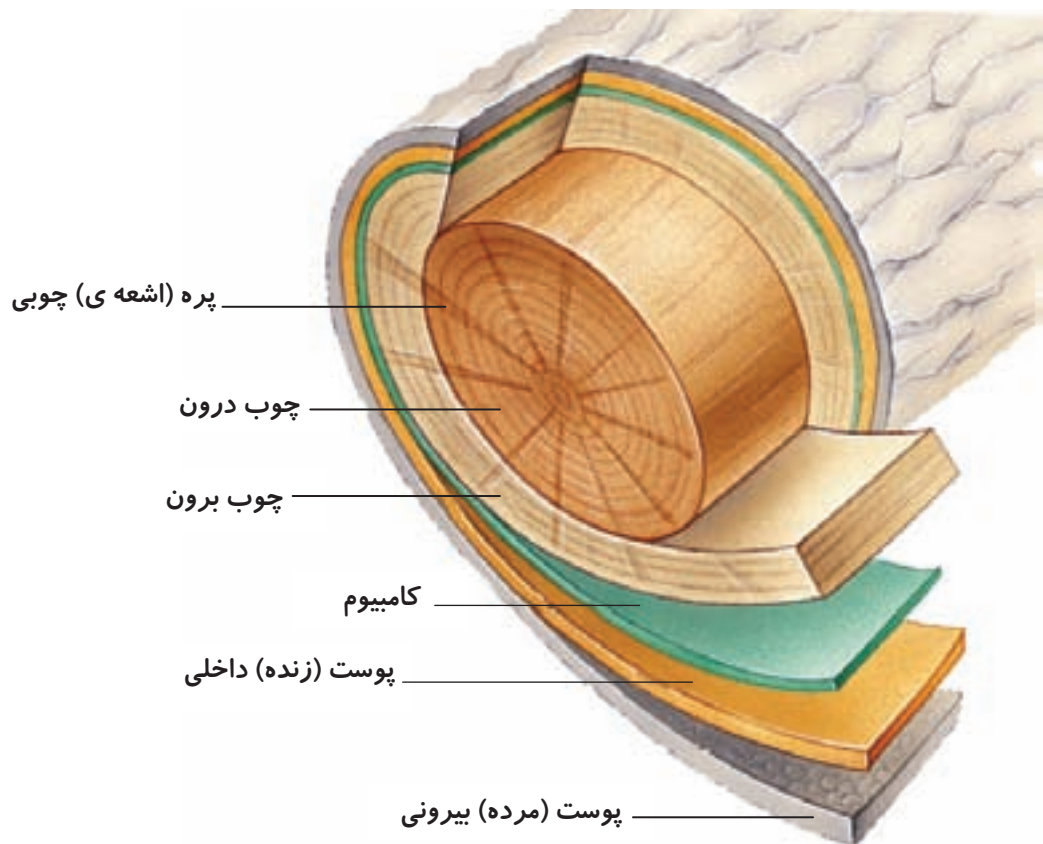


# فصل چهارم

# جرم مخصوص



## پیش‌آزمون



۱- جرم مخصوص چوب چه نقشی در تعیین خواص فیزیکی و مکانیکی چوب دارد؟

.....  
.....

۲- عوامل تأثیرگذار در جرم مخصوص کدامند؟

.....  
.....

۳- ابزار اندازه‌گیری جرم و ابعاد چوب کدامند؟

.....  
.....

۴- نقش رطوبت در کاهش و افزایش جرم مخصوص چوب چیست؟

.....  
.....

۵- چرا جرم و حجم چوب اندازه‌گیری می‌شود؟

.....  
.....

۶- نقش تخلخل در تغییرات جرم مخصوص چوب چیست؟

.....  
.....

۷- ترکیبات شیمیایی چوب کدامند؟

.....  
.....

## جرم مخصوص (دانسته) چوب

جرم چوب نسبت به حجم آن را جرم مخصوص چوب می‌نامند. بر اساس معادله ۱، جرم مخصوص پایه‌گذار بحث علم فیزیک چوب می‌باشد. لذا یکی از فاکتورهای اصلی فیزیک چوب جرم مخصوص چوب است. به طوری که امروزه بدون بررسی جرم مخصوص چوب نمی‌توان به خواص فیزیکی و مکانیکی چوب پی برد.

مقدار جذب آب «درصد تغییر حجم»، خاصیت الکتریکی و قابلیت حرارتی «خواص کاربردی» و انواع مقاومتهای مکانیکی بخشی از عواملی هستند، که ارتباط مستقیم با

چگونگی جرم مخصوص دارند.

چوب ماده‌ای متخلخل و آب دوست و جرم آن در حالت کاملاً خشک در گونه‌ها و رطوبت‌های مختلف متفاوت است. هنگام تعیین مقدار جرم مخصوص چوب باید گونه چوبی و درصد رطوبت آن نیز مشخص باشد. معمولاً در محاسبات درصد رطوبت چوب ۱۲ درصد بیان می‌شود.

معادله (۱)

$$\rho = D = \frac{M}{V}$$

$$\rho = \frac{\text{جرم مخصوص چوب}}{\text{حجم چوب}} = \frac{\text{کیلوگرم}}{\text{متر مکعب}} \cdot \frac{\text{سانتی متر مکعب}}{\text{گرم}}$$

$$M = \text{جرم چوب} = \text{کیلوگرم ، گرم}$$

$$V = \text{حجم چوب} = \text{متر مکعب ، سانتی متر مکعب}$$

مثال



تعداد ۵ عدد الوار کاج به ابعاد  $7 \times 20 \times 600$  سانتی متر با مجموع جرم ۲۱۰ کیلوگرم است. اگر رطوبت الوارها ۱۲ درصد باشد جرم مخصوص آن‌ها چقدر است. محاسبه جرم مخصوص چوب را بر اساس معادله (۱):

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$l = 600 \text{ cm}$$

$$V = L \times b \times d$$

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$b = 20 \text{ cm}$$

$$V = 600 \times 20 \times 7$$

$$\rho = \frac{210 \text{ kg}}{0.42 \text{ m}^3}$$

$$d = 7 \text{ cm}$$

$$V = 0.42 \text{ m}^3$$

$$\rho = 500 \text{ kg/cm}^3$$

$$n = 5$$

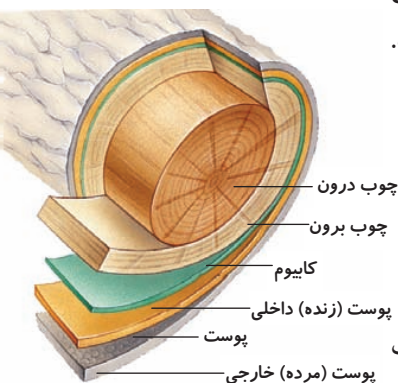
$$m = 210 \text{ kg}$$

همان طوری که می‌دانید چوب ماده‌ای هر سونایکسان، ناهمگن، آب دوست، دارای خلل و فرج می‌باشد. این شرایط برای چوب، جرم مخصوص‌های متفاوتی را بوجود آورده است. (شکل ۱-۴)

## انواع جرم مخصوص چوب

### الف: جرم مخصوص ظاهری

نسبت جرم چوب به تمام حجم چوب (چوب و فضاهای خالی آن) با درصد رطوبت مشخص را جرم مخصوص ظاهری می‌نامند. سبک و سنگین بودن چوب بستگی به مقدار ماده چوبی در واحد حجم آن دارد. هر چقدر ماده چوبی کم‌تر و میزان خلل و فرج بیشتر،



شکل ۱-۴- هر سونایکسانی و ناهمگنی در بافت چوب

در (جدول ۱-۴) مشاهده می‌شود. جرم (صورت کسر) کوچک‌تر و در نتیجه جرم مخصوص کم‌تر و در مورد چوب‌های سنگین با افزایش جرم و کاهش منافذ جرم مخصوص چوب بیشتر خواهد بود.

$$\rho_v = \frac{m_u}{V_u}, (g/cm^3), (kg/m^3)$$

$p_u$  - جرم مخصوص ظاهری چوب در رطوبت مشخص؛ گرم

بر سانتی‌متر مکعب یا کیلوگرم بر متر مکعب

$m_u$  - جرم مخصوص چوب به گرم یا کیلوگرم، kg و g

$V_u$  - حجم چوب به سانتی‌متر مکعب یا متر مکعب،  $cm^3$  و  $m^3$

### ب: جرم مخصوص بحرانی

نسبت جرم چوب کاملاً خشک به حجم همان چوب در وضعیت اشباع از رطوبت (حجم کاملاً واکشیده) و با تمام خلل و فرج، را جرم مخصوص بحرانی می‌نامند.

$$\rho_r = \frac{m_o}{V_u}, (g/cm^3), (kg/m^3)$$

$p_r$  - جرم مخصوص بحرانی چوب؛ گرم بر سانتی‌متر مکعب

$m_o$  - جرم کاملاً خشک چوب گرم، g، kg

$V_u$  - حجم چوب اشباع از آب و رطوبت،

سانتی‌متر مکعب، متر مکعب  $cm^3$  و  $m^3$

### ج: جرم مخصوص واقعی چوب

جرم کاملاً خشک ماده چوبی به حجم چوب کاملاً خشک بدون خلل و فرج آن جرم مخصوص واقعی یا حقیقی می‌نامند. جرم مخصوص واقعی را می‌توان بر اساس معادله زیر به دست آورد. مواد اصلی تشکیل دهنده چوب شامل سلولز، همی سلولز و لیگنین می‌باشد. هر کدام از عوامل فوق به طور جداگانه بر جرم مخصوص چوب تأثیر می‌گذارد.

$$\rho_w = \frac{m'}{V'}, (g/cm^3), (kg/m^3)$$

$m'$  - جرم کاملاً خشک ماده چوبی، گرم، g، kg

$V'$  - حجم خشک ماده چوبی بدون تخلخل،  $cm^3$  و  $m^3$

جدول ۱-۴ - جرم مخصوص ترکیبات شیمیایی چوب

ردیف	ترکیبات	جرم مخصوص $g/cm^3$
۱	سلولز	۱/۶
۲	همی سلولز	۱/۵
۳	لیگنین	۱/۴
۴	چوب درون	۱/۶۲



شکل ۲-۴ - ترازوی مکانیکی



شکل ۳- ترازوی دیجیتال

میزان درصد مواد فوق و همچنین مواد استخراجی موجود در چوب و حفرات سلولی برون و خصوصاً درون چوب در گونه های مختلف، جرم مخصوص واقعی را برای هر گونه چوبی تعیین می نماید. لذا برای سادگی در محاسبات جرم مخصوص واقعی چوب  $1/56 \text{ g/cm}^3$  مورد استفاده قرار می گیرد.

## روش های اندازه گیری جرم مخصوص چوب

همان طوری که می دانید نسبت بین جرم به حجم یک جسم را جرم مخصوص آن جسم می گویند. برای تعیین جرم مخصوص چوب با توجه به میزان دقت اندازه گیری مورد نظر، اندازه و ابعاد چوب از وسیله هایی با دقت و حساسیت مختلف استفاده می شود. تعدادی از وسایل اندازه گیری جرم چوب که در آزمایشگاه های رشته صنایع چوب مورد استفاده قرار می گیرد. در (شکل های ۲-۴ و ۳-۴) مشاهده می شود.

### تعیین جرم مخصوص چوب

به دلیل این که چوب همیشه در حال تبادل رطوبت با محیط خود است، و پراکندگی نایکنواخت و هرسو نایکسان، اندازه گیری حجم و جرم چوب هیچ وقت ثابت نیست و از این رو باید گفت جرم مخصوص چوب هیچ وقت نمی تواند قابل پیش بینی باشد.

ابعاد نمونه های چوبی برای تعیین جرم مخصوص برابر استاندارد ملی به صورت (شکل ۴-۴) اندازه گیری می شوند و برای دقت در اندازه گیری ۵ نقطه ی در نمونه مورد اندازه گیری در میانگین آن ها ثبت می شود.

در خصوص تعیین درصد رطوبت نمونه و سایر اطلاعات لازم قبل از تعیین جرم مخصوص از هنرآموز سؤال شود.

توجه به ابعاد نمونه ی چوب دو روش برای اندازه گیری ابعاد (طول و عرض، ضخامت) و محاسبه حجم آن به شرح ذیل ارائه می شود.

۱- چوب هایی که دارای ابعاد منظم و بدون ترک به شکل استوانه یا مکعبی هستند به وسیله انواع کولیس های مکانیکی (شکل ۵-۴) و دیجیتالی (شکل ۶-۴) قابل اندازه گیری است، در رطوبت های مورد نظر اندازه گیری و حجم با واحدهای مربوطه مشخص می شود. مانند سانتی مترمربع یا مترمربع و سایر واحدهای اندازه گیری مرسوم که به طور مفصل در این مورد در کتاب خواص فیزیکی و مکانیکی صحبت شده است.

۲- چوب هایی که دارای ابعاد نامنظم هستند و امکان تعیین اندازه ی ابعاد آن ها با ابزارهای اندازه گیری امکان پذیر نیست. ولذا باید بتوان حجم آن را اندازه گرفت.

از روش های اندازه گیری حجم چوب نمونه های نامنظم را در ذیل معرفی می نماید.

الف) غوطه وری در آب (شکل ۸-۴)



شکل ۴- نحوه ی اندازه گیری ابعاد چوب با کولیس



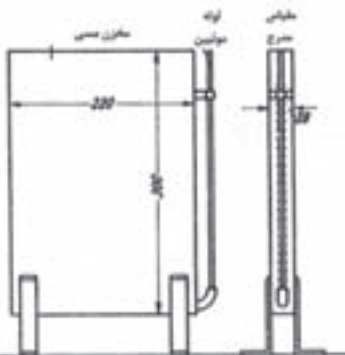
شکل ۵- کولیس مکانیکی



شکل ۶- کولیس دیجیتال

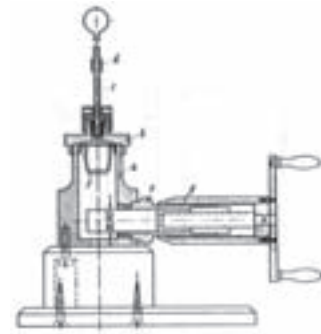


شکل ۷- کولیس مکانیکی عقربه دار



شکل ۸- روش غوطه وری اندازه گیری جرم مخصوص چوب ۵۱

- (ب) حجم منبع جیوه‌ای (شکل ۹-۴)  
 (ج) تعیین جرم مخصوص با اندازه‌گیری کاهش جرم در آب (شکل ۱۰-۴)  
 (د) استفاده از تصاویر میکروسکوپی (شکل ۱۱-۴)



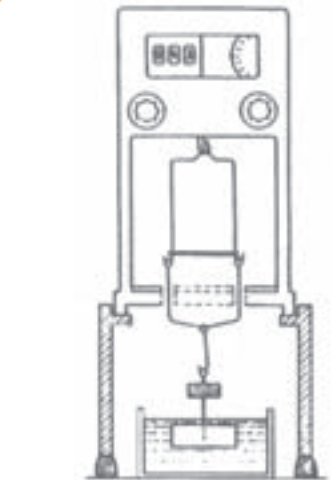
شکل ۹-۴- حجم سنج جیوه ای

## عوامل موثر در تغییر جرم مخصوص

شرایط رویش و تولید چوب در جنگل در مناطق سردسیری، معتدله و گرم‌سیری، هر کدام تاثیرات خاص خود را دارد. این شرایط بر روی شکل‌گیری، فرم عناصر ساختمانی چوب و هم‌چنین ترکیبات شیمیایی چوب تاثیر می‌گذارد. به طوری که نسبت چوب بهاره و تابستانه و پهنای دواير سالیانه نیز همیشه دچار تغییر می‌باشد. لذا به بررسی تعدادی از عوامل آناتومی و فیزیکی که بر روی جرم مخصوص تاثیر دارد می‌پردازیم:

### اثر چوب بهاره و تابستانه

در چوب بهاره به دلیل افزایش قطر حفره سلولی و با دیواره سلولی نازک در مقایسه با چوب تابستانه، با حفره سلولی کم قطر و دیواره سلولی ضخیم، باعث نایکنواختی جرم مخصوص در چوب می‌شود. مانند چوب سوزنی و پهن‌برگان (شکل ۱۳-۴ و ۱۲-۴) و این نایکنواختی در تمام گونه‌های چوبی و حتی در یک گونه وجود دارد. (رجوع شود به جدول ۱-۴)



شکل ۱۰-۴- نوع دیگری از حجم سنج غوطه‌وری

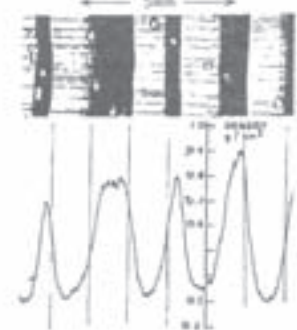
### اثر پهنای دایره سالیانه

چگونگی رشد پهنای دایره سالیانه، وضعیت متفاوت آن در سه حالت زیر بر تغییرات جرم مخصوص تاثیر می‌گذارد:

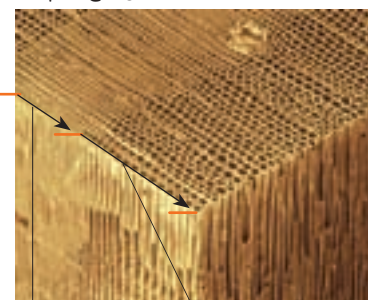
(الف) در سوزنی‌برگان با افزایش پهنای دایره سالیانه جرم مخصوص کاهش می‌یابد مانند چوب سرخ‌دار و نراد در (شکل ۱۳، ۱۴-۴) و این به دلیل افزایش چوب بهاره پرتخلخل نسبت به چوب تابستانه است.

(ب) در چوب‌های بخش‌روزنه‌ای پهن‌برگان با افزایش پهنای دایره سالیانه، جرم مخصوص افزایش می‌یابد. و این به دلیل افزایش لایه پر چوب تابستانه می‌باشد. (شکل ۱۵-۴)

(ج) در چوب‌های پراکنده‌آوند پهن‌برگان بر خلاف دو رابطه قبلی هیچ رابطه مشخص با افزایش و یا کاهش پهنای دایره سالیانه و تغییر جرم مخصوص وجود ندارد. (شکل ۱۶-۴)



شکل ۱۱-۴- روش رادیوگرافی سنج حجم



شکل ۱۲-۴- محدوده چوب تابستانه، محدوده چوب بهاره با دیواره نازک و حفره کوچک، محدوده چوب بهاره با دیواره ضخیم و حفره بزرگ

### اثر سن درخت

اغلب در چوب‌های سوزنی‌برگان و پهن‌برگان معمولاً پهنای دایره سالیانه از مغز درخت

شکل ۱۲-۴





به طرف پوست کاهش می یابد چوب سرخ دار در (شکل ۱۷-۴). این تغییر با تفاوت جرم مخصوص در سطح مقطع درخت از مغز به طرف پوست ارتباط دارد.

### اثر شاخه

با توجه به این که شاخه تقریباً به طور افقی نسبت به تنه از درخت منشعب می شود، لذا تفاوت جهت الیاف آن ها بین چوب تنه و شاخه قابل مشاهده است. (شکل ۱۸-۴)

دوایر سالیانه در چوب شاخه باریک تر از چوب تنه است. دیواره ضخیم سلول های استحکامی سبب افزایش جرم مخصوص چوب شاخه می شود.

این میزان افزایش جرم مخصوص در چوب سوزنی برگان حدود ۲۵ درصد و در پهن برگان حدود ۶ درصد می باشد. (جدول شماره ۳-۱)

### اثر رطوبت

مقدار رطوبت در درخت سرپا متغیر و زیاد است این تغییرات در تنه درختان قطع شده و هم چنین چوب های مصرفی آن قدر زیاد است که موجب تغییر در جرم مخصوص چوب می گردد. جرم مخصوص چوب هایی که از ۱/۱ گرم بر سانتی متر مکعب کم تر هستند با افزایش رطوبت افزایش جرم مخصوص خواهند یافت.

اما جرم مخصوص آن دسته چوب هایی که از مقدار فوق بیشتر هستند، با افزایش رطوبت جرم مخصوص آن ها کاهش می یابد. لذا می توان گفت این گروه از چوب ها در حالت سرپا دارای جرم مخصوص کم تری نسبت به حالت خشک آن ها می باشند. مانند چوب <sup>۱</sup>Bakaut که دارای جرم مخصوص ۱۴۰۰-۱۲۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب می باشد و از چوب های مناطق گرمسیری است. (شکل ۱۹-۴) با توجه به این که جرم مخصوص آب حدود  $1000 \text{ kg/m}^3$  است، اگر جرم مخصوص چوب بیشتر از جرم مخصوص آب باشد. با افزایش رطوبت چوب واکنشیدگی حجمی اتفاق می افتد، و در نتیجه الیاف از هم فاصله می گیرند و در نتیجه مقدار چوب در واحد حجم کم تر می شود. و این دلیل کاهش جرم مخصوص در چوب های سنگین است.

به لحاظ سنگینی وزن چوب با کائوت از آن برای ساخت چکش چوبی هم استفاده می شود. (شکل ۲۰-۴)

شکل ۱۳-۴- پهنای دایره سالیانه و نسبت چوب بهاره به تابستانه در چوب سرخ دار



شکل ۱۴-۴- پهنای دایره سالیانه و نسبت چوب بهاره به تابستانه در چوب نراد



شکل ۱۵-۴- افزایش چوب تابستانه با افزایش دایره سالیانه در چوب نیمه بخش دونه ای چهن برگان در چوب بلوط



شکل ۱۶-۴- چوب بهاره و تابستانه نامحسوس در یک دایره سالیانه چوب پراکنده پهن برگان



شکل ۱۷-۴- کاهش پهنای دایره سالیانه با افزایش سن



شکل ۲۰-۴- چکش چوبی



شکل ۱۹-۴- چوب باکائوت



شکل ۱۸-۴- تفاوت جهت الیاف و فشردگی چوب گره با الیاف چوب اطراف خود

۱- از چوب های پهن برگ با جرم مخصوص بالا و از سنگین ترین های موجود در کره زمین می باشد و در مناطق گرمسیری آفریقا رویش دارد و به نام Bakaut معروف است

## تحقیق کنید



۱- در شکل ۱۳ دلیل کاهش پهنای دایره سالیانه با افزایش سن درخت را بررسی کنید.

۲- چرا هیچ رابطه مشخصی با افزایش و یا کاهش پهنای دایره سالیانه در چوب‌های پراکنده آوند پهن‌برگان وجود ندارد؟

۳- با بررسی نتایج به دست آمده در تحقیق سؤال ۱ چه راهکارهایی بر افزایش بهره‌وری چوب از سطح جنگل‌ها را ارائه می‌دهید.

۴- اطلاعات لازم جدول زیر را هر گروه از هنرجویان برای ۵ الی ۱۰ گونه‌ی چوبی داخلی و خارجی به صورت آزمایشگاهی و با استفاده از کولیس و ترازو و با بهره‌مندی از پایگاه‌های تخصصی مرتبط، اینترنتی، استانداردهای ملی و بین‌المللی را تکمیل کنید.

جرم مخصوص	جرم	حجم	ابعاد نمونه‌ی چوب (طول، عرض و ضخامت)			گونه چوبی	
			d mm	b mm	L mm		
$\rho = \frac{g}{cm^3}$	$\rho = \frac{m}{g}$	$V / cm^3$					۱
							۲
							۳

۵- با مشاهده چوب راش آثار ساختمانی ترسیم کنید.

۶- رابطه جرم مخصوص و مقاومت اتصالات قید به پایه صندلی و سایر اتصالات مشابه را بررسی کنید.



۷- اگر از چوب خیس برای ساخت سازه چوبی استفاده شود، چه اتفاقی می افتد؟

## خودآزمایی



- ۱- در شکل‌های زیر دایره سالیانه و پره چوبی را در مقاطع مختلف چوب نشان دهید
- ۲- مواد رنگی معدنی چه تأثیری بر بافت چوب دارند؟
- ۳- جرم مخصوص چوب چه نقشی در خواص چوب دارد؟
- ۴- کدام نوع جرم مخصوص در محاسبات عملی کاربرد دارد؟
- ۵- برای اطمینان و دقت اندازه‌گیری ابعاد نمونه‌های چوبی چه باید کرد؟
- ۶- آیا از بوی چوب می‌توان همیشه به عنوان عاملی برای شناسایی چوب استفاده کرد؟
- ۷- سه مورد از عوامل مؤثر در تغییر جرم مخصوص را نام ببرید.
- ۸- ترکیبات شیمیایی چوب را نام ببرید.
- ۹- تفاوت جرم مخصوص در چوب‌های سبک و سنگین با افزایش رطوبت چگونه خواهد بود؟

## نمونه سؤال امتحان نهایی



- ۱- (دی ماه ۸۶) فرمول‌های وزن مخصوص و جرم ویژه نسبی را بنویسید:  
$$SG = \frac{D}{DW}$$
 جرم ویژه نسبی  
$$D = \frac{W}{V}$$
 وزن مخصوص
- ۲- (دی ماه ۸۶) جرم ویژه نسبی ماده چوبی به روش جابه‌جایی آب و جابه‌جایی گاز هلیوم چه مقدار می‌باشد؟  
۱/۴۶ جابه‌جایی گاز هلیوم  
۱/۵۳ جابه‌جایی آب
- ۳- (خرداد ماه ۸۷) وزن مخصوص چوب را تعریف کنید. فرمول آن را بنویسید.  
$$D = \frac{W}{V}$$
 وزن چوب در حالت آزمایش =  $\frac{\text{وزن مخصوص}}{\text{حجم چوب در حالت آزمایش}}$
- ۴- (خرداد ماه ۸۷) روش اندازه‌گیری حجم نمونه چوب را با استفاده از روش جابه‌جایی آب شرح دهید.  
در صورتی که نمونه آزمونی دارای شکل نامنظمی باشد می‌توان حجم آن را با فروبردن

آن در آب و اندازه‌گیری وزن آب جابه‌جا شده به وسیله ترازو و سپس تبدیل وزن به حجم با استفاده از جرم ویژه آب به دست آورد.

۵- (شهریور ماه ۸۷) غالباً در اکثر گونه‌ها وزن مخصوص درون چوب بیش‌تر است یا برون چوب؟ چوب بهاره بیش‌تر است یا تابستانه؟ چوب شاخه بیش‌تر است یا تنه؟ درون چوب، تابستانه، شاخه

۶- (شهریور ماه ۸۷) مقدار جرم ویژه نسبی ماده چوبی اندازه‌گیری شده با روش جابه‌جایی آب کم‌تر است یا گاز هلیوم؟ چرا؟

گاز هلیوم، به علت قابلیت نفوذ بیش‌تر، مولکول کوچک‌تر گاز هلیوم و نشان دادن تخلخل بیش‌تر چوب

۷- (دی ماه ۸۷) عوامل مؤثر در تغییرات وزن مخصوص چوب را نام ببرید: وضعیت رویش بیولوژیکی، خصوصیات آناتومیکی متفاوت، قطر و ضخامت دیواره سلولی الیاف، درصد سلول‌های مختلف تشکیل دهنده چوب، عوامل جوی مانند میزان بارندگی، درجه حرارت محیط، باد و عوامل دیگری مانند سن درخت، محل قرارگرفتن چوب در درخت.

۸- (دی ماه ۸۷) جرم ویژه نسبی چوب را تعریف کنید. فرمول آن را بنویسید.

عبارت است از نسبت وزن مخصوص چوب به وزن مخصوص آب در ۴ درجه سانتی‌گراد

$$SG = \frac{M}{MW}$$

یا عبارت است از نسبت جرم خشک چوب به جرم آب هم حجم آن

$$SG = \frac{D}{DW}$$

۹- (خرداد ماه ۸۸) جرم ویژه نسبی دیواره سلولی چوب را تعریف کنید و روش‌های اندازه‌گیری آن را ذکر نمایید.

جرم ویژه نسبی دیواره سلولی عبارت است از میانگین جرم ویژه نسبی ماده چوبی موجود در دیواره سلول‌های چوبی، روش جابه‌جایی آب، جابه‌جایی گاز هلیوم.

۱۰- (خرداد ماه ۸۸) در صورتی که جرم ویژه چوب توسکا ۰/۴۵ گرم بر سانتی‌متر

مکعب باشد آن گاه وزن ۲ متر مکعب از این چوب چقدر خواهد بود؟

$$D = \frac{W}{V} \quad ۰/۴۵ \text{ gr/cm}^3 = \frac{W}{۲۰۰۰۰۰ \text{ cm}^3}$$

$$۲ \text{ m}^3 = ۲ \times ۱۰^6 \text{ cm}^3 = ۲۰۰۰۰۰۰ \text{ cm}^3 \quad \rightarrow W = ۰/۴۵ \times ۲۰۰۰۰۰۰ = ۹۰۰۰۰۰ \text{ gr}$$

یا

$$D = \frac{W}{V} \quad ۰/۴۵ \text{ gr/cm}^3 = ۴۵۰ \text{ kg/m}^3 \rightarrow ۴۵۰ = \frac{W}{۲} \rightarrow W = ۹۰۰ \text{ kg}$$

۱۱- (شهریور ماه ۸۸) ساده‌ترین و سریع‌ترین روش حجم‌یابی نمونه چوبی را تعریف کنید.

ساده‌ترین و سریع‌ترین روش حجم‌یابی نمونه چوبی استفاده از بشرهای مدرج است. در این حالت حجم نمونه آزمونی عبارت است از اختلاف بین سطح آب داخل بشر قبل و بعد

از فرو بردن نمونه آزمونی در آب

۱۲- (شهریور ماه ۸۸) وزن  $4\text{m}^3$  از چوبی با جرم ویژه  $0/36$  گرم بر سانتی متر مکعب

را حساب کنید.

$$D = \frac{W}{V} \quad 360 \text{ kg/m}^3 = \frac{W}{4} \rightarrow W = 360 \times 4 = 1440 \text{ kg}$$
$$0/36 \text{ gr/cm}^3 \times 1000 = 360 \text{ kg/m}^3$$

۱۳- (دی ماه ۸۸) روش‌های اندازه‌گیری حجم چوب در آزمایشگاه را نام ببرید.

استفاده از کولیس، روش جابه‌جایی آب، استوانه‌ای مدرج، حجم‌سنج جیوه‌ای

۱۴- (خرداد ماه ۸۹) حجم قطعه چوبی با جرم ویژه  $0/5$  گرم بر سانتی متر مکعب که

جرم آن ۲ کیلوگرم باشد چقدر است؟

$$m = 2 \text{ kg} \times 1000 = 2000 \text{ gr}$$

$$D = \frac{m}{V} \rightarrow 0/5 = \frac{2000}{V} \rightarrow V = \frac{2000}{0/5} = 4000 \text{ cm}^3$$

۱۵- (شهریور ماه ۸۹) به دست آوردن حجم نمونه به وسیله حجم‌سنج جیوه‌ای را به

اختصار توضیح دهید.

در این روش خطر جذب آب وجود ندارد و از دستگاهی به نام بروئیل استفاده می‌شود،

بدین ترتیب که تفاضل دو درجه قبل و بعد از قرار گرفتن نمونه در داخل حجم‌سنج از روی

ورنیه‌ای که متصل به حجم‌سنج است حجم نمونه خواهد بود.

۱۶- (سوال امتحان نهایی دی ماه ۸۹) علت اختلاف جرم مخصوص در گونه‌های مختلف

چوبی و حتی در بین درختان یک گونه چیست؟

الف) خصوصیات ژنتیکی (ب) وضعیت رویش بیولوژیکی (ج) خصوصیات آناتومی متفاوت

د) طول، قطر و ضخامت دیواره سلولی الیاف (ه) درصد سلول‌های مختلف تشکیل دهنده چوب

و) عوامل جوی متفاوت نظیر بارندگی (ز) درجه حرارت محیط (ح) سن درخت

ط) محل قرار گرفتن چوب در درخت (ی) موقعیت جغرافیایی مانند ارتفاع از سطح دریا

