

# به نام خدا

عنوان مقاله:

## فولاد چیست؟



## فولاد ، پرکاربردترین آلیاژ در صنعت است.

فولاد (steel) آلیاژی است که از ترکیب آهن و درصدی کربن با عناصری مانند کروم، نیکل، مولیبدنیوم و ... به دست می آید. این آلیاژ به دلیل خواص فوق العاده ای مانند استحکام کششی بسیار بالا، مقاومت در برابر خوردگی، چکش خواری و انعطاف پذیری و... به یکی از پرکاربردترین فلزات دنیا تبدیل شده است. این آلیاژ با ترکیب شدن با دیگر عناصر و انجام عملیات حرارتی، خواص مناسبی را برای هر کاربردی پیدا می کند و می توان با انتخاب آلیاژ مناسب، از آن در هر وضعیتی استفاده کرد .

به طور کلی فولاد از ترکیب آهن و کربن و چند عنصر دیگر مانند نیکل، منیزیم، منگنز و ... به وجود آمده که درصد کربن آن می تواند تا ۲,۱ درصد متغییر باشد. مهم ترین عنصر این آلیاژ آهن است، به طوری که اگر میزان آهن موجود در این آلیاژ زیر ۵۰ درصد باشد، دیگر این آلیاژ، فولاد نیست. همچنین اگر به آلیاژی از آهن و کربن برخوردید که بیش از این مقدار کربن در آن وجود داشت، آن آلیاژ فولاد نیست بلکه چدن است. یکی از مهم ترین آلیاژهای تولیدی بشر در طول تاریخ قطعا فولاد است. امروزه این آلیاژ پرکاربردترین آلیاژ صنعتی جهان است و کمتر صنعتی را می توان یافت که فولاد در آن تاثیر مستقیم نداشته باشد. شروع کار صنعت فولاد در ایران به چهارده قرن قبل از میلاد مسیح بازمی گردد اما پیشرفت و فراگیر شدن این صنعت در قرن اخیر رخ داده است .



## فولاد چه خواص و ویژگی هایی دارد؟

وقتی اسم فولاد را می شنویم، اولین چیزی که به ذهنمان می آید استحکام بسیار بالای این آلیاژ است، اما مطمئناً این نکته به تنهایی دلیل کافی برای این حجم از مصرف فولاد در صنعت نیست پس به اختصار به بیان خواص فولاد که باعث تبدیل شدن این آلیاژ به پرمصرف ترین آلیاژ دنیا شده است می پردازیم:

- استحکام کششی بسیار بالایی را داراست و می تواند در برابر نیروهای وارد شده، به خوبی مقاومت کند.
- انعطاف پذیری بالا که باعث شده این آلیاژ از شکل پذیری بالایی برخوردار باشد.
- در برابر خوردگی بسیار مقاوم است.
- نقطه ذوب و چگالی بسیار بالایی دارد.
- درخشندگی بسیار زیادی را داراست.
- فراوانی عناصر تشکیل دهنده و هزینه پایین تولید یکی از مهم ترین دلایل فراگیر شدن استفاده از این آلیاژ در صنعت است.

علاوه بر نکات ذکر شده یکی از مهم ترین خواص فولاد این است که با استفاده از عملیات حرارتی می توان خواص مختلفی را به این آلیاژ بخشید و آن را برای کاربرد مورد نظر خود شخصی سازی کرد.

## فرآیند فولادسازی به چند دسته تقسیم می شود؟

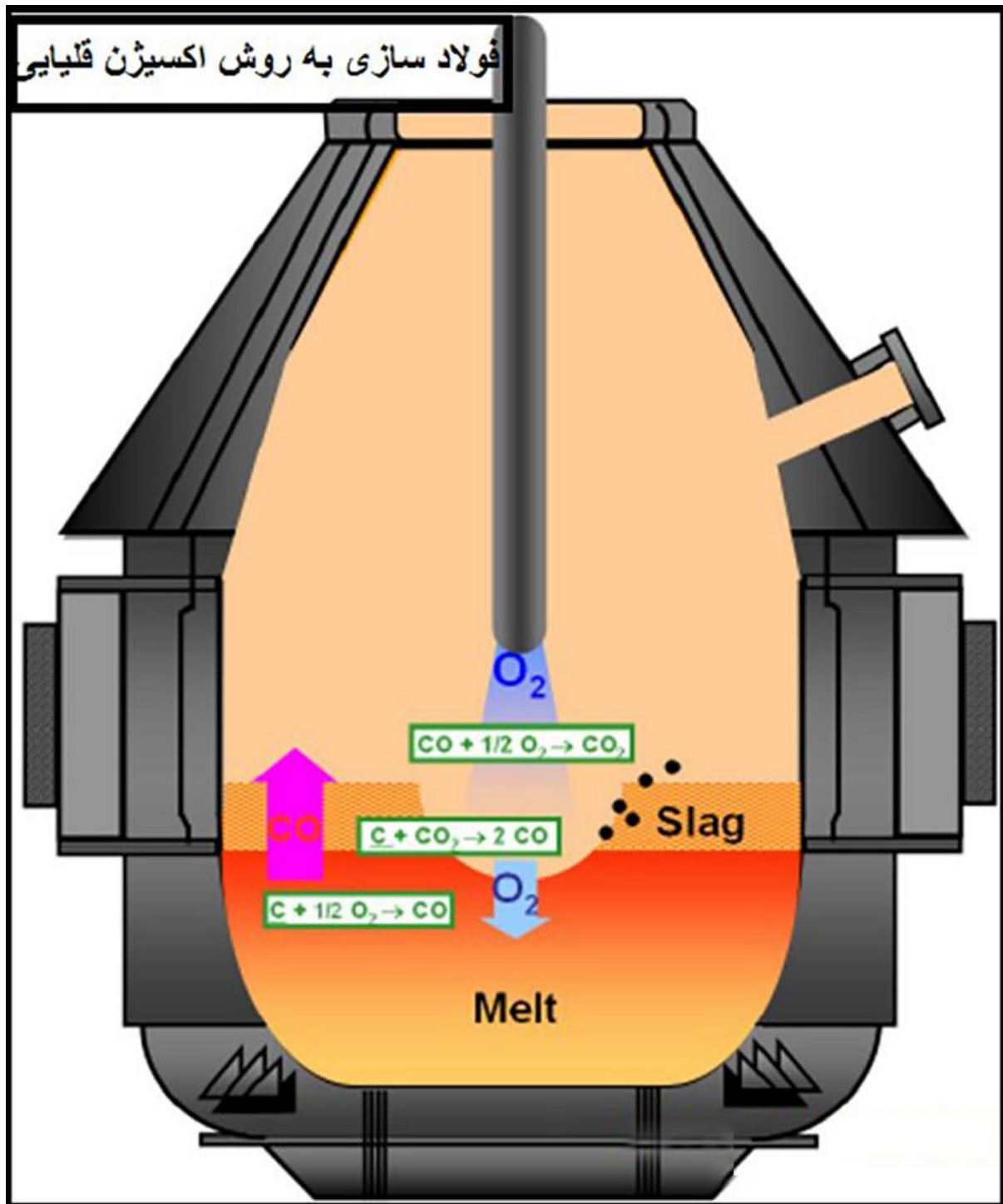
همانطور که گفته شد فولاد سازی از هزاران سال پیش به روش های سنتی انجام می گرفت اما فرآیند فولادسازی از قرن چهارده میلادی تجاری سازی شد. در ابتدا که صنعتگران به اهمیت فولاد پی برده بودند، با استفاده از روش های سنتی به تولید فولاد می پرداختند اما در قرن نوزدهم با استفاده از تکنولوژی توانستند به روش های نوینی برای تولید این آلیاژ کاربردی برسند که تحولی عظیم در این صنعت به وجود آورد.

امروزه فرآیندهای تولید فولاد به دو قسمت تقسیم می شوند:

۱. **فرآیندهای اولیه**: این فرآیندها به دو صورت انجام می گیرند:

- فولادسازی با روش اکسیژن قلیایی (**basic oxygen steelmaking**)

این روش اساس کار فرآیند فولادسازی است که در آن، درون چدن پرکربن اکسیژن دمیده می‌شود که با کاهش کربن در چدن، آن را به فولاد تبدیل می‌نماید. دلیل قلیایی نامیدن این روش، ماهیت شیمیایی مواد نسوز این فرآیند چون اکسید کلسیم و اکسید منیزیم است.



این روش در اواسط قرن بیست میلادی توسط رابرت دورر به دست آمد و انقلابی را در حوزه تولید فولاد رقم زد که نرخ تولید فولاد را به شدت افزایش داد. در این روش اکسیژن با خلوص بالا با فلز منتقل می‌شود



و با کربن و دیگر عناصر ترکیب شده و آن‌ها را از آلیاژ خارج می‌کند. در تمام زمان دمش اکسیژن، به آلیاژ آهک اضافه می‌کنیم تا ناخالصی‌ها را از آلیاژ نهایی جدا کند. پس از جداکردن ناخالصی، آلیاژ مذاب به پاتیل ریخته می‌شود تا فرآیند ثانویه بر روی آن انجام گیرد.

### • فولادسازی با کوره قوس الکتریکی (electric arc furnace)

در این روش از قراضه آهن و آهن احیا شده به طور مستقیم برای تولید فولاد استفاده می‌شود. در این روش قراضه آهن و آهن احیاشده در کوره با استفاده از قوس الکتریکی ذوب می‌شوند. برای کمک به ذوب شدن آهن موجود گاهی از مشعل‌های گازی در کوره استفاده می‌کنند. این کوره‌ها توانایی تولید بالغ بر صد تن فولاد در هر ساعت را دارا هستند. از این فرآیند برای تولید آلیاژهای بسیار باکیفیت مانند فولاد ضدزنگ و فولاد کم آلیاژ استفاده می‌کنند، دلیل این مهم این است که در این فرآیند می‌توان کنترل دقیقی بر روی میزان ناخالصی و ساختار شیمیایی فولاد تشکیل شده داشت.



مکانیزم کار در فرآیند فولادسازی با استفاده از کوره قوس الکتریکی به این شکل است که سه الکتروگرافیتی اطراف کوره‌ای با سقف متحرک قرار دارند. قراضه‌های آهن از بالا و با کنار رفتن سقف به کوره اضافه شده و پس از پر شدن کوره، سقف بسته شده و الکترودها زیر کوره قرار می‌گیرند. با القاء جریان الکتریکی، قوس الکتریکی ایجاد می‌شود و گرمای شدیدی را تولید می‌کند که این گرما، باعث ذوب قراضه‌های آهن می‌شود و پس از افزودن آهک و اکسیژن، نمونه‌گیری انجام شده و آلیاژ مذاب تولید شده وارد پاتیل می‌شود تا فرآیند ثانویه بر روی آن انجام پذیرد.

## ۲. فرآیندهای ثانویه

در این مرحله با توجه به نوع فولاد موردنیاز، عملیات حرارتی مناسب بر روی آلیاژ درون پاتیل انجام می‌گیرد که این عملیات می‌تواند شامل افزودن آرگون، اکسیژن‌کشی، تزریق پودر و ... باشند. برای رسیدن به فولاد با گرید بالا باید چندمورد از این عملیات‌ها را باهم ترکیب کرد.

### انواع فولاد شامل چه مواردی می‌شود؟

روش‌های مختلفی برای دسته‌بندی فولاد وجود دارد، برای مثال می‌توان فولاد را از نظر شکل به شمش‌های فولادی، ورق‌های فولادی و ... و همچنین از نظر عملیات حرارتی به آنیل شده و تمپر شده و ... تقسیم کرد. روش‌های دیگری نیز برای دسته‌بندی این آلیاژ وجود دارد که مهم‌ترین آن از نظر ترکیبات شیمیایی است. فولاد از این نظر به چهار دسته تقسیم می‌شود:

#### • فولاد کربن‌دار: که خود به سه زیرگروه تقسیم می‌شود:

۱. فولاد کم کربن: پرکاربردترین نوع فولاد است که بیشترین میزان کربن آن ۰,۳ درصد است.

۲. فولاد کربن متوسط: درصد کربن این نوع فولاد بین ۰,۳-۰,۶ درصد است و از استحکام بالاتری نسبت به فولاد کم کربن برخوردار است.

۳. فولاد پرکربن: پراستحکام‌ترین نوع فولاد کربنی است و درصد کربن آن بین ۰,۶-۱,۵ درصد است که برای ضرب سکه از آن استفاده می‌شود.



## • فولاد آلیاژی:

یکی از راه های بهبود خواص فیزیکی و شیمیایی فلزات، آلیاژ کردن آن ها با دیگر عناصر است. به همین دلیل با افزودن برخی عناصر مانند کبالت، مولیبدنیوم، وانادیم، تنگستن و ... به فولاد می توان خواص فیزیکی و شیمیایی این آلیاژ را بهبود بخشید. عموماً با افزودن این عناصر به فولاد و انجام عملیات حرارتی می توان استحکام و سختی و مقاومت به خوردگی این آلیاژ را افزایش داد.

## • فولاد ضدزنگ:

یکی از انواع فولاد است که در برابر اکسیداسیون و خوردگی بسیار مقاوم است. این آلیاژ از افزودن میزان زیاد کروم به فولاد به دست آمد. این نوع فولاد خود به سه نوع تقسیم می شود:

۱. **فولاد آستنیتی**: پرکاربردترین نوع فولاد ضدزنگ، فولاد آستنیتی است که از ترکیب نیکل و کروم با فولاد به دست می آید. این نوع آلیاژ که درصد کروم آن تقریباً ۱۸ درصد و درصد نیکل آن به تقریب ۸ درصد است، در برابر خوردگی بسیار مقاوم است.



۲. **فولاد فریتی**: این نوع فولاد ضدزنگ که در آن از ترکیب ۱۴-۱۷ درصد کروم با فولاد و مقادیر کمی مولیبدنیوم و تیتانیوم استفاده شده است، قابلیت چکش خواری و شکل پذیری بسیار بالایی دارد و می‌توان از آن برای افزایش استحکام استفاده کرد.

۳. **فولاد مارتنزیتی**: در این نوع از فولاد ضدزنگ که خاصیت مغناطیسی دارد، درصد کروم بین ۱۲-۱۴ درصد است. فولاد مارتنزیتی قابلیت سخت کاری دارند و با انجام عملیات حرارتی می‌توان به استحکام آن افزود.

#### • فولاد ابزار:

فولاد ابزار که از ترکیب فولاد با عناصر مولیبدنوم، کبالت، وانادیم و تنگستن است، به دلیل دارا بودن مقاومت گرمایی بسیار بالا در نوک مته، برقوکاری و ابزارهای برش کاربرد دارد.

### فولاد چه مزایایی نسبت به سایر آلیاژها دارد؟

از مهمترین مزیت های فولاد به سایر آلیاژها می توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱- سازگار با محیط زیست

۲- قابل بازیافت

۳- دوام بالا

۴- ارزان و قابل دسترس

۵- انعطاف پذیری

### فولاد در صنعت چه کاربردهایی دارد؟

#### • صنعت خودروسازی:

یکی از مهم ترین کاربردهای فولاد، استفاده از آن در صنایع خودروسازی است به طوری که امروزه بیش از پنجاه درصد هر خودرو از فولاد ساخته شده است. به دلیل چگالی مناسب فولاد استفاده از آن در خودروها باعث کاهش وزن و در نتیجه بهینه سازی مصرف می شود که این مهم، یکی از اصلی ترین دلایل استفاده از این آلیاژ در صنعت خودروسازی است. بدنه خودرو یکی از قسمتهایی است که در آن باید از ورقه های فولادی استفاده کرد تا طراحی خودرو با حداقل وزن ممکن انجام شود.



## • صنعت ساخت و ساز:

امروزه یکی از بزرگترین کاربردهای فولاد، که بیش از پنجاه درصد مصرف فولاد در جهان را از آن خود کرده است، صنعت ساخت و ساز است. امروزه، فولاد به دلیل تنوع بالا، قابلیت مونتاژ سریع، هزینه ساخت پایین و از همه مهمتر استحکام بسیار بالا تبدیل به انتخاب اول ساختمان سازان شده است. در این صنعت از قالب-های فولادی برای شکل دهی دیوارهای بتنی استفاده می‌شود.



## • حوزه انرژی:

با اطمینان می‌توان گفت تمام بخش‌های انرژی، به دلیل ویژگی‌های فولاد نیازمند گونه‌های مختلف این آلیاژ می‌باشند. برای مثال برج‌های لوله‌های بلندی که در ساخت توربین‌های بادی کاربرد دارند از فولاد ساخته می‌شوند، ستون‌های برق سکوه‌های نفتی از فولاد ساخته می‌شوند و حتی در پنل‌های خورشیدی و مبدل‌های حرارتی نیز از فولاد به عنوان ماده اصلی سازنده استفاده می‌شود.

## • حوزه پزشکی:

فلزی که بیشترین کاربرد را در حوزه پزشکی دارد، فولاد ضدزنگ است. از این آلیاژ به دلیل ماهیت ضدباکتری، غیرخورندگی، قابل بازیافت بودن و کاهش خطر عفونت در ساخت تخت بیمارستان، ویلچر، ایمپلنت دندان و حتی دریچه قلب مصنوعی استفاده می‌شود.

## • صنعت بسته بندی:

یکی از کاربردهای مهم فولاد، صنعت بسته بندی است. دلیل استفاده از این آلیاژ در این صنعت آن ویژگی فولاد است که می تواند از کالای بسته بندی شده، در برابر هوا، آب و نور مراقبت کند و باتوجه به بازیافت پذیر بودن این آلیاژ، ضرری هم متوجه محیط زیست نخواهد بود.

علاوه بر مصارف ذکر شده فولاد در صنعت کشتی سازی، صنعت نفت، صنعت لوازم خانگی، صنعت معماری و بسیاری از صنایع دیگر کاربرد دارد.



## صنعت فولاد در ایران چه جایگاهی دارد؟

همانطور که گفته شد به دلیل کاربردهای فراوانی که انواع فولاد در صنایع مختلف از جمله ساخت و ساز، خودروسازی، پزشکی و ... دارند، صنعت فولاد یکی از مهم ترین صنایع حال حاضر دنیاست به طوری که نرخ رشد مصرف فولاد در یک کشور، رابطه مستقیم با نرخ رشد اقتصادی آن کشور دارد. در سال های گذشته صنعت فولاد در ایران، رشد چشم گیری را داشته و با تولید ۲۸ میلیون تن در سال گذشته توانسته علاوه بر، برآورده کردن نیاز صنایع داخل کشور، رتبه دهم صادرات این آلیاژ ارزشمند در جهان را نیز کسب کند. با افزایش مصرف فولاد در کشورهای در حال توسعه، می توان آینده این آلیاژ را روشن ارزیابی کرد و در صورت استفاده حداکثری از منابع توسط تولیدکنندگان فولاد با توجه به منابع ارزشمند موجود در کشور، این صنعت می تواند به ایجاد رونق اقتصادی در کشور کمک شایانی کند.