

## پودمان ۳

### انتخاب مواد مهندسی



## واحد یادگیری ۳

### انتخاب مواد مهندسی

#### مقدمه

دنیای اطراف ما مملو است از اشیایی که هر کدام از ماده ای خاص ساخته شده اند. هر ماده به سبب ویژگی هایش کاربردهای خاصی نیز دارد. در این پودمان پس از معرفی مفهوم مواد مهندسی و انواع مواد فلزی، خصوصیات و کاربردهای آنها را بررسی می کنیم.

#### آیا تا به حال پی برده اید؟

- فلزات دارای رسانایی الکتریکی مطلوبی هستند و از آنها در ساخت هادی های جریان الکتریسیته استفاده می شود؟
- فلزات دارای شکل پذیری مطلوبی هستند و از آنها اشکال متنوع و پیچیده ای ساخته می شود؟
- فلزات دارای دامنه گسترده ای از خواص هستند مثلاً برخی از آن ها بسیار نرم و برخی بسیار سخت هستند؟ برخی بسیار سبک و برخی سنگین هستند؟

#### انتخاب مواد مهندسی

هدف از این واحد یادگیری آشنایی با مواد مهندسی، انواع و کاربردهای آنهاست. در این بخش هنجارها با تعریف و خواص مواد مهندسی، آلیاژهای فلزی، استانداردهای فولاد، نام گذاری آنها، خواص و زمینه های کاربردهای آنها آشنا می شود. اطراف ما مملو از اشیای گوناگون است که هر یک شکل و کاربردهای متفاوتی دارند. هر کدام از این اشیاء از مواد مختلفی ساخته شده اند که دلیل آن ویژگی های متفاوت مواد با یکدیگر است.

تمرین



برای ساخت اشیای زیر کدام جنسی را پیشنهاد می کنید؟ علت آن را شرح دهید.

الف- تیر دروازه فوتبال

ب- تور دروازه فوتبال

پ- توپ فوتبال

آیا مواد پیشنهادی برای هر گزینه را می توان برای گزینه های دیگر به کار برد؟

به تصاویر نگاه کنید و بگویید هر کدام از محصولات زیر از چه موادی ساخته شده اند؟



پ



ب



الف



ج



ث



ت

شکل ۱: مصنوعات مختلف

به نظر شما ماده اولیه کدام یک از محصولات فوق جاندار و کدام یک غیر جاندار بوده است؟



با کدام یک از موارد زیر می‌توانید یک شیء بسازید؟



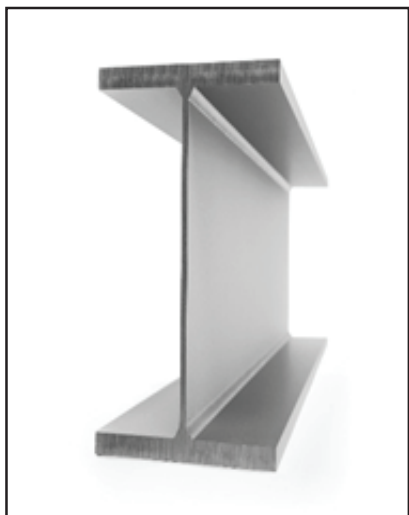
پ



ب



الف



ج



ث



ت

شکل ۲: مواد

دلیل انتخاب یا عدم انتخاب خود را بگویید.

نکته



تمرین



هر ماده ای که با کمک آن بتوانید یک شیء بسازید ماده مهندسی گفته می‌شود.

با توجه به فعالیت‌های قبل آیا می‌توانید ویژگی‌هایی برای **مواد مهندسی** نام ببرید؟

## خواص مواد مهندسی

هر ماده ای به دلیل ویژگی‌هایی که دارد انتخاب شده و مورد استفاده قرار می‌گیرد. مواد دارای سه ویژگی هستند که عبارت است از:

**الف) خواص فیزیکی:** به خصوصیات ذاتی از ماده مانند هدایت حرارتی، چگالی، رنگ و ... خواص فیزیکی گویند.

**ب) خواص مکانیکی:** به ویژگی‌هایی از ماده گفته می‌شود که نشان دهنده رفتار مواد حین اعمال نیرو می‌باشد. مانند استحکام و انعطاف پذیری.

**ج) خواص شیمیایی:** به رفتار مواد حین قرارگیری در واکنش‌های شیمیایی گویند. مانند زنگ زدن آهن در مجاورت هوا که عدد اکسایش آن با آلومینیم متفاوت است. در جداول صفحات بعد برخی از خصوصیات مواد به همراه تعاریف آنها آمده است.

جدول ۱: خصوصیات مواد

جنس	مثال	تعریف	چندمثال	خاصیت
			نام	
فولاد زنگ نزن		نسبت انعکاس نور به نور جذب شده	براقیت نوری	فیزیکی
آلومینیم		شدت گرمای منتقل شده از واحد سطح ماده در واحد زمان	هدایت گرمایی	
فولاد زنگ نزن	 (المنت)	افزایش واحد طول، سطح یا حجم ماده نسبت به واحد دما	انبساط گرمایی	
مس فولاد	 (ترموستات)			
آلومینیم	 (سینک حرارتی بردهای الکترونیکی)	انرژی مورد نیاز واحد جرم ماده به واحد دما	ظرفیت گرمایی ویژه	
مس خالص (مغز سیم)		میزان شدت جریان الکتریکی عبوری از واحد سطح ماده	هدایت الکتریکی	
پلیمر (پوسته سیم)				



فولاد		مقاومت در برابر تغییر شکل هنگام اعمال نیرو	استحکام	مکانیکی
فولاد		۱- مقاومت ماده در برابر ساییده شدن  ۲- مقاومت ماده در برابر فرو رفتن عامل خارجی	سختی	
فولاد آلیاژی		مقاومت ماده در برابر شکست هنگام اعمال ضربه	چقرمگی	
فولاد زنگ نزن		سهولت ایجاد تغییر شکل در ماده	شکل پذیری	
آلومینیم				
برنج		مقاومت ماده در واکنش با محیط خورنده	مقاومت در برابر خوردگی	شیمیایی

## آلیاژهای مهندسی

در میان مواد مهندسی فلزات در زندگی انسان جایگاه ویژه‌ای دارند. فلزات به صورت خالص و آلیاژی مصرف می‌شوند.

همانگونه که در سال دهم در مبحث لحیم کاری آموخته‌اید، آلیاژ عبارت است از: مخلوطی از چند عنصر که دارای سه ویژگی باشد:

۱- حداقل یکی از آنها فلز باشد.

۲- عنصر اصلی که زمینه را تشکیل می‌دهد فلز باشد.

۳- خواص نهایی مخلوط، فلزی باشد مثل هدایت گرمایی و الکتریکی خوب، استحکام مناسب، شکل‌پذیری بالا و ...

در تصویر زیر برخی از فلزات و آلیاژهایشان نشان داده شده است.

جدول ۲: برخی از فلزات و آلیاژهای آنها

آهن	فولاد	
	چدن	
مس	مس خالص	
	برنج	
	برنز	



	<p>خالص</p> <p>آلومینیم</p>	<p>آلیاژی</p>
		
	<p>آلیاژی</p> <p>سرب و قلع</p>	<p>آلیاژی</p> <p>تیتانیوم</p>
		

## آهن و آلیاژهای آن

« و انزلنا الحديد فيه باسا شديد و منافع للناس »<sup>۱</sup>

« و آهن را نازل کردیم و آن را مقاوم ساختیم تا مردمان از ویژگی آن بهره مند گردند. »  
آهن و آلیاژهای آن (فولاد و چدن) در زندگی انسان بسیار پر مصرف می‌باشند تاریخچه استفاده از آهن به بیش از ۳۰۰۰ سال قبل باز می‌گردد.  
از آن زمان تا به امروز آهن پایه پیشرفت و تمدن بشری بوده است. در تصاویر زیر نمونه هایی از دست سازه های آهنی اولیه بشر را مشاهده می‌کنید.



شکل ۳: دست سازه های آهنی اولیه بشر



شکل ۴: نمونه کاربردهای فولاد

۱- سوره مبارکه الحديد، آیه ۲۵

## فولاد

فولاد آلیاژی است که از آهن و کربن که حداکثر تا ۲٪ کربن به آن اضافه می‌شود. سازه‌های فولادی از مهم‌ترین کاربردهای فولاد است. در شکل زیر تصویر یکی از مشهورترین سازه‌های فولادی را مشاهده می‌کنید که در زمان ساخت بلندترین سازه جهان به حساب می‌آید.



شکل ۵: برج ایفل چهارمین برج بلند فرانسه

مهم‌ترین اثر کربن افزایش مقاومت مکانیکی و سختی فولاد و کاهش نرمی آن است. با تغییر درصد کربن در فولاد خصوصیات فولاد تغییر می‌کند بنابراین کاربرد آن نیز متفاوت می‌شود. در جدول صفحه بعد انواع فولاد از نظر کربن و کاربردهای آن آمده است.

با توجه به جدول، در ستون آخر، خصوصیات مرتبط را مشخص نمایید.

بحث کلاسی



جدول ۳: دسته‌بندی فولاد بر اساس درصد کربن

ویژگی کاربرد			کاربرد	محدوده کربن (درصد وزنی)	نام فولاد
سختی	استحکام	انعطاف پذیری			
—	—	✓	<ul style="list-style-type: none"> <li>ورق بدنه خودرو</li> <li>قوطی کنسرو</li> </ul>	$C < 0.1\%$	کم کربن
			<ul style="list-style-type: none"> <li>اسکلت ساختمان</li> <li>بدنه کشتی</li> <li>مخزن تحت فشار</li> </ul>	$0.1\% \leq C < 0.25\%$	ساختمانی (سازه‌ای)
			<ul style="list-style-type: none"> <li>شفت انتقال قدرت</li> <li>چرخ دنده</li> <li>زنجیر</li> </ul>	$0.25\% \leq C < 0.6\%$	کربن متوسط (ماشین سازی)
			<ul style="list-style-type: none"> <li>مته</li> <li>تیغه</li> <li>بلبرینگ</li> </ul>	$0.6\% \leq C < 2\%$	پر کربن (مقاوم به سایش)



با دقت به اطراف خود ( محیط سکونت و تحصیل ) نگاه کنید برای هر یک از انواع فولاد جدول ۳ مثال های دیگری بیابید و جدولی همانند آن تهیه کنید.

### تفاوت فولادهای ساده با فولاد آلیاژی چیست؟

فولاد ساده (معمولی) به فولادی گفته می شود که غیر از آهن مقداری کربن داشته باشد. البته به همین دلیل گاهی اوقات به آن فولاد ساده کربنی (Carbon steel) هم می گویند. انواع این فولاد در جدول ۳ آورده شده است. البته ممکن است در این فولاد مقدار جزئی از عناصر فسفر (P)، گوگرد (S)، سیلیسیم (Si)، منگنز (Mn) و ... نیز وجود داشته باشد که به آنها **عنصرهمراه**<sup>۱</sup> گفته می شود. این عناصر به صورت اتفاقی از سنگ معدن یا فرایند تولید به فولاد اضافه می شوند. وجود برخی از این عناصر مفید است؛ مانند سیلیسیم و منگنز ولی برخی عناصر دیگر می تواند مضر باشد و سبب افت خواص فولاد می شوند، مانند فسفر و گوگرد.



تحقیق کنید که مضرات فسفر و گوگرد و مزایای سیلیسیم و منگنز در خواص فولاد چیست؟

به فولاد ساده کربنی گاهی اوقات به اشتباه آهن گفته می شود. مثلاً زمانی که می گویند تیر آهن، قوطی آهنی، آهن آلات و ... منظور قطعاً این است که از جنس فولاد ساده کربنی ساخته شده اند.

## استانداردهای دسته بندی و نام گذاری فولادهای ساده کربنی

فولادهای مورد استفاده در صنایع گوناگون دارای استانداردهای مشخصی می باشند. در ایران معمولاً از استاندارد آلمانی (DIN) و آمریکایی (ASTM) برای کنترل، ساخت، نام گذاری و خرید فولاد استفاده می شود. در ادامه نام گذاری و دسته بندی فولادهای ساده کربنی براساس استاندارد DIN آمده است.

### ۱- فولادهای کم کربن

این فولادها بر اساس استاندارد DIN1614 دسته بندی و نام گذاری می شوند. این فولادها معمولاً به شکل ورق تولید می شوند. در جدول ۴ سه نوع از معروفترین این فولادها به همراه کاربرد آن آورده شده است.

جدول ۴- فولادهای کم کربن و کاربرد آنها

نام فولاد	ویژگی	مثال	تصویر	حداقل استحکام کششی (MPa)
ST12	مناسب برای خمکاری	رینگ خودرو		۲۷۰
ST13	مناسب برای کشش	لوازم خانگی		۲۲۰
ST14	مناسب برای کشش عمیق	بدنه خودرو		۲۷۰



## ۲- فولادهای ساختمانی (سازه ای)

این فولدها بر اساس استاندارد DIN17100 دسته بندی می شوند. در جدول زیر خصوصیات برخی از پرکاربردترین این فولدها را می بینید.

جدول ۵- خصوصیات فولادهای ساختمانی

گروه	حداقل استحکام کششی (MPa)	حداقل استحکام تسلیم (MPa)	حداقل ازدیاد طول بعد از شکست (%)	نام فولاد
۱	۳۶۰	۲۳۵	۲۶	
۲	۴۳۲	۲۷۵	۲۴	
۳	۵۱۰	۳۵۵	۲۰	

نام گذاری این فولدها به صورت زیر می باشد:

**ST XX**

دو حرف اول کلمه STHAL به معنی فولاد در زبان آلمانی

حداقل استحکام کششی  
( $\frac{\text{kg}}{\text{mm}^2}$ )

$$1 \frac{\text{kg}}{\text{mm}^2} = 9/8 \text{ MPa} \approx 10 \text{ MPa}$$

ثابت کنید رابطه مقابل صحیح است.

تمرین



با توجه به رابطه بالا نام هر کدام از فولادهای جدول قبل را در ستون آخر بنویسید.

**تذکره مهم:** اعداد نوشته شده جلوی کد ST در فولادهای کم کربن (۱۲، ۱۳ و ۱۴) ارتباطی با استحکام کششی فولاد ندارد. دلایل این نام گذاری از حوصله این کتاب خارج است.

## فولادهای ماشین سازی و مقاوم به سایش

قانون نام گذاری این فولدها به شرح زیر است:

**C XX**

۱۰۰ میانگین کربن  $\rightarrow$  نماد شیمیایی عنصر کربن  $\leftarrow$



مثلاً اگر فولادی دارای ۰/۴۵٪ کربن باشد به آن C۴۵ گفته می‌شود.  
نکته: در صورتی که فولاد به خوبی تصفیه شود و ناخالصی فسفر و گوگرد آن کمتر از ۰/۰۳۵٪ باشد بعد از حرف C از حرف K (ابتدای کلمه Klar به معنای تمیز در زبان آلمانی) استفاده می‌شود.  
مثلاً CK45

بحث کلاسی



فولاد CK75 برای ساخت چه قطعاتی استفاده می‌شود و چه خصوصیتی دارد؟  
(راهنمایی: می‌توانید از جدول زیر استفاده کنید.)

در جدول زیر برخی از پرمصرف‌ترین فولادهای مورد استفاده صنعت به همراه کاربردهایشان نشان داده شده است.

جدول ۶ - برخی از فولادهای پرکاربرد

ویژگی	تصویر	کاربرد	کد فولاد
قابلیت خمکاری	 	کانال کولر، رینگ اتومبیل	ST12
قابلیت کشش		بدنه لوازم خانگی (یخچال، فریزر، ماشین لباسشویی و...)	ST13

<p>شکل پذیری عمیق</p>		<p>بدنه خودرو</p>	<p>ST14</p>
<p>استحکام و جوش پذیری مناسب</p>		<p>تیر آهن، تیر ورق، صندلی و نیمکت، میخ، پیچ و پرچهای سایز کوچک و متوسط، اتصالات لوله‌ای شکل پلها، مخازن ذخیره آب، لوله‌های انتقال آب، قاب ماشین‌آلات متوسط و کوچک</p>	<p>ST37</p>
<p>مشابه ST37</p>		<p>مشابه ST37</p>	<p>ST44</p>




<p>استحکام و چقرمگی بالا و جوش پذیری مطلوب</p>	   	<p>تیرآهن‌های بزرگ، پیچ و پرچهای سایز بزرگ، اجزای پلهای عبور خودرو، سکوی نفتی، بدنه کشتیهای باری، میل فرمان خودرو، شاسی لکوموتیو و واگنهای قطار، قاب ماشین آلات سنگین (نورد، پرس) مخازن تحت فشار، مخازن ذخیره نفت و گاز و لوله‌های انتقال نفت</p>	<p>ST52 ماشین</p>
<p>استحکام بالا و جوش پذیری متوسط</p>		<p>قطعات انتقال قدرت (میل لنگ، شاتون و (... در موتورسیکلت و خودروهای کوچک، زنجر چرخ موتورسیکلت، چرخ دنده‌های کوچک</p>	<p>CK35</p>

<p>استحکام خیلی بالا مقاومت به سایش مناسب جوش پذیری کم</p>	  	<p>قطعات انتقال قدرت بزرگ (میل لنگ، شاتون محورهای انتقال قدرت و ...)، زنجرهای سنگین، پیچ و مهره های مورد نیاز در بارگذاری های سنگین، قالب کشش، غلتک خمکاری ورق</p>	<p>CK45</p>
<p>استحکام بالا مقاومت به سایش خوب تافنس کم عدم جوش پذیری</p>	  	<p>فنرهای تخت و مارپیچ، قالب کشش، الماس شیشه بری، مته، قیچی و تیغه در صنایع چوب و کاغذ</p>	<p>CK60 و CK75</p>



برای ساخت قسمت‌های فلزی وسایل زیر چه فولادی مناسب است؟ (از جدول قبل استفاده کنید.)

فولاد پیشنهادی	ویژگی	تصویر
ST37	استحکام و جوش پذیری	 <p>بدنه دوچرخه</p>
		 <p>پایه نیمکت</p>
		 <p>چرخ دنده بزرگ</p>
		 <p>پایه تابلو</p>
		 <p>ورق آج‌دار</p>

		 <p>پدال دوچرخه</p>
		 <p>غلطک خم کاری</p>
		 <p>واشر</p>
		 <p>کیس کامپیوتر</p>
		 <p>درب</p>

		 <p>(خطوط لوله)</p>
		 <p>چکش</p>
		 <p>قیچی</p>

## فولاد آلیاژی

اگر به ترکیب فولاد ساده کربنی مقداری عناصر دیگر را برای بهبود خواص فولاد اضافه نمائیم، فولاد آلیاژی تولید می‌شود.

در جدول ۷ برخی عناصر آلیاژی و تأثیر آن در فولاد نشان داده شده است.



جدول ۷- تأثیر عناصر آلیاژی مختلف در فولادها

عنصر	نماد شیمیایی	تأثیر بر خواص فولاد	کاربرد
منگنز	Mn	افزایش استحکام و چقرمگی	
سیلیسیم	Si	افزایش مقاومت به اکسید شدن در دمای بالا	
کروم	Cr	افزایش مقاومت به خوردگی افزایش استحکام و سختی	
نیکل	Ni	افزایش مقاومت به خوردگی افزایش استحکام و چقرمگی	

	<p>افزایش چشمگیر چقرمگی افزایش استحکام در دمای بالا</p>	Mo	مولیبدن
	<p>افزایش چشمگیر چقرمگی و استحکام افزایش استحکام در دمای بالا</p>	V	وانادیم
	<p>افزایش مقاومت به خوردگی در هوا</p>	Cu	مس
	<p>تأمین سختی در دمای بالا</p>	W	تنگستن

	<p>بهبود قابلیت ماشین کاری</p>	<p>S</p>	<p>گوگرد</p>
---	--------------------------------	----------	--------------

نکته



برای تشخیص فولاد ساده کربنی از فولاد آلیاژی می‌بایست جدول آنالیز شیمیایی هر فولاد را مشاهده کنید. سپس به غیر از آهن و کربن مقدار سایر عناصر را با جدول زیر مقایسه کنید اگر مقدار هر عنصر از اعداد جدول کمتر بود آن عنصر، عنصر آلیاژی محسوب نمی‌شود. اگر در پایان هیچ عنصر آلیاژی نیافتید، فولاد ساده کربنی است.

جدول ۸- محدوده عناصر آلیاژی در فولاد

عنصر	Cr	Ni	Mn	W	Cu	Mo	P	S	Si	Ti	V
حداقل مقدار به عنوان عنصر آلیاژی (درصد وزنی)	۰/۳	۰/۳	۱/۶۵	۰/۴	۰/۴	۰/۰۸	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۶	۰/۰۶	۰/۱

## مثال

در جدول زیر نمونه‌ای از آنالیز یک تیر آهن که از جنس فولاد ساده کربنی و آنالیز ظروف آشپزخانه از جنس فولاد آلیاژی آمده است. (همه اعداد بر اساس درصد وزنی می‌باشند).

نوع فولاد	C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	Tn	Cu	Fe
ساده کربنی	۰/۱۶	۰/۳۲	۰/۶۳	۰/۰۰۸	۰/۰۲۱	۰/۰۳	۰/۰۱	۰/۰۰۲	۰/۰۰۵	۰/۰۰۷	الباقی
آلیاژی	۰/۰۳	۰/۸۳	۱/۷۲	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۱۸/۹۱	۸/۷۳	۰/۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۲	الباقی

عناصر همراه در فولاد ساده کربنی و عناصر آلیاژی در فولاد آلیاژی را همراه با مقدار آنها مشخص کنید.

پرسش  
کلاسی

## فولادهای آلیاژی

فولادهای آلیاژی بسیار متنوع می‌باشند. یکی از مهم‌ترین گروه‌های فولادهای آلیاژی فولادهای زنگ نزن (Stainless Steel) می‌باشد. این فولادها که در زبان محاوره‌ای در ایران به غلط به استیل معروف شده‌اند دارای مقاومت به خوردگی در آب و هوا و برخی از محیط‌های شیمیایی می‌باشند. این فولادها به دلیل وجود عنصر کروم (Cr) در برابر اکسیداسیون، از خود مقاومت نشان می‌دهند. غیر از کروم عناصر دیگری مانند نیکل، مولیبدن، سیلیسیم و منگنز به عنوان عنصر آلیاژی محسوب می‌شوند.

نکته

در تعداد محدودی از کتب و یا منابع نام این فولاد را فولاد ضد زنگ می‌نامند. ضد زنگ ماده شیمیایی است که برای جلوگیری از اکسید شدن فولاد بر روی سطح محصولات فولادی اعمال می‌شود. بنابراین استفاده از عبارت «ضد زنگ» اشتباه است.

مصارف فولادهای زنگ نزن بسیار متنوع است. فولادهای زنگ نزن به دو گروه اصلی تقسیم می‌شوند:

۱- فولادهای زنگ نزن کروم دار

۲- فولادهای زنگ نزن کروم - نیکل دار

گروه اول علاوه بر مقاومت به خوردگی مطلوب، بسیار سخت و مستحکم می‌باشند و از آنها برای ساخت چاقو، تیغ جراحی، ساطور و ... استفاده می‌شود.

گروه دوم دارای مقاومت به خوردگی عالی هستند و بسیار نرم و شکل پذیرند بنابراین برای ساخت بشقاب، لیوان، مخازن نگهداری مواد غذایی و ... استفاده می‌شوند.

## نام گذاری فولادهای زنگ نزن

مشهورترین روش نام گذاری فولادهای زنگ نزن روش AISI (انجمن آهن و فولاد آمریکا) می‌باشد. در این روش فولادهای کروم دار با کد 4XX و فولادهای کروم - نیکل دار با کد 3XX نام گذاری می‌شوند. مانند:

الف) فولادهای زنگ نزن کروم دار ۴۱۰، ۴۲۰ و ۴۳۰

ب) فولادهای زنگ نزن کروم - نیکل دار ۳۰۴، ۳۰۴L، ۳۱۶، ۳۱۶L، ۳۲۱

در جدول صفحه بعد برخی از کاربردهای فولادهای زنگ نزن ذکر شده است به نظر شما علت انتخاب در هر کاربرد چیست؟

جدول ۹- کاربردهای فولادهای زنگ نزن

کاربرد	ترکیب شیمیایی (درصد)	کد فولاد زنگ نزن
  	$\text{Cr} = 18 - 20 \quad \text{Ni} = 8 - 10$	$304 - 304 \text{ L}$



Cr = ۱۶-۱۸ Ni= ۱۱ - ۱۳

Mo = ۲ - ۳

۳۱۶-۳۱۶ L



Cr = ۱۲

۴۱۰

## آلومینیم

آلومینیم پس از آلیاژهای فولاد و چدن بیشترین مصرف را در میان آلیاژهای صنعتی دارا می‌باشد. این فلز دارای خواص ویژه‌ای است که باعث شده با وجود قیمت نسبتاً بالای آن بسیار مورد استفاده قرار گیرد. این ویژگی عبارت‌اند از:

۱- چگالی پایین ( $2.7 \text{ gr/Cm}^3$ ) (تقریباً یک سوم چگالی آهن)

۲- مقاومت به خوردگی خوب

۳- شکل پذیری بالا

۴- انتقال گرما و الکتریسیته بالا

۵- اکسید آن خوراکی است (شربت معده)

۶- استحکام متوسط (البته در آلومینیم‌های آلیاژی)

در جدول زیر برخی از کاربردهای آلومینیم آمده است. بنویسید در هر کاربرد چه ویژگی‌هایی باعث انتخاب آلومینیم شده است؟

تمرین



جدول ۱۰- کاربردهای آلیاژ آلومینیم

ویژگی	محصول
	
	
	



## نام گذاری آلیاژهای آلومینیم

آلیاژهای آلومینیم به هفت گروه تقسیم می‌شوند. در جدول زیر آنالیز شیمیایی و کاربرد هر گروه نوشته شده است.

جدول ۱۱- آلیاژهای آلومینیم

شماره گروه	ترکیب شیمیایی	ویژگی	کاربرد
۱۰۰۰	آلومینیم خالص	انعطاف پذیری - رسانایی - استحکام بسیار کم	کابل انتقال برق فشار قوی، فویل آشپزخانه
۲۰۰۰	آلومینیم + مس	استحکام بالا - شکل پذیری کم	بدنه هواپیما
۳۰۰۰	آلومینیم + منگنز	انعطاف پذیری - استحکام متوسط	لوازم آشپزخانه - قوطی نوشابه
۴۰۰۰	آلومینیم + سیلیسیم	مقاومت به خوردگی خوب - سیالیت بالا	فیلر جوشکاری
۵۰۰۰	آلومینیم + منیزیم	استحکام بالا - شکل پذیری مناسب	بدنه واگن مترو
۶۰۰۰	آلومینیم + منیزیم + سیلیسیم	استحکام بالا	درب و پنجره
۷۰۰۰	آلومینیم + روی	استحکام بسیار بالا	بدنه تانک

## مس و آلیاژهای آن

مس قدیمی‌ترین فلز صنعتی است که بشر از آن برای ساخت مصنوعات مورد نیاز خود استفاده نمود. اهمیت این فلز به قدری است که بخشی از تمدن بشری با نام یکی از آلیاژهای آن پیوند خورده است.

پژوهش



نام آلیاژ مورد نظر و حدود زمانی تمدن بشر که هم‌نام با این آلیاژ بوده است بیابید.

مس دارای ویژگی‌های منحصر به فردی است که برخی از آنها عبارت است از:

- ۱- رسانایی الکتریکی بسیار زیاد
- ۲- رسانایی گرمایی خوب
- ۳- جذابیت و تنوع رنگ آلیاژهای مختلف آن
- ۴- شکل پذیری عالی
- ۵- مقاومت به خوردگی بالا

تمرین



با دقت در محیط اطراف خود برای هر کدام از خواص فوق قطعه‌ای نام ببرید. (مثلاً شکل‌پذیری عالی: شپور)

مس دارای آلیاژهای گوناگونی است که در جدول زیر برخی از آلیاژهای مشهور آن را می‌بینید.

جدول ۱۲- آلیاژهای مس

آلیاژ	نام تجاری	خصوصیات	کاربرد
مس خالص	مس الکترولیتی	هدایت الکتریکی بسیار بالا	
	خالص تجاری	هدایت گرمایی و شکل‌پذیری عالی	

	<p>جذابیت ظاهری - مقاومت به خوردگی</p>	<p>برنج</p>	<p>مس + روی</p>
	<p>مقاومت به خوردگی - استحکام مناسب</p>	<p>برنز قلع</p>	<p>مس + قلع</p>
	<p>جذابیت ظاهری - مقاومت به خوردگی عالی</p>	<p>برنز نیکل</p>	<p>مس + نیکل</p>
	<p>مقاومت به خوردگی عالی - استحکام بسیار بالا</p>	<p>برنز آلومینیم</p>	<p>مس + آلومینیم</p>

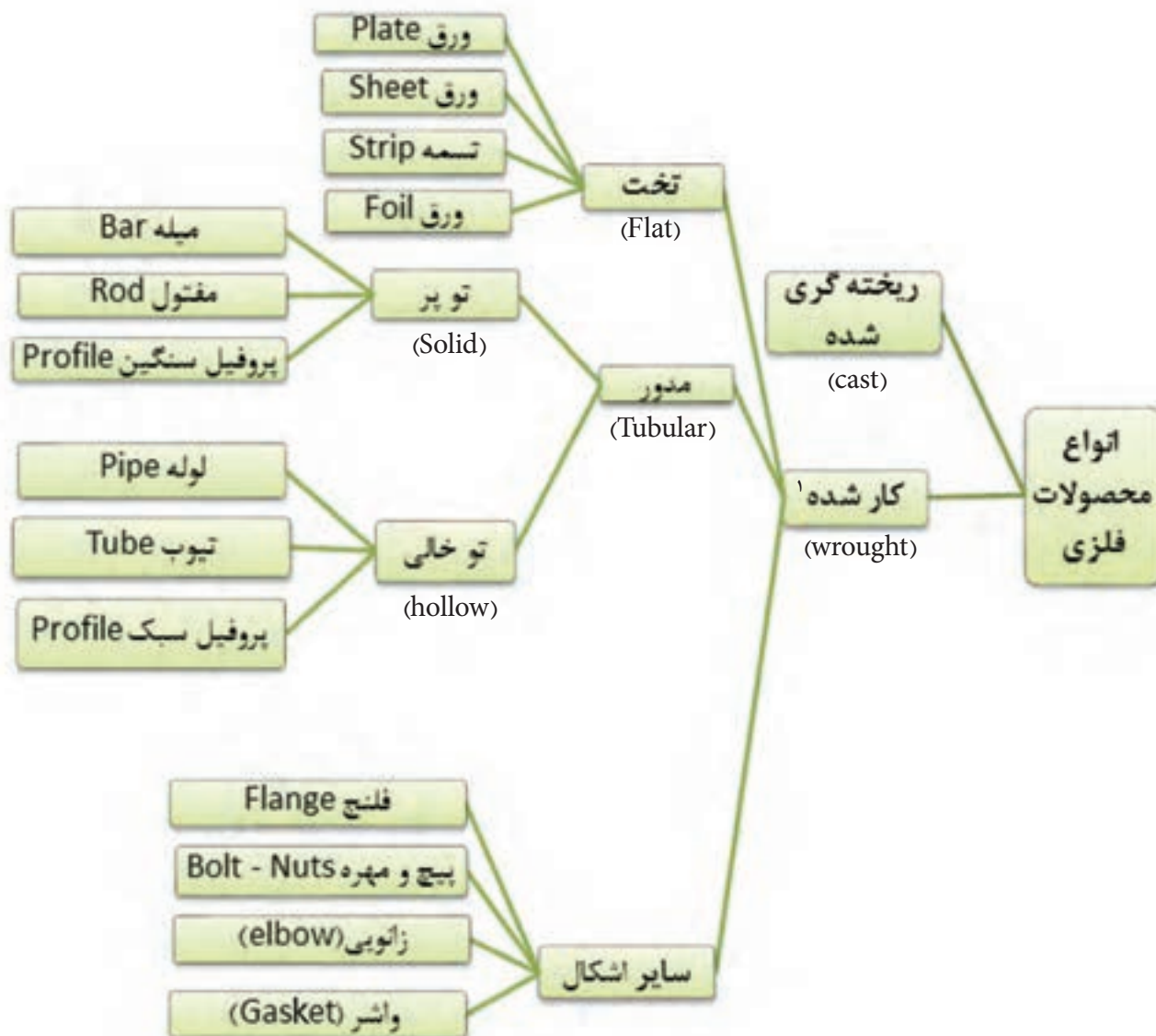
نکته

به کلیه آلیاژهای مس به غیر از آلیاژ مس با روی برنز گفته می‌شود.



### دسته‌بندی محصولات فلزی

محصولات فلزی به شکل‌های گوناگونی تولید می‌شوند. هر کدام از این شکل‌ها دارای مشخصات و کاربردهای گوناگونی می‌باشند. در تصویر زیر انواع محصولات فلزی نشان داده شده است.



شکل ۶: شکل‌های گوناگون محصولات فلزی

۱- محصول کار شده به محصولی گفته می‌شود که شمش فلزی با یکی از فرایندهای شکل دهی مانند نورد، آهن‌گری، کشش و ... تبدیل به محصول با شکل مشخصی می‌شود.

محصولات تخت (ورق‌ها) دارای انواع گوناگونی می‌باشند. در جدول زیر به انواع آنها و مشخصاتشان اشاره شده است.

نام	ضخامت (میلی‌متر)	عرض (میلی‌متر)	کاربرد
ورق (Plate)	$\geq 5^1$	$> 250$	ساخت سازه‌هایی مانند تیر ورق، بدنه جرثقیل، بدنه کشتی و ...
ورق (Sheet)	$< 5$ $\geq 0.2$	$> 600$	ساخت محصولات شکل پذیر مانند بدنه خودرو
تسمه (Strip)	$< 5$ $\geq 0.2$	$< 600$	بسته‌بندی محصولات
ورق (Foil)	$< 0.2$	$< 300$	بسته‌بندی

#### نحوه سفارش‌گذاری و خرید ورق

برای خرید ورق فلزی ویژگیهای زیر باید هنگام خرید در نظر گرفته شود:

- ۱- طول، عرض و ضخامت (معمولاً بر حسب میلی‌متر)
- ۲- جنس ورق (سیاه، رنگی، گالوانیزه، عاج‌دار، روغنی، قلع‌اندود، آلومینیم، استنلس استیل و ...)
- ۳- کیفیت سطحی (معمولی، بدون خش، براق)
- ۴- وزن ورق
- ۵- تعداد برگه‌ها

۱- این محدوده بر اساس استاندارد ASTM آمریکا می‌باشد. در استاندارد اروپا محدوده ضخامت بیش از ۳ میلی‌متر می‌باشد.

مثال ۱: در جدول زیر نمونه فرم خرید ورق نشان داده شده است.

ردیف	ورق	کد ورق	ابعاد (mm)	تعداد
۱	سیاه <sup>۱</sup>	ST37	۱۲۰۰×۱۵۰۰×۱۵	۵
۲	سیاه	ST37	۶۰۰۰×۱۲×۱۰۰۰	۴
۳	سیاه	ST52	۱۲۰۰۰×۲۰×۲۰۰۰	۳
۴	گالوانیزه		۲۰۰۰×۱۰۰۰×۳	۱۰
۵	استیل	304L	۱۰۰۰×۵۰۰×۲	۳
۶	روغنی <sup>۲</sup>	ST12	۲۰۰۰×۱۰۰۰×۰/۸	۱۰

مثال ۲: نمونه فاکتور فروش ورق به شکل زیر ارائه می‌شود: دقت کنید.

فاکتور فروش آرم و علامت فروشنده						
شماره: .....						
تاریخ: .....						
فروشنده:						
خریدار:						
ردیف	شرح کالا	ضخامت (mm)	ابعاد ورق (mm) (عرض × طول)	وزن تئوری <sup>۲</sup> (Kg)	تعداد	وزن باسکول <sup>۴</sup> (Kg)
۱	ورق ST37، مبارکه <sup>۵</sup>	۶	عرض ۱۵۰۰		۱ کلاف	۱۹/۲۰۰
۲	ورق ST37، کاویان	۲۵	۱۲۰۰۰×۲۰۰۰	۶۰۰	۵ برگ	۳۰۸۳
۳	ورق روغنی، مبارکه، ST12	۱	۲۰۰۰×۱۰۰۰	۲	۱۰ برگ	۲۰۰۸
۴	ورق سفید عاج دار <sup>۶</sup>	۱/۵	۶۰۰۰×۱۰۰۰	۹	۵ برگ	۴۶/۲۵

۱- به ورق سیاه ورق نورد گرم نیز گفته می‌شود.

۲- به ورق روغنی ورق سفید یا ورق نورد سرد نیز گفته می‌شود.

۴- وزن کل محموله که توسط باسکول توزین می‌شود.

۵- معمولاً در کنار مشخصات ورق نام کارخانه سازنده نوشته می‌شود.

۳- وزن تئوری وزنی است که حاصل ضرب چگالی در حجم سفارش می‌باشد. ۶- در ورق‌های عاج دار نام طرح عاج هم ذکر می‌شود.



- ۱- چرا وزن تئوری با وزن باسکول متفاوت است؟
- ۲- با جست‌وجو در اینترنت نام چند شرکت ورق سازی ایرانی را بنویسید. همچنین لیست محصولات آنها را استخراج کرده و مشخصات ورق‌های تولیدی این شرکت‌ها را در یک جدول با هم مقایسه کنید.



## ارزشیابی نهایی

شایستگی	استاندارد عملکرد	نمره شایستگی	شاخص
تشخیص علل استفاده از مواد مهندسی در ساخت مصنوعات فلزی	مشخص نمودن خواص مورد نیاز انتخاب شده برای ساخت مصنوعات فلزی	۳	۱- انتخاب ماده بر اساس هزینه تمام شده و اقتصاد تولید ۲- جایگزین مناسب بر اساس موجودی بازار و سهولت دسترسی
انتخاب ماده مهندسی برای ساخت مصنوعات فلزی		۲	۱- تعیین خصوصیات اصلی ماده مورد نیاز در ساخت یک مصنوع ۲- تعیین خصوصیات فرعی ماده مورد نیاز در ساخت یک مصنوع ۳- انتخاب ماده مهندسی مناسب ۴- دسته بندی مواد مهندسی از نظر خاصیت های اصلی مشخص شده
		۱	عدم رعایت شاخص های ۲ و ۴ از دسته شاخص های نمره ۲
توضیحات:			