

محاسبه‌ی وزن و مقدار مصالح

- هدف‌های رفتاری: فراگیر باید در پایان این فصل بتواند:
- ۱- جرم و واحد اندازه‌گیری آن را تعریف کند.
 - ۲- چگالی و واحد اندازه‌گیری آن را تعریف کند.
 - ۳- وزن و واحد اندازه‌گیری آن را تعریف کند.
 - ۴- محاسبات مربوط به جرم و وزن مصالح مصرفی را انجام دهد.
 - ۵- محاسبات مربوط به جرم، چگالی، حجم و وزن مصالح مصرفی را انجام دهد.

۱- جرم و واحد اندازه‌گیری آن

۱-۱- مقدار ماده‌ی موجود در یک جسم را جرم آن جسم می‌گویند.

۱-۲- واحد اصلی اندازه‌گیری جرم در سیستم SI، کیلوگرم (kg) است.

یک کیلوگرم برابر است با جرم یک لیتر آب مقطر ۴/۵ درجه سانتی‌گراد در فشار یک اتمسفر.

۱-۳- واحد کوچک‌تر اندازه‌گیری جرم گرم (g) است.

$$1 \text{ kg} = 1000 \text{ g}$$

۱-۴- واحد بزرگ‌تر اندازه‌گیری جرم تن (t) است.

$$1 \text{ t} = 1000 \text{ kg}$$

۱-۵- واحد اندازه‌گیری جرم در دستگاه انگلیسی پوند (lbm) است.

$$1 \text{ lbm} = 453 \text{ g}$$

۲- چگالی و واحد اندازه‌گیری آن

۲-۱- چگالی یک ماده، جرم واحد حجم آن ماده است. چگالی را با حرف یونانی ρ (با تلفظ «ر») نمایش می‌دهند.

$$\rho = \frac{\text{جرم}}{\text{حجم}} \quad \text{یا} \quad \rho = \frac{m}{V}$$

۲-۲- واحد اصلی اندازه‌گیری چگالی در سیستم SI کیلوگرم بر مترمکعب (kg/m^3)

است.

۲-۳- واحدهای دیگر چگالی گرم بر سانتی متر مکعب ($\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$) و تن بر مترمکعب ($\frac{\text{t}}{\text{m}^3}$)

است.

مثال: یک کیلوگرم بر مترمکعب چند گرم بر سانتی مترمکعب است؟

$$1 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 1 \frac{1000 \text{g}}{1000000 \text{cm}^3} = 10^{-3} \text{g/cm}^3 \quad \text{حل}$$

مثال: یک تن بر مترمکعب چند کیلوگرم بر مترمکعب است؟

$$1 \frac{\text{t}}{\text{m}^3} = \frac{1 \times 1000 \text{kg}}{\text{m}^3} = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \quad \text{حل}$$

۳- وزن و واحد اندازه‌گیری آن

۳-۱- نیروی جاذبه‌ای را که از طرف زمین بر جرم یک جسم وارد می‌شود، «وزن» آن جسم

می‌گویند.

۳-۲- واحد اندازه‌گیری وزن «نیوتن» (N) است.

یک نیوتن مقدار نیرویی است که اگر به جرم یک کیلوگرم وارد شود، شتابی برابر با یک متر بر

مجدور ثانیه به آن می‌دهد.

۳-۳- برای محاسبه‌ی وزن یک جسم بر حسب نیوتن کافی است که جرم آن را در عدد

۹/۸۱ ضرب کنید.

مثال: جرم یک جسم یک کیلوگرم است وزن آن چقدر است؟

$$\text{حل} \quad ۹/۸۱\text{N} = ۱ \times ۹/۸۱ \rightarrow ۱ \times ۹/۸۱ = ۹/۸۱ \times \text{جرم} = \text{وزن}$$

نکته: به ۹/۸۱N یک کیلوگرم نیرو هم می‌گویند و آن را با علامت kgf نشان می‌دهند.

$$۱ \text{ kgf} = ۹/۸۱\text{N}$$

بنابراین می‌توانیم بگوییم: } کیلوگرم، واحد جرم است.
کیلوگرم نیرو، واحد وزن است.

مثال: برای احداث یک ساختمان، ۱۰ تن سیمان فله‌ای تهیه شده است. مشخص کنید که این مقدار سیمان چند کیلوگرم است؟

حل

$$۱ \text{ t} = ۱۰^۳ \text{ kg}$$

$$۱۰ \text{ t} = ۱۰ \times ۱۰^۳ = ۱۰۰۰۰ \text{ kg}$$

مثال: در صورتی که ۱۰ تن سیمان کیسه‌ای (پاکتی) تهیه شود و هر کیسه دارای ۵۰ کیلوگرم سیمان باشد، تعداد کیسه‌های سیمان را به دست آورید و بنویسید که محتویات هر کیسه چه کسری از کل سیمان تهیه شده برحسب تن است؟

$$\text{کیسه سیمان} \quad ۲۰۰ = ۱۰۰۰۰ \div ۵۰ = ۱۰۰۰۰ \text{ kg} \Rightarrow ۱۰ \text{ t} = ۱۰ \times ۱۰۰۰ \text{ kg} = ۱۰۰۰۰ \text{ kg} \Rightarrow ۱۰ \text{ t} = ۱۰۰۰۰ \text{ kg}$$

$$\text{جرم یک کیسه سیمان برحسب تن} = ۵۰ \div ۱۰۰۰ = ۰/۰۵ \text{ t}$$

$$\text{نسبت هر کیسه سیمان به کل سیمان} = \frac{۰/۰۵ \text{ t}}{۱۰ \text{ t}} = \frac{۵}{۱۰۰۰} = \frac{۱}{۲۰۰}$$

۱- جرم یک جسم، بدون توجه به مکان آن، در همه‌ی نقاط زمین، ثابت است. به عبارت دیگر، جرم مستقل از مکان است اما وزن یک جسم، در نقاط مختلف جهان، با شتاب ثقل متفاوت، یکسان نیست پس وزن یک جسم تابع محل قرارگیری آن است. با توجه به این توضیحات، در کاربردهای روزمره، مشاهده می‌شود که کلمات جرم و وزن اشتباهاً به جای یکدیگر به کار می‌روند. مثلاً روی اغلب کالاهای تجاری، «وزن» آن نوشته می‌شود در حالی که باید «جرم» آن عنوان شود زیرا این «جرم» است که در همه‌ی نقاط جهان که این کالا حمل می‌شود، ثابت می‌ماند و «وزن» آن متغیر است و نتیجتاً واحد وزن «کیلوگرم نیرو» و واحد جرم، «کیلوگرم» است.

به طور کلی می‌توان گفت: وزن و جرم یک جسم، با هم متناسب است.

۲- سیمان فله: سیمان باز که فاقد بسته‌بندی مشخص است.

مثال: وزن یک آجر معمولی، حدود ۱/۷۵ کیلوگرم نیرو است. وزن آن چند گرم نیرو است؟

$$1 \text{ kgf} = 10^3 \text{ gf} \quad \text{حل}$$

$$1/75 \text{ kgf} \times 10^3 = 1750 \text{ gf}$$

مثال: وزن یک متر میل گرد به قطر ۱۸ (۱۸) برابر ۲۰۰۰gf می باشد. وزن یک شاخه ی ۱۲

متری از این میل گرد چند کیلوگرم نیرو و وزن ۱۰ شاخه از آن چند تن نیرو است؟

حل

$$24 \text{ kgf} = 24000 \times 10^{-3} = 24000 \text{ gr} = 24 \times 2000 = 48000 \text{ gf} = \text{وزن یک شاخه بر حسب کیلوگرم نیرو}$$

$$0.24 \text{ tonf} = 24 \times 10^{-3} = \text{وزن یک شاخه بر حسب تن نیرو}$$

$$0.24 \text{ tonf} = 0.24 \times 10 = \text{وزن ده شاخه بر حسب تن نیرو}$$

مثال: جرم یک پل فولادی ۷۵۰ تن است. وزن آن را محاسبه کنید.

$$\text{جرم پل} = \text{وزن پل} \times 9/81 = 750 \times 9/81 \quad \text{حل}$$

$$7 \times 3575 \times 10^6 \text{ N} = 735750 \text{ N} = 750 \times 1000 \text{ kg} \times 9/81 = \text{وزن پل}$$

۴- محاسبات جرم، چگالی و حجم

۱-۴ برای محاسبات مربوط به جرم، چگالی و حجم از رابطه ی $\rho = \frac{m}{V}$ استفاده می کنیم.

مثال: حجم بتن مصرفی در یک ستون ۲/۵ متر مکعب است. اگر چگالی آن $\frac{2400 \text{ kg}}{\text{m}^3}$ باشد،

وزن این ستون چند نیوتن است؟

حل

$$\rho = \frac{m}{V} \rightarrow 2400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = \frac{m}{2/5 \text{ m}^3}$$

$$\text{جرم ستون (m)} = 2400 \text{ kg/m}^3 \times 2/5 \text{ m}^3 = 6000 \text{ kg}$$

$$\text{وزن ستون} = 6000 \text{ kg} \times 9/81 = 58860 \text{ N}$$

مثال: جرم یک قطعه چوب بلوط ۳۷۸kg است. اگر جرم حجمی آن 900 kg/m^3 باشد،

حجم آن چند متر مکعب است؟

حل

$$\rho = \frac{m}{V} \rightarrow V = \frac{m}{\rho} = \frac{378 \text{ kg}}{900 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} = 0.42 \text{ m}^3$$

حجم قطعه چوب

توجه: جدول های ۱ تا ۶ فقط برای استفاده ی دانش آموزان است (به عنوان مرجع) و به خاطر سپاری آنها مورد نظر نیست. این جدول ها، چگالی (جرم واحد حجم) پاره ای از مواد و مصالح را که بر اساس آیین نامه ۵۱۹ ایران (حداقل بارهای وارد بر ساختمان ها و بنا) جمع آوری شده اند، نشان می دهد.

جدول ۱- چگالی بعضی از فلزات

چگالی kg/m ^۳	ماده
۲۷۰۰	آلومینیوم
۷۲۰۰	آهن خام خاکستری
۷۷۰۰	آهن خام سفید
۷۲۰۰	چدن
۷۸۵۰	فولاد نرم
۱۱۴۰۰	سرب
۸۹۰۰	مس
۸۵۰۰	برنز
۷۲۰۰	روی
۷۲۰۰	قلع
۸۸۰۰	نیکل
۶۷۰۰	آنتیموان

جدول ۲- چگالی بعضی از سنگ های طبیعی

چگالی kg/m ^۳	ماده
۲۸۰۰ - ۲۶۰۰	گرانیت
۳۰۰۰ - ۲۸۰۰	دیوریت - گابرو
۳۰۰۰ - ۲۹۵۰	بازالت - ملافیر
۲۰۰۰ - ۱۸۰۰	کفسنگ (توف)
۲۶۵۰ - ۲۰۰۰	ماسه سنگ معمولی
۲۸۵۰ - ۲۶۵۰	سنگ آهک توپر - دولومیت - مرمر
۲۶۰۰ - ۱۷۰۰	سنگ آهک معمولی
۲۵۰۰ - ۲۴۰۰	تراورتن
۳۰۰۰ - ۲۶۵۰	گنیس
۲۸۰۰ - ۲۷۰۰	شیست

جدول ۳- چگالی توده‌ای بعضی از مصالح

چگالی kg/m ^۳	ماده
۲۱۰۰	خاک - ماسه - گل رس خیس
۱۸۰۰	خاک - ماسه - گل رس مرطوب (۰.۵٪ رطوبت)
۱۶۰۰	خاک - ماسه - گل رس خشک
۱۴۰۰	لاشه سنگ
۲۰۰۰	شن خیس
۱۷۰۰	شن خشک
۷۰۰	پوکة کک
۱۰۰۰	جوش زغال
۱۰۰۰	جوش کوره‌ی خرد شده و دانه‌دانه
۸۰۰	زغال سنگ
۱۵۰	زغال چوب از چوب نرم و سبک
۲۲۰	زغال چوب از چوب سفت و سنگین
۱۵۰۰	خرده آجر
۱۶۰۰	ماسه بادی
۸۰۰	خاک نسوز
۶۰۰	پوکة‌ی معدنی
۷۰۰	سنگ آهک پخته
۱۳۰۰	پودر سیمان توده شده و آزاد
۱۸۰۰	پودر سیمان در کیسه و جایجا شده

جدول ۴- چگالی بعضی از مصالح ساختمانی

چگالی kg/m ^۳	ماده
۱۸۵۰	آجرکاری با آجر فشاری و ملات ماسه سیمان
۱۸۰۰	آجرکاری با آجر فشاری و ملات ماسه آهک
۱۷۵۰	آجرکاری با آجر فشاری و ملات گچ و خاک
۲۱۰۰	آجرکاری با آجر سفال و ملات ماسه سیمان (سوراخ‌ها با ملات پر می‌شود)
۲۰۰۰	آجرکاری با آجر سفال و ملات ماسه آهک (سوراخ‌ها با ملات پر می‌شود)
۸۵۰	آجرکاری با آجر مجوف و ملات ماسه سیمان
۲۸۰۰	سنگ چینی با سنگ‌های آذرین (مانند گرانیت) و ملات ماسه سیمان
۲۷۰۰	سنگ چینی با سنگ‌های آهکی توپر و ملات ماسه سیمان
۲۴۰۰	سنگ چینی با سنگ‌های معمولی یا تراورتن و ملات ماسه سیمان
۲۰۰۰	سنگ چینی با سنگ‌های توف و ملات ماسه سیمان
۲۳۰۰	سنگ چینی با سنگ‌های ماسه سنگ و ملات ماسه سیمان
۲۱۰۰	ملات ماسه سیمان
۱۹۰۰	ملات ماسه آهک
۲۰۰۰	ملات ماسه سیمان و آهک (باتارد)
۱۳۰۰	ملات گچ
۱۶۰۰	ملات گچ و خاک
۲۰۰۰	ملات گل
۲۳۰۰	بتن از شن و ماسه سنگ‌های آهکی سخت یا گرانیت و بازالت و سنگ‌های مشابه
۲۴۰۰ - ۲۵۰۰	بتن مسلح از شن و ماسه سنگ‌های آهکی سخت یا گرانیت و بازالت و غیره
۱۷۰۰	بتن با خرده آجر
۱۶۰۰	بتن با جوش کوره
۴۰۰ - ۸۰۰	بتن‌های سبک، از قبیل بتن متخلخل با مواد شیمیایی
۱۳۰۰	بتن با بوکه و سیمان
۱۶۰۰	ملات کاهگل
۲۲۰۰	آسفالت ساخته شده

جدول ۵- چگالی انواع چوب (در حالت خشک)

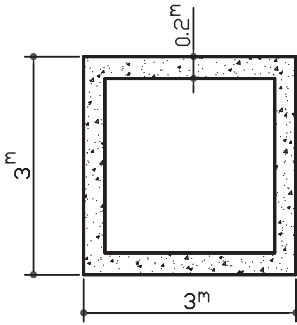
چگالی kg/m ^۳	ماده
۹۰۰	بلوط
۶۰۰	کاج
۶۵۰	داغداغان
۵۰۰	توسکا
۷۰۰	زبان گنجشک
۶۰۰	صنوبر
۷۰۰	نارون
۴۵۰	تبریزی
۶۵۰	گردو
۷۵۰	چنار
۹۰۰	شمشاد
۷۰۰	چوب آزاد
۵۰۰	سپیدار
۶۵۰	ملج

جدول ۶- مواد و مصالح متفرقه

ارقام محاسباتی	ماده
۱۰ کیلوگرم بر مترمربع یک لا و ۱۵ کیلوگرم بر مترمربع دولا	گونی قیراندود
۱۵ کیلوگرم بر مترمربع به ازای یک سانتی متر ضخامت	کف پوش های پلاستیکی
۱۵ کیلوگرم بر مترمربع به ازای یک سانتی متر ضخامت	کف پوش های لاستیکی
۲۰ کیلوگرم بر مترمربع به ازای یک سانتی متر ضخامت	آزبست
۲۵ کیلوگرم بر مترمربع به ازای یک سانتی متر ضخامت	انواع شیشه یا آجر شیشه ای پر
۷۵ کیلوگرم بر مترمربع به ازای یک سانتی متر ضخامت	آجرهای شیشه ای مجوف به ضخامت ۵۰ میلی متر
۱۰۰ کیلوگرم بر مترمربع به ازای یک سانتی متر ضخامت	آجرهای شیشه ای مجوف به ضخامت ۸۰ میلی متر
۱۲۵ کیلوگرم بر مترمربع به ازای یک سانتی متر ضخامت	آجرهای شیشه ای مجوف به ضخامت ۱۰۰ میلی متر
۲۲ کیلوگرم بر مترمربع به ازای یک سانتی متر ضخامت	موزاییک
۲۰ کیلوگرم بر مترمربع به ازای یک سانتی متر ضخامت	کاشی

تمرین

۱- شکل ۱ مقطع یک آبروی بتنی را نشان می‌دهد که طول آن ۱۱ متر است. در قسمتی از یک راه، تعداد ۱۹ عدد از این آبروها مورد نیاز است.



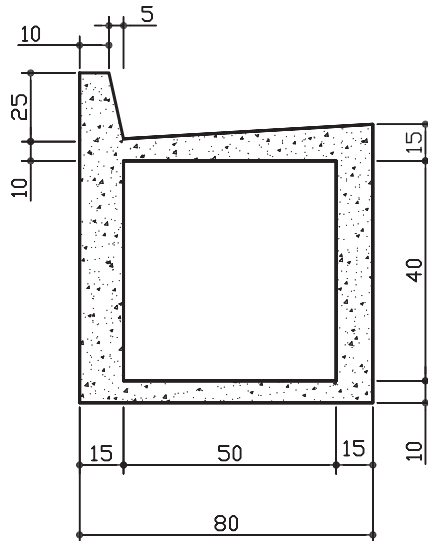
شکل ۱

الف - حجم بتن مصرفی چند مترمکعب است؟
 ب - مقدار سیمان مورد نیاز چند کیلوگرم است؟
 (بتن از نوع 35° کیلوگرم سیمان می‌باشد).
 پ - وزن یک عدد از این آبروها چند تن نیرو است؟ (در صورتی که چگالی بتن 2400 کیلوگرم بر مترمکعب باشد).

۲- شکل ۲ مقطع یک آبروی سربویشیده بتنی کنار خیابان است. طول خیابان 135 متر

است:

الف - مقدار بتن مصرفی را برحسب متر مکعب محاسبه کنید.
 ب - مقدار سیمان لازم چند کیلوگرم است؟ (بتن از نوع 35° کیلوگرم سیمان می‌باشد).



شکل ۲

۳- شکل های ۳ و ۴ برش عمودی و افقی یک حوضچه را نشان می دهد. دیوارهای این حوضچه با آجر و کف حوضچه با بتن ۲۰۰ کیلوگرم سیمان در متر مکعب ساخته می شود. درپوش با بتن ۳۰۰ کیلوگرم سیمان در متر مکعب و سطح داخلی با اندود غیرقابل نفوذ آب، اندود می شود. سطح خارجی قیراندود و گودبرداری به صورت قائم انجام می گیرد. اضافه شعاع گودبرداری ۵ سانتی متر است. موارد زیر را محاسبه کنید:

الف - حجم گودبرداری برحسب مترمکعب

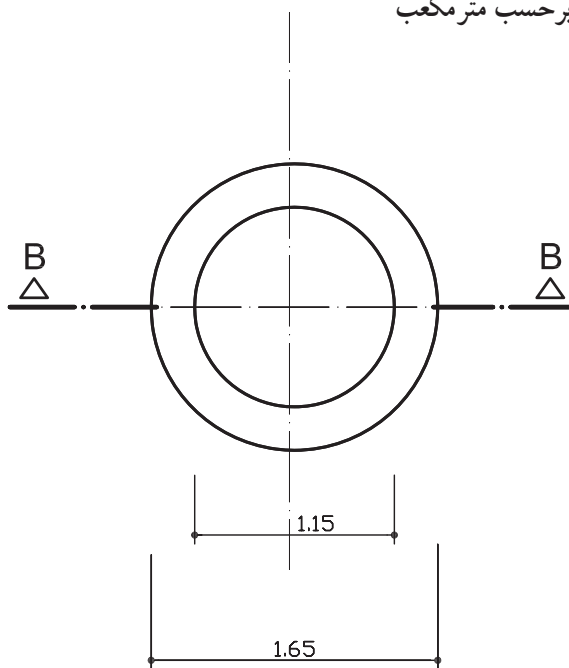
ب - مقدار بتن ریزی کف برحسب مترمکعب و میزان مصرف سیمان برحسب کیلوگرم

پ - مقدار بتن ریزی درپوش برحسب مترمکعب و میزان مصرف سیمان برحسب کیلوگرم

ت - مقدار اندود برحسب مترمربع

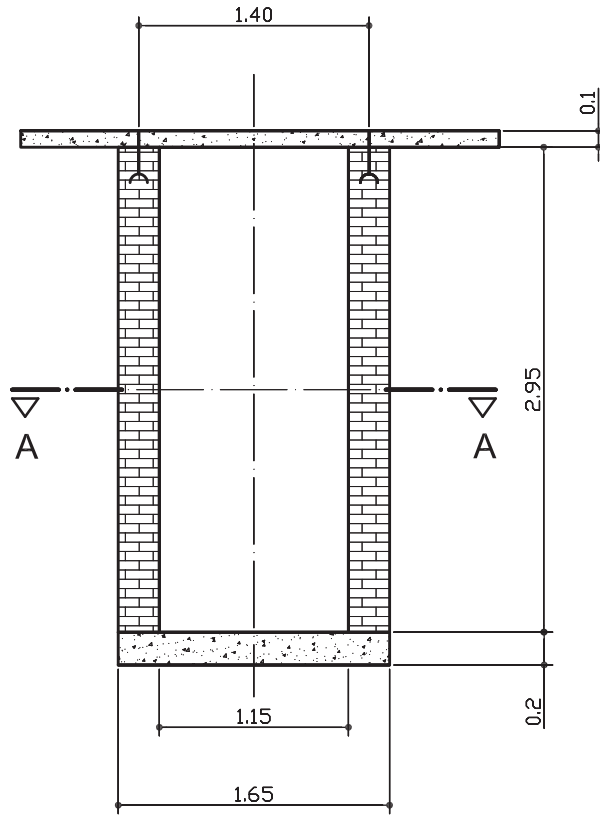
ث - قیراندود برحسب مترمربع

ج - آجر چینی برحسب مترمکعب



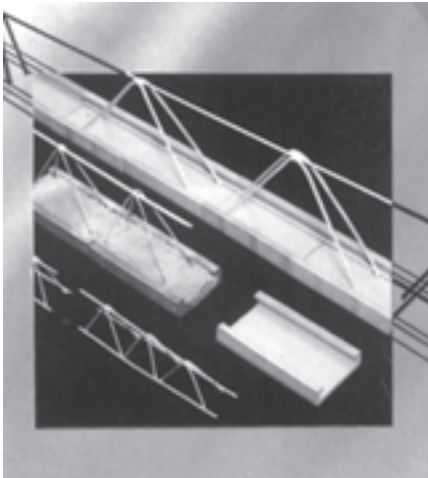
برش A-A

شکل ۳



برش B-B

شکل ۴



شکل ۵

۴- برای پوشش سقفی، نیاز به ۱۶ عدد تیرچه بتنی به طول ۴/۷۵ متر است (شکل ۵). در صورتی که بتن در فوندوله ریخته شود و مشخصات هر فوندوله مطابق شکل ۶ باشد، تعیین کنید:

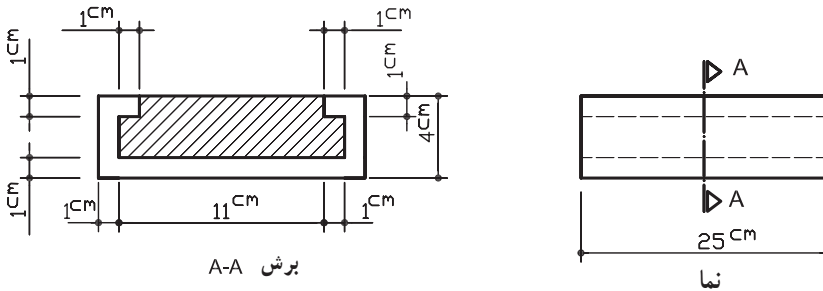
الف - تعداد فوندوله‌ی مورد نیاز برای هر

تیرچه

ب - تعداد کل فوندوله‌ی مورد نیاز
 پ - حجم کل بتن لازم برحسب مترمکعب (از حجم میل‌گرد صرف نظر شود).

ت - جرم سیمان لازم برحسب کیلوگرم

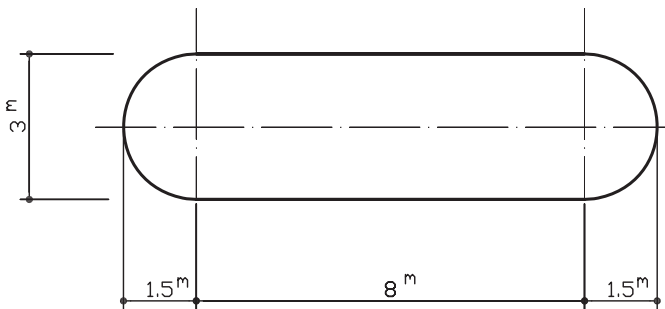
(در صورتی که در هر متر مکعب بتن، ۳۰۰ کیلوگرم سیمان به کار رود.)



شکل ۶

۵- تعداد ۱۰۰۰ عدد گلدان بتنی نیم کره‌ای شکل با شعاع ۰/۶ متر و ضخامت ۵ سانتی‌متر برای استفاده در پارک‌های عمومی مورد نیاز است، محاسبه کنید :

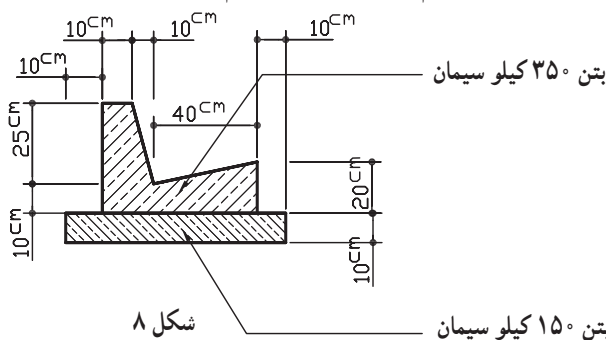
- الف - حجم بتن مصرفی برای ساخت این گلدان‌ها را برحسب متر مکعب
- ب - مقدار سیمان لازم را برحسب کیلوگرم (بتن مصرفی از نوع ۲۵۰ کیلوگرم سیمان است.)
- پ - حجم خاک لازم برای پر کردن گلدان‌ها را برحسب متر مکعب
- ت - سطح رنگ آمیزی نمای بیرونی گلدان‌ها را برحسب مترمربع
- ۶- یک تانکر ذخیره‌ی سوخت (مانند شکل ۷) از ورق آهن ۵ میلی‌متری، ساخته می‌شود :
 - الف - حجم تانکر را برحسب لیتر محاسبه کنید.
 - ب - در صورتی که دور ریز ورق آهن ۸٪ باشد چند مترمربع ورق برای این کار لازم است؟
 - پ - جرم ورق مصرفی چند کیلوگرم است؟ چگالی آهن، 7800 kg/m^3 است.



شکل ۷

۷- شکل ۸ مقطع آب‌روی بتنی کنار یک خیابان را که طول آن ۱۲۰۰ متر است نشان می‌دهد :
 الف - مقدار بتن ۳۵۰ کیلوگرم سیمان را برحسب متر مکعب حساب کنید.

- ب - مقدار بتن 15° کیلوگرم سیمان بر حسب متر مکعب چه قدر است؟
 پ - مقدار سیمان لازم را بر حسب کیلوگرم تعیین کنید.



۸- برای اجرای یک پروژه عمرانی باید تعدادی لوله ی بتنی به طول $7/5$ متر، قطر داخلی ۴ متر و ضخامت دیواره ۲۵ سانتی متر، با تریلی از کارخانه ی تولید لوله به محل پروژه حمل شود. در صورتی که چگالی هر متر مکعب لوله 2800 کیلوگرم و جرم تریلی 30 تن باشد و در مسیر تریلی پلی با ظرفیت باربری حداکثر ۹۵ تن (با در نظر گرفتن وضعیت تقسیم بار بر روی محورها) وجود داشته باشد، آیا تریلی مجاز است این محموله را از روی پل عبور دهد؟

۹- به یک کارگاه ساختمانی 240 تن سیمان وارد شده است. در صورتی که در ساختمان الف $\frac{3}{8}$ آن و در ساختمان ب $\frac{2}{8}$ آن مورد نیاز باشد و بقیه را بخواهیم انبار کنیم، باید چند کیلوگرم سیمان در هر ساختمان تخلیه شود و چند کیلوگرم به انبار حمل گردد؟ در ضمن مقدار سیمان انبار شده چند کیسه خواهد بود؟ (جرم هر کیسه سیمان 50 کیلوگرم است.)

۱۰- برای ساختن بتن در احداث بی یک ساختمان ۳ متر مکعب آب مورد نیاز است.

الف - مقدار آب مورد نیاز چند لیتر است؟

ب - مقدار آب مورد نیاز چند دسی متر مکعب است؟

پ - در صورتی که برای نگهداری این مقدار آب بخواهیم از بشکه های 200 لیتری استفاده

کنیم، چند عدد بشکه مورد نیاز است؟

۱۱- در یک ستون بتن آرمه با مقطع شش ضلعی منتظم که طول هر ضلع آن ۷۵ سانتی متر و

ارتفاع آن ۳ متر باشد، تعیین کنید :

الف - حجم بتن مصرفی چند متر مکعب است؟

ب - جرم ستون چند کیلوگرم است؟

پ - در صورتی که بخواهیم نمای ستون را رنگ کنیم، سطح رنگ آمیزی چند متر مربع است؟