

خنثی سازی ایمن مواد پر انرژی مستعمل و ضایعاتی در داخل کودهای آلی با ارزش در مقیاس صنعتی (۵ تن در روز)

۱- مقدمه

مواد پر انرژی مصرفی در صنایع نظامی طول عمر مفیدی دارند و پس از گذشت زمان مذکور نگهداری یا مصرف آنها با ریسک همراه است همچنین سالیانه مقدار زیادی ضایعات پر انرژی از کارخانجات تولید مواد پر انرژی و یا تاسیسات نظامی مختلف به دست می آید. که انفجار یا اشتعال ناگهانی این مواد منجر به خسارتهای اقتصادی یا جانی زیادی می شود. روشهای متداولی که از قبل برای خنثی سازی این مواد پر انرژی استفاده شده اند روشهایی مانند خاکستر کردن، تبدیل مواد پر انرژی به مواد بی خطر دور ریختنی و سوزاندن یا انفجار در فضای باز بوده است، این روشها از لحاظ اقتصادی، ایمنی، زیست محیطی و... در حال حاضر مطرود شده اند. لذا این مواد ناپایدار شده یا در حال ناپایدار شدن را بایستی به روش مناسبی که اقتصادی، ایمن و سازگار با محیط زیست باشد بازیافت نمود از جمله روشهایی که در این خصوص ارایه شده است می توان استخراج مواد اولیه مصرفی در فرمولاسیونهای پر انرژی، استفاده مجدد از مواد پر انرژی در فرمولاسیونهای جدید و تبدیل آنها به ترکیبات شیمیایی با ارزش مانند کودهای شیمیایی را نام برد. در میان این روشها تبدیل این مواد به کودهای شیمیایی با ارزش از حدود ۵ سال پیش در کشور آمریکا به عنوان یک روش ساده، ارزان، ایمن و کاملاً اقتصادی عملیاتی شده است و تکنولوژی آن به کشورهای دیگری مانند مصر و کره جنوبی و نیز فروخته شده است.

اساس این تکنولوژی هیدرولیز مواد پر انرژی در حضور اسید هیومیک در محیط قلیایی و در شرایط واکنشی مناسب می باشد که در نتیجه آن پیوندهای ماده پر انرژی شکسته شده و نیتروژن موجود در آن به شکل یونهای نیترات، نیتريت و آمونیاک در آمده و جذب هیومیک اسید می شوند مواد کربن دار باقی مانده در فرایند نیز، به مواد بی خطر تجزیه می شوند و مخلوط نهایی بدست آمده تا رسیدن به PH مناسب با اسید فسفریک خنثی سازی می شود. با توجه به اینکه در این فرایند از هیدروکسید پتاسیم (KOH) به عنوان قلیای هیدرولیز کننده استفاده می شود لذا محصول نهایی فرایند کودی خواهد بود که عناصر اصلی مورد نیاز گیاه یعنی نیتروژن، فسفر و پتاسیم را در خود جای داده است. کود تهیه شده از این فرایند معمولاً به صورت محلول آبی (کود مایع) استفاده می شود اما برای گرفتن بهترین نتیجه از این محصول به عنوان کود، مخلوط واکنش ممکن است با افزودن مواد مغذی دیگر مانند نیترات آمونیوم، ریز مغذیها و... فرموله شود.

لذا بر اساس مطالعات صورت گرفته ، پروژه ای تحقیقاتی تحت عنوان "خنثی سازی ایمن مواد پر انرژی مستعمل و ضایعاتی در داخل کودهای آلی با ارزش " تعریف و پس از انجام موفقیت آمیز پروژه در فازهای آزمایشگاهی و بنچ، این پروژه به مقیاس پایلوت و نیمه صنعتی ارتقاء داده شد و با موفقیت به انجام رسید.



آزمایشگاه



بنچ (۱۵ لیتر بر بچ)



پایلوت (۶۰۰ لیتر بر بچ)

عکس واحد تولیدی احداث شده در صنایع شیمیایی پارچین

مقیاس نیمه صنعتی ۵ تن در روز

۲- هدف کلی پروژه

هدف از بدست آوردن این تکنولوژی بازیابی پیشرانها، منفجره ها و سایر مواد پرانرژی مستعمل و ضایعاتی در داخل کودهای آلی به عنوان یک محصول مناسب و اقتصادی می باشد

۳- مواد اولیه مورد نیاز و نقش آنها در فرایند

مهمترین مواد اولیه مصرفی در این پروژه شامل:

- محلول هیومیک اسید (۳٪): جاذب گازهای نیتروز آزاد شده، تسهیل فرایند هیدرولیز
- هیدروکسید پتاسیم (پتاس): عامل هیدرولیز کننده، تامین کننده پتاسیم کود
- اسید فسفریک (۸۵٪): به عنوان خنثی کننده جهت تنظیم PH، تامین کننده فسفر کود
- آنتی فوم: به عنوان ضد کف در مرحله تهیه محلول معرف و خنثی سازی
- در صورت نیاز مشتری سایر ترکیبات مورد نیاز گیاه جهت غنی سازی کود مانند سولفاتهای آهن، مس، روی، منگنز و... جهت تقویت کود از لحاظ ریز مغذی ها یا تهیه فرمولاسیونهای مختلف برای گیاهان مختلف

۴- محدوده کاربرد فرایند

- فرآیند هیدرولیز مذکور می تواند برای بازیابی ایمن نیتروژن از تعدادی از مواد پرانرژی متداول حاوی نیتروژن به کار رود از جمله ترکیبات پرانرژی نیتروژن داری که می توانند در این فرآیند تحت هیدرولیز قرار گیرند شامل:
- ترکیبات نیترو آروماتیکی مانند TNT
 - نیتروآمینهای آروماتیکی مانند تتریل
 - نیتروآمینهای هتروسیکلی مانند RDX
 - استرهای نیترات مانند NG ، NC ، DEGN
 - تمام فرمولاسیونهای پیشران، منفجره و پیروتکنیکی تهیه شده از ترکیبات ذکر شده

۵- مراحل انجام فرایند

- ۱- آماده سازی مواد اولیه
- ۲- مرحله هیدرولیز قلیایی
- ۳- مرحله خنثی سازی
- ۴- مرحله تکمیل فرمولاسیون

۶- شرایط عملیاتی فرایند برای باروتهای مختلف

- شرایط عملیاتی خنثی سازی در این فرایند برای ترکیبات پرانرژی مختلف و به ویژه باروتهای مرسوم به شرح زیر می باشد.
- فشار: شرایط اتمسفری
 - دما: بر حسب نوع باروت (چند پایه بودن) از ۲۵ تا ۹۵ درجه سانتی گراد متغیر است
 - PH: به مرحله فرایند وابسته است
 - زمان: بسته به نوع ماده پرانرژی مصرفی بین ۲ تا ۵ ساعت
 - غلظت هیدروکسید پتاسیم مصرفی: حدود ۲۰٪ محلول قلیایی اسید هیومیک

- میزان ماده پر انرژی مصرفی: بسته به نوع آن بین ۱۰ تا ۲۰ درصد
- وضعیت محلول حین فرایند: همزدن مداوم
- نوع واکنش: فرایند شدیداً گرما زا است و بالا آمدن دما نشانه پیشرفت واکنش است

۷- محصول حاصل از فرایند

محصولات حاصل از فرایند هیدرولیز مواد پر انرژی در حضور هیومیک اسید قلیایی، طیف متنوعی را تشکیل می‌دهند که ذاتاً غیر انرژیستند و نوع آنها به نوع پیشران، منفجره یا پیروتکنیک استفاده شده به عنوان خوراک وابسته است. اما به طور کلی در این فرایند محصول بدست آمده یک کود مناسب بر پایه اسید هیومیک است که عمدتاً به صورت محلول آبی استفاده می‌شود (کود مایع). اما برای گرفتن بهترین نتیجه از این مواد به عنوان کود، مخلوط واکنش ممکن است با افزایش مواد مغذی دیگر فرموله شود که از جمله این مواد می‌توان نیتрат آمونیوم، فسفات آمونیوم، کلرید پتاسیم، فسفات پتاسیم و ریز مغذیهای مورد نیاز گیاه را نام برد.



شکل ۱- محصول فرایند

۸- مزایای روش نسبت به روشهای حرارتی یا انفجاری در فضای آزاد

- فرایند آسان (انجام پذیری آسان)
- تولید کودهای شیمیایی با ارزش افزوده بالا
- ساخت محصولات در یک روش ایمن و سالم از نظر محیطی
- تولید محصول غیر فعال
- خنثی سازی مواد پرانرژی به روش زیست سازگار
- عدم تولید ضایعات مجدد در فرایند
- قابلیت کاهش سریع انرژی مواد پرانرژی برای بازیابی ایمن آنها
- سطوح مناسب دنیتراسیون و شکستن ساختار مستحکم مواد پر انرژی بوسیله این روش بدست می‌آید
- کود حاصله از این روش موجب بهبود خاکهای نمکی و نامرغوب می‌شود
- راندمان ۱۰۰ درصد فرایند

۹- نتایج عملیاتی فرایند

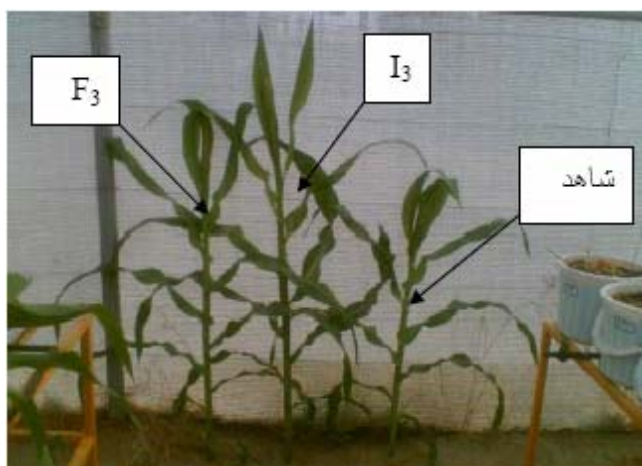
نتیجه نهایی این فرایند تولید محصولات کودی مایعی با فرمولاسیونهای متفاوت و مورد نظر مشتری است که دو نمونه از این فرمولاسیونها به تایید موسسه تحقیقاتی خاک و آب وابسته به وزارت کشاورزی رسیده است. در تصاویر زیر نتایج بدست آمده از اثرات محصول بر روی سه گیاه خیار پتوس و ذرت آورده شده است.



شکل ۲- اثر کود مایع تولیدی بر خیار گلخانه‌ای



شکل ۳- اثر کود مایع تولیدی بر پتوس



شکل ۴- اثر کود مایع تولیدی بر ذرت

۱۰- ارزیابی اقتصادی فرایند از لحاظ مواد اولیه مصرفی (طبق آخرین خرید و تولید در مقیاس نیمه صنعتی)

نام ماده اولیه	واحد	ارزش واحد (تومان)	میزان مصرف در فرایند (kg)	قیمت تمام شده به ازای هر کیلوگرم محصول (تومان)
اسید هیومیک ۱۲ درصد	kg	۱۶۵۰	۴۰۰	۶۶۰۰۰۰
اسید فسفریک ۸۵ درصد	kg	۲۲۵۰	۱۳۰	۲۹۲۵۰۰
هیدروکسید پتاسیم	kg	۲۰۵۰	۲۲۵	۴۶۱۲۵۰
آنتی فوم	kg	۲۲۰۰۰	۱	۲۲۰۰
ماده پراثرژی	kg	ضایعاتی	۲۳۰	-
سولفات آهن هفت آبه	kg	۵۰۰	۶/۷	۳۳۵۰
سولفات مس پنج آبه	kg	۲۸۰۰	۵/۲	۱۴۵۶۰
سولفات روی شش آبه	kg	۱۳۰۰	۵/۴	۷۰۲۰
سولفات منگنز تک آبه	kg	۲۵۰۰	۴/۲	۱۰۵۰۰
اتیلن دی آمین استیک اسید	kg	۵۰۰۰	۲۸	۱۴۰۰۰۰
آب	kg	-	۴۰۰	-
جمع کل	kg	-	۱۴۳۶	۱۵۹۱۶۸۰
قیمت واحد	kg	۱۱۰۸		۱۱۰۸

نکته ۱: موارد نشان داده شده با رنگ زرد فقط در صورت نیاز مشتری افزوده می گردد و با تغییر دادن میزان مصرف آنها یا عدم مصرف آنها می توان فرمولاسیونهای مختلفی که متناسب با گیاهان مختلف است تولید نمود.

۱۱- برآورد اقتصادی طرح از لحاظ قیمت تمام شده سازمانی

(به ازاء واحد تولید ۵ تن در روز و فرض ۳۰۰ - ۲۰۰ میلیون تومان هزینه احداث واحد)

عنوان	ارزش (میلیون تومان)
تجهیزات و تاسیسات	۲۰۰-۳۰۰
تعمیر و نگهداری سالانه	۱۵
هزینه های اصطحلاک تجهیزات	۲۰
نیروی انسانی	۲۴
هزینه سالیانه مواد اولیه مصرفی	حدود ۲۰۰۰
هزینه های سرباره	۵۰
جمع کل	۲۳۶۰
قیمت تمام شده محصول نهایی (قیمت واحد)	حدود ۱۵۰۰-۱۳۰۰ تومان

نکته ۲: لازم به ذکر است که در حال حاضر قیمت انواع کودهای مایع موجود در بازار بر حسب نوع فرمولاسیون بین ۴۰۰۰ تا ۱۲۰۰۰ تومان است