



دوفصلنامه تاریخ علوم و فناوری دوره اسلامی
سال دوازدهم، شماره‌های اول و دوم، سال ۱۴۰۲
شماره پیاپی: ۲۳ و ۲۴

صاحب امتیاز: مؤسسه پژوهشی میراث مکتوب
مدیر مسئول: اکبر ایرانی
سر دبیر: محمد باقری
مدیر داخلی: زینب کریمیان
اجرای جلد: محمود خانی

مدیر فنی و امور چاپ: حسین شامولوفرد

همکاران علمی

حسن امینی * حمید بهلول * پویان رضوانی * فاطمه سوادی * حنیف قلندری * یونس کرامتی * امیرمحمد گمینی
شمامه محمدی‌فر * راضیه‌سادات موسوی * یونس مهدوی * سجاد نیکفهم خوب‌روان

مشاوران علمی

یوسف ثبوتی * توفیق حیدرزاده
محمدابراهیم ذاکر * حسن طارمی * مهدی محقق
حسین معصومی‌همدانی * محمدجواد ناطق * سیدحسین نصر
علی بابایف (جمهوری آذربایجان) * جان لنارت برگرن (کانادا) * گلن وان بروملن (کانادا) * احمد جبار (فرانسه)
سرگی دمیدوف (روسیه) * رشدی راشد (فرانسه) * جمیل رجب (کانادا) * سری‌رامولا سارما (آلمان)
ژاک سزینانو (سوئیس) * جورج صلیبا (امریکا) * حکیم سید ظل‌الرحمان (هند) * رادا چاران گوپتا (هند)
مصطفی موالدی (سوریه) * یان پیتر هوخندایک (هلند) * میچیو یانو (ژاپن)

تصویر پشت جلد: روش ترسیم گونیاهاى مختلف، نسخه خطی ۵۰۹۴۴ کتابخانه آستان قدس رضوی (برگ ۳۱ر).

نشانی مجله: تهران، خیابان انقلاب اسلامی، بین خیابان دانشگاه و ابوریحان، ساختمان فروردین، شماره ۱۱۸۲، طبقه چهارم، شماره ۱۶
کد پستی: ۹۳۵۱۹-۱۳۱۵۶ تلفن: ۶۶۴۹۰۶۱۲ دوزنگار: ۶۶۴۰۶۲۵۸

www.mirasmaktoob.ir
miraselmi@mirasmaktoob.ir / miraselmi90@gmail.com
بها: ۶۰۰۰۰ تومان



فهرست

۱ | سر سخن

مقاله

- ۳ | از سمرقند به هرات
حسن امینی
- ۱۳ | رده‌بندی گیاهان و جایگاه این علم در متون ایران باستان
و منابع طبقه‌بندی علوم دوره اسلامی
شمامه محمدی‌فر
- ۲۴ | جورج سارتون و محمود حسایی در یک قاب
توفیق حیدرزاده
- ۳۱ | بررسی تاریخ علم و فناوری در آثار ادبی، سفرنامه‌ها،
و سایر متون‌های نامرتبط
محمدجواد ناطق
- ۴۰ | نظریهٔ اختلاف منظر در نجوم دوره اسلامی
ای. اس. کیدی، ترجمهٔ سجاد نیک‌فهم خوب‌روان
- ۶۸ | جغرافیا و نقشه‌نگاری در تمدن اسلامی تا سال ۷۰۰ قمری
مایکل بانر، ترجمهٔ مجید همراه
- ۸۴ | مثلثات کاشانی در زیج خاقانی
جواد همدانی‌زاده، ترجمهٔ مهسا راقب
- ۹۴ | آغاز کاربرد فارسی به عنوان زبان علم
حسین کمالی، ترجمهٔ افسانه منفرد
- ۱۰۲ | مقدمهٔ الجواهر فی الجواهر بیرونی
سامی خلف حمارنه، ترجمهٔ علیرضا باقر

معرفی کتاب

- ۱۲۸ | کتابی جامع در هیئت برای پادشاه‌زادهٔ ایران: تصحیح و ترجمهٔ
انگلیسی رسالهٔ معینیه و حل اشکالات آن نوشتهٔ نصیرالدین
طوسی
امیرمحمد گمینی
- ۱۳۸ | اختیارات مظفری
حنیف قلندری

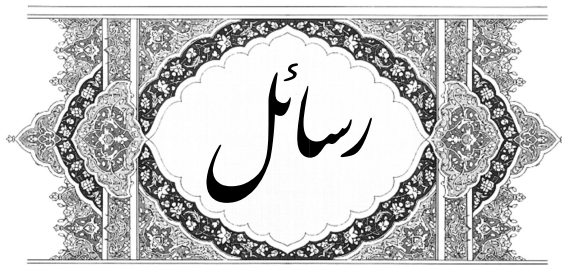
معرفی فیلم مستند

- ۱۴۱ | چیزهایی که زمان با خود برد
امیرمحمد گمینی

رسائل

- ۱۴۸ | رساله‌ای فارسی در هندسهٔ عملی
نرگس عصارزادگان





رساله‌ای فارسی در هندسهٔ عملی

نرگس عصارزادگان^۱

مقدمه

مجموعهٔ خطی شمارهٔ ۵۰۹۴۴ کتابخانهٔ آستان قدس رضوی (مشهد) حاوی رساله‌های علمی ارزشمندی در ریاضیات، نجوم و هندسه به فارسی و عربی است. رسالهٔ در استخراج جیب،^۲ سلم السماء^۳ و فی کیفیت رصد اختلاف منظر الزهرة بدایرة الارتفاع اثر غیاث‌الدین جمشید کاشانی (د ۸۳۲ق)، همچنین آثاری از خازنی، اهوازی و نصیرالدین طوسی در این مجموعه دیده می‌شود.^۴ بخشی از این مجموعه، رساله‌ای در باب هندسهٔ عملی (گ ۲۷-پ ۴۱) است. رساله مقدمه ندارد و نام و مؤلف آن معلوم نیست، اما ضمن معرفی فهرست محتویات مجموعه رساله در مساحت نامیده شده است (گ ۲ر). رساله آغاز و انجام ندارد پس نمی‌توان در مورد اینکه آیا بخش‌های آن جزیی از یک رسالهٔ واحدند یا به سلیقهٔ کاتب کنار هم گذاشته شده‌اند اظهار نظر کرد. با توجه به تاریخ دیگر نسخه‌های مجموعه می‌توان تاریخ کتابت آن را دههٔ هفتم قرن نهم هجری و احتمالاً در هرات دانست. قرینه‌ای برای اظهار نظر در مورد تألیف یا ترجمه بودن این بخش در دست نیست.

در این نوشته ابتدا ارتباط متن رسالهٔ هندسهٔ عملی با رساله‌های مشابه بیان می‌شود. پس از معرفی مختصر این رساله‌ها و بررسی محتوای رساله، متن تصحیح شدهٔ رساله عرضه می‌شود و به تشابه مسائل در پانویس متن مصحح اشاره می‌شود. برخی توضیحات هم در پانویس آمده است.

۱. پژوهشگر تاریخ علم، دانش‌آموختهٔ کارشناسی ارشد تاریخ علم دانشگاه تهران، narges.assarzadegan@gmail.com.
 ۲. نک: سوادی، فاطمه، «رساله‌ای فارسی دربارهٔ محاسبهٔ جیب یک درجه»، تاریخ علم، شمارهٔ ۶، ۱۳۸۷، ص ۶۹-۱۰۴، دانشگاه تهران.
 ۳. ترجمهٔ رسالهٔ سلم السماء توسط حمید بهلول در میراث علمی، سال اول، شمارهٔ اول، ۱۳۹۱ منتشر شده است.
 ۴. برای اطلاعات بیشتر نک: امینی، حسن، «از سمرقند به هرات»، در همین شمارهٔ میراث علمی.

رساله‌های هندسه عملی شناخته شده

آثار ریاضی‌دانان دوره اسلامی در علم هندسه در سه حوزه است: هندسه نظری، هندسه عملی و هندسه به‌کار رفته در علم نجوم. منظور از رساله‌های هندسه عملی رساله‌هایی شامل مسائلی است که هنرمندان، نجاران، آهنگران، مساحان و... به آن نیاز دارند. ریشه این نوع مسائل به آثار ارشمیدس، اقلیدس، هرون اسکندرانی و ریاضی‌دانان هندی بازمی‌گردد که روش‌هایی برای محاسبه مساحت شکل‌های هندسی مربوط به زمین‌های کشاورزی و مسائل عملی زندگی روزمره عرضه کرده‌اند. مثلاً پیدا کردن راه در زمینی با وجود شرایطی، افراز زمین بین ورثه، محاسبات مربوط به دایره و تبدیل شکل‌های هندسی از مسائل این حوزه است. در دوره اسلامی علاوه بر این فواید، هنرمندان از هندسه عملی برای خلق آثار هنری و خلاقانه بهره می‌جستند. از میان آثار ریاضی‌دانان دوره اسلامی، سه رساله شاخص این حوزه با رساله هندسه عملی مجموعه ۵۰۹۴۴ مشابهند. این رساله مسائلی افزون بر رساله‌های شناخته شده دارد. همچنین بخش‌هایی از رساله هندسی در مجموعه پاریس ۱۶۹ با عنوان فی خواص المثلث المتساوی الاضلاع (گ ۱۱۳-۱۱۵ پ) با رساله ۵۰۹۴۴ مسائلی مشابهی دارد که این مسائل در رساله بوزجانی یا صوفی دیده نشد. اکنون به معرفی رساله‌های مورد نظر می‌پردازیم:

۱- فی عمل الاشكال المتساوية الاضلاع كلها بفتحة واحدة از عبدالرحمان صوفی (۲۹۱-۳۷۶ ق)

این رساله به زبان عربی و درباره رسم چندضلعی‌های منتظم با خط کش غیر مدرج و پرگار با دهانه ثابت است. صوفی این رساله را به درخواست عضدالدوله دیلمی نوشته است.^۱ در این رساله برهان هندسی همه مسائل آمده است.

۲- فی ما یحتاج الیه الصانع من اعمال الهندسیة یا کتاب التجارة یا اعمال هندسی از بوزجانی (۳۲۸-۳۸۸ ق)

بوزجانی برای مسائل این رساله برهانی نیاورده چون هدفش نوشتن کتابی برای هنرمندان بوده است. این رساله عربی ۱۲ باب دارد: درباره معرفت احوال مسطر و پرگار و گونیا، دانستن اصول لازم، رسم اشکال متساوی الاضلاع، شیوه رسم اشکال در دایره و بر دایره، رسم دایره بر اشکال، رسم اشکال در اشکال و بر اشکال. همچنین بخش‌هایی درباره تقسیم چهارضلعی‌ها، مثلث‌ها و ترکیب اشکال دارد. در تقسیم دایره‌ها و سطح کره و رسم اشکالی بر کره بخش آخر رساله است.

۱. نکت: میرابوالقاسمی، سید محمد تقی و باقری، محمد. «رساله عبدالرحمان صوفی درباره هندسه پرگاری»، تاریخ علم، پاییز ۸۲، شماره اول، ص ۸۹-۱۴۲، دانشگاه تهران.

نسخه خطی آن در کتابخانه ایاصوفیا به شماره ۲۷۵۳^۱ و ترجمه فارسی این اثر در کتابخانه دانشگاه تهران به شماره ۲۸۷۶^۲ و کتابخانه آستان قدس رضوی به شماره ۵۲۶۴ و مجموعه خطی ۱۶۹ کتابخانه ملی پاریس وجود دارد.^۳ دو شرح فارسی بر این رساله نوشته شده است: شرح اعمال هندسی^۴ اثر کمال الدین موسی شافعی ابن یونس (۵۵۱-۶۳۹ق) به عربی و فتوحات غیبیه اثر محمدباقر زین العابدین یزدی (؟-زنده در ۱۰۴۷)^۵ به فارسی.

۳- فی تداخل الاشکال المتشابه والمتوافقه از مؤلفی ناشناس که برخی پژوهشگران آن را اثر ابواسحاق کوبنانی (نیمه دوم قرن نهم) دانسته اند.

این رساله که تنها نسخه آن در مجموعه ۱۶۹ کتابخانه ملی پاریس و ملحق به ترجمه فارسی رساله اعمال هندسی بوزجانی است، شامل مسائلی از هندسه عملی است که پیوند بین ریاضی دانان و هنرمندان را نشان می دهد. بسیاری از الگوهای هندسی عرضه شده در این رساله در هنرهای اسلامی و به ویژه کاشی کاری ها به کار رفته است که اکنون در بناهای تاریخی موجودند. بر روی این رساله پژوهش های متعددی انجام شده است.^۶

محتوای رساله هندسه عملی نویافته

رساله صفحه اول و مقدمه ندارد و به قرینه ارجاعی که بعداً در برهان مسئله ای به قضیه ابتدای رساله شده محتوای علمی از ابتدا کامل است (نک: متن مصحح)، اما در انتهای رساله توضیحی مبنی بر خاتمه دیده نمی شود. همه مسائل رساله روش ترسیم و ۱۴ مسئله برهان هندسی دارند. ساختار متن تا حدی منطبق بر اصول آموزشی است، یعنی ابتدا مسائل مقدماتی مورد نیاز برای اثبات مسائل بعدی آمده است. ساختار کلی کتاب با رساله های بوزجانی و صوفی متفاوت است. برهان ها و روش ها در مواردی با بوزجانی و صوفی یکسان نیست.

بعد از این رساله، رساله ای به زبان عربی درباره تثلیث زاویه از طریق قطع زائد (هذلولی) به

۱. این نسخه در سده نهم هجری در سمرقند و برای کتابخانه الغ بیگ کتابت شده است.

۲. این نسخه منحصر به فرد است و از سبک نوشته بر می آید که در زمانی نزدیک به زمان مؤلف ترجمه شده باشد.

۳. دو تصحیح از ترجمه فارسی این اثر منتشر شده است: ترجمه کتاب النجارة در هندسه عملی، تألیف ابوالوفا محمد بن محمد بوزجانی، از مترجمی ناشناخته، تحقیق و تصحیح با ترجمه متن اثر به فرانسه جعفر آقایانی چاوشی، با مقدمه برنارد ویتراک، مؤسسه پژوهشی میراث مکتوب و انجمن ایرانشناسی فرانسه در ایران، ۱۳۸۹، تهران؛ هندسه ایرانی، کاربرد هندسه در عمل، ابوالوفا محمد بن محمد بوزجانی، برگردان متن و گردآوری ضمیمه سید علیرضا جذبی، انتشارات سروش، ۱۳۸۴.

۴. نسخه خطی شماره ۵۳۵۷، کتابخانه آستان قدس رضوی

۵. نسخه خطی شماره ۵۳۷۱، کتابخانه آستان قدس رضوی

6. *The Arts of Ornamental Geometry, A Persian Compendium on Similar and Complementary Intrlocking Figures*, ed. Gülrü Necipoğlu with Contributions by Jan P. Hogendijk, Elaheh Kheirandish, Gülrü Necipoğlu, Alpaz Özdural, and Wheeler M. Thackston, Brill, 2017; Özdural, Alpaz, "On Interlocking Similar or Corresponding Figures and Ornamental Patterns of Cubic Equations", *Muqarnas* 13 (1996), pp. 191-211;

رضا سرهنگی، «بررسی هندسی چند طرح کاشی کاری و معما از رساله فی تداخل الاشکال المتشابهة والمتوافقة» در میراث علمی، شماره دوم (پیاپی ۱۰)، پاییز و زمستان ۱۳۹۵، ص ۳-۱۷؛ کتاب هندسه ایرانی مذکور در پانویس ۳.

روش تحلیل و ترکیب آمده است (گ ۴۲-ر ۴۳). شماره‌های ۱، ۲، ۷، ۱۰ تا ۲۹، ۳۱ تا ۴۱، ۴۳ و ۴۴ متن مصحح که در پی می‌آید حاوی مطالبی افزون بر رساله‌های شناخته‌شده قبلی است. مطالب رساله را می‌توان در پنج بخش اصلی دسته‌بندی کرد:

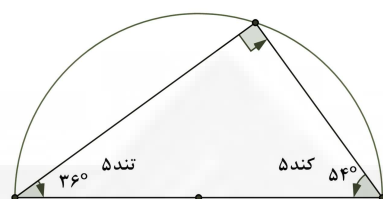
بخش اول درباره تقسیم اشکال

در این بخش پس از بیان قضیه و مقدمه‌هایی به همراه برهان آنها، مسئله‌هایی گفته شده است. برای برهان تعدادی از مسائل به اصول اقلیدس ارجاع داده شده است. بخش اول با قضیه‌ای درباره تقسیم مثلث قائم الزاویه آغاز شده است و به همین سبب است که نام رساله در فهرست تصنیف مثلث قائم الزاویه است. سپس سه مقدمه و ۶ مسئله درباره تقسیم مثلث، مربع و دایره به اجزایی درون شکل اولیه با وجود شرایطی آمده است که برای اثبات آنها از قضیه و مقدمه‌های ابتدای بخش استفاده شده است. تصنیف مثلث قائم الزاویه متساوی الساقین؛ مقدمه اول: درباره تقسیم دو مثلث که یک ضلع مشترک دارند؛ مقدمه دوم: تصنیف مثلث دلخواه با خطی که موازی یکی از اضلاع باشد؛ مقدمه سوم: تصنیف مثلث دلخواه از نقطه روی یک ضلع؛ رسم مثلث در میان مثلث دیگر به طوری که نصف مثلث اصل باشد؛ رسم چهارضلعی درون چهارضلعی دیگر طوری که نصف چهارضلعی اصل باشد و اضلاعش موازی چهارضلعی اصل باشد؛ رسم دایره درون دایره دیگر به طوری که نصف دایره اول باشد، تقسیم یک مثلث به سه مثلث معلوم با خطوطی که از یک رأس به ضلع مقابل رسم می‌شود؛ تقسیم مثلث به سه قسمت مساوی با خط‌هایی موازی یک ضلع مثلث؛ تقسیم مثلث به سه قسمت مساوی با رسم خطوطی موازی ارتفاع مثلث، عنوان مسائل این بخش است.

بخش دوم عمل گونیای نجاران در نصف دایره به فتح نصف قطر

درباره گونیا در ابتدای کتاب بوزجانی توضیحات کلی داده شده است. مسئله‌ای در رساله فی تداخل ... درباره رسم گونیای ۵ با استفاده از گونیای ۶ آمده است (گ ۱۸۴ پ). در رساله هندسه عملی (نک: متن مصحح، شماره ۱۸) طریق رسم گونیا با پرگار دارای دهانه ثابت به اندازه شعاع دایره مفصل شرح داده شده است. اگر نیم‌دایره‌ای به شعاع معلوم رسم کنیم، زاویه محاطی روبرو به قطر $\frac{\pi}{4}$ است و دو زاویه دیگر مثلث قائم الزاویه پدید آمده، عدد گونیا را معلوم می‌کند. برای مثال در گونیای مربع یا ۴، زوایای مثلث قائم الزاویه پدید آمده برابر با $\frac{\pi}{4}$ است و برای گونیای مخمس یا ۵، زوایای مثلث قائم الزاویه $\frac{\pi}{5}$ و $\frac{3\pi}{5}$ است (جدول ۱). در رساله روش هندسی و حسابی به دست آوردن گونیای اعداد صحیح و غیرصحیح گفته شده است. گونیای مخمس، زوایای ۳۶ و ۵۴ درجه دارد و مثلث مخمس مثلث متساوی الساقینی است که

دو زاویه مجاور به ساق آن ۷۲ درجه باشد و در رسم آن از گونیای مخمس استفاده می شود (نک: متن مصحح، شماره ۴۷). در معماری این مثلث را مثلث طلایی می نامند، چون رسم آن با نسبت طلایی رابطه دارد. اگر قاعده مثلث طلایی، ضلع پنج ضلعی منتظم باشد، زاویه مقابل به قاعده یک رأس پنج ضلعی است. ریاضی دانان و فیلسوفان باستان به دلیل وابستگی پنج ضلعی منتظم به جنبه های گوناگون معماری و مذهب به این مسئله علاقه مند بودند.^۱



شکل ۱. گونیای مخمس

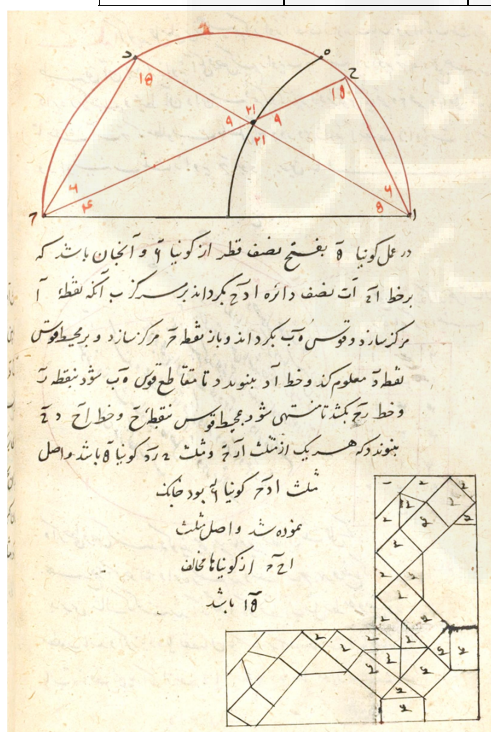
جدول ۱. گونیای اعداد صحیح و غیر صحیح

$(\alpha + \beta) = 90^\circ$		گونیا	گونیا
زاویه کند (β)	زاویه تند (α)		
$\frac{\pi}{4}$	$\frac{\pi}{4}$	مربع	۴
$\frac{3\pi}{10}$	$\frac{\pi}{5}$	مخمس	۵
$\frac{\pi}{3}$	$\frac{\pi}{6}$	مسدس	۶
$\frac{5\pi}{14}$	$\frac{\pi}{7}$	مسبع	۷
$\frac{3\pi}{8}$	$\frac{\pi}{8}$	مثمان	۸
$\frac{7\pi}{18}$	$\frac{\pi}{9}$	متسع	۹
$\frac{2\pi}{5}$	$\frac{\pi}{10}$	معشر	۱۰
$\frac{9\pi}{22}$	$\frac{\pi}{11}$	۱۱	۱۱
$\frac{11\pi}{26}$	$\frac{\pi}{13}$	۱۳	۱۳

۱. R. A. Dunlap, *The Golden Ratio and Fibonacci Numbers*, World Scientific Publishing, 1997. p. 16.

۲. واژه های تند و کند در معماری اسلامی به کار می روند. مثلاً شمسه ده تند، پنج کند و ... (ماهرالنقش، محمود، کاشی و کاربرد آن، تهران، انتشارات سمت، ۱۳۸۱).

$\frac{13\pi}{30}$	$\frac{\pi}{15}$	۱۵	۱۵
$\frac{3\pi}{14}$	$\frac{2\pi}{7}$	سه و نیم	$3/5$
$\frac{5\pi}{18}$	$\frac{2\pi}{9}$	چهار و نیم	$4/5$
$\frac{7\pi}{22}$	$\frac{2\pi}{11}$	پنج و نیم	$5/5$
$\frac{9\pi}{26}$	$\frac{2\pi}{13}$	شش و نیم	$6/5$
$\frac{5\pi}{12}$	$\frac{\pi}{12}$	۱۲	۱۲
$\frac{11\pi}{26}$	$\frac{\pi}{13}$	۱۳	۱۳
$\frac{3\pi}{7}$	$\frac{\pi}{14}$	۱۴	۱۴



تصویر ۱. گونیای ۵، فی تداخل الاشکال المتشابهه
والموافق (نسخه ۱۶۹۰ پاریس، گ ۱۸۴)

این بخش ۱۸ مسئله دارد. رسم گونیای مربع، گونیای مخمس، گونیای مُسَدَس، گونیای مُسَبَّع، گونیای مُثَمَّن، گونیای مُتَسَّع، گونیای مُعَشَّر، گونیای ۱۱، ۱۳ و ۱۵ و مانند این‌ها؛ گونیای سه و نیم، گونیای چهار و نیم، گونیای پنج و نیم، گونیای شش و نیم؛ گونیای ۱۱ با استفاده از گونیای پنج و نیم، گونیای ۱۲ با استفاده از گونیای ۶، گونیای ۱۳ با استفاده از گونیای شش و نیم، گونیای ۱۴ با استفاده از گونیای ۷؛ طریق حساب کردن گونیاهایی مثل دو و نیم، سه و نیم و ... و شش و نیم؛ قاعده کلی حساب کردن گونیایها با اعداد صحیح، عنوان مسائل این بخش است. اطلاعات این بخش در ترسیمات مربوط به نقش‌های هندسی کاشی‌کاری به کار می‌رود.

بخش سوم شامل ۱۷ مسئله دربارهٔ رسم اشکالی است که مساحتشان مساوی با مجموع مساحت دو یا چند شکل دیگر باشد، یا ترسیم اشکالی در اشکالی دیگر و در دایره

مسائل این بخش عبارتند از: رسم دایرهٔ مساوی سطح دو دایرهٔ مفروض؛ رسم مربع مساوی دو مربع مفروض؛ رسم مربع مساوی سه مربع مفروض؛ رسم مربع مساوی پنج مربع مفروض؛ رسم مربعی ضعیف^۱ یا ۳ برابر یا ۴ برابر یا ۵ برابر یا ۶ برابر یا ۷ برابر و ... مربع مفروض؛ رسم مربعی که سطح آن مساوی سطح مستطیل مفروض باشد؛ رسم مثلثی متساوی الاضلاع، دو برابر مثلث متساوی الاضلاع مفروض؛ رسم مثلثی متساوی الاضلاع، پنج برابر مثلث متساوی الاضلاع مفروض؛ رسم مثلثی متساوی الاضلاع، هفت برابر مثلث متساوی الاضلاع مفروض؛ رسم مربعی که سطح آن مساوی با سطح دایرهٔ مفروض باشد؛ رسم دایره‌ای که سطح آن مساوی با سطح مثلث متساوی الاضلاعی باشد؛ رسم دایره‌ای که تکسیر^۲ آن مساوی با تکسیر مربع مفروض باشد؛ رسم دایرهٔ محیط به دایرهٔ دیگر و موازی با آن؛ رسم دایره با داشتن وتر سُبُع آن؛ رسم مربع درون مثلث متساوی الاضلاع یا متساوی الساقین، به طوری که دو رأس مربع روی ضلع‌های مثلث باشد؛ رسم مخمس منتظم درون یک مثلث متساوی الاضلاع یا مثلث متساوی الساقین، به طوری که یک ضلع مخمس منطبق با ضلع شکل اول باشد و دو زاویهٔ مخمس روی ضلع‌های آن.

بخش چهارم رسم اشکال به یک فتح معین پرگار

این بخش ۳۱ مسئله دارد. مسائل این بخش عبارتند از: افزودن خط در امتداد خط مفروض، چنان‌که به نسبت ذات وسط و طرفین^۳ تقسیم شود؛ رسم مثلث متساوی الساقین بر خط مفروض، طوری که دو زاویهٔ مجاور به ساق‌ها دو برابر زاویهٔ دیگر باشند (مثلث مخمس)؛ رسم مثلث متساوی الساقین قائم الزاویه بر خط مفروض؛ رسم ۸ ضلعی منتظم بر خط مفروض؛ رسم دایره‌ای محیط بر مثلث مفروض؛ رسم ۱۰ ضلعی بر خط مفروض؛ رسم ۵ ضلعی منتظم به فتح معین شعاع دایره درون دایره؛ نوع دیگر رسم ۵ ضلعی منتظم در دایره به فتح شعاع؛ رسم مثلث متساوی الاضلاع که عمود آن فتح معین باشد؛ رسم خط مماس به دایره از نقطه‌ای بیرون دایره؛ رسم مسبع درون دایره به فتح شعاع دایره؛ تبدیل دایره به مربع با فتح نصف قطر؛ عمل مثنی کردن دایره؛ رسم مثلث متساوی الاضلاع در مربع به چند روش؛ رسم مثلث متساوی الاضلاع بر مربع مفروض؛ رسم مربع محیط بر مثلث مفروض؛ رسم مربع محیط بر مثلث مختلف الاضلاع؛ رسم خطی موازی درون مثلث، به طوری که نسبت میان خط رسم شده و قطعهٔ ایجاد شده روی ضلع، یک

۱. به معنی دو برابر

۲. تکسیر به معنی [یافتن] مساحت است.

۳. نسبت طلایی

باشد؛ رسم مثلث متساوی الاضلاع درون یک مخمس؛ رسم مسبع بر خط مفروض؛ رسم مخمس در دایره؛ رسم مربعی بر مخمسی.

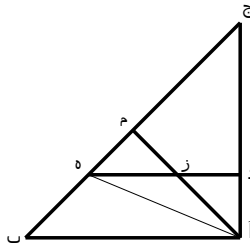
بخش پنجم

افزودن سطحی بر مثلثی به طوری که آن سطح برابر سطح مثلث باشد (با رسم خط موازی یک ضلع)؛ افزودن سطحی بر مثلثی به طوری که آن سطح برابر سطح مثلث باشد (با رسم خطی از رأس)؛ رسم مثلث درون مثلث دیگر به طوری که مشابه و نصف اولی باشد؛ رسم مربعی درون مربع اصل به طوری که نصف اولی باشد؛ تنصیف منحرف با خطی موازی قاعده؛ جدا کردن ثلث دایره با رسم دو خط موازی.

روش تصحیح متن رساله هندسه عملی ۵۰۹۴۴/۶ و مقایسه محتوای آن با رساله‌های صوفی، بوزجانی و رساله فی تداخل ...

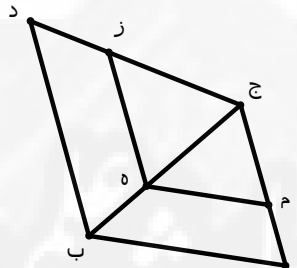
برای مقایسه محتوای رساله‌ها از نسخه خطی ترجمه اعمال هندسی بوزجانی مجموعه ۱۶۹ پاریس، فی تداخل الاشکال ... مجموعه ۱۶۹ پاریس و نسخه خطی شماره ۵۵۳۵ فی عمل الاشکال المتساویة الاضلاع کلها بفتح واحد آستان قدس رضوی استفاده شد. در تصحیح متن رساله ۵۰۹۴۴ هر مسئله در یک بند در نظر گرفته و شماره‌گذاری شد. یکسانی و همانی مسائل در پانویس متن مصحح مشخص شد. «ب»، «ص» و «ت» که در پانویس متن مصحح استفاده می‌شود به ترتیب نشانگر رساله‌های بوزجانی، صوفی و فی تداخل ... است.

متن مصحح دست‌نوشته هندسه عملی (شماره ۵۰۹۴۴/۶ کتابخانه آستان قدس رضوی)
[۱] تنصیف مثلث قائم الزاویه متساوی الساقین به خطی که موازی ضلعی بود از اضلاع مثلث. مثلاً مثلث abc بر ضلع bc وتر قائمه ch مثل ach بگیریم و de موازی ab اخراج کنیم، سطح ade b مثل سطح ch de باشد. برهان: b ch تنصیف کردیم بر نقطه m و am وصل کردیم، مثلث be دو مثلث متساوی منقسم شد. پس به سبب تساوی دو مثلث ade و ch سطح ade b مساوی سطح مثلث ch de باشد (شکل ۱).



[شکل ۱]

[۲] مقدمه اول: هر دو مثلث که یکی ضلع از ایشان مشترک باشد بینهما بر ضلع مشترک کیف اتفاق^۱ هر نقطه که فرض کنیم و از آن نقطه دو خط موازی هر یک از اضلاع هر دو مثلث اخراج کنیم، هر دو مثلث منقسم شوند به مثلثی و ذو اربعة اضلاعی و نسبت این مثلث خرد با ذو اربعة اضلاع مثلث اول چون نسبت مثلث و ذو اربعة اضلاع مثلثی دیگر باشد. مثلاً بر ضلع ب ج مشترک میان دو مثلث ا ب ج، ب ج د نقطه ه فرض کنیم و ه م، ه ز موازی ا ب، ب د اخراج کردیم، گوئیم نسبت مثلث ج م ه با ذو اربعة اضلاع ا م ه ب چون نسبت مثلث ج ه ز است با ذو اربعة اضلاع ب ه ز د. پس نسبت^۲ قسمی مثلث ا ب ج با یکدیگر چون قسمی مثلث ب ج د باشد (شکل ۲).



[شکل ۲]

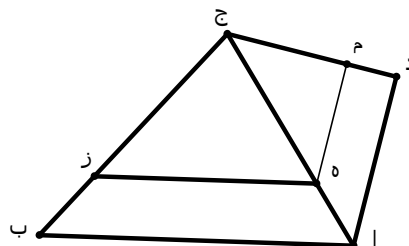
[۳] مقدمه دوم: می خواهیم که موازی یک ضلعی از اضلاع هر مثلث که باشد خطی رسم کنیم چنانکه مثلث را به دو نیم کند. مثلاً در مثلث ا ب ج می خواهیم که خط منصف موازی ا ب باشد بر ا ج مثلث متساوی الساقین قائم الزاویه رسم کردیم و به بعد د ج از ا ج فصل کردیم بر نقطه ه. و خط ه ز موازی ا ب کشیدیم آن منصف مثلث ا ج ب باشد. برهانش: خط ه م موازی ا د کشیدیم، پس سطح ا د م ه مساوی مثلث ج ه م باشد، چنانچه پیشتر در شکل اول معلوم شد. و ا ج مشترک است میان مثلث ا ب ج و مثلث ا د ج و اقسام هر یک متناسب، چنانکه در مقدمه اول^۳ مبرهن است (شکل ۳).^۴

۱. یعنی به دلخواه

۲. نسخه: بسبب. قسمی در اینجا به معنی دو قسم است.

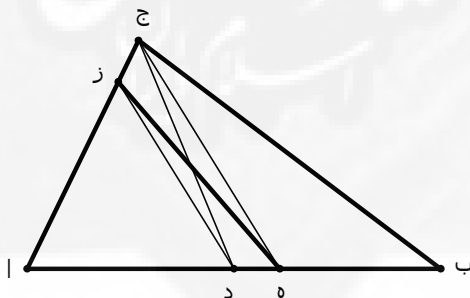
۳. نسخه: دوم

۴. مشابه ب (گ ۱۰۹ ر)، برهان متفاوت



[شکل ۳]

[۴] مقدمه سوم: اگر خواهیم که بر ضلعی از اضلاع مثلث نقطه [ای] فرض کنیم و از آن نقطه خطی اخراج کنیم داخل مثلث که مثلث را تنصیف کند. مثلاً بر ضلع AB نقطه E فرض کنیم و خط AB تنصیف کنیم بر نقطه D و DC وصل کنیم و E ج وصل کنیم و D ز موازی E ج بکشیم و E ز وصل کنیم آن منصف مثلث ABC باشد. برهانش: چون B د نصف AB است مثلث ADC نصف مثلث ABC باشد و چون D ز موازی E ج است، مثلث ADC د ز و مثلث E د ز بین المتوازیین است بر قاعده D ز متساوی باشند و مثلث ADC ز مشترک است میان مثلث ADC ، E د ز. پس اگر مثلث ADC زده با مثلث ADC جمع کنیم مثلث E د ز هم مثلث ADC باشد. پس مثلث E د ز نصف مثلث ABC باشد (شکل ۴).^۱

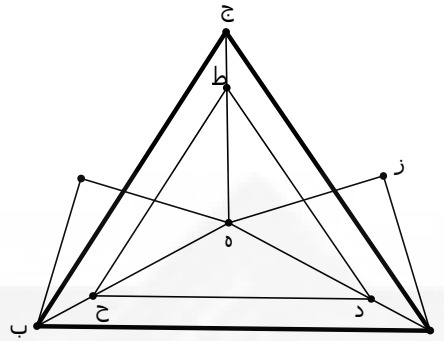


[شکل ۴]

[۵] اگر خواهیم که در میان مثلثی، مثلثی دیگر رسم کنیم که نصف مثلث اصل باشد و اضلاع هر دو مثلث متوازی باشند. مثلاً مثلث ABC ، هر یک از زوایا [ی] مثلث تنصیف کنیم به خط AE ، B ج، E و بر خط AE یا B ج مثلثی متساوی الساقین قائم الزاویه رسم کنیم که AE یا B ج وتر قائمه باشد، چون مثلث AE د ز. پس از AE ، E د مثل E ز فصل کنیم و از D خط DC موازی AB

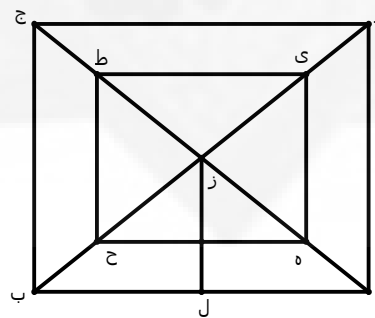
۱. مشابه B (گ ۱۰۸ ر)

اخراج کنیم و همچنین ح ط، ط د موازی ب ج، ج ا کل لنظیره اخراج کنیم. مثلث د ط ح نصف مثلث ا ب ج باشد. برهانش: به مقدمه اول و سوم^۱ ظاهر شود (شکل ۵).^۲



[شکل ۵]

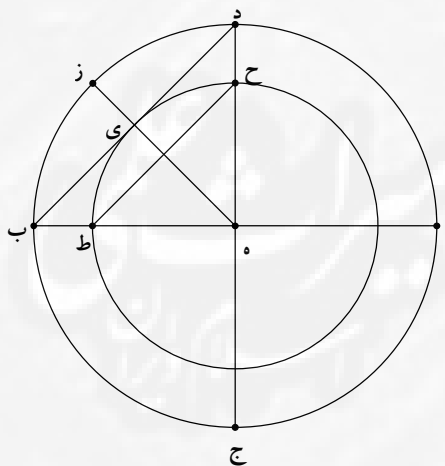
[۶] اگر خواهیم در میان ذو اربعة اضلاعی ذو اربعة اضلاعی دیگر بکشیم که نصف اصل باشد و اضلاع موازی اضلاع اصل. مثلاً ذو اربعة اضلاع ا ب ج د هر دو قطر ا ج، ب د رسم کنیم متقاطع بر ز. و ا ب مثلاً تنصیف کنیم بر ل و ل ز وصل کنیم و از ا ز یا ز ب، ز ه مثل ز ل بگیریم. و از ه خط ه ح موازی ا ب رسم کنیم و همچنین خط ح ط، ط ی، ی ه موازی اضلاع اربعه. ذو اربعة اضلاع ه ح ط ی نصف مربع ا ب ج د باشد. برهانش: به همان شکل اول و سوم^۳ راجع است و دیگر مضلعات چون مُحَمَّس و مُسَدَّس و مُسَبَّع و مُثَمَّن و غیرها به همین برهان رسم توان کرد (شکل ۶).^۴



[شکل ۶]

۱. نسخه: سیوم
۲. مشابه ب (گ ۱۱۰ پ-۱۱۱)، روش حل بوزجانی متفاوت است.
۳. نسخه: سیم
۴. مشابه ب (گ ۱۶۳)، بوزجانی مسئله را با روشی متفاوت، برای مربع بیان کرده است.

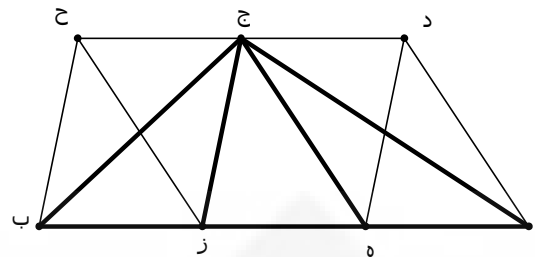
[۷] اگر خواهیم که در دایره‌ای، دایره‌ای دیگر بکشیم که نصف دایره اول باشد، مثلاً دایره $ا ب ج$ دو قطر متقاطع بر زوایای قائمه رسم کنیم چون $ا ب$ ، $د ج$ و وتر $د ب$ وصل کنیم و دایره‌ای رسم کنیم که مماس $د ب$ شود، سطح آن دایره نصف سطح دایره اول باشد. برهانش: خط $ه$ ز رسم کنیم که عمود باشد بر $د ب$ لابد بر منتصف $د ب$ گذرد. $۲۸/پ$ و $ط ح$ وصل کنیم، مثلث $ب د ه$ متساوی الساقین باشد قائمه الزویه. و خط $ه ح$ مثل خط $ه ی$ است و مثلث $ب ه ی$ متساوی الساقین قائم الزویه. پس مثلث $ط ه ح$ نصف مثلث $ب د ه$ باشد. پس سطح $ب د ح ط$ مثل سطح مثلث $ط ه ح$ باشد و نسبت سطح مابین هر دو قوس با سطح $ط ه ح$ چون نسبت سطح $ب د ح ط$ با مثلث $ط ه ح$ باشد. چون در یک ربع مقرر شد در ارباع باقیه همان باشد. پس سطح دایره داخله نصف دایره خارجه باشد (شکل ۷).



[شکل ۷]

[۸] اگر خواهیم که مثلثی معلوم را به سه قسم متساوی کنیم چنانکه از یک ضلع به زاویه مقابله خط‌ها کشیم، مثلث منقسم شود به سه قسم. مثلاً مثلث $ا ب ج$ خط $ا ب$ به سه قسم کنیم متساوی بر نقطه‌های $ه$ ، $ز$ و $ه ج$ ، $ز ج$ وصل کنیم. گوییم مثلث $ا ج ه$ ، $ه ج ز$ ، $ز ج ب$ متساوی‌اند. برهانش: $د ج$ موازی $ا ب$ و $د ه$ موازی $ج ز$ و $ب ح$ موازی $ز ج$ و $ز ح$ موازی $ج ه$ بکشیم، پس $د ج$ ، $ج ح$ مثل $ه ز$ ، $ز ب$ باشد به سبب توازی $د ه$ ، $ج ز$ ، $ح ب$. پس سطح $د ز$ مثل سطح $ج ب$ باشد و خط $ه ج$ سطح $د ز$ را تنصیف کرده و همچنین خط $ج ب$ سطح $ج ب$ را تنصیف کرده. پس مثلث $ز ج ب$ مثل مثلث $ه ج ز$ باشد و مثلث $ا ج ه$ مثل مثلث $ه ج ز$ ، چه خط $ه ج$ مشترک است میان مثلث $ا ج ه$ ، $د ج ه$ و مثلث $ا ه ج$ مثل مثلث $د ه ج$ است و مثلث $د ج ه$ مثل مثلث $ه ج ز$

سطح‌ها [یی] که در میان دو خط موازی باشند بر قاعده‌های متساوی، متساوی باشند. پس مثلثات متساوی باشند (شکل ۸).^۱



[شکل ۸]

/۲۹/

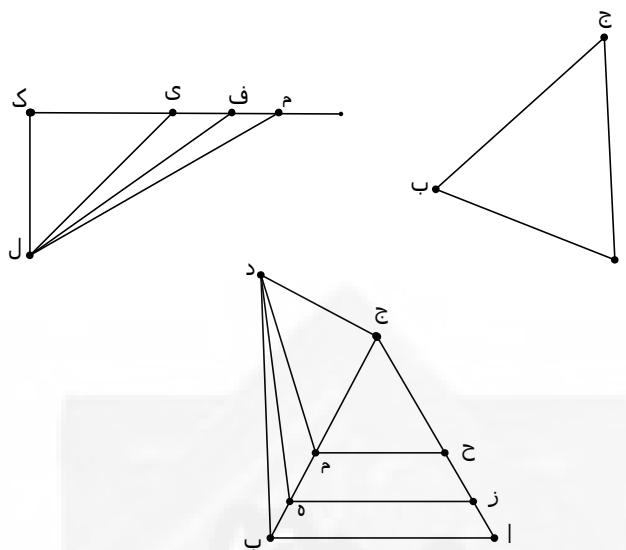
[۹] اگر خواهیم که مثلی را به سه قسم متساوی کنیم، چنانک موازی یک ضلع از اضلاع مثلث خط‌ها [یی] بکشیم، مثلث منقسم شود. مثلاً مثلث ا ب ج، خط ک ل بکشیم و ک م برو قوائم گردانیم و ک ل کیف اتفاق بگیریم. و ک ی مثل ک ل بگیریم و ی ل وصل کنیم. و ک ف مثل ی ل بگیریم و ف ل وصل کنیم. و ک م مثل ل ف بگیریم و م ل وصل کنیم. مثلث ک ل م حاصل شود. پس ج د بر خط ب ج قائم گردانیم و خط ب د چنان وصل کنیم که زاویه ج ب د مثل زاویه ک م ل باشد تا مثلث ج ب د مشابه مثلث ک م ل گردد. پس خط ج م مثل ج د بگیریم و م د وصل کنیم. و ج ه مثل م د بگیریم و د ه وصل کنیم. پس از نقطه ه، م دو خط ه ز، ه ح موازی ا ب بکشیم. مثلث ا ب ج به سه قسم متساوی شود، یعنی سطح ا ه، ز م متساوی باشند و ه ر یک مساوی مثلث ج ح م باشند. برهاننش: مربع ک ل با مربع ک ی مثل مربع ی ل است به شکل عروس. و مربع خط ک ف مثل مربع خط ل ی گرفتیم. پس چون مربع ک ی از مربع ک ف بکاهیم، باقی به قدر مربع ک ی باشد، چه مربع ک ف ضِعف مربع ک ی است و مربع ک م مثل مربع ل ف^۲ باشد. پس مربع ک م با مربع ک ل مثل مربع م ل باشد، چون مربع ک ف ضِعف مربع ک ی باشد، مربع ک ف از مربع ک م کم کنیم، باقی چند مربع ک ی باشد. و ما خط ب ج به سه قسم کردیم به نسبت ک ی، [ی ف،] ف م، چه مثلث ج ب د شبیه مثلث ک ل م است. /۲۹ پ/ پس نسبت خط ج م با م ه چون نسبت خط ک ی باشد بای ف و نسبت م ه با ه ب چون نسبت ی ف باشد با ف م، پس سطح مثلث ج ز^۳ ه ضِعف مثلث ج ح م باشد و مثلث ج ا ب ثلاثة امثال مثلث ج ح م باشد (شکل ۹) -والله اعلم.^۴

۱. مشابه ب (گ ۱۰۸ پ)، بوزجانی این مسئله را برای تقسیم مثلث به چهار قسم شرح داده است.

۲. نسخه: ا ف

۳. نسخه: ج ب ه

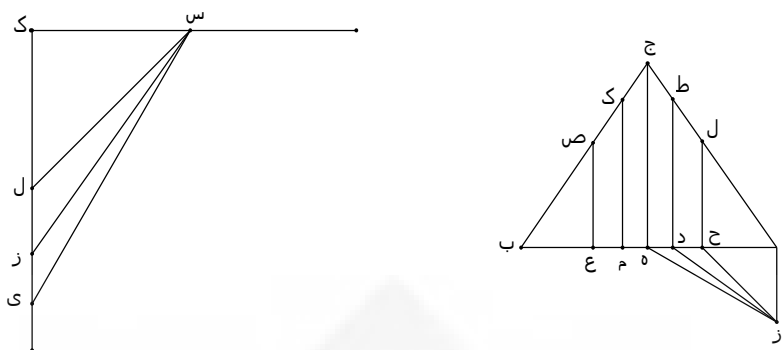
۴. مشابه ب (گ ۱۰۹ پ)، روش حل بوزجانی کاملاً متفاوت است.



[شکا، ۹]

[۱۰] می‌خواهیم که مثلثی را به سه قسم کنیم به خطوطی که موازی عمود مثلث باشند. مثلاً مثلث ABC ، اول مثلثی سازیم قائم‌الزاویه چنانکه پیش‌تر گفته شد، مثل مثلث SKY و SK کیف اتفاق بگیریم و SL مثل SK بگیریم و LS وصل کنیم. پس K ز مثل L SK بگیریم و ZS وصل کنیم و K Y مثل ZS بگیریم و YS وصل کنیم مثلث SKL حاصل شود. پس بر مثلث مطلوب که ABC است عمود $ج$ بر منتصف AB که نقطه $ه$ است قائم گردانیم و بر خط $ا$ $ه$ مثلثی قائم‌الزاویه سازیم که زاویه $ه$ مثل $ی$ باشد از مثلث مذکور مثل مثلث $از$ ، پس مثلث $از$ $ه$ شبیه مثلث $ک$ $سی$ باشد و $اح$ مثل $از$ بگیریم و $زح$ وصل کنیم. پس $اد$ مثل $زح$ بگیریم و $زد$ وصل کنیم. لابد $ا$ $ه$ مثل $زد$ باشد و $زه$ وصل کنیم. پس از جانب $ب$ ، $ه$ $م$ ، $م$ $ع$ مثل $ه$ $د$ ، $دح$ بگیریم و از نقطه $ها$ [ی] $ح$ ، $د$ ، $ه$ $م$ ، $ع$ عمودها بر خط $اب$ آریم تا به اضلاع مثلث رسند. پس سطح مثلث $ادط$ و سطح $ج$ $ط$ $دم$ $ک$ و سطح $ک$ $م$ $ب$ متساوی باشند. برهانش: [دو] ضلع $از$ ، $اح$ متساوی‌اند، پس مربع $زح$ مساوی مربع $از$ ، $اح$ باشد و $اد$ مثل $زح$ است، پس مثلث $ادط$ ضعیف مثلث $اح$ $ل$ باشد. $ا$ $ه$ مثل $زد$ است و به همان برهان که در شکل مقدم گذشت مثلث $ا$ $ه$ $ج$ ثلثه امثال مثلث $اح$ $ل$ باشد، چون در نصف مثلث $اج$ $ب$ قسمت مقرر شد در تمام مثلث هم مقرر باشد (شکل ۱۰).

۱. این مثلث باید متساوی الساقین باشد تا ارتفاع بر میانه قاعده وارد شود. م



[شکل ۱۰]

/۳۰/

عمل گونیا [ی] نجاران در نصف دایره ا ب ج به فتح نصف قطر

[۱۱] گونیا [ی] مربع: هر یک از ب، ا مرکز سازیم و بر محیط نقطه ز، ق بنهیم. پس از، ب ق وصل کنیم به خطی محوپذیر. نقطه ه بر تقاطع هر دو حاصل شود و از د مرکز نصف دایره، ده وصل کنیم، لابد عمود بود بر ا ب و اخراج کنیم تا ج. پس ا ج، ب ج وصل کنیم. گونیا [ی] مربع باشد مثلث ا ج ب (شکل ۱۲).

[۱۲] گونیا [ی] مُخَمَّس: اق وصل کنیم و قوس ا ج را تنصیف کنیم، بدان طریق که هر یک از ا، ج مرکز سازیم و دو قوس متقاطع خارج نصف دایره بر نقطه ح رسم کنیم. پس د ح وصل کنیم محوپذیر تا محیط بر س قطع کند، مقطع س نصف قوس ا ج باشد و خط د س خط اق را بر نقطه ع قطع کند. پس ع را مرکز سازیم و به بُعد نصف قطر نقطه ط بر محیط حاصل آید. ا ط، ب ط وصل کنیم، مثلث ا ط ب گونیا [ی] پنج باشد.^۱

[۱۳] گونیا [ی] مُسَدَّس: اق، ب ق وصل کنیم مثلث ا ب ق گونیا [ی] مُسَدَّس باشد.

[۱۴] گونیا [ی] مُسَبَّع: خط د ق با خط ا ج تقاطع کند بر نقطه ی، پس ی را مرکز سازیم و به فتح معین یعنی نصف قطر، نقطه ک بر محیط حاصل کنیم اک، ب ک وصل کنیم، مثلث اک ب گونیا [ی] مسبع باشد.

[۱۵] گونیا [ی] مِثْمَن: بر مرکز اقوس د ل ق رسم کنیم، خط ا ج را بر ل قطع کند و بر مرکز ل نقطه م بر محیط حاصل شود، ا م، ب م وصل کنیم مثلث ا م ب گونیا [ی] مِثْمَن باشد.

[۱۶] گونیا [ی] متسع: بر مرکز [ج] بر خط ب ج^۲ نقطه ن بنهیم و بر مرکز ن بر قوس د ل ق

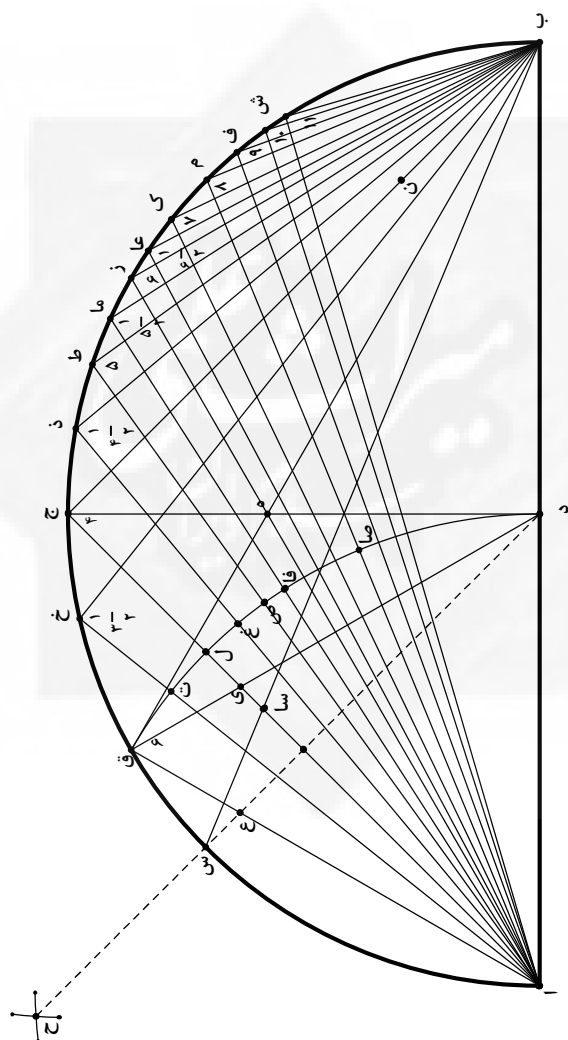
۱. مشابه ت (گ ۱۸۴ پ)، در نسخه فی تداخل ... گونیای ۵ بر اساس گونیای ۶ رسم شده است.

۲. نسخه: ا ج

نقطه غ معلوم کنیم و بر مرکز غ نقطه ف بر محیط معلوم کنیم و ا ف، ب ف وصل کنیم مثلث
ا ب ف گونیا [ی] متسع باشد.

[۱۷] گونیا [ی] معشر: تقاطع خط ا ط که گونیا [ی] پنج است با قوس د ل ق که نقطه ص است
مرکز سازیم و به فتح معین بر محیط نقطه ش حاصل شود، مثلث ا ب ش گونیا [ی] معشر باشد.

[۱۸] اما گونیا [ی] ۱۱ و ۱۳ و ۱۵ و ۳۰ پ/ و آنچه بدین ماند چون خواهیم بکشیم اول گونیا [ی]
سه و نیم و چهار و نیم و پنج و نیم و شش و نیم و آنچه بدین ماند معلوم کنیم بدین طریق:



[شکل ۱۱]

[۱۹] گونیا [ی] سه و نیم: ۳۱/ر / نقطه ک که زاویه قائمه گونیا [ی] مُسَبَّع است مرکز سازیم و بر قوس دل ق نقطه ت معلوم کنیم و ات وصل کنیم و اخراج کنیم تا نقطه خ. و ب خ وصل کنیم، مثلث ا ب خ گونیا [ی] سه و نیم باشد.

[۲۰] گونیا [ی] چهار و نیم: نقطه ف را مرکز سازیم که قائمه گونیا [ی] نه است و بر قوس دل ق همان نقطه غ که در عمل متسع کرده بودیم حاصل شود اغ وصل کنیم و اخراج کنیم تا محیط بر نقطه ذ و ذ ب وصل کنیم مثلث ا ب ذ گونیا [ی] چهار و نیم باشد.

[۲۱] گونیا [ی] پنج و نیم: تقاطع د س با ج مرکز سازیم و نقطه ما حاصل کنیم، مثلث ا م ا ب گونیا [ی] پنج و نیم باشد.

[۲۲] گونیا [ی] شش و نیم: تقاطع ب س با ج که نقطه سا است مرکز سازیم و بر محیط نقطه عا حاصل کنیم، مثلث ا ع ا ب گونیا [ی] شش و نیم باشد.

[۲۳] پس اگر گونیا [ی] یازده خواهیم ضلع اطول قائمه گونیا [ی] پنج و نیم که تقاطع کرده است با قوس دل ق بر نقطه فا آن نقطه را مرکز سازیم و بر محیط نشان کنیم و از آن نشان تا ا و ب بکشیم، مثلث گونیا [ی] یازده حاصل شود.

[۲۴] و اگر گونیا [ی] دوازده خواهیم ضلع اطول قائمه شش را ببینیم کجا تقاطع کرده است با قوس دل ق از آنجا تا محیط به فتح معین نشان [ی] کنیم و از آن نشان با نقطه ب ا دو خط بکشیم، مثلث گونیا [ی] دوازده حاصل شود.

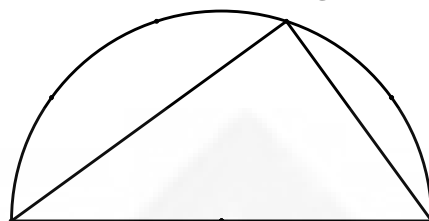
[۲۵] و اگر گونیا [ی] سیزده خواهیم تقاطع ضلع اطول قائمه گونیا [ی] شش و نیم با قوس مذکور مرکز سازیم و به فتح معین نقطه قائمه مثلث گونیا [ی] سیزده حاصل کنیم.

[۲۶] و اگر گونیا [ی] چهارده خواهیم تقاطع ضلع اطول قائمه گونیا [ی] هفت که خط ک ا باشد با قوس مذکور که نقطه صا باشد مرکز سازیم و به بُعد فتح معین بر محیط نقطه زاویه قائمه مثلث گونیا [ی] چهارده حاصل کنیم - و علی هذا القیاس.

[۲۷] اما به طریق حساب، گونیهایی که کسر نصف دارد مثل گونیا [ی] دو و نیم و ۳۱/پ سه و نیم و چهار و نیم و پنج و نیم و شش و نیم - و علی هذا - قاعده کلی آنست که نصف دایره را به عدد ضعف آن قسمت کنند و چهار قسم از آن بگیرند و از دو طرف قطر که نصف دایره بر آن کشیده شده به آن دو خط کشند گونیا [ی] آن حاصل آید. مثلاً گونیا [ی] سه و نیم خواهند، نصف دایره ا ب ج به هفت قسم کنند و چهار قسم از آن بگیرند و از آنجا به ا و ب وصل کنند، مثلث گونیا [ی] سه و نیم حاصل شود.

[۲۸] و در گونیهایی صحیح مثل مربع و مخمس و مُسَدَّس و مسیع و غیرها قاعده کلیه آنست که نصف دایره را به همان عدد قسمت کنند و دو قسم از آن بگیرند و از طرف قطر بدان دو خط

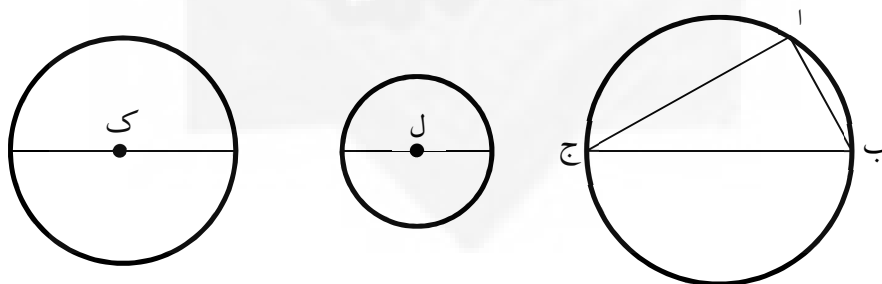
بکشند، مثلث گونیا [ی] همان عدد حاصل شود. مثلاً گونیا [ی] پنج نصف دایره به پنج قسم کنند و از دو قسم آن خطوط بکشند گونیا [ی] مخمس باشد. و اگر آن عدد زوج باشد نصف دایره را به نصف آن عدد قسمت کنند و از یک قسم آن به دو طرف قطر دو خط بکشند، مثلث گونیا [ی] آن عدد زوج حاصل شود. مثال گونیا [ی] پنج این است (شکل ۱۲).



[شکل ۱۲]

[در ترسیم اشکال از ترکیب دو یا چند شکل، ترسیم اشکال با مساحت‌های برابر، ترسیم شکلی برابر یا چند برابر شکلی دیگر]

[۲۹] می‌خواهیم که دایره [ای] رسم کنیم که سطح آن مساوی سطح دو دایره مفروض بود. مثلاً دایره ل و دایره ک، کیف اتفاق. فرض کنیم دایره دیگر می‌خواهیم که سطح آن مساوی [مجموع] سطح آن هر دو دایره باشد، خط ا ب مثل خط قطر دایره ل بگیریم و خط ا ج بر آن عمود سازیم، مثل قطر دایره ک. پس ب ج قطر دایره مطلوبه باشد. برهانش: چون ا ب مثل قطر دایره ل است و ا ج مثل قطر دایره ک و مربع ب ج مثل مربع ا ب، ا ج است به شکل عروس^۱. پس سطح دایره ا ب ج مثل سطح هر دو دایره باشد.

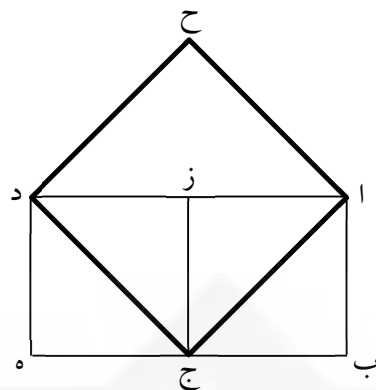


[شکل ۱۳]

/۳۲/

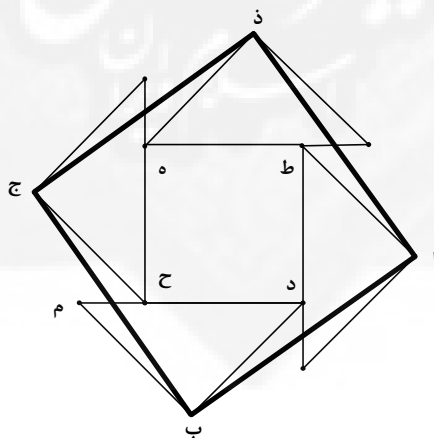
[۳۰] مربعی مساوی دو مربع از این شکل ظاهر است، به طریق تطبیق (شکل ۱۴).

۱. «شکل عروس» همان قضیه فیثاغورس است.



[شکل ۱۴]

مربعی مساوی سه مربع به طریق تطبیق. مثلاً مربع د ح ه ط، د ح اخراج کنیم و د م مثل ده بگیریم و د ب اخراج کنیم، چنانکه زاویه م د ب نصف قائمه بود. و د ب، ب م مثل د ح ضلع مربع بگیریم و بر سه ضلع دیگر همین عمل کنیم تا مربع ا ب ج ذ^۱ حاصل شود. و به طریق تطبیق مثلثات خارجه و داخله را فرض کنیم، معلوم شود که مربع ا ب ج ذ مثلثه امثال مربع د ح ه ط است^۲ (شکل ۱۵).

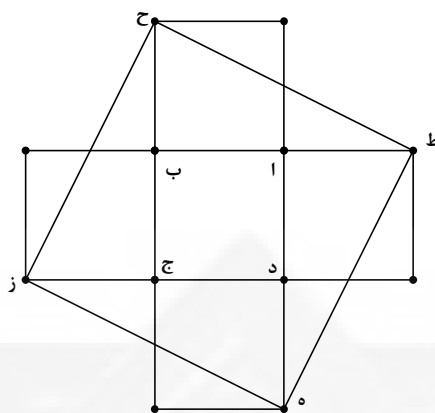


[شکل ۱۵]

[۳۱] چون خواهیم که مربعی رسم کنیم که مساوی پنج مربع مفروض باشد، فرضاً مربع

۱. نسخه: ا ب ذ ج
۲. مشابه ب (گ ۱۷۱ پ)

ا ب ج د، بدین طریق مربع ه زح ط خمسة الامثال آن بود و به تطبیق ظاهر است (شکل ۱۶).



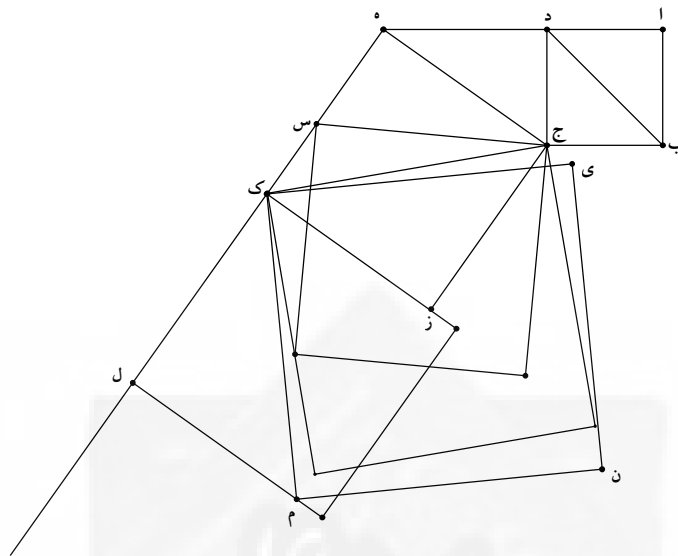
[شکل ۱۶]

[۳۲] چون خواهیم که مربعی سازیم که ضِعف مربع مفروض باشد یا ثلثة الامثال یا^۱ أربعة الامثال یا خمسة الامثال یا ستة الامثال یا سبعة الامثال او -و علی هذا- مربع مفروض ا ب ج د فرض کنیم و ب د وصل کنیم و ا د اخراج کنیم و د ه مثل د ب بگیریم. اگر بر ب د مربعی سازیم متساوی الاضلاع^۲ ضِعف مربع مفروض باشد و ج ه وصل کنیم و بر ج ه مربع ج ه ز ک سازیم، ثلثة الامثال مربع مفروض باشد. و چون [بر] قطر این مربع که ۳۲/پ/ج ک است مربع سازیم، ستة الامثال مربع مفروض باشد. و اگر ه س مثل ب ج بگیریم و ج س وصل کنیم و بر آن مربعی سازیم، أربعة الامثال مربع مفروض بود. و اگر ه ک اخراج کنیم و ک ل ضِعف ب ج سازیم و بر ک ل مربعی سازیم أربعة الامثال بود. و اگر م ل عمود آوریم بر ک ل و م ل مثل ه ک بگیریم و ک م وصل کنیم و بر ک م مربعی سازیم، سبعة الامثال مربع مفروض باشد (شکل ۱۷- الف).^۳

۱. نسخه: + او (یا بالایی سطر آمده است).

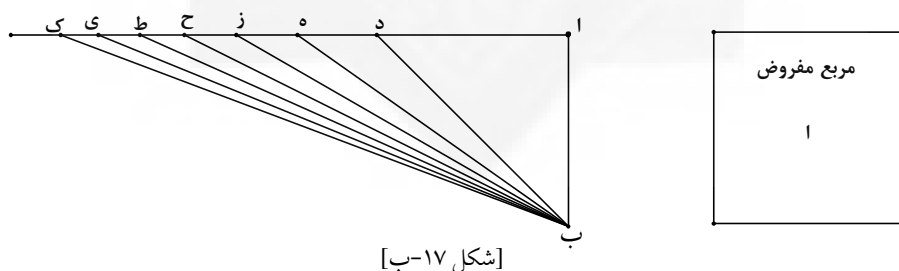
۲. نسخه: + که

۳. مشابه ب (ک ۱۷۱پ)، بوزجانی این روش را برای سه مربع گفته و اشاره کرده است که این روش برای عمل مهندسان مفید نیست.



[شکل ۱۷-الف]

برهان: همه راجع به شکل عروس است. اما طریق کلی پیش تر مذکورست که بر یک زاویه قائمه اوتار قائمه حاصل شود که بر آن اوتار اگر مربعات سازند اضلاع مربع مفروض حاصل شود. مثال: اد مثل اب ضلع مربع مفروض، و اه مثل ب د، و از [مثل] ب ه و اح مثل ب ز و اط مثل ب ح و ای مثل ب ط و اک مثل ب ی. پس مربع ب د ضعف مربع ا مفروض باشد، و مربع ب ه ثلثه الامثال و مربع ب ز أربعة الامثال و مربع ب ح خمسة الامثال و ب ط ستة الامثال و ب ی سبعة الامثال و ب ک ثمانية الامثال مربع مفروض باشد - و علی هذا (شکل ۱۷-ب).



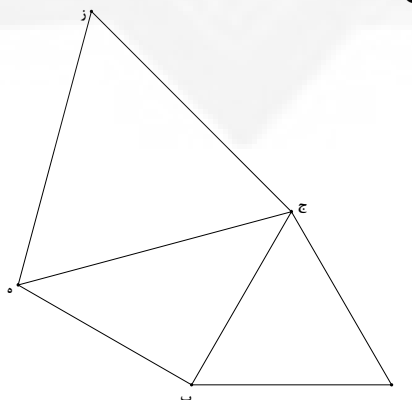
[شکل ۱۷-ب]

[۳۳] چون مستطیلی باشد خواهیم $\frac{۳۳}{۲}$ مربعی سازیم که سطح آن مساوی سطح مستطیل باشد، مثلاً مستطیل اب د ج؛ ب ه مثل ب ج بگیریم و اب تنصیف کنیم بر ز. و بر مرکز ز نصف

برهانش: چون خط $اح$ ک موازی خط $ط$ است و منحرف $ال$ $ط$ ب و مربع $ب$ $ط$ $ک$ $ح$ بین المتوازیین واقع بر یک قاعده که آن $ب$ $ط$ [است]، پس هر دو متساوی باشند. و مثلث $ب$ $ج$ $ط$ که خارج مستطیل واقع شده مساوی $ادل$ است؛ چه زاویه $د$ ، $ج$ قائمه‌اند و زاویه $ط$ ، $ل$ متساوی‌اند و $ا$ ، $ب$ متساوی باشند. پس مثلثان متساوی باشند (شکل ۱۹).

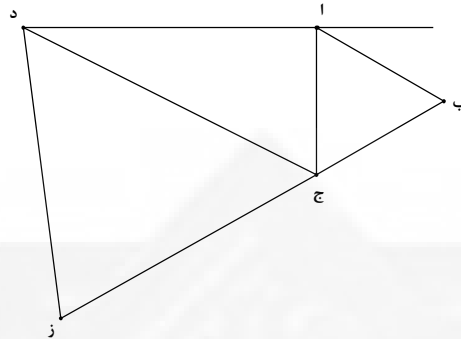
و اگر مستطیل مفروض a ی د باشد، b مثل h ی خارج مستطیل بگیریم و همان نصف دایره بکشیم و بر h مربعی سازیم مساوی مستطیل مذکور باشد؛ چه در اقلیدس مبرهن است که سطح a در h ب که آن سطح مستطیل باشد مساوی مربع h است.

[۳۴] عمل مثلی متساوی الاضلاع ضعیف مثلی متساوی الاضلاع مفروض. مثلاً ا ب ج مثلث مفروض و ب ه مساوی ب ج، بر ب ج قائم سازیم و ه ج وصل کنیم و بر ه ج مثلث ج ه ز متساوی الاضلاع سازیم، سطح آن ضعیف مثلث مفروض باشد (شکل ۱۹).



[شکل ۱۹]

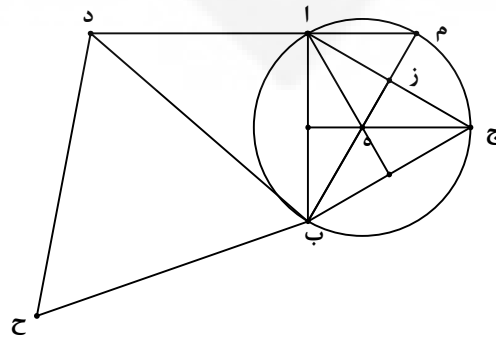
[۳۵] مثلثی خمسة الامثال مثلثی مفروض. فرضاً مثلث $ابج$ متساوی الاضلاع و $۳۳پ/ا$ بر $اج$ عمود داریم و $ا$ د ضعیف $اج$ بگیریم و $دج$ وصل کنیم و بر $دج$ مثلثی متساوی الاضلاع سازیم، خمسة الامثال مثلث مفروض باشد (شکل ۲۰).



[شکل ۲۰]

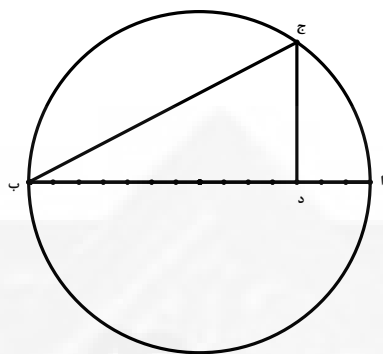
[۳۶] چون خواهیم مثلثی متساوی الاضلاع سازیم که سبعة الامثال مثلثی متساوی الاضلاع مفروض باشد، مثلاً مثلث $ابج$ و عمودها $[ی]$ سه گانه بکشیم تا تقاطع کنند بر نقطه $ه$. و خط $اد$ بر $اب$ قائم گردانیم چنانکه $اد$ ضعیف $اه$ بود. و $ب$ د وصل کنیم و بر خط $ب$ د مثلث $ب$ د ح متساوی الاضلاع بکشیم. آن مثلث سبعة الامثال مثلث $اج$ $ه$ بود، بل $ام$ $ه$ ؛ چه اگر مثلث $زه$ $ج$ با مثلث $از$ $ه$ جمع کنیم، مثلث $ام$ $ه$ متساوی الاضلاع حاصل شود، مساوی مثلث $اج$ $ه$. پس مثلث $اب$ $ج$ ثلاثة الامثال مثلث $ام$ $ه$ باشد.

و اگر بر $اد$ مثلثی سازیم متساوی الاضلاع، سطح آن اربعة الامثال سطح مثلث $ام$ $ه$ باشد. و اگر بر خط $د$ $ب$ مثلثی سازیم، سبعة الامثال مثلث $ام$ $ه$ باشد. و اگر $اد$ ضعیف $اب$ بگیریم و بر $ب$ $د$ مثلثی سازیم، خمسة الامثال مثلث $اب$ $ج$ باشد (شکل ۲۱).



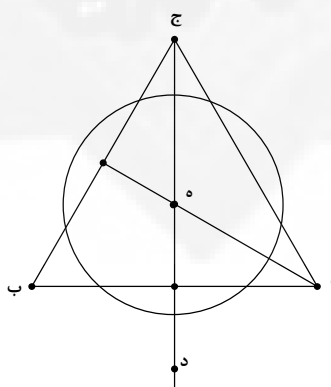
[شکل ۲۱]

[۳۷] اگر خواهیم که مربعی سازیم که سطح آن مساوی سطح دایره مفروض باشد. مثلاً دایره $ا ب ج$ قطر $ا ب$ وصل کنیم و آنرا به چهارده قسم کنیم و از جانب $ا$ سه قسم از آن بگیریم بر نقطه $د$ و $ج$ بر قطر قائم کنیم تا نقطه $ج$ خط $ج ب$ وصل کنیم آن خط ضلع مربع مطلوب باشد. و برهان این در اقلیدس مقرر است (شکل ۲۲).^۱



[شکل ۲۲]

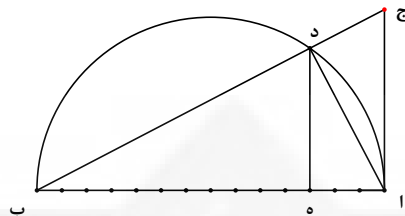
[۳۸] اگر خواهند که دایره [ای] رسم کنند که $\frac{۳۴}{۴}$ سطح آن مساوی سطح مثلثی متساوی الاضلاع و الزوایا باشد. مثلاً مثلث $ا ب ج$ عمود مثلث که آن $ج د$ است بکشیم و اخراج کنیم و مرکز مثلث که نقطه $ه$ است معلوم کنیم به تقاطع دو عمود $ا ه$ ، $ج و ه$ د مثل $ا ه$ بگیریم. پس $ج د$ را به سه قسم متساوی کنیم و به بُعد یک قسم از آن بر مرکز $ه$ دایره رسم کنیم، سطح آن دایره مساوی سطح مثلث باشد (شکل ۲۳).



[شکل ۲۳]

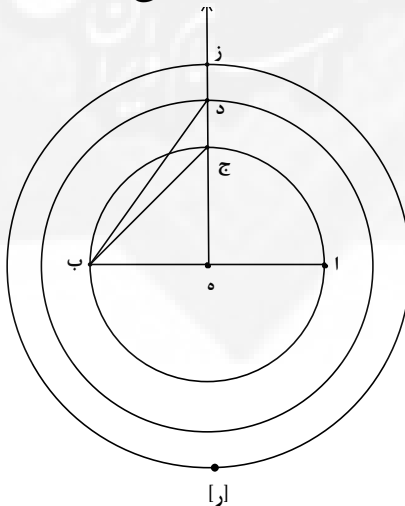
۱. این روش تقریبی معادل $\pi = \frac{۲۲}{۷}$ است.

[۳۹] اگر خواهیم که دایره [ای] کشیم که تکسیر آن مساوی تکسیر مربع ab مفروض بود. a b را به چهارده قسم کنیم و a ه مثل سه جزو ازو بگیریم و عمود $ه$ $د$ رسم کنیم و بر a b نصف دایره بکشیم، تقاطع $با$ $د$ بر نقطه $د$ کند. و عمود $ا$ $ج$ بر خط $ا$ $ب$ رسم کنیم و $ب$ $د$ اخراج کنیم تا تقاطع کند با $ا$ $ج$ بر $ج$. پس $ب$ $ج$ قطر دایره بود که سطح آن مساوی سطح مربع $ا$ $ب$ باشد (شکل ۲۴).^۱



[شکل ۲۴]

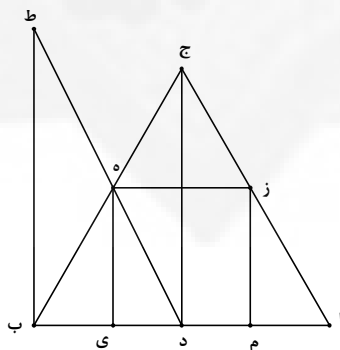
[۴۰] چون خواهیم که دایره [ای] رسم کنیم محیط به دایره دیگر و موازی آن، لابد بر همان مرکز او بود به وجهی که تکسیر دایره اندرونی مساوی تکسیر بین المتوازیین بود، یعنی فضل سطح دایره بیرونی بر دایره اندرونی مساوی سطح دایره اندرونی بود. مثال: دایره $ا$ $ب$ $ج$ قطر $ا$ $ب$ و $ج$ $ه$ رسم کنیم متقاطع بر زوایای قائمه. پس $ب$ $ج$ وصل کنیم و بر مرکز $ه$ به بُعد $ب$ $ج$ و آن $ه$ $د$ بود دایره [ای] رسم کنیم فضل دایره $د$ بر دایره $ج$ ، مساوی سطح دایره $ا$ $ب$ $ج$ باشد. و اگر $ب$ $د$ وصل کنیم و $ه$ $ز$ مثل $ب$ $د$ بگیریم و دایره $ز$ رسم کنیم، فضل او بر دایره $د$ مساوی سطح دایره اندرونی باشد (شکل ۲۵).



[شکل ۲۵]

۱. این روش تقریبی معادل $\pi = \frac{22}{7}$ است.

[۴۲] می‌خواهیم که داخل مثلثی متساوی‌الاضلاع یا متساوی‌الساقین مربعی‌سازیم که یک ضلع مربع منطبق بر یک ضلع مثلث باشد و دو زاویهٔ مربع مماس دو ضلع مثلث. مثلاً مثلث ABC ، عمود CD بکشیم و خط BP بر AB عمود سازیم و BP مثل AB بگیریم و DP وصل کنیم تا تقاطع کند با ضلع مثلث بر نقطهٔ E . پس از E خط EH موازی خط CD اخراج کنیم و CH مثل CE بگیریم و از H خط HM موازی خط CD اخراج کنیم و H وصل کنیم، مربع EHM حاصل شود - وهو المطلوب.^۳

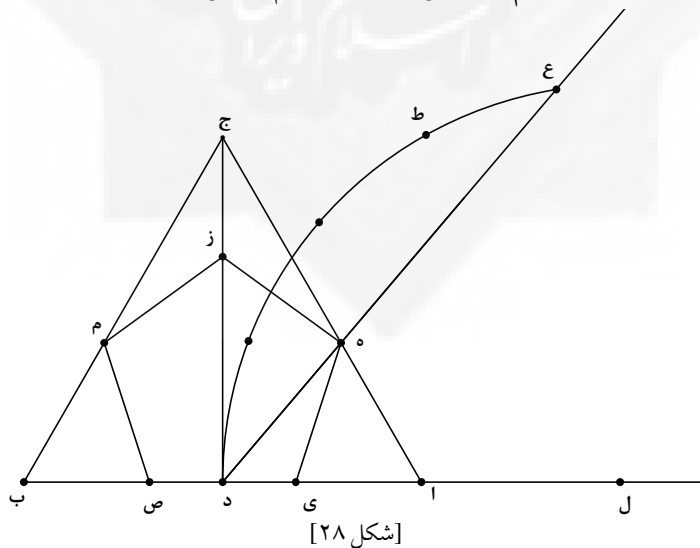


۱. یعنی ۳۰ درجه (ل در حساب ابجد معادل ۳۰ است).

۲. نسخه: ج ز

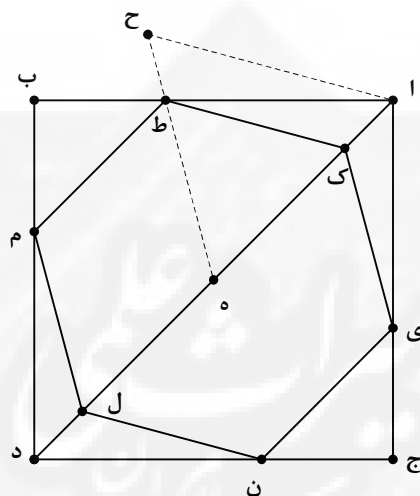
۳. مشابه ب (گ ۱۵۸ر)، در بخش «در ساختن بعضی اشکال در بعضی»

[۴۳] می‌خواهیم که داخل مثلثی متساوی‌الاضلاع یا مثلثی متساوی‌الساقین مُخَمَّسِ /۳۵/ را سازیم که یک ضلع او منطبق بر قاعده مثلث بود و دو زاویهٔ مُخَمَّسِ مماس دو ضلع مثلث، یعنی مثلث محیط باشد به آن مُخَمَّس. مثلاً مثلث ا ب ج. ا ب تصنیف کنیم بر نقطهٔ د و از نقطهٔ [ی] خطی اخراج کنیم در جهت ا به وجهی که زاویهٔ [ای] که از آن خط و خط ا ب حادث شود زاویهٔ گونیا [ی] پنج باشد به طریقی که پیش‌تر ذکر رفت و اینجا نیز بگوئیم مختصر. ا ل بر استقامت ا ب مثل ا د بگیریم و بر مرکز ل به بُعد ل د قوس د ع رسم کنیم. پس د ط مثل د ل بگیریم و قوس د ط به سه قسم متساوی کنیم و به مقدار یک قسم از آن قوس ط ع بگیریم و ع د وصل کنیم تا تقاطع کند بر ضلع ا ج از مثلث بر نقطهٔ ه زاویهٔ د ا گونیا [ی] پنج باشد و بر ضلع ب ج، ج م مثل ج ه بگیریم. پس از نقطهٔ ه خط ه ی اخراج کنیم به وجهی که زاویهٔ ا ی ه ثلثان زاویهٔ مخمس باشد یعنی زاویهٔ خُمس دایره که عب^۱ باشد و آن کُند گونیا [ی] ده باشد به اصطلاح نجاران، یا گوئیم به وجهی که زاویهٔ ه ی د مثل زاویهٔ مخمس باشد. پس ه ز مثل ه ی سازیم و ی ص مثل ه ی و م ص، م ز مثل ه ی باشد. مُخَمَّس ه ی ص م ز حاصل شود -الله اعلم (شکل ۲۸).



میراث علی
اسلام اورینٹل

[۴۴] می‌خواهیم در مربعی متساوی‌الاضلاع والزوایا مُسَدَّسی رسم کنیم متساوی‌الاضلاع والزوایا. مثلاً در مربع $ا ب ج د$. قطر $ا د$ وصل کنیم و تنصیف کنیم بر نقطه $ه$. و بر خط $ا ه$ مثلی سازیم متساوی‌الاضلاع که زاویه مثلث نقطه $ه$ باشد، مثلاً مثلث $ه ا ح$ ^۱. و $ه ح$ وصل کنیم $۳۵/پ$ تا تقاطع کند بر ضلع مربع بر نقطه $ط$ ، پس $ه ک$ ، $ه ل$ مثل $ه ط$ بگیریم و $ای$ ، $دن$ ، $دم$ مثل $ا ط$ بگیریم و خطوط $ط ک$ ، $ک ی$ ، $ی ن$ ، $ن ل$ ، $ل م$ ، $م ط$ وصل کنیم. مُسَدَّس مطلوب حاصل شود (شکل ۲۹).



[شکل ۲۹]

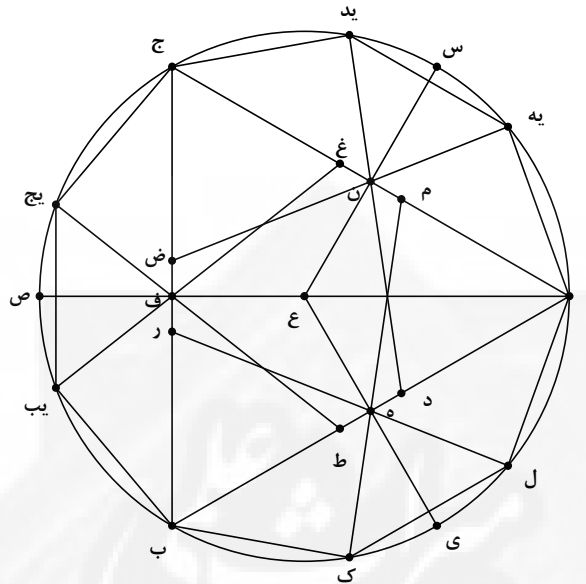
[۴۵] اگر خواهیم که مُتسعی سازیم به یک فتح معین نصف قطر در دایره مفروض، مثلاً در دایره $ا ب ج$. دایره را به نصف قطر شش قسم کنیم و مثلث $ا ب ج$ متساوی‌الاضلاع والزوایا رسم کنیم.^۳ لابد هر سه زوایا $[ی]$ مثلث بر محیط دایره باشند. و لابد $ای$ ، $ی ب$ ، $ب ص$ ، $ص ج$ ، $ج س$ ، $س ا$ مثل نصف قطر باشند. و هر یک از $ا$ ، $ب$ مرکز سازیم و به بُعد نصف قطر بر خط $ا ب$ دو نقطه $د$ ، $ط$ بنهیم و $ی ع$ ، $س ع$ ، $ص ع$ وصل کنیم تا تقاطع کنند بر اضلاع مثلث $بر ن$ ، $ف$ ، $ه$. پس $دن$ ، $ط ف$ وصل کنیم و هر سه نقطه $ج$ ، $ب$ ، $ا$ مرکز سازیم و به بُعد نصف قطر نقطه‌ها $[ی]$ $ر$ ، $م$ ، $ض$ ، $غ$ بر ضلع $ا ج$ ، $ج ب$ از مثلث نشان کنیم. و $م ه$ ، $ره$ ، $ن ض$ ، $غ ف$ وصل کنیم و اخراج کنیم تا محیط بر نقطه‌ها $[ی]$ $ک$ ، $ل$ ، $ی ب$ ، $ی ج$ ، $ید$ ، $یه$ قطع کند. پس خطوط $ل ک$ $۳۶/ر$

۱. نسخه: ه زح

۲. نسخه: + و اخراج کنیم. اگر ضلع مثلث از ه ط بود

۳. افزوده زیر سطر: به فتح ک ع نصف قطر [۴]

ک ب، ب یب، یب یج، یج ج، ج ید، ید یه، یه ا، ا ل وصل کنیم، متسع مطلوب حاصل شود -
والله أعلم (شکل ۳۰).^۱



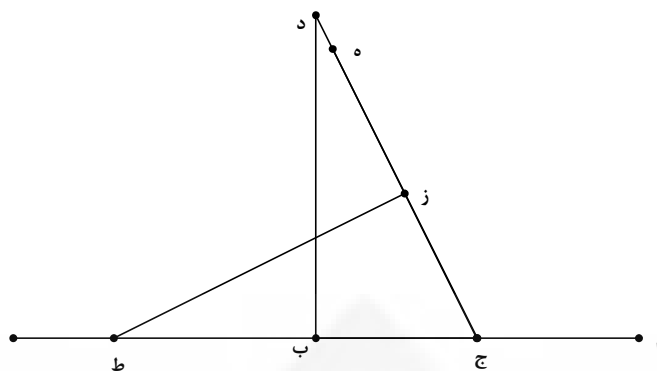
[شکل ۳۰]

رسم اشکال به یک فتح معین پرگار

[۴۶] می خواهیم که بر خط ا ب [به] فتح معین پرگار خطی زیادت کنیم که مجموع منقسم باشد به نسبت ذات الوسط والطرفین، یعنی نسبت مجموع خط با اعظم قسمین چون نسبت اعظم القسمین بود با قسم اصغر. و آن در اقلیدس مبرهن است. ا ب تنصیف کنیم بر نقطه ج و بر نقطه ب عمود د ب مثل ا ب اخراج کنیم و ج د وصل کنیم و از ج د، ج ه مثل ا ب که فتح معین است فصل کنیم، پس ج ه تنصیف کنیم بر نقطه ز و خط ا ب اخراج کنیم و از ز عمود ز ط برج ه آریم و اخراج کنیم تا خط ا ب ج را بر نقطه ط قطع کند. پس ا ط منقسم باشد به قسمت مذکوره (شکل ۳۱).^۲

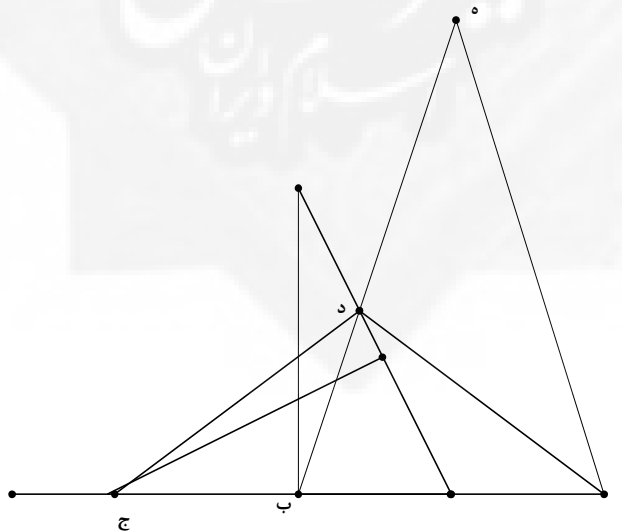
۱. مشابه ب (ک ۱۵۰ پ)، مشابه ص

۲. مشابه ص (ک ۴ ر)



[شکل ۳۱]

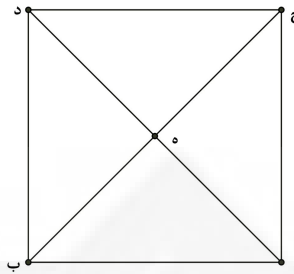
[۴۷] می‌خواهیم که بر خط $اب$ مثلثی متساوی الساقین سازیم که هر یک از دو زاویه او که بر قاعده واقع باشد دو چند زاویه باقی باشد. زیاده کردیم بر $اب$ خط $بج$ که $اج$ منقسم باشد به نسبت ذات الوسط والطرفین به وجهی که پیشتر ذکر رفت و به فتح $اب$ مثلث $ادج$ متساوی الساقین رسم کنیم و $ب$ د وصل کنیم و اخراج کنیم و ده مثل $اب$ بگیریم و $اه$ وصل کنیم مثلث $ابه$ مطلوب باشد و آن را مثلث $مُخَمَّس$ خوانند؛ چه اگر $اب$ ضلع $مُخَمَّس$ باشد ه بر زاویه $مُخَمَّس$ بود و $مُخَمَّس$ محیط به او باشد (شکل ۳۲).^۱



[شکل ۳۲]

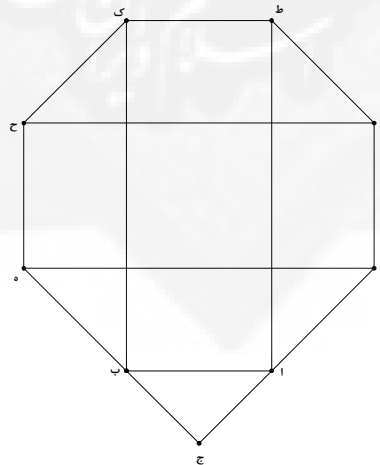
۱. مشابه ص ۴-۵ (ک ۴-۵)

[۴۸] می‌خواهیم که بر خط ab مثلثی سازیم که هر یک از دو زاویه که بر قاعده یعنی ab واقع شوند نصف قائمه باشد. دو عمود 36 پ/اج، b د اخراج کنیم و اج، b د مثل ab بگیریم و اد، b ج وصل کنیم تا تقاطع کنند بر نقطه e ، مثلث ab e مطلوب باشد (شکل ۳۳).^۱



[شکل ۳۳]

[۴۹] می‌خواهیم که بر خط ab مُثَمَّنِی سازیم. اول مثلثی سازیم متساوی الساقین بر خط ab که هر یک از دو زاویه که بر قاعده ab واقع شوند نصف قائمه باشد و آن مثلث ab ج باشد پس ضلع اج، b ج اخراج کنیم و اد، b ه مثل ab بگیریم و ده وصل کنیم و از دو نقطه d ، e بر ده عمودهایی به طول مساوی ab اخراج کنیم تا نقاط z ، $ح$ حاصل شود $زح$ وصل کنیم و بر هر یک از دو نقطه z ، $ح$ دو خط اخراج کنیم که با خط $زح$ زاویه نصف قائمه حادث شود. و $زط$ ، $حک$ مثل ab ، ab گرفتیم و $طک$ وصل کردیم مُثَمَّنِی ab $ه$ $ح$ $ک$ $ط$ $ز$ $د$ حاصل شود (شکل ۳۴).^۲



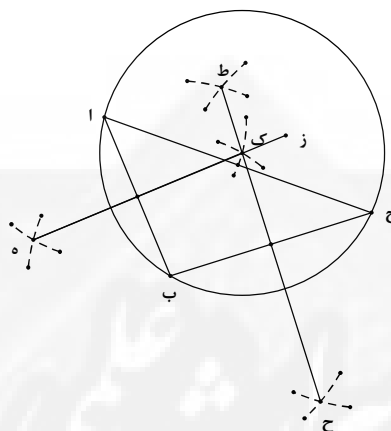
[شکل ۳۴]

۱. مشابه ص (گ ۳ ر)

۲. نسخه: ح

۳. مشابه ب (۱۵۰-۱۵۰ پ)؛ مشابه ص (گ ۷ ر-۷ پ)

[۵۰] می‌خواهیم بر مثلث abc کیف اتفاق دایره [ای] رسم کنیم که محیط باشد به مثلث و مماس زوایا [ی] مثلث. هر یک از a ، b مرکز ساختیم و چهار قوس متقاطع رسم کردیم بر e ، z . پس e ز وصل کردیم. باز هر یک از c ، b را مرکز ساختیم و چهار قوس متقاطع بر c ، $ط$ رسم کردیم و $ح$ $ط$ وصل کردیم، $ح$ $ط$ با e ز متقاطع شدند بر $ک$. پس [ک] مرکز دایره [ای] باشد که به زوایا [ی] مثلث گذرد (شکل ۳۵).^۱



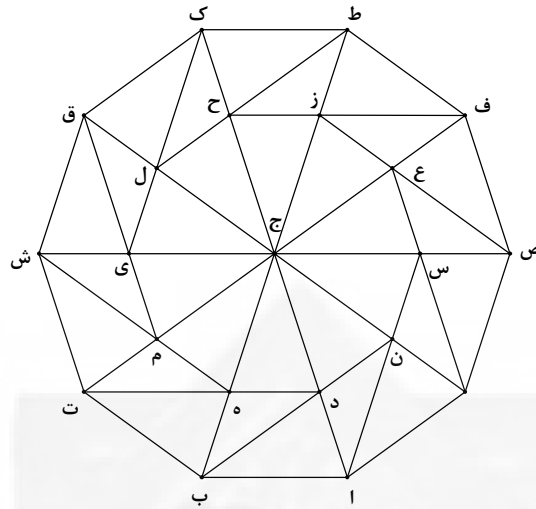
[شکل ۳۵]

[۵۱] می‌خواهیم بر خط ab [به] فتح مُعَشَّری سازیم. اول بر خط ab مثلث abc سازیم که مثل مثلث مخمس باشد، چنانکه پیش‌تر ذکر رفت. پس $دج$ ، $ج$ ه مثل ab بگرفتیم و $ه$ $ج$ ، $دج$ اخراج $۳۷/ر$ کردیم و $ج$ ز و $ج$ هر یک مثل ab بگرفتیم و بر هر یک از $ز$ ، $ج$ $ح$ مقداری زیادت کردیم که به آن زیادتی منقسم باشد به نسبت ذات الوسط والطرفین و آن $ز$ $ط$ ، $ح$ $ک$ است به وجهی که پیش‌تر ذکر یافته. پس $ط$ $ک$ وصل کردیم مثلث $ج$ $ط$ $ک$ مثل مثلث abc باشد. پس زاویه $اج$ $ط$ أربعة الامثال زاویه $اج$ $ب$ باشد و همچنین زاویه $ب$ $ج$ $ک$. هر یک را تنصیف کنیم به خط $ج$ $ی$ $س$ ^۲ و باز هر یک از آن زوایا [ی] $ا$ ربعه تنصیف کنیم به خطوط $ج$ $ل$ ، $ج$ $م$ و اخراج کنیم. پس بر مرکز $ج$ بر هر یک از خطوط ثلاثه در دو جهت به بُعد ab نقطه‌ها [ی] $ل$ ، $م$ ، $ن$ ، $س$ ، $ع$ معلوم کنیم. پس $ز$ $ح$ ، $ل$ $ی$ ، $ل$ $ی$ ، $م$ $ه$ ، $ز$ $ن$ ، $س$ $ن$ ، $ع$ $س$ ، $ز$ $ع$ وصل کنیم و اخراج کنیم تا خطوط خمسه در دو جهت قطع کنند بر زوایا [ی] $ا$ مُعَشَّر. پس نقطه‌ها به هم وصل کنیم، مُعَشَّر مطلوب شود (شکل ۳۶).^۳

۱. مشابه ب (گ ۱۵۵ ر)، روش بوزجانی متفاوت است.

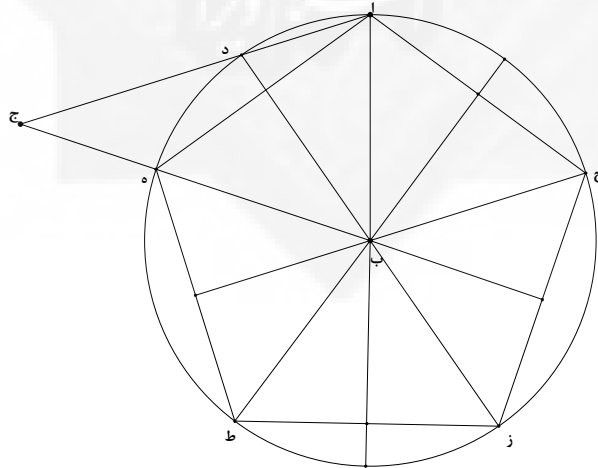
۲. نسخه: ع

۳. مشابه ص (ک ۷-۹ ر)؛ مشابه ب (ک ۱۵۱-۱۵۱ پ)



[شکل ۳۶]

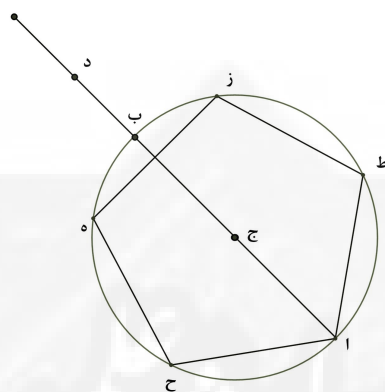
[۵۲] می‌خواهیم که به فتح ا ب نصف قطر دایره، مُخَمَّسی سازیم در دایره، متساوی الاضلاع. بر ا ب مثلث مُخَمَّس رسم کنیم، چنانکه ذکر رفت و آن مثلث ا ب ج است. ا ج دایره را قطع کند بر د. ب ج / ۳۷ پ / قطع کند دایره را بر ه. پس ا ه وصل کنیم، آن ضلع مخمس باشد. پس ب د اخراج کنیم تا نقطه ز. پس قوس از، ز ه تنصیف کنیم به دو نقطه ح، ط و خطوط وصل کنیم، مُخَمَّس ا ح ز ط ه حاصل شود.^۱



[شکل ۳۷]

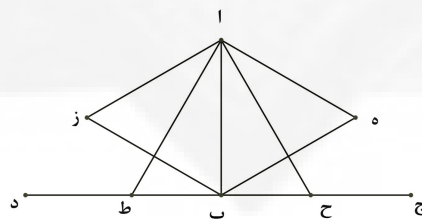
۱. مشابه ص (ک ۵-پ ۶-ر)؛ مشابه ب (ک ۱۴۹-ر ۱۴۹-پ)

[۵۳] نوع دیگر رسم مُخَمَّس در دایره به فتح نصف قطر. مثلاً دایره $ا ب$ و نصف قطر $ا ج$ ، $ج ب$ را اخراج کنیم و بر $ا ب$ ، $ب د$ زیادت کنیم بر نسبت ذات الوسط والطرفین. پس نقطه $د$ مرکز سازیم و به بُعد $ب ج$ دو نقطه $ز$ ، $ه$ بر محیط معلوم کنیم و $ج ز$ ، $ج ه$ وصل کنیم. پس هر یک از [دو] زاویه $ه ج ا$ ، $ز ج ا$ تنصیف کنیم به دو خط $ج ط$ ، $ج ح$ و خطوط وصل کنیم، مخمس مطلوب حاصل شود (شکل ۳۸).^۴



[شکل ۳۸]

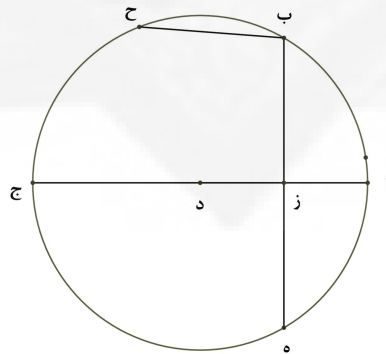
[۵۴] می‌خواهیم که مثلثی سازیم متساوی الاضلاع که عمود وی فتح معین باشد، مثلاً $ا ب$. بر نقطه $ب$ ، خط $ج ب د$ بر $ا ب$ قائم گردانیم از هر دو طرف. پس بر خط $ا ب$ دو مثلث $ا ب ه$ ، $ا ب ز$ متساوی الاضلاع رسم کنیم. پس زاویه هر مثلثی را تنصیف کنیم به دو خط $ا ط$ ، $ا ح$ که تقاطع کنند با خط $ج د$ بر دو نقطه $ح ط$. پس $ا ح$ ، $ا ط$ وصل کنیم، مثلث $ا ح ط$ مطلوب بود (شکل ۳۹).^۵



[شکل ۳۹]

۱. نسخه: د
۲. نسخه: د
۳. نسخه: د
۴. مشابه ب (گ ۱۴۹)
۵. مشابه ص (گ ۱۸-۱۸پ)

[۵۶] می‌خواهیم که در دایره مُسَبَّحی رسم کنیم. قطر ا ج وصل کنیم و نقطهٔ ا مرکز سازیم و به بُعد ا د فتح نصف قطر دو نقطهٔ ب ه نشان کنیم و ب ه وصل کنیم تا تقاطع کند با قطر بر ز. و نقطهٔ ب را مرکز سازیم و به بُعد ب ز نقطهٔ ح معلوم کنیم و ب ح وصل کنیم، ضلع مُسَبَّح حاصل شود (شکل (۴۱) ۲).



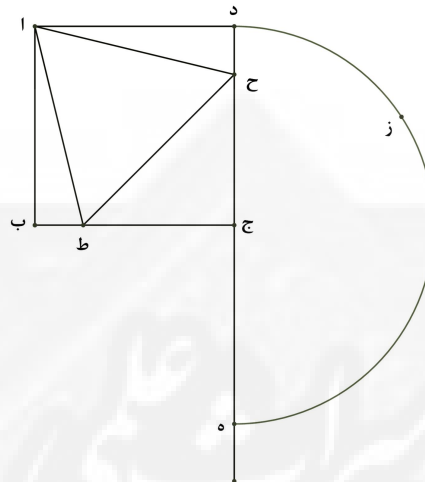
۱. مشابه نسخه پاریس (گ ۱۱۵ پ)، در رساله بوزجانی نیست.
۲. مشابه ب (گ ۱۵۴ ر)، بوزجانی می‌گوید: این تقریب است نه تحقیق.

[۵۸] عمل مُثَمَّن کردن دایره. قطر ا ب فصل کنیم و هر یک از، ب مرکز سازیم و به بُعد نصف قطر، نقطه‌ها [ی] ز، ح، ک، ل بر محیط معلوم کنیم و اک، ز ب وصل کنیم تا تقاطع کند بر ف. ف ه وصل کنیم، دایره به چهار قسم شود ۳۹/ر با دو نقطه د، ج. پس بر د، ج نقطه‌ها [ی] ن، ش، ع، ط معلوم کنیم و خطوط وصل کنیم مثنی شود و آن ظاهر است (شکل ۴۳).

[شک، ۴۳]

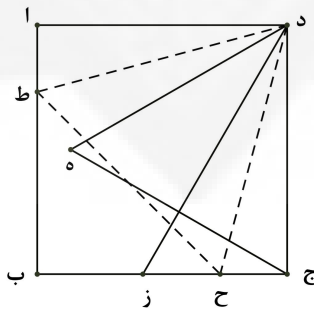
۲. مشابہ ص (گ ۱۴-۱۶)

[۵۹] خواستیم که مثلثی متساوی الاضلاع در مربع $ا ب ج د$ رسم کنیم. ضلع $د ج$ اخراج کردیم و $ج ه$ مثل $ج د$ گرفتیم. و بر مرکز $ج$ نصف دایره $د ز$ رسم کردیم و $د ز$ مثل $د ج$ گرفتیم. و بر مرکز $ه$ به بُعد $ه ز$ نقطه $ح$ بر خط $د ه$ نهادیم و $ب ط$ مثل $د ح$ گرفتیم. پس خط $ا ح$ ، $ا ط$ کشیدیم و $ح ط$ وصل کردیم، مثلث مطلوب شد (شکل ۴۴).^۱



[شکل ۴۴]

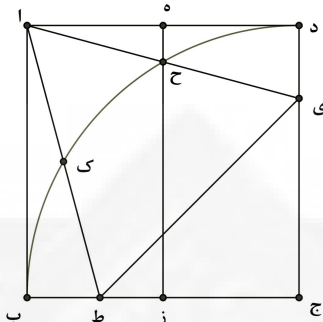
[۶۰] طریقی دیگر: بر ضلع $د ج$ مثلث $ج د ه$ متساوی الاضلاع رسم کردیم و زاویه $ج د ه$ تنصیف کردیم به خط $د ز$. باز زاویه $ز د ج$ را تنصیف کردیم به خط $د ح$. و $ب ط$ مثل $ب ح$ بگیریم. پس خطوط $د ح$ ، $د ط$ وصل کنیم، مثلث متساوی الاضلاع شد در مربع $ا ب ج د$ (شکل ۴۵).^۲



[شکل ۴۵]

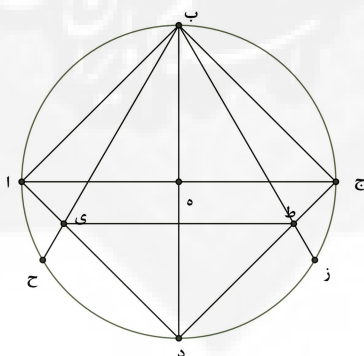
۱. مشابه ب (گ ۱۵۶ پ)، در بخش ساختن بعضی اشکال در بعضی
 ۲. نسخه: ب
 ۳. مشابه ب (گ ۱۵۶ پ)، در بخش ساختن بعضی اشکال در بعضی

[۶۱] نوعی دیگر: ا، د، ب ج تنصیف کردیم بر ه، ز، و ه ز وصل کردیم. پس بر مرکز ج به بُعد ج، د، ربع د ب رسم کردیم تا تقاطع کرد بر خط ه ز بر ح. پس ا ح وصل کردیم و اخراج کردیم تا ی. پس ج ط مثل ج ی گرفتیم وی ط وصل کردیم، مثلث مطلوب شد. یا ۳۹/۱ را مرکز سازیم و به بُعد ا ح نقطه ک معلوم کنیم و اک وصل کنیم تا ط، هم مثلث حاصل شود - والله اعلم (شکل ۴۶).^۱



[شکل ۴۶]

[۶۲] نوعی دیگر: دو قطر مربع ا ج ب د کشیدیم تا تقاطع کرد بر ه و دایره ا ب ج د کشیدیم و نقطه د مثلاً مرکز ساختیم و بر قوس ج د به بُعد د ه دو نقطه ز، ح نهادیم. پس ب ز، ب ح وصل کردیم تا تقاطع کردند با ج د بر ط و با ا د بر ی. پس ی ط وصل کردیم، مثلث ب ط ی مطلوب باشد (شکل ۴۷).^۲

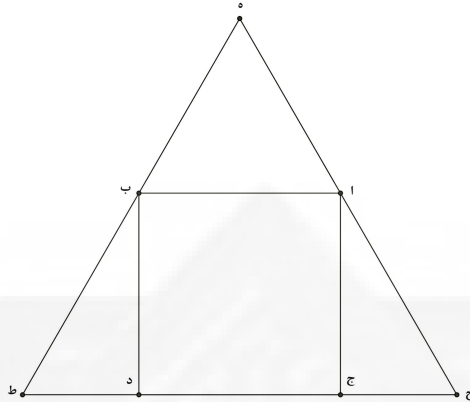


[شکل ۴۷]

[۶۳] خواهیم که بر مربع ا ب ج د مثلثی متساوی الاضلاع سازیم که محیط باشد به مربع. به فتح ا ب مثلث ا ب ه سازیم و ه، ا، ه ب اخراج کنیم. و ج د هم اخراج کنیم در هر دو جهت تا

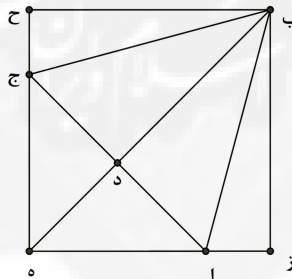
۱. مشابه ب (گ ۱۵۶ پ)، در بخش ساختن بعضی اشکال در بعضی
۲. مشابه ب (گ ۱۵۷ ر)

متلاقی شوند به دو خط مذکور بر دو نقطه ح، ط. پس ه ح، ه ط وصل کنیم، مثلث ه ح ط حاصل شود (شکل ۴۸).^۱



[شکل ۴۸]

[۶۴] می‌خواهیم که مربعی را رسم کنیم که محیط باشد به مثلث اب ج. ضلع اج را تصحیف کنیم بر نقطه د، و ب د وصل کنیم و اخراج کنیم. و ده مثل اد گرفتیم و ه ج، ه ا وصل کنیم و اخراج کنیم و از نقطه ب دو عمود ب ح، ب ز بر خط ه ج، ه ا مخرج آوریم، مربع مطلوب بود.^۲



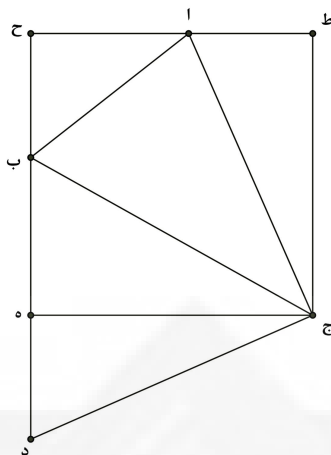
[شکل ۴۹]

[۶۵] می‌خواهیم که بر مثلثی مختلف الاضلاع مربعی محیط سازیم. مثلاً مثلث اب ج از نقطه ج عمود ج د بر خط اج آریم و مساوی ج ا. و ۳۹/ب د وصل کنیم و از ج عمود ج ه بر ب د آریم و از نقطه ا خطی موازی خط ج ه اخراج کنیم تا با خط ب ه تقاطع کند بر ح و ح ط مثل ج ه بگیریم و ط ج وصل کنیم، مربع ط ج ه ح حاصل شود -وهوالمطلوب.^۳

۱. مشابه ب (گ ۱۵۷ ر)

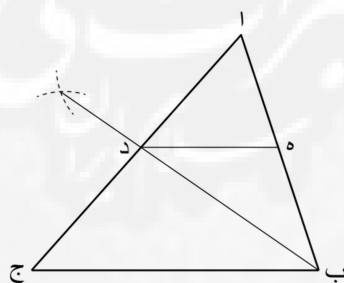
۲. مشابه ب (گ ۱۵۷ ر)

۳. مشابه ب (گ ۱۵۷ پ)



[شکل ۵۰]

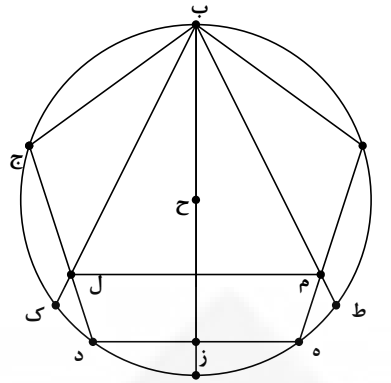
[۶۶] می‌خواهیم که داخل مثلث^۱ $ا ب ج$ خط $د ه$ رسم کنیم، موازی $ب ج$ که $ه ه$ مثل $ب ه$ باشد. زاویه $ا ب ج$ تنصیف کردیم به خط $ب د$. و از نقطه $د$ خط $د ه$ اخراج کردیم موازی $ب ج$. پس $د ه$ مثل خط $ب ه$ باشد.



[شکل ۵۱]

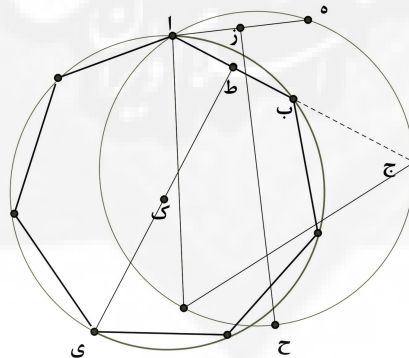
[۶۷] می‌خواهیم که در مُخَمَّس $ا ب ج د ه$ مثلثی متساوی الاضلاع رسم کنیم. از $ب$ عمود $ب ز$ ضلع $ه د$ آوردیم و تنصیف کردیم بر $ح$. و $ح$ را مرکز ساختیم و دایره رسم کردیم و $ز$ را مرکز ساختیم و به بُعد $ز ح$ بر محیط دایره دو نقطه $ط$ ، $ک$ نهادیم و $ب ک$ ، $ب ط$ وصل کردیم تا تقاطع کردند بر دو ضلع مُخَمَّس بر دو نقطه $م$ ، $ل$. پس $ب م$ ، $ب ل$ رسم کردیم. مثلث $ب ل م$ حاصل شد - وهوالمطلوب.^۲

۱. نسخه: + مثلث
۲. مشابه ب (ک ۱۵۸ پ)



[شکل ۵۲]

[۶۸] می‌خواهیم که بر خط AB مثلاً مُسَبَّعی سازیم. خط BC را بر استقامت خط AB [مساوی با A] گرفتیم و بر A ج مثلثی متساوی الاضلاع رسم کردیم و بر مثلث دایره محیط بدو کشیدیم، و وتر AB مساوی AB گرفتیم و تنصیف کردیم به نقطه Z . و Z ح عمود بر $Aه$ آوردیم. و همچنین AB را تنصیف کردیم بر P و عمود PI بر A بر A آوردیم. و PI / ۴۰ مساوی Z ح گرفتیم و دایره $[AI]$ رسم کردیم که به سه نقطه AB Y گذرد. AB ضلع مُسَبَّع آن دایره باشد. سایر اضلاع از آن معلوم کردیم.^۱



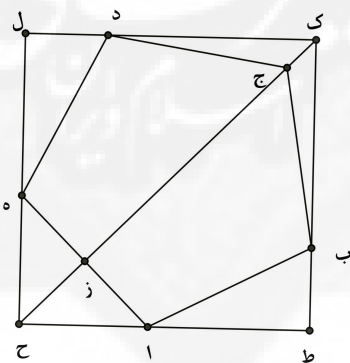
[شکل ۵۳]

[۶۹] می‌خواهیم که در دایره مُخَمَّسی نهیم. AD نصف قطر وصل کردیم و بر A عمود $Aه$ مثل AD بر A آوردیم. و DA تنصیف کردیم بر Z . و $Zه$ وصل کردیم و $Aه$ و $Zه$ ، Z ح مثل AD گرفتیم. و Z ح را

۱. مشابه B (گ ۱۴۹ پ). در فتوحات غیبیه هم به این موضوع اشاره شده و گفته ابن هیثم نقل شده است: «بناء هذه الاعمال على ان وتر السبع نصف وتر الثلث وليس كذلك، بل وتر السبع زايد عليه وعمل المسبع التحقيقي لا يتيسر الا بالتوصل الى القطوع» (نسخه خطی شماره ۵۳۷۱، آستان قدس رضوی، گ ۳۹ ر).

[illegible]

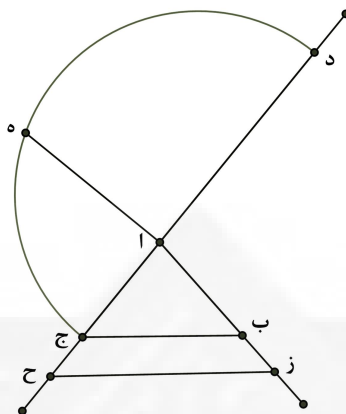
[۷۰] می‌خواهیم که مربعی بر مُخَمَّس کشیم، محیط به او. ضلع a ه مثلاً تصنیف کردیم بر زو
 زج وصل کردیم و از طرفین اخراج کردیم. وزح مثل زه گرفتیم واح، ه ح وصل کردیم و اخراج
 کردیم. و از دو نقطه ب، د دو عمود اخراج کردیم بر خط اح مخرج و ه ح مخرج. و هر دورا اخراج
 کردیم تا متلاقی شدند بر ک. مربع ک ل ط ح حاصل شد -وهو المراد والله أعلم. $\frac{40}{2}$ پ/



[۷۱] می‌خواهیم که در مثلث abc سطحی زیادت کنیم به خطی که موازی b باشد و آن سطح مثل آن مثلث باشد. ac را اخراج کردیم از دو طرف و ad ضعیف ac گرفتیم و bd نصف دایره رسم کردیم. و از a عمود ae بر ac اخراج کردیم تا محیط بر نقطه e . پس ac ، از مثل a

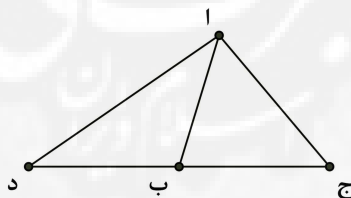
۲. مشابہ ب (گ ۱۵۹ ر)

گرفتیم و زح وصل کردیم. و ا ب، ا ج اخراج کردیم تا زح، متقاطع شدند بر ز، ح. سطح ج ب زح مثل سطح مثلث باشد.^۱



[شکل ۵۶]

[۷۲] خواستیم که بر مثلث ا ب ج زیاده کنیم به مثل وی به خطی که از ا خارج شود. زیادت کردیم بر ب ج، ب د مثل ب ج و ا د وصل کردیم. سطح ا ب د مثل سطح ا ب ج باشد.^۲



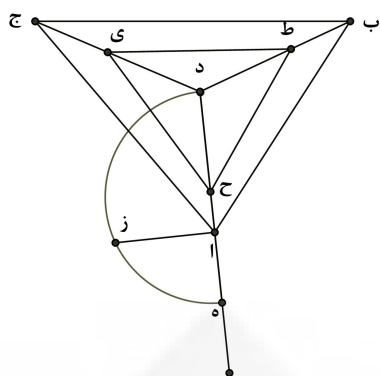
[شکل ۵۷]

[۷۳] می خواهیم که داخل مثلث ا ب ج مثلثی سازیم که مشابه او بود و نصف او. از مرکز مثلث که نقطه د است به زوایای مثلث خطوط کشیدیم. و د ا اخراج کردیم و ا ه مثل نصف ا د بگیرتیم و بر ده نصف دایره رسم کردیم و از ا عمود از بر ده آوردیم و د ح مثل از گرفتیم و د ط، د ی مثل د ح گرفتیم و خطوط وصل کردیم. مثلث ط ح ی نصف مثلث ا ب ج بود و مشابه او.^۳

۱. مشابه ب (گ ۱۱۰ پ)

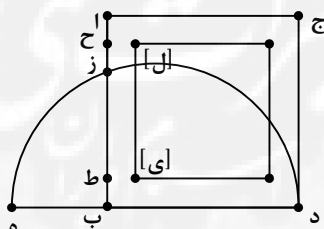
۲. مشابه ب (گ ۱۱۰ پ)

۳. مشابه ب (گ ۱۱۰ پ- ۱۱۱).



[شکل ۵۸]

[۷۴] می‌خواهیم که داخل مربع AB ج در مربعی رسم کنیم که نصف مربع آن بود و اضلاع موازی. بر ضلع B د بعد از اخراج، B ه مثل نصف B د زیاده کنیم. و بر خط DE نصف دایره رسم کنیم، لابد قطع کند ضلع AB را بر Z . $1/4$ پس از آنرا تصنیف کردیم بر $ح$ و $ط$ مثل $اح$ ^۱ گرفتیم و مربع $ی$ ل از آن رسم کردیم و آن نصف مربع AB ج د است.^۲



[شکل ۵۹]

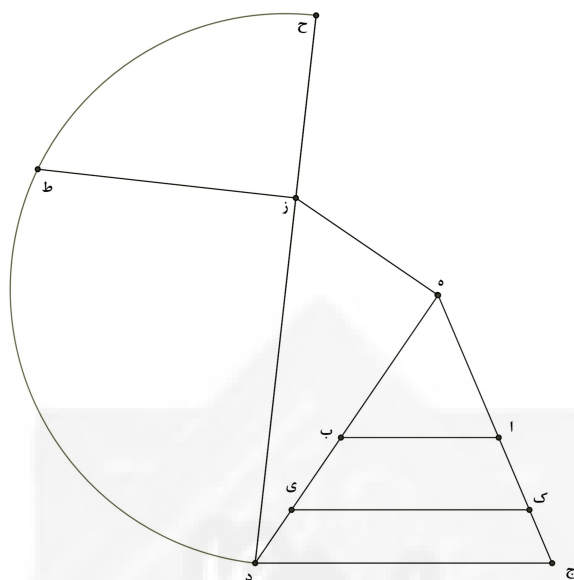
[۷۵] می‌خواهیم که منحرف^۳ ا ب ج را تصف کنیم به خطی که موازی ج د باشد، ا ج، ب د را اخراج کردیم تا بره متلاقی شدند و از ه عموده زیره ب آوردیم و ه ز مثل ه ب ساختیم و ز د وصل کردیم و اخراج کردیم و ز ح مثل نصف زد گرفتیم و بر ح د نصف دایره رسم کردیم و از ز عمود ز ط بر ح د آوردیم. پس هر یک از ه ی، ه ک مثل ز ط گرفتیم و ک ی وصل کردیم. منحرف ا ب ج د منصف شد به خط ک ی.^۴

۱. نسخه: ب ح

۲. مشابہ ب (گی ۱۶۳)

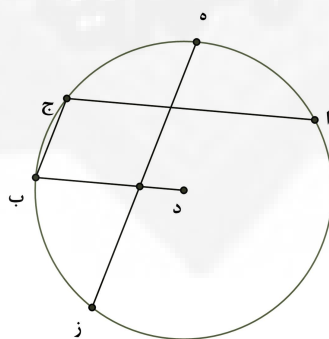
۳. منحرف معمولاً به معنی متوازی الاضلاع است، اما اینجا به معنی ذوزنقه آمده است.

۴. مشابہ ب (گ ۱۶۰)



[شکل ۶۰]

[۷۶] می‌خواهیم که از دایره $ا ب ج$ ثلث $ا و ب$ به دو خط متوازی فصل کنیم، مرکز دایره $د$ است. وتر ثلث دایره که آن $ا ج$ است کشیدیم و از $د$ خط $د ب$ موازی خط $ا ج$ کشیدیم و $ب ج$ وصل کردیم و قوس $ا ج$ را تنصیف کردیم بر $ه$. و $ه$ ز موازی $ب ج$ کشیدیم، سطح $ز ب ج$ ه ثلث دایره باشد. ۱/۴۱/پ



[شکل ۶۱]

۱. مشابه ب (گ ۱۶۳ پ)