

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری



دانشگاه دامغان

دانشکده شیمی

پایان نامه کارشناسی ارشد شیمی معدنی

بررسی تولید اسیدفسفریک در مقیاس نیمه صنعتی از
کنسانتره اسفوردی یزد

توسط:

فرزانه یوسفی رامندی

استادان راهنما:

دکتر غلامحسین گریوانی

دکتر شهریار غمامی

شهریور ۱۳۹۳

به نام خدا

بررسی تولید اسیدفسفریک در مقیاس نیمه صنعتی از
کنسانتره اسفوردی یزد

توسط:

فرزانه یوسفی رامندی

پایان نامه

ارائه شده به تحصیلات تکمیلی دانشگاه به عنوان بخشی از فعالیت های تحصیلی لازم برای اخذ
درجه کارشناسی ارشد

در رشته

شیمی محض (گرایش معدنی)

از دانشگاه دامغان

ارزیابی و تایید شده توسط کمیته پایان نامه با درجه: عالی

دکتر غلامحسین گریوانی، دانشیار رشته شیمی، گرایش معدنی، دانشکده شیمی، دانشگاه دامغان (استاد راهنما)
دکتر شهریار غمامی، دانشیار رشته شیمی، گرایش معدنی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه بین المللی امام خمینی (استاد راهنما)
دکتر عظیم ملک زاده، استادیار رشته شیمی، گرایش معدنی، دانشکده شیمی، دانشگاه دامغان (داور اول)
دکتر بهزاد آیباقی، استادیار رشته شیمی، گرایش تجزیه، دانشکده شیمی، دانشگاه دامغان (داور دوم)
دکتر مرتضی جباری، استادیار رشته شیمی، گرایش شیمی فیزیک، دانشکده شیمی، دانشگاه دامغان (نماینده تحصیلات
تکمیلی)

شهریور ۱۳۹۳

تقدیم به

تقدیم به پدر ، مادر و همسر عزیزم

سپاسگزاری

حمد و ستایش از آن خدایی است که گیتی را با رموز شگرف و شگفت آفرید.

حال که با الطاف الهی پایان نامه ام را به پایان رسانیده امبر خود لازم می بینم از کلیه ی عزیزان و سرورانی که در این راه مرا یاری و مساعدت فرموده اند تشکر و قدردانی نمایم.

در ابتدا از جناب آقای دکتر غلامحسین گریوانی و دکتر غمامی، استادان راهنمای این پایان نامه به خاطر راهنمایی ها و همکاریشان نهایت تشکر و امتنان را دارم.

در نهایت از کلیه دوستان و عزیزانی که در طول این راه همواره مرا مساعدت فرموده اند سپاسگزاری می کنم.

چکیده

بررسی تولید اسید فسفریک در مقیاس نیمه صنعتی از کنسانتره اسفوردی یزد

به وسیله ی:

فرزانه یوسفی رامندی

تولید اسید فسفریک به دلیل کاربردها و مصارف گوناگون آن در بخش های مختلف صنعت مورد توجه زیادی قرار گرفته است و روش های مختلفی برای تولید آن وجود دارد. در این پروژه از خاک معدن فسفات یزد برای تولید اسید فسفریک استفاده گردیده است. آزمایش های متعددی انجام شده و درصدهای خلوص متفاوتی بدست آمده است اما یکی از مسائل مهم اخیر که مورد توجه بسیاری از محققان قرار گرفته، تولید اسید فسفریک با درصد خلوص بالا می باشد. به منظور کاهش تعداد آزمایش ها و دستیابی به بهترین نتیجه در کوتاهترین زمان روش های بهینه سازی زیادی وجود دارد. یکی از این روش ها که در این پروژه استفاده شده الگوریتم ژنتیک می باشد. این کار به صورت نرم افزاری انجام شده و طرح تولید اسید فسفریک مدل سازی شده و پارامترهای موثر در طراحی و اثرات آنها مورد بررسی قرار گرفته است. میزان اسید سولفوریک، میزان آب، میزان خاک معدن فسفات و زمان از جمله پارامترهای موثر در فرایند فوق می باشند. البته این طرح به طور کامل نرم افزاری نبوده بلکه اسید فسفریک در ابتدا در آزمایشگاه تولید شده و اطلاعات بدست آمده برای بهینه سازی به نرم افزار داده شده و با استفاده از این اطلاعات شبکه عصبی با موفقیت آموزش داده شده سپس بهینه سازی چند هدفه توسط الگوریتم ژنتیک و تلفیق آن با شبکه های عصبی مصنوعی آموزش دیده شده، انجام شد. در نهایت با استفاده از نقاط پرتو استخراج شده از الگوریتم ژنتیک، میزان بهینه هر یک از پارامترهای فوق انتخاب و نتایج حاصله با تولید مجدد اسید در آزمایشگاه مورد بررسی قرار گرفت. اولین آزمایش با انتخاب ۳۰۰ میلی لیتر برای آب، ۳۰ گرم برای خاک فسفات، ۳۰ میلی لیتر برای اسید سولفوریک، ۴۸۰ دقیقه برای زمان انجام شد.

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	فصل اول: مقدمه.....
۲	۱-۱- تاریخچه تولید اسید فسفریک.....
۲	۱-۱-۱- کاربردها و مصارف اسید فسفریک.....
۳	۱-۱-۲- انواع روش های تولید اسید فسفریک.....
۴	۱-۱-۳- املاح اسید فسفریک و کاربرد آنها.....
۶	۱-۲- کانسار اسفوردی یزد.....
۶	۱-۳- خاک فسفات یا آپاتیت.....
۷	۱-۴- واحدهای تولید کننده اسید فسفریک در ایران.....
۷	۱-۵- بررسی وضعیت فسفات و مصارف عمده آن در جهان و ایران.....
۸	۱-۶- کشورهای عمده تولید کننده و مصرف کننده محصول.....
۹	۱-۷- اهمیت استراتژیکی کالا در دنیای امروز.....
۹	۱-۸- بررسی کالاهای جایگزین.....
۹	۱-۹- کارخانجات تولید کننده اسید فسفریک در کل کشور.....
۵۳	فصل دوم: بخش تئوری.....
۵۳	۱-۲- تعریف شبکه های عصبی مصنوعی و بیان مبانی علمی آنها.....
۵۳	۱-۱-۲- تاریخچه شبکه های عصبی مصنوعی.....

- ۵۵.....۲-۱-۲-تقسیم بندی شبکه های عصبی از لحاظ کاربردی.....
- ۵۶.....۲-۲-عملکرد مغز و ساختار عصبی آن.....
- ۵۷.....۳-۲-شبهات ها و تفاوت های شبکه عصبی بیولوژیک و شبکه عصبی مصنوعی.....
- ۵۷.....۴-۲-قابلیت یادگیری.....
- ۵۸.....۵-۲-مدل ریاضی نورون.....
- ۵۹.....۶-۲-توابع تحریک.....
- ۶۱.....۷-۲-روش های آموزش شبکه عصبی مصنوعی.....
- ۶۴.....۸-۲-طراحی شبکه عصبی مصنوعی.....
- ۶۷.....۹-۲-توپولوژی شبکه.....
- ۷۰.....۱۰-۲-معایب شبکه های عصبی مصنوعی.....
- ۷۰.....۱۱-۲-مقدمه ای بر بهینه سازی.....
- ۷۲.....۱-۱۱-۲-تعریف مسئله بهینه سازی چند هدفه.....
- ۷۳.....۲-۱۱-۲-بهینه سازی چند هدفه و انتخاب بهترین طرح.....
- ۷۴.....۳-۱۱-۲-اشکالات روش های قدیمی.....
- ۷۴.....۱۲-۲-الگوریتم ژنتیک.....
- ۷۵.....۱-۱۲-۲-تاریخچه الگوریتم ژنتیک.....
- ۷۵.....۲-۱۲-۲-چهار فرایند اصلی یا چهار عملگر در الگوریتم ژنتیک.....
- ۷۶.....۳-۱۲-۲-برازندگی یا تناسب.....
- ۷۶.....۴-۱۲-۲-انتخاب.....
- ۷۶.....۵-۱۲-۲-ادغام یا ترکیب.....
- ۷۷.....۶-۱۲-۲-جهش.....

۷۷	.....۷-۱۲-۲ معیار همگرایی
۷۷	.....۸-۱۲-۲ همگرایی زودرس
۷۸	.....۱۳-۲ بهینه سازی تولید اسید فسفریک توسط الگوریتم ژنتیک
۸۱	.....۱-۱۳-۲ کاربردهای الگوریتم ژنتیک
۸۱	.....۲-۱۳-۲ شرایط خاتمه الگوریتم های ژنتیک
۸۱	.....۳-۱۳-۲ مزایای الگوریتم ژنتیک
۸۲	.....۴-۱۳-۲ معایب الگوریتم ژنتیک
۸۴	.....فصل سوم: بخش تجربی
۸۴	.....۱-۳ مواد و دستگاه ها
۸۴	.....۲-۳ اطلاعات ایمنی
۸۵	.....۳-۳ شرح آزمایش
۸۶	.....۴-۳ واکنش های انجام شده
۹۰	.....فصل چهارم: جمع بندی و نتیجه گیری
۹۰	.....۱-۴ جمع بندی
۹۰	.....۲-۴ تاثیر پارامترهای مختلف در تولید اسید
۹۱	.....۳-۴ نتایج مربوط به شبکه های عصبی و بهینه سازی توسط الگوریتم ژنتیک
۹۴	.....فهرست منابع و مراجع
۹۸	.....پیوست ها
۱۰۲	.....واژه نامه فارسی به انگلیسی

فهرست جداول

عنوان	صفحه
جدول ۱-۱: ویژگی های محصول.....	۱
جدول ۲-۱: میزان تولید اسید فسفریک برحسب قاره های مختلف.....	۸
جدول ۳-۱: کارخانجات تولید کننده اسید فسفریک و محصولات آن.....	۱۰
جدول ۱-۲: توابع تحریک با علائم قراردادی.....	۶۰
جدول ۲-۲: متغیرهای طراحی و بازه تغییرات آنها.....	۷۳
جدول ۳-۲: مقادیر پارامترهای ورودی و تابع هدف خروجی استخراج شده از نمودار پرتو.....	۸۱
جدول ۱-۳: نمونه ای از آزمایش های انجام شده.....	۸۷
جدول ۱-۴: مقادیر بهینه هر یک از پارامترها.....	۹۳

فهرست شکل ها

عنوان	صفحه
شکل ۱-۲: نواحی اصلی یک سلول عصبی.....	۵۶
شکل ۲-۲: مدل ریاضی یک نورون	۵۹
شکل ۳-۲: انواع شبکه عصبی پیشرو.....	۶۲
شکل ۴-۲: توپولوژی شبکه عصبی مصنوعی به منظور بهینه سازی حجم اسید تولید شده و در	
صد خلوص.....	۶۵
شکل ۵-۲: شبکه عصبی طراحی شده برای تابع هدف اول (حجم اسید تولید شده.....	۶۶
شکل ۶-۲: شبکه عصبی طراحی شده برای تابع هدف دوم (درصد خلوص.....	۶۷
شکل ۷-۲: خطای تست و خطای آموزش حاصل از شبکه عصبی برای تابع هدف اول (حجم	
اسید تولید شده.....	۶۸
شکل ۸-۲: نتایج شبکه عصبی اول به ازای داده های تست.....	۶۸
شکل ۹-۲: نتایج شبکه عصبی دوم و خطای تست و آموزش برای تابع هدف دوم.....	۶۹
شکل ۱۰-۲: نتایج شبکه عصبی دوم به ازای داده های تست.....	۶۹
شکل ۱۱-۲: تصویری از DNA و کروموزوم ها.....	۷۴
شکل ۱۲-۲: نمودار پرتو.....	۸۰
شکل ۱۳-۲: بازه مطلوب برای انتخاب نقطه بهینه در نمودار پرتو.....	۸۱
شکل ۱-۴: صفحه نمایش خطای شبکه عصبی.....	۹۲

فصل ۱

مقدمه

فسفریک اسید از جمله پرمصرف ترین مواد شیمیایی در صنعت است. فسفریک اسید یا اورتو فسفریک اسید یک اسید معدنی سه پروتونه با فرمول H_3PO_4 می باشد که محلول آن در حالت خالص بی رنگ و ویسکوز می باشد. فسفریک اسید معمولا با درجه خلوص ۸۵٪ یا ۷۳٪ (P_2O_5 ۵۴٪) استفاده می شود که این محلول مایعی بی رنگ و روشن، غیر فرار و نسبتاً خورنده می باشد. فسفریک اسید از نظر میزان مصرف بعد از سولفوریک اسید پرمصرف ترین اسید جهان می باشد [۱].

فسفریک اسید در زیر مجموعه اسیدهای غیرآلی تحت کد ISIC 1316-2411 شناسایی می گردد.

جدول ۱-۱: ویژگی های محصول

نام شیمیایی	اورتو فسفریک اسید
اسم مترادف رایج مورد استفاده	فسفریک اسید (۸۵-۵۵۰٪)
فرمول مولکولی	H_3PO_4
نقطه انجماد	۱۷/۵- درجه سانتی گراد (۷۵٪)
نقطه جوش	۱۳۳ درجه سانتی گراد (۷۵٪)
فشار بخار	۲۶۷ پاسکال در ۲۰ درجه سانتی گراد
حلالیت در آب	قابل حل در همه غلظت ها
دانسیته	۱/۵۸ گرم بر cm^3 در ۱۵/۵ درجه سانتی گراد
رنگ	مایع ویسکوز قهوه ای/سبز

بو	اندکی بوی اسیدی
pH	بالتر از یک

۱-۱- تاریخچه تولید فسفریک اسید

فسفریک اسید برای نخستین بار در سالهای آغازین سده نوزده برای تولید کود فسفاتی حاصل از استخوان حیوانات بطور وسیعی در اروپا بکار گرفته شد. به تدریج میزان مصرف آن افزایش یافت و موجب گردید که از استخوان انسانها نیز برای این منظور استفاده گردد. لذا تولیدکنندگان این نوع کود، استخوان انسانها را از قبرستانها و صحنه های وقوع جنگها جمع آوری کرده پس از آسیاب کردن تحت تاثیر سولفوریک اسید قرار داده و با اضافه نمودن نمکهای پتاسیم، سولفات آمونیوم مایع حاصل را در چلیک های چوبی بعنوان کود شیمیایی مایع به بازار عرضه می نمودند.

در حدود سال ۱۸۴۰ برای اولین بار از ترکیب سنگ فسفات با سولفوریک اسید، کود شیمیایی بسیار موثری حاصل شد که به آن سوپر فسفات گفته می شد. اولین تولید تجاری سوپر فسفات در سال ۱۸۴۲ در انگلیس آغاز گردید. در سال ۱۸۸۰ در حدود ۸۰ کارخانه در انگلستان به تولید کود سوپر فسفات مشغول بودند.

تاریخچه تولید کود تریپل سوپر فسفات به زمان تولید فسفریک اسید باز می گردد. برای اولین بار T.S.P در سال ۱۸۷۰ در آلمان تولید گردید. بلافاصله پس از آن کارخانه های متعددی در اروپا و آمریکا برپا گشت که اغلب کوچک بودند و بیشتر تولید آنها در صنایع تصفیه شکر بکار می رفت تا در کشاورزی و بعنوان کود، کود تریپل سوپر فسفات از سالهای ده پنجاه قرن بیستم بعنوان یک کود با اهمیت شناخته شد.

در حال حاضر در اغلب کشورهای جهان جهت تولید اسید با درجه خلوص بالا از روش تصفیه اسید مرطوب استفاده می گردد. در حدود ۹۰ درصد از تولید جهانی فسفریک اسید در ساخت انواع مختلف کودهای شیمیایی به مصرف می رسد.

۱-۱-۱- کاربردها و مصارف فسفریک اسید

۸۵٪ از فسفریک اسید تولید شده در تهیه کودهای شیمیایی فسفات مصرف می‌شود که شامل: مونو آمونیوم فسفات، دی آمونیوم فسفات، تریپل سوپر فسفات، فسفات منیزیم هستند که در بخش کشاورزی مورد استفاده قرار می‌گیرند و ۱۵٪ باقیمانده که معمولاً با فرآیند حرارتی تولید می‌شود در مصارف دیگر مورد استفاده قرار می‌گیرد که بعضی از این موارد عبارتند از: تولید نمک‌های فسفات، تولید مواد تصفیه کننده و منعقد کننده در صنعت آب و فاضلاب، تولید مواد بازدارنده اشتعال برای مصارف آتش نشانی، تولید پاک کننده های فسفات صنعتی، تولید مکملهای خوراک دام و طیور مانند دی کلسیم فسفات، در دندانپزشکی و اورتودنسی به عنوان عامل قلم زنی^۱ جهت تمیز کردن و زبر کردن سطح دندان، در ساخت آسپیرین بخاطر داشتن یون هیدروژن فراوان و آلاینده‌گی کمتر در مقایسه با اسید کلریدریک و سولفوریک، کاربرد در صنعت آبکاری، زدودن زنگ آهن (اکسید آهن III) از ابزارهای آهنی یا فولادی و تبدیل آهن به فسفاتهای محلول و در صنایع غذایی در تولید غذاهای اسیدی و نوشابه‌های گازدار مانند انواع کولاها. به طور کلی از مقدار فسفر تولید شده در جهان مقدار ۴۵٪ در صنایع پاک کننده و بهداشتی، ۱۵٪ در غذاها و نوشابه‌ها و ۱۰٪ در صنایع کود شیمیایی مصرف می‌شود. فسفر دوازدهمین عنصر از نظر فراوانی در پوسته‌ی زمین است و به طور عمده در سنگهای رسوبی و کمتر در سنگهای آذرین وجود دارد [۷-۲].

۱-۱-۲- انواع روش های تولید فسفریک اسید

فسفریک اسید بطور کلی به دو روش قابل تولید است. روش اول: روش حرارتی^۲ است که فسفر در کوره‌های الکتریکی از خاک فسفات جدا شده و پس از اکسیداسیون و سپس محلول کردن در آب به فسفریک اسید تبدیل می‌شود. مزایای این روش تولید اسید با کیفیت بالا و ناخالصی ناچیز است که معمولاً به عنوان فسفریک اسید نوع غذایی استفاده می‌گردد ولی بعلت هزینه تولید بسیار بالا و حجم تولید اندک آن قابل توجه نیست.

روش دوم: یا روش فرآیند تر^۳ است که طی آن با واکنش سولفوریک اسید یا سایر اسیدهای معدنی بر خاک فسفات، فسفریک اسید آزاد شده و در مراحل مختلف فلوئورگیری، خالص سازی گردیده و تاحجم ۲۵۵ سی سی و خلوص ۵۰-۶۰ درصد تغلیظ می‌گردد [۹-۸].

^۱ Etching

^۲ Electrothermal phosphorus manufacture

^۳ wet proces

مقایسه دو روش تولید فسفریک اسید :
• مزایای تولید فسفریک اسید به روش حرارتی:

- ۱- خلوص بالا
 - ۲- شفافیت زیاد
 - ۳- موارد مصرف فراوان
 - ۴- هزینه سرمایه گذاری پایین
 - ۵- قابلیت استفاده از سنگهای کم عیار با منشاء رسوبی
 - ۶- قابلیت تولید فسفر سفید به منظور استفاده در تولید سموم کشاورزی و افزودنی‌های روغن
- مزایای تولیدی فسفریک اسید به روش تر:

- ۱- قیمت تمام شده پایین (بعلت ظرفیت بالای تولید)
- ۲- مصرف سولفوریک اسید تولیدی داخل کشور
- ۳- قابلیت تولید در مقیاس های بسیار بالا

۱-۱-۳-املاح فسفریک اسید و کاربرد آنها

املاح فسفاتی اغلب عناصر شناخته شده در طبیعت شناسائی شده‌اند. املاحی که جنبه تجاری بیشتری دارند شامل فسفاتهای فلزات قلیائی، قلیائی خاکی، فلزات سنگین و نمک‌های فسفاتی آمونیوم می باشند. فسفات سدیم و پس از آن املاح فسفات کلسیم، آمونیوم و پتاسیم با توجه به دامنه کاربردی وسیع آنها مهمترین این نمکها محسوب می‌گردند. فسفات های سدیم شامل منوسدیم فسفات، دی سدیم فسفات و تری سدیم فسفات است.

عمده ترین کاربرد منوسدیم فسفات استفاده از آن بعنوان یک اسید جامد محلول در آب و یک ماده تمیز کننده اسیدی است.

بیشترین مصرف و کاربرد دی سدیم فسفات، استفاده از آن بعنوان مایه^۱ در تولید پنیر پاستوریزه می‌باشد. این ماده در تولید محصولات گوشتی، نشاسته و شیر خشک، همچنین در صنایع سرامیک، لعاب کاری، چرم‌سازی، پارچه بافی، رنگ سازی و شوینده ها به مصرف می‌رسد.

^۱Emulsifie

تری سدیم فسفات، نمکی است بشدت قلیائی که از آن بعنوان تمیز کننده ای بسیار قوی و برطرف کننده رنگ استفاده می گردد.

کمپلکس هیپوکلریت تری سدیم فسفات، بعد از سدیم تری پلی فسفات بین تمام املاح فسفاتی بیشترین حجم کاربرد را بخود اختصاص می دهد.

املاح فسفاتی پتاسیم شامل منوپتاسیم فسفات، دی پتاسیم فسفات، تری پتاسیم فسفات می باشند. این نمکها کمترین کاربرد نمکهای فسفاتی را بخود اختصاص داده اند.

منوپتاسیم فسفات در صنعت بعنوان پیرو الکتریک در صنایع صوتی و الکترونیکی کاربرد دارد همچنین در صنایع کاغذسازی بعنوان مخمر بکار می رود. دی پتاسیم فسفات در صنعت ضدیخ سازی مورد استفاده قرار می گیرد.

نمکهای فسفات کلسیم بعد از املاح فسفاتی سدیم، پرمصرف ترین املاح فسفاتی را تشکیل می دهند.

منو کلسیم فسفات، که از آن بعنوان مایه خمیر در نان پزی و کیک پزی استفاده می گردد، همچنین در تهیه قرص های جوشان و نیز صنایع سرامیک کاربرد دارد.

دی کلسیم فسفات، مهمترین مصرف دی کلسیم فسفات، کاربرد آن بعنوان مکمل خوراک دام و طیور می باشد. دی کلسیم فسفات در ساختن خمیر دندان نیز بکار می رود دیگر موارد مصرف دی کلسیم فسفات استفاده از آن بعنوان مخمر و نیز کاربرد آن در صنایع شیشه سازی، پلاستیک سازی و داروسازی است.

تری کلسیم فسفات، نمکی است که از آن بعنوان خشک کننده و رطوبت گیر موادی نظیر شکر و نمک استفاده می شود. همچنین بعنوان سفید کننده و براق کننده در صنایع سرامیک بکار می رود.

آلومینیوم فسفات اسید این نمک، پلیمرهای پیچیده ای را تشکیل می دهد و بعنوان ماده سفت کننده در سیمان و نسوزها بکار می رود آلومینیوم فسفات بشدت نامحلول، سخت، واکنش ناپذیر و مقاوم در برابر حرارت می باشد. نقطه ذوب آن ۱۸۰۰ درجه سانتیگراد می باشد و بعنوان ماده ای نسوز بکار می رود. منو آلومینیوم فسفات در ساختن ترانسفورماتور بکار گرفته می شود. نمک فسفات بر BPO4 دارای کاربردی محدود بوده و فقط بعنوان کاتالیست در سرامیک و نسوز بکار می رود.

نمک فسفات آهن دارای کاربردی محدود در تولید شیشه هایی با کاربرد ویژه می باشد. نمک های فسفات فلزات سنگین در آب به شدت نامحلول بوده و کاربرد تجاری آنها بسیار محدود است.

فسفات روی $Zn_3(PO_4)_2$ در ساختن سیمان دندانسازی بصورت ماده اولیه اصلی بکار می رود. فسفات کروم در صنایع فلزی و جهت افزایش مقاومت فلزات در مقابل خوردگی بکار می رود.

فسفات کبالت، این نمک بعنوان رنگریزه (پیگمان) در صنایع رنگ و سرامیک مورد استفاده دارد.

فسفات مس، در صنایع حشره کش مصرف می‌گردد.

فسفات جیوه و سرب، این نمکها در شیشه سازی و جهت ساختن شیشه های مخصوص بکار می‌روند.

۱-۲- کانسار اسفوردی یزد

عمده ترین منبع تولید فسفر و ترکیبات فسفر دار، از جمله فسفریک اسید سنگ معدن فسفات است، که به صورت آپاتیت و فلوئورو آپاتیت یافت می‌شود. در این پروژه از خاک معدن فسفات یزد به عنوان ماده اولیه در تولید اسید فسفریک استفاده شده است. کانسار اسفوردی در ۲۳ کیلومتری شمال شرقی بافق قرار گرفته است. معدن اسفوردی تناوبی از شیل، ماسه سنگ، آهک و دولومیت همراه با سنگهای ولکانیکی که از بازالت تا ریولیت تغییر می کند، می باشد. عمده ترین کانی فسفات دار آپاتیت است [۱۰] .

۱-۳- خاک فسفات یا آپاتیت

این ترکیب با فرمول شیمیایی تقریبی $Ca_8O_2P_3Ca_2$ بصورت سنگ معدنی در اقصی نقاط جهان یافت می‌شود در ایران نیز معادن متعددی در این زمینه وجود دارد که استخراج صنعتی آن در معدن آسفوردی یزد در حال انجام است.

درصد فسفر معدن آسفوردی ۳۳-۳۷٪ برحسب P_2O_5 است که در حال حاضر جهت تولید کودهای کشاورزی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

این خاک در کشورهای پیشرفته به چندین روش جهت استفاده در خوراک دام و طیور فرآوری می‌گردد.

روش اول: موسوم به فلوئورگیری فسفات است که طی آن در حرارتهای بالای ۱۰۰۰ درجه سانتیگراد و با افزودن کربنات سدیم و فسفریک اسید ضمن کاهش فلوئور و افزایش فسفر، قابلیت استفاده فسفر آن را نیز افزایش داده و محصولی بنام فسفات بدون فلوئور تولید می کنند.

روش دوم: استخراج اسید فسفریک از خاک فسفات و تبدیل مستقیم آن به دی کلسیم فسفات و یا تغلیظ آن به اسید فسفریک صنعتی جهت استفاده در تولید کودهای کشاورزی و دی کلسیم فسفات است.

در ایران تا کنون تکنولوژی مناسب جهت استفاده از این خاک در دام و طیور وجود نداشته است.

۱-۴- واحدهای تولید کننده فسفریک اسید در ایران

در کشور ما واحدهای تولید کننده فسفریک اسید شرکت پتروشیمی رازی، تولید آریا فسفریک جنوب و صنایع دفاع (پارچین) است که شرکت پتروشیمی رازی با دو برابر ظرفیت اسمی خود (حدود ۹۰ هزار تن در سال) در حال تولید اسید به روش تر است. این واحد در سال ۱۳۴۷ تاسیس شده و از نظر موقعیت جغرافیایی در بندر امام خمینی قرار دارد. بیشتر تولید اسید در این شرکت برای تهیه کودهای فسفاته مصرف می شود. در واقع هدف اصلی این شرکت تهیه مواد اولیه کود شیمیایی است. با فسفریک اسید تولید شده در این شرکت سالیانه ۲۵۰۰۰۰ تن کود فسفاته در کشور تولید می شود، در حالی که سالانه در همین حدود نیز واردات کود فسفاته به داخل کشور داریم. به طور کلی در کشور سالیانه ۲۵۰۰۰۰۰ تن انواع کود شیمیایی نیاز است که ۱۵۰۰۰۰۰ تن آن در انواع واحدهای پتروشیمی داخل کشور تولید و ۱۰۰۰۰۰۰ تن وارد می شود، لذا این ارقام نشان دهنده این است که نیاز کشور به واحدهای دیگر تولید اسید فسفریک زیاد است و می تواند جزء یکی از طرح های اساسی برای اقدام باشد.

۱-۵- بررسی وضعیت فسفات و مصارف عمده آن در جهان و ایران

فسفر یا فسفات یکی از عوامل در زندگی امروزی به شمار می رود چرا که یکی از نیازهای عمده رشد و توسعه محصولات کشاورزی را کودهای فسفاته تشکیل می دهد. از طرفی به دلیل افزایش جمعیت، همواره جهان نیازمند مواد غذایی بیشتری خواهد بود و تامین این مواد ارتباط مستقیم با مصرف کودهای مختلف از جمله کودهای فسفاته دارد. مهمترین کاربرد سنگ فسفات، استفاده

از آن در ساخت فسفریک اسید و به تبع آن انواع مختلف کودهای شیمیایی است، بطوری که ۹۰ درصد مشتقات فسفریک اسید تولید در سطح جهان در این زمینه بکار می رود. ۱۰ درصد

باقی مانده در صنایع فلزی (جهت ایجاد لایه ضد زنگ بر روی ورقه های فلزی)، صنایع شیشه سازی، دندانسازی، لاستیک سازی و صنایع پتروشیمی بکار می‌رود. فسفر در هر موجود زنده ای وجود دارد و یک ماده غذایی اولیه است که انرژی را به صورت قابل استفاده برای موجود زنده تبدیل می‌کند. کودهای فسفاته پر مصرف‌ترین انواع کود بعد از کود نیتروژنی اند که ۹۰٪ از مصرف فسفات نیز برای تهیه آنها اختصاص دارد. گندم ۲۰٪، ذرت ۱۴٪، برنج ۱۳٪، جو ۴٪، بعد از آن دانه های روغنی با ۱۲٪، علوفه جات ۱۱٪ و در نهایت سبزیجات، شکر و محصولات ریشه ای هرکدام با ۵-۴٪

۱-۶- کشورهای عمده تولیدکننده و مصرف کننده محصول

بزرگترین تولید کننده آمریکای شمالی است که ۱۲ میلیون تن P_2O_5 ظرفیت سالیانه تولید فسفریک اسید آن است. ظرفیت تولید فسفریک اسید در آسیای میانه، افریقا و سایر مناطق آسیا حدود ۳ میلیون تن P_2O_5 می‌باشد. طبق آمار اخذ شده میزان تولید اسید فسفریک در سال ۱۹۹۵ بر حسب قاره های مختلف به شرح زیر است:

جدول ۱-۲: میزان تولید فسفریک اسید برحسب قاره های مختلف

ردیف	قاره	میزان تولید (هزار تن)
۱	آمریکای شمالی	۱۱۹۴۴
۲	اروپا	۳۷۵۱
۳	آسیا	۶۸۹
۴	آفریقا	۳۵۴
۵	آمریکای جنوبی	۵۴۶

در حال حاضر این اسید از کشورهایمانند آلمان، چین، جمهوری کره، تونس، امارات متحده عربی، ترکیه، مراکش، تونس، اتریش، هلند و امارات متحده عربی وارد کشور می‌شود.

۱-۷- اهمیت استراتژیکی کالا در دنیای امروز

فسفر یا فسفات یکی از ترکیبات مهم در زندگی امروزی به شمار می‌رود چرا که یکی از نیازهای عمده رشد و توسعه محصولات کشاورزی را کودهای فسفاته تشکیل می‌دهد. از طرفی به دلیل افزایش جمعیت، همواره جهان نیازمند مواد غذایی بیشتری خواهد بود. سنگ فسفات عنوان تنها منبع اقتصادی تامین فسفریک اسید، در توسعه بخش کشاورزی و صنعتی دارای نقش بسیار مهم و حیاتی و غیر قابل جایگزین می‌باشد. با توجه به نقش حیاتی این ماده در عرصه حیات، با افزایش جمعیت جهان، نیاز به آن افزایش چشمگیری یافته است [۱۱].

۱-۸- بررسی کالاهای جایگزین

فسفریک اسید یک محصول استراتژیک بوده و در حال حاضر جایگزین مشخصی برای فسفریک اسید وجود ندارد. این ماده در بسیاری از صنایع به عنوان ماده اولیه استفاده می‌شود. فسفریک اسید خوراکی به لحاظ خاصیت نگهدارندگی آن در محصولات غذایی می‌تواند جایگزین‌هایی مانند سیتریک اسید، اسکوربیک اسید و... دارا باشد در صورتیکه صرف خاصیت نگهدارندگی آن مورد نظر باشد ولی به عنوان مثال در صنایع روغن نباتی جهت حذف صمغ‌های موجود در روغن خام حتما اسید فسفریک بایستی استفاده شود. در صنایع نوشابه سازی فسفریک اسید هم به واسطه طمع دهندگی و هم نگهدارنده بودن اضافه می‌شود که در مقایسه با سایر اسیدهای قابل مصرف در صنایع غذایی مانند تارتاریک اسید سیتریک اسید و اسکوربیک از قدرت بیشتری برخوردار بوده و مقدار کمتری نسبت به سایر اسیدها می‌تواند مصرف شود.

۱-۹- کارخانجات تولیدکننده فسفریک اسید در کل کشور

در اینجا جدولی از تمام تولیدکنندگان فسفریک اسید در کشور آمده است. که این اطلاعات شامل: نام محصول، نام واحد، ظرفیت تولید، تاریخ مجوز، آدرس کارخانه و کد شناسایی