

فیلم ویدیویی «جادوی مُقرَنَس» دربارهٔ گونه‌ای از نقش‌های هندسی که در بناهای تاریخی دورهٔ اسلامی که شامل خاورمیانه، شامل آفریقا و قسمتی از اروپا بوده است، سخن به میان می‌آورد. این فیلم می‌تواند برای علاقه‌مندان به هندسهٔ کاربردی که می‌خواهند نمونه‌های واقعی از کاربرد ریاضیات را در ساختمان‌سازی دورهٔ اسلامی در داخل کشور یا خارج از ایران ملاحظه

● نام فیلم: جادوی مُقرَنَس^۱

● طراحان و نویسندگان: ایوونه دولد - سمپلونیوس^۲، سیلویا هارمسن^۳، سوزان کرومیکر^۴ و میشائیل وینکلر^۵

● تولید شده تحت نظارت و حمایت دانشگاه هیدلبرگ^۶

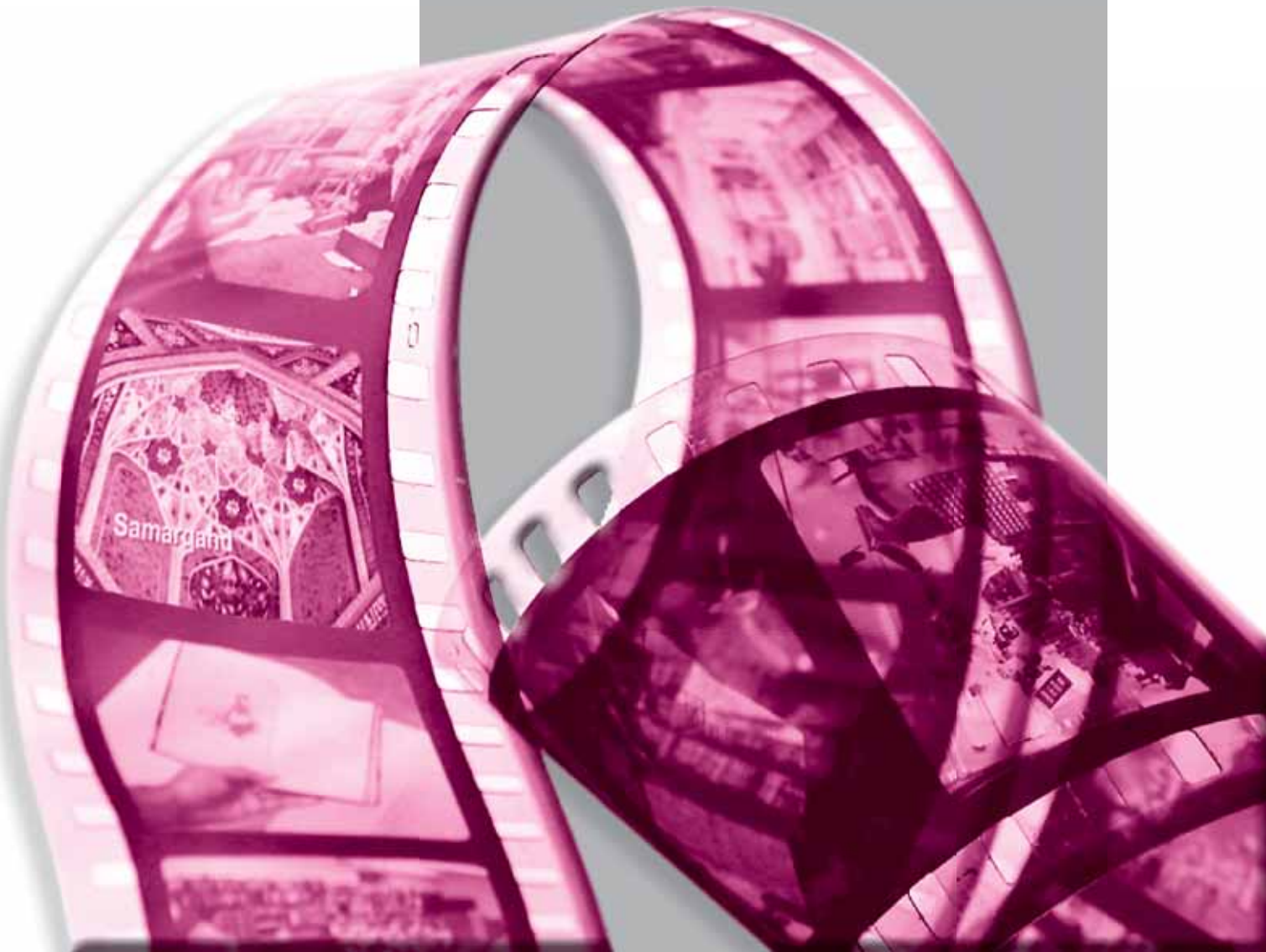
● راویان: سرجون کَرَم^۷ (عربی)، میشائیل شیلز^۸ (انگلیسی)، ژان - میشل رابِر^۹ (آلمانی)، صفی‌الدین نجم‌آبادی (فارسی) و گولای تولاسقلو^{۱۰} (ترکی)

● سال تولید: ۲۰۰۵

● مترجم: محمد باقری

● تهیه و توزیع در ایران: خانهٔ ریاضیات اصفهان

جادوی مُقرَنَس



مقرنس نامی عربی است برای طاق‌های اسکولاستیک‌مانند که عبارت‌اند از تزئینات معماری سه‌بعدی متشکل از اجزای حفره‌مانندی که در چندین لایه قرار می‌گیرند

اسلامی است، در شهر کاشان ایران به دنیا آمد و مهم‌ترین آثار ریاضی خود را در شهر سمرقند پدید آورد. اثر عمده او، «مفتاح الحساب»، که به راستی دایرة‌المعارفی از علوم ریاضی است،



نقشه ۱

به پنج مقاله تقسیم شده است. قدیمی‌ترین نسخه خطی آن، (نسخه ۳۱۸۰/۱ در کتابخانه ملی ملک ایران) به تاریخ ۸۳۰ هجری است؛ یعنی همان سالی که کاشانی نگارش این رساله را به پایان رساند. کاشانی در مقاله چهارم کتاب، درباره اندازه‌گیری‌ها که مفصل‌ترین مقاله مفتاح‌الحساب است، برای محاسبه مساحت شکل‌های گوناگون، از مثلث‌های ساده شروع می‌کند و در پایان به تقریب مساحت سطح مقرنس می‌رسد. قدیمی‌ترین تعریف مقرنس به این صورت از کاشانی است: «مقرنس سقفی است پلکانی با وجوه متعدد و با بام مسطح. هر وجه با وجه کناری‌اش زاویه قائمه یا نیم‌قائمه یا مجموع این دو ترکیب دیگری از این دو می‌سازد. این وجه را می‌توان به صورت ایستاده

- مسجد کلان (۵۲۰)، واقع در بخارا ازبکستان
- مسجد جمعه (قرن ششم هجری)، واقع در اصفهان ایران
- مدرسه قاراتای (۶۴۸)، واقع در قونیه ترکیه
- کاروان‌سرای سلطان‌خان (۶۷۶-۶۲۶)، واقع در آقسرای ترکیه
- مسجد جامع پیاله پاشا (۹۷۹)، واقع در استانبول ترکیه (طراحی شده توسط معمار زبردستی به نام «سنان» (۹۹۴-۸۹۴ هـ.ق))

- آرامگاه قایت‌بسی (۸۷۸-۸۷۵)، واقع در قاهره مصر
- قرویین (۵۲۸)، واقع در فاس مراکش
- الحمراء، تالار دو خواهر (قرن ششم هجری)، واقع در غرناطه (گرانادا) اسپانیا
- قصر دارملولی (قرن سیزدهم هجری)، واقع در تونس
- آرامگاه شاه حمزه‌علی (قرن ششم)، واقع در شیراز ایران
- مدرسه طلاکاری (قرن یازدهم)، واقع در سمرقند ازبکستان
- خانه بروجردی‌ها (قرن سیزدهم)، واقع در کاشان ایران
- غیث‌الدین جمشید کاشانی (در گذشته به سال ۸۳۲ هجری) ریاضی‌دان عهد تیموری که از بزرگ‌ترین ریاضی‌دانان و منجمان دوره

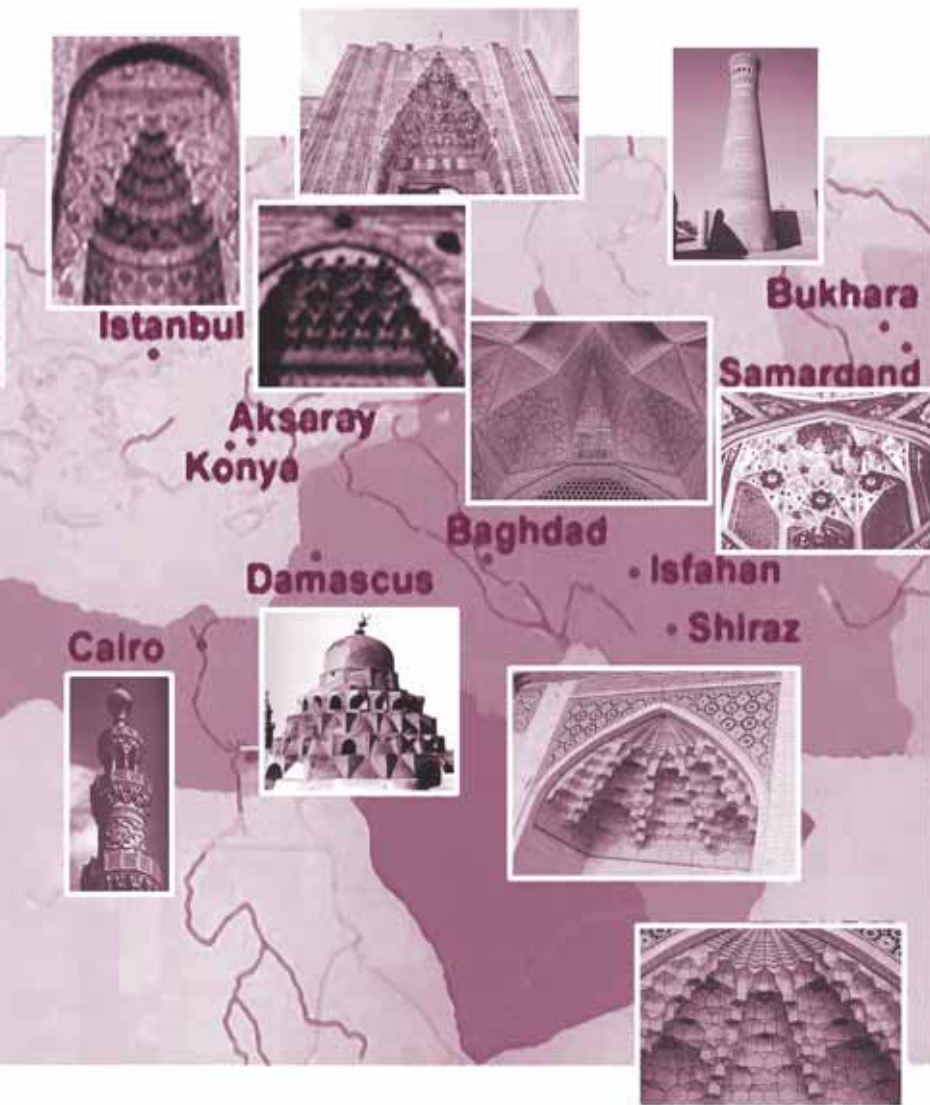
کنند و نیز دوست‌داران تاریخ ریاضیات و به‌ویژه کارها و دستاوردهای غیث‌الدین جمشید کاشانی، ریاضی‌دان نامدار ایران، مفید باشد. ایران‌گردان می‌توانند نمونه‌هایی از مقرنس‌ها را در «مسجد شیخ لطف‌الله» واقع در اصفهان، «کاخ عالی‌قاپو» در اصفهان، «تخت سلیمان» واقع در آذربایجان و زیارتگاه ایلخانی واقع در بسطام^{۱۱} مشاهده کنند. این فیلم به این علت جادوی مقرنس نامیده شده است که مقرنس‌ها که در میانه سده چهارم هجری پدیدار شده بودند، به صنعت ساختمان‌سازی سراسر جهان اسلام راه پیدا کردند و هنر و صنعت دوره اسلامی را به رخ جهانیان کشیدند.

البته از آنجا که تماشای این ویدیو مستلزم آگاهی از برخی مطالب درباره مقرنس است، بنابراین نخست پاره‌ای از آن‌ها را در پی می‌آوریم تا علاقه‌مندان به دیدن این فیلم، با درک بهتری به استقبال از آن بروند.

مقرنس نامی عربی است برای طاق‌های استالاستیک‌مانند، که عبارت‌اند از تزئینات معماری سه‌بعدی متشکل از اجزای حفره‌مانندی که در چندین لایه قرار می‌گیرند. مقرنس در حوالی قرن چهارم هجری در شمال شرقی ایران و تقریباً هم‌زمان با آن، و ظاهراً به‌طور مستقل، در میانه شمال آفریقا پدید آمد. از قرن پنجم هجری به این‌سو، مقرنس در سراسر جهان اسلام گسترش یافت (نقشه ۱) و همانند نقش‌های گل و بته و کتیبه‌نویسی به صورت یکی از عناصر ویژه معماری درآمد.

برای نمایش انواع گوناگون مقرنس نمونه‌های زیر در ویدیویی «جادوی مقرنس» نشان داده می‌شوند:

- قصر عباسیان (۶۲۱-۵۷۵ هـ.ق)، واقع در بغداد عراق
- کاپلاپالائینا (۵۳۳)، واقع در بالرمو ایتالیا
- آرامگاه نورالدین (۵۴۸)، واقع در دمشق سوریه



اجزای مقرنس عبارتند از خانه‌ها و اجزای میانی که سقف دو خانه مجاور را به هم متصل می‌کنند



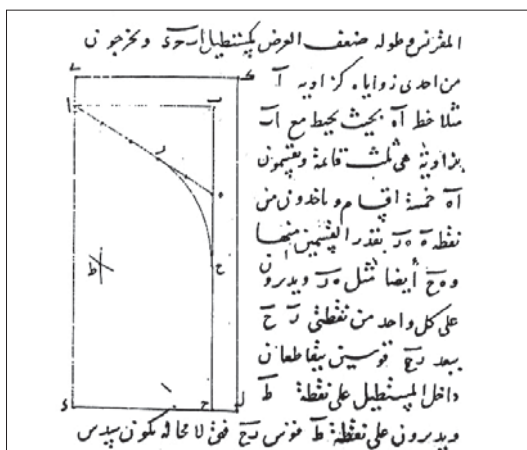
بر صفحه‌ای موازی با افق در نظر گرفت. بالای آن‌ها یا سطح صافی غیرموازی با سطح افق و یا دو سطح صاف یا خمیده قرار می‌گیرد که سقف آن‌ها را تشکیل می‌دهد. این دو وجه به همراه سقفشان یک خانه نامیده می‌شوند. خانه‌های مجاور که قاعده‌هایشان روی یک سطح مشترک موازی با افق باشند، یک لایه خوانده می‌شوند.»

اجزای مقرنس عبارتند از خانه‌ها و اجزای میانی که سقف دو خانه مجاور را به هم متصل می‌کنند. همان‌طور که کاشانی در رساله خود شرح می‌دهد، اجزای متداول مقرنس بر پایه شکل‌های هندسی ایجاد می‌شوند. به این معنی که تصویر مسطح یک جزء یا منظر آن از پایین، از شکل‌های ساده هندسی تشکیل شده است: مربع، لوزی، نیم‌لوزی، بادام و مکمل آن نسبت به لوزی، دوپایه کوچک، کوزه (هشت‌ضلعی مربعی) و مکمل آن نسبت به مربع، دوپایه بزرگ (ذوالرجلین)، و جودانه‌ها (که فقط در لایه بالایی مقرنس ظاهر می‌شوند).

قوس مقرنس

برای اینکه بتوان اجزای مقرنس را به هم وصل کرد، آن‌ها را باید طوری ساخت که منحنی‌های کناری‌شان یکسان باشند. این منحنی را کاشانی با عنوان «روش بنایان» شرح داده است که نشان می‌دهد از تجارب عملی گرفته شده است. بناها یک مستطیل می‌کشند که عرض آن (AB) واحد مقرنس را تشکیل می‌دهد و طول آن (BG) دو برابر عرض آن است؛ مانند مستطیل ABGD (شکل ۱). یک زاویه ۳۰ درجه و نسبت‌های دقیق ترسیم می‌شوند. این طرح یک نمونه برای محاسبه «ضریب» توسط کاشانی است. ضریب برای محاسبه تقریبی سطح مقرنس به کار می‌رود. برخلاف دیگر ریاضی‌دانان دوره اسلامی، او محاسبات را در دستگاه شصت‌گانی انجام می‌دهد و نتیجه را به اعداد

فصل آخر، «مساحی بناها و عمارت‌ها»، واقعاً برای کاربردهای عملی نوشته شده است. با وجود اینکه غالباً تصور می‌شود که کاشانی شیوه ساخت مقرنس را شرح داده است، ولی در واقع چنین نیست. او از هندسه به‌عنوان ابزاری برای انجام محاسبات استفاده کرده است. در کنار مساحت و حجم اتاق‌ها، از ج‌ها و گنبد‌ها، کاشانی شیوه‌ای را برای به‌دست آوردن تقریبی مساحت مقرنس‌ها ارائه می‌کند. این کار برای او امکان‌پذیر است، چون مقرنس، با اینکه یک ساختار معماری پیچیده است، از اجزای هندسی نسبتاً ساده‌ای تشکیل شده است. این محاسبات برای ارزش‌گذاری بنا یا محاسبه مصالح و دستمزد هنرمندان و معمار، همان‌طور که در قرن یازدهم (عهد صفوی) در ایران متداول بوده، مفید است.



توضیح: از آنجا که تمام تصاویر از متن فیلم گرفته شده‌اند، اسامی مکان‌ها به زبان اصلی درج شده‌اند.

ضریب به‌عنوان ارتفاع مستطیل به علاوه نصف ارتفاع مثلث با ضلع منحنی در نظر گرفته می‌شود. اگر این ضریب را در پایه یک خانه ضرب کنیم، سطح آن خانه محاسبه می‌شود.

دهدهی برمی‌گرداند. داشتن هر دو مقدار می‌تواند از بروز اشتباه هنگام رونویسی از رساله جلوگیری کند. در اینجا ما فقط طرح کلی محاسبه را در مبنای ده ارائه می‌کنیم:

*** پی‌نوشت‌ها**

1. Magic of Muqarnes

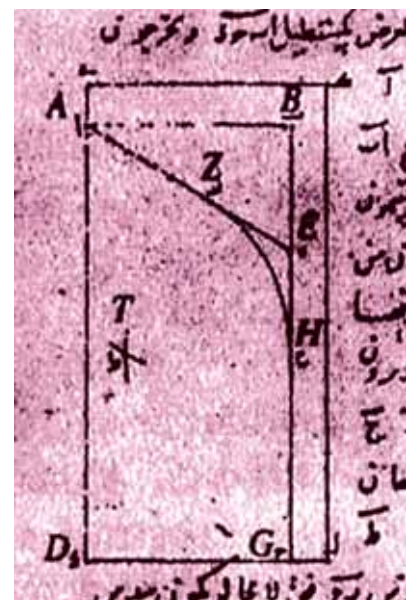
در فرهنگ لغت «عمید» دربارهٔ واژه مُقَرَّنَس چنین آمده است: «سقف یا گنبد گچ‌بری شده، عمارت عالی که در سقف آن نقش و نگار برجسته یا پله‌پله از گچ درست کرده باشند، کنگره‌دار، قرناس‌دار، قرنیزدار.»

2. Yvonne Dold-Samplonius
3. Silvia Harmsen
4. Susanne Kromker
5. Michael Winckler
6. University of Heidelberg
7. Sarjoun Karam
8. Michael Shiels
9. Jean - Michel Raber
10. Gulay Tulasoglu

۱۱. بسطام شهری در شهرستان بسطام استان سمنان در ۶ کیلومتری شمال شرق شاهرود است.

$$\begin{aligned}
 AB &= \text{مقرنس واحد} = 1; \\
 BG &= 2AB, \angle BAE = 30^\circ; \\
 AE &= \frac{2}{3}\sqrt{3}, AZ = \frac{2}{5}AE = \frac{2}{5} \times \frac{2}{3}\sqrt{3} = \frac{2}{5}\sqrt{3}; \\
 ZE &= EH, ZT = HT = ZH; \\
 ZT &= ZE\sqrt{3} = \frac{2}{5}AE \times \sqrt{3} = \frac{2}{5} \times \frac{2}{3}\sqrt{3} \times \sqrt{3} = \frac{4}{5}
 \end{aligned}$$

به مرکز T یک دایره با شعاع ZT رسم می‌کنیم. پارامتر خمش برای محاسبهٔ سقف هر لایه و به‌طور خاص مساحت اجزای میانی به‌کار می‌رود. یک خانه شامل دو وجه و سقف آن‌ها می‌شود. وجه‌ها مستطیل و سقف‌ها مثلث‌هایی با ضلع منحنی هستند. بنابراین



شکل ۱- خم توصیف‌شده توسط کاشانی در مفتاح‌الحساب (کتابخانهٔ ملک، نسخهٔ ۳۱۸۰/۱). حروف لاتین اضافه شده‌اند.