افسانه‌های عامیانه و واقعیت‌هایی از زبان شیمی

ترجمه: محمدجواد بیان

اشاره

ما معمولاً در بیان امور جاری، از توضیح‌های ساده‌ای استفاده می‌کنیم. این در حالی است که برخی از این توضیح‌ها پایهٔ علمی ندارند و در اثر تکرار، به بخشی از فرهنگ ما تبدیل شده‌اند. در واقع، بیشتر باید آن‌ها را خرافه دانست تا واقعیت. استفاده از علم شیمی کمک می‌کند تا از ورای این خرافه‌ها به واقعیت دست یابیم. برای نمونه به دو مورد از این خرافه‌ها می‌پردازیم.

کلیدواژه‌ها: امواج الکترومغناطیس، پخت غذا، شیشه، ساختار بلوری

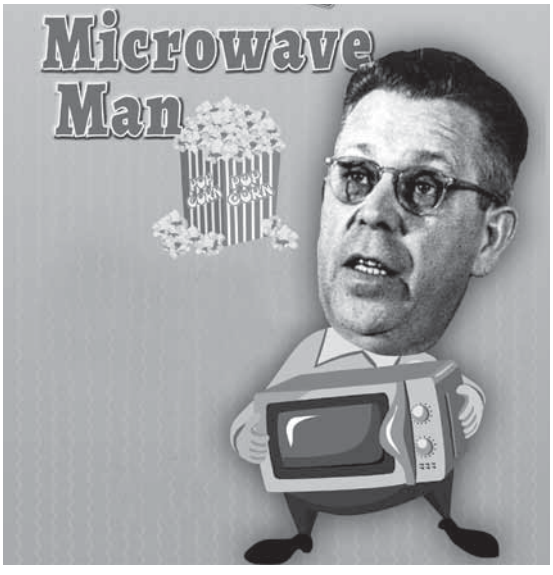
ماهیت قطبی آب سبب می‌شود در ماکروفر به‌عنوان ماده‌ای بسیار جاذب در برابر انرژی امواج ریزموج رفتار کند

نمونهٔ ۱: غذا در دستگاه ماکروفر، از درون به سمت بیرون گرم می‌شود

تاریخچهٔ تولد دستگاه ماکروفر

سال ۱۹۴۶ بود و هنوز چندی از پایان جنگ جهانی دوم نمی‌گذشت که شرکت ریتون[1] تصمیم گرفت فعالیت‌هایش را از قراردادهای نظامی به جنبه‌های شهروندی تغییر دهد. کارشناسان در این مرکز آزمایش‌هایی با مگنترون انجام داده بودند؛ دستگاهی شامل مجموعه‌ای از لوله‌های رادار که امواج ریزموج تولید می‌کرد. در این دستگاه، جریانی از امواج ریزموج در واحد زمان رها می‌شود و بر ذره‌های موجود در مسیر خود اثر می‌گذارد. ذره‌ها بخشی از انرژی این امواج را باز می‌گردانند. در دستگاه ماکروفر جهت بازگشت این امواج، به سمت ظرف محتوی غذا و همان جایی است که مگنترون قرار دارد.

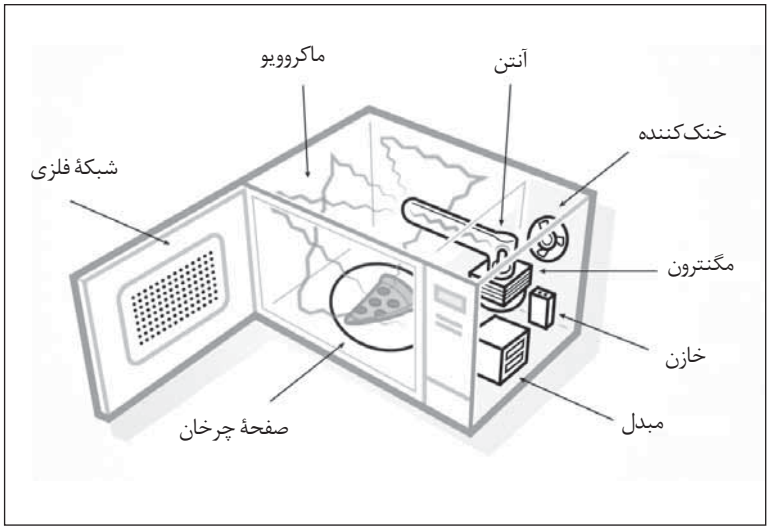
در جریان جنگ جهانی دوم، نیروی دریایی ایالات متحده از این دستگاه در تشخیص سریع کشتی‌های دشمن استفاده می‌کرد.



شکل ۱ پرسی اسپنسر معروف به مرد ماکروویو

روزی، پرسی اسپنسر[2]، مهندس ناظر بر کار این دستگاه متوجه شد آبنباتی که هنگام کار با دستگاه در جیبش بود نرم و چسبناک شده است. او مقداری ذرت کنار لوله‌های دستگاه گذاشت و از پف کردن آن، شگفت‌زده شد. اگر تخم‌مرغ خامی در برابر امواج لوله‌ها قرار می‌گرفت، می‌ترکید و مواد درون آن به اطراف می‌پاشید. این آزمایش‌های ساده، ایدهٔ پختن غذا را در ماکروفر مطرح کرد، شکل ۱.

نخستین ماکروفر ۳۴۰kg وزن و ۱/۵ m ارتفاع داشت که در سال ۱۹۵۴مدل اولیه و تجاری آن به ارزش سه هزار دلار تولید شد.



شکل ۲ بخش‌های درونی دستگاه ماکروفر

آنچه در ماکروفر روی می‌دهد

امواج ریزموج بخشی از امواج الکترومغناطیس هستند. این امواج همچون اجزای دیگر طیف الکترومغناطیس مانند نور مرئی، پرتوهای X و امواج رادیویی با سرعت نور حرکت می‌کنند. انواعی از امواج ریزموج که طول موج ۱۲/۲۴ cm دارند برای پخت غذا مناسب شناخته شده‌اند.

بیشتر انواع امواج الکترومغناطیس می‌توانند از هر مانعی بگذرند. از این رو، این تصور شکل گرفته است که در ماکروفر، غذا از درون گرم می‌شود.

برای درک چگونگی پخت غذا در ماکروفر کافی است این آزمایش را انجام دهید:

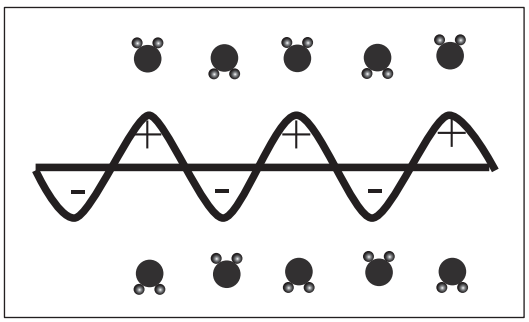
یک لیوان را تا نیمه آن آب بریزید و در ماکروفر بگذارید. ماکروفر را روشن کنید. پس از حدود یک دقیقه، لیوان داغ‌تر می‌شود. این نشان می‌دهد که ماکروفر با گرم کردن آب موجود در غذا، باعث پختن آن می‌شود.

ماهیت قطبی آب سبب می‌شود در ماکروفر به‌عنوان ماده‌ای بسیار جاذب در برابر انرژی امواج ریزموج رفتار کند. هنگامی

روزی، پرسی اسپنسر، مهندس ناظر بر کار این دستگاه متوجه شد آبنباتی که هنگام کار با دستگاه در جیبش بود نرم و چسبناک شده است. او مقداری ذرت کنار لوله‌های دستگاه گذاشت و از پف کردن آن، شگفت‌زده شد. اگر تخم‌مرغ خامی در برابر امواج لوله‌ها قرار می‌گرفت، می‌ترکید و مواد درون آن به اطراف می‌پاشید. این آزمایش‌های ساده، ایدهٔ پختن غذا را در ماکروفر مطرح کرد

که امواج در ماکروفر میدان‌های الکتریکی متغیر در غذا ایجاد می‌کنند، مولکول‌های قطبی آب موجود در غذا در واکنش به این میدان‌های الکتریکی چنان می‌چرخند که سر مثبت از یک مولکول آب در مجاورت سر منفی از مولکول همسایهٔ خود قرار گیرد. به این ترتیب نیروهای دافعه میان مولکول‌های آب به کمترین مقدار می‌رسد. هنگامی که جهت میدان الکتریکی تغییر می‌کند مولکول‌های آب دوباره می‌چرخند و در راستای مخالف جهت‌گیری می‌کنند، شکل ۳. چرخش مولکول‌های آب باعث حرکت ناگهانی مولکول‌های دیگر و تولید گرما می‌شود. پس تبدیل انرژی امواج ریزموج به انرژی گرمایی، به پختن غذا می‌انجامد.

فرکانس امواج در ماکروفر، ۲/۴۵ میلیارد هرتز است. پس در هر ثانیه ۲/۴۵ میلیارد بار جلو- عقب شدن مولکول‌های آب انجام می‌گیرد.



شکل ۳ جهت‌گیری مولکول‌های قطبی آب در میدان الکتریکی حاصل از امواج ریزموج. تغییر جهت میدان و چرخش مولکول‌های آب، حرکتی نوسانی به جلو و عقب را در مولکول‌ها ایجاد می‌کند و به تولید گرما می‌انجامد.

آب پاسخ این معماست

آیا در ماکروفر، بخش‌های درونی غذا زودتر می‌پزند؟

کیت کیت‌یام[3] از گروه علوم غذایی دانشگاه روتگرس[4] در پاسخ می‌گوید: «بستگی به این دارد که آب در کجای غذا قرار گرفته است. در ذرت، مقدار آب درون دانه بیشتر است، پس گرما از درون آن به بیرون جریان می‌یابد.»

بنابراین نکتهٔ کلیدی، مقدار آب است. اگر آبی در غذا نباشد گرمای کمتری ایجاد خواهد شد. برای نمونه، اگر غذایی را که چند روز در یخچال بوده، در ماکروفر گرم کنید، می‌بینید که سطح آن خشک است و این به تبخیر آب از سطح غذا مربوط می‌شود در حالی که، درون غذا کمتر خشک شده است. در نتیجه، به اشتباه چنین برداشت می‌شود که درون غذا گرم‌تر از بیرون آن است اما این گفته تنها زمانی درست است که مقدار آب درون غذا بیشتر از بیرون آن باشد.

معمولاً آب به‌طور یکنواخت در بخش‌های مادهٔ غذایی وجود دارد و سرتاسر غذا در ماکروفر به مقدار یکسان گرم می‌شود. در مورد یک تکه گوشت یخزده می‌بینیم که بیرون آن کاملاً آب شده است اما درون آن هنوز یخ دارد. چرا چنین است؟ در یخ، مولکول‌ها نمی‌توانند مانند آب مایع بچرخند. در نتیجه ماکروفر یخ را با همان شدت آب مایع گرم نمی‌کند. همچنان که یخ گوشت باز می‌شود مولکول‌های آب مایع، گرم می‌شوند و به تدریج کمک می‌کنند تا آب یخزده درون گوشت گرم شود. یعنی گرم شدن گوشت یخزده به‌طور غیریکنواخت در ماکروفر انجام می‌گیرد.

پی‌نوشت‌ها

1.Raytheon
2.Spencer,P
3. Yam, K.K.
4. Rutgers

نمونه۲: ضخامت شیشه در پایین پنجره‌های قدیمی بیشتر است زیرا شیشه با گذشت زمان، به‌صورت مایع به پایین جریان می‌یابد.

اگر از کلیساهای مربوط به قرون وسطی دیدن کنید، نه‌تنها معماری این بناها، بلکه شیشه‌های رنگی باشکوه پنجره‌های آن‌ها شما را شگفت‌زده می‌کند. اگر بتوانید قطعه‌ای از این شیشه‌ها را از نزدیک نگاه کنید متوجه می‌شوید که برخلاف نمونه‌های امروزی، هموار نیستند و معمولاً پایین شیشه‌ها از بالای آن ضخیم‌تر است.

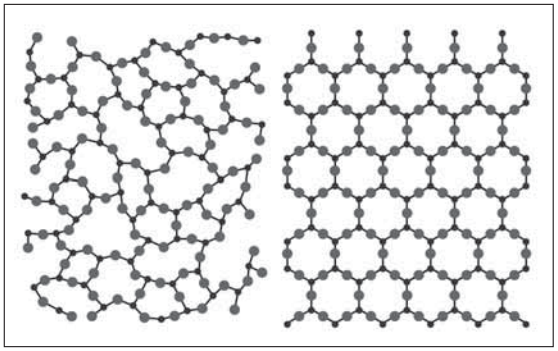
باور رایج دربارهٔ این شیشه‌ها چنین است که: «شیشه، ماده‌ای مایع است و در قاب پنجره‌ها، در مدت چند صد سال رو به پایین جریان داشته است.» اما چنین نیست؛ شیشه واقعاً حالت جامد دارد و شاید چون در سطح مولکولی، بسیار به مایع شبیه است چنین باوری شکل گرفته است.

ساختار مولکولی شیشه

شیشه ماده‌ای جامد است. بیشتر جامدها، ساختار بلوری دارند یعنی واحدهای سازنده در آن‌ها به‌طور تکراری ترتیب یافته‌اند. شیشه‌های پنجره ماده‌ای بی‌شکل‌اند و مادهٔ بی‌شکل ساختار بلوری مشخصی ندارد. پس مولکول‌های سازندهٔ شیشه آرایش منظمی ندارند و از این دیدگاه، شیشه بیشتر شبیه به مواد مایع است که شکلی از خود ندارند و به شکل ظرف محتوی خود در می‌آیند، شکل ۴.

همهٔ مایع‌ها گرانرو هستند یعنی در برابر جاری‌شدن، از خود

مقاومت نشـــان می‌دهند. مایع‌هایی همچون عسل که به آرامی جریان می‌یابند گرانروتر از آب یا الکل هستند که سریع‌تر جاری می‌شوند. گاه از گرانروی به‌عنوان ضخیم‌تر بودن نیز یاد می‌شود. بر این اســـاس، ماده‌ای که ضخامت بیشتری دارد آرام‌تر از مواد ظریف‌تر جریان می‌یابد.



شکل۵ ساختار اتمی (سمت چپ) و ساختار بلوری (سمت راست) شیشه.

تشـــخیص مواد جامد از مایع آسان است. می‌توانید مطمئن باشید صندلی‌ای که روی آن می‌نشینید همان شکلی را دارد که

شکل۴ شیشـــه‌های قدیمی با دست و به کمک حباب شیشه‌ای مذاب ساخته می‌شدند.
ضخامت این قطعه‌ها در سراســـر آن‌ها یکسان نبود و هنگام نصب روی پنجره‌ها، قسمت‌های ضخیم‌تر را در پایین پنجره قرار می‌دادند.

صدسال پیش داشته است. برعکس در مورد شیرقهوه‌ای که آن را می‌چشید دچار کمی تردید می‌شوید که: آیا واقعاً مایع است؟
این مشاهده‌ها در مورد مایع‌های گرانرو باعث این باور شده است که چون شیشه، ماده‌ای بی‌شکل است پس مایعی گرانروست که خود را به شـــکل جامد، تغییر داده است. بررسی‌های دقیق هیچ نشانه‌ای از جریان یافتن شیشه را در دمای محیط نشان نمی‌دهد. بنا به محاســـبه‌ها، 10^{23} سال طول می‌کشـــد تا شیشه به‌طور چشمگیر جریان یابد. شیشه‌های قدیمی مربوط به روم و مصر با قدمت بیش از ۲۵۰۰ سال هیچ تغییر شکلی را نشان نمی‌دهند.

ریشهٔ ناهمواری شیشه‌های قدیمی

برای پی بردن به عامل ناهمواری شیشـــه‌های قدیمی باید به چگونگی ســـاخت این شیشـــه‌ها توجه کنیم. پروفسور ریچارد برو[1] از مرکز مهندسی سرامیک دانشـــگاه علوم و فناوری رولا[2] می‌گوید: شیشه‌های قدیمی با دست و به کمک حباب شیشه‌ای مذاب ساخته می‌شدند. پس از آنکه مواد مذاب شیشه در ته لوله جمع می‌شد، آن را به شکل صفحه‌ای مسطح فشرده می‌کردند. هنگامی که این قطعه‌ها ســـرد می‌شـــد آن‌ها را از صفحه جدا می‌کردند. ضخامت این قطعه‌ها در سراســـر آن‌ها یکسان نبود و هنگام نصب روی پنجره‌ها، قســـمت‌های ضخیم‌تر را در پایین پنجره قرار می‌دادند. به این ترتیب، ثبات پنجره تأمین می‌شد.
بنا به آنچه گفته شـــد علت ضخیم بودن شیشـــه پنجره‌های قدیمی در بخش پایینی آن‌ها، مربوط به جاری شـــدن شیشـــه نیســـت. همچنین باور مایع بودن شیشه بی‌اساس است. شیشه جامدی بی‌شکل است و جامدها جریان نمی‌یابند.

*** پی‌نوشت‌ها**

1.Brow,R.
2.Rolla

*** منبع**

Rohrig, B. «Myths; chemistry Tells the Truth», Chemmatters, Dec. 2010.