

تحلیل سامانه نورگیری و تهویه در کاخ های هخامنشی تخت جمشید با تأکید بر تالار صد ستون

علیرضا هژبری نویری*

یدالله زکوات زاده**

عابد تقوی***

Analysis of Photoconductivity and Air-conditioning System in the Achaemenid Palaces of Takht-e- Jamshid by insist on Council Hall.

Alireza Hejebri Noubari*
Yadollah Zekavatzadeh**
Abed Taghavi***

Abstract

The evidences of Achaemenid architecture in Iran's present boundaries are numerous palaces which are scattered in parts of Fars and Bushehr provinces.

In most of ancient archeology and architectural probes special confirmation have been on the manner of scattering, the particularities of architectural structure and embossed designs, and with no special concerns about the engineering's approaches and architectural designing of different parts of the buildings.

The present researches are an effort to investigate the technical approach with engineering analysis of photoconductivity and air-conditioning system of Takht-Jamshid monuments. On this plan, after performing the studies on libraries scale, and investigating the past story of research, using 3DMAX software's and three dimension designed models, we have started to investigate the issue.

The results obtained from this research indicates that the optical and air-conditioning systems of the council halls and the other similar Monitory estate house contrary to the ancient designs, were in a lateral shape. In a shape that the difference in the attained height of the exterior and interior walls of these palaces provided a suitable condition for Photoconductivity from the sides of the walls by installing some windows on the top of it.

Key words

Achaemenid, Takhte-Jamshid(Persepolis), Architecture art, The Photoconductivity and Air-conditioning system.

چکیده

از شواهد هنر معماری هخامنشیان در مرزهای کنونی ایران می توان کاخ های متعددی را برشمرد که در بخش هایی از استان های فارس و بوشهر پراکنده شده اند. در بیشتر پژوهش های باستان شناسی و معماری بر نحوه پراکندگی، ویژگی های ساختار معماری و نقوش برجسته تأکید ویژه ای شده اما توجه چندانی به رویکردهای مهندسی و طراحی معماری بخش های مختلف بناهای نشده است. در پژوهش حاضر تلاش بر این است که با رویکردی فنی و با تحلیل های مهندسی نحوه عملکرد سامانه تهویه و نورگیری بناهای تخت جمشید مورد بررسی قرار گیرد. در این راستا پس از مطالعات کتابخانه ای و بررسی پیشینه تحقیق، با استفاده از نرم افزار 3DMAX و مدل های سه بعدی طراحی شده، به بررسی موضوع پرداخته ایم. نتایج حاصل از این تحقیق حاکی از آن است که سامانه نورگیری و تهویه در کاخ های صد ستون، عمارت خزانه و برخی کاخ های مشابه دیگر، برخلاف طرح های پیشین به صورت جانبی بوده است؛ بدین شکل که اختلاف ارتفاع حاصل از دیوارهای خارجی و داخلی این کاخ ها، شرایط مناسبی برای نورگیری از جناحین دیوارها با تعبیه پنجره هایی در بالای آن ها فراهم می نموده است.

واژگان کلیدی

هخامنشی، تخت جمشید، هنر معماری، سامانه نورگیری، تهویه.

Hejebri@modares.ac.ir

y.zekavatzadeh@yahoo.com

abedteghavi@gmail.com

* Associated professor in department of Archaeology, Tarbiat Modares university, Tehran. Iran.

** MA Student in Historical Archaeology, Tarbiat Modares university, Tehran, Iran.

*** Ph. D student in Islamic Archaeology, Tarbiat Modares university, Tehran, Iran.

* دانشیار گروه باستان شناسی دانشکده علوم انسانی دانشگاه تربیت مدرس

** دانشجوی کارشناسی ارشد باستان شناسی تاریخی دانشگاه تربیت مدرس

*** دانشجوی دکتری باستان شناسی اسلامی دانشگاه تربیت مدرس

مقدمه

بیشتر محققان تاریخ ایران باستان، عصر امپراتوری هخامنشیان را دوران طلایی سیاست، اقتصاد، فرهنگ و هنر دانسته‌اند. هخامنشیان با ایجاد قلمرو گسترده سیاسی از دره سند تا مصر و شمال آفریقا و نیز فراهم نمودن زمینه بروز و شکوفایی قومیت و نژادهای گوناگون، ترکیب تازه‌ای از جامعه یکپارچه جهانی را به نمایش گذاشتند [کوک، ۱۳۸۵: ۶۹-۶۵].

تخت جمشید، نماد هنر معماری شاهنشاهی هخامنشی، دربرگیرنده ویژگی‌های منحصر به فرد هنر پارسی به همراه تلفیقی از هنر اورارتویی، بابلی، آشوری و مصری است [راوندی، ۱۳۶۸: ۵۳۴]. از آنجایی که اغلب تحقیقات انجام شده در تخت جمشید بر پژوهش‌های تاریخی و باستان‌شناختی تمرکز داشته است، توجه چندانی به مطالعات مهندسی سازه‌های احداثی نشده است. بنابراین تحقیق حاضر بر یکی از جنبه‌های مغفول معماری با عنوان "بررسی روش‌های تأمین نور و تهویه کاخ‌های تخت جمشید" استوار است. سوال اصلی اینکه چه روشی در نورگیری و جابجایی هوای کاخ‌های هخامنشیان در تخت جمشید به کار گرفته شده است؟ به عبارت دیگر این سوال را می‌توان مطرح کرد که آیا الگوی مستند و روشنی از تکنیک‌های اجرای این سامانه مهندسی می‌توان ارائه کرد؟

دو پیشنهاد مطرح شده "شیپه" و "کرفتر" تنها مدارک مستند و موجود برای سامانه نورگیری هستند.

از اهداف نگارندگان پژوهش حاضر یکی بررسی اجمالی هنر معماری و شهرسازی هخامنشی و دیگر تحلیل سامانه نورگیری و تهویه کاخ‌های تخت جمشید با تأکید بر تالار صدستون است. این مقاله شامل مباحث مستند نگاری باستان‌شناسی و نیز استفاده از مبانی فنی-مهندسی و بکارگیری نرم افزار 3D MAX در بازسازی سه بُعدی سامانه فوق است.

هنر معماری و شهرسازی هخامنشیان

گسترده‌ترین امپراتوری هخامنشیان زمینه ساز بهره‌گیری از قابلیت‌های اقوام تحت سلطه‌ای بود که هر کدام پیشینه فرهنگ و تمدنی دیرینه داشتند. هنر سیاستمداران این دوره خصوصاً کوروش بزرگ (کوروش دوم) و داریوش اول ایجاد فرهنگ و هنری یکپارچه از تنوع فرهنگی ملل تابعه بود که به هنر پارسی معروف گردید. [بریان، ۱۳۷۷: ۱۶۸]

بخش اعظمی از هنر این دوره در آثار معماری کاخ‌های پاسارگاد، تخت جمشید، و بردک سیاه برازجان قابل مشاهده است. ویژگی‌های شاخص سبک پارسی در نقشه، مصالح و تزئینات معماری، بیانگر تأثیر فرهنگ‌های ملل همجوار، چون اورارتو، آشور، مصر و بابل است که در ذیل به مهم‌ترین مولفه‌های آن اشاره می‌شود.

- بهره‌گیری از شیوه‌های معماری اورارتویی در طرح فضاهای راست‌گوشه و تالار ستوندار.
- احداث ساختمان‌ها بر روی صفا یا سکو.
- گرایش به درون‌گرایی بناها خصوصاً در مجموعه‌های تخت جمشید و شوش.
- استفاده از روش سقف‌زنی تخت چوبی با تیرریزی عمود بر هم و ایجاد دهانه‌های بزرگ.
- کاربرد وسیع سنگ‌های بریده، تراشیده منظم و صیقل یافته در بنا.
- پی‌سازی با سنگ لاشه
- نماکاری بیرونی با سنگ‌های تراش و نماسازی درونی با آجرهای لعابدار.
- استفاده متعدد از ستون‌های مدور در فضای درونی بنا.
- کاربرد تزئینی سرستون‌های اسفنجس و... در بازسازی فضایی پر ابهت و مجلل [پیرنیا، ۱۳۸۳: ۹۱-۹۰].

با نگاهی به شاخصه‌های اصیل معماری پارسی سبک‌های متمایزی از دوران زمامداری کوروش و داریوش و نیز خشایارشا و شاهان بعدی هخامنشی به چشم می‌خورد. این تفاوت سبک‌شناختی نشانگر مراحل سه گانه شکل‌گیری و توسعه معماری هخامنشی است. در دوره اول (حک: کوروش و کمبوجیه) شاهد شکل‌گیری ساخت و ساز بناها هستیم. مرحله دوم (حک: داریوش و خشایارشا و

اردشیر اول) به تعبیری دوره ثبات معماری هخامنشی است و حضور آشکار معماران و مهندسان در توسعه و تکمیل کاخ‌ها، خصوصاً مجموعه تخت جمشید دیده می‌شود. در مرحله سوم (مرحله زوال) اگرچه پروژه‌های ساختمانی (به ویژه در تخت جمشید) تا واپسین لحظات فروپاشی حکومت ادامه داشته، اما تخت جمشید روند نزولی را در گسترش فیزیکی بناها طی کرده است. به نظر می‌رسد تحولات سیاسی و اجتماعی نقش به‌سزایی در تحولات معماری و شهرسازی مجموعه تخت جمشید ایفا می‌کرده‌اند. بطور مثال در اوج شکوفایی دوران هخامنشی، تحولات اقتصادی این دوره همچون فعال‌سازی تجارت دریایی، توسعه جاده‌های ارتباطی، رونق اقتصاد پولی و تشویق برای فعالیت‌های بازرگانی میان ملل، تاثیر زیادی در گسترش شهرهای قلمرو هخامنشیان ایفا نمود [داندمایف، ۱۳۶۶: ۴۷].

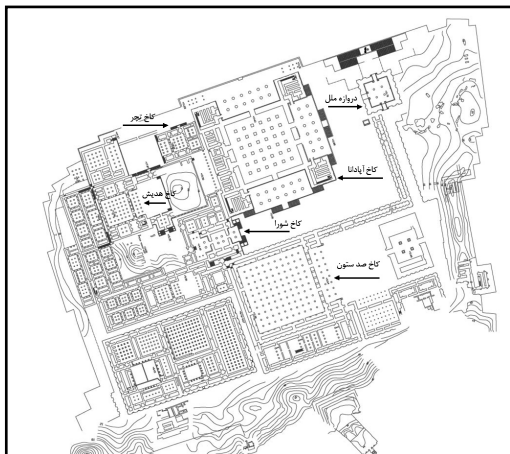
با اقدامات زیرساختی شاهان هخامنشی، نظیر احداث راه شاهی، توسعه امکانات بین راهی، تثبیت اقتدار سیاسی با فتوحات ممالک شرق و غرب و تغییر نحوه مبادلات از شکل پایاپای به اقتصاد پولی، شهرهای سیاستگذار هخامنشی در قالب شهرهای مذهبی، شاهی و بازرگانی عملکرد آیینی، اداری- سیاسی و اقتصادی یافتند. [حبیبی، ۱۳۸۴: ۹-۱۱] در این میان می‌توان به تخت جمشید، شوش و بابل یاد کرد که به ترتیب کارکردی مذهبی، سیاسی و بازرگانی داشته‌اند. [فرای، ۱۳۶۸: ۱۶۵]

بازتاب هنر شاهانه هخامنشی در پایتخت‌های شش‌گانه انشان، شوش، هگمتانه، بابل، پاسارگاد و تخت جمشید اطلاعات ارزشمندی پیرامون الگوهای معماری در اختیار می‌گذارد. انشان یکی از پایتخت‌های اولیه شاهان پارس به شمار می‌رفت. [عبدی، ۱۳۷۴: ۱۵۲] جایی که پیش از آن از مراکز مهم ایلامی محسوب می‌شد و تعاملات نزدیکی با شهرهای بین‌النهرین داشت. [کارتر، ۱۳۷۲: ۵۵-۴۹] هگمتانه، پایتخت تابستانی هخامنشیان نیز شواهدی از فعالیت‌های عمرانی این سلسله را (با کشف پایه ستون و شالی ستون‌هایی) به دست می‌دهد. [مه‌ریار، ۱۳۶۱: ۱۱۵-۷۶]

تخت‌جمشید یا پارسه از دیگر پایتخت‌های شاهنشاهی هخامنشی است که احداث آن در دوره زمامداری داریوش اول (۵۲۲-۴۸۶ ق. م) بر صفه‌ای عظیم به وسعت ۱۲۵۰۰۰ متر مربع در دامنه کوه معروف به رحمت آغاز شد و ساخت بخش‌های دیگر نیز در دوران خشایارشا و اردشیر اول ادامه یافت. داریوش در یکی از کتیبه‌های خود (DPF) اعلام می‌کند که در جایی که قبلاً بنایی وجود نداشت، استحکاماتی بنا کرده است. [شاپور شهبازی، ۱۳۵۵: ۱۰] نکته قابل تأمل در روند تکاملی تخت جمشید این‌که، طرح تکمیل کاخ‌ها مطابق با نقشه‌ای از پیش طراحی شده، تنظیم و اجرا گردیده است. [هرتسفلد، ۱۳۸۱: ۲۲۹]

شرح کاخ‌های احدائی مجموعه تخت جمشید

فلسفه وجودی تخت جمشید به نوعی بیانگر مفهوم شاهنشاهی هخامنشیان و نشان‌دهنده اندیشه‌ای گویا، پراحساس و با عظمت متجلی در این شاهکار معماری انسان است. [ویسهوفر، ۱۳۸۰: ۳۸] "پرادا" در تضاد با این نگرش اعتقاد دارد که قرارگیری تمامی فضاهای مجموعه بر صفه‌ای سنگی به وسعت ۳۰۰ × ۴۴۵ متر (نقشه شماره ۱) و اجرای طرحی تقریباً مشابه با کاخ‌های پاسارگاد در آرایش مکانی دیگر نشان از ملاحظات امنیتی دارد. [پرادا، ۱۳۸۳: ۲۲۳-۲۲۲]



نقشه ۱. پلان مجموعه تخت جمشید
مأخذ: موسسه پژوهشی پارسه-پاسارگاد

۱. تالار آپادانا

آپادانا یا کاخ بار داریوش و خشایارشا مشتمل بر یک تالار چهارگوش مرکزی (۶۰/۵۰×۶۰/۵۰) با ۳۶ ستون، سه ایوان هریک با ۱۲ ستون در جهات شمالی، شرقی و غربی، چهار برج در چهارگوشه بیرونی تالار و یک رشته اتاق نگهبانی در جنوب است. ساخت این تالار در دوره داریوش اول (۵۱۵ ق. م) آغاز شد و طی سی سال در زمان خشایارشا به اتمام رسید. ستون‌های مرتفع با سرستون‌های سر گاو دوسر و ساقه‌های استوانه‌ای شیاردار، سقف‌های چوبی، دیوارهای خشتی به ضخامت ۵/۳۲ متر و اندود کف با ملاط گچ سبز و خاکستری رنگ از شاخص‌های معماری این کاخ محسوب می‌شود. [شهبازی، ۱۳۷۹: ۶۶-۵۲]

۲. تالار صدستون

صدستون یا تالار تخت، بزرگ‌ترین کاخ پذیرایی از لحاظ وسعت فضای داخلی (۴۹۰۰ مترمربع) و مشتمل بر صدستون سنگی با ارتفاع هریک ۱۲ متر است. این تالار با هشت درگاه ورودی، در دوره خشایارشا احداث شد و در زمان اردشیر اول به اتمام رسید [نک: رف، ۱۳۸۱: ۱۷۴-۱۶۸] اتاق داخلی شامل دو در و هفت پنجره در سمت شمال و دو در و نه طاقچه در جهات دیگر است. هرتسفلد در بررسی کاخ مذکور تاریکی را مهمترین عیب آن می‌داند [هرتسفلد، ۱۳۸۱: ۳۲۵-۳۲۴] که در بخش‌های بعد دلایل رد این فرض آورده خواهد شد.

۳. کاخ مرکزی

در جنوب شرقی تالار آپادانا، کاخ مرکزی با پلانی مربع شکل قرار گرفته که به کاخ سه دروازه یا تالار شورا نیز مشهور است. این کاخ دارای دو ایوان ستوندار در شمال و جنوب و محلی برای مشاوره شاه با صاحب منصبان بود. [شاپور شهبازی، ۱۳۷۹: ۱۳۴] تخت جمشید مجموعه‌ای از کاخ‌های متعددی به جز موارد برشمرده فوق است؛ کاخ‌هایی چون تچر، هدیش، کاخ اندرونی یا حرمسرا و... که شرح مختصات آنها خارج از چارچوب عنوان مقاله است.

حال با این مقدمات مسئله نور رسانی و نحوه عملکرد تهویه در این کاخ‌ها مطرح می‌شود. بنابراین در ادامه تلاش خواهیم کرد تا، عمل نورگیری و تهویه در تالار صدستون را بر اساس نقشه‌های "کرفتر" و "شیبیه" تحلیل کنیم.

همانطور که پیشتر اشاره شد، هنر معماری هخامنشی تلفیقی از هنرهای آشوری، بابلی، مصری، یونانی و اوراتویی است. تأثیر فرهنگ‌های ملل و قومیت‌ها در معماری این دوره موجب شده است تا تنوعی در بهره‌گیری از نوآوری‌های فنی حاصل شود. با توجه به پیوندهای فرهنگی ملل قلمرو هخامنشیان، راه‌یابی پدیده‌های هنری و معماری به مرزهای فرهنگی هر یک و توسعه این پدیده‌ها در درون مرزها بدیهی به نظر می‌رسد.

پیشینه تأمین نور در معماری مسکونی و سلطنتی تمدن‌های هم عصر هخامنشیان

در معماری مسکونی منطقه بین‌النهرین برای ورود هوا و نور آفتاب به درون خانه، چند در و پنجره در دیوار یا سقف تعبیه می‌نمودند و پنجره را با شبکه‌ای سفالین می‌پوشاندند. مشعل‌ها یا چراغ‌های فنجان‌ی شکل که شیاری برای فیتیله در یک طرف آن دیده می‌شود، فضای درون را روشن می‌ساخت. در این چراغ‌ها معمولاً روغن یا پیه می‌ریختند و گاهی هم نفت خام که مردم بین‌النهرین با خواص آن آشنا بودند [دوما و دیگران، ۱۳۷۸: ۱۵۱].

در مصر باستان اتاق‌های معبد، به محوطه درونی دید دارند و رشته‌هایی از نور خورشید از سوراخ کوچکی که در سقف‌های مسطح تعبیه شده، تالار و محوطه درونی را روشن می‌کند. لازم به توضیح است که دیوار معابد عاری از هرگونه دریچه و پنجره‌ای بوده است [بانی مسعود، ۱۳۸۵: ۱۹]. در معبد آمون واقع در کارناک نورگیری به روش اشکوب روشنایی^۱ یعنی تأمین نور تالار با پنجره‌هایی از سنگ‌های تراشیده انجام می‌گرفت که حاصل اختلاف ارتفاع سطح بام با سطوح اتاق‌های همجوار بود. [همان: ۲۲] همچنین تهویه در مقابر پادشاهان مصری به روش هواکشی به خارج انجام می‌گرفته است. [گاردنر، ۱۳۷۹: ۷۶]

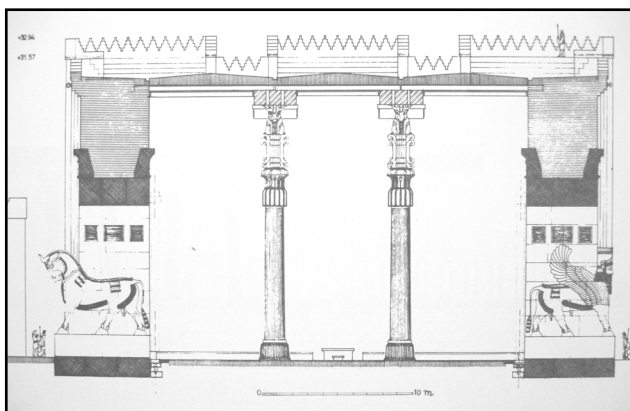
در منطقه یونان نیز، ویل دورانت به شواهدی از تامین نور در معماری اشاره کرده است. خانه‌های یونانیان با چراغ‌هایی زیبا و مشعل‌هایی با سوخت روغن زیتون یا رانیانج (نوعی صمغ) و شمع روشن می‌شد. [دورانت، ۱۳۶۷، جلد ۲: ۲۹۹]. وی همچنین در توصیف معماری سلطنتی یونان درباره کاخ تیرونز چنین می‌نویسد: "... چهار ستون که هر یک آتشدانی را در بر می‌گرفت طاق را نگاه می‌داشتند. [همان: ۳۵-۳۴]. قصر اودوسئوس در ایتالیا از دیگر مناطقی است که نورگیری کاخ به وسیله سوراخ‌های تعبیه شده در سقف و همچنین فضای باز بین گچبری روی سرستون‌ها و پیش آمدگی لبه بام تامین می‌شد. در طول شب هم مجمرهای فراوانی بر روی پایه‌های بلند، روشنایی تالار را فراهم می‌نمودند [همان: ۶۳]. توسعه فناوری ساخت و تولید شیشه جام با جنس میکا باعث شد تا رومیان در سده سوم پیش از میلاد پنجره‌های شیشه‌ای را برای نورگیری بناهای خویش بکار گیرند. [دوما و دیگران، ۱۳۷۸: ۲۶۳]

در فرهنگ معماری تمدن کرتی نیز شواهدی از تأمین روشنایی در کاخ کنوسوس دیده شده است. که از طریق روزنه‌های موجود در پشت بام‌های مسطح فراهم می‌شد. اما در معابد یونانی وضعیت کاملاً متفاوتی حاکم بود. بدین صورت که سقف سلاخی معابد کاملاً پوشیده و داخل آن تاریک بود و راه ورودی معبد تنها معبر نفوذ نور و تهویه محسوب می‌شد [بانی مسعود، ۱۳۸۵: ۳۲-۳۸].

تحلیل سامانه نورگیری و تهویه در تخت جمشید با تأکید بر کاخ صد ستون

تاکنون افراد زیادی به بازسازی بناهای تخت جمشید پرداخته‌اند که تیلیا (۱۹۷۲)، کرفتر (۱۹۷۱) و شپیه (۱۹۷۶) از آن جمله‌اند. در کاخ‌ها بررسی روش‌های نورگیری، بخشی از تحلیل‌ها است. مهم اینکه در تمامی این بازسازی‌ها مبنای تحلیل، بناهای حوزه تمدن غرب باستان (یونان و مصر) است. تقریباً در تمامی منابع غربی که به نوعی به مبحث نورگیری بناها پرداخته‌اند، بر نورگیری از سقف بناها تأکید شده است. در حالی که تاکنون هیچ مدرک مستند باستان‌شناختی در این خصوص به ویژه در حوزه معماری هخامنشی یافت نشده است. با وجود فقدان مستندات، نگارندگان تلاش کرده‌اند تا شیوه نورگیری و تهویه را در مجموعه تخت جمشید، براساس دلایل متقن و محکم تبیین نمایند. بدین منظور بازسازی‌های کرفتر- مهندس معمار آلمانی - مبنای قرار گرفت و با دیگر بازسازی‌های موجود مقایسه شد. در آخر نیز شیوه تحلیلی خویش را ارائه نموده‌ایم.

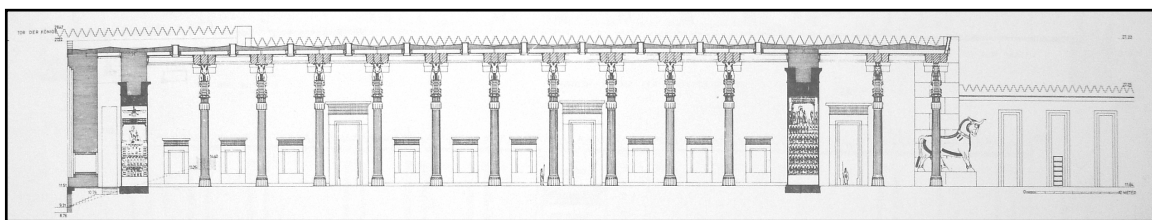
کرفتر در بازسازی دروازه ملل (طرح شماره ۱) هیچ‌گونه دریچه‌ای را در سقف یا دیوارها مفروض نمی‌داند. این وضعیت با دیدگاه نگارندگان نیز همخوانی دارد، چرا که احتمالاً با شروع روز و وقت اداری مجموعه تخت جمشید، دروازه غربی تا پایان روز بسته نمی‌شد. این امر، نور مورد نیاز بنا را در طول روز تامین می‌کرد. با فرض اینکه گشایش دروازه‌های جنوبی و شرقی در اوقاتی از روز تأثیر مضاعفی بر افزایش میزان نورگیری داشته است، این مسئله براین فرض استوار است که نور کافی علی‌رغم بسته بودن دو دروازه مذکور نیز تأمین می‌گردید. همچنین دروازه ملل با توجه به کارکردش، نیازی به نورگیری فراوان نداشت و احتمالاً با تعبیه دریچه‌هایی کوچک در دروازه‌های چوبی بزرگ، مشکل نورگیری و تهویه مرتفع می‌شد.



طرح ۱. برش شرقی - غربی دروازه ملل
krefter, 1971

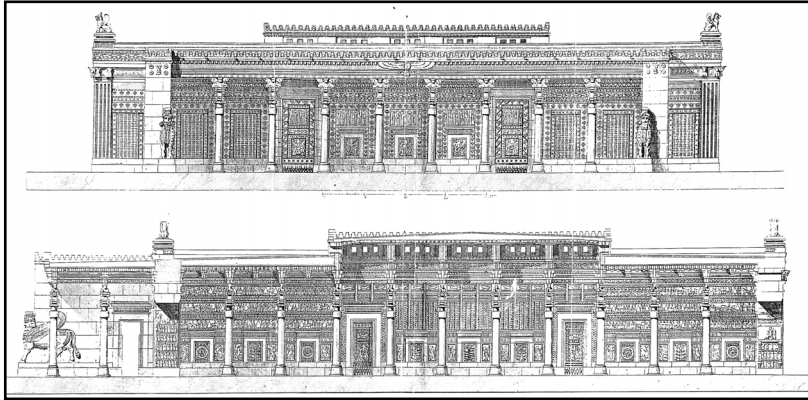
کاخ آپادانا هم به دلیل قرارگیری بر سکویی بلند و همچنین برخورداری از سه ایوان وسیع و مرتفع در جوانب شمالی، شرقی و غربی، مانعی برای نورگیری و یا تهویه نداشته است. بنابراین گرفتار با توجه به موارد فوق نورگیری این بنا را با پنجره‌هایی که در طول دیوارهای شمالی، شرقی و غربی قرار داشتند، محتمل دانسته است. این پنجره‌ها در پایین دیوارها واقع شده‌اند و بازسازی آنها با الهام از پنجره‌های سنگی ضلع شمالی کاخ صدستون و حرمسرا انجام شده است. این بازسازی بر اساس شواهد باستان شناسی نیست و تنها فرضیه‌هایی در بازسازی پلان‌های معماری است.

در میان کاخ‌های هخامنشی، مشکل اساسی در سامانه نورگیری کاخ‌های صدستون و عمارت خزانه دیده می‌شود. کاخ صدستون در اضلاع شرقی، غربی و جنوبی دارای نه طاقچه سنگی است. در ایوان شمالی نیز هفت پنجره به ابعاد $۲/۲۰ \times ۱/۳۰$ متر وجود دارند که مجموعاً در حدود ۲۰ متر مربع سطح نورگیر را برای کاخ فراهم می‌کنند. اما این سطح نورگیر برای کاخی با مساحت ۴۹۰۰ متر مربع کافی نیست. بنابراین راه‌های دیگری نیز برای تأمین روشنایی کاخ محتمل است. گرفتار ساده‌ترین راه را برای حل این مسئله فرض می‌کند. وی برای این کاخ نورگیری از سقف را مطرح ساخته است. [Krefter, 1971] (طرح شماره ۲) در این راستا پنجره‌هایی که ابعادی حدود ۵۰×۵۰ سانتیمتر دارند در فواصل متوالی بین ستون‌ها، در سقف تعبیه شده‌اند که ۱۲۱ پنجره مساحتی در حدود ۳۰ متر مربع دارند. رجبی نیز همسو با فرضیه این پژوهش اختلاف سطح بین کف تالار اصلی با اتاق‌های جانبی را یکی از روش‌های محتمل برای نورگیر می‌داند. ولی هیچ‌گونه مستندی دال بر اثبات این فرض مطرح نمی‌کند. [نک: رجبی، ۱۳۸۱: ۵۷-۵۶] با توجه به عملکرد تالار یعنی بارعام و احتمال فروش بودن بخش‌های وسیعی از آن، در صورت بروز بارندگی‌های فصلی منطقه، میزان قابل توجهی آب از دریچه‌های فوق وارد کاخ می‌گردد. این در شرایطی است که عملاً راهی برای بستن این دریچه‌ها وجود نداشته و یا لاقط مطرح نشده است. در صورت محتمل دانستن وجود این دریچه‌ها مسأله دیگر شیب‌بندی بام است. گرفتار در این باره به شیب‌بندی‌های متوالی و متعدد در فاصله بین دریچه‌ها معتقد است. (نک طرح ۲) در این حالت، شیب‌بندی‌های فوق، آب‌های جمع شده را به جناحین شرقی و غربی هدایت می‌کند که بایستی ناودانی‌هایی جداگانه برای هر یک از ردیف شیب‌بندی‌ها وجود می‌داشت. ولی با توجه به آثار به جای مانده از آبراهه‌های کاخ آپادانا روشن است که تعداد ناودانی‌های موجود در سقف برای کاخ آپادانا در هر ضلع ۴ عدد بوده است. این وضعیت نمی‌توانست در کاخ صدستون خیلی متفاوت باشد. بنابراین در کاخ صدستون تخلیه آب‌های پشت بام باید با شیب‌بندی دوطرفه در جناحین شرقی و غربی در سقف صورت گرفته باشد. علاوه بر این وجود دریچه‌های متعددی در سقف مشکلاتی همچون نشت رطوبت و عدم کنترل دمای فضای داخلی کاخ را پیش می‌آورد. از این رو دریچه‌های مذکور برای تهویه مشکلات مضاعفی ایجاد می‌کرد که بستن به موقع و نصب یک حفاظ یا پرده برای جلوگیری از ورود گرد و غبار و همچنین نور در مواقع پیش بینی نشده را ضروری می‌ساخت.



طرح ۲. برش شمالی - جنوبی کاخ صدستون
krefter: 1971

"شیبیه" در این مسیر پا را فراتر گذاشته و موافق با طرح کاخ‌های کرتی و میسنی نورگیری را از طریق سقفی دو طبقه مفروض می‌داند (طرح شماره ۳).

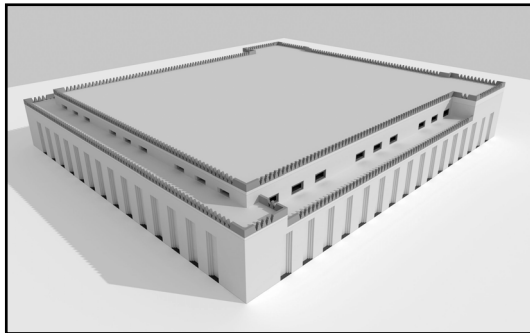


طرح ۳. به ترتیب از بالا نمای شمالی و برش شمالی جنوبی کاخ صد ستون

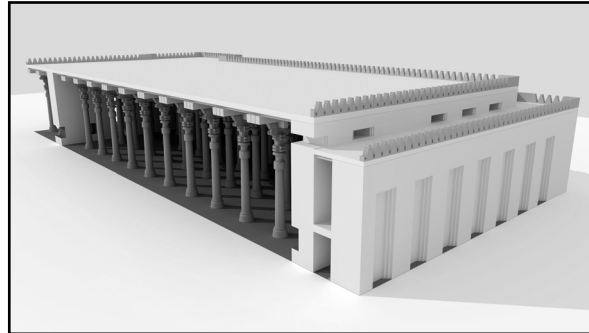
Chipiez, 1976

با این فرض مشکل شیب‌بندی سقف به نوعی حل می‌شود؛ اما پذیرش این طرح نیز نه تنها خالی از اشکال نیست بلکه نسبت به نظر کرفت‌اشکالات بیشتری را مطرح می‌سازد. با قبول این فرضیه باید پذیرفت که فضای زیرسطح بام بلندتر، از منظر اصول معماری، به تعریف ویژه‌ای نیازمند است. این امر می‌تواند با تغییر در ارتفاع کف در بخش زیر سقف بلندتر و یا وجود نشانه‌هایی در کف صورت گیرد. اما کاخ صدستون عاری از این موارد است. (نک نقشه ۳). از سوی دیگر شیبیه برای توجیه وضع نورگیری کاخ، سقف بخش رفیع‌تر را به میزان ۳ متر بلندتر دانسته است. این مهم با توجه به رعنائی^۲ ستون‌های هخامنشی^۱ کاری غیراصولی

و از نظر عملیات سازه‌ای تدبیری خطرناک به شمار می‌رود؛ چرا که ضریب رعنائی ستون‌ها از $\frac{1}{12}$ به $\frac{1}{15}$ کاهش می‌یابد و ایستایی آنها را با مشکل مواجه می‌سازد. با فرض وجود سقف پلکانی، ستون‌های زیر سقف بلندتر بایستی قطورتر ساخته می‌شدند که این مسئله در هیچ منبعی گزارش نشده است. بنابراین پذیرش این فرضیه نیز تقریباً غیرممکن است. به نظر می‌رسد تمامی نظریات بیان شده از یک فرض غلط ناشی شده است. اگر با دقت بیشتری به پلان کاخ صدستون توجه شود (نک نقشه ۱) مشاهده می‌شود که دیوارهای جانبی کاخ، دوجداره هستند. دوجداره بودن دیوارهای کاخ صدستون انحرافی در مطالعات بازسازی کاخ ایجاد نمود و باعث مشکلات بعدی در مسئله نورگیری کاخ شد. کرفت این فرضیه را مطرح کرده است که دیوار کاخ صدستون شامل یک دیوار دو جداره بوده و هر دو جداره دیوار، تا زیرسقف ادامه داشته است. وی با طرح این مساله بدین شکل جایی برای پنجره‌ها در بدنه دیوارها باقی نمی‌گذارد. اما باید یادآور شد که فضای اطراف کاخ صدستون، یک دیوار مجوف نیست، بلکه دالان‌هایی محصور بین دو جداره داخلی و بیرونی است. اگر فرض کنیم که فضاهای موجود در اطراف دیوار کاخ تنها جوف‌های میانی یک دیوار دوجداره هستند، بنابراین نیازی به تعبیه دروازه‌های سنگی پرکار برای ورود به آنها وجود نداشت. از طرف دیگر اگر فضاهای باریک دالان‌ها تا زیرسقف کاخ می‌بود، قاعدتاً ارتفاعی در حدود ۱۲ متر را می‌داشت. حال آنکه عرض این فضا در حدود $\frac{2}{3}$ متر است. بنابراین تعریف فضایی با عرض $\frac{2}{3}$ متر و ارتفاع ۱۲ متر محاسبه‌ای غیرمهندسی بوده و با اصول فنی معماری ناسازگار است. چنین استنباط می‌شود که فضاهای دالان مانند شامل دو یا چند اشکوب بوده و هیچ‌گاه ارتفاع آنها هم‌تراز با تالار میانی نبوده است. (تصویر شماره ۱) همچنین اگر دو دیوار کاخ صدستون و فضای میانی آن را در نظر بگیریم ضخامت در حدود ۹ متر دارند. چنین ضخامتی برای تحمل بار سقف این کاخ با ارتفاعی در حدود ۱۲ متر، بسیار زیاد است. شایان ذکر است که آپادانا دیوارهایی به ضخامت $\frac{5}{3}$ متر و به ارتفاع تقریبی ۲۰ متر دارد. چنان‌چه نسبت ضخامت به ارتفاع دیوار در کاخ آپادانا را معیار بدانیم - این نسبت تقریباً ۱ به ۴ است - باید پذیرفت که تنها دیوار داخلی کاخ صدستون با ضخامت $\frac{3}{2}$ متر وظیفه باربری سقف تالار مرکزی را به کمک ستون‌ها بر عهده داشته است. چه اینکه نسبت $\frac{3}{2}$ متر به ۱۲ متر همان نسبت کاخ آپادانا را نشان می‌دهد. فضاهای اطراف تالار صدستون، انباری‌ها یا دالان‌هایی محسوب می‌شوند که احتمالاً دو طبقه بوده و ارتفاعی کمتر از ارتفاع تالار مرکزی داشته‌اند. (تصویر ۲)

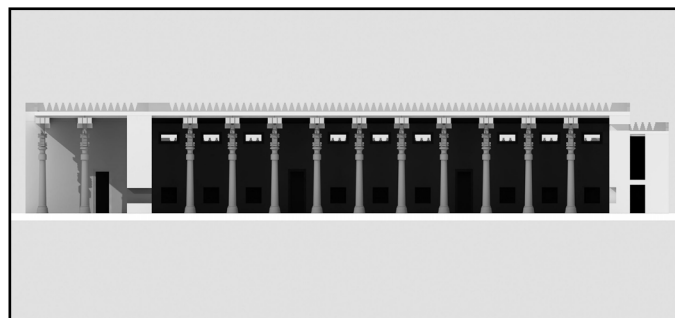
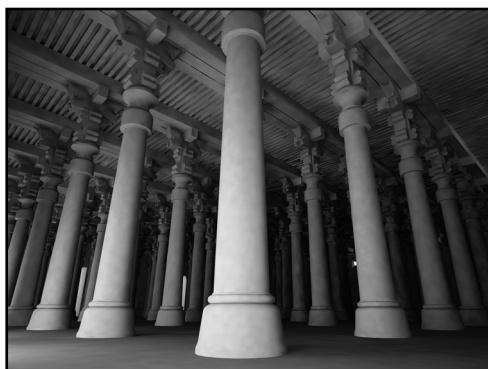


تصویر ۲. بازسازی سه بعدی نمای جنوب شرقی کاخ صدستون



تصویر ۱. بازسازی سه بعدی برش شمالی- جنوبی کاخ صدستون

در صورت پذیرش این فرضیه به نظر می‌رسد ارتفاع نهایی دیوار بیرونی کاخ صدستون در ضلع جنوبی حداکثر تا کمی بالاتر از ارتفاع دروازه جنوبی کاخ با ارتفاعی حدود ۱۰/۸ متر بوده است. به طور کلی فضای موجود را می‌توان با احتساب یک سقف با ضخامت ۷۰ سانتی متر شامل دو طبقه به ارتفاع تقریبی ۵ متر دانست که شاید با راه پله‌هایی خشتی به یکدیگر راه داشته‌اند و پس از ارتفاع ۱۱/۵ متری از سطح کف کاخ تا بالای بام دالان، در حدود ۱ متر تا زیر سقف تالار مرکزی کاخ فاصله وجود داشته که فضایی مناسب برای ایجاد پنجره‌های نورگیر به شمار می‌رفته است. (تصویر ۳) درگاه‌های ضلع جنوبی از درگاه‌های اضلاع شرقی و غربی بلندتر و از هم‌تاهای خود در ضلع شمالی کوتاه‌تر است و به طبع این امر شرایط نورگیری در جناحین شرقی و غربی کاخ را ساده تر می‌ساخت که این خود دلیل دیگری بر ناهم ترازی سقف دالان‌های شرقی و غربی از یک سو و سقف دالان جنوبی از سوی دیگر است. با توجه به وجود طاقچه‌هایی در اطراف فضای داخلی تالار، پنجره‌های نورگیر نیز به همین تعداد و در امتداد بالای طاقچه‌ها تعبیه شده بودند. احتمالاً طرز قرارگیری و آرایش این پنجره‌ها افقی بوده و با ابعاد تقریبی $۱/۳۰ \times ۱$ متر در بخش‌های نزدیک به سقف قرار داشتند. (نک تصویر ۳) علاوه بر این با این فرض، خدمتکاران قصر می‌توانستند با آویختن پرده‌های ابریشمی در داخل و پرده‌های حصیری در بیرون دریاچه‌ها هم به نوعی مشکل تهویه و سیستم گرمایش و سرمایش کاخ را بر طرف نمایند و هم نور مناسب را برای روشنایی درون کاخ تأمین کنند. (تصویر ۴)



تصویر ۳. بازسازی نمای روبرو از برش شمالی- جنوبی کاخ صدستون تصویر ۴. نورگیری فضای داخلی کاخ صدستون - دید از گوشه جنوب غربی کاخ

عمارت خزانة علاوه بر داشتن دو حیاط بزرگ که نقش مهمی در نورگیری بنا دارند، تمامی مختصات و ویژگی‌های کاخ صدستون را برای نورگیری با روش مشابه فوق دارا است. بنابراین محتمل است که دالان‌ها با ارتفاعی کمتر در اطراف سالن‌های ستوندار بلندتر قرار گرفته بود و دریاچه‌های جانبی تعبیه شده در دیوار سالن‌های ستوندار، نور مورد نیاز عمارت خزانة را تأمین می‌کرده‌اند. مشابه این

وضعیت را در بنای کاخ حرمسرا نیز شاهدیم. در این بین وضعیت کاخ‌های هدیش و کاخ G مشابه یکدیگر و متفاوت از کاخ‌های دیگر است. در این کاخ‌ها، هر دو از جبهه شمالی و جنوبی قادر به دریافت نور هستند. در کاخ شورا نیز دو ایوان شمالی و جنوبی در تامین نور کاخ نقش کلیدی را بر عهده دارند. ولی در خصوص کاخ‌های اندرونی وضع کاملاً مشابهی همچون عمارت خزانه و تالار صد ستون دیده می‌شود.

نتیجه گیری

بیشتر محققان تاریخ هنر و باستان‌شناسی مجموعه تخت جمشید را به عنوان مرکزی مذهبی، آئینی و خاستگاه هنر سلطنتی شاهان هخامنشی می‌دانند. تالار صدستون یکی از بزرگ‌ترین کاخ‌هایی است که ساخت آن در زمان خشایارشا آغاز شده و در دوره زمامداری اردشیر اول به پایان می‌رسد. بر اساس تحقیقات کرفتر، شیپیه و یافته‌های نگارندگان در بازسازی و تحلیل عملکرد نوررسانی و تهویه کاخ مذکور، مساله تامین نور و تهویه با فرض پنجره‌هایی نزدیک به سقف مطرح گردید. بدین ترتیب که اختلاف ارتفاع میان تالار مرکزی و دالان‌های اطراف موجب ایجاد فضایی حداقل در حدود ۲ متر در بخش فوقانی دیوارهای داخلی تالار مرکزی در جناحین شرقی و غربی و کمی کوتاه‌تر در ضلع جنوبی گردید. که این بخش موقعیت مناسبی برای فرض وجود پنجره‌هایی برای تهویه و نورگیری به وجود می‌آورد. از طرف دیگر با توجه به رعایت اصل تقارن در معماری هخامنشی و وجود تعدادی طاقچه‌های تعبیه شده در دیوارهای کاخ صدستون، می‌توان پنجره‌های افقی را در بخش‌های فوقانی طاقچه‌ها و نزدیک سقف در نظر گرفت. در خصوص دفع آب‌های سطحی پشت بام هم تدبیر شیب‌بندی بام به جناحین شرقی- غربی اعمال شده بود. بدین صورت که آب‌های سطحی پشت بام با قرارگیری در سامانه شیب‌بندی مشابه کاخ آپادانا به بخش‌های کناری مایل شده و از طریق ناودانی‌های سفالی مدفون در دیوار خشتی ابتدا به شبکه جمع‌آوری آب‌های سطحی و سپس به محوطه بیرونی مجموعه هدایت می‌شد.

با توجه به قرارگیری مجموعه تخت جمشید در منطقه کوهستانی استان فارس، سامانه تهویه می‌بایست این توانایی را می‌داشت که وضعیت گرمایش و سرمایش کاخ‌ها را کنترل کند. و این مهم در شرایطی امکان‌پذیر است که دریچه‌های نورگیری و تهویه در دیوارهای کاخ قرار می‌گرفت. در این حالت می‌توانستند با آویختن پرده‌هایی در بر درونی و بیرونی دریچه‌ها، با ایجاد فضایی بین پرده‌ها یک سامانه عایق حرارتی به وجود آورند.

پی نوشت ها

۱. Celerestory

۲. رعنائی در معماری ستون نسبت ضخامت به بلندی را گویند.

مأخذ تصاویر ۱، ۲، ۳، ۴ آرشیو نگارنده می باشد.

فهرست منابع

- بانی مسعود، امیر. ۱۳۸۵. تاریخ معماری غرب از عهد باستان تا مکتب شیکاگو. نشر خاک. اصفهان.
- بریان، پی.یر ۱۳۷۷. تاریخ امپراتوری هخامنشیان (از کورش تا اسکندر). ت: مهدی سمسار. جلد اول. نشر زریاب. تهران.
- پرادا، ایدت. ۱۳۸۳. هنر ایران باستان. با همکاری رابرت دایسون. ت: یوسف مجیدزاده. انتشارات دانشگاه تهران. تهران.
- پیرنیا، محمدکریم. ۱۳۸۳. سبک شناسی معماری ایرانی. تدوین غلامحسین معماریان. نشر معمار: تهران.
- تیلیا، آن بریت. ۱۹۷۲. بررسی و مرمت در تخت جمشید و دیگر اماکن باستانی فارس. ت: کرامت الله افسر. موسسه بررسی و کاوش باستانشناسی در آسیا (ایزمئو): رم.
- حبیبی، سید محسن. ۱۳۸۴. از شار تا شهر: تحلیلی تاریخی از مفهوم شهر و سیمای کالبدی آن. انتشارات دانشگاه تهران: تهران.
- داندامایف، محمد. ۱۳۶۶. تاریخ سیاسی و اقتصادی هخامنشیان. ت: کمال نبی پور. نشر گستره: تهران.
- دوما، موریس و دیگران. ۱۳۷۸. تاریخ صنعت و اختراع. ت: عبدالله ارگانی. جلد اول. انتشارات امیرکبیر: تهران.
- دورانت، ویل. ۱۳۶۷. تاریخ تمدن. ت: امیر حسین آریان پور و دیگران. جلد دوم. انتشارات بی نا: تهران.
- رواندی، مرتضی. ۱۳۶۸. تاریخ اجتماعی ایران: مناظری از حیات اجتماعی هنری و صنعتی ایرانیان بعد از اسلام. ناشر مولف: تهران.
- رجبی، پرویز. ۱۳۸۱. هزاره های گمشده: از خشایارشا تا فروپاشی هخامنشیان. جلد سوم. نشر توس: تهران.
- رف، مایکل. ۱۳۸۱. نقش برجسته ها و حجاران تخت جمشید. ت: هوشنگ غیاسی نژاد. تهران. انتشارات گنجینه هنر .
- شاپور شهبازی، علیرضا. ۱۳۵۵. شرح مصور تخت جمشید. انتشارات بنیاد تحقیقات تاریخی: شیراز.
- شاپور شهبازی، علیرضا. ۱۳۷۹. راهنمای جامع تخت جمشید، سازمان چاپ و انتشارات وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی: تهران.
- عبدی، کامیار. ۱۳۷۴. "پایتخت های شاهنشاهی هخامنشی"، به کوشش محمدیوسف کیانی، پایتخت های ایران، انتشارات سازمان میراث فرهنگی کشور: تهران. صص ۲۳۴-۱۴۷.
- فرای، ریچارد. ۱۳۶۸. میراث باستانی ایران، ت: مسعود رجب نیا، انتشارات علمی و فرهنگی: تهران.
- کارتر، الیزابت. ۱۳۷۲. بنای ایلام میانی در انشان (تل ملیان). ت: کامیار عبدی. مجله باستان شناسی و تاریخ. شماره پیاپی ۱۳ و ۱۴. سال هفتم. صص ۵۵-۴۹.
- کوک، جان مانوئل. ۱۳۸۵. ظهور هخامنشیان و بنیانگذاری امپراتوری هخامنشیان. تاریخ ایران: دوره هخامنشیان، به کوشش ایلیا گرشویچ، ت: مرتضی ثاقب فر. انتشارات جامی. تهران، صص ۱۲۱-۱۱.
- گاردنر، هلن. ۱۳۷۹. هنر در گذر زمان، ت: محمدتقی فرامرزی، انتشارات نگاه و آگاه: تهران.
- ویسپهورفر، یوزف. ۱۳۸۰. ایران باستان: از ۵۵۰ پیش از میلاد تا ۶۵۰ پس از میلاد. ت: مرتضی ثاقب فر. انتشارات ققنوس: تهران.
- هرتسفلد، ارنست. ۱۳۸۱. ایران در شرق باستان. ت: همایون صنعتی زاده. انتشارات پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی و دانشگاه شهید باهنر کرمان: تهران.
- Krefter, Friedrich. 1971. **Persepolis Rekonstruktionen**, Berlin , GEHR. MANN VERLAG.
- Perrot , G , & Charles Chipiez. 1976. **History of Art in Persia**, London , Imperial organization for social services.