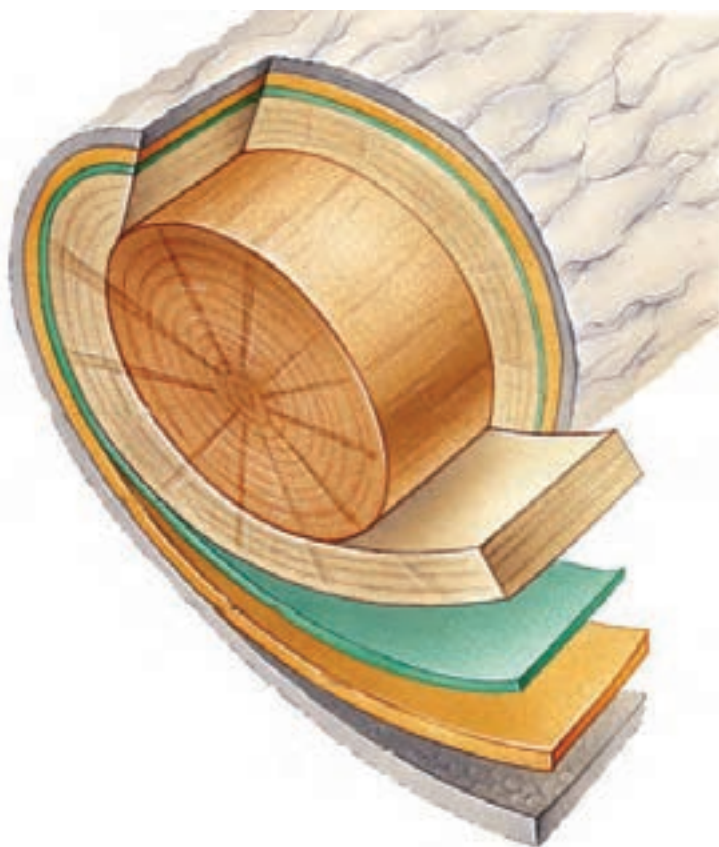


# فصل چهارم

## جرم

### مخصوص

### (دانسیته) چوب





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 فضاهای خالی چوب در تغییرات جرم مخصوص چوب چیست؟

.....

۷- ترکیبات شیمیایی چوب کدامند؟

.....

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

### جرم مخصوص (دانسته) چوب

جرم چوب ( $M$ ) نسبت به حجم ( $V$ ) آن را جرم مخصوص ( $D$ ) 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. به‌طوری‌که امروزه بدون بررسی جرم مخصوص چوب نمی‌توان به خواص فیزیکی و مکانیکی چوب پی برد. درصد تغییر حجم در اثر خواص الکتریکی، و خواص حرارتی و انواع مقاومت‌های مکانیکی بخشی از عواملی هستند، که ارتباط مستقیم با جرم مخصوص دارند.

چوب ماده‌ای متخلخل و دارای خاصیت جذب و دفع رطوبت است، به همین دلیل جرم مخصوص آن در درصد 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)

$$D = \frac{M}{V} \quad \left( \frac{\text{کیلوگرم kg}}{\text{متر مکعب m}^3}, \frac{\text{گرم gr}}{\text{سانتی متر مکعب cm}^3} \right)$$

$M$  = جرم چوب = کیلوگرم یا گرم

$V$  = حجم چوب = متر مکعب یا سانتی متر مکعب

### مثال



مجموع جرم تعداد ۵ عدد الوار کاج به ابعاد  $۶۰۰ \times ۲۰ \times ۷$  سانتی متر  $۲۱۰$  کیلوگرم است. اگر رطوبت الوارها ۱۲ درصد باشد جرم مخصوص آنها چقدر است. محاسبه جرم مخصوص چوب را بر اساس معادله (۱) :

$$D = \frac{M}{V} \quad \begin{array}{l} l = ۶۰۰ \text{ cm} \\ b = ۲ \text{ cm} \\ d = ۷ \text{ cm} \end{array} \quad \begin{array}{l} v = L \times b \times d \\ v = ۶۰۰ \times ۲ \times ۷ \\ v = ۸۴۰۰ \text{ cm}^3 \end{array} \quad \begin{array}{l} \text{حجم یک الوار} \\ \text{کل حجم ۵ الوار} \end{array} \quad \begin{array}{l} D = \frac{M}{V} \\ D = \frac{۲۱۰ \text{ kg}}{۸۴۰۰ \text{ m}^3} \\ D = ۰.۰۲۵ \text{ m}^3 \end{array}$$

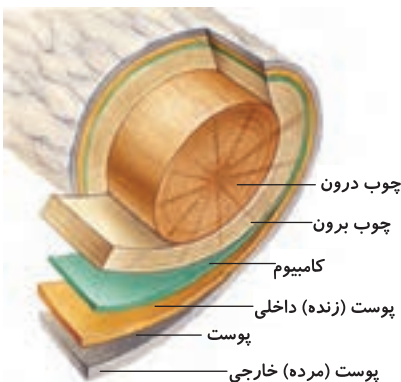
جرم ۵ الوار  $n = ۵$   $m = ۲۱۰ \text{ kg}$

همان طوری که می‌دانید چوب ماده‌ای است، ۱- هر سونایکسان، ۲- ناهمگن، ۳- آب دوست، ۴- متخلخل می‌باشد. این ویژگی‌ها 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



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

ماده چوبی کمتر و میزان خلل و فرج بیشتر، در (فرمول زیر) مشاهده می‌شود. اگر جرم (صورت کسر) کوچک‌تر باشد، در نتیجه جرم مخصوص کمتر و در مورد چوب‌های سنگین و کاهش منافذ جرم مخصوص چوب بیشتر خواهد بود.

$D_U$  - جرم مخصوص ظاهری چوب در رطوبت مشخص بر حسب

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

(گرم بر سانتی‌متر مکعب یا کیلوگرم بر متر مکعب  $kg/m^3$ )

$M$  - جرم مخصوص چوب (گرم یا کیلوگرم،  $kg$  یا  $g$ )

$V_U$  - حجم چوب (سانتی‌متر مکعب یا متر مکعب،  $cm^3$  یا  $m^3$ )

**ب: جرم مخصوص بحرانی (کمترین مقدار جرم مخصوص یک چوب)**

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.

$D_r$  - جرم مخصوص بحرانی چوب؛ گرم بر سانتی‌متر مکعب یا  $kg/m^3$

$$D_r = \frac{M_o}{V_s}, (g/cm^3), (kg/m^3)$$

$M_o$  - جرم کاملاً خشک چوب بر حسب گرم یا کیلوگرم

$V_s$  - حجم چوب کاملاً واکشیده بر حسب سانتی‌متر مکعب،

متر مکعب  $cm^3$  یا  $m^3$

**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.

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

$M_o$  - جرم کاملاً خشک ماده چوبی، گرم یا کیلوگرم

$V'$  - حجم خشک ماده چوبی بدون تخلخل، ( $cm^3$  یا  $m^3$ )

**جدول ۱-۴ - جرم مخصوص واقعی ترکیبات شیمیایی چوب بدون در نظر گرفتن خلل و فرج**

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



شکل ۲-۴ - ترازوی مکانیکی



شکل ۳-۴- ترازوی دیجیتال



شکل ۴-۴- نحوه اندازه گیری ابعاد چوب با کولیس



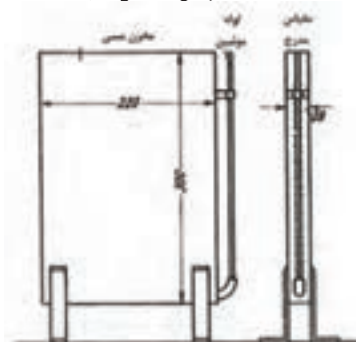
شکل ۵-۴- کولیس مکانیکی



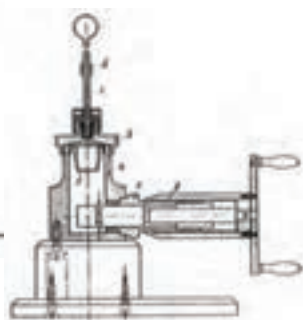
شکل ۶-۴- کولیس دیجیتال



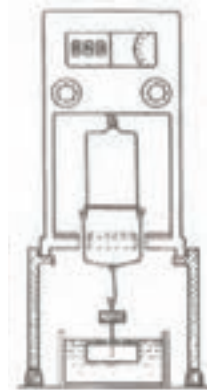
شکل ۷-۴- کولیس مکانیکی عقربه دار



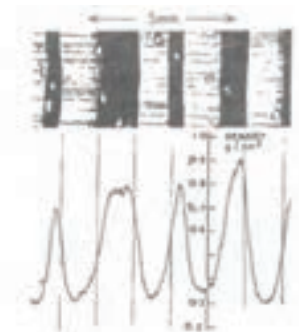
شکل ۸-۴- روش غوطه وری اندازه گیری جرم مخصوص چوب



شکل ۹-۴- حجم سنج جیوه ای



شکل ۱۰-۴- نوع دیگری از حجم سنج غوطه وری



شکل ۱۱-۴- روش رادیوگرافی سنج حجم

میزان درصد مواد فوق و همچنین مواد استخراجی موجود در چوب و حفرات سلولی در گونه‌های مختلف، جرم مخصوص واقعی را برای هر گونه چوبی تعیین می‌نماید. لذا برای سادگی در محاسبات جرم مخصوص واقعی چوب ثابت و برابر  $1/56 \text{ g/cm}^3$  در نظر گرفته می‌شود.

## روش‌های اندازه‌گیری جرم مخصوص چوب

همان‌طوری که می‌دانید نسبت بین جرم به حجم یک جسم را جرم مخصوص آن جسم می‌گویند. برای تعیین جرم مخصوص چوب با توجه به میزان دقت اندازه‌گیری مورد نظر، اندازه و ابعاد چوب با استفاده از ابزارهایی با دقت و حساسیت مختلف اندازه‌گیری می‌شود. تعدادی از وسایل اندازه‌گیری جرم چوب که در آزمایشگاه‌های رشته صنایع چوب مورد استفاده قرار می‌گیرد. در (شکل‌های ۲-۳ و ۴-۳) مشاهده می‌شود.

ابعاد نمونه‌های چوبی برای تعیین جرم مخصوص برابر استاندارد ملی به صورت (شکل ۴-۴) اندازه‌گیری می‌شوند و برای دقت در اندازه‌گیری ۵ نقطه در هر نمونه مورد اندازه‌گیری شده و میانگین آنها ثبت می‌شود.

ابعاد نمونه‌ی چوب به دو روش اندازه‌گیری می‌شود:

- ۱- در چوب‌هایی که دارای ابعاد منظم و بدون ترک به شکل استوانه یا مکعبی هستند به وسیله انواع کولیس‌های مکانیکی (شکل ۵-۴) و دیجیتالی (شکل ۶-۴) ابعاد مورد نظر اندازه‌گیری می‌شود، سپس حجم قطعه چوب با استفاده از فرمول‌های مربوطه مشخص می‌شود. واحد حجم سانتی مترمربع یا مترمربع و یا سایر واحدهای اندازه‌گیری مرسوم می‌باشد که به طور مفصل در این مورد در کتاب خواص فیزیکی و مکانیکی صحبت شده است.
- ۲- در چوب‌هایی که دارای ابعاد نامنظم هستند و امکان تعیین اندازه‌گیری ابعاد آنها با ابزارهای اندازه‌گیری وجود ندارد می‌توان از یکی از روش‌های زیر استفاده کرد.

الف) غوطه وری در آب (شکل ۸-۴)

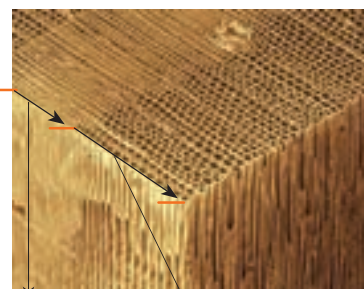
ب) استفاده از حجم سنج جیوه‌ای (شکل ۹-۴)

ج) تعیین حجم با اندازه‌گیری کاهش جرم در آب (شکل ۱۰-۴)

د) استفاده از تصاویر میکروسکوپی (شکل ۱۱-۴)

## عوامل مؤثر در تغییر جرم مخصوص

شرایط رویش و تولید چوب در مناطق سردسیری، معتدله و گرمسیری، هر کدام تأثیرات خاص خود را دارند. این شرایط بر فرم عناصر ساختمانی چوب و چگونگی شکل‌گیری آنها و همچنین ترکیبات شیمیایی چوب تأثیر می‌گذارد. به‌طوری‌که نسبت چوب بهاره به تابستانه و پهنای دواير سالیانه همیشه دچار تغییر می‌شود. لذا در این بخش به بررسی تعدادی از عوامل آناتومی و فیزیکی که بر روی جرم مخصوص تأثیر دارند می‌پردازیم:



محدوده چوب بهاره با دیواره نازک و حفره بزرگ  
محدوده چوب تابستانه با دیواره ضخیم و حفره کوچکی

شکل ۴-۱۲



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

### اثر چوب بهاره و تابستانه

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

### اثر پهنای دایره سالیانه

پهنای دایره سالیانه و وضعیت متفاوت آن در سه حالت زیر بر تغییرات جرم مخصوص تأثیر می‌گذارد:

الف) در سوزنی‌برگان با افزایش پهنای دایره سالیانه به دلیل افزایش چوب بهاره پرتخلخل نسبت به چوب تابستانه است.



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

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



شکل ۴-۱۵- افزایش چوب تابستانه با افزایش دایره سالیانه در چوب نیمه بخش روزه‌ای پهن‌برگان در چوب بلوط

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



## اثر سن درخت

در چوب‌های سوزنی‌برگان و پهن‌برگان معمولاً پهنای دایره سالیانه از مغز درخت به طرف پوست کاهش می‌یابد. مانند چوب سرخ‌دار (شکل ۱۷-۴). این تغییر تفاوت جرم مخصوص در سطح مقطع درخت از مغز به طرف پوست می‌شود.

## اثر شاخه

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

دوایر سالیانه در چوب شاخه، باریک‌تر از چوب تنه است. این امر سبب افزایش تراکم سلول‌های چوب تابستانه و بهاره در حجم مشخصی از چوب شده و در نتیجه سبب افزایش جرم مخصوص چوب شاخه می‌شود. همچنین وجود چوب واکنشی در محل اتصال شاخه می‌تواند باعث افزایش جرم مخصوص شود. این میزان افزایش جرم مخصوص در چوب سوزنی‌برگان حدود ۲۵ درصد و در پهن‌برگان حدود ۶ درصد می‌باشد. (مطابق جدول شماره ۱-۲ و ۱-۳ در صفحه ۷)

## اثر رطوبت

مقدار رطوبت در تنه درخت سرپا تا حد زیادی تغییر می‌کند، این تغییرات در تنه درخت افتاده، با چوب مصنوعی در ساختمان، موجب به وجود آمدن تغییرات در جرم مخصوص چوب می‌گردد.

به طور کلی جرم مخصوص چوب (و جرم آن) با افزایش مقدار آب افزایش می‌یابد. در چوب‌هایی که جرم مخصوص آنها کمتر از ۱/۱ گرم بر سانتیمتر مکعب است با افزایش رطوبت، جرم مخصوص افزایش می‌یابد.

اما در چوب‌های سنگین (با جرم مخصوص بیشتر از ۱/۱ گرم بر سانتیمتر مکعب) با افزایش رطوبت تا حد نقطه اشباع فیبر، ابتدا جرم مخصوص کاهش و سپس افزایش پیدا می‌کند. چرا که در این چوب‌ها با افزایش جرمی که در اثر جذب رطوبت پدید می‌آید، نسبت به افزایش حجم حاصل از واکشیدگی تا نقطه اشباع فیبر، کمتر است، اما بعد از نقطه اشباع فیبر، چون حجم چوب ثابت است، با افزایش رطوبت، تنها جرم چوب افزایش می‌یابد و این امر سبب افزایش جرم مخصوص چوب می‌شود. برای مثال گونه باکائوت<sup>۱</sup> از جمله چوب‌های سنگین است که جرم مخصوص آن در حدود ۱۴۰۰ - ۱۲۰۰ کیلو گرم بر متر مکعب می‌باشد و به لحاظ سنگینی این چوب، از آن برای ساخت چکش چوبی استفاده می‌شود (شکل ۲۰-۴).



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



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



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



شکل ۱۹-۴- چوب باکائوت



شکل ۲۰-۴- چکش چوبی

۱- از چوب‌های پهن‌برگ با جرم مخصوص بالا و از سنگین‌ترین چوب‌های موجود در کره زمین می‌باشد 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 پهن برگان وجود ندارد؟

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

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

ردیف	گونه چوبی	ابعاد نمونه چوب (طول، عرض و ضخامت)			حجم V	جرم m	جرم مخصوص
		L mm	b mm	d mm	cm <sup>۳</sup>	gr	gr/cm <sup>۳</sup>
۱							
۲							
۳							
۴							
۵							

۵- با مشاهده چوب راش آثار عناصر ساختمانی را 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 شکل های 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 اندازه گیری ابعاد نمونه های چوبی چه باید کرد؟
- ۶- آیا از بوی چوب می توان 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 چوب های سبک و سنگین با افزایش رطوبت چگونه خواهد بود؟

### نمونه سؤال امتحان نهایی



- ۱- (دی ماه ۸۶) فرمول های 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 جابه جایی آب و جابه جایی گاز هلیوم چه مقدار می باشد؟  
۱/۴۶ جابه جایی گاز هلیوم      ۱/۵۳ جابه جایی 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 اندازه گیری حجم نمونه چوب را با استفاده از روش جابه جایی آب شرح دهید.  
در صورتی که نمونه آزمونی دارای شکل نامنظمی باشد می توان حجم آن را با فروبردن

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 قرار گرفتن 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؟

$$D = \frac{W}{V} \quad ۰/۴۵ \text{ gr/cm}^3 = \frac{W}{۲۰۰۰۰۰۰ \text{ cm}^3}$$

$$۲ \text{ m}^3 = ۲ \times ۱۰^6 \text{ cm}^3 = ۲۰۰۰۰۰۰ \text{ cm}^3 \rightarrow W = ۰/۴۵ \times ۲۰۰۰۰۰۰ = ۹۰۰۰۰ \text{ gr}$$

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) روش های اندازه گیری حجم چوب در آزمایشگاه را نام ببرید.

استفاده از کولیس، روش جابه جایی آب، استوانه ای مدرج، حجم سنج جیوه ای

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 حجم سنج جیوه ای را به اختصار توضیح دهید.

در این روش خطر جذب آب وجود ندارد و از دستگاهی به نام بروئیل استفاده می شود، بدین ترتیب که تفاضل دو درجه قبل و بعد از قرار گرفتن نمونه در داخل حجم سنج از روی ورنیه ای که متصل به حجم سنج است حجم نمونه خواهد بود.

۱۶- (سؤال امتحان نهایی دی ماه ۸۹) علت اختلاف جرم مخصوص در گونه های 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 سلول های 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

