فصل هفتم

هوا و مشخّصات آن

هدف‌های رفتاری: از فراگیر انتظار می‌رود که در پایان این فصل بتواند :
ـ هوا و ترکیبات آن را توضیح دهد.
ـ انواع دستگاه‌های رطوبت‌زنی را توضیح دهد.

۷ـ۱ـ هوا و اجزای تشکیل دهنده‌ی آن

اجزای تشکیل دهنده‌ی هوای خشک، بدون درنظر گرفتن بخار آب، به نسبت حجم ترکیبی آن، در جدول ۷ـ۱ نشان داده شده است. هم‌چنان که مشاهده می‌شود، ازت با ۷۸/۰۳٪ و اکسیژن با ۲۰/۹۹٪ بیش‌ترین موادی هستند که هوای خشک را تشکیل می‌دهند.

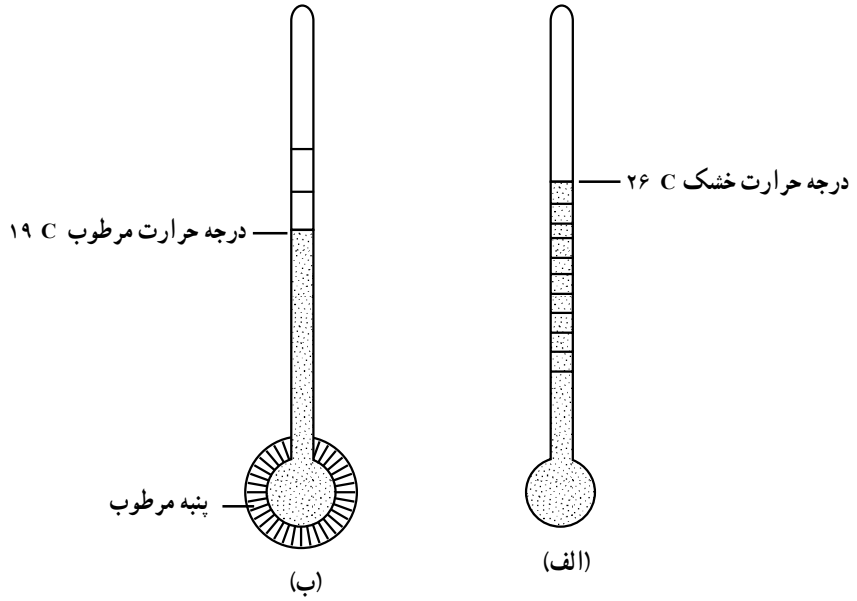
جدول ۷ـ۱ـ اجزای تشکیل‌دهنده‌ی هوای خشک

اجزای تشکیل‌دهنده‌ی هوای خشک	
ازت	٪۷۸/۰۳
اکسیژن	٪۲۰/۹۹
آرگن	٪۰/۹۳۲
دی‌اکسیدکربن	٪۰/۰۳
ئیدروژن	٪۰/۰۱
نئون	٪۰/۰۱۸
کریپتون	٪۰/۰۰۰۱
هلیوم	٪۰/۰۰۰۵
اُزُن	٪۰/۰۰۰۰۶
گزنون	٪۰/۰۰۰۰۰۹
	٪۱۰۰= ٪۹۹/۹۹۴۴۶۹

۷ــ۲ــ تأثیر رطوبت بر الیاف

قبل از وارد شدن به بحث اصلی، لازم است که چند اصطلاح توضیح داده شود.

ــ درجه حرارت خشک (Dry.Bulb.Temprature) (DBT): دمای معینی از هوا است که به‌وسیله‌ی دماسنج اندازه‌گیری می‌شود و رطوبت هوا روی آن تأثیر ندارد. با توجّه به شکل ۷ــ۱ الف، هرگاه دماسنجی را در مجاورت هوا قرار دهیم، ماده‌ی درون دماسنج (الکل یا جیوه) درنتیجه‌ی دمای محیط بالا می‌رود و در دمای معیّنی ثابت می‌شود. برحسب نوع درجه‌بندی دماسنج، دمای هوا به درجه‌ی سانتی‌گراد (C) و یا فارنهایت (F) تعیین می‌شود، که در اصطلاح آن را «درجه حرارت خشک» هوا می‌نامند.



شکل ۷ــ۱

ــ درجه حرارت مرطوب (تر) (Wet.Bulb.Temprature) (WBT): هرگاه اطراف مخزن دماسنج الف را که درجه حرارت خشک هوا را نشان می‌دهد (C ۲۶)، به‌وسیله‌ی پنبه‌ی مرطوبی دایماً مرطوب نگه داریم هوای اطراف پنبه‌ی مرطوب درنتیجه‌ی جذب رطوبت پنبه، سردتر می‌شود و سطح جیوه‌ی دماسنج کم‌کم پایین می‌آید و بالاخره در مقابل عددی مثلاً C ۱۹ ثابت می‌شود. درجه حرارتی را که به این طریق به‌دست می‌آید، «درجه حرارت مرطوب» هوا می‌نامند. بنابراین همواره درجه حرارت مرطوب هوا کم‌تر از درجه حرارت خشک هوا می‌باشد، یعنی WBT . DBT .

نقطه‌ی شبنم: هرگاه هوایی مرطوب را به‌تدریج سرد کنیم، به نقطه‌ای می‌رسیم که اوّلین قطرات

آب ظاهر می‌شوند که آن نقطه را «نقطه‌ی شبنم» و دمایی را که در آن قطرات شبنم ظاهر شوند، «درجه حرارت نقطه‌ی شبنم» می‌نامند. برای مثال در تماس هوای اتاق با شیشه‌ی پنجره که در مجاورت هوای سرد بیرونی است مقداری از بخار آب هوای اتاق، درنتیجه‌ی سرد شدن (میعان) به‌صورت قطرات شبنم در سطح شیشه‌ی پنجره ظاهر می‌شود.

۷ــ۳ــ تأثیر رطوبت بر الیاف نساجی

ابعاد الیاف نساجی در اثر جذب رطوبت بیش‌تر می‌شود. این افزایش با توجه به نوع الیاف متفاوت است، برای مثال الیاف نایلون، پنبه و پشم در طول، حدود ۲ درصد و در قطر به‌ترتیب حدود ۵، ۱۴ و ۱۶ درصد افزایش می‌یابد. طول ویسکوز ریون حدود ۳ تا ۵ درصد و قطر آن حدود ۲۶درصد افزایش می‌یابد. دامنه‌ی تغییرات ابعاد الیاف به‌عوامل مختلفی بستگی دارد که برخی از آن‌ها عبارت‌اند از : رطوبت، وسعت مناطق آمورف، تعداد کریستال‌ها، آرایش یافتگی، استحکام بیش‌تر الیاف نساجی، در اثر جذب رطوبت کاهش می‌یابد ؛ برای مثال مقاومت الیاف ویکوز در حالت خشک ۲/۶ گرم بر دنیر است ولی در حالت تر به ۱/۴ گرم بر دنیر کاهش می‌یابد. استحکام الیاف استات سلولز در حالت خشک ۱/۴ گرم بر دنیر و در حالت تر ۰/۹ گرم بر دنیر است. استحکام الیاف پنبه به‌دلیل افزایش آرایش یافتگی زنجیرهای پلیمری در اثر جذب رطوبت بیش‌تر می‌شود.

رطوبت علاوه‌بر این که بر روی ابعاد و استحکام الیاف تأثیر می‌گذارد بر عوامل دیگری نظیر الاستیسیته و میزان الکتریسیته‌ی ساکن ایجاد شده برروی الیاف طیّ فرآیندهای نساجی از قبیل ریسندگی و بافندگی نیز مؤثر است. معمولاً با افزایش رطوبت هوا مقدار الکتریسیته‌ی ساکن ایجاد شده برروی الیاف پنبه و پشم کاهش می‌یابد و بدین ترتیب مشکلات ایجاد الکتریسیته‌ی ساکن با افزایش رطوبت هوا کاهش پیدا می‌کند.

اثر رطوبت برروی الیاف مختلف متفاوت است. هم‌چنان که ذکر شد استحکام اغلب الیاف در اثر جذب رطوبت کاهش می‌یابد و این میزان کاهش نیز در آن‌ها متفاوت است. درحالی که الیاف پنبه در اثر جذب رطوبت استحکامش افزایش می‌یابد. تغییر ابعاد الیاف در اثر جذب رطوبت نیز در الیاف مختلف، متفاوت است. حتی کاهش الکتریسیته‌ی ساکن طیّ فرآیندهای مختلف نساجی از طریق افزایش رطوبت هوا برای الیاف مختلف متفاوت می‌باشد ؛ برای مثال الکتریسیته‌ی ساکن ایجاد شده برروی الیاف پنبه و پشم را می‌توان از طریق افزایش رطوبت هوا کاهش داد ؛ درحالی که درمورد الیاف نایلون و پلی‌استر به‌دلیل درصد کم جذب رطوبت، نمی‌توان با افزایش رطوبت محیط، الکتریسیته‌ی ساکن را کاهش داد. لذا ما برای انجام فرآیندهای نساجی برروی الیاف مختلف، شرایط تعریف شده‌ی

مختلفی را درنظر می‌گیریم، برای مثال الیاف ویسکوز ریون تحت رطوبت نسبی ۶۵٪ و دمای C ۲۱ ریسیده و بافته می‌شوند.

۷ــ۴ــ رطوبت‌زنی

بالا بردن رطوبت پایین محیط را به‌روش‌های مختلف، «رطوبت‌زنی» می‌گویند. منظور از عمل رطوبت‌زنی در این‌جا، افزایش میزان رطوبت نسبی محیطی است که مطابق با شرایط مناسب برای الیاف مورد مصرف باشد.

۷ــ۵ــ دستگاه‌های رطوبت‌زن

۷ــ۵ــ۱ــ استفاده از جهت‌های آب: در این روش آب را با فشار از لوله‌هایی که انتهای‌شان دارای سوراخ‌های ریز نازل مانندی است، عبور می‌دهند، درنتیجه ذرات آب به‌صورت پودر در سالن پخش می‌گردد.

۷ــ۵ــ۲ــ استفاده از پنکه‌های مخصوص: در این روش که نمونه‌ی آن در شکل ۷ــ۲ نشان داده شده است، آب به‌وسیله‌ی پروانه‌های مخصوصی که با سرعت می‌چرخند، به‌صورت پودر درآمده، در هوا پخش می‌گردد. این ذرات سپس به‌صورت بخار آب درآمده، توسط سیستم تهویه مکیده می‌شوند.

شکل ۷ــ۲ــ پنکه‌های مخصوص رطوبت‌زنی

۷ــ۵ــ۳ــ طرز کار دستگاه تهویه‌ی مطبوع مرکزی: اهداف کلی سیستم تهویه‌ی مطبوع مرکزی عبارت‌اند از :

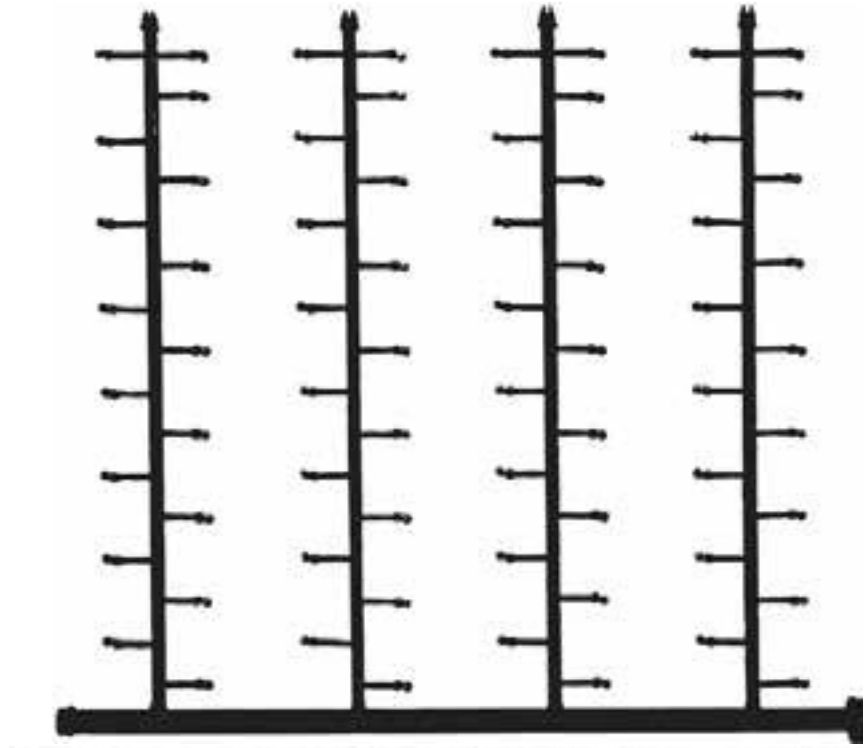
ــ تهویه‌ی مطبوع

ـ جریان دادن هوا

ـ صاف کردن و پاک کردن هوای سالن

هوای درون سالن از طریق کانال‌هایی که در کف سالن تعبیه شده است به درون سیستم مکیده می‌شود. گرد و غبار و ضایعات و الیاف موجود در هوای برگشتی از سالن، توسط یک «صافی گردان» از هوا جدا شده، هوای صاف به‌داخل سیستم تهویه، هدایت می‌شود. هوای صاف شده مطابق با شرایط حرارتی موردنیاز سالن، از یک واحد گرمادهی که شامل «کویل‌های حرارتی» است عبور کرده، گرم می‌شود.

هوای مزبور در یک محفظه‌ی اختلاط با هوای تازه ترکیب شده، به‌سمت قسمت رطوبت‌زنی هدایت می‌شود. در این قسمت توسط آب‌فشان‌هایی (مطابق شکل ۷ـ۳) رطوبت لازم به هوا اضافه

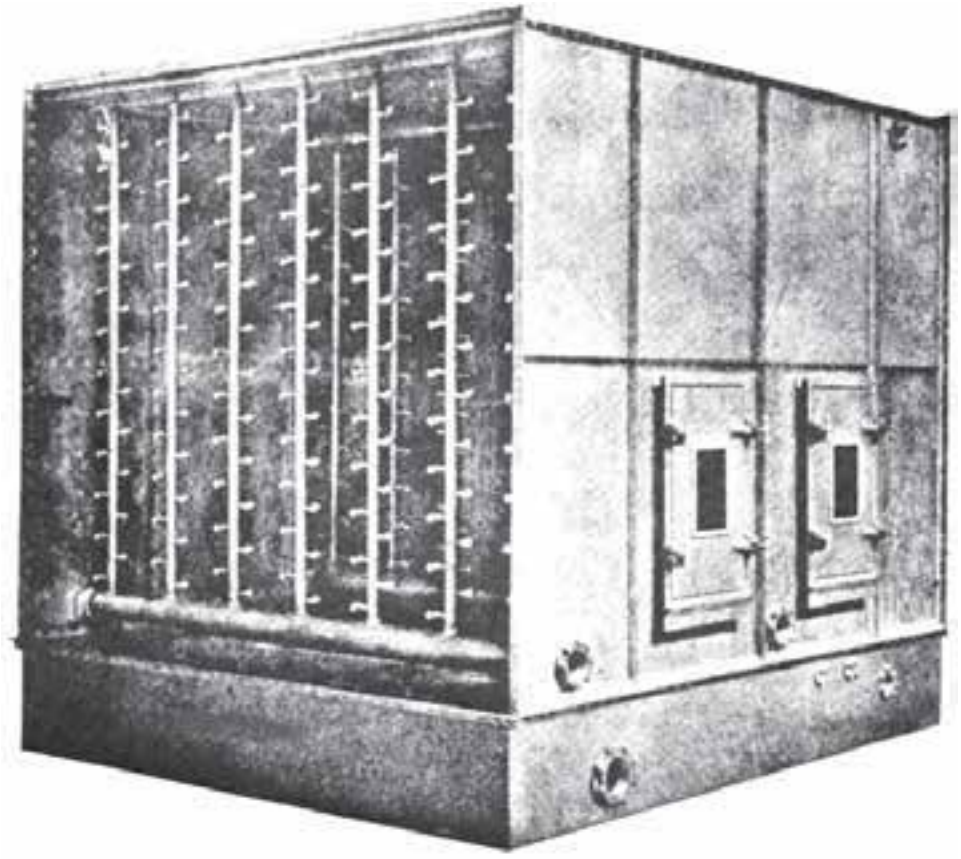


آب‌فشان پودرکننده

آب‌فشان پودرکننده بدون درپوش

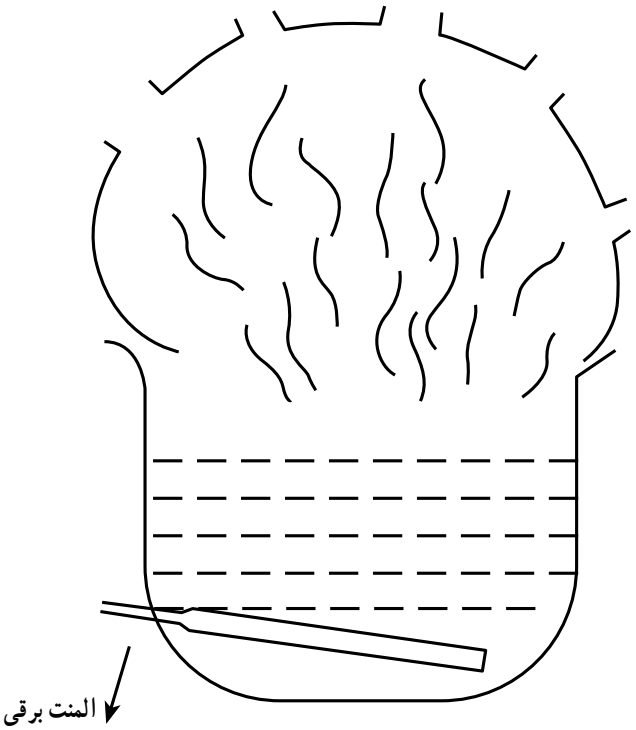
شکل ۷ـ۳ـ سیستم لوله‌کشی آب‌فشان‌ها

می‌شود. یک سیستم آبگیر قطرات درشت آب را از هوای گرم و مرطوب درحال عبور، جدا می‌نماید. سرانجام هوای مزبور به‌وسیله‌ی چند بادرسان به کانال‌های داخل سالن هدایت می‌شود. در شکل ۷ــ۴ یک دستگاه رطوبت‌زن بدون اتصال کانال‌های ورودی هوا نشان داده شده است.



شکل ۷ــ۴ــ دستگاه رطوبت‌زن بدون اتصال کانال‌های ورودی هوا

۷ــ۵ــ۴ــ دستگاه رطوبت‌زن الکتریکی: در این روش آب درون دستگاه، به‌وسیله‌ی «المنت» الکتریکی گرم شده، بخارهای به‌دست آمده به‌تدریج در فضای محیط پخش می‌شود.



شکل ۷ــ۵ــ دستگاه رطوبت‌زن الکتریکی

۷ــ۶ــ اهمیت کنترل رطوبت و حرارت در مراحل ریسندگی و بافندگی

درجه حرارت و درصد رطوبت نسبی سالن ریسندگی و بافندگی نباید از حد معمول و استاندارد کم‌تر باشد. نوسان این دو عامل موجب عدم تعادل حرارتی سالن‌ها شده، در کارایی اثر نامطلوب خواهد داشت. برای مثال عدم تعادل در روز شنبه که کارخانه پس از یک روز تعطیل شروع به‌کار می‌کند، نمایان است. برای مثال براثر تغییرات درجه حرارت و رطوبت ایجاد شده، پارگی نخ‌ها بالاترین میزان را دارد ؛ یعنی درحالتی که رطوبت نسبی سالن ریسندگی خیلی پایین باشد، فتیله‌ها و نیمچه‌نخ‌های پنبه‌ای با هر ظرافتی، حجیم‌تر و قطورتر از شکل طبیعی خود می‌باشند زیرا در رطوبت‌های پایین مقدار الکتریسیته‌ی ساکن ایجاد شده برروی الیاف بیش‌تر شده، با دفع یکدیگر در فاصله‌ی بیش‌تری نسبت به هم قرار می‌گیرند. در بررسی میکروسکوپی از الیاف، در فتیله‌ها و نیمچه نخ‌های مذکور، حالت موج خوردگی بیش از اندازه‌ی الیاف نسبت به مواد مشابه تولید شده در رطوبت نسبی بالاتر به وضوح مشاهده می‌شود (توجه به این اشکال در مرحله‌ی بوبین‌پیچی نیمچه نخ‌های به‌دست آمده، اهمیّت دارد).

در قسمت چند لاکنی این فتیله‌ها نمی‌توانند از شیپوری قسمت کویلر عبور کنند، درنتیجه تولید متوقف می‌شود. با افزایش رطوبت نسبی، مقدار الکتریسیته‌ی ساکن ایجاد شده برروی الیاف پنبه در مرحله‌ی ریسندگی و بافندگی کم‌تر شده، عملیات فوق ساده‌تر انجام می‌شود. در شرایطی که نیاز به مراحل شانه‌زنی باشد، به‌منظور افزایش آرایش یافتگی الیاف و نخ‌ها، باید در سالن از رطوبت نسبی بیش‌تری استفاده نمود. به‌کار گرفتن رطوبت‌نسبی بیش از اندازه در مراحل تولیدی نخ از الیاف بلند پنبه‌ای، موجب پیچیدن الیاف به دور غلتک‌های کششی می‌گردد.

۷ــ۶ــ۱ــ پیچش الیاف به دور غلتک: کمبود رطوبت موجب خشک شدن الیاف و درنتیجه تولید بارهای الکتریسیته‌ی ساکن در آن‌ها می‌گردد. بارهای الکتریسیته‌ی ساکن تولید شده سطح غلتک و بین الیاف، غیرهم‌نام بوده، درنتیجه یک نیروی جاذبه‌ی الکترواستاتیکی بین آن‌ها ایجاد می‌گردد.

در این حالت، درصورتی که نیروی اصطکاک بین الیاف زیاد باشد، الیافی که در مجاورت با الیاف چسبیده به دور غلتک و در رشته‌ی تولیدی قرار دارند، آن‌ها را با خود کشیده، در حدّ امکان از پیچیده شدن این قبیل الیاف به دور غلتک جلوگیری می‌نمایند. ولیکن درصورت کم بودن بیش از اندازه‌ی اصطکاک بین الیاف، الیافی که در مجاورت با الیاف چسبیده و در رشته‌ی تولیدی قرار دارند، قادر به کشیدن این نوع الیاف نبوده، درنتیجه عمل پیچیدن الیاف به‌دور غلتک ادامه یافته، موجب پارگی رشته‌ی مواد تولیدی و کاهش کارایی و بازدهی محصول می‌گردد.

۷ــ۶ــ۲ــ بالنی شدن الیاف: وجود الکتریسیته‌ی ساکن در الیاف ممکن است اشکال دیگری موسوم به «بالنی شدن» الیاف را ایجاد نمایند. علت این پدیده، آن است که چون بارهای الکتریسیته‌ی ساکن موجود در خود الیاف هم‌نام است، الیاف میل به دور شدن از یکدیگر را داشته، درنتیجه رشته‌ی تولیدی به‌صورت بالن دیده می‌شود. در چنین حالتی، اگر اصطکاک بین الیاف به‌اندازه کافی نباشد، فرار و پراکندگی الیاف از یکدیگر فزونی یافته، درنتیجه رشته‌ی تولیدی پاره می‌شود و بازدهی محصول کاهش می‌یابد و اگر درصورت برطرف نشدن بارهای الکتریسیته‌ی ساکن در الیاف، نخ تولیدی نیز حاوی بارهای مذکور باشد، الیاف میل به دور قرار گرفتن از یکدیگر را دارند و این اشکال اصطلاحاً موسوم به پراکندگی الیاف در نخ می‌باشد.

رطوبت نسبی نیز در بافندگی پارچه‌های پنبه‌ای تأثیر دارد. یکی از نتایج آزمایشات انجام شده به‌منظور مشخص‌شدن اهمیت تأثیر رطوبت در بافندگی پارچه‌های پنبه‌ای، به شرح زیر می‌باشد :

۱ــ اضافه‌شدن رطوبت نسبی از ۵۳٪ به ۶۸٪ موجب کاهش پارگی نخ‌ها به میزان ۳۳/۵٪ می‌شود.

۲ــ اضافه‌شدن رطوبت نسبی تا ۷۸٪ مقدار پارگی را به میزان ۱۲/۵٪ کاهش می‌دهد.

۳ــ اضافه‌شدن درصد رطوبت تا ۸۸٪ هیچ‌گونه تأثیری به وجود نمی‌آورد.

۴ــ افزودن رطوبت نسبی از ۶۰٪ به ۷۰٪ در حالت الاستیسیته نخ تأثیر قابل ملاحظه‌ای داشته، موجب افزوده‌شدن الاستیسیته به میزان ۱۵/۸٪ می‌شود و پارگی را به میزان ۳۳/۵٪ کاهش می‌دهد.

این موضوع بیان‌گر آن است که رطوبت‌های نسبی بالاتر از ۷۸٪ هیچ‌گونه تأثیری در وضع کارآیی محصول پیش نمی‌آورد. اگرچه دست‌یابی به میزان مناسب رطوبت نسبی در کارخانه‌ها از طریق تجربه به‌دست می‌آید. نمونه‌ای از شرایط پیشنهادی محیطی در سالن‌های مختلف صنایع نساجی در جدول ۷ــ۲ نشان داده شده است.

جدول ۷ــ۲ــ شرایط محیطی سالن‌های ریسندگی و بافندگی پنبه‌ای

قسمت سالن‌ها	فصول مختلف سال			
	فصل سرما و معتدل		فصل گرما	
	درجه حرارت C	رطوبت نسبی ٪	درجه حرارت C	رطوبت نسبی ٪
بازکردن الیاف	۲۲ــ۲۰	۵۰	۲۸ــ۲۴	۵۰
حلاجی	۲۰ــ۱۸	۵۰	۲۸ــ۲۴	۵۰
کاردینگ	۲۵ــ۲۰	۵۵ــ۵۰	۲۸ــ۲۴	۵۵ــ۵۰
بالش	۲۲ــ۲۰	۵۰	۲۸ــ۲۴	۵۰
فتیله	۲۴ــ۲۲	۶۰ــ۵۵	۲۶ــ۲۴	۶۰ــ۵۵
فلایر و رینگ	۲۶ــ۲۴	۶۰ــ۵۵	۲۸ــ۲۶	۵۵ــ۵۰
ماسوره‌پیچی و چله‌کشی	۲۴ــ۲۰	۷۰ــ۶۵	۲۴ــ۲۳	۷۰ــ۶۵
بافندگی دابی	۲۴ــ۲۰	۷۰ــ۶۵	۲۴ــ۲۳	۷۰ــ۶۵
بافندگی ژاکارد	۲۶ــ۲۲	۶۵ــ۶۰	۲۶ــ۲۴	۶۵ــ۶۰

در جدول ۷ــ۳ و ۷ــ۴ شرایط محیطی سالن‌های ریسندگی و بافندگی پشمی و فاستونی نشان داده شده است.

جدول ۷ــ۳ــ شرایط محیطی سالن‌های ریسندگی و بافندگی پشمی

قسمت (سالن)	فصل‌های مختلف سال			
	فصل سرما و متوسط		فصل گرما	
	درجه حرارت C	رطوبت نسبی ٪	درجه حرارت C	رطوبت نسبی ٪
حلاجی ــ مخلوط کنی	۲۰ــ۱۸	طبیعی	۲۸ــ۲۴	طبیعی
کاردینگ	۲۵ــ۲۰	۵۵ــ۵۰	۲۸ــ۲۴	۵۵ــ۵۰
ریسندگی و بوبین پیچی برای نمره‌های :				
الف) ۶ تا ۱۲	۲۵ــ۲۲	۶۵ــ۶۰	۲۸ــ۲۶	۶۰ــ۵۵
ب) بیشتر از ۱۲	۲۵ــ۲۲	۶۵ــ۶۰	۲۷ــ۲۵	۶۰ــ۵۵
چله‌کشی	۲۲ــ۲۰	۶۵ــ۶۰	۲۶ــ۲۴	۶۵ــ۶۰
بافندگی	۲۳ــ۲۰	۷۰ــ۶۵	۲۴ــ۲۳	۷۰ــ۶۵

جدول ۷ــ۴ــ شرایط محیطی سالن‌های ریسندگی و بافندگی فاستونی

قسمت (سالن)	فصل‌های مختلف سال			
	فصل سرما و متوسط		فصل گرما	
	درجه حرارت C	رطوبت نسبی ٪	درجه حرارت C	رطوبت نسبی ٪
مقدمات ریسندگی	۲۰ــ۱۸	طبیعی	۲۸ــ۲۴	طبیعی
کاردینگ و شانه‌زنی	۲۳ــ۲۰	۶۰ــ۵۵	۲۸ــ۲۶	۶۵ــ۶۰
فتیله ــ گیل‌باکس برای :				
الیاف پشم متوسط	۲۴ــ۲۰	۷۰ــ۶۵	۲۶ــ۲۴	۶۵ــ۶۰
الیاف پشم ظریف	۲۴ــ۲۰	۷۵ــ۷۰	۲۶ــ۲۳	۶۵ــ۶۰
نیمچه نخ برای الیاف پشم :				
الف) متوسط	۲۴ــ۲۰	۷۵ــ۷۰	۲۵ــ۲۳	۷۵ــ۶۵
ب) ظریف	۲۳ــ۲۰	۸۰ــ۷۵	۲۴ــ۲۳	۷۵ــ۷۰
ریسندگی از الیاف پشم ظریف :				
الف) نمره‌های ۱۶ تا ۳۲	۲۴ــ۲۲	۷۵ــ۷۰	۲۵ــ۲۳	۷۵ــ۶۵
ب) بیش‌تر از ۳۲	۲۴ــ۲۲	۷۵ــ۷۰	۲۵ــ۲۳	۷۵ــ۶۵
انبار فتیله و نیمچه نخ	۱۸ــ۱۶	۸۰ــ۷۵	۲۴ــ۲۰	۷۵ــ۷۰
مقدمات بافندگی و بافندگی	۲۲ــ۲۰	۷۵ــ۷۰	۲۴ــ۲۳	۷۰ــ۶۵

پرسش

۱ــ رطوبت را تعریف و واحدهای آن را نام ببرید.

۲ــ انواع رطوبت را نام ببرید و درباره‌ی آن‌ها توضیح دهید.

۳ــ اثر رطوبت بر روی الیاف را توضیح دهید.

۴ــ انواع دستگاه‌های رطوبت‌زن را نام ببرید.

۵ــ تأمین رطوبت، به‌وسیله‌ی افشانک‌ها را توضیح دهید.

۶ــ نقطه‌ی شبنم را تعریف کنید.

۷ــ نقش درجه حرارت و رطوبت هوا را در سالن‌های نساجی توضیح دهید.

۸ــ عواملی را که در تهویه باید مورد نظر قرار گیرد، توضیح دهید.

۹ــ اهداف سیستم تهویه مطبوع مرکزی را نام ببرید.

۱۰ــ اثرات کنترل رطوبت و حرارت را در مراحل ریسندگی و بافندگی بنویسید.

فصل هشتم

روش‌های تولید گرما و انتقال آن

هدف‌های رفتاری: از فراگیر انتظار می‌رود که در پایان این فصل بتواند :
ـ ماهیت گرما را شرح دهد.
ـ تغییرات حالت اجسام در اثر گرما را بررسی کند و توضیح دهد.
ـ روش‌های تولید گرما را توضیح دهد.
ـ روش‌های انتقال حرارت را شرح دهد.

۸ـ۱ـ ماهیت گرما

گرما نوعی انرژی است که در اثر حرکت سریع مولکول‌ها پدید می‌آید ؛ و حرکت مولکول‌ها نیز وابسته به دما است، یعنی با کاهش دما، حرکت مولکول‌ها نیز کاهش می‌یابد. به‌طوری که در ۲۷۳/۱۵ – درجه سانتی‌گراد (پایین‌ترین درجه ممکن) حرکت مولکول‌ها کاملاً متوقف می‌شود.

گرما بر اثر اختلاف دما، از جایی که دمایش بیش‌تر است به جایی که دمایش کم‌تر است انتقال می‌یابد. فرض کنیم که دو جسم A و B با هم در تماس‌اند و دمای جسم A بیش‌تر از دمای جسم B است، پس از مدتی انرژی گرمایی از جسم A به جسم B منتقل می‌شود تا جایی که این دو جسم به حالت تعادل برسند. این امر نشان می‌دهد که انرژی گرمایی از یک جسم به جسم دیگر منتقل شده است و عامل این انتقال نیز اختلاف دمای موجود بین دو جسم است. دانش اندازه‌گیری و سنجش گرما را «گرماسنجی» یا «کالری متری» می‌نامند. در این کتاب از دو واحد مهم‌تر سنجش انرژی گرمایی که دراکثر کشورها، متداول است استفاده می‌شود. این دو واحد، عبارت‌اند از : ژول (J) و کالری (cal).

در مواردی که نیاز به واحد بزرگ‌تری باشد از کیلوکالری که هزار برابر کالری است نیز استفاده می‌شود. روابط موجود برای تبدیل این واحدها به یک‌دیگر عبارت‌اند از :

$$1kcal = 1000cal$$

$1cal = 4/2J$

$1kcal = 4200J$

برای گرم‌کردن هر جسم و بالابردن دمای آن، برحسب جنس جسم، مقداری حرارت لازم است، این حرارت برای اجسام مختلف مقادیر متفاوتی دارد. برای مشخص‌کردن مقدار گرمایی که هر جنس برای بالارفتن دمای خود نیاز دارد، از کمیتی به نام «ظرفیت گرمای ویژه» استفاده می‌کنند.

ظرفیت گرمای ویژه‌ی هر جسم عبارت است از : مقدار حرارتی که یک گرم از جسم مورد نظر می‌گیرد تا دمای آن یک درجه سانتی‌گراد بالا رود که معمولاً با حرف C نمایش داده می‌شود و واحد آن $\frac{cal}{gr.\ C}$ و یا $\frac{J}{kg.\ C}$ است. در جدول ۸ــ۱ ظرفیت گرمایی ویژه‌ی چند جسم را برحسب $\frac{J}{kg.\ C}$ مشاهده می‌کنید.

جدول ۸ــ۱ــ ظرفیت گرمایی ویژه‌ی چند ماده برحسب $\frac{J}{kg\ C}$

مایعات		جامدات	
آب خالص	۴۲۰۰	آلومینیوم	۹۰۰
آب دریا	۳۹۰۰	آهن	۴۶۰
جیوه	۱۴۰	برنج (آلیاژ یا مس و روی)	۳۸۰
نفت	۲۴۰۰	سرب	۱۳۰
		شیشه‌ی معمولی	۶۷۰
		مس	۴۰۰
		یخ	۲۱۰۰

براساس جدول، ظرفیت گرمایی ویژه‌ی اجسام در حالت‌های مختلف فیزیکی متفاوت است.

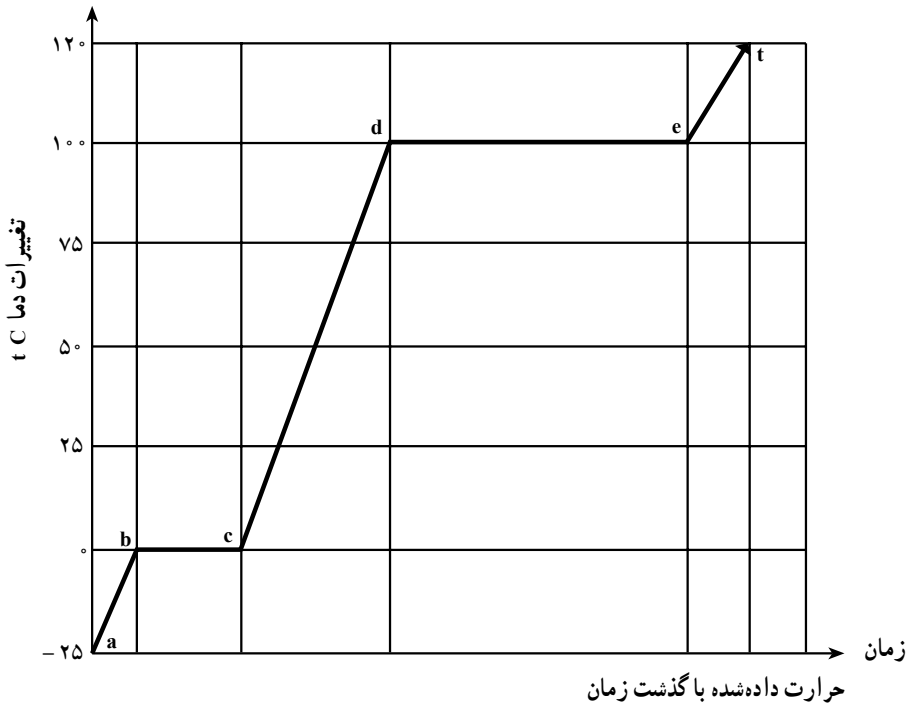
گرمای ویژه‌ی یخ $2100\frac{J}{kg.\ C}$ و گرمای ویژه‌ی آب $4200\frac{J}{kg.\ C}$ است.

۸ــ۲ــ بررسی تغییر حالت اجسام در اثر انرژی گرمایی

اجسام در طبیعت دارای سه حالت فیزیکی جامد، مایع و گاز هستند. به‌عنوان مثال، آب ممکن است به‌صورت‌های یخ (جامد) یا آب (مایع) و یا بخار (گاز) باشد.

فرض کنید مقداری یخ ۲۵ C− در دست باشد ؛ یخ را خرد کرده، در ظرفی می‌ریزیم و دماسنجی را در آن قرار می‌دهیم و جهت گرما دادن، در اطراف ظرف سیم‌پیچ الکتریکی قرار می‌دهیم، چنان که گرما از طریق دیگر، وارد ظرف نشود. با درنظر گرفتن گذشت زمان، حرارتی که به ظرف داده می‌شود و دماهایی را که دماسنج نشان می‌دهد، یادداشت می‌کنیم و اعداد به‌دست آمده را مطابق شکل، در دو محور عمودبرهم می‌نویسیم و نمودار تغییرات دما در زمان‌های مختلف حرارت دادن را رسم می‌کنیم[۱].

گرم شدن یخ تا دمای ۰ C (که نمودارش، قسمت ab از شکل ۸ــ۱ است) ادامه دارد در این فاصله‌ی دمایی، گرمای ویژه‌ی یخ، در حدود $۲۱۰۰ \frac{J}{kg.\ C}$ است.



شکل ۸ــ۱ــ نمودار تغییرات دما برحسب زمان

لحظه‌ای پس از رسیدن به این دما (۰ C در نقطه‌ی b) در درون ظرف مقداری آب ظاهر می‌شود. به‌عبارت دیگر، یخ ذوب می‌شود. پدیده‌ی ذوب، تغییر حالت از حالت جامد به‌حالت مایع است. در تمام مدت ذوب، دماسنج افزایش دمایی را نشان نمی‌دهد و با وجود این که جریان انتقال

۱ــ این آزمایش در شرایط استاندارد انجام می‌شود.

گرما به‌همان اندازه‌ی قبل وجود دارد، دما در C ۰ ثابت می‌ماند تا بالاخره تمام یخ ذوب شود.

همین که آخرین ذرّه‌ی یخ ذوب شد، دمای آب از نقطه‌ی C تا d افزایش می‌یابد. سرعت افزایش دما، در این مرحله کم‌تر از مرحله‌ی گرم شدن یخ است چرا که گرمای ویژه‌ی آب بیش از گرمای ویژه‌ی یخ است. همین که آب به دمای C ۱۰۰ رسید حباب‌های بخار (حالت گازی شکل آب) شروع به بالا آمدن از سطح آب می‌کنند که در اصطلاح می‌گوییم آب به جوش آمده است. دمای آب تا زمانی که تمام آن به بخار تبدیل نشده است، در C ۱۰۰ باقی می‌ماند. در این‌جا نیز نوع دیگری تغییر حالت از مایع به بخار پدید می‌آید. هرگاه بخار حاصل را در ظرفی جمع کرده، از پخش آن جلوگیری کنیم (برای این کار ظرف باید خیلی بزرگ باشد) می‌توان گرم کردن را باز هم ادامه داد (از نقطه‌ی e تا f)، گاز را در این حالت، «بخار داغ» می‌نامند. نظیر نمودار مذکور را که برای آب رسم شده است، در اکثر مواد دیگر نیز می‌توان رسم کرد.

حال با توجه به شکل ۸ــ۱ که مقداری یخ C ۲۵− درنتیجه‌ی گرما دادن به‌ترتیب از a به b و از نقطه‌ی b به c و... تا نقطه‌ی f رسانده شد، حرکت برعکس نیز می‌تواند انجام شود. به این منظور مقدار گرمایی را که از نقطه‌ی e تا f به بخار آب داده شده است تا بخار آب معمولی به بخار داغ تبدیل شود، از مولکول‌های بخار داغ می‌گیریم ؛ درنتیجه اولاً دمای آن از C ۱۲۰ به C ۱۰۰ تنزل پیدا می‌کند، ثانیاً بخار داغ به بخار معمولی تبدیل می‌شود (یعنی رسیدن به نقطه‌ی e از نقطه‌ی f). و اگر گرفتن گرما را از e به d ادامه دهیم، تمامی بخار آب به مایع تبدیل می‌شود. این نوع تغییر حالت را «میعان» می‌نامند.

در حین میعان، جسم همان گرمایی را که در تغییر حالت از مایع به بخار دریافت کرده بود، پس می‌دهد. بنابراین گرمای تبخیر و گرمای میعان با هم برابرند و دما در این حالت با توجه به دیاگرام منحنی، C ۱۰۰ است. به‌همین ترتیب، اگر از مایع گرما گرفته شود یعنی از نقطه‌ی d به نقطه‌ی c برسد، دمای مایع کم‌کم تنزل پیدا کرده، به اصطلاح آب خنک می‌شود. در نقطه‌ی c که دمایش C ۰ است، مایع به دمای انجماد می‌رسد. بنابراین، نقطه‌ی c را نقطه‌ی انجماد مایع می‌نامند.

مایع با از دست دادن گرما، از c به b می‌رسد، یعنی منجمد می‌شود. مقدار گرمایی را که یک گرم از مایعی در دمای معین از دست می‌دهد تا به جامد تبدیل شود، «گرمای انجماد» می‌نامند و اگر گرفتن گرما را از نقطه‌ی c تا b ادامه دهند، با توجه به این که دما در C ۰ ثابت می‌ماند، تمامی مایع به جامد تبدیل می‌شود و از b به a، با کاهش دما از جامد به یخ C ۲۵− می‌رسد. باید توجه داشت که نقطه‌ی b درموقع افزایش گرمای یخ، نقطه‌ی ذوب بوده است و نقطه‌ی c درموقع کاهش دما از مایع، نقطه‌ی انجماد و درجه دمای هر دو نقطه C ۰ است. بنابراین، دمای انجماد، مساوی دمای ذوب است.

مقدار گرمایی که یک گرم از ماده‌ی جامد می‌گیرد تا به مایع تبدیل شود، «گرمای ذوب» نامیده می‌شود. بنابراین گرمای ذوب و انجماد با هم برابرند و نقاط ذوب و انجماد برهم منطبق‌اند.

وقتی جسمی در دمای ذوب است به حسب این که حرارت به آن داده شود و یا از آن گرفته شود، ذوب و یا منجمد می‌شود. مثلاً هرگاه به مخلوط آب و یخ حرارت داده شود، قسمتی از یخ به آب تبدیل می‌شود و اگر از آن حرارت گرفته شود، قسمتی از آب منجمد می‌شود. ولی در هرحال دمای مخلوط C است. هم‌چنین می‌توان نتیجه گرفت که نقطه‌ی ذوب، دمایی است که در آن، جامد و مایع یک جسم می‌توانند به حال تعادل در جوار یکدیگر باشند. بالاتر از این دما، جسم فقط به حال مایع، یا کم‌تر از آن فقط به‌حال جامد وجود دارد. با توجه به نمودار، نقطه‌ی d را که دمای مایع در آن نقطه C ۱۰۰ است و شروع به جوشیدن می‌کند، «نقطه‌ی جوش» گویند در تمام مدت زمان جوشیدن مایع، دمای آن ثابت می‌ماند. و نقطه‌ی انجماد، نقطه‌ای است که در دمای ثابت، مایع، با از دست دادن دما منجمد می‌شود.

با توجه به منحنی، از نقطه‌ی b تا نقطه‌ی c یعنی تغییر حالت از جامد به مایع در دمای ثابت C ۰، و از نقطه‌ی d تا نقطه‌ی e یعنی تغییر حالت از مایع به‌بخار در دمای ثابت C ۱۰۰ به‌علت انجام عمل تغییر حالت، جسم، به‌مقداری حرارت احتیاج دارد که این مقدار گرما به «گرمای نهان» موسوم است. پس گرمای نهان عبارت است از مقدار حرارتی که جسم در درجه حرارت ثابت به خود می‌گیرد تا تغییر حالت دهد. گرمای نهان ذوب[1] و تبخیر[2] چند ماده را در جدول ۸ــ۲ مشاهده می‌کنید.

جدول ۸ــ۲ــ گرمای نهان تبخیر و ذوب چند جسم

نام جسم	دمای ذوب به C	گرمای نهان ذوب cal / gr	دمای جوش به درجه سانتی‌گراد	گرمای نهان تبخیر cal / gr
آب	۰	۷۹/۷	۱۰۰	۵۳۹
گوگرد	۱۱۹	۹/۱	۴۴۴/۶	۷۸
سرب	۳۲۷/۳	۵/۸۶	۱۷۵۰	۲۰۸
مس	۱۰۸۳	۳۲	۱۱۸۷	۱۲۱۱
طلا	۱۰۶۳	۱۵/۴	۲۶۶۰	۳۷۷

۱ــ گرمای نهان ذوب عبارت است از مقدار حراتی که به یک کیلوگرم از جسم در نقطه‌ی ذوب خود داده می‌شود تا از جامد به مایع تبدیل شود.

۲ــ گرمای نهان تبخیر عبارت است از مقدار حرارتی که به یک کیلوگرم از جسم در دمای ثابت داده می‌شود تا از مایع به گاز تبدیل شود.

۸ــ۳ــ روش‌های تولید گرما

چنان که در فیزیک می‌خوانیم، انرژی خلق‌شدنی نیست و از بین نیز نمی‌رود ؛ بلکه از یک حالت به حالت دیگر تبدیل می‌شود (به‌جز تبدیل‌های ماده و انرژی در هسته‌ی اتم). بنابراین تمام انرژی‌ها قابل تبدیل به انرژی گرمایی هستند. ولی امروزه به دلایل اقتصادی و سهولت تبدیل انرژی، از دو روش برای ایجاد انرژی گرمایی استفاده می‌کنند :

الف ــ تولید انرژی گرمایی با سوختن اجسام

ب ــ تولید انرژی گرمایی با الکتریسیته

ــ تولید انرژی گرمایی سوختن اجسام: به طور کلی اجسام قابل اشتعال به هنگام سوختن، انرژی شیمیایی نهفته در خود را، به‌صورت انرژی گرمایی آزاد می‌کنند. برای مثال کلیه فرآورده‌های نفتی (بنزین، نفت سفید و...)، چوب، زغال‌سنگ، گازهای طبیعی استخراج شده از منابع مختلف و گازهای مایع مثل گاز مصرفی خانگی از جمله مواد شناخته شده‌ای هستند که روزانه هزاران تن، از آن‌ها به‌عنوان سوخت سوزانده می‌شوند.

ــ تولید انرژی گرمایی با الکتریسیته: مقدار زیادی از انرژی الکتریکی، در سیم‌های با مقاومت زیاد، به‌صورت گرما ظاهر می‌شود. در اجاق‌های برقی، بخاری، سماور و گرم‌کن‌های برقی، تبدیل انرژی الکتریکی به انرژی گرمایی صورت می‌گیرد.

در تغییر و تبدیل انرژی، در مواردی که هدف، تهیه‌ی گرماست، همیشه مقداری انرژی به‌صورت‌های دیگر تبدیل می‌شود ؛ به این انرژی‌ها، «تلفات تبدیل انرژی» می‌گویند. این تلفات هر اندازه کم‌تر باشد، بازده دستگاه بیش‌تر خواهد بود.

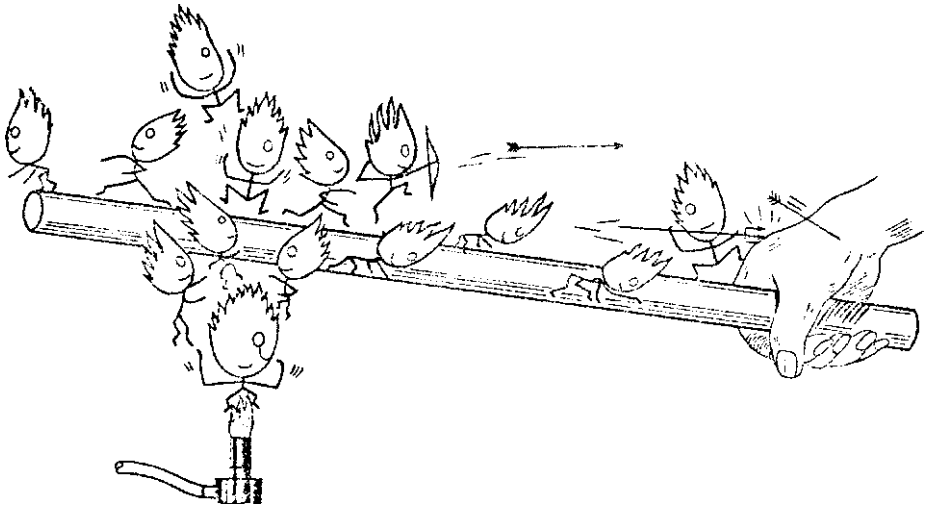
۸ــ۴ــ انتقال حرارت

انرژی گرمایی به سه طریق منتقل می‌شود :

ــ هدایت یا رسانایی: بسیاری از اجسام جامد به‌ویژه فلزات، انرژی گرمایی را از خود عبور می‌دهند، بدون آن که ذرات جسم جابه‌جا شوند. این روش انتقال گرما در اجسام جامد، «رسانایی» یا «هدایت» نامیده می‌شود. به‌عنوان مثال، اگر یک سر میله‌ی آهنی را روی آتش بگیریم، حرارت از آن نقطه به سر دیگر آن منتقل می‌شود، بدون آن که مولکول‌های نقاط گرم شده، منتقل شوند. در شکل ۸ــ۲ این حالت نمایش داده شده است.

جامداتی که گرما را به‌خوبی هدایت می‌کنند «رسانا» یا «هادی گرما» نامیده می‌شوند و موادی که گرما را هدایت نمی‌کنند «نارسانا» یا «عایق گرما» نامیده می‌شوند. مس و آهن جزء رساناها و

چوب‌پنبه و هوا جزء مواد نارسانا هستند.

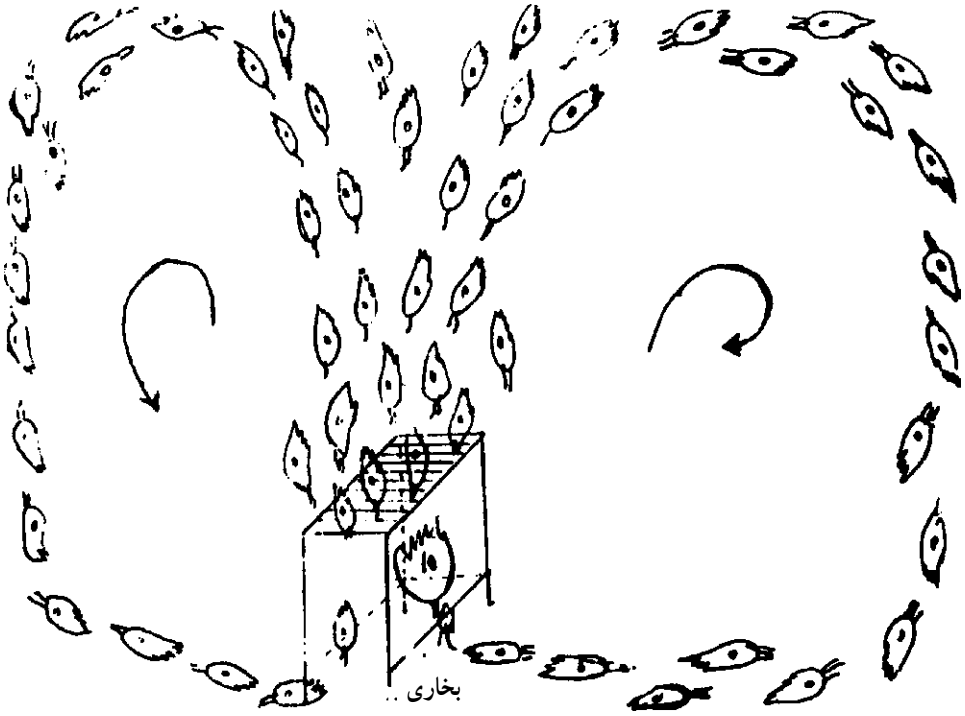


شکل ۸ــ۲ــ نحوه‌ی انتقال گرما به‌وسیله‌ی هدایت

در صنعت و آزمایشگاه و در زندگی از هر دو دسته اجسام رسانا و نارسانا برای کنترل انتقال گرما استفاده می‌شود. رساناها را هنگامی به‌کار می‌برند که بخواهند گرما را از جایی به‌جای دیگر منتقل کنند. مثلاً دیگ‌های آشپزخانه را از رساناهای خوبی مانند آلومینیوم یا مس می‌سازند تا گرما را از شعله به آن‌چه که درون آن‌هاست به‌خوبی هدایت کنند. و نارسانا را وقتی به‌کار می‌برند که بخواهند از انتقال گرما جلوگیری کنند، برای مثال عایق‌بندی (پشم شیشه) لوله‌های آب‌گرم.

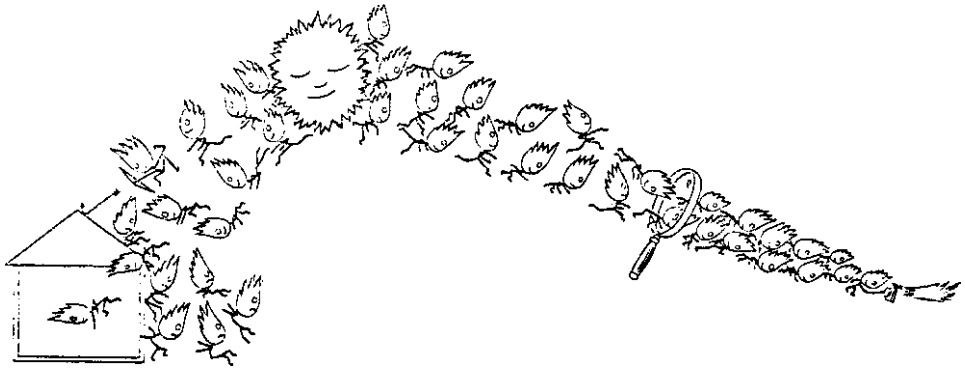
ــ هم‌رفت یا کنوکسیون: در مایعات و گازها که رساناهای خوبی نیستند، انتقال گرما به‌وسیله‌ی جریانی، از مایع یا گاز صورت می‌گیرد. این جریان، در اثر اختلاف دما، بین دو نقطه‌ی درون آن‌ها برقرار می‌شود و تا وقتی که اختلاف دما وجود دارد، ادامه می‌یابد. در ضمن این جریان، هر قسمت از مایع یا گاز به نوبت با گرم‌کن تماس مستقیم پیدا می‌کند و گرم می‌شود و گرما را با خود به‌جایی که دمایش کم‌تر است منتقل می‌کند. روش انتقال گرما را به‌وسیله‌ی جریانی از مایع یا گاز «هم‌رفت یا کنوکسیون» می‌نامند.

زمانی که مایع یا گازی گرم می‌شود، جریان هم‌رفتی خود به خود برقرار می‌شود. مثلاً در یک اتاق، هنگامی که بخاری یا رادیاتور شوفاژ روشن است، جریان هم‌رفتی به‌وجود می‌آید. به این ترتیب هوای مجاور بخاری یا رادیاتور شوفاژ گرم می‌شود و انبساط می‌یابد و سبک‌تر از هوای محیط اطراف خود می‌شود و درنتیجه هوای سرد، جای آن را می‌گیرد و آن را به‌طرف بالای اتاق می‌راند. نحوه‌ی جریان سیال، در شکل ۸ــ۳ نمایش داده شده است.



شکل ۸ــ۳ــ نحوه‌ی انتقال گرما به‌صورت هم‌رفت

ــ **تابشی یا تشعشعی:** در این روش انتقال حرارت از طریق فضا و بدون هیچ واسطه‌ای صورت می‌گیرد ؛ مانند گرم شدن زمین به‌وسیله‌ی امواج حرارتی تابیده شده از خورشید. امواج خورشید پس از برخورد به جسمی که تمام و یا قسمتی از امواج گرمایی را جذب می‌کند، به گرما تبدیل می‌شود. نحوه‌ی انتقال گرما به‌روش تابشی در شکل ۸ــ۴ نمایش داده شده است.



شکل ۸ــ۴ــ نحوه‌ی انتقال گرما به‌روش تابشی

پرسش

۱ــ روش‌های تولید گرما را شرح دهید.

۲ــ روش‌های انتقال گرما را نام برده، هریک را شرح دهید.

۳ــ «گرمای ویژه» و «گرمای نهان ذوب» و «گرمای نهان تبخیر» را تعریف کنید.

۴ــ یک تکه یخ از $-10\ C$ ، با گرما به بخار $120\ C$ تبدیل می‌شود نمودار تغییرات دمای آن را رسم کنید و توضیح دهید.

۵ــ به چه دلیل معمولاً در یخچال برای یخ زدن آب از ظروف آلومینیومی استفاده می‌شود؟

۶ــ چرا غالباً رادیاتور شوفاژ را در زیر پنجره نصب می‌کنند؟