



# چالش نوآوری کاهش آب شویی و هدررفت کود اوره در مصارف کشاورزی



بر اساس پژوهش‌های انجام شده، پیش‌بینی می‌شود تا سال ۲۰۵۰، جمعیت جهان به ۹٫۶ میلیارد نفر برسد. یکی از بزرگ‌ترین چالش‌های توسعه پایدار، تأمین مواد غذایی کافی برای جمعیت رو به رشد جهان است؛ بدون اینکه منابع محدود نسل‌های آینده به خطر بیفتد. در نتیجه باید برای یافتن راه‌حل‌های نوآورانه در صنعت کشاورزی تلاش کرد. در این راستا کودهای شیمیایی نیتروژن‌دار نقش بسزایی دارند.

## مقدمه

نیتروژن منبع مهم و ضروری برای رشد گیاه است؛ کود اوره (Urea Fertilizer) یا کاربامید (Carbamide) با فرمول شیمیایی  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$  یکی از کودهای نیتروژن دار پرکاربرد است که ۴۶٪ نیتروژن دارد. این کود از واکنش بین آمونیاک مایع و دی اکسید کربن در فشار بالا تولید می شود. فرآورده این واکنش بلورهای سفیدرنگی است که می توان آن را به صورت جامد یا مایع (مخلوط با آب) مستقیماً به خاک افزود یا روی گیاهان اسپری کرد. این ترکیب یکی از پر مصرف ترین اجزاء کودهای نیتروژن دار در جهان است. بیشترین کاربرد کاربامید در صنعت کشاورزی به عنوان افزودنی خوراک حیوان و کود است. امروزه قاره آسیا به دلیل داشتن سطح وسیع مزارع برنج یکی از بزرگترین مصرف کننده های این محصول به شمار می آید.

مشکل اصلی در استفاده از این کودها هدررفت آن به دلایل مختلفی چون آبشویی، نیتریفیکاسیون، تصعید و ... است؛ اما در این بین مهم ترین عامل هدررفت، آبشویی ناشی از آبیاری خاک و بارش باران به ویژه در مناطق پربارش است.





## آبشویی کودهای اوره

بازدهی کودهای حلال در آب مانند اوره، آمونیوم فسفات نیترات و آمونیوم نیترات به دلیل آبشویی، تجزیه، استفاده‌های بی‌رویه و سمیت کاهش می‌یابد. این هدررفت می‌تواند از بازه ۱۰٪ در بهترین شرایط تا ۷۵٪ در بدترین شرایط تغییر کند. به‌منظور رفع این مشکل راهکارهایی از قبیل سنتز ترکیبات شیمیایی که ذاتاً سرعت انحلال کمتری در محلول‌های خاکی دارند یا استفاده از پوشش‌های مانع رطوبت روی سطح ذرات کود حلال در آب، مطرح شده است.

پژوهش‌های بسیاری به منظور به‌کارگیری مواد مناسب برای پوشش کودهای با رهایش کنترل شده صورت گرفته است؛ ولی تولید آن در مقیاس صنعتی هنوز با چالش‌هایی روبه‌رو است. برخی از این پژوهش‌ها عبارت‌اند از:

- استفاده از گوگرد به‌عنوان پوشش در کودهای محلول در آب به‌ویژه اوره. در مقیاس کوچک، پوشش گوگردی با استفاده از اسپری روی بستر متحرک حاوی گرانول‌های کود اعمال می‌شود. کود اوره با پوشش گوگردی مقاومت اوره در برابر شسته شدن را تا حد زیادی افزایش می‌دهد؛ اما گوگرد به‌دلیل طبیعت آمورف خود، به تنهایی نمی‌تواند به عنوان پوشش کود به کار گرفته شوند. در این فرآیند می‌بایست از افزودنی‌های بسیاری استفاده کرد که باعث پیچیدگی فرآیند و افزایش هزینه‌ها می‌شود. به همین دلیل تولید اوره با پوشش سولفور امروزه عملاً کنار گذاشته شده است.
- استفاده از پوشش‌های بر پایه پلیمر یا مواد فوق جاذب آب. طیف گسترده‌ای از پلیمرهای طبیعی، مصنوعی، موم و رزین به‌منظور پوشش‌دهی کودها بررسی شده‌اند که می‌توان به موادی مانند پلی‌الفین‌ها، اکریلیک‌رزین و پلی‌سولفون اشاره کرد. استفاده از پوشش‌های بر پایه پلیمر یا مواد فوق جاذب آب، پتانسیل بسیار مناسبی برای ایجاد خاصیت رهایش کنترل شده به همراه خواهند داشت؛ هرچند پیچیدگی فرآیند، افزایش هزینه‌های عملیاتی و مخرب محیط زیست بودن باعث شده است که گزینه مناسبی برای تولید در مقیاس صنعتی نباشند.

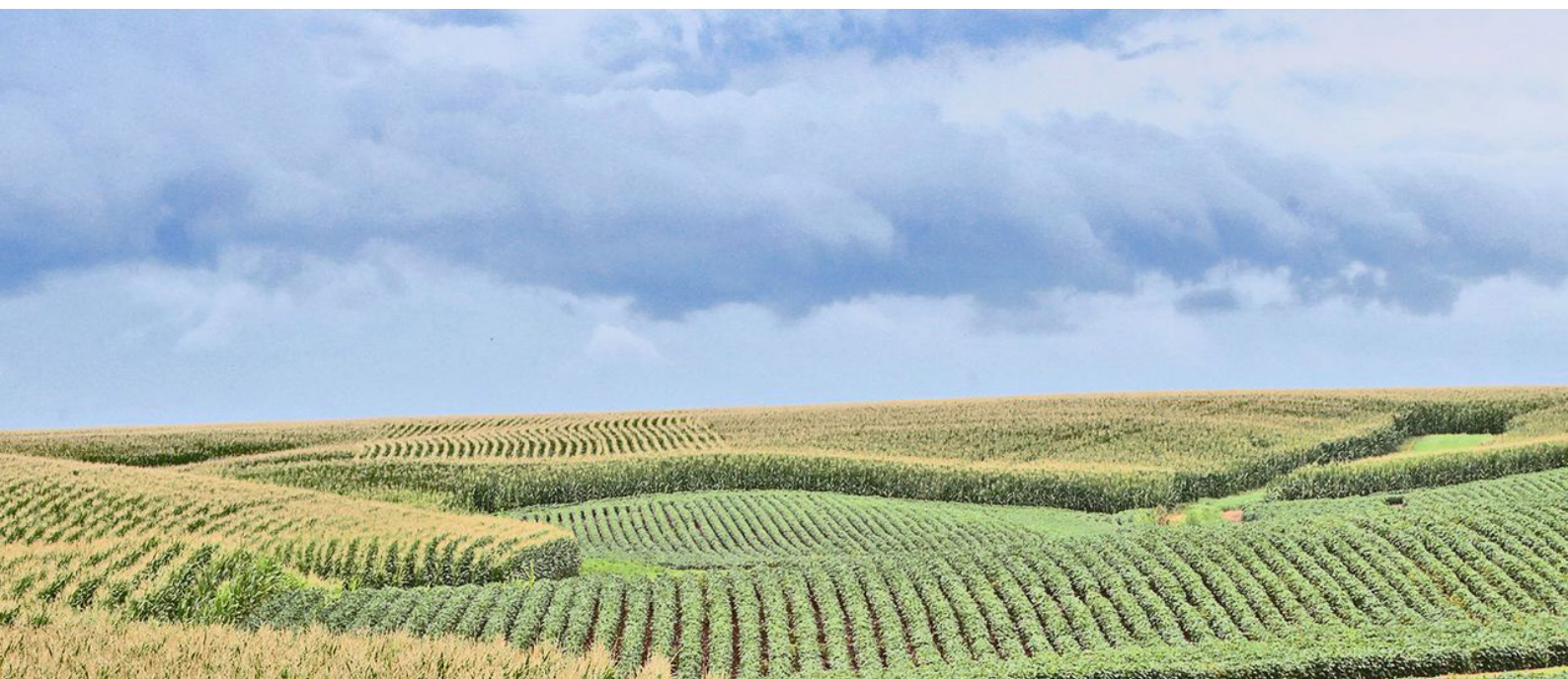


• استفاده از مواد زیستی مانند کیتین، کراتین، لیگنین، اسید پلیآمید، سلولز و نشاسته. این مواد به دلیل هزینه پایین، فراوانی، تجدیدپذیری و دوستدار محیط زیست بودن، گزینه مناسبی به عنوان پوشش در کودهای با رهایش کنترل شده هستند. اما نقطه ضعف این نوع پوشش ها ویژگی آب دوستی بالا و حضور میکرو حفرات موجود بر روی سطح آن ها است که فرآیند رهایش کنترل شده کود را تحت تاثیر قرار می دهد، به طوری که طول عمر کود را کاهش داده و در نتیجه کاربردهای تجاری آن را با محدودیت روبه رو می کند.

با وجود هزینه های عملیاتی بالا، اوره پوشش داده شده با رهایش کنترل شده در مقیاس صنعتی تولید و به فروش رسیده است. اگرچه بیشتر این محصولات به جای کاربردهای کشاورزی در مقیاس بزرگ، محدود به استفاده های باغبانی و زینتی هستند. برای مثال شرکت Tennessee Valley Authority (TVA) پیشرو در زمینه تجاری سازی و تولید انبوه کود اوره با پوشش سولفور با نام تجاری SCU است. شرکت Arthur Daniels Co (ADM) نیز اولین تولید کننده کودهای با پوشش پلیمری است. هم چنین از جمله سایر شرکت های تولید کننده کودهای با پوشش پلیمری می توان به شرکت Chisso-Asahi Fertilizer ژاپن، Agrium Inc کانادا و Shandong Kingenta Ecological Engineering Co چین اشاره کرد.

## کاربرد فناوری نانو

گسترش فناوری نانو در علوم کشاورزی به تولید نانو کودهای اوره با ویژگی رهایش کنترل شده منجر شده است. برای مثال از نانوذرات هیدروکسی آپاتیت به عنوان پوشش برای تولید نانو اوره ها جهت کنترل سرعت رهایش و هدررفت آن ها استفاده شده است. همچنین به منظور کنترل انحلال بالای اوره در خاک، عصاره روغن چریش و اوره تحت فرآیندی به نانو کودهایی با رهایش آهسته تبدیل شدند. از طرفی کودهای با پوشش زیستی به دلیل ویژگی های منحصر به فرد خود گزینه مناسبی برای تولید کودهای با رهایش کنترل شده خواهند بود. اگرچه یکی از چالش های مورد توجه کودهای با پوشش مواد زیستی با رهایش کنترل شده، پیدا کردن راهکارهای افزایش آب گریزی و در نتیجه بستن میکرو حفرات سطح پوشش هاست. به منظور رفع این مشکل، طی مطالعات اخیر، پوشش های پلی یورتان با پایه زیستی پیشنهاد شده است. بدین منظور از اورگانوسیلیکون و نانوسیلیکا با هدف افزایش زبری و کاهش انرژی سطح در مقیاس نانو و متعاقباً فوق آبگریز کردن سطح این پوشش ها استفاده شده است. حضور نانوذرات روی سطح پوشش ها، از تماس آب با آن جلوگیری کرده و هم چنین میکرو حفرات روی سطح پوشش بسته می شوند که در نهایت منجر به کاهش ورود آب و بهبود خواص رهایش کنترل شده خواهد شد...





# مساله محوری چالش



این چالش به دنبال توسعه راهکارهای موجود مبتنی بر فناوری نانو به منظور کنترل رهایش کودهای اوره و جلوگیری از هدررفت آن‌ها در آبشویی است. علاوه بر کاربردهای بسیار این کودها در انواع محصولات کشاورزی، قیمت یارانه‌ای آن باعث شده تا کشاورزان ایرانی بالغ بر ۲ میلیون تن در سال از این کود استفاده کنند. در نتیجه هر راحل نوآورانه‌ای که بتواند میزان هدررفت کود را کاهش دهد، منافع ملی چشم‌گیری به دنبال خواهد داشت.





## ملاحظات فنی



■ ماده منتخب برای پوشش اوره باید:

☐ سازگار با اوره باشد.

☐ قابلیت عبوردهی آب و محلول اوره را داشته باشد.

☐ توانایی جلوگیری از فرار اوره از داخل پوشش را داشته باشد.

☐ قابلیت رهاسازی اوره، به طوری که الزامات متابولیک محصول را در مدت زمان مشخص برآورده کند، داشته باشد.

☐ چسبندگی بالا به سطوح زیستی داشته باشد.

☐ زیست تخریب پذیر باشد.

■ استفاده از گوگرد به دلیل ایجاد پیچیدگی در فرآیند پوشش دهی قابل قبول نیست.

■ ماده یا مواد اولیه مورد استفاده و همچنین فرآیند اعمال فرآیند روی ذرات کود نباید سمی باشد یا برای انسان و محیط زیست

مخاطره جدی در برداشته باشد.

■ الزامات و روش های آزمون کود پس از اعمال فرآیند باید به ترتیب از استانداردهای ملی ایران با شماره ۱۳۹۶-۲۲۲۴۹ و

۱۳۹۶-۲۲۲۴۸ پیروی کنند.

■ فرآیند پوشش دهی باید برای تولید صنعتی قابل استفاده باشد و هندسه کروی گرانول های اوره را تغییر ندهد. به این منظور

می توان از پوشش دهنده بسترسیال یا پوشش دهنده بسترمتحرک استفاده کرد. برای تولید در مقیاس صنعتی پوشش دهنده

بسترسیال گزینه مناسبی خواهد بود.

■ راه حل پیشنهادی باید قابلیت صنعتی سازی (تولید انبوه) و توجیه اقتصادی داشته باشد.

■ افزایش هزینه تولید و هزینه عملیاتی نظیر تغییر در خط تولید و راه اندازی می بایست منطقی باشد.

■ استفاده از موادی نظیر کراتین یا زیست ماده هایی نظیر میکروارگانیسم ها که طول عمر مفید کود را کاهش می دهند و کاربرد

تجاری آن را محدود می کنند، مجاز نیست.

■ دسترسی و سهولت تامین مواد اولیه و ملزومات فرآیند ساخت در نظر گرفته شود.



# فرآیند برگزاری چالش

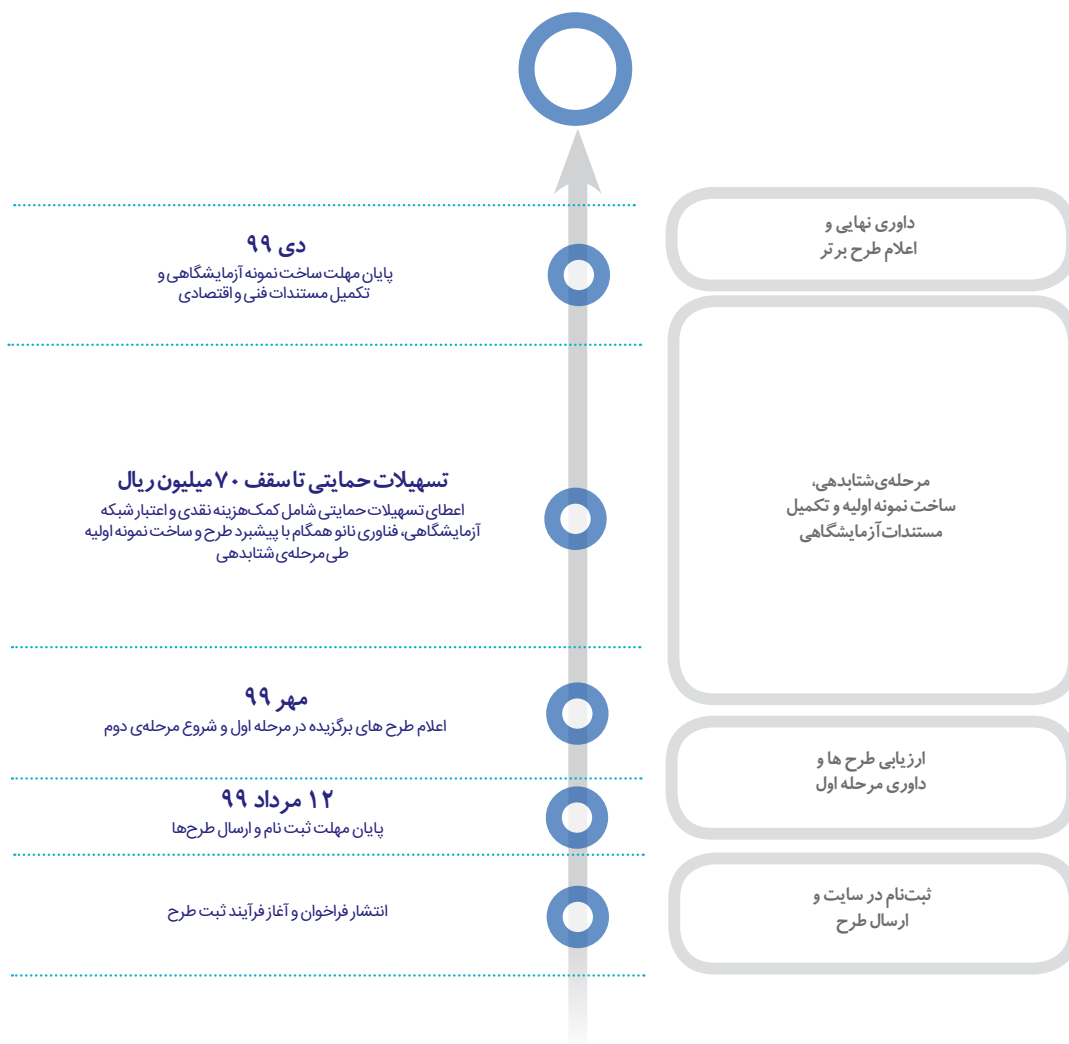
۱. دریافت طرح‌های مفهومی: در این مرحله شرکت کنندگان فرصت دارند تا ۱۲ مرداد ۹۹ طرح پیشنهادی خود را مطابق با پیش‌نویس دریافت طرح، در سامانه چالش‌های فناوری و نوآوری ایران به نشانی ([ichallenge.ir](http://ichallenge.ir)) ثبت کنند. پس از پایان مهلت دریافت طرح‌ها و غربال اولیه آن‌ها، داوری حضوری انجام می‌شود و برگزیدگان به مرحله بعد راه می‌یابند.





۲. **فرآیند شتابدهی و ساخت نمونه:** برگزیدگان مرحله نخست حدود سه ماه فرصت خواهند داشت تا ضمن تکمیل مستندات فنی و اقتصادی، نمونه‌ای آزمایشگاهی از طرح خود را مطابق با ملاحظات فنی چالش بسازند. در این مرحله شرکت‌کنندگان به صورت گام به گام پیشرفت طرح خود را گزارش می‌دهند و بر اساس آن، از حمایت‌های نقدی و غیرنقدی تا سقف ۷۰ میلیون ریال بهره‌مند می‌شوند. شرکت‌کننده‌ای که بهترین نتیجه را در ارزیابی‌های فنی و اقتصادی به دست آورد ضمن دریافت جایزه ۳۰۰ میلیون ریالی، می‌تواند از سایر حمایت‌های تجاری‌سازی ستاد ویژه توسعه فناوری نانو بهره‌مند شود.

## معرفی برنده نهایی چالش و اعطای جایزه ۳۰۰ میلیون ریالی



# نحوه ثبت نام و ارسال طرح

طرح‌ها باید از طریق سایت چالش‌های فناوری و نوآوری ایران به نشانی [iChallenge.ir](http://iChallenge.ir) ارسال شوند. برای این منظور در صورتی که قبلاً ثبت نام نکرده‌اید، ابتدا در سایت ثبت نام نمایید. ثبت نام در سایت و شرکت در چالش رایگان است و هیچ محدودیتی ندارد.

با ایجاد حساب کاربری و ورود به سایت می‌توانید از طریق بخش ثبت نام و آپلود طرح نسبت به ثبت طرح خود اقدام نمایید. با هدف تسریع فرآیند ثبت طرح، پیشنهاد می‌شود ابتدا فرم پیش نویس طرح را از صفحه اختصاصی چالش دریافت کرده و با دقت تکمیل کنید. پاسخ‌های خود را در زمان ثبت نام آنلاین مطابق پیش نویس دریافتی وارد نمایید.

ثبت نام و ارسال طرح مستلزم مطالعه و تایید منشور حقوقی آی چلنج است. بنابراین حتماً پیش از ثبت نام و ارسال طرح، منشور حقوقی را به دقت مطالعه فرمائید.

شرکت‌کنندگانی که قصد دارند بیش از یک طرح برای این چالش ارسال کنند، یکی از آن‌ها را در سامانه به روش فوق ثبت کرده و مابقی را از طریق ایمیل برای دبیرخانه‌ی چالش‌ها بفرستند.



۰۲۱-۸۸۵۰۹۴۸۲



[iChallenge.ir](http://iChallenge.ir)



[info@iChallenge.ir](mailto:info@iChallenge.ir)



[linkedin.com/company/iChallengeir](https://www.linkedin.com/company/iChallengeir)