
Akhavan Al-Safa's Views on Geometry and Its Usage in Islamic Architecture of Iran

Ahad NejadEbrahimi ^{1*}, Minou GharehBaglou ², Amir Hosein Frashchian ³

1. Professor, Faculty of Architecture & Urbanism, Tabriz Islamic Art University, Iran.

2. Professor, Faculty of Architecture & Urbanism, Tabriz Islamic Art University, Iran.

3. Ph.D. Candidate in Islamic Architecture, Faculty of Architecture & Urbanism, Tabriz Islamic Art University, Tabriz, Iran.

(Received 24 Jul 2021, Accepted 01 Jan 2022)

The Akhavan's writings are a collection of diverse and coherent topics about various sciences and skills including geometry and architecture. The remaining fifty-two treatises of scholars of these writings cannot be placed in a single framework. The Akhavan did not pursue a single issue and in accordance with social need, offered innovative and astonishing analyzes of various subjects such as geometry. The main goal has been the intellectual reform of society, especially in the field of reason, philosophy and religion and according to some thinkers, this group has advanced thinking. Geometry in Akhavan's view of the science is the knowledge of quantities, dimensions, and quantity of types and properties. The origin of geometry is an important point in this view, and according to the Greek philosophers, geometry is divided into two parts of intellectual and sensory. The triangle has been used as a basis for entering into rational geometry and theoretical foundations. The purpose of prioritizing geometry over other sciences and placing it after number science is to guide students from the senses to the senses, as well as to promote students from the physical dimension to the spiritual dimension. Geometry is the structural basis of the universe in the metaphysical world. The Akhavan's view is manifested in the form of creating a geometric order between shapes in order to achieve a unified whole of geometry in architecture. This order can exist as a geometric order of squares, circles and rectangles. Creating visual order in the viewer's perception using points and lines as the axis of symmetry has been introduced as a solid thinking in creating basic order. Creating visual balance in vision and visual perception in vertical lines is important according to the criteria of placing the inherent nature of the human body in its dimensions and dimensions. According to the analysis and geometric studies performed in the research, it is clear that attention to mathematics as a logical and intellectual science has been of great priority to the Akhavan. According to the Akhavan's interactive approach in addressing the sciences and the needs of the day, mathematics and geometry have been one of the most practical and widely used sciences in relation to architecture and education. Mathematics and its sub-sciences, such as geometry, have been named by the intellect as the truth of existence, which is addressed in the philosophy of the perfect man. According to this view, paying attention to

the skill of architecture in meeting the practical needs of individual and social life of the people of the time has been one of their main challenges. The teaching of geometry in this article has been done in a way that can be easily understood and followed by the literature of its time. This has been done better in dealing with architects who have also had a higher level of knowledge than ordinary people. In this study, by examining the architectural landmarks in the period before the fourth century AH, when the presence and formation of Islamic scholars such as the Akhavan were intensified, it was proved that based on the basic geometric principles obtained for use in architecture, buildings of the previous period were weak in this regard since the fourth century AH. Among other things, in most of these buildings, the models of the past, such as the Sassanid period, are strongly seen, which show the weakness of scientific computation in the uses and needs of the day. After the fourth century AH, with the presence of Islamic scholars such as the Akhavan in various skills such as architectural skills, recognizing the rise of geometric skills in creating architectural buildings in the field of design and execution can be completely analyzed geometrically. The results of the research include geometric principles that have been presented by the Akhavan Al-Safa to an industry such as architecture. According to the results of the research, the Akhavan Al-Safa has considered geometry theoretically to include philosophical sciences, jurisprudence and numerical laws of mathematics. In the practical part, in order to communicate with industries and the ability to respond to functional issues, the principles of drawing have been used in order to apply geometry and its learning by the architectural industry. These drawing principles are in the simplest proportional drawing modes for scale adaptation to architectural themes. The result of this applied geometry is order, integrity, readability, and a complete response to individual and social needs in the form of an architectural structure that the Akhavan Al-Safa, as Islamic mathematicians, has emphasized.

Keywords: spiritual atmosphere, Islamic architecture, darkness, daylight.

* Corresponding author. E-mail: Ahadebrahimi@Tabriziau.ac.ir



دیدگاه اخوان الصفا به هندسه و کاربرد آن در معماری اسلامی ایران

احد نژاد ابراهیمی^{۱*}، مینو قره‌بگلو^۲، امیرحسین فرشچیان^۳

^۱ استاد دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه هنر اسلامی تبریز، ایران.

^۲ استاد دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه هنر اسلامی تبریز، ایران.

^۳ دانشجوی دکتری معماری اسلامی، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه هنر اسلامی تبریز، ایران.

(تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۰/۰۵/۰۲، تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۰/۱۰/۱۱)

چکیده

در معماری قرون اول تا چهارم هجری ایران موضوع قابل مشاهده، ضعف در طراحی و اجرای بناهای معماری است. این موضوع با الگوگیری‌های فراوان از معماری و تجربه علمی گذشته باتوجه به حضور کم‌رنگ عالمانی چون ریاضی‌دانان اسلامی، باعث عدم همخوانی موضوعات برپایی بنای معماری چون تناسب فضا، ایستایی و دقت اجرایی می‌باشد. اخوان الصفا به‌عنوان اندیشمندان دینی در قرن چهارم هجری در جهت ترفیع علوم و صناعاتی چون معماری در چنین وضعیتی شروع به ارائه رسالات علمی و عملی چون ریاضیات و هندسه در معماری اسلامی نمودند. موضوع بسیار مهم در این پژوهش نوع دیدگاه هندسی اخوان به موضوع کاربرد هندسه در معماری اسلامی و نحوه ارائه آن در این صنعت است. در قرون بعد از چهارم هجری علاوه بر علوم فراوان سرزمین‌های اسلامی، صنعت معماری نیز دارای پیشرفت‌های فراوانی شد که ارتباط علمی اندیشمندان با حرف معماری را نمایش می‌دهد. این ارتباط، هندسه و علم برپایی بنای معماری بر اساس هندسه کاربردی معماری از جانب ریاضی‌دان اسلامی بوده است. براین اساس، در این پژوهش به‌واسطه روش تحلیل و تفسیر تاریخی موضوع هندسه در دیدگاه اخوان مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج پژوهش شامل اصول هندسی است که از جانب اخوان به صنعتی چون معماری ارائه گردیده است. بر اساس نتایج پژوهش، اخوان هندسه را به‌صورت نظری شامل علوم فلسفی، حکمی و قوانین عددی ریاضیات دانسته‌اند. در قسمت عملی در جهت ارتباط با صناعات و توان پاسخ به موضوعات کارکردی، از اصول ترسیمی در جهت کاربردی شدن هندسه و فراگیری آن توسط صناعت معماری بهره گرفته شده است. این اصول ترسیمی در ساده‌ترین حالات تناسباتی-هندسی جهت تطبیق مقیاس با موضوعات معماری است. حاصل این هندسه کاربردی نظم، یکپارچگی، خوانایی و پاسخ کامل به نیازهای فردی و اجتماعی در قالب بنای معماری است که اخوان الصفا به‌عنوان ریاضی‌دانانی اسلامی بر آن تأکید نموده‌اند.

واژگان کلیدی

اخوان الصفا، هندسه، ریاضیات، معماری اسلامی.

* نویسنده مسئول مکاتبات: Ahadebrahimi@Tabriziau.ac.ir

این مقاله مستخرج از رساله دکتری آقای امیرحسین فرشچیان با عنوان «تبیین هندسه ادراکی در شکل‌گیری بناهای قرون چهارم تا یازدهم هجری در ایران» است که به راهنمایی آقای دکتر احد نژاد ابراهیمی و خانم دکتر مینو قره‌بگلو در دانشگاه هنر اسلامی تبریز در حال انجام است.

مختلف همگی نشان از نوعی پویایی فرهنگی و تکریم اندیشه‌ورزی در قلمرو اسلامی داشت (Adler 2014). در میان مکاتب نوپا، گروه اخوان که نام اصلی آن‌ها اخوان‌الصفاء و خلان‌الوفاء است، از اهمیتی خاص برخوردار هستند.

در سده چهارم هجری تنی چند از دانشمندان در ایران و بصره گرد هم آمدند و درباره چالش‌های موجود در باب فرهنگ و دانش روزگار خویش مباحثه نمودند. آن‌ها می‌خواستند بین دین و فلسفه که بر اثر جنگ و ستیز پیروان سنت با فیلسوفان، شکافی پدیدآمده بود، سازش دهند و به همین منظور پنجاه‌و دو رساله به نگارش درآوردند (Gholizadeh 2009). گروه و انجمن اخوان یکی از رویدادهای مهم فکری و فرهنگی قرن چهارم هجری به بعد است که در تاریخ فلسفه اسلامی جایگاه ویژه‌ای دارند، آن هم در شرایط سیاسی، اجتماعی و فکری قرن چهارم هجری که از یک سو به واسطه ضعف سیاسی و مذهبی خلافت به دلیل ناتوانی در پاسخ‌گویی به عقب ماندن فکری جامعه اسلامی انجامیده بود و از سوی دیگر ظهور و قدرت علوم و فرهنگ یونانی در تقابل با اندیشه‌های بومی و اسلامی که اندیشمندان جامعه اسلامی را با مشکلات عدیده‌ای مواجه نموده بود. این امر سبب ظهور گروه‌های غیررسمی گردید که در صدد پاسخ‌گویی به شرایط فکری جامعه آن روز بودند. اخوان در زمره همین گروه‌ها با طرح اندیشه رواداری و تسامح در صدد نزدیک کردن شریعت اسلام با فرهنگ یونان و اندیشه ایرانی برآمدند (Akhavan Alsafa 2001). این جمعیت به ترویج به نوعی مشرب دینی و فکری تبدیل شدند که به زبان امروزی تسامح دینی و تعامل با سایر ادیان و فرق نامیده می‌شود (Safa 2007). آن‌ها به مکتب یا مذهب خاصی تعلق خاطر نداشتند و از ادیان و مکاتب مختلف آنچه را برای

در قرون ابتدایی ایران بعد از اسلام به دلایل مختلفی عرصه‌های ارتباطی بین علم و دانش با صنعت و همچنین هنر و معماری دچار ضعف فراوانی گردیده است. معماری با توجه به حوزه فنی، علمی و هنری‌اش ارتباطی بسیار زیاد با تحولات علوم و پیشرفت آن‌ها در زمینه‌های مختلف دارد. این موضوع از قرن اول تا چهارم هجری در بناهای معماری به صورت ضعف و کمبود منابع علمی و ارتباط با آن‌ها در ایجاد کاربری‌های پاسخ‌ده از نقطه نظر هندسی قابل مشاهده است. بیشتر بناهای معماری این دوره به صورت الگو گرفته شده از معماری دوره‌های قبل و تجربه‌های علمی گذشته سرچشمه گرفته است که کلیت معماری را در کارکرد و ظاهر هندسی منطبق بر اصول تکنیکی گذشته نمایش می‌دهد. پس از قبول دین اسلام توسط ایرانیان سنت معماری در معدود بناهای مذهبی ابتدایی همان شیوه‌های باستانی با هماهنگی اعتقادات جدید شکل گرفته است (Tajwidi 1966). در این دوره به دلیل اختلافات ابتدایی شدید بین اعراب در حکمرانی و همچنین نبود ملزومات لازم در جهت توجه به موضوعات علمی و فرهنگی، پرداخت به دانش و ارتباط آن به علوم چون معماری بسیار ضعیف گردید (Shahrokhi 2008). بر اساس موقعیت پیش‌آمده در ایران ظهور و بروز حوزه‌های علمی و عالمان دچار چالش‌های شدید بوده است که عدم ارتباط صنعت و موضوعات علمی را به همراه داشته است. در این بین در جهت برپایی بناهای معماری راهکار مناسب پرداخت به تجربه‌های معماری گذشته منطقه در زمان فعلی خود بوده است. اما قرن چهارم هجری، قرنی سرنوشت‌ساز در تاریخ جهان اسلام مخصوصاً ایران است. گسترش فرهنگ یونان در سرزمین‌های اسلامی و التقاط آن با اندیشه‌های فیلسوفان اسلامی از یک سو و ظهور مکاتب فکری

در تعریف آن به معنای لغوی رجوع می‌کنند و دین را به اطاعت و فرمان‌برداری گروهی از مردم از رئیسی واحد معنا می‌کنند و این فرمان‌برداری را با اوامر و نواهی که در پرتو دین و شریعت است، میسر می‌دانند. اعتقاد بر این داشتند که دین اسلام در آستانه همه این تنوعات قد علم می‌کند تا بهترین مسیر را نشان دهد. در واقع، دین اسلام را محکم‌ترین اسبابی می‌دانند که بین ملت مسلمان مودت ایجاد می‌کند و آن‌ها را کنار هم گرد می‌آورد و به مقصد هدایت می‌کند. (Al Faruqi 2002) آنچه جامعه اسلامی را با هم جمع می‌کند، محبت پیامبرمان و اهل بیت آن‌ها و ولایت امیرالمؤمنین علی بن ابی‌طالب است (Akhavan 2001). این سخن اخوان نقش دین را به عنوان انگیزه‌ای برای ایجاد نظم و وحدت در جامعه اثبات می‌نماید. آن‌ها از میان ادیان، دین اسلام را به طور عام و تشییع را به طور خاص عامل وحدت بخش قلمداد می‌کنند (Dinani 2001).

اخوان با حرکت تعاملی و تسامحی خود کوشیده‌اند که در عرصه خود در قرون چهارم الی یازدهم هجری سطح علمی و دانشی انسان‌ها را بدون کینه‌ورزی نسبت به دیگر انشعابات دینی و اعتقادی بالا ببرند. موضوعات آنان شامل همه علوم در برخورد با نیازهای جامعه از جمله ریاضیات به واسطه خاصیت منطقی و عقلی آن بوده است که از آن به شناخت حقایق هستی نام برده‌اند. تأکید اساسی بر عدد و هندسه به واسطه کارکرد آن و ارتباطی که می‌توانسته با صناعات مختلفی چون معماری داشته باشد، حوزه علوم ریاضی و هندسی را بسیار بااهمیت جلوه داده است. به دلیل نوع انجمن اخوان الصفا و ارتباط کمی که می‌توانستند با جامعه به صورت آموزشی داشته باشند رسالات خود را از جمله رساله ریاضی و هندسه را به زبانی ساده و در جهت کاربرد در صناعات از جمله معماری نگاشته‌اند. رمز ارتباط بین اخوان و حرفه‌دانان معماری هندسه بوده است که با آموزش

آن‌ها از علوم و دین مقید بوده برداشت نموده‌اند. هدف اخوان از نگارش متون علمی نزدیک کردن توده مردم به روش استدلال بود که به این واسطه آن‌ها را از اجبار تقلید بیرون آورند و ظاهرگرایان نتوانند بیش از پیش بر فکر ایشان تأثیر گذارند و به همین منظور این مکتوبات علمی مملو از داستان‌های رایج بین مردم و نام کتاب‌های ادبی ساده و قابل فهم آن زمان است.

اخوان برای توجیه معتقدات دینی مسلمین موضوعات خود را با اقوال حکماً منطبق کردند و در برخی از مسائل مذهبی به روش فلاسفه متوسل می‌شدند. آن‌ها برای تزکیه باطن و صعود بر مدارج کمال علاوه بر توسل به فلسفه و حکمت معتقد به تمسک به دین نیز بودند. اصول حکمت فلسفه را با مبانی دین اسلام سازش دادند و فاصله‌ای را که میان حکماً و اهل دین پدید آمده بود، از میان برداشتند (Dinani 2001). معتقد بودند که به یاری علم و اعتقاد به دین می‌توان به تصفیة باطن نائل شد و به مرحله‌ای از کمال رسید که غایت شرایع و ادیان است و حقایق آن‌ها را بهتر فهمید و بر اثر اعتقاد به مبانی دین اسلام، اصول عقاید افلاطونیان، فیثاغورثیان جدید و صوفیه با فلاسفه مادی اختلاف نظر داشتند و اقوال آن‌ها را رد می‌کردند و برای آنکه بتوانند فارغ از مخالفان اهل دین و فلسفه به نظر عقاید خود موفق شوند، رسالاتی بدون ذکر نام مؤلف نگارش کرده‌اند. مکتوبات اخوان مجموعه‌ای است از موضوعات متنوع و منسجم در باب علوم و صناعات مختلف از جمله هندسه و معماری. پنجاه و دو رساله باقیمانده از فرهیختگان این رسائل را نمی‌توان در یک چارچوب واحد جای داد. هدف اصلی چنانچه از فحوای کلام ایشان برمی‌آید، اصلاح فکری جامعه به ویژه در حوزه عقلانیت، فلسفه و دین بوده است و به تعبیر برخی از اخوان شناسان، این گروه از زمانه خویش جلوتر بوده‌اند (Davidson 2000). اخوان با در دست داشتن مفهومی عام از دین،

نحوه تحلیل و تشخیص هندسه اخوان در بنای معماری به چه صورتی امکان‌پذیر و شامل چه مواردی است؟

۲-۱. روش پژوهش

در بررسی متون قدیمی و شناسایی نکات کلیدی برای استفاده کاربردی در علوم نظری و عملی که در این پژوهش مدنظر است، از روش تحلیلی و تفسیر تاریخی استفاده شده است. در این روش محقق با طرح ساختار مفهومی موضوعات تخصصی حوزه تحقیقاتی خود را در قالب تفسیری منسجم مورد پردازش قرار می‌دهد (Wang 2012). در این روند ابعاد و دیدگاه علمی اخوان از زوایای مختلف مورد تحلیل و تفسیر قرار می‌گیرد. مهم‌ترین منبع تاریخی تحت بررسی رساله دوم در نسخه خطی و مکتوب ریاضیات با عنوان «الهندسه» است که از زاویه علم معماری موضوعات تحلیلی و تفسیری آن در تمامی متون پژوهش ارائه شده است. بر این اساس ریاضیات و هندسه اخوان با رجوع به مبحث اساسی هندسه و ارتباط با صنعت معماری، اساسی‌ترین روش بررسی در این پژوهش است.

۳-۱. پیشینه پژوهش

در ارتباط با هندسه و اخوان‌الصفاء تنی چند از محققان مواردی را در خصوص اشارات عددی و هندسی ایشان معرفی نموده‌اند. نکته بااهمیت پرداخت دقیق به ارتباط علمی و عملی این عالمان با حرفه معماری و روش ارائه هندسه ایشان به معماران است. این موضوع در بیشتر پژوهش‌های بررسی شده جنبه توصیف و اشارات را دارد. فاطمه اکبری در پایان‌نامه دکتری تخصصی خود (۲۰۱۱) عنوان نموده است، اخوان‌الصفاء در رساله دوم از مجموعه رسائل خویش به هندسه پرداخته و آن را به دو مقوله محسوس و معقول تقسیم کرده‌اند که هندسه محسوس را مدخلی

آن، معماران را در عرصه خلق بناهای معماری به صورت و انحای گوناگون یاری داده‌اند. در این پژوهش با بررسی رساله هندسه در نسخه مکتوب ریاضیات اخوان‌الصفاء، دیدگاه این عالمان در خصوص هندسه و کاربرد آن در صنعت معماری مورد تحلیل و بررسی قرار می‌گیرد. در باب شناخت این گروه پژوهش‌هایی صورت گرفته است که موضوعات فلسفی و هستی‌شناسی آنان بیشتر مورد بررسی بوده است و در ناحیه ریاضیات نیز بحث عدد و ارزش آن در فلسفه اخوان مطرح نظر بوده است. اهمیت این پژوهش در پرداخت به نوع دیدگاه اخوان به موضوع هندسه در معماری اسلامی از جانب صناعاتی است که در راستای آموزش علوم به آن پرداخته‌اند.

۱. پرسش و روش پژوهش

۱-۱. پرسش پژوهش

در این پژوهش موضوع اساسی پرداخت به هندسه در برپایی بنای معماری بر اساس آرای ریاضی‌دانانی چون اخوان است. این آرا توانسته است میزان پیچیدگی و عملکرد هندسی بنای معماری را در دوران تاریخی معماری ایران افزایش دهد. بر همین اساس جهت شناسایی آن نیاز است که به صورت تحلیلی دقیق، هندسه پرداخت‌شده علمی و عملی این بزرگان مورد بررسی قرار بگیرد. باتوجه به موارد ذکر شده مبنی بر تحلیل و تفسیر اطلاعات تاریخی و منابع موجود در باب دیدگاه اخوان نسبت به هندسه در رجوع به رسالات ایشان، سؤال اساسی پژوهش بر مدار تشخیص نوع دیدگاه هندسه اخوان در برخورد با صنعت معماری است. این موضوع در مرتبط‌ترین حالت بررسی اطلاعات بین این دانشمندان و صنعت معماری به واسطه دانش هندسه است. براین اساس، پرسش پژوهش به صورت زیر ارائه می‌گردد:

هندسه در ارتباط با صنعت معماری از دیدگاه اخوان دارای چه ابعاد و موضوعاتی است؟

به نسبت میان عدد و هندسه اخوان نگریده شده، پیوند اعداد و مفاهیم قابل تأمل است. اگر به اعتباری هندسه اساس ظهور صورت منظور شود، به همین اعتبار اعداد به سطح بالاتری از انتزاع با وجودات عقلی از طریق پیوند با حروف و اسما مناسبت دارند. حمیدرضا آشتیانی و سام مرادزاده (۲۰۲۰) در خصوص رسائل اخوان عنوان نموده‌اند که این رسائل کامل‌ترین و مهم‌ترین منبع نسبت میان نظر و عمل بر محوریت تأثیر بر صناعات ایرانی و اسلامی از قرن چهارم به بعد است. مسئله تفکرات اخوان و نقوش هندسی بنا از آن نقطه نظر حائز اهمیت است که معمار و هنرمند مسلمان نه با نگاه مستقیم به مبانی نظری بلکه با ضمیر ناخودآگاه خود اثر را خلق کرده است.

۲. بدنه پژوهش

۲-۱. دیدگاه اخوان در باب ریاضیات و هندسه

باتوجه به مکتوبات اخوان در طبقه‌بندی علمی درباره علوم، ریاضیات را از علوم و فلسفه حقیقی به شمار آورده‌اند. علمی برآمده از اندیشه بشری و معطوف به دستیابی به حقایق هستی است. اخوان فلسفه حکمت را آغاز راه فلسفه و حکمت را همانا دوست داشتن علوم و دانش‌ها از جمله ریاضیات تفسیر نموده‌اند. شناخت حقایق موجودات تاحدامکان و طاقت انسانی و فرجام آن تطبیق گفتار و کردار انسانی با علم و دانش است. همان‌گونه که در جدول (۱) به نسخه ریاضیات اخوان استناد شده است، علوم فلسفه حقیقی را ریاضیات، منطق، طبیعیات و الهیات می‌دانند و ریاضیات را شامل عدد، هندسه، نجوم، موسیقی و دیگر موارد مرتبط با ریاضیات می‌دانند که مقدم بر این موضوعات عدد و هندسه در دانش نظری و صناعات عملی است (Enayat 2007). جهان از اعداد تشکیل شده است و این اعداد با توافق و هماهنگی خود جهانی منظم را پدید آورده‌اند. علم عدد و هندسه، طریق وصال به علم توحید و حکمت است و

بر صنعت و آفرینش علمی و هندسه معقول را مقوم فکر و آفریننده علم؛ و نیز هر دو را بابتی برای ورود به درک گوهر حکمت و جوهر نفس دانسته‌اند. اخوان الصفا در بخشی دیگر از رسائل، هندسه را راهی به سوی قوت فکر و خیال برای ادراک جوهر نفس و ذات اشیا منظور داشته‌اند. حسن بلخاری در کتاب هندسه خیال و زیبایی (۲۰۱۷) تأکید نموده اخوان نخستین اندیشمندان تاریخ حکمت و اندیشه اسلامی هستند که مراتب عقل و علم را با استناد به مراتب تأویلی تشریح و تصویر کرده‌اند و از اولین نظریه پردازان قائل به ارتباط میان مراتب عقل و ارواح در تمدن اسلامی به شمار می‌آیند. اهمیت و نقش محوری اخوان الصفا در تاریخ اندیشه و هنر اسلامی ضرورت بازشناسی آرای آنان را ایجاب می‌کند. پژوهش درباره اندیشه و آرای اخوان در هنر و زیبایی، بررسی جایگاه انسان، مراتب عالم و قوای نفس، حسن و زیبایی در آرای آنان و سپس بنیان‌های حکمی هنر و صنعت و نقش بنیادین اخوان الصفا در ظهور فتوت‌نامه‌ها بیان شده است. آرای اخوان بیانگر جایگاه ویژه این بزرگان در تاریخ فرهنگ اسلامی است. فاطمه دوست‌قرین در پژوهش عدد در اندیشه اخوان الصفا (۲۰۱۵) این موضوع را ارائه می‌دهد که اخوان سراسر جهان را با پیوندهای عددی و ترکیبات هندسی مرتبط نموده‌اند. طبیعت موجودات با طبیعت عدد و هندسه مطابق است. از نظر اخوان عددی در جهان یافت نمی‌شود که خداوند جنس آن‌ها را با یکدیگر تألیف کرده و از میان آن نسبت‌های هندسی و موسیقی پدیدآمده است.

جعفر طاهری در پایان‌نامه دکتری تخصصی خود (۲۰۱۱) بیان می‌دارد سرشت ریاضیات در معماری اسلامی به بازاندیشی ارتباط عدد و هندسه در نظرات اخوان الصفا وابسته است. اعداد از طریق مناسبت با حروف و اسماء الهی حلقه واسطه صور و اشکال هندسی با مفاهیم و معانی هستند. اگر از منظر فلسفی

مختلفی، مجالسی خاصی داشتند که در مواقع معین برگزار گردیده و کسی جز آنان در این مجالس حاضر نمی‌شد. در این محافل علوم خود را مورد مذاکره قرار می‌دادند و آسرار خویش را در معرض محاوره و بحث درمی‌آوردند. در این مباحث به غالب علوم خاصه علوم الهی که غرض اقتضای اخوان بود، توجه می‌شد و شرط عمده کار ایشان آن بود که نسبت به هیچ یک از علوم دشمنی نکنند و هیچ کتابی را به چشم بی‌اعتنایی ننگرند و نسبت به هیچ یک از مذاهب تعصب نورزند (Moftakhari 2012). نتایج این جلسات مشورتی به صورت رسائل در اختیار جامعه علمی و سپس جامعه صنعت چون معماران قرار می‌گرفت.

اصل موجودات و ریشه باقی علوم است (Delavari 2012). نظام معنوی و عقلی اخوان که به عنوان یکی از مؤلفه‌های تمدن در قالب‌های گوناگون دینی و غیردینی است، بر هنر، ادبیات، علم و هرآنچه عطش روحی و روانی افراد جامعه را فرو می‌نشاند و هویتی عاطفی و روانی ایجاد می‌کند، مشتمل است. ریاضیات در قالب زبان، هنر و علم ریخته می‌شود. از هنر با عنوان صناعت یاد می‌کنند و صناعت در اندیشه آنان اعم است از هنرهای زیبا و هنرهای مهارتی (Karami Ghahi 2011). جهت ترویج و آموزش ریاضیات در شناخت اعداد و هندسه در صناعات گوناگونی چون معماری علاوه بر رسائل مذکور، در سرزمین‌های

جدول ۱: تحلیل نسخه مکتوب ریاضیات اخوان‌الصفاء در خصوص پرداخت به هندسه و ارتباط با معماری.

Table1: Explanation of Akhavan's mathematics treatise on payment to geometry and its relation to Professional industries such as architecture.

| منبع مورد بررسی تحلیلی | اشاره و ارتباط با علم معماری | اشاره به هندسه در رساله | ۱۴ رساله ریاضیات | |
|---|--|--|--|-------------------------------|
| نسخه مکتوب ریاضیات اخوان‌الصفاء شامل چهارده رساله به صورت بخش‌های بهم پیوسته (Akhavan 1957) | مرتبط: در بحث نظری اثباتی | تعمیم عدد به هندسه | عدد | اخوان‌الصفاء نسخه ریاضی |
| | مرتبط: ترسیم و الگو قرار دادن شکل‌های هندسی با مقیاس‌های متفاوت | اشاره مستقیم به اشکال هندسی و ترسیم | هندسه | |
| | غیرمرتبط | اشاره مختصر به نوع هندسه شکلی قرارگیری ستارگان | ستاره‌شناسی | |
| | مرتبط: در برخی طراحی‌های فضای درونی معماری | اشاره مختصر به قوانین موسیقایی و اعداد | موسیقی | |
| | مرتبط: در برخورد با زمین و اقلیم برای بنای معماری | اشاره به هندسه مساحی زمین و طبیعت | جغرافیا | |
| | مرتبط: جهت تعمیم و الگوگیری با مقیاس متنوع کارکردی | روابط مستتر بین اعداد و هندسه شکلی و ترسیمی | نسبت‌های عددی و هندسی | |
| | مرتبط: اشاره به فلسفه و قوانین نظری و حکمی صناعت هنر و بنایان (معماری) | هندسه در کاربرد نظریات معادله‌ای | صنایع علمی نظری و انواع آن | |
| | مرتبط: اشاره مستقیم به نحوه کارکرد هندسه در صناعت رییس‌البنایان (معماران) | کاربرد هندسه و عدد در صناعات هنری | صنایع هنرهای عملی و حرفه‌ای | |
| | مرتبط: در خصوص ارتباط هدف از عمل صناعت و جایگاه انسانی | اشارات مختصر به مباحث فلسفی هندسه اخلاق | اختلاف اخلاق و علت‌های آن | |
| | غیرمرتبط | تعمیم هندسه به بخش کاربردی | در مدخل منطق ایساغوجی | |
| | مرتبط: اثبات مبانی نظری پرداخت شده به واسطه معادلات عددی | تعمیم هندسه نظری به معادلات عددی | در باره مقولات ده‌گانه قاطیغوریاس | |
| | مرتبط: کاربرد و خواص هندسه در اشکال دوبعدی و به صورت مختصر سه‌بعدی | پرداخت نظری مختصر به هندسه فرمی | در باره کتاب العبارة ارسطو، پیری هرمیناس | |
| | غیرمرتبط | بدون اشاره خاص | تحلیل‌های نخستین آنولوطیقا الاولی | |
| | غیرمرتبط | بدون اشاره خاص | تحلیل‌های پسین آنولوطیقا الثانیه | |

خواص است. مبدأ هندسه در این دیدگاه «نقطه» است

هندسه علم شناخت مقادیر، ابعاد، کمیت انواع و

و با استنادی که به آرای فلاسفه یونانی نموده‌اند، هندسه به دو بخش عقلی و حسی تقسیم شده است. از مثلث به‌عنوان مبنایی برای ورود به هندسه عقلی و بنیان‌های نظری استفاده شده است. هدف از تقدم هندسه نسبت به علوم دیگر و قرارداد آن پس از علم عدد، هدایت متعلمان از محسوسات به معقولات است و نیز ارتقای علم‌آموزان از امور جسمانی به امور روحانی است. هندسه مبنای ساختاری نظام عالم در جهان فوق و تحت قمر است (Heinz 2007). هندسه دارای دو وادی اساسی کمیتی و کیفیتی است. هندسه کمیتی که هندسه به‌صورت حسی یا مؤلفه کمیتی و شناخت به مقادیر است و ابزار ادراک آن هم ابزار حسی است، نظیر دیدن از طریق چشم و درک از طریق لمس کردن که محدود به کارایی فنی و ابزاری است و حاصل آن تکنیک و فن است. این وادی به‌صورت مادی و عینی قابلیت شناخت دارد. هندسه کیفیتی که هندسه عقلی نامیده می‌شود و از طریق ابزار غیرحسی ادراک می‌شود، شناخت معنا و مفهوم و نسبت‌ها، از طریق عقل است که با کمک ابزارهای عقل حاصل می‌شود و نامحدود به اندازه عقل است که شناخت آرمان‌ها و شناخت بنیادین از هستی را در پی دارد. معرفت به این هندسه با عقلانیت در ارتباط است و نهایت عقلانیت، نیل به معرفت الهی است که از طریق هندسه عقلی حاصل می‌شود و بالاترین شناخت است (Akhavan Alsafa 2001).

۲-۲. دیدگاه اخوان به هندسه در صناعت معماری اسلامی

صناعت ذوق و استعداد به‌همراهی عنصر عقلانی و نیرویی است که انسان به سبب آن دریافت‌های کلی و اندیشه‌نگرانه‌ای دارد و به سبب همین نیرو به دانش و پیشه دست می‌زند (Farabi 2010). اخوان صناعت را عملی معرفی می‌نمایند که صاحب صنعتی چون معمار صورت عملی را که در ذهن دارد، در خارج تحقق و

ماده آن را وضع نماید (Akhavan 1957). در بحث صناعت، عالمان اسلامی آغازکننده صناعت را خداوند معرفی می‌نمایند که عالم را در بُعد خاکی آن ایجاد نموده است. مفهوم اساسی صناعت معماری در رسالات ریاضی و صناعات اخوان و دیگر عالمان اسلامی چون فارابی به دو صورت صناعت بنا و ریاست بنا اشاره شده است. صناعت بنا، به تخصص ماهر معمار در عمل برپایی بنای معماری اشاره دارد. ریاست بنا به متخصص و متفکر معمار که به تشخیص موضوع شایسته عمل و نحوه اساسی پرداخت به عمل معماری می‌پردازد. براین اساس صناعت معماری اسلامی در اساس تعریفی نوشتار همان صناعت ریاست بنا در اشاره اخوان می‌باشد. از بااهمیت‌ترین دانش‌های مرتبط با صناعت ریاست بنا علم هندسه مستخرج شده از دانش ریاضی‌دانان اسلامی است (Iqbal 2019). اساس هندسه در صناعت معماری وادی اساسی عقل و منطق است. جایگاه و نقش ریاضیات در فهم معماری، به‌ویژه دقت در فهم معانی و نسبت‌های حاکم در بین اشیاست. ریاضیات پایه و اساس علوم مربوط به زندگی از جمله معاملات، حرف، صنایع و تجارت است که هندسه در باب معماری معرفی می‌گردد. با بهره‌گیری از عقل در علم معماری، می‌توان به ظرایف امور اجرای بنا پی برد. کسب مهارت اندازه و کمیت در حرفه معماری از طریق وادی اول هندسه کمیتی و حسی حاصل می‌شود و مهارت کیفیت و زیبایی با نظرکردن در هندسه عقلی به‌دست می‌آید. بهره‌گیری از اشکال هندسی کامل و دارای معانی رمزی و تمثیلی و همچنین کاربرد اعداد خاص در تزیینات و تقسیمات فضا از دیدگاه‌های عددی و هندسی اخوان است. حضور شکل‌های کامل هندسی در کالبد معماری اسلامی همچون حیاط‌ها وجود دارد. قاعده حیاط عنصر اصلی بنا، همواره شکلی منظم و هندسی مانند مربع، مستطیل یا یکی از انواع هشت ضلعی را دارد. همراه حیاط فضاهای

بسته و نیمه‌بسته نیز این ویژگی را دارند (Akash 2008).

اکثر فضاها در معماری منبعث شده از دیدگاه اخوان از مربع و دایره تشکیل شده‌اند. دایره در نظام اعداد اخوان نماد عدد یک بوده و وحدت مطلق را نمایش می‌دهد و به‌عنوان نماد خداوند عرضه می‌گردد. بر اساس این دیدگاه دایره و مربع و مشتقات آن‌ها کامل‌ترین شکل‌های هندسی و در همان حال بازتاب تفکر متعالی و کمال‌یافته انسان‌ها هستند. مربع نشانی از زمین و عالم کون و فساد است و رمز عناصر اربعه و تمثیل دنیای خاکی (Saromi 2010). بر اساس دیدگاه اخوان تبدیل مربع به دایره با عنوان استحاله، معنایی عمیق دارد. این تبدیل رمز تحول و تعالی است که از دنیای خاک به آسمان تبدیل شدن است. هنر معماری اسلامی فقط در وادی استدلال نیست بلکه از تمثیلات انتزاعی هندسی نیز برای تجسم توحید یاری می‌جوید. براین اساس توحید را فقط با توسل به احکام سلبيه و از طریق طرح‌های منتظم هندسی می‌توان در عالم ماده ایجاد نمود (Asgari, 2012). فضاهای معماری اعم از گنبدخانه‌ها، ایوان‌ها، اتاق‌ها و تالارها حجم‌های منظمی دارند. در ترکیب شکلی هندسی حجم‌های معماری نظم‌های هندسی خاصی مشاهده می‌شود. آرایش داخلی فضاها و مخصوصاً سقف‌ها هندسه‌ای خاص دارند. استفاده از اعداد خاص در تقسیم‌بندی نماها جزو اصول معماری معرفی شده است. عدد چهار در دیدگاه اخوان در بحث سلسله‌مراتب وجود متناظر با هیولی است که بر چهار قسم صنعت، طبیعت، کلیت و ماده اولیه است (Louler 2012).

مربع کامل، نماد خاک در هندسه است. در چشم‌انداز اسلامی اخوان همه عناصر چهارگانه در تلفیق خود تشکیل موالید سه‌گانه جماد، نبات و حیوان هستند که بر خاک پدیدار می‌شوند و همراه با سلسله‌مراتب مخلوقات جنبه رمز و نماد می‌گیرند. در علم اعداد

اخوان، مربع نماد عدد چهار است (NourAghaei 2014). دایره کامل، نقطه‌ای گسترده در هندسه و نمادی از زمان است که در نهایت نمادی از حرکت و آسمان می‌باشد. دواير متحدالمركز بر هندسه ساختاری نظام عالم در جهان قلمداد می‌شود. جسم نقش افضل اشکال یعنی کروییت را در خود پذیرفته و به دلیل صفا و لطافت اولین ارکان عالم یعنی افلاک به صورت دایره خلق شده است (Ghamir 2010). صورت نمادین مثلث به مثابه انتقال گاه و پیونددهنده آسمان و زمین محسوب می‌شود و آغازی برای پیشرفت در معانی کیهانی است. هندسه‌ای با دقت است که زوایا، درجات و اندازه‌ها دارای اصولی هستند که بر توازن دقیق اعداد دلالت می‌کنند و خود نیز نوعی اصل هندسی برای ترسیم دیگر اشکال‌اند. در علم اعداد اخوان، مثلث نماد عدد سه است (Shimell 2013). در پرداخت به جهان‌شناسی اخوان و ویژگی‌های عالم صغیر و کبیر، صنعت و دست‌ساخته‌های انسان محل توجه بوده است و صنعتی چون معماری و خلق اثر معماری چون مراتب رسیدن به انسان کامل تلقی شده است. در معماری شباهت ظاهر با بدن انسان موردنظر نیست بلکه ویژگی‌های متعالی انسان و طبیعت آن را تمثیلی از عالم غیب می‌کند. هندسه در کالبد و روح بنا تجلی می‌یابد به طوری که هر تک‌بنای معماری عالمی کبیر در مقیاسی کوچک است. در این دیدگاه معمار مسلمان در پی آن است که بنای معماری خود را به انسان کامل شباهت دهد و به تعبیری آن را بر صورت باطنی انسان کامل بسازد (Emadian Razavi, 2015). همان‌طور که در جهان طبیعت از مجموعه عناصری که هریک برای هدفی خاص خلق شده‌اند تشکیل شده است، در معماری نیز فضاها برای هدفی مشخص و ساختاری تعریف شده در راستای تشکیل یک کل یکپارچه می‌باشند. در معماری، فضاها حول یک محور خودنمایی می‌کنند. این مرز و محور به فضاها نظم می‌دهد و مانع تفرق و پراکندگی آن‌ها می

شود.

از آن‌ها می‌باشد و سپس اشکال خالص هندسی که با روابط محاسباتی ریاضی می‌توانند در ابعاد و مقیاس‌های متنوع مورد استفاده قرار بگیرند.

۳-۱. توجه به اعداد یک، دو، سه و چهار در محاسبات هندسی اخوان

عدد یک به مثابه ذات باری تعالی در نظر گرفته شده است و همچنین عقل فعال، نخستین چیزی که از نور وحدانیت ابداع گردیده است و جوهر بسیطی که عقل نامیده شده است. با تکرار عدد واحد اول عدد دو پدید می‌آید و سپس نفس کلی شکل می‌گیرد و از اختلاط عدد دو با عدد اول واحد عدد سه پدید می‌آید. ماده نخستین در این روند از حرکت نفس پدیدآمده است یعنی عدد واحد اول با عدد سه جمع گردیده است و عدد چهار پدیدآمده است. از عدد چهار به بعد موجودات بر اساس ماده پدید آمده‌اند و بر اساس نفس مرتب شده و نظم پیدا نموده‌اند. بر این اساس، در محاسبات عددی و هندسی قرارگرفتن این اعداد به صورت ضرایب و همچنین کاربرد تناسباتی مورد استفاده باید قرار بگیرد.

۳-۲. توجه به علم هندسه در محاسبات هندسی اخوان

در توجه به اشکال خالص هندسی توجه به فرم دایره به عنوان عدد یک به عنوان تصویری از دنیا معرفی شده است که علامتی بر جمع بودن در مرکزیت و انتقال نیز خوانده شده است. در این بین توجه به تناسبات خط و نقطه و جایگاه قرارگیری آن‌ها نیز اشاره شده است که حول اشکال خالص باید به تناسبات و تقارن‌های محوری پدید آیند. شکل خالص مثلث با اضلاع یکسان که یادآور عدد سه است. در تناسبات فرمی و شکلی هرگونه فرم منشعب شده از اشکال خالص هندسی باید به صورت دقیق و محاسبه شده بر مدار تناسبات قابل محاسبه عددی و همچنین قابلیت درک

بر اساس سلسله مراتب وجود هر مخلوقی شأن خاص خود را دارد و به سبب شأنیت خود امکان بهره‌برداری از سایر مخلوقات را دارد. انسان در مرتبه بالاتری از موالید سه‌گانه قرار گرفته و در بین این موالید یعنی حیوانات بر نباتات و نباتات بر جمادات برتری دارد. بر همین اساس در معماری اسلامی، معمار غیر از حیاط که قلب اتصالی و حیات بخش بنای معماری است، دیگر فضاهای معماری را نیز حتی‌المقدور با ابتکارهای معمارانه به شکلی منظم اختصاص داده و اشکال نامنظمی را به فضاهای کم‌اهمیت و خارج از دید گذارده است (Navaei & HajiGhasemi 2011). انعطاف‌پذیری و تغییر شکل بسیار جزوهای بنای معماری در اصل حفظ خلوص شکل‌های قاعده را در تک‌فضاها و ترکیب آن‌ها میسر می‌کند. هر فضای معماری جایگاهی متناسب با شأن و مقام بنای معماری دارد. ارزش مکانی نقاط مختلف در بنا، بر اساس جایگاه آن نسبت به حیاط و هندسه مربع سنجیده می‌شود. فضاهای اصلی روی محورهای اصلی ساختمان معماری و فضاهای کم‌اهمیت در جوار فضاهای اصلی و فضاهای خدماتی در پشت سایر فضاها در گوشه‌های زمین جای می‌گیرند (Tahbaz 2014).

۳. تحلیل و بررسی هندسه معماری از دیدگاه اخوان

در تحلیل هندسه در نسخه ریاضیات اخوان به صورت منطقی و دقیق به موارد عددی و هندسی در پرداخت و اثبات نظری و همچنین کاربرد عملی در صناعات اشاره شده است. در جهت بهره‌برداری مناسب از این آموزه‌ها باید بر مدار توجه به نکاتی بود که می‌توان به صورت تجلیلی دقیق و تفسیر شده در علم معماری آن را توجیه و مورد استفاده قرار داد. تأکیدات اساسی بر هندسه در ابتدا از اعداد و توجه به خلوص استفاده

تصویری باشند. مربع به عنوان بسط‌دهنده اشکال و نمود چهار جهت جهان است که عدد چهار در محاسبات هندسی و تناسباتی را باید مورد تأیید قرار دهد. اشکال پدیدآمده از مربع چون ابعاد متنوع مستطیل باید در تناسب عددی با مربع ذاتی خود باشند. مربع و اشکال هندسی منشعب از آن جمع‌کننده دیگر اشکال در تناسب و تعادل ادراکی بصری نقش ایفا می‌نماید. همان‌گونه که در جدول (۲) مشخص

شده است این موارد هندسی به صورت اصول ترسیمی هندسی با قابلیت تغییر مقیاس در پاسخ به عملکرد لازم، به معماران معرفی شده است. این موارد به صورت تحلیلی و تطبیقی در اصول اجرایی بنای معماری توسط معماران به صورت هندسه کاربردی وارد گردیده است که در جدول (۳) به صورت مبانی اجرایی هندسی در بنای معماری شرح داده شده است.

جدول ۲: موارد هندسی محاسباتی و کاربردی در علم عدد و هندسه باتوجه به تحلیل و تفسیر رساله هندسه اخوان الصفا.

Table2: Computational and applied geometric cases in number science and geometry according to the analysis and interpretation of the Akhavan Al-Safa geometry treatise.

| نوع فرمی هندسه | نماد عددی هندسی | مورد کاربرد هندسی | مورد کاربردی معماری اسلامی | تصویر |
|----------------------------|-----------------|---------------------------|--|---|
| خط و نقطه هندسی | ۱ و ۲ | شروع و ایجاد محور | محورها و نقاط تقارنی |  |
| شکل خالص هندسی دایره | یک | انتقال‌دهنده و مرکزیت | تبدیل مربع به دایره و مرکزیت داخلی پلانی |  |
| شکل خالص هندسی مثلث | سه | تناسب بندی شکلی و فرمی | تناسب بندی فرمی و جداره‌های فضاها |  |
| شکل خالص هندسی مربع | چهار | جمع‌کننده اشکال | مرتبط‌کننده فضاها با اشکال متفاوت |  |
| اشکال پدیدآمده بعد از مربع | از چهار به بعد | به دنبال خاصیت اشکال خالص | پاسخ‌دهی به نیازهای موجود در انواع کارکردی |  |

بر طبق بررسی و تحلیل هندسه در معنای خالص و همچنین موضوعات مرتبط آن با صناعت معماری، اخوان نوع و گونه برخورد با هندسه ترسیمی و همچنین مبانی نظری در کاربرد آن را جهت برپایی بنای معماری محاسبه و ارائه نموده‌اند. هندسه‌ای که در طراحی و همچنین تحلیل بنای معماری طبق تحلیل جداول (۱) و (۲) در ارتباط با صناعت معماری و کاربردی است که می‌توان در علم کنونی معماری در باب هندسه از آن سخن گفت. این موارد در جدول (۳) به صورت جمع بندی نهایی تحلیلی هندسه از دیدگاه اخوان منتج از رساله هندسه ارائه گردیده است. بر اساس تحلیل‌های انجام‌شده در خصوص کارکردی بودن پلان معماری بنا به عنوان زمینه و بستر معرفی شده از

نگاه اخوان جهت ترسیم و طراحی باید از هندسه مربع و مستطیل بهره برده که نحوه ترسیم آن باتوجه به خاصیت مصالح و همچنین ایجاد نظم کارکردی است. این موضوع به صورت تحلیلی باید در بستر بنای معماری به عنوان پلان مورد برخورد واقع گردد. نظم در این تعریف به این صورت ارائه گردیده است که بر اساس نوع کاربری بنا و همچنین مقیاس انسانی مورد نظر باید روابط در پلان بر اساس این دو هندسه ترتیب بیابد. جهت برپایی چنین نظامی در خاصیت معادلات ریاضی عددی و ترسیمی هندسه نحوه ترسیم این اشکال هندسی در پلان مربع با ضریب آزاد $\sqrt{2}$ و پلان مستطیل با ضریب آزاد $\sqrt{5}$ جهت وارد نمودن مقیاس متنوع متناسب با میزان کارکرد بنای معماری

است. نحوه تحلیل هندسی بر اساس رساله هندسه اخوان به صورت شکلی در جدول (۳) ارائه گردیده است. جهت یکپارچه بودن بنای معماری از منظر هندسی، اصول تقارن و تعادل در نقشه بنا ارائه گردد. بر اساس نظریه اخوان این منظور به واسطه هندسه نقطه و خط مهیا می‌گردد در سازماندهی تعادلی و تقارنی بنا در عرصه بستر و جداره‌سازی آن. بر این اساس، به صورت قانون ترسیمی ارائه شده باید به واسطه هندسه نقطه و اصل زاویه‌سازی نود درجه یا هندسه خط و اصل زاویه‌سازی ۱۸۰ درجه بنای معماری در خاصیت عناصر و فضا‌سازی پلانی و نما دارای تقارن و تعادل باشد. نحوه هندسه ترسیمی ارائه شده اخوان بر طبق اصول و معادلات ریاضی این موضوع در جدول (۳) ارائه گردیده است.

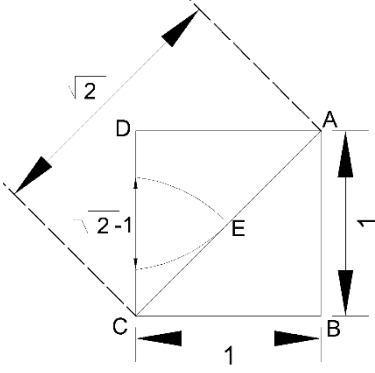
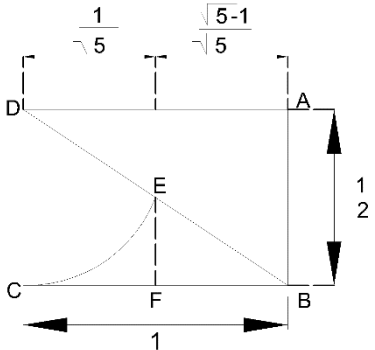
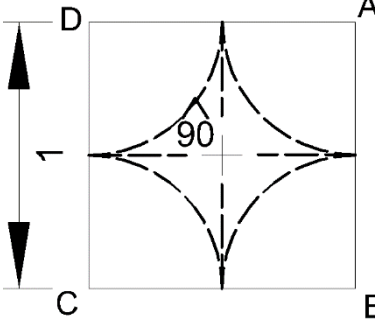
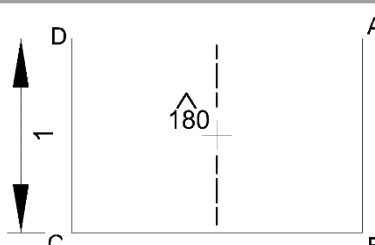
در خصوص هندسه مثلث در بنای معماری اشاره شده است که جداره بنا در بحث ارتفاعات عمودی باید به گونه‌ای ترسیم گردد که ارتفاع خالص وارد بر وسط قاعده مثلث در تناسب اندازه به صورت واحد یکسان وتر و کل قاعده باشد. در این صورت ارتفاع به صورت مقیاس آزاد $\frac{\sqrt{3}}{2}$ است. این موضوع در حالت نمای یکپارچه مصداق ندارد و به صورت جزء به جزء در برخورد با عناصر معماری همچون ایوان در نما دارای کارکرد هندسی از جانب اخوان است. جهت برپایی پوشش دایره‌ای بر نظام هندسی مربع فرآیندی هندسی بر اساس خواص مصالح باید صورت پذیرد که در رساله هندسه به آن در صناعت معماران استحال هندسه ترسیمی مربع به دایره اشاره شده است. در این فرآیند هندسی مربع در بستر خود تحت اضلاع به مراتب کوچک‌شونده بر مدار مقیاس تبدیل به واحدهای کمتر که در ریاضیات عددی $\sqrt{5}-1$ می‌تواند باشد، به فرم دایره هندسی می‌رسد. فرم هندسی دایره علاوه بر نکات ارائه شده ترسیمی و اجرایی جهت نمایش عنصر و اتفاق با اهمیت معماری نیز مورد اشاره قرار گرفته است

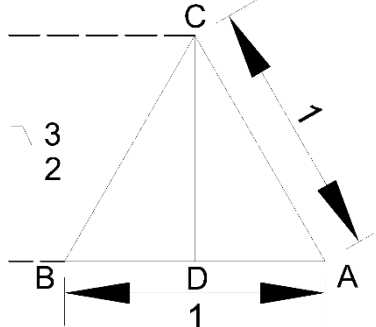
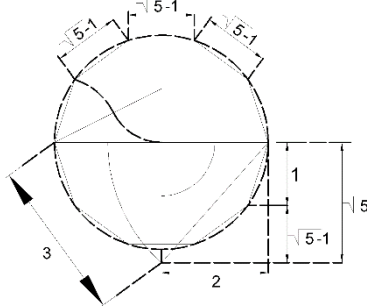
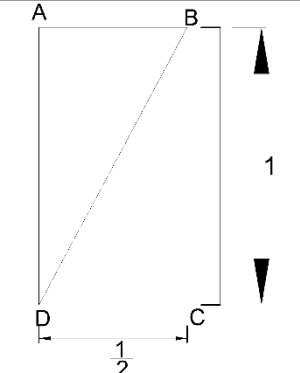
که باید نقاط کانونی تعادلی و تقارنی را در این خصوص مدنظر قرار داد. نحوه اشاره ترسیمی هندسه دایره به صورت ریاضیات عددی در جدول (۳) ارائه گردیده است. در بحث مطابق‌سازی بنا به فراخور وضعیت انسانی این موضوع در دو حالت کلی هندسی بیان گردیده است که حالت اول آن انسان در حالت ایستای حرکت اشاره شده است که در بحث فضای جداره‌ای باید به آن پرداخت. در این حالت، هندسه مستطیل بر اساس ارتفاع انسانی که واحد متغیر یک است، در قاعده $\frac{1}{2}$ مستطیل هندسی مشخص شده است. در حالت دوم پیمون انسانی نیز اشاره شده در عملکرد دسترسی انسانی بر اساس هندسه دایره و شعاع دسترسی باید در حالت اندازه ضلع به دو واحد، باید شعاع به صورت واحد سه محاسبه گردد. این موضوع بر حسب میزان و تعداد کاربران از قاعده افزایشی برخوردار است که در جدول (۳) حالت ترسیمی آن نمایش داده شده است.

در نهایت، در رساله صناعات عملی اشاره شده است که بنای برپاشده باید دارای دو خصوصیت اساسی باشد. در جهت رفع نیاز انسانی در زندگی روزمره باشد و در این خصوص جامعیت و عملکرد انسانی در مقیاس فردی و جمعی موردنظر است. دارای طرح و نقشه هندسی باشد و به صورت روند جزء به کل و برعکس قواعد هندسی اشاره شده در برپایی بنای معماری در طرح و نقشه و بنای اجرا شده موجود باشد. تمامی موارد اشاره شده اخوان که به صورت ترسیمات هندسی همراه توضیحات نظری است، در جدول (۳) به صورت تحلیل دقیق هندسی و معماری مورد جمع‌بندی تحلیلی قرار گرفته است. این موارد در بررسی هندسه بنای معماری طبق جداول (۴) و (۵) با توجه به موضوع مورد برخورد می‌تواند محکی در خصوص تحلیل هندسی بناهای معماری از دیدگاه هندسه اخوان به عنوان دستاورد این پژوهش باشد.

جدول ۳: اصول هندسی مستخرج شده از تحلیل و تفسیر هندسه در دیدگاه اخوان الصفا بر اساس نسخه ریاضیات از رساله هندسه.

Table3: Geometric Principles Extracted from the Analysis and Interpretation of Geometry in the View of the Akhavan AlSafa in the Treatise of Geometry.

| توضیحات نحوه بررسی هندسی بر اساس ترسیمات هندسی و عددی ریاضی | محل معماری مورد تحلیل | وارد شدن هندسه در معماری بنا | هندسه ترسیمی مورد بررسی | موضوع هندسی در بنای معماری |
|--|-----------------------|---|-------------------------|-----------------------------------|
|  <p>۱- بررسی با هندسه ترسیمی مربع با ضریب مقیاس آزاد $\sqrt{2}$ در پلان معماری - (روش ۰۱)</p> | پلان بنای معماری | ایجاد نظم هندسی در کاربرد بنای معماری بر اساس مقیاس متفاوت در ترسیم و اجرای پلان معماری | مربع و مستطیل | ایجاد نظم کارکردی بین اشکال هندسی |
|  <p>۲- بررسی با هندسه ترسیمی مستطیل با ضریب مقیاس آزاد $\sqrt{5}$ در پلان معماری - (روش ۰۲)</p> | | | | |
|  <p>۱- بررسی تقارن و تعادل با هندسه نقطه در زاویه ۹۰ درجه در نما و پلان معماری - (روش ۰۳)</p>  | پلان و نمای معماری | ایجاد تقارن و تعادل در فضا و عناصر معماری بنا | خط و نقطه | ایجاد یکپارچگی فضایی و کارکردی |

| | | | | |
|---|--|---|--|--|
| <p>۲- بررسی تقارن و تعادل با هندسه خط در زاویه ۱۸۰ درجه در نما و پلان معماری - (روش ۰۴)</p> | | | | |
|  <p>بررسی تناسب کارکردی در عناصر نمای بنای معماری با هندسه مثلث قاعده و وتر یکسان و ارتفاع مورد کاربرد - (روش ۰۵)</p> | <p>نمای معماری</p> | <p>تناسب بین قاعده فرم هندسی و ارتفاع آن بر اساس کارکرد معماری و نیاز انسانی</p> | <p>مثلث</p> | <p>ایجاد تناسبات کارکردی و بصری عمودی</p> |
|  <p>بررسی استحاله مربع به دایره در ایجاد پوشش ایستای دایره‌ای و ایجاد نقطه کانونی در ترسیم هندسی - (روش ۰۶)</p> | <p>پلان معماری در جهت استحاله و نمای معماری در جهت نقطه کانونی</p> | <p>پوشش سقف در تناسب با خاصیت مصالح و کارکرد معماری و ایجاد نقاط کانونی بنای معماری</p> | <p>دایره</p> | <p>استحاله مربع به دایره و ایجاد نقاط کانونی بنا</p> |
|  <p>۱- بررسی ابعاد حرکتی انسانی در قاعده هندسه مستطیل به ارتفاع پیمون انسانی با واحد ۱ در ارتفاع مثلثی با وتری که قطر دایره است - (روش ۰۷)</p> | <p>در خصوص خاصیت ترسیمی مستطیل در روابط نمای معماری از جهت حرکت و در خصوص خاصیت ترسیمی دایره در روابط پلان معماری جهت شعاع عملکردی</p> | <p>کارکردی بودن و محاسبه کردن ابعاد فضاهای معماری در برطرف کردن نوع نیاز انسانی</p> | <p>به کاربردن پیمون انسانی در خاصیت مستطیل از جهت حرکت و خاصیت دایره از جهت شعاع عملکردی</p> | <p>تعیین تناسبات انسانی در کارکرد بنای معماری</p> |

| | | | | |
|--|--|--|--|---|
| ۲- بررسی ابعاد عملکردی در دسترسی انسانی در هندسه دایره به واسطه شعاع عملکردی هندسی آن - (روش ۰۸) | | | | |
| مراجعه به مستندات تاریخی و کارکردی بنای معماری در حوزه تحت پوشش - (روش ۰۹) | کاربری بنای معماری در دوره زمانی احداث شده | کاربری معماری باید که زندگی فردی و اجتماعی را به سمت آرامش و حرکت به سمت رفع نیاز انسانی برساند. | پاسخ به نیازهای فردی و اجتماعی روز در جهت آسان کردن مراتب زندگی | رفع نیاز کاربردی فردی و اجتماعی |
| جمع‌بندی رعایت هندسه اخوان در بنای معماری در قسمت‌های اشاره شده و خروجی دادن آن به کلیت هندسه بنای معماری - (روش ۱۰) | جمع موارد هندسی اخوان در بنای معماری | با حرکت از کلیت هندسی بنای معماری به سمت جزئیات آن و برعکس باید قوانین ترسیمی هندسی دیده شود. | طرح و نقشه معماری در نهایت اجرای بنا دارای هندسه‌های خرد اشاره شده باشد. | کلیت برنامه‌ریزی شده هندسی بنای معماری |

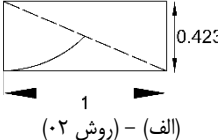
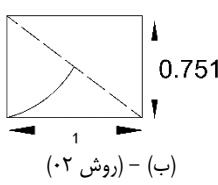
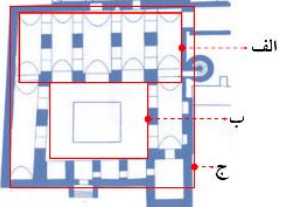
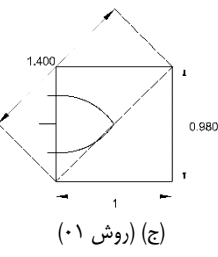

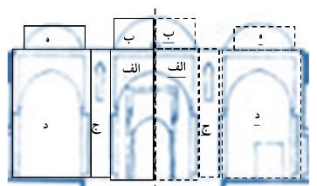
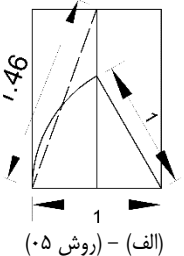
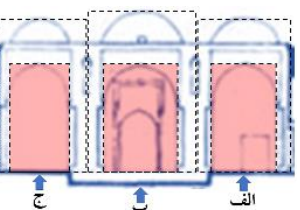
۳-۳. تحلیل هندسی بناهای معماری

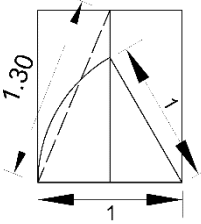
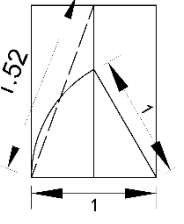
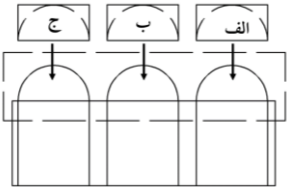
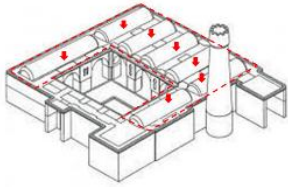
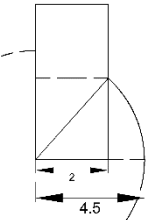
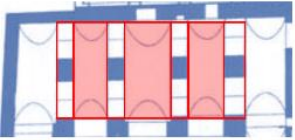
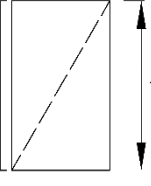
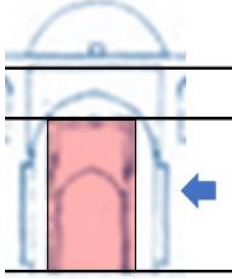
از موضوعات بسیار مهم در پژوهش تغییر و تحول نظام هندسی در معماری ایران بعد از حضور پرننگ ریاضی‌دانانی چون جمعیت اخوان است. این موضوع که آیا حضور ریاضی‌دانان و ارتباط آن‌ها با معماری که عمدتاً طبق مستندات موجود چون جمعیت اخوان در قرون بعد از چهارم هجری هستند، آیا تغییری مثبت در هندسه بناهای معماری داشته‌اند، با اهمیت است. در جهت بررسی این موضوع نمونه‌های موردی مربوط به دوره قبل از چهارم هجری و بعد از آن مورد بررسی قرار گرفتند. برای رسیدن به نتایج کاربردی‌تر در انتخاب نمونه‌ها این موضوع در برخورد با کاربری‌های یکسان به صورت کاربری مسجد انتخاب گردید. دلیل اصلی در انتخاب این نوع کاربری این است که در تاریخ معماری ایران مسجد دارای جایگاه بالارزش مردمی، سیاسی و حکومتی بوده است و در برپایی حفظ امنیت آن تلاش فراوانی شده است. همچنین در برپایی مساجد، با اهمیتی که مخصوصاً در تاریخ معماری ایران ماندگار شده‌اند، از استادان ماهر معماری طبق کتیبه‌های موجود بهره گرفته شده است. معماران این بناها ارتباطات مستحکمی با عالمان زمان خود و رسالات علمی داشته‌اند. بر این اساس، دو بنای معماری شناخته شده و با اهمیت که مدارک و مستندات آن‌ها به صورت کامل تری باقی‌مانده است، انتخاب شده‌اند. بررسی این دو بنا نسبت به یکدیگر در هر موردی به صورت موضوعات مشابه در بررسی هندسی است. به صورتی که در بررسی هندسی نما در بحث تعادل

هندسی اخوان از نمای اصلی به سمت صحن و شبستان استفاده شده است. در دوران قبل از چهارم هجری مسجد فهرج یزد و در دوران بعد از چهارم هجری مسجد جامع زواره مورد بررسی قرار گرفته‌اند. بررسی‌های انجام شده بر اساس نتایج نهایی استناد شده از آرای اخوان در بحث هندسه در صناعت معماری است که در جداول (۲) و (۳) به صورت تحلیل هندسی ارائه شده‌اند. مسجد فهرج در جنوب شرقی شهر یزد قرار گرفته است که تاریخ حدودی آن بر اساس منابع، قرن اول هجری است. طرح کلی مسجد از یک شبستان و رواقی به دور یک حیاط مرکزی تشکیل شده است. در این بنای معماری علی‌رغم استفاده از طرح متداول شبستان ستون‌دار که به پلان عربی مشهور است، قسمت‌هایی نیز تداوم و الگو از معماری سستی ساسانی می‌باشد. طراح بنا کوشیده است با حفظ طرح کلی پلان مسجد از طریق استفاده مستمر از عناصر معماری گذشته سازه ایستایی و هندسه پلانی و فرمی آن را ایجاد نماید (Anisi 2007). مسجد جامع زواره به همت ابوطاهر حسین ابن قالی ابن احمد و به دست استاد محمود اصفهانی در سال ۵۳۰ هجری قمری در شهر زواره ساخته شده است. معماری که مسجد جامع زواره را بنا کرده سبک چهار رکنی یا چهارایوانی را برای اولین بار در مسجد جامع زواره و سپس در مسجد جامع اردستان و مسجد جامع اصفهان پیاده کرده است. «مسجد دارای دو ورودی شرقی و غربی است که حالت طاق‌نما دارد و به صحن اصلی وارد می‌شود.» (Nasrallah 2013).

جدول ۴: تحلیل هندسی بنای دوره قبل از چهارم هجری در معماری ایران بر اساس تحلیل‌های هندسی پژوهش.

Table4: Geometric analysis of building before the fourth century AH in Iranian architecture based on the view of the geometric principles of the Akhavan.

| بنای معماری مسجد فهرج یزد | | |
|---|--|---|
| دوره تاریخی اول هجری قمری | | |
| منابع مورد استفاده: (Anisi 2007), (Malayeri 2010) و (Pirnia 2014) | | |
| شرح هندسه تحلیل شده معماری | تحلیل هندسه معماری بر اساس روش‌های تحلیلی هندسی جدول (۳) | تحلیل هندسه |
| الف- در هندسه مستطیل فضای داخلی بنای معماری نسبت روابط عرضی به طولی به صورت نصف ضریب واحد یک قاعده طول نمی‌باشد. اما به صورت حدودی ۰,۴۲۳ نزدیک است. |  | (ایجاد نظم کارکردی بین اشکال هندسی: پلان) |
| ب- در هندسه مستطیل فضای باز درونی بنای معماری نسبت روابط عرضی به طولی به صورت نصف ضریب واحد قاعده طول نمی‌باشد و از این میزان به صورت حدودی ۰,۷۵۱ بسیار بیشتر است. |  |  |
| ج- در هندسه مربع فضای کلی بنای معماری نسبت روابط عرضی و طولی و همچنین قطر مربع نسبت به واحد یکسان قاعده به صورت حدودی ۰,۹۸ می‌باشد و در خصوص اندازه قطری ۱,۴۰ می‌باشد. |  |  |
| محور خطی در نما (۱۸۰): باتوجه به خط تقارنی هندسی در اواسط جداره نمای به سمت صحن اصلی بنا. قسمت (الف) از لحاظ ابعادی و فرمی با قسمت (الف) دارای تعادل است. قسمت (ب) از منظر ابعادی و فرمی با قسمت (ب) در تعادل است. قسمت (ج) از نظر فرمی در حال تعادل با قسمت (ج) است اما از منظر ابعادی ۰,۱۳ کوچک‌تر است. قسمت (د) از منظر فرمی در تعادل با قسمت (د) است اما از منظر ابعادی ۰,۱۶ بزرگ‌تر است. قسمت (ه) از منظر فرمی تعادل با قسمت (ه) دارد ولی از منظر ابعادی ۰,۱۹ کوچک‌تر است. |  | (ایجاد یکپارچگی فضایی و کارکردی: پلان و نما) |
| در هندسه مستطیلی قسمت (الف) میزان تناسباتی قاعده مثلث بر ارتفاع وارد شده بر آن به صورت ۱,۴۶ می‌باشد که باتوجه به ضریب $\frac{\sqrt{3}}{2}$ دارای ارتفاع بیشتری نسبت به این تناسب می‌باشد. |  | (ایجاد تناسبات کارکردی: نما) |
| | |  |

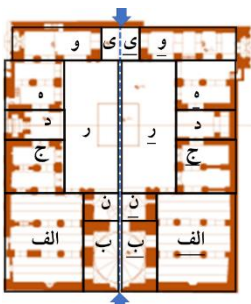
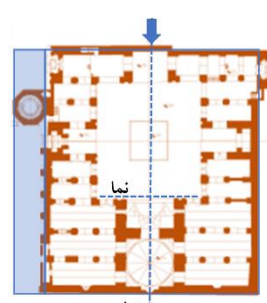
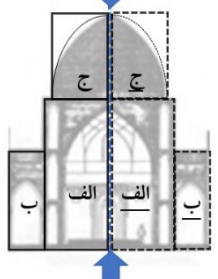
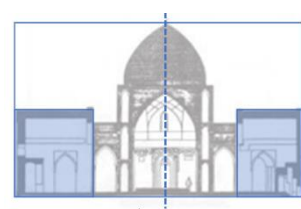
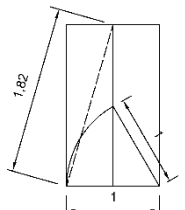
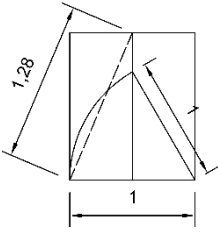
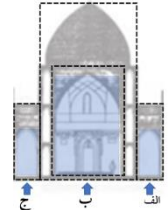
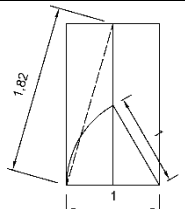
| | | |
|--|--|---|
| <p>در هندسه مستطیلی قسمت (ب) میزان تناسب قاعده مثلث بر ارتفاع وارد شده بر آن به صورت ۱٫۳ می‌باشد که باتوجه به ضریب تناسب محاسباتی اخوان $\frac{\sqrt{3}}{2}$ ارتفاع کمی متعادل در این تناسب محسوب می‌شود.</p> |  <p>(ب) - (روش ۰۵)</p> | |
| <p>در هندسه مستطیلی قسمت (ج) میزان تناسب قاعده مثلث بر ارتفاع وارد شده بر آن به صورت ۱٫۵۲ است که باتوجه به ضریب $\frac{\sqrt{3}}{2}$ دارای ارتفاع بیشتری حتی نسبت به قسمت الف نسبت به تناسب است.</p> |  <p>(ج) - (روش ۰۵)</p> | |
| <p>پوشش سقف به صورت طاق گهواره‌ای است. به همین دلیل در خصوص نقطه کانونی ایجاد شده در بنا دارای درجه یکسان است و به نقطه شاخصی به صورت (الف)، (ب) و (ج) با تفاوت فرمی هندسه دایره اشاره متفاوتی نشده است.</p> |  <p>(روش ۰۶)</p> | <p>(استحاله مربع به دایره و ایجاد نقاط کانونی: پلان)</p>  <p>پوشش سقف به صورت طاق گهواره‌ای است.</p> |
| <p>در تناسب پلان شعاع عملکردی انسانی از ضریب هندسی سه به ضریب هندسی چهارونیم تفاوت دارد که میزان حدودی بیشتر را نمایش می‌دهد.</p> |  <p>(پلان) - (روش ۰۸)</p> | <p>(تناسبات انسانی در کارکرد بنای معماری: پلان و نما)</p>  <p>شبهستان اصلی</p> |
| <p>در تناسب هندسی نما باتوجه به ضریب نصف واحد ارتفاعی ضریب به دست آمده به صورت ۰٫۶ می‌باشد که دارای تفاوت با ضریب اساسی است.</p> |  <p>(نما) - (روش ۰۷)</p> |  <p>ورودی به شبهستان</p> |

| | | |
|--|--|--|
| <p>بر طبق منابع بررسی مسجد فهرج این بنا به‌عنوان کاربری مذهبی و برای استفاده از تمامی افراد منطقه فهرج است که از منظر فلسفه دینی مسلمان باشند. در قسمت‌هایی نیز اشاره شده است که در جهت استراحت مسافران بین‌راهی نیز مورد استفاده بوده است. کارکرد اساسی نیز فقط به موضوعات نماز و اجتماعات مراسم مذهبی اسلامی بوده است.</p> | <p>بررسی بر اساس منابع محمدکریم پیرنیا (معماری ایران)، آرمان انیسی (فرهنگ و معماری) و ملایری (تاریخ و فرهنگ ایران). - (روش ۰۹)</p> | <p>(رفع نیاز کاربردی فردی و اجتماعی)</p>  |
| <p>با اهمیت‌ترین موضوعی که در بحث معماری مسجد فهرج طبق منابع اشاره شده مشخص است، الگوگیری فرمی و هندسی از معماری گذشته است که در کلیت معماری باعث عدم همخوانی اجرای صحیح و اصولی با کلیت هندسی دقیق تناسباتی است.</p> | | <p>(کلیت برنامه‌ریزی شده هندسی بنای معماری)</p> |
| <p>در قسمت (الف) دیوار به‌صورت خط مستقیمی بر محوری دقیق اجرا نشده است و در بیرون و فضای داخلی باعث ایستایی نامناسب گردیده است که البته در برخی منابع اشاره به خطوط بیرونی دارد که باتوجه به زمان ساخت و مسائل سازه‌ای توجیهی ندارد.</p> | | |
| <p>در قسمت (ب) عدم قراردادن فضاهای مورد نیاز یک مسجد همچون فضای استراحت مسلمانان باعث گردیده است که در تاریخی نزدیک الحاقات و تغییرات زیادی به بدنه مسجد انجام یابد. در این خصوص، هندسه توسعه در نظر گرفته نشده و کلیت هندسی دچار تغییر شده است.</p> |  <p>(ترسیمات هندسی بنا) - (روش ۱۰)</p> |  |
| <p>در قسمت (ج) عدم تناسبات ساز و هندسه پلان در ردیف بندی ستون‌ها به دلیل هم محور نبودن باعث اجرای طاق گهواره‌ای با ضخامت متفاوت جهت پاسخ به ایستایی شده است.</p> | | |
| <p>در قسمت (د) این موضوع تأکید می‌گردد که عدم هماهنگی هندسه فضای داخلی و موضوعات ایستایی بنا باعث تراکم حجمی زیاد موارد سازه‌ای و تحت‌الشعاع قرارگرفتن مساحت فضای داخلی شده است.</p> | | |
| <p>در قسمت‌های دیگر مشخص شده چون (ه) نیز این موضوع در خصوص عدم محاسبات ایستایی یا قطر متفاوت دیواره در جهت برپایی حجم هندسی مشخص شده است.</p> | | |

جدول ۵: تحلیل هندسی بنای دوره پس از چهارم هجری در معماری ایران بر اساس تحلیل دیدگاه هندسی اخوان الصفا.

Table5: Geometric analysis of building of the period after the fourth century AH in Iranian architecture based on the view of the geometric principles of the Akhavan.

| بنای معماری مسجد جامع زواره | | |
|--|-------------------------|---|
| دوره تاریخی پنجم هجری قمری | | |
| منابع مورد استفاده: (Sirou 2014)، (Kiani 2016) و (Pirnia 2014) | | |
| تحلیل هندسه | تحلیل هندسه | تحلیل هندسه |
| | | (ایجاد نظم کارکردی بین اشکال هندسی: پلان) |
| الف- در هندسه مربعی فضای داخلی بنای معماری نسبت روابط عرضی به طولی به صورت ۰٫۹۵ ضریب واحد یک قاعده طول می باشد و قطر به وجود آمده به صورت حدودی ۱٫۳ به دست آمده است که بسیار نزدیک به ضرایب معادله است. | <p>(الف) - (روش ۰۱)</p> | |
| ب- در هندسه مربعی فضای داخلی بنای معماری (گنبدخانه) نسبت روابط عرضی به طولی به صورت مشابه عدد ۱ با ضریب واحد یک قاعده طول می باشد و قطر به وجود آمده به صورت حدودی ۱٫۲ به دست آمده است که منطبق به ضرایب معادله است. | <p>(ب) - (روش ۰۱)</p> | |
| ج- در هندسه مربعی فضای باز بنای معماری (حیاط) نسبت روابط عرضی به طولی به صورت مشابه عدد ۰٫۸۹ با ضریب واحد یک قاعده طول می باشد و قطر به وجود آمده به صورت حدودی ۱٫۳۱ به دست آمده است که بسیار نزدیک به ضرایب معادله است. | <p>(ج) - (روش ۰۱)</p> | |
| د- در هندسه مربعی فضای داخلی بنای معماری نسبت روابط عرضی به طولی به صورت ۰٫۸۸ ضریب واحد یک قاعده طول می باشد و قطر به وجود آمده به صورت حدودی ۱٫۲۹ به دست آمده است که بسیار نزدیک به ضرایب معادله است. | <p>(د) - (روش ۰۱)</p> | |
| ه- در هندسه مربعی فضای کلی بنای معماری نسبت روابط عرضی به طولی به صورت مشابه عدد ۰٫۹۵ با ضریب واحد یک قاعده طول می باشد و قطر به وجود آمده به صورت حدودی ۱٫۳۲ به دست آمده است که بسیار نزدیک به ضرایب معادله است. | <p>(ه) - (روش ۰۱)</p> | |

| | | |
|---|---|---|
| <p>در خصوص محور خطی تقارنی و تعادلی در پلان بنای معماری ۱۸۰: در کلیت بررسی فرمی تمامی فضاهای (الف) الی (ز) به صورت مشخص شده در پلان، تمامی فضاها دارای فرمی مشابه به یکدیگرند به جز مورد فضای (و) و (و) که به دلیل وجود تورفتگی به میزان ۱۰۳ سانتیمتر در فضای (و) این موضوع اتفاق افتاده است. در بررسی ابعادی فضاهای مشخص شده همه فضاها دارای بالاترین ضریب عدد یک در شباهت ابعاد و اندازه‌های فضایی هستند. البته همچون مورد فرمی این موضوع در خصوص فضای (و) و (و) به این صورت نیست و فضای (و) به صورت ۰٫۹ کوچک‌تر از فضای (و) است.</p> |  <p>بررسی محور خطی در فرم و ابعاد فضاها - (روش ۰۴)</p> | <p>(ایجاد یکپارچگی فضایی و کارکردی: پلان و نما)</p>  |
| <p>در خصوص محور خطی در فرم و ابعاد نمای بنای معماری ۱۸۰: تمامی قسمت‌های مشخص شده به صورت (الف)، (ب) و (ج) دارای شباهت فرمی در حال تعادل با (الف)، (ب) و (ج) هستند. در خصوص موضوعات ابعادی نیز قسمت‌های ذکر شده دقیقاً با ضریب واحد ۱ با یکدیگر در تعادل هستند.</p> |  <p>بررسی محور خطی در فرم و ابعاد قسمت‌ها - (روش ۰۴)</p> | <p>محور خطی</p>  |
| <p>در هندسه مستطیلی قسمت (الف) میزان تناسباتی قاعده مثلث بر ارتفاع وارد شده بر آن به صورت ۱٫۸۲ می‌باشد که باتوجه به ضریب $\frac{\sqrt{3}}{2}$ دارای ارتفاع بیشتری نسبت به این تناسبات می‌باشد.</p> |  <p>(الف) - (روش ۰۵)</p> | <p>(ایجاد تناسبات کارکردی: نما)</p> |
| <p>در هندسه مستطیلی قسمت (ب) میزان تناسباتی قاعده مثلث بر ارتفاع وارد شده بر آن به صورت ۱٫۲۸ می‌باشد که باتوجه به ضریب $\frac{\sqrt{3}}{2}$ دارای مشابهت حدودی به این تناسبات می‌باشد.</p> |  <p>(ب) - (روش ۰۵)</p> |  |
| <p>در هندسه مستطیلی قسمت (ج) میزان تناسباتی قاعده مثلث بر ارتفاع وارد شده بر آن به صورت ۱٫۸۲ است که باتوجه به ضریب $\frac{\sqrt{3}}{2}$ دارای ارتفاع بیشتری نسبت به این تناسبات می‌باشد. دلیل این موضوع نسبت به ارتفاع، تلاش بیشتر برای پررنگ کردن قسمت ب در کارکرد ورودی اصلی در نمای معماری است.</p> |  <p>(ج) - (روش ۰۵)</p> | |

| | | استحاله مربع به دایره و ایجاد نقاط کانونی: پلان |
|--|---|---|
| <p>در بررسی ابعادی هندسی یکدومی مربع و دایره به دلیل ابعاد دقیق طولی بین گنبدخانه و ایوان ورودی صحن که متصل و در امتداد هم می‌باشند و همچنین تناسبات مشابه تکمیل شوند این دو موضوع شرح تحلیل هندسی قسمت (الف) به صورت قسمت (ب) می‌باشد اما از یکدوم این هندسه بهره می‌برد.</p> | <p>قسمت (الف)، ایوان ورودی صحن - (روش ۰۶)</p> | <p>الف ب</p> |
| <p>در بررسی ابعادی هندسی مربع و دایره در ایجاد هندسه استحاله دایره به مربع نحوه تریب دایره و چندضلعی شدن آن به ماهیت دایره بر طبق ترسیمات هندسی است. به این صورت، ضریب یک برای ارتفاع یکسومی شعاع دایره به اندازه ۲,۲ متر است که امتداد این موضوع در ضریب نصف قاعده مربع به اندازه ۳,۷۵ متر می‌باشد که به احتساب ضریب یک این ضریب نیز بسیار نزدیک به عدد دو در تحلیل هندسی است. با امتداد نصف شعاع به دایره آن اندازه یکچهارم دایره و مربع به صورت پاره خط الف-ب دارای اندازه ۵,۳ متر است که ضریب سه را نتیجه می‌دهد. در این تحلیل هندسی استحاله مربع به دایره دقیقاً بر اساس ضرایب ۱,۲ و ۳ تحلیل اخوان می‌باشد.</p> | <p>قسمت (ب)، گنبدخانه اصلی - (روش ۰۶)</p> | <p>دایره مربع الف ب</p> |
| | | تناسبات انسانی در کارکرد بنای معماری: پلان و نما |
| <p>در تناسبات پلان به صورت شعاع عملکردی انسانی یا مبنا قراردادن ضریب هندسی ۲، ضریب هندسی ۳ وجود ندارد و این موضوع به دلیل مربع با اضلاع یکسان در پلان صحن است. این موضوع به صورت یکسوم فضای ناکافی می‌باشد.</p> | <p>پلان - (روش ۰۸)</p> | <p>صحن اصلی</p> |
| <p>در تناسبات هندسی نما باتوجه به ضریب نصف واحد ارتفاعی ضریب به دست آمده به صورت ۰,۵۶ است که ضریبی نزدیک به تحلیل هندسی اخوان می‌باشد.</p> | <p>نما - (روش ۰۷)</p> | <p>ورودی به صحن</p> |

| | | |
|--|--|--|
| <p>بر اساس منابع و استنادات این بنای معماری به‌عنوان بنای مذهبی علاوه بر موضوعات مذهبی منطقه تحت پوشش و همچنین موضوعات سکنی‌گزینی مسافران در تاریخ‌گذشته ارزش موضوعات اجتماعی چون اتفاقات شهری را نیز داشته است. براین‌اساس علاوه بر کاربری اساسی خود به موضوعات دیگر اجتماعی نیز پاسخ داده است.</p> | <p>بررسی مسجد زواره به‌عنوان مسجد جامع در منابعی اعلام شده ماکسیم سیرو، یوسف کیانی و محمدکریم پیرنیا می‌باشد. - (روش ۰۹)</p> | <p>(رفع نیاز کاربردی فردی و اجتماعی)</p>  |
| <p>الف- هندسه حیاط به‌صورت تناسب مربع به‌عنوان مرکز تقسیم عملکردی بنا نقش ایفا می‌کند و همچنین توان پاسخ به دیگر موارد را با توجه به مساحت یک‌سوم کلی بنا را دارد.</p> <p>ب- قرارگیری ایوان‌ها به‌صورت دویبه در مقابل هم بوده و بر اساس ایوان به سمت ورودی بنا، ایوان به سمت شیبستان بنا و ایوان به سمت صحن اصلی از منظر مقیاس هندسی متناسب می‌باشند.</p> <p>ج- فضای گنبدخانه به‌صورت کانون تمرکز فعالیت و فرم معماری است.</p> <p>د- فضای شیبستان دارای مساحت و شعاع عملکردی هندسی جهت موضوعات فردی و جمعی کاربری مسجد را دارد.</p> <p>ه- توسعه قسمت‌های دیگر به‌صورت مرز جداره پاسخ‌گوی عملکردی بوده است، ولی در خصوص تناسب هندسی با کلیت بنا همسان نیست.</p> <p>و- موارد ایستایی سازه معماری هم ردیف با مباحث هندسی کارکرد بیشتری را به همراه داشته است.</p> <p>ز- تقسیم هندسی ورودی و خروجی بنا در جداره مقابل به‌واسطه فضای تعریف‌شده عملکرد بنا را افزایش داده است.</p> | <p>(کلیت برنامه‌ریزی شده هندسی بنای معماری)</p>  <p>(ترسیمات هندسی بنا) - (روش ۱۰)</p>  | |

۴. یافته‌های پژوهش

در بررسی بناهای دوره قبل و بعد از چهارم هجری، با توجه به اصول هندسی به‌دست‌آمده از دیدگاه اخوان به موضوع هندسه در ریاضیات و صناعت معماری می‌توان اظهار داشت، تغییر در همه موضوعات معماری بعد از دوره چهارم هجری قابل مشاهده و تفسیر هندسی است. در کلیت معماری و علمی چون هندسه در قرن چهارم هجری ایران به بعد، تحولات اساسی در زمینه هندسه معماری صورت گرفته است که نتایج آن برپایی بناهای معماری از نقطه‌نظرات کاربری متفاوت و با احتساب‌های هندسی خاص زمان خود است که در یک‌روند تحولی و تکاملی قابل تحلیل هندسی است. کاربرد هندسه در کلیت فرمی، روابط پلانی، تزئینات، تناسبات، زیبایی‌شناسی و همچنین کیفیت زندگی در عرصه هندسه معماری قابل تشخیص است. با توجه به بررسی‌های

تحلیلی انجام‌شده بر اساس جداول (۳) و (۲) روی دو نمونه معرفی‌شده معماری که در جداول (۴) و (۵) ارائه گردید، یافته‌های نهایی حاکی از این است که در بنای مسجد فهرج تلاش بسیار مضاعفی در خصوص هندسه‌مند کردن بنای معماری انجام شده است به‌گونه‌ای که در بحث تناسبات ارتفاعی و پلان و همچنین موضوعات بصری این موضوعات تحلیل هندسی شده است. موضوع بسیار مهم عدم تناسب و تطابق سازه و عملکرد و همچنین دقت در اجرای بنا بر اساس هندسه دقیق است که در نوع جداره‌سازی، محوربندی عناصر سازه‌ای چون ستون‌ها و همچنین مساحت بسیار کم به تناسب مساحت کلی بنا می‌باشد. این موضوع نمایش‌دهنده کوشش معمار در جهت استفاده از تجربه‌های گذشته در هندسه بنای معماری در تماس خود بوده است.

در بررسی بنای مسجد زواره در جدول (۵)، دقت هندسه طراحی شده در نقشه هندسه ترسیمی و همچنین اجرای آن در تطبیق سازه و عملکرد خود را در تمامی موضوعات تحلیل اثبات نموده است. تناسب ابعاد فضاهای معماری برحسب کارکرد آن‌ها، پاسخ سازه‌ای به فراخور فضای موردنیاز با مقیاس متنوع، همخوانی مساحت فضا و ابعاد کلی بنا و همچنین موضوعات جداره‌سازی و فرم بنای معماری که به صورت شاخص‌سازی ایوان‌ها و گنبدخانه خود را نمایش داده است. بر این اساس، این موضوع

این‌گونه مستفاد می‌گردد که معمار در تلاش خود علاوه بر استفاده از تجربه‌های گذشته در برخورد با برپایی بنای معماری از روابط هندسی تحلیلی در نقشه و اجرا استفاده نموده است. این موضوع باتوجه به حضور پررنگ دانشمندان ریاضی چون اخوان در این دوره نمایش‌دهنده حضور علم در کنار پیشرفت هندسی معماری است. برخلاف این موضوع در دوران ابتدایی هجری برحسب کم‌رنگ بودن حضور ریاضی‌دانان اسلامی این موضوع در تلاش تجربی و الگوبرداری معماری مشخص شده است.

نتیجه‌گیری

دیدگاه اساسی اخوان‌الصفا به هندسه در زمره قوانین ریاضیات اثباتی است. در کنار موضوعات اعتقادی و باورهای حکمی که ریاضی‌دانانی اسلامی چون اخوان به آن در تمامی امور باور دارند، در جهت پاسخ به نیازهای موجود در جامعه حرف و صناعات، قوانین هندسی مرتبط را کاملاً منطبق بر اصول قابل اثبات از منظر عددی عقلی ارائه نموده‌اند. معماری در این نگرش به‌عنوان صناعات بنایان و ریاست بنا معرفی شده است که امور مربوط به برپایی بنای معماری را بر عهده دارند. این صنعت طبق اشارات اخوان ارتباط بسیار عمیقی با هندسه به صورت‌های مختلف دارد. هندسه معماری به دلیل نمود اجرایی آن باید قابلیت ترسیمی و کاربردی داشته باشد و به همین دلیل اخوان به صورت‌های ساده و تناسباتی شفاف موارد پیچیده ریاضی را به معماران ارائه داده‌اند. تلاشی که ریاضی‌دانان اسلامی در این خصوص انجام داده‌اند در هم‌سوی بودن رشد علمی از جمله ریاضیات در کنار پیشرفت همه‌جانبه بناهای معماری است. این موضوع مرهون آموزش این هندسه بر اساس رسالات و آموزش‌های انجام شده است. بر اساس نتایج نهایی جداول (۴) و (۵) در پژوهش، مقایسه موردی در خصوص تحلیل هندسی نمونه‌های موردی در جدول (۶) صورت گرفته است. باتوجه به جدول (۶) و بر اساس نتایج تحلیل جداول (۴) و (۵) در این پژوهش مشخص گردید، حضور پررنگ عالمان ریاضی در دوره‌های تاریخی، معماری را نیز به همان صورت پیشرفت علمی، ارتقای کیفی و کمی

بخشیده است. در پاسخ به پرسش پژوهش، هندسه در دیدگاه اخوان دارای مباحث نظری و حکمی است که باید در منطق ریاضی و اصول فلسفی به آن پرداخته شود که بتوان در سایه اثبات‌های نظری به‌سوی موضوعات عملی هندسی رفت. در مباحث عملی هندسی نیز جایگاه قوانین و معادلات ریاضی برای کاربرد منطقی و منطبق بر موضوعات فیزیکی انجام گرفته و سپس در جهت ارائه به صناعات معماری به‌صورت احکام بسیار ساده ترسیمی در گونه‌های تناسباتی فرمی ارائه شده است. مهم‌ترین مباحثی که اخوان در باب هندسه در برپایی بنای معماری اشاره شده است، هماهنگی و انسجام تمامی قسمت‌های بنای معماری بر اساس طرح و نقشه هندسی است که در جدول (۶) نیز به آن اشاره شده است. حضور هندسه ترسیمی اثباتی بر پایه قوانین ریاضی در طرح بنای معماری فرایند برپایی بنای معماری را دارای قوام هندسی نموده که معنای آن همخوانی فضای معماری، عملکرد انسانی، ایستایی و در نهایت زیبایی در پوشش هندسه است. در ارائه هندسه ترسیمی اخوان، این هندسه را می‌توان به‌صورت هندسه کاربردی به صناعات معماری معرفی نمود که معماران در پس دانش و تجربه خود و تعلیمات ریاضی‌دانان از هندسه در جهت کاربرد معماری استفاده نموده‌اند و این ریاضی‌دانان هستند که به‌صورت تخصصی موارد عددی و معادله‌ای را ایجاد و گسترش داده‌اند. هندسه کاربردی ارائه شده توسط اخوان در نسخه ریاضیات، قسمت

تمامی مراتب هندسی به‌عنوان مقیاس کلی و جزئی معماری تحت پیمون، پاسخ به موضوعات فردی و اجتماعی برای پاسخ به‌مراتب فلسفی اسلامی و در نهایت وجود قاعده‌ای در بین تمامی مراحل هندسی است که از پس جزئیات هندسی، هندسه کلان را قابل اثبات می‌نماید.

رساله هندسه، شامل ایجاد نظم کارکردی اشکال هندسی در ارتباطات فضایی بنای معماری، ایجاد یکپارچگی کلیت فضایی معماری و ایستایی بنای معماری، رعایت تناسبات در کارکرد بنای عمومی به‌صورت فیزیکی و بصری، معرفی نحوه تغییر اشکال هندسی به‌صورت استحاله جهت تنوع هندسی کارکردی و پاسخ به موارد سازه‌ای، نمود انسان در

جدول ۶: ارائه نتایج موردی از مقایسه تحلیلی هندسه نمونه بناهای موردی.

Table6: Presentation of case results from analytical comparison of geometry in case studies.

| موضوع هندسی در بنای معماری | مسجد فهرج | مسجد جامع زواره | جمع‌بندی نهایی |
|--------------------------------|--|--|---|
| تاریخ حدودی احداث بنای معماری | قرن اول هجری قمری | ۵۳۰ هجری قمری | معمار بنای فهرج بزد تلاش مضاعفی در جهت ایجاد هندسه در موضوعات مختلف هندسه بنای معماری داشته است همچون هماهنگی بین طرح و سازه بنا که در اجرای این موضوع محقق نشده است. این موضوعات نمایش‌دهنده استفاده از مفاهیم هندسی و تجارب گذشته با اتفاقات روز است که هماهنگی نهایی را موجب نشده است. |
| نظم کارکردی اشکال هندسی | انتخاب هندسه مستطیل در طرح اما در اجرا زوایا و اضلاع متناظر نیستند. | انتخاب هندسه مربع و مستطیل به فراخور فضا و نوع سازه به‌صورت توأمان. | بنای معماری زواره با توجه به همخوانی کلی و جزئی در فرم، پلان، حجم و سازه بنا نمایش‌دهنده وجود طرح و نقشه عملیاتی هندسی با هماهنگی موضوعات اجرایی از جمله سازه و مصالح می‌باشد. حمایت علمی هندسه ترسیمی در مواجهه با موضوعات روز و اصول برپایی بنای معماری موجب این همخوانی هندسی شده است. |
| یکپارچگی فضایی و کارکرد | به‌صورت ظاهری تا حدودی رعایت شده اما از منظر ابعادی اجرای نشده است. | تقسیم فضایی در ظاهر بصری و تا میزان زیادی ابعاد فضایی، پلانی و عملکردی. | بنای معماری زواره با توجه به همخوانی کلی و جزئی در فرم، پلان، حجم و سازه بنا نمایش‌دهنده وجود طرح و نقشه عملیاتی هندسی با هماهنگی موضوعات اجرایی از جمله سازه و مصالح می‌باشد. حمایت علمی هندسه ترسیمی در مواجهه با موضوعات روز و اصول برپایی بنای معماری موجب این همخوانی هندسی شده است. |
| تناسبات کارکردی و بصری | نسبت به طول موجود ارتفاع بیشتری اتخاذ شده است. | ارتفاع بیشتر در کارکرد ایوان اما در وردی طول و ارتفاع متناسب می‌باشد. | بنای معماری زواره با توجه به همخوانی کلی و جزئی در فرم، پلان، حجم و سازه بنا نمایش‌دهنده وجود طرح و نقشه عملیاتی هندسی با هماهنگی موضوعات اجرایی از جمله سازه و مصالح می‌باشد. حمایت علمی هندسه ترسیمی در مواجهه با موضوعات روز و اصول برپایی بنای معماری موجب این همخوانی هندسی شده است. |
| استحاله به دایره و نقاط کانونی | ایجاد کانون فرضی از منظر تقارن محوری نما. | کانون اساسی صحن اصلی با هندسه دایره با استحاله مربع در ایوان‌ها و گنبدخانه به کره و نیم کره. | بنای معماری زواره با توجه به همخوانی کلی و جزئی در فرم، پلان، حجم و سازه بنا نمایش‌دهنده وجود طرح و نقشه عملیاتی هندسی با هماهنگی موضوعات اجرایی از جمله سازه و مصالح می‌باشد. حمایت علمی هندسه ترسیمی در مواجهه با موضوعات روز و اصول برپایی بنای معماری موجب این همخوانی هندسی شده است. |
| تناسبات انسانی در کارکرد | شعاع فضای عملکردی محدود به دلیل عناصر سازه‌ای شده است. | تقسیم تناسبات شعاع عملکردی صحن اصلی با ایوان. | بنای معماری زواره با توجه به همخوانی کلی و جزئی در فرم، پلان، حجم و سازه بنا نمایش‌دهنده وجود طرح و نقشه عملیاتی هندسی با هماهنگی موضوعات اجرایی از جمله سازه و مصالح می‌باشد. حمایت علمی هندسه ترسیمی در مواجهه با موضوعات روز و اصول برپایی بنای معماری موجب این همخوانی هندسی شده است. |
| نیاز کاربردی | کارکرد مذهبی روستایی، اسکان موقت و عدم راهکار توسعه آتی. | کارکرد مذهبی منطقه تحت نفوذ، اسکان موقت و برخی مناسبات شهری و مردمی. توسعه مساحت در آینده. | بنای معماری زواره با توجه به همخوانی کلی و جزئی در فرم، پلان، حجم و سازه بنا نمایش‌دهنده وجود طرح و نقشه عملیاتی هندسی با هماهنگی موضوعات اجرایی از جمله سازه و مصالح می‌باشد. حمایت علمی هندسه ترسیمی در مواجهه با موضوعات روز و اصول برپایی بنای معماری موجب این همخوانی هندسی شده است. |
| برنامه‌ریزی هندسی | دارای طرح و نقشه هندسی تجربی محدود شده به عدم تناسب کامل با عناصر سازه‌ای. | طرح و نقشه هندسی به فراخور مصالح در دسترسی و پتانسیل سازه‌ای متناسب شده است. | بنای معماری زواره با توجه به همخوانی کلی و جزئی در فرم، پلان، حجم و سازه بنا نمایش‌دهنده وجود طرح و نقشه عملیاتی هندسی با هماهنگی موضوعات اجرایی از جمله سازه و مصالح می‌باشد. حمایت علمی هندسه ترسیمی در مواجهه با موضوعات روز و اصول برپایی بنای معماری موجب این همخوانی هندسی شده است. |

فهرست منابع

- آدلر، فیلیپ. ۱۳۹۳. تمدن‌های عالم. ترجمه محمدحسین آریا. تهران: انتشارات امیرکبیر. صفحه ۶۴.
- آشتیانی، حمیدرضا و مرادزاده، سام. ۱۳۹۸. بررسی آرای اخوان‌الرضا در مورد علم عدد و هندسه. مجله معماری‌شناسی. شماره ۱۳: ۱۳-۱.
- اخوان‌الرضا. ۱۳۸۰. گزیده رسائل اخوان‌الرضا. ترجمه و تفسیر علی‌اصغر جلیلی. تهران: انتشارات اساطیر.
- اخوان‌الرضا. ۱۹۵۷. رسائل اخوان‌الرضا. نسخه عربی. بیروت: انتشارات دار صادر.
- اقبال، مظفر. ۱۳۹۸. شکل‌گیری علم در اسلام. تهران: انتشارات علوم‌انسانی. صفحه ۵۱.
- اکبری، فاطمه. ۱۳۸۹. پایان‌نامه دکتری تخصصی پژوهش هنر با عنوان تأویل رمزهای هندسی در فرهنگ و هنر اسلامی. استاد راهنما علی‌اصغر شیرازی. تهران: دانشگاه شاهد.
- بلخاری‌قهی، حسن. ۱۳۹۶. هندسه خیال و زیبایی؛ پژوهشی در آرای اخوان‌الرضا. تهران: انتشارات متن.

- پیرنیا، محمدکریم. ۱۳۸۹. معماری ایران. انتشارات سروش. صفحه ۱۴۷.
- تجویدی، اکبر. ۱۳۴۵. سهم معماری ایرانی در پیدایش معماری اسلامی در قرون اولیه هجری. شماره ۴۷: ۸-۱. صفحه: ۸.
- دانش‌دوست، یعقوب. ۱۳۹۳. معماری بناهای تاریخی طبرس و خراسان. تهران: انتشارات سروش.
- دلآوری، ابوالفضل. ۱۳۹۱. پژوهشی در اندیشه‌های اخوان‌الصفاء. تهران: انتشارات روزنامه ایران.
- دوست‌قرین، فاطمه. ۱۳۹۳. عدد در اندیشه اخوان‌الصفاء. پژوهش‌نامه تاریخ اسلام. شماره ۱۶: ۳۳-۴۴.
- دینانی، ابراهیم. ۱۳۸۰. ماجرای فکر فلسفی در جهان اسلام. تهران: انتشارات طرح نو.
- زمرشیدی، حسین. ۱۳۹۱. گنبد و عناصر طاقی معماری ایران. تهران: انتشارات زمان.
- سیرو، ماکسیم. ۱۳۹۲. کاروان‌سراهای ایران. ترجمه عیسی بهنام. تهران: انتشارات میراث‌فرهنگی.
- شاهرخی، سید علاء‌الدین. ۱۳۸۷. جلوه‌هایی از تعامل فرهنگی ایرانی اسلامی در قرون اول و دوم هجری. مجله جستارهای تاریخی. دوره ۲۱: شماره ۳. ۲۱۴-۱۸۱. صفحه ۱۸۵.
- شیمیل، آنه ماری. ۱۳۹۲. راز اعداد و هندسه. ترجمه فاطمه توفیقی. قم: انتشارات ادیان و مذاهب.
- صفا، ذبیح‌الله. ۱۳۸۶. تاریخ علوم عقلی در تمدن اسلامی. تهران: انتشارات مجید.
- صارمی، علی‌اکبر. ۱۳۸۹. ارزش‌های معماری ایران. تهران: انتشارات میراث‌فرهنگی.
- طاهباز، منصوره. ۱۳۹۳. رد پای قداست در معماری اسلامی ایران. صفة: شماره ۳۹. ۱۲۴-۱۰۳.
- طاهری، جعفر. ۱۳۸۹. پایان‌نامه دکتری تخصصی معماری با عنوان دانش ریاضیات معماری در دوره اسلامی. استاد راهنما: هادی ندیمی. تهران: دانشگاه شهید بهشتی.
- عمادیان رضوی، سیده زینب. ۱۳۹۴. پژوهشی در طبیعت‌شناسی اخوان‌الصفاء در نسبت با معماری اسلامی. صفة: شماره ۵۹: ۱۴-۵.
- عکاش، سمیر. ۱۳۸۷. تجلی نظم جهانی و نقشه‌برداری از آن در معماری سنتی اسلامی. ترجمه علی‌اکبر خان‌محمدی. مجله صفة: شماره ۲۸. ۶۱-۴۸.
- عسکری، سمانه. ۱۳۹۱. مؤلفه‌های فرهنگ و تمدن در آثار اخوان‌الصفاء. تاریخ و تمدن اسلامی. شماره ۱۳: ۲۵-۳.
- فارابی، ابونصر. ۱۳۸۹. احصاء العلوم. ترجمه حسین خدیوم. تهران: انتشارات علمی و فرهنگی. صفحه ۳۴.
- قلی‌زاده، محمدرضا. ۱۳۸۸. منازعات فرقه‌ای و تحول مذهبی در ایران. قم: انتشارات حبیب.
- قمیر، یوحنا. ۱۳۸۹. اخوان‌الصفاء یا روشنفکران شیعی مذهب. ترجمه محمدصادق سجادی. تهران: انتشارات فلسفه.
- کریمی قهی، محمدتقی. ۱۳۹۰. جستاری نظری در باب تمدن از دیدگاه اخوان‌الصفاء. قم: انتشارات علوم فرهنگ اسلامی.
- کیانی، یوسف. ۱۳۹۱. معماری ایران در دوره اسلامی. تهران: انتشارات ارشاد اسلامی.
- گدار، آندره. ۱۳۸۹. هنر ایران. ترجمه بهروز حبیبی. تهران: انتشارات دانشگاه تهران.
- لولر، رابرت. ۱۳۹۱. هندسه مقدس. ترجمه هایده معیری. تهران: انتشارات مطالعات و تحقیقات فرهنگی.
- مفتخری، حسین. ۱۳۹۱. مدارای دینی و مذهبی در عصر آل بویه. فصلنامه پژوهش تاریخ و فرهنگ و تمدن اسلامی. سال سوم: شماره ۶. ۳۴-۲۱.
- مصدقیان، وحیده. ۱۳۹۴. رنگ و نقش در مسجد گوهرشاد. مشهد: انتشارات آبان.
- ملایری، محمد. ۱۳۸۹. تاریخ و فرهنگ ایران در دوره انتقال از عصر ساسانی به عصر اسلامی. تهران: انتشارات فرزانه.
- نصراللهی، عبدالله. ۱۳۹۲. مسجد جامع زواره. فصلنامه علمی، فنی و هنری. دوره ۷: شماره ۶۲. ۸۷-۱۰۶. صفحه ۸۹.
- نوایی، کامبیز و حاجی‌قاسمی، کامبیز. ۱۳۹۰. خشت و خیال، شرح معماری اسلامی ایران. تهران: انتشارات سروش.
- نورآقایی، آرش. ۱۳۹۳. عدد، نماد و اسطوره. تهران: انتشارات افکار.
- هیلن براند، رابرت. ۱۳۸۵. معماری اسلامی در شکل، کارکرد و معنی. ترجمه باقر آیت‌الله‌زاده شیرازی. تهران: انتشارات روزنه.
- هردگ، کلاوس. ۱۳۹۱. ساختار شکل در معماری اسلامی ایران و ترکستان. ترجمه محمد تقی‌زاده. تهران: انتشارات بوم.

- Adler, Philip. 2014. *Civilizations of the world*. Translated by Mohammad Hussein Aria. Tehran: Amirkabir Publications. Page 64. [In Persian]
- Akbari, Fatemeh. 2011. PhD Thesis in Art Research entitled *Interpretation of Geometric Codes in Islamic Culture and Art*. Supervisor Ali Asghar Shirazi. Tehran: Shahed University. [In Persian]
- Akhavan, Al-Safa. 2001. *Selection of the treatises of the Akhavan, Al-Safa*. Translated and interpreted by Ali Asghar Jalabi. Tehran: Press of Asatir. [In Persian]
- Akhavan Alsafa. 1957. *Akhavan Documentary*. Arabic version. Beirut: Published by Dar Publishing.
- Akash, Samir. 2008. *Manifestation of world order and its mapping in traditional Islamic architecture*. Translated by Ali Akbar Khan Mohammadi. Sofo: No. 28. 61-48. [In Persian]
- Al Faruqi, Ismail. 2002. *on the Ethics of the Brethren on Purity*, in: *Islamic Philosophy*, Vol.21, ed. Fuat Sezgin, Publications of the Institute for the History of Arabic-Islamic Science, Frankfurt.
- Anisi, Arman. 2007. *Early Islamic Architecture in Iran (637-1059)*, unpublished Ph.D. dissertation, Edinburgh University.
- Askari, Samaneh. 2012. *Components of culture and civilization in the works of Akhavan, Al-Safa*. *Islamic history and civilization*. No. 13: 25-3. [In Persian]
- Ashtiani, Hamidreza & Moradzadeh, Sam. 2020. *A study of the views of the Akhavan Al-Safa on the science of number and geometry*. *Journal of Architecture*. Issue 13: 13-1. [In Persian]
- Baulkhari Ghahi, Hassan .2017. *Geometry of Imagination and Beauty; Research on the views of the Akhavan Al-Safa*. Tehran: Matn Publications. [In Persian]
- Davidson, Thomas. 2000. *"The Brothers of Sincerity"*, in: *Islamic Philosophy*, Vol.21, ed. Fuat Sezgin, Publications of the Institute for the History of Arabic-Islamic Science, Frankfurt.
- DaneshDoust, Yaghoub. 2014. *Architecture of historical monuments of Tabas and Khorasan*. Tehran: Soroush Press of Soroush. [In Persian]
- Delavari, Abolfazl. 2012. *A study in the thoughts of Akhavan, Al-Safa*. Tehran: Press of Iran. [In Persian]
- Dinani, Ibrahim. 2001. *The story of philosophical thought in the Islamic world*. Tehran: Press of Tarh Nou. [In Persian]
- Dost Qarin, Fatemeh. 2015. *Number in the Thought of the Akhavan Al-Safa*. *Journal of Islamic History*. No. 16: 44-33. [In Persian]
- Enayat, Hadi. 2007. *An Outline of the Political Philosophy of the Rasial of the Ikhwan Al-safa*" in, S. H. Nasr, "Ismaili contribution in Islamic Culture", Tehran, The Imperial Iranian Academy of Philosophy.
- Emadian Razavi, Seyedeh Zeinab. 2015. *Research in the natural sciences of the Akhavan, Al-Safa in relation to Islamic architecture*. Sofo. No. 59: 14-5. [In Persian]
- Farabi, Abu Nasr 2010. *In Science*. Translated by Hossein Khadium. Tehran: Scientific and cultural publications. Page 34. [In Persian]
- Gholizadeh, Mohammad Reza 2009. *Sectarian conflicts and religious change in Iran*. Qom: Press of Habib. [In Persian]
- Gedar, Andre. 2010. *Iranian Art*. Translated by Behrouz Habibi. Tehran: Press of the University of Tehran. [In Persian]
- Helen Brand, Robert. 2006. *Islamic Architecture in Form, Function and Meaning*. Translated by Baqer Ayatollah Zadeh Shirazi. Tehran: Press of Rozaneh. [In Persian]
- Herdg, Klaus. 2012. *The structure of shape in the Islamic architecture of Iran and Turkestan*. Translated by Mohammad Taghizadeh. Tehran: Press of Boum. [In Persian]
- Iqbal, Muzaffar. 2019. *The formation of science in Islam*. Tehran: Humanities Publications. Page 51. [In Persian]
- Kostof, Spiro. 2011. *"The Architect in the middle Ages, East and West"*. In: (Eds) Kostof, S. *Architect chapter in the history*, New York, Oxford University press.
- Karami Ghahi, Mohammad Taqi 2011. *A theoretical research on civilization from the perspective of the Akhavan, Al-Safa*. Qom: Press of Islamic Culture Sciences. [In Persian]
- Kiani, Yusef. 2012. *Iranian architecture in the Islamic period*. Tehran: Press of Islamic Guidance Information. [In Persian]
- Louler, Robert. 2012. *Sacred Geometry*. Translated by Hayedeh Moayeri. Tehran: Press of Cultural Studies and Research. [In Persian]
- Mode, Heinz. 2007. *Demos et Animaux Fantastiques*. Paris: Librairie G. Kogan.
- Moftakhari, Hossein. 2012. *Religious tolerance in the era of Al-Buwayh*. *Quarterly Journal of Islamic History, Culture and Civilization*. Third year: No. 6. 34-21. [In Persian]
- Mosadeghian, Wahida. 2015. *Color and role in Goharshad Mosque*. Mashhad: Press of Aban. [In Persian]
- Malayeri, Mohammad 2010. *History and culture of Iran in the transition period from the Sassanid era to the Islamic era*. Tehran: Press of Farzaneh. [In Persian]
- Navai, Kambiz and Haji Ghasemi, Kambiz. 2011. *Khesht and Khayal, Sharj Islamic Architecture of Iran*. Tehran: Press of Soroush. [In Persian]
- Nasrallah, Abdullah 2013. *Zavareh Mosque*. *Scientific, technical and artistic quarterly*. Volume 7: Number 62. 106-87. Page 89. [In Persian]
- Noor Aghaei, Arash. 2014. *Number, symbol and myth*. Tehran: Press of Tafakor. [In Persian]
- Okane, Bernard. 2008. *Timurid Architecture in Khorasan*. Costa Mesa. Mazda publishers in association with Undena Publications.
- Pirnia, Mohammad Karim 2014. *Iranian Architecture*. Soroush Publications. Page 147. [In Persian]

- Qamir, John. 2010. Akhavan, Al-Safa or Shiite intellectuals. Translated by Mohammad Sadegh Sajjadi. Tehran: Press of Philosophy. [In Persian]
- Safa, Zabihullah. 2007. History of Rational Sciences in Islamic Civilization. Tehran: Press of Majid. [In Persian]
- Saremi, Ali Akbar 2010. Iranian Architectural Values. Tehran: Press of Miras Farhangi. [In Persian]
- Shahrokhi, Seyed Aladdin 2008. Manifestations of Iranian-Islamic cultural interaction in the first and second centuries AH. Journal of Historical Research. Volume 21: Number 3. 214-181. Page 185. [In Persian]
- Sirou, Maxim. 2013. Caravanserai of Iran. Translated by Eisa Behnam. Tehran: Press of Miras Farhangi. [In Persian]
- Shimmel, Anne Marie. 2013. The secret of numbers and geometry. Translated by Fatemeh Toufighi. Qom: Press of Adyan. [In Persian]
- Tajwidi, Akbar. 1966. The contribution of Iranian architecture in the emergence of Islamic architecture in the early centuries AH. No. 47: 8-1. Page: 8. [In Persian]
- Tahabaz, Mansoura. 2014. Traces of holiness in Islamic architecture of Iran. Page: No. 39. 124-103. [In Persian]
- Taheri, Jafar .2011. PhD thesis in architecture with the title of knowledge of architectural mathematics in the Islamic period. Supervisor Hadi Nadimi. Tehran: Shahid Beheshti University. [In Persian]
- Wang, David. 2012. Interpretive Historical Research. Architectural Research Methods, New York. John Wiley and Sons.
- Wilkinson, Charles.Kyrle. 2004. Nishapur: Pottery of Early Islamic Period .The Metropolitan Museum of Art.
- Zomorsheidi, Hussein. 2012. Dome and arch elements of Iranian architecture. Tehran: Press of Zaman. [In Persian]