فصل هفتم

محاسبهٔ زمان انجام کار

خلاصه فصل

یکی از مسائل مهم در مدیریت اجرایی پروژه ها، زمان اجرای آن است. طبیعتاً زمان اجرای پروژه تأثیر به‌سزایی در مدیریت کار براساس فصول کاری و هزینه‌های تحصیلی، به‌خصوص مسئله تورم دارد. مسئله مهم دیگر میزان نیروی انسانی است که حدود ۳۰ درصد هزینه‌های اجرایی را به‌خود اختصاص می‌دهد. در این فصل با نحوهٔ برآورد زمان و نیروی انسانی لازم برای فعالیت‌های معین آشنا می‌شوید.

اهداف فصل

دانشی	مهارتی	نگرشی
۱ــ شناخت واحد اصلی زمان در سیستم SI ۲ــ واحدهای بزرگ‌تر و کوچک‌تر اندازه‌گیری زمان را می شناسد ۳ــ آشنایی با حل مسائل با تناسب مستقیم ۴ــ آشنایی با حل مسائل با تناسب معکوس	۱ــ توانایی تبدیل واحدهای زمان به اجزاء یا اضعاف ۲ــ توانایی تعیین میزان زمان انجام کار معینی با حجم و مقدار مشخص ۳ــ به‌کار بستن تناسب‌های مستقیم یا غیرمستقیم (معکوس) به‌منظور تعیین زمان کار ۴ــ کسب توانایی حل مسائلی که در زمینهٔ حجم و مقدار کار طی زمان انجام می‌گیرد	۱ــ شناخت اهمیت زمان در زمینه تغییرات در هزینه های یک پروژه و تعمیم آن به گذر و سپری شدن عمر انسان ۲ــ شناخت نقش زمان در تکامل دنیا، فضا و شخصیت انسان ۳ــ آگاهی از اینکه اولین هزینه هر کار یا هر تحول، زمان است و مواد دیگر در مراحل بعدی خواهند بود

روابط و فرمول‌های کلی فصل هفتم

روابط و فرمول‌ها	تعریف اجزاء روابط و فرمول‌ها	روابط پایه مورد نیاز
(شبانه‌روز) $\frac{۱}{۸۶۴۰۰}$ = ثانیه $۱h = ۶\ min = ۳۶\ s$ $۱s^{-۶}$ =(ثانیه) $\frac{۱}{۱۰۰۰۰۰۰}$ = یک‌میکروثانیه حجم مایع درون آن حجم آبی که در واحد =زمان تخلیه یک مخزن زمان تخلیه می‌شود	h ــ مخفف ساعت (hours) min ــ مخفف دقیقه (minute) s ــ مخفف ثانیه (second) ms ــ مخفف میلی‌ثانیه (milli_seconds) μs ــ مخفف میکروثانیه (micro_second) ns ــ مخفف نانوثانیه (nano_ second)	(شبانه‌روز) ۳۶۵= سال (ساعت) ۲۴ = شبانه‌روز (دقیقه) ۶ = ساعت (ثانیه) ۶ = دقیقه (میلی‌ثانیه) ۱ = ثانیه (میکروثانیه) ۱=میلی‌ثانیه (نانوثانیه) ۱=میکروثانیه

جدول بودجه‌بندی فرآیند اجرای برنامه درسی فصل هفتم

جلسه آموزشی	موضوعات و عناوین	شماره صفحه کتاب درسی	مواد آموزشی	امکانات و تجهیزات مورد نیاز
۱۸	۱ــ واحد اندازه‌گیری زمان ۲ــ نسبت زمان انجام کار به‌مقدار کار ۳ــ نسبت زمان انجام کار به تعداد کارکنان	۹۷ ۹۹ ۱		ساعت مکانیکی

جدول زمان‌بندی فرآیند تدریس در جلسات آموزشی

جلسه آموزشی	موضوعات و مطالب	مدت تدریس (دقیقه)	اقدامات لازم برای جلسه بعدی	شماره صفحه کتاب
جلسه هجدهم	مروری بر مطالب جلسه گذشته		تکرار مختصر مطالب جمع‌بندی شده در جلسه قبل	
	تشریح مقدمه جهت ورود به موضوع		تشریح اهمیت و ضرورت موضوع جهت ایجاد انگیزه و افزایش تمرکز دانش‌آموزان	
	تحلیل محتوای کتاب درسی		با پرورش مهارت و آموختن راه یادگیری از طریق مشارکت دانش‌آموزان سعی در انتقال مطالب شود	
	تشریح مثال‌های کتاب درسی		مثال‌ها به بحث گذاشته تا راه حل‌های دیگر هم مشخص شوند	
	حل مثال‌های پیشنهادی و ضروری		با هدف انگیزش و ایجاد توسعه فکری دانش‌آموزان مثال‌های اضافی حل شوند	
	تشریح مطالب فوق برنامه		فعالیت‌های متناسب با موضوع تدریس شده به دانش‌آموزان واگذار شود و در جلسه بعدی به بحث گذاشته شوند	
	حل تمرینات مربوط و خارج از کلاس		تمرینات کتاب و یا طراحی شده توسط معلم، با مشارکت دانش‌آموزان حل می‌شوند	
	جمع‌بندی مطالب تدریس شده		با یک نگاه کلی مطالب تدریس شده را بار دیگر جمع‌بندی تا باعث افزایش تمرکز دانش‌آموزان شود	
	ارزیابی مطالب تدریس شده از دانش‌آموزان		با سؤالات کوتاه از دانش‌آموزان سعی شود که تعداد بیشتری از آنها مورد ارزیابی قرارگیرند تا مطالب درسی در حافظه آنان ماندگار گردد	

جلسهٔ هجدهم: محاسبه زمان انجام کار

در این جلسه دانش‌آموزان با واحدهای اندازه‌گیری زمان آشنا می‌شوند و در پایان توانایی تبدیل واحدهای زمان برحسب همدیگر را کسب می‌نمایند و زمان لازم برای انجام فعالیت‌های معینی را محاسبه می‌نمایند.

بدون شک اجرای به موقع پروژه‌ها مستلزم محاسبهٔ زمان دقیق فعالیت‌ها است که توسط مدیران پروژه برآورد و تعیین می‌شوند و در قالب نمودار و چارت به پیمانکار ابلاغ می‌شوند تا زمان اجرای پروژه تحت مدیریت و کنترل باشد.

۷ــ۱ــ واحد اندازه‌گیری زمان

۷ــ۱ــ۱ــ واحد اصلی اندازه‌گیری زمان در سیستم SI ثانیه (s) است.

یک ثانیه برابر است با $\frac{۱}{۸۶۴۰۰}$ از یک شبانه‌روز متوسط خورشیدی

۷ــ۱ــ۲ــ واحد بزرگ‌تر از ثانیه عبارت‌اند از : دقیقه (min)، ساعت (h) و شبانه‌روز (d).

۷ــ۱ــ۳ــ واحدهای کوچک‌تر از ثانیه عبارت‌اند از : میلی‌ثانیه (ms)، میکروثانیه (μs) و نانوثانیه (ns).

جدول ۷ــ۱ــ جدول تبدیل واحدهای زمان

واحد	علامت	مقدار برحسب ثانیه
شبانه‌روز	d	۸۶۴
ساعت	h	۳۶
دقیقه	min	۶
ثانیه	s	۱
میلی‌ثانیه	ms	$۱^{-۳}$
میکروثانیه	μs	$۱^{-۶}$
نانوثانیه	ns	$۱^{-۹}$

۷ـ۲ـ نسبت زمان انجام کار به مقدار کار

بین زمان انجام کار و مقدار کار نسبت مستقیمی برقرار است، یعنی :
هرچه مقدار کار بیشتر باشد، زمان لازم برای انجام آن نیز افزایش می‌یابد.

تحلیل مثال صفحه ۹۹ کتاب درسی :

مثال : یک کارگاه تولید بلوک سیمانی در هر ۳ ساعت ۸۰۰ بلوک تولید می‌کند. برای تولید ۲۰۰۰۰ بلوک چند ساعت وقت لازم است؟

حل :

ساعت بلوک

$$\frac{۳}{x}=\frac{۸۰۰}{۲۰۰۰۰}\Rightarrow x=\frac{۳\times ۲۰۰۰۰}{۸۰۰}=۷۵ \text{ ساعت}$$

تحلیل مثال : در این مثال از **تناسب مستقیم** استفاده می‌شود زیرا نسبت مستقیم است، یعنی با افزایش فعالیت و تعداد، زمان هم افزایش می‌یابد (تناسب مستقیم).

(ساعت) ۳ (بلوک) ۸۰۰

(چندساعت) x (بلوک) ۲۰۰۰۰ $\Rightarrow \frac{۳}{x}=\frac{۸۰۰}{۲۰۰۰۰}\Rightarrow x=\frac{۳\times ۲۰۰۰۰}{۸۰۰}=۷۵$ (ساعت)

یک راه ساده برآورد تعداد بلوک در هر ساعت است و سپس با تقسیم کل بلوک‌ها بر تعداد تولید یک ساعت، ساعت موردنیاز برای تولید ۲۰۰۰۰ به‌دست می‌آید.

تعداد بلوک تولیدی در هر ساعت $=\frac{۸۰۰}{۳}=۲۶۶/۶۶۷$

ساعت مورد نیاز برای تولید ۲۰۰۰۰ بلوک $=\frac{۲۰۰۰۰}{۲۶۶/۶۶۷}=۷۵$ (ساعت)

توصیه می‌شود مسائل نظیر از طریق تناسب حل شوند، زیرا یک روش عمومی محسوب شده و دانش‌آموز می‌تواند درک بهتری نسبت به مسائل داشته باشد.

نکته : برای حل این‌گونه مسائل بهتر است که مستقیم یا معکوس بودن تناسب را تشخیص دهیم، با کمی دقت در داده‌های مثال فوق‌الذکر می‌توان متوجه شد که تولید از ۸۰۰ بلوک به ۲۰۰۰۰

بلوک افزایش یافته و طبیعتاً ساعت از ۳ (سه ساعت برای تولید ۸۰۰ بلوک) افزایش می‌یابد پس :

۳ ساعت	۸۰۰ بلوک	
↓ افزایش	↓ افزایش	⇐ تناسب مستقیم ⇒ با طرفین و وسطین داریم
x ساعت	۲۰۰۰۰ بلوک	

$$x \times ۸۰۰ = ۳ \times ۲۰۰۰۰ \qquad x = \frac{۳ \times ۲۰۰۰۰}{۸۰۰} = ۷۵ \text{ ساعت}$$

به‌عنوان مثال دیگر، اگر تولید کارگاه در ۴ ساعت ۱۰۰۰ بلوک باشد، آنگاه در ۱/۵ ساعت چند بلوک تولید می‌شود؟ با بستن تناسب به‌دلیل کاهش ساعت و کاهش تولید می‌توان نتیجه گرفت که تناسب مستقیم است.

۴ ساعت	۱۰۰۰ بلوک	
↓ کاهش	↓ کاهش	⇒ تناسب مستقیم ⇒
۱/۵ ساعت	x بلوک	

$$\Rightarrow ۴x = ۱/۵ \times ۱۰۰۰ \Rightarrow x = \frac{۱/۵ \times ۱۰۰۰}{۴} = ۳۷۵ \text{ بلوک}$$

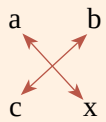
بیشتر بدانید

تناسب مستقیم و تناسب معکوس

۱ــ در برخی مسائل اگر دو کمیت وجود داشته باشد، با افزایش یکی دیگری افزایش می‌یابد و یا با کاهش یکی دیگری کاهش می‌یابد، این مسائل از طریق تناسب مستقیم حل می‌شوند.

کمیت اول	کمیت دوم	⇒	تناسب مستقیم
افزایش	افزایش		
کمیت اول	کمیت دوم	⇒	تناسب مستقیم
کاهش	کاهش		

روش حل تناسب مستقیم :



$$\Rightarrow \boxed{x = \frac{c.b}{a}}$$

۲ــ در برخی مسائل دیگر افزایش یک کمیت باعث کاهش کمیت دیگری شده و یا

کاهش آن باعث افزایش دیگری می‌شود، این مسائل از طریق تناسب معکوس حل می‌شوند.

کمیت دوم	کمیت اول
کاهش	افزایش
کمیت دوم	کمیت اول
افزایش	کاهش

روش حل تناسب معکوس

$a \dashrightarrow b$

$c \dashleftarrow x \Rightarrow \boxed{x = \frac{a \times b}{c}}$

۷ـ۳ـ نسبت زمان انجام کار به تعداد کارکنان

معمولاً بین زمان انجام کار و تعداد کارکنان نسبت معکوس برقرار است؛ یعنی :
هرچه تعداد افرادی که یک کار را انجام می‌دهند بیشتر باشد، زمان انجام کار کوتاه‌تر می‌شود.

تحلیل مثال صفحه ۱۰۰ کتاب درسی :

مثال : ۴ کارگر کاری را در ۱۰ روز انجام می‌دهند، ۸ کارگر همان کار را در چند روز انجام خواهند داد؟

حل :

کارگر	روز
۴	۱۰
۸	x

$x = \frac{۴ \times ۱۰}{۸} = ۵$

تحلیل مثال : در این مثال با افزایش یک کمیت (تعداد کارگر) کمیت دیگر (تعداد روز) کاهش می‌یابد و تناسب از نوع معکوس است، پس :

۱۰ (روز) ۴ (کارگر)

↓ کاهش ↓ افزایش

۸ (کارگر) x (روز) تناسب معکوس است

۴ → ۱۰ ⇒ برای حل داریم

$x = \frac{۴ \times ۱۰}{۸} = \frac{۴۰}{۸} = ۵$ (روز)

$۸ \leftarrow x \Rightarrow ۸x = ۴ \times ۱۰$

فصل هشتم

کاربرد مقیاس

خلاصه فصل

یکی از امکانات مهندسی، کوچک و یا بزرگ کردن نقشه‌ها است تا بتوان اجزای بسیار کوچک را با ابعاد بزرگ‌تر رسم نمود و جزئیات آنها قابل بررسی باشند، همچنین می‌توان با کوچک کردن نقشه قاره‌ها و کشورها در صفحات کاغذ، به جزئیات کلی‌تری دست یافت. این امکان توسط تبدیلی به نام مقیاس صورت می‌گیرد و طبیعتاً بدون این امکان بشر نمی‌توانست دیدگاه‌های خود را به نمایش بگذارد.

اهداف فصل

دانشی	مهارتی	نگرشی
۱ــ تجسم نقشه کشور ایران در ذهن ۲ــ تجسم کرهٔ زمین در ذهن ۳ــ دیدن نقشه‌ای که توسط معلم ارائه می‌شود ۴ــ دانستن مفهوم مقیاس با تکیه بر کوچک و یا بزرگ کردن به نسبتی	۱ــ ترسیم نقشه کشور ایران (حدودی) را ترسیم می‌کند ۲ــ مستطیلی را با ابعاد نصف شده ترسیم می‌کند ۳ــ به‌کارگیری رابطهٔ مقیاس $M = \frac{\text{اندازه ترسیمی}}{\text{اندازهٔ واقعی}}$ ۴ــ فاصلهٔ دو نقطه را در مقیاس معلومی تعیین می‌کند ۵ــ مساحت ناحیه‌ای را در مقیاس معلومی تعیین می‌کند ۶ــ حجم جسمی را در مقیاس معلومی تعیین می‌کند ۷ــ تبدیلات مقیاس از واقعی به ترسیمی و از ترسیمی به واقعی انجام می‌دهد	۱ــ کرهٔ زمین نمونه کوچکی از فضای بیکران الهی است که مقیاس بسیار کوچکی دارد ۲ــ انسان در برابر فضای لایتناهی، همچون ذره‌ای کوچکی است که نمی‌توان مقیاسی برای آن تعیین نمود، اما خداوند عظمتی به او بخشیده که بتواند این فضای عظیم را به تسخیر درآورد

روابط و فرمول‌های کلی فصل هشتم

روابط و فرمول‌ها	تعریف اجزاء روابط و فرمول‌ها	روابط پایه مورد نیاز
۱ــ $\frac{\text{اندازه ترسیمی}}{\text{اندازه واقعی}} = \frac{d}{D}$ = M مقیاس ۲ــ مقیاس عددی یا کسری $M = \frac{۱}{N}$ ۳ــ مقیاس × اندازهٔ واقعی = اندازهٔ ترسیمی ۴ــ ^{۲}(مقیاس) × مساحت واقعی = مساحت ترسیمی ۵ــ ^{۳}(مقیاس) × حجم واقعی = حجم ترسیمی ۶ــ(عدد مقیاس)×اندازهٔ ترسیمی=اندازهٔ واقعی ۷ــ ^{۲}(عدد مقیاس) × مساحت ترسیمی = مساحت واقعی ۸ــ ^{۳}(عدد مقیاس)×حجم ترسیمی=حجم واقعی	M ــ مقیاس مخفف (Measure) d ــ فاصله دو نقطه در روی نقشه D ــ فاصله دو نقطه در واقعیت (روی زمین) N ــ عدد یا شاخص مقیاس* * : عدد یا شاخص مقیاس، معکوس مقیاس می‌باشد $N = \frac{۱}{\frac{۱}{N}} = \frac{۱}{M}$ = معکوس مقیاس N ــ عدد یا شاخص مقیاس	۱ــ اندازه‌گیری ۲ــ واحدها در دستگاه SI ۳ــ آشنایی با روابط طول و سطح و حجم

جدول بودجه‌بندی فرایند اجرای برنامه درسی فصل هشتم

جلسه آموزشی	موضوعات و عناوین	شماره صفحه کتاب درسی	مواد آموزشی	امکانات و تجهیزات مورد نیاز
نوزدهم	تدریس مقیاس کاربرد مقیاس انواع مقیاس محاسبهٔ طول به کمک مقیاس محاسبهٔ سطح به کمک مقیاس محاسبهٔ حجم به کمک مقیاس	۱۲ ۱۲ ۱۳ ۱۴ ۱۶ ۱۶		نقشه ایران یا جهان کامپیوتر ماکت مرتبط با موضوع
بیستم	حل تمرینات ۱ تا ۱۸	۱۷ ۱۸ ۱۹ ۱۱ ۱۱۱		ماکت برخی تمرین‌های پیچیده و مبهم
بیست و یکم	حل تمرینات ۱۹ تا ۳۲	۱۱۲ ۱۱۳ ۱۱۴ ۱۱۵ ۱۱۶		ماکت برخی تمرینات پیچیده و مبهم

جدول زمان‌بندی فرایند تدریس در جلسات آموزشی

جلسه آموزشی	موضوعات و عناوین	مدت تدریس (دقیقه)	اقدامات لازم برای جلسه بعدی	شماره صفحه کتاب
جلسه نوزدهم	مروری بر مطالب جلسه گذشته		تکرار مختصر مطالب جمع‌بندی شده در جلسه قبل	
	تشریح مقدمه جهت ورود به موضوع		تشریح اهمیت و ضرورت موضوع جهت ایجاد انگیزه و افزایش تمرکز دانش‌آموزان	
	تحلیل محتوای کتاب درسی		با پرورش مهارت و آموختن راه یادگیری از طریق مشارکت دانش‌آموزان سعی در انتقال مطالب شود	
	تشریح مثال‌های کتاب درسی		مثال‌ها به بحث گذاشته تا راه حل‌های دیگر هم مشخص شوند	
	حل مثال‌های پیشنهادی و ضروری		با هدف انگیزش و ایجاد توسعه فکری دانش‌آموز مثال‌های اضافی حل شوند	
	تشریح مطالب فوق برنامه		فعالیت‌های متناسب با موضوع تدریس شده به دانش‌آموزان واگذار شود و در جلسه بعدی به بحث گذاشته شوند	
	حل تمرینات مربوط و خارج از کلاس		تمرینات کتاب و یا طراحی شده توسط معلم، با مشارکت دانش‌آموزان حل می‌شوند	
	جمع‌بندی مطالب تدریس شده		با یک نگاه کلی مطالب تدریس شده را بار دیگر جمع‌بندی تا باعث افزایش تمرکز دانش‌آموزان شود	
	ارزیابی مطالب تدریس شده از دانش‌آموزان		با سؤالات کوتاه از دانش‌آموزان سعی شود که تعداد بیشتری از آنها مورد ارزیابی قرارگیرند تا مطالب درسی در حافظه آنان ماندگار گردد	

جلسه بیستم	مروری بر مطالب جلسه گذشته		تکرار مختصر مطالب جمع‌بندی شده در جلسه قبل	
	تشریح مقدمه جهت ورود به موضوع		تشریح اهمیت و ضرورت موضوع جهت ایجاد انگیزه و افزایش تمرکز دانش‌آموزان	
	تحلیل محتوای کتاب درسی		با پرورش مهارت و آموختن راه یادگیری از طریق مشارکت دانش‌آموزان سعی در انتقال مطالب شود	
	تشریح مثال‌های کتاب درسی		مثال‌ها به بحث گذاشته تا راه حل‌های دیگر هم مشخص شوند	
	حل مثال‌های پیشنهادی و ضروری		با هدف انگیزش و ایجاد توسعه فکری دانش‌آموز مثال‌های اضافی حل شوند	
	تشریح مطالب فوق برنامه		فعالیت‌های متناسب با موضوع تدریس شده به دانش‌آموزان واگذار شود و در جلسه بعدی به بحث گذاشته شوند	
	حل تمرینات مربوط و خارج از کلاس		تمرینات کتاب و یا طراحی شده توسط معلم، با مشارکت دانش‌آموزان حل می‌شوند	
	جمع‌بندی مطالب تدریس شده		با یک نگاه کلی مطالب تدریس شده را بار دیگر جمع‌بندی تا باعث افزایش تمرکز دانش‌آموزان شود	
	ارزیابی مطالب تدریس شده از دانش‌آموزان		با سؤالات کوتاه از دانش‌آموزان سعی شود که تعداد بیشتری از آنها مورد ارزیابی قرارگیرند تا مطالب درسی در حافظه آنان ماندگار گردد	

	مروری بر مطالب جلسه گذشته		تکرار مختصر مطالب جمع‌بندی شده در جلسه قبل	
	تشریح مقدمه جهت ورود به موضوع		تشریح اهمیت و ضرورت موضوع جهت ایجاد انگیزه و افزایش تمرکز دانش‌آموزان	
	تحلیل محتوای کتاب درسی		با پرورش مهارت و آموختن راه یادگیری از طریق مشارکت دانش‌آموزان سعی در انتقال مطالب شود	
	تشریح مثال‌های کتاب درسی		مثال‌ها به بحث گذاشته تا راه حل‌های دیگر هم مشخص شوند	
جلسه بیست و یکم	حل مثال‌های پیشنهادی و ضروری		با هدف انگیزش و ایجاد توسعه فکری دانش‌آموز مثال‌های اضافی حل شوند	
	تشریح مطالب فوق برنامه		فعالیت‌های متناسب با موضوع تدریس شده به دانش‌آموزان واگذار شود و در جلسه بعدی به بحث گذاشته شوند	
	حل تمرینات مربوط و خارج از کلاس		تمرینات کتاب و یا طراحی شده توسط معلم، با مشارکت دانش‌آموزان حل می‌شوند	
	جمع‌بندی مطالب تدریس شده		با یک نگاه کلی مطالب تدریس شده را بار دیگر جمع‌بندی تا باعث افزایش تمرکز دانش‌آموزان شود	
	ارزیابی مطالب تدریس شده از دانش‌آموزان		با سؤالات کوتاه از دانش‌آموزان سعی شود که تعداد بیشتری از آنها مورد ارزیابی قرارگیرند تا مطالب درسی در حافظه آنان ماندگار گردد	

جلسهٔ نوزدهم: کاربرد مقیاس

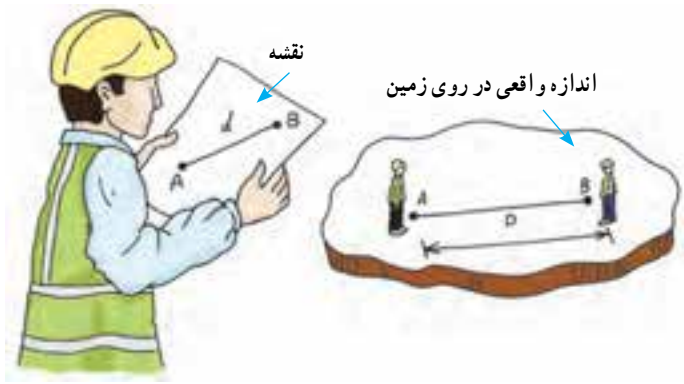
در این جلسه اهمیت مقیاس توضیح داده می‌شود و سپس با استفاده از مثال‌های عینی کاربرد مقیاس به دانش‌آموزان یاد داده می‌شود.

به‌طورطبیعی بدون تبدیل نقشه (استفاده از مقیاس) امکان داشتن نقشه‌های ساختمانی، راهسازی، شهرها و حتی کشورها میسر نخواهد بود و با انتخاب مقیاس مناسب می‌توان نقشه یک شهر را در کاغذ ترسیم نمود و یا اجزای یک هواپیما را با دقت مناسبی بر روی کاغذ نمایش داد. مقیاسی که مدنظر ما است یک عدد کسری است که مخرج آن بزرگ‌تر از صورتش است (معمولاً در صورت عدد یک داریم) و مخرج آن نشان‌دهنده میزان کوچک شدن ابعاد واقعی نسبت به ابعاد نقشه است.

۸ـ۱ـ تعریف مقیاس

نسبت اندازهٔ ترسیمی یک طول بر روی نقشه، به اندازهٔ واقعی آن، مقیاس نقشه می‌گویند.

$$\text{مقیاس نقشه} = \frac{\text{اندازهٔ ترسیمی}}{\text{اندازهٔ واقعی}} \Rightarrow M = \frac{d}{D}$$



مقیاس نقشه را گاهی با S یا Sc، مخفف کلمه Scal نمایش می‌دهند.

۸ـ۲ـ کاربرد مقیاس

مقیاس نقشه، ارتباط بین اندازه‌های واقعی و ترسیمی را برقرار نموده و تصویر درستی در ذهن ایجاد می‌نماید. به عبارتی با دانستن مقیاس یک نقشه یا ماکت می‌توان تصویری صحیح‌تر از مدل را در ذهن کارفرمای عام و غیرفنی نمایش داد.

حوزهٔ تأثیرگذاری و کاربرد مقیاس به شرح زیر است :

الف) ترسیم پدال : به نمایش وضعیت کلی گفته می شود و عموماً دارای تقسیم‌بندی زیر است :

- نقشه‌های جغرافیایی : شامل مشخصات کلی کرهٔ زمین ــ نقشه قاره‌ها ــ نقشهٔ کشورها
- نقشه‌های توپوگرافی : شامل نمایش پستی و بلندی‌های یک منطقه و خطوط هم‌ارتفاع (تراز) است.
- نقشه‌های ثبتی : وضعیت ابعادی و موقعیت قطعات زمین و ساختمانی را مشخص می‌نماید.
- پلان : عبارت است از روابط و ارتباط فضاهای درونی یک ساختمان و یا یک بنا
- دتایل (نقشه جزئیات) : جزئیات فنی، اجزاء و اتصالات یک سازه یا قطعه را نمایش می‌دهد.

ب) تعیین طول : محاسبهٔ طول واقعی یا فاصله بین دو نقطه با استفاده از فاصله آنها در نقشه

ج) تعیین مساحت : محاسبهٔ مساحت واقعی یک محدوده با استفاده از مساحت ناحیه موردنظر ازروی نقشه

د) تعیین حجم : محاسبهٔ حجم واقعی یک ناحیه یا بخشی از طریق محاسبه حجم آن ناحیه از روی نقشه

۸ــ۳ــ انواع مقیاس

عموماً مقیاس به‌دو صورت نمایش می‌دهد.

مقیاس عددی

که به‌صورت کسری که صورت آن عدد ۱ و مخرج آن اعداد بزرگ‌تر از یک است به‌کار برده می شود و به معنای نسبت کوچک‌تر شدن اندازهٔ واقعی (برابر مخرج کسر) در روی نقشه است.

مقیاس ترسیمی (خطی)

پاره‌خط مدرجی است که تقسیم‌بندی‌ها براساس طول‌های ترسیمی صورت پذیرفته، اما اعداد روی پاره‌خط (مدرج‌ها) نشان دهندهٔ اندازه‌های واقعی می‌باشند. از مزیت این مقیاس عدم اشتباه در شرایط تغییر اندازه نقشه‌ها است. به‌عنوان مثال اگر نقشه‌ها حین کپی یا چاپ ۲۰درصد بزرگ‌تر شوند به همان نسبت مقیاس ترسیمی بزرگ‌تر شده و بعداً اشکالی در برداشت اندازه‌ها به‌وجود نخواهد آورد.

در زیر توضیحات بیشتری درخصوص مقیاس های ذکر شده داده می شود.

۸ــ۳ــ۱ــ مقیاس عددی (مقیاس کسری) : هرگاه مقیاس یک نقشه را با یک کسر نمایش دهیم، به آن «مقیاس عددی» یا «مقیاس کسری» می‌گوییم.

معمولاً صورت کسر ۱ و مخرج آن مضاربی از ۱۰ یا ۱۰۰ یا ۱۰۰۰ و ... می‌باشد. مثال $\frac{۱}{۱۰}$، $\frac{۱}{۱۰۰}$، $\frac{۱}{۲۰۰}$، $\frac{۱}{۲۵۰}$ و ...

نکتهٔ ۱ : به مخرج کسر «عدد یا شاخص مقیاس» نیز می‌گویند.

نکتهٔ ۲ : عدد مقیاس به ما می‌گوید که هر واحد در روی نقشه معادل چند واحد در واقعیت است و یا هر واحد و اندازهٔ واقعی چندبرابر در روی نقشه کوچک‌تر شده است.

مثلاً در مقیاس $\frac{۱}{۱۰۰۰}$، عدد مقیاس (۱۰۰۰) به ما می‌گوید هر میلی‌متر در روی نقشه معادل ۱۰۰۰ میلی‌متر در روی زمین است و یا هر ۱۰۰۰ میلی‌متر روی زمین با یک میلی‌متر در روی نقشه نمایش داده شده است.

نکتهٔ ۳ : برخی اوقات مقیاس کسری را به‌صورت افقی نیز می‌نویسند؛ مثلاً $\frac{۱}{۲۰۰۰}$ را به صورت ۱ : ۲۰۰۰ نیز می نویسند.

۸ـ ـ۳ـ۲ـ مقیاس خطی (مقیاس ترسیمی) :

در برخی نقشه‌ها، مقیاس را به‌صورت یک پاره‌خط مدرج نمایش می‌دهند که به آن «مقیاس خطی» یا «مقیاس ترسیمی» می‌گویند.

در روی پاره‌خط مقیاس، اندازهٔ واقعی آن نوشته می شود.

با اندازه‌گیری طول پاره‌خط مقیاس می‌توانیم مقیاس عددی آن را پیدا کنیم.

در جدول (۱) مقیاس‌های معمول برای نقشه‌های مورد استفاده در مهندسی عمران مشخص شده‌اند.

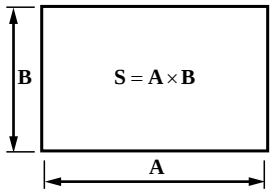
جدول ۸ ـ ۱ـ مقیاس‌های متداول در انواع نقشه‌ها

خیلی کوچک مقیاس (نقشه‌های جغرافیایی)	۱ : ۱ ۱ : ۵ ۱ : ۲۵ ۱ : ۲
کوچک مقیاس	۱ : ۱ ۱ : ۵
متوسط مقیاس (نقشه‌های توپوگرافی)	۱ : ۲۵ ۱ : ۲ ۱ : ۱
بزرگ مقیاس (نقشه‌های مهندسی و ثبتی)	۱ : ۵ ۱ : ۲۵ ۱ : ۲ ۱ : ۱ ۱ : ۵
خیلی بزرگ مقیاس (پلان و دتایل)	۱ : ۲۵ ۱ : ۱ ۱ : ۵ ۱ : ۲ ۱ : ۵ ۱ : ۲

۸ ــ۵ــ محاسبهٔ مساحت به کمک مقیاس نقشه

به‌منظور تعیین مساحت واقعی از روی نقشه‌ایی که دارای مقیاس $M = \frac{۱}{N}$ است، با به‌کارگیری مثال زیر عمل می‌کنیم.

اگر قطعه زمینی مستطیلی به ابعاد A و B داشته باشیم، بدیهی است که مساحت واقعی زمین $A \times B$ S است.



$A \times B$ S مساحت واقعی

اگر بخواهیم قطعه زمین فوق را با مقیاس $\frac{۱}{N}$ ترسیم نماییم، ابعاد ترسیمی به ترتیب برابر خواهند بود.

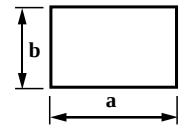
$$\text{اندازهٔ طول برای ترسیم } a = \text{اندازهٔ واقعی} \times \text{مقیاس} = A \times \frac{۱}{N}$$

$$\text{اندازهٔ عرض برای ترسیم } b = \text{اندازهٔ واقعی} \times \text{مقیاس} = B \times \frac{۱}{N}$$

N ــ عدد یا شاخص مقیاس

$$\text{مساحت ترسیمی} = a \times b = (A \times \frac{۱}{N}) \times (B \times \frac{۱}{N})$$

$$\text{مساحت ترسیمی} = (A \times B) \times \frac{۱}{N^۲}$$



ابعاد ترسیمی قطعه زمین

از آنجایی که $(A \times B)$ برابر مساحت واقعی می‌باشد می‌توان رابطهٔ فوق را به‌صورت زیر تنظیم نمود.

$$\text{مساحت ترسیمی} \Rightarrow \text{مساحت واقعی} \times \frac{۱}{N^۲}$$

[۲](معکوس مقیاس) × مساحت ترسیمی = [۲](عدد یا شاخص مقیاس) × مساحت ترسیمی = $N^۲$ × مساحت ترسیمی = مساحت واقعی

تحلیل مثال صفحه ۱۰۶ کتاب درسی :

مثال : طول و عرض زمینی مستطیل شکل در روی نقشه عبارت است از : ۸/۴ سانتی‌متر و ۵/۷ سانتی‌متر. اگر مقیاس نقشه ۵۰۰۰ : ۱ باشد، مساحت این زمین چندمتر مربع است؟

اندازهٔ واقعی مساحت $(۸/۴\ cm \times ۵/۷cm) \times (۵۰۰۰)^۲$

اندازهٔ واقعی مساحت $۴۷/۸۸cm^۲ \times (۲۵ \times ۱۰^۶)$ $۴۷/۸۸ \times ۱۰^۴ m^۲ \times (۲۵ \times ۱۰^۶)$

اندازهٔ واقعی مساحت $۱۱۹۷ \times ۱۰^۲ m^۲$ $۱۱۹۷۰۰ m^۲$

تحلیل مثال : برای تعیین مساحت واقعی می‌توان به‌دو روش زیر عمل نمود :

الف) استفاده از رابطهٔ استخراج شده

مساحت واقعی = مساحت ترسیمی × (معکوس مقیاس)^۲

مساحت ترسیمی $۸/۴ \times ۵/۷$ $۴۷/۸۸ cm^۲$

مساحت واقعی $۴۷/۸۸ \times (۵۰۰۰)^۲$ $۱۱۹۷ \times ۱۰^۶ cm^۲$

$۱cm = \frac{۱}{۱۰۰} m$

$۱cm^۲ = (\frac{۱}{۱۰۰})^۲ m^۲ = \frac{۱}{۱۰^۴} m^۲ = ۱۰^{-۴} m^۲$

مساحت واقعی $۱۱۹۷ \times ۱۰^۶ cm^۲ \times ۱۰^{-۴}$ $۱۱۹۹ \times ۱۰^۲ m^۲$

مساحت واقعی $۱۱۹۷۰۰ m^۲$

ب) تبدیل ابعاد ترسیمی به ابعاد واقعی و سپس تعیین مساحت واقعی

طول ترسیمی $۸/۴cm$

طول واقعی $۸/۴ \times$ عدد یا شاخص مقیاس ۵۰۰۰ $۴۲۰۰۰cm$ $۴۲۰m$

عرض ترسیمی $۵/۷cm$

عرض واقعی $۵/۷ \times$ عدد یا شاخص مقیاس ۵۰۰۰ $۲۸۵۰۰cm$ $۲۸۵cm$

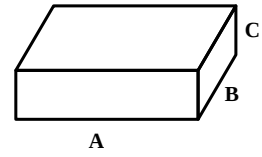
مساحت واقعی برحسب متر مربع ۴۲۰×۲۸۵ $۱۱۹۷۰۰ m^۲$

۸ ــ۶ــ محاسبهٔ حجم به کمک مقیاس نقشه

نظیر روشی که در بند ۸ ــ۵ تشریح گردید برای تبدیل حجمی به ابعاد $A \times B \times C$ با مقیاس $M = \frac{۱}{N}$ به اندازه‌های ترسیمی داریم :

حجم واقعی $V \quad A \times B \times C$

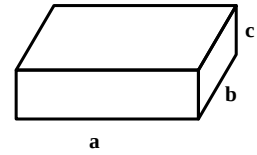
اندازه‌های ترسیمی
$$\begin{cases} a = A \times \text{مقیاس} = A \times \frac{۱}{N} \\ b = B \times \text{مقیاس} = B \times \frac{۱}{N} \\ c = C \times \text{مقیاس} = C \times \frac{۱}{N} \end{cases}$$



حجم ترسیمی $a \times b \times c$

$$\text{حجم ترسیمی} = (A \times \frac{۱}{N}) \times (B \times \frac{۱}{N}) \times (C \times \frac{۱}{N}) = (A \times B \times C) \times \frac{۱}{N^۳}$$

$$\text{حجم ترسیمی} \quad \text{حجم واقعی} \times \frac{۱}{N^۳}$$



حجم واقعی $\quad$ حجم ترسیمی (در روی نقشه) $\times N^۳$ (عدد یا شاخص مقیاس)^۳

جلسهٔ بیستم: ادامهٔ کاربرد مقیاس

در این جلسه با خلاصه کردن مطالب جلسهٔ گذشته به شرح زیر، اقدام به حل تمرینات پیش‌بینی شده می‌شود. بدیهی است در صورتی که دانش‌آموزان تلاش لازم برای حل تمرینات انجام داده باشند با مشارکت در حل تمرینات پاسخ ابهامات خود را دریافت می‌نمایند و برای درازمدت تسلط کافی بر موضوعات پیدا می‌کنند. در حل تمرینات دو عامل مشارکت و تمرکز از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

اگر اندازه های واقعی برای طول، سطح و حجم به ترتیب با حروف بزرگ D و A و V و اندازه‌های ترسیمی متناظر با حروف کوچک d و a و v نمایش دهیم آنگاه :

طول
$$\begin{cases} \text{اندازهٔ ترسیمی} \quad \text{مقیاس} \times \text{اندازه واقعی} \Rightarrow d = D \times \frac{۱}{N} \\ \text{اندازه واقعی} \quad \text{عدد یا شاخص مقیاس} \times \text{اندازه ترسیمی} \Rightarrow D \quad d \times N \end{cases}$$

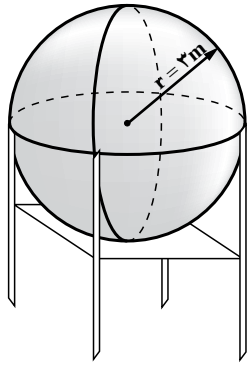
مساحت
- مساحت واقعی × (مقیاس)^{۲} $\Rightarrow a = A \times (\frac{۱}{N})^{۲}$ مساحت ترسیمی
- مساحت واقعی مساحت ترسیمی × (عدد یا شاخص مقیاس)^{۲} $\Rightarrow A \quad a \times N^{۲}$

حجم
- حجم واقعی × (مقیاس)^{۳} $\Rightarrow v = V \times (\frac{۱}{N})^{۳}$ حجم ترسیمی
- حجم واقعی حجم ترسیمی × (عدد یا شاخص مقیاس)^{۳} $\Rightarrow V \quad v \times N^{۳}$

جلسهٔ بیست و یکم: ادامهٔ کاربرد مقیاس

همکاران محترم، نظر به تنوع مسائل دانش‌آموزان را در امر ساخت ماکت برای توجیه و تفهیم بهتر مسائل و حل مسائل مشارکت دهند تا سرفرصت و با تمرکز بیشتر تسلط کافی برانتخاب روش و حل مسائل اهتمام ورزند. در حل مسائل می‌توان از راه حل‌های دیگری که ساده‌تر و یا حجم عملیات کمتری دارند استفاده نمود.

حل تمرینات صفحات ۱۱۲ تا ۱۱۶ کتاب درسی :



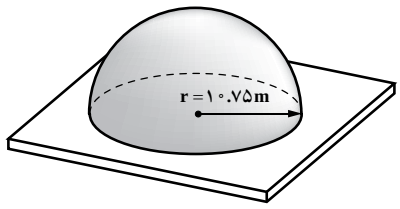
۱۹ــ یک منبع هوایی آب به شکل کره با شعاع داخلی ۳ متر داریم. در صورتی که برای ساخت این منبع از ورق آهن استفاده شود و افت ورق ۶٪ باشد، چند متر مربع ورق لازم است؟ گنجایش این منبع چند لیتر است؟

S سطح جانبی کره $۴\pi r^{۲}$

S سطح جانبی منبع (مساحت ورق مصرفی) $۴ \times ۳/۱۴ \times ۳^{۲}$ $۱۱۳/۰۴m^{۲}$

S مساحت ورق لازم با احتساب افت ۶درصدی $(۱ + ۰/۰۶) \times ۱۱۳/۰۴$ $۱/۰۶ \times ۱۱۳/۰۴$ $۱۱۹/۸۲m^{۲}$

۲۰ــ گنبد یک مسجد به شکل نیم‌کره با شعاع ۱۰/۷۵ متر است. می‌خواهیم روی گنبد را کاشی‌کاری کنیم، سطح کاشی‌کاری چند متر مربع است؟



مساحت رویه(نیم‌کره)جهت کاشی‌کاری $S = \frac{۱}{۲}(۴\pi r^{۲}) = \frac{۱}{۲}(۴ \times ۳/۱۴ \times ۱۰/۷۵^{۲}) = ۱۲۵/۷۳m^{۲}$