

IMI DRO

IRANIAN MINES AND MINING INDUSTRIES DEVELOPMENT
AND RENOVATION ORGANIZATION

سازمان توسعه و نوسازی
معادن و صنایع معدنی ایران



I M P R C

ارزیابی زیست‌محیطی استفاده از گزنتات‌ها در

فرآیند فلوتاسیون کانی‌های معدنی

شماره قرارداد: ۲۱۷۸۴

نام مجری: مرکز تحقیقات فرآوری مواد معدنی ایران

آذر ماه ۱۳۹۶

شرح خدمات پروژه

طرح پژوهشی "ارزیابی زیست‌محیطی استفاده از گزنتات‌ها در فرآیند فلوتاسیون کانی‌های معدنی" به‌منظور رسیدن به اهداف ذیل از دی‌ماه ۱۳۹۵ در مرکز تحقیقات فراوری مواد معدنی ایران آغاز گردید.

۱- به‌دست آوردن دانش فنی در زمینه تعیین کمی و کیفی گزنتات و محصولات ناشی از تخریب آن در محیط و ارائه خدمات فنی در زمینه تعیین کیفیت گزنتات‌های وارداتی برای جلوگیری از ورود محصولات نامرغوب.

۲- بهینه کردن مصرف گزنتات‌ها با توجه به نوع کانی و شرایط فرایند مورد استفاده در واحد منتخب.

۳- ارزیابی زیست‌محیطی مصرف گزنتات در واحد منتخب

برای انجام این طرح پژوهشی و رسیدن به اهداف یاد شده فعالیت‌ها در دو بخش محیط زیست و فراوری مرکز آغاز گردید.

بخش محیط‌زیست:

- مطالعات کتابخانه‌ای و کسب دانش فنی جهت اندازه‌گیری درصد خلوص گزنتات‌ها و هم‌چنین آنالیز آنها در حد مقادیر جزئی.
- بررسی و مطالعه منابع علمی جهت پیاده‌سازی روش‌های اندازه‌گیری و انتخاب روش مناسب و قابل انجام در آزمایشگاه و مستندسازی و صحت‌گذاری آنها
- بررسی پایداری گزنتات در محیط آبی
- مدلینگ نمونه برداری جهت تعیین روش، تعداد و مکان‌های نمونه برداری از پساب، خاک پسماند و هوا در واحد منتخب

- آنالیز نمونه‌ها
- ارزیابی زیست‌محیطی

بخش فلوتاسیون:

- نمونه‌برداری از کانسنگ‌های (خوراک) واحد منتخب
- تعیین مشخصات
- بررسی مقدار مصرفی گزنتات در واحد منتخب و راندمان واحد
- انجام آزمایش‌های فلوتاسیون به‌منظور بهینه کردن مصرف گزنتات
- بررسی علل افزایش مصرف گزنتات در واحد منتخب
-

و در نهایت ارائه گزارش ارزیابی زیست‌محیطی

خلاصه پروژه

استقرار سیستم‌های مدیریت زیست‌محیطی در معادن و صنایع وابسته طی روند تکاملی زمان به اثبات رسیده است. مواردی از جمله تاثیر سوء زیست‌محیطی در اطراف معادن، دفع صحیح ضایعات شیمیایی خطرناک، بازیافت مواد معدنی، رفع آلودگی‌های هوا، دفع پساب‌های صنعتی، بهبود کیفیت محیط کار و ... از جمله فاکتورها و موارد زیست‌محیطی است که می‌تواند در داخل معدن یا صنایع معدنی مطرح باشد.

در سیستم‌های مدیریت زیست‌محیطی در ابتدا باید ارتباط و موضوعیت مفاهیم و فاکتورهای فوق‌الذکر در شرکت معدنی مشخص شده سپس برای هدایت و کنترل آنها اهداف و مقاصد و روش‌هایی به‌طور مناسب در نظر گرفته شود. لذا با استقرار سیستم مدیریت زیست‌محیطی مزایا و فوایدی از جمله: رعایت قوانین زیست‌محیطی، توجه به خواسته‌های مشتری، قابلیت رقابت در بازارهای جهانی، استفاده بهینه از منابع و کاهش هزینه‌ها، بهبود ارتباطات درون و برون سازمانی، بهبود ایمنی و بهداشت، کیفیت برتر حاصل شود.

اولین اقدام برای ایجاد سیستم مدیریت زیست‌محیطی در صنایع معدنی، ارزیابی زیست‌محیطی معادن و صنایع فعال وابسته به این بخش مانند کارخانه‌های فلوتاسیون است.

فلوتاسیون، یکی از روش‌های جداسازی ماده معدنی با ارزش از باطله همراه است. از جمله ترکیباتی که در فلوتاسیون استفاده می‌شود کلکتورها هستند. کلکتورها مواد شیمیایی آلی هستند که باعث می‌شوند کانی‌های هدف به سطح حباب هوا چسبیده و ضمن شناور شدن از بقیه مواد جدا شوند. گزنتات‌ها یکی از معروف‌ترین و پر مصرف‌ترین این مواد هستند که به‌خصوص برای فلوتاسیون کانی‌های فلزی غیر آهنی مانند سرب و روی و مس و فلوتاسیون سولفیدی آهن و طلا برای حذف پیریت کاربرد دارند.

گزنتات‌ها و محصولات جانبی ناشی از تجزیه آنها از جمله ترکیبات آلی سمی هستند. سالانه حدود دو میلیارد تن از مواد معدنی با این کلکتور تحت فلوتاسیون قرار می‌گیرند. بعد از فرایند فلوتاسیون این مواد بدون هیچ تصفیه‌ای وارد سد باطله می‌شوند. یون گزنتات به‌دلیل تمایل بالا به تشکیل کمپلکس‌های پایدار از یک طرف و

تجزیه به گونه‌های خطرناک‌تر، مشکلات عدیده زیست محیطی را در پی دارد، که از جمله آن می‌توان به آلودگی آب‌های زیر زمینی و تلف شدن گونه‌های مختلف آبی اشاره کرد. از آنجا که کربن‌دی‌سولفید از محصولات اصلی تجزیه گزنتات است، لذا اهمیت پایش و حذف یون گزنتات به خاطر خطرات بالای ناشی از حضور CS_2 بیشتر می‌شود. بررسی انجام شده روی کربن دی‌سولفید تولید شده از گزنتات روی ماهیان آبی نشان می‌دهد که طی ۹۶ ساعت در غلظت بین ۷-۵۵۰ میکروگرم بر لیتر در دمای بین ۲۵-۶ درجه سلسیوس با بیشترین سمیت هیدروژن سولفید مواجه شده‌اند. از اثرات نامطلوب گزنتات‌ها، سوزش چشم و پوست و همچنین سمیت پوستی است. این مواد اثرات زیانباری بر محیط‌زیست دارند. از این‌رو بررسی اثرات زیست‌محیطی استفاده از گزنتات‌ها بر روی منابع آب اطراف کارخانه و سد باطله، همچنین تأثیرات بر روی خاک و پوشش گیاهی اطراف سد باطله و هوای محیط کارخانه و اطراف آن و اثراتش بر سلامتی کارکنان از اقدامات مهم به‌شمار می‌آید.

بنابراین در پروژه ارزیابی زیست‌محیطی استفاده از گزنتات‌ها در فرآیند فلوتاسیون کانی‌های معدنی به‌دست آوردن دانش فنی در زمینه تعیین کمی و کیفی گزنتات و محصولات ناشی از تخریب آن در محیط، بهینه کردن مصرف گزنتات‌ها با توجه به نوع کانی و شرایط فرایند مورد استفاده در واحد منتخب و ارزیابی زیست‌محیطی مصرف گزنتات در واحد منتخب دنبال شد. به‌طور خلاصه نتایج به‌دست آمده در هر قسمت در ادامه ارائه می‌شود.

بخش مطالعات کتابخانه‌ای و کسب دانش فنی

در فرآوری مواد معدنی و صنایع هیدرومتالورژی از واکنش‌گرهای آلی سنتزی، مواد آلی و معدنی طبیعی در مقیاس زیاد استفاده می‌شود. سالانه نزدیک به دو میلیارد تن از کانه‌های معدنی از طریق فرآیند فلوتاسیون عمل‌آوری می‌شوند. بنابراین در فلوتاسیون مقدار زیادی از واکنش‌گرها از جمله کلکتورها، کفسازها، متفرق‌کننده‌ها و اصلاح‌کننده‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند.

مواد آلی مصرفی در فلوتاسیون دارای تنوع بسیار است که اکثر آنها وارداتی و فاقد اطلاعات فنی و یا شناسنامه‌ای هستند. نبود روش و یا دستورالعمل مناسب جهت اندازه‌گیری میزان درصد خلوص انواع کلکتورها،

باعث سردرگمی مصرف‌کنندگان، امکان تقلب و حتی ارائه محصول با کیفیت پایین گردیده است. لذا سعی شده است با توجه به تجهیزات و امکانات مرکز، روش مدونی با در نظر گرفتن کلیه مراحل مستندسازی، کنترل کیفی و صحت‌گذاری روش آزمون مورد ارزیابی قرار گیرد تا امکان اندازه‌گیری کمی و کیفی آن فراهم شود.

گزنتات‌ها یکی از مهم‌ترین کلکتورهای آلی برای فلوتاسیون کانی‌های سولفیدی هستند این مواد ترکیبات ناپایدار بوده و پس از مصرف در فرآیند به محصولات جدیدی تبدیل می‌شوند. از طرف دیگر ناخالصی‌های موجود و عدم اطلاع دقیق از اکتیویته این مواد باعث مصرف نامتعارف آنها در فلوتاسیون می‌شود که این خود باعث افزایش هزینه برای واحد می‌شود. همچنین مقدار بسیار زیادی پساب شامل کلکتورهای آلی به سدهای باطله وارد می‌شوند و احتمال ورود آنها به رودخانه و آبهای زیرزمینی بالا است که در نهایت پساب‌های تولید شده توسط فرآیند فلوتاسیون به یک چالش زیست‌محیطی قابل توجه تبدیل می‌شود. بنابراین استفاده بهینه و حداقل از گزنتات‌ها و همین‌طور پایش آب فرایندی و پساب‌ها برای جلوگیری از اثرات منفی آنها بر محیط زیست بسیار مهم هستند.

از این رو با در نظر گرفتن امکانات و تجهیزات مرکز، بررسی و مطالعه منابع علمی جهت پیاده‌سازی روش‌های اندازه‌گیری و انتخاب روش مناسب و قابل انجام در آزمایشگاه و مستندسازی و صحت‌گذاری آنها انجام گردید. دستورالعمل‌های آن به تفکیک در گزارش آورده شده است. ماحصل این مطالعه و امکان سنجی منجر به دستیابی روش‌های زیر شد.

- تعیین مقدار یون گزنتات در نمونه محلول و پساب در مقادیر بسیار کم (در حد ppm)، با روش‌های تجزیه‌ای پیشرفته اسپکتروسکوپی و کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا، جهت اندازه‌گیری میزان گزنتات در آب فرایندی و برگشتی، پساب ورودی به سد باطله و پساب خروجی از کارخانه و همین‌طور به حداقل رساندن مصرف گزنتات با حفظ راندمان.
- اندازه‌گیری میزان درصد خلوص (اکتیویته) گزنتات‌های صنعتی با روش‌های شیمیایی، جهت مقایسه و انتخاب گزنتات‌های موجود در بازار

- سنتز آزمایشگاهی اتیل گزنتات با درصد خلوص بالا
- خالص سازی اتیل گزنتات صنعتی با روش های آزمایشگاهی و تهیه گزنتات با درصد خلوص بالای ۹۵ درصد
- بررسی و شناخت محصولات جانبی تجزیه گزنتات در محیط آبی در طول زمان و اندازه گیری میزان CS_2 حاصل از آن در هوا

بهینه کردن مصرف گزنتات ها با توجه به نوع کانی و شرایط فرایند مورد استفاده در واحد منتخب

به منظور انجام پروژه ارزیابی زیست محیطی استفاده از گزنتات ها در فرآیند فلوتاسیون کانی های معدنی با هدف کاهش مصرف مواد شیمیایی مورد استفاده در فرایند فلوتاسیون به ویژه آمیل گزنتات پتاسیم به عنوان کلکتور و سولفید سدیم به عنوان فعال کننده، فرایند نمونه گیری از ورودی سلول های فلوتاسیون کارخانه نخلک طی دو مرحله انجام و پس از مطالعات شناسایی، آزمایش های فلوتاسیون در شرایط مختلف انجام و نتایج مطلوبی به دست آمد. شرح نتایج فعالیت های انجام گرفته اختصاراً در ادامه ارائه شده است.

در آزمایش های انجام گرفته در مرحله اول نمونه گیری بر روی نمونه با دانه بندی $d_{80}=191\mu$ و میزان سرب کلی ۶,۳٪، نتایج زیر به دست آمد.

- عدم استفاده از سیلیکات سدیم به دلیل وجود نرمه زیاد (خاصیت متفرق کنندگی) و اثر بازداشت کنندگی، تأثیر نامطلوبی بر عیار و بازیابی دارد؛ بنابراین در آزمایش های بعدی از سیلیکات سدیم استفاده گردید.
- افزایش میزان کف ساز از ۲۰ به ۵۰ گرم بر تن، سبب افزایش بازیابی به میزان ۲۰٪ گردید؛ بنابراین در آزمایش های بعدی از کف ساز به میزان ۵۰ گرم بر تن استفاده گردید.
- در صورت استفاده از حداکثر میزان مصرف مواد شیمیایی (بر اساس اعلام کارخانه) و آب فرایند (برگشتی کارخانه) بازیابی سرب ۴۸٪ به دست آمد.

- زمان آماده‌سازی اولیه به مدت ۱۰ دقیقه، تأثیر چندانی در میزان بازیابی نداشت.
 - افزایش میزان سولفید سدیم از ۱۰۰۰ به ۱۵۰۰ گرم بر تن، سبب افزایش بازیابی به حدود ۷۷٪ گردید.
- در مرحله دوم نمونه‌گیری به دلیل کار نکردن آسیای کارخانه در شرایط مطلوب، نمونه با ابعاد درشت و دانه‌بندی $d_{80}=402\mu$ به دست آمد و پس از انتقال به آزمایشگاه، زمان خردایش با آسیای میله‌ای تر ۳ کیلوپی تعیین گردید. آزمایش‌های فلوتاسیون بر روی نمونه تولید شده با $d_{80}=183\mu$ و میزان سرب کلی ۴/۷۸٪ انجام و نتایج زیر به دست آمد.
- نوع خوراک و یا به عبارتی دیگر توزیع دانه‌بندی، توزیع سرب و میزان نرمه، تأثیر قابل توجهی در میزان عیار و بازیابی دارد به طوری که در مورد خوراک جدید با آب فرایند و استفاده از حداکثر میزان مصرف مواد شیمیایی (بر اساس اعلام کارخانه)، عیار و بازیابی هر دو نسبت به خوراک مرحله اول افزایش و میزان بازیابی از ۴۸٪ به ۹۵٪ افزایش یافت؛ بنابراین با تصحیح مدار خردایش و استفاده از روش‌های کنترلی خردایش، می‌توان به نتایج مطلوبی در فلوتاسیون دست یافت.
 - نوع آب مورد استفاده نیز تأثیر زیادی بر عیار و بازیابی دارد. با آب فرایند، ۱۱٪ بازیابی بیشتر و ۱۵٪ عیار کمتر نسبت به آب مرکز حاصل می‌شود. آب فرایند (آب برگشتی کارخانه دارای مقداری گزنتات و یون‌های دیگری است که این امر سبب افزایش بازیابی می‌گردد).
 - در زمان نمونه‌گیری دوم، کلکتور جدیدی جایگزین کلکتور مورد استفاده در مرحله اول شده بود. در آزمایش‌های انجام گرفته با دو نوع کلکتور تفاوتی از نظر میزان بازیابی وجود نداشت؛ بنابراین در تمامی آزمایش‌ها از کلکتور جدید استفاده گردید.
 - افزایش زمان آماده‌سازی کلکتور و فعال کننده به بیش از ۵ دقیقه، تأثیر نامطلوبی بر فرایند از نظر عیار و بازیابی دارد؛ بنابراین زمان آماده‌سازی ۵ دقیقه برای هر دو مورد مناسب می‌باشد.

- در صورت استفاده از نصف حداکثر میزان مصرف مواد شیمیایی کارخانه، می‌توان به بازیابی ۶۵٪ دست یافت.
 - با کاهش میزان سولفور سدیم و کلکتور از ۳۰۰ به ۱۵۰ گرم بر تن، بازیابی به ترتیب ۹٪ و ۲۵٪ در شرایط معین کاهش می‌یابد؛ بنابراین تأثیر کلکتور به مراتب خیلی بیشتر از فعال کننده است.
 - افزایش میزان سولفور سدیم از ۱۰۰۰ به ۲۰۰۰ گرم بر تن، تنها سبب افزایش عیار و بازیابی به میزان ۲٪ گردید. همچنین با افزایش به ۲۵۰۰ گرم بر تن، بازیابی حدود ۸٪ کاهش یافت.
 - با انجام آزمایش‌های فلوتاسیون در مقادیر کمتر از حداکثر میزان مصرف مواد شیمیایی، بازیابی قابل قبولی برای مرحله رافر به دست نیامد.
 - افزایش میزان کف‌ساز و سیلیکات سدیم هر دو سبب افزایش بازیابی به میزان ۲٪ گردید.
 - با تغییر نوع کف‌ساز و استفاده از Pin oil به جای MIBC، بازیابی حدود ۱۲٪ کاهش یافت.
 - با استفاده از آب تازه معدن نسبت به آب مرکز، بازیابی ۲۰٪ کاهش یافت.
 - در صورت استفاده از فعال کننده بیشتر در میزان کلکتور ثابت، کنسانتره‌ای با دانه‌بندی درشت‌تر به دست آمد؛ بنابراین برای شناورسازی ذرات درشت حاوی کانی‌های سرب، مواد شیمیایی زیادتری مورد نیاز است و در صورت کاهش دانه‌بندی خوراک فلوتاسیون می‌توان با مصرف کمتر مواد شیمیایی بازیابی بالاتری به دست آورد.
- به‌منظور بررسی تأثیر کاهش دانه‌بندی بر بازیابی سرب، زمان خردایش نمونه با دانه‌بندی $d_{80}=183\mu$ توسط آسیای میله‌ای تر ۱ کیلویی تعیین و آزمایش‌های فلوتاسیون با شرایط زیر انجام و نتایج مطلوبی به دست آمد.

- با انجام آزمایش فلوتاسیون در ۳ دانه‌بندی متفاوت ۱۵۰، ۱۰۰ و ۷۵ میکرون و با استفاده از نصف حداکثر مواد شیمیایی مورد استفاده (سیلیکات سدیم: ۱۵۰ گرم بر تن، سولفور سدیم: ۵۰۰ گرم بر تن، آمیل گزنات پتاسیم: ۱۵۰ گرم بر تن)، بازیابی سرب به ترتیب ۰.۷۶٪، ۰.۸۵٪ و ۰.۸۵٪ در مقایسه با بازیابی ۰.۶۵٪ در دانه‌بندی ۱۸۳ میکرون به دست آمد؛ بنابراین دانه‌بندی ۱۰۰ میکرون به عنوان دانه‌بندی بهینه انتخاب گردید.
- در دانه‌بندی ۱۰۰ میکرون با کاهش میزان کلکتور از ۱۵۰ به ۱۰۰ گرم بر تن، بازیابی ۰.۲۳٪ کاهش و به میزان ۰.۶۲٪ رسید؛ بنابراین امکان کاهش میزان کلکتور وجود ندارد و ۱۵۰ گرم بر تن به عنوان میزان بهینه کلکتور انتخاب گردید.
- در دانه‌بندی ۱۰۰ میکرون با کاهش میزان فعال کننده از ۵۰۰ به ۴۰۰ و ۳۰۰ گرم بر تن، بازیابی به ترتیب ۰.۸۵٪ و ۰.۸۲٪ به دست آمد؛ بنابراین ۴۰۰ گرم بر تن به عنوان میزان بهینه فعال کننده انتخاب گردید.
- با توجه به دستیابی به بازیابی حدود ۰.۸۵٪ در مرحله رافر با میزان مصرف سیلیکات سدیم ۱۵۰ گرم بر تن (نصف میزان مورد استفاده در کارخانه)، فعال کننده ۴۰۰ گرم بر تن (کمتر از نصف میزان مورد استفاده در کارخانه) و کلکتور ۱۵۰ گرم بر تن (نصف میزان مورد استفاده در کارخانه)، به منظور افزایش عیار آزمایش‌های کلینر و ریکلینر انجام و کنسانتره‌ای با درصد وزنی ۰.۶/۲۴٪ و عیار بیش از ۰.۶۰٪ و میزان بازیابی ۰.۸۰٪ به دست آمد. عیار باطله در مجموع به حدود ۰.۱٪ رسید.
- آنالیز میزان گزنات در فیلتریت مراحل مختلف آزمایش فلوتاسیون نشان داد که مجموعاً ۰.۱۰٪ از گزنات تزریقی به سیستم به آب‌های حاصل از فرایند انتقال یافته و ۰.۹۰٪ جذب سطح جامد می‌گردد؛ بنابراین با کاهش ابعاد خوراک ورودی به فلوتاسیون می‌توان علاوه بر کاهش مصرف گزنات از نظر اقتصادی، تا حدی زیادی خطرات زیست‌محیطی حاصل از انتقال آب فرایند را نیز کاهش داد.

ارزیابی زیست‌محیطی مصرف گزنتات در واحد منتخب

برای این بخش نمونه‌برداری از آب مصرفی و پساب تولید شده و آب برگشتی واحد فلوتاسیون مجتمع فراوری نخلک در دو نوبت دی‌ماه ۱۳۹۵ و اردیبهشت ۱۳۹۶ انجام پذیرفت. نمونه‌برداری از خاک در محدوده سد باطله و محدوده معدن به‌منظور آلودگی‌های ناشی از فلزات سنگین و همچنین نمونه برداری از گیاهان موجود در محدوده مورد مطالعه در اردیبهشت ۱۳۹۶ انجام شد. در بخش مربوط به آلودگی هوا نیز در این زمان میزان آلودگی ناشی از مصرف گزنتات با شاخص میزان CS_2 موجود در هوا مورد سنجش قرار گرفت. نتایج در جداول مربوطه در گزارش بخش محیط زیست آورده شده است

در مورد آلودگی خاک نتایج مربوط به قرائت غلظت‌های فلزات سنگین در ۵۰ ایستگاه برداشت شده به تفکیک در محدوده معدنی و سد باطله نشان می‌دهد که میانگین غلظت بعضی از فلزات چه در محدوده معدنی و چه در سد باطله بسیار بیشتر از مقادیر میانگین آنها در پوسته زمین است و می‌تواند نمایانگر آلودگی خاک به این فلزات باشد. از طرفی مقادیر به‌دست آمده برای این فلزات در سد باطله بیشتر از محدوده معدنی است. این موضوع می‌تواند به این دلیل باشد که نمونه‌های خاک برداشت شده در سد باطله حاوی ذرات باطله معدنی بودند که عملیات تغلیظ و فرآوری بر بالا رفتن غلظت فلزات در این محدوده می‌تواند تاثیرگذار باشد. با توجه به اعداد به دست آمده برای غلظت فلز قلع در محدوده معدنی و سد باطله، این فلز پتانسیل آلودگی کمتری در خاک نسبت به سایر فلزات دارد. میزان TOC قرائت شده از نمونه‌های خاک محدوده سد باطله به‌منظور ارزیابی میزان اثرات گزنتات بر خاک نتایج قابل بررسی را ارائه نداد.

به‌علاوه جهت تعیین میزان انباشت فلزات سنگین در گیاهان بومی منطقه از نمونه‌های گیاهی آن نمونه‌برداری به‌عمل آمد و مشخص شد که گیاهان بومی منطقه قابلیت ذخیره مقدار قابل توجهی از فلزات سنگین را در خود دارند و به‌نظر می‌رسد گیاه پالایی با گیاهان بومی منطقه یک راهکار مناسب جهت حذف آلودگی‌ها است.

جهت ارزیابی میزان حضور و آثار احتمالی مشتقات گزنتات در هوای محدوده اثرات بلافصل، نمونه‌برداری از چند نقطه کارخانه انجام پذیرفت. شاخص مورد سنجش CS_2 بوده است.

ارزیابی و تحلیل اثرات در چکلیست توصیفی آثار استفاده از ترکیبات گزنتات در گزارش بخش ارزیابی آورده شده است.

پیشنهادات

- تهیه دستورالعمل داروهای فراوری (مواد معدنی اولیه مورد مصرف) و شناسنامه دار کردن آنها با همکاری سازمان ملی استاندارد
- ارائه دانش فنی اخذ شده در راستای اجرایی و عملیاتی کردن آن با همکاری شرکت های دانش بنیان
- تهیه دستورالعمل چگونگی نگه داری، مصرف و دفع این مواد در راستای حفظ سلامتی پرسنل
- تدوین استاندارد روش های اندازه گیری و تعیین حدود مجاز غلظتی تخلیه به محیط زیست به سازمان محیط زیست