
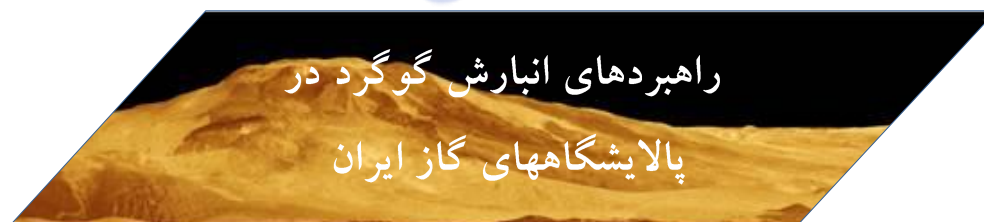


	عنوان سند					 شرکت ملی گاز ایران
	امکان سنجی استفاده از تکنولوژی های جدید انبارداری گوگرد					
شماره گزارش	شماره ویرایش	محل تهیه سند	تاریخ تهیه سند	شماره سند	نوع سند	فصل
نهایی	۲	پژوهشگاه صنعت نفت	مرداد ۱۳۹۰هـ	RIPi-63530201-89	گزارش پروژه	پنجم

فصل پنجم





	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	پنجم

۱-۵- انبارش گوگرد در پالایشگاه گاز خانگیران

خروجی واحدهای بازیافت گوگرد (SRU) این پالایشگاه با استفاده از خطوط لوله ژاکت دار که بخار کم فشار (LPS) از میان آن عبور داده می شود به محل بلوک سازی انتقال داده می شود. دمای گوگرد مذاب در این مرحله در حدود ۱۵۰ درجه سانتی گراد می باشد. طول این خط لوله نسبتاً کم بوده و بلوکها در کنار واحدهای SRU پیش بینی شده اند. برای بلوک ریزی، ابتدا محیط محل مورد نظر با طول و عرض مشخص، با استفاده از قالبهای آلومینیومی با ارتفاع مشخص چیده شده و قالبها تثبیت می شوند. گوگرد مذاب بصورت لایه هایی با ضخامت ۰/۰۲ تا ۰/۱۲ متر ریخته شده و یک روز به آن فرصت داده می شود تا جامد شود. فرآیند جامد شدن و تغییر حالت کریستالی گوگرد با ۷٪ کاهش حجم همراه است که باعث ایجاد شکافها و ترکهای ناخواسته ای در بلوک می گردد. به نظر می رسد ترکهای ناشی از تغییر حجمها اجتناب ناپذیر باشند. پس از جامد شدن لایه اول، لایه های بعدی نیز به همین شیوه به آن افزوده می شوند تا گوگرد تا لبه قالب بالا بیاید. در این مرحله یک پله افقی به بلوک داده شده و بلوکی با ابعاد کوچکتر قالب بندی می شود. این عملیات می تواند در صورت وجود تاسیسات مناسب تا رسیدن ارتفاع کل بلوک به حدود ۳۰ متر ادامه داده شود. پله دادن، دسترسی پرسنل به طبقات بالا را تسهیل نموده و در صورت فرسایشهای محیطی و خورد شدن لبه های بلوک از ریختن مستقیم آنها به پایین و صدمه دیدن پرسنل جلوگیری به عمل می آورد. علاوه بر این اگر تصمیم گرفته شود که روی بلوکها با لایه ای از مواد خنثی کننده مانند آهک پوشانیده شود تا آبهای سطحی و روان اسیدی را خنثی نماید، این پلهها فضای کافی برای انباشته شدن آهک را فراهم آورده و احتمال خنثی شدن کامل آبهای اسیدی را افزایش می دهد. بلوکهای ساخته شده محیطهای متخلخلی هستند که متوسط تخلخل قابل دید آنها در حدود ۲-۱ میلی متر و حداکثر تخلخل آنها با قطری در حدود ۱۰ میلی متر است.

در حال حاضر بخش عمده ای از گوگرد تولیدی این پالایشگاه در دو بلوک بزرگ در فضای باز ذخیره می شود. بطوریکه هنگام برداشت از یک بلوک، بلوک دیگر در حال تهیه است. برداشت از بلوکها با استفاده از روش سنتی شکستن با لدر و بارگیری در کامیون صورت می پذیرد. بطور معمول، قسمت اعظم این گوگرد به منظور صادرات روانه بندر عباس می شود. این مرحله حمل و نقل با استفاده از راه آهن و قطار مجهز به واگنهای ویژه انجام می گیرد. از سوی دیگر واقعیت ها حاکی از آن است که صادرات گوگرد به شکل کلوخه ای نسبت به گوگرد دانه بندی شده صرفه اقتصادی کمتری دارد. علاوه بر این تشدید ملاحظات و قوانین بهداشت، ایمنی



	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 ۱۳۹۰ هـ	RIPi-63530201-89	گزارش پروژه	پنجم

و محیط زیست باعث شده است که در سال های اخیر ورود گوگرد کلوخه ای به بخش های زیادی از بازار جهانی محدود و یا ممنوع گردد. به همین منظور طی سالهای اخیر یک واحد دانه بندی توسط شرکت لهستانی بی پروکواس^۱ طراحی و در پالایشگاه نصب شده است که قابلیت دانه بندی گوگرد به شکل خالص و گوگرد بنتونیتی را دارد. اگر چه دانه بندی کردن گوگرد یکی از بهترین و پیشرفته ترین روش های حمل و نقل گوگرد محسوب می گردد ولی شایان ذکر است که نگهداری طولانی مدت گوگرد دانه بندی شده در فضای باز توصیه نمی شود. بعبارت دیگر در مکان هایی مثل پالایشگاه گاز شهید هاشمی نژاد که از پایانه های صادراتی دور می باشند می توان گفت که در صورت عدم توازن میان تولید و مصرف بهتر است که گوگرد مازاد همیشه در بلوک هایی استاندارد ذخیره در شرایط مناسب پس از دانه بندی محصول روانه بازارهای هدف گردد. در این رابطه باید توجه داشت که بلوک سازی گوگرد و متعاقب آن دانه بندی مستلزم صرف هزینه های مربوط به ذوب مجدد گوگرد نیز خواهد بود. به این ترتیب هزینه های عملیاتی دانه بندی بیشتر خواهد شد. بهر حال بررسی ها نشان می دهد که هزینه های ذوب مجدد در مقایسه با ملاحظات زیست محیطی، ایمنی و بهداشت و سلامت کارکنان حائز اهمیت نمی باشد. از طرف دیگر چنانچه شرایط عرضه گوگرد تولیدی در مدت زمان نسبتاً کوتاه فراهم باشد، دانه بندی مستقیم گوگرد مذاب بهترین شیوه برای ذخیره سازی و حمل و نقل خواهد بود.

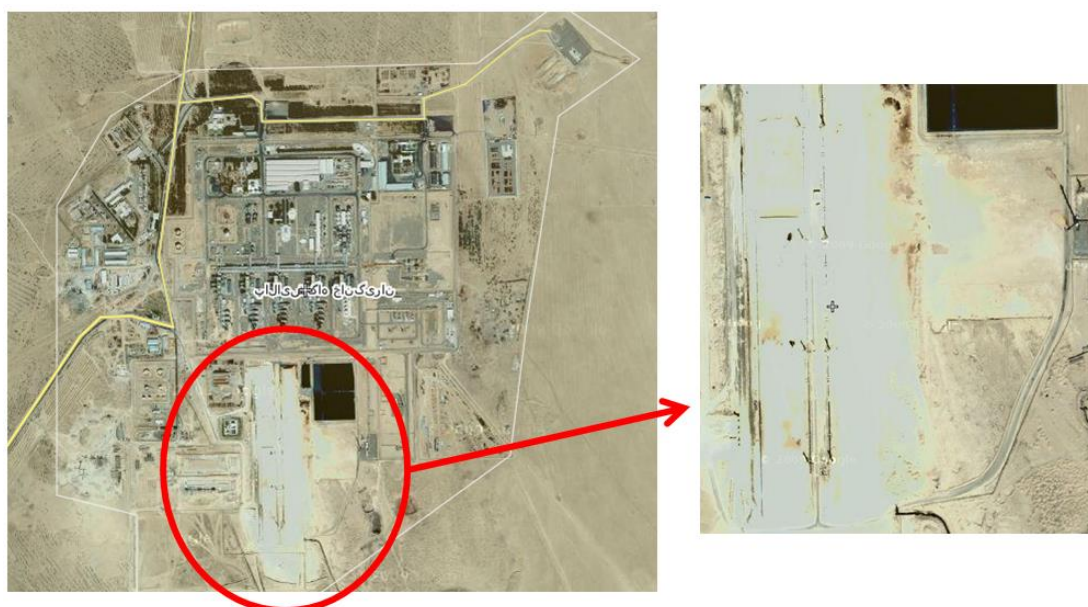
همانطور که اشاره گردید، پالایشگاه گاز شهید هاشمی نژاد گوگرد تولیدی خود را بصورت بلوک انبار می کند. با این وجود زیر ساخت های موجود برای این نوع انبارش کافی نبوده و دارای مشکلاتی به شرح ذیل است:

- گوگرد مذاب ورودی به بلوک ها حاوی مقادیر بسیار زیادی H_2S محلول می باشد که پس از قالب گیری و سرد شدن بلوک ها بطور تدریجی آزاد شده و نه تنها زمینه آلودگی محیط را فراهم می نماید بلکه به سبب اعمال فشارهای درونی باعث ایجاد ترک و در نهایت زمینه فرسایش بیشتر بلوک ها را فراهم می نماید. در واقع چنین فرسایشی باعث افزایش اسیدیتته محموله های گوگردی و همچنین کاهش مقاومت مکانیکی کلوخه ها می گردد. در نتیجه وجود چنین مشکلاتی مشاهده می شود که بهنگام بهره برداری از بلوک ها غبار گوگردی بسیار زیادی ایجاد می گردد که حتی تحت وزش بادهای ملایم به محیط اطراف پالایشگاه

¹ BIPROKWas Engineering Co



	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	پنجم

پخش می گردد. شکل (۱-۵) عکس ماهواره ای است که از بلوک های گوگرد خانگیران تهیه شده است.



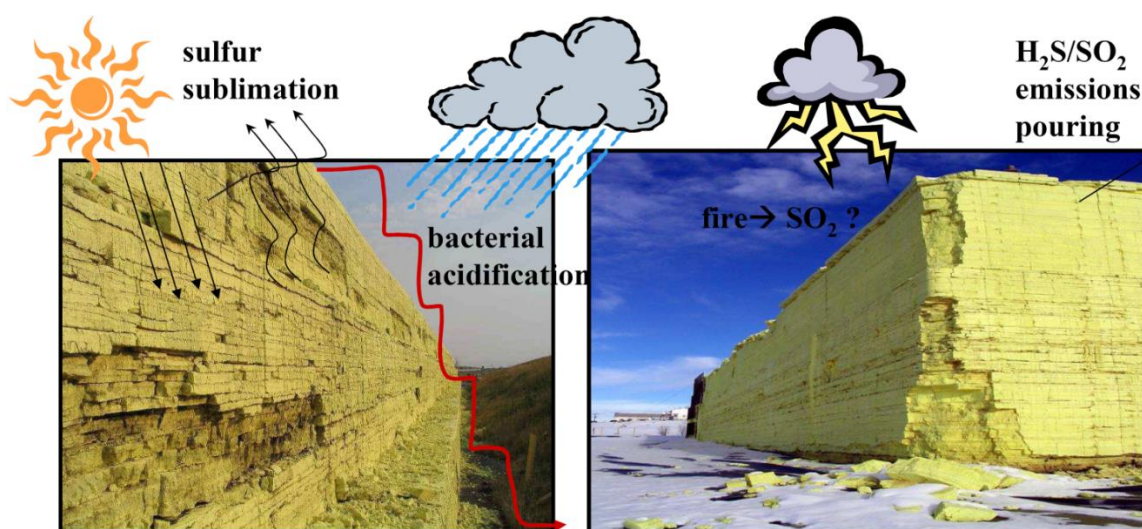
شکل (۱-۵) انتشار ذرات گوگردی به اطراف بلوک های گوگرد در پالایشگاه گاز خانگیران

- در طول زمان و به دلیل مجاورت گوگرد با رطوبت، گرما و باکتری، اسید سولفوریک تولید می شود که به علت عدم پیش بینی زیر ساخت مناسب، این اسید در خاک نفوذ نموده و باعث آلودگی خاک اطراف می شود. حتی در طول زمان، این اسید تولیدی می تواند در زیر ساخت- های بتونی و فلزی دیگر تجزیهات نفوذ کرده و باعث خوردگی و خسارت شدید شود. آب- های سطحی و باران نیز گوگرد و اسید را با خود شسته و باعث مشکلات مذکور می- شوند. لذا علاوه بر استفاده از زیر ساخت مناسب، بایستی کانال های مناسب جمع آوری اسید و آب های سطحی پیش بینی و نصب شده و در نهایت این آب ها به یک قسمت تصفیه ارسال شوند.
- به علت تماس دائم با اتمسفر و آب و هوای پیرامون، بلوک های انبار شده در طول زمان فرسایش یافته و قسمت هایی از آن شکسته، خرد شده و پراکنده می شوند که مشکلات زیست محیطی و خسارات اقتصادی فراوانی را به دنبال دارد. پراکندگی ذرات و غبار گوگرد در محیط اطراف به قدری شدید است که حتی باعث مرگ تعداد زیادی دام در زمین ها و

	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	پنجم

مراتع دور از پالایشگاه شده و پالایشگاه هر ساله مبالغ زیادی برای جبران خسارت دامداران محلی هزینه می‌نماید.



- یکی دیگر از مشکلات انبارش گوگرد در خانگیران، احتمال بالای تصعید گوگرد در اثر تابش خورشید و نیز گرمای بالای محیط است. این فرآیند نیز به نوبه خود مقدار زیادی گوگرد عنصری وارد اتمسفر می‌نماید. شکل (۲-۵) تصویری از یک بلوک فرسایش یافته را نشان می‌دهد.



شکل (۲-۵) تصویری از فرسایش بلوک‌های گوگرد روباز

۱-۱-۵- مشکلات برداشت گوگرد از بلوک های گوگردی در خانگیران

همانطور که اشاره گردید، در پالایشگاه گاز شهید هاشمی‌نژاد برای برداشت گوگرد از بلوک‌ها و انتقال آن‌ها از روش سنتی شکستن و حمل با لدر استفاده می‌شود. این عمل بدون هیچ‌گونه استفاده- ای از مواد غبار نشانی انجام شده و در نتیجه در حین عملیات برداشت علاوه بر خود ناحیه برداشت، ماشین‌آلات و کارگران، منطقه وسیعی تحت تأثیر ذرات و غبار گوگرد قرار می‌گیرد. این روش کار علاوه بر مشکل سلامتی کارکنان پالایشگاه، تهدیدی زیست محیطی بزرگی برای منطقه به شمار می‌رود. در شکل (۳-۵) تصویری از لدر در حال برداشت گوگرد از بلوک نشان داده 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	RIP-63530201-89	گزارش پروژه	پنجم

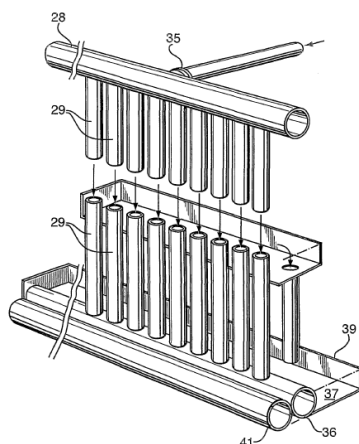


شکل (۲-۵) نحوه برداشت گوگرد از بلوک بصورت سنتی و با استفاده از لدر

۲-۱-۵- رفع مشکلات برداشت از بلوک‌های گوگردی



در ثبت اختراعات خارجی، روش‌های پیشنهادی بسیاری برای حل مشکلات برداشت از بلوک‌های گوگردی دیده می‌شوند. این ثبت اختراعات اساساً شامل روش‌هایی برای ذوب مجدد گوگرد در محل بلوک و یا برش دادن بلوک‌ها با کمترین تولید غبار و آلودگی ممکن می‌باشند. در این قسمت، برخی از ثبت اختراعات برجسته در این زمینه ارایه شده‌اند.

ذوب گوگرد در محل بلوک: در ثبت اختراع بین‌المللی به شماره ۰۷۶۳۴۷A1 آقای ریچارد الیتورف^۲ در سال ۲۰۰۴، روشی برای ذوب گوگرد با استفاده از بخار و سپس پمپاژ آن به محل جدید، ارایه نموده است. هر المنت ذوب از تعدادی لوله‌های بخار موازی تشکیل شده است که بخار با فشار و حرارت مناسب از درون آن‌ها عبور داده می‌شود. در شکل (۴-۵) نمایی شماتیک از المنت مذکور ارایه شده است.



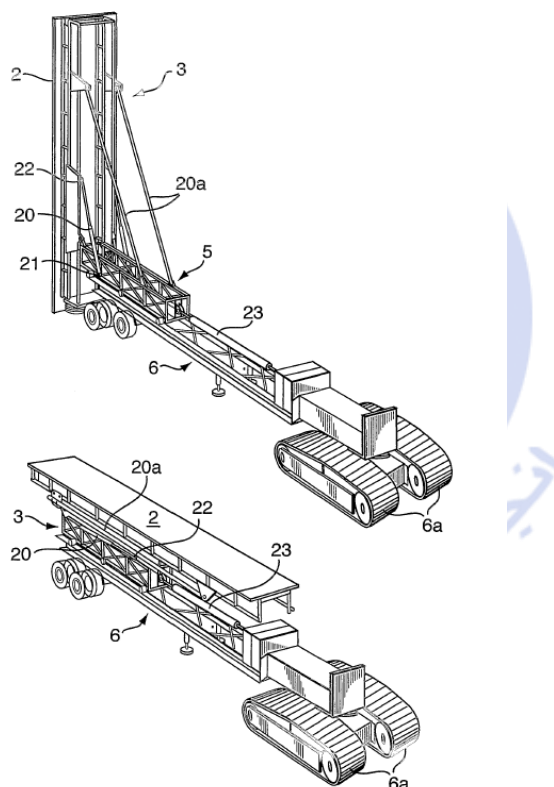
شکل (۳-۵) نمایی شماتیک از المنت ذوب پیشنهادی

² Richard Ellithorpe



	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 ۱۳۹۰هـ	RIPi-63530201-89	گزارش پروژه	پنجم

با حرکت دادن این المنتها با فشار و زمانبندی مناسب در طول بلوکها، گوگرد ذوب شده و از کانالهای تعبیه شده در پشت المنت، خارج می شود. ساخت المنتهای ذوب در ابعاد استاندارد صورت گرفته و برای ذوب بلوکهای گوگرد بزرگتر، تعداد المنتهای بیشتری می توانند در کنار هم قرار داده شوند. لازم به ذکر است که ساخت المنتهای مذکور هزینه های نسبتاً بالایی در پی دارد. یکی از نقاط ضعف طراحی این المنتها، در نظر نگرفتن پایه های وسط و نگهدارنده است که به مرور زمان، خم شدن لوله های بخار را به دنبال دارد.

حرکت و نیروی رانش این واحد ذوب با استفاده از ماشین آلات خاصی که مجهز به جک های هیدرولیک برای بالا و پایین بردن واحد ذوب می باشد، تأمین می گردد. در شکل های (۵-۵) و (۵-۶) نمایی از این ماشین آلات مشاهده می شود.



شکل (۵-۵) نمایی شماتیک از ماشین آلات و جک های حرکت دهنده المنت های ذوب



	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	پنجم



شکل (۵-۶) تصویری از ماشین آلات و جک های حرکت دهنده المنت های ذوب



البته چنین سیستمی نیاز به تعبیه چاهکی در کنار بلوک برای جمع آوری گوگرد ذوب شده دارد که خود ممکن است مشکلاتی در زمینه جمع آوری، تخلیه و تصفیه آب های سطحی ایجاد نماید. علاوه بر این در طول این عملیات، بخارات و بوهای گوگردی، به طور وسیعی در منطقه ذوب ایجاد می گردد. از طرف دیگر، به دلیل تفاوت موجود در ضخامت دیواره های بلوک گوگرد، ذوب بصورت یکنواخت انجام نشده و سرعت حرکت به درون بلوک برابر با سرعت حرکت کندترین المنت است. در این میان ممکن است برخی لوله های بخار در تماس با مقدار بسیار کمی گوگرد قرار گرفته و حرارت بیش از حد موجب ویسکوز شدن بخشی از گوگرد ذوب شده شود که خود مشکلات خاصی را در پی دارد. در سیستم اتصالات المنت های ذوب نیز، هیچ گونه تدبیری در مورد انبساط حرارتی لوله های بخار و کل واحد ذوب، اندیشیده نشده است.

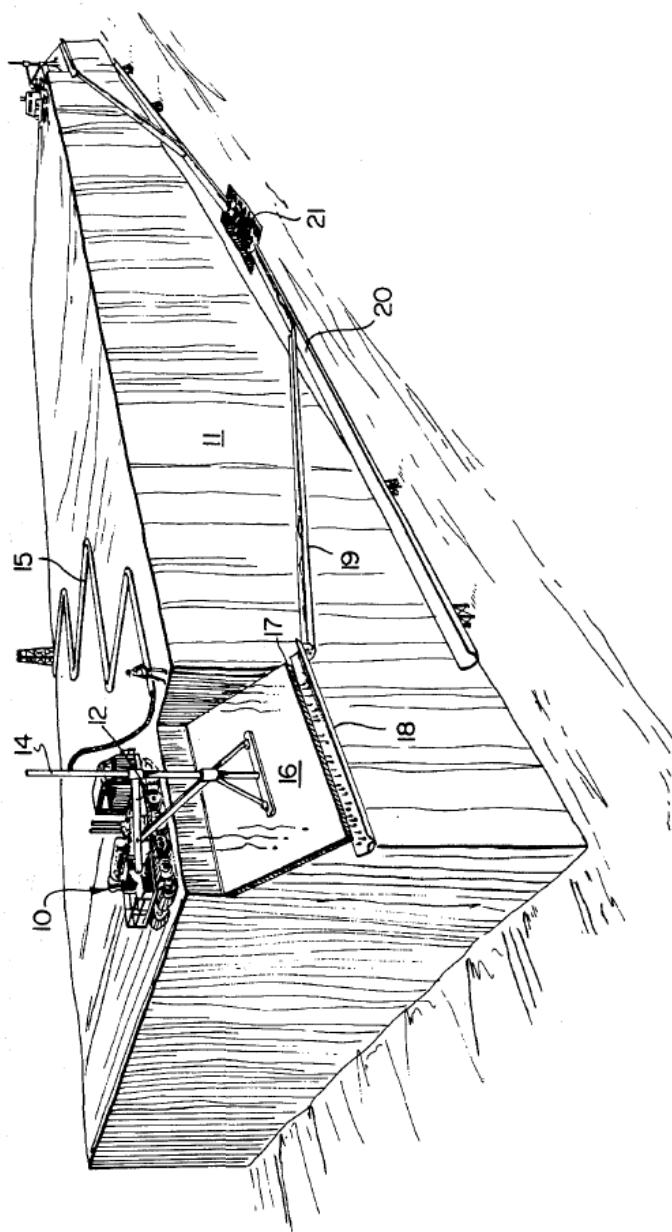
روش و تجهیزات پیشنهادی جدید برای ذوب بلوک گوگرد: در سال ۱۹۷۷ آقای ارنست رالف الیتروف در ثبت اختراع آمریکایی شماره ۴۰۵۰۷۴۰، روش و تجهیزات مناسبی برای ذوب بلوک گوگرد معرفی می نماید. تجهیزات ذوب پیشنهادی شامل موارد زیر می باشد:

	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	پنجم

۱. المنت ذوب متشکل از لوله‌های بخار و جمع‌آوری کندانس که به منظور تأمین تماس کامل و مؤثری در زیر آن‌ها صفحه صافی قرار داده شده است.
۲. دستگاه نگهدارنده المنت ذوب که وظیفه انتقال، تنظیم ارتفاع و زاویه آن را بر عهده دارد.
۳. کانال‌های جمع‌آوری گوگرد مذاب که به یکی از گوشه‌های المنت ذوب و مخزن جمع‌آوری گوگرد مذاب متصل است و به منظور جلوگیری از جامد شدن گوگرد مذاب در طول مسیر، کانال‌های مذبور به ژاکت‌های بخار مجهزند.



در روش‌های سنتی و معمول، ذوب بصورت افقی انجام می‌گردد که در این حالت گوگرد مایع در زیر المنت ذوب انباشته شده و به دلیل ضریب انتقال حرارت پایین، نوعی عملکرد عایق مانند از خود بروز می‌دهد. علاوه بر این، گوگرد مذاب تحت فشار المنت ذوب از زیر آن به سمت شکاف‌های موجود بر سطح بلوک فرار نموده و اتلافات حرارتی فراوانی را به دنبال دارد. در روش پیشنهادی حاضر، ذوب گوگرد بصورت مایل و شیب‌دار انجام شده و گوگرد ذوب شده بصورت پیوسته به واسطه نیروی گرانش به سمت پایین و کانال‌های جمع‌آوری هدایت می‌شود و در نتیجه از عملکرد عایق مانند گوگرد مذاب جلوگیری می‌شود. در روش‌های سنتی و معمول، المنت ذوب بصورت عمودی قرار داده شده و عمل می‌نماید و پس از اتمام ذوب یک ناحیه از بلوک به قسمت کناری انتقال داده می‌شود. در نتیجه این انتقالات، به ناچار همیشه مقداری از بلوک بصورت دیواره‌های باریک ذوب نشده در مرزهای مناطق ذوب شده باقی می‌ماند که این مشکل نیز با استفاده از روش پیشنهادی حاضر، مرتفع می‌شود. در شکل (۷-۵) نمایی شماتیک از سیستم ذوب پیشنهادی در این ثبت اختراع ارایه نشان داده 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	RIP-63530201-89	گزارش پروژه	پنجم



شکل (۵-۷) نمایی شماتیک از سیستم ذوب گوگرد پیشنهادی در ثبت اختراع آمریکایی شماره ۴۰۵۰۷۴۰ ذوب دوباره گوگرد از بلوک انبارش گوگرد: آقای راجر بلک وود در ثبت اختراع آمریکایی شماره ۴۴۹۷۶۳۵ در سال ۱۹۸۵، روشی برای ذوب دوباره گوگرد از بلوک ذخیره و انتقال آن پیشنهاد می-دهد. در این ثبت اختراع، ایشان مواردی از مشکلات و نقاط ضعف فرآیندهای ذوب مجدد معمول را بیان کرده‌اند که در زیر ارائه می‌گردد:

³ Rodger Blackwood

	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	پنجم

۱. یکی از نقاط ضعف فرآیندهای ذوب مجدد با استفاده از تماس دادن یک ابزار داغ (به عنوان مثال المنتهای حرارتی که بخار درون آنها جریان دارد)، کند شدن و یا توقف عملیات ذوب هنگام برخورد به یک شیء خارجی جا مانده در بلوک (که گاهی هم بسیار بزرگ می باشد، مانند یک عدد بیل جا مانده هنگام عملیات تهیه بلوک) است.

۲. نقطه ضعف دیگر روشهای مرسوم، عدم توانایی آنها در ذوب گوگرد تا سطح زمین است. پس از عملیات ذوب با این روشها، ضخامتی در حدود ۳۰ سانتی متر و یا بیشتر بر روی سطح زمین باقی می ماند که خود در برگیرنده میلیونها تن گوگرد و تبعات اقتصادی و زیست محیطی خواهد بود.

۳. در دمای بالاتر از ۱۵۵ درجه سانتی گراد، گوگرد دچار تبدیل حالت شده و با افزایش شدید ویسکوزیته روبرو می گردد که مشکلات عملیاتی زیادی به دنبال دارد. در روشهای مذکور احتمال قرار گرفتن قسمت خاصی از بلوک در معرض المنت و رسیدن به این شرایط محتمل تر می باشد.

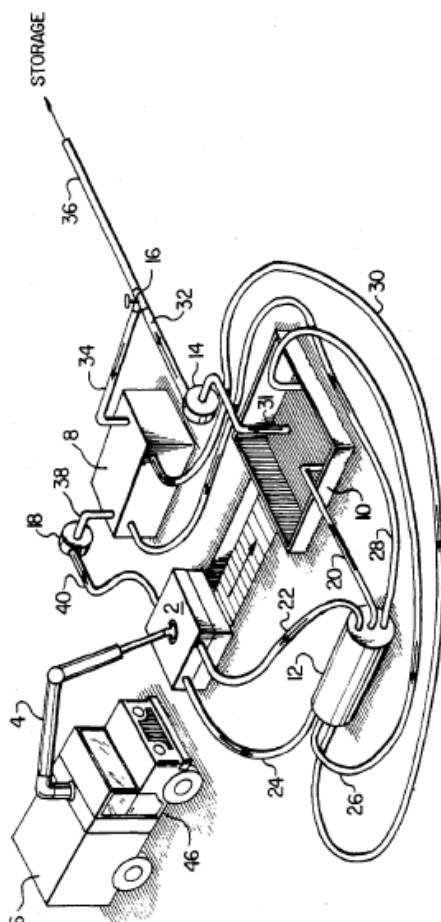
۴. گوگرد مایع، هادی گرمایی ضعیفی بوده و گوگرد مذاب تشکیل شده در زیر تجهیزات ذوب، خود به عنوان نوعی عایق عمل کرده و بازده حرارتی فرآیندهای مرسوم را پایین می آورد.

وی اشاره می کند که در روش پیشنهادی جدید، مشکلات مذکور برطرف شده اند. در این روش، عمل ذوب با استفاده از گوگرد مذاب سوپرهیت و پاشش آن بر روی سطح بلوک با استفاده از تجهیزات پاششی مناسب انجام می پذیرد. مزیت بالای این روش، استفاده از گرمای نهان خود گوگرد مذاب برای ذوب مجدد گوگرد جامد است. سرعت و توربولنسی بالای گوگرد مذاب پاشیده شده، علاوه بر تأمین گرمای ذوب لازم، عمل کندن هیدرولیکی و شستشوی گوگرد ذوب شده از سطح گوگرد جامد را نیز فراهم می آورد. در نتیجه این حالت شستشوی ایجاد شده، از مسأله عملکرد عایق مانند گوگرد مذاب مذکور در بالا، اجتناب می شود.

دمای گوگرد سوپرهیت مورد استفاده برای پاشش در حدود 120°C و ترجیحاً 135°C است. فشار مورد استفاده برای پاشش گوگرد سوپرهیت در حدود ۷۵ psig است. ماشین آلات پیشنهادی شامل یک قسمت نگهداری موقت در دمای 120°C و یک مخزن نگهداری گوگرد مذاب در دمای 135°C است که قسمتی از این گوگرد به نازلها ارسال شده (برای پاشش و عملیات ذوب) و بخش اصلی به

	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	پنجم



تانک ذخیره اصلی فرستاده می‌شود. تانک ذخیره اصلی به نوبه خود مجهز به تجهیزات گرمایش برای نگهداری گوگرد در حالت مذاب است. در شکل (۵-۸) نمایی شماتیک از سیستم پیشنهادی مذکور، نشان داده شده است.



شکل (۵-۸) نمایی شماتیک از ماشین‌آلات و سیستم ذوب پیشنهادی با استفاده از پاشش گوگرد مذاب

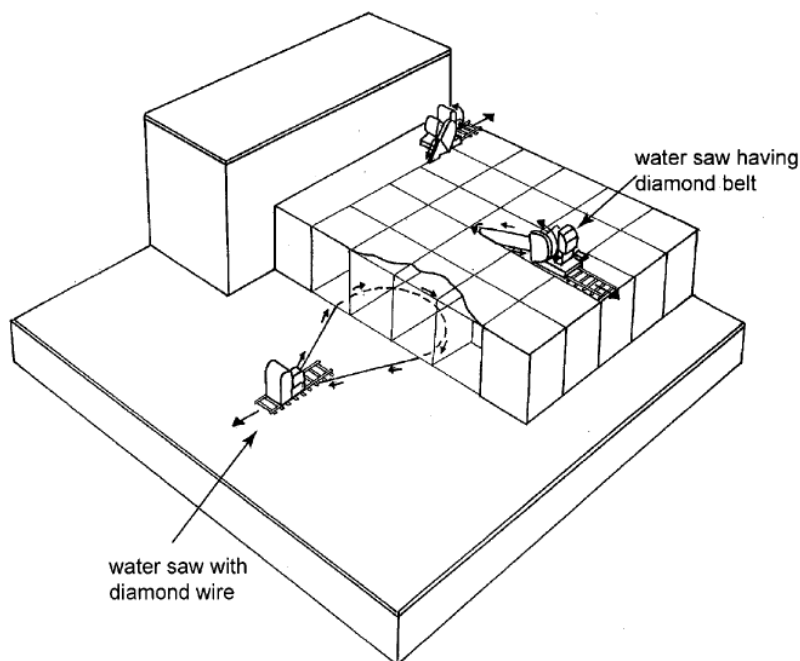
روشی برای انتقال گوگرد از بلوک‌های گوگردی با ابعاد بزرگ: در ثبت اختراع آمریکایی شماره ۰۰۳۱۶۰۹۸۱ در سال ۲۰۱۰، آقای لئوناردو زان مخروش‌هایی برای برش بلوک‌های گوگردی بزرگ به ابعاد کوچک و حمل و نقل مناسب مربوطه را پیشنهاد داده است. تکنیک‌های برش پیشنهادی، هر دو صنعتی بوده و در برش سنگ و صنایع سنگ‌های زینتی کاربرد دارند و عبارتند از:

⁴ Leonardo Zan

	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	پنجم

- سیم الماسه: متشکل از یک سیم استیل مجهز به الماس های مصنوعی است که با سرعت بالا در حرکت بوده و از سیستم خنک کننده آبی بهره می برد.
- اره دایره ای: متشکل از اره ای دایره ای با پایه تفلونی است که الماس هاس مصنوعی بر روی محیط آن تثبیت شده اند. این تکنیک نیز از سیستم خنک کننده آب بهره می برد.

ابعاد برش، در حد قابل حمل و نقل با سیستم های حمل و نقل موجود، انتخاب می شود. به منظور محافظت فیزیکی برش های بدست آمده، آن ها را می توان در میان صفحات پلی اتیلنی نیز پیچید. ضخامت صفحات پلی اتیلنی مذکور در حدود ۰/۲۳ تا ۰/۵ میکرومتر و ترجیحاً ۰/۲۳ تا ۰/۳ میکرومتر بوده و تعداد لایه های بکار رفته، بین ۴ تا ۱۰ عدد می باشد. در شکل (۵-۹) نمایی شماتیک از روش پیشنهادی ارایه شده است.



شکل (۵-۹) نمایی شماتیک از روش و نحوه کار سیستم برش پیشنهادی

	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 ۱۳۹۰ هـ. ش	RIPI-63530201-89	گزارش پروژه	پنجم

۲-۵- انبارش گوگرد در پالایشگاه‌های گاز پارس جنوبی

در پالایشگاه‌های گاز پارس جنوبی، واحدهای دانه‌بندی (بصورت گرانول) فازهای ۱، ۲، ۳، ۴ و ۵ از شرکت کانادایی انرسول^۵ و واحدهای دانه‌بندی (بصورت پاستیل) فازهای ۹ و ۱۰ از شرکت سوئدی سندویک^۶ خریداری و نصب شده است. تولید فعلی پالایشگاه‌های گاز پارس جنوبی ۱۴۰۰ تن گوگرد در روز می‌باشد. گوگرد دانه‌بندی شده با استفاده از تسمه نقاله‌ها و تجهیزات مخصوص، از انبارهای مسقف به درون کشتی بارگیری شده و صادر می‌شود.

فلسفه انبارش گوگرد بصورت دانه‌بندی شده بر مبنای کاهش مشکلات زیست محیطی (به عنوان مثال، کاهش بسیار زیاد گرد و غبار گوگرد) و تسهیل حمل و نقل می‌باشد. بایستی توجه داشت که گوگرد بصورت دانه‌بندی شده به شرایط جوی (باران، برف، باد و رطوبت محیط) بسیار حساس‌تر بوده و به علت برخورداری از سطح تماس بیشتر امکان اکسیداسیون آن توسط باکتری‌ها نیز بالاتر است. حتی در صورت وجود امکان انبارش در فضای باز، بایستی محیط محوطه انبارش تا ارتفاع مناسبی دیواره‌سازی گردد تا دانه‌ها را از وزش‌های باد در امان نگاه دارد. فلذا این نوع انبارش، فقط برای نگهداری گوگرد در مدت زمان‌های کم توصیه می‌شود و اگر نیاز به انبارش گوگرد برای مدت زمان‌های طولانی باشد، روش بلوک کردن به این روش ارجحیت دارد.



تمامی فازهای پارس جنوبی، مجهز به واحدهای دانه‌بندی بوده و تمامی گوگرد تولیدی دانه‌بندی می‌شود. این گوگرد دانه‌بندی شده با استفاده از کامیون به دو عدد انبار مسقف پیش‌بینی شده انتقال داده می‌شود تا پس از مدت زمان نسبتاً کوتاهی بارگیری و صادر شود. با این وجود، متأسفانه ظرفیت هر کدام از این انبارها ۳۶۰۰۰ تن گوگرد بوده و با توجه با افزایش ظرفیت‌های اخیر تولید گوگرد، مازاد آن در فضای باز انبارش می‌شود. آب و هوای منطقه پارس جنوبی بسیار گرم و شرجی بوده و شرایط بسیار ایده‌آلی برای فعالیت میکروبی باکتری‌های تیوباسیلوس فراهم می‌آورد. لذا این گوگرد انبار شده در فضای باز، در معرض اکسیداسیون شدید بوده و به علت عدم پیش‌بینی زیر سازی مناسب و تجهیزات جمع‌آوری و تصفیه آب‌های اسیدی، خسارت شدید و جبران ناپذیری به خاک و زیست بوم اطراف وارد می‌گردد.

حتی در مواردی که از انبارهای مسقف استفاده می‌شود، به دلیل عدم استفاده از مواد غبار نشانی^۷ در اکثر موارد و یا تهویه مناسب، غلظت غبار گوگرد در واحد حجم انبار افزایش یافته و احتمال آتش-

⁵ Enersul

⁶ Sandvik

⁷ Dust Suppression Agent

	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	پنجم

سوزی الکترواستاتیک افزایش پیدا می‌کند. متأسفانه آتش‌سوزی الکترواستاتیک گوگرد در پارس جنوبی تجربه شده است. سیستم‌های غبار نشانی عمدتاً از اسپری کفی استفاده می‌کنند که متشکل از آب، هوای فشرده، یک ماده فعال سطحی^۸ و ماده‌ای کف‌زا^۹ می‌باشد.

۱-۲-۵- مشکلات انبارش گوگرد در پالایشگاه‌های گاز پارس جنوبی



همانگونه که اشاره گردید، به دلیل افزایش ظرفیت تولید گوگرد و ظرفیت محدود انبارهای مسقف، قسمتی از گوگرد دانه‌بندی شده، انبارش خارجی می‌شود (شکل ۵-۱۰). چون سیستم‌های مکانیزه بارگیری گوگرد به کشتی‌های باربری در درون انبارها تدارک دیده شده است، لذا اگر خواسته شود که گوگرد انبار شده در بیرون بارگیری شود، بایستی دوباره از انبار خارجی برداشت شده، بار کامیون شده، به انبار انتقال داده شده و تخلیه گردد. این افزایش ناخواسته تعداد مراحل برداشت، علاوه بر تحمیل هزینه‌های اضافی به دلیل شکننده بودن گوگرد دانه‌بندی شده باعث افزایش احتمال متلاشی شدن دانه، غبار، آلودگی و مشکلات زیست محیطی می‌گردد. البته لازم به ذکر است که در این مرحله نیز در اکثر موارد از مواد غبار نشانی استفاده نشده و احتمال آلودگی زیست محیطی در حین مراحل برداشت و بارگیری بالا است.



شکل (۵-۱۰) انبارش گوگرد دانه بندی شده در فضای باز منطقه پارس جنوبی

⁸ Surfactant

⁹ Foam Generator

	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	پنجم

۲-۲-۵- رفع مشکلات انبارش گوگرد در پارس جنوبی



در بالا اشاره شد که افزایش تولید، باعث انبارش خارجی گوگرد دانه‌بندی شده است. با توجه به تعبیه سیستم‌های مکانیزه انتقال و بارگیری گوگرد به درون کشتی‌های باربری، یک مرحله انتقال نیز برای صادرات گوگرد انبار شده در فضای باز اضافه می‌شود. لذا با توجه به عدم استفاده از مواد غبار نشانی در اکثر موارد، علاوه بر هزینه، هر مرحله حمل و نقل آلودگی و خطرات اضافی (افزایش احتمال آتش‌سوزی) به دنبال خواهد داشت. علاوه بر این وجود نقص‌های فنی در سیستم‌های مکانیزه انتقال و بارگیری انبارهای مسقف، خود مشکلی عمده در حمل و نقل گوگرد دانه‌بندی شده به شمار می‌رود. در شکل (۱۱-۵) تصویری از نحوه انتقال گوگرد در درون انبار مکانیزه نشان داده شده است.



شکل (۱۱-۵) تصویری از نحوه انتقال گوگرد از انبار مکانیزه به قسمت بارگیری



۳-۲-۵- توصیف تاسیسات فعلی انبارش گوگرد در عسلویه

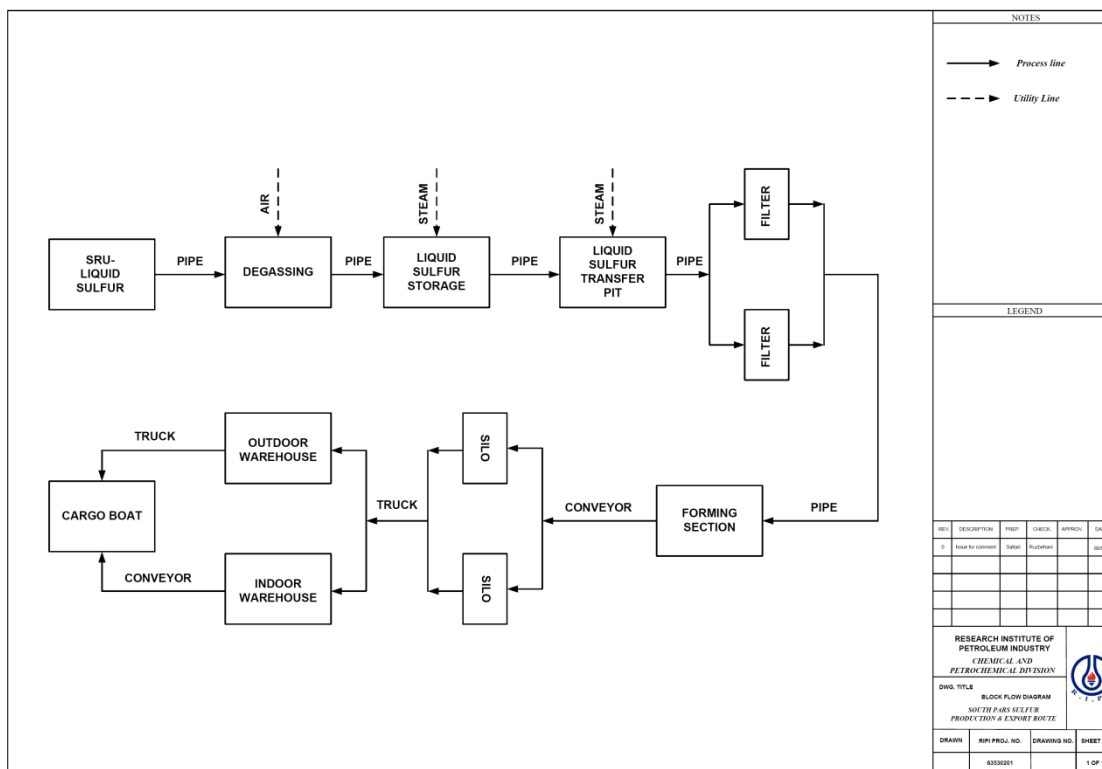
برای پالایشگاه‌های گاز پارس جنوبی پیش‌بینی شده است که گوگرد تولیدی واحدهای بازیافت گوگرد (SRU) دانه‌بندی شده و از پایانه موجود در عسلویه صادر گردد. در فازهای قدیمی‌تر

	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	پنجم

(فازهای ۱ تا ۸) گوگرد تولیدی با استفاده از فرآیند انرسول^۱ گرانول شده و برای فازهای ۹ و ۱۰ گوگرد تولیدی با استفاده از فرآیند سندویک^۱ پاستیل می شود. بدین منظور، گوگرد تولیدی از واحدهای SRU به یک مخزن نگهداری گوگرد مذاب انتقال داده می شود که توسط کویل های بخار تأمین حرارتی می شود. سپس گوگرد مذاب به یک مخزن کوچکتر که در واقع تأمین کننده خوراک واحد دانه بندی است ارسال می شود. گوگرد مذاب به واحد دانه بندی پمپ شده (گرانولاسیون یا پاستیلاسیون) و گوگرد دانه بندی تولیدی توسط نقاله به سیلوهای عمودی انتقال داده می شود. انبارهای مسقف پیش بینی شده در فاصله ای دورتر در نزدیکی ساحل و اسکله صادراتی قرار دارند. گوگرد دانه بندی با استفاده از کامیون از سیلوهای عمودی بارگیری شده و به این انبارها انتقال داده می شود. سیستم انبارها کاملاً مکانیزه بوده و گوگرد با استفاده از تسمه نقاله های مخصوص به کشتی بارگیری می شود. در مواردی که انبارها فضای کافی نداشته باشند و گوگرد دانه بندی بالاجبار بایستی در فضای باز انبار شود، کامیون ها پس از بارگیری از سیلوهای عمودی، گوگرد را به مکان پیش بینی شده انتقال داده و تخلیه می کنند. در زمانی که خواسته شود این گوگرد بار کشتی شده و صادر شود، دوباره و با استفاده از چنگک های مخصوصی، گوگرد بار کامیون شده و به انبار مسقف انتقال داده می شود تا توسط سامانه مکانیزه تسمه نقاله ها به کشتی بارگیری شود. در شکل (۱۲-۵) بلوک دیاگرام مسیر گوگرد از مرحله تولید تا بارگیری برای صادرات آورده شده است.

¹ Enersul 0
¹ Sandvik 1

	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 ۱۳۹۰هـ	RIP1-63530201-89	گزارش پروژه	پنجم



شکل (۱۲-۵) بلوک دیاگرام مسیر گوگرد، از مرحله تولید تا صادرات (پالایشگاه‌های گاز پارس جنوبی)

۲-۵-۴- ملاحظات اقتصادی انبارش گوگرد در انبار مسقف

در اینجا، هدف ارزیابی اقتصادی انبار ذخیره سازی گوگرد به ظرفیت ۳۶۰۰۰ تن در سال در محل پارس جنوبی می‌باشد.



انبار در ۲ حالت بررسی گردیده است:

- حالت (۱): انبار و تجهیزات آن
- حالت (۲): انبار + ۲ عدد کامیون + پکیج شیب لودر جهت بارگیری گوگرد به کشتی و صادرات آن

نتایج بررسی نشان می‌دهد که سرمایه دو حالت بین حدود ۲۷۳,۴۵۳ - ۲۱۶,۸۵۳ میلیون ریال و هزینه‌های انبارداری دو حالت بین حدود ۴۸,۳۲۷ - ۴۰,۶۶۹ میلیون ریال می‌باشد.

با این محاسبات هزینه اجاره سالیانه دو حالت بین حدود ۳۷۲,۴۸۷ - ۸۳,۱۰۱ میلیون ریال و اجاره ماهیانه دو حالت بین حدود ۹۴۷,۴۵۷ - ۶,۸ میلیون ریال برآورد گردید.

همچنین با انجام آنالیز حساسیت در ۲ حالت، نتایج مشابه بوده و با افزایش سرمایه ثابت ۵۰٪، $IRR=12\%$ و با کاهش آن ۵۰٪، $IRR = 41\%$ به دست آمد.

	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	پنجم



مشابه بالا در مورد هزینه تولید $\pm 0.5\%$ ، $IRR = 15-25\%$ و در مورد اجاره انبار $\pm 0.5\%$ ، $IRR = 1-35\%$ برآورد گردید.

فرضیات طرح:

- (۱) ظرفیت انبار: ۳۶,۰۰۰ تن گوگرد در سال
- (۲) محل طرح: پارس جنوبی
- (۳) نرخ دلار: ۱۱,۱۵۰ ریال
- (۴) مدت زمان اجرای طرح: ۲ سال
- (۵) مدت زمان بهره برداری (تولید): ۱۲ سال
- (۶) نرخ تنزیل: ۱۲٪
- (۷) حالات مورد بررسی: دو حالت
 - حالت اول: انبار
 - حالت دوم: انبار + ۲ عدد کامیون + هزینه ship loader
- (۸) قیمت کامیون هر عدد ۸۰۰ میلیون ریال
- (۹) قیمت پکیج شیب لودر: ۵۵,۰۰۰ میلیون ریال
- (۱۰) منابع تأمین مالی: تمامی سرمایه به وسیله سرمایه سهامداران تأمین می شود.

قیمت دستگاهها:

- (۱) قیمت تسمه نقاله‌ها، از شرکت مهند استعلام شده و ۳٪ جهت ارزش افزوده و ۱۰٪ جهت حمل و نقل بدان اضافه گردیده است. همچنین جهت سیستم غبار نشانی (dedusting) ۵٪ به قیمت تسمه نقاله CV5-۶۶۰۵۲ و CV6-۶۶۰۵۲ (Reclaiming Conveyor) اضافه شده است.
- به قیمت تسمه نقاله CV3-۶۶۰۵۲ (Stacking Conveyor) نیز ۵٪ جهت Tripper اضافه منظور گردیده است.
- (۲) قیمت هاپرها، بر مبنای وزن آنها و قیمت واحد C.S برآورد شده است. همچنین ۳٪ جهت ارزش افزوده، ۱۰٪ حمل و نقل و ۵٪ جهت سیستم غبارنشانی (dedusting) بدان اضافه گردیده است.
- (۳) تغذیه کننده لرزشی (Vibrating Feeder) بر مبنای توان الکتروموتور آنها و استفاده از منبع:

	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	پنجم

Preliminary Chemical engineering plant design, William D. Bassel, P: 528, Table: B-1.
 که به Cost index روز و ۳۸٪ جهت سود، عوارض گمرکی، حمل و نقل و غیره اضافه گردیده است.
 (۴) ناودان متحرک (Motorized chute)، بر مبنای وزن آنها و قیمت واحد C.S برآورد قیمت شده است. همچنین جهت الکتروموتور آن مشابه منبع بالا تعیین قیمت گردیده است.
 (۵) قیمت Scraper ها، با استفاده از بازار داخلی، برآورد شده است.
 (۶) قیمت کمپرسور هوا، با توجه به دبی ورودی و استفاده از منبع مشابه تغذیه کننده لرزشی برآورد قیمت شده است.
 (۷) سیستم غبارنشانی (JT01 dedusting system)، بر مبنای ۲/۵٪ قیمت تسمه نقاله CV6-۶۶۰۵۲ (Reclaiming Conveyor) و سیستم غبارنشانی (JT03 dedusting system)، بر مبنای ۵٪ قیمت تسمه نقاله CV6-۶۶۰۵۲ برآورد گردیده است.

برآورد سرمایه طرح ۱۴



سرمایه طرح به شرح زیر برآورد گردیده است:

- (۱) قیمت دستگاهها
- (۲) زمین: بر مبنای ۸۰,۰۰۰ مترمربع در منطقه ویژه اقتصادی انرژی پارس از قرار مترمربعی ۲۵۰,۰۰۰ ریال، قیمت زمین برآورد شده است.
- (۳) آماده سازی زمین و محوطه سازی: ۱۳٪ قیمت دستگاهها
- (۴) ساختمان: ساختمان طرح شامل ۲ قسمت:
 - (۱) سوله با ابعاد ۳۰۰ × ۴۳/۲ متر و ارتفاع ۱۲/۵ متر، از قرار مترمربعی ۳۰۰ هزار تومان
 - (۲) سازه بتنی با حجم ۴,۸۸۰ مترمکعب، از قرار مترمکعبی ۷۰ هزار تومان (قیمت سازه بتنی، با ۳۰٪ افزایش جهت هزینه پیمانکاری و منطقه ای می باشد).
- (۵) نصب: ۴۵٪ قیمت دستگاهها
- (۶) ابزار دقیق: ۹٪ قیمت دستگاهها

² درصدهای سرمایه طرح از کتاب: ¹

Plant design & economics for chemical engineer, Maxs peter, P-183, Table: 17, Solid processing plant.

استفاده 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	RIP1-63530201-89	گزارش پروژه	پنجم

۷) لوله کشی و شیرآلات: ۱۶٪ قیمت دستگاهها

۸) تجهیزات برقی: ۱۰٪ قیمت دستگاهها

۹) سرویس جانبی: فرض بر این است که طرح از تجهیزات utility عسلویه استفاده می کند، لذا هزینه آن صفر در نظر گرفته شده است.

۱۰) مهندسی: ۳۳٪ قیمت دستگاهها

۱۱) نظارت بر ساخت: ۳۹٪ قیمت دستگاهها

۱۳) هزینه پیمانکار: ۱۷٪ قیمت دستگاهها

۱۴) هزینه کامیون و شیب لودر: طرح در دو حالت:

۱- انبار گوگرد

۲- انبار گوگرد + ۲ عدد کامیون + هزینه پکیج شیب لودر که قیمت هر کامیون ۸۰۰ میلیون ریال و هزینه شیب لودر ۵۵,۰۰۰ میلیون ریال می باشد.

برآورد هزینه انبارداری:

جهت برآورد هزینه انبارداری آیتم های زیر در نظر گرفته شده است:

۱) قطعات یدکی: ۲٪ سرمایه ثابت

۲) تعمیر و نگهداری: ۲/۵٪ سرمایه ثابت

۳) بیمه: ۰/۳٪ سرمایه ثابت

۴) حقوق و دستمزد: بر مبنای نیروی انسانی مورد نیاز در سه شیفت کاری و مبانی حقوق و دستمزد شرکت ملی پالایش و پخش در سال ۱۳۷۸، که سالی ۱۵٪ به آن اضافه گردیده است.



همچنین جهت حقوق سالیانه، ۱۲ ماه حقوق + ۱ ماه پاداش + ۱ ماه مرخصی + ۲۳٪ حق بیمه کارفرما منظور شده است.

۵) بالاسری طرح: مطابق با مبانی شرکت ملی پالایش و پخش، جهت لیسانس و بالاتر ۱/۶ برابر حقوق و دستمزد و جهت فوق دیپلم و پایین تر ۱/۴ برابر حقوق و دستمزد در نظر گرفته شده است.

۶) استهلاک: ۱۲ ساله خطی با ارزش اسقاطی ۱۰٪ منظور شده است.

۷) سرویس جانبی: چون مقدار مصرف سرویس جانبی مشخص نبود، لذا ۵٪ هزینه تولید جهت هزینه سرویس جانبی در نظر گرفته شده است.

۸) هزینه پیش بینی نشده تولید: ۵٪ هزینه تولید

	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	پنجم

۹) مالیات: طرح ۵ سال اول معاف و از سال ششم به بعد ۲۵٪ سود به عنوان مالیات کسر می گردد.

اجاره انبار:

فرض بر این است که انبار ساخته شده، سالیانه اجاره داده شود به همین جهت روی هزینه انبارداری طرح، درصدهای مختلفی در ۲ حالت اضافه شده تا IRR حدود ۲۰٪ به دست آید. لذا در حالت (۱)، جهت اجاره سالیانه انبار، هزینه انبارداری، ۲/۰۵ برابر و در حالت (۲)، هزینه انبارداری، ۲/۱ برابر گردید.

محاسبات اقتصادی:

قیمت دستگاهها:

جمع کل (میلیون ریال)	میلیون ریال	هزار دلار	تعداد	کد	Sulphur Storage(1)
۲۲۶/۱۰۲	۲۲۶/۱۰۲		۱	66052-CV1	DUAL TRANSFER CONVEYER
۱۶۳/۹۵,۲	۱۶۳/۹۵,۲		۱	66052-CV2	DUAL TRANSFER CONVEYER
۹۵۳/۲۰,۷	۹۵۳/۲۰,۷		۱	66052-CV3	STACKING CONVEYER
۷۵۷/۱۰	۷۵۷/۱۰		۱	66052-CV4	EMERGENCY STACKING CONVEYER
۸۰۲/۴۰	۸۰۲/۴۰		۱	66052-CV5	RECLYMING CONVEYER
۸۰۴/۷۶	۸۰۴/۷۶		۱	66052-CV6	RECLYMING CONVEYER
۴۲۹/۷۰,۶	۴۲۹/۷۰,۶		۱	66051-CV1	COLLECTING CONVEYER
۲۷۶/۸۵	۲۷۶/۸۵		۱	BC-301	CONNECTING CONVEYER
۵۹۹,۲	۵۹۹,۲		۱	BC-204	EXPORTING CONVEYER
۶۴۴/۴۰,۶	۶۴۴/۴۰,۶		۱	66051-CV2	JETTY CONVEYER
۵۱۷/۵۰	۵۱۷/۵۰		۱	66052-HP1	SULPHUR HOPPER
۵۱۷/۵۰	۵۱۷/۵۰		۱	66052-HP2	SULPHUR HOPPER
۶۸/۴۶		۶/۱۴	۱	66052-VF1	VIBRATING FEEDER
۶۸/۴۶		۶/۱۴	۱	66052-VF2	VIBRATING FEEDER
۷۴۱/۹۲		۶۶/۵۴	۱		AIR PLANT COMPRESSOR
۱۴۰/۷۹	۶۷/۶۵	۶/۵۶	۱	66052-MC1	MOTORIZED CHUTE
۱۴۰/۷۹	۶۷/۶۵	۶/۵۶	۱	66052-MC2	MOTORIZED CHUTE
۰۰۰,۸	۰۰۰,۸		۱	66052-RS1	SCRAPER
۰۰۰,۸	۰۰۰,۸		۱	66052-RS2	SCRAPER
۱۹/۲۶	۱۹/۲۶		۱	DC1A	JT01 DEDUSTING SYSTEM
۳۸/۵۳	۳۸/۵۳		۱	DC3	JT03 DEDUSTING SYSTEM
۹۱۰/۶۸,۴۸	۸۸۵/۵۵,۴۷	۹۱/۹۴			جمع دستگاهها

	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	پنجم

هزینه سرمایه ثابت:

عنوان	قیمت کل (میلیون ریال)
زمین	۲۰,۰۰۰
آماده سازی زمین و محوطه سازی	۶,۳۵۸/۳۹
هزینه ساختمان	۴۲,۲۹۶
دستگاهها	۴۸,۹۱۰/۶۸
هزینه نصب تجهیزات	۲۲,۰۰۹/۸۱
ابزار دقیق	۴,۴۰۱/۹۶
لوله کشی و شیرآلات	۷,۸۲۵/۷۱
تجهیزات برقی	۴,۸۹۱/۰۷
سرویس جانبی	۰
مهندسی	۱۶,۱۴۰/۵۲
نظارت بر ساخت	۱۹,۰۷۵/۱۷
هزینه پیمانکار	۸,۳۱۴/۸۲
احتمالات	۱۶,۶۲۹/۶۳
جمع کل سرمایه ثابت	۲۱۶,۸۵۳/۷۶

هزینه نیروی انسانی:

تعداد شیفت	تعداد پرسنل (نفر)	حقوق ماهیانه (میلیون ریال)	حقوق سالیانه (میلیون ریال)	بالاسری (میلیون ریال)
۱	۱	۱۰/۵	۱۷۵/۹۸	۲۸۱/۵۷
۲	۲	۱۰/۵	۳۵۱/۹۶	۵۶۳/۱۴
۳	۶	۱۰/۵	۱,۰۵۵/۸۸	۱,۶۸۹/۴۱
۳	۹	۸/۵	۱,۲۸۲/۱۴	۱,۷۹۵
۳	۹	۸/۵	۱,۲۸۲/۱۴	۱,۷۹۵
۳	۳	۸/۵	۴۲۷/۳۸	۵۹۸/۳۳
جمع	۳۰		۴,۵۷۵/۴۸	۶,۷۲۲/۴۴

	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	پنجم

هزینه انبارداری:

هزینه کل (میلیون ریال)	
۴,۳۳۷/۰۸	قطعات یدکی
۵,۴۲۱/۳۴	تعمیر و نگهداری
۶۵۰/۵۶	بیمه
۴,۵۷۵/۴۸	حقوق و دستمزد
۶,۷۲۲/۴۴	بالاسری
۱۵,۲۶۵/۳۷	استهلاک
۳۶,۹۷۲/۲۷	جمع موارد بالا
۱,۱۴۸/۶۱	سرویس جانبی
۱,۱۴۸/۶۱	هزینه پیش بینی نشده
۴۰,۶۶۹/۴۹	جمع هزینه های تولید
۸۳,۳۷۲/۴۶	اجاره سالیانه انبار
۴۲,۷۰۲/۹۷	سود سالیانه
۶,۹۴۷/۷۰	اجاره ماهیانه انبار

خلاصه نتایج محاسبات اقتصادی

(ارقام: میلیون)

(ریال)



حالت (۲) انبار+کامیون+پکیج شیپ لودر	حالت (۱) انبار	
۴۸,۹۱۰/۶۸	۴۸,۹۱۰/۶۸	(۱) قیمت دستگاهها
۲۷۳,۴۵۳/۷۶	۲۱۶,۸۵۳/۷۶	(۲) سرمایه طرح
۴۸,۳۲۷/۴۷	۴۰,۶۶۹/۴۹	(۳) هزینه تولید
۱۰۱,۴۸۷/۶۹	۸۳,۳۷۲/۴۶	(۴) هزینه اجاره سالیانه

	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 ۱۳۹۰ ماه	RIPI-63530201-89	گزارش پروژه	پنجم

۸,۴۵۷/۳	۶,۹۴۷/۷	(۵) هزینه اجاره ماهیانه
۲۰٪	۲۰٪	(۶) نرخ بازگشت داخلی (IRR)

آنالیز حساسیت:



«IRR»		
حالت (۲)	حالت (۱)	
		<u>(۱) سرمایه ثابت:</u>
۱۱٪/۹۷ ≅ ۱۲٪	۱۲٪	+۵۰٪
۱۳٪	۱۳٪	+۴۰٪
۱۴٪	۱۴٪	+۳۰٪
۱۶٪	۱۶٪	+۲۰٪
۱۸٪	۱۸٪	+۱۰٪
۲۰٪	۲۰٪	۰
۲۲٪	۲۲٪	-۱۰٪
۲۵٪	۲۵٪	-۲۰٪
۲۹٪	۲۹٪	-۳۰٪
۳۴٪	۳۴٪	-۴۰٪
۴۱٪	۴۱٪	-۵۰٪
		<u>(۲) هزینه انبارداری:</u>
۱۵٪	۱۵٪	+۵۰٪
۱۶٪	۱۶٪	+۴۰٪
۱۷٪	۱۷٪	+۳۰٪
۱۸٪	۱۸٪	+۲۰٪
۱۹٪	۱۹٪	+۱۰٪
۲۰٪	۲۰٪	۰
۲۱٪	۲۱٪	-۱۰٪
۲۲٪	۲۲٪	-۲۰٪
۲۳٪	۲۳٪	-۳۰٪
۲۳٪/۹۱	۲۴٪	-۴۰٪
۲۴٪/۷۹	۲۵٪	-۵۰٪

	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	پنجم

«IRR»		
حالت (۲)	حالت (۱)	
		(۳) اجاره انبار:
۳۵٪	۳۵٪	+۵۰٪
۳۲٪	۳۲٪	+۴۰٪
۲۹٪	۲۹٪	+۳۰٪
۲۶٪	۲۶٪	+۲۰٪
۲۳٪	۲۳٪	+۱۰٪
۲۰٪	۲۰٪	۰
۱۶٪	۱۶٪	-۱۰٪
۱۳٪	۱۳٪	-۲۰٪
۹٪	۹٪	-۳۰٪
۵٪	۵٪	-۴۰٪
۱٪	۰٪/۶	-۵۰٪

بطور کلی نتایج محاسبات اقتصادی حاکی از آن است که انبارش گوگرد در انبارهای مسقف در ماه بطور متوسط حدود ۲۱/۵ دلار هزینه در بر خواهد داشت. بعبارت دیگر انبارش طولانی مدت در انبارهای مسقف به هیچ وجه توجیه اقتصادی نداشته و تنها در صورت عرضه زود هنگام باید گوگرد دانه بندی و ذخیره گردد. در واقع یکی از دلایل اصلی بلوک سازی گوگرد مسئله اقتصادی انبارش است که باعث شده است که گوگرد متناسب با نیاز بازار دانه بندی و عرضه شود.

مهمترین فاکتور مؤثر بر میزان صادرات گوگرد تولیدی کشور، قیمت گوگرد در بازارهای جهانی است که با توجه به متغیر بودن این قیمت، گاهاً فروش محصول گوگرد هیچگونه صرفه اقتصادی به دنبال نداشته و حتی هزینه‌های تولید را نیز برآورده نمی‌سازد. بطور معمول، در صورت مناسب بودن قیمت نیز میزان تولید از میزان تقاضا بیشتر بوده و در دوره‌های خاص و غیرقابل پیش‌بینی تقاضای جهانی گوگرد افزایش می‌یابد. در چنین شرایطی، انبارش گوگرد به فروش آن ترجیح داده می‌شود و با طولانی‌تر شدن این دوره میزان گوگرد انبار شده افزایش یافته و افزایش ظرفیت انبارش واحدهای تولید کننده گوگرد امری اجتناب ناپذیر خواهد بود.



	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	پنجم

۳-۵- امکان سنجی و ارزیابی مدلی برای انبارش زیرزمینی گوگرد در خانگیران و پارس جنوبی

هنگامی که لازم است گوگرد در مدت زمانهای طولانی تری نگهداری شود، انبارش در زیر سطح زمین و یا زیر زمین، نسبت به دیگر روشهای انبارش مزایای قابل توجهی دارد. با این وجود، عمده ترین مزایای این روش انبارش بصورت موردی در زیر اشاره شده است:

- استفاده بهینه از فضای در دسترس: این روش برای پالایشگاههایی که با کمبود فضا مواجهند بسیار مناسب بوده و با توجه به اینکه انبارش در زیر سطح زمین انجام شده است، فضای روی قسمت انبارش می تواند برای کاربردهای خاص دیگری مورد استفاده قرار گیرد.
- حذف آلودگی بصری ناشی از بلوکها یا انبارهای بزرگ: در روش استاندارد پیشنهادی، روی سطح محل انبارش گیاه نیز کاشته می شود که خود بهبود اثرات زیست محیطی و زیبایی بصری محل را نیز به دنبال دارد.
- عدم نیاز به قالبگیری مرسوم انجام شده برای بلوکهای روی سطح زمین که به نسبت فرآیندی سخت و زمانبر است: از طرف دیگر، پلهای بودن قالبها باعث می شود حجم هر پله از پله پایینی خود کمتر بوده و رفته رفته ظرفیت پلهها کاهش می یابد.
- عدم رسیدن رطوبت و آبهای سطحی به بستر گوگرد: تولید آبهای سطحی اسیدی و آلودگی خاک.
- عدم نیاز به واحد تصفیه و خنثی سازی آبهای اسیدی جاری.
- ایمنی کامل از نقطه نظر HSE و علی الخصوص حذف کامل احتمالات آتش سوزی.
- حذف هزینه های انبارداری گوگرد که گاه ماهانه تا ۲۳-۱۹ دلار بر تن نیز می رسد.



در این روش زمین مناسبی انتخاب گشته و تا عمق مورد نظر خاک برداری می شود. سپس کف و دیواره های 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 NaCl ، KCl ، KNO_3 ، Na_2SO_4 یا 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

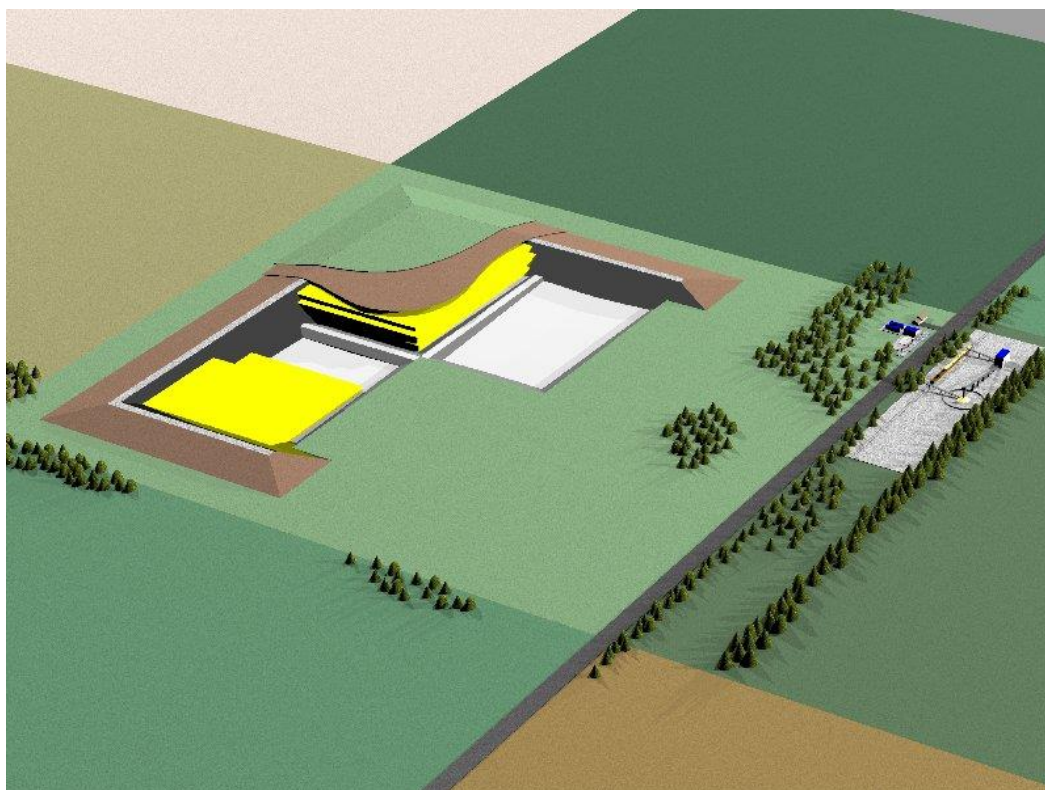
	عنوان سند					 شرکت ملی گاز ایران
	امکان سنجی استفاده از تکنولوژی های جدید انبارداری گوگرد					
شماره گزارش	شماره ویرایش	محل تهیه سند	تاریخ تهیه سند	شماره سند	نوع سند	فصل
نهایی	۲	پژوهشگاه صنعت نفت	مرداد ۱۳۹۰هـ	RIP1-63530201-89	گزارش پروژه	پنجم

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 علفکاری می شود تا بارش های جوی به لایه های زیرین نفوذ نکنند. شکل های ۵-۱۳ و ۵-۱۴ تصاویر شماتیک ۳ بعدی از انبارش گوگرد در زیر سطح زمین ارائه می دهند. لازم به ذکر است که این تصاویر دقیقاً مبتنی بر مدل پیشنهادی این پروژه برای انبارش در زیر سطح زمین می باشند با این تفاوت که در شکل شماره ۵-۱۴ انبار گوگرد نشان داده شده چهار بخش دارد ولی در مدل های نهایی پیشنهادی تمامی انبارها ۶ بخش دارد. البته لازم به ذکر است که بسته به ظرفیت انبار و شرایط فرآیندی و محلی، تعداد و نوع بخش های انبارهای پیشنهادی می تواند متفاوت و متنوع باشد که بایستی در مرحله پیش از اجرا و در طراحی مفهومی به دقت مورد بررسی و مطالعه قرار گرفته و انتخاب شود..



(شکل ۵-۱۳) شماتیک سه بعدی یک بخش از انبار گوگرد در زیر سطح زمین در حال پر شدن

	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	پنجم



(شکل ۵-۱۴) شماتیک سه بعدی یک انبار گوگرد از نوع چهار بخشی در زیر سطح زمین در حال پر شدن

۱-۳-۵- برآورد مقدار گوگرد قابل انبارش در زیر سطح زمین

همانگونه که در بخش‌های پیشین نیز اشاره گردید انبارش در زیر سطح زمین در مواردی توصیه می‌شود که لازم است گوگرد مدت زمان طولانی (تا ۵ سال و یا بیشتر) انبار و نگهداری شود. از این رو برای استفاده از چنین روش انبارشی در منطقه عسلویه و یا خانگیران لازم است که ابتدا برآورد مناسبی در راستای تخمین میزان گوگرد مازاد تولیدی که بایستی در مدت‌های طولانی‌تری انبارداری شود مشخص شود. در این اینجا بعنوان الگو ظرفیت اسمی تولید گوگرد فازهای در حال بهره‌برداری پالایشگاه‌های پارس جنوبی و روند عملی تولید در سال‌ها گذشته به همراه ظرفیت تئوری صادرات همراه با میزان صادرات واقعی در طول سالیان گذشته و میزان گوگرد مازاد این پالایشگاه‌ها به روشی منطقی مورد بررسی قرار می‌گیرد تا بر اساس آن بتوان مدلی مهندسی برای انبارش زیرزمینی گوگرد استخراج کرد. پرواضح است که با تعمیم نتایج حاصل می‌توان الگوی بدست آمده را برای پالایشگاه خانگیران نیز استفاده کرد.

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

برای این منظور در ابتدا پتانسیل تولید گوگرد از فازهای در حال بهره برداری در پارس جنوبی مورد بررسی قرار می گیرد. بر اساس جدول (۵-۱) مشاهده می شود که سالانه ۴۲۰ هزار تن گوگرد از این فازها تولید می گردد که با احتساب گوگردی که در آینده از پالایش فازهای ۶،۷ و ۸ حاصل می شود انتظار می رود به این مقدار ۳۳۰ هزار تن دیگر نیز اضافه گردد.

موقعیت	فاز	تولید گوگرد فعلی (تن در روز)	تولید آتی گوگرد (تن در روز)
در حال بهره برداری	۱	۲۰۰	-
	۳ و ۲	۴۰۰	-
	۵ و ۴	۴۰۰	-
	۸ و ۷، ۶	-	۱۱۰۰
	۱۰ و ۹	۴۰۰	-
ظرفیت تولیدی کل (روز/تن)		۱۴۰۰	۱۱۰۰
ظرفیت تولیدی کل (سال/تن)		۴۲۰۰۰۰	۳۳۰۰۰۰

شایان ذکر است که ظرفیت اسمی تولیدی گوگرد فازهای در حال بهره برداری پالایشگاه های گاز پارس جنوبی چیزی در حدود ۱/۴ میلیون تن در روز، معادل ۴۲۰،۰۰۰ تن در سال می باشد. با این وجود با توجه به گزارشات موجود، تولید واقعی و فعلی فازهای مختلف پالایشگاه های گاز پارس جنوبی چیزی در حدود ۱۰۰۰ تن در روز و معادل ۳۰۰،۳۰۰ تن در سال است. در جدول (۵-۲) نیز میزان تولید واقعی و صادرات انجام شده در طول سال های ۱۳۸۳ الی ۱۳۸۷ و در نهایت در سال ۱۳۸۹ ارائه شده است.

عنوان	۱۳۸۳	۱۳۸۴	۱۳۸۵	۱۳۸۶	۱۳۸۷	۱۳۸۹
تولید گوگرد (تن)	۱۸۰/۰۰۰	۱۸۰/۰۰۰	۲۰۷/۰۰۰	۲۰۳/۷۵۱	۲۱۷/۶۲۷	۲۹۳/۹۹۶
میزان فروش داخلی (تن)	-	-	-	-	-	-
میزان صادرات (تن)			۹۸۵/۸۶۳			



	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 ۱۳۹۰هـ	RIP1-63530201-89	گزارش پروژه	پنجم

بر اساس اطلاعات آماری جدول (۵-۲) می توان نتایجی به شرح جداول (۳-۵) و (۴-۵) را استخراج نمود.

جدول (۵-۳) مقایسه میزان تولید و صادرات از پالایشگاه های پارس جنوبی		
عنوان	در طول سال های ۱۳۸۳ الی ۱۳۸۷ (تن در سال)	سال ۱۳۸۹ (تن در سال)
متوسط تولید سالیانه	۱۹۷/۶۷۶	۳۰۰/۰۰۰
متوسط صادرات سالیانه	۱۹۷/۱۷۳	اطلاعات موجود نیست
متوسط صادرات تنوری بر مبنای بارگیری و صادرات ماهانه یک کشتی ۲۰/۰۰۰ تنی	-	۲۴۰/۰۰۰

جدول (۵-۴) برآورد میزان گوگرد مازاد پالایشگاه های پارس جنوبی بر دو مبنای آماری و تنوری		
عنوان	(تن در سال)	ملاحظات
مازاد گوگرد بر اساس اطلاعات آماری	۱۰۲/۸۲۷	مقایسه اطلاعات آماری تولید و صادرات در سال های ۱۳۸۳ الی ۱۳۸۷
مازاد گوگرد بر اساس اطلاعات تنوری و ظرفیت های اسمی	۱۸۰/۰۰۰	مقایسه اطلاعات ظرفیت های تولید اسمی و صادرات تنوری بر مبنای بارگیری و صادرات ماهانه یک کشتی ۲۰/۰۰۰ تنی
میانگین مازاد گوگرد بر اساس مقایسه مازاد گوگرد اطلاعات آماری و تنوری	۱۴۰/۰۰۰	متوسط حسابی و معادل ۷۰۰/۰۰۰ تن در ۵ سال

همانطور که مشاهده می شود در طول سال ها گذشته تا سال های ۸۷-۸۸ میزان تولید و صادرات گوگرد پالایشگاه های گاز پارس جنوبی تقریباً متعادل و برابر بوده و انبارهای مسقف موجود (انبارهای مسقف با ظرفیت ۰۰۰،۳۶ تن که تعداد دو عدد از آنها به بهره برداری رسیده است) می توانستند میزان اختلاف موجود را پوشش دهند. با این وجود در سال های اخیر (از سال ۸۸ به بعد) میزان تولید گوگرد پالایشگاه های گاز پارس جنوبی افزایش پیدا کرده و روندی افزایشی در رسیدن به حداکثر ظرفیت تولید برابر با ۰۰۰،۴۲۰ تن گوگرد در سال مشاهده می شود. از طرفی میزان ظرفیت بارگیری کشتی و صادرات از اسکله ماهشهر رشدی نداشته و در بهترین شرایط، متوسط ماهانه یک کشتی ۰۰۰،۲۰ تنی بارگیری و صادر می شود. در خلال فصولی که قیمت گوگرد در بازارهای جهانی افت زیادی پیدا می کند، روند و میزان صادرات از این مقدار نیز کمتر است. در این میان، اختلاف

	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	پنجم



میزان گوگرد تولیدی و صادراتی روز به روز افزایش یافته و بر مقدار گوگرد تولیدی مازاد که نیاز به انبارش و نگهداری دارند افزایش می یابد.

با توجه به اطلاعات ارائه شده در جدول (۴-۵)، میانگین مازاد گوگرد بر اساس مقایسه مازاد گوگرد اطلاعات آماری و تئوری برابر با ۰۰۰،۱۴۰ تن در سال و یا ۰۰۰،۷۰۰ تن در طول ۵ سال می باشد. از طرفی در حال حاضر گوگرد دانه بندی تولیدی فازهای ۴ و ۵ پالایشگاه های گاز پارس جنوبی، کیفیت مناسبی نداشته و این فازها با مشکلات خاصی برای دانه بندی گوگرد تولیدی خود مواجهند. روش انبارش در زیر سطح زمین می تواند بخوبی در این فازها اجرا شود. ظرفیت تولیدی این دو فاز برابر با ۴۰۰ تن در روز، معادل ۷۲۰/۰۰۰ تن در ۶ سال است. طراحی انجام شده بر مبنای اطلاعات جدول ۴ صورت گرفته و انبار زیرزمینی پیشنهادی دارای ظرفیتی کمی بیش از ۷۰۰/۰۰۰ تن است. انبار زیرزمینی پیشنهادی برای فازهای ۴ و ۵ پالایشگاه های گاز پارس جنوبی می تواند بصورت سوپاپ اطمینانی عمل نماید. بدین صورت که در فصولی که تقاضا و میزان صادرات گوگرد بالا باشد، گوگرد تولیدی این فازها نیز می تواند دانه بندی شده و برای صادرات ارسال شود. در صورت عدم وجود تقاضا، کاهش قیمت و بروز مشکل در صادرات گوگرد، قسمتی و یا تمامی گوگرد تولیدی فازهای ۴ و ۵ می تواند انبارش زیرزمینی شده و برای مدت های طولانی و با صرف هزینه اولیه اندکی انبارش و نگهداری شود. می توان نتیجه گرفت که اگر تمامی گوگرد تولیدی فازهای ۴ و ۵ پالایشگاه های گاز پارس جنوبی در زیر سطح زمین انبارش گردد، تا حدود ۶ سال هیچ گونه نگرانی در مورد مازاد گوگرد تولیدی پالایشگاه های گاز پارس جنوبی نبوده و می توان همواره به گونه ای تعادل میان تولید و صادرات را برقرار نمود.

۲-۳-۵- نکات در نظر گرفته شده در اساس طراحی مدل

با توجه به اطلاعات بدست آمده از منابع مختلف و بررسی های انجام شده، نکات مهمی در طراحی انبارهای ذخیره گوگرد در زیر سطح زمین بدست آمد که بصورت موردی در زیر اشاره شده است:

- حداکثر عمق عملی و مقرون به صرفه در زیر سطح زمین که می توان برای انبارش در نظر گرفت ۱۰ متر و حداقل ۵ متر می باشد. برای تمامی استراتژی های پیشنهادی در این پروژه، عمق متوسط ۷ متر در زیر سطح زمین به عنوان مبنای ثابت مدل های پیشنهادی بوده و ارتفاع گوگرد بر روی سطح زمین در سه ارتفاع مختلف ۱۳، ۸ و ۳ متری تغییر داده شده است. به

	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	پنجم

هنگام تصویب و اجرای چنین طرحی، مناسبترین ارتفاع می‌تواند با در نظر گرفتن فاکتورهای متعددی که با ارزیابی میدانی حاصل می‌شود می‌تواند تعیین شود.

- انباشت سالیانه ۰۰۰،۱۴۰ تن گوگرد تولیدی مازاد، به عنوان متوسط مقادیر آماری موجود، مقادیر تئوری و ظرفیت‌های اسمی به عنوان مرجعی برای تعیین گنجایش انبار پیشنهادی مورد استفاده قرار گرفت. مدت زمان مرجع ۵ سال اقامت گوگرد در انبار نیز، ظرفیتی انبارشی در حدود ۰۰۰،۷۰۰ تن را به دنبال دارد که سعی شده است تمامی استراتژی‌ها پیشنهادی دارای حداقل ظرفیت ۰۰۰،۷۰۰ تن باشند.



- همانطور که در پیوست و نقشه‌های مدل پیشنهادی دیده می‌شود، کف انبار پیشنهادی و دیواره‌ها شیب‌دار می‌باشند. دیواره‌ها دارای یک لایه پلیمر غیر قابل نفوذ از جنس HDPE هستند که در صورت تولید شدن هر گونه آب اسیدی آن را به سمت پایین و در نهایت، کف انبار پیشنهادی هدایت می‌کنند. کف انبار، با لایه‌ای از آهک پوشانیده شده است تا در صورت تولید احتمالی مقادیر کمی آب‌های اسیدی بتواند براحتی آن‌ها را خشی کرده و از انتقال آن به لایه‌های خاک جلوگیری نماید.

- در انبارش‌های زیر سطح زمین می‌توان سطح نهایی گوگرد انبار شده را با نمک‌های معدنی مانند NaCl ، KCl ، KNO_3 ، Na_2SO_4 و یا پوشانید که خاصیت بازدارندگی باکتری‌ها و میکروب‌های اکسید کننده گوگرد به اسید سولفوریک دارند و یا سطح نهایی را با چند لایه خاک مناسب کشاورزی پوشانیده و سطح حاصل را گیاه‌کاری کرد. از آنجایی که استفاده از گیاهان علاوه بر اثرات زیست محیطی، اثرات بصری مثبتی نیز به محل انبارش گوگرد می‌بخشد، این نوع پوشش نهایی انتخاب و در مدل پیشنهادی استفاده شده است.

۳-۳-۵- توصیف مدل پیشنهادی

لازم به ذکر است که تمامی استراتژی‌های پیشنهادی، همگی در حد مدل بوده و به هنگام اجرای چنین طرحی در محل پالایشگاه لازم است طراحی مفهومی کاملی انجام شده و تمامی پارامترها دوباره و با توجه به شرایط محلی و فرآیند موجود در منطقه دوباره بازبینی و اصلاح شوند.

مدل پیشنهادی در این پروژه، انباری است که مقداری از آن در زیر سطح زمین و مقداری بر روی سطح زمین قرار دارد. این انبار خود می‌تواند به چندین بخش داخلی انبارش گوگرد تقسیم می‌شود

	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	پنجم



که مدل‌هایی چهارتایی و شش‌تایی مرسوم‌ترند. بطور کلی هر انبار گوگرد زیر سطحی را می‌توان به چهار بخش به شرح ذیل تقسیم کرد:

کف انبار: کف انبار گوگرد بصورت بلوک، مهمترین نقش را در آلودگی خاک‌های مجاور بازی می‌کند. در انبارهای بلوک‌های روی زمین پیشرفته امروزی، کف انبار کاملاً زیرسازی شده و کانال‌هایی در آن‌ها تعبیه می‌گردد تا آب‌ها اسیدی و سطحی را خارج کرده و به سمت حوضچه خنثی‌سازی و تصفیه هدایت نماید. در انبارش زیر سطحی، احتمال رسیدن رطوبت و آب‌های سطحی به گوگرد و تولید آب‌های اسیدی بسیار کم است ولی نامحتمل نیست. فلذا بایستی تدبیری اندیشیده شود تا آب‌های اسیدی تولیدی خنثی شده و به خاک اطراف راه نیابند. از طرفی در انبارش زیر سطحی جمع‌آوری و خارج نمودن آب‌های اسیدی بسیار دشوارتر است، از این رو بهترین راهکار پیش رو خنثی نمودن آب‌های اسیدی احتمالی در همان محل انبار می‌باشد. برای دستیابی به این هدف، کف انبار بصورت لایه لایه ساخته شده است. لایه اول عبارت است از یک ژئوممبران^۳ که برای جداسازی موثر جامدات از مایعات و نفوذ دادن مایعات مورد استفاده قرار می‌گیرد. معمولاً ژئوممبران‌ها متشکل از پلی‌استر و قیر اکسید شده^۴ هستند، نفوذپذیری اندکی داشته و بصورت تجاری در دسترسند. سپس یک لایه پارچه زهکشی نفاخته^۵ قرار داده می‌شود که معمولاً از جنس الیاف پروپیلن با کیفیت بالا بوده و به منظور حفظ ذرات خاک استفاده می‌شود. این پارچه‌ها قابلیت نفوذ دادن آب را داشته و بصورت تجاری در دسترسند. در لایه بعدی حدود ۱۵cm آهک ریخته می‌شود که نقش آن جذب آب‌های اسیدی نفوذ یافته از لایه‌های بالاتر و خنثی نمودن آن است. با توجه به این نکته که میزان آب‌های اسیدی احتمالی تولیدی بسیار اندک است، یک بستر ۱۵ سانتی‌متری، ظرفیت خنثی‌سازی تمامی آب‌های اسیدی تولیدی را داراست. پس از این لایه، دوباره یک لایه پارچه زهکشی نفاخته استفاده می‌شود. در نهایت و در پایین‌ترین لایه، یک زیرسازی ۱۰۰ سانتی‌متری از جنس رس فشرده با نفوذپذیری بسیار کم ($1 \times 10^{-8} \text{m/s}$) قرار دارد که علاوه بر زیرسازی انبار، نقش مهم جذب کردن و نگهداری هر گونه محتوای اسیدی خنثی نشده را بازی می‌کند.

^۱ Geo-membrane ^۳

^۱ Non-woven polyester and oxidized bitumen ^۴

^۱ Non-woven geotextile ^۵

	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	پنجم

دیواره‌های جانبی انبار

الف. دیواره‌های درونی: نقشی که دیواره‌های جانبی انبار ایفا می‌کنند متفاوت از کف انبار است. چیدمان لایه‌های دیواره‌های جانبی کاملاً مشابه کف انبار بوده و فقط به جای لایه آهک یک لایه شبکه زهکشی دو محوری از پلی‌اتیلن سنگین قرار داده می‌شود که به عنوان تقویت کننده خاک در شیب و زهکشی عمل می‌نماید. تا هر گونه آب اسیدی تشکیل شده را به سمت کف مخزن و لایه آهکی پیش‌بینی شده انتقال دهد. این دیواره با نسبت ۳:۱ (ارتفاع:وتر) شیب داده می‌شود تا هم از نظر انتقال سیال عملکرد مناسبی از خود نشان دهد، هم از لحاظ مکانیکی و عملی، خاکبرداری و ایجاد آن راحت‌تر باشد.

ب: دیواره‌های بیرونی: دیواره‌های بیرونی انبار در مقایسه با دیواره‌های درونی دارای شیب کمتری بوده و با نسبت ۵:۱ خاکریزی می‌شوند. این شیب ملایم، سطح بالایی انبار را به زمین رسانده و دسترسی به روی انبار برای انجام کارهایی مانند خاکریزی، گياهکاری و غیره را فراهم می‌آورد.

دیواره‌های تقسیم داخلی انبار: دیواره‌های تقسیم داخلی انبار، همانگونه که از اسمشان بر می‌آید، برای تقسیم‌بندی فضای داخلی انبار به بخش‌های (قالب‌های) کوچک‌تر استفاده می‌شوند. بطور عمومی در مدل پیشنهادی، این دیواره‌ها دارای عرضی معادل ۳ متر بوده و از جنس خاک محل انبار می‌باشند.



روکش انبار: فلسفه انبارش در زیر سطح زمین، عدم تماس گوگرد با تغییرات جوی و بارش‌های جوی است. پس از اتمام ریخته شدن گوگرد در انبار و پر شدن آن، سطح روی گوگرد با یک پوشش چند لایه پوشانیده می‌شود. در مدل پیشنهادی این لایه‌ها به ترتیب و پس از سطح گوگرد، عبارتند از یک لایه از خاک محلی به عمق ۵۰cm، یک لایه زیرین خاک^۷ به عمق ۶۰cm که شامل خاک رس و مواد معدنی مثل آهن، اکسید آلومینیم و کربنات کلسیم است. یک لایه زیرین دیگر^۸ به عمق ۶۰cm که عمدتاً از جنس شن و ماسه و گل و لای ساخته شده، لایه خاک بالایی^۹ به عمق ۳۰cm که

^۱ HDPE geonet-biaxial drainage layer

^۱ Select soil layer

^۱ Subsoil

^۱ Topsoil

	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	پنجم



معمولاً خاک نباتی غنی استفاده می‌شود و در نهایت گیاهان سطح خاک که عمدتاً استفاده از بوته‌ها و علف‌های محلی که با شرایط محیطی سازگاری بیشتری دارند توصیه می‌شود. بطور کلی برای استفاده از چنین مدلی به نقشه های مهندسی اولیه ای نیاز است که با مفروضات مطرح شده در بالا کلیه نقشه های انبارها، خاکریزی و آماده‌سازی آنها برای مدل فوق با ظرفیت انبارش ۷۰۰ هزار تن در ضمیمه ۱ آورده شده است.

۴-۵- نتیجه گیری

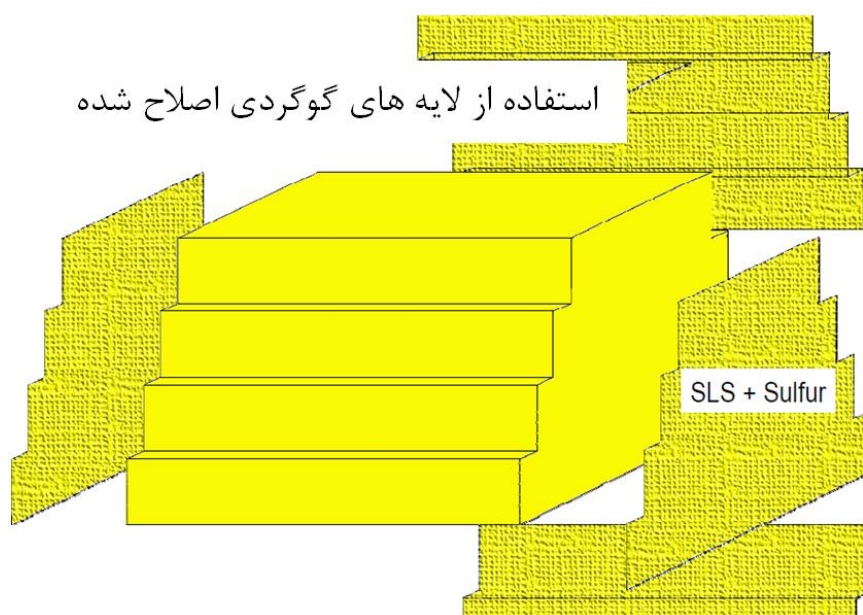
در حال حاضر و با استناد به اطلاعات موجود، انبارش گوگرد در زیر سطح زمین برای فازهای ۴ و ۵ پالایشگاه‌های پارس جنوبی پیشنهاد داده شده است. بدیهی است که چون ممکن است در فصولی از سال، حتی تمامی ظرفیت تولید این فازها به سمت انبارش زیرزمینی انتقال داده شود، بهتر است برای انتقال گوگرد مذاب به سمت محل انبارش، از لوله‌های دوجداره مناسب استفاده شده و برای انتقال گوگرد مذاب به درون انبار نیز از شوت‌های مرسوم در بلوک‌ریزی گوگرد استفاده شود. پیشنهاد می‌شود که در هر مرحله انبارش، سه بخش از شش بخش انبار پیشنهادی مورد استفاده قرار گرفته و به ترتیب و بصورت دوره‌ای لایه‌ریزی شوند (هنگامی که دو بخش دیگر در حال جامد شدن هستند، بخش سوم در حال پر شدن است) تا گوگرد مذاب ریخته شده فرصت کافی برای جامد شدن داشته و احتمال بروز هر گونه مشکل به حداقل کاهش داده شود. ظرفیت کل، محوطه انبار پیشنهادی کمی بیش از ۷۰۰،۰۰۰ تن بوده و چیزی در حدود ۶ سال تولید گوگرد فازهای ۴ و ۵ را براحتی در خود جای می‌دهد. همچنین برای مدیریت بهتر انبارش گوگرد در خانگیران و پارس جنوبی راهبردهای بدست آمده است که بطور مختصر به آنها اشاره می‌شود.

۱-۴-۵- راهبردهای بهبود انبارش گوگرد در خانگیران

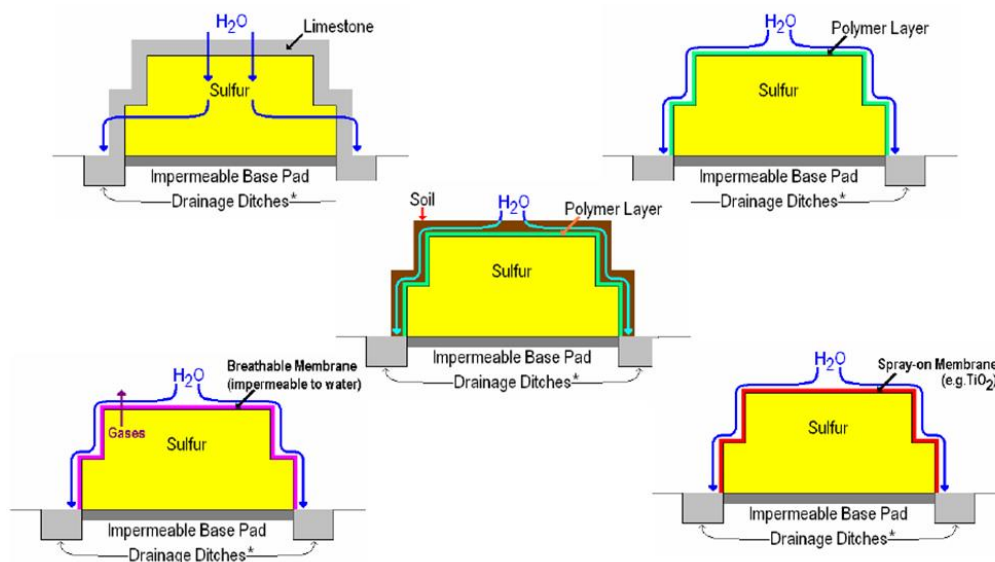
بطور کلی بررسی های انجام شده نشان می‌دهد که با توجه به عدم توازن تولید، مصرف و صادرات گوگرد در کشور و همچنین جلوگیری از خام فروشی گوگرد باید به دنبال راهکارهایی برای انبارش طولانی مدت آن بود. اگر چه در منطقه خانگیران در حال حاضر از سیستم بلوک سازی گوگرد به این

	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 ۱۳۹۰ هـ. ش	RIP-63530201-89	گزارش پروژه	پنجم



منظور استفاده می شود ولی شواهد عینی حاکی از آن است که استفاده پوشش های محافظتی (شکل های ۵-۱۵ و ۵-۱۶) روی بلوک ها می توان طول عمر انبارش بلوک ها را افزایش داد.



شکل (۵-۱۵) استفاده از گوگرد تقویت شده با بیوساید SLS بعنوان پوشش محافظ بلوک گوگردی





شکل (۵-۱۶) استفاده از مواد پلیمری برای محافظت بلوک گوگردی

	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 ۱۳۹۰ هـ. ش	RIPI-63530201-89	گزارش پروژه	پنجم

شایان ذکر است که از عمده معضلات انبارش گوگرد در این منطقه وجود گاز هیدروژن سولفید در گوگرد مذابی است که روانه بخش قالب گیری می گردد. این مهم باعث شده است که نه تنها مشکلات زیست محیطی به سبب آزاد شدن این گاز خطرناک بهنگام سرد شدن گوگرد ایجاد گردد بلکه عامل اصلی در ایجاد گرد غبار بهنگام برداشت از قالب ها می باشد. لذا انتظار می رود با اصلاحاتی به شرح ذیل بتوان در گوگرد مذاب و تاسیسات موجود بتوان کیفیت انبارش گوگرد و بهره برداری از آن را تا سطح مطلوب ارتقای داد:

- گاززدائی از گوگرد مذاب تولیدی واحدهای SRU برای این منظور لازم است با بررسی و امکان سنجی دقیق، راهبرد مناسب و قابل اجرا در واحدهای بازیافت گوگرد خانگیان شناسایی، طراحی و اجرا گردد. در این رابطه می توان اذعان کرد که با اجرای این برنامه مشکلات انبارش و بهره برداری از بلوک های گوگرد تا حد زیادی مرتفع خواهد شد.
 - استفاده از سیستم های غبارنشانی برای کاهش انتشار ذرات ریز گوگردی در محوطه بارگیری گوگرد، در واقع با نصب سیستم های سیار اسپری کننده می توان از انتشار ذرات گوگردی به محیط اطراف به نحو قابل ملاحظه ای جلوگیری کرد.
 - ایجاد زیرساخت های لازم برای دانه بندی و عرضه به موقع کل گوگرد تولیدی خانگیان: در این رابطه باید خاطر نشان کرد که با تکمیل چرخه تولید تا صادرات می توان گوگرد مذاب خروجی از واحدهای بازیافت گوگرد را مستقیم دانه بندی و روانه بازار نمود.
 - استفاده از سیستم های مکانیزه برش مخصوص بلوک گوگردی و تولید بلوک های کوچکتر قابل حمل، این روش در مواقعی که بلوک های گوگردی از مقاومت مکانیکی بالایی برخوردار باشند می تواند راهکار اقتصادی مناسبی در حمل و نقل نیز باشد.
 - استفاده از سیستم های مکانیزه ذوب مجدد گوگرد در مواقع اضطرار، با این راهبرد می توان در زمان هایی که بازار گوگرد مناسب باشد بهره لازم را برد. بعبارت دیگر با ذوب مجدد گوگرد و انتقال آن به واحد دانه بندی می توان محصول مورد نیاز را به موقع عرضه کرد.
- بهر حال انتخاب یک و یا چندتای از این استراتژی ها می تواند در تجارت گوگرد خانگیان و همچنین نیل اهداف به توسعه پایدار بسیار موثر 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	پنجم

۲-۴-۵- راهبردهای بهبود انبارش گوگرد در پارس جنوبی



همانطور که گفته شد در حال حاضر تمامی گوگرد تولیدی در منطقه پارس جنوبی دانه بندی و در انبارهای مسقف انبار می گردد. بررسی های صورت گرفته در این زمینه نشان می دهد که انبارهای مسقف تنها حدود ۷۰ هزار تن گوگرد را در خود جای می دهند و اضافی آن در فضای باز انبار می گردد. شایان ذکر است که چنین انبارهایی فقط برای انبارش های کوتاه مدت بوده و استفاده از آنها برای نگهداری طولانی مدت گوگرد هزینه بسیار بالایی خواهد داشت. همانطور که در بحث اقتصادی مطرح شد هزینه انبارش هر تن گوگرد در انبارهای مسقف بطور متوسط حدود ۲۱/۵ دلار است. بعبارت دیگر فلسفه وجود چنین انبارهایی به آن سبب است که گوگرد پس از دانه بندی بسرعت مصرف و یا روانه بازارهای هدف گردد.

روند توسعه فازهای پالایشگاهی در پارس جنوبی نشان می دهد که میزان گوگرد تولیدی در این منطقه بسرعت زیاد شده و لذا به سبب عدم وجود زیرساخت های لازم مصرف و صادرات آن پاسخگوی حجم بالای تولید گوگرد نخواهد بود. همچنین مشاهده شده است که حجم انبارهای مسقف موجود در شرایط نامساعد بازار گوگرد برای ذخیره سازی کافی نبوده و مازاد گوگرد تولیدی منطقه در فضای باز ذخیره می شود. اگر چه گوگرد دانه بندی شده در بخش های مختلف جهان برای متناسب با شرایط اقلیمی زمانهای طولانی ذخیره می شود ولی متاسفانه بخشی از گوگرد دانه بندی شده در پارس جنوبی به سبب پایین بودن مقاومت مکانیکی ایجاد خاکه کرده و باعث بروز مشکلاتی به شرح ذیل می گردد:

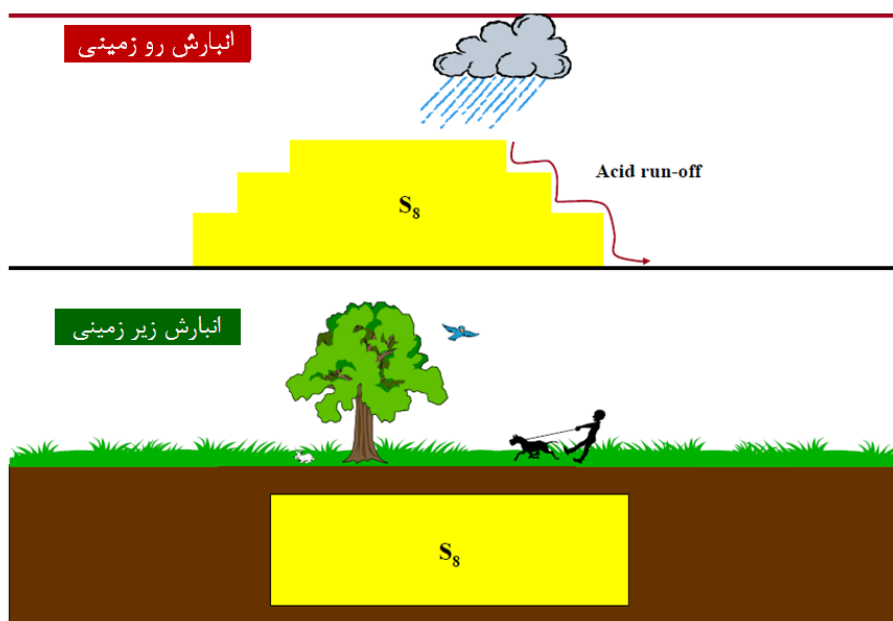
- انتشار ذرات گوگردی و متعاقب آن آلودگی خاک، آب و هوا
- ایجاد محیطی غیر ایمن و پرخطر برای نیروی انسانی
- ایجاد عامل خوردگی برای تاسیسات پالایشگاهی
- ایجاد زمینه بروز خطر آتش سوزی بهنگام بارگیری و حمل و نقل

با توجه به واقعیت های موجود در ذخیره سازی گوگرد در منطقه پارس جنوبی، استفاده از روش های انبارش طولانی مدت ضروری خواهد بود. در این خصوص می توان به راهبردهای اساسی به شرح ذیل پرداخت:



- بر اساس شرایط عملیاتی و اقلیمی منطقه عسلویه ذخیره زیرزمینی گوگرد می تواند راهکاری مناسب برای ذخیره سازی طولانی مدت گوگرد باشد. بررسی های انجام شده

	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	پنجم

نشان می دهد که با یک ارزیابی دقیق از شرایط اقلیمی، زمین شناسی و آنالیز خاک منطقه می توان در آینده بخشی از گوگرد تولیدی را در انبارهای زیرزمینی ذخیره کرد. برای این منظور لازم است که گوگرد مذاب توسط تانکرهای ویژه به مکانهایی از پیش آماده شده منتقل و در گودال قالب بندی شود. همانطور که در شکل های (۵-۱۷) و (۵-۱۸) مشاهده می گردد پس از اتمام مرحله تخلیه مذاب روی آن توسط خاک پوشیده می شود به نوعی که در سطح آن می توان فضای سبز ایجاد کرد.



شکل (۵-۱۷) انبارش زیرزمینی و مصونیت آن در مقابل شرایط جوی

	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	پنجم



شکل (۱۸-۵) انبارش گوگرد در گودال زمینی

- انتقال گوگرد مذاب به مکانهایی مناسب و بلوک نمودن آنها به شیوه های استاندارد از دیگر راهبردها است که می توان در صورت نیاز با ذوب مجدد گوگرد را دانه بندی و عرضه نمود.
 - بازسازی و اصلاح سیستم های دانه بندی گوگرد در پارس جنوبی جهت ارتقای مقاومت مکانیکی گرانول ها و متعاقب آن ذخیره ایمن تر آنها در محوطه های باز
 - انتقال گوگرد مذاب از واحدها به تانک های ذخیره مذاب در مجاورت اسکله و متعاقب آن دانه بندی
- ایجاد زیرساخت های انبارش گوگرد به شکل مذاب در منطقه پارس جنوبی به منظور توسعه صنایع تبدیلی گوگرد