تحلیل نظم هندسی پنهان در نقاشی‌خط معاصر ایران بر اساس تراکم و پیکره‌بندی فضایی: مطالعه موردی آثار شارلز حسین زنده‌رودی

چکیده:

این پژوهش با هدف واکاوی نظم هندسی پنهان و پیکربندی فضایی در آثار نقاشی‌خط معاصر ایران، با تمرکز بر آثار شارلز حسین زنده‌رودی انجام شده است. مسئله اصلی تحقیق، چگونگی دستیابی به تعادل و سازمان‌دهی بصری در آثاری است که ظاهراً از قواعد کلاسیک خوشنویسی فاصله گرفته و به سمت انتزاع حرکت کرده‌اند. روش پژوهش حاضر، تحلیلی-ساختاری با رویکردی محاسباتی–پارامتریک است که با تبدیل فرم‌های پیچیده به داده‌های عددی، تراکم و توزیع وزن بصری را مورد سنجش قرار می‌دهد. یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که آثار زنده‌رودی، با وجود ظاهر متراکم و گاه آشفته، بر سه نوع الگوی نظمی متمایز شامل «توزیع هندسی پنهان»، «تراکم موضعی» و «تکرار منظم خطی» استوار هستند. نتایج حاصل از تحلیل نمونه‌ها حاکی از آن است که تعادل در این آثار نه از طریق تقارن سنتی، بلکه از طریق تقابل هوشمندانه میان تراکم نوشتار و خلأ (فضای منفی) به دست می‌آید. این مطالعه نشان می‌دهد که فضای سفید در آثار او عنصری منفعل نیست، بلکه به‌عنوان عاملی سازمان‌دهنده است که در جهت هدایت حرکت چشم و ایجاد ریتم عمل می‌کند. در نهایت، این پژوهش نشان می‌دهد که زنده‌رودی موفق به بازتعریف سنت خوشنویسی در قالب یک ساختار بصری مدرن و مهندسی‌شده شده است.

واژگان کلیدی: نقاشی‌خط معاصر، حسین زنده‌رودی، نظم هندسی پنهان، تراکم بصری، پیکربندی فضایی.

آماده انتشار هنرهای زیبا

Analysis of Hidden Geometric Order in Contemporary Iranian Calligraphy-Painting Based on Visual Density and Spatial Configuration: A Case Study of Charles Hossein Zenderoudi's Works

Abstract

This study examines the hidden geometric order and spatial configuration underlying the calligraphy-paintings of Charles Hossein Zenderoudi, a central figure in the Saqqakhaneh movement and contemporary Iranian calligraphy-painting. Although his compositions appear spontaneous, dense, and detached from classical calligraphic proportions, their apparent disorder conceals a controlled visual system. The research addresses a central question: how do visual density, spatial distribution, repetition, negative space, and compositional rhythm generate balance in works that transform writing from a readable linguistic medium into an autonomous pictorial structure? Accordingly, the study seeks, first, to identify the concealed geometric patterns organizing Zenderoudi's works and, second, to clarify the relationship between calligraphic density and spatial equilibrium. By shifting attention from the iconographic, historical, and semantic concerns that dominate previous scholarship toward measurable formal relations, the research interprets Zenderoudi's practice as a systematic reconfiguration of Iranian calligraphic tradition within modern abstraction and contemporary international visual culture.

The research employs a descriptive-analytical and comparative design supported by computational and parametric visual analysis. Three works from a continuous six-year period were purposefully selected as distinct modes of spatial organization: *Who Is Looking?* (1353), *Seconds, the Best Seconds* (1356), and *Chahar Bagh* (1359). Digital images were imported into Rhinoceros, and their calligraphic trajectories were reconstructed as vector curves. In Grasshopper, each composition was divided into a rectangular grid of forty columns and thirty rows, producing 1,200 analytical cells per work. The curves were trimmed by cell boundaries, and total line length within each cell was calculated as an index of local density and visual concentration. Cell centroids supplied spatial coordinates, while the data were exported for statistical comparison and subsequent cross-case interpretation. Density heatmaps, frequency histograms, centers of visual mass, ink coverage, dispersion measures, and qualitative contour readings were integrated to examine concentrated and sparse zones, directional movement, repetition, and relationships between occupied and unoccupied areas.

The results demonstrate that all three works are governed by deliberate, measurable, yet flexible geometric logic, although each articulates that logic differently. *Who Is Looking?* is structured through vertical repetition, linear extension, continuous density, and regularly spaced script units. Its visual center remains close to the geometric center, while narrow interlinear gaps prevent calligraphic masses from merging and sustain rhythmic flow within the pictorial field. *Seconds, the Best Seconds* presents the lowest mean density and greatest dispersion, producing the strongest contrast between compact writing and open space. Its visual center shifts leftward and slightly downward, while central and lower-right voids establish an asymmetrical but controlled equilibrium that directs the gaze rotationally. *Chahar Bagh* combines high coverage, high mean density, limited dispersion, and a visual center near the geometric center. Script is organized into large bands and blocks, while intervening white zones separate, regulate, and connect dense masses. These findings identify three forms of concealed order: rhythmic geometry, the geometry of density-void opposition, and banded or mass-based geometry.

Comparative analysis further shows that balance does not depend on bilateral symmetry, equal distribution, or a rigid centralized grid. Instead, it emerges from interactions among dense and sparse fields, visual mass, modular repetition,

and active negative space throughout each composition. Concentrated contours function as structural anchors rather than decorative accumulations, whereas empty areas create pauses, transitions, separations, and directional corridors. Negative space therefore operates as a compositional agent: in *Who Is Looking?*, it maintains interval and rhythm between repeated vertical elements; in *Seconds, the Best Seconds*, the central void separates clusters and organizes circulation between fullness and emptiness; and in *Chahar Bagh*, white intervals mediate between script blocks and preserve continuity across the surface. Chronologically, the works reveal a development from linearly extended rhythmic order, through a deconstructive stage characterized by active void and intensified asymmetry, toward a mature architectural synthesis based on bands, masses, and controlled density centers.

The study concludes that Zenderoudi re-engineers Persian calligraphy as a modern architectural-visual language without abandoning the ordering intelligence associated with Iranian artistic tradition. Letters, numbers, words, and script-like signs no longer function exclusively as readable or communicative units; they become spatial components whose repetition, compression, spacing, and orientation construct the composition itself. The synthesis of tradition and modernism therefore resides not merely in the visible presence of Persian script, but in the continuation of an underlying organizational logic through abstract means. The research proposes a four-component analytical framework for identifying hidden geometry in calligraphy-painting: the distribution of visual density, the organization of negative space, the location of the center of visual mass, and the rhythm generated by repetition and directional alignment. Applied together, these components demonstrate that concealed geometry is not a fixed template but a dynamic relational system formed among line, space, density, and visual movement. This framework extends formal analysis by combining qualitative interpretation with quantifiable evidence and offers a transferable model for examining spatial coherence in contemporary Iranian calligraphy-painting and related abstract practices in future studies.

Keywords: Contemporary Calligraphy-Painting, Hossein Zenderoudi, Hidden Geometric Order, Visual Density, Spatial Configuration.

پژوهشگاه هنرهای زیبا

مقدمه

هنر معاصر ایران برآیند تلاقی طولانی‌مدت میان میراث سنتی و جریان‌های مدرنیسم غربی است که ریشه‌های آن به اواخر دوران صفویه و اعزام هنرمندان به رم برای یادگیری نقاشی اروپایی بازمی‌گردد(Canby, 1999; Falk, 1972). با این حال، نوسازی جدی در هنر ایران در عصر قاجار و با تأسیس «دارالفنون» در سال ۱۸۵۱ توسط امیرکبیر شتاب گرفت(Falk, 1972; Keddie & Amanat, 1991). در این دوره، حضور اساتید اروپایی و اعزام دانشجویان به خارج از کشور، مبانی آموزش کلاسیک را در ایران دگرگون کرد (Keddie & Amanat, 1991). محمد غفاری(کمال‌الملک) با تأسیس مدرسه «صنایع مستظرفه» در سال ۱۹۱۱، با گسست از شیوه‌های سنتی و روی آوردن به واقع‌گرایی عکاس‌گونه، سنگ بنای هنر معاصر و مدرن ایران را بنا نهاد(پاکباز، ۱۳۹۰). با روی کار آمدن سلسله پهلوی، سیاست‌های نوسازی رضا شاه تمام ابعاد زندگی اجتماعی و فرهنگی را تحت تأثیر قرار داد .تأسیس دانشگاه تهران در سال ۱۹۳۴ و دانشکده هنرهای زیبا در سال ۱۹۳۹، روش‌های تدریس غربی را به طور رسمی جایگزین نظام‌های سنتی کرد .در اواخر دهه ۱۹۴۰، هنرمندان پیشرویی چون جلیل ضیاءپور و محمود جوادی‌پور از طریق برگزاری نمایشگاه‌ها و انتشار مجلاتی همچون «خروس جنگی»، جامعه را با سبک‌های مدرن غربی از جمله کوبیسم، امپرسیونیسم و هنر انتزاعی آشنا کردند (مجابی، ۱۳۹۵).

در دهه ۱۹۶۰ میلادی، سه جریان عمده زیبایی‌شناسی هنر ایران را شکل دادند: انتزاع‌گرایی هندسی با الهام از الگوهای غربی، اکسپرسیونیسم فیگوراتیو و مکتب سقاخانه(Moussavi Aghdam, 2014) . جنبش سقاخانه که نامش نخستین بار توسط کریم امامی وضع شد، تلاشی نظام‌مند برای پیوند میان فرهنگ بومی و هنر معاصر غربی بود (امامی،۱۳۵۵). هنرمندان این مکتب با الهام از آیین‌های مذهبی شیعی، طلسم‌ها، قفل‌ها و اشیای فولکلوریک موجود در سقاخانه‌ها، به دنبال خلق یک «هنر ملی» بودند که در عرصه‌های بین‌المللی نیز هویتی ایرانی داشته باشد (Rooney & Ekhtiar, 2014; Yarshater, 1979). کامران دیبا این رویکرد را به دلیل استفاده از نمادهای مذهبی توده‌وار، «پاپ آرت معنوی» نامید(Diba, 2013; Keshmirshekan, 2005) . در این میان، خوشنویسی به عنوان عنصری بنیادین در هویت ایرانی، جایگاه ویژه‌ای در هنر مدرن یافت و به ظهور جریان «نقاشی‌خط» منجر شد که در آن حروف از بار معنایی تهی شده و به فرم‌های بصری انتزاعی تبدیل گشتند. هنر نقاشی‌خط معاصر ایران به عنوان برآیندی از تلاقی میان سنت‌های بصری بومی و جریان‌های مدرنیزاسیون جهانی، ریشه در مکتب سقاخانه دهه ۱۹۶۰ میلادی دارد(اسعدی، ۱۳۸۲). حسین زنده‌رودی به عنوان یکی از چهره‌های کلیدی این تحول، نقشی اساسی در تبدیل نوشتار به یک نشانه مدرن ایفا کرد. او با عبور از ارجاعات مستقیم به نقاشی قهوه‌خانه‌ای، به استفاده از تکرار حروف، متون شبه‌انتزاعی و جداول طلسم‌گونه روی آورد تا لایه‌بندی‌های پیچیده‌ای در آثارش پدید آورد. آثار زنده‌رودی به خوبی نشان‌دهنده سنتز موفق میان عناصر هویت محلی و استانداردهای جهانی مدرنیسم در هنر معاصر ایران است (Diba,2013).

مسئله اصلی پژوهش، چالش بازشناسی «نظم پنهان» و «پیکره‌بندی هندسی» در آثاری است که به نظر می‌رسد از قواعد کلاسیک خوشنویسی (هندسه مقدس) گسسته‌اند. خوشنویسی سنتی ایران بر اساس تناسبات دقیق هندسی بنا شده است که هرگونه انحراف از آن، منجر به کاهش استحکام و زیبایی اثر می‌شود .با این حال، در آثار شارلز حسین زنده‌رودی، حروف از بار ادبی تهی شده و به عناصری کاملاً بصری و انتزاعی تبدیل گشته‌اند که در ترکیبی متراکم و پیچیده بر پهنه بوم ظاهر می‌شوند. در واقع، مسئله این است که آیا در پسِ این تراکمِ انبوهِ حروف و تداخل‌های فضایی در آثار زنده‌رودی، همچنان یک «هندسه سازمان‌دهنده» وجود دارد که تداوم‌بخش روح هنر ایرانی باشد؟ فقدان ابزارهای تحلیلی برای سنجش تراکم و پیکره‌بندی فضایی، شکافی پژوهشی ایجاد کرده است که مانع از درک دقیق نبوغ ساختارگرایانه زنده‌رودی در بازتعریف سنت به زبان مدرن می‌شود .**پژوهش حاضر دو هدف اصلی دارد: نخست**. تحلیل و شناسایی لایه‌های پنهان نظم هندسی در نقاشی‌خط‌های معاصر با تمرکز بر آثار شارلز حسین زنده‌رودی است. **دوم**. واکاوی نسبت میان «تراکم بصری» حروف و ایجاد تعادل فضایی در آثار برگزیده زنده‌رودی است. **ضرورت پژوهش**، ارائه الگویی از تحلیل پیکره‌بندی فضایی آثار زنده‌رودی برای هنرمندان جوان جهت دستیابی به سنتزی عمیق میان هویت ملی و

زبان جهانی، به جای تقلید سطحی از مدرنیسم. در نهایت، ارتقای غنای تئوریک هنر معاصر ایران در مجامع آکادمیک بین‌المللی از طریق تبیین علمی نظم پنهان در این آثار .

پیشینه پژوهش

عاطفه گروسی (۱۴۰۲)، «نگاهی انتقادی به مکتب سقاخانه، مبتنی بر رژیم بازنمایانه از دیدگاه ژاک رانسیر (بررسی موردی اثر: نقاشی‌خط فرامرز پیلارام)» گروسی با تکیه بر نظریه «رژیم‌های بازنمایی» ژاک رانسیر، به تحلیل چگونگی بازتوزیع امر محسوس در آثار مکتب سقاخانه می‌پردازد. وی با تمرکز بر آثار فرامرز پیلارام نشان می‌دهد که چگونه تکرار مهرها و نشانه‌های تزئینی، ساختاری موزون و چندلایه ایجاد می‌کند که مرز میان خط و نقاشی را درهم می‌شکند. از منظر رانسیر، این جابه‌جایی، بیانگر گذار از نظام بازنمایانه سنتی به نظمی زیباشناختی است که در آن حروف از کارکرد خوانشی فاصله گرفته و به عناصر دیداریِ خودبسنده بدل می‌شوند. مقاله گروسی از منظر نظری، یکی از دقیق‌ترین قرائت‌های فلسفی از سقاخانه را ارائه می‌دهد. **افسون هوشیار و مهتاب مبینی (۱۴۰۲)**، «مطالعه بینامتنی نقش‌مایه‌های اسطوره‌ای، سنتی و مذهبی در آثار نقاشی‌خط مکتب سقاخانه» این پژوهش با رویکرد بینامتنی، به بررسی چگونگی بازخوانی و بازآفرینی نمادهای اسطوره‌ای، سنتی و مذهبی در نقاشی‌خط سقاخانه می‌پردازد. نویسندگان استدلال می‌کنند که هنرمندان این جریان با تلفیق عناصر نگارگری کلاسیک، متون فولکلور و نشانه‌های آیینی، نوعی شبکه معنایی چندلایه ایجاد کرده‌اند. در این تحلیل، آثار سقاخانه به‌مثابه مخزنی از نشانه‌های فرهنگی ایران معرفی می‌شوند که در قالبی مدرن، بازتفسیر شده و نوعی «پاپ آرت معنوی» را شکل داده‌اند. این پژوهش بر بُعد فرهنگی و هویتی سقاخانه تأکید ویژه دارد. **الهام سیستانیان (۱۴۰۱)**، «تحلیل جایگاه امر قدسی در نقاشی‌خط معاصر ایران با در نظر داشتن مفهوم جهانی شدن در خوشنویسی» سیستانیان نسبت میان «امر قدسی» و فرآیند جهانی‌شدن را در نقاشی‌خط معاصر بررسی می‌کند. وی با تحلیل نمونه‌هایی از دهه‌های ۱۳۸۰ و ۱۳۹۰، استدلال می‌کند که قداست در این آثار نه صرفاً در فرم سنتی خط، بلکه در نیت و جهان‌بینی هنرمند ریشه دارد. بر این اساس، بهره‌گیری از تکنیک‌ها و رسانه‌های مدرن الزاماً به معنای زوال امر قدسی نیست، بلکه می‌تواند بستری برای بازتعریف آن در عرصه جهانی باشد. این پژوهش به تبیین نسبت میان معنویت، هویت و بازار جهانی هنر می‌پردازد.

احد روان‌جو (۱۴۰۱)، «جستاری در جنبش هنر نوگرای ایران در نقاشی‌خط (بر پایه گرایش به سویه‌های هنر سنتی و مدرن)» روان‌جو در این مقاله، نقاشی‌خط را به‌عنوان یکی از مهم‌ترین جلوه‌های هنر نوگرای ایران تحلیل می‌کند. وی این جریان را پاسخی به بحران هویت در هنر معاصر دانسته و معتقد است که رهایی نسبی از قواعد هندسی و ساختاری خوشنویسی سنتی، زمینه‌ساز شکل‌گیری زبانی نوین و جهانی شده است. مقاله نشان می‌دهد که انتقال خط از بستر کتابت به عرصه بوم، تحولی بنیادین در کارکرد و جایگاه آن ایجاد کرده و امکان گفت‌وگوی میان سنت و مدرنیته را فراهم آورده است. **حجت امانی، حسن بلخاری و صداقت جباری (۱۴۰۰)**، «تغییر معنا در گفتمان خوشنویسی ایران معاصر از دیدگاه تحلیل گفتمان انتقادی» این پژوهش با رویکرد تحلیل گفتمان انتقادی، به بررسی تحول معنایی خوشنویسی در بستر مدرنیسم و اقتصاد هنر می‌پردازد. نویسندگان استدلال می‌کنند که خوشنویسی سنتی که واجد جایگاهی عرفانی و حکمی بود، در مواجهه با فرآیند تجاری‌شدن و نظام حراجهای بین‌المللی، در برخی موارد دچار تغییر کارکرد شده است. یافته‌های مقاله حاکی از آن است که غلبه منطق بازار می‌تواند به استحاله گفتمانی در نقاشی‌خط بینجامد و نسبت میان معنا، زیبایی‌شناسی و اقتصاد هنر را دگرگون سازد. **سعید ذاکری (۲۰۲۱)**، «جنبش نقاشی‌خط سقاخانه در ایران» ذاکری با رویکردی تاریخی–تحلیلی، مکتب سقاخانه را یکی از مهم‌ترین جریانات هویت‌گرای هنر معاصر ایران معرفی می‌کند. وی نشان می‌دهد که این جنبش در پی ایجاد پیوندی میان فرهنگ بصری سنتی ایران و رویکردهای مدرن غربی بوده است. تحلیل آثار هنرمندانی چون حسین زنده‌رودی بیانگر آن است که بهره‌گیری از نمادهای مذهبی شیعی در قالب‌های انتزاعی، به خلق گونه‌ای «هنر ملی» انجامیده که در عرصه بین‌المللی نیز بازتاب یافته است. **اسماعیل بنی‌اردلان و جواد یوسف‌زاده(۱۳۹۸)**، «تحلیل نشانه‌شناسانه آثار نقاشی‌خط حسین زنده‌رودی (بر اساس دیدگاه پیرس)» این مقاله با بهره‌گیری از چارچوب نشانه‌شناسی چارلز سندرس پیرس، به تحلیل کارکرد حروف، اعداد و کتیبه‌ها در آثار حسین زنده‌رودی می‌پردازد. نویسندگان نشان می‌دهند که در این

آثار، نشانه‌ها از سطح دلالت نمادین فراتر رفته و به کیفیت‌های شمایلی و نمایه‌ای بدل می‌شوند. در نتیجه، متن نوشتاری از نقش ارتباطی مستقیم فاصله گرفته و به سازه‌ای بصری با ظرفیت‌های چندمعنایی تبدیل می‌شود. این تحلیل، سقاخانه را در پیوند با نظریه‌های مدرن نشانه‌شناسی قرار می‌دهد و بر تحول کارکرد معنا در نقاشی‌خط تأکید دارد.

حسین رضوی‌فرد (۱۳۹۳)، «جهانی‌شدن در خوشنویسی: تحلیل و بررسی خوشنویسی نوین در ایران با تأکید بر نقاشی‌خط» رضوی‌فرد در این مطالعه به بررسی نسبت میان هویت بومی و زبان جهانی در خوشنویسی نوین می‌پردازد. وی نقاشی‌خط را نوعی زبان گرافیکی بین‌المللی می‌داند که ظرفیت انتقال مفاهیم فرهنگی ایران به مخاطبان جهانی را دارد. از دیدگاه او، موفقیت در عرصه جهانی مستلزم ایجاد تعادل میان عناصر بومی و اصول زیبایی‌شناسی مدرن است. **محمد هاتفی و حمیدرضا شعیری (۱۳۹۲)**، «تحول پدیدارشناختی خط-نقاشی از منظر نشانه-معناشناختی با مطالعه موردی پنج اثر» این مقاله با رویکردی پدیدارشناختی و نشانه-معناشناختی، به بررسی تعامل متن و تصویر در نقاشی‌خط می‌پردازد. نویسندگان استدلال می‌کنند که این تعامل، گذار از نظام معنایی کلاسیک به نظامی پویا و چندلایه را نشان می‌دهد. در این چارچوب، ادغام نظام کلامی در ساختار تصویری، منجر به تولید معناهای نوین در بستر گفتمان بصری معاصر می‌شود. **لیلا. دیبا (۲۰۱۳)**، «ایران مدرن: شکل‌گیری هنر مدرن ایران (از کمال‌الملک تا زنده‌رودی)» دیبا در این اثر بنیادین، روند شکل‌گیری هنر مدرن ایران را از اواخر قرن نوزدهم تا نیمه دوم قرن بیستم تحلیل می‌کند. وی مدرنیسم ایرانی را نه تقلیدی صرف، بلکه فرآیندی خلاقانه و بومی‌شده می‌داند که در آن هنرمندان کوشیده‌اند میان بازتعریف سنت و مواجهه با مدرنیته تعادلی پویا برقرار کنند. این کتاب زمینه نظری مهمی برای فهم ظهور مکتب سقاخانه و مفهوم «مدرنیسم بومی» فراهم می‌آورد.

پژوهش‌های پیشین در حوزه نقاشی‌خط، عمدتاً بر ابعاد تاریخی، نشانه‌شناختی و معنایی متمرکز بوده و از تحلیل ساختار بصری و منطق فضایی غفلت کرده‌اند. خلأ اصلی، نادیده گرفتن هندسه درونی و الگوهای ترکیب‌بندی فرم‌های انتزاعی است. پژوهش حاضر در پی پاسخ‌گویی به این شکاف پژوهشی است. نوآوری این مطالعه در گذار از تحلیل‌های موضوعی به ساختارگرایی هندسی است؛ این پژوهش با واکاوی تراکم بصری و سازماندهی فضایی آثار زنده‌رودی، می‌کوشد ساختار هندسی و انسجام فرمی پنهان در این آثار را آشکار سازد.

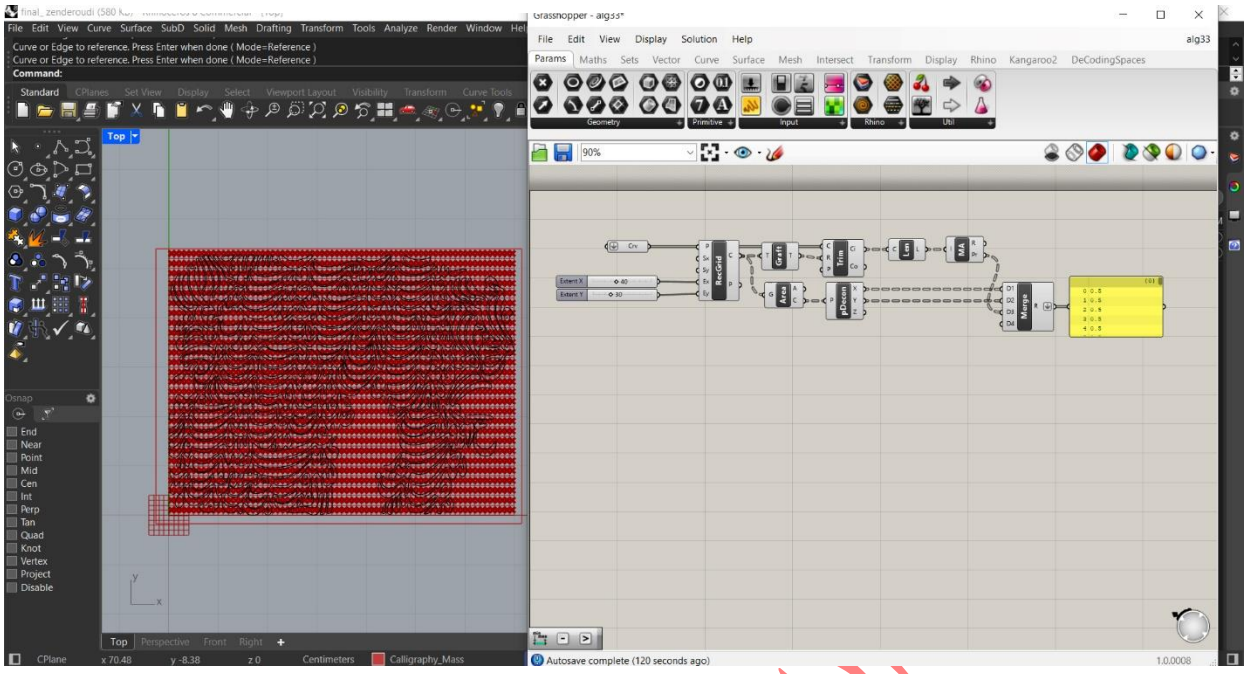
روش پژوهش

در این پژوهش، به‌منظور تحلیل ساختار بصری آثار نقاشی‌خط حسین زنده‌رودی، از یک رویکرد **محاسباتی–پارامتریک** استفاده شد. هدف این روش تبدیل ساختار پیچیده خطوط خوشنویسانه به یک پایگاه داده عددی قابل تحلیل آماری است. این فرآیند در محیط نرم‌افزار راینو و افزونه گرس‌هاپر انجام گرفت و شامل چند مرحله متوالی از ورود داده‌های بصری تا تولید خروجی عددی در قالب فایل اکسل است.

۱. ورود و آماده‌سازی تصویر اثر: در نخستین مرحله، تصویر دیجیتال اثر نقاشی‌خط به محیط نرم‌افزار **راینو** وارد شد. این کار از طریق دستور **Picture** انجام گرفت تا تصویر به‌عنوان مرجع بصری در صفحه کاری قرار گیرد. پس از وارد کردن تصویر، ابعاد آن بر اساس نسبت واقعی اثر تنظیم شد تا مقیاس هندسی در مراحل بعدی دچار خطا نشود. تصویر واردشده صرفاً به‌عنوان لایه مرجع مورد استفاده قرار گرفت و در محاسبات هندسی دخالتی نداشت.

۲. استخراج خطوط و تبدیل به داده‌های وکتوری: در گام دوم، ساختارهای خطی موجود در تصویر به صورت **منحنی‌های وکتوری** بازسازی شدند. این مرحله از طریق ابزارهای ترسیمی راینو مانند Polyline، Curve یا Interp Curve انجام شد تا مسیر حرکت خطوط خوشنویسی به صورت دقیق مدل‌سازی شود. تبدیل عناصر تصویری به منحنی‌های وکتوری اهمیت زیادی دارد، زیرا محاسبات هندسی در گرس‌هاپر تنها بر روی داده‌های برداری قابل انجام است.

شکل ۱. فرآیند طراحی محاسباتی و تولید شبکه عددی با گرس‌هاپر، مأخذ نگارندگان.



۳. تعریف محدوده تحلیل: پس از آماده‌سازی منحنی‌ها، محدوده کلی اثر مشخص شد. برای این منظور از الگوریتم Bounding Box در گرس‌هاپر استفاده شد تا کوچک‌ترین مستطیل محاط‌کننده تمامی منحنی‌ها محاسبه گردد. این محدوده به‌عنوان دامنه فضایی تحلیل در نظر گرفته شد و مبنای تولید شبکه تحلیل قرار گرفت.

۴. شبکه‌بندی فضایی اثر: به منظور تبدیل ساختار پیوسته خطوط به داده‌های گسسته قابل اندازه‌گیری، سطح اثر به یک شبکه مستطیلی تقسیم شد. این کار با استفاده از کامپونت Rectangular Grid در گرس‌هاپر انجام گرفت. شبکه تعریف‌شده دارای **۴۰ سلول در راستای افقی محور** X و **۳۰ سلول در راستای عمودی محور** Y است. در نتیجه کل سطح اثر به **۱۲۰۰ سلول مستقل** تقسیم شد. هر سلول شبکه به عنوان یک واحد فضایی برای اندازه‌گیری تراکم خطوط در نظر گرفته شد.

۵. برش خطوط بر اساس سلول‌های شبکه: در مرحله بعد، لازم بود مشخص شود چه بخش‌هایی از خطوط در داخل هر سلول قرار دارند. برای این منظور از الگوریتم Trim with Regions استفاده شد. این عملیات باعث می‌شود منحنی‌های اصلی بر اساس مرزهای هر سلول شبکه بریده شوند و قطعاتی از خطوط که در محدوده هر سلول قرار دارند به‌طور مستقل شناسایی گردند. این مرحله امکان محاسبه دقیق طول خطوط در هر واحد فضایی را فراهم می‌کند.

۶. محاسبه طول خطوط در هر سلول: پس از تفکیک قطعات خطوط در سلول‌های مختلف، طول هر قطعه با استفاده از کامپونت Length در گرس‌هاپر محاسبه شد. سپس با استفاده از Mass Addition مجموع طول تمام قطعات موجود در هر سلول به دست آمد. این مقدار به عنوان شاخص **چگالی خطی** در آن سلول تعریف شد. از نظر تحلیلی، این شاخص نشان‌دهنده میزان تراکم بصری یا مقدار حضور جوهر در هر بخش از اثر است. رابطه ریاضی این محاسبه به صورت زیر قابل بیان است:

$$L(i,j) = \Sigma \, \text{Length}(c \cap g(i,j))$$

که در آن:

- $g(i,j)$ سلول شبکه در مختصات i و j است
- c مجموعه منحنی‌های موجود در اثر
- $L(i,j)$ مجموع طول خطوط در آن سلول

۷. استخراج مختصات مکانی سلول‌ها: برای آن‌که داده‌های به‌دست‌آمده قابل استفاده در تحلیل‌های فضایی باشند، مختصات هر سلول نیز استخراج شد. برای این منظور از کامپونت Area در گرس‌هاپر استفاده شد که مرکز هندسی Centroid هر سلول را محاسبه می‌کند. خروجی این مرحله شامل مختصات دکارتی X,Y مرکز هر سلول است. این مختصات به‌عنوان مرجع مکانی برای مقادیر تراکم مورد استفاده قرار گرفت.

۸. سازمان‌دهی داده‌ها در ساختار جدولی: در این مرحله داده‌های استخراج‌شده به یک ساختار جدولی تبدیل شدند. هر سلول شبکه یک ردیف داده در جدول را تشکیل می‌دهد. برای هر ردیف سه متغیر اصلی ثبت شد:

- مختصات افقی مرکز سلول X
- مختصات عمودی مرکز سلول Y
- مقدار چگالی خطی Density

این داده‌ها با استفاده از ابزارهایی مانند Merge یا **Concatenate** در گرس‌هاپر در یک جریان داده‌ای واحد ترکیب شدند تا ساختار جدول نهایی شکل گیرد.

۹. تبدیل داده‌ها به فایل CSV: در گام نهایی، داده‌های تولیدشده به یک فایل متنی با فرمت CSVتبدیل شدند. این فرمت به دلیل سازگاری با اکثر نرم‌افزارهای تحلیل داده، از جمله اکسل، SPSS و پایتون انتخاب شد. گرس‌هاپر داده‌های تولیدی را به‌صورت رشته‌های متنی سازمان‌دهی کرده و خروجی آن در قالب یک فایل CSV ذخیره شد. در این فایل، هر ردیف نمایانگر یک سلول از شبکه **۴۰×۳۰** است. در مجموع **۱۲۰۰ رکورد داده** در این فایل ثبت شد که هر کدام بیانگر وضعیت تراکم خطوط در یک موقعیت مشخص از سطح اثر هستند.

۱۰. آماده‌سازی برای تحلیل‌های آماری: فایل CSV تولیدشده در محیط اکسل وارد شد تا امکان تحلیل‌های آماری فراهم شود. این داده‌ها برای ترسیم نمودارهای مختلف مورد استفاده قرار گرفت. به این ترتیب، ساختار بصری نقاشی‌خط که در حالت عادی ماهیتی کیفی دارد، به یک **میدان داده عددی قابل تحلیل** تبدیل شد. این روش امکان بررسی دقیق الگوهای توزیع تراکم خطوط و مقایسه کمی میان آثار را فراهم می‌کند.

شیوهٔ انتخاب هنرمند و آثار هنری

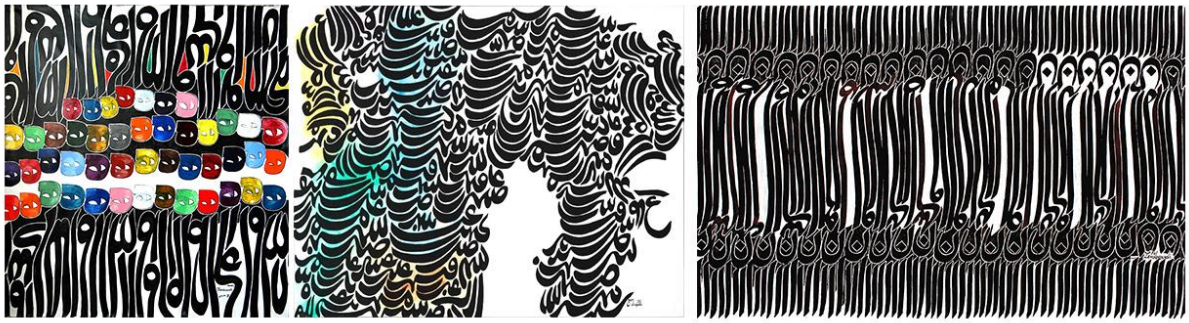
انتخاب شارلز حسین زندرودی به عنوان هنرمند محوری این پژوهش، بر پایهٔ جایگاه ممتاز او در شکل‌گیری و تثبیت نقاشیخط معاصر ایران انجام گرفته است. زندرودی از چهره‌هایی است که توانست خط فارسی و عناصر خوشنویسانه را از محدودهٔ خوانایی ادبی و کارکرد متنی فراتر ببرد و آن‌ها را به نشانه‌هایی بصری، مستقل و ساختارمند تبدیل کند. در آثار او، حروف، اعداد، نشانه‌های آیینی و فرم‌های تکرارشونده نه صرفاً حامل معنا، بلکه عناصر سازندهٔ ترکیب‌بندی هستند؛ عناصری که در دل تراکم، تکرار، فشردگی و فضای منفی، نوعی نظم پنهان را آشکار می‌سازند. از این رو، زندرودی برای پژوهشی که هدف آن تحلیل نظم هندسی پنهان، تراکم بصری و پیکره‌بندی فضایی در نقاشیخط معاصر ایران است، نمونه‌ای کاملاً مناسب و راهبردی به شمار می‌آید .

آثار انتخاب‌شده نیز به صورت هدفمند و بر اساس قابلیت آن‌ها برای تحلیل تطبیقی انتخاب شده‌اند، نه بر مبنای گزینش تصادفی. سه اثر «چه کسی می‌نگرد؟ » متعلق به سال ۱۳۵۳ با ابعاد ۱۳۲ در ۸۵ سانتی‌متر، «ثانیه‌ها، بهترین ثانیه‌ها» متعلق به سال ۱۳۵۶ با ابعاد ۲۱۱ در ۱۳۵ سانتی‌متر، و «چار باغ» متعلق به سال ۱۳۵۹ با ابعاد ۱۹۵ در ۲۱۰ سانتی‌متر، از نظر زمانی در یک بازهٔ نسبتاً پیوسته از دههٔ ۱۳۵۰ قرار دارند و امکان بررسی تحول زبان بصری زندرودی را در دورانی مهم از فعالیت هنری او فراهم می‌کنند. این سه اثر در عین تعلق به یک منطق کلی، یعنی استفاده از خط به مثابه مادهٔ خام بصری، از نظر ترکیب‌بندی، میزان تراکم، نقش فضای خالی و ریتم نوشتاری تفاوت‌های قابل توجهی دارند .

در اثر «ثانیه‌ها، بهترین ثانیه‌ها»، تقابل میان تراکم نوشتار و فضای خالی مرکزی، نقش مهمی در سازماندهی بصری اثر دارد. در «چار باغ»، ساختار نواری، توده‌بندی‌شده و معماری‌گونه برجسته‌تر است و فرم‌ها در قالب بلوک‌های متراکم سامان می‌یابند. در «چه کسی

می‌نگرد؟ »، تکرار خطی و کشیدگی‌های عمودی، ریتمی منظم‌تر و پیوسته‌تر ایجاد می‌کند. بنابراین، این سه نمونه امکان مقایسهٔ سه الگوی متفاوت از سازماندهی فضایی را فراهم می‌سازند: هندسهٔ خالص و تراکم، هندسهٔ توده و نوار، و هندسهٔ ریتم و تکرار .

شکل ۲. آثار انتخاب‌شده برای تحلیل تطبیقی، نمونه‌های موردی تحقیق، artchart.net.



در جمع‌بندی کلی می‌توان گفت انتخاب زندرودی و این سه اثر، بر پایهٔ پیوند میان اهمیت تاریخی هنرمند، ظرفیت فرمال آثار، تنوع ساختاری نمونه‌ها و امکان تحلیل کمّی و تطبیقی انجام شده است. این گزینش به پژوهش اجازه می‌دهد تا نشان دهد نقاشیخط زندرودی، با وجود ظاهر آزاد و سیال خود، بر نوعی منطق درونی، نظم فضایی و هندسهٔ پنهان استوار است .

مبانی نظری

مکتب سقاخانه در هنر معاصر ایران و خوشنویسی

مسیر تحول هنر معاصر ایران به‌طور عمیق در مواجهه‌های تاریخی میان سنت‌های بصری غربی و میراث بومی ریشه دارد؛ مواجهه‌هایی که از اواخر دوره صفوی و قاجار آغاز شد .روندهای اولیه نوسازی در دوران ناصرالدین‌شاه و صدراعظم او امیرکبیر شتاب گرفت؛ دوره‌ای که در آن چارچوب‌های آموزشی اروپایی از طریق تأسیس نهادهایی همچون دارالفنون ترویج شد(Diba, 2013) . در حالی که رئالیسم آکادمیک در اوایل قرن بیستم از طریق مکتب کمال‌الملک بر فضای هنری مسلط بود، نسل بعدی هنرمندان آوانگارد در پی دستیابی به نوعی زیبایی‌شناسی ملی متمایز برآمدند که بتوانند میان مدرنیسم جهانی و هویت بومی آشتی برقرار کنند. این تنش دیالکتیکی سرانجام در اوایل دهه ۱۹۶۰ با ظهور مکتب سقاخانه به اوج رسید؛ جنبشی که در سومین دوسالانه تهران در سال ۱۹۶۲ به‌طور رسمی شناخته شد (Keshmirshekan, 2005). منتقد هنری کریم امامی نخستین‌بار اصطلاح «سقاخانه» را برای توصیف آثاری به کار برد که واژگان زیبایی‌شناختی آبخوری‌های نذری شیعی (سقاخانه‌ها) را در قالب‌های انتزاعی به کار می‌گرفتند این سازه‌های شهری که در بافت محله‌ها ریشه داشتند، از طریق عناصری نمادین همچون ضریح‌های فلزی، قفل‌ها و پرچم‌های طلسمی یادآور شهادت امام حسین در واقعه کربلا بودند. زیرساخت‌های آموزشی نیز نقشی اساسی در شکل‌گیری این همگرایی هنری ایفا کردند، به‌ویژه از طریق دانشکده هنرهای تزئینی تهران که در سال ۱۹۶۱ با هدف تربیت متخصصان در حوزه هنرهای کاربردی و تزئینی تأسیس شد (شیخ‌مهدی و قمی، ۱۳۹۰). چهره‌های پیشگام جنبش سقاخانه از یک بیانیه واحد و سخت‌گیرانه پیروی نمی‌کردند؛ بلکه هر یک به شیوه‌ای کاملاً فردی و متمایز به بیان هنری خود دست یافتند. درحالی‌که که برخی از هنرمندان به سوی انتزاع هندسی کامل گرایش داشتند، گروهی دیگر عناصر پیکره‌ای و شاعرانه الهام‌گرفته از نگارگری کلاسیک ایرانی را در آثار خود وارد کردند. (Rooney & Ekhtiar, 2014).

جدول ۱. بازتاب مؤلفه‌های نگارگری ایرانی در آثار هنرمندان مکتب سقاخانه، ماخذ نگارندگان.

هنرمند	چارچوب سبکی	مهم‌ترین نقش‌مایه‌های شمایل‌نگارانه
پرویز تناولی	نوسنت‌گرایی مجسمه‌وار	قفل‌ها، ضریح‌ها، کلیدها و مفهوم عرفانی صوفیانه «هیچ»
حسین زنده‌رودی	انتزاع خوشنویسانه	اعداد و حروف تکرارشونده، ، متون دعایی و نشانه‌های آیینی

جدول ۱. بازتاب مؤلفه‌های نگارگری ایرانی در آثار هنرمندان مکتب سقاخانه، مأخذ

هنرمند	چارچوب سبکی	مهم‌ترین نقش‌مایه‌های شمایل‌نگارانه
فرامرز پیلارام	تلفیق معماری و خط	خط شکسته‌نستعلیق، ورق طلا و هندسه معماری مساجد
منصور قندریز	انتزاع هندسی قبیله‌ای	پیکره‌های انسانی، پرندگان، ماهی‌ها، شمشیرها و نقوش پارچه‌ای
مسعود عربشاهی	باستان‌گرایی	سنگ‌نگاره‌های پیش از اسلام، خطوط هخامنشی، آشوری و بابلی
ناصر اویسی	نقاشی پیکره‌ای شاعرانه	پیکره‌های زنانه، اسب‌ها و نقش‌مایه‌های سفالینه‌های باستانی

تنوع رویکردها و بیان‌های هنری در مکتب سقاخانه موجب شد جهت‌گیری هنر سنتی از تمرکز بر مضامین ادبی و مذهبی به سوی **ابعاد تزئینی و ساختارهای فرمال** تغییر یابد. به‌عنوان نمونه، مجموعه مجسمه‌های «هیچ» از **پرویز تناولی** مفهوم اگزیستانسیالیستی «هیچ‌بودن» را به استعاره‌ای صوفیانه و عینیت‌یافته از ایده **فنا** یا استحاله معنوی بدل می‌سازد. در همین راستا، **منصور قندریز** با پیوند دادن مدرنیسم **هانری ماتیس** با سنت‌های **فلزکاری ایرانی**، بر سامان‌های هندسی بومی تأکید ورزید و بدین‌گونه رویکردی متمایز از الگوهای صرفاً غرب‌محور عرضه کرد .

تحول نقاشی‌خط و میراث خوشنویسی

واکاوی آگاهانه و ساختارشکنانه متن مقدس در مکتب سقاخانه، زمینه‌ساز شکل‌گیری جریان نقاشی‌خط به‌عنوان جنبش نوین نقاشی خوشنویسانه در هنر معاصر ایران شد. خوشنویسان سنتی در طول تاریخ، جایگاه ممتاز نوشتار را از طریق تأکید بر خوانایی معنایی و ظرافت ادبی حفظ می‌کردند در مقابل، هنرمندانی چون حسین زنده‌رودی و فرامرز پیلارام با استفاده از دعاها و متون تعویذی رایج، ساختار خط را از کارکرد معنایی متعارف آن فاصله دادند و با تجزیه حروف به عناصر بصری تکرارشونده، آن‌ها را به بافت‌هایی غیرمعنایی در پس‌زمینه اثر تبدیل کردند (شیخ‌مهدی و قمی، ۱۳۹۰). این تحول تا حدی بازتابی از تحولات قرن نوزدهم، به‌ویژه تمرین‌های بیانی سیاه‌مشق در آثار استاد قاجاری میرزا غلامرضا اصفهانی بود. میرزا غلامرضا با بهره‌گیری از کیفیت‌های سیال و پلاستیک خط نستعلیق، توانست از محدودیت معنای لفظی فراتر رود و بدین ترتیب به‌نوعی پیشگام نقاشی مبتنی بر خط در دوران معاصر تلقی شود (کشمیرشکن، ۱۳۹۴). در نتیجه، هنرمندان سقاخانه با تلقی خط به‌عنوان رسانه‌ای بصری و خام، نه صرفاً حامل معنا، الگویی ماندگار پدید آوردند که همچنان بر بخش مهمی از بازار هنر معاصر خاورمیانه تأثیرگذار است.

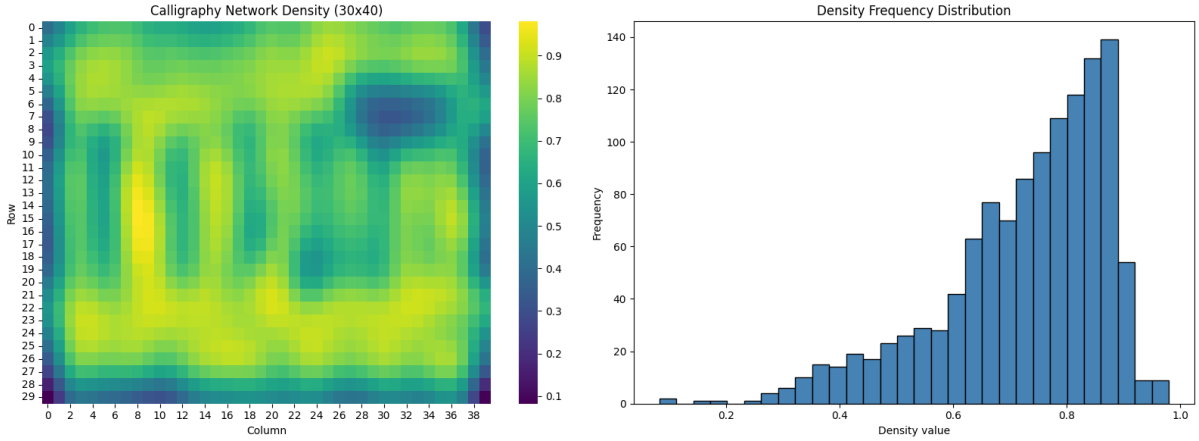
یافته‌های پژوهش

در بخش اول، تمرکز پژوهش بر تحلیل ساختار بصری و الگوهای هندسی پنهان در آثار نقاشیخط حسین زنده‌رودی قرار دارد. تحلیل تک‌نمونه‌ای سه اثر مورد مطالعه نشان می‌دهد که هر یک از آثار دارای ویژگی‌های منحصر به فرد و ساختار پیچیده‌ای هستند که تعامل میان تراکم خطوط و فضای منفی را برجسته می‌سازد. در **نمونه اول**، «چه کسی می‌نگرد؟ » (۱۳۵۳)، تراکم خطوط در نیمه چپ اثر بیشتر است و مرکز جرم بصری در پایین میانه و راست قرار دارد. فضای منفی در پایین میانه و راست، ضمن ایجاد تنفس بصری، چشم بیننده را به سمت کانتورهای اصلی هدایت می‌کند و خطوط به صورت توده‌ای فشرده و پیوسته قرار گرفته‌اند. عدم تقارن محسوس و ریتم افقی و عمودی خطوط، پویایی و حرکت چشم بیننده را شکل می‌دهد. **نمونه دوم**، «ثانیه‌ها، بهترین ثانیه‌ها» (۱۳۵۶)، تراکم خطوط بیشتر و پراکندگی کمتری دارد و مرکز جرم بصری در پایین چپ و میانه‌های بالایی واقع شده است. فضای منفی مرکزی، ضمن ایجاد ریتم و تنفس بصری، توده نوشتاری فشرده و قطعه‌بندی شده‌ای را شکل می‌دهد که باعث حرکت چشم به سمت نواحی پرتراکم می‌شود و عدم تقارن بصری اثر، نسبتاً متعادل اما سنگین است. در نهایت، **نمونه سوم**، «چار باغ» (۱۳۵۹)، تراکم خطوط بالا و پراکندگی محدود دارد و مرکز جرم بصری نزدیک مرکز هندسی اثر واقع شده است. فضای منفی بیشتر در حاشیه‌ها یا فاصله‌های باریک میان خطوط، ریتم یکنواخت ایجاد می‌کند و خطوط به صورت توده‌ای فشرده و پیوسته قرار دارند. عدم

تقارن کمتر محسوس است و ریتم بصری خطی و تکرارشونده است، در حالی که کانون‌های تراکم و خلأ، حرکت چشم را هدایت می‌کنند و تنفس بصری را تضمین می‌نمایند .

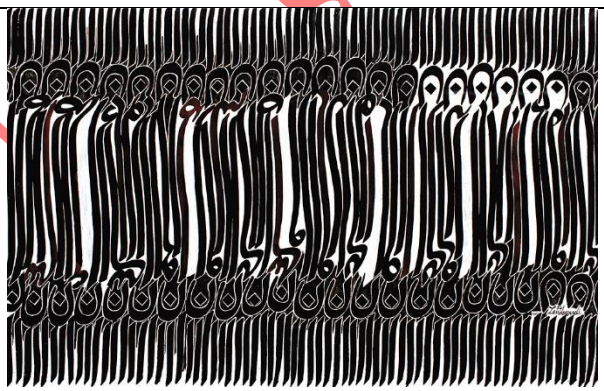
تحلیل تک‌نمونه‌ای آثار زنده‌رودی نه تنها پیچیدگی و تنوع بصری آن‌ها را نشان می‌دهد، بلکه زمینه‌ای مناسب برای بررسی تطبیقی فراهم می‌آورد. هر اثر با وجود ویژگی‌های منحصر به فرد، از منطق درونی مشابهی در تعادل میان تراکم خطوط و فضای منفی پیروی می‌کند و حرکت چشم بیننده را هدایت می‌نماید. این تحلیل امکان شناسایی اصول مشترک در سازماندهی بصری و ریتم‌های نوشتار؛

شکل ۳. بررسی الگوهای تراکم در شبکه‌های تولیدی با رویکرد داده‌کاوی، مأخذ: نگارندگان.



هیت‌مپ سمت چپ توزیع چگالی شبکه اثر **چه کسی می‌نگرد** را در قالب یک ماتریس ۳۰×۴۰ نمایش می‌دهد. هر خانه متناظر با بخشی از اثر است و شدت رنگ نشان‌دهنده چگالی محلی خطوط مرکب است؛ سایه‌های تیره نشان‌دهنده تراکم بالاتر و سایه‌های روشن نشان‌دهنده تراکم پایین‌تر است. این تصویر به شناسایی مناطق با تمرکز بالای خطوط کمک می‌کند و الگوهای ساختاری و برجستگی‌های بافتی در ترکیب‌بندی نقاشی‌خط را آشکار می‌سازد .**هیستوگرام** همراه، توزیع فراوانی مقادیر چگالی در کل ماتریس ۳۰×۴۰ را نشان می‌دهد. این نمودار به‌طور کمی شیوع سطوح چگالی مختلف را در اثر نقاشی‌خط ثبت می‌کند. اوج‌های نمودار نشان‌دهنده سطوح چگالی رایج و گستردگی آن‌ها بازتاب‌دهنده تنوع کلی تمرکز خطوط است. ترکیب این دو نمایش، دیدگاه‌های مکمل ارائه می‌دهد: هیت‌مپ مکان‌های فضایی را نشان می‌دهد و هیستوگرام بینش آماری درباره توزیع چگالی در کل اثر ارائه می‌کند.

جدول ۲. شاخص‌های ترکیب‌بندی و خوانش بصری در نمونه اول تحقیق، مأخذ نگارندگان.



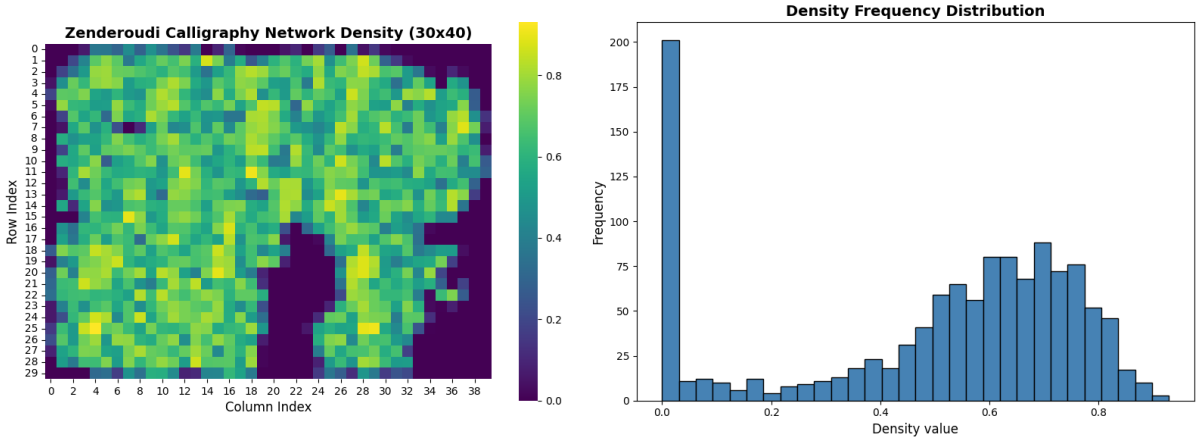
چه کسی می‌نگرد؟ (۱۳۵۳)، ۱۳۲*۸۵

شاخصه	نتیجه	تفسیر نهایی
غلبه سمت چپ نسبت به راست	متوسط	تراکم خطوط در نیمه چپ اثر کمی بیشتر است و نگاه بیننده به سمت چپ هدایت شده.

غلبه بالا نسبت به پایین	بالا	نیمه بالایی اثر فعال‌تر است و خطوط و اشکال پیچیده‌تری در بالای تصویر دیده می‌شود .
شدت فضای منفی مرکزی	متوسط	فضای سفید مرکزی باعث تنفس بصری و ایجاد ریتم در شبکه خطوط شده است .
پیوستگی توده نوشتاری	زیاد	خطوط به صورت توده‌ای فشرده و پیوسته قرار گرفته‌اند و واحدهای منفرد کمتر است.
عدم تقارن بصری	محسوس	تراکم خطوط و کانتورهای اثر نامتقارن هستند و ترکیب‌بندی پویا و آگاهانه است .
کانون اصلی تراکم	میانه بالایی و چپ میانه	چشم ابتدا به نواحی با کانتورهای پرتراکم و خطوط برجسته جذب می‌شود .
کانون اصلی خلأ	پایین میانه و راست میانه	بخش‌های خلأ باعث ایجاد تنفس بصری و شکست فشردگی خطوط شده‌اند .

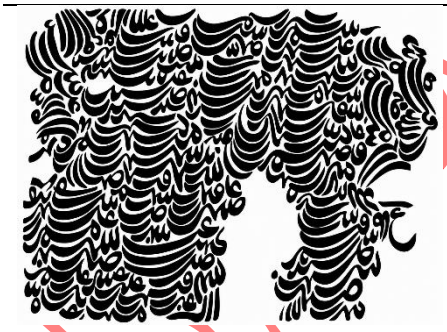
آماده انتشار هنرهای زیبا

شکل ۴ .بررسی الگوهای تراکم در شبکه‌های تولیدی با رویکرد داده‌کاوی، مأخذ: نگارندگان.



هیت‌مپ، توزیع فضایی چگالی خطوط مرکب در شبکه اثر **ثانیه‌ها** -**بهترین ثانیه‌ها**، را در قالب ماتریس ۳۰×۴۰ نشان می‌دهد. هر سلول بخشی از اثر را نمایندگی می‌کند و شدت رنگ بیانگر میزان تراکم خطوط است؛ رنگ‌های تیره نشان‌دهنده تراکم بالاتر و رنگ‌های روشن بیانگر تراکم کمتر هستند. این نمایش بصری امکان شناسایی نواحی تمرکز خطوط و الگوهای ساختاری ترکیب‌بندی را فراهم می‌کند و نحوه پراکندگی جوهر در سطح اثر را آشکار می‌سازد. در کنار آن، هیستوگرام توزیع فراوانی مقادیر چگالی را در کل ماتریس ارائه می‌دهد و میزان تکرار هر سطح چگالی را به‌صورت کمی نشان می‌دهد. قله‌های نمودار بیانگر سطوح رایج تراکم و گستره توزیع نشان‌دهنده تنوع چگالی خطوط در سراسر اثر است. ترکیب این دو نمودار تحلیلی مکمل فراهم می‌کند؛ هیت‌مپ موقعیت نواحی متراکم را مشخص می‌کند و هیستوگرام نمای آماری کلی از تراکم خطوط ارائه می‌دهد و به درک ساختار، بافت و تمرکز بصری اثر کمک می‌کند .

جدول۳. شاخص‌های ترکیب‌بندی و خوانش بصری در نمونه دوم تحقیق، مأخذ نگارندگان.

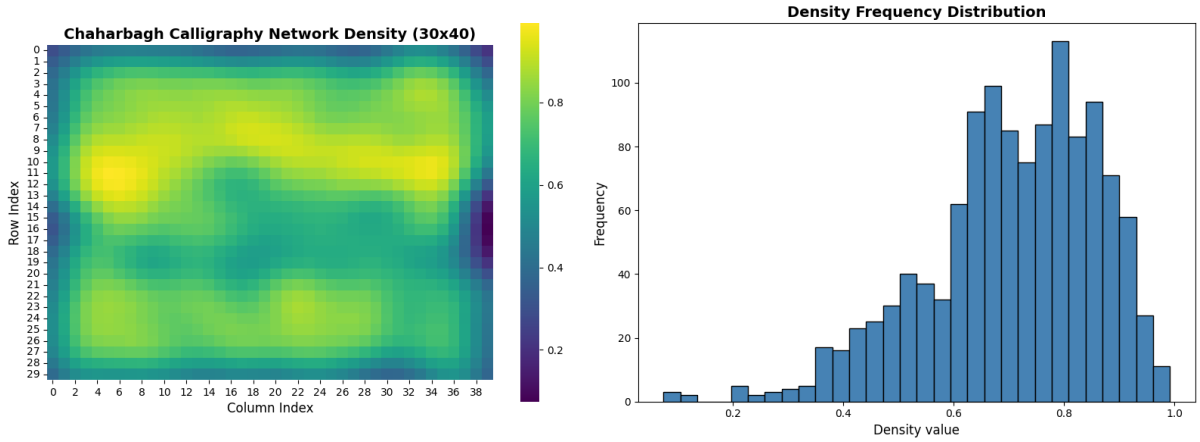


ثانیه‌ها -بهترین ثانیه‌ها(۱۳۵۶)، ۲۱۱*۱۳۵

شاخصه	نتیجه	تفسیر نهایی
غلبه سمت چپ نسبت به راست	بالا	وزن بصری اثر بیشتر در نیمه چپ انباشته شده است .
غلبه بالا نسبت به پایین	متوسط	نیمه بالایی از نظر تراکم، پیوسته‌تر و فعال‌تر است .
شدت فضای منفی مرکزی	بالا	فضای سفید مرکزی نقش ساختاری دارد، نه صرفاً فضای خالی .
پیوستگی توده نوشتاری	زیاد	حروف و فرم‌ها بیشتر به صورت توده فشرده عمل می‌کنند تا واحدهای منفرد .
عدم تقارن بصری	محسوس	ترکیب‌بندی آگاهانه از تعادل کلاسیک فاصله گرفته است .
کانون اصلی تراکم	پایین چپ و میانه بالایی	چشم ابتدا به این نواحی جذب می‌شود .

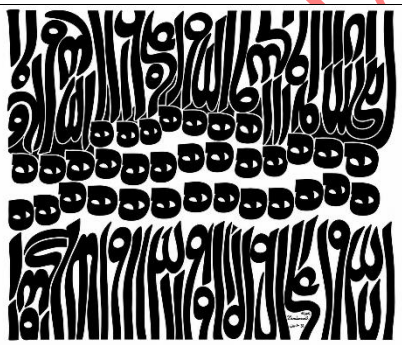
کانون اصلی خلأ	مرکز و پایین راست	این بخش‌ها باعث تنفس بصری و شکست فشردگی می‌شوند .

شکل ۵. بررسی الگوهای تراکم در شبکه‌های تولیدی با رویکرد داده‌کاوی، مأخذ: نگارندگان.



هیتمپ، توزیع فضایی چگالی شبکه اثر **چار باغ** را در قالب یک ماتریس ۳۰×۴۰ نمایش می‌دهد. هر خانه نمایانگر یک بخش از اثر است و شدت رنگ بیانگر تراکم محلی خطوط مرکب است؛ سایه‌های تیره تراکم بالاتر و سایه‌های روشن تراکم کمتر را نشان می‌دهند. این تصویر به تحلیل ساختار فضایی اثر و شناسایی مناطق با تمرکز بالای خطوط کمک می‌کند و الگوهای بافتی و ساختاری نقاشی‌خط را به صورت بصری برجسته می‌سازد . هیستوگرام، توزیع فراوانی مقادیر چگالی را در کل ماتریس نشان می‌دهد. این نمودار میزان تکرار سطوح مختلف چگالی در اثر را به‌صورت کمی ثبت می‌کند. اوج‌های نمودار نشان‌دهنده چگالی‌های رایج و پهنای توزیع نشان‌دهنده تنوع تمرکز خطوط در اثر است. ترکیب هیتمپ و هیستوگرام، تحلیل جامع فضایی و آماری از اثر فراهم می‌آورد؛ هیتمپ موقعیت مناطق متراکم را نشان می‌دهد و هیستوگرام تصویر کلی آماری توزیع چگالی خطوط را ارائه می‌کند .

جدول ۴. شاخص‌های ترکیب‌بندی و خوانش بصری در نمونه سوم تحقیق، مأخذ نگارندگان.



چار باغ (۱۳۵۹)، ۱۹۵*۲۱۰

شاخصه	نتیجه	تفسیر نهایی
غلبه سمت چپ نسبت به راست	متوسط	تراکم خطوط و فرم‌ها در نیمه چپ کمی بیشتر است و چشم به آن سمت هدایت می‌شود .
غلبه بالا نسبت به پایین	بالا	نیمه بالایی اثر فعال‌تر است و خطوط پیچیده و پرتراکم در بالا قرار دارند .
شدت فضای منفی مرکزی	متوسط	فضای سفید مرکزی باعث تنفس بصری و ایجاد ریتم در اثر شده است .
پیوستگی توده نوشتاری	زیاد	خطوط به صورت توده‌ای فشرده و پیوسته دیده می‌شوند و واحدهای منفرد کمتر است.

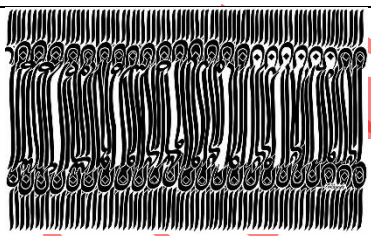
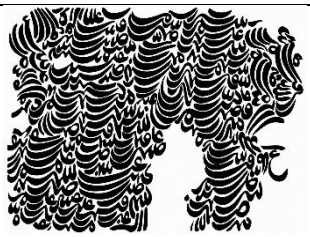
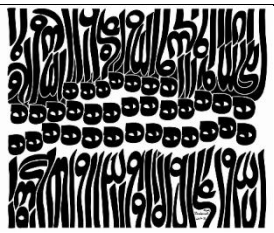
عدم تقارن بصری	محسوس	تراکم و کانتورهای خطوط به شکل نامتقارن قرار گرفته‌اند و ترکیب‌بندی پویا است .
کانون اصلی تراکم	میانه بالایی و پایین چپ	چشم ابتدا به نواحی با کانتورهای پرتراکم و خطوط پرقدرت جذب می‌شود .
کانون اصلی خلأ	پایین میانه و راست	بخش‌های خلأ باعث تنفس بصری و شکستن فشردگی خطوط می‌شوند .

در بخش دوم، تحلیل تطبیقی سه نمونه نقاشیخط حسین زنده‌رودی انجام شده است تا الگوهای مشترک و تفاوت‌های بصری و ساختاری میان آثار شناسایی شود. این بخش بر اساس شاخص‌های کمی، نقشه‌های کانتور و ریتم خطوط طراحی شده و موارد زیر را بررسی می‌کند: (۱) تراکم خطوط و توزیع فضایی آنها در سطح اثر، (۲) فضای منفی و نقش آن در هدایت نگاه بیننده و ایجاد ریتم بصری، (۳) مرکز جرم بصری و توزیع وزن عناصر، (۴) نقاط پرتراکم و کم‌تراکم و تحلیل کانتورها، (۵) الگوهای ریتمیک و توده‌ای تکرارشونده، و (۶) منطق پنهان و اصول مشترک نظم هندسی. این تحلیل نشان می‌دهد که هر اثر، با وجود تفاوت‌های فرم و سبک، از نظام درونی مشابهی برای تعادل میان تراکم و فضای خالی پیروی می‌کند. با ترکیب داده‌های کمی و مشاهدات کیفی، شیوه‌های متفاوت سازماندهی خطوط و فضاهای خالی قابل شناسایی و مقایسه هستند و دیدگاه جامعی درباره نظم هندسی پنهان، ریتم بصری و ساختار شبکه‌ای در نمونه‌های موردی ارائه می‌کند.

جدول ۵. مقایسه شاخص‌های کمی عناصر بصری در سه نمونه مورد مطالعه بر اساس تحلیل شبکه‌ای، مأخذ نگارندگان.

شاخص	نمونه اول	نمونه دوم	نمونه سوم
ابعاد شبکه	40 × 30	40 × 30	40 × 30
تعداد سلول‌های تحلیلی	1200	1200	1200
پوشش تقریبی جوهر / خط	75. 2٪	49. 4٪	71. 1٪
میانگین تراکم کل	0. 737	0. 495	0. 727
میانه تراکم	0. 769	0. 586	0. 761
انحراف معیار تراکم	0. 138	0. 276	0. 147
بیشترین تراکم سلولی	0. 980 (R15 C08)	0. 930 (R26 C05)	0. 980 (R16 C09)
کمترین تراکم سلولی	0. 086 (R29 C39)	0. 084 (R30 C01)	0. 082 (R30 C01)
مرکز جرم بصری	x=0. 496 , y=0. 499	x=0. 461 , y=0. 480	x=0. 491 , y=0. 493

آماده انتشار هنرهای زیبا

شاخص	نمونه اول	نمونه دوم	نمونه سوم
پرتراکم‌ترین ناحیه شاخص	میانه اثر متمایل به مرکز چپ	بالایی میانه‌های و چپ پایین	بالایی میانه‌های و چپ پایین
کم‌تراکم‌ترین ناحیه شاخص	پایین چپ	چپ پایین مرکزی خالی فضای	راست پایین و مرکزی خالی فضای
سلول‌های پرتراکم (d\geq0. 75)	607 سلول (50. 6٪)	192 سلول (16. 0٪)	618 سلول (51. 5٪)
سلول‌های نیمه‌متراکم (0. 25\leq d<0. 75)	590 سلول (49. 2٪)	744 سلول (62. 0٪)	577 سلول (48. 1٪)
سلول‌های کم‌تراکم (d<0. 25)	3 سلول (0. 2٪)	264 سلول (22. 0٪)	5 سلول (0. 4٪)
			

مقایسه شاخص‌های کمی سه نمونه نشان می‌دهد که نظم هندسی پنهان در آثار مورد بررسی، نه از طریق تقارن آشکار، بلکه به واسطه نحوه توزیع تراکم، موقعیت مرکز جرم بصری و رابطه میان نواحی متراکم و کم‌تراکم شکل می‌گیرد. یکسان بودن ابعاد شبکه و تعداد سلول‌های تحلیلی، امکان مقایسه مستقیم آثار را فراهم کرده و تفاوت‌های مشاهده‌شده را به شیوه سازماندهی عناصر نوشتاری نسبت می‌دهد، نه به تفاوت مقیاس تحلیل .

نمونه اول با پوشش تقریبی ۷۵. ۲ درصد، میانگین تراکم ۰. ۷۳۷ و میانه ۰. ۷۶۹، متراکم‌ترین ساختار کلی را نشان می‌دهد. پایین بودن انحراف معیار آن، برابر با ۰. ۱۳۸، بیانگر توزیع نسبتاً یکنواخت تراکم در سطح اثر است. نزدیک بودن مرکز جرم بصری به مرکز هندسی شبکه نیز نشان می‌دهد که با وجود تمرکز تراکم در بخش میانی متمایل به چپ، وزن بصری کل اثر از تعادل بالایی برخوردار است. بنابراین، هندسه پنهان در این نمونه از طریق پیوستگی، تمرکز مرکزی و تکرار نسبتاً منظم عناصر شکل گرفته است .

نمونه دوم با پوشش ۴۹. ۴ درصد و میانگین تراکم ۰. ۴۹۵، کم‌تراکم‌ترین نمونه محسوب می‌شود. در مقابل، انحراف معیار ۰. ۲۷۶، تقریباً دو برابر دو نمونه دیگر، از ناهمگنی شدیدتر و اختلاف محسوس میان نواحی متراکم و خالی حکایت دارد. همچنین، جابه‌جایی مرکز جرم بصری به سمت چپ و پایین‌تر از مرکز، بر عدم تعادل کنترل‌شده و جهت‌گیری پویای ترکیب دلالت دارد. وجود ۲۶۴ سلول کم‌تراکم و تمرکز نواحی خالی در بخش مرکزی و پایین چپ نشان می‌دهد که فضای منفی در این اثر یک عنصر منفعل نیست، بلکه بخشی از سازوکار سازماندهی هندسی است. در نتیجه، نظم پنهان نمونه دوم بر تقابل تراکم و خلأ، ناهمگنی فضایی و تعادل نامتقارن استوار است .

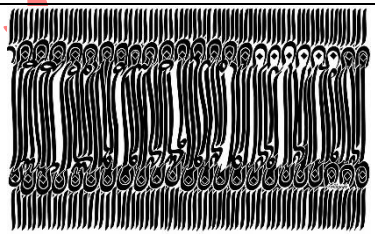
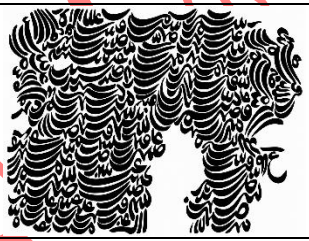
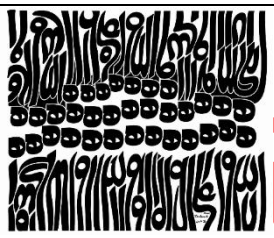
نمونه سوم با پوشش ۷۱. ۱ درصد، میانگین تراکم ۰. ۷۲۷ و میانه ۰. ۷۶۱، از نظر شدت تراکم به نمونه اول نزدیک است. انحراف معیار پایین ۰. ۱۴۷ نیز بیانگر توزیع نسبتاً پایدار و منسجم عناصر است. مرکز جرم بصری تقریباً بر مرکز هندسی منطبق بوده و این امر تعادل کلی ترکیب را تأیید می‌کند؛ هرچند تمرکز نواحی پرتراکم در پایین چپ و میانه‌های بالایی، کانون‌های موضعی و جهت حرکت نگاه را ایجاد کرده است. هندسه پنهان این نمونه از طریق توازن میان تمرکزهای موضعی و تعادل کلی سطح پدیدار می‌شود .

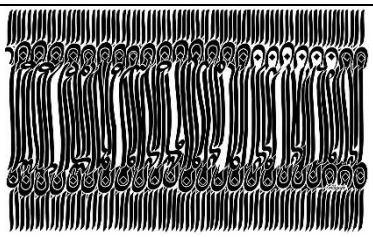
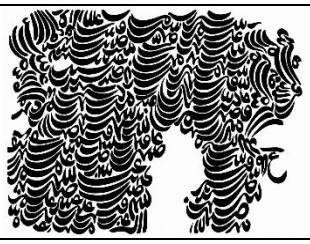
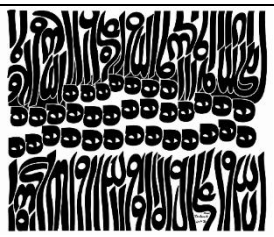
در مجموع، نزدیکی بیشینه تراکم سلولی در سه نمونه نشان می‌دهد که هر سه اثر ظرفیت ایجاد کانون‌های فشرده مشابهی دارند؛ با این حال، تفاوت اصلی در نحوه گسترش این کانون‌ها در سطح اثر است. نمونه‌های اول و سوم از الگویی متراکم، نسبتاً یکنواخت و مرکزگرا پیروی می‌کنند، در حالی که نمونه دوم بر ناهمگنی، خلأ فعال و جابه‌جایی وزن بصری استوار است. از این رو، نظم هندسی پنهان در آثار زنده‌رودی را می‌توان نظامی انعطاف‌پذیر دانست که گاه از طریق تکرار و پیوستگی، گاه از طریق تقابل پر و خالی و گاه با ایجاد کانون‌های تراکم درون یک میدان متعادل آشکار می‌شود .

نمونه اول بر الگوی منظم، خطی و تکرارشونده استوار است و ساختار بصری آن از تکرار عمودی حروف و کشیدگی‌های خطی شکل می‌گیرد. تراکم اصلی در بخش‌های میانی و ناحیه متمایل به مرکز چپ تمرکز یافته و نواحی کم‌تراکم عمدتاً در لبه‌ها و پایین چپ دیده می‌شوند. این توزیع سبب می‌شود مرکز ترکیب نسبت به حاشیه‌ها از وزن بصری بیشتری برخوردار باشد. فضای منفی در این نمونه نقشی محدود و حاشیه‌ای دارد و بیشتر به صورت فاصله‌های باریک میان خطوط یا خلأهای پیرامونی ظاهر می‌شود. در نتیجه، خوانش اثر بیش از آنکه بر تقابل شدید پر و خالی متکی باشد، بر استمرار و تداوم ریتم نوشتاری بنا شده است. ریتم بصری یکنواخت، پیوسته و شبکه‌ای است و نگاه بیننده را عمدتاً در امتداد افقی تکرار خطوط هدایت می‌کند. شدت تضاد تراکم در حد متوسط باقی می‌ماند. حاصل این سازماندهی، سطحی متراکم، منظم و ریتمیک است که نظم پنهان آن از طریق تکرار، امتداد و هم‌نشینی کنترل‌شده واحدهای نوشتاری آشکار می‌شود .

نمونه دوم از الگویی نامنظم، ارگانیک و متغیر پیروی می‌کند و مهم‌ترین ویژگی آن، شکل‌گیری تراکم خوشنویسانه در پیرامون یک خلأ مرکزی است. بدنه اصلی نوشتار، به‌ویژه در بخش چپ و بالای اثر، بیشترین تراکم را دارد، در حالی که فضای خالی مرکزی و پایین راست به‌عنوان نواحی کم‌تراکم عمل می‌کنند. برخلاف نمونه اول، فضای منفی در اینجا عنصر فرعی یا پس‌زمینه‌ای نیست، بلکه نقشی بسیار فعال و ساختارساز بر عهده دارد. قرارگیری خلأ در مرکز، موجب می‌شود توده‌های نوشتاری پیرامونی به صورت میدان‌های متقابل ادراک شوند و حرکت نگاه در مسیری چرخشی میان تراکم و فضای خالی شکل گیرد. ریتم بصری اثر سیال،.

.جدول ۶. تحلیل سازمان فضایی و الگوهای تراکم سه نمونه تحقیق، مأخذ نگارندگان

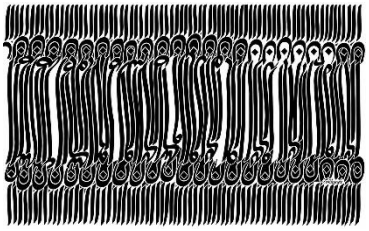
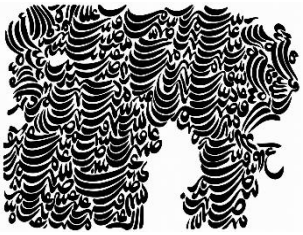
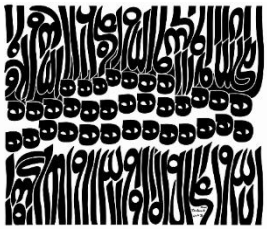
شاخص تحلیلی			
الگوی کلی تراکم	منظم، خطی و تکرارشونده	نامنظم، ارگانیک و متغیر	نیمه‌منظم، بلوکی و نواری
ساختار بصری	تکرار عمودی حروف و کشیدگی خطی	تراکم خوشنویسانه همراه با خلأ مرکزی	ترکیب فرم‌های درشت و قطعه‌بندی‌شده
نواحی پرتراکم	بخش‌های میانی و مرکز متمایل به چپ	بدنه اصلی نوشتار، به‌ویژه چپ و بالای اثر	چپ میانی، راست میانی و مرکزی
نواحی کم‌تراکم	بیشتر در لبه‌ها و پایین چپ	فضای خالی مرکزی و پایین راست	فواصل سفید میان ردیف‌ها و مرکز پایین
نقش فضای منفی	محدود و حاشیه‌ای	بسیار فعال و ساختارساز	میانجی میان توده‌های نوشتاری
ریتم بصری	یکنواخت، پیوسته و شبکه‌ای	سیال، پرتنش و نامتقارن	مقطع‌دار، سنگین و ضرب‌آهنگ‌دار
تعادل ترکیب	نسبتاً متعادل و متمرکز	نامتقارن و پویا	نسبتاً متعادل، اما سنگین و توده‌ای
نوع حرکت چشم	حرکت افقی در امتداد تکرار خطوط	حرکت چرخشی میان تراکم و خلأ	حرکت پله‌ای میان توده‌های بزرگ
شدت تضاد تراکم	متوسط	زیاد	متوسط رو به زیاد
خوانش کلی اثر	سطحی متراکم، ریتمیک و منظم	میدان بصری پویا با خلأ مرکزی	ساختاری فشرده، سنگین و معماری‌گونه

شاخص تحلیلی			
			
تحلیل تطبیقی: نمونه ۱ بر پایه تکرار منظم خطوط و کشیدگی‌های عمودی شکل گرفته است. تراکم در آن یکنواخت‌تر و پیوسته‌تر است و فضای منفی بیشتر در حاشیه‌ها یا فاصله‌های باریک میان خطوط ظاهر می‌شود. **نمونه ۲** بیشترین پویایی فضایی را دارد. در این اثر، تراکم نوشتار در برابر فضای خالی مرکزی قرار گرفته و همین تضاد، ساختار اصلی ترکیب را می‌سازد. بنابراین، فضای سفید در این نمونه منفعل نیست، بلکه به‌عنوان عنصر سازمان‌دهنده عمل می‌کند. **نمونه ۳** از نظر تراکم، حالتی توده‌ای و قطعه‌بندی‌شده دارد. فرم‌ها در قالب بخش‌های بزرگ‌تر و ردیف‌های مشخص دیده می‌شوند و همین امر به اثر کیفیتی سنگین‌تر، منظم‌تر و تا حدی معماری‌گونه می‌دهد.			
جمع‌بندی نهایی: در مجموع، نمونه ۱ بر تکرار منظم و تراکم خطی، نمونه ۲ بر تقابل تراکم و خلأ، و نمونه ۳ بر توده‌بندی و ساختار نواری استوار است. بنابراین، تفاوت اصلی سه اثر در شیوه توزیع وزن بصری، میزان حضور فضای منفی و نوع ریتم حاصل از تراکم نوشتار آشکار می‌شود .			

پرتنش و نامتقارن است و تعادل آن از طریق تقارن هندسی حاصل نمی‌شود، بلکه بر پایه توازن پویا میان توده‌های نامساوی شکل می‌گیرد. شدت تضاد تراکم در این نمونه زیاد است و همین تضاد، مرکزیت بصری و کشش ترکیب را افزایش می‌دهد. در نتیجه، خوانش کلی اثر به صورت میدانی پویا با خلأ مرکزی شکل می‌گیرد؛ میدانی که در آن فضای سفید در سازماندهی ترکیب مؤثر است نمونه سوم ساختاری نیمه‌منظم، بلوکی و نواری دارد و از ترکیب فرم‌های درشت و قطعه‌بندی‌شده ساخته شده است. نواحی پرتراکم در بخش‌های چپ میانی، راست میانی و مرکز قرار گرفته‌اند و نواحی کم‌تراکم در فواصل سفید میان ردیف‌ها و مرکز پایین دیده می‌شوند. فضای منفی در این نمونه نقش میانجی میان توده‌های نوشتاری را ایفا می‌کند؛ نه مانند نمونه دوم به عنصر اصلی ترکیب تبدیل می‌شود و نه مانند نمونه اول صرفاً در حاشیه باقی می‌ماند. این فواصل سفید، مرز میان بلوک‌ها را مشخص کرده و از ادغام آن‌ها جلوگیری می‌کنند. ریتم بصری مقطع‌دار، سنگین و ضرب‌آهنگ‌دار است و حرکت چشم به صورت پله‌ای از یک توده به توده دیگر صورت می‌گیرد. ترکیب نسبتاً متعادل است، اما به دلیل وزن زیاد بلوک‌های نوشتاری، کیفیتی سنگین و توده‌ای دارد. شدت تضاد تراکم متوسط رو به زیاد است و همین امر ساختاری فشرده، منظم و تا حدی معماری‌گونه پدید می‌آورد. نظم پنهان این نمونه از طریق ردیف‌بندی، توده‌بندی و کنترل فاصله میان اجزای درشت آشکار می‌شود .

مقایسه سه نمونه نشان می‌دهد که تفاوت بنیادین آن‌ها در نحوه توزیع وزن بصری، میزان مداخله فضای منفی و نوع ریتم حاصل از تراکم نوشتار است. نمونه اول نظم را از راه تکرار خطی و پیوستگی شبکه‌ای ایجاد می‌کند؛ نمونه دوم بر تقابل فعال تراکم و خلأ و تعادل نامتقارن استوار است؛ و نمونه سوم نظم را از طریق توده‌بندی، ردیف‌بندی و ساختار نواری سامان می‌دهد. با وجود این تفاوت‌ها، هر سه اثر از منطق مشترکی پیروی می‌کنند: تراکم در هیچ‌یک تصادفی نیست و فضای خالی نیز همواره نقشی سازمان‌دهنده دارد. بنابراین، نظم هندسی پنهان در این آثار نه به شکل تقارن صریح، بلکه در قالب تنظیم رابطه میان خط، توده، فاصله، ریتم و مرکزیت بصری آشکار می‌شود و انسجام ترکیب را حفظ می‌کند .

جدول ۷. مطالعه تطبیقی نظام‌های بصری مبتنی بر تراکم، مرکزیت و هندسه پنهان، مأخذ نگارندگان.

				**نتیجه تطبیقی**
پر و خالی	محدودتر و خطی‌تر	بسیار فعال، با خلأ مرکزی	ساختارمند، میان توده‌های نوشتاری	در هر سه اثر، فضای خالی نقش ترکیبی دارد .
مرکزیت بصری	نزدیک به مرکز هندسی	متمایل به چپ و کمی بالاتر از مرکز	متمرکز در توده‌های میانی و نواری	هر سه نمونه دارای مرکزیت قابل ردیابی‌اند .
الگوی تراکم	متراکم و تکرارشونده	نامتقارن و پویا	نواری و قطعه‌بندی‌شده	تراکم در هر سه نمونه تصادفی نیست .
کانتورهای پرتراکم	ایجاد ریتم خطی و یکنواخت	تشکیل کانونهای بصری پیرامونی	ایجاد بلوک‌های فشرده	کانتورها وجود کانون‌های سازمان‌یافته را نشان می‌دهند .
نظم هندسی پنهان	متوسط تا بالا، از طریق تکرار خطی	بالا، از طریق تقابل خلأ و تراکم	بالا، از طریق توده‌بندی و ردیف‌بندی	نظم مشترک وجود دارد، اما نوع آن متفاوت است .
هندسه پنهان	هندسه ریتم و تکرار	هندسه خلأ و تراکم	هندسه نواری و توده‌ای	سه صورت متفاوت از یک منطق مشترک دیده می‌شود .

بحث و نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر با رویکرد تطبیقی و بر پایه تحلیل شبکه‌ای ۳۰×۴۰ سلولی، سه اثر «چه کسی می‌نگرد؟ » (۱۳۵۳)، «ثانیه‌ها، بهترین ثانیه‌ها» (۱۳۵۶) و «چار باغ» (۱۳۵۹) از شارلز حسین زنده‌رودی را با استفاده از شاخص‌های کمی تراکم، مرکز جرم بصری و توزیع فضایی بررسی می‌کند. نتایج نشان می‌دهد که با وجود ظاهر سیال و انتزاعی آثار، یک منطق هندسی پنهان و انعطاف‌پذیر در سازمان‌دهی بصری آن‌ها وجود دارد که از تعامل تراکم نوشتار، فضای منفی و ریتم حاصل می‌شود و تعادل را بدون اتکا به تقارن کلاسیک ایجاد می‌کند . فضای منفی در هر سه اثر نقش فعال دارد؛ در اثر نخست به‌صورت شکاف‌های خطی و حاشیه‌ای ریتمی یکنواخت ایجاد می‌کند، در اثر دوم به شکل خلأ مرکزی، ساختاردهنده حرکت چرخشی چشم است، و در اثر سوم به‌عنوان میانجی میان بلوک‌های نوشتاری، پیوستگی ترکیب را حفظ می‌کند. از نظر مرکزیت بصری، هر سه اثر دارای مرکز جرم قابل ردیابی هستند: نزدیک مرکز در اثر اول، متمایل به چپ در اثر دوم همراه با بیشترین پراکندگی، و متمرکز در نواحی میانی در اثر سوم. این تفاوت‌ها نشان‌دهنده استفاده انعطاف‌پذیر از مرکزیت برای هدایت توجه است . الگوهای تراکم نیز سه ساختار متفاوت را نشان می‌دهند: ریتم خطی و تکرارشونده در اثر اول، تقابل شدید پر و خالی و ساختار نامتقارن در اثر دوم، و قطعه‌بندی نواری و بلوکی در اثر سوم. در همه آثار، کانتورهای پرتراکم نقش ساختاری دارند و نه تزئینی .در مجموع، هر اثر نوعی هندسه پنهان خاص دارد: ریتمی، تقابلی و توده‌ای. با این حال، منطق مشترک آن‌ها بر پایه توزیع وزن بصری، تعامل پر و خالی و ریتم مدولار شکل گرفته است. بنابراین، هندسه پنهان در آثار زنده‌رودی نه یک شبکه صلب، بلکه نظامی پویا و قابل تغییر است که از روابط میان خط، فضا و تراکم برای ایجاد تعادل بصری استفاده می‌کند .

آماده انتشار هنرهای زیبا

در راستای هدف نخست، یافته‌ها سه صورت متفاوت از نظم هندسی را آشکار کردند. در «چه کسی می‌نگرد؟ »، ساختار بر تکرار عمودی حروف، کشیدگی خطی و ریتم یکنواخت استوار است. شاخص‌های تراکم و نزدیکی مرکز جرم بصری به مرکز هندسی نشان می‌دهد که تراکم در سطح اثر به‌صورت پیوسته و متعادل توزیع شده است. در این نمونه، هندسه پنهان از راه تکرار، امتداد، فاصله‌گذاری منظم و پیوند شبکه‌ای واحدهای نوشتاری شکل می‌گیرد. فضای منفی محدودتر است، اما در شکاف‌های میان خطوط از ادغام توده‌ها جلوگیری کرده و ریتم را حفظ می‌کند .

در «ثانیه‌ها، بهترین ثانیه‌ها»، الگویی متفاوت مشاهده شد. این اثر پایین‌ترین میانگین تراکم و بالاترین انحراف معیار را دارد؛ در نتیجه، اختلاف میان نواحی متراکم و خالی در آن شدیدتر است. جابه‌جایی مرکز جرم بصری به سمت چپ و پایین‌تر از مرکز، همراه با فضای خالی مرکزی و پایین راست، تعادلی نامتقارن اما کنترل‌شده ایجاد می‌کند. خلأ در این اثر صرفاً پس‌زمینه نیست، بلکه نیرویی سازمان‌دهنده است که توده‌های نوشتاری را تفکیک کرده و حرکت نگاه را در مسیری چرخشی میان پر و خالی هدایت می‌کند. ازاین‌رو، هندسه پنهان این نمونه را می‌توان «هندسه تقابل تراکم و خلأ» دانست .

در «چار باغ»، پوشش و میانگین تراکم بالا، پراکندگی کم و مرکز جرم نزدیک به مرکز هندسی، از ساختاری فشرده و متعادل حکایت دارد. تراکم در قالب بلوک‌ها و ردیف‌های بزرگ سازمان یافته و فضاهای سفید میان آن‌ها نقش جداکننده و تنظیم‌کننده دارند. حرکت چشم میان توده‌ها پله‌ای است و ترکیب کیفیتی سنگین و معماری‌گونه پیدا می‌کند. بنابراین، نظم پنهان در این اثر از طریق قطعه‌بندی سطح، ردیف‌بندی، کنترل فاصله میان توده‌ها و ایجاد مراکز موضعی تراکم آشکار می‌شود .

تحلیل روند کرونولوژیک (سیر تکاملی) هندسه پنهان آثار: هرچند یافته‌های کمی و کیفی این پژوهش، الگوهای نظمی مستقلی را در هر اثر آشکار می‌سازد، اما واکاوی این نمونه‌ها در یک پیوستار زمانی (از ۱۳۵۳ تا ۱۳۵۹) نشان‌دهنده یک سیر تکاملی، منسجم و پویا در نظام فضاسازی و خلاقیت حسین زنده‌رودی است .این سیر تحول، حرکت هنرمند را از یک «نظم ریتمیکِ متکی بر امتداد خطی» به سمت «انتزاع واسازانه و پویایی خلأ» و در نهایت رسیدن به یک «معماری بصری پخته و توده‌بندی‌شده» آشکار می‌سازد تحلیل کرونولوژیک جدول ۸ نشان می‌دهد که زنده‌رودی در سال ۱۳۵۳ با اثر «چه کسی می‌نگرد؟ »، تعادل بصری را از طریق توزیع پیوسته، متراکم و ریتمیک حروف می‌آزماید؛ جایی که فضای منفی هنوز نقشی حاشیه‌ای دارد و ساختار بر هم‌نشینی کنترل‌شده خطوط استوار است .با این حال، تنها سه سال بعد (۱۳۵۶) در اثر «ثانیه‌ها، بهترین ثانیه‌ها»، یک جهش ساختاریِ متهورانه رخ می‌دهد .هنرمند با کاهش چشمگیر تراکم کل و دو برابر کردن انحراف معیار، دست به یک واسازی فضایی می‌زند .در این مرحله، او مرکز جرم را جابه‌جا کرده و با خلق یک «خلأ مرکزی فعال»، تعادل نامتقارن پویا را جایگزین نظم یکنواخت پیشین می‌کند .

در نهایت، این مسیر جستجو در سال ۱۳۵۹ با اثر «چار باغ» به یک پختگی و سنتز معمارانه می‌رسد .زنده‌رودی در این اثر، رهایی و تضاد شدید دوره قبل را با انضباط و مرکزگرایی دوره نخست ترکیب می‌کند .حروف در اینجا دیگر سطر نیستند، بلکه در قالب «بلوک‌ها و ردیف‌های بزرگِ قطعه‌بندی‌شده»، هویتی ساختارمند و معماری‌گونه به خود می‌گیرند که حرکت چشم را به صورت پله‌ای هدایت می‌کنند .بررسی این سیر شش‌ساله نشان می‌دهد که مفهوم «هندسه پنهان» در آثار هنرمند پدیده‌ای ایستا نیست؛ بلکه از نظمی ریتمیک و خطی به ساختاری فضامند، توده‌ای و سه‌بعدی تحول یافته است.

جدول ۸. سیر تحول کرونولوژیک و تکاملی هندسه پنهان در آثار مورد مطالعه؛ مأخذ: نگارندگان

سال	ماهیت هندسه پنهان	ویژگی شاخص فضایی (داده‌های کمی)	جهت‌گیری حرکت چشم و تعادل	مرحله تکاملی در بازه ۶ ساله
چه کسی می‌نگرد؟ ۱۳۵۳	هندسه ریتمیک و خطی	پوشش بالای جوهر (۷۵٪) و انحراف معیار پایین (۰.۱۳۸)	حرکت افقی همگن در امتداد تکرار خطوط عمودی؛ تعادل متمرکز	**نقطه آغاز (تداوم ریتمیک) :** وفاداری نسبی به امتداد خطی و توزیع یکنواخت وزن بصری حول مرکز .
ثانیه‌ها، بهترین... ۱۳۵۶	هندسه تقابل و خلأ	کمترین میانگین تراکم (۰.۴۹۵) و بالاترین انحراف معیار (۰.۲۷۶)	حرکت چرخشی پویای نگاه میان تراکم پیرامونی و خلأ مرکزی؛ تعادل نامتقارن	**دوره گذار (واسازی فضا) :** جسارت در بازی با فضای منفی فعال، خروج از مرکزیت صلح‌آمیز و بازتعریف خلأ .
چار باغ ۱۳۵۹	هندسه نواری و توده‌ای	تراکم بالا (۰.۷۲۷)، انحراف معیار پایدار (۰.۱۴۷) و انطباق مرکز جرم بر مرکز هندسی	حرکت پله‌ای و مقطع‌دار چشم میان توده‌های ساختارمند؛ تعادل سنگین و معمارانه	**مرحله سنتز (پختگی ساختاری) :** مهار پویایی دوره قبل در قالب انضباط جدید، بلوک‌بندی فضا و انتظام کلان‌نگر .

در ارتباط با هدف دوم پژوهش، نتایج نشان داد که تعادل فضایی الزاماً حاصل توزیع مساوی تراکم یا تقارن صریح نیست. تعادل در این سه اثر از رابطه پویا میان نواحی پرتراکم و کم‌تراکم، موقعیت مرکز جرم بصری و نقش فضای منفی پدید می‌آید. نزدیک بودن مرکز جرم هر سه نمونه به مرکز هندسی نشان می‌دهد که زنده‌رودی، حتی در ترکیب‌های نامتقارن، وزن کلی اثر را کنترل می‌کند. تفاوت آثار در شیوه رسیدن به این تعادل است: نمونه نخست از طریق تکرار و پیوستگی، نمونه دوم از طریق تضاد پر و خالی، و نمونه سوم از طریق توده‌بندی و ردیف‌بندی . وجه مشترک سه اثر، غیرتصادفی بودن تراکم، مرکزیت قابل ردیابی، نقش ترکیبی فضای خالی و هدایت هدفمند حرکت چشم است. این اشتراکات نشان می‌دهد که خط در آثار زنده‌رودی فقط ماده‌ای تزئینی یا نشانه‌ای صرف نیست، بلکه واحدی فضاساز است که با تکرار، فشردگی، فاصله و جهت‌گیری، ساختار ترکیب را تولید می‌کند. بدین ترتیب، پیوند میان سنت و مدرنیته نه صرفاً در استفاده از حروف فارسی، بلکه در تداوم منطق نظم‌دهنده هنر ایرانی در قالبی انتزاعی و معاصر تحقق می‌یابد .

برآیند پژوهش نشان می‌دهد که در سه اثر بررسی‌شده می‌توان به یک چارچوب تحلیلی مشترک برای شناسایی هندسه پنهان دست یافت. این چارچوب بر چهار مؤلفه اصلی استوار است: نحوه توزیع تراکم در سطح اثر، سازماندهی فضای منفی، موقعیت مرکز جرم و وزن بصری، و ریتم حاصل از تکرار و جهت‌گیری خطوط. بررسی هم‌زمان این مؤلفه‌ها نشان داد که زنده‌رودی در هر اثر از شیوه‌ای متفاوت برای ایجاد تعادل استفاده کرده است. در نمونه نخست، نظم از طریق تکرار و امتداد خطی شکل می‌گیرد؛ در نمونه دوم، تقابل تراکم و خلأ عامل اصلی سازماندهی است؛ و در نمونه سوم، توده‌بندی و ساختار نواری نقش تعیین‌کننده دارد. بنابراین، هندسه پنهان در این آثار یک الگوی ثابت و صلب نیست، بلکه نظامی انعطاف‌پذیر است که از روابط میان خط، فضا، تراکم و حرکت بصری شکل می‌گیرد .

آماده انتشار

منابع

اسعدی، مینو. (۱۳۸۲). مدرنیسم، هویت و سنت در نقاشی معاصر ایران. جلوه هنر، (۲۳)، ۴–۱۳.

امامی، کریم. (۱۳۵۵). نگاهی دوباره به مکتب سقاخانه [کاتالوگ نمایشگاه]. موزه هنرهای معاصر تهران.

امانی، حجت‌الله. (۱۳۸۷). نوگرایی در هنرهای تجسمی ایران: بسترهای شکوفایی هنر جدید در ایران. آینه خیال، ۱۱(۱)، ۳۶–۴۳.

امانی، حجت، بلخاری قهی، حسن، و جباری، صداقت. (۱۴۰۰). تغییر معنا در گفتمان خوشنویسی ایران معاصر از دیدگاه تحلیل گفتمان انتقادی. هنر و تمدن شرق، ۹(۳۱)، ۱۵۱–۱۶۲. https://doi.org/10.22034/jaco.2021.266825.1

بنی‌اردلان، اسماعیل، و یوسف‌زاده، جواد. (۱۳۹۸). تحلیل نشانه‌شناسانه آثار نقاشی‌خط حسین زنده‌رودی (بر اساس دیدگاه پیرس). دستاوردهای نوین در مطالعات علوم انسانی، ۲(۱۷)، ۴۲–۴۷. https://www.jonahs.ir/showpaper/34087 .

پاکباز، رویین. (۱۳۹۰). نقاشی ایران: از دیرباز تا امروز. زرین و سیمین.

رضوی‌فرد، حسین. (۱۳۹۳). جهانی‌شدن در خوشنویسی: تحلیل و بررسی خوشنویسی نوین در ایران با تأکید بر نقاشی‌خط. نقد کتاب هنر، ۱(۱–۲)، ۲۲۱–۲۴۰.

روان‌جو، احد. (۱۴۰۱). جستاری در جنبش هنر نوگرای ایران در نقاشی‌خط (بر پایه گرایش به سویه‌های هنر سنتی و مدرن). پیکره، ۱۱(۲۸)، ۵۳–۶۶. https://doi.org/10.22055/pyk.2022.175400 .

سیستانیان، الهام. (۱۴۰۱). تحلیل جایگاه امر قدسی در نقاشی‌خط معاصر ایران با در نظر داشتن مفهوم جهانی‌شدن در خوشنویسی. مطالعات میان‌رشته‌ای هنر و علوم انسانی، ۱(۱).

شیخ‌مهدی، علی، و قمی، مصطفی. (۱۳۹۰). پست‌مدرنیسم در مکتب سقاخانه: آمیختگی سنت و مدرنیسم. کتاب ماه هنر، (۱۵۱)، ۱۲۰–۱۲۷.

ضیاپور، جلیل. (۱۳۲۸). نشریه خروس جنگی.

کشمیرشکن، حمید. (۱۳۹۴). هنر معاصر ایران. نظر.

گروسی، عاطفه. (۱۴۰۲). نگاهی انتقادی به مکتب سقاخانه، مبتنی بر رژیم بازنمایانه از دیدگاه ژاک رانسیر (بررسی موردی اثر: نقاشی‌خط فرامرز پیلارام). مطالعات هنر، ۲(۱)، ۹۵–۱۰۸. https://doi.org/10.22083/ssa.2023.414853.1 .

مجابی، جواد. (۱۳۹۵). نود سال نوآوری در هنر تجسمی ایران (جلد ۱). پیکره.

هاتفی، محمد، و شعیری، حمیدرضا. (۱۳۹۲). تحول پدیدارشناختی خط-نقاشی از منظر نشانه-معناشناختی با مطالعه موردی پنج اثر. مطالعات تطبیقی هنر، ۳(۵)، ۳۳–۴۶.

هوشیار، افسون، و مبینی، مهتاب. (۱۴۰۲). مطالعه بینامتنی نقش‌مایه‌های اسطوره‌ای، سنتی و مذهبی در آثار نقاشی‌خط مکتب سقاخانه. جلوه هنر، ۱۵(۲)، ۶۷–۸۳. https://doi.org/10.22051/jjh.2023.40527.1800

Canby, S. R. (1999). *The golden age of Persian art, 1501–1722*. British Museum Press.

Diba, L. S. (2013). The formation of modern Iranian art: From Kamal-al-Molk to Zenderoudi. In F. Daftari & L. S. Diba (Eds.), *Iran modern* (pp. 45–66). Asia Society Museum; Yale University Press.

Falk, S. J. (1972). *Qajar paintings: Persian oil paintings of the 18th and 19th centuries*. Faber and Faber.

Keddie, N. R., & Amanat, M. (1991). Iran under the later Qajars, 1848–1922. In P. Avery, G. R. G. Hambly, & C. Melville (Eds.), *The Cambridge history of Iran* (Vol. 7, pp. 174–212). Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/CHOL9780521200950.006

Keshmirshekan, H. (2005). Neo-traditionalism and modern Iranian painting: The Saqqakhaneh school in the 1960s. *Iranian Studies, 38*(4), 607–630. https://doi.org/10.1080/00210860500338408

Moussavi Aghdam, C. (2014). Art history, “national art,” and Iranian intellectuals in the 1960s. *British Journal of Middle Eastern Studies, 41*(1), 132–150. https://doi.org/10.1080/13530194.2014.878511

Rooney, J., & Ekhtiar, M. (2014). Artists of the Saqqakhana movement. In *Heilbrunn timeline of art history*. The Metropolitan Museum of Art. https://www.metmuseum.org/essays/artists-of-the-saqqakhana-movement-1950s60s

Yarshater, E. (1979). Contemporary Persian painting. In R. Ettinghausen & E. Yarshater (Eds.), *Highlights of Persian art* (pp. 362–377). Westview Press.

Zakeri, S. (2021). The Saqqa-khaneh calligraphy-painting movement in Iran. *Barcelona Research Art Creation, 9*(3), 267–293. https://doi.org/10.17583/brac.6373

آماده انتشار هنرهای زیبا