فصلنامهٔ علمی مطالعات باستان‌شناسی پارسه
|| شمارهٔ ۱۵ || سال پنجم || بهار ۱۴۰۰ ||
P. ISSN: 2645-5048 & E. ISSN: 2645-5706

اهمیت کل‌گرایی و مهندسی تحلیلی در اصلاح بازخوانی محوطه‌ها و آثار تاریخی با توجه به عدم تطابق خوانش‌های انجام‌شده با مبانی علمی مهندسی (محوطه‌های پاسارگاد، طاق‌بستان و بیستون)

سید عبدالعظیم امیرشاه‌کرمی[I]
سیدمحمد بهشتی[II]

نوع مقاله: پژوهشی؛ صص: ۱۷۴ - ۱۵۹
تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۹/۱۷؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۲/۱۰
شناسهٔ دیجیتال (DOI): 10.30699/PJAS.5.15.159

چکیده

سرزمین ایران با توجه به زمین‌شناسی، توپوگرافی و اقلیم خشن و ناپایدار است؛ بنابراین بناهای تاریخی مستقر بر آن، همیشه درحال بارگذاری و ناپایداری شرایط هستند و لذا نیاز به نگهداری مستمر به‌صورت علمی و تجربی دارند. پیش از مرمت و نگهداری، مستندسازی یا خوانش آثار تاریخی مهم‌ترین بخش مطالعهٔ آثار باستانی است که از این‌طریق می‌توان به داده‌ها و اطلاعات کامل درمورد این آثار دست‌یافت. با استفاده از داده‌های جمع‌آوری‌شده به دانش نهفته در مهندسی این بناها می‌توان پی‌برد. عدم شناخت صحیح آثار و عدم توجه کافی به جزئیات و قوانین نهفته در آثار تاریخی، موجب تجزیه و تحلیل ناصحیح و درنتیجه خوانش اشتباه اثر می‌شود که منجر به گمراهی در راهبردهای مواجه با حفظ اثر و درنتیجه آسیب‌دیدگی میراث‌فرهنگی و تاریخی می‌شود. این مقاله سعی دارد سه خوانش ناصحیح از سه اثر تاریخی معروف را مورد تحلیل و بررسی قرار دهد. روش تجزیه و تحلیل در این مقاله، بهره‌برداری از مهندسی تحلیلی و بررسی جزء‌به‌جزء پارامترهای اثر و نحوهٔ ارتباط با آن‌هاست که نشان می‌دهد یک سامانه چگونه ایجاد شده و چه‌طور کار می‌کرده است. از این رهگذر، نتیجه‌گیری می‌شود که خوانش غلط از یک مجموعهٔ تاریخی موجب درک ناصحیح از کارکرد آن اثر شده و می‌تواند موجب خطا در برخورد و حفظ اثر شود. آثار مورد بررسی قرارگرفته عبارتنداز: محوطهٔ پاسارگاد، مجموعهٔ تاق‌بستان و مجموعهٔ بیستون. هریک از این سه محوطهٔ تاریخی عناصری را در خود دارند که تاکنون معماران و باستان‌شناسان موضوعیت و کاربری آن‌ها را به‌طور کامل تعریف نکرده‌اند؛ لذا در این مقاله با استناد به تحلیل‌های سازه‌ای و روابط عِلّی و معلولی اثبات شده که خوانش برخی از این دانشمندان اشتباه بوده و تلاش شده زاویهٔ دید و مسیر جدیدی برای کاوش و شناخت این آثار گشوده شود.

کلیدواژگان: مهندسی تحلیلی آثار تاریخی، پاسارگاد، تاق‌بستان، بیستون.

I. دکتری سازه و ژئوتکنیک، دانشگاه امیرکبیر و مهندسین مشاور خاک پایه، تهران، ایران (نویسندهٔ مسئول).
amirshah@aut.ac.ir
II. استادیار پژوهشگاه میراث‌فرهنگی و گردشگری، تهران، ایران.

مقدمه

سرزمین ایران با توجه به موقعیت قرارگیری روی پوستهٔ زمین، شرایط خاص زمین‌شناسی را به‌خود گرفته است؛ ازجمله می‌توان به: شتاب زلزله، شیب زمین، تغییرات مستمر درجه‌حرارت[۱]، رطوبت پایین هوا، جوانی و فعالیت دائم پوستهٔ زمین[۲] اشاره کرد. از سوی دیگر، با توجه به مصالح محلی استفاده‌شده در دوران باستان، اغلب بناهای تاریخی بسیار سنگین هستند[۳]؛ بنابراین حفاظت و پرستاری از مجموعه گستردهٔ بناها که در شرایط مختلف قرار دارند، باید مبتنی‌بر علم و شناخت صحیح از اصول سازه، معماری و به‌طور کلی مهندسی نهفته در آن‌ها باشد. جهت دستیابی به این هدف می‌بایست فرآیندهای صحیحی را پیشرو ترسیم نمود. جمع‌آوری داده‌ها، ایجاد اطلاعات، تولید دانش و مهندسی نسبت به رمزهای بناها با توجه به استقرار خوب آن‌ها، زیربنای حفاظت از بناها هستند.

چنان‌چه بخواهیم خوانش مهندسی یا مستندسازی مهندسی که اولین و مهم‌ترین امر در شناسایی علم باستان است را پی‌گیری کنیم، باید بدانیم که معماری و هنر بر گردهٔ این اسب چموش سوارند؛ لذا باید درک صحیحی از مهندسی و قواعد آن شامل طراحی و محاسبات داشته باشیم. در ابتدای این راه باید رابطهٔ بین σ (تنش) و ε (کرنش) و D (خواص مصالح) در رابطهٔ σ=DΔεΔ را بفهمیم و بر این موضوع اشراف داشته باشیم که اگر در اثر کهولت یا هوازدگی، مصالح سست شود، موجب ترک‌خوردگی و کاهش ضریب اطمینان می‌شود؛ به این‌ترتیب، چنان‌چه خاصیت مکانیکی مصالح با D نمایش داده شود، با مقاوم‌سازی مصالح، D افزایش پیدا می‌کند و از آن‌سو با هوازدگی و کهولت، D رو به کاهش می‌رود. همین‌رَویه برای ساختار بنا در قالب سه رابطهٔ زیر تعریف می‌شود (Anzani, 1995)

$$f=k\Delta\delta,\ \Delta f_t=k\Delta\delta+c\delta\hat{}.+M\delta\hat{}(..),\ \Delta f_t=k\Delta\delta+c\delta\Delta$$

هرکس این سه فرمول رفتاری را که از اصول اولیهٔ مهندسی سازه هستند خوب بداند، می‌تواند پدیده‌ها و اثرات وقایع طبیعی را پیش‌بینی کند؛ به‌عنوان نمونه، می‌توان زمان وقوع زلزله را پیش‌بینی کرد و فهمید که هنگام وقوع زلزله چه فعل و انفعالاتی حادث می‌شود و چه اثراتی به‌جای می‌ماند. به‌اصطلاح یک مهندس می‌بایست «بِم بعد از زلزله را در اثر زلزلهٔ بم پیش‌بینی کند» به این مفهوم که پیش از وقوع زلزله باید دانست، وضعیتی که شهر بم قبل از زلزله داشته است با وقوع زلزله به چه شکل درمی‌آید. با درک این مفاهیم می‌توان خوانش‌های دقیقی راجع به آثار باستانی داشت.

آثار موردبررسی قرارگرفته عبارتنداز: محوطهٔ پاسارگاد، مجموعهٔ تاق‌بستان و مجموعهٔ بیستون، که در دههٔ گذشته مورد بررسی مستندسازی مهندسی قرار گرفته‌اند (امیرشاه‌کرمی، ۱۳۸۶؛ ۱۳۸۷؛ ۱۳۸۸). هریک از این سه محوطهٔ تاریخی عناصری را در خود دارند که تاکنون دانشمندان و باستان‌شناسان موضوعیت و کاربری را برای آن‌ها تعریف کرده‌اند؛ لذا در این مقاله با استناد به تحلیل‌های سازه‌ای و روابط عِلّی و معلولی اثبات شده که خوانش این دانشمندان اشتباه بوده و تلاش شده زاویهٔ دید و مسیر جدیدی برای کاوش و شناخت این آثار گشوده شود. در پاسارگاد با استناد به فرضیهٔ «استروناخ» (۱۳۷۹: ۱۵۵-۱۵۶) باور بر این است که آبراهه، تعدادی حوضچهٔ رسوب‌گیر (آرامش) و باغ در جلوی کاخ‌ها وجود داشته است، اما طی بررسی‌های انجام‌شده، در این مقاله مطرح می‌شود که این فرضیه با مبانی هیدرولیکی هم‌خوانی ندارد؛ چراکه تعداد زیادی حوضچهٔ رسوب‌گیر در مسیر کانال‌های بسیار کوچک بی‌معنی است. در مجموعهٔ تاق‌بستان، محوطهٔ وسیعی وجود دارد که توسط اشمیت به‌عنوان شکارگاه شناخته شده است، ولی با درنظر گرفتن مبانی شبکه‌های آبیاری و تخصیص آب به کشاورزی این محل نمی‌تواند شکارگاه باشد، و به باور مؤلفین مقاله، این محوطه درواقع یک سد تنظیمی است که به‌عنوان مخزن کنترل دِبی آب درطول سال کار می‌کرده است. در پایان، مجموعهٔ بیستون و فرهادتراش که طبق افسانه توسط

«فرهاد» تراشیده شده است، با توجه به ابعاد آن و محاسبهٔ حجم حفاری، ۱۰۰سال طول می‌کشد تا یک نفر بتواند آن حجاری را به ثمر برساند؛ لذا طی بررسی‌های انجام‌شده مشخص شده این مکانی برای محل استخراج سنگ و به‌عبارت دیگر معدن سنگ بوده است.

روش پژوهش: روش تجزیه و تحلیل در این مقاله بهره‌برداری از مهندسی تحلیلی و بررسی جزءبه‌جزء پارامترهای اثر و نحوهٔ ارتباط با آن‌هاست که نشان می‌دهد یک سامانه چگونه ایجاد شده و چه‌طور کار می‌کرده است.

خوانش صحیح آثار باستانی

آسیب‌شناسی و آسیب‌نگاری آثار باستانی، سیاست‌های حفظ اثر را تعیین می‌کنند؛ به این مفهوم «خوانش آثار باستانی اطلاق» می‌شود؛ لذا در فرآیند پیشنهادشده جهت خوانش صحیح آثار باستانی، بر این مبنا ترسیم می‌شود که در گام اول، بدانیم چه‌چیز را می‌بایست بررسی و آن را چگونه تحلیل کنیم؟ بنابراین اصول اصلی مبتنی‌بر دو پرسش است: «چه؟» و «چگونه؟» در ادامه به تبیین این دو مفهوم پرداخته می‌شود.

با توجه به اصول ساختمان‌سازی، به‌اعتقاد نگارندگان هر بنای تاریخی را می‌توان به سه بخش اساسی تقسیم‌بندی کرد.

۱- مهندسی سازه: شامل پی، کرسی‌چینی، دیوار، سقف و در ادامه گرمایش و سرمایشی که در اثر این سازه‌ها جذب یا دفع می‌شود.

۲- معماری: شامل طراحی اتاق‌ها، راهروها، کف‌سازی و هم‌چنین گرمایش و سرمایشی که در و پنجره‌ها در جذب و دفع آن‌ها دخیل هستند.

۳- هنر و معماری داخلی: شامل هنرهای به‌کار برده‌شده در تزئینات داخلی و به‌خصوص طراحی در و پنجره‌هایی با مفهوم‌های نمادین.

در هرکدام از این بخش‌ها، آسیب‌نگاری مورد بررسی قرار می‌گیرد و در همین‌راستا، خواص مکانیکی مصالح، باربری، تغییر شکل‌پذیری و دوام مصالح مطرح می‌شود.

در گام دوم، چگونگی تحلیل آن‌چه را یافته‌ایم مطرح می‌شود. برای درک این مطلب که با چه رویکردی می‌بایست به آثار باستانی نگریست و چگونه آن‌ها را تحلیل کرد؟ به بررسی شیوه‌های مهندسی و روش‌های اجرای ابنیه و یا هر سازه‌ای پرداخته می‌شود. بسته به بهره‌گیری ابزاری و امکانات پیشِ‌رو سه نوع مهندسی را می‌توان نام‌برد.

- مهندسی ترجمه‌ای: که به‌نوعی کپی‌برداری محض و مهندسی تقلیدی از تجربهٔ سایر ممالک است، بنابراین به‌غایت ضعیف بوده و اغلب مربوط به انسان‌ها و ممالک ناتوان است؛ به‌عنوان نمونه، در خودروسازی می‌توان به پراید، پیکان و یا حتی بنزهایی که با صنعت مونتاژ تولید می‌شوند اشاره کرد.

- مهندسی آئین‌نامه‌ای: که براساس یک‌سری از الگوهای استاندارد طرحی را ارائه می‌دهد. این مهندسی فرم‌های معین و مقید دارد، بنابراین بارگذاری و مصالح معین هستند و هیچ‌گونه خلاقیت یا انعطافی را برنمی‌تابد.

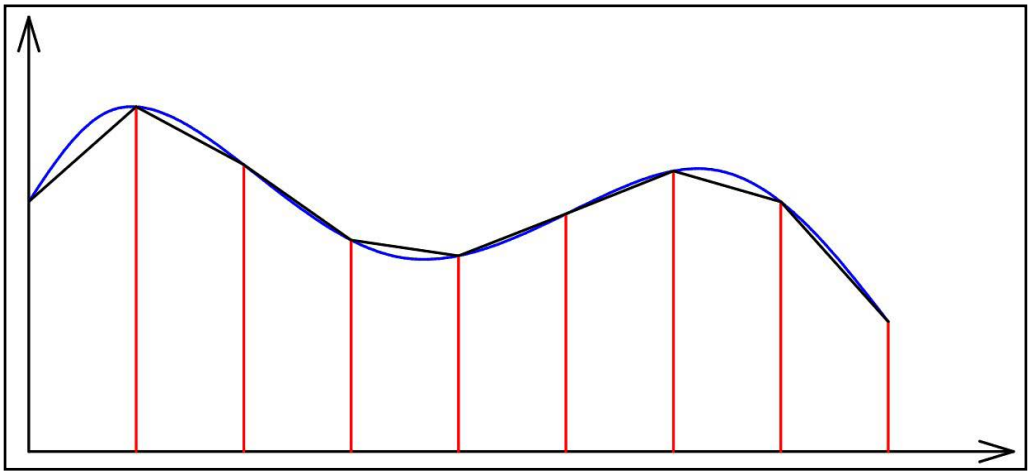
- مهندسی تحلیلی: همان‌طورکه از نام آن مشخص است، تحلیل‌گرا و کل‌گرا است. برخلاف مهندسی آئین‌نامه‌ای، این نوع مهندسی مقید به بارگذاری خاصی مثل نقطه‌ای، خطی و گسسته نیست؛ بنابراین هرنوع بار و شرایطی را می‌پذیرد و مقید به شکل و خواص ثابت نیست، بلکه هر شکلی برای آن قابل تحلیل است؛ از این‌رو، مقید به رفتار مصالح خاص نیست (شکل الاستیک خطی) و هر نوع مصالح با هر نوع ساختار مثل غیرخطی را می‌توان با آن تحلیل کرد و می‌توان گفت تحلیل در این نوع مهندسی سه‌بُعدی است و مؤلفهٔ زمان برای آن باز است.

فرآیند تحلیل ابنیه و آثار باستانی

در تحلیل‌های مهندسی درخصوص ابنیه و آثار باستانی مراحل زیر پی‌گیری می‌شود.

- محوطهٔ موردمطالعه می‌بایست شناسایی شود؛ به این‌ترتیب تعیین مرزها و شرایط مرزی اولین مرحله است.
- محوطهٔ شناسایی‌شده به مؤلفه‌ها و اجزای قابل‌تحلیل تجزیه شود و ارتباط آن‌ها تعیین و تبیین شود.
- هر مؤلفه در جای خود تحلیل شود و با استفاده از معادلات حاکمه به جایگاه خود در محوطه انتقال یابد.
- مؤلفه‌ها در یک ساختار جمع‌آوری شده و در کنار هم قرار گیرند و مطالعه شوند.

در این روش محوطه به قطعات قابل‌حل تقسیم می‌شود. رفتار مصالح به‌صورت صعودی[۴] به‌جز افزایش بارها $\sigma\Delta$ و $F\Delta$ تقسیم می‌شود. یک منحنی به تعداد زیادی خط تبدیل می‌شود و برای هر قطعه خط محاسبه می‌شود و جمع محاسبات، محاسبهٔ کل است؛ به‌عنوان نمونه در تصویر۱، نحوهٔ محاسبه سطح زیر نمودار بیان شده است. به این‌ترتیب که جهت محاسبهٔ مساحت زیر نمودار منحنی به هشت جزء تقسیم شده و جمع مساحت این ذوزنقه‌ها با تقریب مناسبی به مساحت زیر نمودار نزدیک است؛ بنابراین هرچه تعداد ذوزنقه ها بیشتر باشد مساحت دقیق‌تری از سطح زیر نمودار حاصل می‌شود و بنابراین تحلیل دقیق‌تر است. از این مدل در تحلیل آثار باستانی و تحلیل جزء‌به‌جزء جهت دستیابی به شناخت کل می‌توان بهره برد.



تصویر۱. محاسبه سطح زیر نمودار با استفاده از روش جزء‌به‌جزء (نگارندگان، ۱۳۹۹).

لذا، کل فرآیند مهندسی تحلیلی نوآوری است. مسیر هواپیما یا پرنده در آسمان آزاد است، ولی روی زمین اتومبیل باید در یک مسیر معین حرکت کند. آن‌چه در این سامانه و ساختار مربوطه به آن مهم است، مشخص‌شدن روابط علت و معلول و کنترل جزئیات مابعد آن است.

در باستان‌شناسی معمولاً جهت شناسایی و تحلیل مسائل، از جزء به کل می‌رسند، درحالی‌که در مهندسی تحلیلی از کل به جزء می‌رسند؛ به‌عبارت دیگر، در مهندسی تحلیلی اساس برپایهٔ ماکروسکپی نگاه کردن است و باید درنظر داشت که ماکروسکوپی، عالم مجاز است؛ یعنی ریاضی به‌جای واقعیت‌های فیزیکی جا می‌گیرد. جهت دست‌یابی به این مقصود سه مرحلهٔ کاری وجود دارد که عبارتنداز:

اول: هندسهٔ محیط مورد مطالعه[۵] با توجه به مواد مصرفی و هندسه‌های موجود در محوطه تقسیم‌بندی می‌شود.

دوم: معادلات رفتاری مصالح مطرح و مدل می‌شوند؛ یعنی مواد، جنس مصالح و رفتار آن‌ها را با معادلات ریاضی تعریف می‌کنند (Amirshahkarami, 2016).

سوم: نیروها یا عوامل محرکهٔ دسته‌بندی شده و به‌عنوان ورودی سامانه تعریف می‌شوند.

جمع اول و دوم، ماتریس رفتاری را تشکیل می‌دهند که $f=k\Delta\delta\Delta$.

مواد واقعی و رفتار آن‌ها براساس قانون علت و معلول قابل اندازه‌گیری و حقیقی هستند و معادلات حاکمهٔ آن‌ها که شامل خواص مصالح، پارامترها و قوای محرکه هستند، مجازی یا ماکروسکوپی هستند.

جهت تبیین مفهوم کل‌نگری به ذکر یک مثال بسنده می‌شود؛ در این نمونه، مشخص می‌شود که با داشتن یک تکه از یک کوزه و تحلیل معادلات رفتاری و هندسی کوزه می‌توان به شکل کوزه و هم‌چنین بسیاری از اطلاعات دیگر آن کوزه دست‌یافت، و این دریچه‌ای است که می‌توان به شناخت وسیع‌تری از نوع زندگی بشر در تاریخی که آن کوزه تولید شده، پی برد؛ لذا می‌توان درک کرد که تحلیل جزئیات به‌همراه دید کل‌نگرانانه می‌تواند مفاهیم عظیمی را روشن و تبیین کند.

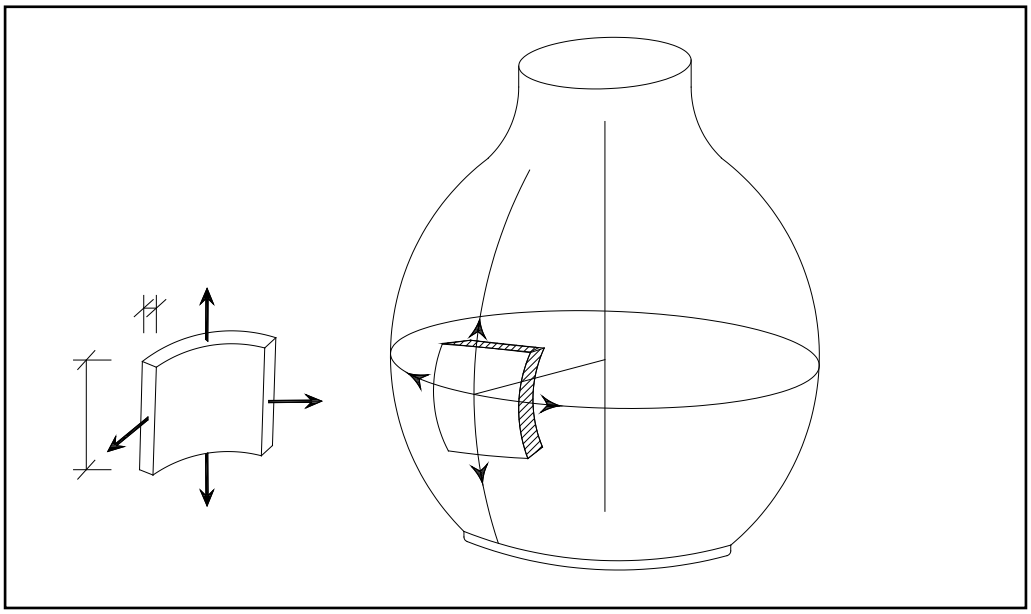
در خوانش و شناخت یک کوزه که فقط یک قطعهٔ کوچک از آن درست است، چه باید کرد؟

با منحنی A (دایره) مرکز آن به‌دست می‌آید.

خط C محور کوزه؛

منحنی B (مولد) دور آن می‌چرخد.

عنصر مولد، نقش‌های کششی معین به‌صورت پوسته دارد که در منحنی A میزان فشار معین می‌شود.

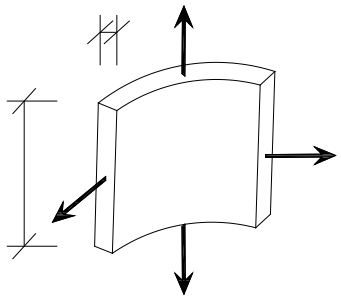


تصویر ۲. مدل سه‌بُعدی کوزه (نگارندگان، ۱۳۹۹).

از نفوذپذیری مواد، قطعه و پرداخت اجزاء داخل کوزه می‌توان فهمید که محتوای کوزه چه بوده است؟ آب، شیر، شیره (مایعات) یا حتی غلات.

اگر محتوای کوزه مایع باشد، با استفاده از روابط $V=h.\gamma$ و $V=H$ است (Karoglou, 2005).

فشار روی جدارهٔ داخلی کوزه معادل رابطهٔ زیر است؛ بنابراین با داشتن شعاع دایره، نیروی کششی و از آنجا تنش کششی داخل قطعه (افقی) به‌دست می‌آید (Bucea, 2005).



$$\frac{h.\gamma}{V}$$

در این رابطهٔ σ_ht براساس مواد و مصالح قابل‌اندازه‌گیری (مقاومت مجاز کشش مصالح) است.
شعاع کوزه در این مقطع معین است. T (ضخامت پوسته) هم اندازه‌گیری می‌شود و γ (وزن مخصوص فرضی مایع) قابل محاسبه است؛ بنابراین می‌توان به محتویات کوزه پی‌برد.
با داشتن h (ارتفاع کوزه در بالای قطعه) به‌دست می‌آید. با مشابه‌سازی کل وزن محتوای کوزه و وزن و قسمت پایین آن که با 2πrXTv معادل است، ارتفاع کل کوزه به‌دست می‌آید و با مهندسی تحلیلی به‌صورت کمّی، شکل و رفتار کوزه مشخص می‌شود.

بررسی خوانش‌های ناصحیح در سه اثر تاریخی برجستهٔ ایران

با توجه به مفاهیم و مبانی علمی بیان‌شده در مفهوم مهندسی تحلیلی و انگارهٔ دید کل‌نگرانه به آثار باستانی، در ادامه به بررسی خوانش‌ها و تحلیل‌های ناصحیحی که درخصوص ۳ اثر تاریخی برجسته در ایران شده است، پرداخته می‌شود و نگارنده تلاش کرده با بررسی شواهد موجود و با استناد به قواعد و قوانین فیزیکی و شیمیایی، تحلیل صحیحی از اثرها و کارکردهایی که تاکنون برای آن‌ها تصور می‌شده ارائه دهد.

پاسارگاد

طبق فرضیهٔ مطرح‌شده در کتاب پاسارگاد که توسط باستان‌شناس استروناخ نگارش شده است (استروناخ، ۱۳۷۹)، به تعدادی شیار که حفره‌هایی در مسیر آن‌ها وجود دارد به‌عنوان آبراهه اشاره شده و مبتنی‌بر این فرضیه بیان شده که محوطهٔ پاسارگاد یک باغ شاهی بوده است. همان‌طورکه ذکر شد، علم باستان‌شناسی مبتنی‌بر حرکت از جزء به کل است؛ لذا استروناخ مبنی‌بر این‌که تصور کرده این شیارها آبراهه هستند، نتیجه گرفته که محوطهٔ پاسارگاد یک باغ شاهی است. ذکر این نکته مهم است که چه شواهد و مستنداتی اثبات کرده‌اند که این شیارها آبراهه بوده و آیا می‌توان براساس یک فرض اثبات‌نشده، یک مفهوم کلی دیگر را تصور کرد؟
در ادامه نگارندگان با استناد به شواهد موجود و مبتنی‌بر قواعد و قوانین فیزیکی و اصول هیدرولیکی، فرضیهٔ جوی آب و باغ شاهی را رد کرده و مبتنی‌بر همین اصول، فرضیهٔ جدیدی را مطرح می‌کنند.
در فرضیهٔ جوی آب توجه نشده است که جوی‌ها با سنگ نفوذپذیر و بلوک‌های کارشده، شیب مناسبی برای جریان پیدا کردن آب ندارند، و ارتفاع زمین‌های اطراف این کانال‌ها حدود ۷۰ سانتی‌متر بالاتر هستند؛ بنابراین امکان آبیاری آن‌ها فراهم نمی‌شود. لذا با استناد به این دو اصل، تصور این‌که جوی آب و باغ شاهی وجود داشته است، مطرود است؛ چون کانال‌ها به‌دلیل شیب بسیار کم رسوب‌زا نیستند، بنابراین محوطه‌هایی که به‌عنوان «حوضچهٔ آرامش» از آن‌ها یاد شده، رسوب‌گیر نیستند و ازطرفی همان‌طورکه بیان‌شده، سطح کانال‌ها حدود ۷۰ سانتی‌متر از

به‌اصطلاح باغ‌ها پایین‌تر است و سطح مقطع کانال‌ها ۲۵×۱۵ سانتی‌متر است، بنابراین نمی‌تواند کانال آب و باغی وجود داشته باشد؛ چراکه طبق شواهد ذکرشده، آبراهه‌ها و باغ‌های ایرانی با مبانی هیدورلیکی هم‌خوانی ندارند (تصویر ۳)؛ بنابراین به‌اختصار می‌توان دلایل زیر را در رد فرضیهٔ استروناخ بیان نمود:

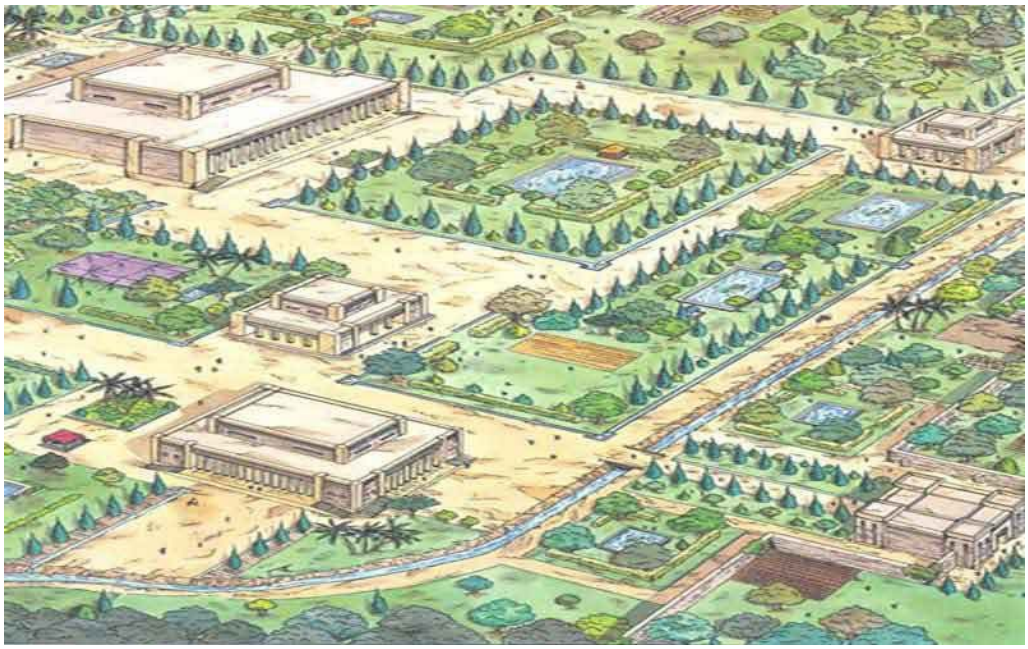
۱- شیب کانال‌ها نزدیک به صفر است، بنابراین آب در آن‌ها جاری نمی‌شده است.

۲- ارتفاع کانال‌ها از سطح زمین پایین‌تر است، بنابراین امکان آبیاری اراضی اطراف فراهم نمی‌شود.

۳- حوضچه‌ها در فواصل بسیار نزدیک به یکدیگر ساخته شده‌اند و با توجه به شیب کم جوی، رسوب‌گیر نیستند.

۴- سنگ به‌کاررفته در کف حوضچه و جوی بسیار نفوذناپذیر است که این با مبانی آبیاری باغات سازگار نیست.

با توجه به شواهد موجود و درنظر گرفتن مصالح به‌کار رفته در کف کانال‌ها و فاصلهٔ حفره‌هایی که به‌اصطلاح حوضچه‌های آرامش بوده‌اند، می‌توان این نتیجه‌گیری را داشت که این کانال‌ها درواقع پی سنگی بوده‌اند که دیوار آن‌ها با ایزولاسیون سنگ مشکی، چوب یا سنگ سفیدی بوده است که در دیوارها به‌کار رفته بوده‌اند. به‌احتمال فراوان دیوارهای خشتی بر پی این حفره‌ها بنا شده بوده که جهت جلوگیری از نفوذ آب از کف به این دیوارها در سطح کانال‌ها سنگ‌های سیاه نفوذناپذیر اجرا شده است؛ لذا با توجه به شواهد موجود می‌توان این فرضیه را پذیرفت که اگر خوانش موردی کاخ‌ها از روی پی موجود و نوع سنگ‌ها باشد، جلوی ایوان یک دیوار کوتاه قرار داشته که می‌تواند ایوان یک سکوی تماشای مراسم باشد؛ بنابراین زمین‌هایی که به‌تصور گذشته، باغ بوده است، می‌تواند میدان‌گاهی برای مراسم اسب‌سواری یا شکار باشد. البته این فرضیات نیاز به مطالعه و تحقیق وسیع‌تری دارد؛ لذا بنابر شواهد موجود، فرضیهٔ پی دیوار به‌جای جوی آب قابل اثبات و مستند است.



تصویر ۳. تصویری فرضی از باغ ایرانی موجود در پاسارگاد (نجف‌زاده‌اتابکی، ۱۳۷۵).

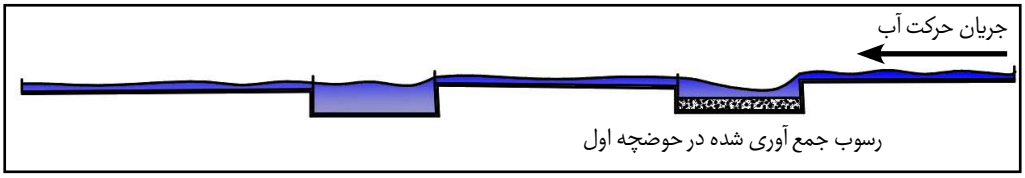
تصویر ۴. عمق به‌اصطلاح آبراه‌ها نسبت به زمین اطراف (نگارنده، ۱۳۸۸).

تصویر ۵. شیب صفر به‌اصطلاح کانال‌ها (نگارنده، ۱۳۸۸).

تصویر ۶. پی سنگی داخل کانال از جنس سنگی متفاوت (نگارنده، ۱۳۸۸).

تصویر ۷. نزدیکی به‌اصطلاح حوضچه‌های رسوب‌گیر (نگارنده، ۱۳۸۸).

باتوجه به مبانی علمی بیان‌شده، می‌توان نتیجه‌گیری کرد که استروناخ فلسفهٔ کلی‌نگری نداشته و با مهندسی تحلیلی یافته‌های باارزش خود را سبک و سنگین ننموده و لذا هم‌خوانی بین معماری کاخ‌ها با ایزولاسیون‌ها و پی‌ها را درنیافته است. به‌علت عدم‌توجه به مبانی هیدرولیکی و آبیاری، فرضیهٔ وجود باغ، جوی آب و حوضچه‌های رسوب‌گیر مطرح‌شده که به‌نظر می‌رسد مبتنی‌بر مبانی علمی نبوده است؛ چراکه برای کانالی که به‌علت شیب بسیار ملایم، سرعت آب نزدیک به صفر است، رسوب‌گیرهای متعدد در یک مسیر کوتاه غیرقابل‌توجیه است؛ مثل این‌که بگوییم در مسیر آب، رسوب تولید می‌شده و رسوب هر قطعهٔ ۱۵متری باید در یک حوضچهٔ آرامش گرفته شود.



تصویر ۸. در شیب کم رسوب در حوضچهٔ اول گرفته می‌شود، لذا نیازی به این‌که رسوب‌گیرهای متعدد در یک مسیر کوتاه تعبیه شود نیست (نگارندگان، ۱۳۹۹).

تصویر ۹. نقشهٔ هوایی از موقعیت قرارگرفتن ایوان و پی دیوارها (Google Earth, 2021).

تاق‌بستان

اطلاعات و درک صحیح از وقایع، مبدأ مختصات بازخوانی یا خوانش کلی‌گرایانه است؛ به‌عبارت دیگر، مهندسی یعنی براساس قوانین طبیعت (فیزیک و شیمی)، ابزارهای ریاضی و فناوری، مصالح نوین با بهره‌گیری از خلاقیت به طرح و اجراء درآید؛ مثل: روکش دندان، هواپیما یا سد. به این‌ترتیب جهت بازخوانی آثار و محوطه‌های تاریخی می‌بایست اطلاعات کامل و جامعی از اقلیم و شرایط زیست‌محیطی منطقه‌ای که اثر یا محوطه در آن واقع شده را به‌دست آورد.

براساس مطالعات زمین‌شناسی انجام‌گرفته و با توجه به شواهد موجود، می‌توان گفت کوه بیستون دوران کرتاسه (دوم زمین‌شناسی) دارای سنگ آهک با لایه‌های بسیار ضخیم[۶] است. زاگرس در این منطقه، تحت‌تأثیر بارگذاری صفحهٔ عربی و فعالیت‌های البرز قرار می‌گیرد، بنابراین شدیداً گسله است؛ به‌طوری‌که در عرض چهار سال، پنج زلزلهٔ بالای ۶٫۵ ریشتر را به خود دیده است (خدیوی و همکاران، ۱۳۹۰: ۲).

گستردگی سطح قله‌ها که موجب ایجاد صفحهٔ کوه می‌شود از یک‌سو، و بارش برف و باران زیاد در این پهنه ازسوی دیگر، و هم‌چنین وجود سه دسته گسل که موجب ایجاد زمین‌سره‌های[۷] بزرگ می‌شود، عواملی هستند که در محل تاق‌بستان باعث ایجاد سراب شده‌اند.

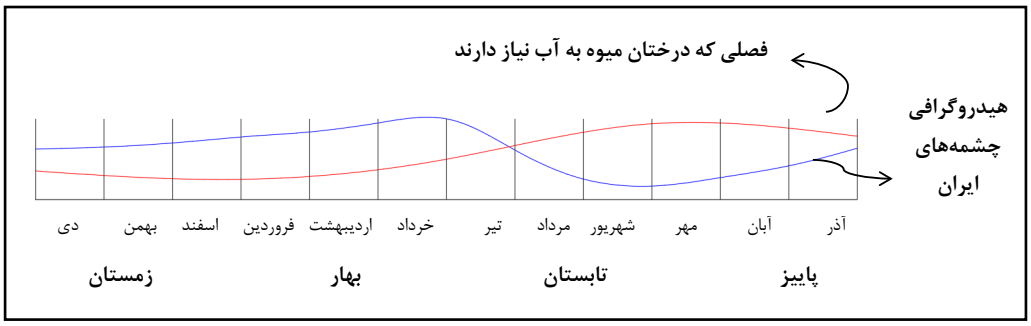
سراب‌ها به دو شکل به‌وجود می‌آیند:

۱- وجود یک لایهٔ شکستهٔ سنگ آهکی روی یک لایهٔ ماسه‌سنگ یا شیل‌های نفوذناپذیر که سبب ایجاد سراب روی سنگ زیرین می‌شود.

۲- برخورد گسل‌ها و زمین‌لغزش‌ها.

سراب به‌وجود آمده در مجموعهٔ تاق‌بستان جزء دومین دسته از سراب‌هاست و به‌دلیل نفوذپذیری و درزهای گشاد و زیاد در بخشی از کوه، آب به‌صورت جاری[۸] و نَه به‌صورت نشست[۹] دیده می‌شود.

طبق بررسی‌های میدانی، پایش دبی آب چشمه‌ها و مطالعات هیدروگرافی چشمه‌های موجود در ایران، می‌توان به‌صورت ضمنی نمودار ۱ را به‌منظور تطبیق نیاز درختان به آب به تفکیک چهار فصل سال به دبی آب چشمه‌ها ترسیم نمود.



نمودار ۱. مقایسهٔ دبی آب چشمه‌ها با میزان نیاز درختان به آب (نگارندگان، ۱۳۹۹).

در نمودار فوق، دو منحنی نشان می‌دهند که دبی آب چشمه‌ها در زمستان و بهار (رنگ آبی) بسیار بیشتر از نیاز کشت (رنگ قرمز) است و در تابستان و پاییز با کمبود آب برای اراضی زراعی مواجه هستیم. با این مفهوم می‌توانیم به علاج‌بخشی که در زمان باستان برای این کمبود آب پیش‌بینی شده بوده، فکر کرد؛ بنابراین فرضیهٔ ایجاد مخزن به‌وجود می‌آید.

اگر یک مخزن وجود داشته باشد که تنظیم‌کنندهٔ بین آب جمع‌آوری‌شده در زمستان و بهار با آب مصرفی در تابستان و پاییز باشد، مشکل کمبود آب کشاورزی برطرف می‌شود؛ بنابراین می‌توان حجم این مخزن را به این‌ترتیب تخمین‌زد که حجم مخزن برابر با تفاضل سطح دو منحنی آبی و قرمز می‌شود؛ بنابراین با تکیه‌بر این اصل و لزوم وجود مخزن یا به‌نوعی سد تنظیمی خاکی از یک‌سو، و هم‌چنین بررسی آثار و شواهد موجود در محدوده که از آن‌جمله می‌توان به پهنای دیوارهای به‌جای‌مانده در منطقهٔ شکارگاه و نوع مصالح به‌کاررفته در آن اشاره کرد، این نتیجه محتمل است که محوطه‌ای که درحال‌حاضر به‌نام شکارگاه خوانده می‌شود، درواقع یک مخزن آب عظیم بوده است. حجم تقریبی آب ذخیره‌شده در این مخزن آب نزدیک به ۸ میلیون مترمکعب بوده است؛ بنابراین در این محوطه نیز می‌توان با بررسی کل‌نگرایانه و مطالعهٔ عوامل متعددی هم‌چون: کوه، گسل‌ها، سراب‌ها، دشت بسیار وسیع و هموار که بسیار مستعد کشاورزی و باغ سبز است، می‌توان یک حلقهٔ گمشده را در آن جست‌وجو کرد و آنگاه با بررسی شواهد و مدارک به این‌که این محدوده یک مخزن آب بوده است، پی‌برد؛ بنابراین می‌توان نظریهٔ وجود شکارگاه در این منطقه را مورد نقد قرار داد و درخصوص حجم یادشده ابراز نمود که در مرکز کشت‌وزرع و باغ‌های انبوه، جایگاهی برای شکارگاه وجود نداشته است و از سوی دیگر، مستنداتی در اثبات شکارگاه بودن این محدوده وجود ندارد. به‌نظر می‌رسد تنها مستندات مطرح‌شده در این خصوص، حجاری‌های انجام‌شده بر دیواره‌های تاق‌بستان باشد که این نمی‌تواند سند مستدلی بر شکارگاه بودن در همان محدوده باشد.

تصویر ۱۰. محوطهٔ شکارگاه که به‌نظر می‌رسد با توجه به شواهد موجود، درواقع یک دریاچهٔ (مخزن) ذخیرهٔ آب بوده است (Google Earth, 2021؛ ترسیم از: نگارندگان، ۱۳۹۹).

با دید کل‌نگرایانه و مطالعهٔ علت و معلولی، می‌توان به جوانب مجهول زندگی در دورهٔ باستان پی‌برد؛ به‌عنوان نمونه، وقتی دبی اصلاح‌شده (Q مؤثر) معین باشد، می‌توان به نوع کشت و سطح زیرکشت پی‌برد. با دانستن سطح زیرکشت و مشخص شدن شبکهٔ آبیاری و با درنظر گرفتن این‌که به‌طور معمول به ازاء هر چهار هکتار یک خانوار کشاورز زندگی می‌کنند، می‌توان موقعیت شهر کهن را پیدا کرد؛ بنابراین، گورستان و راه‌های دسترسی معین می‌شوند و مهم‌ترین مکان این مجموعه محل نیایش و شکرگزاری است که به‌نظر می‌رسد در محل تاق‌ها آتش روشن می‌شده است.

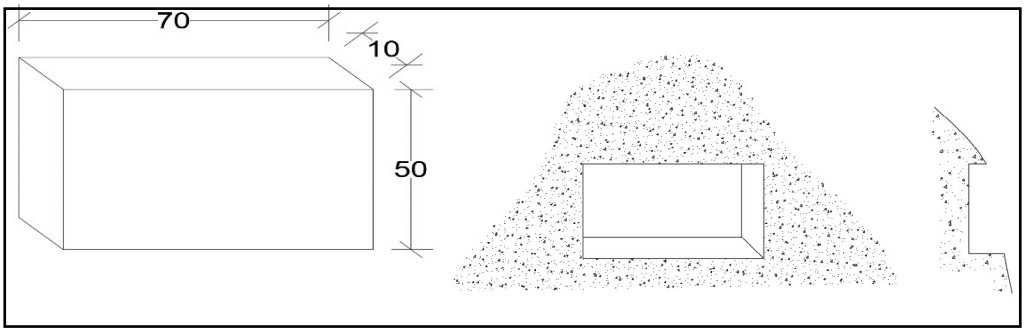
با توجه به نگاره‌های موجود در تاق‌ها، می‌توان این استنباط را داشت که در مواقعی که مخزن آب، خالی از آب باشد، مراسم شکار گراز برگزار می‌شده و در هنگام پرآب بودن در نیزارها قایقرانی انجام می‌شده است. درنهایت می‌توان گفت همان‌طورکه اسب رام‌شده و به‌عنوان ابزاری مورد استفاده قرار می‌گیرد، آب سراب مهار شده و در کشاورزی به‌کار می‌رود.

همان‌طورکه مشاهده شد، چنان‌چه در تاق‌بستان به‌وسیلهٔ مهندسی تحلیلی به‌شیوهٔ کل‌نگرانه و تحلیل عددی عملیات مستندسازی و بازخوانش صورت گیرد، فضایی که تاکنون تصور می‌شد شکارگاه بوده است، به یک‌باره به یک مخزن آب بزرگ (سد خاکی) تبدیل می‌شود.

نمونهٔ این پدیده را می‌توان در چاه‌نیمه‌های موجود در سیستان مشاهده نمود. در سیستان چهار چاه‌نیمه وجود دارد که آب مازاد رودخانهٔ هیرمند توسط کانالی به آن هدایت می‌شود. گنجایش سه مخزن ۷۰۰ میلیون مترمکعب و چاه‌نیمهٔ چهار نیز تا ۸۰۰ میلیون مترمکعب است که به‌صورت دریاچهٔ مصنوعی درآمده است. در مواقع کم‌آبی، آب شرب و قسمتی از آب کشاورزی سیستان از این دریاچهٔ مصنوعی تأمین می‌شود.

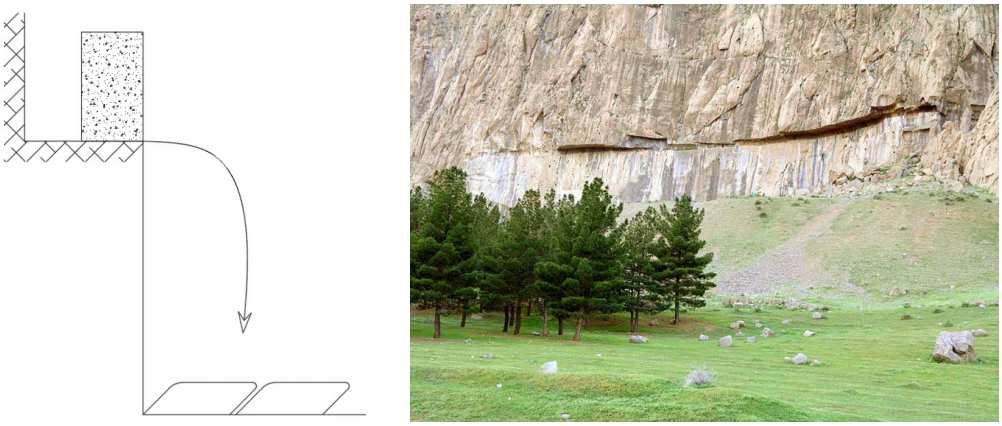
فرهادتراش در محوطهٔ تاریخی کوه بیستون

کتیبهٔ فرهادتراش با ابعادی برابر با $10\times70\times50=35000\ m^3$ کنار جادهٔ کرمانشاه قرار گرفته است و شکل سنگ تراش‌خورده یا بلوک تراش‌شده، هر نقطه از سرزمین امکان‌پذیر بوده است. یکپارچگی سنگ و همگنی آن و فشردگی آن با توجه به ارتفاع کوه در بالای آن از کیفیت بالای سنگ ساختمانی و ارزش آن حکایت دارد.



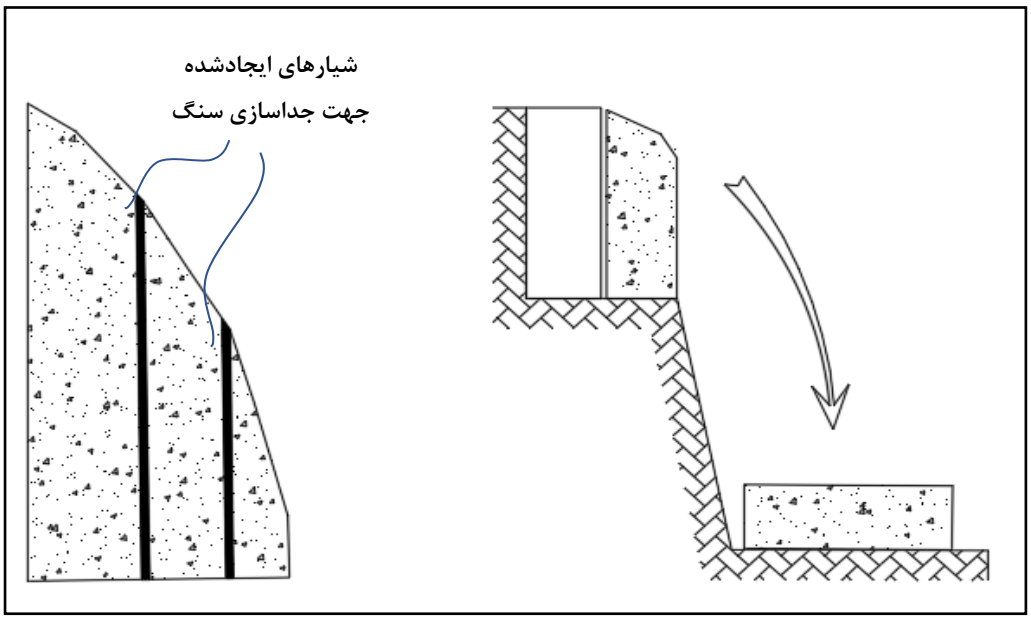
تصویر ۱۱. حجم قطعهٔ کنده‌کاری شده در بیستون، فرهاد تراش (نگارندگان، ۱۳۹۹).

با توجه به مطالعهٔ محدودهٔ نقشه‌برداری‌های انجام‌شده از دیواره که توسط شرکت مهندسین مشاور خاک‌پایه در سال ۱۳۸۳ هـ.ش.، انجام شده است، دسترسی موجود از جبههٔ شرقی فرهادتراش که در ارتفاع بالا قرار گرفته است، شناسایی شده است؛ از این اطلاعات می‌توان مسیر گروه حفاری را تشخیص داد. هم‌چنین در پای‌کوه قطعات سنگ‌بزرگ دیده می‌شود؛ بنابراین با تکیه‌بر این شواهد می‌توان این فرضیه را ارائه داد که پشت قله یک شیار حجاری می‌شده است و سنگ



تصویر ۱۲. حجم قطعهٔ کنده‌کاری شده در بیستون، فرهاد تراش (نگارندگان، ۱۳۸۳).

به‌صورت لایه‌لایه از کوه جدا می‌شده و در پای‌کوه سقوط می‌کرده است. قطعه سنگ جداشده در پای‌کوه توسط ارابه به محل استفاده جابه‌جا می‌شود؛ بنابراین در مطالعهٔ فرهادتراش می‌بایست جنس سنگ، موقعیت کوه، مسیر حجاری و ارتفاع سطح تراش‌خورده را مورد مطالعه قرار داد و با مطالعهٔ کل‌گرایانه پی به ماهیت اثر ساخته شده برد. اکتفا به یک افسانه بدون درنظر گرفتن شواهد علمی و فنی نمی‌تواند نتیجهٔ صحیحی را جهت خوانش آثار تاریخی ارائه دهد؛ چراکه اگر روزی یک متر طول توسط یک سنگ‌تراش کانالی حفر شود و سنگ موردنظر جدا شود، ۱۰۰ سال طول می‌کشد تا یک‌نفر بتواند این حجم حفاری را داشته باشد؛ لذا می‌توان گفت فرهادی در کار نبوده و اسطوره‌سازی شده است.



تصویر ۱۳. سیستم تراش سنگ و نحوهٔ برداشت سنگ در فرهاد تراش (نگارندگان، ۱۳۹۹).

در تکمیل فرضیهٔ فوق، می‌توان گفت پس از برداشت سنگ، سطح حجاری‌شده به‌صورت مطلوبی تصحیح‌شده و احتمالاً زمینهٔ نگارش یک کتیبه برای آن فراهم شده است؛ لذا مقصود اصلی از حجاری این بخش از کوه، برداشت سنگ بوده است.

نتیجه‌گیری

مستندسازی، یافتن دانش، مهندسی و آگاهی[10] در آثار تاریخی است. یک اثر تاریخی را نمی‌توان به‌عنوان یک فیزیک محوطه و صلب درنظر گرفت؛ بلکه اثر تاریخی تابع زمان بوده و ماهیتی جاری دارد. مستندسازی اثر تاریخی نباید در حد جمع‌آوری داده‌ها[11] باشد؛ بلکه باید اطلاعات با متن آفریده شود و مهم‌تر از آن، با استفاده از علوم‌پایه، دانش نهفته در آن و در ادامهٔ مهندسی‌های پنهان آن روشن شوند. با طی کردن این فرآیند که به‌اختصار تعیین ماکروسکپی و به‌عبارتی تعریف مجازی (ریاضی) طرح و اثر پویا می‌شود.

این مهندسی تحلیلی است که امکان کل‌گرایی و کل‌نگری را پدید می‌آورد و در این مصاف، ضمن معین شدن عناصر، روابط تمام انسان‌ها هم روشن می‌شوند؛ بنابراین باستان‌شناسی علاوه‌بر دید چشمی (شناسایی چشمی)، شناسایی در عمق[12] را هم باید توسط گروه دیگری در کنار خود داشته باشد، تا اثر ازنظر مهندسی تحلیلی با استفاده از کل‌گرایی تحلیلی مشخص شود.

تطابق ماکروسکپی و واقعیت فیزیک از اهمیت بالایی برخوردار است؛ به‌عبارت دیگر، تهیه و دانستن ماکروسکپی هر مجموعهٔ هم‌بست، به‌صورت کمّی، نیاز به مدل‌سازی تحلیلی دارد. در مدل‌سازی‌ها هر مؤلفهٔ فیزیکی با معادل ریاضی آن شبیه‌سازی[13] می‌شود.

مطابق با مطالعات انجام‌شده می‌توان به اختصار تحلیلی از آن‌چه در ایران اتفاق افتاده است را به شرح زیر داشت:

- به‌نظر می‌رسد تنها منبع مطالعه‌ای که درخصوص محوطهٔ پاسارگاد مورد استناد باستان‌شناسان قرار می‌گیرد، کتابی است که توسط استروناخ نگارش و در ایران ترجمه شده است. لازم به ذکر است که این کتاب نتیجهٔ کاوش‌هایی است که بدون‌توجه به مبانی علمی انجام شده، و با این وجود نزدیک به ۷۰ سال است که کتاب انجیل این محوطه لقب گرفته است؛ لذا شایسته است با توجه به پیشرفت علم و ایجاد تجهیزات جدید کاوش، اصلاحاتی روی آن انجام بگیرد و البته این اصلاحات می‌بایست مبتنی‌بر اصول و روش‌های علمی باشد و صحّت ادعاهای مطرح‌شده در این کتاب مورد بازنگری قرار گیرد.

- راجع به محوطهٔ تخت‌جمشید و استخر و همین‌طور محوطهٔ بیستون و تاق‌بستان که توسط باستان‌شناسان پیشکسوتی همانند «اشمیت» و «راویلسون» نظراتی ابراز شده است، می‌بایست موارد مطرح‌شده با مبانی علمی و مهندسی مطابقت داده شده و صحّت آن‌ها بررسی شود، که البته به‌نظر می‌رسد بسیاری از ادعاهای ایشان قابل رد شدن هستند.

- به‌طور کلی می‌توان گفت باستان‌شناسان داده‌های فوق را به دانش تبدیل ننموده‌اند؛ به‌عبارت دیگر داده‌های جمع آوری‌شده از محوطه‌های ذکرشده، مورد تحلیل و بررسی دقیق و مبتنی‌بر قوانین فیزیکی و شیمیایی قرار نگرفته است.

پی‌نوشت

۱. در برخی از مناطق ایران دامنهٔ تغییرات درجه حرارت سالانه به 70^{oc} می‌رسد؛ به‌عنوان نمونه، در شهر مشهد دمای هوا طی یک‌سال از ۲۶- تا ۴۵+ درجه تغییر درجهٔ حرارت دارد.

۲. تغییر شکل پوستهٔ زمین شامل بالاآمدن و نشست زمین است.

۳. البته برخی از آثار تاریخی از این قاعده پیروی نمی‌کنند؛ به‌عنوان نمونه، منارجنبان که به‌علت سازهٔ نرم، پیوسته و سبک می‌تواند به دانشگاه زلزله تعبیر شود.

4. Increment
5. Domain
6. Bedding
7. Landslide
8. Flow
9. Penetration

10. Wisdom
11. Data
12. Indebt Inspection
13. Simulation

کتابنامه

- امیرشاه‌کرمی، سیدعبدالعظیم، (۱۳۸۶). «گزارش مطالعات بیستون، مهندسین مشاور خاک‌پایه». تهران: مرکزاسناد پژوهشگاه میراث‌فرهنگی (منتشرنشده).

- امیرشاه‌کرمی، سیدعبدالعظیم، (۱۳۸۷). «گزارش مطالعات پاسارگاد، مهندسین مشاور خاک‌پایه». تهران: مرکز اسناد پژوهشگاه میراث‌فرهنگی (منتشرنشده).

- امیرشاه‌کرمی، سیدعبدالعظیم، (۱۳۸۸). «گزارش طاق‌بستان، مهندسین مشاور خاک‌پایه». تهران: مرکز اسناد پژوهشگاه میراث‌فرهنگی (منتشرنشده).

- استروناخ، دیوید، (۱۳۷۹). پاسارگاد گزارش از کاوش‌های انجام‌شده توسط مؤسسهٔ ایرانی بریتانیا از سال ۱۹۶۱ تا ۱۹۶۳. ترجمهٔ حمید خطیب‌شهیدی، تهران: سازمان میراث‌فرهنگی کشور.

- نجف‌زاده‌اتابکی، ابوالحسن، (۱۳۷۵). پاسارگاد شهر کوروش. تهران: پازینه.

- خدیوی، سیامک؛ مهدی‌آبادی، ملیحه؛ و امیرشاه‌کرمی، سیدعبدالعظیم، (۱۳۹۰). «تحلیل تاق‌بستان منظری از معماری و سازه». دومین کنفرانس بین‌المللی معماری و سازه، ،تهران: دانشگاه تهران.

- Amirshahkarami, A., (2016). "Computational methods for weathering damages assessment and retrofitting effects predictions of rock monuments by numerical analyses". *13th international congress on the deterioration and conservation of stone,* paisley, scotland, september.

- Anzani, A.; Binda, L. & Mirabella Roberti, G., (1995), "A Numerical Interpretation of Long-term Behavior of Masonry Materials under Persistent Loads". *4th STREMA, Architectural Studies, Materials & Analysis*, computational Mechanics Publications.

- Baronio, G. & Binda, L., (1991). "Experimental approach to a procedure for the investigation of historic mortars". *9th Int, Brick/Block Masonry Conf*, Berlin.

- Binda, L.; Anzani, A. & Gioda, G., (1991). "An Analysis of the time- dependent behavior of masonry walls". *9th International Brick/Block Masonry conference,* Berlin.

- Karoglou, M.; Krokida, A. K. & Maroulis, Z. B., (2005). "A power full simulator for moisture transfer in buildings". *ELSEVIER,* No. 17, October, Pp: 289-303.

- Bucea, L.; Sirivivatnanon, V. & Khatri, R., (2005). "Building Materials Deterioration due to Salts Attack Laboratory Experimental Program". *Internal Technical report,* cmIT, 165.