

# مطالعات طرح جامع آلومینیوم کشور

اسفند ماه ۱۴۰۰

# فصلهای طرح جامع آلومینیوم

شرح فعالیت	فصول
تبیین ضرورت انجام مطالعات، بررسی پیشینه و شرح روش انجام مطالعات	اول
شناخت زنجیره آلومینیوم، صنایع پشتیبان و صنایع مصرف کننده	دوم
بررسی وضعیت صنعت آلومینیوم در دنیا	سوم
بررسی وضعیت صنعت آلومینیوم در کشورهای منتخب	چهارم
بررسی وضعیت صنعت آلومینیوم در ایران و چالش های این صنعت	پنجم
عارضه یابی چالش های کلان صنعت و راهکارهای برون رفت از این چالش ها	ششم
معرفی سناریو پایه و سایر سناریوها و تحلیل آنها	هفتم
ارزیابی اهداف و اولویت های صنعت آلومینیوم	هشتم
طراحی مدل های مناسب برای دستیابی بهینه به اهداف صنعت	نهم
طراحی استراتژی های متنوع بر مبنای سناریوهای محتمل	دهم
ارائه برنامه های لازم برای اجرای استراتژی های تدوین شده	یازدهم
تدوین گزارش	دوازدهم

بازار آلومینیوم

معدن

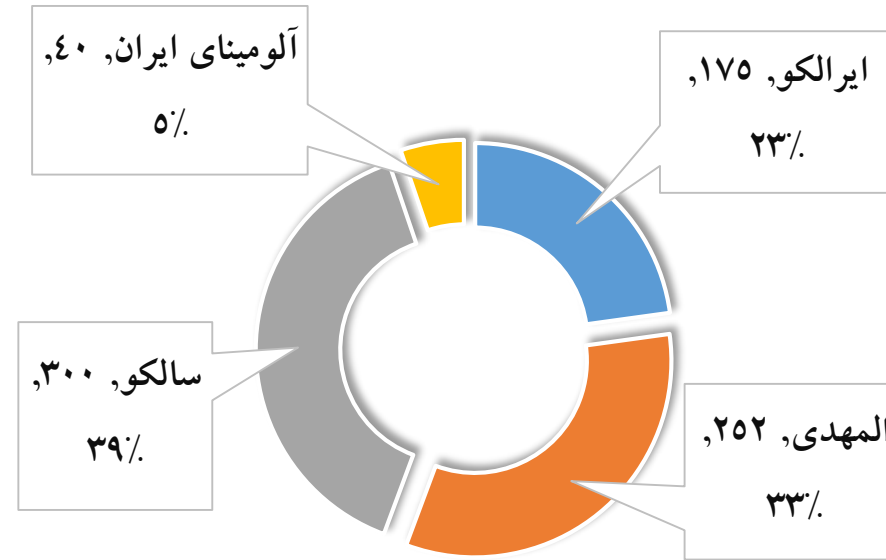
محیط زیست

زیر ساخت (حمل و نقل، آب، گاز و برق)

تکنولوژی تولید

استراتژی

# ظرفیت اسمی زنجیره بالا دست آلومینیوم

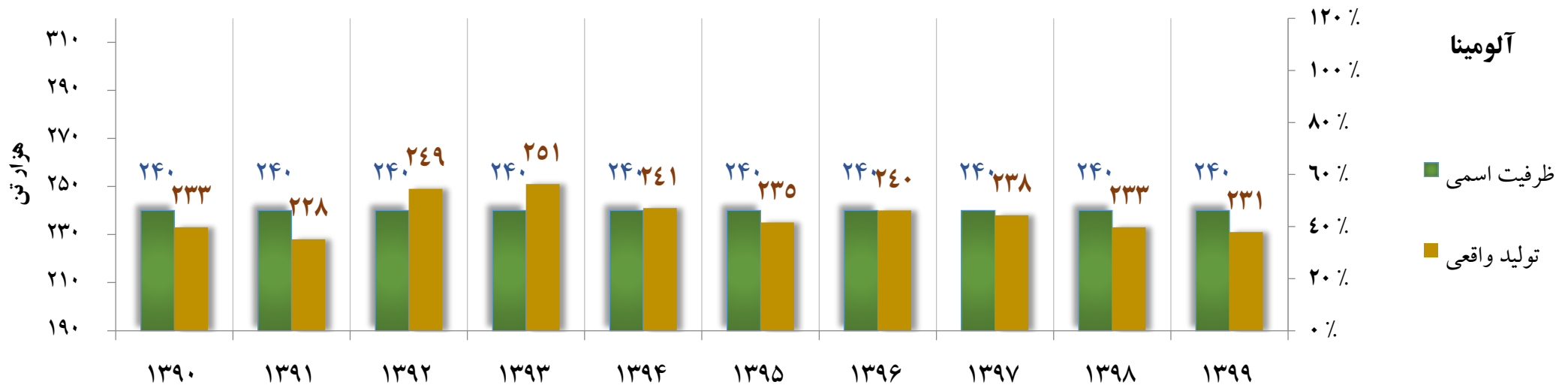
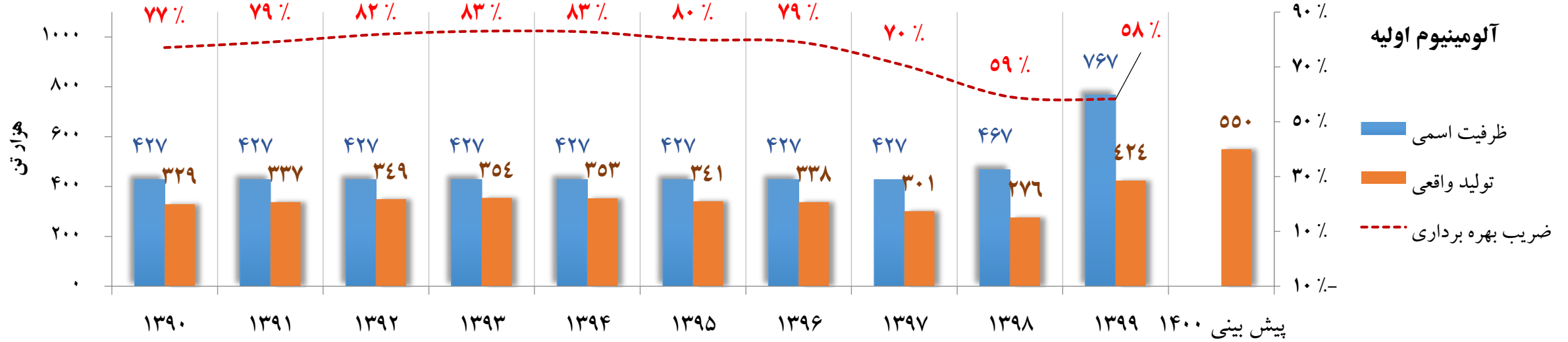


آلومینیوم اولیه

آلومینا

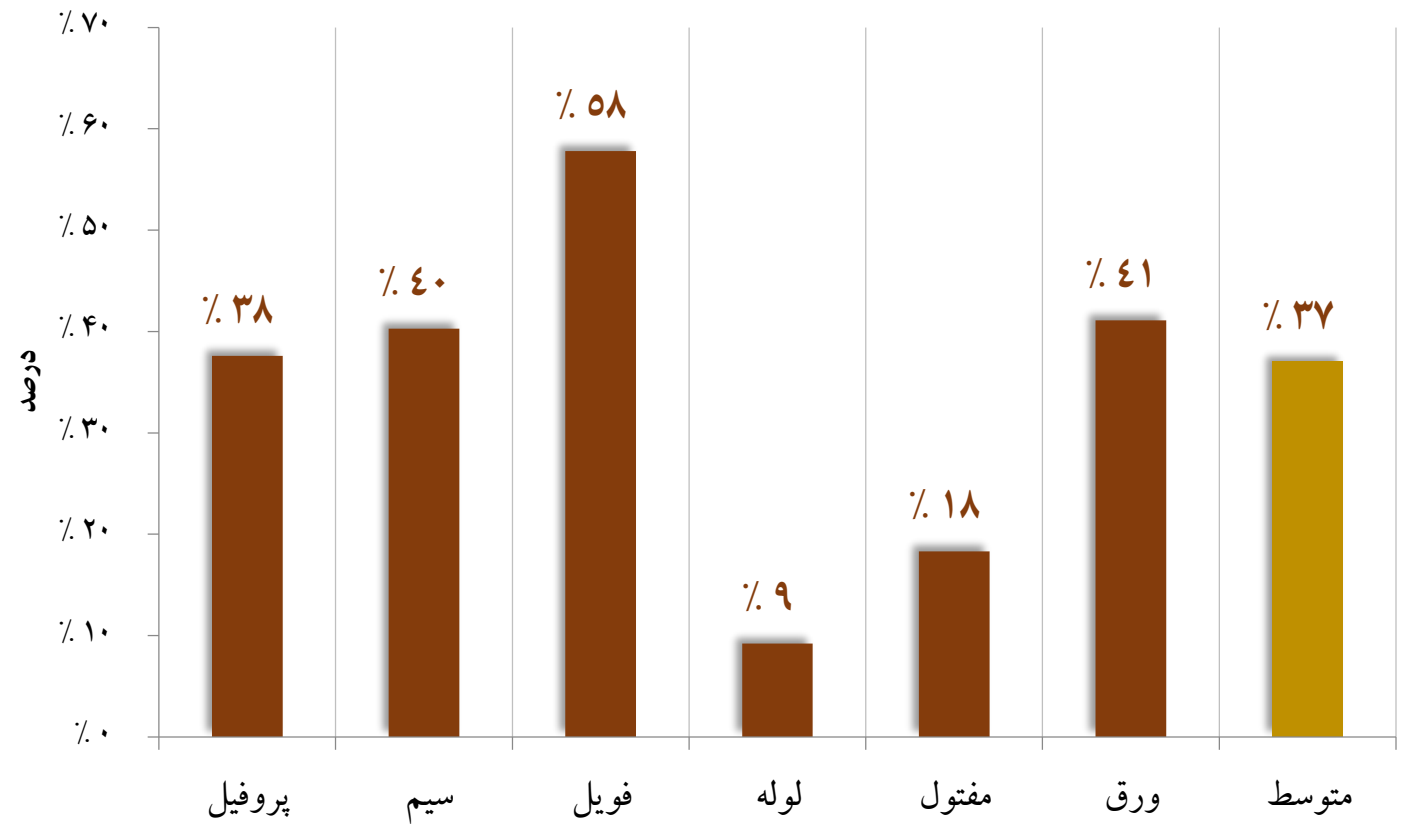
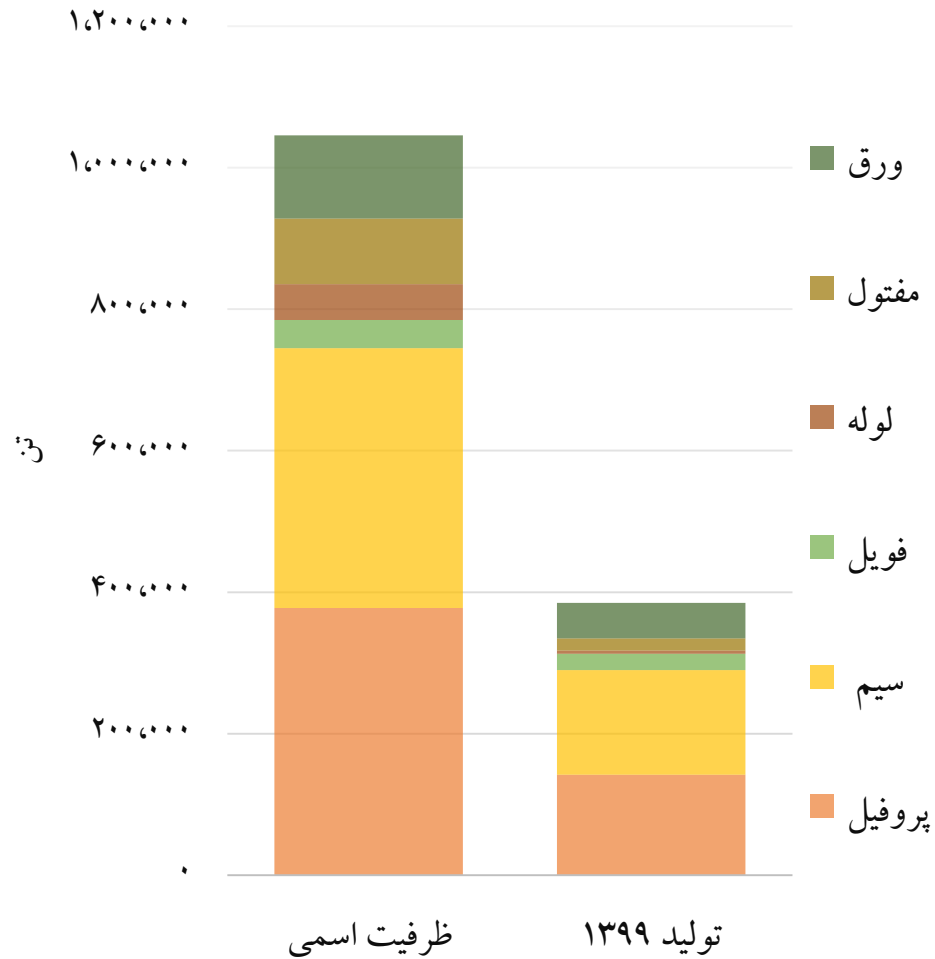
نام واحد	ظرفیت اسمی موجود (هزار تن)	ظرفیت اسمی توسعه (هزار تن)
آلومینای ایران	۲۴۰	۴۰

# تولید زنجیره بالا دست آلومینیوم

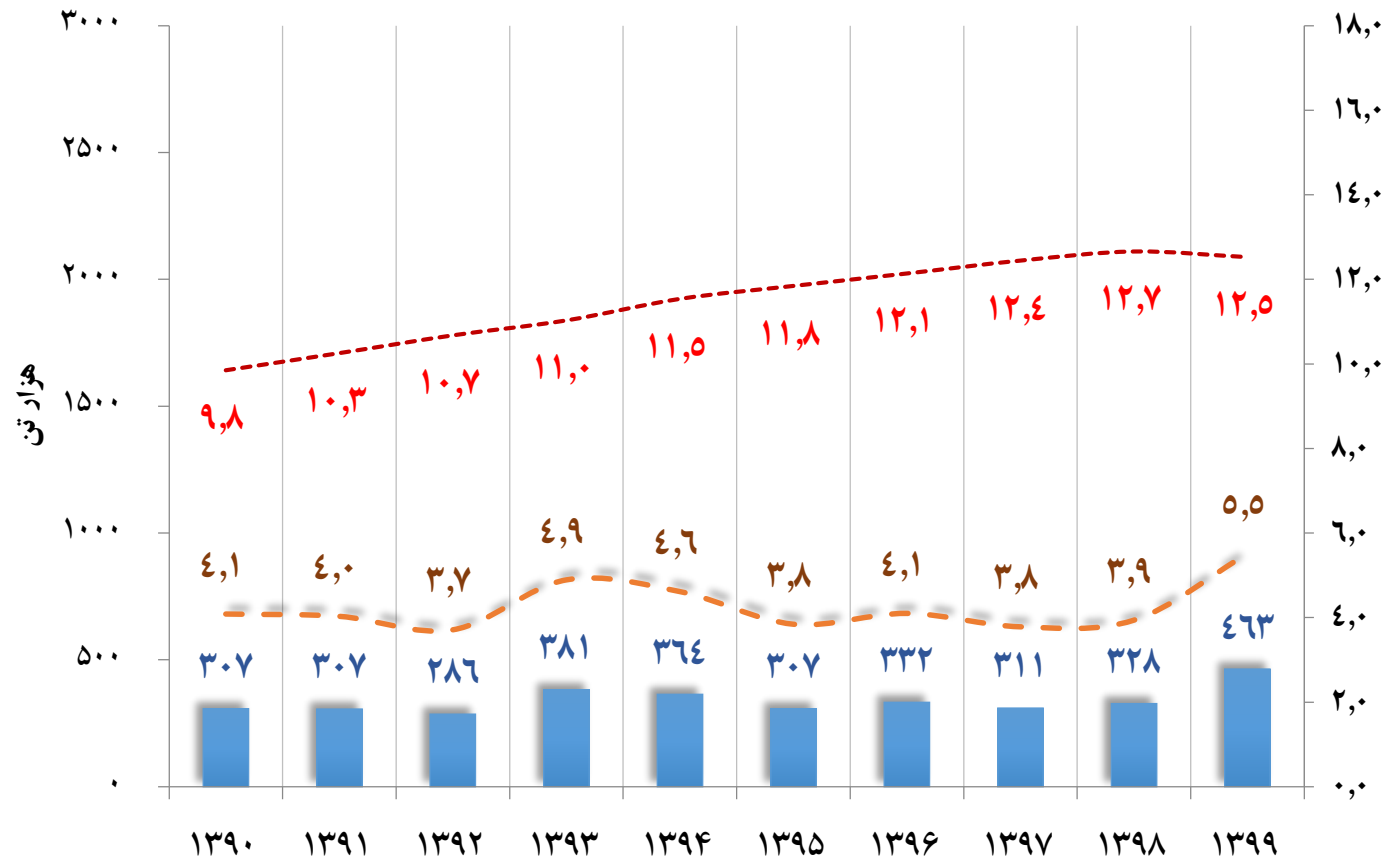


# تولید زنجیره پایین دست آلومینیوم

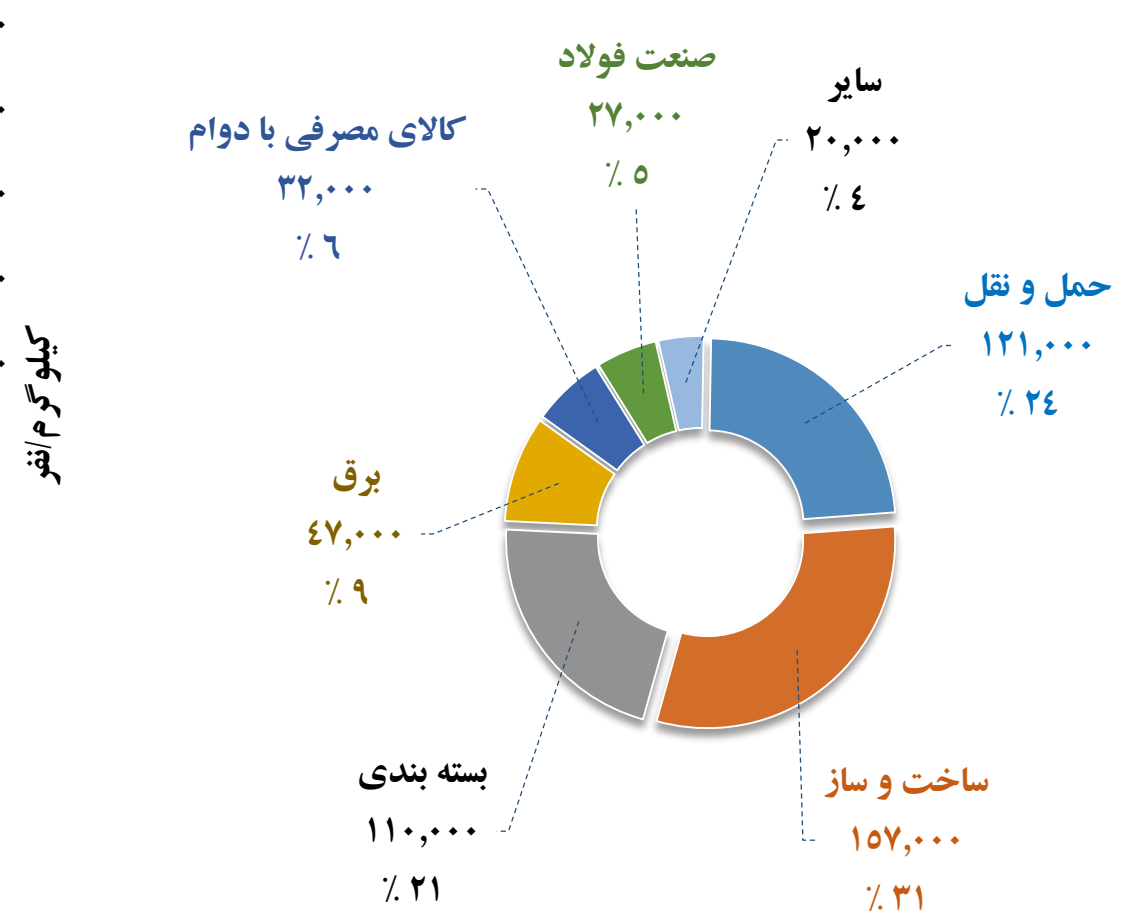
ضریب بهره برداری محصولات زنجیره پایین آلومینیوم در سال ۱۳۹۹



# مصرف آلومینیوم کار نشده

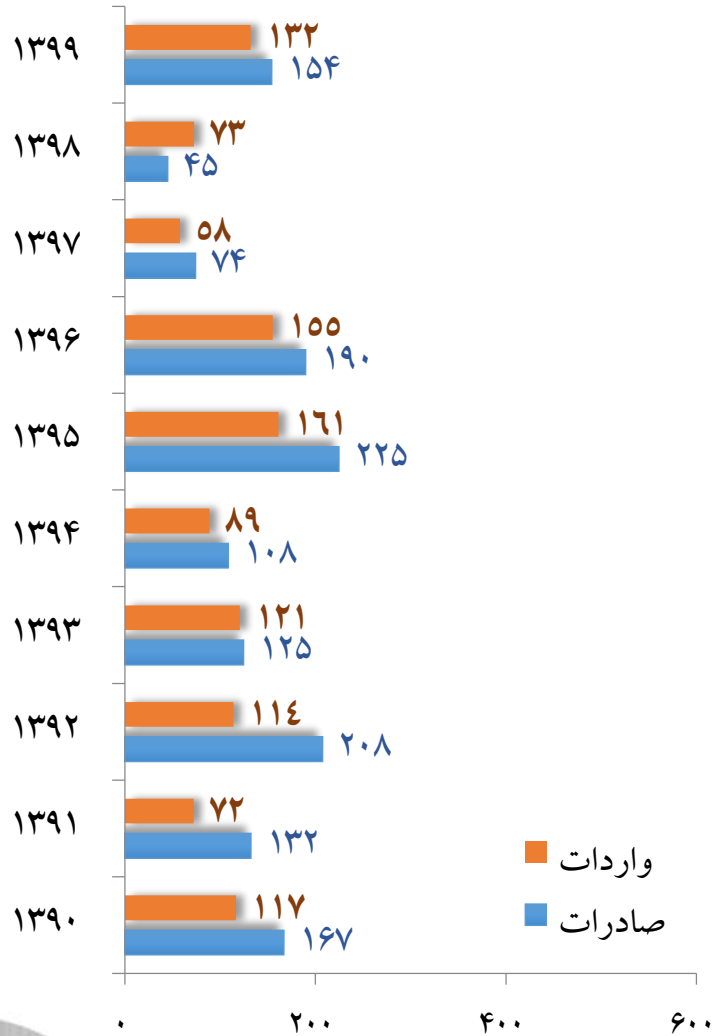


■ مصرف ظاهری    
 - - - سرانه مصرف ایران (محور راست)    
 - - - سرانه مصرف جهانی (محور راست)

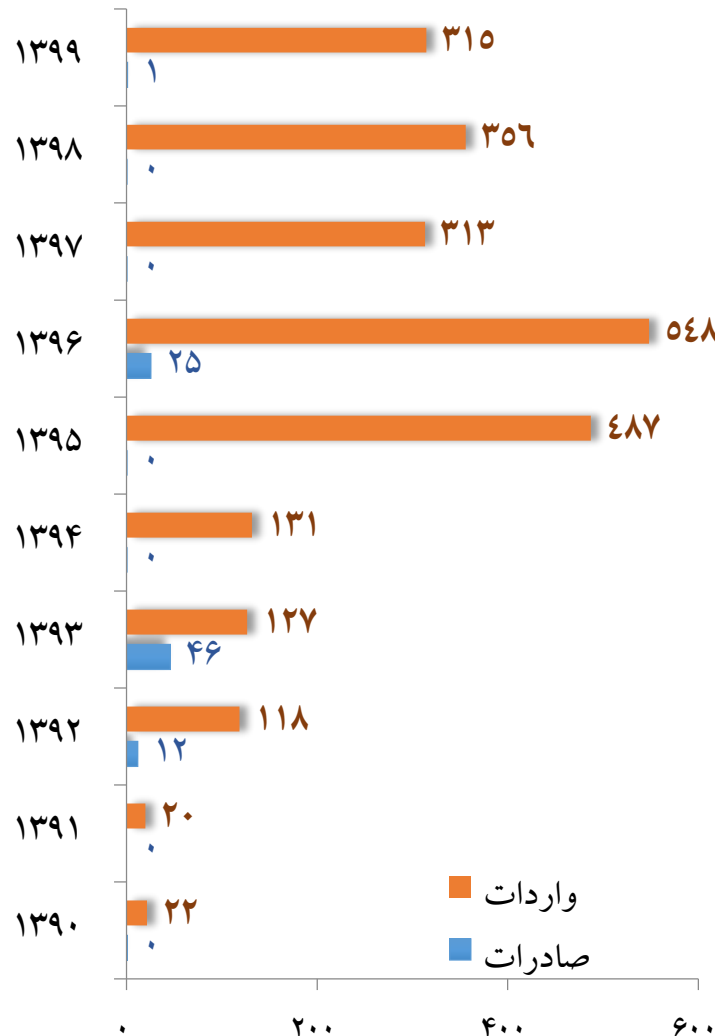


# تجارت (زنجیره بالا دست)

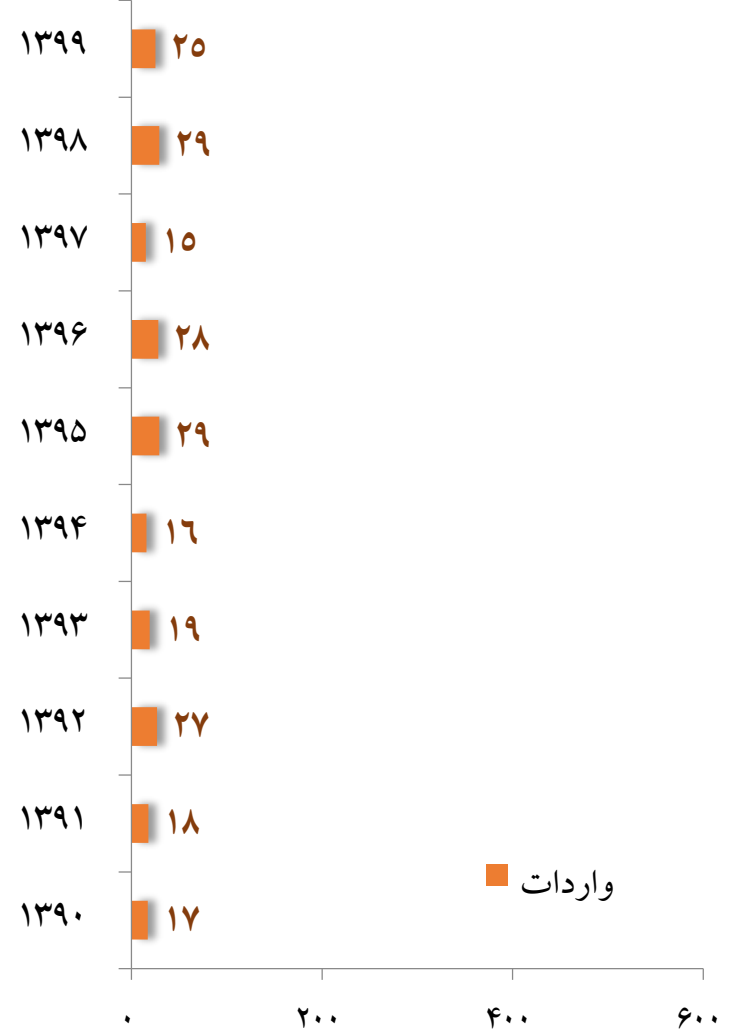
## آلومینیوم کار نشده



## آلومینا



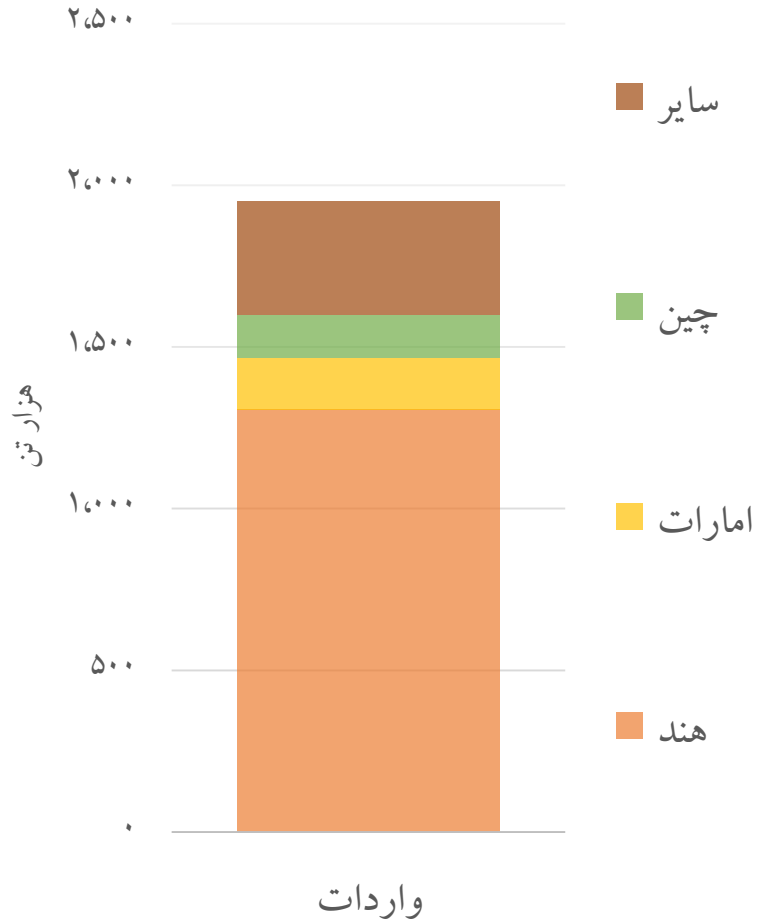
## بوکسیت



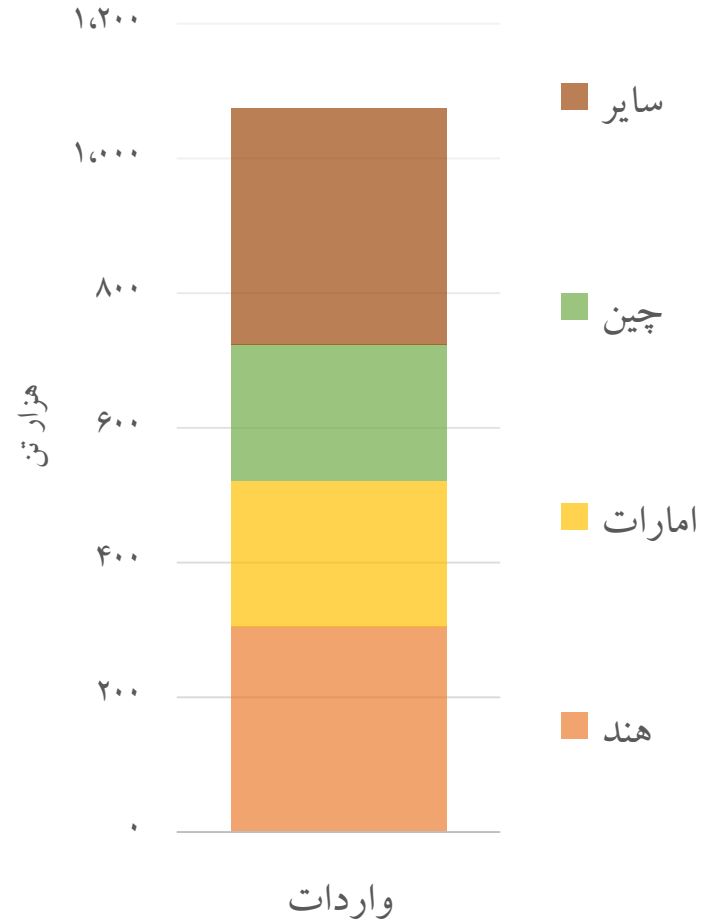


# تجارت (زنجیره بالا دست)

## آلومینا



## آلومینیوم کار نشده



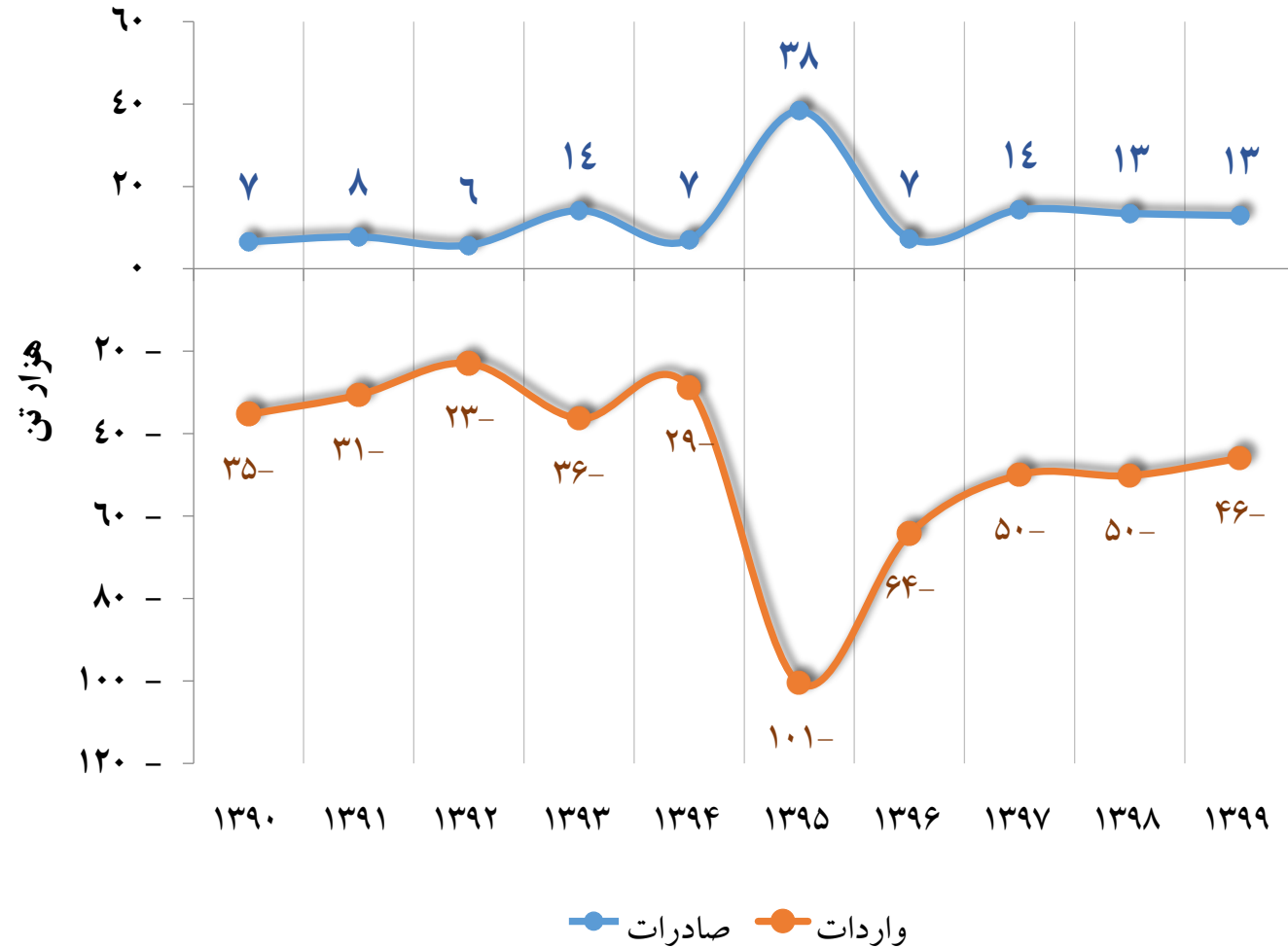
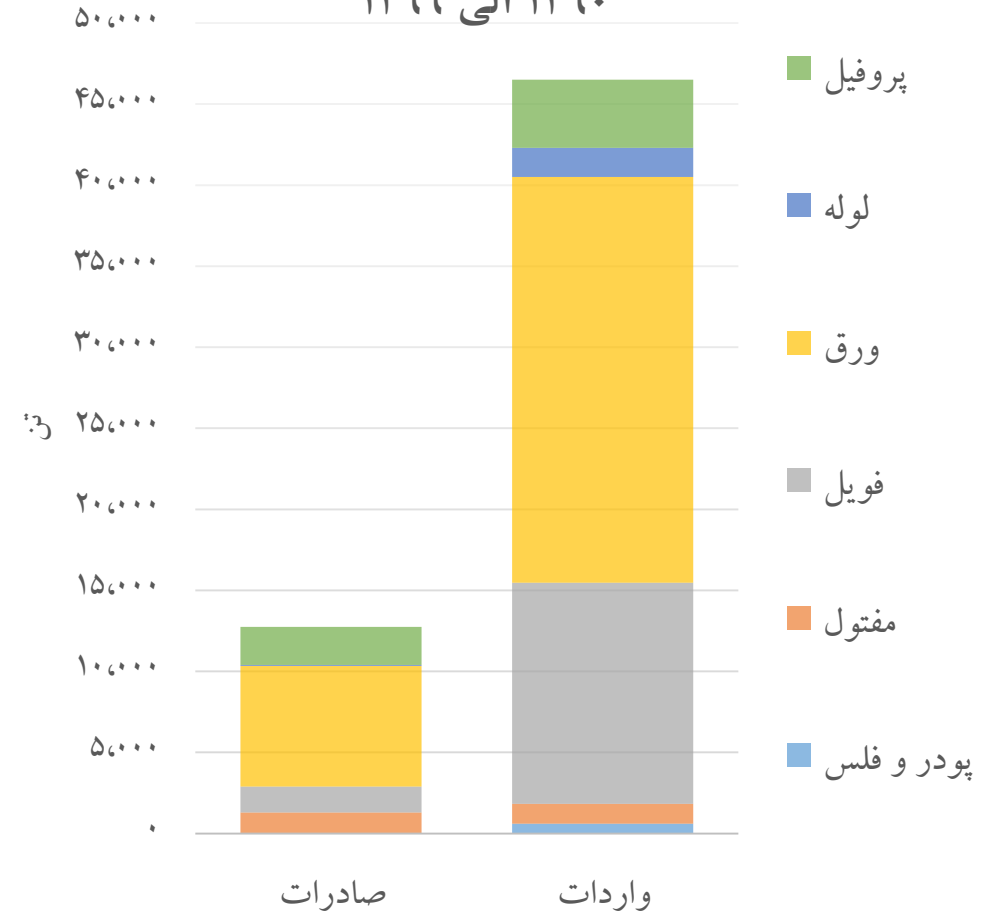
## آلومینیوم کار نشده



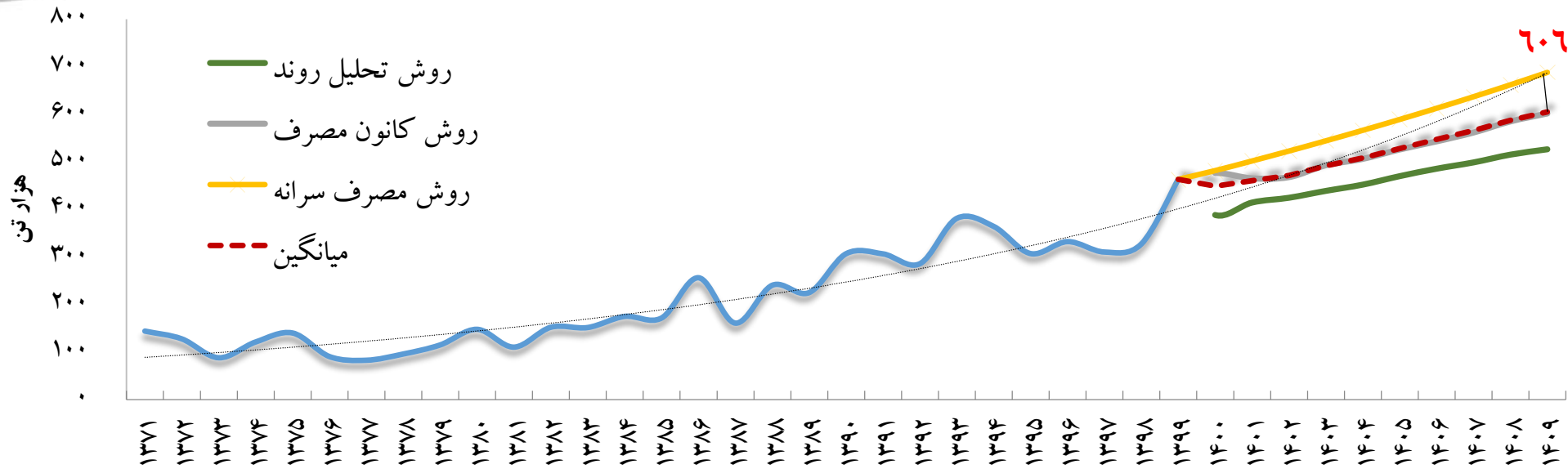
# تجارت (زنجیره پایین دست)

مجموع تجارت زنجیره پایین دست طی دوره

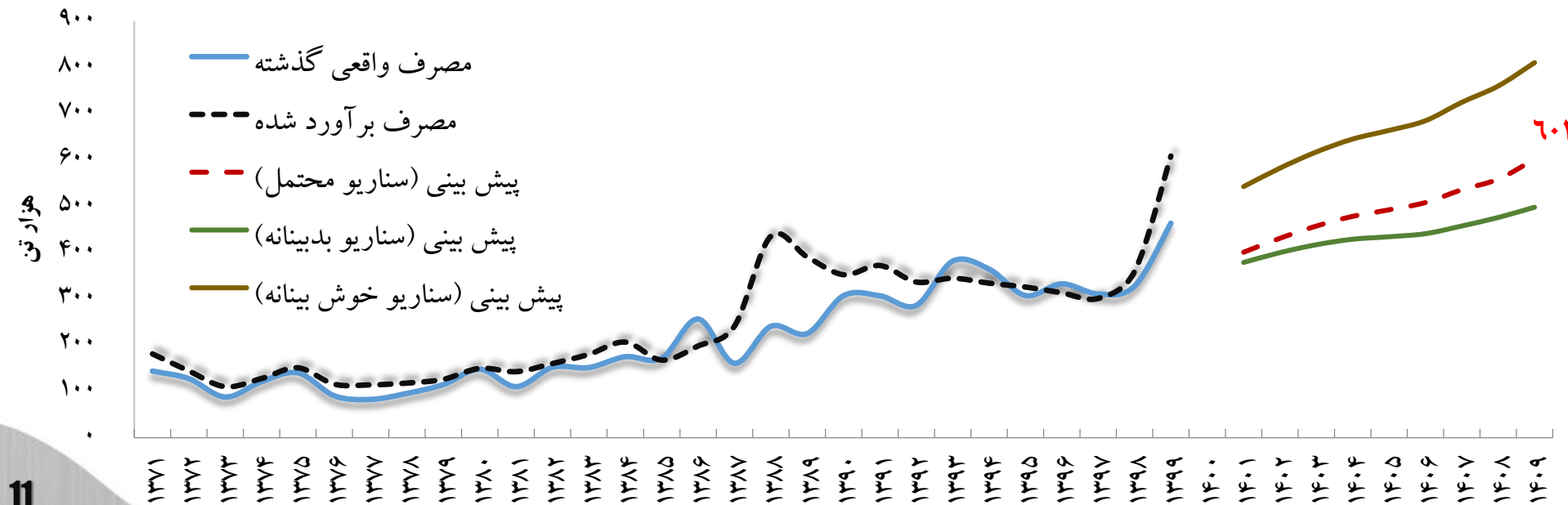
۱۳۹۹ الی ۱۳۹۰



# پیش بینی مصرف آتی آلومینیوم کار نشده



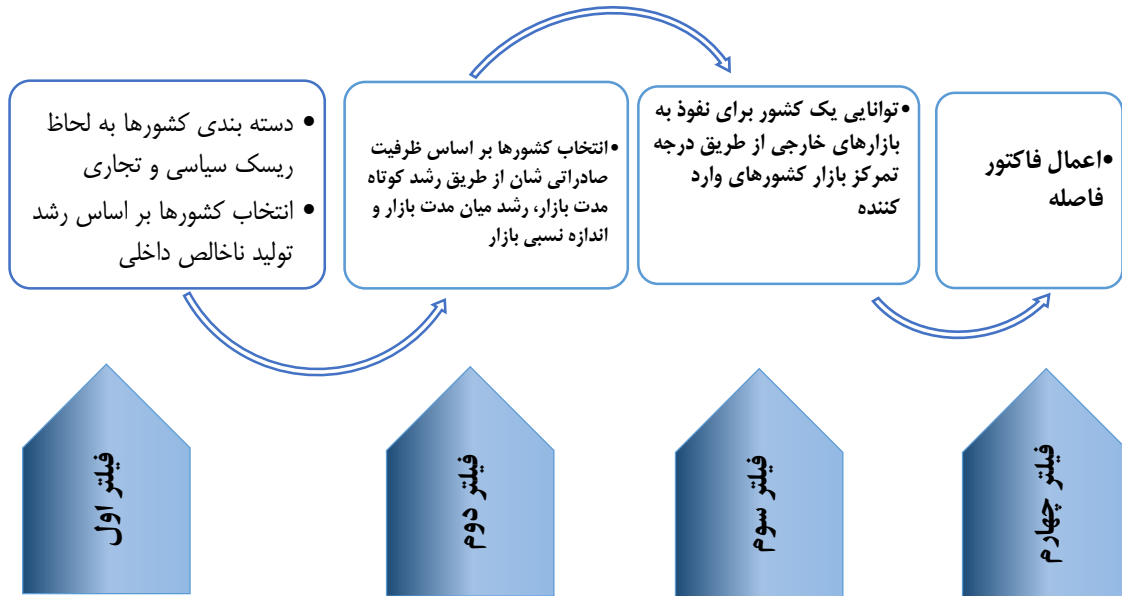
پیش بینی مصرف با روشهای پایه



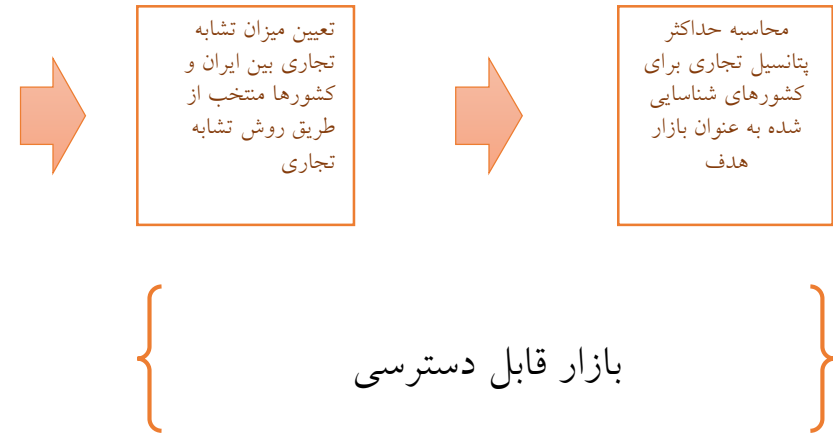
پیش بینی مصرف با استفاده از مدل‌های پویا

مدل پشتیبان تصمیم‌گیری (DSM)

اندازه بازار      سهم بازار

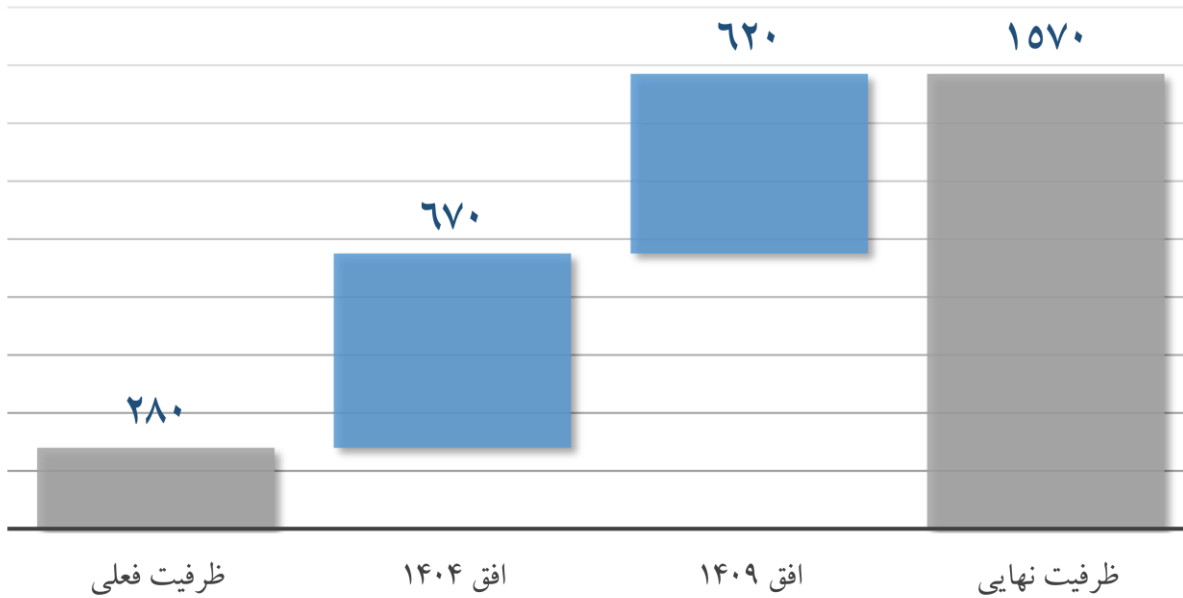


محصول	حداکثر پتانسیل صادراتی
آلومینیوم کارنشده	۴۳۱,۰۰۰
محصولات آلومینیومی	۳۲۶,۰۰۰



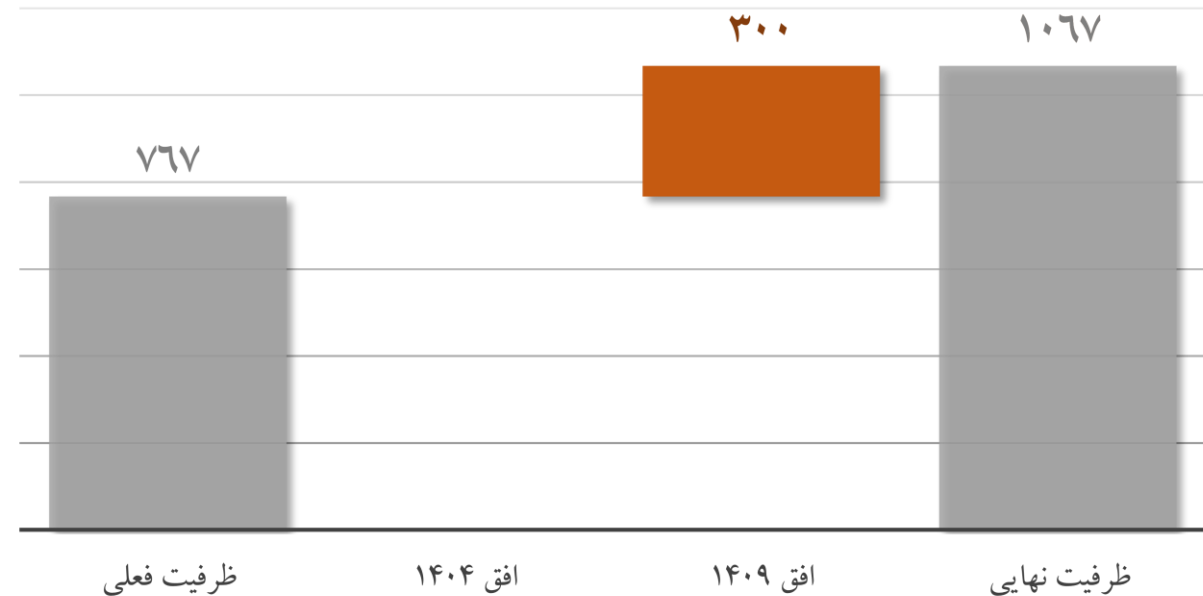
# برنامه پیشنهادی توسعه زنجیره آلومینیوم (مطالعاتی)

برنامه توسعه آلومینا (هزار تن)



\* برنامه پیشنهادی توسعه زنجیره آلومینیوم به صورت مطالعاتی بوده و در این خصوص طرح و برنامه مشخصی از سوی ذینفعان اصلی صنعت ارائه نشده است.

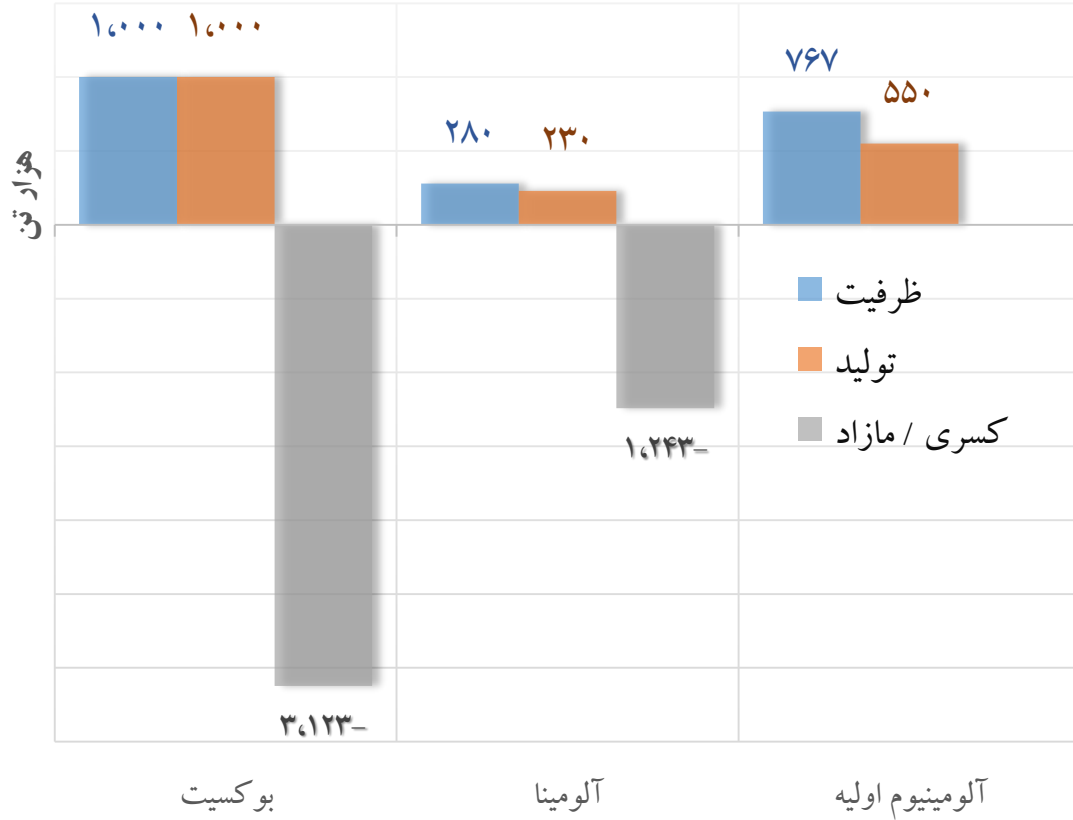
برنامه توسعه آلومینیوم (هزار تن)



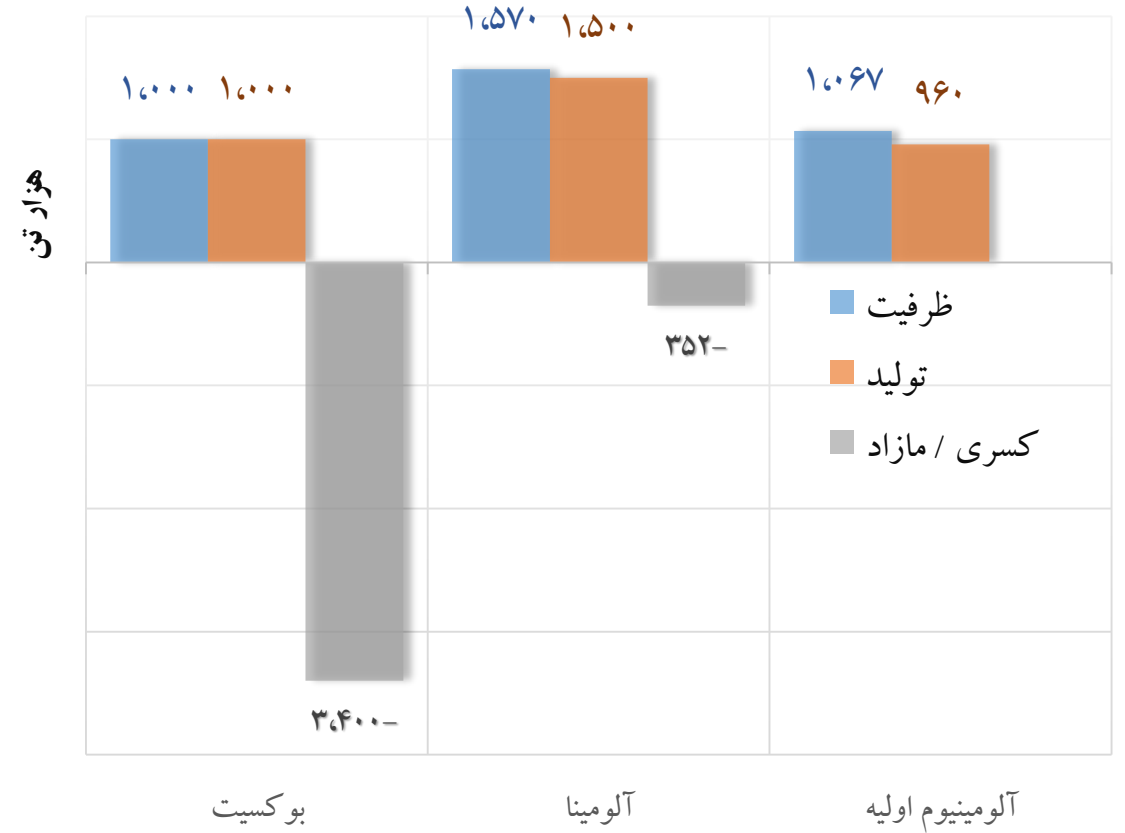
\* برنامه توسعه ظرفیت آلومینا کشور با فرض تامین بوکسیت به صورت واردات محقق خواهد شد.

# توازن زنجیره بالا دست آلومینیوم

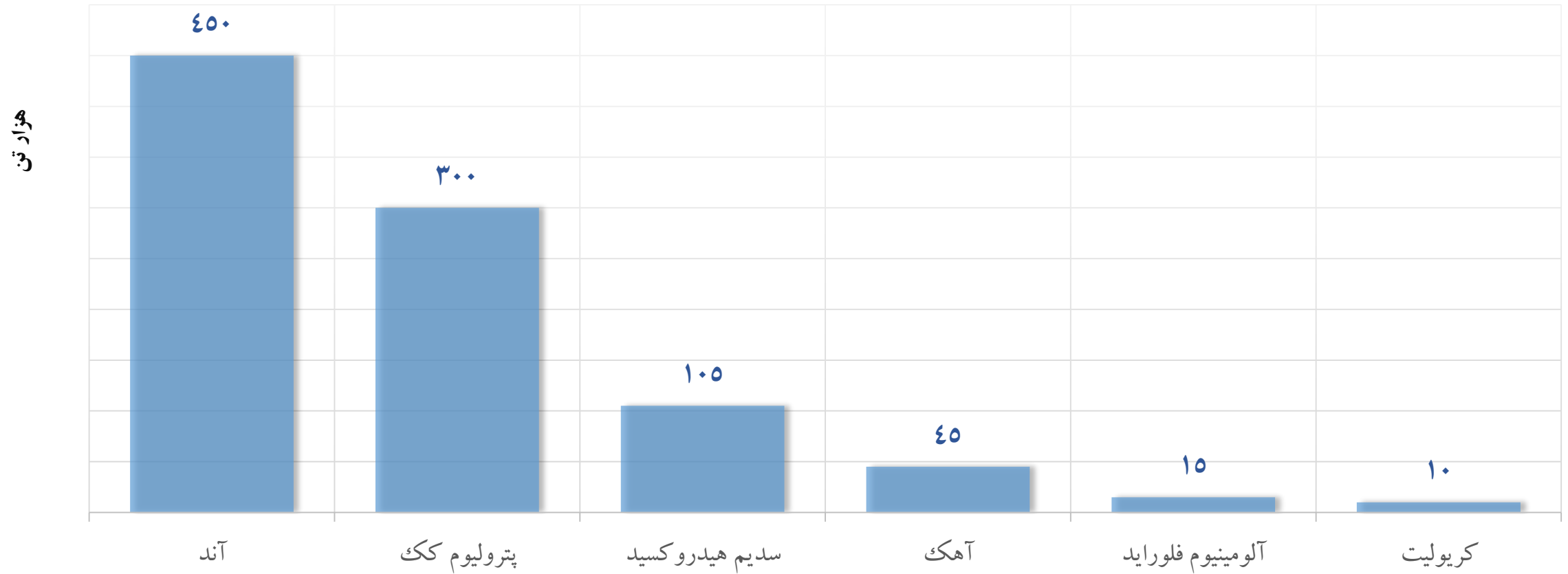
## وضعیت فعلی



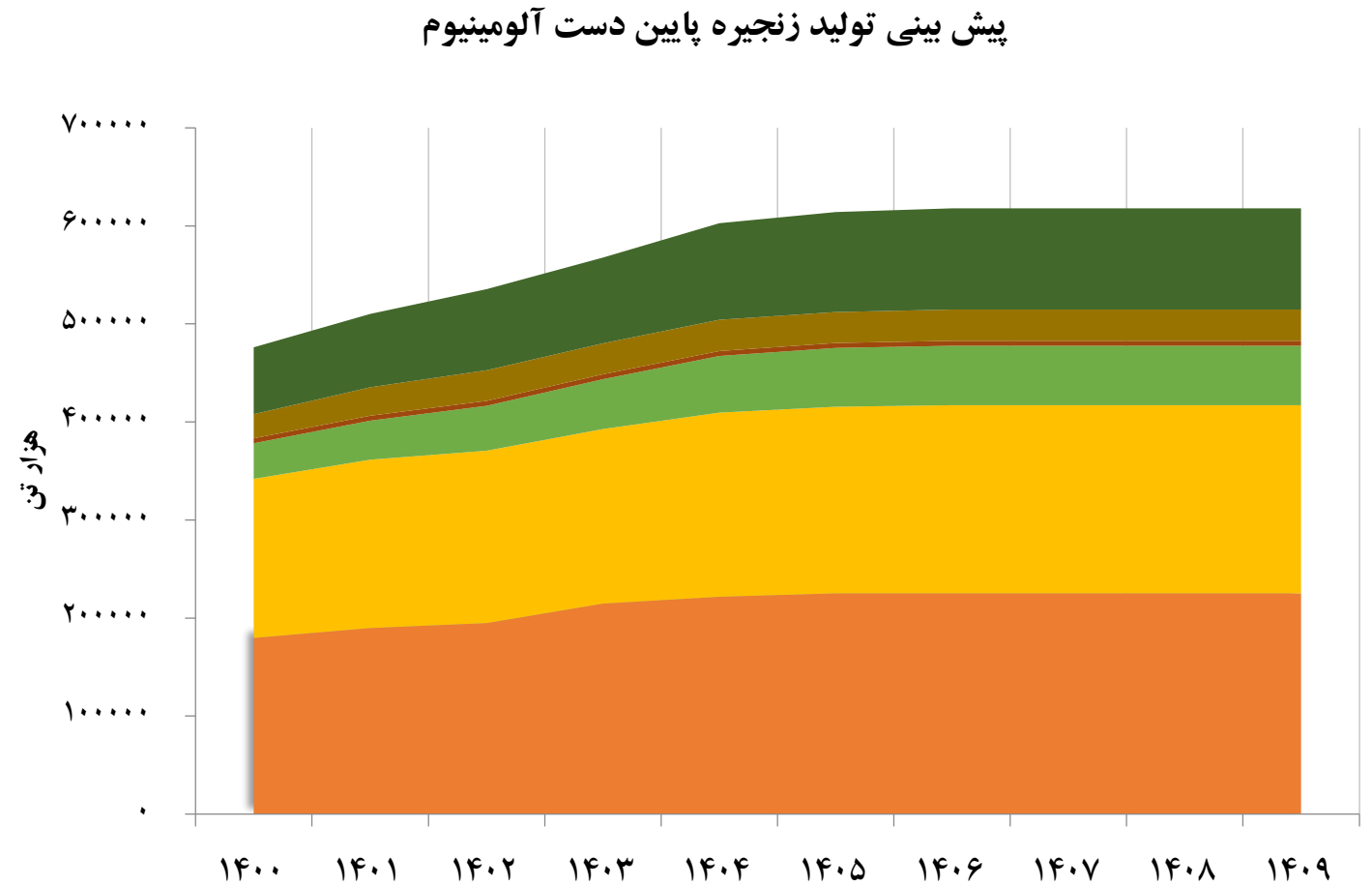
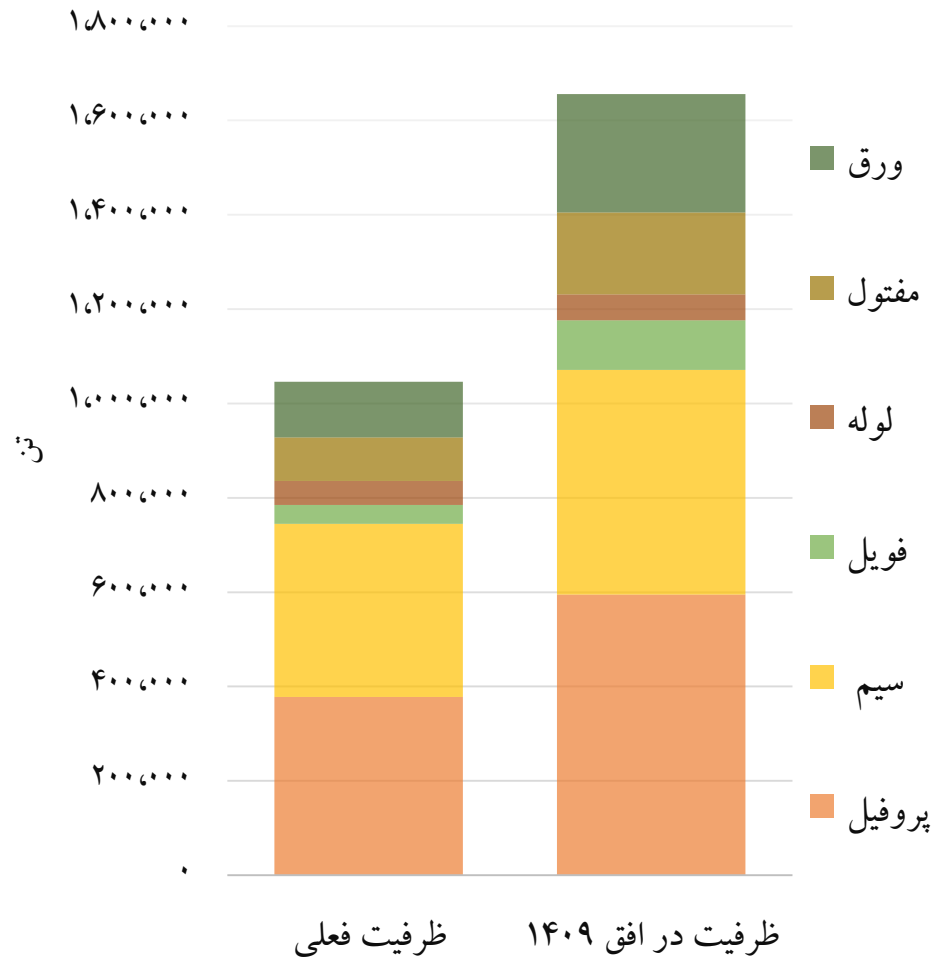
## افق ۱۴۰۹



# سایر ملزومات مورد نیاز صنعت در افق ۱۴۰۹

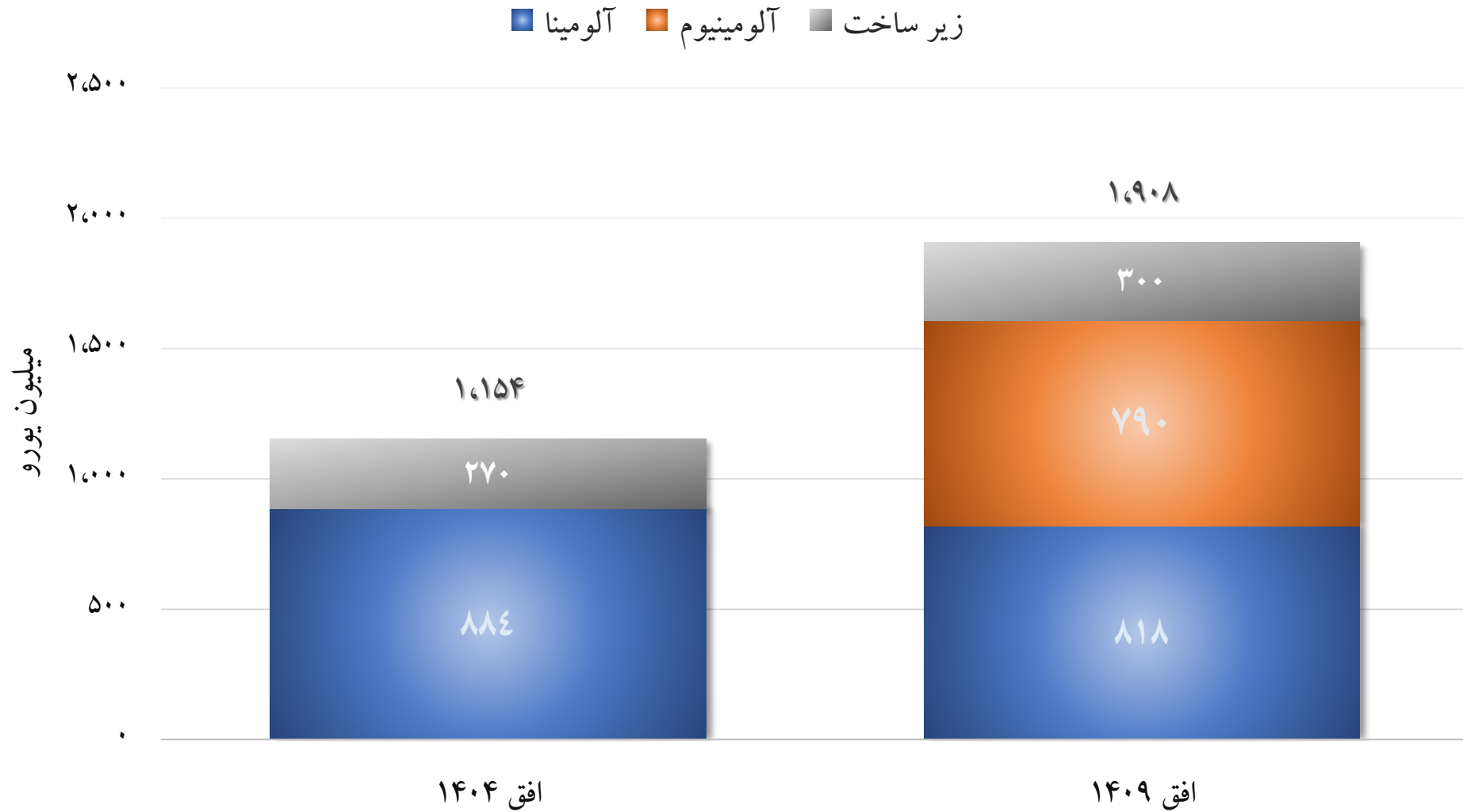


# زنجره پایین دست آلومینیوم در افق ۱۴۰۹

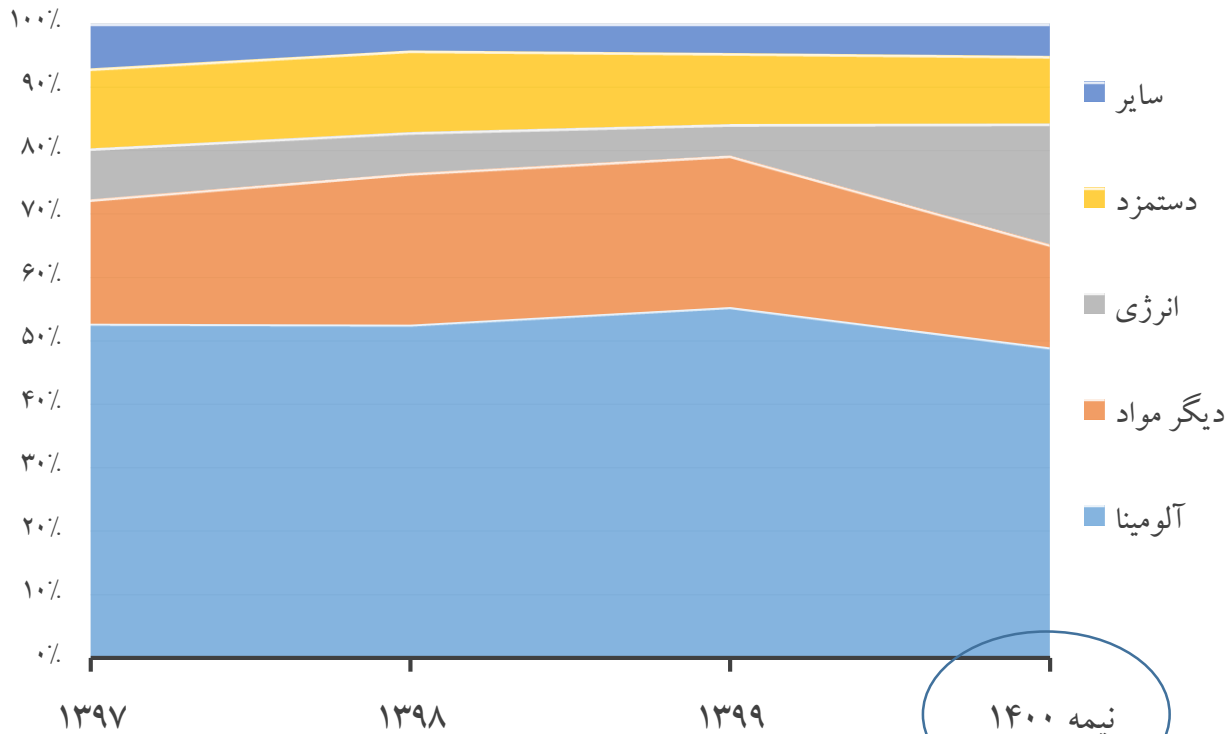




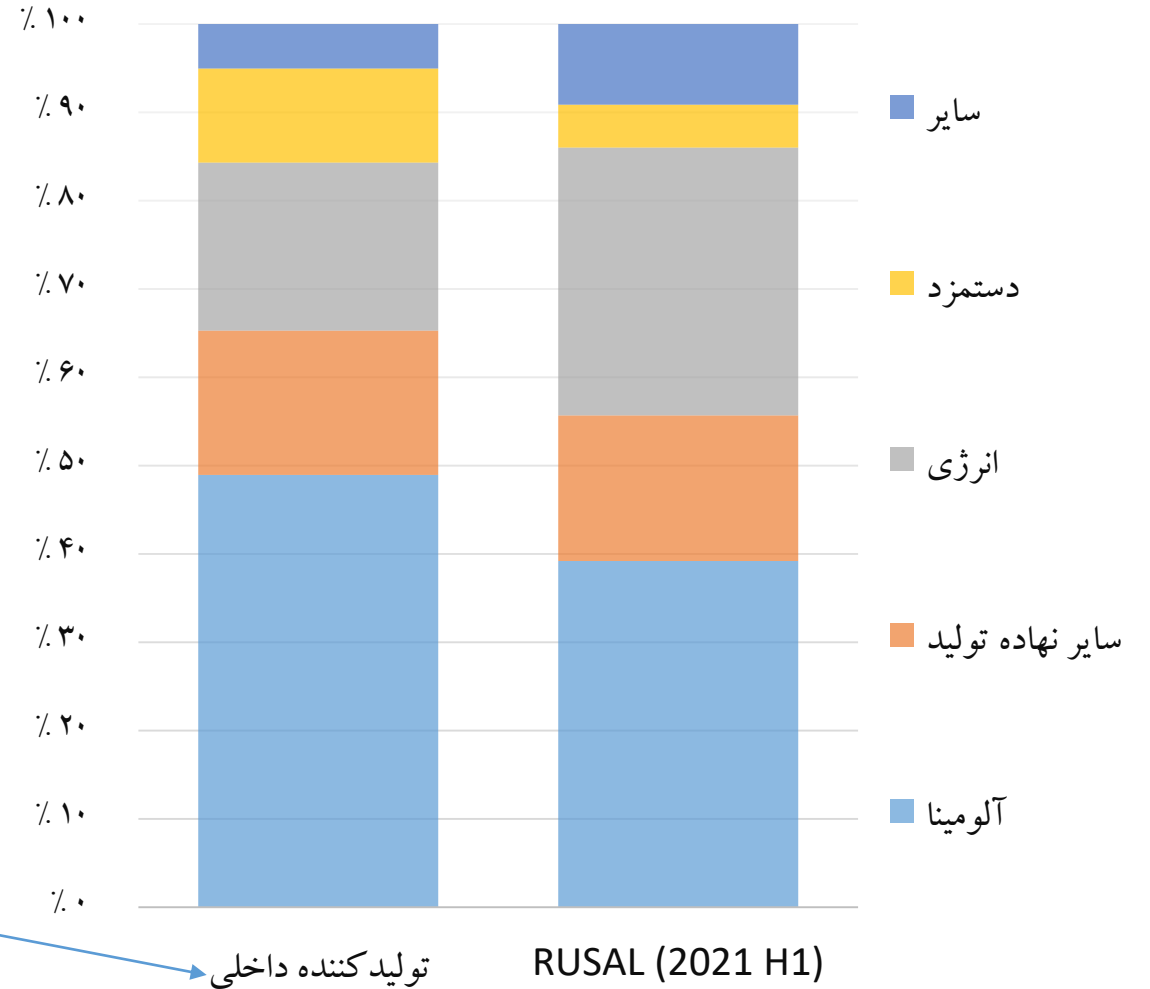
# سرمایه گذاری (زنجیره بالادست آلومینیوم)



سهم هزینه عوامل تولید در تولید یک تن آلومینیوم اولیه



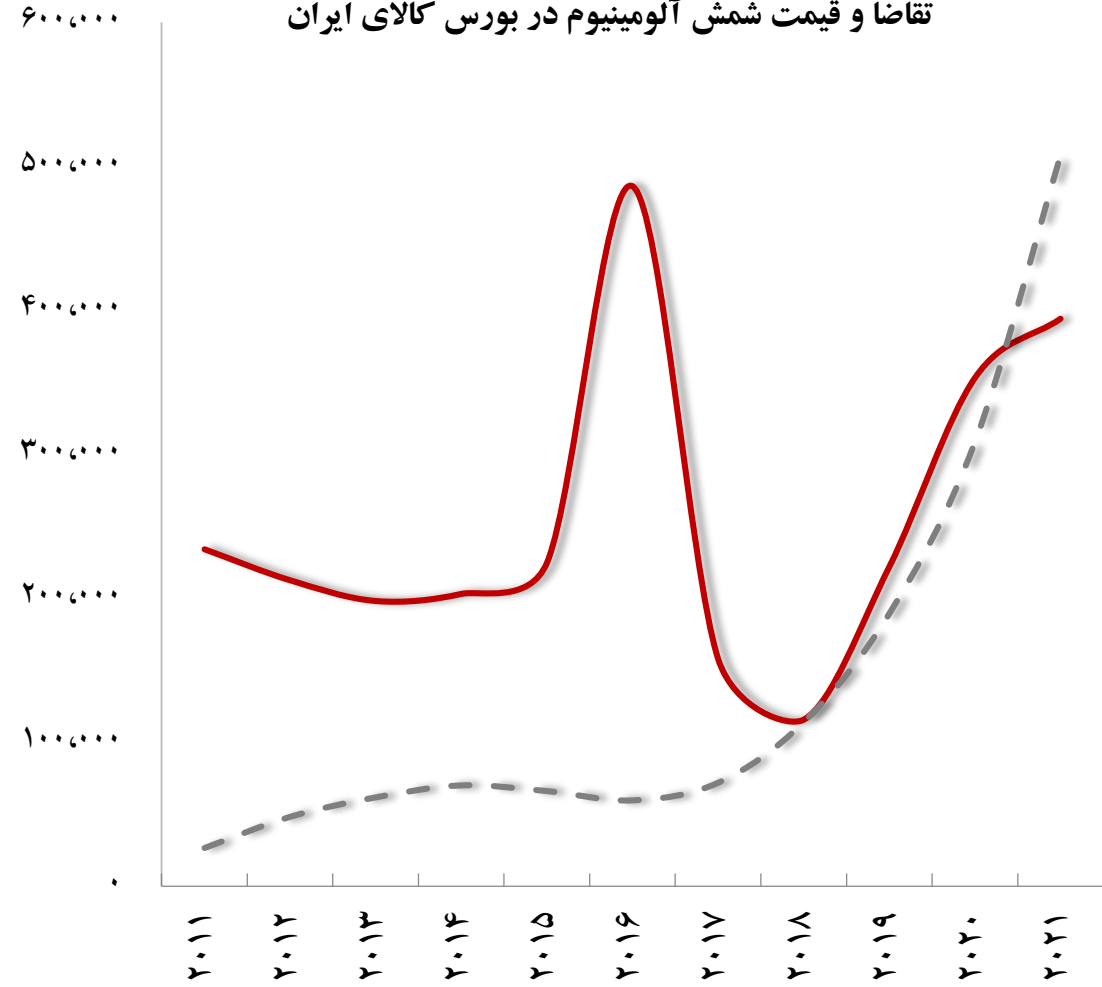
سهم هزینه عوامل تولید در تولید یک تن آلومینیوم اولیه



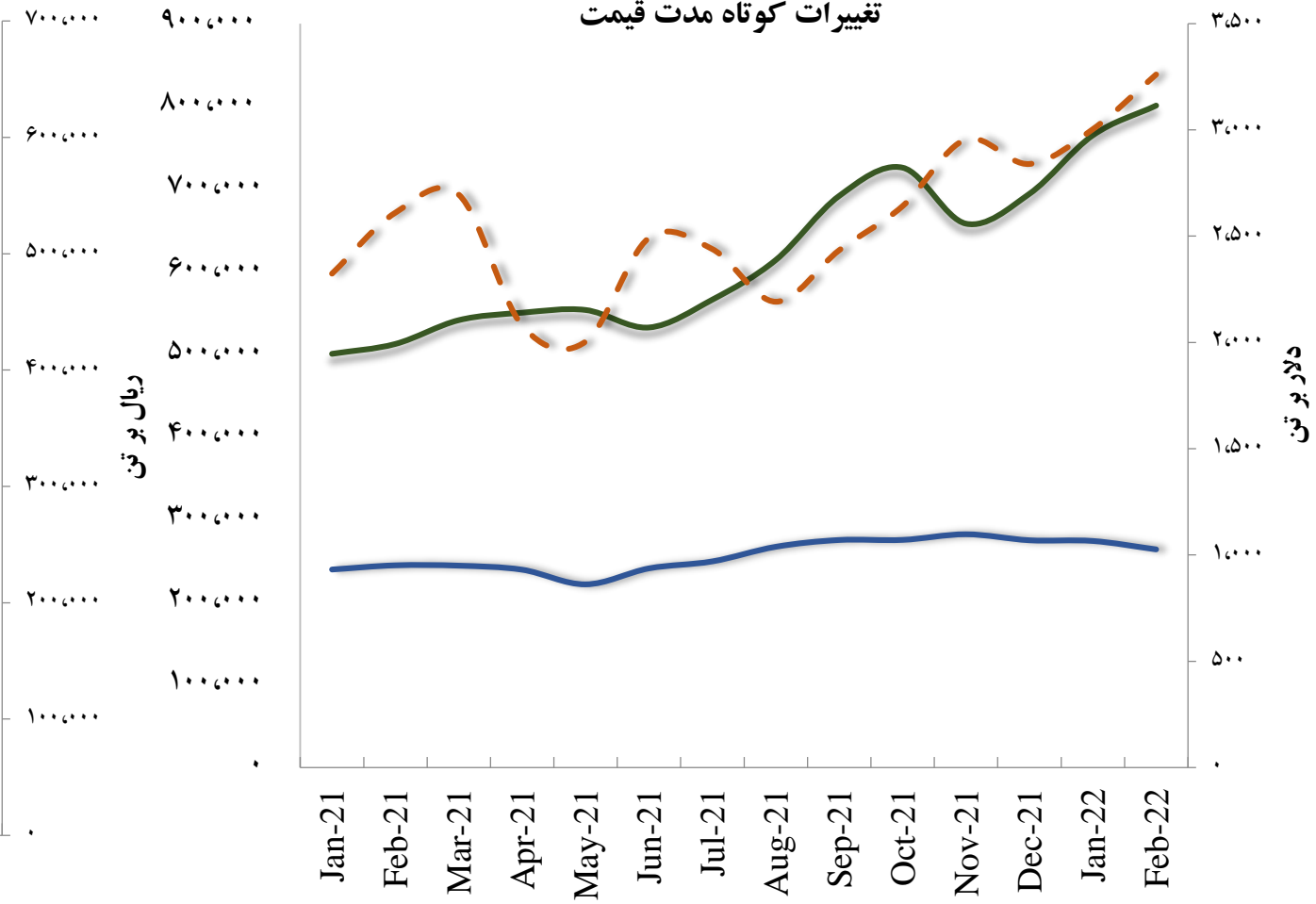
تفاوت قیمت تولید کننده داخلی و خارجی (دلار بر تن)	هزینه
+ ۲۰۰	آلومینا
- ۱۵۰	انرژی
+ ۱۷	دیگر مواد اولیه
+ ۱۰۰	دستمزد
- ۵۶	سایر
+ ۱۱۸	کل

- برق مهمترین و اصلی ترین هزینه انرژی محسوب می گردد. با وجود افزایش هزینه برق یارانه انرژی واحدهای تولید کننده آلومینیوم در ایران قابل توجه است.
- با وجود هزینه دستمزد ارزان نیروی کار در ایران میزان دستمزد برای هر تن تولید آلومینیوم بیشتر از تولید کنندگان جهان بوده و این امر نشان دهنده تعداد بیشتر نیروی کار واحدهای تولید کننده آلومینیوم در ایران است.
- واحدهای تولید کننده آلومینیوم در ایران علاوه بر صادرات شمش ارزانتر، آلومینا و دیگر مواد را گرانتر از رقبای جهانی تامین میکنند.

تقاضا و قیمت شمش آلومینیوم در بورس کالای ایران



تغییرات کوتاه مدت قیمت



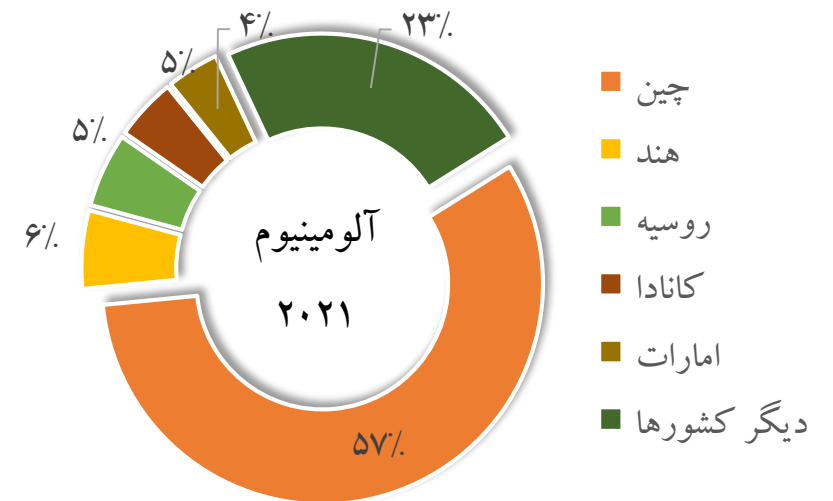
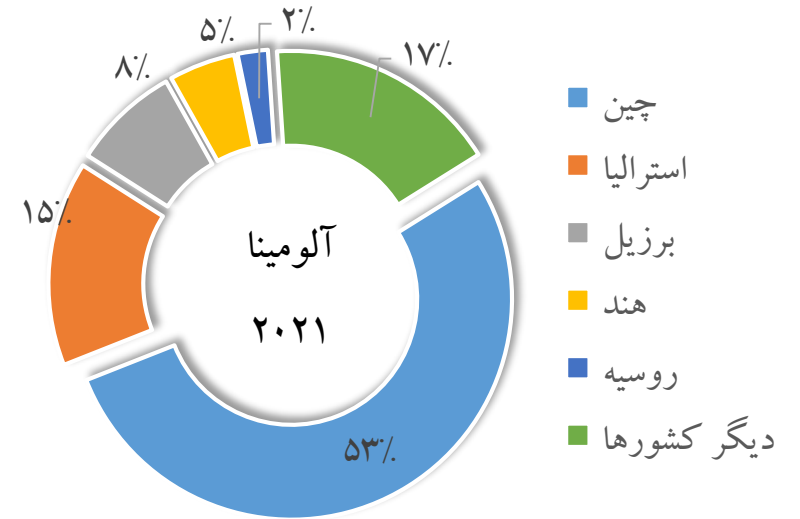
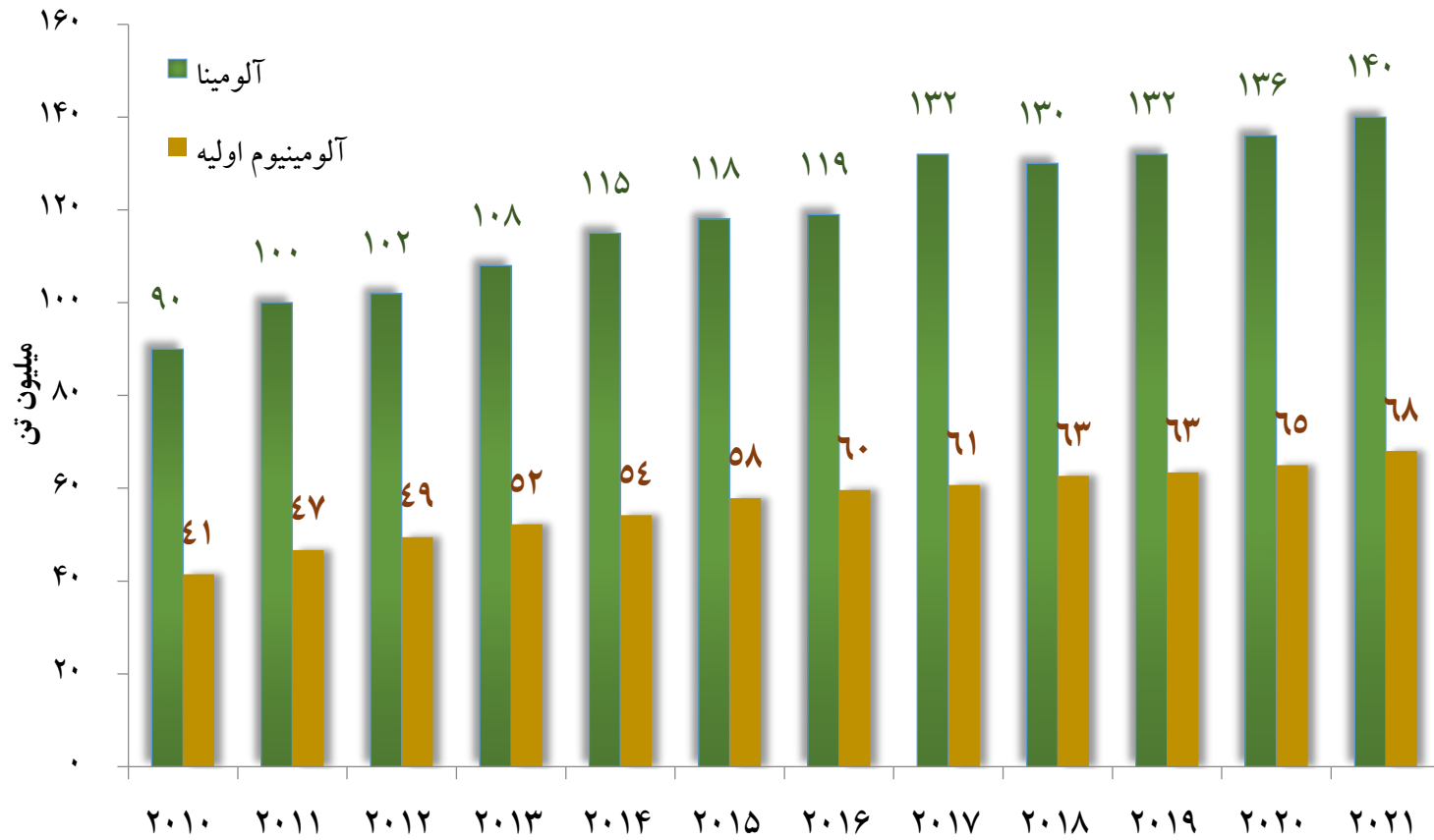
تقاضا — — متوسط قیمت (محور راست)

قیمت داخلی  
نرخ ارز  
LME (محور راست)

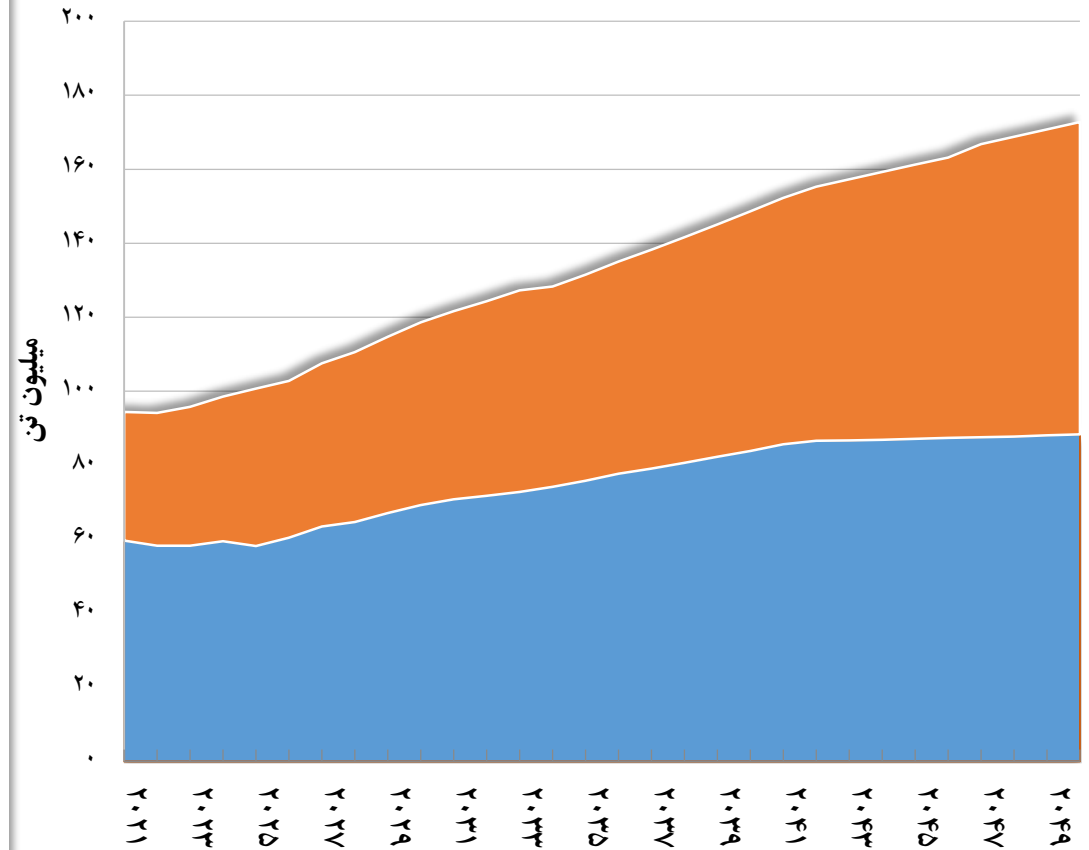
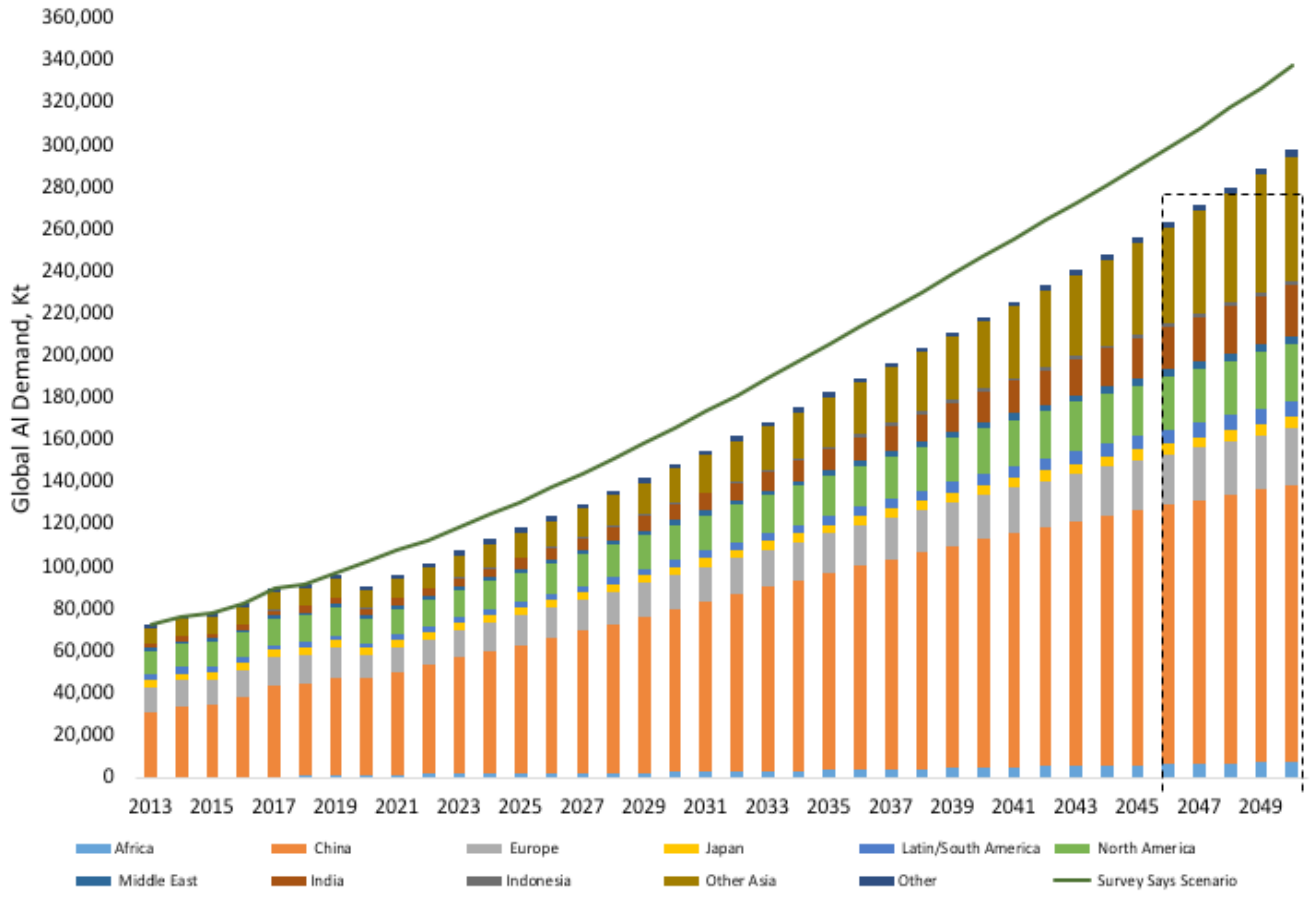
# بررسی کشورهای منتخب صنعت آلومینیوم

گاز	مصرف آلومینیوم نیمه ساخته	مصرف ظاهری آلومینیوم کار نشده	آب		برق			آلومینیوم اولیه			آلومینا			بوکسیت				ذخیره	
			بازیافت آب	منبع تامین	خرید/تولید	قیمت برق (دلار/مگاوات ساعت)	منابع تولید	واردات	صادرات	تولید	واردات	صادرات	تولید	واردات	صادرات	تولید	واردات		
گاز طبیعی	۰.۷	۱.۸	۸۵	آب شیرین کن	تولید	۸۰	گاز طبیعی	۰	۰.۳	۱.۳	۱.۹	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	بحرین
گاز طبیعی و سایر	۱.۴	۲.۹		سطحی	خرید	۵۰	برق آبی	۰	۱.۲	۱.۳	۲.۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	نروژ
گاز طبیعی	۱.۲	۱.۸	۸	سطحی	خرید	۸۰	برق آبی	۰	۲.۹	۳.۶	۴.۶	۰	۲.۸	۰	۰	۵.۶	۵۰۰	روسیه	
گاز طبیعی	۰.۴	۱	۹.۵	زیر زمینی	تولید	۷۰	گاز طبیعی	۰	۰.۵	۰.۹	۰.۲	۰	۱.۸	۰	۰	۴.۳	۱۹۰	عربستان	
ذغالسنگ	۶.۵	۵.۶	۲۴	سطحی	خرید	۱۱۰	ذغالسنگ	۰.۴	۱.۵	۲.۷	۲.۷	۱.۴	۶.۵	۱.۱	۱.۹	۲۳.۸	۶۶۰	هند	
ذغالسنگ	۴۲.۷	۶۶	۹۶	سطحی / زیر زمینی	خرید/تولید	۱۰۰	ذغالسنگ	۰.۲	۰.۵	۳۵.۸	۰.۸	۱.۴	۷۲.۵	۸۲	۰	۶۲	۱۰۰۰	چین	
ذغالسنگ	۰.۵	۰.۸		زیر زمینی	خرید	۱۵۰	برق آبی	۰	۱.۳	۱.۶	۰	۱۶.۹	۲۰	۰	۳۱.۳	۹۵.۹	۵۱۰۰	استرالیا	
سایر	۱.۸	۲.۲	۷۰	سطحی	خرید/تولید	۱۲۰	برق آبی	۰.۳	۰.۱	۰.۷	۰	۶.۲	۸.۲	۰	۸.۴	۳۲	۲۷۰۰	برزیل	
گاز طبیعی	۴.۳	۸.۵		سطحی	خرید/تولید	۹۰	برق آبی	۰	۲.۶	۲.۹	۴.۵	۰	۱.۶	۳.۷	۰	۰	۰	کانادا	
گاز طبیعی و سایر	۵.۱	۶.۶		سطحی	خرید/تولید	۱۱۰	برق آبی / ذغالسنگ	۴	۰.۸	۰.۹	۰.۲	۱.۲	۱.۵	۴.۴	۰	۰.۴	۲۰	آمریکا	

# تولید جهانی آلومینا و آلومینیوم اولیه

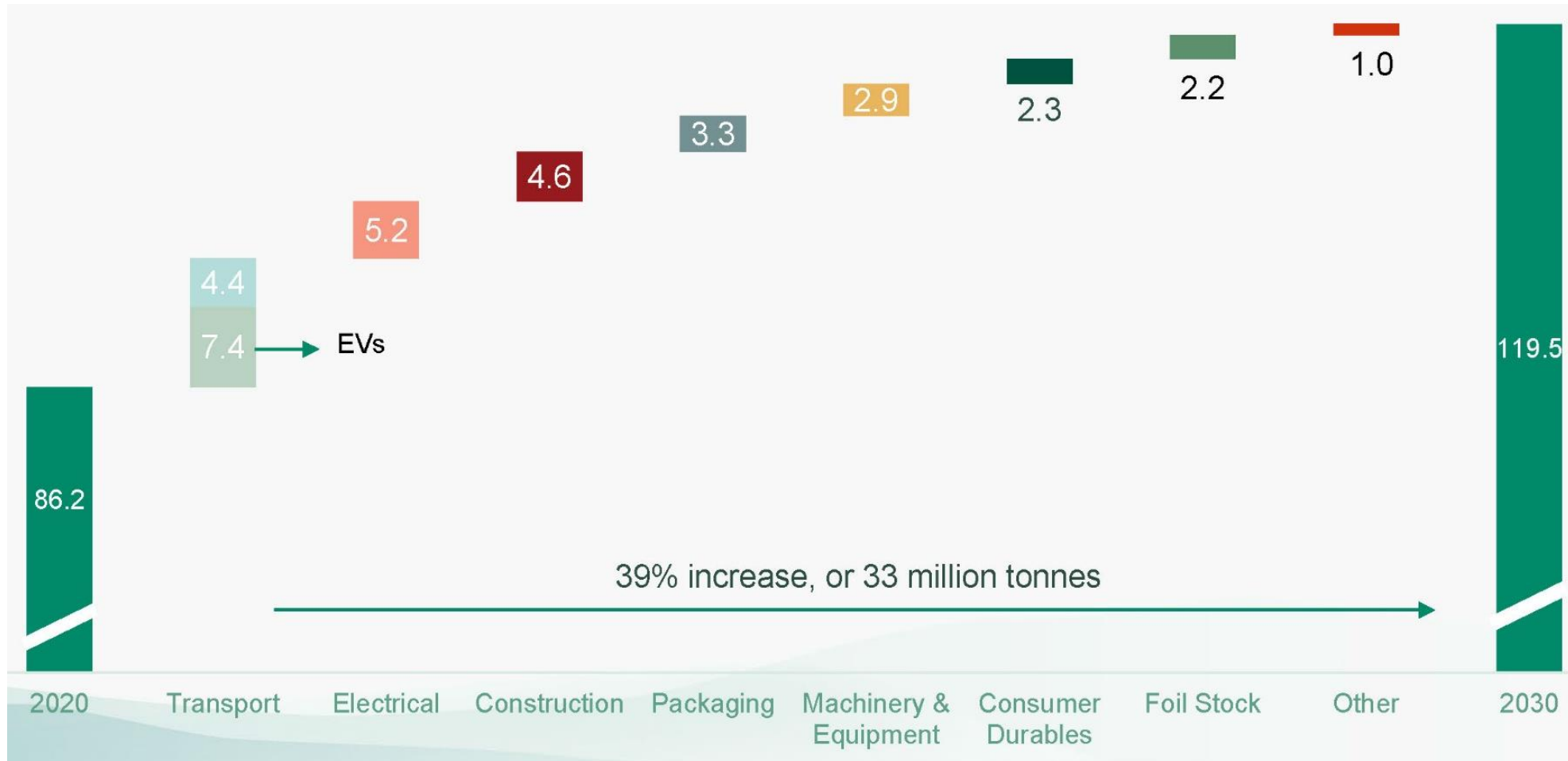


# پیش بینی تولید و تقاضای آتی آلومینیوم در جهان

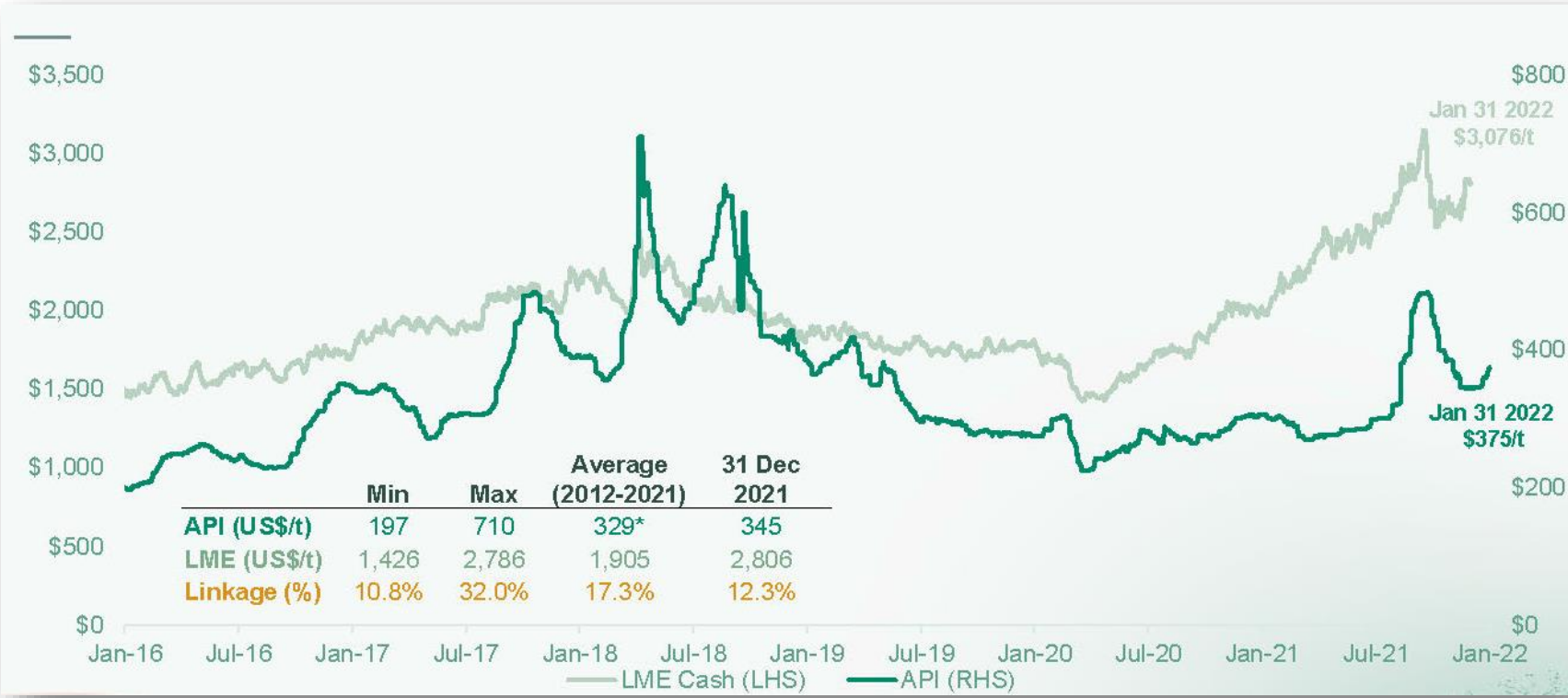


■ آلومینیوم اولیه   ■ آلومینیوم ثانویه

# پیش بینی تقاضای آلی آلومینیوم در جهان







- افزایش قیمت آلومینیوم و پرمیوم در سال ۲۰۲۱
- افزایش تقاضای جهانی آلومینیوم به دلیل بهبود شرایط اقتصادی جهانی
- کاهش تولید برخی اسملترها در سه ماهه چهارم ۲۰۲۱
- نوسانات شدید انرژی و افزایش هزینه تولید به خصوص در نیمه دوم سال ۲۰۲۱
- متوسط قیمت آلومینا در سال ۲۰۲۱ در حدود ۳۲۱ دلار بر تن بوده
- کاهش اثر پذیری قیمت جهانی آلومینا از شمش آلومینیوم

محصول / سال	۲۰۲۱	۲۰۲۲	۲۰۲۳
آلومینیوم اولیه (دلار بر تن)	۲,۴۹۰	۲,۶۵۰	۲,۶۸۰
آلومینا (دلار بر تن)	۳۲۵	۳۴۵	۳۵۵

- عدم بهره وری عوامل تولید واحدهای تولید کننده آلومینیوم اولیه در کشور
- چالش تامین آلومینا از بازارهای جهانی برای زنجیره آلومینیوم کشور در سالیان پیشرو
- جایگزینی سیاست واردات بوکسیت به جای واردات آلومینا (با احداث واحدهای تولید کننده آلومینا در کشور)
- برنامه ریزی در در نحوه قیمت گذاری شمش آلومینیوم با هدف در نظر گرفتن منافع تولید کنندگان زنجیره بالا دست و حفظ توان رقابت را برای زنجیره پایین دست
- چالش حجم بالای سرمایه گذاری در صنعت آلومینیوم و نحوه تامین مالی طرحهای آتی
- توسعه صنایع بازیافت آلومینیوم (تولید آلومینیوم ثانویه)
- افزایش سیاست های حمایتی محرک تولید در صنایع پایین دست آلومینیوم (به عنوان کلید افزایش تقاضای داخلی آلومینیوم)
- ایجاد کنسرسیوم با همکاری ذینفعان اصلی صنعت و به هدف سرمایه گذاری در توسعه زیرساختها و ملزومات مورد نیاز زنجیره آلومینیوم
- بستر سازی برای ایجاد بانکهای اطلاعاتی منسجم و پویا از زنجیره آلومینیوم کشور



ردیف	استان	درصد منابع موجود
۱	آذربایجان غربی	۰/۰۰۳۲۱۶
۲	تهران	۰/۰۱۶۰۳۷
۳	چهارمحال و بختیاری	۰/۰۰۸۹۶۴
۴	خراسان شمالی	۹۵/۶۴۰۸۶
۵	زنجان	۰/۰۰۱۱۵۱
۶	قزوین	۰/۰۰۳۲۹
۷	کهگیلویه و بویراحمد	۰/۰۱۱۷۶
۸	یزد	۰/۰۲۸۲۶۶
۹	خراسان جنوبی	۴/۲۳۶۶۰۱
۱۰	سمنان	۰/۰۳۰۰۳۵
۱۱	کرمان	۰/۰۱۹۸۲

# نقش شرکت‌ها، سازمان‌ها و فعالان عمده در اکتشافات و معدنکاری صنعت آلومینیوم

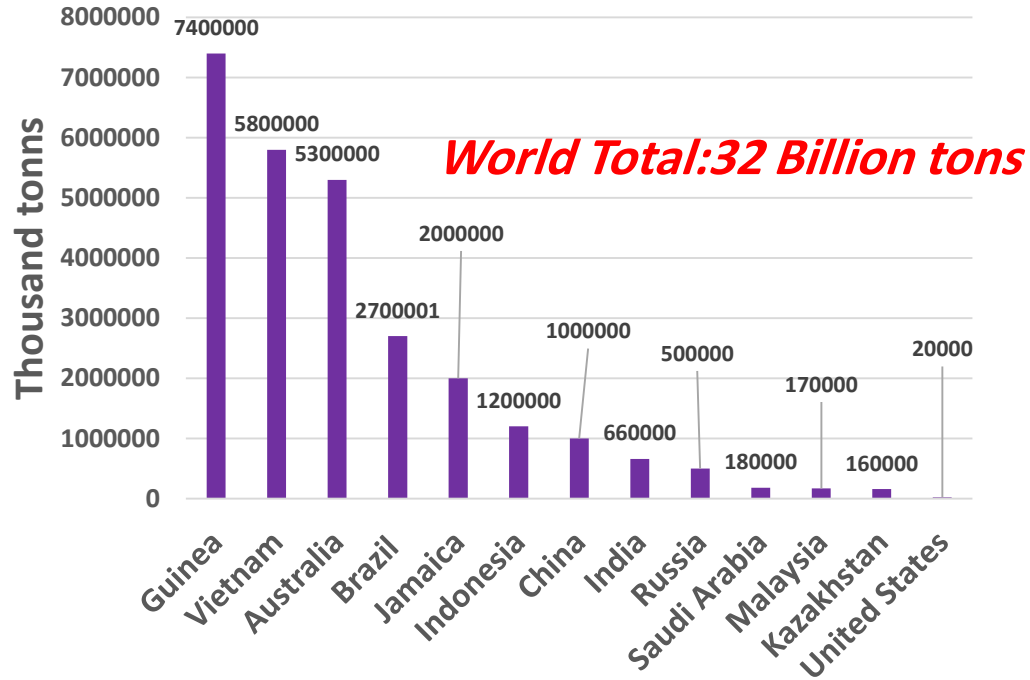
● عموماً اکتشافات مواد معدنی توسط سازمان‌های دولتی همچون سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، معاونت معدنی وزارت صنعت، معدن و تجارت، سازمان توسعه و نوسازی معادن و صنایع معدنی ایران و شرکت تهیه و تولید مواد معدنی ایران انجام می‌گردد.

● شرکت آلومینای ایران وظیفه اصلی اکتشافات منابع بوکسیتی داخل کشور را راهبری و هدایت می‌نماید.

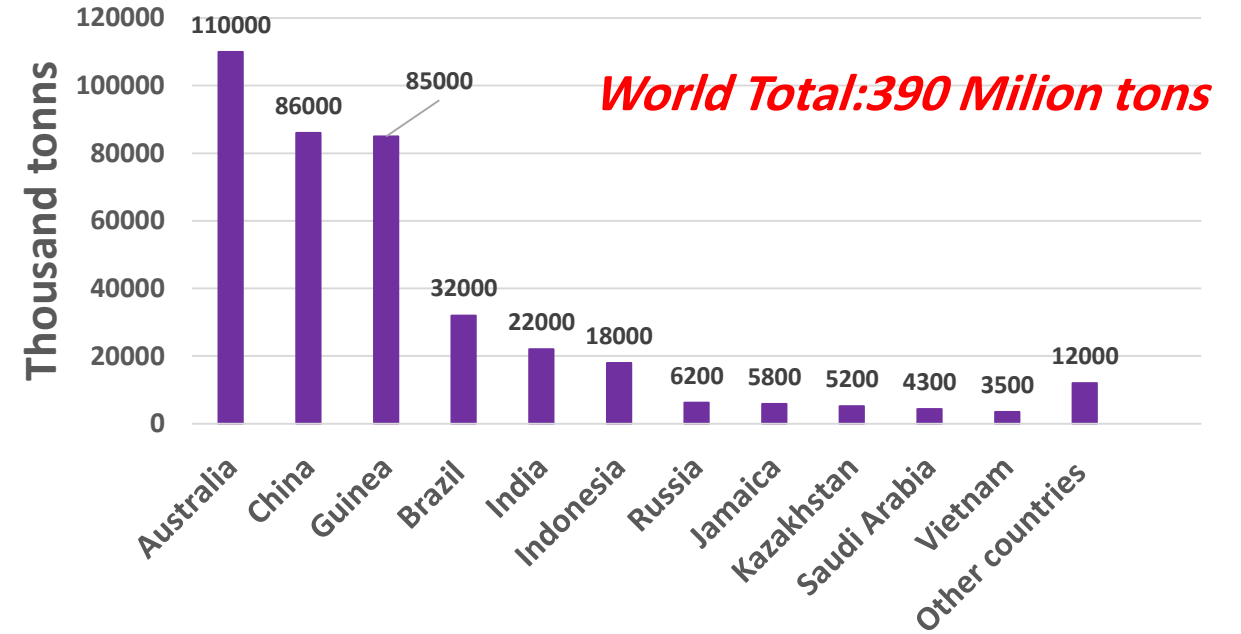
## آخرین آمار مساحت پی‌جویی‌های انجام شده تحت عنوان طرح سراسری اکتشاف

ردیف	نام منطقه	مساحت پی‌جویی (کیلومتر مربع)
۱	شمال استان کرمان	۲۰,۰۰۰
۲	اطراف جاجرم	۵,۰۰۰
۳	تربت جام و باخرز	۱۲,۵۰۰
۴	نیشابور، مشکان، صفی‌آباد	۱۰,۰۰۰
۵	فردوس، بردسکن، عشق‌آباد	۱۵,۰۰۰
	مجموع	۶۲,۵۰۰

## Bauxite Reserves



## Bauxite Production



Reference: USGS 2022

اکتشافات انجام شده تا پایان سال ۹۸، اکنون ذخایر قطعی شناسایی شده را به ۳۸ میلیون تن ارتقاء داده است. حدود ۹۴٪ این میزان در اختیار شرکت آلومینای ایران قرار دارد که از این میزان نیز تا پایان سال ۹۹ به میزان ۲۶ میلیون تن ذخایر قابل استخراج وجود دارد.

# ذخایر معدنی آلومینیوم در کشورهای همسایه

خوراک صنعت آلومینیوم در این کشور عمدتاً ذخیره آلونیت زایلیک است. سنگ بوکسیت در مناطقی از نخجوان یافت میشود.

حدود هشت ذخیره آلومینیوم در ترکیه کشف شده است. شش منطقه در آناتولی-تورید، یکی در سکوی عربی و دیگری در پونتیدس. کل این ذخایر حدود ۶۸ میلیون تن گزارش شده است.



بوکسیت قزاقستان در دو منطقه (کاستانای) **Kostanai** و (آمانگلدینسکی) **Amangeldinsky** واقع شده است. این ذخایر حدود ۱۶۰ میلیون تن میباشد.

تاکنون هفت ذخیره آلومینیوم در افغانستان کشف شده است. کل این ذخایر حدود ۶ میلیون تن گزارش شده است.

در سه منطقه ذخایر بوکسیت در پاکستان کشف شده است

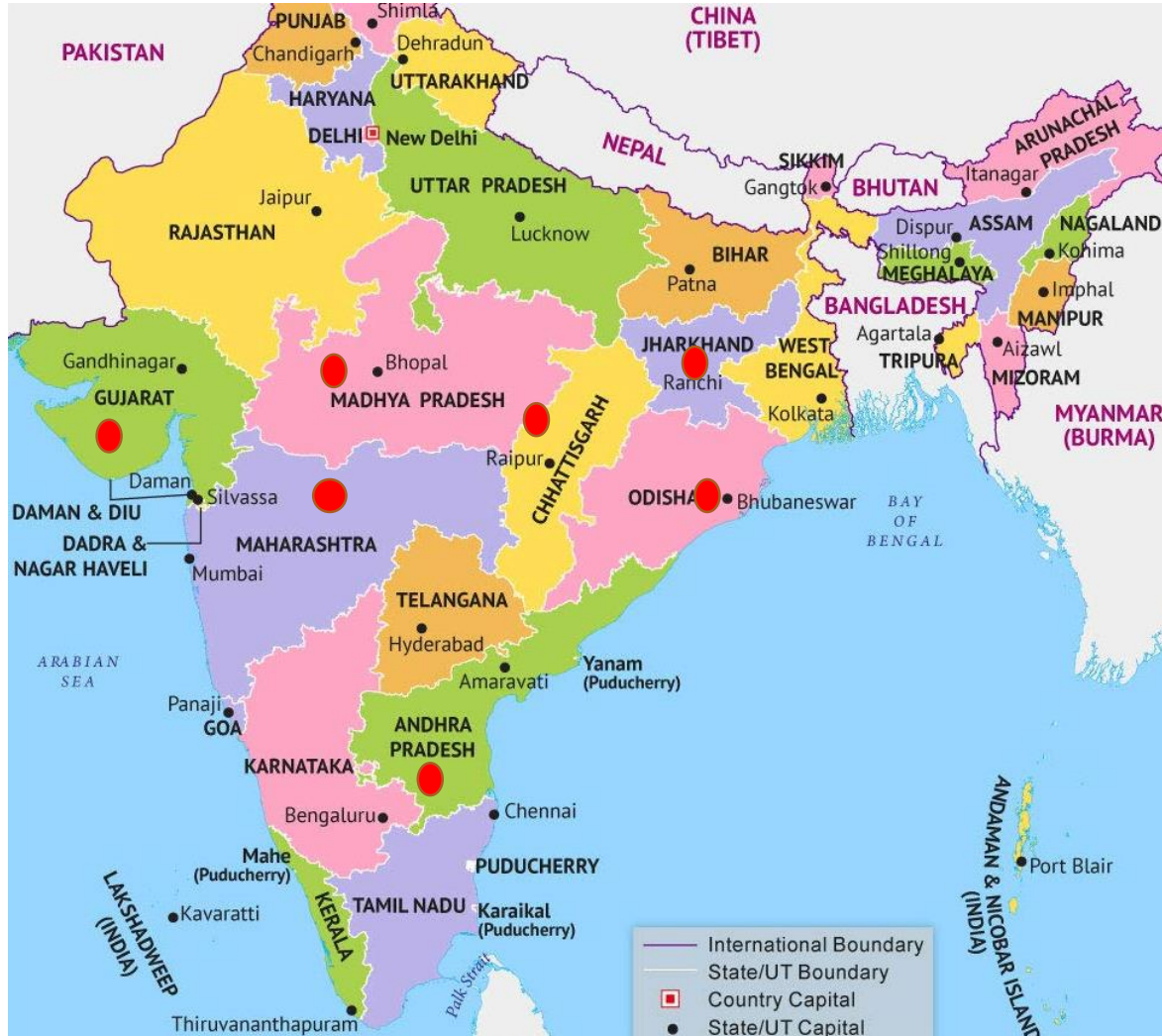
# ذخایر بوکسیت کشور قزاقستان

- بر طبق آمار سازمان زمین شناسی آمریکا ذخایر بوکسیت این کشور ۱۶۰ میلیون تن است و سالانه به ترتیب ۵/۸ و ۱/۵ میلیون تن بوکسیت و آلومینا در این کشور تولید میشود. معدنکاری بوکسیت قزاقستان شامل معادن گروه **Krasno-Oktyabrskoye (KBRU)** و گروه **Turgay (TBRU)** است (هر دو در ایالت **Kostanay**). این معادن از سال ۱۹۶۲ به منظور تأمین منافع داخلی صنعت آلومینیوم ایالت ها راه اندازی شد.



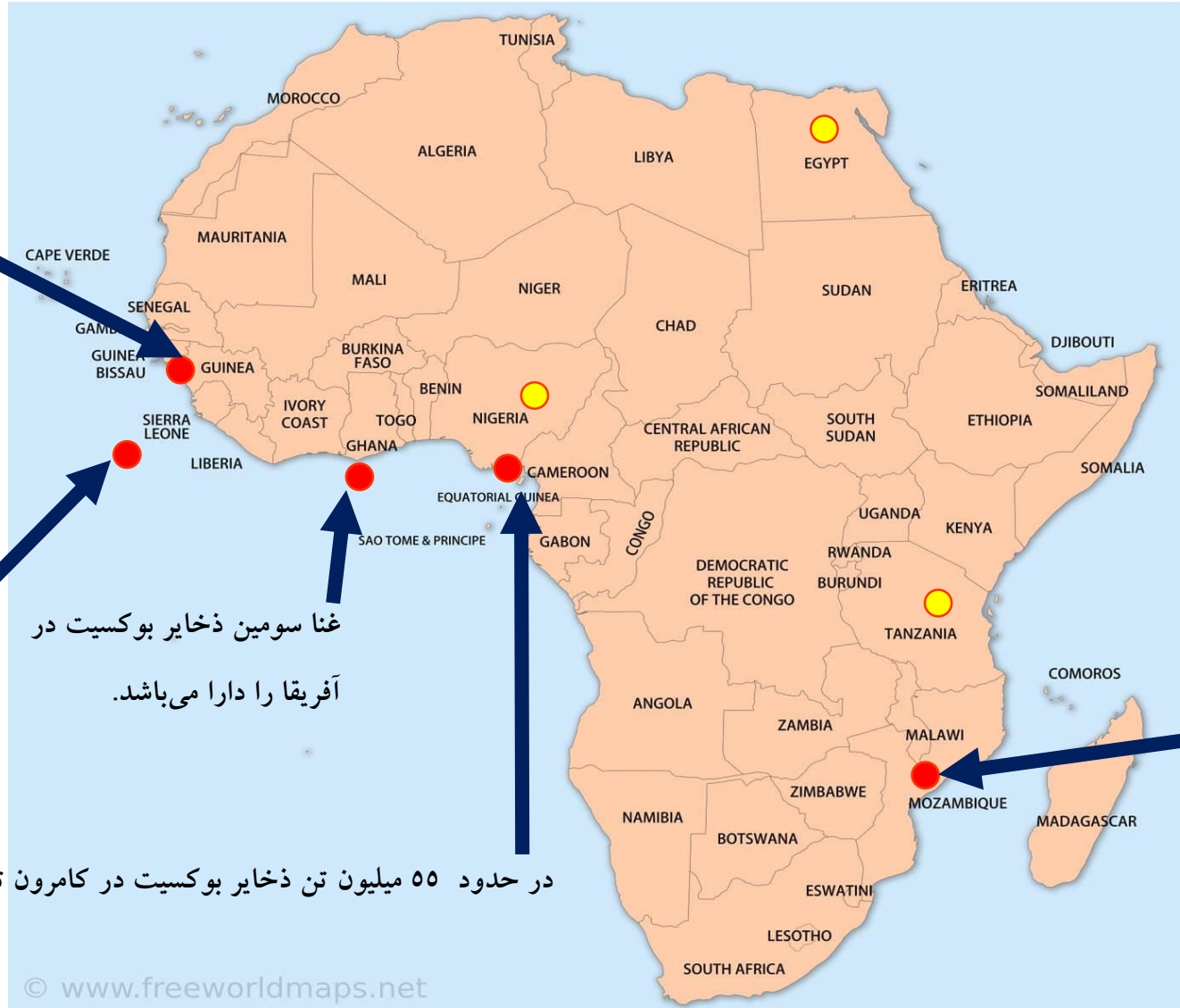


# ذخایر بوکسیت کشور هندوستان



بر طبق آمار سازمان زمین شناسی آمریکا  
ذخایر بوکسیت این کشور ۶۶۰ میلیون تن  
است و سالانه به ترتیب ۲۲ و ۶/۷ میلیون تن  
بوکسیت و آلومینا در این کشور تولید میشود.

# کشورهای دارنده ذخایر بوکسیت در آفریقا



گینه با بیش از ۷ میلیارد تن ذخیره قطعی قابل استخراج تا ۴۰ میلیارد تن ذخیره احتمالی بزرگ ترین ذخایر بوکسیت جهان را داراست.

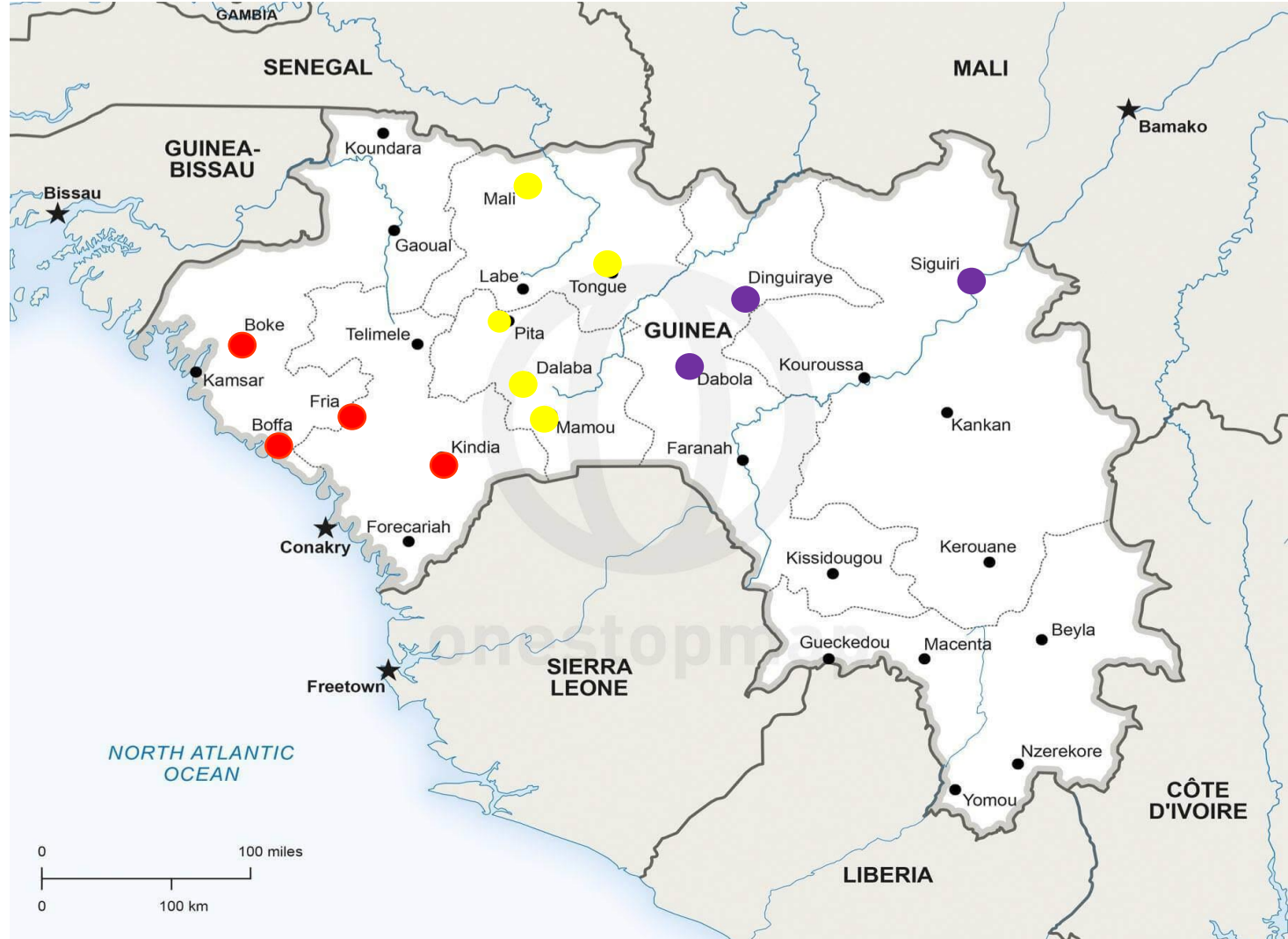
پتانسیل های دست نخورده بوکسیت در این کشور وجود دارد.

در حدود ۵۵ میلیون تن ذخایر بوکسیت در کامرون تأیید شده است.

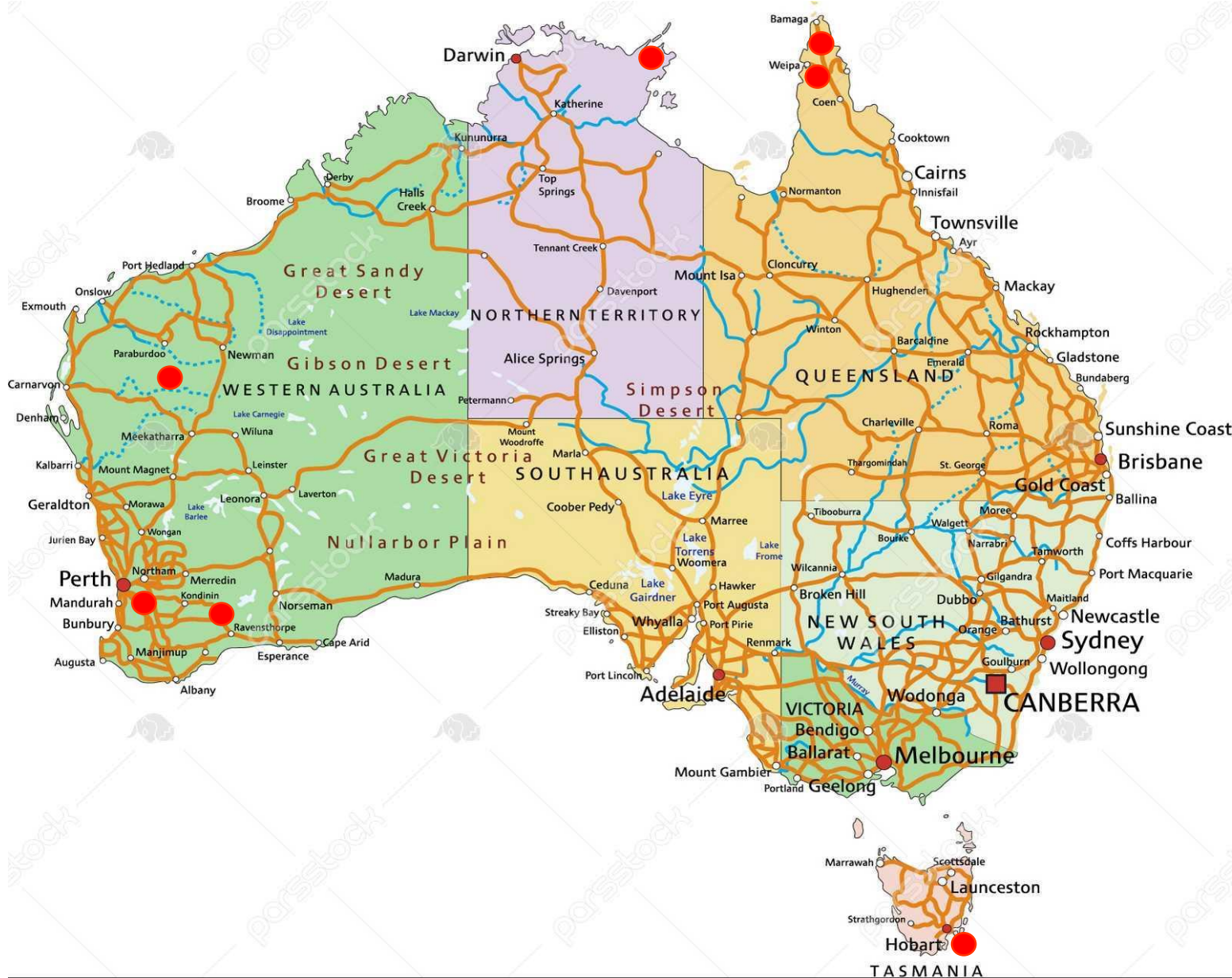
گنا سومین ذخایر بوکسیت در آفریقا را دارا می باشد.

مینا آلومینا یک معدن بوکسیت در استان مانیکا، موزامبیک واقع شده است. این معدن تنها معدن بوکسیت در آفریقای جنوبی است

# ذخایر بوکسیت کشور گینه



تولید و صادرات بوکسیت در کشور گینه روز به روز رونق چشمگیری دارد تا جاییکه از ۱۷ میلیون تن در سال ۲۰۱۸ به حدود ۸۰ میلیون تن در ۲۰۲۰ رسیده است.



بر طبق آمار سازمان زمین شناسی آمریکا ذخایر بوکسیت این کشور ۵/۱ میلیارد تن است و سالانه به ترتیب ۱۱۰ و ۲۱ میلیون تن بوکسیت و آلومینا در این کشور تولید میشود.

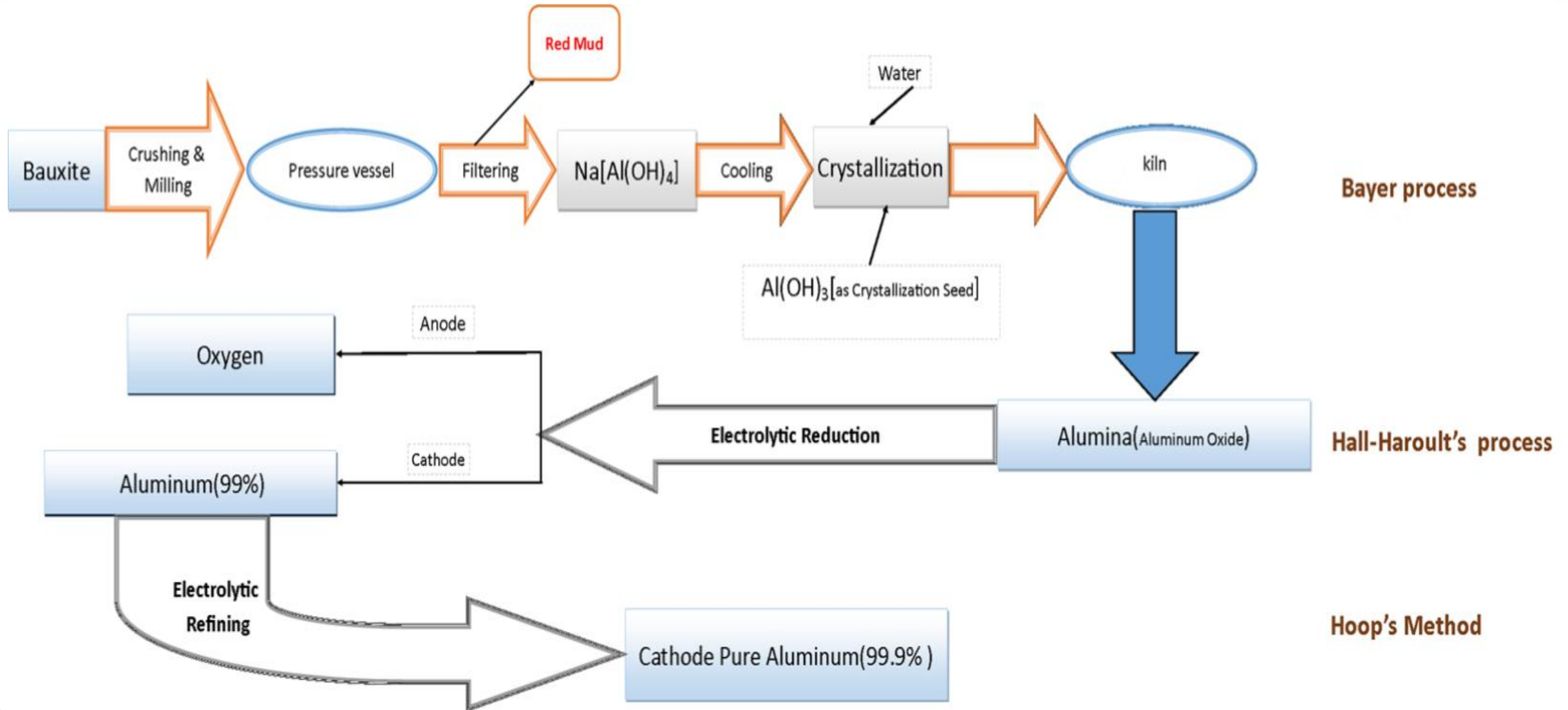
- **آلکوا (Alcoa):** آلکوا صاحب هفت معدن فعال بوکسیت در سطح جهان است که سه معدن از بین آن‌ها را خود بهره‌برداری می‌نماید. این شرکت بیشتر از هر شرکت دیگری بوکسیت تولید می‌کند و به ذخایر بزرگ بوکسیت با حقوق استخراج تا ۲۰ سال دسترسی دارد.
- **ریو تینتو (Rio Tinto):** ریو تینتو ۱/۴۹ میلیارد تن ذخایر بوکسیت و ۱/۹۱ میلیارد تن منابع در منطقه کیپ یورک استرالیا دارد. معدنکاری بوکسیت ریو تینتو در معادن بوکسیت **Gove** و **Weipa** در می‌باشد. این شرکت مالک و اداره‌کننده معدن بوکسیت **Weipa** در غرب شبه‌جزیره کیپ یورک در کوئینزلند، استرالیا است. در حال حاضر، همان‌طور که گزارش شده ریو تینتو ۴۴ میلیون تن بوکسیت در سال‌های اخیر تولید کرده است. که رو به افزایش است.
- **هیدرو (Hydro):** هیدرو، بوکسیت را از معدن خود در پاراگویناس در ایالت پارا که یکی از شمالی‌ترین ایالت‌های برزیل است، تأمین می‌کند. ظرفیت سالانه تقریباً ۱۰ میلیون تن است.
- **شرکت آلومینیوم چین (The Aluminium Corporation of China):** معروف به **Chinalco**، پیشروترین شرکت تولیدکننده بوکسیت در چین است. بزرگ‌ترین معدن بوکسیت چین معدن بوکسیت **Jiakou** با ظرفیت ۴/۶ میلیون تن در سال در استان شانشی است و پس‌از آن معادن **xiaoyi-xingan** با ظرفیت ۶ میلیون تن در سال و **xiaoyi-shaoy** با ظرفیت ۹/۵ میلیون تن در سال هر دو در استان **Shanxi** واقع شده‌اند.
- **شرکت بوکسیت گینه (Compagnie des Bauxites de Guinea (CBG):** سرمایه‌گذاری مشترکی بین دولت گینه (۴۹٪) و **Halco Mining** (۵۱٪) است. **CBG** معدن سنگارادی را اداره می‌کند و سالانه حدود ۱۵/۲ میلیون تن بوکسیت عیاربالا تولید می‌کند.

لازم به ذکر است که بسیاری از بزرگترین معادن بوکسیت در جهان متعلق به چندین شرکت است. شرکتهای برتر معدن بوکسیت دارای حقوق مالکیت/استخراج در معادن بوکسیت در کشورهای برتر تولید کننده بوکسیت هستند.

ردیف	نام شرکت	تولید سال ۲۰۲۰
۱	آلکوا (Alcoa)	۴۸ میلیون تن
۲	ریو تینتو (Rio Tinto)	۵۶/۱ میلیون تن
۳	هیدرو (Hydro)	۱۱/۴ میلیون تن
۴	شرکت آلومینیوم چین (چالکو) (The Aluminium Corporation of China)	۲۰ میلیون تن
۵	شرکت بوکسیت گینه (Compagnie des Bauxites de Guinea (CBG))	۱۵/۲ میلیون تن

- فرایند اصلی تولید آلومینا ، فرایند بایر است اما فرایندهای دیگری از جمله فرایند متعلق به شرکت اربیت کانادا ، پدرسن ، زینتر و.... نیز در سالهای اخیر مورد توجه قرار گرفته است.
- فرایند اربیت ادعا دارد که برای فراوری بوکسیت بی کیفیت ، نفلین و سنگ معدنهای آلومینیوم سیلیس بالا به کار گرفته شود. انتظار می رود این روش نسبت به فرایند بایر هزینه های عملیاتی کمتر از آن نیاز داشته باشد و هیچ زباله سمی تولید نشود.
- در فرایند پدرسن نیز بازیابی آلومینا از سنگ معدنهای عیار پایین با منشا غیر بوکسیتی و همچنین به دلایل اقتصادی ایجاد شده است. این فرآیند، در مورد بوکسیت سیلیس بالا و آهن دار سازگار شد.
- البته از هیچکدام از تکنولوژی های فوق گزارشی مبنی بر واحد صنعتی گزارش نشده است.
- نفلین سینیت و آلونیت نیز جزو دیگر منابع اولیه تولید آلومینا هستند که ذخایر آن در کشور ما نیز وجود دارد. به تازگی نیز واحد تولید آلومینا از نفلین سینیت با ظرفیت ۷۰ هزار تن در سال در شمالغرب کشور در حال احداث میباشد.

# فرایند تولید آلومینا





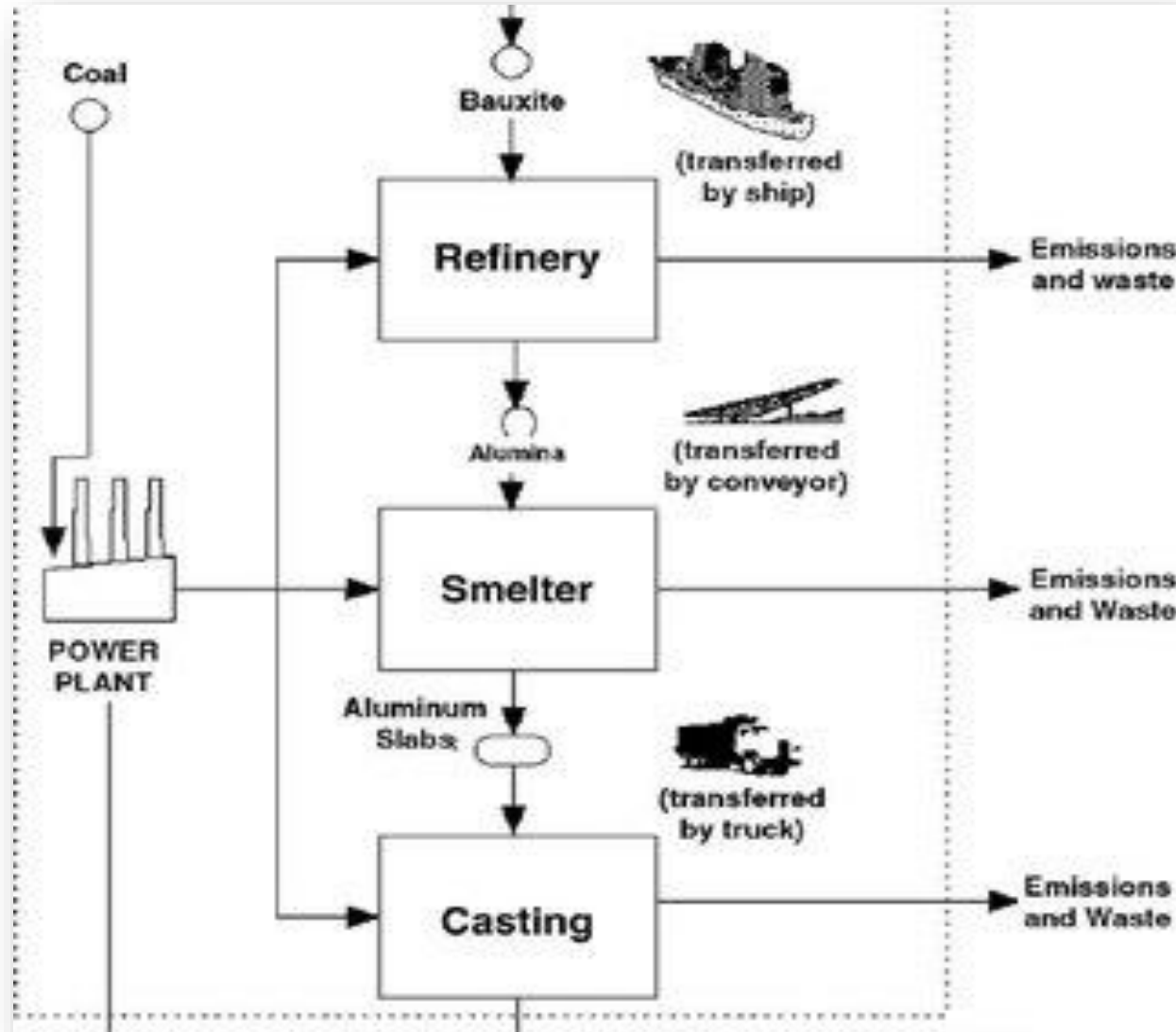
# جمع بندی

- از میزان ۳۸ میلیون تن ذخیره بوکسیت (طبق آخرین گزارشات) در کشور ۹۴ درصد آن متعلق به شرکت آلومینای ایران میباشد.
- از میزان ذخیره قطعی بوکسیت کشور، حداکثر یک میلیون تن سالانه قابل بهره برداری است که این میزان تنها کفاف ظرفیت فعلی شرکت آلومینای ایران را میدهد.
- در صورت احداث و توسعه پالایشگاههای جدید نیاز به واردات بوکسیت گیبسیتی مرغوب میباشد.
- با بررسی بازارهای جهانی اعم از کشورهای همجوار، کشورهای منتخب و کشورهای آفریقایی اولویتهای زیر پیشنهاد میگردد:
  - اولویت ۱-** کشور گینه به دلیل قابلیت دارا بودن مالکیت معدن و کیفیت و عیار بالای ذخایر بوکسیت این کشور و...
  - اولویت ۲-** کشور قزاقستان به دلیل فاصله کم جغرافیایی و ذخیره قابل توجه و...
  - اولویت ۳-** کشور هندوستان در صورت رفع ممنوعیت صادرات بوکسیت این کشور و فاصله مناسب دریایی و....
  - اولویت ۴-** کشور استرالیا در صورت امکان رقابت با دیگر وارد کنندگان جهانی بوکسیت و...
- از آنجا که سهم بالایی از تولید بوکسیت جهان توسط پنج شرکت بزرگ تولید کننده بوکسیت میباشد ، ایجاد تعامل با این شرکتها، میتواند گزینه ای جهت همکاری مشترک باشد.
- دیگر منابع اولیه تولید آلومینا از جمله نفلین سینیت و آلونیت نیز میبایست مورد توجه قرار گیرد.
- با اکتشافات جدید و بهره گیری از پتانسیل های پراکنده در کشور در معادن کوچک مقیاس میتوان تا حدودی وابستگی به واردات را کاهش داد.

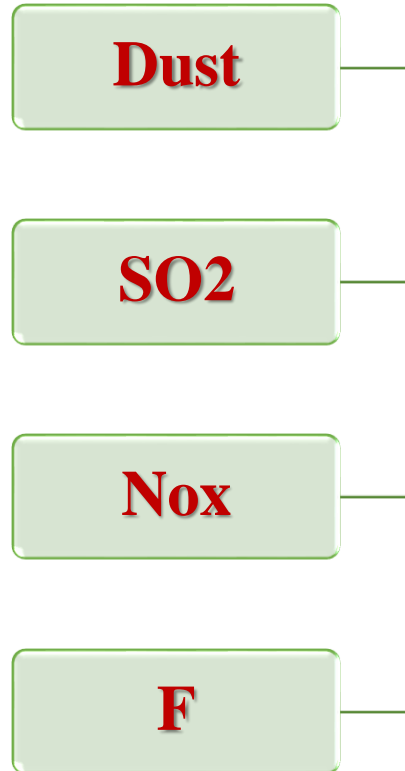


- بررسی آلاینده های منتشر شده از صنعت آلومینیوم
- بررسی استانداردهای زیست محیطی مرتبط با صنعت آلومینیوم
- بررسی نرخ انتشار آلاینده های مرتبط با صنعت آلومینیوم
- بررسی چالش های مرتبط با صنعت آلومینیوم

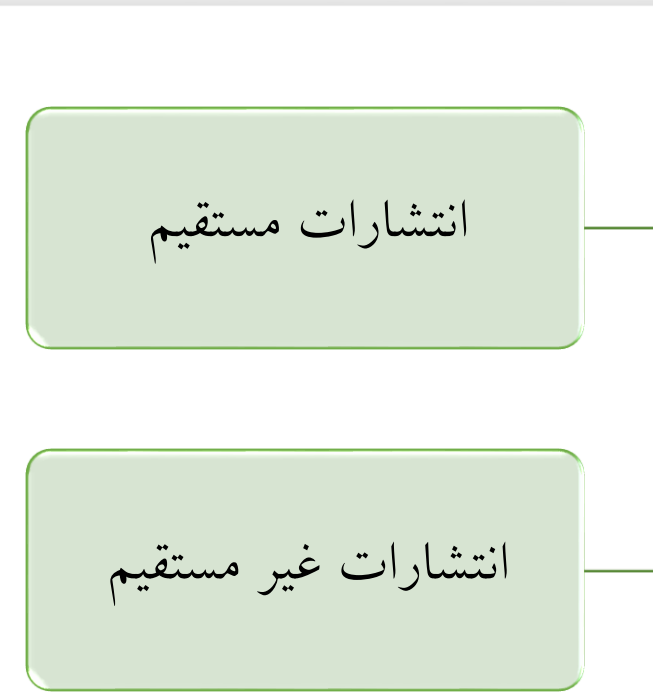
# آلاینده‌های منتشر شده در صنعت آلومینیوم



## انتشار آلاینده های شاخص



## انتشار گازهای گلخانه ای (CO<sub>2</sub>)



- بخش آلومینیوم سالانه ۱.۱ میلیارد تن گازهای گلخانه ای منتشر می کند.

## - انتشارات مستقیم

دو منبع عمده انتشار مستقیم CO2 در بخش آلومینیوم وجود دارد:

**In scope = 31%**

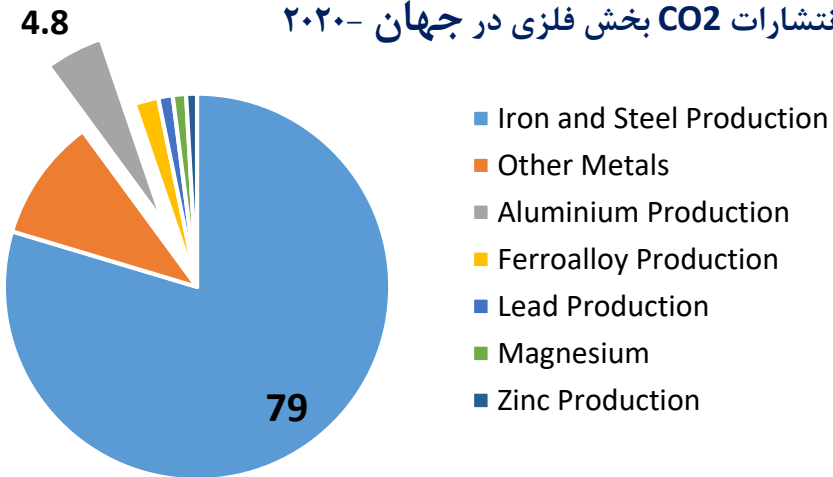
- مصرف آندهای کربنی در طی ذوب آلومینیوم (۱۵ درصد)
- تولید انرژی حرارتی برای فرآیندهای با دمای بالا (۱۶ درصد)

## - انتشارات غیر مستقیم

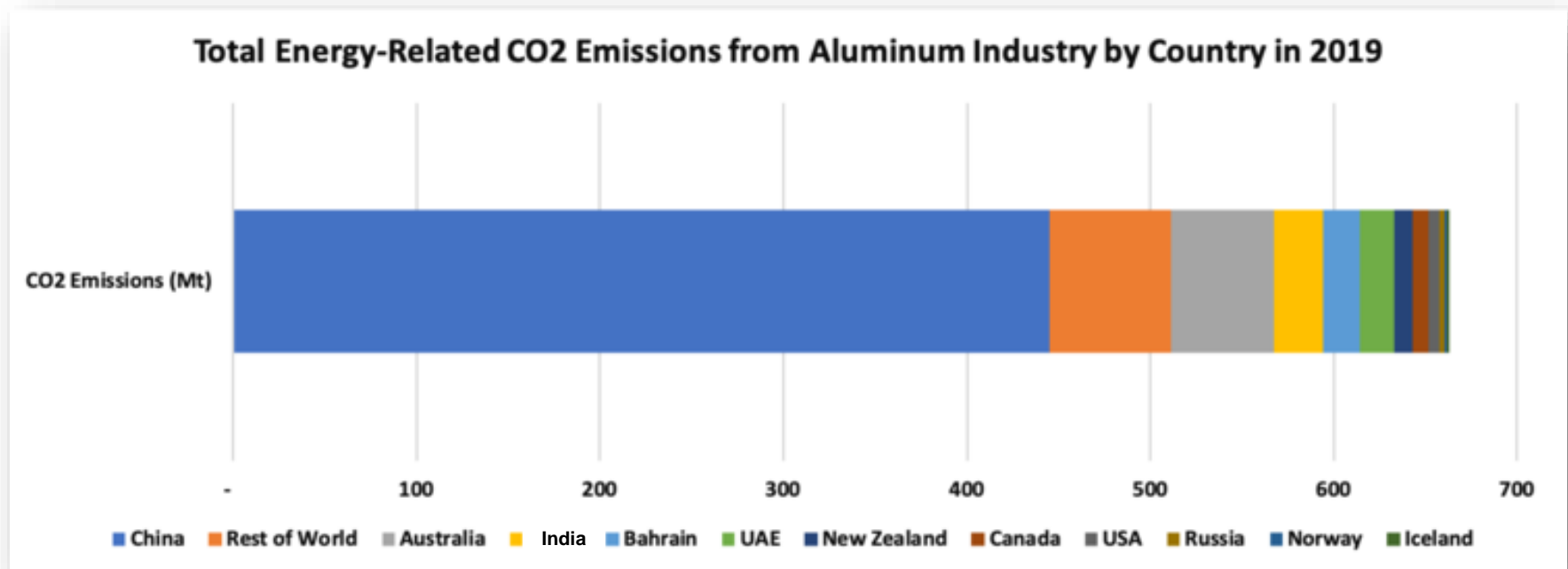
**Out scope = 69%**

- مصرف برق (۶۲ درصد)
- حمل و نقل (۳ درصد)
- مواد خام فرعی (۴ درصد)

انتشارات CO2 بخش فلزی در جهان - ۲۰۲۰



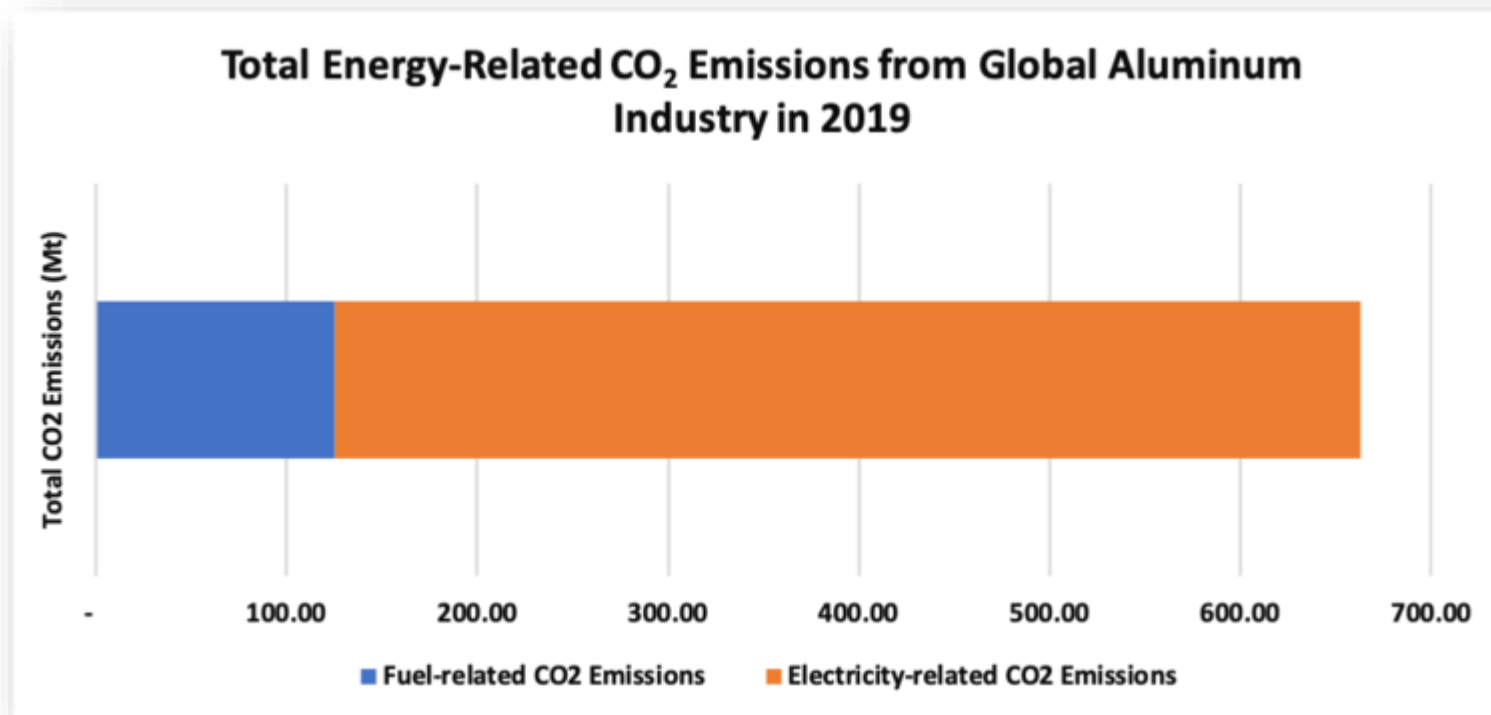
- تولید جهانی آلومینیوم بین سال های ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۰ بیش از دو برابر شده است. بخش عمده ای از این رشد تولید از چین بود.
- ۵۷ درصد از تولید جهانی آلومینیوم در سال ۲۰۲۰ را به خود اختصاص داد.
- براساس مطالعات و برآوردهای انجام شده CO2 ناشی از تولید آلومینیوم در ۱۱ کشور استرالیا، بحرین، کانادا، چین، ایسلند، هند، نیوزیلند، نروژ، روسیه، ایالات متحده آمریکا در سال ۲۰۱۹ معادل ۶۶۰ میلیون تن برآورد شده است.
- این ۱۱ کشور عمده تولید کننده آلومینیوم ۸۶ درصد از کل تولید آلومینیوم جهان را تشکیل می دهند



# انتشار گازهای گلخانه ای در صنعت آلومینیوم در جهان

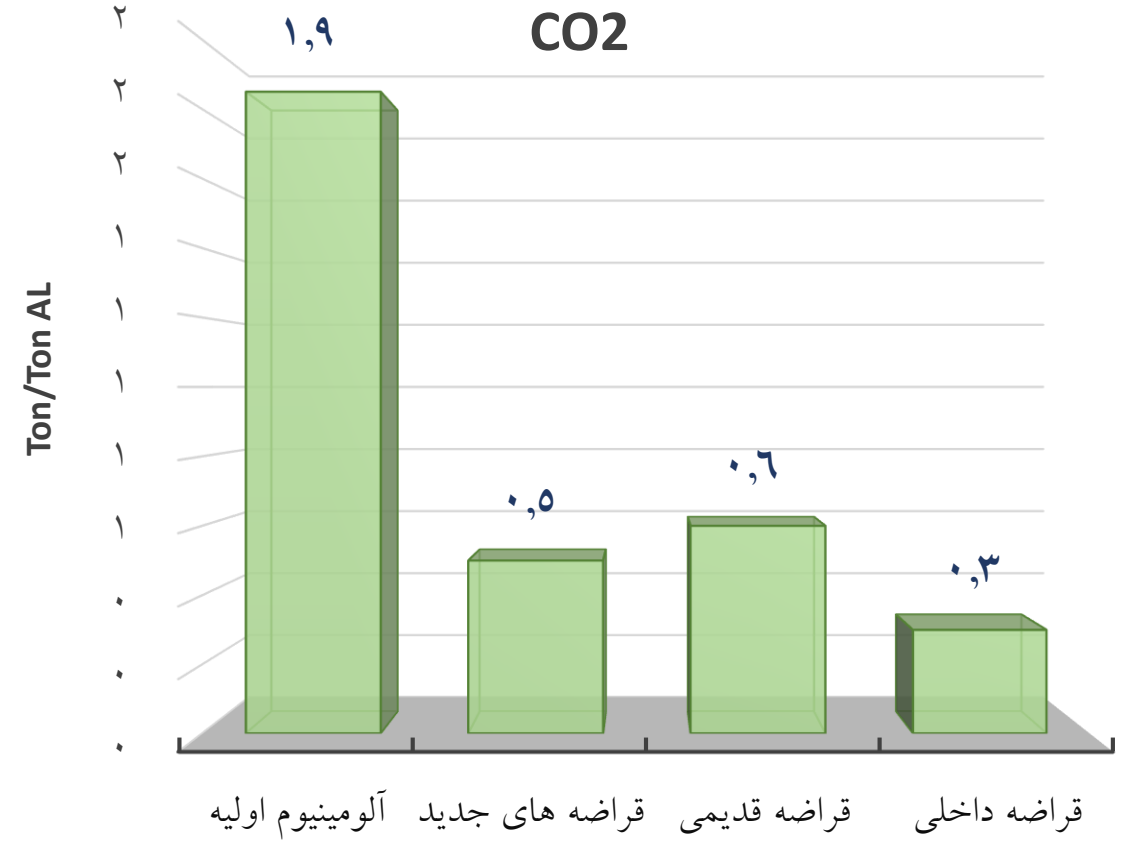
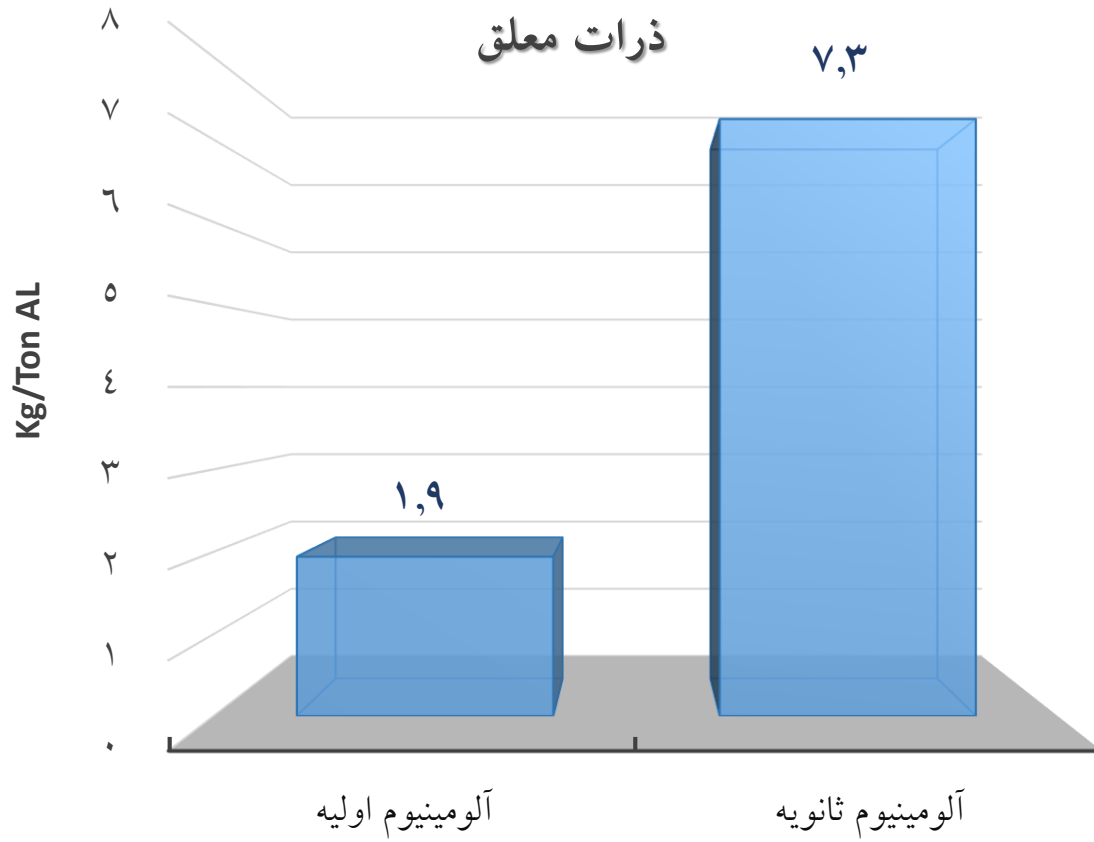
– ۱۹ درصد انتشار CO<sub>2</sub> مربوط به مصرف سوخت

– ۸۱ درصد انتشار CO<sub>2</sub> مربوط به مصرف انرژی برق





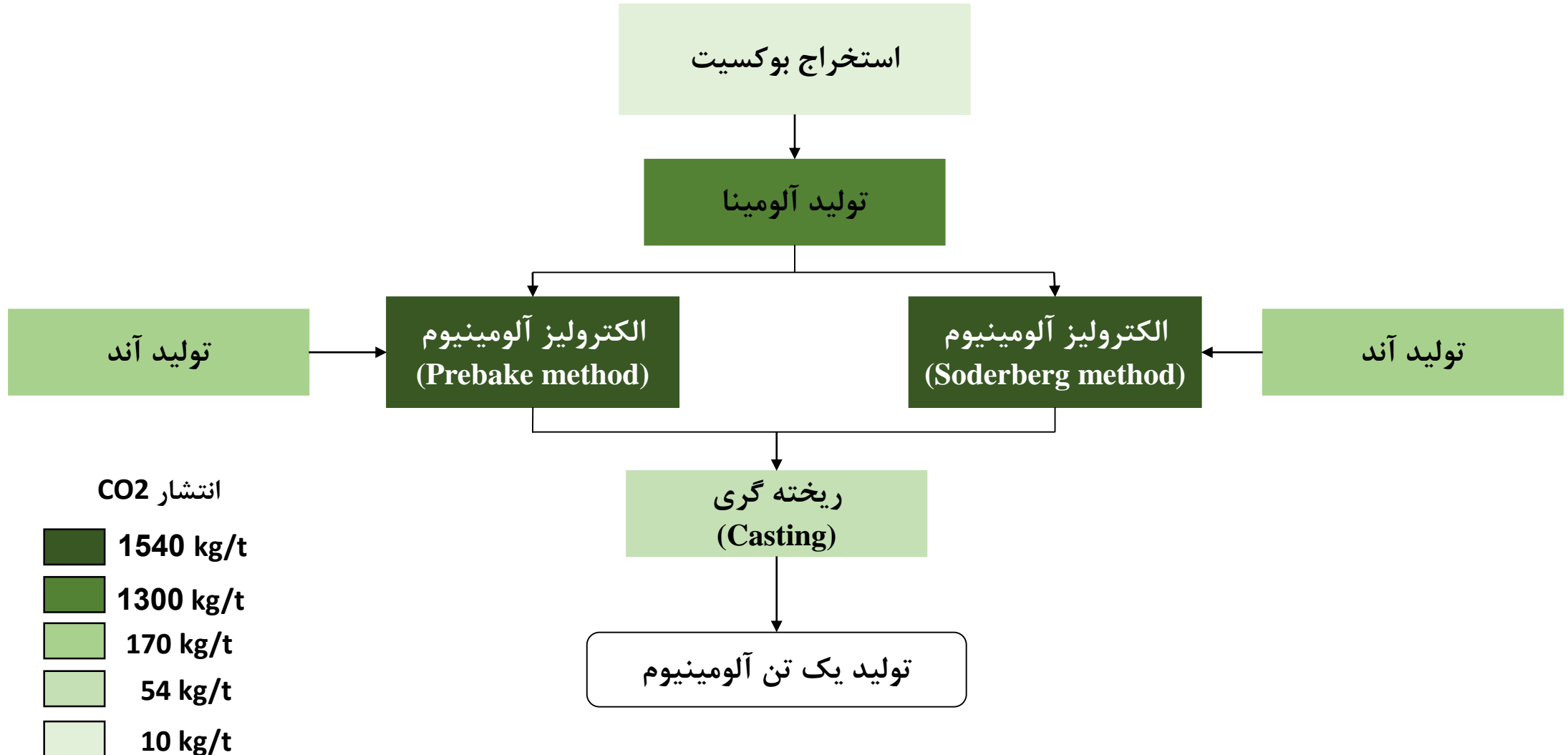
# انتشارات گازهای گلخانه ای در بخش آلومینیوم ثانویه



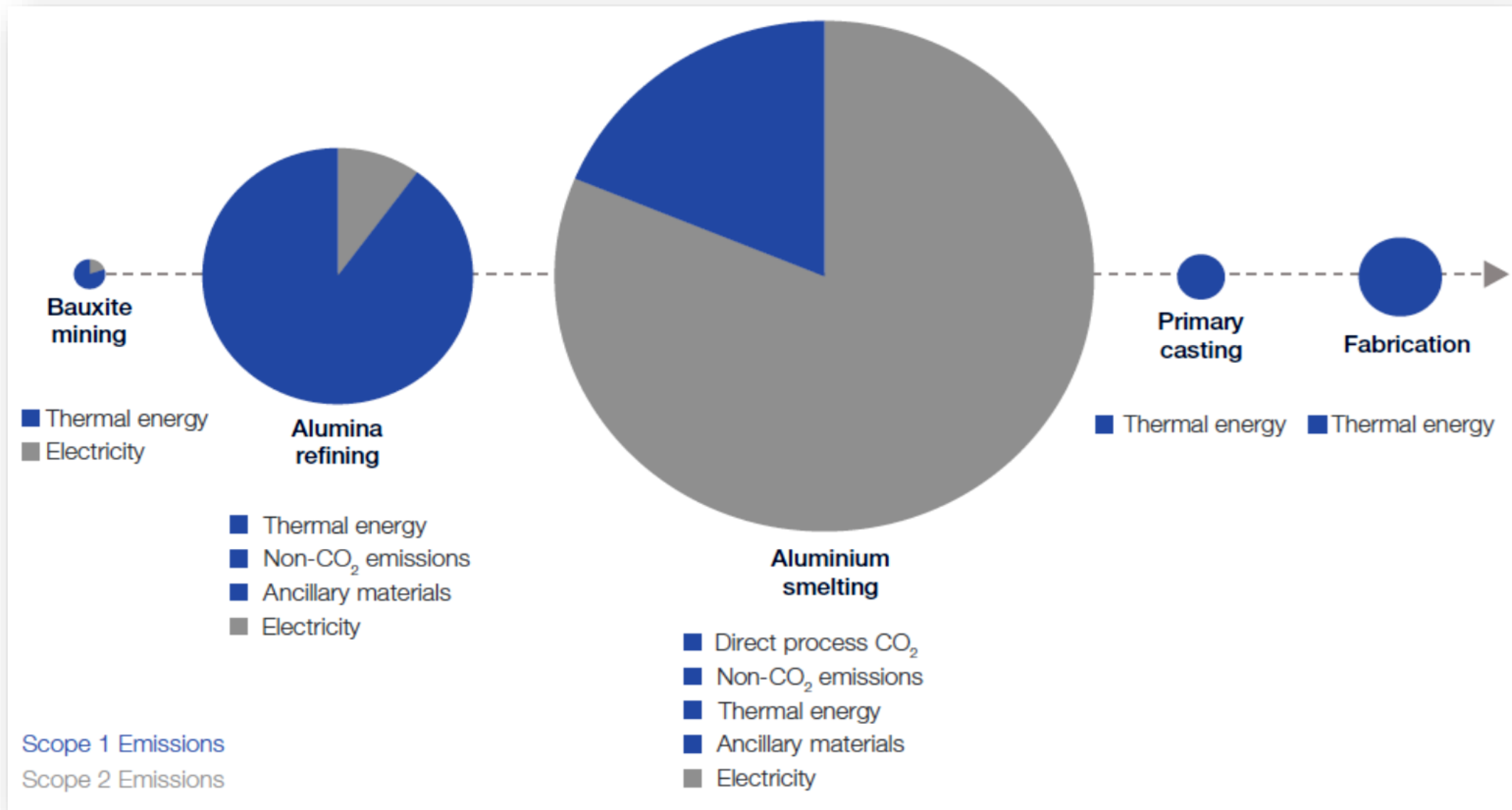
# انتشارات گازهای گلخانه ای در زنجیره آلومینیوم

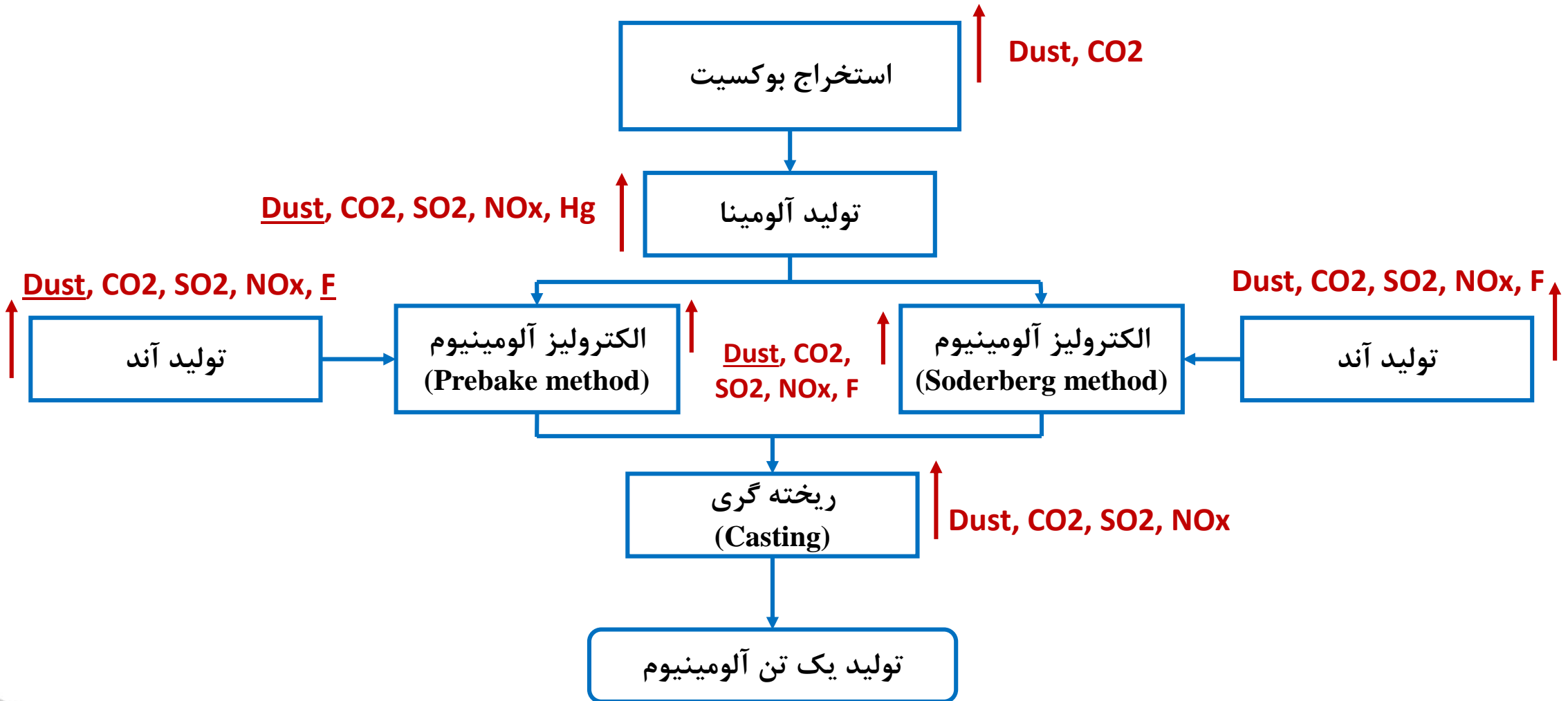
	استخراج بوکسیت	پالایش آلومینا	تولید آند	الکترولیز	ریخته گری	بازیافت	تولید نیمه نهایی	ذوب قراضه های داخلی	کل
الکتریسیته (غیر مستقیم)	0.6	16.9	-	670.6	-	3.1	9.5	2.5	703
گازهای گلخانه ای به جز CO2 (مستقیم)	-	32.2	-	35.4	-	-	-	-	68
فرایند CO2 (مستقیم)	-	-	6.4	92.6	-	-	-	-	99
مواد جانبی (غیر مستقیم)	-	14.8	19.3	6.4	-	-	-	-	41
انرژی گرمایی (مستقیم-غیر مستقیم)	2.6	124.3	6.4	-	6.4	15.6	19.0	8.4	183
حمل و نقل (غیر مستقیم)	-	15.4	-	18.7	-	-	-	-	34
<b>کل</b>	<b>3</b>	<b>204</b>	<b>32</b>	<b>824</b>	<b>6</b>	<b>19</b>	<b>29</b>	<b>11</b>	<b>1,127</b>

# بررسی نرخ انتشار دی اکسید کربن منتشر شده در زنجیره آلومینیوم

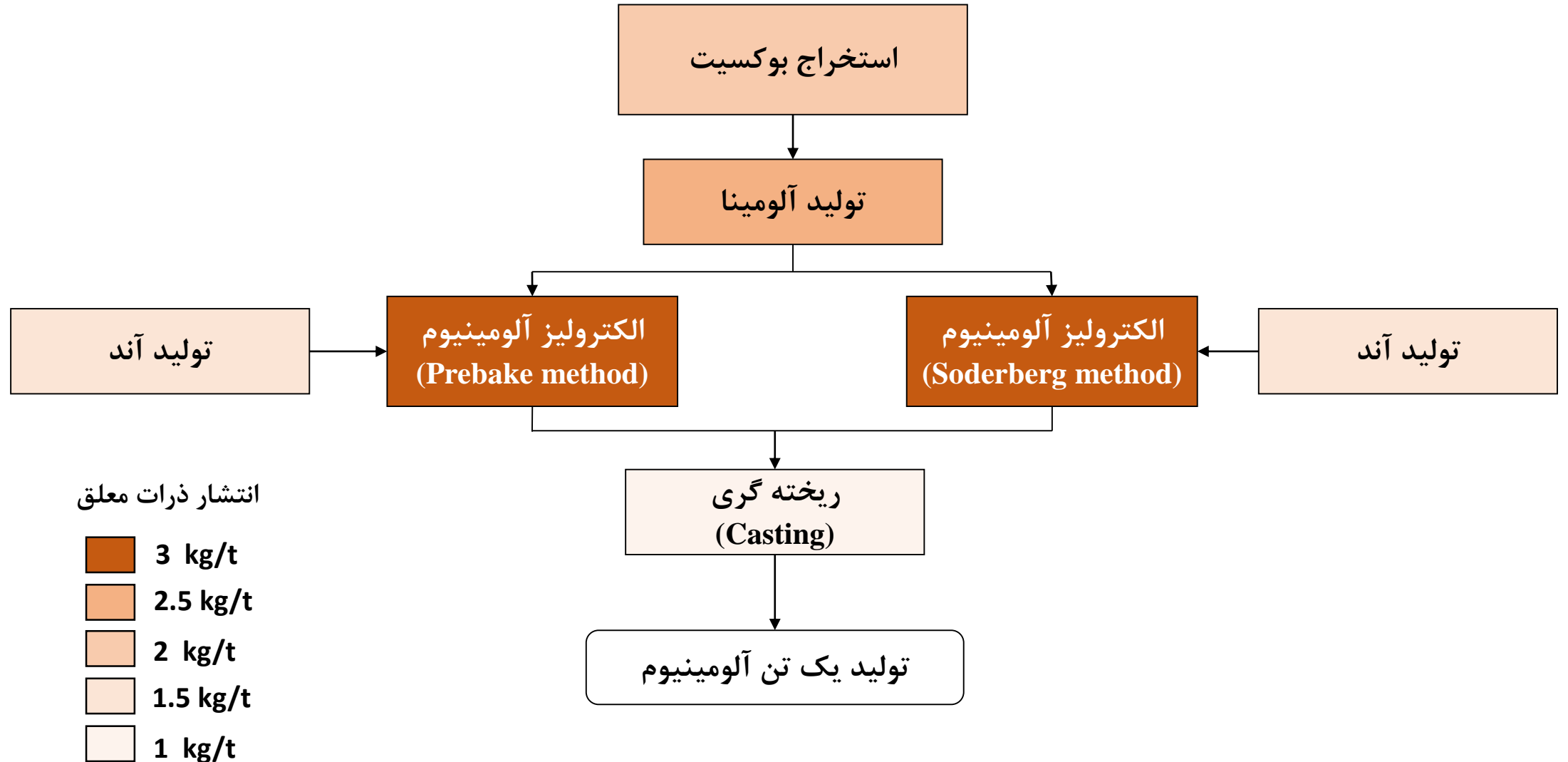


# ردپای کربن صنعت آلومینیوم و چرخه عمر مواد

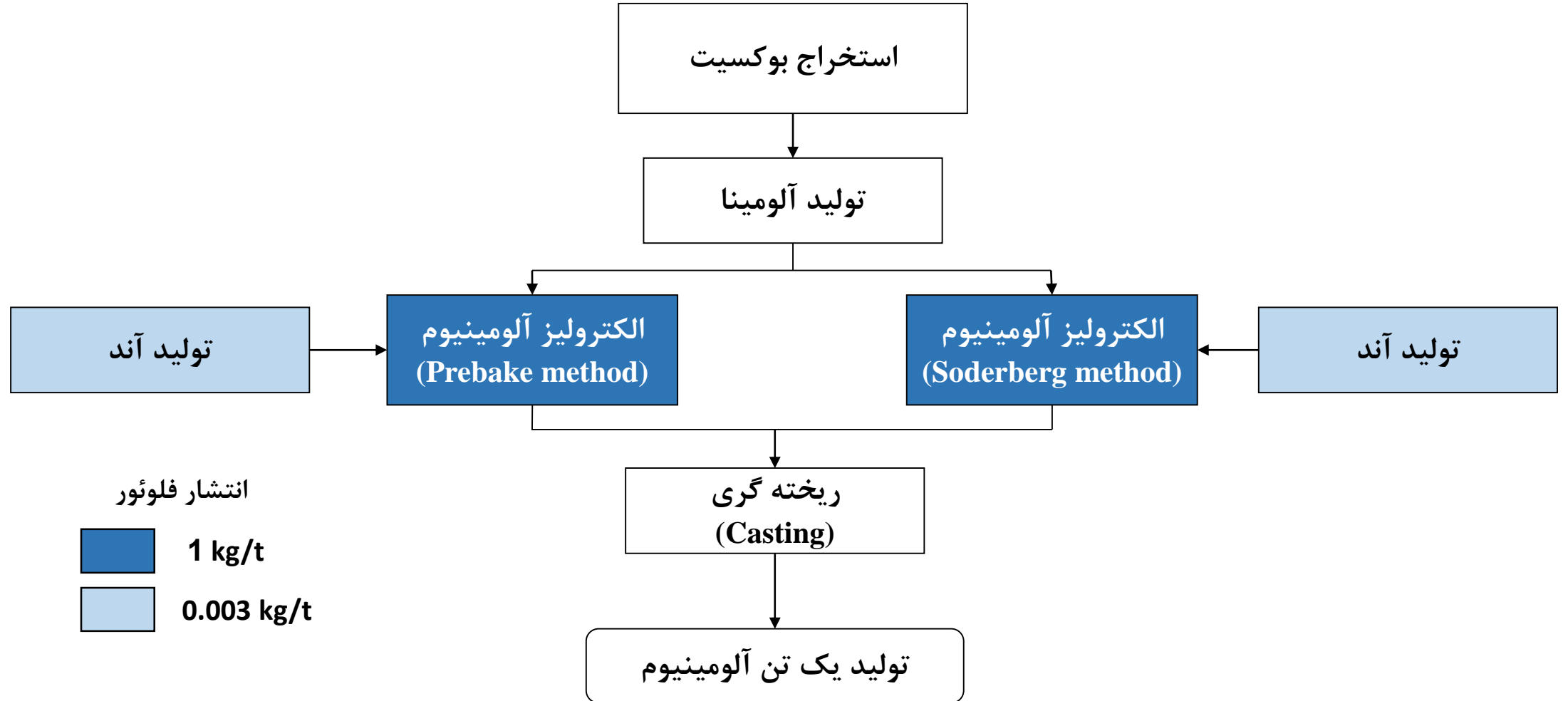




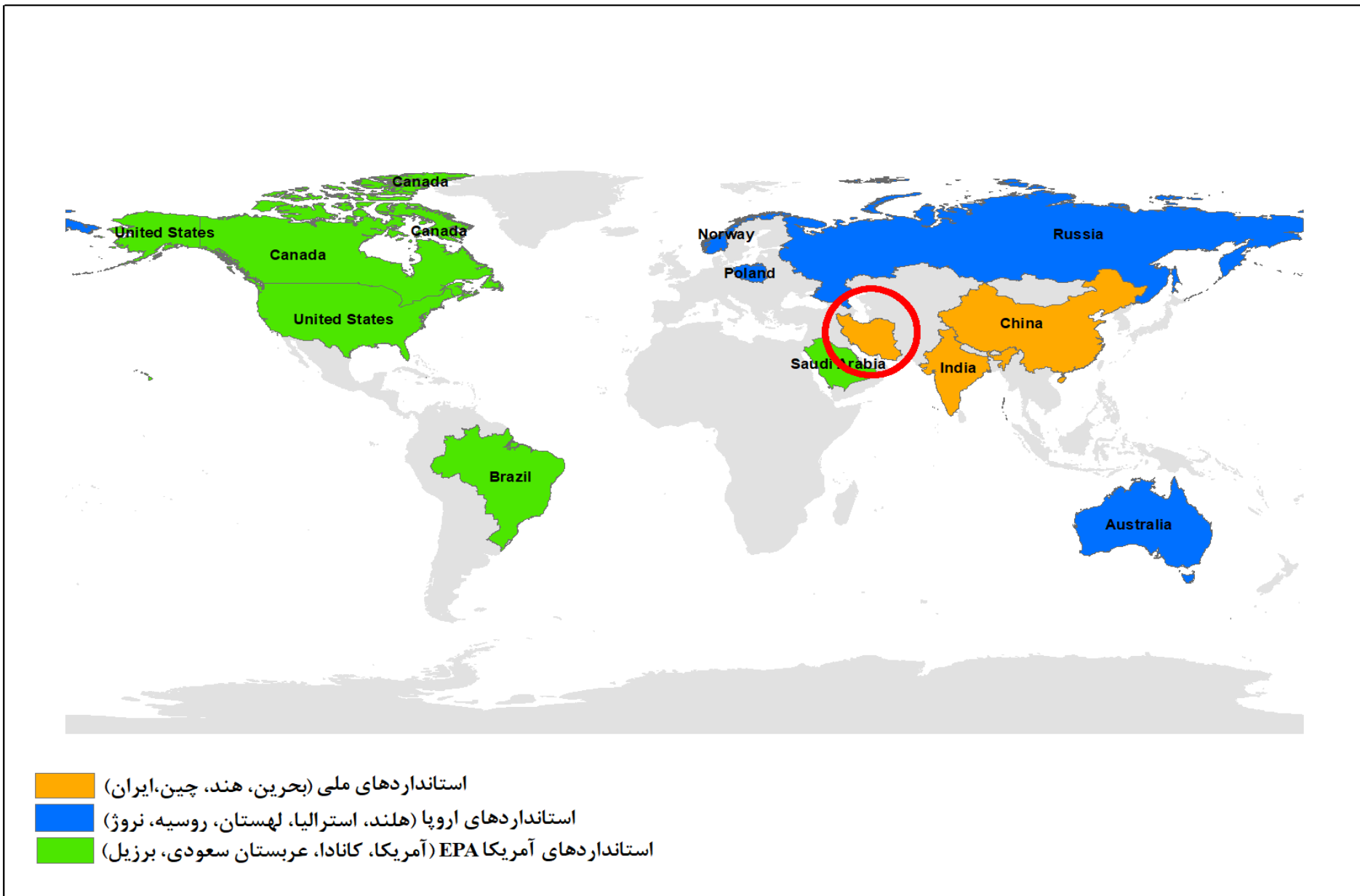
# بررسی نرخ انتشار ذرات معلق منتشر شده در زنجیره آلومینیوم



# بررسی نرخ انتشار فلوئور منتشر شده در زنجیره آلومینیوم



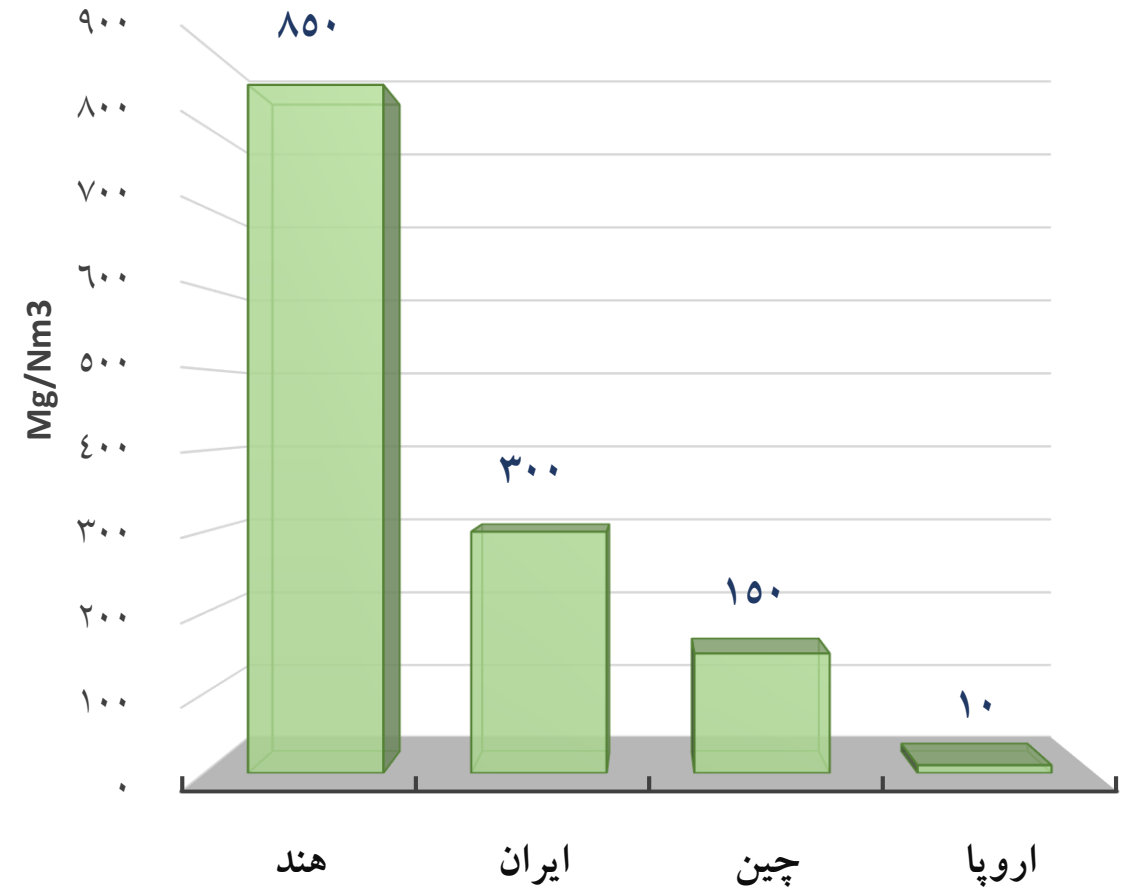
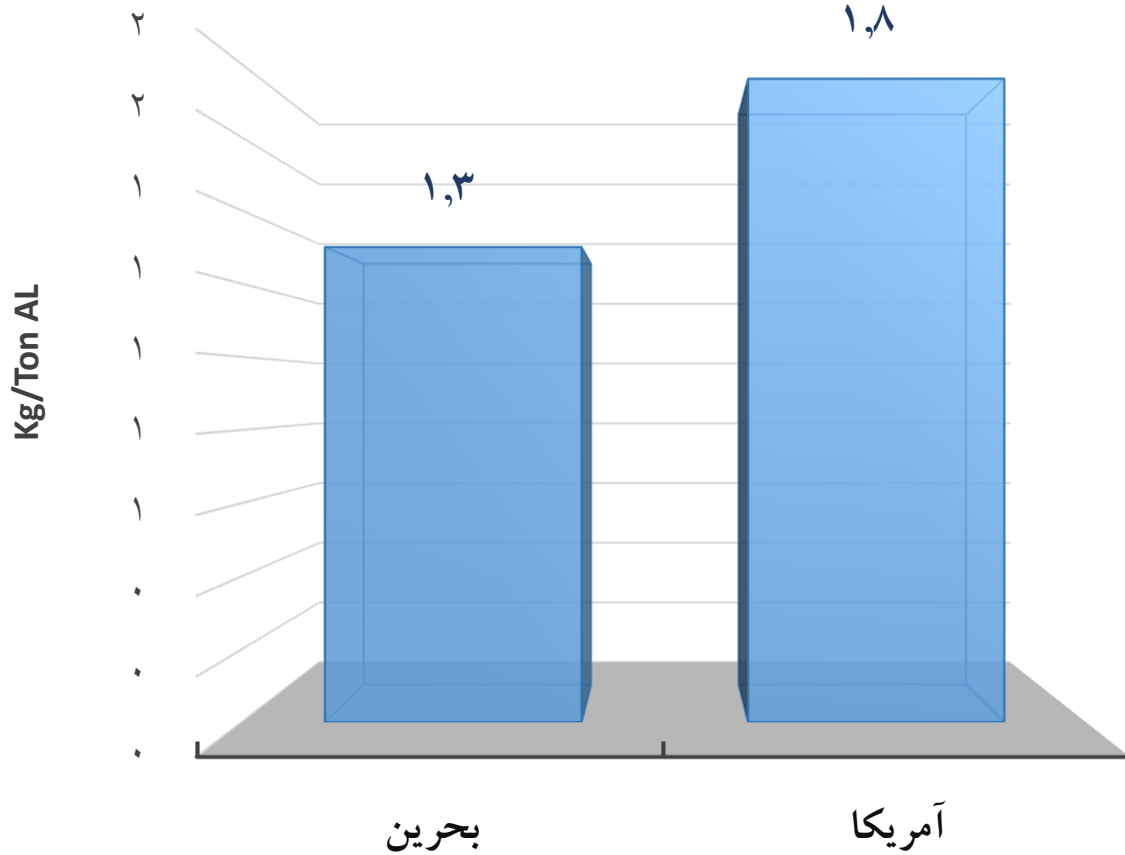
# بررسی استانداردهای انتشار آلاینده‌ها در ۱۲ کشور منتخب



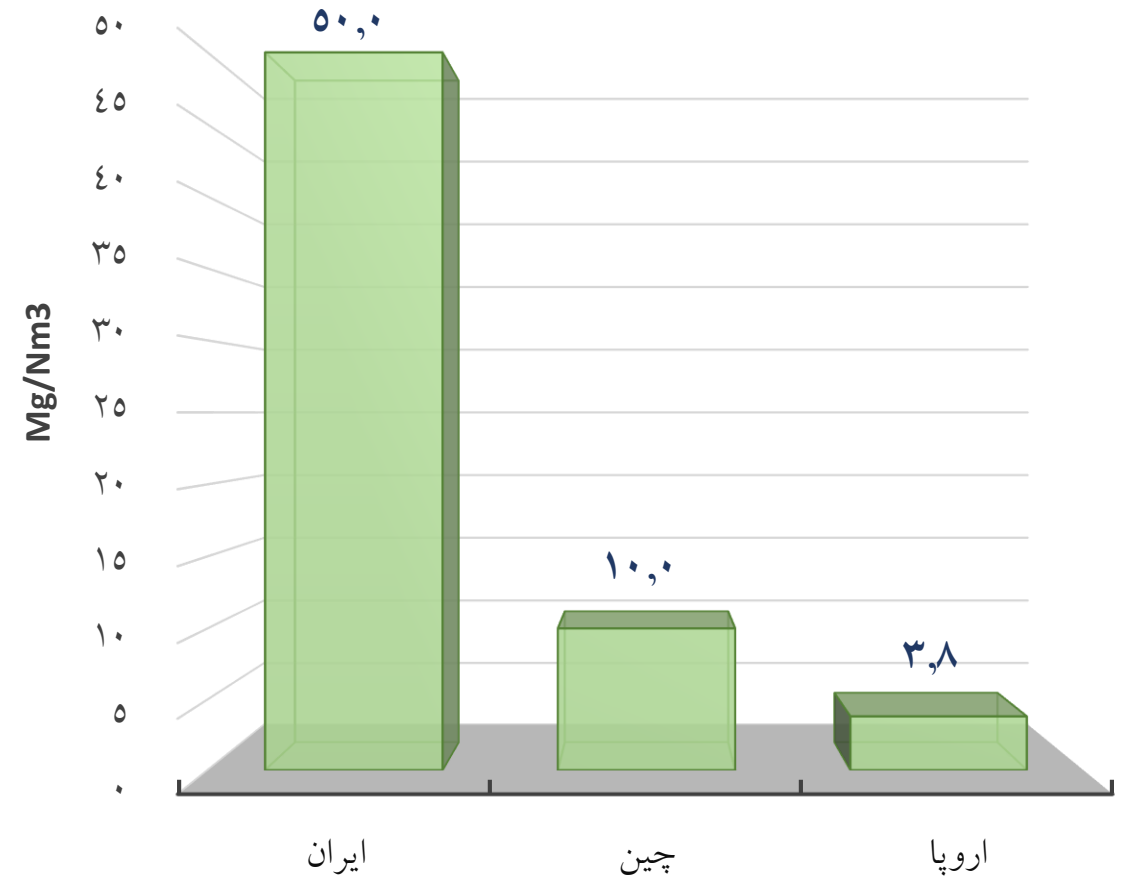
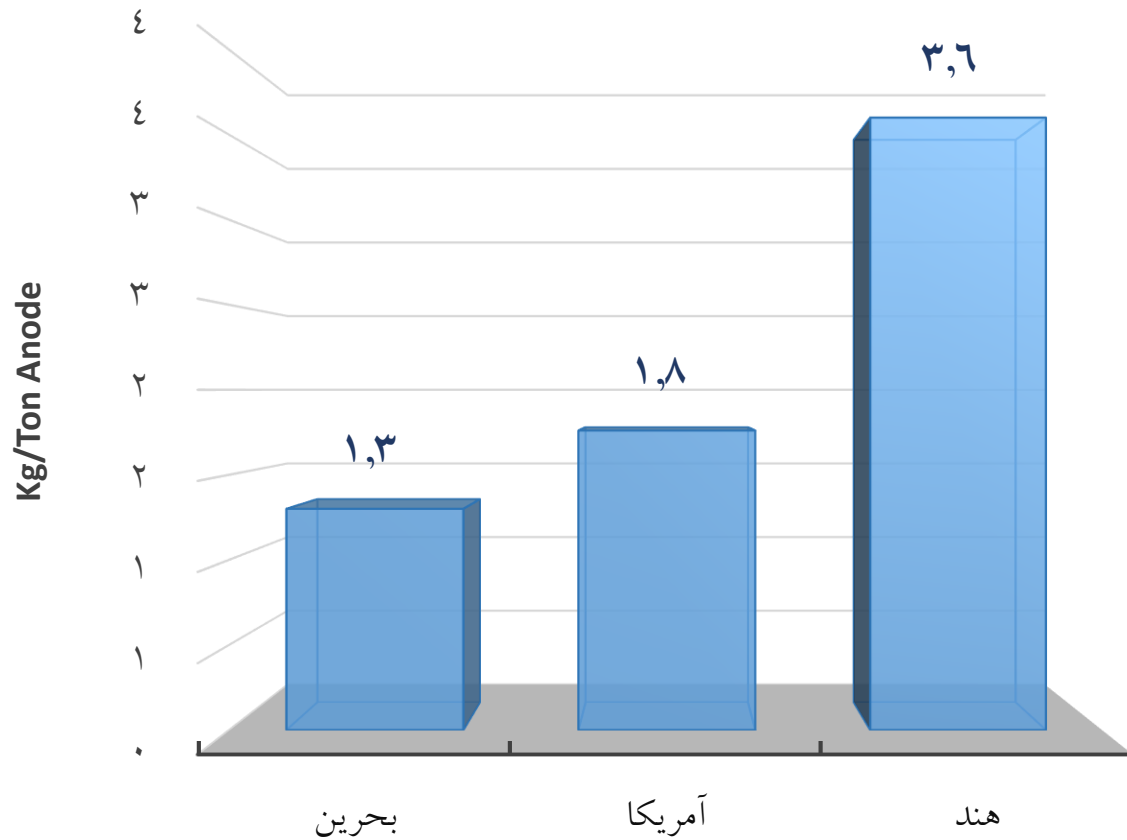
- استانداردهای ملی (بحرین، هند، چین، ایران)
- استانداردهای اروپا (هلند، استرالیا، لهستان، روسیه، نروژ)
- استانداردهای آمریکا EPA (آمریکا، کانادا، عربستان سعودی، برزیل)

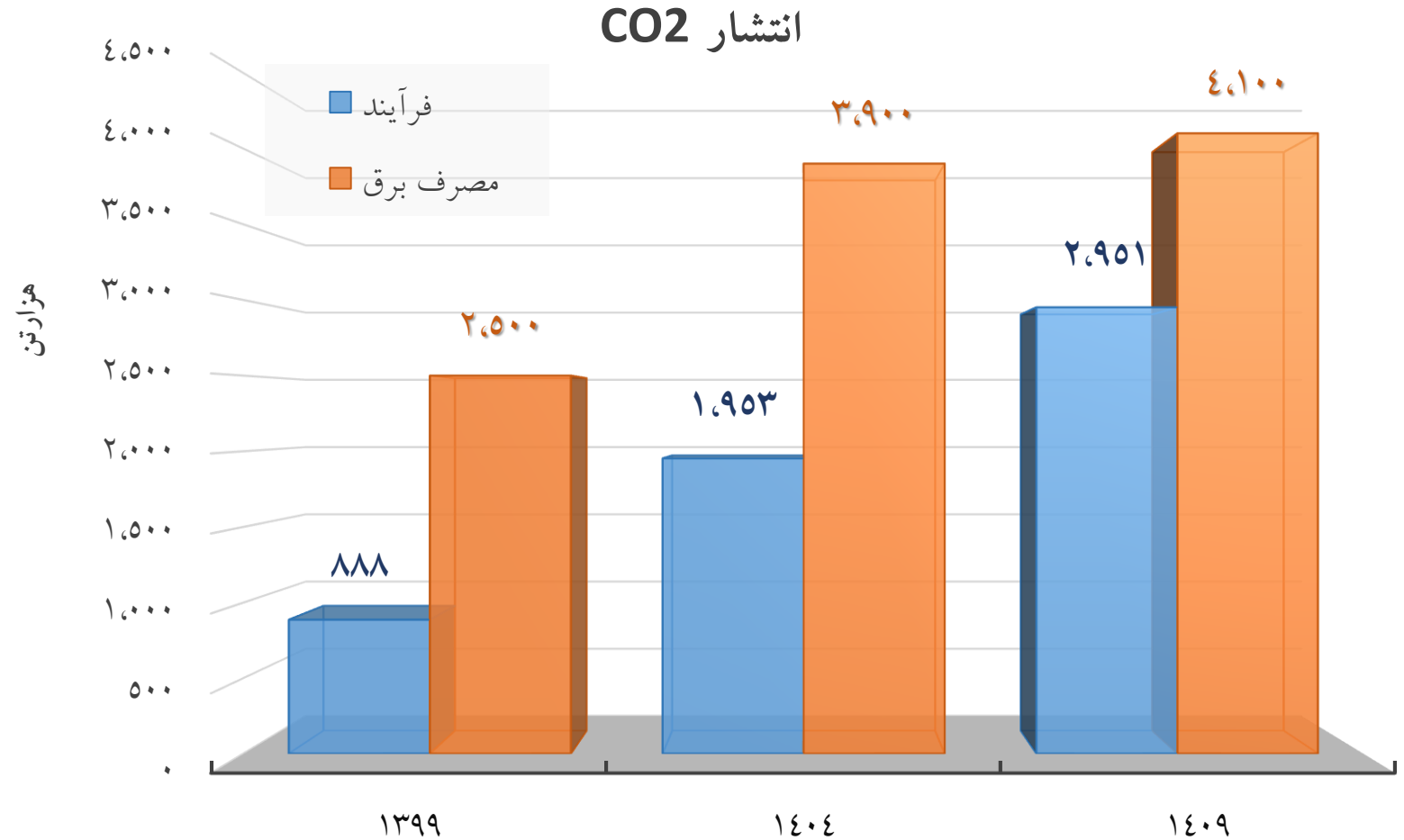
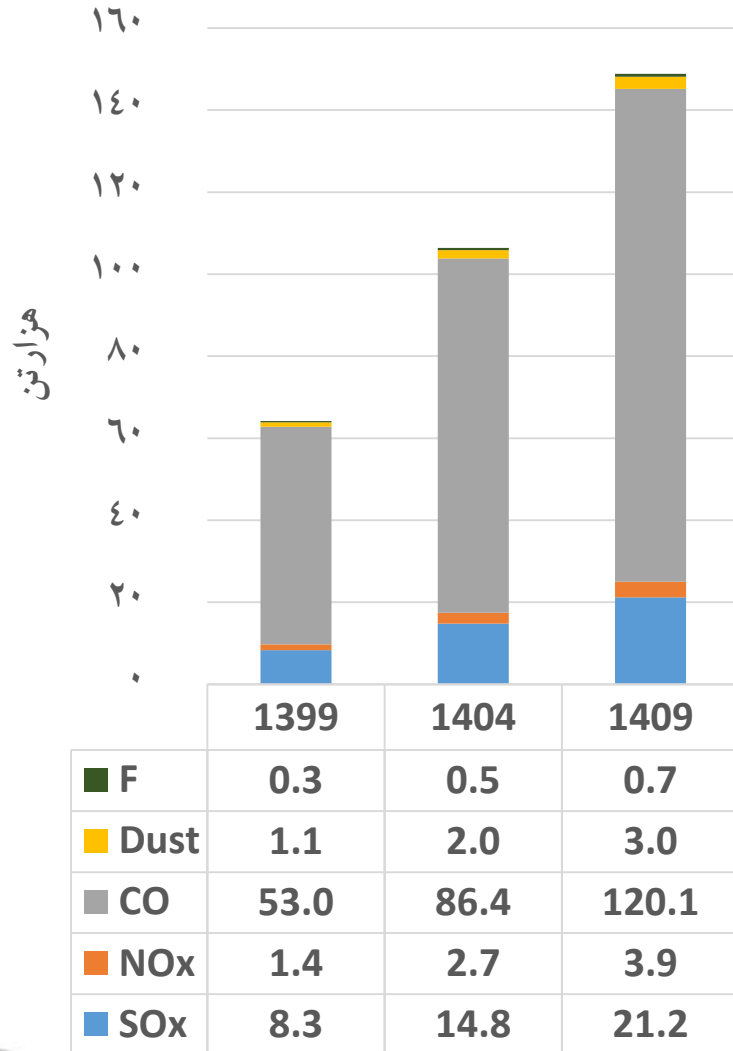


## ذرات معلق



## فلوئور





تولید برق با استفاده از انرژی های تجدید پذیر

استفاده از تکنولوژی های جذب و ذخیره کربن

استفاده از هیدروژن به عنوان یک سوخت پاک

استفاده از آندهای خنثی

- صنعت آلومینیوم در جهان سالانه ۱.۱ میلیارد تن گازهای گلخانه ای منتشر می کند.
- در بخش صنایع فلزی ۴.۸ درصد از انتشارات CO2 مربوط به صنعت آلومینیوم است که در کل ۲ درصد از کل انتشارات CO2 را دنیا شامل میشود.
- ۶۲ درصد از CO2 منتشر شده مربوط به مصرف برق است که معادل ۸۲۴ میلیون تن است.
- در بخش آلومینیوم ثانویه انتشار CO2 معادل ۰.۳ تا ۰.۶ تن به ازای هر تن آلومینیوم بازیافتی است.
- در بخش آلومینیوم ثانویه انتشار ذرات معلق ۴ برابر بیشتر از آلومینیوم اولیه است.
- بیشترین میزان انتشار فلوئور در بخش الکترولیز آلومینیوم برآورد شده است که معادل ۱ کیلوگرم به ازای هر تن آلومینیوم است.
- در ایران انتشار CO2 ناشی از صنعت آلومینیوم ۳.۳ میلیون تن مشاهده شده است که این میزان در افق ۱۴۰۹ معادل ۷ میلیون تن برآورد شده است.
- در بخش آلومینیوم ثانویه انتشار ذرات معلق ۴ برابر بیشتر از آلومینیوم اولیه است.
- بیشترین میزان انتشار فلوئور در بخش الکترولیز آلومینیوم برآورد شده است که معادل ۱ کیلوگرم به ازای هر تن آلومینیوم است.
- در ایران انتشار CO2 ناشی از صنعت آلومینیوم ۳.۳ میلیون تن مشاهده شده است که این میزان در افق ۱۴۰۹ معادل ۷ میلیون تن برآورد شده است.
- عدم بررسی محدوده پراکنش انتشار آلاینده های ناشی از صنعت آلومینیوم (شعاع اثر گذاری) بویژه در بحث انتشار آلاینده های فلوئور و ذرات معلق
- عدم اطلاعات کافی در زمینه انتشار آلاینده فلوئور در صنایع بالا دست تولید آلومینیوم
- عدم اطلاعات و مطالعات کافی در زمینه ارزیابی چرخه حیات
- عدم اطلاعات در زمینه مطالعات گزارشات پایداری

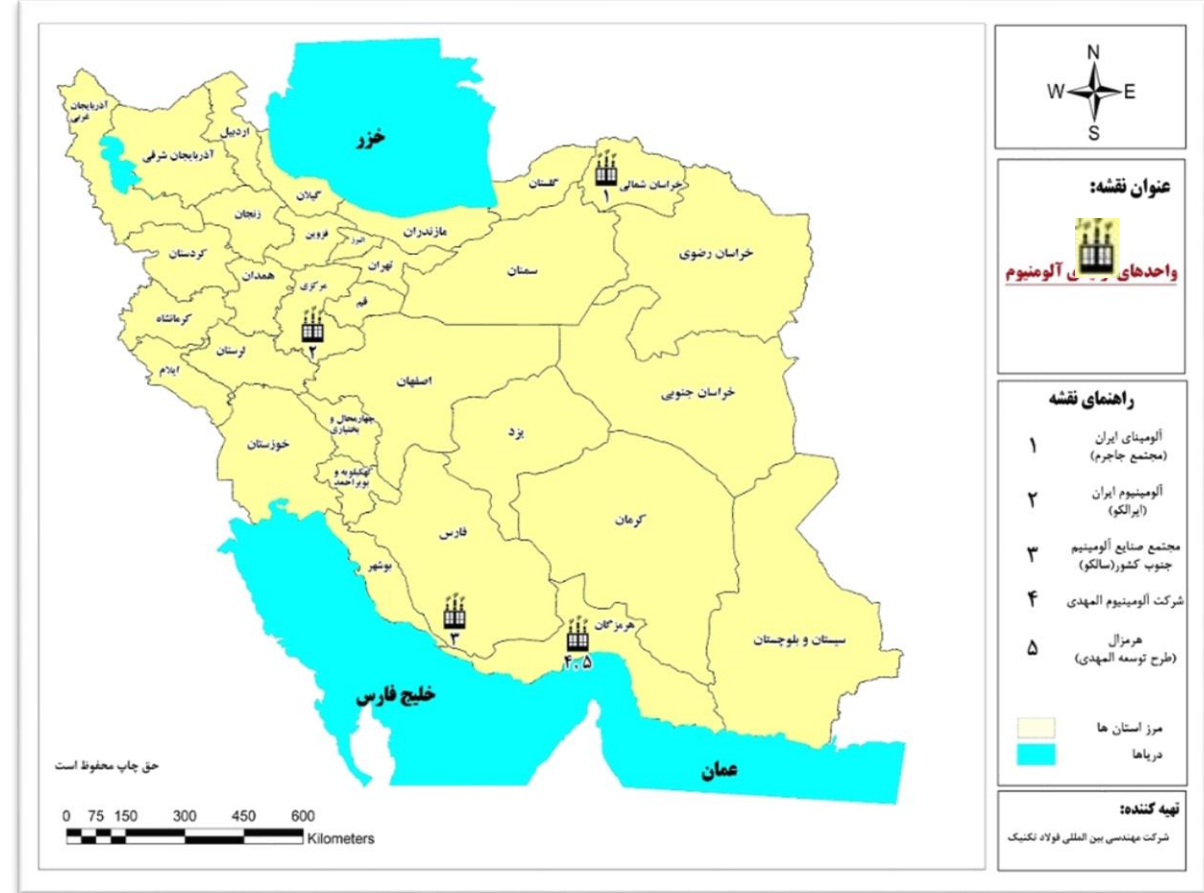
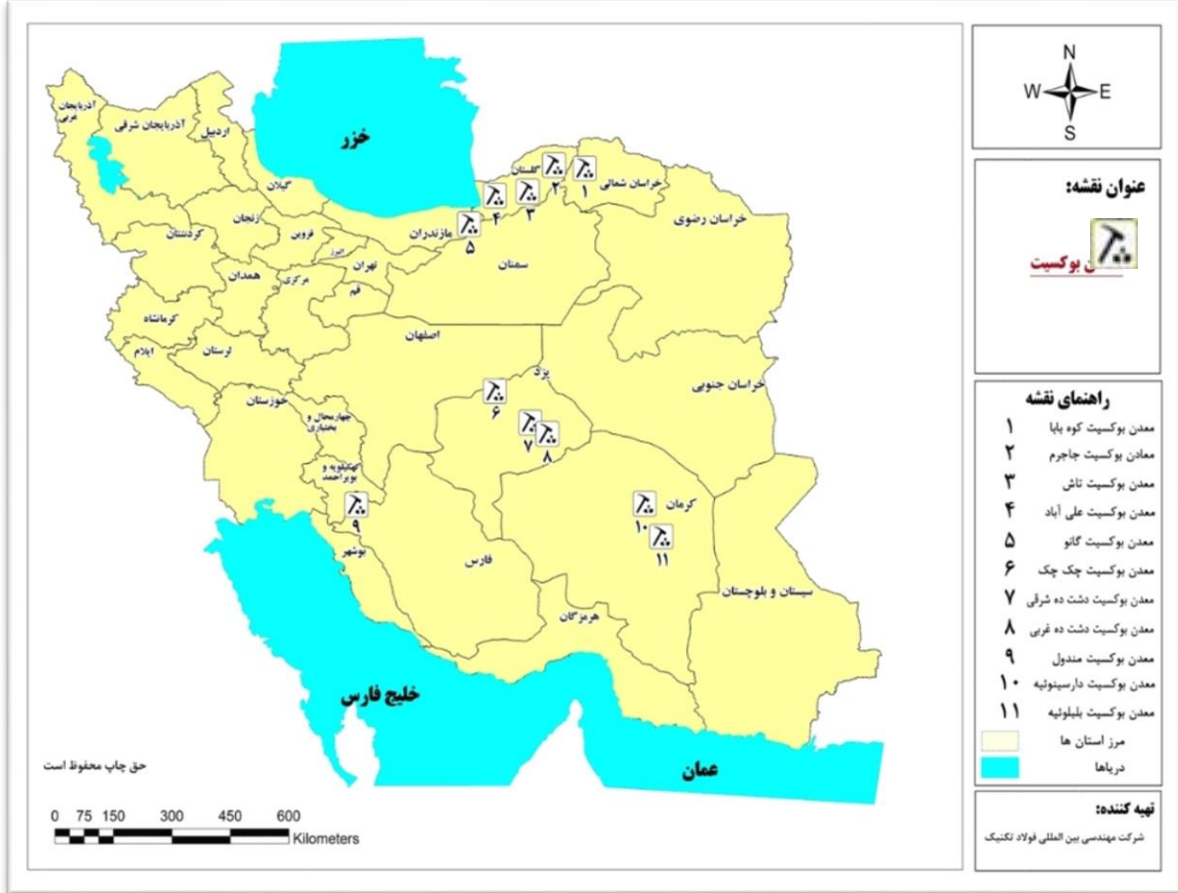


# زیرساخت حمل و نقل

# پراکندگی واحدهای زنجیره بالادست آلومینیوم در سطح کشور

معادن بوکسیت

واحدهای تولیدی بالادست



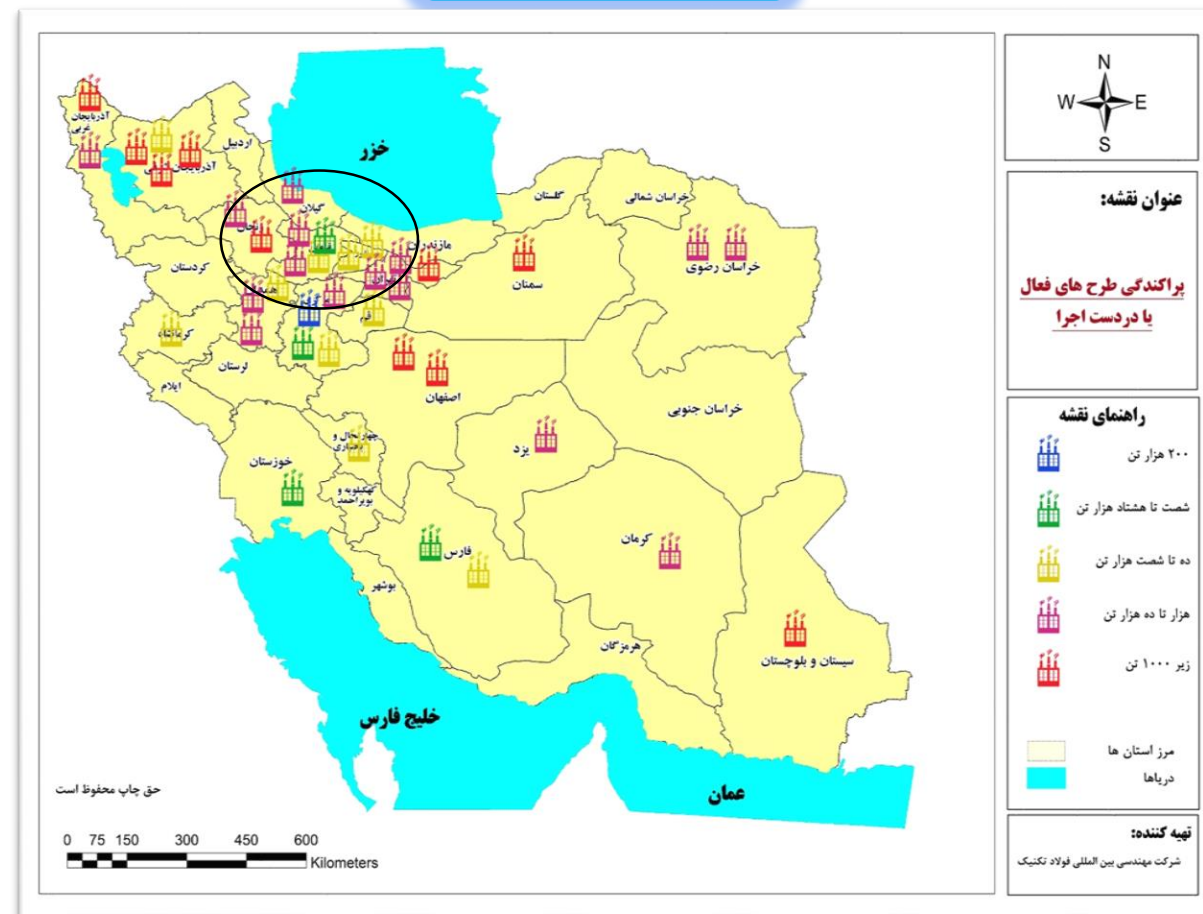
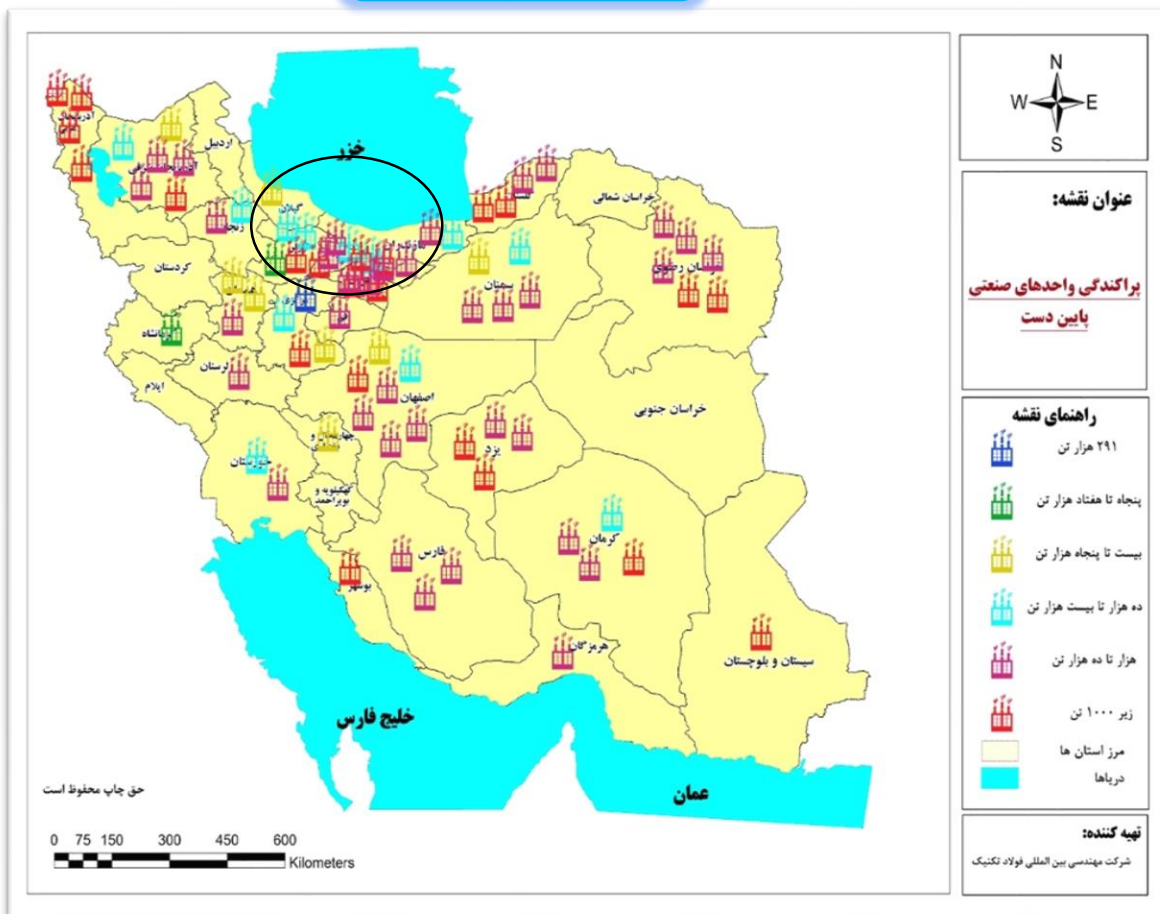
ماخذ؛ وزارت صمت



# پراکندگی واحدهای زنجیره پایین دست آلومینیوم در سطح کشور

واحدهای فعال

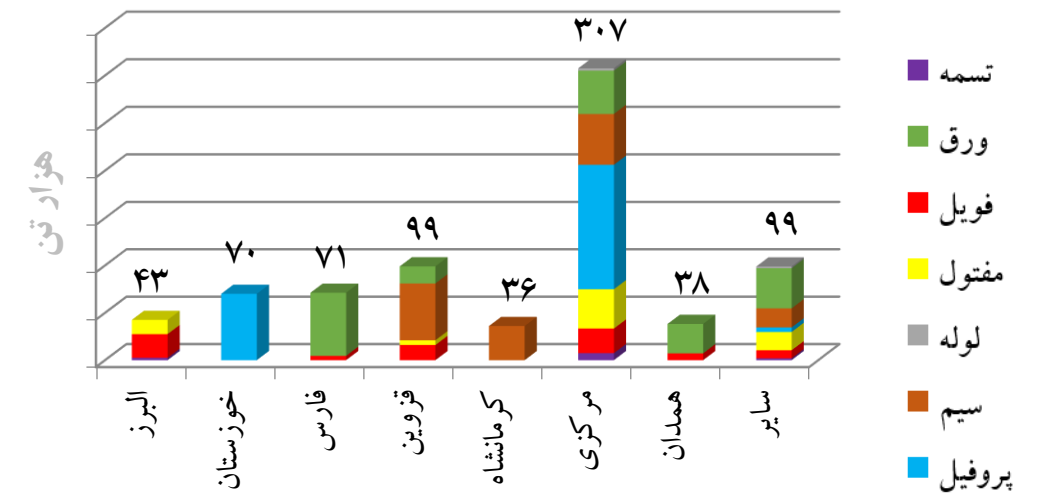
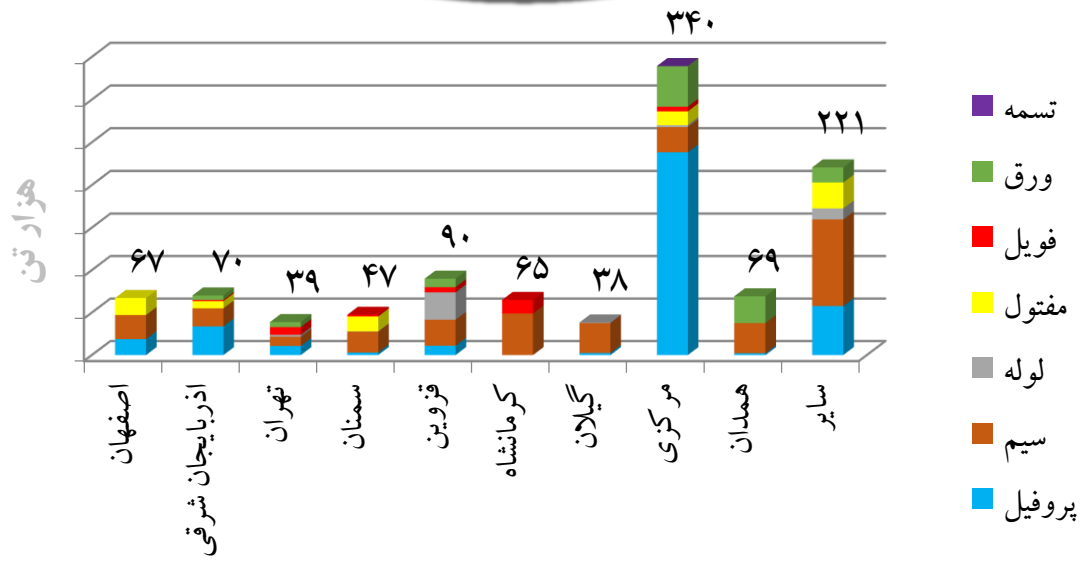
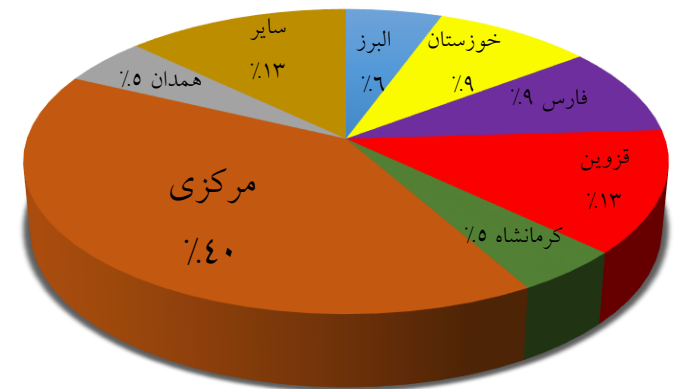
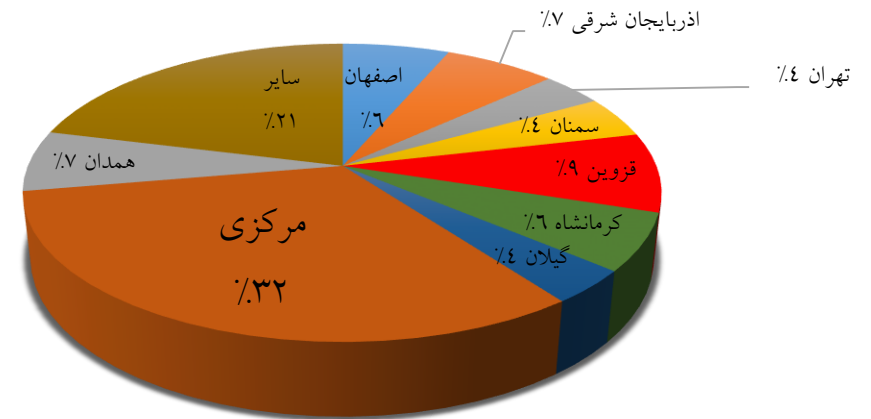
واحدهای در حال توسعه



# ظرفیت تولیدی محصولات آلومینیومی (زنجره پائین دست) در سطح کشور

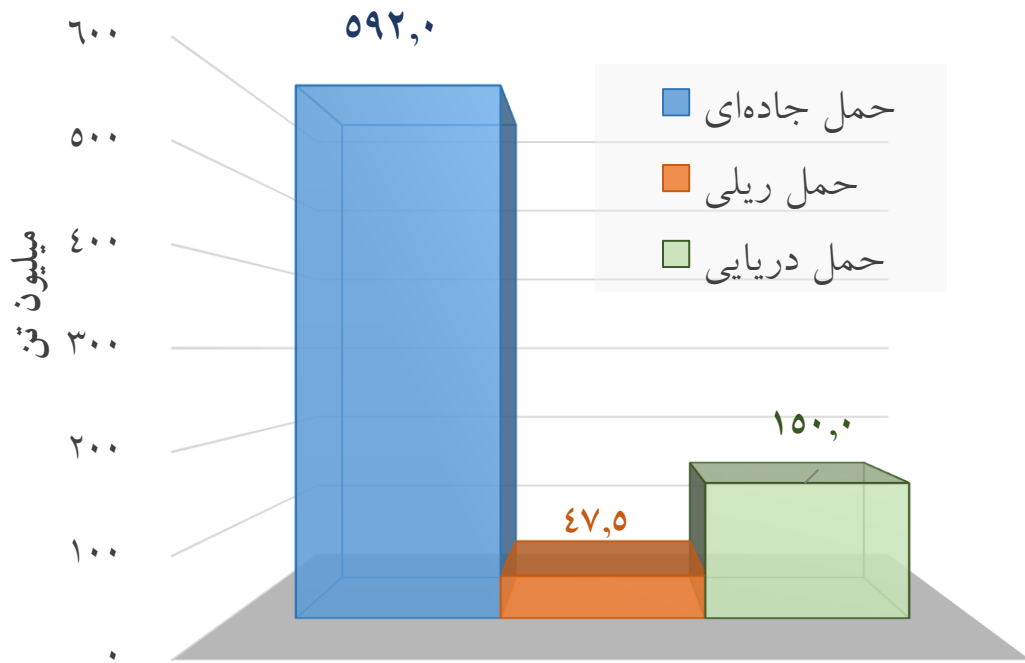
ظرفیت تولیدی محصولات آلومینیومی واحدهای فعال به تفکیک استان

ظرفیت تولیدی محصولات آلومینیومی درحال توسعه به تفکیک استان

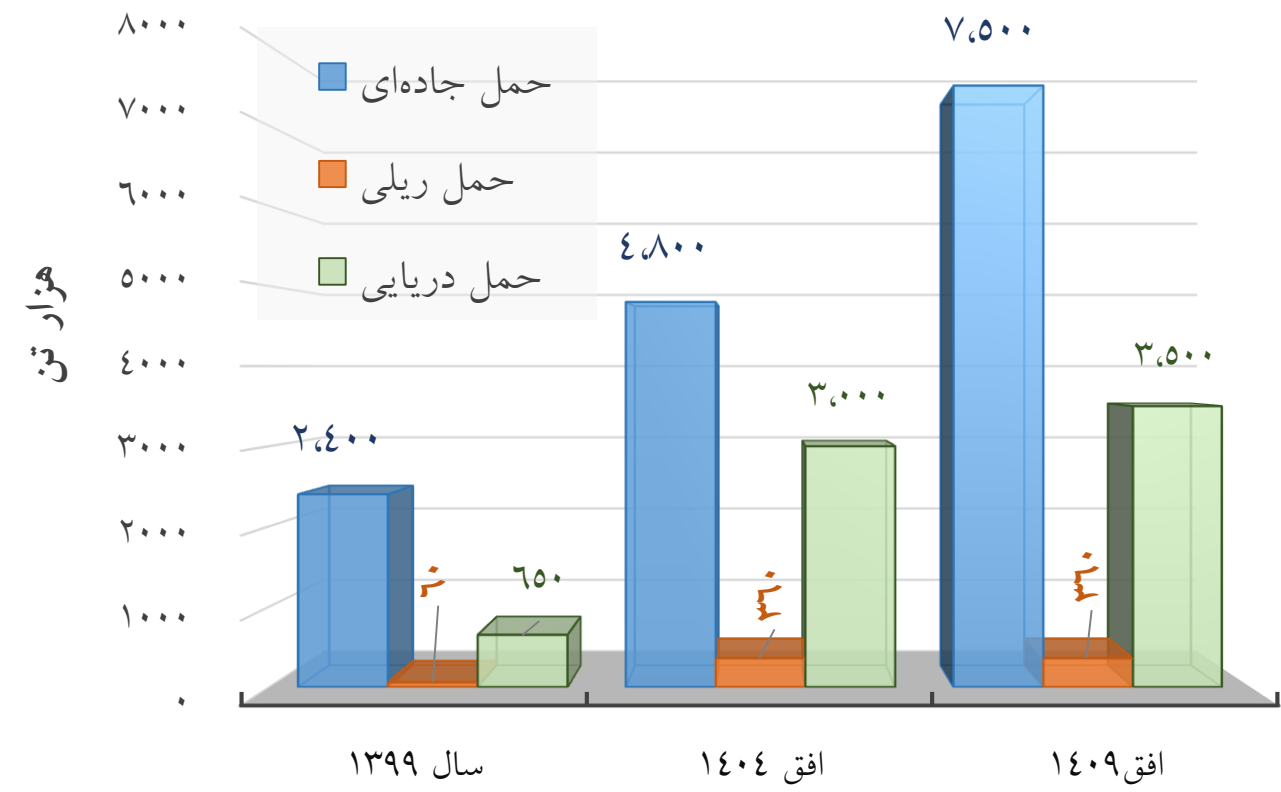


# جابجایی بار زنجیره آلومینیوم در سال ۱۳۹۹ و چشم‌انداز ۱۴۰۹-۱۴۰۴

میزان جابجایی بار کل کشور در سال ۱۳۹۹ (میلیون تن)

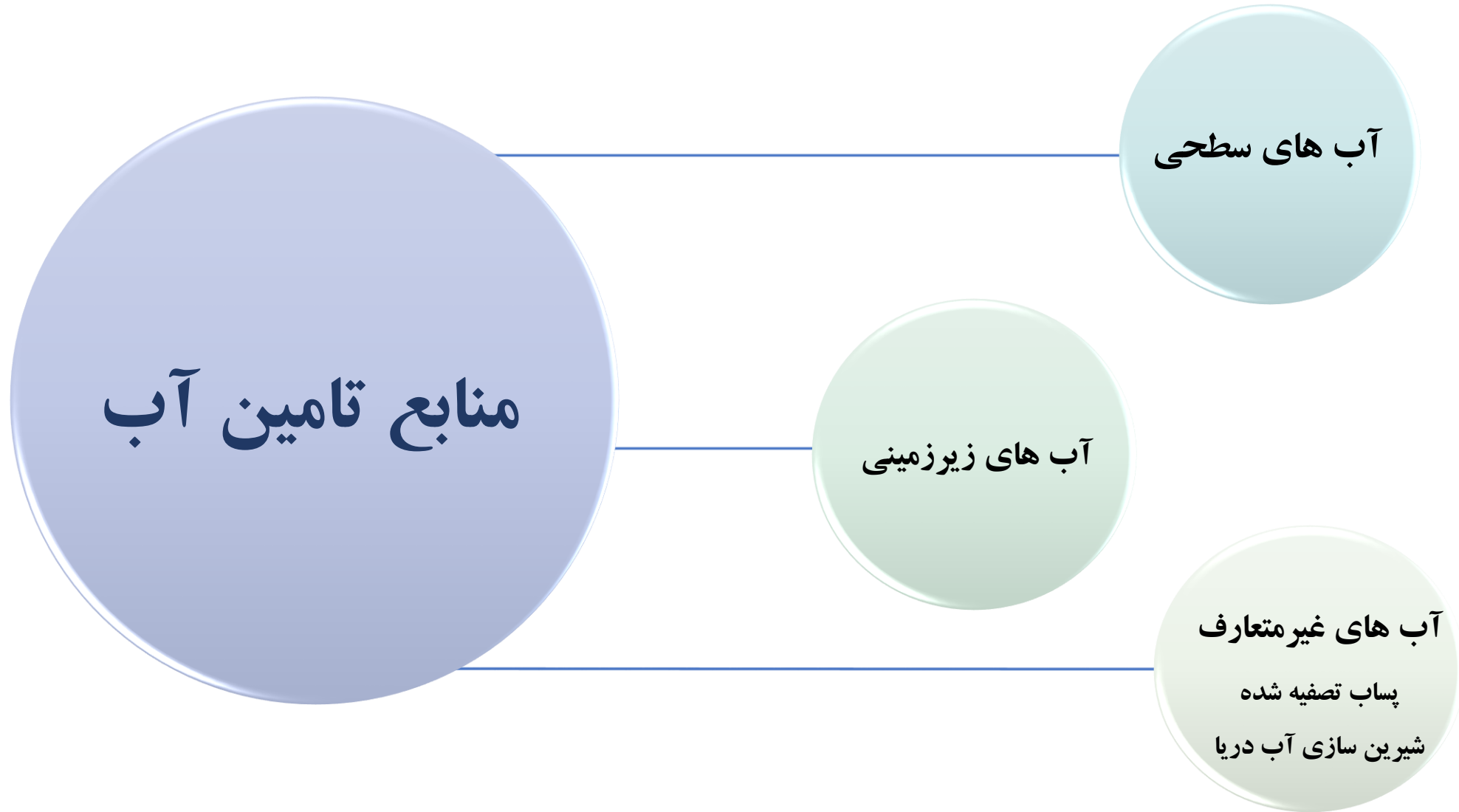


میزان جابجایی بار زنجیره آلومینیوم کشور (هزار تن)

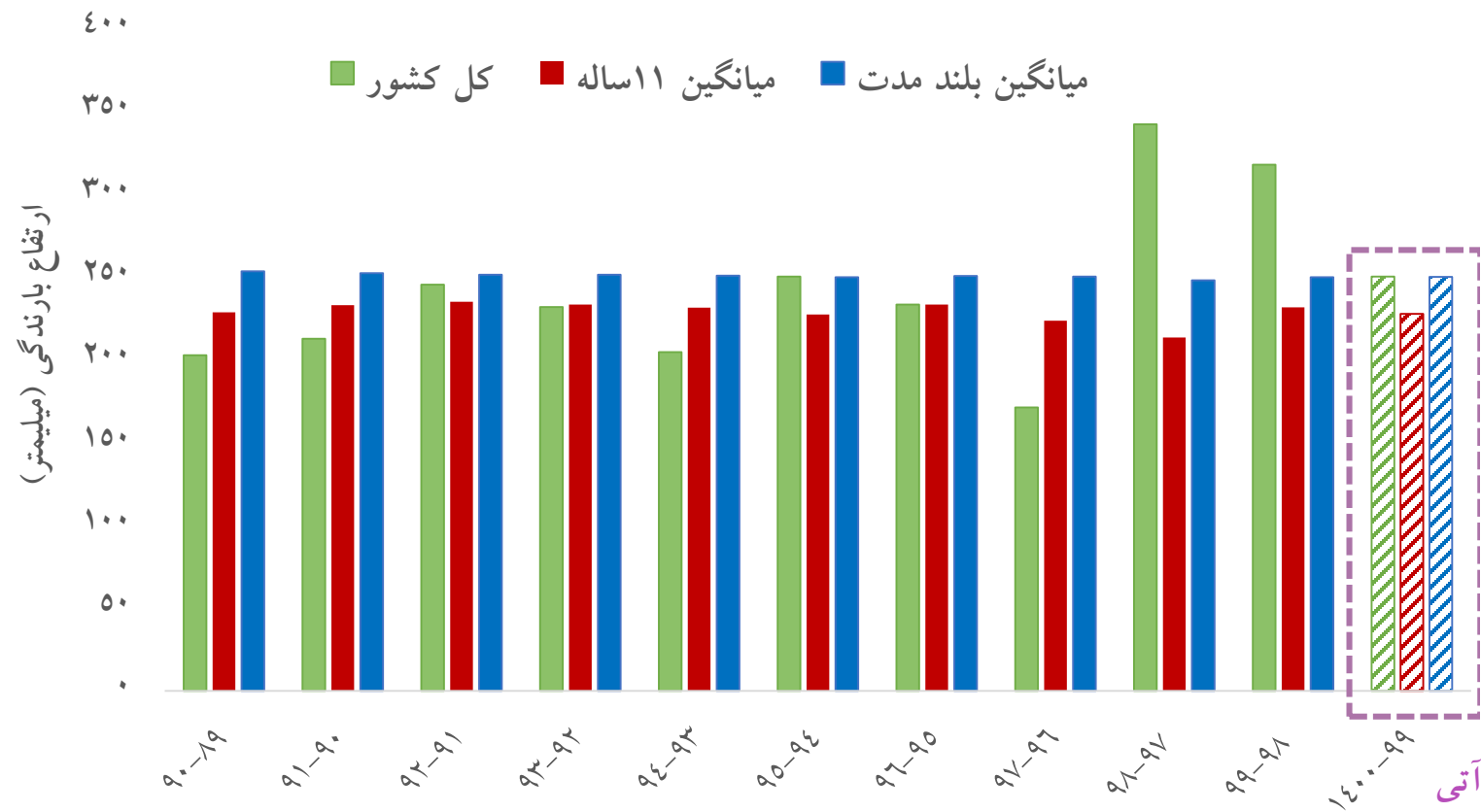


- (۱) با توجه به اینکه تمرکز بیشتر مراکز تولید محصول در مرکز و شمال کشور دیده میشود و تنها واحد ایرالکو جهت تامین خوراک واحدهای مذکور در مرکز کشور وجود دارد؛ یکی از چالش‌های پیش رو، حمل و نقل مواد اولیه مورد نیاز مراکز پایین دست است.
- (۲) جابجایی مواد اولیه در صنعت آلومینیوم بوسیله ریل در سال ۱۳۹۹ تنها محدود به ارسال پودر آلومینا از مبادی بندر امام و جاجرم به اراک آن هم در حجم بسیار پایین می باشد.
- (۳) سهم حمل و نقل ریلی در جابجایی محصولات بالادستی زنجیره آلومینیوم در حال حاضر کمتر از ۳ درصد بوده که با توجه به مزایای این گونه حمل و نقلی نسبت به حمل جاده ای باید جهت افزایش سهم آن از میزان جابجایی ها به خصوص در زنجیره پایین دست اقدامات اساسی صورت پذیرد.
- (۴) با بررسی جمیع شرایط از جمله نزدیکی به بنادر به منظور سهولت واردات و صادرات مواد و محصولات و همچنین کاهش فاصله حمل، بهترین منطقه به منظور توسعه واحدهای بالادست در جنوب کشور و در نزدیکی بندر پارسیان و یا بندر شهیدرجایی می باشد.
- (۵) با در نظر گرفتن میزان تقاضای حمل جاده ای و ریلی و همچنین وضعیت تجارت زنجیره آلومینیوم کشور در افق ۱۴۰۹ و امکانات موجود و توسعه ای جاده ها، راه آهن و بنادر کشور و نیز توسعه احتمالی صنعت آلومینیوم، بر اساس فروض اشاره شده، انتظار میرود زیرساخت های حمل و نقلی کشور، پاسخگوی نیاز آتی این صنعت باشند.

# زیرساخت آب



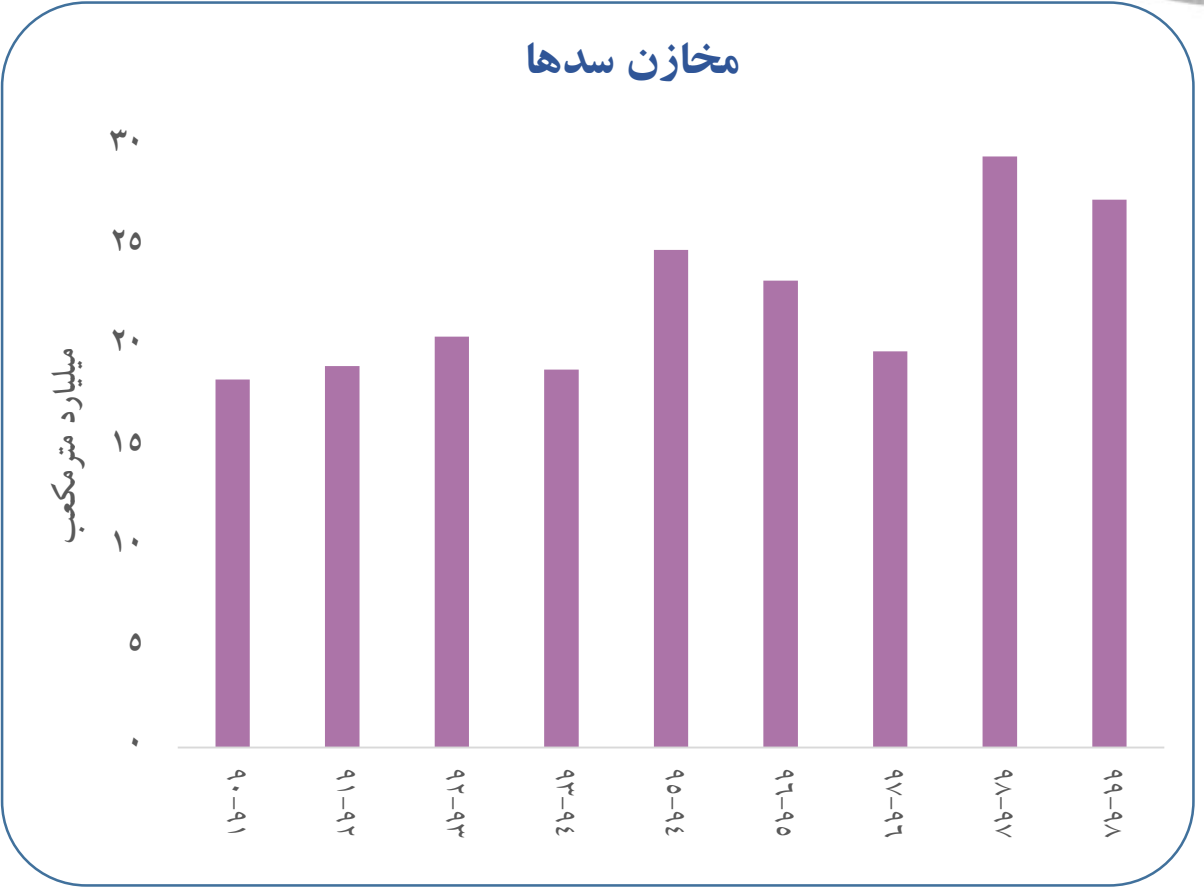
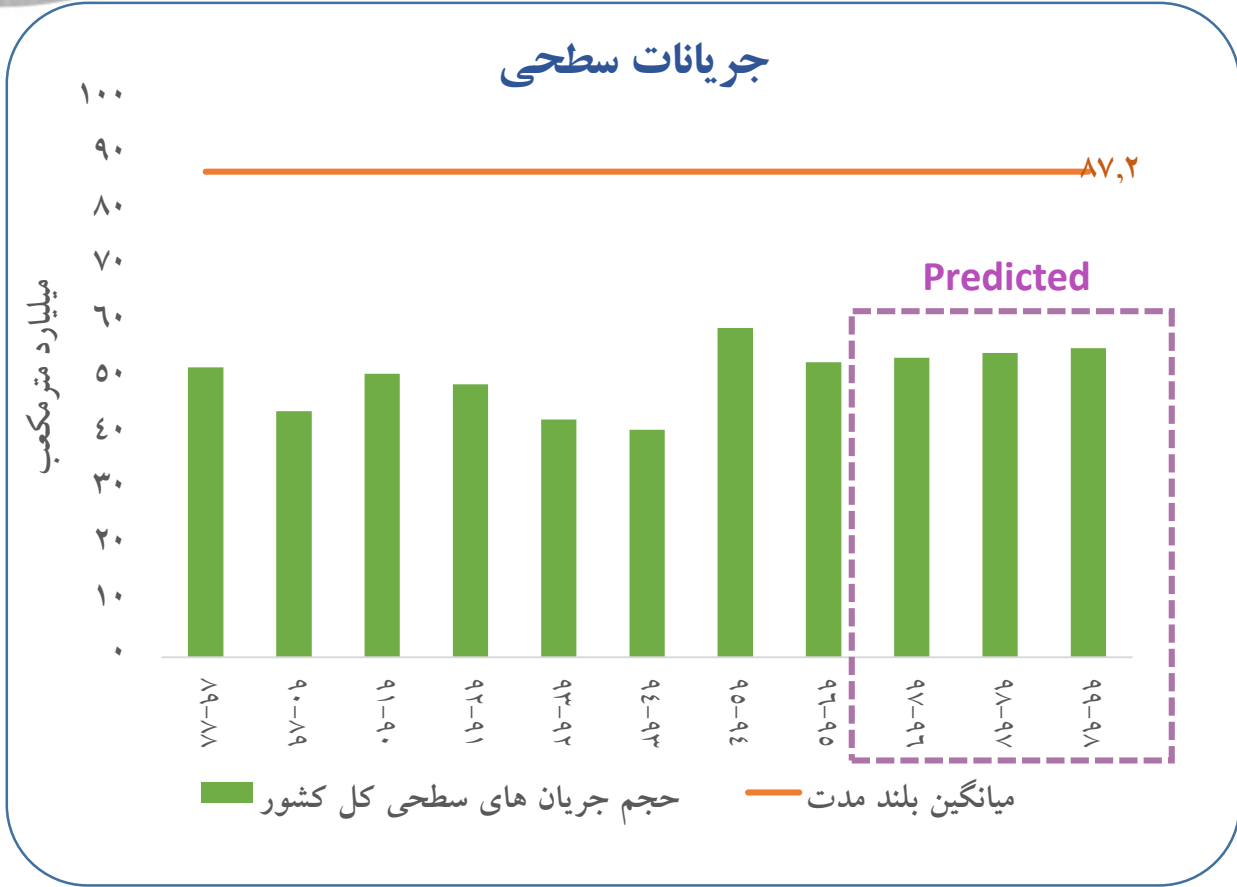
# مقایسه میزان بارش سالانه کل کشور با دوره ۱۲ ساله و میانگین بلند مدت



پیش بینی آبی

میزان بارندگی در سال آبی ۹۸-۹۹ به ترتیب به حوضه آبریز دریای خزر، خلیج فارس و دریای عمان، دریاچه ارومیه، قره قوم، فلات مرکزی و حوضه مرزی شرق اختصاص داشته است.

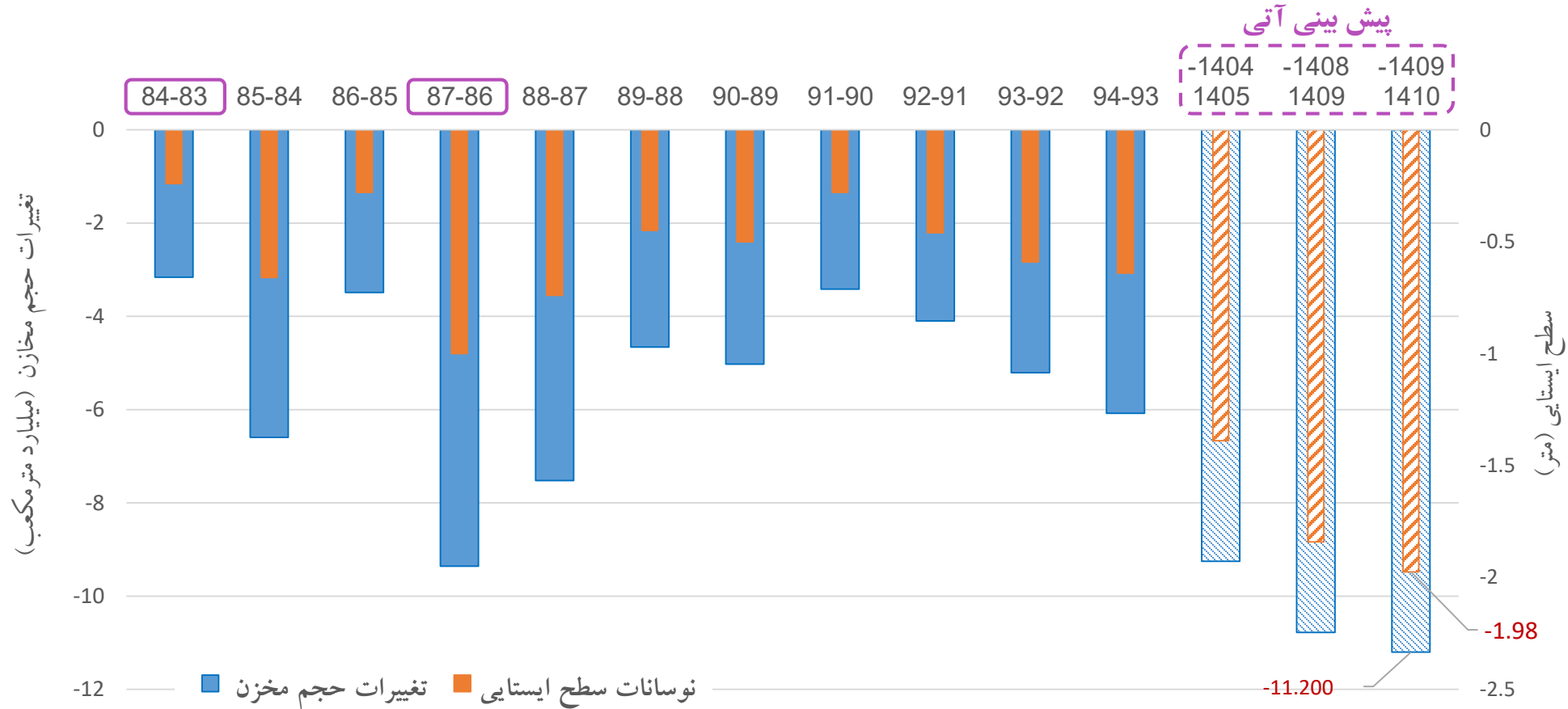
# حجم جریانات سطحی و آب موجود در مخازن سدها



- میزان جریان های سطحی در سال های اخیر در کشور حدود ۶۰ درصد مقدار میانگین بلندمدت کشور می باشد.
- در سال آبی جاری ۹۸-۹۹، میزان کل ورودی به سدهای کشور در مقایسه با مدت مشابه سال گذشته ۳۷ درصد کاهش یافته است.
- حدود ۵۲ درصد مخازن سدهای کشور در سال آبی جاری پر شده است که در مقایسه با سال گذشته ۲.۳ درصد کاهش داشته است.
- بخش کشاورزی بیشترین و بخش صنعت کمترین سهم از آب موجود در سدها را به خود اختصاص داده اند.

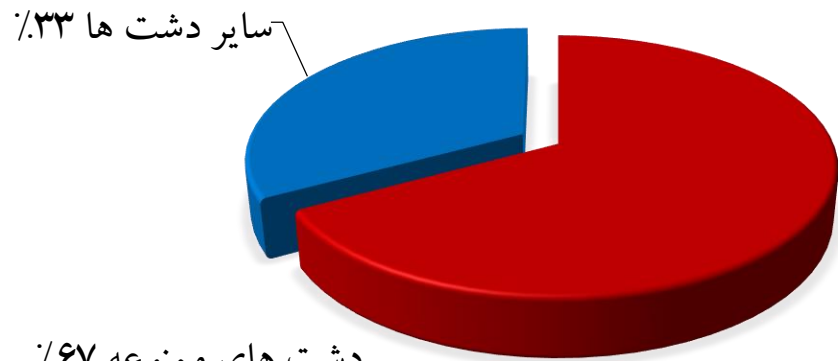
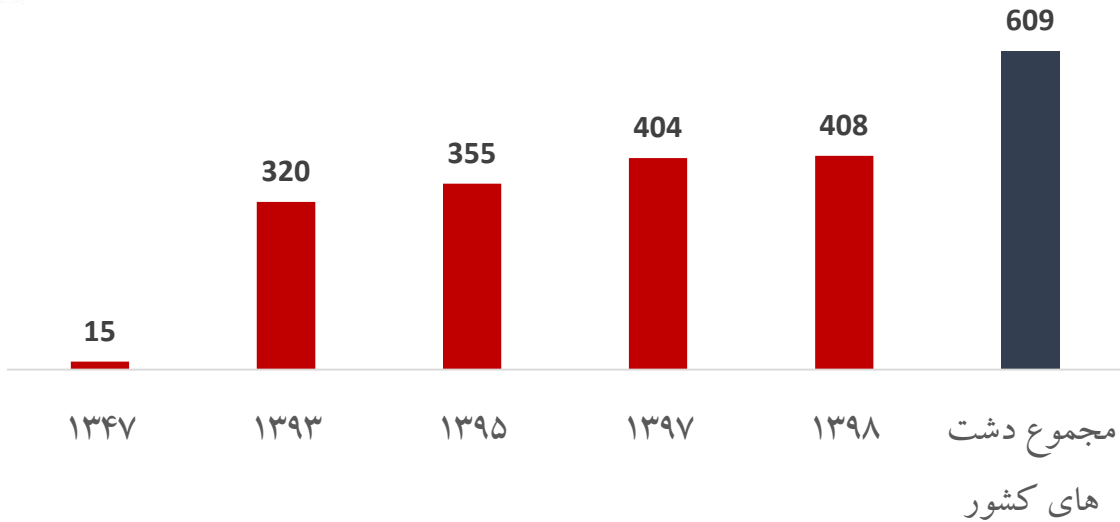


# وضعیت منابع آب های زیرزمینی

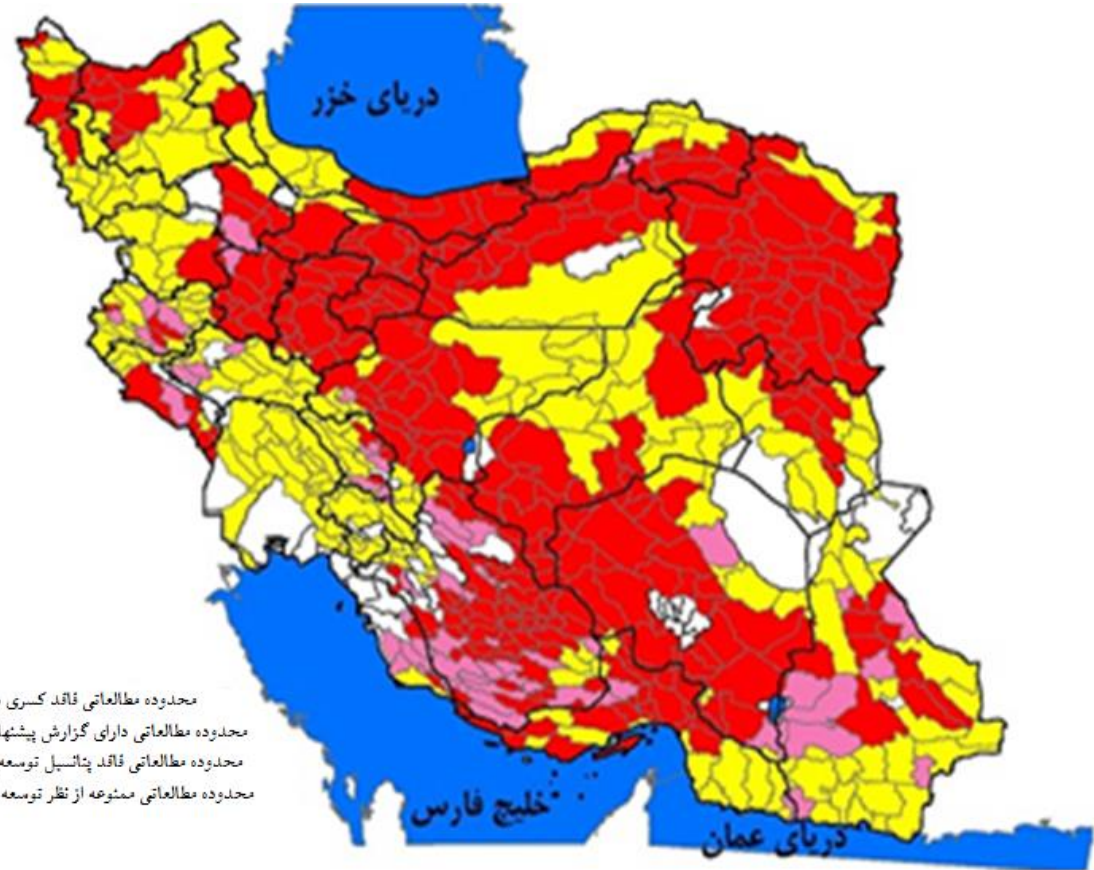


- بر مبنای نرخ کاهش حجم مخازن به صورت تجمعی در ۵ سال گذشته، کسری حجم مخازن در سال ۱۴۱۰، حدود ۳۱۱.۳ میلیارد مترمکعب برآورد می شود.
- کاهش حجم مخازن باعث وقوع پدیده نشست خاک، کاهش کیفیت آب و افزایش شوری منابع آب های زیرزمینی می گردد.

# وضعیت منابع آب های زیرزمینی

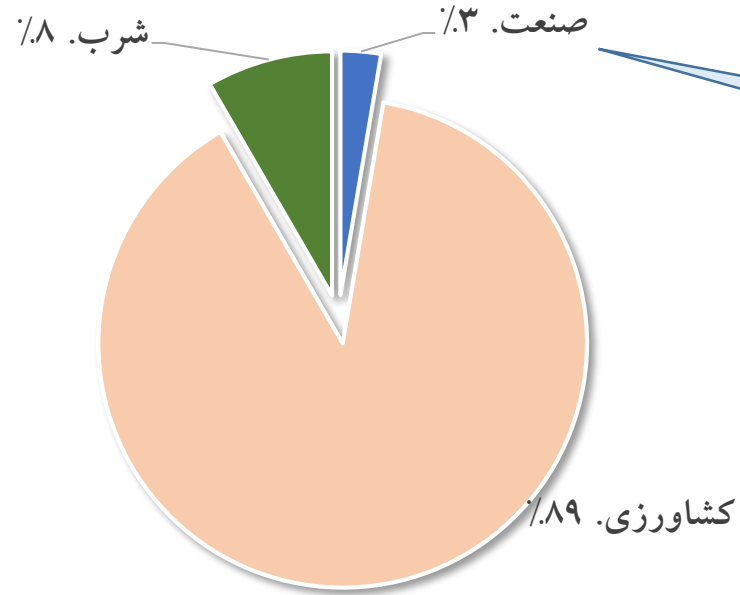


- محدوده مطالعاتی فاقد کسری ذخیره مخزن
- محدوده مطالعاتی دارای گزارش پیشنهاد ممنوعیت
- محدوده مطالعاتی فاقد پتانسیل توسعه بهره برداری
- محدوده مطالعاتی ممنوعه از نظر توسعه بهره برداری



بیش از ۹۰ درصد پتانسیل منابع آب های زیرزمینی کشور در دشت های ممنوعه قرار گرفته است. □  
 استان های خراسان رضوی، کرمان، فارس، اصفهان و یزد در صدر استان های دارای بیشترین میزان کسری مخزن آبخوان های زیرزمینی قرار دارند. □

# مصارف آب در کشور به تفکیک زیربخش ها



مصرف سالانه کل آب کشور معادل ۹۶.۳۷ میلیارد مترمکعب

مصرف سالانه کل آب در صنعت کشور حدود ۳ میلیارد مترمکعب

مصرف سالانه کل آب در بخش کشاورزی کشور حدود ۸۵.۵ میلیارد مترمکعب

- ❑ با توجه به وجود بحران آبی در کشور، مدیریت عرضه و تقاضا در کلیه بخش ها ضرورت دارد.
- ❑ افزایش بهره‌وری در بخش کشاورزی، اصلاح الگوی مصرف در بخش شرب و همچنین بهره‌گیری از تکنولوژی‌های نوین با الگوی مصرف پایین تر در صنایع آب‌بر و مکان‌یابی مناسب و پیش‌بینی انتقال آب در راستای توسعه بخش‌های مختلف از جمله راه‌کارهایی است که بایستی در این مقوله در نظر گرفته شود.

مجموع	کشاورزی	صنعت	فضای سبز	شرب	مجموع کل آب قابل برنامه ریزی (میلیون مترمکعب)
۷۴,۱۷۴	۵۸,۸۴۸	۳,۴۲۵	۵۴۰	۱۱,۳۶۲	

- تنها حدود ۵ درصد از آب قابل برنامه ریزی کشور به بخش صنعت اختصاص یافته است.
- در افق ۱۴۲۰، معادل ۸۳.۵ درصد پتانسیل منابع تجدیدپذیر کشور به مصرف رسیده است.
- با توجه به وابستگی بالای توسعه کشور بر منابع آب و مصرف بسیار بالای آب در کلیه زیربخش‌ها، بروز خشکسالی‌های اخیر و کاهش منابع آبی در سال‌های اخیر، بحران تامین و مدیریت آب در کلیه زیربخش‌ها در سال‌های آتی به وضوح مشاهده می‌شود.

## تامین آب از منابع غیرمتعارف

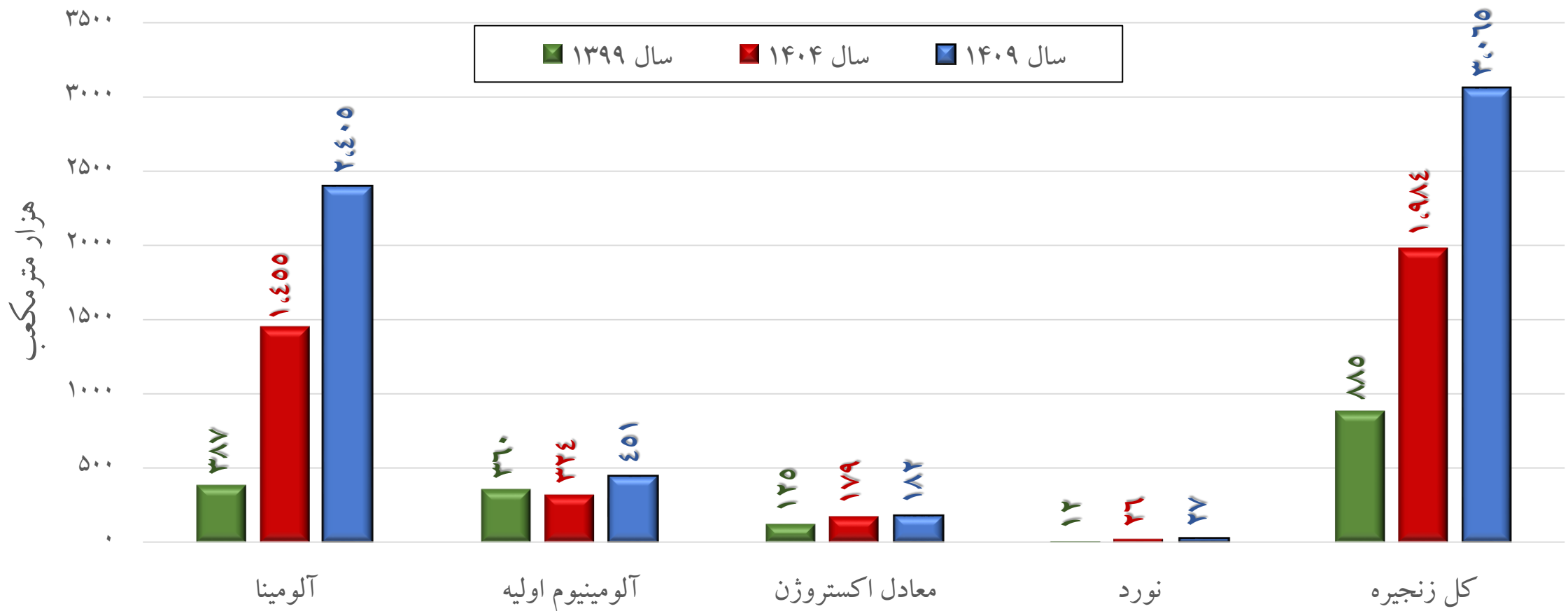
بیش از ۷۰ درصد آب شیرین شده دریا به صنعت اختصاص یافته است.

**شیرین سازی آب دریا در افق ۱۴۲۵**

۱/۶۴ میلیارد مترمکعب در صورت اجرای طرح های جمع آوری و تصفیه خانه فاضلاب برای شهرهای مهم و اولویت دار

**پساب و فاضلاب تصفیه شده در افق ۱۴۲۵**

# میزان آب مصرفی زنجیره آلومینیوم در سال ۱۳۹۹ و افق ۱۴۰۴ و ۱۴۰۹



سال ۱۴۰۴: معادل ۱/۹ میلیون مترمکعب  
سال ۱۴۰۹: معادل ۳ میلیون مترمکعب

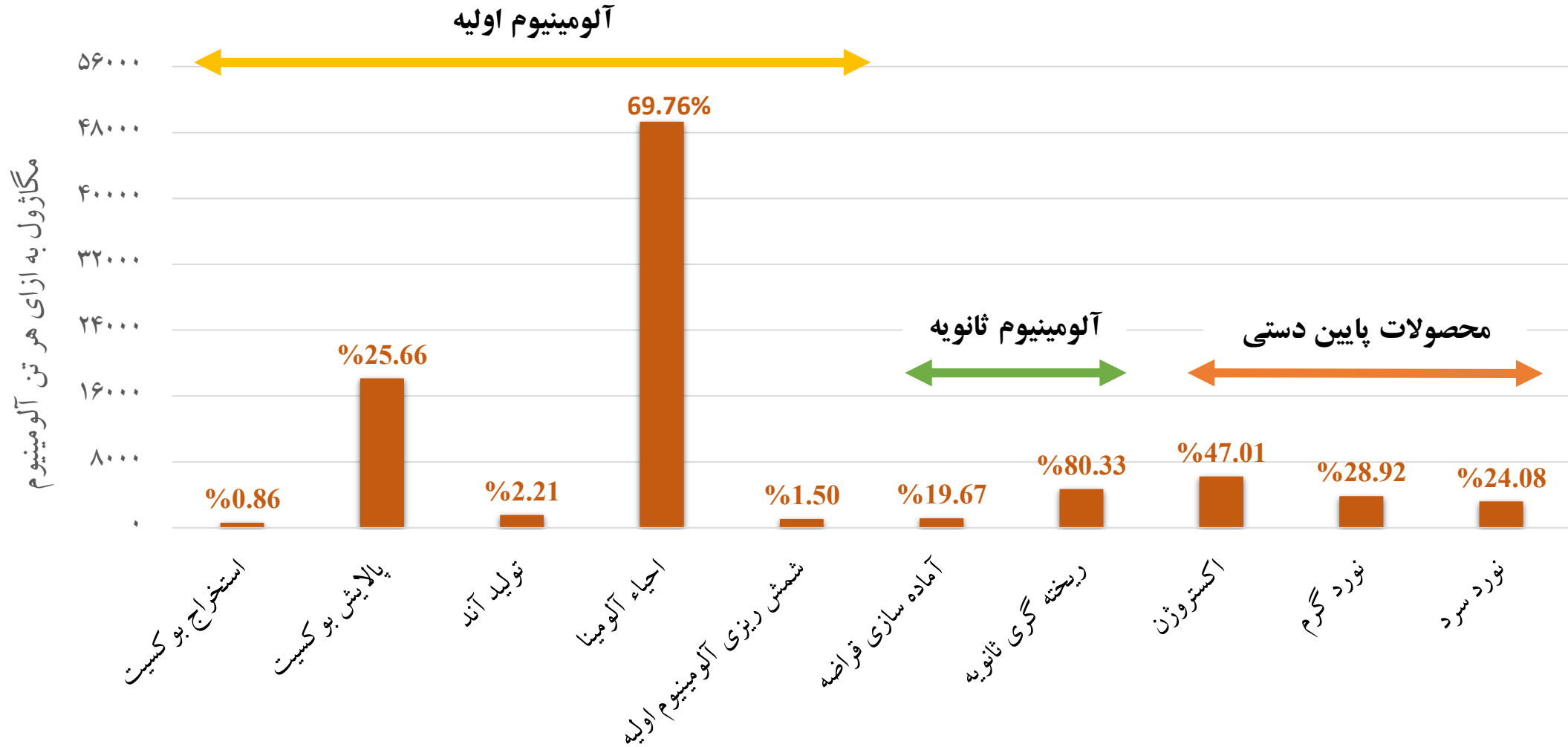


مجموع آب مورد نیاز صنعت در افق چشم انداز

- بیلان منفی منابع آب و عدم امکان افزایش فشار بیشتر بر منابع آب زیرزمینی و سطحی در کشور
- مصرف حدود ۸۹٪ آب در بخش کشاورزی (بازده بسیار پایین آبیاری)
- عدم کفایت زیرساخت های جمع آوری فاضلاب و استفاده از پساب تصفیه شده در کشور
- تاسیس کارخانه های تولید آلومینیوم اولیه در سواحل جنوبی کشور
- کاهش مصرف آب با تولید آلومینیوم از قراضه های آلومینیوم (آلومینیوم ثانویه)
- به کارگیری روش های تصفیه آب و پساب در معادن (بازیابی آب و استفاده بهینه از ظرفیت سدهای باطله و تکنولوژی های تیکنر خمیری) و کارخانه های پالایش بوکسیت
- کنترل تبخیر از سطوح آبی (در فرایندهای معدنی)

# زیرساخت سوخت (گاز طبیعی)

# انرژی مورد نیاز صنعت آلومینیوم در دنیا



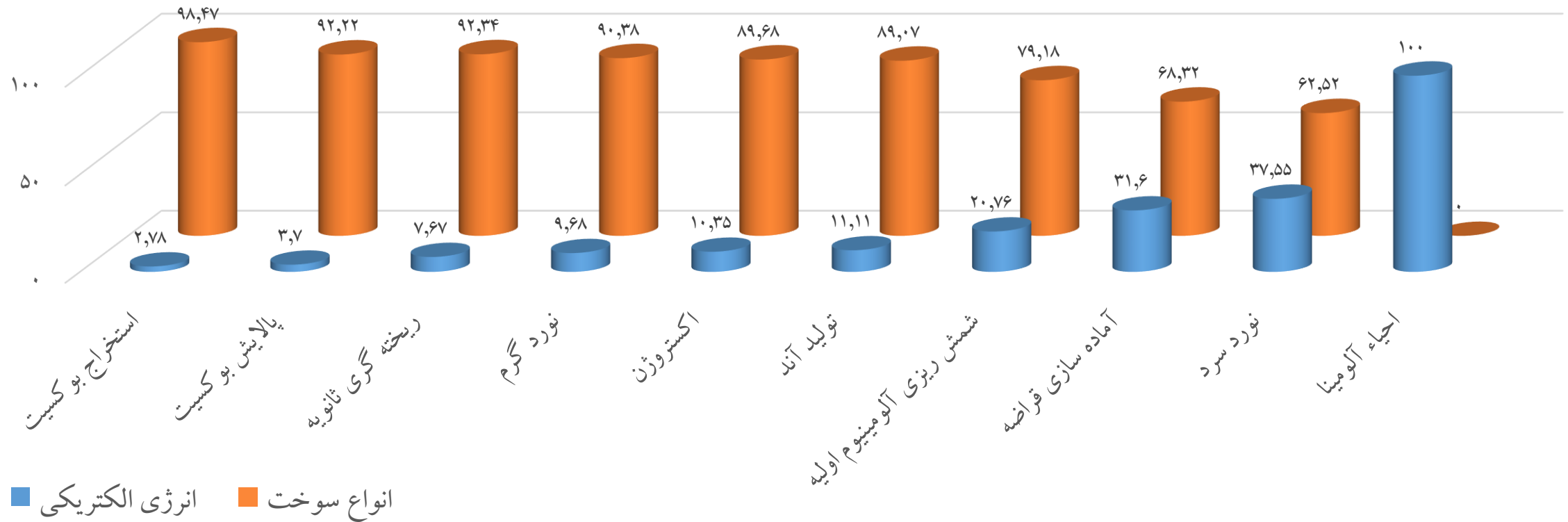
✓ مصرف انرژی در تولید آلومینیم اولیه به مراتب از تولید آلومینیوم ثانویه و تولید محصولات پایین دستی، بیشتر است.

✓ سهم مصرف انرژی در تولید آلومینیوم اولیه ۷۸.۷، آلومینیوم ثانویه ۶.۵ و محصولات پایین دستی ۱۴.۷ درصد از کل انرژی مصرفی در کلیه زنجیره های تولید آلومینیوم می باشد.

✓ فرایندهای پالایش بوکسیت و احیاء آلومینا مصرف بیش از ۹۵ درصد انرژی کل زنجیره تولید آلومینیوم اولیه را به خود اختصاص داده اند.

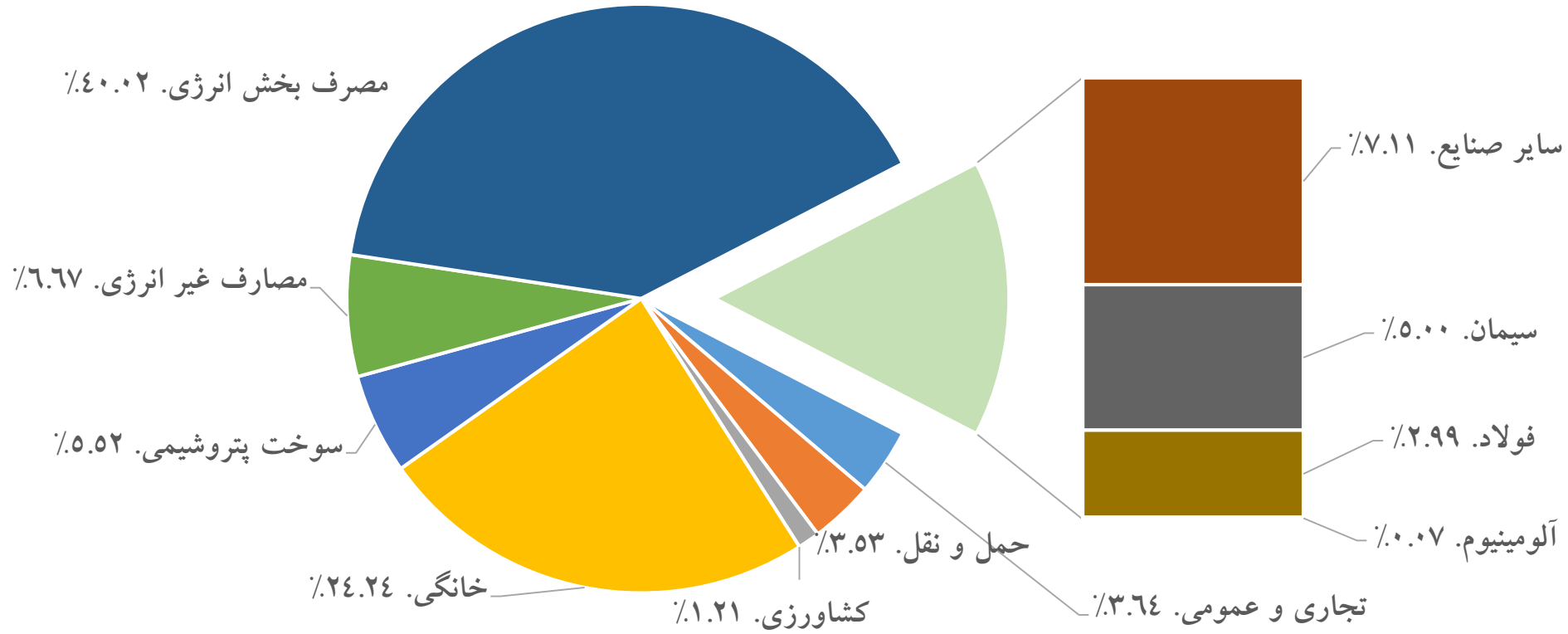


# سهم مصرف و هزینه انرژی در صنعت آلومینیوم در دنیا



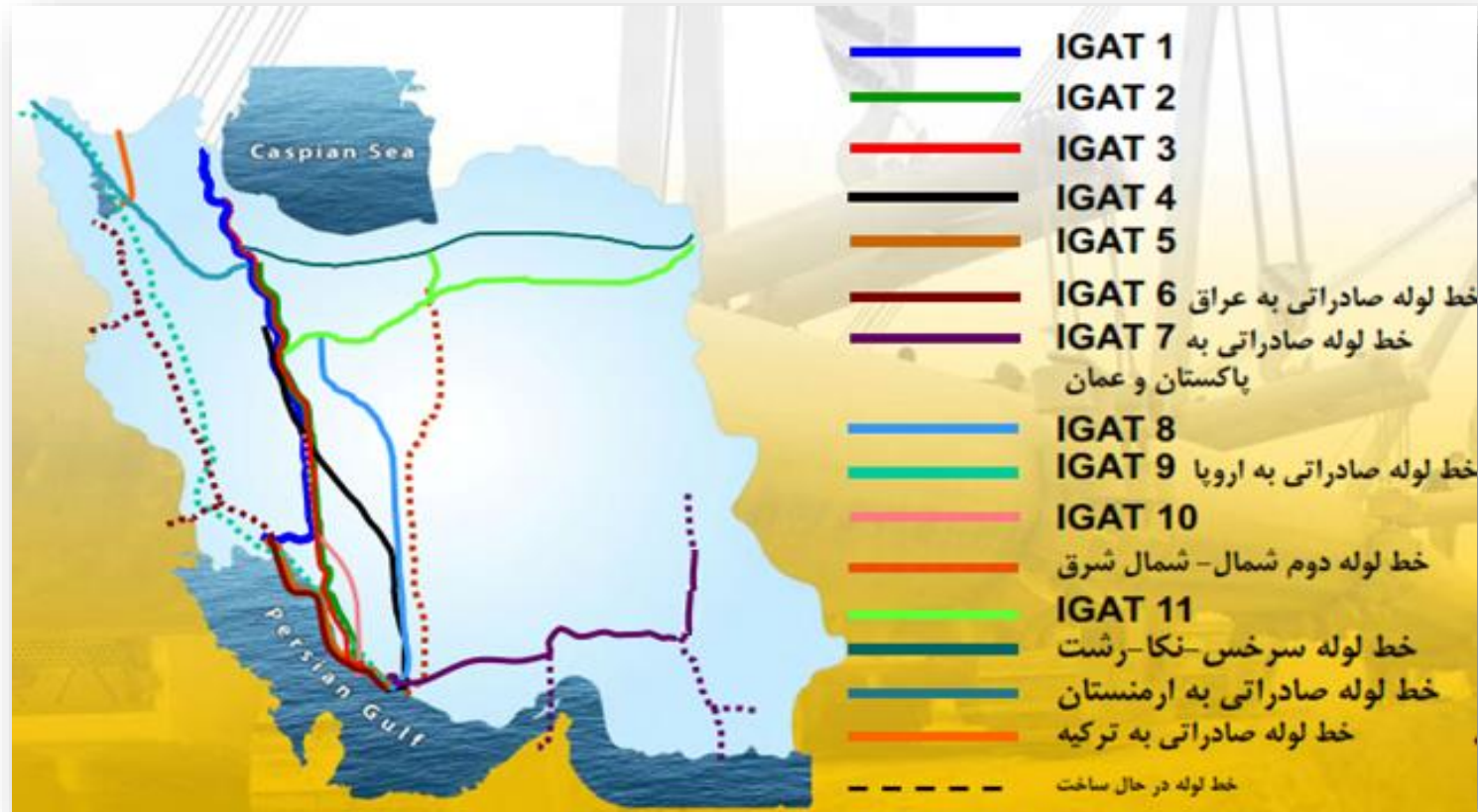
✓ در کلیه فرایندهای تولید آلومینیوم اولیه، ثانویه و محصولات پایین دستی، سهم انواع سوخت به عنوان انرژی مورد نیاز فرایندها بیش از انرژی الکتریکی در همان فرایند می باشد. به گونه ای که در فرایند احیاء آلومینا، نسبت انرژی الکتریکی مصرفی به کل انرژی، ۱۰۰ درصد می باشد.

# سهم مصرف نهایی گاز طبیعی به تفکیک زیربخش ها در کشور



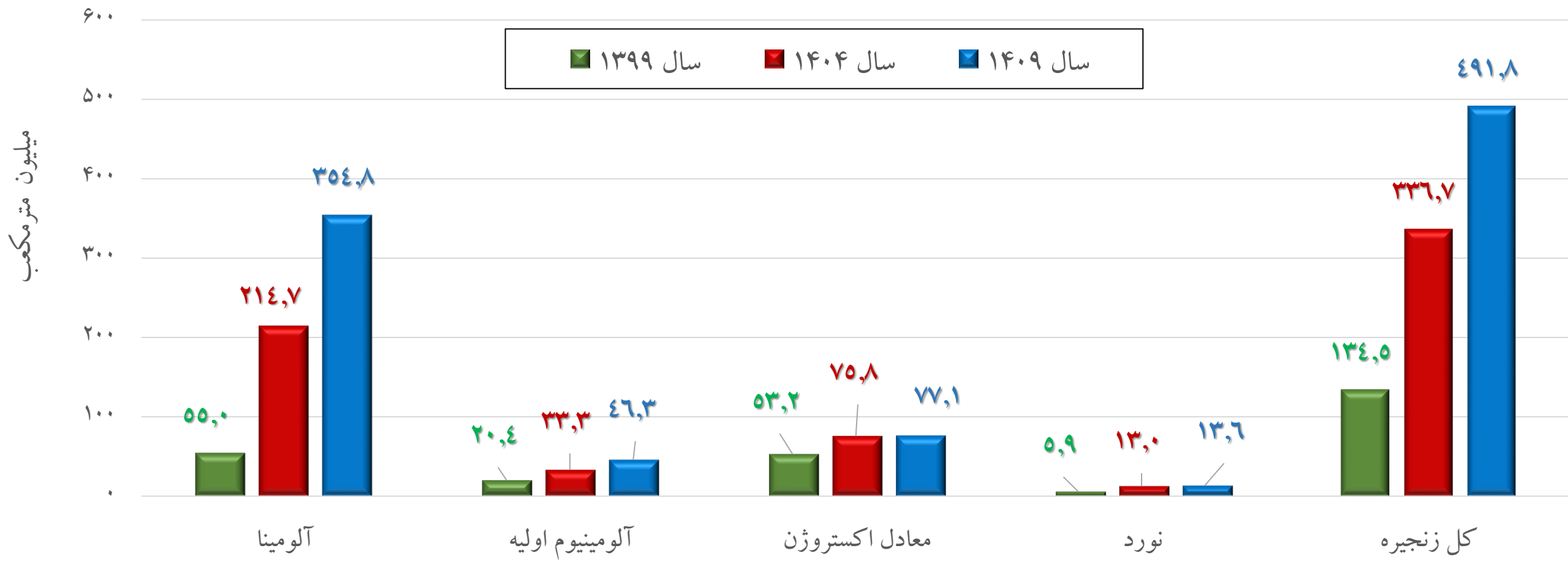
- بر اساس آخرین ترازنامه انرژی کشور، میزان ذخایر قابل استحصال گاز طبیعی در ایران (رتبه دوم جهان پس از روسیه)، ۳۳/۱ تریلیون مترمکعب برآورد گردیده است.
- مجموع مصارف گاز طبیعی کشور در کشور در دو گروه مصرف نهایی (۱۲۹ میلیارد متر مکعب) و مصارف بخش انرژی (۸۶/۱۹ میلیارد متر مکعب) طبقه بندی شده است.
- کمتر از ۰.۱ درصد مصرف گاز کشور به زنجیره آلومینیوم اختصاص دارد.

# پراکندگی خطوط انتقال گاز در کشور با لحاظ توسعه های اصلی



- یازده خط اصلی در کشور در حال اجرا و بهره برداری وجود دارد که عمدتاً در قسمت جنوب و غرب کشور پراکنده شده اند.
- توسعه خطوط گاز در استان سیستان و بلوچستان در دو محور شمالی و جنوبی در قطعات مختلف در حال پیگیری بوده و در محور شمالی گاز رسانی به زاهدان نهایی شده است.

# میزان گاز طبیعی مصرفی زنجیره آلومینیوم ۱۳۹۹ و افق ۱۴۰۴ و ۱۴۰۹



سال ۱۴۰۴: معادل ۳۳۶/۷۵ میلیون مترمکعب  
سال ۱۴۰۹: معادل ۴۹۱/۷۹ میلیون مترمکعب



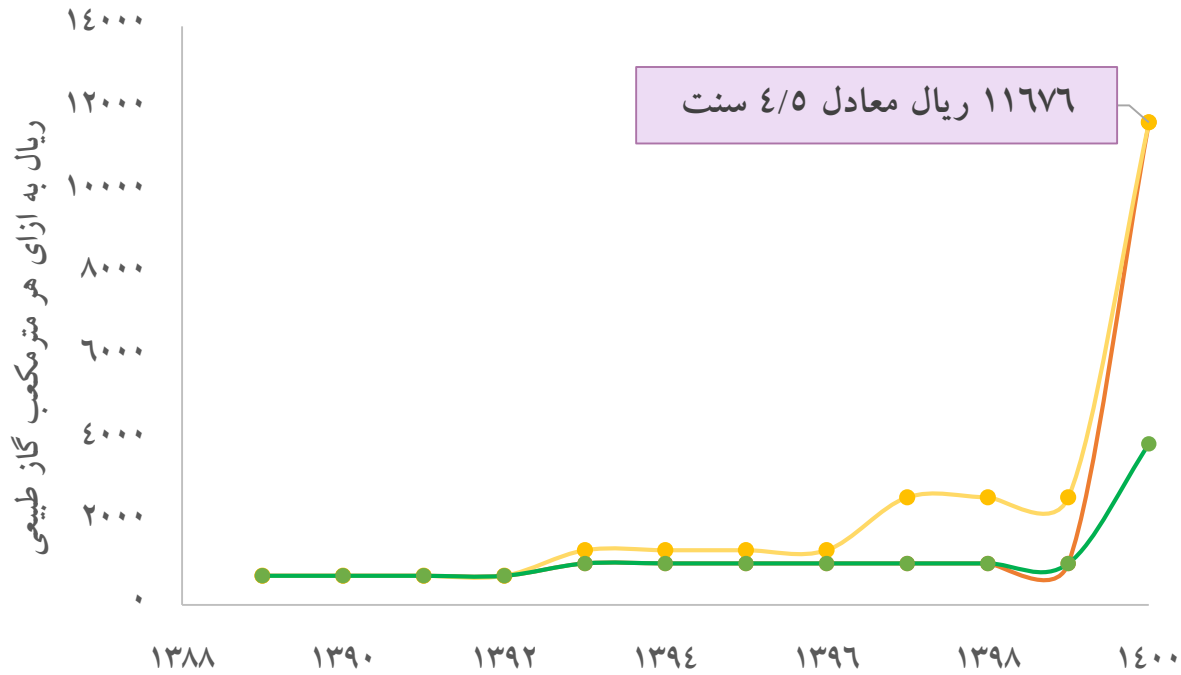
مجموع گاز طبیعی مورد نیاز  
صنعت در افق چشم انداز

# هزینه هر مترمکعب گاز طبیعی صنایع عمده و فلزی در کشور

## قیمت گاز طبیعی در کشور

## قیمت جهانی گاز طبیعی

● سیمان ● فولاد ● صنایع عمده و پالایشگاه



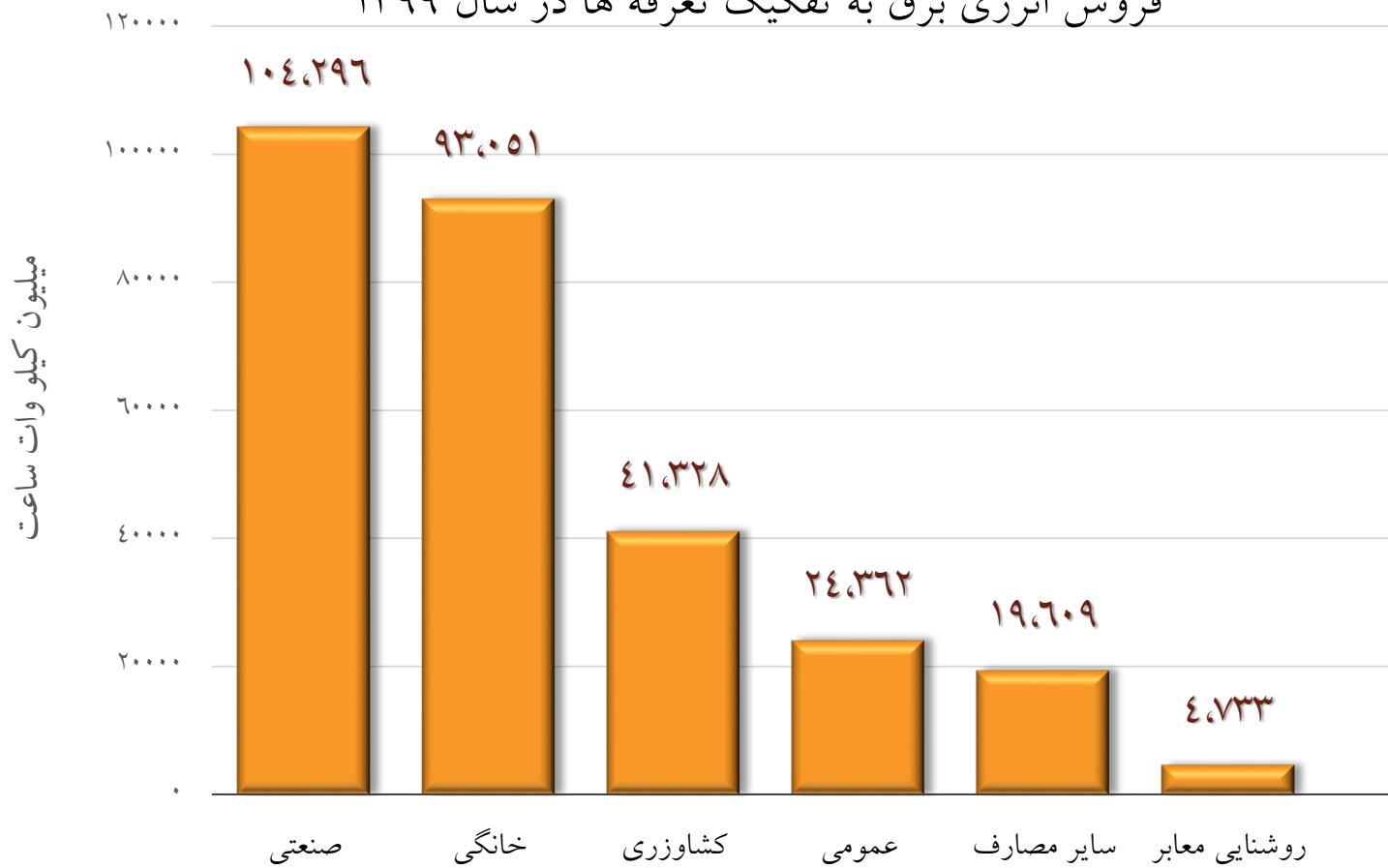
- هزینه هر نرمال مترمکعب گاز تحویلی به صنایع فلزی با ارزش حرارتی ۷۸۰۰ کیلوکالری در آذرماه ۱۴۰۰، معادل ۱۱۶۷۶ ریال یا حدود ۴.۶ سنت می باشد. قیمت گاز مصرفی در صنایع عمده از ابتدای سال ۱۴۰۰ تا آذرماه حدود ۶۹ درصد افزایش داشته است.
- قیمت جهانی هر نرمال مترمکعب گاز طبیعی (معادل گاز طبیعی ایران) در ماه فوریه سال ۲۰۲۲، حدود ۲۶ سنت می باشد.

- عدم پوشش دهی شبکه توزیع گاز کشوری و ظرفیت انتقال برخی خطوط در کل کشور و نیاز به سرمایه گذاری برای انتقال گاز
- عدم تکمیل خط هفتم سراسری انتقال گاز
- توجه به نیاز گاز طبیعی نیروگاه های تولید برق جهت فرایندهای های بالادستی به ویژه پالایش آلومینا (با توجه به کمبود برق در شبکه فعلی کشور)
- اختلاف قیمت فروش گاز طبیعی در کشور (معادل ۴/۵ سنت) علی رغم افزایش بیش از ۱۱/۷ برابر قیمت هر نرمال متر مکعب گاز طبیعی در سال ۱۴۰۰ نسبت به سال گذشته، در مقایسه با بازارهای جهانی (۲۶ سنت)
- پیشنهاد استفاده از تکنولوژی های روز جهت کاهش مصرف گاز طبیعی
- پیشنهاد تولید آلومینیوم از قراضه های آلومینیوم (آلومینیوم ثانویه) جهت کاهش مصرف گاز و کاهش گازهای گلخانه ای و اثرات مخرب زیست محیطی ناشی از آن
- سرمایه گذاری صنایع در زنجیره تولید و تامین گاز
- بهینه سازی مصرف گاز در نیروگاه های کشور
- ✓ احداث بخش بخار نیروگاه های گازی موجود و تبدیل آنها به سیکل ترکیبی
- ✓ احداث نیروگاه های راندمان بالا و از رده خارج کردن نیروگاه های کوچک و کم راندمان گازی و بخاری موجود

# زیر ساخت برق

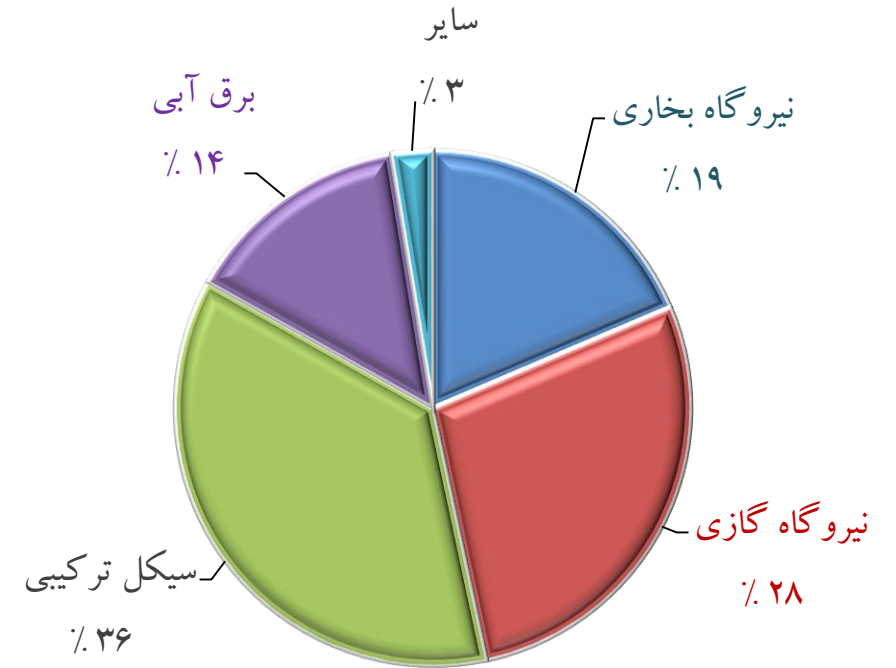
## مصرف

فروش انرژی برق به تفکیک تعرفه ها در سال ۱۳۹۹



## تولید

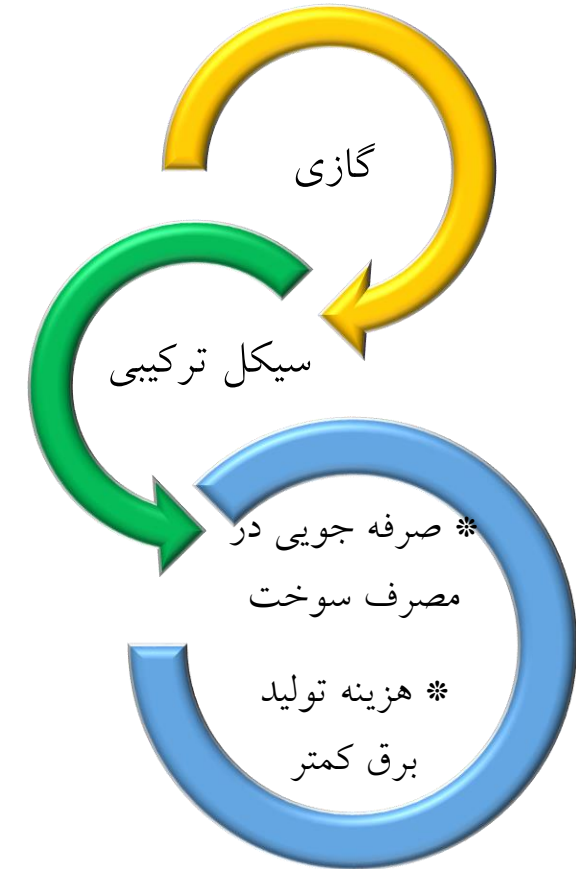
سهم نیروگاه های کشور در تولید برق



\*مصارف انرژی فوق براساس آخرین گزارش منتشرشده توسط شرکت توانیر تهیه شده است.



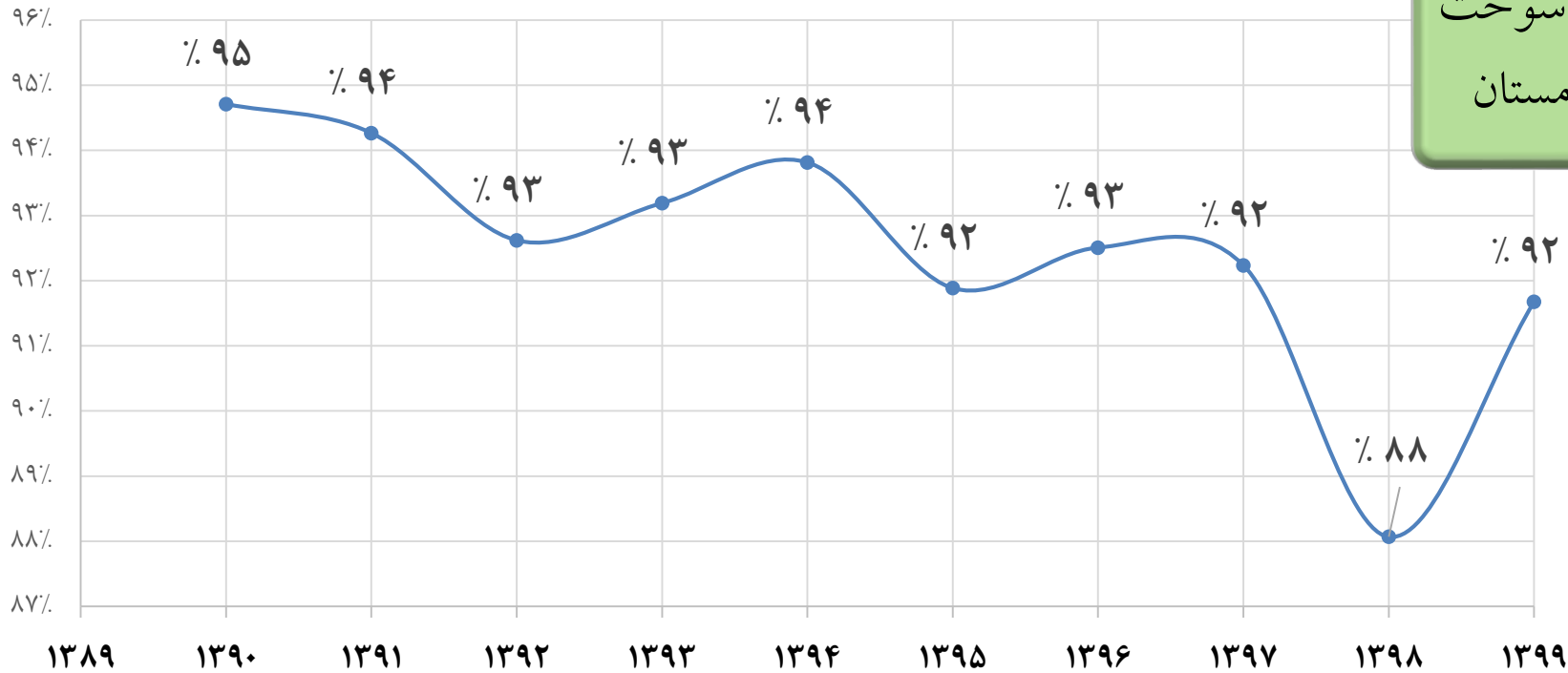
مقایسه کل انرژی تولیدی حرارتی و غیر حرارتی



- کل انرژی تولیدی حرارتی (میلیون کیلووات ساعت)
- کل انرژی تولیدی غیر حرارتی (میلیون کیلووات ساعت)

- متوسط راندمان تولید برق حرارتی در سال ۹۹ برابر ۳۹.۵٪ بوده است.
- تأمین سوخت از چالش‌های صنعت برق محسوب می‌شود.

## درصد انرژی تولیدی حرارتی از کل انرژی



کمبود سوخت  
در زمستان

افزایش مصرف  
برق در تابستان

توجه به تأمین  
برق پایدار

هرچه دما و ارتفاع ↑ راندمان نیروگاه ↓

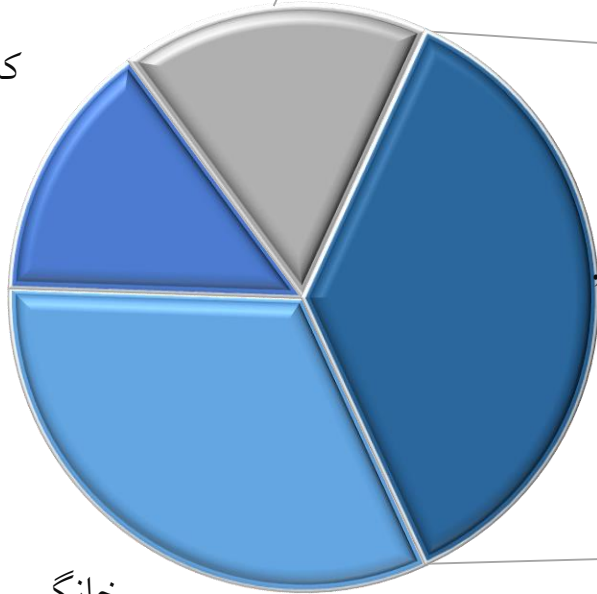
- میزان ۲۴۰۰۰ مگاوات از ظرفیت ایجاد شده صرف مصارف سرمایه‌ی جهت خنک کردن نیروگاه ها
- خشکسالی شدید و شروع زودهنگام گرما عوامل موثر در بازدهی نیروگاه ها
- ۶ میلیارد دلار ضرر کشور به دلیل قطعی برق

# سهم صنعت آلومینیوم از میزان برق مصرفی کشور

سهم صنعت آلومینیوم در مصارف برق کشور (میلیون کیلووات ساعت)

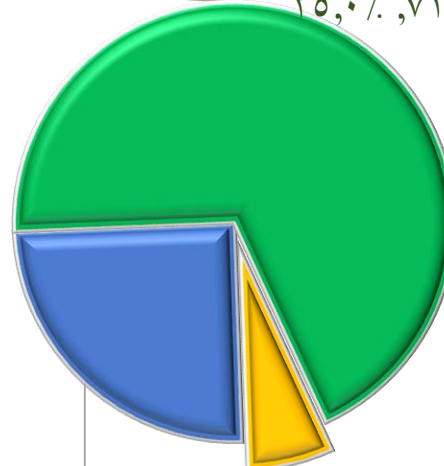
سایر مصارف, ۴۸۷۰۴

۱۶,۹%



سایر صنعت,

۷۷۱۴, ۷۱۷۳۰, ۲۵,۰%

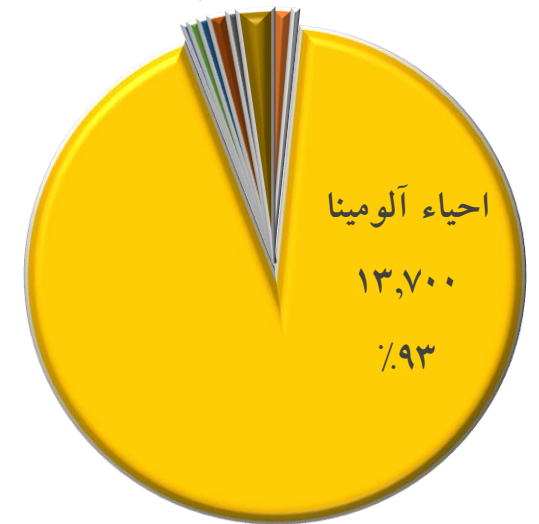


صنعت فولاد, ۲۵۹۷۹

۹,۰%

صنعت آلومینیوم, ۶۵۸۶, ۲,۳%

مصرف برق در سایر بخشهای زنجیره آلومینیوم



توزیع مصرف انرژی الکتریکی در صنعت آلومینیوم (KWh/Ton)

- مصرف برق کل کشور در سال ۱۳۹۹: ۲۸۷,۳۷۹ میلیون کیلووات ساعت در سال

- ظرفیت نامی نیروگاه های کل کشور: ۸۵,۳۱۳ مگاوات

- سهم مصرف برق زنجیره آلومینیوم (سال ۱۳۹۹) به کل مصرف برق صنعت کشور در حدود ۶ درصد بوده است.

- سهم مصرف برق زنجیره آلومینیوم (سال ۱۳۹۹) به کل مصرف برق کشور در حدود ۲.۳ درصد بوده است.

# چالش بازار قیمت برق و تأثیر آن بر صنعت

تاریخ: ۱۴۰۰/۰۲/۲۳  
شماره: ۱۱۷۶۰  
پوست: ندارد



شرکت مدیریت تولید، انتقال و توزیع نیروی برق ایران  
توانیر

بسمه تعالی



سال تولید؛ پشتیبانی‌ها؛ مانع زدایی‌ها.  
(مقدمه‌مطبوعی)

شرکت‌های برق منطقه‌ای و توزیع نیروی برق

موضوع: اجرای بند «ز» تبصره «۱۵» قانون بودجه

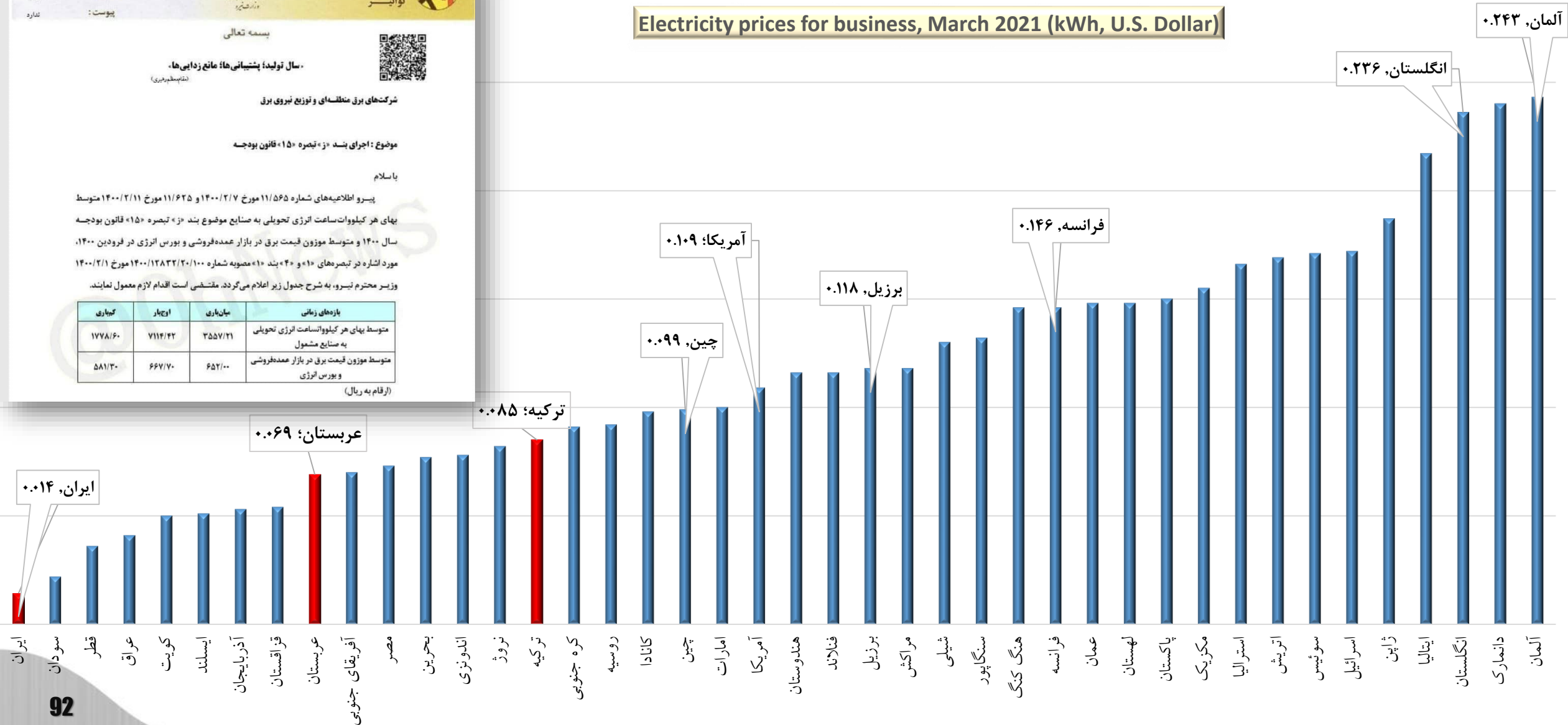
با سلام

پیرو اطلاعیه‌های شماره ۱۱/۵۶۵ مورخ ۱۴۰۰/۲/۷ و ۱۴۰۰/۲/۲۵ و ۱۴۰۰/۲/۱۱ مورخ ۱۴۰۰/۲/۱۱ متوسط بهای هر کیلووات‌ساعت انرژی تحویلی به صنایع موضوع بند «ز» تبصره «۱۵» قانون بودجه سال ۱۴۰۰ و متوسط موزون قیمت برق در بازار عمده‌فروشی و بورس انرژی در فروردین ۱۴۰۰، مورد اشاره در تبصره‌های «۱» و «۴» بند «۱» مصوبه شماره ۱۴۰۰/۱۲۸۳۲/۲۰/۱۰۰ مورخ ۱۴۰۰/۲/۱ وزیر محترم نیرو، به شرح جدول زیر اعلام می‌گردد. مقتضی است اقدام لازم معمول نمایند.

بازدهای زمانی	میان‌بازی	اجرای	کمیابی
متوسط بهای هر کیلووات‌ساعت انرژی تحویلی به صنایع مشمول	۳۵۵۷/۲۱	۷۱۱۴/۴۲	۱۷۷۸/۶۰
متوسط موزون قیمت برق در بازار عمده‌فروشی و بورس انرژی	۶۵۲/۰۰	۶۶۷/۷۰	۵۸۱/۳۰

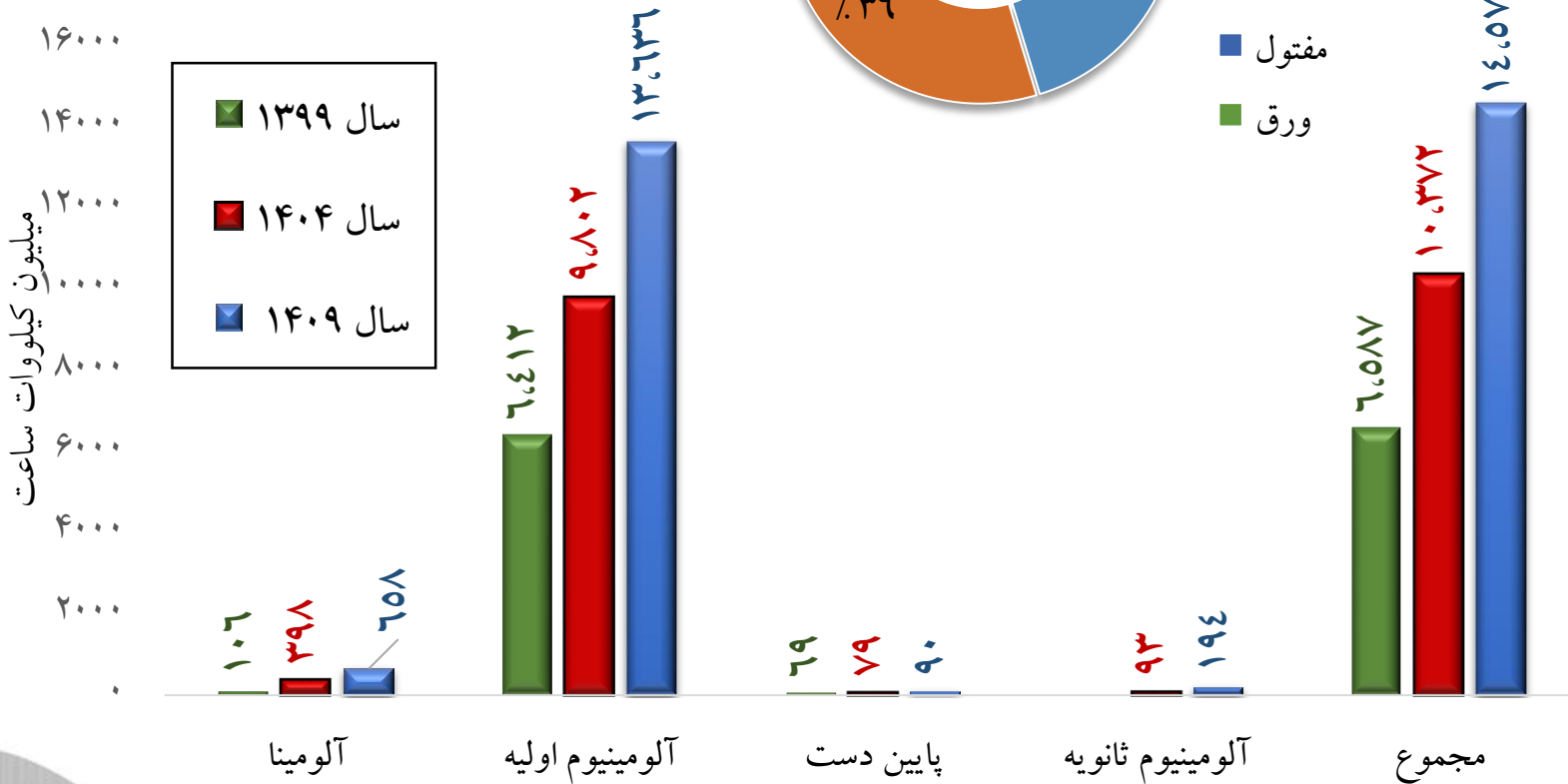
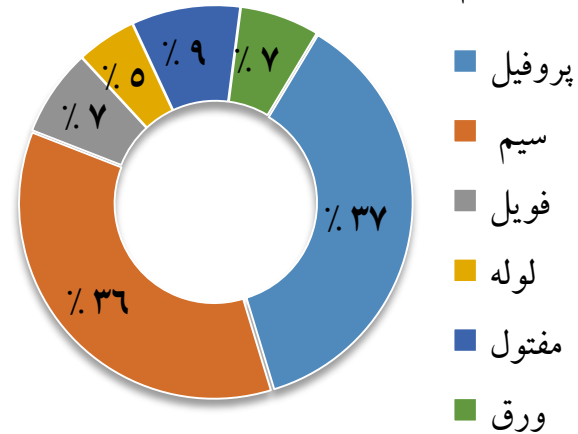
(ارقام به ریال)

Electricity prices for business, March 2021 (kWh, U.S. Dollar)

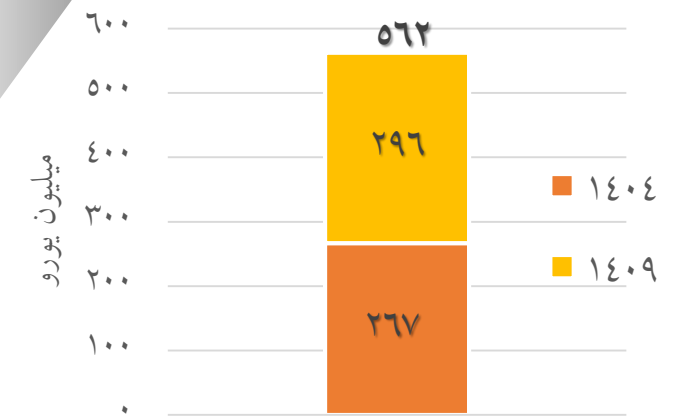


# میزان برق مصرفی زنجیره آلومینیوم در سال ۱۳۹۹ و افرق ۱۴۰۴ و ۱۴۰۹

سهم مصرف برق زنجیره پایین دست

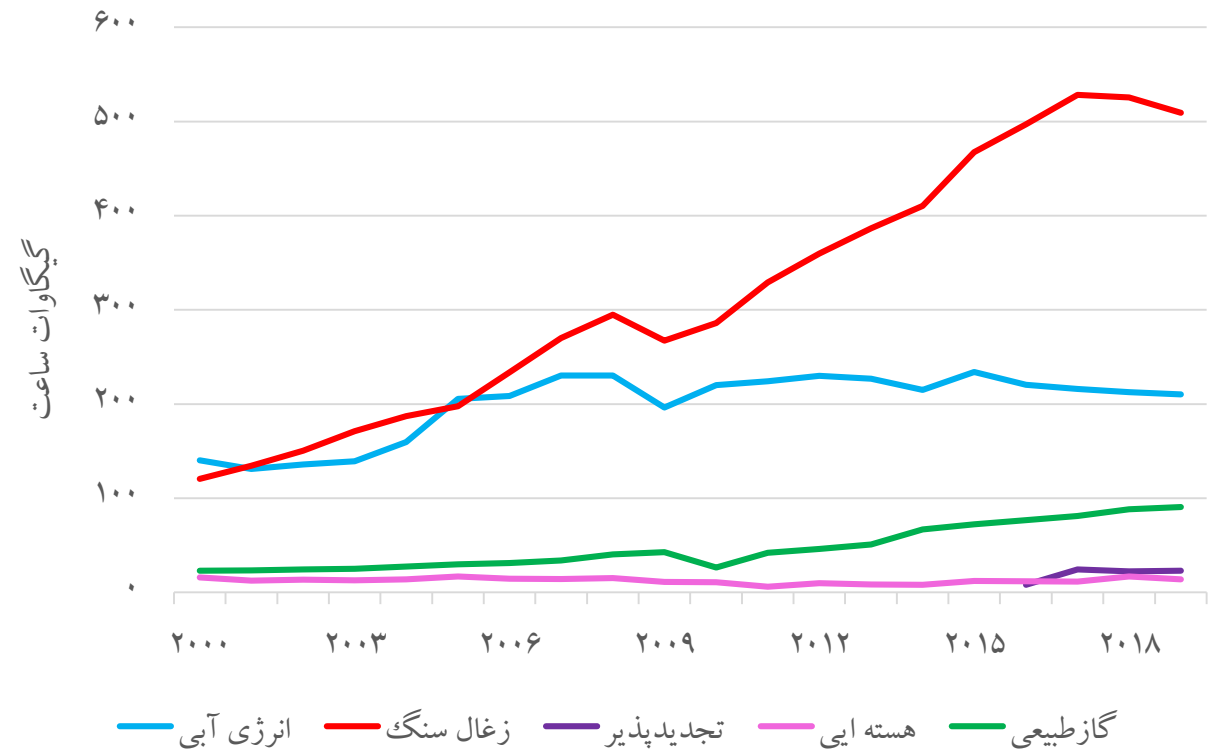
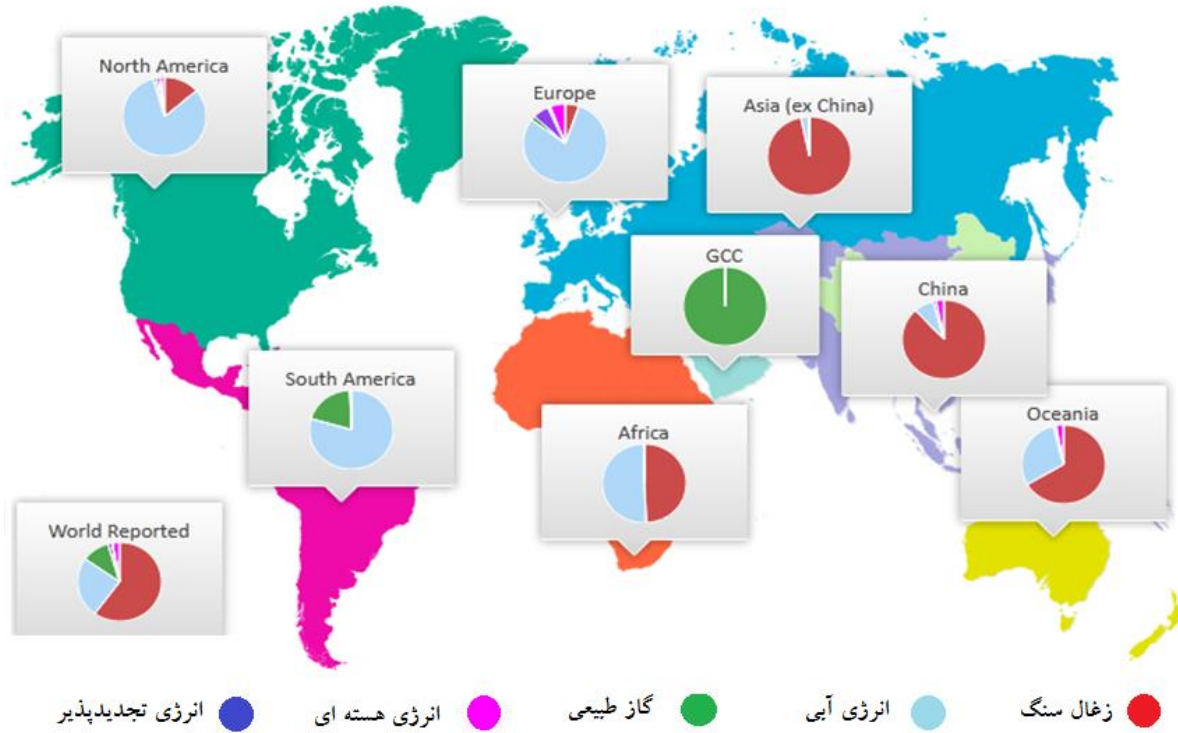


مگاوات (ظرفیت نیروگاه مورد نیاز)



سرمایه گذاری لازم برای احداث نیروگاه

\* با فرض احداث نیروگاه سیکل ترکیبی



مأخذ: موسسه بین المللی آلومینیوم (IAI)

- ✓ در مناطقی که منابع غنی آب و رودخانه‌های پرآب در دسترس می‌باشد، انرژی الکتریکی برای صنایع آلومینیوم‌سازی از منابع هیدروالکتریک تامین می‌گردد.
- ✓ در منطقه خاورمیانه به واسطه کمبود منابع آبی و فراوانی ذخایر گاز طبیعی، از گاز طبیعی جهت تولید انرژی الکتریکی استفاده می‌گردد.
- ✓ کشورهای آسیایی، چین و استرالیا نیز به واسطه ذخایر بالای زغال‌سنگ و هزینه‌های پایین این منبع انرژی، در تولید برق صنعت آلومینیوم بیشتر از زغال‌سنگ بهره گرفته‌اند.
- ✓ اگرچه زغال‌سنگ و انرژی هیدروالکتریک در سال‌های اخیر بیشترین سهم در تولید برق مورد نیاز این صنعت داشته‌اند، مصرف آنها به ترتیب با نرخ ۶.۹ و ۵.۲ درصد، طی ۳ سال گذشته کاهش داشته است.
- ✓ مصرف گاز طبیعی در مقیاس جهانی با نرخ ۲۴.۵ درصد طی ۳ سال گذشته افزایش یافته است.



تا پایان دی ۱۴۰۰:

✓ صرفه جویی در مصرف سوخت فسیلی

(معادل ۲۰۹۲ میلیون مترمکعب گاز طبیعی)

✓ صرفه جویی در مصرف آب

(معادل ۱۶۲۰ میلیون لیتر)

✓ عدم انتشار گازهای گلخانه ای CO2

(معادل ۴۹۱۵ هزارتن)

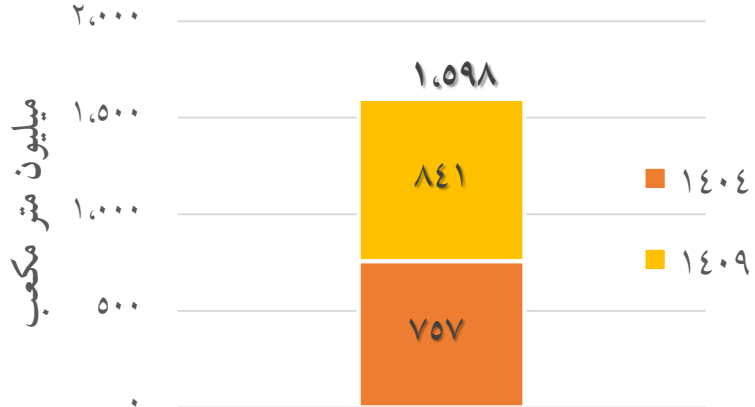
✓ عدم انتشار آلایندهای محلی

(SPM, NOX, SOX, ...)

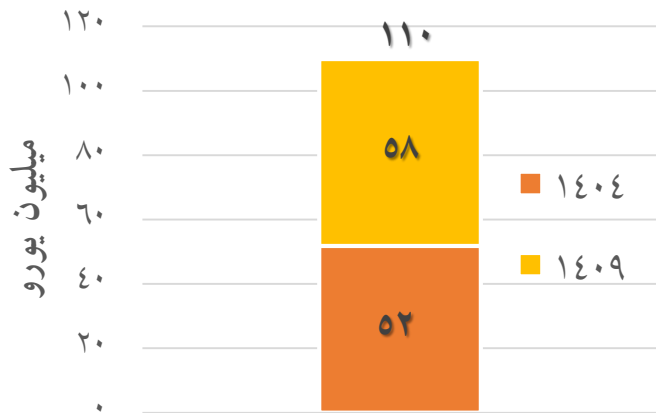
(معادل ۳۱.۲ هزارتن)

برق آبی کوچک	خورشیدی	بادی	زیست توده	بازیافت حرارتی	ظرفیت منصوبه
۱۰۵/۶۶ مگاوات	۴۱۱/۶۰ مگاوات	۳۰۳/۱۸ مگاوات	۱۰/۵۶ مگاوات	۱۳/۶ مگاوات	پتانسیل
بیش از ۱۰۰۰ مگاوات	بیش از ۱۵۰۰۰۰ مگاوات	بیش از ۷۰۰۰ مگاوات	۷۰۰ مگاوات	۲۰۰۰۰ مگاوات	درصد محقق شده از پتانسیل
۱۰/۵	۰/۲۷	۴/۳	۱/۵	۰/۰۶۸	

مأخذ: انجمن انرژی های تجدیدپذیر ایران



مصرف گاز مورد نیاز نیروگاه (سیکل ترکیبی)



سرمایه گذاری برای تامین برق تجدید پذیر

\* با فرض تامین ۲۰ درصد از برق مورد نیاز از طریق انرژی خورشیدی

• صنعت آلومینیوم از صنایع پرا آینده جهان است. (انتشار ۰.۴۵-۰.۵Gt کربن در اکسید در سال)

مالیات کربن

• اگر تولید و مصرف با روند فعلی ادامه یابد در آینده تامین گاز برای صنایع با چالش مواجه خواهد شد.

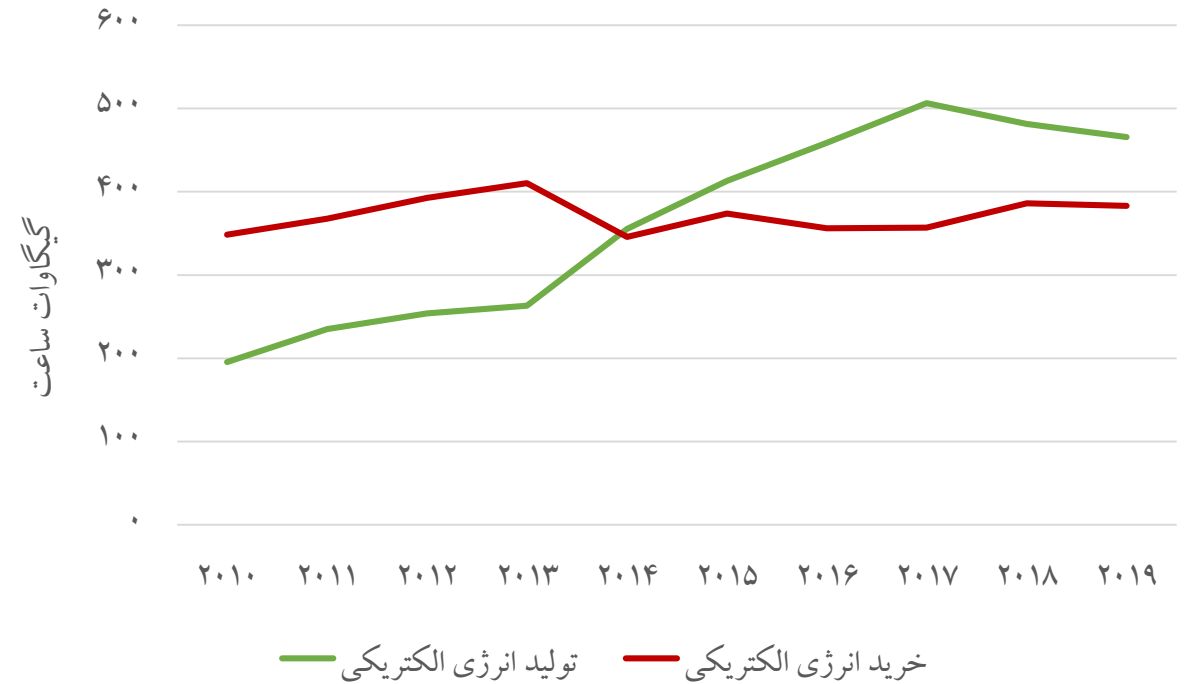
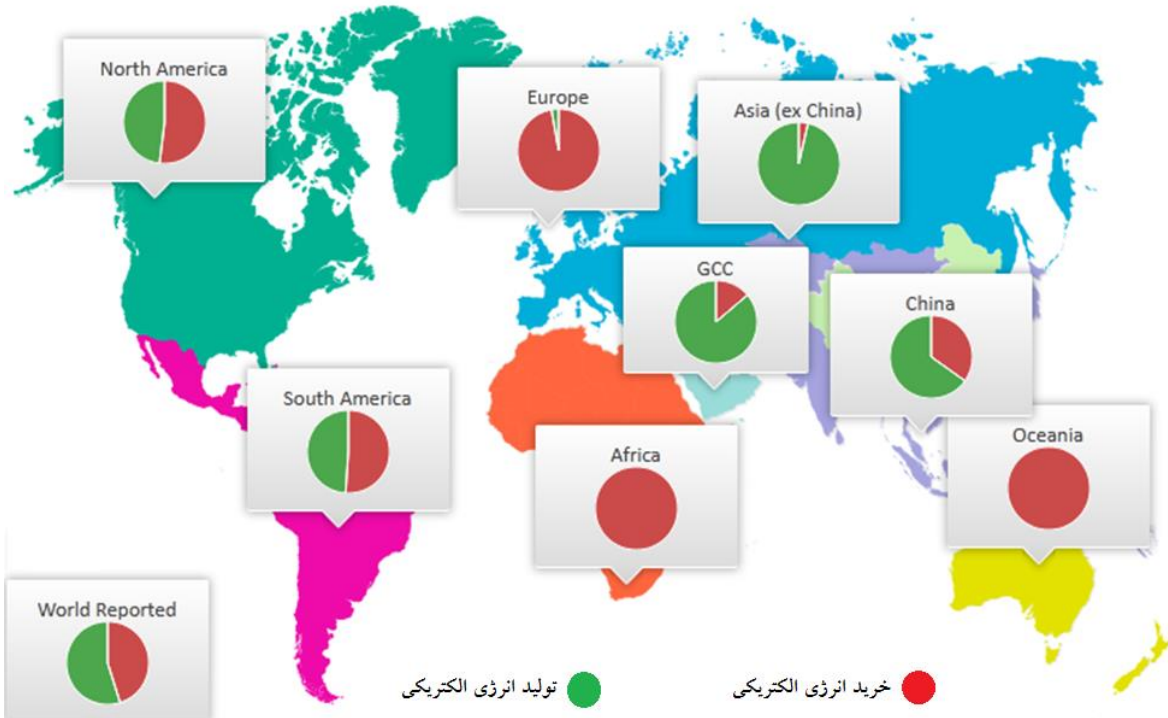
کمبود سوخت

• بند «ز» تبصره ۱۵: میبایست به صورت سالانه تا ۵ سال یک درصد برق مشترکان صنایع از محل انرژی‌های تجدیدپذیر تامین شود.

الزامات دولتی



# روش های تامین انرژی الکتریکی در صنعت آلومینیوم در دنیا

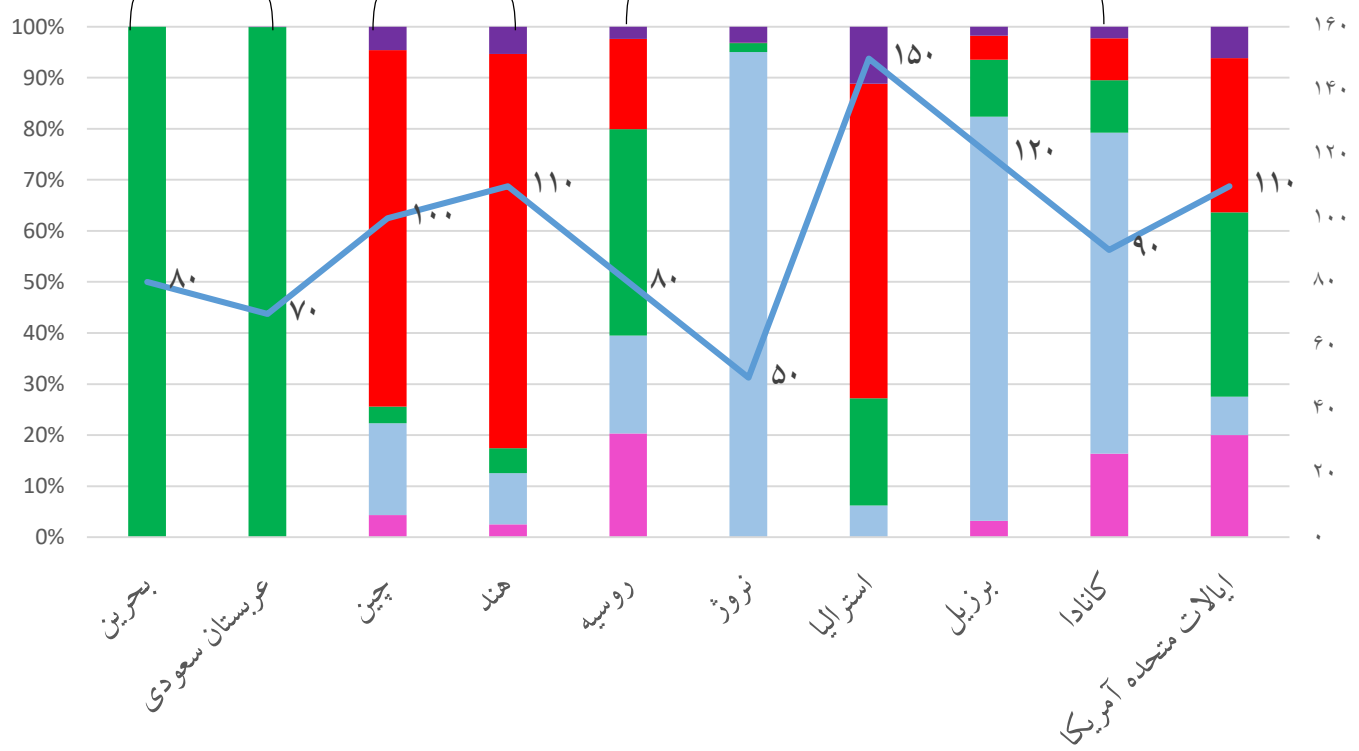
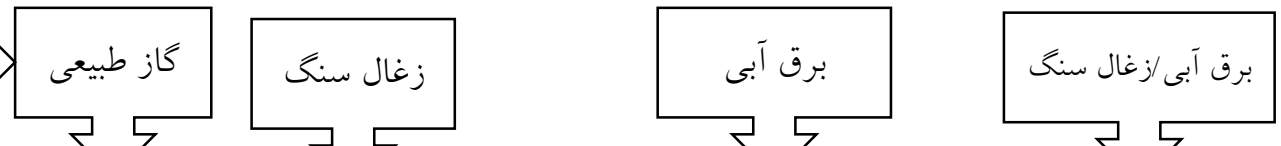


مأخذ: موسسه بین المللی آلومینیوم (IAI)

✓ در سال های اخیر، اقبال جهانی به تامین انرژی الکتریکی توسط نیروگاه های داخلی با هدف دستیابی به انرژی الکتریکی مطمئن و پایدار، با نرخ قابل توجهی افزایش یافته است. قطع انرژی برق مورد نیاز در واحدهای تولید آلومینیوم حتی در موارد کم و کوتاه مدت نیز دارای اثرات و خسارات زیادی بوده که تولیدکنندگان آلومینیوم را به سمت واحدهای تولید برق مطمئن رهنمون کرده است.

## و بهره گیری در صنعت آلومینیوم

انرژی مورد استفاده در صنعت آلومینیوم



قیمت برق (دلار در هر مگاوات ساعت) — انرژی تجدید پذیر — زغال سنگ — گاز — برق آبی — هسته ای

مأخذ: IEA

globalpetrolprices- electricity prices

✓ کشورهای آسیایی همچون هند و چین به واسطه ذخایر بالای زغال سنگ و هزینه های پایین این منبع انرژی، از این منبع در تولید برق صنعت آلومینیوم بهره می گیرند.

✓ انرژی الکتریکی مورد نیاز صنعت آلومینیوم کشور کانادا ۱۰۰ درصد، در نروژ ۷۰ درصد و در برزیل ۶۰ درصد از برق آبی تأمین می گردد.

✓ اگر چه در بیشتر کشورها منبع اصلی تأمین انرژی الکتریکی در صنعت آلومینیوم همان منبع اصلی تولید برق برای کلیه ی مصارف می باشد، اما برخی از کشورها از جمله روسیه، استرالیا و ایالات متحده ی امریکا از این قاعده مستثنی هستند. (با توجه به تولید میزان آلاینده)

✓ به دلیل پائین بودن هزینه ی تولید برق در کشور کانادا، کم هزینه ترین کارخانه های ذوب آلومینیوم جهان در آن واقع شده اند.

✓ با در نظر گرفتن آخرین یارانه های اعمال شده به قیمت انرژی الکتریکی، هزینه های برق برای هر ناحیه کاملاً متفاوت می باشد.

ردیف	نام پروژه	توان تقریبی (مگاوات)	شرکتهای صنعتی و معدنی (سرمایه گذاران)	استان	ساختمانگاه درخواستی
1	نیروگاه فولادمبارکه	1500	فولادمبارکه اصفهان	اصفهان	فولادمبارکه
2	نیروگاه منطقه ویژه خلیج فارس (فولاد کاوه جنوب - فولاد هرمزگان)	1500	فولاد هرمزگان کاوه جنوب	هرمزگان	منطقه ویژه خلیج فارس
3	نیروگاه آلومینیوم المهدی	440	شرکت آلومینیوم المهدی	هرمزگان	منطقه ویژه خلیج فارس
4	نیروگاه شرکت ملی صنایع مس ایران (فاز ۳)	800	ملی مس	کرمان آذربایجان شرقی	سیرجان / ساختمانگاه بهینه در استانهای کرمان و آذربایجان شرقی
5	نیروگاه چادرملو (فاز ۲)	1000	چادرملو	یزد	اردکان / بهاباد
6	نیروگاه گل گهر (فاز ۲)	1300	گل گهر (گوهر انرژی)	کرمان	سیرجان
7	نیروگاه منطقه ویژه لامرد (سالکو)	913	ایمیدرو (منطقه ویژه لامرد - سالکو)	فارس	منطقه ویژه لامرد
8	نیروگاه آلومینیوم ایران (فاز ۱)	500	ایرالکو	مرکزی	اراک
9	نیروگاه آلومینای ایران (فاز ۱)	160	آلومینای ایران	خراسان شمالی	جاجرم
10	نیروگاه خط انتقال آب از خلیج فارس (در ۲ فاز - هر فاز ۵۰۰ مگاوات)	1000	توسعه آب آسیا	هرمزگان	۳۵ کیلومتری شرق بندرعباس (در ۲ فاز - هر فاز ۵۰۰ مگاوات)
11	نیروگاه توسعه معادن و فلزات	796	شرکت پویا انرژی	سمنان آذربایجان غربی خراسان جنوبی	سمنان (۷۳۶ مگاوات) عجب شیر (۲۴ مگاوات) طبس (۲۶ مگاوات)
12	نیروگاه فولاد خوزستان (فاز ۱ و فاز ۲) (هر فاز ۵۰۰ مگاوات)	1000	فولاد خوزستان	خوزستان	اهواز (در ۲ فاز - هر فاز ۵۰۰ مگاوات)
13	نیروگاه منطقه ویژه پارسین	500	ایمیدور	هرمزگان	منطقه ویژه پارسین
14	فولادچابهار	500	فولاد سترگ شرق	سیستان و بلوچستان	چابهار
	مجموع (مگاوات)	11909			

نظر به محدودیت های اخیر و کمبود موجود در تأمین برق، **توجه به تأمین برق پایدار در صنعت** بسیار حائز اهمیت می باشد. پیرو اعلام آمادگی صنایع بزرگ برای سرمایه گذاری در احداث نیروگاه های حرارتی، در سال جاری برای واحدهای صنعتی بزرگ پرمصرف موافقت اصولی احداث نیروگاه های حرارتی جمعا به میزان ۱۱۹۰۹ مگاوات به شرح جدول ذیل صادر شده است:

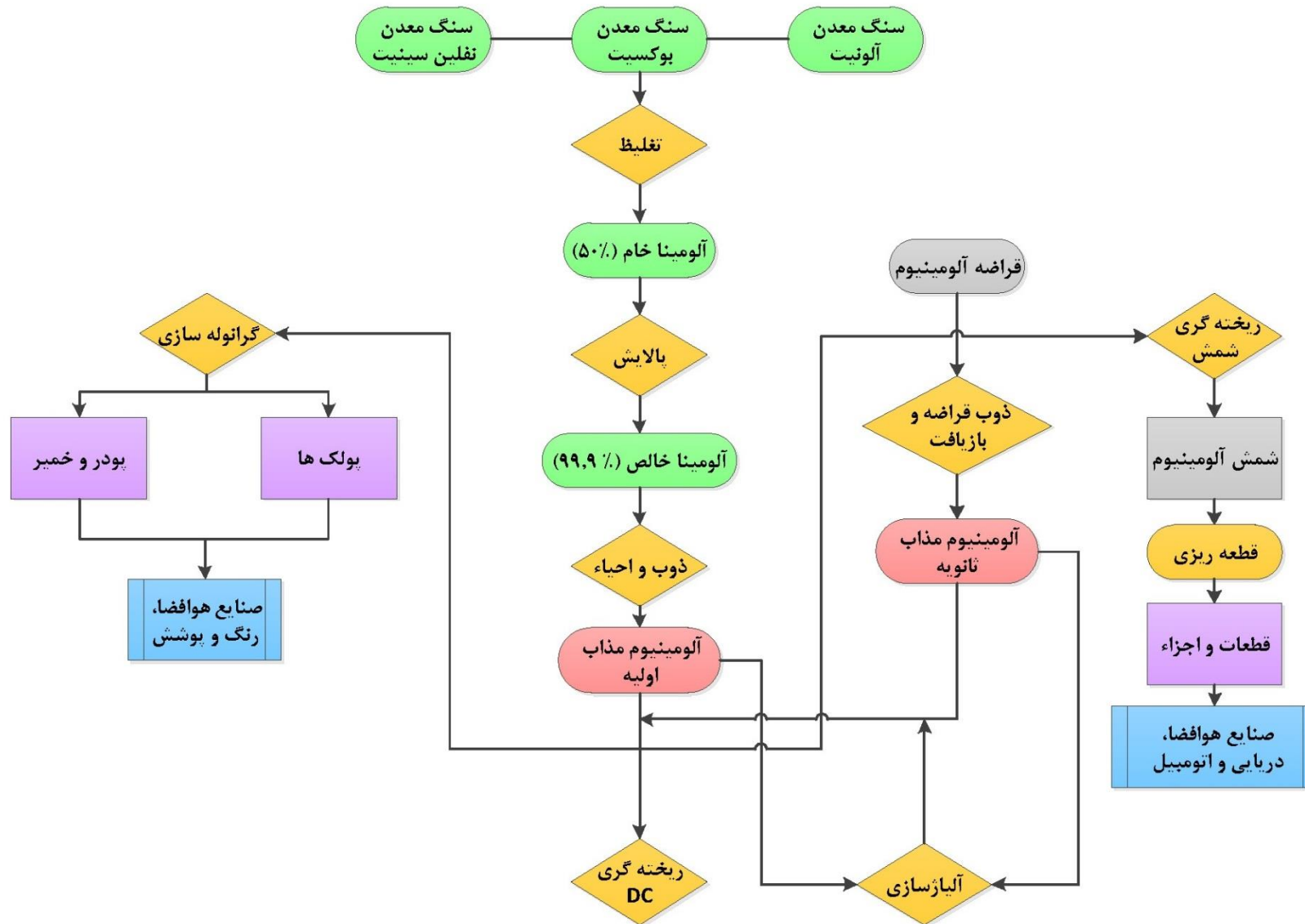
سهم صنعت آلومینیوم: ۱۷ درصد

\* حداقل ظرفیت ایجادی ۱۰۰۰۰ مگاوات است، مازاد بر ۱۰۰۰۰ مگاوات باتوافق و تایید طرفین، قابل افزایش و یا جایگزینی خواهد بود.

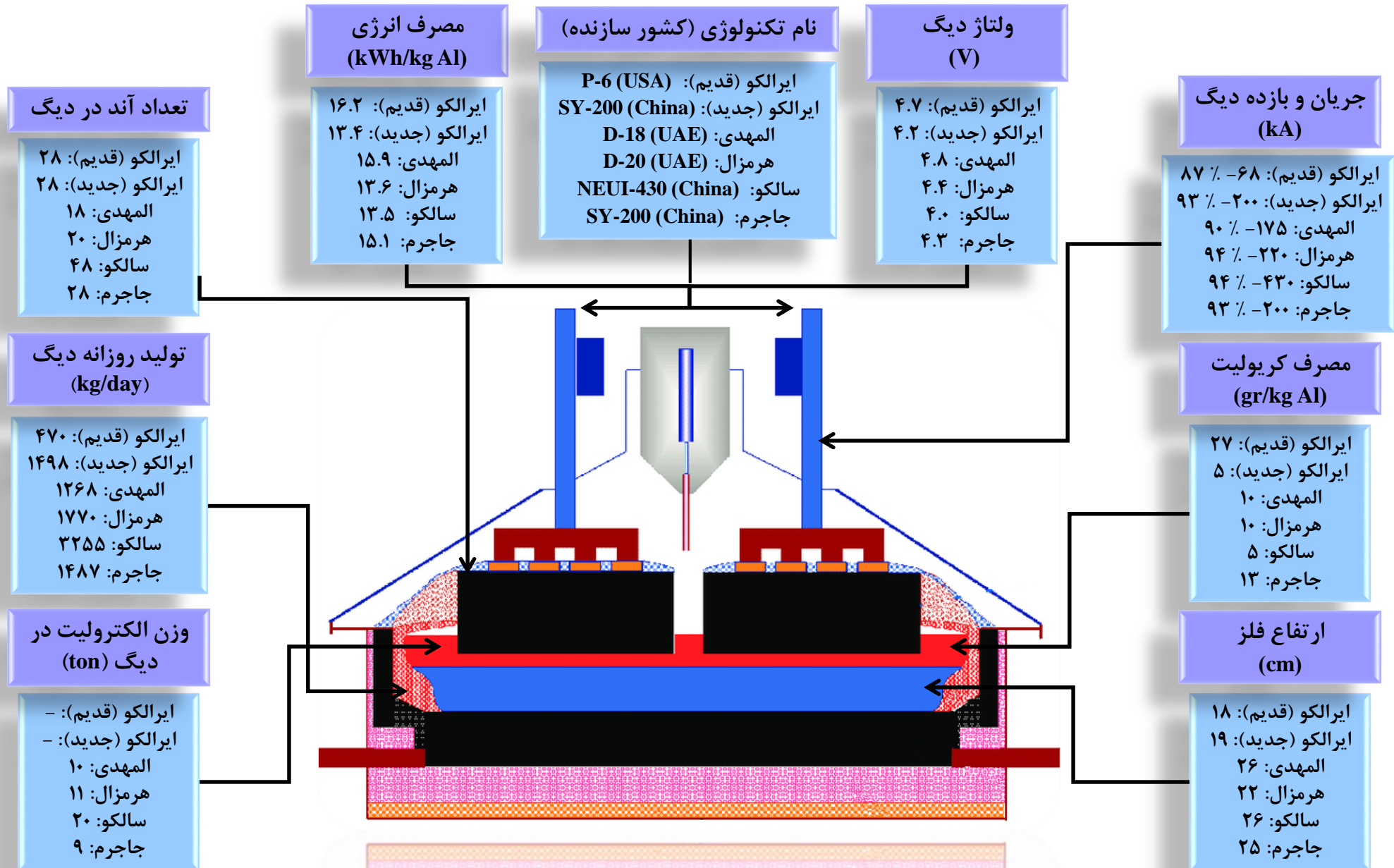
- ❖ مهم ترین مشکلات تأمین برق کشور شامل راندمان پایین و فرسودگی، کمبود سوخت (گاز) و آب مورد نیاز نیروگاه های کشور و همچنین اتلاف شبکه برق کشور است.
- ❖ نیاز به سرمایه گذاری:
  - تخصیص ارز
  - پرداخت مطالبات
- ❖ صنعت (با سهم ۳۶ درصد) مهمترین مصرف کننده برق کشور محسوب میشود. همچنین زنجیره آلومینیوم کشور نزدیک بیش از ۶ درصد سهم مصرف برق گروه صنعت را در اختیار دارد.
- ❖ لزوم برنامه ریزی به هدف **تأمین برق پایدار در صنعت آلومینیوم کشور**
- ❖ لازمه توسعه ظرفیت اسملترهای کشور، گسترش قابل توجه زیرساخت تولید برق کشور است.
- ❖ میزان برق مصرفی زنجیره آلومینیوم کشور در سال ۱۳۹۹ در حدود ۶۵۸۷ میلیون کیلووات ساعت بوده و تا سال ۱۴۰۴ به میزان ۱۰،۳۷۲ میلیون کیلووات ساعت (۱،۱۸۴ مگاوات) و همچنین تا سال ۱۴۰۹ به میزان ۱۴،۵۷۸ میلیون کیلووات ساعت (۱،۶۶۴ مگاوات) افزایش خواهد یافت.
- ❖ برنامه توسعه نیروگاه در صنعت آلومینیوم در حدود ۲۰۰۰ مگاوات میباشد. که در صورت احداث واحد نیروگاهی توافق شده، بخش مهمی از نیاز این صنعت تامین خواهد شد.

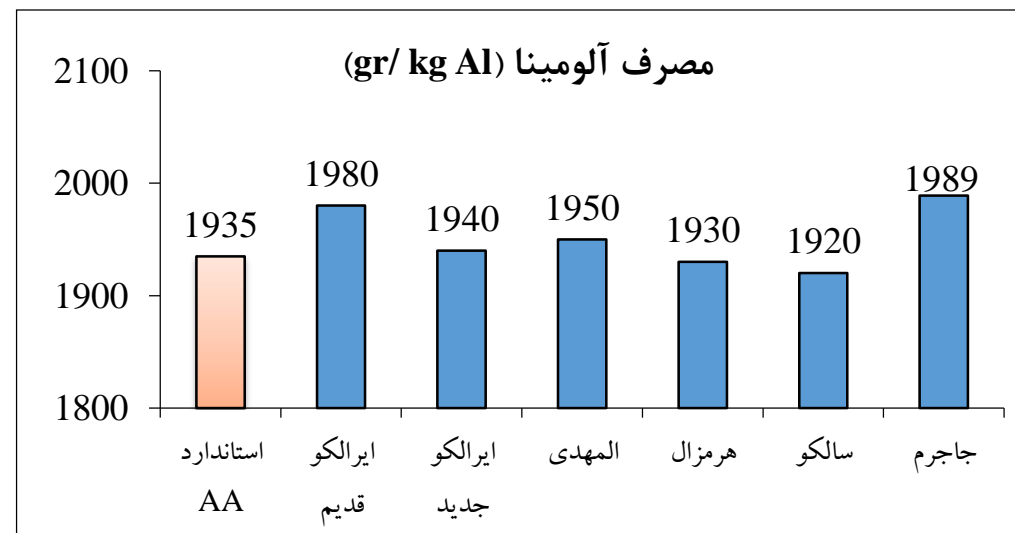
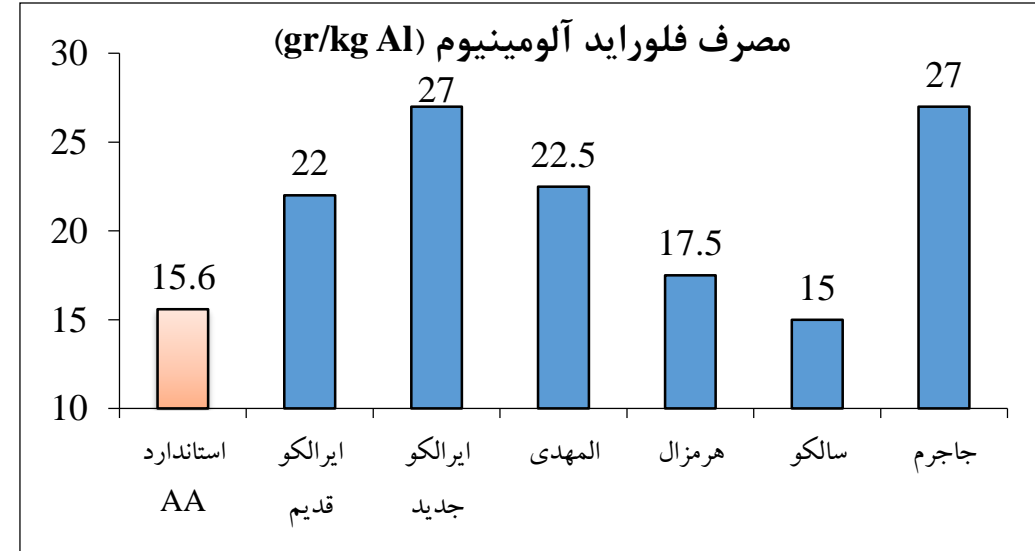
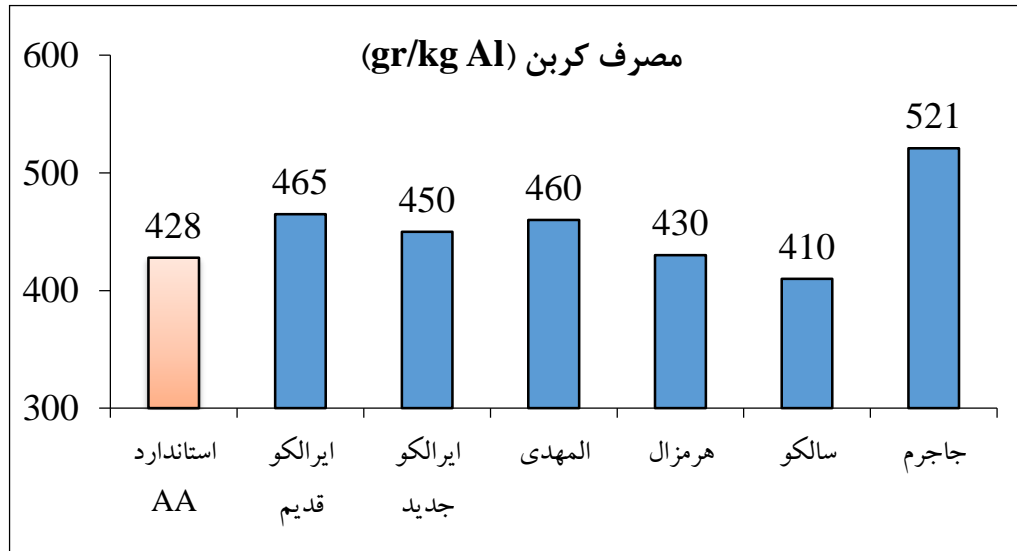


# زنجیره ارزش صنعت آلومینیوم

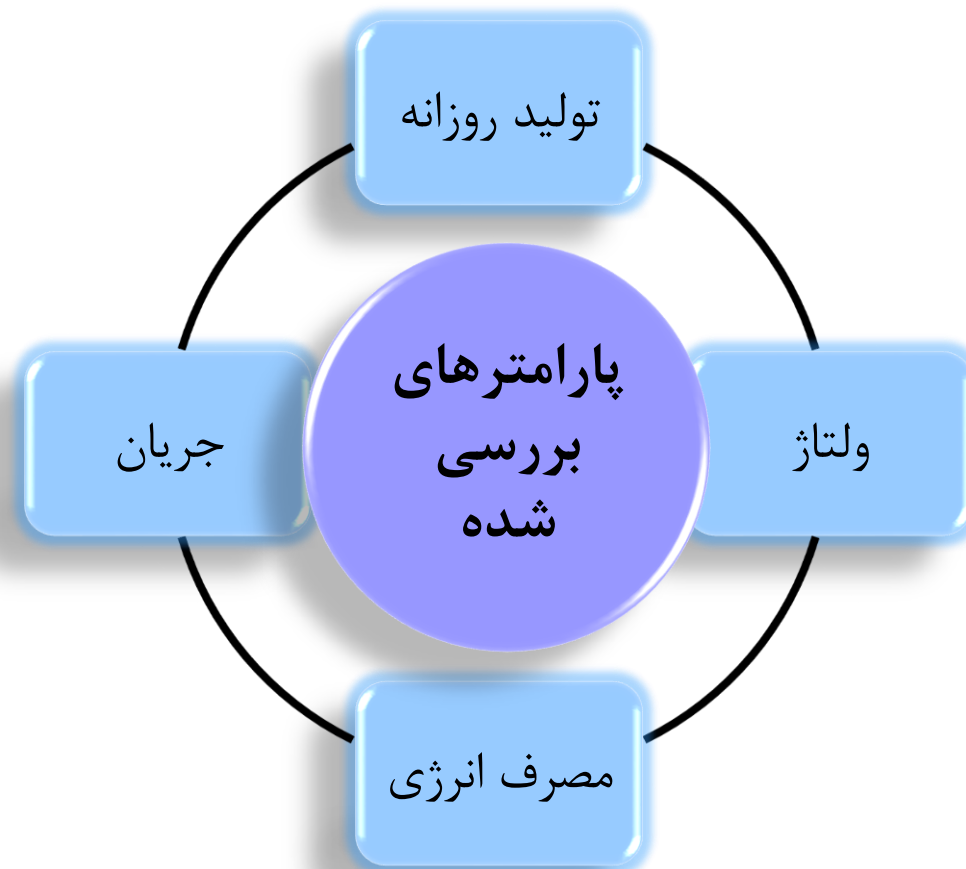
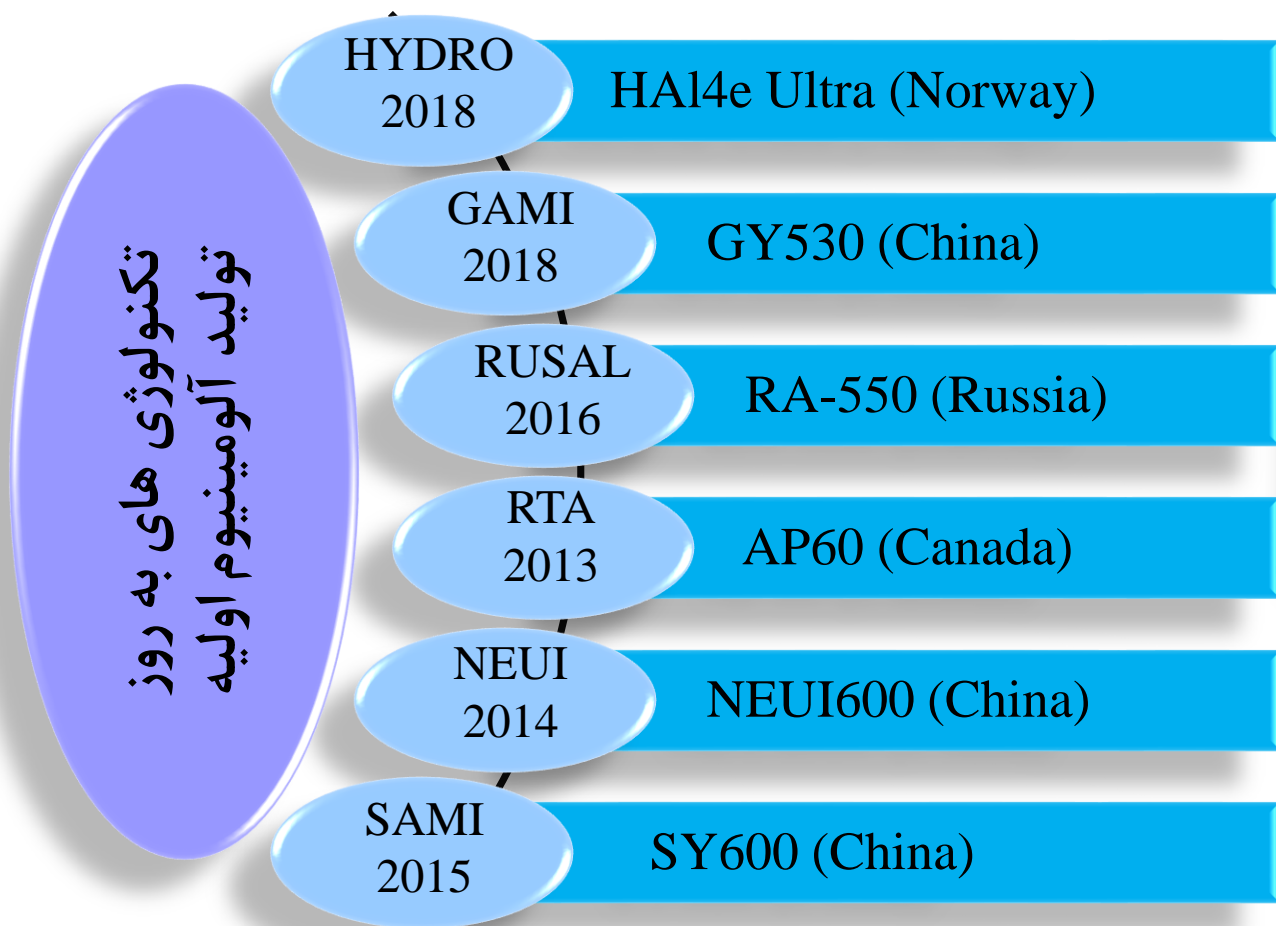


# مشخصات سلول‌های احیاء واحدهای تولید آلومینیوم اولیه کشور

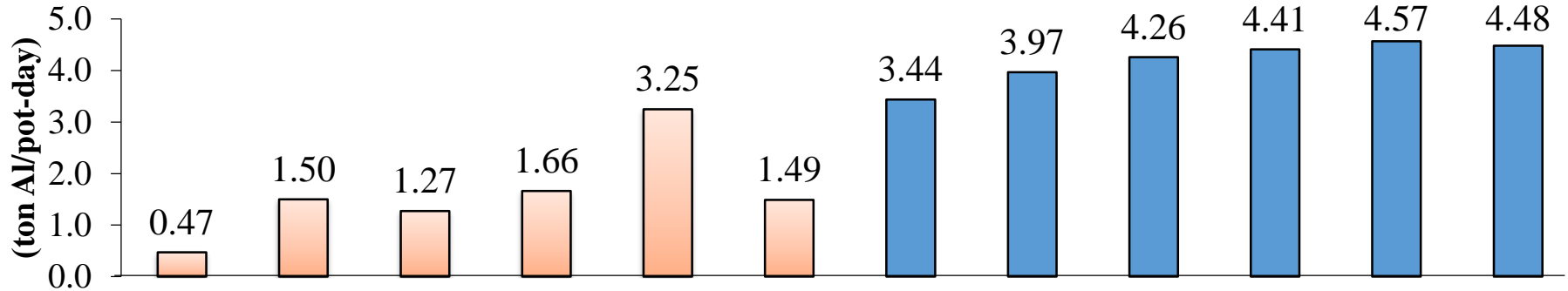




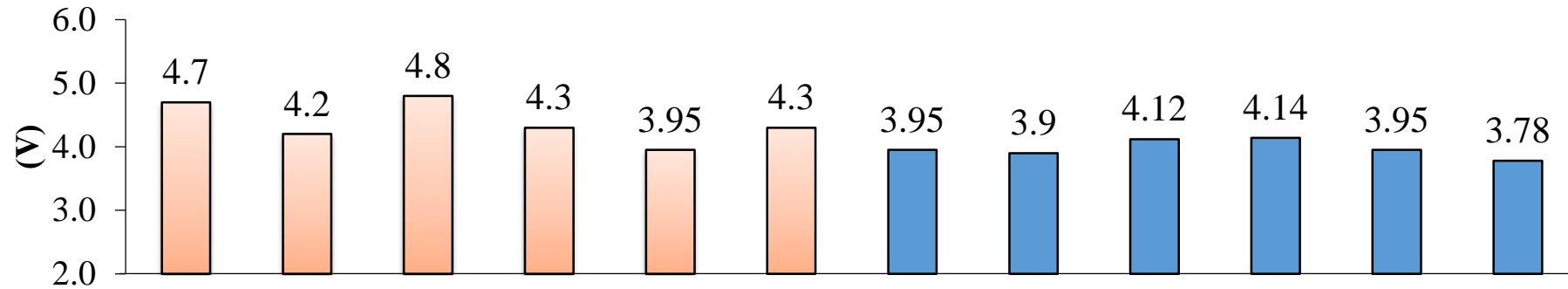




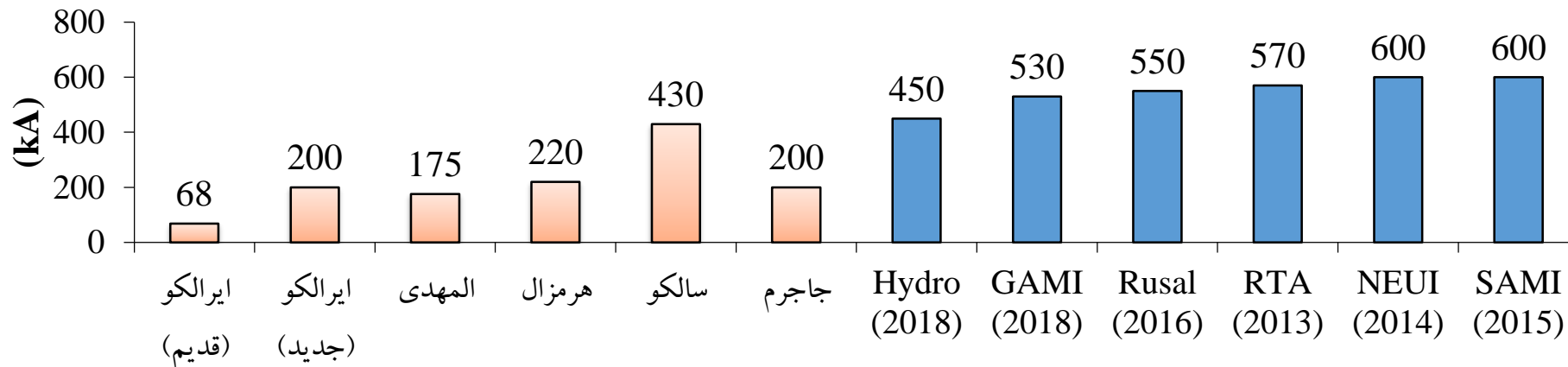
تولید روزانه سلول



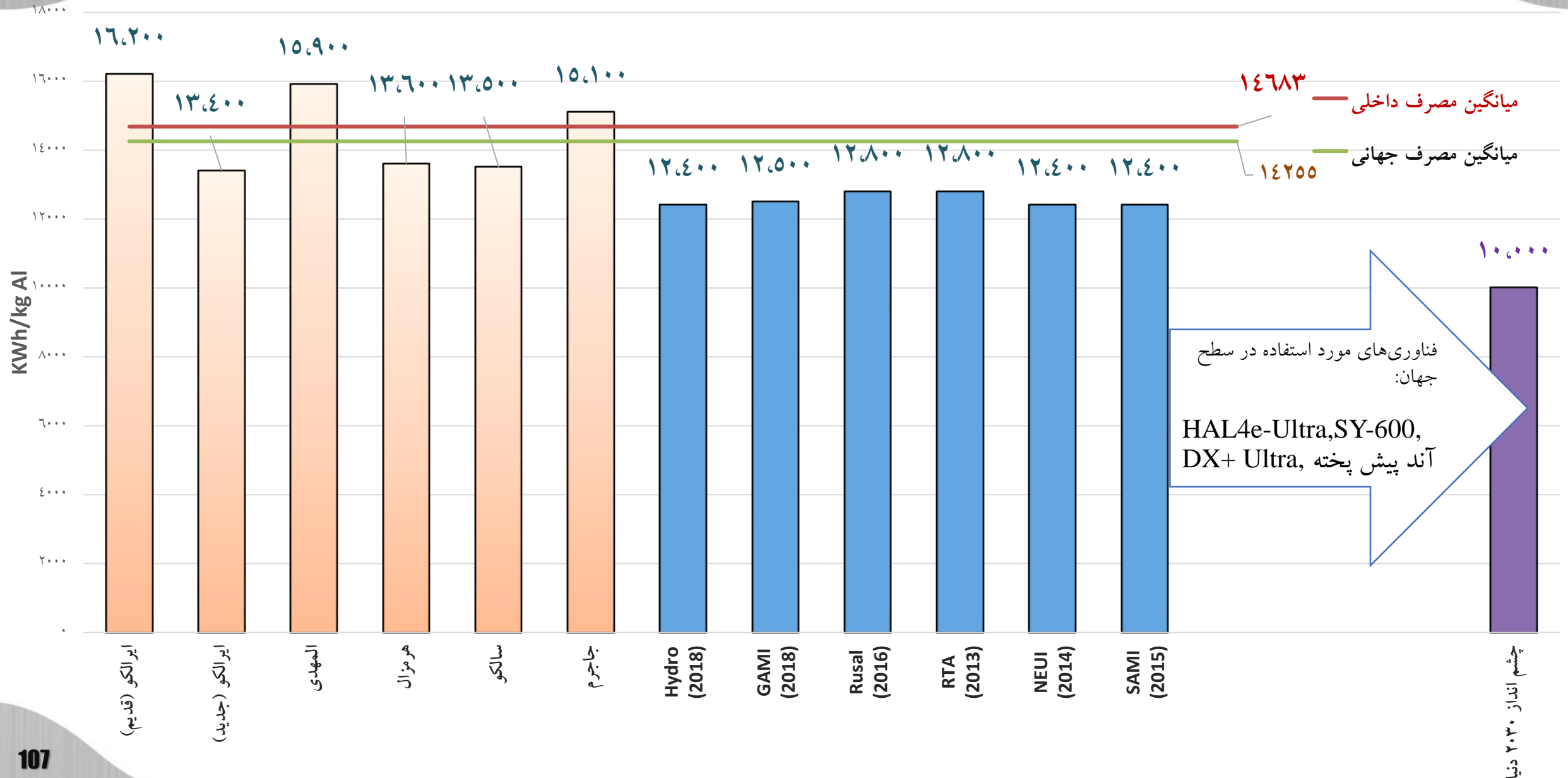
ولتاژ سلول



جریان سلول



# مصرف برق و مقایسه با تکنولوژی‌های روز دنیا



## آند خشی

### Inert Anode

- کاهش تولید گازهای گلخانه ای
- کاهش مصرف مواد و انرژی
- کاهش هزینه های تولید

## احیاء کربوترمی

### Carbothermic Reduction

- کاهش مصرف انرژی
- کاهش تولید گازهای گلخانه ای

## کاتد غوطه ور

### Wetted Cathode

- کاهش مصرف انرژی
- کاهش تولید گازهای گلخانه ای

- کاهش ۹۵ درصدی مصرف انرژی و انتشار گازهای گلخانه ای با بازیافت قراضه و تولید آلومینیوم ثانویه.
- نیاز به تمرکز بر بازیافت قراضه و تولید آلومینیوم ثانویه در کشور از طریق ایجاد واحدهای بزرگ تولید آلومینیوم ثانویه، تجمیع واحدهای کوچک تولید آلومینیوم ثانویه و ساماندهی زنجیره بازیافت آلومینیوم کشور.
- توجه ویژه به ایجاد واحدهای نیروگاهی در طرح های توسعه شرکت های تولید آلومینیوم اولیه کشور با توجه به شرایط کنونی کشور.
- ضرورت استفاده از تکنولوژی های روز دنیا در شرکت های تولید آلومینیوم اولیه کشور در جهت بهبود بهره وری عوامل تولید از جمله میزان تولید، میزان مصرف انرژی و آمپراژ سلول و ...
- استفاده از تکنولوژی SY-600 (به عنوان یک تکنولوژی پیشرو در زمینه کاهش مصرف انرژی و تولید بالا) در طرح های توسعه واحدهای تولید آلومینیوم اولیه کشور.
- بهره گیری از واحدهای تحقیق و توسعه در جهت صنعتی سازی تکنولوژی های نوین در صنعت تولید آلومینیوم اولیه همچون تکنولوژی آند خنثی (Inert Anode)، تکنولوژی کاتد غوطه ور (Wetted Cathode) و تکنولوژی احیاء کربوترمیک (Carbothermic Reduction) و ...

بازار آلومینیوم

معدن

محیط زیست

زیر ساخت (حمل و نقل، آب، گاز و برق)

تکنولوژی تولید

استراتژی

# ابزارهای مورد استفاده در تدوین استراتژی صنعت

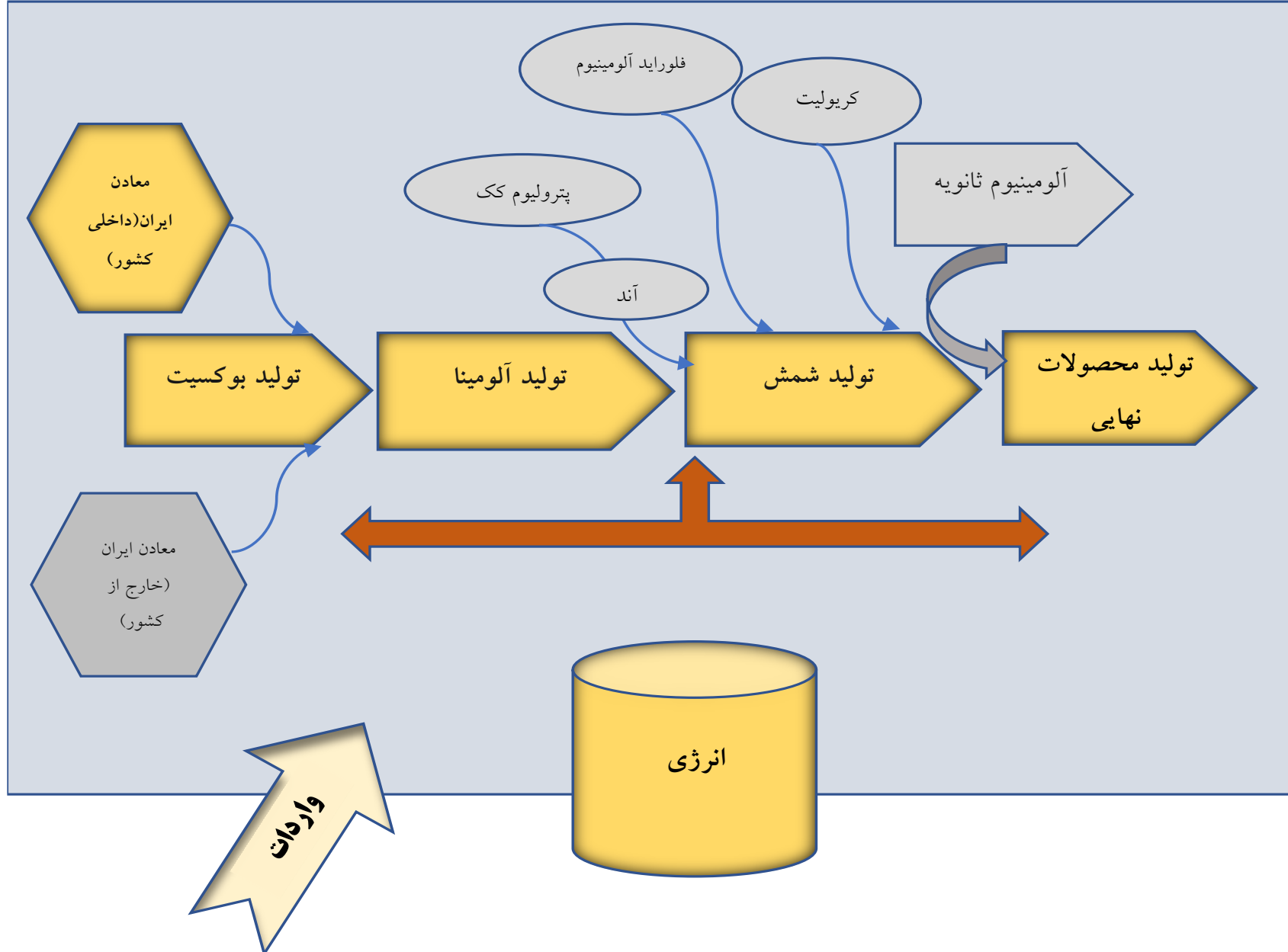




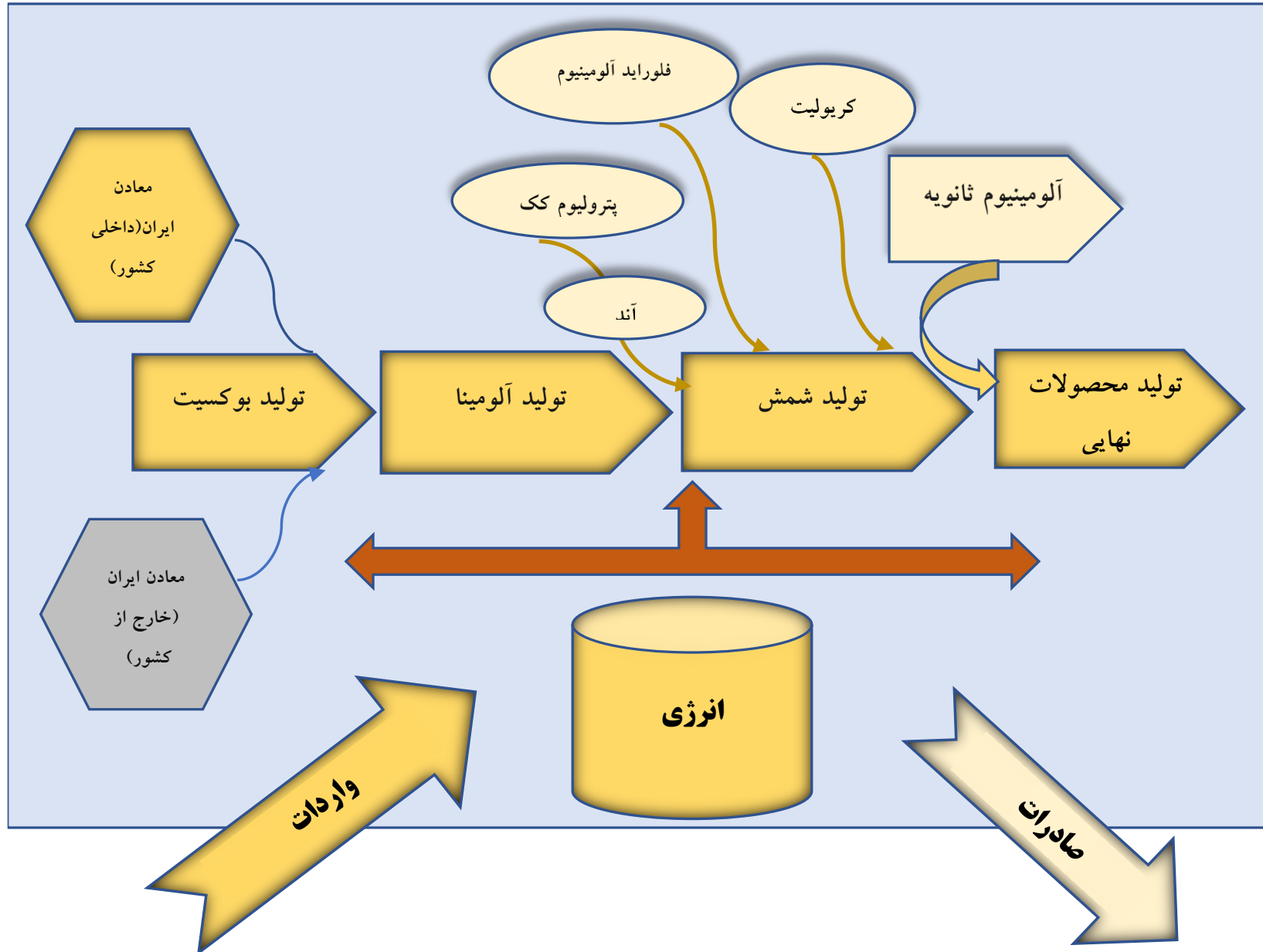
- ✓ توسعه شهرنشینی
- ✓ کمبود منابع
- ✓ قدرت های اقتصادی در حال ظهور و جهانی شدن
- ✓ تغییرات جمعیتی و اجتماعی
- ✓ رشد جمعیت، پیری جمعیت، رشد طبقه متوسط
- ✓ تکنولوژی های پیشرفته و برافکن
- ✓ آلودگی و تخریب محیط زیست
- ✓ منابع انرژی
- ✓ تغییرات اقلیمی
- ✓ ...



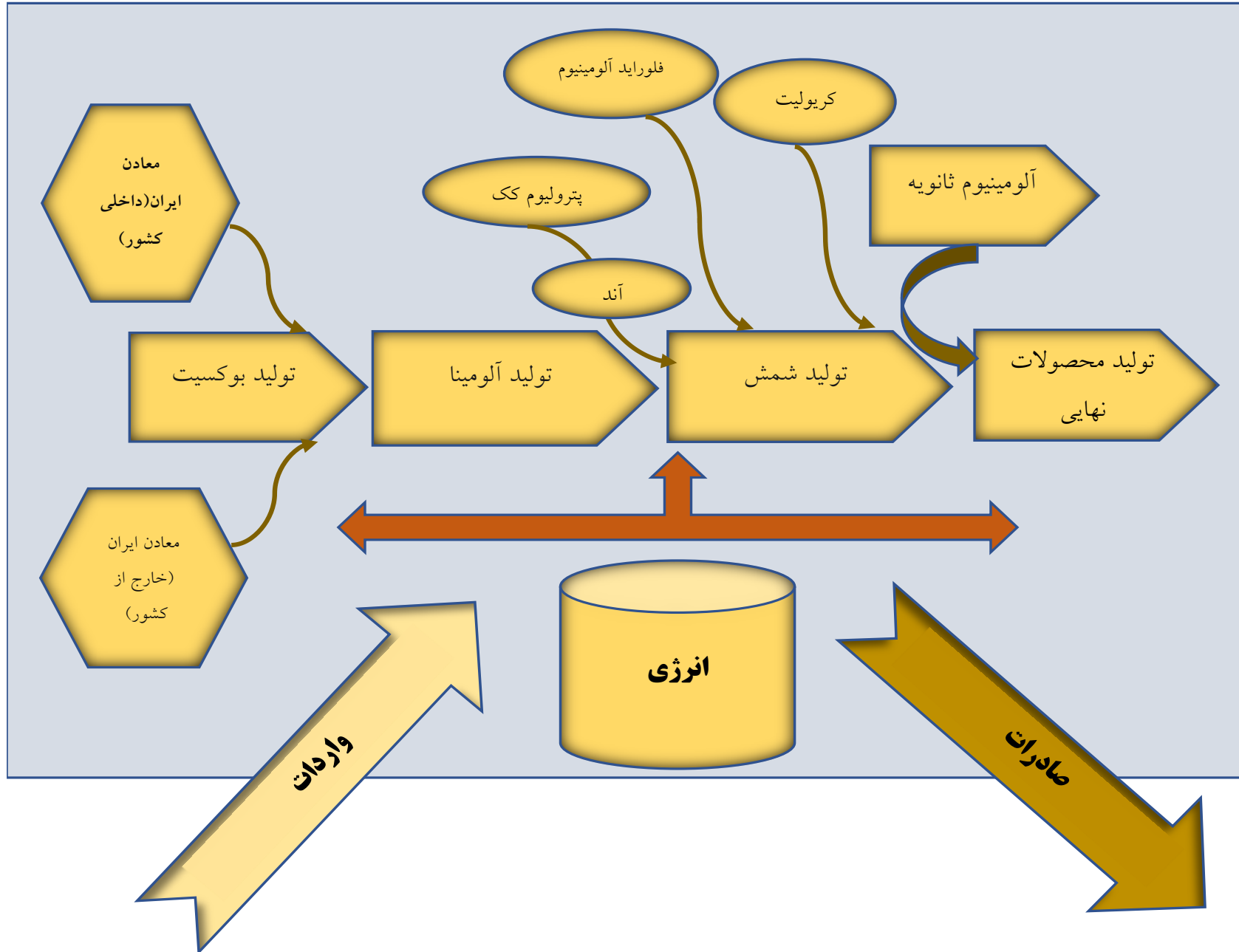
# استراتژی صنعت در شرایط بدبینانه



# استراتژی صنعت در شرایط محتمل



# استراتژی صنعت در شرایط خوش بینانه



# پیش نیازها و الزامات اجرای استراتژی



تسهیل سرمایه گذاری برای

سرمایه گذاران داخلی و خارجی

برقراری تعاملات مناسب با شرکت-

های و کشورهای صاحب تکنولوژی

(صنعت آلومینیوم) در جهان

ارائه مجوزها و تسهیلات

لازم جهت توسعه نیروگاهها

تامین گاز به عنوان

مزیت اصلی صنعت

توسعه زنجیره آلومینیوم کشور (به

خصوص در بخش بالادستی) در

منطقه جنوبی کشور

# سیاست‌های کلی

اجرای دقیق و صحیح اصل ۴۴ قانون اساسی در خصوص سازی و واگذاری

حمایت از واحدهای تولیدی کل زنجیره برای نوسازی دستگاه‌ها و تجهیزات و به روزرسانی فناوری‌های تولید.



توسعه مشوق‌های تجارت برای صادرات محصولات با ارزش افزوده بالاتر زنجیره پایین دست آلومینیوم

ایجاد مشوق‌ها و سیاست‌های حمایتی (با هدف تلفیق واحدهای کوچک مقیاس زنجیره پایین دست آلومینیوم)

تاکید بر نوآوری و تحقیق و توسعه، افزایش راندمان تولید، کیفیت محصولات و حفظ محیط زیست.



ایجاد زیرساخت‌های مناسب مانند انرژی، تسهیل تامین مالی، نظام قوانین مناسب و غیره برای ترغیب مشارکت بخش خصوصی

مشارکت با سرمایه‌گذاران خارجی

ایجاد بازار رقابتی سالم

## برنامه های ایجاد زیر ساخت های پوششگر و پوششگر :

- ایجاد بانک های اطلاعاتی منسجم و پویا
- شفاف سازی اطلاعات تجارت واحدهای تولیدکننده آلومینیوم
- بروز آوری مستمر اطلاعات صنعت به ویژه در پایین دست
- ایجاد رصد خانه پوشش محیطی

## برنامه های محیط زیستی:

- تعیین استاندارد مشخص جهت انتشار گاز CO2
- پایش مستمر نتایج محیط زیستی واحدها
- رعایت الزامات محیط زیستی (سیستمهای کارای مدیریت محیط زیستی)

## برنامه های زیرساختی واحدهای تولیدکننده محصولات نهایی:

- تجمیع (ادغام) واحدهای تولید کننده محصولات نهایی با هدف استفاده از مزیت مقیاس
- ایجاد فرصت های صادراتی برای محصولات کیفی / (توسعه برندینگ، حضور در نمایشگاهها، تبلیغات موثر و ... با همکاری سندیکا

## برنامه های تامین بوکسیت و آلومینا:

- بروز رسانی استانداردها و ضوابط فعالیتهای معدنی کشور در سطح استانداردهای بین المللی
- ادامه بهره برداری موثر از معادن بوکسیت کشور
- تامین بوکسیت از معادن ایران در گینه / واردات بوکسیت از سایر کشورها (قزاقستان، هند، استرالیا)
- توسعه پالایشگاه های تولید آلومینا
- واردات آلومینای مورد نیاز زنجیره
- توسعه ظرفیت تولید آلومینیوم اولیه

# سرفصل اصلی برنامه های عملیاتی

## برنامه های افزایش بهره وری واحدها:

- توسعه و افزایش توانمندی نیروی انسانی در واحدهای تولیدی زنجیره
- طرح ریزی بهسازی و مدرنیزاسیون واحدها شامل: عارضه یابی واحدهای موجود، ارزیابی ابزارهای تامین مالی، انتخاب تکنولوژی، انتخاب پیمانکاران، تامین نیروی انسانی متخصص و غیره
- استقرار سیستم مدیریت کیفیت در کلیه واحدهای زنجیره
- استقرار سیستم مدیریت محیط زیستی در کلیه واحدهای زنجیره
- استقرار سیستم مدیریت ایمنی و بهداشت شغلی در کلیه واحدهای زنجیره

## برنامه های زیرساختی تولید آلومینیوم ثانویه:

- ایجاد زیرساخت های فرهنگی
- شناسایی واحدهای کوچک تولید آلومینیوم ثانویه و ارائه تسهیلات و مشوق های لازم جهت احداث واحدهای بزرگ تولید آلومینیوم ثانویه / از طریق تجمیع واحدهای موجود، جذب سرمایه و...

## برنامه های تولید ملزومات صنعت:

- توسعه واحدهای تولید پترولیوم کک
- توسعه واحدهای تولید آلومینیوم فلوراید
- توسعه واحدهای تولید کریولیت
- توسعه واحدهای تولید آند کربنی

## برنامه های ایجاد زیر ساخت ( آب و برق و گاز و حمل و نقل):

- تامین (انتقال) گاز مورد نیاز برنامه توسعه زنجیره آلومینیوم
- تامین (انتقال) آب مورد نیاز برنامه توسعه زنجیره آلومینیوم
- احداث نیروگاه برای تامین برق مورد نیاز زنجیره
- توسعه بنادر و زیرساخت ریلی جهت حمل و نقل بهینه در زنجیره

سپاس از حسن توجه شما