

گریدهای 316 و 316L

راهنمای فنی استنلس استیل

شناخت گرید، ترکیب شیمیایی،
خواص، ساخت، جوشکاری و کاربردها

STAINLESS STEEL GRADES

316 & 316L

TECHNICAL GUIDE



SHEETS
PLATES



PIPES
TUBES



PROFILES
SECTIONS



TANKS
EQUIPMENT

گریدهای 316 و 316L

شناسنامه فنی، استانداردها و تفاوت اصلی دو گرید

1 خانواده (Family)



گریدهای 316 و 316L در خانواده استنلس استیل های آستنیتی (Austenitic Stainless Steel) قرار می گیرند. این خانواده به دلیل ساختار آستنیتی و ترکیب کروم، نیکل و مولیبدن دارای مقاومت خوردگی بالا و کاربرد گسترده در صنایع مختلف است.

2 سری (Series)



316 و 316L از گریدهای آستنیتی سری 300 (AISI 300 Series) هستند. این سری شامل گریدهایی مانند 304 و 304L نیز می شود. خضور مولیبدن (Mo) در 316L و 316 نسبت به گرید 304 باعث افزایش مقاومت خوردگی در محیط های حاوی کلرید و بسیاری از محیط های صنعتی می شود.

3 نام گذاری AISI



گرید	نام AISI
316	AISI 316
316L	AISI 316L

در بازار صنعتی معمولاً از نام های AISI 316 و AISI 316L برای شناسایی این گریدها استفاده می شود.

4 سیستم نام گذاری UNS

گرید	UNS
316	S31600
316L	S31603

شماره های UNS برای شناسایی گریدهای 316 و 316L در منابع استاندارد و دیتا شیت های صنعتی ثبت شده است.

5 استاندارد اروپایی EN



گرید	Steel Number	EN Designation
316	1.4401	X5CrNiMo17-12-2
316L	1.4404	X2CrNiMo17-12-2

در نام گذاری EN، گرید 316 معمولاً با شماره 1.4401 و گرید 316L با شماره 1.4404 شناخته می شود.

6 نام گذاری های مرتبط (Designations)



سیستم	316	316L
ASTM / AISI	316	316L
UNS	S31600	S31603
EN / W.Nr.	1.4401	1.4404
EN Name	X5CrNiMo17-12-2	X2CrNiMo17-12-2
JIS	SUS316	SUS316L

این نام گذاری ها معادل های رایج برای شناسایی 316 و 316L هستند. در سفارش واقعی، باید علاوه بر گرید، استاندارد محصول، فرم محصول (ورق، لوله، میلگرد، اتصالات و ...) و مشخصات فنی نیز مشخص شود.

تفاوت اصلی 316 و 316L

مهم ترین تفاوت متالورژیکی میان این دو گرید، مقدار کربن است. 316L نسخه کم کربن (Low Carbon) گرید 316 است. حرف L در 316L به معنی Low Carbon است. کاهش مقدار کربن در 316L به ویژه در فرآیندهای جوشکاری و ساخت قطعات جوشی اهمیت دارد. این تفاوت به معنی «بهتر بودن مطلق» یکی نسبت به دیگری نیست و انتخاب باید بر اساس شرایط پروژه و محیط سرویس انجام شود.

316	316L
Standard Carbon	Low Carbon
Carbon (C)	Carbon (C)
حداکثر حدود 0.08%	حداکثر حدود 0.03%

در یک نگاه

Family	Series	316	316L	ویژگی مشترک	تفاوت کلیدی
Austenitic Stainless Steel	AISI 300	UNS S31600 EN 1.4401	UNS S31603 EN 1.4404	Cr – Ni – Mo Austenitic Stainless Steel	مقدار کربن L = Low Carbon

ترکیب شیمیایی و نقش مولیبدن در 316 و 316L

چرا حضور Mo، 316 را از 304 متمایز می‌کند؟

1 ترکیب شیمیایی 316 و 316L

(درصد وزنی - مقادیر متداول بر اساس ASTM A240 برای محصولات تخت)

عنصر	316	316L	نقش اصلی
Cr (کروم)	16 - 18	16 - 18	تشکیل و تقویت لایه غیرفعال و مقاومت در برابر خوردگی
Ni (نیکل)	10 - 14	10 - 14	پایداری سازی ساختار آستنیتی و افزایش چقرمگی
Mo (مولیبدن)	2 - 3	2 - 3	افزایش مقاومت در برابر خوردگی حفره‌ای و شیار
C (کربن)	≤ 0.08	≤ 0.03	تفاوت اصلی 316 و 316L
Mn (منگنز)	≤ 2.00	≤ 2.00	کمک به ویژگی‌های متالورژیکی
Si (سیلیسیم)	≤ 0.75	≤ 0.75	کنترل ویژگی‌های فرایند و ساختار
P (فسفر)	≤ 0.045	≤ 0.045	ناخالصی کنترل شده
S (گوگرد)	≤ 0.030	≤ 0.030	ناخالصی کنترل شده

این مقادیر برای محصولات تخت طبق ASTM A240/A240M ارائه شده‌اند.
حدود ترکیب برای سایر محصولات مانند لوله و میلگرد می‌تواند بر اساس استاندارد محصول متفاوت باشد.

2 نقش عناصر اصلی

Cr کروم
وجود کروم در محدوده 16 تا 18 درصد باعث تشکیل لایه غیرفعال روی سطح فولاد شده و مقاومت در برابر خوردگی عمومی را فراهم می‌کند.

Ni نیکل
نیکل در محدوده 10 تا 14 درصد ساختار آستنیتی را پایدار می‌کند و به افزایش چقرمگی، حتی در دماهای پایین، کمک می‌کند.

Mo مولیبدن
مولیبدن (2 تا 3 درصد) مقاومت در برابر خوردگی حفره‌ای (Pitting) و شیار (Crevice) را به‌ویژه در محیط‌های حاوی کلرید افزایش می‌دهد.

C کربن
میزان کربن در 316 حداکثر 0.08% و در 316L حداکثر 0.03% است. کاهش کربن در 316L به‌ویژه در جوشکاری اهمیت دارد.

3 اثر مولیبدن (Mo) در مقاومت خوردگی



- مولیبدن باعث افزایش مقاومت 316 و 316L در برابر خوردگی حفره‌ای و شیار می‌شود.
- این اثر به‌خصوص در محیط‌های حاوی کلرید مانند آب دریا، برخی محلول‌های شیمیایی و محیط‌های صنعتی اهمیت دارد.
- مولیبدن یکی از عوامل اصلی در شاخص مقاومت حفره‌ای (PREN) است.

افزایش مقدار Mo می‌تواند تأثیر قابل‌توجهی بر مقاومت به خوردگی حفره‌ای داشته باشد.

PREN یک شاخص مقایسه‌ای است و نباید به‌تنهایی «پیش‌بینی» هتیرال یک پروژه واقعی استفاده شود.

4 خواص فیزیکی 316 و 316L

ویژگی	مقدار تقریبی
چگالی	حدود 8.0 g/cm³
ضریب هدایت حرارتی (در 20°C)	حدود 14 W/m·°C
ظرفیت گرمایی ویژه (در 20°C)	حدود 485 J/kg·°C
مدول الاستیسیته (در 20°C)	حدود 200 GPa
نفوذپذیری مقناطیسی نسبی	کمتر از 2.1

این مقادیر نمونه‌ای از دیتاشیت‌های معتبر برای محصولات خاص مانند میلگرد هستند.
و به محصول، شرایط ساخت و استاندارد مربوطه وابسته‌اند.

5 خواص مکانیکی (مقادیر نمونه)

ویژگی	مقدار تقریبی
تنش تسلیم (0.2%)	205 MPa حداقل
استحکام کششی	515 - 690 MPa
ازدیاد طول	حداقل 40%
سختی (HBW)	حداکثر 215

6 تفاوت کربن در 316 و 316L

316 Standard Carbon	316L Low Carbon
Carbon (C) ≤ 0.08%	Carbon (C) ≤ 0.03%

- 316 نسخه کم‌کربن 316L است.
- حرف L به معنی Low Carbon می‌باشد.
- کاهش کربن به‌ویژه در ساخت قطعات جوشی، احتمال تشکیل کاربید کروم و کاهش مقاومت به خوردگی در نواحی جوش را کاهش می‌دهد.

7 جمع‌بندی | چرا 316 و 316L ؟

Cr	تشکیل لایه غیرفعال و مقاومت خوردگی عمومی
Ni	پایداری سازی ساختار آستنیتی و افزایش چقرمگی
Mo	افزایش مقاومت در برابر خوردگی حفره‌ای و شیار
C کمتر در 316L	مناسب‌تر برای شرایطی که کنترل کربن اهمیت دارد

ساخت و جوشکاری استنلس استیل 316 و 316L

رفتار متریال در جوشکاری، شکل دهی، ماشین کاری و فرایند ساخت

1 جوشکاری | Welding

316 و 316L از فولادهای زنگ نزن آستنیتی هستند و قابلیت جوشکاری مناسبی دارند. روش های رایج شامل TIG ((GTAW)، SMAW (MMA) و SMAW (MMA) است. انتخاب روش مناسب به ضخامت، هندسه قطعه، الزامات کیفیت و شرایط پروژه بستگی دارد.



چرا 316L در قطعات جوشی اهمیت دارد؟

مقدار کربن پایین تر در 316L، تشکیل کاربیدهای کروم در اثر حرارت جوشکاری را کاهش می دهد و می تواند خطر خوردگی بین دانه های پس از جوشکاری را کاهش دهد. به همین دلیل 316L در بسیاری از ساختارها و تجهیزات جوشی انتخاب متداولی است.

2 مزیت کربن پایین | Low Carbon

ویژگی	316	316L
حداکثر کربن (C)	≤ 0.08%	≤ 0.03%
کربن پایین	خیر	بله
اهمیت در جوشکاری	نیازمند توجه به شرایط حرارتی	کاهش حساسیت به خوردگی بین دانه های
کاربرد متداول	قطعات و تجهیزات مختلف	ساختارها و تجهیزات جوشی

L = Low Carbon

کاهش کربن، مهم ترین تفاوت متالورژیکی 316L نسبت به 316 است و یکی از دلایل استفاده گسترده تر آن در ساخت قطعات جوشی می باشد.



3 شکل دهی | Forming

316 و 316L به دلیل ساختار آستنیتی، قابلیت شکل دهی مناسبی دارند. در فرآیندهایی مانند خم کاری، کشش و فرم دهی باید ضخامت ورق، شعاع خم، میزان تغییر شکل و وضعیت اولیه متریال در نظر گرفته شود. در شکل دهی گرم نیز محدوده دمایی و سرعت سرد شدن باید مطابق مشخصات تولیدکننده و استاندارد محصول انتخاب شود.



نکات مهم در شکل دهی

- ضخامت ورق
- شعاع خم
- جهت و نوع شکل دهی
- میزان تغییر شکل
- وضعیت اولیه متریال
- نیاز یا عدم نیاز به عملیات حرارتی

4 ماشین کاری | Machining

استنلس استیل های آستنیتی مانند 316/316L در ماشین کاری می توانند نسبت به بسیاری از فولادهای ساده جالش بیشتری در کنترل پراده، نیروهای برشی، و سایش ابزار ایجاد کنند. انتخاب ابزار و پارامترهای برش باید متناسب با گرید و شرایط واقعی قطعه انجام شود.



عملیات متداول ماشین کاری

تراشکاری Turning	فرزکاری Milling	سوراخ کاری Drilling
رزوه کاری Threading	سنگ زنی Grinding	اره کاری Sawing

5 ملاحظات ساخت | Fabrication Considerations

انتخاب متریال 316 یا 316L بر اساس شرایط کاری و استاندارد پروژه تعیین شود.	آمادسازی اتصال لبه سازی، تمیزی سطح و طراحی اتصال روی کیفیت جوش اثر دارند.	کنترل جوشکاری روش جوش، فیلر، حرارت ورودی و دمای بین پاسی کنترل شود.	پرداخت پس از ساخت تمیزکاری و در صورت نیاز عملیات مناسب سطح پس از جوشکاری انجام شود.	کنترل آلودگی جلوگیری از تماس با ابزار با مواد آلوده به فولاد کربنی و جداسازی مناسب تجهیزات.
---	---	---	---	---

6 در یک 316 و 316L

316	316L
• مناسب برای قطعاتی که عمدتاً بدون جوشکاری ساخته می شوند. • بر اساس مشخصات پروژه انتخاب می شود.	• گزینه متداول تر برای پروژه های دارای جوشکاری گسترده. • به دلیل کربن پایین تر



اصل مهم در ساخت 316L / 316؟

گرید مناسب + طراحی مناسب + فرایند ساخت کنترل شده = عملکرد قابل اتکاتر

انتخاب گرید تنها یکی از مراحل طراحی و ساخت است؛ کیفیت جوش ساخت نیز باید متناسب با کاربرد نهایی کنترل شود.

محیط و کاربرد گریدهای 316 و 316L

مقاومت در محیط‌های کلریدی، صنایع شیمیایی، غذایی، دارویی و تجهیزات صنعتی

1 محیط‌های حاوی کلرید Chloride Environments

وجود مولیبدن (Mo) باعث شده 316 و 316L در بسیاری از محیط‌های حاوی کلرید نسبت به 304 مقاومت بهتری در برابر خوردگی حفره‌ای (Pitting) و خوردگی شیار (Crevice) داشته باشند. با این حال مقاومت آنها مطلق نیست و به دما، غلظت کلرید و شرایط سرویس بستگی دارد.



عوامل موثر بر افزایش ریسک خوردگی

- افزایش دما
- افزایش غلظت کلرید
- محیط‌های اسیدی‌تر
- وجود شیار و نواحی بسته
- تجمع رسوب و آلودگی
- زبری یا آسیب سطح
- عیوب و حرارت جوشکاری (Heat Tint)

2 صنایع شیمیایی Chemical Industry



- مخازن و تجهیزات فرایندی
- لوله‌کشی و اتصالات
- شیرآلات و فلنچ‌ها
- تجهیزات فرایند شیمیایی
- برخی میدل‌های حرارتی

انتخاب گرید باید بر اساس نوع ماده شیمیایی، غلظت، دما و شرایط فرایند انجام شود.

3 صنایع غذایی Food & Beverage Industry



- تجهیزات فرایند
- مخازن
- لوله‌کشی
- تجهیزات شست‌وشو
- تجهیزات صنایع لبنی
- تجهیزات نوشیدنی

به دلیل مقاومت خوردگی و قابلیت نظافت، 316 و 316L در صنایع غذایی کاربرد گسترده‌ای دارند.

4 صنایع دارویی Pharmaceutical Industry



- تجهیزات فرایندی
- مخازن و راکتورها
- لوله‌کشی و اتصالات
- تجهیزات بزشگی و دارویی

316L به دلیل کربن پایین و قابلیت ساخت و جوشکاری مناسب، یکی از گریدهای رایج در صنایع دارویی است.

5 تجهیزات صنعتی Industrial Equipment



- لوله، اتصالات و فلنچ‌ها
- شیرآلات و قطعات
- آب و فاضلاب
- تجهیزات حرارتی
- تجهیزات فرایندی و ذخیره‌سازی

6 محدودیت‌های 316 و 316L Limitations

	آب دریا	316 در آب دریا مصونیت کامل ندارد و ممکن است دچار خوردگی حفره‌ای، یا شیار شود.
	کلرید بالا + دمای بالا	می‌تواند ریسک خوردگی موضعی و ترک خوردگی تنش را افزایش دهد.
	اسیدهای شدید	در برخی اسیدها و غلظت‌ها، 316 نیز ممکن است مقاومت کافی نداشته باشد.
	شیار و رسوب	اتصالات، درزا و نواحی با گردش ضعیف سیال می‌توانند محل شروع خوردگی موضعی باشند.

7 مقایسه کاربرد در محیط‌های مختلف

316 / 316L	محیط / کاربرد
مناسب در بسیاری از شرایط	محیط‌های معمول صنعتی
مقاومت بهتر از 304، اما وابسته به شرایط	محیط‌های حاوی کلرید
کاربرد گسترده؛ نیازمند بررسی ماده شیمیایی	صنایع شیمیایی
کاربرد گسترده	صنایع غذایی
کاربرد گسترده، به‌ویژه 316L	صنایع دارویی
نیازمند ارزیابی دقیق	آب دریا
نیازمند بررسی جدی	کلرید + دمای بالا
بدون بررسی محیط توصیه نمی‌شود	اسیدهای شدید

8 جمع‌بندی و نکات کلیدی

316 مقاوم‌تر است؛ اما «مقاوم مطلق» نیست.

Mo ↑
مقاومت بهتر در برابر Pitting / Crevice

Cl ↑ Temp ↑
ریسک خوردگی ↑

انتخاب گرید باید بر اساس محیط واقعی سرویس انجام شود.

اطلاعات موردنیاز برای انتخاب صحیح

- ✓ نوع سیال و ماده شیمیایی
- ✓ غلظت و دما و فشار
- ✓ زمان تماس و شرایط سطح
- ✓ روش ساخت و جوشکاری
- ✓ استاندارد محصول و الزامات پروژه

316 یا 316L؟

انتخاب گرید بر اساس کربن، جوشکاری و شرایط واقعی پروژه

1 تفاوت اصلی در یک نگاه

316L	316	ویژگی
Austenitic	Austenitic	ساختار
2 - 3%	2 - 3%	مولیدین (Mo)
$\leq 0.03\%$	$\leq 0.08\%$	حداکثر کربن (C)
بله	خیر	Low Carbon
S31603	S31600	شماره UNS
1.4404	1.4401	شماره EN
مزیت کربن پایین در ساختارهای جوشی	مناسب با فرایند کنترل شده	جوشکاری

مقادیر ترکیب شیمیایی به استاندارد و فرم محصول وابسته‌اند. اعداد بالا برای مقایسه عمومی گریدها ارائه شده‌اند.

2 کربن (C) | مهم‌ترین تفاوت

316	316L
$C \leq 0.08\%$	$C \leq 0.03\%$ Low Carbon

کاهش کربن در 316L می‌تواند خطر تشکیل کاریدهای کروم در اثر حرارت جوشکاری را کاهش دهد و به کنترل خوردگی بین‌دانه‌ای کمک کند.



3 جوشکاری



316 و 316L هر دو قابلیت جوشکاری مناسبی دارند. انتخاب روش جوشکاری (TIG, MIG, SMAW) به ضخامت، هندسه قطعه و الزامات پروژه بستگی دارد.

316 به دلیل کربن پایین در بسیاری از تجهیزات جوشی انتخاب متداولی است.



4 محیط سرویس



وجود مولیدین در 316 و 316L باعث مقاومت بهتر نسبت به 304 در برابر خوردگی حفره‌ای (Pitting) و شکاری (Crevice) در بسیاری از محیط‌های حاوی کلرید می‌شود. با این حال، این گریدها برای همه محیط‌ها مناسب نیستند و انتخاب باید بر اساس شرایط واقعی سرویس انجام شود.

سؤالات مهم در انتخاب:

- نوع سیال چیست؟
- غلظت آن چقدر است؟
- دمای کار چقدر است؟
- آیا کلرید وجود دارد؟
- زمان تماس چقدر است؟
- آیا قطعه جوشکاری می‌شود؟

5 چه زمانی 316L منطقی‌تر است؟



- ✓ ساخت جوشی گسترده (مخازن، لوله‌کشی، سازه‌های جوشی)
- ✓ کنترل خوردگی بین‌دانه‌ای پس از جوشکاری.
- ✓ تجهیزات فرایندی و بهداشتی (صنایع غذایی، دارویی و ...)

6 چه زمانی 316 می‌تواند انتخاب شود؟



- ✓ الزام خاصی برای Low Carbon ندارد.
- ✓ ساختار جوشی گسترده‌ای ندارد.
- ✓ مشخصات استاندارد محصول، 316 را تعیین کرده است.



نیاید صرفاً به دلیل وجود حرف L، 316L را در تمام شرایط «بهتر» از 316 در نظر گرفت. انتخاب باید با مشخصات فنی و شرایط پروژه هماهنگ باشد.

7 در سفارش چه اطلاعاتی بدهیم؟

- گرید 316 یا 316L
- نوع محصول ورق، لوله، میلگرد، پروفیل، اتصالات یا محصول ساخته شده.
- ابعاد ضخامت، قطر، طول، عرض، یا ابعاد مقطع
- استاندارد مورد نیاز استاندارد متناسب با نوع محصول
- شرایط ساخت برش، خم، جوشکاری، ماشین‌کاری یا ساخت کامل
- شرایط سرویس نوع سیال، دما، فشار، کلرید و سایر عوامل خوردنده

8 جدول تصمیم‌گیری

316L	316	معیار
✓	—	کربن پایین
✓	✓	کاربردهای عمومی صنعتی
گزینه متداول	✓	ساختارهای جوشی
مزیت	نیازمند توجه	کنترل خوردگی بین‌دانه‌ای
✓	✓	محیط حاوی کلرید
مشابه از نظر خانواده آلایزی و ایست به شرایط	✓	مقاومت Pitting / Crevice
بر اساس پروژه		انتخاب نهایی

9 محدودیت‌ها



آب دریا
316 نیز در برخی شرایط می‌تواند دچار خوردگی خفیه‌ای یا شکاری شود.



کلرید و دمای بالا
می‌تواند خطر خوردگی موضعی و تنش خوردگی (Stress Corrosion Cracking) را افزایش دهد.



اسیدهای شدید
در برخی اسیدها و غلظت‌ها، 316 نیز ممکن است مقاومت کافی نداشته باشند.



شیار و رسوب
اتصالات، درزها و نواحی با گردش ضعیف سیال می‌توانند محل شروع خوردگی موضعی باشند.



316 مقاوم‌تر است؛ اما «مقاوم مطلق» نیست.
↑ Mo → ↑ مقاومت بهتر در برابر Pitting / Crevice
↑ Cl ↑ Temp → ↑ ریسک خوردگی
انتخاب گرید باید بر اساس محیط واقعی پروژه انجام شود.



برای انتخاب متریال مناسب پروژه خود، مشخصات فنی مورد نیاز را با بازار استیل در میان بگذارید.

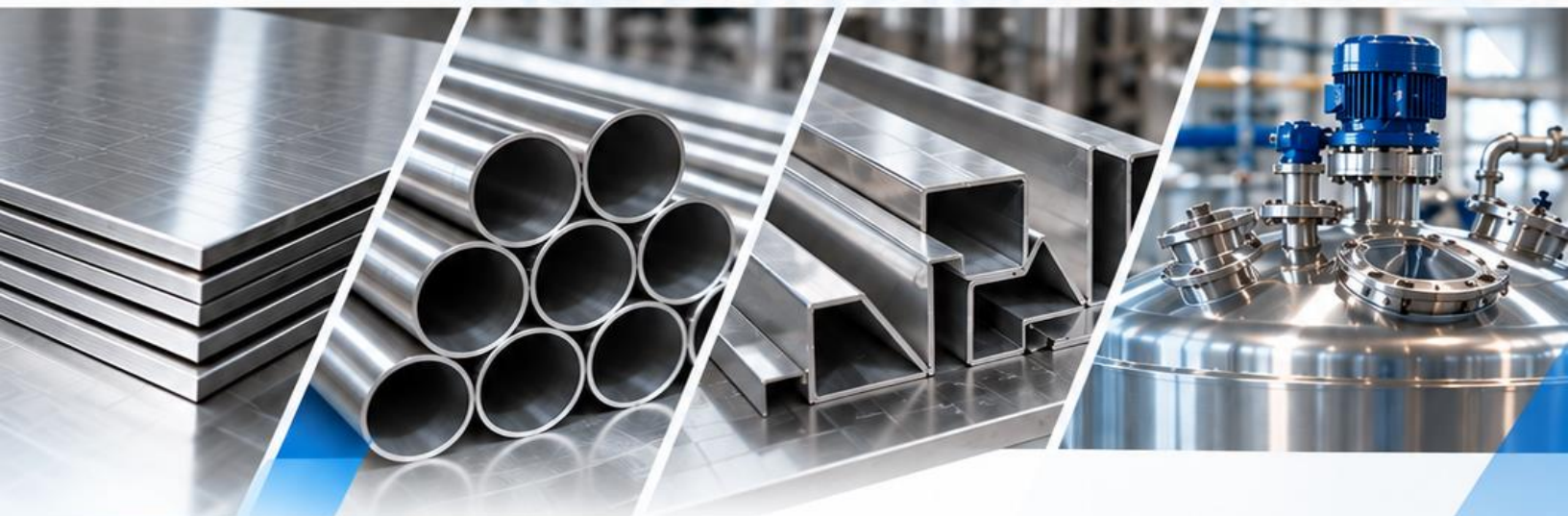
BazarSteel.Com →

BazarSteel

STAINLESS STEEL SOLUTIONS

تأمین و ساخت تجهیزات استنلس استیل

TANKS
MIXERS
INDUSTRIAL EQUIPMENT
STAINLESS STEEL PRODUCTS



STAINLESS STEEL
TANKS



STAINLESS STEEL
MIXERS



STAINLESS STEEL
SHEETS & PLATES



STAINLESS STEEL
PIPES & TUBES



STAINLESS STEEL
PROFILES



STAINLESS STEEL
FITTINGS & ACCESSORIES



BazarSteel.Com



021-54082



021-66781815



0912-6400524