

چاپ دوم
ویرایش جدید

شبکه‌های فضایی و احجام هندسی



تالیف دکتر علیرضا رضوانی

شبکه‌های فضایی و احجام هندسی

مؤلف:

دکتر علیرضا رضوانی

استادیار دانشکده هنر و معماری دانشگاه آزاد اسلامی - واحد مشهد،
کارشناس ارشد معماری و دکتری مهندسی شهرسازی

سرشناسه: رضوانی، علیرضا، ۱۳۴۳-
عنوان و نام پدیدآور: شبکه‌های فضایی و احجام هندسی / مولف
علیرضا رضوانی
مشخصات نشر: مشهد، سخن گستر، ۱۴۰۱.
مشخصات ظاهری: ۴۲۰ ص. : مصور.
شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۲۹۵-۰۹۸-۹
فهرست نویسی: فیپا.
Geometry, Solid موضوع: هندسه فضایی
Geometrical drawing موضوع: طراحی هندسی
Geometry, Descriptive موضوع: هندسه ترسیمی
رده‌بندی کنگره: QA475
رده‌بندی دیویی: ۳/۵۱۳
شماره کتابخانه ملی: ۸۷۸۶۸۸۷



انتشارات سخن گستر

نام کتاب: شبکه‌های فضایی و احجام هندسی
مولف: علیرضا رضوانی

نوبت چاپ: دوم (ویرایش جدید)
سال چاپ: ۱۴۰۱
شمارگان: ۵۰۰ جلد
قیمت: ۱۸۵ هزار تومان
چاپخانه: البرز
شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۲۹۵-۰۹۸-۹

نشانی: مشهد - خیابان ابن سینا . بین ابن سینای ۱ و ۳ شماره ۳۳
تلفن: ۰۹۱۵۷۹۸۹۹۴۸-۰۵۱۳۸۴۳۹۹۵۵

فهرست

پیشگفتار.....	۱
فصل اول / مفاهیم و تعاریف اولیه هندسی.....	۷
۱-۱ عناصر اصلی حجم و انواع آن.....	۱۱
۱-۱-۱ تعریف عناصر و اجزای اصلی احجام (نیم فضا، فرجه، کنج).....	۱۳
۱-۱-۲ نمایش اشکال و احجام.....	۱۶
۱-۱-۳ انواع حجم (منشور، مکعب، مکعب مستطیل، متوازی السطوح، هرم، استوانه، مخروط، کره).....	۱۹
۲-۱ چندوجهی ها.....	۲۶
۲-۱-۱ اصطلاحات پایه.....	۲۸
۲-۲-۱ اجسام افلاطونی (چهاروجهی منتظم، شش وجهی منتظم، هشت وجهی منتظم، دوازده وجهی منتظم، بیست وجهی منتظم، مساحت، حجم و ثابتهای هندسی در اجسام افلاطونی).....	۳۲
۳-۲-۱ روش تولید، تغییر شکل.....	۴۳
۴-۲-۱ احجام نیمه منتظم (چندوجهی های ارشمیدسی یا یکنواخت) (منشورهای ارشمیدسی، ضدمنشورهای ارشمیدسی، هشت وجهی مکعبی، چهاروجهی کوتاه شده، هشت وجهی کوتاه شده، مکعب کوتاه شده، هشت وجهی مکعبی لوزی، هشت وجهی مکعبی کوتاه شده، دوازده وجهی بیست تایی، بیست وجهی کوتاه شده، دوازده وجهی کوتاه شده، دوازده وجهی بیست تایی لوزی، دوازده وجهی بیست تایی کوتاه شده، مکعب ناقص، دوازده وجهی ناقص).....	۴۶
۵-۲-۱ مساحت و حجم احجام نیمه منتظم.....	۶۴
۶-۲-۱ گنجایش ها، ترکیب و ستاره وارسازی در چندوجهی ها (گنجایشهای چندوجهی های منتظم، ترکیب چندوجهی ها، ستاره وارسازی چندوجهی ها).....	۷۰

۷-۲-۱ گسترش اشکال و احجام (گسترش اشکال هندسی منتظم، ۱۴ الگوی اولیه و ثانویه شبه منتظم، گسترش احجام).....	۸۰
فصل دوم / مبانی شبکه (فضا، شبکه و فضای شبکه ای).....	۱۰۵
۱-۲ مبانی خاص در شبکه ها (نقطه، خط، سطح و حجم در شبکه، شبکه، فضا، سازمان دهی شبکه ای، سازه فضایی، فضای شبکه ای، شبکه و طبیعت سازمان یافته، ماده و نیرو، نیروها و فرم ها، فرم ها و عملکردها).....	۱۰۷
۲-۲ انواع سیستم های ساختمانی و جایگاه شبکه های فضایی.....	۱۲۳
۱-۲-۲ شبکه های فضایی و تجربه های خاص و آینده نگر (مرکز ورزشی دانشگاهی، مرکز ورزشی جدید کلمبیا، برج کنترل هوایی راید، آسمان خراش مدولار برای مکزیک، خانه بامبو جمع شو الهام گرفته از طبیعت، یک پاپیلیون موقت تحقیقاتی بیونیک، خانه ناسات سام).....	۱۳۲
۲-۲-۲ روش های به وجود آوردن شبکه های فضایی.....	۱۴۲
فصل سوم / مدل سازی و کشف روابط داخلی اشکال و احجام.....	۱۴۹
۱-۳ پروسه فعالیت ها در پژوهش.....	۱۵۲
۲-۳ مدل سازی و کشف روابط داخلی اشکال و احجام.....	۱۶۷
۱-۲-۳ مدل سازی کامپیوتری (اشکال).....	۱۶۷
۲-۲-۳ مدل سازی کامپیوتری (احجام).....	۲۵۵
فصل چهارم / نتایج تحقیق در استخراج نسبت ها در اشکال و احجام هندسی.....	۳۳۷
۱-۴ تناسب و هندسه.....	۳۳۹
۲-۴ نسبت ها در اشکال و احجام هندسی.....	۳۴۲
۳-۴ جمع بندی و نتیجه گیری از مطالعه تطبیقی نسبت ها در اشکال و احجام.....	۳۵۶
پوست: تعاریف عناصر اصلی حجم.....	۳۷۱
۱ نقطه.....	۳۷۳
۲ خط.....	۳۷۴
۱-۲ انواع خط و شرایط آن ها نسبت به یکدیگر.....	۳۷۷
۳ سطح.....	۳۷۹
۱-۳ انواع سطوح براساس روش شکل گیری (سطوح اصلی، سطوح دوار، سطوح تابیده).....	۳۸۱
۲-۳ شرایط نسبی خطوط و صفحات نسبت به یکدیگر (اوضاع نسبی دو خط در فضا، اوضاع نسبی دو صفحه در فضا، شرایط نسبی خط و صفحه در فضا).....	۳۸۶
۴ اشکال هندسی.....	۳۹۱
۱-۴ چند ضلعی ها (چندضلعی منتظم و نامنتظم، چندضلعی محدب (کوز) و مقعر (کاو)، چندضلعی محاطی و محیطی).....	۳۹۱
۲-۴ مثلث (انواع مثلث).....	۳۹۳
۳-۴ متوازی الاضلاع.....	۳۹۷
۴-۴ مستطیل.....	۳۹۷

۳۹۷	۴-۵ لوزی
۳۹۸	۴-۶ مربع
۳۹۸	۴-۷ دوزنقه
۳۹۸	۴-۸ پنج ضلعی منتظم
۳۹۹	۴-۹ شش ضلعی منتظم
۳۹۹	۴-۱۰ مقاطع مخروطی (دایره، بیضی، هذلولی، سهمی)
۴۰۷	منابع و مآخذ
۴۱۰	مراجع (منابع جنبی)

پیشگفتار

به باور و تحقیق بسیاری از اندیشمندان و دانش پژوهان، هستی و طبیعت شکل یافته از نظامات و شبکه‌های هندسی است. به تقلید از پدیده‌های طبیعی توجه و به‌کارگیری هندسه در دست-ساخت‌های بشر نیز سابقه‌ای طولانی دارد به‌طوری‌که بهره‌گیری از شبکه‌های هندسی و فضایی را می‌توان در اولین تجربیات انسان در تدارک سقفی برای سرپناه یا سازه چادرها برای اقامت موقت به‌عنوان اولین آثار معماری یافت.

به‌صورت علمی و طبقه‌بندی شده از قرن هجدهم و نوزدهم می‌توان نمونه‌های قابل توجه کاربرد شبکه‌های فضایی را در معماری جستجو نمود. ریاضی‌دانان و هندسه‌ورزان بسیاری در طول تاریخ به شناخت مبناهای اولیه هندسی این دانش و تکنیک که زمینه بهره‌برداری آن‌را در علوم مختلف نیز فراهم کرده است یاری رسانده‌اند؛ از دانشمندان یونانی چون اقلیدس، افلاطون و ارشمیدس و همین‌طور دانشمندان ایرانی چون خوارزمی، بیرونی، فارابی، طوسی و... گرفته تا ریاضی‌دانان معاصر چون کریچلو، باک‌مینستر فولر، سالوادوری، مور و غیره که نظرات و اختراعات آن‌ها مبنایی بر توسعه مبانی هندسه به‌صورت عام و همین‌طور بر شبکه‌های فضایی به‌طور خاص بوده است.

این پژوهش به پشتوانه سابقه این دانش توسعه یافته، سعی دارد با گزینش، جمع‌آوری و تکمیل این تجربیات به خصوص با اتکا به چندین منبع اصلی و همین‌طور مدل‌سازی‌های مکمل که بیش از هفت سال به‌طول انجامید، به هدف این پژوهش «تولید مبانی هندسی پایه و کاربردی برای فرم‌پردازی و تولید شبکه‌ها براساس نظامات هندسی» دست یابد.

به تجربه چند دهه تدریس و تحقیق و کار در محیط حرفه‌ای در معماری و شهرسازی شاهد کم‌توجهی دانشجویان و طراحان به هندسه و زیرمجموعه‌های آن بوده‌ام. فاصله‌گرفتن از این علم چه به دلیل محدودیت‌های حاصل از آن و یا دشواری فراگیری آن باشد و چه به دلیل گرایش‌های افراطی سبک‌ها و گرایش‌های ساختارشکنانه، سؤالی را پیش رو می‌گذارد که:

چگونه می‌توان بین طراحان و این دانش که به نظر اکثر متخصصین در رشته‌های طراحی محیط، بی‌بدیل و والا است ارتباطی کاربردی برقرار کرد؟

باور دارم که هندسه و درک و فهم آن در رشته‌های معماری، طراحی صنعتی و طراحی شهری منجر به تبلور ارزش‌های بسیاری در پروژه‌ها چه در ساختار عملکردی و چه در فرم و معنای طرح‌ها

می‌شود و بی‌گمان نبود این رابطه مانعی بر حصول این ارزش‌هاست. علی‌رغم گرایش پژوهش‌هایم به مباحثی چون زیبایی‌شناسی، هویت‌شهری و روش‌شناسی طراحی، هندسه را برای طراحان ابزاری مؤثر در توسعه مبانی از آن دست نیز می‌دانم.

سال‌ها تدریس و پژوهش در حوزه‌های مختلف دانش هندسی و فرم‌شناسی در اولین دست‌آورد منجر به تألیف کتاب **"هندازش"** گردید که در سال ۱۳۸۷ به چاپ رسید. پس از آن اقدام به تحقیق و تألیف کتاب؛ **"بازبینی نقش هندسه در هنر و معماری"** کردم که امکان اتمام و چاپ آن هنوز فراهم نشده و سومین و شاید ارزشمندترین آن‌ها، تحقیق و پژوهش **"احجام هندسی و شبکه‌های فضایی"** است. هریک از این پژوهش‌ها نه تنها پاسخی بوده به نیاز به مبانی پایه و ایجاد زمینه و درک ارزش‌های هندسی، بلکه ساده‌سازی و طبقه‌بندی کاربردی این دانش هندسی برای دانشجویان و متخصصین در رشته‌های طراحی محیط نیز در دستور کار بوده است. تحقیق سوم با همان عنوان توسط دانشگاه آزاد در سال ۱۳۹۴ به چاپ رسید لیکن این کتاب با ویرایش جدید، به دلیل نیاز بیشتر به مبانی پایه آن تحقیق، با گزیده‌ای از نسخه اولیه آن به چاپ می‌رسد.

توسعه روش تحقیق در رشته‌های طراحی محیطی و به‌خصوص معماری در پاسخگویی به پیچیدگی‌ها و مسائل متعدد معماری و شهرسازی امروز، گرایش به فرایند طراحی استدلالی و منطقی را ترغیب می‌کند و از طرفی سبک‌ها و روش‌های معماری جدید و مورد استقبال طراحان جوان همچون معماری **"های-تک"** (High Tech)، **"الگوریتمیک"** (Algorithmic) و **"پارامتریک"** (Parametric) نیاز به دانش و مبانی هندسی، شکل و فرم‌شناسی را تأکید می‌کند؛ زیرا بدون دانش غنی‌یافته هندسی، انجام معماری در این سبک‌ها به بازی ناآگاهانه و غیرقابل اعتمادی بیش، نمی‌ماند. در واقع این پژوهش با این فرض به انجام رسیده است که امروزه ما بیش از پیش نیازمند شناخت مبانی هندسی لازم برای توسعه قابلیت‌های فرم‌ها در پاسخ به نیازهای جدید معماری هستیم و شناخت احجام و شبکه‌های توسعه یافته آن‌ها از اولین الزامات پاسخگویی به این نیاز است. بررسی، تحلیل و شناخت ماهیت نظامات هندسی در این کتاب که در ابتدا بر دو بعد (اشکال هندسی) و سپس بر سه بعد (احجام هندسی) انجام پذیرفته، نه تنها زمینه‌ای برای بیان ارزش‌ها و کیفیت‌هایی است که بهره‌برداری از آن‌ها در طراحی و خلق شبکه‌های هندسی مورد نیاز است، بلکه در تعریف و سازماندهی فرم بیرونی و عملکردهای داخلی فضاها، معماری و شهرسازی نیز فرصت‌های متنوع قابل توجهی را در اختیار قرار می‌دهد.

امید است این کتاب بتواند با معرفی ویژگی‌های اشکال و احجام هندسی برای تولید و طراحی شبکه‌ها، استفاده از این علم را فراتر از کاربرد متعارف آن؛ نه تنها در تولید سازه‌های فضایی، بلکه سازماندهی بسیاری از فضاها و سازه‌ها در معماری و رشته‌های وابسته برده و معماران و طراحان را ترغیب به استفاده از این مبانی کند.

این پژوهش از انواع پژوهش‌های بنیادی- کاربردی است و مراحل انجام آن چنین بوده است:

۱- در ابتدا منابع و رفرنس‌ها در خصوص شناخت احجام هندسی و شبکه‌های فضایی شناسایی شدند. تعداد ۲۵ کتاب و حدود ۸۰ مقاله مرتبط بررسی شدند. اکثر این منابع به زبان انگلیسی و تعداد محدودی به زبان فرانسه و ایتالیایی به نگارش درآمده‌اند و برخی نیز به فارسی ترجمه شده‌اند. از این میان ۵ کتاب و ۱۲ مقاله به‌طور مستقیم و بقیه به‌طور جنبی مورد بهره‌برداری قرار گرفتند. (مجموعه این منابع در پایان این کتاب آمده است)

۲- در مرحله دوم مدل‌های سه‌بعدی از کلیه احجام مورد نظر به تأکید احجام منتظم و نیمه‌منتظم (افلاطونی و ارشمیدسی) و احجام شبه‌منتظم ساخته شدند. این مدل‌ها مربوط به احجام به‌طور منفرد و احجام ترکیبی در انواع گسترش‌های امکان‌پذیر بوده‌اند. در این مدل‌سازی ساخت مدل‌هایی که بتوان در درون آن‌ها به جستجوی روابط داخلی و خارجی پرداخت نیز از اهمیت ویژه‌ای برخوردار بوده است. در این مرحله بیش از ۱۰۰ مدل منفرد از هر حجم، حدود ۵۰ مدل ترکیبی (گسترش یافته) و حدود ۲۰ مدل در جهت شناسایی روابط داخلی و خارجی ساخته شدند و مورد بررسی قرار گرفتند.

۳- تعداد بسیاری از مدل‌ها (دو بعدی و سه بعدی) به دانشجویان (در دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد، مقطع کارشناسی و دانشگاه امام رضا در مقطع کارشناسی ارشد) در چند ترم تحصیلی معرفی شد و پس از بررسی نمونه آثار معماری انجام پذیرفته و مطالعات تطبیقی مرتبط با تمرینات دانشجویی، زمینه تولید چندین اثر معماری بر اساس نظامات هندسی و شبکه‌های حاصل از آن‌ها فراهم شد. به این ترتیب تأثیر و ارزش‌های قابل بسط و گسترش آن در عمل مورد آزمون قرار گرفت. برخی از این آثار برای بیان چگونگی پیوند این دانش با سازماندهی فضا در معماری در فصل آخر معرفی شده‌اند.

۴- در مرحله چهارم کلیه احجام منتظم و نیمه‌منتظم و برخی احجام مکمل دیگر در کامپیوتر مدل‌سازی شدند، از طرفی همزمان کلیه اشکال هندسی منتظم و روابط درونی و خارجی اصلی آن‌ها

ترسیم شدند و نهایتاً کلیه نسبت‌های هندسی موجود در این اجسام و اشکال شناسایی شد. در این مرحله کلیه مدل‌ها ارزیابی و صحت دقت آن‌ها مورد کنترل قرار گرفت و پس از آن نتایج ارزیابی‌ها به نگارش در آمد.

۵- در مرحله آخر روند پژوهش، کلیه نتایج آن طی گزارشی کامل به دانشگاه تحویل شد (رجوع کنید به: رضوانی، علیرضا؛ (۹۳-۱۳۸۰) "گزارش پژوهشی شبکه‌های فضایی و احجام هندسی") و سپس خلاصه و گزیده‌ای از آن پژوهش به صورت کتاب منتشر گردید و هم‌اکنون نیز قسمتی از آن مجدداً به چاپ می‌رسد.

هدف اصلی و کلی این پژوهش و سلسله پژوهش‌های قبلی وابسته که ذکر آن رفت را می‌توان؛ "زمینه‌سازی ارتباط بیشتر و آشتی با هندسه و کاربردی کردن آن برای رشته‌های طراحی محیط و به ویژه معماری عنوان نمود". لیکن این پژوهش دستاوردهای دیگری نیز داشته است:

- شناخت تخصصی اشکال و احجام و بیان روابط درونی و خارجی آن‌ها در جهت تسهیل ایده‌پردازی در طراحی در رشته‌های معماری، طراحی صنعتی و طراحی شهری.
- طبقه‌بندی و گزینش مباحث هندسی قابل استفاده طراحان و ساده‌سازی بیان در جهت فهم مسائل هندسی در مبانی تولید شبکه‌های فضایی.

- دستیابی به تناسب‌های موجود و سازماندهی فضایی در دو بعد و سه بعد در هریک از اشکال و احجام هندسی و ارزیابی آن‌ها. این تناسبات به تجربه تاریخ معماری یکی از اصلی‌ترین معیارهای زیباشناسانه بوده‌اند و در تمام حُرَف طراحی محیطی کاربرد دارند.
- در خاتمه این مقدمه تأکید می‌کنم که این کتاب حاوی بخشی از پژوهش انجام شده است لذا در صورت نیاز به اطلاعات کامل‌تر درخصوص مباحث و ارتباط موضوعی آن‌ها خواننده محترم را به گزارش اصلی پژوهش ارجاع می‌دهم.

نحوه ارائه مطالب؛ صفحه‌آرایی و چگونگی ارجاع به منابع و مآخذ:

صفحه‌آرایی، ارجاعات و منابع در این کتاب به گونه‌ای آمده است تا بتواند ارتباط مطلوب را با مخاطب برقرار کند، در این خصوص موارد زیر توضیحی بر روش عمل است:

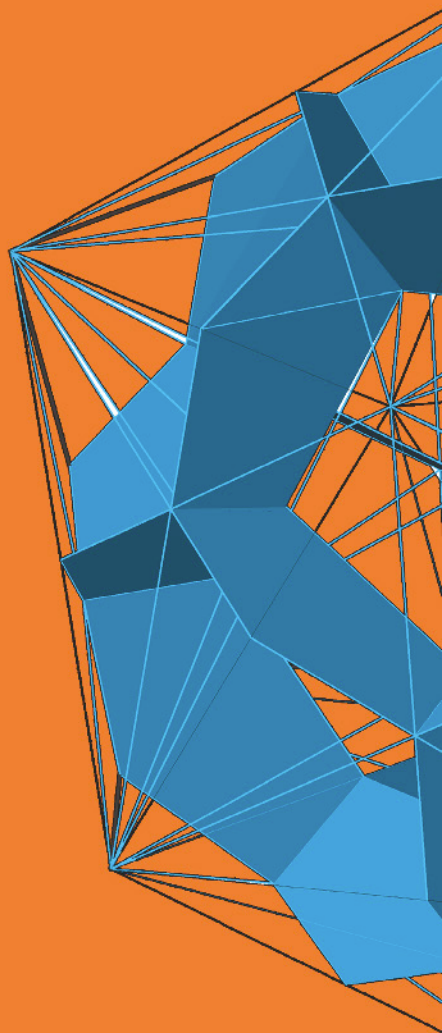
در انتهای کتاب لیست کاملی از منابع و مآخذ اصلی (که مستقیماً مورد مطالعه قرار گرفته و از متون آن‌ها استفاده شده است) و مراجع دیگر بهره‌برداری شده آمده است. رفرنس‌دهی براساس

روش APA انجام شده است. در صورتی که ارجاع به زبان انگلیسی و به منبع خارجی داده شده باشد نشانگر آن است که مطلب آمده از منابع زبان اصلی استخراج و ترجمه گردیده است. علاوه بر ارجاعات ذکر شده در متن کتاب بعضاً پراکنشهای ارجاعی وجود دارد که خواننده را به یکی از فصول و قسمت‌های دیگر پژوهش و یا به منبعی مکمل جهت اطلاعات بیشتر ارجاع می‌دهد. در هر فصل برای تشریح بهتر موضوع مورد بحث خانه‌هایی (Box) آمده است که عموماً برداشت مستقیم از یک یا چند منبع است. موضوع هر خانه در زیر و در عنوان اصلی منعکس شده است. در صفحه‌آرایی کتاب کلیه تصاویر یا در سمت چپ متن قرار می‌گیرند و یا کل عرض صفحه را اشغال می‌کنند. در این زمینه سعی شده نظمی هماهنگ و خوانا تا حد امکان رعایت گردد. لازم است از کلیه دانشجویان عزیز که در مراحل مختلف این پژوهش همکاری کردند و اکثراً نیز هم اکنون از اساتید و همکاران من در محیط حرفه‌ای هستند تشکر کنم. به‌ویژه قدردانی می‌کنم از خانم مهندس غفوریان، خانم مهندس علی‌اکبری، آقای مهندس پوراکبر، خانم مهندس شریعت‌رضوی و خانم مهندس مدرس‌رضوی که در ترسیم اشکال، مدل‌سازی کامپیوتری و صفحه‌آرایی این کتاب نقش مؤثری داشتند.

SPACE GRIDS and GEOMETRICAL VOLUMES

Dr. Alireza Rezvani

این پژوهش با هدف استفاده کاربردی و علمی طراحان معمار و دیگر رشته‌های طراحی محیط (طراحی صنعتی، طراحی شهری) از مفاهیم و اصول بنیادین هندسی تدوین شده است که زیربنای اقدام در مورد گرایش‌های نوین چون معماری‌های تک، الگوریتمیک و معماری پارامتریک و... می‌باشد. کتاب پیش‌رو حاوی نتایج مطالعات و پژوهشی است که بیش از ۱۰ سال طی فرایند آموزشی دروسی چون هندسه ۱ و ۲ و ترکیب ۱ و ۲ در مقطع کارشناسی ارشد و مقدمات معماری ۱ و ۲ و هندسه کاربردی در مقطع کارشناسی معماری، طراحی صنعتی و شهرسازی شروع و در سال ۱۳۹۱ به پایان رسیده است. این کتاب حاوی بخشی از تحقیقات انجام شده در این زمینه می‌باشد و شامل چهار بخش اصلی است؛ اول؛ مبانی شناخت اشکال و احجام هندسی که حاوی اطلاعات کاملی در خصوص ویژگی‌های این احجام، به خصوص احجام منتظم و نیمه‌منتظم می‌باشد. دوم؛ مبانی شناخت شبکه‌ها و اصول شکل‌گیری و تولید آنها، سوم؛ مباحث مربوط به کشف و معرفی روابط هندسی درون اشکال و احجام و نهایتاً استخراج نسبت‌ها و تناسب‌ها با ارزش اشکال و احجام.



ISBN: 978-622-295-098-9

