

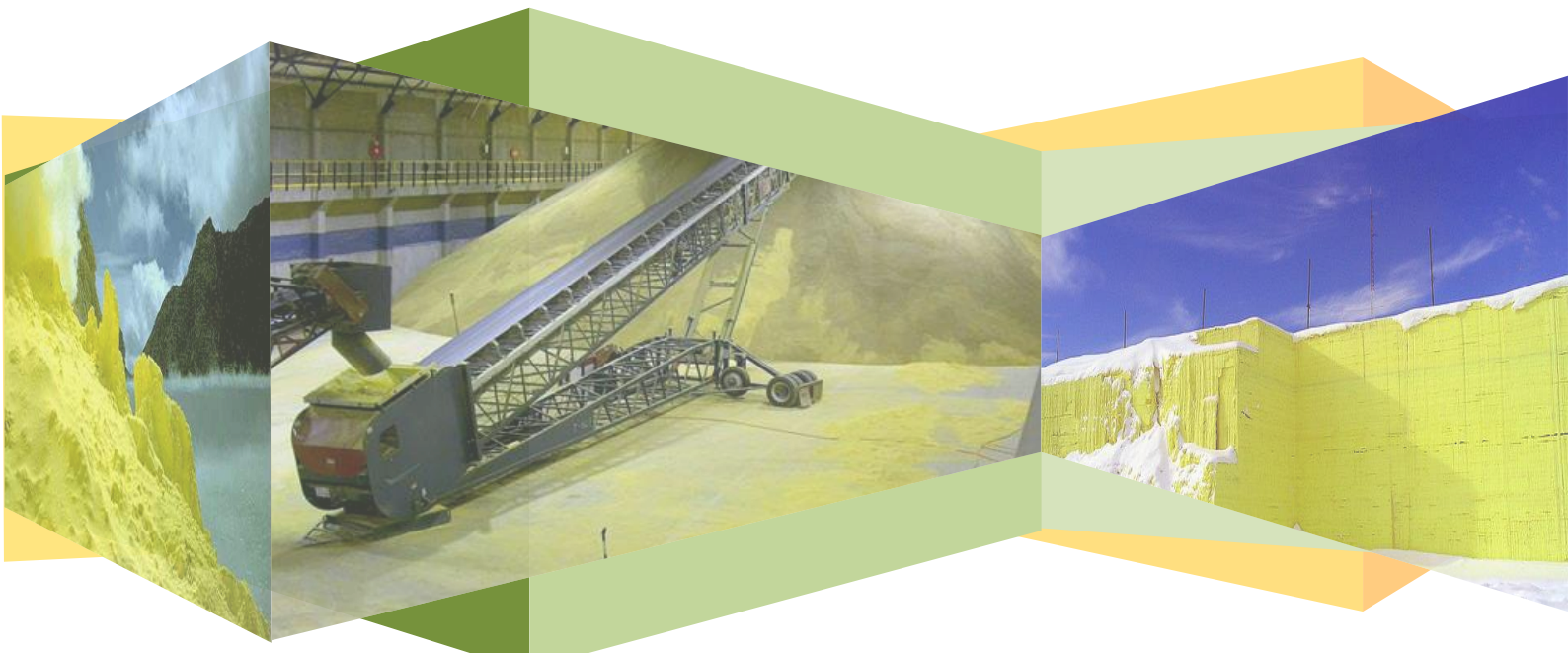
سرحد ملی کار
ایران
مدیریت پژوهش و
فناوری



آگان سنجی

استفاده از تکنولوژی های جدید انبارداری گوگرد

انجمن مهندسی گاز ایران



پژوهشگاه شیمی و پتروشیمی



	عنوان سند					 شرکت ملی گاز ایران
	امکان سنجی استفاده از تکنولوژی های جدید انبارداری گوگرد					
شماره گزارش	شماره ویرایش	محل تهیه سند	تاریخ تهیه سند	شماره سند	نوع سند	فصل
نهایی	۲	پژوهشگاه صنعت نفت	مرداد ماه ۱۳۹۰	RIP-63530201-89	گزارش پروژه	اول

فصل اول





	عنوان سند					 شرکت ملی گاز ایران
	امکان سنجی استفاده از تکنولوژی های جدید انبارداری گوگرد					
شماره گزارش	شماره ویرایش	محل تهیه سند	تاریخ تهیه سند	شماره سند	نوع سند	فصل
نهایی	۲	پژوهشگاه صنعت نفت	مرداد ماه ۱۳۹۰	RIPi-63530201-89	گزارش پروژه	اول

۱-۱- مقدمه

طی چند دهه گذشته تغییرات وسیعی در تولید و عرضه گوگرد در جهان بوجود آمده است. در حال حاضر حدود ۹۹ درصد گوگرد عنصری تولیدی جهان از منابع نفت و گاز بدست می‌آید. از سوی دیگر میزان مجاز گوگرد در فرآورده های پالایشی نفت و گاز با وضع قوانین زیست محیطی سخت‌گیرانه به طور مستمر محدود می‌گردد. از اینرو فرآیند گوگرد زادی در آینده به صورت جدی تری مورد توجه قرار خواهد گرفت و گوگرد حاصل از تصفیه نفت و گاز به شدت افزایش خواهد یافت. در بحث میادین گازی نیز، مخازن گاز شیرین در دنیا بسیار محدود بوده و عمده گاز تولیدی جهان از منابع گاز ترش می‌باشد. همچنین روند حرکت منابع گاز طبیعی جهان به سمت ترش تر شدن می‌باشد. بسیاری از کشورها نیز دارای مخازن گازی بسیار ترش می‌باشند که برداشت گاز از آن میادین توجیه اقتصادی ندارد. اما شرایط اقتصاد جهانی و نوسانات بازار جهانی انرژی، آنها را مجبور به برنامه‌ریزی برای توسعه این میادین و تولید گاز از آنها نموده است. به هر حال نظر به اینکه گوگرد حاصله از فرآیند پالایش نفت و گاز یک فرآورده فرعی بوده که می‌بایست از نفت خام و گازهای ترش جدا گردد، در سالهای اخیر با توجه به تشدید ملاحظات ایمنی، بهداشت و محیط زیست تولید آن افزایش پیدا کرده است. بدین ترتیب تحولات عرضه و تقاضای انرژی، اثراتی تعیین کننده بر توازن عرضه و تقاضا و در نتیجه قیمت گوگرد در حال و آینده خواهد داشت.

بررسی های انجام شده حاکی از آن است که تولید جهانی گوگرد به شدت در حال افزایش است بطوریکه تولید از مصرف فراتر رفته و مازاد عرضه در بازار وجود دارد. پیش بینی‌ها حکایت از آن دارد که اگر روند فعلی ادامه یابد در سالهای آتی به شدت میزان عرضه گوگرد از تقاضای آن فزونی خواهد یافت و عرضه‌کنندگان را با حجم انبوهی از موجودی گوگرد و مشکلات خاص نگهداری آن مواجه می‌کند. در این رابطه آمارهای موجود نشان می‌دهد که تا سال ۲۰۱۵ سالانه ۲-۴ میلیون تن گوگرد مازاد در جهان وجود داشته باشد. این شرایط وضعیت رقابت در بازار را برای عرضه‌کنندگان گوگرد افزایش و از سوی دیگر افزایش قدرت چانه‌زنی خریداران را به همراه دارد.



	عنوان سند					 شرکت ملی گاز ایران
	امکان سنجی استفاده از تکنولوژی های جدید انبارداری گوگرد					
شماره گزارش	شماره ویرایش	محل تهیه سند	تاریخ تهیه سند	شماره سند	نوع سند	فصل
نهایی	۲	پژوهشگاه صنعت نفت	مرداد ماه ۱۳۹۰	RIPi-63530201-89	گزارش پروژه	اول

بطور کلی تولیدکنندگان گوگرد در عرصه تجارت و کسب و کار با چالش هایی به شرح ذیل روبرو هستند:

- تولید بیش از مصرف جهانی گوگرد
- وجود مازاد عرضه گوگرد در بازار جهانی
- مشکل عرضه کنندگان گوگرد در نگهداری و انبارش آن
- آلودگی محیط زیست و ایمنی نگهداری گوگرد
- مدل کسب و کار در بازار گوگرد
- الگوی خاص مصرف و تقاضای گوگرد در جهان

شایان ذکر است که لازمه موفقیت آنها در این بازار تصمیم گیری درست و به موقع برای عرضه گوگرد به بازار است. در این میان انبارش دراز مدت گوگرد از جایگاه ویژه ای برخوردار است. این موضوع موجب گردیده تا تولیدکنندگان عمده گوگرد چون کانادا بجای دانه بندی گوگرد آن را به شکل بلوک های بزرگ در فضای باز انبار کنند و در مواقع لازم به بازارهای هدف عرضه کنند. اگر چه از این روش انبارداری در پالایشگاه گاز شهید هاشمی نژاد نیز استفاده می گردد ولی عدم وجود استانداردهای لازم و کافی انبارش به این شیوه باعث شده است که مشکلات عمده ای به لحاظ بهداشتی، ایمنی و زیست محیطی در منطقه ایجاد شود. از اینرو لازم است که در قدم اول با اصلاح شیوه کنونی انبارش گوگرد در منطقه خانگیران علاوه بر حفظ و توسعه اکوسیستم از زیان های اقتصادی که به کشور و بخصوص مجتمع پالایشگاه گاز شهید هاشمی نژاد وارد می شود جلوگیری کرد. از سوی دیگر کنکاش در شیوه های جدید انبارش گوگرد نشان می دهد که با یک مدیریت صحیح و متمرکز می توان برنامه های راهبردی به منظور انبارش دراز مدت گوگرد ارایه کرد.

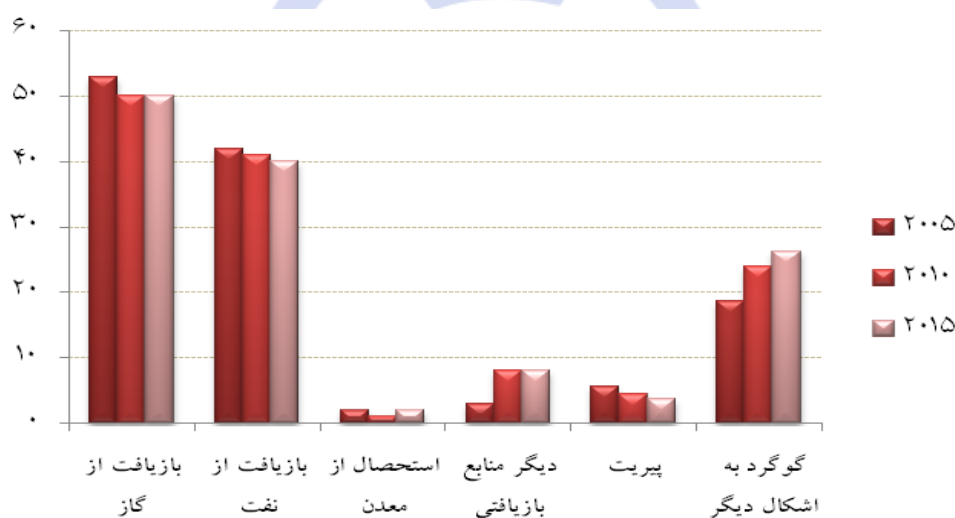
بررسی وضعیت تولید و انبارش گوگرد در منطقه پارس جنوبی نیز نشان می دهد که شیوه نگهداری گوگرد برای دراز مدت نمی باشد و تقریباً تمامی گوگرد تولیدی پس از دانه بندی آماده عرضه به بازارهای جهانی می گردد. در این رابطه انبارهای مسقفی در مجاورت اسکله ساخته شده است که در

	عنوان سند					 شرکت ملی گاز ایران
	امکان سنجی استفاده از تکنولوژی های جدید انبارداری گوگرد					
شماره گزارش	شماره ویرایش	محل تهیه سند	تاریخ تهیه سند	شماره سند	نوع سند	فصل
نهایی	۲	پژوهشگاه صنعت نفت	مرداد ماه ۱۳۹۰	RIPi-63530201-89	گزارش پروژه	اول

در حال حاضر به دلیل کافی نبودن فضای آنها بخشی از گوگرد تولیدی فازهای پارس جنوبی در فضای باز انبار می شود.



۱-۲- عرضه گوگرد در جهان

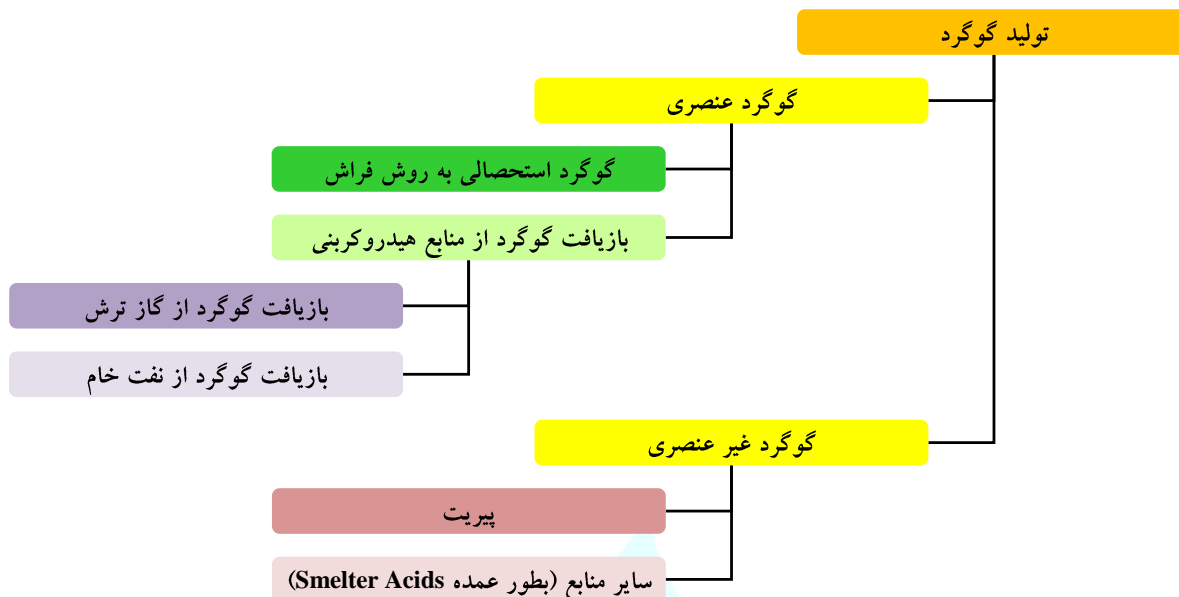
در طی سه دهه گذشته تغییرات وسیعی در تولید و عرضه گوگرد در جهان بوجود آمده است. تا اوائل دهه هفتاد گوگرد معدنی بیش از ۶۵ درصد مجموع گوگرد تولیدی جهان را تشکیل می داد، ولی بتدریج از اهمیت گوگرد معدنی کاسته شده و به همان نسبت مقدار گوگرد بازیافتی از نفت و گاز افزایش یافته بطوریکه در حال حاضر حدود ۷۰ درصد کل گوگرد تولیدی جهان بصورت محصول بازیافتی از نفت خام و گازهای ترش بدست می آید (نمودار شکل ۱-۱).



شکل (۱-۱) نمودار کمی منابع تولید گوگرد در جهان

بطور کلی گوگرد به دو شکل عنصری و غیرعنصری بدست می آید. گوگرد عنصری از منابع معدنی و یا منابع نفت و گاز بدست می آید در صورتیکه گوگرد غیر عنصری از پیریت و دیگر ترکیبات گوگردی ایجاد می شود (نمودار شکل ۱-۲).

	عنوان سند					 شرکت ملی گاز ایران
	امکان سنجی استفاده از تکنولوژی های جدید انبارداری گوگرد					
شماره گزارش	شماره ویرایش	محل تهیه سند	تاریخ تهیه سند	شماره سند	نوع سند	فصل
نهایی	۲	پژوهشگاه صنعت نفت	مرداد ماه ۱۳۹۰	RIPi-63530201-89	گزارش پروژه	اول





شکل (۱-۲) نمودار انواع گوگرد تولیدی

آمارهای موجود نشان می دهد که در سال ۲۰۰۹ حدود ۹۹ درصد گوگرد عنصری از منابع هیدروکربنی (نفت و گاز) تولید شده است. بعبارت دیگر منابع نفت و گاز نقش عمده ای در تولید گوگرد جهان دارد. از اینرو انتظار می رود میزان تولید گوگرد در آینده ارتباط مستقیمی با تقاضای نفت و گاز در جهان داشته باشد. آنالیزهای آماری مشابه نشان می دهد که در سال ۲۰۱۵ کل گوگرد عنصری تولید شده در جهان به ۶۷/۰۹ میلیون تن در سال می رسد که این رقم نسبت به سال ۲۰۰۵ به میزان ۱۹/۲۳ میلیون تن افزایش خواهد یافت (جدول ۱-۱).

جدول (۱-۱) منابع تولید گوگرد عنصری در جهان

منبع تولید گوگرد	۲۰۰۵	۲۰۱۰	۲۰۱۵	تغییر روند تولید	تغییر روند تولید
	۲۵/۱۸	۳۰/۰۰	۳۳/۸۲	۲۰۱۵ - ۲۰۱۰	۲۰۱۰ - ۲۰۰۵
بازیافت از گاز	۲۵/۱۸	۳۰/۰۰	۳۳/۸۲	+۳/۸۲	+۴/۸۲
بازیافت از نفت	۲۰/۱۷	۲۴/۵۸	۲۷/۰۶	+۲/۴۸	+۴/۴۱
استحصال از معدن	۰/۸۲	۰/۵۶	۱/۰۱	+۰/۴۵	-۰/۲۶
دیگر منابع بازیافتی	۱/۶۹	۴/۴۴	۶/۰۱	+۱/۵۷	+۲/۷۵
کل گوگرد عنصری	۴۷/۸۶	۵۹/۵۸	۶۷/۰۹	+۷/۵۱	+۱۱/۷۲

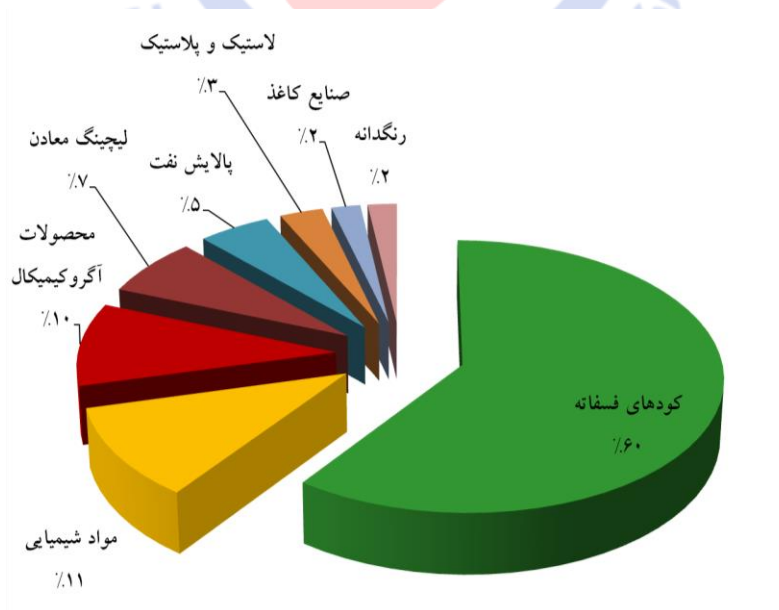
	عنوان سند					 شرکت ملی گاز ایران
	امکان سنجی استفاده از تکنولوژی های جدید انبارداری گوگرد					
شماره گزارش	شماره ویرایش	محل تهیه سند	تاریخ تهیه سند	شماره سند	نوع سند	فصل
نهایی	۲	پژوهشگاه صنعت نفت	مرداد ماه ۱۳۹۰	RIPi-63530201-89	گزارش پروژه	اول



با نگاهی به ارقام تولید گوگرد کل در جهان مشاهده می شود که بر اساس پیش بینی های انجام شده تولید جهانی این محصول فرعی در سال ۲۰۱۵ بالغ بر ۹۷ میلیون تن خواهد شد (جدول ۱-۲).

جدول (۱-۲) منابع تولید گوگرد در جهان					
منبع تولید گوگرد	۲۰۰۵	۲۰۱۰	۲۰۱۵	تغییر روند تولید	تغییر روند تولید
	۲۴/۱۹	۲۸/۲۹	۳۰/۰۴	۲۰۰۵ - ۲۰۱۰	۲۰۱۰ - ۲۰۱۵
گوگرد عنصری	۴۷/۸۶	۵۹/۵۸	۶۷/۰۹	+۱۱/۷۲	+۷/۵۱
گوگرد غیر عنصری	۲۴/۱۹	۲۸/۲۹	۳۰/۰۴	+۴/۱	+۱/۷۵
کل عنصری	۷۲/۰۵	۸۷/۸۷	۹۷/۱۳	+۱۵/۸۲	+۹/۲۶

۱-۳- تقاضای گوگرد در جهان

عمده ترین مورد مصرف گوگرد عنصری در تولید اسید سولفوریک است که بطور متوسط ۹۰-۸۵ درصد تولید گوگرد جهان جهت تولید این اسید مصرف می شود. نمودار شکل (۱-۳) بصورت گرافیکی سهم مصارف عمده گوگرد عنصری را نشان می دهد.





	عنوان سند					 شرکت ملی گاز ایران
	امکان سنجی استفاده از تکنولوژی های جدید انبارداری گوگرد					
شماره گزارش	شماره ویرایش	محل تهیه سند	تاریخ تهیه سند	شماره سند	نوع سند	فصل
نهایی	۲	پژوهشگاه صنعت نفت	مرداد ماه ۱۳۹۰	RIP1-63530201-89	گزارش پروژه	اول

شکل (۳-۱) نمودار سهم تقاضای مصرف گوگرد عنصری

گوگرد بصورت خام و پردازش نشده عمدتاً در صنایع تولید پاک‌کننده‌ها، چرمسازی، عکاسی، حشره‌کش‌ها و در کشاورزی بعنوان افزودنی به خاکهای قلیایی یا سدیمی کاربرد دارد. میزان کاربرد مشتقات گوگردی در صنایع مختلف، در مناطق عمده مصرف متفاوت می‌باشد. در ایالات متحده به طور متوسط بیش از ۷۰ درصد از اسید سولفوریک مصرفی در تولید کودهای شیمیایی بکار می‌رود در حالی که در کشورهای در حال توسعه ۹۰ درصد آن صرف تولید کودهای شیمیایی می‌گردد. در استرالیا نیز مصرف گوگرد ارتباط مستقیم با میزان تولید و مصرف کود شیمیایی دارد. در کشورهای اروپایی وارد کننده گوگرد و همچنین در کشورهای در حال توسعه نظیر تونس، مراکش، هلند و برزیل که بخش اعظم گوگرد مصرفی آنها از بازار جهانی خریداری می‌گردد، مصرف ماده مزبور تحت تاثیر عوامل متعددی قرار می‌گیرد، مهمترین این عوامل عبارتند از: قیمت گوگرد و سایر جایگزین‌ها در مصارف نهایی، هزینه حمل گوگرد، سیاست کشورهای صادرکننده گوگرد و مشتقات آن، میزان کاربرد کودهای شیمیایی در بخش کشاورزی و عایدات ارزی بابت صدور اسید فسفریک. در کشورهای تولید کننده کودهای شیمیایی فسفاته در شمال آفریقا که بخش اعظم گوگرد بکار گرفته شده را پس از طی فرآیندهایی بصورت اسید فسفریک و یا کودهای فسفاته صادر می‌نمایند، تقاضای وارداتی این اقلام شدیداً بر روی میزان مصرف گوگرد تاثیر می‌گذارد.

عموماً مصرف گوگرد بصورت خام و پردازش نشده نسبت به کل مصارف گوگرد خیلی کم بوده و عمدتاً در کشاورزی، تصفیه نفت و رنگسازی استفاده می‌گردد. در حالی که سهم تقاضای بخش‌های مصرف کننده گوگرد به صورت اسید سولفوریک خیلی بیشتر می‌باشد.



مزیت‌های کاربرد اسید سولفوریک به عنوان ماده خام ارزان قیمت، مزایای عالی آن در خشک کردن، کاتالیزور موثر در بسیاری از سنتزهای شیمیایی، برخورداری از مزیت استفاده مجدد در مراحل چندگانه پردازش، سهولت حمل، انبارداری، ذخیره سازی و بازار رسانی، توسعه تکنولوژی‌های کاربردی و پایین بودن هزینه‌های پردازش در کارخانجات، آن را در مقایسه با سایر اسیدهای معدنی از مطلوبیت خاصی برخوردار گردانیده است. از مصارف در حال توسعه گوگرد می‌توان از کاربرد

	عنوان سند					 شرکت ملی گاز ایران
	امکان سنجی استفاده از تکنولوژی های جدید انبارداری گوگرد					
شماره گزارش	شماره ویرایش	محل تهیه سند	تاریخ تهیه سند	شماره سند	نوع سند	فصل
نهایی	۲	پژوهشگاه صنعت نفت	مرداد ماه ۱۳۹۰	RIPi-63530201-89	گزارش پروژه	اول

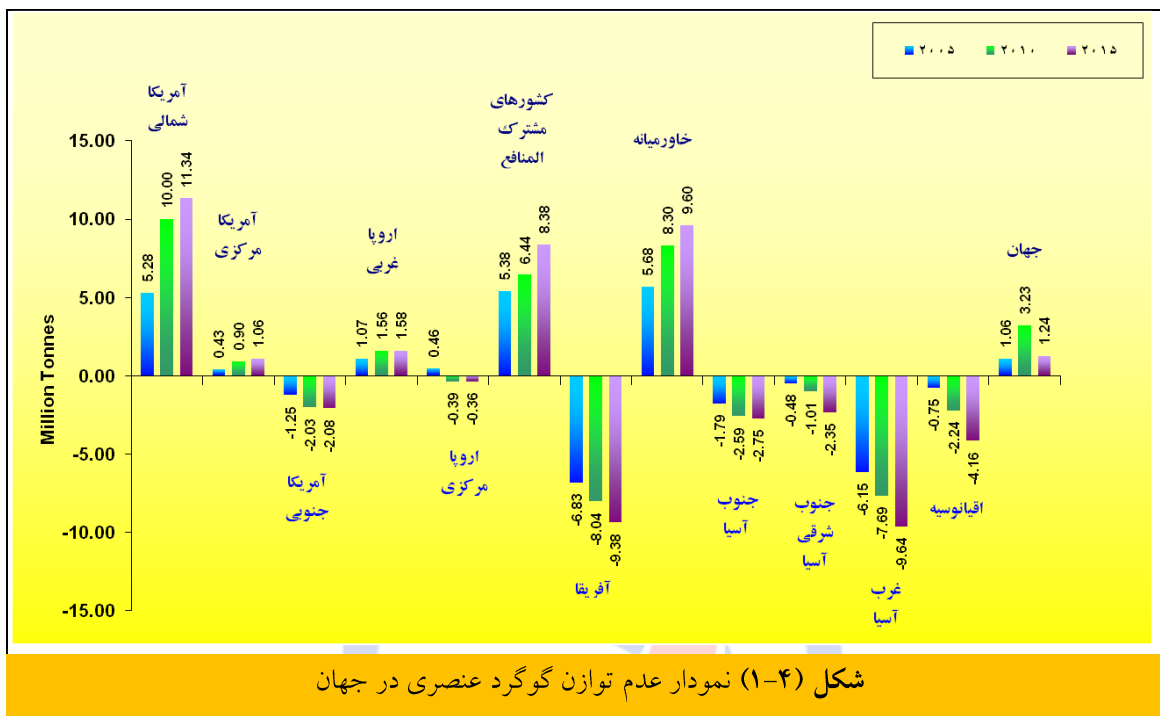
ترکیبات گوگردی جهت تقویت، دوام و مقاومت حلالها در آسفالت نام برد. با توجه به گستردگی بخشهای استفاده کننده گوگرد می توان گفت که مصرف آن تحت تاثیر پارامترهای متعددی قرار می گیرد. به طور غیر مستقیم از عوامل موثر در مصرف گوگرد را می توان قوانین مرتبط با محیط زیست نام برد. این قوانین در ارتباط با صنعت گوگرد دو گانه عمل می کنند. از یک سو، این قوانین صنایع ذوب فلزات غیر آهنی و پالایشگاههای نفت و گاز را ملزم به ایجاد واحدهای تولید گوگرد جهت جلوگیری از انتشار گاز دی اکسید گوگرد می نمایند و از سویی دیگر موجبات محدودیت مصرف گوگرد در صنایع مختلف را فراهم می سازند. بعنوان مثال در ایالات متحده جایگزینی فرآیند کلراید برای تولید دی اکسید تیتانیوم (TiO₂) و عدم جایگزینی این فرآیند در جامعه اقتصادی اروپا که کماکان از سولفاتها استفاده می کنند باعث شده که اگر جامعه اقتصادی بخواهد خود را با معیار میزان مصرف دی اکسید تیتانیوم محتوی کلراید ۸۱ درصد منطبق سازد می باید موجبات کاهش مصرف یک میلیون تن اسید سولفوریک در صنایع رنگسازی خود را فراهم سازد. مصرف گوگرد در صنایع کاغذ سازی نیز بین ۸۵-۱۵ کیلو در هر تن است که این میزان به خلوص گوگرد و نحوه عملیات ساخت کاغذ بستگی دارد. رشد مصرف اسید سولفوریک در صنایع کاغذسازی به تداوم مصرف دی اکسید کلرین (سفیدکننده) بستگی دارد. فشارهای زیست محیطی سبب افزایش تعداد کارخانجات که از فرآیندهای بدون کلرین استفاده می کنند شده است که تداوم مصرف صدها هزار تن گوگرد مصرفی در صنایع کاغذی سازی را زیر سوال برده است.

۴-۱- عدم توازن عرضه و تقاضای گوگرد

تجزیه و تحلیل آمارهای تولید و مصرف آن در مناطق مختلف جهان نشان می دهد که در سه منطقه عمده آمریکای شمالی، جمهوری های شوروی سابق و خاورمیانه میزان عرضه گوگرد بیش از تقاضای منطقه ای بوده به نحوی که در سال ۲۰۱۵ به ترتیب ۱۱/۳۴، ۸/۳۸ و ۹/۶۰ میلیون تن گوگرد مازاد بر مصرف در هر منطقه تولید می شود (شکل ۱-۴). از سوی دیگر بررسی های مشابه نشان می



	عنوان سند					 شرکت ملی گاز ایران
	امکان سنجی استفاده از تکنولوژی های جدید انبارداری گوگرد					
شماره گزارش	شماره ویرایش	محل تهیه سند	تاریخ تهیه سند	شماره سند	نوع سند	فصل
نهایی	۲	پژوهشگاه صنعت نفت	مرداد ماه ۱۳۹۰	RIP1-63530201-89	گزارش پروژه	اول

دهد که در مناطقی چون آمریکای جنوبی، آفریقا، جنوب آسیا، جنوب شرقی آسیا، غرب آسیا و اوقیانوسیه میزان تقاضا بیشتر از تولید است.



۱-۵- تولید گوگرد در ایران

هم اکنون با تکمیل و بهره برداری از فازهای ۱۰-۱ پروژه میدان گازی پارس جنوبی که یکی از بزرگترین حوزه های گازی جهان است، روزانه ۱۴۰۰ تن گوگرد از تصفیه گاز طبیعی تهیه می شود. مشخص شده است که در اواخر ژوئن ۲۰۱۱ با تکمیل پروژه های در دست ساخت (فازهای ۱۵، ۱۶، ۱۷ و ۱۸) در منطقه پارس جنوبی میزان گوگرد تولیدی منطقه ۸۰۰ تن در روز افزایش و به سقف ۲۲۰۰ تن در روز برسد. از سوی دیگر پیش بینی می شود که با تحقق کامل پروژه های در دست مطالعه و پروژه های تولید LNG در منطقه پارس جنوبی به ترتیب مقادیر ۲۲۰۰ و ۶۰۰ تن در روز به میزان تولید فعلی گوگرد اضافه گردد. شایان ذکر است که فاز ۱۹ در مراحل اولیه مناقصه می



	عنوان سند					 شرکت ملی گاز ایران
	امکان سنجی استفاده از تکنولوژی های جدید انبارداری گوگرد					
شماره گزارش	شماره ویرایش	محل تهیه سند	تاریخ تهیه سند	شماره سند	نوع سند	فصل
نهایی	۲	پژوهشگاه صنعت نفت	مرداد ماه ۱۳۹۰	RIPi-63530201-89	گزارش پروژه	اول

باشد. در صورتیکه قرارداد فازهای ۲۰ و ۲۱ واگذار شده و راه اندازی این پروژه ها ۵۲ ماه پس از تنفیذ قرارداد صورت خواهد گرفت. در همین خصوص طرح توسعه فازهای ۲۲، ۲۳ و ۲۴ با ظرفیت تولید ۳۰۰ تن گوگرد در روز در مرحله مذاکره با پیمانکار بیع متقابل می باشد.

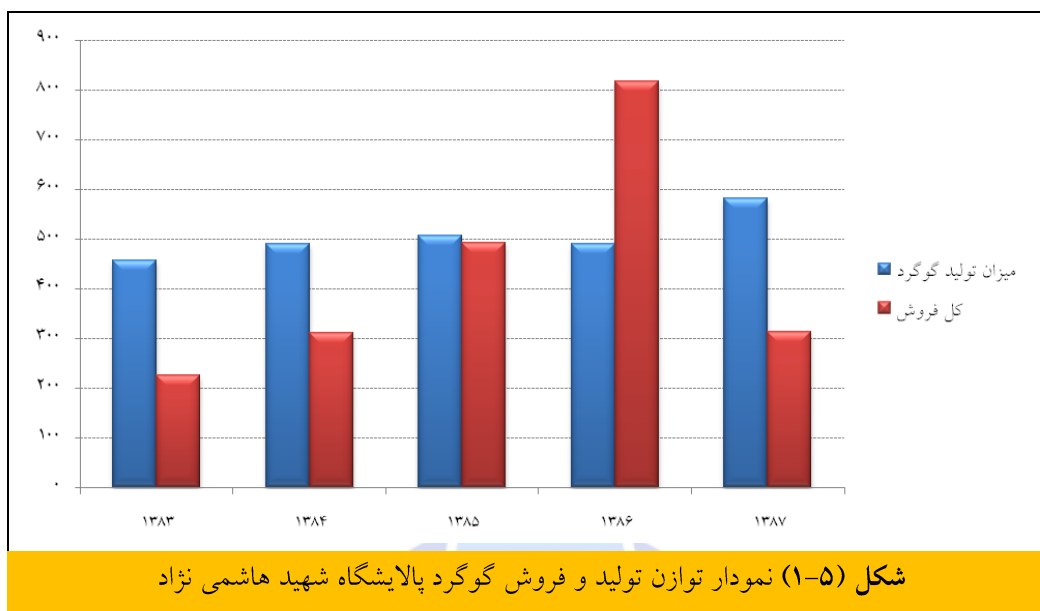
متولی طرح توسعه فاز ۱۱ که قرار است روزانه ۲۰۰۰ میلیون فوت مکعب گاز ترش جهت خوراک واحدهای LNG از میدین پارس جنوبی تامین نماید، شرکت ملی صادرات گاز می باشد. از اهداف مهم این طرح استحصال ۷۰ هزار بشکه میعانات سنگین گازی است که متعاقب آن تولید ۶۶۰ تن گوگرد را دربر خواهد داشت.

بر اساس اطلاعات کسب شده بهره برداری از طرح توسعه فاز ۱۲ که در آوریل ۲۰۱۳ راه اندازی می شود، منجر به تولید ۶۰۰ تن گوگرد در روز خواهد شد. طرح توسعه فازهای ۱۳ و ۱۴ نیز جهت تولید LNG برنامه ریزی شده است. متولی این طرح شرکت ملی صادرات گاز بوده و گفته می شود که پس از بهره برداری از این طرح مقدار ۹۴۸ تن گوگرد در روز تولید شود. بنابراین انتظار می رود که با بهره برداری کامل از پروژه های طرح های توسعه فازهای مختلف در منطقه پارس جنوبی توان تولید گوگرد در منطقه تا حدود ۴۶۰۰ تن در روز افزایش یابد.

شرکت پالایش گاز شهید هاشمی نژاد (خانگیران) نیز یکی دیگر از مراکز عمده تولید گوگرد در کشور است که در حال حاضر با بکارگیری ۴ واحد بازیافت گوگرد با ظرفیت تولید روزانه ۶۵۰ تن گوگرد در مجموع توان تولید ۲۶۰۰ تن گوگرد در روز را دارد. در حال حاضر این پالایشگاه با تولید قریب به ۲۰۰۰ تن گوگرد در روز مشغول بکار است. آمارهای موجود نشان می دهد که اگر چه روند فروش داخلی و خارجی گوگرد طی دو سال ۸۶-۱۳۸۵ صعودی بوده ولی شواهد موجود حاکی از آن است که در سال ۱۳۸۷ این شرکت با تولید حدود ۶۰۰ هزار تن گوگرد توانسته است تنها ۵۴ درصد گوگرد تولیدی خود را در بازارهای داخلی و خارجی به فروش برساند (شکل ۱-۵). بعبارت دیگر بخش زیادی از گوگرد تولیدی این پالایشگاه بصورت مازاد انبار می شود.



	عنوان سند					 شرکت ملی گاز ایران
	امکان سنجی استفاده از تکنولوژی های جدید انبارداری گوگرد					
شماره گزارش	شماره ویرایش	محل تهیه سند	تاریخ تهیه سند	شماره سند	نوع سند	فصل
نهایی	۲	پژوهشگاه صنعت نفت	مرداد ماه ۱۳۹۰	RIPi-63530201-89	گزارش پروژه	اول

ارقام: بر حسب هزار تن



همانطور که نمودار شکل (۱-۵) نشان می دهد از سال ۱۳۸۵ فروش گوگرد رشد چشمگیری داشته است و تقریباً ۹۷ درصد گوگرد تولیدی به فروش رفته است. همچنین در سال ۱۳۸۶ میزان فروش گوگرد ۱/۶۶ برابر گوگرد تولیدی بوده است. در واقع افزایش تقاضای گوگرد در این ۲ سال باعث شد که نه تنها قیمت گوگرد بطور غیر قابل تصویری بالا رود بلکه مقادیر زیادی از گوگرد انبار شده از سالهای قبل نیز روانه بازارهای مصرف شد.

در شرکت پالایش گاز ایلام دو واحد شیرین سازی هر کدام به ظرفیت ۳/۴ میلیون متر مکعب در روز در فاز اول و یک واحد به ظرفیت ۳/۴ میلیون متر مکعب در روز در فاز دوم احداث و یا در حال تکمیل می باشند. هیدروژن سولفید جداسازی شده از جریانات گازی در دو واحد استحصال گوگرد هر کدام به ظرفیت ۱۷۳ تن در روز در فاز اول و یک واحد به ظرفیت ۱۷۳ تن در روز در فاز دوم به گوگرد عنصری تبدیل می شود. بنابراین انتظار می رود که سالانه از فاز اول این پالایشگاه ۱۲۳ هزار تن و از فاز دوم قریب به ۶۲ هزار تن گوگرد استحصال گردد. در مراکز پتروشیمی و پالایشگاههای نفت کشور نیز مقادیری گوگرد تولید می شود (جدول ۱-۳).

	عنوان سند					 شرکت ملی گاز ایران
	امکان سنجی استفاده از تکنولوژی های جدید انبارداری گوگرد					
شماره گزارش	شماره ویرایش	محل تهیه سند	تاریخ تهیه سند	شماره سند	نوع سند	فصل
نهایی	۲	پژوهشگاه صنعت نفت	مرداد ماه ۱۳۹۰	RIP1-63530201-89	گزارش پروژه	اول

جدول (۲۶-۱) وضعیت تولید گوگرد در ایران			
ظرفیت تولید (تن در روز)		محل تولید	
پیش بینی تولید	در حال حاضر		
-	۱۴۰۰	پروژه های در حال بهره برداری	
۸۰۰	-	پروژه های در حال ساخت	
۲۲۰۰	-	پروژه های در دست مطالعه	
۲۲۰۸	-	پروژه های تولید LNG	
میدان گازی پارس			
۲۶۰۰	۲۰۰۰	پالایشگاه گاز شهید هاشمی نژاد (خانگیران)	
۱۷۳	۳۴۶	پالایشگاه گاز ایلام	
۲۰۶۹	۱۶۰۰	پتروشیمی رازی	
۵۵۰	۵۰۰	پتروشیمی خارگ	
شرکت پالایش نفت			
۱۰۰	-	آبادان	
۷۰۰	۶۰	اراک	
۷۰۰	۱۰۰	اصفهان	
-	۸۲	تبریز	
۲۱۲	۱۰۲	تهران	
۱۰۰	۱۳۰	بندرعباس	
-	۱۰	شیراز	
۱۲۴۱۲	۶۳۳۰	جمع گوگرد تولیدی	

۶-۱- ضرورت انبارش گوگرد

نتایج بررسی های آمارهای موجود نشان می دهد که در حال حاضر ظرفیت تولید گوگرد در کشور حدود ۱/۹ میلیون تن است که با بهره برداری از طرح های توسعه صنایع نفت و گاز به بیش از ۴ میلیون نیز خواهد رسید. همانطور که در بحث عرضه و تقاضای جهانی مطرح شد، تا سال ۲۰۱۵ سالانه ۲-۴ میلیون تن گوگرد مازاد در جهان تولید می شود. لذا به نظر می رسد که کشورهای عمده

	عنوان سند					
	امکان سنجی استفاده از تکنولوژی های جدید انبارداری گوگرد					
شماره گزارش	شماره ویرایش	محل تهیه سند	تاریخ تهیه سند	شماره سند	نوع سند	فصل
نهایی	۲	پژوهشگاه صنعت نفت	مرداد ماه ۱۳۹۰	RIPI-63530201-89	گزارش پروژه	اول

تولید کننده گوگرد در دنیا باید بدنبال راهبردهایی مناسب برای مدیریت انبارداری دراز مدت گوگرد باشند. در همین رابطه کشور ما نیز با توجه به حجم بالای گوگرد تولیدی بخصوص در پالایشگاه های شهید هاشمی نژاد و پارس جنوبی نیازمند برنامه ریزی های دقیق تری برای دستیابی به دانش و فناوری های جدید انبارش گوگرد دارد.

لزوم در نظر گرفتن مکانی مناسب برای ذخیره سازی گوگرد بدان سبب است که اولاً محیط از آلودگی دور مانده و ثانياً مواد تولید شده از آلودگی محفوظ بمانند. سومین انگیزه ساخت چنین انبارهایی وجود مکانی ثابت و محفوظ از خسارت عوامل طبیعی نظیر باد، باران و شرایط تحت الارضی است. مجموعه عوامل یاد شده ایجاب می نماید که از ذخیره نمودن گوگرد در زمین های ناهموار و غیر مسقف پرهیز نموده و آنرا در انبارهای مناسب و مخصوص نگهداری نمائیم.



بنابراین در فضای کسب و کار گوگرد، نگهداری آن برای کوتاه مدت و بلند مدت یک الزام است و باید موضوع موجودی و انبارداری گوگرد از ابعاد مختلف مورد بررسی قرار گیرد تا تصمیماتی که در این زمینه اتخاذ می شود مبتنی بر نظر کارشناسی باشد. لذا تولید کنندگان به دلایل مختلفی و به منظور دستیابی به اهداف سازمانی اقدام به نگهداری گوگرد می نمایند.

برخی از دلایل نگهداری گوگرد عبارت است از:

- مساعد نبودن قیمت گوگرد در بازارهای جهانی
- عدم توازن تولید و عرضه گوگرد
- فاصله زیاد از پایانه های صادراتی

اگرچه نگهداری گوگرد در انبارهای مسقف هزینه سنگینی را به شرکتها تحمیل می کند ولی مدیریت نگهداری گوگرد به منظور حداقل سازی هزینه های آن مورد توجه می باشد. در واقع یک هدف قابل قبول حداقل کردن هزینه های مترتب بر نگهداری موجودی است.

در فضای کسب و کار جهانی گوگرد به علت فزونی عرضه بر تقاضا، سالیانه حجم کثیری گوگرد به صورت مازاد یا موجودی بازار در نزد عرضه کنندگان آن باقی می ماند. در نتیجه در این بازار اغلب میزان نگهداری موجودی زیادتر و مدت آن نیز طولانی تر می باشد. براین اساس مدیریت نگهداری موجودی گوگرد از بُعد هزینه بسیار اهمیت دارد. همچنین باتوجه به ویژگی های شیمیایی گوگرد، نگهداری موجودی آن به گونه ای ایمن که خطرات زیست محیطی نداشته باشد و ماندگاری بلند مدت آن را فراهم نماید مورد توجه می باشد.

	عنوان سند					 شرکت ملی گاز ایران
	امکان سنجی استفاده از تکنولوژی های جدید انبارداری گوگرد					
شماره گزارش	شماره ویرایش	محل تهیه سند	تاریخ تهیه سند	شماره سند	نوع سند	فصل
نهایی	۲	پژوهشگاه صنعت نفت	مرداد ماه ۱۳۹۰	RIP1-63530201-89	گزارش پروژه	اول

براین اساس الگوی رفتاری موجودی در یک انبار گوگرد برای کشورهای تولیدکننده و فروشنده آن متفاوت از الگوهای کلاسیک نگهداری موجودی خواهد بود.



بطور معمول برای ذخیره گوگرد، چهار نوع انبار می‌توان در نظر گرفت:

انبار روباز با کف خاکی: این نوع انبار اگر چه کم هزینه ترین انبار می‌باشد ولی در برابر عواملی چون بارندگی های شدید، بالا بودن سطح آبهای زیرزمینی و یا توفان مقاومت چندانی ندارد. بعبارت دیگر نفوذ آلاینده های گوگردی به خاک و آب می تواند آسیب های جدی به تاسیسات و محیط زیست تحمیل نماید.

انبار روباز با کف بتنی: این نوع انبارداری ویژگیهای بهتری نسبت به انبار با کف خاکی دارد. از سوی دیگر این نوع انبار مانع از آلوده شدن محصول گوگردی می شود. هزینه ساخت چنین انبارهایی به مراتب بیشتر از هزینه ساخت انبار با کف خاکی است. اما کار کردن با این انبارها آسانتر بوده و همچنین عمر طولانی تری دارند.

انبارهای مسقف: انبارهای مسقف نیز می‌توانند با کف خاکی و یا بتونی ساخته شوند. در مناطقی که سطح آب زیرزمینی بالا نباشد، انبار مسقف با کف خاکی می‌تواند از نظر اقتصادی مقرون به صرفه تر از انبار روباز با کف بتونی باشد. بویژه آنکه حصار مطمئنی برای انبار مسقف تعبیه شده باشد تا کف از آسیب باد و یا آبهای جاری محفوظ بماند. در انبارهای مسقف علاوه بر آنکه کف انبار از آسیب عوامل طبیعی محفوظ می‌ماند، محصولات تولید شده نیز از هر گونه شرایط نامساعد جوی محفوظ می‌مانند.

انبارهای مخصوص گوگرد مذاب: تحویل گوگرد بصورت مذاب به مصرف کننده، روشی است که برای مقابله با انواع آلودگیهایی که مکانهای تولید یا مصرف گوگرد را تهدید می نماید مطرح شده است. در این روش مخازن فولادی مجهز به کویل های بخار در مجاورت اسکله های بارگیری ساخته می شوند. کشتی ها و قطارهایی که گوگرد را به شکل مذاب دریافت می کنند نیز دارای این مخازن هستند. هزینه ساخت مخازن مزبور از انبارهای مسقف بیشتر است. با این حال در صورت وجود زیرساخت های لازم برای تجارت گوگرد مذاب در کشور استفاده از چنین مخازنی در سواحل جنوبی خلیج فارس بویژه پارس جنوبی می تواند ارزش افزوده فراوانی برای صادرات گوگرد کشور داشته باشد. علت این مهم آن است که قیمت گوگرد مذاب بیشتر از قیمت گوگرد جامد بوده و کمتر دچار نوسانات قیمت بازار قرار می‌گیرد.

	عنوان سند					 شرکت ملی گاز ایران
	امکان سنجی استفاده از تکنولوژی های جدید انبارداری گوگرد					
شماره گزارش	شماره ویرایش	محل تهیه سند	تاریخ تهیه سند	شماره سند	نوع سند	فصل
نهایی	۲	پژوهشگاه صنعت نفت	مرداد ماه ۱۳۹۰	RIP1-63530201-89	گزارش پروژه	اول

شواهد موجود حاکی از آن است که برای انبارش موقت گوگرد مذاب می توان از پیت های گوگردی و یا مخازن فلزی استفاده کرد. پیت های گوگردی در واقع سازه های سیمانی هستند که در داخل زمین قرار دارند و مجهز به سیستم های گرمایشی بخار هستند. روی این پیت ها با ورقه ای از جنس کربن استیل مسقف شده تا از ورود آلودگی به آن جلوگیری شود.

با اصلاح جزئی در ساخت پیت ها می توان از بخشی از آن برای ذوب گوگرد جامد استفاده کرد. برای این منظور توسط دیواره ای این بخش جدا می شود به نحوی که گوگرد ذوب شده از بالای دیواره به سمت بخش ذخیره سازی جریان پیدا می کند و گوگرد جامد ذوب نشده در ته آن نشت می کند و اجازه ورود به بخش را نخواهد داشت. در صورت ورود گوگرد جامد به بخش نگهداری ممکن است راه پمپ نشده و مزاحمت ایجاد نماید.

اندازه و حجم این پیت ها بر اساس میزان تولید گوگرد واحد، میزان بارگیری کشتی، کیفیت و ظرفیت واحد دانه بندی بستگی دارد. البته عمق این پیت ها باید به گونه ای باشد که عملکرد پمپ ها دچار مشکل نشود. روی پیت ها معمولا از یک سیستم استفاده می شود تا به تناوب سطح گوگرد مذاب در داخل آن اندازه گیری شود. البته بر روی سقف آن نیز محل مناسبی برای عمق سنجی دستی می تواند وجود داشته باشد. پمپ ها معمولا بر روی پایه های مناسب و روی سقف پیت ها قرار دارد. از هیت های بخار نیز برای نگهداری گوگرد به شکل مذاب استفاده می شود.

تانک های ذخیره عموما استوانه های عمودی از جنس کربن استیل هستند که بالای زمین قرار می گیرند و توسط عایق خاص ایزوله می شوند. به منظور گرم نگه داشتن گوگرد در این تانک ها از کویل های بخار استفاده می شود.

طراحی و اندازه تانک ذخیره توسط فاکتورهای زیر مشخص می شود:

- ظرفیت تولید واحد بازیافت گوگرد



- ظرفیت کشتی (Shipment Size) یا ظرفیت بارگیری به کشتی

- کیفیت گوگرد

- شکلی که گوگرد به سایت تحویل داده می شود.

معمولا برای جلوگیری از اتلاف انرژی در تانک، جداره خارجی آن را با عایقی به ضخامت ۵۰mm (۲ اینچ) عایق بندی می کنند. برای منظور از عایق پشم شیشه برای عایق بندی جداره ها و از عایق کلسیم سیلیکات برای عایق بندی سقف استفاده می کنند.

سایر تجهیزات مورد نیاز تانک عبارتند از:

	عنوان سند					 شرکت ملی گاز ایران
	امکان سنجی استفاده از تکنولوژی های جدید انبارداری گوگرد					
شماره گزارش	شماره ویرایش	محل تهیه سند	تاریخ تهیه سند	شماره سند	نوع سند	فصل
نهایی	۲	پژوهشگاه صنعت نفت	مرداد ماه ۱۳۹۰	RIPI-63530201-89	گزارش پروژه	اول

- دستگاه اندازه گیری سطح مذاب

- خروجی روی سقف تانک برای خارج ساختن H_2S جمع شده روی تانک با هوا (دودکش خروجی) باید به نوعی گرم شود تا گوگرد در آن راسب نشود.

- وجود یک خروجی برای اطمینان از مرحله پر کردن تانک (چنانچه به هنگام پر کردن تانک مقادیر زیادی گوگرد مذاب وارد شود اضافی آن از محل **Over flow** به پیت بر می گردد. البته می توان به مکان های دیگر نیز منتقل شود و سپس گوگرد جامد را به سیستم بر می گردانند) همانطور که قبلا گفته شد پمپها در بالای سقف تانک قرار می گیرد. ولیکن جهت تخلیه پمپ می تواند در پایین تانک نیز باشد.

یکی از ملزومات عرضه گوگرد به شکل مذاب، فراهم آوردن مخازن مناسب جهت دریافت، نگهداری و فروش تدریجی آن به مشتریان می باشد. در محل مصرف بهترین شکل نگهداری گوگرد مایع، مخازن سیمانی با ورقه ای از آستر آلومینیومی و یا فولاد ضد زنگ می باشد.

پایانه های بارگیری و تخلیه گوگرد مذاب نیازمند امکانات و تجهیزات ویژه ای می باشند. در شکل (۱-۶) نمایی از پایانه بارگیری و تخلیه گوگرد مذاب که دارای مخازن مناسب جهت دریافت و نگهداری گوگرد مایع می باشد به تصویر کشیده شده است.



شکل (۱-۶) نمایی از پایانه بارگیری و تخلیه گوگرد مذاب