



doi 10.22059/jis.2024.367308.1241

Research Paper

Analysis of Geometric Volume Evolution from the Perspective of Muslim Scholars since the First to the Fifth AH centuries

Aref Azizpour Shoubi¹ | Ahad Nejad Ebrahimi^{2✉} | Yaser Shahbazi³

1. Architecture Department Teacher, Faculty of Architecture and Urbanism, Tabriz Islamic Art University, Tabriz, Iran. E-mail: a.azizpour@tabriziau.ac.ir
2. Corresponding Author, Professor of Architecture Department, Faculty of Architecture and Urbanism, Tabriz Islamic Art University, Tabriz, Iran. E-mail: ahadebrahimi@tabriziau.ac.ir
3. Associate Professor, Department of Architecture, Faculty of Architecture and Urbanism, Tabriz Islamic Art University, Tabriz, Iran E-mail: y.shahbazi@tabriziau.ac.ir

Article Info.

Received:
2023/10/27

Accepted:
2024/11/28

Keywords:

geometry,
architectural
geometry,
volume
geometry,
theoretical and
reasonable
geometry

Abstract

Geometry plays an integral role in the architectural production of all cultures. Islamic scholars classified it into categories. In treatises of scholars and professionals, volume geometry was one manifestation of this science. Understanding the relationship between thinking about volume and geometry among Muslim mathematicians in different eras is important for understanding volume geometry in Iranian architectural works. This research focuses on the beginning of Islam until the 5th century Hijri. Its purpose belongs to the basic-theoretical category. Interpretive-historical research has been used to answer: Geometry is classified as a science according to what basis? How have Muslim mathematicians viewed volume geometry in light of this classification? Al-Farabi divided geometry into theory and practice, and Akhwan al-Safa attributed mystical aspects to Pythagorean thinking. Emphasis on practice in Islamic classification reflected the importance of applying theory. This transformed volume geometry from abstract topics—such as creating volumes of the universe—into philosophical, trigonometric, computational, and conic foundations. Volume calculation evolved from comparative methods to numerical techniques. References to volume ranged from sculptures to spatial dimensions.

How To Cite: Azizpour Shoubi, Aref; Nejad Ebrahimi, Ahad & Shahbazi, Yaser. (2024).

'Analysis of Geometric Volume Evolution from the Perspective of Muslim Scholars since the First to the Fifth AH centuries. *Iranian Studies*, 15 (3), 25-44

Publisher: University of Tehran Press.





تحلیل تحول جایگاه هندسه حجم از منظر اندیشمندان مسلمان قرون اول تا پنجم هجری

عارف عزیزپور شوبی^۱ | احد نژاد ابراهیمی^۲ | یاسر شهبازی^۳

۱. مدرس گروه معماری، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه هنر اسلامی، تبریز، ایران، رایانامه: a.azizpour@tabriziau.ac.ir

۲. استاد گروه معماری، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه هنر اسلامی، تبریز، ایران، رایانامه: ahadebrahimi@tabriziau.ac.ir

۳. دانشیار گروه معماری، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه هنر اسلامی، تبریز، ایران، رایانامه: y.shahbazi@tabriziau.ac.ir

اطلاعات مقاله

چکیده

علم هندسه در تمدن اسلامی بسیار مورد توجه قرار گرفته است. یکی از جلوه‌های این علم که در رسائل دانشمندان و صنعت اهل حرف بسیار مورد توجه قرار گرفت، هندسه حجم است. از آنجای که احجام ساخته شده در قالب بناهای معماری، آثار هنری و یا ابزارهای کاربردی بخش عظیمی از تمدن اسلامی را شکل می‌دهند، بررسی ارتباط بین تفکر و نگاه به هندسه حجم از منظر اندیشمندان مسلمان در ادوار مختلف دارای اهمیت است. این پژوهش با استفاده از روش تفسیری-تاریخی کار شده است تا به این سوال‌ها پاسخ دهد: علم هندسه بر اساس چه مبانی در طبقه‌بندی علوم تقسیم‌بندی شده است؟ سیر تحول در نگاه به هندسه حجم در ارتباط با تقسیم‌بندی علم هندسه در نزد ریاضی‌دانان مسلمان چگونه بوده است؟ یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد، تقسیم‌بندی علم هندسه به نظری و عملی اولین بار توسط فارابی انجام گرفت، تقسیمات اخوان الصفا که برای هندسه جنبه‌های رمزی قائل هستند به هندسه محسوس و معقول است. تاکید بر عمل در طبقه‌بندی علوم در دوره اسلامی با توجه به اهمیتی کاربرد علوم نظری در عمل بوده است. چنین اهمیتی سبب شد تا نگاه به هندسه حجم علاوه بر بنیان‌های نظری فلسفی، مثلثاتی، محاسباتی و مخروطات از مباحث نظری مانند احجام سازنده جهان کیهانی متحول شود و محاسبه حجم از شیوه مقایسه‌ای به محاسبات عددی توسعه یابد و با توجه به پیوندی که هندسه با صنعت ایجاد کرد ارجاعات به حجم از مجسمات تا ابعاد المکان (فضا) گسترده شد

تاریخ دریافت:

۱۴۰۲/۰۸/۰۵

تاریخ پذیرش:

۱۴۰۳/۰۹/۰۸

واژه‌های کلیدی:

هندسه، هندسه در معماری، هندسه حجم، هندسه نظری و عملی، هندسه محسوس و معقول.

استناد به این مقاله: عزیزپور شوبی، عارف؛ نژاد ابراهیمی، احد؛ و شهبازی، یاسر (۱۴۰۴). تحلیل تحول جایگاه هندسه حجم از منظر اندیشمندان مسلمان قرون اول تا پنجم هجری. پژوهش‌های ایران‌شناسی ۱۵ (۳)، ۲۵-۴۴



۱. مقدمه

گرچه هندسه به عنوان یک انتخاب آگاهانه یا به عنوان یک ویژگی ذاتی تولید معماری در همه فرهنگ‌ها وجود دارد، به نظر در تمدن اسلامی اهمیت بسیار بالاتری داشته است (Bier, 2015: 1). ابن خلدون در تعریف تاثیر هندسه بر عقل چنین نقل می‌کند: هندسه عقل را روشن می‌سازد و ذهن انسان را درست می‌کند. تمام برهان‌های هندسی واضح و منظم است. به ندرت امکان ورود خطا به استدلال هندسی وجود دارد، زیرا به خوبی مرتب و منظم است. بنابراین، ذهنی که مستدام با هندسه سر و کار دارد، باهوش می‌شود. از این رو افلاطون در سردر آکادمی خود چنین نوشته بود: «هر که داننده هندسه نیست نباید بدین خانه وارد شود». قداما نیز می‌گفتند «ممارست در علم هندسه برای اندیشیدن بمثابه صابون برای جامه است که از آن ناپاکیها و آلودگی‌ها را می‌زداید و آن را از هر گونه پلیدی پاک می‌کند» (ابن خلدون، ۱۳۷۵: ۲۷۸). علاوه بر رسائل دانشمندان مسلمان، آثار بجا مانده از هنر و معماری تمدن اسلامی نشان می‌دهد که اهمیت و کاربرد هندسه صرفاً محدود به استدلال‌های منطقی آن برای مباحث نظری نبوده است. بلکه علم هندسه پیوند قوی با انواع علوم برقرار کرد و گستره آن از انواع مباحث نظری تا عملی را در بر گرفت. از این رو، دانشمندان مسلمان زیادی در پی توسعه آن گام برداشتند و را در طبقه‌بندی علوم اسلامی نیز ذیل علوم تعلیمی (ریاضیات) قرار دادند. یکی از تلاش‌های که برای فهم علوم در دنیای سنت انجام می‌شده طبقه‌بندی علوم بود که تقسیم‌بندی‌های متنوعی برای هندسه به عنوان یکی از زیرشاخه‌های مهم علوم سنتی انجام شد که شامل هندسه نظری و عملی و یا هندسه محسوس و معقول به عنوان زیرشاخه علوم تعلیمی است. به‌طور کلی مباحث هندسی را می‌توان در دو دسته هندسه مسطحه (نقطه، خط و سطح) و فضایی (حجم) جای داد. هندسه حجم سیر تحول گسترده‌ای در جهان اسلام داشته است؛ این تحول در بردارنده انتظام‌های انتزاعی ریاضی مانند احجام منتظم و نیمه‌منتظم تا شیوه‌های محاسباتی پیچیده در عمل بود. علاوه بر این، آثاری که از گذشته برجای مانده نشان می‌دهد؛ سازنده آن‌ها علاوه بر هندسه مسطحه، به حجم آن‌ها نیز توجه کرده است که توانسته است چنین ساختارهای منسجمی را خلق کند. با این حال، غالب پژوهش‌های انجام شده در زمینه تحلیل هندسه بکار گرفته شده در آثار دوره اسلامی متکی بر تحلیل‌های دو-بعدی است و توجه کمی به هندسه حجم شده است. از آنجا که صناعت عملی جدا از مباحث نظری نبوده است، برخی از دلایل این فقدان را می‌توان در عدم وجود مبانی لازم برای شناخت جایگاه هندسه حجم و سیر تحول کاربرد علم احجام در ارتباط با کاربرد هندسه علمی و نظری و یا محسوس و معقول در تکرار گذشتگان را دانست. از این رو شناخت جایگاه علم احجام در علوم و سیر تحول نگاه به حجم از منظر اندیشمندان دارای اهمیت است.

۲. پیشینه موضوع

در رابطه با هندسه حجم هوخندایک (۱۳۹۰) به مطالعه مقاطع مخروطی در دوره اسلامی و کاربردهای نظری آن در علوم دیگر می‌پردازد. انوار (۱۳۸۳) سیر هندسه اقلیدسی از اقلیدس تا شیخ الرئیس بوعلی سینا بررسی می‌کند. هر چند کاربرد هندسه در جهان اسلام بسیار گسترده بوده است، با این حال یکی از ملموس‌ترین وجوه کاربرد هندسه در جهان اسلام در هنر و معماری قابل مشاهده است. از این رو بسیاری از پژوهش‌ها بر فهم این موضوع متمرکز بوده‌اند. نژاد ابراهیمی و همکاران (۱۴۰۰) به جایگاه حکمت نظری در کاربست هندسه معماری از جانب ریاضی‌دانان اسلامی از قرون چهارم تا یازدهم هجری می‌پردازند که با توجه به بعد متعالی هندسه اصل کاربرد هندسه در عمل را به جانب حکمت معرفی می‌کنند. فرشچیان و همکاران (۱۴۰۰) بر اساس آرای اخوانالصفا جایگاه و مفهوم هندسه در هنر معماری اسلامی را مورد بررسی قرار داده‌اند. طاهری (۱۴۰۰) بر اساس تاریخ ذهنیت ارتباط دو حوزه علم (ریاضیات و هندسه) و عمل (صناعت) را ارائه کرده است که بر پایه شواهد تاریخی، صنعت‌گران سده چهارم از طریق گفتگو با فلاسفه و ریاضی‌دانان در حلقه‌هایی تحت عنوان «مجالس العلم» ذهنیت علمی و دانش ریاضی خود را ارتقاء دادند. فرشچی (۱۳۹۹) جایگاه معماری اسلامی از منظر فارابی را با مطالعه کرد که مولفه‌های قانونمندی، منطق، ریاضیات، هندسه، رعایت مسائل اخلاقیات مدنی در صنعت معماری اسلامی تاثیرگذار معماری مورد مطالعه قرار گرفت. عباسی و همکاران (۱۳۹۸) آرای ریاضی‌دانان مسلمان در زمینه ماهیت دانش هندسه و کاربرد آن در معماری را بررسی می‌کند. طاهری (۱۳۹۰) نقش ریاضی‌دانان و کاربرد دانش ریاضی‌دانان در تکوین معماری را بر مبنای متون تاریخی بررسی می‌کند. بهشتی نژاد و همکاران (۱۳۹۶). نقش رساله ابوالوفا بوزجانی را در شکل‌گیری تزئینات هندسی دوره سلجوقی بررسی می‌کنند. نجیب اوغلو (۱۳۷۹) نیز با تمرکز بر طومار تویقایی تاثیر هندسه عملی و نظری بر تکامل هنر و معماری اسلامی بررسی می‌کند. وی در بخش اول از وحدت بین طرح‌های دوبعدی و سه‌بعدی (ترسیم دو بعدی و اجراهای سه‌بعدی) بحث می‌کند. بخش دوم نیز در مورد حجم‌های کروی رساله بوزجانی بحث می‌کند (نجیب اوغلو، ۱۳۷۹: ۱۸۱). همچنین از حجم پیمایی (اندازه‌گیری حجم) در رسائل دانشمندان مسلمان نام می‌برد (همان: ۲۱۳). نقشه‌های دوبعدی و سه‌بعدی طومار تویقایی را نیز بر اساس شبکه‌های زیرنقش هندسی معرفی می‌کند که اشکال هندسی پیچیده بر اساس واژگان محدود شکل‌های هندسی مبتنی بر عملیات گسترش از جمله تشابه، تقارن، دوران و تغییر است (همان: ۳۱۲). ازودرول به دخالت مستقیم ریاضی‌دانان در امر معماری و همچنین جلسات هنرورزی ریاضی‌دانان و اهل صناعات می‌پردازد. با بررسی معادلات مکعب در گنبدخانه تاج‌الملک آن را حاصل کار خیام معرفی می‌کند (Özdural, 1998 & 2000). سرهنگی بر اساس انتقالات کروی روش بوزجانی با استفاده از احجام

کروی را بررسی می‌کند. (sarhangi ۲۰۰۸). نجیب اوغلو (۲۰۱۷) تاثیر دانشمندان بر ریاضی‌دانان را تحت تاثیر شبکه کنش (Network-Actor) مطالعه کردند (Necipoğlu, 2017). هیسارگیل و هیسارگیل کاربرد «مکعب هشت وجهی ارشمیدسی» را در تزئینات بناهای آناتولی جستجو می‌کنند (Hisarligil & Hisarligil, 2018). نژادابراهیمی و عزیزپور شوبی در بررسی راهبردهای انتقال گره بر سطح گنبد یکی از روش‌های انتقال گره را تعمیم به احجام کروی معرفی می‌کنند (Nejad Ebrahimi & Azizpour Shoubi, 2020). همانطور که از پژوهش‌های بررسی شده مشخص می‌شود تکامل و کاربرد هندسه در جهان اسلام به خصوص در هنر و معماری آن بسیار گسترده است. هرچند که هندسه ناظر بر احوال نقاط، خط، سطح و حجم است، در پژوهش‌های انجام شده در رابطه با کاربرد هندسه به طور غالب متمرکز بر هندسه مسطحه بوده است و تمرکز بر هندسه حجم تا حد چشم‌گیری مغفول ماند. به نظر می‌رسد چنین کاستی به دلیل مغفول ماندن مبانی و جایگاه هندسه حجم در تاریخ جهان اسلام است. بنابراین این پژوهش تلاش دارد تا جایگاه حجم در میان دانشمندان مسلمان قرون اول تا پنجم هجری را بررسی کند و سیر تحول آن را با توجه به مبانی هندسی مشخص کند.

۳. روش‌شناسی پژوهش

این پژوهش به لحاظ هدف از نوع تحقیق‌های بنیادی-نظری می‌باشد که با روش تفسیری-تاریخی کار شده است؛ برای این منظور ابتدا جایگاه هندسه در طبقه‌بندی علوم را واکاوی کند و سپس بر اساس بنیان‌های نظری که مسلمانان برای شناخت حجم با آن روبه‌رو بود نقطه عطف تحول نگاه به حجم را در رسالت این دانشمندان دنبال کند. دوره زمانی این پژوهش متمرکز بر صدر اسلام تا قرن پنجم هجری است. در این دوره با تحولی که مکتب بغداد شکل داد رنسانس علمی جهان اسلام رقم می‌خورد و با تبیین بنیان‌های علمی مسیر توسعه علم شکل می‌گیرد (متس، ۱۳۸۸). اطلاعات مورد نظر برای پژوهش از طریق مطالعه متون تاریخی و آثار معماری دوران اسلامی می‌باشد که با تحلیل تطبیقی آرای اندیشمندان مسلمانی که نسبت به روند شکل‌گیری اندیشه و تفکر مکتوباتی را ارائه داده‌اند پژوهش حاضر بامحوریت این پرسش‌ها است: علم هندسه بر اساس چه مبانی در طبقه‌بندی علوم تقسیم‌بندی شده است؟ و سیر تحول در نگاه به هندسه حجم در ارتباط با تقسیم‌بندی علم هندسه در نزد ریاضی‌دانان مسلمان چگونه بوده است؟

۴. هندسه در طبقه‌بندی علوم اسلامی

از بررسی سنت علم هندسه در ایران باستان نیز چنین بر می‌آید که دانش هندسه به معنای علم خطوط، سطوح و احجام با دانش مثلثات آمیخته بود (فرشاد، ۱۳۶۶: ۵۵۷). ابن‌خلدون علم «اندازه‌گیری» را چهارمین علم از علوم عقلی معرفی می‌کند که از چهار علم در ریاضیات تشکیل شده است. این علوم

شامل هندسه، حساب، موسیقی و نجوم است (ابن خلدون، ۱۳۷۵: ۲۷۸). گسترش علم در جهان اسلام و شروع نهضت ترجمه و ورود علوم متعدد به کشورهای اسلامی، ضرورت تبیین و طبقه‌بندی علوم اسلامی و غیر اسلامی احساس شد (لوکری، ۱۳۸۲: ۵). فهم علوم اسلامی و همچنین فهم هر علم سنتی دیگر، بدون توجه به جهان‌شناسی که شاخه‌های علوم سنتی با آن ارتباطی همچون ارتباط اندام‌های یک موجود زنده به بدن آن دارند، به هیچ وجه میسر نیست (نصر، ۱۳۶۶: ۳۹). دانشمندان گذشته طبقه‌بندی علوم را به معنی دسته‌بندی علوم بر اساس تشابه و تفاوت و موضوع آنها با یکدیگر می‌دانستند تا مراجعه به منابع، تعلیم و تعلم علوم و تعیین ارتباط آنها با یکدیگر آسان شود (محمدی‌فر، ۱۳۹۹: ۳۵۳). در سراسر تاریخ اسلام، افرادی به نام حکیم عامل انتقال علم بوده‌اند (نصر، ۱۳۶۶: ۲۴). کلمه حکیم از حکمت ریشه می‌گیرد. بنابراین اگر بخواهیم ریشه علوم سنتی را بشناسیم باید سراغ آن برویم. طبقه‌بندی علوم از زمان سوفسطاییان در سده پنجم قبل از میلاد در یونان با تقسیم‌بندی مقدماتی علوم آغاز شد که علوم در دو دسته سه‌گانه و چهارگانه تقسیم شدند (Gutas, 2006: 92). فارابی فلسفه ارسطویی را در مشرق زمین پایه‌گذاری کرد (شهریاری، ۱۳۵۰: ۱۹۷). فارابی نخستین شخص در اسلام است که علوم را دسته‌بندی کرد و شالوده هر شاخه از تعلیم را مشخص کرد. از این رو، به او لقب «معلم ثانی» را دادند. در طبقه‌بندی ابن خلدون، گروهی از فلاسفه، بین صنعت و علم فرق قائل شده و به مقتضای تفکرات خود هر کدام را به نحوی تعریف کرده‌اند. ولی اخوان الصفا از همان ابتدا تمام دانستی‌های بالفعل و بالقوه را تحت عنوان صنایع آورده و وجه تمایز آن را علم و عمل دانسته‌اند (سجادی، ۱۳۷۵: ۴۳۵). تاکید فارابی و فیلسوفان مکتب بغداد بر پیوند عمیق نظر و عمل در سده‌های ۳ و ۴ ق / ۹ و ۱۰ م، و اینکه حکمت عملی باید مبتنی بر حکمت نظری باشد، زمینه‌های نظری برای آمیختن عقلانی حوزه‌های گوناگون علم و عمل را در علوم و صناعات فراهم آورده بود (طاهری، ۱۳۹۴: ۱۳۵). بر اساس تقسیم‌بندی هفت‌گانه علوم تعلیمی (ریاضیات) فارابی در کتاب احصاء العلوم هندسه نظری به آن وجه از هندسه می‌گویند که به صورت انتزاعی در ذهن شکل می‌گیرد و هندسه عملی به آن وجه از هندسه می‌گویند که با ماده سرو کار دارد (فارابی، ۱۳۸۱: ۷۷). در طبقه‌بندی ابن خلدون نیز بین صنعت و علم فرق قائل شده و به مقتضای تفکرات خود هر کدام را به نحوی تعریف کرده‌اند. ولی اخوان الصفا از همان ابتدا تمام دانستی‌های بالفعل و بالقوه را تحت عنوان صنایع آورده و وجه تمایز آن را علم و عمل دانسته‌اند (سجادی، ۱۳۷۵: ۴۳۵). دو جنبه کمیت و کیفیت در علوم ریاضی، این علوم را مانند نردبانی میان عالم محسوسات و معقولات قرار داده است (گاتری، ۱۳۷۵: ۶). اخوان الصفا به پیروی از فیثاغورسیان برای اعداد و اشکال جنبه رمزی و مابعدالطبیعی قائل شده بودند؛ بنیان تمامی صناعات از جمله دانش هندسه را راهی برای شناخت نفس معرفی کردند (قربانی، ۱۳۷۵: ۱۲۶). اخوان الصفا در رساله دوم از مجموعه رسائل خویش به هندسه پرداخته و آن را به دو مقوله «هندسه محسوس» و «هندسه معقول» تقسیم کرده‌اند. هندسه محسوس

را مدخلی بر صنعت و آفرینش علمی و هندسه معقول را مقوم فکر 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، ۱۳۷۲: ۲۳۱). در تقسیم‌بندی‌های انجام شده در رابطه با هندسه در آرای متفکرین جهان اسلام تقسیم بر مبنای نظر (ذهن) و عمل (ماده) به وضوح مشهود است. تقسیم‌بندی هندسه به دو شاخه ی نظری و عملی در کتاب احصاء العلوم فارابی بر وجوه مشترکی از تقسیم‌بندی هندسه در آرای اخوان الصفا نیز اشاره دارد که هندسه محسوس (هندسه عملی) بابتی برای صنعت و آفرینش عملی اهل حرف است و هندسه معقول (هندسه نظری) در ذهن اتفاق می‌افتد و مجرد از ماده هست و راه را برای رسیدن به هندسه عملی می‌گشاید. تفاوتی که بین آرای فارابی و اخوان الصفا در این است که فارابی هندسه عملی را فروع هندسه نظری می‌داند، که از نظر به عمل می‌رسد اما اخوان الصفا آن را دوطرفه می‌داند و علاوه بر اینکه هندسه معقول مدخلی بر هندسه محسوس می‌دانند، هندسه را عقلی برای گذر از عالم محسوس به معقول نیز می‌دانسته‌اند.



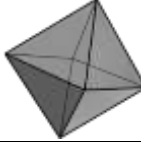








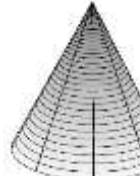



۵. هندسه حجم

احجام برای حدود دو هزار سال بخشی جدا نشدنی از ریاضیات بودند و الهام‌بخش موضوع بسیاری از شاخه‌ها بوده‌اند (Cromwell, 1997). اولین ردپای حجم را می‌توان در فلاسفه و سپس ریاضیدانان مشاهده نمود که اهل صنعت مانند معماران بسیار با آن درگیر بودند. در ریاضی یک چندوجهی به عنوان سطحی که از یک مجموعه صفحات چندضلعی ساخته شده در نظر گرفته می‌شود (Kappraff, 2001: 256). اگر "گروه هم‌شکل" روی مجموعه‌ای از وجوه بصورت انتقالی عمل کند، گراف‌های سطحی وجوه انتقالی نامیده می‌شوند (Brinkmann and Deza, 2000: A). چندوجهی به عنوان یک نگاشت سه بعدی متشکل از لبه‌ها، وجوه‌ها و رئوس تعریف می‌شود. وجوه‌ها چرخه‌هایی از لبه‌ها و رئوس هستند که چندضلعی نامیده می‌شوند و دیگر لازم نیست که مسطح باشند. هر یال دقیقاً دو وجه را به روشی متصل به هم پیوند می‌دهد که هر دو لبه را می‌توان با دنباله‌ای از وجوه‌ها به هم متصل کرد (Kappraff, 2001: 256). احجام دارای منشاء و مسیرهای توسعه گوناگون است و در زمینه‌های گوناگون چون ریاضیات، نجوم، معماری، شیمی و هنر کاربرد داشته است (Lee, 2021: 1014).

مطالعات احجام یکی از قدیمی‌ترین شاخه‌های ریاضی است که هنوز هم در حال توسعه است. با این حال، آنچه از منابع مکتوب تا به امروز باقی مانده این را نشان می‌دهد که تمدن یونان تاثیر عمیقی بر این علم داشته است. افلاطون حدود ۳۵۰ سال قبل از میلاد مسیح پنج حجم منظم را شناسایی کرد و آن‌ها را «احجام سازنده جهان کیهانی معرفی کرد که وجوه و رئوس منظم و یکسانی دارد. در یک چندوجهی افلاطونی تمام رئوس روی کره قرار می‌گیرند» (Williams, 2011: 285). در دنباله روی از

افلاطون، ارشمیدس سیزده حجم نیمه-منتظم ارائه می‌دهد که از سرشکن کردن احجام افلاطونی بدست می‌آیند (Hargittai and Hargittai, 2009: 87). از آنجایی که دانستن خواص هر چیزی برای انسان اهمیت دارد، اقلیدوس در فصل دوازدهم کتاب اصول خودش به تجزیه و تحلیل احجام پرداخت و اولین شیوه محاسباتی احجام به روش تجزیه به احجام کوچکتر را پایه‌گذاری شد (Ostermann & Wanner, 2012: 46). همچنین، روش‌های که وی برای محاط کردن احجام در کره ارائه داد سبب فهم مثلثات کروی شد (کاو یزدی، ۱۳۹۱: ۱۸۷) که بطلموس آن را در علم جغرافیا و نجوم بکار گرفت و همین امر سبب اهمیت یافتن و توسعه تفکر حجمی در دوره اسلامی شد. بنابراین تفکر حجمی در شاخه‌های فلسفی، محاسباتی، مقاطع مخروطی و مثلثات کروی تقسیم شد.

جدول ۱. احجام در یونان باستان

احجام افلاطونی. ماخذ: (رضوانی، ۱۳۹۵ش)				
				
برخی از احجام ارشمیدوسی، ماخذ: (رضوانی، ۱۳۹۵ش)				
				
احجام در کتاب عناصر اقلیدوس. منبع: (Ostermann & Wanner, 2012, 46)				
				

فارابی (۲۵۹-۳۳۹) در توضیحات خود هندسه نظری را ناظر بر احجام، سطوح و خطوط و هندسه عملی را ناظر بر خط و سطح می‌دانست. در رابطه با هندسه بر جایگاه فروع در تقسیم تاکید می‌کند و بیان می‌کند: «و این همان هندسه نظری، همان است که در شمار جمله علوم وارد می‌شود، و کارش بررسی خطوط و سطوح و مجسمات مطلق است. یعنی از شکل‌ها و اندازه‌ها و تساوی و تفاضل آنها و شناختن انواع وضع و ترتیب آنها و از تمام ملحقاتشان، مانند نقطه و زاویه و دیگر چیزها بحث می‌کند» (فارابی، ۱۳۸۱: ۷۹). و در ادامه می‌نویسد «این بود تمام مباحثی که در علم هندسه مورد بررسی قرار می‌گیرد. و این علم دو بخش است که یکی درباره خطوط و سطوح به مطالعه می‌پردازد و دیگری در مورد مجسمات

بحث می‌کند» (همان: ۷۹). بنابراین با آنکه فارابی خط و سطح را مشترک بین هندسه عملی و نظری قرار داد، اما جایگاه احجام را در هندسه نظری قرار داده است که شامل مقدار می‌شود. ابن سینا (۳۷۱-۴۲۸) در تعریف حجم یا به قول خودش «اشکال مجسمه» را چنین نقل می‌کند: مجسم شکلی است که احاطه بر چیزی دارد که واجد طول، عرض و عمق است و حدود آن بسائط است که به زبان امروزی سطوح جانبی نام دارد (انوار، ۱۳۸۳: ۱۲۶). در کتاب حکمت بوعلی سینا نقل شد: «جسم دارای حجم است و بدون حجم البته جسمی حاصل نشود و حجم ذاتا متصل است پس حقیقت جسمیت جسم به حجمی است جوهری که مساوق اتصال جوهری ذاتی است که عین قوام جسم است که محسوس و ملموس و منفصل و موزون و بتعبیر عوامانه مشت پرکن است» (حائری مازندرانی، ۱۳۶۲: ۳۱۹).

هندسه از علوم ریاضی معرفی شده است که حامل آموزش اوضاع خطوط، اشکال سطوح و انحطاط مقادیر است. در بعد نظری هندسه عقل‌گرایی حکمی و در باب برخورد عملی دانش حکمی تعیین‌کننده شناخت هندسه است (نژاد ابراهیمی و همکاران، ۱۴۰۰: ۲۸۷). بر این اساس بین نگاه حکمی و ریاضی تمایزهای وجود داشته است که می‌توان چنین استنباط نمود، در حکمت بنیان حجم با جسم یکی گرفته شده است و جسم فقط می‌تواند در حجم نمود داشته باشد. بنابر تعاریف بین دو دیدگاه، نقطه مشترک هر دو دیدگاه در تعریف حجم سه‌بعدی بودن آن است که دارای طول، عرض و عمق می‌باشد. اما تعریف حجم از منظر فلاسفه با حجم از منظر ریاضی‌دانان تفاوت‌های اساسی با یک‌دیگر دارد که در تعاریف فلاسفه حجم وابسته به جسم است و حدود یک شی را مشخص می‌کند. در مقابل تعاریف ریاضی‌دانان حجم جایگاه انتزاعی‌تری دارد که متشکل از صفحات تخت یا چندضلعی‌ها است، و حتی در تعاریف مدرن حجم را می‌توان به عنوان سطوح یک‌پارچه نیز در نظر گرفت. فارابی نیز در بخش ریاضیات (علوم تعالیم) کتاب احصاء العلوم مجسمات را فاقد هرگونه ماده معرفی می‌کند و در بخش هندسه عملی نامی از احجام (مجسمات) نمی‌برد (فارابی، ۱۳۸۱: ۷۷).

۵-۱. حجم در آثار متفکرین اسلامی

یکی از مهمترین شاخه‌های هندسه حجم در آثار متفکرین مثلثات بوده است. زیرا مثلثات رابطه تنگاتنگی با نجوم داشت که "چهارمین شاخه از علم ریاضیات در تقسیم‌بندی فارابی بود" (فارابی، ۱۳۸۱). علم نجوم نیز یکی از توابع هندسه بود (معصومی، ۱۳۷۹: ۳۴). سنت‌های نجومی از طریق کتاب المجسطی بطلمیوس به ایران جهان اسلام رسید و مثلثات کروی توسط مسلمانان تصحیح و توسعه پیدا کرد (نصر، ۱۳۶۶: ۱۴۶). بواسطه میزان متون تاریخی مرتبط با نجوم می‌توان فهمید که نجوم یکی از مهم‌ترین علوم اسلامی بوده است (King, 2000: 586). از دلایل عمده اهمیت نجوم در علوم اسلامی کاربرد آن در گاه‌شماری برای ماه رمضان، و یافتن قبله بود که دانشمندان مسلمان با استفاده از مثلثات کروی مسئله موقعیت‌یابی سه‌بعدی را به دویبعدی تقلیل می‌دادند (همان: ۵۹۹). به وضوح ریشه ابتدایی مثلثات در ریاضی بر روی علم نجوم

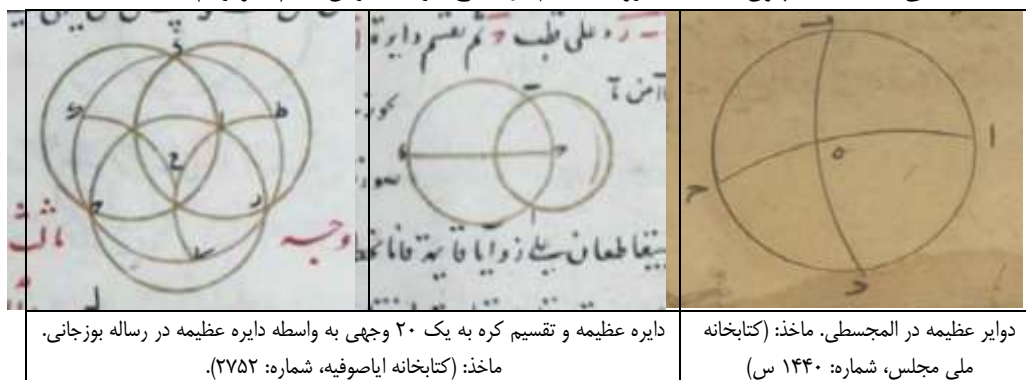
تکیه دارد که حرکت خورشید، ماه و پنج سیاره را دنبال می‌کرد (Berggren, 2017: 155). ابو حامد غزالی در «احیاء علوم الدین» در رابطه با اهمیت هندسه در اسلام چنین می‌گوید: نیاز مبرم به ساختن مسجد روبه قبله در تمام نقاط جغرافیایی زمین دارد و هماهنگ شدن با جهت قبله بدون علوم هندسی که در شرع مقرر شده بسیار مشکل خواهد بود (Al-Ghazali, 2011: 456). فارابی نیز در رابطه با اهمیت علوم هندسی در علم نجوم مناظر و مرايا به وضوح بحث کرد. وی در بخش مناظر و مرايا چنین نقل کرده است: «علم مناظر همان مطالبی را بررسی می‌کند که مورد بحث علم هندسه است...ولی بررسی آن در مورد خطوط و سطوح و مجسمات به طور مطلق است. پس نگرش هندسه اعم است» (فارابی ۱۳۸۱: ۸۰). وی در توصیف علم نجوم نیز آن را بر دو علم توضیف می‌کند که علم اول احکام نجوم است و علم دوم نجوم تعلیمی (ریاضیات) است (همان: ۸۴). با توجه به کاربرد مثلثات کروی در نجوم، جغرافیا داشت و تاثیر اندیشه یونانیان بر مسلمانان و همچنین باور اینکه همه اشکال در داخل کره قابل تعریف هستند و شکل جهان هستی در داخل کره قابل تعریف است؛ در دوره اسلامی نیز مثلثات کروی جایگاه ویژه‌ای داشت. برای نمونه یوسف یعقوب بن اسحق الکندی (۱۸۵-۲۵۶ قمری) که تالیفات متعددی داشت با این نگرش احجام در کتاب خود به نام (صناعت العظام) در این چنین می‌نویسد: "همانطور که بزرگ‌ترین شکل‌ها در یک دایره محاط می‌شوند، آن چیزی است که بیشترین زاویه را دارد و بزرگ‌ترین شکل‌های اجسام با سطوح برابر نیز کره است، همانطور که در کتاب خود درباره کره توضیح داده‌ایم، بنابراین آسمان بزرگ‌ترین مجسمات و کروی است زیرا باید بزرگ‌ترین شکل را دربر داشته باشد" (Rashed, 2015: 526). با این حال دانشمندان مسلمان صرفاً به تفکرات فلسفی بسنده نکردند و با توجه به مسائل زیرساختی که برای پی‌ریزی تمدن اسلامی نیاز داشتند به‌طور پیوسته کوشیدند تا این تفکرات هندسی را با صنعت پیوند بزنند. از آنجایی که صنعت با ساخت در ارتباط است، اهل حرف می‌بایست آگاهی مناسبی نسبت به محاسبه میزان حجم و ویژگی آن ماده در آن حجم داشته باشند. برای نمونه یک معمار باید بداند که یک قوس حدوداً چه وزنی دارد و چه فشاری بر دیوار طرفین آن قوس وارد میکند و آن دیوار نیز باید با چه تناسبات حجمی نسبت ساخته شود تا فشارهای آن قوس را تحمل کند. اثر مشهور ابو عبدالله محمد بن موسی خوارزمی (۱۶۴-۲۳۵) به نام «حساب و الجبر و المقابله»، منشاء پیدایش عصری نوین در ریاضیات و علم جبر به‌شمار می‌آید. کتاب جبر و المقابله او نقطه آغاز تازه‌ای بود، چون برای نخستین بار جبر به عنوان یک شاخه مجزا و مستقل ریاضی از آن پدید آمد (راشد، ۱۳۶۸: ۳۷). در آثار وی سنت‌های ریاضی یونانی و هندی باهم ترکیب شده است (نصر، ۱۳۸۶: ۱۴۷). او در مقدمه کتاب هدف خود از تالیف آن را روشن ساختن مسائل مبهم و آسان نمودن مشکلات علمی که در عین اختصار شامل مطالب دقیق و با اهمیت «علم حساب» که مورد نیاز همگان است، بوده باشد. ... مطالب این کتاب شامل محاسباتی است در ارث و وصیت و مقاسمه [=تقسیم کردن اموال مشترک] و امور دیوانی و تجارت و نیز در مورد تمام اموری که به

حساب و معامله مربوط می‌شوند (م. خوارزمی، ۱۳۶۳: ۳۷). باب المساحه که یکی از فصول مهم این کتاب است تعریف و تصویری ابتدایی و ساده از اشکال و احجام هندسی ارائه می‌دهد و به اندازه‌گیری مساحت یا محیط و حجم آن می‌پردازد (م. خوارزمی، ۱۳۶۳). باب مساحت خوارزمی به دو بخش اصلی اشکال و احجام طبقه‌بندی می‌شود که در بخش اشکال به چهار ضلعی‌ها (مربع، مربع مستطیل، معین (لوزی)، شبه معین)، مثلث (زاویه حاده، قائم و منفرجه) و دایره می‌پردازد و در بخش احجام به مکعب و مخروط (پایه مثلث، پایه مربع و پایه مستدیر) می‌پردازد. اهمیت این کتاب در تفکر حجم‌اندیشی انجام است که برای اولین بار سنت‌های هندسی یونانیان و سنت‌های عددی هندیان توسط خوارزمی باهم ترکیب شد که در کتاب اصول ارائه کرد، از این رو وی برای اولین بار محاسبات عددی را در محاسبه حجم وارد می‌کند، قبل از وی تعیین مقدار یک حجم به صورت عددی ممکن نبود بلکه به صورت مقایسه‌ای انجام می‌شد. البته شیوه محاسبات عددی که خوارزمی بنیان نهاد در ترکیب با علم مثلثات کروی و مخروطات برای محاسبات عملی توسعه یافت، و خود این توسعه‌ها توسط دانشمندان مسلمان برای کاربردی‌تر شدن در عمل پالایش یافتند.

ابوریحان بیرونی (۳۶۲-۴۶۲ ق) در کتاب التفهیم نکته قابل توجهی را ارائه می‌دهد که تفسیری متفاوت از تفکر حجمی است. وی حجم را مانند پیشینیان خود به عنوان مجسمات تفسیر نمی‌کند، بلکه پس از تعریف بسیار پهلوی (چندضلعی) و بسیط (سطح) به «ابعاد المکان» می‌رسد و در تعریف آن چنین نقل می‌کند: «بعدهای جایگاه چه چیزند؟- سه‌گونه‌اند یکی درازا و دیگر پهنا و دیگر ژرفا. و چنان نیست که نام درازا بر بعدی افتد و بر دیگران نتواند او فتان و لکن این نامها با ضافت نهاده‌اند، هر گه که یکی را از آن بعدها طول نام کنی آن دیگر که بر او گردد عرض نام شود و آن سه دیگر که بر هر دو گردد آن را عمق خوانند. و عادت مردمان چنان رفته است که درازترین بعدی را طول نام کنند آی (=یعنی) درازا وانک از او کمتر است او را هر عرض نام کنند آی (یعنی) پهنا و دیگر را عمق نام کنند آی ژرفا و اگر بلندی بود سمک گویند آی (=یعنی) بالا» (قربانی، ۱۳۵۳: ۹۵). همانطور که بن‌مایه فضای اقلیدسی یک گستره سه بعدی است که ماده در آن وجود دارد. آنچه که به عنوان فضای اقلیدوسی شناخته می‌شود، متشکل از برهم کنش سه صفحه مسطح عمود برهم است. در حقیقت این سه صفحه بر اساس سه محور عمود برهم منتج می‌شوند که به هر کدام از آنها یک بعد گفته می‌شود. در حقیقت هر صفحه‌ای که منطبق بر دو بعد از سه بعد باشد یک صفحه مسطحه است و هر نوع شکلی که منطبق بر فقط دو محور از سه محور باشد و بر روی یکی از این صفحات منطبق شود دارد از هندسه مسطحه پیروی می‌کند که می‌تواند خط، چندضلعی‌ها (بسیار پهلوی) یا سطح (بسیط) باشد. در حقیقت اگر یک سطح در خارج از امتداد صفحه مسطحه‌ای که بر روی آن قرار دارد با یک سطح دیگر اتصال پیدا کند و یا در بعدی دیگر امتداد یابد یک حجم را می‌سازد. تشکیل یک حجم در سه بعد شکل است و در همان فضایی شکل می‌گیرد که به عنوان اقلیدوسی شناخته می‌شود. بیرونی از فضا به عنوان «ابعاد المکان» نام می‌برد که دارای سه بعد

درازا، پهنا و ژرفا است که این نشان می‌دهد بیرونی از ویژگی هندسی حجم به تعریف فضا می‌پردازد. همچنین این تفسیر به روشنی در تعریف بیرونی از بسیط (سطح) روشن است و در تعریف بسیط بیان می‌کند: «این نام را از بام خانه گرفتند. و نیز او را بسیط گویند یعنی گستریده ازیر اک سطح بر جسم گسترده است. و سطح طول است. و عرض بس. و از جسم بیک بعد کمتر است و آن عمق است زیرا که اگر عمق نیز بودی جسم بودی و ما را نهایت جسم نهادیم که جسم بدو سپری شود» (قربانی، ۱۳۵۳: ۱۲۳).

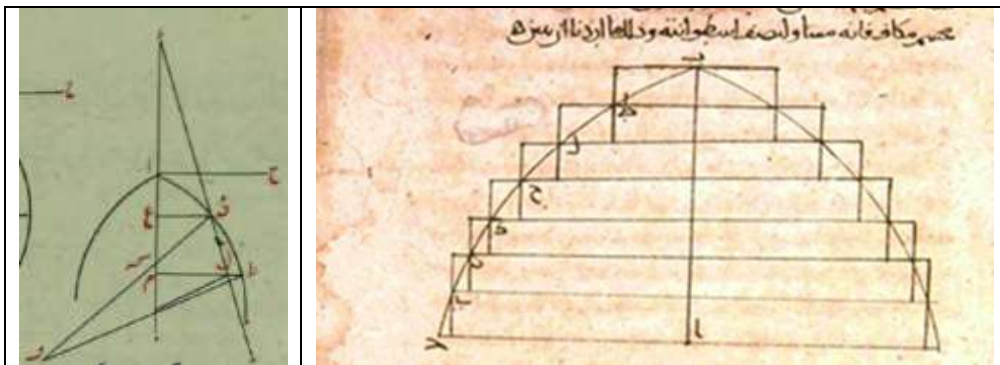
همچنین وی در همین کتاب به احجام منتظم کروی (شکل اندر کره) می‌پردازد و نگرش فلسفی که افلاطون نسبت به احجام افلاطونی داشت را به تصویر می‌کشد که در نام گذاری بیست‌وجهی منتظم از شکل آبی (شکل المائی)، از چهار وجهی منتظم از شکل آتشی (شکل الناری) استفاده می‌کند (بیرونی، ۱۳۵۳: ۲۹). منظور از اشکال اندر کره احجامی هستند که در کره محاط می‌شوند و بوسیله دایره عظیمه بدست می‌آید (تصویر ۱). اصول مثلثات کروی بر دایره عظیمه استوار بود، کاربرد این دایره عظیمه و مثلثات کروی صرفاً محدود به مباحث نظری چون نجوم و جغرافیا باقی نماند؛ بلکه بوزجانی (۱۳۶۶) کاربرد آنها در مباحث عملی هندسه، همچون انتقالات کروی احجام در سطح کره گسترش داد (تصویر ۱).



تصویر ۱. دایره عظیمه در کاربرد حجم روی کره

هندسه دانان دوره اسلامی، نظریه مقاطع مخروطی آپولونیوس را در حل بسیاری از مسائل هندسی به کار می‌بستند (هوخذایک، ۱۳۹۲: ۹۰). در آغاز قرن چهارم مترجمین و ریاضی‌دانان برجسته‌ای چون ثابت بن قره کتاب مخروطات آپولونیوس و چند رساله از ارشمیدوس را ترجمه کردند. وی حجم سهمی‌وار را نیز از اشکال درجه سوم را بدست آورد. وی کتابی به نام «فی مساحة قطع المخروطات الذی یُسَمَّى المکافی» داشت (ترکتاز، ۱۳۹۰: ۵۰). بوزجانی نیز این علم را در محاسبات عملی خود بکار گرفت (نصر، ۱۳۶۶: ۱۴۸). کاربرد علم مخروطات در محاسبات بسیار برجسته بود، خیام در رساله جبر و مقابله‌اش با روش هندسی و با کمک مقاطع مخروطی بررسی منظمی از همه معادلات درجه سوم قابل حل عرضه کرده است (Beggren, 1985). دلایل اهمیت یافت علم مخروطات در این دوره را می‌توان

توسعه هندسه عملی دانست. زیرا "ریاضی دانان مسلمان نیازمند درک اساسی هماهنگ بین راه حل‌های مرتبط با مسائل حجم بر اساس تبدیل آنها به معادلات مکعبی خاص بودند" (Sinclair, 1993: 60). ترسیماتی از ابوالفتح و ابوسهل کوهی وجود دارد که نشان دارد علم مخروطات نه صرفاً برای محاسبات بلکه در شاخه‌های ترسیمی همچون ترسیم طاق‌ها نیز بکار گرفته شد که خود نشان سیر کاربرد علم احجام از منظر نظری به عملی است (تصویر ۲).



تصویر ۲. یک ترسیم هندسی از ابو سهل کوهی در رساله «فی استخراج مساح الحاسمه المكافی» در کتابخانه سلیمانیه، ایاصوفیه ۴۸۳ و . ترسیم چفد توسط ابوالفتح اصفهانی در رساله تلخیص المخروطات نسخه خطی شم ۲۷۲۴ کتابخانه ایاصوفیه.

هر چند تالیفات دانشمندان مسلمان بسیار گسترده‌تر از مطالب بیان شده است. در اینجا تلاش شد تا آثاری که باعث سیر تحول نگاه به حجم در ادوار مختلف بوده است، بیان شود. آنچه که این مطالعه نشان می‌دهد در تلاش برای بکارگیری هندسه در صناعت سبب شد تا مفهوم و نگاه به حجم در دیدگاه دانشمندان در ادوار مختلف متحول شود. به سبب این تحول دانشمندان متعددی در پیوند آن مسئله هرچه بیشتر آن با صناعت تلاش کنند که تالیفات این دانشمندان در جدول زیر ارائه گردید (جدول ۲). این دگرگونی‌های تفکر حجمی در دوره اسلامی به ترتیب از یافتن اوقات شرعی و قبله، محاسبه عددی حجم، صناعت العظما و فروع حجم در هندسه نظری و عملی و نسبت حجم به ابعاد مکان (فضا) را در بر می‌گیرد.

جدول ۲. دانشمندان مسلمان و تالیفات آنها در ارتباط با علم حجم

دانشمند	قرن	تالیفات مرتبط با هندسه احجام
خوارزمی	دوم و سوم	«حساب و الجبر و المقابله»
الکندی	دوم و سوم	«صناعت العظما» و «رسالته فی مساحه ایوان»
ماهانی	سوم	«شرح مقاله دوم کتاب کره و استوانه ارشمیدس (خیام در جبر المقابله)»، «فی ست و عشرین شکلا من مقاله الاولى من اقلیدس التبی لما یحتاج فی شیئ منها الی الخلف» و «اصلاح کتاب مانالوس فی الاشکال الکریه»
بنو موسی	سوم	«معرفة مساحة الاشکال البسیطة و الکریه» و «فی القطاع الاستوانه و بسیط»
فارابی	سوم و	احصاء العلوم

چهارم		
چهارم	«فی مساحة الاشكال المسطحة و المجسمة» و «فی مساحة قطع المخروطات الذی یسمى المكافی»	ثابت بن قره حرانی
چهارم و پنجم	«المدخل إلى علم الهندسیه» و «فی وصف القطوع المخروطیه»	سجزی
چهارم	«رساله فی ما یحتاج الیه اعمال و الصناعات من الشکال الهندسه» و «کتاب ما یحتاج الیه العمال و الکتاب من صناعة الحساب»	بوزجانی
چهارم	«تقسیم الکره بسطوح مساویه»، «کتاب البرکار و العمل به» و «فی استخراج مساح الحاسمه المكافی»	کوهی
چهارم و پنجم	«مانالوس فی الاشکال الکریه»	ابونصر عراق
چهارم و پنجم	«فی مساحه المجسم المكافی»، «قول فی مساحه الکره»، «شرح مصادرات اقلیدوس»، «حل شکوک اقلیدوس» و «ابنیه و العقود»	ابن هیثم
چهارم و پنجم	«الایضاح عن اصول صناعه المساح» و «رساله در علم مساحت»	بغدادی
چهارم و پنجم	«مقالید علم هیئت»، «التفهیم فی صناعه التنجیم»، «قانون مسعودی» و «استخراج الاوتار»	بیرونی
چهارم و پنجم	«شفا»	ابن سینا
پنجم و ششم	«جبر و مقابله»	خیام

۶. بحث و تحلیل

روند تکامل علم هندسه در اسلام در دو مرحله «ترجمه» و «توسعه» رقم خورد که این آغاز برپایه ترجمه متون یونانی بود و بنیان‌های نظری علوم را در جهان اسلام شکل داد. مسلمانان که بنیان‌های نظری تفکر حجمی را از مکتوبات یونانیان آموخته بودند بر توسعه آن بسیار کوشیدند. توسعه علوم بر پایه ترجمه مکتوبات یونانی سبب شد تا توسعه هندسه حجم در آثار متفکرین اسلامی در همان شاخه‌های هندسی تعریف شده توسط یونانیان توسعه پیدا کرد. کاربردی که علم هندسه در رهیافت به شریعت اسلامی پیدا کرد، موجب اهمیت یافتن آن و تلاش برای توسعه آن شد تا هرچه بیشتر کاربردی شود.

جدول ۳. سیر تحول نگاه به هندسه حجم در آثار متفکرین اسلامی. ماخذ: نگارنده.

دانشمندان	مثلثات کروی	محاسبات	مخروطات	فلسفی
خوارزمی، کندی		محاسبات عددی حجم بجای محاسبات مقایسه‌ای (خوارزمی) و کاربرد علم		کره نماینده آسمان و تمامی اشکال قابل تعریف در آن (کندی)

		مساحت در محاسبه عناصر معماری (کندی)		
هندسه عملی و نظری (فارابی)	محاسبه احجام حاصل از دوران مقاطع مخروطی		محاسبه مساحت کره و استوانه	ماهـانی، بنوموسی، سجزی و فارابی
	پرگار تمام برای ترسیم مقاطع مخروطی و پوشش‌های منحنی (کوهی)	حساب عملی (بوزجانی)	انتقالات کروی (بوزجانی)	بوزجانی و کوهی
تعریف حجم از مجسمات به ابعاد المکان (بیرونی)	کاربرد مقاطع مخروطی در هندسه مناظر (ابن هیثم)	پیوند جبر و هندسه (خیام)	توسعه نجوم مبتنی بر مثلثات کروی	بیرونی، ابن هیثم، خیام

۷. نتیجه گیری

تفکر حجمی به دنبال یافتن نظم هندسی، پیش از تاریخ اولین منابع مکتوب آغاز شد و در ادامه با مباحث نظری مانند نظریه‌های فلسفی به عنوان احجام سازنده جهان کیهانی در هم آمیخت. حجم در صناعت اهمیت زیادی داشته است و سازندگان آثار هنری و معماری توانسته‌اند با آشنایی که در زمینه شناخت احجام داشته‌اند؛ آنها در آثار خود تلاش کرده‌اند با استفاده از احجام و هندسه آثار زیبایی را بوجود آورند. شواهد مهمی که نشان‌دهنده جایگاه هندسه و به‌خصوص هندسه در تفکر اندیشمندان مسلمان است، مکتوبات بسیار آنها در ارتباط با هندسه احجام است، که به‌طور پیوسته تلاش می‌کردند تا هندسه احجام را با صناعت عملی پیوند بزنند. از آنجایی که حساب اهمیت ویژه‌ای در صناعت داشته است و صناعت در ارتباط با جسم شکل می‌گیرد، دانستن خواص اجسام با توجه به دانستن ویژگی‌های حجمی و وزن ماده و همچنین بهترین شکل حجمی آن ماده در کاربرد بسیار مهم بود. از این روی هندسه احجام جایگاه بالایی را در ارتباط با صناعت عملی داشت. هرچند که رسیدن به چنین سطحی از کاربرد احجام در صناعت به یکباره شکل نگرفت. با توجه به اهمیت قله‌یابی و گاه‌شماری در اسلام و با توجه بر تاکید بر حق و حقوق در شریعت اسلامی و کاربرد علوم هندسی در ساخت و ساز گسترده آن دوران، بنیان‌های تفکر و اندیشه در خصوص حجم در بین یونانیان به همراه سایر علوم با اهمیت بیشتری در دوران اسلامی توسعه یافت. یکی از مباحث مورد توجه در اسلام کاربرد علوم نظری در عمل بوده است که بسیار مورد توجه قرار گرفت. فارابی علم هندسه را به عنوان یکی از هفت شاخه علوم تعلیمی به دو دسته هندسه نظری و هندسه عملی تقسیم کرد. علاوه بر این، از آنجایی که تفکر فلسفی و معنایی نقش بسیاری در جهان اسلام داشت، اخوان الصفا علم هندسه را به عنوان یک نردبان گذر از عالم محسوس به معقول در نظر گرفتند. وقتی در تعاریف این دو تقسیم‌بندی عمیق تعمق شود، مولفه‌های نظر و ماده در

این دسته‌بندی بسیار مشهود است. زیرا هندسه محسوس مدخلی بر صنعت عملی است؛ و از طرف دیگر هندسه معقول مدخلی بر آفرینش عملی هست. تاکید بر مولفه‌های نظری و مادی در هر دو تقسیم‌بندی فارابی و اخوان الصفا نشان از جایگاه کاربرد علوم نظری در عمل دارد که در دوره اسلامی اهمیت یافته بود. بر این اساس، هرچند که نگرش‌های فلسفی نسبت به احجام در دوره اسلامی نیز دنبال شد؛ تلفیق سنت‌های شرقی و غربی با پیوند جبر و هندسه توسط خوارزمی تحول بزرگی در محاسبات حجم پدید آمد و محاسبه حجم از شیوه مقایسه‌ای به محاسبه عددی تغییر یافت. با تقسیم علم هندسه به شاخه نظری و عملی، تلاش شد تا احجام پیوند عمیقی با صنعت عملی برقرار کنند. در همین راستا، تلاش دانشمندان در جهت کاربردی‌تر کردن محاسبات برای اهل حرف افزایش یافت. در این سیر تحول نگرش‌های فلسفی حاکم بر حجم به تعاریف ساده‌تر سوق داده شد؛ و حتی ارجاع به حجم از «مجسمات» به «ابعاد المكان» گسترده شد که معنای معادل «فضای سه‌بعدی» را در ادبیات امروز دارد. این مطالعه که بر مبنای نظرات دانشمندان مسلمان انجام یافت نشان داد در راستای تحول هنر و معماری قرون اولیه اسلام، یکی از مواردی که همپای این تحولات شکل گرفت اندیشیدن به مساله حجم و هندسه آن در صنعت آثار مصنوع هنرمندان مسلمان است.

تعارض منافع:

نویسندگان متعهد می‌شوند مقاله تعارض منافع ندارد. مسئولیت گزارش تعارض احتمالی منافع و حامیان مالی پژوهش به عهده نویسنده مسؤل است.

منابع

- ابن خلدون، عبد الرحمن (۱۳۷۵) مقدمه *ابن خلدون (م ۱۰۰۸)*، ترجمه محمد پروین گنابادی، تهران، انتشارات علمی و فرهنگی، چ هشتم.
- ابن رشد (۱۳۷۷). *تفسیر ما بعد الطبیعه*، جلد ۱. تهران: انتشارات حکمت.
- اخوان الصفا (۱۳۸۷). *مجمّل الحکمه*. تهران: پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی.
- اخوان الصفا (۱۳۷۲). *رسائل اخوان الصفا و خلدون الوفا*. تهران: میراث مکتوب
- انوار، عبدالله (۱۳۸۳). سیر هندسه اقلیدسی از اقلیدوس تا شیخ الرئیس بوعلی سینا. *مجله تاریخ علم*، ۱ (۲)، صص: ۱۱۹-۱۳۵.
- بوزجانی، ابوالوفاء محمد بن محمد بوزجانی (۱۳۶۹). *هندسه ایرانی؛ کتاب تجارت (کاربرد هندسه در عمل) (فی مایحتاج الیه العمال و الصناع من الاشکال الهندسیه)*، ترجمه سید علی‌رضا جذبی. تهران: سروش.
- بهشتی‌نژاد، مهدی. (۱۳۹۶). نقش رساله هندسه بوزجانی در شکل‌گیری تزئینات هندسی آثار دوره سلجوقی. *تاریخ علم*، دوره ۱۵، شماره ۲، ص ۱۳۱-۱۴۸.
- بیرونی، ابوریحان محمد بن احمد (۱۳۵۳). *التفهیم لاوائل صناعه التنجیم*، ترجمه و تصحیح جلال همایی. تهران:

سلسله انتشارات انجمن آثار ملی.

ترکناز، مهدی (۱۳۹۰). دستاوردهای ریاضیدانان مسلمان در حوزه جبر از قرن دوم تا چهارم هجری با تمرکز بر آثار خوارزمی، کارشناسی ارشد ریاضی محض. تهران: تربیت مدرس، دانشکده علوم پایه.

حائری مازندرانی، محمدصالح (۱۳۶۲) حکمت بوعلی سینا، جلد: ۵. تهران: علمی.

خوارزمی، محمد بن موسی (۱۳۶۳). جبر و مقابله، ترجمه حسین خدیو جم. تهران: اطلاعات.

راشد، رشدی (۱۳۶۸). دنیای اسلام، محل تلاقی هندسه و جبر. ترجمه رضا رضایی ساروی. پیام یونسکو، شماره ۲۳۴، آذر.

رضوانی، علیرضا (۱۳۹۴). شبکه‌های فضایی و احجام هندسی. مشهد: سخن گستر و معاونت پژوهش و فناوری دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد.

سجادی، جعفر (۱۳۷۵). فرهنگ علوم فلسفی و کلامی. تهران: امیر کبیر، تهران.

شهریاری پرویز. ۱۳۵۰. نقش دانشمندان ایرانی در پیشرفت ریاضیات. گوشه‌ای از سیمای تاریخ تحول علم در ایران (مجموعه مقالات تحقیقی). تهران: از انتشارات وزارت علوم و آموزش عالی.

طاهری، جعفر (۱۴۰۰). هندسه معماری: گفتگوی علم و عمل در سده چهارم هجری. تاریخ علم، دوره ۱۹، شماره ۲، صص: ۳۵۵-۳۷۵.

طاهری، جعفر (۱۳۹۴). مناسبات معماری با علوم دقیقه در متون علمی دوره اسلامی. مطالعات معماری ایران، ۴ (۷)، صص: ۱۲۷-۱۵۰.

طاهری، جعفر (۱۳۹۰). نقش ریاضی‌دان در معماری به روایت متون اسلامی. تاریخ علم، شماره ۱۰، صص: ۳۹-۶۵.

طاهری، جعفر (۱۳۸۸). مقدمه‌ای بر دانش ریاضیات معماری در دوره اسلامی؛ جستاری در بنیان‌های نظری و عملی پیوند ریاضیات با صناعات معماری اسلامی (سده‌های دوم تا یازدهم هجری). رساله دکتری، تهران: دانشگاه شهید بهشتی، دانشکده معماری و شهرسازی.

عباسی، نوشین؛ مریم قاسمی سیچانی؛ نیما ولی بیگ، مهدی سعدوندی (۱۳۹۸). ارزیابی آراء ریاضی‌دانان مسلمان (سده دو تا یازدهم هجری قمری) در باب ماهیت هندسه در معماری. فصلنامه اندیشه معماری، ۳ (۵)، صص ۸۴-۱۰۵.

فارابی، ابو نصر محمد بن محمد (۱۳۸۱). احصاء العلوم. ترجمه حسین خدیو جم. تهران: علمی و فرهنگی.

فرشاد، مهدی (۱۳۶۶). تاریخ علم در ایران. تهران: امیرکبیر.

فرشچی، حمیدرضا (۱۳۹۹). معماری اسلامی از منظر آراء فارابی با تأکید بر احصاء العلوم. مطالعات معماری ایران، ۹ (۱۷)، صص: ۱۷۹-۱۹۶.

فرشچیان، امیرحسین؛ نژادابراهیمی، احد؛ قره‌بگلو، مینو (۱۴۰۰). جایگاه و مفهوم هندسه در هنر معماری اسلامی بر اساس آرای اخوان الصفا. نگارینه هنر اسلامی. دوره هشتم، شماره بیست و دوم، صص: ۱۰۹-۱۲۹.

قربانی، ابوالقاسم (۱۳۷۵). زندگینامه ریاضیدانان دوره اسلامی. تهران: مرکز نشر دانشگاهی.

۲۶. قربانی، ابوالقاسم (۱۳۵۳). بیرونی نامه؛ تحقیق در آثار ریاضی استاد ابوریحان بیرونی (ریاضی‌دان و منجم

- بزرگ ایرانی، در سده چهارم و پنجم) تهران: سلسله انتشارات انجمن آثار ملی.
- کاوه یزدی، محمدمهدی (۱۳۹۱). رساله‌ای از ثابت بن قره در هندسه. *میراث علمی اسلام و ایران*، ۱ (۱)، صص: ۱۸۶-۲۰۱.
- گاتری، دبلیو. کی. سی (۱۳۷۵). *تاریخ فلسفه یونان-فیثاغورس و فیثاغوریان*، ترجمه مهدی قوام صفری. تهران: فکر روز.
- لوکری، فضل بن محمد (۱۳۸۲). *شرح قصیده أسرار الحکمه*، تهران: مرکز نشر دانشگاهی.
- متس، آدام (۱۳۸۸ش). *تمدن اسلامی در قرن چهارم هجری، یا، رنسانس اسلامی*، ترجمه: علیرضا ذکاوتی قراگزلو. تهران: امیرکبیر
- معصومی همدانی، حسین (۱۳۷۹). آئینه سوزان افلاطون. *نشر دانش، بهار*، (شماره ۹۵)، صص: ۳-۱۵.
- محمدی‌فر، شمامه. (۱۳۹۹). جایگاه تقسیمات علوم طبیعی در منابع طبقه‌بندی علوم دوره اسلامی و عوامل موثر بر آن. *تاریخ علم*، ۱ (۲)، صص: ۳۵۱-۳۷۹.
- ویتلی ایوز، هوارد (۱۳۸۳). *تاریخ هندسه*، ترجمه محمد هادی شفیعیها. تهران: انتشارات علمی و فرهنگی.
- هوخندایک، یان. پ (۱۳۹۲). *مطالعه مقاطع مخروطی در دوره اسلامی*، ترجمه حسن امینی. *میراث علمی اسلام و ایران*، ۲ (۱) صص: ۸۶-۹۸.
- نجیب اوغلو، گل‌رو (۱۳۷۹). *هندسه تزئین در معماری اسلامی (طومار توپکایی)*. ترجمه مهرداد قیومی. تهران: روزنه.
- نصر، سید حسین (۱۳۶۶). *علم در اسلام*، ترجمه احمد آرام. تهران: سروش.
- نژاد ابراهیمی، احد؛ قره‌بگلو، مینو؛ فرشچیان، امیرحسین. (۱۴۰۰). جایگاه حکمت نظری در کاربست هندسه معماری از جانب ریاضی‌دانان اسلامی: قرون چهارم تا یازدهم هجری. *حکمت معاصر*، سال ۱۲، شماره ۱، صص: ۲۶۹-۳۰۹.

Reference

- AL-GHAZALI, Imam Abu Hamed (2011) *Revival of religions science (Ihia Ulum ad-din)* (احیاء علوم الدین). Translated by Mohammad Mahdi al-Sharif. Lebanon: Dar Al-Kotob Al-Ilmiyah.
- Berggren, J. L (2017). *Episodes in the Mathematics of Medieval Islam, Second Edition*. Episodes in the Mathematics of Medieval Islam, Second Edition. <https://doi.org/10.1007/978-1-4939-3780-6>
- Berggren, J. L (1985). *History of Mathematics in the Islamic World: The Present State of Art*. Review of Middle East 19 (1):pp. 9-33.
- Bier, Carol (2015). *Geometry in Islamic Art. Encyclopaedia of the History of Science, Technology, and Medicine in Non-Western Cultures*. Springer Science+Business Media Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-007-3934-5_10111-1
- Brinkmann, Gunnar, and Michel Deza (2000). "Lists of Face-Regular Polyhedra." *Journal of Chemical Information and Computer Sciences*, 40 (3). <https://doi.org/10.1021/ci990034u>

- Gutas, Dimitri (2006). "The Greek and Persian background of early Arabic encyclopedism." Organizing knowledge: Encyclopædic Activities In The Pre - Eighteenth Century Islamic World. ed. by Gerhard Endress, Leiden, Boston: Brill.
- Hisarligil, Hakan, & Hisarligil, Beyhan Bolak (2018). The Geometry of Cuboctahedra in Medieval Art in Anatolia. *Nexus Netw J*, 20:125–152. <https://doi.org/10.1007/s00004-017-0363-7>
- Jones, Andrew Meirion (2020). "An Archaeology of Affect: Art, Ontology and the Carved Stone Balls of Neolithic Britain." *Journal of Archaeological Method and Theory*, 27 (3). <https://doi.org/10.1007/s10816-020-09473-8>
- Kapraff, Jay (2001). Connections: The Geometric Bridge; Between Art and Science. American Journal of Physics. Second. Singapore: World Scientific.
- .King, David A (2000). Mathematical Astronomy in Islamic Civilisation. In: Astronomy Across Cultures. Science Across Cultures: The History of Non-Western Science, vol 1. Selin, H., Xiaochun, S. (eds). Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-011-4179-6_20
- Kipfer, Barbara Ann (2021). "Carved Stone Ball." In Encyclopedic Dictionary of Archaeology. Springer Nature Switzerland AG. https://doi.org/10.1007/978-3-030-58292-0_30175
- Lee, Hyun-Kyung (2021). Exhibition Curation on the Influential Usage of Polyhedra in Science. *Art and Design*, 12 (10):pp: 1014- 1024.
- Nasr, S. H. (1987). *Elm dar Islam [Science and civilization in Islam]* (A. Aram, Trans.). Soroush.
- Nejad Ebrahimi, Ahad, and Aref Azizpour Shoubi. 2020. "The Projection Strategies of Gireh on the Iranian Historical Domes." *Mathematics Interdisciplinary Research* 5 (3): 239–57. <https://doi.org/10.22052/mir.2020.212903.1187>.
- Necipoğlu, Gülru. 2017.; «Ornamental Geometries: A Persian Compendium at the *Intersection of the Visual Arts and Mathematical Sciences*». ed. by Gülru Necipoğlu., *The Arts of Ornamental Geometry: A Persian Compendium on Similar and Complementary Interlocking Figures, Fī tadākhul al-ashkāl al-mutashābiha aw al-mutawāfiqa* (Bibliothèque nationale de France, Ms. Persan 169, fols. 180r–199r), Leiden and Boston, MA: Brill, [Studies and Sources in Islamic Art and Architecture, Supplements to Muqarnas, , vol. XIII]. Pp: 11-78.
- .Özdural, Alpay. 2000. Mathematics and Arts: Connections between Theory and Practice in the Medieval Islamic World. *Historia Mathematica* (27), 171–201. . Doi:10.1006/hmat.1999.2274
- Özdural, Alpay. 1998. A Mathematical Sonata for Architecture: Omar Khayyam and the Friday Mosque of Isfahan. *Technology and Culture*, Vol. 39, No. 4, pp. 699-715 (17 pages). <https://doi.org/10.2307/1215>

- Ostermann, A., Wanner, G (2012). *Geometry by Its History, Undergraduate Texts in Mathematics*, Berlin Heidelberg: Springer-Verlag.
https://doi.org/10.1007/978-3-642-29163-0_1
- Rashed, Roshdi (2015). *CLASSICAL MATHEMATICS FROM AL-KHWARIZMI TO DESCARTES*, London: Routledge.
<https://doi.org/10.4324/9781315753867>
- Sarhangi, Reza. 2008. "Illustrating Abu Al-Wafā' Būzjānī: Flat Images, Spherical Constructions." *Iranian Studies* 41 (4): 511–23.
<https://doi.org/10.1080/00210860802246184>.
- Sinclair, Nathalie M (1993). *Mathematical Applications of Conic Section in Problem Solving In Ancient Greece and Medieval Islam*. Thesis M.Sc. Master of Science. Simon Fraser University, In the Department of Mathematics.
- Taheri, J. (2011). *Naqsh-e Riyazi-dan dar Memari be Revayat-e Motun-e Eslami* [The role of mathematicians in architecture according to Islamic texts]. *Tarikh-e Elm*, (10), 39-65.
- Williams, Chris J. K (2011). "Patterns on a Surface: The Reconciliation of the Circle and the Square." *Nexus Network Journal*, 13 (2): 281–95.
<https://doi.org/10.1007/s00004-011-0068-2>