

کودهای کندر هوش: راه حلی امیدوارکننده برای کاهش آلودگی محیط زیست

حسن صدیقی^۱، کیوان شایسته^{۲*}

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی شیمی، دانشکده فنی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

*۲- دانشیار، گروه مهندسی شیمی، دانشکده فنی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

ایمیل نویسنده مسئول: k.shayesteh@uma.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۶/۰۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۶/۲۷

چکیده

فراوان ترین و شایع ترین آلاینده در منابع آب زیرزمینی ایران، نیترات است. بیشتر از نصف کودهای ازته، بدلیل حلالیت ازت در آب، تصعید، اکسیداسیون و احیا، پدیده نیتریفیکاسیون و دی نیتریفیکاسیون هدر رفته و به محیط زیست برمی گردند؛ لذا بکارگیری کودهای کندر هوش، می تواند یکی از راه کارهای مناسب جهت هدررفت آن باشد. همچنین، استفاده از کودهای کندر هوش سبب صرفه جویی در هزینه و بهبود عملکرد محصول می شود. نتایج این تحقیق نشان می دهد که کودهای کندر هوش سبب بهبود کیفیت آب می شوند. این مطالعه همچنین نشان می دهد که کودهای کندر هوش طبیعی برای محیط زیست مضر نیستند و حتی می تواند برای رشد گیاه مفید باشد. کودهای اوره کندر هوش، نیتروژن را در مدت زمان طولانی تری آزاد می کنند. این کودها علاوه بر کاهش آلودگی، می توانند عملکرد محصول را نیز بهبود بخشند. این بدان علت است که آنها منبع ثابت تری از نیتروژن را برای گیاهان فراهم می کنند که به جلوگیری از کمبود مواد مغذی کمک می کند. استفاده از کودهای ازته کندر هوش، مدت زمان انتشار ازت در آب و محیط زیست را بسیار افزایش می دهد و این امر محیط زیستی سالم تر را تضمین می کند و بسیار اقتصادی تر از کودهای معمولی خواهد بود.

کلمات کلیدی

"آب های آلوده به نیترات"، "بیماری های ناشی از نیترات"، "پلیمرهای متداول در سیستم کندر هوش"، "لیگنین"، "کود کندر هوش".

۱- مقدمه

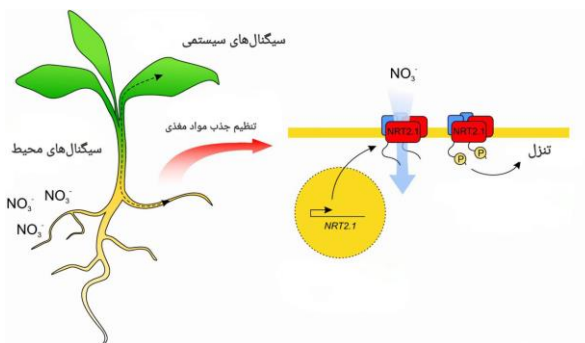
شیمیایی باعث افزایش بهره وری می شود و هیچ اثر نامطلوبی برای طبیعت ندارد. در این مطالعه استفاده از کودهای ازته مدنظر می باشد؛ لذا در ادامه مکانیزم جذب ازت توسط ریشه گیاه، مورد توجه قرار می گیرد.

• مکانیزم جذب ازت توسط ریشه

گیاهان ازت را از خاک به صورت نیترات یا آمونیوم جذب می کنند. برای جذب نیترات، از انتقال دهنده های نیترات یک و دو (NRT)^۱ و برای جذب آمونیوم از انتقال دهنده های آمونیوم استفاده می کنند. نیترات و آمونیوم جذب شده از طریق آوند چوبی به بافت های دیگر گیاه منتقل می شوند. شکل ۱، شماتیک جذب نیترات و آمونیوم توسط ریشه و سپس انتقال آن ها توسط آوند چوبی، به سایر اندام های گیاه را نشان می دهد (Masclaux-Daubresse *et al.*, ۲۰۱۰).

رشد تساعدی جمعیت، نیاز به مواد غذایی را افزایش داده است. یکی از راه های افزایش محصول در سطوح زیر کشت، استفاده از کودها و سموم کشاورزی می باشد. وظیفه کود، تامین مواد مغذی برای گیاهان به منظور بهبود عملکرد محصول است. بنابراین افزایش نیاز به غذا، نیاز به کود بیشتر را در جهان افزایش می دهد. سه عنصر مغذی اصلی در رشد گیاهان فسفر، نیتروژن و پتاسیم می باشند (Gil-Ortiz, Naranjo, Ruiz-Navarro, Caballero-Molada, *et al.*, ۲۰۲۰; Versino *et al.*, ۲۰۱۹; Xiaoyu *et al.*, ۲۰۱۳). اگرچه کودها برای گیاهان و محصولات زراعی ضروری هستند؛ اما استفاده بیش از حد کودهای شیمیایی، نه تنها در افزایش محصول در واحد سطح موثر نیست بلکه اثرات نامطلوبی را هم به دنبال دارد. استفاده بیش از حد از کودهای شیمیایی حاصلخیزی خاک را از بین می برد و همچنین انواع مختلفی از آلودگی ها را به محیط زیست وارد می کند (Hazra *et al.*, ۲۰۱۴). بدیهی است که تولید محصول هم از نظر اقتصادی پرهزینه می شود. بنابراین استفاده بجا و کافی از کودهای

^۱ Nitrate transporter



شکل ۱: مکانیسم جذب ازت توسط ریشه (Rahikainen et al., ۲۰۲۰)

• دلایل هدررفت کودازته
 بعد از استفاده از کودهای ازته، بخش زیادی از آن جذب ریشه نمی‌شود و بدلیل حلالیت بالای آن در آب، در حین آبیاری و بارندگی وارد آب‌های سطحی و زیرزمینی می‌شود (Craswell, ۲۰۲۱). فراوان‌ترین و شایع‌ترین آلاینده در منابع آب زیرزمینی نیترات می‌باشد. در سال‌های اخیر به دلیل افزایش جمعیت، رشد صنعت و توسعه فعالیت‌های کشاورزی، غلظت نیترات در آب‌های زیرزمینی افزایش یافته است. علل اصلی آلودگی آب‌های زیرزمینی به نیترات، ورود فاضلاب و رواناب‌های کشاورزی به منابع آب-زیرزمینی می‌باشد. در بسیاری از کشورهای جهان از قبیل انگلستان، چین، استرالیا و ترکیه غلظت‌های بالای نیترات در آب-های زیرزمینی گزارش شده است (Abascal et al., ۲۰۲۲). لانت^۱ و همکاران (Lunt, ۱۹۷۱) نشان دادند که حدود نصف کودهای ازته در اثر زهکشی، از بین می‌روند. طبق برآورد سازمان غذا و کشاورزی ملل متحد^۲، حدود ۴۰ تا ۷۰ درصد این کودها، از طریق زهکشی هدر می‌رود. نایت و اسپارو^۳ (Knight et al., ۱۹۹۳) نشان دادند که کمتر از نصف اوره‌ای که در کشاورزی مورد استفاده قرار می‌گیرد، در کمتر از ۹۰ روز، هدر می‌رود. حلالیت ازت در آب، تصعید، اکسیداسیون واحیا، پدیده نیتریفیکاسیون^۴ و دی‌نیتریفیکاسیون^۵ از عواملی هستند که در هدر رفتن کودهای-ازته، تاثیرگذار هستند. در حین آبیاری و یا بارندگی، نیترات آماده جذب توسط ریشه، وارد آب‌های سطحی و زیرزمینی می‌شود (Moradi, ۲۰۱۷). تصعید هم در خاک‌هایی که بسیار قلیایی هستند، مکانیزم مهمی جهت حذف ازت می‌باشد. ابتدا ازت به NH_4^+ و سپس به NH_3 تبدیل شده و سپس به هوا منتقل می‌شود. در اثر فرایند اکسیداسیون واحیا، برخی از باکتری‌ها و قارچ‌ها می-توانند نیتروژن را به صورت نیترات، نیتريت، نیتروز، گاز نیتروژن و اکسید نیتروژن تبدیل کنند. بنابراین بخشی از ازت هدر می‌رود. همچنین در پدیده نیتریفیکاسیون، دو واکنش رخ می‌دهد. ابتدا

۲- روش انجام تحقیق
 جهت بررسی مقالات مختلف در راستای مشکلات و بیماری‌های ناشی از استفاده آب‌های آلوده به نیترات و نیتريت و همچنین استفاده از کودهای کند رهش بر پایه پلیمرهای طبیعی به منظور جلوگیری از هدر رفت ازت و آلوده کردن آب‌های سطحی و زیرزمینی، پایگاه‌های اطلاعاتی Google scholar، ResearchGate، ScienceDirect، کتچ ایراندک با کلیدواژه‌های «Nitrate-contaminated water Slow-release caused by nitrates and nitrites Lignin fertilizers، کودهای کند رهش، پلیمرهای طبیعی در پوشش دادن کودها جستجو شد. متون مستخرج شده شامل مقاله، صفحات تحت وب و پایان‌نامه بودند. صفحات تحت وب به دلیل کلی بودن مطالب مورد بررسی قرار نگرفت. از پایان‌نامه‌ها کمتر استفاده شد؛ چراکه مطالب مفید این پایان‌نامه‌ها به صورت مقاله درآمده است. بنابراین مقالاتشان مورد بررسی قرار گرفت. در این مقاله به صورت دقیق‌تر بیماری‌های ناشی از آب‌های آلوده به نیترات و نیتريت مورد بررسی قرار گرفت. در نهایت ملاک این کار، استفاده از مقالات منتشر شده در پایگاه‌های اطلاعات علمی معتبر بود.

^۵ Denitrification

^۶ Nitrosomonas

^۷ Nitrobacter

^۱ Lunt

^۲ Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)

^۳ Knight & Sparrow

^۴ Nitrification

۳- نتایج

• استفاده بیش از حد کود و مشکلات نیترات و نیتريت در آب- شرب
برخی از دلایل استفاده بیش از حد کودها عبارتند از:

۱. برای افزایش عملکرد محصول به ویژه در مناطقی با کیفیت خاک پایین
۲. جبران از دست دادن مواد مغذی خاک در اثر شستشو و روش های دیگر
۳. استفاده از کود بدون در نظر گرفتن نیازهای خاک
۴. تصور اشتباه کود بیشتر معادل بازده و سود بیشتر

استفاده بیش از حد کودهای از ته اقتصادی نیست. همچنین از نظر زیست محیطی هم بسیار مشکل ساز است. از جمله این مشکلات می توان به زیاد شدن آلودگی آب و خاک، سفت، شورشیدن و از بین رفتن ساختار خاک، انواع بیماری، ایجاد محصولات با کیفیت پایین و ناسالم، آلوده شدن آب های سطحی و زیرزمینی به نیترات و نیتريت و کاهش دسترسی گیاه به فسفر، مس، آهن و منگنز، اشاره کرد (Cortese-Krott *et al.*, ۲۰۱۵; Butler, ۲۰۱۵; Moradi, ۲۰۱۷; Savci, ۲۰۱۲a; Shaviv, ۲۰۰۱; Super *et al.*, ۱۹۸۱). هنگامی که کودهای شیمیایی مستقیماً به گیاهان داده می شوند، تنها ۳۰ تا ۳۵ درصد از مواد مغذی آن جذب می شوند (Wu, ۲۰۱۱; Iftime *et al.*, ۲۰۱۹). پرمصرف ترین کود از ته، اوره می باشد که راندمان مصرف مواد مغذی آن تنها ۵۰ درصد است. ۲ تا ۲۰ درصد مواد مغذی از طریق تبخیر شدن، ۱۵ تا ۲۵ درصد از طریق واکنش ترکیبات آلی خاک و ۲ تا ۱۰ درصد، از طریق شست و شو از دست می روند (Savci, ۲۰۱۲b; Versino *et al.*, ۲۰۱۹). آزیم های اوره در خاک، نیتروژن موجود در اوره را به یون آمونیوم تبدیل می کنند. سپس از طریق فرایند نیتریفیکاسیون، یون آمونیوم به یون های نیترات و نیتريت تبدیل می شود. در صورت آبیاری یا بارندگی شدید، یون های نیترات و نیتريت موجود در خاک به آب های زیرزمینی و سطحی نفوذ می کنند. در نتیجه، غلظت بالای یون های نیترات در گیاهان و آب- آشامیدنی، می تواند خطرات زیادی برای سلامت انسان ایجاد کند (Savci, ۲۰۱۲b; Messiga *et al.*, ۲۰۲۰). همچنین در اثر- نیتروژن زدایی کامل و ناقص، نیتروژن به صورت N_2 و N_2O به هوا منتقل می شود که N_2O به عنوان ماده تخریب کننده لایه ازن شناخته می شود (Hermida *et al.*, ۲۰۱۹; Ravishankara *et al.*, ۲۰۱۲b; Savci, ۲۰۰۹).

حد مجاز نیترات براساس استاندارد ۱۰۵۳ آب شرب ppm و براساس استاندارد EPA، ۱۰ ppm می باشد. همچنین حد مجاز نیتريت براساس استاندارد ۱۰۵۳ آب شرب ppm و براساس استاندارد EPA، ۱ ppm است (Council, ۱۹۹۵). با آب شرب آلوده به نیترات، ابتدا نیترات در معده به نیتريت تبدیل می شود. سپس نیتريت با هموگلوبین خون واکنش می دهد، که محصول این واکنش متهموگلوبین می باشد. هموگلوبین، پروتئین مسئول انتقال اکسیژن در بدن است؛ در صورتی که متهموگلوبین در حمل اکسیژن ناتوان است. در نتیجه، افراد در معرض نیترات معمولاً از فقر اکسیژن رنج می برند. نوزادان زیر چهار ماه بیشتر در خطر ابتلا به متهموگلوبین هستند؛ زیرا اسیدیته معده آنها کمتر از بزرگسالان است. بنابراین در مقایسه با بزرگسالان نیترات بیشتری در معده نوزادان به نیتريت تبدیل می شود. اسهال و سایر اختلالات دستگاه گوارشی از نشانه های مهم متهموگلوبین می باشد. متهموگلوبین بدلیل اینکه pH معده را افزایش می دهد، سبب تضعیف سیستم ایمنی بدن هم می شود. تقریباً تمام موارد گزارش شده از متهموگلوبین کودکان زیر شش ماه نشان می دهد که این کودکان از اختلالات دستگاه گوارش رنج می برند (Ward *et al.*, ۲۰۱۸). نیترات ها و نیتريت ها در صورت تشکیل نیتروزامین^۱ می توانند بسیار خطرناک باشند. نیتروزامین ها در اثر حرارت زیاد می توانند تشکیل شوند و خطر ابتلا به سرطان را افزایش دهند (Brown, ۱۹۹۹; Honikel, ۲۰۰۸). پیستی^۲ و همکاران (Picetti *et al.*, ۲۰۲۲) نشان دادند که نیترات در آبها موجب سرطان های معده، مری، روده بزرگ و پانکراس می شود. این موارد با گذشت زمان به صورت کنترل شده درآمده اند. به عنوان مثال طبق گزارش بارت^۳ و همکاران (Barrett *et al.*, ۱۹۹۸)، در بازه ۱۹۷۵ تا ۱۹۹۴ بیش از ۱۵۵۰۰ نفر به سرطان معده مبتلا شدند؛ اما با گزارش تانجا^۴ و همکاران (Taneja *et al.*, ۲۰۱۷) (هندوستان) و جونز^۵ و همکاران (Jones *et al.*, ۲۰۱۹) (ایالات متحده آمریکا)، در حال حاضر این بیماری کنترل شده است. پیستی و همکاران (Picetti *et al.*, ۲۰۲۲) نشان دادند که آب های آلوده به نیترات، موجب سرطان های مجاری تناسلی و ادراری (مثانه، کلیه و اندام های تولیدمثل) نیز می شود. همچنین می تواند موجب سرطان خون و لیمفوما^۶ شود. ارتباطی نیز بین سرطان و آب دارای نیتريت گزارش شده است. مولر^۷ و همکاران (Mueller *et al.*, ۲۰۰۱) گزارش دادند که آب حاوی ۱ mg/L نیتريت، خطر ابتلا به تومور- مغزی را افزایش می دهد.

^۱ Jones^۲ Lymphoma^۳ Mueller^۱ Nitrosamine^۲ Picetti^۳ Barrett^۴ Taneja

قرار می‌گیرد، آب در لایه پوشش نفوذ کرده و به سطح آورده می‌رسد. دوره به سرعت در آب حل می‌شود؛ به طوری که غلظت دوره به حالت اشباع در آب در می‌آید. با توجه به تئوری ویتمن ولوییس، مقاومتی در فصل مشترک وجود ندارد و تا زمانی که جامد دوره وجود دارد، غلظت در فصل مشترک آب و دوره، در حالت اشباع باقی می‌ماند. پوشش‌ها را می‌توان به دو دسته کلی پلیمرهای آلی^{۱۱} و غیرآلی^{۱۲}، تقسیم‌بندی کرد. سولفور، فسفوز پیس^{۱۳}، بنتونیت^{۱۴} در زمره پوشش‌های غیرآلی، و پلیمرهایی مانند پلی اتیلن، پلی یورتان، پلی اتر سولفون، پلی استایرن، آلکیدرزین^{۱۵} در زمره پوشش‌های آلی قرار دارند. همچنین پوشش‌های طبیعی هم در گروه پوشش‌های آلی قرار می‌گیرند. کیتوزان، سلولز، لیگنین، نشاسته، آلجینات^{۱۶} و سیلیکون دی‌اکسید در گروه پوشش‌های طبیعی قرار دارند (ME Trenkel, ۲۰۲۱). فسفوز پیس و گچ که بر پایه گوگرد است به‌عنوان پوشش غیرآلی، به دلیل محلول بودن در آب، pH خاک را تغییر نمی‌دهند و می‌توانند به آسانی سولفات خود را به گیاهان دهند که از این حیث، نسبت به پوشش گوگردی دارای مزیت بیشتری می‌باشند (Vashishtha et al., ۲۰۱۰). از پلیمرهای مصنوعی می‌توان برای دستیابی به ویژگی‌های مطلوب کودهای کنترل‌رهش استفاده کرد، ولی این پلیمرها غیرقابل تجزیه هستند و اثر مخربی بر محیط‌زیست دارند. اجزای پلیمری پوشش پس از رهش محتویات، باقی می‌ماند و منجر به آلودگی محیط‌زیست می‌شوند (Lubkowski et al., ۲۰۱۵). از آنجایی که پلیمرهای طبیعی برای محیط‌زیست مضر نیستند، بنابراین می‌توانند بیشتر مورد استفاده قرار گیرند. یکی از پلیمرهای طبیعی، لیگنین می‌باشد. این پلیمر از لیکورسیاه، که پساب کارخانه چوب‌و کاغذ است، تهیه می‌شود. علیرغم فراوانی لیکورسیاه، در ایران استفاده مناسبی از آن نشده و متأسفانه بخش زیادی از آن به‌عنوان پساب به محیط‌زیست وارد می‌شود. این ماده آلاینده‌گی بالایی دارد و با توجه به اقتصادی بودن تولید لیگنین از آن، می‌تواند گزینه مناسبی جهت پوشش‌دهی کودها باشد (۵۲-۵۴). به دلیل حلالیت بالای لیگنین سولفونات در محیط‌های آبی، ابتدا لازم است که آن را استیل‌ه کنند تا حلالیتش کاهش یابد. سپس از آن به‌عنوان پوشش استفاده می‌شود (Mohammadzadeh, ۲۰۲۰). مطابق شکل ۲، واکنش استیل‌اسیون لیگنین با اسید-اگزالیک ارائه شده است. در این فرایند، گروه‌های کربونیل به‌جای گروه‌های هیدروکسیل در طول استیل‌اسیون لیگنین جایگزین می‌شوند (Sadeghi et al., ۲۰۱۷).

ما^۱ و همکاران (Ma et al., ۲۰۱۸) نشان دادند که نیترات و نیتريت خطر تشکیل نیتروزامین‌های سرطان‌زا و مت‌هموگلوبینی را به‌شدت افزایش می‌دهد. برنדר^۲ (Brender, ۲۰۲۰) مشاهده کرد که نیترات و نیتريت موجب بیماری‌هایی چون مت‌هموگلوبین، سرطان و پیامدهای نامطلوب بارداری می‌شود. همچنین، وی دریافت که اکسیدهای نیتروژن، موجب مشکلات تنفسی و حمله قلبی خواهد شد. کریستین^۳ و همکاران (Christieans et al., ۲۰۱۸) نیز نشان دادند که نیتريت موجب رشد باکتری‌هایی مانند سالمونلا^۴ و لیستریا مونوسییتوزنز^۵ می‌شود که اغلب در سوسیس قرار دارند و برای سلامتی انسان بسیار خطرناک هستند. رضایی^۶ و همکاران (Rezaei et al., ۲۰۱۷) بیان کردند که در ایران، غلظت نیترات به‌طور مداوم پایین است. با این حال، ممکن است در مناطق و زمان‌های خاص، زهکشی و یا سرریز شدن آب آلوده به نیترات و نیتريت از زمین‌های کشاورزی و یا وارد شدن فاضلاب‌های حیوانی یا انسانی به منابع آبی، سطوح نیترات را به‌مراتب افزایش دهد. باتسیاخان^۷ و همکاران (Batsaikhan et al., ۲۰۱۸) نشان دادند که در کشورهای در حال توسعه مانند مغولستان، شرایط بهداشتی و روش‌های نامناسب دفع فاضلاب، منبع دیگری از آلودگی نیترات را فراهم می‌کند. راه‌حل پیشنهادی جهت استفاده بهینه‌تر از کودهای ازته کودهای کنترل‌رهش^۸، راه ایمن‌تر، مقرون‌به‌صرفه‌تر و مؤثرتری را برای استفاده از مواد مغذی ارائه می‌دهند؛ زیرا مواد مغذی را برای مدت طولانی‌تری در خاک حفظ می‌کنند (Cole et al., ۲۰۱۶; Gil-Ortiz, ۲۰۲۰; Wang et al., ۲۰۲۰). این روش می‌تواند به‌عملکرد بهتر مواد مغذی^۹ در دوزهای کمتر و همچنین کاهش آلودگی و خطرات زیست‌محیطی، کمک کند (Cong et al., ۲۰۱۰). کودها به دو دسته کندرهش و کنترل‌رهش تقسیم‌بندی می‌شوند. در کودهای کندرهش، مواد مغذی، کندتر از حالت عادی آزاد می‌شوند و در کنترل‌رهش، سرعت آزاد شدن ماده مغذی، تابعی از دوره زندگی گیاه و قابل تنظیم است. این کودها در یک دوره مشخص، آلودگی‌ها و عوارض جانبی را کاهش و بازده استفاده گیاه از ماده مغذی را افزایش می‌دهند (Shaviv, ۲۰۰۱). معمولاً کودهای کنترل‌رهش تجاری با پوشش پلیمری، اغلب از رزین‌های ترموپلاست از جمله پلی‌الین و پلی‌وینیلیدین کلراید^{۱۰} ساخته می‌شوند که تجزیه آن‌ها برای خاک دشوار است. وقتی دوره پوشش‌دار در محیط‌آبی

^۹ Nutrient usage efficiency (NUE)

^{۱۱} Polyvinylidene chloride

^{۱۲} Organic polymers

^{۱۳} Inorganic materials

^{۱۴} Phosphogypsum

^{۱۵} Bentonite

^{۱۶} Alkyd resin

^{۱۷} Alginate

^۱ Ma

^۲ Brender

^۳ Christieans

^۴ Salmonella

^۵ Listeria monocytogenes

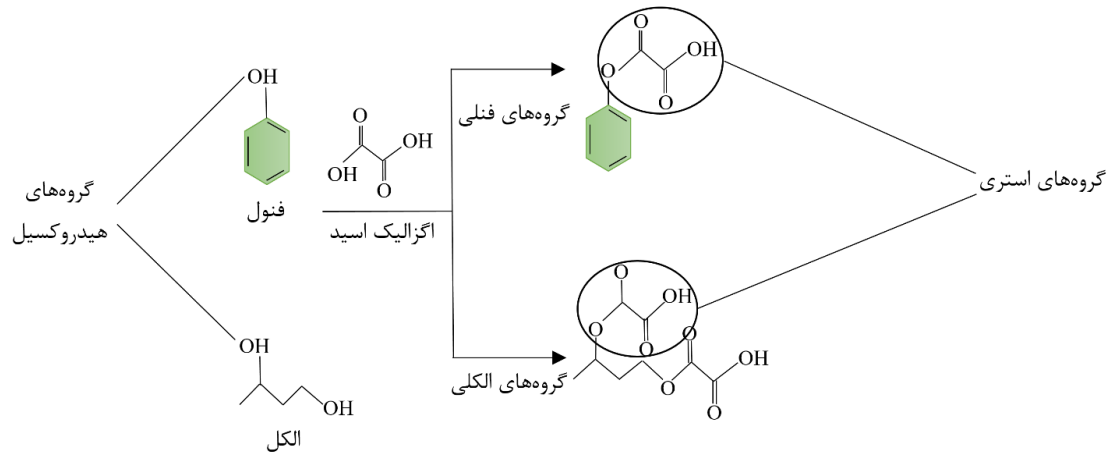
^۶ Rezaei

^۷ Batsaikhan

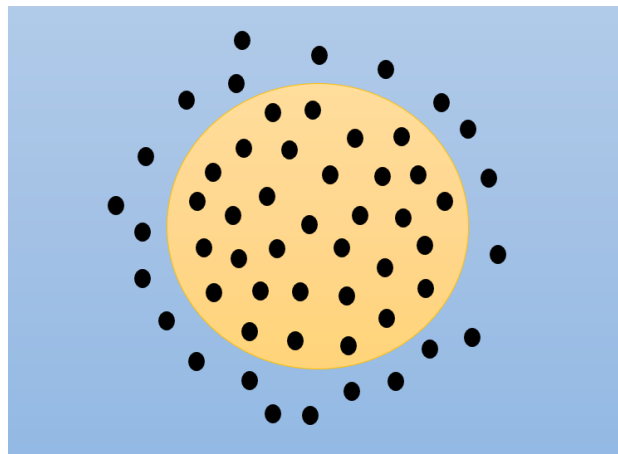
^۸ Controlled release fertilizers (CRFs)

رها سازی می شود. فرایند رهش از طریق نفوذ در خلل و فرج های ماتریس صورت می گیرد. از نمونه های تجاری این روش می توان به اوره جاسازی شده در پلی سولفون، پلی استایرن، پلی اتیلن اشاره کرد (Al-Zahrani, ۲۰۰۰; Hanafi *et al.*, ۲۰۰۲; Jarosiewicz *et al.*, ۲۰۰۳; Liang *et al.*, ۲۰۰۶; Salman, ۱۹۸۹). شکل ۳ شماتیکی از رهش اوره از ماتریس لیگنین-سولفونات استیله شده را نشان می دهد.

از دو روش پوشش دار کردن (کپسوله کردن) و ماتریسی، می توان کود کندرهش تولید کرد. برای تولید کود کندرهش به روش کپسوله کردن، کود را با یک پوششی که در آب مقاوم است، محافظت می کنند. از نمونه های تجاری مهم می توان به اوره با پوشش پلی اتیلنی و گوگردی اشاره کرد (Guertal, ۲۰۰۹). در روش ماتریسی، ماده مؤثره به صورت یکنواخت در ماتریس پلیمر



شکل ۲- مکانیسم واکنش استیلاسیون لیگنین سولفونات با اسید اگزالیک (Sadeghi *et al.*, ۲۰۱۷)



شکل ۳- شماتیک رهش اوره از ماتریس لیگنین سولفونات استیله شده در محیط آبی (K Shayesteh, ۲۰۱۷)

همچنین در یک عملکردی ثابت، استفاده از کودهای کنترل رهش، می تواند مصرف کود را بین ۲۰ تا ۳۰ درصد کاهش داد (Gil-Ortiz, Naranjo, Ruiz-Navarro, Atares, *et al.*, ۲۰۲۰; ME Trenkel, ۲۰۲۱). علاوه بر این، کودهای کنترل رهش، ایمنی زراعی را با به حداقل رساندن سمیت تحمیل شده بر گیاهان بهبود می بخشند. این بدان علت است که در روش سنتی، گیاه در معرض غلظت بالایی از یونها قرار دارد که باعث ایجاد تنش-اسمزی و آسیب به گیاهان می شود (Sempeho *et al.*, ۲۰۱۴; Shaviv, ۲۰۰۱). از دیگر مزایای این کودها نسبت به کودهای معمولی می توان به بهتر شدن خاصیت نگهداری مواد، کمتر شدن سمیت، کاهش تجزیه اوره در دماهای بالا و کاهش

• یافته ها

نرخ رهش مواد مغذی باید کندتر از کودهای معمولی باشد. بنا به توصیه های کارگروه ویژه استانداردسازی اروپا، میزان رهش مواد مغذی لازم برای کودهای کنترل رهش برای هر گیاه، به نیازهای متابولیکی محصول در یک دوره مشخص رشد، بستگی دارد. به عنوان مثال باید حداقل ۷۵ درصد مواد مغذی در زمان رهش، آزاد شود (ME Trenkel, ۲۰۲۱). کودهای کنترل رهش راندمان مصرف مواد مغذی را بهبود می بخشند. بنابراین مشکلات زیست محیطی ای که کودهای معمولی باعث آن می شوند را به-مراتب کاهش می دهند (Sempeho *et al.*, ۲۰۱۴).

فرناندز و همکاران (Fernández-Pérez *et al.*, ۲۰۰۸) از لیگنین و به‌روش ماتریس برای تولید کود کندر هس استفاده کردند. آن‌ها نتیجه گرفتند که با افزایش ضخامت گرانول، نرخ رهش کاهش می‌یابد. مولدر^۷ و همکاران (Mulder *et al.*, ۲۰۱۱) چهار نوع مختلف لیگنین تجاری موجود را به‌عنوان پوشش اوره مورد بررسی قرار دادند. با این حال آن‌ها دریافتند که این پوشش‌ها قابلیت لازم جهت کنترل رهش را ندارند؛ زیرا در تمام حالات اوره در حدود یک ساعت به‌طور کامل در آب حل می‌شود. با این حال آن‌ها نشان دادند که با استفاده از روش‌های مختلف پوشش‌دهی و به‌کمک لیگنین اصلاح‌شده و لیگنین سودا به مدت دو هفته، فرایند رهش با موفقیت ادامه یافت. گارسیا^۸ و همکاران (Garcia *et al.*, ۱۹۹۸) نشان دادند که کودهای پوشش‌داده‌شده، باعث رهش کند ازت می‌شوند که این میزان، به ضخامت پوشش بستگی دارد. مولدر و همکاران نیز به نتیجه مشابهی رسیدند. آن‌ها نشان دادند که استفاده از پوشش لیگنین، علیرغم کاهش هزینه مواد اولیه، سبب رهش کند اوره می‌شود و برای حفظ محیط‌زیست و کاهش آلودگی نیز بسیار مناسب است. صادقی^۹ و همکاران (Sadeghi *et al.*, ۲۰۱۷) نیز از لیگنین-سولفونات استیله‌شده استفاده کردند. آن‌ها دریافتند که ۷۹ درصد از کود در ۱۸ روز رها می‌شود؛ در صورتی که برای اوره پوشش‌داده‌شده با سولفور، ۹۳ درصد در ۱۱ روز است.

۴- نتیجه‌گیری

فراوان‌ترین و شایع‌ترین آلاینده در منابع آب‌زیرزمینی ایران، نیترات است. نیترات می‌تواند موجب بیماری‌های مت‌هموگلوبینی شود که در بدن در حمل اکسیژن ناتوان است و مشکلات تنفسی را در پی دارد. همچنین نیترات و نیتريت می‌توانند موجب تشکیل نیتروزامین شوند که انواع سرطان را منجر می‌شود. کودهای اوره کندر هس، نیتروژن را در مدت زمان طولانی تری آزاد می‌کنند. این می‌تواند به کیفیت آب و کاهش آلودگی کود از ته بر اکوسیستم کمک کند. کودهای کنترل رهش علاوه بر کاهش آلودگی، می‌توانند عملکرد محصول را نیز بهبود بخشند. این بدان علت است که منبع ثابت تری از نیتروژن را برای گیاهان فراهم می‌کنند. در نتیجه، این کودها می‌توانند منجر به افزایش تولید محصول و کاهش نیاز به کاربرد کود اضافی شوند. همچنین، سبب صرفه-جویی در هزینه و بهبود عملکرد محصول می‌شود.

اوتروفیکاسیون^۱ آب‌ها که ناشی از غلظت‌های بسیار بالای ترکیبات فسفر و نیتروژن است، اشاره کرد (Dave *et al.*, ۱۹۹۹). استفاده از کودهای کنترل رهش مانند اوره پوشش‌داده-شده با گوگرد در مقادیر زیاد می‌تواند اسیدیته خاک را افزایش دهد (Shaviv, ۲۰۰۱). علاوه‌براین، رودجک^۲ و همکاران (Rudjak *et al.*, ۲۰۱۰) نشان دادند که پایداری حرارتی کود نیترات‌آمونوم با استفاده از پوشش، بهبود می‌یابد (Ali *et al.*, ۲۰۱۵). کودهای مبتنی بر لیگنین در طول ۲۰ سال گذشته برای توسعه کودهای کنترل رهش، رشد پیدا کرده‌اند. لیگنین صنعتی به‌طور طبیعی به‌عنوان یک بازدارنده اوره عمل می‌کند و به‌طور مؤثری فعالیت آنزیم اوره را محدود و سرعت تجزیه آن را کاهش می‌دهد. بنابراین مواد مغذی به‌صورت پایدار در خاک موجود می‌باشند (Huang *et al.*, ۲۰۰۳). محصور کردن مواد مغذی با پوشش، سبب ممانعت فیزیکی ماده مغذی با محیط و کند شدن رهش می‌شود (Ramírez *et al.*, ۲۰۰۷). از سوی دیگر، برهمکنش مواد مغذی کود با گروه‌های فعال لیگنین، سبب تثبیت مواد مغذی بر روی ساختار مولکولی لیگنین می‌شود (Chen *et al.*, ۲۰۲۰). کودهای پوشش‌دار به دلیل نسبت تغذیه‌ای بالا و روش تولید مدرن، بیشترین کاربرد را در صنعت دارند (Beig *et al.*, ۲۰۲۰). ویژگی‌های پلیمر پوشش‌داده‌شده مانند ضخامت پلیمر، میزان اتصالات عرضی، الاستیسیته، تخلخل و جذب آب تأثیر قابل توجهی بر رهش کود پوشش‌دار دارند (Liang *et al.*, ۲۰۰۶). برای اولین بار، مولدر و همکاران (Mulder *et al.*, ۲۰۱۱) لیگنین را برای تولید کود کندر هس زیست‌تخریب‌پذیر به‌روش ماتریس، پیشنهاد دادند. آن‌ها نشان دادند که ترکیبات مبتنی بر لیگنین، توانایی ایجاد فیلم را دارند. لایه‌های لیگنین کتان سودا با آکرونال^۳ که به بایوپلاست^۴ معروف است، یکپارچگی خود را به مدت دو هفته در آب حفظ کرد. مواد آب‌گریز، حساسیت بایوپلاست به آب را کاهش دادند. گرانول‌های اوره، با بایوپلاست پوشش داده شدند. نتایج اندازه‌گیری رهش اوره، نشان داد که میزان رهش با استفاده از آلکنیل سوکسینیک‌انیدرید^۵ به‌طور قابل توجهی کاهش یافت. همچنین، پرز^۶ و همکاران (Fernández-Pérez *et al.*, ۲۰۱۱) به‌روش ماتریس، اوره و لیگنین را با هم مخلوط کردند تا اوره کنترل رهش، تولید شود.

منابع

- Abascal, E., et al. ۲۰۲۲. Global diagnosis of nitrate pollution in groundwater and review of removal technologies. *Science of the Total Environment*, ۸۱۰, ۱۵۲۲۳۳.

^۶ Perez
^۷ Mulder
^۸ Garcia
^۹ Sadeghi

^۱ Eutrophication
^۲ Rudjak
^۳ Acronal
^۴ Bioplast
^۵ Alkenyl succinic anhydride (ASA)

- Al-Zahrani, S. ۲۰۰۰. Utilization of polyethylene and paraffin waxes as controlled delivery systems for different fertilizers. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, ۳۹(۲), ۳۶۷-۳۷۱.
- Ali, S., & Danafar, F. ۲۰۱۵. Controlled-release fertilizers: advances and challenges. *Life Science Journal*, ۱۲(۱۱), ۳۳-۴۵.
- Azeem, B., et al. ۲۰۱۴. Review on materials & methods to produce controlled release coated urea fertilizer. *Journal of controlled release*, ۱۸۱, ۱۱-۲۱.
- Barrett, J. H., et al. ۱۹۹۸. Nitrate in drinking water and the incidence of gastric, esophageal, and brain cancer in Yorkshire, England. *Cancer Causes & Control*, ۹(۲), ۱۵۳-۱۵۹.
- Batsaikhan, N., et al. ۲۰۱۸. Water resources sustainability of Ulaanbaatar city, Mongolia. *Water*, ۱۰(۶), ۷۵۰.
- Beig, B., et al. ۲۰۲۰. Coating materials for slow release of nitrogen from urea fertilizer: A review. *Journal of plant nutrition*, ۴۳(۱۰), ۱۵۱۰-۱۵۳۳. <https://doi.org/10.1080/01904167.2020.1744667>
- Brender, J. D. ۲۰۲۰. Human health effects of exposure to nitrate, nitrite, and nitrogen dioxide. Just enough nitrogen: Perspectives on how to get there for regions with too much and too little nitrogen, ۲۸۳-۲۹۴. https://doi.org/10.1007/978-3-030-58075-0_18
- Brown, J. L. ۱۹۹۹. N-Nitrosamines. *Occupational Medicine (Philadelphia, Pa.)*, ۱۴(۴), ۸۳۹-۸۴۸.
- Butler, A. ۲۰۱۵. Nitrites and nitrates in the human diet: Carcinogens or beneficial hypotensive agents? *Journal of Ethnopharmacology*, ۱۶۷, ۱۰۵-۱۰۷.
- Chen, J., et al. ۲۰۲۰. Research progress in lignin-based slow/controlled release fertilizer. *ChemSusChem*, ۱۳(۱۷), ۴۳۵۶-۴۳۶۶.
- Christieans, S., et al. ۲۰۱۸. Impact of reducing nitrate/nitrite levels on the behavior of *Salmonella Typhimurium* and *Listeria monocytogenes* in French dry fermented sausages. *Meat science*, ۱۳۷, ۱۶۰-۱۶۷.
- Cole, J. C., et al. ۲۰۱۶. Nitrogen, phosphorus, calcium, and magnesium applied individually or as a slow release or controlled release fertilizer increase growth and yield and affect macronutrient and micronutrient concentration and content of field-grown tomato plants. *Scientia Horticulturae*, ۲۱۱, ۴۲۰-۴۳۰.
- Cong, Z., et al. ۲۰۱۰. Evaluation of waterborne coating for controlled-release fertilizer using Wurster fluidized bed. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, ۴۹(۲۰), ۹۶۴۴-۹۶۴۷.
- Cortese-Krott, M. M., et al. ۲۰۱۵. On the chemical biology of the nitrite/sulfide interaction. *Nitric oxide*, ۴۶, ۱۴-۲۴.
- Council, N. R. ۱۹۹۵. *Nitrate and nitrite in drinking water*. National Academies Press DOI (Original Publication)
- Craswell, E. ۲۰۲۱. Fertilizers and nitrate pollution of surface and ground water: an increasingly pervasive global problem. *SN Applied Sciences*, ۳(۴), ۵۱۸.
- Dave, A., et al. ۱۹۹۹. A review on controlled release of nitrogen fertilizers through polymeric membrane devices. *Polymer-Plastics Technology and Engineering*, ۳۸(۴), ۶۷۵-۷۱۱.
- Doan, H. D. ۱۹۹۹. *Controlled release of urea, mass transfer from a sphere and a single opening on a coated sphere into a quiescent liquid*. University of Toronto DOI (Original Publication)
- Fernández-Pérez, M., et al. ۲۰۱۱. Ethylcellulose and lignin as bearer polymers in controlled release formulations of chloridazon. *Carbohydrate polymers*, ۸۳(۴), ۱۶۷۲-۱۶۷۹.
- Fernández-Pérez, M., et al. ۲۰۰۸. Lignin and ethylcellulose as polymers in controlled release formulations of urea. *Journal of Applied Polymer Science*, ۱۰۸(۶), ۳۷۹۶-۳۸۰۳.
- Garcia, C., et al. ۱۹۹۸. Forecasting by laboratory tests of nitrogen leached and absorbed in soil-plant system with urea-based controlled-release fertilizers coated with lignin. *Communications in soil science and plant analysis*, ۲۹(۱۵-۱۶), ۲۴۷۹-۲۴۹۱.
- Gil-Ortiz, R., et al. ۲۰۲۰. Enhanced agronomic efficiency using a new controlled-released, polymeric-coated nitrogen fertilizer in rice. *Plants*, ۹(۹), ۱۱۸۳.
- Gil-Ortiz, R., et al. ۲۰۲۰. New eco-friendly polymeric-coated urea fertilizers enhanced crop yield in wheat. *Agronomy*, ۱۰(۳), ۴۳۸. <https://doi.org/10.3390/agronomy10030438>
- Guertal, E. ۲۰۰۹. Slow-release nitrogen fertilizers in vegetable production: a review. *HortTechnology*, ۱۹(۱), ۱۶-۱۹.

- Hanafi, M., et al. ۲۰۰۲. Evaluation of controlled-release compound fertilizers in soil. Communications in soil science and plant analysis, ۳۳(۷-۸), ۱۱۳۹-۱۱۵۶.
- Hazra, G., & Das, T. ۲۰۱۴. A review on controlled release advanced glassy fertilizer. Glob. J. Sci. Front. Res. B Chem, ۱۴(۴).
- Hermida, L., & Agustian, J. ۲۰۱۹. Slow release urea fertilizer synthesized through recrystallization of urea incorporating natural bentonite using various binders. Environmental Technology & Innovation, ۱۳, ۱۱۳-۱۲۱.
- Honikel, K.-O. ۲۰۰۸. The use and control of nitrate and nitrite for the processing of meat products. Meat science, ۷۸(۱-۲), ۶۸-۷۶.
- Huang, Y.-z., et al. ۲۰۰۳. Effects of lignin on nitrification in soil. Journal of Environmental Sciences, ۱۵(۳), ۳۶۳-۳۶۶.
- Iftime, M. M., et al. ۲۰۱۹. Designing chitosan based eco-friendly multifunctional soil conditioner systems with urea controlled release and water retention. Carbohydrate polymers, ۲۲۳, ۱۱۵۰۴۰.
- Jarosiewicz, A., & Tomaszewska, M. ۲۰۰۳. Controlled-release NPK fertilizer encapsulated by polymeric membranes. Journal of agricultural and food chemistry, ۵۱(۲), ۴۱۳-۴۱۷.
- Jones, R. R., et al. ۲۰۱۹. Ingested nitrate, disinfection by-products, and risk of colon and rectal cancers in the Iowa Women's Health Study cohort. Environment international, ۱۲۶, ۲۴۲-۲۵۱.
- K Shayesteh, N. S. ۲۰۱۷. The potential application modified lignin sulfonate matrix to controlled-release urea and predict the release profile. Journal of Separation Science and Engineering, ۹(۱), ۱-۹. <https://doi.org/10.22103/jsse.2017.1004>
- Knight, C., & Sparrow, S. ۱۹۹۳. Urea nitrogen budget for a subarctic agricultural soil. Soil Science Society of America Journal, ۵۷(۴), ۱۱۳۸-۱۱۴۴.
- Liang, R., & Liu, M. ۲۰۰۶. Preparation and properties of a double-coated slow-release and water-retention urea fertilizer. Journal of agricultural and food chemistry, ۵۴(۴), ۱۳۹۲-۱۳۹۸.
- Lubkowski, K., et al. ۲۰۱۵. Controlled-release fertilizer prepared using a biodegradable aliphatic copolyester of poly (butylene succinate) and dimerized fatty acid. Journal of agricultural and food chemistry, ۶۳(۱۰), ۲۵۹۷-۲۶۰۵.
- Lunt, O. R. ۱۹۷۱. Controlled-release fertilizers. Achievements and potential. Journal of agricultural and food chemistry, ۱۹(۵), ۷۹۷-۸۰۰.
- Ma, L., et al. ۲۰۱۸. Nitrate and nitrite in health and disease. Aging and disease, ۹(۵), ۹۳۸.
- Masclaux-Daubresse, C., et al. ۲۰۱۰. Nitrogen uptake, assimilation and remobilization in plants: challenges for sustainable and productive agriculture. Annals of botany, ۱۰۵(۷), ۱۱۴۱-۱۱۵۷.
- ME Trenkel, T. ۲۰۲۱. *Slow-and Controlled-Release and Stabilized Fertilizers: An Option for Enhancing Nutrient Use Efficiency in Agriculture*. International Fertilizer Industry Association (IFA)DOI (Original Publication)
- Messiga, A. J., et al. ۲۰۲۰. Nutrients leaching in response to long-term fertigation and broadcast nitrogen in blueberry production. Plants, ۹(۱۱), ۱۵۳۰.
- Mohammadzadeh, Q. ۲۰۲۰. *Application of urea coated with modified ligninsulfonate in animal feed formulation as a slow-release non-protein nitrogen source* University of Mohaghegh Ardabili]. Ardabil. (In Persian)
- Moradi, S. ۲۰۱۷. *The significance of biot in the modeling of nitrogen release from urea lignin and improving the lignin structure at nanoscale* University of Mohaghegh Ardabili]. Ardabil. (In Persian)
- Mueller, B. A., et al. ۲۰۰۱. Residential water source and the risk of childhood brain tumors. Environmental Health Perspectives, ۱۰۹(۶), ۵۵۱-۵۵۶.
- Mulder, W., et al. ۲۰۱۱. Lignin based controlled release coatings. Industrial Crops and Products, ۳۴(۱), ۹۱۵-۹۲۰.
- Picetti, R., et al. ۲۰۲۲. Nitrate and nitrite contamination in drinking water and cancer risk: A systematic review with meta-analysis. Environmental Research, ۲۱۰, ۱۱۲۹۸۸.
- Rahikainen, M., & Kangasjärvi, S. ۲۰۲۰. On the roots of nitrogen uptake. New Phytologist, ۲۲۸(۳), ۸۰۲-۸۰۴.
- Ramírez, F., et al. ۲۰۰۷. Reactions, characterization and uptake of ammoxidized kraft lignin labeled with ^{۱۵}N. Bioresource technology, ۹۸(۷), ۱۴۹۴-۱۵۰۰.

- Ravishankara, A., et al. ۲۰۰۹. Nitrous oxide (N₂O): the dominant ozone-depleting substance emitted in the ۲۱st century. *science*, ۳۲۶(۵۹۴۹), ۱۲۳-۱۲۵.
- Rezaei, M., et al. ۲۰۱۷. Geochemistry and sources of fluoride and nitrate contamination of groundwater in Lar area, south Iran. *Environmental Science and Pollution Research*, ۲۴(۱۸), ۱۵۴۷۱-۱۵۴۸۷.
- Rudjak, I., et al. ۲۰۱۰. Thermal behaviour of ammonium nitrate prills coated with limestone and dolomite powder. *Journal of thermal analysis and calorimetry*, ۹۹(۳), ۷۴۹-۷۵۴.
- Sadeghi, N., et al. ۲۰۱۷. Effect of modified lignin sulfonate on controlled-release urea in soil. *Journal of Polymers and the Environment*, ۲۵(۳), ۷۹۲-۷۹۹. <https://doi.org/10.1007/s10924-016-0848-6>
- Salman, O. A. ۱۹۸۹. Polyethylene-coated urea. ۱. Improved storage and handling properties. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, ۲۸(۵), ۶۳۰-۶۳۲.
- Savci, S. ۲۰۱۷a. An agricultural pollutant: chemical fertilizer. *International Journal of Environmental Science and Development*, ۳(۱), ۷۳.
- Savci, S. ۲۰۱۷b. Investigation of effect of chemical fertilizers on environment. *Apcebee Procedia*, ۱, ۲۸۷-۲۹۲.
- Sempeho, S. I., et al. ۲۰۱۴. Meticulous overview on the controlled release fertilizers.
- Shaviv, A. ۲۰۰۱. Advances in controlled-release fertilizers. [https://doi.org/10.1016/S0065-2113\(01\)71011-0](https://doi.org/10.1016/S0065-2113(01)71011-0)
- Super, M., et al. ۱۹۸۱. An epidemiological study of well-water nitrates in a group of South West African/Namibian infants. *Water Research*, ۱۵(۱۱), ۱۲۶۵-۱۲۷۰.
- Taneja, P., et al. ۲۰۱۷. The risk of cancer as a result of elevated levels of nitrate in drinking water and vegetables in Central India. *Journal of water and health*, ۱۵(۴), ۶۰۲-۶۱۴.
- Vashishtha, M., et al. ۲۰۱۰. Improvement in properties of urea by phosphogypsum coating. *International Journal of ChemTech Research*, ۲(۱), ۳۶-۴۴.
- Versino, F., et al. ۲۰۱۹. Eco-compatible cassava starch films for fertilizer controlled-release. *International Journal of Biological Macromolecules*, ۱۳۴, ۳۰۲-۳۰۷. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2019.05.037>
- Wang, Y., et al. ۲۰۱۲. κ-Carrageenan-sodium alginate beads and superabsorbent coated nitrogen fertilizer with slow-release, water-retention, and anticompaction properties. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, ۵۱(۳), ۱۴۱۳-۱۴۲۲.
- Ward, M. H., et al. ۲۰۱۸. Drinking water nitrate and human health: an updated review. *International journal of environmental research and public health*, ۱۵(۷), ۱۵۵۷.
- Wu, Y. ۲۰۱۱. Chemical fertilizer use efficiency and its determinants in China's farming sector: Implications for environmental protection. *China Agricultural Economic Review*.
- Xiaoyu, N., et al. ۲۰۱۳. A novel slow-release urea fertiliser: Physical and chemical analysis of its structure and study of its release mechanism. *Biosystems engineering*, ۱۱۵(۳), ۲۷۴-۲۸۲. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2013.04.001>

Slow-Release Fertilizers: A Promising Solution to Environment Pollution

Hassan Seddighi^۱, Keivan Shayesteh^{*۲}

^۱- M.sc student, Department of Chemical Engineering, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

^{*۲}- Associate Professor, Department of Chemical Engineering, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

*Email Address: k.shayesteh@uma.ac.ir

Abstract

Nitrate is the most abundant and common pollutant in Iran's underground water sources. More than half of the nitrogen fertilizers are wasted and returned to the environment due to nitrogen solubility in water, sublimation, oxidation and reduction, nitrification, and denitrification. Therefore, the use of slow-release fertilizers can be one of the appropriate solutions for its waste. Also, the use of slow-release fertilizers saves money and improves product performance. The results of this research show that slow-release fertilizers enhance the quality of water. This study also shows that natural slow-release fertilizers are not harmful to the environment and can even benefit plant growth. Slow-release urea fertilizers release nitrogen for a more extended period. In addition to reducing pollution, these fertilizers can also improve crop performance. This is because they provide a more stable nitrogen source for plants, which helps prevent nutrient deficiencies. The use of slow-release nitrogen fertilizers dramatically increases the duration of nitrogen release in water and the environment, and this ensures a healthier environment and will be much more economical than conventional fertilizers.

Introduction

The exponential growth of the population has increased the need for food. One of the ways to increase the yield in cultivated areas is by using fertilizers and agricultural pesticides. The function of fertilizer is to supply nutrients to plants to improve crop yield. Therefore, increasing the need for food increases the need for more fertilizers globally. The primary nutrients in plant growth are phosphorus, nitrogen, and potassium. Although fertilizers are essential for plants and crops; However, the excessive use of chemical fertilizers is ineffective in increasing the yield per unit area and has adverse effects. Excessive use of chemical fertilizers destroys soil fertility and also introduces various types of pollution to the environment. The production of the product is expensive from an economic point of view. Therefore, proper and sufficient use of chemical fertilizers increases productivity and has no adverse effects on nature. Plants absorb nitrogen from the soil in the form of nitrate or ammonium. Absorbed nitrate and ammonium are transferred to other plant tissues through wood vessels. After using nitrogen fertilizers, a large part of it is not absorbed by the roots, and due to its high solubility in water, it enters the surface and underground waters during irrigation and rainfall. The most abundant and common pollutant in confidential water sources is nitrate. In recent years, the concentration of nitrates in underground water has increased due to the increase in population, the growth of industry, and the development of agricultural activities. The leading causes of groundwater contamination with nitrates are the entry of sewage and agricultural runoff into groundwater sources. In many countries, such as England, China, Australia, and Turkey, high concentrations of nitrates in underground water have been reported. About half of the nitrogen fertilizers are lost due to drainage. According to the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) estimates, about ۴۰-۷۰ percent of these fertilizers are wasted through drainage. Also, less than half of the urea used in agriculture is wasted in about three month. Nitrogen solubility in water, evaporation, oxidation and regeneration, nitrification, and denitrification are among the influential factors in wasting nitrogen fertilizers. During irrigation or rain, nitrate ready to be absorbed by the roots enters the surface and underground waters. In very alkaline soils, evaporation is an essential mechanism for nitrogen removal. First, nitrogen is converted into NH_4^+ , NH_3 then transferred to the air. Due to oxidation and regeneration, some bacteria and fungi can convert nitrogen into nitrate, nitrite, nitrous, nitrogen gas, and nitrogen oxide. Therefore, part of the nitrogen is wasted. Also, two reactions occur in the phenomenon of nitrification. First, ammonium is converted into nitrite in the presence of bacteria called Nitrosomonas. Then, in the presence of oxygen and Nitrobacter, nitrite turns into nitrate. Denitrification depends on soil bacteria and is performed in saturated or dense soils with limited oxygen. Certain bacteria can use nitrate oxygen as an alternative energy source when oxygen is unavailable. Gaseous forms of nitrogen are created and enter the atmosphere by removing oxygen from nitrate.

Methodology

To review various articles related to the problems and diseases caused by the use of nitrate and nitrite-contaminated water as well as the use of slow-release fertilizers based on natural polymers to prevent nitrogen wastage and pollute surface and underground water, Google Scholar, ScienceDirect, ResearchGate databases with keywords nitrate-contaminated water, diseases caused by nitrates and nitrites, slow-release fertilizers, lignin, slow-release fertilizers, natural polymers in coating fertilizers were searched. The extracted texts included articles, web pages, and thesis. Web pages were not examined due to the general nature of the content. The thesis was used less; Because the valuable contents of them have been published as articles. Therefore, their reports were examined. This article investigated diseases caused by nitrate and nitrite-contaminated water in more detail. Finally, the criterion of this work was the use of articles published in reliable scientific databases.

Conclusion

Excessive use of nitrogen fertilizers is not economical. It is also very problematic from an environmental point of view. Among these problems can be increased water and soil pollution, hardening, salinization and loss of soil structure, various diseases, creation of low quality and unhealthy products, contamination of surface water and underground pointed to nitrate and nitrite and the reduction of plant access to phosphorus, copper, iron and manganese. Only ۳۰ to ۳۵% of its nutrients are absorbed when chemical fertilizers are given directly to plants. The most widely used nitrogen fertilizer is urea, which has only ۵۰% nutrient consumption efficiency. With nitrate-contaminated drinking water, nitrate is first converted into nitrite in the stomach. Then nitrite reacts with blood hemoglobin; the product of this reaction is methemoglobin. As a result, people exposed to nitrates usually suffer from oxygen deficiency. Nitrates and nitrites can be very dangerous if nitrosamines are formed. Nitrosamines can be developed due to high heat and increase cancer risk. Control-release fertilizers offer a safer, more economical, and more effective way to use nutrients; Because they keep nutrients in the soil for a more extended period. This method can help improve the performance of nutrients in lower doses and reduce pollution and environmental risks. Fertilizers are divided into slow-release and controlled-release. In slow-release fertilizers, nutrients are released slower than usual, and in controlled-release, the rate of nutrient release is a function of the plant's life cycle and can be adjusted. These fertilizers reduce pollution and side effects in a certain period and increase the efficiency of plant use of nutrients. Usually commercial controlled-release fertilizers with polymer coating are often made of thermoplastic resins, including polyolefin and polyvinylidene chloride, which are difficult to decompose for the soil. When the coated urea is placed in an aqueous environment, water penetrates the coating layer and reaches the surface of the urea. Urea dissolves quickly in water, So the urea concentration becomes saturated in water. According to the Whitman-Lewis theory, there is no resistance in the typical phase. As long as there is solid urea, the concentration in the usual stage of water and urea remains saturated. Coatings can be divided into two general categories, organic and inorganic polymers. Sulfur, phosphogypsum, and bentonite are among inorganic coatings, and polymers such as polyethylene, polyurethane, polyether sulfone, polystyrene, and alkyd resin are among organic coatings. Also, natural coatings are included in the group of organic coatings. Chitosan, cellulose, Lignin, starch, alginate, and silicon dioxide are in the group of natural coatings. Phosphogypsum and sulfur-based gypsum are inorganic coatings due to their solubility in water. They do not change the pH of the soil, and they can easily give their sulfate to the plants, which in this respect has more advantages than sulfur coating. Synthetic polymers can be used to achieve the desired characteristics of release control fertilizers, but these polymers are non-degradable and have a destructive effect on the environment. The polymer components of the coating remain after the release of the contents and lead to environmental pollution. Since natural polymers are not harmful to the environment, they can be used more.

Keywords

Nitrate-contaminated waters; Diseases caused by nitrates; Common polymers in slow-release systems; Lignin; Slow-release fertilizers.