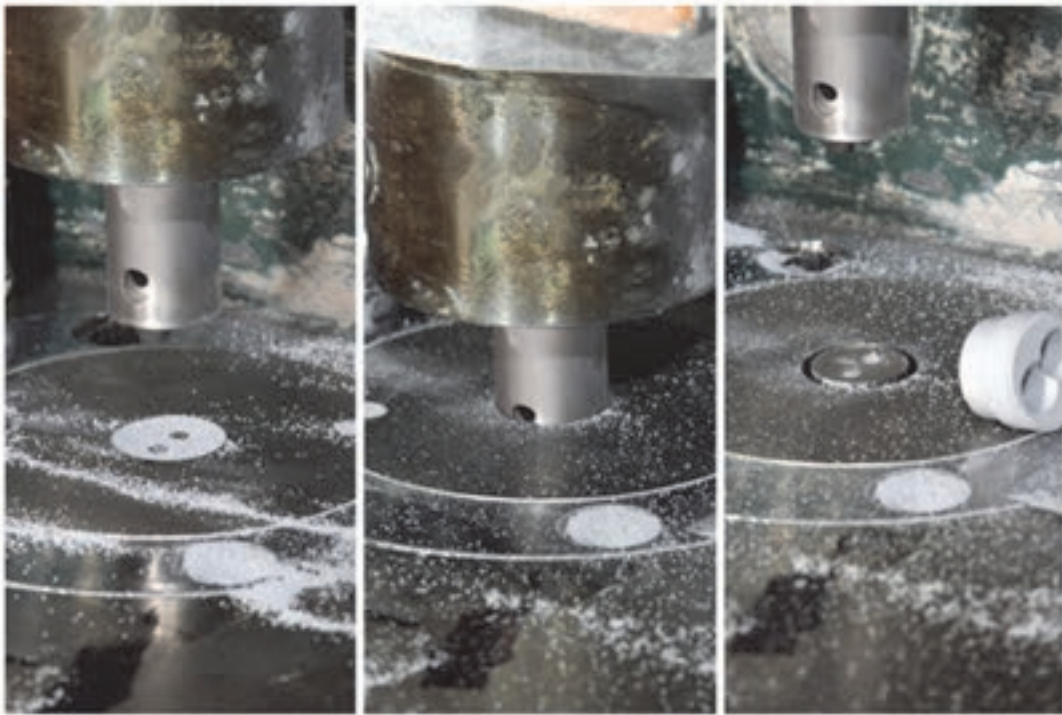


## پودمان پنجم

### پرس پودر



پرس پودر یکی از روش‌های شکل‌دهی محصولات سرامیکی است. مهم‌ترین ویژگی بدنه‌های سرامیکی پرس شده شامل دقت ابعادی، استحکام و چگالی بالا است. سرعت تولید زیاد و کاهش هزینه‌ها باعث کاربرد گسترده این روش در صنایع سرامیک شده است.

## واحد یادگیری ۵

### شایستگی پرس پودر

- ۱ قرص‌های خوراکی و دارویی چگونه شکل داده می‌شوند؟
- ۲ چگونه می‌توان مواد اولیه به شکل گرانول را به قطعه تبدیل کرد؟
- ۳ چه عواملی بر تولید قطعه به روش پرس مؤثر است؟

آیا تا به حال  
پی برده‌اید

هدف از این شایستگی فراگیری دانش و مهارت به‌کارگیری تجهیزات پرس برای ساخت محصولات سرامیکی است. همچنین آشنایی با مراحل فرایند پرس، عیوب و عوامل تأثیرگذار بر کیفیت محصول در این واحد در نظر گرفته شده است.

### استاندارد عملکرد

تولید قطعه به روش پرس پودر با استفاده از پرس‌های دستی و نیمه اتوماتیک مطابق با ابعاد، چگالی و ظاهر مورد نظر

آیا می‌دانید قرص‌های دارویی و قندهای حبه به چه روشی شکل‌دهی می‌شوند؟



شکل ۱

آیا می‌توان با استفاده از مخلوط مواد اولیه به صورت پودر و با رطوبت کم، بدنه‌های سرامیکی را شکل‌دهی کرد؟ می‌دانید که پلاستیسیته یکی از عوامل مهم در شکل‌دهی برخی از بدنه‌های سرامیکی است. اگر مقدار رطوبت‌آمیز، کمتر از محدوده پلاستیک باشد، آمیز حاصل به سادگی شکل‌پذیر نخواهد بود.

راهکار مناسبی برای شکل‌دهی آمیزی که دارای رطوبت کمتر از محدوده پلاستیک است، ارائه کنید.

فکر کنید



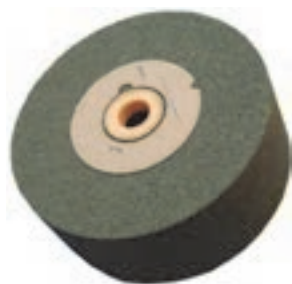
به تصاویر (شکل ۲) نگاه کنید. این بدنه‌های سرامیکی با یکی از روش‌های رایج شکل‌دهی سرامیک به نام «پرس پودر» شکل داده شده‌اند. در این روش شکل‌دهی، پودر درون یک قالب با شکل مشخص ریخته می‌شود سپس با اعمال فشار متراکم شده و شکل قالب را به خود می‌گیرد.



ب



الف



ت



پ



ج



ث

شکل ۲- بدنه‌های سرامیکی شکل داده شده به روش پرس پودر

بسیاری از قطعات سرامیکی مانند کاشی‌ها، آجرهای دیرگداز، دیسک ساینده، چینی شمع اتومبیل، گلوله سرامیکی و کاتالیست‌های مورد مصرف در صنایع نفت و گاز با روش پرس پودر تولید می‌شوند.

## پرس پودر

علاوه بر صنعت سرامیک، در صنایع چوب برای تولید ورق نئوپان و در صنعت متالورژی برای ساخت چرخ‌دنده ساعت نیز از پرس پودر برای شکل‌دهی استفاده می‌شود.



ب) چرخ دنده ساعت



الف) ورق نئوپان

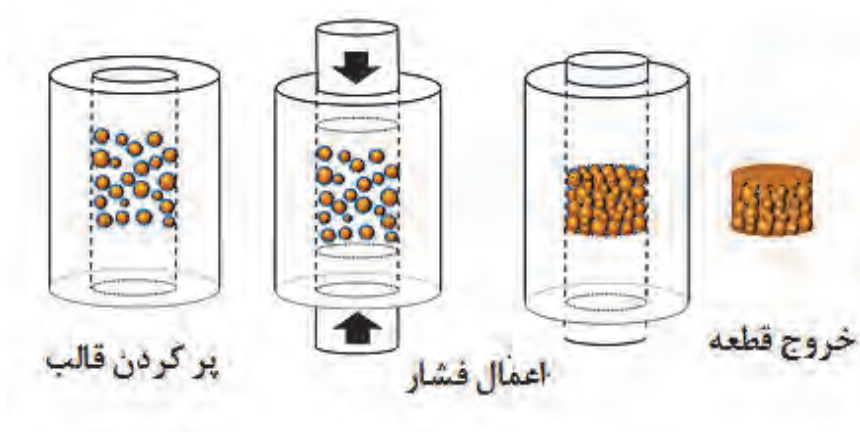
شکل ۳

ابعاد قطعات سرامیکی که به روش پرس پودر تولید می‌شوند از قطر چند میلی‌متر برای قطعات الکترونیکی تا قطر ۲ متر برای دیسک‌های ساینده سیلیکون کاربایدی متغیر است.

نکته



فرایند شکل‌دهی قطعات سرامیکی با روش پرس را می‌توان به طور کلی به سه مرحله تقسیم کرد:



شکل ۴- مراحل شکل‌دهی به روش پرس پودر

## آماده‌سازی مواد اولیه برای پرس

- آماده‌سازی مواد اولیه برای پرس، با توجه به نوع محصولات، متفاوت بوده و به دو صورت زیر انجام می‌شود:
- ۱- تهیه گرانول توسط اسپری درایر یا دیگر تجهیزات گرانول‌سازی؛
  - ۲- تهیه مخلوطی از مواد اولیه با اندازه ذرات درشت، متوسط و ریز، همراه با افزودنی‌ها توسط میکسر.
- در شکل (۵) چند محصول سرامیکی بر اساس روش آماده‌سازی مواد اولیه نشان داده شده است.



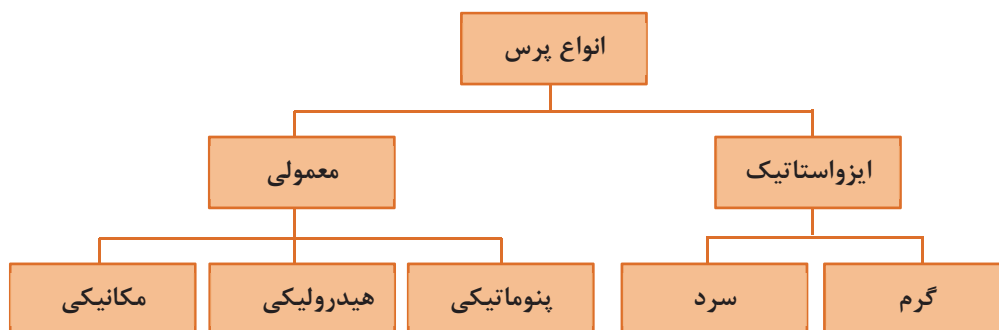
شکل ۵- محصولات سرامیکی

اندازه ذرات یا گرانول ورودی پرس، از چند میکرون تا چند میلی‌متر می‌تواند متغیر باشد.

نکته



## تقسیم‌بندی انواع پرس



نمودار ۱



## پرس معمولی

در این نوع پرس، معمولاً از یک یا دو جهت به آمیز در داخل قالب نیرو وارد می‌شود تا به شکل مورد نظر متراکم شود. نیروی اعمالی می‌تواند به صورت مکانیکی (دستی یا موتور الکتریکی)، هیدرولیکی (روغن هیدرولیک) یا پنوماتیکی (هوای فشرده) تأمین شود. پرس‌های معمولی انواع متنوعی دارند که شامل دو دسته اصطکاکی و ضربه‌ای هستند.

### پرس اصطکاکی

آیا می‌دانید



پرس اصطکاکی یکی از قدیمی‌ترین روش‌های پرس پودر، از نوع مکانیکی است. این پرس از یک پیچ بزرگ و یک چرخ اصطکاکی تشکیل شده است. در اثر اصطکاک بین چرخ و دیسک‌ها، پیچ به سمت پایین یا بالا حرکت کرده و عمل پرس کاری انجام می‌شود. این روش برای تولید موزائیک، آجر نما و دیرگداز به کار می‌رود.



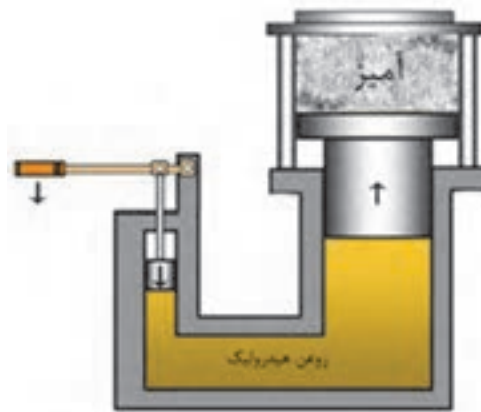
شکل ۶- پرس اصطکاکی

### پرس ضربه‌ای

این پرس‌ها پنوماتیک بوده و برای شکل‌دهی قطعات کوچک مانند جرقه زن لوازم گازسوز استفاده می‌شود و سرعت تولید بالایی دارد.

## پرس هیدرولیک

در پرس‌های هیدرولیک فشار توسط یک پمپ به روغن هیدرولیک اعمال شده و سپس فشار از روغن به پیستون منتقل می‌شود. در نهایت سنبه متصل به پیستون، پودر یا آمیز داخل قالب را متراکم می‌کند.



شکل ۷- عملکرد پرس هیدرولیکی

تحقیق کنید



دمای محیط بر عملکرد پرس هیدرولیکی چه اثری دارد؟

پرس هیدرولیک به دو صورت تک محور و دو محور وجود دارد.

در این نوع پرس نیروی فشاری فقط از سنبه بالا به آمیز وارد می‌شود و سنبه پایین (پران یا جک) فقط برای خارج کردن قطعه از قالب استفاده می‌شود. معمولاً برای شکل دهی سرامیک‌های با ضخامت کم مانند کاشی به کار می‌رود.

تک محور

پرس  
هیدرولیک

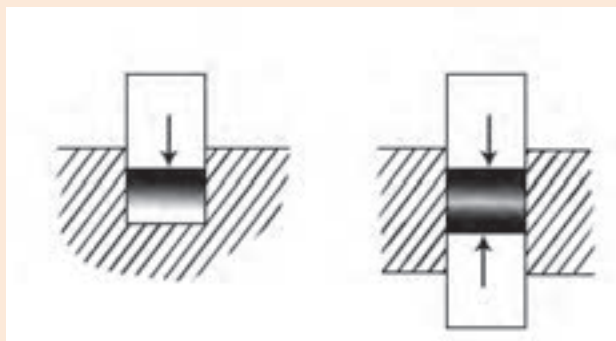
در این نوع پرس فشار از هر دو سنبه بالا و پایین به آمیز وارد می‌شود. معمولاً در دیرگذازها و آسترهای آلومینایی بال میل که ضخامت قطعه زیاد است، پرس‌های هیدرولیک دو محور استفاده می‌شود.

دو محور





۱- کدامیک از پرس‌های زیر تک محور و کدامیک دو محور است؟



شکل ۸

۲- مزیت پرس دو محور نسبت به تک محور چیست؟



پ



ب



الف

شکل ۹- الف) پرس هیدرولیک تک محور مورد استفاده در صنعت کاشی و سرامیک ب) پرس هیدرولیک تک محور برای تولید آجرهای دیرگداز پ) پرس هیدرولیک دو محور برای تولید آستر آلومینایی

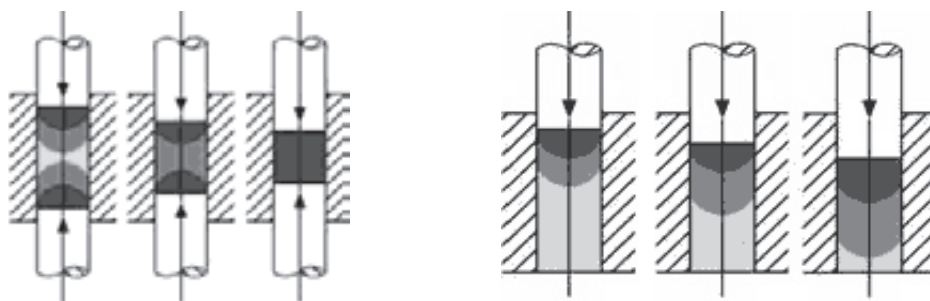
بیشترین فاصله‌ای را که پیستون یا سنبه می‌تواند جابه‌جا شود کورس<sup>۱</sup> پرس می‌گویند.

نکته



پرس‌های صنعت تولید کاشی به دلیل ضخامت کم محصولات از کورس کوتاهی برخوردارند، در حالی که پرس‌های صنعت دیرگداز به دلیل ضخامت زیاد محصولات، کورس بلندتری دارند.

در پرس تک محور، تراکم یا چگالی در لایه‌های زیرین قطعه، کمتر از لایه‌های بالایی است. یکنواختی تراکم قطعات در پرس دو محور افزایش می‌یابد.



ب) پرس دو محور

الف) پرس تک‌محور

شکل ۱۰ - تفاوت تراکم در راستای پرس تک‌محور و دو محور

مقدار نیرو در پرس هیدرولیک از چند کیلوگرم نیرو تا ده هزار تن نیرو متغیر است. یک کیلوگرم نیرو معادل ۱۰ نیوتن است.

نکته



در جدول ۱ فشار و نیروی پرس‌کاری چند قطعهٔ سرامیکی مقایسه شده است. طبق مثال حل شده مقدار نیرو را محاسبه و جدول را تکمیل کنید.

فعالیت کلاسی



جدول ۱- مقایسهٔ فشار و نیروی پرس‌کاری چند قطعهٔ سرامیکی

ابعاد قطعه خام (cm)	تعداد حفره*	فشار پرس‌کاری (kgf/cm <sup>۲</sup> )	کیلوگرم نیرو (kgf)	تن نیرو (tonf)
کاشی دیوار ۳۰×۶۰	۴	۲۵۰		
پرس‌لان ۴۳×۸۶	۲	۴۰۰		
آجر دیرگداز سیلیکون کاربید ۲۵×۳۷/۵	۱	۲۰۰۰		
آجر دیرگداز منیزیت- کرومیت ۲۰×۲۲	۲	۱۰۰۰		
آستر آلومینایی بال میل ۱۸×۱۲	۲	۷۰۰	۳۰۲۴۰۰	۳۰۲/۴

\* حفره: معمولاً برای افزایش میزان تولید قطعه در هر ضربهٔ پرس، در یک قالب یک یا چند حفره طراحی می‌شود.



شکل ۱۱- پرس با قالب حاوی ۸ حفره

**مثال:** برای رسیدن به خواص مطلوب در آستر آلومینایی لازم است فشاری معادل  $700 \text{ kgf/cm}^2$  بر قطعه وارد شود. اگر ابعاد خام قطعه  $18 \times 12$  سانتی متر باشد و در هر مرحله پرس کاری ۲ قطعه پرس شود، مقدار نیروی مورد نیاز را محاسبه کنید؟  
راه حل:

مساحت سطح یک قطعه  $\rightarrow 12 \times 18 = 216 \text{ cm}^2$

$216 \times 700 \times 2 = 302400 \text{ kgf} = 302/4 \text{ tonf}$

مشخصات یک پرس ۷۵۰۰ تن نیرو که در صنعت کاشی استفاده می شود:

آیا می دانید



جدول ۲- مشخصات پرس هیدرولیک

۷۵۰۰ تن نیرو	بیشترین نیروی پرس کاری (پیستون بالا)
۱۵ تن نیرو	بیشترین نیروی خارج سازی قطعه پیستون پایین
۱۵	بیشترین تعداد سیکل در دقیقه (در عمل کمتر می باشد)
۱۷۵ تن	وزن پرس
۲۱۲ کیلووات	قدرت موتور

با این پرس می توان سرامیک های پرسلانی با ابعاد  $160 \times 80$  سانتی متر با فشار پرس کاری  $400 \text{ kgf/cm}^2$  تولید کرد.



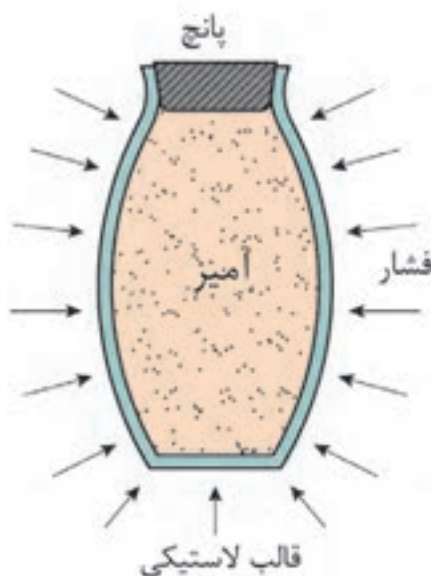
اگر بازده یک پرس هیدرولیک ۷۵۰۰ تن - نیرو، ۹۰ درصد باشد، بزرگ‌ترین قطعه خام مربعی شکلی که بتوان در قالب تک حفره‌ای تولید کرد چقدر است؟ فشار پرس کاری را  $400 \text{ kgf/cm}^2$  فرض کنید. این مسئله را در مورد یک قالب دو حفره‌ای حل کنید.



برای افزایش یکنواختی تراکم قطعه در تمامی جهات چه پیشنهادی دارید؟

## پرس ایزواستاتیک

طبق قانون پاسکال، اگر به یک سیال نیرو وارد شود آن سیال نیرو را در همه جهات به طور یکسان منتقل می‌کند. از این قانون در پرس ایزواستاتیک استفاده می‌شود تا با اعمال نیروی فشاری یکنواخت، تراکم پودر در تمامی جهات یکسان شود. این نوع پرس به صورت سرد یا گرم انجام می‌شود.



شکل ۱۲- مبنای کار پرس ایزواستاتیک

پرس ایزواستاتیک سرد<sup>۱</sup>

در پرس ایزواستاتیک که فشار اعمالی از نوع هیدرواستاتیک است، به جای سنبه و قالب فلزی از قالبی با خاصیت الاستیک استفاده می‌شود. ابتدا قالب با آمیز پر شده و سپس داخل محفظه‌ای توسط یک سیال تحت فشار قرار داده می‌شود. به عنوان مثال، در تولید گلوله‌های آلومینایی لازم است که فشار در تمامی جهات و به یک میزان اعمال گردد و به همین دلیل از پرس ایزواستاتیک استفاده می‌شود. در غیر این صورت گلوله در حین کارکرد به طور غیر یکنواخت ساییده می‌شود و راندمان آسیاب کاهش می‌یابد.



شکل ۱۳- پرس ایزواستاتیک گلوله آلومینایی

در پرس‌های ایزواستاتیک یک محفظه فشار از جنس فولاد آلیاژی وجود دارد که داخل آن یک توری استیل قرار دارد و قالب‌های لاستیکی معمولاً از جنس پلی یورتان در داخل توری قرار می‌گیرد.



شکل ۱۴- قالب و پانچ پلی یورتانی جهت تولید گلوله

۱. Cold Isostatic Pressing: (CIP)

آب ارزان‌ترین سیال برای پرس ایزواستاتیک سرد است که برای جلوگیری از خوردگی تجهیزات به آن روغن‌های حل‌شونده و عوامل ضد فساد اضافه می‌کنند.

سیال با فشار معین از تمام جهات به قالب‌های لاستیکی نیرو وارد کرده و پودر داخل قالب به طور یکنواخت متراکم می‌شود. با حذف فشار ایزوستاتیک، قالب به حالت اولیه خود برگشته و قطعه پرس شده از قالب خارج می‌شود.

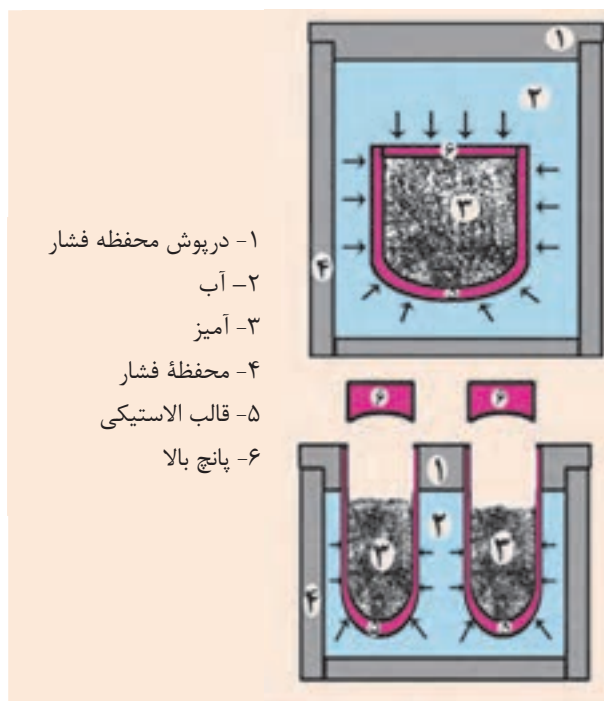
## انواع پرس ایزواستاتیک سرد

### دستی<sup>۱</sup>

قالب‌ها در محفظه فشار غوطه‌ور و رها بوده که پس از انجام فرایند پرس باید درپوش محفظه باز شده و قالب از داخل آب خارج شود. سرعت تولید کم است. کاربرد: قطعات بزرگ مانند دیرگذاها

### اتوماتیک<sup>۲</sup>

در این نوع از پرس، قالب‌ها در محفظه فشار جاسازی شده‌اند که پس از انجام پرس نیازی به خارج کردن قالب از محفظه نیست. به صورت مکانیزه و اتوماتیک انجام می‌شود. کاربرد: گلوله آلومینا و شمع ماشین



- ۱- درپوش محفظه فشار
- ۲- آب
- ۳- آمیز
- ۴- محفظه فشار
- ۵- قالب الاستیکی
- ۶- پانچ بالا

جدول ۳- مقدار فشار پرس چند محصول در پرس ایزواستاتیک سرد

نوع ماده یا محصول	مقدار فشار ( $\text{kgf/cm}^2$ )
پودر فلزی	۶۰۰۰-۷۰۰۰
پودر سرامیکی	۲۰۰۰-۳۰۰۰
گلوله آلومینایی	۶۰۰

یک پرس ایزوستاتیک ۲۰ تن- نیرو در هر مرحله از پرس می‌تواند ۴ گلوله آلومینایی اندازه ۶۰ میلی‌متر، یا ۸ گلوله آلومینایی اندازه ۴۰ میلی‌متر می‌تواند پرس کند. در هر دقیقه ۸ گلوله اندازه ۶۰ یا ۱۶ عدد گلوله اندازه ۴۰ پرس می‌شود.

نکته



۱- wetbag  
۲- drybag



## روش‌های ویژه پرس

## ۱- پرس گرم

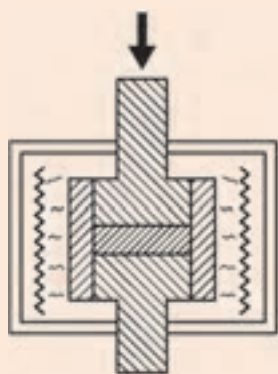
در این فرایند شکل‌دهی و پخت هم‌زمان انجام می‌شود. در اطراف قالب المان‌های حرارتی تعبیه شده است تا فرایند پرس‌کاری در دمای بالا انجام شود. در این روش دمای پخت کاهش می‌یابد و قطعه پس از پرس نیازی به پخت اضافی ندارد. تراکم زیاد و تخلخل کمتر از مزایای این روش است.

۲- پرس ایزواستاتیک گرم<sup>۱</sup>

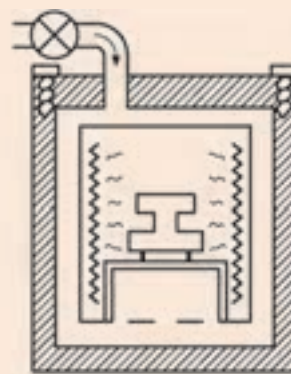
در این روش پرس، قطعه پیش شکل داده شده در محفظه‌ای تحت فشار و دمای بالا که به طور هم‌زمان و یکنواخت بر سطوح قطعه اعمال می‌گردد، قرار داده می‌شود. فشار بالا توسط یک گاز خنثی نظیر آرگون یا هلیوم اعمال می‌گردد. فشار گاز با کمپرسور و به کمک انبساط حرارتی قابل کنترل است. دمای مورد نیاز برای پرس ایزواستاتیک گرم با استفاده از المنت‌های الکتریکی تأمین می‌شود.

جدول ۴- محدوده دما و فشار در پرس ایزواستاتیک گرم

دما	۵۰۰ تا ۲۲۰۰ درجه سلسیوس
فشار	تا $2000 \text{ kgf/cm}^2$



ب) پرس گرم



الف) پرس ایزواستاتیک گرم

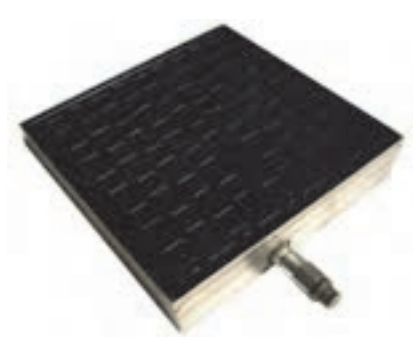
شکل ۱۵

۱. Hot Isostatic Pressing (HIP)



## جنس سنبه (پانچ) و قالب

جنس قالب و سنبه با توجه به میزان سختی آمیز متغیر است. در صنعت دیرگداز از سنبه و قالب‌هایی که از فولاد آلیاژی ساخته شده‌اند، استفاده می‌شود و اگر مواد مصرفی، آلومینا یا سیلیکون کارباید باشد، برای افزایش سختی قالب، پوششی از جنس سخت مانند تنگستن کارباید روی سطح داخلی قالب‌ها اعمال می‌شود. در صنعت کاشی و سرامیک، قالب و سنبه از جنس آلیاژ مخصوص است و سنبه‌ها دارای آستری از جنس رزین بوده تا از چسبیدن آمیز به سطح سنبه جلوگیری کند. سنبه‌ها را تا دمای تقریبی ۴۰ تا ۵۰ درجه سلسیوس گرم می‌کنند تا چسبندگی گرانول به سنبه کاهش یابد (شکل ۱۶ و ۱۷).



شکل ۱۷- سنبه



شکل ۱۶- قالب کاشی

برای پرس کاشی‌های با ابعاد بزرگ، جهت افزایش یکنواختی پرس چه راهکاری وجود دارد؟

فکر کنید



سایش سطوح داخلی قالب باعث ایجاد چه مشکلاتی می‌شود؟

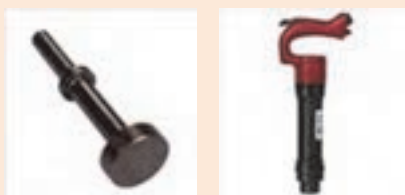
تحقیق کنید





### روش چکش بادی

این روش برای تولید قطعات با اندازه بزرگ یا قطعاتی با تعداد کم به کار می‌رود و به همین دلیل سرعت تولید آن کم است. با استفاده از چکش بادی، دیرگذاها با اشکال ویژه (بلوک مشعل کوره) شکل داده می‌شود. همچنین دیرگذاهای (جرم) مصرفی در کوره دوار فریت‌سازی و کوره‌های القایی (ذوب چدن) با چکش بادی کوبیده می‌شوند.



شکل ۱۸- چکش بادی و کوبه

### رطوبت در آمیز پرس

در فرایند پرس مواد سرامیکی، مقدار رطوبت با توجه به روش پرس کاری متغیر است:

#### پرس تر

- در این روش آب موجود در گل مصرفی ۱۸-۱۲ درصد است.
- برای شکل‌های ساده مانند سفال‌های سقف، ظروف، مقره بشقابی به کار می‌رود.
- جنس قالب این پرس‌ها ممکن است فولادی یا گچی باشد.

#### پرس نیمه خشک

- مقدار رطوبت موجود در آمیز ۹-۴ درصد است.
- برای شکل‌دهی بدنه‌هایی که در آمیز آنها مقدار زیادی مواد رسی وجود دارد، به کار می‌رود.
- ابتدا مواد اولیه مصرفی به شکل دوغاب و سپس به گرانول تبدیل می‌شود.
- این روش برای تولید قطعات با شکل ساده از قبیل دیرگذاها، سرامیک‌های الکتریکی، کاشی دیوار و کف به کار می‌رود.

#### پرس خشک

- مقدار رطوبت موجود در آمیز ۰-۴ درصد است.
- برای شکل‌دهی قطعاتی که در آنها مواد رسی وجود ندارد یا به مقدار بسیار کم وجود دارد، به کار می‌رود. بنابراین استفاده از چسب‌های آلی برای ایجاد استحکام در بدنه خام لازم است.
- آمیز مصرفی نیاز به آماده‌سازی و ساخت گرانول دارد.

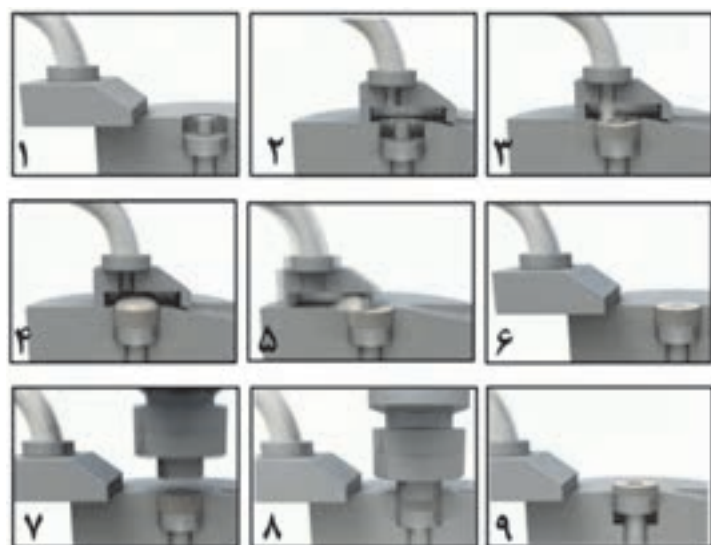
## مزایا و معایب روش پرس خشک

جدول ۵

مزایا	با توجه به قابلیت اتوماتیک شدن و سرعت تولید بالا، برای تولید انبوه قطعات دارای صرفه اقتصادی است.
	با توجه به رطوبت ناچیز، انقباض خشک قطعات بسیار کم است، بنابراین دقت ابعادی زیاد خواهد بود.
	در این روش، آمیز با پلاستیسیته کم هم قابلیت تولید دارد.
معایب	با توجه به سایش قالب ناشی از آمیز خشک، هزینه تعمیرات و نگهداری قالب بالا است.

## مراحل پرس قطعه

جدول ۶



مرحله	عنوان
۱	حرکت کشویی به جلو
۲	قرار گرفتن کشویی بر روی قالب
۳	پرس شدن کشویی
۴	پرس شدن قالب
۵	برگشت کشویی به عقب
۶	صاف شدن سطح پودر در قالب
۷	پایین آمدن سنبه
۸	فشردن پودر در قالب
۹	خروج قطعه

- اعمال نیرو و افزایش تراکم آمیز در قالب در چند مرحله انجام می‌شود که در هر یک از آنها فشار پرس به تدریج افزایش داده می‌شود. این مراحل شامل موارد زیر است:
- ۱- هواگیری برای خارج کردن هوای بین گرانول یا ذرات آمیز؛
  - ۲- تغییر شکل گرانول یا ذرات آمیز؛
  - ۳- شکستن و خرد شدن ذرات آمیز برای افزایش تراکم.

فکر کنید



اگر عمل هواگیری به درستی انجام نشود چه مشکلاتی در قطعه ایجاد می شود؟

نکته



برای تولید نسل جدید سرامیک ها و پانل های پرسی در ابعاد بزرگ  $3200 \times 1600 \text{ mm}$  برای اعمال فشار، به جای پرس هیدرولیک از غلتک ها استفاده می شود که به صورت پیوسته کار می کنند.

تراکم پذیری پودر از پارامترهای مهمی است که در فرایند پرس کاری باید در نظر گرفت.

$$\text{تراکم پذیری پودر} = \frac{\text{ارتفاع مواد ریخته شده در قالب}}{\text{ضخامت قطعه}} = \frac{\text{حجم مواد ریخته شده در قالب}}{\text{حجم قطعه}}$$

فعالیت کارگاهی



### کار عملی ۱: اندازه گیری تراکم پذیری گرانول

مواد و ابزار: گرانول، قالب، پرس، کولیس

#### شرح فعالیت:

۱- مقداری گرانول کاشی با رطوبت ۶٪ و مقداری گرانول کاملاً خشک را تهیه نمایید.

۲- هر یک از آمیزها را به صورت مجزا تا ارتفاع معینی در داخل قالب ریخته و با فشار  $250 \text{ kg/cm}^2$  پرس نمایید.

۳- با اندازه گیری ارتفاع قطعه بعد از پرس، تراکم پذیری گرانول را محاسبه نمایید.

۴- تراکم پذیری گرانول مرطوب و خشک را با هم مقایسه و بحث نمایید.

نکته



پارامتر تراکم پذیری در طراحی قالب دارای اهمیت است. این عدد برای گرانول آلومینایی و در صنعت دیرگداز تقریباً ۲ است. به عنوان مثال برای یک آجر دیرگداز به ضخامت ۷۶ میلی متر، لازم است که ارتفاع قالب آن حداقل ۱۵۲ میلی متر باشد.



## کار عملی ۲: اثر توزیع دانه بندی بر تراکم قطعه

مواد و ابزار: منیزیت تکلیس شده، منیزیم کلرید، الک، قالب، پرس، خشک کن، نفت یا گازوئیل.

### شرح فعالیت:

۱- منیزیت کاملاً تکلیس شده با توزیع دانه بندی اشاره شده در جدول ۴ را در گروه های مختلف با ۳ درصد کلرید منیزیم مخلوط کنید.

۲- آمیز به دست آمده را با فشار  $500 \text{ kg/cm}^2$  پرس کنید.

۳- قرص های پرس شده را در داخل خشک کن در دمای  $110^\circ\text{C}$  درجه سلسیوس خشک کرده و تخلخل و چگالی خام نمونه های مختلف را در نفت یا گازوئیل اندازه گیری نمایید.

نکته: برای جلوگیری از متلاشی شدن قطعه در هنگام اندازه گیری چگالی و تخلخل، به جای آب می توان از نفت یا گازوئیل استفاده نمود.

۴- کمترین تخلخل و بیشترین چگالی خام مربوط به کدام دانه بندی است؟

۵- بیشترین تخلخل و کمترین چگالی خام مربوط به کدام دانه بندی است؟

جدول ۷- توزیع دانه بندی های مختلف

منیزیت	گروه ۱	گروه ۲	گروه ۳	گروه ۴	گروه ۵
جزء درشت ۱-۴mm	۵۰	۴۶	۴۳	۳۸	۳۴
جزء متوسط ۷۵μm-۱mm	۳۶	۳۶	۳۵	۳۵	۳۳
جزء پودر ۰-۷۵μm	۱۴	۱۸	۲۲	۲۷	۳۳
جمع	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
تخلخل باز (%)					
چگالی خام (g/cm <sup>۳</sup> )					

مواد لغزان ساز<sup>۱</sup>

به منظور کاهش اصطکاک بین اجزا (آمیز و قالب)، از مواد لغزان ساز در پرس کردن آمیز محصولات سرامیکی استفاده می شود.

جدول ۸- لغزان سازها

پارافین	اولئیک اسید
آلومینیوم استئارات	روی استئارات
منیزیم استئارات	پلی اتیلن گلیکول
سدیم استئارات	تالک
استئاریک اسید	گرافیت

## عیوب در قطعات پرس شده

به نظر شما قطعات زیر چه مشکلات و خطراتی را در هنگام مصرف به همراه خواهند داشت؟



پ) ترک



ب) خوردگی دنده های پیچ



الف) پارگی پوشش سیم تغذیه

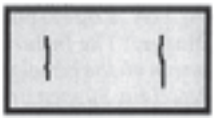
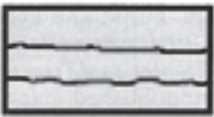

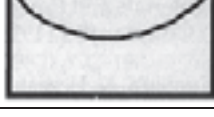


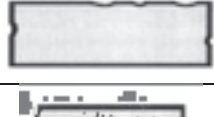
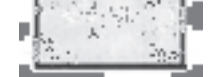
شکل ۱۹

تمامی محصولات با توجه به ماهیت، شکل و روش تولید عیوب خاص خود را دارند. تشخیص عیوب در محصولات پیش از ارائه به بازار مصرف بسیار دارای اهمیت است، زیرا خطرات و مشکلاتی را برای مصرف کننده به همراه دارد و در نتیجه اعتماد مصرف کنندگان به شرکت تولیدی را از بین خواهد برد. محصولات سرامیکی نیز از این قاعده پیروی می کنند.

۱. lubricant

عیوبی که در قطعات تولید شده با روش پرس پودر می‌تواند ایجاد شود در جدول ارائه شده است. چه راه‌حلهایی برای رفع این عیوب پیشنهاد می‌کنید؟

جدول ۹- عیوب پرس

نوع عیب	علت ایجاد عیب	راه‌حل
 <p>ترک‌های عمودی در راستای پرس Vertical crack</p>	<p>بازگشت فنی غیر یکنواخت در آمیز با تراکم‌پذیری بالا</p>	
 <p>لایه‌ای یا پوسته‌ای شدن Lamination</p>	<p>دانه‌بندی و رطوبت نامناسب گرانول وجود دانه‌های بسیار ریز در گرانول فشار بالا و هواگیری نامناسب</p>	
 <p>پریدگی لبه Ring capping</p>	<p>عدم امکان خروج هوای اضافی از لبه‌های قالب به دلیل نبودن درز کافی</p>	
 <p>کندگی End capping</p>	<p>استحکام خام پایین قطعه چسبندگی قسمت فوقانی به سنبه</p>	
 <p>غیر یکنواختی چگالی Density Gradient</p>	<p>جریان‌یابی کم گرانول اصطکاک و چسبندگی بین دانه‌های گرانول پر نشدن یکنواخت قالب اصطکاک بالا بین جداره قالب و گرانول تفکیک شدن گرانول‌های درشت از گرانول‌های ریز</p>	<p>در مرحله گرانول‌سازی رطوبت، اندازه و شکل دانه‌ها کنترل شود. استفاده از لغزان‌سازها</p>
 <p>قائمه نبودن squariness</p>	<p>تنظیم نبودن قالب عدم یکنواختی چگالی</p>	
 <p>سطوح ناصاف Surface defects</p>	<p>کشیف بودن سنبه فرسودگی و خوردگی سطحی در قالب</p>	
 <p>عیب ابعادی Dimensional defects</p>	<p>تنظیم نبودن قالب تغییر ابعاد قالب</p>	

گفت‌وگو کنید



به نظر شما کدام یک از عیوب به راحتی قابل مشاهده نیست؟



چه روش‌هایی را برای بررسی یکنواختی چگالی در قطعات زیر پیشنهاد می‌کنید؟

فکر کنید



میلهٔ سرامیکی



صفحات سرامیکی



آجر دیرگداز

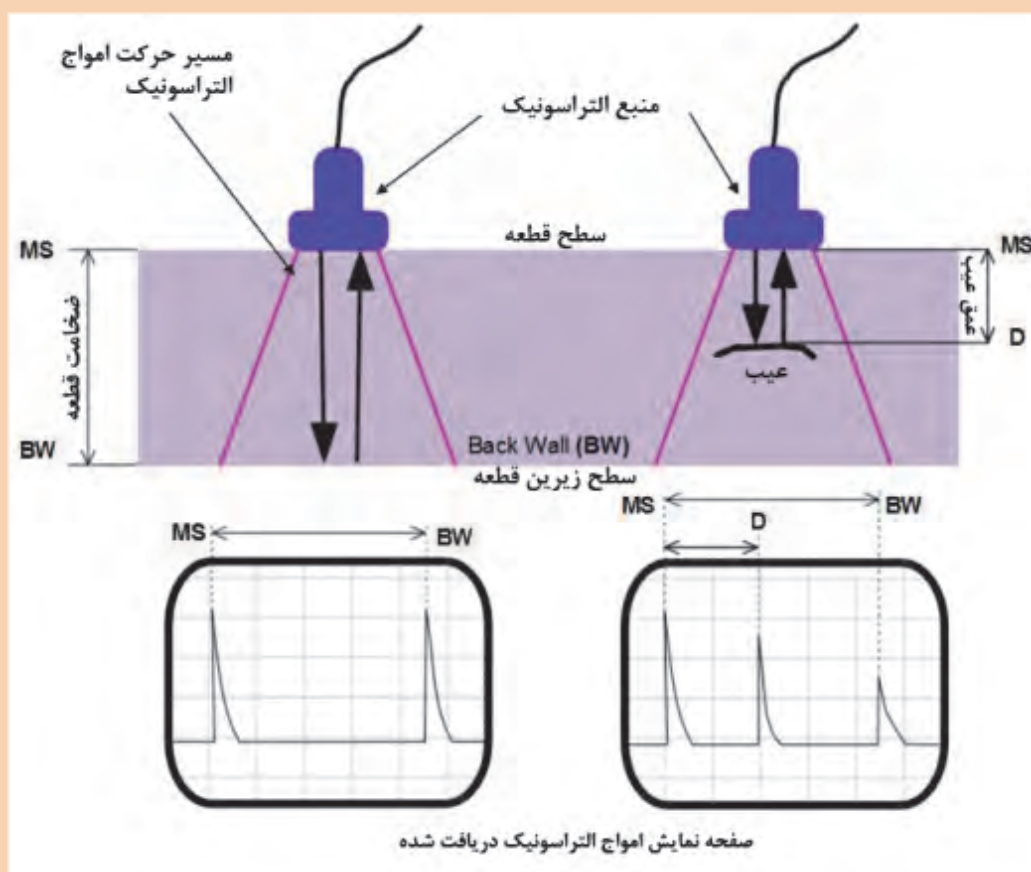
یکنواختی چگالی در قطعات مسطح و قطعات ضخیم باید کنترل شود. یکنواختی چگالی در یک قطعه، با برش آن و تقسیم کردن یک قطعه به قسمت‌های متعدد و اندازه‌گیری چگالی هر قسمت قابل بررسی است. در سرامیک‌های نازک مانند کاشی و صفحات دیرگداز می‌توان از نفوذسنج<sup>۱</sup> نیز استفاده کرد. این دستگاه با اعمال فشار بر روی یک سوزن نافذ، میزان تراکم و نفوذپذیری قطعه را می‌سنجد و به عنوان روشی سریع برای تشخیص این عیب به کار گرفته می‌شود.



شکل ۲۰- نفوذسنج



روش تشخیص عیوب غیر قابل مشاهده در عمق قطعات چگونه است؟  
عیوب داخل قطعه مانند ترک‌ها و حفره‌های بزرگ را که عمدتاً در بلوک‌های بزرگ سرامیکی ایجاد می‌شوند می‌توان با روش‌های مخرب و غیر مخرب تشخیص داد. در یک روش غیرمخرب سنتی با ضربه زدن یا کشاندن یک قطعه سخت و زبر مانند یک قطعه سیلیکون کار باید بر روی سطح قطعه و ایجاد صدا می‌توان دریافت که قسمتی از قطعه دارای حفره یا ترک زیر سطحی است. همچنین تجهیزات الکترونیکی مانند آلتراسونیک نیز امروزه در صنعت برای تشخیص ترک‌های عمقی به کار گرفته می‌شوند.



شکل ۲۱



### کار عملی ۳: بررسی یکنواختی در کاشی پرس شده

مواد و ابزار: کاشی، ابزار برش، لوازم اندازه‌گیری چگالی با غوطه‌وری

#### شرح فعالیت

۱- در گروه‌های مختلف ابتدا کاشی را از نظر عیوب ظاهری بررسی کرده و سپس آن را به ۴ قسمت مساوی برش دهید.

۲- قطعات را شماره‌گذاری کنید.

۳- سپس هر گروه، چگالی هر یک از قسمت‌ها را با روش ارشمیدس اندازه‌گیری نماید.

۴- با تکمیل جدول، نتایج خود را با گروه‌های دیگر مقایسه کنید.

آیا چگالی در تمام قسمت‌های کاشی مساوی است؟

جدول ۱۰

جدول چگالی			
شماره قطعه	وزن (گرم)	وزن غوطه‌وری (گرم)	چگالی ( $\text{g/cm}^3$ )
۱			
۲			
۳			
۴			

به نظر شما از قطعات برش خورده کاشی برای چه مصارف دیگری می‌توان استفاده کرد؟



در هنگام برش قطعات از تجهیزات ایمنی کامل مانند کلاه، عینک و ماسک استفاده کنید. در صورت استفاده از سایر انواع قطعات سرامیکی، با پوشیدن دستکش و روپوش از تماس پوست با قطعات حاوی مواد شیمیایی مسموم‌کننده و حساسیت‌زا خودداری کنید.



در صورت استفاده از سایر قطعات سرامیکی حاوی مواد شیمیایی مسموم‌کننده و حساسیت‌زا، از ریختن این قطعات در محیط زیست خودداری کنید.

### تغییر چگالی محصول در زمان‌های مختلف

ممکن است به دلایل فنی و مکانیکی مربوط به تجهیزات پرس یا تغییر شرایط محیطی مانند دما و رطوبت، فشار پرس و تراکم‌پذیری مواد در گذر زمان تغییر کند. این مشکل به ویژه با تغییر فصل، محسوس‌تر می‌شود، چرا که در فصول گرم و یا شرایط جوّی خشک، مواد زودتر از فصول سرد و یا شرایط جوّی مرطوب خشک می‌شود.



به نظر شما یکنواخت نبودن چگالی در یک قطعه و همچنین بین قطعات مختلف از محصولات جدول زیر، چه مشکلاتی در مراحل تولید و مصرف آن محصول به همراه دارد؟ در تکمیل جدول به مثال‌ها دقت کنید.

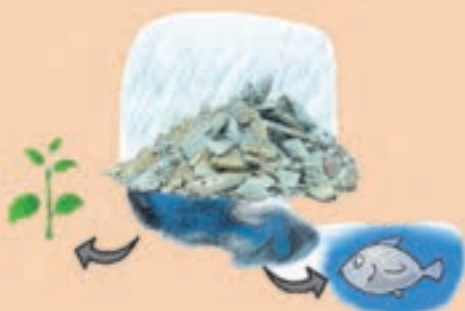
جدول ۱۱

مشکلات در مرحله مصرف	مشکلات در مرحله تولید	محصول
بین قطعات مختلف منجر به تفاوت ابعادی و چیدمان ناسازگار می‌شود. پشت‌نمایی (تغییر رنگ)	در یک قطعه باعث شکست قطعه در حین پخت و افزایش ضایعات می‌شود.	 کاشی و سرامیک ساختمانی
در یک قطعه منجر به تفاوت در ضریب انبساط حرارتی و شکست آن در دمای بالا می‌شود. بین قطعات مختلف .....	در یک قطعه.....	 آجر دیرگداز
در یک قطعه..... بین قطعات مختلف منجر به غیر همخوانی اتصالات و ایجاد درز و خروج مذاب فلز می‌شود.	در یک قطعه .....	 انواع راه‌گاه‌های مذاب فلزها (با اتصالات)
در یک قطعه..... بین قطعات مختلف منجر به کج شدن صفحات و احتمال ریزش مبلمان در کوره می‌شود.	در یک قطعه.....	 مبلمان کوره (ساگاره‌ها، صفحات و پایه‌ها)



### ۱۱ عنصر مرگ آفرین خطرناک

عناصر خطرناک دارای ویژگی‌هایی مانند: سمی بودن، رادیواکتیو بودن و واکنش‌گر بودن (فعالیت شیمیایی) هستند. خطرناک‌ترین عناصر در این میان عبارت‌اند از: کروم با ظرفیت ۶ ( $\text{Cr(VI)}$ )، سرب ( $\text{Pb}$ )، هیدروژن ( $\text{H}$ )، برلیوم ( $\text{Be}$ )، فلورین ( $\text{F}$ )، جیوه ( $\text{Hg}$ )، آرسنیک ( $\text{As}$ )، سزیم ( $\text{Cs}$ )، پولونیم ( $\text{Po}$ ) و پولوتونیم ( $\text{Pu}$ ) و بور ( $\text{B}$ ). در میان این عناصر، کروم در برخی محصولات دیرگداز و سرب در برخی از لعاب‌ها و ظروف شیشه‌ای تزئینی وجود دارد. لذا در صورت مصرف و تماس با این گونه از محصولات باید ایمنی لازم را رعایت کرد. همچنین رعایت نکات زیست‌محیطی در دور ریختن آنها الزامی است.



شکل ۲۲

با توجه به تصویر فوق خطرات ناشی از دور ریز مواد سمی و زیان‌آور را توضیح دهید؟  
چه راه‌هایی برای جلوگیری از ورود این عناصر به طبیعت پیشنهاد می‌کنید؟

## ارزشیابی نهایی شایستگی پرس پودر

### شرح کار:

۱- آماده سازی قالب و دستگاه پرس (کنترل دما و فشار، تمیزکاری و روانکاری)

۲- شکل دهی و پرس گرانول یا مخلوط مواد اولیه

۳- خارج کردن قطعه پرس شده از قالب

۴- پرداخت و کنترل قطعات از لحاظ وجود عیب در قطعه

### استاندارد عملکرد:

تولید قطعه به روش پرس پودر با استفاده از پرس های دستی و نیمه اتوماتیک مطابق با ابعاد، چگالی و ظاهر مورد نظر

### شاخص ها:

تمیزکاری قالب و راه اندازی دستگاه پرس و تنظیم آن

تولید قطعه پرس شده با ابعاد، چگالی، ظاهر مناسب و سطوح صاف و تمیز

### شرایط انجام کار، ابزار و تجهیزات:

مکان: کارگاه استاندارد مجهز به تجهیزات ایمنی، سیستم تهویه و نور کافی

ابزار و تجهیزات: انواع دستگاه پرس و قالب پرس، ابزارهای تمیزکاری، مخلوط پودری از مواد اولیه و گرانول، مواد روانکاری

### معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	آماده کردن دستگاه پرس	۱	
۲	تمیزکاری و روانکاری قالب پرس	۱	
۳	شکل دهی با پرس پودر	۲	
۴	کنترل قطعه پرس شده از لحاظ ابعادی، شکل ظاهری و وجود عیوب در آن	۱	
شایستگی های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش:		۲	
دقت عمل و صحت، مسئولیت پذیری، مدیریت مواد و تجهیزات، مدیریت زمان، به کارگیری فناوری مناسب			
میانگین نمرات			*

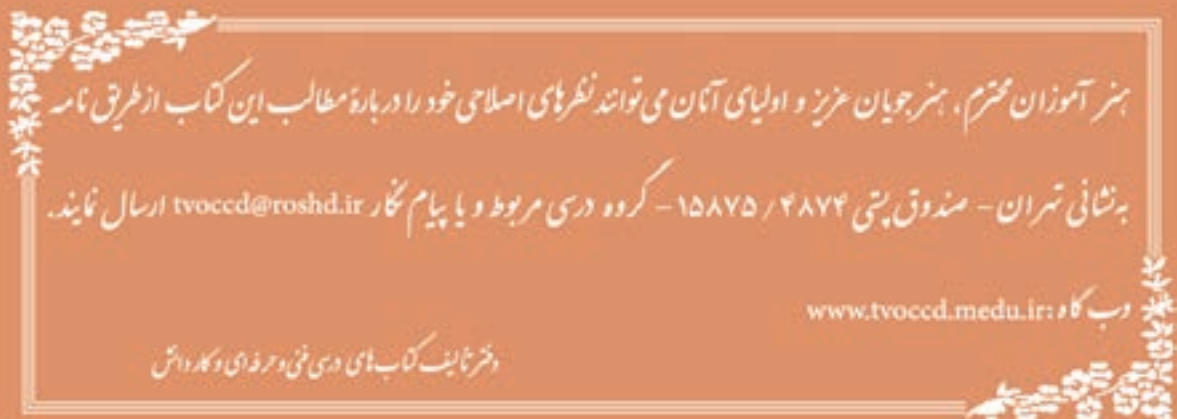
\* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ است.

- ۱- برنامه درسی رشته سرامیک. (۱۳۹۳). سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش.
- ۲- استاندارد شایستگی حرفه رشته سرامیک. (۱۳۹۲). سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش.
- ۳- استاندارد ارزشیابی حرفه رشته سرامیک. (۱۳۹۲). سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش.
- ۴- راهنمای عمل طراحی و تألیف بسته تربیت و یادگیری رشته‌های فنی و حرفه‌ای. (۱۳۹۳). سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش.
- ۵- تشکری، شعبان علی. (۱۳۷۱). شکل دادن بدنه‌های سرامیکی به روش پرس پودر. شرکت تحقیقات صنایع سرامیکی.
- ۶- افتخاری یکتا، بیژن. (۱۳۹۴). محاسبات در سرامیک کد ۴۶۴/۷. تهران: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران.
- ۷- قصاعی، حسین. (۱۳۷۷). آزمایشگاه فرایند ساخت ۱. دانشگاه علم و صنعت.
- ۸- صانع، خسرو. (۱۳۸۴). فن آوری تولید کاشی‌های سرامیکی. انتشارات نوید شیراز.
- ۹- بروسنان، دنیس. رابینسون، ژیلبرت. مقدمه‌ای بر خشک کردن سرامیک‌ها. ترجمه: محمد ابراهیم ابراهیمی. (۱۳۸۶). دانش پویان جوان.

- ۱۰- Anders, A. C., Ghorra, G. J., & Rigutto, R. V. (۲۰۰۸). Wet vs Dry Processing: Granulation of Ceramic Powders.
- ۱۱- Wisniewski, R. (۲۰۱۵). Spray Drying Technology Review, ۴۵th International Conference on Environmental Systems, ۱۲-۱۶, Bellevue, Washington.
- ۱۲- K. Swati, M., & Wagh, MP. (۲۰۱۴). Review on Spray Drying Technology, IJPCBS, ۴(۲), ۲۱۹-۲۲۵.
- ۱۳- Bertranda, G., Roya, p., Filiatreb, C., & Coddet, C. (۲۰۰۵). Spray-dried ceramic powders: A quantitative correlation between slurry characteristics and shapes of the granules, Chemical Engineering Science ۶۰ ۹۵ - ۱۰۲.
- ۱۴- Sloth, J. (۲۰۱۴). Method for Improving Spray Drying Equipment and Product Properties, international ceramic review.
- ۱۵- Lukasiewicz, S. J. (۱۹۸۹). Spray-drying ceramic powders, Journal of the American Ceramic Society ۷۲ [۴] ۶۱۷-۶۲۴.
- ۱۶- Licciulli, A. An introduction to ceramic forming processes.
- ۱۷- Advanced Ceramic Technologies & Products. DOI ۱۰.۱۰۰۷/۹۷۸-۴-۴۳۱-۵۴۱۰۸-۰, Authors: The Ceramic Society of Japan. ISBN: ۹۷۸-۴-۴۳۱-۵۳۹۱۳-۱ (Print) ۹۷۸-۴-۴۳۱-۵۴۱۰۸-۰



- 18- Fundamentals of ceramic powder processing and synthesis / by Terry Ring. ,Includes index. ISBN 0-12-588930-5 (alk. paper).
- 19- Ceramic powders. I. Title TP815.R56 1995 666-dc20.
- 20- E. Fayed, M., & Otten, L. (1997). Handbook of powder science and technology. Second edition. Chapman & Hall.
- 21- N. Wagner, Norbert Wagner, Mannarswami Nithiyananthan, Laura Farina. (2009). Safety and health in the stone crushing industry. Wagner Global Consultants.
- 22- ASTM International - Standards Worldwide. (2006). *ASTM C 136-06*.



سازمان پژوهش و برنامه ریزی آموزشی جهت ایفای نقش خطیر خود در اجرای سند تحول بنیادین در آموزش و پرورش و برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران، مشارکت معلمان را به عنوان یک سیاست اجرایی مهم دنبال می کند. برای تحقق این امر در اقدامی نوآورانه سامانه تعاملی بر خط اعتبارسنجی کتاب های درسی راه اندازی شد تا با دریافت نظرات معلمان درباره کتاب های درسی نونگاشت، کتاب های درسی را در اولین سال چاپ، با کمترین اشکال به دانش آموزان و معلمان ارجمند تقدیم نماید. در انجام مطلوب این فرایند، همکاران گروه تحلیل محتوای آموزشی و پرورشی استان ها، گروه های آموزشی و دبیرخانه راهبری دروس نقش سازنده ای را بر عهده داشتند. ضمن ارج نهادن به تلاش تمامی این همکاران، اسامی دبیران و هنرآموزانی که تلاش مضاعفی را در این زمینه داشته و با ارائه نظرات خود سازمان را در بهبود محتوای این کتاب یاری کرده اند به شرح زیر اعلام می شود.

همکاران هنرآموز که در فرایند اعتبارسنجی این کتاب مشارکت فعال داشته اند.

استان: یزد

آقای علیرضا کریم بیگی، خانم شراره شادان فر، خانم مرجان عزیزی

استان: فارس

آقای مهدی رستگار







