمانی که اثر موجودیتی مستقل از هنرمند می‌یابد؛ سوم، لحظه شناخت کار هنری در ضمیر آگاه بیننده در زمان حال یا به‌بیان‌دیگر، زمانی که شخص، آگاهانه در برابر اثر تاریخی قرار می‌گیرد، آن را میبیند و درک می‌کند (یوکلهتو،۱۳۷۸) اثر تاریخی در زمان اولیه قطعا با هدف پاسخ به نیاز و کارکردی خاص بر پا شد و تلاشی برای دستیابی انسان به مقتضیات زندگی در زمان خود بود (محمدی و همکاران، ۱۳۹۲؛ به نقل از کوششگران،۱۳۹۰)

در فرایند حفاظت و نگهداری میراث معماری، اولین گام شناسایی و اقدام به ثبت آثار براساس ارزش‌های نهفته در آن‌ها است. همچنین اندیشه قرار دادن وقایع در زمان و تعمیم آن به تمام شاخه‌های علمی، از زیست‌شناسی تا هنر را می‌توان نمودی از آن دانست که زمینه نگرشی نو نسبت به آثار تاریخی فراهم شده است(صفامنش و منادیزاده،۱۳۸۲). از مصادیق این نگرش، دسته‌بندی آثار براساس دوره تاریخی، ارزش، کارکرد و سبک بود. درواقع، ارزش‌گذاری یا به عبارتی تعیین کیفیت میراث معماری براساس اندوختههای ذهنی بشر، فرایندی است که به‌منظور تشخیص هویت فضای مصنوع صورت میگیرد. با این حال، این ارزیابی به‌واسطه تغییرات مداوم، در سطح داده‌های ذهنی فرد و عینیت اثر، نسبی تلقی می‌شود (پاکزاد،۱۳۷۶) ایجاد رابطه میان هر اثر، به‌عنوان مختصات مکانی و پایگاه دادههایی انعطاف‌پذیر، موجب می‌شود تا ارزیابی به‌صورت مداوم بهبود یابد و پویا شود) (حناچی و همکاران، ۱۳۹۲) یک میراث معماری تاریخی که براساس متقضیات زمان سازندگانش خلق شده است، پس از ساخت ممکن است در طول حیات خود بارها دچار تحول کالبدی و محتوایی شود. این دگردیسی و تحولات به بخشی از شاخصه‌های آن اثر تبدیل می‌شوند که در زمان حال برای شناخت کامل میراث معماری، بررسی و ثبت تحولات حیات آن ضروری است؛ بنابراین لازمه یک حفاظت و مرمت جامع و روشمند در خصوص میراث معماری، شناسایی و ثبت شاخصه‌ها و ویژگی‌های آن‌ها در همه عرصهها از شاخصه‌های باستان‌شناختی و هنری گرفته تا فنی و کالبدی است. رهیافت‌ها و مطالعات باستان‌سنجی به‌عنوان یک تخصص بین‌رشتهای میتوانند ابزاری مفید و روشمند برای مطالعه و شناخت کامل بسیاری از شاخصه‌ها و ویژگی‌های میراث معماری فرهنگی-تاریخی و همچنین مرجعی کارآمد برای ارزیابی و آزمودن فرضیات، نظریهها و حتی روایات عامیانه مختلف پیرامون آن‌ها باشند. باستان‌سنجی با درهم آمیختن رهیافت‌های علوم طبیعی و پایه با

[Downloaded from kcr.richt.ir on 2026-11-24]

رهیافت‌های باستان‌شناختی و هنر امکان شناخت و مطالعه علمی میراث معماری و عناصر آن را فراهم نموده است. در ادامه مدلی کاربردی از رهیافت و اهداف باستان‌سنجی در این زمینه ارائه می‌شود(شکل۱) این مدل بیانی تفصیلی از قابلیت‌های مطالعات باستان‌سنجی در زمینه بررسی و واکاوی ساختار میراث معماری، دگردیسی و تحولات کالبدی، بیان زمان مطلق ساخت اثر و تحولات آن، منشأ مواد به‌کاررفته، ارزش‌گذاری و مدیریت بر مبنای تحلیل فضایی و همچنین شناسایی میراث معماری باستانی زیرزمین بدون کاوش می‌باشد.



شکل ۱ .الگویی از مدل کاربردی رهیافت و اهداف باستان‌سنجی در شناخت و حفاظت میراث معماری فرهنگی-تاریخی

میراث معماری هر ملت و کشور بر مبنای جلوه‌ها و ویژگی‌های فنی، تاریخی، باستان‌شناسی، اعتقادی، فرهنگی و اجتماعی دارای اهمیت و ارزش‌های منحصربه‌فردی هستند که این ارزش‌ها باعث اعتباربخشی و شکل‌گیری روایات و تفاسیر گوناگونی در افکار عمومی شده و گاه تناقض و تضاد در نظریات محققین و اندیشمندان را به همراه داشته است. دلیل این امر نبود مطالعات روشمند و علمی برای ارزیابی و آزمودن نظریات و حتی روایات است. به‌عنوان‌مثال در مورد میراث معماری تخت جمشید که از شاخص‌ترین آثار معماری کهن ایران و از منحصربه‌فردترین سازه‌های سنگی جهان است، سؤالات پیرامون استخراج سنگ و فنون حجاران و همچنین چگونگی انتقال آن‌ها برای ساخت این سازه عظیم کماکان مبهم و بدون پاسخ هستند. بدون شک باید معادنی در این راستا مورد بهره‌برداری و اکتشاف قرار گیرند، همچنین سیستم‌های استخراج و چگونگی حمل آن‌ها به محل مورد نظر ازجمله مباحثی است که نیاز به واکاوی و بررسی روشمند دارد (امامی، ۱۳۹۵؛ Emami, 2010)علاوه بر سؤالات و ابهام در خصوص سازه عظیم تخت جمشید، این موضوع در رابطه با بسیاری از میراث معماری قبل و بعد از اسلام در ایران نظیر زیگورات چغازنبیل، قلعه‌دختر، بناهای خشتی کوه خواجه، ارگ علی‌شاه، اجزاء و عناصر معماری مسجد کبود تبریز و... نیز وجود دارد. در ادامه مقدماتی از قابلیت‌ها و اهمیت رهیافت‌ها و مطالعات باستان‌سنجی جهت تحلیل و پاسخ‌گویی به بسیاری از سؤالات و ابهامات پیرامون میراث معماری و عناصر آن بیان‌شده است که اهتمام و توجه به آن‌ها شناخت جامع و نیز حفاظت روشمند را فراهم خواهد نمود.

سال‌یابی و اصالت‌سنجی

وضعیت کنونی میراث معماری سندیتی از طول حیات آن‌ها است و این آثار راوی رویدادها و شواهد عینی از تاریخ زمانه خود هستند. شناسایی و تحلیل شاخصه‌های تاریخی موجود در میراث معماری نیازمند قرار دادن آن‌ها در بطن تاریخ و زمانه خودشان است. اولین اقدام روشمند در این زمینه و به‌طورکلی در شناخت یک میراث معماری تعیین زمان یا به اصطلاح باستان‌سنجی» سال‌یابی «وقایع تاریخی در گذر حیات و شکل‌گیری کالبدی اثر و نیز تعیین اصالت آن‌ها است. قدمت و اصالت از جنبه‌های ارزشی تأثیرگذار در ارزیابی ذخایر فرهنگی هستند(فیلدن و یوکیلتو،۱۳۸۶) اصالت دارای جنبه‌های گوناگونی ازجمله اصالت در مصالح، طراحی، ساخت و... است و با بررسی عنصر اصالت در میراث معماری می‌توان سیر تحولات تاریخی، الحاقات و دگردیسی‌های کالبدی را مورد تحلیل و شناسایی

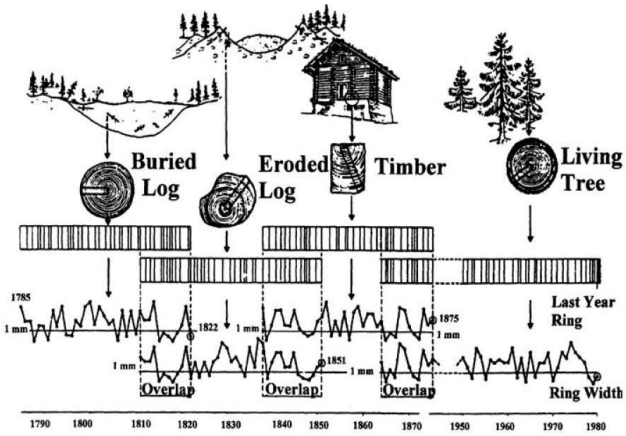
[Downloaded from kcr.richt.ir on 2026-11-24]

قرارد داد. تحولات تاریخی چنانچه در مسیر درستی باشند نه تنها به اصالت اثر خدشهای وارد نمیکنند، بلکه سند و شواهدی از طول حیات اثر را ثبت می‌کنند. به‌عنوان‌مثال مسجد جامع اصفهان از هر دوره تاریخی نشانی را در خود دارد بدون آنکه از اصالتش کاسته شود. ارزش قدمت در میراث معماری نیز نوعی تعلق ذهنی بین جامعه و اثر ایجاد می‌کند و تاریخی بودن آن فارغ از هر چیز، موجب برانگیختن احساس احترام عمومی و جلب توجه بیننده می‌شود (حناچی و همکاران، ۱۳۹۲) قدمت در وقایع تأثیرگذارترین مؤلفه ارزش‌گذاری میراث معماری است.

با توجه به مباحث مذکور که شرحی مختصر از اهمیت مؤلفه‌های اصالت و قدمت در میراث معماری است، در وهله اول کیفیت و نوع سنجش این دو مؤلفه بسیار حائز اهمیت است. اغلب در حوزه میراث معماری ایران اصالت و قدمت بر اساس ویژگی‌های بصری سبک‌شناسی معماری، گونه شناسی مصالح و عناصر و گزارش‌های تاریخی و سفرنامه‌ها تعیین می‌شوند؛ به دلیل ماهیت نظری، این نوع ارزشیابی‌ها همواره با تناقض و تضاد در نظریات اندیشمندان این حوزه همراه بوده و ابهامات زیادی داشته است؛ بنابراین کاربست رهیافت‌های باستان‌سنجی که به تأثیر از علوم طبیعی و پایه هستند، در تعیین قدمت و اصالت مطلق و روشمند میراث معماری ضروری است. روش‌های تعیین اصالت و قدمت یا سال‌یابی مطلق در مطالعات باستان‌سنجی بسته به نوع مواد بسیار وسیع و گسترده است از تعیین اصالت و سال‌یابی مواد آلی) دارای ایزوتوپ‌های کربن، ازجمله چوب، استخوان و... (به روش کربن ۱۴ گرفته تا دندروکرونولوژی (گاهشناسی درختی، ترمولومینسانس) مصالح حرارت دیده تا دمای بیش از ۴۰۰درجه سانتی‌گراد که دارای بلورهایی با قابلیت ذخیره انرژی مواد پرتوزا هستند نظیر آجر، کاشی، سفال و...(، رد شکافت هسته‌ای) سال‌یابی نمونه‌هایی شامل خاک پخته‌شده اجاق‌ها، سفال، آجر، شیشه و...(، دیرینه‌مغناطیسی) سال‌یابی کوره‌های پخت آجر، سفال و اجاق‌ها و... (بحرالعلومی، ۱۳۹۰؛ Zacharias et al., 2007; Bahn and Renfrew, 1991)پرکاربردترین روش در تعیین قدمت و اصالت میراث معماری به‌خصوص آثار معماری دوره تاریخی، روش ترمولومینسانس است که در مورد مصالحی از قبیل آجر و کاشی انجام می‌شود. همچنین از این روش می‌توان برای بررسی و تحلیل زمان انجام الحاقات کالبدی، تحولات و رخدادهایی نظیر وقوع آتش‌سوزی در بناهای تاریخی استفاده کرد. از دیگر روش‌های مطلق و علمی تعیین قدمت و اصالت اجزا و عناصر میراث معماری نظیر اندودها، ابزارها و مصالح چوبی مورد استفاده در آن‌ها، سال‌یابی کربن ۱۴ و گاهشناسی درختی است که روش‌های مذکور در صورت داشتن شرایط لازم از دقیق‌ترین روش‌های سال‌یابی و دارای کمترین میزان خطا هستند. چوب ازجمله مصالح پرکاربرد در میراث معماری بخصوص در مناطق جنگلی است که به عنوان تیر سقف، ستون، در و پنجره و تزئینات در آثار معماری مورد استفاده قرار است و قابلیت‌های مطالعاتی فراوانی در زمینه تعیین قدمت و اصالت، بررسی اقلیم‌های گذشته و... دارد. مطالعات مذکور از زیر شاخه‌های گاهشناسی درختی یا علم تاریخ‌گذاری حلقه‌های رویشی درخت است و با تجزیه‌وتحلیل اطلاعات موجود در ساختار حلقه‌های رویشی درختان می‌توان به بسیاری از سؤالات زیست محیطی هم پاسخ داد (کنل و شواینگروبر، ۱۳۸۱).

برای مطالعه و تاریخ‌گذاری نمونه چوب‌های تاریخی نیاز به گاهشناسی مرجع است. منظور از گاهشناسی مرجع، سری‌های زمانی است که میانگین پهنای دوایر سالیانه یا هریک از عوامل مشخصه حلقه رویشی را در هر اقلیم و فصل معینی، مشخص می‌کند و از روی آن تاریخ‌گذاری سری‌های جدید گاهشناسی انجام می‌شود. نخستین قدم برای این منظور تهیه گاهشناسی از درختان زنده یا اصطلاحاً تکیه گاهشناسی است و سپس با استفاده از داده‌های حاصل از نمونه‌های تاریخی و باستانی می‌توان توالی زمانی را گسترش داد (شکل.۲)، با گسترش توالی زمانی و استانداردسازی نتایج می‌توان به گاهشناسی مرجع دست یافت و مطالعه نمونه‌های مجهول امکان پذیر می‌شود (محمدی و دلدار، ۱۳۹۳)؛ به نقل از (کنل و شواینگروبر، ۱۳۸۱).مطالعات گاهشناسی درختی قابلیت‌های فراوانی را علاوه بر تعیین اصالت و قدمت اجزا و عناصر میراث معماری فراهم می‌کند، نظیر تحلیل و شناسایی اقلیم‌های گذشته که با شناخت آن‌ها می‌توان کیفیت استقرار میراث معماری را تحلیل کرد. کیفیت استقرار یعنی قرارگیری اثر در محیط و هماهنگ با آن و نیز میزان هماهنگی با مکان شکل‌گیری، به بیان دیگر میزان تأثیرگذاری و تأثیرپذیری اثر و محیط بر یکدیگر (صفامنش و منادیزاده،۱۳۸۲) متأسفانه به دلیل شرایط اقلیمی اکثر مناطق ایران)خشک و بیابانی (و نیز عدم وجود گاهشناسی مرجع، تاکنون مطالعات زیادی در این زمینه انجام نشده است. از اولین اقدامات و مطالعات روشمند در این خصوص می‌توان به سال‌یابی خانه‌های تاریخی شاه کوه گرگان اشاره کرد (پورطهماسی و همکاران،۱۳۹۵)؛ اما گاهشناسی درختی از روش‌های پرکاربرد و مرجع برای تعیین اصالت و سال‌یابی آثار تاریخی در اروپا است و گزارش‌های متعددی در این زمینه ارائه‌شده است (Cufer, 2007; Baillie, 2002; Haneca et al., 2009).

[Downloaded from kcr.richt.ir on 2026-11-24]

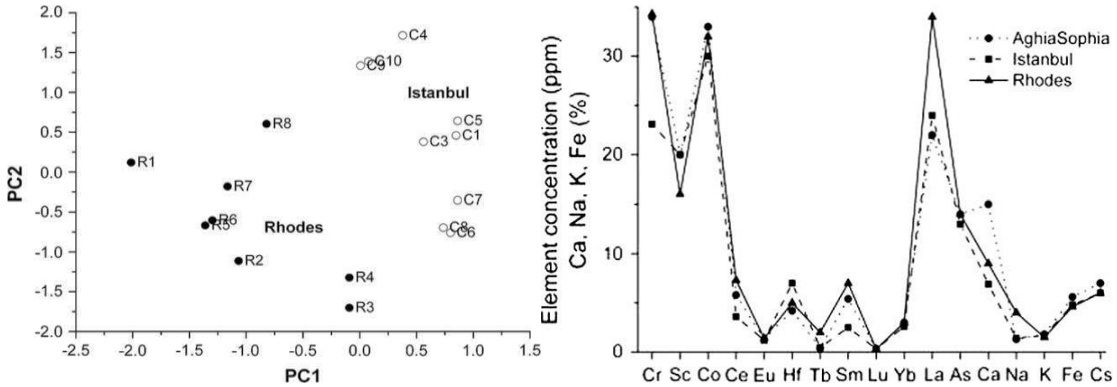


شکل ۲ .مدلی از گاه‌شناسی مرجع بر اساس نمونه‌های تاریخی و طبیعی (Herz and Garrison, 1997)

تجزیه‌وتحلیل مواد

تجزیه‌وتحلیل ساختار و مواد متشکله میراث معماری و عناصر آن از دیگر رهیافت‌های باستان‌سنجی است که علاوه بر اهداف حفاظتی و اقدامات مرمتی زمینه را برای شناخت سایر مؤلفه‌ها فراهم می‌کند. مطالعات باستان‌سنجی ارتباط تمدن‌ها را از بُعد شناخت مواد خام و ارتباط فنی بین مکان‌ها و استقرارهای گوناگون موردبررسی قرار می‌دهد. در این راستا با توجه به محیط پیرامون، محیط دفن و نگهداری آثار تاریخی، جنبه‌های ساختار مواد همچون فن‌شناسی و آسیب‌شناسی نیز موردتوجه قرار می‌گیرند (امامی،۱۳۹۲) با شناخت و تجزیه‌وتحلیل مواد و اجزاء آثار تاریخی ازجمله میراث معماری می‌توان تصویری از شرایط اقتصادی، اجتماعی، چگونگی استخراج و استحصال مواد اولیه و فناوری‌های گذشته به دست آورد، نیز با درک فرایندهای فرسایش آثار و آسیب‌های وارده بر آن‌ها بهترین روش‌ها را برای حفاظت و مرمت اتخاذ نمود (بحرالعلومی، ۱۳۹۳؛ Jones, 2004) از دیگر قابلیت‌های تجزیه مواد و مصالح آثار تاریخی، تحلیل سازمان و زنجیره عملیاتی تولید و همچنین رابطه صنعتگران با محیط‌زیست است که می‌تواند تفسیری از شرایط اقتصادی و صنعتی جوامع گذشته باشد. بررسی دوام و استحکام میراث معماری و اشیاء تاریخی جزو اهداف باستان‌سنجی در زمینه تجزیه‌وتحلیل مواد است که شناسایی و ثبت بسیاری از ویژگی‌ها و قابلیت‌های فنی آثار تاریخی را امکان‌پذیر کرده است و از نتایج آن می‌توان حتی در صنایع و مهندسی به‌عنوان تجربه و تخصصی از گذشته بهره برد (Jones, 2004; Sillar and Tite, 2000).

علاوه بر مباحث مذکور، با تجزیه‌وتحلیل مواد و مصالح میراث معماری امکان ارزیابی نظریات و حتی افسانه‌ها و باورهای شکل‌گرفته در خصوص آن‌ها نیز به وجود می‌آید که از آن جمله می‌توان به مطالعات باستان‌سنجی با رویکرد تحلیل‌های آماری صورت‌گرفته روی آجرهای ایاصوفیه استانبول اشاره کرد (شکل.۳) طبق افسانه‌های قدیمی در روم شرقی، با توجه به قرار گرفتن استانبول روی بستری با خطر زلزله بالا، آجرهای شالوده و گنبد بنای ایاصوفیه دارای ساختاری خاص و مقاوم در برابر زلزله هستند و از جزیره رودس یونان به استانبول آورده شده‌اند. مطالعات اولیه نشان از شباهت بسیار زیاد مواد خام به‌کاررفته در آجرهای گنبد ایاصوفیه با کلیسایی در رودس دارد، اما آجرهای شالوده و سایر قسمت‌ها شباهتی ندارند، البته اقدامات تکمیلی نتایج روشن‌تری در این زمینه ارائه خواهد کرد (Moropoulou and Polikreti, 2009).



شکل ۳ .برونداد تحلیل آماری از نتایج تجزیه‌وتحلیل آجرهای ایاصوفیه با نمونه‌های شاهد (Moropoulou and Polikreti, 2009)

[Downloaded from kcr.richt.ir on 2026-11-24]

مکان‌یابی و منشأ یابی

بسیاری از میراث معماری خصوصاً آثار پیش‌ازتاریخ در زیرزمین مدفون شده‌اند و شناسایی آن‌ها برای درک بسیاری از عرصه‌های جوامع گذشته ضروری است. معمول‌ترین روش شناسایی میراث معماری، کاوش مکان‌های باستانی و کشف و ثبت آن‌هاست، اما به دلیل گستردگی مکان‌های باستانی، خصوصاً در ایران، عدم شناسایی آن‌ها و مهم‌تر در صورت شناسایی هزینه‌های بالا و زمان زیاد موردنیاز برای کاوش، این امکان برای تعداد محدودی از محوطه‌های باستانی وجود دارد؛ اما مطالعات باستان‌سنجی با کمک ابزارها و رهیافت‌های علوم طبیعی و پایه بدون انجام حفاری امکان شناسایی میراث معماری و کشف مکان‌های باستانی را فراهم نموده است. مکان‌یابی، اولین حوزه باستان‌سنجی برای یافتن و شناسایی محل‌های باستانی بدون حفاری است. تأثیر فعالیت‌های انسانی ازجمله ساخت‌وساز، فعالیت‌های کشاورزی و صنعتگری و دیگر فعالیت‌ها، وقوع بلایای طبیعی و آتش‌سوزی در دوران باستان تأثیراتی بر سیمای زمین باقی می‌گذارد که با استفاده از روش‌هایی چون عکس‌برداری هوایی و ماهواره‌ای در نور مرئی و یا فروسرخ، بررسی خواص مغناطیسی و الکتریکیِ محل و تغییرات به‌جان‌آمده در آن بر اثر فعالیت‌های انسانی، اندازه‌گیری چگالی خاک و تعیین تفاوت‌ها، می‌توان محل این فعالیت‌ها را مشخص کرد. امروزه باستان‌شناسان قبل از آغاز کاوش در یک منطقهٔ باستانی، با همکاری متخصصانی در حوزه‌های ژئومغناطیس، ژئوالکتریک، لرزه‌نگاری و رادار نفوذی در زمین و اندازه‌گیری تغییرات مغناطیسی، الکتریکی یا دیگر ویژگی‌های خاک، سعی می‌کنند نقشه‌ای از محل کاوش و چگونگی توزیع آثار در آن به دست آورند(شکل.۴) و تا حد امکان از حفاری‌های غیر لازم که مستلزم صرف هزینه و وقت بسیار است بپرهیزند. دستگاه‌های مورداستفاده در این بررسی‌ها دقت بالایی دارند که می‌توانند کوچک‌ترین تغییر در خواص فیزیکی زمین را ثبت کنند(بحرالعلومی،۱۳۹۳) رادار نفوذی در زمین (GPR) از دیگر ابزارهایی است که در شناسایی مکان‌های باستانی به کار می‌رود و قابلیت بررسی غیر تخریبی ابنیه تاریخی را دارد و امکان شناسایی لایه‌های درونی و آسیب‌هایی نظیر ترک‌ها را فراهم می‌آورد.



شکل ۴ .نقشه ژئومغناطیس زمینه‌ای اطراف تخت جمشید که بدون حفاری و فقط با اندازه‌گیری شدت و جهت میدان مغناطیسی توسط دستگاه گرادیومتر به دست آمده و ساختارهای معماری و بناهای متعددی را آشکار کرده است(بحرالعلومی،۱۳۹۳)

تحلیل فضایی (ارزش‌گذاری و شناسایی)

تحلیل‌های فضایی از عناصر بسیار کارآمد برای شناسایی، ثبت و واکاوی روابط مؤلفه‌های گوناگون با یکدیگر در حوزه میراث فرهنگی و باستان‌شناسی هستند. سامانه اطلاعات جغرافیایی و سنجش از راه دور از کاربردیترین ابزارهای تحلیل‌های فضایی در این زمینه هستند، امروزه تحلیل‌های فضایی صورتی کامل و جامع گرفته‌اند و به‌عنوان تخصصی روشمند به نام مهندسی ژئوماتیک شناخته می‌شوند که جزئی از رهیافت‌های باستان‌سنجی به شمار می‌رود. ژئوماتیک به‌عنوان مجموعه‌ای از کارآمدترین روش‌ها در اندازه‌گیری هندسی، تجزیه‌وتحلیل و تفسیرهای مربوط به موضوعات مطرح در میراث فرهنگی، چشم‌اندازهای روشنی پیش روی متخصصان و

[Downloaded from kcr.richt.ir on 2026-11-24]

دست‌اندرکاران این عرصه قرار داده است. اهمیت این علم در تعین جایگاه شاخه‌های علمی آن در عرصه‌های مختلف میراث فرهنگی همچون مستندنگاری، میراث معماری، باستان‌شناسی و مرمت، باززنده‌سازی و احیاء مدیریت و ارزش‌گذاری است. این شاخه‌ها متشکل است از :فتوگرامتری، سنجش از راه دور، لیزر اسکن، نقشه‌برداری زمینی و سیستم اطاعات جغرافیایی (علیتاجر و افشاری آزاد،۱۳۹۲) از قابلیت‌های سامانه اطلاعات جغرافیایی و سنجش از راه دور که جزئی از ابزارها و روش‌های تحلیل فضایی یا ژئوماتیک هستند، در زمینه شناخت، ارزش‌گذاری و مدیریت میراث معماری می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

الف) امکان کمّی نمودن کیفیت میراث معماری برای اولویت‌بندی به‌منظور حفاظت و مرمت؛ ب (امکان بررسی پراکندگی فضاهای فرهنگی، براساس داشتن برخی ارزش‌های معماری و نحوه ساخت؛ پ) بررسی وجود بناهایی با قابلیت ثبت در فهرست آثار ملی براساس مطالعات صورت گرفته در خصوص ارزش‌گذاری که از اولویت بیشتری برخوردارند؛ ت)بررسی توأمان موقعیت قرارگیری و ارزش اقتصادی که امکان تغییر کاربری برخی فضاها را، با توجیه اقتصادی، میسّر می‌سازد؛ ث (نگرش سیستمی به مبحث ارزش‌گذاری در چینی‌جاهای تاریخی، پویایی و قابلیت به‌روزرسانی ارزش‌گذاری در بافت‌های تاریخی به‌منظور مستندسازی در دوره‌های مختلف؛ ج) کم کردن اعمال سلیقه‌های شخصی در مورد ارزش‌گذاری؛ ح) فراهم کردن زیرساخت لازم داده‌کاوی در جهت تولید دانش و مستندنگاری بافت‌های تاریخی(حناچی و همکاران،۱۳۹۲)

نتیجه‌گیری

برآیند پژوهش حاضر مبین قابلیت رهیافت‌های باستان‌سنجی در زمینه مطالعه و شناخت روشمند و علمی میراث معماری فرهنگی-تاریخی است. میراثی که جزء مهم‌ترین مظاهر فرهنگی هر سرزمین و حاوی رویدادهای گوناگونی از طول حیات خود هستند. علاوه بر مطالعه و شناخت، ثبت تمام شاخصه‌ها و ویژگی‌های یک میراث معماری و حفظ و انتقال آن‌ها برای آیندگان ضروری است. در این میان رهیافت‌ها و مطالعات باستان‌سنجی با بهره‌جویی از علوم پایه، طبیعی، مهندسی، باستان‌شناسی و هنر به یکی از کارآمدترین ابزارهای این حوزه مبدل شده است. از شاخص‌ترین مطالعات و اهداف باستان‌سنجی در عرصه شناخت و مطالعه میراث معماری می‌توان به سال‌یابی و اصالت‌سنجی اشاره کرد. قدمت و اصالت از مؤلفه‌های بنیادین و اولین گام جهت ارزش‌گذاری و ارزیابی ذخایر فرهنگی هستند و با بررسی این دو مؤلفه بر مبنای رهیافت‌های باستان‌سنجی می‌توان زمان مطلق شکل‌گیری اثر و تحولات و دگردیسی‌های کالبدی آن را تعیین کرد، همچنین امکان تحلیل و شناخت تأثیرگذاری و تأثیرپذیری میراث معماری از محیط و بازسازی اقلیم‌های گذشته نیز وجود دارد. تجزیه‌وتحلیل مواد و مصالح میراث معماری از دیگر قابلیت‌های مطالعات باستان‌سنجی است که علاوه بر شناخت ویژگی‌های فنی می‌تواند تصویری از شرایط اقتصادی، اجتماعی، چگونگی استخراج و فراوری مواد اولیه، سازمان و زنجیره عملیاتی تولید، ارتباط فنی جوامع و استقرارها با یکدیگر و... به دست دهد و نیز توانایی ارزیابی فرضیات و ابهامات در خصوص ویژگی‌های فنی را دارد. باستان‌سنجی امکان بررسی و شناخت میراث معماری زیرزمین را بر مبنای روش‌های رادار نفوذی در زمین، ژئومغناطیس، ژئوالکتریک و... فراهم می‌آورد، همچنین با این روش‌ها می‌توان لایه‌های درونی و آسیب‌های موجود در بناهای تاریخی را شناسایی و تحلیل کرد. مهندسی ژئوماتیک و یا تحلیل‌های فضایی از دیگر رهیافت‌های باستان‌سنجی هستند که قابلیت‌هایی همچون مستندنگاری، ارزش‌گذاری، مدیریت، تحلیل اولویت‌های حفاظتی و نیز تحلیل روابط مؤلفه‌های گوناگون در یک بافت تاریخی در حوزه میراث معماری را به وجود آورده‌اند.

منابع

امامی، سید محمدامین. (۱۳۹۴). باستان‌سنجی؛ پلی میان علوم طبیعی و مهندسی با باستان‌شناسی (اهداف و دورنما). دوفصلنامه پژوهه باستان‌سنجی، ۲، ۸۲-۷۵.

اندرونی، الهام. (۱۳۹۲). مستندسازی دانش‌بنیان میراث معماری در ایران. نشریه هنرهای زیبا- معماری و شهرسازی، ۱۸(۱)، ۹۰-۷۹.

بحرالعلومی، فرانک. (۱۳۹۲). باستان‌سنجی، راه ارتباطی علوم طبیعی و باستان‌شناسی. مجله فیزیک روز، ۵، ۳۷-۳۲.

بحرالعلومی، فرانک. (۱۳۹۰). روش‌های سال‌یابی در باستان‌شناسی. تهران: سمت.

پاکزاد، جهانشاه. (۱۳۷۶). هویت و این‌همانی با فضا. نخستین کنگره تاریخ معماری و شهر سازی ایران. ج ۵. تهران: سازمان میراث فرهنگی کشور.

[Downloaded from kcr.richt.ir on 2026-11-24]

پورطهماسبی، کامبیز؛ سعیدی، میثم؛ و اولادی، رضا. (۱۳۹۵). سال‌یابی خانه‌های قدیمی در روستای شاه کوه گرگان به روش گاه‌شناسی درختی. در آجورلو، بهرام؛ و تومالسکی، ژودیت. مجموعه چکیده مقالات سمپوزیوم بین‌المللی باستان‌سنجی ایران و آلمان.. دانشگاه هنر اسلامی تبریز.

حناچی، پیروز؛ آذری، عباس؛ و کلایه، سید محمود. (۱۳۹۲). مدیریت ارزش‌گذاری در بافت‌های تاریخی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی. فصلنامه مطالعات شهر ایرانی اسلامی، ۱۲، ۴۴-۳۷.

علیتاجر، سعید؛ و افشاری‌آزاد، سمیه. (۱۳۹۲). بررسی جایگاه مهندسی ژئو ماتیک در کاربردهای میراث فرهنگی- باستان‌شناسی و معماری. دوفصلنامه پژوهش‌های باستان‌شناسی ایران، ۵، ۱۶۹-۱۹۵.

فیلدن، برنارد؛ و یوکا، یوکیلتو. (۱۳۸۲). ارزش‌گذاری به‌منظور حفاظت. هفت شهر، ۱۲ و ۱۳، ۲۶-۱۷.

کوششگران، سید علی اکبر. (۱۳۹۰). فرصت‌های احیاء در سیر تحوّل بنای تاریخی از زمان خلق تا زوال اثر. نشریه شهر و معماری بومی، ۱، ۹۲-۷۵.

کنل، میشل؛ و ف. هانس، شواین گرویر. (۱۳۸۱). فرهنگ چهار زبانه گاه‌شناسی درختی (انگلیسی، آلمانی، فرانسه و فارسی). ترجمه داود پارسا پژوه، مهدی فائزی‌پور و حمید رضا تقی‌یاری. تهران: انتشارات دانشگاه تهران.

محمدی، محسن؛ محمدی، محمد؛ و خواجه‌پور، منصور. (۱۳۹۲). بازشناسی و حفاظت ارزش‌های موجود در اثر تاریخی «قبّه سبز» کرمان. فصلنامه مطالعات شهر ایرانی اسلامی، شماره ۱۲، ۸۹-۷۹.

محمدی آچاچلویی، محسن؛ و دلدار، محمد معین. (۱۳۹۳). گاه‌شناسی درختی و اصول آن در مطالعه آثار تاریخی. در رازانی، مهدی؛ و آجورلو، بهرام. برگزیده مقالات اولین و دومین همایش ملی کاربرد تحلیل‌های علمی در باستان‌سنجی و مرمت میراث فرهنگی. دانشگاه هنر اسلامی تبریز.

یوکیلتو، یوکا. (۱۳۸۷). تاریخ حفاظت معماری. ترجمه محمد حسن طالبیان و خشیار بهادری. تهران: نشر روزیه.

Bahn, P. G., & Renfrew, C. (1991). *Archaeology: theories, methods and practice*. Thames and Hudson.

Baillie, M. (2002). Future of dendrochronology with respect to archaeology. *Dendrochronologia*, *20*(1-2), 69-85.

Bloch, M. (2013). Questions not to ask of Malagasy carvings. In Hodder, I.; Shanks, M.; Alexandri, A., Buchli, V.; Carman, J.; Last, J.; and Lucas, G. *Interpreting Archaeology* (pp. 212-215). Routledge.

Čufar, K. (2007). Dendrochronology and past human activity—A review of advances since 2000. *Tree-Ring Research*, *63*(1), 47-60.

Emami, S. M. (2010). Preliminary studies on mining methods used in Sivand quarries during the Achaemenian period in Fars province, Iran. *Geología Colombiana*, *35*, 175-185.

Haneca, K., Čufar, K., & Beeckman, H. (2009). Oaks, tree-rings and wooden cultural heritage: a review of the main characteristics and applications of oak dendrochronology in Europe. *Journal of Archaeological Science*, *36*(1), 1-11.

Jones, A. (2004). Archaeometry and materiality: materials-based analysis in theory and practice. *Archaeometry*, *46*(3), 327-338.

ICOMOS. (1964). International charter for for the conservation and restoration of monument and sites. 2nd International Congress of Architects and Technicians of Historic Monuments, Venice.

ICOMOS. (1996). Heritage and Social Changes. 11th ICOMOS General Assembly, Sofia, Bulgaria.

Moropoulou, A., & Polikreti, K. (2009). Principal Component Analysis in monument conservation: Three application examples. *Journal of Cultural Heritage*, *10*(1), 73-81.

Herz, N., & Garrison, E. G. (1997). *Geological methods for archaeology*. Oxford University Press.

Sillar, B., & Tite, M. S. (2000). The challenge of technological choices for materials science approaches in archaeology. *Archaeometry*, *42*(1), 2-20.

Tite, M. S., Kilikoglou, V., & Vekinis, G. (2001). Strength, toughness and thermal shock resistance of ancient ceramics, and their influence on technological choice. *Archaeometry*, *43*(3), 301-324.

Vandenabeele, P. (2007). Archaeometry, an interdisciplinary approach. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, *387*(3), 735-735.

[Downloaded from kcr.richt.ir on 2026-11-24]