



سازمان صنایع کوچک  
و شهرکهای صنعتی ایران

# مطالعات امکان سنجی مقدماتی طرح تولید اسیدسولفوریک

تهیه کننده:

شرکت گسترش صنایع پائین دستی پتروشیمی

تاریخ تهیه:

تیرماه ۱۳۸۶

خلاصه طرح

اسید سولفوریک	نام محصول	
۲۰ هزار تن	ظرفیت پیشنهادی طرح	
کودهای شیمیایی، صنایع معدنی و فلزی و ...	موارد کاربرد	
گوگرد	مواد اولیه مصرفی عمده	
۷۵ هزار تن	کمبود محصول (سال ۱۳۹۰)	
۵۲	اشتغال زایی (نفر)	
۵۰۰۰	زمین مورد نیاز (m <sup>۲</sup> )	
۲۰۰	اداری (m <sup>۲</sup> )	زیربنا
۵۰۰	تولیدی (m <sup>۲</sup> )	
۱۸۰	سوله تاسیسات (m <sup>۲</sup> )	
۴۰۰	انبار (m <sup>۲</sup> )	
۷۰۰۰ تن گوگرد	میزان مصرف سالانه مواد اولیه اصلی	
۴۱۳۰۰	آب (m <sup>۳</sup> )	میزان مصرف سالانه یوتیلیتی
۱۱۰	برق (kw)	
۱۳۵	گاز (m <sup>۳</sup> )	
-	ارزی (یورو)	سرمایه گذاری ثابت طرح
۸۵۳۱	ریالی (میلیون ریال)	
۸۵۳۱	مجموع (میلیون ریال)	
خراسان شمالی و ی استانهای محروم	محل پیشنهادی اجرای طرح	



## فهرست مطالب

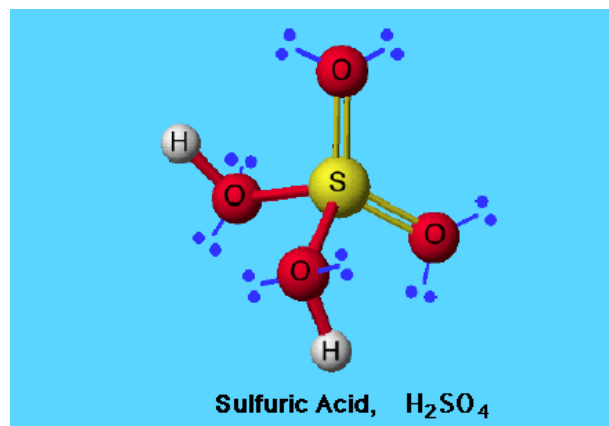
شماره صفحه	شرح
۱	۱- معرفی محصول
۱	۱-۱- نام و کد محصول
۲	۱-۲- شماره تعرفه گمرکی
۲	۱-۳- شرایط واردات
۲	۱-۴- بررسی و ارائه استاندارد
۳	۱-۵- قیمت داخلی و جهانی محصول
۳	۱-۶- موارد کاربرد
۹	۱-۷- کالای جایگزین
۱۰	۱-۸- اهمیت استراتژیک کالا
۱۰	۱-۹- کشورهای عمده تولیدکننده و مصرف کننده محصول
۱۳	۲- وضعیت عرضه و تقاضا
۱۳	۲-۱- بررسی واحدهای موجود
۱۴	۲-۲- بررسی وضعیت طرح های موجود و طرح های در دست اجرا
۱۵	۲-۳- بررسی روند واردات
۱۶	۲-۴- بررسی روند مصرف
۱۹	۲-۵- بررسی روند صادرات
۲۱	۲-۶- بررسی نیاز به محصول با اولویت صادرات
۲۲	۳- روشهای مختلف تولید اسید سولفوریک
۲۶	۴- تعیین نقاط قوت و ضعف تکنولوژی
۲۷	۵- برآورد حجم سرمایه گذاری ثابت در حداقل ظرفیت اقتصادی
۳۰	۶- برآورد مواد اولیه مورد نیاز و محل تامین
۳۰	۷- پیشنهاد منطقه مناسب برای اجرای طرح
۳۱	۸- تامین نیروی انسانی
۳۳	۹- تعیین میزان یوتیلیتی مورد نیاز واحد
۳۳	۱۰- وضعیت حمایت های اقتصادی و بازرگانی
۳۵	۱۱- تجزیه و تحلیل
۳۷	مراجع و منابع مطالعاتی



## ۱- معرفی محصول

### ۱-۱- نام و کد محصول

اسید سولفوریک خالص ( $H_2SO_4$ ) دارای جرم مولکولی  $98/08$  مایعی بی‌رنگ و نسبتاً ویسکوز می‌باشد. اسید سولفوریک به هر نسبتی در آب حل می‌شود. همچنین  $SO_3$  به هر نسبتی در اسید سولفوریک حل می‌شود و اولئوم تشکیل می‌شود. غلظت اولئوم بر حسب میزان  $SO_3$  حل شده در اسید سولفوریک بیان می‌شود. مشخصات فیزیکی اسید سولفوریک و اولئوم بستگی به میزان غلظت  $H_2SO_4$ ،  $SO_3$  و همچنین دما و فشار دارد. در دمای ثابت دانسیته اسید سولفوریک با افزایش غلظت  $H_2SO_4$  افزایش می‌یابد.



شکل ۱-۱- ساختار شیمیایی اسید سولفوریک

اسید سولفوریک یک اسید قوی است که دارای مقاومت شیمیایی بالایی است. این ماده به نامهای اسید سولفین (Sulphin acid)، اسید باتری (battery acid) و سولفات هیدروژن نیز شناخته می‌شود. این محصول موارد استفاده وسیعی در فرایندهای شیمیایی به عنوان عامل اسیدی، کاتالیست و عامل دی هیدراسیون دارد.

کد آیسیک اسید سولفوریک  $24121651$  می‌باشد.



## ۱-۲- شماره تعرفه گمرکی

واردات و صادرات این ماده از طریق تعرفه گمرکی ۲۸۰۷ تحت عنوان اسید سولفوریک انجام می گیرد.

## ۱-۳- شرایط واردات

حقوق پایه طبق ماده (۲) قانون اصلاح موادی از قانون برنامه سوم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی ایران، شامل حقوق گمرکی، مالیات، حق ثبت سفارش کالا، انواع عوارض و سایر وجوه دریافتی از کالاهای وارداتی میباشد و معادل ۴٪ ارزش گمرکی کالاها تعیین میشود. به مجموع این دریافتی و سود بازرگانی که طبق قوانین مربوطه توسط هیات وزیران تعیین میشود، حقوق ورودی اطلاق میشود. حقوق ورودی برای اسید سولفوریک ۱۰٪ میباشد.

## ۱-۴- بررسی و ارائه استاندارد

### ۱-۴-۱- استانداردهای بین المللی

اسامی برخی از استانداردهای بین المللی موجود برای اسید سولفوریک در زیر ارائه شده است.

- استاندارد ویژگیها ASTM-E-۱۰۱۱-۹۶
- استاندارد روشهای آزمون BS-۳۹۰۳-۷۷
- استاندارد روشهای آزمون BS-۳۹۰۳-۷۷

### ۱-۴-۲- استانداردهای ملی

استانداردهای ملی تدوین شده در موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران برای اسید سولفوریک در زیر ارائه شده است.

- تعیین ویژگیهای اسید سولفوریک برای مصارف صنعتی ISIR-۱۰۶۹
- تعیین میزان ازت موجود در اسید سولفوریک با مصارف صنعتی ISIRI-۱۰۶۳
- ویژگیها و روشهای آزمون اسید سولفوریک غلیظ ISIRI-۲۱۰



## ۵-۱- قیمت تولید داخلی و جهانی محصول

## ۱-۵-۱- قیمت جهانی

بر اساس اطلاعات موجود در منابع مطالعاتی از جمله SRI قیمت اسید سولفوریک (بر پایه ۱۰۰٪) در مناطق عمده جهان در جدول ۱-۱ ارائه شده است

جدول ۱-۱- قیمت اسید سولفوریک (دلار بر تن) [۸]

ژاپن	اروپای غربی	آمریکا	کشور
			سال
۵۹	۱۴-۱۷	۵۲	۲۰۰۰
۴۶	۱۴-۱۶	۵۶	۲۰۰۱
۴۳	۲۰-۲۵	۵۷	۲۰۰۲
۶۱	۳۳	۴۵	۲۰۰۳
۵۸	۲۰	۵۱	۲۰۰۴

## ۲-۵-۱- قیمت داخلی

قیمت اسید سولفوریک تولیدی شرکت پتروشیمی رازی در سال ۸۴-۱۳۸۳ برابر ۲۴۰ ریال برای هر کیلوگرم معادل تنی ۳۰ دلار می باشد. قیمت بازار اسید سولفوریک تولیدی شرکتهای خصوصی (به جز پتروشیمی رازی)، برابر با ۳۲۰ ریال برای هر کیلوگرم می باشد. [۸]

## ۶-۱- موارد کاربرد

به علت طیف گسترده مصرف اسید سولفوریک، معمولاً حجم مصرف این ماده در یک کشور می تواند به عنوان شاخص معتبری در محاسبه روند اقتصادی یک جامعه تولیدی صنعتی منظور گردد. میزان هریک از موارد کاربرد اسید سولفوریک در مناطق مختلف جهان در جدول ۲-۱ نشان داده شده است.



جدول ۱-۲- الگوی مصرف اسید سولفوریک در جهان [۱]

موارد کاربرد	درصد از کل مصرف جهان
کودهای شیمیایی	۶۰
صنایع معدنی و فلزی	۴
سایر مصارف	۳۶
مجموع	۱۰۰

شکل ۱-۲ الگوی مصرف اسید سولفوریک را نشان می دهد.



شکل ۱-۲- الگوی مصرف اسید سولفوریک در جهان



عمده ترین کاربرد اسید سولفوریک در تهیه کود شیمیایی فسفات می باشد. تولید کودهای شیمیایی ۶۰ درصد بازار مصرف اسید سولفوریک را به خود اختصاص داده است. صنایع معدنی و فلزی نیز در حدود ۴ درصد بازار مصرف جهانی اسید سولفوریک را به خود اختصاص داده است. در ادامه موارد کاربرد اسید سولفوریک به تفکیک شرح داده شده است.

#### ۱-۶-۱- کودهای شیمیایی

نرخ رشد مصرف اسید سولفوریک در ساخت کودهای شیمیایی در آمریکا بین سالهای ۱۹۸۵ تا ۱۹۹۷ حدود ۲/۲ درصد بوده است و این میزان در طی سالهای ۱۹۹۷ تا ۲۰۰۴ به حدود ۳/۹ درصد رسیده است. اسید سولفوریک در تولید اسید فسفریک، کود سولفات آمونیوم و کود سوپر فسفات نرمال (ساده) به صورت مستقیم مصرف می گردد. اسید فسفریک خود ماده اولیه تولید کودهای مختلف فسفات است.

#### الف) اسید فسفریک

بخش عمده اسید سولفوریک جهان جهت تولید اسید فسفریک از فرایند مرطوب (Wet Process) مورد استفاده قرار می گیرد. شایان ذکر است که در تولید اسید فسفریک کوره ای از اسید سولفوریک به عنوان ماده اولیه استفاده نمی شود. البته در سالهای اخیر حجم بالای تولید اسید فسفریک از فرایند مرطوب موجب شده است تا اسید فسفریک تولید شده از این فرایند خالص سازی شده و علاوه بر تولید کودهای شیمیایی در صنایع دیگر نیز بجای اسید فسفریک کوره ای نیز مورد استفاده قرار گیرد. باتوجه به بالا بودن میزان تولید اسید فسفریک جهان از اسید سولفوریک، بازار اسید سولفوریک بسیار تحت تأثیر بازار جهانی اسید فسفریک و کودهای شیمیایی تولیدی از آن قرار دارد.

#### ب) کود سولفات آمونیوم

بخشی از اسید سولفوریک جهان در تولید کود سولفات آمونیوم مصرف می گردد. در این فرایند از آمونیاک و اسید سولفوریک استفاده می شود.





### پ) کود سوپر فسفات نرمال (ساده)

کود سوپر فسفات نرمال (NSP) از اضافه کردن اسید سولفوریک به سنگ فسفات تولید می‌شود. در این فرایند فسفات موجود در سنگ، به منوکلسیم فسفات منوهیدرات (Gypsum) تبدیل می‌شود. این ماده سبب می‌شود که کود سوپر فسفات نرمال کمترین میزان  $P_2O_5$  را در بین کودهای فسفاته دارا باشد و لذا مصرف آن محدود می‌باشد.

### ت) استفاده مستقیم از اسید سولفوریک

بخش اندکی از اسید سولفوریک مورد استفاده در صنایع کود شیمیایی نیز بطور مستقیم در مخلوط کودهای مایع مورد استفاده قرار می‌گیرد.

### ۲-۶-۱- صنایع معدنی و فلزی

موارد کاربرد اسید سولفوریک در صنایع معدنی شامل استخراج مس، استخراج اورانیوم، وانادیوم و شستشو و آماده سازی فلزی برای رنگ و پوشش است.

### الف) استخراج فلزات مس، سرب و روی

استخراج و تغلیظ سنگ معدن حاوی مس، روی یا سرب غالباً با استفاده از اسید سولفوریک انجام می‌گردد.

### ب) استخراج اورانیوم و وانادیوم

در اوایل دهه ۱۹۸۰ حجم زیادی از اسید سولفوریک جهان صرف استخراج اورانیوم و محصول جانبی آن وانادیوم گردید. بعد از آن به علت اینکه فعالیتهای هسته‌ای محدود به قوانین سازمان ملل گردید، میزان استفاده از اسید سولفوریک نیز در این زمینه رو به کاهش گذارد.

### پ) صنایع فولاد و آهن

اسید سولفوریک به دو منظور در صنایع فولاد مورد استفاده قرار می‌گیرد. یکی بازیافت گازهای محتوی آمونیاک بوسیله اسید سولفوریک که منجر به تولید سولفات آمونیوم به عنوان محصول جانبی صنعت فولاد



می گردد و دیگری رسوب زدایی توسط اسید (Pickling) که در این عملیات اکسیدهای فلزات، چربیها و نمکها و حتی زنگ آهن از روی سطح فولاد زدوده می شود.

### ت) سایر صنایع معدنی

اسید سولفوریک می تواند برای تصفیه سایر مواد معدنی نظیر سنگهای طلا و مس- نقره نیز مورد استفاده قرار گیرد. همچنین این اسید در تولید سولفات مس (کات کبود)، سولفات منگنز، سولفات نیکل، انواع سولفاتهای آهن (زاج سبز و زاج سفید)، سولفات سدیم و سولفات روی کاربرد دارد. در تولید سولفات آلومینیوم از بوکسیت نیز اسید سولفوریک به میزان ۵،۰ کیلوگرم به ازای تولید یک کیلوگرم محصول مصرف می گردد.

### ۳-۶-۱- سایر موارد مصرف

سایر موارد مصرف اسید سولفوریک در ادامه شرح داده شده است.

### الف) سنتز مواد شیمیایی

در فرایند تولید مواد شیمیایی مختلفی از اسید سولفوریک استفاده می شود. این مواد عبارتند از:

- تولید متیل متاکریلات از روش استو سیانو هیدرین
- تولید کاپرولاکتام و تولید محصول جانبی سولفات آمونیوم
- اسید فلوریک از سنگ معدن فلوراسپار
- دی اکسید تیتانیوم از فرایند سولفات
- اکریلونیتریل از پروپیلن
- مواد منفجره مانند نیتروگلیسرین، نیتروسولوز و نیتروبنزن
- تولید اسید کلریدریک از اسید سولفوریک و نمک طعام
- اسید کرومیک و بی کرومات ها
- اسید سیتریک از اسید سولفوریک و سترات کلسیم



- اسید بوریک از اسید سولفوریک و بورات سدیم

- رزورسینول از بنزن

- فورفورال از پنتوسن و اسید سولفوریک

- ایزوپروپیل الکل و اتانول از اولفین ها

- فنل از کومن و اسید سولفوریک

### ب) تصفیه روغن موتور

در فرایند تولید روغن موتور و تصفیه دوم روغنهای موتور کار کرده و همچنین در فرایند تولید گریس از اسید سولفوریک استفاده می شود.

### ج) تولید باتریهای اتومبیل و آب باتری

اسید سولفوریک به عنوان الکترولیت در باتریهای اسیدی مورد استفاده قرار می گیرد. مورد مصرف این باتریها در اتومبیلها می باشد. اگرچه مقدار و غلظت اسید مورد نیاز برای هر باتری می تواند متفاوت باشد. اما نسبت میزان مصرف اسید به مصرف سرب در هر باتری ثابت و برابر  $0/2$  واحد به ازای یک واحد سرب می باشد.

### د) تصفیه آب (Water treatment)

اسید سولفوریک در تصفیه آب و پساب، در کنترل PH، احیای رزین مبدل یونی جهت رسوب دهی یون ها و در نهایت تولید آب عاری از یون مورد استفاده قرار می گیرد. از اسید سولفوریک جهت افزایش PH آب تا ۶ و رسوب املاح آب استفاده می گردد. پالایشگاهها، پتروشیمی ها و نیروگاهها بزرگترین مراکز مصرف کننده آب بدون املاح هستند. لذا مصرف اسید سولفوریک آنها نیز قابل توجه است

### ه) سایر موارد کاربرد

اسید سولفوریک در صنایع مختلف دیگری نیز کاربرد دارد که عبارتند از :

- در کارخانجات سالامبور سازی جهت خیساندن پوست و زدودن چربی



- در صنعت چرمسازی برای زدودن چربی از چرم خام
- در واحدهای آماده سازی و ریسندگی و رنگ آمیزی پشم
- در صنعت لاستیک سازی جهت شستشو و کنترل PH
- در صنعت نساجی برای تثبیت رنگ پارچه و نخ و خنثی سازی
- در کارخانجات روغن نباتی جهت زدودن چربی از ماشین آلات و مهیا سازی تفاله دانه برای خوراک دام و طیور
- در برخی از واحدهای پودر و مایع شوینده جهت سولفوناسیون و تولید محلول چربی گیر و باز کننده لوله فاضلاب و شستشوی کاشی
- در صنعت کاغذ جهت کنترل PH و تصفیه کاغذ و زدودن ناخالصی های معدنی
- در صنعت تولید کلر در سلهای دیافراگمی جهت خشک کردن و آب گیری گاز کلر

## ۷-۱- کالای جایگزین

در تولید اسید فسفریک و کودهای شیمیایی فسفاته، اسید سولفوریک عامل اصلی است و قابل جایگزینی با محصول دیگری نیست.

در تصفیه اورانیوم و وانادیوم، مواد قلیایی جایگزین اسید سولفوریک شده است، البته هنوز در برخی نقاط دنیا از اسید سولفوریک در این زمینه استفاده می شود. تصفیه برشهای روغنی امروزه به روشهای دیگری غیر از تصفیه با اسید سولفوریک انجام می شود. همچنین در تولید دی اکسید تیتانیوم فرآیند کلراید با فرایند سولفاید که از اسید سولفوریک استفاده می کند رقابت می کند. در تولید مواد پاک کننده، تری اکسید سولفور و اسید کلروسولفوریک می تواند جایگزین اسید سولفوریک شود.

در تصفیه آب (Water-treatment) دی اکسید کربن با اسید سولفوریک رقابت می کند. همچنین در تولید ترکیبات کروم، اسید سیتریک، رزورسینول و فنل فرآیندهای دیگری نیز وجود دارند که با فرآیندهای تولید از اسید سولفوریک رقابت می کند.



بهر حال، علت کاربرد فراوان اسید سولفوریک در صنایع مختلف، ارزان بودن و حجم بالای تولید آن در جهان است. لازم به ذکر است که قسمت عمده اسید سولفوریک جهان در تولید اسید فسفریک (Wet-Process) مصرف می‌شود که هیچ محصول جایگزینی برای آن وجود ندارد.

#### ۸-۱- اهمیت استراتژیک کالا

همانطور که ذکر شد، عمده کاربرد اسید سولفوریک در تولید کودهای فسفاته است. اهمیت استراتژیک اسید سولفوریک نیز در همین راستاست. با رشد روزافزون جمعیت جهان و محدودیت زمین‌های کشاورزی، میزان بهره‌وری و راندمان تولید محصول از خاک به ازای هر واحد، ضرورتاً باید افزوده شود تا بتواند پاسخگوی رشد فزاینده جمعیت باشد. امروزه این کار دیگر با کودهای حیوانی انجام نمی‌شود. چرا که کودهای حیوانی تنها فیزیک خاک را تغییر می‌دهند و خاک را برای رشد آماده می‌کنند، اما از نظر مواد مغذی برای گیاه بسیار فقیر هستند. برای بالا بردن بهره‌وری خاک، استفاده از کودهای شیمیایی ضرورت شناخته شده‌ای است.

همانطور که در بخش موارد کاربرد ذکر شد، اسید سولفوریک در تولید کودهای پر مصرف از جمله کودهای فسفاته و نیز کود سولفات آمونیوم مورد استفاده قرار می‌گیرد و در این کاربردها نیز قابل جایگزینی با ماده دیگری نیست. لذا از این نظر بسیار حائز اهمیت است.

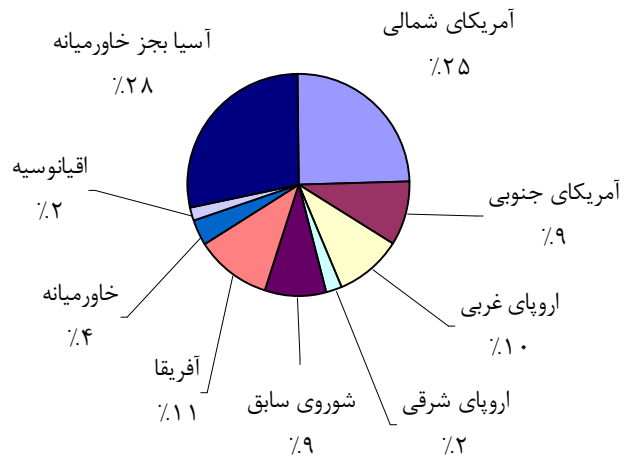
#### ۹-۱- کشورهای عمده تولیدکننده و مصرف‌کننده محصول

در جدول ۳-۱ کشورهای تولیدکننده عمده اسید سولفوریک در جهان به همراه ظرفیت آنها در سال ۲۰۰۵ به تفکیک مناطق ارائه شده است.

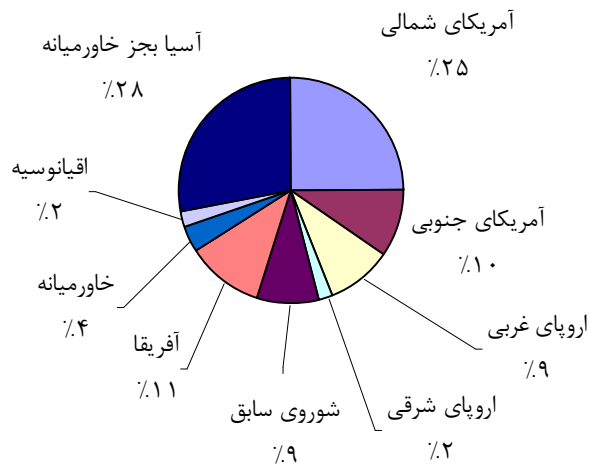


جدول ۳-۱- تولید کنندگان عمده اسید سولفوریک در مناطق مختلف جهان در سال ۲۰۰۵ [۱]

نام منطقه	نام کشور	ظرفیت (هزار تن)	
آمریکای شمالی	آمریکا	۴۴۵۱۰	
	کانادا	۵۵۳۰	
آمریکای جنوبی	مکزیک	۵۷۷۲	
	برزیل	۵۳۷۵	
اروپای غربی	بلژیک	۲۲۱۰	
	فنلاند	۱۶۸۰	
	فرانسه	۲۷۴۵	
	آلمان	۶۴۲۵	
	یونان	۱۴۴۰	
	ایتالیا	۱۷۲۵	
	هلند	۷۹۵	
	اسپانیا	۳۲۳۵	
	سوئد	۹۰۰	
	انگلستان	۲۴۰۰	
	اروپای شرقی	بلغارستان	۷۵۵
		جمهوری چک	۶۱۵
لهستان		۳۵۱۰	
رومانی		۲۹۰۰	
یوگسلاوی سابق		۷۶۵	
کشورهای شوروی سابق	آذربایجان	۸۵۰	
	بلاروس	۱۳۶۵	
	قزاقستان	۳۱۴۰	
	روسیه	۱۰۶۶۵	
	ترکمنستان	۱۰۰۰	
	اکراین	۵۰۶۵	
	ازبکستان	۲۴۶۵	
آفریقا	مراکش	۹۸۰۶	
	سنگال	۹۱۹	
	افریقای جنوبی	۳۵۶۶	
خاورمیانه	تونس	۵۳۳۵	
	ایران	۱۰۶۳	
	اسرائیل	۱۸۰۰	
	اردن	۲۱۴۰	
اقیانوسیه	ترکیه	۱۱۹۱	
	استرالیا	۵۲۰۰	
	نیوزیلند	۱۰۰۰	
مجموع		۱۴۹۸۷۵	



نمودار ۳-۱- سهم تولید اسید سولفوریک در هر یک از مناطق عمده جهان



نمودار ۴-۱- سهم مصرف اسید سولفوریک در هر یک از مناطق عمده جهان

همانطور که در نمودار فوق مشاهده می شود، کشورهای آسیایی نظیر چین، ژاپن و کره و نیز کشورهای

آمریکا از جمله مصرف کنندگان عمده اسید سولفوریک هستند



## ۲- وضعیت عرضه و تقاضا

## ۲-۱- بررسی واحدهای موجود، محل واحدها، ظرفیت تولید

اطلاعات مربوط به واحدهای موجود تولید کننده اسید سولفوریک طبق اطلاعات گرفته شده از وزارت

صنایع در جدول ۲-۱ ارائه شده است.

جدول ۲-۱- واحدهای موجود تولید کننده اسید سولفوریک - (تن در سال) [۹]

ظرفیت اسمی	استان	نام شرکت
۶۰۰۰	آذربایجان شرقی	شرکت آذران اسید
۳۰۰۰۰	آذربایجان غربی	شرکت فسفات کبودان
۲۵۰۰۰	تهران	پریان اسیدتهران
۴۹۱۰	تهران	صنایع شیمیایی
۶۰۰۰	تهران	صنایع شیمیایی پارچین
۳۵	تهران	واحد جهاد دانشگاهی دانشگاه شهید بهشتی
۲۰۰۰۰	خراسان رضوی	کندر شیمی خاوران
۴۴۰۰۰	زنجان	فراورده های شیمیائی روئین کاران الوند
۲۴۳۸۰	قزوین	فراورده های شیمیائی جهان
۹۹۰۰	قزوین	گلباران اسید
۱۵۳۰۰	قم	شرکت نیکان اسید
۹۴	مازندران	عیسی تقی پور رودمیانه و حمید حسن زاده
۷۷۰۰	مرکزی	صنایع شیمیائی سولفات نمونه
۱۵۰	مرکزی	مجتمع صنایع شیمیائی و داروئی کیان کاو
۱۵۰۰۰	مرکزی	میهن زاج
۲۰۸۴۶۹	جمع	

علاوه بر واحدهای مذکور در جدول فوق، پتروشیمی رازی نیز دارای سه واحد تولید اسید سولفوریک با مجموع ظرفیت یک میلیون تن در سال است. از این واحدها تنها دو واحد آن فعال می باشد. مجموع ظرفیت اسمی این دو واحد ۶۳۰ هزار تن در سال می باشد.

شایان ذکر است که واحد دیگر این پتروشیمی به دلیل فرسودگی و تکنولوژی بسیار قدیمی در حال حاضر فعال نمی باشد.





## ۲-۲- بررسی وضعیت طرح های موجود و طرح های در دست اجرا

در جدول ۲-۲ بر اساس اطلاعات گرفته شده از وزارت صنایع واحد های در دست احداث اسید سولفوریک که بیش از ۱۰ درصد پیشرفت فیزیکی داشته و تاریخ جواز آنها از سال ۱۳۷۶ به بعد بوده، ارائه شده است.

جدول ۲-۲- طرح های در دست اجرای اسید سولفوریک [۹]

نام	ظرفیت (تن)	پیشرفت (درصد)	اشتغال (نفر)	مکان
صنایع زنجیره شیمی	۲۰۰۰۰	۴۳	۴۵	تهران
اشتهارد شیمی امین	۳۲۰۰	۱۲	۳۲	
علیرضا ناطقی و کرم احمدی	۷۰	۱۳	۱۲	
اسید سازان شرق	۸۰۰۰۰	۲۸	۵۰	سمنان
شرکت شیمی گستر رضوان	۳۰۰۰۰	۳۵	۲۶۰	
شرکت کلر شیمی پارس	۱۰۰۰۰۰	۶۲	۵۰	
آراستج شیمی	۴۵۰۰۰	۴۳	۲۴	قزوین
شیمیائی گوگرد رازی	۳۰۰۰۰۰	۹۸	۱۱۳	
علی اصغر سرکانیان	۱۸۰۰۰۰	۱۰	۱۷۵	همدان
مرتضی زارعی	۱۸۰۰۰۰	۱۰	۱۷۵	
شرکت ذوب روی بافق	۵۰۰۰۰	۹۹	۴۳۱	یزد
مجموع		۹۸۴۲۲		



## ۳-۲- بررسی روند واردات از آغاز برنامه سوم تاکنون

میزان و ارزش واردات اسید سولفوریک از سال ۱۳۷۹ تا ۱۳۸۴ از طریق تعرفه ۲۸۰۷ در جدول ۳-۲ ارائه شده است.

جدول ۳-۲- واردات اسید سولفوریک [۷]

سال	میزان و ارزش واردات	تعرفه
		۲۸۰۷
۱۳۷۹	میزان (تن)	۲۱
	ارزش (هزار دلار)	۹۷
۱۳۸۰	میزان (تن)	۳۷
	ارزش (هزار دلار)	۷۲
۱۳۸۱	میزان (تن)	۵
	ارزش (هزار دلار)	۷۳
۱۳۸۲	میزان (تن)	۲۰
	ارزش (هزار دلار)	۱۵۹
۱۳۸۳	میزان (تن)	۳
	ارزش (هزار دلار)	۳۳
۱۳۸۴	میزان (تن)	۱۹
	ارزش (هزار دلار)	۱۰۵

عمده واردات ایران بین سالهای ۱۳۷۹-۱۳۸۴ از کشورهای آلمان، ترکیه، چین و امارات بوده است. همانطور که اعداد جدول فوق نشان می دهد، میزان واردات ایران در مقایسه با میزان تولید داخل رقم پایینی است.



## ۲-۴- بررسی روند مصرف

کاربردهای عمده اسید سولفوریک در کشور در تهیه اسید فسفریک و کودهای فسفاته، واحدهای تولید اسید کلریدریک، باتری سازی ها، صنایع فولاد، نساجی، کاغذ سازی، سولفات آمونیم، رزورسینول و ... می باشد که در ادامه به تفکیک بررسی شده است.

## ۱-۲-۴- اسید فسفریک

بیشترین مورد استفاده اسید سولفوریک تولید اسید فسفریک است. در حال حاضر تنها واحد موجود تولید کننده اسید فسفریک در کشور، پتروشیمی رازی با ظرفیت اسمی ۲۵۵ هزار تن است که میزان تولید آن در سالهای اخیر در جدول ۲-۴ آمده است.

نواسانات در تولید واحد اسید فسفریک به خاطر فرسوده و قدیمی بودن واحد است.

جدول ۲-۴- میزان تولید اسید فسفریک پتروشیمی رازی - هزار تن [۸]

سال	۱۳۷۷	۱۳۷۸	۱۳۷۹	۱۳۸۰	۱۳۸۱	۱۳۸۲	۱۳۸۳
تولید اسید فسفریک	۱۱۶	۸۰	۱۰۰	۶۷	۱۱۳	۶۹	۸۷

ارقام نشان می دهد که تولید اسید فسفریک در شرکت سهامی پتروشیمی رازی متوسط ۸۰-۱۰۰ هزار تن در سال می باشد. این واحد به علت مشکلات فنی و فرسوده شدن امکان تولید در ظرفیت کامل را ندارد. ضریب مصرف اسید سولفوریک برای هر تن اسید فسفریک حدود ۳-۳/۳ تن می باشد. با احتساب این مقدار تولید، این واحد مصرف کننده ۲۸۰-۲۵۰ هزار تن اسید سولفوریک در سال خواهد بود.

با توجه به ظرفیت تنها واحد حال حاضر تولید اسید فسفریک در کشور، میزان اسید سولفوریک مصرفی در حال حاضر ۲۸۰-۲۵۰ هزار تن در سال می باشد. با فرض اینکه تا چند سال آینده طرحهای جدید اسید فسفریک در ۵۰ درصد ظرفیت اسمی خود تولید را آغاز کنند، حدود ۷۵ هزار تن به ظرفیت تولید اسید فسفریک کشور اضافه خواهد شد. لذا اسید سولفوریک مورد استفاده جهت تولید اسید فسفریک در کشور به ۵۰۰ هزار تن در سال خواهد رسید.

**۲-۴-۲- سولفات آمونیوم**

در حال حاضر ظرفیت واحدهای تولید کننده سولفات آمونیوم در کشور در حدود ۹۸ هزار تن می باشد همچنین چند طرح در دست اجرا نیز برای تولید سولفات آمونیوم در کشور وجود دارند. با احتساب به بهره برداری رسیدن ۵۰ درصد از طرح های در دست اجرای تولید سولفات آمونیوم که از سال ۱۳۷۶ به بعد از وزارت صنایع مجوز اخذ نموده و بیش از ۱۰ درصد پیشرفت فیزیکی داشته اند، ظرفیت سولفات آمونیوم کشور در سالهای آتی به ۱۷۵ هزار تن افزایش خواهد یافت.

برای تولید هر تن سولفات آمونیوم نیاز به ۰/۷۴ تن اسید سولفوریک می باشد. لذا مصرف آتی اسید سولفوریک در تولید سولفات آمونیوم کشور در حدود ۱۲۹۵۰۰ تن پیش بینی می گردد.

**۲-۴-۳- تولید ایزوسیانات ها**

شرکت پتروشیمی کارون واقع در منطقه ویژه اقتصادی پتروشیمی برای تولید ۴۰ هزار تن در سال تولوئن دی ایزوسیانات و ۴۰ هزار تن در سال متیلن دی فنیلن دی ایزوسیانات سالانه نیاز به ۴۰۰ تن اسید سولفوریک دارد.

**۲-۴-۴- سولفات پتاسیم**

طبق اطلاعات موجود ظرفیت واحدهای فعال تولید کننده سولفات پتاسیم در کشور در حدود ۶۱ هزار تن در سال می باشد.

جهت تولید سولفات پتاسیم دهها واحد با مجموع ظرفیت بیش از ۲۰۰ هزار تن در سال مجوز گرفته اند که در مراحل مختلف اجرا هستند.

برای تولید هر کیلوگرم سولفات پتاسیم نیاز به ۰/۷۳ کیلوگرم اسید سولفوریک می باشد. با فرض اینکه واحدهای موجود در ۸۰ درصد ظرفیت اسمی خودکار کنند تولید سالانه سولفات پتاسیم در کشور در حدود ۴۹ هزار تن در سال خواهد شد و مصرف سالانه اسید سولفوریک در این واحدها ۳۵ هزار تن خواهد بود. با



فرض راه اندازی بخشی از طرحهای جدید تولید سولفات پتاسیم، پیش بینی می گردد که مصرف اسید سولفوریک در این صنعت به ۵۰ هزار تن برسد.

#### ۵-۴-۲- اسید کلریدریک (جوهر نمک)

روش متداول واحدهای کوچک صنعتی برای تولید جوهر نمک در کشور استفاده از اسید سولفوریک و نمک طعام به عنوان ماده اولیه است. مصارف عمده جوهر نمک که با غلظت های ۱۵، ۲۰ و ۳۰ درصد تهیه می گردد، عبارتست از شستشوی دستگاهها و قطعات فلزی قبل از رنگ زدن، کارخانجات موزاییک سازی جهت پاک کردن و جلا دادن به موزاییک و کاشی و مصارف خانگی. ظرفیت واحدهای تولید کننده اسید کلریدریک در کشور در حدود ۶۷۵۰۰ تن در سال است.

این واحدها تقریبا در ۱۰۰ درصد ظرفیت اسمی خود تولید می کنند. علاوه بر این واحدها چندین واحد کوچک تولید اسید کلریدریک وجود دارد که مجموع ظرفیت آنها حدود ۱۲۰۰۰ تن در سال است. از آنجایی که برای تولید هر تن اسید کلریدریک نیاز به ۰،۵۳ تن اسید سولفوریک می باشد، لذا مصرف اسید سولفوریک در این واحدها، در حدود ۳۶ هزار تن در سال می باشد. این میزان در آینده ممکن است تا ۵۰ هزار تن افزایش یابد.

از جمله طرحهای بزرگ پتروشیمی که در سالهای آینده به بهره برداری خواهد رسید، طرح ایزوسیاناتها در منطقه ویژه اقتصادی است که توسط شرکت پتروشیمی کارون در دو فاز یک و دو در حال ساخت است. این پروژه که محصولات اصلی آن TDI و MDI است، ظرفیت تولید بیش از ۶۰ هزار تن اسید کلریدریک را نیز دارد که خود مصرف کننده حدود ۳۲ هزار تن اسید سولفوریک خواهد بود.

از دیگر طرحهای پتروشیمی، طرح اکریلونیتریل به متیل متاکریلات است که مصرف کننده ۴۶ هزار تن اسید سولفوریک خواهد بود.

طبق آمار تعداد کل طرحها و پروژه های در دست اقدام سایر واحدهایی که از اسید سولفوریک به عنوان ماده اولیه استفاده می کنند، بالغ بر ۱۰ واحد تولیدی با ظرفیت ۳۳ هزار تن در سال خواهد بود.



چنانچه ۷۰ درصد این واحدها به بهره برداری برسد، این واحدها در حدود ۱۳ هزار تن در سال اسید سولفوریک مصرف خواهند کرد.

#### ۶-۴-۲- سایر مصارف اسید سولفوریک

سایر مصارف اسید سولفوریک در نیروگاهها، شستشوی فلزات، صنایع استخراج مس، صنعت کاغذ، تصفیه آب و ... می باشد. اطلاعات دقیقی در مورد میزان مصرف اسید سولفوریک در این صنایع وجود ندارد. جدول ۶-۲ میزان مصرف فعلی و آتی اسید سولفوریک در کشور را نشان می دهد.

جدول ۶-۲- میزان مصرف آتی اسید سولفوریک در کشور

ردیف	موارد کاربرد	پتانسیل مصرف آتی اسید سولفوریک (هزار تن)
۱	تولید اسید فسفریک	۵۰۰
۲	تولید سولفات آمونیوم	۱۲۹
۳	تولید سولفات پتاسیم	۵۰
۴	تولید اسید کلریدریک	۵۰
۵	طرحهای جدید پتروشیمی	۹۱
۶	سایر زمینه های مصرف	۸۲
	مجموع	۹۰۲

#### ۵-۲- بررسی روند صادرات از آغاز برنامه سوم تاکنون

میزان صادرات اسید سولفوریک از سال ۱۳۷۹ تا ۱۳۸۴ از طریق تعرفه ۲۸۰۷ در جدول ۷-۲ ارائه شده است.



جدول ۷-۲- صادرات اسید سولفوریک [۷]

سال	میزان و ارزش صادرات	تعرفه
۱۳۷۹	میزان (تن)	۱۱۵۸
	ارزش (هزار دلار)	۷۳
۱۳۸۰	میزان (تن)	۷۹۸
	ارزش (هزار دلار)	۵۲
۱۳۸۱	میزان (تن)	۹۶۰
	ارزش (هزار دلار)	۱۷۲
۱۳۸۲	میزان (تن)	۵۰۲۱۳
	ارزش (هزار دلار)	۳۱۳۷
۱۳۸۳	میزان (تن)	۲۷۹۲۵۸
	ارزش (هزار دلار)	۷۱۲۱
۱۳۸۴	میزان (تن)	۹۲۳۹۶
	ارزش (هزار دلار)	۲۵۵۷

همانطور که در جدول فوق مشاهده می شود، میزان صادرات اسید سولفوریک در سال ۱۳۸۴ بیش از ۹۰ هزار تن بوده است که خود مبین بازار صادراتی بسیار پر رونق این محصول است. عمده صادرات ایران در سالهای ۱۳۷۹-۱۳۸۴ به کشورهای ارمنستان، سودان، عراق، آفریقای جنوبی، ایتالیا، ترکیه، مصر و هند بوده است.



## ۶-۲- بررسی نیاز به محصول با اولویت صادرات

همانطور که اشاره شد، با احداث واحدهای جدید مصرف کننده اسید سولفوریک در کشور در سالهای آتی بازهم در حدود ۳۵ هزار تن کمبود اسید سولفوریک در کشور وجود خواهد داشت. علاوه بر آن کشور ایران از جمله تولید کنندگان و صادرکنندگان عمده این محصول در منطقه به شمار می آید و همانطور که ارقام جدول ۷-۲ نشان می دهد، میزان صادرات این ماده در چند سال اخیر رقم قابل توجهی بوده است. این امر نشان دهنده این مساله است که کشور ما در این زمینه توانسته است بازار صادراتی قابل قبولی را کسب نماید.

در جدول ۸-۲ میزان صادرات اسید سولفوریک در سال ۱۳۸۴ به تفکیک کشور ارائه شده است.

جدول ۸-۲- میزان صادرات اسید سولفوریک در سال ۱۳۸۴ [۷]

نام کشور	میزان صادرات (۱۳۸۴) - کیلوگرم
گرجستان	۲۲۱۲۵
ارمنستان	۵۰۴۱۶۸
افغانستان	۲۲۸۳۴۳
ترکمنستان	۳۷۲۳۰
سودان	۳۰۴۰۰
عراق	۹۲۵۰۹۸
مصر	۷۱۲۲۱۴۰۶
هند	۱۹۴۲۵۰۰۰
یمن	۲۵۰۰
مجموع	۹۲۳۹۶۲۷۰

همانطور که ارقام جدول فوق نشان می دهد، کشور ایران توانسته است بیش از ۷۰ هزار تن از بازار مصر و در حدود ۲۰ هزار تن از بازار صادراتی هند را به خود اختصاص دهد. همچنین بخشی از واردات کشورهای افغانستان، ترکمنستان و گرجستان نیز از طریق ایران تامین شده است.





لذا محصول ایران در مناطق مذکور محصول شناخته شده ای است. با توجه به گسترش روابط و همکاری ها فی مابین کشورهای مذکور و ایران پیش بینی می شود که در سالهایی آتی نیز بخش عمده ای از نیاز اسید سولفوریک این کشورها از طریق ایران تامین شود. علاوه بر آن امکان کسب بازار صادراتی کشورهای عراق، پاکستان، یمن و آفریقای جنوبی نیز در سالهای آتی وجود دارد.

با توجه به جمیع موارد مذکور امکان کسب بازار صادراتی در حدود ۱۱۰ هزار برآورد می شود. از آن جا که تجربه صادرات ۹۲ هزار تن اسید سولفوریک در سالهای گذشته وجود دارد، لذا امکان صادرات ۱۱۰ هزار تن قابل تصور خواهد بود.

در نهایت جمع بندی نهایی بررسی بازار به صورت زیر می باشد:

- ظرفیت آتی : ۹۳۷ هزار تن
- پتانسیل مصرفی آتی: ۹۰۲ هزار تن
- واردات : ۱۹ تن
- امکان کسب بازار صادراتی : ۱۱۰ هزار تن
- نیاز آتی: ۷۵ هزار تن

با توجه به ارقام مذکور مشاهده می شود که با رویکرد صادرات، نیاز کشور به اسید سولفوریک در سالهای آتی ۷۵ هزار تن می باشد. در اینجا با در نظر گرفتن حداقل های اقتصادی واحدی با ظرفیت ۲۰ هزار تن پیشنهاد شده است.



### ۳- روش های مختلف تولید اسید سولفوریک و ارائه فرایند متداول

به طور کلی می توان گفت که امروزه کلیه کارخانه های جدید که غلظت های بالا و پایدار گاز دی اکسید گوگرد را تولید می کنند، با فرآیند دو جذبی و با استاندارد انرژی بالا طراحی و ساخته شده اند. البته لازم به ذکر است که کارخانه های قدیمی نیز از نقطه نظر بازده تبدیل و استاندارد انرژی اصلاح شده اند. در مجموع می توان گفت که کارخانه هایی که گاز  $SO_2$  با غلظت ۶ تا ۱۲ درصد را تولید می کنند از فرآیند دو جذبی با بازده متوسط ۹۹/۶ درصد استفاده می کنند. اما در کارخانه هایی که در آن محتوای گاز  $SO_2$  کم بوده و به علاوه نوسان های زیادی نیز در گاز مشاهده می شود، فرآیندهای دو جذبی غیر ممکن بوده و فرآیند تک جذبی بعنوان بهترین روش شناخته شده مورد استفاده قرار می گیرد. در این مورد و با طراحی بهینه می توان بازده تبدیل ۹۹ درصد را بدست آورد.

تهیه دی اکسید گوگرد ( $SO_2$ ) برای تولید اسید سولفوریک به طرق مختلفی انجام می شود که

عبارتند از:

۱- استفاده گوگرد عنصری

۲- استفاده از دی اکسید گوگرد حاصل از سولفید فلزات

۳- استفاده از گچ فسفردار

۴- احتراق  $H_2S$  یا دیگر گازهای شامل گوگرد

۵- بازیافت سولفوریک اسید قابل بازیافت

واحدهایی که از سوزاندن گوگرد برای تولید اسید سولفوریک استفاده می کنند با واکنش های گرمایی همراه می باشند. در واحدهای قدیمی تولید اسید سولفوریک مقداری از گرمای حاصل بازیافت می شد اما در واحدهای جدید اسید سولفوریک میزان حرارت آزاد شده بازیافتی بالا رفته در نتیجه در سوخت مصرفی صرفه جویی زیادی شده است. از مزایای واحدهای جدید پائین بودن نسبت هوا به گوگرد ورودی و افت فشار پائین در فرایند و در نتیجه پائین بودن توان (اسب بخار) کمپرسور هوای در سیستم است. همچنین افت دمای بیشتر در برخی از قسمتهای سیستم، بازآرایی تجهیزات بکار رفته در سیستم برای

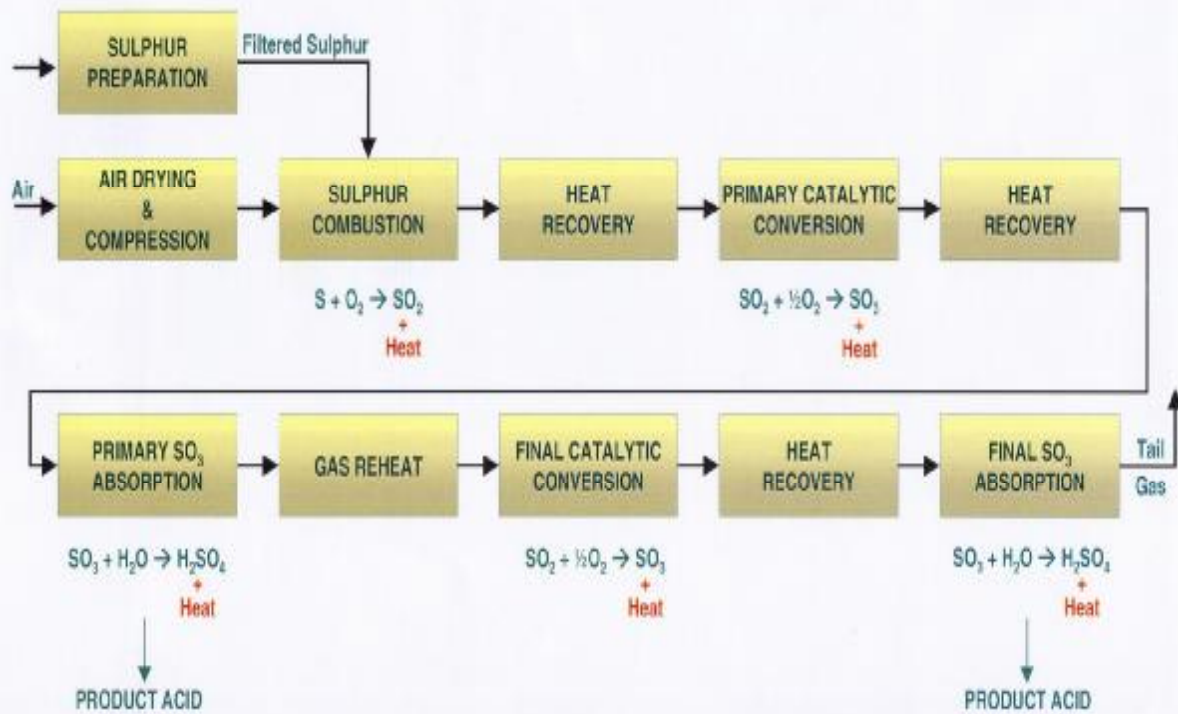


بهبود بازیافت حرارتی و اضافه نمودن توربو ژنراتور برای تبدیل بخار فشار قوی به الکتریسیته است. در ادامه توضیحاتی درباره فرایندهای تولید اسید سولفوریک ارائه شده است.

### ۱-۳- فرآیند تولید اسید سولفوریک از گوگرد

در حال حاضر مهمترین روش تولید اسید سولفوریک، فرایند اول یعنی تولید از گوگرد عنصری است. دی اکسید گوگرد ممکن است از اکسیداسیون گوگرد خام و یا اکسیداسیون سولفیدهای فلزی گوگرد نظیر سولفید مس، سولفید سرب، سولفید نیکل، سولفیدهای آهن، سولفید روی و یا سولفید مولیبدیم تولید شود. اکسیداسیون سولفید هیدروژن ( $H_2S$ ) نیز منجر به تولید دی اکسید گوگرد می شود. تبدیل دی اکسید گوگرد به تری اکسید گوگرد در فرایند اکسیداسیون کاتالیستی با کاتالیست سزیم و یا پنتا اکسید وانادیم اصلاح یافته انجام می شود. در نهایت از هیدراسیون تری اکسید گوگرد اسید سولفوریک تولید می شود. اصلی ترین روش تولید تجاری اسید سولفوریک به این صورت است که ابتدا دی اکسید گوگرد از گوگرد تهیه می شود. سپس دی اکسید گوگرد در فرایند اکسیداسیون کاتالیستی به تری اکسید گوگرد تبدیل می شود و سپس از واکنش تری اکسید گوگرد با آب اسید سولفوریک غلیظ تولید می شود. شمای کلی فرایند تولید اسید سولفوریک از این روش در شکل ۳ ارائه شده است.

## 6.1 BLOCK DIAGRAM



شکل ۳- شمای کلی فرایند تولید اسید سولفوریک با استفاده از گوگرد عنصری

## ۳-۲- فرآیند تولید اسید سولفوریک از دی اکسید گوگرد حاصل از سولفیدهای فلزی

دی اکسید گوگرد به عنوان یک محصول فرعی در اکثر فرایندهای تولید مس و برخی دیگر از فلزات محسوب می شود. دی اکسید گوگرد تولید شده با هوا رقیق می شود. اکسیژن و دی اکسید گوگرد وارد راکتور کاتالیستی شده و واکنش اکسیداسیون انجام می گردد. در این راکتور دی اکسید گوگرد به تری اکسید گوگرد تبدیل می شود. تری اکسید گوگرد بوسیله اسید سولفوریک جذب شده و اسید با غلظت بالا (۹۸،۵ درصد وزنی) تشکیل می شود.



### ۳-۳- فرآیند تولید اسید سولفوریک از فسفو ژیپسوم (گچ فسفردار)

در فرایند تولید اسید فسفریک از اسید سولفوریک، فسفو ژیپسوم به عنوان محصول جانبی تولید می شود. از ترکیب فسفوژیپسوم، کک نفتی، پیریت های آهن و خاک رس و دی اکسید گوگرد تولید می شود. تولید اسید سولفوریک از دی اکسید گوگرد نظیر آنچه که در فرایند قبلی توضیح داده شد، می باشد.

### ۳-۴- بازیافت سولفوریک اسید

تجزیه حرارتی سولفوریک اسید قابل بازیافت به  $SO_2$  در کوره و در دمای حدود ۱۰۰۰ درجه صورت می گیرد.

### ۳-۵- احتراق گاز $H_2S$

احتراق  $H_2S$  در کوره در دمای ۱۰۰۰ درجه سانتیگراد انجام می شود. گاز  $SO_2$  حاصل برای تولید اسید سولفوریک استفاده می شود.

## ۴- تعیین نقاط قوت و ضعف تکنولوژی های مرسوم

امروزه می توان کارخانه های تولیدکننده اسید سولفوریک را به دو گروه اصلی تقسیم بندی کرد:

الف- کارخانه های ساخته شده قبل از سال ۱۹۷۰

ب- کارخانه های ساخته شده پس از سال ۱۹۷۰

لازم به ذکر است که کارخانه هایی که پیش از سال ۱۹۷۰ ساخته شده اند، براساس فرآیند تک جذبی طراحی شده اند و بازده تبدیل این کارخانه ها در گستره ۹۶ تا ۹۸/۵ درصد گزارش شده است اما کارخانه هایی که پس از سال ۱۹۷۰ ایجاد شده اند براساس فرآیند دو جذبی ساخته شده و بازده تبدیل آنها در گستره ۹۹/۷ تا ۹۹ درصد قرار دارد.

بین این دو گروه کارخانه تفاوت های عمده و بزرگی وجود دارد که بخشی از این تفاوت ها را می توان به فرآیند تولید گاز  $SO_2$  نسبت داد. در برخی از فرآیندها گازهای نسبتا خالص و غنی از  $SO_2$  تولید می شود،



در این صورت با انتخاب یک فرآیند مناسب بازده تبدیل بالایی نیز انتظار داریم. اما در برخی از فرآیندها گازهای ناخالصی از  $SO_2$  ایجاد می‌شوند که در اینصورت بازده تبدیل کمی نیز پیش‌بینی می‌شود. با توجه به حساسیت فرایندهای تولید اسید سولفوریک به نوسان‌های غلظت  $SO_2$  انتخاب یک فرآیند با بازده بالا بسیار مشکل است و نوسان‌های غلظت  $SO_2$  می‌تواند در بازده تبدیل بسیار مؤثر باشد. امروزه اصلاحات زیادی در زمینه تولید اسید سولفوریک و بازیافت انرژی ایجاد شده است.

در حال حاضر برخی از دارنده‌های دانش فنی تولید اسید سولفوریک از بخار فشار بالای تولید شده در واحد اسید سولفوریک برای تولید الکتریسیته استفاده می‌کنند. این روشها از روشهای نوین در واحدهای تولید اسید سولفوریک می‌باشد که در دهه ۸۰ معرفی شده‌اند و مورد استقبال زیادی قرار گرفته‌اند. این امر باعث اقتصادی‌تر شدن واحدهای اسید می‌شود.

#### ۵- بررسی حجم سرمایه‌گذاری ثابت در حداقل ظرفیت اقتصادی

همانطور که اعداد و ارقام ارائه شده در بخش بازار نشان می‌دهد. در چند سال آتی پتانسیل بالایی برای مصرف داخلی و نیز صادرات اسید سولفوریک وجود دارد و به عبارت دیگر لزوم احداث واحد جدید برای تولید این محصول در کشور احساس می‌شود. با در نظر گرفتن حداقل‌های اقتصادی، واحدی با ظرفیت تولید ۲۰ هزار تن در نظر گرفته می‌شود.

شایان ذکر است که، متوسط ظرفیت فعلی واحدهای موجود حدود ۱۳ هزار تن می‌باشد و حداقل ظرفیت اقتصادی طرح نیز ۶ هزار تن بر اساس واحدهای موجود گزارش شده است. با توجه به کمبود بازار و نیز پرفرم اخذ شده، ظرفیت انتخابی طرح ۲۰ هزار تن می‌باشد. در ادامه سرمایه‌گذاری ثابت مورد نیاز جهت احداث واحد ۲۰ هزار تنی اسید سولفوریک (با ماده اولیه گوگرد عنصری و روش مذاب) ارائه شده است.



## ✓ زمین

میزان زمین مورد نیاز جهت احداث واحد تولید اسید سولفوریک در حدود ۵۰۰۰ متر مربع برآورد می شود، با در نظر گرفتن قیمت هر مترمربع زمین در حدود ۱۰۰ هزار ریال، هزینه خرید زمین در حدود ۵۰۰ میلیون ریال برآورد می شود.

## ✓ تسطیح و محوطه سازی

هزینه مورد نیاز جهت محوطه سازی، تسطیح و دیوار کشی در جدول ۱-۵ به تفکیک ارائه شده است.

جدول ۱-۵- هزینه تسطیح و محوطه سازی

بخش	مساحت	مبلغ واحد (متر مربع/هزار ریال)	هزینه کل
تسطیح زمین	۵۰۰۰	۲۰	۱۰۰
دیوار کشی	۵۶۶	۲۰۰	۱۱۳
خیابان کشی و آسفالت و جدول کشی و فضای سبز	۳۰۰۰	۱۰۰	۳۰۰
مجموع			۵۱۳

## ✓ ساختمان سازی

در جدول ۲-۵ هزینه مورد نیاز جهت ساخت سوله تولید و انبارها و همچنین هزینه ساخت ساختمانهای اداری و خدماتی ارائه شده است.

جدول ۲-۵- هزینه ساختمان سازی

بخش	متراژ (متر مربع)	مبلغ واحد (متر مربع/هزار ریال)	هزینه کل
سوله خط تولید	۴۰۰	۱۵۰۰	۶۰۰
سوله انبار مواد اولیه	۲۰۰	۱۵۰۰	۳۰۰
سوله انبار محصول	۲۰۰	۱۵۰۰	۳۰۰
سوله های تاسیسات	۱۸۰	۱۲۰۰	۲۱۶
نگهبانی	۱۰۰	۸۰۰	۸۰
ساختمانهای اداری و خدماتی	۲۰۰	۱۸۰۰	۳۶۰
مجموع			۱۸۵۶



#### ✓ تجهیزات اصلی و جانبی

تجهیزات اصلی واحد شامل راکتور، برج، تانک های نگهداری مواد، کمپرسورها و مبدلهاست که با توجه به ظرفیت طرح این تجهیزات از سازندگان داخلی قابل تامین است و لذا هزینه آنها به صورت ریالی لحاظ شده است. هزینه خرید تجهیزات اصلی و جانبی واحد و همچنین نصب آنها با توجه به استعلام گرفته شده در حدود ۴۴۷۶ میلیون ریال در نظر گرفته شده است.

#### ✓ ابزار دقیق، لوله کشی و عایق کاری

هزینه مورد نیاز ابزار دقیق، لوله کشی و عایق کاری با توجه به استعلام گرفته شده در حدود ۶۸۸ میلیون ریال در نظر گرفته شده است.

#### ✓ هزینه های قبل از بهره برداری

هزینه های قبل از بهره برداری طرح شامل، هزینه ثبت شرکت و اخذ مجوز، آموزش پرسنل، هزینه های جانبی مالی و هزینه بهره برداری آزمایشی در حدود ۵۶۰ میلیون ریال برآورد می شود.

#### ✓ هزینه های پیش بینی نشده

۵ درصد هزینه های سرمایه گذاری طرح به عنوان هزینه های پیش بینی نشده لحاظ شده است. کل هزینه سرمایه گذاری ثابت واحد تولید اسید سولفوریک با ظرفیت ۲۰ هزار تن در سال در جدول ۳-۵ جمع بندی شده است.





جدول ۳-۵- هزینه سرمایه گذاری ثابت واحد تولید اسید سولفوریک

عنوان	کل هزینه (میلیون ریال)
هزینه خرید زمین	۵۰۰
محوطه سازی، ساختمان سازی	۱۸۵۶
تجهیزات اصلی و جانبی و نصب	۴۴۷۶
ابزار دقیق لوله کشی و عایق کاری	۶۸۸
لوازم اداری	۴۵
هزینه های قبل از بهره برداری	۵۶۰
هزینه های پیش بینی نشده	۴۰۶
مجموع	۸۵۳۱

#### ۶- مواد اولیه اصلی مورد نیاز و محل تامین

برای واحد ۲۰ هزار تنی اسید سولفوریک تقریباً ۷۰۰۰ تن گوگرد لازم است که از طریق منابع داخلی قابل تامین است. قیمت هر کیلوگرم گوگرد در حدود ۱۹۰ ریال می باشد. علاوه بر آن در صورتیکه محل احداث واحد در کنار منابع تامین گوگرد (پالایشگاهها) واقع نشده باشد. هزینه حمل گوگرد تا درب کارخانه نیز می بایست لحاظ گردد. از این رو قیمت تمام شده هر کیلوگرم گوگرد در حدود ۳۲۰ ریال می باشد. این ماده در پالایشگاههای کشور به صورت مازاد تولید می شود که قابل عرضه به بازار خواهد بود.

#### ۷- پیشنهاد منطقه مناسب برای اجرای طرح

در مورد مسئله مکان یابی احداث واحد و یا طرح، مدلها و روشهای متعددی وجود دارد که پارامترهای بسیار مهم، اساسی و مؤثر در دستیابی به محل مناسب اجرای طرح دخالت می کنند. از مهمترین پارامترهای موجود در این رابطه می توان به موارد ذیل اشاره نمود:

۱- نیروی انسانی (جمعیت کاری و اداری مورد نیاز جهت ایجاد اشتغال)



۲- قیمت زمین (ارزانی زمین و دستیابی به مساحت زیاد و قابل تامین)

۳- معافیت مالیاتی (جهت افزایش میزان سوددهی طرح)

۴- دستیابی به منابع تامین مواد اولیه (پارامتر بسیار مهم در طرحهای پتروشیمی)

۵- دسترسی به پایگاههای جهانی (جهت صادرات محصول و واردات مواد مورد نیاز)

۶- امکان تامین موارد تاسیساتی همچون برق و سوخت مورد نیاز

با توجه به اینکه ماده اولیه اصلی واحد گوگرد است و این ماده در واحدهای گوگرد زدایی و شیرین سازی پالایشگاههای نفت و گاز تولید می گردد، احداث واحدهای بزرگ در کنار واحدهای پالایشگاهی جنوب کشور نظیر منطقه ویژه اقتصادی پتروشیمی و منطقه ویژه اقتصادی انرژی پارس به عنوان اولویت اول پیشنهاد می گردد.

ولی واحدهایی با ظرفیت پایین که بالطبع مقدار ماده اولیه مورد نیاز آن نیز پایین است، می توانند در شهرک های صنعتی از جمله شهرک های صنعتی اطراف تهران شهرک های صنعتی استان سمنان و قزوین احداث شوند تا بتوانند از مزایای استقرار واحد در شهرک های صنعتی بهره مند گردند.

علاوه بر آن استانهای محروم لرستان، کرمانشاه، چهار محال و بختیاری و هرمزگان که دارای معافیت مالیاتی ده ساله هستند، می توانند به عنوان محل احداث واحد در نظر گرفته شوند.

همچنین از آنجا که در پالایشگاه سرخس مقدار زیادی گوگرد مازاد تولید می شود و می تواند به عنوان منبعی جهت تامین ماده اولیه اصلی طرح باشد، استان خراسان نیز به عنوان مکان احداث طرح پیشنهاد می گردد.

## ۸- وضعیت تامین نیروی انسانی

با توجه به اینکه کارخانه بصورت مداوم و ۲۴ ساعته کار خواهد کرد لذا تعدادی از کارکنان بصورت نوبتکار و تعدادی بصورت روزکار مشغول بکار خواهند بود. کارکنان بخش نوبتکار به چهار گروه تقسیم می شوند که در هر روز سه گروه در سه شیفت ۸ ساعته حضور داشته و گروه چهارم در حال استراحت خواهد بود. تعداد و تخصص کارکنان بخش نوبتکار و روزکار در جدول ۸ ارائه شده است.



## جدول ۸- تعداد و تخصص کارکنان بخش نوبتکار و روزکار

تعداد	مدرک	برنامه کاری		شرح
		روزکار	نوبتکار	
۱	لیسانس یا فوق لیسانس			الف- مدیریت و اداری و مالی مدیر عامل
۱	لیسانس یا فوق لیسانس فنی	×		مدیر کارخانه
۱	لیسانس	×		مسئول اداری و مالی
۱	فوق دیپلم	×		کارمند اداری و مالی
۲	فوق دیپلم	×		کارمند تدارکات و فروش
۲	دیپلم	×		منشی
۱	دیپلم	×		انباردار
۲	دیپلم	×		راننده
۱	زیردیپلم	×		نظافتچی و آبدارچی
۸	دیپلم		×	نگهبان
۴	دیپلم		×	آتش نشان
<b>ب- قسمت خدمات فنی و تعمیرات</b>				
۱	لیسانس یا فوق لیسانس مهندسی شیمی	×		رئیس خدمات فنی و تعمیرات
۱	لیسانس مهندسی شیمی	×		مهندسی فرآیند
۱	لیسانس مهندسی مکانیک	×		مهندسی عمومی
۴	دیپلم		×	کارگر فنی برق و ابزار دقیق و مکانیک
۴	فوق دیپلم شیمی		×	تکنسین (آزمایشگاه)
<b>ج- قسمت تولیدی</b>				
۱	لیسانس یا فوق لیسانس مهندسی شیمی	×		مدیر تولید
۴	لیسانس مهندسی شیمی		×	سرپرست شیفت
۴	فوق دیپلم		×	اپراتور اتاق کنترل
۴	دیپلم		×	اپراتور سایت
۴	زیردیپلم		×	کارگر سایت
۵۲				کل پرسنل

**۹- تعیین میزان یوتیلیتی مورد نیاز واحد**

سیستم‌های یوتیلیتی مورد استفاده در این فرآیند شامل موارد زیر است:

- ۱- آب : آب آشامیدنی، آب مورد نیاز فضای سبز، آب فرایندی
- ۲- برق : برق مصرفی واحد شامل برق مصرفی ماشین‌آلات، تأسیسات و کارگاهها، واحدهای سرمایه‌اشی و گرمایشی، برق محوطه، ساختمانها و سایر موارد می‌شود.

۳-مخابرات

۴-سوخت

**۹- یوتیلیتی مورد نیاز سالیانه واحد اسید سولفوریک با ظرفیت ۲۰ هزار تن**

ردیف	شرح	واحد	میزان مصرف
۱	آب	مترمکعب	۴۱۳۰۰
۲	برق	کیلووات ساعت	۸۷۶۱۵۰
۳	مخابرات	خط	۴
۴	سوخت	مترمکعب	۱۳۵

**۱۰- وضعیت حمایت‌های اقتصادی و بازرگانی****الف - حمایت تعرفه گمرکی (محصولات و ماشین آلات) و مقایسه با تعرفه های جهانی**

در اغلب واحدهای تولیدی بخشی از ماشین آلات از خارج از کشور تامین می‌شود. این ماشین آلات پس از تستهای اولیه و عدم مشکلات فنی از طریق گمرک وارد کشور خواهند شد. حقوق گمرکی که در حال حاضر برای این گونه ماشین آلات وجود دارد حدود ۱۰ درصد قیمت ماشین آلات خارجی می‌باشد. از طرف دیگر واحدهای تولیدی که محصولات آنها به خارج از کشور صادر می‌شود، مستلزم پرداخت حقوق گمرکی می‌باشند. خوشبختانه در سالهای اخیر برای ترغیب تولیدکنندگان داخلی به امر صادرات مشوقهایی برای آنها تصویب شده است که باعث شده است حجم صادرات افزایش یابد.



## - حمایت های مالی (واحدهای موجود و طرحها)، بانکها و شرکتهای سرمایه گذار

یکی از مهمترین حمایت های مالی برای طرح های صنعتی اعطای تسهیلات بلند مدت برای ساخت و تسهیلات کوتاه مدت برای خرید مواد و ملزومات مصرفی سالانه طرح می باشد. در ادامه شرایط این تسهیلات برای طرح های صنعتی آمده است.

۱- در بخش سرمایه گذاری ثابت جهت دریافت تسهیلات بلند مدت بانکی اقلام ذیل با ضریب عنوان شده تا سقف ۷۰ درصد سرمایه گذاری ثابت در محاسبه لحاظ می شود.

۱-۱- ساختمان و محوطه سازی طرح، ماشین آلات و تجهیزات داخلی، تأسیسات و تجهیزات کارگاهی با ضریب ۶۰ درصد محاسبه می گردد.

۲-۱- ماشین آلات خارجی در صورت اجرای طرح در مناطق محروم با ضریب ۹۰ درصد و در غیر این صورت با ضریب ۷۵ درصد محاسبه می گردد.

۳-۱- در صورتیکه حجم سرمایه گذاری ماشین آلات خارجی در سرمایه گذاری ثابت کمتر از ۷۰ درصد باشد، اقلام اشاره شده در بند ۱-۱ جهت دریافت تسهیلات ریالی با ضریب ۷۰ درصد محاسبه می گردد.

۲- این امکان وجود دارد، طرح هایی که به مرحله بهره برداری می رسند سرمایه در گردش مورد نیاز آنها به میزان ۷۰ درصد از شبکه بانکی تأمین گردد.

۳- نرخ سود تسهیلات ریالی در وام های بلند مدت و کوتاه مدت در بخش صنعت ۱۲ درصد و نرخ سود تسهیلات ارزی  $Libor + 2\%$  و هزینه های جانبی، مالی آن در حدود  $1/25\%$  مبلغ تسهیلات اعطایی و نرخ سود تسهیلات ارزی برای مناطق محروم ۳ درصد ثابت می باشد.

۴- مدت زمان دوران مشارکت، تنفس و بازپرداخت در تسهیلات ریالی و ارزی را با توجه به ماهیت طرح از نقطه نظر سودآوری و بازگشت سرمایه حداکثر ۸ سال در نظر گرفته می شود.

۵- حداکثر مدت زمان تأمین مالی از محل حساب ذخیره ارزی برای مناطق کم توسعه یافته و محروم ۱۰ سال در نظر گرفته می شود.



علاوه بر تسهیلات مالی معافیت‌های مالیاتی نیز برای برخی مناطق وجود دارد که به شرح زیر می‌باشد:

۱- با اجرای طرح در شهرک‌های صنعتی، چهار سال اول بهره‌برداری ۸۰ درصد معافیت مالیاتی شامل طرح خواهد شد.

۲- با اجرای طرح در مناطق محروم ۱۰ سال اول بهره‌برداری شرکت از مالیات معاف خواهد بود.

۳- مالیات برای مناطق عادی (به جز شهرک‌های صنعتی و مناطق محروم) ۲۵ درصد سود ناخالص تعیین شده است.

## ۱۱- تجزیه و تحلیل

همانطور که ذکر شد، اسید سولفوریک از جمله پرمصرف‌ترین مواد شیمیایی به شمار می‌آید که در اغلب کشورهای جهان در صنایع مختلف به طور گسترده مصرف می‌شود.

در این میان کشور ایران نیز از جمله تولیدکنندگان و صادرکنندگان عمده این ماده در منطقه به شمار می‌آید، به طوریکه صادرات ایران در سال ۱۳۸۴ بیش از ۹۰ هزار تن بوده است.

مجموع ظرفیت واحدهای فعال تولیدکننده اسید سولفوریک کشور در حدود ۸۴۰ هزار تن در سال است. با احتساب به بهره‌برداری رسیدن طرح‌های در دست اجرای تولید اسید سولفوریک در کشور که از وزارت صنایع مجوز اخذ نموده و بیش از ۱۰ درصد پیشرفت فیزیکی داشته‌اند، پیش‌بینی می‌شود در چند سال آتی ظرفیت تولید اسید سولفوریک در کشور به ۹۳۷ هزار تن برسد.

از طرف دیگر طبق ارقام ارائه شده با راه‌اندازی طرح‌های در دست اجرای مصرف‌کننده اسید سولفوریک، پتاسیل مصرف اسید سولفوریک در کشور در سال‌های آتی به حدود ۹۰۲ تن خواهد رسید که با بهره‌داری رسیدن طرح‌های در دست اجرای تولید اسید سولفوریک بازم در حدود ۳۵ هزار تن کمبود اسید سولفوریک در کشور وجود خواهد داشت.

علاوه بر مصرف داخلی این محصول امکان کسب حدود ۱۱۰ هزار صادراتی برای این محصول وجود دارد.

خلاصه بازار اسید سولفوریک در ادامه ارائه شده است.



- ظرفیت تولید آتی: ۹۳۷ هزار تن
- پتانسیل مصرف آتی: ۹۰۲ هزار تن
- امکان کسب بازار صادراتی: ۱۱۰ هزار تن

نیاز آتی: ۷۵ هزار تن

با توجه به ارقام مذکور مشاهده می شود که با رویکرد صادرات، نیاز کشور به اسید سولفوریک در سالهای آتی ۷۵ هزار تن می باشد. در اینجا با در نظر گرفتن حداقل های اقتصادی، واحدی با ظرفیت ۲۰ هزار تن پیشنهاد شده است.

در نهایت:

*احداث واحد تولید اسید سولفوریک با ظرفیت ۲۰ هزار تن در سال در استان خراسان شمالی*

*و نیز استانهای چهار محال و بختیاری و هرمزگان با سرمایه گذاری ۸/۵ میلیارد ریال*

*پیشنهاد می گردد.*



## مراجع و منابع مطالعاتی:

۱. CEH-SRI Consulting, ۲۰۰۴
۲. PEP YEARBOOK, ۲۰۰۵
۳. [en.wikipedia.org](http://en.wikipedia.org)
۴. [www.usetute.com](http://www.usetute.com)
۵. [www.elmhurst.edu](http://www.elmhurst.edu)
۶. [www.jtbaker.com](http://www.jtbaker.com)

۷. سالنامه آمار بازرگانی خارجی جمهوری اسلامی ایران
۸. اطلاعات دریافتی از شرکت ملی صنایع پتروشیمی
۹. نرم افزار سایه، وزارت صنایع و معادن
۱۰. CD جستجوی استاندارد های جهانی