
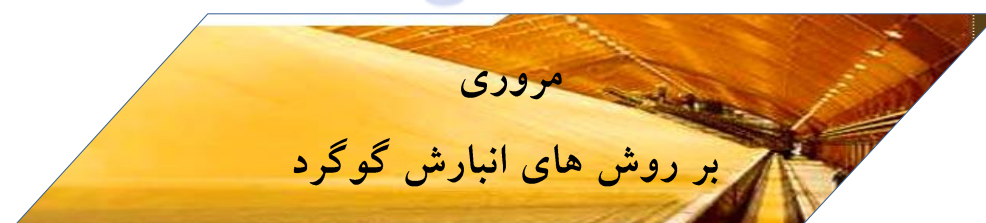


	عنوان سند					 شرکت ملی گاز ایران
	امکان سنجی استفاده از تکنولوژی های جدید انبارداری گوگرد					
شماره گزارش	شماره ویرایش	محل تهیه سند	تاریخ تهیه سند	شماره سند	نوع سند	فصل
نهایی	۲	پژوهشگاه صنعت نفت	مرداد ماه ۱۳۹۰	RIPi-63530201-89	گزارش پروژه	دوم

فصل دوم



	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	دوم

۱-۲- معرفی انواع روش‌های انبارش

بطور معمول گاز و نفت خام استخراجی از چاه‌های مختلف دارای مقادیری H_2S (در حدود ۱ تا ۴٪) و ترکیبات گوگردی دیگر (مرکاپتان‌ها) است. اگر این گوگرد قبل از عملیات پالایش جداسازی نگردد، مشکلات خوردگی و زیست محیطی شدیدی را به دنبال خواهد داشت. گوگرد بصورت عنصری در واحدهای بازیافت گوگرد (SRU^1) از خوراک پالایشگاه‌ها جداسازی و استحصال می‌گردد. امروزه با توجه به قوانین زیست محیطی، تقریباً تمامی پالایشگاه‌ها مجهز به واحدهای SRU بوده و در نتیجه تولید محصول جانبی گوگرد دارند. گوگرد تولیدی واحدهای SRU به شکل مایع بوده و برای استفاده‌های بعدی در فاصل زمانی یا مکانی کوتاه می‌تواند با استفاده از تجهیزات گرمایشی مناسب به همین شکل نگهداری شود. ولی عمدتاً گوگرد تولیدی در محل تولید مصرف نداشته و میزان تولید، بسیار بیشتر از فروش است. لذا گوگرد مایع تولیدی به شکل جامد آن تبدیل شده و به این شکل انبارش و حمل و نقل می‌گردد تا در محل مصرف و در صورت نیاز دوباره ذوب شده و استفاده گردد. گوگرد می‌تواند به روش‌ها و شکل‌های متفاوتی که در جدول (۱-۲) ارائه شده است به حالت جامد تبدیل شده و انبار گردد.

¹ Sulfur Recovery Unit

	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	RIP1-63530201-89	گزارش پروژه	دوم

جدول (۱-۲) اشکال مختلف گوگرد جامد



نام	مشخصه	دانسیته بالک (Kg/m ³)	میزان رطوبت (wt%)	میزان غبار (wt%)
بلوک	طول: ۱۰۰-۴۰۰ متر عرض: ۵۰-۲۰۰ متر ارتفاع: ۵-۳۰ متر بصورت پلهای ریخته و انبارش می شود	۲/۰۷	وابسته به میزان رطوبت و بارش های جوی	به هنگام شکستن و حمل و نقل ۳۵-۲۰
ورقهای (لایه ای)	با ضخامت ۳-۵ میلی متر	-	-	۷-۴
پریل مرطوب	اکثراً کروی به قطر ۲-۶ میلی متر	بالک: ۱۲۲۰ بسته بندی: ۱۳۷۰	۱/۲-۷/۵	۰/۲
پریل خشک	اکثراً کروی به قطر ۲-۶ میلی متر	بالک: ۱۲۲۰ بسته بندی: ۱۳۷۰	۱/۲-۷/۵	۰/۲
گرانول	کروی به قطر ۲-۶ میلی متر	بالک: ۱۱۵۳ بسته بندی: ۱۳۲۰	۰/۵	۰/۵
پاستیل	نیم کره به قطر ۲-۴ میلی متر	بالک: ۱۱۵۰ بسته بندی: ۱۳۲۰	۰/۵	۰/۱

بطور کلی انبارش گوگرد می تواند در فضای آزاد و تماس دائم با اتمسفر و یا در فضای بسته و دور از محیط بیرون صورت پذیرد که بصورت مشروح در بخش های بعدی توضیح داده شده اند.

۲-۲- انبارش خارجی

عموماً به روش های انبارشی که در آنها گوگرد بصورت آزاد و دائم در معرض تغییرات جوی قرار می گیرد، روش های انبارش خارجی اطلاق می شود. این نوع انبارش، ابتدایی ترین نوع انبارداری بوده

- ² Block
- ³ Slate
- ⁴ Wet Prill
- ⁵ Air Prill
- ⁶ Granule
- ⁷ Pastille
- ⁸ Outdoor

	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	دوم



و ارزانترین آنها به شمار می‌رود. در این روش‌ها، ابتدا محدوده مکانی خاصی مشخص شده و به سادگی گوگرد در آن محل و در فضای باز انبار می‌شود. این روش‌ها هم برای انبارش گوگرد بصورت بلوک و هم گوگرد دانه‌بندی شده کاربرد دارند.

زیرسازی لازم برای انبارش خارجی: در روش‌های سنتی انبارش، زیرسازی خاصی در منطقه انبارش انجام نشده و انبارش گوگرد، مستقیماً بر روی خاک انجام می‌شد. ولی امروزه مشخص شده است که در طول مدت زمان و قرار گرفتن گوگرد در معرض حرارت، رطوبت و باکتری‌های موجود در خاک (مانند تیوباسیلوس)، این گوگرد به سولفات و سپس اسید سولفوریک اکسید می‌شود. در صورت عدم بکارگیری زیرسازی مناسب، این اسید علاوه بر مشکلات زیست محیطی به واحدهای مجاور نفوذ نموده و باعث خوردگی و خرابی‌های شدیدی می‌شود. لذا امروزه، اگر هم این روش انبارش مد نظر باشد، زیرسازی و عایق‌کاری جهت جلوگیری از نفوذ اسید، کانال‌ها و مخازن جمع-آوری آب‌های آلوده و سطحی و ارسال آنها به واحد تصفیه و خنثی‌سازی و حتی اعمال راه‌کارهایی برای کاهش و یا توقف فعالیت‌های میکروبی اتخاذ می‌گردد. با توجه به اطلاعات استخراج شده از شرکت سینکروود کانادا، یکی از زیرسازی‌های مناسب برای انبارش خارجی متشکل از یک لایه شن، یک لایه ۶۰ میلی‌متری پلی‌اتیلن دانسیته بالا (HDPE)، یک لایه ۲۰ متری و یا بیشتر از جنس رس فشرده (با نفوذپذیری کمتر از $1 \times 10^{-8} \text{ m/s}$) و لایه نهایی از جنس آسفالت است که کانال‌ها و مخزن مناسب برای جمع‌آوری و ارسال آب‌های سطحی و اسیدی برای تصفیه و یا خنثی‌سازی در این ساختار پیش‌بینی شده است.

۱-۲-۲- روش بلوک کردن

در روش بلوک کردن، گوگرد مذاب به صورت لایه نازکی در مکان مشخص شده ریخته شده و سپس به آنها اجازه داده می‌شود تا جامد گردد. سپس لایه‌های دیگر نیز به ترتیب و به همین منوال اضافه می‌شوند تا به حجم انبارش دلخواه و از پیش تعیین شده برسد. بلوک‌های مذکور می‌توانند

⁹ Syncrude Canada Ltd (SCL)

	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	دوم



طول حدود ۴۰۰-۱۰۰ متر، عرض ۲۰۰-۵۰ متر و ارتفاعی تا ۳۰ متر داشته باشند و میلیون‌ها تن گوگرد را در خود جای دهند. روش بلوک کردن روشی است که برای انبارش گوگرد از مدت زمان‌های متوسط تا طولانی کاربرد دارد (شکل ۲-۱).

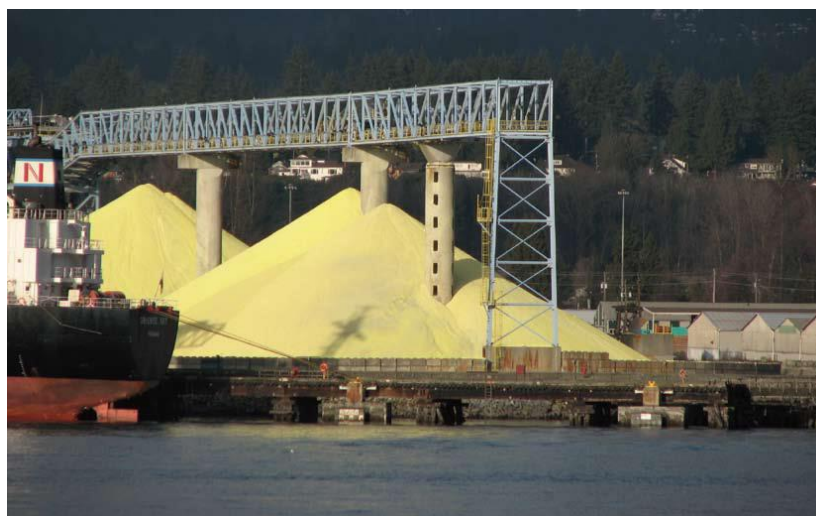


شکل (۲-۱) نمایی از انبارش گوگرد به شکل بلوک

۲-۲-۲- انبارش خارجی گوگرد دانه‌بندی

می‌توان گوگرد دانه‌بندی شده را نیز در فضای آزاد انبار نمود که این عمل به سادگی و با استفاده از تسمه نقاله‌های مخصوص، قابل انجام است. در اغلب موارد برای جلوگیری از قرار گرفتن توده دانه‌های انبار شده در معرض مستقیم باد، دور محدوده انبارش تا ارتفاع مناسبی دیوار بتونی، پلیمری و یا فلزی قرار داده می‌شود (اشکال ۲-۲ و ۲-۳).

	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	RIPI-63530201-89	گزارش پروژه	دوم



شکل (۲-۲) نمایی از انبارش موقت گوگرد دانه بندی





شکل (۲-۳) انبارش گوگرد به شکل دانه بندی با دیواره محافظ اطراف

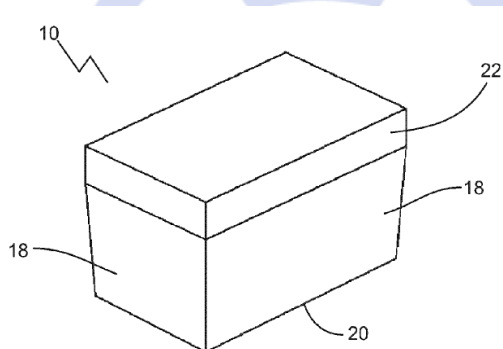
۲-۲-۳- روش بلوک های تقویت شده ساختاری

با توجه به مشکلات عمده موجود هنگام برداشت گوگرد از بلوک های انبار شده، اخیراً روش های نوین و مبتکرانه ای برای حل چنین مشکلاتی ارائه شده است. آقای میرزسکی و همکار ایشان در سال ۲۰۱۰ در ثبت اختراع بین المللی شماره ۰۲۲۴۹۹A1 روش نوینی برای انبارش گوگرد به شکل بلوک ارائه نموده اند که مشکلات انتقال و تولید غبار بسیار کمی به همراه دارد.

¹ Mirzewski, Edward



	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	دوم

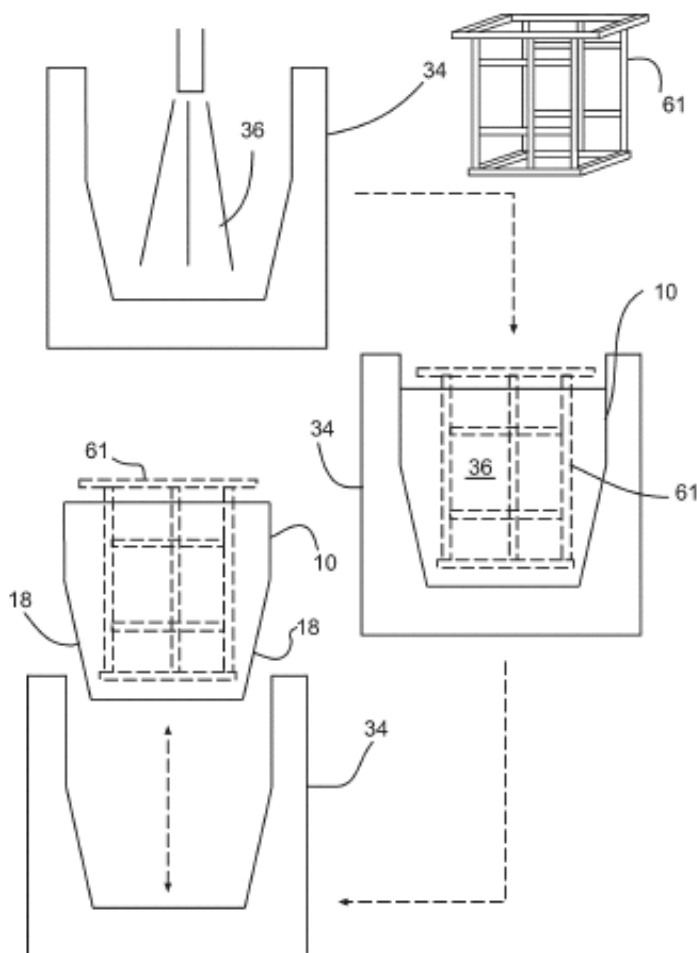
در این روش بلوک‌های تقویت شده در اندازه‌های قابل حمل و نقل ساخته شده و سپس از طریق چیدن آن‌ها بر روی هم انبار می‌شوند. اساساً چنین بلوک‌هایی برای حمل و نقل با استفاده از کانتینر پیش‌بینی شده‌اند و مسأله اساسی و مهم در تعیین ابعاد بلوک‌های تولیدی، ابعاد کانتینرهای استاندارد مورد استفاده و نیز ابزار جابجایی (لیفت‌تراک، بالابرها، چنگالی و ...) در دسترس است. ابعاد موردی این قالب‌ها می‌تواند ۹۲cm (طول) در ۱۵۳cm (عرض) در ۱۲۲cm (ارتفاع) باشد. در حدود ۳۱cm از قسمت ارتفاع به عنوان کناره صاف بالایی بلوک در نظر گرفته می‌شود که هنگام چیدن بلوک‌ها بر روی هم کاربرد دارد و در حدود ۹۱cm از قسمت پایینی بلوک به منظور تسهیل عملیات جداسازی از قالب، بصورت گوه مانند طراحی شده است. این قسمت اجازه می‌دهد که به هنگام خارج نمودن بلوک از قالب، این عمل به سهولت انجام پذیرد. در شکل (۲-۴) نمایی از بلوک پیشنهادی ارائه شده است.



شکل (۲-۴) نمای شماتیک بلوک تقویت شده ساختاری

محدوده وزن بلوک‌های تولیدی بطور معمول بین ۹۰۰-۱۱۲۵ کیلوگرم بوده ولی می‌تواند در محدوده ۴/۹۰۰-۵ کیلوگرم باشد. به منظور تقویت ساختاری بلوک‌های تولیدی از یک بخش مسلح درونی (که می‌تواند از میله‌های شبکه‌ای تشکیل شده باشد) و یا یک محافظ ساختاری خارجی مانند جعبه چوبی استفاده می‌شود. در شکل (۲-۵) مراحل تهیه این نوع بلوک‌ها بصورت شماتیک ارائه شده است.

	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	دوم





شکل (۵-۲) مراحل تهیه بلوک تقویت شده ساختاری

می‌توان بر روی بلوک‌های تولیدی جای شاخک‌های لیفت‌تراک را نیز تعبیه نمود تا حمل و نقل آن تسهیل گردد. به منظور محافظت فیزیکی بیشتر از بلوک، می‌توان لایه محافظی از جنس پلاستیک، لاستیک، بتون، آلیاژ گوگرد، چوب، فلز و یا لایه‌های ضخیم واکس بر روی لایه خارجی آن، استفاده نمود.

۳-۲- انبارش داخلی

¹ Indoor



	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	دوم

بطور کلی تمامی روش‌های انبارشی که در آن‌ها گوگرد بصورت مستقیم و دائم در معرض شرایط آب و هوایی جوی قرار نمی‌گیرد در این زمره قرار می‌گیرند.

۱-۳-۲- انبارهای مسقف

در این روش سوله‌های بزرگی (شکل ۲-۶) برای انبار نمودن گوگرد مازاد طراحی و ساخته می‌شود. با استفاده از این نوع انبارش، گوگرد تحت تأثیر عوامل جوی مانند باد و باران قرار نگرفته و حتی میزان رطوبت آن می‌تواند به دقت کنترل شود. علاوه بر این در این روش از تماس گوگرد با باکتری-ها جلوگیری شده و میزان تولید اسید تقریباً به صفر کاهش پیدا می‌کند. بایستی توجه داشت که این انبارها مجهز به تجهیزات خاصی بوده و هزینه‌های ساخت و نگهداری بالایی را می‌طلبند. علاوه بر این فضای مورد نیاز برای ساخت این انبارها زیاد بوده و در مقایسه با روش‌هایی مانند بلوک نمودن فضای بسیار زیادی اشغال می‌کنند.

مهمترین مشکل این روش انبارش، احتمال انفجار به دلیل گازهای آزاد شده و یا افزایش غلظت غبار (انفجار الکترواستاتیک) است ولی امروزه با استفاده از فناوری‌های نوینی مانند دانه‌بندی گوگرد و سیستم‌های تهویه هوشمند این موانع از سر راه برداشته شده است. بنابراین چنین انبارهایی عموماً برای انبارش گوگرد دانه‌بندی شده (پاستیل، گرانول و ...) مورد استفاده 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	RIPi-63530201-89	گزارش پروژه	دوم



شکل (۶-۲) نمای بیرونی انبار مسقف گوگرد دانه بندی



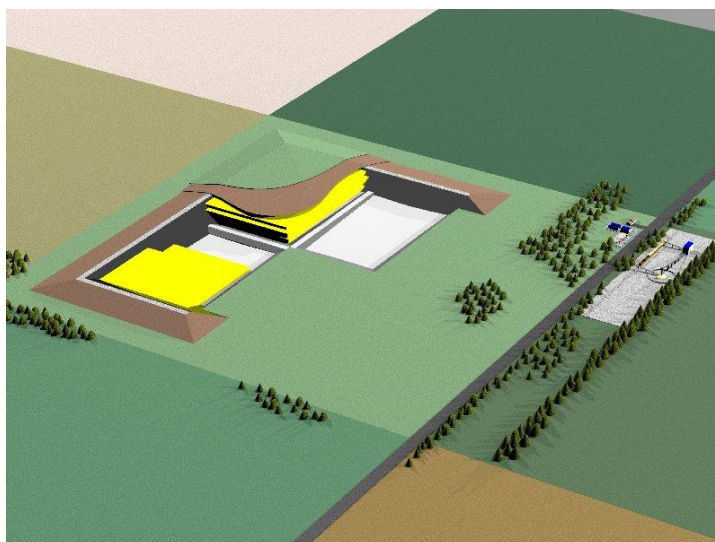
شکل (۷-۲) نمای داخلی یک نوع انبار مسقف گوگرد دانه بندی

۲-۳-۲- انبارش زیر سطح زمین

در این روش زمین مناسبی انتخاب گشته و تا عمق مورد نظر خاک برداری می شود. سپس کف و دیوارهای قسمت خاک برداری شده آماده سازی شده و تا حد قابل قبولی عایق کاری (آماده سازی با بتون و حتی در مواردی با استفاده از پلیمرهایی مانند پلی اتیلن دانسیته بالا (HDPE) یا پلی استایرن (PS)) می شود. در مرحله بعد گوگرد مذاب بصورت یک لایه در کف ریخته شده و زمان لازم به آن داده می شود تا جامد گردد. سپس لایه مذاب بعدی اضافه می شود و این کار تا جایی تکرار می شود تا گوگرد جامد به ارتفاع مورد نظر برسد. پس از آن روی سطح گوگرد با یک نمک معدنی مانند



	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	دوم

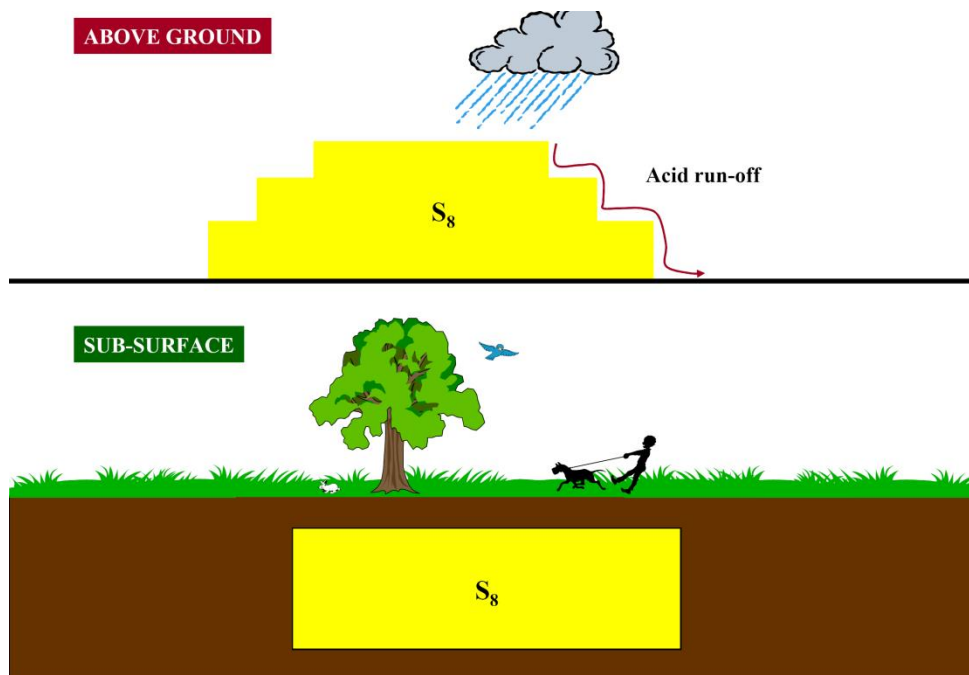
NaCl یا Na₂SO₄, KCl, KNO₃ پوشانیده می شود. این نمکها خاصیت بازدارندگی باکتری های و میکروب های اکسید کننده گوگرد به اسید سولفوریک دارند. در این مرحله روی گوگرد با یک لایه خاک با ضخامت مناسب پوشانیده می شود تا در تماس مستقیم با شرایط جوی نباشد. در مواردی بسته به نوع شرایط جوی روی این خاک، بتون، آسفالت و یا حتی علف کاری می شود تا بارش های جوی به لایه های زیرین نفوذ نکنند.



شکل (۲-۸) نمای شماتیک انبارش گوگرد در زیر سطح زمین

همانطور که در بالا نیز اشاره گردید با بکارگیری روش انبارش زیر سطح زمین، دیگر گوگرد در تماس مستقیم با اتمسفر و شرایط جوی نبوده و احتمال فرسایش و نیز تولید اسید و انتشار آن به محیط اطراف و افزایش آلودگی، کاهش می یابد. علاوه بر این سطح زمین، آزاد و در دسترس بوده و می توان از آن به عنوان فضای سبز یا برخی کاربردهای دیگر، استفاده نمود. بنابراین، روش حاضر برای انبارش های بسیار طولانی مدت (۵ سال به بالا) بسیار مناسب و مؤثر می باشد. در شکل (۲-۹) مقایسه ای تصویری و شماتیک میان انبارش خارجی در فضای آزاد و انبارش در زیر سطح زمین ارائه شده است.

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





شکل (۹-۲) مقایسه شماتیک روش‌های انبارش خارجی و انبارش زیر سطح زمین

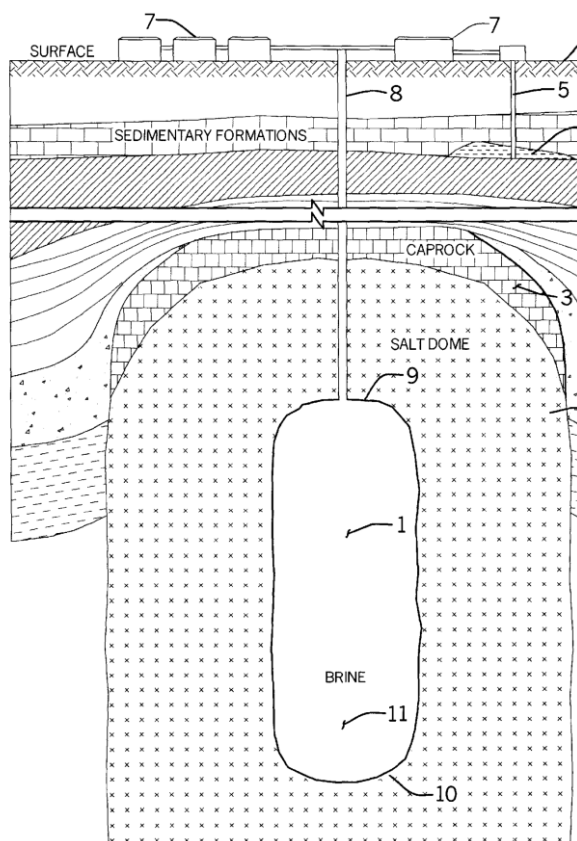
۳-۲- انبارش زیر زمین (اعماق بسیار زیاد)

در اعماق زمین منابع بزرگ نمک‌هایی مانند NaCl , KCl , Na_2CO_3 و دیگر نمک‌های محلول در آب یافت می‌شوند که اصطلاحاً به گنبد‌های نمکی مشهورند. به طور معمول این گنبد‌های نمکی در اعماق مناسب و زیر سفره‌های آب زیرزمینی قرار داشته و توسط لایه‌های مناسبی از سنگ و خاک احاطه شده‌اند و به نوعی عایقی طبیعی در اطراف آنها قرار دارد. در ثبت اختراع آمریکایی شماره ۲۵۸۲۰۲۵B2 در سال ۲۰۰۳، آقای پیکرن^۱ به امکان‌پذیری انبارش گوگرد در این گنبد‌های نمکی اشاره می‌کند. این گنبد‌های بطور معمول در ۱۰۰۰-۲۰۰ متر در زیر سطح زمین قرار دارند. عرض آنها در محدوده ۳۰-۳۰۰ متر و ارتفاعی در حدود ۳۰۰ متر دارند. با استفاده از آب داغ و پمپاژ آن به درون این گنبد‌های نمکی، محتوای آنها تخلیه شده و گوگرد به درون آنها انتقال داده می‌شود. گوگرد هم بصورت مذاب و هم بصورت دانه‌بندی می‌تواند در این انبارهای زیرزمینی انبارش گردد. اگر گوگرد بصورت مذاب به درون گنبد انتقال داده شود، پس از مدتی به حالت جامد تبدیل شده و



¹ Roy Anthony Pickren

	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	دوم

به هنگام تخلیه با استفاده از بخار ذوب شده و با پمپ‌های مناسب به سطح زمین انتقال داده می‌شود. اگر گوگرد به صورت دانه‌بندی به درون گندهای زیرزمینی انتقال داده شده باشد، با استفاده از پمپاژ آب و روش‌های شناورسازی می‌تواند تخلیه گردد. این روش نسبتاً هزینه‌های بالایی را می‌طلبد و برای انبارش گوگرد در مدت زمان‌های بسیار طولانی مانند ۵ و ۱۰ سال و یا حتی بیشتر مناسب است. ولی مسلماً این روش مزایای زیست محیطی بسیار زیاد و آشکاری را به همراه دارد. لازم به ذکر است که متأسفانه کشورمان در مناطق تولید کننده گوگرد، فاقد چنین گندهای نمکی‌ای بوده و به نظر می‌رسد روش حاضر، کاربردی برای ایران ندارد.



شکل (۱۰-۲) نمای شماتیک از انبارش گوگرد در اعماق زمین

	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	دوم

۴-۳-۲- بلوک‌های روکش‌دار

به دلیل عدم تماس دایم این بلوک‌ها با محیط و شرایط جوی، این نوع بلوک‌ها در زمره انبارش داخلی قرار داده شده‌اند. در این روش، همانند روش بلوک کردن معمولی، بلوک‌های گوگرد ایجاد شده و سپس روی آن‌ها با مواد مختلفی پوشانیده می‌شود تا از شرایط جوی و فرسایش جلوگیری گردد. البته در تمامی این روش‌ها می‌توان به منظور کاهش فعالیت میکروبی باکتری‌ها از یک یا چندین لایه نمک بهره جست. در بخش‌های زیر تعدادی از انواع بلوک‌های روکش‌دار و روش تهیه آن‌ها ارائه شده است.

بلوک اشباع: در این نوع بلوک، از یک پوشش آبی برای حداقل نمودن نفوذ مولکول‌های اکسیژن به سطح بلوک استفاده می‌شود.



بلوک عایق: پوشش این نوع بلوک متشکل از ۵ متر شن به همراه یک لایه نازک سنگریزه می‌باشد که علاوه بر کاهش فرسایش محیطی، دمای گوگرد زیرین را در کمتر از ۱۰ درجه سانتی‌گراد نگاه می‌دارد و بدین ترتیب اکسیداسیون بیولوژیکی و تولید اسید سولفوریک کاهش پیدا می‌کند.

بلوک سبز^۳! این نوع بلوک یکی از رایج‌ترین و زیست‌سازگارترین انواع بلوک‌های روکش‌دار به شمار می‌رود که متشکل از ۰/۳ متر ماسه، ۰/۸ متر^۱ Pg secondary و در نهایت ۰/۲ متر کود گیاهی است. به منظور تسهیل جمع‌آوری و اندازه‌گیری آب‌های سطحی، دیواره‌های جانبی بلوک‌ها تا ۲٪ شیب داده می‌شوند. لایه بالایی با علف‌ها و بوته‌های محلی کاشته می‌شود. با استفاده از این روش، علاوه بر اینکه گوگرد انبار شده دیگر در معرض مستقیم تغییرات جوی نمی‌باشد، از مرطوب شدن گوگرد جلوگیری شده و آب بصورت تبخیر و تعرق گیاهان از سیستم خارج می‌شود.

^۱ Reclamation Block 3

^۱ Pleistocene deposits with relatively high clay content 4

^۱ Peat 5

	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	دوم

بلوک کلتانچ : در این نوع بلوک از یک نوع ژئو غشای قیری بهره گرفته می شود که نفوذپذیری و هدایت آب آن پایین بوده و در عین حالی که تا حد زیادی از نفوذ بارش های جوی به درون گوگرد انبار شده جلوگیری می کند به گوگرد زیرین اجازه می دهد که تنفس نموده و خشک شود. ژئو غشای مذکور متشکل از پلی استر بدون بافت و قیر اکسید شده است که در میان یک لایه ۰/۳ متری شنی که در تماس با سطح گوگرد است و یک لایه بالایی با ۰/۳ متر شن، ۰/۲ متر خاک کشاورزی و ۰/۱۵ متر کود گیاهی، ساندویچ شده است.



اگر خواسته شود که در نهایت میزان کارایی انواع بلوک ها با هم مقایسه شده و بدین منظور میزان اسیدیته که خود نمایانگر میزان فعالیت میکروبی است به عنوان مبنا قرار داده شود، می توان ترتیب زیر را ارائه نمود:

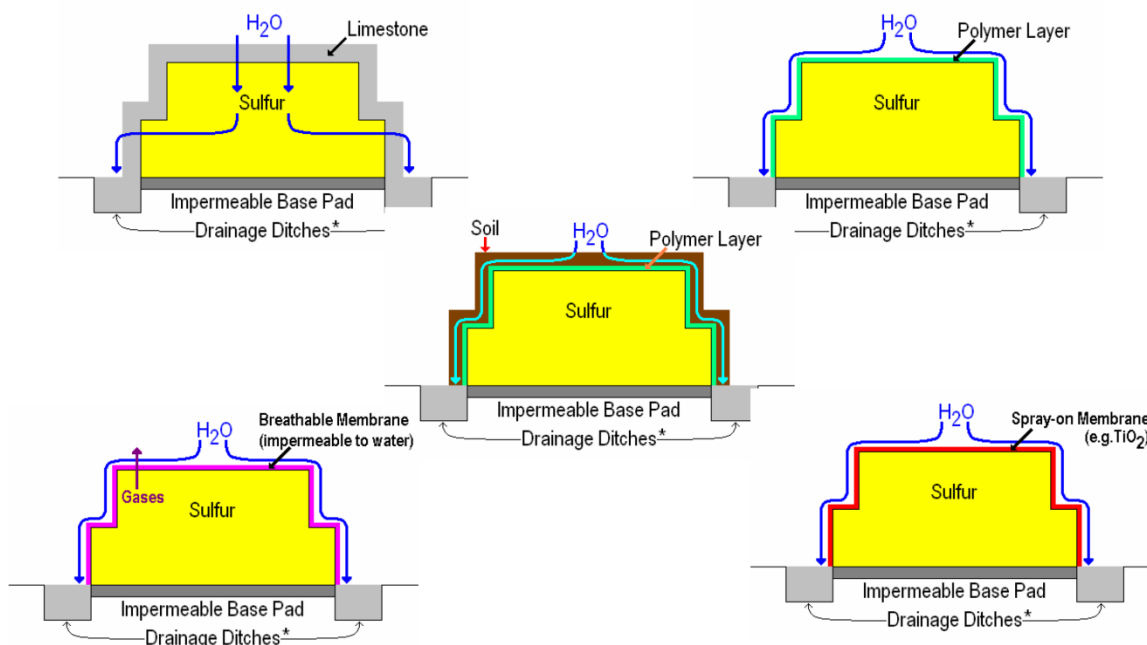
میزان اسیدیته در آب های خروجی:

بلوک روباز < بلوک عایق < بلوک سبز < بلوک کلتانچ

علاوه بر روش های روکش نمودن مذکور، روش های دیگر و یا روش های ترکیبی نیز وجود دارند که بر حسب شرایط اقتصادی، زیست محیطی، جوی می توان از آنها بهره گرفت. در شکل (۲-۱۱) نمایی شماتیک از چندین روش روکش نمودن بلوک ها ارائه شده است.

¹ Coletanche Block 6
¹ Non-woven polyester 7
¹ Till 8

	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	دوم



شکل (۱۱-۲) نمای شماتیک از چندین روش روکش نمودن بلوک های گوگرد



۲-۳-۵- مخازن پلیمری

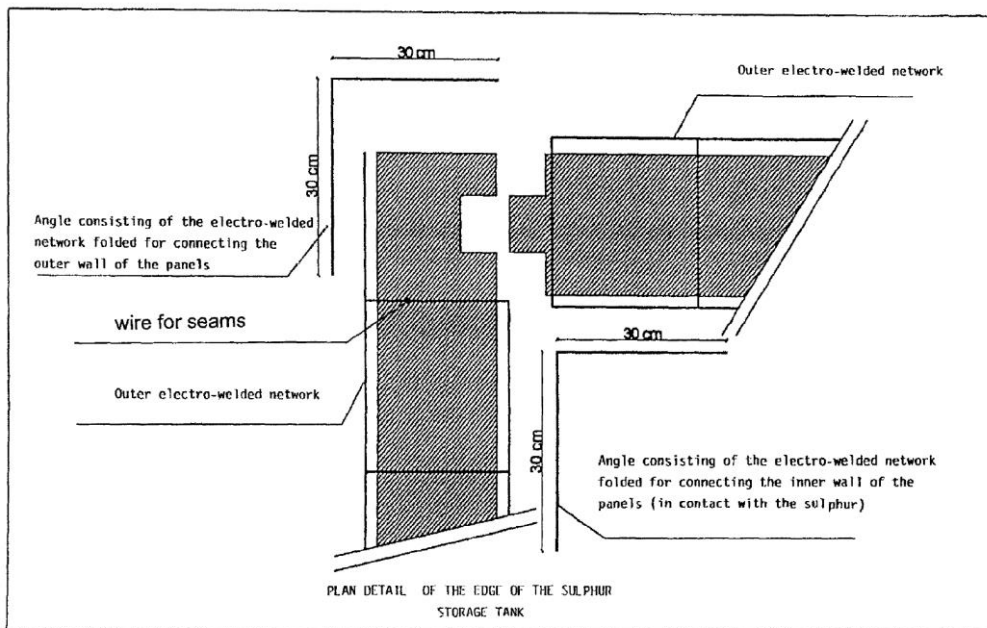
این روش انبارش بسیار نوین و بصورت ثبت اختراع بوده و از مزایای عمده ای همچون کاهش احتمال فرسایش، کاهش احتمال تولید اسید و سهولت اجرا برخوردار است. آقای زان و همکار وی در ثبت اختراع آمریکایی شماره ۷۷۱۲۴۸۹B2 روشی برای تهیه مخزن ذخیره گوگرد بر روی سطح زمین و با استفاده از صفحات پلیمری ارائه می دهند که صفحات مذکور در اطراف مخزن ذخیره باقی-مانده و از فرسایش و تماس مستقیم گوگرد با هوای آزاد جلوگیری می کنند. مخزن ذخیره مذکور دارای یک، دو و یا چندین سطح بوده و دارای یک کف نفوذناپذیر است و اساساً از EPS (Expanded Polystyrene) ساخته شده است. کف مخزن مورد نظر، مجهز به شبکه ها و مخازن جمع آوری آب های سطحی و باران است. صفحات EPS مورد استفاده از نوع تقویت شده بوده که شبکه های گالوانیزه یا استیل ضد زنگ، درون آنها قرار داده شده است.

¹ Leonardo Zan and Francesco Crescenzi

	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	RIP1-63530201-89	گزارش پروژه	دوم

محیط قسمت مورد نظر برای ذخیره، به عمق ۵۰cm و عرض ۳۰cm کنده شده و پانلهای EPS مجهز به نری و مادگی برای اتصالات، در قسمت کنده شده قرار داده می‌شوند. این پانل‌ها نقش دیواره‌های بیرونی مخزن را ایفا نموده و ارتفاع آن‌ها معمولاً برابر با ارتفاع مخزن انتخاب می‌گردد. در صورت نیاز، ارتفاع اضافی لازم با استفاده از صفحات EPS اضافی، اتصالات نری و مادگی و گیره‌های فلزی تأمین می‌شود. دیواره‌های درونی و بیرونی تانک ذخیره و پانلهای EPS، با استفاده از بتون یا رزین‌های اپوکسی به ضخامت ۱cm اندوده می‌شود. کف مخزن ذخیره با استفاده از بتون مقوم در برابر خوردگی و حملات سولفاتی با کد (Exposure group XA2 or XA3 according to regulation UNI-EN206) پوشانیده می‌شود که باعث چسبیدن کف مخزن به دیواره‌ها نیز می‌شود. در طول خشک شدن بتون، اولین ۳۰cm گوگرد مذاب به مخزن وارد می‌شود. پس از رسیدن به ارتفاع مناسب و تکمیل تانک، گوگرد مذاب در ارتفاع‌های ۳۰ سانتی بصورت مرتب ریخته می‌شود تا سطح گوگرد به سطح مخزن برسد. به منظور جلوگیری از تماس مستقیم سطح افقی گوگرد انبار شده با اتمسفر، روی آن را می‌توان با استفاده از پلی‌استایرن تقویت شده و یا صفحات پلی‌اتیلنی پوشانید. روش دیگر، پوشانیدن سطح با نمک‌های معدنی کلرید یا سولفات (ترجیحاً NaCl) محلول با غلظتی از ۰/۴N تا غلظت‌های اشباع و سپس استفاده از یک لایه محافظ برای جلوگیری از شسته شدن نمک است. به منظور جلوگیری از رشد میکروبی، غلظت نمک مورد استفاده، بایستی همواره در مقدار مناسب نگهداری شود. بدین منظور نیاز به پوششی است که از شسته شدن آن جلوگیری نموده و در عین حال از خروج گازهای تولیدی جلوگیری ننماید. موارد پیشنهادی مناسب برای پوشش مذکور، عبارتند از: شن، سنگ‌ریزه، پوزولان و در نهایت آهک و سیمان به عنوان عامل چسباننده.

	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	دوم



شکل (۱۲-۲) نحوه اتصال صفحات پلیمری برای ساخت مخازن انبارش گوگرد

