دانشکده فنی

گروه مهندسی شیمی

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد رشته ی مهندسی شیمی

گرایش طراحی فرآیند

طراحی و ساخت واحد آزمایشگاهی تولید اوره با پوشش گوگردی با استفاده از بستر سیال

استاد راهنما:

دکتر جمشید بهین

نگارش:

علیرضا کریمی

فروردین ماه ۱۳۸۹

بسم الله الرحمن الرحیم

کلیه حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات، ابتکارات و
نوآوری های ناشی از تحقیق موضوع این پایان نامه
متعلق به دانشگاه رازی است.

تقدیر و سپاسگزاری:

خدای را سپاسگزارم که مجال افزایش آگاهی را در حساس ترین مراحـل زنـدگیم، عنایت فرمود که همیشه به امید لطفش زمزمه می‌کردم:

قل رب زدنی علما

و

سپاس از استاد ارجمندم جناب آقای دکتر بهین که مرا در در ایـن راه بـا بردبـاری رهنمود کرد.

تقدیم به مادرم

که در تمام زندگیم، مدیون وجود نازنینش هستم

و

خواهران عزیزم

چکیده

کودهای شیمیایی بعنوان تقویت کننده قدرت تغذیه خاک بطور گسترده‌ای در کشاورزی مورد استفاده قرار می‌گیرند. کودهای نیتروژنه، دارای حلالیت بالا در آب هستند و به محض انجام آبیاری، در رطوبت خاک حل شده و محیط خاک را ترک می‌کنند. بازده پایین و مشکلات زیست محیطی کودهای نیتروژنه ضرورت اصلاح و جایگزینی این کودها را نشان می‌دهد. کود اوره با پوشش گوگردی هیچ یک از مشکلات کودهای نیتروژنه را ندارد و بعنوان جایگزینی مناسب برای آنها می‌باشد. این کود قابلت تنظیم مقدار آزادسازی نیتروژن را متناسب با نیاز هر نوع گیاه، درطی دوره رشد دارد. این امر بوسیله ضخامت پوشش گوگردی درنظر گرفته شده بر روی کود انجام می‌شود. گوگرد موجود در کود به اسیدی شدن خاک و افزایش قابلیت جذب مواد مغذی خاک کمک می‌کند، همچنین گوگرد خود نیز بعنوان یک ماده مغذی برای گیاه می‌باشد.

با توجه به جدید بودن این کود در کشور و انحصاری بودن فرآیند تولید آن، شناخت فرآیند تولید وهمچنین تولید و بررسی کود اوره با پوشش گوگردی ضروری می‌باشد. ایده استفاده از بستر سیال اوره در فرآیند پوشش دهی با گوگرد در این پایان نامه مورد بررسی قرار گرفت. برای این منظور ابتدا ویژگی و خواص مواد اولیه و محصولات بررسی شد. سپس بر اساس ایده مورد نظر یک واحد آزمایشگاهی طراحی و ساخته شد. این واحد آزمایشگاهی از دو قسمت اصلی تشکیل شده است. محفظه ذوبِ تحت فشار گوگرد که وظیفه ذوب، انتقال و پاشش گوگرد را بر عهده دارد و بستر سیال که شناور سازی اوره و پیش گرم کردن دانه های اوره را انجام می‌دهد. پوشش دهی اوره با گوگرد در استوانه بستر سیال انجام می‌شود.

محصول اوره با پوشش گوگردی در شرایط مختلف آزمایشگاهی تولید شد و محصولات نسبت به تاثیر ضخامت پوشش گوگردی بر روی اوره و تاثیر پیش گرم کردن اوره با یکدیگر مقایسه شدند.

در پایان بمنظور اطمینان از عملکرد محصول تولیدی در واحد آزمایشگاهی ساخته شده، نمونه ای از محصول با محصول تولیدی از فرآیندی دیگر مقایسه شد که روند سرعت انحلال اوره تایید کننده عملکرد واحد می‌باشد.

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول: معرفی انواع کودهای شیمیایی و کودهای کندرها

۱-۱) انواع کودهای شیمیایی..... ۲

۱-۱-۱) کود سولفات پتایسم..... ۲

۱-۱-۲) کود سوپر فسفات تریپل..... ۳

۱-۱-۳) کود منوآمونیم فسفات..... ۳

۱-۱-۴) کود دی آمونیوم فسفات..... ۳

۱-۱-۵) کود سوپر فسفات ساده..... ۳

۱-۱-۶) کود فسفات سولفات آمونیوم..... ۴

۱-۱-۷) کود کلرو پتاسیم..... ۴

۱-۱-۸) کود اوره..... ۴

۱-۱-۹) کود اوره با پوشش گوگردی..... ۴

۱-۱-۱۰) کود سولفات آمونیوم..... ۵

۱-۱-۱۱) کود گوگرد عنصری..... ۵

۱-۲) راه های جلوگیری از اتلاف کود..... ۵

۱-۳) لزوم بهبود و اصلاح کودهای نیتروژنه..... ۶

۱-۴) کودهای کند رها..... ۷

۱-۴-۱) کودهای کنترل رهش..... ۸

۱-۴-۲) کودهای کند رهش..... ۱۰

۱-۴-۳) تقسیم بندی روشهای تهیه کودهای کند رها..... ۱۰

۱-۵) مهمترین مواد پوشش دهنده کودهای جامد..... ۱۱

۱-۵-۱-) مومها..... ۱۲

۱-۵-۲) پلیمرها..... ۱۲

۱-۵-۳) گوگرد..... ۱۴
۱-۵-۴) ماتریس ها..... ۱۵
۱-۶) تاثیر کودها بر pH خاک..... ۱۶
۱-۶-۱) کودهای اسید زا..... ۱۶
۱-۶-۲) کودهای قلیا زا..... ۱۶

فصل دوم: خصوصیات مواد اولیه و محصول

۲-۱) اوره..... ۱۸
۲-۲) گوگرد..... ۲۰
۲-۲-۱) منابع تولید گوگرد..... ۲۲
۲-۲-۲) روشهای تولید گوگرد..... ۲۲
۲-۲-۳) دانه بندی گوگرد..... ۲۳
۲-۲-۴) ویژگیهای گوگرد جهت مصارف مختلف..... ۲۴
۲-۲-۵) کاربرد ها و مصارف گوگرد..... ۲۴
۲-۳) کود اوره با پوشش گوگردی..... ۲۸
۲-۳-۱) خواص فیزیکی و شیمیایی گوگرد..... ۲۹
۲-۳-۲) مزیت های کود اوره با پوشش گوگردی نسبت به کود اوره..... ۳۰
۲-۳-۳) نقش آب بند در کود اوره با پوشش گوگردی..... ۳۱
۲-۳-۴) آب بند های مورد استفاده در ساخت کود اوره با پوشش گوگردی..... ۳۱
۲-۳-۵) آنالیز استاندارد کود اوره با پوشش گوگردی..... ۳۳
۲-۳-۶) مراحل انتقال جرم در زمان انحلال اوره با پوشش گوگردی..... ۳۴
۲-۳-۷) سنجش میزان محتوای نیتروژن در اوره با پوشش گوگردی..... ۳۴

فصل سوم: روشهای تولید کود اوره با پوشش گوگردی

۳-۱) ساختمان اوره با پوشش گوگردی..... ۳۷
۳-۲) تولید صنعتی کود اوره با پوشش گوگردی..... ۳۷

۳-۳) عوامل موثر بر کیفیت اوره با پوشش گوگردی..... ۴۲
۳-۳-۱) اثر دمای محفظه پوشش دهی..... ۴۲
۳-۳-۲) اثر درصد پوشش کلی..... ۴۳
۳-۳-۳) وجود پوشش مومی..... ۴۴
۳-۴) مشخصات محصولات صنعتی اوره با پوشش گوگردی..... ۴۵
۳-۵) تولید آزمایشگاهی کود اوره با پوشش گوگردی..... ۴۶

فصل چهارم: بخش تجربی و آزمایشگاهی
۴-۱) پوشش دهی دانه های اوره با گوگرد در یک ستون بستر سیال..... ۴۹
۴-۲) سیستم برقی و الکتریکی واحد آزمایشگاهی..... ۵۳
۴-۳) آزمایشات پوشش دهی..... ۵۶
۴-۴) مشخصات محصول تولیدی..... ۵۸
۴-۴-۱) اثر درصد وزنی گوگرد پوشش داده شده روی اوره..... ۶۰
۴-۴-۲) اثر پیش گرم کردن گرانولهای اوره قبل از پوشش دهی..... ۶۱
۴-۴-۳) مقایسه نتایج بدست آمده با یک نمونه تحقیقاتی مشابه..... ۶۲

نتیجه گیری و پیشنهاد..... ۶۵
مراجع..... ۶۶

فهرست شکل‌ها

عنوان صفحه

فصل سوم: روشهای تولید کود اوره با پوشش گوگردی

شکل۳-۱ سطح مقطع کود اوره با پوشش گوگردی..... ۳۷

شکل ۳-۲ آماده سازی سطح اوره را برای پذیرش پوشش گوگردی..... ۳۹

شکل۳-۳ نمایی از سیستم پاشش گوگرد مذاب..... ۴۱

شکل۳-۴ برشی از نازل پاشنده گوگرد ۴۱

شکل ۳-۵ نمای کلی فرآیند تولید کود اوره با پوشش گوگردی..... ۴۲

شکل ۳-۶ اثر متوسط دمای اوره در دمای محفظه پوشش‌دهی بر فرآیند انحلال اوره با پوشش گوگردی..... ۴۳

شکل ۳-۷ اثر درصد پوشش کلی بر نرخ انحلال..... ۴۳

شکل ۳-۸ اثر سرعت چرخش محفظه بر درصد پوشش کلی..... ۴۴

شکل ۳-۹ اثر وجود یا عدم وجود پوشش مومی بر نرخ انحلال..... ۴۴

شکل ۳-۱۰ آماده سازی و پوشش‌دهی اوره با گوگرد مذاب در تحقیقات دانشگاه شیراز ۴۶

شکل ۳-۱۱ نمای کلی از فرآیند واحد تحقیقاتی پژوهشگاه پتروشیمی خراسان..... ۴۷

فصل چهارم: بخش تجربی و آزمایشگاهی

شکل ۴-۱ نمودار بلوکی فرآیند تولید آزمایشگاهی اوره با پوشش گوگردی با استفاده از بستر سیال..... ۴۹

شکل ۴-۲ نمای کلی واحد پوشش‌دهی اوره در مقیاس آزمایشگاهی..... ۵۱

شکل۴-۳ نمای کلی واحد آزمایشگاهی..... ۵۲

شکل۴-۴ نمایی از سیستم کنترلی واحد آزمایشگاهی..... ۵۵

شکل ۴-۵ نقشه برقی و کنترلی پایلوت به همراه جدول علائم ثبت شده در نقشه.... ۵۶

شکل۴-۶ نمونه ای از محصول تولید شده..... ۵۷

شکل۴-۷ تاثیر نزدیکی فاصله نازل به سطح اوره شناور شده بر محصول..... ۵۹

شکل۴-۸ تاثیر کیفیت گوگرد مورد استفاده بر محصول..... ۵۹

شکل۴-۹ سرعت انحلال اوره پوشش داده شده با درصد وزنی متفاوت گوگرد طی دوره هفت روزه..... ۶۱

شکل۴-۱۰ اثر پیش گرم کردن سطح اوره قبل از پوشش دهی در سرعت انحلال..... ۶۲

شکل۴-۱۱مقایسه سرعت انحلال نمونه تولید شده در آزمایشگاه با نمونه مرکز پژوهش پتروشیمی خراسان..... ۶۳

فهرست جداول

عنوان صفحه

فصل دوم: خصوصیات مواد اولیه و محصول

جدول ۲-۱ میزان تامین کود اوره بر حسب تن توسط پتروشیمی‌های کشور۸۸/۱/۱ تا ۸۸/۴/۳۱ ..... ۱۸

جدول ۲-۲ خواص اوره. ۱۹

جدول۲-۳ مشخصات گوگرد. ۲۱

جدول۲-۴ ویژگی گوگرد در مصارف مختلف. ۲۴

فصل سوم: روشهای تولید کود اوره با پوشش گوگردی

جدول ۳- ۱ اوره با پوشش گوگردی با کیفیت‌های مختلف. ۴۵

جدول ۳-۲ مشخصات اوره با پوشش گوگردی تولید شده در شرکت‌های ICI و TVA و ACT. ۴۵

فصل چهارم: بخش تجربی و آزمایشگاهی

جدول ۴-۱ محدوده تغییرات متغیرها در طی آزمایشات. ۵۳

جدول۴-۲ نتایج حاصل از آزمایش سرعت انحلال اوره پوشش داده شده با درصد وزنی متفاوت گوگرد. ۶۰

جدول۴-۳ مقایسه اثر آماده سازی سطح بر سرعت انحلال قبل از پوشش دهی. ۶۱

جدول ۴-۴ مقایسه سرعت انحلال نمونه تولید شده در آزمایشگاه با نمونه مرکز پژوهش پتروشیمی خراسان. ۶۳

فصل اول

معرفی انواع کودهای شیمیایی
و کودهای کندرها

به هر نوع ماده معدنی یا آلی که دارای یک یا چند عنصر غذایی مورد نیاز و قابل استفاده گیاه باشد کود[1] گفته می‌شود.

کودهای شیمیایی براساس ماده مغذی اصلی تقسیم‌بندی می‌شوند، بعنوان مثال کودهای نیتروژنه، فسفری و پتاسیمی دارای یک یا دو عنصر هستند ولی به کودی که همه عناصر را با هم دارد اصطلاحاً کود کامل می‌گویند. پتاسیم، فسفر و نیتروژن سه عنصر مغذی مورد نیاز گیاهان هستند که معمولاً خاک به تنهایی قادر به تامین مناسب نیاز گیاه نمی‌باشد. استفاده از کودهای گیاهی و حیوانی برای تامین نیاز گیاهان از دیرباز معمول بوده و در دهه‌های اخیر استفاده از کودهای شیمیایی حاوی عناصر مغذی برای دستیابی به محصول بیشتر برای تامین نیازهای رو به گسترش بشر متداول شده است. افزایش جمعیت دنیا، معضل تامین غذای افراد را به همراه دارد که در این میان بخش کشاورزی هر کشور می‌بایست با افزایش تولید و عملکرد محصولات کشاورزی این مشکل را حل کرد.

۱-۱) انواع کودهای شیمیایی

پُرمصرف‌ترین کودهای شیمیایی در کنار کودهای نیتروژنه در ایران عبارتند از:

۱-۱-۱) کود سولفات پتاسیم[2]

پتاسیم عنصری پویا است که در صورت کمبود، به بافتهای جوان زاینده گیاه منتقل می‌شود. کمبود پتاسیم ابتدا در برگ‌های پایین و کمبود بیشتر، در برگ‌های جوان و بالایی پدیدار می‌شود. این عنصر مجموعه آنزیم‌ها را در فرآیندهای زیست شیمیایی فعال ساخته و نقش مهمی را در فعال کردن آنزیم‌های احیاءکننده گاز کربنیک ایفا می‌کند. مصرف سولفات پتاسیم موجب کاهش خوابیدگی (ورس) در غلات می‌گردد. به علاوه مقاومت گیاهان را در مقابل خسارت ناشی از آفات، بیماری‌ها و تنش‌ها، سرما، گرما، خشکی و شوری افزایش داده و بازده مصرف آب و کودها دیگر را نیز بهبود می‌بخشد. کود سولفات پتاسیم حاوی ۵۰٪ اکسید پتاسیم[3] می‌باشد و گوگرد محلول در آب آن ۱۸٪ درصد می‌باشد. این کود دو منظوره

[1]- Fertilizer
[2]- Potassium Sulfate
[3]- K_2O

بوده و برای تامین نیاز گوگردی گیاهان گوگرد دوست از جمله دانه‌های روغنی (کلزا،...) نیز مناسب می‌باشد.

۱-۱-۲) کود سوپر فسفات تریپل[1]

بطور معمول، فسفر دومین عنصر غذایی محدودکننده تولید محصول در بیشتر خاک‌های ایران می‌باشد. این عنصر نقش زیادی در متابولیسم گیاهی داشته و یکی از عناصر غذایی ضروری برای رشد و توسعه گیاه می‌باشد. تامین مقدار کافی فسفر باعث رشد سریع، افزایش رشد ریشه و زود رسی محصول می‌شود. برای تامین فسفر در خاک‌هایی که سطح فسفر آنها پایین است معمولاً از کودهای سوپر فسفات استفاده می‌شود. سوپر فسفات تریپل یکی از انواع سوپر فسفاتها است که حاوی ۴۶ ٪ اکسید فسفر[2] می‌باشد. مصرف این کود باید بر اساس آنالیز خاک صورت گیرد.

۱-۱-۳) کود منو آمونیوم فسفات[3]

منو آمونیوم فسفات ۱۱٪ نیتروژن و ۴۸٪ پنتااکسید فسفر دارد. از مونوآمونیوم فسفات می‌توان بصورت محلول در آبیاری تحت فشار نیز استفاده کرد.

۱-۱-۴) کود دی آمونیوم فسفات[4]

دی آمونیوم فسفات بدلیل داشتن عیار بالای مواد غذایی (۴۶٪ پنتااکسید فسفر و ۱۸٪ نیتروژن) از جمله کودهای بسیار مرغوب بشمار می‌رود که البته تمایل به جذب رطوبت و کلوخه شدن دارد. با توجه به تثبیت فسفر در خاک و عدم تحرک آن، این کود در عمق خاک (۲/۵ تا ۵ سانتیمتری در زیر بذر در خاک) قرار داده می‌شود. این امر علاوه بر افزایش عملکرد، صرفه‌جویی در مقدار مصرف کود را سبب می‌شود. به منظور تعیین مصرف دقیق اقلام مختلف کود، تجزیه و بررسی نتایج خاک و آب مزرعه ضروری می‌باشد.

۱-۱-۵) کود سوپر فسفات ساده[5]

سوپر فسفات ساده محتوی حداقل ۱۶-۱۸٪ فسفر محلول بوده و حاوی مقادیری از عناصر ریزمغذی است و کاربرد آن در خاک مشابه سوپر فسفات تریپل و فسفات آمونیوم می باشد.

---

[1] Triple Supper Phosphate
[2] P_2O_5
[3] Mono Ammonium Phosphate
[4] Diammonium Phosphate
[5] Simple Super Phosphate

۱-۱-۶) کود فسفات سولفات آمونیوم[1]

این کود بشکل گرانول بوده و در ایران توسط مجتمع پتروشیمی رازی تولید می‌گردد. ۷۵٪ این کود را فسفات آمونیوم و ۲۵ درصد بقیه را سولفات آمونیوم تشکیل می‌دهد. کاربرد این کود با در نظر گرفتن آهکی بودن خاکهای ایران و بی‌کربنات فراوان در آبهای کشاورزی، از فسفات آمونیوم به مراتب بهتر است. این کود محتوی ۱۸٪ نیتروژن، ۳۵٪ فسفر و ۲۰ ٪ سولفات می‌باشد. این کود سه منظوره در رابطه با تامین بخشی از نیتروژن، تمام فسفر و گوگرد مورد نیاز محصولات زراعی بسیار مفید بوده و برای باغ‌های کشور در صورتیکه غلظت فسفر در برگهای درختان میوه از ۱۲٪ کمتر باشد نیز بسیار مناسب است.

۱-۱-۷) کود کلرو پتاسیم

پتاسیم مانند نیتروژن و فسفر جزء عناصر پر مصرف مورد نیاز گیاه می‌باشد. نقش این عنصر در گیاه بیشتر به صورت کاتالیزور است و کمبود آن مقاومت گیاه را در برابر آفات و بیماری ها کاهش می‌دهد. وجود پتاسیم در نگهداری آب در بافت گیاهی از اهمیت خاصی برخوردار است. همچنین این عنصر سبب افزایش بازده کودهای نیتروژنه می‌شود. با توجه به نقش پتاسیم در افزایش عملکرد و بهبود کیفی محصولات کشاورزی، مصرف کودهای پتاسیمی بر اساس آزمون خاک توصیه می‌شود. کود کلرید پتاسیم محتوی ۶۰٪ پتاسیم می‌باشد که می‌توان مشابه اوره هم قبل از کاشت محصول و هم در طول رشد گیاه استفاده کرد.

مهمترین کودهای نیتروژنه جامد، اوره[2]، اوره با پوشش گوگردی[3] و سولفات آمونیم[4] می‌باشد: [۱]

۱-۱-۸) کود اوره

اوره دارای حدود ۴۶٪ نیتروژن بوده و بیشترین غلظت را در میان کودهای نیتروژنه جامد به خود اختصاص داده است. اگر چه با توجه به غلظت بالای نیتروژن و قیمت پایین آن در مقایسه با سایر کودهای نیتروژنه از نظر واحد نیتروژن مناسب ترین کود بشمار می‌رود، ولی خاصیت اسید زدائی چندانی ندارد. در فصل بررسی ویژگی‌های مواد اولیه و محصول، این کود به تفصیل شرح داده شده است.

۱-۱-۹) کود اوره با پوشش گوگردی

اوره با پوشش گوگردی یکی از انواع کودهای کندرها بوده که از پوشش دادن اوره با گوگرد تولید می‌شود. با ایجاد یک یا چند لایه پوشش غشایی بر پوسته بیرونی می‌توان میزان و سرعت خروج ماده نیتروژن

---

[1] Ammonium sulfate phosphate
[2] $CO(NH_2)_2$
[3] Sulfur Coated Urea
[4] $(NH_4)_2SO_2$

در کود اوره را تحت کنترل درآورد. در فصل بررسی ویژگی های مواد اولیه و محصول، این کود به تفصیل شرح داده شده است.

۱-۱-۱۰) کود سولفات آمونیوم[1]

سولفات آمونیم کودی است اسیدزا و دو منظوره که جهت تامین نیتروژن و گوگرد به کار می‌رود. این کود حداقل ۲۰٪ وزنی نیتروژن آمونیاکی و ۲۴٪ وزنی گوگرد دارد. سولفات آمونیوم بهترین کود برای شالیزارهای کشور معرفی شده است و برای درختان میوه بویژه انگور و مرکبات و آن دسته از محصولات زراعی که به گوگرد زیادی نیاز دارند از جمله دانه های روغنی مناسب می‌باشد.

۱-۱-۱۱) کود گوگرد[2]

گوگرد خود عنصری لازم برای رشد گیاه محسوب می‌شود، مکانیسم خنثی‌سازی بیکربنات و کاهش pH خاک را ممکن می‌سازد و با توجه به اینکه موادی نظیر فسفر و دیگر ریزمغذی‌ها در محیط اسیدی قابلیت جذب بیشتری دارند، گوگرد به اسیدی شدن محیط خاک و و افزایش انحلال و جذب مواد مغذی کمک می‌کند. در اراضی قلیایی، گوگرد نه تنها به عنوان عنصر غذایی مورد نیاز گیاه، بلکه بیشتر به لحاظ اسیدی کردن خاک و افزایش قابلیت انحلال سایر عناصر از جمله فسفر، روی و آهن اهمیت پیدا می‌کند. باکتری‌های اکسیدکننده گوگرد گروهی از میکروارگانیسم‌های خاک هستند که گوگرد و یا ترکیبات احیا شده آن را اکسید کرده و سرانجام تولید سولفات می‌کنند و تیوباسیلوس‌ها از جمله فراوان‌ترین و مهم‌ترین انواع این باکتری‌ها محسوب می‌شوند.

۱-۲) راه‌های جلوگیری از اتلاف کود

مساله مطرح شده باعث شد تا تحقیقات گسترده ای در زمینه جلوگیری از اتلاف کود در کشورهای مختلف جهان صورت گیرد که نتیجه آن تولید محصولات جدید و یا اصلاح شده با کارایی بیشتر می‌باشد. اساسی‌ترین راه حل برای این مشکل آنست که نیتروژن مغذی را به اندازه کافی و به مقدار مورد نیاز و نه بیشتر در اختیار گیاه قرار دهیم. در این رابطه چند راه حل وجود دارد:

۱- در مورد اوره با افزودن ترکیبات مهار کننده آنزیم اوره‌آز می‌توان کاری کرد که نیتروژن آمونیاکی کمتری در دسترس باکتری نیتروزموناس قرار گیرد.

[1] Ammonium sulfate
[2] Sulfur

۲- عملکرد باکتری نیتروزموناس را بوسیله ترکیبات پنهان کننده[1] مختل کنیم. با این کار نیتروژن آمونیاکی کمتر به نیتروژن یونیزه (مغذی) تبدیل می‌شود و در نتیجه نیتروژن یونیزه کمتری برای تلف شدن وجود دارد.

۳- با استفاده از کودهای کندرها[2] هدف ما به بهترین شکل تامین خواهد شد[۲].

۱-۳) لزوم بهبود و اصلاح کود های نیتروژنه

علی رقم بهبود ساخت کودهای شیمیایی، هنوز مقدار قابل توجهی از آنها هنگام مصرف در خاک از دسترس گیاه خارج می‌شوند. مهمترین عواملی که باعث به هدر رفتن مواد مغذی میگردند عبارتند از:

- نیترات آماده برای جذب گیاه توسط آب، بویژه در مناطق پر باران شسته[3] می‌شوند و به نقاط غیر قابل دسترس ریشه منتقل می‌شوند[۳]. تخمین زده شده که در شالیزارها حدود ۷۰٪ ازکودهای نیتروژنه مورد استفاده شسته می‌شوند.

- پدیده دی‌نیتریفیکاسیون[4] که توسط نوعی باکتری به نام باکتری دینیتریفاینگ[5] صورت می‌گیرد. این باکتری نیتروژن یونیزه یعنی نیتریت و نیترات را که بهترین شکل قابل جذب برای گیاه است را تبدیل به گاز نیتروژن می‌کند که به سرعت خاک را ترک نموده و از دست می‌رود[۲].

- شکل‌های ترکیبی نیتروژن مثل اوره توسط آنزیم اوره‌آز، باکتری‌های موجود در خاک و همینطور توسط آب هیدرولیز شده و به نیتروژن آمونیاکی تبدیل می‌شوند. نیتروژن آمونیاکی توسط نوع دیگری از باکتری بنام نیتروسموناس[6] به شکل یونیزه تبدیل می‌گردد که آنهم تحت فرآیند دی‌نیتروفیکاسیون تلف می‌شود [۲].

- علاوه بر حذف یونهای آماده جذب در اثر اکسیداسیون و احیا، در خاک‌ها با pH بالا و آب و هوای گرم آمونیوم بصورت آمونیاک گازی تبدیل و تحت عنوان تبخیر[7] از محیط خاک خارج می‌شود.

به منظور جبران این اتلاف، باید کودها طی چند مرحله در طول دوره رشد گیاه مورد استفاده قرار گیرند که این عمل همراه با هزینه بالا می‌باشد و در ضمن عوارضی شامل آلودگی محصول ومحیط زیست

[1] Nitrification Inhibitor
[2] SRF (Slow Released Fertilizers)
[3] Leaching
[4] Denitrification
[5] Denitrifying
[6] Nitrosomonas
[7] Volatilization

(آلودگی خاک و آبهای زیر زمینی) نیز به همراه دارد.

مصرف بی رویه نیتروژن می‌تواند مشکلاتی را ایجاد کند:

- اگر نیتروژن آب کشاورزی از حد معینی تجاوز کند، باعث کاهش بازده محصول قابل عرضه گیاه می‌شود. این مسئله در مورد گیاهان میوه‌دار از اهمیت بالاتری برخوردار است. همچنین در مزارع، مصرف زیاد نیتروژن سبب رشد بیش از اندازه علف‌های هرز شده که در نهایت به کاهش تولید محصول می‌انجامد.

- بعضی از گیاهان نیتروژن را بیش از آنچه نیاز دارند جذب کرده و در خود نگه می‌دارند.که خوردن اینگونه گیاهان باعث بیماری می‌شود.

- آلودگی آبهای زیرزمینی یکی از نتایج کاربرد بی رویه نیتروژن در کشاورزی است[۴].

- نیترات در انسان بخصوص در اطفال کوچکتر از یک سال باعث پیدایش متهموگلوبین در خون می‌شود. بعلت اسیدی بودن معده و روده و در اثر فعالیت آنزیم‌ها، ابتدا نیترات به تیتریت احیا شده و بجای اینکه اکسیژن با هموگلوبین ترکیب شود و تولید اکسی هموگلوبین کند، نیترات با هموگلوبین ترکیب شده و متهموگلوبین بوجود می‌آورد که قادر به حمل اکسیژن نمی‌باشد[۵].

۱-۴) کودهای کندرها

در اواسط قرن نوزدهم، دانشمندان آلمانی و انگلیسی، ایده استفاده از موادی که به سختی در آب محلول بوده و موجب آزادسازی تدریجی ماده مغذی در خاک می‌گردد را ارائه دادند. این اقدام نهایتاً منجر به جلوگیری از اتلاف سریع مواد مغذی کودهای شیمیایی مخصوصاً ترکیبات نیتروژنه گردید.

هدف از ساخت و استفاده از کودهای کندرها، آزادسازی تدریجی مواد غذایی مورد نیاز گیاه به گونه‌ای که از یک سو کارایی و اثر بخشی آنها بر روی محصول به حداکثر برسد و از سوی دیگر اثرات منفی استفاده از مقادیر زیاد کود به حداقل برسد. کودهای کندرها باعث افزایش بازده محصول، افزایش کارایی کشاورزی[۱] وکاهش هزینه های کارگری و دفعات مصرف کود می‌شود[۲].

بعضی از محصولات کودی تحت عنوان کنترل رهش[۲] و بعضی تحت عنوان کندرهش دسته‌بندی می‌شوند. این کودها بطور عمده عبارتند از:

[۱] Agronomic
[۲] Control release

 ترکیبات شیمیایی سنتزی با حلالیت کم در آب که ماده مغذی گیاه بعنوان عنصر اصلی آنها می‌باشد.

 کودهایی با پوشش غیر قابل حل در آب برای پایین آوردن نفوذ پذیری در آب.

 کودهایی شامل مواد شیمیایی و یا طبیعی که از فعالیت باکتریهای خاک ممانعت می‌کند. به این ترتیب کود در زمان بیشتر در دسترس گیاه قرار دارد.

 کودهای با واحدهای عملیاتی فیزیکی که این واحدها مانع نفوذ آب و شسته شدن ماده مغذی می‌شوند .

 ترکیب دو یا چند روش از روش‌های تولید موارد فوق.

کودهای کندرها به آسانی آزاد می‌شوند و سرعت آزاد شدن آنها کنترل شده نیست ولی کودهای کنترل رهش کودهای ویژه ای هستند که سرعت آزاد شدن آنها قابل تنظیم و تابعی از دوره زندگی گیاه است[۴].

۱-۴-۱) کودهای کنترل رهش

اولین مطالعات در مورد تکنولوژی کنترل رهش‌ها در سال ۱۹۶۲ انجام گردید. در سیستم‌های رهش کنترل شده آزاد شدن مواد تحت تاثیر محیط نبوده و آزادسازی آنها بوسیله طراحی سیستم کنترل می‌شود. از مزایای سیستم‌های کنترل رهش می‌توان به غلظت آزاد سازی یکنواخت از ماده مغذی ، مصرف بهینه ماده مغذی، انتقال و آزادسازی در محل مورد نظر و میزان مصرف دوره‌ای کمتر و در نتیجه آلودگی کمتر، اشاره نمود[۶].

سیستم‌های مختلف دستیابی به کنترل رهش‌ها عبارتند از[۹،۸،۷]

۱- سیستم‌های غشایی[1]

اینگونه سیستم‌ها، همچون مخزنی هستند که هسته آن که حاوی ماده مغذیست توسط غشاء پلیمری احاطه شده است. در این سیستم‌ها مرحله نفوذ ماده فعال از غشاء پلیمری، کنترل‌کننده سرعت آزادسازی ماده فعال شیمیایی - کشاورزی می‌باشد. چنانچه این سیستم‌ها بخوبی طراحی شوند یک آزادسازی درجه صفر در این سیستم‌ها خواهیم داشت که بهترین و ایده‌آل‌ترین سیستم رهش کنترل شده می‌باشد. در چنین سیستمی، سرعت آزادسازی و در طول فرایند آزادسازی تا پایان یافتن مواد ثابت باقی می‌ماند. با تغییر سه عامل ضخامت، نفوذپذیری و سطح تماس غشاء می‌توان به میزان آزادسازی دلخواه دست یافت.

[1] Membrane system