



Original Article

## A Review of synthetic seed technology and its challenges

Arman Hagnazari <sup>1</sup>, Mohammad Reza Azimi <sup>1</sup>

1. Faculty of Agriculture, University of Zanjan, Zanjan, Iran.

### ARTICLE INFO ABSTRACT

#### Article history

Submitted: 2022-6-30

Revised: 2022-8-4

Accepted: 2022-8-11

#### KEYWORDS

Biotechnology  
Tissue culture  
,Artificial seed,

Artificial seed technology is a novel method in biotechnology where artificial seeds are produced and encapsulated using various materials and processes. These seeds are typically created by encapsulating plant meristems or somatic embryos, using polymer materials such as sodium alginate for encapsulation. One of the advantages of these seeds is the easier and better cultivation of certain plants, especially those with harder germination conditions due to dormancy or environmental factors. However, the use of artificial seed technology comes with challenges, including environmental impacts, production costs, and technical issues such as improving encapsulation processes and the quality of artificial seeds. This article introduces artificial seeds and production methods, the materials used for encapsulation, the principles of encapsulation, the advantages, and challenges faced by these seeds. Some companies active in the field of artificial seeds and the plants from which artificial seeds are produced are introduced to further study and advance this technology.

\* Corresponding author: *Arman Hagnazari*

✉ E-mail: *arman.2423224@gmail.com*

Journal homepage: [jmpb.znu.ac.ir](http://jmpb.znu.ac.ir)





## نگاهی به فناوری بذر مصنوعی و بررسی چالش های آن

آرمان حق نظری<sup>۱</sup>، محمدرضا عظیمی<sup>۲</sup>

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد رشته ی مهندسی کشاورزی گرایش ژنتیک و به نژادی

۲. دانشیار دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان

### چکیده

### اطلاعات مقاله

#### تاریخچه مقاله

دریافت: ۹-۴-۱۴۰۱  
بازنگری: ۱۳-۵-۱۴۰۱  
پذیرش: ۲۰-۵-۱۴۰۱

### واژگان کلیدی

زیست فناوری، کشت بافت،  
بذر مصنوعی

فناوری بذر مصنوعی روشی نوین در زیست فناوری است که به کمک آن بذرهای مصنوعی با استفاده از مواد و فرایندهای مختلف تولید و کپسوله می شوند. این بذرها معمولا از طریق کپسوله کردن بخش های رویشی گیاه یا جنین های سوماتیکی ایجاد می شوند و برای کپسوله کردن آن ها از مواد پلیمری مانند آلژینات سدیم استفاده می شود. یکی از مزیت های این بذرها این است که امکان کشت آسان تر و بهتر برخی گیاهان مخصوصا گیاهانی که شرایط جوانه زنی سخت تر به دلیل خواب یا عوامل محیطی را دارند به ما می دهد. با این حال استفاده از فناوری بذر مصنوعی با چالش هایی همراه است که این چالش ها شامل اثرات روی محیط زیست، هزینه های تولید و مسایل فنی مانند بهبود فرایند کپسوله سازی و کیفیت بذرهای مصنوعی اند. در این مقاله ضمن معرفی بذرهای مصنوعی و روش های تولید، مواد مورد استفاده برای کپسوله کردن و اصول کپسوله کردن مزایا و چالش های وارد بر این بذرها بررسی شده و برخی شرکت های فعال در زمینه بذر مصنوعی و گیاهانی که بذر مصنوعی از آن ها تولید شده معرفی شدند تا در بهبود و پیشرفت این فناوری مطالعه شود.

\*نویسنده مسئول: آرمان حق نظری

✉ E-mail: [arman.2423224@gmail.com](mailto:arman.2423224@gmail.com)

Journal homepage: [jmpb.znu.ac.ir](http://jmpb.znu.ac.ir)



**مقدمه**

در سال های اخیر، بذرهای مصنوعی به عنوان یک جایگزین برای بذرهای طبیعی توسعه یافته اند. بذرهای مصنوعی، جنین های گیاهی که به صورت مصنوعی درون پوششی قرار داده شده اند و قابلیت جوانه زدن و تبدیل به گیاهان کامل را دارند، هستند. آنها از یک جنین سوماتیک یا مریستم انتهایی اندام هوایی که توسط یک پوشش محافظ احاطه شده است تشکیل شده اند که ساختار و عملکرد یک بذر طبیعی را تقلید می کند. این پوشش چندین مزیت ارائه می دهد، از جمله افزایش عمر مفید، آسانی در دسترسی و محافظت در برابر عوامل تنش زای محیطی. بذرهای مصنوعی با قرار دادن جنین ها یا بافت های گیاهی در یک پوشش محافظتی ایجاد می شوند که کاربرد و حمل و نقل آنها را آسان تر می کند (brown et al., 2018). با این حال، تفاوت های متعددی بین بذرهای مصنوعی و بذرهای طبیعی وجود دارد که باید مد نظر قرار گیرد. یکی از تفاوت های اصلی بین بذرهای مصنوعی و بذرهای طبیعی، منشأ آنها است. بذرهای طبیعی توسط گیاهان از طریق فرایند تلقیح تولید می شوند. آنها شامل مواد ژنتیکی از هر دو گیاه والدین هستند که به تنوع و سازگاری گونه های گیاهی کمک می کند.

فناوری بذر مصنوعی یک حوزه فراگیر و نوپا در علوم کشاورزی و زیست فناوری است که با استفاده از تکنولوژی های نوین، بهبود کیفیت و عملکرد بذر را امکان پذیر می سازد. این فناوری با ترکیب علوم ژنتیک، زیست شناسی مولکولی و مهندسی ژنتیک، به منظور ایجاد بذرهای با ویژگی های مورد نظر مورد استفاده قرار می گیرد (Hussein et al., 2024). بذرهای مصنوعی، به عنوان یکی از نوآوری های مهم در زمینه کشاورزی، امکانات جدیدی را برای کشاورزان فراهم می کند. این بذرها می توانند دارای ویژگی هایی از جمله مقاومت به آفات و بیماری ها، تحمل به تنش های محیطی و افزایش عملکرد محصولات باشند (hussein et al., 2020). از طرفی فناوری بذر مصنوعی به عنوان یک ابزار موثر در تولید محصولات کشاورزی و افزایش بهره وری منابع طبیعی، به عنوان یک راهکار مهم برای مواجهه با چالش های موجود در زمینه کشاورزی مطرح می شود (datta et al., 1999). بذرها نقش حیاتی در تولید و رشد گیاهان ایفا می کنند. آنها شامل تمامی مواد مغذی و مواد ژنتیکی لازم برای تبدیل شدن به یک گیاه بالغ هستند.

از طرفی بذره‌های مصنوعی با ترکیب بافت های گیاهی با مواد شیمیایی و در آزمایشگاه ایجاد می شوند. این فرایند ممکن است منجر به از دست دادن تنوع ژنتیکی و توانایی سازگاری در گیاهان حاصل شود (meyer et al., 2017). یک عامل مهم دیگر قابلیت و نرخ جوانه زنی بذره‌های مصنوعی نسبت به بذره‌های طبیعی است. بذره‌های طبیعی در طول میلیون‌ها سال برای تحمل شرایط محیطی مختلف تکامل یافته اند و احتمال جوانه‌زنی بهتر و بیشتری دارند. در حالی که بذره‌های مصنوعی ممکن است به دلیل استفاده از مواد شیمیایی دارای قابلیت و نرخ جوانه زنی پایین تری باشند. این می‌تواند منجر به کاهش تعداد گیاهان حاصله شود (meyer et al., 2017).

در این مقاله به بررسی و مرور بذره‌های مصنوعی، انواع آن‌ها، روش تولید و بهبود عملکرد آن‌ها، شرکت های فعال در حوزه تولید و چالش ها و آینده ی فناوری بذر مصنوعی پرداختیم.

### فناوری بذر مصنوعی

فناوری بذر مصنوعی یک روش نوین در زمینه ی کشاورزی و زیست فناوری است که به منظور تولید بذره‌های مصنوعی برای گیاهان مختلف به کار می رود. این بذرها

عمدتا با موادی مانند ژلاتین، آلژینات، کتوزان یا پلیمر های دیگر کپسوله می شوند و اغلب حاوی جنین یا مرسته‌های گیاه مد نظر اند. فناوری بذر مصنوعی در برخی موارد به عنوان روشی برای تکثیر و نگهداری گیاهان نادر و یا گیاهانی که تکثیر سنتی آن‌ها پیچیده است استفاده شود. فرآیند ایجاد بذره‌های مصنوعی شامل چند مرحله است. ابتدا، جنین‌های سوماتیک از طریق تکنیک‌های کشت بافتی، مانند جنین‌زایی سوماتیک یا اندام زایی، تولید می‌شوند. سپس این جنین‌ها خشک شده و بعد با استفاده از مواد مناسب کپسوله می‌شوند. (George et al., 2008)

این بذرها بسته به مواد مورد استفاده در کپسول آن‌ها انواع مختلفی دارند مانند: بذره‌های کپسوله شده با آلژینات: این بذرها با استفاده از آلژینات های سدیمی و کلسیمی کپسوله می‌شوند. آلژینات یک پلی ساکارید است که از جلبک های قهوه ای و قرمز به دست می آید. در فرایند کپسوله سازی بذر با آلژینات ابتدا بذرها در یک محلول آلژینات غوطه ور می‌شوند و سپس در محلولی حاوی یون های کلسیم قرار می‌گیرند، این عمل باعث تشکیل یک لایه ژله ای آلژینات دور بذر

### انواع مختلف ریزنمونه برای تولید بذور مصنوعی

یکی از مهمترین عوامل در موفقیت تولید بذور مصنوعی انتخاب ریزنمونه مناسب می باشد که قابلیت رشد، زنده مانی و سازگاری را داشته باشد. ریزنمونه های تک قطبی نظیر پیازها، ریزومها، قطعات گره ای، جوانه های ساقه و یا جنین های سوماتیکی را می توان به منظور کپسوله کردن استفاده نمود (شعفی و همکاران، ۱۳۹۸).

### تولید بذور مصنوعی با استفاده از جنین های سوماتیکی

جنین سوماتیکی، جنینی است که از یک سلول سوماتیکی، غیر از تخم بارور و از کشت بافت در شرایط درون شیشه ای و در فرآیندی که جنین زایی سوماتیکی نامیده می شود به دست آمده باشد. این جنین ها شبیه جنین های زیگوتی بوده و در محیط کشت مناسب می توانند به نهال تبدیل شوند. با توجه به این که جنین زایی سوماتیکی به شدت توسط ژنوتیپ ها تحت تاثیر قرار می گیرد همچنین در کنار کنترل ژنتیکی، عوامل فیزیولوژیکی و محیطی، منبع ریزنمونه را تحت تاثیر قرار داده و در تغییر توانایی باززایی مشارکت می کنند (yang et al., 2011).

می شود که به عنوان پوشش محافظ بذور عمل می کند (shallal et al. 2020). کپسوله سازی ژل آلژینات کلسیم: مشابه کپسوله سازی با آلژینات در کپسوله سازی ژل آلژینات کلسیم یک ماتریس ژلی دور جنین های سوماتیک تشکیل می شود. با این تفاوت که در این روش جنین ها در یک ژل آلژینات کلسیم پخش می شوند.

بذرهای کپسوله شده با نانو ذرات: در این نوع بذرها، بذور با نانو ذراتی مانند نانوذرات نقره و یا روی کپسوله می شوند که می تواند در جذب مواد مغذی و رشد گیاهان موثر باشد. (sharma et al. 2023)

بذرهای پوشیده شده با پوشش های غشایی: در این نوع بذرها بذور با استفاده از پوشش هایی مانند پلیمر های غشایی پوشیده می شود که می تواند محیط مناسبی برای رشد بذرها ایجاد کند.

کپسوله سازی با پلیمر مصنوعی: پلیمر های مصنوعی مانند الکتروفورز پلی وینیل الکل (PVA) و پلی اتیلن گلیکول (PEG) نیز برای کپسوله سازی بذرهای مصنوعی استفاده شده اند. این پلیمرها مزایایی همچون تقویت مکانیکی و آزاد سازی کنترل شده مواد مغذی را ارائه می دهند.

## تولید بذر مصنوعی با استفاده از نمونه های

### رویشی

ریزنمونه های رویشی کپسول شده در دانه های آلژینات کلسیم میتوانند به عنوان جایگزین بذرهای مصنوعی حاصل از جنین های سوماتیکی مورد استفاده قرار گیرد. همچنین اغلب جوانه های انتهایی به دلیل فعالیت های میتوزی بیشتر در نوک اندام های هوایی نسبت به جوانه های جانبی که در معرض غالبیت انتهایی قرار دارند، پاسخ بهتری را نسبت به ریزنمونه های رویشی غیرجنین زا می دهند (verma et al., 2010).

## روش های کپسوله کردن ریزنمونه های

### گیاهی به منظور تولید بذر مصنوعی

پوشش دار کردن اتوماتیک: فرایند کپسوله کردن اتوماتیک یک روش سریع برای تولید بذرهای مصنوعی است. به منظور کاهش هزینه کارگر و زمان مورد نیاز و افزایش میزان دقت می توان از ماشین های اتوماتیک جهت کپسوله کردن استفاده کرد. در این روش با استفاده از خلا کپسول های سفید رنگ آلژینات سدیم در داخل دستگاه اسپیدینگ تولید می شوند. این کپسول های سفید رنگ در داخل مزرعه با استفاده از ماشین های مخصوص کشت می گردد.

روش چکاندن قطره: این روش برای کپسوله کردن ریزنمونه های گیاهی یونجه به کار رفته است. در این روش می توان به جای نیترات کلسیم از کلرید کلسیم استفاده کرد. در این روش نمونه های گیاهی با محلول آلژینات سدیم آماده شده در محیط مورا شیک و اسکوگ مخلوط می شود. سپس این نمونه های کپسول شده، مثل قطراتی داخل محلول نیترات کلسیم (۱۰۰ میلی لیتر) افزوده شده و به مدت ۳۰-۲۰ دقیقه نگهداری می شوند. بعد از این مدت نمونه ها به طور کامل توسط آلژینات سدیم ژله ای می شوند. سپس نمونه های ژله ای شده با آب مقطر استریل شستشو داده شده و می توانند به عنوان بذر مصنوعی مورد استفاده قرار بگیرند.

(Redenbaugh et al., 1986)

**moulding**: در این روش نمونه ها با مواد ژله کننده وابسته به دما مثل ژل رایت مخلوط گشته و با کاهش دما نمونه ها ژله ای میشوند. بذرهای مصنوعی که از این طریق تولید میشوند را نمی توان در مزرعه کشت کرد زیرا بسیار شکننده بوده و مواد مغذی آنها توسط میکروارگانیسم های موجود در خاک مورد حمله قرار گرفته و در نتیجه باعث مرگ نمونه ی گیاهی میشوند (زینالی و همکاران ۱۳۹۱)

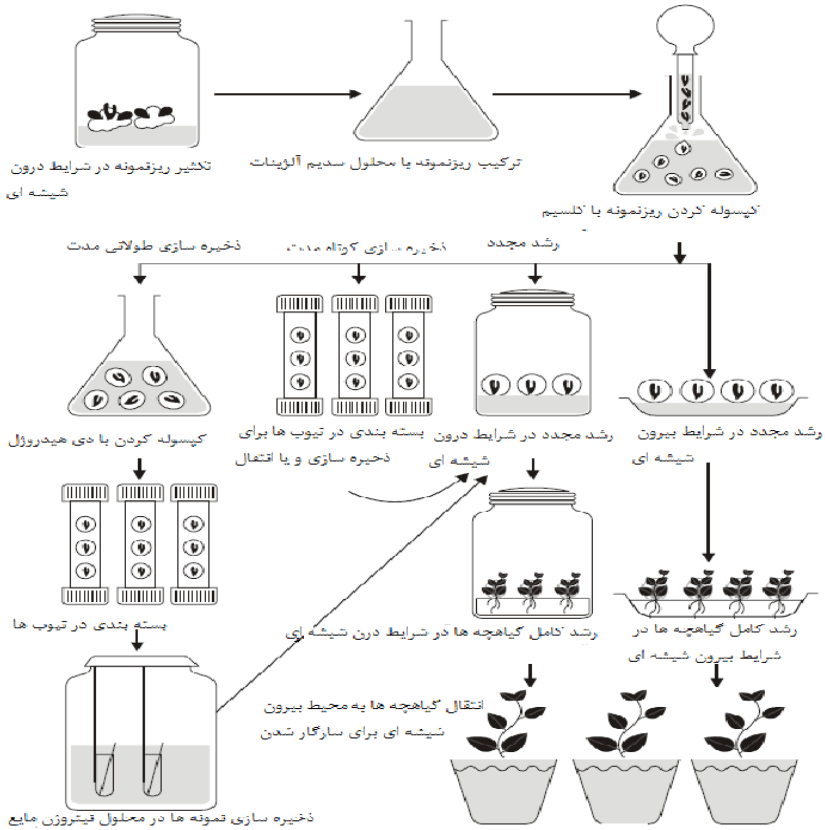
استفاده می‌گردد. اصول مهم مربوط به فرآیند کپسوله کردن توسط آلزینات سدیم این است که قطرات آلزینات سدیم حاوی جنین های سوماتیکی یا ریز نمونه های قابل تکثیر رویشی وقتی در محلول کلرید کلسیم چکانده می شوند، دانه های گرد و سختی به سبب مبادله یونی بین  $\text{Na}^+$  در محلول آلزینات و  $\text{Ca}^{2+}$  در محلول کلرید کلسیم ایجاد می کند. سختی و استحکام کپسول به تعداد یون های سدیم شده محلول با یون های کلسیم بستگی دارد (شفعی و همکاران ۱۳۹۸). همچنین کپسول های آلزینات کلسیم با چکاندن مخلوط رویان های پیکری و آلزینات سدیم در محلول نمک کلسیم به وجود می آیند. این پوسته ژلاتین رویان ها را حفاظت نموده و میتواند آندوسپرم مصنوعی را ایجاد نماید. تفاوت در غلظت آلزینات سدیم برای تشکیل دانه های آلزینات در گونه های گیاهی مختلف میتواند به دلیل تنوع در منبع تجاری که ماده شیمیایی از آنجا تهیه شده است باشد. غلظت پلیمر، غلظت آلزینات سدیم، غلظت کلرید کلسیم و زمان تیمار پارامترهای مهم در تعیین نفوذپذیری، مقاومت و سختی دانه های حاصل می باشد.

## اصول کپسوله کردن با آلزینات سدیم و کلرید کلسیم

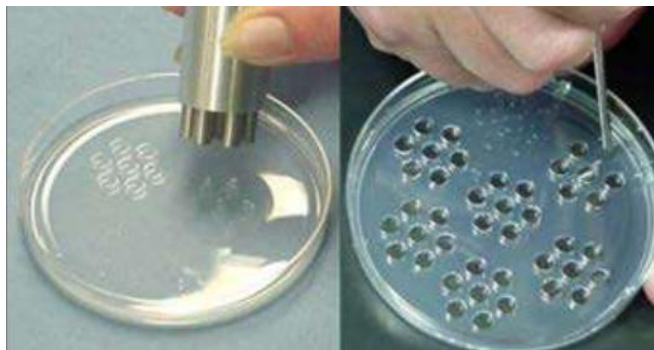
آلزینات سدیم به رنگ های سفید، قهوه ای مایل به زرد و به فرم های میله ای، دانه ای، گرانول و پودری موجود بوده و به عنوان یک عامل ثابت کننده، ضخیم کننده، ژله ای کننده و امولسیون کننده به کار می رود. نقش اصلی آن حفاظت از ژرم پلاسما، باززایی گیاه و تولید بذر مصنوعی می باشد.

در میان مواد متفاوت که برای کپسوله کردن وجود دارند، سدیم آلزینات به دلیل قابلیت حل شدن در دمای اتاق و خاصیت نفوذ پذیری کامل ژل با کلسیم کلراید انتخاب مناسبی به منظور کپسوله نمودن ریزنمونه ها میباشد. دلیل استفاده از آلزینات کلسیم سهولت کاربرد و عدم سمیت آن میباشد. همچنین کلرید کلسیم یک نمک معمولی است که به عنوان یک هالید یونی عمل کرده و در دمای اتاق به حالت جامد میباشد. همچنین برخلاف بسیاری از ترکیبات کلسیم که نامحلول میباشند، کلرید کلسیم به آسانی حل میگردد. محلول این نمک به منظور جامد نمودن حالت ژله ای آلزینات سدیم حاوی جنین های سوماتیکی و یا ریزنمونه های قابل تکثیر

شکل ۱- دیاگرام شماتیک تولید بذر مصنوعی (سعید ۱۳۹۸)



شکل ۲- کپسوله کردن با روش moulding (chavan.et.al2021)



(پلی اتیلن گلیکول) یا محیط‌های کشت حاوی ترکیبات ژله‌ای (برای محدود کردن آب قابل در دسترس) القا کرد. پس از خشک شدن، رویان‌ها با لایه محافظتی و مغذی پوشیده می‌شوند تا از آسیب مکانیکی در حین کار جلوگیری شود و تغذیه را طی مراحل ابتدایی تبدیل فراهم کند. پوشش باید غیرسمی، بدون آب (برای جلوگیری از آبیگری مجدد رویان‌ها)، دارای توانایی ذوب در دماهای نسبتاً پایین (رویان‌ها آسیب دمایی را طی پوشش‌دهی تحمل نمی‌کنند) باشد. به علاوه باید قابلیت اتصال به رویان را داشته باشد. استحکام پوشش نیز باید به اندازه کافی نرم باشد تا امکان ایجاد پریموردیوم های ریشه و ساقه را فراهم کند.

شکل ۳- بذرهای کپسوله شده با زیست لایه‌ی (Sorbarod)



کردن هیدروژل جنین های منفرد سوماتیکی یونجه (Medicago sativa) را انجام دادند و این فناوری را

## انواع بذر مصنوعی

### بذر مصنوعی خشک شده

در این حالت ابتدا جنین های سوماتیکی را به منظور افزایش مقاومت نسبت به خشک شدن به حالت جامد در می‌آورند. این حالت باعث القای خواب در جنین گیاهان می‌شود. خشک کردن می‌تواند به تدریج طی یک یا دو هفته متناوب با استفاده از محفظه‌های کاهش‌دهنده رطوبت نسبی انجام شود، یا به سرعت طی یک شبانه‌روز در پتری‌دیش‌های روباز صورت گیرد. مقاومت به خشک شدن را می‌توان با استفاده از محیط کشت دارای پتانسیل اسمزی بالا، حاوی مواد اسمزی (ساکارز و مانیتول) و مواد غیراسمزی

### بذر مصنوعی هیدراته

ردننگ و همکارانش (Redenbaugh.et.al.1984) کپسوله

زیستی غالباً مورد استفاده قرار می‌گیرد. سدیم آلژینات و کلرید کلسیم بهترین ترکیب برای کپسولی کردن تا قبل از اینکه یون‌های آن‌ها آسیب ببینند، گزارش شده‌اند. علاوه بر این، قیمت پایینی دارند، کاربرد آن‌ها آسان است و در تبدیل بالای رویان به گیاه نقش دارند. ژل کپسول به طور بالقوه به صورت ذخیره مواد مغذی به کار گرفته می‌شود که به بقا و رشد سریع رویان‌ها کمک می‌کند.

در سال ۱۹۸۸ ثبت کردند. از آن زمان تاکنون، این مطالعه به‌عنوان بهترین مطالعه تولید بذر مصنوعی مطرح است. تعدادی از مواد پوششی همانند آگار، سدیم آلژینات، پتاسیم آلژینات، سدیم پکتات، کاراژینان، سدیم آلژینات با کربوکسی متیل سلولز، ژلاتین، ژل رایت و غیره، به عنوان هیدروژل مورد آزمایش قرار گرفته‌اند. سدیم آلژینات به دلیل ویسکوزیته مناسب، قدرت حلالیت پایین، غیرسمی بودن برای ریز نمونه‌ها، ژله‌ای شدن سریع، قیمت پایین و سازگاری

شکل ۴- بذر کپسوله شده با آلژینات سدیم (chavan.et.al2021)



جدول ۱- برخی نانو ذرات استفاده شده در کپسوله سازی بذر مصنوعی و کاربرد آن‌ها

کاربرد	غلظت	نانوذرات
افزایش جذب نور- بهبود فتوسنتز- مقاومت به شرایط تنش	۵۰-۵۰۰ میلیگرم در لیتر	نانوذرات اکسید روی (ZnO)
افزایش جذب نور- بهبود فتوسنتز- مقاومت به تنش های اکسیداتیو و آلاینده های محیط	۵۰-۵۰۰ میلیگرم در لیتر	نانوذرات اکسید تیتانیوم (TiO <sub>2</sub> )

افزایش جذب آب و مواد معدنی - افزایش مقاومت به تنش های حرارتی و خشکی	۱۰-۱۰۰۰ میلیگرم در لیتر	نانوذرات سیلیکات (SiO <sub>2</sub> )
افزایش جذب آب و مواد معدنی - بهبود فعالیت آتزیم ها و تنظیم رشد گیاه	۱۰-۵۰۰ میلیگرم در لیتر	نانوذرات آهن (Fe)

جدول ۲- برخی از مواد افزودنی به کپسول و کارایی آن‌ها

کارایی	ماده
افزایش جذب آب و مواد معدنی توسط بذر و رشد ریشه	هیومیک اسید
تهیه ی کپسول های تجزیه پذیر و حفاظت از بذر	پلیمر های تجزیه پذیر
به عنوان کود برای تقویت خاک و بذرها	گیاهان آلی
برای تنظیم PH خاک و افزایش جذب مواد معدنی توسط گیاه	کلسیم کربنات
کنترل بیماری ها و آلودگی ها در محیط رشد	ضد قارچ و ضد عفونی کننده

بذرهای سویا: در این بذرها نیز از فناوری کپسولاسیون برای محافظت از بذرها در فرایند کاشت استفاده می شود این بذرها با توجه به نیازهای مختلف کشاورزی و بهبود عملکرد گیاهان سویا تولید می شوند (عیسی زاده ۱۳۹۹).

### مزیت ها

۱. حفاظت از بذر: یکی از مهم ترین مزایای کپسوله کردن بذرها با استفاده از آلژینات، حفاظت بهتر از بذرها در برابر عوامل مختلف محیطی است. این کپسول‌ها به عنوان یک لایه محافظ عمل

### برخی از گیاهان که از آن‌ها بذر مصنوعی تولید شده

بذرهای گوجه فرنگی: این بذرها با آلژینات کپسوله می شوند و این کپسول ها به عنوان محافظ برای بدر عمل میکنند و این محافظت باعث جوانه زنی بذر با کیفیت بالاتر و بازده بیشتر می شود.

بذرهای ذرت: این بذرها نیز با آلژینات کپسوله می شوند و رشد و بازده مناسبی دارند و اگر از مواد مغذی نیز در کپسول استفاده شود رشد بسیار بهتری را نسبت به بذرهای طبیعی نشان می دهند.

می‌کنند و بذر را در برابر خشکی، حرارت، رطوبت و آلودگی محیطی محافظت می‌کنند.

۲. افزایش بازدهی: استفاده از بذرهای کپسوله شده با آلژینات می‌تواند بازدهی و نتیجه بخشی کشاورزی را افزایش دهد. این بذرها به دلیل حفاظت بهتر و شرایط مناسب تر برای جوانه زنی، منجر به کاهش ضایعات بذر و افزایش تعداد گیاهان جوانه زده می‌شوند.

۳. کنترل آزادسازی محلول: کپسوله کردن بذرهای می‌تواند کنترل بهتری بر آزادسازی تدریجی مواد مغذی محلول بذر فراهم کند. این کنترل می‌تواند تاثیرات مثبت بر روی جوانه زنی و رشد اولیه گیاهان داشته باشد.

۴. استفاده آسان: بذرهای کپسوله شده با آلژینات به عنوان یک فرآیند آسان و کارآمد مطرح هستند و می‌توانند به راحتی توسط کشاورزان و باغبانان استفاده شوند (rihan et al., 2017).

### خطرات احتمالی

استفاده از فناوری بذر مصنوعی می‌تواند خطرات و مشکلاتی هم ایجاد کند که شامل:

۱. احتمال آلودگی باکتریایی: استفاده از آلژینات و کپسولاسیون بذرهای ممکن است به محیط مناسبی برای رشد

باکتری‌ها تبدیل شود که می‌تواند منجر به آلودگی بذرها شود

۲. تاثیرات سمی: برخی از مواد شیمیایی ممکن است در فرآیند کپسولاسیون بذرها استفاده شود که می‌تواند تاثیرات سمی بر رشد و توسعه گیاهان داشته باشد.

۳. اثرات محیطی: استفاده از بذرهای کپسوله شده ممکن است به مشکلات محیطی منجر شود، از جمله آلودگی خاک و آب و نیز تاثیرات نامطلوب بر روی جانداران خاکی و آبی.

۴. مشکلات موردی: ممکن است در فرآیند کپسولاسیون و ذخیره‌سازی بذرهای کپسوله شده با آلژینات، مشکلات موردی مانند عدم تقارن در اندازه و شکل کپسول‌ها وجود داشته باشد که می‌تواند به کاهش بازدهی و کیفیت بذرهای منجر شود.

این مشکلات و خطرات به عنوان نتایجی از تحقیقات علمی و تجربی اعلام شده‌اند. برای حل این مشکلات، نیاز به تحقیقات و بررسی‌های بیشتر در زمینه بی‌هینه سازی فرآیند تولید و استفاده از بذرهای کپسوله شده با آلژینات است (ara et al., 2000).

**برخی شرکت‌های تولیدکننده ی بذر مصنوعی**

انواع آفت کش ها و محصولات بیوتکنولوژی  
میباشد.

آدرس اینترنتی:

[www.syngenta.com](http://www.syngenta.com)

4-Corteva agriscience

[www.corteva.us](http://www.corteva.us)

5-Incotec

[www.incotec.com](http://www.incotec.com)

### شرایط نگهداری بذرهاى مصنوعى

دما: برای هر نوع بذر و بسته به مواد  
کپسول بذر شرایط دمایی متغیر است.  
دمای مناسب یکی از مهم ترین فاکتور ها  
برای انبار کردن بذر مصنوعی است.

رطوبت: زیادی رطوبت می تواند  
موجب خوردگی بذرها و کمبود رطوبت  
میتواند باعث خشک شدن بذر و کاهش  
نرخ جوانه زنی شود

نور: بیشتر بذرهاى مصنوعى باید در  
شرایط تاریکی نگهداری شوند زیرا نور می  
تواند روی جوانه زنی و عمر مفید بذر اثر  
منفی بگذارد

تهویه هوای مناسب: برخی بذرها به  
اکسیژن نیاز دارند در حالی که برخی دیگر  
به مدت طولانی در شرایط بدون اکسیژن  
قابل نگهداری اند.

بستر نگهداری مناسب: برخی بذرها  
نیاز به بستر خاصی برای نگهداری  
دارند. مثلا برخی بذرهاى مصنوعى نیاز به

### 1. BASF SE

این شرکت یک شرکت چند ملیتی بزرگ  
در زمینه ی صنایع شیمیایی است که در  
سال ۱۸۶۵ تاسیس شده، دفتر مرکزی  
این شرکت در لودویکشافن آلمان قرار  
دارد. این شرکت دامنه ی گسترده ای از  
خدمات مانند محصولات شیمیایی، مواد  
پلاستیکی، محصولات کشاورزی و مواد  
دارویی و بهداشتی را ارائه می دهد.

آدرس اینترنتی:

[www.basf.com](http://www.basf.com)

[www.agriculture.basf.com](http://www.agriculture.basf.com).

### 2-Bayer Crop science

این شرکت یکی از بخش های  
شرکت (bayer AG) است که به طور  
تخصصی در علوم زراعت و کشاورزی  
فعالیت میکند. محصولات و خدمات این  
شرکت شامل انواع بذر ها، مواد شیمیایی  
کشاورزی، محصولات بیوتکنولوژی و ارائه  
خدمات و راهکار به کشاورزان میباشد.

آدرس اینترنتی:

[www.cropscience.bayer.us.com](http://www.cropscience.bayer.us.com)

### 3-Syngenta AG

این شرکت یکی از بزرگترین شرکت های  
کشاورزی جهان است و دفتر مرکزی آن  
در بازل سوییس قرار دارد خدمات این  
شرکت شامل انواع بذرهاى اصلاح شده،

بسترهایی مانند ماسه، کلسیم کربنات یا مخلوطی از خاک ها دارند.

بسته بندی مناسب: بسته بندی باید ضد آب مقاوم به شکستن و محافظ در برابر نور باشد.

مواد افزودنی: استفاده از مواد افزودنی مناسب روی عمر مفید بذرها اثر مثبت دارد مانند انواع مواد ضد قارچ یا افزودن مواد حفظ رطوبت.

### چالش ها

مشکلات فیزیکی و شیمیایی در فرایند کپسوله سازی: در فرایند تولید بذر مصنوعی ممکن است با مشکلاتی مانند عدم تعادل در ترکیب شیمیایی کپسول، عدم چسپندگی مناسب بذر به ماده ی کپسوله کننده و یا ناهموازی های سطحی در بذر روبرو شویم که می توانند باعث کاهش کیفیت بذر و محصول شوند.

مشکلات تجاری و اقتصادی: توسعه و عرضه ی بذرهای مصنوعی با هزینه های بالای توسعه و تولید همراه است. هزینه های تولید و آزمایش و ارزیابی کیفیت ممکن است باعث افزایش قیمت بذرهای مصنوعی شود که این امر می تواند مانع از پذیرش گسترده ی این فناوری شود.

چالش های قانونی و انضباطی: وجود مقررات قانونی و استانداردهای مرتبط با تولید و استفاده از بذرهای مصنوعی می

تواند بر روند توسعه ی این فناوری اثر بگذارد.

چالش های اخلاقی و اجتماعی: تاثیر استفاده از بذر مصنوعی بر محیط زیست و تنوع زیستی باید به دقت بررسی شود همچنین باید تاثیر استفاده از این بذرها بر سلامت انسان بررسی شود و اطمینان از اینکه فناوری بذر مصنوعی برای همه ی افراد به ویژه کشاورزان در مناطق توسعه نیافته قابل دسترس باشد یک چالش اساسی است (Hammond et al., 2001).

### نتیجه گیری

امروزه از مزایای بذرهای مصنوعی برای افزایش تولید و تکثیر گیاهانی که جوانه زنی سخت تری می توان استفاده کرد. شواهد نشان داده استفاده از بذرهای می تواند موجب افزایش عملکرد و بازده بیشتر در گیاهان شود. با این حال الزامی است که تحقیقات و آزمایش هایی بر روی تاثیر این بذرها بر روی محیط زیست و اثرات آنها بر سلامتی انسان انجام شود. همچنین تحقیقات بیشتر در زمینه ی بهبود روش های کپسوله سازی، بهینه سازی کیفیت بذرهای مصنوعی و افزایش اطلاعات و آگاهی عمومی از مزایا و معایب این فناوری منجر به پیشرفت بیشتر در این فناوری می شود.

- منابع**
- Brown.I.Jones.m.(2018).Somatic embryo seed production: methods and applications in plant propagation.biotechnology advances.vol.18.no3
  - Chavan.m,Dhutmal.r.r,Jayewar.n.e,(2021),Synthetic seed :an overview, South Asian Journal of Agricultural Sciences 2021; 1(1): 90-94
  - Datta.k.b.,Kanjilal.b Sarker.d.d(1999) Artificial seed technology: Development of a protocol in *Geodorum densiflorum*. Current Science.vol.86.no.8
  - George.e.f.,Hall.m.a,Klerk.g.j(2008)Plant propagation by tissue culture.springer
  - Hammond.j,linton.p.e,Osborne.d,Weldon.m.(2001).Encapsulation of somatic embryos of cocoa in sodium alginate and their germination and plant regeneration. Plant cell reports.v.20.n.8
  - Hussein.i,Abed.b,Alalwani.anmar(2024).Artificial seeds technology:a review.anbar
  - زینالی.م، قادریان.م، ملکی زنجانی.ب، مقدم آقاجری.ش، جعفرلوم.م. (۱۳۹۱) تولید، ذخیره و باززایی جنین های سوماتیکی کلزا *napus Brassica* کپسوله شده در دانه های سدیم آلژینات، دوازدهمین کنگره ژنتیک ایران، تهران، ۱ تا ۳ خرداد. ص.۱۰
  - سعید.ف. (۱۳۹۸). اهمیت و کاربرد بذر مصنوعی در تکثیر گیاهان با کمک روش کشت بافت. مجله ایمنی زیستی. دوره ۱۲. شماره ۱. ص ۱-۱۶
  - شعفی.ب. موسوی.س.س. باغنی.س. (۱۳۹۸) تولید و نگه داری بذر مصنوعی در گیاهان. مجله ی زیست شناسی ایران. جلد ۳. شماره ۵.
  - عیسی زاده.س. (۱۳۹۹). فرهنگ مهندسی زراعی و فناوری کشاورزی. انتشارات دانشگاه تهران
  - فرح زادی.ه. (۱۳۹۹). فناوری بذر مصنوعی. رشد آموزش فنی و حرفه‌ای و کار دانش. دوره ۱۶. شماره ۱. ص ۱۶-۲۱
  - Ara.h,Jaiswal.u,Jaiswal.v,(2000).Synthetic seeds: prospect and limitations.current.sciences.v.78.n.12

- Sharma.I,Dhiman.m,Dadhic h.a,Singh.a,Sharma.m.m (2023) Silver nanoparticles: a significant element in plant biotech. emerging technologies.vol.2752.no.1
- Verma.s.k ,Raj.m.k, Asthana.p, Jaiswal.v.s, Jaiswal.u (2010). "In vitro plants from alginate encapsulated shoot tips of *Solanum nigrum* L. Sci. Hortic. 124:517-521
- Yang,z.,Yunfeng,z.,Yan,s.2011."Factors affecting germination and propagators of artificial seeds of *Dendrobiumcandidum*.International conference on Agricultral and Biosystems EngineeringAdvances in Biomedical Engineering vols.1-2.
- journal of agricultural sciences21(2):136-147
- Meyer.b,Schmid.m(2017).Artificial seeds: methods and applications.springer
- Redenbaugh,k.,Paasch,b.d., Nichel, i.w, Kosslu.m.w., Viss,p.r.Walker, k.a(1986),"Somatic seeds:' encapsulation of asexual embryo". Biotch. 4: 797 – 801
- Redenbaugh, K.Nichol, J.W. Kossler, M.E.. Paasch , B.D (1984) Encapsulation of somatic embryos and for artificial seed production. In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant, Vol. 20, pp. 256–7.
- Rihan.h.z,Kareem.f,Mahrouk.m,Fuller.m.p,(2017)Artificial seeds(principle,aspects and applications)agronomy.7(4). 71
- Shalla.h.h,Stanica.f,Peticila. a.g(2020).The use of artificial seed technology in the production of horticultural plant. scientific sapers. series B, horticulture. vol. LXIV, no. 1