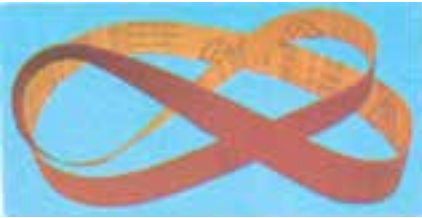


### سنباده، سنگ سنباده

هدف‌های رفتاری: پس از پایان این فصل از فراگیر انتظار می‌رود که:

- ۱- اوراق سنباده را تعریف کند.
- ۲- انواع سنباده را از لحاظ مواد ساینده دسته‌بندی کند.
- ۳- سنباده را از لحاظ نوع پشت‌بند دسته‌بندی کند.
- ۴- سنباده‌ها را از لحاظ شکل ظاهری دسته‌بندی کند.
- ۵- چسب‌های مورد مصرف در سنباده‌ها را بداند.
- ۶- اساس استاندارد و درجه‌بندی سنباده‌ها را بداند.
- ۷- سنگ سنباده را تعریف کند.
- ۸- انواع مواد تشکیل دهنده سنگ سنباده را بداند.
- ۹- انواع سنگ سنباده را از لحاظ چسب مصرفی دسته‌بندی کند.
- ۱۰- سنگ سنباده‌ها را از لحاظ شکل ظاهری و فرم لبه‌ها دسته‌بندی کند.
- ۱۱- دانه‌بندی ذرات ساینده سنگ سنباده را بنویسد.
- ۱۲- درجه سختی سنگ سنباده‌ها را بداند.
- ۱۳- شبکه‌بندی ذرات ساینده سنگ سنباده را بداند.
- ۱۴- علائم استاندارد سنگ سنباده‌ها را بداند.
- ۱۵- انواع اصلاح‌کننده‌های سنگ سنباده را ذکر کند.

زمان تدریس: ۶ ساعت



## ۴- سنباده، سنگ سنباده

سنباده عبارت است از دانه‌های سخت ساییده مخلوط شده با چسب مخصوص که در قالب، فرم داده شده و یا روی سطوح تثبیت می‌شود و برای ساییدن مواد مختلف به کار برده می‌شود.

### ۴-۱- اوراق سنباده<sup>۱</sup>

اوراق سنباده عبارت است از ورقه‌های ساییده‌ای<sup>۲</sup> که نرم و انعطاف‌پذیر هستند و برای هموارسازی و صاف کردن سطح چوب از آن استفاده می‌کنند.

۴-۱-۱- انواع سنباده از لحاظ مواد ساییده: مواد ساییده‌ای که برای سنباده زدن و ساییدن روی ورقه‌های مختلف می‌جسبانند بسیار متنوع‌اند. این مواد به دو گروه طبیعی و مصنوعی دسته‌بندی می‌شوند. مواد طبیعی عبارتند از: ماسه، سنگ چخماق (فلینت)، سنگ کوارتز، سنگ لعل (گارانته) و غیره (شکل ۴-۱). این مواد به علت محدودیت وجود و عدم امکان کنترل خواص آن‌ها امروزه به جز چند نمونه از آن‌ها مصرف چندانی در صنعت ندارند و مواد ساییده مصنوعی مانند کربورسیلیسیم و انواع کروندها (اکسید آلومینیم) و غیره نیز جایگزین آن‌ها شده است. هرکدام از این مواد دارای درجه سختی و خواص مخصوصی است که برای سنباده زدن با شرایط متفاوت می‌توان از آن‌ها استفاده کرد که در ذیل به شرح متداول‌ترین آن‌ها می‌پردازیم:



شکل ۴-۱- مواد اولیه طبیعی سنباده

۱- Emery

۲- Coated abrasive

**سنباده‌های کوارتز ( $SiO_2$ ):** کوارتز یک ماده معدنی بسیار سخت (دارای سختی ۷ مو و وزن مخصوص ۲/۶) است. کوارتز خالص معمولاً شفاف و بی‌رنگ است، ولی در اثر ناخالصی‌ها به رنگ‌های مختلف دیده می‌شود. این ماده رایج‌ترین نوع سیلیکای طبیعی است که در بسیاری از نقاط دنیا یافت می‌شود و برای صیقل دادن سنگ‌ها، خرد کردن شیشه، پرداخت فلزات، تمیز کردن قالب‌ها، پوسیدگی و زنگ‌زدگی و برای کندن طرح روی سنگ‌ها به کار می‌رود.

**سنباده‌های فلینت:** فلینت یا سنگ چخماق (سنگ آتش‌زنه) یک نوع کوارتز به رنگ سفید تا خاکستری است، ولی گاهی به رنگ‌های الوان یا سیاه هم دیده می‌شود. این ماده به سختی کوارتز نیست و از نظر اندازه ذرات، دارای اندازه‌های متفاوتی (خیلی ریز تا خیلی درشت) است.

**سنباده‌های گارانت:** گارانت یا سنگ لعل یک ماده معدنی قرمز متمایل به قهوه‌ای با سختی متوسط که دارای لبه‌های برش خوبی است و دوام آن تقریباً پنج برابر فلینت است. از این سنباده برای کارهای ظریف و خراطی استفاده می‌شود.

**سنباده‌های کربنات تنگستن:** ماده‌ای مصنوعی است که برای پاک کردن رنگ‌ها و روکش‌های قدیمی و امثال آن‌ها به کار می‌رود.

**سنباده‌های کربورسیلیسیم<sup>۱</sup>:** این ماده از ترکیب ماسه سیلیسی، کُک نفتی، نمک و خاک اره، در کوره‌های الکتریکی (با دمای F ۴۰۰۰ معادل C ۲۲۰۰) حاصل می‌شود. ماده حاصله سیاه‌رنگ یا سبز روشن است و به علت خاصیت شکنندگی خود به صورت لبه‌های نقره‌ای شکل و برنده شکسته می‌شوند. از این ماده معمولاً برای سنباده زدن مرطوب یا خشک رنگ‌ها، وارنیش‌ها، لاک‌ها و پوشش‌های مصنوعی دیگر استفاده می‌شود.

**سنباده‌های اکسید آلومینیم<sup>۲</sup> یا کروندوم (A):** اکسید آلومینیم ( $Al_2O_3$ ) یک ماده مصنوعی است که از حرارت دادن (تا C ۲۰۰۰) سفال بوکسیت<sup>۳</sup>، براده‌ی آهن و مقدار کمی کُک در کوره‌های الکتریکی به دست می‌آید که نسبت به نوع طبیعی آن از نظر خلوص و درشتی از کیفیت بهتری برخوردارند. این ماده ساینده خاکستری متمایل به قهوه‌ای است که فوق‌العاده سخت (سختی ۹ مو<sup>۴</sup>)

۱- کربورسیلیسیم (SiC) را به نام‌های کاربید سیلی کون، کربوراندوم و کریستولون نیز می‌نامند.

۲- نام‌های متعارف تجارتي ساینده‌های اکسید آلومینیم، آلوندوم و آلوکسایت هستند.

۳- بوکسیت (Bauxite) شامل هیدروکسید آلومینیم، اکسید فریک، اکسید سیلیسیم و پاره‌ای ناخالصی‌های دیگر است.

۴- مو واحد سختی است و بین (° تا ۱۰°) متغیر است که عدد صفر برای نرم‌ترین ماده (پودر تالک) و عدد ۱۰ برای

سخت‌ترین ماده (الماس) می‌باشد.

با دوام و مقاوم است و قادر است سخت‌ترین مواد از جمله چوب‌های سخت و حتی فلزات سخت را سایش دهد. این ماده به دلیل سختی زیاد به‌طور عمده به‌عنوان ساینده مورد استفاده قرار می‌گیرد و در ساختن سنگ سنباده، ورقه‌های ساینده (بر روی تسمه‌ها و دیسک‌های پارچه‌ای می‌چسبانند) و پودر برای ساییدن و صیقل دادن (خصوصاً در کارهای هنری) از آن استفاده می‌شود.

**سنباده‌های شیشه‌ای:** از ذرات الک شده شیشه<sup>۱</sup> تهیه می‌شود و در مقایسه با سنباده‌های دیگر نرم‌تر و ارزان‌تر است.

۲-۱-۴- انواع سنباده از لحاظ نوع پشت‌بند<sup>۲</sup>: مواد ساینده ذکر شده معمولاً بر روی بسترهای مختلفی چسبانده می‌شوند که مهم‌ترین آن‌ها به شرح زیر است:

پشت‌بند کاغذی<sup>۳</sup>: پشت‌بندهای کاغذی را براساس وزن، به درجات A (سبک وزن) و D و C (متوسط) و E (سنگین وزن) تقسیم‌بندی می‌کنند (شکل ۲-۴). کاغذ سبک وزن (A) با ذرات خیلی ریز و کاغذ سنگین وزن (E) با ذرات درشت مواد ساینده پوشانده می‌شوند. سنباده‌های کاغذی با ذرات ساینده شیشه‌ای (خرده شیشه) برای نقاشی، رنگ‌رزی و کارهای منزل، سنباده کاغذی با ذرات ساینده سنگ چخماق در صنایع چوب برای سازه‌های چوبی و سنباده کاغذی با ذرات کربورسیلیسیم در چرم‌سازی و رنگ‌کاری مورد استفاده قرار می‌گیرد.



شکل ۲-۴- سنباده با پشت‌بند کاغذی

۱- Glass nodules

۲- Back stop

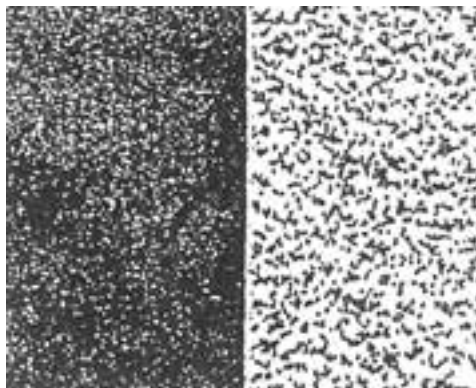
۳- Paper backed

**پشت بند پارچه‌ای<sup>۱</sup>:** پشت بند پارچه‌ای را نسبت به وزن خود با علامت z (سبک وزن) و x (سنگین وزن) نشان می‌دهند. پارچه‌های ریزبافت (x) که روی آن‌ها دانه‌های ساییده کربور سیلیسیم چسبانده شده باشد، برای سنباده زدن بر روی فلزات و چوب‌های سخت به کار می‌رود.

**پشت بند الیافی<sup>۲</sup>:** شامل تعداد زیادی لایه‌های پارچه‌ای است که نسبتاً سخت و محکم است و برای ایجاد پشت بند برای دیسک‌ها و غلتک‌ها به کار می‌رود.

در ضمن در مواقعی برای مصارف خاصی که استحکام ویژه‌ای نیاز باشد، مواد ساییده را بر روی پشت بندهای تسمه‌ای (لاستیکی) یا فلزی می‌چسبانند.

**۳-۱-۴- انواع سنباده از لحاظ تراکم دانه‌ها<sup>۳</sup>:** سنباده‌ها به طور کلی دارای دو پوشش باز و متراکم است که بستگی به فاصله دانه‌ها دارد (شکل ۳-۴). در سنباده‌هایی که فاصله ذرات آن‌ها زیاد است (سنباده با پوشش باز) ذرات ساییده ۵۰ تا ۷۰ درصد سطح کاغذ را می‌پوشانند. فاصله بین ذرات (خلل و فرج) این نوع سنباده دیرتر از سنباده‌های متراکم (با ذرات سنباده شده) پر می‌شود. موارد مصرف سنباده با پوشش باز را می‌توان در پرداخت نهایی چوب‌های سخت و مواد سخت دیگری همچون فولاد، سفال، شیشه و سنگ، هم چنین برای مراحل نهایی پرداخت بعضی از مواد نرم را نام برد.



شکل ۳-۴- سنباده با پوشش باز و متراکم

**۴-۱-۴- انواع سنباده از لحاظ شکل ظاهری و ابعاد:** ورقه‌های ساییده به ابعاد و شکل‌های مختلفی تهیه می‌شوند که متداول‌ترین آن‌ها عبارتند از:

**سنباده صفحه‌ای یا ورقه‌ای<sup>۴</sup>:** این سنباده به صورت ورقه‌های چهارگوش مستطیل شکل

۱- Cloth backed

۲- Fiber backed

۳- Crowd

۴- Sheets and strips

است که مناسب‌ترین اندازه این ورقه‌ها ۲۳. ۲۸ و ۱۴. ۲۸ سانتی متر است. این ورقه‌ها را می‌توان روی ماشین‌های سنباده دستی برقی نصب کرد یا به وسیله دست مورد استفاده قرار داد (شکل ۴-۴).  
**سنباده رولی یا توپی<sup>۱</sup>**: به صورت نوارهایی با عرض‌های مختلف است که طول آن‌ها معمولاً ۵۰ تا ۱۰۰ متر است و به هر اندازه که لازم باشد، می‌توان قطع و استفاده کرد. این نوارها ممکن است به دور خود پیچیده شود (پشت بند کاغذی، شکل ۴-۵) یا به دور یک غلتک فلزی یا پلاستیکی



شکل ۴-۴- سنباده صفحه‌ای



شکل ۴-۵- سنباده رولی با پشت بند کاغذی

سوراخ‌دار پیچیده شود (پشت‌بند پارچه‌ای، شکل ۴-۶).

**سنباده تسمه‌ای یا نواری:** این سنباده به صورت نوارهایی با عرض‌های مختلف<sup>۱</sup> وجود دارد که دو سر آن‌ها (به وسیله چسب یا نخ‌های نامرئی) به هم متصل شده‌اند و برای دستگاه‌های مختلف (سنباده غلتکی و نواری) مورد استفاده قرار می‌گیرند (شکل‌های ۴-۷ و ۴-۸).



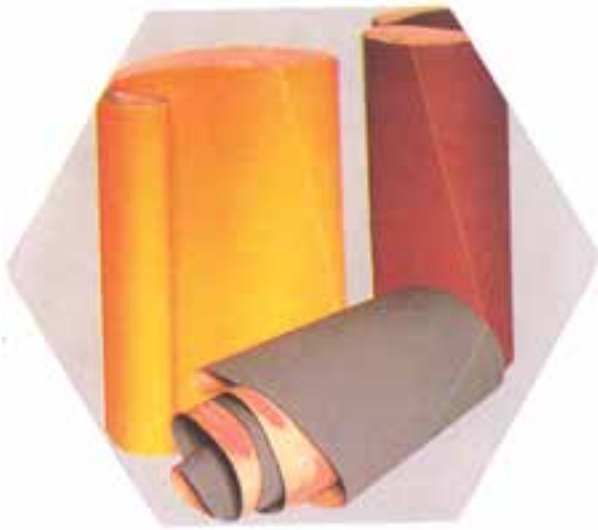
شکل ۴-۶- سنباده رولی با پشت‌بند پارچه‌ای



شکل ۴-۷- سنباده نواری کم‌عرض

۱- این سنباده به صورت نوار کم‌عرض (Endless Abrasive Belts) و نوار پرعرض (Wide Belts) موجود می‌باشد.





شکل ۸-۴- سنباده نواری پر عرض

سنباده دیسکی یا دایره‌ای<sup>۱</sup>: این سنباده به صورت ورقه‌های دایره شکل با قطرهای مختلف است که ممکن است سوراخ‌دار، حلقوی یا ساده باشد. دیسک‌های سنباده را می‌توان به وسیله مواد چسبی با بست‌های مختلفی به دستگاه سنباده زنی (سنباده دیسکی دستی و ماشینی) محکم کرد، و برای پرداخت‌های خشن و سنباده‌کاری قوس‌های مختلف به کار برد. پشت بند این دیسک‌ها ممکن است از کاغذ، پارچه یا الیاف باشد (شکل ۹-۴).



شکل ۹-۴- سنباده دیسکی یا دایره‌ای

سنباده پره‌ای یا ورقه ورقه<sup>۱</sup>: شامل تعدادی ورقه ساینده است که انتهای آن‌ها به هم چسبیده است و حول یک محور متحرک می‌چرخد. این سنباده برای سنباده زدن سطوح قوس‌دار و پروفیل خورده مواد مختلفی از قبیل فولاد، آلومینیم، چوب و پلاستیک به کار می‌رود (شکل ۱۰-۴).



شکل ۱۰-۴- سنباده ورقه ورقه‌ای یا پره‌ای

۵-۱-۴- دانه‌بندی ذرات ساینده: برای اطمینان از یکنواخت بودن عمل ساییدن، دانه‌های ساینده را در اندازه‌های مختلف طبقه‌بندی می‌کنند. اندازه دانه‌ها برحسب شماره الک‌های استاندارد شده (۱۲ تا ۶۰۰ سوراخ در اینچ مربع) که دانه‌ها از آن عبور می‌کنند نامگذاری می‌شوند. بنابراین دانه شماره ۱۲ درشت‌ترین و دانه شماره ۶۰۰ ریزترین ذرات خواهند بود.

ذرات ساینده به دو روش به پشت‌بند چسبانده می‌شود. روش اول به پوشش الکتریکی<sup>۲</sup> موسوم است که ذرات به وسیله دستگاهی مخصوص به صورت یکنواخت به سطح چسب‌دار کاغذ پاشیده می‌شود، به طوری که تیزترین لبه‌های ذرات رو به بالا است. روش دوم که یک روش قدیمی (روش ثقلی) است، در این روش ماشین ذرات را به صورت یکنواخت بر روی سطح کاغذ می‌پاشد ولی احتمال دارد که تیزترین لبه ذرات به سمت بالا نباشد.

۱- Pleated Mops

۲- Electro coating

۶-۱-۴- چسب‌های مورد استفاده در اوراق سنباده: ماده چسباننده یک ورقه ساینده اهمیت زیادی دارد و به شدت بر روی عمل ساییدن تأثیر می‌گذارد. چسبی که برای متصل کردن دانه‌های ساینده به پشت‌بند مورد استفاده قرار می‌گیرد، باید قابلیت انعطاف‌پذیری خوبی داشته باشد که شامل یک چسب پوششی است که به پشت‌بند مالیده می‌شود و یک پوشش دیگر که بعد از چسباندن دانه‌ها باید به پوشش اول اضافه شود. برای تشخیص نوع چسب‌ها رنگ استاندارد شده‌ای به آن اضافه می‌کنند که با توجه به نوع کار (سنباده کاری خشک یا مرطوب) سنباده مورد نیاز خود را انتخاب و مصرف می‌کنند (جدول ۴-۱). متداول‌ترین چسب‌های مورد مصرف در اوراق سنباده عبارتند از: چسب، چسب و پُرکننده، صمغ روی چسب، صمغ روی صمغ و ضدآب که پوشش‌های صمغی محکم‌ترین و مقاوم‌ترین آن‌ها در برابر حرارت است. کاغذ سنباده‌هایی که چسب ضدآب (چسب سیلیسی) دارند برای سنباده کاری‌هایی که باید به صورت مرطوب انجام شود، به کار می‌رود (پوست آب).

جدول ۴-۱- چسب‌های مصرفی در اوراق سنباده

نام فارسی چسب	نام لاتین چسب	حروف اختصاری	رنگ استاندارد به کار برده شده	نوع مصرف
چسب شیشه	Keramische	K	سبز یا صورتی مایل به قرمز	سنباده کاری روی رنگ‌های براق به صورت خشک یا با مواد خنک‌کننده
چسب سیلیسی	Silicate	S	خاکستری روشن	سنباده کاری مرطوب
چسب لاستیکی یا پاکیتی	Baukemit	Bk	سیاه یا قهوه‌ای روشن	سنباده کاری خشک و مرطوب
چسب صمغی	Gummi	P	سیاه یا قهوه‌ای تیره	سنباده کاری خشک و مرطوب

۷-۱-۴- استاندارد و درجه‌بندی سنباده: سنباده براساس ریزی و درشتی ذرات ساینده و تعداد آن‌ها در واحد سطح (اینچ مربع) درجه‌بندی و شماره گذاری می‌شود. برای استاندارد کردن ورقه‌های ساینده علاوه بر شماره استاندارد، لازم است که نوع مواد ساینده و تعداد آن‌ها در واحد سطح، نوع زمینه یا پشت‌بند، ابعاد ورقه ساینده و نوع چسب مصرفی در پشت ورقه‌های ساینده نیز ذکر شود.

۱- پوست آب (Wet grind) نوع دیگری از انواع سنباده‌هاست که ذرات ساینده آن علاوه بر آن که به صورت کاملاً یکنواخت بر روی پشت‌بند چسبیده‌اند، نوک ذرات آن‌ها هم کاملاً در یک سطح قرار دارند. برای این که ذرات سنباده شده فضای بین دانه‌های ساینده را پر نکند، می‌توان در سنباده زدن از آب استفاده کرد. ضمناً از این نوع سنباده مانند سایر سنباده‌ها از شماره زیر تا شماره نرم آن می‌توان استفاده کرد.

درجه بندی سنباده‌ها ممکن است بر اساس سیستم اروپایی، انگلیسی و یا هر دو سیستم صورت گیرد (جدول ۲-۴).

جدول ۲-۴- درجه بندی سنباده

درجه بندی / نوع سیستم	فوق العاده نرم	خیلی نرم	نرم	متوسط	زبر	خیلی زبر	فوق العاده زبر
سیستم اروپایی	۴۰۰-۶۰۰	۲۲۰-۳۸۰	۱۶۰-۲۰۰	۱۲۰-۱۵۰	۸۰-۱۲۰	۴۰-۸۰	۱۲-۳۰
سیستم انگلیسی	/۰۰۰	/۰۰	/۰	۱	F <sub>۱</sub>	F <sub>۲</sub>	F <sub>۳</sub>

در آغاز مراحل سنباده زنی باید به ترتیب از سنباده فوق العاده زبر، خیلی زبر و زبر استفاده کرد و با ادامه کار به تدریج اندازه دانه‌های سنباده کوچک می‌شود و از سنباده‌های متوسط و نرم می‌توان استفاده کرد. در ضمن از سنباده‌های فوق العاده نرم و خیلی نرم می‌توان در مراحل پایانی (رنگ کاری) استفاده کرد.

- برای انتخاب صحیح ورقه‌های ساینده باید کیفیت‌های استاندارد شده زیر را در نظر گرفت:
- لبه‌ی برنده دانه‌ها در یک سطح قرار گرفته باشند تا عمل ساییدن به صورت یکنواخت صورت گیرد و خطوط کمتری در سطح کار ایجاد کند.
  - پراکنش دانه‌ها در همه جا یکنواخت و مشخص باشند.
  - دانه‌های ساینده دارای تیزی یکسان و یکنواخت باشند.
  - پشت‌بند سنباده باید بدون تاخوردگی، موج و چین و چروک باشد.

## ۲-۴- سنگ سنباده

سنگ سنباده از دانه‌های ریز غیرمنتظم با لبه‌های برنده متعدد تشکیل شده است که به وسیله‌ی چسب به هم دیگر محکم شده‌اند و برای تیز کردن ابزارها، ساییدن نقطه جوش‌ها، برش لوله‌ها و پروفیل‌ها، پرداخت و زدودن زنگار فلزات و غیره به کار می‌رود (شکل‌های ۱۱-۴ و ۱۲-۴).

۲-۴-۱- دانه‌های ساینده در سنگ سنباده: دانه‌های ساینده در سنگ سنباده نیز مواد سختی هستند که قابلیت بریدن یا ساییدن مواد دیگر را دارند و ممکن است به صورت طبیعی یا مصنوعی در دسترس قرار گیرند (شکل ۱۳-۴). ماسه کوارتز، سنگ لعل و الماس تنها ساینده‌های

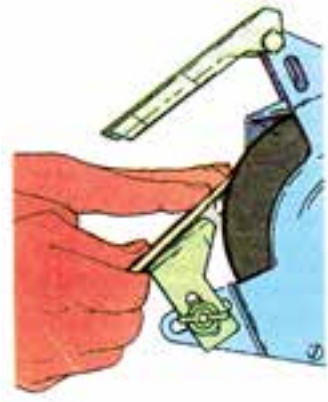
تیز کردن افزارها	سنگ زدن قطعات
------------------	---------------



شکل ۱۱-۴ نمونه‌هایی از کارهای سنگ‌زنی



شکل ۱۳-۴ دانه‌های ساینده



شکل ۱۲-۴ تیز کردن ابزار با سنگ سنباده

طبیعی هستند که هنوز اهمیت تجاری دارند. در این ارتباط مواد ساینده مصنوعی (از سال ۱۸۹۱) نیز جای خود را در این صنعت باز کرده است. از آن جمله می‌توان موادی از قبیل انواع کروندها (اُول کروند)، کربور سیلیسیم (کربوراندوم)، نیتروبرن، اسپینل، پامیس و الماس مصنوعی را نیز نام برد که مهم‌ترین آن‌ها اکسید آلومینیم، سیلیسیم کاربید و الماس است.

**سیلیسیم کاربید (SiC):** ماده‌ای به رنگ سیاه شفاف تا سبز روشن است و درجه سختی آن حدود ۹/۷۵ مو است. ذرات این ماده برای سنگ‌زنی فلزات سخت و شکننده مانند چدن‌های سخت، شیشه، سرامیک و نیز برای براده‌برداری از مواد نرم مانند آلیاژ مس و فلزات سبک مناسب است.

**اکسید آلومینیم یا آلومین (A):** دارای رنگ قهوه‌ای شفاف تا صورتی روشن است و در سنگ‌زنی فولادهای تُندبُر و فولادهای ابزار سخت شده و خام استفاده می‌شود.

نیتروبرن: ساینده نسبتاً جدیدی است که از کربور سیلیسیم و اکسید آلومینیم سخت‌تر است و

با این که به میزان قابل توجهی از فولاد نرم تر است، برای سنگ زنی انواع خاصی از فولادهای ابزار و قالب‌سازی نیز مناسب است.

**اسپینل ( $MgAl_2O_4$ ):** این سنگ به علت سختی زیاد (حدود ۸ مو) و خاصیت غیرقابل گداختن در تهیه سنگ‌های سنباده به کار می‌رود و نوع شفاف و زیبای آن به عنوان سنگ‌های زینتی به کار می‌رود. از انواع آن می‌توان اسپینل باقوتی رنگ که به عنوان سنگ‌های قیمتی است، نام برد. **پامیس:** یکی از سنگ‌های شیشه‌ای آتش‌فشانی است که ممکن است در اثر نشست مواد خاکستر آتش‌فشانی به وجود آمده باشد. این سنگ بسیار متخلخل و دارای سختی برابر ۵/۵ تا ۶ مو است و به عنوان ماده ساینده برای صیقل دادن ظروف و قطعات فلزات و غیره به کار می‌رود. **الماس<sup>۱</sup>:** به صورت طبیعی و مصنوعی نیز وجود دارد و تقریباً سخت‌ترین ماده است (سختی برابر ۱۰ مو). الماس‌های مصنوعی ظاهراً قدری تردتر هستند، لذا سریع‌تر می‌برند و کمتر گرم می‌شوند. از ذرات الماس برای سنگ‌زنی ظریف و تیز کردن ابزارهای تراش‌سرامیکی و کربور و هم‌چنین برای تیز کردن و اصلاح سنگ سنباده‌های دیگر استفاده می‌شود.

**۲-۲-۴- چسب مصرفی در سنگ سنباده:** این چسب‌ها وظیفه دارند که دانه‌ها را به هم متصل و فرم سنگ را حفظ کنند؛ و تا زمانی که ذرات ساینده تیز هستند، روی بدنه سنگ نگه دارند. ماده چسبیده باید به محض کُند شدن دانه‌ها، آن‌ها را آزاد کند و امکان ظاهر شدن دانه‌های دیگر را فراهم کند و تعیین‌کننده انعطاف‌پذیری و صلابت سنگ سنباده نیز باشد. مهم‌ترین چسب‌های مورد مصرف در سنگ سنباده عبارتند از:

- |                             |                                       |
|-----------------------------|---------------------------------------|
| (Vitrified bond)            | چسب سرامیکی <sup>۲</sup> با علامت (V) |
| (Silicate bond)             | چسب سیلیسی با علامت (S)               |
| (Elastic, or, shellac bond) | چسب شلاک‌دار یا الاستیک (E)           |
| (Rubber bond)               | چسب لاستیکی <sup>۳</sup> با علامت (R) |
| (Vulcanized bond)           | چسب لاستیکی سولفور <sup>۴</sup> (RS)  |

۱- Diamond

۲- چسب‌های سرامیکی به نام‌های چسب شیشه‌ای و چسب‌های متبلور (براق و بی‌رنگ) نیز گفته می‌شود و از مخلوط آسیاب شده فلدسپات، کائولن (خاک چینی)، کوارتز، خاک رس و آب تشکیل می‌شود.

۳- چسب‌های لاستیکی ممکن است از لاستیک طبیعی (لاتکس) و یا از لاستیک‌های مصنوعی تهیه شود.

۴- چسب‌های لاستیکی سولفور از افزودن مقداری گوگرد و مواد سخت‌کننده دیگر به لاستیک طبیعی یا لاستیک مصنوعی تهیه می‌شود.

– چسب پلاستیک با علامت (P) (Plastic bond)

– چسب صمغ دار مصنوعی یا رزین (RB) (Resinoid bond)

– چسب اکسی کلرور با علامت (O) (Oxychloride bond)

### ۳-۲-۴- انواع سنگ سنباده از لحاظ چسب مصرفی:

**سنگ سنباده با چسب سرامیکی:** این سنگ سنباده‌ها متخلخل و در مقابل آب، روغن و حرارت زیاد مقاوم، ولی غیرالاستیک، سخت و شکننده‌اند. بدین جهت در مقابل ضربه و فشار حساس هستند. از این نوع سنگ‌ها می‌توان برای کارهای سنگ‌زنی دقیق به صورت خشک و تر استفاده کرد و حدود ۶۰ تا ۷۵ درصد از مجموع کارخانه‌های تولید سنگ سنباده از این چسب استفاده می‌کنند.

**سنگ سنباده با چسب‌های سیلیسی:** در این نوع سنگ سنباده از سیلیکات سدیم ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ) یا سیلیکات پتاسیم ( $\text{K}_2\text{SiO}_3$ ) که به مایع شیشه معروف‌اند و ضدآب<sup>۱</sup> نیز هستند، به عنوان ماده چسبنده استفاده می‌شود. این سنگ سنباده به اندازه سنگ سنباده سرامیکی محکم نیست و دانه‌های ساینده آن به راحتی از هم جدا می‌شوند، در نتیجه سنگ سنباده سریع‌تر ساییده می‌شود و کمتر گرما تولید می‌کند. سنگ سنباده‌های سیلیسی برای صیقل دادن و سنگ زدن ابزارهای لبه تیز و مواردی که گرما باید به حداقل ممکنه تقلیل یابد، به کار می‌رود. یکی دیگر از موارد استفاده سنگ سنباده‌های سیلیسی مواقعی است که ساخت نوعی از آن با قطر خیلی بزرگ‌تر از انواع کوچک و معمولی مطرح باشد، چون این سنگ‌ها را تا قطر ۱۸۰ سانتی متر نیز می‌توان ساخت.

**سنگ سنباده با چسب شلاک دار یا الاستیک:** این سنگ سنباده قابل تغییر شکل یا الاستیک است (چسب به کار رفته در این سنگ سنباده بر اثر گرمای تولید شده نرم و حالت ارتجاعی پیدا می‌کند) و برای سنگ زدن و صیقل کاری قطعاتی که نیازمند جلاکاری نهایی باشند، به کار می‌رود و یا برای ایجاد شکاف و شیار در سطح کار و یا قطع کردن آن‌ها می‌تواند کاربرد داشته باشد (شکل ۱۴-۴).

**سنگ سنباده با چسب‌های لاستیکی:** این سنگ سنباده دارای ساختمانی متراکم که سمیع و الاستیکی است و در مقابل ضربه و فشار مقاوم‌اند، ولی در مقابل حرارت حساسیت زیادی دارند. از این سنگ برای قطع زایده‌های ریخته‌گری و در جاهایی که پرداخت و مرغوبیت لبه‌های برش به عنوان مهم‌ترین عامل مورد نظر است، به کار می‌رود.

۱- Water proof



شکل ۱۴-۴- سنگ سنباده با چسب شلاک دار

**سنگ سنباده با چسب لاستیکی سولفور:** این سنگ سنباده با افزودن مقداری گوگرد و دیگر مواد سخت کننده، چسب آن ولکانیزه<sup>۱</sup> و سخت می شود و دارای خواصی شبیه سنگ سنباده های لاستیکی است و بیشتر در کارهای مشابه آن ها استفاده می شود.

**سنگ سنباده با چسب صمغ دار یا رزینی:** در این نوع سنگ سنباده ذرات ساینده را با پودر صمغ و چسب فنل فرمالدئید مخلوط می کنند، این سنگ سنباده خیلی محکم و دارای خاصیت ارتجاعی خوبی نیز است. با توجه به این خاصیت می توان در مواردی که نیاز به انواعی از آن ها با پروفیل نازک و تیز باشد، به کار برد. موارد استفاده دیگر این سنگ ها را می توان در تیز کردن دندان های اره و هم چنین سنگ زدن ابزارآلات نام برد.

**سنگ سنباده با چسب اکسی کلرور:** چسبی که برای ساختمان این گونه سنگ سنباده ها به کار می رود، محتوی کربنات منیزیم طبیعی است و برای سنگ زدن و صیقلی کردن سطوح و صفحات مستوی است. در مواردی که بخواهند سنگ سنباده های خیلی بزرگ بسازند، آن ها را به شکل تکه های مجزا از یک دیگر می سازند و بر روی بدنه فولادی سوار می کنند (شکل ۱۵-۴).

۴-۲-۴- انواع سنگ سنباده از لحاظ اندازه، شکل ظاهری، فرم لبه ها و نوع کاربرد آن ها: شکل ظاهری سنگ های سنباده توسط اتحادیه تولید کنندگان سنگ سنباده استاندارد می شود،

۱- کلیه ترکیبات سولفوردار (ترکیب شده با گوگرد) را ولکانیزه گویند.



که رایج‌ترین آن‌ها عبارتند از:

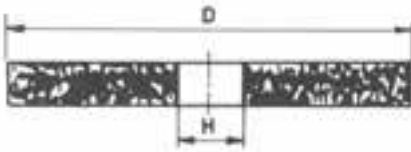
سنگ سنباده تخت یا مستقیم: (شکل ۴-۱۶).

سنگ سنباده استوانه‌ای: برای سنگ زدن سطوح داخلی و خارجی و سطوح تخت به کار می‌رود (شکل ۴-۱۷).

سنگ سنباده توگود یک طرفه: برای سنگ‌زنی به وسیله این سنگ می‌توان از محیط و سطح سنگ سنباده استفاده کرد. این سنگ مخصوصاً برای کارهایی که سطوح بریده بریده دارند، خیلی مناسب است (شکل ۴-۱۸).

سنگ سنباده توگود دو طرفه: (شکل ۴-۱۹).

سنگ سنباده شیب‌دار: این سنگ‌ها برای تیز کردن ابزارهایی مانند تیغ رنده و آره الماسه به کار می‌روند (شکل ۴-۲۰).



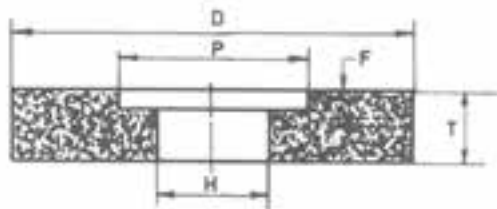
شکل ۴-۱۶ - سنگ سنباده تخت



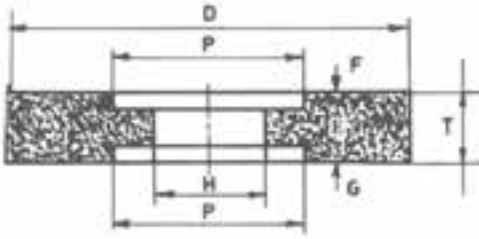
شکل ۴-۱۵ - سنگ سنباده تکه‌ای



شکل ۴-۱۷ - سنگ سنباده استوانه‌ای

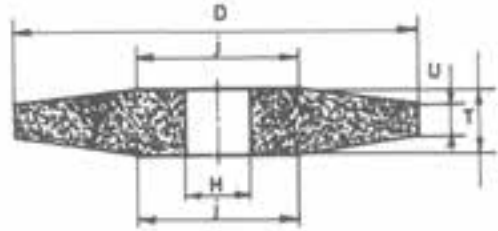


شکل ۴-۱۸ - سنگ سنباده توگود یک طرفه

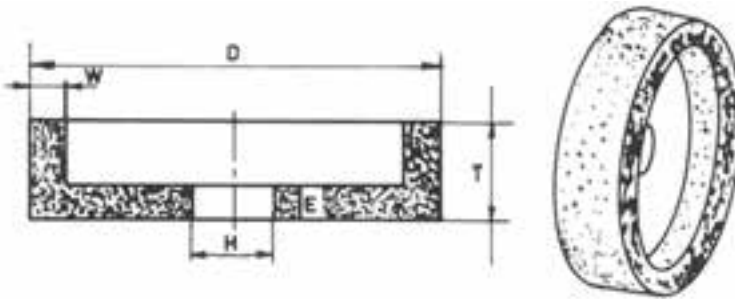


شکل ۱۹-۴- سنگ سنباده توگود دوطرفه

شکل ۲۰-۴- سنگ سنباده شیب‌دار



سنگ سنباده استکانی مستقیم یا سنگ کوزه‌ای: از این سنگ می‌توان برای سنگ‌زنی سطوح تخت و نیز سنگ‌زنی دستی استفاده کرد (شکل ۲۱-۴).



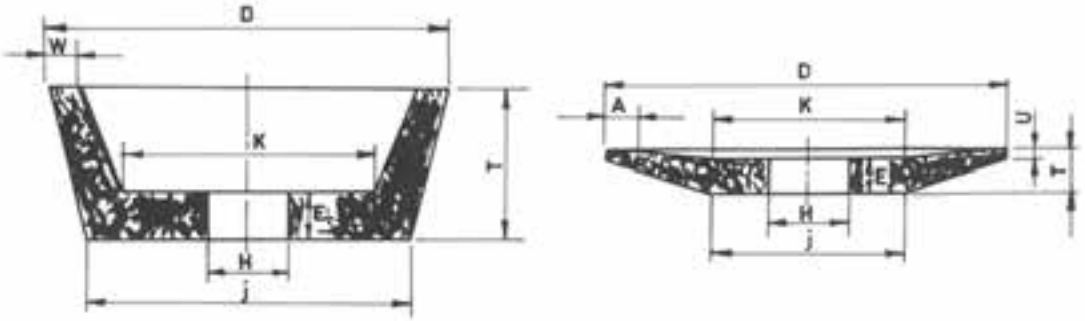
شکل ۲۱-۴- سنگ سنباده استکانی مستقیم

سنگ سنباده استکانی دهان‌گشاد: برای تیز کردن ابزار به کار می‌رود (شکل ۲۲-۴).  
سنگ سنباده بشقابی یا سنگ ابزار تیزکنی: برای سنگ‌زدن ابزارهای تراش (تیغ فرز پشت تراشیده شده) و تیغ اژه استفاده می‌شود (شکل ۲۳-۴).

سنگ فرم‌دار: که با پروفیل‌های مختلف برای انواع کارهای سنگ‌زنی، پروفیل‌زدن و برش به کار می‌رود (شکل ۲۴-۴).

سنگ زگمنت: که برای سنگ‌زدن سطوح بزرگ قطعات به کار می‌روند. زگمنت‌ها (قطعات

قوس دار سنگ) روی صفحه گرد محکم شده اند. این سنگ‌ها برای سطوح بهن و یکسره مفیدند؛ دلیل آن هم این است که از فضاهای خالی بین قطعات سنگ برای عبور و جریان مایع خنک کننده و هم چنین براده‌های برداشته شده نهایت استفاده به عمل می‌آید (شکل ۲۵-۴).



شکل ۲۲-۴- سنگ سنباده استکانی دهان گشاد



شکل ۲۳-۴- سنگ سنباده بشقابی



شکل ۲۵-۴- سنگ زگمنت



شکل ۲۴-۴- سنگ فرم‌دار

**سنگ سنباده دیسکی<sup>۱</sup>:** این سنگ سنباده به نام‌ها و اصطلاحات مختلفی از قبیل سنگ سنباده فلنچی، سنگ سنباده قطاعی و دیسک‌های سوراخ‌دار و بدون سوراخ به کار می‌رود. از سنگ سنباده دیسکی عموماً در کارهای تولید قطعات اتومبیل، سرامیک‌سازی، چاقو و ابزارسازی و هم‌چنین در صنایع بلبرینگ و یاتاقان‌سازی می‌توان استفاده کرد (شکل ۲۶-۴).

**سنگ سنباده فیبری (سنگ برش):** برای برش قطعاتی از جنس فولادهای سخت و نرم، چدن، آلومینیم، برنج، روی و نیکل تا ضخامت حدود ۶۰ میلی‌متر در زمان کم و با صافی زیاد می‌توان از این سنگ‌ها استفاده کرد. ذرات این سنگ (سیلیسیم کاربید و اکسید آلومینیم) با چسب باکلیت چسبانده می‌شود، قطر این سنگ‌ها تا ۴۴° و ضخامت آن‌ها به ۳/۲ میلی‌متر می‌رسد (شکل ۲۷-۴).

**سنگ سنباده الماسه:** این سنگ از بدنه فلزی تشکیل شده است که حلقه‌ی سنگ سنباده با دانه‌های الماسی را حمل می‌کند. دانه‌الماس اغلب به وسیله چسب فنل یا آلیاژ سنتز<sup>۲</sup> مس و قلع در حلقه سنگ اتصال داده می‌شود و برای تیز کردن تیغ‌های رنده، ااره مجموعه‌ای و ااره نواری (دندان‌های الماسه‌دار) استفاده می‌شود (شکل ۲۸-۴).

**سنگ صیقل یا سنگ نفت<sup>۳</sup>:** دانه‌های ساینده این سنگ ممکن است یکنواخت باشد یا این



شکل ۲۷-۴- سنگ برش



شکل ۲۶-۴- سنگ سنباده دیسکی

۱- Crown flex grinding discs

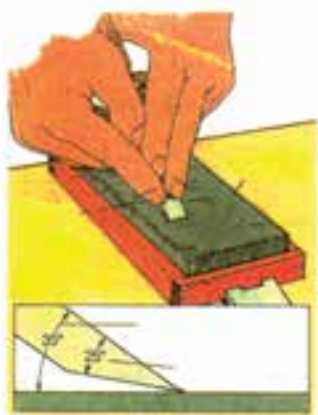
۲- سنتز به معنی دست ساخت و مصنوعی

۳- Oil stone



شکل ۲۸-۴- سنگ الماسه

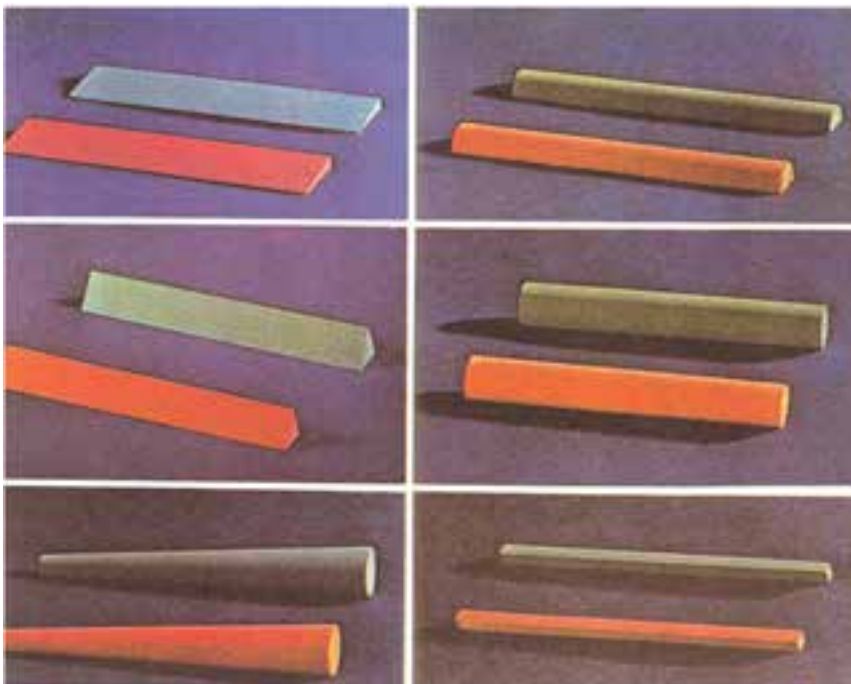
که یک طرفشان زبر و طرف دیگر آن نرم باشد و باید همراه با به کارگیری روغن رقیق یا نفت استفاده شوند (شکل های ۲۹-۴ و ۳۰-۴). این کار قابلیت برندگی سنگ را افزایش می دهد و از کند شدن سنگ در اثر تماس با ذرات فلزی جلوگیری به عمل می آورد. برای تیز کردن ابزار می توان از انواع متعدد سنگ های لغزشی مخروطی که از یک طرف مقعر و از طرف دیگر محدب باشد، استفاده کرد. سنگ های میله ای یا مفتولی: این سنگ برای سنگ زدن ابزار و قطعات فرم دار مقعر و محدب استفاده می شود (شکل ۳۱-۴).



شکل ۳۰-۴- تیز کردن تیغ ابزار با سنگ نفت



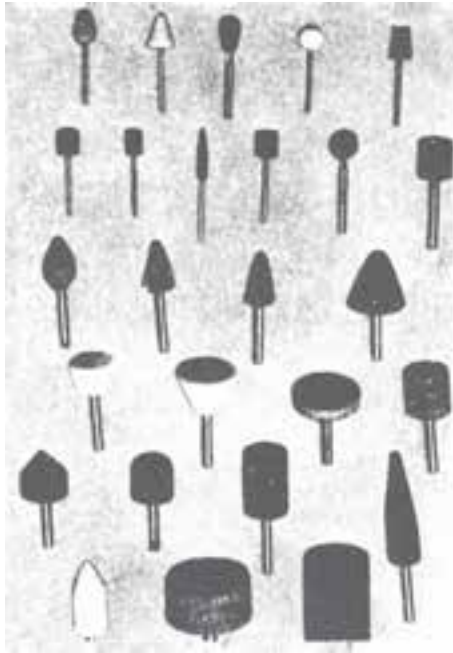
شکل ۲۹-۴- سنگ نفت



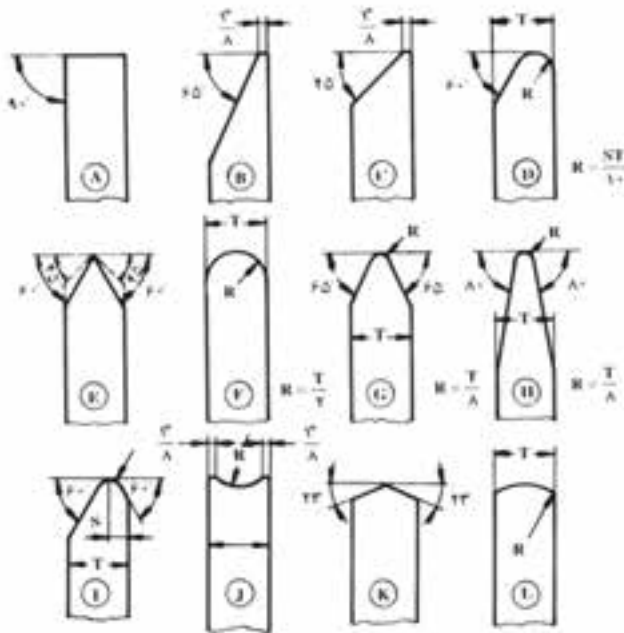
شکل ۳۱-۴- سنگ میله‌ای

**سنگ انگستی (سنگ‌های محوری)<sup>۱</sup>:** سنگ سنباده‌هایی کوچک با اشکال مختلف (استوانه‌ای، استوانه‌ای تخت، استوانه‌ای تیز، مخروطی و کروی) هستند که به‌طور دائمی بر روی میله‌های فلزی نصب می‌شوند تا بتوان آن‌ها را بر روی دستگاه‌های سنباده دستی برقی (خرطومی) و دریل‌های قابل حمل با دور زیاد بست. این سنگ‌ها برای صاف کردن لبه‌های تیز و پرداخت قطعات قالب‌گیری شده به کار می‌روند که چند نمونه از آن‌ها را در شکل (۳۲-۴) می‌توان مشاهده کرد. در بسیاری از موارد نیز لازم است لبه‌های سنگ سنباده دارای فرم‌های معینی باشد تا بتواند کاری که از آن انتظار داریم، انجام دهد. شکل و فرم لبه‌ی سنگ سنباده‌های تخت بسیار متنوع است. مانند سنگ سنباده صاف (A)، سنگ سنباده یک طرف پخ خورده (B)، سنگ سنباده یک طرف پخ خورده و گرد شده (D)، سنگ سنباده دو طرف شیب‌دار (E)، سنگ سنباده‌های نیم‌گرد محدب و مقعر (L)، (F، J) (شکل ۳۳-۴).

۱- Mounted wheel



شکل ۳۲-۴- سنگ انگشتی



شکل ۳۳-۴- لبه‌های استاندارد سنگ سنباده‌های تخت

۴-۲-۵- دانه بندی ذرات ساییده: ذرات ساییده پس از عبور از الک های استاندارد از لحاظ ریزی و درشتی دسته بندی و شماره گذاری می شود. شماره هر نوع دانه بندی بر طبق قرارداد عبارت است از تعداد سوراخ های موجود در یک اینچ مربع الکی که دانه ها از آن عبور کرده اند. چنان چه ابعاد دانه ها فوق العاده کوچک (گرد مانند) باشند از الک های بادی یا از روش شستن بهره گیری می کنند (جدول ۳-۴).

جدول ۳-۴- نمودار دانه بندی ذرات سنگ سنباده

شماره	گروه بندی	تعداد سوراخ های موجود در طول یک اینچ الک
۱	درشت Coarse	۱۰، ۱۲، ۱۴، ۱۶، ۲۰، ۲۴
۲	متوسط Medium	۳۰، ۳۶، ۴۶، ۵۴، ۶۰
۳	ریز یا ظریف Fine	۷۰، ۸۰، ۹۰، ۱۰۰، ۱۲۰، ۱۵۰، ۱۸۰
۴	خیلی ظریف Very Fine	۲۲۰، ۲۴۰، ۲۸۰، ۳۲۰، ۴۰۰، ۵۰۰، ۶۰۰

سنگ سنباده هایی که دانه بندی درشت داشته باشند، دارای قدرت زیاد هستند و سطح کار ساییده شده به وسیله آن ها زبر و خشن است. قدرت سنگ سنباده های دانه ریز کم است ولی سطح کار را کاملاً صاف و صیقلی می کند.

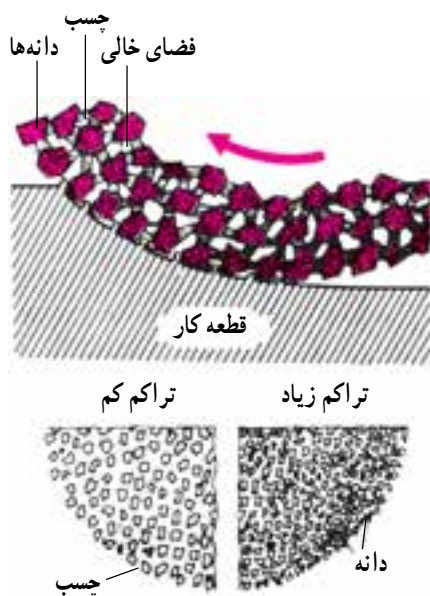
۴-۲-۶- سختی سنگ سنباده<sup>۱</sup>: سختی سنگ های سنباده به سختی دانه های آن بستگی ندارد، بلکه به استحکام ماده چسبنده و نیروی پرسی که دانه ها را به هم پیوند می دهد، مربوط می شود، و هرگاه بتوان با نیروی کمی دانه های کُند و ساییده شده سنگ را جدا کرد، در اصطلاح به آن سنگ سنباده نرم گفته می شود. از این لحاظ سنگ سنباده های نرم را برای فلزات سخت و سنگ سنباده زبر را برای فلزات نرم به کار می برند. سختی سنگ سنباده را با حروف انگلیسی از A تا Z نشان می دهند که A فوق العاده نرم و Z فوق العاده سخت است. معمولاً سنگ های با درجه سختی J تا M و دانه بندی از ۳۰ تا ۱۲۰ مورد مصرف بیشتری دارد (جدول ۴-۴).

جدول ۴-۴- درجه سختی سنگ سنباده

فوق العاده نرم	خیلی نرم	نرم	متوسط	سخت	خیلی سخت	فوق العاده سخت
A, B, C, D	E, F, G	H, I, J, K	L, M, N, O	P, Q, R, S	T, U, V, W	X, Y, Z



۴-۲-۷- شبکه‌بندی یا ساختار سنگ سنباده: مجموعه‌ای از دانه‌های ساینده، چسب و فضای بین آن‌ها در واحد سطح را ساختار سنگ سنباده می‌نامند. هرچه تعداد دانه‌ها بیشتر باشد، سنگ درجه زیاده‌تری دارد و طبیعتاً صاف‌تر (ظریف‌تر) است و هرچه تعداد دانه‌ها کمتر باشد، یعنی دانه‌ها درشت‌تر و فواصل بین آن‌ها زیاد باشد، سنگ درجه کمتری دارد؛ یا به عبارت دیگر، زبر و خشن است (شکل ۴-۳۴).



شکل ۴-۳۴- ساختار سنگ سنباده

نوع شبکه‌بندی را با اعداد صفر تا چهارده تعیین می‌کنند که عدد صفر نشان دهنده‌ی تراکم زیاد و عدد چهارده نشانه‌ی زبری و درشتی زیاد (شبکه باز) است (جدول ۴-۵).

جدول ۴-۵- شبکه‌بندی سنگ سنباده

خیلی متراکم	متراکم	متوسط	باز	خیلی باز
۰، ۱، ۲	۳، ۴، ۵	۶، ۷، ۸	۹، ۱۰، ۱۱	۱۲، ۱۳، ۱۴

سنگ سنباده‌های درشت (شبکه باز) دارای مواد چسبی زیاد و خلل و فرج بزرگ‌تری است

و برای سنگ زنی های خشن قطعات نرم و قطعاتی که براده های طولی تولید می کنند، به کار می رود. سنگ سنباده های نرم (با شبکه بندی متراکم) برای ظریف کاری به کار می رود و برای براده برداری از قطعات سخت استفاده می شود.

**۸-۲-۴- علایم استاندارد برای شناسایی سنگ سنباده:** برای استاندارد کردن سنگ سنباده یک سیستم علایم مخصوصی توسط تولیدکنندگان آنها وضع شده است که بر مبنای خواص و مشخصات مواد تشکیل دهنده آنهاست. اغلب سنگ های سنباده را طبق قراردادی که توسط مؤسسه ملی استاندارد امریکا<sup>۱</sup> وضع شده است، نامگذاری می کنند. در این سیستم نامگذاری علاوه بر اندازه و شماره استاندارد سنگ، بایستی نوع مواد ساینده، ابعاد و اندازه دانه ها، نوع شبکه بندی، نوع چسب مصرفی و میزان سختی آن روی پلاک سنگ سنباده درج شود. مثلاً علامت شناسایی یک عدد سنگ سنباده با استاندارد آلمان که قطر خارجی ۲۰۰، ضخامت ۲۰ و قطر سوراخ میانی ۶۰ میلی متر با دانه هایی از جنس سیلیسیم کاربید (SiC) و دانه بندی ۱۰۰ و درجه سختی H (نرم) و شبکه بندی متوسط (۴) و چسبی از نوع سرامیک، به صورت زیر درج می شود.

۲۰۰. ۲۰. ۶۰ DIN ۶۹۱۲۰ SiC ۱۰۰H۴V۲۳

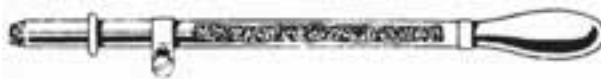
عدد بعد از V (۲۳) نشانگر این است که در بعضی موارد کارخانه سازنده سنگ های سنباده از بعضی لحاظ (مثلاً ابعاد و غیره) بخواهد انواع محصولاتی که از یک جنس می سازد طبقه بندی و متمایز کند.

**۹-۲-۴- انتخاب سنگ های سنباده:** انتخاب صحیح سنگ های سنباده باید با توجه به سختی و نرمی و صافی مورد نظر قطعه کار، قوس تماس بین قطعه کار و سنگ، دانه بندی، چسب و شبکه بندی سنگ انجام گیرد. از سنگ های دانه درشت برای پیش سنگ زنی قطعات بزرگ و از سنگ های دانه ریز برای ظریف کاری و سنگ زنی های فرم دار استفاده می شود. برای تیز کردن ابزارهایی از قبیل تیغ رنده های ماشین کف رند، گندگی و فرز از سنگ هایی از جنس کروند که دانه بندی و سختی متوسطی دارند، استفاده می شود و ابزارهایی را که از جنس فلزات سخت هستند، مانند دندانه های الماسه اژه گرد، با سنگ های سیلیسیم کاربید تیز می کنند.

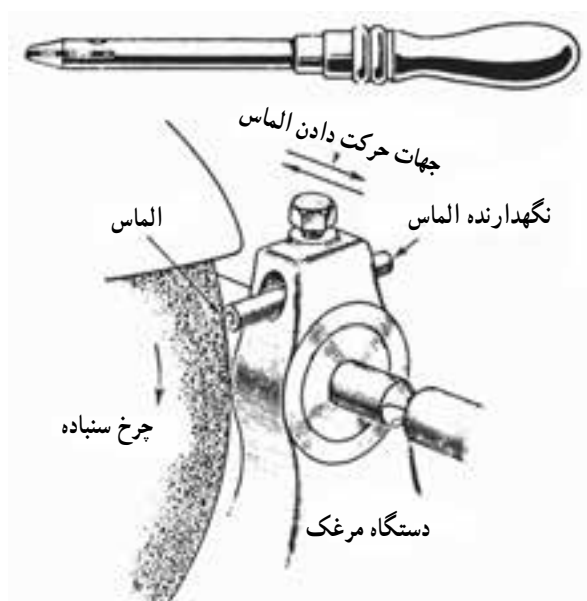
با انتخاب صحیح سنگ های سنباده نسبت به جنس قطعه کار و نوع عملیات انجام شده از پر شدن خلل و فرج سنگ و استهلاک سریع سنگ جلوگیری می شود و مشخصات فنی مورد نظر در روی قطعه به خوبی قابل اجراست.

۱- American National Standards Institute (ANSI)

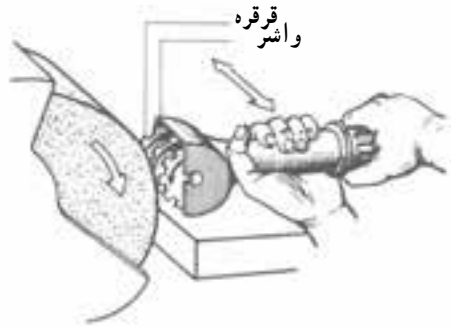
۱۰-۲-۴- اصلاح سنگ سنباده: برای به دست آوردن لبه‌های برنده تیز، خالی کردن خلل و فرج سنگ، از بین بردن لنگی محیط سنگ و اصلاح فرم سنگ یا ایجاد فرم جدید می‌توان از انواع وسایل اصلاح کننده سنگ سنباده استفاده کرد. متداول‌ترین این وسایل عبارتند از: سنگ تیزکن به فرم لوله‌ای پر شده از پودر الماس و کربور تنگستن (شکل ۴-۳۵)، سنگ تیزکن با نوک الماس (شکل ۴-۳۶)، سنگ تیزکن با چرخ‌های فولادی دندانه‌دار (شکل ۴-۳۷) که با فشار دادن آن‌ها روی سنگ سنباده در حال دوران، سطح سنگ صاف و تمیز می‌شود. برای اصلاح و تیز کردن دقیق سنگ‌های فرم‌دار می‌توان از غلتک‌ها و شمش‌های اصلاح کننده که توسط ماشین هدایت می‌شوند، استفاده کرد (شکل ۴-۳۸).



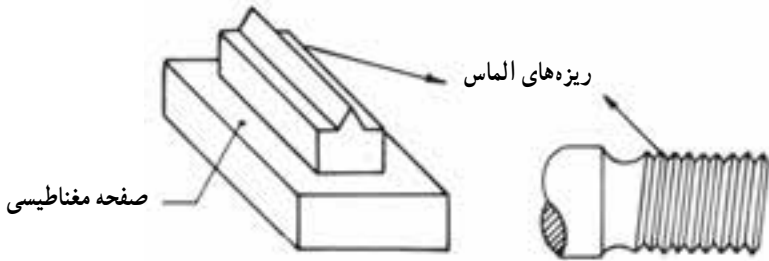
شکل ۴-۳۵- سنگ تیزکن با فرم لوله‌ای پر شده از پودر الماس و کربور تنگستن



شکل ۴-۳۶- سنگ تیزکن با نوک الماس (دستی و ماشینی)



شکل ۳۷-۴- سنگ تیزکن با چرخ‌های فولادی دندانه‌دار



شکل ۳۸-۴- غلتک و شمش اصلاح کننده سنگ سنباده

- ۱- اوراق سنباده را تعریف کنید.
- ۲- مواد اولیه (دانه ساینده) در ورقه‌های ساینده و سنگ سنباده را نام ببرید.
- ۳- ورقه‌های ساینده را از لحاظ نوع پشت‌بند و شکل ظاهری دسته‌بندی و موارد مصرف آن‌ها را بنویسید.
- ۴- علایم درج شده در پشت ورقه‌های ساینده نشانگر چیست؟
- ۵- سنگ سنباده را تعریف کنید.
- ۶- انواع سنگ سنباده از لحاظ چسب مصرفی (با علایم اختصاری) و موارد مصرف آن‌ها را توضیح دهید.
- ۷- با توجه به چه عواملی باید سنگ سنباده مناسب را انتخاب کرد؟
- ۸- انواع اصلاح‌کننده‌های سنگ سنباده را نام ببرید.