

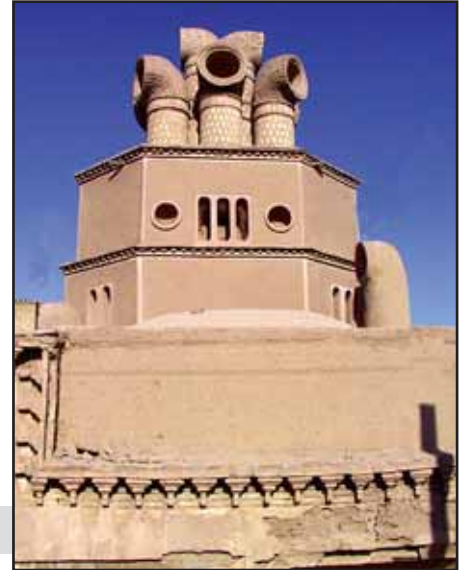


## خبرنامه انجمن علمی مهندسی حرارتی و برودتی ایران

• سخن نخست

• دانستنی‌هایی در مورد یخ خشک

• معرفی نرم‌افزار شبیه‌سازی دینامیکی آتش  
(Fire Dynamic Simulator)



◀ بادگیرهای چپقی سیرجان

سخن نخست

## در غیاب آن رویداد بزرگ



پای درس او حضور یافتند. سخنرانی مهندس خلیلی اعتماد غیرقابل وصفی در جانمان ریخت، به خصوص جمله تکان‌دهنده‌ای که بر زبان آورد: «می‌توانید چنان کار کنید که دیگر دنبال ترکیه نباشید تا از کنفرانستان حمایت کند». دکتر افشاری و سخنرانی آتشینش، که شوری دوباره دمیده بود بر دل دانشگاه ره‌گم کرده ما! و عکس‌های یادگاری با بزرگان که صفای مجلس را دوچندان می‌کرد.

اثرات کنفرانس محدود به خود آن نبود. خروج کشورمان از لیست کشورهای تحریم‌شده ASHRAE و امکان مجدد عضویت در این جامعه علمی بزرگ جهانی (که نتیجه همین کنفرانس بود)، حاصل جلسه‌ای میان آقای مهندس مستوفی، مدیر پروژه کنفرانس، با رییس وقت ASHRAE در چهل و یکمین کنگره تهبویه مطبوع صربستان بود که بعدها با نامه‌نگاری‌هایی به سرانجام رسید.

اما امروز، از آن شور و هیاهو دیگر خبری

پیمانکاران، تولیدکنندگان، اساتید دانشگاه و... نمی‌دانید که آن‌جا چه رفاقت‌هایی ایجاد می‌شد و چه ارتباطات مهمی شکل می‌گرفت؛ دوستان قدیمی که پس از سال‌ها همدیگر را در آن‌جا می‌یافتند، بازار دیده‌بوسی‌ها، یادش بخیر و چه خبرگفتن‌ها داغ می‌شد. از تمام کشور، نه؛ از تمام جهان؛ آمریکا، هلند، هند، ژاپن، ترکیه، آلمان، روسیه، استرالیا و البته ایران عزیزمان! دیدن مهندسانی که تشنه یادگیری بودند، لذت‌بخش بود. در یک ساعت، چهار نشست علمی برگزار می‌شد و اصلاً نمی‌توانستی یکی از آن‌ها را انتخاب کنی؛ یکی از یکی پربارتر. بررسی پروژه‌های بزرگ ملی انجام‌شده یا تحقیقی علمی که به ثمر نشسته و یا یک کلاس درس شیرین و یا تجربیات یک مهندس قدیمی؛ همه این‌ها را می‌شد در این سلسله همایش‌ها به نظاره نشست. مهندس منصف بزرگ، با وجود کهولت سن، یک بار دیگر پای تخته سیاه رفت و از طراحی بیمارستان گفت. پیرمردان بسیاری

آخرین ساعات کاری روز است. حدود ساعت ۲۰ و من به رسم هر روز، پشت میز کارم نشسته‌ام؛ که ناگهان به یاد واقعه‌ای افتادم و دلم گرفت. همه در این مواقع با دوستی درد دل می‌کنند و برای من، چه کسی بهتر از همکارانم؟

هر سال در این زمان - و در همین حول و حوش - جامعه فرهیختگان تاسیسات، خود را برای یک رویداد بزرگ آماده می‌کردند. تقریباً در همین زمان، موعده‌ارایه خلاصه مقالات تمام‌شده و کارگاه‌های آموزشی نهایی شده بود و سخنرانان اصلی، برنامه سفر خود را برای این رویداد تنظیم می‌کردند. می‌دانید از کدام رویداد حرف می‌زنم؟ تنها کنفرانس علمی بین‌المللی در حوزه تاسیسات مکانیکی: «کنفرانس بین‌المللی گرمایش، سرمایش و تهویه مطبوع» همه می‌آمدند؛ مهمانان خارجی، پژوهشگران داخلی، سخنرانان کلیدی، بزرگان صنعت تاسیسات ایران، مشاوران حرفه‌ای،

سخن بگویند. ای کاش این کودک چهار ساله ما روزی پنج سالگی خود را ببیند و ای کاش به خود بیاییم و ببینیم با این دردانه خود چه کرده‌ایم. یاد جمله‌ای از زبان استاد مشایخی، بازیگر نقش کمال‌الملک می‌افتم: «شما یک کمال‌الملک داشتید و با آن چه کردید؟»

مهندس روح‌اله واصف  
مدیر آموزشگاه کاشانه

که «دیگته نانوشته، بی غلط است». این رویداد نیز بی‌اشتباه نبود. قبول کنیم که مردان بزرگ، اشتباهاتی بزرگ می‌کنند. اما از طفلی دو سه ساله چه انتظاری می‌رود؟ ای کاش می‌شد همه حرف‌ها را زد. اما نمی‌شود و به قول معلم شهید، دکتر علی شریعتی: «سرمایه‌های هر دلی، حرف‌هایی است که برای نگفتن دارد». ای کاش یک بار دیگر به بهانه این کنفرانس، مهندسان تاسیسات از تمام کشور جمع شوند و زیر یک سقف باهم

نیست. بحران اقتصادی کشور با بی‌رحمی به کنفرانس تاخت؛ و چون برگزارکنندگان اصلی کنفرانس نخواستند از استانداردهای خود عدول کنند، قد خم کردند و به آرمان خود خیانت نکردند. نه برندی را برند برتر اعلام کردند تا از آن کسب درآمد کنند و نه به خاطر برندی، تن به انتخاب مقاله‌ای ضعیف دادند. مردانه ایستادند و در خود شکستند. بدا به حال صنعتی که نتوانست از تنها رویداد علمی خود حمایت کند. صحبت ما از ضعف و قوت کنفرانس نیست؛

## دانستنی‌هایی در مورد یخ خشک

مهندس زاره انجرفلی، کارشناس ارشد مهندسی مکانیک - سیستم‌های برودتی، شرکت صنعتی تبادل کار

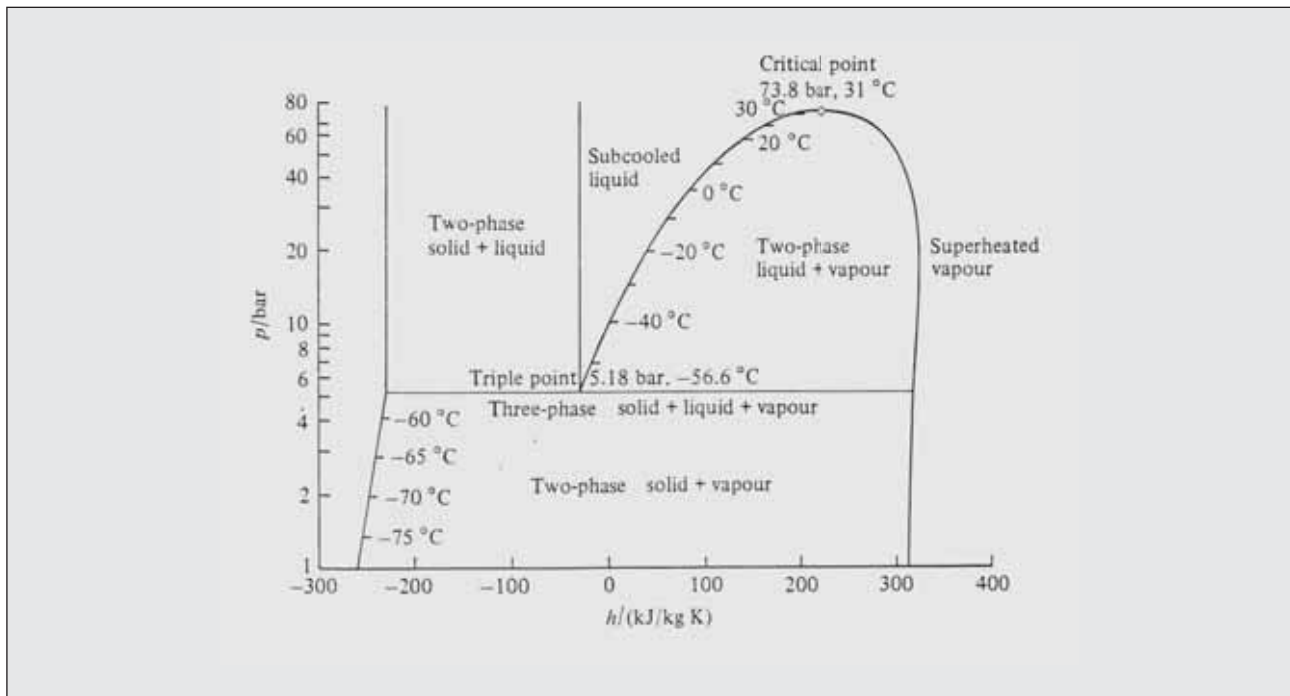
داخل مخازنی منتقل می‌شود و تحت فشار قرار گرفته و به صورت بلوک یخ و یا هر شکل دیگر در می‌آید. هر چه قدر فشردگی یخ خشک بیش‌تر باشد، مدت زمان باقی ماندن آن به صورت جامد افزایش می‌یابد. دمای یخ خشک  $-78^{\circ}\text{C}$  است و با گرفتن حرارت مستقیماً به تصعید می‌رسد. هر کیلوگرم یخ خشک در اثر تصعید به 0.47 مترمکعب گاز دی‌اکسیدکربن تبدیل می‌شود.

برای حمل یخ خشک به محل‌های مصرف، باید از مخازن عایق استفاده نمود. البته لازم به ذکر است در مخازنی با عایق کاری مناسب باز هم عمل تصعید صورت می‌گیرد و در هر 24 ساعت حدود 2.5 الی 5 کیلوگرم از یخ خشک، تصعید می‌شود. از آنجایی که یخ خشک بسیار سرد است باید برای جابه‌جایی آن از دستکش‌های عایق استفاده نمود. تماس مستقیم یخ خشک با دست باعث انجماد سریع سلول‌های پوست شده و موجب صدماتی مانند سوختن می‌شود. تحت هیچ شرایطی، یخ خشک را در مخازنی که کاملاً آب‌بندی شده‌اند، ذخیره نکنید؛ زیرا در اثر تصعید، فشار داخل مخزن افزایش یافته و باعث انفجار مخزن می‌شود.

گاز دی‌اکسیدکربن از هوای معمولی سنگین‌تر است و لذا به سطح پایین محیط منتقل شده و هوای معمولی را به بالا هدایت می‌کند. اگر مقدار غلظت دی‌اکسیدکربن در هوای محیط

یخ خشک همان دی‌اکسیدکربن ( $\text{CO}_2$ ) است که منجمد شده است. دی‌اکسیدکربن در شرایط متعارف محیط، گازی شکل است. این گاز را می‌توان با روش نسبتاً ساده‌ای به حالت جامد تبدیل کرد. شکل زیر را که نمودار فشار - آنتالپی (P-h) دی‌اکسیدکربن را نشان می‌دهد، در نظر بگیرید. ملاحظه می‌شود که فشار و دمای نقطه سه‌گانه دی‌اکسیدکربن به ترتیب  $5.18\text{atm}$  و  $-56.6^{\circ}\text{C}$  است. این امر بدین معنی است که اگر مایع دی‌اکسیدکربن با فشار بالا (حدود 20 bar) را در یک مخزن داشته باشیم و در اثر انبساط، فشار آن به فشار نقطه سه‌گانه کاهش یابد، سه فاز مایع، گاز و جامد در کنار یکدیگر وجود خواهند داشت. اگر فشار به پایین‌تر از فشار نقطه سه‌گانه، مثلاً  $1\text{atm}$ ، برسد، فقط حالت‌های جامد و گاز وجود خواهد داشت.

در صنعت، نحوه تولید یخ خشک بدین صورت است که ابتدا با استفاده از یک کمپرسور، فشار گاز دی‌اکسیدکربن افزایش یافته و سپس در چگالنده، گاز متراکم مافوق داغ، سرد و در ادامه چگالیده می‌شود. مایع دی‌اکسیدکربن از دستگاه انبساط عبور کرده و فشار آن کاهش می‌یابد. خروجی دستگاه انبساط به یک مخزن خالی ارتباط دارد که فشار داخل آن  $1\text{atm}$  است. در اثر کاهش فشار، دما به شدت کاهش یافته و حدود 46٪ از گاز، منجمد می‌شود و به حالت برف در می‌آید. یخ خشک برف‌مانند، به



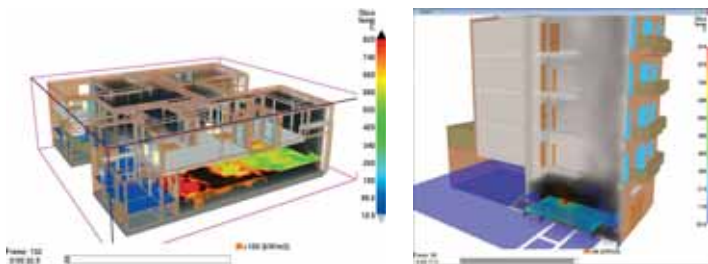
- **تمیزکاری سطوح:** برای این منظور یخ خشک را به صورت قطعات ریزی به اندازه دانه‌های برنج تولید می‌کنند. دستگاه‌هایی ساخته شده‌اند که با فشار، این دانه‌های ریز یخ خشک را پرتاب می‌کنند. مانند دستگاه سندبلاست می‌توان سطوح مختلف را از روغن و آلودگی‌های دیگر با استفاده از این قطعات ریز، تمیز کرد.
- **ایجاد مه برای جلوه‌های ویژه در فیلم‌سازی یا تئاتر:** هرگاه یخ خشک درون آب گرم قرار گیرد، مه ایجاد می‌شود. هر قدر که آب گرم‌تر باشد، مه بیش‌تری تولید می‌شود. 5 کیلوگرم یخ خشک در 20 لیتر آب گرم حدود 15 دقیقه مه تولید می‌کند.
- **نگهداری مواد غذایی منجمد شده در حمل و نقل:** با استفاده از مخزن عایق شده می‌توان مواد غذایی منجمد شده را در مجاورت یخ خشک قرار داد تا در مدت زمان حمل و نقل، مواد منجمد شده فاسد نشوند. دقت شود که اگر مواد غذایی غیرمنجمد در مجاورت یخ خشک قرار گیرد، منجمد شده و کیفیت آن از بین می‌رود.
- **بارور کردن ابرها، پایین بردن دما در واکنش‌های شیمیایی و کند کردن واکنش‌ها، انقباض فلزات به منظور جا زدن آن‌ها در قالب‌ها و...** از دیگر موارد کاربرد یخ خشک است.
- افزایش یابد، باعث خفگی خواهد شد. در اثر تنفس بیش از اندازه دی‌اکسیدکربن، نفس کشیدن انسان سخت می‌شود و ناخن‌ها و لب‌ها به رنگ آبی تیره در می‌آیند؛ لذا در محیطی که یخ خشک نگهداری یا استفاده می‌شود، حتما باید تهویه مناسبی در نظر گرفته شود تا گاز دی‌اکسیدکربن را به خارج هدایت کند. سطحی که یخ خشک روی آن قرار می‌گیرد باید مناسب دمای پایین باشد در غیر این صورت، در اثر سرمای شدید، سطح مربوطه ترک می‌خورد. یخ خشک را در دسترس کودکان قرار ندهید.
- **کاربردهای عمده یخ خشک عبارتند از:**
- **خنک کردن نوشیدنی‌ها:** برای خنک کردن نوشیدنی می‌توان یخ خشک به آن اضافه کرد به شرطی که یخ خشک بهداشتی باشد. منظور از یخ خشک بهداشتی این است که گاز دی‌اکسیدکربن استفاده شده در تهیه یخ خشک به همان کیفیتی باشد که در نوشابه‌های گازدار تزریق می‌شود. قطعات بزرگ از یخ خشک را استفاده کنید و هیچ‌گاه یخ معمولی به آن اضافه نکنید. یخ خشک از یخ معمولی سنگین‌تر است لذا به زیر سطح نوشیدنی می‌رود. هیچ‌وقت یخ خشک را نخورید و فقط اجازه دهید تا نوشابه را سرد کند. وقتی که نوشیدنی در دمای محیط است، اضافه کردن یخ خشک باعث ایجاد مه می‌شود.

## معرفی نرم افزار شبیه سازی دینامیکی آتش (Fire Dynamic Simulator)

مصطفی سفیدگر، دانشجوی دکتری مهندسی مکانیک-تبدیل انرژی، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

دقیق سیستم اطفای حریق (از قبیل محل مناسب قرارگیری تجهیزات مانند آشکارساز دود، حریق و اسپرینکلر) و طراحی مسیر فرار استفاده کرد. از مزایای قابل توجه این نرم افزار می توان به خروجی های مناسب آن، مانند جریان حرکت دود و همچنین توزیع دما و فشار اشاره کرد که کمک شایانی به طراحی مناسب محل های فرار خواهد نمود. نتایج مذکور به سادگی با نرم افزار پردازش نتایج FDS با عنوان Smokeview قابل مشاهده است. از جمله نقاط ضعف این نرم افزار می توان به نحوه ورود اطلاعات که به صورت داده های متنی است، اشاره کرد که کار کردن با آن را برای مبتدیان سخت می کند. در حال حاضر برخی نرم افزارهای جانبی وجود دارد که امکان ورود اطلاعات را به صورت تصویری فراهم می آورد (هرچند که این نرم افزارها به صورت رایگان در دسترس نمی باشند). علاقمندان جهت آشنایی بیشتر با این نرم افزار و تهیه آن به صورت رایگان می توانند به آدرس اینترنتی زیر مراجعه فرمایند. [www.nist.gov/el/fire\\_research](http://www.nist.gov/el/fire_research)

امروزه یکی از موارد بسیار مهم در طراحی ساختمان های بلندمرتبه و سازه های خاص مانند تونل ها، طراحی مناسب سیستم اطفای حریق و راه فرار در زمان آتش سوزی است. اگرچه استانداردهایی مانند NFPA اطلاعات لازم را برای طراحی این سیستم ها در اختیار ما قرار داده اند، اما به دلیل اهمیت بالای برخی اماکن، پیش بینی دقیق تر اتفاقات در زمان آتش سوزی، کمک شایانی به طراحی مناسب سیستم های اطفای حریق خواهد کرد. شبیه سازی کامپیوتری یکی از روش های مطمئن و کم هزینه جهت دستیابی به این هدف است. نرم افزار شبیه سازی دینامیکی آتش (Fire Dynamic Simulator) با عنوان مخفف FDS نرم افزاری مناسب و پرکاربرد در این حوزه بوده که قابلیت ها و توانمندی های آن در طی 25 سال که از ارائه آن به بازار می گذرد، به خوبی اثبات شده است. این نرم افزار، معادلات ناویراستوکس را در سرعت های پایین با تاکید بر حرکت دود و انتقال گرما از آتش، حل می کند. از این نرم افزار می توان در مطالعه جریان دود، طراحی



نمونه ای از خروجی های نرم افزار Fire Dynamic Simulator



### مزایای عضویت در انجمن

برخورداری از ۱۰ درصد تخفیف در دوره های آموزشی انجمن ■ دریافت خبرنامه انجمن ■ برخورداری از ۱۰ درصد تخفیف در ثبت نام کنفرانس گرمایش، سرمایش و تهویه مطبوع ■ امکان استفاده از خدمات جدید انجمن مانند تورهای صنعتی و بازدیدهای آموزشی



علاقه مندان جهت عضویت در انجمن و دریافت فرم های مربوطه به وبسایت [www.irshrae.ir](http://www.irshrae.ir) مراجعه فرمایند.



خبرنامه علمی-مهندسی حرارتی و برودتی ایران آماده دریافت مطالب و پیشنهادات کارشناسان صنعتی و محققان دانشگاهی است. علاقمندان می توانند مطالب خود را به پست الکترونیکی [info@irshrae.ir](mailto:info@irshrae.ir) ارسال فرمایند.

### خبرنامه داخلی انجمن علمی-مهندسی حرارتی و برودتی ایران

■ آدرس: تهران، شهرک قدس، بلوار شهید دامن، جنب بزرگراه یادگار امام، پژوهشگاه نیرو، ساختمان معاونت امور انرژی، طبقه هم کف، اتاق ۱۸.  
■ تلفکس: ۸۸۰۹۱۵۳۹

■ مدیر مسئول: دکتر عبدالرزاق کعبی نژادیان  
■ سردبیر: دکتر مصطفی مافی  
■ مشاور عالی: مهندس محمدحسین دهقان  
■ ناشر: نشر یزدا و گروه نشریات