



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

سید محمد بهشتی^{II}

نوع مقاله: پژوهشی؛ صص: ۱۷۴ - ۱۵۹
تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۹/۱۷؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۲/۱۰
شناسه دیجیتال (DOI): 10.66224/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 در حال بارگذاری و ناپایداری شرایط هستند و لذا نیاز به نگهداری مستمر به صورت علمی و تجربی دارند. پیش از مرمت و نگهداری، مستندسازی یا خوانش آثار تاریخی مهم‌ترین بخش مطالعه آثار باستانی است که از این طریق می‌توان به داده‌ها و اطلاعات کامل در مورد این آثار دست یافت. با استفاده از داده‌های جمع‌آوری شده به دانش نهفته در مهندسی این بناها می‌توان پی برد. عدم شناخت صحیح آثار و عدم توجه کافی به جزئیات و قوانین نهفته در آثار تاریخی، موجب تجزیه و تحلیل ناصحیح و در نتیجه خوانش اشتباه اثر می‌شود که منجر به گمراهی در راهبردهای مواجهه با حفظ اثر و در نتیجه آسیب دیدگی میراث فرهنگی 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 جزء به جزء پارامترهای اثر و نحوه ارتباط با آن‌هاست که نشان می‌دهد یک سامانه چگونه ایجاد شده و چه طور کار می‌کرده است. از این رهگذر، نتیجه‌گیری می‌شود که خوانش غلط از یک مجموعه تاریخی موجب درک ناصحیح از کارکرد آن اثر شده و می‌تواند موجب خطا در برخورد و حفظ اثر شود. آثار مورد بررسی قرار گرفته عبارتند از: محوطه پاسارگاد، مجموعه تاق‌بستان و مجموعه بیستون. هریک از این سه محوطه تاریخی عناصری را در خود دارند که تاکنون معماران و باستان‌شناسان موضوعیت و کاربری آن‌ها را به طور کامل تعریف نکرده‌اند؛ لذا در این مقاله با استناد به تحلیل‌های سازه‌ای و روابط علی و معلولی اثبات شده که خوانش برخی از این دانشمندان اشتباه بوده و تلاش شده زاویه 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 (نویسنده مسئول).

amirshah@aut.ac.ir

II. استادیار پژوهشگاه میراث فرهنگی و گردشگری، تهران، ایران.

مقدمه

سرزمین ایران با توجه به موقعیت قرارگیری روی پوسته زمین، شرایط خاص زمین‌شناسی را به خود گرفته است؛ از جمله می‌توان به: شتاب زلزله، شیب زمین، تغییرات مستمر درجه حرارت، رطوبت پایین هوا، جوانی و فعالیت دائم پوسته زمین^۱ اشاره کرد. از سوی دیگر، با توجه به مصالح محلی استفاده شده در دوران باستان، اغلب بناهای تاریخی بسیار سنگین هستند^۲؛ بنابراین حفاظت و پرستاری از مجموعه گسترده بناها که در شرایط مختلف قرار دارند، باید مبتنی بر علم و شناخت صحیح از اصول سازه، معماری و به طور کلی مهندسی نهفته در آن‌ها باشد. جهت دستیابی به این هدف می‌بایست فرایندهای 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 برگرفته این اسب چموش سوارند؛ لذا باید درک صحیحی از مهندسی و قواعد آن شامل طراحی و محاسبات داشته باشیم. در ابتدای این راه باید رابطه بین σ (تنش) و ϵ (کرنش) و D (خواص مصالح) در رابطه $\sigma = D \Delta \epsilon$ را بفهمیم و بر این موضوع اشراف داشته باشیم که اگر در اثر کهولت یا هوازگی، مصالح سست شود، موجب ترک خوردگی و کاهش ضریب اطمینان می‌شود؛ به این ترتیب، چنان‌چه خاصیت مکانیکی مصالح با D نمایش داده شود، با مقاوم‌سازی مصالح، D افزایش پیدا می‌کند و از آن سو با هوازگی و کهولت، D رو به کاهش می‌رود. همین‌رویه برای ساختار بنا در قالب سه رابطه زیر تعریف می‌شود (Anzani, 1995)

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

هرکس این سه فرمول رفتاری را که از اصول اولیه مهندسی سازه هستند خوب بداند، می‌تواند پدیده‌ها و اثرات وقایع طبیعی را پیش‌بینی کند؛ به عنوان نمونه، می‌توان زمان وقوع زلزله را پیش‌بینی کرد و فهمید که هنگام وقوع زلزله چه فعل و انفعالاتی حادث می‌شود و چه اثراتی به جای می‌ماند. به اصطلاح یک مهندس می‌بایست «بم بعد از زلزله را در اثر زلزله 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 مورد بررسی قرار گرفته عبارتند از: محوطه پاسارگاد، مجموعه تاق‌بستان و مجموعه بیستون، که در دهه گذشته مورد بررسی مستندسازی مهندسی قرار گرفته‌اند (امیرشاه‌کرمی، ۱۳۸۶؛ ۱۳۸۷؛ ۱۳۸۸). هریک از این سه محوطه 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 علی و معلولی اثبات شده که خوانش این دانشمندان اشتباه بوده و تلاش شده زاویه دید و مسیر جدیدی برای کاوش و شناخت این آثار گشوده شود. در پاسارگاد با استناد به فرضیه «استروناخ» (۱۳۷۹: ۱۵۵-۱۵۶) باور بر این است که آبراهه، تعدادی حوضچه 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 حوضچه رسوب‌گیر در مسیر کانال‌های بسیار کوچک بی‌معنی است. در مجموعه تاق‌بستان، محوطه وسیعی وجود دارد که توسط اشمیت به عنوان شکارگاه شناخته شده است، ولی با در نظر 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 به عنوان مخزن کنترل دبی آب در طول سال کار می‌کرده است. در پایان، مجموعه بیستون و فرهاد تراش که طبق افسانه توسط

«فرهاد» تراشیده شده است، با توجه به ابعاد آن و محاسبه حجم حفاری، ۱۰۰ سال 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 به عبارت دیگر معدن سنگ بوده است.

روش پژوهش: روش تجزیه و تحلیل در این مقاله بهره‌برداری از مهندسی تحلیلی و بررسی جزء به جزء پارامترهای اثر و نحوه ارتباط با آن‌هاست که نشان می‌دهد یک سامانه چگونه ایجاد شده و چه طور 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 چه چیز را می‌بایست بررسی و آن را چگونه تحلیل کنیم؟ بنابراین اصول اصلی مبتنی بر دو پرسش است: «چه؟» و «چگونه؟» در ادامه به تبیین این دو مفهوم پرداخته می‌شود.

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

۱- مهندسی سازه: شامل پی، کرسی چینی، 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 همین راستا، 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 پیش‌رو سه نوع مهندسی را می‌توان نام برد.

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

- مهندسی آئین‌نامه‌ای: که براساس یک سری 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.

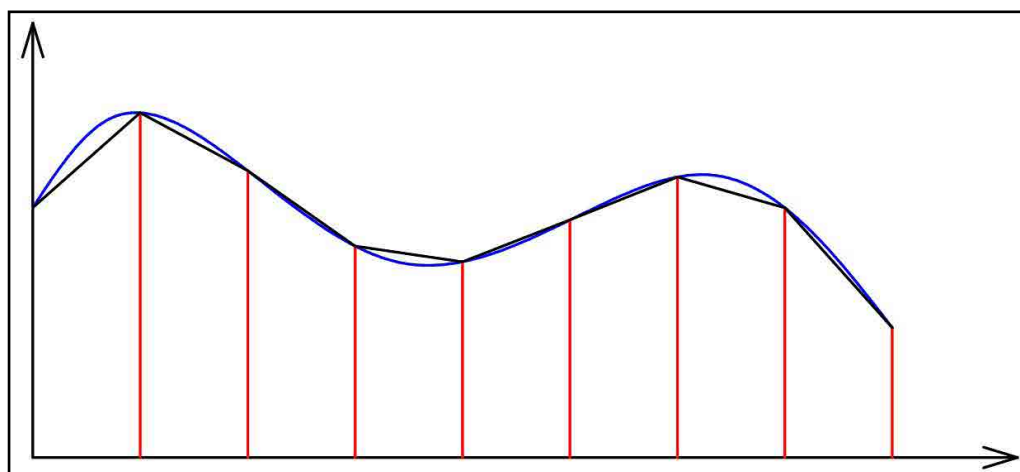
- مهندسی تحلیلی: همان‌طور که از نام آن مشخص است، تحلیل‌گرا و کل‌گرا است. برخلاف مهندسی آئین‌نامه‌ای، این نوع مهندسی مقید به بارگذاری خاصی مثل نقطه‌ای، خطی و گسسته نیست؛ بنابراین هر نوع بار و شرایطی را می‌پذیرد و مقید به شکل و خواص ثابت نیست، بلکه هر شکلی برای آن قابل تحلیل است؛ از این‌رو، مقید به رفتار 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 سه‌بعدی است و مؤلفه زمان برای آن باز است.

فرآیند تحلیل ابنیه و آثار باستانی

در تحلیل های مهندسی درخصوص ابنیه و آثار باستانی مراحل زیر پی گیری می شود.

- محوطه مورد مطالعه می بایست شناسایی شود؛ به این ترتیب تعیین مرزها و شرایط مرزی اولین مرحله است.
- محوطه شناسایی شده به مؤلفه ها و اجزای قابل تحلیل تجزیه شود و ارتباط آن ها تعیین و تبیین شود.
- هر مؤلفه در جای خود تحلیل شود و با استفاده از معادلات حاکمه به جایگاه خود در محوطه انتقال یابد.
- مؤلفه ها در یک ساختار جمع آوری شده و در کنار هم قرار گیرند و مطالعه شوند.

در این روش محوطه به قطعات قابل حل تقسیم می شود. رفتار مصالح به صورت صعودی^۴ به جز افزایش بارها $\sigma\Delta$ و $F\Delta$ تقسیم می شود. یک منحنی به تعداد زیادی خط تبدیل می شود و برای هر قطعه خط محاسبه می شود و جمع محاسبات، محاسبه کل است؛ به عنوان نمونه در تصویر ۱، نحوه محاسبه سطح زیر نمودار بیان شده است. به این ترتیب که جهت محاسبه مساحت زیر نمودار منحنی به هشت جزء تقسیم شده و جمع مساحت این دوزنقه ها با تقریب مناسبی به مساحت زیر نمودار نزدیک است؛ بنابراین هرچه تعداد دوزنقه ها بیشتر باشد مساحت دقیق تری از سطح زیر نمودار حاصل می شود و بنابراین تحلیل دقیق تر است. از این مدل در تحلیل آثار باستانی و تحلیل جزء به جزء جهت دستیابی به شناخت کل می توان بهره برد.



تصویر ۱. محاسبه سطح زیر نمودار با استفاده از روش جزء به جزء (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. آن چه در این سامانه و ساختار مربوطه به آن مهم است، مشخص شدن روابط علت و معلول و کنترل جزئیات مابعد آن است.

در باستان شناسی معمولاً جهت شناسایی و تحلیل مسائل، از جزء به کل می رسند، درحالی که در مهندسی تحلیلی از کل به جزء می رسند؛ به عبارت دیگر، در مهندسی تحلیلی اساس برپایه ماکروسکوپی نگاه کردن است و باید در نظر داشت که ماکروسکوپی، عالم مجاز است؛ یعنی ریاضی به جای واقعیت های فیزیکی جا می گیرد. جهت دستیابی به این مقصود سه مرحله کاری وجود دارد که عبارتند از:

اول: هندسه محیط مورد مطالعه^۵ با توجه به مواد مصرفی و هندسه های موجود در محوطه تقسیم بندی می شود.

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

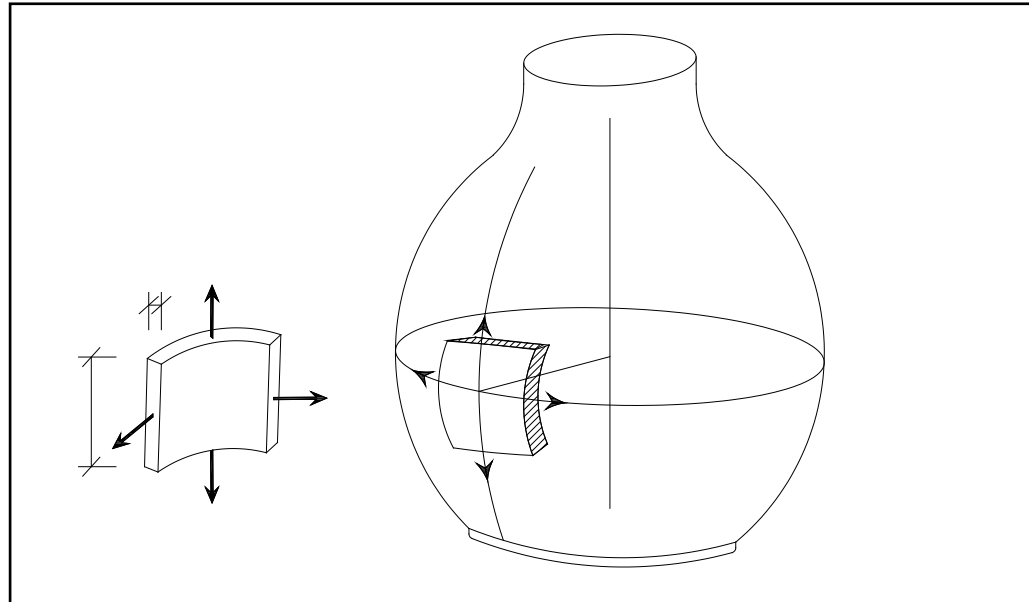
سوم: نیروها یا عوامل محرکه دسته‌بندی شده و به عنوان ورودی سامانه تعریف می‌شوند. جمع اول و دوم، ماتریس رفتاری را تشکیل می‌دهند که $f=k\Delta\delta\Delta$. مواد واقعی و رفتار آن‌ها براساس قانون علت و معلول قابل اندازه‌گیری و حقیقی هستند و معادلات حاکمه آن‌ها که شامل خواص مصالح، پارامترها و قوای محرکه هستند، 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 دست یافت، 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 به همراه دید کل‌نگرانه می‌تواند مفاهیم عظیمی را روشن و تبیین کند. در خوانش و شناخت یک کوزه که فقط یک قطعه کوچک از آن درست است، چه باید کرد؟

با منحنی A (دایره) مرکز آن به دست می‌آید.
خط C محور کوزه؛

منحنی B (مولد) دور آن می‌چرخد.

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

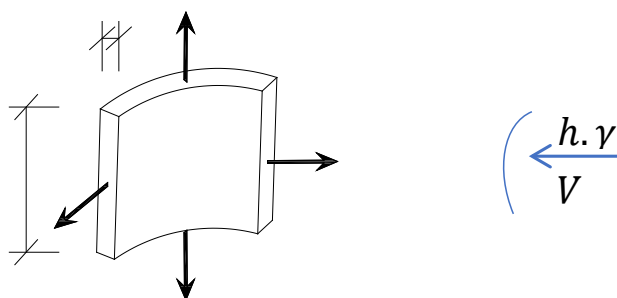


تصویر ۲. مدل سه بُعدی کوزه (نگارندگان، ۱۳۹۹).

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

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

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



در این رابطه σ_{ht} براساس مواد و مصالح قابل اندازه‌گیری (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 $2\pi rXTv$ معادل است، ارتفاع کل کوزه به‌دست می‌آید و با مهندسی تحلیلی به‌صورت کمی، شکل و رفتار کوزه مشخص می‌شود.

بررسی خوانش‌های ناصحیح در سه اثر تاریخی برجسته ایران

با توجه به مفاهیم و مبانی علمی بیان‌شده در مفهوم مهندسی تحلیلی و انگاره 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 فرضیه 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 مبتنی بر این فرضیه بیان شده که محوطه پاسارگاد یک باغ شاهی بوده است. همان‌طور که ذکر شد، علم باستان‌شناسی مبتنی بر حرکت از جزء به کل است؛ لذا استروناخ مبنی بر این‌که تصور کرده این شیارها آبراهه هستند، نتیجه گرفته که محوطه پاسارگاد یک باغ شاهی است. ذکر این نکته مهم است که چه شواهد و مستندات 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 مبتنی بر قواعد و قوانین فیزیکی و اصول هیدرولیکی، فرضیه جوی آب و باغ شاهی را رد کرده و مبتنی بر همین اصول، فرضیه جدیدی را مطرح می‌کنند.

در فرضیه 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 «حوضچه آرامش» از آن‌ها یاد شده، رسوب‌گیر نیستند و ازطرفی همان‌طور که بیان شده، سطح کانال‌ها حدود ۷۰ سانتی‌متر از

به اصطلاح 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 هیدرولیکی هم‌خوانی ندارند (تصویر ۳)؛ بنابراین به اختصار می‌توان دلایل زیر را در رد فرضیه 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 در نظر گرفتن مصالح به‌کار رفته در کف کانال‌ها و فاصله حفره‌هایی که به اصطلاح حوضچه‌های آرامش بوده‌اند، می‌توان این نتیجه‌گیری را داشت که این کانال‌ها درواقع پی‌سنگی بوده‌اند که دیوار آن‌ها با ایزولاسیون سنگ‌مشکی، چوب یا سنگ سفیدی بوده است که در دیوارها به‌کار رفته بوده‌اند. به احتمال 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، فرضیه پی دیوار به جای جوی آب قابل اثبات و مستند است.



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



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



تصویر ۵. شیب صفر به اصطلاح کانال‌ها (نگارنده، ۱۳۸۸).

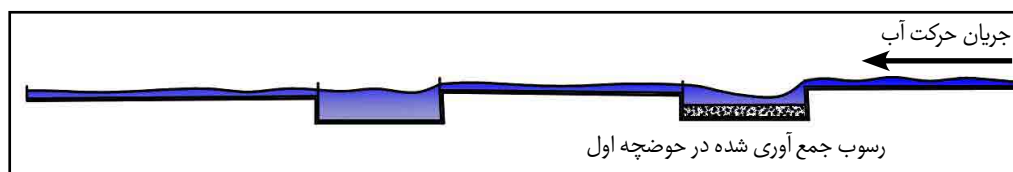


تصویر ۶. پی‌سنگی داخل کانال از جنس سنگی متفاوت (نگارنده، ۱۳۸۸).



تصویر ۷. نزدیکی به اصطلاح حوضچه‌های رسوب‌گیر (نگارنده، ۱۳۸۸).

باتوجه به مبانی علمی بیان شده، می‌توان نتیجه‌گیری کرد که استروناخ فلسفه 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 دریافته است. به علت عدم توجه به مبانی هیدرولیکی و آبیاری، فرضیه وجود باغ، جوی آب و حوضچه‌های رسوب‌گیر مطرح شده که به نظر می‌رسد مبتنی بر مبانی علمی نبوده است؛ چراکه برای کانالی که به علت شیب بسیار ملایم، سرعت آب نزدیک به صفر است، رسوب‌گیرهای متعدد در یک مسیر کوتاه غیرقابل توجیه است؛ مثل این‌که بگوییم در مسیر آب، رسوب تولید می‌شده و رسوب هر قطعه ۱۵ متری باید در یک حوضچه آرامش گرفته شود.



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



تصویر ۹. نقشه 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؛ به عبارت 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 این ترتیب 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 به دست 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، تحت تأثیر بارگذاری صفحه عربی و فعالیت‌های البرز قرار می‌گیرد، بنابراین شدیداً گسله است؛ به طوری که در عرض چهار سال، پنج زلزله بالای ۶٫۵ ریشتر را به خود دیده است (خدیوی و همکاران، ۱۳۹۰: ۲).

گسترده‌گی سطح قله‌ها که موجب ایجاد صفحه کوه می‌شود از یک سو، و بارش برف و باران زیاد در این پهنه از سوی دیگر، و همچنین وجود سه دسته گسل که موجب ایجاد زمین‌سره‌های^۷ بزرگ می‌شود، عواملی هستند که در محل تاق‌بستان باعث ایجاد سراب شده‌اند.

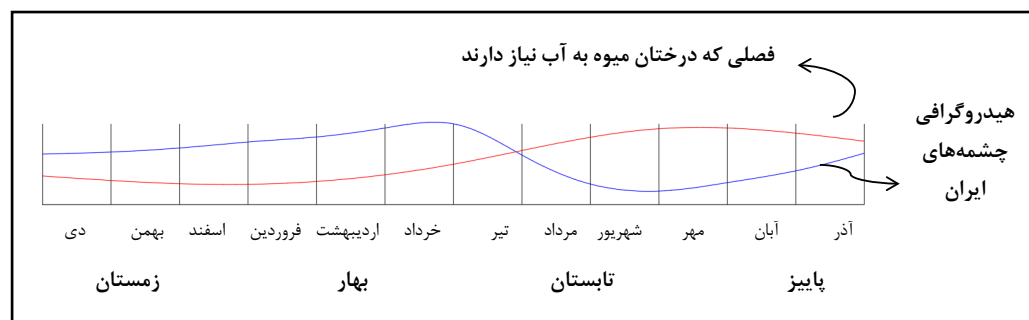
سراب‌ها به دو شکل به وجود می‌آیند:

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

۲- برخورد گسل‌ها و زمین‌لغزش‌ها.

سراب به وجود آمده در مجموعه تاق‌بستان جزء دومین دسته از سراب‌هاست و به دلیل نفوذپذیری و درزهای گشاد و زیاد در بخشی از کوه، آب به صورت جاری^۸ و نه به صورت نشست^۹ دیده می‌شود.

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



نمودار ۱. مقایسه 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 علاج بخشی که در زمان باستان برای این کمبود آب پیش‌بینی شده بوده، فکر کرد؛ بنابراین فرضیه ایجاد مخزن به وجود می‌آید.

اگر یک مخزن وجود داشته باشد که تنظیم‌کنندهٔ بین آب جمع‌آوری شده 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 این ترتیب تخمین زد که حجم مخزن برابر با تفاضل سطح دو منحنی آبی و قرمز می‌شود؛ بنابراین با تکیه بر این اصل و لزوم وجود مخزن یا به نوعی سد تنظیمی خاکی از یک سو، و همچنین بررسی آثار و شواهد موجود در محدوده که از آن جمله می‌توان به پهنای دیوارهای به جای مانده در منطقهٔ شکارگاه و نوع مصالح به کاررفته در آن اشاره کرد، این نتیجه محتمل است که محوطه‌ای که در حال حاضر به نام شکارگاه خوانده می‌شود، درواقع یک مخزن آب عظیم بوده است. حجم تقریبی آب ذخیره شده در این مخزن آب نزدیک به ۸ میلیون مترمکعب بوده است؛ بنابراین در این محوطه نیز می‌توان با بررسی کل نگرانیانه و مطالعهٔ عوامل متعددی هم چون: 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 این که این محدوده یک مخزن آب بوده است، پی برد؛ بنابراین می‌توان نظریهٔ وجود شکارگاه در این منطقه را مورد نقد قرار داد و درخصوص حجم یادشده ابراز نمود که در مرکز کشت و زرع و باغ‌های انبوه، جایگاهی برای شکارگاه وجود نداشته است و از سوی دیگر، مستنداتی در اثبات شکارگاه بودن این محدوده وجود ندارد. به نظر می‌رسد تنها مستندات مطرح شده در این خصوص، حجاری‌های انجام شده بر دیواره‌های تاق‌بستان باشد که این نمی‌تواند سند مستدلی بر شکارگاه بودن در همان محدوده باشد.



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

با دید کل نگرایانه و مطالعه علت و معلولی، می توان به جوانب مجهول زندگی در دوره باستان پی برد؛ به عنوان نمونه، وقتی دبی اصلاح شده (Q مؤثر) معین باشد، می توان به نوع کشت و سطح زیرکشت پی برد. با دانستن سطح زیرکشت و مشخص شدن شبکه آبیاری و با در نظر گرفتن این که به طور معمول به ازاء هر چهار هکتار یک خانوار کشاورز زندگی می کنند، می توان موقعیت شهر کهن را پیدا کرد؛ بنابراین، گورستان و راه های دسترسی معین می شوند و مهم ترین مکان این مجموعه محل نیایش و شکرگزاری است که به نظر می رسد در محل تاق ها آتش روشن می شده است.

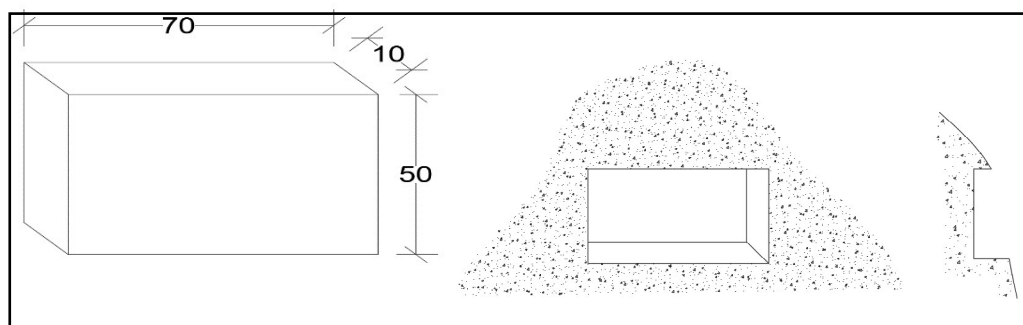
با توجه به نگاره های موجود در تاق ها، می توان این استنباط را داشت که در مواقعی که مخزن آب، خالی از آب باشد، مراسم شکار گراز برگزار می شده و در هنگام پرآب بودن در نیزارها قایقرانی انجام می شده است. در نهایت می توان گفت همان طور که اسب رام شده و به عنوان ابزاری مورد استفاده قرار می گیرد، آب سراب مهار شده و در کشاورزی به کار می رود.

همان طور که مشاهده شد، چنان چه در تاق باستان به وسیله مهندسی تحلیلی به شیوه کل نگرانه و تحلیل عددی عملیات مستندسازی و بازخوانش صورت گیرد، فضایی که تاکنون تصور می شد شکارگاه بوده است، به یک باره به یک مخزن آب بزرگ (سد خاکی) تبدیل می شود.

نمونه این پدیده را می توان در چاه نیمه های موجود در سیستان مشاهده نمود. در سیستان چهار چاه نیمه وجود دارد که آب مازاد رودخانه هیرمند توسط کانالی به آن هدایت می شود. گنجایش سه مخزن ۷۰۰ میلیون مترمکعب و چاه نیمه چهار نیز تا ۸۰۰ میلیون مترمکعب است که به صورت دریاچه مصنوعی درآمدی است. در مواقع کم آبی، آب شرب و قسمتی از آب کشاورزی سیستان از این دریاچه مصنوعی تأمین می شود.

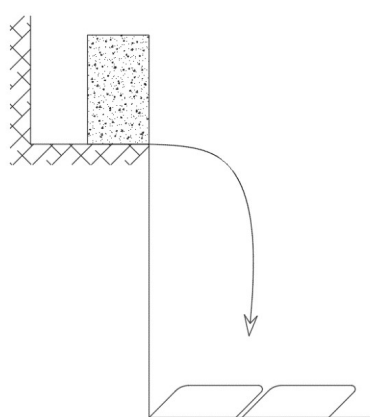
فرهاد تراش در محوطه تاریخی کوه بیستون

کتیبه فرهاد تراش با ابعادی برابر با $10 \times 70 \times 50 = 35000 \text{ m}^3$ کنار جاده کرمانشاه قرار گرفته است و شکل سنگ تراش خورده یا بلوک تراش شده، هر نقطه از سرزمین امکان پذیر 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.



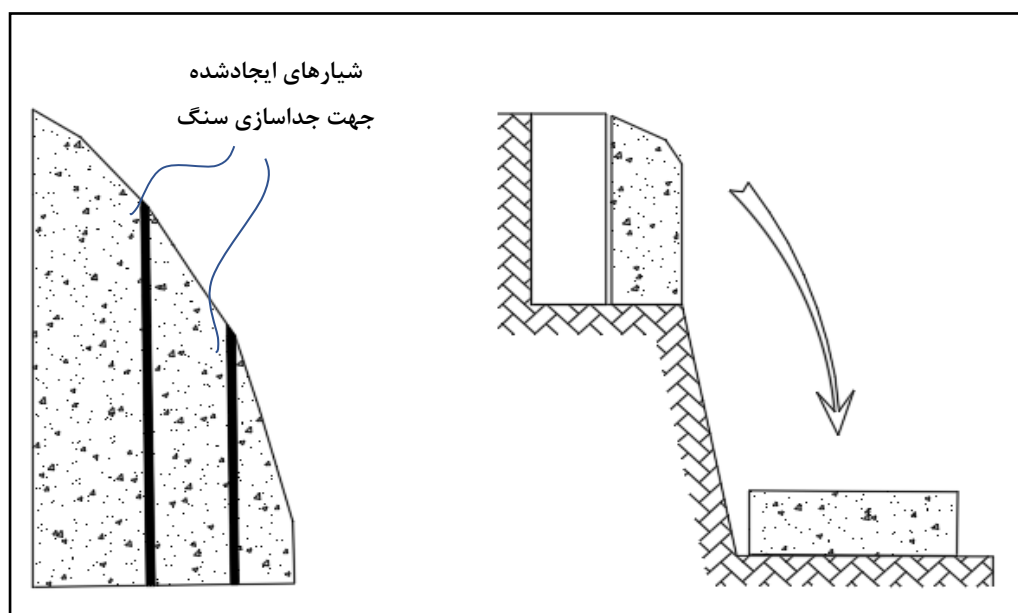
تصویر ۱۱. حجم قطعه کنده کاری شده در بیستون، فرهاد تراش (نگارندگان، ۱۳۹۹).

با توجه به مطالعه محدوده نقشه برداری های انجام شده از دیواره که توسط شرکت مهندسین مشاور خاک پایه در سال ۱۳۸۳ ه.ش.، انجام شده است، دسترسی موجود از جبهه شرقی فرهاد تراش که در ارتفاع بالا قرار گرفته است، شناسایی شده است؛ از این اطلاعات می توان مسیر گروه حفاری را تشخیص داد. هم چنین در پای کوه قطعات سنگ بزرگ دیده می شود؛ بنابراین با تکیه بر این شواهد می توان این فرضیه را ارائه داد که پشت قله یک شیار جاری می شده است و سنگ



تصویر ۱۲. حجم قطعه کنده کاری شده در بیستون، فرهاد تراش (نگارندگان، ۱۳۸۳).

به صورت لایه لایه از کوه جدا می شده و در پای کوه سقوط می کرده است. قطعه سنگ جدا شده در پای کوه توسط ارابه به محل استفاده جابه جا می شود؛ بنابراین در مطالعه فرهاد تراش می بایست جنس سنگ، موقعیت کوه، مسیر حجاری و ارتفاع سطح تراش خورده را مورد مطالعه قرار داد و با مطالعه کل گرایانه پی به ماهیت اثر ساخته شده برد. اکتفا به یک افسانه بدون در نظر گرفتن شواهد علمی و فنی نمی تواند نتیجه صحیحی را جهت خوانش آثار تاریخی ارائه دهد؛ چراکه اگر روزی یک متر طول توسط یک سنگ تراش کانالی حفر شود و سنگ مورد نظر جدا شود، ۱۰۰ سال طول می کشد تا یک نفر بتواند این حجم حفاری را داشته باشد؛ لذا می توان گفت فرهادی در کار نبوده و اسطوره سازی شده است.



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

در تکمیل فرضیه فوق، می توان گفت پس از برداشت سنگ، سطح حجاری شده به صورت مطلوبی تصحیح شده و احتمالاً زمینه 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^{۱۰} در آثار تاریخی است. یک اثر تاریخی را نمی‌توان به عنوان یک فیزیک محوطه و صلب در نظر گرفت؛ بلکه اثر تاریخی تابع زمان بوده و ماهیتی جاری دارد. مستندسازی اثر تاریخی نباید در حد جمع‌آوری داده‌ها^{۱۱} باشد؛ بلکه باید اطلاعات با متن آفریده شود و مهم‌تر از آن، با استفاده از علوم پایه، دانش نهفته در آن و در ادامه مهندسی‌های پنهان آن روشن شوند. با طی کردن این فرآیند که به اختصار تعیین ماکروسکپی و به عبارتی 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 علاوه بر دید چشمی (شناسایی چشمی)، شناسایی در عمق^{۱۲} را هم باید توسط گروه دیگری در کنار خود داشته باشد، تا اثر از نظر مهندسی تحلیلی با استفاده از کل‌گرایی تحلیلی مشخص شود.

تطابق ماکروسکپی و واقعیت فیزیک از اهمیت بالایی برخوردار است؛ به عبارت دیگر، تهیه و دانستن ماکروسکپی هر مجموعه هم‌بست، به صورت کمی، نیاز به مدل‌سازی تحلیلی دارد. در مدل‌سازی‌ها هر مؤلفه فیزیکی با معادل ریاضی آن شبیه‌سازی^{۱۳} می‌شود. مطابق با مطالعات انجام‌شده می‌توان به اختصار تحلیلی از آن‌چه در ایران اتفاق افتاده است را به شرح زیر داشت:

- به نظر می‌رسد تنها منبع مطالعه‌ای که درخصوص محوطه 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 نتیجه کاوش‌هایی است که بدون توجه 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 مبتنی بر اصول و روش‌های علمی باشد و صحت ادعاهای مطرح‌شده در این کتاب مورد بازنگری قرار گیرد.

- راجع به محوطه تخت جمشید و استخر و همین‌طور محوطه 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 صحت آن‌ها بررسی شود، که البته به نظر می‌رسد بسیاری از ادعاهای ایشان قابل رد شدن هستند.

- به طور کلی می‌توان گفت باستان‌شناسان داده‌های فوق را به دانش تبدیل ننموده‌اند؛ به عبارت دیگر داده‌های جمع‌آوری‌شده از محوطه‌های ذکرشده، مورد تحلیل و بررسی دقیق و مبتنی بر قوانین فیزیکی و شیمیایی قرار نگرفته است.

پی‌نوشت

۱. در برخی از مناطق ایران دامنه تغییرات درجه حرارت سالانه به 70^{°C} می‌رسد؛ به عنوان نمونه، در شهر مشهد دمای هوا طی یک سال از ۲۶- تا ۴۵+ درجه تغییر درجه حرارت دارد.
۲. تغییر شکل پوسته زمین شامل بالآمدن و نشست زمین است.
۳. البته برخی از آثار تاریخی از این قاعده پیروی نمی‌کنند؛ به عنوان نمونه، منارجنبان که به علت سازه 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

- امیرشاه کرمی، سیدعبدالعظیم، (۱۳۸۶). «گزارش مطالعات بیستون، مهندسین مشاور خاک پایه». تهران: مرکز اسناد پژوهشگاه میراث فرهنگی (منتشر نشده).
- امیرشاه کرمی، سیدعبدالعظیم، (۱۳۸۷). «گزارش مطالعات پاسارگاد، مهندسین مشاور خاک پایه». تهران: مرکز اسناد پژوهشگاه میراث فرهنگی (منتشر نشده).
- امیرشاه کرمی، سیدعبدالعظیم، (۱۳۸۸). «گزارش طاق بستان، مهندسین مشاور خاک پایه». تهران: مرکز اسناد پژوهشگاه میراث فرهنگی (منتشر نشده).
- استروناخ، دیوید، (۱۳۷۹). پاسارگاد گزارش از کاوش های انجام شده توسط مؤسسه ایرانی بریتانیا از سال ۱۹۶۱ تا ۱۹۶۳. ترجمه حمید خطیب شهیدی، تهران: سازمان میراث فرهنگی کشور.
- نجف زاده تابی، ابوالحسن، (۱۳۷۵). پاسارگاد شهر کوروش. تهران: پازینه.
- خدیوی، سیامک؛ مهدی آبادی، ملیحه؛ و امیرشاه کرمی، سیدعبدالعظیم، (۱۳۹۰). «تحلیل تاق بستان منطری از معماری و سازه». دومین کنفرانس بین المللی 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.