

مستندسازی میراث معماری روستایی با استفاده از فتوگرامتری برداشت کوتاه؛ مطالعه موردی: سردر خانه سرخای، روستای اوشتین، آذربایجان شرقی

شهین فرخی*، حمید صادقی**، رویا طهمورشی***

۱۴۰۰/۰۲/۱۰

۱۴۰۰/۰۷/۱۹

تاریخ دریافت مقاله:

تاریخ پذیرش مقاله:

چکیده

مستندسازی و حفاظت از میراث فرهنگی و معماری روستایی به عنوان یکی از عوامل مهم معرفی پیشینه و هویت آن، نیازمند ابزار دقیق و توامندی 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 بالارزش به فراموشی سپرده خواهد شد. در این راستا، هدف از پژوهش حاضر، مستندسازی میراث معماری روستایی با بررسی قابلیت‌های فتوگرامتری برداشت کوتاه در مدل‌سازی هندسی این آثار است که می‌تواند به عنوان یک روش جایگزین یا مکمل روش‌های سنتی در این زمینه استفاده شود. در این راستا، سردر خانه سرخای واقع در روستای اوشتین (آذربایجان شرقی) به عنوان مطالعه موردی، با استفاده از فتوگرامتری برداشت کوتاه مدل شده است و محصولات متنوعی از آن تهیه گردیده‌اند. سردر خانه سرخای اوشتین یکی از میراث تاریخی این روستاست که تاکنون مستندنگاری دقیقی در این زمینه صورت نگرفته است و ضرورت این امر را به جهت حفظ و نگهداری آن، برای نسل‌های آتی بیش از پیش روشن می‌نماید. پژوهش حاضر ضمن بررسی قابلیت‌های فتوگرامتری برداشت کوتاه در مدل‌سازی هندسی و مستندسازی میراث معماری روستایی، نتایج حاصل از مستندسازی سردر خانه سرخای را به طور ویژه بررسی و ارزیابی کرده است. تهیه اطلاعات دقیق کیفی و کمی با جزئیات زیاد در حد کنیه‌های موجود در سردر خانه سرخای روستای اوشتین از دست آوردهای این پژوهش است. همچنین، اطلاعات دقیق از این اثر تاریخی شامل نقشه‌های دوبعدی، نقشه‌ها و مدل‌های سه‌بعدی، شبکه نامنظم متشی، مدل سه‌بعدی با بافت واقعی و ابر نقاط از جمله اطلاعات مستندنگاری شده این اثر است. لازم به ذکر است برای تصویربرداری از این اثر، از دوربین رقومی غیرمتريک 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 برداشت کوتاه، خانه سرخای.

* دانشپژوه دکترای معماری اسلامی، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه هنر اسلامی تبریز، تبریز، ایران.

** استادیار گروه مهندسی نقشه‌برداری، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه تبریز، ایران. v.sadeghi@tabrizu.ac.ir

*** کارشناس معماری، موسسه آموزش عالی سراج، تبریز، ایران.

موجود برای معنادار نمودن، درک، تعریف و شناخت ارزش‌های میراث فرهنگی، ثبت خصوصیات چندبعدی و همه‌جانبه آن در نظر گرفته شده است. «ثبت به معنی کسب اطلاعات توصیف‌کننده ترکیب‌بندی کالبدی، شرایط و عملکرد بنا و تحولات آن در دوره‌های مختلف زمانی» به عنوان 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، حوزه 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 برداشت 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 برداشت امکان مدل‌سازی هندسی و مستندسازی آثار و بنای‌های تاریخی است که می‌تواند به عنوان یک روش جایگزین یا مکمل روش‌های سنتی در این زمینه استفاده شود. در پژوهش حاضر، به عنوان مطالعه موردی، سردر خانه سرخای واقع در روستای اوشتین (آذربایجان شرقی)، با استفاده از فتوگرامتری برداشت امکان مدل شده است و محصولات متنوعی از آن تهیه گردیده‌اند. سردر

بنای‌های تاریخی همواره نماد و مکان‌های یادبود و نمونه‌هایی از سبک‌های معماری دوره خودشان و به عبارتی، یاز تولید ملی را ارائه می‌دهند (Smith, 1991) و می‌توانند به عنوان بخشی از غنای تاریخی ملت و تقویت هویت اجتماعی، حفاظت شوند (Anderson, 2006). این بنای‌ها بخشی از گستره 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 به گونه‌ای است که شناخت و ارزیابی آن در تمامی مراحل مداخله لازم و ضروری است (نشادابراهیمی و همکاران، ۱۳۹۲: ۸۰). این میراث گران‌بها در دوره حیات خودش همواره با تهدیدات و مخاطرات طبیعی و انسانی رو به رو بوده است و در برخی موارد، این خطرها باعث شده‌اند یک بنا یا بافت تاریخی تخریب شود یا کاملاً از بین برود و به دلیل نبود مستندات دقیق از فرم اولیه آن، امکان تشخیص خطوط اصلی طرح وجود ندارد و در نتیجه، امکان بازسازی یا مرمت بنا به شکل اولیه وجود ندارد و منجر شده است از برخی آثار بالرتبه 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 به شکل دقیق انجام شود. در مستندنگاری میراث تاریخی، اولین گام مستندسازی دو بعدی و سه‌بعدی از وضعیت فعلی آن‌هاست (دانشپور، ۱۳۸۹). در دستورالعمل ۱۹۹۶ صوفیا نیز جهت ثبت این‌ها یکی از روش‌های اصلی

موجود در سردر خانه سرخای روستای اوشتین است که با موفقیت انجام شده است. استخراج مدل سه بعدی کتیبه های موجود در آثار تاریخی و معماری، برای اولین بار در تحقیق حاضر توجه شده است و از این نظر اهمیت دارد.

پیشینه تحقیق

مطالعات و پژوهش های متعددی پیرامون مستندنگاری ابنیه و آثار تاریخی با تکنیک فتوگرامتری برداشت از صورت گرفته اند که برخی از پژوهش های اخیر در این زمینه در جدول شماره ۱ ارائه شده اند. شایان ذکر است با وجود پژوهش های پیشین، تحقیقات در این زمینه در مطالعات موردی مختلف همچنان ادامه دارند؛ چراکه با توجه به شرایط و ویژگی های خاص و منحصر به فرد هر بنا و اثر تاریخی، پروژه مستندسازی هر اثر با چالش ها و مسائل خاصی همراه است که آن را از سایر پژوهش ها متمایز می کند.

ادبیات موضوع

حافظت میراث فرهنگی و معماری

حفظ بناهای تاریخی قویاً به فرهنگ ملی مربوط می شود که جان هاچینسون آن را جنبشی برای ایجاد انجمن های ملی توصیف می کند (Hutchinson, 2013). ساختمان های تاریخی می توانند نقش مهمی در شکل گیری و حفظ یک جامعه ملی ایفا کنند. فیلدن حفاظت را به عنوان کنش (اقدام) در اثر تاریخی دیده و آن را از دیدگاه فنی و عملی بررسی کرده است. «حافظت کنشی (اقدامی) است که از زوال اثر جلوگیری می کند. تمام اعمالی که عمر میراث فرهنگی و طبیعی ما را دوام بخشید و طولانی کند، در مقوله حفاظت می گنجد» (Feilden, 2003).

رویکرد حفاظت از آثار ارزشمند معماری به عنوان عناصری هویت بخش در قالب توسعه و تعمیر و مرمت،

خانه سرخای اوشتین یکی از میراث تاریخی این روستاست که تاکنون مستندنگاری دقیقی در این زمینه صورت نگرفته است و ضرورت این امر را به جهت حفظ و نگهداری آن برای نسل های آتی بیش از پیش روشن می نماید. پژوهش حاضر ضمن بررسی قابلیت های فتوگرامتری برداشت از مدل سازی هندسی و مستندسازی میراث معماری روستایی، به طور ویژه نتایج حاصل از مستندسازی سردر خانه سرخای را بررسی و ارزیابی کرده است. نقشه های دو بعدی، نقشه های سه بعدی، شبکه نامنظم مثلثی، مدل سه بعدی با بافت واقعی و ابر نقاط از جمله مهم ترین آن هاست. برای عکس برداری از این بنا، از دوربین رقومی غیر متریک Canon PowerShot A2400 IS استفاده شده است و مدل سازی هندسی اثر با نرم افزار Agisoft انجام گرفته است.

در جهت تشریح اهمیت تحقیق حاضر لازم به ذکر است، هر چند در سال های اخیر، برخی از مهم ترین آثار فرهنگی کشور به روش فتوگرامتری رقومی مستندسازی شده اند، ولیکن مستندسازی میراث فرهنگی روستایی با کم توجهی رو به رو بوده است. با توجه به ضرورت توجه بیشتر به مستندسازی اینیه تاریخی روستایی را در دستور کار قرار داده است و برای این منظور، از تکنیک نوین و کارآمد فتوگرامتری رقومی برداشت از فتوگرامتری استفاده کرده است. در پژوهش حاضر، اطلاعات و مدل های هندسی سه بعدی دقیقی از این اثر تاریخی، شامل نقشه های دو بعدی، نقشه های سه بعدی، شبکه نامنظم مثلثی، مدل سه بعدی با بافت واقعی و جزئیات سه بعدی کتیبه های آن اندازه گیری و ثبت شده اند. لازم به ذکر است، یکی از چالش های تحقیق حاضر، تهیه اطلاعات دقیق کیفی و کمی با جزئیات زیاد در حد کتیبه های

همواره رکنی اساسی در تاریخ معماری این مرزوبوم محسوب شده است. در شرایط کنونی، ضرورت بازبینی نحوه انجام بررسی علمی برای اولویت‌بندی آثار به منظور ثبت و حفاظت از آن‌ها ضروری است. این امر به واسطه گسترش شهرها، تغییر رویه حفاظت و پیچیده‌شدن آن، تعدد آثار و تغییر در نگرش عمومی مردم به عنوان افراد استفاده‌کننده از این فضاهای نیز

ج. پیشینه تحقیق، مستندنگاری اینیه و آثار تاریخی با تکنیک‌های نوین

نوسنگان	سال	عنوان	هدف	روش تحقیق	نتجه گیری
Khaki	۲۰۲۰	Recognition of Short-Range photogrammetry and Its Applications for Recording and Maintaining Cultural and Natural Heritage	بررسی و معزیزی کاربرد روش‌های جدید در ثبت میراث فرهنگی در بی‌بررسی کاربرد علم فتوگرامتری در حفظ و مرمت	توصیفی - تحلیلی	فتوگرامتری برد کوتاه برای اسنادی با خصوصیات هندسه‌پیچیده، مانند مقرنس در مساجد و سایر ترکیبات 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 توسعه لیزراسکن سه بعدی، فتوگرامتری برد کوتاه و سنجش از دور فاطحی در شهر سلتیبری سگدا	کتابخانه‌ای و میدانی	گسترش، حاصلیت و تاهمیکی لایه‌های موجود در سایت از پیزگاه مای خاصی است که ضرورت استفاده از فناوری‌های مختلف را برای سهولت کشف و ثبت ساختارهای باستان‌شناسی مادفون یا کشف‌شده در مراحل مختلف نشان می‌هدد.
امیری آذر و همکاران	۱۳۹۷	مستندنگاری سرد رخانه‌های تاریخی محله عودلاجان تهران بهروش فتوگرامتری برد کوتاه؛ ارائه راهکاری برای رفع محدودیت برآشده پوشش‌های منعکس‌کننده کاشی کاری شده	تشریح قابلیت‌ها و محدودیت‌های فتوگرامتری برد کوتاه و تمرکز بر پیچیدگی مستندنگاری مطحوب منعکس‌کننده نور	تجربی	مدیریت برداشت با توجه به نور مجیطی راهکار مناسبی برای حل محل مشکل مستندنگاری است.
ملکی و همکاران	۱۳۹۷	مستندسازی ترکیبات بنای‌های تاریخی با استفاده از فتوگرامتری برد کوتاه؛ مدل‌سازی مقرنس ضلع شمالی عمارت مسعودیه	مطالعه روی داده‌های واقعی مقرنس بر اساس فتوگرامتری برد کوتاه	کتابخانه‌ای و میدانی	ایجاد مدل سه بعدی قسمتی از مقرنس ضلع شمالی عمارت مسعودیه جهت ایجاد یک سند بهروش فتوگرامتری برد کوتاه
فیض الله بیگی	۱۳۹۴	کاربرد علوم ژئوپاتمیک در خلق، ثبت، مستندسازی و حفاظت از میراث تاریخی و فرهنگی	شناسایی ایزار و تکنیک‌های کارآمد برای به کارگیری در زمینه‌های حفاظت از میراث فرهنگی	توصیفی - تحلیلی و از نوع کاربردی	علوم و ایزار ژئوپاتمیک ضمن دارای دهن ارتقاطی درین و نتکانگ با حوزه حفاظت از میراث فرهنگی و تاریخی در سطوح وسیع می‌تواند پاسخ‌گویی بازهای موجود در این حوزه باشد.
سلمان و نقدی	۱۳۹۳	مدل‌سازی بنای‌های تاریخی با استفاده از فتوگرامتری برد کوتاه و بررسی قابلیت‌های مدل سه بعدی در انتقال و پیزگاهی های کیفی (مطالعه موری: قبة ووازد همام یزد)	بررسی قابلیت‌ها و توانایی فتوگرامتری برد کوتاه در مستندسازی و انتقال و پیزگاهی های کیفی بنای‌های تاریخی	مطالعات کتابخانه‌ای و پیمایشی	موقفيت مدل در انتقال و پیزگاهی های کیفی در حوزه تنشیات پصری و غایی حس بصیری ۵۸/۶۴ درصد برآورده گردید.
حیدری و همکاران	۱۳۹۳	اندازه‌گیری ابعاد هندسی ساختمان در مهندسی عمران با استفاده از فتوگرامتری برد کوتاه	استفاده از فتوگرامتری بهمنظور بدست‌آوردن ابعاد، شکل و مساحت ساختمان	تجربی	این روش می‌تواند در بسیاری از موارد در اندازه‌گیری شکل و ابعاد سازه‌های عمرانی استفاده شود.

کسب اطلاعات از راه مشاهدات نهاده است و باقی مطالعات به کمک طلبیده می‌شوند. مرمت‌گر به طور عینی و ملموس با اثر مواجه می‌شود (ابویی، ۱۳۹۶). بررسی اسناد بین‌المللی از آنجا که از یک سو چکیده تجربیات بین‌المللی است و از سوی دیگر رشد و تطور دانش و بیش کلی در زمینه حفاظت را بیان می‌دارد، از منظر میزان اهتمام به موضوع روتا و میراث روتایی حائز

حفاظت و مرمت، علمی تجربی و در عمل، اقدامی پیشگیرانه و درمانی در حیطه موضوعات میراث فرهنگی است. در سطحی حرفه‌ای، می‌توان آن را آمیزه‌ای از دانش تنوری و مهارت‌های علمی دانست (کشاورز، ۱۳۹۷). حفاظت نمی‌تواند به درستی انجام شود؛ مگر با دریافت و درک موضوعی که با آن سروکار دارد. اساس مطالعات حفاظتی بر مطالعات میدانی و

میراث فرهنگی و معماری روستایی به عنوان یکی از عوامل مهم 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 بالارزش به فراموشی سپرده خواهند شد. از این‌رو، در این مقاله سعی گردیده است با استفاده از فتوگرامتری برداشته شده است. به این راهکارهای مستندنگاری دقیق، به مستندسازی یکی از این آثار مهم در روستای اوشتین پرداخته شود. سردر خانه سرخای اوشتین یکی از میراث تاریخی این روستاست که تاکنون مستندنگاری دقیقی در این زمینه صورت نگرفته است و ضرورت این امر را به جهت حفظ و نگهداری آن برای نسل‌های آتی بیش از پیش روشن می‌نماید.

برداشت و مستندسازی

تشخیص شرایط فعلی بنا می‌تواند با کمک گرفتن از یک دانش بین‌رشته‌ای مبنی بر یادداشت‌های تاریخی، نقشه‌برداری با کمک تکنولوژی‌های نوین و پیشرفت، همچون اسکن لیزری، فتوگرامتری برداشته، 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 بی‌دقیقی‌ها و تحریف در واقعیت‌های تاریخی شود که این پدیده باعث تغییر چهره فیزیکی ساختمات و سبک معماری واقعی آن می‌شود (Hmood, 2016).

رونده بازسازی و تقویت بنا نیازمند سنجش‌های متعدد، از جمله بازرسی و مطالعه قطعی است (Waked, 1996). نقشه‌برداری و برداشت بنای تاریخی از طریق ارزیابی و بازرسی کالبدی بنا یکی از مراحل تعیین‌کننده

اهمیت است. روستا به عنوان یکی از داشته‌های ارزشمند بشری با همه 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 به دلیل تناسبیش با انسان و محیط اجتماعی و از سوی دیگر با سرزمین و مکان به عنوان یک کل، شایسته حفاظت است. وجوده مختلف روستا و میراث روستایی در ضمن این تغییرات از موضوعی حاشیه‌ای تبدیل به متن شده است و روزبه روز بر اهمیت آن افزوده شده است. به این ترتیب، میراث روستایی به عنوان یک کل هماهنگ و بینانی چندرشته‌ای اهمیت می‌یابد و راهبردهای حفاظت از مرمت به حفاظت توأمان و چندجانبه‌نگار ارتقا می‌یابد و چالش ادغام حفاظت و توسعه روستایی ادامه می‌یابد (ندیمی و دیگران، ۱۳۹۶: ۳). میراث فرهنگی و معماری روستایی در کشور ما با کم توجهی 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 بشناساند و در صدد احیای آن برآیند، اما به دلیل بی‌اطلاعی نسل‌های کنونی از ارزش و اهمیت میراث فرهنگی در جهت تحقق اهداف توسعه 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 پر اهمیت 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 پیشرفت‌های استفاده گردد. به این ترتیب، می‌توان گفت حفاظت از

و مؤثر در روند موفقیت مداخلات و فعالیتهای حفاظتی و طرح مرمتی هر پروژه است (Vicente, 2018). برداشت و مدل‌سازی بنای تاریخی نقطه 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 مرحله پیمایش و ثبت، نیاز به درک کامل خصوصیات ساختاری و مادی مصالح استفاده شده وجود دارد. پیشنهاد می‌شود که مدارک و مستندات تاریخی درباره سازه و شیوه و تکنیک‌های ساخت جمع‌آوری گردد. این امر برای تشخیص صحیح وضعیت کنونی و اقدامات حفاظتی در آینده ضروری است. رویکرد منطقی برای مرحله برداشت و مدل‌سازی باید طبق

اصول کلی زیر هدایت شود:

- هر بنای تاریخی ویژگی‌های متفاوت و منحصر به‌فردی دارد که سبب می‌شود روش‌های نقشه‌برداری هر پروژه مناسب با ویژگی‌های آن پروژه انتخاب شود و عموماً مناسب با سایر پروژه‌ها باشد.
- انتخاب وسایل بازرسی و ارزیابی و ضبط و ثبت باید با ماهیت ساختمان سازگار باشد.

- اقدامات برداشت باید بر اساس دامنه نفوذ و هدف نهایی پروژه برنامه‌ریزی شود. هرگونه عملیات ترمیم، نگهداری، بهسازی یا استراتژی مداخله باید تلاش فنی و اقتصادی انجام شده در مرحله بررسی را معنکس نماید.

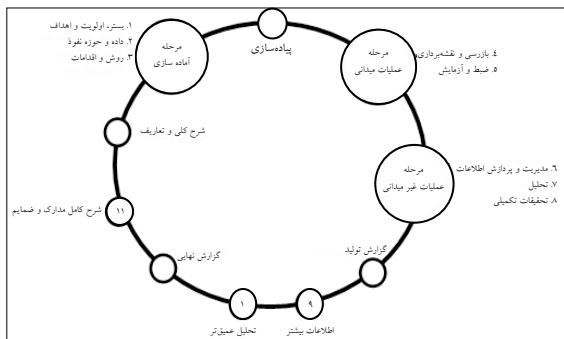
- برداشت و مدل‌سازی یک عملیات بین‌رشته‌ای است و نظرات تیم‌های مهندسین نقشه‌بردار، معماران، مورخان، باستان‌شناسان و غیره بسیار ارزشمندند.

- مرحله 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 بالارزش‌اند و باید در نظر گرفته شوند.

- وظیفه اصلی نقشه‌برداری و پیمایش در اصل ترکیبی از اقدامات مکمل، شامل ضبط، تشخیص، بازرسی و آزمایش است. همان‌طور که در تصویر شماره ۱ مشخص شده است، به طور کلی فرآیند پیمایش شامل سه مرحله اساسی آماده‌سازی و عملیات میدانی و عملیات غیرمیدانی است. هر کدام 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.



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

نقش و اهمیت هندسه در مستندسازی

مستندسازی مرحله آغازین و بسیار مهم در حفظ و نگهداری و مرمت بنای تاریخی و آثار باستانی است. در صورتی که اطلاعات جامع و صحیح از این بنایا 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

تخریب یا نابودی اینیه و میراث فرهنگی شده‌اند. به همین دلیل، مستندنگاری و حفظ این آثار ضروری است و از اهمیت فوق العاده‌ای برخوردار است. یکی از راهکارهای مؤثر در دهه‌های گذشته، استفاده از تکنیک‌های نوین در ثبت و تجزیه و تحلیل داده‌ها و مدل‌سازی آن‌هاست. راهکار متداول، مستندسازی آثار و اینیه با نقشه‌های خطی دو بعدی است. ارائه مدل‌های رقومی مبتنی بر واقعیت با قدرت تفکیک بالا، قادر به ارتباط با مستندات مختلف تاریخی است که بر مشکلات به کارگیری نقشه‌های دو بعدی نیز فائق آمده است (آهنگرها و صادقیان، ۱۳۹۷). به این ترتیب، در عصر حاضر تلفیق روش‌های مختلف برای اخذ اطلاعات سه بعدی به یکی از منابع مهم در مستندسازی میراث فرهنگی تبدیل شده است. روش‌های تلفیقی اطلاعاتی کامل و چندمقیاسه را با توجه به پیچیدگی بنای‌های تاریخی و میزان دسترسی به منطقه و سطح متفاوت جزئیات موردنیاز فراهم می‌کنند (Gagliolo, 2017). ظهور و توسعه تکنیک‌های پردازش خودکار این فرصت را فراهم کرده است که مجموعه داده‌های گرافیکی بزرگ با سرعت و دقیق زیادی پردازش شده‌اند و نتایج سه بعدی (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 بر دکوتاه به رویکرد استانداردی در مدل‌سازی و مستندسازی میراث فرهنگی تبدیل شده است و محبوبیت این فناوری به طور فرا آینده‌ای در حال افزایش است.

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

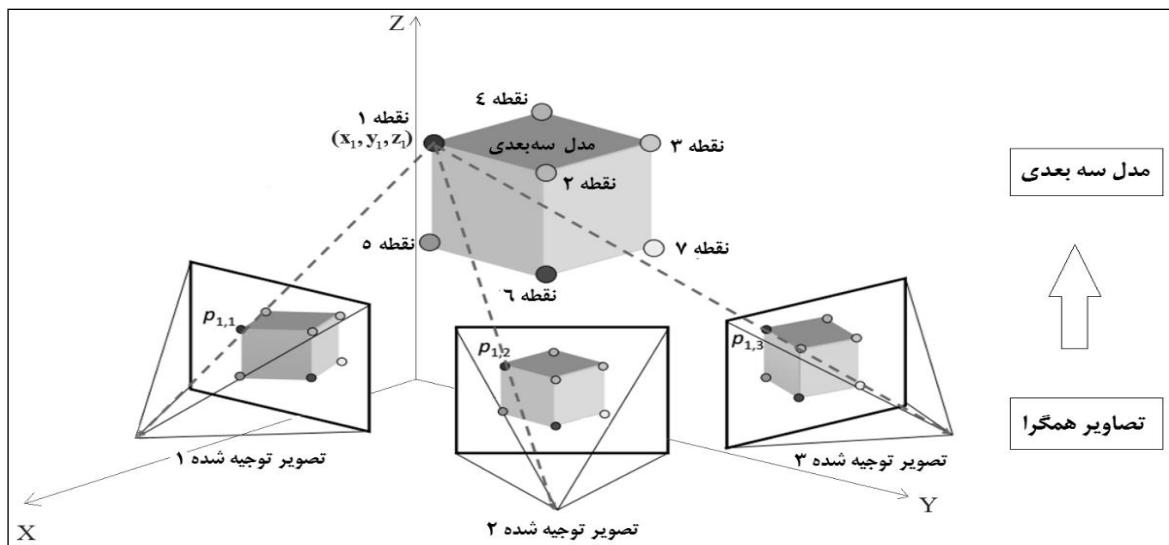
اطلاعات هندسی و توصیفی اثر تاریخی انجام می‌گیرد. علی‌رغم اینکه سازمان‌های بین‌المللی، منشورها و بیانیه‌هایی در خصوص اهمیت مستندسازی ارائه نموده‌اند و در این زمینه تأکید داشته‌اند، ولی هیچ‌کدام به صورت ویژه بر مستندات هندسی بنای‌ها اشاره‌ای نکرده‌اند (Korumaz, 2018). تنها یک‌سوم از هشت‌صد سایت ثبت‌شده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

وضعیت فعلی یک بنای باید به صورت 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 (آیت‌الله‌زاده شیرازی، ۲۰۰۳). به عنوان بخشی از مستندسازی میراث فرهنگی، جدا از استناد معماری و تاریخی و غیره، مستندات هندسی با هدف ضبط و ثبت وضعیت موجود بنا تهیه می‌گردد. همان‌گونه که هر اثر تاریخی روند شکل‌گیری خودش را در طی زمان طی کرده است و این اطلاعات پیش‌زمینه‌ای ضروری برای مطالعه تاریخی و مطالعات آینده 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 نظری دقیق مورد نیاز، خصوصیات محیط کاری، بافت و رنگ سطح بنا، امکان دسترسی به آن، هزینه و عوامل بسیاری دیگر تأثیرگذار خواهد بود (امامی، ۱۳۹۴). هدف اصلی مدل‌سازی هندسی، تعیین دقیق شکل، اندازه و موقعیت شیء در فضای سه‌بعدی است.

مدل‌سازی سه‌بعدی با فتوگرامتری بر دکوتاه
عوامل محیطی و انسانی در طول زمان همواره سبب

یک عارضه، مستلزم تعیین صحیح پارامترهای موقعیت (x,y,z) و توجیه (w,p,k) هریک از تصاویر هم‌گرای Koch and Kaehler (2009) که با بهره‌گیری از روابط معمول فتوگرامتری در جریان توجیه داخلی و توجیه خارجی (توجیهات نسبی و مطلق) صورت می‌گیرد.

اخذشده از فاصله نزدیک (کمتر از ۳۰۰ متر)، به اندازه‌گیری و مدل‌سازی سه‌بعدی دقیق اجسام و سایتها می‌پردازد. از اصول مثلث‌بندی در ریاضیات استفاده می‌کند و با تلاقي خطوط هم‌گرا در فضا، موقعیت دقیق سه‌بعدی نقاط سطح عارضه را تعیین می‌کند (تصویر شماره ۲). تشکیل مدل سه‌بعدی دقیق از



ت.۲. اصول تشکیل مدل سه‌بعدی با فناوری فتوگرامتری برداشت رقومی

فتوگرامتری برداشت رقومی (Angheluddua, 2014). مدل‌سازی هندسی آثار و اینیه تاریخی از ملزومات مستندسازی این عوارض است و مدل‌های سه‌بعدی رقومی مستخرج از فتوگرامتری رقومی می‌تواند کنار نقشه‌های خطی دو بعدی، سبب ارتقای کیفیت و دقیقت مستندسازی آثار گردد. فتوگرامتری برداشت رقومی 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، ۲۰۱۴).

مسلمًا در صورت وجود اطلاعات کافی از آثار و اینیه تاریخی و معماری، می‌توان در صورت تخریب بناها و سایتها تاریخی، بر اثر حادث غیرمتوجه، از قبیل سیل و زلزله، به بازسازی مجدد آثار باستانی مبادرت

فتوگرامتری برداشت رقومی با قابلیت‌های ویژه خودش، از جمله سرعت بالا، دقیقت بالا، هزینه پایین، تنوع مدل‌های نمایشی و هندسی نهایی (مانند نقشه خطی و مدل‌های دو بعدی مشابه، عکس ترمیم شده، 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 تهیه مستندات با خصوصیات هندسی پیچیده یا شمار زیادی از فضاهای و اجزای معماری استفاده شود (Guidi, Russo,

بردکوتاه در مدل‌سازی هندسی ابینه و آثار باستانی است و به عنوان یک مطالعه موردنی، سردر خانه سرخای واقع در روستای اشتین انتخاب گردید. روستای اشتین یکی از قدیمی‌ترین و زیباترین روستاهای ایران است که در حاشیه رودخانه ارس، در ۱۵۰ کیلومتری 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 اشتین، به علت برخورداری از مناظر طبیعی دیدنی، معماری بسیار زیبای خانه‌ها (حیاط هرخانه پشت بام خانه دیگر است)، کتیبه‌های مرمرین (مربوط به زمان شاه طهماسب صفوی) و باغات انبوه در زمرة مقاصد گردشگری قرار دارند. با بهره‌گیری از فناوری فتوگرامتری بردکوتاه اطلاعات متنوع و ارزشمندی از این اثر، شامل ابرنقطه‌سه‌بعدی متراکم با بافت واقعی، مدل سه‌بعدی قاب‌سیمی، مدل سه‌بعدی با بافت واقعی و نقشه‌های دو بعدی و سه‌بعدی از اجزای بنا و نقوش کتیبه‌ها واقع در سردر تهیه گردیدند. جزئیات مدل‌سازی این اثر با فناوری فتوگرامتری بردکوتاه در ادامه تشریح می‌گردد.

مدل‌سازی سه‌بعدی سردر خانه سرخای با فتوگرامتری بردکوتاه

پژوهه حاضر با هدف ایجاد مدل‌سازی سه‌بعدی واقعی سردر خانه سرخای با فناوری فتوگرامتری بردکوتاه رقومی انجام گرفته است. تصویربرداری پروژه با دوربین غیرمتريک ديجيتال Canon PowerShot A2400 IS، A2400، ۱۶ مگاپيكسلی صورت گرفته است. پردازش تصاویر و تشکيل مدل سه‌بعدی واقعی از اين اثر تاریخي در محیط Agisoft PhotoScan صورت گرفت که يك نرم‌افزار پیشرفته فتوگرامتری رقومی برای

ورزید (عليتاجر، ۲۰۱۴). تمامی اين اطلاعات برای برنامه‌ریزی فعالیت‌های مرمتی و نظارتی در بنای Mezzino، ۲۰۱۷ با بهره‌گیری از ابزارهای ترسیمی و بازسازی‌های مجازی، ارتقای کیفیت اقدامات حفاظتی از میراث فرهنگی و افزایش اطلاعات دقیق درباره بنای حاصل می‌شوند (LoBrutto, 2018).

روش تحقیق

پژوهش حاضر بر مبنای هدف، از نوع کاربردی توسعه‌ای 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 مطالعه 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 خانه سرخای واقع در روستای اوشتین (آذربایجان شرقی) با استفاده از فتوگرامتری بردکوتاه رقومی مدل شده است و محصولات متنوعی از آن تهیه گردیده‌اند. نقشه‌های دو بعدی، نقشه‌های سه‌بعدی، شبکه نامنظم متشی، مدل سه‌بعدی با بافت واقعی و ابر نقطاط، از جمله مهم‌ترین آن‌ها هستند. برای عکس‌برداری از این بنا، از دوربین رقومی غيرمتريک Canon PowerShot A2400 IS استفاده شده است و مدل‌سازی هندسی اثر با نرم‌افزار AgiSoft PhotoScan انجام گرفته است.

بحث و نتایج آنالیز

معرفی روستای اشتین و سردر خانه سرخای
هدف تحقیق حاضر، بررسی قابلیت‌های فتوگرامتری

ایجاد مدل سه بعدی دقیق است.

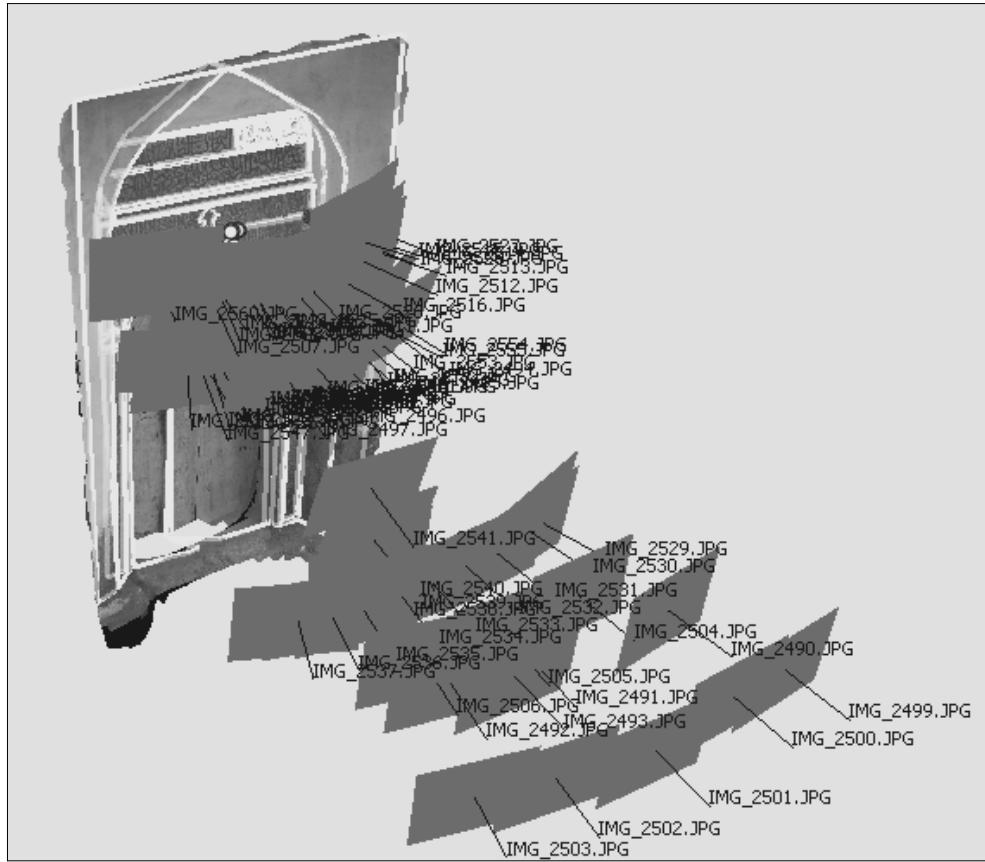
تصاویر در هر موقعیت و وضعیتی می‌توانند اخذ شوند؛ البته به شرطی که عارضه مورد نظر حداقل باید در دو تصویر مشاهده شود. از قابلیت‌های ارزشمند این نرم‌افزار می‌توان به خودکاربودن فرآیندهای فتوگرامتری در آن اشاره کرد؛ طوری که بعد از تنظیمات اولیه و تعیین برخی پارامترهای لازم، توجیه تصاویر و تشکیل مدل سه‌بعدی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



ت ۳. نمونه تصاویر هم‌گرای اخذشده از سردر خانه سرخای روستای اشتین

مرحله ای از موقعیت‌های دوربین شکل می‌گیرد (تصویر شماره ۴). این ابرنقشه، نتایج توجیه تصاویر را نشان می‌دهد و به طور مستقیم در ساخت مدل سه‌بعدی استفاده نمی‌شود (به جز روش بازسازی مبتنی بر ابرنقشه). مجموعه موقعیت‌های تعیین شده دوربین در ادامه برای ساخت مدل سه‌بعدی استفاده خواهند شد.

مرحله دوم: توجیه تصاویر: در مرحله 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 ابرنقشه^۱ پراکنده و



ت ۴. موقعیت هندسی ایستگاههای عکس برداری (موقعیت دوربین‌ها) در مدل‌سازی سه‌بعدی سردر خانه سرخای

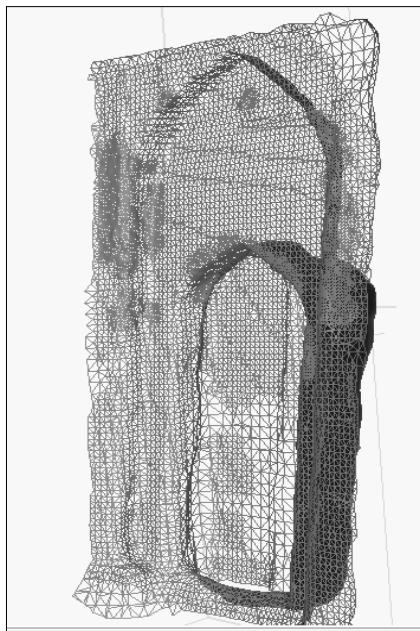
است. برخی از ویرایش‌ها، همچون حذف اجزای جدایشده و بستن حفره‌ها در شبکه و غیره را می‌توان در این مرحله انجام داد.

مرحله پنجم: ایجاد بافت و تولید ارتوپتوس: بعد از ساخت هندسه، می‌توان بافت^۲ واقعی عارضه را به آن اضافه نموده و ارتوپتوها را تهیه نمود. امکان ایجاد بافت واقعی عارضه در سطح مدل سه بعدی تأثیر بسیار قابل توجهی در ایجاد مدل واقعی عارضه و بصری سازی آن دارد (تصویر شماره ۸). هرچند ایجاد بافت در فتوگرامتری بر دکوتاه فرآیندی ساده و معمول است، ولی بسیاری از فناوری‌ها و روش‌های اندازه‌گیری قادر به این کار نیستند. به عنوان مثال، هرچند فناوری لیزراسکنر

مرحله سوم: ایجاد ابر نقطه متراکم: در این مرحله، ابر نقطه متراکم از عارضه که در تصویر شماره ۵ ارائه شده است، با تراکم چند میلیون نقطه ایجاد می‌گردد. در این ابر نقطه، نقاط سطح مدل با مختصات سه بعدی قابل مشاهده و اندازه‌گیری است. در صورتی که نیاز باشد، می‌توان ابر نقطه متراکم عارضه را ویرایش کرد و تغییر داد.

مرحله چهارم: ایجاد هندسه یا شبکه (مش): در این مرحله، یک شبکه چند ضلعی سه بعدی^۱ که نمایان گر سطح عارضه است، ایجاد می‌گردد (تصاویر شماره ۶ و ۷). این شبکه سه بعدی مدل قاب سیمی^۲ نیز نامیده می‌شود. روش‌های مختلفی برای ایجاد هندسه مدل وجود دارند که سریع ترین آن‌ها، روش مبتنی بر ابر نقطه

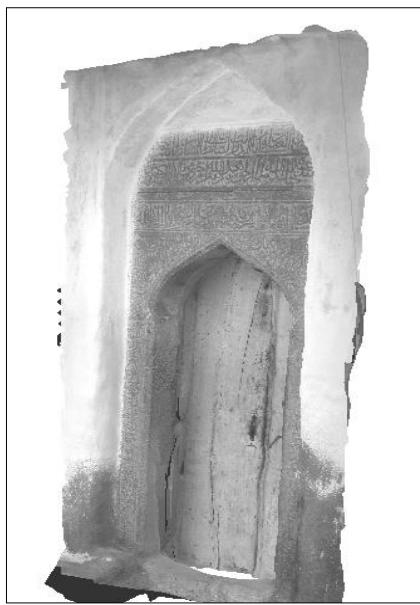
زمینی می‌تواند مدل سه‌بعدی دقیق سطح عارضه را تولید نماید، ولی عدم توانایی آن در ایجاد مدل سه‌بعدی سبب شده است که این فناوری نتواند همچون



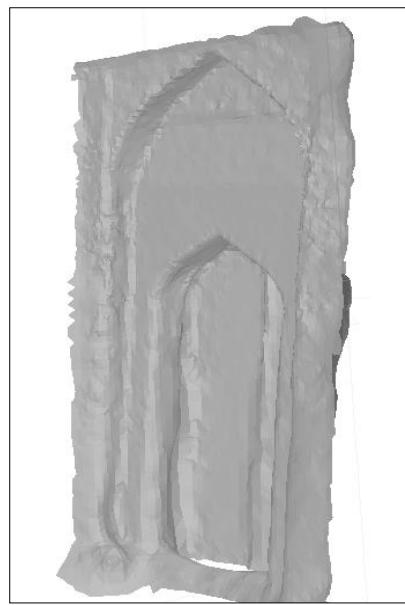
ت.۶. شبکه سه‌بعدی یا مدل قاب سیمی سردر خانه سرخای حاصل از فتوگرامتری بردکوتاه



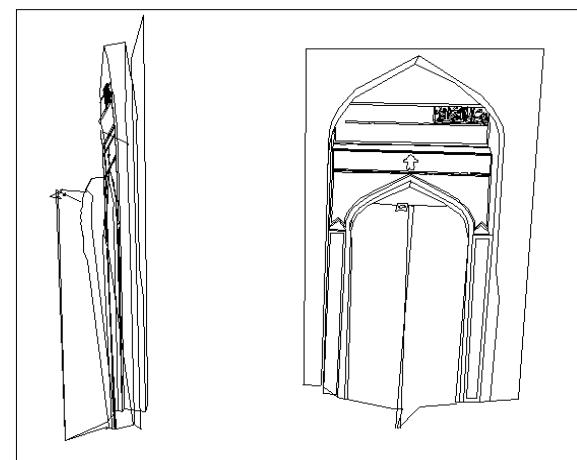
ت.۵. ابرنقطه متراکم سردر خانه سرخای حاصل از فتوگرامتری بردکوتاه



ت.۸ مدل سه‌بعدی با بافت واقعی از سردر خانه سرخای



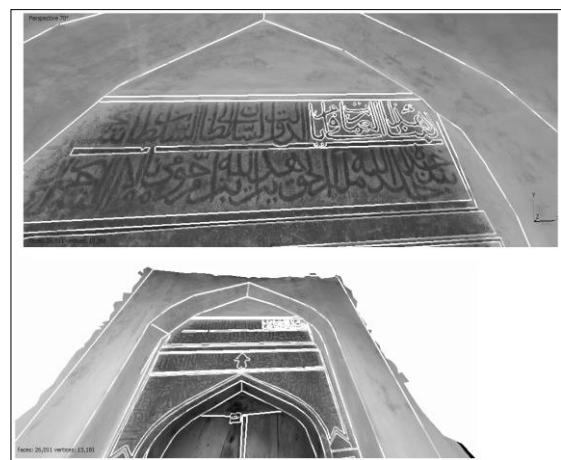
ت.۷. مدل سه‌بعدی صلب سردر خانه سرخای حاصل از فتوگرامتری بردکوتاه



ت.۱۰. ویرایش نقشه‌های خطی در محیط نرم افزار AutoCad

در سال‌های اخیر، فتوگرامتری برداشت 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 مقاله حاضر، به عنوان یک مطالعه موردی، سردر خانه سرخای واقع در روستای اوشتیان (آذربایجان شرقی) با استفاده از فتوگرامتری برداشت مدل شده است و محصولات متنوعی از آن برای

ترسیم نقشه‌های خطی دو‌بعدی و سه‌بعدی از بنا: هرچند در مدل‌سازی عوارض با فناوری فتوگرامتری برداشت، اطلاعات سه‌بعدی و دقیقی از این عوارض فراهم می‌شود (ابرنقطه 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 اینیه و آثار باستانی اند و اندازه‌گیری و استخراج اطلاعات از این نقشه‌ها راحت‌تر از مدل‌های سه‌بعدی است. بنابراین لازم است، در روند مدل‌سازی سه‌بعدی با فتوگرامتری



ت.۹. ترسیم نقشه‌های خطی کتیبه موجود در سردر خانه سرخای روی مدل سه‌بعدی

نتیجه

ابنیه و آثار فرهنگی و تاریخی، تحت تأثیر 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 قابل اعتمادی 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.

مستندسازی این اثر تهیه گردیده‌اند.

سردر خانه سرخای اوشتینین 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 روش‌نمی نمود. پژوهش حاضر ضمن بررسی قابلیت‌های فتوگرامتری برداشت‌های در مدل‌سازی هندسی و مستندسازی میراث معماری روستایی، نتایج حاصل از مستندسازی سردر خانه سرخای را به‌طور ویژه بررسی و ارزیابی کرد. یکی از چالش‌های تحقیق حاضر، تهیه اطلاعات دقیق کیفی و کمی با جزئیات زیاد در حد کتبیه‌های موجود در سردر خانه سرخای روستای اوشتینین است که با موقوفیت انجام گرفت.

برای مدل‌سازی هندسی این اثر از یک دوربین رقومی AgiSoft غیرمتريک و همچنین از نرم‌افزار 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 مرحله تصویربرداری از مراحل مهم و تأثیرگذاری است که توجه و تخصص ویژه‌ای را می‌طلبد.

اهمیت مستندسازی آثار و ابنيه تاریخی و فرهنگی از یک سو و قابلیت‌های ارزنده فتوگرامتری برداشت‌های در مدل‌سازی سه‌بعدی عوارض از سوی دیگر، بیان‌گر جایگاه ویژه فناوری فتوگرامتری برداشت‌های 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 برداشت‌های رقومی در مستندسازی ابنيه 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 گرفرامزی. (۱۳۹۷)، مستندنگاری سردر خانه‌های تاریخی محله عودلجان تهران بهروش فتوگرامتری برداشت‌های، ارائه راهکاری برای رفع محدودیت برداشت پوشش‌های معنکس‌کننده کاشی کاری شده. دومین همایش ملی مستندنگاری میراث طبیعی و فرهنگی، تهران، ایران.
- آهنگران، 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.
- آیت‌الله‌زاده شیرازی، باقر. (۲۰۰۳)، حفاظت بناهای تاریخی. هفت‌شهر، ۱(۱)، ۶-۱۳.
- حناچی، پیروز؛ آذری، عباس؛ محمودکلایه، سعید. (۱۳۹۴)، مدیریت ارزش‌گذاری در بافت‌های تاریخی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی؛ نمونه موردی: مطالعه در محور تاریخی خیابان لاله‌زار. مطالعات شهر ایرانی اسلامی. ۱۲، ۳۷-۴۴.
- امامی، حسن؛ سعادت‌سرشت، محمد؛ صفری، عبدالرضا. (۱۳۹۴)، تلفیق داده‌های لیزر اسکن زمینی و فتوگرامتری برداشت‌های با روش ماتریس‌نگاشت جهت تولید مدل سه‌بعدی با بافت واقعی. نشریه علمی ترویجی مهندسی نقشه‌برداری و اطلاعات مکانی. ۷ (خرداد)، ۷۱-۸۶.
- حیدری مظفر، مرتضی؛ ورشوساز، مسعود؛ سعادت‌سرشت، محمد. (۱۳۹۳)، اندازه‌گیری ابعاد هندسی ساختمان در مهندسی عمران با استفاده از روش‌های فتوگرامتری برداشت‌های. پانزدهمین کنفرانس دانشجویان عمران سراسر کشور. ارومیه، ایران.
- ابوبی، رضا؛ نیک‌زاد، ذات‌الله. (۱۳۹۶)، حفاظت معماری و نسبت آن با تاریخ معماری با نگاه به تجربه حفاظت در ایران. مطالعات معماری ایران.
- علیتاجر، سعید؛ افشاری آزاد، سمیه. (۲۰۱۴)، بررسی جایگاه مهندسی ژئوماتیک در کاربردهای میراث فرهنگی و

- 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 PHOTOGRAFMETRY 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, Isabella 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.
 - Kabilia Faris Hmood. (2016). Conservation and Restoration of Archaeological and Historic Buildings Some successful experiences Retrieved from Jordan, Department of Architecture.
- باستان‌شناسی و معماری. پژوهش‌های باستان‌شناسی ایران. ۱۹۵-۱۶۹، (۵)۳.
- فرجی، سهیل. (۱۳۹۵)، مستندسازی بناهای تاریخی. فصلنامه نقد کتاب تاریخ، ۹، ۸۵-۹۴.
- کوششگران، سید علی اکبر. (۱۳۹۰)، فرسته‌های احیا در سیر تحول بنای تاریخی از زمان خلق تا زوال اثر. نشریه شهر و معماری بومی، ۱ (زمستان)، ۶۷-۸۲.
- عباسی ملکی، ندا؛ تصدیقی، شهاب الدین؛ اندروdi، الهام. (۱۳۹۷)، مستندسازی ترئینات بناهای تاریخی با استفاده از فتوگرامتری بر دکوتاه: مدل‌سازی مقربن ضلع شمالی عمارت مسعودیه. دومن همایش ملی مستندنگاری میراث طبیعی و فرهنگی، تهران، ایران.
- عسگری، محمدحسن؛ ورشوساز، مسعود؛ دانشگر اصل (۱۳۸۷)، کاربرد فتوگرامتری در ترمیم و بازسازی آثار باستانی، همایش ژئوماتیک و چهارمین همایش یکسان‌سازی نامهای جغرافیایی، تهران. فیض الله بیگی، آرزو. (۱۳۹۴)، کاربرد علوم ژئوماتیک در خلق، ثبت، مستندسازی و حفاظت از میراث تاریخی و فرهنگی. بیست و دومین همایش ژئوماتیک، ایران.
- کشاورز، محسن؛ مهدیزاده، فاطمه؛ جبل عاملی، عبدالله. (۱۳۹۷)، آموزش مرمت بناهای تاریخی با رویکرد علوم میان‌رشته‌ای. صفحه، ۸۱، ۸۵-۹۸.
- ندیمی، هادی؛ ابوئی، رضا؛ صادق احمدی، مهدی. (۱۳۹۶)، ظهور و حضور روستا و میراث روستایی در سیر تطور اسناد بین‌المللی حفاظت. نشریه مسکن و محیط روستا، شماره 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.
- Kabilia 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 PHOTOGRAHAMMETRY 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, Isabella 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