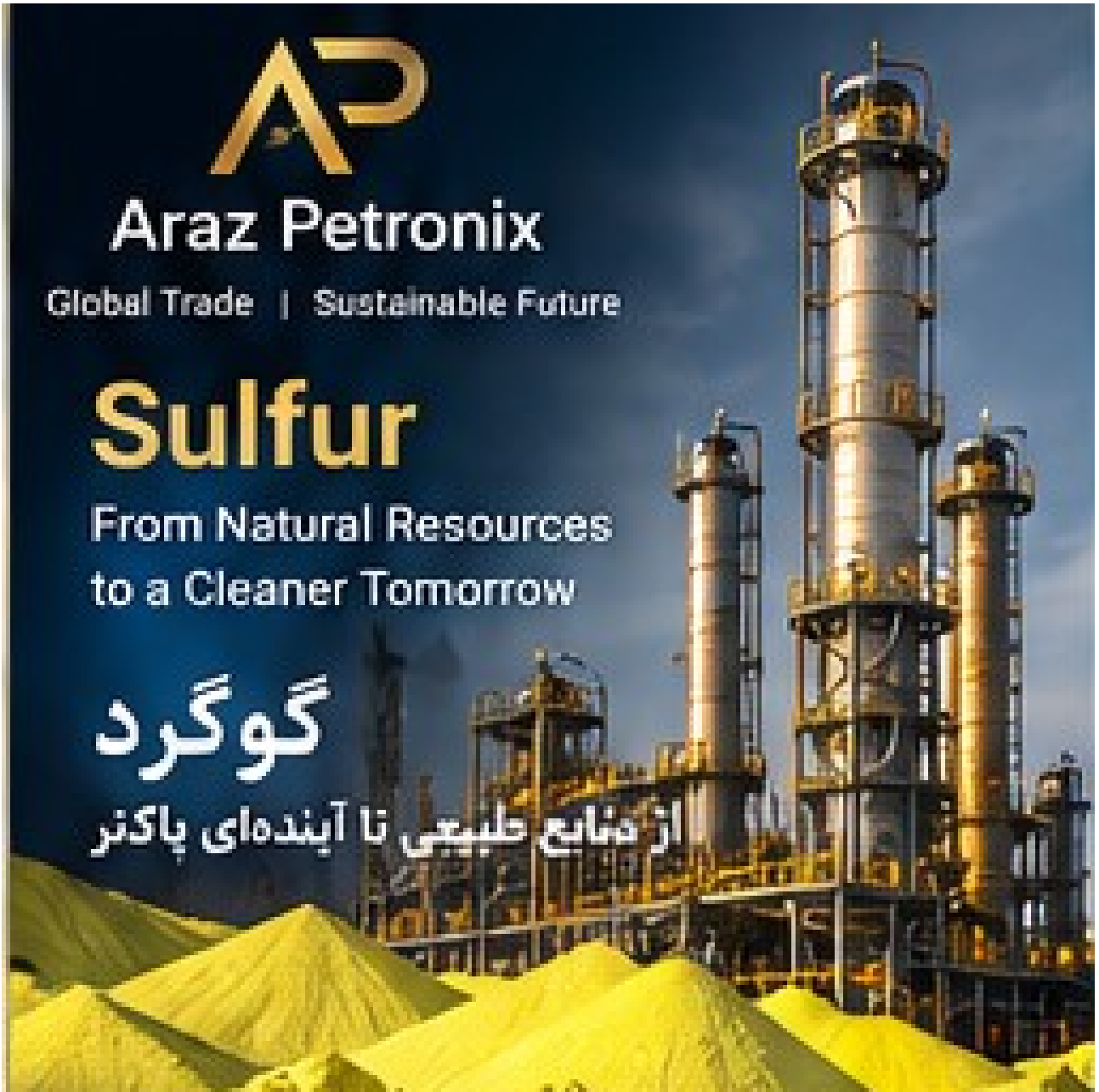


ARAZ PETRONIX

SULFUR | راهنمای جامع تخصصی گوگرد

از بازیابی H_2S و فرآیند کلاوس تا گرانول سازی، کنترل کیفیت، بازار جهانی و صادرات



نسخه انتشار وب و کاتالوگ تخصصی | ۲۰۲۶

Global Trade • Sustainable Future

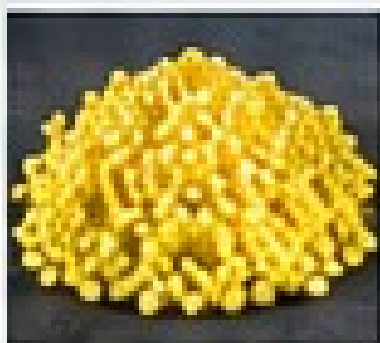
- ۱. گوگرد چیست و چرا کالایی راهبردی است؟
- ۲. منابع گوگرد و تفاوت گوگرد بازیافتی با معدنی
- ۳. زنجیره تولید از گاز ترش تا گوگرد عنصری
- ۴. فرآیند Claus و Tail Gas Treatment
- ۵. گوگرد مایع، Degassing و Solidification
- ۶. Powder، Granular، Prilled، Pastille، Lump، Flake
- ۷. مشخصات فنی، COA، TDS و روش تشخیص کیفیت
- ۸. کاربردهای صنعتی، کود، معدن، لاستیک و کشاورزی
- ۹. تولید جهانی و جایگاه ایران
- ۱۰. بازارهای وارداتی و ساختار تقاضا
- ۱۱. زیرساخت تولید و گرانول سازی ایران
- ۱۲. بسته بندی، دپو، حمل و بارگیری دریایی
- ۱۳. اسناد صادراتی، Incoterms و بازرسی
- ۱۴. HSE و ریسک های فنی
- ۱۵. قیمت گذاری و ارزیابی پیشنهاد تجاری
- ۱۶. چک لیست RFQ/ICPO و خرید حرفه ای
- ۱۷. روندهای بازار و جمع بندی کارشناسی

این مقاله برای انتشار تخصصی Araz Petronix تدوین شده و میان داده فنی، داده بازار و ادعاهای تجاری تفکیک قائل می شود. اعداد متغیر بازار با سال و منبع مشخص شده اند.

گوگرد، ماده‌ای استراتژیک برای امنیت غذایی، رشد صنعتی و آیندای پایدار.

3

۵ انواع گوگرد



گرانول
(Granular)



پرپل
(Prilled)



پاستیل
(Pastilles)

گوگرد (Sulfur/Sulphur) با نماد S و عدد اتمی ۱۶، نافلزی زردرنگ و یکی از مواد پایه در زنجیره کود، معدن، پالایش نفت و گاز و صنایع شیمیایی است. اهمیت اقتصادی گوگرد بیش از آنکه از مصرف مستقیم آن ناشی شود، از تبدیل آن به اسید سولفوریک سرچشمه می‌گیرد؛ ماده‌ای که در تولید اسید فسفریک و کودهای فسفاته، لیچینگ فلزات و ده‌ها فرآیند شیمیایی مصرف می‌شود. در اقتصاد مدرن، گوگرد نمونه‌ای مهم از «محصول جانبی با ارزش» است. مقررات زیست‌محیطی و الزامات کیفیت سوخت، پالایشگاه‌ها و مجتمع‌های گاز را مجبور به حذف ترکیبات گوگردی می‌کند؛ این گوگرد حذف‌شده به‌جای انتشار به محیط، بازیابی و به کالای تجاری تبدیل می‌شود. بنابراین عرضه گوگرد به ظرفیت پالایش نفت و گاز ترش، شدت گوگرد خوراک، تعمیرات واحدها و نرخ بهره‌برداری SRU وابسته است.

ویژگی‌های پایه

- فرمول شیمیایی: S؛ فرم مولکولی غالب در شرایط متعارف: S₈.
- نقطه ذوب بسته به آلوتروپ و خلوص حدود ۱۱۵ تا ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد.
- رنگ معمول: زرد تا زرد روشن؛ رنگ به‌تنهایی معیار قطعی خلوص نیست.
- گوگرد جامد قابل احتراق است و گردوغبار ریز آن می‌تواند خطر آتش و انفجار غبار ایجاد کند.

۲. منابع گوگرد: از طبیعت تا پالایشگاه

گوگرد می‌تواند به صورت طبیعی در ذخایر زمین‌شناسی، اطراف مناطق آتشفشانی یا همراه کانی‌های سولفیدی دیده شود. با این حال، بخش عمده گوگرد تجاری امروز از بازیابی H_2S در فراوری گاز طبیعی و پالایش نفت خام پرگوگرد به دست می‌آید. این تغییر ساختاری باعث شده گوگرد به عرضه هیدروکربن و استانداردهای گوگردزدایی سوخت وابسته شود.

گوگرد بازیافتی پالایشگاهی

در واحدهای هیدروتربیتینگ، ترکیبات آلی گوگرددار خوراک در حضور هیدروژن به H_2S تبدیل می‌شوند. H_2S از جریان‌های گازی جدا و به واحد بازیابی گوگرد ارسال می‌شود. کیفیت گوگرد نهایی به طراحی SRU، فیلتراسیون گوگرد مایع، Degassing، روش شکل‌دهی و آلودگی در انبار و حمل بستگی دارد.

گوگرد گازی

در میدان‌های گاز ترش، H_2S همراه CO_2 و سایر اجزا از گاز فروش جدا می‌شود. پس از Acid Gas Removal، جریان غنی از H_2S خوراک SRU است. پروژه‌های بزرگ گاز ترش می‌توانند تولیدکنندگان بسیار بزرگ گوگرد باشند؛ نمونه‌های جهانی در خاورمیانه و آسیای مرکزی نشان می‌دهند که تولید گوگرد گاهی مستقیماً تابع توسعه میادین گازی است.

گوگرد معدنی و Frasch

فرآیند Frasch در تاریخ صنعت گوگرد اهمیت زیادی داشت: آب فوق‌گرم برای ذوب گوگرد زیرزمینی تزریق و گوگرد مذاب به سطح منتقل می‌شد. امروز نقش آن در مقایسه با بازیابی از نفت و گاز بسیار کمتر است.

۱ مقدمه

گوگرد (Sulfur) یکی یکی از عناصر فلزات و فلزات غنی
گوگرد فلزات، فلزات، فلزات، فلزات، فلزات، فلزات، فلزات، فلزات
گوگرد فلزات و فلزات، فلزات، فلزات، فلزات، فلزات، فلزات، فلزات، فلزات
گوگرد فلزات، فلزات، فلزات، فلزات، فلزات، فلزات، فلزات، فلزات
گوگرد فلزات، فلزات، فلزات، فلزات، فلزات، فلزات، فلزات، فلزات



زنجیره صنعتی را می توان در هفت گام دید: جداسازی گاز اسیدی، آمین، کوره واکنش کلاوس، بازیافت حرارت، مراحل کاتالیستی، Tail Gas Treatment، و در نهایت Degassing و شکل دهی.

Amine Treating ۳-۱

محلول آمین H₂S و بخشی از CO₂ را جذب می کند. در regenerator، گاز اسیدی آزاد شده و به SRU می رود. ترکیب Acid Gas برای پایداری کوره و کنترل نسبت H₂S/SO₂ اهمیت دارد.

Thermal Claus ۳-۲

در کوره، تقریباً یک سوم H₂S به SO₂ اکسید می شود: $H_2S + 1.5O_2 \rightarrow SO_2 + H_2O$. سپس واکنش کلاوس $2H_2S + SO_2 \rightarrow 3S + 2H_2O$ NETL توضیح می دهد که بخش قابل توجهی از گوگرد در همین بخش حرارتی تشکیل می شود.

Condenser و Waste Heat Boiler ۳-۳

گاز داغ کوره در WHB سرد و انرژی آن بازیابی می‌شود. سپس بخار گوگرد در کندانسور مایع و از جریان گاز جدا می‌گردد. جداسازی بین مراحل، تعادل را به سمت تولید گوگرد بیشتر هدایت می‌کند.

Catalytic Stages ۳-۴

گاز دوباره گرم و از بستر کاتالیستی عبور می‌کند؛ پس از هر مرحله گوگرد تشکیل شده کندانس می‌شود. EPA گزارش می‌کند که فرآیند Claus متداول‌ترین روش بازیابی گوگرد است و بسته به سطح کنترل، بازیابی H_2S در واحدهای Claus می‌تواند از حدود ۹۵ تا ۹۹٫۹ درصد باشد.

۴. Tail Gas Treatment. Degassing و گوگرد مایع

اگر استاندارد انتشار یا هدف بازیابی بالا باشد، Tail Gas Treatment Unit ترکیبات گوگردی باقیمانده را بازیافت می کند. عدد ۹۹٫۹٪ را نباید به عنوان عملکرد همه SRU ها فرض کرد؛ این عدد به آرایش واحد و تجهیزات کنترل وابسته است.

Degassing چرا مهم است؟

گوگرد مایع می تواند H_2S محلول و پلی سولفیدهای هیدروژن داشته باشد. آزاد شدن H_2S در pit، مخزن، هنگام انتقال یا شکل دهی خطر جدی ایمنی ایجاد می کند. Degassing غلظت این گونه ها را کاهش می دهد و handling را ایمن تر می کند.

مدیریت دمای گوگرد مایع

گوگرد مذاب باید در محدوده مناسب فرآیندی نگهداری شود. سرد شدن بیش از حد موجب جامد شدن و انسداد خطوط می شود؛ دمای نامناسب نیز می تواند ویسکوزیته و رفتار انتقال را پیچیده کند. خطوط، پمپ ها و مخازن معمولاً jacketed یا heat-traced هستند.

فیلتراسیون

پیش از granulation یا بارگیری molten، فیلتر می تواند ذرات جامد و بخشی از آلودگی ها را حذف کند. در خریداران acid plant، رفتار گوگرد در melter و filter یکی از معیارهای عملی کیفیت است؛ بنابراین صرفاً درصد S برای ارزیابی کافی نیست.



Granulation

در **granulator drum. seed** جامد در درام چرخان حرکت می‌کنند و لایه‌های متوالی گوگرد مذاب روی آنها اسپری می‌شود. با هر لایه، اندازه ذره افزایش می‌یابد تا به قطر هدف برسد. **SULF** برای فناوری **SUDIC** قطر ۲ تا ۶ میلی‌متر را ذکر می‌کند و ظرفیت واحدهای بزرگ را تا ۷۲۰ تن در روز گزارش می‌دهد.

Prilling

قطرات گوگرد مذاب در برج یا محیط خنک‌کننده جامد و به دانه‌های کروی تبدیل می‌شوند. EPA در شرح **air formed sulfur** **prilling** و **water prilling** اشاره می‌کند. بسته به طراحی، پرل می‌تواند نسبت به گرانول چندلایه شکننده‌تر باشد.

Pastillation

قطرات کنترل‌شده روی **belt** فولادی سردشونده قرار می‌گیرند و به شکل عدسی/نیم‌کره جامد می‌شوند. محصول یکنواخت و کم‌گردوغبار است، اما اقتصاد ظرفیت و تجهیزات آن با **granulation** متفاوت است.

Flake / Slate / Lump

در flaking گوگرد روی سطح سرد به لایه نازک تبدیل و جدا می‌شود. Lump معمولاً از solidification توده‌ای و خردایش به دست می‌آید. این فرم‌ها ممکن است ارزان‌تر باشند اما در bulk handling، شکست، fines و گردوغبار اهمیت بیشتری پیدا می‌کند.

۶. مقایسه انواع گوگرد تجاری

کاربرد رایج	ریسک/محدودیت	مزیت	شکل/اندازه معمول	نوع
اسید، کود، تجارت bulk	کیفیت وابسته به PSD و friability	جریان پذیری و مقاومت بهتر	اغلب ۲-۶ mm	Granular
اسید/کشاورزی/صنعت	امکان شکست و fines	سطح یکنواخت	دانه کروی کوچکتر	Prilled
صنایع تخصصی	هزینه/ظرفیت شکل دهی	گردوغبار پایین	عدسی/انیم کره	Pastille
بازارهای قیمت محور	گردوغبار و تخلیه دشوارتر	فرآیند ساده	قطعات نامنظم	Lump
شیمیایی/ذوب	شکننده	ذوب سریع	ورقه نازک	Flake
لاستیک، کشاورزی، سموم	Dust/HSE	سطح ویژه بالا	ریز/میکرونیزه	Powder
Acid plant نزدیک	حمل تخصصی گرم شونده	خوراک مستقیم	مایع گرم	Molten

دو اصطلاح «granular» و «prilled» در بازار گاهی به اشتباه به جای یکدیگر استفاده می شوند. در RFQ باید شکل محصول با عکس واقعی، PSD. bulk density و در صورت اهمیت friability تعریف شود. همچنین Sulfur Bentonite با گوگرد خالص گرانول یکسان نیست؛ این کود برای متلاشی شدن در خاک حاوی بنتونیت است.

	امریکا	8.6
	روسیه	7.6
	کانادا	6.8
	قزاقستان	5.3
	ایران	2.1
	امارات	1.8
	ازبکستان	11.7
سایر کشورها		فولاد جهانی ۲۰۰۵ حدود ۵۴ میلیون تن
		USGS Mineral Commodity Summaries 2026 10

۱۳ اسناد و مراحل صادرات

۱. قرارداد فروش (Sales Contract)

۲. گواهی آنالیز (COA)

۳. برگه مشخصات فنی (TDS)

۴. گواهی مبدا (Certificate of Origin)



Specification باید «قراردادی» باشد، نه مجموعه‌ای از اعداد کپی شده از اینترنت. حدود زیر نمونه‌های رایج بازارند و استاندارد جهانی واحد برای همه تولیدکنندگان نیست.

پارامتر	نمونه محدوده بازار	چرا مهم است؟
Sulfur Purity	≤۹۹.۵٪ تا ۹۹.۹٪+	مقدار ماده مؤثر؛ basis باید مشخص باشد
Moisture	اغلب ≥۰.۵٪	وزن، کلوخه شدن، handling
Ash	اغلب ≥۰.۰۵٪	ناخالصی معدنی و residue
Acidity as H ₂ SO ₄	حدود ۰.۰۱-۰.۰۲٪ در برخی specs	خوردگی و کیفیت
Hydrocarbon/Carbon	در حد صدم درصد در specs باکیفیت	melting/filter/color
Particle Size	مثلاً ۶-۲ mm برای granule	جریان پذیری و پذیرش خریدار
Fines/Oversize	طبق قرارداد	Dust، اتلاف و handling

Bulk Density	تقریباً $1.0 \sim 1.3 \text{ t/m}^3$ بسته به محصول	انبار و ظرفیت کشتی
Friability	کم برای granule ممتاز	شکست در چند مرحله جابه‌جایی

As Received یا Dry Basis

اگر خلوص روی dry basis اعلام شود، اثر رطوبت از محاسبه حذف شده است. در as-received، رطوبت در جرم نمونه حضور دارد. قرارداد باید basis را صریحاً تعیین کند تا اختلاف آزمایشگاهی ایجاد نشود.

۸. نمونه برداری، بازرسی و تشخیص کیفیت

یک COA خوب با نمونه بد، نتیجه قابل اتکایی نمی دهد. برای محموله های بزرگ، **sampling** باید نماینده کل **lot** باشد؛ نقاط متعدد، عمق های متفاوت یا **sampling** در جریان بارگیری به ساخت **composite sample** کمک می کند.

سه سطح کنترل

- **Visual Inspection**: یکنواختی، کلوخه، **finer**، آلودگی، رطوبت ظاهری و وضعیت دپو.
- **Laboratory Analysis**: S. moisture, ash, acidity, carbon/HC و پارامترهای توافقی.
- **Independent Inspection**: نمونه برداری، وزن، بارگیری و صدور **certificate** توسط بازرس مورد توافق.

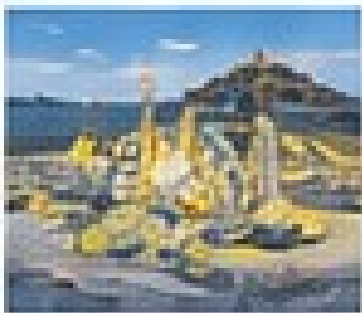
Red Flags

- COA بدون **batch/lot number** یا تاریخ.
- COA مربوط به تولیدکننده دیگر یا **stock** قدیمی.
- عکس محصول با شکل فیزیکی متفاوت از قرارداد.
- عدم اجازه **sampling** مستقل.
- اعلام **purity** بسیار بالا بدون روش آزمون.
- دپوی محصول روی خاک یا کنار مواد آلاینده.

برای معامله جدی، **retained/referee sample** باید پلمب شود و در قرارداد مشخص باشد در اختلاف کیفیت، کدام آزمایشگاه و کدام نمونه ملاک نهایی است.

۲ گوگرد در طبیعت و منابع آن

گوگرد و شرفی و تپله اثر اسفالت مصلح می باشد که به این سوای گوگرد
گوگرد را با کربن و به شرفی و تپله اثر اسفالت مصلح می باشد که به این سوای گوگرد
گوگرد و شرفی و تپله اثر اسفالت مصلح می باشد که به این سوای گوگرد
گوگرد و شرفی و تپله اثر اسفالت مصلح می باشد که به این سوای گوگرد



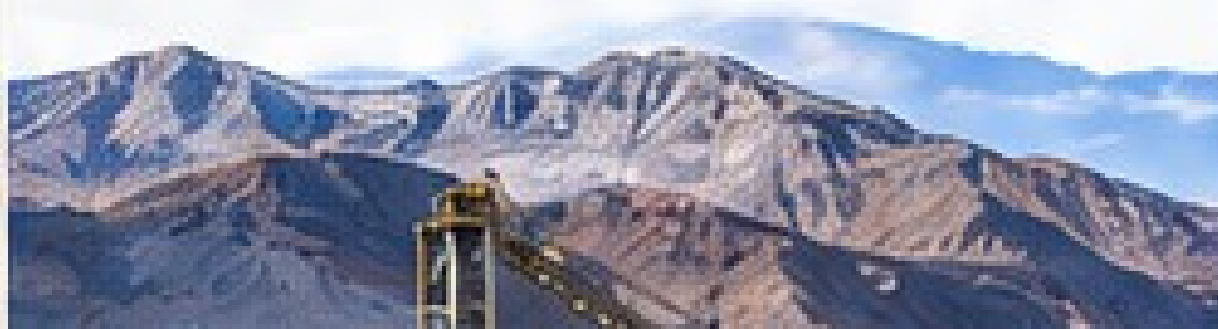
میدال‌های گازی



مسئله‌های رسوبی



آشناقتان ھا



اسید سولفوریک و کودهای فسفاته

بزرگ‌ترین مسیر مصرف گوگرد، تولید H_2SO_4 است. اسید سولفوریک برای واکنش با phosphate rock و تولید phosphoric acid استفاده می‌شود؛ سپس زنجیره DAP/MAP و سایر کودهای فسفاته شکل می‌گیرد. به همین دلیل ظرفیت فسفات مراکش، چین، هند و سایر مراکز تولید کود مستقیماً بر تقاضای گوگرد اثر می‌گذارد.

معدن و هیدرومتالورژی

اسید سولفوریک در **leaching** مس و برخی فرآیندهای نیکل نقش دارد. توسعه پروژه‌های **HPAL** برای مواد باتری می‌تواند تقاضای اسید و در نتیجه گوگرد را افزایش دهد؛ **USGS** نیز رشد تقاضا از پروژه‌های مرتبط با نیکل را از عوامل بازار آینده می‌داند.

کشاورزی

گوگرد عنصری به‌عنوان **nutrient** و اصلاح‌کننده خاک استفاده می‌شود. اکسیداسیون میکروبی آن به سولفات و اسید، فرآیندی تدریجی است؛ بنابراین اندازه ذره و فرمولاسیون در عملکرد کشاورزی مهم‌اند.

لاستیک

گوگرد در **vulcanization** برای ایجاد پیوندهای عرضی در پلیمرها استفاده می‌شود. این بازار معمولاً از **grades** پودری یا مخصوص لاستیک استفاده می‌کند و مشخصات آن با **bulk sulfur** برای **acid plant** متفاوت است.

۱۰. تولید جهانی: تصویر ۲۰۲۵

بر اساس Mineral Commodity Summaries ۲۰۲۶ سازمان زمین‌شناسی آمریکا، تولید جهانی گوگرد در همه اشکال در ۲۰۲۵ حدود ۸۴ میلیون تن برآورد شده است. در تفسیر این جدول باید توجه کرد که «all forms» دقیقاً معادل حجم granular sulfur قابل صادرات نیست.

کشور	تولید ۲۰۲۵ (هزار تن)
چین	۱۹,۰۰۰
ایالات متحده	۸,۱۰۰
روسیه	۷,۵۰۰
عربستان سعودی	۷,۲۰۰
امارات	۶,۳۰۰
کانادا	۵,۰۰۰
قزاقستان	۴,۸۰۰
هند	۳,۷۰۰
قطر	۳,۱۰۰
کره جنوبی	۳,۱۰۰
ایران	۲,۱۰۰
جهان	۸۴,۰۰۰ ≈

تمرکز عرضه در چین، خاورمیانه، روسیه/قزاقستان و آمریکای شمالی باعث می‌شود تعمیرات پالایشگاه‌ها، پروژه‌های گاز ترش، محدودیت‌های لجستیکی و تغییر جریان‌های تجاری به سرعت بر توازن منطقه‌ای اثر بگذارند.



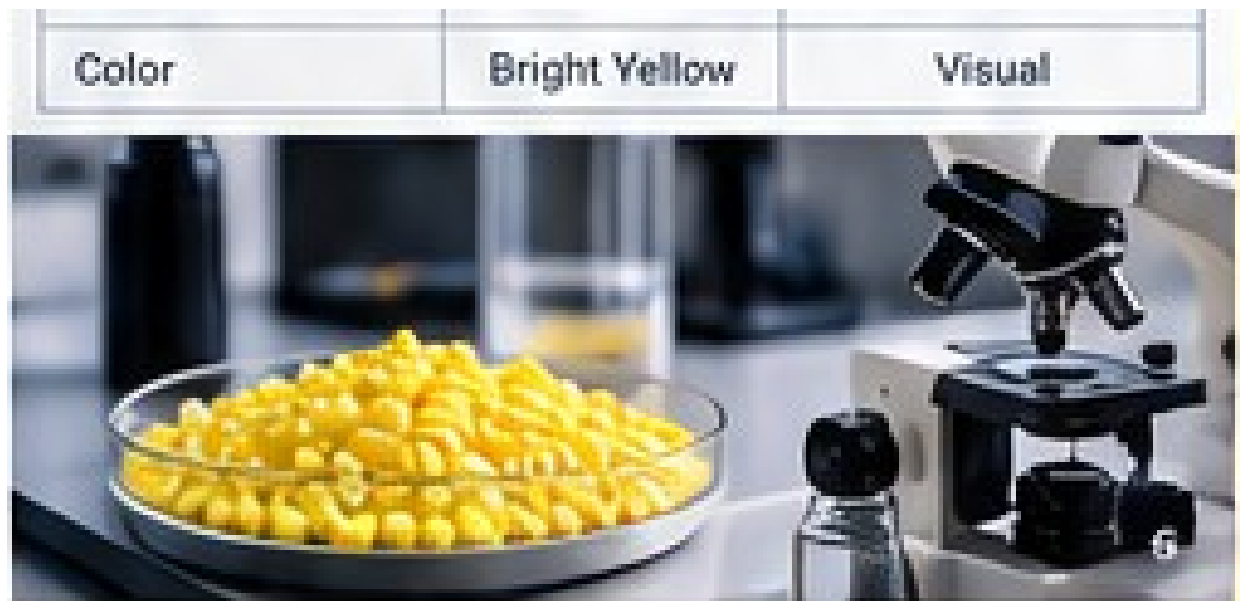
۶ مشخصات فنی و استانداردها

مشخصه	مقدار معمول	استاندارد مرجع
Purity (%)	$\geq 99.5\%$	ASTM D4239
Ash	$\leq 0.05\%$	ASTM D482
Moisture	$\leq 0.1\%$	ASTM D7582
Acidity (as H_2SO_4)	$\leq 0.05\%$	ASTM D4574
Total Hydrocarbon	$\leq 0.1\%$	ASTM D6316
Particle Size	2 – 6 mm	ASTM D4464

ایران به دلیل پالایش نفت و توسعه میدان های گازی جنوب، تولیدکننده مهم گوگرد بازیافتی است. USGS برای ۲۰۲۵ حدود ۲٫۱ میلیون تن تولید در همه اشکال برآورد کرده است. این عدد را نباید به صورت مستقیم «ظرفیت صادراتی آزاد» تلقی کرد.

نمونه های پروژه های مستند

- پالایشگاه بندرعباس: صفحه پروژه SULF خوراک را گوگرد مایع SRU، محصول را گرانول کروی، دو train و ظرفیت طراحی مجموع ۷۲۰ تن در روز اعلام می کند؛ همان صفحه تولید روزانه حدود ۳۴۰ تن گوگرد گرانول را در معرفی پالایشگاه ذکر می کند.
 - Persian Gulf Star: پروژه گرانول سازی با دو train، ظرفیت اسمی ۷۲۰ تن در روز و ۲×۲۵۰ تن silo در صفحه پروژه معرفی شده است.
 - پالایشگاه آبادان: پروژه ارتقا شامل تولید granular sulfur و واحد solidification/granulation گزارش شده است.
 - پالایشگاه تهران و چند فاز پارس جنوبی نیز در portfolio پروژه های solidification و handling دیده می شوند.
- نکته تجاری مهم: وجود یک واحد یا ظرفیت طراحی، اثبات موجودی قابل فروش نیست. قبل از offer باید stock, allocation, producer authorization, loading readiness و اسناد قابل verification کنترل شود.



۱۰ کاربوره‌های مصرف‌کننده



بازار هدف را باید با داده تجارت، ظرفیت مصرف، فاصله حمل و امکان پرداخت انتخاب کرد. «کشور مصرف‌کننده» الزاماً «خریدار مناسب ایران» نیست.

مراکش

مراکش به دلیل زنجیره عظیم فسفات و اسید فسفریک یک بازار ساختاری گوگرد است. این بازار حجم بسیار بالا دارد، اما رقابت **freight** و قراردادهای بلندمدت تأمین‌کنندگان بزرگ شدید است.

هند

هند در کود و صنایع شیمیایی مصرف‌کننده مهم است و از نظر فاصله دریایی با خلیج فارس مزیت نسبی دارد. کیفیت، شرایط پرداخت، **vessel size** و مقصد نهایی تعیین‌کننده‌اند.

چین و اندونزی

چین هم تولیدکننده و هم واردکننده بزرگ است. اندونزی با توسعه معدن و پروژه‌های فرآوری نیکل اهمیت بیشتری یافته است. در هر دو بازار، مبادی رقیب و **freight** باید به‌روز بررسی شود.

برزیل، ترکیه، پاکستان و آفریقا

برزیل به واسطه کشاورزی و کود بازار مهمی است اما فاصله حمل زیاد است. ترکیه و پاکستان از نظر جغرافیایی برای ایران جذاب‌ترند. در آفریقا، پروژه‌های کود و معدن فرصت ایجاد می‌کنند، ولی حجم اقتصادی کشتی و زیرساخت بندر باید موردی سنجیده شود.

اروپا

خاورمیانه

آسیا

آفریقا

آمریکای جنوبی

مهم‌ترین صنایع مصرف‌کننده:

- تولید اسید سولفوریک
- کودهای فسفاته (DAP/MAP)
- صنایع شیمیایی و پتروشیمی
- صنایع معدنی و فلزات
- صنایع لاستیک و تایر

12

۱۴ مقاصد صادراتی و مسیرهای حمل



Bulk

برای حجم‌های بزرگ، bulk carrier اقتصادی‌ترین روش است. hold باید تمیز و خشک باشد؛ conveyor و loading chute باید شکست دانه و dust را محدود کنند. loading rate و مسئولیت trimming باید در قرارداد روشن باشد.

Jumbo Bag

جامبوبگ تقریباً یک تنی برای بازارهای کوچک‌تر یا مقاصدی که تجهیزات bulk ندارند کاربرد دارد. SWL، نوع UV، fabric/liner، resistance، loops و وزن خالص باید مشخص شود. هزینه bagging و container stuffing باید جدا از قیمت bulk مقایسه شود.

Container

کانتینر انعطاف عملیاتی دارد اما برای حجم‌های بسیار بزرگ معمولاً نسبت به bulk گران‌تر است. محدودیت وزن محور، payload، هزینه THC و availability کانتینر در مبدأ/مقصد باید محاسبه شود.

دپو

سطح انبار باید تمیز و خشک باشد. اختلاط خاک، شن، زنگ‌زدگی، چوب یا محصول دیگر می‌تواند **ash** و **contamination** را بالا ببرد. **stockpile management** باید گردوغبار و تماس با منابع اشتعال را کنترل کند.



در تجارت گوگرد، قیمت freight می‌تواند بخش بزرگی از landed cost باشد. انتخاب vessel size تابع حجم، draft بندر، loading rate، محدودیت berth و امکان تجمع cargo است.

مسیرهای طبیعی ایران

- خلیج فارس → هند و پاکستان: فاصله نسبتاً کوتاه و بازارهای صنعتی/کود.
- خلیج فارس → شرق آفریقا: امکان رقابت در حجم مناسب و با بندر مناسب.
- خلیج فارس → جنوب شرق آسیا: نیازمند مقایسه با عرضه خاورمیانه، قزاقستان/روسیه و سایر مبادی.
- مسیر زمینی/دریایی به ترکیه: بسته به origin داخلی، بسته‌بندی و مقصد.

برای هر CFR/CIF باید firm یا حداقل workable freight بر اساس Laycan واقعی گرفته شود. استفاده از freight قدیمی یا نرخ عمومی اینترنت برای quotation الزام‌آور ریسک بالایی دارد.



- Packing List , Commercial Invoice
- Certificate of Origin
- SDS/MSDS , TDS
- COA مربوط به lot یا cargo
- Inspection Certificate و در صورت توافق Certificate of Weight
- Bill of Lading
- Draft Survey در bulk shipment صورت توافق.
- Export/customs documents
- Sales Contract شامل .specification. quantity tolerance. Incoterm. payment. inspection. force majeure , claims

Quality clause باید محل نمونه برداری، روش **sampling**، آزمایشگاه، استاندارد آزمون و **finality** را تعیین کند. **Quantity** **clause** نیز باید روش نهایی وزن را روشن کند. در غیر این صورت اختلاف چند دهم درصد در رطوبت یا وزن می تواند در محموله بزرگ رقم قابل توجهی ایجاد کند.

۱۶. CIF و Incoterms: FOB, CFR

در FOB فروشنده کالا را طبق قاعده در بندر مبدأ روی کشتی تحویل می‌دهد و خریدار حمل اصلی را ترتیب می‌دهد. در CFR فروشنده freight تا بندر مقصد را می‌پردازد، اما انتقال ریسک را نباید با پرداخت هزینه حمل اشتباه گرفت. در CIF فروشنده علاوه بر freight، بیمه مقرر را نیز تهیه می‌کند.

چه چیزهایی باید کنار **Incoterm** نوشته شود؟

- نام دقیق بندر: مثلاً FOB Bandar Abbas، نه فقط FOB Iran.

- نسخه Incoterms، ترجیحاً ۲۰۲۰ Incoterms.

- Bulk یا bagged و نوع vessel/container.

- Laycan و Loading rate.

- هزینه‌های terminal و اینکه چه هزینه‌ای داخل price است.

- مبنای freight و اعتبار quotation.

برای سایت Araz Petronix بهتر است قیمت‌های احتمالی با برچسب Indicative نمایش داده شوند و هیچ نرخ بدون تاریخ، origin،

form، quantity و Incoterm منتشر نشود.



گردوغبار

گردوغبار ریز گوگرد قابل اشتعال است. **housekeeping**, کاهش نقاط تولید **dust, bonding/grounding** مناسب، کنترل منابع **ignition** و طراحی تجهیزات بر اساس ارزیابی ریسک اهمیت دارد.

آتش

سوختن گوگرد **SO₂** تولید می‌کند؛ گازی تحریک‌کننده و خطرناک. روش اطفای باید بر اساس طراحی سایت و **SDS** تعیین شود. ایجاد ابر گردوغبار هنگام عملیات اطفای نیز باید مدنظر باشد.

H₂S

در **sulfur pit, molten sulfur** و برخی فضاهای بسته احتمال **H₂S** وجود دارد. بوی تخم‌مرغ فاسد وسیله هشدار قابل اعتماد نیست. **detector**، تهویه، **permit-to-work** و برنامه **rescue** ضروری‌اند.

محیط زیست

کنترل **dust** و **runoff**، جلوگیری از ورود گوگرد به آبراهه، کنترل SO_2 و مدیریت **tail gas** از موضوعات کلیدی هستند. ارزش زیست محیطی اصلی **SRU** نیز تبدیل H_2S سمی به محصول قابل استفاده است.

۱۸. قیمت‌گذاری و تحلیل یک Offer

قیمت گوگرد حاصل جمع چند لایه است: ارزش محصول در **origin**، هزینه **solidification. bagging** در صورت نیاز، حمل داخلی، **premium/discount** و **port charges. freight. insurance. finance. inspection** کیفیت.

Landed Cost فرمول ساده

$$\text{Landed Cost} \approx \text{Commodity Price} + \text{Inland Logistics} + \text{Port/Handling} + \text{Ocean Freight} + \text{Insurance} + \text{Finance/Banking} + \text{Inspection} + \text{Destination Charges} + \text{Duties/Taxes}$$

(در صورت وجود).

برای مقایسه دو **offer** باید هر دو روی **basis** یکسان قرار گیرند. برای مثال **FOB granular bulk** را نباید مستقیماً با **CFR jumbo bag** مقایسه کرد. حتی دو **FOB** در دو بندر متفاوت، به دلیل **freight** و **loading rate**، ارزش اقتصادی متفاوت دارند.

عوامل تغییر قیمت

- تعادل عرضه پالایشگاه‌ها/گاز ترش و **shutdown**.
- تقاضای **sulfuric acid** و **phosphate fertilizer**.
- معدن و پروژه‌های **HPAL**.
- **Freight** و **availability** کشتی.
- محدودیت‌های تجاری و مسیرهای پرداخت.
- کیفیت و فرم محصول.

فیلد	آنچه باید دقیق نوشته شود
Product	Elemental Sulfur – Granular/Prilled/Lump
Quantity	Trial + monthly/annual quantity
S Purity	Minimum + dry basis/as received + method
Impurities	Moisture, Ash, Acidity, Carbon/HC
Physical	PSD, fines, oversize, bulk density, friability
Packing	Bulk / ۱ MT Jumbo / ۲۵-۵۰ kg
Origin	Country + producer if mandatory
Incoterm	FOB/CFR/CIF + exact port + Incoterms ۲۰۲۰
Inspection	Company + sampling point + finality
Availability	Physical stock + daily loading capacity
Documents	TDS, recent COA, SDS, COO, inspection
Payment	Method + milestones + documentary triggers
Laycan	Requested loading window

در RFQ حرفه‌ای از درخواست «best price» بدون specification پرهیز می‌شود. فروشنده باید بداند چه محصولی، چه حجمی، در چه بندری و با چه سازوکار بازرسی/پرداختی مورد نیاز است.

۲۰. ده خطای پرهزینه در خرید گوگرد

- خلوص را تنها معیار کیفیت دانستن.

- یکی دانستن granular و prilled.

- پذیرفتن COA عمومی به جای cargo-specific COA.

- اعتماد به عکس یا ویدئو بدون verification محل و تاریخ.

- فرض اینکه ظرفیت کارخانه همان stock آزاد است.

- اعلام CFR قبل از دریافت freight معتبر.

- نادیده گرفتن fines/friability و هزینه dust.

- پرداخت قبل از verification طرف و موجودی.

- نبستن clause دقیق sampling/inspection/finality.

- نادیده گرفتن compliance کشتی، بانک، بیمه و بندر مقصد.

Araz Petronix در انتشار عمومی بهتر است به جای وعده‌های غیرقابل اثبات، روی «verified supply process» تأکید کند:

شناسایی origin، دریافت مدارک، بررسی COA، هماهنگی inspection، کنترل logistics و سپس quotation.

USGS انتظار دارد توسعه ظرفیت کودهای فسفاته، به‌ویژه در آفریقا و غرب آسیا، به رشد تقاضای گوگرد کمک کند. پروژه‌های نیکل و مواد باتری نیز می‌توانند مصرف اسید سولفوریک را افزایش دهند. در سمت عرضه، توسعه میدان‌های گاز ترش و پالایشگاه‌ها ظرفیت بازیابی گوگرد را بالا می‌برد. این بازار دو نیروی متضاد دارد: مقررات پاک‌تر سوخت می‌تواند بازیابی گوگرد را افزایش دهد، اما گذار بلندمدت انرژی ممکن است الگوی پالایش نفت را تغییر دهد. در کوتاه و میان‌مدت، کود، امنیت غذایی، معدن و فلزات همچنان موتورهای مهم تقاضا هستند.

برای خریدار چه معنایی دارد؟

قراردادهای بلندمدت باید فرمول قیمت، کیفیت، **tolerance، logistics** و **force majeure** را به‌دقت تنظیم کنند. تکیه بر یک **origin** یا یک بندر می‌تواند ریسک **supply** را بالا ببرد.



برای معرفی گوگرد در سایت، بهتر است هر Offer در یک قالب استاندارد منتشر شود تا خریدار صنعتی بتواند سریع تصمیم بگیرد.

• Product Form: Granular / Prilled / Lump / Other

• Origin & Loading Point: فقط در صورت قابل افشا و تأیید.

• Indicative Specification: با عبارت Subject to final COA

• Packing & Quantity

• Incoterm & Port

• Inspection Option

• Lead Time / Loading Readiness

• Required Buyer Documents

• Validity: کوتاه و شفاف برای قیمت‌های بازار.

ادعای «نماینده‌گی کارخانه»، «موجودی قطعی» یا «ظرفیت تضمینی» فقط زمانی روی سایت درج شود که سند و اختیار تجاری معتبر وجود داشته باشد. این موضوع برای اعتبار بلندمدت برند بسیار مهم‌تر از تبلیغات پر حجم است.



گوگرد از دید شیمیایی یک عنصر ساده است، اما از دید تجارت بین‌المللی محصولی چندمتغیره است. **origin**، فرآیند بازاریابی، کیفیت گوگرد مایع، **payment و solidification. PSD. fines. friability. storage. inspection. freight** همگی روی ارزش واقعی یک **cargo** اثر می‌گذارند.

ایران از نظر منابع پالایشگاهی و گازی جایگاه مهمی دارد و نزدیکی به خلیج فارس یک مزیت لجستیکی برای جنوب آسیا و بخشی از آفریقا ایجاد می‌کند. تبدیل این مزیت به فروش پایدار نیازمند شفافیت **specification**، موجودی قابل اثبات، بازرسی مستقل، محاسبه دقیق **freight** و ساختار پرداخت قابل اجراست.

رویکرد **Araz Petronix** باید «از مشخصات تا مقصد» باشد: محصول را نه صرفاً با یک عدد **purity**، بلکه با پرونده فنی و تجاری کامل معرفی کند. این همان چیزی است که یک خریدار حرفه‌ای، **procurement manager** یا **trader** جدی برای ارزیابی عرضه نیاز دارد.

منابع اصلی فنی و آماری این نسخه:

• U.S. Geological Survey (USGS), Mineral Commodity Summaries ۲۰۲۶ – Sulfur

• U.S. EPA, AP-۴۲ Section ۸.۱۳ – Sulfur Recovery

• U.S. DOE / NETL – The Claus Process

• U.S. EPA technical background on formed sulfur: flakes, prills, granules and pastilles

• SULF Engineering – Sulfur Granulation Technology and project portfolio for Bandar Abbas, Persian Gulf Star, Abadan, Tehran and South Pars

• منابع تجاری specification فقط برای شناخت دامنه‌های رایج بازار استفاده شده‌اند؛ specification نهایی هر معامله باید از producer TDS/COA و قرارداد همان cargo گرفته شود.

یادداشت حقوقی/فنی

این مقاله محتوای آموزشی و تجاری عمومی است و جایگزین SDS، دستورالعمل HSE سایت، استاندارد قراردادی، آزمایشگاه مستقل، مقررات گمرکی یا مشاوره حقوقی نیست. آمار تولید با سال مرجع مشخص شده و ممکن است در نسخه‌های بعدی به‌روزرسانی شود.

Araz Petronix | Global Trade • Sustainable Future

Sulfur • Base Oils • Bitumen • Urea • Petrochemicals • Agricultural Products