

آهن، آلومینیم، سرب، روی و برنج

هدف‌های رفتاری: در پایان این فصل، فراگیر باید بتواند:

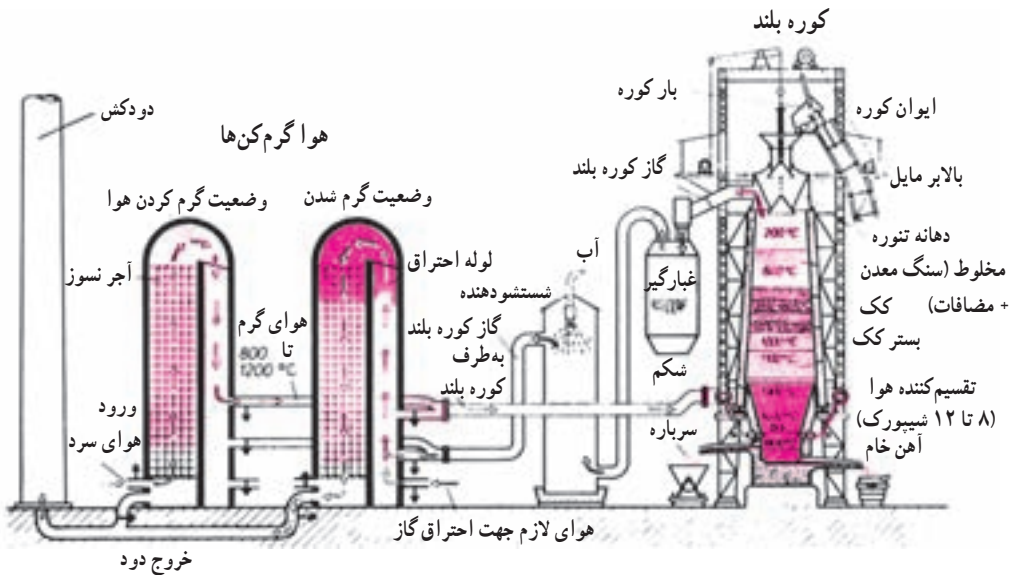
- ۱- موارد استفاده‌ی آهن در ساختمان را شرح دهد.
- ۲- انواع آهن را بشناسد و معرفی کند.
- ۳- نحوه‌ی تولید فولاد را توضیح دهد.
- ۴- شکل دادن به فولاد را شرح دهد.
- ۵- خواص آلومینیم را توضیح دهد.
- ۶- کاربرد آلومینیم را در ساختمان شرح دهد.
- ۷- علت مصرف روزافزون آلومینیم را در ساختمان توضیح دهد.
- ۸- مورد مصرف سرب را در کارهای ساختمانی معرفی کند.
- ۹- مورد مصرف روی را شرح دهد.

۱-۵- آهن خام

از ذوب و گداختن سنگ آهن در کوره‌های آهن‌گدازی آهن خام حاصل می‌شود. برای تهیه آهن خام در کوره‌ی آهن‌گدازی بلند، به سنگ آهن، سوخت و گدازآور نیاز است. (شکل ۱-۵)

علاوه بر کربن، آهن خام دارای سیلیسیم، گوگرد، منگنز و فسفر بوده مقدار آن‌ها به جنس سنگ آهنی بستگی دارد که برای تهیه‌ی آهن خام مصرف شده است.

عناصر موجود در آهن خام در جنس آن تأثیر دارد؛ برای مثال، وجود فسفر و گوگرد باعث شکنندگی آن می‌گردد. آهن خام جوش نمی‌شود و کاربرد مستقیم در صنعت و در کارهای ساختمانی ندارد و با آن چدن و فولاد می‌سازند. آهن خام هنگام ذوب شدن حالت خمیری پیدا نمی‌کند و مانند



شکل ۱-۵- کوره‌ی بلند ذوب آهن

بخ آب می شود.

۱-۵-۱- انواع آهن خام

آهن خام سفید: رنگ این آهن، نقره‌ای با وزن مخصوص $7/4$ ، سطح شکسته‌اش ریزدانه و روشن است. منگنز آهن خام سفید زیاد است و خمش آن خیلی سخت و ترد است. گرمای ذوب آن 1100 درجه‌ی سانتی‌گراد می‌باشد که در فولادسازی از آن استفاده می‌کنند.

آهن خام خاکستری: رنگ این آهن خاکستری با وزن مخصوص $7/2$ و سطح شکسته‌اش درشت دانه و خاکستری رنگ بوده، سیلیسیم آن زیاد است. این آهن ترد نیست، اما از آهن خام سفید نرم‌تر است. گرمای ذوب آن 1200 درجه‌ی سانتی‌گراد بوده در چدن‌ریزی مصرف می‌شود.

آهن خام نیمه خاکستری: جنس این آهن ترکیبی از دو آهن مذکور (خام سفید و خام خاکستری) است و در تهیه‌ی فولاد و چدن سخت مصرف می‌گردد.

حدود سیلیسیم آهن خام بین $0/2$ تا $3/5\%$ و حدود فسفر آن بین $0/2$ تا 1% ، هم‌چنین حدود گوگرد آن $0/6$ تا $0/15\%$ و بالاخره حدود منگنز آن بین $0/6$ تا $3/8\%$ است.

همان‌گونه که پیش از این گفته شد آهن خام از ذوب سنگ آهن و گداختن آن‌ها در کوره‌های آهن‌گدازی به‌دست می‌آید. در این‌جا لازم است به‌طور خلاصه انواع سنگ‌های آهن معرفی شود:

۱- اکسید مغناطیسی آهن (Fe_3O_4) که حدود 70% وزنش آهن دارد (ماگنتیت).

۲- سنگ آهن سرخ (Fe_2O_3) که حدود ۶۰٪ وزنش آهن دارد (هماتیت قرمز).
۳- سنگ آهن قهوه‌ای - اکسید آبدار آهن ($3H_2O$ و $2Fe_2O_3$) که حدود ۵۰٪ وزن آن دارای آهن است (لیموتیت).

۴- کربنات آهن ($Fe.CO_3$) که حدود ۴۵٪ وزنش آهن دارد (سیدریت).
۵- سولفور آهن (FeS_2) که حدود ۴۲٪ وزن آن دارای آهن است (پریت آهن).
باید توجه داشت که گداختن و ذوب کردن سنگ‌های آهنی که کمتر از ۲۵٪ وزن خود آهن داشته باشند مقرون به صرفه نیست.

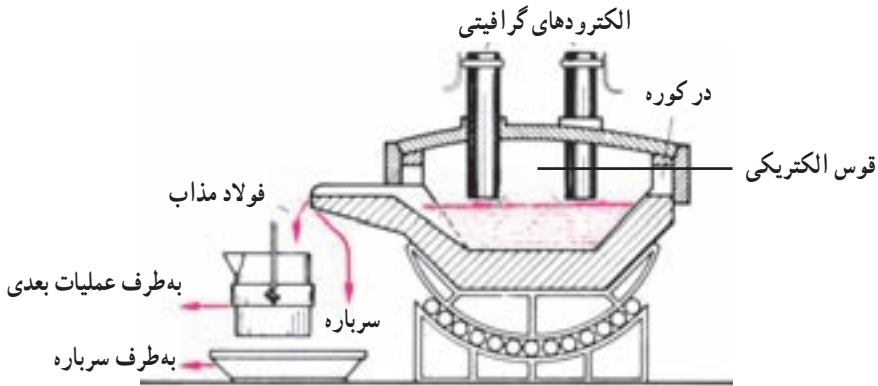
۲-۱-۵- چدن: برای تهیه‌ی چدن آهن خام را مجدداً ذوب نموده، پس از تصفیه و تنظیم نمودن اندازه‌ی عناصر موجود در آن از قبیل: کربن، فسفر، منگنز، سیلیسیم و چدن را به دست می‌آورند. این کار معمولاً در کوره‌های برقی، شعله‌ای یا کوپل صورت می‌گیرد.
نقطه‌ی ذوب چدن حدود ۱۱۰۰ تا ۱۳۰۰ درجه‌ی سانتی‌گراد است. همان‌گونه که پیش از این اشاره شد مانند یخ آب می‌گردد و هنگام ذوب شدن ابتدا به حالت خمیر درمی‌آید.

ویژگی‌های چدن عبارت است از: تردی و شکنندگی، دیر زنگ زدن (از فولاد کم‌تر زنگ می‌زند) و برخوردار بودن از مقاومت فشاری نسبتاً خوب (اما مقاومت کششی کم دارد). میزان کربن چدن ۲/۷ تا ۴٪ وزن آن است. جنس چدن، به جنس آهن خامی بستگی دارد که در ساختن آن به کار رفته؛ هم‌چنین به چگونگی سرد شدن و بستن چدن آبکی بستگی دارد. چدن به صورت مصالح و باربر در ساختمان کاربرد ندارد، بلکه به شکل لوله‌ها و اتصالات چدنی در فاضلاب‌ها، در پوش‌ها، شبکه چدنی و نظایر آن کاربرد فراوان دارد.

انواع چدن

۱- چدن خاکستری، ۲- چدن سفید، ۳- چدن نیمه خاکستری، ۴- چدن سخت و ۵- چدن نرم.
۳-۱-۵- فولاد: برای تهیه و ساختن فولاد، آهن خام را ذوب کرده کربن آن را سوزانده و مقدار معینی کربن کم‌تر از ۱/۲٪ به آن اضافه می‌کنند و عناصر دیگر آن را در حد مجاز تنظیم کرده تا فولاد مورد نظر تهیه شود. برای تهیه‌ی فولاد روش‌های صنعتی گوناگونی متداول است که هر یک مزایای خاصی دارد و فولاد حاصل از آن‌ها نیز دارای خواص و مورد استعمال ویژه‌ای است. این روش‌ها عبارت‌اند از:

۱- روش بسمر، ۲- روش توماس، ۳- روش زیمنس مارتینی (کوره‌های باز) و ۴- روش کوره‌ی الکتریکی (شکل ۲-۵) و روش L.D.



شکل ۲-۵- کوره‌ی الکتریکی

باید توجه داشت که مقدار کربن مهم‌ترین عامل تعیین‌کننده‌ی خواص مکانیکی فولاد بوده بر روی ساختمان و خواص فولاد تأثیر به‌سزایی دارد و با کم و زیاد نمودن آن، فولاد با مقاومت و شکل‌پذیری متفاوت به‌دست می‌آید با افزایش کربن مقاومت فولاد بالا رفته در مقابل قابلیت شکل‌پذیری آن کاهش می‌یابد.

گوگرد و فسفر ناخالصی‌های مضر هستند و گوگرد زیاد باعث کاهش تاب ضربه‌ای فولاد می‌گردد؛ به گونه‌ای که فولاد سرخ شده گوگرددار زیر ضربه پتک می‌شکند. گوگرد فولاد از ۰/۰۵ تا ۰/۰۷٪ وزن آن است. وجود فسفر در فولاد آن را ترد و شکننده می‌کند، اما منگنز سختی فولاد را زیاد می‌کند و تاب کششی آن را افزایش می‌دهد. مقدار آن در فولاد بین ۰/۵ تا ۱/۱٪ وزن آن است. سیلیسیم به تاب کششی فولاد می‌افزاید و سختی آن را زیاد می‌کند. نورد زدن فولاد سیلیسمی دشوار است و مقدار سیلیسیم در حدود تا ۰/۳۵ درصد وزن فولاد است.

تقسیم‌بندی فولادها از نظر مقدار کربن

الف) فولاد نرمه معمولی: کربن حدود ۰/۰۹ تا ۰/۲۲ درصد (فولاد با کربن کم).

ب) فولاد با کربن متوسط: کربن حدود ۰/۲۵ تا ۰/۵۰ درصد (فولاد متوسط).

ج) فولاد با کربن زیاد: کربن حدود ۰/۶۰ تا ۱/۲ درصد (فولاد سخت).

دو نوع «الف» و «ب» دارای مقاومت مناسب و شکل‌پذیر، هم‌چنین دارای خاصیت چقرمگی خوب بوده در کارهای ساختمانی و صنعتی کاربرد زیاد دارند.

نوع «ج» که به «فولاد ابزار» معروف است دارای مقاومت و سختی زیادتر، اما چقرمگی کم بوده در تهیه‌ی ابزار (اره، چاقو، ساچمه و...) به‌کار می‌رود.

۴-۱-۵- آلیاژها یا هم‌بسته‌های فولاد: برای بهتر ساختن خواص مکانیکی فولاد و

دادن کیفیت مخصوص به آن عناصر اضافی وارد می‌کنند و فولادی که بدین ترتیب به دست می‌آید «فولاد آلیاژ دار» یا «هم‌بسته‌های فولاد» نامیده می‌شود که غالباً از فولادهای کربن دار معمولی دارای مقاومت بیش تر هستند. این فولادها از لحاظ شکل پذیری و مشخصات شیمیایی و مکانیکی خواص خوبی دارند که در فولادهای معمولی وجود ندارد، اما در عوض، قیمت آن‌ها گران تر از فولادهای کربن دار معمولی است. فولادهای آلیاژ دار در کارهای صنعتی و ساختمانی کاربرد دارد و بیش تر در پوشش با دهانه‌های بزرگ و در جایی که احتیاج به مقاومت زیاد مصالح است از آن استفاده می‌شود، زیرا به علت داشتن مقاومت زیاد، ابعاد مقطع قطعات برابر کم می‌شود که به نوبه‌ی خود باعث کم شدن وزن و کم شدن بار مرده‌ی ساختمان می‌گردد. البته این نوع هم‌بسته‌ها - با توجه به نوع آن‌ها - موارد استعمال گوناگون دیگری نیز دارند. عناصری که معمولاً در این نوع هم‌بسته‌های فولاد به کار می‌روند عبارت‌اند از: منگنز، سیلیسیم، کرم، نیکل، تنگستن، مولیبدن، تیتانیم، وانادیم و آلومینیم.

تذکر: افزودن ۲٪ مس به فولاد مقاومت آن را در مقابل زنگ زدگی و خوردگی افزایش می‌دهد.

۵-۱-۵ - شکل دادن به فولاد: برای شکل دادن به فولاد و درآوردن به شکل مورد نظر

از این روش‌ها استفاده می‌کنند:

الف) فولادریزی، ب) آهنگری، ج) نورد زدن، د) کشیدن و ه) پرس کردن.

در این جا فقط مختصری درباره‌ی نورد زدن بحث می‌شود.

نورد زدن (نورد دیدن): منظور از عمل نورد این است که شمش‌های داغ و سرخ (درجه‌ی

حرارت ۱۰۵۰ تا ۱۱۵۰) فولادی را که دارای حرارت یک نواختی است (با درجه‌ی حرارت ۱۰۵۰

تا ۱۱۵۰) به ترتیب خاص از داخل استوانه (قرقره و غلتک) در حال دوران که به شکل خاصی

قرار گرفته‌اند می‌گذرانند و هر بار که لازم باشد این عمل را تکرار می‌کنند. در نتیجه، قطعات تغییر

شکل داده شده به تدریج به شکل نیم‌رخ‌های مورد نظر، مانند ریل، تیرهای ساختمانی I و ... در می‌آیند.

از لحاظ نیم‌رخ‌ها، نوردکاری به چهار گروه تقسیم می‌شود:

۱- پروفیل‌های فولادی مورد مصرف در کارهای ساختمانی و صنعتی.

۲- صفحات و ورق فولادی و تسمه فولادی.

۳- پروفیل‌های مخصوص از قبیل فولاد گرد آجدار و نیم‌رخ‌های مخصوص پنجره و نظایر آن.

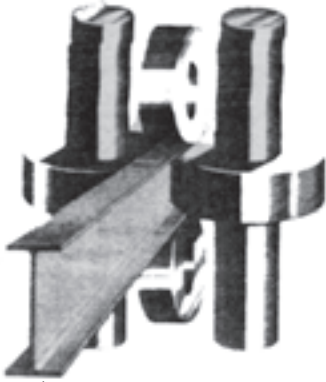
۴- لوله‌هایی که به صورت بی‌درز، باجوش در کوره و جوش الکتریکی ساخته می‌شوند.

عملیات اصلی در نوردکاری بدین شرح است:

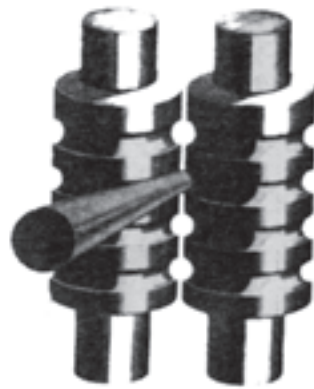
الف) آماده نمودن مصالح برای نورد که بسیار مهم است و در این مرحله، عیوب کلی و سطحی

مصالح قبل از نورد باید کنترل و برطرف شود.

ب) گرم نمودن مصالح قبل از نورد که حایز اهمیت بوده حرارت شروع و اتمام نورد در خواص مکانیکی مصالح حاصل، تأثیر مهمی خواهد داشت؛ از این رو حرارت مورد نظر باید به دقت کنترل شود. ج) عمل نورد که عبارت است از عبور مصالح از داخل کالیبرهای مختلف و قرقره‌های مختلف، ترتیب و تعداد عبورهای متوالی و مقدار تغییر ابعاد در هر عبور، نحوه‌ی نورد و درجه‌ی حرارت هنگام نورد و وضع قرقره‌ها و سطح وسایل هدایت پروفیل‌ها، همگی در بازده و خواص محصول مؤثرند؛ هم‌چنین بارگذاری روی غلتک‌ها و طریقه‌ی نورد و سلسله مراتب کشیدن تدریجی و تعداد عبور در بازده کار تأثیر بسزا دارند. شکل ۳-۵ تهیه‌ی مقاطع فولادی به روش نورد دیدن را نمایش می‌دهد.



تهیه‌ی تیر آهن به روش نورد گرم



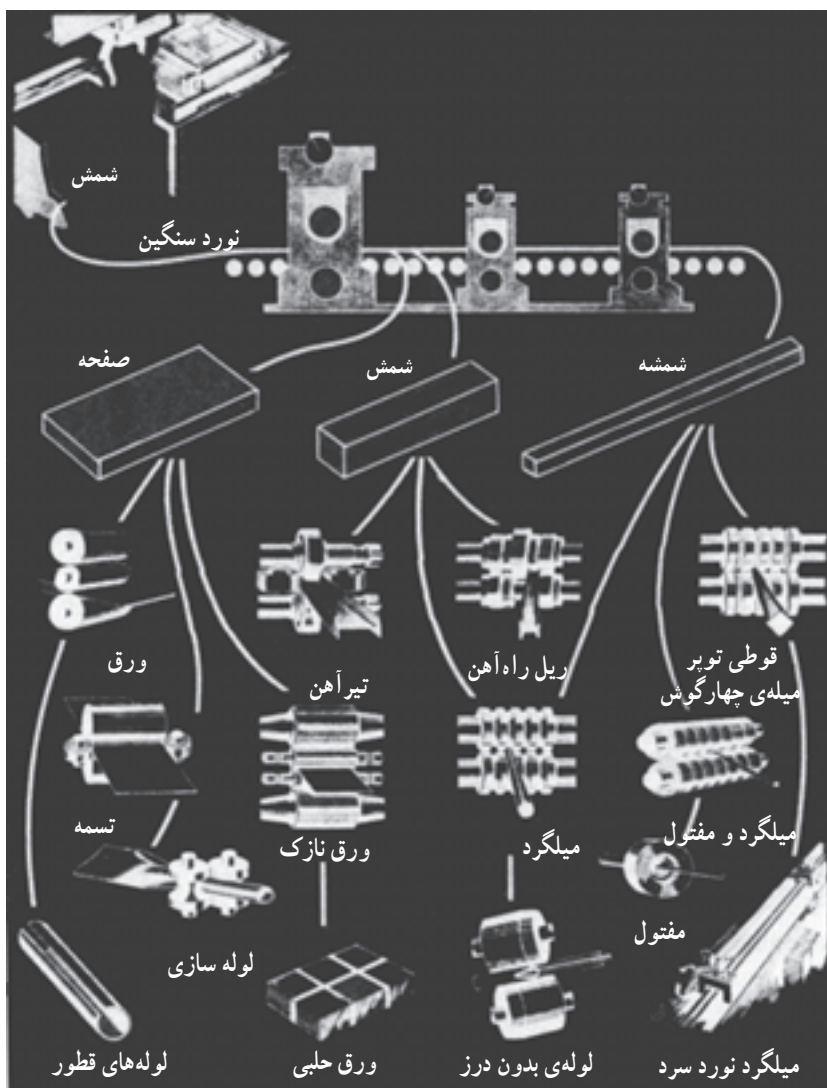
تهیه‌ی میلگرد

شکل ۳-۵- تهیه‌ی مقاطع فولادی به روش نورد زدن

د) صاف کاری، برش، تنظیم و اتمام عمل در مرحله‌ی تنظیم و اتمام عمل قطعات نورد شده را به اندازه‌های معینی می‌برند و راست می‌کنند؛ هم‌چنین عیوب مختلف را کنترل و برطرف می‌سازند. در هنگام نورد کاری از مصالح نمونه‌گیری می‌شود و به روش‌ها و شیوه‌های گوناگون بررسی می‌گردد؛ هم‌چنین پس از اتمام نورد کاری نمونه‌ها را بررسی و آزمایش می‌کنند، نیز تجزیه‌های شیمیایی و آزمایش‌ها را با خواص مکانیکی و بررسی بافت مولکولی ارزیابی می‌کنند تا مشخصات آن با استاندارد و آیین‌نامه‌های مورد نظر تطبیق داده شود.

غلتک‌های دستگاه نورد بسته به شکل فرآورده‌های نورد دیده ممکن است به شکل تخت، پله‌دار، شیاردار یا به شکل مخصوص، مانند خم‌ره‌ای باشد. برای نمونه، از غلتک‌های تخت برای نورد ورق، تسمه و صفحات و از غلتک‌های شیاردار برای تهیه‌ی مقاطع و از غلتک‌های دارای شکل مخصوص برای نورد لوله، دیسک و نظایر آن استفاده می‌شود.

برای تهیه تیر IN^P یا INP عمل نورد در هر مرحله به وسیله دو غلتک انجام می‌گیرد و در نتیجه سطوح داخلی بال‌ها شیب‌دار می‌شود، اما برای تهیه تیر IPA و مشابه از فن جدید در مرحله نهایی نورد و از چهار غلتک استفاده می‌شود. بدین ترتیب، تیر با سطوح موازی بال و عرض نسبتاً پهن به دست می‌آید و تهیه تیر با ضخامت جان و بال باریک مقدور خواهد بود. تهیه تیرهای بال پهن نورد با چهار غلتک انجام می‌گیرد تا شکل لازم به دست آید. این نورد را «نورد انبوسال» می‌گویند. شکل ۴-۵ تهیه مقاطع مختلف فولادی را نشان می‌دهد.



شکل ۴-۵- دیاگرام تهیه مقاطع مختلف فولادی

۶-۱-۵- انواع فولادها

الف) فولادهای استاندارد اروپایی

– فولادهای نرم آلمان که بدین شرح است :

۱- فولاد St_{۳۳} : (فولاد ساختمان تجارتي)

۲- فولاد St_{۳۴} : برای تهیه ی میخ پرچ برای اتصال فولاد St_{۳۷} به کار می رود.

۳- فولاد St_{۳۷} : (فولاد نرمه ی معمولی) : در ساختمان های فلزی کاربرد بسیار دارد.

۴- فولاد St_{۳۸} : برای تهیه ی پیچ برای اتصال فولاد St_{۳۷} به کار می رود.

۵- فولاد St_{۴۲} : در تهیه ی ورق های نوع خوب و برای کشتی سازی مصرف دارد.

۶- فولاد St_{۴۴} : در کارهای ساختمانی و در ساختن میخ پرچ برای اتصال فولاد St_{۵۲-۳}

به کار می رود و از نوع فولاد اعلا به شمار می آید.

۷- فولاد St_{۵۲} یا St_{۵۲-۳} : فولاد بسیار اعلا بوده مقاومت زیاد دارد و در ساختمان های

فلزی بسیار مهم و در پل های بزرگ مصرف می شود.

فولادهای St_{۳۳} – St_{۳۷} و St_{۵۲} : بیش از انواع دیگر در کارهای ساختمانی به کار می رود.

باید توجه داشت که اندیس های St نشان دهنده ی حداقل مقاومت نهایی کششی – درآزمایش

کشش نمونه ی فولاد – برحسب kg/mm^2 است ؛ برای نمونه، St_{۳۷} فولادی است که حداقل

مقاومت نهایی این فولاد در آزمایش کششی ساده (استاندارد) برابر $37 kg/mm^2$ است.

ب) فولادهای استاندارد آمریکایی

فولادهای ساختمانی مطابق مشخصات AISC عبارت اند از :

۱- فولاد ASTM A_v : برای پل سازی و ساختمان.

۲- فولاد ASTM A_{۳۷۳} : فولاد ساختمانی برای جوش کاری.

۳- فولاد ASTM A_{۳۶} : فولاد ساختمانی.

۴- فولاد ASTM A_{۴۴۰} : فولاد با مقاومت زیاد ساختمانی.

۵- فولاد ASTM A_{۴۴۱} : فولاد با مقاومت زیاد (هم بسته منگنز و وانادیم) ساختمانی.

۶- فولاد ASTM A_{۴۴۲} : فولاد با مقاومت زیاد ساختمانی.

فولادهای شماره ی ۱، ۲ و ۳ از نوع فولاد کربن دار معمولی ساختمانی و فولاد ۴ و ۵ از نوع

فولاد هم بسته با مقاومت زیاد و فولاد ۶ از نوع با مقاومت زیاد است ؛ هم چنین فولاد A_{۳۶} یکی از

پرمصرف ترین فولادها بوده که جای گزین فولاد A_v شده است ؛ نیز فولاد A_{۳۷۳} فولاد کربن دار

ساختمانی است که بسیار از قابلیت جوش برخوردار است.

ج) فولادهای روسی: در کشور روسیه فولادها دارای انواع و اقسام متفاوت بوده اما به طور کلی به دو دسته‌ی «فولادهای ساختمانی» و «فولادهای ابزار» تقسیم می‌شوند؛ هم‌چنین فولادها به صورت فولاد کربن‌دار معمولی و هم‌بسته‌های فولاد هستند. فولادهای ساختمانی که کم‌تر از ۰/۶٪ کربن دارند به دو نوع «ساده‌ی معمولی» و «مرغوب» تقسیم می‌شوند.

در کشور روسیه فولادهای کربن‌دار معمولی را با حرف CT و عدد ۰ تا ۷ مشخص می‌کنند که عدد، نشان‌دهنده‌ی نمره‌ی فولاد است. هرچه نمره‌ی فولاد زیادتر باشد کربن آن بیش‌تر بوده به همین نسبت سخت‌تر و قوی‌تر است. فولادهای ساختمانی مرغوب را با عدد مشخص می‌سازند که نشانگر درصد متوسط کربن (برحسب صدم درصد) است؛ برای نمونه فولاد نمره‌ی ۱۵، یعنی فولادی که ۰/۱۵٪ کربن دارد.

فولادهای هم‌بسته (آلیاژدار) را در روسیه با حروف و ارقام نشان می‌دهند. حروف، نشانگر عناصر اضافی و ارقام، شاخص مقدار کربن و عناصر آلیاژی‌اند. ارقام ماقبل حروف نشان‌دهنده‌ی درصد کربن (برحسب صدم درصد) و ارقام مابعد حروف نشانگر مقدار عناصری است که با این حروف مشخص شده‌اند؛ مانند: ۴۰XH و ...

فولادهای آلیاژدار را بسته به کاربردها به نوع «ساختمانی»، «ابزار» و «ویژه» تقسیم‌بندی می‌کنند.

۷-۱-۵ - انواع نیم‌رخ‌های نورد شده‌ی فولادی

الف) استاندارد اروپایی

۱- نیم‌رخ I باریک یا نرمال پروفیل INP : یکی از متداول‌ترین نیم‌رخ‌های نورد شده‌ی فولادی است که دارای عرض کم‌بال و شیب‌دار بودن سطوح داخلی بال در حد ۰/۱۴ بوده، علامت اختصاری I یا NP یا INP است. مقطع نیم‌رخ I در شکل ۵-۵ نمایش داده شده است.



شکل ۵-۵ - INP یا NP یا I

۲- پروفیل IPE: پروفیل IPE که به نام پروفیل نیم پهن یا بال متوسط نرم اروپایی مشهور است؛ دارای این مشخصات است: از شماره‌ی ۸ تا ۶۰ که معادل ارتفاع ۸ سانتی‌متر تا ۶۰ سانتی‌متر تهیه می‌شود و سطوح داخلی و خارجی بال‌های این پروفیل با هم موازی است. برای مشخص کردن شماره‌ی پروفیل IPE، عدد مشخص کننده شماره‌ی پروفیل را پس از IPE می‌گذارند. برای نمونه «IPE ۱۴».

مزایای IPE نسبت به NP

۱- پهنای بال IPE نسبت به NP بیش‌تر بوده بنابراین، مقاومت آن زیادتر است و در جایی به کار می‌رود که به پهنای بال بیش‌تر نیاز باشد.

۲- موازی بودن سطوح داخلی و خارجی بال‌های این پروفیل یکی دیگر از مزایای آن نسبت به INP است که از نظر اتصال باعث سهولت می‌شود.

۳- عرض بال IPE معمولاً اعداد رُند بوده برخلاف INP که اعداد غیررُند بر حسب سانتی‌متر است.

۴- نسبت به INP دارای وزن کم‌تر و راندمان مقاومتی $\left(\frac{\text{مقاومت}}{\text{وزن}}\right)$ بیش‌تر است.

۳- پروفیل بال پهن: این گونه پروفیل‌ها دارای مقطع I شکل هستند که عرض بال‌ها پهن بوده بنابراین مقاومت آن‌ها در هر دو جهت نزدیک به هم است (نسبت به NP). ضمناً سطوح داخلی و خارجی بال‌ها موازی یک‌دیگر هستند. انواع پروفیل بال پهن عبارت است از: الف) پروفیل بال پهن با وزن متوسط، طبیعی یا معمولی که علامت اختصاری آن IPB است. معادل نرم اروپایی HEB و سابقاً به این پروفیل DIN یا DIP نیز گفته می‌شد.

ارتفاع و عرض بال این پروفیل تا شماره‌ی ۳۰ یک‌سان و برابر هم است. مثلاً IPB_{۳۰} یعنی بال پهن شماره‌ی ۳۰ دارای ارتفاع مقطع ۲۰ سانتی‌متر و عرض بال ۲۰ سانتی‌متر است و از شماره‌ی ۳۰ به بالا عرض بال ۳۰ سانتی‌متر ثابت مانده ارتفاع مقطع زیاد می‌شود.

ب) پروفیل بال پهن با وزن سبک که علامت اختصاری آن IPBI بوده معادل نرم اروپایی HE-A است. در گذشته به این پروفیل IDIE یا DIMEL می‌گفتند.

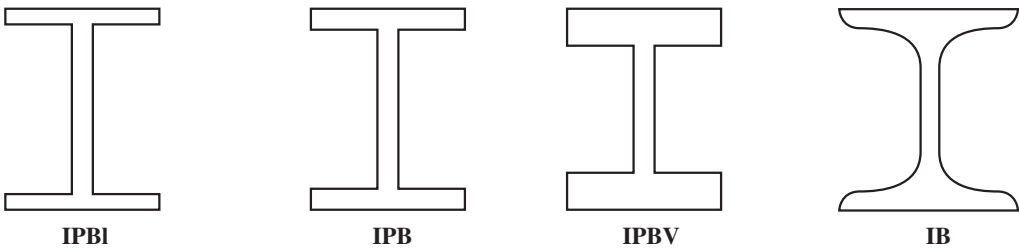
ارتفاع واقعی این پروفیل مقدار کمی از ارتفاع اسمی آن (ارتفاع مقطع IPB هم‌نمره) کم‌تر است؛ بنابراین وزن آن از وزن پروفیل IPB هم شماره‌اش کم‌تر است. این پروفیل همانند IPB تا شماره‌ی ۳۰ عرض بال تغییر می‌کند و از شماره‌ی ۳۰ به بالا عرض بال ۳۰ سانتی‌متر باقی می‌ماند. برای نمونه: IPBI_{۱۹} دارای ارتفاع ۱۹ سانتی‌متر و عرض بال ۲۰ سانتی‌متر و وزن یک‌متر آن

۴۲/۳ kg است؛ در صورتی IPB_۲ که دارای ارتفاع ۲۰° و عرض بال ۲۰ سانتی‌متر و وزن یک‌متر آن ۶۱/۳ kg است.

ج) پروفیل بال بهن سنگینی که علامت اختصاری آن IPBV بوده، معادل نرم اروپایی HE-M است. این پروفیل را پیش از این IDIV یا DIR یا DIMAX می‌گفتند. ارتفاع واقعی این پروفیل مقدار کمی از ارتفاع اسمی آن (ارتفاع IPB هم‌شماره) بیش‌تر است و وزن آن از وزن پروفیل IPB هم‌شماره‌اش بیش‌تر است.

برای نمونه: IPBV_۲ دارای ارتفاع مقطع ۲۲ سانتی‌متر و وزن یک‌متر آن ۱۰۳ کیلوگرم است؛ در صورتی که IPB_۲ دارای ارتفاع مقطع ۲۰ سانتی‌متر و وزن یک‌متر آن ۶۱/۳ کیلوگرم است. نوع دیگری از پروفیل بال بهن با علامت اختصاری IB نیز تهیه می‌شود که از شماره‌ی ۱۰ تا ۱۸ آن ساخته می‌شود و بال‌های عریض دارد که سطوح داخلی آن دارای شیب است. (۹٪) و ارتفاع مقطع و عرض بال آن در هر شماره یکسان است.

نوعی پروفیل بال بهن استاندارد نشده نیز تهیه می‌شود که با علامت IPBS نشان داده می‌شود. در شکل ۶-۵ انواع نیم‌رخ‌های IPB مشخص شده است.



شکل ۶-۵- مقاطع انواع نیم‌رخ‌های IPB

۴- پروفیل U یا ناودانی: سطوح داخلی بال‌های این پروفیل دارای شیب است که این شیب برای پروفیل‌های تا شماره‌ی ۳۰ برابر ۸٪ و برای پروفیل‌های بزرگ‌تر از شماره‌ی ۳۰ برابر ۵٪ است. علامت اختصاری این پروفیل NP [یا NP U] یا U است.

برای نمونه: U_۲ یا NP_۲ یا U_۲. باید توجه داشت که پروفیل ناودانی تا شماره‌ی ۴۰ ساخته می‌شود. (شکل ۷-۵)



شکل ۷-۵- نیم‌رخ ناودانی

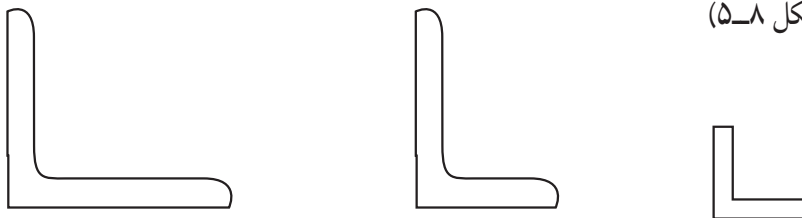
۵- پروفیل نبشی: پروفیل نبشی که دارای دو بال عمود بر هم و با ضخامت یکسان است در دو نوع با بال‌های مساوی و بال‌های نامساوی - با لبه‌ی گرد - تهیه می‌شود.

علامت اختصاری نبشی به صورت L یا L است. برای نمایش پروفیل نبشی به این صورت عمل می‌شود:

الف) برای نبشی با بال مساوی بعد از نوشتن علامت اختصاری اندازه‌ی بال برحسب میلی‌متر، سپس ضخامت آن برحسب میلی‌متر نوشته می‌شود؛ برای مثال: $L_{50 \times 50 \times 5}$ یا $L_{50 \times 5}$ که نشانگر نبشی با بال مساوی به طول بال ۵۰ میلی‌متر و به ضخامت بال ۵ میلی‌متر است.

ب) برای نبشی با بال نامساوی بعد از علامت اختصاری اندازه‌ی بال بزرگ‌تر و بعد اندازه‌ی بال کوچک‌تر، سپس ضخامت بال برحسب میلی‌متر نوشته می‌شود؛ برای مثال: $L_{120 \times 80 \times 12}$ یعنی عرض یک بال ۱۲ سانتی‌متر و عرض بال دیگر ۸ سانتی‌متر و ضخامت بال‌ها ۱۲ میلی‌متر است. نوع نبشی به صورت بال مساوی و لبه‌ی بال تیز ساخته می‌شود که علامت اختصاری آن LS

است. (شکل ۸-۵)

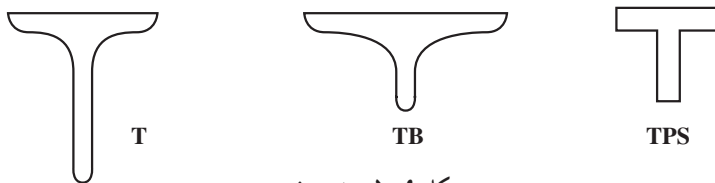


شکل ۸-۵- نیم‌رخ نبشی

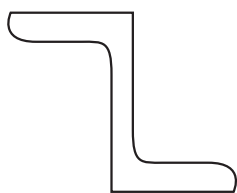
۶- پروفیل سپری یا T: این نوع نیم‌رخ که به شکل T است، به دو نوع تهیه می‌شود. یکی آن که ارتفاع آن‌ها برابر قاعده‌شان است و با علامت T مشخص می‌شود و از نمره‌ی ۲۰ تا ۱۴۰ میلی‌متر ساخته می‌شود؛ هم‌چنین برای نشان دادن آن بعد از علامت T نمره‌ی سپری را برحسب میلی‌متر می‌نویسند؛ مانند: T_{80} . نوع دیگر، سپری با قاعده‌ی دو برابر ارتفاع، یعنی عرض بال دو برابر ارتفاع مقطع ساخته می‌شود. این نوع سپری با علامت TB مشخص می‌گردد و از نمره‌ی ۶۰×۳۰ تا ۱۲۰×۶۰ میلی‌متر ساخته می‌شود؛ مانند: TB_{60} . سطوح بال و جان این‌گونه سپری‌ها دارای شیب بوده لبه‌ی آن‌ها به صورت گرد ساخته می‌شود. هم‌چنین نوعی سپری نیز با ارتفاع و بال مساوی و لبه‌ی بال و جان تیز تهیه می‌شود که از شماره‌ی ۲۰ تا ۴۰ میلی‌متر است و با TPS مشخص می‌شود. سطوح داخلی و خارجی بال آن موازی هستند؛ مانند: TPS_{40} .

گاهی سپری را از نصف کردن پروفیل‌های I و IPE و IPBI و IPB و یا IPBV تهیه می‌کنند.

البته می‌توان برحسب ضرورت مقداری بالاتر برش داد تا دو نوع سپری با ساق کوتاه و ساق بلند به دست آید. (شکل ۵-۹)

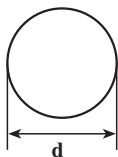


شکل ۵-۹- نیم‌رخ سپری



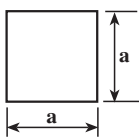
شکل ۵-۱۰- نیم‌رخ Z

۷- پروفیل Z: این پروفیل که به دونبشی نیز معروف است با علامت اختصاری Z نشان داده می‌شود. این پروفیل از نمره‌ی ۳۰ تا ۲۰۰ میلی‌متر تهیه می‌شود و برای نشان دادن آن بعد از علامت Z ارتفاع مقطع را برحسب میلی‌متر می‌نویسند؛ مانند: $Z_{۱۲۰}$. (شکل ۵-۱۰)



شکل ۵-۱۱- نیم‌رخ میل‌گرد

۸- میل‌گرد (آرماتور): مقاطع میل‌گرد به قطر ۵ تا ۲۲ میلی‌متر تهیه می‌شود و علامت اختصاری آن \emptyset یا Rd است که برای نشان دادن مقطع میل‌گرد، پس از علامت اختصاری قطر مقطع میل‌گرد را برحسب میلی‌متر می‌نویسند؛ برای مثال: $Rd_{۱۶۰۰} \times ۱۶۰۰$ یا $\emptyset_{۱۶۰۰}$. مورد مصرف در کارهای بتنی مسلح به‌طور وسیع، در آویزها و در مهارها به‌کار می‌رود. (شکل ۵-۱۱)



شکل ۵-۱۲- نیم‌رخ چهارتراش

۹- مقطع چهار تراش یا چهارسو: مقطع چهار تراش یا چهارسو با مقطع مربع به ابعاد ۶×۶ میلی‌متر تا ۱۵۰×۱۵۰ میلی‌متر ساخته می‌شود و علامت اختصاری آن \square یا kt است. برای نشان دادن آن پس از نوشتن علامت اختصاری ابعاد آن برحسب میلی‌متر نوشته می‌شود؛ برای نمونه: $\square_{۳۰ \times ۱۸۰}$ یا $kt_{۳۰ \times ۱۸۰}$. (شکل ۵-۱۲)

۱۰- مقطع شش‌ضلعی: مقطع شش‌ضلعی منظم با ارتفاع مقطع ۱۳ تا ۱۰۳ میلی‌متر ساخته می‌شود و علامت اختصاری آن \hexagon یا kt است. مقطع شش‌ضلعی منظم را این‌گونه نشان

می دهند: (شکل ۱۳-۵)



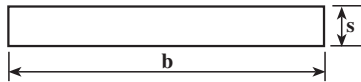
۴۰×۲۲۰ یا ۶kt ۴۰×۲۲۰

شکل ۱۳-۵- مقطع شش ضلعی

۱۱- تسمه: تسمه‌های فولادی به مقطع مربع مستطیل بوده نسبت عرض به ضخامت آن زیاد است. تسمه‌هایی که عرض مقطع آنها کم‌تر از ۱۶۰ میلی‌متر است «تسمه» و آن‌هایی که عرض بیش‌تر از ۱۶۰ میلی‌متر دارند «تسمه‌ی پهن» می‌نامند. حداقل ضخامت تسمه ۵ میلی‌متر است. تسمه‌ها را به ابعاد مقطع متفاوت از ۱۰×۵ میلی‌متر تا ۱۵۰×۶۰ میلی‌متر می‌سازند. علامت اختصاری تسمه به صورت \square یا FI؛ برای نمونه: \square ۴۰×۱۲×۱۸۶ یا \square FI.۸۰×۱۰×۴۰۰

۱۲- صفحه یا تسمه‌ی پهن: صفحات فولادی دارای عرض نسبتاً زیاد است و با ضخامت‌های مختلف ساخته می‌شود. معمولاً صفحه دارای عرض بیش از ۲۰ سانتی‌متر است.

علامت اختصاری تسمه‌ی پهن به صورت: \square یا BtF1 است؛ برای نمونه: به صورت \square ۳۵۰×۳۰×۶۸۰ یا \square BtF1 ۳۵۰×۳۰×۶۸۰.



(ب) نیم‌رخ‌های فولادی استاندارد آمریکایی: به دلیل طولانی شدن بحث فقط به آن‌ها اشاره می‌کنیم:

۱- نیم‌رخ I استاندارد با ارتفاع مقطع از ۳ تا ۲۴ اینچ متغیر است. طرز نمایش این نیم‌رخ به این صورت است که از سمت چپ ابتدا ارتفاع مقطع پروفیل برحسب اینچ، سپس علامت I و در پی آن وزن یک فوت تیر برحسب پوند نوشته می‌شود؛ مانند: $12I31/8$ این تیر تقریباً دارای همان مشخصات N^o است.

۲- نیم‌رخ پهن W این نیم‌رخ که دارای مقطع I شکل است دارای عرض بال بیش‌تر بوده برای عمل خمش از مناسب‌ترین نیم‌رخ‌های موجود است؛ مانند: $12W_{77}$ که عدد ۱۲ ارتفاع برحسب اینچ و ۷۷ وزن یک فوت آن به پوند است.

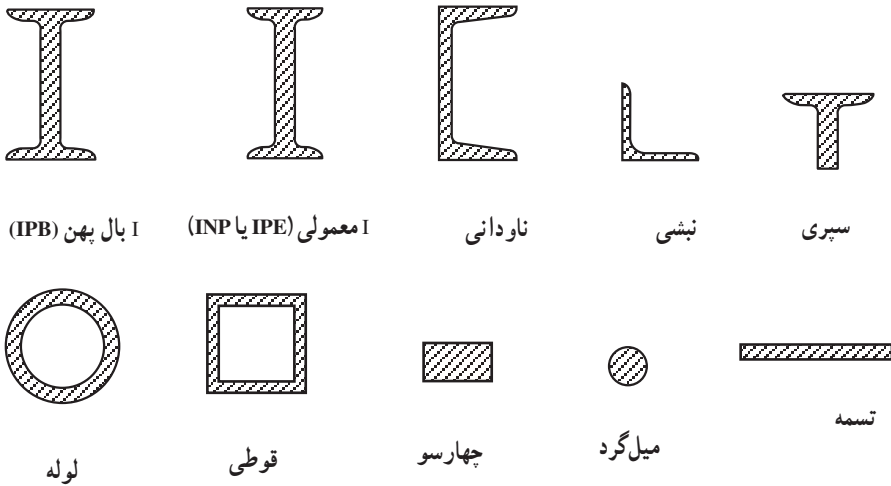
۳- تیر سبک با مقطع I شکل که نسبت به پروفیل W هم ارتفاع و هم عرض کم‌تر دارد و با حرف B مشخص می‌شود؛ مانند: $14B17/2$. در علامت‌گذاری جدید این پروفیل با حرف W مشخص می‌شود؛ مانند: $W14 \times 26$ که در گذشته آن را با $14B26$ نشان می‌دادند.

۴- ناودانی استاندارد که با ارتفاع مقطع ۳ تا ۱۸ اینچ تهیه می‌شود. علامت [نشان‌دهنده‌ی ناودانی است؛ مانند: ۱۵/۳] ۱۰؛ یعنی، پروفیل ناودانی به ارتفاع مقطع ۱۰ اینچ که وزن هر فوت آن ۱۵/۳ پوند است.

باید توجه داشت که در علامت‌گذاری جدید به جای I استاندارد علامت S و ناودانی استاندارد علامت C به کار می‌رود.

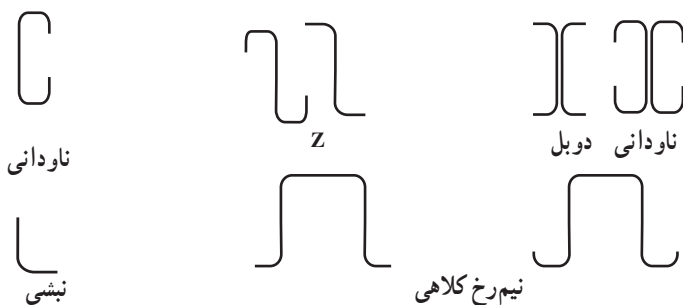
۵- مقطع I گوناگون، ناودانی گوناگون، تیر I ظریف، ناودانی ظریف، مقطع پروفیل H، نبشی، سبیری یا مقطع tee، پروفیل با مقطع مربع توپر (چهارسو) پروفیل با مقطع مستطیل توپر (تسمه)، میل گرد و مقطع Z یا Zee. جملگی از فرآورده‌های استاندارد آمریکایی هستند.

ج) نیم‌رخ‌های ساختمانی متداول در ایران: برای استفاده از فولاد برای عضو ساختمانی، باید آن را به شکل مناسب درآورد. نیم‌رخ‌های متداول ساختمانی ایران که مبتنی بر آیین‌نامه‌ی «دین آلمان» است در شکل ۱۴-۵ نشان داده شده است:



شکل ۱۴-۵- انواع نیم‌رخ‌های ساختمانی متداول در ایران

نوع دیگری از نیم‌رخ‌های ساختمانی به روش پرس کردن ورق‌های فولادی و تبدیل آن‌ها به شکل مناسب تولید می‌شوند. این نیم‌رخ‌ها که در شکل ۱۵-۵ نشان داده شده‌اند معمولاً در اعضای خمش سبک استفاده می‌شوند:



شکل ۱۵-۵- انواع نیم‌رخ‌های پرسی

سایر فلزات غیر آهنی ساختمانی عبارت‌اند از :

۲-۵- آلومینیم (Al)

آلومینیم فلزی است نقره‌ای رنگ، جلاپذیر، نرم، سبک و به‌آسانی شکل پذیر. این فلز در طبیعت به‌صورت آزاد و خالص یافت نمی‌شود، اما در حدود ۰.۸٪ وزن پوسته‌ی زمین را ترکیبات این فلز تشکیل می‌دهد و بعد از فولاد در کارهای ساختمانی اهمیت خاصی دارد. از این فلز در تهیه‌ی وسایل خانگی، مانند : ورق‌های نازک (فوایل)، قوطی، ورق و پروفیل‌های ساختمانی، ابزارهای برقی، بدنه‌ی کشتی، هواپیما و واگن قطار استفاده می‌شود. برای تهیه‌ی آلومینیم از پودر سفید آلومینا استفاده می‌کنند که از بوکسیت (سنگ معدن) به‌دست می‌آید.

مهم‌ترین خواص آلومینیم که باعث استفاده‌ی گسترده از آن در صنایع و ساختمان می‌شود عبارت‌اند از : وزن مخصوص کم، مقاومت در مقابل اکسید شدن و خوردگی، هم‌چنین قابلیت ریخته‌گری.

به‌منظور اصلاح و یا تغییر خواص آلومینیم، آن را با مس، سیلیسیم، روی، نیکل و آهن به نسبت‌های معینی مخلوط نموده، «آلیاژ آلومینیمی» می‌سازند. آلیاژ آلومینیم با حدود ۱۲ درصد سیلیسیم از نظر خواص ریخته‌گری بسیار مناسب است. این آلیاژ در برابر پدیده‌های جوی پایدار است، زنگ نمی‌زند و قابل جوش است و از آن برای ساختن قطعات صنعتی نظیر سرسیلندر موتور اتومبیل و گیربکس، هم‌چنین ساختن در و پنجره استفاده می‌شود.

۳-۵ - سرب (Pb)

فلزی بسیار سنگین است که از نام لاتین «پلومبوم» گرفته شده است و در ساختمان کاربرد درخور توجهی دارد؛ مثلاً برای آب‌بندی کردن لوله‌های چدنی فاضلاب، محل اتصالات را سرب‌ریزی یا به عبارت دیگر سرب‌کوبی می‌کنند؛ هم‌چنین برای جلوگیری از عبور اشعه‌های مضر همچون اشعه‌ی ایکس (x) کف اتاق‌های رادیولوژی و نظایر آن‌را با ورقه‌ای از سرب می‌پوشانند. از سرب در رنگ‌سازی، روپوش سیم‌ها، تهیه و ساخت باطری، گلوله و ساچمه و نظایر آن استفاده می‌شود. نکته‌ی قابل توجه این است که سرب به صورت محلول، سمی است. به همین دلیل استفاده از رنگ‌هایی که پایه‌ی سربی دارد به صورت پاشیدن (اسپری) و یا تراشیدن آن و هم‌چنین استفاده از آن‌ها در جاهایی که در دسترس کودکان و جانداران است، مجاز نمی‌باشد.

۴-۵ - روی (Zn) - مس (Cu)

روی و مس در صنعت کاربرد بسیار دارد. از روی به‌عنوان روکش محافظتی بر روی فولاد (آهن گالوانیزه) استفاده می‌شود. از ترکیب این دو فلز آلیاژی به نام «برنز» به دست می‌آید که در ساخت یراق‌آلات ساختمانی مصرف زیاد دارد. از مس و روی با قلع، آلیاژ دیگری به نام «برنج» ساخته می‌شود که آن نیز کاربرد فراوان دارد.

آیا می‌دانید که ...

مدارک باستانی و نظرات باستان‌شناسی چنان می‌گوید که شمال و بخش میانی ایران یکی از باستانی‌ترین مراکز صنعت فلز در جهان است. طبیعی است که صنعت فلزات در جاهایی که در آن معادن مختلف یافت می‌شده پیشرفت می‌کرده است، و از این روی ایران سرزمینی بسیار غنی بوده و مردمان این سرزمین از نخستین صنعت‌کاران فلز به‌شمار آمده‌اند. از ایران زمین دانش فلزکاری و صنعت فلزات به مرز و بوم‌های دیگر از جمله آسیا، آفریقا و اروپا رفته است. به نظر می‌رسد که نخست ساکنان این بخش با چکش‌کاری مس از آن ابزارهای گونه‌گون را می‌ساختند. در هزاره‌ی چهارم پیش از میلاد مس هنوز هم برای ساختن جنگ‌افزار، ابزارهای آرایشی و دیگر ابزارها به کار می‌رفت. در نیمه‌ی دوم آن هزاره، دگرگونی‌هایی در تکنولوژی فلزات پدید آمد و در این دوره مس از سنگ معدن با ذوب کردن جدا گردید. در قدیم نواحی کرمان و بلوچستان از جمله معادن عمده‌ی مس به‌شمار

می‌آمده‌اند و اخیراً در این نواحی کوره‌های ذوب مس نیز یافت شده‌اند. ابزارهای مسی هزاره‌ی چهارم پیش از میلاد مقادیری زر، سیم، سرب، آرسنیک، آنتی‌مون، آهن، نیکل و قلع همراه داشته‌اند. آمیختن فلزها و تشکیل آلیاژهای گوناگون این توفیق را داد که آلیاژهایی چون مفرغ یا برنز با مقاومت و سختی زیادتر از مواد متشکله‌شان ساخته شود. هم‌چنین به‌نظر می‌رسد که از ۲۵۰۰ پیش از میلاد به بعد در آمیختن فلزات و به‌دست آمدن آلیاژها از طرف فلزکاران کنترل‌هایی اعمال گردیده باشد.

گمان می‌رود که ایرانیان در دوره‌ی هخامنشیان در صنعت فولادسازی و کاربست آهن و فولاد مهارت داشته‌اند. نیز گفته شده است که آنان از ویژگی‌های فولاد آگاهی داشته‌اند و می‌دانسته‌اند که آهن در مجاورت هوا و رطوبت زنگ می‌زند. گویا برای حفاظت اجسام آهنین با قیر روی آن‌ها را اندود می‌کرده‌اند. برخی برداشت‌های باستان‌شناسی نیز گویای آن است که شهر نیریز در فارس یکی از مراکز تولید اسلحه در زمان هخامنشیان بوده است. سیاحان و جغرافی‌دانان اعصار بعد نیز از صنعت فولادسازی در حوالی شمالی نیریز یادها کرده‌اند.

نشانه‌های تاریخی که تا کنون به‌دست آمده و بررسی شده است مؤید آن است فولادسازی در هزاره‌ی دوم پیش از میلاد از سرزمین ارمنستان و آذربایجان ریشه گرفته و از آن‌جا در اواخر هزاره‌ی دوم به بخش‌های دیگر ایران رفته است.

صنعت فولاد ایرانی و به‌ویژه فولاد ایرانی در زمان اشکانیان شهرت جهانی داشته و از آن در نوشته‌های ملل دیگر نیز یاد شده است. برابر محاسباتی که شده کوره‌های باستانی ذوب فولاد در بخش قره‌داغ دارای گنجایش تولیدی سالیانه ۲۰۰ تن بوده است. نویسندگان رومی از شهرت فولاد پارتی سخن گفته‌اند و گفته شده است که فولاد ساسانی با نام بین‌تیه (اسم فارسی اسپینا) به چین صادر می‌شده است. واژه‌ی فارسی فولاد که در زبان رومی، مغولی، ارمنی، ترکی و تبتی به‌گونه‌ی بولوت ظاهر می‌شود نشان‌دهنده‌ی تأثیر صنعت فولاد ایرانی در سرزمین‌های دیگر جهان باستان به‌شمار می‌رود.

در دوران اسلامی نیز فولاد ایران و صنعت فولادسازی و کان‌های آهن در ایران شهرت خود را نگه داشت و از کان‌های آهن و مهارت آهن‌کاران ایرانی بهره‌گیری‌های فراوانی انجام گرفت. از جمله بخش‌های ایران که در دوران اسلامی از کان‌های آهن آن بهره‌وری فراوان شده کان‌های آهن کرمان بود. الکندی شیمی‌دان اسلامی کتابی در خواص شمشیرها نوشته و در آن بین دو نوع آهن که آن‌را آهن ماده، (آهن نرم و یا آهنی که نمی‌توان آن را سخت کرد و کلمه فارسی آن نرم آهن و یا به‌گفته‌ی او نرمهانی است) و آهن نر، که به آسانی قابل سخت شدن است (و به‌گفته‌ی او سابورگانی) تفاوت قائل شده است. آهن سابورگانی یا آهن شاپورگانی، یا یاشابرانی یا شاپورگانی احتمالاً در شابران (در بند قفقاز) بوده که بهره‌برداری از آن در دوران ساسانیان آغاز شده است.

ارزش‌یابی فصل پنجم

- ۱- نحوه‌ی تولید فولاد را شرح دهید.
- ۲- موارد استفاده‌ی آهن را در ساختمان شرح دهید.
- ۳- فولادهای نُرْم آلمانی را نام ببرید.
- ۴- نیم‌رخ‌های حاصل از نوردکاری به چهار گروه تقسیم می‌شوند. آن‌ها را شرح دهید.
- ۵- موارد استفاده از آلومینیم در ساختمان را توضیح دهید.
- ۶- مهم‌ترین آلومینیمی که به‌طور گسترده در صنایع ساختمان استفاده می‌شود کدام است؟
- ۷- از سرب در چه مواردی استفاده می‌شود؟