



سازمان صنایع کوچک و شهرکهای صنعتی ایران

شرکت شهرکهای صنعتی استان مرکزی

عنوان:

مطالعه امکان سنجی مقدماتی طرح تولید پروفیل های  
دریایی (اکستروژن آلومینیوم)

کارفرما:

واحد آموزش و پژوهش

شرکت شهرکهای صنعتی استان مرکزی

مجری:

شرکت فرا کیفیت اراک

سال ۱۳۹۰

## فهرست مطالب

### (۱) معرفی محصول

- ۱- نام و کد محصول آیسیک ..... ۷
- ۲- شماره تعرفه گمرکی ..... ۸
- ۳- شرایط واردات ..... ۹
- ۴- بررسی و ارائه استاندارد ملی یا بین المللی ..... ۹
- ۵- بررسی و ارائه اطلاعات لازم در زمینه قیمت ..... ۱۱
- ۶- بررسی کالاهای جایگزین و تجزیه و تحلیل اثرات آن بر مصرف محصول ..... ۱۲
- ۷- اهمیت استراتژی کالا در دنیای امروز ..... ۹۰
- ۸- کشورهای عمده تولید کننده و مصرف کننده محصول (حتی الامکان سهم تولید یا مصرف ذکر شود) ..... ۹۹
- ۹- شرایط صادرات ..... ۱۰۵

## ۲) وضعیت عرضه و تقاضا

۱- بررسی ظرفیت بهره برداری و روند تولید از آغاز برنامه سوم تا کنون و محل واحد ها و تعداد آنها و سطح تکنولوژی واحد های موجود . ظرفیت اسمی . ظرفیت علمی . علل عدم بهره برداری کامل از ظرفیتها . نام کشورها و شرکتهای سازنده ماشین آلات مورد استفاده در تولید محصول ..... ۱۰۵

۲- بررسی وضعیت طرحهای جدید و طرحهای توسعه ..... ۱۰۵

۳- بررسی روند واردت محصول از آغاز برنامه ..... ۱۰۵

۴- بررسی روند مصرف محصول از آغاز برنامه چهارم و ترسیم نمودار مقایسه ای بدون تاریخ ..... ۱۰۵

۵- بررسی روند صادرات محصول از آغاز برنامه سوم سال تا پایان سال ۱۳۸۴ و امکان توسعه (چقدر به کجا صادر شده است) ..... ۱۰۵

۶- بررسی نیاز به محصول با اولویت صادرات تا پایان برنامه پنجم

..... ۱۰۵

۳) بررسی اجمالی تکنولوژی و روش های تولید و عرضه محصول در

کشور و مقایسه آن با دیگر کشورها

۱- تعیین نقاط قوت و ضعف تکنولوژی های مرسوم (به شکل اجمالی) در  
فرآیند تولید محصول ..... ۱۰۵

۲- بررسی و تعیین حداقل ظرفیت اقتصادی شامل برآورد حجم سرمایه  
گذاری ثابت به تفکیک ریالی و ارزی (با استفاده از اطلاعات  
واحد های موجود در دست اجرا **UNIDO** اینترنت و بانکهای  
اطلاعاتی جهانی شرکتهای فروشنده تکنولوژی و تجهیزات و. ۱۰۵.

۳- محاسبه نقطه سربه سر و درصد آن

..... ۱۰۶

۴- سرمایه گذاری کل سرانه و سرمایه گذاری ثابت ..... ۱۰۶

۵- محاسبه نرخ بازده داخلی و نرخ بازگشت سالی ..... ۱۰۶

۶- درصد سود سالیانه به هزینه کل و فروش کل ..... ۱۰۶

۷- میزان مواد اولیه عمده مورد نیاز سالانه و ..... ۱۰۶  
DEFINED.

۸- پیشنهاد منطقه مناسب برای اجرای طرح ..... ۱۱۲

۹- وضعیت تامین نیروی انسانی و تعداد اشتغال ..... ۱۱۴

۱۰- بررسی و تعیین میزان تامین برق . سوخت ..... ۱۱۴

۱۱- وضعیت حمایت های اقتصادی و بازرگانی ..... ۱۱۸

۱۲- حمایت های گمرکی (محصولات و ماشین آلات) ..... ۱۱۸

۱۳- حمایت های مالی (واحد های موجود و طرحها) بانکها . شرکتهای  
سرمایه گذاری ..... ۱۱۸

۱۴- تجزیه و تحلیل و ارائه جمع بندی و پیشنها نهایی در مورد احداث  
واحدهای جدید ..... ۱۲۱

۱۵- پیوست ..... ۱۲۳

## خلاصه طرح

پروفیل دریایی	نام محصول
۴۵۰ تن	ظرفیت پیشنهادی موارد کاربرد
آلومینیوم	مواد اولیه مصرفی عمده
۵۰۰ تن	میزان مصرف سالیانه مواد اولیه (تن)
۲۹ نفر	اشتغال زایی (نفر)
۶۸۳	هزینه مطالعاتی طرح (میلیون ریال)
۵۰۰۰	زمین مورد نیاز (متر مربع)
۱۰۰	اداری (متر مربع)
۷۰۰	زیر بنا تولیدی (متر مربع)
۵۰۰	انبار (متر مربع)
سالانه ۶۰۰۰۰	برق (کیلو وات ساعت)
۶۰۰۰۰	میزان مصرف گاز (متر مکعب)
۱۱۰۰	سالیانه آب (متر مکعب)
----	یوتیلیتی
۱۳۴۷۰	ارز (دلار)
۱۳۴۷۰	سرمایه ریال (میلیون گذاری ریال)
۱۳۴۷۰	ثابت طرح مجموع (میلیون ریال)
استان مرکزی . تهران . اصفهان	محل پیشنهادی اجرای طرح (استان)

## نام و کد محصول آسیک<sup>۱۳</sup>

پروفیل های دریایی در کد بین المللی آسیک ۳,۱ با سه کد مطابق جدول زیر از چهار رقم تشکیل شده که مشخص کننده طبقه صنعت ISIC تعلق دارد شناخته میشود. کدهای بین المللی مورد نظر است. دو رقم سمت چپ، نشانگر بخش و دو رقم بعدی نشانگر گروه و طبقه صنعت است. چهار رقم هم توسط کشور به رقمهای قبلی اضافه می شود که به شناسایی دقیق محصول کمک می کند. چهار رقم اول (شامل بخش، گروه و طبقه) منشاء بین المللی دارد و از جامعیت لازم برخوردار است. برای تعیین چهار رقم دوم نیز کمیت های در وزارت صنایع و معادن وجود دارد که نسبت به تهیه کدهای جدید هشت رقمی (محصول) اقدام میکند. پروفیل های دریایی با کد آسیک ۸ رقمی تعریف شده است

ردیف	عنوان	کد	سنگش
۱	ریخته گری آلومینیوم روش اکستردر	۲۷۳۲۱۱۱۴	تن
۲	پروفیل آلومینیومی	۲۷۲۰۱۴۵۲	تن
۳	انواع پروفیل کامپوزیت	۲۵۲۰۱۱۸۴	تن

<sup>1</sup>International Standard Industrial Classification

طبق اطلاعات موجود در کتاب مقررات صادرات و واردات ایران سال ۱۳۸۷ تعرفه گمرکی ۷۶۰۴۲۱۰۰ مربوط به پروفیل های دریایی میباشد

شماره تعرفه	نام کالا	حقوق ورودی	SUQ	ملاحظات
۷۶۰۴۲۱۰۰	پروفیل های دریایی	۴	kg	

جدول تعرفه گمرکی پروفیل های دریایی

SUQ<sup>۲</sup>: این نماد معرف واحد استاندارد بین المللی کالا میباشد که از واحد های مختلف با توجه به نوع کالا مانند KG برای وزن M2 متر مربع U یونیت و دستگاه استفاده میشود.

### شرایط واردات:

طبق قانون مقررات صادرات و واردات ایران کالاهای صادراتی و وارداتی به سه گروه زیر تقسیم میشوند

۱- کالای مجاز: کالایی است که صدور یا ورود آن با رعایت ضوابط نیاز به کسب مجوز ندارد.

۲- کالای مشروط: کالایی است که صدور یا ورود آن با کسب مجوز امکان پذیر است.

واحد استاندارد بین المللی SUQ<sup>۲</sup>



۳-کالاي ممنوع: کالاي است که صدور يا ورود آن به موجب شرع مقدس اسلام (به اعتبار خريد و فروش يا مصرف) و يا بموجب قانون ممنوع گردد.

### بررسی و ارائه استاندارد ملی یا بین المللی

موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران تنها سازمانی است در ایران که بر طبق قانون میتواند استاندارد رسمی فرآورده ها را تعیین و تدوین و اجرای آنها را با کسب موافقت شورایی عالی استاندارد اجباری اعلام نماید.

شماره ملی مستقل پروفیل دریایی تا مجال تدوین نشده ولی در مورد پروفیل آلومینیم استاندارد تدوین شده و در سایت مربوطه می باشد. شماره استاندارد ۲۳۸۴ به نام ویژگی پروفیل آلومینیم جهت تولید و مشخصات آن تدوین یافته است. در ذیل نام و مشخصات برخی از استانداردهای بین المللی آمده است

**The standard mechanical properties listed below have been taken from**

**EN 485 – 2: Aluminium and aluminium alloys – Sheet, strip and plate – Part 2: Mechanical properties**

**EN 1386: Aluminium and aluminium alloys – Tread plate, Specifications**

**EN 755 – 2: Extruded rod/bar, tube and profiles – Mechanical properties**

**DIN 1748**

## DIN 1725

- ↪ **ASTM E1251** Optical Emission Spectrometric Analysis of Aluminum and Aluminum Alloys
- ↪ **ASTM E8, ASTM A370, ASTM B557.84** Tensile
- ↪ **ASTM E10** Hardness, Rockwell, Webster
- ↪ **ASTM E190, ASTM E290** Bend
- ↪ **ASTM A239** Plating Thickness

## METALLOGRAPHY

- ↪ **ASTM E3** Sample Preparation
- ↪ **ASTM A247** Microstructure
- ↪ **ASTM E45** Inclusion Content
- ↪ **ASTM E112** Grain Size
- ↪ **ASTM E384** Microhardness
- ↪ **ASTM D3359-97** Paint Adhesion
- ↪ Dye Penetrant
- ↪ Paint Thickness
- ↪ Anodic Coating

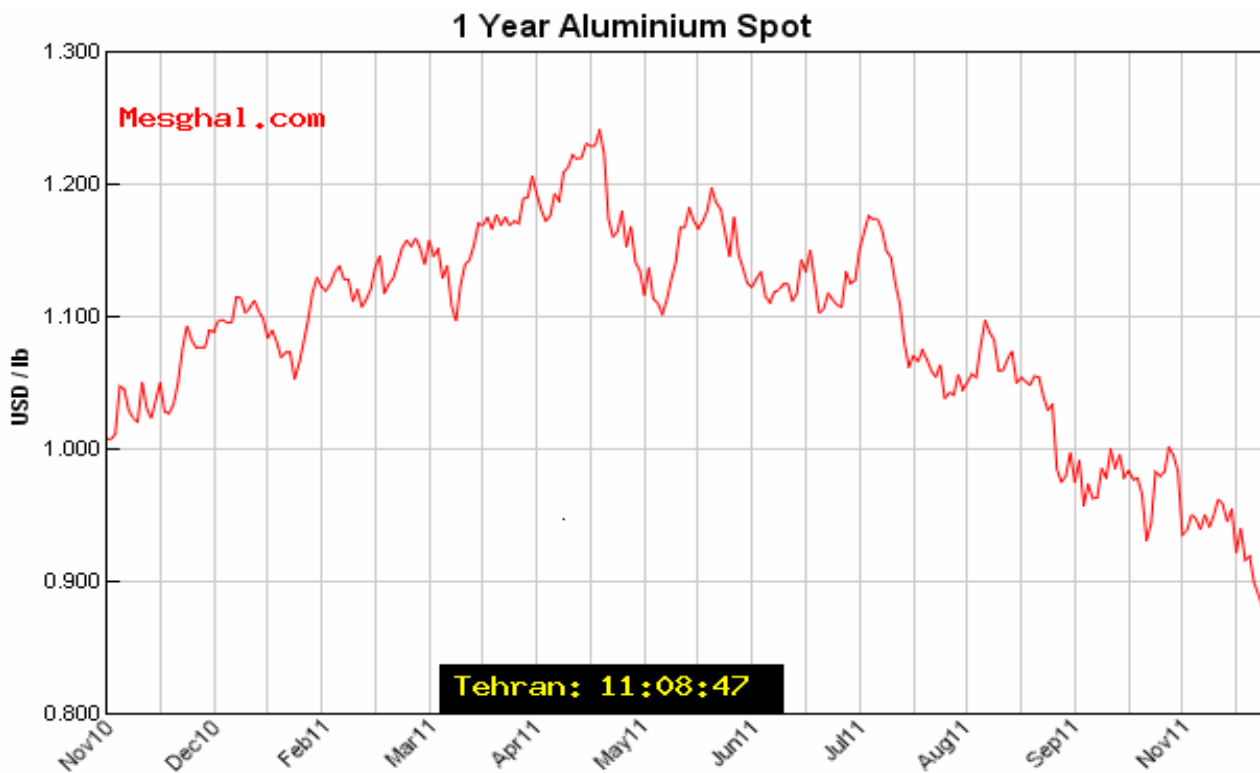
↪ **ASTM** Thickness  
**E381** Microetching

### **NSM Quality Programs ·**

- ↪ Establishment of SPC Programs, Six Sigma
- ↪ Emphasis on Defect Prevention (Proactive; Not Reactive)
- ↪ Development of Plant Wide Quality Plan to Enhance Continuous Quality Improvement
- ↪ Team Oriented Problem Solving
- ↪ Utilize MIL 105D Standard for Sampling - AQL of 1.0, Level II
- ↪ Underwriters Lab (UL) Approval
- ↪ MIL STD-45208
- ↪ MIL STD-105
  - "Approved-At-Source" Vendor
  - Materials and Finish Testing
  - Control Plan and FMEA Development Capabilities
  - Utilize Quality Planning Techniques in Pre-Production Stages

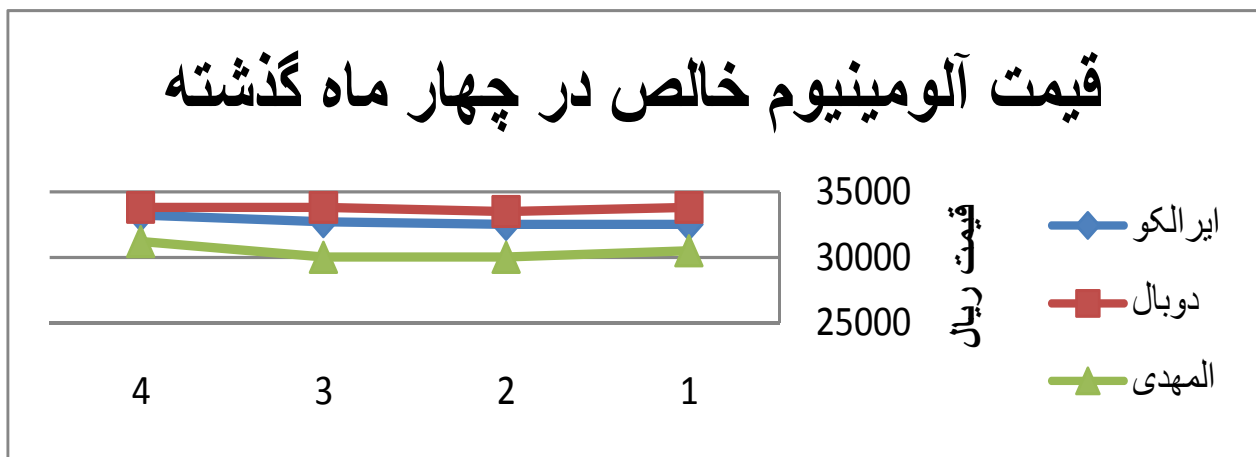
بررسی و ارائه اطلاعات لازم در زمینه قیمت تولید داخلی و جهانی  
و ترسیم نمودار مقایسه ای

در بررسی های بعمل آمده فلز آلومینیوم به دلیل شرایط سیاسی  
اقتصادی در اروپا و امریکا و کاهش تقاضا در امر تولید ماه  
های گذشته قیمت آن رو به کاهش است و قیمت در ایران وابستگی به  
شرایط جهانی دارد به همین خاطر نوسانات قیمت بسیار ناچیز است .



ردیف	شرکت	مرداد	شهریور	مهر	آبان
۱	ایرالکو	۳۳۲۰۰	۳۲۷۰۰	۳۲۵۰۰	۳۲۵۰۰

۲	دوبال	۳۳۸۰۰	۳۳۸۰۰	۳۳۵۰۰	۳۳۸۰۰
۳	المهدی	۳۱۲۰۰	۳۰۰۰۰	۳۰۰۰۰	۳۰۵۰۰



## توضیح موارد مصرف و کاربرد

تاثیر عناصر آلیاژی بر روی آلومینیوم

### مقدمه

با توجه به موقعیت عنصر آلومینیوم در جدول تناوبی عناصر و همسایگی این عنصر با اکثر عناصر و فلزات صنعتی باعث گردیده که این عنصر با عناصر گروه های مختلف آلیاژی را تشکیل دهد، که کثرت گروههای آلیاژی گواهی بر این مدعاست. موقعیت فلز آلومینیوم در جدول تناوبی طوری است که با تعدادی کثیری عناصر مهم صنعتی در همسایگی بوده و تعدادی از معیارهای ( خواص

فیزیکی، شیمیایی و مکانیکی) فلز آلومینیوم بر این اساس به نظر می رسد. در این مبحث تاثیر عناصر مهم آلیاژی را روی فلز آلومینیوم مورد بررسی قرار می دهیم.

### سیلیسیم:

سیلیسیم علاوه بر افزایش سیالیت، مقاومت آلومینیوم را در مقابل ترک گرم افزایش می دهد و به دلیل افزایش سیالیت، برد تغذیه هم افزایش می یابد. سیلیسیم دانه ها را ریزتر کرده و درصد سیلیسیم بین ۵-۲۵ درصد متغیر است. نقطه یوتکتیک آلیاژ فوق، ۱۲/۶ درصد می باشد که در داخل قالب های ماسه ای درصد یوتکتیک ۱۲ درصد و در قالب فلزی تا ۹ درصد می باشد. به طور کلی در صورتی که درصد وزنی و یا حجمی یک فاز در نقطه یوتکتیک کم تر از فاز دیگر باشد آن فاز به صورت سوزنی رشد می کند، بنابراین سیلیسیم به صورت سوزنی رشد می کند آلیاژهای بالای نقطه یوتکتیک دارای مقاومت سایشی بیشتری می باشند، به همین دلیل پوسته موتور دیزل، از آلیاژهای Al-Si هایپر یوتکتیک ساخته می شود.

### مس:

درصد این عنصر آلیاژی بین ۴ تا ۱۰ درصد می باشد. تاثیر عمده این عنصر افزایش استحکام و سختی به خصوص بعد از عملیات حرارتی می باشد کاهش حلالیت مس با کاهش دما در درصدهای پایین

مس می تواند از طریق مکانیزم رسوب سختی باعث افزایش استحکام شود.

افزودن مس به مذاب آلومینیوم، از نقطه نظر خصوصیات ریختگی، نه تنها خصوصیات مطلوبی را ایجاد نخواهد کرد، بلکه از کیفیت ریخته گری آلومینیوم نیز می کاهد.

### منیزیم:

منیزیم وزن مخصوص آلومینیوم را کاهش می دهد مثلاً "آلیاژ ۴ درصد منیزیم وزن مخصوص را از ۲,۷ به ۲,۶۴ gr/cm<sup>3</sup> می رساند.

منیزیم وزن مخصوص آلومینیوم را کاهش می دهد مثلاً "آلیاژ ۱,۵ درصد منیزیم رشد آلومینیوم را ۰/۰۰۱۵ به ۰/۰۰۰۲۵ cm/cm می رساند. منیزیم ازدیاد طول حرارتی آلومینیوم را افزایش می دهد.

کشش سطحی (surface tension) آلومینیوم را شدیداً کاهش می دهد. و ویزکوزیته آلومینیوم را کاهش می دهد مثلاً " در دمای ۷۰۰ اصطحکاک داخلی (internal friction). آلومینیوم ۱,۱۲ سنتر پوز است. در حالی که اصطحکاک داخلی آلیاژ آلومینیوم با ۵ درصد منیزیم به ۱/۰۵ سنتر پوز می رسد.

منیزیم مقاومت خستگی آلومینیوم را شدیداً افزایش می دهد  
مثلاً آلیاژ آلومینیوم با ۴٪ منیزیم استحکام خستگی  
آلومینیوم را از حدود ۵/۵ به ۱۵ ksi می رساند. منیزیم خاصیت  
ریخته گری بویژه تغذیه آلومینیوم را کاهش می دهد.

نمودار تعادلی آلیاژ آلومینیوم- منیزیم نشان می دهد که  
منیزیم در دمای یوتکتیک (۴۵۰ سانتی گراد در حدود ۱۵ درصد در  
آلومینیوم حل شده و این حلالیت در دمای محیط به ۳ درصد کاهش می  
یابد، بنابراین در صورتی که درصد منیزیم بیشتر از ۳ درصد باشد  
این آلیاژها عملیات پذیر می شوند. در این حالت فاز اصلی سخت  
کننده  $Al_3Mg_2$  می باشد. کاربرد اصلی عنصر منیزیم بهبود مقاومت به  
خوردگی و افزایش قابلیت عملیات حرارتی آلیاژهای  $Al-Si$  (گروه  
۶۰۰۰) می باشد.

#### منگنز:

در نمودار تعادلی آلیاژ  $Al-Mn$  هیچ موردی که کاربرد صنعتی داشته  
باشد، مشاهده نمی شود. اما نتایج تحقیقات مختلف نشان می دهد که  
این عنصر اثر تخریبی آهن را کاهش داده و فازهای ترد سوزنی بین  
فلزی را به فاز فشرده تبدیل می کند. افزودن حدود ۰/۵ درصد  
منگنز باعث افزایش خصوصیات ریختگی و بدون عیب شدن قطعات می  
گردد.

#### روی:



همانطوریکه می دانیم با افزایش دما حلالیت روی در آلومینیوم به شدت افزایش می یابد. اما این عنصر به تنهایی اثر چندانی در آلیاژهای آلومینیوم ندارد و در صورتیکه با فلزات دیگر مانند مس و منیزیم (هر دو قابلیت عملیات حرارتی را بهبود می بخشد) همراه باشد، استحکام به شدت به دنبال عملیات پیرسازی افزایش می یابد. مثل آلیاژ ۷۰۷۵ که در صنایع هواپیما سازی کاربرد دارد.

### بریلیم:

افزودن بریلیم در مقادیر خیلی کم مثلاً چند قسمت در یک میلیون (در حد صدم درصد) روی کاهش اکسیداسیون مذاب آلومینیوم موثر است در مقادیر بالاتر (بالای ۰/۰۴٪) بریلیم واکنش داده و به صورت ترکیب فلزی حاوی آهن ظاهر می شود که به طور قابل ملاحظه ای استحکام و انعطاف پذیری را بهبود می بخشد این عنصر با اکسیژن موجود در مذاب که به صورت ترکیبات اسیدی می باشد واکنش داده و علاوه بر احیاء اکسیدها باعث تشکیل اکسید بریلیم به صورت فیلم  $BeO$  روی مذاب می شود این فیلم به لحاظ این که دارای فاکتور متخلخل بالایی است می تواند روی مذاب را فرا گیرد و باعث کاهش اکسیداسیون مذاب گردد.

---

اکسید بریلیم  $BeO$ <sup>3</sup>

### **بیس‌موت:**

عنصر بیسموت در مقادیر بیشتر از ۰/۱ % باعث افزایش قابلیت ماشین کاری آلیاژهای آلومینیوم می‌گردد.

### **کلسیم:**

این عنصر اصلاح‌کننده ضعیف ساختار یوتکتیک آلیاژ Al-Si است. کلسیم قابلیت جذب گاز هیدروژن در مذاب را افزایش داده به همین دلیل بایستی در مقادیر کم در مذاب حضور داشته باشد. حضور کلسیم در مقادیر بیشتر از ۰/۰۰۵ % تاثیر مضر بی روی داکتیلته و انعطاف‌پذیری آلیاژهای Al-Mg دارد.

### **کادمیوم:**

در مقادیر بالاتر از ۰/۱ % قابلیت ماشین کاری را افزایش می‌دهد. بایستی احتیاط نمود که این عنصر در دمای حدود ۷۶۷ درجه تبخیر می‌شود.

### **کروم:**

افزودن کروم در مقادیر کم رایج می‌باشد که باعث انجام عملیات رسوب‌سختی در دمای محیط‌گردد این عنصر در حالت جامد حلالیت کمی در آلومینیوم داشته و تولید فاز  $CrAl_7$  می‌نماید که در این فاز مانع از رشد دانه‌ها هنگام حرارت‌دادن می‌شود و عنصر مفیدی می‌باشد. کروم خواص مقاومت به خوردگی آلیاژهای Al را بهبود می‌بخشد. افزایش درصد این عنصر غلظت‌های بالا باعث حساسیت‌قطعات

ریخته گی نسبت به عملیات کونچ می شود.

### **نیکل:**

این عنصر معمولاً به همراه عنصر مس به منظور افزایش خواص آلیاژها در دمای بالا مورد استفاده قرار می گیرد افزودن این عنصر باعث کاهش ضریب انبساط حرارتی آلیاژهای Al می شود.

### **آنتیموان**

در مقادیر حدود ۰/۰۵٪ و یا بیشتر آنتیموان ساختار یوتکتیک Al-Si را در آلیاژهای هیپوتکتیک به شکل یوتکتیک لایه ای تبدیل می کند. (از یوتکتیک سوزنی به یوتکتیک لایه ای تبدیل می کند) کارآیی آنتیموان در تغییر ساختار یوتکتیکی وابسته به عدم حضور عنصر فسفر و کافی بودن سرعت انجماد است آنتیموان همچنین با واکنش با عناصر سدیم و استرانیم باعث تشکیل فازهای بین فلزی درشت شده که تاثیر مضر بی روی قابلیت ریخته گری و ساختار یوتکتیک دارد.

### **قلع:**

حضور این عنصر در آلیاژهای آلومینیوم باعث ایجاد حفره اصطکاکی شده و بنابراین کاربرد آن در موارد سایشی سبب می شود. آلیاژهای ریخته گی تا ۲۵٪ می توانند عنصر قلع را داشته باشند که وجود این عنصر باعث افزایش قابلیت ماشین کاری قطعات

ریختگی می شود.

### تیتانیم:

این عنصر به منظور اصلاح ساختار دانه بندی آلیاژهای آلومینیوم اغلب به همراه بور مورد استفاده قرار می گیرد. این عنصر اغلب به صورت TiB<sub>2</sub> برای ریز کردن دانه ها (اصلاح) به کار می رود. این عنصر با ریز کردن دانه و افزایش استحکام آلیاژ در حین انجماد احتمال ترک در قطعات ریختگی می شود.

### آهن:

آهن باعث افزایش مقاومت به خزش آلیاژ می شود در ریخته گری در قالب های فلزی افزودن این عنصر باعث کاهش احتمال چسبیدن قطعه به قالب می گردد. افزایش عنصر آهن به هر حال توام با کاهش انعطاف پذیری است آهن با عنصر موجود در مذاب واکنش داده که حاصل آن تشکیل فازهای نامحلول از قبیل FeAl<sub>3</sub>، FeMnAl<sub>6</sub>، AlFeSi است. فازهای نامحلول می توانند باعث افزایش استحکام آلیاژ گردند. به خصوص در دمای بالا (به منظور افزایش مقاومت به خزش و استحکام در دمای بالا است). با افزایش درصد فازهای نامحلول حاوی عنصر آهن خواص ریخته گری از قبیل سیالیت و تغذیه گذاری آن مشکل است آهن می تواند به همراه منگنز و کروم و سایر عناصر به صورت جن در مذاب ظاهر شود

### کاربرد آلیاژ های آلومینیوم گروه ۵۰۰۰

استحکام بالا قابلیت جوشکاری و مقاومت خوردگی خوب سه مشخصه خوب آلیاژ های آلومینیوم گروه ۵۰۰۰ است که برای آنها مصارف بسیار قائل شده است منجمله در حمل و نقل .حوضه ساختمانی و صنعت پروسس (proess indust)<sup>۴</sup> مثل مصارف نظامی که خواص برای مطالعه ات موشکی و نیز کاربرد در دماهای خیلی پایین دارد.

**( good ballistic or cryogenic properties )** ° قسمت دیگر از آلیاژ

گروه ۵۰۰۰ که تکمیل سطح (<sup>۶</sup>finishing)

خیلی خوبی دارند مصرف زینتی دارند منجمله ۵۰۰۵-۵۰۵۰-۵۲۵۲ واز آنها بهتر ۵۰۵۰ است که جهت زوار های اتومبیل کاربرد دارد (<sup>۷</sup>automotive trim) جدول ۱ مصارف کلی آلیاژ منیزیم دار آلومینیوم را بیان نموده است دیگر خواص و مصارف این آلیاژها به قرار زیر است.

آلیاژ ۵۰۰۵ : (MG=.8)

---

<sup>۴</sup> proess indust فرآیند صنعتی

<sup>۵</sup> good ballistic or cryogenic properties

<sup>۶</sup> Finishing تکمیلی

<sup>۷</sup> automotive trim زوار اتومبیل

این آلیاژ مانند آلیاژ ۳۰۰۳ بوده . کاربرد های عمومی زیاد دارد دارای استحکام متوسط مقاومت خوردگی خوب بوده و وقتی آندایز شود سطح شفاف و روشن خواهد داشت که بسیار زیبا تر از آلیاژ اکستروژن ۶۰۶۳ که مصرف معماری دارد از این رواز این آلیاژ جهت اکستروژن قطعات و پروفیل‌های ساختمانی استفاده می شود همچنین این آلیاژ در ساخت ظروف آشپزخانه و داگهای الکتریکی و لوله های انتقال گاز و روغن نیز مصرف دارد.

آلیاژ ۵۰۵۰ (MG=1.2)

بصورت ورق های بریده شده جهت یخچال . لوله های خطوط انتقال گاز و روغن اتومبیل و فلز آلات خانگی مصرف دارد.

آلیاژ ۵۰۵۲ (MG=2.5 CR=.25.25)

این آلیاژ قابلیت کارپذیری خوبی داشته و استحکام خستگی (FATIGUE)<sup>۸</sup> و قابیت جوش کاری آن بالا است استحکام آن در برابر نیرو استاتیک متوسط است.

---

<sup>۸</sup> خستگی FATIGUE

جهت خطوط سوخت و روغن هواپیما ها .تانکهای سوخت و مصارف  
گوناگون دریایی (MARINE)<sup>9</sup>

حمل و نقل و کلا" لوله های هیدرولیک و سیم پرچ کاربرد دارد.

**آلیاژ ۵۰۵۶ : (MG=5.2 MN=.1 CR=.1)**

این آلیاژ در کارهایی که در آن مقاومت خوردگی خوب لازم است  
مثل پرچ rivets<sup>10</sup> آلیاژ های منیزیم غلاف و پوشش کابلها ساخت  
توری مرغی حشرات مصرف دارد.

**آلیاژ ۵۰۸۳ : (MG=4.5 MN=.7)**

کلا" در کارهایی که نیاز به قابلیت جوشکاری خوب آلیاژی با  
مقاومت خوردگی خوب و استجکام بالا مطرح است مصرف دارد.مثل  
کاربردهای کشتیرانی و دریایی .قطعات جوشکاری ساختمانی مخازن  
تحت فشار غیر سوختی مصارف هواپیمایی آنتن های تلویزیون لوازم  
حفاری (DRILLING RING)<sup>11</sup> و بعضی قطعات توپ .خمپاره انداز و  
موشک انداز بصورت میله .لوله و اشکال دیگر اکسترود می شود

---

<sup>9</sup> دریایی MARINE

<sup>10</sup> پرچ Rivets

<sup>11</sup> لوازم حفاری DRILLING RING

لوله بی درز آن از طریق کشش (DRAWN)<sup>۱۲</sup> نیز بدست می آید. جهت ساخت ورقهای زره و قطعات نظامی اکسترود شده که تنها در ادواتی جنگی مصرف دارد.

**آلیاژ ۵۰۸۶: (MN=.5 MG=4)**

این آلیاژ در کارهایی که نیاز به قابلیت جوشکاری خوب آلیاژهایی که مقاومت خوردگی نسبتاً خوب و استحکام متوسطی داشته باشند مصرف دارد.

مثل: کابردهای کشتیرانی و دریایی. تانکها. واگنها

(TRUCKS)<sup>۱۳</sup> و تریلرها (TRAILERS)<sup>۱۴</sup> و نیز کاربرد های آلیاژ

۵۰۸۳.

**آلیاژ ۵۱۵۴: (CR=.25 MG=3.5)**

این آلیاژ مقاومت خوردگی قابیت جوشکاری و استحکام عالی داشته و نمونه های مورد استفاده آن عبارت است از: قطعات مونتاژ با جوش (WELDED ASSEMBLIES)<sup>۱۵</sup> مثل تانکها

<sup>12</sup> کشش DRAWN

<sup>13</sup> واگن TRUCKS

<sup>14</sup> تریلر TRAILERS

<sup>15</sup> مونتاژ از طریق جوش WELDED ASSEMBLIES



(TRACKS) تریلرها و اگنها تانکرها .تانکهای ذخیره مخازن تحت فشار (PRESSURE VESSELS)<sup>۱۶</sup> کاربردهای دریایی و ابزاری که با آب نمک سر و کار دارند .

### آلیاژ ۵۲۵۲ : (MG=2.5)

قابلیت جوشکاری و مقاومت خوردگی خوبی داشته و برای زوار و قطعات ظاهری اتومبیل مصرف دارد .

### آلیاژ ۵۳۵۷ : ( MN=.25 MG=1 )

استحکام متوسط و خاصیت شکل پذیری (فرم گیری) خوبی دارد جهت کارهایی که به کیفیت سطح آندایزینگ عالی احتیاج دارد استفاده می شود مثل زوار های داخلی اتومبیل و صفحه ساعت آندایز و براق شده این آلیاژ براقیت سطح مثل آبکاری کرم دارد .

### آلیاژ ۵۴۵۴ : ( CR=.12 MN=.8 MG=2.7 )

---

<sup>16</sup> مخازن تحت فشار PRESSURE VESSELS

قابلیت جوشکاری و مقاومت خوردگی خوبی داشته و موارد زیر دارد قطعات ساختمانی قابل جوشکاری مخازن تحت فشار و مصارف دریایی.

**آلیاژ ۵۴۵۶ : (MG=5 MN=.7 CR=.15 CU= .15)**

این آلیاژ جهت مصارفی که لازم است مقاومت خوردگی خیلی خوب و استحکام و جوش پذیری خوبی داشته باشد مانند کاربردهای دریایی. واگنها قطعات ساختمانی قابل جوشکاری با استحکام بالا تانکهای و مخازن تحت فشار کاربرد زیادی دارد. این آلیاژ نیز مانند ۵۰۸۳ ولی با کیفیت بهتری بوده و کاربردهای نظامی مختلفی بصورت قطعات فرج شده یا اکستروود و یا ورقهای زره و غیره دارد.

**آلیاژ ۵۴۵۲ : (MG=2.5 CR=.25)**

مقاومت خوردگی خیلی خوب همراه جوش پذیری خوب داشته و در ساخت مخازن و ظروف ذخیره مواد شیمیایی و آب سنگین مصرف دارد.

**آلیاژ ۵۴۵۷ : (MG=.8)**

در ساخت زوارهای آندایز شده که نیاز به پرداخت سطح خوبی دارد مصرف می شود.

۵۴	۵۴	۵۱	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	مصرف	ریه
۵۶	۵۴	۵۴	۸۶	۸۳	۸۲	۵۶	۵۲	۵۰	۰۵		ف
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	ورق	۱
										sheet	
*	*	*	*	*			*	*	*	صفحه	۲
										plate	
							*	*	*	فویل	۴
	*	*	*				*	*		لوله کشیده	۵
										شده	
	*	*	*	*						لوله	۶
										اکستروژن	
										tube & pipe	
*	*	*	*	*						اکستروژن	۷
										اشکال	
*										نورد اشکال	۸

		*					*			میله bar	۹
		*				*	*		*	سیم wire	۱۰
		*				*	*		*	rod	۱۱
						*	*			پرچ rivets	۱۲
*			*	*			*			فرج	۱۳
										ضربه	۱۴

جدول ۱ : مصارف کلی آلیاژ های کاری AL-MG

آلیاژ های کاری منیزیم دار آلومینیوم

آلیاژهای AL-MG

منیزیم بین ۱ تا ۷ درصد در آلیاژ های کاری و بین ۴ تا ۱۰ درصد در آلیاژ های ریخته گری آلومینیوم وجود دارد.

مقاومت خوردگی استحکام زیاد بدون نیاز به عملیات حرارتی و جوش پذیری خوب سه خاصیت مهم این آلیاژ هاست.

کلا " آلیاژ هایی که کمتر از درصد منیزیم دارند عملیات حرارتی نمی شوند بلکه فقط آلیاژ ریخته گری با ۱۰ درصد منیزیم حرارتی می گردد.

استحکام نهایی و تسلیم آلیاژ کاری آنیل شده با ازدیاد طول منیزیم تا ده درصد افزایش می یابد. اما کاهش سطح (با درصد ازدیاد نسبی آنها از ۲۷ درصد به ۳ درصد کاهش می یابد.

استحکام حالت آنیل شده آلیاژهای AL-MG عبارت است از:

MG=1%      CU=11.2

MG=10%      CU=36.4

آلیاژ آلومینیوم با ترکیب ۱ تا ۵ درصد منیزیم مصارف زیادی دارد. آلیاژ با حدود ۳ درصد منیزیم درد های معمولی و دما بالا حتی در حالتی که بشدت نورد شده مقاومت ساختمانی خوبی

دارد. اما در بعضی مصارف ساختمانی ناپایدار ( INSTABILITY )<sup>۱۷</sup> در آلیاژ با درصد منیزیم بیشتر و حالتی که شدیداً " کار سخت اتفاق می افتد.

به اکثر آلیاژ AL-MG کرم . منگنز و تیتانیوم حدود ۲۵ / تا ۱ درصد به تنهایی با مجموعاً " جهت ازدیاد استحکام با خواص دیگر اضافه می شود.

مستحکمترین آلیاژ های این گروه ۵۰۰۰ (AL-MG) بترتیب عبارتند از: ۵۰۸۶ و ۵۰۸۳-۵۴۵۶

### آلیاژ های AL-MG-ZN

روی خواص مکانیکی مخصوصاً " درصد نسبی ازدیاد طول (۴۱٪) را کاهش می دهد اما خواص ریخته گری را افزایش داده و اثر کمی روی مقاومت خوردگی دارد.

افزایش روی با آلیاژ های کاری AL-MG خوردگی تنش ( STRESS )  
(CORROSION)<sup>۱۸</sup> را کاهش می دهد.

---

<sup>17</sup> INSTABILITY ساختار ناپایدار

<sup>18</sup> INSTABILITY خوردگی تنش

افزودن روی تا ۱٪ بر خواص مکانیکی اثر کمی دارد اما ۳٪ روی به علت رسوب سختی استحکام مکانیکی را کمی افزایش می دهد لیکن شکل نشان داده (FABRICITING)<sup>۱۹</sup> دشوار است.

افزایش روی رسوبات را زیاد می کند اما نه به اندازه منگنز

### آلیاژ های AL-MG2-SI

بیشترین استفاده آلیاژهای کاری اینها در گروه ۶۰۰۰ است. آلیاژ های ریخته گری آن نیز محدود به شکل های ساده که استحکام زیاد همراه نرمی زیاد و مقاومت در برابر خوردگی لازم است می باشد.

### جوش پذیری آلیاژهای گروه ۵۰۰۰

خواصیت مشترک خوب این گروه استحکام زیاد آنها در جوشکاری است وقتی که جوشکاری با روش قوس حفاظت شده انجام گیرد. (SHIELDED ARC PROCESS)<sup>۲۰</sup> گرده جوش خوبی داشته و استحکام حالت آنیل شده آلیاژ را دارد. آلیاژ هایی که کمتر از ۳,۵ درصد منیزیم دارند اغلب جوش پذیری کمتری دارند.

<sup>19</sup> FABRICITING

<sup>20</sup> SHIELDED ARC PROCESS گرده جوش

آلیاژ الکتروود جوش کاری عبارت است از ۵۵۵۶-۵۵۵۴-۵۳۵۶.

کلا " آلیاژ الکتروود مثل فلز پایه (فلز اصلی مورد جوش) است اما مقداری تیتانیوم جهت تصفیه کردن دانه های گرده جوش به آلیاژ الکتروود اضافه میشود.

ساختمان میکروسکپی:

آلیاژهای AL-MG معمولا" به حالت محلول جامد هستند زیرا حلالیت منیزیم در AL زیاد است اما بعضی مواقع ذرات فاز MG2AL3 هم به عنوان ذرات غیر محلول و هم به عنوان ذرات ریز رسوب که با آهسته سرد کردن یا با عملیات حرارتی در دمای پایین توسعه می یابد وجود دارد. ذرات MG2SI به علت حلالیت کم MG2SI در حضور منیزیم اضافی بستگی به درصد وجود SI دارد.

بعلاوه ذرات متفرق و پراکنده شده با ذرات مجتمع که حاوی کرم CR و منگنزاند در آلیاژهایی که این عناصر را دارند ظاهر می شوند.



اگر در طی کار گرم تبلور دانه (RERYSTALIZATION)<sup>۲۱</sup> اتفاق نیافتد دانه ها پاره و شکسته می شوند درجه شکسته شدن دانه ها و عدم پیوستگی دانه ها نشان دهنده درجه کار روی فلز است در حالی که اگر تبلور دانه اتفاق بیافتد بعد از کار گرم محصول حاوی دانه هایی است که جدیداً تشکیل شده و ممکن است جهت دار باشند یا نباشند.

کار سرد نیز ساختمان دانه ها را می شکنند مقدار و جهت این شکست نیز بستگی به عمل نوع و درجه کار سرد دارد. همچنین کار سرد ذرات متشکله ر شکسته و پراکنده کرده و آنها را در جهت کار سرد در خط میکند.

### عملیات حرارتی آلیاژ های گروه ۵۰۰۰

نرم کردن (ANNEALING)<sup>۲۲</sup>

برای تامین ریز دانه ها در جریان نرم کردن کامل (آنیل) آلیاژهای کاری عملیات حرارتی ناپذیر آلومینیوم (مثل

---

<sup>21</sup> RERYSTALIZATION تبلور دانه

<sup>22</sup> ANNEALING نرم کردن

۵۴۵۶-۵۰۵۲) باید آنها را با حداکثر سرعت به درجه حرارت نرم کردن رساند برای آلیاژهای ذکر شده اگر یک ساعت در دمای ۲۴۰ +۱۰ درجه سانتیگراد حرارت داده شوند کافی است (معمولاً) از ۰/۵ تا ۲ ساعت زمان حرارت دادن متداول است ولی یک ساعت بیشتر رواج دارد.) آلیاژ های ۵۰۵۲-۵۴۵۶-۵۰۸۳ نباید بیش از ۳۷۰

درجه حرارت داده شود. زیرا منیزیم سطحی آنها اکسید می شود و بهتر است در هوای خنک سرد شوند تا ایجاد تنشهای ناتنشهای ناخواسته نکنند.

اثر عملیات حرارتی بر ساختمان میکروسکوپی در طی عمل آنیل و نیز سرد کردن بعد از آنیل. رسوبات سنگین توسعه می یابد اگر سرعت سرد کردن خیلی زیاد باشد (QUENCH)<sup>۲۳</sup> مثل بعد از عملیات حرارتی حلالیت ( SOLUTION KEAT TREATMENT )<sup>۲۴</sup> در ساختمان میکروسکوپی تغییری مشاهده نمی شود اگر سرعت سرد کردن زیاد نباشد ذرات رسوبات در مرز های دانه مشاهده خواهد

---

<sup>23</sup> سرد کردن سریع QUENCH

<sup>24</sup> عملیات حرارتی حلالیت SOLUTION KEAT TREATMENT

شد و اگر سرعت سرد کردن خیلی آهسته باشد ذرات رسوب در درون  
زمینه فلز خواهد بود.

### همگن سازی (HOMOGENIZATION)<sup>۲۵</sup>

همگن کردن قابلیت کار (WORKABILITY)<sup>۲۶</sup> را زیاد کرده و عمل  
دانه بندی (تبلور) و رشد دانه را کنترل می کند.

برای آنکه خواص شکل پذیری آلومینیوم را بهتر کنیم و بتوانیم  
کاهشهای زیاد را مقطع فلز بدون ایجاد ترک بدهیم

ساختمان کریستالی اسلب (شمش) باید همگن و با دانه های ریز  
بدون رگه باشد.

در نوردگرم ناهمگنی ساختار میکروسکوپی فلز کاملاً از بین  
نمی رود از این اسلبهایی را که عناصر آلیاژی آنها بین ۳ تا ۱۲  
درصد باشد عملیات حرارتی (همگن کربن) میکنند.

در نتیجه همگن سازی عناصر آلیاژی به علت عمل دیفیوژن (نفوذ)  
در ساختار میکروسکوپی بطور یکنواخت توزیع شده و تمام اجزاء  
غیر محلول بصورت کروی در آمده (یعنی لبهای تیز خود را از

---

<sup>25</sup> همگن سازی HOMOGENIZATION

<sup>26</sup> قابلیت کار WORKABILITY

دست می دهد) و با هم مجتمع و بصورت ذرات بزرگتر در می آیند . که این خود باعث بهبود خواص شکل پذیری فلز و همچنین بالا رفتن خواص مکانیکی و کیفیت سطح محصول نهایی می گردد .

زمان حرارت دادن بستگی به درجه همگن کردن . نوع آلیاژ . ابعاد دانه های اسلب و شدت نا همگنی ساختمان میکروسکوپی دارد . این زمان بین ۴ تا ۴۰ ساعت می باشد .

هر چه دانه های اسلب ریزتر شود سرعت نفوذ (دیفیوژن) بیشتر و در نتیجه زمان برای همگن کردن کمتر لازم است .

برای آلیاژ های ۵۴۵۴-۵۰۸۳-۵۰۸۶ دمای همگن سازی بین ۵۳۵ تا ۵۴۵ و به مدت ۴ تا ۱۲ ساعت می باشد .

این زمان برای مقاطعی در حدود  $۳۰۰ \times ۱۰۰ \times ۲۵$  سانتیمتر می باشد و برای مقاطع کوچکتر زمان کمتری نیاز است .

میتوان سیکل حرارتی همگن سازی را با دمای پیش گرم نورد گرم یکی کرد . به این صورت که ابتداء همگن شود سپس تا دمای نورد گرم سرد شده آنگاه نورد گردد .

نمونه ای از عملیات حرارتی همگن سازی شمشهای آلیاژ های آلومینیوم برای کارهای فرج با اکستروژن در جدول ۲ آمده است . این اطلاعات برای شمش های ریخته شده بصورت DIRECT –CHILL<sup>۲۷</sup> و با سطح مقطع مربع با گرد به مقطع حداکثر حدود ۱۶۰۰ سانتیمتر مربع می باشد. برای شمش های تولید شده با روشهای دیگر با مقاطع بزرگتر زمان و دما را ممکن است جهت بدست آوردن ساختمان میکروسکوپی مناسب تغییر داد .

ردیف	آلیاژ	دما فلز (سانتیگراد)	زمان نگهداری فلز این دما
۱	EC و ۱۰۶۰-۱۱۰۰	نیاز نیست	
۲	EC۲	535-550	4-8
۳	2011-2024	477-493	4-12
۴	2014-2017-2218-2219-2618	488-505	4-12
۵	3003	418-635	4-12
۶	۴۵۴۳	۴۸۸-۴۷۱	۲۴-۱۲
۷	5005-5050-5052-5154	نیازی نیست	
۸	۵۴۵۶-۵۰۸۶-۵۰۸۳	۵۵۰-۵۳۵	۱۲-۴

<sup>27</sup> DIRECT –CHILL

۹	۶۰۶۱-۶۰۶۳-۶۰۶۶-۶۰۷۰- ۶۱۵۱-۶۲۶۳-۶۳۵۱-۶۴۶۳- ۶۵۶۳-۶۱۰۱	۵۳۵-۵۵۰	۴-۱۲
۱۰	۷۰۰۱-۷۰۳۸-۷۰۳۹-۷۰۷۵- ۷۱۷۸-۷۰۷۹	۴۵۵-۴۷۱	۸-۴۸

جدول ۲: نمونه ای از عملیات حرارتی همگن سازی شمش های آلیاژ های آلومینیوم

### تثبیت سازی STABILIZATION<sup>۲۸</sup>

هر چند آلیاژهای گروه ۵۰۰۰ بصورت حالت‌های H1-H2-H3 و H3 مصرف کلی تری دارد زیرا حالت H1 در دماهای بالاتر پایدار نیست از این خواص مکانیکی پایدار تر و ازدیاد طول نسبی بیشتری جهت بهبود خواص شکل گیری به مقدار محدود تری هم از این آلیاژها به حالت H2 مصرف می شوند که در غیر دارا بودن از خواص مقاومت خوردگی خوب و خواص شکل پذیری بهتر هم برخوردار است.

هر چند آلیاژهای مورد بحث جزء غیر قابل عملیات حرارتی می باشند. چون حلالیت آلیاژها در دمای آنیل بصورت محلول جامد بیشتر از حلالیت محلول جامد منیزیم در دمای (در آلیاژهای

<sup>28</sup> تثبیت سازی STABILIZATION

۵۰۸۳-۵۰۸۶-۵۴۵۶) بخاطر ایجاد در رسوبات در مرزهای دانه و صفحات زیاد ایجاد شده که در دمای معمولی به مدت خیلی زیاد پایدار می باشد. این رسوبات خوردگی مرز دانه ای و ترکهای تنش را محیط خوردگی (STRESS CORROSION CRACKING)<sup>۲۹</sup> زیاد می کند برای جلوگیری مسئله از حالت (TEMPER)<sup>۳۰</sup> ویژه یعنی H2\*\* استفاده می شود

که عبارت H321 برای صفحه (PLATE) و H۳\*۳ برای ورق AL-MG بعد از کار سختی تثبیت (STABILIZE)<sup>۳۱</sup> می شوند این آلیاژ ها در دمای اتاق پیر نرمی (AGE SOFFEN)<sup>۳۲</sup> می گردند از این رو خصوصیات مکانیکی آنها و بهبود کار پذیری آنها را تثبیت دمای تثبیت سازی آلیاژ AL-MG عبارت است از ۱۷۷ سانتیگراد دمای عملیات تثبیت سازی معمولاً "حدود ۲۰۴ سانتیگراد و با لا تر است

در عملیات تثبیت کردن برای آلیاژ های ۵۰۸۳-۵۰۸۶-۵۴۵۶ شده و به جهت جلوگیری از پیر نرمی انجام می شود زیرا تنشهای زیادی که در طی عمل کاری می شود باعث خروج منگنز از محلول جامد

---

<sup>29</sup> تنش خوردگی STRESS CORROSION CRACKING

<sup>30</sup> TEMPER

<sup>31</sup> تثبیت STABILIZE

<sup>32</sup> پیر نرمی AGE SOFFEN

شده و خواص مکانیکی را پایدار می کند از این رو آلیاژها به مدت زیاد در هوای معمولی بماند استحکام آنها کم می شود . لذا آنها را در دما ۱۲۰ تا ۱۷۰ حرارت می دهند (تثبیت می کنند که به حالت H3\* خواهد شد مثلاً " H32-H34-H36-H38 که به ترتیب معادل یک چهارم .نیم .سه چهارم و کامل سخت و سپس تثبیت شده می باشد.

شکل پیرنرمی ورق کار سخت شده آلیاژ AL-MG

خصوصیات آلیاژ ۵۰۸۳

۱- خواص کلی قابلیت خوب جوشکاری . استحکام متوسط مقاومت خوردگی خوب

۲- جرم مخصوص در ۲۰ درجه سانتیگراد

۳- دمای مذاب شوندگی

۴- دمای جامد شوندگی

۵- ضریب انبساط حرارتی در هر دما

۶- گرمای ویژه در ۱۰۰



۷- ضریب انتقال گرمایی ۳۵

۸- ضریب هدایت الکتریکی (حجمی)

۹- مقاوت ۲۰

۱۰- دمای کار گرم

۱۱- دمای آنیل

۱۲- دمای هموژنایز کردن:

۱۳- دمای تثبیت سازی

۱۴- بعضی خصوصیات مکانیکی

۱۵- دمای نورد گرم آلیاژ های ۵۰۸۶-۵۰۸۳-۵۱۸۳

نکات:

۱- جهت کاهش سوختن منیزیم در آلومینیوم می توان به آن (CL2MG) اضافه نمود تا منیزیم سرباره زیاد شده و در داخل شدن منیزیم آلیاژ به سرباره را کاهش دهد البته بعلت تاخیر سفارشات در تهیه آن ما در عمل موفق نشدیم که از (CL2MG) کلرومنیزیم استفاده کنیم.

## تولید ماده اولیه شمش ( Billet ):



۱- اکستروژن يك فرآیند تغییر شکل یکپارچه می‌باشد که در آن ماده تحت تغییر شکل زیاد سیلان پیدا می‌کند و طی آن يك شمش فلزي تحت تاثیر فشار از داخل قالبی با شکل خاص عبور داده و سطح مقطع آن را کاهش می‌دهند. اکستروژن نسبت به فرآیندهای دیگر شکل‌دهی فلزات معمولاً قابل رقابت و اقتصادی‌تر است. از طرفی دامنه اشکال اکستروژن شده نامحدود است.

فرآیندهای اکستروژن مختلفی وجود دارد، بسیاری از آنها بصورت patent ۳۳ بوده و به عنوان اختراع، امتیاز انحصاری دارند.

به علت نیاز به نیروی زیاد در اکستروژن (یا فشارکاری) بیشتر فلزات تحت شرایط گرم که مقاومت تغییر شکل فلز خیلی کم است اکستروژن می‌شوند. در صورتی که شمش اولیه قبل از شروع شکل‌دهی حرارت داده شود، اکستروژن گرم و در غیر این صورت اکستروژن سرد نامیده می‌شود. واکنش شمشال فشارکاری با محفظه و قالب به تنش‌های فشاری بزرگی منجر می‌شود که در کاهش ایجاد ترک در مواد حین تبدیل اولیه از شمش موثر هستند. این دلیل بسیار مهمی است برای استفاده روزافزون از اکستروژن در تغییر شکل فلزاتی که به سختی شکل می‌گیرند.

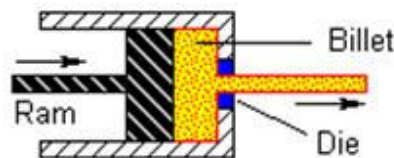
مثل فولادهای زنگ‌نزن و سایر موادی که در دمای بالا بکار می‌روند. فرآیند اکستروژن گرم به منظور تولید محصولات فلزی نیمه تمام با طول نسبتاً زیاد و مقطع ثابت (مانند انواع پروفیل‌های توپر و توخالی، متقارن و غیرمتقارن فولادی، آلومینیومی و مسی و آلیاژهای آنها) و اکستروژن سرد به دلیل وجود مقاومت به تغییر شکل زیاد در شکل‌دهی سرد، برای تولید قطعات نسبتاً کوچک، کوتاه و متقارن و به تعداد زیاد و با سطح مرغوب و دقت ابعادی به کار می‌رود.

بیشتر فلزات بطور گرم اکستروژن می‌شوند تا از امتیاز کاهش تنش جریان یا مقاومت به تغییر شکل با افزایش دما برخوردار شوند. از آنجایی که گرم‌کاری مشکلاتی مثل اکسایش شمشال و

ابزار و نرم کردن قالب و ابزار را بوجود آورده و ضمناً انجام روغنکاری بعدی را نیز مشکل می‌کند، استفاده از دمای حداقلی که مومسانی مناسبی در فلز ایجاد کند مفید است. در یک تغییر شکل معین به طور کلی، دمای اکستروژن می‌تواند بیشتر از آهنگری یا نورد باشد چون تنش‌های فشاری بزرگ، ایجاد ترک را به حداقل می‌رساند.

دو نوع اصلی اکستروژن عبارتند از: اکستروژن مستقیم و اکستروژن غیرمستقیم (معکوس).

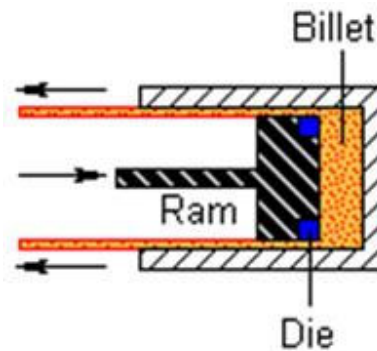
اکستروژن مستقیم: جهت سنبه با سیلان ماده یکسان است. در حین پرسکاری در اثر فشار، ماده در جهت حرکت سنبه سیلان نموده و قطعه شکل محفظه را پیدا می‌کند.



Direct extrusion

اکستروژن معکوس: جهت سیلان ماده بر خلاف حرکت سنبه می‌باشد. با فشار سنبه فراتر از مرز سیلان، ماده به سیلان در می‌آید. از آنجایی که راهگاه جانبی دیگری وجود ندارد ماده از داخل

محفظه و از طریق فضای حلقوی دور سنبه بر خلاف جهت سنبه به طرف بالا حرکت می‌کند.



Indirect extrusion

در اکستروژن معکوس فاصله بین سنبه و جداره قالب تعیین‌کننده ضخامت جداره محصول نظیر لوله یا کیسول است. در فرآیند اکستروژن معکوس، یک شمش جامد در یک قالب بسته قرار می‌گیرد و یک میله، سنبه را درون قطعه کار وارد می‌کند سپس سنبه با قالب ترکیب شده و فلز در جهت خلاف جریان می‌یابد تا شکلی توخالی تشکیل شود. در انتهای فرآیند، شکلی قوطی مانند با انتهای بسته تشکیل می‌شود. مزیت اکستروژن معکوس در آن است که قطر خارجی در حین تغییر شکل از شمش به محصول تغییر نمی‌کند (بجز در قسمت انتهایی). این فرآیند نسبت به اکستروژن مستقیم نیروی کمتری نیاز دارد زیرا نیروی اصطکاک بین شمش و محفظه قالب اکستروژن حذف می‌شود.

این فرآیند به لحاظ نوع ابزار، شکل نسبتاً ساده قطعه کار و تکرارپذیری فرآیند (reproducibility) دارای توجیه اقتصادی است. از این رو اکستروژن معکوس از قطعه کارهایی با اشکال ساده استفاده می‌کند، ابزار آن پیچیده نیست و فرآیند بسیار نیرومندی دارد. چون تغییر شکل در آن یکنواخت است، ساختار ایجاد شده توسط فرآیند اکستروژن داغ تقریباً بدون عیب می‌باشد.

### مزایای اکستروژن غیر مستقیم یا معکوس:

۱- کاهش حدود ۲۰ تا ۳۰ درصد نیروی لازم در مقایسه با اکستروژن مستقیم، به دلیل عدم وجود اصطکک برخلاف اکستروژن مستقیم، به علت عدم وجود اصطکک بین شمش و محفظه، حرارت لایه خارجی شمش افزایش نیافته و در نتیجه تغییر شکل یکنواخت انجام می‌گیرد و تشکیل عیب و ترک در لبه‌ها و سطح محصول کمتر می‌شود.

۲- به علت عدم وجود اصطکک، ناخالصی‌های سطحی شمش به داخل محصول کشیده نشده و عیب کیفی نیز تشکیل نمی‌شود، اما در عوض ناخالصی‌های سطحی شمش می‌تواند در سطح قطعه ظاهر شود که از معایب اکستروژن معکوس محسوب می‌شود.

۳- به علت عدم وجود اصطکک، عمر ابزار تغییر شکل، به ویژه لایه داخلی محفظه افزایش می‌یابد.

## معایب اکستروژن معکوس: □

۱- وجود امکانات کمتر برای خنک کردن قطعه اکستروژن شده بعد از خروج از قالب

۲- کیفیت سطحی پایین‌تر محصول در اکستروژن معکوس نسبت به اکستروژن مستقیم



## تجهیزات اکستروژن:

بیشتر عملیات اکستروژن با پرس‌های هیدرولیک انجام می‌شود. پرس‌های اکستروژن هیدرولیک بسته به جهت حرکت کوبه به دو نوع افقی و عمودی تقسیم می‌شوند. مزیت پرس‌های عمودی، تنظیم ساده‌تر پرس با کوبه و ابزار، میزان تولید بیشتر و نیاز به فضای کمتر در مقایسه با پرس‌های افقی است اما این پرس‌ها به فضایی با سقف بلند نیاز دارند و برای تولید قطعات اکستروژن با طول زیاد غالباً یک چاله زمینی

مورد نیاز است. پرس‌های عمودی باعث می‌شوند تا شمشال بطور یکنواخت در محفظه سرد شود و بنابراین تغییر شکل متقارن و یکنواختی بوجود خواهد آمد. سرعت کوبه پرس می‌تواند نکته مهمی باشد چون در فشارکاری دمایی زیاد که مشکل انتقال گرما از شمشال به ابزار وجود دارد، سرعت کوبه باید زیاد باشد. قالب‌ها و ابزارهایی که در اکستروژن به کار می‌روند باید در برابر تنش‌های زیاد، شوک حرارتی و اکسایش پایداری زیادی داشته باشند.

متغیرهای اصلی که بر نیروی مورد نیاز در فرآیند اکستروژن تاثیر می‌گذارند عبارتند از:

۱- نوع اکستروژن (مستقیم یا معکوس)

۲- نسبت اکستروژن

۳- دمایی کار

۴- سرعت تغییر شکل

۵- شرایط اصطکاکی در قالب و جدار محفظه.

افزایش سرعت کوبه فشار اکستروژن را زیاد می‌کند. با ده برابر شدن سرعت، فشار ۵۰ درصد اضافه می‌شود. در سرعت‌های اکستروژن کم شمشال سریعتر سرد شده و فشار لازم برای



فشارکاري مستقيم زياد ميشود چون با سرد شدن شمشال تنش سيلان زياد ميشود. بنا بر اين براي آلياژهاي مستحکمي که براي اکستروژن به دماهاي زيادي نياز دارند سرعتهاي اکستروژن زيادي مورد نياز است.

انتخاب دما و سرعت صحيح براي اکستروژن هر شمشال با توجه به اندازه و آلياژ آن با روش سعي و خطا تعيين ميشود. نسبت اکستروژن که براي يك فشار معين اکستروژن ميتواند به دست آيد با زياد شدن دما افزايش مي يابد. در هر دماي معين با ازدياد فشار، نسبت اکستروژن بيشتري بدست مي آيد. از اين رو فوايد و مضرات اکستروژن داغ را ميتوان به شرح ذيل خلاصه نمود:

۲- فوايد:

۳-- تنش کمتر

۴-- گاهي تنها راه اکستروژن فلز مربوطه

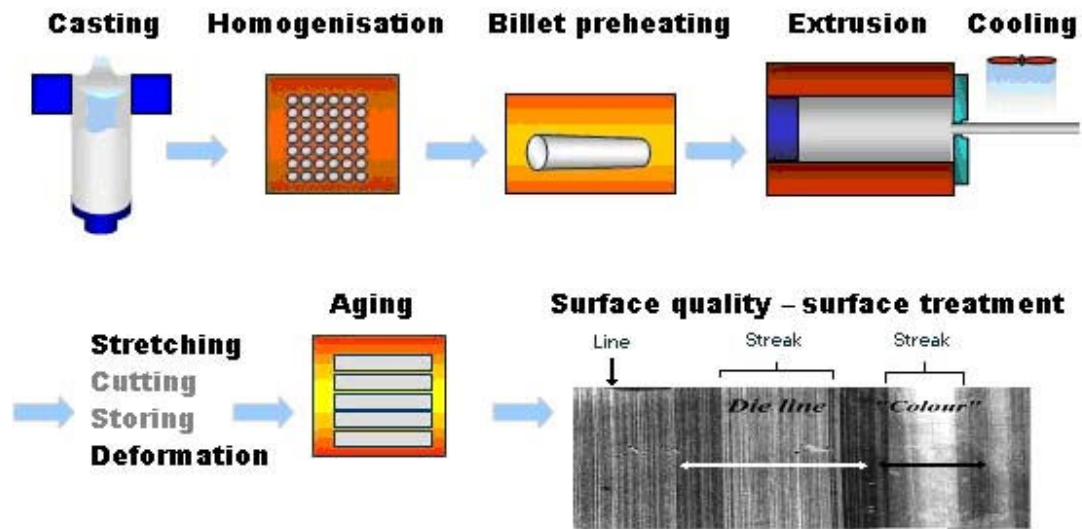
۵- مضرات:

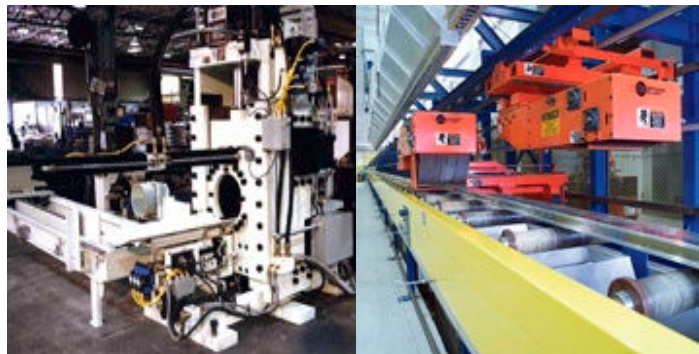
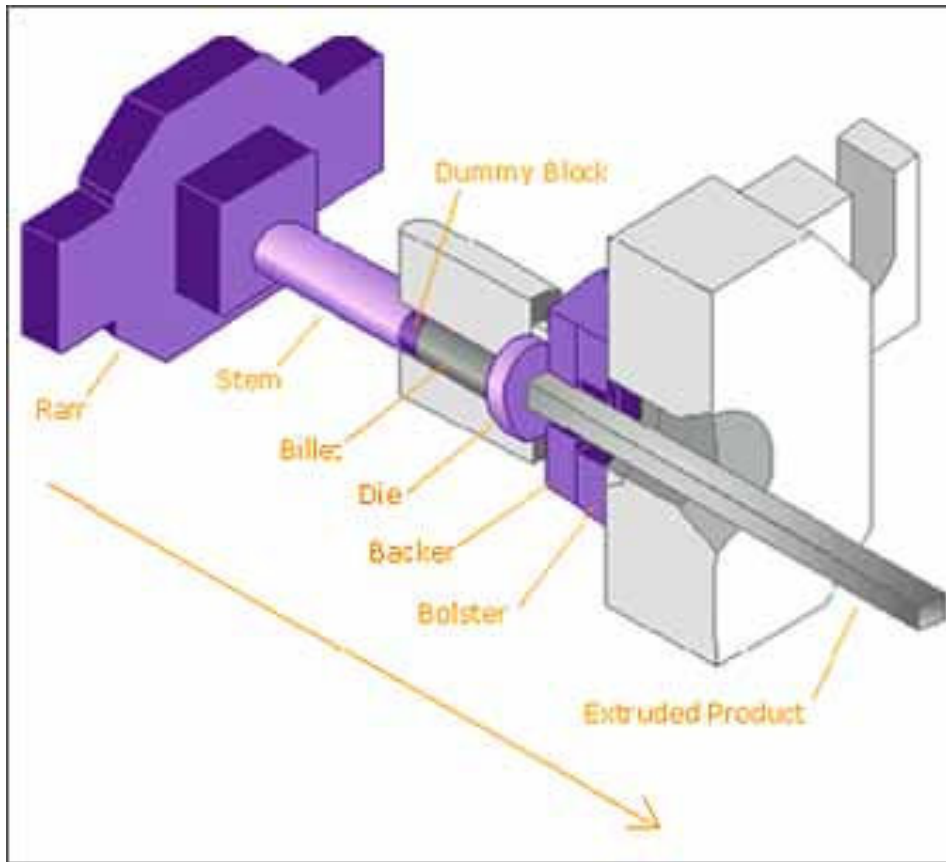
۶-- سايش بيشتري قالب

۷-- وجود فيلم اکسيدي باعث سيلان غيرکنواخت و ايجاد ناخالصيها و سطح نهايي ضعيف ميشود. همچنين سرد شدن

شمش در محفظه تغییر شکل منجر به سیلان غیریکنواخت  
می‌شود.

۸ -- اعوجاج در قطعات





-9



مشخصی  
نیروی  
فشار



شکل دادن  
فلزاتی از قبیل  
آلومینیوم فرآیند  
است که بوسیله  
هیدرولیکی با

وارد قالب می گردد و به عنوان محصولات اکسترودی در  
شکلهای متفاوت از قالب خارج می گردد.  
پرسهای اکستروژن در اندازه های معینی ساخته می شوند و  
اندازه آنها ارتباط مستقیم با اندازه شمش دارد که باید  
اکستروود شود.

### مهمترین مراحل در فرآیند اکستروژن :

۱. بیلت (شمش) باید به دمای ۴۲۶-۴۹۶ درجه سانتیگراد رساند.
۲. بعد از رسانیدن بیلت به دمای مورد نظر آنرا توسط لودر به داخل رام رانده و بیلت را بوسیله دوده یا چربی مخصوص چرب می کنند تا از چسبیدن بیلت به قالب جلوگیری شود و نیز نقش روان کننده را ایفا می کند.

۳. سپس بیلت به کرایدل انتقال داده می شود.
۴. رام با فشار بیلت رابه جلو می راندتا اینکه بیلت وارد کانتینر شود.
۵. سپس فشار ادامه پیدا کرده و بیلت از قالب گذشته و رفته رفته کوچکتر شده تا اینکه به انتهای کانینر می رسد هنگام عبور آلومینیوم از قالب، از اطراف قالب نیتروژن مایع عبور داده می شود که باعث افزایش طول عمر و دوام قالب می شود.
۶. در نتیجه فشار بیلت از قالب عبور کرده و شکل قالب را به خود می گیرد.
۷. هنگامی که مواد اکسترودی از پرس خارج کی شود درجه حرارت مطلوب توسط سنورهای نصب شده در پرس کنترل و تنظیم می گردد. هدف اصلی از دانستن درجه حرارت انجام عملیات اکستروود با حداکثر سرعت می باشد. مقدار حرارت خروجی اکستروژن بستگی به آلیاژ آلومینیوم است. و برای مثال حرارت آلیاژهای A۶۰۶۳، ۶۴۶۳، ۶۱۰۱، ۶۰۶۳ برابر حداقل ۴۹۸ درجه سانتی گراد و آلیاژهای A۶۰۰۵، ۶۰۶۱، برابر حداقل ۵۱۰ درجه سانتی گراد است .
۸. تمامی بیلت در عملیات اکستروژن استفاده نمی شود و ر آخر پوسته ای به صورت اکسید باقی می ماند که بیلت

را برداشته و بیلته دیگری بارگذاری شده و این پروسه همچنان تکرار می شود .

۹. هنگامی که محصول به طول دخواه رسید توسط ااره بریده می شود .

۱۰. محصول پس از برش به میز خنک کننده منتقل می شود .

۱۱. بعد از خنک شدن محصولات آنها را به روی میز

مخصوصی (استریج) هدایت می کنند که در این مرحله آنها را تابگیری می کنند که باعث می شود که پروفیلها به صورت صاف و یکنواخت طبق استاندارد های مورد نظر در آیند .

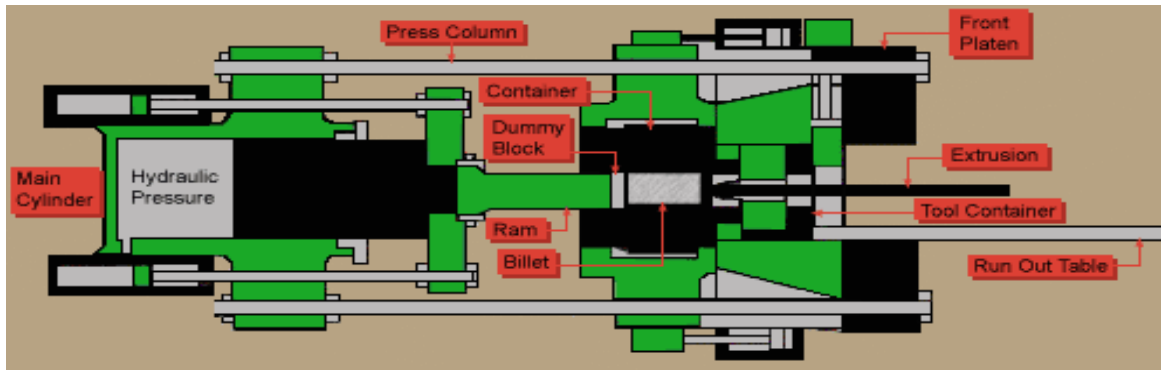
۱۲. سپس پروفیلها را در اندازه های استاندارد (یا سفارش داده شده) برش می دهند

دستگاه پرس اکستروژن از دو قسمت اصلی جلویی و عقبی تشکیل شده که بوسیله چهار میله نگهدارنده این دو قسمت را به همدیگر متصل می کند. اجزای تشکیل دهنده پرس به شرح زیر می باشد :

سیلندر اصلی : محفظه و سیلندر پرس که روغن هیدرولیکی پمپ شده و باعث ایجاد فشار و پیشروی رام می شود .  
فشار هیدرولیکی : فشار هیدرولیکی توسط پمپ هیرولیکی ایجاد شده و بر حسب نیوتون بر متر مربع اندازه گیری

می شود .  
رام (چکش میله ای): یک میله فولادی می باشد که به سیلندر اصلی متصل شده و به وسیله بلوک فولادی که به انتهای آن بسته شده وارد کانتینر شده و به بیلت فشار وارد می آورد .  
بلوک محافظ : یک بلوک فولادی محکم و آلیاژی است که مابین بیلت و رام قرار داده می شود که نتنها از چسبیدن بیلت به رام جلوگیری می کند بلکه از عقب راندگی بیلت نیز جلوگیری می کند .  
شمش (بیلت) : شمشهای آلومینیوم در اندازه های مشخصی طبق استانداردهای خاص خود تهیه می شوند.

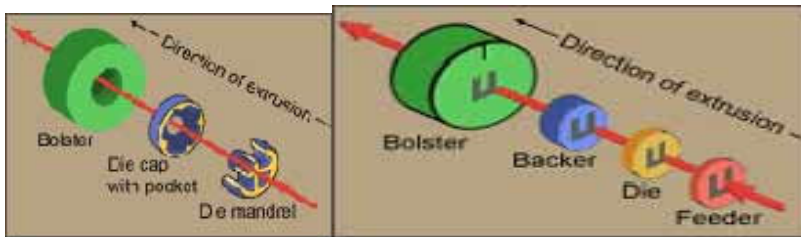
کانتینر: محفظه ای است در پرس اکستروژن که بیلت را نگه می دارد و باعث انتقال بیلت به درون قالب شده و تا زمانی که بیلت تا آخر از قالب خارج شود (کانتینر ثابت بوده و فقط به عنوان لوله قطور که درونش بیلت قرار دارد نقش هدایت بیلت را تا قالب دارد).



اجزای تشکیل دهنده قالب :

قالب توپر: تغذیه کننده، رینگ، قالب، نگهدارنده قالب، پشتی

قالب تو خالی: رینگ، محور قالب (مرغک)، کلاهک، پشتی



-۱۰-

کوره بیلت : به کمک انرژی الکتریکی بیلتها را در کانتینرگرم نگه می دارد.  
 قیچی بیلت : برای بریدن بیلت استفاده می شود.  
 کوره قالب : قبل از استفاده از قالبها آنها را به مدت ۴-۶ ساعت در دمای ۳۹۸-۴۸۲ درجه سانتی گراد قرار می دهند.  
 گهواره : بیلت را هنگام آغاز فشار توسط رام نگه می دارد.  
 میز جلوی پرس : میزی است که ما بین پرس و میز جلوران قرار



می گیرد.  
میز جلوران : میز مستقیم و درازی است که بعد از میز جلوی پرس قرار می گیرد و محصولات اکسترودی روی آن به جلو هدایت می شوند.

صفحه عقبی و جلویی پرس : در حقیقت مهمترین ساختار تشکیل دهنده پرس اکستروژن می باشد.  
میله نگهدارنده : که به تعداد چهار عدد (دو تا بالا و دو تا پایین) می باشند و نگهدارنده و متصل کننده صفحه جلویی به صفحه عقبی می باشد.

صفحه رینگ : رینگ که از فولاد سخت تشکیل شده و در درون صفحه پرس قرار می گیرد و از قالب و متعلقات آن در برابرتنش وسایش حاصله از فشار سیلندر اصلی محافظت می کند و در فواصل زمانی معینی تعویض می گردد.

اکستروود مستقیم و غیر مستقیم :

دو نوع فرآیند اکستروود وجود دارد، مستقیم و غیرمستقیم اکستروود مستقیم فرآیندی است که در آن قالب در نوک دستگاه به صورت ساکن نگه داشته شده و رام متحرک می باشد و به شمش نیرو وارد می کند.

اکستروود غیر مستقیم فرآیندی است که بیلت ساکن بوده در حالی که

مجموعه قالب در رام قرار دارد و با حرکت رام در برابر بیلت فلز در قالب جاری می شود

عوامل موثر در عملیات اکستروژن: اندازه و شکل قالب یکی از عوامل تعیین کننده است، فشار، سرعت، درجه حرارت بیلت در هنگام عملیات، کیفیت آلیاژ، تolerانس مورد نیاز و دیگر عوامل.

در کل سرعت اکستروژن رابطه مستقیم دارد با درجه حرارت شمش و میزان فشار موجود در داخل کانتینر، درجه حرارت و فشار به نوبه خود به جنس آلیاژ و شکل قالب وابسته است.

برای مثال : اکستروژن با دمای پایین معمولا برای تولید پروفیل‌هایی با کیفیت سطحی بالا و اندازه های فوق العاده دقیق (معمولا این نوع محصولات در صنایع هوا فضا استفاده می شوند) مورد استفاده قرار می گیرد. این نوع اکستروژن نیازمند فشار بسیار زیاد می باشد. گاهی به خاطر محدودیت فشار امکان اکستروژن پروفیل‌های خاص ناممکن است.

دمای مرجع شمش : دمایی است که فراهم کننده سطح و تolerانس قابل قبولی باشد.

بهتر است که شمش در دماهای پایین اکستروژن شود و البته برای بعضی شمش‌های آلومینیوم استثنایی وجود دارد که به صورت پیش گرم تا

دمای ۴۹۸ - ۵۲۶ درجه سانتی گراد حرارت می دهند. در دماهای فوق العاده بالا سرعت اکستروژن بالا خواهد بود و در نتیجه جریان خواهد فلز شبیه جریان سیال خواهد بود که این باعث می شود فلز از مجاری که کمترین مقاومت را دارا می باشند عبور کرده و به این ترتیب مجاری بزرگ درون قالب پر شده و مجاری کوچک و تنگ می مانند. تحت این شرایط اندازه و تیرانس پروفیل‌های تولیدی پایین تر از حد قابل قبول (استاندارد) بوده و این نقص بخصوص در قسمت‌های نازک و انحنای پروفیل‌های تولیدی بیشتر قابل مشاهده است.

از دیگر نتایج اکستروژن در دماهای بالا و سرعت بالا ایجاد پارگی در لبه های نازک و گوشه های تیز فلز می باشد. همچنین باعث کاهش مقاومت کشسانی فلز می شود. سرعت و دمای بالا باعث ایجاد نقصان و ناهمواری در هنگام تولید در سطح فلز با غلطک‌های پیش برنده شده و باعث ایجاد تمایل شدید در پروفیل‌های تولیدی برای تغییر شکل به صورت موجی (تاب برداشتن) می شود. یکی از قواعد مهم در کیفیت بالای مکانیکی یک آلیاژپایین بودن ضریب اکستروژن می باشد، اصطکاک زیاد مابین بیلت و کانتینر باعث طولانی شدن زمان اکستروژن می شود. ضریب اکستروژن : یک قالب نشان دهنده میزان کار مکانیکی است که در هنگام اکستروژن پروفیل رخ می دهد.

وقتی ضریب اکستروژن یک قسمتی کمتر می باشد، آن قسمت از پروفیل با افزایش جرم فلز مواجه شده و کیفیت کار مکانیکی که انجام خواهد داد کاهش می یابد.

توانایی محصولات با ضریب اکستروژن بالا زمانی مشاهده می شود که فشار زیاد در قالبهای کوچک و ظریف نیاز بوده و نیز در هنگامی که کارهای سخت مکانیکی رخ خواهد داد .

ضریب اکستروژن قابل قبول و نرمال برای آلیاژهای سخت چیزی مابین ۱۰:۱ تا ۳۵:۱ می باشد و برای آلیاژهای نرم بین ۱۰:۱ تا ۱۰۰:۱ می باشد. آلیاژهای سخت نیازمند حداکثر فشار برای اکستروژن شدن هستند و این بسیار مشکل می باشد زیرا که سطح ضعیف این نوع آلیاژها شرایط خاص از جمله پایین بودن دمای مرجع را می طلبد.

از دیگر عوامل مهم که در اکستروژن قطعه یا پروفیل نقش مهمی بازی می کند فاکتور اکستروژن است.

فاکتور اکستروژن : برابر است با محیط قطعه (پروفیل) تقسیم بر وزن آن در یک فوت (۳۰,۴۸ سانتی متر) فاکتور اکستروژن خیلی موضوع مهمی است زیرا به این طریق می توان سودمند یا زیان آور بودن فرآیند پرس را تشخیص داد. (از لحاظ اقتصادی).

سخت کاری : عملیات ترکیبی پیچیده حرارتی و مکانیکی است.

## رسوب سختی آلیاژهای آلومینیوم Ageing<sup>34</sup> :

در این بحث سخت شدن آلیاژهای آلومینیوم بوسیله رسوب اجزاء ساختمانی از محلول جامد مورد بررسی قرار خواهد گرفت. کشف این روش مهم تقویت کردن آلیاژهای آلومینیوم بدون شک در صنعت آلومینیوم انقلابی ایجاد نمود.

فرآیند رسوب سختی (پیرسختی) در سال ۱۹۰۶ بوسله Dr.A.Wilm آلمانی کشف گردید. دکتر Wilm یک آلیاژ ۴ درصد مس و ۰/۵ درصد منیزیم را حرارت داده و پس از آن به سرعت سرد نمود و سپس سختی آلیاژ را اندازه گرفت. او متوجه شد که با گذشت زمان به مدت چند روز در درجه حرارت محیط سختی نمونه ها به مقدار قابل ملاحظه ای افزایش یافت.

در سال ۱۹۹۱ Wilm نتایج خود را منتشر نمود ولی نتوانست توضیحی برای این سخت شدن بدهد زیرا از نظر میکروسکوپی هیچ گونه تفاوتی بین نمونه های سخت و نمونه های نرم مشاهده نکرده بود. از زمان Wilm تا کنون دانشمندان و مهندسين متعددی فرآیند رسوب سختی را مطالعه و مطالب مختلف و متعددی در مورد آن یافته اند، ولی هنوز هم مکانیزم دقیق آن مورد مطالعه قرار می گیرد.

---

<sup>34</sup> Ageing پیر سختی

فرآیند اصلی رسوب سختی:

برای سخت کردن یک آلیاژ آلومینیوم از طریق فرآیند رسوب سختی ابتدا به فلز یک عمل حرارتی داده می شود. در این عمل حرارتی آلیاژ را به درجه حرارتی که بقدر کافی زیاد است تا عناصر آلیاژی را داخل محلول جامد بنماید حرارت می دهند. درجه حرارت مورد استفاده بستگی به ترکیب شیمیایی آلیاژ دارد. پس از حرارت دادن به درجه حرارت انحلال و نگهداشتن در آن درجه حرارت به مدت لازم آلیاژ به درجه حرارت پائین تری سریعاً سرد می شود تا این عناصر را در محلول جامد فوق اشباع شده نگهدارد.

قسمت دوم فرآیند رسوب سختی، پیر کردن است که در حلال رسوبات تشکیل می گردند. اگر رسوب گیری که باعث سختی آلیاژ می شود خود به خود در درجه حرارت محیط انجام گیرد گفته می شود که آلیاژ بصورت طبیعی پیر شده است (Natural Ageing)  $3^{\circ}$  در هر حال اگر لازم باشد آلیاژ را حرارت داد (معمولاً در  $200-500$  درجه فارنهایت،  $260-93$  درجه سانتی گراد به مدت چندین ساعت) تا رسوب گیری انجام گیرد در آن صورت آن را پیر سختی مصنوعی Artificial Ageing<sup>36</sup> می نامند. آلیاژهای آلومینیوم که قابل سخت

---

<sup>35</sup> Natural Ageing پیر سختی طبیعی

<sup>36</sup> AGEING ARTIFICIAL پیر سختی مصنوعی

<sup>37</sup> Overaged پیر پیری

<sup>38</sup> TREATMENT Solution heat عملیات حرارتی انحلال

شدن از طریق رسوب سختی هستند را بنا به تعریف آلیاژهای عملیات حرارتی پذیر می نامند. شرایط مورد نیاز: برای این که آلیاژ آلومینیوم قابل رسوب سختی باشد باید برخی شرایط خاص را دارا باشد. اول این که آلیاژ باید حاوی مقادیر قابل توجهی از حداقل یک عنصر یا یک ترکیب که با کاهش درجه حرارت از حد حلالیت حالت جامد آن کاسته می شود باشد یعنی ای عناصر یا ترکیبات باید دارای حلالیت حالت جامد قابل توجهی در درجات حرارت بالا و حلالیت حالت جامد ناچیز در درجات حرارت پائین باشند. منحنی های حلالیت جامد برخی از عناصر آلیاژی و ترکیبات مهم برای آلومینیوم است. این عناصر عبارتند از: مس، روی، سیلیسیم و منیزیم شرط دوم این است که عنصر یا ترکیبی که در محلول جامد فوق اشباع نگهداشته می شود باید رسوب کرده و تولید تغییر فرم ها و اعوجاج شبکه ای در آلومینیوم بنماید. معمولاً رسوب این عناصر یا ترکیبات بتدریج باعث سخت تر شدن آلیاژ شده تا این که سختی آن به یک مقدار حداکثر برسد. ادامه عملیات رسوب گیری پس از این نقطه باعث کاهش سختی می گردد. آلیاژهایی که به مقدار کافی پیر نشده و به سختی حداکثر نرسیده باشند را کم پیری **underaged** و آلیاژهایی که از سختی

حداکثر رد شده باشند (بمدت طولانی تر پیر شده باشند) را پرپیری (overaged)<sup>۳۷</sup> می نامند.

فرایند رسوب سختی آلیاژهای آلومینیوم را می توان بصورت زیر خلاصه نمود:

- ۱- گرم کردن به درجه حرارت عملیات حرارتی انحلال (حل کردن)
- ۲- حرارت دادن در آن درجه حرارت برای مدت زمان کافی
- ۳- پیر کردن طبیعی در درجه حرارت
- ۴- پیر کردن برای رسوب سختی از طریق:
  - الف- پیرکردن طبیعی در درجه حرارت محیط یا،
  - ب- پیر کردن مصنوعی بوسیله حرارت دادن در یک درجه حرارت پائین (۲۰۰-۵۰۰ درجه فارنهایت) ۲۶۰-۹۳ درجه سانتی گراد بمدت لازم.

به عنوان مثال عملیات حرارتی یک آلیاژ  $4\% \text{ Cu} - \text{LA}$  را در نظر بگیرید. ابتدا آلیاژ به (۹۴۰ درجه فارنهایت) ۵۰۴ درجه سانتی گراد حرارت داده می شود تا تمام مس وارد محلول جامد گردد. سپس آلیاژ در آب سرد سریعاً سرد می گردد تا به درجه حرارت محیط برسد. اگر آلیاژ به (۳۴۰ درجه فارنهایت) ۱۷۱ درجه سانتی گراد بمدت ده ساعت حرارت داده شود از طریق پیر کردن مصنوعی سخت می گردد. باید توجه داشت که اگر این آلیاژ حاوی ۰/۵ درصد منیزیم باشد می تواند در درجه حرارت محیط بصورت طبیعی پیر



۱- عمل حرارتی انحلال (heat treatment) <sup>۳۸</sup> درجه حرارت عملیات حرارتی انحلال طوری انتخاب می گردد که بالاتر از منحنی حلالیت جامد باشد ولی خطر ذوب اجزاء یوتکتیکی نقطه ذوب پائین وجود نداشته باشد. معمولاً کنترل درجه حرارت گروه در حدود دقت (۱۰ درجه فارنهایت)  $5/5 +$  درجه سانتی گراد نگهداشته می شود. آلیاژهایی که حتی چند درجه بیشتر از حد معین حرارت داده شوند بطور جزئی ذوب شده و در آن صورت فلز مربوطه را باید به علت از دست دادن خواص مکانیکی بصورت قراضه و ضایعات در آورد.

پیرسختی برای آلیاژ ۴%CU - Al:

زمان لازم برای عملیات حرارتی انحلال بستگی به آلیاژ و نوع محصول دارد. بطور کلی قطعات کار شده احتیاج به زمان کمتری نسبت به قطعات ریختگی داشته و قطعات کار سرد شده زمان کمتری نسبت به قطعات کار گرم شده دارد. قطعات در ماسه به علت درشت بودن اجزاء ساختمانی آنها زمان بیشتری نسبت به قطعات ریختگی در قالب دائمی دارد. در مورد اغلب محصولات صفحه ای ورق، نیم ساعت تا دو ساعت زمان کافی برای عملیات حرارتی انحلال است، از طرف دیگر برخی از قطعات ریختگی ممکن است تا ۱۲ ساعت حرارت

دادن نیاز داشته باشند. اگر ماده کار سرد شده باشد باید آن را تقریباً به سرعت به درجه حرارت انحلال لازم رسانید تا از رشد دانه ها جلوگیری گردد.

باید به تفاوت بین عملیات حرارتی انحلال و عملیات تا بکاری کردن توجه شود. در هر دو مورد فرآیندهای بازیابی، تبلور مجدد و رشد دانه بطور مشابه انجام می گیرد. در هر حال عملیات حرارتی انحلال نسبت به عملیات تا بکاری در درجه حرارت بالاتری انجام می شود تا به اجزاء ساختمانی لازم چون اجازه انحلال و ورودی به محلول جامد داده شود، که پس از آن رسوب می کند. در تا بکاری قطعات، این اجزاء ساختمانی بمقدار زیادی وارد محلول جامد نمی گردد ولی اجازه رشد و درشت تر شدن ذرات داده می شود. قطعات عمل حرارتی انحلال شده نسبت به قطعات تا بکاری شده، بعلاوه استحکام بخشی از طریق محلول جامد حاصل، معمولاً سخت تر هستند.

سریع سرد کردن Quenching

پس از این که اجزاء ساختمانی وارد محلول جامد گردیدند آلیاژ آلومینیوم به سرعت به درجه حرارت پائینی سرد می شود تا این اجزاء در محلول باقی بمانند. معمولی ترین محیط های سرد کردن آلیاژهای آلومینیوم آب داغ و آب سرد است. سریع سرد کردن در آب سرد برای مواد نازکی چون ورق، قطعات

فشار کاری شده، لوله و قطعات پتکاری شده کوچک بکار می رود. درجه حرارت آب زیر (۸۵ درجه فارنهایت) ۲۹ درجه سانتی گراد نگهداشته می شود و اجازه افزایش بیش از (۲۰ درجه فارنهایت) ۱۱ درجه سانتی گراد به آن داده نمی شود. این سرد شدن ناگهانی حداکثر مقاومت در مقابل خوردگی را به آلیاژ می دهد ولی ممکن است باعث اعوجاج قطعه گردد. عموماً پس از سریع سرد کردن در آب سرد نمونه را صاف می کنند تا هر گونه چین و چروک و عیوب دیگر از این نوع را حذف نمایند. سریع سرد کردن در آب داغ بر روی قطعات سنگین آلومینیومی چون قطعات بزرگ پتکاری شده و ریختگی که در مورد آنها مقاومت خوردگی زیاد مهم نیست بکار می رود. سریع سرد کردن در آب داغ عموماً در (۱۵۰ درجه فارنهایت) ۶۶ درجه سانتی گراد تا (۱۸۰ درجه فارنهایت) ۸۲ درجه سانتی گراد و یا در (۲۱۲ درجه فارنهایت) ۱۰۰ درجه سانتی گراد (آب جوش) انجام می گیرد. چون سرد کردن در آب داغ آهسته تر از سرد کردن در آب سرد است بنابراین اعوجاج قطعه در این مورد خیلی زیاد نبوده و به مقدار حاصل در آب سرد نیست. یک لایه عایق بخار آب که در درجاتی بالاتر از (۷۵۰ درجه فارنهایت) ۴۰۰ درجه سانتی گراد باعث ایجاد یک انحناء بر روی منحنی می گردد مانع سرد شدن سریع قطعات ضخیم شده و باعث می

شود که مقاومت به خوردگی آنها کمتر گردد. در اینجا نیز تغییر انحنای موجود بر روی منحنی ها در اثر تشکیل یک لایه بخار بر روی سطح قطعه ایجاد می گردد. منحنی سرد شدن برای آب جوش به صورت خط راست است. بنابراین سرد کردن در آب جوش یکنواخت بوده ولی کاملاً آهسته است. ماده ای که سرد می گردد باید تا حد امکان سریع از کوره به مخزن سرد کردن منتقل گردد. برای ورق ساخته شده از آلیاژهای ۲۰۱۷ و ۲۰۲۴ زمان انتقال نباید از ۱۰ ثانیه تجاوز کند در غیر این صورت این آلیاژها ممکن است آمادگی برای خوردگی بین دانه ای پیدا کند.

### ۳- پیرسازی Ageing

آلیاژهای آلومینیوم پس از عملیات حرارتی انحلال و سریع سرد کردن پیر می شوند تا رسوب دهند. سریع سرد کردن از درجات حرارت بالا قسمت اعظم عناصر محلول را در درجات حرارت پائین در داخل محلول جامد فوق اشباع نگه می دارد. در هر حال آلیاژهای آلومینیوم قابل سخت شدن از طریق رسوب گیری در حالت سریع سرد شده ناپایدار هستند. در اثر پیر شدن، ذرات بسیار ریز میکروسکوپی تشکیل می گردند که به عنوان مانع در دانه ها و مرزدانه ها عمل می نمایند. این ذرات بسیار ریز پخش شده در آلیاژ بقدری به آن استحکام می بخشند که آلیاژ می تواند بار

بیش تری را تحمل کرده و تغییر فرم بیشتری را بدست آورد. اندازه و چگونگی توزیع رسوب بسیار مهم است زیرا ذرات بسیار درشت باعث ایجاد خواص مکانیکی ضعیف تر از خواص مکانیکی مطلوب می گردند.

آلیاژهای آلومینیوم قابل پیر شدن طبیعی استحکام کامل خود را پس از ۴ تا ۵ روز در درجه حرارت محیط بدست می آورند. در حدود ۹۰ درصد حداکثر استحکام قابل حصول در این آلیاژها پس از ۲۴ ساعت حاصل می گردد. شکل دادن آلیاژهای قابل پیر سختی طبیعی عموماً در حالت نرم قبل از پیر سختی انجام می گیرد. با قرار دادن قطعات درست پس از سریع سرد شدن و قبل از پیر سختی طبیعی یافتن دریخ خشک (۱۰۰ تا ۵۰ درجه فارنهایت) ۷۳- تا ۴۶ - درجه سانتی گراد می توان از رسوب گیری جلوگیری نمود تا قطعه در زمان لازم مورد استفاده قرار گیرد.

پیر سختی مصنوعی آلیاژهای آلومینیوم عموماً در درجات حرارت (۲۰-۵۰۰ درجه فارنهایت) ۹۳-۲۶۰ درجه سانتی گراد انجام می گیرد وقت درجه حرارت در حد (۵+ درجه فارنهایت) درجه سانتی گراد نگهداشته می شود. زمان لازم برای عمل بستگی به آلیاژ و درجه حرارت پیرسختی دارد وقتی که یک آلیاژ جدید ساخته شد در درجات حرارت و برای مدت زمان های مختلف منحنی های پیر سختی تجربی رسم می گردد تا مشخصات پیر سختی مناسب بدست آید.

## بررسی کالاهای جایگزین و تجزیه و تحلیل اثرات آن بر مصرف محصول

مهمترین دلیل استفاده از کامپوزیت ها در صنعت ساختمان مقاومت بالای آنها در برابر خوردگی است. به کارگیری پروفیل ها و آرماتورهای کامپوزیتی تولید شده به روش پالترژن باعث افزایش عمر و کاهش هزینه های ساخت و ساز و نگهداری در محیط های خورنده ی ساحلی و دریایی

گردیده است؛ کاربرد کامپوزیت ها در شرایط خورنده ی آب های شور و سواحل دریایی قابل توجه می باشد.

آمارهای موجود در سطح جهان نشانگر آن است که سالیانه در جهان دو میلیارد دلار صرف جبران خسارت خوردگی در سازه های ساحلی (نظامی و غیر نظامی) در حاشیه دریا می شود. نیاز به کاهش هزینه ی تعمیر و نگهداری سازه های عظیم و متعدد ساحلی و فراساحلی، مهندسان و کارشناسان این امر را به سمت بهره گیری و استفاده از مواد نوینی که دارای مزیت های نسبی، نسبت به موارد مشابه (استفاده) بتن، فولاد، چوب (دارای می باشد، سوق داده است.

در این مقاله سعی گردیده است مزایای کامپوزیت و کارکرد آن را به عنوان یک راهکار جدید در ساخت سازه های ساحلی و دریایی که تاکنون بوسیله بتن، فولاد و چوب ساخته می شدند، مطرح گردد.

### **کلیدواژه: خوردگی، کامپوزیت، پالتروژن**

استفاده از این گونه مواد مختلط از دهه 1940 آغاز شد و مثل بسیاری از فنون و تکنولوژی های دیگر ابتدا کاربرد نظامی داشت و بیشتر در صنایع هوا-فضا استفاده می شد، به گونه ای که پس از جنگ جهانی دوم کاربرد پلیمرها و کامپوزیت های پلیمری در صنایع هواپیما و موشک سازی در اروپای غربی و آمریکا به میزان هشتاد درصد افزایش

یافت؛ ولی وزن کم و استحکام بالای آن باعث شد سرعت در سایر زمینه ها هم کاربرد پیدا کند از جمله صنعت ساختمان، صنعت خودروسازی، ساخت اسکله ها و شناورها (کشتی و قایق های تندرو و سازه های دریایی)

### **مقاوم سازی سازه ها در صنایع مختلف با استفاده از کامپوزیت ها :**

کامپوزیت ها یا مواد ترکیبی و مختلط اخیراً کاربرد فراوانی پیدا کرده اند بطوریکه میزان مصرف این مواد در جامعه به عنوان یکی از شاخص های توسعه یافتگی محسوب می شود. در آسیا کشورهایی مثل ژاپن با مصرف سرانه 4,5 کیلوگرم مواد کامپوزیتی از استاندارد جهانی آن هم فراتر رفته اند 3,5 کیلوگرم در ایران اما میزان مصرف 0,3 کیلوگرم است که یک دهم استاندارد جهانی است. ما در این زمینه حتی از بعضی همسایه ها مثل ترکیه هم عقب تر هستیم (مصرف سرانه در ترکیه 1,5 : کیلوگرم)

### **1- (صنایع نفت و گاز :**

استفاده از سازه های کامپوزیتی باعث صرفه جویی تا % 60 در زمینه صنایع نفت می شود. از ساخت سکوهایی نفتی تا خطوط انتقال و مخصوص در مکانهایی که میزان خوردگی زیاد است. به عنوان مثال در محیط های دریایی استفاده از کامپوزیت ها بسیار مقرون به صرفه و مناسب است از کاربرد های جالب کامپوزیت ها استفاده از آنها در استحکام بخشیدن به لوله های گاز و نفت است. افرادی که در زمینه نفت و گاز فعالیت



دارند بجوی می دانند که رفع خوردگی در اینگونه لوله ها به روش معمول به چه مقدار هزینه و وقت را از کف متخصصین می رباید . با این روش می توان بدون از مدار خارج کردن خطوط لوله ، همان ( خطوط فرسوده و خورده شده را با لایه ای از کامپوزیت بطور کامل تقویت کرد .) 2 متاسفانه مدیران و تصمیم گیرندگان از کاربرد های این تکنولوژی اطلاع درستی ندارند و هر ساله مبالغ هنگفتی از بودجه کشور به دلیل زیانهای ناشی از خوردگی تضييع می گردد ، که می توان با کمی تدبیر آن را مرتفع نمود .

## 2- تکنولوژی پالتروژن در تولید محصولات کامپوزیتی :

فرآیند پالتروژن یکی از سریع ترین و مهمترین روش های تولید محصولات کامپوزیتی می باشد . به کمک این روش می توان انواع پروفیل کامپوزیتی با مقطع ثابت با سرعت بالاتر تولید نمود . درز کشور مانیز فعالیت هایی از سوی چند شرکت داخلی جهت بهره گیری از این فناوری آغاز شده است .

## 1- پروفیل های پالتروژن :

دسته ای از مستحکم ترین و با دوام ترین مواد مهندسی هستند<sup>39</sup> . (FRP) پلاستیکهای تقویت شده با الیاف شیشه به شکلهای استاندارد در بازار مصرف عرضه میشوند . کیفیت این پروفیلها با عواملی چون FRP امروزه پروفیلهای جهت گیری ، موقعیت ، کیفیت الیاف و نوع رزین تعیین میشود . این پروفیلها با محدوده متفاوتی از استحکام ،

<sup>39</sup> Fibre reinforced plastic (FRP)

مقاومت ؛ ) به خوردگی و پایداری حرارتی تولید و عرضه میشوند . روش اصلی تولید این پروفیلها فرایند پالتروژن است 1 ( ) پالتروژن از جمله روشهای سریع تولید کامپوزیتهای تقویت شده با الیاف پیوسته میباشد که اولین بار در سال 1951 بهکار گرفته شد . محصولات تولیدی به این روش دارای استحکام بالا ، وزن کم و عمر طولانی بهویژه در محیطهای شیمیایی میباشد .

در این فرایند ، الیاف پیوسته به صورت الیاف بلند ، پارچه بافته شده و پارچه الیاف کوتاه از داخل حمام حاوی رزین عبور کرده و آغشته به رزین میشود . پس از خروج از حمام ، الیاف به قالبی گرم هدایت شده و در داخل قالب محصول شکل نهایی را بهخود میگیرد . عملیات سختشدن و پخت نیز در داخل قالب صورت میپذیرد . پس از خروج از قالب ، محصول پیوسته سرد شده و با طول مورد نظر برش میخورد . به این ترتیب محصول نهایی بدون نیاز به انجام عملیات دیگری آماده عرضه به بازار میباشد . قالب مورد استفاده معمولاً فولادی و دارای طول 30 الی 155 سانتیمتر است .



فرآیند پالتروژن در ساخت مواد کامپوزیتی

1-مزیتها :

پروفیل‌های تولیدی متعارف، معمولاً در طول‌های 25 میلیمتر تا 5 ، 3متر تهیه میشوند. سرعت تولید در این فرایندها 2 الی 30 متر در ساعت است که به شکل محصول و رزین مورد استفاده بستگی دارد. معمولاً در این فرایندها از رزین‌های پلی‌استر و اپوکسی و الیاف شیشه، کربن، آرامید و پلیاتین استفاده میگردد. محصولات این روش دارای نسبت استحکام به وزن بالا، مقاومت خوردگی و پایداری ابعادی خوب میباشند و از مقاومت الکتریکی بالا برخوردار میباشند. از محصولاتی که با این روش تولید میشود میتوان انواع الوار، نودانها، قابها، فنرهای خودرو، چوبهای ماهیگیری، تیرآهن، دستههای چکش، تیرک چادر، چوب‌گلف، چوب‌اسکی، راکت تنیس و دیگر شکلهای پروفیلی را نام برد. تولید قطعاتی با مقاطع پیچیده به صورت پیوسته و پیدرپی از ویژگیهای منحصر به فرد کامپوزیتها است. تنها با تعویض قالب مناسب میتوان مقطع دخواه را ساخت. درصد وزن الیاف به کل وزن محصول در این نوع فرایندها نسبت به سایر روشهای تولید مواد مرکب بالاتر میباشد و به همین دلیل روش پالترژن برای تولید قطعاتی با استحکام طولی بالا به کار میرود. محصولات تولیدی به وسیله روش پالترژن در برابر مواد شیمیایی مقاومت بیشتری از خود نشان میدهند و یکی از موارد استفاده این محصولات در بالامیباشد، به علت فرآیند پیوسته‌ای که در

تولید قطعات به روش پالتروژن به کار PH محیطهای اسیدی و بازی با گرفته میشود، قطعات تولیدی محدودیت طولی ندارند. بالا بودن سرعت و استفاده از تجهیزات ساده و ارزان و وابستگی کم به نیروی انسانی سبب پایین آمدن هزینه، در تولید محصول نسبت به سایر روشهای ساخت مواد مرکب شده است.

## 2- معایب :

با این همه استفاده از روش پالتروژن کاستیهایی دارد که سبب محدود شدن گستره کاربرد آن گردیده است.

همانگونه که ذکر شد در روش پالتروژن از یک قالب با مقطع خروجی ثابت برای شکلهای قطعه استفاده میشود و امکان تولید قطعاتی که مقاطع متفاوت دارند وجود ندارد. پایین بودن مقاومت برشی محصولات تولیدی از دیگر نقاط ضعف محصولات تولید شده با این روش محسوب میشوند. همچنین این محصولات در مقابل عملیات سوراخکاری نسبتاً ضعیف میباشند.

پروفیل های حاصل از فرآیند پالتروژن در ساخت سازههای دریایی کاربرد فراوانی دارند. این پروفیلها در اندازههای

لازم بریده شده و به کمک اتصالات خاص خود به راحتی در محل احداث بنا مونتاژ میشوند. استفاده از این پروفیلها در مقایسه با نمونه فلزی میتواند وزن سازه نهایی را تا حد نصف تقلیل دهد. در شرایط خورنده عمر چنین سازههایی چندین برابر سازه فلزی تخمین زده میشود و با

احتساب هزینه تعمیر و نگهداری در طول عمر بنا می‌توان گفت که هزینه نهایی حداقل 10 الی 15 درصد کاهش می‌یابد.

پروفیل‌های پالتروژنی امروزه در صنایع عمرانی بسیار پرکاربرد جلوه می‌نمایند؛ به عنوان نمونه پروفیل‌های پالتروژنی شکل، نبش‌ها و پل‌ها مورد استفاده واقع I در ساخت انواع معابر، نرده‌ها، حفاظ‌ها، درها، پنجره‌ها، تیرهای با مقطع شده اند. استفاده از آنها جهت ساخت پل‌های آبی و سازه‌های اسکله‌های به شدت مورد توجه اروپاییان قرار گرفته است.

این پروفیل‌ها به عنوان بهترین گزینه‌ها جهت ساخت سازه‌های دریایی در کشورهای امریکایی نیز مطرح شده است.

دلایل این امر را به اختصار در 4 عامل زیر می‌توان خلاصه نمود:

1) قیمت اولیه مناسب

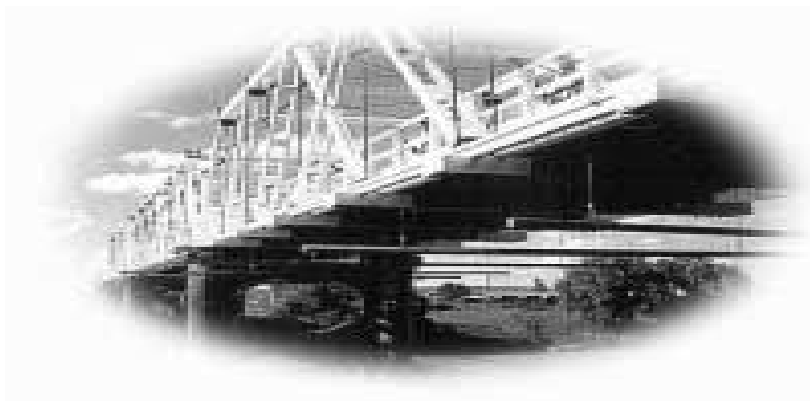
2) تعمیر و نگهداری اندک

3) عمر کاری بالا

4) سادگی و سرعت نصب و کاربری

هم‌اکنون بیش از ده‌ها پل در کشور انگلستان با بهره‌گیری از پروفیل‌های پالتروژنی ساخته شده است و در کشوری همچون کانادا سرمایه‌گذاران عظیمی جهت تولید پروفیل‌های مقاوم به خوردگی به روش پالتروژن صورت گرفته است ( ). هند، چین، مالزی و بسیاری کشورهای آسیایی دیگر نیز فعالیت‌های گسترده‌ای را جهت تولید و استفاده از این محصولات در

ساختوساز انجام داده اند . مصرف سالانه کامپوزیت در جهان 6 میلیون تن است و همانطور که گفته شد کشورهای صنعتی در این زمینه پیشتازند امروزه شاهد توسعه پل های کامپوزیتی در سراسر دنیا می باشیم . به عنوان مثال پل " وست بروک " در اوهایو ( نگاره ۲ ) اولین پلی است که در



آن از کف

"سازهای کامپوزیتی استفاده شده است. این عمل در فاز اول" پروژه ۱۰۰ انجام شده است. هدف این پروژه که ابتکاری از مرکز ملی کامپوزیت است، تعمیر و جایگزینی ۱۰۰ پل فرسوده به وسیله کامپوزیتها (NCC) می باشد.

بر اساس آمارهای موجود توسعه فرآیندهای تولید کامپوزیت در مناطق مختلف دنیا الگویی واحدی را دنبال نمی کند .

به عنوان مثال در ایالات متحده به علت شرایط خاص آن سرزمین و نیاز به سازه های دریایی در بسیاری از نقاط این کشور ، فرآیند پالترژن به شدت مورد توجه قرار گرفته است) . این استقبال در اروپا نمود کمتری داشته است . در ( اروپای غربی این بازار در بین سالهای 1995 تا 2000 با 47 درصد افزایش به 3200 تن رسیده است ) .

سایر موارد محصولات فرعی محصولات مقاوم به خوردگی حمل و نقل ساختمان  
صنایع الکتریکی

17 % 7 % 17 % 15 % 17 % 32 % 1995 - 2000

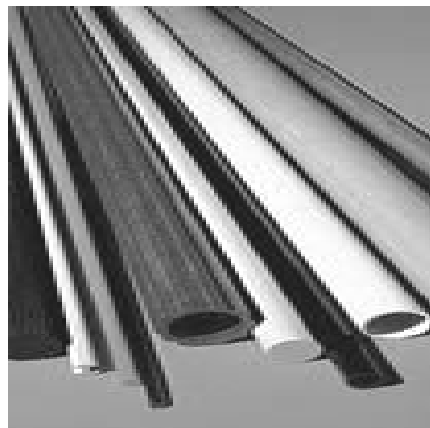
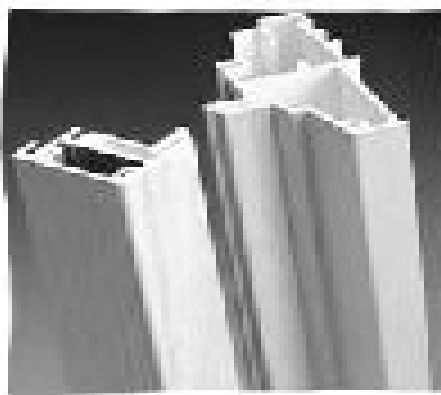
3200Ton در نگاره ) ۲ ( ما طولانی ترین سازه کامپوزیتی خمیده در تمام  
اروپا را مشاهده می کنیم . در ساخت عرشه ی این پل از رزین های صی  
استفاده گردیده است .



علاوه بر هزینه نگهداری پایین این پل نکته قابل توجه آن است که برای  
نصب با مشکل ترافیکی و سائط نقلیه روبه رو نبودند چرا که تنها نصب  
آن ۲۴ ساعت به طول انجامید هم اکنون قیمت هر کیلو از این پروفیلها  
در بازارهای جهانی 5 ، 3 الی 6 دلار میباشد . برای خریدار ایرانی،  
هزینه حمل و نقل، گمرکات و انبارداری، بیش از بیست درصد بر این قیمت  
میافزاید . در صورتیکه این پروفیلها در ایران با قیمتی  
پایینتر از قیمت جهانی آن قابل حصول هستند . البته نوع کاربری  
پروفیلها باعث متغیر بودن قیمت آن میشود .

### 1- بازار پروفیلهاي پالتروژن :

همانطور که گفته شد بعضی از صنایع الکتریکی و شرکتهای نفتی، مصرفکننده پروفیلهای پالتروژن هستند. با این وجود، میتوان ادعا کرد که رقم مصرف فعلی در برابر پتانسیل پنهانی که بازار ایران برای مصرف این محصولات دارد،



بسیار ناچیز است. این پنهان بودن، ریشه در دو عامل بیاطلاعی و بیاعتمادی نسبت به فناوریهای جدید دارد. به طور مثال یکی از موارد مصرف این پروفیلها، خطوط گارد محافظ اتوبانها است. همکنون این گاردها از لوله ها یا پروفیلهای آهنی ساخته میشوند. در حالیکه پروفیلهای پالتروژن امنیت و ضربهپذیری بهتری نسبت به آهن دارند و شکیلتر و زیباتر نیز هستند. حتی اگر هزینههای تعمیر و نگهداری آهن و کامپوزیت را بررسی کنیم، درمیابیم که در درازمدت استفاده از پروفیلهای پالتروژن بهصرفهتر است. اما به علت بیاطلاعی و بیاعتمادی تاکنون این پروفیلها به این بازار راه نیافته اند.



مثال دیگر سازه‌های بنا شده در مناطق خورنده است. این سازه‌ها بعضاً در کمتر از 5 سال دچار خوردگی مخرب میشوند. در این مورد استفاده از پروفیل‌های کامپوزیتی راهکاری اقتصادی و مناسب است؛ اما به علت بی‌اطلاعی سازندگان و نبودن این محصولات در کشور، تاکنون در ساخت سازه‌ها از این مواد استفاده نشده است.

بازارهای متعدد دیگری همچون تجهیزات خطوط انتقال نیرو یا مصارف کشاورزی نیز وجود دارند که مصارف خوبی برای پروفیل‌های پالتروژن محسوب میشوند. با اطلاع‌رسانی و جلب اعتماد مصرف‌کنندگان، می‌توان این بازارها را بگشاییم، و به طبع آن افق فوق‌العاده روشنی پیشروی صنعت کامپوزیت کشور به وجود خواهد آمد.

## 2- نقش تولیدکنندگان :

تولیدکنندگان نقش فوق‌العاده‌ای در حذف موانع بازار و پذیرش این محصولات نوین از سوی مصرف‌کنندگان دارند. به بازار رساندن یک فناوری نو، به صرف انرژی و زمان از سوی تولیدکنندگان آن نیاز دارد. بدون سرمایه‌گذاری برای شناساندن و اطلاع‌رسانی، نمیتوان به انتظار مراجعه مصرف‌کننده بود. حتی شاید نیاز باشد مدتی صبر کرد

## 3- نقش تولیدکنندگان در گسترش بازار ( مطالعه موردی):

### 1 (پالتروژن‌های پروفیل )

اگر به آمار رشد فنآوری‌های شکلدهی کامپوزیتها نگاه کنیم، می‌بینیم که روش پالترژن با نرخ رشدی نزدیک به 10 درصد، سریعتر از سایر روشهای شکلدهی در حال گسترش است. این در حالی است که پروفیل‌های پالترژن در کشور ما تاکنون جایگاه چندانی نیافته‌اند و تنها در چند سال اخیر بوده که شرکتهای معدودی به تولید این پروفیلها در کشور رغبت نشان داده‌اند. این پروفیلها در مواردی که به طور همزمان نیازمند مقاومت خوردگی، مکانیکی و الکتریکی و سبکی باشیم، تنها گزینه‌های اقتصادی و مناسب هستند. سرمایه‌گذاری جهت ایجاد واحد تولیدی پروفیل‌های کامپوزیتی، با توجه به زمینه ایجاد صنایع تبدیلی آن، اشتغالزایی مناسبی را به صورت مستقیم فراهم می‌آورد. از نظر قیمت اولیه و خواص فنی، این پروفیلها به خوبی با آلومینیم، آهن و فولاد گالوانیزه قابل رقابتند و در خیلی از کاربردها میتوانند جایگزین مناسبتری برای پروفیل‌های فلزی باشند. تولید داخلی این پروفیلها صرفه اقتصادی و ارزش افزوده قابل توجهی دارد.

جدید به تدریج مورد قبول صنایع واقع شود. علاوه بر این جهت همگامی با خواست و نیاز بازار، لازم است تا تولیدکنندگان بتوانند تکنولوژی وارداتی را بومی کنند.

در دهه 60 و اوایل دهه 70، بسیاری از افراد با انگیزه‌های غیرتولیدی همچون استفاده از تسهیلات ارزی ارزان، اقدام به احداث واحدهای تولیدی

کردند . بعضی از این واحدها ، از آنجایی که با فرهنگ تولید آشنایی نداشتند ، هزینه‌های لازم را برای معرفی مناسب کالا به بازار ، افزایش کیفیت ، ریسک نوآوری و بومی‌سازی تکنولوژی وارداتی نپرداختند و به همین دلیل در سال‌های بعد با مشکلاتی در تولید مواجه شدند . صرف این هزینه‌ها از ملزومات یک تولید موفق) بالاخص در عرصه های نوین ( است که نباید یک تولیدکننده از پرداخت آنها خودداری کند . خوشبختانه اکثر کسانی که در عرصه کامپوزیت کشور مشغول فعالیت هستند ، متخصصین آشنا با این صنعت هستند و با فرهنگ تولید آشنایی دارند؛ از این سرمایه باید در جهت گسترش همکاری‌های صنفی بین این تولیدکنندگان و گسترش بازار مصرف بهره جست

## 2-میلگرد های کامپوزیتی :

بزرگترین سهم بازار مصرف مواد مرکب) کامپوزیت ( در اختیار صنعت ساختمان است . در این میان آرماتورهای کامپوزیتی به میزان وسیعی در ساختمان‌سازی به‌ویژه احداث بناهای ساحلی و یا سازه‌های مستقر شده در شرایط به دلیل مزیت‌هایی که دارند در ساخت (FRP) اقلیمی خورنده کاربرد یافته اند . میلگردهای کامپوزیتی ساختمان‌های بزرگ‌مورد توجه مهندسین عمران قرار گرفته اند .

در داخل بتن ، جلوگیری از پدیده خوردگی و افزایش میرایی ارتعاشات ایجاد FRP دلیل عمده استفاده از میلگردهای شده در سازه در برابر ارتعاش ، مقاومت کششی بسیار زیاد) تا 7 برابر فولاد (، مدول

الاستیسیته قابل قبول، وزن مخصوص کم (0,25) فولاد (، مقاومت نهایی ویژه بسیار بالا) حدود ده برابر فولاد (، مقاومت خوب در مقابل خستگی و خزش، عایق بودن در مقابل امواج مغناطیسی و چسبندگی خوب با بتن می باشد. هر چند که استفاده از میلگردهای به جای نمونه های فلزی سبب کاهش وزن بنا نیز خواهد شد، اما در استفاده از این میلگردها، مساله کاهش وزن FRP اهمیت ناچیزی نسبت به موارد بیان شده دارد. دلیل بالا بودن ضریب میرایی کامپوزیتها، خواص غیرکشسان آنهاست که انرژی جذب شده را میرا میکنند. در حالی که مواد فلزی حالت کشسان داشته و انرژی جذب شده را میرا نمی نمایند. بنابراین مواد کامپوزیتی در برابر ارتعاشات زلزله عملکرد بهتری خواهند داشت و بهترین گزینه جهت مقاومت (سازه در برابر لرزهها خواهند بود) (4). به جای فلزی، به طور قابل ملاحظه ای از زیانهای ناشی از بروز خوردگی جلوگیری می FRP- بکارگیری میلگردهای کند. ظهور تخریب ناشی از پدیده خوردگی در بتن مسلح شده با میلگرد فلزی بدین گونه است که نخست میله های فلزی داخل بتن دچار زنگزدگی شده و اکسید میشوند. سپس این اکسیدها به سمت سطح بیرونی بتن شروع به مهاجرت کرده و با انتشار در داخل بتن باعث از بین رفتن آن میشوند. بدین ترتیب با خورده شدن دو جزء فلزی و بتنی سازه، زمین تخریب کامل سازه بتنی فراهم میگردد. روشهای سنتی گذشته مانند چسباندن صفحات فلزی بر

روي سازه يا اضافه کردن ضخامت بتن جهت مقابله با پدیده خوردگی ضمن آنکه مشکل خوردگی فلز را مرتفع نخواهد نمود، سبب افزایش وزن سازه و آسیب پذیرتر شدن آن در برابر زلزله نیز خواهد شد. جهت جلوگیری از این امر میتوان با در داخل بتن، هم مشکل خوردگی FRP تقویت سطح خارجی سازه بتنی توسط مواد مرکب و استفاده از میلگردهای فلز داخل سازه را حل نمود و هم جلوی مختل شدن کارایی سازه در صورت خورده شدن بتن را گرفت که این بهترین روش مقابله با پدیده خوردگی در یک سازه بتنی میباشد.

تکنولوژی تولید آرماتورهای کامپوزیتی نیز روش پالتروژن است. عمر محصولات پالتروژنی بسیار بالاست و سرعت تولید یک محصول پالتروژنی نیز نسبتاً زیاد است. از نظر قیمت نیز با وجود اینکه یک تیر پالتروژنی قیمت ظاهری بیشتری نسبت به نمونه مشابه آهنی دارد لیکن مقاومت خوب آن در مصارف خاص ضد خوردگی و زلزله و عمر بالای آن میتواند توجیه گر قیمت اولیه بالای آن باشد. در مصارف عمومی مانند ساخت سازه ها اگر نیاز به مقاومت در برابر خوردگی و ( زلزله وجود داشته باشد، استفاده از تیرهای پالتروژنی میتواند توجیه اقتصادی نیز داشته باشد5 ).

علاوه بر آنچه ذکر شد مقاومت بسیار خوب آرماتورهای کامپوزیتی در برابر خوردگی، آنها را به عنوان یکی از بهترین مصالح نوین ساخت بناهای ساحلی معرفی نموده است. این آرماتورها در تقویت ستونهای

بتنی سکوها، ساخت پلها و سایر سازه‌های آبی مصرف‌بالایی دارند و طول عمر چندین دهساله دارند.

در کشورمان نیز موارد فراوانی از خسارات خوردگی در مناطق ساحلی جنوب کشور مانند اسکله‌ها و بنادر بارگیری گزارش شده است. در اسکله‌های واقع در بندر امام‌خمينی قبل از اتمام قسمتهای نهایی اسکله، آثار خوردگی در قسمتهای اولیه بنا مشاهده شده است که خود حکایت از شدت خسارت خوردگی دارد.

توسط مهندسين عمران، عدم وجود آيين نامه های (FRP) از مهم‌ترین موانع استفاده فراگیر از آرماتورهای کامپوزیتی بدون مشابه دستورالعمل‌های کاربرد مصالح ساختمانی سنتی بوده است. در سال‌های اخیر موسسه بتن آمریکا ارائه کرده است (FRP) آیین‌نامه‌های برای طراحی و ساخت ساختمانهای بتن آرمه با میلگردهای کامپوزیتی (ACI) که گام مهمی در جهت گسترش کاربرد این آرماتورها به شمار می‌رود. علاوه بر آمریکا کشورهایی (ACI-440)

همچون ژاپن و کانادا نیز آیین‌نامه‌هایی را در ارتباط با نحوه استفاده از میلگردهای کامپوزیتی در ساختمانهای بتنی ارائه کرده‌اند. این آیین‌نامه‌ها به تشریح ملزومات طراحی و ساخت بتنهایی تقویت شده با آرماتورهای کامپوزیتی در (ساخت بناهای بلند و مرتفع می‌پردازند 6) .

با توجه به شرایط آب و هوایی خورنده مناطق جنوبی و مرکزی کشور، پروژه‌های ملی جهت تولید آرماتورهای کامپوزیتی در گروه کامپوزیت پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران در حال اجراست. اما با توجه به معضل اشاره شده لازم است تا همگام با تولید این آرماتورها، تدوین آیین نامه های مرتبط با به کارگیری آنها نیز از سوی مراجع ذیربط مورد توجه قرار گیرد.

### 3- محصولات پالتروژنی در صنعت ساختمان

ضرورت ارتقای کیفیت محصولات و بهینه سازی در صنایع مختلف، همه روزه باعث پیدایش یک کاربرد تازه برای اینگونه فرآوردهها شده است. به طوری که ضرورت استفاده از این فرآورده ها در صنایعی که به استحکام، مقاومت حرارتی و یا خواص الکتریکی بالاتر دارند به دلیل خواص منحصر به فرد کامپوزیتها هر روز بیشتر احساس میشود. به عنوان مثال آمارها بیانگر گسترش روز افزون استفاده از کامپوزیتها در صنعت ساختمان میباشد.

موارد مصرف کامپوزیتها در صنعت ساختمان را میتوان به سه مورد، سازه های باربر، غیر باربر و مقاوم به خوردگی تقسیم بندی نمود که در دو حوزه سازه های باربر و مقاوم به خوردگی، محصولات پالتروژنی کاربردهای گستردهای دارند. سازههای باربر شامل کاربردهایی همانند نردهها، ریلها، نفرروها) راههای یک نفره دور خط راه آهن و غیره)، شکل، تیرهای قوطی و غیره، (پلها و قطعات پلها، چارچوبهای باربر و I اجزای ساختار اولیه و ثانویه) تیرهای آرماتورها میشود.

سازه‌های مقاوم به خوردگی کاربردهای فراوانی دارند. در اسکله‌ها، سازه‌های دور از ساحل، سکوه‌های نفتی و کلیه تأسیسات دریایی و محیط‌های شور به وفور از این سازه‌ها استفاده می‌شود. در این بحث بیشتر به این نوع کاربرد از کامپوزیت پرداخته می‌شود.

### 3-ضعف سازه های سنتی( دریایی و ساحلی)

هنگامی که یک سازه فلزی در مجاورت آب‌های شور قرار گیرد، سطح فلز طی یک واکنش الکتروشیمیایی شروع به زنگ‌زدن و خورده شدن مینماید و به سرعت، ظرف کمتر از چند سال از بین می‌رود. سازه‌های بتن آرمه نیز در مجاورت محیط خورنده دریایی دچار پوسیدگی زودرس میشوند. از یک سو خوردگی موجب از بین رفتن مقاومت و ازدیاد حجم اسکلت فلزی داخل سازه می‌شود که نهایتاً به ترک خوردن داخلی و شکست آن منجر می‌گردد. از سوی دیگر بافت بتنی نیز در اثر تماس با رطوبت محیط، انسجام خود را از دست می‌دهد و شروع به ترک برداشتن خارجی و گسیختن می‌نماید. تغییرات دمایی محیط‌های دریایی نیز به نوبه خود با انقباض و انبساط (موجب خستگی و از کار افتادن سازه می‌شود) (6).

مصالحی که به صورت سنتی در ساخت انواع سازه‌های موجود در شرایط اقلیمی جنوب ایران و به خصوص شرایط اقلیمی ساحلی و دریایی خلیج فارس به کار می‌رفته، عمدتاً فولاد و بتن بوده است. از طرفی شرایط آب و هوایی خلیج فارس، شرایطی بسیار خشن و متغیر بوده، بتن و به خصوص



فولاد را به شدت تحت تهاجم قرار میداده است. در این راستا ضرورت مقابله با این تهاجم و حفاظت مصالح به کار رفته در منطقه در مقابل عوامل مخرب از دیرباز مورد نظر بوده و کشورهای پیشرفته دنیا تحقیقات گسترده‌ای را در این ارتباط انجام داده و تکنولوژیهای مناسبی را توسعه داده اند. با این وجود در ایران متأسفانه کمتر به صورت علمی به این مسئله پرداخته شده است).

#### **استفاده از کامپوزیت ها در سازه های ساحلی و دریایی:**

همانطور که می دانید خوردگی میلگرد در بتن مسلح به فولاد در اینگونه محیط ها به عنوان یک مسئله بسیار جدی تلقی میگردد. تاکنون بسیاری از سازه های بتن آرمه در اثر تماس و مجاورت با سولفات ها، کلرورها و سایر عوامل خورنده دچار آسیب جدی گردیده اند، چنانچه فولاد به کار رفته در بتن تحت تنش های بالاتر قرار گیرند، این مسئله به مراتب بحرانی تر خواهد بود. یک سازه بتن آرمه معمولی که به میلگردهای فولادی مسلح است، چنانچه در زمان طولانی در مجاورت عوامل خورنده نظیر نمکها، اسیدها و کلرورها قرار میگیرد، قسمتی از مقاومت خود را از دست خواهد داد. به علاوه فولادی که در داخل بتن زنگ میزند، بر بتن اطراف خود فشار آورده و باعث خرد شدن آن و ریختن پوسته بتن میگردد. تاکنون تکنیکهایی جهت جلوگیری از خوردگی فولاد در بتن آرمه توسعه داده شده و به کار رفته است که در این ارتباط میتوان به پوشش میلگردها توسط اپوکسی، تزریق پلیمر به سطح بتن و یا حفاظت کاتدیک

اشاره نمود . با این وجود هر یک از این روشها تا حدودی و فقط در بعضی از زمینه ها موفق بوده اند . به همین جهت به منظور حذف کامل خوردگی میلگردها ، توجه محققین و متخصصین بتن آرمه به حذف کامل فولاد و جایگزینی آن با مواد مقاوم در مقابل پلاستیکهای مسلح به الیاف ( از آنجا که به FRP ) خوردگی معطوف گردیده است . در همین راستا کامپوزیتهای شدت در محیطهای نمکی و قلیایی در مقابل خوردگی مقاوم هستند ، موضوع تحقیقات گستردهای به عنوان یک ( جانشین مناسب برای فولاد در بتن آرمه ، به خصوص در سازههای ساحلی و دریایی گردیده اند ) . برخلاف مصالح سنتی ، مواد مرکب در برابر محیطهای خورنده شدید همچون آبهای شور دریایی ، سیالات شیمیایی ، نفت و گاز مقاومت فوقالعادهای از خود نشان میدهند . این مواد به عنوان یک راهکار جدید در ساخت سازههای ساحلی و دریایی که تاکنون به وسیله بتن ، فولاد و چوب ساخته میشدند مطرح شده اند .

هم در برابر خوردگی شیمیایی و بیولوژیک ، (FRP) برخلاف بتن و فولاد یک سازه دریایی ساخته شده از کامپوزیتهای ناشی از میکروارگانیسمهای دریایی مقاومت بالایی دارد و هم در اثر تغییرات دمایی آب دچار تغییر طول و انقباض و انبساط سازههای نمیشود . این سازه ها نیاز چندانی به تعمیر و بازرسی ندارند و تا چندین برابر سازههای متداول عمرمیکنند .

یکی از خواص مواد کامپوزیتی ، عملکرد بسیار مناسبشان در برابر ارتعاشات زلزله می باشد ؛ در نتیجه این مواد می تواند بهترین گزینه جهت مقاومت سازی سازه در برابر لرزهها باشد . و از آنجا که کشور ما خسارات بسیار جدی را در زمینه زلزله و عملکرد سازه ها در مواجهه با این رویداد طبیعی ، متحمل گردیده است ، پتانسیل استفاده از این مواد را دارا می باشد .

در بتن سازه های ساحلی FRP با توجه به آنچه که ذکر شد ، بسیار به جاست که در ارتباط با کاربرد کامپوزیتهای و دریایی مناطق جنوبی ایران و به خصوص منطقه خلیج فارس ، تحقیقات گسترده ای صورت پذیرد . در همین راستا و میزان مناسب بودن FRP (AFRP,<sup>40</sup> CFRP,<sup>41</sup> GFRP) مناسب است که تحقیقات مناسبی بر انواع کامپوزیتهای آنها برای سازه های دریایی که در منطقه خلیج فارس احداث شده است ، صورت پذیرد . این تحقیقات شامل پژوهشهای مسلح FRP گسترده تئوریک بر رفتار سازه های بتناآرمه متداول در مناطق دریایی) به شرط آنکه با کامپوزیتهای شده باشند ( خواهد بود . در همین ارتباط لازم است کارهای تجربی مناسبی نیز بر رفتار خمشی ، کششی و فشاری صورت پذیرد FRP . قطعات بتناآرمه مسلح به کامپوزیتهای در ایران کماکان ناشناخته باقی مانده است و به خصوص کاربرد آنها در بتناآرمه در سازه های FRP کامپوزیتهای ساحلی و

---

<sup>40</sup> CARBON FIBER REINFORCED POLYMER

<sup>41</sup> GLASS FIBER REINFORCED POLYMER

دریایی کاملاً دور از چشم متخصصین و مهندسین ایرانی بوده است . تحقیقاتی که در این ارتباط صورت در بتن‌آرمه به عنوان یک FRP خواهد گرفت، میتواند منجر به تهیه دستورالعمل و یا حتی آئیننامه‌های جهت کاربرد جسم مقاوم در مقابل خوردگی در سازه‌های بندری و دریایی ایران گردد . این حرکت میتواند منجر به صرفه جویی میلیاردها ریال سرمایه‌های شود که متأسفانه همه ساله در سازه‌های بتن‌آرمه احداث شده در مناطق مختلف کشور همچون پلهای دریاچه ارومیه و یا مناطق جنوبی ایران) به خصوص در مناطق بندری و دریایی(، به جهت خوردگی میلگردها و تخریب و انهدام سازه بتنی، به هدر میرود.

### **اهمیت استراتژیک کالا در دنیای امروز**

چشم انداز صنعت آلومینیوم در کشور آلومینیوم فلز مهمی است که بدون آن دنیای صنعتی امروز غیر قابل تصور بوده و این گویای نقش تعیین کننده استراتژیک این فلز می باشد. در این زمان که بشر نگران استفاده نامعقول از منابع مواد خام و انرژی است همه این منابع باید در راهی بکارگرفته شوند که از نظر اقتصادی و سیاسی معقول باشد بویژه آنکه زمان زیادی تا تمام شدن معادن شناخته شده این مواد باقی نمانده است. در هر حال بکارگیری فرآیندهای صحیح در تولید قطعات و محصولات آلومینیومی شرط اولیه و اصلی خصوصیات ویژه این فلز می باشد.

آلومینیوم (AL) با مصارفی متعدد از مواد اساسی و ضروری در اقتصاد پویای جهان بشمار می آید. استحکام، رسانایی، مقاومت در برابر خوردگی، قابلیت بازیابی و سبک بودن این فلز آن را برای رفع نیازهای متنوع و به لحاظ فناوری پیچیده دنیای امروز کاملاً مناسب می سازد. از همه مهمتر آلومینیوم را می توان در کره خاکی که همه روزه حساسیتی بیشتری یابد ماده ای برخوردار از بالاترین پایداری محیطی به شمار آورد. این فلز می تواند فقط با 5 درصد از انرژی اولیه بازیافت شود. آلومینیوم بازیافت شده کیفیتی مشابه آلومینیوم اولیه دارد. در حال حاضر آلومینیوم در تولید لوازم خانگی، درب و پنجره، نمای ساختمانها، پل، کشتی، هواپیما، اتومبیل، ماشین آلات، صنایع هوافضا، صنایع نظامی، برق و ... به کار می رود. علیرغم آنکه تیتانیوم در برخی موارد به رقابت با آلومینیوم پرداخته ولی آلومینیوم همچنان جایگاه خود را در صنعت خودروسازی، هوافضا، کشتی و قطار بیش از پیش باز کرده و انتظار می رود مصرف جهانی آن در 20 سال آینده از 6 کیلوگرم سرانه فعلی به 10 کیلوگرم افزایش یابد. لازم بذکر است بالاترین مصرف سرانه آلومینیوم در جهان مربوط به کشورهای کانادا و آمریکا بوده که بترتیب معادل 27/30 و 22/94 کیلوگرم می باشد.

کانون های مصرف آلومینیوم در جهان شامل صنعت حمل و نقل 26 درصد، صنایع بسته بندی 20 درصد، صنعت ساختمان 20 درصد، برق 9 درصد، ماشین آلات و

تجهیزات 8 درصد، کالاهای مصرفی 6 درصد و سایر صنایع حدود 11 درصد می باشد.

کشور ایران با دارا بودن معادن غنی بوکسیتی و غیر بوکسیتی آلومینا و توان تولید برق ارزان به لحاظ دارا بودن منابع گازی فراوان و نیروی کار نسبتاً ارزان دارای استعداد قوی رقابتی در صنعت آلومینیوم می باشد. اهمیت این فلز در ایجاد اشتغال مستقیم توسعه صنایع پایین دستی مرتبط با آن برای کشوری با نیروی جوان، جویای کار و تحصیل کرده امری اجتناب ناپذیر می باشد. انرژی ارزان و قابل دسترس، موقعیت مناسب جغرافیایی، نیروی کار ماهر و ارزان، اشتغال زایی، وجود بازار مصرف داخلی، ظرفیت خالی صنایع پایین دستی و صادرات محصولات غیر نفتی از مزیت های نسبی کشورمان در توسعه صنعت آلومینیوم می باشد. در حال حاضر حدود 250 هزار تن آلومینیوم در کلیه واحدهای بزرگ و کوچک در ایران تولید می گردد که با این ظرفیت در سطح جهان دارای رتبه 30 و در منطقه و کشورهای خاورمیانه بعد از کشورهای امارات متحده عربی و بحرین در جایگاه سوم قرار دارد. با توجه به مزیت های نسبی کشور ایران در تولید آلومینیوم و براساس سناریوهای مختلف و برنامه ریزیهای موجود پیش بینی شده ایران تا سال 1400 در بخش تولید و مصرف به مقام اول در منطقه و کشورهای خاورمیانه و حداقل به مقام دهم در جهان ارتقاء یابد.

روند افزایش و میزان مصرف ظاهری که تفاسل بین واردات + تولید در داخل کشور و صادرات است بیشتر از روند میزان تولید آلومینیوم در کشور می باشد و این افزایش واردات آلومینیوم است که پاسخگوی نیاز روزافزون بازار است. در واقع بیش از دو سوم مصرف فعلی بازار در ایران از واردات تامین می گردد. بررسی های بازار یابی تخمین تقاضا شامل مصرف داخلی و صادرات برنامه ای، نشان می دهد که طی 10 سال آینده تولید آلومینیوم در کشور باید به 1.5 میلیون تن در سال افزایش یابد و بنابراین لازم است واحدهای جدید تولید آلومینیوم در کشور احداث شود. به علاوه تغییر نوع مصرف بخصوص در تولیداتی مانند اتومبیل سازی، واگن سازی و ... مقدار مصرف را به حتی بالاتر از این مقدار نیز افزایش خواهد داد.

بر اساس استراتژی توسعه صنعت آلومینیوم کشور که توسط وزارت صنایع و معادن که بر اساس سند چشم انداز جمهوری اسلامی ایران ابلاغی آذرماه 1382 مقام معظم رهبری تهیه شده است دستیابی به مقام برتر در منطقه برای تولید آلومینیوم اولیه و تولید بالغ بر 800 هزار تن آلومینیوم در پایان برنامه چهارم توسعه و حدود 1.5 میلیون تن در پایان برنامه پنجم توسعه اجتناب ناپذیر است. در واقع فاکتورهای زیر فرصت مناسبی را برای توسعه آلومینیوم در کشور فراهم می نماید.

- وجود نیروی کار ماهر، ارزان و با تجربه در کشور

- وجود انرژی مازاد و ارزان در کشور (گاز ، نفت ، برق)
- وجود استادان خیره و رشته های مهندسی شیمی ، متالورژی ، مکانیک ، برق و معدن با سابقه طولانی در دانشگاهها و صنایع بزرگ کشور
- حمایت مجلس، دولت و نهادهای ذیربط در کشور به ویژه با توجه به قانون برنامه چهارم توسعه صنایع انرژی به رشد مناسب برای سرمایه گذاری در صنعت به دلیل ظرفیتهای خالی و پتانسیل موجود برای گسترش
- وجود تقاضای روبه رشد برای آلومینیوم در میان فلزات غیر آهنی به ویژه در صنایع هوا فضا، دریائی، حمل و نقل، نظامی، ساختمانی، الکتریکی و الکترونیکی
- فقدان رقیب جدی از بخش غیر دولتی در صنایع بالا دستی
- بورس فلزات کشور ، برای عرضه محصول به قیمت تعادلی
- امکان دستیابی به تکنولوژی پیشرفته ، با توجه به توافق های به عمل آمده با دارندگان تکنولوژی برتر
- آمادگی برخی بانکها و شرکت های خارجی به ویژه اروپائی برای فاینانس طرح های صنعتی

۸- کشورهای عمده تولید کننده و مصرف کننده محصول (حتی

الامکان سهم تولید یا مصرف ذکر شود)

سال	کشور	کد	نوع	وزن	ارزش ریالی	ارزش دلاری
-----	------	----	-----	-----	------------	------------



				(کیلوگرم)		
1388	چین	76042100	پروفیل توخالی از آلیاژ های آلومینیوم.	26668	632986228	63493
1388	چین	76042900	میله و سایر پروفیل ها ز آلیاژ های آلومینیوم.	51334	195071613 1	195460
1388	چین			78002	258370235 9	258953
1388	آلمان	76042100	پروفیل توخالی از آلیاژ های آلومینیوم.	15343	188746587 1	190102
1388	آلمان	76042900	میله و سایر پروفیل ها ز آلیاژ های آلومینیوم.	14688	186528296 7	187748
1388	آلمان			30031	375274883 8	377850
1388	اتریش	76042100	پروفیل توخالی از آلیاژ های آلومینیوم.	5025	185307222	18570
1388	اسپانیا	76041000	میله، پروفیل از آلومینیوم غیرمزوج.	300	11493695	1156
1388	امارات متحده عربی	76041000	میله، پروفیل از آلومینیوم غیرمزوج.	13023	751771754	76073
1388	امارات متحده عربی	76042100	پروفیل توخالی از آلیاژ های آلومینیوم.	88209	267923452 8	271592
1388	امارات متحده عربی	76042900	میله و سایر پروفیل ها ز آلیاژ های آلومینیوم.	65755	232118572 4	233062
1388	امارات متحده عربی			153964	500042025 2	504654
1388	انگلستان	76042900	میله و سایر پروفیل ها ز آلیاژ های آلومینیوم.	6618	448716619	45349
1388	ایتالیا	76041000	میله، پروفیل از آلومینیوم غیرمزوج.	1199	166928297	16693
1388	ایتالیا	76042100	پروفیل توخالی از آلیاژ های آلومینیوم.	259574	710401074 5	714722
1388	ایتالیا	76042900	میله و سایر پروفیل ها ز آلیاژ های آلومینیوم.	68213	311414927 4	312965
1388	ایتالیا			327787	102181600 19	1027688
1388	ایرلند	76042900	میله و سایر پروفیل ها ز آلیاژ های آلومینیوم.	382	22106667	2220
1388	بحرین	76042900	میله و سایر پروفیل ها ز آلیاژ های آلومینیوم.	962	65905113	6570
1388	بلژیک	76042100	پروفیل توخالی از آلیاژ های آلومینیوم.	5091	334463876	33672
1388	بلژیک	76042900	میله و سایر پروفیل ها ز آلیاژ های آلومینیوم.	17106	756504247	76328
1388	بلژیک			22197	109096812 3	110000
1388	تاجیکستان	76042900	میله و سایر پروفیل ها ز آلیاژ های آلومینیوم.	71180	643823100	65257
1388	تایوان	76042100	پروفیل توخالی از آلیاژ های آلومینیوم.	20448	208569118	21063
1388	تایوان	76042900	میله و سایر پروفیل ها ز آلیاژ های آلومینیوم.	1725	40125893	4054

1388	ترکیه	76042100	پروفیل توخالی از آلیاژهای آلومینیوم.	1442188	496098046 15	4990098
1388	ترکیه	76042900	میله وسایر پروفیل ها ز آلیاژهای آلومینیوم.	772961	232427775 25	2339116
1388	ترکیه			2215149	728525821 40	7329213
1388	جمهوری کره	76042100	پروفیل توخالی از آلیاژهای آلومینیوم.	94464	457705973 1	461839
1388	جمهوری کره	76042900	میله وسایر پروفیل ها ز آلیاژهای آلومینیوم.	25527	804225067	80862
1388	جمهوری کره			119991	538128479 8	542701
1388	سوئد	76041000	میله، پروفیل از آلومینیوم غیرمزوج.	510	52035974	5236
1388	سوئیس	76042100	پروفیل توخالی از آلیاژهای آلومینیوم.	420	36227591	3638
1388	سوئیس	76042900	میله وسایر پروفیل ها ز آلیاژهای آلومینیوم.	14076	595819558	59854
				14496	632047149	63492
1388	عراق	76042100	پروفیل توخالی از آلیاژهای آلومینیوم.	400	12696164	1277
1388	عمان	76042900	میله وسایر پروفیل ها ز آلیاژهای آلومینیوم.	28954	734571177	74022
1388	فرانسه	76042100	پروفیل توخالی از آلیاژهای آلومینیوم.	454	210534838	21018
1388	فرانسه	76042900	میله وسایر پروفیل ها ز آلیاژهای آلومینیوم.	24499	929898095	93174
1388	فرانسه			24953	114043293 3	114191
1388	هلند	76042900	میله وسایر پروفیل ها ز آلیاژهای آلومینیوم.	279	8916996	929
1388	هنگ کنگ	76042900	میله وسایر پروفیل ها ز آلیاژهای آلومینیوم.	486	163522134	16374
آمار واردات کشور، طی سال ۸۷						
1387	چین	76042100	پروفیل توخالی از آلیاژهای آلومینیوم.	17987	282811952	287 87
1387	چین	76042900	میله وسایر پروفیل ها ز آلیاژهای آلومینیوم.	87284	8828711791	953 314
1387	چین			105271	9111523743	982 102
1387	آلمان	76042100	پروفیل توخالی از آلیاژهای آلومینیوم.	29815	2014363272	211 709
1387	آلمان	76042900	میله وسایر پروفیل ها ز آلیاژهای آلومینیوم.	130886	7832374356	837 452
	آلمان			160701	9846737628	104 916

						1
1387	اسپانيا	76042100	پروفيل توخالي از آلياژهاي الومينيوم.	8	393195	41
1387	اسپانيا	76042900	ميله وساير پروفيل ها ز آلياژهاي الومينيوم.	2500	273547232	279 57
1387	استراليا	76042900	ميله وساير پروفيل ها ز آلياژهاي الومينيوم.	990	235923124	233 45
1387	امارات متحده عربي	76042100	پروفيل توخالي از آلياژهاي الومينيوم.	86012	3237200869	346 114
1387	امارات متحده عربي	76042900	ميله وساير پروفيل ها ز آلياژهاي الومينيوم.	56995	2039850575	209 599
	امارات متحده عربي			143007	5277051444	555 713
1387	انگلستان	76042900	ميله وساير پروفيل ها ز آلياژهاي الومينيوم.	23515	1228481694	130 037
1387	ايتاليا	76042100	پروفيل توخالي از آلياژهاي الومينيوم.	279012	8492221182	881 729
1387	ايتاليا	76042900	ميله وساير پروفيل ها ز آلياژهاي الومينيوم.	15259	800095901	847 14
	ايتاليا			294271	9292317082	966 443
1387	بحرين	76042100	پروفيل توخالي از آلياژهاي الومينيوم.	4449	149756917	153 53
1387	بحرين	76042900	ميله وساير پروفيل ها ز آلياژهاي الومينيوم.	1169	49042080	547 2
	بحرين			5618	198798997	208 26
1387	بلژيك	76042900	ميله وساير پروفيل ها ز آلياژهاي الومينيوم.	20229	881832830	914 33
1387	تايلوان	76042900	ميله وساير پروفيل ها ز آلياژهاي الومينيوم.	3200	239917580	246 91
1387	تركيه	76042100	پروفيل توخالي از آلياژهاي الومينيوم.	1300302	39257427459	408 985 5
1387	تركيه	76042900	ميله وساير پروفيل ها ز آلياژهاي الومينيوم.	516930	15847005257	164 184 8
	تركيه			1817232	55104432716	573 170 3
1387	جمهوري كره	76042100	پروفيل توخالي از آلياژهاي الومينيوم.	33078	1651100000	167 452
1387	جمهوري كره	76042900	ميله وساير پروفيل ها ز آلياژهاي الومينيوم.	3657	375049971	396 45
	جمهوري كره			36735	2026149971	207 097
1387	سوئد	76042900	ميله وساير پروفيل ها ز آلياژهاي الومينيوم.	1798	49373640	508 8
1387	عربستان سعودي	76042900	ميله وساير پروفيل ها ز آلياژهاي الومينيوم.	7225	291581804	316 28

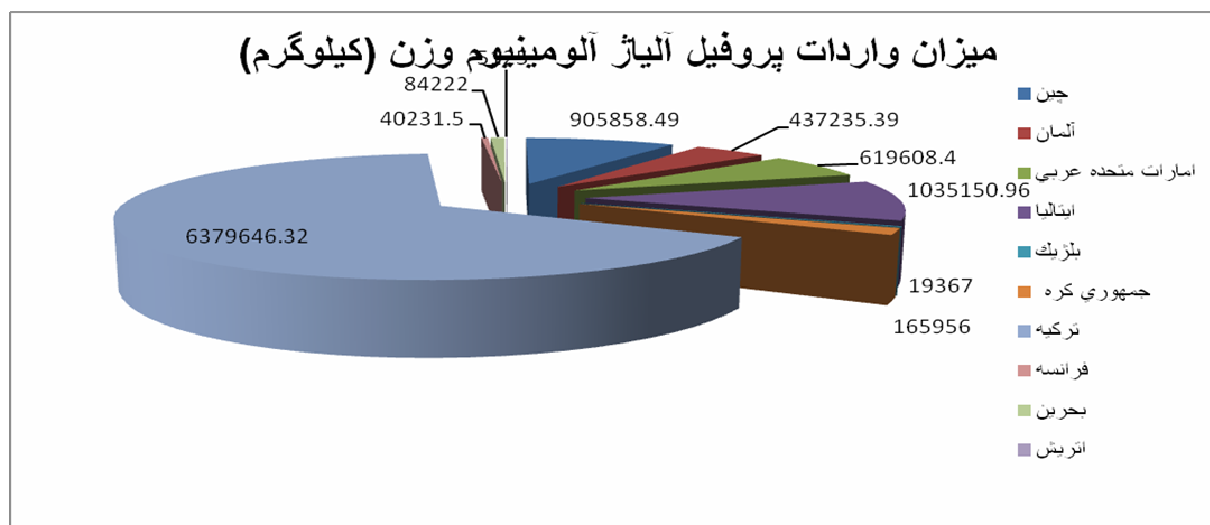
1387	فرانسه	76042100	پروفیل توخالی از آلیاژهای آلومینیوم.	13	3355883	349
1387	فرانسه	76042900	میله وسایر پروفیل ها ز آلیاژهای آلومینیوم.	3209	173795702	175 37
				3222	177151585	178 86
1387	مالزی	76042100	پروفیل توخالی از آلیاژهای آلومینیوم.	30131	3011542512	312 627
1387	مالزی	76042900	میله وسایر پروفیل ها ز آلیاژهای آلومینیوم.	21670	8703031963	878 687
1387	نروژ	76042100	پروفیل توخالی از آلیاژهای آلومینیوم.	257	35604147	372 4
1387	هلند	76042900	میله وسایر پروفیل ها ز آلیاژهای آلومینیوم.	1922	248184624	269 03
1387	هنگ کنگ	76042900	میله وسایر پروفیل ها ز آلیاژهای آلومینیوم.	264	104296387	106 15
1387	یونان	76042900	میله وسایر پروفیل ها ز آلیاژهای آلومینیوم.	10606	265032333	267 93
آمار واردات کشور طی سال ۸۶						
1386	بلوروس ( ) روسیه سفید	76042100	پروفیل توخالی از آلیاژهای آلومینیوم.	400	24588834	265 5
1386	چین	76042100	پروفیل توخالی از آلیاژهای آلومینیوم.	32741	754812193	811 14
1386	چین	76042900	میله وسایر پروفیل ها ز آلیاژهای آلومینیوم.	15676	536742576	577 06
1386	چین			48417	1291554769	138 820
1386	ژاپن	76042900	میله وسایر پروفیل ها ز آلیاژهای آلومینیوم.	10205	797353180	859 15
1386	آلمان	76042100	پروفیل توخالی از آلیاژهای آلومینیوم.	39462	3702333918	398 526
1386	آلمان	76042900	میله وسایر پروفیل ها ز آلیاژهای آلومینیوم.	40418	1801231631	193 866
	آلمان			79880	5503565549	592 392
1386	آندورا	76042100	پروفیل توخالی از آلیاژهای آلومینیوم.	6200	174197353	186 79
1386	اتریش	76042900	میله وسایر پروفیل ها ز آلیاژهای آلومینیوم.	100	20686854	222 2
1386	اسپانیا	76042900	میله وسایر پروفیل ها ز آلیاژهای آلومینیوم.	2198	122266510	132 67
1386	استرالیا	76042900	میله وسایر پروفیل ها ز آلیاژهای آلومینیوم.	300	5738661	621
1386	اسلواکی	76042900	میله وسایر پروفیل ها ز آلیاژهای آلومینیوم.	7900	221770103	239 88
1386	امارات متحدہ عربی	76042100	پروفیل توخالی از آلیاژهای آلومینیوم.	76386	2023474035	218 251
1386	امارات	76042900	میله وسایر پروفیل ها ز آلیاژهای آلومینیوم.	85794	2626396910	282

	متحدہ عربی		آلمینیوم.			630
	امارات متحدہ عربی			162180	4649870945	500 881
1386	انگلستان	76042900	میله وسایر پروفیل ہا ز الیازہای آلمینیوم.	13000	663006863	716 45
1386	ایتالیا	76042100	پروفیل توخالی از الیازہای آلمینیوم.	155554	5190416081	559 348
1386	ایتالیا	76042900	میله وسایر پروفیل ہا ز الیازہای آلمینیوم.	63636	3546992005	380 836
				219190	8737408086	940 184
1386	بحرین	76042900	میله وسایر پروفیل ہا ز الیازہای آلمینیوم.	38577	1307129008	141 404
1386	بلژیک	76042900	میله وسایر پروفیل ہا ز الیازہای آلمینیوم.	16752	1175579395	126 337
1386	تاجیکستان	76042100	پروفیل توخالی از الیازہای آلمینیوم.	38000	947659214	101 615
1386	تایوان	76042900	میله وسایر پروفیل ہا ز الیازہای آلمینیوم.	3599	138933605	149 62
1386	ترکیہ	76042100	پروفیل توخالی از الیازہای آلمینیوم.	982463	26367940326	283 687 0
1386	ترکیہ	76042900	میله وسایر پروفیل ہا ز الیازہای آلمینیوم.	331554	10157012922	109 103 6
	ترکیہ			1314017	36524953248	392 790 6
1386	جمہوری کرہ	76042100	پروفیل توخالی از الیازہای آلمینیوم.	8618	271861893	291 85
1386	جمہوری کرہ	76042900	میله وسایر پروفیل ہا ز الیازہای آلمینیوم.	90	6835102	734
	جمہوری کرہ			8708	278696995	299 19
1386	سوئڈ	76042900	میله وسایر پروفیل ہا ز الیازہای آلمینیوم.	450	30024969	324 8
1386	سوئیس	76042100	پروفیل توخالی از الیازہای آلمینیوم.	350	32191176	345 2
1386	عراق	76042900	میله وسایر پروفیل ہا ز الیازہای آلمینیوم.	41390	717992542	774 04
1386	فرانسہ	76042900	میله وسایر پروفیل ہا ز الیازہای آلمینیوم.	10209	302755583	325 99
آمار واردات کشور طی سال ۸۵						
1385	چین	76042100	پروفیل توخالی از الیازہای آلمینیوم.	92667	7041650306	764 015
1385	چین	76042900	میله وسایر پروفیل ہا ز الیازہای آلمینیوم.	556507	32122959068	348 273 6
1385	چین			649174	39164609374	424

						675 1
1385	ژاپن	76042900	میلہ وسایر پروفیل ہا ز الیاز ہا الومینیوم.	3410	168624945	184 47
1385	آذربایجان	76042900	میلہ وسایر پروفیل ہا ز الیاز ہا الومینیوم.	100	3028035	330
1385	آلمان	76042100	پروفیل توخالی از الیاز ہا الومینیوم.	39772	2567880584	278 546
1385	آلمان	76042900	میلہ وسایر پروفیل ہا ز الیاز ہا الومینیوم.	46117	1456633370	158 672
	آلمان			85889	4024513955	437 218
1385	اسپانیا	76042100	پروفیل توخالی از الیاز ہا الومینیوم.	171	8558998	932
1385	امارات متحدہ عربی	76042100	پروفیل توخالی از الیاز ہا الومینیوم.	94090	2636125989	285 789
1385	امارات متحدہ عربی	76042900	میلہ وسایر پروفیل ہا ز الیاز ہا الومینیوم.	13140	620161754	672 29
	امارات متحدہ عربی			107230	3256287743	353 019
1385	انگلستان	76042900	میلہ وسایر پروفیل ہا ز الیاز ہا الومینیوم.	50	30965862	338 6
1385	ایتالیا	76042100	پروفیل توخالی از الیاز ہا الومینیوم.	63541	3009836772	328 703
1385	ایتالیا	76042900	میلہ وسایر پروفیل ہا ز الیاز ہا الومینیوم.	51405	2041611085	222 172
				114946	5051447857	550 875
1385	ایرلند	76042900	میلہ وسایر پروفیل ہا ز الیاز ہا الومینیوم.	257	108237074	117 43
1385	بحرین	76042900	میلہ وسایر پروفیل ہا ز الیاز ہا الومینیوم.	3511	98361053	106 82
1385	بلژیک	76042100	پروفیل توخالی از الیاز ہا الومینیوم.	140	20733780	224 9
1385	بلژیک	76042900	میلہ وسایر پروفیل ہا ز الیاز ہا الومینیوم.	13733	1057814726	115 237
				13873	1078548506	117 486
1385	تایوان	76042900	میلہ وسایر پروفیل ہا ز الیاز ہا الومینیوم.	3891	204305331	222 43
1385	ترکیہ	76042100	پروفیل توخالی از الیاز ہا الومینیوم.	509937	10020705049	108 886 0
1385	ترکیہ	76042900	میلہ وسایر پروفیل ہا ز الیاز ہا الومینیوم.	97147	2473463801	268 554
	ترکیہ			607084	12494168850	135 741 5
1385	جمہوری کرہ	76042900	میلہ وسایر پروفیل ہا ز الیاز ہا الومینیوم.	522	37000000	401 0

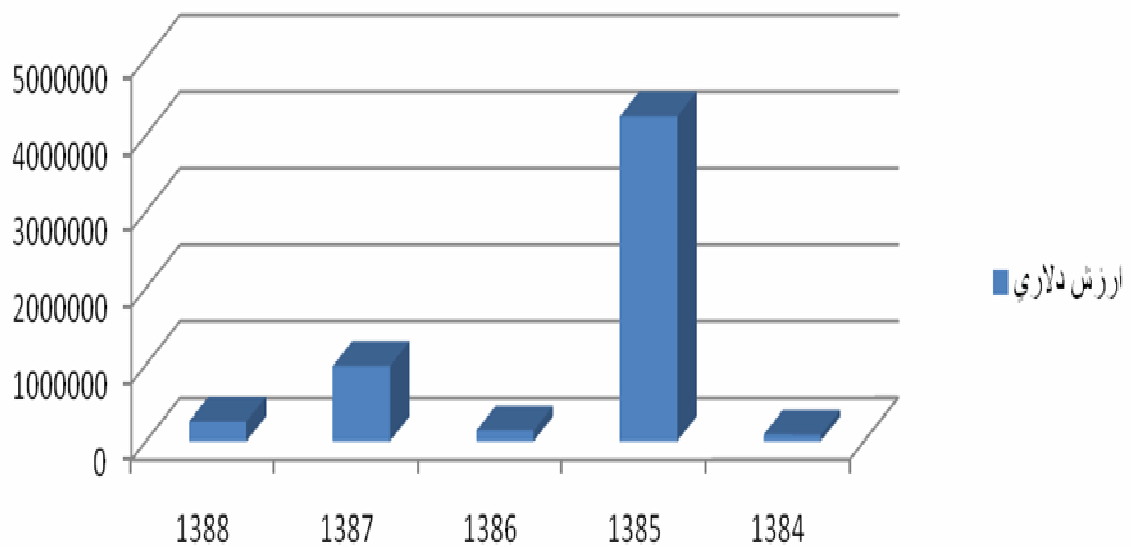
1385	سنگاپور	76042900	میله وسایر پروفیل ها ز آلیاژ های آلومینیوم.	653	1198365368	130 003
1385	عربستان سعودی	76042100	پروفیل توخالی از آلیاژ های آلومینیوم.	15428	466858957	506 85
1385	عربستان سعودی	76042900	میله وسایر پروفیل ها ز آلیاژ های آلومینیوم.	11424	348937051	378 04
1385	فرانسه	76042900	میله وسایر پروفیل ها ز آلیاژ های آلومینیوم.	348	33441618	363 9
1385	لهستان	76042900	میله وسایر پروفیل ها ز آلیاژ های آلومینیوم.	238	22306963	243 7
1385	هند	76042900	میله وسایر پروفیل ها ز آلیاژ های آلومینیوم.	14777	669079291	727 78
آمار واردات کشور طی سال ۸۴						
1384	چین	76042100	پروفیل توخالی از آلیاژ های آلومینیوم.	15376	485111243	541 43
1384	چین	76042900	میله پروفیل از آلیاژ های آلومینیوم.	9618	271424335	300 10
1384	چین			24994	756535578	841 54
1384	ژاپن	76042900	میله پروفیل از آلیاژ های آلومینیوم.	989	47012150	515 5
1384	آلمان	76042100	پروفیل توخالی از آلیاژ های آلومینیوم.	25781	1969009766	217 462
1384	آلمان	76042900	میله پروفیل از آلیاژ های آلومینیوم.	54955	1570536806	175 108
	آلمان			80735	3539546572	392 571
1384	اسپانیا	76042900	میله پروفیل از آلیاژ های آلومینیوم.	1300	86879386	965 5
1384	امارات متحده عربی	76042100	پروفیل توخالی از آلیاژ های آلومینیوم.	41727	537240386	595 76
1384	امارات متحده عربی	76042900	میله پروفیل از آلیاژ های آلومینیوم.	11500	408818844	449 05
	امارات متحده عربی			53227	946059230	104 481
1384	ایتالیا	76042100	پروفیل توخالی از آلیاژ های آلومینیوم.	63916	1755731220	194 658
1384	ایتالیا	76042900	میله پروفیل از آلیاژ های آلومینیوم.	15041	439461444	485 67
				78957	2195192663	243 226
1384	بحرین	76042900	میله پروفیل از آلیاژ های آلومینیوم.	35554	883756690	981 41
1384	بلژیک	76042900	میله پروفیل از آلیاژ های آلومینیوم.	19367	734919280	814 24
1384	تایوان	76042900	میله پروفیل از آلیاژ های آلومینیوم.	18954	1237584606	137 632
1384	ترکیه	76042100	پروفیل توخالی از آلیاژ های آلومینیوم.	342613	7046448338	780 806

1384	ترکیه	76042900	میله پروفیل از آلیاژهای آلومینیوم.	83552	1828841863	201 980
	ترکیه			426165	8875290201	982 786
1384	سوئد	76042100	پروفیل توخالی از آلیاژهای آلومینیوم.	1090	35932684	394 7
1384	سوئیس	76042900	میله پروفیل از آلیاژهای آلومینیوم.	3552	149153859	165 08
1384	عربستان سعودی	76042100	پروفیل توخالی از آلیاژهای آلومینیوم.	7270	239043018	267 03
1384	فرانسه	76042900	میله پروفیل از آلیاژهای آلومینیوم.	1500	55286756	620 8
1384	منطقه آزاد چابهار	76042900	میله پروفیل از آلیاژهای آلومینیوم.	100	1825890	200
1384	هلند	76042900	میله پروفیل از آلیاژهای آلومینیوم.	600	15120656	167 8

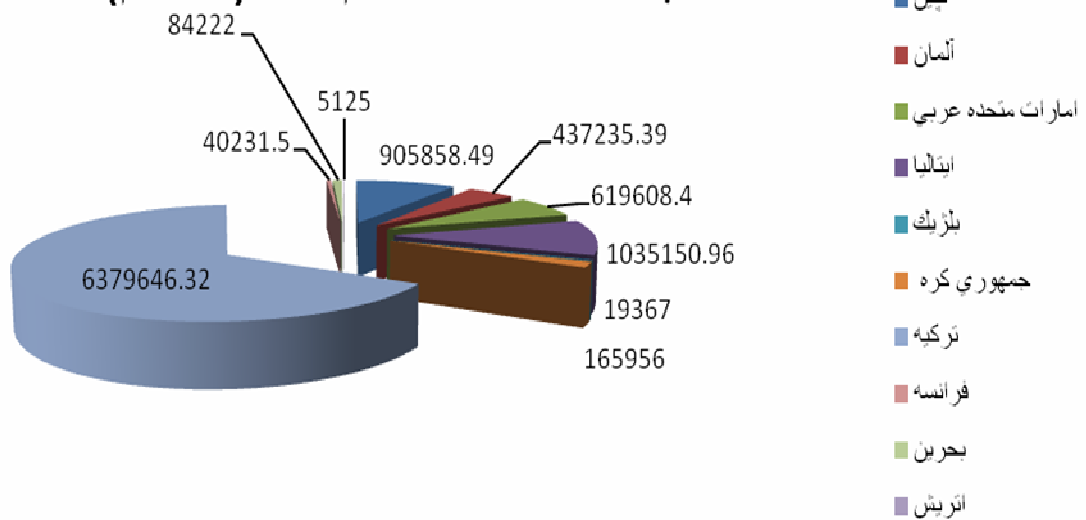




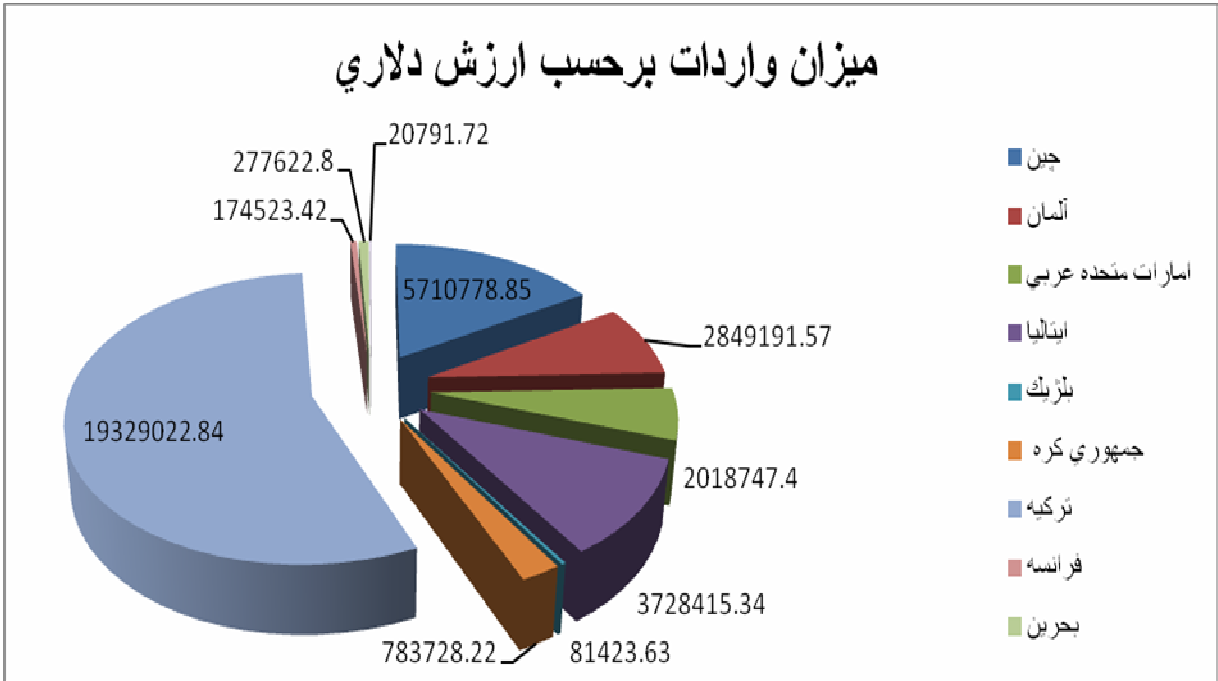
### مقدار واردات پروفیل دریایی از کشور چین بر حسب دلار



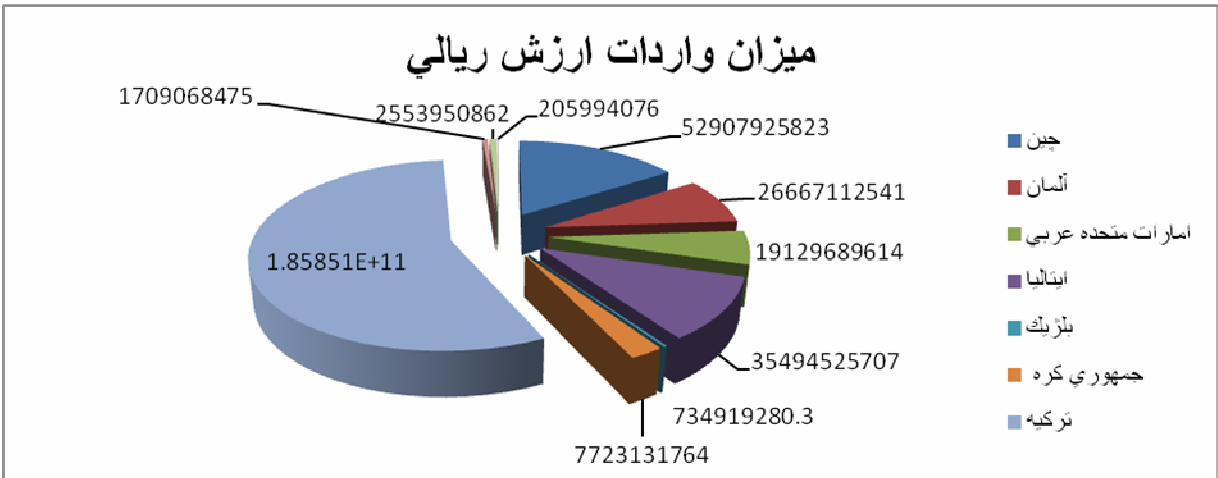
### میزان واردات پروفیل آلیاژ آلومینیوم وزن (کیلوگرم)



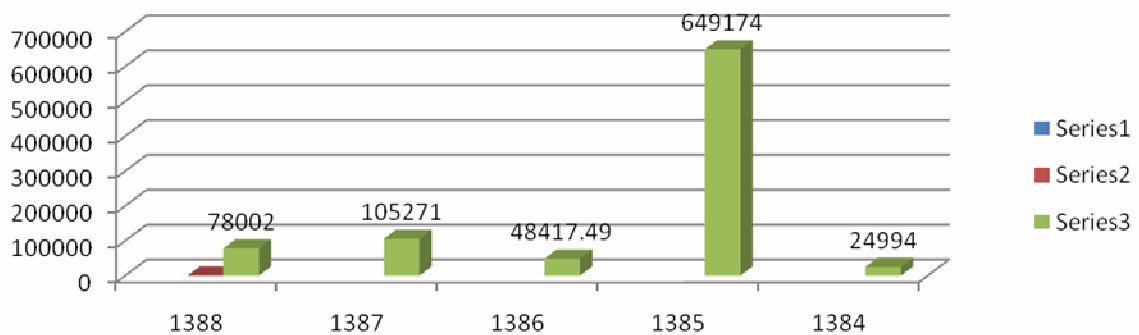
### میزان واردات برحسب ارزش دلاری



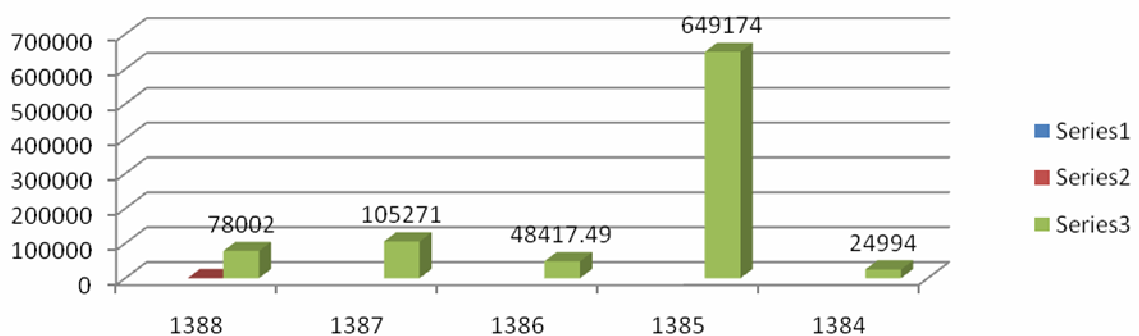
### میزان واردات ارزش ریالی



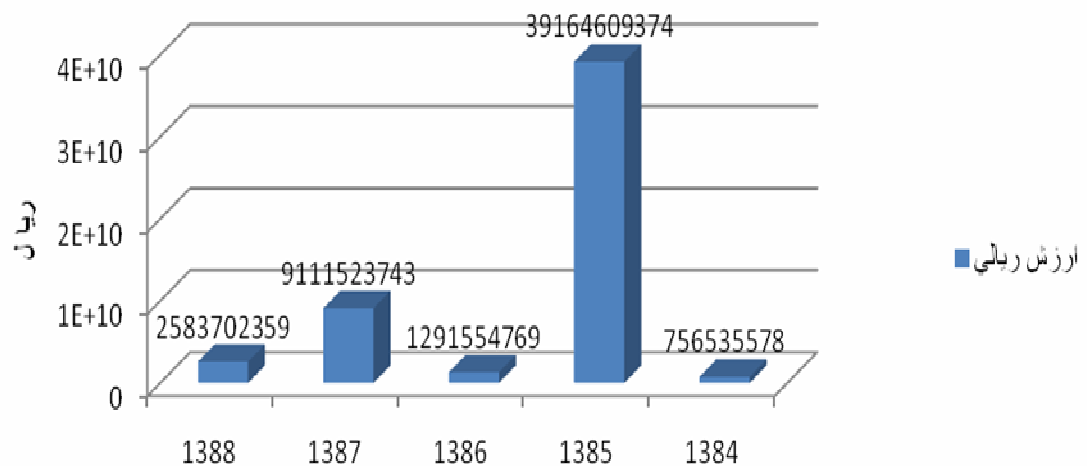
### میزان واردات از کشور چین بر حسب وزن (کیلوگرم)



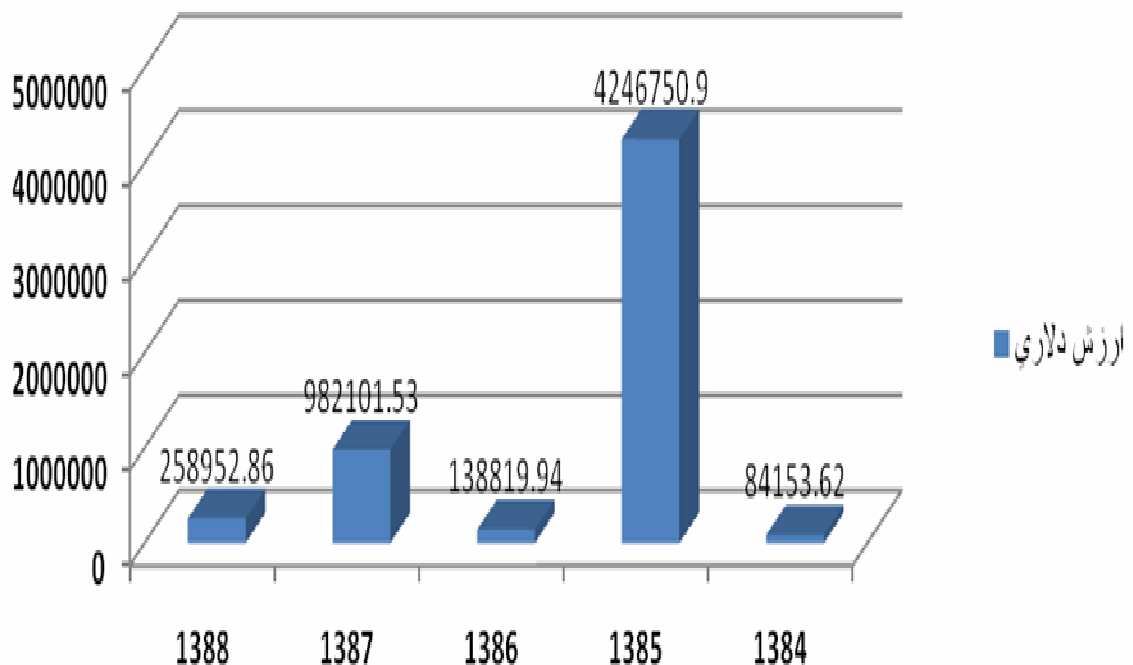
### میزان واردات از کشور چین بر حسب وزن (کیلوگرم)



### مقدار واردات پروفیل از کشور چین بر حسب ریال



### مقدار واردات پروفیل دریایی از کشور چین بر حسب دلار



## شرایط صادرات:

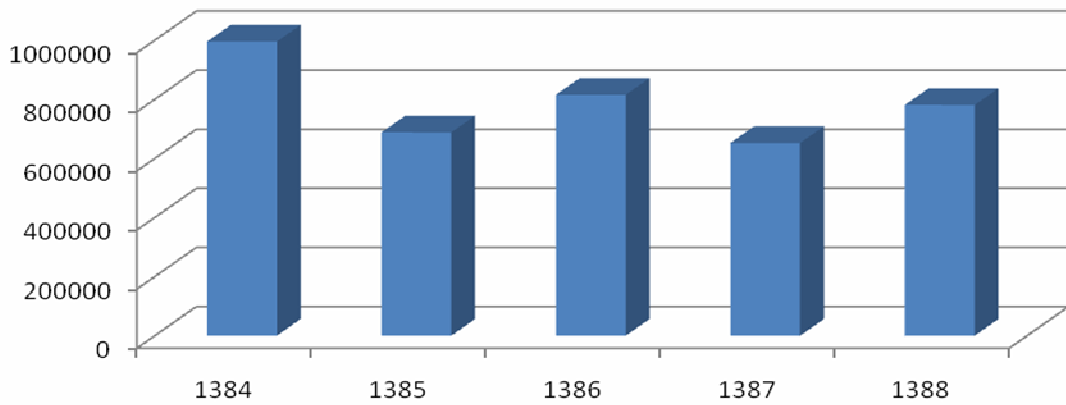
طبق قانون مقررات صادرات و واردات ایران سال ۱۳۸۷ ، این کالا ( شماره تعرفه ۷۶۰۴۲۱۰۰ جزء کالاهای مجازگروه ۱) میباشد و بدون هیچگونه شرایط خاص امکان صادرات را دارا میباشد و در صورتی که کالای تولیدی از استانداردهای لازم برخوردار بوده و قابل رقابت با قیمت جهانی این محصول باشد صادرات آن میسر خواهد بود

سال	کشور	کد	نوع	وزن(کیلوگر م)	ریال	دلار
138 4	آذربایجان	7604210 0	پروفیل توخالی از آلیاژهای آلومینیوم.	83660	1661895193	185096.7 9
138 4	آذربایجان	7604290 0	میله پروفیل از آلیاژهای آلومینیوم.	29422	493156698	54741
138 4	آلمان	7604210 0	پروفیل توخالی از آلیاژهای آلومینیوم.	39753.5	790622390	87078
138 4	ارمنستان	7604290 0	میله پروفیل از آلیاژهای آلومینیوم.	13730	399318136	44527
138 4	افغانستان	7604210 0	پروفیل توخالی از آلیاژهای آلومینیوم.	24741	561937128	62269
138 4	افغانستان	7604290 0	میله پروفیل از آلیاژهای آلومینیوم.	43190	1001483282	111039
138 4	امارات متحده عربی	7604210 0	پروفیل توخالی از آلیاژهای آلومینیوم.	19857	300451971	32883
138 4	امارات متحده عربی	7604290 0	میله پروفیل از آلیاژهای آلومینیوم.	15190	283764864	31202
138 4	تاجیکستان	7604290 0	میله پروفیل از آلیاژهای آلومینیوم.	1457	18893398	2098.8
138 4	ترکمنستان	7604210 0	پروفیل توخالی از آلیاژهای آلومینیوم.	18736	508114350	56534.33
138 4	ترکمنستان	7604290 0	میله پروفیل از آلیاژهای آلومینیوم.	1855	45345065	5078
138 4	عراق	7604210 0	پروفیل توخالی از آلیاژهای آلومینیوم.	5740	109626322	12054.61
138 4	عراق	7604290 0	میله پروفیل از آلیاژهای آلومینیوم.	12110	204546006	22876.79
138 4	قرقیزستان	7604210 0	پروفیل توخالی از آلیاژهای آلومینیوم.	1510	27601181	3041
138 4	قرقیزستان	7604290 0	میله پروفیل از آلیاژهای آلومینیوم.	942	24474028	2726

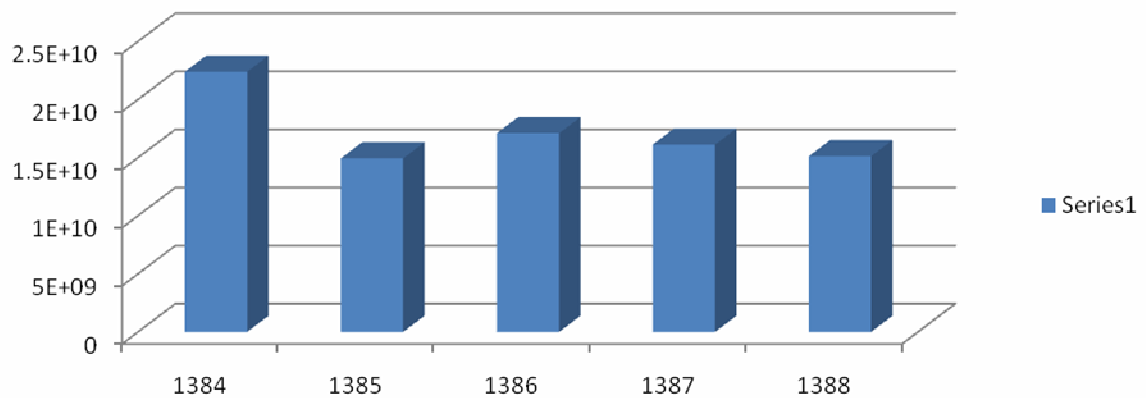
138 4	قزاقستان	7604210 0	پروفیل توخالی از آلیاژهای آلومینیوم.	19468	904052250	99675
138 4	قزاقستان	7604290 0	میله پروفیل از آلیاژهای آلومینیوم.	2800	31531500	3500
138 4	قطر	7604290 0	میله پروفیل از آلیاژهای آلومینیوم.	1575	43016400	4725
138 4	هلند	7604210 0	پروفیل توخالی از آلیاژهای آلومینیوم.	659814.6	1498460737 3	1656699. 6
138 4				995551.1	2239443753 5	2477844. 9
138 5	گرجستان	7604290 0	میله وسایر پروفیل ها از آلیاژهای آلومینیوم.	250	5719430	620.93
138 5	آذربایجان	7604210 0	پروفیل توخالی از آلیاژهای آلومینیوم.	9160	152968608	16596.13
138 5	آذربایجان	7604290 0	میله وسایر پروفیل ها از آلیاژهای آلومینیوم.	138800	2274385500	246606.8 3
138 5	آلمان	7604210 0	پروفیل توخالی از آلیاژهای آلومینیوم.	17725	443343290	48305
138 5	اتریش	7604290 0	میله وسایر پروفیل ها از آلیاژهای آلومینیوم.	2530	58082475	6324.31
138 5	ارمنستان	7604290 0	میله وسایر پروفیل ها از آلیاژهای آلومینیوم.	16574	248230553	27061
138 5	افغانستان	7604210 0	پروفیل توخالی از آلیاژهای آلومینیوم.	5542	136600779	14830.45
138 5	افغانستان	7604290 0	میله وسایر پروفیل ها از آلیاژهای آلومینیوم.	32383	723067815	78546.27
138 5	امارات متحده عربی	7604290 0	میله وسایر پروفیل ها از آلیاژهای آلومینیوم.	325	28439735	3095
138 5	تاجیکستان	7604210 0	پروفیل توخالی از آلیاژهای آلومینیوم.	930	21937931	2381
138 5	تاجیکستان	7604290 0	میله وسایر پروفیل ها از آلیاژهای آلومینیوم.	100	918700	100
138 5	ترکمنستان	7604210 0	پروفیل توخالی از آلیاژهای آلومینیوم.	6700	184098900	20092.72
138 5	ترکمنستان	7604290 0	میله وسایر پروفیل ها از آلیاژهای آلومینیوم.	794	22686010	2476
138 5	جمهوری عربی سوریه	7604210 0	پروفیل توخالی از آلیاژهای آلومینیوم.	322	146928000	16000
138 5	عراق	7604210 0	پروفیل توخالی از آلیاژهای آلومینیوم.	4911	89139883	9718.79
138 5	عراق	7604290 0	میله وسایر پروفیل ها از آلیاژهای آلومینیوم.	17990	341004115. 4	37118.02
138 5	قزاقستان	7604210 0	پروفیل توخالی از آلیاژهای آلومینیوم.	24676	655708319	71042
138 5	کویت	7604290 0	میله وسایر پروفیل ها از آلیاژهای آلومینیوم.	2450	63742875	6976.02
138 5	مجارستان	7604290 0	میله وسایر پروفیل ها از آلیاژهای آلومینیوم.	310	8535540	930
138 5	نروژ	7604290 0	میله وسایر پروفیل ها از آلیاژهای آلومینیوم.	1550	33743851	3673

138 5	هلند	7604210 0	پروفیل توخالی از آلیاژهای آلومینیوم.	404217	9294305839	1011702
138 5			پروفیل توخالی از آلیاژهای آلومینیوم.	688239	1493358814 8	1624195. 5
138 6	آذربایجان	7604210 0	پروفیل توخالی از آلیاژهای آلومینیوم.	56755	945180890	101913.8
138 6	آذربایجان	7604290 0	میله وسایر پروفیل ها ز آلیاژهای آلومینیوم.	70509	1156017985	124521.1 2
138 6	اتریش	7604210 0	پروفیل توخالی از آلیاژهای آلومینیوم.	4190	125043008	13408
138 6	اتریش	7604290 0	میله وسایر پروفیل ها ز آلیاژهای آلومینیوم.	3820	80995840	8728
138 6	ارمنستان	7604290 0	میله وسایر پروفیل ها ز آلیاژهای آلومینیوم.	450	12147726	1311
138 6	افغانستان	7604210 0	پروفیل توخالی از آلیاژهای آلومینیوم.	187751.8	4309486339	463685.8 7
138 6	افغانستان	7604290 0	میله وسایر پروفیل ها ز آلیاژهای آلومینیوم.	216868	4848898315	522018
138 6	تاجیکستان	7604210 0	پروفیل توخالی از آلیاژهای آلومینیوم.	300	7917774	849
138 6	ترکمنستان	7604210 0	پروفیل توخالی از آلیاژهای آلومینیوم.	2333	56808202	6093
138 6	ترکمنستان	7604290 0	میله وسایر پروفیل ها ز آلیاژهای آلومینیوم.	3270	81636058	8771
138 6	عراق	7604210 0	پروفیل توخالی از آلیاژهای آلومینیوم.	34690	428708544	46221.76
138 6	عراق	7604290 0	میله وسایر پروفیل ها ز آلیاژهای آلومینیوم.	29890	624753480	66909.79
138 6	عربستان سعودی	7604210 0	پروفیل توخالی از آلیاژهای آلومینیوم.	133	1368260	148
138 6	فرانسه	7604210 0	پروفیل توخالی از آلیاژهای آلومینیوم.	38	1342944	144
138 6	قرقیزستان	7604210 0	پروفیل توخالی از آلیاژهای آلومینیوم.	1014	27380216	2953
138 6	قرقیزستان	7604290 0	میله وسایر پروفیل ها ز آلیاژهای آلومینیوم.	1245	28907500	3100
138 6	هلند	7604210 0	پروفیل توخالی از آلیاژهای آلومینیوم.	202517	4365321723	470847
138 6			پروفیل توخالی از آلیاژهای آلومینیوم.	815773.8	1710191480 4	1841622. 3

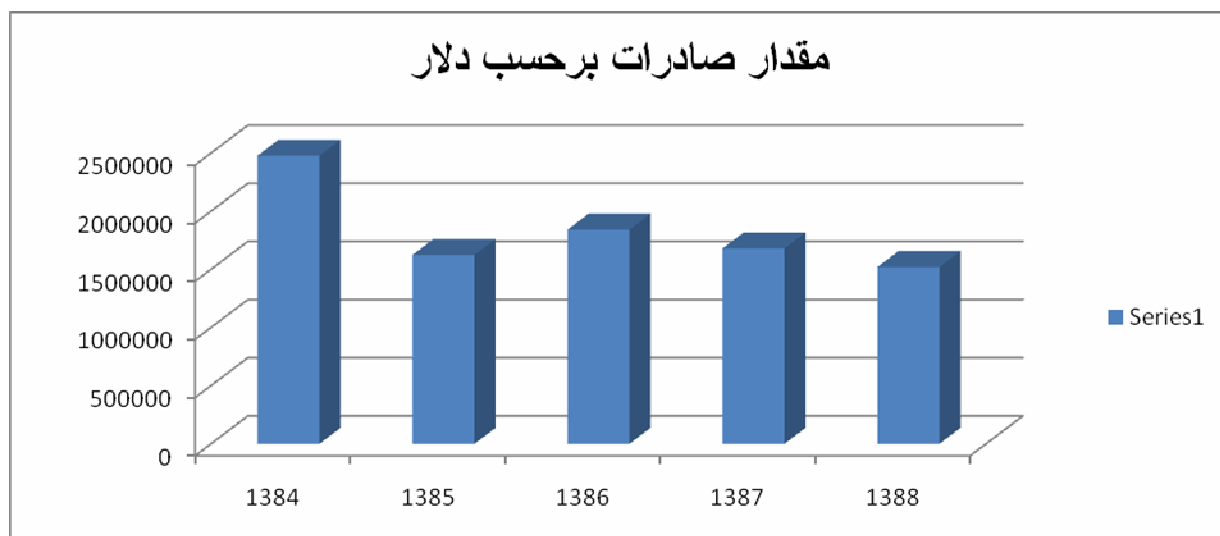
میزان صادرات پروفیل دریایی برحسب وزن (کیلوگرم)



مقدار صادرات برحسب ریال







بررسی ظرفیت بهره برداری و رند تولید از آغاز برنامه چهارم تاکنون محل واحدهاتعداد آنها سطح تکنولوژی واحدهای موجود ظرفیت اسمی ظرفیت علمی علل بهره برداری کامل از ظرفیتها نام کشور و شرکت سازنده ماشین آلات مورد استفاده در تولید محصول

ردیف	نام واحد	نام محصول	ظرفیت (تن)	آدرس
۱	پروفیل آلومینیوم هرمزگان	پروفیل	۲۰۰	بلوارامام خمینی تعمیرگاه حسن زاده-شهرک صنعتی فاز ۲
۲	پروفیل آلومینیوم هرمزگان	پروفیل	۳۲۰	شهرک صنعتی شماره یک بندرعباس
۳	آلومراد	پروفیل	۲۳۰۰	قزوین - بلوار آیت ا...خامنه ای
۴	یدک ذوب	.....	۸۰	قزوین - مجتمع شهید رجایی
۵	عزت اله کاظم لو	....	۲۸۸	تاکستان - نرسیده به سه راهی شامی شاپ - جاده سیلو - روبروی پارکی
۶	شکر اله اکبری		۵۰	بوئین زهرا - ابتدای جاده قزوین - روستای خونان - خ امام حسین ع
۷	صنایع پرتو چدن نشکن		۶۰	جاده بوئین زهرا - شهرک صنعتی لیا - انتهای بلوار صنعتگران - خیاب

۸	مهندسي صنايع برق نامدارافروز	۱۱۲۰	جاده بوئين زهرا - شهرک صنعتي ليا - خيابان هنر - خيابان تلش
۹	گداز افشان آذر	۵۰۰	شهر صنعتي البرز - خ بلوار فارابي جنوبي - نبش ک 30
۱۰	آلومينيوم کاران نويد	۷۳۵	شهرصنعتي البرز - خ امير کبير شرقي - خ علمه قزويني - روبروي تيزرو
۱۱	برادران محمد و مجيد شکرپور	۷۵۰	شيراز جاده بوشهر بعد از پليس راه
۱۲	توليدي وصنعتي آلومينيوم شيراز	۵۰۰	جاده بوشهرکوجه ده متري جنب کارخانه ريشمک
۱۳	صنايع پروفيل نقش رستم مرودشت	۴۰۰۰	مرودشت جاده نقش رستم جنب روستاي زنگي آباد
۱۴	تکنواراک	۳۰۰	اراک - كيلومتر 13 جاده قم
۱۵	آلومرول نوين	۲۵۰۰۰	اراک - كيلومتر 4 جاده قم
۱۶	صنايع ابتکار آلومينيوم	۶۴۵	اراک - سه راهي خمين قطب صنعتي
۱۷	بنیاد آلومينيوم ايران	۲۰۰۰	اراک - كيلومتر 6 جاده تهران روبروي کابل تک
۱۸	پروفيل سپهر	۴۰۰۰	اراک - كيلومتر 12 جاده تهران 20 متري پرچم
۱۹	پرکاراراک	۱۴۰۰	اراک - جاده مشهد كيلومتر 7 دوراهي آزادمرزآباد
۲۰	بيوندپروفيل	۱۴۰۰	اراک - كيلومتر 12 جاده قم خ کشتارگاه صنعتي موت آباد
۲۱	حديدا آلومينيوم	۶۰۰۰	اراک - شهرک صنعتي ايک آباد
۲۲	روان ذوب اراک	۴۰۰۰	اراک - كيلومتر یک جاده فراهان روبروي پتوبافي
۲۳	صنايع آلومينيوم قائم امير	۱۵۰۰	اراک - شهرک صنعتي ايک آباد
۲۴	آلومينيوم شفاف صنايع	۱۷۵۰	اراک - شهرک صنعتي ايک آباد
۲۵	متحدکاراراک	۳۱۰۰	اراک - كيلومتر 13 جاده تهران خ چيپال
۲۶	پروفيل اراک	۱۲۵۰	كيلومتر 5 جاده تهران - روبروي صدا و سيما
۲۷	آلومينيوم کارا	۱۶۰	اراک - شهرک صنعتي ايک آباد
۲۸	گروه کارخانه هاي توليدي نورد آلومينيوم	۱۵۶۰	اراک - روبروي شهر صنعتي
۲۹	تعاوني پرتوپروفيل آلومينيوم اراک	۱۱۰۰	اراک - شهرک صنعتي سه راهي خمين 67319

۳۰	آلومینات	۵۰۰۰	اراک - کیلومتر 13 جاده تهران خ پرچم
۳۱	آلومینیوم تابش	۱۵۰۰	اراک - کیلومتر 12 جاده تهران خ پرچم
۳۲	زرین پروفیل اراک	۲۰۰۰	اراک - کیلومتر 30 جاده تهران شهرک صنعتی خیرآباد خ30
۳۳	البرز آلومینیوم مرکزی	۱۶۰۰	اراک - شهرک صنعتی خیر آباد فاز2
۳۴	تولیدی و صنعتی رنگین سرام	۲۵۰۰	اراک - کیلومتر 13 تهران انتهای خیابان صنعت
۳۵	ندا فجر مرکزی	۲۰۰۰	اراک - شهرک قطب صنعتی خیابان هواشناسی خ همت7
۳۶	صنعتی آلومینیوم الوان پارس	۲۹۰۰	اراک - قطب صنعتی سه راهی خمین خ پژوهش انتهای خ
۳۷	تولیدی صنعتی فلز گستران نور	۷۵۰	اراک - کیلومتر 30 جاده تهران شهرک صنعتی خیرآباد
۳۸	لوله سازی دریا	۲۸۰۰	ساوه - شهر صنعتی خ2
۳۹	مسبار کاوه	۲۰۰۰	ساوه - شهر صنعتی کاوه خ2
۴۰	آلومینیوم اصفهان - شرکت	۱۴۰۰	منطقه صنعتی حسین آباد گاریچه خ2
۴۱	آلومینیم نگار پوشش سپاهان - شرکت	۴۰۰	منطقه صنعتی کوهپایه ف دوم
۴۲	آلومینیوم ایران - شرکت	۱۲۰۰	کاشان ک 38 جاده اردستان
۴۳	آلومینیوم کوپال اصفهان-شرکت	۴۵۰۰	منطقه صنعتی منتظریه نبش خ ش 103 قادری
۴۴	آلومینیوم پژواک سپاهان-شرکت	۸۰۰۰	منطقه صنعتی سه راهی مبارکه فاز 1 نبش خیابان 10 پ 5
۴۵	ایران آلومینیم فجر	۲۷۰	جاده ساوه - پل شاتره - جاده گلدسته - خیابان مرغداری
۴۶	پروف آل	۶۰۰	شهرک شمس آباد خ فروردین نبش چهارراه اول زمین8 فاز یک
۴۷	آل ایران	۱۲۰۰	شهرک شمس آباد شهرک آلومینیوم سازان خ تیرپ 85 ال و 84 ال
۴۸	نگین شمس آرا	۱۱۲۰۰	شهرک شمس آباد بلوار نگارستان خ گلشن 17 قطعه 264 ام پلک6
۴۹	شفاف ایران	۱۱۰۰	کیلومتر 15 جاده مخصوص کرج - خ دارویش
۵۰	آلبکو	۶۸۰	جاده آبعلی کیلومتر 14 مقابل صنایع مکانیک ارتش

بررسی نیاز به محصول با الویت صادرات تا پایان برنامه پنجم در بررسی های به عمل آمده و تحلیل روند توسعه صنایع نفت و پتروشیمی در ایران و منطقه نیاز این محصول در سازه های دریایی روبه افزایش است و علاوه برآن به کاربرد فراوان و خواص منحصر بفرد آلیاژ سری پنجاه میتواند در بازارهای کشور های همسایه های شمالی صادرات انجام داد. و علاوه بر آن از خروج ارز در مورد واردات این نوع محصول جلوگیری نمود.

بررسی و تعیین حداقل ظرفیت اقتصادی شامل برآورد حجم سرمایه گذاری ثابت به تفکیک ریالی و ارزی (با استفاده از اطلاعات واحد های موجود در دست اجرا UNIDO اینترنت و بانکهای اطلاعاتی جهانی شرکتهای فروشنده تکنولوژی و تجهیزات و...)

برآورد سرمایه گذاری ثابت در حداقل ظرفیت اقتصادی:

سرمایه گذاری ثابت طرح شامل موارد زیر میباشد:

- هزینه های مقدماتی

- زمین

- محوطه سازی

- احداث ساختمانهاي صنعتی و غیرصنعتی

- تجهیزات

- تأسیسات

- تجهیزات اداری و اثاثیه

- وسایل نقلیه

که در ادامه هر یک از آیتمهای فوق مورد محاسبه قرار گرفته است.

### جدول هزینه های مقدماتی

مبلغ (میلیون ریال)	شرح
۲۵۰	هزینه مطالعات
۶۰	هزینه تاسیس شرکت، دریافت مجوزهای مربوطه
۱۵۰	هزینه ای جاری در دوره اجرای طرح
۲۰۰	هزینه های آموزش راه اندازی و بهره برداری آزمایشی
۲۳	سایر هزینه های قبل از بهره برداری (۵٪)
۶۸۳	جمع کل

جدول هزینه های محوطه سازی

شرح عملیات	متر مربع	واحد	بمت واحد (میلیون ریال)	قیمت کل (میلیون ریال)
خاکبرداری و تسطیح	۴۵۰۰	مترمربع	/۰۷	۳۱۵
خیابان کشی و پارکینگ	۸۰۰	مترمربع	۱۴	۱۱۲
فضای سبز	۱۵۰۰	مترمربع	۰/۰۷	۱۰۵
دیوار کشی	۳۰۰	مترمربع (به ارتفاع ۲ متر)	۰/۵	۱۵۰
پروژکتور چراغهای محوطه	۴۰	عدد	۱/۲	۴۸
جمع کل				۷۳۰

شرح عملیات	متر مربع	واحد	قیمت واحد (میلیون ریال)	قیمت کل (میلیون ریال)
کل مساحت زمین مورد نیاز	۵۰۰۰	متر مربع	۰/۰۴	۲۰۰۰

جدول هزینه زمین

جدول هزینه احداث ساختمانهای صنعتی و غیرصنعتی

نام واحد	مساحت مسقف (مترمربع)	مبلغ واحد (میلیون ریال)	جمع کل (میلیون ریال)
سالن تولید	۷۰۰	۲	۱۴۰۰
انبار مواد اولیه	۲۰۰	۱,۵	۳۰۰
انبار محصول	۳۰۰	۱/۵	۴۵۰
تاسیسات	۶۰	۲	۱۲۰
اداری، رفاهی، خدماتی	۱۰۰	۳	۳۰۰
جمع			۲۵۷۰

جدول هزینه تاسیسات مورد نیاز

شرح تاسیسات مورد نیاز	ارزش ریالی (میلیون ریال)
انشعاب برق	۴۵
تاسیسات برق	۸۰
انشعاب آب	۵
تاسیسات آب	۶۰
سوخت گاز طبیعی	۸۰
تاسیسات سرمایش و گرمایش	۵۰
سیستم اطفاء حریق	۴۰
تصفیه فاضلاب	۷۰
سیستم تلفن	۵
جمع کل ارزش تاسیسات	۴۳۵



جدول هزينة لوازم اداري و اثاثيه

مبلغ واحد (مليون ريال)	تعداد	تجهيزات اداري
٦	٤	میز و صندلي اداري
٢٠	٢	كامپيوتر و لوازم جانبي
١	٢	تجهيزات اداري
٣	١	فاكس و كپي
٢	١	كتابخانه
٤	١	میز جلسات
٤	٨	صندلي معمولي
٤٠	جمع كل	

جدول هزينة وسایل نقلیه مورد نیاز

شرح	تعداد	مبلغ واحد (میلیون ریال)	جمع کل (میلیون ریال)
وانت ۱ تني	۱	۷۰	۷۰
لیفتراك	۲	۱۵۰	۳۰۰
جمع کل			۳۷۰

## جدول هزینه دستگاه ها و تجهیزات تولیدی

ردیف	نام دستگاه	تعداد	مبلغ واحد (میلیون ریال)	جمع مبلغ (میلیون ریال)
۱	دستگاه اکستروژن ۲۰۰۰ تن	۱	۴۰۰۰	۴۰۰۰
۲	دستگاه استریج	۱	۴۵۰	۴۵۰
۳	دستگاه اره دیسکی	۱	۱۵۰	۱۵۰
۴	کوره پیش گرم	۱	۲۰۰	۲۰۰
۵	دریل رادیال	۱	۱۰۰	۱۰۰
۶	قالبها و ابزارهای مصرفی		۸۰۰	۸۰۰
۷	تجهیزات تست و اندازه گیری		۳۵۰	۳۵۰
۸	کانویر	۵۰M	۶۰۰	۶۰۰
	جمع کل			۶۶۵۰

## پیشنهاد منطقه مناسب برای اجرای طرح:

پارامترهای اصلی جهت انتخاب منطقه مناسب طرح تولید پروفیل های دریایی عبارتند از:

- نزدیکی به مواد اولیه

- نزدیکی به بازار مصرف

- امکان تامین انرژی

- دسترسی به نیروی انسانی متخصص

امکان استفاده از معافیتهای مالیاتی و سایر حمایتها ی دولتی

- با توجه به صنعتی بودن استانهای مرکزی، اصفهان و تهران و امکان تامین مناسب مواد اولیه و نیروی انسانی متخصص مورد نیاز، این استانها برای تولید این محصول مناسب می باشند، ضمن نزدیکی این استانها به قطبهای اصلی استفاده کننده از پروفیل دریایی از مزایای نسبی این مناطق محسوب می گردد.

## وضعیت تامین نیروی انسانی و اشتغال:

نیروی انسانی مورد نیاز هر واحد تولیدی به پارامترهای مختلفی در تعیین تعداد و تخصص نیروی انسانی واحد تولیدی دخالت دارند. از جمله این عوامل میتوان به سطح تکنولوژی

مورد استفاده، تمایل به استفاده از سیستمهای دستی اتوماتیک و حدود تخصص و مهارت مورد نیاز اشاره کرد. نوع و تعداد نیروی انسانی مورد نیاز این واحد به شرح زیر است:

### جدول تعداد کارکنان واحد تولیدی

عنوان	تعداد
مدیر تولید	۱
کارشناس و تکنسین	۶
کارمند مالی اداری	۲
کارمند تولید	۲۰

### بررسی و تعیین میزان آب، سوخت، برق و سایر امکانات

بر آورد برق مورد نیاز و چگونگی تأمین آن :توان مورد نیاز برق با توجه به مصرف ماشین آلات و تأسیسات و همچنین نیاز روشنایی ساختمانها و غیره حدود ۱۱۵ کیلووات بر آورده شده است. این توان برق به راحتی از شبکه برق سراسری کشور در شهرک های صنعتی در کلیه استانهای کشور قابل تأمین می باشد.

## جدول میزان مصرف برق مورد نیاز سالیانه

مصرف سالیانه (مگا وات ساعت)	توان مصرفی (کیلو وات)	زمینه مصرف
۳	۶	روشنایی محوطه
۵	۱۴	روشنایی ساختمانها
۷	۱۵	تاسیسات
۳۲	۸۰	ماشین آلات خط تولید
۴۶	۱۱۵	جمع کل

### برآورد آب مورد نیاز و چگونگی تأمین آن :

در این طرح از آب، جهت نیازمندیهای فرآیند تولید ( شستشوی قطعات، محصول و...)، نیاز آشامیدنی و بهداشتی کارکنان و نیز آبیاری فضای سبز مورد استفاده قرار میگیرد. مصرف آب آشامیدنی و بهداشتی در این واحد به ازای تعداد پرسنل و با در نظر گرفتن سرانه 150 لیتر در روز محاسبه شده است و به منظور تأمین آب مورد نیاز فضای

سبز و آبیاری محوطه به ازای هر متر مربع در هر روز 1.5 لیتر در نظر گرفته می شود .

### جدول آب مورد نیاز سالیانه

زمینه مصرف	میزان آب مورد نیاز روزانه (لیتر)	مصرف سالیانه (مترمکعب)
مصرف بهداشتی و شرب	۱۵۰ لیتر به ازای هر نفر در روز	۵۲۵
فضای سبز	۱,۵ لیتر به ازای هر متر مربع در روز	۴۸۵

### برآورد میزان سوخت مصرفی:

موارد مصرف سوخت در واحدهای صنعتی شامل سوخت مصرفی به منظور تامین بخار و حرارت مورد نیاز فرآیند، گرمایش ساختمانها و سوخت وسایل حمل و نقل می باشد. سوخت مصرفی سیستم گرمایش با توجه به مساحت فضاهای تولید و آزمایشگاه، اداری، و خدماتی محاسبه می شود. به این ترتیب که به طور متوسط به ازای یک صد متر مربع مساحت 22 مترمکعب گاز طبیعی در نظر گرفته می شود. بنابراین با توجه به مساحت بناهای موجود سوخت مصرفی تاسیسات گرمایش حدوداً ۲۳۵۱ مترمکعب گاز طبیعی در هر روز خواهد بود. این مقدار گاز طبیعی برای تامین

انرژی گرمایی فضاهاي اداري، رفاهی و خدماتی باسیستم شوفاژ در نظر گرفته شده است. به منظور تامین انرژی گرمایی سالن تولید از بخاریهای صنعتی استفاده می شود. به ازای هر 270 مترمربع، یک دستگاه بخاری مورد نیاز است.

### **برآورد امکانات مخابراتی و ارتباطی لازم و چگونگی تأمین آن**

به لحاظ امکانات مخابراتی این طرح نیازمند 1 خط تلفن است که یکی از آنها برای فک سویک خط نیز جهت مکالمات روزانه نیازی باشد. بخاطر اینکه این طرح در شهرکهای صنعتی اجرا می شود این امکان به راحتی وجود خواهد داشت.

### **برآورد امکانات زیربنایی مورد نیاز:**

به لحاظ اینکه این طرح در شهرک صنعتی پیش بینی شده است معمولاً موارد این چنینی توسط شرکت شهرکهای صنعتی ایران تأمین میگردد.

### **وضعیت حمایتیهای اقتصادی و بازرگانی:**

حمایتیهای مالی واحدهای تولیدی شامل اعطای تسهیلات بانکی و نحوه بازپرداخت آنها و نیز معافیتهای مالیاتی میباشد که میتواند سبب تسهیل در اجرای طرح گردد، یکی از مهمترین حمایتیهای مالی برای طرحهای صنعتی یا اعطای تسهیلات بلندمدت برای ساخت و تسهیلات کوتاه



مدت جهت تأمین بخشی از سرمایه در گردش جهت خرید مواد و ملزومات مصرفی سالانه طرح می‌باشد. که شرایط این تسهیلات برای طرح‌های صنعتی در سال ۸۹-۹۰ به شرح زیر می‌باشد:

در بخش سرمایه گذاری ثابت جهت دریافت تسهیلات بلندمدت بانکی ارقام ذیل با ضریب عنوان شده تا سقف % 70 سرمایه گذاری ثابت در محاسبه لحاظ می‌شود.

1-1- ساختمان و محوطه سازی طرح، ماشین آلات و تجهیزات داخلی، تأسیسات و تجهیزات کارگاهی با ضریب % 60 محاسبه می‌گردد.

1-2- ماشین آلات خارجی در صورت اجرای طرح در مناطقی محروم با ضریب % 90 و در غیر این صورت با ضریب % 75 محاسبه می‌گردد.

1-3- در صورتی که حجم سرمایه گذاری ماشین آلات خارجی در سرمایه گذاری ثابت کمتر از % 70 باشد جهت دریافت تسهیلات ریالی با ضریب 70 % محاسبه می‌گردد.

این امکان وجود دارد، طرح‌های یک به مرحله بهره برداری می‌رسند سرمایه در گردش مورد نیاز آنها به میزان % 70 از شبکه بانکی تأمین گردد. مدت زمان بازپرداخت این تسهیلات 6 تا 12 ماه می‌باشد و اخذ این تسهیلات منوط به جلب اعتماد بانک‌های عامل و سابقه مطلوب در بازپرداخت تسهیلات دریافت شده می‌باشد. نرخ سود تسهیلات ریالی

دروامه‌های بلندمدت و کوتاه مدت در بخش صنعت 12 درصدی باشد که این سود توسط متقاضی آن و مابقی توسط دولت جهت حمایت از تولیدکنندگان صنعتی پرداخت می‌گردد. نرخ بانکی ارزهای مربوط در بازارهای بین‌المللی به اضافه 2% هزینه LIBOR (نرخ سود تسهیلات ارزی های مالی و جانبی) در حدود 1.25 % تسهیلات اعطائی و سود تسهیلات ارزی برای مناطق محروم 3% ثابت می‌باشد.

4) مدت زمان دوران مشارکت، تنفس و بازپرداخت در تسهیلات ریالی و ارزی را با توجه به ماهیت طرح از نقطه نظر سودآوری و بازگشت سرمایه حداکثر 8 سال در نظر گرفته می‌شود که شامل حداکثر 3 سال جهت سرمایه‌گذاری و بهره‌برداری آزمایشی از طرح و حداکثر 5 سال جهت بازپرداخت تسهیلات اعطائی می‌باشد.

(حداکثر مدت زمان تأمین مالی از محل حساب ذخیره ارزی برای مناطق کم توسعه یافته و محروم 10 سال در نظر گرفته می‌شود).

علاوه بر حمایت‌های مالی از نظر اعطای وام در قانون مالیات معافیت‌های مالیاتی نیز در نظر گرفته شده است که به شرح زیر می‌باشد:

در صورت اجرای طرح در یکی از شهرکهای صنعتی معافیت مالیاتی تا ۵ سال می باشد. و معافیت از مالیات تا ۱۰ سال برای اجرای طرحهای صنعتی در مناطق محروم در نظر گرفته شده است

## **تجزیه و تحلیل و ارائه جمعبندی و پیشنهاد نهایی در مورد احداث واحدهای جدید**

با توجه به مصرف تقریبی سه هزارتن انواع پروفیل های دریایی جهت استفاده در سازه های دریایی در سطح نواحی مورد تمرکز طرح و با عنایت به مزیت نسبی آلومینیوم در نواحی پیشنهادی طرح (خصوصاً استان مرکزی) و امکانپذیری تکنولوژیک این امر، قطعاً استفاده از آنها توجیه اقتصادی خواهد داشت. این مسئله با توجه به مقاومت بالا در مقابل خوردگی و کاهش هزینه های تعمیر و نگهداری پیشگیرانه و اضطراری و همچنین ضریب ریسک و خطرات احتمالی مواجهه با شکست اهمیت بیشتری می بابد. نیروی انسانی پیشبینی شده برای این طرح ۲۹ نفر می باشد که ۹ نفر نیروهای ستادی، پشتیبانی و خدماتی و بیست نفر نیروی تولیدی مستقیم می باشد

**محاسبه نقطه سر به سر و درصد آن**

$$Q = Fc / P - Vc = 1/347000000 / 12500 - 8500 = 336000 \text{ Kg}$$

با توجه به شاخص های مالی خصوصاً هزینه ثابت طرح، برآورد قیمت های فروش (بر حسب کیلوگرم) و هزینه های متغیر تولید می توان به مقدار نقطه سر به سر دست یافت.

$$Q = Fc / (P - Vc) = 336.000 \text{ kg}$$

درسال

با در نظر گرفتن بازار منطقه ای، پیش بینی سهم بازار و قابلیت های تولیدی در نظر گرفته شده در این طرح با توجه به نیاز سالیانه و نرخ بهره بانکی ۱۴ درصد امکان تولید ۴۵۰ تن محصول در سال قابل دستیابی می باشد.

درصد نقطه سر به سر

$$۴۷\% = ۱۰۰ * \text{هزینه متغیر-فروش/هزینه ثابت}$$

سرمایه گذاری کل سرانه و سرمایه گذاری ثابت سرانه

تعداد کل پرسنل/سرمایه گذاری ثابت = سرمایه گذاری ثابت سرانه

$$۱۳۴۷۰۰۰۰۰۰ / ۲۹ = ۴۶۴۴۸۰۰۰$$

مقدار کل پرسنل/سرمایه گذاری متغیر-سرمایه گذاری ثابت = سرمایه گذاری کل سرانه

$$۱۳۴۷۰۰۰۰۰۰ + ۲۴۰۰۰۰۰۰۰ / ۲۹ = ۳۷۴۴۷۰۰۰۰۰ / ۲۹ = ۱۲۹۲۰۰۰۰۰$$

محاسبه نرخ بازده داخلی و نرخ بازگشت سالیانه سرمایه

باید توجه داشت که محل اجرای طرح در شهرک های صنعتی پیش بینی گردیده است که دارای حداقل پنج سال معافیت مالیاتی می باشد. با توجه به هزینه اجرای طرح که حدود ۱۳۴۷ میلیون تومان برآورد گردیده است دوره برگشت سرمایه حدود ۳ سال خواهد بود.

$$Q f = 450.000 \text{ kg}$$

$$450.000 - 336000 = 114000 \text{ kg}$$

$$114000 * 4000 = 456000000 \text{ تومان} \quad \text{سود سالیانه}$$

$$1347000000 / 456000000 = 3 = \text{سود سالیانه / سرمایه ثابت}$$

$$33\% \text{ درصد} = \text{نرخ بازگشت}$$

در صد سود سالیانه به هزینه کل و فروش کل

$$456000000 / 5625000000 = 8\% = \text{درصد سود سالیانه به هزینه کل}$$

میزان مواد اولیه مورد نیاز سالیانه

$$450000 + (450000 * 10\%) = 500000 \text{ Kg} = \text{میزان مواد اولیه مورد نیاز سالیانه}$$

محل تامین شرکت های داخلی (ایرالکو.المهدی ...)

برآورد قیمت مواد خام حدود پنج هزار تومان برحسب هر کیلو محاسبه شده است. در یک بازه یکساله بدون تغییر در نظر گرفته شده است.

## نتیجه کلی طرح:

با توجه به نیاز سالیانه و نرخ بهره بانکی ۱۴ درصد امکان تولید ۴۵۰ تن محصول در سال قابل دستیابی می باشد. در نتیجه با توجه به حاشیه سود ۴۰۰۰ تومان به ازای هر کیلوگرم محصول تولیدی نتایج ذیل حاصل خواهد شد و درصد نقطه سربسر ۴۷٪ می باشد.

باید توجه داشت که محل اجرای طرح در شهرک های صنعتی پیش بینی گردیده است که دارای حداقل پنج سال معافیت مالیاتی می باشد. با توجه به هزینه اجرای طرح که حدود ۱۳۴۷ میلیون تومان برآورد گردیده است دوره برگشت سرمایه حدود ۳ سال خواهد بود

# پیوست شماره

برخی از جدا اول مورد نیاز

**Table 3.** Some common aluminium alloys, their characteristics and common uses.

Alloy	Characteristics	Common Uses	Form
1050/1200	Good formability, weldability and corrosion resistance	Food and chemical industry.	S,P
2014A	Heat treatable.  High strength.  Non-weldable.  Poor corrosion resistance.	Airframes.	E,P
3103/3003	Non-heat treatable.  Medium strength work hardening alloy.  Good weldability, formability and corrosion resistance.	Vehicle panelling, structures exposed to marine atmospheres, mine cages.	S,P,E
5251/5052	Non-heat treatable.  Medium strength work hardening alloy.  Good weldability, formability and corrosion resistance.	Vehicle panelling, structures exposed to marine atmospheres, mine cages.	S,P
5454*	Non-heat treatable.  Used at temperatures from 65-200°C.  Good weldability and corrosion resistance.	Pressure vessels and road tankers. Transport of ammonium nitrate, petroleum.  Chemical plants.	S,P
5083*/5182	Non-heat treatable.  Good weldability and corrosion resistance.	Pressure vessels and road transport applications below 65°C.  Ship building structure in general.	S,P,E



	Very resistant to sea water, industrial atmospheres.		
	A superior alloy for cryogenic use (in annealed condition)		
6063*	Heat treatable. Medium strength alloy. Good weldability and corrosion resistance. Used for intricate profiles.	Architectural extrusions (internal and external), window frames, irrigation pipes.	E
6061*/6082*	Heat treatable. Medium strength alloy. Good weldability and corrosion resistance.	Stressed structural members, bridges, cranes, roof trusses, beer barrels.	S,P,E
6005A	Heat treatable. Properties very similar to 6082. Preferable as air quenchable, therefore has less distortion problems. Not notch sensitive.	Thin walled wide extrusions.	E
7020	Heat treatable. Age hardens naturally therefore will recover properties in heat affected zone after welding. Susceptible to stress corrosion. Good ballistic deterrent properties.	Armoured vehicles, military bridges, motor cycle and bicycle frames.	P,E
7075	Heat treatable. Very high strength. Non-weldable. Poor corrosion resistance.	Airframes.	E,P

Where: \* = most commonly used alloys, S = sheet, P = plate and  
E = extrusions

## **Designations for Wrought Alloys**

These alloys fall into two distinct categories

1. Those which derive their properties from work hardening.
2. Those which depend upon solution heat treatment and age hardening.

## **Work Hardened Aluminium Alloys**

The 1000, 3000 and 5000 series alloys have their properties adjusted by cold work, usually by cold rolling.

The properties of these alloys depend upon the degree of cold work and whether any annealing or stabilising thermal treatment follows the cold work. A standardised nomenclature is used to describe these conditions.

It uses a letter, O, F or H followed by one or more numbers. It is presented in summary form in Table 4 and defined in Table 6.

**Table 4.** Standard nomenclature for work hardened aluminium alloys.

New Symbol	Description	Old BS Symbol
O	Annealed, soft	O
F	As fabricated	M
H12	Strain-hardened, quarter hard	H2
H14	Strain-hardened, half hard	H4
H16	Strain-hardened, three quarter hard	H6
H18	Strain-hardened, fully hard	H8
H22	Strain-hardened, partially annealed quarter hard	H2
H24	Strain-hardened, partially annealed	H4

	half hard	
H26	Strain-hardened, partially annealed	H6
	three quarter hard	
H28	Strain-hardened, partially annealed	H8
	fully hard	
H32	Strain-hardened and stabilised, quarter hard	H2
H34	Strain-hardened and stabilised, half hard	H4
H36	Strain-hardened and stabilised, three quarter hard	H6
H38	Strain-hardened and stabilised, fully hard	H8

**Table 5.** Explanations of symbols used in table 4.

Term	Description
Cold Work	The nomenclature denotes the degree of cold work imposed on the metal by using the letter H followed by numbers. The first number indicates how the temper is

achieved.

H1x Strain-hardened only to obtain the desired strength without supplementary thermal treatment.

H2x Strain-hardened and partially annealed. These designations apply to products which are strain-hardened more than the desired final amount and then reduced in strength to the desired level by partial annealing. For alloys that age-soften at room temperature, the H2x tempers have the same minimum ultimate tensile strength as the corresponding H3x tempers. For other alloys, the H2x tempers have the same minimum ultimate tensile strength as the corresponding H1x tempers and slightly higher elongation.

H3x Strain-hardened and stabilised. These designations apply to products which are strain-hardened and whose mechanical properties are stabilised either by a low temperature thermal treatment or as a result of heat introduced during fabrication. Stabilisation usually

improves ductility. This designation is applicable only to those alloys which, unless stabilised, gradually age soften at room temperature.

H4x

H4x Strain-hardened and lacquered or painted. These designations apply to products which are strain-hardened and which may be subjected to some partial annealing during the thermal curing which follows the painting or lacquering operation.

The second number after H indicates the final degree of strain-hardening, number 8 being the hardest normally indicated.

The third digit after H, when used, indicates a variation of a two digit temper. It is used when the degree of control of temper or the mechanical properties or both differ from, but are close to, that (or those) for the two digit H temper designation to which it is added, or when some other characteristic is significantly affected.

The fully soft annealed condition is indicated by the letter O and the 'as fabricated' ie material that has

received no subsequent treatment is indicated as F.

To illustrate; it can be seen that 3103-0 denotes a particular aluminium manganese alloy in the annealed, soft condition, whilst 3103-H16 denotes the same alloy strain-hardened to three quarters hard.

To illustrate this, by reference to Tables 2 and 4, we can see that 3103-0 is an aluminium manganese alloy in the soft annealed condition and 3103-H16 is the same alloy three quarters hard.

With the flexibility of compositions, degree of cold work and variation of annealing and temperature a wide range of mechanical properties can be achieved especially in sheet products.

## Multi-Scale Al 5083 for Military Vehicles with Improved Performance

A. Piers Newbery, Steven R. Nutt, and Enrique J. Lavernia

*Mechanical milling at cryogenic temperatures produces a nanostructured powder that can be used to manufacture a bulk, ultrafine-grained (UFG), non-heat-treated aluminum alloy with an attractive combination of physical and mechanical properties. The use of a higher-strength aluminum alloy for the construction of military vehicles will reduce their weight substantially and lead to improved fuel consumption, range, reliability, and speed. By introducing coarse grains and creating a multi-scale microstructure, the ductility of the cryomilled aluminum alloy can be increased above that achieved with a fully UFG structure while still retaining high strength levels. The addition of reinforcing ceramic, in the form of particulate added during the milling process, has the ability to increase strength levels even further.*

### INTRODUCTION

The BAE Systems' Assault Amphibious Vehicle (AAV7A1) shown in Figure 1 provides a range of services on the battlefield that include the protected transport of infantry, covering fire for dismounted infantry, and reconnaissance. The AAV7A1 family of vehicles is capable of superior mobility, firepower, and protection in battle using a technologically advanced fighting system that maximizes lethality and survivability. The U.S. Marine Corps frequently deploys the AAV7A1 worldwide, including Iraq.

Driven by a VT400 Cummins diesel engine, with a NAVSEA hydro-mechanical automatic transmission, the AAV7A1 has a top road speed of 72 km/h and a range of 483 km. The AAV7A1 has the capability to cruise at 10 km/h in

water and negotiate 3 m plunging surf with its water jets. The weight of an empty AAV7A1 is 21 t, increasing to 27 t when loaded for combat. To this weight, the aluminum hull contributes approximately 14t. The hull is made from Al 5083 (Al-4.4Mg-0.7Mn-0.15Cr), a non-heat-treatable alloy. The alloy, used in the work-hardened condition, is chosen for its excellent combination of strength (ultimate tensile strength [UTS] of 310 MPa), weldability, and corrosion resistance, particularly in a marine environment. A significant proportion of the additional weight is steel armor that is bolted on.

To decrease the fuel consumption and to increase the range of the vehicle in the field, reducing the overall weight of the AAV7A1 is a prime objective. Thinning the hull structure and/or decreasing the dependence on steel for bolt-on armor can achieve target weight reductions. Increasing the strength of the Al 5083 while retaining its welding and anti-corrosion properties, and consequently decreasing the amount required, is thus attractive. Improving Al 5083's ballistic performance will also decrease the amount of additional steel armor needed. Al 5083, with a tunable combination of strength and ductility, is desirable for use on different parts of the vehicle. This can be achieved through the implementation of cryogenic ball milling, which can produce ultrafine-grained (UFG) Al 5083 with a UTS greater than 700 MPa,<sup>1</sup> over twice that of the standard alloy.

The University of California at Davis (UCD) is currently leading a program funded by the U.S. Office of Naval Research to develop cryomilled Al 5083 for U.S. Marine Corps applications, such as the AAV7A1. The University of California at Davis is partnered with the University of Southern California

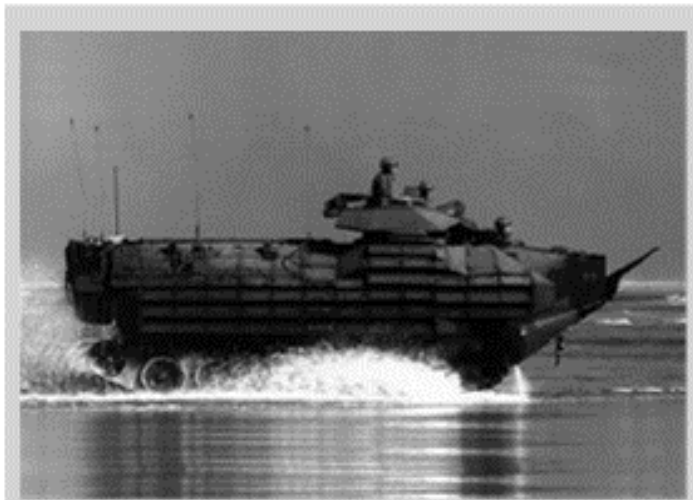


Figure 1. An Assault Amphibious Vehicle (AAV7A1) in motion (image courtesy of BAE Systems).



