

### خشک کردن مصنوعی (در کوره) چوب

هدف‌های رفتاری: پس از پایان این فصل از هنرجو انتظار می‌رود:

- ۱- مزایا و معایب خشک کردن چوب را در کوره توضیح دهد؛
- ۲- زمان خشک کردن چوب را در کوره تعیین کند؛
- ۳- برنامه خشک کردن چوب را در کوره توضیح دهد؛
- ۴- مکانیسم کار کوره چوب خشک کنی را توضیح دهد؛
- ۵- سیستم‌های هوا و حرارت کوره چوب خشک کنی را توضیح دهد؛
- ۶- سیستم‌های متداول کنترل را در کوره چوب خشک کنی توضیح دهد؛
- ۷- انواع متداول کوره چوب خشک کنی را توضیح دهد؛
- ۸- بارگیری، خشک کردن و تخلیه کوره را توضیح دهد.

زمان تدریس: ۱۲ ساعت

### ۳- خشک کردن مصنوعی (در کوره) چوب

#### ۱- ۳- مزایا و معایب خشک کردن چوب در کوره

همان‌طوری که در فصل دوم این کتاب گفتیم، خشک کردن چوب در هوای آزاد از متداول‌ترین روش‌های خشک کردن است. متأسفانه در بسیاری موارد با استفاده از روش خشک کردن چوب در هوای آزاد نمی‌توانیم رطوبت را تا مقدار مورد نیاز برای بعضی مصارف کاهش دهیم. لذا در چنین مواردی از تجهیزات یا کوره‌های چوب خشک کنی استفاده می‌کنیم.

با توجه به اینکه معمولاً برای خشک کردن مصنوعی چوب به تجهیزات نسبتاً گرانی نیاز است،

اغلب خشک کردن چوب در کوره در مقیاس بزرگ و با تولید انبوه انجام می‌گیرد. این بدان معنی نخواهد بود که خشک کردن چوب در کوره در مقیاس کوچک و کارگاهی قابل استفاده نیست. امروزه تجهیزاتی در مقیاس کارگاهی ساخته شده که از طریق کنترل درجه حرارت و رطوبت نسبی داخل کوره قادر به خشک کردن چوب هستند. این نوع تجهیزات کلیه ویژگی‌های کوره‌های بزرگ چوب خشک‌کنی را دارند. به این ترتیب، در زمان حاضر استفاده از روش خشک کردن چوب در کوره بسیار گسترده شده است. مزایای خشک کردن چوب در کوره به شرح زیر است :

– مدت خشک کردن چوب در کوره در مقایسه با خشک کردن چوب در هوای آزاد بسیار کوتاه است و در نتیجه، سرمایه‌ای که به صورت ماده اولیه چوبی است، برای مدت طولانی متوقف نمی‌شود. به این ترتیب، زمان سرمایه کم‌تری معطل می‌شود. به علاوه به سرمایه کم‌تری جهت تأمین ماده اولیه در حین تولید نیازمندیم.

– چوب خشک‌شده با این روش روشن‌تر و عاری از پوسیدگی و حشره‌زدگی است؛ زیرا مدت دوره چوب خشک‌کنی در کوره کوتاه است و امکان به وجود آمدن معایب گفته شده بسیار کم است.

– تولید چوب خشک بدون پیچیدگی، ترک و گسیختگی به دلیل امکان کنترل دقیق شرایط خشک‌کردن.

– امکان خشک کردن چوب تا مقدار رطوبت مورد نظر؛ به عنوان مثال، چوبی را که باید برای مصارف داخل ساختمان خشک شود، نمی‌توان در هوای آزاد خشک کرد.  
– نیاز به حمل و نقل و جابجایی کم‌تر دسته‌های چوب در مقایسه با روش خشک کردن در هوای آزاد.

– کارکردن با چوب خشک‌شده در کوره آسان‌تر است.  
– قابلیت چسبندگی چوب خشک‌شده در کوره بیش‌تر و سریع‌تر است.  
– قابلیت رنگ‌پذیری چوب خشک‌شده در کوره بیش‌تر است.

روش خشک کردن چوب در کوره علاوه بر مزایای زیادی که دارد، معایبی نیز دارد که مهمترین آن‌ها عبارتند از :

– نیاز به خرید تجهیزات کوره که گران‌قیمت هستند.  
– نیاز به مصرف انرژی و تجهیزات گرم کردن کوره که باید به صورت گازوئیل، گاز طبیعی یا ضایعات چوب تأمین شود.

## ۲-۳- زمان و برنامه خشک کردن چوب در کوره

ویژگی‌های چوب‌های مختلف در برابر خشک شدن یکسان نیست. در مورد بعضی از چوب‌ها لازم است خشک کردن با ملایمت انجام گیرد تا به کیفیت چوب صدمه وارد نشود. در صورتی که بعضی دیگر از چوب‌ها بسیار سریع رطوبت از دست می‌دهند و در اثر از دست دادن رطوبت، معایبی در آن‌ها به وجود نمی‌آید. در این حالت می‌توان از روش‌های خشک کردن سریع استفاده کرد.

۱-۲-۳- برنامه چوب خشک کنی در کوره: برنامه چوب خشک کنی در کوره در حقیقت مجموعه‌ای از شرایط دما (گرم)، رطوبت نسبی محیط و جریان هوا است که از طریق تنظیم این شرایط با سرعت مورد نظر، خشک کردن بدون به وجود آمدن عیب یا نقصی در چوب امکان‌پذیر می‌شود؛ بنابراین، در یک برنامه چوب خشک کنی در کوره لازم است درجه حرارت و رطوبت نسبی محیط داخل کوره تعیین گردد.

برای اندازه‌گیری درجه حرارت محیط درون کوره از دماسنج معمولی استفاده می‌شود. درجه حرارت اندازه‌گیری شده به وسیله این دماسنج را «درجه حرارت خشک» گویند.

برای تعیین رطوبت نسبی محیط درون کوره، معمولاً از اختلاف درجه حرارت خشک و مرطوب استفاده می‌کنند. برای اندازه‌گیری «درجه حرارت مرطوب» معمولاً محفظه جیوه یا الکل دماسنج را لابه‌لای پارچه خیس شده با آب مقطر قرار می‌دهند. با اندازه‌گیری و تنظیم درجه حرارت خشک و مرطوب، شرایط مورد نظر درون کوره به وجود می‌آید.

معمولاً متناسب با نوع چوب و خواسته‌های مورد نظر برنامه‌های چوب خشک کنی مختلفی ابداع و تنظیم شده است. در عمل معمولاً برنامه‌های عمومی و کلی را برای خشک کردن چوب‌ها تنظیم می‌کنند و می‌کوشند خشک کردن طبق این برنامه‌ها انجام شود. به دلیل تغییرات بسیار زیاد در ویژگی‌های چوب، نوع و شرایط کوره، کیفیت و هزینه‌های خشک کردن هرگز نمی‌توان یک برنامه واحد را برای چوب خشک کنی در کوره ایده‌آل دانست بلکه در عمل برای چوب‌های مختلف پهن‌برگ و سوزنی‌برگ برنامه‌های جداگانه تنظیم می‌شود.

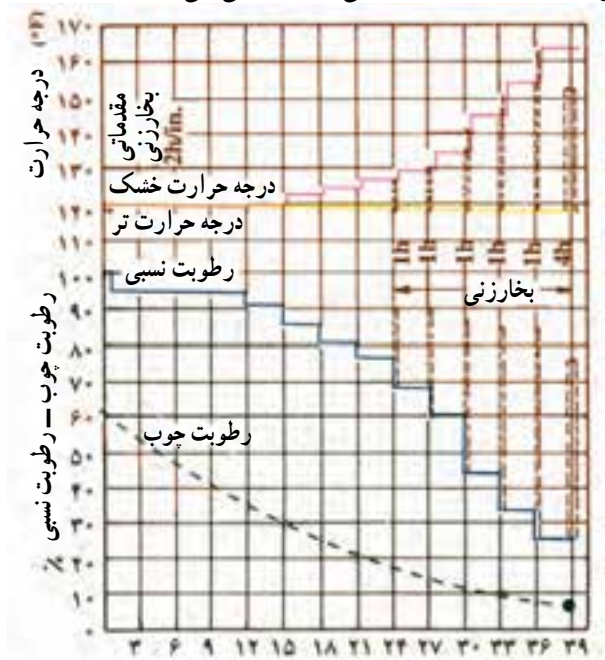
با توجه به حساسیت چوب‌های پهن‌برگ در برابر خشک شدن، پژوهش‌های زیادی در مورد برنامه‌های چوب خشک کنی در کوره این چوب‌ها به عمل آمده که به شکل جدول‌ها یا منحنی‌های چوب خشک کنی در کوره ارائه شده است. از این جدول‌ها و منحنی‌ها می‌توان به عنوان الگو استفاده کرد. متأسفانه در کشور ما تحقیقات اندکی در خصوص برنامه‌های خشک کردن گونه‌های چوبی پهن‌برگ داخلی صورت گرفته است که عمدتاً محدود به گونه‌های راش، بلوط، ممرز و توسکا می‌گردد و در

خصوص سایر گونه‌ها از برنامه‌های چوب خشک‌کنی مشابه خارجی استفاده می‌گردد. این برنامه‌ها برای خشک‌کردن چوب‌های با ضخامت کم‌تر از ۵ سانتی‌متر است.

با توجه به این که کنترل موفقیت‌آمیز معایب خشک‌کردن چوب پهن‌برگان از طریق تنظیم دقیق درجه حرارت و رطوبت نسبی امکان‌پذیر است، در حال حاضر اغلب برنامه چوب خشک‌کنی در کوره را بر مبنای میزان رطوبت چوب تنظیم می‌کنند.

در این روش، برای جلوگیری از چین‌خوردگی و شانه‌عسلی‌شدن چوب درجه حرارت آغاز خشک‌کردن را کم انتخاب می‌کنند؛ به علاوه، برای به حداقل رساندن ترک‌های سطحی و انتهایی، رطوبت نسبی باید زیاد باشد. البته حتی در چنین شرایط ملایمی نیز چوب رطوبت را ازدست می‌دهد. پس از آن، برای افزایش سرعت خشک‌کردن، درجه حرارت را افزایش می‌دهند و از رطوبت نسبی محیط درون اتاقک کوره می‌کاهند.

در شکل ۱-۳ برنامه خشک‌کردن چوب راش در کوره به شکل چند منحنی ارائه شده است. اگر به منحنی تغییر درجه حرارت خشک‌توجه کنیم، می‌بینیم که طی دوره ۱۵ روز اول، درجه حرارت خشک درون کوره ثابت است (منحنی قرمز رنگ). در همین دوره زمانی، رطوبت نسبی درون کوره نیز در مقدار حداکثر حدود ۹۴ درصد ثابت می‌ماند (منحنی آبی رنگ).



زمان خشک‌کردن

شکل ۱-۳- برنامه چوب خشک‌کنی در کوره چوب راش به ضخامت ۵ سانتی‌متر

پس از دوره اول، درجه حرارت خشک را به صورت مرحله‌ای زیاد می‌کنند و از رطوبت نسبی نیز به طور مرحله‌ای می‌کاهند.

اگر به منحنی تغییرات رطوبت چوب توجه کنیم (منحنی سبزرنگ)، می‌بینیم که مقدار رطوبت چوب از رطوبت اولیه ۶۰ درصد به تدریج و به طور دائم تا رطوبت نهایی ۶ درصد کم می‌شود.

در برنامه چوب خشک‌کنی راش باید به دو نکته دیگر نیز توجه شود:

– درجه حرارت مرطوب در تمامی دوره خشک کردن ثابت می‌ماند (منحنی زردرنگ).

– در مراحل پایانی خشک کردن برای به حالت تعادل رساندن رطوبت سطحی و درونی چوب، معمولاً بخارزنی می‌شود.

اطلاعات منحنی‌های شکل ۱-۳ را می‌توان به صورت جدول‌هایی ارائه داد که به آن‌ها «جدول‌های چوب خشک‌کنی در کوره» می‌گویند.

**۲-۲-۳- محاسبه زمان خشک کردن چوب در کوره:** اصولاً قبل از آغاز برنامه خشک کردن چوب در کوره لازم است مطالبی را در مورد زمان تقریبی خشک شدن چوب در کوره بدانیم. به این ترتیب، برنامه‌ریزی برای استفاده از کوره آسان‌تر و دقیق‌تر خواهد بود. عوامل زیادی بر زمان خشک شدن چوب در کوره مؤثرند که مهم‌ترین آن‌ها عبارتند از: نوع چوب (سوزنی‌برگ یا پهن‌برگ)، گونه چوب، ضخامت تخته، درون چوب و برون چوب، نوع برش چوب (شعاعی یا مماسی)، کیفیت چوب، رطوبت اولیه چوب و شدت و روش خشک کردن آن. با توجه به این عوامل، تغییراتی در زمان خشک کردن چوب در کوره مشاهده می‌شود.

در جدول ۱-۳ زمان تقریبی خشک کردن چند نوع چوب در کوره ارائه شده است. در این جدول، همچنین زمان خشک کردن چوب در هوای آزاد با هدف مقایسه آورده شده است.

دقت کنید که زمان خشک کردن چوب راش طبق شکل ۱-۳ برابر ۳۹ روز و براساس جدول ۱-۳ برابر ۱۲ تا ۱۵ روز است که دلیل این اختلاف ضخامت چوب و روش خشک کردن آن است.

**۳-۲-۳- نمونه کنترل در کوره چوب خشک‌کنی:** در اثر خشک شدن چوب فشارهایی در درون آن به وجود می‌آید که این فشارها به ایجاد معایب خشک کردن چوب منجر می‌شوند. عامل به وجود آمدن این فشارهای درونی در حقیقت رطوبت چوب است. اعمال برنامه‌های چوب خشک‌کنی (تنظیم درجه حرارت و رطوبت نسبی) رطوبت مناسب را طی مدت خشک شدن چوب به وجود می‌آورد؛ بنابراین، باید رطوبت چوب طی دوره‌ی خشک کردن اندازه‌گیری شود و برطبق آن، برنامه اعمال گردد.

جدول ۱-۳- زمان تقریبی خشک کردن چوب در کوره و هوای آزاد برحسب روز

نام چوب	خشک کردن در هوای آزاد از حالت تر تا رطوبت نهایی ۲۰ درصد	خشک کردن در کوره از حالت تر تا رطوبت ۶ درصد
کاج	۱۵ تا ۲۰	۳ تا ۱۰
زبان گنجشک	۶۰ تا ۲۰۰	۱۱ تا ۱۵
راش	۷۰ تا ۲۰۰	۱۲ تا ۱۵
ملج	۵۰ تا ۱۸۰	۱۰ تا ۱۷
بلوط	۷۰ تا ۳۰۰	۱۶ تا ۴۰
گردو	۷۰ تا ۲۰۰	۱۰ تا ۱۶
چنار	۳۰ تا ۱۵۰	۶ تا ۱۲

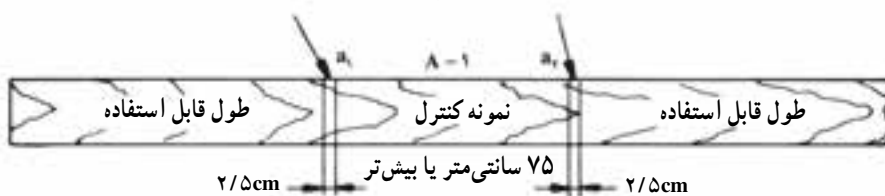
در عمل، اندازه‌گیری رطوبت کلیه چوب‌های درون یک کوره چوب‌خشک‌کنی امکان‌پذیر نیست و در نتیجه، سعی می‌شود با قراردادن نمونه‌های شاخص و اندازه‌گیری و نظارت بر رطوبت آن‌ها، اطلاعاتی در مورد رطوبت چوب درون کوره به دست آید. به این نمونه چوب‌های کوچک «نمونه کنترل» گویند.

مزایای قراردادن نمونه کنترل در درون دسته‌بندی چوب به شرح زیر است :

- کاهش میزان تخریب و کیفیت چوب در کوره
  - کنترل بهتر شرایط برای رسیدن به رطوبت نهایی مورد نظر
  - کاهش زمان خشک کردن و بهبود کیفیت چوب
  - تعیین زمان و برنامه چوب‌خشک‌کنی در کوره
  - مشخص کردن منبع مشکل‌زا در کوره
- نمونه کنترل باید از ویژگی خشک‌شدن مشابه چوب درون کوره برخوردار باشد؛ بنابراین، لازم است در انتخاب نمونه کنترل، عواملی که بر کیفیت خشک‌شدن تأثیر می‌گذارند، در نظر گرفته شود. این عوامل عبارتند از: گونه چوبی، ضخامت، رطوبت، درون چوب، برون چوب، جهت الیاف و رطوبت نهایی.

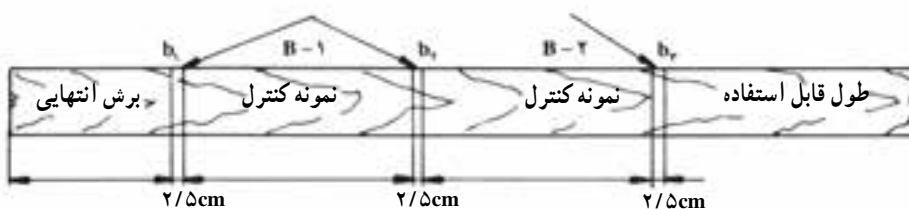
بنابراین، نمونه کنترل معمولاً درحین دسته‌بندی چوب از همان چوب‌ها بریده می‌شود. در شکل ۲-۳ روش بریدن و انتخاب نمونه کنترل و نمونه رطوبت‌سنجی نشان داده شده است.

نمونه‌های آزمایشی برای تعیین رطوبت



یک نمونه برای هر تخته

نمونه‌های آزمایشی برای تعیین رطوبت



۷۵ سانتی‌متر یا بیشتر تر ۵۰ سانتی‌متر یا بیشتر تر

شکل ۲-۳- روش بریدن و شماره‌گذاری نمونه کنترل و نمونه تعیین رطوبت

نمونه کنترل باید به گونه‌ای درون دسته‌بندی قرار گیرد که در معرض شرایطی مشابه شرایط خشک شدن دسته چوب باشد. به این منظور، پس از برش نمونه کنترل، دو انتهای آن را با مواد مناسبی می‌پوشانند و پس از وزن کردن، درون محفظه‌هایی که به این منظور در دسته‌بندی چوب تعبیه شده‌اند، قرار می‌دهند. در شکل ۳-۳ محل قرارگرفتن نمونه کنترل نشان داده شده است. در قراردادن نمونه کنترل باید دقت شود که نمونه‌ها از کناره دسته خارج نشده باشند.

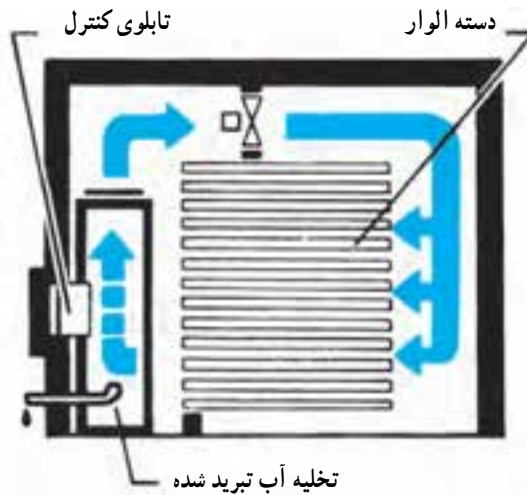


شکل ۳-۳- نحوه قراردادن سه نمونه کنترل در داخل یک

دسته چوب

### ۳-۳- مکانیسم کار کوره‌ی چوب‌خشک‌کنی

کوره چوب‌خشک‌کنی از یک یا چند محفظه، اتاقک یا تونل تشکیل شده است که در این محفظه یا اتاقک هوا در اطراف و بین دسته‌های چوب به چرخش یا گردش درآمده و چوب خشک می‌شود. در حالی که هوا در داخل کوره حرکت می‌کند، این هوا در تماس با رطوبت چوب قرار گرفته و پس از جذب رطوبت چوب آن را همراه مولکول‌های هوا به خارج از چوب انتقال می‌دهد (شکل ۳-۴).



شکل ۳-۴- جریان حرکت هوا در درون کوره

در خشک کردن چوب در کوره با تنظیم درجه حرارت و رطوبت نسبی هوای درون کوره خشک کردن تنظیم شده و پس از مدتی به تدریج رطوبت چوب کم می‌شود.

همان‌طور که در فصل اول این کتاب گفتیم چوب قادر به جذب رطوبت از محیط اطراف یا دفع رطوبت به محیط اطراف خود است. بنابراین اگر چوب در محیطی با رطوبت نسبی کم قرار گیرد، برای رسیدن به حالت تعادل رطوبتی آب از دست می‌دهد؛ بنابراین، در کوره چوب‌خشک‌کنی شرایط به طریقی تنظیم می‌شود که رطوبت نسبی محیط کم‌تر از مقدار رطوبت تعادل چوب باشد و در نتیجه رطوبت از چوب به هوای اطراف آن انتقال یابد (یعنی چوب رطوبت دفع کند).

هوای گرم در تماس با رطوبت چوب به تدریج مرطوب می‌شود و باید برای ادامه خشک شدن چوب از رطوبت نسبی هوای مرطوب کاسته شود. برای کم کردن رطوبت نسبی هوای داخل کوره، در مسیر حرکت هوا کویل‌های حرارتی قرار داده شده و هوای مرطوب در تماس با کویل گرم شده و



خشک تر می‌گردد. در قسمت بالای شکل ۵-۳ لوله‌های قرمز رنگی مشاهده می‌شوند که همان کویل‌های حرارتی هستند.



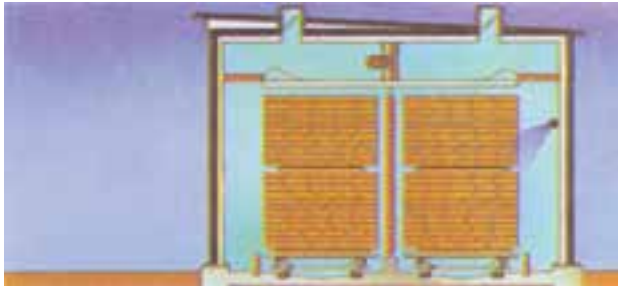
شکل ۵-۳- کویل‌های حرارتی در یک کوره

نکته قابل توجه در خشک کردن چوب این است که نباید چوب رطوبت خود را خیلی سریع دفع کند؛ زیرا دفع سریع رطوبت چوب که در اثر تماس با هوای گرم اتفاق می‌افتد، سطحی است. حال اگر دفع رطوبت خیلی سریع انجام گیرد، سطح چوب خشک می‌شود و به همان سرعت، رطوبت درون چوب قادر به انتقال به سطح آن نخواهد بود که در اثر این اختلاف رطوبت در لایه‌های سطحی و عمقی چوب، ترک‌هایی در سطح چوب به وجود می‌آید (در فصل اول، این مسأله به طور کامل تر تشریح شده است).

پس برای خشک شدن مطلوب و بدون عیب باید خشک کردن چوب تدریجی و به ملایمت انجام گیرد؛ بنابراین، سعی می‌شود به تدریج از رطوبت نسبی هوای درون کوره کاسته شود و درجه حرارت آن افزایش یابد. با کم شدن رطوبت نسبی به تدریج رطوبت تعادل چوب کاهش می‌یابد. حتی در مواردی در حین خشک کردن، کم کردن درجه حرارت کویل‌ها یا انتشار بخار آب در درون کوره ضروری می‌شود. کم کردن تدریجی رطوبت نسبی هوای درون کوره و افزایش تدریجی درجه حرارت هوای درون کوره در شکل ۱-۳ نشان داده شده است.

وظیفه هوای درون کوره جذب رطوبت چوب است. پس از گذشت مدت زمانی، رطوبت نسبی هوای درون کوره خیلی زیاد می‌شود و قادر به جذب بیش تر رطوبت از چوب نخواهد بود. در چنین شرایطی مقداری از هوای درون کوره تخلیه می‌شود و هوای تازه وارد آن می‌گردد.

در شکل ۶-۳ نحوه بخارزنی و تخلیه هوای درون کوره را مشاهده می کنید. لوله آبی رنگ پخش کننده بخار آب در درون کوره و دریچه بالای اتاقک وظیفه ی تخلیه هوای مرطوب را دارد.



شکل ۶-۳- نحوه بخارزنی و تخلیه هوای داخل کوره

خشک کردن چوب در کوره را معمولاً به سه مرحله مختلف تفکیک می کنند. این مراحل شامل مرحله آماده سازی یا گرم کردن، مرحله خشک کردن و مرحله متعادل سازی است.

**مرحله آماده سازی یا گرم کردن:** در این مرحله درجه حرارت هوای درون کوره تا اولین درجه حرارت برنامه خشک کردن چوب به صورت مرحله ای ولی به سرعت افزایش داده می شود. این درجه حرارت معمولاً بین ۴۰ تا ۶۵ درجه سلسیوس است. در این مرحله، اختلاف درجه حرارت خشک و تر در حدود ۳ تا ۴ درجه سلسیوس ثابت نگه داشته می شود.

در این مرحله، اگر هدف خشک کردن الوار تر است، رطوبت نسبی هوای درون کوره را تا ۱۰۰ درصد می توان افزایش داد ولی برای خشک کردن الوارهایی که قبلاً در هوای آزاد تا مقدار رطوبت ۳۰-۲۵ درصد خشک شده اند، رطوبت نسبی هوای درون کوره ۷۵-۷۰ درصد باید باشد.

**مرحله خشک کردن:** در این مرحله، خشک کردن چوب آغاز می شود. شرایط هوای درون کوره به طریقی بر طبق برنامه تنظیم می گردد که چوب شروع به ازدست دادن رطوبت کند.

**مرحله متعادل سازی:** این مرحله بعد از پایان مرحله خشک کردن آغاز می گردد و هدف آن، متعادل ساختن رطوبت لایه های سطحی و درونی چوب است. زمانی که رطوبت نمونه کنترل کوره به حدود ۲ درصد کم تر از رطوبت نهایی مورد نظر رسید (اگر هدف خشک کردن چوب تا رطوبت ۸ درصد باشد، رطوبت نمونه کنترل باید ۶ درصد باشد)، این مرحله را آغاز می کنیم.

پس از پایان خشک کردن چوب نباید دسته های چوب را از کوره خارج کرد؛ بلکه چوب درون کوره باقی می ماند و زمانی که درجه حرارت آن به حدود ۲۰ درجه سانتی گراد برسد، می توان آن را تخلیه کرد.

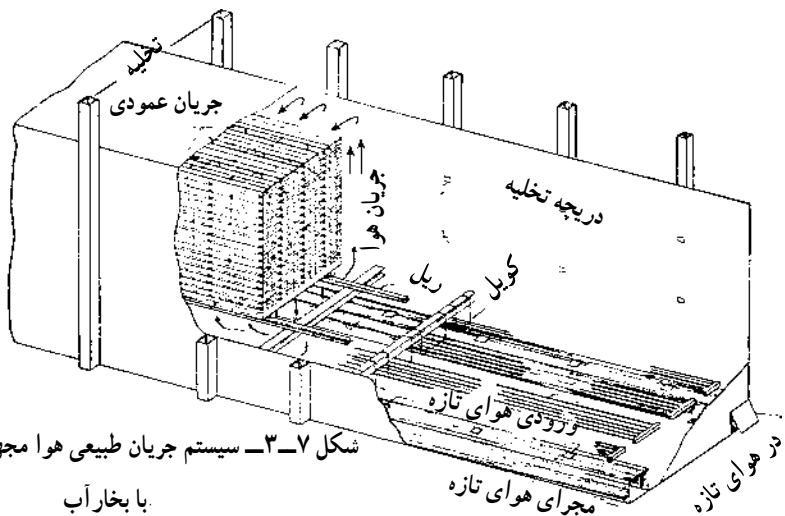
### ۴-۳- سیستم هوا و حرارت کوره‌ی چوب خشک‌کنی

همان‌طور که در قسمت قبل گفتیم، مکانیسم کار یک کوره چوب خشک‌کنی، تنظیم رطوبت نسبی هوای درون کوره طبق برنامه‌ای تدوین شده است. با توجه به این که چوب در تماس با هوای درون کوره خشک می‌شود، تنظیم درجه خشکی یا به عبارت دیگر حرارت و همچنین جریان هوا نقش مهمی در خشک کردن مطلوب چوب دارد.

۱-۴-۳- سیستم هوای خشک‌کن : سیستم هوای خشک‌کن در حقیقت نحوه دمیدن و به جریان درآوردن هوای داخل محفظه یا اتاقک خشک‌کن است. برای این منظور از چند سیستم هوا استفاده می‌شود :

— سیستم جریان طبیعی هوا: در این سیستم، هوا به‌طور طبیعی در داخل دسته‌بندی‌های چوب به جریان درمی‌آید. به شکل ۷-۳ توجه کنید. هوا به وسیله تعدادی کویل‌های حرارتی (گرم‌کننده) در قسمت پایین کوره گرم شده و هوای گرم که سبک‌تر است، به سوی بالا به جریان درمی‌آید. در اثر تماس هوای گرم با رطوبت چوب، هواخنک می‌شود و در اثر خنک شدن سنگین‌تر می‌گردد و به طرف پایین به جریان خواهد افتاد. هوا درحالی که به سوی پایین حرکت می‌کند، از لابه‌لای چوب‌های دسته‌بندی شده عبور کرده و در اثر جذب رطوبت سنگین‌تر می‌شود. این هوای سنگین مجدداً در اثر تماس با سطح گرم‌کننده‌ها، خشک و گرم می‌شود و به سمت بالا به جریان می‌افتد.

در این سیستم، دریچه‌های ورود هوای تازه در پایین کوره نصب شده است. دریچه‌های تخلیه هوای گرم و مرطوب می‌تواند در دیواره یا سقف کوره قرار گرفته باشند. در شکل ۷-۳ مسیر جریان هوای درون کوره به صورت فلش نشان داده شده است.



شکل ۷-۳- سیستم جریان طبیعی هوا مجهز به گرم‌کننده‌های

— سیستم جریان اجباری هوا : در کوره‌های چوب‌خشک‌کنی برای :

— انتقال حرارت از کویل‌های حرارتی یا گرم‌کننده به چوب،

— مخلوط کردن هوا،

— خارج کردن رطوبت تبخیرشده از چوب،

لازم است هوا به جریان درآید. برای ایجاد شرایط گفته‌شده در حد مطلوب و افزایش کارایی،

سعی شده است از سیستم‌های جریان اجباری هوا استفاده شود. برای به‌وجود آوردن جریان اجباری

هوا از دمنده‌هایی استفاده می‌شود که روش نصب آن‌ها به دو طریق زیر است :

الف — سیستم جریان اجباری هوا با دمنده خارجی : در شکل ۸-۳ یک سیستم جریان اجباری

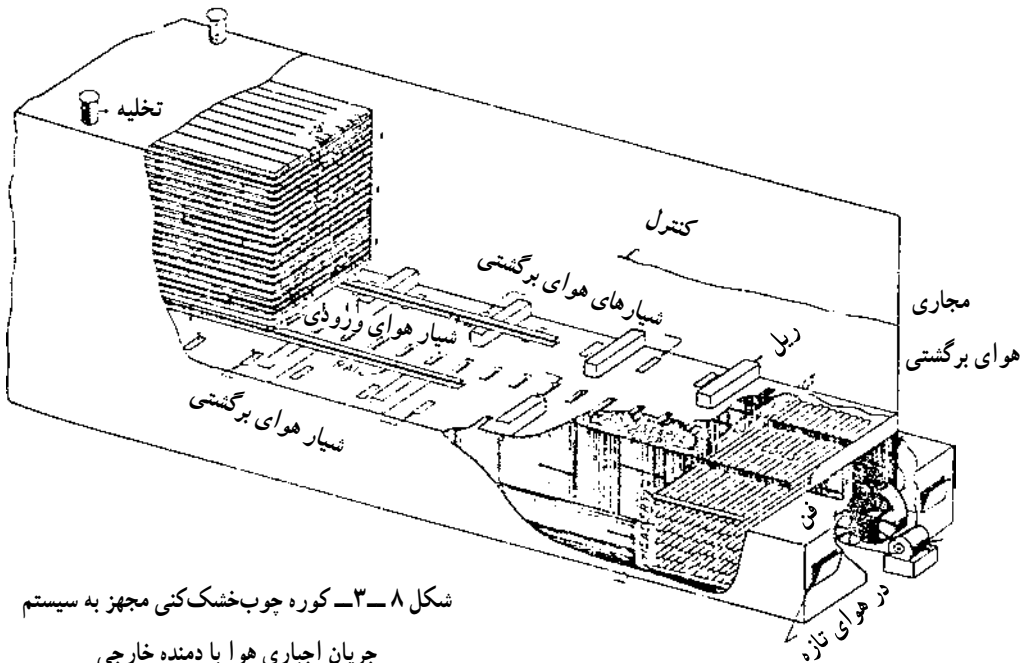
هوایی که در آن دمنده در خارج از کوره نصب گردیده، نشان داده شده است. در این سیستم، هوا

به کمک دمنده از قسمت زیر دسته چوب‌ها به داخل و وسط دسته چوب دمیده می‌شود (در این

سیستم، چوب‌های هر دسته به طریقی چیده می‌شوند که درین آن‌ها دودکش به شکل A به‌وجود آمده

باشد. در شکل ۸-۳ به وسط دسته چوب توجه کنید) و از طریق دودکش وسط به طرف بالا به جریان

درمی‌آید. در شکل ۸-۳ در قسمت زیردسته‌ها، شیارها یا روزنه‌های ورود هوای گرم را می‌بینید.



شکل ۸-۳ — کوره چوب‌خشک‌کنی مجهز به سیستم

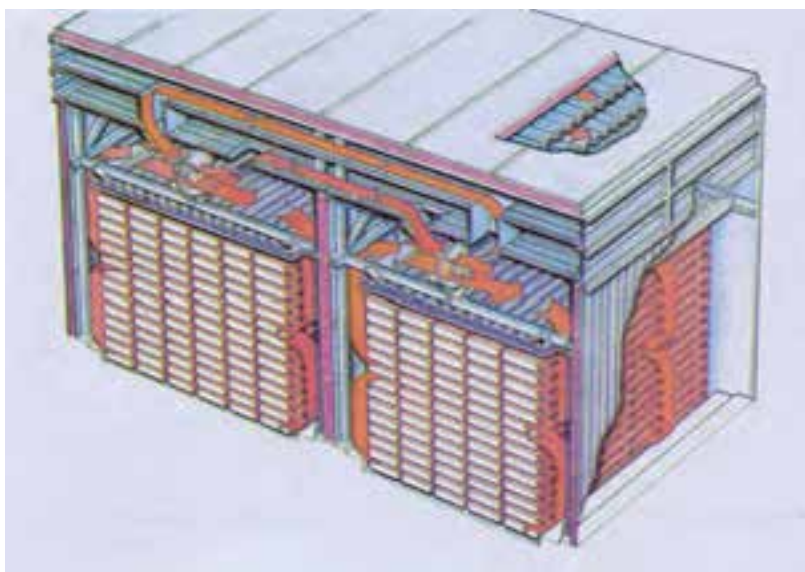
جریان اجباری هوا با دمنده خارجی

هوا در حین جریان یافتن به سوی بالا، وارد دسته چوب می‌شود؛ رطوبت آن را جذب می‌کند و پس از آن از اطراف دسته به سوی پایین به جریان می‌افتد. هوایی که به سمت پایین آمده است، از دوطرف کوره جمع‌آوری می‌شود و در معرض کویل‌های حرارتی قرار می‌گیرد. در شکل ۳-۸ شیارها یا روزنه‌های جمع‌آوری هوای مرطوب در دوطرف کوره نشان داده شده است. هوای مرطوب پس از گرم شدن، مجدداً از طریق شیارهای ورودی به درون کوره و داخل دسته چوب انتقال داده می‌شود.

در شکل ۳-۸ کوره با یک دسته چوب نشان داده شده است. کوره می‌تواند بزرگ‌تر باشد و بیش از یک دسته چوب در آن قرار گیرد. در این حالت، جریان هوا برای هر دسته مشابه شکل ۳-۸ خواهد بود.

هوای گرم و مرطوب از طریق دریچه‌های تخلیه هوا خارج می‌شود و هوای تازه از کنار دمنده وارد می‌گردد.

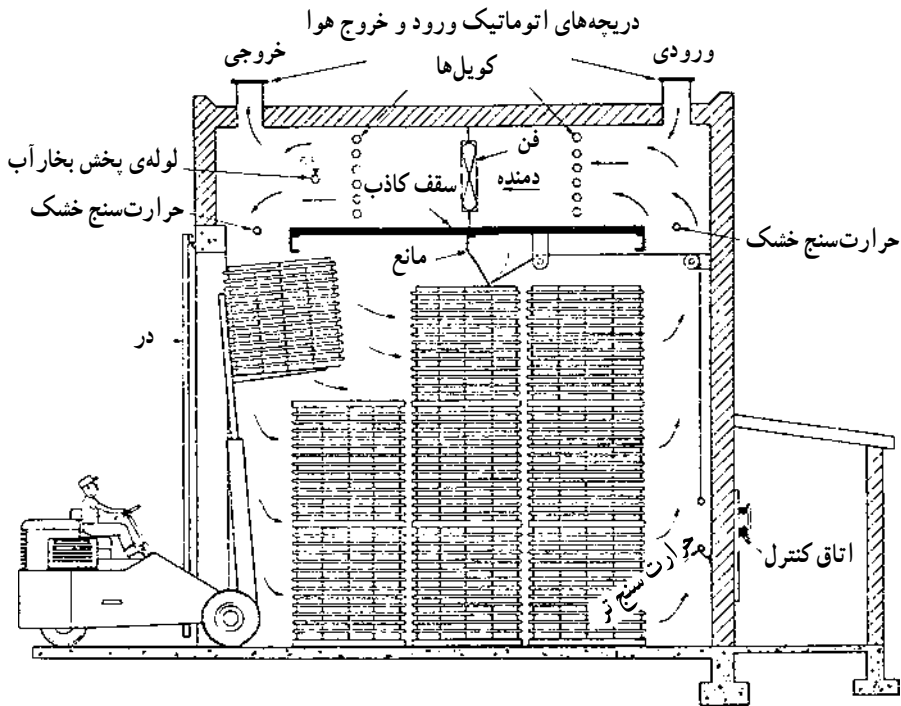
ب- سیستم جریان اجباری هوا با دمنده داخلی: در این سیستم، دمنده‌ها در درون اسکلت کوره قرار می‌گیرند و هوا را به جریان درمی‌آورند. در شکل ۳-۹ چند طریق قرارگرفتن دمنده نشان داده شده است.



شکل ۳-۹- روش‌های نصب دمنده در کوره مجهز به سیستم جریان اجباری هوا با دمنده داخلی

در شکل ۳-۵ نیز پرسپکتیو یک کوره مجهز به این سیستم نشان داده شده است. اغلب اگر هدف تبدیل کوره‌های مجهز به سیستم جریان طبیعی هوا به سیستم جریان اجباری با دمنده داخلی باشد، دمنده در زیر نصب می‌شود ولی در دیگر سیستم‌ها دمنده در بالای کوره نصب خواهد شد.

در شکل ۳-۱۰ یک کوره چوب‌خشک‌کنی که در آن دمنده‌ها در بالا قرار گرفته‌اند، با اجزای مختلف آن نشان داده شده است.



شکل ۳-۱۰- یک کوره چوب‌خشک‌کنی مجهز به سیستم جریان اجباری هوا با دمنده داخلی

در این سیستم، کویل‌های حرارتی در دو طرف فن دمنده قرار گرفته‌اند و هوای مرطوب، قبل یا بعد از دمنده گرم می‌شود. در این خشک‌کن، هوا از بالای کوره به جریان درمی‌آید و از سمت چپ (سمتی که لیفت تراک قرار دارد) وارد دسته چوب می‌گردد. هوا از بین چوب‌ها عبور می‌کند و پس از جذب رطوبت چوب، از طرف راست کوره به بالا جریان می‌یابد. در مسیر برگشت گرم و خشک‌تر می‌شود و مجدداً به اطراف چوب انتقال می‌یابد. مقداری هوای گرم و مرطوب از طریق دریچه‌های تخلیه در بالا خارج می‌شود. برای اطمینان یافتن از جریان هوا از بین چوب‌ها مانع‌هایی در بالای

چوب و زیر سقف کاذب نصب شده اند.

۲-۴-۳- سیستم حرارت کوره: به چهار دلیل در یک کوره چوب خشک کنی به حرارت

نیازمندیم. این دلایل عبارتند از:

- گرم کردن چوب و آب درون آن

- تبخیر رطوبت چوب

- گرم کردن هوای تازه ورودی به کوره

- جبران حرارت ازدست رفته

حرارت دادن یک کوره به دو طریق، حرارت دادن مستقیم و حرارت دادن غیرمستقیم انجام

می گیرد.

- در روش حرارت دادن مستقیم، کوره چوب خشک کنی گازهای گرم را که از احتراق گاز

طبیعی، سوخت مایع یا ضایعات چوب به وجود می آیند، با هوای کوره مخلوط می کنند و از بین چوب

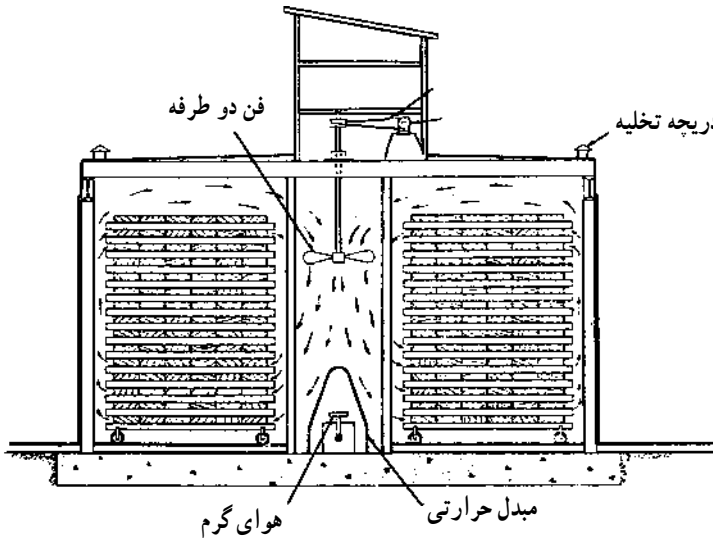
می گذرانند. در بعضی از انواع خشک کن، هوای گرم را به کانال هایی هدایت می کنند و از این

کانال ها به درون محفظه خشک کن انتقال می دهند. در انواع دیگر شعله های حاصل از احتراق، به

سطح فلزی برخورد کرده و آن را گرم می کنند؛ سپس، هوای خشک کن در تماس با این سطح گرم

می شود و به داخل دسته چوب انتقال می یابد.

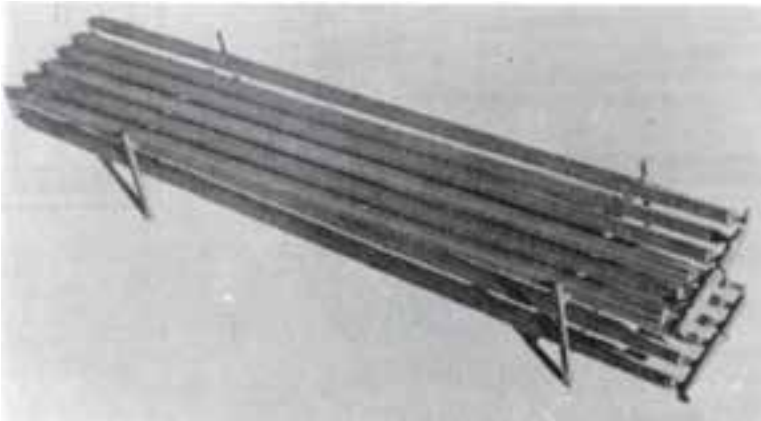
در شکل ۱۱-۳، این روش حرارت دادن نشان داده شده است.



شکل ۱۱-۳- روش حرارت دادن مستقیم مجهز به سطح فلزی گرم

– در روش حرارت دادن غیرمستقیم از منابع حرارتی مختلف نظیر گازهای گرم، هوای گرم، الکتریسیته و بخار آب استفاده می‌شود ولی گرم کردن هوای درون کوره از طریق مبدل‌های حرارتی انجام می‌گیرد. مبدل‌های حرارتی می‌توانند در درون یا بیرون محفظه خشک‌کن قرار گرفته باشند.

متداول‌ترین منبع حرارتی در این روش بخار آب است که با تنظیم فشار آن می‌توان درجه حرارت را تنظیم کرد. در صورت استفاده از بخار آب برای حرارت دادن هوای کوره خشک‌کن، بخار آب در درون کویل‌های مخصوصی به مایع تبدیل می‌شود و در اثر آن، حرارت خود را به سطح اطراف خود انتقال می‌دهد. سطوح گرم‌کننده نیز حرارت را به هوایی که با آن‌ها در تماس است، انتقال می‌دهند. در شکل ۱۲-۳ یک کویل حرارتی به کمک بخار آب نشان داده شده است. اگرچه در کوره‌های چوب خشک‌کنی بزرگ عمدتاً از بخار آب به عنوان منبع حرارت استفاده می‌شود ولی در کوره‌های کوچک می‌توان از حرارت دادن به وسیله‌ی الکتریسیته (المنت‌های برقی) یا دیگر روش‌ها استفاده کرد.



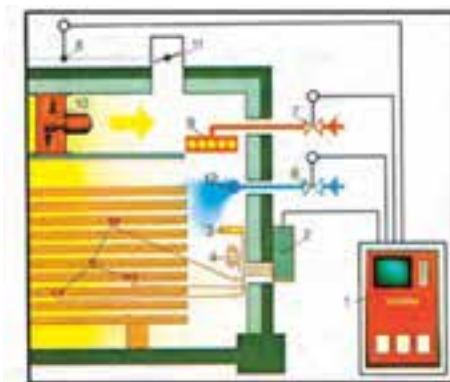
شکل ۱۲-۳- کویل حرارتی با بخار آب

### ۳-۵- سیستم‌های کنترل در کوره چوب خشک‌کنی

از دو سیستم کنترل دستی و اتوماتیک در کوره‌های چوب خشک‌کنی استفاده می‌شود. اگرچه سیستم کنترل اتوماتیک از دقت بیشتری برخوردار است و به‌طور گسترده‌تر مورد استفاده قرار می‌گیرد ولی در مواردی از سیستم دستی نیز استفاده می‌شود که کارایی مورد نیاز را دارد. سیستم کنترل کوره باید سه عامل رطوبت نسبی هوای درون کوره، رطوبت تعادل چوب و درجه حرارت هوای داخل کوره را اندازه‌گیری و تنظیم کند.



در شکل ۱۳-۳ اجزای یک سیستم اتوماتیک کنترل کوره نشان داده شده است.



شکل ۱۳-۳ اجزای سیستم اتوماتیک کنترل کوره

۱- در سیستم‌های اتوماتیک، اطلاعات مربوط به یک کوره در حال خشک کردن چوب از عوامل حساس جمع‌آوری و در یک تابلوی کنترل آنالیزشده و دستورات و تنظیم‌های مورد نیاز صادر می‌شود. تابلوی کنترل می‌تواند چند محفظه کوره را به طور همزمان کنترل و تنظیم کند و همچنین مجهز به کنترل و پردازش کامپیوتری داده‌ها باشد.

۲- تشدیدکننده یا آمپلی‌فایر که اطلاعات جمع‌آوری شده را با قدرت بیشتری به تابلوی کنترل انتقال می‌دهد.

۳- اندازه‌گیری درجه حرارت هوای درون کوره که به وسیله دماسنج انجام می‌گیرد.

۴- اندازه‌گیری رطوبت نسبی هوای درون کوره که از طریق اندازه‌گیری درجه حرارت خشک و تر انجام می‌گیرد.

۵- اندازه‌گیری رطوبت چوب در حال خشک شدن که از طریق کوبیدن الکتروود رطوبت‌سنج‌های الکتریکی در یک تا چند نقطه از یک دسته چوب انجام خواهد گرفت. در مواردی تا هشت محل اندازه‌گیری انتخاب می‌شود. در شکل ۱۴-۳ نحوه قرار گرفتن الکتروود در چوب نشان داده شده است.



شکل ۱۴-۳ نحوه قرار گرفتن الکتروود رطوبت‌سنج در چوب

- ۶- شیر کنترل بخارزنی برای تنظیم مقدار رطوبت نسبی درون خشک کن در مواقع لازم.
  - ۷- شیر کنترل درجه حرارت و میزان گرم شدن هوای داخل خشک کن. این شیر میزان بخار آب وارد شده به کویل حرارتی را تنظیم می کند.
  - ۸- دستگاه کنترل درجه تخلیه هوای مرطوب و گرم.
- تجهیزات کنترل باید برای تنظیم شرایط خشک کردن اجزای مورد نیاز را فعال کرده یا متوقف کنند. این اجزا عبارتند از :
- ۹- کویل های حرارتی که با استفاده از بخار آب یا منبع انرژی دیگری ایجاد گرما می کنند.
  - ۱۰- دمنده که کنترل آن ضروری نیست.
  - ۱۱- درجه تخلیه هوای مرطوب.
  - ۱۲- لوله پخش بخار آب برای مرطوب کردن هوای درون کوره و افزایش رطوبت نسبی آن.

### ۳-۶- انواع کوره‌ی چوب خشک کنی

طراحی یک کوره چوب خشک کنی تأثیر بسیار زیادی بر عملیات آن و کارایی خشک کردن دارد. یک کوره اگر به نحو مطلوب و مناسب طراحی شده باشد و کار کند، با آن می توان اغلب چوب ها را تا رطوبت مورد نظر بین ۳ تا ۱۵ درصد در زمانی نسبتاً کوتاه و بدون افت که در اثر عیب های خشک کردن پیش می آید، خشک کرد.

کوره های چوب خشک کنی را به شکل کلی می توان به :

۱- کوره های اتاقکی یا محفظه ای

۲- کوره های پیوسته (تونلی)

تقسیم کرد و در هر دو از سیستم جریان طبیعی یا جریان اجباری هوا می توان استفاده نمود.

۱-۳-۶- کوره های اتاقکی : کوره های اتاقکی در اندازه های مختلف وجود دارد. در

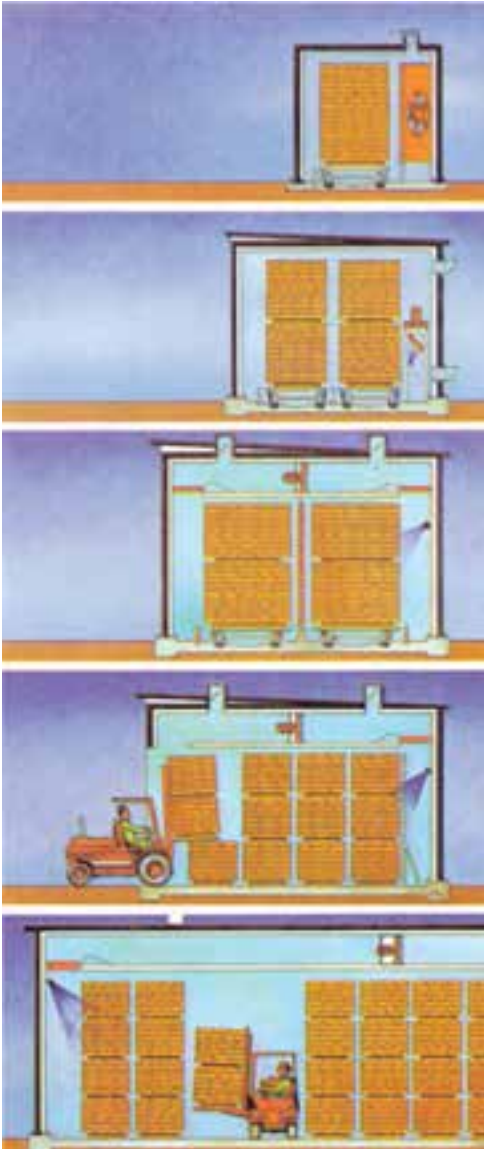
شکل ۱۵-۳ چند نوع از این کوره ها نشان داده شده است. ظرفیت خشک کردن این کوره ها از ۷ تا ۱۰۰۰ مترمکعب چوب در هر بارگیری است. البته کوره های با ظرفیت بارگیری کم تر حتی تا یک مترمکعب نیز وجود دارد.

در کوره اتاقکی چوب خشک کنی بارگیری چوب به طور همزمان انجام می گیرد و چوب در

طی مدت خشک شدن در درون کوره به حالت ثابت می ماند. درجه حرارت و رطوبت نسبی درون اتاقک، در کل دوره ی خشک شدن تا حد امکان یکنواخت خواهد بود.

در کوره‌های چوب خشک کنی اتاقکی، درجه حرارت خشک و تر اندازه‌گیری می‌گردد و برای تنظیم شرایط خشک کردن در طی زمان خشک شدن چوب درجه حرارت خشک و تر تغییر داده می‌شود.

در کوره‌های چوب خشک کنی اتاقکی در یک یا دو انتها یا این که در کناره‌های آن قرار دارد (در قسمت ساختمان کوره انواع در گفته شده است).

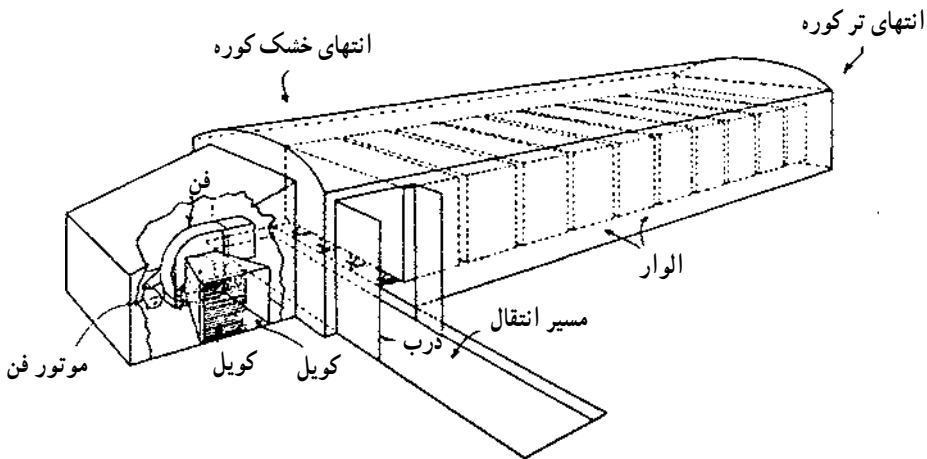


در کوره‌های چوب خشک کنی اتاقکی از روش‌های جابجایی دسته‌های چوبی بر روی واگن‌های ریلی یا بارگیری و تخلیه با لیفت تراک استفاده می‌شود.

در روش ریلی دسته چوب بر روی واگن‌هایی قرار می‌گیرد و این واگن بر روی ریل حرکت می‌کند. در روش دیگر، دسته چوب به کمک لیفت تراک به درون کوره برده می‌شود و خارج می‌گردد (روش بارگیری در قسمت بارگیری، خشک کردن و تخلیه تشریح شده است).

شکل ۱۵-۳- چند اندازه از کوره اتاقکی چوب خشک کنی

۲-۶-۳- کوره پیوسته : در کوره پیوسته چوب خشک کنی محموله چوب در حال خشک شدن از تعدادی دسته چوب بر روی واگنت تشکیل شده است و هر دسته چوب در یکی از مراحل خشک کردن قرار دارد. کوره‌های پیوسته مجهز به درِ بارگیری و تخلیه در دو انتها هستند (در شکل ۱۶-۳ یک کوره پیوسته چوب خشک کنی نشان داده شده است). خیس ترین دسته چوب بر روی واگنت در انتهای ورودی یا بارگیری قرار دارد (انتهای تر) و خشک ترین چوب بر روی واگنت در انتهای خروجی (انتهای خشک) واقع است. هرگاه یک واگنت چوب از انتهای خروجی کوره تخلیه شود، واگنت‌های باقی مانده در جهت خروجی حرکت می کنند و یک واگنت چوب تر یا نیم خشک به داخل کوره آورده می شود. روش جابجایی در این نوع کوره همواره ریلی است.



شکل ۱۶-۳- کوره پیوسته چوب خشک کنی مجهز به سیستم جریان اجباری هوا

در این سیستم، درجه حرارت هوای درون کوره در انتهای خروجی زیادتر است و به تدریج به سمت انتهای تر، کم می شود؛ بنابراین، تغییر و تنظیم دایمی درجه حرارت خشک ضرورتی ندارد.

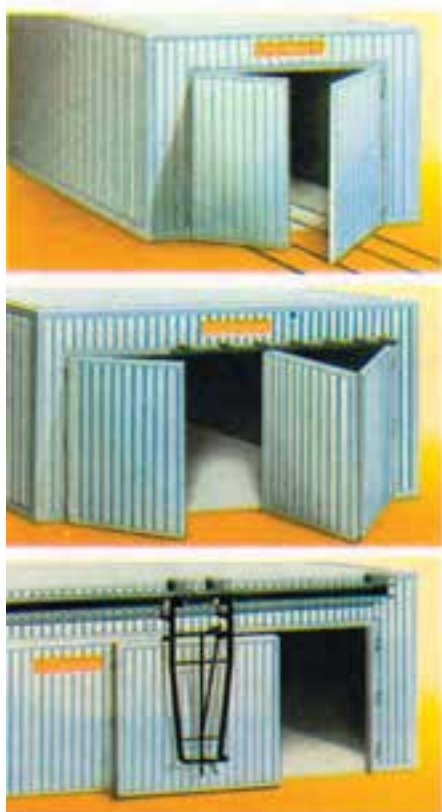
۳-۶-۳- ساختمان کوره: کوره‌های چوب خشک کنی در معرض شرایط نامساعد قرار دارند. این کوره‌ها اغلب در فضای باز قرار دارند و نه تنها باید شرایط نامساعد آب و هوایی را تحمل کنند بلکه باید تغییرات زیاد رطوبت نسبی و درجه حرارت داخل اتاقک را نیز متحمل شوند؛ بنابراین، عمر کاری و مفید کوره‌های چوب خشک کنی در مقایسه با ساختمان‌های معمولی کوتاه است.

ساختمان یا اسکلت اصلی کوره چوب خشک کنی از مواد ساختمانی زیادی از جمله بتون، آجر و ورقه‌های فلزی مخصوصاً آلومینیم یا ترکیبی از این مواد ساخته می شوند.

چوب ارزان ترین ماده است که کیفیت عایق‌کنندگی خوبی دارد ولی در اثر نوسانات رطوبت که به دنبال تغییر شرایط خشک کردن به وجود می‌آید، واکنشیده و همکشیده می‌شود و ایجاد ترک می‌کند و به باز شدن اتصال‌ها می‌انجامد؛ به علاوه، چوب تحت تأثیر شرایط خشک کردن به مرور زمان پوسیده می‌شود.

موادی نظیر آجر و بتون نیز مزایا و معایبی دارند ولی در شرایط کشور ایران شاید استفاده از این دو ماده مفید باشد.

از ورقه‌های فلزی به ویژه ورقه‌های آلومینیومی به طور گسترده در ساختمان اتاقک کوره‌های چوب خشک‌کنی استفاده می‌شود که در صورت اقتصادی بودن از ویژگی‌های برتری برخوردارند. در کوره چوب خشک‌کنی اغلب بزرگ است و در انتها یا کناره اتاقک کوره قرار می‌گیرد. در کوره اغلب فلزی است و از روش‌های مختلف برای بازوبسته کردن آن استفاده می‌کنند (در شکل ۱۷-۳ چند نوع در متداول کوره نشان داده شده است).



شکل ۱۷-۳- انواع در کوره چوب خشک‌کنی



- از در بادبزی تکی یا دوتایی برای کوره‌های کوچک با پهنایی تا ۵ متر استفاده می‌شود.
  - از در تاشو برای کوره‌های بزرگ‌تر تا پهنای ۱۲ متر استفاده می‌گردد.
  - از در ریلی در کوره‌هایی با پهنای تا ۱۳ متر استفاده می‌شود.
  - از در حرکت عمودی برای کوره‌های بزرگ تا پهنای ۱۴ متر استفاده می‌شود.
- این نوع در را می‌توان به‌طور اتوماتیک باز و بسته کرد. برای این نوع در فضای کم‌تری مورد نیاز است.

### ۷-۳- بارگیری، خشک کردن و تخلیه کوره

#### ۱-۷-۳- بارگیری کوره چوب‌خشک‌کنی

دسته‌بندی: اصول کلی دسته‌بندی چوب (که در فصل خشک کردن چوب در هوای آزاد تشریح شد) قابل استفاده در خشک کردن چوب در کوره نیز است؛ به‌علاوه، باید دقت شود که شرایط خشک کردن در کوره شدیدتر از هوای آزاد است و در نتیجه، هرگونه اشکالی در دسته‌بندی چوب باعث تخریب می‌شود. اگر انتهای تخته‌ها از دسته‌بندی خارج شده باشند، بر سرعت هوای خشک‌کن تأثیر می‌گذارد و باعث تغییر جهت آن و به‌وجود آمدن معوج شدن، ترک و غیر یکنواختی در خشک کردن می‌شود.

فاصله جانبی بین تخته‌ها بر جریان و گردش هوا اثر می‌گذارد؛ بنابراین، باید تخته‌ها نزدیک‌تر قرار گیرند.

اگر حجم چوب برای یک بارگیری کفایت نکند، باید سعی شود ارتفاع دسته‌بندی ثابت بماند و از پهنای آن کاسته شود.

برای جلوگیری از معوج شدن تخته‌های بالای دسته‌بندی، لازم است وزنه‌هایی (بتونی یا چوبی) بر روی دسته‌بندی قرار داده شود یا این که دسته‌ها به نحوی مهارگردند.

چوب‌دستک‌گذاری: انتخاب و استفاده مناسب از چوب‌دستک به کم‌شدن معایب و معوج شدن الوار می‌انجامد و ما را از خشک کردن سریع و یکنواخت مطمئن می‌کند. اگر چوب‌دستک به‌طریق مناسب انتخاب شود، امکان شکستن و تغییر شکل آن کم می‌شود. مهم‌ترین عوامل در چوب‌دستک شامل اندازه، محل قرارگرفتن در دسته، گونه و کیفیت چوب آن است.

ضخامت متداول چوب‌دستک بین حدود ۱۶ تا ۳۲ میلی‌متر و طول آن برابر پهنای دسته‌بندی است. اگر از چوب‌دستک خیلی پهن استفاده شود سرعت خشک کردن در محل تماس چوب‌دستک با

الوار کند می‌شود. پهنای مناسب چوبدستک در خشک کردن چوب بهن‌برگان معمولاً ۳۳ میلی‌متر است و نباید از ۳۸ میلی‌متر تجاوز کند. در مورد سوزنی‌برگان از چوبدستک تا پهنای ۵ سانتی‌متر و حتی ۱۰ سانتی‌متر نیز می‌توان استفاده کرد.

نحوه قراردادن چوبدستک باید به‌طریقی باشد که حتماً چوبدستک در دو انتهای تخته‌ها قرار گیرد؛ زیرا در این حالت، از معوج‌شدن انتهای تخته‌ها و همچنین خشک‌شدن سریع و ترک‌برداشتن انتهایی جلوگیری شده یا از خطر وقوع آن کاسته می‌شود. چوبدستک‌های میانی باید به‌طریقی در بین دو انتها قرار گیرند که قادر به جلوگیری از انحنای تخته‌ها باشند. فاصله بین چوبدستک‌های میانی به نوع چوب، ضخامت الوار و ... بستگی دارد.

دسته‌بندی چوب برای کوره با جریان اجباری هوا و به‌وسیله دمنده داخلی: با توجه به جریان متفاوت هوا در کوره‌های خشک‌کنی، به‌دلیل استفاده گسترده از کوره چوب‌خشک‌کنی با جریان اجباری هوا به‌وسیله دمنده داخلی، در این قسمت روش دسته‌بندی این نوع کوره را بیان می‌کنیم.

در بعضی از انواع کوره با جریان اجباری هوا به‌وسیله دمنده داخلی، دمنده در زیر دسته‌بندی قرار می‌گیرد و جریان هوا از بین تخته‌هایی که دسته‌بندی شده‌اند، به سمت بالا صورت می‌گیرد. با نصب فن‌هایی در دو طرف دسته، مقدار آزاد شدن دسته در اثر همکشیدگی از بین برده می‌شود و الوار به‌طور محکم نگه‌داشته می‌شوند.

در کوره‌های مجهز به دمنده داخلی و دسته‌بندی عرضی، هوا از ابتدای کوره به انتهای دیگر آن جریان می‌یابد. جهت جریان هوا عمود بر چوبدستک‌هاست. در این حالت، فاصله حداقل ۳۸ میلی‌متر باید میان لبه تخته‌ها وجود داشته تا حرکت هوا از داخل دسته‌بندی امکان‌پذیر باشد.

جریان هوا در کوره با دسته‌بندی انتهایی مجهز به دمنده داخلی در بالا یا پایین در امتداد پهنای دسته و موازی با جهت چوبدستک‌هاست. در این حالت، اگر لبه تخته‌ها از کناره دسته‌بندی بیش‌تر بیرون باشد، از جریان هوا در عرض دسته می‌کاهد.

به‌علاوه باید از خارج‌بودن انتهای تخته‌ها جلوگیری شود.

بارگیری: طراحی کوره‌های چوب‌خشک‌کنی به‌طریقی است که هر نوع کوره با روش خاصی بارگیری می‌شود. در قسمت قبل به دو اصطلاح برخوردیم.

کوره با دسته‌بندی انتهایی یعنی کوره‌ای که در آن دسته‌بندی‌های چوب به طریق طولی بارگیری

می‌شوند.

کوره با دسته‌بندی عرضی یعنی کوره‌ای که در آن دسته‌بندی‌های چوب به‌طریق عرضی بارگیری می‌گردند.

دو روش گفته شده به‌طور مستقیم بر جهت جریان هوا تأثیر می‌گذارند. بارگیری کم یا بارگیری بیش از ظرفیت بر کیفیت خشک‌شدن چوب در کوره تأثیر می‌گذارد؛ یعنی زمانی عملیات خشک‌کردن چوب ایده‌آل خواهد بود که فضای درون کوره به‌طور کامل از چوب پر شده باشد.

بارگیری کوره‌های مختلف چوب‌خشک‌کنی متفاوت است و در این قسمت نیز بارگیری کوره با جریان اجباری هوا به‌وسیله دمنده داخلی تشریح می‌گردد.

با توجه به این‌که در کوره‌های با جریان اجباری هوا به کمک دمنده داخلی باید برای جلوگیری از جریان‌های کوتاه عرضی، سرعت جریان مناسبی از هوا در درون کوره وجود داشته باشد، نحوه بارگیری اهمیت بسیار زیادی دارد.

در کوره با دسته‌بندی عرضی از نوع ریلی و دمنده داخلی، جریان هوا موازی با چوبدستک‌ها یا عمود بر آن‌هاست؛ در صورتی‌که جریان هوا موازی با چوبدستک‌ها باشد، اگر بین دسته‌بندی‌ها فاصله‌ای در حدود  $7/5$  سانتی‌متر وجود داشته باشد و موانعی در دو انتهای کوره نصب گردد، به بهترین عملکرد می‌رسیم.

در کوره با دسته‌بندی عرضی و جریان هوای عمود بر چوبدستک‌ها معمولاً بین لبه تخته‌ها در یک دسته‌بندی فاصله ایجاد می‌شود.

در کوره با دسته‌بندی انتهایی و جریان هوای موازی با چوبدستک، فاصله بین دسته‌بندی و موانع بالای آن باید بیش از  $10^\circ$  سانتی‌متر نباشد.

برای انتقال دسته‌بندی چوب به درون کوره دو روش متداول است:  
— روش قراردادن دسته‌بندی چوب بر روی واگنت و حرکت آن بر روی ریل به داخل یا خارج کوره: در شکل ۱۸-۳ واگنت و ریل نشان داده شده است.



شکل ۱۸-۳ — انتقال دسته‌بندی چوب به درون کوره با استفاده از واگنت



استفاده از واگنت نیاز به جابجایی را کم می کند و از هزینه های مربوط نیز می کاهد. به این دلیل، امروزه این روش در کارخانه های زیادی متداول شده است.

— روش دیگر انتقال دسته بندی به کمک لیفت تراک است: که در شکل ۱۹-۳ نشان داده شده است. در این حالت، به ریل نیازی نیست و می توان دسته بندی چوب را از محل های با فاصله بیش تر انتقال داد.



شکل ۱۹-۳- استفاده از لیفت تراک در انتقال دسته بندی چوب

۲-۷-۳- خشک کردن: خشک کردن در حقیقت حرارت دادن چوب طبق برنامه ای مشخص تا رسیدن به رطوبت مورد نظر است. برنامه چوب خشک کنی ترکیب شرایط درجه حرارت و رطوبت نسبی و تغییر آن به طریقی است که چوب به تدریج رطوبت خود را از دست بدهد و خشک شود.

برنامه چوب خشک کنی گونه های مختلف به طور تجربی و آزمایشی تعیین شده و با هدف به حداقل رساندن زمان و معایب خشک کردن به اجرا درمی آید. مثال هایی از برنامه چوب خشک کنی در جدول ۲-۳ آورده شده است.

برنامه شماره یک برای چوب هایی مانند افرا، ملج و برنامه شماره ۲ برای بلوط قابل استفاده است.

خشک کردن چوب در کوره شامل سه مرحله است:

— مرحله آماده سازی که در حقیقت گرم کردن چوب است. در این مرحله سعی می شود به صورت مرحله ای ولی خیلی سریع، درجه حرارت به حدود ۶۵-۴۰ درجه سانتی گراد افزایش یابد. در این مورد قبلاً توضیح داده شده است.

– خشک کردن واقعی در مرحله دوم انجام می‌گیرد. در این مرحله، برنامه چوب خشک‌کنی به‌طور دقیق و طبق قضاوت پرسنل چوب‌خشک‌کنی اعمال می‌شود؛ به‌عنوان مثال، طبق برنامه شماره یک جدول ۲-۳:

اگر رطوبت چوب خیلی زیاد باشد (به‌عنوان مثال ۸۵ درصد)، درجه حرارت خشک را در ۳۵ درجه سانتی‌گراد و درجه حرارت تر را در ۳۰/۵ درجه سانتی‌گراد تنظیم می‌کنند و خشک کردن آغاز می‌شود. خشک کردن ادامه می‌یابد تا رطوبت چوب درون کنترل به ۶۰ درصد برسد (مشخص کردن رطوبت به کمک نمونه کنترل کوره انجام می‌گیرد).

در این مرحله، درجه حرارت خشک در ۳۵ درجه سانتی‌گراد و درجه حرارت تر در ۲۸/۵ درجه سانتی‌گراد تنظیم می‌شود.

خشک کردن تا رطوبت ۴۰ درصد ادامه می‌یابد. در این نقطه، درجه حرارت خشک در ۴۰ درجه سانتی‌گراد و درجه حرارت تر در ۳۱ درجه سانتی‌گراد تنظیم می‌شود و خشک کردن ادامه می‌یابد.

جدول ۲-۳- چند مثال از برنامه چوب خشک‌کنی

رطوبت نسبی %	درجه حرارت		رطوبت چوب %
	تر C	خشک C	
			برنامه ۱
۷۰	۳۰/۵	۳۵	تر
۶۰	۲۸/۵	۳۵	۶۰
۵۰	۳۱	۴۰	۴۰
۴۰	۳۲/۵	۴۵	۳۰
۳۴	۳۵	۵۰	۲۰
۲۹	۴۰/۵	۶۰	۱۵
			برنامه ۲
۹۰	۴۱	۴۳	تر
۸۷	۴۰/۵	۴۳	۴۰
۸۰	۳۹/۸	۴۳	۳۵
۶۷	۴۱	۴۷	۳۰
۳۱/۵	۳۷/۸	۵۴/۵	۲۵
۱۱	۳۲	۶۰	۲۰
۳۱	۵۴/۵	۸۲/۲	۱۵

۳-۷-۳- تخلیه کوره : پس از پایان خشک کردن، عملیات تخلیه کوره آغاز می شود. پیش از خارج کردن چوب از کوره لازم است عملیاتی انجام گیرد که مرحله ی سوم خشک کردن است.

مرحله سوم اندکی قبل از پایان عمل خشک کردن آغاز می شود و هدف آن متعادل سازی رطوبت لایه های سطحی و مغزی دسته بندی چوب است. زمانی که رطوبت نمونه کنترل کوره در حدود ۲ درصد کم تر از رطوبت نهایی مورد نظر است (اگر رطوبت نهایی مورد نظر ۱۰ درصد است، باید رطوبت نمونه کنترل چوب ۸ درصد باشد)، این مرحله آغاز می گردد.

شرایط را به طریقی تنظیم می کنیم که رطوبت نمونه کوره به ۸ درصد برسد ؛ یعنی، درجه حرارت را کمی افزایش می دهیم و رطوبت نسبی را کم می کنیم. خشک کردن تا رسیدن رطوبت نمونه تر کوره به ۱۰ درصد ادامه می یابد.

دسته های چوب خشک را نباید پس از اتمام برنامه چوب خشک کنی فوراً از کوره خارج کرد. بلکه باید دسته بندی ها در داخل کوره باقی بمانند تا اختلاف درجه حرارت آن ها با خارج حدود ۲۰ درجه سانتی گراد شود. در این حالت، می توان دسته بندی ها را از کوره تخلیه کرد. خارج کردن چوب از کوره به وسیله ی واگنت و ریل یا لیفت تراک انجام می گیرد.

### پرسش و تمرین

- ۱- سه مزیت خشک کردن چوب را در کوره توضیح دهید.
- ۲- از جدول ۱-۳ زمان تقریبی خشک کردن چوب های زیر را در کوره محاسبه کنید.  
زبان گنجشک، راش، ملج، بلوط و گردو
- ۳- برنامه خشک کردن در کوره را توضیح دهید.
- ۴- «درجه حرارت خشک» و «درجه حرارت تر» را تعریف کنید.
- ۵- مکانیسم کار کوره چوب خشک کنی را به اختصار شرح دهید.
- ۶- سیستم هوای خشک کن را توضیح دهید.
- ۷- سیستم جریان طبیعی هوا را در خشک کن توضیح دهید.
- ۸- سیستم جریان اجباری هوا با دمنده خارجی را توضیح دهید.
- ۹- سیستم جریان اجباری هوا با دمنده داخلی را توضیح دهید.
- ۱۰- سیستم حرارت کوره را توضیح دهید.

- ۱۱- سیستم کنترل کوره چیست؟
- ۱۲- انواع کوره چوب خشک کنی را نام ببرید.
- ۱۳- کوره اتاقکی را تعریف کنید.
- ۱۴- کوره چوب خشک کنی از چه مصالحی ساخته می شود؟
- ۱۵- انواع در کوره را نام ببرید.
- ۱۶- دسته بندی چوب را برای خشک کردن در کوره توضیح دهید.
- ۱۷- چوبدستک را توضیح دهید.
- ۱۸- با چه روش های حمل و نقل، دسته بندی چوب را به داخل کوره می برند؟
- ۱۹- استفاده از واگنت و ریل بهتر است یا لیفت تراک؟
- ۲۰- قبل از تخلیه کوره، چه باید کرد؟

### نمونه سؤالاتی های آزمونی فصل سوم

- ۱- مزایای خشک کردن چوب در کوره را بیان کنید.
- ۲- معایب خشک کردن چوب در کوره را بیان کنید.
- ۳- برنامه چوب خشک کنی در کوره را تعریف کنید.
- ۴- زمان خشک کردن چوب در کوره طولانی تر است یا زمان خشک کردن چوب در هوای

آزاد؟

- ۵- چرا در حین خشک کردن چوب در کوره بخارزنی می کنند؟
- ۶- مرحله متعادل سازی در خشک کردن چوب در کوره را تعریف کنید.
- ۷- سیستم جریان طبیعی هوا را تعریف کنید.
- ۸- سیستم جریان اجباری هوا را تعریف کنید.
- ۹- کوره اتاقکی را تعریف کنید.
- ۱۰- برای ساختن اتاقک کوره از چه مصالحی می توان استفاده کرد؟