[Downloaded from jhre.ir on 2025-12-15]

[DOR: 20.1001.1.20084994.1400.40.175.5.8]
[DOI: DOI: 10.22034/40.175.63]

مستندسازی میراث معماری روستایی با استفاده از فتوگرامتری برد کوتاه؛ مطالعهٔ موردی: سردر خانهٔ سرخای، روستای اوشتبین، آذربایجان شرقی

شهین فرخی*، وحید صادقی**، رویا طهمورثی***

تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۰/۰۲/۱۰
تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۰/۰۷/۱۹

چکیده

مستندسازی و حفاظت از میراث فرهنگی و معماری روستایی به‌عنوان یکی از عوامل مهم معرفی پیشینه و هویت آن، نیازمند ابزار دقیق و توانمندی است که انجام برداشت‌های دقیق و همچنین گردآوری اطلاعات موردنیاز را برای انجام مستندنگاری‌ها، ارزیابی‌ها، تحلیل‌های آماری، مدیریت و پایش سایت یا بنای تاریخی فراهم نماید. در غیر این صورت، این آثار باارزش به فراموشی سپرده خواهند شد. در این راستا، هدف از پژوهش حاضر، مستندسازی میراث معماری روستایی با بررسی قابلیت‌های فتوگرامتری بردکوتاه در مدل‌سازی هندسی این آثار است که می‌تواند به‌عنوان یک روش جایگزین یا مکمل روش‌های سنتی در این زمینه استفاده شود. در این راستا، سردر خانهٔ سرخای واقع در روستای اوشتبین (آذربایجان شرقی) به‌عنوان مطالعهٔ موردی، با استفاده از فتوگرامتری بردکوتاه مدل شده است و محصولات متنوعی از آن تهیه گردیده‌اند. سردر خانهٔ سرخای اوشتبین یکی از میراث تاریخی این روستاست که تاکنون مستندنگاری دقیقی در این زمینه صورت نگرفته است و ضرورت این امر را به‌جهت حفظ و نگهداری آن، برای نسل‌های آتی بیش از پیش روشن می‌نماید. پژوهش حاضر ضمن بررسی قابلیت‌های فتوگرامتری بردکوتاه در مدل‌سازی هندسی و مستندسازی میراث معماری روستایی، نتایج حاصل از مستندسازی سردر خانهٔ سرخای را به‌طور ویژه بررسی و ارزیابی کرده است. تهیهٔ اطلاعات دقیق کیفی و کمی با جزئیات زیاد در حد کتیبه‌های موجود در سردر خانهٔ سرخای روستای اوشتبین از دست‌آوردهای این پژوهش است. همچنین، اطلاعات دقیق از این اثر تاریخی شامل نقشه‌های دوبعدی، نقشه‌ها و مدل‌های سه‌بعدی، شبکهٔ نامنظم مثلثی، مدل سه‌بعدی با بافت واقعی و ابر نقاط از جمله اطلاعات مستندنگاری‌شدهٔ این بنا هستند. لازم به ذکر است برای تصویربرداری از این بنا، از دوربین رقومی غیرمتریک Canon PowerShot A2400 IS استفاده شده و مدل‌سازی هندسی اثر با نرم‌افزار Agisoft انجام گرفته است.

کلمات کلیدی: مستندسازی، میراث معماری روستایی، مدل‌سازی هندسی، فتوگرامتری بردکوتاه، خانهٔ سرخای.

* دانش‌پژوه دکترای معماری اسلامی، دانشکدهٔ معماری و شهرسازی، دانشگاه هنر اسلامی تبریز، تبریز، ایران.
** استادیار گروه مهندسی نقشه‌برداری، دانشکدهٔ مهندسی عمران، دانشگاه تبریز،ایران. v.sadeghi@tabrizu.ac.ir
*** کارشناس معماری، موسسهٔ آموزش عالی سراج، تبریز، ایران.

مقدمه

بناهای تاریخی همواره نماد و مکان‌های یادبود و نمونه‌هایی از سبک‌های معماری دورهٔ خودشان و به‌عبارتی، بازتولید ملی را ارائه می‌دهند (Smith, 1991) و می‌توانند به‌عنوان بخشی از غنای تاریخی ملت و تقویت هویت اجتماعی، حفاظت شوند (Anderson, 2006). این بناها بخشی از گسترهٔ صنعت میراث فرهنگی، اهمیت اقتصادی و سیاسی در مسیر رشد جامعه نیز دارند (Thatcher, 2018). با مستندسازی میراث تاریخی، می‌توان به ثروت فکری و خرد انسان‌ها از گذشته‌های دور دست پیدا کرد (Ibrahim, 1998). امروزه اهمیت ارزش در حفاظت به‌گونه‌ای است که شناخت و ارزیابی آن در تمامی مراحل مداخله لازم و ضروری است (نژادابراهیمی و همکاران، ۱۳۹۲: ۸۰). این میراث گران‌بها در دورهٔ حیات خودش همواره با تهدیدات و مخاطرات طبیعی و انسانی روبه‌رو بوده است و در برخی موارد، این خطرها باعث شده‌اند یک بنا یا بافت تاریخی تخریب شود یا کاملاً از بین برود و به‌دلیل نبود مستندات دقیق از فرم اولیهٔ آن، امکان تشخیص خطوط اصلی طرح وجود ندارد و در نتیجه، امکان بازسازی یا مرمت بنا به‌شکل اولیهٔ وجود ندارد و منجر شده است از برخی آثار باارزش تاریخی، جز تصاویری با دقت کم یا اطلاعاتی کلی در کتاب‌ها و سفرنامه‌ها موجود نباشند. بنابراین مستندنگاری میراث فرهنگی تاریخی از ضروریاتی است که برای حفاظت و نگهداری و انتقال آن‌ها به آیندگان باید به‌شکل دقیق انجام شود. در مستندنگاری میراث تاریخی، اولین گام مستندسازی دوبعدی و سه‌بعدی از وضعیت فعلی آن‌هاست (دانشپور، ۱۳۸۹). در دستورالعمل ۱۹۹۶ صوفیا نیز جهت ثبت ابنیه و یادمان‌ها یکی از روش‌های اصلی موجود برای معنادار نمودن، درک، تعریف و شناخت ارزش‌های میراث فرهنگی، ثبت خصوصیات چندبعدی و همه‌جانبهٔ آن در نظر گرفته شده است. «ثبت به‌معنی کسب اطلاعات توصیف‌کنندهٔ ترکیب‌بندی کالبدی، شرایط و عملکرد بنا و تحولات آن در دوره‌های مختلف زمانی» به‌عنوان یکی از بخش‌های ضروری حفاظت معرفی شده است (ICOMOS, 1996). امروزه با پیشرفت‌های بسیار در زمینه‌های مختلف دانش و ارتباط معنی‌دار علوم مختلف با یکدیگر، حوزهٔ حفاظت از میراث فرهنگی نیز می‌تواند به فراخور نیازهای موجود، ابزار و فناوری‌های موجود در حوزه‌های مرتبط را شناسایی کند و استفاده از آن‌ها را جایگزین روش‌های سنتی برداشت و مستندسازی کند که بسیار وقت‌گیرند و دقت بالایی نیز ندارند. یکی از این حوزه‌های مرتبط، نقشه‌برداری است. معماران و مرمت‌گران ایران دانش مساحی و نقشه‌برداری و ابزار آن را از دیرباز استفاده می‌کرده‌اند. تکنیک فتوگرامتری بردکوتاه امکان مستندنگاری کالبدی بناها و سایت‌های میراث تاریخی را در سطحی وسیع و با دقتی بسیار بالا فراهم می‌کند. علاوه بر اطلاعات هندسی، ویژگی‌های توصیفی بنا، از جمله رنگ و بافت واقعی آن‌ها نیز فراهم شده‌اند و در آرشیو و مستندسازی بناها می‌توانند مؤثر واقع شوند.

هدف از این پژوهش، بررسی قابلیت‌های فتوگرامتری بردکوتاه در مدل‌سازی هندسی و مستندسازی آثار و بناهای تاریخی است که می‌تواند به‌عنوان یک روش جایگزین یا مکمل روش‌های سنتی در این زمینه استفاده شود. در پژوهش حاضر، به‌عنوان مطالعهٔ موردی، سردر خانهٔ سرخای واقع در روستای اوشتبین (آذربایجان شرقی)، با استفاده از فتوگرامتری بردکوتاه مدل شده است و محصولات متنوعی از آن تهیه گردیده‌اند. سردر

[Downloaded from jhre.ir on 2025-12-15]
[DOR: 20.1001.1.20084994.1400.40.175.5.8]
[DOI: DOI: 10.22034/40.175.63]

خانهٔ سرخای اوشتبین یکی از میراث تاریخی این روستاست که تاکنون مستندنگاری دقیقی در این زمینه صورت نگرفته است و ضرورت این امر را به‌جهت حفظ و نگهداری آن برای نسل‌های آتی بیش از پیش روشن می‌نماید. پژوهش حاضر ضمن بررسی قابلیت‌های فتوگرامتری بردکوتاه در مدل‌سازی هندسی و مستندسازی میراث معماری روستایی، به‌طور ویژه نتایج حاصل از مستندسازی سردر خانهٔ سرخای را بررسی و ارزیابی کرده است. نقشه‌های دوبعدی، نقشه‌های سه‌بعدی، شبکهٔ نامنظم مثلثی، مدل سه‌بعدی با بافت واقعی و ابر نقاط از جملهٔ مهم‌ترین آن‌هاست. برای عکس‌برداری از این بنا، از دوربین رقومی غیرمتریک Canon PowerShot A2400 IS استفاده شده است و مدل‌سازی هندسی اثر با نرم افزار Agisoft انجام گرفته است.

در جهت تشریح اهمیت تحقیق حاضر لازم به ذکر است، هرچند در سال‌های اخیر، برخی از مهم‌ترین آثار فرهنگی کشور به‌روش فتوگرامتری رقومی مستندسازی شده‌اند، ولیکن مستندسازی میراث فرهنگی روستایی با کم‌توجهی روبه‌رو بوده است. با توجه به ضرورت توجه بیشتر به مستندسازی میراث معماری روستایی، تحقیق حاضر مستندسازی ابنیهٔ تاریخی روستایی را در دستور کار قرار داده است و برای این منظور، از تکنیک نوین و کارآمد فتوگرامتری رقومی بردکوتاه غیرمتریک استفاده کرده است. در پژوهش حاضر، اطلاعات و مدل‌های هندسی سه‌بعدی دقیقی از این اثر تاریخی، شامل نقشه‌های دوبعدی، نقشه‌های سه‌بعدی، شبکهٔ نامنظم مثلثی، مدل سه‌بعدی با بافت واقعی و جزئیات سه‌بعدی کتیبه‌های آن اندازه‌گیری و ثبت شده‌اند. لازم به ذکر است، یکی از چالش‌های تحقیق حاضر، تهیهٔ اطلاعات دقیق کیفی و کمی با جزئیات زیاد در حد کتیبه‌های موجود در سردر خانهٔ سرخای روستای اوشتبین است که با موفقیت انجام شده است. استخراج مدل سه‌بعدی کتیبه‌های موجود در آثار تاریخی و معماری، برای اولین بار در تحقیق حاضر توجه شده است و از این نظر اهمیت دارد.

پیشینهٔ تحقیق

مطالعات و پژوهش‌های متعددی پیرامون مستندنگاری ابنیه و آثار تاریخی با تکنیک فتوگرامتری بردکوتاه صورت گرفته‌اند که برخی از پژوهش‌های اخیر در این زمینه در جدول شماره ۱ ارائه شده‌اند. شایان ذکر است با وجود پژوهش‌های پیشین، تحقیقات در این زمینه در مطالعات موردی مختلف همچنان ادامه دارند؛ چراکه با توجه به شرایط و ویژگی‌های خاص و منحصربه‌فرد هر بنا و اثر تاریخی، پروژهٔ مستندسازی هر اثر با چالش‌ها و مسائل خاصی همراه است که آن را از سایر پروژه‌ها متمایز می‌کند.

ادبیات موضوع

حفاظت میراث فرهنگی و معماری

حفظ بناهای تاریخی قویاً به فرهنگ ملی مربوط می‌شود که جان هاچینسون آن را جنبشی برای ایجاد انجمن‌های ملی توصیف می‌کند (Hutchinson, 2013). ساختمان‌های تاریخی می‌توانند نقش مهمی در شکل‌گیری و حفظ یک جامعهٔ ملی ایفا کنند. فیلدن حفاظت را به‌عنوان کنش (اقدام) در اثر تاریخی دیده و آن را از دیدگاه فنی و عملی بررسی کرده است. «حفاظت کنشی (اقدامی) است که از زوال اثر جلوگیری می‌کند. تمام اعمالی که عمر میراث فرهنگی و طبیعی ما را دوام ببخشد و طولانی کند، در مقولهٔ حفاظت می‌گنجد» (Feilden, 2003).

رویکرد حفاظت از آثار ارزشمند معماری به‌عنوان عناصری هویت‌بخش در قالب توسعه و تعمیر و مرمت،

[Downloaded from jhre.ir on 2025-12-15]
[DOR: 20.1001.1.20084994.1400.40.175.5.8]
[DOI: DOI: 10.22034/40.175.63]

همواره رکنی اساسی در تاریخ معماری این مرزوبوم محسوب شده است. در شرایط کنونی، ضرورت بازبینی نحوهٔ انجام بررسی علمی برای اولویت‌بندی آثار به‌منظور ثبت و حفاظت از آن‌ها ضروری است. این امر به‌واسطهٔ گسترش شهرها، تغییر رویهٔ حفاظت و پیچیده‌شدن آن، تعدد آثار و تغییر در نگرش عمومی مردم به‌عنوان افراد استفاده‌کننده از این فضاها و نیز مدیران شهری پدید آمده است. (حناچی، ۱۳۹٤).

حفاظت و احیای میراث فرهنگی شامل حفظ و نگهداری بناهای تاریخی با استفاده از تمام فناوری‌های جدید است که برای حفظ اصالت آن‌ها تا حد ممکن مؤثر واقع می‌شوند. این امور غالباً با تهیهٔ نقشهٔ هندسی و نظارت و مستندسازی میراث تاریخی در ارتباط‌اند (LoBrutto, 2018).

ج۱. پیشینهٔ تحقیق، مستندنگاری ابنیه و آثار تاریخی با تکنیک‌های نوین

نویسندگان	سال	عنوان	هدف	روش تحقیق	نتیجه‌گیری
Khaki	۲۰۲۰	Recognition of Short-Range photogrammetry and Its Applications for Recording and Maintaining Cultural and Natural Heritage	بررسی و معرفی کاربرد روش‌های جدید در ثبت میراث فرهنگی در پی بررسی کاربرد علم فتوگرامتری در حفظ و مرمت	توصیفی- تحلیلی	فتوگرامتری برد کوتاه برای اسنادی با خصوصیات هندسی پیچیده، مانند مقرنس در مساجد و سایر تزئینات پیچیده می‌تواند استفاده شود.
J. G. Rejas & et al.	۲۰۰۸	Comparative Archaeometry Analysis by 3D Laser, Short Range Photogrammetry, and Hyperspectral Remote Sensing Applied to the Celtiberian City-State of Segeda	تجزیه و تحلیل تطبیقی باستان‌شناسی توسط لیزراسکنر سه‌بعدی، فتوگرامتری برد کوتاه و سنجش از دور فراطیفی در شهر سلتیبری سگدا	کتابخانه‌ای و میدانی	گسترش، خاصیت و ناهمگنی لایه‌های موجود در سایت از ویژگی‌های خاصی است که ضرورت استفاده از فناوری‌های مختلف را برای سهولت کشف و ثبت ساختارهای باستان‌شناسی مدفون یا کشف‌شده در مناطق مختلف نشان می‌دهد.
امیری آذر و همکاران	۱۳۹۷	مستندنگاری سردر خانه‌های تاریخی محلهٔ عودلاجان تهران به‌روش فتوگرامتری برد کوتاه: ارائهٔ راهکاری برای رفع محدودیت برداشت پوشش‌های منعکس‌کنندهٔ کاشی‌کاری‌شده	تشریح قابلیت‌ها و محدودیت‌های فتوگرامتری برد کوتاه و تمرکز بر پیچیدگی مستندنگاری سطوح منعکس‌کنندهٔ نور	تجربی	مدیریت برداشت با توجه به نور محیطی راهکار مناسبی برای حل مشکل مستندنگاری است.
ملکی و همکاران	۱۳۹۷	مستندسازی تزئینات بناهای تاریخی با استفاده از فتوگرامتری برد کوتاه: مدل‌سازی مقرنس ضلع شمالی عمارت مسعودیه	مطالعه روی داده‌های واقعی مقرنس بر اساس فتوگرامتری بردکوتاه	کتابخانه‌ای و میدانی	ایجاد مدل سه‌بعدی قسمتی از مقرنس ضلع شمالی عمارت مسعودیه جهت ایجاد یک سند به‌روش فتوگرامتری بردکوتاه
فیض اله بیگی	۱۳۹٤	کاربرد علوم ژئوماتیک در خلق، ثبت، مستندسازی و حفاظت از میراث تاریخی و فرهنگی	شناسایی ابزار و تکنیک‌های کارآمد برای به‌کارگیری در زمینه‌های حفاظت از میراث فرهنگی	توصیفی- تحلیلی و از نوع کاربردی	علوم و ابزار ژئوماتیک ضمن دارابودن ارتباطی دیرین و تنگاتنگ با حوزهٔ حفاظت از میراث فرهنگی و تاریخی در سطحی وسیع می‌توانند پاسخ‌گوی نیازهای موجود در این حوزه باشند.
سلمان و نقدی	۱۳۹۳	مدل‌سازی بناهای تاریخی با استفاده از فتوگرامتری بردکوتاه و بررسی قابلیت‌های مدل سه‌بعدی در انتقال ویژگی‌های کیفی (مطالعهٔ موری: قبهٔ دوازده‌امام یزد)	بررسی قابلیت‌ها و توانایی فتوگرامتری بردکوتاه در مستندسازی و انتقال ویژگی‌های کیفی بناهای تاریخی	مطالعات کتابخانه‌ای و پیمایشی	موفقیت مدل در انتقال ویژگی‌های کیفی در حوزه تناسبات بصری و غنای حس بصری ٦٤/٥٨درصد برآورد گردید.
حیدری و همکاران	۱۳۹۳	اندازه‌گیری ابعاد هندسی ساختمان در مهندسی عمران با استفاده از فتوگرامتری بردکوتاه	استفاده از فتوگرامتری به‌منظور به‌دست‌آوردن ابعاد، شکل و مساحت ساختمان	تجربی	این روش می‌تواند در بسیاری از موارد در اندازه‌گیری شکل و ابعاد سازه‌های عمرانی استفاده شود.

حفاظت و مرمت، علمی تجربی و در عمل، اقدامی پیشگیرانه و درمانی در حیطهٔ موضوعات میراث فرهنگی است. در سطحی حرفه‌ای، می‌توان آن را آمیزه‌ای از دانش تئوری و مهارت‌های علمی دانست (کشاورز، ۱۳۹۷). حفاظت نمی‌تواند به‌درستی انجام شود؛ مگر با دریافت و درک موضوعی که با آن سروکار دارد. اساس مطالعات حفاظتی بر مطالعات میدانی و کسب اطلاعات از راه مشاهدات نهاده است و باقی مطالعات به‌کمک طلبیده می‌شوند. مرمت‌گر به‌طور عینی و ملموس با اثر مواجه می‌شود (ابویی, ۱۳۹٦). بررسی اسناد بین‌المللی از آنجا که از یک سو چکیدهٔ تجربیات بین‌المللی است و از سوی دیگر رشد و تطور دانش و بینش کلی در زمینهٔ حفاظت را بیان می‌دارد، از منظر میزان اهتمام به موضوع روستا و میراث روستایی حائز

[Downloaded from jhre.ir on 2025-12-15]
[DOR: 20.1001.1.20084994.1400.40.175.5.8]
[DOI: DOI: 10.22034/40.175.63]

اهمیت است. روستا به‌عنوان یکی از داشته‌های ارزشمند بشری با همهٔ ابعاد و خصایص و ویژگی‌های خودش در سیر تطور این اسناد موضوعیت دارد. در آنجا روستا موجودیتی کهن و نمودار هماهنگی انسان و طبیعت در طی سالیان دراز است که از یک سو به‌دلیل تناسبش با انسان و محیط اجتماعی و از سوی دیگر با سرزمین و مکان به‌عنوان یک کل، شایستهٔ حفاظت است. وجوه مختلف روستا و میراث روستایی در ضمن این تغییرات از موضوعی حاشیه‌ای تبدیل به متن شده است و روزبه‌روز بر اهمیت آن افزوده شده است. به این ترتیب، میراث روستایی به‌عنوان یک کل هماهنگ و بنیانی چندرشته‌ای اهمیت می‌یابد و راهبردهای حفاظت از مرمت به حفاظت توأمان و چندجانبه‌نگر ارتقا می‌یابند و چالش ادغام حفاظت و توسعهٔ روستایی ادامه می‌یابد (ندیمی و دیگران، ۱۳۹۶: ۳). میراث فرهنگی و معماری روستایی در کشور ما با کم‌توجهی کنار گذاشته شده است و در حال نابودی است. اگرچه تلاش‌هایی در سال‌های اخیر توسط بعضی از سازمان‌های دولتی و غیردولتی علاقه‌مند به حفظ میراث فرهنگی و معماری صورت گرفته‌اند تا فرهنگ و سنت‌های جامعه را بهتر بشناسانند و درصدد احیای آن برآیند، اما به‌دلیل بی‌اطلاعی نسل‌های کنونی از ارزش و اهمیت میراث فرهنگی در جهت تحقق اهداف توسعهٔ پایدار روستایی سبب شده است این‌گونه آثار و ارزش‌های مادی و معنوی در معرض خطر و نابودی قرار گیرند (پورطاهری و دیگران، ۱۳۹۰: ۸۳). آنچه در حفظ این میراث روستایی پراهمیت می‌نماید، بهره‌گیری از روش کارآمد در مستندسازی ماندگار آثار فرهنگی و معماری آن است. با توجه به پیشرفت‌های اخیر علم و فناوری در این حوزه، بهتر است از روش‌های پیشرفته استفاده گردد. به این ترتیب، می‌توان گفت حفاظت از میراث فرهنگی و معماری روستایی به‌عنوان یکی از عوامل مهمِ معرفی پیشینه و هویت آن، نیازمند ابزار دقیق و توانمندی است که امکان انجام برداشت‌های دقیق و همچنین گردآوری اطلاعات موردنیاز را برای انجام مستندنگاری‌ها، ارزیابی‌ها، تحلیل‌های آماری، مدیریت و پایش سایت یا بنای تاریخی فراهم کند. در غیر این صورت، این آثار باارزش به فراموشی سپرده خواهند شد. ازاین‌رو، در این مقاله سعی گردیده است با استفاده از فتوگرامتری بردکوتاه به عنوان یکی از راهکارهای مستندنگاری دقیق، به مستندسازی یکی از این آثار مهم در روستای اوشتیبن پرداخته شود. سردر خانهٔ سرخای اوشتبین یکی از میراث تاریخی این روستاست که تاکنون مستندنگاری دقیقی در این زمینه صورت نگرفته است و ضرورت این امر را به‌جهت حفظ و نگهداری آن برای نسل‌های آتی بیش از پیش روشن می‌نماید.

برداشت و مستندسازی

تشخیص شرایط فعلی بنا می‌تواند با کمک‌گرفتن از یک دانش بین‌رشته‌ای مبتنی بر یادداشت‌های تاریخی، نقشه‌برداری با کمک تکنولوژی‌های نوین و پیشرفته، همچون اسکن‌لیزری، فتوگرامتری‌بردکوتاه، آزمایش‌های غیرمخرب و تفسیر الگوهای ترک و پوسیدگی انجام شود (Vicente, 2018). هنگامی که نگهداری و مرمت توسط افراد غیرمتخصص انجام گیرد، این امر می‌تواند منجر به بی‌دقتی‌ها و تحریف در واقعیت‌های تاریخی شود که این پدیده باعث تغییر چهرهٔ فیزیکی ساختمات و سبک معماری واقعی آن می‌شود (Hmood, 2016). روند بازسازی و تقویت بنا نیازمند سنجش‌های متعدد، از جمله بازرسی و مطالعهٔ قطعی است (Waked, 1996). نقشه‌برداری و برداشت بنای تاریخی از طریق ارزیابی و بازرسی کالبدی بنا یکی از مراحل تعیین‌کننده

[Downloaded from jhre.ir on 2025-12-15]
[DOR: 20.1001.1.20084994.1400.40.175.5.8]
[DOI: DOI: 10.22034/40.175.63]

و مؤثر در روند موفقیت مداخلات و فعالیت‌های حفاظتی و طرح مرمتی هر پروژه است (Vicente, 2018). برداشت و مدل‌سازی بناهای تاریخی نقطهٔ شروع فرآیند شناخت و ارزیابی وضعیت بنا و مخاطرات آن است.

ایکوموس (شورای بین‌المللی بناها و محوطه‌ها) دستورالعملی را در نقشه‌برداری و ثبت آثار تاریخی در سطوح و مراحل مختلف منتشر کرده است. در مرحلهٔ پیمایش و ثبت، نیاز به درک کامل خصوصیات ساختاری و مادی مصالح استفاده‌شده وجود دارد. پیشنهاد می‌شود که مدارک و مستندات تاریخی دربارهٔ سازه و شیوه و تکنیک‌های ساخت جمع‌آوری گردند. این امر برای تشخیص صحیح وضعیت کنونی و اقدامات حفاظتی در آینده ضروری است. رویکرد منطقی برای مرحلهٔ برداشت و مدل‌سازی باید طبق اصول کلی زیر هدایت شود:

– هر بنای تاریخی ویژگی‌های متفاوت و منحصربه‌فردی دارد که سبب می‌شود روش‌های نقشه‌برداری هر پروژه متناسب با ویژگی‌های آن پروژه انتخاب شود و عموماً متناسب با سایر پروژه‌ها باشد.

– انتخاب وسایل بازرسی و ارزیابی و ضبط و ثبت باید با ماهیت ساختمان سازگار باشد.

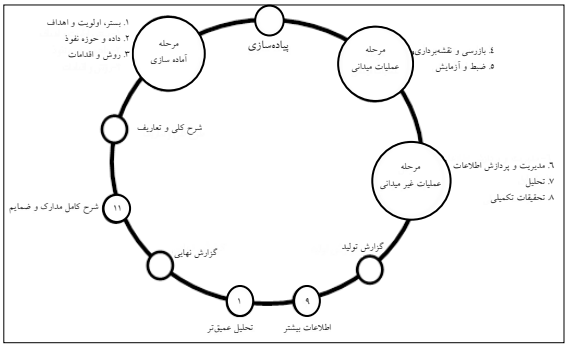
– اقدامات برداشت باید بر اساس دامنهٔ نفوذ و هدف نهایی پروژه برنامه‌ریزی شود. هرگونه عملیات ترمیم، نگهداری، به‌سازی یا استراتژی مداخله باید تلاش فنی و اقتصادی انجام‌شده در مرحلهٔ بررسی را منعکس نماید.

– برداشت و مدل‌سازی یک عملیات بین‌رشته‌ای است و نظرات تیم‌های مهندسین نقشه‌بردار، معماران، مورخان، باستان‌شناسان و غیره بسیار ارزشمندند.

– مرحلهٔ پیمایشی از طریق بررسی، ارزیابی، تشخیص و ثبت فعالیت‌ها می‌تواند به سطح پیچیدگی بسیار بالایی برسد. بنابراین تمرکز بر رویکرد کلی پروژه و درک عمومی آن باید همواره حفظ شود.

– استفاده از منابع دیگر اطلاعات، مانند اطلاعات مستندنگاری نیز بسیار باارزش‌اند و باید در نظر گرفته شوند.

– وظیفهٔ اصلی نقشه‌برداری و پیمایش در اصل ترکیبی از اقدامات مکمل، شامل ضبط، تشخیص، بازرسی و آزمایش است. همان طور که در تصویر شماره ۱ مشخص شده است، به‌طور کلی فرآیند پیمایش شامل سه مرحلهٔ اساسی آماده‌سازی و عملیات میدانی و عملیات غیرمیدانی است. هرکدام از این مراحل فرآیندهای مختص خودشان را در پی دارند که سازمان‌دهی فعالیت‌ها، تحقیق، تجزیه، تحلیل، ضبط و گزارش، برخی از مراحل اصلی در فرآیند نقشه‌برداری از آثار تاریخی‌اند.



ت۱. چهارچوب عملیات پیمایش و نقشه‌برداری از سازه‌های ارزشمند میراث فرهنگی (Vicente, 2018)

نقش و اهمیت هندسه در مستندسازی

مستندسازی مرحلهٔ آغازین و بسیار مهم در حفظ و نگهداری و مرمت بناهای تاریخی و آثار باستانی است. در صورتی که اطلاعات جامع و صحیح از این بناها در دسترس باشند، در صورت تخریب یا آسیب بنا، می‌توان بازسازی آن‌ها را با کم‌ترین تغییر در ویژگی‌های اصلی به انجام رساند. مستندسازی با هدف جمع‌آوری و ثبت

[Downloaded from jhre.ir on 2025-12-15]
[DOR: 20.1001.1.20084994.1400.40.175.5.8]
[DOI: DOI: 10.22034/40.175.63]

[Downloaded from jhre.ir on 2025-12-15]
[DOR: 20.1001.1.20084994.1400.40.175.5.8]
[DOI: DOI: 10.22034/40.175.63]

اطلاعات هندسی و توصیفی اثر تاریخی انجام می‌گیرد. علی‌رغم اینکه سازمان‌های بین‌المللی، منشورها و بیانیه‌هایی در خصوص اهمیت مستندسازی ارائه نموده‌اند و در این زمینه تأکید داشته‌اند، ولی هیچ‌کدام به‌صورت ویژه بر مستندات هندسی بناها اشاره‌ای نکرده‌اند (Korumaz, 2018) تنها یک‌سوم از هشتصد سایت ثبت‌شده در میراث جهانی به‌صورت مناسب مستندات هندسی کافی دارد (Amans, 2013).

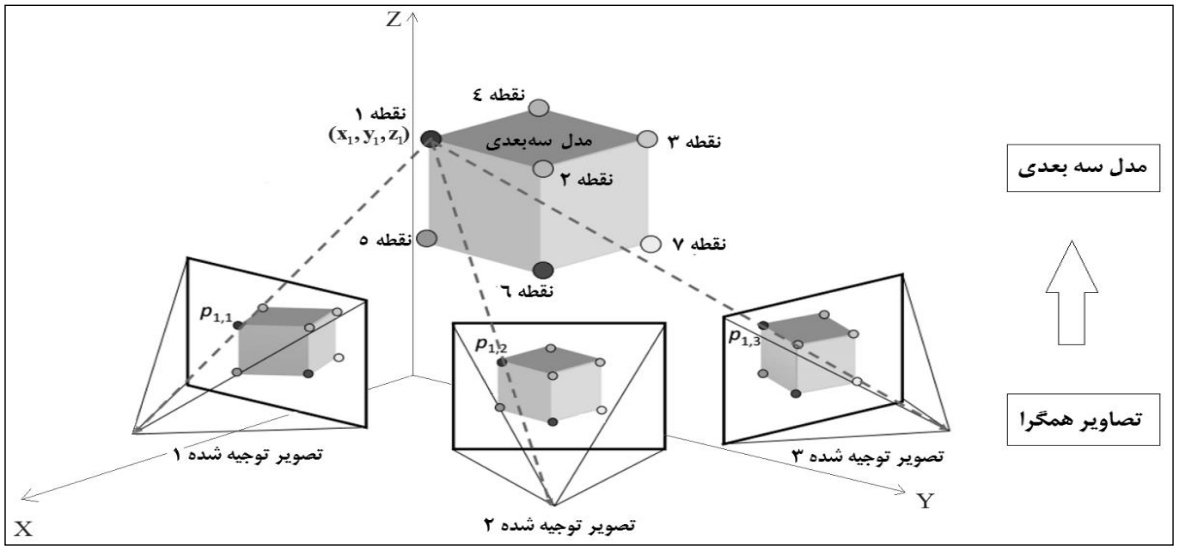
وضعیت فعلی یک بنا باید به‌صورت منضبط و بر اساس یک روش مناسب ثبت شود و سپس در صورت ضرورت باید از مطالعات بعدی گزارش تهیه شود. با دردست‌داشتن گزارش‌های منظم و مرتب می‌توان اعتبارات موردنیاز برای حفاظت آثار را برآورد و اولویت‌ها و سیاست‌ها را مشخص کرد (آیت‌اللهزادهٔ شیرازی, ۲۰۰۳). به‌عنوان بخشی از مستندسازی میراث فرهنگی، جدا از اسناد معماری و تاریخی و غیره، مستندات هندسی با هدف ضبط و ثبت وضعیت موجود بنا تهیه می‌گردند. همان گونه که هر اثر تاریخی روند شکل‌گیری خودش را در طی زمان طی کرده است و این اطلاعات پیش‌زمینه‌ای ضروری برای مطالعهٔ تاریخی و مطالعات آیندهٔ میراث فرهنگی است (Stathopoulou, 2010). مستندنگاری مستلزم دار بودن اعداد و ارقامی است که با آن بتوان اندازه‌گیری دقیق را انجام داد. در انتخاب روش اندازه‌گیری، عواملی نظیر دقت مورد نیاز، خصوصیات محیط کاری، بافت و رنگ سطح بنا، امکان دسترسی به آن، هزینه و عوامل بسیاری دیگر تأثیرگذار خواهند بود (امامی، ۱۳۹٤). هدف اصلی مدل‌سازی هندسی، تعیین دقیق شکل، اندازه و موقعیت شیء در فضای سه‌بعدی است.

مدل‌سازی سه‌بعدی با فتوگرامتری بردکوتاه

عوامل محیطی و انسانی در طول زمان همواره سبب تخریب یا نابودی ابنیه و میراث فرهنگی شده‌اند. به همین دلیل، مستندنگاری و حفظ این آثار ضروری است و از اهمیت فوق‌العاده‌ای برخوردار است. یکی از راهکارهای مؤثر در دهه‌های گذشته، استفاده از تکنیک‌های نوین در ثبت و تجزیه‌وتحلیل داده‌ها و مدل‌سازی آن‌هاست. راهکار متداول، مستندسازی آثار و ابنیه با نقشه‌های خطی دوبعدی است. ارائهٔ مدل‌های رقومی مبتنی بر واقعیت با قدرت تفکیک بالا، قادر به ارتباط با مستندات مختلف تاریخی است که بر مشکلات به‌کارگیری نقشه‌های دوبعدی نیز فائق آمده است (آهنگرها و صادقیان، ۱۳۹۷). به این ترتیب، در عصر حاضر تلفیق روش‌های مختلف برای اخذ اطلاعات سه‌بعدی به یکی از منابع مهم در مستندسازی میراث فرهنگی تبدیل شده است. روش‌های تلفیقی اطلاعاتی کامل و چندمقیاسه را با توجه به پیچیدگی بناهای تاریخی و میزان دسترسی به منطقه و سطح متفاوت جزئیات موردنیاز فراهم می‌کنند (Gagliolo, 2017). ظهور و توسعهٔ تکنیک‌های پردازش خودکار این فرصت را فراهم کرده است که مجموعه داده‌های گرافیکی بزرگ با سرعت و دقت زیادی پردازش شده‌اند و نتایج سه‌بعدی (پراکنده و متراکم) از عوارض با سطح جزئیات و متغیرهای دقیق مطابق با موارد کاربرد آن‌ها ارائه گردند (Remondino, 2017). در حال حاضر در کشورهای توسعه‌یافته، فناوری نوین فتوگرامتری بردکوتاه به رویکرد استانداردی در مدل‌سازی و مستندسازی میراث فرهنگی تبدیل شده است و محبوبیت این فناوری به‌طور فزآینده‌ای درحال افزایش است.

فتوگرامتری علم و فناوری اخذ اطلاعات هندسی و تفسیری از روی تصاویر است. فتوگرامتری بردکوتاه نیز شاخه‌ای از علم فتوگرامتری است که با پردازش تصاویر

اخذشده از فاصلهٔ نزدیک (کمتر از ۳۰۰ متر)، به اندازه‌گیری و مدل‌سازی سه‌بعدی دقیق اجسام و سایت‌ها می‌پردازد. از اصول مثلث‌بندی در ریاضیات استفاده می‌کند و با تلاقی خطوط هم‌گرا در فضا، موقعیت دقیق سه‌بعدی نقاط سطح عارضه را تعیین می‌کند (تصویر شماره ۲). تشکیل مدل سه‌بعدی دقیق از یک عارضه، مستلزم تعیین صحیح پارامترهای موقعیت (x,y,z) و توجیه (w,p,k) هریک از تصاویر هم‌گرای اخذشده از آن عارضه است (Koch and Kaehler 2009) که با بهره‌گیری از روابط معمول فتوگرامتری در جریان توجیه داخلی و توجیه خارجی (توجیهات نسبی و مطلق) صورت می‌گیرد.



ت۲. اصول تشکیل مدل سه‌بعدی با فناوری فتوگرامتری بردکوتاه رقومی

فتوگرامتری بردکوتاه با قابلیت‌های ویژهٔ خودش، از جمله سرعت بالا، دقت بالا، هزینهٔ پایین، تنوع مدل‌های نمایشی و هندسی نهایی (مانند نقشهٔ خطی و مدل‌های دوبعدی مشابه، عکس ترمیم‌شده، مدل‌های سه‌بعدی و غیره)، نیروی انسانی کمتر، امکان تکرار مجدد هر پروژه و به‌هنگام‌سازی اطلاعات و یکسان‌بودن محیط پردازش‌های تصویری و تصحیحات هندسی و رادیومتریکی با محیط ترسیمات، به ابزار بسیار کارآمدی برای نقشه‌برداری و مدل‌سازی هندسی بناهای تاریخی تبدیل شده است.

این تکنیک می‌تواند برای تهیهٔ مستندات با خصوصیات هندسی پیچیده یا شمار زیادی از فضاها و اجزای معماری استفاده شود (Guidi, Russo, Angheleddua, 2014). مدل‌سازی هندسی آثار و ابنیهٔ تاریخی از ملزومات مستندسازی این عوارض است و مدل‌های سه‌بعدی رقومی مستخرج از فتوگرامتری رقومی می‌تواند کنار نقشه‌های خطی دوبعدی، سبب ارتقای کیفیت و دقت مستندسازی آثار گردد. فتوگرامتری بردکوتاه علاوه بر اطلاعات هندسی، می‌تواند ویژگی‌های توصیفی بنا، از جمله رنگ و بافت واقعی آن‌ها را نیز فراهم نماید و در آرشیو و مستندسازی بناها مؤثر واقع شود (علیتاجر، ۲۰۱٤).

مسلماً در صورت وجود اطلاعات کافی از آثار و ابنیهٔ تاریخی و معماری، می‌توان در صورت تخریب بناها و سایت‌های تاریخی، بر اثر حوادث غیرمترقبه، از قبیل سیل و زلزله، به بازسازی مجدد آثار باستانی مبادرت

[Downloaded from jhre.ir on 2025-12-15]
[DOR: 20.1001.1.20084994.1400.40.175.5.8]
[DOI: DOI: 10.22034/40.175.63]

ورزید (علیتاجر، ۲۰۱٤). تمامی این اطلاعات برای برنامه‌ریزی فعالیت‌های مرمتی و نظارتی در بناهای آسیب‌دیده می‌توانند موثر واقع شوند (Mezzino, 2017). با بهره‌گیری از ابزارهای ترسیمی و بازسازی‌های مجازی، ارتقای کیفیت اقدامات حفاظتی از میراث فرهنگی و افزایش اطلاعات دقیق دربارهٔ بناها حاصل می‌شوند (LoBrutto, 2018).

روش تحقیق

پژوهش حاضر بر مبنای هدف، از نوع کاربردی‌توسعه‌ای است و در دو بخش مطالعات نظری و عملی، با استفاده از روش تجربی انجام شده است. بخش ادبیات نظری با استفاده از روش کتابخانه‌ای و اسنادی بر جمع‌آوری اطلاعات مربوط به بنیان‌های نظری تحقیق که با مطالعهٔ منابع خارجی و داخلی به دست آمده است، تأکید دارد. به این ترتیب، در گام اول حفاظت میراث فرهنگی، برداشت و مستندسازی و مدل‌سازی سه‌بعدی با فناوری فتوگرامتری بردکوتاه بحث و واکاوی شد. در گام دوم سردر خانهٔ سرخای واقع در روستای اوشتبین (آذربایجان شرقی) با استفاده از فتوگرامتری بردکوتاه رقومی مدل شده است و محصولات متنوعی از آن تهیه گردیده‌اند. نقشه‌های دوبعدی، نقشه‌های سه‌بعدی، شبکهٔ نامنظم مثلثی، مدل سه‌بعدی با بافت واقعی و ابر نقاط، از جمله مهم‌ترین آن‌ها هستند. برای عکس‌برداری از این بنا، از دوربین رقومی غیرمتریک Canon PowerShot A2400 IS استفاده شده است و مدل‌سازی هندسی اثر با نرم‌افزار AgiSoft PhotoScan انجام گرفته است.

بحث و نتایج آنالیز

معرفی روستای اشتبین و سردر خانهٔ سرخای

هدف تحقیق حاضر، بررسی قابلیت‌های فتوگرامتری بردکوتاه در مدل‌سازی هندسی ابنیه و آثار باستانی است و به‌عنوان یک مطالعهٔ موردی، سردر خانهٔ سرخای واقع در روستای اشتبین انتخاب گردید. روستای اشتبین یکی از قدیمی‌ترین و زیباترین روستاهای ایران است که در حاشیهٔ رودخانه ارس، در ۱۵۰کیلومتری شمال تبریز واقع شده است. این روستا از توابع شهرستان جلفا در استان آذربایجان شرقی است و نمونه‌ایی از روستاهای کوهستانی میان‌دره‌ای محسوب می‌گردد که در ۱۳۷۹، در فهرست آثار ملی کشور ثبت شده است.

روستای اشتبین، به‌علت برخورداری از مناظر طبیعی دیدنی، معماری بسیار زیبای خانه‌ها (حیاط هرخانه پشت‌بام خانهٔ دیگر است)، کتیبه‌های مرمرین (مربوط به زمان شاه طهماسب صفوی) و باغات انبوه در زمرهٔ مقاصد گردشگری قرار دارند. با بهره‌گیری از فناوری فتوگرامتری بردکوتاه اطلاعات متنوع و ارزشمندی از این اثر، شامل ابرنقاط سه‌بعدی متراکم با بافت واقعی، مدل سه‌بعدی قاب‌سیمی، مدل سه‌بعدی با بافت واقعی و نقشه‌های دوبعدی و سه‌بعدی از اجزای بنا و نقوش کتیبه‌ها واقع در سردر تهیه گردیدند. جزئیات مدل‌سازی این اثر با فناوری فتوگرامتری بردکوتاه در ادامه تشریح می‌گردند.

مدل‌سازی سه‌بعدی سردر خانهٔ سرخای با فتوگرامتری بردکوتاه

پروژهٔ حاضر با هدف ایجاد مدل‌سازی سه‌بعدی واقعی سردر خانهٔ سرخای با فناوری فتوگرامتری بردکوتاه رقومی انجام گرفته است. تصویربرداری پروژه با دوربین غیرمتریک دیجیتال Canon PowerShot A2400 IS، ۱٦مگاپیکسلی صورت گرفته است. پردازش تصاویر و تشکیل مدل سه‌بعدی واقعی از این اثر تاریخی در محیط Agisoft PhotoScan صورت گرفت که یک نرم‌افزار پیشرفتهٔ فتوگرامتری رقومی برای

[Downloaded from jhre.ir on 2025-12-15]
[DOR: 20.1001.1.20084994.1400.40.175.5.8]
[DOI: DOI: 10.22034/40.175.63]

ایجاد مدل سه بعدی دقیق است.

تصاویر در هر موقعیت و وضعیتی می‌توانند اخذ شوند؛ البته به‌شرطی که عارضهٔ موردنظر حداقل باید در دو تصویر مشاهده شود. از قابلیت‌های ارزشمند این نرم‌افزار می‌توان به خودکاربودن فرآیندهای فتوگرامتری در آن اشاره کرد؛ طوری که بعد از تنظیمات اولیه و تعیین برخی پارامترهای لازم، توجیه تصاویر و تشکیل مدل سه‌بعدی همگی به‌طور خودکار انجام می‌گیرند. به‌طور کلی هدف نهایی پردازش تصاویر با PhotoScan ایجاد مدل سه‌بعدی با بافت واقعی است. فرآیند پردازش تصاویر و تشکیل مدل سه‌بعدی از چهار مرحلهٔ اصلی تشکیل شده است که عبارت‌اند از:

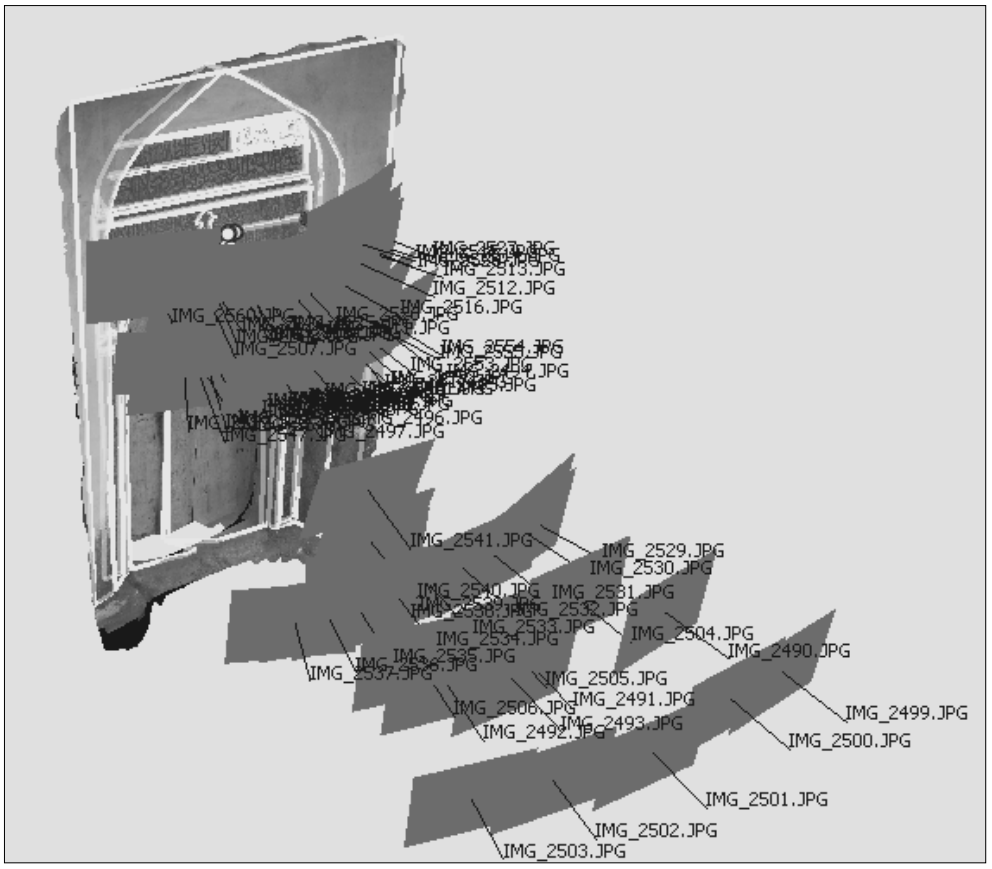
مرحلهٔ اول: اخذ داده: مرحلهٔ اول اخذ داده (تصویربرداری) از عارضهٔ موردنظر است که در این مرحله، ۳۶ تصویر هم‌گرا از سردر خانهٔ سرخای اخذ شدند. جهت کاهش سطح تصاویر به محدودهٔ عارضه که کاهش تراکم ابرنقاط و همچنین کاهش حجم پردازش‌های فتوگرامتری را به دنبال دارد، عارضهٔ موردنظر در تصاویر انتخاب و تعیین شد (مناطق اضافی و تصاویر عوارض زائد حذف گردیدند). تصویر شماره ۳، تعدادی از تصاویر هم‌گرای اخذشده از این اثر را نشان می‌دهد.

ت۳. نمونه تصاویر هم‌گرای اخذشده از سردر خانهٔ سرخای روستای اشتبین

مرحلهٔ دوم: توجیه تصاویر: در مرحلهٔ دوم، با جست‌وجو و تعیین نقاط متناظر در تصاویر عارضه، تناظریابی و انطباق این نقاط صورت می‌گیرد. همچنین پارامترهای وضعیت و موقعیت دوربین برای هر تصویر تعیین می‌شوند و پارامترهای کالیبراسیون دوربین تصحیح می‌گردند. در نتیجه یک ابرنقطهٔ[1] پراکنده و مجموعه‌ای از موقعیت‌های دوربین شکل می‌گیرد (تصویر شماره ٤). این ابرنقطه، نتایج توجیه تصاویر را نشان می‌دهد و به‌طور مستقیم در ساخت مدل سه‌بعدی استفاده نمی‌شود (به‌جز روش بازسازی مبتنی بر ابرنقطه). مجموعه موقعیت‌های تعیین‌شدهٔ دوربین در ادامه برای ساخت مدل سه‌بعدی استفاده خواهند شد.

[Downloaded from jhre.ir on 2025-12-15]
[DOR: 20.1001.1.20084994.1400.40.175.5.8]
[DOI: DOI: 10.22034/40.175.63]

[Downloaded from jhre.ir on 2025-12-15]
[DOR: 20.1001.1.20084994.1400.40.175.5.8]
[DOI: DOI: 10.22034/40.175.63]



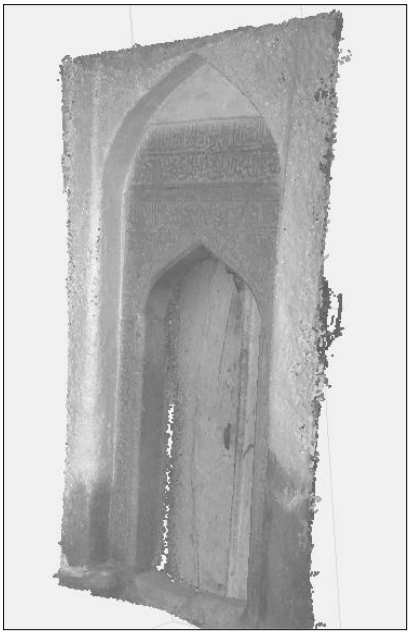
ت٤. موقعیت هندسی ایستگاه‌های عکس‌برداری (موقعیت دوربین‌ها) در مدل‌سازی سه‌بعدی سردر خانهٔ سرخای

مرحلهٔ سوم: ایجاد ابرنقطهٔ متراکم: در این مرحله، ابرنقطهٔ متراکم از عارضه که در تصویر شماره ۵ ارائه شده است، با تراکم چند میلیون نقطه ایجاد می‌گردد. در این ابرنقطه، نقاط سطح مدل با مختصات سه‌بعدی قابل‌مشاهده و اندازه‌گیری است. در صورتی که نیاز باشد، می‌توان ابرنقطهٔ متراکم عارضه را ویرایش کرد و تغییر داد.

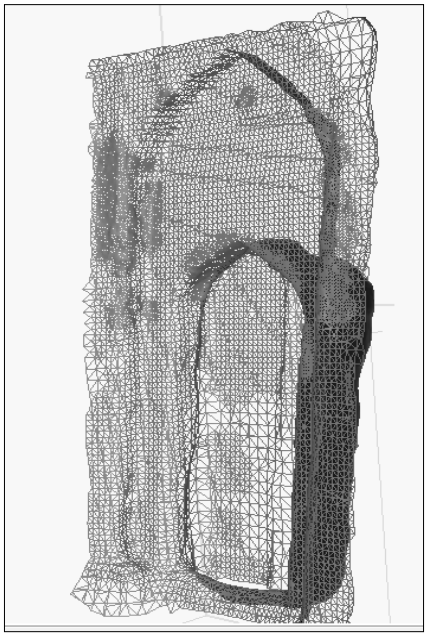
مرحلهٔ چهارم: ایجاد هندسه یا شبکه (مش): در این مرحله، یک شبکهٔ چندضلعی سه‌بعدی[۲] که نمایان‌گر سطح عارضه است، ایجاد می‌گردد (تصاویر شماره ٦ و ۷). این شبکهٔ سه‌بعدی مدل قاب سیمی[۳] نیز نامیده می‌شود. روش‌های مختلفی برای ایجاد هندسهٔ مدل وجود دارند که سریع‌ترین آن‌ها، روش مبتنی بر ابرنقطه است. برخی از ویرایش‌ها، همچون حذف اجزای جداشده و بستن حفره‌ها در شبکه و غیره را می‌توان در این مرحله انجام داد.

مرحلهٔ پنجم: ایجاد بافت و تولید ارتوفتو: بعد از ساخت هندسه، می‌توان بافت[٤] واقعی عارضه را به آن اضافه نموده و ارتوفتوها را تهیه نمود. امکان ایجاد بافت واقعی عارضه در سطح مدل سه‌بعدی تأثیر بسیار قابل‌توجهی در ایجاد مدل واقعی عارضه و بصری‌سازی آن دارد (تصویر شماره ۸). هرچند ایجاد بافت در فتوگرامتری بردکوتاه فرآیندی ساده و معمول است، ولی بسیاری از فناوری‌ها و روش‌های اندازه‌گیری قادر به این کار نیستند. به‌عنوان مثال، هرچند فناوری لیزراسکنر

زمینی می‌تواند مدل سه‌بعدی دقیق سطح عارضه را تولید نماید، ولی عدم‌توانایی آن در ایجاد مدل سه‌بعدی سبب شده است که این فناوری نتواند همچون فتوگرامتری بردکوتاه رقومی در مستندسازی بناهای تاریخی و سایر کاربردهای مشابه به‌طور گسترده استفاده شود.

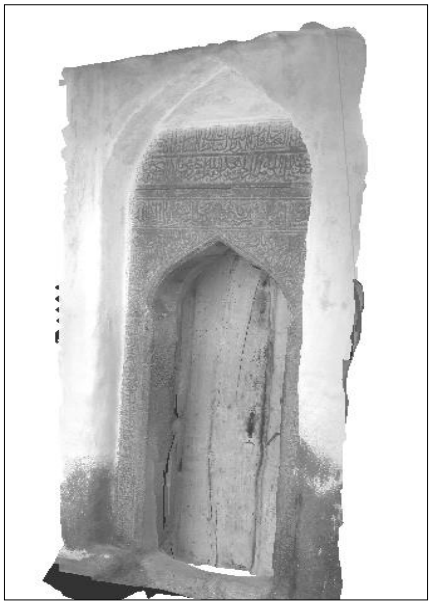


ت۵. ابرنقطهٔ متراکم سردر خانهٔ سرخای حاصل از فتوگرامتری بردکوتاه



ت٦. شبکهٔ سه‌بعدی یا مدل قاب سیمی سردر خانهٔ سرخای حاصل از فتوگرامتری بردکوتاه

ت۷. مدل سه‌بعدی صلب سردر خانهٔ سرخای حاصل از فتوگرامتری بردکوتاه



ت۸. مدل سه‌بعدی با بافت واقعی از سردر خانهٔ سرخای

[Downloaded from jhre.ir on 2025-12-15]
[DOR: 20.1001.1.20084994.1400.40.175.5.8]
[DOI: DOI: 10.22034/40.175.63]

[Downloaded from jhre.ir on 2025-12-15]
[DOR: 20.1001.1.20084994.1400.40.175.5.8]
[DOI: DOI: 10.22034/40.175.63]

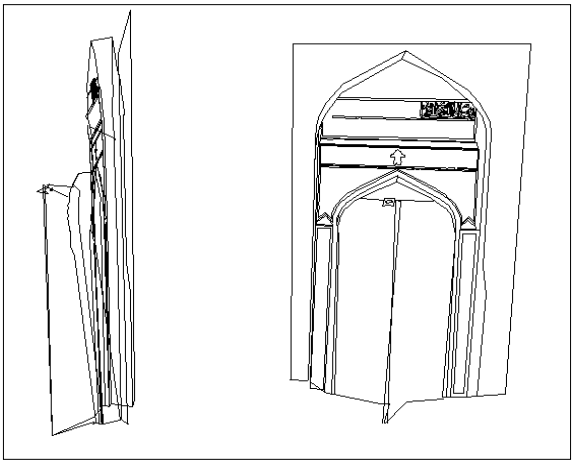
ترسیم نقشه‌های خطی دوبعدی و سه‌بعدی از بنا: هرچند در مدل‌سازی عوارض با فناوری فتوگرامتری بردکوتاه، اطلاعات سه‌بعدی و دقیقی از این عوارض فراهم می‌شود (ابرنقطهٔ سه‌بعدی، مدل قاب سیمی، مدل صلب و مدل با بافت واقعی)، ولی با وجود این، نقشه‌های خطی (دوبعدی و سه‌بعدی) همچنان از مدارک مهم در مستندسازی ابنیه و آثار باستانی‌اند و اندازه‌گیری و استخراج اطلاعات از این نقشه‌ها راحت‌تر از مدل‌های سه‌بعدی است. بنابراین لازم است، در روند مدل‌سازی سه‌بعدی با فتوگرامتری

ت۹. ترسیم نقشه‌های خطی کتیبه موجود در سردر خانهٔ سرخای روی مدل سه‌بعدی

نتیجه

ابنیه و آثار فرهنگی و تاریخی، تحت‌تأثیر عوامل انسانی و محیطی، همواره در معرض خطر قرار دارند و بازسازی اصولی و صحیح این آثار زمانی امکان‌پذیر خواهد بود که آرشیو جامع و دقیق و قابل‌اعتمادی از آن‌ها تهیه شده باشد. بنابراین، حفاظت و مرمت میراث فرهنگی و تاریخی از وظایف مهم دولت‌ها و ملت‌هاست و از نظر فنی، تحقق این امر زمانی میسر است که ابزارهای دقیق و کارآمدی برای مدل‌سازی و مستندسازی این آثار به کار گرفته شوند.

بردکوتاه، تهیهٔ نقشه‌های خطی دقیق را نیز مدنظر قرار داد. در بسیاری از نرم‌افزارهای فتوگرامتری بردکوتاه، از جمله نرم‌افزار PhotoScan، ترسیم نقشه‌های خطی در مدل سه‌بعدی امکان‌پذیر است و می‌توان نقشهٔ جزئیات بنا، حتی نقوش کتیبه‌ها را نیز تولید نمود (تصویر شماره ۹). در صورت نیاز می‌توان نقشه‌های خطی را در محیط نرم‌افزار AutoCad ویرایش نمود (تصویر شماره ۱۰). مطمئناً این نقشه‌ها در امر نگهداری و حفاظت و مرمت بناها و آثار باستانی مؤثر واقع خواهند شد.



ت۱۰. ویرایش نقشه‌های خطی در محیط نرم‌افزار AutoCad

در سال‌های اخیر، فتوگرامتری بردکوتاه رقومی با توجه به هزینهٔ پایین، سرعت بالا، دقت بالا و تنوع محصولات (ابرنقاط سه‌بعدی متراکم با بافت واقعی، مدل سه‌بعدی با بافت واقعی و نقشه‌های دوبعدی و سه‌بعدی) در مقایسه با سایر روش‌های نقشه‌برداری محبوبیت زیادی پیدا کرده و از سایر رقبا پیشی گرفته است. در مقالهٔ حاضر، به‌عنوان یک مطالعهٔ موردی، سردر خانهٔ سرخای واقع در روستای اوشتبین (آذربایجان شرقی) با استفاده از فتوگرامتری بردکوتاه مدل شده است و محصولات متنوعی از آن برای

مستندسازی این اثر تهیه گردیده‌اند.

سردر خانهٔ سرخای اوشتبین یکی از میراث تاریخی این روستاست که مستندنگاری دقیقی در این زمینه صورت نگرفته بود و ضرورت این امر را به‌جهت حفظ و نگهداری آن برای نسل‌های آتی بیش از پیش روشن می‌نمود. پژوهش حاضر ضمن بررسی قابلیت‌های فتوگرامتری بردکوتاه در مدل‌سازی هندسی و مستندسازی میراث معماری روستایی، نتایج حاصل از مستندسازی سردر خانهٔ سرخای را به‌طور ویژه بررسی و ارزیابی کرد. یکی از چالش‌های تحقیق حاضر، تهیهٔ اطلاعات دقیق کیفی و کمی با جزئیات زیاد در حد کتیبه‌های موجود در سردر خانهٔ سرخای روستای اوشتبین است که با موفقیت انجام گرفت.

برای مدل‌سازی هندسی این اثر از یک دوربین رقومی غیرمتریک و همچنین از نرم‌افزار AgiSoft PhotoScan استفاده شد که یک نرم‌افزار قوی و کارآمد و خودکار برای مدل‌سازی سه‌بعدی و دقیق عوارض است. هرچند روند مدل‌سازی عوارض در این نرم‌افزار کامل است، ولی طراحی شبکه و مرحلهٔ تصویربرداری از مراحل مهم و تأثیرگذاری است که توجه و تخصص ویژه‌ای را می‌طلبد.

اهمیت مستندسازی آثار و ابنیهٔ تاریخی و فرهنگی از یک سو و قابلیت‌های ارزندهٔ فتوگرامتری بردکوتاه در مدل‌سازی سه‌بعدی عوارض از سوی دیگر، بیانگر جایگاه ویژهٔ فناوری فتوگرامتری بردکوتاه در مهندسی معماری است و نیازمند ارتباط و تعامل بیشتر متخصصین این دو رشته است. امید است تحقیق حاضر گامی مثبت در تشریح و تحکیم جایگاه فتوگرامتری بردکوتاه رقومی در مستندسازی ابنیه و آثار تاریخی و فرهنگی میراث معماری روستایی کشور عزیزمان ایران باشد.

پی‌نوشت

1. Point Cloud.
2. 3D polygon mesh.
3. Wire-frame.
4. Texture

فهرست منابع

– امیری آذر، عرفان؛ اندرودی، الهام؛ سعادت سرشت، محمد؛ سلطانی گردفرامرزی. (۱۳۹۷)، مستندنگاری سردر خانه‌های تاریخی محلهٔ عودلاجان تهران به‌روش فتوگرامتری بردکوتاه؛ ارائهٔ راهکاری برای رفع محدودیت برداشت پوشش‌های منعکس‌کنندهٔ کاشی‌کاری‌شده. دومین همایش ملی مستندنگاری میراث طبیعی و فرهنگی، تهران، ایران.

– آهنگرها، مرجان؛ صادقیان، سعید. (۱۳۹۷)، قابلیت‌های فتوگرامتری در مستندنگاری و تولید واقعیت مجازی در میراث فرهنگی. دومین همایش ملی مستندنگاری و تولید واقعیت مجازی در میراث فرهنگی، تهران، ایران.

– آیت‌اللهزادهٔ شیرازی، باقر. (۲۰۰۳)، حفاظت بناهای تاریخی. هفت‌شهر، ۱(۱۱)، ٦-۱۳.

– حناچی، پیروز؛ آذری، عباس؛ محمودکلایه، سعید. (۱۳۹٤)، مدیریت ارزش‌گذاری در بافت‌های تاریخی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی؛ نمونهٔ موردی: مطالعه در محور تاریخی خیابان لاله‌زار. مطالعات شهر ایرانی‌اسلامی. ۱۲، ۳۷-٤٤.

– امامی، حسن؛ سعادت‌سرشت، محمد؛ صفری، عبدالرضا. (۱۳۹٤)، تلفیق داده‌های لیزر اسکن زمینی و فتوگرامتری بردکوتاه با روش ماتریس‌نگاشت جهت تولید مدل سه‌بعدی با بافت واقعی. نشریهٔ علمی‌ترویجی مهندسی نقشه‌برداری و اطلاعات مکانی. ۷ (خرداد)، ۷۱-۸٦.

– حیدری مظفر، مرتضی؛ ورشوساز، مسعود؛ سعادت‌سرشت، محمد. (۱۳۹۳)، اندازه‌گیری ابعاد هندسی ساختمان در مهندسی عمران با استفاده از روش‌های فتوگرامتری بردکوتاه. پانزدهمین کنفرانس دانشجویان عمران سراسر کشور. ارومیه، ایران.

– ابویی، رضا؛ نیک زاد، ذات‌اله. (۱۳۹٦)، حفاظت معماری و نسبت آن با تاریخ معماری با نگاه به تجربهٔ حفاظت در ایران. مطالعات معماری ایران.

– علیتاجر، سعید؛ افشاری آزاد، سمیه. (۲۰۱٤)، بررسی جایگاه مهندسی ژئوماتیک در کاربردهای میراث فرهنگی و

[Downloaded from jhre.ir on 2025-12-15]
[DOR: 20.1001.1.20084994.1400.40.175.5.8]
[DOI: DOI: 10.22034/40.175.63]

[Downloaded from jhre.ir on 2025-12-15]
[DOR: 20.1001.1.20084994.1400.40.175.5.8]
[DOI: DOI: 10.22034/40.175.63]

باستان‌شناسی و معماری. پـژوهش‌هـای باسـتان‌شناسـی ایـران. ۳(۵)، ۱۶۹-۱۹۵.

– فرجی، سهیلا. (۱۳۹۵)، مستندسازی بناهای تاریخی. فصلنامهٔ نقد کتاب تاریخ، ۹و۱۰, ۸۵-۹۴.

– کوششگران، سید علی‌اکبر. (۱۳۹۰)، فرصت‌های احیا در سیر تحول بنای تاریخی از زمان خلق تا زوال اثر. نشـــریهٔ شـــهر و معماری بومی، ۱(زمستان)، ۶۷-۸۲.

– عباسی ملکی، ندا؛ تصدیقی، شهاب‌الـدین؛ انـدرودی، الهـام. (۱۳۹۷)، مستندسازی تزئینـات بناهـای تـاریخی بـا اسـتفاده از فتوگرامتری بردکوتاه: مدل‌سازی مقرنس ضلع شـمالی عمـارت مسعودیه. دومین همایش ملـی مسـتندنگاری میـراث طبیعـی و فرهنگی، تهران، ایران.

– عســگری، محمدحســن؛ ورشوســاز، مســعود؛ دانشــگر اصل(۱۳۸۷)، کـاربرد فتـوگرامتری در تـرمیم و بازسـازی آثـار باستانی، همایش ژئوماتیک و چهارمین همـایش یکسـان‌سـازی نام‌های جغرافیایی، تهران. فیض‌اله بیگی، آرزو. (۱۳۹٤)، کاربرد علـــوم ژئوماتیـــک در خلـــق، ثبـــت، مستندســـازی و حفاظت از میراث تاریخی و فرهنگی. بیسـت‌ودومـین همـایش ژئوماتیک، ایران.

– کشاورز، محسن؛ مهـدی‌زاده، فاطمـه؛ جبـل‌عـاملی، عبـدالله. (۱۳۹۷)، آمـوزش مرمـت بناهـای تـاریخی بـا رویکـرد علـوم میان‌رشته‌ای. صفه, ۸۱, ۸۵-۹۸.

– ندیمی، هادی؛ ابوئی، رضا؛ صادق احمدی، مهـدی. (۱۳۹٦)، ظهور و حضور روستا و میراث روستایی در سـیر تطـور اسـناد بین‌المللی حفاظت. نشریهٔ مسکن و محیط روستا، شـمارهٔ ۱۵۷، ۳-۲۰.

- Benedict Anderson. (2006), Imagined Communities. Reflections on the Origins and Spread of Nationalism (Vol. 2nd edn): Verso.

- James Marston Fitch. (1982), History Preservation. NY: McGraw Hill Book Company.

- Sara Gagliolo, Roberta Fagandini, & Bianca Federici. (2017). Use of Uas for the Conservation of Historical Buildings in Case of Emergencies. ISPRS - International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, XLII-5/W1, 81-88.

- Kabila Faris Hmood. (2016). Conservation and Restoration of Archaeological and Historic Buildings Some successful experiences Retrieved from Jordan, Department of Architecture.

Koch, M. and M. Kaehler (2009), Combining 3D laser-Scanning and close-range Photogrammetry-An approach to Exploit the Strength of Both methods.

- Making History Interactive. Computer Applications and Quantitative Methods in Archeology Conference.

John Hutchinson. (2013), Cultural nationalism. Oxford: Oxford University Press.

- Ibrahim. (1998), Preserving the national heritage is a cultural demand. The Scientific architectural. Faculty of Architecture(Fourth Issue), 25 .

- International Charters for Conservation and Restoration ICOMOS. (1996), International Council on Monuments and Sites; the 11th ICOMOS General Assembly. Retrieved from held in Sofia, Bulgaria :

Mauro LoBrutto, Donatella Ebolese, & Gino Dardanelli. (2018), 3D MODELLING OF A HISTORICAL BUILDING USING CLOSE-RANGE PHOTOGRAMMETRY AND REMOTELY PILOTED AIRCRAFT SYSTEM (RPAS). ISPRS - International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, XLII-2, 599-606.

- D. Mezzino, L. Chan, M. Santana Quintero, M. Esponda, S. Lee, A. Min, & M. Pwint. (2017), Built Heritage Documentation and Management: An Integrated Conservation Approach in Bagan. ISPRS Annals of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, IV-2/W2, 143-150.

Fabio Remondino, iIsabella Toschi, & Fabio Menna. (2017), A Critical Review of Automated Photogrammetric Processing of Large Datasets. ISPRS - International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, XLII-2/W5, 591-599.

- Anthony D Smith. (1991), National identity. London: Penguin: University of Nevada Press.

Mark Thatcher. (2018), Introduction: The state and historic buildings: preserving ‘the national past'.

- Nations and Nationalism, 24(1), 22-42. Benedict Anderson. (2006), Imagined Communities. Reflections on the Origins and Spread of Nationalism (Vol. 2nd edn): Verso.

- James Marston Fitch. (1982), History Preservation. NY: McGraw Hill Book Company.

- Sara Gagliolo, Roberta Fagandini, & Bianca Federici. (2017). Use of Uas for the Conservation of Historical Buildings in Case of Emergencies. ISPRS - International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, XLII-5/W1, 81-88.

- Kabila Faris Hmood. (2016). Conservation and Restoration of Archaeological and Historic Buildings Some successful experiences Retrieved from Jordan, Department of Architecture.

Anomalías del Terreno y Análisis Espectral En y Bajo Superficie, REVISTA CIENCIAS ESPACIALES, VOLUMEN 10, 6-21.

- Koch, M. and M. Kaehler (2009), Combining 3D laser-Scanning and close-range Photogrammetry-An approach to Exploit the Strength of Both methods. Making History Interactive. Computer Applications and Quantitative Methods in Archeology Conference.

John Hutchinson. (2013), Cultural nationalism. Oxford: Oxford University Press.

- Ibrahim. (1998), Preserving the national heritage is a cultural demand. The Scientific architectural. Faculty of Architecture(Fourth Issue), 25 .

- International Charters for Conservation and Restoration ICOMOS. (1996), International Council on Monuments and Sites; the 11th ICOMOS General Assembly. Retrieved from held in Sofia, Bulgaria :

Mauro LoBrutto, Donatella Ebolese, & Gino Dardanelli. (2018), 3D MODELLING OF A HISTORICAL BUILDING USING CLOSE-RANGE PHOTOGRAMMETRY AND REMOTELY PILOTED AIRCRAFT SYSTEM (RPAS). ISPRS - International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, XLII-2, 599-606.

- D. Mezzino, L. Chan, M. Santana Quintero, M. Esponda, S. Lee, A. Min, & M. Pwint. (2017), Built Heritage Documentation and Management: An Integrated Conservation Approach in Bagan. ISPRS Annals of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, IV-2/W2, 143-150.

- Fabio Remondino, iIsabella Toschi, & Fabio Menna. (2017), A Critical Review of Automated Photogrammetric Processing of Large Datasets. ISPRS

- International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, XLII-2/W5, 591-599.

- Anthony D Smith. (1991), National identity. London: Penguin: University of Nevada Press.

Mark Thatcher. (2018), Introduction: The state and historic buildings: preserving ‘the national past'. Nations and Nationalism, 24(1), 22-42.

- Romeu Vicente, Sergio Lagomarsino, Tiago Miguel Ferreira, Serena Cattari and J.A.R., & Mendes da Silva. (2018), Cultural Heritage Monuments and Historical Buildings: Conservation Works and Structural Retrofitting. In Strengthening and Retrofitting of Existing Structures (Vol. 9, pp. 25-57). Nature Singapore: Springer.

- K Waked. (1996), The reasons behind the collapse of buildings, rehabilitation and maintenance: Scientific books house for publishing.

- Khaki, Ali (2020), Recognition of Short-Range Photogrammetry and Its Applications for Recording and Maintaining Cultural and Natural Heritage, Journal of Engineering Science, Vol. 16(1), 1–18,

Rejas, Juan Gregorio; Farjas, Mercedes; Rejas, Julián; (2017), Exploración Multisensor para la Detección de

[Downloaded from jhre.ir on 2025-12-15]
[DOR: 20.1001.1.20084994.1400.40.175.5.8]
[DOI: DOI: 10.22034/40.175.63]