استفاده از مدل‌های مجازی سه‌بُعدی رایانه‌ای در بازسازی نیایشگاه ساسانی بندیان درگز

دکتر کمال الدین نیکنامی و زهرا میراشه

گروه باستان‌شناسی دانشگاه تهران، گروه باستان‌شناسی دانشگاه آزاد اسلامی واحد دزفول

چکیده

استفاده از مدل‌های مجازی سه‌بعدی برای بازسازی آثار باستان‌شناختی، رهیافت جدیدی در حوزه مطالعات بنیادین باستان‌شناختی و بخصوص در حوزه مطالعات مدیریت منابع باستان‌شناختی است که پس از توسعه روز افزون کاربردهای رایانه در باستان‌شناسی، پا به عرصه وجود گذاشته است. این نوع بازسازی‌های مجازی، که با منطق، قواعد و اصول واقعیت‌های مجازی پشتیبانی می‌گردند افق‌های جدیدی را با قلمروهای گسترده در مقوله‌هایی مانند تحلیل‌های باستان‌شناختی، برنامه‌های حفاظتی و مرمتی، آموزش‌های تخصصی و عمومی باستان‌شناسی و فعالیت‌های نظیر آن گشوده است. مقاله حاضر بعضی از توان‌های این سیستم مطالعاتی و کاربردی را در یک مطالعه موردی ـ نیایشگاه ساسانی بندیان درگز ـ مورد بحث قرار داده، و مدل بازسازی شده نیایشگاه مذکور را ارائه نموده است.

واژه‌های کلیدی: واقعیت مجازی، مدل‌های سه‌بُعدی مجازی، مستندسازی، بندیان درگز.

مقدمه

مدل‌های بازسازی سه‌بعدی و تکنیک‌های مجسم‌سازی واقعیت‌های مجازی اهمیت ویژه‌ای را در عرصه مطالعات باستان‌شناسی به خود اختصاص داده و نظر باستان‌شناسان بسیاری را بخصوص آنهایی که در زمینه‌های مختلف بازسازی‌های فرایندهای باستان‌شناختی فعالیت می‌کنند به خود جلب کرده است. مهم‌ترین حیطه‌های مطالعاتی این‌گونه تکنیک که در ادبیات باستان‌شناسی امروزی می‌توان از آنها سراغ گرفت عبارتند از:

۱ـ مجسم‌سازی واقعیت‌های مجازی و بازسازی مدل‌های سه‌بعدی به‌منظور مستند کردن داده‌های باستان‌شناختی مانند آثار باستان‌شناختی، آثار هنری، محیط‌های فرهنگی و باستان‌شناختی و نظایر آن؛

۲ـ تشکیل بانک‌های اطلاعاتی سه‌بعدی از داده‌های باستان‌شناختی به‌منظور اجرای مطالعات و تحقیقات و یا تهیه برنامه‌های حفاظتی؛

۳ـ تهیه و اجرای برنامه‌های آموزشی و انتقال اطلاعات تاریخی و باستان‌شناختی به عموم مردم؛

۴ـ تهیه مدل‌های مجازی از کاوش‌های باستان‌شناختی؛

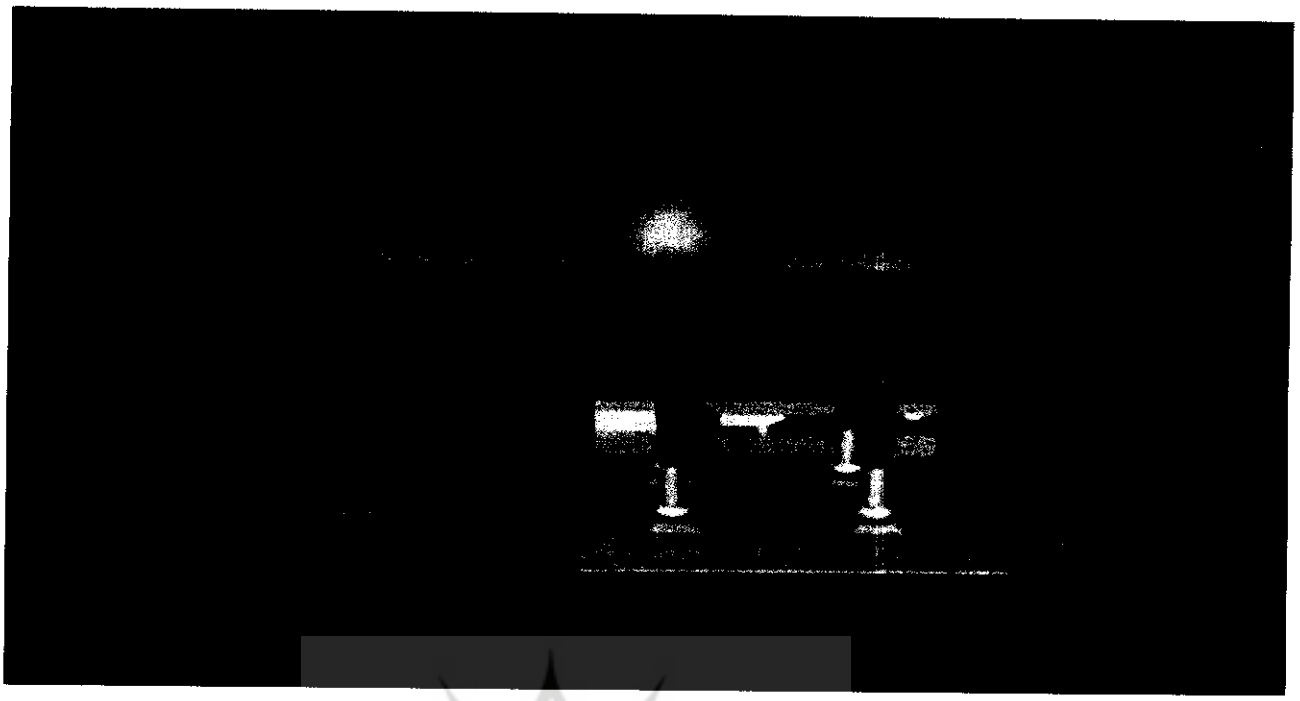
۵ـ ترکیب داده‌های سه‌بعدی با توان تحلیلی نرم‌افزارهای GIS به‌منظور ثبت، مستندسازی و تحلیل مکانی داده‌ها؛

۶ـ استفاده از مدل‌های مجازی به‌عنوان یک ابزار مؤثر در اجرای تحلیل‌های باستان‌شناختی.

مبانی نظری و تکنیکی مدل‌سازی مجازی

گرچه باستان‌شناسان به‌طور مرسوم برای مجسم کردن واقعیت‌های باستان‌شناختی از شیوه‌هایی مانند ترسیم پلان‌ها و نقشه‌ها و نظایر آن استفاده می‌کردند ولی اندیشه واقعی مجسم‌سازی باستان‌شناختی و ورود آن به حیطه مطالعات این رشته، با رواج روزافزون کامپیوتر و استفاده گسترده از آن آغاز گشت. اولین تعریف از بازسازی مجازی باستان‌شناختی که حاوی جنبه‌های تکنیکی و روش‌شناختی بود در اواخر دهه ۹۰ میلادی به‌وسیله ریلی (Reilly 1991) ارائه شد. در این تعریف برای اولین بار در حوزه باستان‌شناسی اندیشه «مجازی» در ارتباط و وابستگی مستقیم با «مشابه» یا «مدل» تصور

[تصاویر مقاله در صفحه ۸۹]



تصویر ۱. تصویر مجازی نیایشگاه بندیان درگز از دوره ساسانی

Pl.1. Virtual Reconstruction of a Sassanian Shrine in Bandian, Daregaz.

شده که میزان واقع‌گرایی آنها به کیفیت و کمیت داده‌های موجود باستان‌شناختی بستگی دارند. روند اندیشه مذکور از زمان ارائه آن تاکنون مبتنی بر ملاحظاتی است که در آن داده‌های باستان‌شناختی در مجموعه‌ای از تئوری‌ها و تکنیک‌های تجسمی به‌صورت یک سیستم واحد در می‌آیند که اصطلاحاً به آن (Reality: VR Virtual) اطلاق می‌شود. تجسم واقعیت یا واقعیت مجازی در این سیستم نه تنها دارای چهارچوب روش‌شناختی برای به‌کارگیری تکنیک‌های گوناگون تجسمی است، بلکه تلاش وسیعی نیز برای یافتن معانی صحیح برای این‌گونه فعالیت‌ها و چگونگی ایجاد رابطه بین سیستم‌های واقعی و مجازی صورت می‌پذیرد. نتیجهٔ نهایی رابطه بین واقعیت و مدل‌مجازی تنها تولید یک تصویر انفعالی از واقعیت نیست بلکه ایجاد مدل مجازی فعالی است که به‌صورت واقعی باستانشناسان را در انجام تحقیقات، بازسازی و تحلیل‌های باستان‌شناختی یاری می‌کنند (Gillings 2000; Gillings 1999 Goodrick and Gillings 2000,).

بنابراین تعریف جامعی که تاکنون از VR (واقعیت مجازی) ارائه شده، در برگیرنده همه فرایندهای روش‌شناختی است که کاربرد آن را توجیه می‌کند. در این‌گونه تعاریف رویکرد بازسازی مجازی عبارت است از ترسیم کمیت انتزاعی هر داده باستان‌شناختی، به‌صورت نمایش گرافیکی (نمایش هندسی فضایی) و یا نمایش عددی کلان از اندیشه‌های علمی و نتایج حاصله از آن، که درک پیچیدگی‌های آن را آسان‌تر می‌کند. نکته مهم این است که بازسازی مجازی یک تکنیک ساده صرفاً نمایشی نیست بلکه یک ابزار کاملاً تشریحی است و این توانایی از ترکیب تکنیک تجسمی با ابزار مدیریت و هدایت داده‌های باستان‌شناختی حاصل می‌گردد(Forte and Beltrami 2000).

توانایی تشریحی یک مدل بازسازی تجسمی به اصولی بستگی دارد که رعایت آنها از طرف تهیه کنندگان آن کاملاً الزامی است. اصول مذکور به‌طور خلاصه عبارتند از:

اول) بازسازی باید در یک مسیر مشخص و از پیش تعیین شده و برای داده‌های در دسترس صورت گیرد. در این حالت مدل تهیه شده قابلیت برگشت‌پذیری و واکنش‌پذیری دارد و یا به زبان ساده رابطه بین عناصر مرتبط قابل ارزیابی است.

دوم) مدل بازسازی باید بخشی از یک هدف تحقیق و یا جواب یک مسأله تحقیقی باشد. نیازی به گفتن نیست که جواب یک مسأله تحقیقی در واقع در ارتباط بین تئوری و عمل نهفته است. مدل‌های مجازی که بر این اساس ساخته می‌شوند، باید خصوصیاتی نظیر قابلیت انعطاف، توانایی تهیه مجدد و قابلیت ارتباط با علاقه‌مندان را داشته باشند (Gillings 1999: 250).

سوم) مدل بازسازی مجازی با رعایت عوامل فوق موفق به تهیه قرینه‌سازی (Recontextualisation) از مدارک باستان‌شناختی مورد نظر می‌گردد. مدل مذکور در تهیه قرینه باید طوری عمل نماید که ارزیابی و مقایسه بین مفهوم اصلی و قرینه در هر مرحله امکان‌پذیر گردد.

چهارم) بازسازی مجازی سه‌بعدی از پدیده‌های باستان‌شناختی و کاربرد تفسیری آن باید در مجموعه طراحی مدل مجازی صورت پذیرد. زیرا میان تکنیک‌های کامپیوتری مدل‌های سه‌بعدی و

اندیشه استنباط معنی از مدل سه‌بعدی، تفاوت‌های اساسی وجود دارد. یک ایده اساسی در این مورد ایجاد رابطه و اتحاد میان دو رویکرد فوق‌الذکر است که با کمک استانداردهای مدل‌سازی VR صورت می‌گیرد (Earl and Wheatley 2001:8).

مقاله حاضر در مورد به‌کارگیری بعضی مدل‌های 3D و تکنیک‌های تجسمی در نیایشگاه بندیان، یکی از آثار منحصربه‌فرد مکشوفهٔ سال‌های اخیر از دوره ساسانی است و هدف آن ارائه رهیافتی جدید در حوزه مدیریت منابع باستان‌شناختی و همچنین مطالعات بنیادین باستان‌شناختی است. مدیریت منابع باستان‌شناختی سیستمی نوین در باستان‌شناسی است که متضمن اندیشه‌های علمی در سازماندهی تحقیقات، شناسایی، حفظ و مرمت آثار، مردمی کردن باستان‌شناسی، و درک روابط متقابل باستان‌شناختی با نهادهای فرهنگی و اجتماعی جامعه است. یکی از اندیشه‌های این سیستم که پیشرفت قابل توجهی نیز یافته است در ارتباط با تکنیک‌های مستندسازی مدارک باستان‌شناختی ـ به‌خصوص آثار و مدارکی با ارزش‌های ویژه که احتمال نابودی آنها بیشتر است ـ می‌باشد.

در اولین مرحله از این تحقیق بنای نیایشگاه بندیان طی فرایندهای زیر مورد تحقیق و ارزیابی قرار گرفت: ۱ـ تحلیل و اندازه‌گیری؛ ۲ـ ترسیم؛ ۳ـ مستندسازی تصویری؛ ۴ـ موقعیت‌دهی گرافیکی؛ ۵ـ مدل‌سازی سه‌بعدی با 3D MAX؛ و ۶ـ انتقال مدل‌های AutoCad و 3D به فرمت نمایش مجازی.

فرایند عملیاتی این پروژه منجر به بازسازی و تولید یک مدل مجازی سه‌بعدی، از ساختار بنای نیایشگاه مذکور شد. این بازسازی در فهم ساختار معماری بنا کمک فراوانی می‌کند. در این مرحله مدل طراحی شده باید با وضوح بالایی تهیه می‌گردید، که در آن نور، صحت رویه‌ها و جزئیات تزئینات و جزئیات سایر بافت‌ها به‌دقت تعیین می‌شدند (برای جزئیات تکنیک ن.ک. Gottarelli 1995, Kantner 2000; Lucet 2000) ذکر این نکته در اینجا ضروری است که مستندسازی گرافیکی دو بعدی به‌صورت سانتی می‌تواند تا حدودی در نمایش اشیاء سه‌بعدی به‌کار برده شود. بازسازی سه‌بعدی نیاز فوق‌العاده زیادی به داده‌های متنوع و اندازه‌گیری‌های فراوانی دارد. بنابراین در این مرحله ابتدا پلان‌های اولیه با مقیاس‌های معین در AutoCAD تهیه شدند (برای استفاده از AutoCAD در باستان‌شناسی ن.ک. Buzzanca and Giorgi 1996).

در مرحله بعدی برای ارزیابی فایل‌های CAD فرمت‌های مجازی آنها به نرم‌افزارهای 3D MAX و Premier منتقل شدند. نتایجی که از این انتقال حاصل شد عبارتست از: ۱ـ انتقال مدل‌های CAD و 3D MAX باعث ایجاد فایل‌های واکنش‌پذیری شد که به راحتی قابل استفاده در Web هستند. کدهای اصلی عملیاتی قابلیت برگشت‌پذیری و قابلیت ارزیابی دارند؛ ۲ـ کدهای مذکور که برای طراحی رویه‌های گوناگون طراحی شدند، نامگذاری شده و هر کدام از آنها اجزایی از ساختار معماری را نشان می‌دهند. به‌طوری‌که بازشناسی اجزاء معماری مانند، ستون، دیوار، نقوش و غیره به راحتی از همدیگر تفکیک‌پذیر و قابل اجرای دوباره هستند؛ ۳ـ مدل مجازی تهیه شده با دستورالعمل‌ها و کدهای ویژه این امکان را برای ما ایجاد کرد که بتوانیم در هر مرحله از آنالیز تغییرات مورد نظر را در آن ایجاد نماییم.

داده‌های مطالعاتی و روش‌های عملیاتی

محوطه موردنظر «بندیان»، در دو کیلومتری شمال غرب شهرستان درگز، در میان کوه‌های هزار مسجد و الله اکبر واقع شده است. این محوطه از بقایای سه تپه کوچک، که به فاصله کمی از یکدیگر قرار گرفته‌اند، تشکیل شده است. تپه میانی در سال ۱۳۶۹ تسطیح گردید و دیگر عنوان تپه به آن اطلاق نمی‌شود. این تپه براساس اطلاعات به‌دست آمده و با توجه به عکس‌های هوایی، ارتفاعی برابر با دو تپه دیگر داشته است. حداکثر ارتفاع این تپه‌ها از سطح زمین زراعی ۲/۵ و متر است و برپایه بررسی‌ها، آثاری از دوره تاریخی (پارت و ساسانی) را در بر دارند.

اولین فصل کاوش این محوطه در سال ۱۳۷۳ توسط مهدی رهبر باستان‌شناس سازمان میراث فرهنگی کشور به انجام رسید. گمانه‌زنی به منظور شناخت لایه‌های تمدنی مشخص نمود که این محوطه از هزاره پنجم قبل از میلاد تا دوره تاریخی مسکون بوده است.

لایه‌های مربوط به دوره تاریخی، سه مرحله را نشان می‌دهند. اما ظاهراً لایه دوم به جهت ساخت و سازهای انجام شده و اجرای گچبری‌های بی‌نظیر، نسبت به لایه‌های دیگر دارای اهمیت بیشتری بوده است. تا سال ۱۳۷۸ از مجموعه ساخت و سازهای مربوط به لایه دوم، فقط بنای نیایشگاه آن که شامل، یک تالار بزرگ ستون‌دار، اتاق نگهداری نذورات، آتشکده، اتاق استودان و نیز یک ایوان و فضای دایره شکل است، کاوش شده بود (رهبر ۱۳۷۶؛ ۱۳۷۸). فضاهای یادشده در مستطیلی به طول و عرض ۲۱ × ۲۰ متر جایگزین شده‌بودند. قرار گرفتن فضاهای چهارگوش به‌همراه فضای دایره شکل در یک مستطیل، در معماری این دوره (ساسانیان) بی‌سابقه است. جهت بنا نسبت به شمال ۴۰ درجه انحراف دارد. این مسأله‌ای است که در بیشتر بناهای دوره اشکانی و ساسانی رعایت می‌شده است. بنا بر اظهارات کاوشگر، این نیایشگاه جزیی از یک «دستکرت» بوده است. ذکر این نکته ضروری است که اصطلاح «دستکرت ـ دستگرد» دارای چند معنا و مفهوم است:

در ماتیکان «دستکرت» قطعه زمینی است که از سوی بندگان، زراعت و آباد می‌شود. بعدها «دستکرت» به املاک دارای کاخ و دژ و دیوارهای استوار گفته می‌شد که به اشراف و بزرگان، به‌ویژه شاهنشاه تعلق داشت (لوسکایا، ۱۳۷۷: ۲۹۰-۲۸۷).

مصالح ساختمانی غالب این بنا چینه است. اما در مواردی از خشت‌هایی به ابعاد ۱۰×۴۰×۴۰ سانتیمتر استفاده شده است. بعد از اینکه ساختمان به پایان رسیده، بر روی سطح چینه‌ای یک لایه نازک و ظریف کاهگل قرار داده‌اند و سپس در جاهایی که نیاز بوده است گچبری‌ها را بر روی کاهگل اجرا کرده‌اند. به منظور کف‌سازی تالار از گچ نیم‌کوب همراه با نخاله استفاده شده است. ضخامت این کف بیشتر از هفت تا ده سانتیمتر نیست (رهبر، ۱۳۷۸: ۳۲۲).

تالار ستون‌دار نیایشگاه بندیان

تالار ستون‌دار با ابعاد ۸×۴۵×۱۰/۲۵، یکی از مهم‌ترین اجزاء معماری این بنا به شمار می‌آید. این تالار در شرق مجموعه قرار دارد. ورودی اصلی و عمومی که سرتاسر عرض تالار را در جهت شرق در بر می‌گیرد، کاملاً باز است. سقف تالار بر روی چهار ستون گچی استوار بوده است (تصویر۲). بر روی دیوارهای این تالار آثاری از گچبری باقی‌مانده است که مضامین مختلفی دارد. ارتفاع باقی‌مانده از این تالار بیش از یک متر نبوده و کاوشگر این بنا با توجه به قطر ستون‌ها و متعلقات آنها، ارتفاع این محل را چهار متر تخمین زده است. از آنجا که نظر بخصوصی در مورد ارتفاع کل ساختمان ارائه ننموده است (رهبر، ۱۳۷۹: گفتگوی حضوری) و با توجه به ارتفاع ذکر شده در مورد تالار، ارتفاع دیوارهای کل ساختمان در این بازسازی چهار متر محاسبه شد. همان طور که گفته شد، ارتفاع باقی‌مانده از این بنا بیش از یک متر نبوده است و از میزان ارتفاع ورودی‌های بنا اطلاعی در دست نیست. در موقع بازسازی با توجه به گفته‌های کاشف بنا مبنی بر اینکه، ارتفاع طاق‌های آتشکده حداکثر بیش از ۱۸۰ سانتیمتر نبوده است (رهبر، ۱۳۷۸: ۳۱۹)، ارتفاع ورودی‌ها نیز به همین مقدار محاسبه شد. این پیش فرض در مورد ورودی‌های بنا نیز به کار گرفته شد.

اتاق (B)؛ محل نگهداری نذورات و مراسلات

این اتاق در قسمت غرب تالار ستون‌دار قرار دارد. ورودی تالار براساس شیوه معماری ساسانی با طاق هلالی نشان داده شده و ارتفاع ورودی‌ها ۱۸۰ سانتیمتر محاسبه شده است. همان‌طور که قبلاً ذکر شد، ارتفاع به‌دست آمده از دیوارهای این بنا حدود یک متر است و شواهدی دال بر وجود پنجره در این بنا به چشم نمی‌خورد (رهبر، گفتگوی حضوری) ولی به این دلیل که، عدم وجود پنجره در این اتاق، آن را بسیار تاریک می‌نمود در دیوار پنجره‌ای تعبیه گردید، فرم پنجره، از پنجره‌هایی با طاق‌های شانه‌ای که هوف (۱۳۶۶) در بازسازی بنایی چون فیروزآباد استفاده کرده بود، الهام گرفته شد.

راهرو (C)

این قسمت همانند راهرویی، تالار ستون‌دار را به آتشکده متصل می‌نماید. تنها ویژگی این راهرو وجود سکوهایی در کنار دیوارها است. براساس توضیحات کاوشگر، این سکوها دور تا دور راهرو مورد نظر با ارتفاع حدود ۵۵ سانتیمتر قرار داشتند. وجود سکو در قسمت جنوبی، سر راه ورودی به ایوانF، کمی نامأنوس به نظر می‌رسید؛ به همین دلیل تنها سکوهای بخش شمالی، غربی و شرقی راهرو بازسازی شدند.

اتاق (H)

اتاق طویلی در سمت شرق ایوان وجود دارد. کاوشگر احتمال می‌دهد که این مکان محلی برای استراحت موبدان، قبل یا بعد از انجام مراسم است (رهبر، ۱۳۷۸: ۳۲۱). در نقشه ارائه شده توسط کاوشگر این بنا، این اتاق در قسمت جنوب فاقد دیوار بوده است. البته احتمال دارد در این مکان اتاق احداث شده باشد. ولی با توجه به اظهارات حفار، شواهدی دال بر وجود اتاق پیدا نشده است. در مشابه‌سازی فرضی، این قسمت همانند دیوار تالار ستون‌دار، نشان داده شده است.

آتشکده

در غرب تالار ستون‌دار و راهروC آتشکده کوچکی قرار دارد. بنا به اظهارات کاوشگر این آتشکده یک بنای چهارتاقی بوده است (رهبر، همان: ۳۱۸). نقشه‌ای که کاوشگر از آن ارائه نموده، یک چهارتاقی ناقص را نشان می‌دهد که ایجاد گنبد بر روی آن عملاً غیره ممکن بوده است. به همین دلیل برای اینکه این مجموعه مانند سایر آتشکده‌های ساسانی به‌صورت یک مربع کامل بازسازی شده، و ایجاد گنبد بر روی آن به آسانی صورت پذیرد، مجبور شدیم تغییرات کوچکی در آن ایجاد نماییم. باستان‌شناس کاوشگر این بنا به واسطه شواهد موجود، ارتفاع طاق‌ها را بین ۱/۶۰ متر تا ۱/۸۰ متر تخمین زده است. با توجه به اینکه ارتفاع ۱/۶۰ برای افراد متوسط القامت کوتاه است، به همین دلیل ارتفاع طاق‌ها ۱۸۰ سانتیمتر در نظر گرفته شد. همان طور که قبلاً اشاره شد اکثر طاق‌های دوره ساسانی به صورت نیم‌دایره ساخته شده‌اند. ولی در این ساختمان چون ارتفاع قوس طاق نسبت به طول آن کم است، می‌توان گفت که این طاق شباهت زیادی با طاق‌های دوره ساسانی ندارد.

در اطراف دیوارها سکوهایی تعبیه شده است، محقق در گزارشهای چاپ شده تنها به ارتفاع یکی از آنها اشاره نموده و ابعاد تقریبی دیگر سکوها، طی مذاکرات حضوری معین شدند. به‌طور کلی، آتشکده‌های زمان ساسانی چهارتاقی‌های گنبددار بودند و پلان این نیایشگاه نیز تا حدودی از این شکل تبعیت می‌کند. به منظور مشابه‌سازی فرضی گنبد چهارتاقی بندیان سعی شد از شیوه گنبد زنی آتشکده فیروزآباد تقلید شود. در این بنا (فیروزآباد) گنبد با استفاده از سکنج‌های مخروطی تشکیل می‌شد که از هر کنج بالا آورده شده تا دایره‌ای ایجاد گردد، و از آن پس، خود دایره به تدریج بسته می‌شد، و

روی اتاق چهار گوش قرار می‌گرفت (هرمان، ۱۳۷۳: ۹۳). این شیوه گنبدسازی در بناهایی چون تخت سلیمان و قصر شیرین نیز قابل مشاهده است. گنبد با توجه به فرم گنبدهای دوره ساسانی که اکثراً به فرم یک نیم‌کره بودند، با استفاده از یک نیم‌کره توخالی ایجاد می‌شد و سپس بر روی گوشواره‌ها قرار می‌گرفت. در گریو اکثر گنبدهای ساسانی پنجره‌های کوچکی به‌عنوان نورگیر وجود دارد. در این گنبد نیز با توجه به گنبد فیروزآباد پنجره‌های کوچکی در دو ضلع شرقی و غربی گریو گنبد تعبیه گردیدند.

در میان آتشکده بندیان همچنین، یک آتشدان وجود دارد. آتشدان از سه قسمت تشکیل شده است. بخش زیرین به صورت سه پله مکعب شکل ساخته شده و ساقه آن نیز به شکل پرده جمع شده در آمده است. قسمت بالای آتشدان از سه مکعب که از پایین به بالا بزرگ‌تر می‌شوند ساخته شده‌اند (رهبر، همان: ۳۱۹).

برای بازسازی این آتشدان یک حجم مطابق با ابعاد آتشدان ساخته شد. سپس برای برجستگی‌های روی آتشدان، یک نیمه استوانه تعریف گردید، این حجم با زاویه مناسب چرخش داده شده تا به درستی روی حجم اولیه قرار گیرد. تعداد این برجستگی‌ها بر روی بدنه آتشدان ۴۲ عدد است. که به همان نسبت نیز در بازسازی اعمال گردید. به جهت ایجاد فرورفتگی وسط آتشدان یک حجم مطابق با ابعاد آن ساخته شد و در محل موردنظر قرار گرفت و سپس فرورفتگی موردنظر ایجاد گردید. پس از آن برای ایجاد حلقه دور این فرورفتگی یک دایره به‌صورت حجمی به یک استوانه تبدیل شد. سپس استوانه‌ای دیگر که قطر آن حدود ۲ سانتیمتر از اولی کوچک‌تر بود به همین ترتیب به‌وجود آمد و در وسط آن قرار گرفت. بعد از آن استوانه دومی از اولی کم شد تا یک حلقه به‌وجود آید و در انتها در محل مورد نظر نصب شد.

اتاق استودان (تصویر ۳)

در سمت شمال آتشکده دری وجود دارد که به اطاقی به مساحت ۵/۱۵×۲/۴۰ سانتیمتر راه پیدا می‌کند. کاوشگر معتقد است از این اتاق به‌عنوان استودان استفاده می‌شده است (رهبر، ۱۳۷۸: ۳۲۰). عقیده عموم مردم بر این است که در دوره ساسانی، جسد مردگان را برای تجزیه و تلاشی به حیوانات و پرندگان وحشی وامی‌گذاشتند و سپس فقط استخوان‌های باقی‌مانده را در طاقچه‌ها یا فرورفتگی‌هایی به نام استودان قرار می‌دادند که در صخره‌ها ایجاد شده بودند (ترومپلمن، ۱۳۷۳: ۲۹).

به‌دلیل نبود استخوان در داخل استودان‌ها (ن.ک. رهبر، همان) و حضور استودان در کنار آتشکده، به نظر می‌رسد جای تحقیق و تفحص بیشتری در این زمینه وجود داشته باشد. مشابه‌سازی این استودان‌ها همانند آتشدان، با استفاده از طرح‌های بازسازی، که توسط (مرادی ۱۳۷۶) ارائه شده، انجام گردید.

فضای مدور (برشنوم گاه)

در جنوب راهرو C، درِ کوچکی وجود دارد که احتمالاً ورودی اختصاصی آتشکده بوده است، که به ایوان F مربوط می‌شود[1]. سمت غرب ایوان درگاهی به عرض ۹۰ سانتیمتر، ایوان را به فضایی دایره شکل با قطر ۵/۳۰ متر مرتبط می‌نماید (رهبر، همان: ۳۲۱).

رهبر، عنوان برشنوم گاه[2] را به این فضا اطلاق می‌نماید همچنین ذکر می‌نماید که به واسطه کاربرد این محل، به احتمال زیاد این قسمت فاقد سقف بوده است (رهبر، همان: ۳۲۱). برای ایجاد فضای مذبور ابتدا یک مکعب ساخته شد و سپس استوانه‌ای با قطر ۵/۳۰ متر فضای مدور ایجاد گردید. پس از اینکه این حجم در قسمت موردنظر قرار گرفت، استوانه از مکعب کم شده و فضای مدور برشنوم‌گاه ایجاد گردید. با توجه به اظهارات کاوشگر در قسمت‌های خارجی این بنا، آثار تزیینی مانند طاق‌نما، که از اختصاصات هنر معماری عصر ساسانی است به‌دست نیامده است. با توجه به شناخت ما از تزیینات بناهای ساسانی و با توجه به تزیینات پله‌ای شکلی که بر روی بام اکثر بناهای عصر ساسانی مانند فرم بازسازی‌های منار شهر گور، تخت سلیمان، ایوان کسری، فیروزآباد، سروستان و غیره وجود داشتند، در بازسازی نمای خارجی بندیان از این روش، با ساده‌ترین شکل، و بدون هرگونه تزیین اضافه، استفاده شده، ولی ابعاد اشکال هندسی پله‌ای شکل، براساس ابعاد خود بنا محاسبه و حجم‌پردازی گردید.

انتقال از برنامه "AutoCAD" به "3D MAX"

نرم‌افزار "AutoCAD" قابلیت اجرای بعضی اعمال گرافیکی را ندارد و قرار دادن نقوش گچبری بر روی دیوارها و دادن بُعد به آنها عملاً امکان‌پذیر نیست. به‌همین جهت در این پروژه احتیاج به نرم‌افزاری بود که هم بتواند ماهیت مصالح ساختمانی به‌کار رفته در نیایشگاه مانند کاهگل و گچ را نشان دهد و هم قادر به ایجاد بُعد در تصاویر مربوط به نقوش گچبری تالار ستون‌دار، در محل‌های مورد نظر باشد و همچنین با استفاده از ویژگی‌هایی مانند نورپردازی، دوربین و تکنیک‌های نظایر آن، بتوان یک کلیپ از قسمت‌های مختلف نیایشگاه به‌وجود آورد. به همین منظور یکی از برنامه‌هایی که قابلیت انجام این اعمال را توأماً دارا می‌باشد نرم افزار "3D MAX" است.

مشابه‌سازی ستون در برنامه "3D MAX" (تصویر ۴)

از ستون‌های تالار، تنها پایه ستون، شالی ستون و مقداری از بدن i ستون (رهبر، ۱۳۷۶: ۱۲)، باقی‌مانده است. شالی ستون شلجمی شکل و پایه ستون از سه مکعب گچی تشکیل شده که از پایین به بالا از ابعاد آن کاسته می‌شود (رهبر، ۱۳۷۸: ۳۱۷). با توجه به اینکه مقدار کمی از ارتفاع ستون‌ها باقی‌مانده است، از نوع سرستون‌ها اطلاعی

در دست نیست، ولی کاوشگر از وجود تکه‌هایی از گچ شبیه شالی ستون در اطراف محوطه خبر می‌دهد (رهبر، گفتگوی حضوری). در بازسازی، حجمی همانند پایه‌ستون در روی ستون قرار داده شد و بر روی آن مکعبی به ابعاد مکعب وسطی پایه‌ستون طراحی گردید تا برای توازن وزن الوارهای سقف کمک موثری داشته باشد.

مشابه‌سازی سقف نیایشگاه بندیان

سقف تالار و سایر قسمت‌های بنا به جز آتشکده، که دارای سقف گنبدی شکل است و نیز سقف برشنوم‌گاه با توجه به نظر کاوشگر (رهبر، ۱۳۷۸: ۳۲۱) به‌صورت تجربی مسطح در نظر گرفته شد. به دلیل ابعاد بزرگ تالار، از الوارهایی با قطر ۰/۴۰ متر استفاده شده که بر روی دیوارها و ستون‌ها قرار گرفتند. برای پر نمودن فضای خالی بین الوارها، از احجامی به‌عنوان نی، با قطر ۰/۰۶ متر، در میان آنها قرار داده شد برای نشان دادن سطح صاف در پشت بام بنا نیز یک مکعب مستطیل ساخته شده و بر روی بام بنا قرار داده شد.

نسبت دادن مواد به موضوعات

پس از اتمام این مرحله، و ساخت تمامی جزییات بنا، ارتباط دادن مواد به موضوعات ساخته شده از اولویت خاصی برخوردار بود. بسیاری از کارهای خارق‌العاده برنامه "3D MAX" در ویرایشگر مواد انجام می‌شود. یک ماده عبارت از ویژگی خاصی است که به سطح یک موضوع نسبت داده می‌شود. کلید کار با مواد در برنامه"3D MAX"، پنجره ویرایشگر مواد (Material Editor) است. از طریق این پنجره محاوره می‌توان مواد مختلف را به وجود آورد و آنها را تحت تغییر و تحول قرار داد و نهایتاً به موضوعات مورد نظر نسبت داد. تمام تصاویر استفاده شده در این پروژه از تصاویر نقطه‌ای (Bitmap) هستند. یک تصویر نقطه‌ای، عبارت از تصویری است که، توسط اسکنر یا عملیات محاسباتی رایانه به وجود آمده و توسط واحدهای سلول نمایش (Pixels) بر روی صفحه تصویر نمایان می‌گردد (پیترسون، ۱۳۷۹: ۳۹۵). براساس گزارش کاوشگر، برای پوشش دیوارهای این بنا، به استثنای دیوار تالار ستون‌دار، که دارای پوشش گچی است، از کاهگل استفاده شده است. به منظور نمایش پوشش گچ دیوارهای تالار ستون‌دار، از تصویر نقطه‌ای گچ موجود در کتابخانه مواد موجود در برنامه استفاده گردید. اما این تصویر در نمای نزدیک، چشم‌انداز مناسبی نداشت، و مواد رنگی موجود در آن به نحو ناخوشایندی جلب توجه می‌نمودند و برای استفاده مطلوب از آن، باید ویرایش می‌شدند. عمل ویرایش در برنامه "Photoshop" انجام شد. بدین صورت که تصویر اصلی به میزان زیادی محو شد تا قابل استفاده شود. آتشدان و استودان‌ها نیز دارای پوشش گچی هستند، برای نشان دادن نوع مواد استفاده شده در آنها نیز از این تصویر اصلاح شده استفاده شد (تصویر ۵).

در مورد دیوارهای کاهگلی بنا، باید گفت تصویر مناسبی که بتواند حالت کاهگل را القا نماید، در کتابخانه مواد نرم‌افزار مذکور موجود نبود. به همین جهت تصویر مورد نظر نیز از یکی از پروژه‌های موجود در اینترنت (www.com. 2001) اقتباس شد.

همان‌طور که قبلاً ذکر شد، در گرداگرد تالار نقش برجسته‌هایی از گچ وجود دارد، که متأسفانه آسیب زیادی دیده‌اند و قسمت بالای آنها کلاً از بین رفته است. کاوشگر ارتفاع این نقوش را از کف تالار ۰/۰۷ - ۰/۶۰ متر عنوان نموده و ارتفاع خود نقوش را یک متر محاسبه کرده است (رهبر، ۱۳۷۸: ۳۲۳). در بازسازی برای ایجاد این نقوش بر روی دیوارها ابتدا صفحه‌هایی به ابعاد طول و عرض عکس‌های مذبور، ایجاد گردید و در محل‌های مورد نظر بر روی دیوارها نصب شد. در این قسمت ارتفاع نقوش برجسته از سطح زمین ۰/۶۵ متر و ارتفاع نقش‌ها در بلندترین قسمت ۰/۷۰ متر محاسبه گردید. تصاویر نقوش برجسته از تصاویر یکی از مقالات کاوشگر بنا انتخاب شد (Rahbar 1998) و بر روی محل‌های موردنظر قرار گرفت، منتهی این تصاویر دارای زوایدی بودند که باید اصلاح می‌شدند. علاوه بر این، در بعضی از قسمت‌ها، یک نقش برجسته، از چند تصویر که در کنار هم قرار می‌گرفتند تشکیل می‌یافت که ابتدا باید سایه و روشن‌های محل‌های اتصال تصاویر منفرد، در نرم‌افزار "Photoshop" اصلاح می‌شدند. به‌عنوان نمونه، تعداد عکس‌های دیوار جنوبی، ۸ عدد بود که باید در کنار هم قرار می‌گرفتند. بدین طریق که ابتدا قسمت زاید عکس‌ها حذف شد و هر کدام به صورت مجزا و با پسوند مشخصی، ذخیره شدند. پس از آن با ایجاد یک پرونده جدید و برای تشکیل یک تصویر واحد، عکس‌های منفرد ویرایش شده در کنار هم قرار داده شدند. تصاویر مذکور به‌عنوان یک تصویر نقطه‌ای، با کمک ابزار "Material" در برنامه "3D MAX" بر روی محل موردنظر قرار گرفتند. از این روند برای بازسازی بقیه تصاویر نیز استفاده شد. به‌دلیل این که از نقش برجسته‌ای که بر روی دیوار غربی، کنار ورودی تالار ستون دار به راهروی C، تصویر و یا طرحی در دست نبود، در این قسمت از ماده گچ برای نشان دادن حضور نقش برجسته گچی استفاده شد. در حد فاصل میان دو ورودی اتاق B و C دیواری وجود دارد که بر روی آن نقش برجسته‌ای ایجاد شده است آنچه از این نقشه برجسته باقی‌مانده چند بوته زنبق و نیم تنه زنی است که ظرف آبی به‌دست دارد. کاوشگر، این شخصیت را «آناهیتا» معرفی نموده است (رهبر، همان: ۳۲۴). نقوشی که در میان بوته‌های زنبق و آناهیتا قرار داشتند نابود شده‌اند با وجود این بقایای نقوش به‌صورت تجربی بازسازی شده و در محل آن قرار داده شدند. علاوه بر این در قسمت محراب، سه صحنه گچبری وجود دارد این نقوش به ترتیب عبارتند از:

الف) شخصیتی که لباس رزم پوشیده به‌طور چهار زانو روی فرشی نشسته است؛ ب) فردی که دهانه اسبی را در دست دارد،

کاوشگر احتمال داده که «تیشتر» خدای باران باشد؛ ج) در دیوار مقابل محراب نقشی از دو شخصیت ایستاده به تصویر کشیده شده که لباس‌های زربفت به تن دارند هر یک در دست راست چوب‌دستی و در دست چپ آتشدانی دارند. در میان آنها بر روی سه پله، دو ستون مانند وجود دارد و ظاهراً پرده‌ای که در وسط آن به وسیله روبانی گره خورده و بقیه روبان در اهتزاز است نقش گردیده است؛ د) در دیوار شرقی محراب نیز شخصیتی با لباس بلند و رسمی در حالی که در دست راست چوب‌دستی که می‌توان آن را به عنون برسم تلقی نمود در دست دارد. و در دست چپ بخوردانی را گرفته است (رهبر، همان: ۳۲۵-۳۲۴). گچبری دیوار شمالی، آسیب بسیاری دیده است و عکس واضحی از آن در دست نبود، در بازسازی این قسمت از طرح‌های ارائه شده به جای تصاویر استفاده شد. روی بدنه ستون‌ها نیز از ارتفاع یک متری آنها، نقش برجسته‌های زیبای گچی با موتیف‌های گیاهی دیده می‌شوند (رهبر، ۱۳۷۸: ۳۱۸). در بازسازی با استفاده از طرحهای ارائه شده توسط کاوشگر، ابتدا در نرم‌افزار "Photoshop" چند کپی از نقش مزبور تهیه گردید و در فایل جداگانه‌ای بر روی هم قرار داده شد و سپس مانند گذشته برای نصب بر روی ستون‌ها از آنها استفاده شد. با توجه به گزارش‌های کاوشگر، در نیایشگاه بندیان، به منظور کف‌سازی تالار از گچ نیم‌کوب همراه با نخاله استفاده شده است. ضخامت این کف بیشتر از ۷ تا ۱۰ سانتیمتر نیست (رهبر، همان: ۳۲۲). برای نشان دادن کف تالار، از تصویر نقطه‌ای گچ واقع در کتابخانه مواد بدون ویرایش استفاده گردید. کف سایر قسمت‌های این بنا به دلیل اینکه نسبت به کف تالار دارای ناخالصی بیشتری بود، به‌نظر می‌رسد دارای رنگ‌های تندتری باشد.

نورپردازی

برای وضوح بیشتر تصاویر مجازی نیایشگاه بندیان از نورپردازی مصنوعی با استفاده از قابلیت‌های برنامه "3D MAX" استفاده شد. نورپردازی علاوه بر افزایش وضوح و شفافیت آثار نمایشی، چشم‌اندازهای زیبایی نیز در برابر دیدگان تماشاگران قرار می‌دهد. در این نرم افزار به‌طور کلی پنج منبع نور مختلف پشتیبانی می‌گردد که از آنها می‌توان به منظور روشنایی استفاده نمود. این منابع نور عبارتند از نور همه سویه، تک امتداد، نقطه‌ای هدف‌دار، نقطه‌ای آزاد و محیطی (پیترسون، همان: ۳۰۰). در این پروژه برای هر دوربین از سه منبع نور همه سویه استفاده شد. که دو منبع از آنها در جلوی موضوع قرار می‌گرفتند و یک منبع در پشت آن واقع می‌شد. فاصله و ارتفاع منابع نوری از موضوعات متفاوت بودند. به‌عنوان مثال، چون داخل بنا تاریک‌تر از قسمت بیرون آن است فاصله منابع نوری و همین طور میزان سایه روشن آنها نیز در دو محیط بیرونی و داخلی بنا با همدیگر متفاوت‌اند. سعی شد نورپردازی هرچه طبیعی‌تر به نظر بیاید، ولی گاهی برای اینکه موضوعات داخل بنا واضح‌تر به چشم بیایند، مجبور شدیم درصد روشنایی منابع نوری را اندکی بیش از حد طبیعی افزایش دهیم.

دوربین و متحرک‌سازی

دوربین عبارت از موضوعی است که قابلیت مشاهده یک صحنه، همانند دنیای واقعی را فراهم می‌کند. با استفاده از موضوعات دوربین می‌توان نمای مورد نظر از یک صحنه را مشاهده کرد. در این خصوص، نرم‌افزار "3D MAX" صحنه را با دو منبع نور پیش فرض روشن می‌نماید. در یک دوربین واقعی، طول لنز یا فاصله کانونی، عبارت از فاصله مرکز لنز تا تصویر تشکیل شده از موضوع بر روی فیلم است. طول لنز عادی یک دوربین برابر با ۵۰ میلیمتر در نظر گرفته می‌شود که معادل با فاصله مربوطه در چشم انسان است. بدین دلیل به لنز ۵۰ میلیمتری لنز عادی نیز گفته می‌شود. میزان بازی لنز دوربین‌ها در این پروژه، بستگی به حرکت و چرخش و دوری و نزدیکی موضوع داشت. در مشابه‌سازی فرضی نیایشگاه از لنز ۴۳ میلیمتری استفاده بیشتری شد.

هر دوربین از فریم مشخصی تشکیل شده است. در این برنامه مجموعاً ۷۸۵۰ با ۲۴ فریم بر ثانیه تهیه شد. برای تدوین نهایی، فریم‌های موجود، پردازش شده و برای ایجاد متحرک‌سازی پروژه آماده شدند.

متحرک‌سازی یا انیمیشن به صورت کلی چیزی بیش از نمایش متوالی تصاویر ساکن با سرعتی معین برای ایجاد حرکت نیست. برای ایجاد این حالت باید فریم‌های ساکن زیادی را پردازش کرد و آنها را پشت سر هم نمایش داد. با توجه به اینکه در این پژوهش حدوداً از ۳۰۰,۰۰۰ موضوع (Objects) استفاده شده است؛ به‌طور متوسط سرعت پردازش هر فریم به دلیل حجم و سنگینی کار حدود ۵۰ ثانیه طول می‌کشید و این عمل با تعداد فریم‌های موجود (۷۸۵۰)، به زمانی بالغ بر ۱۰۹ ساعت، احتیاج داشت که بسیار طولانی است. علاوه بر این مشکلات دیگری نظیر احتمال قطع برق، خرابی سیستم و نظایر آن را نیز باید به این زمان افزود. نتیجهٔ پردازش کلیه فریم‌ها، ایجاد تعداد ۲۸ فایل از نوع "AVI" بود که پیش‌نیاز برنامه‌های متحرک‌سازی و تدوین نهایی هستند.

تدوین

در آخرین مرحله، می‌بایست پوشه‌های ساخته شده، تدوین می‌شدند. و با توجه به اینکه نگارنده نسبت به این امر تبحری نداشت. اجباراً باید فردی متخصص، تدوین این برنامه را بر عهده می‌گرفت. بر همین اساس فایل‌ها ساخته شده به یک تدوینگر سپرده شد تا تدوین نهایی در این پروژه با استفاده از برنامه "Adobe Premiere" انجام شود. برای ابتدا و انتهای برنامه، یک متن و چند تصویراضافه شد، تا در آغاز نمایش اطلاعات مختصری در مورد این بنای ساسانی به بینندگان منتقل نماید.

برای تدوین برنامه مشابه‌سازی بنای تاریخی بندیان ابتدا فایل‌های موجود از قسمت‌های مختلف این بنا به‌دقت مورد بررسی قرار گرفت تا سرعت، رنگ و کادر و مسایل دیگر کنترل شود. سپس یک پوشه "Preview" در حالتی تهیه شد که تمامی آنها بدون هیچ‌گونه دخالتی کنار هم چیده شده بودند و کاملاً دست نخورده و به صورت متوالی به نمایش در می‌آمدند. در این مرحله با توجه به مدت زمان کل برنامه، یک موسیقی که از نظر ریتم و مدت زمان با کار هماهنگ باشد انتخاب شد. مرحله بعد ویرایش برنامه بود. به صورتی که در هنگام به هم پیوستن آنها تغییر در حرکت دوربین و پرش دیده نشود. در هنگام تدوین برای زیباسازی، تعدادی جلوه‌های تصویری مانند ترانزیشن‌ها و یا موسیقی در ابتدا و یا انتهای برنامه به آن افزوده شد. نتیجه کار تولید فیلمی متحرک از بازسازی نیایشگاه بندیان درگز است با حجمی حدود ۵۷۲ مگابایت و زمان ۵/۳۷ دقیقه، که به آسانی قابل نمایش در همه رایانه‌های شخصی است.

نتیجه‌گیری

نتایج فوری‌ای که این تحقیق می‌تواند آنها را در اختیار بگذارد عبارتند از: ۱ـ معرفی توان‌های مدل‌های سه‌بعدی و کشف روابط ساختاری تصاویر تهیه شده از آثار فرهنگی؛ ۲ـ معرفی و طراحی ابزارهایی که در اثر تعامل انسان و ماشین باعث سهل شدن و امکانپذیر بودن ورود داده‌ها به ماشین و در نتیجه برون‌دادهایی با اعتبار و ارزش‌های دنیای مجازی هستند؛ ۳ـ معرفی قابلیت نرم‌افزارهای رایانه‌ای که در طراحی و مجسم‌سازی ساختارهای بزرگ مانند آثار معماری و یا اشیاء کوچک‌تر کاربرد دارند؛ و ۴ـ بیان ارزش‌های مستندسازی‌های دیجیتالی در باستان‌شناسی. اهداف فوق علاوه بر دانش باستان‌شناسی نیاز مبرمی نیز در زمینه آشنایی و شناخت کاربرد برنامه‌های نرم‌افزاری مربوط دارند. برون‌داد این‌گونه فرایندها علاوه بر این که برنامه‌ریزان را در مقاصد مختلف کمک می‌کنند، مواد مطالعاتی را نیز برای تحلیل‌های مورد نیاز نیز به‌وجود می‌آورد. ایده اصلی ما در این پروژه طراحی مدل مجازی از نیایشگاه بندیان درگز، این امکان را فراهم نمود تا بتوان نسبت به بازسازی و ثبت مطالعاتی یک بنای تاریخی از طریق مستندسازی گرافیکی اقدام کرد. مدل مجازی سه‌بعدی واکنش‌پذیر تهیه شده، تحلیل عناصر بنا و داده‌های مربوط به آن را به‌طور سریع امکانپذیر ساخت. علاوه بر این، مدل مجازی ارائه شده ــ هر چند به‌دلیل محدودیت‌های فراوان نسبتاً ناقص است ــ می‌تواند به‌عنوان معرفی سیستم و راهگشای بیان گرافیکی بسیاری از آثار باستان‌شناختی کشور محسوب گردد، در عین حال مدل مذکور به‌گونه‌ای طراحی شده است که براساس احتمال بروز داده‌های جدید، امکان روز آمدی آن نیز وجود داشته باشد.

امکان واکنش‌پذیری مدل مجازی در این پروژه از خصوصیات منحصربه‌فردی است که امکان مطالعات مستقیم داده‌های به‌کار رفته را در کلیه فرایندهای سیستم مهیا کرده و انتقال و ارتباط داده‌ها را نیز ممکن می‌سازد. تصور ما این است که از توان مدل‌های مجازی مذکور و با توجه به جهت‌گیری تحقیقات می‌توان از آن به شیوه‌های گوناگون سود جست.

سپاسگزاری

مؤلفان این مقاله خود را مدیون همکاری‌ها و راهنمایی‌های محبت‌آمیز آقای مهدی رهبر، باستان‌شناس مسؤول طرح کاوش بندیان می‌دانند. بدون شک به‌غیر از اطلاعات دست اول ایشان، که آن را در اختیار گذاشتند انجام این تحقیق امکانپذیر نبود. ما از آقایان سیدرسول سیدین بروجنی و عمار بختیاری فارغ‌التحصیلان کارشناسی‌ارشد باستان‌شناسی دانشگاه تهران، به‌خاطر همکاری‌های صمیمانه در اجرای طرح و از آقای وحید عسگری به‌خاطر تدوین برنامه نمایشی این طرح تشکر می‌نماییم.

پی‌نوشت‌ها

۱. در قسمت ورودی راهرو C به ایوان F یک ایراد وجود داشت. بدین صورت که، در بخش غربی دیوارها کاملاً کاوش شده بودند، ولی در شرق هیچ دیوار وجود نداشت تا بتوان یک ورودی احداث نمود. بنابراین، با توجه به توضیحات کاوشگر در خصوص کشف یک اتاق کوچک در ایوان F در سال ۱۳۷۹، این اتاق ایجاد شد تا کار ادامه پیدا کند، ولی در نمایش بنا این قسمت به دلیل اینکه کاوشگر تا آن زمان گزارش فصل فوق را چاپ نکرده بود نشان داده نشد.

۲. طبق سنت زرتشتی اشخاصی که جسد را حمل می‌کنند (نسوکشان) و یا زنان حائض (دشتان) تا زمانی که غسل «نه شبه» یا «برشنوم» را طی مراسمی انجام نداده‌اند، باید جدا از خانواده و دیگر افراد، در خانه‌ای نزدیک آتشکده به‌سر برند. تطهیر دشتان به وسیله موبد در مکان مذوری که سکوهای سنگی دارد انجام می‌شود. تطهیر با مخلوطی از گمیزگاو «ادرار گاو» که ماده ضد عفونی کننده است و آب انجام می‌شده است. در این صورت شستن تک‌تک اعضا بدن مطرح است این مکان را «برشنوم‌گاه» می‌نامند (رهبر ۱۳۷۸: ۳۲۱).

کتابنامه

الف) فارسی

ترومپلمن، لئو

۱۳۷۳ «قبور و آیین تدفین در دوره ساسانی»، ترجمه مولود شادکام، مجله باستان‌شناسی و تاریخ، شماره پیاپی ۱۵، صص ۳۷-۲۲.

پیترسون، میشل تد

۱۳۷۹ خود آموز کامل تریدی مکث ترجمه سیامک ترابی، بندر عباس: انتشارات مزامیر.

رهبر، مهدی

۱۳۷۶ «کاوش‌های باستان‌شناسی بندیان درگز»، گزارش‌های باستان‌شناسی، شماره ۱، صص ۳۲-۹.

رهبر، مهدی

۱۳۷۸ «معرفی آدریان (نیایشگاه) مکشوفه دوره ساسانی در بندیان درگز و بررسی مشکلات معماری این بنا»، مجموعه مقالات دومین کنگره تاریخ معماری و شهرسازی ایران، به‌کوشش باقر آیت‌الله‌زاده شیرازی، جلد دوم، صص ۳۴۱-۳۱۵.

لوسکایا، پیگو
۱۳۷۷ شهرهای ایران در روزگار پارتیان و ساسانیان، ترجمه عنایت‌الله رضا، تهران: انتشارات علمی فرهنگی.
مرادی، زهرا
۱۳۷۶ حفاظت و مرمت آثار و تزیینات گچی نیایشگاه بندیان، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه هنر اصفهان.

ب) غیرفارسی

Reality (VR) in archaeological research. In: G. Lock and K. Brown, (eds.), *On the Archaeological Computing*. Oxford: 41-58.

Gottarelli, A.,
1995 La modellazione tridimendionale del documento archeologico: Livelli descrittivi e processamento digitale. *Archeologia e Calcolatori*, 6: 75-103.

Kanter, J.,
2000 Realism vs. reality: Creating virtual reconstructions of prehistoric architecture. In: J.A. Barcelo, M. Forte and D. Sander, (eds.), *Virtual Reality in Archaeology*. BAR int. Series 843:

Lucet, G.,
2000 Visualization of virtual environments of ancient architecture: The problem of illumination. In: J.A. Barcelo, M. Forte and D. Sander, (eds.), *Virtual Reality in Archaeology*. BAR int. Series 843: 87-95.

Rahbar, M.,
1998 Decouvertedun Monument de Poque Sassanide d' Bandian, Dargaz (Nord Khorasan), Fouilles 1994 et al. 1995. *Studia Iranica* 27: 215-260.

Reilly, R.,
1990 Towards a virtual archaeology. In: K. Lockyear and S. Rahtz, (eds.), *Computer Application in Archaeology*. Oxford: BAR Int. Series 565: 133-139.

WWW. 2001, Court.It. Services. Nwu, Edu/ dunhuang/ Merit/ 3d.html.

هرمان، جورجینا
۱۳۷۳ تجدید حیات هنر و تمدن در ایران باستان، ترجمه مهرداد وحدتی دانشمند، تهران: مرکز نشر دانشگاهی.
هوف، دیتریش
۱۳۶۶ «فیروزآباد»، ترجمه کرامت‌الله افسر، شهرهای ایران، جلد دوم، به‌کوشش محمدیوسف کیانی، تهران: انتشارات جهاد دانشگاهی، صص ۱۱۷-۷۵.

Buzzanca, G., and Giorgi, E.,
1996 Come usare AutoCad e vivere ugualmente felici (L' ennesimo sistema per la raccolta dei dati storico-conservativi). *Archeologia e Calcolatori*, 7: 907-916.

Earl, G., and Weatley D.,
2001 Virtual Reconstruction and the Interpretive Process: a Case Study from Avebury. In: D. Weatley, G. Earl and S. Poppy, (eds.), *Contemporary Themes in Archaeological Computing*. Oxford: Oxbow, 5-15.

Forte, M., and Beltrami, R.,
2000 A proposito di virtual archaeology: Disordini, interazioni cognitive e virtualita. Atti del I Workshop nazionale di archaeologia caoputazionale- Napoli-Firenze 1999, *Archeologia e Calcolatori* 11: 273-300.

Gillings, M.,
2000 Plan elevation and virtual worlds: The development of techniques for the routine construction of hyperreal simulations. In: J.A. Barcelo, M. Forte and D. Sander, (eds.), *Virtual Reality in Archaeology*. BAR int. Series 843: 47-51.

Gillings, M.,
1999 Engaging place: a framework for the integration and realization of Virtual-Reality Approaches in Archaeology. In: *Archaeology in the Age of Internet*. CAA 97. BAR Int. Series 750: 247-254.

Goodrick, G., and Gillings, M.,
2000 Constructs, simulations and hyperreal world: the role of Virtual

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی