گسترش و به اشتراک گذاشتن منابع اینترنتی در آموزش علم و مهندسی مواد

کمال جانقربان، مهدی محمد علیپور

بخش مهندسی مواد، دانشکده مهندسی، دانشگاه شیراز

چکیده: با تکامل شبکه جهانی، فناوری‌های برنامه نویسی و چند رسانه‌ای قادر به عمق بخشیدن و دادن توانایی‌های زیاد و گسترده به نرم‌افزارهای آموزشی شده‌اند. در این مقاله گسترش و تکمیل ابزارهای با پایه شبکه‌ای در آموزش دروس مقدماتی علم مواد مورد بحث قرار گرفته و چگونگی استفاده از این ابزارها [شامل نرم‌افزارهایی مانند کویک‌تایم [۱]، جاوا [۲]، جاوا اسکریپت [۳] و نرم‌افزارهای مدلسازی حقیقت مجازی [۴]] شرح داده شده است. چنین راهکارهای آموزشی در مؤسسات آموزشی مختلف با تغییرات جزئی و موفقیت نسبی استفاده شده و مورد استقبال زیاد استادان و دانشجویان قرار گرفته‌اند.

در پرتو این موفقیت می‌توان به گسترش استفاده از منابع اینترنتی امیدوارتر و منتظر بهینه شدن و بهبود ساختار و کاربرد این منابع شد. در این مقاله پیامدهای حاصل از استفاده از این گونه منابع بحث و فهرست مفیدی از نرم افزارهای چند رسانه‌ای قابل استفاده در علم مواد شرح داده شده است. در پایان بررسی کلی ای از وضعیت فعلی استفاده از ابزارهای محاسباتی و شبیه سازی در علم و مهندسی مواد ارائه و دو عدد از پرکاربردترین نرم افزارهای مورد استفاده معرفی شده است.

واژه‌های کلیدی: آموزش، مهندسی مواد، نرم‌افزار، اینترنت، تصاویر متحرک و شبیه‌سازی.

۱. Quick Time

۲. Java

۳. Java Script

۴. Virtual Reality

۱. مقدمه

گسترش و تغییر جزء لاینفک تمام پدیده هاست. مجموعه علوم اکتسابی توسط بشر نیز از این قاعده مستثنا نیست. روند این تغییرات در قرن گذشته و دهه‌های اخیر سرعت زیادتری نیز یافته است. در این میان شاید نقل این جمله از لارنس اچ. ون ولک[۱] خالی از لطف نباشد، "هیچ موضوعی در علم یا مهندسی ساکن باقی نمی‌ماند. نه تنها تکنولوژی پیشرفت می‌کند و درک علمی افزایش می‌یابد، بلکه چارچوب‌های آکادمیک هم دچار تغییر می‌شوند. بنابراین، تجدید نظرهای متناوب در جهت بهینه سازی محتوای کتاب‌های درسی برای دانشجویانی که مهندسان آینده به شمار می‌روند، کاملاً ضروری است"[۱].

علم مواد نمونه‌ای کامل از قواعد علمی مدرن است که از نظر عمق و وسعت نظر در جنبه‌های تحقیقی، صنعتی و آموزشی تغییرات زیادی یافته است. تبدیل شدن علم متالورژی به علم مواد نتیجه گسترش و افزایش اهمیت محدوده وسیع مواد مدرن مانند سرامیک‌ها، پلیمرها و مواد الکترونی است. این انتقال و گسترش سبب بروز مشکلاتی برای آموزش دهندگان این شاخه از مهندسی شده است .این مشکلات بیشتر در دروس مقدماتی و پیشنیاز که دارای حجم و تنوع بسیار زیادی هستند، وجود دارد. یک کتاب درسی مدرن علم مواد به طور متوسط دارای ۸۰۰ صفحه است و مدرس را با مشکلاتی در انتخاب مطالب برای تدریس یا حذف بعضی از آنها روبه رو می‌سازد. گرچه خلاصه سازی و باز آرایی محتویات می‌تواند تا حدودی مشکل را رفع کند، ولی روش‌های غیر سنتی و نوآورانه‌ای در تدریس و تکنولوژی آموزشی وجود دارند که با فراهم کردن بازدهی و سازندگی بیشتر، سرخوردگی دانشجویان ضعیف‌تر به علت حجم بیش از حد مطالب راکاهش می‌دهند. با ارائه ابزارهای جدید برای درک عملی مفاهیم به دانشجویان می‌توان فرصت هایی برای درک عمیق مطالب و یادگیری پربارتر به دست آورد. این ابزارها مواردی مانند متحرک سازی، شبیه سازی انفعالی[۲]

---

۱. Laurence H. Van Vlack

۲. Interactive Simulation

و منابع اینترنتی برای مرور محتوای دروس را شامل می‌شوند[۲].

۲. درس علم مواد بر پایه شبکه[۱]

تا به امروز استفاده از اینترنت در آموزش در دو هدف عمده خلاصه شده است: ابتدا بهبود و تقویت سخنرانی‌های با استفاده از امکانات چند رسانه‌ای و سپس، فراهم کردن خودآموزهایی برای مرور درس البته، مواردی نیز وجود دارد که از اینترنت در سطح بسیار گسترده‌تری در ارائه کامل یک درس استفاده شده است. درس اصول مواد مهندسی در دانشگاه میشیگان می‌تواند مثال بسیار خوبی در این زمینه باشد (شکل ۱). پایگاه اینترنتی این درس منبع اصلی برای دانشجویانی است که درس را انتخاب کرده‌اند. تدریس با استفاده از نمایش تصویری پایگاه اینترنتی صورت می‌گیرد و برای جلوگیری از ایجاد اختلال در کلاس‌ها به دلیل مشکلات شبکه معمولاً یک کپی از محتویات پایگاه نیز در کامپیوتر موجود در کلاس قرار داده می‌شود.

شکل ۱. پایگاه اینترنتی درس اصول مواد مهندسی دانشگاه میشیگان

۱. Web_based Masterials Science Course

مطالب موجود در پایگاه اینترنتی مانند سایر پایگاه‌های مشابه مجموعه متنوعی از اشکال، تصاویر متحرک و لینک هایی به دیگر پایگاه‌ها را در بر می‌گیرد. بعد از اتمام کلاس لینک‌هایی از مطالب تدریس شده برای رجوع و مرور بعدی بر روی پایگاه قرار می‌گیرد.

به طور متوسط ۲۰۰ مراجعه به پایگاه بعد از هر درس صورت می‌گیرد که یک رجوع برای هر دانشجو و ساعت درسی را نشان می‌دهد.

توجه به این نکته اهمیت دارد که کتاب علم مواد کالیستر [۱] هم به عنوان کتاب درسی معرفی شده است. با این حال، پایگاه اینترنتی محتوای پویا و جاری درس را تشکیل می‌دهد. استفاده از این روش افزایش ۱۰۰ تا ۱۵۰ درصدی را در تعداد دانشجویانی که درس مورد نظر را انتخاب می‌کنند، باعث شده است[۳].

۳. مروری بر ابزارهای آموزش بر پایه شبکه

HTML.۱.۳

HTML که مخفف Hyper Text Markup Language است، زبان برنامه نویسی اصلی در ایجاد صفحات اینترنتی است. این زبان که خود مشتق شده از زبان‌های دیگر به ویژه SGML است، با تولد اینترنتی در سال ۱۹۸۹ تغییرات زیادی یافته است. بدون توجه به تغییراتی که در بعضی از دوره‌ها دراین زبان صورت گرفته است، این زبان به علت مزایای زیر تکنولوژی مؤثری در نمایش مطالب آموزشی محسوب می‌شود:

- HTML یک زبان استاندارد عمومی است و جنبه اختصاصی ندارد.
- تمام مروگرهای اینترنت با آن سازگاری دارند.
- محتوای HTML می‌تواند بر روی تمام سیستم‌ها از سوپر کامپیوترها تا کامپیوتر دستی نمایش داده شود.
- HTML می‌تواند به وسیله بسیاری از نرم افزارهای تجاری که در دسترس همه قرار

---

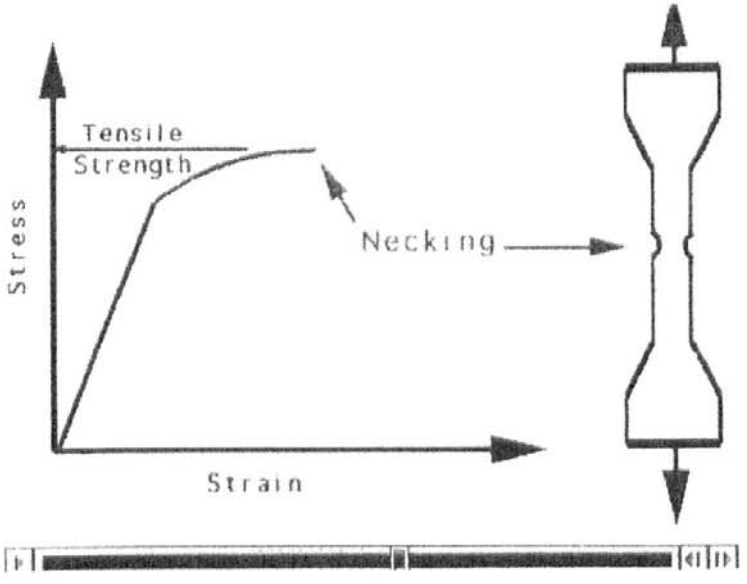
۱. Callister's Materials Science and Engineering: An Introduction

دارند، ایجاد شود.

- HTMLمی‌تواند به سرعت و به راحتی ویرایش شود.
- محتوای چند رسانه‌ای به راحتی درHTML قرار داده می‌شود. و می‌توان صفحات اینترنتی انفعالی را به وسیله آن ایجاد کرد[۴].

۲.۳. تصاویر متحرک و فرمت‌های ویدیویی

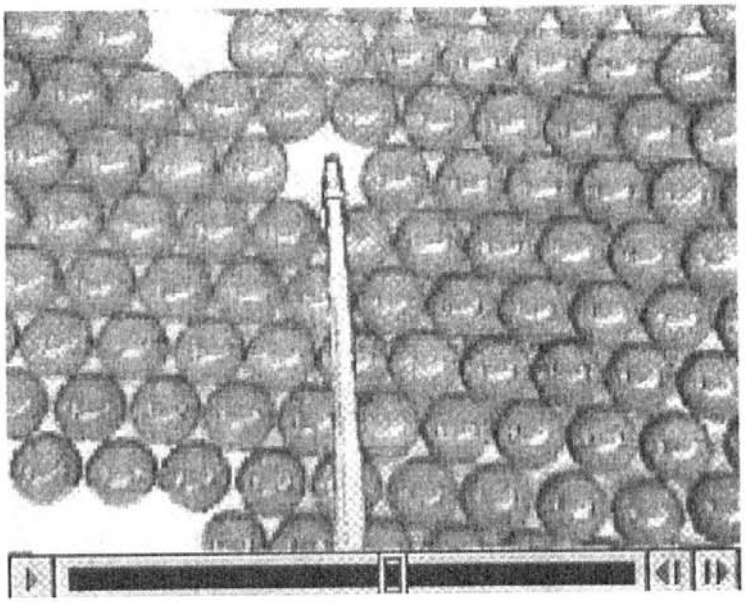
از تکنولوژی هایی که برای نمایش تصاویر متحرک دیجیتالی در اینترنت موجود هستند. کویک تایم از محصولات شرکت اپل [۱] از پرکاربردترین آنهاست. ساختار نرم‌افزار به گونه‌ای است که فرمت‌های مختلف از تصاویر، صدا و متحرک سازی در یک بسته نرم‌افزاری واحد می‌تواند نمایش داده شوند. این خاصیت باعث استفاده زیاد از آن در صفحات اینترنتی چند رسانه‌ای شده است. در آموزش علم مواد از کویک تایم برای نمایش تصاویر متحرکی که می‌توان آنها را به دلخواه در صفحات اینترنتی متوقف کرد و به جلو یا عقب برد، استفاده می‌شود. مثالی از این مورد که نمایش تصویری مراحل مختلف در آزمایش کشش است، در شکل ۲ نشان داده شده است.



شکل ۲: نمایش آزمایش کشش به وسیله تصویر متحرک

۱. Apple

از دیگر نرم افزارهای متحرک سازی که در آموزش بر پایه شبکه کاربرد زیادی دارد می‌توان به ماکرومدیا فلش [۱] اشاره کرد. تصاویر تولید شده توسط این نرم‌افزار در طبقه بندی برداری [۲] تصاویر دیجیتال قرار می‌گیرند که از قابلیت بزرگنمایی تا مقادیر بسیار بالا برخوردار هستند. در شکل ۳ نمونه‌ای از این تصاویر متحرک برای معرفی مفهوم عیوب بلوری در مواد به کار برده شده نشان داده شده است. تولید تصاویر متحرک و قطعات ویدیویی یک فرایند مشکل و وقت گیر است، ولی برای نمایش مفاهیمی که آموزش آنها به وسیله متون و تصاویر ثابت مشکل است، بسیار ارزشمند محسوب می‌شود [۴].



شکل ۳: تصویر متحرک برای نمایش مفهوم عیوب

۳.۳. جاوا و جاوا اسکریپت

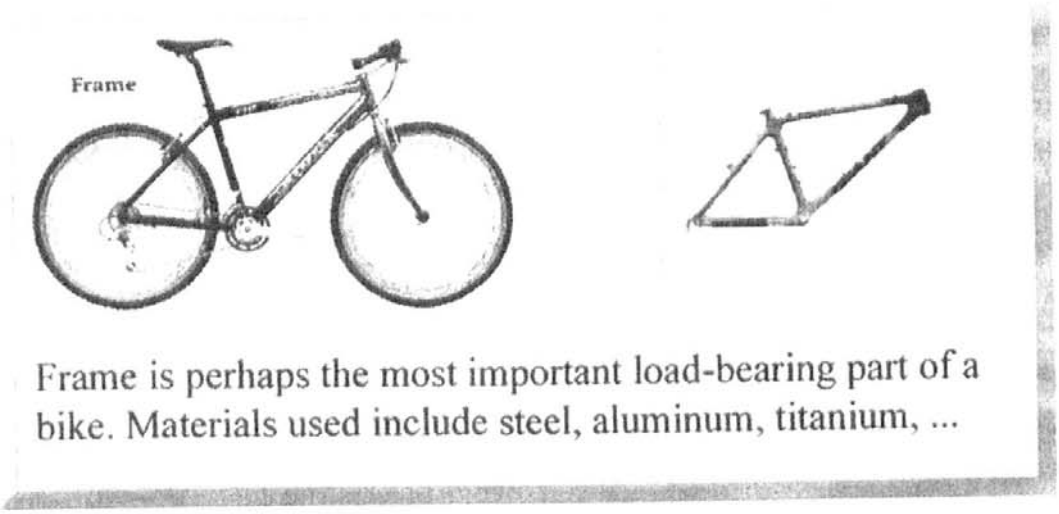
فرمت هایی که تاکنون به آنها اشاره شد، از ساختار ساده‌ای برخوردار و میزان انفعالی بودن آنها یا به بیان دیگر، قابلیت اندرکنش کاربر با آنها بسیار محدود است. جاوا و

---

۱. Macromedia Flash

۲. Vector

جاوا اسکریپت زبان‌های برنامه نویسی مدرنی هستند که سطوح مختلفی از عملکرد انفعالی را می‌توان به وسیله آنها در صفحات اینترنتی ایجاد کرد. در شکل ۴ مثالی از استفاده از این دو زبان در نمایش انفعالی انتخاب مواد اجزای یک دوچرخه نشان داده شده است. با کلیک کردن بر هریک از قسمت‌های دوچرخه در تصویر شرح مختصری از مواد ساختمانی آن قسمت ارائه می‌شود[۴].



شکل ۴: نمایش انفعالی مواد مورد استفاده در قسمت‌های مختلف یک دوچرخه

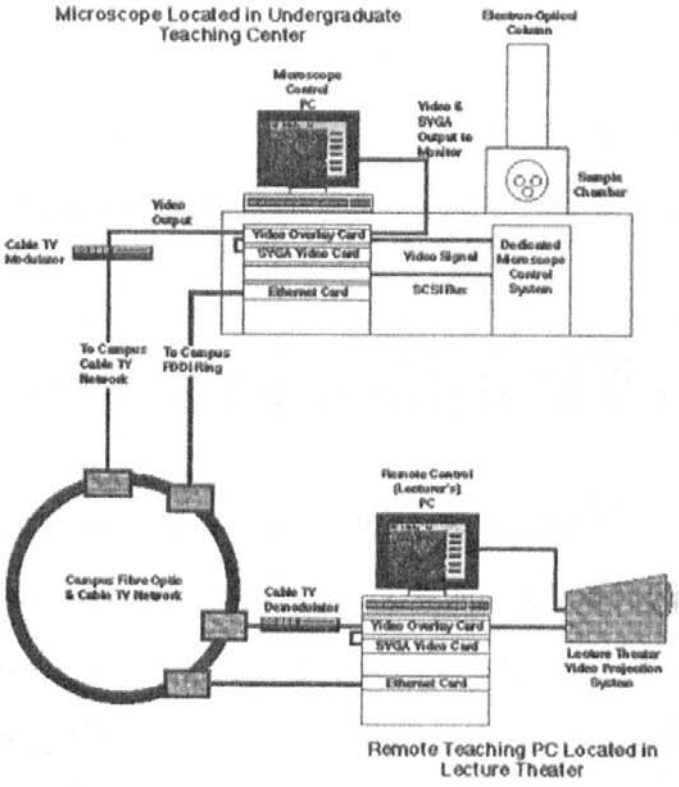
VRML.۴.۳

این زبان که مخفف Virtual Reality Modeling Language است، به عنوان ابزاری استاندارد برای تولید محیط‌های سه بعدی مورد استفاده قرار می‌گیرد. با ترکیب این زبان با زبان‌های معرفی شده قبلی می‌توان از محدوده نمایش‌های سه بعدی فراتر رفت و به عملکرد انفعالی مناسبی برای مقاصد آموزشی دست یافت. یک بخش از علم مواد که ذاتاً دارای مفاهیم مشکلی است، بحث بلورشناسی است. تلاش هایی که به منظور ساده کردن مفاهیم با دو بعدی کردن آنها انجام شده است، اکثراً بی ثمر بوده‌اند. درک مناسب این مفاهیم می‌تواند برای یادگیری چگونگی تغییر خواص ماکروسکوپی با تغییر ریز ساختار بسیار مفید باشد. در نرم افزارهای امروزی امکاناتی

وجود دارد که ساخت، ویرایش و اندرکنش ساختارهای بلوری مختلف را در یک محیط حقیقت مجازی ممکن می‌کند[۴].

۴. ابزار راه دور[۱]

پهنای باند بالایی که نسل آینده اینترنت ایجاد خواهد کرد، توانایی کنترل از راه دور ابزار را نیز فراهم می‌کند. با استفاده از کلاس‌های مجهز به سیم کشی شبکه می‌توان تجربه علمی را به سر کلاس آورد که پیش از این به دلیل هزینه، دور بودن محل، ملاحظات ایمنی و... ممکن نبود. تجربه‌هایی از این نوع در استفاده از راه دور از میکروسکوپ الکترونی جاروبی در مؤسسه تحقیقات نانو ایالات متحده انجام شده است. در شکل ۵ نحوه کلی چگونگی انجام شدن این کار نمایش داده شده است.[۵].



شکل ۵: استفاده از راه دور از میکروسکوپ الکترونی

---

۱. Remote Instrumentation

۵. مدل گسترش اشتراکی برای منابع آموزشی [۱]

با وجود آنکه ممکن است روش‌های آموزش در مؤسسات مختلف متفاوت باشد، ولی موضوعاتی که در یک رشته خاص مانند مهندسی مواد به آن پرداخته می‌شود عموماً یکسان است.

امروزه، سمینارها، کارگاه‌های آموزشی و نشریات تنها راه‌های آگاهی از آخرین پیشرفت‌ها هستند. استفاده از یک مدل اشتراکی می‌تواند سبب تسهیل در استفاده از محدوده وسیع منابع علمی شود. در حالت ایده آل اشتراک اطلاعات می‌تواند تا ترکیب روش‌های مدرسان مختلف و به وجود آوردن یک روش جامع آموزشی پیش برود. این هدف به وسیله یک مدل گسترشی باز می‌تواند تحقق یابد. مدل گسترشی باز مدلی‌است که در آن اجازه مرور، استفاده گسترده و بهینه‌سازی روش‌ها و اطلاعات وجود دارد. در این میان، اینترنت تنها وسیله موجود نیست، ولی راه حلی ایده آل به شمار می‌رود. پایگاه اطلاعات چند رسانه‌ای نمونه‌ای گویا از مدل اشتراکی می‌تواند باشد.

کتابخانه بخش مهندسی مواد در دانشگاه میشیگان با ارائه چنین امکاناتی از پیشگامان استفاده از مدل اشتراکی محسوب می‌شود. در حال حاضر، این پایگاه داده امکانات زیر را ارائه می‌کند:

- توانایی بارگذاری [۲] اطلاعات
- جستجوی موضوعی، کلیدواژه، نویسنده و....
- توانایی باربرداری [۳] اطلاعات
- یک فهرست مفید از منابع دیگر[۶].

---

۱. Shared Development Model for Educational Resources

۲. Upload

۳. Download

۶.نرم افزارهای مهندسی مواد

دامنه مدلسازی و شبیه سازی در علم و مهندسی مواد بسیار گسترده است، به طوری که طبق آمارهای موجود تعداد مقالات منتشر شده در این زمینه گاهی از هزار مقاله در یک سال نیز بیشتر است. دلیل این امر می تواند موضوعات متنوع و بسیار گسترده این شاخه از علم و ارتباط جدانشدنی آن با سایر زمینه‌های مهندسی مانند الکترونیک، مکانیک و... باشد. با این حال، دانش علم مواد محاسباتی [۱] نسبتاً جوان است و تنها در سال‌های اخیر است که به شکل مستقل از مکانیک محاسباتی [۲] دنبال می‌شود[۷ و ۸].

نیاز به مکانیزه کردن فرایندها و روبه رو شدن با محاسبات پیچیده در مهندسی مواد به تولید بسته‌های نرم‌افزاری متعددی منجر شده است که ذکر نام تمام آنها و بحث در مورد آنها از حوصله این مقاله خارج است. در ادامه، دو عدد از نرم افزارهایی که علاوه بر کاربرد بسیار زیاد در صنایع از قابلیت استفاده بسیاری در مقوله آموزش، که بحث اصلی این مقاله است، برخوردارند، معرفی و به اجمال بررسی می‌شوند.

۱.۶. نرم افرازار فکت [۳] (FACT)

این نرم‌افزار که شروع گسترش آن به پروژه تحقیقاتی مشترک دانشگاه مک گیل و مؤسسه پلی‌تکنیک مونتریال [۴] کانادا درسال ۱۹۷۶ بر می‌گردد، از جامع‌ترین و کارآمدترین نرم افزارهای موجود در محاسبات ترمودینامیک مهندسی مواد است. نسخه‌های اولیه توسط فرترن و بر روی کارت‌های پانچ شده نوشته شده بودند که به مرور زمان و با پیشرفت سیستم‌های کامپیوتری بهبود یافته تا جایی که امروزه نرم‌افزار بر روی اکثر سیستم‌های مرسوم مانند ویندوز و لینوکس قابل اجراست[۹].

نرم‌افزار از قابلیت های بسیار بالایی در محاسبات ترمودینامیکی متالورژی

---

۱. Computational Material Science

۲. Computational Mechanics

۳. Facility for the Analysis of Chemical Thermodynamics

۴. Ecole Polytechniqued de Monteral

برخوردار است که آن را در زمینه هایی مانند متالورژی استخراجی، خوردگی، فرایندهای سنتز مواد، مطالعات تغییر فازها و تقریباً تمام زمینه‌های متالورژی که به نوعی با محاسبات ترمودینامیکی سروکار داشته باشند، از پتانسیل استفاده بالایی برخوردار می‌سازد. محاسباتی را که توسط نرم‌افزار قابل اجراست، می‌توان به صورت زیر خلاصه کرد:

۱. محاسبات ترمودینامیکی واکنش‌ها
۲. رسم نمودارهای نواحی پایداری فازها [۱]
۳. رسم نمودارهای ترکیبات فرّار [۲]
۴. رسم دیاگرام‌ها E_PH یا پوربه [۳]
۵. محاسبات مربوط به تعادل فازی
۶. رسم فاز دیاگرام‌های اکثر سیستم‌های متالورژیکی

علاوه بر ویژگی‌های ذکر شده، نرم‌افزار از قابلیت‌های گرافیکی بسیار بالایی به خصوص در نسخه‌های جدید برخوردار است و خروجی‌های لازم به بهترین شکل در نرم‌افزار در نظر گرفته شده‌اند. بانک اطلاعاتی مواد و ترکیبات موجود در نرم‌افزار نیز از کامل‌ترین منابع اطلاعاتی ترمودینامیکی و به شکل مستقل نیز قابل استفاده است. در پایان، ذکر این نکته خالی از لطف نیست که یک نسخه اینترنتی نیز با امکانات مشابه ولی با قابلیت‌های محدودتر بر روی اینترنت موجود است که توسط آدرس اشاره شده در مرجع شماره ۱۰ قابل دسترسی است [۱۰].

۲.۶. نرم‌افزار سوپر فورج [۴]

آیا می‌توان قطعات جدیدی را که فورج می‌شوند، بدون داشتن عیوبی تولید کرد؟ چه

---

۱. Predominance Area Diagram
۲. Volatile Species Diagram
۳. Pourbaix
۴. MSC. SuperForge TM

تغییراتی می‌توان اعمال کرد که ماده دور ریز کمتری داشته باشیم؟ چگونه می‌توان عمر قالب را افزایش داد؟ و بسیاری پرسش‌های دیگر همه از مواردی هستند که می‌توان با استفاده از این نرم‌افزار به آنها پاسخ داد.

سوپر فورج نرم‌افزاری است که به منظور بهینه سازی و ارزیابی فرایند فورج قطعات بدون نیاز به رجوع به کارگاه تا مراحل نهایی کار طراحی شده‌است. با استفاده از این نرم‌افزار می‌توان صرفه جویی زیادی در وقت و انرژی ناشی از آزمایش‌های کارگاهی انجام داد.

نرم‌افزار از قابلیت دریافت هندسه قطعه از اکثر برنامه‌های طراحی CAD برخوردار است وابسته به نسخه دو بعدی یا سه بعدی آن می‌توان قطعات را به شکل دو بعدی یا سه بعدی در آن مدل کرد. برای مدلسازی از روش نوین شبیه سازی بدون شبکه[۱] استفاده شده که نسبت به روش‌های عادی عناصر محدود یا عناصر مرزی از سرعت و دقت بسیار بالاتری برخوردار است. یکی از ویژگی‌های بارز نرم‌افزار بانک اطلاعاتی مواد آن است که تمام آلیاژهای موجود در استانداردهای آمریکا، آلمان و ژاپن را در بر می‌گیرد.

بسیاری از خواص وابسته به کاربرد مانند پرس، روانساز و انتقال حرارت را می‌توان برای رجوع در آینده در نرم‌افزار ذخیره کرد. مشاهده نتایج به شکل گرافیکی و عددی امکان‌پذیر است و تمام پارامترهای موجود درفرایند فورج مانند پر شدن قالب، فشار روی قالب، تنش‌ها و دماهای درون قالب و... را پوشش می‌دهد، ضمن اینکه امکاناتی برای ساخت انیمیشن از کل فرایند یا قسمت‌های خاصی از آن نیز وجود دارد[۱۱].

۷. نتیجه‌گیری

اینترنت به عنوان ابزاری مناسب برای گسترش نرم افزارهای آموزشی علم و مهندسی مواد مطرح است و در آینده نیز کاربردهای گسترده و متنوع‌تری خواهد یافت.

---

۱. Meshless

امکانات چندرسانه‌ای سبب افزایش علاقه و بازدهی در بین دانشجویان و استادان می‌شود. اینترنت محیطی مناسب برای ایجاد ساختارهای آموزشی بین المللی است. مکانیزم‌های لازم برای رسیدن به این هدف وجود دارند که نیازمند پیشرفت و اصلاح هستند.

مراجع

1. L.H. Van Valck, Elements of Materials Science and Engineering, 6th ed., New York, Addision- Wesley Publishing Company, 1989.
2. http://www.educom.edu/program/nlii/articles/johnstone.html
3. http://mscwww.engin.umich.edu/programs/course_offerings
4. http://www.tms.org/pubs/journals/JOM/9805
5. http://cmalwww.engin.umich.edu/people/jfmjfm/tsem/demo.html
6. http://mscwww.engin.umich.edu/MEL/
7. S.Malinov and W. Sha "Software Products for Modeling and Simulation in Materials Science", Computational Materials Science, Vol. 28, p. 179_189, 2003.
8. M.I. Baskes, "The Status Role of Modeling and Simulation in Materials Science and Engineering" Current Opinion in Solid State and Materials Science, Vol. 4, P. 273_277, 1999.
9. http://www.crct.polymtl.ca/fact/about.php? langt=en
10. http://www.crct.polymtl.ca/fact/index.php
11. http://www.mscsoftware.com/products/productsdetail.cfm?PI=28

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۸۳/۸/۱۱