

شیوه‌نامه ارائه شاخصی کمی برای تبیین پیچیدگی روابط میان پیکره‌های انسانی و عرصه معماری در نگاره‌های شاهنامه شاه‌طهماسبی

لیلاسادات مرتضوی یزدی

دانش‌آموخته کارشناسی ارشد تصویرسازی، دانشکده هنرهای تجسمی، دانشگاه هنر تهران، تهران، ایران

علی بوذری*

استادیار دانشکده هنرهای تجسمی، دانشگاه هنر تهران، تهران، ایران

چکیده

نسخه شکوهمند شاهنامه شاه‌طهماسبی در مکتب تبریز دوم صفوی (۹۰۷ تا ۹۳۸ ق) کتابت و مصورسازی شده است. بنابر پژوهش‌های نگارندگان از میان ۲۵۸ نگاره موجود در آن، ۷۴ نگاره شامل تصویر بناهایی هستند که با درجات متفاوتی از جزئیات، عرصه زیست و تعامل انواع گوناگونی از پیکره‌ها را به تصویر می‌کشند. هدف این پژوهش ارائه روشی برای کمی کردن مقدار پیچیدگی روابط میان پیکره‌های انسانی و عرصه معماری به لحاظ فرمی در این نسخه بوده است؛ به این منظور، پس از وضوح‌بخشیدن به مفهوم «پیچیدگی»، عوامل مؤثر بر آن شامل تعداد و تنوع پیکره‌ها از منظر جنسیت و سن، تعداد اجزا و مساحت عرصه معماری و ارتباط و تعامل آن‌ها با پیکره‌ها در نظر گرفته شدند و تابع مبین شاخص «پیچیدگی» بر اساس آن‌ها ارائه شد. محاسبه مقدار شاخص در نگاره‌های این نسخه نشان می‌دهد که نگاره «کابوس ضحاک» دارای بیشترین مقدار پیچیدگی معادل ۳۹۲، نگاره «خان هفتم اسفندیار» دارای کم‌ترین مقدار پیچیدگی معادل ۶۶، و شاخص پیچیدگی ۷۴ درصد از نگاره‌های این نسخه مقداری بین ۱۲۴ تا ۲۶۶ است. به دنبال رویکردهایی که تاکنون در جهت شناخت هنر نگارگری وجود داشته است، این شیوه‌نامه راهکاری نوین برای بررسی نگاره‌ها از جنبه‌های فرمی و ساختاری را پیش می‌نهد. با ارائه چنین شاخص‌هایی می‌توان نسبت به ارزیابی و دسته‌بندی نگاره‌ها از جنبه‌های گوناگون اقدام نمود، راه‌حلی مناسب برای انتخاب، مطالعه، و همچنین قیاس آن‌ها با نگاره‌هایی از دیگر نسخه‌ها در اختیار داشت و به شناخت بهتری از این میراث گران‌بها دست یافت. این پژوهش از منظر ماهیت داده‌ها از نوع کمی و به لحاظ هدف، کاربردی است و گردآوری اطلاعات با روش کتابخانه‌ای صورت پذیرفته است.

واژگان کلیدی:

هنر صفوی، نگارگری، مکتب تبریز دوم، شاهنامه شاه‌طهماسبی، تصویر پیکر انسان، تصویر معماری.

* مسئول مکاتبات: a.boozari@art.ac.ir

این مقاله مستخرج از پایان‌نامه کارشناسی ارشد (رشته تصویرسازی) نویسنده اول با عنوان «بررسی نحوه قرارگیری پیکره‌های انسانی در ارتباط با بنا در منتخبی از نگاره‌های شاهنامه شاه‌طهماسبی» است که با راهنمایی نویسنده دوم در دانشگاه هنر به انجام رسیده است.

بناها از جمله عناصر تصویری مهم در نگارگری و حاوی اطلاعات بسیاری از چند و چون روابط انسان با فضای زیست او طی ادوار گوناگون هستند. به طور کلی، هنر نگارگری طی سده‌های هشتم تا دهم هجری مدارج کمال را پیمود و سرانجام در سده یازدهم از پویندگی بازماند (Pakbaz, 2011:59). مطالعه تاریخ نگارگری نشان می‌دهد که پس از دوره مغول، تدریجاً، به طراحی دقیق‌تر بناها پرداخته شد و این عناصر با دقت و تنوع بیشتری مصور شدند (Sultanzadeh, 2008:6). در نگارگری، انسان و کردارش همواره در مرکز توجه بوده است و حدّ آعلای هماهنگی و تناسب میان انسان با عناصر معماری در مکتب تبریز دوم (۹۰۷ تا ۹۳۸ ق.) رخ می‌نماید (Khaje Ahmad Attari and others, 2012: 87-89). چند و چون روابط میان پیکره‌های انسانی و عناصر معماری در نگاره‌های شاهنامه شاهطهماسبی به لحاظ فرمی و ساختاری سؤالاتی را برمی‌انگیزد که تحقیق در خصوص آن‌ها، راهی به سوی خوانش دقیق و فهم جنبه‌های گوناگونی از این آثار ارزشمند به‌عنوان میراثی گران‌بها خواهد بود.

تا کنون پژوهش‌هایی درباره عناصر تصویری نگارگری در مکاتب گوناگون (از جمله عناصر معماری و پیکره‌های انسانی) انجام شده و ارتباط میان آن‌ها از جنبه‌های مختلف مورد توجه قرار گرفته است، اما هدف تحقیق حاضر ارائه روشی جهت تبیین

پیچیدگی روابط میان پیکره‌ها و عناصر معماری به لحاظ فرمی در نسخه شاهنامه شاهطهماسبی به صورت شاخصی کمی است که از این پس «پیچیدگی» نامیده می‌شود. با کمک این شاخص می‌توان نسبت به نوعی دسته‌بندی در نگاره‌های متعدد این نسخه اقدام کرد و بر اساس آن، بررسی جنبه‌های گوناگونی از روابط میان پیکره‌ها و عرصه معماری را مد نظر قرار داد. با توجه به هدف مذکور، طی این مقاله پس از معرفی شاهنامه شاهطهماسبی و مروری بر پیشینه برخی تحقیقات صورت گرفته در خصوص ابنیه و پیکره‌ها در نگارگری، در مرحله اول به توضیح مفهوم مورد نظر از شاخص «پیچیدگی» برای نگاره‌های این نسخه، و عوامل مؤثر بر مقدار آن پرداخته می‌شود؛ سپس کاربرد طراحی شده برای ثبت اطلاعات لازم برای محاسبه شاخص «پیچیدگی» در هریک از نگاره‌ها معرفی خواهد شد. در ادامه، تابع معرف شاخص مذکور و نحوه محاسبه عوامل مؤثر بر آن ارائه خواهد شد؛ در مرحله بعدی برای رفع ابهام از چگونگی انجام محاسبات مربوطه، مقدار «پیچیدگی» برای دو نگاره مشتمل بر بنا از نگاره‌های نسخه مصور شاهنامه شاهطهماسبی که دارای بیشترین و کمترین مقدار هستند، با ارائه توضیحات مبسوط محاسبه می‌شود؛ و نهایتاً به تحلیل یافته‌ها و نتایج حاصل از به‌کارگیری چنین شاخص‌هایی پرداخته خواهد شد.

۱. پیشینه پژوهش

طی سال‌های اخیر، مطالعاتی درباره عناصر معماری و پیکره‌ها در نگارگری (به‌طور جداگانه و نیز در ارتباط با هم) از جنبه‌های گوناگون انجام شده است، اما همان‌طور که پیش‌تر اشاره شد، تاکنون کوششی برای تعیین پیچیدگی روابط (به لحاظ فرمی) میان این عناصر صورت نگرفته و از این جهت می‌توان گفت این پژوهش اولین بار است که شاخصی را در جهت کمی کردن روابط میان پیکره‌ها و عرصه معماری ارائه نموده است. برخی پژوهش‌ها تناسب میان پیکره‌ها و عناصر معماری در مکاتب گوناگون را بررسی کرده‌اند، گروهی روابط میان این عناصر را با توجه به شیوه‌های ژرفنمایی خاص نگارگری ایرانی مورد بررسی قرار داده‌اند، برخی به ترکیب‌بندی و هندسه حاکم بر چیدمان این عناصر در فضای نگاره و مفاهیم برخاسته از آن پرداخته‌اند، گروهی جایگاه انواع پیکره‌ها نسبت به عرصه معماری را مورد توجه قرار داده و برخی نیز شیوه‌های بیان نگارگری در بازنمایی عناصر معماری و پیکره‌ها را بررسی کرده‌اند. در ادامه، به برخی تحقیقات صورت گرفته با موضوع معماری و یا پیکر انسان در نگارگری اشاره می‌شود.

پرویز حاصلی در پایان‌نامه خود با عنوان «تجلی معماری در آثار نگارگری» (Tarbiat Modares University, 1996) با راهنمایی مرتضی حیدری، سعی داشته با روشی تأویلی به بررسی و نحوه انعکاس فضای مثالی معماری ایرانی در آثار نگارگری (با تأکید بر

مکتب هرات) بپردازد. وی در بخشی از پژوهش خود به تبیین ارتباط میان پیکره‌ها و فضاهای معماری از جنبه تناسب میان آن‌ها و نحوه جای‌گیری پیکره‌ها در بنا پرداخته است.

سپیده نجفی‌پور در پایان‌نامه خود با عنوان «بررسی انسان‌های درون قاب نگارگری» (Shahed University, 2009) با راهنمایی علی‌اصغر شیرازی، به بررسی نظام زیبایی‌شناسی موجود در ساختار نگارگری ایران، با توجه ویژه به فضاهای معماری و انسان پرداخته و نتیجه می‌گیرد که طی ادوار مختلف نگارگری به تدریج ارتباط پیکره‌ها با فضای معماری به لحاظ ساختار، اندازه‌ها و تناسبات واقعی تر شده است.

مهناز شایسته‌فر و همکاران در بخشی از مقاله خود با عنوان «بررسی جایگاه اجتماعی زنان و کودکان در دوره شاهطهماسب صفوی بر اساس تطبیق نگاره‌های نسخ شاهنامه طهماسبی و هفت‌اورنگ جامی» (Women in culture and art, 2013)، به مقایسه موقعیت پیکره‌های تصویرشده از زنان و کودکان و جایگاه اجتماعی آن‌ها در پنج نگاره از شاهنامه شاهطهماسبی و هفت اورنگ جامی پرداخته‌اند.

کامران افشارمهاجر و طیبه بهشتی در مقاله‌ای با عنوان «چگونگی روند ترکیب‌بندی در نگاره‌های ایرانی؛ موردپژوهی (نگاره بازی شطرنج بوذرجمهر و سفیر هند) از نسخه خطی شاهنامه بایسنقری» (Ayeene_ye_Mirass, 2013) تلاش کرده‌اند چگونگی

ظرافت و پیچیدگی اجرا شده‌اند (Agand, 2014: 95). بر اساس تحقیقاتی که بعدها استوارت کری ولش^۱ روی آن انجام داد، پانزده نقاش در مصورسازی ۲۵۸ نگاره آن نقش داشته‌اند و از آن بین در ۷۴ نگاره، تصاویر انبیه به‌عنوان عنصری شاخص در تعامل با پیکره‌ها به چشم می‌آیند. این کتاب باشکوه به سبب دارابودن تصاویری از عمارات بی‌نظیر زمانه، منسوجات و سایر نمونه‌های هنرهای تزئینی دوره صفویان، از نوادر آثار فرهنگی سده دهم ایران شمرده می‌شود. شاهنامه شاه‌طهماسبی در حقیقت نوعی نگارخانه منقول هنری است و در آن می‌توان شکل‌گیری هنر نگارگری دوره صفوی را مشاهده کرد و سیر تکامل هنری در این دوره آکنده از تحولات سریع را دریافت (Welch, 1972: 15).

نگارنده برای بررسی‌های خود، نسخه الکترونیکی کتابی که حاوی کل نگاره‌های شاهنامه شاه طهماسبی با کیفیت چاپ بالا بوده و توسط موزه متروپولیتن نیویورک در سال ۲۰۱۱ به چاپ رسیده، ملاک عمل قرار داده است.

نگاره‌های این نسخه خطی به دلیل دارابودن برترین ویژگی‌های زیبایی‌شناسی، معنوی و فنی خود، در میان سایر آثار تاریخ‌نگارگری ایران، بی‌نظیر و در اوج زیبایی و درخشندگی هستند. حضور پررنگ اشعار فردوسی در نگاره‌های این کتاب که صحنه‌هایی جذاب از بخش‌های اسطوره‌ای، حماسی و تاریخی را به تصویر کشیده‌اند، به چشم می‌خورد و نشان می‌دهد که چگونه عناصر کلامی به نشانه‌های تصویری تبدیل شده‌اند و اهمیت شاهنامه در فضای نگارگری عصر صفوی را نمایان می‌کند (Ahmadinia, 2013: 41). در دوره‌ای که رسم بود پادشاهان سرزمین‌های بزرگ برای نشان دادن حسن نیت خود و همچنین تحکیم روابط، هدایایی برای سلاطین تازه به‌تخت‌نشسته می‌فرستادند، این اثر ارزشمند همراه هیتی بزرگ و هدایایی دیگر برای تبریک به سلطان سلیم دوم به عثمانی فرستاده شد (Ibid., 42). شاهنامه شاه طهماسبی تا قرن بیستم در استانبول بود و سپس توسط بارون ادموند رتسلید خریداری و در نهایت در اختیار آرتور هوتون بوده و به شاهنامه هوتون معروف شد. این اثر نهایتاً در سال ۱۳۷۴ به ایران برگردانده شد و هم‌اکنون در موزه هنرهای معاصر نگهداری می‌شود (Azadbakht, 2017: 111).

از میان نسخه‌های بازچاپ شاهنامه شاه‌طهماسبی که مبنای مطالعه موردی در پژوهش حاضر است، چهار بازچاپ نفیس را می‌توان نام برد که عبارت‌اند از نسخه بازچاپ دانشگاه هاروارد^۲، با عنوان شاهنامه هوتون^۳ که با همکاری موزه هنر فاگ^۴ در دو جلد و در آمریکا منتشر شد (Dicson Martin And Welch, 1981)؛ نسخه بازچاپ موزه متروپولیتن^۵ با عنوان شاهنامه شاه‌طهماسب: کتاب شاهان ایرانی که سه سال پس از فروش کامل تمامی شمارگان آن، در سال ۲۰۱۴ این موزه اقدام به بازچاپ این نسخه با قیمتی کمتر و با اندک تغییراتی در ابعاد نمود (R. Canby, 2011)؛ نسخه بازچاپ ویژه‌نشر که با همکاری شرکت ویژه‌نشر و موزه متروپولیتن مجدداً با عنوان شاهنامه شاه‌طهماسب: کتاب شاهان ایرانی تهیه و در اسپانیا به چاپ رسید (R. Canby, 2014)؛ و نسخه بازچاپ فرهنگستان هنر با عنوان شاهنامه شاه‌طهماسبی که با همکاری موزه هنرهای معاصر تهران و بانک پاسارگاد به چاپ رسید. در نسخه دو جلدی بازچاپ

روند ترکیب‌بندی عناصر و اجزای تصویر از جمله پیکره‌ها و عناصر معماری در نگاره مذکور را بکاوند و به این نتیجه رسیده‌اند که ترکیب‌بندی عناصر مذکور در این نگاره بر اساس اصول و ضوابط مشخصی صورت پذیرفته است.

منوچهر فروتن در مقاله‌ای با عنوان «درک نگارگران ایرانی از ساختار فضای معماری ایران» (Khiyal Quarterly, 2005) عنوان می‌کند که بررسی تصاویر معماری در نگاره‌ها حاکی از درک ساختارهای واحدی از فضا توسط نگارگران است.

مائیس نظری در مقاله‌ای با عنوان «اسرار نقش پنهان. نقاش؛ آفریننده» که در ترجمه کتابی شامل مجموعه مقالات وی با عنوان جهان دوگانه مینیاتور ایرانی (Art Academy Publications, 2011) به چاپ رسیده است، با استناد به نگاره «پیشکش هدایایی از هند به خسرو» از شاهنامه طهماسبی، این نظریه را مطرح می‌کند که تناسب کل عناصر نگاره از جمله بنا، از تناسبات فیگوری که به اعتقاد وی پیکره محوری و کانون تصویر است، پیروی می‌کنند.

مریم کشمیری و زهرا رهبرنیا در مقاله‌ای با عنوان «نگرشی بر ژرفنمایی (پرسپکتیو) در نگارگری ایرانی بر پایه آرای ابن‌هیثم در المناظر» (Journal of fine arts-visual arts, 2018) به بررسی شیوه‌های ژرفنمایی عناصر تصویری در نگارگری از جمله پیکره‌ها و عناصر معماری و نحوه خوانش و ارتباط میان آن‌ها بر پایه آرای ابن‌هیثم پرداخته‌اند و عنوان می‌کنند که نگارگران ایرانی در چارچوب مناظر و مرایای آشنای زمانه خود، به صحنه‌پردازی‌هایی با هندسه فضایی پیچیده دست یافتند.

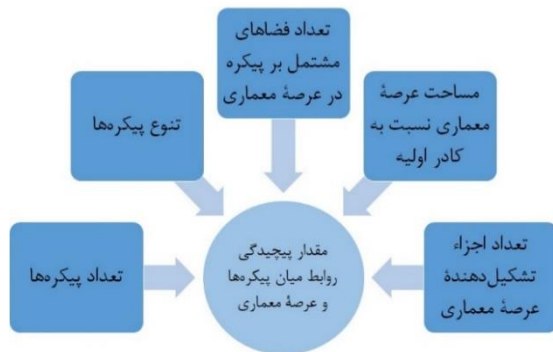
۲. روش پژوهش

پژوهش حاضر از منظر ماهیت داده‌ها کمی و از منظر هدف کاربردی است و گردآوری اطلاعات با روش کتابخانه‌ای صورت پذیرفته است. این پژوهش با دقت نظر در نگاره‌های مشتمل بر عناصر معماری و پیکره‌ها و روابط فیما بین در نسخه مصور شاهنامه شاه‌طهماسبی شکل گرفت و با هدف دسته‌بندی نگاره‌ها، نسبت به ارائه شیوه‌ای برای تعیین میزان پیچیدگی روابط میان عناصر معماری و پیکره‌ها به لحاظ شکلی و ظاهری، به صورت شاخص کمی اقدام شد؛ به این منظور، کل ۷۴ نگاره مشتمل بر بنا در این نسخه به دقت بررسی شدند و عوامل مؤثر بر مقدار شاخص «پیچیدگی» در آن‌ها شناسایی شد. سپس جزئیات مربوط به اثر هر یک از این عوامل بر مقدار شاخص «پیچیدگی» تعیین، و ضمن طراحی یک کاربرگ، اطلاعات مورد نیاز برای محاسبه این مقادیر در هر نگاره از مجموعه مذکور استخراج شد. به این ترتیب مقدار شاخص «پیچیدگی» برای کل ۷۴ نگاره به‌دست آمد و با ارائه مثال‌هایی کارایی آن به بحث گذاشته شد.

۳. شاهنامه شاه‌طهماسبی

شاهنامه شاه‌طهماسبی از جمله آثار شاخص در تاریخ کتاب‌آرایی ایران است که در مکتب تبریز دوم صفوی (۹۰۷ تا ۹۳۸ ق.) که به‌عنوان یکی از نقاط اوج هنر نگارگری مطرح است، کتابت و مصورسازی شده است. این نسخه در بردارنده ۷۶۰ برگ زرافشان است که روی برگ‌هایی به‌اندازه ۳۱۸ در ۴۷۰ میلی‌متر در کمال

شاخص همچنین تلاش دارد تا پراکندگی پیکره‌های مصورشده در عرصه‌های گوناگون نسبت به بنا را منظور نموده و به صورت مقداری کمی ارائه کند. شکل شماره یک عوامل مؤثر بر مقدار شاخص پیچیدگی را نشان می‌دهد.



شکل ۱: عوامل مؤثر بر مقدار پیچیدگی روابط میان پیکره‌های انسانی و عرصه معماری در یک نگاره

Fig. 1: Factors affecting the amount of complexity of relationships between human figures and architecture in a painting,

مطابق شکل شماره یک، از عوامل مؤثر بر شاخص مذکور **تعداد پیکره‌های مصورشده در نگاره** است، اما توجه به این نکته ضروری است که ممکن است در نگاره‌ای علی‌رغم تعدد پیکره‌ها، بنایی کوچک و ساده مصورشده باشد، و در نتیجه روابط میان پیکره‌ها و بنا به لحاظ فرمی محدود باشد. عامل دیگری که در تعریف این شاخص مد نظر قرار گرفته، **تنوع پیکره‌ها** است. به عبارتی، هر قدر انواع پیکره‌های مصورشده در نگاره شامل (مرد، پیرمرد، زن، پیرزن، کودک (پسر و یا دختر)) بیشتر باشند، شاخص پیچیدگی برای این نگاره بالاتر خواهد بود. از دیگر عوامل مرتبط با شاخص پیچیدگی، **مساحت عرصه معماری** است که نسبت مستقیم با مقدار شاخص پیچیدگی دارد. عامل مؤثر دیگر در مقدار پیچیدگی، **تعداد اجزای تشکیل دهنده عرصه معماری** است که معمولاً شامل جمع وجوه مصورشده از نمای روبه‌رو و جانبی، طبقات، بالکن‌ها، پلکان، پنجره‌ها، درها، تعداد عرصه‌های حیاط و نیز تعداد ساختمان‌های مجزا است. لازم به ذکر است که در این نسخه عناصری مانند مناره و گنبد و ... نیز در میان اجزای مصورشده از بنا به چشم می‌آیند اما به دلیل آنکه در هیچ کدام از ۷۴ نگاره مورد بررسی این فضاها محل استقرار پیکره نیستند، در مقدار شاخص پیچیدگی منظور نشده‌اند. علاوه بر موارد مذکور، یک عامل مهم مؤثر در میزان پیچیدگی روابط میان پیکره‌ها و بنا، **تعداد فضاهای مجزای مشتمل بر پیکره در عرصه معماری** است. برای مثال در دو نگاره با مساحت و تعداد عناصر معماری یکسان، و با تعداد و تنوع یکسان پیکره‌ها، نگاره‌ای که در آن استقرار پیکره‌ها در فضاهای مجزای بیشتری صورت پذیرفته باشد، نسبت به نگاره‌ای که در آن با تجمع پیکره‌ها در تعداد کمتری از فضاها نسبت به بنا مواجه هستیم، به لحاظ ظاهری روابط پیچیده‌تری را به تصویر می‌کشد.

همان‌طور که پیشتر اشاره شد، این شاخص برای دسته‌بندی تعداد کثیر نگاره‌های این نسخه و سپس انتخاب

دانشگاه هاروارد همه ۲۵۸ نگاره شاهنامه شاه‌طهماسبی به صورت تک‌رنگ به چاپ رسیده که در آن به لحاظ پژوهشی نیز به وجوه مختلفی از شاهنامه طهماسبی پرداخته شده است. نسخه بازچاپ موزه متروپولیتن چه به لحاظ رنگی بودن و کیفیت بالای چاپ و چه از بعد پژوهشی از ارزش بالایی برخوردار است. نسخه بازچاپ ویژه‌نشر نیز در راستای بازچاپ موزه متروپولیتن حرکت کرده و بخش‌هایی را جهت تکمیل محتوا به آن افزوده است. طی این پژوهش نسخه بازچاپ موزه متروپولیتن (۲۰۱۱) ملاک عمل بوده و از فایل الکترونیکی آن بهره‌برداری شده است.

۴. معرفی «شاخص پیچیدگی» روابط میان پیکره‌ها و بنا و عوامل مؤثر بر آن

در نگاره‌های مکاتب گوناگون بعد از اسلام، بناهای مصورشده با درجات متفاوتی از جزئیات، عرصه زیست و تعامل انواع گوناگونی از پیکره‌ها را به تصویر می‌کشند؛ در طول تاریخ نگارگری روابط و تناسب میان عناصر معماری و پیکره‌ها به تدریج سیر تکاملی پیموده و به‌زعم برخی پژوهندگان در مکتب تبریز دوم صفوی (قرن دهم)، و در نسخی چون شاهنامه شاه‌طهماسبی و **خمس طهماسبی**، میزان واقع‌گرایی روابط مذکور در آثار سلطان محمد و هم‌عصرانش به اوج خود رسید (Moghadam Ashrafi, 2016:41-43). برخی نگاره‌ها بناهایی وسیع، چندطبقه و چندوجهی با ترکیب‌بندی‌های پیچیده و اجزا و روابط فضایی گسترده را به تصویر می‌کشند که در بخش‌های مجزا و متعددی از آن‌ها، تعداد بسیاری از انواع پیکره‌ها مصور شده‌اند، و گروهی از نگاره‌ها مشتمل بر بنایی ساده، با مساحتی اندک و بدون هیچ پیکره‌ای در داخل عرصه بنا هستند. با توجه به آنچه گفته شد، در این مقاله شاخص «پیچیدگی» به‌دنبال کمی‌کردن روابط میان پیکره‌ها و آبنیه با توجه به تعدد و تنوع پیکره‌ها و اجزا و مساحت عرصه معماری مصورشده در نگاره‌های شاهنامه شاه طهماسبی است.

به‌دنبال بررسی ۲۵۸ نگاره نسخه مذکور، مشاهده شد که در تمامی آن‌ها پیکر انسان مصورشده و از آن میان، در ۷۴ نگاره با مصورسازی عرصه معماری و بناهای غیرمنقول نیز مواجه هستیم. پیکره‌های انسانی مصورشده در این نسخه انواع زن، پیرزن، مرد، پیرمرد، کودک (دختر و پسر) را شامل می‌شود؛ همچنین ابعاد پیکره‌های مصورشده در تمامی نگاره‌های این نسخه در دامنه محدود و مشخصی قرار دارند. بررسی‌ها نشان می‌دهند که در نگاره‌های مشتمل بر بنا در این نسخه به لحاظ تعداد و انواع پیکره‌ها، و همین‌طور تعداد اجزای مصورشده و مساحت بنا، و نحوه جایگیری پیکره‌ها نسبت به عرصه‌های بنا، با تنوع بالایی مواجه هستیم.

نگارندگان برای تعیین شاخص «پیچیدگی» ابتدا عوامل مؤثر بر آن را شناسایی و با توجه به آن کاربرگی برای ثبت ویژگی‌های پیکره‌ها و بناها در هر نگاره طراحی کردند؛ شاخص «پیچیدگی» می‌بایست برای نگاره‌ای که در آن بنایی وسیع با اجزای متعدد و متنوع که انواع گوناگونی از پیکره‌ها در بخش‌هایی مجزا از آن مصور شده است، مقداری بالا و در مقابل برای نگاره‌ای که در آن بنایی ساده و بدون پیکره مصور شده است، مقداری کم را نشان بدهد؛ این

تعدد و تنوع پیکره‌ها و اجزای مصورشده از بنا و روابط میان آن‌ها به صورت مقداری کمی طراحی شده و فارغ از مضمون و محتوای روایت است.

۵. کاربرد ثبت اطلاعات نگاره‌ها

برای تعیین مقدار شاخص «پیچیدگی» در نگاره‌های مشتمل بر بنا در این نسخه، ابتدا مطابق جدول شماره یک نسبت به طراحی یک کاربرد برای ثبت اطلاعات مورد نظر اقدام شد که در ادامه به معرفی اجزای آن پرداخته می‌شود.

نمونه‌ای مناسب برای تجزیه و تحلیل از جنبه‌های گوناگون مناسب است، برای مثال برای انتخاب نمونه جهت تحلیل نقش جنسیت، سن، و جایگاه اجتماعی پیکره‌ها در محل استقرار نسبت به عرصه بنا، یا جهت تحلیل نسبت‌های میان ابعاد انواع پیکره‌ها و اجزای معماری. نکته دیگر آنکه طی پژوهش حاضر با توجه به هدف ذکرشده از طراحی شاخص، لحاظ کردن مضمون نگاره و نیز اهمیت نقش پیکره‌ها بر مقدار شاخص مورد نظر نبوده است. به طور کلی، شاخص مذکور به منظور تبدیل پیچیدگی ظاهری تصویر از لحاظ

جدول ۱: کاربرد ثبت اطلاعات نگاره‌ها

Table 1: worksheet for recording the information of pictures

مشخصات کلی نگاره	
۱. عنوان نگاره:	
۲. شماره برگ‌نگاره در نسخه:	۳. ترتیب قرارگیری در نسخه:
مشخصات پیکره‌ها و عرصه معماری	
۴. تعداد پیکره‌های داخل عرصه معماری:	۵. تعداد پیکره‌های خارج از عرصه معماری:
۶. تعداد گونه‌های پیکره‌ها:	۷. تعداد فضاهای مجزای مشتمل بر پیکره در عرصه معماری:
۸. تعداد وجوه روبروی بنا:	۹. تعداد وجوه جانبی بنا:
۱۰. تعداد طبقات بنا:	۱۱. تعداد ساختمان‌های مجزا:
۱۲. تعداد بالکن یا راهروی بین دو بنا:	۱۳. تعداد عرصه حیاط:
۱۴. سهم مساحت عرصه معماری از فضای نگاره:	۱۵. ضریب کاهش مساحت نگاره نسبت به جدول مبنا:
۱۶. ضریب افزایش مساحت نگاره نسبت به جدول مبنا:	

و به طور کلی تعداد فضاهایی که به صورت مجزا پیکره‌هایی بر آن‌ها نقش بسته‌اند؛ این‌ها فضاهایی هستند که سبب ایجاد فاصله بین گروه‌های مختلف پیکره‌ها می‌شوند و عاملی مهم در مقدار پیچیدگی روابط میان پیکره‌ها و بنا به لحاظ ظاهری محسوب می‌شوند. بخش‌های ۸ تا ۱۶ به ثبت مشخصات عرصه معماری مصورشده در نگاره اختصاص یافته است. منظور از بخش ۸ در کاربرد، تعداد وجوهی از بناست که از زاویه روبه‌رو (با خطوط موازی سطح افق) ترسیم شده‌اند. در بخش ۹، تعداد وجوه جانبی که با خطوط مورب نسبت به خط افق و به صورت ایزومتریک مصور شده‌اند، درج می‌شوند. باید توجه داشت که در برخی نگاره‌ها برای وجه جانبی در بخش بالایی تصویر، به دلیل تقاطع با ستون کتیبه‌ها یا لبه بالایی کادر، با ترسیم خطوط افقی مواجه هستیم. بخش ۱۰ مربوط به تعداد طبقات بنای مصورشده است. منظور از تعداد ساختمان‌های مجزا در بخش ۱۱، بناهایی است که با فاصله نسبت به هم مصور شده‌اند و هیچ هم‌پوشانی و مجاورتی میان آن‌ها به چشم نمی‌آید. بعضاً این بناها در طبقات بالایی توسط سازه‌های راهرومانند و رویاز به هم اتصال دارند و از آنجاکه تعداد این قبیل سازه‌ها بسیار معدود است، در این کاربرد همراه با تعریف مورد بخش ۱۲، این راهروها نیز در شمار بالکن‌های مسقف بیرون‌زده از بنا محسوب شده‌اند. بخش ۱۳ برای ثبت تعداد عرصه‌هایی از حیاط است که در نگاره با فاصله و به صورت جدا از هم به چشم می‌آیند. در اینجا ذکر مجدد این نکته ضروری است که قطعاً در نگاره‌ها

بخش‌های ۱ تا ۳ در کاربرد مذکور مربوط به اطلاعات کلی نگاره است که ثبت آن‌ها سبب سهولت در دسته‌بندی و بازیابی خواهد بود. منظور از مورد بند ۳، ترتیب قرارگیری نگاره مشتمل بر بنا از ابتدای نسخه است و برای مثال درج عدد ۶ برای یک نگاره بدان معنی است که از ابتدای نسخه، این ششمین نگاره‌ای است که در آن با مصورسازی عناصر معماری و پیکره‌ها مواجهیم. بخش‌های ۴ تا ۶ به ثبت اطلاعات پیکره‌های مصورشده در نگاره اختصاص یافته است. در بخش ۴ تعداد پیکره‌های داخل عرصه معماری درج می‌شود، منظور از عرصه معماری فضای مشتمل بر بنا و عرصه حیاط است که به نوعی (معمولاً توسط سنگ‌فرش و نرده) از فضای طبیعت اطراف متمایز می‌شود. بخش ۵ تعداد پیکره‌های مستقر در فضای طبیعت را به ثبت می‌رساند. بخش ۶ جهت ثبت تعداد گونه‌های مصورشده از پیکره‌های انسانی است که می‌تواند شامل انواع مرد و پیرمرد، زن و پیرزن، پسر بچه و دختر بچه باشد. باید گفت در نگاره‌های این نسخه تفکیک پیکره جوان و میانسال دشوار بوده و هردو به عنوان جوان لحاظ شده‌اند و پیکره‌های پیرزن یا پیرمرد با توجه به موی و ریش سپید متمایز شده‌اند، اما شاید در برخی نسخ بتوان تفکیک بیشتری برای گروه‌های سنی در نظر گرفت. بخش ۷ در کاربرد، برای ثبت تعداد فضاهای مجزای مشتمل بر پیکره در عرصه معماری است. منظور از این مورد، فضاهایی است از جمله بام، بالکن، پنجره‌ها و درگاه‌های مصورشده در طبقات مختلف و همچنین پلکان، سکو، عرصه حیاط

۶. طراحی شاخص کمی پیچیدگی روابط میان پیکره‌ها و

بنا

برای دستیابی به تابعی که بتواند مقدار پیچیدگی روابط میان پیکره‌ها و ابنیه را به صورت مقداری کمی با دقت مناسب نشان بدهد، این پژوهش روابط متعددی را میان عوامل دخیل در مقدار شاخص «پیچیدگی» در نظر گرفت و نتایج بررسی‌ها نشان داد که نتیجه مطلوب، از جمع مقادیر مربوط به هریک از این عوامل (با در نظر گرفتن جزئیات مربوطه)، به صورت «هم‌وزن» و یا «هم‌ارزش» حاصل می‌شود؛ به عبارتی هریک از این عوامل بایستی با اهمیت یکسان در تعیین مقدار شاخص مشارکت کنند و جهت حذف اثر منفی ناشی از هم‌ارزش نبودن اعداد و ارقام، باید مقادیر حاصل از هر کدام ابتدا نسبت به عددی واحد (که در اینجا صد در نظر گرفته شده) تراز و سپس در محاسبه مقدار شاخص «پیچیدگی» لحاظ شوند. برای مثال ممکن است در مجموعه‌ای بزرگ‌ترین مقدار مربوط به عامل «مجموع اجزای بنا»، معادل یازده، بزرگ‌ترین مقدار مربوط به عامل «تعدد پیکره‌ها» معادل شصت، و بزرگ‌ترین مقدار مربوط به عامل «تعدد پیکره‌ها» برابر با پنج باشد. در این حالت حاصل جمع این مقادیر معادل ۷۶ خواهد بود که عامل «مجموع پیکره‌ها» به غلط، بیشترین تأثیر را در این مقدار داشته و اثر سایر عوامل ناچیز شمرده شده است و این امر، لزوم هم‌وزن کردن مقادیر عوامل دخیل در مقدار شاخص را آشکار می‌کند. در ادامه، توضیحات بیشتری راجعه به چگونگی محاسبه هریک از پنج عامل نامبرده بر مقدار شاخص پیچیدگی ارائه می‌شود.

۱.۶. اثر تعداد پیکره‌ها

طبق تعریفی که از شاخص «پیچیدگی» ارائه شد، یکی از عوامل مؤثر بر آن تعداد پیکره‌های مصور شده در نگاره است. برای محاسبه اثر این عامل بر مقدار شاخص «پیچیدگی» باید توجه داشت پیکره‌هایی که داخل عرصه معماری (داخل ساختمان و حیاط) مصور شده‌اند، از اهمیت بیشتری نسبت به پیکره‌های مستقر در خارج عرصه معماری برخوردارند، زیرا به لحاظ شکلی و ظاهری روابط بیشتر و نزدیک‌تری را نسبت به بنا نمایش می‌دهند، بنابراین، در محاسبات مربوط به مقدار این شاخص، پیکره‌های خارج عرصه معماری با ارزشی معادل نصف پیکره‌های مستقر در داخل آن در نظر گرفته شدند. قابل ذکر است در مواردی که تعداد پیکره‌های خارج عرصه معماری محدود باشند، این ضریب تأثیر چندانی بر میزان پیچیدگی نخواهد داشت، اما در حالتی که با انبوه‌نگاری تعداد کثیری از پیکره در محوطه طبیعت مواجهیم این ضریب به خوبی عمل کرده و از تأثیر بیش از حد انبوه پیکره‌های خارج از عرصه معماری بر شاخص پیچیدگی جلوگیری خواهد کرد.

پس از محاسبه جمع پیکره‌های داخل عرصه معماری با پیکره‌های خارج از آن (با ضریب پنجاه درصد)، برای تراز کردن عدد به دست آمده در هر نگاره، لازم است که بدانیم کدام نگاره از بیشترین حاصل جمع مذکور برخوردار است. در نسخه شاهنامه شاه طهماسبی، بیشترین حاصل جمع، مربوط به نگاره «فردوسی در دربار سلطان محمود» با عددی معادل ۵۸/۵ است، چراکه در داخل عرصه معماری که محوطه حیاط را

کمیابیش با عناصر معماری جزئی تر مانند مناره و گنبد و امثال این‌ها نیز مواجهیم و برای محاسبه شاخص پیچیدگی، محقق می‌تواند مواردی را به کاربرد اضافه یا کم کند و احتساب آن‌ها بسته به دقت مورد نظر از عملکرد شاخص پیچیدگی است. این مسئله در مورد تنوع پیکره‌ها نیز صادق است. شاید بتوان در برخی نسخه‌ها علاوه بر تنوع جنسیتی و سنی، با دقت بیشتر در ویژگی‌های ظاهری پیکره‌ها (از جمله نوع البسه، زیورآلات و تاج و کلاه) جایگاه اجتماعی آن‌ها را نیز متمایز کرد و بر آن اساس به تنوع بالاتری برای پیکره‌های مصور شده در مجموعه نگاره‌های مورد بررسی در یک نسخه دست یافت و اثر آن‌ها را نیز بر مقدار شاخص پیچیدگی در نظر گرفت.

در توضیح بخش ۱۴، باید گفت یکی از موارد مؤثر در روابط میان پیکره‌ها و بنا، مساحت عرصه معماری مصور شده در نگاره است. با توجه به دشواری احتساب دقیق جزئیات مربوطه در عامل «تعداد اجزای تشکیل دهنده عرصه معماری»، نگارندگان دریافته‌اند که افزودن عامل مساحت در تعیین مقدار شاخص پیچیدگی نقش مهمی خواهد داشت. مورد شماره ۱۴ که ضریبی بزرگ‌تر از صفر و کوچک‌تر یا مساوی یک است، سهم مساحت عرصه معماری از کل مساحت نگاره را ثبت می‌کند؛ در نگاره‌هایی که عرصه معماری کل فضای نگاره را به خود اختصاص داده است، این ضریب معادل یک و هر قدر که سهم کم‌تری داشته باشد، ضریب مربوطه کوچک‌تر خواهد بود. در مورد بخش ۱۵، از آن روی که غالباً به هنگام کتابت نسخه‌های مصور، برگه نگاره بعد از مشخص شدن محدوده جدول مینا و فضای لازم برای ستون کتیبه‌های اشعار یا متن، برای مصورسازی در اختیار نگارگران قرار می‌گرفته (R. Canby, 2011:24-25)، در این حالت بسته به فضای ویژه کتیبه‌های اشعار یا متن، فضای باقی‌مانده برای تصویرسازی محدود می‌شد و بخش ۱۵ برای نشان دادن میزان کاهش مساحت فضای نگاره نسبت به جدول مینا در نظر گرفته شده که مقدار آن عددی بین صفر تا یک خواهد بود. منظور از جدول مینا در نگارگری، قاب دور فضای مخصوص کتابت و مصورسازی در هر برگ از نسخه است که معمولاً از کادرهایی سه یا پنج خطی تشکیل می‌شود و معمولاً در هر نسخه دارای ابعادی ثابت و مشخص است. در اینجا اگر در یک نگاره، به اندازه ۰/۲ از مساحت جدول اولیه به ستون کتیبه‌های اشعار یا متن اختصاص یافته باشد، ضریب کاهش نسبت به جدول مینا (بیانگر مساحت باقی‌مانده جهت نگارگری) معادل ۰/۸ اعمال خواهد شد. در بسیاری موارد نیز نگارگران با مقداری آزادی عمل، تصمیم می‌گرفتند که از جدول مینا خارج شده و فضای نگاره را توسعه دهند که این عمل، سبب افزایش مساحت نگاره می‌شود. ضریب افزایش مساحت نسبت به کادر جدول مینا برای نشان دادن این مورد در نظر گرفته شده، که مقدار آن بیشتر از یک است، برای مثال، اگر در نگاره‌ای فضای نگاره به اندازه پنجاه درصد مساحت جدول اولیه توسعه یافته باشد، این ضریب معادل ۱/۵ خواهد بود.

با توجه به بخش‌های مربوط به کاربرد ثبت اطلاعات نگاره‌ها، در بخش بعدی به تبیین شاخص پیچیدگی روابط میان پیکره‌ها و بنا پرداخته خواهد شد.

هم شامل می‌شود، تعداد ۵۸ پیکره و در خارج آن یک پیکره مصور شده‌اند. بنابراین، جمع پیکره‌های داخل و نصف پیکره‌های خارج بنا معادل ۵۸/۵ خواهد بود). اگر حاصل جمع مذکور را نسبت به عدد صد

$$\text{اثر تعداد پیکره‌ها بر مقدار پیچیدگی (در حالت تراز شده)} = \frac{\text{پیکره‌های داخل بنا و عرصه حیاط} + \text{نیمی از پیکره‌های خارج حیاط}}{100} \times 58.5$$

شکل ۲: نحوه محاسبه اثر تعداد پیکره‌ها (در حالت تراز شده) بر مقدار پیچیدگی

Fig. 2: How to calculate the effect of the number of figures (in aligned mode) on the complexity value

محاسبات مربوط به مقدار این شاخص، پیکره‌های خارج عرصه معماری با ارزشی معادل نصف پیکره‌های مستقر در داخل آن در نظر گرفته شدند. قابل ذکر است در مواردی که تعداد پیکره‌های خارج عرصه معماری محدود باشند، این ضریب تأثیر چندانی بر میزان پیچیدگی نخواهد داشت، اما در حالتی که با انبوه‌نگاری تعداد کثیری از پیکره در محوطه طبیعت مواجهیم این ضریب به خوبی عمل کرده و از تأثیر بیش از حد انبوه پیکره‌های خارج از عرصه معماری بر شاخص پیچیدگی جلوگیری خواهد کرد.

۲.۶. اثر تنوع پیکره‌های انسانی

طبق تعریفی که از شاخص «پیچیدگی» ارائه شد، یکی از عوامل مؤثر بر آن تعداد پیکره‌های مصور شده در نگاره است. برای محاسبه اثر این عامل بر مقدار شاخص «پیچیدگی» باید توجه داشت پیکره‌هایی که داخل عرصه معماری (داخل ساختمان و حیاط) مصور شده‌اند، از اهمیت بیشتری نسبت به پیکره‌های مستقر در خارج عرصه معماری برخوردارند، زیرا به لحاظ شکلی و ظاهری روابط بیشتر و نزدیک‌تری را نسبت به بنا نمایش می‌دهند، بنابراین، در

$$\text{اثر تنوع پیکره‌ها بر مقدار پیچیدگی (در حالت تراز شده)} = \frac{\text{تعداد گونه‌های مصور شده از پیکره‌ها در نگاره}}{100} \times 5$$

شکل ۳: نحوه محاسبه اثر تنوع پیکره‌ها (در حالت تراز شده) بر مقدار پیچیدگی

Fig. 3: How to calculate the effect of the diversity of figures (in the aligned state) on the amount of complexity

عدد برابر با ۲۳، برای دو نگاره «رستم و سیاوش بلخ را تسخیر می‌کنند» و «رستم قلعه آدخوران را تسخیر می‌کند» حاصل شد. حصول چنین نتیجه‌ای با توجه به پیچیدگی و تنوع اجزای فضایی که در ترسیم قلعه‌های نظامی با مساحت بزرگ به کار رفته، قابل پیش‌بینی بوده است. به این ترتیب، برای تراز کردن و محاسبه اثر مجموع عناصر معماری مصور شده در نگاره‌های این نسخه، مطابق شکل شماره ۴ عمل می‌شود.

۳.۶. اثر مجموع اجزای عرصه معماری

با توجه به تعریف شاخص «پیچیدگی»، هر قدر وجوه به نمایش درآمده و اجزا و عناصر معماری مصور شده برای بنایی بیشتر باشد، آن بنا می‌تواند روابط پیچیده‌تری را در ارتباط با پیکره‌ها به تصویر بکشد. در اینجا منظور از این عامل مجموع موارد ۸ تا ۱۳ در قسمت مشخصات بنا در کاربرد ثبت اطلاعات نگاره‌هاست. بعد از محاسبه مجموع عناصر معماری برای تمام نگاره‌های این نسخه، بیشترین

$$\text{اثر مجموع اجزاء بنا بر مقدار پیچیدگی (در حالت تراز شده)} = \frac{\text{مجموع اجزاء بنا (وجوه روبرو و جانبی، طبقات، ساختمان‌های مجزا، بالکن‌ها، راهروهای روباز طبقات بالا، حیاطها)}}{100} \times 23$$

شکل ۴: نحوه محاسبه اثر مجموع اجزاء معماری (در حالت تراز شده) بر مقدار پیچیدگی

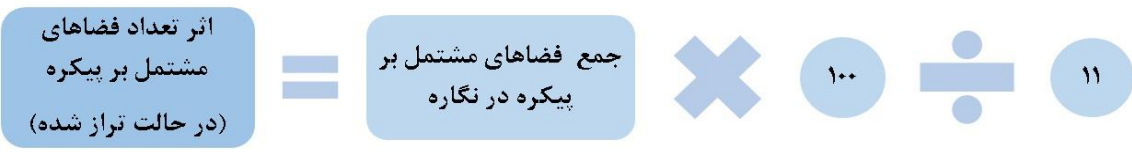
Fig. 4: How to calculate the effect of the total architecture components (in the aligned state) on the complexity value



۴,۶. اثر تعداد فضاهای مشتمل بر پیکره در عرصه معماری

نگاره، مشخص شد که بیشترین فضاهای مجزای مشتمل بر پیکره در نگاره‌های این نسخه برابر با ۱۱ و مربوط به نگاره «کابوس ضحاک» است. بنابراین، برای تراز کردن مقادیر مربوط به این عامل مهم و محاسبه اثر آن در شاخص پیچیدگی، طبق نمودار شماره ۵ عمل می‌شود.

در مورد تأثیر این عامل بر مقدار شاخص «پیچیدگی»، مجدداً اشاره می‌شود هر قدر در نگاره‌ای مصورسازی پیکره‌ها در فضاهای مجزا در عرصه معماری بیشتر باشد، شاخص پیچیدگی برای آن بالاتر خواهد بود. بعد از محاسبه مقدار مذکور برای تمامی ۷۴

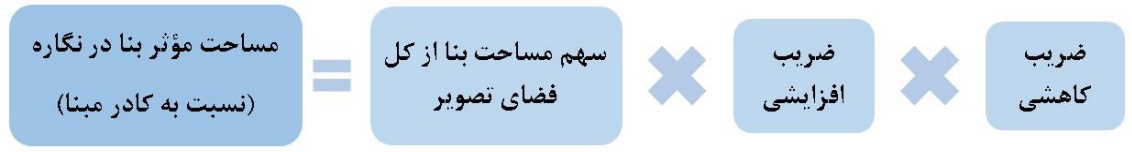


شکل ۵: نحوه محاسبه اثر تعداد فضاهای مجزای مشتمل بر پیکره (در حالت تراز شده) بر مقدار پیچیدگی
Figure 5: How to calculate the effect of the number of separate spaces containing the figure (in the aligned state) on the complexity value

۵,۶. اثر مساحت عرصه معماری

با توجه به اثر کاهشی ستون‌های کتیبه‌ها و متن، و اثر افزایشی توسعه فضای نگاره نسبت به جدول مبنا که پیش‌تر به آن پرداخته شد، ابتدا باید برای هر نگاره مقدار مساحت مؤثر عرصه معماری را محاسبه کرد و سپس با توجه به بیشترین مقدار به دست آمده، به محاسبه اثر این عامل در مقدار شاخص پیچیدگی پرداخت. به این ترتیب، در مرحله اول مقدار مساحت مؤثر عرصه معماری در هر نگاره به صورت شکل شماره ۶ محاسبه می‌شود.

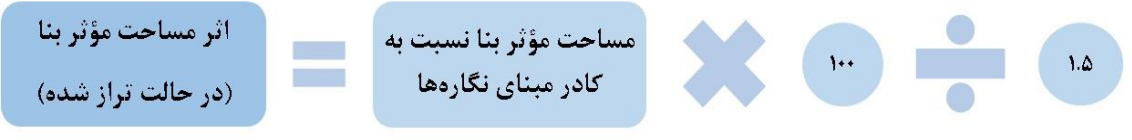
در مورد اثر این عامل، مجدداً اشاره می‌شود که مطابق تعریف شاخص، با فرض ثابت بودن سایر عوامل، انتظار داریم که هر قدر در نگاره‌ای عرصه معماری (شامل بنا و حیاط) نسبت به جدول مبنای نسخه با مساحت بیشتری مصور شده باشد، مقدار پیچیدگی برای آن نگاره بالاتر باشد، و توجه به این نکته ضروری است که بالا بودن مساحت، به معنای بیشتر بودن جزئیات تزئینی و فضاهایی است که به دلیل پیچیدگی بالا، بعضاً در محاسبه جمع اجزای معماری لحاظ نشده‌اند. همچنین



شکل ۶: نحوه محاسبه مساحت مؤثر بنا نسبت به کادر مبنا در نگاره‌ها
Fig. 6: How to calculate the effective area of the building compared to the base frame in the drawings

که مساحت عرصه حیاط نیز جزو مساحت بنا محسوب می‌شود). با توجه به حداکثر این مقدار، مقادیر تراز شده برای نگاره‌های این نسخه به صورت شکل شماره ۷ قابل محاسبه است.

بعد از محاسبه مساحت مؤثر بنا برای همه ۷۴ نگاره با توجه به اثرات کاهشی و افزایشی مساحت، بیشترین مقدار محاسبه شده معادل ۱/۵ برای نگاره «کابوس ضحاک» به دست آمد (مجدداً اشاره می‌شود



شکل ۷: نحوه محاسبه اثر مساحت مؤثر بنا در حالت تراز شده بر مقدار پیچیدگی
Fig. 7: How to calculate the effect of the effective area based on the leveled state on the complexity value

برای هر نگاره مطابق شکل شماره ۸ از جمع اثرات عوامل مذکور به دست می‌آید.

با توجه به آنچه گفته شد و نیز نحوه محاسبه اثرات عوامل پنج‌گانه مؤثر بر شاخص پیچیدگی، مقدار این شاخص



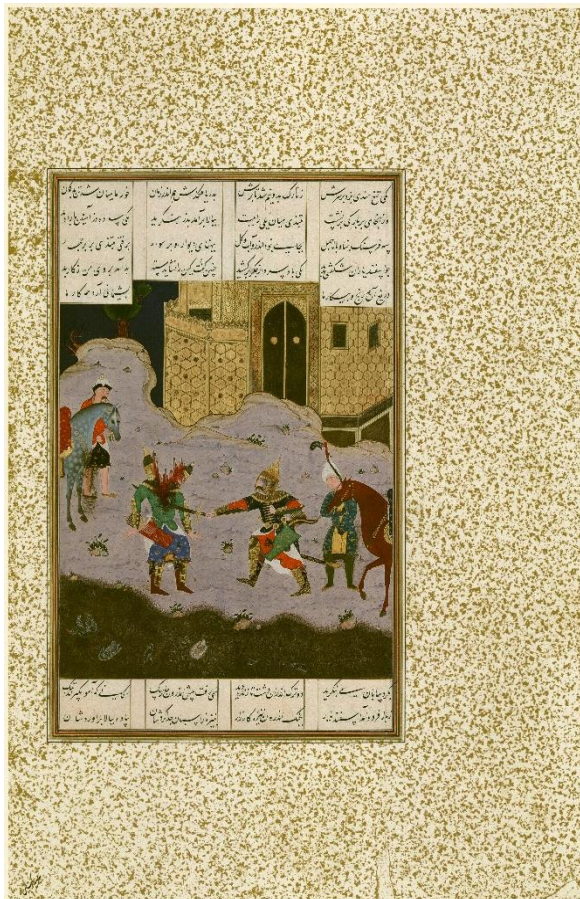
شکل ۸: نحوه محاسبه «شاخص پیچیدگی»

Fig. 8: How to calculate the "complexity index"

۷. محاسبه مقدار شاخص پیچیدگی در دو نگاره مشتمل بر بنا از نسخه شاهنامه شاهطهماسبی

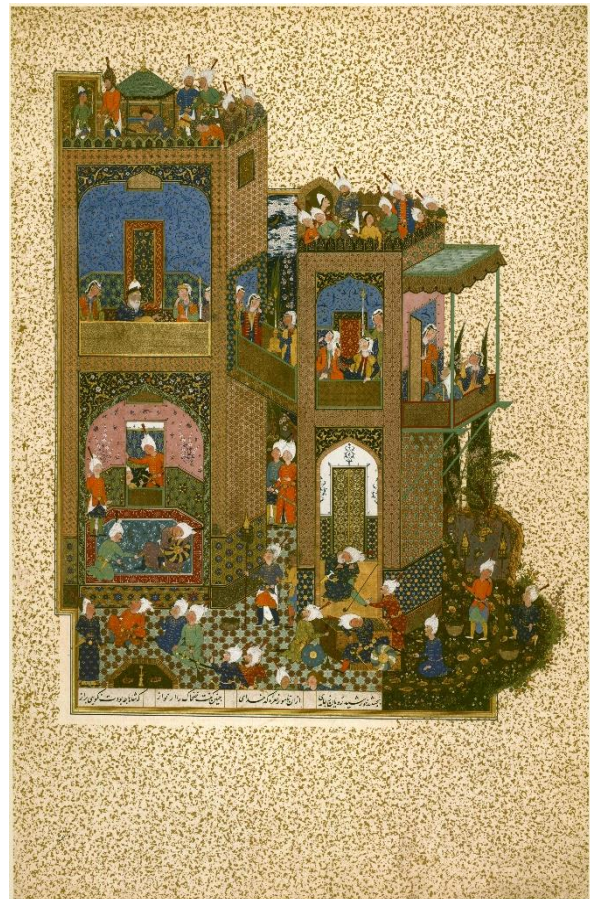
در این بخش برای روشن شدن چگونگی محاسبه شاخص پیچیدگی و عوامل مؤثر بر آن، به محاسبه مقدار این شاخص با ذکر جزئیات مربوطه برای دو نگاره از نسخه مصور شاهنامه شاهطهماسبی پرداخته می‌شود. شکل‌های شماره ۹ و ۱۰ نگاره‌هایی با بیشترین و کمترین مقدار پیچیدگی را نشان می‌دهند. با مشاهده و مقایسه این تصاویر می‌توان به کارایی

مطلوب شاخص ارائه شده پی برد. همان‌طور که مشاهده می‌شود، در نگاره «کابوس ضحاک» با مقدار پیچیدگی معادل ۳۹۲، مساحت فضای نگاره از کادر اولیه تا حد چشم‌گیری توسعه یافته، و دو بنای جداگانه در دو طبقه با پیکره‌هایی متعدد در فضاهای گوناگون و در تعامل با هم به تصویر کشیده شده‌اند، اما در نگاره «خان هفتم اسفندیار» با مقدار پیچیدگی معادل ۶۶، مصورسازی بنایی بدون پیکره با مساحتی کوچک در گوشه‌ای از نگاره را شاهد هستیم.



شکل ۱۰: نگاره «خان هفتم اسفندیار»، با مقدار پیچیدگی ۶۶

Fig. 10: "Khan Haftam Esfandiar" image, with a complexity value of 66 (The Shahname of Shah Tahmasb, 2011:439)



شکل ۹: نگاره «کابوس ضحاک» با مقدار پیچیدگی ۳۹۲

Fig. 9: "Zahak's Nightmare" image with a complexity value of 392. (The Shahname of Shah Tahmasb, 2011:28)

اینجا با مصورسازی ۵۴ پیکره انسانی مواجهیم که مصورسازی ۴ پیکره در خارج از عرصه حیاط (که توسط کفپوش مخصوصی از زمین اطراف جدا شده) صورت پذیرفته است. همچنین انواع پیکره‌های مصور شده در این نگاره عبارت‌اند از مرد، زن و پیرمرد که به‌طور کلی سه‌گونه را شامل می‌شوند. عرصه معماری به صورت دو ساختمان مجزا و در دو طبقه مصور شده است که در مجموع شامل دو وجه روبه‌رو و دو وجه جانبی هستند، در

برای تبیین جزئیات محاسبه مقدار شاخص پیچیدگی برای این نگاره‌ها، به کاربرد مربوط به هر کدام مراجعه می‌کنیم.

جدول شماره ۲ کاربرد تکمیل‌شده نگاره «کابوس ضحاک» را نشان می‌دهد.

همان‌طور که در کاربرد مربوط به این نگاره به ثبت رسیده است، در

عمارت سمت راست تصویر یک بالکن بیرون زده از بنا قابل مشاهده است، و دو ساختمان مجزا توسط راهرویی به هم راه دارند. یک عرصه حیاط در نگاره قابل مشاهده است و سهم مساحت عرصه معماری (شامل بنا و حیاط) از کل فضای تصویر معادل ۰/۹۵ است. فضای تصویر نسبت به جدول مبنا از سمت راست و نیز بالا گسترش یافته و در مجموع در حدود یکونیم برابر مساحت جدول مبنا در برگ‌های این نسخه است و چون

فضایی به کنیبه‌های ابیات اختصاص نیافته، ضریب کاهش مربوط به فضای تصویر معادل یک در نظر گرفته می‌شود. همچنین در این نگاره مصورسازی پیکره‌ها در یازده فضای مجزا از هم در عرصه بنا و حیاط صورت پذیرفته است. با توجه به آنچه گفته شد، مقادیر مربوط به مقدار عوامل مؤثر و نهایتاً مقدار پیچیدگی این نگاره در جدول شماره ۳ قابل مشاهده است.

جدول ۲: کاربرد تکمیل شده نگاره کابوس ضحاک

Table 2: Completed worksheet for the picture of Kabus Zahhak

مشخصات کلی نگاره	
۱. عنوان نگاره: «کابوس ضحاک»	۲. شماره برگ نگاره در نسخه: ۲۸
۳. ترتیب قرارگیری در نسخه: ۵	
مشخصات پیکره‌ها و بنا	
۴. تعداد پیکره‌های داخل عرصه معماری: ۵۰	۵. تعداد پیکره‌های خارج از عرصه معماری: ۴
۶. تعداد گونه‌های پیکره‌ها: ۳	۷. تعداد فضاهای مجزای مشتمل بر پیکره در عرصه بنا: ۱۱
۸. تعداد وجوه روبروی بنا: ۲	۹. تعداد وجوه جانبی بنا: ۲
۱۰. تعداد طبقات بنا: ۲	۱۱. تعداد ساختمان‌های مجزا: ۲
۱۲. تعداد بالکن یا راهروی بین دو بنا: ۲	۱۳. تعداد عرصه حیاط: ۱
۱۴. سهم مساحت عرصه معماری از فضای نگاره: ۹۵٪	۱۵. ضریب کاهش مساحت نگاره نسبت به جدول مبنا: ۱
۱۶. ضریب افزایش مساحت نگاره نسبت به جدول مبنا: ۱,۵	

جدول ۳: مقدار شاخص پیچیدگی و عوامل مؤثر بر آن در نگاره «کابوس ضحاک»

Table 3: The value of the complexity index and the factors affecting it in the painting "Kabus Zahak"

اثر پیکره‌ها	$((50)+(4 \div 2) \times 100) \div 58.5 = 88.9$
اثر تنوع پیکره‌ها	$(3 \times 100) \div 5 = 60$
اثر تعداد عرصه‌های معماری مشتمل بر پیکره	$(11 \times 100) \div 11 = 100$
اثر مساحت	$((0.95 \times 1.5 \times 1) \times 100) \div 1.5 = 95$
اثر تعداد فضاهای معماری مصور شده	$(2+2+2+2+1+2) \times 100 \div 23 = 47.8$
مقدار پیچیدگی	$88.9+60+100+95+47.8=391.7 \approx 392$

جدول شماره ۴ کاربرد تکمیل شده نگاره «خان هفتم اسفندیار» را نشان می‌دهد.

جدول ۴: کاربرد تکمیل شده برای نگاره خان هفتم اسفندیار

Table 4. Completed worksheet for Esfandiari Khan's 7th painting

مشخصات کلی نگاره	
۱. عنوان نگاره: «خان هفتم اسفندیار»	۲. شماره برگ نگاره در نسخه: ۴۳۹
۳. ترتیب قرارگیری در نسخه: ۵۹	
مشخصات پیکره‌ها و عرصه معماری	
۴. تعداد پیکره‌های داخل عرصه معماری: ۰	۵. تعداد پیکره‌های خارج از عرصه معماری: ۴
۶. تعداد گونه‌های پیکره‌ها: ۱	۷. تعداد فضاهای مجزای مشتمل بر پیکره در عرصه معماری: ۰
۸. تعداد وجوه روبروی بنا: ۳	۹. تعداد وجوه جانبی بنا: ۲
۱۰. تعداد طبقات بنا: ۱	۱۱. تعداد ساختمان‌های مجزا: ۱
۱۲. تعداد بالکن یا راهروی بین دو بنا: ۰	۱۳. تعداد عرصه حیاط: ۰
۱۴. سهم مساحت عرصه معماری از فضای نگاره: ۲۵٪	۱۵. ضریب کاهش مساحت نگاره نسبت به جدول مبنا: ۰/۷
۱۶. ضریب افزایش مساحت نگاره نسبت به جدول مبنا: ۱	

ضریب افزایش مساحت، معادل یک خواهد بود و با توجه به فضای تخصیص داده شده به ستون کتیبه‌های اشعار، ضریب کاهش مساحت کادر به اندازه ۰/۷ است. از آنجاکه در این نگاره با مصورسازی هیچ پیکره‌ای در داخل عرصه معماری مواجه نیستیم، مورد شانزدهم معادل صفر لحاظ شده است. با توجه به آنچه گفته شد، عوامل مؤثر بر پیچیدگی روابط میان پیکره‌ها و بنا و نهایتاً مقدار پیچیدگی این نگاره مطابق جدول شماره ۵ قابل محاسبه است.

در این نگاره به طور کلی چهار پیکره مرد دیده می‌شود که همگی در خارج از عرصه معماری مصورسازی شده‌اند، بنابراین انواع پیکره‌های مصور شده در این نگاره شامل یک گونه مرد خواهد بود. عرصه معماری به صورت ساختمانی از نمای دور، با سه وجه روبه‌رو و دو وجه جانبی در یک طبقه به چشم می‌خورد، و عرصه حیاط مصورسازی نشده است. سهم مساحت بنا از فضای تصویر در حدود ۰/۲۵ است و چون تصویرسازی نگاره در فضای داخل جدول مبنا صورت پذیرفته

جدول ۵: مقدار شاخص پیچیدگی و عوامل مؤثر بر آن در نگاره «خان هفتم اسفندیار»

Table 5: The value of the complexity index and the factors affecting it in the painting "Khan Haftam Esfandiar"

$((4+2) \times 100) \div 58.5 = 3.4$	اثر پیکره‌ها
$((1) \times 100) \div 5 = 20$	اثر تنوع پیکره‌ها
$(0 \times 100) \div 11 = 0$	اثر تعداد عرصه‌های معماری مشتمل بر پیکره
$((0.25 \times 1 \times 0.7) \times 100) \div 1.5 = 11.7$	اثر مساحت عرصه معماری
$(3+2+1+1) \times 100 \div 23 = 30.4$	اثر تعداد اجزاء مصور شده برای عرصه معماری
$3.4+20+0+11.7+30.4=65.5 \equiv 66$	مقدار شاخص «پیچیدگی»

جدول شماره ۶ نتایج حاصل از محاسبات مربوط به شاخص پیچیدگی برای دو نگاره مذکور را نشان می‌دهد.

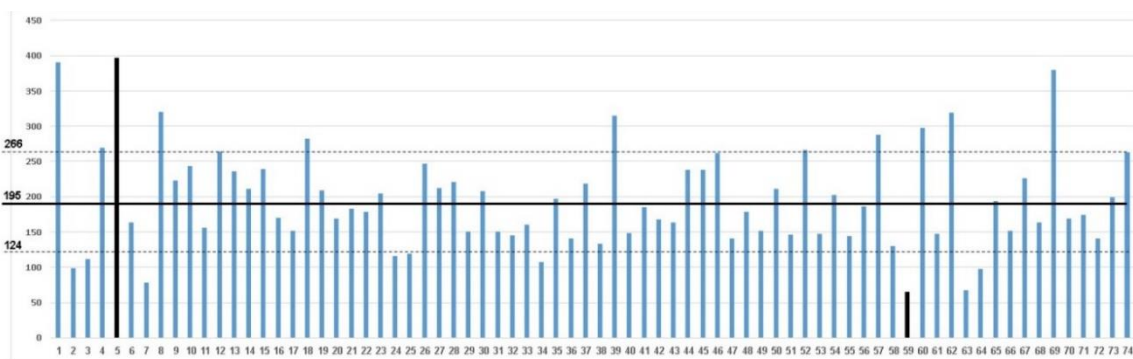
جدول ۶: مقدار پیچیدگی و عوامل مؤثر بر آن در دو نگاره منتخب از شاهنامه شاه طهماسبی

Table 6. The amount of complexity and the factors affecting it in two selected paintings from the Shahnameh of Shah Tahamasbi, (source: authors)

عنوان نگاره	تعداد پیکره‌ها	تعداد گونه‌های پیکره‌ها	سهم مساحت بنا از فضای نگاره	تعداد فضاهای مجزای مشتمل بر پیکره	مجموع اجزای بنای مصور شده	مقدار پیچیدگی
«کابوس ضحاک»	۵۴	۳	۰/۹۵	۱۱	۱۱	۳۹۲
«خوان هفتم اسفندیار»	۴	۱	۰/۲۵	۰	۷	۶۶

(تعداد ۵۵ از ۷۴ نگاره) عددی بیش از ۱۲۴ و کمتر از ۲۶۶ است، برای ۱۲ درصد نگاره‌ها (تعداد ۹ از ۷۴ نگاره) مقدار پیچیدگی کمتر از ۱۲۴، و برای ۱۴ درصد از نگاره‌ها (تعداد ۱۰ از ۷۴ نگاره) مقدار پیچیدگی بیشتر از ۲۶۶ به دست آمده است. در شکل شماره ۱۱ خطوط افقی نقطه چین حدود نرمال بالا و پایین این شاخص را نشان می‌دهند و مقدار میانگین نیز با خط افقی تیره پررنگ مشخص شده است.

شکل شماره ۱۱ مقدار شاخص «پیچیدگی» برای ۷۴ نگاره مشتمل بر بنا به ترتیب قرارگیری از ابتدای نسخه را نشان می‌دهد. مربوط به نگاره‌های «کابوس ضحاک» و «خان هفتم اسفندیار» در نمودار به صورت پررنگ‌تر نشان داده شده‌اند. با توجه به میانگین مقدار پیچیدگی که برای نگاره‌های این نسخه معادل ۱۹۵ به دست آمده و مقدار انحراف معیار این شاخص که برابر با ۷۱ است، مقدار پیچیدگی برای ۷۴ درصد از نگاره‌ها



شکل ۱۱: مقدار پیچیدگی نگاره‌ها به ترتیب قرارگیری در نسخه

Fig. 11: The amount of complexity of the images in order of placement in the version

پیکره‌ها، مساحت زیاد و پیچیدگی اجزای عرصه معماری با مقدار بالای این شاخص، و در نگاره «خوان هفتم اسفندیار» به دلیل کم بودن عوامل مذکور با کمترین میزان این شاخص مواجه هستیم.

در مورد شاخص «پیچیدگی» که هدف آن تبیین ویژگی‌هایی فرمی و ظاهری از نگاره‌ها در قالب مقادیر کمی است، پس از آزمون چندباره روابط ممکن میان عوامل پنجگانه مؤثر بر آن، به‌زعم نگارندگان طی این پژوهش مناسب‌ترین تابع معرف شاخص ارائه شد؛ با این حال، این شیوه یکی از راهکارهای ممکن است و می‌توان روش‌های گوناگونی را برای کمی‌کردن ویژگی‌های کیفی مذکور آزمود و به راهکارهایی جدید برای شناخت و درک و دریافت این میراث گران بها دست یافت. طراحی و ارائه چنین شاخص‌هایی برای دسته‌بندی نگاره‌ها و انتخاب نمونه‌هایی مناسب برای مطالعه آن‌ها از جنبه‌های گوناگون می‌تواند موضوع پژوهش‌های آتی باشد. روش سیستماتیک ارائه شده در این پژوهش از جهت بررسی چند و چون پیچیدگی روابط میان پیکره‌ها و عرصه معماری، قابلیت کاربرد برای بررسی روابط میان دیگر عناصر تصویری در نگارگری را نیز دارد. این روش می‌تواند در سایر موارد با تعریف شناسه‌هایی مرتبط با دیگر پرسش‌ها و اهداف به کار رود، و به‌طور علمی و دقیق با نگاهی از کل به جزء مواردی دیگر را مورد سنجش و ارزیابی قرار دهد.

پژوهش حاضر به‌منظور کمی‌کردن پیچیدگی فرمی و ظاهری روابط میان پیکره‌ها و عرصه معماری در ۷۴ نگاره مشتمل بر عناصر معماری از نسخه مصور شاهنامه شاه‌طهماسبی با استفاده از شاخصی به نام «پیچیدگی» صورت پذیرفت. پس از تبیین عوامل مؤثر بر شاخص مذکور، طی فرایندی سیستماتیک، روشی برای گردآوری اطلاعات لازم جهت تعیین مقدار شاخص ارائه شد و سپس تابع مبین مقدار این شاخص و نحوه محاسبه مقادیر مربوط به هر یک از عوامل مؤثر بر آن ارائه گردید.

در این شیوه عواملی چون تعداد و تنوع پیکره‌ها از منظر جنسیت و سن، عرصه‌های و مساحت معماری و ارتباط و تعامل آن با پیکره‌ها به عنوان شاخص‌های ارزیابی در نظر گرفته شد و بر اساس آن یک کاربرد که در برگیرنده همه جزئیات کار باشد، طراحی شد. همچنین در این پژوهش دو نگاره با بهره‌گیری از این شیوه و برای آزمون صحت و دقت کاربرد در اندازه‌گیری مقدار شاخص «پیچیدگی» ارزیابی شدند؛ این دو نگاره عبارت‌اند از نگاره «کابوس ضحاک» که از بیشترین مقدار «پیچیدگی»، برابر با ۳۹۲، و نگاره «خوان هفتم اسفندیار» که از کم‌ترین مقدار «پیچیدگی» برابر با ۶۶ برخوردار است. با توجه به اثرات هر یک از عوامل دخیل بر مقدار شاخص «پیچیدگی» در نگاره‌های مذکور، مشاهده می‌شود که در نگاره «کابوس ضحاک» به دلیل تعدد و تنوع زیاد

پی‌نوشت

4. The Fogg Art Museum
5. The Metro Politian Museum of Art

1. Stuart Cary Welch
2. Harvard University Press
3. Houghton Shahnama

References

- Afshārmahājer, Kāmārān and Tayyaba Beheshti. (2013). "How is the Process of Composition in Iranian Paintings (Case Study: the Painting "Chess Game of Bozarjamehr and the Ambassador of India" from the Manuscript of Shāhnāmeh Bāysonqori)". Ayeene_ye_Mirass. Sh. 57: 10-32. [In Persian with English summary]
- [افشارمهجر، کامران و طیبه بهشتی. (۱۳۹۳). «چگونگی روند ترکیب‌بندی در نگاره‌های ایرانی (موردپژوهی: نگاره «بازی شطرنج بوزرجمهر و سفیر هند» از نسخه خطی شاهنامه بایسنقری)». آینه میراث. ش. ۵۷: ۱۰-۳۲.]
- Āgand, Yaqoob. (2014). Painting School of Tabriz and Qazvin, Mashhad. Tehran: Farhangestān_e_Honar. [In Persian]
- [آزند، یعقوب. (۱۳۹۴). مکتب نگارگری تبریز و قزوین مشهد. تهران: فرهنگستان هنر.]
- Ahmadiniā, Mohammad-Javād. "Paintings of Tahmāsbī's Shāh-nāmeh: From Harvard to Art Academy". Naqd_e_Honar Quarterly. Sh. 1 and 2, 2013: 37-54. [In Persian]
- [احمدینیا، محمدجواد. «نگاره‌های شاهنامه طهماسبی: از هاروارد تا فرهنگستان هنر». فصلنامه نقد کتاب هنر. ش. ۱ و ۲، ۱۳۹۳: ۳۷-۵۴.]
- Āzādbakht, Majid. (2017). History of Iranian Art. Tehran: Kelk_e_Moalem Sājedi Publications. [In Persian]
- [آزادبخت، مجید. (۱۳۹۷). تاریخ هنر ایران. تهران: انتشارات کلک معلم ساجدی.]
- B. Dicson, Martin; Welch, S. Cary. (1981). The Houghton Shahnameh. The Fogg Art Museum. London: Harvard University Press.
- Foroutan, Manouchehr. (2005). "Iranian Painters' Understanding of the Structure of Iran's Architectural Space". Khiyāl Quarterly. Sh. 13: 70-83. [In Persian with English summary]
- [فروتن، منوچهر. (۱۳۸۴). «درک نگارگران ایرانی از ساختار فضای معماری ایران». فصلنامه خیال. ش. ۱۳: ۷۰-۸۳.]
- Haseli, Parviz. (1996). "Manifestation of Architecture in Paintings". Master's thesis in Painting. Tarbiat Modares University. [In Persian]
- [حاصلی، پرویز. (۱۳۷۵). «تجلی معماری در آثار نگارگری». پایان‌نامه کارشناسی ارشد. رشته نقاشی. دانشگاه تربیت مدرس.]
- Keshmiri, Maryam; Zahra Rahbarniā (2018). "An Attitude towards Depth (Perspective) in Iranian Painting based on Ibn Haitham's Opinions in al-Manabah". Journal of Fine Arts-Visual Arts. Sh 4: 77-90. [In Persian with

- [English summary]
[کشمیری، مریم؛ زهرا رهبرنیا. (۱۳۹۸). «نگرشی بر ژرفانمایی (پرسپکتیو) در نگارگری ایرانی بر پایه آرای ابن هیثم در المناظر». نشریه هنرهای زیبا-هنرهای تجسمی. ش ۴: ۷۷-۹۰.]
- Khaje Ahmad Attari, Ali-reza; Habibullah Āyatollahi; Ali Asghar Shirazi and others. (2012). "Study of Anthropomorphism in Isfahan School Painting ". *Journal of Comparative Art Studies*. Sh. 4: 92-81. [In Persian with English summary]
- [خواجه احمدعطاری، علیرضا؛ حبیب‌الله آیت‌اللهی؛ علی‌اصغر شیرازی و دیگران. (۱۳۹۱). «بررسی انسان‌نگاری در نقاشی مکتب اصفهان». نشریه مطالعات تطبیقی هنر. ش. ۴: ۹۲-۸۱.]
- Moqadam Ashrāfi, M. (2016). *From Behzad to Reza Abbasi*. (Translated by Nastern Zandi), Tehran: University of Art Publications. [In Persian]
- [مقدم‌اشرفی، م. (۱۳۹۶). از بهزاد تا رضا عباسی. (ترجمه نسترن زندی)، تهران: انتشارات دانشگاه هنر.]
- Najafipour, Sepideh. (2009). "Investigation of People inside the Frame of Painting". Master's thesis in Painting. Shāhed University. [In Persian with English summary]
- [نجفی‌پور، سپیده. (۱۳۸۸). «بررسی انسان‌های درون قاب نگارگری». پایان‌نامه کارشناسی ارشد. رشته نقاشی. دانشگاه شاهد.]
- Nazarli, Mais. (2011). *The Dual World of Iranian Miniatures*. (Translated by Abbas-Ali Ezzati). Tehran: Art Academy Publications.
- [نظرلی، مائیس. (۱۳۹۰). جهان دوگانه مینیاتور ایرانی. (ترجمه عباس‌علی عزتی). تهران: انتشارات فرهنگستان هنر.]
- Pakbaz, Ruein. (2011). *Iranian Painting from Ancient Times until now*. Tehran: Zarin and Simin Publications, Ch. 12. [In Persian]
- [پاکباز، روئین. (۱۳۹۱). نقاشی ایران از دیرباز تا کنون. تهران: انتشارات زرین و سیمین، چ ۱۲.]
- R. Canbye, Sheila. (2011). *Iranian Painting*. (Translated by Mehdi Hosseini), Tehran: University of Art Publications. [In Persian]
- [کن‌بای، شیلا. (۱۳۹۱). نقاشی ایرانی. (ترجمه مهدی حسینی)، تهران: انتشارات دانشگاه هنر.]
- R. Canby, Sheila. (2011). *The Shahnama of Shah Tahmasb*. New York: The Metro Politian Museum of Art and Yale University Press.
- R. Canby, Sheila. (2014). *The Shahnama of Tahmasp: The Persian Book of Kings*. USA & Iran: The Metropolitan Museum of Art & Vjeh Nashr Co.
- Shāyestefar, Mahnāz; Mohammad Khazāi; Shāheen Abdul Karimi. (2013). "Investigation of the Social Position of Women and Children during the Safavid Era of Shah Tahmasib Based on the Comparison of Illustrations of the Copies of Tahmasbi's Shahnameh and Haft Aurang Jami". *Women in Culture and Art*. Sh. 2: 189-208. [In Persian with English summary]
- [شایسته‌فر، مهناز؛ محمد خزائی؛ شهین عبدالکریمی. (۱۳۹۳). «بررسی جایگاه اجتماعی زنان و کودکان در دوره شاه‌طهماسب صفوی بر اساس تطبیق نگاره‌های نسخ شاهنامه طهماسبی و هفت اورنگ جامی». زن در فرهنگ و هنر. ش. ۲: ۱۸۹-۲۰۸.]
- Sultānzādeh, Hossein. (2008). *Architectural and Urban Spaces in Iranian Painting*. Tehran: Chāhartāq.
- [سلطان‌زاده، حسین. (۱۳۸۷). فضاهای معماری و شهری در نگارگری ایرانی. تهران: چهارطاق.]
- Welch, S. Cary. (1972). *A King Book of Kings, The Shahnama of Tahmasp*. New York: The Metro Politian Museum of Art.