ریاضی در معماری ایرانی اسلامی

فاطمه احمدوند؛ دبیرستان شبانه روزی حاج رهبر ملایر
زهرا جلالی؛ دبیرستان شبانه روزی حاج رهبر ملایر
مائده آزادی؛ دبیرستان شبانه روزی حاج رهبر ملایر

معلم راهنما: مرضیه عسگری؛ اداره آموزش و پرورش ملایر

چکیده

این متن در مورد ریاضیات و کاربرد آن در معماری ایرانی-اسلامی است. هندسه یکی از بنیان های هنر و معماری سنتی ایران است که در سراسر آثار فاخر به جا مانده از گذشته،می توان نمود هایی از آن را مشاهده کرد.مبنای کار معماری ساختن است و برای ساختن لازم است از یک هندسه و نظم دقیق استفاده شود.بناهای قدیمی ایرانی همگی شاهکارای های زیبایی از جهات مختلف به ویژه ریاضی هستند و حتی بعضی از آنها عجایب ریاضی و هندسه در جهان هستند. نه تنها در معماری سنتی ایران بلکه در معماری معاصر نیز،هندسه و ریاضیات نقش مهمی دارند. این نکته قابل توجه است که در بناهای سنتی و قدیمی ایران بدون داشتن وسایل دقیق و تکنولوژی های امروزی توانستند از هندسه در ساخت این بنا ها استفاده کنند.در این مقاله ما به بررسی کاربرد ریاضیات در ا بناهای مختلف و زیبا و چگونگی ساخت آنها می پردازیم.

واژگان کلیدی: معماری ایرانی-اسلامی، تخت جمشید، کاشی کاری، مسجد صورتی

۱- مقدمه

عنصر اصلی و دست مایه هنر و هنر مهندسی معماری،هندسه است.تنها از طریق هندسه است که هر شیء می تواند حدود و اندازه های مورد نیاز خود را برای ورود به عالم وجود،بیابد.معماری ادوار گذشته ایران همواره ملهم از به کارگیری هندسه و شیوه های ترسیم غنی و دقیق بوده تا حدی که آگاهی از قواعد ریاضی و ترسیم به کار گرفتن انواع خاص آن وظیفه هر معماری

بوده و وجه تمایز معماران و رقابت آنان با یکدیگر نیز بر همین محور استوار بوده است. از این رو پیداست که هندسه در معماری ایران اهمیت زیادی داشته است.هندسه به طور کلی در طراحی و ساخت مساجد،تکایا و مدارس و دیگر آثار فاخر ایرانی نقش بسزایی داشته است.ساخت هندسی بناهای تاریخی در دوران اسلامی،تجلی حکمت اسلامی در کالبد بناهای ایرانی است.

۲-محتوای اصلی

معماری فارسی به مدت طولانی به عنوان تجسم مکان ریاضی و هندسی شناخته شده است. از دوران تاریخ دوران جوانی، سازه ها و منظره ها بر اساس قواعد ریاضیات طراحی شده بود؛ اجرای آنها نیاز به مهارت در هندسه عملی است.

ساختمان های موجود ساختمان معماری قبل از هخامنشی اندک هستند، اما خرابه هایی که مدرکی برای تسلط هندسه در فضای معماری را به وجود می آورند. در فصل نخست کتاب هندسه در هنر معماری و کاربرد آن در علم ریاضی نیز اشارات زیادی به ارتباط بین معماران و ریاضی دانان شده است. استفاده از محاسبات ریاضی محدود به معماری نبود. در سیستم های زهکشی و فاضلاب، ایرانیان از پیشرفته ترین ریاضیات استفاده می کردند. مانند سیستم های فاضلاب شهر شید در جنوب شرقی ایران (حدود ۳۲۰۰ سال قبل میلاد). هنر و صنایع دستی از این دوره، موتیف های زینتی مانند حیوانات و گیاهان را در قالب های بسیار هندسی انتزاعی نشان می دهد. دوره دوم، با تأسیس بنیاد امپراتوری هخامنشی (۳۳۰-۵۵۰) توسط کوروش بزرگ بود.هخامنشیان متحد ساختن فرهنگ های متنوع فرهنگی، دانشمندان و دانشمندان همه رشته ها، از جمله ریاضیدانان و ستاره شناسان، از نقاط مختلف امپراطوری خود و نیز همسایگان و رقبای خود، گرد هم آورده اند. به عنوان شهادت قابل توجهی از دانش ریاضیات این دوره، می توان به ساختمان ها، باغ ها و سیستم های آبیاری، ساخت پل، صنایع دستی و صنایع اشاره کرد. هندسه کاربردی به عنوان یک ابزار سفارش دهنده در طراحی طرح های ساختمان و نمای ساختمان ها استفاده می شود. آگاهی از ریاضیات منجر به نصب و تزیین انواع ساختمان ها و مناظر در ایران شد. این سنت به سلسله صفویان (۱۷۳۶-۱۵۰۱ C.E) منجر شد، زمانی که استفاده از دانش هندسه را می توان از مقیاس طراحی شهری، طراحی باغ، معماری و زیور آلات ساختمان، به اشکال هنر و صنایع دستی یافت.

شاهکارهای معماری ایرانی، نمادی از پیوند فرهنگ و تمدن ایرانی و اسلامی است که به بهترین شکلی نبوغ و خلاقیت شگفت آور و روح زیباشناسی نیاکان ما را به نمایش در آورده است. آن تناسب و زیبایی ای که در بسیاری از آثار برجسته معماری ایران و جهان وجود دارد و هر بیننده ای را در همان نگاه اول مجذوب و متحیر

خود می گرداند، مدیون ریاضیات و هندسه است. شگفت آورترین ویژگی پنهان در خلق آثار تاریخی ارزشمند، نقش اساسی و بی همتای ریاضیات و به ویژه ایده های هندسی است. معماری با استفاده از هندسه، خواص فضایی خود را که برخاسته از نگرش، احساسات و تفکرات خاص یک معمار است به تصویر می کشد، در واقع هندسه یک ایده شکل دهنده در معماری است که در تعیین پلان و شکل سه بعدی بنا مورد استفاده قرار می گیرد.

از شاخه ای از هندسه به نام هندسه فضایی که خصوصیات حجمهای سه بعدی مانند مکعب، کره، استوانه، مخروط،... و چند وجهی های منتظم را مورد بحث قرار می دهد، به خوبی در ترکیبات و اشکال معماری نظیر دیوارها، ستون ها و انواع سقفها استفاده می شود. اگر بدانیم برای هر کدام از این حجم ها معنایی نمادین در فرهنگ های گوناگون وجود دارد آن وقت تفاوتهای معماری را در آثار تاریخی هر قوم و ملت بهتر درک می کنیم و به طور مثال کره در فرهنگ اسلامی نماد گنبد آسمان است و به همین دلیل در طی قرون معماران همواره در پی بهره جستن از این شکل جامع و کامل در کار خود بوده اند. در معماری ایران از ترکیب نیم کره و مکعب در ساختن بنای مساجد استفاده می شده است و با تنوع ترکیب در شکل گنبد با فضای چهارگوش مکعبی، در عین سادگی اشکال و بناهای متفاوتی را به وجود می آورند. مسجد جامع یزد و مقبره قطب الدین حیدر نمونه هایی از این دست می باشند.

با توجه به اینکه هندسه در ذات خود اشکال، تناسبات و روابط میان آنها را جای داده است می توان با بکارگیری هر یک از این ابزارها فضایی خاص را القا نمود. مخاطبان یک اثر معماری می توانند احساسات متفاوتی را از یک بنا تجربه کنند چرا که اشکال هندسی خاص بکار رفته در یک بنا می تواند القا کننده حرکت، سکون و... باشد.

با قواعد ریاضی شناخته شده ای همچون «اعداد طلایی»، «دنباله فیبوناچی» و... که الهام گرفته از طبیعت می باشند و در نتیجه تسلط بر محاسبات دقیق ریاضی می توان در معماری به نتیجه ای زیبا و حیرت ً انگیز دست یافت. مثلا به تقلید از طبیعت ستونها و زوایا هیچگاه فرد در نظر گرفته نمی شوند. این زیبایی ای که در معماری به شکل رعایت نسبت های طول، عرض و ارتفاع بنا، با هم اتفاق می افتد گاهی با تناسبات رنگ ها دو صد چندان می شود. می توان بر همین اساس از بناهای ایرانی به مسجد شیخ لطف الله اشاره کرد. اکثر افراد صاحب نظر در باب معماری هم اذعان کرده اند که تناسبات، رنگ و نور در این مسجد، انسان را مجذوب خود می کند

الگوهای کاشی کاری پیشرفته که بر پایه معادلات دقیق ریاضی استوار است در آثار تاریخی اسلامی نشان دهنده آن است که هنرمندان اسلام سالها قبل از کشف این اصول ریاضی از آنها در بناهای خویش استفاده می کرده اند. هنر کاشی و موزاییک های متعلق به معماری اسلامی، در بر دارنده مهارت هایی از هندسه است.

احاطه آدمی بر معماری با شناخت هندسه و قواعد آن و تعریف اشکال و کنار هم گذاشتن آنها در روز کاغذ با نام نقشه و طرح معماری به نوعی تعریف شده است و کنکاش آدمی در طبیعت نیز مصالح مورد نیاز را در ایجاد یک اثر معماری خوب به او می دهد. معماران ما توانسته اند ضمن رعایت مبانی و اصول و معیارهای محتوایی و معنوی کار که غیر وابسته به شرایط زمان و مکان می باشد، دانسته های معماری خود را با کمک هندسه و ریاضیات به صورت عناصر و اجزاء تازه و بدیع در ساخته های خود به وجود آورند.

ایده های هندسی فراوانی در ساختمان بناها بکار گرفته می شوند. مفهوم تعامد و عمود بودن بر سطح زمین در مورد ستونهای اصلی و دیوارها از اصول اولیه در ساختن بناها می باشد. در واقع رعایت اصول ریاضی و هندسی موجب بقاء و پایداری این گونه بناها می شود. همانطور که آثار تاریخی باقی مانده از پیشینیان بهترین گواه حضور هندسه در معماری است کتب و دست نوشته های به جا مانده از دانشمندان ایرانی نظیر ابوالوفا بوزجانی، جمشید غیاث الدین کاشانی، شیخ بهاءالدین و... نیز همه حکایت از به معماری اهمیت هندسه در معماری دارد. بوزجانی در هندسه کاربردی که مستقیما مربوط می شود، جایگاه والایی دارد به ویژه بحث وی در مورد تقسیم کره به کمک دوایر عظیمه که مستلزم درک بالایی از تجسم فضایی است. جریان ترکیب اشکال هندسی ساده به صورتی که بوزجانی در تقسیم سطح کره بیان نمود در آثار معماری ایران در دوره اسلامی به صورت ترکیب اشکال منتظم و غیر منتظم، محدب و مقعر بر بدنه گنبد سابقه طولانی دارد و در بیشتر موارد تخمین قدمت این آثار و زمان طرح این اشکال میسر نیست.

۵-۲-گنبد و مناره

الگوهای دو بعدی هندسی نیز مربوط می‌گردد.این الگوها،بسیاری از آنان مبتنی بر دایره و مشتقّات چند پهلویش،گاه در طراحی‌های معماری به کار رفته است.

معماران پیشین اسلامی،به جای استفاده از اشکال ابتدایی هندسی و سیستم‌های ثابت تناسبات،بر اصول گوناگون هندسی هم چون مقیاس بندی (Modularity) که قدمت آن‌ها به مساجد اولیهء پر ستونی می‌رسد،اتکا کردند.مسجد پر ستونی مبتنی است بر واحد یا مقیاس اساسی یک غرفهء مستطیلی متشکل از چهار پایه یا ستون و فضاهای تحت پوشش مسجد.مساجد از مضارب مقیاس اساسی تشکیل می‌گردد.نتیجهء حاصله معمولا ترکیبی منظم از فضاهای پوشیده است که در طرحی مستطیلی و محیط بر یک صحن مستطیلی

شکل قرار دارد،چنان‌که در مسجد جامع سامره دیده می‌شود. با این حال،به سبب نامنظمی‌های دو تا از مهم‌ترین اجزای بسیاری از مساجد،گنبد و مناره،بر طبق نقشه‌های متمرکز طراحی میشد.گنبدها بر پایه‌های مدوّر یا هشت گوش استوارند.در طراحی گنبد تجربه‌های هندسی فراوان انجام گرفت.مناره‌ها طرح‌های مدوّر یا چند گوش دارند و در برخی موارد ترکیبی از هر دو.از این‌رو،مثلا برخی مناره‌های مملوک پایهء مربع،ستون هشت گوش و قلّهء مدوّر دارند.شکل مارپیچ نیز در برخی مناره‌ها به کار می‌رفت.گرچه طرح متمرکز در نقشهء مساجد رایج نبود،اما در طرح آرامگاه‌ها چشمگیر بود.طرح‌های متمرکز، به ویژه هشت گوش،در بنای بقعه‌های چندین سنّت معماری از جمله سنن عباسیان،تیموریان،عثمانیان و مغول‌ها یافت می‌شود.از آغاز سدهء دوازدهم بقعهها غالبا به مساجد یا مدارس-مساجد متّصل بود. قدیمی‌ترین نمونهء شناخته شدهء این ترکیب،که به اوایل قرن دوازده برمی‌گردد،مسجد و بقعهء سلطان سنجر در مرو می‌باشد.مزار عظیم مربع شکل به مسجدی در ضلع غربی که اکنون ویران شده،متّصل بود.در معماری بالا)در محراب مسجد تیلاکاری، سمرقند(میانه سدهء فهدهم).(پایین)در تالار گنبدی شکل در پشت ایوان شمال شرقی مسجد جمعه،اصفهان.

هم‌چنین اصول هندسی در گردآوری عناصر معماری مختلف سه بعدی به کار میرفت که بسیاری از آنان در ارتباط با گنبد بود.یکی از این عناصر ستون گنبد است که به طرز چشمگیری در معماری اسلامی اسپانیا و آفریقای شمالی به کار میرفت.هر چند ستون را می‌توان به عنوان وسیله‌ای ساختاری در قوام گنبد به کار گرفت، اما ارزش تزیینی نیز می‌توان به آن داد،زیرا ستون‌ها را می‌توان به گونه‌ای مرتب کرد که الگوهای متنوع هندسی و تزیینی سطح آنان فراهم گردد.در گنبدهای سدهء دهم یکی از قدیمی‌ترین نمونه‌های استفاده از مقرنس در قلعه بنی حمّاد (سدهء یبازدهم)بافت می‌شود.بازسازی قطعات یافت شده در الجزایر امروز در بالا دیده می‌شود.اکثر حجم های مقرنس از ترکیب هفت شکل تشکیل می‌گردد(پایین راست)،که مقطع آن مستطیل یا مثلث است،چنان‌که در نمونهء بالای آن آمده است.از شمار اندکی واحدهای بنایی با حداقل یک سطح مشترک،ترتیبات درهم پیوستهء گوناگونی می‌توان ایجاد کرد.

خاندان مملوک،مقبره‌ها غالبا در یک مجموعهء مسجد و مدرسه قرار داشت،اما با استفاده از یک طرح متمرکز و یک گنبد از بقیهء مجموعه جدا می‌شد.بارزترین نمونهء این ترکیب در مجموعهء حاوی آرامگاه،مسجد،مدرسه و بیمارستان سلطان قالاعون(۱۲۸۴ م.)در قاهره است: درون طرح نامنظم مجموعه،آرامگاه با طرح بسیار منظم مشتمل بر یک مربع محیط بر یک شکل هشت گوش از پایه ها و ستون‌های متواتر که گنبدی بر آنان استوار است،خودنمایی می‌کند.در سال‌های اخیر،بهره‌گیری از نقشهء متمرکز در طراحی مساجد رواج بیش‌تری یافته است.برخی نمونه‌ها عبارت‌اند از:مسجد مدوّر طوبی در کراچی(۱۹۶۹)،مسجد شش گوش فرودگاه بین المللی ملک خالد در ریاض(۱۹۸۳)و مسجد هشت گوش ملک عبدالله درعمّان(۱۹۸۹)هرچند طراحی این مساجد

یادآور قبهٔ الصخره یا عمارات متمرکز بقعه‌ها است،بهره‌گیری از این‌گونه طرح‌ها به شیفتگی نوین جهان اسلام نسبت به انی،یا در نتیجهء افزایش‌های بعدی که بسیاری از مساجد شاهد بوده‌اند، مضارب واحد مستطیل مسجد پر ستونی ممکن است ترکیب نامنظمی را پدید آورد-این امر در مسجد جامع اصفهان که از سدهء هشتم اضافات و مرمّت‌های زیادی را به خود دیده است،مشهود می‌باشد.

مناره نیز در ترکیب و تشکیل نمای بیرونی مساجد نقش عمده‌ای داشت.غالبا مناره‌های دوقلو به کار میرفت تا یک قاب مستطیل شکل را از نمای بیرونی پدید آورد.نمونه هایی از این دست در مسجد شاه اصفهان(۱۶۱۲)و مسجد جمعهء دهلی یافت می‌شود. در نمونه های سلطنتی عثمانی هم چون سلیمیه،با استفاده از چهار مناره،مکعبی محیط بر ترکیب سه بعدی تالار نماز تشکیل می‌گردد.در مسجد سلطان احمد در استانبول(۱۶۰۹)شمار مناره ها به شش افزایش می‌یابد که هم گوشه های نمازخانه و هم گوشه های صحن را نشان دهد.

۳-۵-تقارن

ارنست گامبریچ (Ernst Gombrich) گفته است: جاذبهء تقارن چنان جهان‌گیر است که معماران در اکثر سبک های ساختمان در سراسر جهان تسلیم مقتضیات آن شده اند.

تقارن در معماری مذهبی جهان اسلام نقش بارزی ایفا نموده است.اه تقارن نقشه تمامی یک محور ساختمان را در بر نمی‌گیرد،بلکه به بخش‌های معیّنی محدود می‌گردد، چنان‌که در مورد مساجدی که دستخوش تغییرات و اضافات بوده است صدق می‌کند،مثلا در مسجد جامع اصفهان.اگرچه بخش‌هایی از مسجد،حاوی صحن و چهار ایوان در امتداد محور طولی به صورت متقارن ترتیب یافته است،اما همچنان‌که از مرکز دور می‌شویم تزیینات کنده کاری و پیکر تراشی بر گنبدها: الگوهای کمکی پیچیده بر گنبد بقعهء قاطبه در قاهره(۴-۱۴۷۲).گنبد چشمگیر مارابس در تالار دو خواهر در الحمبرا، گراناداءبنا شده در سدهء چهارده،از بهترین نمونهای این فن در گچ‌کاری است.

ایدهء محوریت روبه‌رویی که منظرهء کامل نما را در معرض دید قرار دهد در سنّت‌های معماری جهان اسلام رایج نیست،چرا که مستلزم فضای گستردهء پیرامون است،اما استثناهای مهمی وجود دارد.ضمیمه های اطراف شماری از مساجد بنا شده در زمان عباسیان هم چون مسجد جامع سامرا و مسجد ابن طولون در قاهره(۸۷۹)،به سبب ایجاد فضای خالی در اطراف خود مسجد طراحی شده بود.در سنن بعدی معماری اسلامی،مثلا در دوره‌های تیموریان،مغولان و عثمانیان،اماراتی با مناظر باز و محوریت روبه‌رویی تا حدودی رواج دارد،

اما در بیشتر موارد،چنین فضای وسیعی در اختیار نیست.به سبب عوامل مختلف مدنی و حقوقی(که از حوصلهء این مقال خارج است)بیش‌تر ساختارها در شهرهای متأخر اسلامی در محاصرهء خیابان‌های تنگ قرار داشت،از این‌رو فقط بخشی از نمای خارجی و نه تمامی آن در معرض دید قرار می‌گرفت.معمولا نمی‌شد مستقیما از روبه‌روی نما وارد آن شد،بلکه به ناگزیر بایستی از زاویه‌ای تند به ساختمان نزدیک شد.در برخی موارد،هم چون مسجد جامع اصفهان،بنای مسجد اصولا از بافت پیرامون شهر جدا نیست بلکه در آن ادغام شده است.

تصمیم استفاده از تقارن سراسری در طراحی نمای بیرون عمارت به ویژگی نقشه بستگی داشت.نقشه های متقارن،هم چون مسجد جمعهء دهلی،نماهای متقارن دارند.برای مساجد واقع در مکان‌های نامنظم،تقارن ممکن است نه میسّر و نه مناسب باشد.مثلا در مسجد سلطان حسن فقط بخش‌هایی از نمای بیرونی حاوی سر در ورودی و تالار بقعه به صورت قرینه درآمده است.

۵-۴الگوهای دو بعدی

به رغم استفاده پیشرفته از اصول هندسی در تعیین ویژگی‌های فضایی و شکلی مساجد در سراسر جهان اسلام،نگارندگان و مهندسان امروزی عمدتا مجذوب کاربرد دیگر هندسه در معماری،یعنی الگوهای مسطح دو بعدی،بوده‌اند.این الگوها توجه معماران و هنرمندان معاصر را به خود جلب کرده است،مثلا اون جوتر، لویی سالیوان،ای.ام.اسجر و حتی ادیت مولر، ریاضی‌دان آلمانی که گزارش مشروحی بر طرح‌های تزیینی الحمبرا (Alhambra) نوشت.امروزه معماران اسلامی،الگوهای دو بعدی هندسی را به عنوان وسیلهء عمده ایجاد«ویژگی اسلامی»در طرح‌هایشان به کار می‌برند و چنان‌که پیش‌تر گفتیم،برخی حتی این الگوها را در تهیه نقشه کف‌ها به کار گرفته‌اند.

این که نویسندگان معاصر بر طرح‌های مسطح دو بعدی هندسی در معماری جهان اسلام تاکید بسیاری داشته‌اند جای تعجب نیست،زیرا هیچ سنّت عمدهء دیگر معماری در سازماندهی نقشه‌های تزیینی خود چنین اهمیتی را برای هندسه قائل نیست.الگوهای هندسی که بر مواردی از جمله موزاییک،سنگ،گچ، کاشی و چوب رقم می‌خورد،مستلزم تلاش و هزینهء فراوان بود و برای اجرای آن،صنعتگران بسیار ورزیده را می‌طلبید.آن‌ها می‌توانند،ویژگی‌های معماری یک بنا را کاملا دگرگون سازند و برخلاف استفاده از آنان در یک سنّت غربی هم چون رنسانس،الگوهای دو بعدی در جهان اسلام غالبا به منظور مادیت‌زدایی سطوح و فضاها و نه برای تشدید آنان،به کار می‌رفت.تجربیات زیباشناختی بسیاری از ابنیهء اسلامی به شدت متاثر از الگوهای تزیینی دو بعدی آنان است.در جهان اسلام،علاقه به ایجاد سطوح تزیین برای عمارت‌ها تقریبا قدیمی برابر با تشکیل نخستین سنن معماری آن دارد

مقرنس

مقرنس از ابداعات جهان اسلام بود.هرچند ریشه‌های آن به سدهٔ دهم بازمی‌گردد،تازه در قرن دوازدهم بود که به صورت یک ویژگی رایج معماری اسلامی در اقصی نقاط سرزمین‌های اسلامی از مراکش گرفته تا ایران درآمد.این سبک نمایان‌گر یک کاربرد بسیار پیشرفتهٔ سه بعدی از اصول هندسی است،زیرا ترکیب مقرنس مبتنی است بر تکرار پی‌درپی واحدها که به ردیف بر روی هم کار گذاشته می‌شود.این واحدها که می‌تواند از چوب،گچ،سرامیک یا سنگ ساخته شود، سیستم انعطاف‌پذیری را برای زیباسازی سطوح فراهم می‌آورد،می‌تواند در هرگونه ترکیب شکل‌ها گنجانده شود و سطوح را از نظر دیداری معنویت بخشد و تقسیم‌بندی کند.سازماندهی شکلی مقرنس با الگوهای هندسی دو بعدی پیوند نزدیک دارد و یک ترکیب مقرنس را می‌توان به عنوان فرافکنی حجم‌پیمای این الگوها در نظر گرفت.در نقشه کشی،شکل‌بندی‌های مقرنس نیز بر طبق شبکه‌های راست خطی یا شعاعی تنظیم میگردد،که در آن‌ها دایره و مشتقات چند گوش و ستاره شکل آن نماهای اصلی را تشکیل می‌دهد. مقرنس را به عنوان یک پدیدهٔ حجم پیما می‌توان به عنوان نتیجهٔ فرایند فرافکنی عناصر یک نقشه و کندن واحدهای مقرنس منحنی یا زاویه‌دار از درون بلوک‌های برآمده در نظر گرفت.ترکیبات مقرنس را می‌توان در بخش‌های مختلف یک ساختار دید،از جمله ستون‌های اصلی،بالکن مناره‌ها،کتیبه‌ها و سردرها.اگرچه این شیوه می‌تواند ارزش ساختاری داشته باشد،مثلا در رابطه با حیطهٔ انتقالی یک گنبد،اما بیشتر اوقات یکریخت صرفا زینتی است که به اجزای ساختار متّصل یا از آن آویزان می‌باشد.

در معماری مساجد،استفاده از مقرنس گاه عمومی است،مثلا در مسجد سلطان حسن که در آن یک نیم گنبد سردر عظیم ورودی را می‌پوشاند،هم‌چنان‌که ترکیبات مقرنس بالکن‌های مناره را زینت می‌دهد،کتیبه‌ای را گرداگرد عمارت ایجاد می‌کند و منطقهٔ انتقالی را مشخص می‌سازد.حتی در مساجد عثمانی که مقرنس در آن‌ها کمتر به کار می‌رفت،این سبک در عناصری چون محراب،سردر،ستون‌ها و بالکن مناره‌ها یک ویژگی استاندارد بود.در ستون‌های عثمانی،مقرنس غالبا در تبدیل یک پایه مدوّر به مربع به کار می‌رفت.نیز ترکیبات مقرنس ممکن است نتیجهٔ اضافات و مرمّت‌های بعدی باشد،مثلا در مسجد قرویین در فاس، که در قرن دوازدهم بر فراز برخی شبستان‌هایش طاق‌نماهایی قرار دادند.موضوع معانی و تداعیات مربوط به سازه‌های هندسی دو بعدی و سه بعدی در هاله‌ای از ابهام است.این امر تا حدی به سبب سکوت عمومی مؤلفان متأخر اسلامی دربارهٔ محیط ساخته شده است.به رغم نداشتن اطلاعات معاصر،از آغاز قرن بیستم مطالب فراوانی دربارهٔ اهمیت هندسه در معماری اسلامی تألیف شده است.این آثار عمدتا بر الگوهای دو بعدی و تا حدی هم مقرنس تمرکز نموده‌اند. از آن‌جا که در جهان اسلام استفاده از هنرهای تجسّمی در تزیین عمارات کم‌تر مجاز

شمرده می‌شود،الگوهای زینتی مجرد به عنوان یک شیوهء تزیینی جایگزین و ناقل معنای مورد تأکید قرار گرفته است.

۵-۵-کاشی‌کاری

همه ی ما با کفپوش های چوبی و تخته ای که در نمای راهرو ها، کف سالن ها و...مواجه شده ایم. اما به ندرت می دانیم که این هنر ریشه در کاربرد های ریاضی دارد. شکل های ترکیبی از مثلث ها، چهارضلعی ها و...که در پیرامون خودمان به وفور پیدا خواهیم کرد.

فیثاغورث نخستین کسی است که پایه گذار مبحث کاشی کاری بوده است، او معلوم نمود که سطح اطراف یک نقطه را روی یک صفحه تنها با ۳ نوع از شکل های منتظم می توان بدون فاصله پوشانید .

اگر واژه ی کاشی کاری را در لغت نامه جستجو کنید، متوجه میشوید که: کاشی کاری یعنی کنار هم چیدن منظم قطعات کوچک به نحوی که شکل موزاییکی تشکیل شود. قضیه را باید از چند ضلعی های منتظم شروع کرد. چون "کاشی کاری منتظم" به سطحی گفته می شود که تماماً از چند ضلعی های هم نهشت منتظم پوشیده شده باشد. حتماً به یاد دارید که منتظم بودن یعنی طول همه ی ضلع ها یکسان باشد و دو چند ضلعی هم نهشت دارای شکل و اندازه یکسان هستند.

یکی از اساتید دانشگاه هاروارد می‌گوید: خلقت انسان مشابه هم است و شکل مشخصی دارد که از عجایب خلقت خداوندی است. برخی از الگوهای هندسی به عنوان مثال در سیارات و ستارگان یافت می‌شوند. به گفته استین‌هارت، مسلمانان در دوران قرون وسطی و بعد از آن همواره از این الگو استفاده کرده‌اند و همواره تلاش کرده‌اند آن را در طرح‌های خود به کار گیرند. آقای لو با بررسی این بناها می‌گوید: این که این الگوها به کجا ختم می‌شوند و به صورت هوشمندانه‌ای در درها و پنجره‌ها به کار رفته‌اند مسئله‌ای است که نمی‌توان مشخص کرد. به گفته وی، با وجود این که الگوی پنروز به قرن ها قبل بازمی‌گردد اما این اشکال کاشی‌کاری در دنیای اسلام از صدها سال قبل از آن به کار گرفته شده است. در منبت‌کاری‌های ایران در قرن پانزدهم و اوایل شانزدهم فهرستی از بسیاری از این طرح‌ها قرار دارند که ممکن است سرنخی برای شکوه ریاضیات اسلامی در مساجد ایران و ترکیه و مدارس بغداد و زیارتگاه‌های هند و افغانستان باشد.

پیش از این تصور می‌شد کاشیکاری‌های ظریف و رنگارنگ بناهای اسلامی را معماران با ابزارهای ساده هندسی طراحی می‌کرده‌اند. یعنی سطحی را که باید پوشانده می‌شد با فاصله گذاری‌های منظم و به کمک خط کش و

پرگار به قطعه‌های مشخص تقسیم می‌کردند و به این ترتیب الگویی پدید می‌آمد که با تکرارش می‌شد سطح را پوشاند و این همان وضعیتی است که در بلورهای منظم جامدات هم دیده می‌شود.در واقع، پیچیدگی این طرح‌ها دست‌کم گرفته شده بود تا زمانی که امیل ماکویکی استاد دانشگاه کپنهاگ در طرح‌های دیواره بیرونی گنبد کبود مراغه، چیز جدیدی دید. چیزی که به نظر او پیچیده‌تر از بلورهای منظم تکراری می‌آمد و بیشتر شبیه الگوی چینش اتم‌ها در برخی از آلیاژهای فلزی بود. گنبد کبود مراغه سال ۱۱۹۷ میلادی ساخته شده است و وقتی ماکویکی در دهه ۹۰ به آن نگاه می‌کرد ۸۰۰ سال از عمرش می‌گذشت.

۶-۵-نمونه هایی از کاربرد ریاضی در معماری :

کاربرد عدد P در تخت جمشید:

مهندسان هخامنشی راز استفاده از عدد «پی» (۱۴/۳) را ۲۵۰۰ سال پیش کشف کرده بودند. آنها در ساخت سازه های سنگی و ستون های مجموعه تخت جمشید که مخروطی شکل بود، از این عدد استفاده می کردند. عدد پی (۱۴/۳) در علم ریاضیات از مجموعه اعداد طبیعی است و این عدد از تقسیم محیط دایره بر قطر آن به دست می آید. کشف عدد پی جزو مهمترین کشفیات در ریاضیات است.

کارشناسان ریاضی هنوز نتوانستند زمان مشخصی برای آغاز استفاده کردن از این عدد پیش بینی کنند. بسیاری، مصریان و بسیاری دیگر، یونانیان باستان را کاشف این عدد می دانند؛ اما بررسی های جدید نشان می دهد هخامنشیان هم با این عدد آشنا بودند. بررسی های کارشناسی که بر روی سازه های تخت جمشید؛ بویژه برای محاسبه ستون های تخت جمشید و اشکال مخروطی به کار رفت؛ نشان می دهد که هخامنشیان ۲۵۰۰

سال پیش از دانشمندان ریاضیدان استفاده می کردند که به خوبی با ریاضیات محض و مهندسی آشنا بودند. آنان برای ساخت حجم های مخروطی،رازعدد پی را شناسایی کرده بودند.

دقت و ظرافت در ساخت ستون های دایره ای تخت جمشید نشان می دهد که مهندسان این سازه عدد پی را تا چند رقم اعشار محاسبه کرده بودند. عزیزی در این خصوص گفت: مهندسان هخامنشی نخست مقاطع دایره ای را به چند بخش مساوی تقسیم می کردند. سپس در داخل هر قسمت تقسیم شده، هلال معکوسی را رسم می کردند. این کار آنها سبب می شد که مقاطع بسیار دقیق ستون های دایره ای را به دست بیاورند.

محاسبات اخیر، مهندسان سازه تخت جمشید را در محاسبه ارتفاع ستون ها، نحوه ساخت آنها، فشاری که باید ستون ها تحمل کنند و توزیع تنش در مقاطع ستون ها یاری می کرد.

این مهندسان برای به دست آوردن مقاطع دقیق ستون ها مجبور بودند عدد پی را تا چند رقم اعشار محاسبه کنند. اکنون دانشمندان در بزرگترین مراکز علمی و مهندسی جهان همچون «ناسا»، برای ساخت فضاپیماها و استفاده از اشکال مخروطی توانستند عدد پی را تا چند صد رقم اعشار حساب کنند.

بر اساس متون تاریخ و ریاضیات، نخستین کسی که توانست به طور دقیق عدد پی را محاسبه کند، «غیاث الدین محمد کاشانی» بود. این دانشمند اسلامی عدد پی را تا چند رقم اعشاری محاسبه کرد. پس از او دانشمندانی همچون «پاسکال» به محاسبه دقیق تر این عدد پرداختند. اکنون دانشمندان با استفاده از رایانه های بسیار پیشرفته این عدد را محاسبه می کنند و این نکته پیشرفت علمی دوران هخامنشیان را نشان می دهد.

با اشاره به این موضوع که در بخش های مختلف سازه تخت جمشید، مقاطع مخروطی نظیر دایره، بیضی و سهمی دیده می شود، به دست آوردن مساحت، محیط و ساخت سازه هایی با این اشکال هندسی، بدون شناسایی راز عدد پی و شیوه کاربرد آن غیرممکن است.

«داریوش کبیر» بنیانگذار بنای «تخت جمشید»، در سال ۵۲۱ پیش از میلاد دستور ساخت آن را داد و تا سال ۴۸۶ بسیاری از بناهای تخت جمشید را طرح ریزی کرد. این مجموعه باستانی شامل: حصارها، کاخ ها، بخش های خدماتی و مسکونی، مکان های گوناگون با شیوه های متنوع آبرسانی و بخش های مختلف دیگر است.مجموعه تخت جمشید مهمترین پایتخت مقاومت هخامنشی در استان «فارس» و در نزدیکی شهر «شیراز» قرار دارد.

۵-۵ مسجد صورتی

مسجد نصیرالملک نام یکی از دیدنی های پرآوازه شهر شیراز است که در محله ای قدیمی به نام گود عربان قرار دارد. این شاهکار معماری ایرانی - اسلامی در همان ابتدا شما را محو تماشای خود می کند؛ همین که به در چوبی آن میرسید چشمتان به کاشی کاری گل سرخ، گل زنبق شیراز و مقرنس ها می افتد و در همان ثانیه های اول عاشق این مسجد می شوید. آنچه در این بنا بسیار به چشم می آید، استفاده از کاشی های صورتی رنگ است و همین مساله باعث شده تا لقب مسجد صورتی را به آن بدهند.

مسجد نصیرالملک یکی از مساجد قدیمی شیراز است که به سبب رنگ صورتی به کار رفته در آن به مسجد صورتی هم معروف است. این مسجد در محله گود عربان و در جنوب خیابان لطفعلی خان زند شیراز واقع شده و از نظر رنگ، طرح و نقش در ایران بی نظیر است. این مسجد به دستور میرزا حسن علی، ملقب به نصیرالملک در دوره قاجار ساخته شده است و ساخت آن حدود ۱۲ سال از سال ۱۲۹۳ تا ۱۳۰۵ خورشیدی طول کشیده است.

مسجد نصیرالملک در زمینی به وسعت ۲۸۹۰ مترمربع بنا شده و زیربنای آن ۲۲۱۶ مترمربع است. یکی از ویژگی های بارز مسجد نصیرالملک کاشی کاری و مقرنس کاری چشم نواز آن است و از این حیث به عنوان ارزنده‌ترین مسجد ایران شناخته می شود. نکته جالب توجه، نبود گنبد در این مسجد است که نشان می دهد این بنای مذهبی، کاملا شخصی بوده و عموم مردم از آن استفاده نمی کردند.

کاشی کاری این مسجد بسیار تماشایی است و نمونه آن در جای دیگری دیده نمی شود. یکی از ویژگی های این کاشی کاری استفاده از رنگ صورتی به عنوان رنگ غالب است که در هیچ مسجد ایرانی دیگری به چشم

نمی خورد. مقرنس کاری مسجد نصیرالملک نیز در نوع خود بی نظیر و ظرافت آن مثال زدنی است. ساختار شبستان و استفاده از شیشه های رنگی در آن نیز از جمله جلوه های افسونگر این مسجد به شمار می رود.

مسجد نصیرالملک دارای دو ورودی است که به کوچه جنوبی و امامزاده مجاور آن مرتبط می شوند.پس از عبور از ورودی اصلی مسجد به هشتی می رسیم؛ فضایی نیمه تاریک که نور محدود آن از طریق درگاه یا پنجره مشبک تامین می شود. این قسمت در معماری ایرانی جایگاه خاصی دارد و در بیشتر بناها اعم از مذهبی و غیرمذهبی دیده می شود. دید مبهم در هشتی باعث حفظ فضای درونی ساختمان از دید غریبه ها می شود؛ اما در بناهایی همچون مسجد بیننده را تحریک و کنجکاوی او را بر می انگیزد..

یکی دیگر از عناصر شاخص معماری ایرانی وجود دالان یا راهرو است که در مسجد نصیرالملک هم به چشم می خورد. هشتی این مسجد با یک پیچ ۹۰ درجه در سمت چپ به راهرویی منتهی می شود که تقریبا فاقد نور است. راز استفاده از دالان در سازه های قدیمی این است که فرد از هشتی به فضایی تاریک هدایت شود و در گذر از آن چشمانش به نبود نور عادت کنند و سپس در نهایت حیاطی چشم نواز پیش رویش قرار گیرد. رسیدن به حیاط پرنور پس از یک دالان تاریک مفهوم غرق شدن در نور را تداعی می کند و پایانی برای سیاهی ها به شمار می رود.

پژوهشسرای دانش آموزی ملاصدرا

نتیجه:

تمام آثاری که به عنوان میراث فرهنگی از نسل های قبل برای ما به یادگار مانده اند که استفاده های کاربردی دارند همه نشان دهنده استفاده صحیح از عملیات ریاضی و هندسه هستند یعنی اگر ما درست ،دقیق و حساب شده از اشکال هندسی و قوانین ریاضی در معماری و آثارمهندسی استفاده کنیم این آثار نسل ها باقی میمانند و میتواتند نشان دهنده استعداد و هنر پیشینیان به نسل های آینده باشند همانطور که ما هم اکنون آثاری مثل پل هایی داریم که قرن هاست ساخته شده اند و هنوز پابرجا هستند و این نشان دهنده قدرت معماری و استفاده درست از ریاضیات است.پس فقط آموختن ریاضی به صورت تئوری به ما کمکی نمیکند بلکه به کارگیری آن در معماری و ساخت و ساز ها است که خارق العاده بودن آن را به ما نشان میدهد.

در پایان ذکر این نکته خالی از لطف نیست که اگر این کره خاکی و جهان هستی را یک اثر معماری بدانیم همواره باید سپاسگزار خالق و معمار بی همتای آن باشیم.

با تشکر از اساتید محترم و با تشکر ویژه از مدیر محترممان خانم فریبا یعقوب پور که همواره پیگیر مراحل کار ما بودند.لازم به ذکر است که تهیه و جمع اوردی این مطلب ها صرفا بر عهده ما سه نفر بوده و از هیچ کلاسی و امکاناتی که دانش آموزان کرمانی در اختیار داشتند بهره مند نبودیم(کلاس مقاله نویسی) و فقط با تلاش و پیگیری های شخصی ما سه نفر و همکاری مدیر محترممان این مجموعه گردآوری شد و اگردر مقاله ما نقص و کمی و کاستی مشاهده گردید پوزش میطلبیم زیرا اولین تجربه مقاله نویسی ما است.و در آخر از شما مسئولین برگزار کننده این همایش کمال تشکر را داریم که این فرصت را در اختیار ما دانش آموزان در سایر شهر ها نیز قرار دادید.با احترام،دانش آموزان مدرسه شبانه روزی حاج رهبر ملایر با مدیریت خانم یعقوب پور،فاطمه احمدوند، زهرا جلالی و مائده آزادی.

منابع

۱. مقاله Persian Architecture and Mathematics از رضا سرهنگی :دانشگاه Towson.
۲. عبدالعظیم شاه کرمی CNN.
۳. راهنمای سفر کارناوال.
۴. دومین همایش جهانی بین المللی ریاضیات
۵.روزنامه شهری.

آموزش و پرورش شهرستان زرند
پژوهشسرای دانش آموزی ملاصدرا
سمینار دانش آموزی ریاضیات و کاربردها