



تجربه دانشجویان در یادگیری الکترونیکی «فتوگرامتری معماری»:

چالش‌ها و فرصت‌ها

علی اسدپور^۱*

۱- دانشیار گروه معماری داخلی، دانشگاه هنر شیراز، فارس، ایران. پست الکترونیکی: asadpour@shirazartu.ac.ir

چکیده

فتوگرامتری معماری شیوه‌ای سریع و ارزان برای مستندسازی است ولی در محتوای درسی دانشجویان معماری داخلی جایی ندارد. یادگیری الکترونیکی در سال‌های اخیر این فرصت را فراهم آورد تا این موضوع به‌عنوان دوره‌ای آموزشی، طراحی و به‌صورت آزمایشی به اجرا گذاشته شود. هدف این پژوهش که بر پایه نتایج پرسشنامه‌ای برخط از دانشجویان شرکت‌کننده در این دوره سامان‌یافته، تعیین چالش‌ها و فرصت‌هایی است که آموزش فتوگرامتری از دید آن‌ها داشته است و می‌کوشد تا به این پرسش‌ها پاسخ دهد: الف) ضرورت آموزش فتوگرامتری و کاربرد آن از دید دانشجویان معماری داخلی چیست؟؛ ب) میزان دشواری مراحل گوناگون کار فتوگرامتری از دید آن‌ها چگونه است؟؛ و ج) چالش‌ها و محدودیت‌های آن‌ها در انجام فتوگرامتری چه مواردی هستند؟ به‌این‌ترتیب پرسشنامه‌ای در بهمن ۱۳۹۸ و مهر ۱۳۹۹ در اختیار دانشجویانی که دوره آموزشی فتوگرامتری معماری را در طول یک‌ترم گذرانده‌اند، قرار داده شد. سنجش نظرات آن‌ها نشان می‌دهد که استقبال و رضایت آنان از این دوره قابل‌قبول است و در کل، محتوای آموزشی طراحی‌شده توانسته به اهداف خود دست یابد. بررسی نتایج نهایی پرسش‌نامه نشان می‌دهد دانشجویان با چالش‌هایی نیز مواجه بودند که می‌توان آن‌ها را در سه دسته الف) چالش شناخت و کاربرد، ب) چالش تجهیزات و امکانات و ج) چالش ثبت و تحلیل داده‌ها طبقه‌بندی نمود.

واژه‌های کلیدی: فتوگرامتری معماری، دوربین موبایل، مستند نگاری، متاشیپ، یادگیری الکترونیکی

۱- مقدمه

مستندنگاری و مستندسازی معماری در چند دهه گذشته با رشد فناوری‌های رقومی دچار تحولاتی شده است که در نتیجه آن برداشت آثار معماری دیگر محدود به روش‌های سنتی موجود برای ثبت و ضبط ویژگی‌های عینی و ملموس بناها نیست. از میان روش‌های این روش‌های مستندنگاری، «فتوگرامتری» نیز از روش‌های اپتیکی- مکانیکی به‌سوی روش‌های رقومی گام برداشته به‌نحوی که نه تنها رقومی‌سازی ساختمان و ساخت مدل اطلاعاتی بنا^۱ دیگر امری فراگیر و بدیهی است بلکه امروزه برای تهیه عکس‌های موردنیاز و همچنین پردازش آن‌ها می‌توان از دوربین‌های غیرمتریک (همچون دوربین موبایل)، تجهیزات ارزان‌قیمت (مانند منوپاد) و نرم‌افزارهای رایانه‌ای (مانند Agisof Metashape و PhotoModeler و Meshroom) به‌جای لیزر اسکنرها و دوربین‌های گران‌قیمت متریک و دیگر تجهیزات دقیق نیز استفاده کرد. هرچند نتیجه کار همواره تابعی از میزان دقت و صحت ابزارهاست ولی این بدان معنا نیست که حد معین و قابل‌قبولی از دقت با استفاده از ابزارهای ارزان‌قیمت قابل‌دستیابی نباشد؛ آموزش صحیح مبانی، شناخت درست از ابزارها، و توانایی حل مشکلات در کار عملی در مواجهه با هر پروژه می‌تواند به تضمین نتایج و ارتقای نهایی اسناد تولیدشده یاری رساند. در نتیجه چنین تحولاتی است که کار مستندنگاری

^۱ Building Information Model (BIM)



می‌تواند با کیفیت بالاتری نسبت به روش‌های مرسوم برداشت با متر دستی (نواری یا لیزری) همراه باشد، سرعت بیشتری به خود بگیرد و مهم‌تر از آن فراگیرتر از گذشته در دسترس علاقه‌مندان باشد.

از سوی دیگر در جهان روبه‌رشدی که هر روز در پی کاهش موانع دسترسی به امکانات آموزشی و تحقق شرایط برابر و پایدار برای آموزش همگانی است، آموزش الکترونیکی و یادگیری از راه دور در دوره همه‌گیری ناشی از کووید-۱۹ - که آن‌هم با توسعه فناوری‌های ارتباطی ممکن گردید- این امکان را برای دانشگاه‌های کشور فراهم آورد تا بتوانند به فرصت‌های تازه‌ای در آموزش دست یابند و از این الزام، چه‌بسا تجاری برای آینده فراهم آورند. متن پیش‌روی برآمده از تجربه‌ای است که در دانشگاه هنر شیراز حاصل آمده است. در نخستین و دومین ترم تحصیلی آموزش الکترونیکی (بهمن ۱۳۹۸ و مهر ۱۳۹۹) و با پراکنده شدن دانشجویان معماری داخلی این دانشگاه در شهرهای گوناگون کشور، فرصتی به دست آمد تا «فتوگرامتری معماری» به شیوه الکترونیکی در دو ترم یادشده و برای نخستین بار در این دانشگاه ارائه و نتایج آن به‌عنوان تجربه‌ای بارز - همچون آنچه دانشجویان از میراث معماری شهرهایشان ثبت کردند- مستند گردد. ضرورت پرداختن به این موضوع از آنجا ناشی می‌شود که به‌ندرت نتایج فعالیت‌های آموزشی در دانشگاه‌ها به‌خوبی مستند می‌شوند و تجارب داخلی در آموزش دانشگاهی فتوگرامتری به دانشجویان معماری یا مرمت نیز در دسترس همگان قرار ندارند. هدف پژوهش کنونی که بر پایه نتایج پرسشنامه‌ای برخط از دانشجویان سامان یافته است، تعیین چالش‌ها و فرصت‌هایی است که آموزش دانشگاهی الکترونیکی فتوگرامتری از دید دانشجویان دارد و می‌کوشد پیشنهادهایی برای ارتقای کیفیت آموزش آن در آینده ارائه دهد. بنابراین می‌کوشد به پرسش‌های زیر پاسخ نماید: الف) ضرورت آموزش فتوگرامتری و کاربرد آن از دید دانشجویان معماری داخلی چیست؟ ب) میزان دشواری مراحل گوناگون کار فتوگرامتری از دید آن‌ها چگونه است؟ و ج) چالش‌ها و محدودیت‌های آن‌ها در انجام فتوگرامتری چه مواردی هستند؟

۲- فتوگرامتری معماری و مروری بر برخی تجارب

فتوگرامتری یکی از روش‌های مستندنگاری مبتنی بر عکس‌های دوبعدی است. «فتوگرامتری به فرد اجازه می‌دهد موقعیت، جهت‌گیری، شکل و اندازه اشیاء را از روی عکس بازسازی نماید؛ این عکس‌ها می‌توانند تصاویر فتوشیمیایی (عکس‌های مرسوم) یا تصاویر الکترونیکی (عکس دیجیتالی) باشند. دسته سوم، تصاویر لیزر اسکنر است که به‌تازگی در دسترس قرار گرفته‌اند» [1]. بنابراین فتوگرامتری را می‌توان «علم استخراج اندازه‌گیری‌های قابل‌اتکا از عکس‌های دوبعدی» دانست [2] یا «هرگونه تکنیک اندازه‌گیری که اجازه دهد از تصاویر دوبعدی، مدل فضایی سه‌بعدی تولید شود» [3]. اندازه‌گیری به‌وسیله عکس به معنی اندازه‌گیری بدون تماس با شیء نیز هست [4] که در نتیجه، فتوگرامتری را می‌توان زیرمجموعه‌ای از دانش سنجش‌از‌دور نیز دانست. البته مفهوم اندازه‌گیری را نباید تنها به ابعاد شیء محدود کرد؛ درواقع در فتوگرامتری، مدلی از شیء با تمامی ویژگی‌های عینی آن از قبیل رنگ، بافت و دیگر کیفیت‌های ظاهری آن ثبت خواهد شد که می‌تواند موضوع اندازه‌گیری باشد و سندی مهم از بنا «آن‌گونه که هست» عرضه می‌دارد که می‌تواند داده‌های بسیاری برای مطالعات آتی در خود داشته باشد.

۲-۱- فتوگرامتری معماری

فتوگرامتری، گونه‌بندی‌های گوناگونی دارد؛ از فتوگرامتری مهندسی، صنعتی، پزشکی گرفته تا «فتوگرامتری معماری» که حوزه معماری، حفاظت از میراث و باستان‌شناسی را شامل می‌شود. اگر مبنا را موقعیت دوربین و فاصله آن تا شیء بدانیم، آنچه به کار معماران می‌آید، «فتوگرامتری برد کوتاه»^۲ است که در فاصله‌ای کمتر از ۳۰۰ متر تعریف می‌شود و از آنجاکه در این پژوهش، از دانشجویان خواسته‌شده تا مدلی سه‌بعدی از موضوع تهیه کنند، «فتوگرامتری چند عکس»^۳ موردنظر است. فرایند ثبت و تحلیل در فتوگرامتری به‌طور کلی شامل مراحل زیر است [5]:

² Close Range Photogrammetry

³ Multi-image Photogrammetry



- مرحله ثبت: شامل تارگت گذاری (نقاط کنترل و اندازه‌های لازم برای مقیاس‌دهی) و ثبت تصاویر؛
- مرحله پیش-فرآیند: شامل رقومی‌سازی، شماره‌گذاری و آرشیو عکس‌ها و انجام کارهای محاسباتی؛
- مرحله توجیه: حذف دورریزها، اندازه‌گیری نقاط تصویر، تخمین و بسته تنظیمات [ساخت الگوریتم‌ها]؛
- مرحله اندازه‌گیری و تحلیل: توجیه درونی و بیرونی، رسم گرافیکی و تصحیح/تصویر قائمه.

تمامی این مراحل نیازمند آموزش، مهارت و تجربه هستند که لازمه آن از یک طرف کار فردی با هر ابزار و شناخت دقیق ویژگی‌های آن بوده و از طرف دیگر تابعی از خصوصیات بنا یا هر نمونه موردی جهت تهیه مدل سه‌بعدی و انجام مراحل فتوگرامتری است که شرح آن در این مختصر نمی‌گنجد و از اهداف این نوشتار خارج است.

همچنین نباید «هدف» از کار فتوگرامتری را نیز از نظر دور داشت؛ هدف در کل تعیین‌کننده میزان دقت لازم، شیوه عکس‌برداری و نوع نرم‌افزارهای مورد استفاده است که همگی تابعی از داشته‌ها و محدودیت‌های نیز هستند. ممکن است به هنگام وقوع بلایای طبیعی یا انسانی، موضوع «فتوگرامتری اضطراری» جهت ثبت آثار تاریخی ایجاب کند تا با هر نوع ابزار در دسترس کار مستندنگاری را انجام داد و یا برای ترسیم تزئینات وابسته به معماری، ساخت مدل سه‌بعدی تنها بخشی از بنا کفایت نماید و یا برای مستند ساختن بخش‌های تخریب‌شده یک اثر معماری (بدون در نظر گرفتن جزئیات هنری بنا) با تعداد کمتری عکس و از فاصله‌ای دورتری از بنا اقدام به تهیه مدل و اسناد معماری دوبعدی نمود.

۲-۲- برخی نهادهای فتوگرامتری معماری

اهمیت مستندنگاری آثار معماری و قابلیت‌های فتوگرامتری در این عرصه، نهادهای ملی و بین‌المللی را به آموزش و کاربرد آن ترغیب نموده است. از نظر تاریخی، آلبرشت مایدن‌باوئر^۴ (۱۸۳۴-۱۹۲۱ میلادی) -پایه‌گذاری فتوگرامتری معماری- بنیان‌گذاری آرشیو آلمانی بناهای تاریخی، مهم‌ترین فردی است که نهادی ملی برای فتوگرامتری معماری بنیاد نهاده است. وی در سال ۱۸۸۵ میلادی با تأسیس «مؤسسه سلطنتی تصاویر متریک پروس»^۵ در برلین کوشید تا میراث فرهنگی را به صورت تصاویر متریک درآورده و مدارک لازم را برای یک ارزیابی فتوگرامتری از پیش آماده نماید [6]. مهم‌ترین نهاد بین‌المللی تأسیس‌شده در این زمینه، سیپا^۶ است؛ سیپا قدیمی‌ترین کمیته تخصصی ایکوموس است که با همکاری انجمن بین‌المللی فتوگرامتری و سنجش‌ازدور^۷ برای تسهیل انتقال فناوری در زمینه دانش اندازه‌گیری به فرآیند مستندسازی و مستندنگاری در رشته‌های مرتبط با میراث در سال ۱۹۶۸ راه‌اندازی شده است [7].

قدمت این نهادها بدان معنا نیست که فتوگرامتری به سرعت در دستکم تمامی کشورهای توسعه‌یافته اروپایی فراگیر شده باشد. به عنوان نمونه، هرچند نهادهای حفاظت از میراث تاریخی و فرهنگی در بریتانیا بسیار پر سابقه هستند ولی فتوگرامتری معماری در آنجا به کندی به پیش رفت؛ کمیسیون سلطنتی یادمان‌های تاریخی در حوالی سال ۱۹۷۳ به برداشت کاتدرال سالزبری (از قرن ۱۳ میلادی)، در جنوب غربی انگلستان، به روش فتوگرامتری همت گماشت. همین کمیسیون در شهر ولز، نقاشی‌های دیواری کلیسایی را در همکاری با دپارتمان مهندسی دانشگاه شهر در لندن در همان سال آغاز نمود ولی همکاری آن دانشگاه با نیروی دریایی سلطنتی توفیق چندانی نداشت؛ چراکه پیچیدگی‌های کار سبب شد استفاده از تکنیک فتوگرامتری چندان مفید واقع نشود [8]. استفاده از فتوگرامتری، تاریخ و سنتی طولانی در ترکیه دارد که بیشتر معطوف به فتوگرامتری هوایی باهدف تولید نقشه‌های کارتوگرافی بوده است. ولی مرکز فتوگرامتری دانشگاه فنی خاورمیانه^۸ در آنکارا که در سال ۱۹۷۶ در دانشکده معماری و در دپارتمان مرمت تأسیس شد را باید نخستین نهاد دانشگاهی در زمینه فتوگرامتری معماری به شمار آورد که نخستین هدف آن تدوین عکس‌های استروسکوپي از یادمان‌های باستانی ترکیه بود [9].

⁴ Albrecht Meydenbauer

⁵ Royal Prussian Institution of Metric Images

⁶ CIPA: Comité International de la Photogrammétrie Architecturale

⁷ ISPRS

⁸ Middle East Technical University (E.M.T.U)



۲-۳- مروری بر چند نمونه تجربی دانشگاهی در فتوگرامتری معماری با تأکید بر ایران و ترکیه

جستجوی ساده در پایگاه‌های نشریات ترکیه نشان می‌دهد که در این کشور پروژه‌های فتوگرامتری تجربی متعددی در دانشگاه‌ها انجام می‌شوند. به عنوان نمونه مستندنگاری مقرنس‌های سردر مسجد علاءالدین به عنوان مهم‌ترین بنای ارگ قونیه از روزگار سلجوقیان روم یکی از مواردی است که در سال ۲۰۱۵ به عنوان کاری تجربی-دانشگاهی در ترکیه انجام شده است. در این پروژه کوچک از دوربین نیکون D7000 استفاده شده و نقاط کنترل با دوربین توتال استیشن خوانده شده‌اند [10]. از دیگر نمونه‌ها، فتوگرامتری پلی تاریخی در استان قیصریه ترکیه است که در آن از دوربین کانن و توتال استیشن استفاده شده است [11]. فتوگرامتری تزئینات ستون‌های برجای مانده در ویرانه‌های حران از روزگار اشکانیان نمونه متأخری است که در آن از دوربین کانن EOS 2000D استفاده شده و پژوهشگران توانسته‌اند با این کار از موتیف‌های ستون‌هایی که در مراحل کاوش باستان‌شناسی به دست آمده‌اند، نقوش دقیقی را در سال ۲۰۲۱ تهیه کنند [12].

ولی همه تجارب تنها به استفاده از دوربین‌های عکاسی دیجیتال در کار فتوگرامتری محدود نیستند. در برخی از موارد از دوربین موبایل برای این کار استفاده شده است. به عنوان نمونه، در کاری میدانی و تجربی، مجموعه کاشی‌کاری‌های دو سوی رواق حافظیه شیراز با دوربین موبایل سامسونگ Galaxy A720F و تعیین نقاط کنترل بدون استفاده از توتال‌استیشن فتوگرامتری و مستندسازی شدند. دقت این کار بیش از ۹۹/۵٪ ارزیابی شده است [13] و یا در تجربه مشابه دیگری قاب کاشی دروازه قرآن شیراز نیز به همین ترتیب فتوگرامتری و مستندسازی شده است [14].

در سال ۲۰۱۳ در اسپانیا با استفاده از آیفون ۴ برای تهیه عکس‌های لازم جهت آموزش فتوگرامتری به دانشجویان معماری به عنوان تمرینی در مستندنگاری یک مجسمه استفاده شد که نتایج آن دقت و صحت کافی را متناسب با اهداف آموزشی نشان می‌داد [15]. مواردی از این دست بسیار هستند و در سال‌های اخیر به ویژه در کشورهای آسیایی پژوهش‌های قابل توجهی در زمینه صحت و دقت کار با دوربین‌های موبایل و کاربرد آن‌ها در فتوگرامتری انجام شده است. به طور کلی برای کار با دوربین موبایل در فتوگرامتری معماری برخی ملاحظات باید رعایت شود که نوع عکس‌برداری، توجه به حاشیه‌های پروژه، فاصله مناسب و تلاش برای موازی بودن هرچه بیشتر دوربین با موضوع بخشی از این موارد هستند [16].

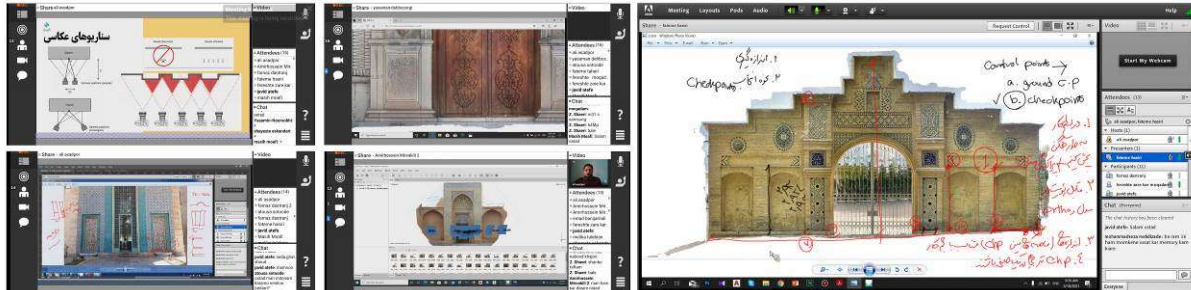
۳- روش و فرآیند پژوهش

یافته‌های این پژوهش حاصل پرسشنامه‌ای میدانی است که در بهمن ۱۳۹۸ و مهر ۱۳۹۹ توسط گوگل فرم، در اختیار دانشجویانی قرار گرفته که دوره آموزشی فتوگرامتری معماری را در طول یک‌ترم گذرانده‌اند. از میان ۳۴ دانشجوی معماری داخلی، ۲۸ نفر به پرسش‌ها پاسخ دادند. پرسشنامه شامل ۲۷ سؤال (۲۶ پرسش چندگزینه‌ای در مقیاس لیکرت ۵ مرحله‌ای و یک پرسش تشریحی) بوده است که در چند حوزه به شرح زیر قابل دسته‌بندی هستند: الف) پرسش‌هایی در خصوص میزان آشنایی پیشین آن‌ها نسبت به فتوگرامتری و اهمیت و ضرورت یادگیری آن، ب) پرسش‌هایی درباره دشواری‌ها و چالش‌های آن‌ها در فرآیند کار، و ج) توصیه‌های آنان به دانشجویانی که در آینده با این موضوع مواجه خواهند شد. نتایج آماری به صورت توصیفی، شرح داده شده و برخی از پروژه‌های دانشجویان نیز به عنوان مصداق و نتیجه دوره، آورده شده‌اند.

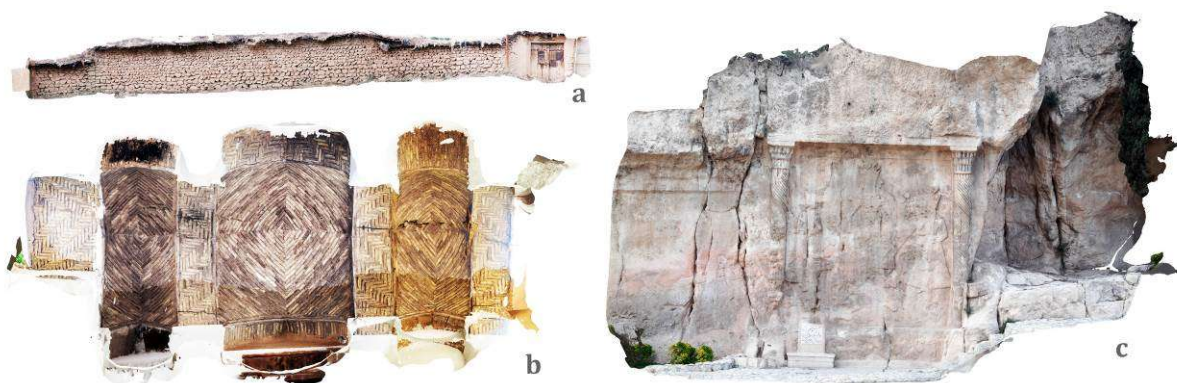
برنامه آموزشی شامل ۵ گام بوده است؛ الف) گام اول به معرفی و آموزش مبانی پایه و ضروری در فتوگرامتری اختصاص داشته است. ب) گام دوم به دلیل اهمیت تکنیک عکاسی مورد نیاز در کار فتوگرامتری برد کوتاه، به شیوه درست عکس‌برداری، تنظیم درست فاصله دوربین تا موضوع و اطمینان از میزان همپوشانی لازم عکس‌ها اختصاص داشته همچنین در این گام فرآیند کار با نرم‌افزار Agisof Metashape Profesional نیز به دانشجویان آموزش داده شده است. ج) گام سوم، انتخاب پروژه توسط دانشجویان از آثار معماری در شهرهای محل سکونت خودشان است. تأکید در این مرحله تشویق دانشجویان به داشتن نگاهی موشکافانه نسبت به میراث معماری هر منطقه بوده است. بنابراین آثار معماری کمتر شناخته شده، در خطر نابودی، میراث معماری شهری و آثار کوچک یا نمونه‌هایی از معماری بومی در اولویت قرار داشتند. د) گام چهارم، گزارش هفتگی دانشجویان از میزان پیشرفت کار، رفع نواقص و حل مشکلات پیش آمده تا رسیدن به خروجی‌های قابل قبول از نرم‌افزار



است (شکل ۱). و در نهایت ه) گام پنجم، تهیه خروجی ارتوفتو (شکل ۲) و انجام ترسیم‌های لازم بر روی عکس در مقیاس مشخص است (شکل ۳).



شکل ۱: نمونه‌ای از کرکسیون هفتگی دانشجویان در فضای ادوبی کانکت



شکل ۲: خروجی اولیه ارتوفتو از یک دیوار سنگی روستایی، سقف آجری ساباطی در بافت تاریخی شیراز و نقوش برجسته قاجاری دروازه قرآن توسط دانشجویان در مراحل کار

۴- یافته‌های پژوهش

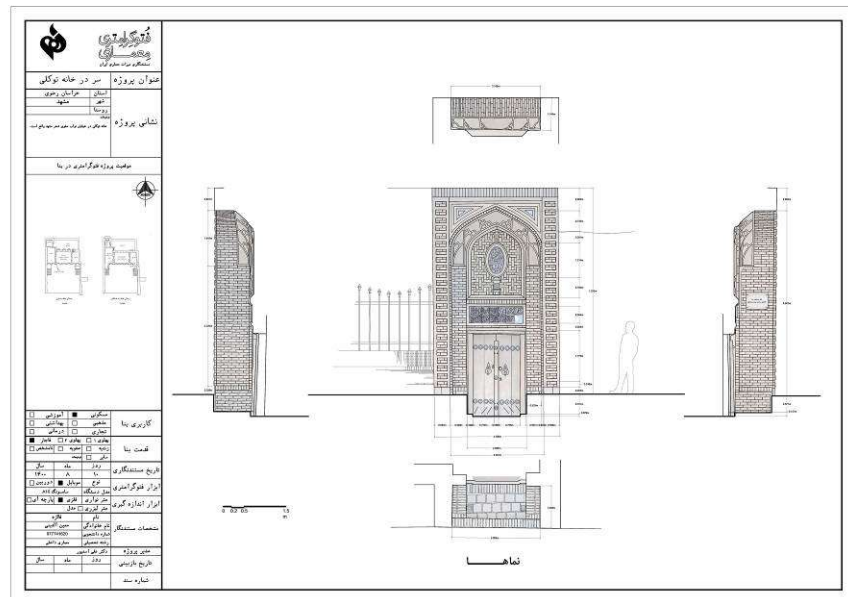
درمجموع ۸۲٪ پاسخ‌دهندگان دختر بودند و بیش از ۷۸٪ از پاسخ‌دهندگان برای بار نخست اصطلاح «فتوگرامتری» را شنیده بودند. ۲۱/۴٪ (۶ نفر) از دانشجویان حدی از آشنایی را با فتوگرامتری از پیش داشتند. این موضع نشان می‌دهد که هرچند نزد آن‌ها دانش لازم و تخصصی از پیش وجود نداشته است ولی نسل تازه دانشجویان با چنین مفاهیمی به‌کل غریبه نیستند. همچنین تجربه تدریس این موضوع در ترم نخست (بهمن ۱۳۸۹) باعث شده که چه‌بسا دانشجویان ترم بعد با موضوع نیز ناآشنا نباشند؛ چراکه در ترم نخست تنها ۳ نفر حد کمی از آشنایی را با موضوع اظهار کرده بودند.

۴-۱- ضرورت و اهمیت یادگیری فتوگرامتری معماری

درمجموع بیش از ۷۸٪ از دانشجویان معتقد بودند فتوگرامتری باید به‌عنوان یک واحد درسی مستقل در دانشگاه تعریف شود و بیش از ۱۴٪ نیز این ضرورت را متوسط ارزیابی کرده‌اند. تنها ۷/۱٪ چنین ضرورتی را اندک دانسته‌اند. ۸۲/۵٪ نیز به درجات گوناگونی از متوسط تا بسیار زیاد باور داشتند که فتوگرامتری معماری می‌تواند در دروس طراحی و پروژه پایانی رشته معماری داخلی به کار آن‌ها آید. این نکته قابل اشاره است که بیشتر پروژه‌های معماری داخلی در فضاهای از پیش موجود تعریف می‌شوند و از این‌رو، مستندسازی و برداشت جزئیات فضا، به‌ویژه در مواردی که پیچیدگی و تزئینات بنا قابل توجه باشد، کار آسانی نیست.



بیش از ۲۸٪ از دانشجویان امکان آموزش مجازی برای فتوگرامتری معماری را در حد متوسط ارزیابی نمودند و ۵۷/۱٪ نیز در مجموع این امکان را در حد نسبتاً زیاد و بسیار زیاد دانستند. بیش از ۹۲/۹٪ از دانشجویان در درجات نسبتاً زیاد و بسیار زیاد معتقد بودند که فتوگرامتری معماری می‌تواند جایگزین روش‌های مرسوم در برداشت شود. ۵۷/۲٪ از آنان نیز فتوگرامتری معماری را در حد نسبتاً زیاد و بسیار زیاد در کار حرفه‌ای خود به‌عنوان یک معمار داخلی، مفید پیش‌بینی کردند و ۲۸/۶٪ نیز آن‌ها متوسط می‌دانستند. ۵۳/۶٪ معتقد بودند که فتوگرامتری باید در سال سوم به دانشجویان آموزش داده شود و ۳۹/۳٪ بر این باور بودند که سال دوم زمان مناسب‌تری است (تمامی پرسش‌شوندگان دانشجویان سال آخر بودند).



شکل ۳: نمونه‌ای از تهیه‌ی ارتوفتو و مستندسازی نهایی سردر خانه‌ی توکلی مشهد (دانشجو: فائزه معین‌الدینی)

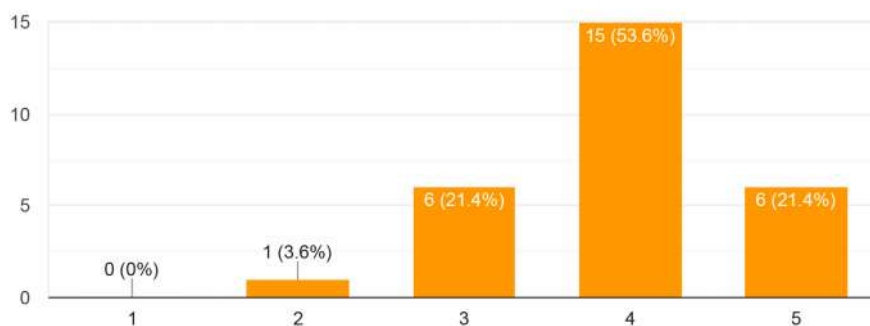
۴-۲- دشواری‌ها و چالش‌های کار

درحالی‌که نیمی از دانشجویان از دوربین موبایل برای کار عکاسی در فتوگرامتری استفاده کرده‌اند، ۳۲/۱٪ از دوربین دیجیتال و ۱۱/۹٪ تجربه‌ی استفاده از هر دو ابزار را در این دوره داشته‌اند. ۵۳/۵٪ از دانشجویان به درجات نسبتاً زیاد و بسیار زیاد باور داشتند که دوربین موبایل می‌تواند با توجه به تجربه‌ی آن‌ها جایگزین مناسبی نسبت به دوربین‌های عکاسی دیجیتال باشد. حدود ۳۰٪ این جایگزینی را در حد متوسط و بیش از ۱۴٪ نیز آن را جایگزین نامناسبی دانسته‌اند. مقایسه‌ی این دو آمار نشان می‌دهد که کمابیش کسانی که از دوربین موبایل استفاده کرده‌اند از نتیجه‌ی کار خود در استفاده از این ابزار رضایت داشتند. بررسی دلایل این ترجیح (شکل ۴) نشان می‌دهد که اولویت اول، «سبک و قابل حمل بودن» (۴۲/۹٪) این ابزار نسبت به دوربین‌های عکاسی دیجیتال است. «ارزان و در دسترس بودن» و همچنین «آسان‌تر بودن کار با آن به نسبت دوربین‌های دیجیتال حرفه‌ای» هر دو با یک‌میزان فراوانی (۲۱/۴٪) در رتبه‌ی دوم و «عدم جلب‌توجه دیگران حین کار» (۱۴/۳٪) در رتبه‌ی سوم دلایل دانشجویان در ترجیح آنان در استفاده از دوربین موبایل بوده است.



شکل ۴: نظرات دانشجویان درباره مزایای استفاده از دوربین موبایل در کار فتوگرامتری

نتایج این برنامه آموزشی نشان می دهد که ۹۶/۵٪ از دانشجویان، «دانش تخصصی لازم جهت کار فتوگرامتری» را در درجات نسبتاً زیاد و بسیار زیاد در طول دوره آموخته اند. ۹۲/۹٪ نیز مباحث نظری ارائه شده در کلاس را در حد نسبتاً زیاد و بسیار زیاد، «کافی» و ۸۲/۲٪ نیز این مباحث را در مقیاس نسبتاً زیاد و بسیار زیاد، «مفید» ارزیابی نموده اند. همان گونه که از شکل ۵ برمی آید، ۷۵٪ از دانشجویان توانسته اند «مهارت های عملی» خود را در این کار به خوبی رشد دهند. تنها بیش از ۲۱٪ از آن ها در این کار، ارزیابی متوسطی از خود داشتند.



شکل ۵: نظرات دانشجویان درباره میزان رشد مهارت ها و تجربه عملی فتوگرامتری در طول ترم

با این حال، این بدان معنا نیست که کمبودها و یا چالش هایی در فرآیند کار وجود نداشته است؛ مهم ترین کمبود دانشجویان در این زمینه از دید خودشان (شکل ۶)، نداشتن کامپیوتر مناسبی است (۴۶/۴٪) که توانایی پردازش مناسب و سریع عکس ها در کار فتوگرامتری را داشته باشد. پس از آن، نداشتن متر لیزری (۲۱/۴٪) برای اندازه گیری دقیق فواصل به ویژه اندازه های بزرگ و نقاط غیرقابل دسترسی، و نداشتن منوپاد (۱۷/۹٪) برای انتقال دوربین موبایل به ترازهای بالاتر جهت عکاسی به موازات موضوع از دیگر مشکلاتی بودند که آن ها با آن در این کار مواجه شدند.

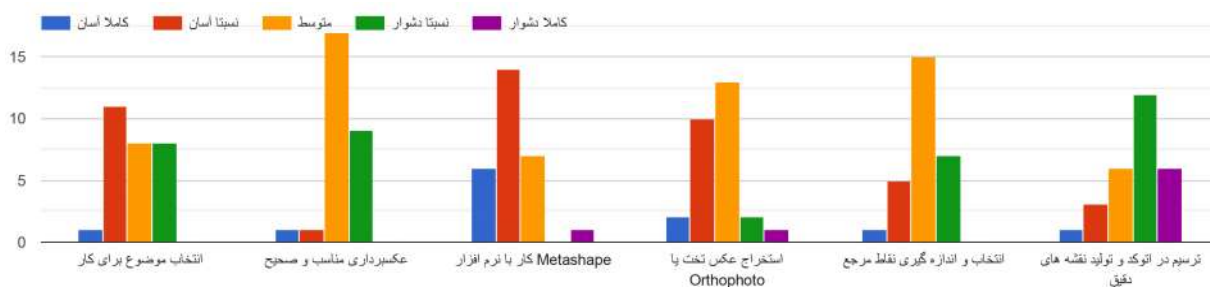
تمامی چالش ها محدود به امکانات و تجهیزات نبودند؛ همان گونه که در شکل ۷ نشان داده شده است از میان مراحل گوناگون انجام کار -که از انتخاب موضوع آغاز و به ترسیم نهایی و تولید مستندات معماری منتهی می شود- حدود ۶۵٪ کار ترسیم و تهیه مستندات را به میزان نسبتاً زیاد و کاملاً زیاد دشوار ارزیابی کرده اند و بیش از ۷۱٪ نیز کار با نرم افزار متاشپ را نسبتاً آسان تا بسیار آسان می دانند. این موضوع دستکم در نگاه نخست چندان قابل انتظار نبود. به نظر می رسد دانشجویان باید در کار ترسیم در محیط ساده اتوکد توانا باشند و در عوض کار با نرم افزاری تازه مانند Agisof Metashape به دلیل تنوع مراحل و زمان بر بودن آن می بایست برای دانشجویان تا حدی دشوار باشد. آنچه در این فرآیند برای دانشجویان چندان آسان نبود انتخاب نقاط مرجع بود؛ تنها ۲۱/۴٪ از آن ها این کار را کاملاً یا نسبتاً آسان ارزیابی کرده اند و برای ۲۵٪ نیز کاری نسبتاً دشوار بوده است.



از دیگر چالش‌های آن‌ها، عکس‌برداری مناسب و صحیح بوده است. برای کمتر از ۸٪ از دانشجویان این کار نسبتاً یا کاملاً آسان بوده است و برای بیش از ۳۲٪ نیز کاری نسبتاً دشوار تلقی می‌شده است. مابقی دشواری این کار را متوسط ارزیابی نموده‌اند. بیش از ۵۷٪ از دانشجویان انتخاب موضوع برای کار فتوگرامتری را نسبتاً دشوار یا با دشواری متوسط یافتند. این کار برای ۴۲/۸٪ از آن‌ها به درجات مختلفی آسان بوده است. به‌طور کلی نیمی از دانشجویان در پاسخ به این پرسش که چه مشکلی در این درس داشته‌اید، مشکلی را ذکر نکرده‌اند. ۳۵/۷٪ معتقد بودند که باید به همراه استاد و دیگر دانشجویان به صورت فیزیکی و نه مجازی به محل پروژه خود می‌رفتند تا کار، نتیجه بهتری داشته باشد و آموزش کامل‌تری را دریافت کرده باشند. ۷٪ از آن‌ها نیز اعلام داشتند که از راه دور و به صورت مجازی نمی‌توانند این موضوع را بیاموزند.



شکل ۶: مهم‌ترین کمبود دانشجویان در کار فتوگرامتری معماری از دید آن‌ها



شکل ۷: میزان دشواری هر یک از مراحل فتوگرامتری از دید دانشجویان

۴-۳- توصیه‌ها و پیشنهادها دانشجویان

۸۵/۷٪ از دانشجویان از اینکه فتوگرامتری معماری را فرا گرفته‌اند به درجات گوناگونی از نسبتاً تا کاملاً زیاد ابراز رضایت داشتند و همگی شرکت در چنین دوره‌ای را برای دیگر دانشجویان توصیه می‌کردند. چراکه از دید آن‌ها (شکل ۸) فتوگرامتری معماری موضوعی جهانی و به‌روز است (۴۲/۹٪)، کاربردهای فراوانی دارد (۳۹/۳٪) و کاری لذت‌بخش است (۱۰/۷٪) که می‌توان در آینده از آن استفاده کرد (۷/۱٪).



شکل ۸: دلایل توصیه دیگر دانشجویان به شرکت در دوره فتوگرامتری معماری



با اینکه تمامی پرسش‌شوندگان یادگیری فتوگرامتری را به دیگر دانشجویان توصیه کردند ولی تنها ۴/۴٪ از آن‌ها اعلام داشتند که «حتماً» در آینده کار فتوگرامتری را انجام خواهند داد و ۵۰٪ نیز «احتمالاً» دادند که در آینده دوباره به این کار بپردازند. مابقی نیز اعلام داشتند که دیگر به کار فتوگرامتری نخواهند پرداخت. برخی از اظهار نظرات دانشجویان در پاسخ به پرسشی تشریحی که از آن‌ها می‌خواست تا توصیه یا توضیحی تکمیلی را برای دوره فتوگرامتری معماری بنویسند، در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱: توضیحات و توصیه‌های تکمیلی دانشجویان

شماره	شرح
۱	تجربه جالب و جدیدی بود در عین حال بسیار پرکاربرد و راه‌انداز.
۲	فتوگرامتری معماری یکی از جذاب‌ترین و در عین حال پرکاربردترین کلاس‌هایی بود که تا به امروز در دوران تحصیلم داشتم و آموزش مجازی این درس [...] موفقیت‌آمیز بود هرچند که حضور گروهی دانشجویان و استاد برای برداشت مستقیم از بنا یکی دیگر از معایب مجازی بودن کلاس بود که می‌توانست تأثیر بسیار زیاد و مثبتی در روند کلاس داشته باشد. و اما بهتر بود این درس بجای ارائه در ترم آخر در ترم ۴ یا ۵ ارائه می‌شد چراکه می‌توانست به ما در پروژه‌های تغییر کاربری (به خصوص بناهای تاریخی) که داشتیم کمک کند ضمن اینکه این اتفاق باعث می‌شد تجربه‌های عملی بیشتر داشته باشیم و همچنین داده‌های بیشتری را تولید کنیم. البته ارائه این درس در ترم‌های زوج به خاطر شرایط آب و هوایی و پایداری بیشتر بهتر از ترم‌های فرد است [...] و اینکه متأسفانه فعالیت شخصی من (و برخی از دوستانم) در طول این کلاس به خاطر شرایط بد (محدودیت‌های کرونا، دسترسی نداشتن به بنا، شرایط روحی بد و...) خیلی کم و ضعیف بود اما «بدون شک» فتوگرامتری برای من یکی از درس‌هایی است که آن را به صورت تخصصی‌تر بعد از دانشگاه پیگیری می‌کنم.
۳	تدریس فتوگرامتری به عنوان بخشی از واحد درسی مرمت و نگهداری می‌تواند مفید و جالب باشد و دانشجویان اهمیت و کاربرد آن را بهتر درک کنند.
۴	من برای برداشت فضای یکی از کارهایی که بهم پیشنهاد شده بود با چالش بزرگی روبه‌رو بودم برای برداشت و مدل‌سازی وضعیت موجود، چون بنا سنتی بود و بناهای سنتی قوس‌ها و پیچیدگی‌های خاص خودشان رو برای مدل‌سازی دارن به کمک این روش من تونستم فضا رو به خوبی برداشت و مدل‌سازی کنم.
۵	امیدوارم دانشجویان جدید از ترم‌های اول با این درس و مباحث کاربردی آن آشنا بشوند.
۶	درس لذت‌بخش و همچنین سرگرم‌کننده بود.
۷	بسیار عالی و ارزشمند خصوصاً در زمینه مستند کردن آثار فاخر هنر و معماری ایران، متشکر [...] در خصوص انتخاب هوشمندانه موضوع درس در این واحد.
۸	واحد فتوگرامتری تجربه عملی از جنس شناخت و تجربه است و در صورتی که در ترم‌های اولیه بعد از واحد عکاسی ارائه شود تجربه موفق‌تری خواهد بود.

۵- نتیجه‌گیری

آموزش الکترونیکی و یادگیری از راه دور فرصت‌ها و چالش‌هایی را با خود به همراه داشت که از آن‌ها می‌توان برای بازنگری در محتوای درسی موجود یا پیشنهاد و تعریف دروس تازه بهره برد. بی‌شک اگر رشد فناوری‌های ارتباطی و فراگیری نسبی تلفن‌های همراه و زیرساخت‌های اینترنت در کشور به این پایه نرسیده بودند، تجارب کنونی از جنس دیگری می‌بودند. از سوی دیگر الزامات درسی و نیازهای آموزشی در رشته معماری داخلی به طور کامل در محتوای سرفصل دروس آموزشی این دوره پیش‌بینی نشده است. به عنوان نمونه، دروس مرتبط با برداشت از بناها از سرفصل بازنگری شده -به دلایل نامشخصی- حذف شده‌اند. این در حالی است که شرایط ویژه دانشجویان این رشته ایجاب می‌کند که نقشه‌ها و مستندات معماری دقیقی از وضع موجود بناها داشته باشند تا طراحی آن‌ها با واقعیات، هماهنگی بیشتری داشته باشد. تمامی این موارد در کنار توسعه



روش‌های برداشت و مستندسازی معماری این فرصت طلایی را به وجود آوردند تا دوره‌ای به نام «فتوگرامتری معماری» در دانشگاه هنر شیراز، تعریف و برگزار شود. هدف این دوره آزمایشی سنجش کارآمدی آن و اثربخشی آتی آن به‌عنوان یک دوره آموزشی آزاد و مجازی در آینده بوده است.

بررسی تجربه دانشجویانی که در این دوره شرکت داشته‌اند، نشان می‌دهد که در مجموع، برنامه آموزشی تنظیم شده موفقیت‌آمیز بوده است. حجم مفاهیم نظری و موضوعات پایه در کار فتوگرامتری به حد کفایت بوده، رضایت دانشجویان از دانش نظری کسب شده در طول دوره در حد مطلوبی است و آن‌ها توانسته‌اند درک درستی از موضوع و فرآیند انجام آن داشته باشند. باین‌همه، چالش‌های پیش‌روی دانشجویان را در کل می‌توان در سه دسته اصلی به شرح زیر طبقه‌بندی نمود:

الف) چالش شناخت و کاربرد: هرچند بیش از نیمی از دانشجویان بر این باور بودند که فتوگرامتری می‌تواند در دروس طراحی و کار حرفه‌ای آن‌ها به کارشان آید ولی این میزان هنوز در حد کفایت مورد انتظار نیست. دانشجویان نیاز دارند تا با کاربردهای عینی این تکنیک در دروس طراحی و به‌ویژه در کار حرفه‌ای خود بیشتر آشنا شوند. لازم است درباره مصادیق واقعی و کاربردها توضیحات بیشتری در این دوره آورده شود. همچنین لازم است تا پیوند استواری بین فتوگرامتری و BIM در ذهن دانشجویان برقرار شود. تمامی این موارد می‌توانند بر جدیت و علاقه دانشجویان تأثیرگذار باشند.

ب) چالش تجهیزات و امکانات: نیمی از دانشجویان از دوربین موبایل خود در این کار استفاده کرده‌اند. به توجه به قیمت دوربین‌های دیجیتالی و افزایش کیفیت دوربین‌های موبایل، به نظر می‌رسد در آینده اقبال بیشتری نیز نسبت به دوربین‌های موبایل برای کار فتوگرامتری وجود داشته باشد. اگر از اعوجاج‌ها و اشکالات ساختاری موجود در این دوربین‌ها صرف‌نظر کنیم، به نظر می‌رسد برای کارهایی که دقت متوسطی مورد نیاز باشد، این دوربین‌ها بسیار کارآمد و مفید خواهند بود. مشکل دیگر، فقدان سیستم‌های پردازش مناسبی است که توان کار بر روی عکس‌ها را داشته باشد. لپ‌تاپ‌های کنونی دانشجویان برای انجام پروژه‌هایی کوچک مناسب هستند. این موارد باید در تعریف درست موضوع فتوگرامتری در نظر گرفته شود.

ج) چالش ثبت و تحلیل داده‌ها: دانشجویان از میان مراحل گوناگون ثبت، پیش-فرآیند، توجیه، اندازه‌گیری و تحلیل، در مرحله نخست و مرحله نهایی با چالش مواجه هستند. آن‌ها در مرحله ثبت که بر پایه عکس‌برداری صحیح شکل می‌گیرد، دارای ضعف‌هایی هستند. تجربه این دوره نشان می‌دهد که بیشتر آن‌ها مفهوم عکاسی موازی، هم‌پوشان و زوج‌عکس‌ها را به‌خوبی متوجه می‌شوند ولی در عمل قادر به اجرای آن نیستند. شاید یکی از دلایل اصلی آن عادات عکاسی دانشجویان است که با این روش متفاوت است. دلیل دیگر مجازی بودن دوره است که امکان یک تجربه عملی دسته‌جمعی را در خود نداشته است. از آنجاکه تارگت‌گذاری و استفاده از توتال‌استیشن برای دانشجویان مقدور نبوده است، استفاده از نقاط کنترل تنها راه جایگزین هستند. این موضوع هرچند دقت نهایی را با چالش مواجه می‌کند ولی با توجه به اهداف نهایی برنامه، قابل چشم‌پوشی است. باین‌حال، تعیین درست نقاط و اندازه‌گیری مناسب فواصل نیز بخشی از چالش دانشجویان در این فرآیند بوده است.

دانشجویان در مرحله تحلیل و ترسیم نیز دارای مشکلاتی هستند. به‌طور کلی آن‌ها تجربه کافی در زمینه تاریخ معماری ایران و هندسه تزئینات وابسته به معماری ندارند، دروس مرتبط به حد کفایت در محتوای درسی آن‌ها دیده نشده و این موضوع درک کلی آن‌ها را مخدوش نموده است. بیشتر اوقات آن‌ها در نرم‌افزارهایی مانند اتوکد، راینو و رپیت به‌طور مستقل به کار پرداخته‌اند ولی در این دوره می‌بایست بر پایه یک تصویر دوبعدی، اسنادی را تولید کنند. به‌طور کلی تجربه این دوره نشان داده است که آن‌ها درک درستی از یک مستندنگاری و اسناد دقیق معماری ندارند البته این موضوع نمی‌تواند به همه موارد و دیگر تجارب تعمیم داده شود.

۶- قدردانی

از تمامی دانشجویانی که در روزگار همه‌گیری کووید-۱۹ و الزام آموزش الکترونیکی با شکیبایی در این برنامه همکاری داشته‌اند و با ارائه دیدگاه‌های خود در این پرسشنامه مشارکتی فعال نموده‌اند، صمیمانه قدردانی می‌گردد. همچنین از معاونت



محترم آموزشی و پژوهشی وقت دانشگاه هنر شیراز، جناب آقای دکتر حسنعلی عرب که فرصت انجام چنین برنامه‌ای را ممکن ساختند، سپاسگزارم.

مراجع

- [1] Kraus, K., I.A. Harley, and S. Kyle, *Photogrammetry: Geometry from Images and Laser Scans*. 2011: De Gruyter.
- [2] Foster, S. and D. Halbshtein, *Integrating 3D Modeling, Photogrammetry and Design*. 2014: Springer.
- [3] Egels, Y. and M. Kasser, *Digital Photogrammetry*. 2001, London: Taylor & Francis Inc.
- [4] Linder, W., *Digital Photogrammetry: A Practical Course*. 2009: Springer.
- [5] Luhmann, T., et al., *Close Range Photogrammetry: Principles, Techniques and Applications*. 2011, Scotland, UK: Whittles Publishing.
- [6] Hemmleb, M. Digital Rectification Of Historical Images. in *CIPA International Symposium*. 1999. Olinda, Brasil.
- [7] Grussenmeyer, P., Hanke, K., Streilein, A. Architectural photogrammetry. Chapter in «*Digital Photogrammetry*», edited by M. Kasser and Y. Egels, pp. 300-339, Taylor & Francis; 2002.
- [8] McDowall, R.W., *Architectural photogrammetry in Great Britain, 1973*. *Photogrammetria*, 1975. 30(3): p. 173.
- [9] Özdural, A., *Architectural photogrammetry in Turkey*. *Photogrammetria*, 1975. 30(3): p. 249-255.
- [10] Karabörk H, Karasaka L, Yıldız E. *A Case Study: Documentation Method with Close Range Photogrammetry of Muqarnas Which is to be an Ornamentation Type Specific to the Islamic Architecture*. *Procedia Earth and Planetary Science*. 2015;15:133-40.
- [11] Ulvi A., Yiğit A. Y. *3D Modelling of Kayseri Tekgoz Bridge*. *Mersin Photogrammetry Journal*. 2020; 2(1): 29-32.
- [12] Kaya Y. , Şenol H. İ. , Polat N. *Three-dimensional modeling and drawings of stone column motifs in Harran Ruins*. *Mersin Photogrammetry Journal*. 2021; 3(2): 48-52.
- [13] Asadpour A. *Documenting historic tileworks using smartphone-based photogrammetry*. *Mersin Photogrammetry Journal*. 2021; 3(1): 15-20.
- [۱۴] اسدپور، ع. کاربرد «موبایل فتوگرامتری» در مستندنگاری معماری (نمونه مورد مطالعه: کاشی‌کاری‌های دروازه قرآن شیراز). نخستین کنفرانس معماری، عمران، شهرسازی، محیط‌زیست و افق‌های هنر اسلامی در بیانیه گام دوم انقلاب، دانشگاه هنر اسلامی تبریز، ۱۴۰۰، صص ۱-۱۱.
- [15] Hernán-Pérez, A.S., et al., *Using iPhone Camera in Photomodeler for the 3D Survey of a Sculpture as Practice for Architecture's Students*. *Procedia Computer Science*, 2013. 25: p. 345-347.
- [16] Asadpour, A. *Mobile Photogrammetry for Architectural Documentation: Tips from a Case Study*. *Academia Letters*, 2021, Article 2085. <https://doi.org/10.20935/AL2085>