



**Namatek**

True Education



**Titanium  
Alloys**

[www.namatek.com](http://www.namatek.com)

**آلیاژهای تیتانیوم**

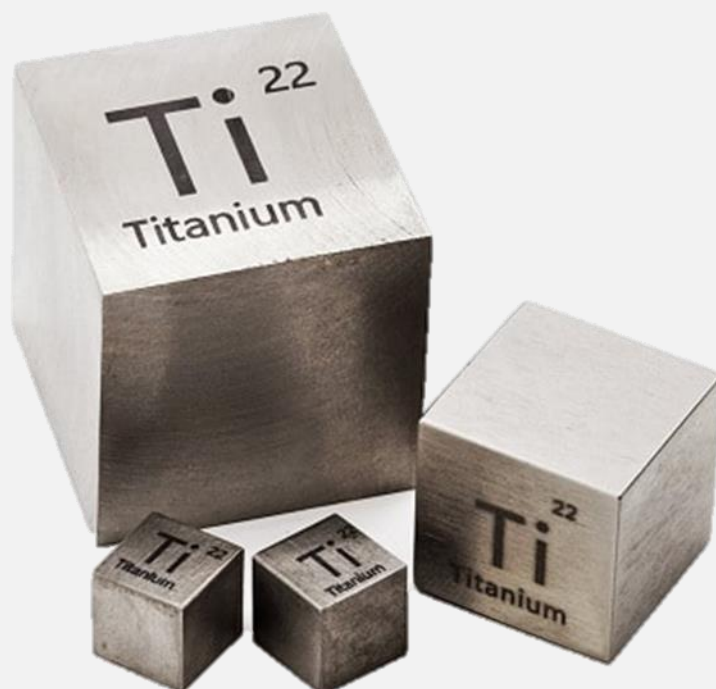
## فهرست مطالب

۱. تیتانیوم چیست؟ (Titanium)
۲. آلیاژهای تیتانیوم

آیا به کاربرد آلیاژهای تیتانیوم در صنایع هوا و فضا و بیو مواد توجه کرده اید؟ جالب است بدانید که این فلز شگفت انگیز و آلیاژهای پرکاربردش هم در آسمان ها کنار ما هستند، هم روی زمین. اگر علاقه مند هستید که بدانید چگونه فلزی سنگین در صنعت پیشرفته هوافضا کاربرد دارد و یا چگونه در علم بیو مواد به یاری ما می آید، در ادامه این مقاله همراه ما باشید تا با انواع آلیاژهای تیتانیوم، خواص و کاربردهای آنها آشنا شوید.

## #1 تیتانیوم چیست؟ (Titanium)

تیتانیوم خالص فلزی است که به خاطر داشتن خواصی چون چگالی کم، مقاومت مکانیکی و مقاومت خوردگی بالا در صنایع پیشرفته چون هوافضا و بیو مواد کاربرد دارد؛ اما این فلز زیست سازگار نیست و مدول خمشی پایینی دارد. همین طور در دماهای بالا کاربردی ندارد. برای بهینه سازی خواص شیمیایی و مکانیکی تیتانیوم خالص، باید این فلز را برای خواص مورد نظر آلیاژ کرد. آلیاژهای تیتانیوم (Titanium Alloys) از ترکیب تیتانیوم به عنوان فلز زمینه و یک فلز دیگر ساخته می شوند.



## #۲ آلیاژهای تیتانیوم

همان طور که گفتیم آلیاژهای تیتانیوم از تیتانیوم خالص و یک فلز دیگر برای بهبود خواص ساخته می شوند.

دو شکل فازی از آلیاژ تیتانیوم جامد وجود دارد:

۱. تیتانیوم آلفا: از ۲۵ درجه سانتی گراد تا ۸۸۲ درجه سانتی گراد پایدار است.

۲. تیتانیوم بتا: از ۸۸۲ درجه سانتی گراد تا نقطه ذوب تیتانیوم پایدار است.

آلیاژهای تیتانیوم که در صنایع هوافضا استفاده می شوند، برای افزایش خواص مکانیکی و شیمیایی باید عناصر پایدارکننده ساختار آلفا و بتا را داشته باشند؛ اما در کاربردهایی که به خاطر مقاومت به خوردگی عالی تیتانیوم از آن استفاده می شود، تیتانیوم خالص مورد استفاده قرار می گیرد. وقتی عنصرهای آلیاژی را به تیتانیوم می افزاییم، باعث تغییر درصد هر کدام از فازهای آلفا و بتا می شوند.

آلیاژهای تیتانیوم را وابسته به میزان درصد فاز آلفا و بتا در ساختارشان به سه دسته تقسیم می کنند:

۱. تیتانیوم خالص تجاری، تیتانیوم آلفا و نزدیک به آلفا: آلیاژهای آلفا در دمای محیط حاوی فاز بتا نیستند اما آلیاژ نزدیک به آلفا کمی از فاز بتا را دارد.

۲. آلفا/بتا: این آلیاژها دوفازی و شامل هر دو فاز آلفا و بتا هستند.

۳. بتا: این آلیاژ نیز صرفاً شامل فاز بتا است.

حال در ادامه به بررسی و معرفی ۵ نوع آلیاژهای تیتانیوم شامل تیتانیوم خالص، تیتانیوم آلفا، تیتانیوم نزدیک به آلفا، آلیاژ آلفا/بتا و تیتانیوم بتا می پردازیم.

## #۱-۲ تیتانیوم خالص تجاری

عناصر تشکیل دهنده تیتانیوم خالص تجاری آهن، کربن، نیتروژن و اکسیژن هستند. مقدار اکسیژن در ساختار تیتانیوم تعیین کننده استحکام آن است. البته می توان گفت که کربن، هیدروژن و نیتروژن ناخالصی به حساب می آیند.

از جمله خواص این نوع از آلیاژهای تیتانیوم می توان موارد زیر را نام برد:

- استحکام پایین
- مقاومت به خوردگی بالا
- قیمت ارزان

همچنین این نوع آلیاژ در زمینه های زیر بسیار پرکاربرد است:

- ایمپلنت های دندان
- زیردریایی ها
- مبدل های حرارتی
- بدنه هواپیما





## #۲-۲ آلیاژهای تیتانیوم آلفا

آلومینیوم و اکسیژن عناصر پایدارکننده فاز آلفا هستند. این دو عنصر استحکام آلیاژ تیتانیوم آلفا را افزایش می دهند. البته برای افزایش استحکام آلیاژ و همین طور به عنوان پایدارکننده فاز آلفا از مقدار کمی قلع و زیرکونیوم نیز می توان استفاده کرد. به خاطر داشته باشید در این گروه از آلیاژهای تیتانیوم، مقدار عنصر پایدارکننده نباید بیشتر از ۹ درصد باشد؛ چون باعث ترد و شکننده شدن آلیاژ می شود.

از خواص ویژه این آلیاژ می توان موارد زیر را نام برد:

- استحکام خوب وابسته به میزان اکسیژن و آلومینیوم
- کاهش چگالی
- مقاومت در برابر اکسیداسیون

از این آلیاژ در ساخت تیغه های کمپرسور موتور هواپیما و ورقه های آلیاژی تیتانیوم استفاده می شود.



## #۲-۳ آلیاژهای تیتانیوم نزدیک به آلفا

تفاوت این آلیاژ با آلیاژ قبلی در وجود مقدار کمی از فاز بتا در آلیاژهای نزدیک به آلفا است. مقدار کمی از عناصر پایدارکننده فاز بتا مثل مولیبدن و وانادیوم به این آلیاژ افزوده می شوند. افزودن این عناصر باعث حفظ استحکام آلیاژ در دماهای بالا می شود. همچنین مقاومت به خزش را نیز افزایش می دهد. می توان گفت از این آلیاژ در دماهای بالا استفاده می شود.

از خواص ویژه این آلیاژ می توان موارد زیر را برشمرد:



- استحکام بالا
- چقرمگی و مقاومت به خزش عالی در دماهای بالا
- جوش پذیری خوب
- مقاومت به خوردگی در محیط های آبی

از آلیاژهای تیتانیوم نزدیک به آلفا در تولید بدنه هواپیما و قطعات موتور جت استفاده می شود.



## #۲-۴ آلیاژهای تیتانیوم آلفا/بتا

در این آلیاژ هر دو فاز آلفا و بتا وجود دارند. این آلیاژ ساختاری دوفازی دارد. عمدتاً عنصر آلومینیوم فاز آلفا و وانادیوم فاز بتا را پایدار می کند.

در ادامه خواص این آلیاژ را نام می بریم:

- بهترین خواص مکانیکی
- استحکام بالا در دمای محیط و دمای بالا
- قابلیت جوش پذیری

از آلیاژهای تیتانیوم آلفا و بتا در ساخت قطعات موتور راکت، تیغه ها و دیسک های توربین هواپیما و مخازن تحت فشار استفاده می شود.



## #۲-۵ آلیاژهای بتا

عناصر پایدارکننده فاز بتا به دو دسته تقسیم می شوند:

۱. عناصر ایزومورفوس بتا (Beta Isomorphous Element): این عناصر حلالیت بالایی در تیتانیوم دارند. عناصر این گروه مولیبدن (Molybdenum)، وانادیوم (Vanadium)، نیوبیوم (Niobium) و تانتالیوم (Tantalum) هستند.
۲. عناصر یوتکتوئید بتا (Beta Eutectoid Element): این دسته از عناصر حلالیت کمی در تیتانیوم داشته و باعث تشکیل ترکیبات میان فلزی می شوند. منگنز، کروم، سیسیلیوم، آهن، کبالت، نیکل و مس جزء این دسته هستند.

از خواص آلیاژهای بتا به موارد زیر می توان اشاره کرد:

- افزایش حرارت پذیری
- فرآیندپذیری بهتر
- قابلیت جوش پذیری مناسب
- چقرمگی بالا

آلیاژهای تیتانیوم بتا در ساخت بست های محکم، بدنه و بال هواپیما و تولید فنر کاربرد دارند.

