Archive of SID

سیر تاریخ هندسه در جهان شرق (نمونه موردی: تمدن‌های هند، چین و ژاپن)

سارا معصومی: دانش‌آموخته، کارشناسی ارشد معماری، گروه معماری، دانشکده معماری، موسسه آموزش عالی اقبال لاهوری، مشهد، ایران
Arch.1369@yahoo.com

چکیده

بی‌گمان ریاضیات، هندسه، اشکال، احجام و تقسیم و ترکیب آن‌ها با یکدیگر مستقیما با معماری ارتباط دارد. تاریخ و تئوری معماری و طراحی شهری در فرهنگ‌های مختلف نقش ریاضیات و هندسه را در شکل دادن به ساختار شهرها، بناهای تاریخی برجسته و عظیم و نیز بناهای ساده و متعارفی مردم به خوبی نشان می‌دهد. موضوع ریاضیات و هندسه از ابتدای خلقت بشر و آگاهی او نسبت به محیط اطرافش مطرح بوده و از دیرباز تاکنون مورد پژوهش و بررسی هنرمندان و دانشمندان گوناگون قرار گرفته است. اهمیت هندسه از جمله در نسبت و تناسب، تقارن و نظم در کل و اجزاء بنای معماری از یک سو و ترکیب و ساختار شهر از سوی دیگر آشکار است. این موضوعات قرن‌هاست که مباحثی را در تئوری معماری به خود اختصاص داده است. این مقاله با هدف بیان سیر تحول تاریخی ریاضیات و هندسه در تمدن‌های شرقی (تمدن‌های باستانی هند، چین و ژاپن) به نگارش در آمده و سوال اصلی این پژوهش آن است که دستاوردها در زمینه ریاضیات، هندسه و معماری به اختصار در هر تمدن باستانی چه مواردی بوده و آیا براساس یافته‌ها می‌توان این ویژگی‌ها را در سه موضوع دستاوردها در ریاضیات، هندسه و معماری طبقه‌بندی و تبیین نمود. تحقیق از نوع تحقیق‌های بنیادین و توصیفی بوده و روشی جمع‌آوری اطلاعات کتابخانه‌ای است. مقاله با مقدمه‌ای از اهمیت و جایگاه ریاضیات و هندسه و نقش آن در معماری شروع و سپس در سه مرحله به صورت مطالعه موردی تمدن باستانی هند، تمدن باستانی چین و نیز ژاپن؛ دستاوردها در زمینه ریاضیات، هندسه و معماری تشریح و سپس در مرحله تحلیل آن‌ها به تفکیک دوره، مهمترین دستاوردها (در زمینه ریاضیات، هندسه و معماری) تفکیک می شوند. از نتایج این پژوهش می‌توان به جایگاه ارزشمند و در خور توجه ریاضیات و هندسه در تمدن‌های هند، چین و ژاپن و شکل‌گیری مبانی ریاضیات و هندسه و کاربرد آن در معماری اشاره کرد؛ به‌طوری‌که خاستگاه عددنویسی و کاربرد عدد صفر در تمدن هند رایج بوده و در تمدن‌های هند، چین و ژاپن هندسه و تناسبات معمول و طراحی هندسی در ساخت بناها بازتاب می‌یابند.

واژگان کلیدی: علم، هندسه، ریاضیات، تاریخ هندسه، مهندسی، دوران باستان، هندسه در شرق.

www.SID.ir

Archive of SID

۱- مقدمه

ریاضیات و مفاهیم مشتق از آن از جمله هندسه و تناسبات مفاهیمی هستند که در هنر و معماری بر رابطه‌ی مناسب میان اجزاء با یکدیگر و با کل اثر دلالت دارد. "هندسه احجام و تقسیم و ترکیب اشکال مستقیما با معماری ارتباط دارد. تاریخ و تئوری معماری و طراحی شهری در فرهنگ‌های مختلف نقش هندسه را در شکل دادن به ساختار شهرها، بناهای تاریخی و عظیم و بناهای ساده و متعارفی مردم به‌خوبی نشان می‌دهد." (توسلی، ص۷۳).

هندسه و تناسبات به دلیل زیبایی بصری در معماری و هنرهای تجسمی از جمله موضوعاتی است که قرن‌ها مورد توجه بشر بودهو مباحثی را در تئوری معماری به خود اختصاص داده است. هم‌چنین مطالعات و تجربیات نشان می‌دهد که به کار بستن اصول طراحی هندسی در معماری در افزایش سرعت و دقت ساختمان‌سازی از طریق رسم و اجرای صحیح ساختمان موثر خواهد بود. آثار معماری سعی دارند در مباحث یاد شده غنا یابند و کمتر پژوهشی توانسته مطالعات دقیقی بر روی تاریخ هندسه و ریاضیات و استخراج دستاوردهای هر تمدن به‌صورت طبقه‌بندی شده تمرکز کند. لذا بررسی تاریخ علم هندسه و تناسبات و استخراج دستاوردها به‌صورت خاص و ارائه آن به‌صورت جداولی طبقه‌بندی شده و به‌کار بستن این قواعد در طراحی معماری از اهمیتی ویژه برخوردار است."داستان تاریخ هندسه نظیر تاریخ بسیاری از موضوع‌های بالنده و در حال تغییر، دو مسیر به هم پیوسته را پیموده است. یکی از محتوای رو به رشد آن حکایت دارد و دیگری از تغییر ماهیت و موضوع آن. همه می‌دانیم که هندسه به احتمال زیاد از خیلی پیش‌تر و در دوران باستان با محتوای بسیار ناچیزی آغاز شده و رفته‌رفته رشد یافته تا به حجم کنونی رسیده است" (تیلی ایوز، ۱۳۸۳).

آثار و نشانه‌هایی که تاکنون از این علم به دست آمده نشان دهنده چهار هزار سال قدمت آن است، ولی بدون تردید می‌توان گفت که نیاز بشر به این علم، به قبل از این تاریخ برمی‌گردد. بشر از ابتدا با علم هندسه سر و کار داشته بدون اینکه به آن توجهی داشته باشد و آگاهی به این مسائل زمان زیادی طول کشید (ماهرالنقش، ۱۳۸۱، ص۹). بمانیان در ارتباط با اولین نشانه‌های کاربرد هندسه ذکر می‌کند "به‌طور تقریبی رواج کلی نگاره‌های هندسی در دوره نوسنگی بوده است. زمانی‌که انسان نخستین بار به کشاورزی و گله‌داری پرداخت. اما به‌هرحال بشر هر چه در مسیر زمان پیش می‌رفت، به‌واسطه داشتن شعور، روزبه‌روز پیچیدگی بیش‌تری می‌یافت. به‌گونه‌ای که برای برآوردن نیازهایش ابزاری به وجود آورد که همتای آن‌ها در طبیعت یافت نمی‌شد. به‌عبارت دیگر ابزارها به‌طور روزافزون شباهت خود را با اشیاء طبیعی از دست دادند؛ همراه با نظم و هماهنگی که در زندگی این انسان‌ها پدید می‌آمدند، نقوش نیز دارای نظم هندسی شدند. در عهد نوسنگی برای تزیین ظروف از نگاره‌های ذهنی که غالبا ساده و هندسی بودند استفاده می‌کردند (بمانیان و همکاران، ۱۳۸۹، ص۳۷). با توجه به موارد ذکر شده بررسی علم هندسه و تناسبات و به‌کار بستن آن در طراحی معماری بدون نگاه به تمدن‌های باستانی میسر نمی‌شود. در این میان بررسی تاریخ ریاضیات و هندسه در تمدن‌های باستانی مشرق زمین؛ سه تمدن هند، چین و ژاپن که کمتر از این تمدن‌ها سخن رفته؛ واجد ارزش تلقی شده و از اهداف پژوهش حاضر است.

۲- روش تحقیق

روش گردآوری اطلاعات در تحقیق حاضر، روش اسنادی و کتابخانه‌ای بوده و مهم‌ترین اصل در این مرحله از فرآیند تحقیق آن بوده است که طبقه‌بندی اطلاعات به‌گونه‌ای انجام پذیرد تا علاوه بر شفافیت نوعی اولویت‌گذاری از مباحث کلی‌تر به جزءتر لحاظ گردد. به این ترتیب سرفصل‌های هند باستان، چین باستان و ژاپن باستان طبقه‌بندی موضوعی اطلاعات جمع‌آوری‌شده بوده است.

روش تحقیق در این پژوهش توصیفی است لیکن جهت اعتبار بیشتر تحقیق از روش تحلیل‌محتوا بهره گرفته‌ایم بدین صورت که جملات و مفاهیم قابل توجه در منابع بررسی شده استخراج و همه عبارات و کلمات مشخصه مضمون و معنی مرتبط تعیین و در غالب جداول به تفکیک عنوان‌های طبقه‌بندی‌شده جانمایی شدند.

۳- پیشینه تحقیق

بی‌گمان ریاضیات، هندسه، اشکال، احجام و تقسیم و ترکیب آن‌ها با یکدیگر مستقیما با معماری ارتباط دارد و نیازمند تحقیقات و پژوهش‌های مکمل هستند. تاریخ ریاضیات و هندسه در تمدن‌های مشرق زمین نیز به عنوان مباحثی که قرن‌ها در معماری تمدن‌های شرقی و نیز غربی شناخته شده بوده و مورد استفاده قرار گرفته؛ نیازمند تحقیقات بیشتری برای شناخت دقیق‌تر و طبقه‌بندی کارآمدتر برای استفاده آن در معماری امروز می‌باشد و در این میان بررسی دستاوردها در زمینه ریاضیات، هندسه و معماری تمدن‌های مشرق زمین و طبقه‌بندی این دستاوردها به‌صورت جداول طبقه‌بندی‌شده کمتر مورد بررسی و تحلیل بوده اگرچه بسیار بر آن تاکید شده است. با توجه به اهمیت هندسه در هنر و معماری ایرانی تحقیق و مرور تاریخ هندسه چه در تمدن‌های شرقی و چه در تمدن‌های غربی را می‌توان یکی از زمینه‌های مهم برای مطالعه و پژوهش دانست.

در این‌باره مطالعاتی انجام شده که از آن جمله می‌توان کتاب کاربرد هندسه و تناسبات در معماری نوشته بمانیان، کتاب هنر مقدس بورکهارت، کتاب تاریخ علم مهدی فرشاد (۱۳۶۶)، تاریخ تمدن ویل دورانت و مقالات متعددی در ارتباط با اهمیت هندسه و تاریخ آن نام برد. در تمامی این مطالعات تاریخ هندسه برحسب نیاز بخشی از کتاب یا مقالات را شامل شده و به‌صورت خاص دستاوردهای هندسی در سه بخش جداگانه ریاضیات، هندسه و معماری طبقه‌بندی و ارائه نشده است. تحقیق حاضر نیز به‌طور مشابه اما دقیق‌تر بر تاریخ هندسه در تمدن‌های مشرق زمین (نمونه موردی: هند، چین و ژاپن) با این فرض انجام پذیرفته که این تمدن‌ها دارای دستاوردهای ارزشمندی در تاریخ موجودیت خود می‌باشند و لذا علاوه بر مروری بر پیشینه، سابقه و ویژگی‌های هندسه بطور کلی و تمدن‌های هند، چین و ژاپن بطور خاص، دستاوردها را در زمینه ریاضیات، هندسه و معماری مورد بررسی و اکتشاف قرار داده و در جداول تحلیلی ارائه کردیم.

۴- مبانی نظری

۴-۱- سیر تاریخی هندسه در جهان

هندسه و تناسبات، به دلیل ماهیت منظمی که دارند، کاربرد زیادی در فضاهای معماری داشته و همواره مورد توجه معماران در اعصار مختلف بوده است. در ادامه به بررسی تاریخ هندسه در تمدن‌های باستانی مشرق زمین شامل تمدن هند، چین و ژاپن که هندسه و ریاضیات مانند تمامی علوم برای مقاصد معماری و نیز مقاصد دینی به وجود آمده بود پرداخته می‌شود.

www.SID.ir

Archive of SID

۱-۱-۴- هند باستان

شبه قاره هند، که در مرزهای شمالی به سرزمین اصلی قاره آسیا متصل می‌شود؛ سه منطقه مشخص جغرافیایی دارد: شمال شرقی، که در آن کوه‌های عظیم هیمالایا، ماوای سنتی خدایان، همانند مانعی سر بر افراشته‌اند، منطقه حاصل‌خیز واقع در شمال غربی و جنوب کوه‌های هیمالایا، که در آن دره‌های سند و گنگ دامن گسترده‌اند، شبه جزیره هند، مرکب از فلات‌های گرمسیری که به وسیله کوه‌ها و جنگل‌ها از رودهای شمالی مجزا می‌شود (زارعی، ۱۳۷۹، ص۱۳۹).

هندیان باستان در بسیاری از مفاهیم عددی پیشگام بودند. دستگاه ده‌دهی از اختراعات آن‌هاست، اگر چه فکر اصلی را از بابلیان گرفته بودند، مهم‌ترین دستاورد آن‌ها به دنیای هندسه عدد صفر است. هندیان، آیین جهت‌یابی را برای برپایی معابد به کار بردند، رسم دایره و انتخاب مرکز آن، به دست آوردن مربع از نقاط آن را هندیان از دیرباز به کار می‌برده اند و برای هر یک مفاهیمی قائل بودند. تصویر دایره به مفهوم دور گردش خورشید و تصویر صلیب یا چهار بازوی مساوی، نمایانگر زمین بوده است. هندییان برای جهان سه اقلیم بودند. زمین، کواکب و بهشت. چینیان تصور پیشرفته‌تری داشتند. کیهان را به صورت فضای لاینتناهی تصور می‌کردند و آن را خالی از ماده می‌پنداشتند. خورشید و ماه و دیگر اجرام در این فضا به کمک باد حرکت می‌کردند (بمانیان و همکاران، ۱۳۸۹، ص۴۲).

وپکه (Woepke) پژوهشگر فرانسوی از جمله کسانی است که هندوستان را خاستگاه عددنویسی دانسته است. به نظر او اشکال ارقام ریاضی از حروف و کلمات سانسکریتی و از روی جدولی که توسط پرینسپس در سده دوم میلادی تدوین شده اقتباس گشته است. بنابراین نظر، رقم دو (۲) از گلمه دوی (dvi به معنای دو) و رقم سه (۳) از کلمه تری (tri به معنای ۳) گرفته شده است. اشخاص دیگری هستند که با نظر فوق موافقت نداشته و عقیده دیگری در باب چگونگی پیدایش ارقام ریاضی و خاستگاه آن ابراز کرده‌اند. بارون دو کاوو، که یکی از آن‌هاست، عقیده دارد که خاستگاه ارقام نه هندوستان، بلکه می‌بایستی که مکاتب نوافلاطونی و یا فیثاغورثی ایران بوده باشد (فرشاد، ۱۳۶۶، ص۴۹۹). فرشاد (۱۳۶۶، ص۵۰۲) در ادامه ذکر می‌کند که "نتیجه‌ای که از گفتار خویش با توجه به نظرات پژوهندگان توانیم گرفت آن است که ارقام ریاضی خاستگاه خویش را در سنت‌های ایرانی و هندسی داشته است. این سنت‌ها در سرزمین هند تبلور یافته و به نگارش در آمده و چنان‌که مشهود است بعدا دوباره توسط ریاضی‌دانان ایرانی همچون خوارزمی احیا گشته است. در سال (۷۷۳- ۱۵۷ه) ستاره‌شناسی هندی به نام کنکه همراه با هیاتی به دربار منصور دومین خلیفه عباسی (۷۵۵- ۷۵۴ م/ ۱۵۹-۱۳۷ه) آمد. وی کتاب سند هند را با خویش آورده بود و گفته می‌شد که به چگونگی محاسبات نجومی مرتبط با آن کتاب آشنایی دارد. کتاب سند هند، توسط براهما گوپتا در حدود ۶۲۸ میلادی تالیف شده بود. سند هند، به طور کلی کتابی در نجوم بود و در آن براهما گوپتا طریقه محاسبه با اعداد از ۱ تا ۹ و صفر را شرح داده بود."

رقم صفر در حدود ۴۰۰ میلادی به گونه عددی مستقل که «پر کننده جالی خالی» بود در نوشته‌های هندیان ظاهر گردید. آنان برای نشان دادن جای خالی یک عدد نمادی به صورت یک دایره یا نقطه به کار بردند. گویا واژه سونیا (Sunya) یا سونیا بیندا (Sunya brinda) به معنای تهی و یا خا (Kha) به معنای «سوراخ» یا خالی نیز در چنین انتخابی دخالت داشته است (هونگه، به نقل از فرشاد، ۱۳۶۶، ص۵۰۲).

اولین اشاره به کاربرد صفر در فرهنگ اسلامی توسط کاتب خوارزمی به عمل آمده است. کاتب خوارزمی نویسنده کتاب مفاتیح العلم (که شخص دانشمندی متفاوت از محمدبن خوارزمی ریاضی‌دان است) در بخش ریاضیات از دانشنامه خویش (تالیف در نیمه دوم سده چهارم هجری) ارقام هندی و رقم صفر را به گونه زیر معرفی کرده است:

«مبنای حساب هندی بر نه شکل است که این شکل‌ها برای دلالت بر هر عددی تا بی‌نهایت کافی است، مراتب اعداد این حساب چهار است بدین ترتیب: یکان، دهگان، صدگان، هزارگان. عدد ۱ در مرتبه ۱۰ و ۱۰۰ و ۱۰۰۰ و ۱۰۰۰۰ و غیره جای می‌گیرد، ۲ در مرتبه ۲۰ و ۲۰۰ و ۲۰۰۰ و همچنین دیگر عقود بر این قیاسند ۰۰۰ و شکل این ترتیب از جدولی به دست می‌آید که شکل آن چنین است:

جدول۱: مبنای حساب هندی منبع: فرشاد، ۱۳۶۶، ص۵۰۳

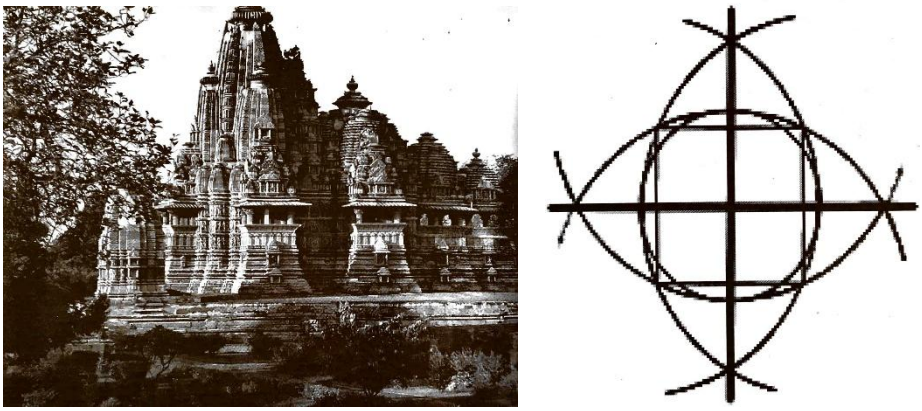
یکان	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹
دهگان	۱۰	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰	۷۰	۸۰	۹۰
صدگان	۱۰۰	۲۰۰	۳۰۰	۴۰۰	۵۰۰	۶۰۰	۷۰۰	۸۰۰	۹۰۰
هزارگان	۱۰۰۰	۲۰۰۰	۳۰۰۰	۴۰۰۰	۵۰۰۰	۶۰۰۰	۷۰۰۰	۸۰۰۰	۹۰۰۰

و این دایره‌های کوچک را صفر می‌گویند، و در محل‌هایی که دارای عدد نیست برای حفظ مراتب صفر گذاشته می‌شود (کاتب خوارزمی، ۱۳۴۷).

در هند باستان کهن‌ترین متون ریاضی، قواعدی برای بنا کردن قربانگاه‌های بودایی را در بردارد. ترسیم‌های هندسی که در این رساله تعلیم داده شده است مبتنی بر شناخت برخی از حالات مثلث قائم‌الزاویه (به ابعاد ۳، ۴ و ۵) است. در رساله‌های به‌دست آمده از حدود قرن پنجم تا یکم قبل از میلاد دو قضیه مهم هندسی وجود دارد که عبارتند از: قطر مستطیل از راه بنا کردن مربعی بر روی آن، سطحی معادل مجموع مجذور طول مستطیل را ایجاد می‌کند و همچنین قطر مربع از راه بنا کردن مربعی بر روی آن، دو برابر مساحت خود را ایجاد می‌کند. این دو قاعده به‌صورت دستوراتی برای بنا کردن ساختمان‌های مذهبی در هند باستان بیان شده است. هم‌چنین شیوه جهت‌یابی و طرح‌افکنی بناهای مذهبی هندی اساسا بر اشکال و ترسیمات هندسی استوار است. هندوها در محلی که برای ساختمان معبد انتخاب شده ابتدا تیرکی بر پا می‌کردند و دایره‌ای پیرامون آن ترسیم می‌نمودند. بدین ترتیب ابزاری برای نمایش ارتفاع آفتاب و شاخص تعیین وقت به‌وجود می‌آمد. سپس با علامت‌گذاری سایه تیرک به‌هنگام صبح و عصر بر محیط دایره جهت شرقی، غربی به‌دست می‌آمد. سپس به‌وسیله پرگاری که با طناب ساخته شده بود پیرامون آن نقاط، دو دایره‌ی مشابه می‌کشیدند به قسمتی که یکدیگر را قطع کنند و از تقاطع آن‌ها شکلی شبیه به ماهی به‌دست آید، بدین ترتیب نقاط تقاطع آن دو دایره، محور شمالی- جنوبی را معلوم می‌ساخت. تقاطع دو دایره دیگری که مرکزشان چهار نقطه محورهای به‌دست آمده بود، چهار گوشه مربع را معلوم می‌ساخت و بدین‌ترتیب آن مربع همچون گردش خورشید که دایره شاخص یا ساعت آفتابی، تصویر مستقیم آن به‌شمار می‌رود، جلوه می‌نمود (تصویر ۱) (بمانیان و همکاران، ۱۳۸۹، ص۵۲). تیتوس بورکهارت معتقد است که این آیین جهت‌یابی، عالمگیر و جهان شمول بوده و در تمدن‌های مختلف معمول بوده است. از جمله در نوشته‌های کهن چینی از آن یاد شده است و رومیان نیز از این روش استفاده نموده و نقشه شهرهایشان را شکل می‌دادند (بورکهارت، ۱۳۸۱، ص۵۶).

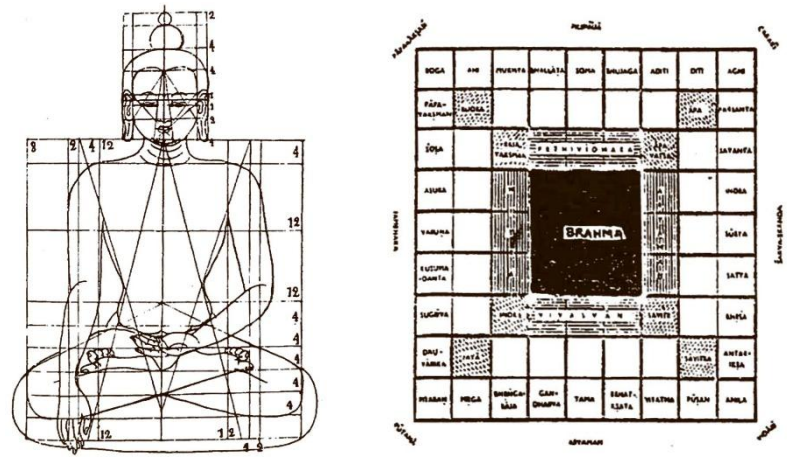
www.SID.ir

Archive of SID



تصویر ۱: تصویر سمت راست: شیوه جهت‌یابی و طرح افکنی معابد هندو؛ تصویر سمت چپ: دسته معابد هندو در خاجوراهائو در هند مربوط به قرن دهم و یازدهم میلاد
ماخذ: بمانیان و همکاران، ص۵۲و ۵۳).

در ارتباط با مباحث هندسی در هند باستان می‌توان به "یکی از معروف‌ترین طرح‌های هندسی که حاوی مفاهیم قدسی است اشاره کرد که همانا طرح ماندالای[1] هندی است. ماندالا از بسیاری جهات وابسته به فلسفه نظم گیتی است و به‌طور نمادی آنچه را که برای ساختن جهان ضروری تصور می‌شود نمایش می‌دهد. مانند چهار جهت فضایی، چهار عنصر، چهار فصل و علائم بروج دوازده‌گانه اما آن‌چه که بی‌هیچ تغییر قابل توجهی همواره در مورد این شکل هندسی صدق می‌کند بیان همیشگی تصور گیتی است که در حقیقت به‌عنوان واحد متشکل و کل ادراک می‌شود (بمانیان و همکاران، ۱۳۸۹، ص۵۴). لولر در مورد کاربرد ماندالا و مفاهیم آن می‌نویسد: «یکی از موارد خیره‌کننده استفاده از ماندالا کاربرد آن در معماری گنبدهای مسیحی و اسلامی است. مربع زمین را عرضه می‌کند که طاق مدور آسمان از چهار سو آن را در بر گرفته و بدین واسطه در معرض چرخ همواره در حرکت زمان است. هنگامی که حرکت بی‌پایان جهان به‌وسیله دایره مجسم شد حاصل آن نظمی قابل درک گردید و مربع پدید آمد. آن‌گاه مربع از پیش فرض شده بر دایره از آن نتیجه شد. رابطه شکل و حرکت زمان و مکان از طریق ماندالا منتقل می‌شود (لولر، ۱۳۶۸، ص۸۹). ماندالا تقسیم دایره به اشکال چهارضلعی، شش‌ضلعی، هشت‌ضلعی و نه‌ضلعی است. این اشکال به‌صورت ماندالاهای ۶۴ خانه یا ۸۱ خانه[2]به‌عنوان شکل اصلی به‌وجود آورنده‌ی پی و شالوده‌ی معبد هندو به‌کار می‌رفته‌اند (تصویر ۲). بخش دیگری از ترسیمات هندسی، مربوط به تمثال یا مجسمه بودا است. تمثال بودا از سویی بر قانون مربوط به ابعاد و تناسبات مبتنی است و از سوی دیگر بر توصیف علامات مشخصه‌ی پیکر بودا که از متون تاریخی استنتاج می‌شود، استوار است (تصویر ۲) (بمانیان و همکاران، ۱۳۸۹، ص۵۵-۵۴).



تصویر ۲: تصویر سمت راست: ماندالای ۸۱ خانه؛ تصویر سمت چپ: شاکله پیکر بودا براساس طرحی که نقاش تبتی ترسیم نموده است؛ ماخذ: بورکهارت، ۱۳۶۹

در هند، مثل هر جای دیگری، سرآغازهای تمدن در دل خاک مدفون است و حتی بیل‌های باستان شناسان هم هرگز نخواهد توانست همه آن‌ها را از خاک بیرون بیاورد. در سال ۱۹۲۴، جهان دانش بار دیگر با اخباری از هند به حیرت افتاد. در موهنجودارو[3]در ساحل باختری سند سفلا، بقایای چیزی را کشف کردند که گویا از هر تمدنی که مورخان تاکنون شناخته اند کهن‌تر باشد. هم آنجا، و هم در هرپا، که در شمال و چند صد کیلومتری موهنجو دارو واقع است، چهار یا پنج شهر برجسته از زیر خاک بیرون آورده اند، که در طول خیابان‌های پهن و کوچه‌های تنگش صدها خانه و مغازه آجری دیده می‌شود که، در مواردی، دارای چند طبقه هم می‌باشند (دورانت، ۱۳۶۵، ص۴۵۷). توسلی(۱۳۸۳، ص۷۳) در ارتباط با ناحیه موهنجودارو می‌نویسد:"نخستین نشانه‌های شهرسازی نظام‌مند و برنامه ریزی شده از دوران باستان به تمدن دره سند تعلق دارد که به هزاره سوم پیش از میلاد باز می‌گردد. مراکز اصلی این تمدن و شهرهای عمده آن در دو ناحیه موهنجودارو هاراپا (در

---

[1] ماندالا در زبان سانسکریت به معنای دایره می‌باشد. این شکل در تمدن‌های مختلف اعم از تبت، اسلام و اروپای قرون وسطی و بسیاری از فرهنگ‌های قبیله‌ای برای نقاشی شکل‌های مقدس یا نقشه ساختمان‌ها به کار رفته است (بمانیان، اخوت، بقایی، ۱۳۸۹، ص۵۴).

[2] ماندالای ۸۱ خانه: این طرح که از رشد مربع‌های متحدالمرکز نتیجه می‌شود، اساس نقشه معابد هندی است. همان‌گونه که ماندالا تابع نظم الهی است، هر مربع حاوی نام رب‌النوع خاصی است که در تصویر شماره ۲ قابل مشاهده است (بورکهارت، ۱۳۶۹).

[3] موهنجودارو در پاکستان امروزی، از مناطق اصلی گسترش فرهنگ بزرگ هند، در هزاره سوم پیش از میلاد بوده است (زارعی، ۱۳۷۹، ص۱۳۹).

www.SID.ir

Archive of SID

پنجاب مرکزی) قرار داشته و تمدن سند محتملا با تمدن باستانی بین النهرین مرتبط بوده است. در موهنجودارو ترکیب شهر مبتنی بر سه خیابان اصلی با دو خیابان عمود بر آن‌ها بوده، که حاصل این دو ترکیب ایجاد دوازده بلوک شهری بوده است." زارعی (۱۳۷۹، ص۱۴۲) موارد شگفت‌انگیز تمدن موهنجودارو را؛ "پیشرفت در زمینه استاندارد آجرهایی به ابعاد ۲۷/۹×۱۳/۴۲×۶/۳۵ سانتی‌متر، شبکه فاضلاب براساس اصول فنی و استاندارد و خانه‌هایی براساس نقشه و اندازه یکسان و برقراری عدالت اجتماعی با توجه به وضع ساختمان‌های شهر موهنجودارو ذکر می‌کند."

۲-۱-۴- چین باستان

سرزمین چین در دورترین قسمت شرقی آسیا قرار گرفته و از هندوستان به وسیله کوهستان‌های بلند جدا گردیده است. این سرزمین از مناطق وسیعی، پوشیده از کوهستان‌های بلند تشکیل شده است. نواحی جلگه‌ای بیش‌تر در شمال شرقی قرار دارند و حاصل‌خیزترین بخش چین در همین نواحی است که از قدیمی‌ترین ایام مسکونی بوده است. دو رودخانه عمده چین رود زرد (هوانگ هو) و رود آبی (تسی یانگ) هستند و اقیانوس کبیر در شرق این کشور واقع شده است (زارعی، ۱۳۷۹، ص۱۵۹). در تمدن چین و مصر در دو سوی جهان همزمان یک اتفاق جالب رخ داد. نخست اینکه هر دو کار خود را با نوشتار تصویری آغاز کردند و سپس آنکه نوشتار اغلب به شکل هندسی یکسانی خلاصه شد. کلماتی چون خورشید، ماه، کوه، آب و باران تصاویر یکسانی داشتند. هندسه در چین با دنیای اعداد ارتباط زیادی دارد. جالب آن است که حفظ آثار گذشتگان در چین و همچنین ثبت دقیق اطلاعات، کمک موثری به دنیای علوم از جمله هندسه کرده است. بین تمدن‌های باستان فقط یونان جهان را کروی می‌دید و آن هم به دلیل آنکه فیثاغورث می‌پنداشت کره و دایره کامل‌ترین اشکالند و آفریننده‌ی کامل هرگز ناقص نمی‌آفریند. پس اجرام و مدارات آن‌ها باید کره و دایره باشند. همزمان با این اندیشه در سرزمین ایران باستان تصور بهتری از فلک ارائه شده است. در اوستا، کروی بودن زمین مطرح شده، حتی اتمسفر، زمین و ورای آن آسمان روشن و بی‌کران تصویر شده است. شاید به همین دلیل است که واژه دایره مترادف با «فلکه» می‌باشد (بمانیان و همکاران، ۱۳۸۹، ص ۴۲-۴۱). چینی‌ها همچنین مخترع چاپ مکانیکی بودند، روشی که تولید سریع و ارزان کتاب را ممکن ساخت (بمانیان و همکاران، ۱۳۹۱، ص۲۸).

معماری چین نیز همانند سایر هنرهای آن از گستردگی و تنوع فراوان برخوردار است. برخلاف بسیاری نظرات که معتقدند چینیان بناهای بزرگ در مقیاس آثار معماری بین النهرین و مصر نساختند، چنین نیست، چینی‌ها مردمانی هوشمند و هنرمند بوده‌اند که هر چند آثار معماری آنان گاه به علت استفاده از مصالح کم دوام از بین رفته‌اند، ولیکن آنچه از این آثار باقیمانده، گویای این حقیقت است که آثار چینی در حد معماری‌های مصر و بین النهرین و ایران باستان است. به طور کلی معماری چین شامل معابد، (کنفوسیوسی، لائوتسه، بودایی) پاگودا، قصر، دیوار بزرگ چین، خانه و دیرها، آرامگاه‌ها و معابد صخره‌ای (غاری) است. اولین سکونت‌گاه‌های چینی گودال‌هایی هستند به صورت دایره ساخته شده‌اند و روی آن را با شاخ و برگ درختان پوشانده اند. سپس با پیشرفت در فن خانه‌سازی، خانه‌ها، از گودال به خانه‌هایی در روی زمین و از جنس خشت و گل تغییر یافت. معابد را نیز از روی یک نقشه می‌ساختند که در واقع همان نقشه خانه چینیان بود، و آن را برای مقاصد مذهبی آماده می‌کردند. معماری چین بیش‌تر توجه‌اش بر نمای ساختمان متمرکز است و در منازل و معابد چینی بام بسیار اهمیت دارد و مصالح مورد استفاده در این بناها آجر و کاشی است و نیز از آثار برجسته و شاخص هنر معماری خاور دور به ویژه چین پاگودا است. این بناهای چتری شکل، چند طبقه‌اند که تعداد طبقات آن‌ها فرد است. چون عدد زوج در نزد چینی‌ها نحس است (زارعی، ۱۳۷۹، ص۱۶۶-۱۶۱).

۳-۱-۴- ژاپن باستان

مجمع الجزایر ژاپن که در فراسوی کرانه‌های شرقی قاره آسیا قرار دارد، در قوس باریکی به طول ۳۸۰۰ کیلومتر بین عرض‌های شمالی ۲۵ و ۲۰۰ تا ۴۵/۳۳ ممتد است. این مجمع الجزایر مشتمل بر چهار جزیره اصلی و تقریبا ۳۹۰۰ جزیره کوچک‌تر است. هنشو، هکایدو، کیوشو، شیکوگو چهار جزیره اصلی این کشور هستند. خلاقیت هنری ژاپن در دوران پیش از تاریخ در حدود (۷۰۰۰ ق.م) آغاز گردید که ظروف سفالی از نوع «یایویی» و گنبدهای بسیار عظیم در دوره کوفون یا تومولی ساخته شد. نفوذ فرهنگ آسیا در این زمان به ژاپن کاملا مشخص است (زارعی، ۱۳۷۹، ص۱۶۶-۱۶۱).

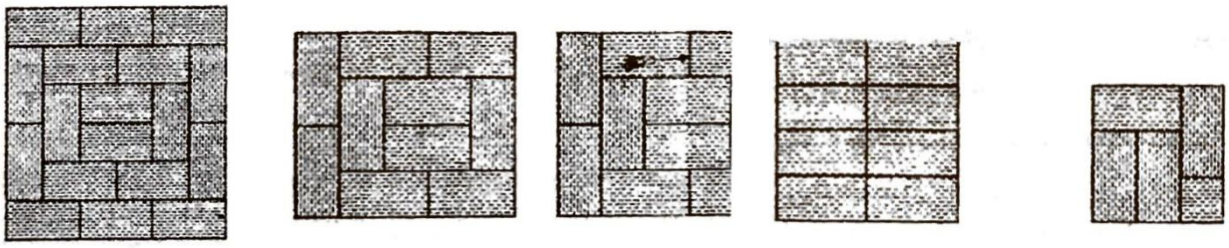
ژاپنیان خط‌نویسی و آموزش و پرورش خود را از چینیان، که به نظر آنان وحشی بودند، فرا گرفتند. زبان ژاپنی، هر چند که محتملا مغولی و به زبان کره‌ای است، به قوم ژاپنی اختصاص دارد و از مشتقات زبان‌های معلوم دیگر به شمار نمی رود. زبان ژاپنی خط مخصوصی نداشت. در نخستین سده‌های میلادی، مردم کره و چین خطنویسی را به ژاپن بردند، و ژاپنیان قرن‌ها با علایم چینی کلام خوش آهنگ خود را می نگاشتند (دورانت، ۱۳۶۵، ص۹۳۶).

در ارتباط با هندسه در این تمدن می‌توان به واحد کن (مدولار فضاهای ژاپنی) اشاره کرد. زارعی (۱۳۷۹، ص۱۸۶) می‌نویسد: "در معماری ژاپنی مقیاس یا پیمونی وجود دارد که براساس آن ساختمان را بنیاد می‌گذارد. شاکو واحد اندازه‌گیری سنتی ژاپن در اصل از چین آمده است. این واحد تقریبا معادل پای (فوت) انگلیسی بوده و قابل تقسیم به واحدهای اعشاری است. کن واحد دیگر سنجش در نیمه دوم قرون وسطی در ژاپن بود، این واحد در ابتدا برای فاصله بین دو ستون به کار می‌رفت. کن اندازه‌های مطلق و غیر مشروط بود. این واحد نه تنها برای سنجش ابعاد و فضاها بلکه به صورت مدولی زیبا در سازه، مصالح و نمای معماری به کار می‌رفت و به آن‌ها نظم می‌بخشید. دو روش طراحی با شبکه مدوله کن توسعه یافت: الف) روش ایناکا- ما: شبکه کن (۶ شاکو) فواصل آکس تا آکس ستون‌ها را تعیین می‌کرد. بنابراین اندازه مقرر حصیر کف اتاق تاتامی (۶×۳ شاکو یا ۱×$\frac{2}{1}$ کن) به خاطر احتساب ضخامت ستون‌ها فرق می‌کرد. ب) کیوما: حصیر کف ثابت باقی می‌ماند (۱۵×۶/۳۰ شاکو) و فاصله ستون (مدول کن) بر حسب اندازه اتاق بین ۶/۴ تا ۶/۷ شاکو تغییر می‌کرد."

یکی دیگر از واحدها یا مقیاس‌ها در معماری ژاپن تاتامی بوده که متشکل از حصیرهای برنجی با بافت نی بوریا است. "به‌طور متوسط درازای ابعاد آن ۶×۳ پا و ضخامت آن ۲ اینچ است. تاتامی ممکن است در شکل‌های مختلفی برای ایجاد کردن اتاق‌هایی با اندازه‌های مختلف تنظیم گردد (تصویر شماره ۳). ۴/۵ تاتامی معمولا برای اتاق‌های چای‌خوری به‌کار می‌رود به جای نیمه تاتامی ممکن است از یک تخته چوب استفاده گردد. در اتاق‌هایی با ۱۲-۱۰-۸-۶ حصیر تاتامی، حصیرها طوری چیده شده‌اند که از تقاطع چهار خط جلوگیری گردد (تیموری، ۱۳۹۵، ص ۱۳۰).

www.SID.ir

Archive of SID



تصویر ۳: چیدمان ۵ تاتامی به‌شکل قدیم آن برای ایجاد تناسبات در معابد، قصرها و ساختمان‌های اشرافی؛ ماخذ: (تیموری، ۱۳۹۵، ص۱۳۰).

معماری در ژاپن هم‌مانند چین از گودال‌های (چاله) اولیه آغاز می‌شود و ساختمان‌های ساده با بام گلی و بر روی پایه‌های خیزرانی محدود می‌گردید. معماری این سرزمین قطعا بایستی همگون با اقلیم آن باشد که چنین امری صورت گرفته است، یعنی وجود جنگل‌های بسیار و همچنین بارش باران دو عامل هستند که نقش اساسی در معماری، به ویژه استفاده از مصالح داشته‌اند، کاربرد چوب به عنوان مصالح اصلی و ایجاد سقف‌های شیب‌دار در مقابل باران‌های سیل آسای آن سرزمین حائز اهمیت است. از سنگ در پی و پایه‌های ستون‌های چوبی استفاده می‌کردند. از گل رس استفاده‌های فراوانی می‌شد، علاوه بر کاربرد در روکش دیوارها، برای ساخت یک نوع کاشی جهت سقف نیز مورد استفاده قرار می‌گرفت (زارعی، ۱۳۷۹، ص۱۶۶-۱۶۱).

به طور کلی معماری ژاپن در پیوندی عمیق با طبیعت قرار دارد. معابد ژاپنی دارای بام‌های دولایه است چنانکه بام اصلی در زیر بام دوم قرار می گیرد. شودن یا بنای اصلی معبد روی صفه‌ای با ستون‌های چوبی بنا شده و بام کاهگلی دارد. خانه‌های ژاپنی نیز تقریبا ارتباطی تنگاتنگ با محیط اطرافش دارد و به صورت برون‌گرا طراحی می‌شده است. از دیگر بناهای مهم این تمدن می‌توان به اتاق چای، قلعه ژاپنی و زیارتگاه‌ها اشاره کرد.

۵- یافته‌ها

در این بخش با توجه به بررسی و پژوهش انجام شده کتابخانه‌ای در ارتباط با زمینه‌های هندسی در تمدن‌های مشرق زمین دستاوردهای هر تمدن (هند، چین و ژاپن) به صورت جداول تحلیلی در سه بخش دستاوردها در زمینه ریاضیات، دستاوردها در زمینه هندسه و دستاوردها در زمینه معماری طبقه‌بندی شده است.

جدول ۲: زمینه هندسی تمدن هند باستان تنظیم جدول: نگارنده

دوره تاریخی	هند باستان	دستاوردها در زمینه ریاضیات	- خاستگاه عددنویسی - تدوین اشکال ارقام ریاضی از حروف و کلمات سانسکریتی توسط پرینسپس در سده دوم میلادی - اختراع دستگاه ده‌هی - به کار بردن عدد صفر
		دستاوردها در زمینه هندسه	- قطر مستطیل از راه بنا کردن مربعی بر روی آن، سطحی معادل مجموع مجذور طول مستطیل را ایجاد می‌کند. - قطر مربع از راه بنا کردن مربعی بر روی آن، دو برابر مساحت خود را ایجاد می‌کند. - رسم دایره و انتخاب مرکز آن و به دست آوردن مربع از نقاط آن به منظور جهت‌یابی معابد
		دستاوردها در زمینه معماری	- شهر موهنجودارو - به کارگیری شکل مربع و طرح شطرنجی برای شهر - پیشرفت در زمینه استاندارد آجرهایی به ابعاد ۲۷/۹×۱۳/۴۲×۶/۳۵ سانتی‌متر - شبکه فاضلاب براساس اصول فنی و استاندارد - خانه‌هایی براساس نقشه و اندازه یکسان در شهر موهنجودارو

جدول ۳: زمینه هندسی تمدن چین باستان تنظیم جدول: نگارنده

دوره تاریخی	چین باستان	دستاوردها در زمینه ریاضیات	- به کارگیری نوشتار تصویری اغلب به شکل هندسی یکسانی - اختراع چاپ مکانیکی (روشی که تولید سریع و ارزان کتاب را ممکن ساخت)
		دستاوردها در زمینه هندسه	- به کار بردن عدد صفر - رسم دایره و انتخاب مرکز آن و به دست آوردن مربع از نقاط آن به منظور جهت‌یابی معابد - ارتباط زیاد هندسه در چین با دنیای اعداد
		دستاوردها در زمینه معماری	- اولین سکونت‌گاه‌های چینی گودال‌هایی به صورت دایره بوده است. - با پیشرفت در زمینه خانه‌سازی خانه‌هایی بر روی زمین و از جنس خشت و گل ایجاد شد - بیش‌ترین تمرکز بر نمای ساختمان - اهمیت بسیار زیاد بام در منازل و معابد چینی - معابد، (کنفوسیوسی، لائوتسه، بودایی) پاگودا، قصر، دیوار بزرگ چین، خانه و دیرها، آرامگاه‌ها و معابد صخره‌ای (غاری) معماری چین را تشکیل می‌دهد. - معابد را نیز اکثرا از روی یک نقشه می‌ساختند که در واقع همان نقشه خانه چینینان است - بناهای چتری شکل چند طبقه به نام پاگودا که تعداد طبقات آن‌ها فرد است

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴: زمینه هندسی تمدن ژاپن باستان تنظیم جدول: نگارنده

دوره تاریخی	ژاپن باستان	دستاوردها در زمینه ریاضیات	- انتقال خط‌نویسی به ژاپن از طریق مردم کره و چین
		دستاوردها در زمینه هندسه	- واحد اندازه‌گیری شاکو (تقریبا معادل پای (فوت) انگلیسی بوده و قابل تقسیم به واحدهای اعشاری است). - واحد کن (مدولار فضاهای ژاپنی) (کن اندازه‌های مطلق و غیر مشروط بود). - واحد کن در ابتدا برای فاصله بین دو ستون به کار می‌رفت. - استفاده از واحد کن برای ابعاد و فضاها در ساختمان‌ها به صورت مدولی زیبا در سازه، مصالح و نمای معماری - ایجاد دو روش طراحی با شبکه مدوله کن: روش ایناکا و کیوما - به کارگیری از تاتامی در حوزه تناسبات برای برقراری نظم در معابد، قصرها و ساختمان‌های اشرافی.
		دستاوردها در زمینه معماری	- معماری در پیوندی عمیق با طبیعت - اولین سکونت‌گاه‌ها به صورت گودال‌های (چاله) اولیه و ساختمان‌های ساده با بام گلی و بر روی پایه‌های خیزرانی ایجاد شده است. - کاربرد چوب به عنوان مصالح اصلی و ایجاد سقف‌های شیب‌دار و استفاده از سنگ در پی و پایه‌های ستون‌های چوبی - خانه‌های ژاپنی تقریبا ارتباطی تنگاتنگ با محیط اطرافش دارد و به صورت برون‌گرا طراحی می‌شده است. - معابد ژاپنی نیز دارای ارتباطی تنگاتنگ با طبیعت بوده؛ دارای بام‌های دولایه چنانکه بام اصلی در زیر بام دوم قرار می‌گیرد. - شودن یا بنای اصلی معبد روی صفه‌ای با ستون‌های چوبی بوده و بام کاهگلی دارد - از بناهای مهم دیگر این تمدن می‌توان به اتاق چای، قلعه ژاپنی و زیارتگاه‌ها اشاره کرد.

۶- تحلیل یافته‌ها

با توجه به پژوهش انجام گرفته در زمینه ریاضیات، هندسه و معماری مشخص گردید که تمدن‌های شرقی به‌خصوص هند و چین و ژاپن دارای دستاوردهای غنی در زمینه‌های یاد شده هستند.

در بخش تمدن باستانی هند بیان و طبقه‌بندی مطالب در چند بخش اصلی شامل دستاوردها در زمینه ریاضیات، هندسه و معماری ارائه شده است. در زمینه ریاضیات، دستاوردها شامل خاستگاه عددنویسی، تدوین اشکال ارقام ریاضی از حروف و کلمات سانسکریتی توسط پرینسپس در سده دوم میلادی، اختراع دستگاه ده‌هی و به کار بردن عدد صفر؛ در زمینه هندسه دستاوردها شامل رابطه بین قطر مستطیل و رسم مربعی بر روی آن که سطحی معادل مجموع مجذور طول مستطیل را ایجاد می‌کند،-رابطه قطر مربع و رسم مربعی بر روی آن که دو برابر مساحت خود را ایجاد می‌کند و رسم دایره و انتخاب مرکز آن و به دست آوردن مربع از نقاط آن به منظور جهت‌یابی معابد بوده و نیز به اختصار به ویژگی‌های معماری این تمدن از جمله شکل‌گیری شهر موهنجودارو، به کارگیری شکل مربع و طرح شطرنجی برای شهر و پیشرفت در زمینه استاندارد آجرهایی به ابعاد ۲۷/۹×۱۳/۴۲×۶/۳۵ سانتی‌متر نیز شناسایی شد.

در بخش تمدن باستانی چین نیز در زمینه ریاضیات دستاوردهایی همچون به کارگیری نوشتار تصویری اغلب به شکل هندسی یکسان و اختراع چاپ مکانیکی (روشی که تولید سریع و ارزان کتاب را ممکن ساخت)؛ در زمینه هندسه به کار بردن عدد صفر، رسم دایره و انتخاب مرکز آن و به دست آوردن مربع از نقاط آن به منظور جهت‌یابی معابد و ارتباط زیاد هندسه در چین با دنیای اعداد و در زمینه معماری به کارگیری فرم دایره در اولین سکونت‌گاه‌های چینی، تمرکز بیش‌تر بر نمای ساختمان، اهمیت بسیار زیاد بام در منازل و معابد چینی، معابد، (کنفوسیوسی، لائوتسه، بودایی) پاگودا، قصر، دیوار بزرگ چین، خانه و دیرها، آرامگاه‌ها و معابد صخره‌ای (غاری) به‌عنوان عمده بناهای معماری چین، ساخت معابد اکثرا از روی یک نقشه که در واقع همان نقشه خانه چینیان بوده و ایجاد بناهای چتری شکل چند طبقه به نام پاگودا شناسایی شد.

دستاوردها در تمدن ژاپن نیز در سه بخش ریاضیات شامل انتقال خط‌نویسی به ژاپن از طریق مردم کره و چین؛ هندسه شامل واحدهای اندازه‌گیری شاکو (تقریبا معادل پای (فوت) انگلیسی بوده و قابل تقسیم به واحدهای اعشاری است)، کن (مدولار فضاهای ژاپنی) و به کارگیری از تاتامی در حوزه تناسبات برای برقراری نظم در معابد، قصرها و ساختمان‌های اشرافی و در زمینه معماری برقراری پیوند عمیق با طبیعت، اولین سکونت‌گاه‌ها به صورت گودال‌های (چاله) اولیه و ساختمان‌های ساده با بام گلی و بر روی پایه‌های خیزرانی، کاربرد چوب به عنوان مصالح اصلی و ایجاد سقف‌های شیب‌دار و استفاده از سنگ در پی و پایه‌های ستون‌های چوبی، طراحی خانه‌های ژاپنی به‌صورت برون‌گرا، طراحی و ساخت معابد ژاپنی در ارتباطی تنگاتنگ با طبیعت با بام‌های دولایه چنانکه بام اصلی در زیر بام دوم قرار می‌گیرد و-نیز ایجاد بناهای مهم دیگر از جمله اتاق چای، قلعه ژاپنی و زیارتگاه‌ها شناسایی و معرفی شد.

۷- نتیجه‌گیری

موضوع ریاضیات و هندسه از ابتدای خلقت بشر و آگاهی او نسبت به محیط اطرافش مطرح بوده و از دیرباز تاکنون مورد پژوهش و بررسی هنرمندان و دانشمندان گوناگون قرار گرفته است. از سویی دیگر تاریخ و تئوری معماری و طراحی شهری در فرهنگ‌های مختلف نقش ریاضیات و هندسه را در شکل دادن به ساختار شهرها، بناهای تاریخی برجسته و عظیم و نیز بناهای ساده و متعارفی مردم به خوبی نشان می‌دهد. هندسه و تناسبات، به دلیل ماهیت منظمی که دارند، کاربرد زیادی در فضاهای معماری داشته و همواره مورد توجه معماران در اعصار مختلف بوده است. در این پژوهش با بررسی تاریخ هندسه؛ در سه تمدن باستانی هند، چین و ژاپن با تمرکز بر دستاوردهای اساسی و بنیادین آن‌ها از جمله دستاوردها در زمینه ریاضیات، هندسه و معماری تمرکز کرده و براین‌اساس این دستاوردها در هر تمدن شناسایی شد. به نظر می‌رسد تمدن‌های مذکور جایگاهی ارزشمند و در خور توجه در تاریخ ریاضیات و هندسه داشته و در هر یک از این تمدن‌ها شاهد شکل‌گیری مبانی ریاضیات و هندسه و کاربرد آن در معماری هستیم؛ به‌طوری‌که خاستگاه عددنویسی و کاربرد عدد صفر در تمدن هند رایج بوده است. در تمدن چین به‌کار بردن عدد صفر، رسم دایره و انتخاب مرکز آن و به دست آوردن مربع از نقاط آن به منظور جهت‌یابی معابد و ارتباط زیاد هندسه در چین با دنیای اعداد و بازتاب آن در معماری به‌صورت به کارگیری فرم دایره؛ و در تمدن ژاپن شاهد کاربرد انواع واحدهای اندازه‌گیری از قبیل شاکو، کن و تاتامی در حوزه تناسبات برای برقراری نظم در معابد، قصرها و ساختمان‌ها همراه با ارتباط عمیق با طبیعت هستیم.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

۱. بمانیان، محمدرضا؛ اخوت، هانیه؛ بقایی، پرهام، ۱۳۸۹، کاربرد هندسه و تناسبات در معماری، تهران، هله: طحان
۲. بورکهارت، تیتوس، ۱۳۸۱، هنر مقدس، ترجمه جلال ستاری، تهران، انتشارات سروش
۳. توسلی، محمود، ۱۳۸۳، هنر هندسه، تهران، انتشارات پیام با همکاری پیوند نو
۴. تیلی ایوز، هاوردو، ۱۳۸۳، تاریخ هندسه، ت: محمد علی شفیعیها، تهران، انتشارات علمی و فرهنگی
۵. تیموری، سیاوش، ۱۳۹۵، تناسبات در معماری، تهران، کتاب فکر نو
۶. دورانت، ویل، ۱۳۶۵، تاریخ تمدن (مشرق زمین: گاهواره تمدن)، ت: احمد آرام، جلد اول، تهران، سازمان انتشارات و آموزش انقلاب اسلامی
۷. زارعی، محمد ابراهیم،۱۳۷۹، آشنایی با معماری جهان، تهران، انتشارات فن‌آوران
۸. فرشاد، مهدی، ۱۳۶۶، تاریخ علم در ایران، جلد دوم، تهران، موسسه انتشارات امیرکبیر
۹. کاتب خوارزمی، ابوعبدالله محمدبن احمدبن یوسف، ۱۳۴۷، مفاتیح العلوم، ترجمه حسین خدیوجم، تهران، به نقل از فرشاد، مهدی، ۱۳۶۶، تاریخ علم در ایران، جلد دوم، تهران، موسسه انتشارات امیرکبیر
۱۰. لولر، رابرت، ۱۳۶۸، هندسه مقدس فلسفه و تمرین، ترجمه هایده معیری، تهران، موسسه مطالعات و تحقیقات فرهنگی
۱۱. ماهرالنقش، محمود، ۱۳۸۱، کاشی و کاربرد آن، چاپ اول، تهران، سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاه‌ها

www.SID.ir