



فصلنامه‌ی علمی - تخصصی دانشجویی زیست‌شناسی دانشگاه الزهراء (س)

سال پانزدهم - شماره‌ی ۳۴ - بهار ۱۳۹۹

آنچه در این شماره می‌خوانید :

- چپستی نجات زیستی
- فرایند تولید واکسن‌ها
- فعالیت ضد ویروسی گیاهان و COVID19

# فصلنامه علمی - تخصصی دانشجویی زیست‌شناسی دانشگاه الزهرا (س)

فصلنامه علمی - تخصصی دانشجویی زیست‌شناسی دانشگاه الزهرا (س)

سال پانزدهم - شماره ۳۴ - بهار ۱۳۹۹

صاحب امتیاز: انجمن علمی دانشجویی بیوتکنولوژی دانشگاه الزهرا (س)

مدیرمسئول: نگار خلیلی

سر دبیر: نگار خلیلی

هیئت تحریریه: مهدیه مقیمی پور، الهام نوذری، نیلوفر ترکزاده

سپیده موری، سوگند شایسته، شیوا خوشخو، نگار خلیلی

ویراستاران: نگار خلیلی، فائزه فلاح

استاد مشاور: دکتر نسیم قربانمهر

صفحه‌آرا و طراح جلد: فائزه فلاح

چاپ: چاپخانه دانشگاه الزهرا

کارشناس نشریات: زهرا وزیر

آدرس: ونک - ده ونک - دانشگاه الزهرا (س)

ساختمان معاونت فرهنگی و اجتماعی دانشگاه الزهرا (س)

رایانامه: DNAmagazine98@gmail.com



## فهرست مطالب

۳	.....	سخن سردبیر
۴	.....	فعالیت ضدویروسی گیاهان و COVID19
۵	.....	سلول‌های بنیادی گیاهی و صنعت آرایشی
۷	.....	زیست اخترشناسی (قسمت سوم)
۱۰	.....	کشاورزی و نانوفناوری
۱۶	.....	چیستی نجات زیستی
۲۰	.....	فرایند تولید واکسن‌ها
۲۴	.....	چند رسانه‌ای

تنها تغییر است که در این جهان تغییر نمی‌کند. روزگار پر است از چالش‌های گوناگون، چالش‌هایی که هرکدام برآمده از یک تغییر یا علت یک تغییر هستند. برای هر یک از ما لحظاتی وجود دارند که سردرگم هستیم که چه پیش روی ما خواهد بود و یک «نمی‌دانم» بزرگ «تنها پاسخ پیش روی ماست. جز با صبر برای آینده از شر این نمی‌دانم» بزرگ سردرگم خلاص نمی‌شویم.

گرچه می‌دانیم «این نیز باید بگذرد» و «چنین نبوده و چنین نخواهد ماند» اما وقتی درونِ گودالِ سیاهِ چالش، گیر افتادیم چرا باید خود را سرزنش کنیم که احتمالاً حرف‌های امیدوارکننده هم ممکن است گاهی بیهوده و عجولانه به نظر برسند.

به‌خوبی می‌دانیم برای همی ما راه‌حلی وجود دارد که هنوز آن را نیافته‌ایم و یا راهی که نساخته‌ایم.

این روزهای کرونایی روزهای متفاوتی هستند که برای هرکدام از ما متفاوت سپری می‌شوند. امیدواریم در انتهای این صبوری‌ها، روزها بهتری پیش روی ما باشند.

حس جالب و عجیبی است، هر زمان که پیام چاپ شدن را دریافت می‌کنم و روبروی آینده طبقه‌ی سوم معاونت فرهنگی، نشریه‌هایمان را در آغوش می‌گیرم.

این شماره برای من یک پایان و یک آغاز است در یکی از زیباترین تجربه‌هایم.

آخرین فصلنامه‌ای است که به‌عنوان سردبیر در آن حضور دارم.

از همی افرادی که در این روزها و سال‌ها ما را همراهی و با ما همکاری کردند ممنونیم. ساعاتی\* که قلم می‌زنید در راهروهای دانشگاه می‌دوید، می‌خوانید، روزهای پشت سرهم با گرد کتابخانه و نور لپ‌تاپ، پوشیده نیست که فوق‌العاده باارزش هستند.

۲۰، ۴۰، ۵۰..... صفحه که برای ماورای آرایش لغات در کنار هم، بسیار پر معناست.

سپاسگزاریم که ما را خوانده‌اید و می‌خوانید و امیدواریم که خواهید خواند.

## نگار خلیلی

---

\*پی‌نوشت خلیلی خلیلی مهم: به‌خصوص به‌جاست که به بهانه‌ی سرمقاله‌ی این شماره یادی کنیم از سه عزیز، فرانک صباحی، زهرا انتشاری، لادن موسی زاده که در این سال‌ها در انجمن علمی دانشجویی بیوتکنولوژی اتفاقاتی بسیار بسیار نیکو را رقم زدند.

# فعالیت ضد ویروسی محصولات طبیعی و گیاهی

مهدیه مقیمی پور

کارشناسی زیست فناوری

مدت زمان تقریبی مطالعه:

حدود ۳ دقیقه

در این میان گیاه *Lycoris radiate* یک گیاه بسیار مؤثر شناخته شده که مقادیر بالای lycorine را دارد. (Lycorine به آکالوئید سمی است). این گیاه اثر بازدارندگی روی SARS-CoV داشته است.

گیاه دم مارمولک (*Houttuynia cordata*) پروتئاز های شبیه به chymotrypsin دارد که اثر بازدارندگی بر دو پروتئین کلیدی SARS-CoV می گذارد. در آزمون های حیوانی عصاره این گیاه تعداد سلول های CD4 + و CDA + را افزایش می دهد و در نهایت می تواند با اثر بر سیستم ایمنی همانندسازی ویروس را آهسته کند.

در مطالعه ای دیگر مشخص شده ترکیباتی همچون Tannic acid، ۳-gallate-isotheaflavin و ۳-theaflavin در چای سیاه اثر بازدارندگی بر روی SARS-CoV در مقادیر غلظت های ۳.۷ و ۹.۵  $\mu\text{M}$  دارند.

یافته های جدید نشان می دهد که lycorine، emetine و mycophenolate mofetil عملکرد ضد ویروسی علیه ویروس های HCoV-OC43، HCoV-NL63، MERS-CoV و MHV-A59 در غلظت ۰ تا ۵  $\mu\text{M}$  دارند. به علاوه لیکورین و امیتین می توانند باعث توقف تقسیم سلولی و سنتز RNA، DNA و پروتئین ها بشوند. همچنین mycophenolate mofetil باعث سرکوب سیستم ایمنی و کم کردن تأثیر منفی آن در مقابله با ویروس های کرونا می شود.

تاکسون ترکیبات طبیعی زیادی شناخته شده اند که اثر بازدارندگی روی ویروس های کرونا دارند ولی پرداختن به همه آن ها از حوصله این مطلب خارج است.

در گذشته گمان می کردند که ویروس های خانواده کرونا باعث عفونت های تنفسی ملایمی می شوند اما عملکرد ویروس SARS و MERS خلاف این را نشان داد؛ طی چند ماه گذشته شاهد همه گیری نوعی از کرونا ویروس ها هستیم. در این مطلب به بررسی بعضی از محصولات طبیعی مانند Lycorine پرداخته شده است. بعضی از این مواد در طراحی دارو کاربرد دارند و یا حتی به عنوان مکمل غذایی از آن ها استفاده می شود. در نتیجه می توانند در همه گیری یک بیماری، سیستم ایمنی را تقویت کرده و به سلامت عمومی مردم کمک کنند.

استفاده روز افزون از داروهای با پایه گیاهی و طبیعی مشاهده می گردد و در این میان مطالعات اندکی در این حوزه انجام شده است.

ویروس وارد سلول میزبان خود شده، RNA خود را همانندسازی می کند. پروتئین های مورد نیاز خود را ساخته و در نهایت باعث از بین رفتن سلول میزبان می شود. این ویروس ها با برهم کنش بین پروتئین S خود با گیرنده های سلول میزبان به آن وارد می شوند بعضی از گونه های ویروس مثل SARS با پایانه N و برخی دیگر از پایانه C خود استفاده می کنند. شناخت مسیرهای ورود و همانندسازی این ویروس می تواند به ما کمک می کنند تا از چه ماده بازدارنده ای استفاده کنیم.

مطالعات حاکی از آن است، که ماده ای *concanavalin A* که نوعی لکتین است و در باقلا هندی (*Canavalia ensiformis*) یافت می شود فعالیت ضد ویروسی علیه کرونا ویروس دارد. ویروس پروتئین های گلیکوزیلاته روی سطح سلول میزبان را می شناسد و ماده مذکور ویروس را از این شناسایی بازمی دارد.

البته باید توجه داشت که برای این بازدارندگی حداقل غلظت  $10 \mu\text{g/ml}$  از ماده *concanavalin A* مورد نیاز است.

در مطالعات و تست های حیوانی انجام شده مقدار بالای این ماده می تواند کید را مسموم کند.

منابع :

Islam MT, Sarkar C, El-Kersh DM, Jamaddar S, Uddin SJ, Shilpi JA, et al. Natural products and their derivatives against coronavirus: A review of the non-clinical and pre-clinical data. *Phytother Res.* ۲۰۲۰



# استفاده از عصاره‌ی سلول‌های بنیادی گیاهی (Plant Stem Cell)

## در صنعت آرایشی برای درمان پیری پوست

نویسنده: الهام نوذری

کارشناسی ارشد بیوتکنولوژی گیاهی

مدت زمان تقریبی مطالعه:

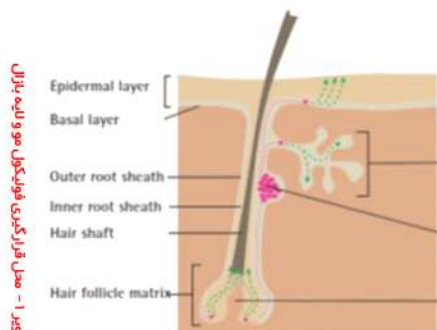
حدود ۵ دقیقه

می‌شوند و شامل:

(۱) Totipotent Cell: سلول‌هایی با توان بالا که توانایی

تمایز به هر ارگانی دارند. مانند سلول‌های بنیادی رویانی.

(۲) Pluripotent Cell: سلول‌های تمایز نیافته پرتوان که توانایی تمایز به ساختارهای بدن مثل لایه‌های پوستی از جمله اکتودرم، مزودرم و آندودرم را دارند.



(۳) Multipotent: سلول‌های چند توان که توانایی ایجاد سلول‌های تخصص یافته از اکتودرم، مزودرم را دارند.

(۴) Unipotent: سلول‌های با توان کم که قدرت تمایز محدود به انواع سلول‌ها را دارند.

کشت سلول‌های گیاهی اجازه سنتز شدن مواد فعال بیولوژیکی موجود در گیاهان را می‌دهد که دسترسی به این مواد در محیط طبیعی یا از طریق سنتز شیمیایی بسیار مشکل است.

این سلول‌ها در محیط کشت عاری از میکروارگانیسم رشد می‌یابند.

عصاره این سلول‌ها در حال حاضر برای تولید لوازم

سلول‌های بنیادی توانایی تقسیم نامحدود در تعداد یا تغییر شکل به انواع مختلف سلول‌ها را دارند و مسئول فرآیندهای بازسازی سلول‌ها نیز هستند. این سلول‌ها به‌عنوان سیستم ترمیمی به خدمت گرفته می‌شوند که توانایی تقسیم بدون محدودیت برای جایگزینی دیگر سلول‌ها را دارند. بسته به نوع ارگانیسم، سلول‌های بنیادی به دو نوع گیاهی و جانوری تقسیم می‌شوند.

پوست یکی از اندام‌های بدن انسان است که در آن تغییرات پیری قابل مشاهده است. با افزایش سن، چروک‌های سطحی و عمیق و عوارضی چون تلانژکتازی و ملانوز بر سطح آن ظاهر می‌شود. این تغییرات در بافت‌های اپیدرم، درم (زیر روپوست) و زیر جلدی پوست ظاهر می‌شوند. پوست انسان از اپیدرم (لایه خارجی) و درم (لایه زیرین) تشکیل شده است. مو و غدد چربی و عرق نیز از اپیدرم منشأ می‌گیرند.

مهم‌ترین سلول در اپیدرم کراتینوسیت است که

از سلول‌های اپی تلیالی موجود در لایه قاعده‌ای اپیدرم منشأ می‌گیرد. وقتی این سلول لایه قاعده‌ای را ترک می‌کند شروع به تمایز کرده و سلول‌های بسیار تخصص یافته‌ای مانند سلول‌های غدد چربی و عرق، سلول‌های تنه مو و سلول‌هایی که بین لایه قاعده‌ای و لایه شاخی اپیدرم قرار دارند را ایجاد می‌کنند. این فرایند به

صورت مداوم در پوست اتفاق می‌افتد. یکی از گروه‌های سلول بنیادی در اندام‌های جنینی و انسان بالغ وجود دارند که شامل سلول‌های بنیادی اپیدرمال هستند و در فولیکول مو واقع شده‌اند.

این سلول‌ها در لایه بازال مسئول بازسازی اپیدرم هستند (تصویر ۱).

علم امروزی به دنبال روش مناسبی برای تحریک سلول‌های بنیادی اپیدرم و عواملی برای تکثیر و بازسازی آن‌ها با افزایش سن است (۱،۲).

سلول‌های جنینی و بالغ به چندین سلول مختلف می‌توانند تبدیل شوند که سلول‌های بالغه نامیده



این ماده برای اولین بار از اسپرم شاه‌ماهی در سال ۱۹۹۵ جداسازی شد و در سال ۱۹۹۶ آن را از DNA تازه استخراج شده از سلول‌های انسانی و عصاره سلول‌های گیاهی کشف کردند. کینتین در طبیعت در بسیاری از سلول‌های بنیادی گیاهان از جمله کاج استرالیا (*Casuarina Equisetifolia*)، عصاره سلول‌های بنیادی لیمو (*Citrus Lemon*) و تمشک (*Rubus Camaemorous*) یافت می‌شود (۵).

### مکانیسم عمل حفاظتی کینتین

کینتین می‌تواند سنتز آنزیم‌های بازسازی‌کننده را القا نموده که در نتیجه آن بازهای تغییر یافته از زنجیر DNA خارج شوند و محافظت را در برابر رادیکال‌های آزاد فراهم کند. گاهی باعث ساخت کمپلکسی از یون‌های مس می‌شود که سوپراکسید دیسموتاز آنزیم کلیدی در انجام فعالیت آنتی‌اکسیدانی ارگانسیم‌ها را فعال می‌کند.

این عامل طبیعی رشد یک راهکار برای تحریک سلول‌های پوست است و اثرات ضد پیری پوست آن ثابت شده است. کینتین عملکرد دفاعی لایه‌ی خاردار و اپیدرم پوست را بهبود می‌بخشد. کراتینوسیت‌ها را تحریک می‌کند، تخمیر آب از اپیدرم را کاهش داده باعث بهبود رنگدانه‌سازی در پوست شده و همچنین چین‌وچروک را کمتر می‌کند. بر طبق پژوهش‌های منتشر شده سایتوکین‌های ذکر شده فرآیند پیری در سلول‌های برگ گیاهان و همچنین سلول‌های انسانی را در کشت‌های آزمایشگاهی کاهش می‌دهند.

آرایشی و بهداشتی حرفه‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد. یکی از این عصاره‌ها از کشت سلول‌های بنیادی گیاهی نوعی درخت سیب در حال انقراض بنام -Uttwiler Spatlauber twiler به دست می‌آید که یکی از اولین گونه‌های به‌کاربرده شده در محصولات آرایشی و بهداشتی پوستی است (تصویر ۲).

این‌گونه از سیب به دلیل ماندگاری طولانی میوه حتی برای چند ماه، برای کشت سلولی انتخاب شده است. شرکت سوئیسی Mibelle Biochemistry با کشت سلول‌های بنیادی از این‌گونه درخت سیب، محصول فیتوسل (-PhytoCell Tec) را با نوآوری کشت سلول‌های بنیادی گیاهی این گونه تولید کرد. این عصاره موجود توسط فرآیندهای بیوتکنولوژی یک محصول ضد پیری و چین‌وچروک را برای پوست ایجاد کرد (۳،۴).



تصویر ۲- درخت سیب گونه Uttwiler Spatlauber در حال انقراض

منابع :

۱. Li L., Xie T.: Annu. Rev. Cell Dev. Biol. ۲۱, ۶۰۵ (۲۰۰۵).
۲. Chen Y., Shao J.Z., Xiang L.X., Dong X.J., Zhang G.R.: Int. J. Biochem. Cell Biol. ۴۰, ۸۱۵ (۲۰۰۸).
۳. Schmid D., Sch rch C., Blum P., Belser E., Z Ili F.: SOFW Journal ۵, ۳۰ (۲۰۰۸).
۴. Schmid D.: Household Personal Care Today ۱, ۲۶ (۲۰۰۹).
۵. <https://drmbaghaei.com>

عصاره‌های حاصل از سلول‌های بنیادی گیاهی منبع زیادی از مواد فعال مانند پلی فنل، اسید فنولیک، تری‌ترین‌ها، فلاونوئیدها، کاروتنوئیدها، اسیدهای چرب، قندها و پپتیدها هستند که خواص ضد پیری را به همراه دارند. این مواد نقش مهمی در جذب و خنثی‌سازی رادیکال‌های آزاد دارند. یکی از مهم‌ترین مهارکنندگان ضد پیری در سلول‌های بنیادی کینتین نام دارد که متعلق به گروه سایتوکین‌ها است و غلظت بالایی در سلول‌های بنیادی مرکبات و تمشک دارد. کینتین یکی از بازهای پورینی اسید نوکلئیک و یکی از مشتقات آدنین است. کینتین، پروتئین و اسیدهای نوکلئیک را از فرآیندهای اکسیداسیون و گلیکواکسیداسیون محافظت می‌کند.



# پرونده‌ی زیست‌اخترشناسی

(قسمت سوم)

نیلوفر ترکزاده

کارشناسی ارشد بیوشیمی فلورجان اصفهان

مدت زمان تقریبی مطالعه :

حدود ۷ دقیقه

## نخستین ماده‌ی ژنتیکی و نخستین آنزیم ها ممکن است از جنس RNA بوده باشند.

تشکیل پلیمرها در زمین اولیه، مرحله‌ای برای پیدایش شکل‌های ابتدایی حیات را پایه‌گذاری کرده است. اما کدام یک از پلیمرها بیشترین اهمیت را داشتند؟

استنلی میلر اذعان داشت که اسیدهای نوکلئیک که تنها پلیمرهای زیستی هستند که می‌توانند همانندسازی کنند و اطلاعات ژنتیکی خود را به‌صورت DNA ذخیره می‌کنند، این اطلاعات طی رونویسی به RNA منتقل می‌شوند و سپس پیام‌های RNA به آنزیم‌های خاص و سایر پروتئین‌ها ترجمه می‌گردد.

یکی از فرضیه‌های مشهوری که تجربیات آزمایشگاهی هم این نظر را تأیید می‌کنند آن است که نخستین ژن‌ها، رشته‌های کوتاهی از RNA بودند که احتمالاً روی سطوح رسی، بدون کمک پروتئین‌ها، خود را همانندسازی می‌کردند. مولکول‌های RNA کوتاه می‌توانند بدون وجود سلول‌ها یا آنزیم‌ها، از مونومرهای نوکلئوتیدی، خودبه‌خود به وجود آیند.

به‌علاوه وقتی که RNA به محلولی که دارای منبعی از مونومرهای RNA است، اضافه شود، گاهی مولکول‌های RNA جدید که مکمل بخش‌هایی از RNA آغازگر هستند، تولید می‌گردند. مونومرهای RNA یعنی نوکلئوتیدها، خودبه‌خود به هم متصل می‌شوند تا نخستین ژن‌های کوچک را به وجود آورند.

پژوهشگران کشف کردند که بعضی از RNA ها که آن‌ها را ریبوزیم می‌نامند، می‌توانند عمل پیرایش RNA و حتی پلیمریزه شدن چند RNA محدود را تسریع کنند. پژوهشگران اصطلاح دنیای RNA را برای دوره‌ای فرضی در تکامل حیات که در آن RNA هم به‌عنوان ژن‌های اولیه و هم به‌عنوان تنها مولکول‌های کاتالیزگر عمل می‌کرده

## مروری بر قسمت دوم :

نخستین پلیمرها ممکن است روی خاک رس یا صخره‌های داغ تشکیل شده باشند:

دومین مرحله‌ی شیمیایی اصلی پیش از پیدایش حیات، باید پلیمری شدن یعنی تشکیل پلیمرهای آلی مثل اسیدهای نوکلئیک و پروتئین‌ها از مونومرهایشان باشد.

پلیمرهای حیاتی از طریق واکنش‌های آبدی سنتز می‌شوند که در این نوع از واکنش‌ها به ازای هر مونومر که به زنجیره اضافه می‌شود، یک مولکول آب آزاد می‌شود. در سلول زنده، آنزیم‌هایی خاص، این واکنش‌ها را تسریع می‌کنند. پلیمریزه شدن در شرایط آزمایشگاهی، بدون آنزیم هم صورت می‌گیرد.

برای نمونه وقتی محلول رقیق مونومرهای آلی روی شن، خاک رس یا صخره داغ چکیده می‌شوند، گرما، آب موجود در محلول را تبخیر و مونومرهای روی سطح را تغلیظ می‌کند.

بعد برخی از مونومرهای به‌صورت خود به خودی، در زنجیره‌هایی با یکدیگر پیوند برقرار می‌کنند و پلیمرها را می‌سازند.

پژوهشگر بیوشیمی به نام سیدنی فاکس (Sidney Fox) دانشگاه میامی (Miami) موفق به ساختن پلی پپتید شده است. سطوح رسی ممکن است به‌خصوص به‌عنوان مکان‌های اولیه پلیمریزه شدن، اهمیت داشته باشند.



است، به کار می‌برند.

## مجموعه‌های مولکولی محصور در غشا احتمالاً قبل از نخستین سلول‌های واقعی به وجود آمده‌اند.

اگر مولکول‌های RNA خود همانند ساز به وجود آمده باشند، این مولکول‌ها هنوز هم از یک سلول زنده بسیار دور هستند. حیات به دستگاه پیچیده متابولیسمی که از همکاری بسیاری از مولکول‌های پیچیده‌ی آلی ناشی می‌شود، وابسته است. احتمال دارد تعدادی از همکاری‌های مولکولی قبل از پیدایش حیات به وجود آمده باشد.

ابتدایی‌ترین شکل همکاری مولکولی ممکن است شکلی ابتدایی از ترجمه‌ی ژن‌های ساده RNA به پلی‌پپتیدها را شامل شده باشد. ترجمه‌ای که از ریبوزوم‌ها یا tRNA استفاده نکرده است. اگر پلی‌پپتیدی به‌نوبه‌ی خود به‌عنوان یک آنزیم به همانندسازی مولکول‌های RNA کمک می‌کرد، همکاری متقابل مولکولی بین اسیدهای نوکلئیک و پلی‌پپتید آغاز می‌شد.

وقتی ما فرض کنیم همکاری بین RNA و پلی‌پپتیدها در زمین پیش‌زیستی معمول شد. ممکن است دنیایی را تصور کنیم که مشارکت‌های مولکولی، اغلب در محیط‌های آبی به‌ویژه در گودال‌های آبی کوچک و لایه‌های نازک آب در سطح خاک رس، شکل گرفته باشد.

این جایگاه‌ها ممکن است محل ایجاد تعداد زیادی از مولکول‌های آلی، از قبیل RNA، پلی‌پپتیدها و سایر مولکول‌ها باشد. آزمایش‌ها نشان می‌دهند که در یک محیط آبی، پلی‌پپتیدها می‌توانند به‌طور خودبه‌خود به شکل کره‌های میکروسکوپی پر از مایع ظاهر شوند. این کره‌ها زنده نیستند اما، برخی از خصوصیات سلول‌های زنده را نشان می‌دهند. برخی از انواع مولکول‌های لیپیدی، مثل فسفولیپیدها، می‌توانند کره‌هایی با خصوصیات مشابه را به وجود آورند. در زمین اولیه، کره‌هایی با غشاهای محصورکننده از هر یک از دو نوع، ممکن است به وجود آمده باشد. سرانجام، ممکن است بعضی از آن‌ها غشایی داشته‌اند که از هر دو نوع مولکول ساخته شده، که تا حدودی شبیه غشای پلاسمایی یک سلول حقیقی بوده است.

پس می‌توانیم تصور کنیم که برخی از این شبه سلول‌ها، روی

زمین اولیه ممکن است دارای تعدادی از این مجموعه‌های همکار RNA پلی‌پپتید شده باشد.

محصور شدن چنین مجموعه‌ی همکاری به‌وسیله‌ی یک غشا رویداد مهمی در تکامل نخستین سلول‌ها بوده است. وقتی که یک مجموعه‌ی همکار محصور شده، از سایر مجموعه‌های همکار اطراف آن جدا شد، ذی‌نفع فرآورده‌های مولکولی خودش بوده است. بر اساس نظر داروین این مجموعه‌های مولکولی همکار و محصور شده توانسته‌اند تکامل را آغاز کنند.

از این بحث متوجه شدیم که به سبب آن تجمع مواد شیمیایی آلی در محلی از زمین پیش‌زیستی ممکن است منجر به همکاری مولکول‌های محصور در غشا شده باشد. این مجموعه‌های مولکولی همکار توانایی همانندسازی و انجام واکنش‌های شیمیایی با یک متابولیسم ابتدایی را پیدا کردند. اما احتمالاً میلیون‌ها سال طول کشید تا نخستین سلول‌های زنده، روی زمین پیدا شدند.

در این مدت طولانی، در مجموعه‌های مولکولی همکار تغییراتی به وجود آمد که حاصل آن ایجاد ماشین‌های متابولیسمی حاوی DNA بود که آن‌ها را توانا کرد تا به‌طور مؤثر از انواعی از مواد خام محیط استفاده کنند. مرحله‌ی که منجر به ایجاد اولین سلول‌ها که پروکاریوت‌ها بوده‌اند.

پروکاریوت‌ها میلیارد‌ها سال، ساکن زمین بوده‌اند.

ثبت‌های فسیلی نشان می‌دهد که ۳٫۵ میلیارد سال قبل، پروکاریوت‌ها فراوان بودند. تا حدود ۲ میلیارد سال بعد نیز آن‌ها به‌تنهایی در روی زمین تکامل یافتند.

امروزه، هر جا حیات است پروکاریوت‌ها نیز هستند و تعداد آن‌ها از مجموع همه‌ی یوکاریوت‌ها بیشتر است.

تعداد پروکاریوت‌های ساکن در مشتی خاک حاصل‌خیز یا دهان یا پوست یک انسان، بیشتر از تعداد کل اقرادی است که تا به حال زیسته‌اند. پروکاریوت‌ها در مکان‌هایی که برای هر یوکاریوتی بسیار سرد، داغ، شور، اسیدی یا بسیار قلیایی هست، به‌خوبی رشد می‌کنند. با وجود اندازه‌ی کوچکشان، پروکاریوت‌ها بسیار زیادی بر دنیای ما دارند. سل، وبا، بسیاری از بیماری‌ها و برخی انواع مسمومیت‌های غذایی از دیگر مشکلاتی است که به‌وسیله باکتری‌ها ایجاد





می‌شوند.

باکتری‌ها، انواع زیادی از بیماری‌ها را در سایر جانوران و در گیاهان باعث می‌شوند. بیشتر باکتری‌ها به‌جای این‌که زیان‌آور باشند، بی‌خطر یا حتی مفید هستند. در روده‌های ما باکتری‌هایی داریم که برای ما ویتامین‌های مهم را فراهم می‌سازند و باکتری‌های دیگری که دردهان ما زندگی می‌کنند از رشد قارچ‌های زیان‌آور جلوگیری می‌کنند. پروکاریوت‌هایی که جانداران مرده را تجزیه می‌کنند، برای همهی موجودات زنده روی زمین ضروری هستند.

این باکتری‌ها و آرکی باکتری‌هایی که در خاک، اعماق دریاچه‌ها، رودخانه‌ها و اقیانوس‌ها پیدا می‌شوند، عناصر شیمیایی ضروری را به شکل ترکیبات غیرالی به محیط برمی‌گردانند، این ترکیبات مجدداً می‌توانند در گیاهان مورد استفاده قرار گیرند که جانوران از آن تغذیه می‌کنند. اگر تجزیه‌کنندگان پروکاریوتی از بین می‌رفتند، چرخه‌های مواد شیمیایی که حیات را حفظ می‌کنند متوقف و همهی اشکال حیات پروکاریوتی نیز هلاک می‌شوند، حیات پروکاریوتی، بدون شک همان‌گونه که پیش‌تر برای میلیاردها سال انجام شد، در عدم حضور یوکاریوت‌ها ادامه می‌یابد.

منابع:

- ۱: بیولوژی کمپبل جلد دوم بازمبسی نهایی از دکتر سامان حسینیخانی و دکتر خسروخواجه / انتشارات خانه زیست‌شناسی
- ۲: <https://www.amazon.com/Life-Space-Astrobiology-Lucas-John/dp/0674033213>
- ۳: <https://byjus.com/biology/genetic-material-dna-rnsa>
- ۴: <https://edition.cnn.com/2014/10/2/world/europe/astrobiology-alien-environment-opinion/index.html>



# کاربردهای فناوری نانو در کشاورزی

سپیده موری ۱ ، علی محمدی ۲

۱- دانشجوی، کارشناسی میکروبیولوژی، دانشکده ی علوم زیستی دانشگاه الزهرا (س)

۲- استادیار میکروبیولوژی، گروه میکروبیولوژی، دانشکده ی علوم زیستی دانشگاه الزهرا (س)

Email: A.Mohammadi@alzahra.ac.ir

مدت زمان تقریبی مطالعه: حدود ۱۹ دقیقه

کشاورزی به‌طور مستقیم و غیرمستقیم مواد غذایی را برای انسان فراهم می‌کند. با توجه به افزایش جمعیت جهان، استفاده از فناوری‌های نوین مانند زیست‌فناوری و فناوری نانو در علوم کشاورزی ضروری است. فناوری نانو به‌عنوان مواد، سامانه‌ها و فرایندهایی تعریف شده است که در مقیاس ۱۰۰ نانومتر (نانومتر) یا کمتر کار می‌کنند.

فناوری نانو با نوآوری تکنیک‌های نوینی مانند تکنیک‌های دقیق کشاورزی به افزایش توانایی گیاهان در جذب مواد مغذی، استفاده کارآمدتر و هدفمند از ورودی‌ها (سموم و کود)، تشخیص و کنترل بیماری‌ها، افزایش مقاومت گیاهان در برابر فشارهای محیطی و ... می‌پردازد. البته این فناوری نیز ممکن است با وجود مزیت‌ها، خطراتی را نیز به همراه داشته باشد که آگاهی از آن‌ها می‌تواند به نحوه‌ی برخورد درست کاربران با آن‌ها کمک کند.

## مقدمه:

کشاورزی در میان جوامع بشری بیش از هر زمان دیگری به‌واسطه‌ی رشد جمعیت جهان اهمیت یافته است. اولین و مهم‌ترین نیاز هر انسانی نیاز به غذا و تأمین مواد غذایی است که این مسئله به‌طور مستقیم و غیرمستقیم با کشاورزی مرتبط است.

رشد بخش کشاورزی به‌عنوان زمینه‌ای برای توسعه به‌خصوص در کشورهای در حال توسعه ضروری به نظر می‌رسد و همچنین ضرورت به‌کارگیری فناوری‌های جدید در صنعت کشاورزی بیش از گذشته آشکار است.

فناوری‌های نوین مانند زیست‌فناوری و فناوری نانو می‌توانند نقش مهمی در افزایش تولید و بهبود کیفیت مواد غذایی تولیدشده توسط کشاورزان را داشته باشند.

بسیاری برای این باورند که فناوری‌های نوین نیازهای رو به رشد مواد غذایی جهان را تضمین می‌کنند و همچنین مزایای زیست‌محیطی، بهداشتی و اقتصادی را به دنبال دارند. (۹)

در این میان، فناوری نانو جایگاه خود را در علوم کشاورزی و صنایع وابسته به‌عنوان یک فناوری بین

بین‌رشته‌ای و پیشگام در حل مشکلات و کمبودها به اثبات رسانده است. فناوری نانو در تمام مراحل تولید، فرآوری، ذخیره‌سازی، بسته‌بندی و حمل‌ونقل محصولات کشاورزی کاربردهای بسیاری دارد.

نانو موادی که به‌تازگی طراحی شده‌اند حتی به ما این امکان را می‌دهند که آزادسازی سموم دفع آفات، علف‌کش‌ها و کودهای شیمیایی با کنترل دقیق زمانی و مکانی صورت گیرد. (۱۰).

فناوری نانو در بخش کشاورزی می‌تواند با استفاده از ابزارهای جدید به تشخیص بیماری، درمان هدفمند، تقویت توانایی گیاهان در جذب مواد مغذی و افزایش مقاومت گیاهان در برابر فشارهای محیطی بپردازد. نانو حس‌گرهای هوشمند و سامانه‌های تحویل هوشمند همچنین به صنعت کشاورزی در مبارزه با وپروس‌ها و سایر عوامل بیماری‌زای زراعی کمک می‌کنند.

در آینده نزدیک نانو کاتالیزورهایی موجود خواهند بود که باوجود استفاده از دوزهای کمتر سموم راندمان دفع آفات و علف‌کشی بالاتری دارند. در بخش کشاورزی، تحقیقات و توسعه فناوری نانو احتمالاً در مرحله بعدی توسعه‌ی محصولات اصلاح‌شده ژنتیکی، سموم دفع آفات شیمیایی و تکنیک‌های کشاورزی را



دقیق و تسهیل می‌کند.

کشاورزی دقیق بدان معنی است که برای هر عامل رشد مانند تغذیه، نور، دما و غیره یک سیستم کنترل‌کننده وجود دارد. این سیستم به کشاورز این امکان را می‌دهد تا بداند که بهترین زمان برای کاشت و برداشت برای جلوگیری از مواجه شدن با شرایط بد آب و هوایی است.

بهترین زمان برای دستیابی به بالاترین عملکرد، بهترین زمان و مقدار استفاده از کودهای شیمیایی، آبیاری، روشنایی و دما توسط این سامانه‌ها کنترل می‌شود.

البته با وجود همه کاربردهایی که فناوری نانو می‌تواند در زمینه‌های مختلف به خصوص کشاورزی داشته باشد هنوز نگرانی‌هایی در مورد استفاده از فناوری نانو به خصوص ورود نانو مواد به زنجیره غذایی و اثرات سمیت نوری نانومواد و... وجود دارد. (۱)

## نانو فناوری

اصطلاح "فناوری نانو" اولین بار در سال ۱۹۷۴ توسط نوریو تانگیچی از دانشگاه علوم توکیو تعریف شد.

فناوری نانو، به اختصار "نانوتکنولوژی"، مطالعه‌ی دست‌کاری ماده در مقیاس اتمی و مولکولی است. فناوری نانو در واقع کار کردن با ساختارهایی در محدوده اندازه‌ی بین ۱ تا ۱۰۰ نانومتر است و شامل تولید مواد یا دستگاه‌هایی در این اندازه است (آریوالگان و همکاران، ۲۰۱۱).

در مقیاس نانو، مواد خصوصیات تغییر یافته‌ای را نشان می‌دهند که جدید و بسیار متفاوت از موارد مشاهده شده در سطح ماکروسکوپی است.

تغییر خصوصیات به دلیل کاهش اندازه مولکولی و همچنین به دلیل تغییر کردن میان‌کنش‌های بین مولکول‌ها است.

فناوری نانو قادر به ایجاد بسیاری از مواد و دستگاه‌های جدید با کاربردهای گسترده مانند پزشکی (از جمله کاربرد در مهندسی سلول‌های بنیادی، تولید دستگاه‌های قابل کارگذاری در بدن و آنتی‌بادی‌های سفارشی است)، الکترونیک (به‌عنوان مثال تولید نانو تراشه‌ها و نانو حسگرها)، مواد (مانند تولید بتن سبک

و پلیمرهای هوشمند)، ایجاد انرژی (به‌عنوان مثال سلول‌های خورشیدی، ولتاژهای عکس‌گیر افتاده از نور) است. (۲)

## کاربردهای نانو فناوری در کشاورزی

(۱) نانوتکنولوژی و بذر گیاه

بذر مهم‌ترین ورودی برای تعیین بهره‌وری هر محصول کشاورزی است. به‌طور معمول، بذرها برای جوانه‌زنی آزمایش می‌شوند و برای کاشت در بین کشاورزان توزیع می‌شوند.

علیرغم اینکه آزمایش بذر در آزمایشگاه‌های مجهز انجام می‌شود، به دلیل رسیدن رطوبت ناکافی در کشاورزی با روش دیم به دانه ممکن است فرایند رویش با مشکل مواجه شود، از این‌رو محققان در تلاش اند تا به کمک نانو ذرات اکسید فلز و نانولوله کربن‌ها به بهبود جوانه‌زنی دانه‌هایی که رطوبت کافی را دریافت نمی‌کنند کمک کنند.

تاکنون از نانولوله‌های کربنی برای بهبود جوانه‌زنی بذرها و گوجه‌فرنگی از طریق نفوذ بهتر رطوبت در دانه‌های آن استفاده شده است. در واقع نانولوله‌های کربنی (CNTs) به‌عنوان منافذ جدیدی برای ورود آب از بستر خاک به دانه از طریق نفوذ به پوشش بذر عمل می‌کنند و می‌توانند کشاورزی در کشت دیم را تسهیل کنند. (۳)

(۲) نانوتکنولوژی و علف‌های هرز

یکی از چالش‌های اصلی کشاورزی مقابله با علف‌های هرز است. علف‌های هرز با پتانسیل بالا در به خطر انداختن بازده کل محصولات کشاورزی به‌عنوان یک تهدید بزرگ در کشاورزی محسوب می‌شوند.

برای مقابله با این تهدید از علف‌کش استفاده می‌شود اما علف‌کش‌های موجود در بازار برای کنترل یا از بین بردن علف‌های هرزی که در سطح خاک قرار دارند طراحی شده‌اند و هیچ‌یک از آن‌ها نمی‌توانند علف‌های هرزی را که در زیر خاک فعالیت می‌کنند و به قسمت‌های زیرزمینی گیاه مانند ریزوم یا غده‌ها آسیب می‌رسانند مهار کنند.

بهبود عملکرد در علف‌کش‌ها با استفاده از فناوری نانو می‌تواند منجر به افزایش بازده تولید محصولات زراعی شود. با محصور کردن (کپسوله کردن) علف‌کش می‌توان از آن تا رسیدن به گیاه موردنظر



حفاظت کرد. همچنین می‌توان علف‌کش موردنظر را هدفمند کرد به طوری که تنها وارد سیستم ریشه‌ای علف هرزی می‌شود که گیرنده‌ی اختصاصی آن را دارد و در نهایت به قسمت‌هایی که مانع گلیکولیز ذخیره مواد غذایی در سیستم ریشه می‌گردند، انتقال می‌یابد و باعث می‌شود علف‌های هرز در نتیجه‌ی گرسنگی کشته شوند.

همچنین می‌توان با بکار بردن نانوسورفاکتانت‌ها گیاهانی که برخی علف‌کش‌ها مانند گلیفوسات حساس‌اند را نسبت به آن علف‌کش حساس کرد. (۳)

### ۳) نانوتکنولوژی و آفات گیاهی

ماندگاری سموم آفت‌کش در محیط و به‌خصوص در مراحل اولیه‌ی رشد محصول گیاهی می‌تواند به کنترل جمعیت آفت‌های گیاهی کمک کند به‌منظور محافظت از ماده فعال آفت‌کش در برابر شرایط نامساعد محیطی و افزایش پایداری آن، می‌توان از روش محصورسازی با ذرات نانو برای بهبود تأثیر حشره‌کش استفاده کرد.

نانو کپسوله‌کردن حشره‌کش‌ها، قارچ‌کش‌ها و نماتود کش‌ها علاوه بر کنترل مؤثر جمعیت آفات از تجمع باقی‌مانده‌ی آفت‌کش‌ها در خاک جلوگیری می‌کند. همچنین به‌منظور محافظت از ماده فعال آفت‌کش در برابر تخریب و افزایش پایداری آن می‌توان از روش رهاسازی کنترل‌شده ماده مؤثر برای بهبود اثربخشی آفت‌کش استفاده کرد.

در این روش مقدار ورودی سموم آفت‌کش و در نتیجه خطرات زیست‌محیطی مرتبط به‌شدت کاهش می‌یابد. نانو سموم آفت‌کش را به علت افزایش تأثیرگذاری آن‌ها می‌توان در مقادیر کمتری نسبت به فرمولاسیون‌های کلاسیک بکار برد.

سموم آفت‌کش همچنین می‌توانند بعد از دریافت یک جرقه‌ی محیطی (به‌عنوان مثال، دما، رطوبت، نور) و به‌صورت کنترل‌شده تری آزاد شوند. (۳)

### ۴) نانوتکنولوژی و دست‌کاری ژنتیکی گیاهان

فناوری نانو مجموعه جدیدی از ابزارها را برای دست‌کاری ژن‌ها با استفاده از نانو ذرات، نانو فیبرها و نانو کپسول‌ها ارائه می‌دهد، به این صورت که نانو مواد به‌عنوان وسیله‌ی انتقال ژن عمل می‌کنند. نانو مواد قادرند تعداد زیادی ژن و همچنین موادی را که موجب بیان ژن می‌شوند یا کنترل انتشار مواد ژنتیکی در

گیاهان را بر عهده دارند، به گیاه انتقال دهند.

نانو الیاف می‌توانند در دارورسانی، مهندسی محصولات کشاورزی و همچنین انتقال ماده‌ی ژنتیکی به سلول‌های گیاهی را با سرعت و کارایی بالا انجام دهند. همچنین دست‌کاری‌های بیوشیمیایی کنترل‌شده در سلول‌های گیاهی از طریق ادغام نانو الیاف کربن با DNA پلاسمیدی امکان‌پذیر است. (Miller and Kinnear, 2007).

نانو ذرات نشاسته‌ای که با مواد فلورسنت نشان‌دار شده‌اند می‌توانند به‌عنوان وسیله‌ای برای انتقال ماده‌ی ژنتیکی به گیاهان و تولید گیاهان ترا ریخته به کار می‌روند. به این صورت که نانوذره‌ی زیستی به‌گونه‌ای طراحی می‌شود که باعث القاباز شدن آنی (لحظه‌ای) برخی منافذ دیواره سلولی، غشای سلولی و غشای هسته‌ای به کمک برخی امواج فراصوت می‌شود و از این طریق ژن‌ها وارد هسته‌ی سلول گیاه موردنظر می‌شوند.

برای مثال با استفاده از نانو ذرات نقره پوشیده شده با روکش DNA S.N.PS که با پلاسمید پوشانده شده است) مشاهده شده است که می‌توان قطعات DNA را وارد هسته‌ی سلول گیاه اطلسی کرد.

نانو الیاف کربنی نیز می‌توانند برای تقویت الیاف طبیعی مانند فیبرهای نارگیل و سیزال (-Agave sisala) و همچنین برای ساختن نانو ذرات حاوی آفت‌کش‌ها و کنترل رهاسازی آفت‌کش‌ها مورد استفاده قرار گیرند. (۲)

### ۵) نانوتکنولوژی و بیماری‌های گیاهی

نانو ذرات نقره (Nano Silver) دارای فعالیت گسترده‌ی ضد میکروبی و به‌خصوص ضد باکتری است و همچنین باعث کاهش بیماری‌های مختلف گیاهی که ناشی از پاتوژن‌های قارچی است، می‌شود.

البته اثر نانو ذرات نقره با استفاده از آن‌ها قبل از نفوذ و کلونیزاسیون اسپورهای قارچ در بافت‌های گیاه بیشتر می‌شود. در یک بررسی اثر نانو ذرات نقره (AgNPs) در افزایش طول عمر گل‌های Gerbera بررسی قرار گرفت و نتایج حاصل مهار رشد میکروب‌ها و کاهش انسداد در آوندها و در نتیجه افزایش آب و شادابی بیشتر گیاهان را نشان داد.

ارزیابی‌های *in vivo* و *in vitro* از عملکرد ضد قارچی نانو

ذرات نقره بر روی *Magnaporthe* و *Bipolaris sorokiniana* و *grisea* نیز کاهش بیماری‌های قارچی را در این دو گیاه نشان داد.

مشابه نانو ذرات نقره، نانو ذرات اکسید روی نیز با تأثیرگذاری بر عملکردهای سلولی، که باعث تغییر شکل در میسلیوم های قارچی می‌شود، رشد قارچ *Botrytis cinerea* را مهار کرد.

با افزایش فعالیت‌های فیزیولوژیکی و رشد، گیاهان سیلیکون (Si) را برای افزایش مقاومت به بیماری و مقاومت به تنش جذب می‌کنند. گزارش شده است که محلول آبی سیلیکات اثرات پیشگیرانه‌ای استثنایی در برابر سفیدک پودری و سفیدک کرکی ایجاد می‌کند. علاوه بر این، فعالیت فیزیولوژیکی و رشد گیاهان را تقویت می‌کند و باعث کاهش ابتلا به بیماری‌ها و افزایش مقاومت به تنش در گیاهان می‌شود.

نکته‌ای که در مورد استفاده از نانو ذرات نقره وجود دارد این است که نقره در حالت یونی فعالیت ضد میکروبی بالایی دارد اما یون نقره به دلیل واکنش پذیری بالای آن ناپایدار است و بنابراین بسته به محیط اطراف به راحتی اکسید می‌شود و یا به حالت عنصر فلزی کاهش می‌یابد و نمی‌تواند به‌طور مداوم فعالیت ضد میکروبی داشته باشد.

از طرف دیگر نانو ذرات سیلیس نیز به‌خودی‌خود تأثیر مستقیمی بر میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا ندارند و در واقع هیچ تأثیری بر بیماری‌های گیاهی ندارند. در نتیجه برای بالا بردن کارایی نانو ذرات نقره و سیلیس در مهار بیماری‌های گیاهی ترکیب جدیدی از نانو ذرات نقره-سیلیکا برای کنترل بیماری‌های گیاهی تهیه شده است و به‌کار می‌رود. (۲)

#### ۶) نانوتکنولوژی و کود

با توجه به اینکه میزان عناصر غذایی خاک باید در حد مناسبی باشد تا بتواند این عناصر غذایی را به خوبی در اختیار گیاه قرار دهد، یکی از راه‌های تأمین عناصر غذایی خاک، استفاده از کودهای مناسب است. مصرف کودها علاوه بر افزایش تولید، باید کیفیت محصولات کشاورزی را نیز ارتقاء دهد. نکته دیگر عدم ایجاد آلودگی محیط زیستی توسط کود است؛ زیرا در غیر این صورت سلامتی انسان، جانوران و گیاهان به

خطر خواهد افتاد. فناوری نانو با تغییر و اثرگذاری فرمولاسیون کودها و تولید موادی با ویژگی‌های مناسب و منحصر به فرد (نانو کود شیمیایی، نانو کود آلی و نانو کود بیولوژیک) می‌تواند نقش مهمی را در این زمینه ایفا کند. استفاده از فناوری نانو در تولید کود، سبب افزایش کمیّت و کیفیت محصولات کشاورزی و کاهش روند تخریب محیط‌زیست می‌گردد. (۴)

همچنین با توجه به اینکه استفاده بی‌رویه از کودهای شیمیایی منابع آبی جهان را تحت تأثیر قرار داده و منجر به بروز فرایند مردابی شدن در اکوسیستم های آبی شده است تولید نانو کودهای ارگانیک تا حدودی به حل این مشکل کمک کرده است.

نانو کودهای ارگانیک از فراوری کودهای طبیعی به دست می‌آیند ولی مشکلات کودهای طبیعی و کمپوست را ندارند و در زمان کوتاه‌تری نسبت به کودهای کمپوست تولید می‌شوند.

همچنین سرعت تجزیه و قابل جذب شدن آن‌ها بسیار بیشتر از کودهای کمپوست و طبیعی است این خاصیت باعث می‌شود زمان و سرعت رهایش عناصر با نیاز غذایی گیاه منطبق و هماهنگ شود و به‌موقع در دسترس گیاه قرار بگیرد و هدر نرود.

(۵)

#### ۷) نانوتکنولوژی و نانو حسگرها

کشاورزی دقیق که همواره آرزوی دیرینه بوده است، کمک می‌کند که بتوان با کمترین ورودی (کودها، آفت‌کش‌ها، علف‌کش‌ها و...) بیشترین خروجی (عملکرد محصولات) را به دست آورد؛ این هدف با بررسی متغیرهای محیطی و عملکردهای هدفمند قابل دستیابی است. نانو حسگرها برای بررسی و شناسایی آلاینده‌ها، آفت‌ها، میزان مواد مغذی موجود در خاک و همچنین تنش‌های ناشی از خشک‌سالی، دما و یا فشار مورد استفاده قرار می‌گیرند.

همچنین این حسگرها از طریق به‌کارگیری نهادهای کشاورزی در مواقعی که مورد نیاز هستند، سبب افزایش کارایی و بهره‌وری زمین‌های کشاورزی و تولیدات آن‌ها می‌گردد.

در کشاورزی دقیق با استفاده از رایانه‌ها، سامانه‌های ماهواره‌ای مکان‌یاب جهانی (GPS) و دستگاه‌های حسگر کنترل از راه دور می‌توان در مورد کیفیت رشد محصولات کشاورزی، تشخیص دقیق طبیعت منطقه و

مشکلات آن، تصمیم صحیح گرفت. می‌توان شرایط را به‌گونه‌ای تنظیم کرد که علاوه بر کاهش هزینه، به کاهش ضایعات کشاورزی کمک شود و آلودگی محیط زیست را به حداقل برساند.

حسگرهای کوچک و سامانه‌های کنترل و پایش که با کمک فناوری نانو ساخته شده‌اند، می‌توانند تأثیر مهمی بر شیوه‌های نوین کشاورزی داشته باشند. (۴)

۹) نانوتکنولوژی و افزایش ماندگاری محصولات کشاورزی

تعیین فرآیند حرارتی و زمان فرآیند برای فرآوری و تبدیل انواع میوه و سبزی موجب افزایش عمر نگهداری محصولات فرآوری شده تا حداقل دو سال شود. با فرآوری میوه و سبزی‌ها می‌توان ضایعات این محصولات را حداقل تا ۳ برابر کاهش داد.

در این میان فناوری نانو با ابداع روش‌های نو توانسته است گام مهمی در این عرصه بردارد. در واقع با توجه به اینکه دلیل افزایش ضایعات محصولات کشاورزی به مرحله قبل از تولید یعنی برداشت محصول و بعد از برداشت یعنی مرحله توزیع و حمل‌ونقل برمی‌گردد می‌توان با استفاده از فناوری نانو محیط انبار محصولات را طوری کنترل کرد که ضایعات محصولات باغی به حداقل برسد.

انبارداری در اتمسفر کنترل‌شده و استفاده از انبارهای کم‌فشار با تأثیر بر فرآیندهای تنفس و تولید اتیلن، توسط مواد جاذب نانو که با مکانیسم‌های مختلف در محیط عمل می‌کنند، عمر نگهداری محصولات و ضایعات محصولات باغی را در طول انبارداری کاهش می‌دهند.

با این فناوری از انبارهای بسیار بزرگ نگهداری و حمل مواد غذایی گرفته تا یخچال‌های خانگی می‌توان ماندگاری محصولات غذایی را تا چندین برابر افزایش داد که در این رابطه تمام زنجیره توزیع و نگهداری تا مصرف‌کننده از مزایای آن بهره می‌برند. (۴)

### نگرانی‌های موجود در کاربرد نانوتکنولوژی

ذرات نانو جدای از مفید بودن می‌تواند دارای خطرات

۸) نانوتکنولوژی و تشخیص بیماری‌های گیاهی

نانو ذرات می‌توانند به‌عنوان نشانگرهای زیستی یا به عنوان یک ابزار تشخیصی سریع برای تشخیص عوامل بیماری‌زای گیاهی باکتریایی، ویروسی و قارچی مورد استفاده قرار گیرند.

سنسورهای مبتنی بر نانو ذرات می‌توانند محدودیت‌های موجود در تشخیص پاتوژن‌های ویروسی در گیاه را برطرف کنند. نانو ذرات می‌توانند به‌طور مستقیم طوری تغییر داده شوند که برای تشخیص پاتوژن مورد استفاده قرار گیرند، یا به‌عنوان ابزاری تشخیصی برای تشخیص ترکیباتی که نشان‌دهنده‌ی بروز بیماری در گیاهان است، بکار برده شوند.

مثلاً نانو تراشه‌ها حاوی ریزآر‌ا‌به‌هایی هستند که به واسطه‌ی داشتن پروب‌های اولیگونوکلوئید فلورسنت می‌توانند حتی کوچک‌ترین قطعه‌ی تک رشته‌ای اسید نوکلئیک باکتریایی و ویروسی را از طریق هیبریداسیون تشخیص دهند.

همچنین محققان از ترکیب نانو ذرات سیلیس با آنتی‌بادی برای شناسایی *Xanthomonas axonopodis pv. ves-ica-toria* که عامل باکتریایی ایجاد لکه در گیاهان *Solanaceae* می‌شود، استفاده کردند. سینگ و همکارانش ۲۰۱۰ نیز از ایمونو حسگرهای ساخته‌شده از نانو ذرات طلا استفاده کردند و توانستند بیماری کارنت بنت را در گندم تشخیص دهند.

گیاهان از طریق تغییرات فیزیولوژیکی به شرایط استرس مختلف پاسخ می‌دهند. چنین پاسخی القای دفاع سیستمیک است و تصور می‌شود توسط هورمون‌های گیاهی تنظیم شود: اسید یاسمونیک، متیل جاسمونات و اسید سالیسیلیک. وانگ و همکارانش ۲۰۱۰ از این هورمون‌ها به‌عنوان محرک غیرمستقیم برای ایجاد یک حسگر الکتروشیمیایی حساس، با استفاده از الکترودهای طلای بهبودیافته با نانو ذرات مس استفاده کردند، تا سطح اسید سالیسیلیک

بانک جهانی و سازمان غذا و کشاورزی سازمان ملل (FAO) در جستجوی تحقیقات علمی هستند تا بتوانند راه حل های نوآورانه برای حل این مشکل را شناسایی کنند. فناوری نانو زمینه‌ای است که به سرعت در حال تحول است و این امکان را دارد که با استفاده از ابزارهای جدید، کشاورزی و صنایع غذایی را با استفاده از ابزارهای نوین پیش‌بینی کند که تولید مواد غذایی را به‌طور پایدار افزایش داده و از محصولات زراعی در برابر آفات محافظت کند.

چنین انتظاراتی با برخی عدم قطعیت‌ها دربارہ سرنوشت نانو مواد در محیط زیست محیط همراه است.

باین حال، کاربرد میدانی نانو مواد مهندسی شده هنوز به‌درستی مورد بررسی قرار نگرفته است و بسیاری از جنبه‌ها فقط به‌صورت تئوری یا با مدل در نظر گرفته شده است، که ارزیابی درست از سودمندی نانو مواد مهندسی شده برای افزایش باروری و محافظت از گیاه را دشوار می‌کند.

(۸)

منابع:

- 1) Nanotechnology in Agriculture and Food Production. Sayed Rohola Mousavi, Maryam Rezaei, Journal of Applied Environmental and Biological Sciences- ۱(۱):۴۱۴-۴۱۹, ۲۰۱۱.
- 2) Nanotechnology Pros and Cons to Agriculture: A Review. Shweta Agrawal and Pragna Rathore, International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences (IJCMAS), Volume ۳ Number ۳ (۲۰۱۴) pp. ۴۳-۵۵.
- 3) A review on nanotechnology and its implications in agriculture and food industry, M. Manimaran, Asian Journal of Plant Science and Research, ۲۰۱۵, ۵(۷):۱۳-۱۵.
- 4) محصولات فناوری نانو در حوزه کشاورزی و صنایع غذایی، ستاد ویژه توسعه فناوری نانو، ویرایش اول، بهار ۱۳۹۴
- 5) کاربرد نانوتکنولوژی در کشاورزی، الهام قدم خیر و میلاد بی‌ریا، اولین همایش بین‌المللی و سومین همایش ملی مهندسی و مدیریت کشاورزی محیط زیست و منابع طبیعی پایدار، اسفند ۱۳۹۴
- 6) Applications of nanomaterials in agricultural production and crop protection: A review, Lav R. Khot, Sindhuja Sankaran, Joe Mari Maja, Reza Ehsani, Edmund W. Schuster, Elsevier, crop protection, ۲۰۱۲.
- 7) Nanosorbents for environmental applications", ObservatoryNano Briefing No.۲۲, September ۲۰۱۱.
- 8) Nanotechnology in Agriculture: New Opportunities and Perspectives, Luca Marchiol, DOI: ۱۰.۵۷۷۲/intechopen.۷۴۴۲۵.
- 9) Wheeler, S., ۲۰۰۵. Factors influencing agricultural professionals' attitudes toward organic agriculture and biotechnology. Center for Regulation and Market Analysis, University of South Australia
- 10) Kuzma, J.R. and P. VerHage, ۲۰۰۶. Nanotechnology in agriculture and food production: anticipated applications. Project on Emerging Nanotechnologies, DC ۲۰۰۴-۲۰۲۲.
- 11) Lu J, Bowles M, ۲۰۱۲. How Will Nanotechnology Affect Agricultural Supply Chains? , Int. Food Agribus. Manag. Assoc. ۱۶: ۲۱-۴۲.

احتمالی نیز باشند، بنابراین باید مسائل مرتبط با ایمنی و خطرات احتمالی همراه با این روش‌های جدید را در نظر گرفت. ذرات نانو ممکن است سرعت جهش در باکتری‌ها را افزایش دهند و تهدیدی بالقوه برای محیط زیست و سلامت انسان باشند. علی‌رغم اینکه فناوری نانو محصولات موجود را مؤثرتر و کارآمدتر می‌نماید اندازه‌ی این ذرات که جزو خواص مهم آن‌هاست می‌تواند سلامت و محیط زیست را تهدید کند. این ذرات از مواد حساسیت‌زای طبیعی (مثل گرده‌ی گل‌ها) کوچک‌تر هستند و می‌توانند باعث ایجاد حساسیت در انسان شوند.

همچنین گزارش شده است که نانو ذرات دی‌اکسید تیتانیوم و کربن سیاه که در صنعت بسیار پرکاربرد هستند، می‌توانند به آلودگی هوا کمک کنند و علاوه بر آن موجب ایجاد التهاب پوستی شوند و در ریه باقی مانده و انباشته شوند.

ذرات دی‌اکسید روی و دی‌اکسید تیتانیوم همچنین می‌توانند باعث تولید رادیکال‌های آزاد در سلول‌های پوست شوند و به DNA آسیب بزنند و باعث ایجاد جهش و در نتیجه بروز برخی سرطان‌ها شوند.

(۵)

در بخش کشاورزی و مواد غذایی نیز گسترش سریع فناوری نانو با نگرانی‌هایی در مورد نحوه‌ی ساخت نانو مواد و ورود احتمالی آن‌ها به زنجیره غذایی وجود دارد. با وجود اینکه غذا در حالت عادی حاوی بسیاری از مواد نانو مواد (مانند پروتئین‌های موجود در شیر، گلبول‌های چربی موجود در مایونز، کربوهیدرات‌ها، DNA و غیره) است اما استفاده از برخی از نانو مواد مهندسی شده در کشاورزی، آب و مواد غذایی ممکن است خطراتی برای استفاده انسان و محیط زیست از جمله تجمع در بافت‌های گیاهی و ایجاد سمیت در گیاه داشته باشد. (۶)

## نتیجه‌گیری

پیش‌بینی اینکه در سال ۲۰۵۰ سیاره ما با بیش از ۹ میلیارد نفر جمعیت شود کاملاً منطقی است. این امر به‌ویژه در کشورهای کمتر توسعه‌یافته مشکلاتی مربوط به تأمین غذا، آب و انرژی را به وجود می‌آورد. با توجه به اینکه فشار بشر بر منابع طبیعی قبلاً به حد بحرانی رسیده است، سازمان‌های بین‌المللی مانند





# چپستی نجات زیستی

سوگند شایسته

دانشجوی کارشناسی زیست فناوری

دانشگاه شهید بهشتی

مدت زمان تقریبی مطالعه:

حدود ۱۱ دقیقه

تنوع ژنتیکی یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های یک جمعیت است. محیط‌ها همواره در حال تغییر هستند و تنوع ژنتیکی برای تداوم و سازگاری گونه‌ها برای زیست در شرایط جدید لازم است. علاوه بر این، تنوع ژنتیکی اندک، منجر به افزایش درون آمیزی شده که می‌تواند شایستگی افراد و جمعیت‌ها را کاهش دهند. [۱]

تنوع ژنتیکی تحت تأثیر عوامل متعددی است و این عوامل در جمعیت‌های مختلف متفاوت است.

برخی از مهم‌ترین عوامل تعیین‌کننده تنوع ژنتیکی رانش ژنتیکی، گردنه بطری، انتخاب طبیعی و روش تولیدمثل است که هیچ‌کدام از این فرایندها به‌طور مستقل عمل نمی‌کنند. [۱]

وقتی شایستگی جمعیت از برخی از نرخ‌های حیاتی دموگرافیکی با ویژگی‌های فنوتیپی، تشکیل شده است، بیشتر از آنچه که بتوان جبران و مشارکت دموگرافیکی توصیف کرد، افزایش می‌یابد. هنگامی که گمان می‌رود که شرایط محیطی زمان آور یا محدودکننده هستند و آنالیزهای ژنتیکی دودمان، یک‌میزان جبران معنی‌دار فزاینده از انتظار را نشان می‌دهند.

احتمالاً به علت رانش ژنتیکی چنین پدیده‌ای رخ می‌دهد. این موضوع علاوه بر تعریف نجات ژنتیکی، تغییر آنالیزهای ژنتیکی در دودمان بنیادی را به وجود آورده یا سبب خواهد شد. [۲]

یکی از مؤثرترین راه‌هایی که می‌توان از این طریق، روند کاهش ژنتیکی جمعیت‌ها را کند کرد، معرفی افراد جدید به درون جمعیت است.

هنگامی که مهاجرین از یک جمعیت به جمعیت دیگر منتقل می‌شوند، غالباً ال‌های جدیدی را به جمعیت پذیرنده وارد می‌کنند.

اگر این قفسیه باعث کاهش تنش درون آمیزی در جمعیت شود، تحت عنوان نجات ژنتیکی (Genetic rescue) خوانده می‌شود. [۳]

نجات ژنتیکی باعث افزایش نرخ رشد جمعیت در طی چندین نسل از زمان معرفی ژن‌های جدید به جمعیت می‌شود. معمولاً این افزایش که به‌عنوان قدرت آمیخته شناخته می‌شود، باعث افزایش شایستگی نوزادان حاصل از افراد متنوع ژنتیکی می‌گردد.

هتروزی تنش درون آمیزی را کاهش داده، باعث تولید افراد هتروزیگوت شایسته‌تر و یا استنار اثر ال‌کشنده

می‌شود. [۳]

نجات ژنتیکی حاصل آزمایش‌هایی است که طی آن از طریق جابجایی‌های افراد خارج از جمعیت به داخل جمعیت‌های حیات‌وحش کوچک در حال کاهش و با شایستگی پایین، شایستگی و بقای آن‌ها افزایش می‌یابد. [۴]

هیبریداسیون که باعث افزایش زنده‌مانی جمعیت‌های در معرض خطر ابتلا به اختلال و رانش ژنتیکی می‌شود نیز ممکن است به‌عنوان بخشی از نجات ژنتیکی در نظر گرفته شود. [۵]

از دست رفتن مانایی ژنتیکی یک تهدید بحرانی و گسترده برای گونه‌های تهدید شده و در خطر انقراض است. نجات ژنتیکی که مستلزم معرفی افرادی از سایر جمعیت‌ها است، ابزاری مهم در افزایش مانایی این قبیل جمعیت‌ها به شمار می‌آید. [۳]

پس از تشخیص اینکه کدام جمعیت‌ها با خطر تنش درون آمیزی بالاتری روبرو هستند، می‌توان در راستای افزایش شانس بقای این‌گونه جمعیت‌ها در شرایط درازمدت، راهبردهای مدیریتی‌ای تدوین شود.

قبل از شروع نجات ژنتیکی به‌عنوان یک استراتژی مدیریت، باید وضعیت کلی و سایر گزینه‌های مدیریتی موجود، از جمله انجام هیچ کاری، به‌دقت ارزیابی شود.

به‌عبارت‌دیگر، مزایای احتمالی نجات ژنتیکی برای جلوگیری از انقراض باید مستند شود تا ثابت گردد بیشتر از خطرات ناشی از انتقال افراد به جمعیت در معرض خطر است. [۶]

لازم به ذکر است که به ملاحظه دقیق‌تر تعریف نجات، استانداردهای آن و ارزیابی نجات ژنتیکی مشتمل بر مستندسازی تغییرات ژنتیکی در نسل‌های آتی حاصل از نجات ژنتیکی نیاز است. به‌طوری‌که بسیاری از محافظه‌کاران استدلال می‌کنند که نجات ژنتیکی



می‌تواند خود مشکلات غیر قابل پیش‌بینی‌ای را برای گونه‌های در معرض خطر ایجاد کند. [۲، ۶]

### چالش‌ها و راهبردها

برای جمع‌آوری داده‌های کافی جهت ارزیابی نجات ژنتیکی، موانع زیادی وجود دارد. احتمال دارد که در مسیر ارزیابی نجات ژنتیکی، موانع بیشتری نیز وجود داشته باشد؛ بنابراین نجات ژنتیکی ابزاری بسیار بحث برانگیز است. [۸]

یکی از مشکلات موجود، قضاوت این است که آیا نجات ژنتیکی و استانداردهای مورداستفاده در آن واقعاً رخ داده است یا خیر.

این امر، نیازمند این است که کسی تعریف نجات ژنتیکی را بازبینی کرده، چندین جمعیت را که به‌خوبی مطالعه شده‌اند و به معرفی افرادی از سایر جمعیت‌ها پاسخ داده‌اند را مقایسه نموده و کیفیت و چگونگی آن را آشکار سازد. [۲]

هم‌چنین پیش‌بینی اینکه چطور یک جمعیت تحت تأثیر یک رویداد مهاجرت قرار می‌گیرند، دشوار است. در نجات ژنتیکی این احتمال وجود دارد که با افزایش آلل‌های مغلوب بیماری‌زا، اتفاقاً شایستگی یک جمعیت کاهش یابد.

این‌که آیا مهاجرت باعث افزایش شایستگی جمعیت خواهد شد یا خیر، به سازگاری ژن‌های واردشده با شرایط محلی و موفقیت در کاهش سطح درون آمیزی در جمعیت موردنظر بستگی دارد.

[۶]

افراد معرفی شده هم‌چنین می‌توانند از طریق تغییر رفتارهایی چون انتخاب جفت، سلسله‌مراتب تسلط و شیرخوارگی به‌نوعی تازه، بر نجات ژنتیکی جمعیت موردنظر تأثیری مثبت یا منفی بگذارند.

[۶]

قبل از تلاش برای نجات ژنتیکی واقعی در جمعیت‌های در معرض خطر، باید داده‌هایی آزمایشی از یک جمعیت محبوس وجود داشته باشد که از اعتبار نجات ژنتیکی حمایت کند. به‌عبارت‌دیگر، باید نمایشی تجربی از جفت‌گیری موفق، تولیدمثل خوب و بقای کافی در فرزندان متقاطع وجود داشته و هیچ مدرکی برای شیوع برون زادآوری در بین این جمعیت وجود نداشته باشد.

این امر به‌ویژه اگر داده‌های مولکولی حاکی از آن باشد که اهداکننده و جمعیت در معرض خطر ارتباط نزدیکی ندارند، بسیار مهم است. [۶]

علاوه بر این، روابط بین افراد مانند زایمان، روابط والدی و سایر روابط ژنتیکی نزدیک، باید با استفاده از روش‌های ژنتیکی به‌موقع مشخص و تأیید شود تا شجره‌نامه‌ای دقیق و کامل از جمعیت نجات‌یافته ساخته و به‌طور بالقوه از آن استفاده گردد.

[۶]

باین‌حال، در گونه‌هایی که زمان تولیدمثل آن‌ها طولانی‌تر است یا مواردی که اسارت آن‌ها دشوار است، ممکن است انجام یک آزمایش کامل آزمایشگاهی در اسارت قبل از شروع مدیریت نجات ژنتیکی امکان‌پذیر نباشد.

هم‌چنین، برای برخی از جمعیت‌ها یا انواع موجودات زنده، ساخت شجره‌نامه‌های کامل ممکن نیست. در این صورت، می‌توان از تخمین‌هایی از نرخ رشد جمعیت در طول زمان به همراه اطلاعات مربوط به تغییر نسبت کلاس‌های آمیخته و غیر آمیخته برای سنجش موفقیت اقدامات مدیریتی استفاده کرد.

[۶]

واردسازی افراد از جمعیت اهداکننده ممکن است منجر به افزایش نسبتاً کوتاه‌مدت شایستگی (برزش) شود. به‌عنوان مثال، ممکن است نسل اول از درجه بالاتری برخوردار باشد زیرا الل مغلوب پوشانیده می‌شوند.

باین‌حال، در نسل دوم و نسل‌های بعدی، ممکن است جدایی وجود داشته باشد که مجدداً منجر به هموزیگوت‌های مغلوب و کاهش سطح شایستگی شود یا پس از نجات اولیه ژنتیکی، ممکن است تمایل به تلاقی زیرگونه‌های در معرض خطر در جمعیت نجات‌یافته با الل‌های مغلوب اجداد جمعیت، به میزان

بالایی باشد. [۶]

اگر مقدمه‌ای از جمعیت اهداکننده منجر به تبارزایی شود، پس ممکن است تغییراتی در صفات ژنتیکی گونه ایجاد شود (بعضی از آن‌ها ممکن است سازگار باشد).

برای خنثی کردن این اثر، سطح معرفی باید در حد فراوانی کم نگه‌داشته شود تا اثر نجات ژنتیکی موفقیت‌آمیز باشد. [۶]

اگر بخش عمده‌ای از اصل و نسب پس از نجات ژنتیکی از افراد معدودی از جمعیت اهداکننده (و/یا از چند فرد از جمعیت در معرض خطر) باشد، در طی چند نسل آینده می‌تواند دوباره یک اندازه کوچک از جمعیت (Ne) داشته باشیم.

اگر از جمعیت اهداکننده تعداد بیشتری مهاجر گنجانیخته شوند، این تأثیر را می‌توان به حداقل رساند.

هم‌چنین گنجاندن هرچه بیشتر جمعیت در معرض خطر در تقاطع اولیه از جمعیت اهداکننده باید این تأثیر را کاهش دهد. [۶]

همچنین اگر نجات ژنتیکی بیش از یکبار با استفاده از همان جفت جمعیت در معرض خطر و اهداکننده انجام شود، تأثیر آن در تلاش‌های پی‌درپی به‌طور عمده‌ای کمتر می‌شود زیرا الل مضر در مکان‌های خاص که باعث بارهای ژنتیکی می‌شد در فراوانی اللی جمعیت در معرض خطر کاهش می‌یابد. [۶]

پس باید امکان ادامه مدیریت در طول زمان (حتی چندین نسل) و حتی امکان تغییر روش مدیریتی در صورت لزوم، وجود داشته باشد. به‌عنوان مثال، اگر موفقیت اولیه کمتر از حد انتظار باشد، باید مدیریت بیشتری از جمله معرفی‌های بعدی در نسل‌های آینده امکان‌پذیر باشد یا اگر میزان اولیه اجداد از جمعیت اهداکننده از حد انتظار یا خواسته بیشتر باشد، باید معرفی‌های بعدی در نسل‌های بعد محدود گردد. [۶]

همچنین باید خاطر نشان کرد که با توجه به کمبود شواهد، مدیران می‌توانند مبادله بین زمان، پول و تلاش لازم برای این ارزیابی و خطر انقراض را در نظر گرفته و برای مدیریت فوری نجات ژنتیکی، اقدام نمایند. [۶]

### نمونه‌های عملی از نجات ژنتیکی

نمونه‌های موفق متعددی از نجات ژنتیکی جمعیت‌ها که منجر به افزایش شایستگی آن‌ها شده است، وجود دارد.

یکی از نمونه‌های برجسته آن در آخرین جمعیت‌های باقی‌مانده از پوما فلوریدا (*Puma concolor stanlyana*) مشاهده می‌شود. [۹]

در دهه‌های اخیر اندازه جمعیت مؤثر این‌گونه به حدود ۲۵ فرد و تنوع ژنتیکی آن که توسط ریزماهورک‌ها به‌دست آمده بود، از سایر زیرگونه‌های پوما در آمریکای شمالی (*Puma concolor*) بسیار کمتر بوده است. [۹]

در سال ۱۹۵۵ برنامه‌ای تدوین شد که طی آن ۸ ماده از پوماهای تگزاس (*Puma concolor stanlyana*) که نزدیک‌ترین زیرگونه به پوما فلوریدا است، به جمعیت پوما مذکور معرفی شدند و تا سال ۲۰۰۰ چهار قلابه از آن‌ها هنوز زنده بوده و حداقل ۲۵ نوزاد حاصل از جفت گیری پوما فلوریدا و پوما تگزاس، در حال رشد بودند. در آن زمان جمعیت به حدود ۶۰ تا ۷۰ فرد رسیده بود. [۱۰]

نتایج اولیه بسیار امیدبخش بود و نشان داد که نجات ژنتیکی پوما فلوریدا با موفقیت همراه بوده است. وقتی پوماهای تگزاس به‌طور مصنوعی، به داخل جمعیت در خطر انقراض پوما فلوریدا (هردوی این‌ها *Puma concolor* هستند) معرفی شدند، آن‌ها در داخل

زبستگاه جدید پراکنده شده، به‌طوری که تنها در یک دهه از حدود ۲۵ فرد به بیش از ۱۰۰ فرد افزایش یافت. [۱۱]

همه گرگ‌های مکزیک (*Canis lupus baileyi*) موجود امروز، از سه قلابه گرگ در اسارت که در بین سال‌های ۱۹۶۱ تا ۱۹۸۰ یافته شده بودند، منشأ گرفته‌اند. این دودمان‌ها تا سال ۱۹۹۵ که دودمان‌های آراگن (*Aragon*) و گوست رنج (*Ghost Ranch*) را در دودمان مک برآید ادغام کردند، مستقلاً مدیریت شده بودند. [۱۲]

در پایان سال ۲۰۰۵، جمعیت در اسارت گرگ‌ها، در حدود ۳۰۰ قلابه در ۴۸ ایستگاه در سراسر ایالات متحده و مکزیک بود. [۱]

نمونه موفق دیگر از نجات ژنتیکی در جمعیت گونه‌ای از مار جعفری (*Vipera berus*) که در مرزهای باریک ساحلی در جنوب سوئد می‌زیستند و از سایر جمعیت‌های این‌گونه حداقل یک قرن بود که جدا بودند، انجام گرفت. [۱۳]

در سال فقط ۱۹۹۲ فقط ۱۰ جانور نر در جمعیت مذکور، باقی مانده بود. در این زمان ۲۰ نر بالغ از یک جمعیت بزرگ مناطق شمالی به جمعیت مذکور وارد شده و برای تولیدمثل در طول چهار نسل به حال خود رها شدند. پس از آن، افراد باقیمانده از افراد معرفی شده دوباره صید شدند و به جمعیت اولیه خود بازگردانده شدند. [۱۳]

در سال ۱۹۹۹ ارزیابی تنوع در سطح ژن MHC

(Major Histocompatibility Complex) نشان داد که تنوع ژنتیکی جمعیت پس از ورود افراد جدید، به میزان قابل توجهی افزایش یافته است. در سال ۲۰۰۳ تعداد ۳۹ نر بالغ در این جمعیت جمع‌آوری شدند که بیشترین تعداد در طول ۲۳ سال گذشته که از واردسازی افراد به جمعیت می‌گذشت، بوده است. [۱۳]

در دهه ۱۹۸۰ حدود ۱۰ فرد در این جمعیت محصور وجود داشتند؛ اما جمعیت در سال ۱۹۹۱ شروع به رشد تصاعدی کرد و تا سال ۲۰۰۱ به حدود ۹۰ تا ۱۰۰ فرد رسید که ۱۰ تا ۱۱ گروه را تشکیل دادند. در پایان سال ۲۰۰۶ تعداد نسبتاً کمی از گرگ‌های های تلاقی دودمان‌ها معرفی شده و نیمی از گرگ‌های آلفا فقط از دودمان مک برآید بودند. [۱۴، ۱۵]

اثرات تنوع و ناهمگونی که مشاهده شده، نشان داد که گرگ‌های تلاقی یافته از دودمان‌های ناهمسان جهت افزایش نرخ رشد جمعیت و نرخ مهاجرت بسیار مؤثری از دودمان‌های گوست رنج و آراگن به داخل جمعیت های حیات وحش از پتانسیل بالاتری برخوردارند [۱۴، ۱۵]

مثالی از نجات ژنتیکی ناموفق نیز جمعیت گرگ Isle Royale

۶۱۵-۶۲۶.

۷- Hedrick, Philip W. Garcia-Dorado, Aurora (December ۲۰۱۶). "Understanding Inbreeding Depression, Purging, and Genetic Rescue". Trends in Ecology & Evolution.

۸- محمودی، صالح و حسین وارسته مرادی، ۱۳۹۱. نجات ژنتیکی و نقش آن در حفاظت حیات وحش، دومین همایش ملی تنوع زیستی و تأثیر آن بر کشاورزی و محیط زیست، ارومیه

۹- Culver, M. Johnson, W. E. Pecon-Slattey, J. & O'Brien, S. J. (۲۰۰۰). Genomic ancestry of the American puma (*Puma concolor*). Journal of Heredity, ۹۱(۳), ۱۸۶-۱۹۷.

۱۰- Land, E. D. & Lacy, R. C. (۲۰۰۰). Introgression level achieved through Florida panther genetic restoration. Endangered Species Update, ۱۷(۵), ۱۰۰-۱۰۰.

۱۱- Johnson, Warren E. David P. Onorato, Melody E. Roelke, E. Darrell Land, Mark Cunningham, Robert C. Belden, Roy McBride et al. "Genetic restoration of the Florida panther. Science ۳۲۹, no. ۵۹۹۹ (۲۰۱۰): ۱۶۴۱-۱۶۴۵.

۱۲- Hedrick, Philip W. Philip S. Miller, Eli Geffen, and Robert Wayne. "Genetic evaluation of the three captive Mexican wolf lineages. Zoo Biology: Published in affiliation with the American Zoo and Aquarium Association ۱۶, no. ۱ (۱۹۹۷): ۴۷-۶۹.

۱۳- Madsen, Thomas, Beata Ujvari, and Mats Olsson. "Novel genes continue to enhance population growth in adders (*Vipera berus*). Biological Conservation ۱۲۰, no. ۱ (۲۰۰۴): ۱۴۵-۱۴۷.

۱۴- Vila, C. Sundqvist, A. K. Flagstad, Ø. Seddon, J. Nerfeldt, S. B. Kojola, I. ... & Ellegren, H. (۲۰۰۳). Rescue of a severely bottlenecked wolf (*Canis lupus*) population by a single immigrant. Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences, ۲۷۰(۱۵۱۰), ۹۱-۹۷.

۱۵- Saccheri, I. J. & Brakefield, P. M. (۲۰۰۲). Rapid spread of immigrant genomes into inbred populations. Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences, ۲۶۹(۱۴۹۵), ۱۰۷۳-۱۰۷۸.

۱۶- Hedrick, P. W. & Garcia-Dorado, A. (۲۰۱۶). Understanding inbreeding depression, purging, and genetic rescue. Trends in Ecology & Evolution, ۳۱(۱۲), ۹۴۰-۹۵۲.



منابع :

است.

در سال ۱۹۹۷، یک مهاجر مجرد وارد جزیره شد و حدود ۲۵ نفر را با جمعیت گرگ پرورش داد. [۱۶] در ابتدا، افزودن تنوع ژنتیکی وی منجر به اثراتی مثبت بر جمعیت گشت که با افزایش زیاد برآزش جمعیت نشان داده شد. [۱۶]

بالین وجود، افزودن تنوع ژنتیکی توسط این مهاجر، تنها در کوتاه مدت سودمند بود. میزان جمعیت به سرعت کاهش یافت و در سال ۲۰۱۶ فقط دو گرگ مشاهده شدند. [۱۶]

لذا این امکان وجود دارد که مهاجر جدید آل مضر جدید را به همراه آورده که به مرور زمان، فراوانی اش افزایش یافته است زیرا آن با جمعیت اصلی در آمیخته شده و یا اینکه یک فرد مجرد برای غلبه بر تأثیر منفی بار ژنتیکی کافی نبوده است. [۱۶]

۱- Fredrickson, Richard J. Peter Siminski, Melissa Woolf, and Philip W. Hedrick. "Genetic rescue and inbreeding depression in Mexican wolves. Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences ۲۷۴, no. ۱۶۲۳ (۲۰۰۷): ۲۳۶۵-۲۳۷۱.

۲- Hedrick, Philip W. Jennifer R. Adams, and John A. Vucetich. "Reevaluating and broadening the definition of genetic rescue. Conservation Biology ۲۵, no. ۶ (۲۰۱۱): ۱۰۶۹-۱۰۷۰.

۳- Tallmon, David A. Gordon Luikart, and Robin S. Waples. "The alluring simplicity and complex reality of genetic rescue. Trends in Ecology & Evolution ۱۹, no. ۹ (۲۰۰۴): ۴۸۹-۴۹۶.

۴- Hogg, John T. Stephen H. Forbes, Brian M. Steele, and Gordon Luikart. "Genetic rescue of an insular population of large mammals. Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences ۲۷۳, no. ۱۵۹۳ (۲۰۰۶): ۱۴۹۱-۱۴۹۹.

۵- Baskett, Marissa L. and Richard Gomulkiewicz. "Introgressive hybridization as a mechanism for species rescue. Theoretical Ecology ۴, no. ۲ (۲۰۱۱): ۲۳۲-۲۳۹.

۶- Hedrick, Philip W. and Richard Fredrickson. "Genetic rescue guidelines with examples from Mexican wolves and Florida panthers. Conservation genetics ۱۱, no. ۲ (۲۰۱۰):



# بررسی فرایند تولید واکسن از ابتدا تا ثبت و توسعه

شیوا خوش‌خو

دانشجوی کارشناسی ارشد بیوتکنولوژی میکروبی  
دانشگاه الزهرا (س)

مدت زمان تقریبی مطالعه:

حدود ۱۰ دقیقه

یافت. روش وی طی ۲۰۰ سال بعد، دچار تحولات پزشکی و فناوری و سرانجام منجر به ریشه‌کن شدن آبله شد.

واکسن هاری لوئی پاستور در سال ۱۸۸۵ دومین واکسنی بود که روی بیماری‌های انسانی اثر گذاشت و سپس، با ظهور باکتری‌شناسی، پیشرفت‌ها به سرعت دنبال شد. آنتی‌توکسین‌ها و واکسن‌ها علیه دیفتری، کزاز، سیاه‌زخم، وبا، طاعون، حصبه، سل و موارد دیگر تا دهه ۱۹۳۰ توسعه یافتند.

اواسط قرن بیستم از لحاظ تحقیق و توسعه واکسن بسیار پویا بود. روش‌های رشد و پرورش‌ها در آزمایشگاه منجر به کشف‌ها و نوآوری‌های شریح، از جمله ایجاد واکسن برای فلج اطفال شد. محققان سایر بیماری‌های رایج در دوران کودکی مانند سرخک، اوریون و سرخچه را نیز هدف قرار دادند و تولید چنین واکسن‌هایی، بار این بیماری‌ها را به شدت کاهش داد.

تکنیک‌های خلاقانه در حال حاضر تحقیقات واکسن را به‌سوی فناوری DNA نو ترکیب و تکنیک‌های جدید تحویل واکسن سوق می‌دهند. اهداف بیماری نیز گسترش یافته است و برخی از تحقیقات واکسن روی شرایط غیر عفونی مانند اعتیاد و آلرژی تمرکز کرده‌اند.

ادوارد جنر، لویی پاستور و موریس هیلمن، پیشگامان تولید واکسن هستند که همواره مورد توجه ویژه قرار دارند.

انواع مختلفی از واکسن‌ها وجود دارد و هر نوع از آن‌ها به‌گونه‌ای طراحی شده است که به سیستم ایمنی بدن کمک می‌کند تا چگونه به مقابله با انواع خاصی از میکروب‌ها و بیماری‌های جدیدی که ایجاد می‌شوند، بپردازد. دانشمندان در زمان تولید واکسن سواردی را در نظر می‌گیرند از جمله این‌که سیستم

امروزه، واکسیناسیون به بخشی جدایی‌ناپذیر از زندگی بشری تبدیل شده است؛ پدیده‌ای که با گذشت زمان و به‌ویژه در کشورهای پیشرفته با شک و تردیدهایی جدی روبرو شده است. هم‌اکنون در حالی‌که اجرای طرح‌های مختلف واکسیناسیون در کشورهای در حال توسعه و فقیر به‌عنوان یکی از افتخارات مسئولین بهداشتی این‌گونه کشورها شناخته می‌شود، در کشورهای تولیدکننده و پیشروی این فن‌آوری، نگرانی‌هایی جدی در حال مطرح شدن است.

واکسیناسیون از لحاظ تاریخی یکی از موفق‌ترین استراتژی‌ها برای پیشگیری بیماری‌های عفونی است. به دلایل ایمنی، عمدتاً در واکسیناسیون سنتی از میکروارگانیسم‌های غیرفعال و یا ضعیف شده در طراحی واکسن استفاده می‌شود.

واکسن‌های DNA به‌عنوان نسل جدیدی از واکسن‌ها، یکی از روش‌های زردمانی محسوب می‌شوند که طی آن برای ایجاد پاسخ ایمنی، ژن عامل پاتوژن را از طریق یک وکتور مناسب وارد سلول می‌نمایند.

در واقع واکسن DNA از یک پلاسمید کد کننده پروتئین مورد نظر (آنتی‌ژن) تحت پروموتور پستانداران تشکیل شده است. واکسن‌های DNA تا حد زیادی در طول ۲۰ سال گذشته از زمان اختراع خود تکامل یافته‌اند، اما هنوز به‌عنوان یک رقیب جایگزینی نسبت به واکسن انسانی با پایه پروتئین معمولی و یا کرپوهیدرات تبدیل نشده‌اند.

تاریخچه واکسن به سابقه طولانی بیماری‌های عفونی در انسان‌ها برمی‌گردد و با استفاده‌های اولیه از مواد آبله برای ایجاد ایمنی در برابر این بیماری آغاز می‌شود. شواهدی وجود دارد که چینی‌ها در سال‌های ۱۰۰۰ میلادی، از روش تلقیح آبله برای مقابله با آن استفاده می‌کردند. این روش قبل از این‌که در اروپا و آمریکا گسترش یابد، در آفریقا و ترکیه نیز انجام شده بود.

ادوارد جنر در سال ۱۷۹۶ از مواد استخراج شده از کورک‌های آبله گاوی به‌منظور حفاظت در برابر آبله استفاده کرد. نوآوری‌های وی، با استفاده موفقیت‌آمیز او از مواد آبله گاوی برای ایجاد ایمنی به‌سرعت گسترش



قبل از مجوز استفاده از واکسن‌ها هر واکسن جدی کاندیدی باید از نظر ایمن بودن (safety) و ایمنی‌زایی (immunogenicity) ارزیابی و میزان اثربخشی آن مورد ارزیابی قرار گیرد.

دستورالعمل‌ها برای برنامه‌ریزی مسیر پیشرفت و توسعه یک نامزد واکسن جدید توسط سازمان‌های داروهای اروپایی EMA، سازمان بهداشت جهانی WHO و سازمان غذا داروی ایالات متحده USDA صادر می‌شوند.

تعداد کمی از واکسن‌های کاندید می‌توانند از آزمایشگاه و مرحله پیش بالینی به مراحل بالینی راه پیدا کنند.

در نگاهی جزئی‌تر چرخه توسعه واکسن یک فرآیند متشکل از مراحل اکتشافی، پیش‌بالینی، کار آزمایشی بالینی، تأیید مجوز، تولید انبوه و کنترل کیفیت است. مرحله اکتشافی شامل تحقیقات پایه است و دانشمندان در این مرحله آنتی‌ژن طبیعی یا ساختگی مؤثر در پیشگیری یا درمان بیماری موردنظر را شناسایی می‌کنند.

مطالعات پیش‌بالینی از سامانه‌های کشت سلولی یا کشت بافت و آزمون‌های حیوانی برای ارزیابی ایمنی واکسن‌های کاندید و القای پاسخ ایمنی یا توانایی برای تحریک پاسخ ایمنی استفاده می‌کند.

این مطالعات به محققان در مورد پاسخ‌های ایمنی که در انسان انتظار دارند ایده‌هایی می‌دهد و همچنین ممکن است مشخص‌کننده دوز شروع ایمن برای مرحله بعد تحقیقات و اجرای واکسن پیشنهاد دهد. محققان ممکن است در این مرحله در راستای افزایش تأثیرپذیری واکسن اقداماتی انجام دهند و مطالعات چالش‌برانگیز بر روی حیوانات داشته باشند. بسیاری از واکسن‌ها هیچ‌وقت از این مرحله رد نمی‌شوند، زیرا در ایجاد پاسخ ایمنی مورد انتظار شکست می‌خورند.

هنگامی که محمول مطالعات پیش‌بالینی را گذرانده است و سرمایه‌گذار و محقق در حال انجام آزمایش‌های بالینی است یک درخواست دارویی جدید به سازمان‌های نظارتی (مثل سازمان غذا داروی ایالات متحده) ارسال می‌کند که حاوی اطلاعاتی در خصوص پتانسیل و اثربخشی واکسن است. (IND)

مرحله کار آزمایشی بالینی در سه زیر مرحله یا سه فاز انجام می‌شود: I فاز، II فاز و III فاز.

ایمنی بدن چگونه به میکروب پاسخ می‌دهد، چه کسی باید در برابر میکروب واکسینه شود و بهترین فناوری یا رویکرد برای ایجاد واکسن چیست که بر اساس تعدادی از این عوامل، دانشمندان تصمیم می‌گیرند کدام نوع واکسن را تولید کنند.

### ۳ نوع واکسن اصلی وجود دارد:

واکسن‌های تمام پاتوژن: واکسن‌های متداول که شامل پاتوژن‌های کشته یا ضعیف شده است به طوری که نمی‌توانند باعث بیماری شوند.

(واکسن‌های غیرفعال شده، واکسن‌های زنده ضعیف شده، واکسن‌های کایمریک)

واکسن‌های زیر واحدی: در این نوع واکسن از بخش‌های خاصی از میکروب مانند پروتئین، قند یا کپسید آن استفاده می‌کنند.

(واکسن‌های پلی‌ساکاریدی، واکسن‌های کونژوگه، واکسن‌های توکسوئیدی، واکسن‌های ناوذره)

واکسن‌های اسید نوکلئیک: واکسن‌هایی که برای تولید آن‌ها از مواد ژنتیکی کدکننده آنتی‌ژن یا آنتی‌ژن‌های عامل بیماری‌زا که پاسخ ایمنی ایجاد می‌کنند، استفاده می‌کنند.

(DNA پلاسمید، mRNA و کتور نوترکیب) ساخت واکسنی ایمن و مؤثر یک فرآیند طولانی و پیچیده است که برای ساختن آن ۱۰ الی ۱۵ سال زمان و یک میلیارد دلار بودجه لازم است.

این روزها ویروس کرونا از زمان شیوع تاکنون علاوه بر خسارات جانی بسیار، تأثیرات اقتصادی و روانی زیادی هم در پی داشته است. این ویروس با سرعت غیرقابل وصفی در مدتی کوتاه تمام جهان را فراگرفته و همچنان می‌تازد.

به گفته متخصصان، کووید ۱۹ تازه‌نفس قرار است تا مدتی مهمان مردم کره زمین باشد، از این‌رو بسیاری از دانشمندان جهان شبانه‌روز در تلاش‌اند تا این مهمان ناخوانده را هر چه زودتر از روی زمین ریشه‌کن کنند.

همان‌طور که پیداست تأیید و تولید انبوه یک واکسن به آسانی میسر نیست اما تاکنون فکر کرده‌اید که توسعه و ثبت واکسن چه مراحل طولانی و پیچیده‌ای دارد؟ در ادامه با نحوه عملکرد واکسن و روند توسعه‌ی یک واکسن آشنا می‌شویم.



## مطالعات فاز اول :

به اولین تجویز و استفاده از واکسن کاندید برای انسان و اطلاعات اولیه به دست آمده از آن اشاره دارد .

هدف اصلی در اینجا ارزیابی ایمنی و واکنش زایمی واکسن مورد نظر است در حالی که هدف دوم جمع آوری اطلاعاتی در مورد پاسخ ایمنی است.

گاهی اوقات مقدار دوز برنامه واکسیناسیون و نحوه استفاده از واکسن نیز ارزیابی می شود .

مطالعات فاز اول انسانی معمولاً آزمایش های کوچک و کوتاه مدت هستند که در تعداد کمی افراد بزرگسال دارای سیستم ایمنی نرمال و سالم انجام می شود که در معرض خطر پایین ابتلا به عفونت مربوط به واکسن هستند.

بر اساس نتایج مطالعات در بزرگسالان مطالعات بعدی فاز I ممکن است در گروه های سنی مختلف یا جمعیتی نزدیک به جمعیت مورد نظر انجام شود تا اختلافات احتمالی در دوز، ایمنی و برنامه واکسیناسیون را ارزیابی کند.

بعد از ایمنی سازی نیاز به مراقبت روزانه از افراد جهت نظارت بر عوارض جانبی ناشی از واکسن ضروری است. تحمل و واکنش پذیری ناشی از واکسن یا همان روند واکسیناسیون (از جمله یافتن حداقل تیتراژ مقدار واکسن که باعث ایمنی می شود) از مهم ترین نتایج ایمنی است که در آزمایش های فاز اول مورد ارزیابی قرار می گیرد.

## مطالعات فاز دوم :

واکسن کاندید باید بعد از دست یابی به نتایج رضایت بخش از مطالعات فاز اول، ارزیابی فاز دوم را آغاز می کند. در این مرحله هدف به دست آوردن دوز بهینه و برنامه ریزی ها برای تأیید آزمایش های فاز سوم است. مطالعات این فاز از قدرت آماري مطلوب و اندازه نمونه مشخص برخوردار هستند و از این رو انتظار می رود که نتایج بالینی معنی داری در موردی ایمنی زایمی و کارایی نهایی واکسن فراهم کند. مطالعات فاز دوم تأثیر متغیرهای متعدد بر پاسخ ایمنی مانند : سن، قومیت، جنسیت و حضور آنتی بادی های مادری را ارزیابی می کند. مقدار دوز های واکسن، فاصله بین هر دوز واکسن، نحوه مصرف، مدت زمان مصونیت،

نیاز احتمالی به تقویت ایمنی و ... نیز مورد بررسی قرار می گیرند.

جمعیت مورد مطالعه در فاز دوم صدها تا هزار نفر از جمعیت هدف را که در معرض خطر ابتلا به عفونت یا بیماری هستند شامل می شود.

یک جمعیت بزرگ به محققان اجازه می دهد تا با اطمینان نتیجه بگیرند که واکسن انتخابی ایمنی زایمی رضایت بخشی دارد و محافظ است.

جمعیت مورد مطالعه می تواند بسته به هدف مطالعه بزرگسالان نوجوانان کودکان نوزادان و حتی زنان باردار را شامل شود. به دلیل مدت طولانی که آزمایش ها و مشاهدات ممکن است نیاز داشته باشند، ایمنی طولانی مدت واکسن در تعداد زیادی افراد قابل ارزیابی است. علاوه بر این جمعیت های مختلف می توانند برای کاهش هزینه ها و صرفه جویی در وقت و درعین حال جمع آوری داده های معنادار در کشورهای مختلف ثبت نام کنند تا بتوانند برای توسعه واکسن در مرحله بعد داوطلب شوند.

## مطالعات فاز سوم:

در این مرحله افراد واکسینه شده با افرادی مقایسه می شوند که دارونما یا واکسن دیگری دریافت کرده اند.

آزمایش های فاز سوم برای ثبت و تأیید بازار واکسن ضروری است و تأثیر فرمولاسیون نهایی را ارزیابی می کند. بنابراین محققان می توانند در مورد ایمنی و اثربخشی واکسن جدید اطلاعات بیشتری کسب کنند و عوارض جانبی متداول را شناسایی کنند.

اثر واکسن یا Vaccine Efficacy که به صورت درصد کاهش بروز بیماری یا عفونت در بین افراد واکسینه بیان می شود را می توان در این مرحله تعریف کرد.

جمعیت مورد مطالعه در آزمایش های فاز سوم آزمایش های بالینی در مقیاس بزرگ هستند که هزاران نفر از افراد مورد نظر را در برمی گیرد.

آزمایش این افراد به اصطلاح در *in field* یا همان به صورت میدانی انجام می پذیرد که مشابه استفاده روزمره آن در آینده است.

شیوع بیماری در جمعیت مورد مطالعه بر اندازه نمونه تأثیر دارد. برای انتخاب مکان آزمایش بالینی این فاز



منابع :

1. Mitchell, V. S., Philipose, N. M., & Sanford, J. P. (۱۹۹۳). Stages of Vaccine Development. In The Children's Vaccine Initiative: Achieving the Vision. National Academies Press (US):
۲. Singh, K., & Mehta, S. (۲۰۱۶). The clinical development process for a novel preventive vaccine: An overview. Journal of postgraduate medicine, ۶۲(۱), ۴
۳. <https://www.cdc.gov/vaccines/basics/test-approve.html>
۴. <https://www.fda.gov/vaccines-blood-biologics/development-approval-process-cber/vaccine-product-approval-process>
۵. <http://www.immune.org.nz/vaccinesvaccine-development/berief-history-vaccination>
۶. <http://www.historyofvaccines.org/index.php/content/articles/vaccine-development-testing-and-regulation>
۷. <https://www.niaid.nih.gov/research/vaccine-types>

مطالعه اپیدمیولوژی پایه بسیار مهم است. که این به معنای نیاز به داده‌های مربوط به سرشماری‌های منظم، مهاجرت‌ها، شغل، میزان تولد و مرگ میر سن خاص متوسط شیوع بیماری، خطر انتقال و تظاهرات بالینی بیماری است.

در این مرحله گفت‌وگوهایی با نمایندگان جامعه محلی انجام می‌شود و پس از توضیح در مورد جنبه مهم مطالعه پیشنهادی به آن‌ها اطمینان داده می‌شود که بهترین شیوه‌های اخلاقی در طول مطالعه دنبال خواهد شد.

در این مطالعات پیشنهاد می‌شود حدود ۳۰۰۰ نفر شرکت کنند اما باین حال در برخی مطالعات فاز سوم اندازه نمونه‌های عظیم (۳۰۰۰۰ نفر) نیز دیده می‌شود.

اگر نتایج فاز III رضایت‌بخش باشد سازنده واکسن می‌تواند با ارائه درخواست مجوز محصول (PLA) که حاوی اطلاعاتی در مورد روند تولید واکسن، کنترل کیفیت و نتایج مطالعات بالینی که مستند به ایمنی و اثربخشی واکسن در جمعیت عمومی است) را برای گرفتن مجوز تولید واکسن و بازاریابی محصول به سازمان‌های نظارتی ملی (FDA) ارائه می‌دهد.

تولیدکنندگان ضمن راضی کردن سازمان FDA، سند دوم یا مجوز استقرار (ELA) را نیز ارائه می‌دهند که تجهیزات و کارکنان درگیر در فرایند تولید را توصیف کند.

در صورت تأیید مستندات و کار آزمایشی‌های بالینی واکسن تأییدیه و مجوز سازمان‌های نظارتی را دریافت می‌کند. بعد از این مرحله این سازمان‌ها عوارض جانبی و بالقوه واکسن را که ممکن است در مراحل قبل نشان داده نشده باشد مورد ارزیابی قرار می‌دهند و به دنبال آن واکسن موردنظر می‌تواند به تولید انبوه رسیده و در نهایت گام کنترل کیفی را طی کند.





## چند رسانه‌ای

نگار خلیلی

کارشناسی زیست‌فناوری  
دانشگاه الزهراء(س)

در چند رسانه‌ای این شماره به معرفی دوره‌های مختلف آموزش مجازی می‌پردازیم.

دوره‌های مهارت‌آموزی ibiology، که به رایگان و با حمایت NIH، تهیه شده‌اند عنوان جالب و کاربردی دارند.

این دوره‌ها با گواهی شرکت در دسترس هستند.

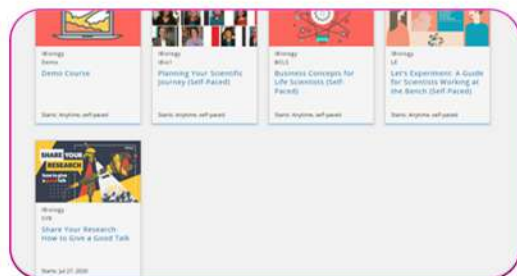
- چگونه پژوهش خود را به اشتراک بگذاریم / چگونه

سخنرانی خوبی داشته باشیم؟

- برنامه ریزی مسیر پژوهشی خود

- کسب و کار در علوم زیستی

- راهنمای پژوهشگران در آزمایشگاه‌های تجربی



<https://courses.ibiology.org/courses>



چنانچه دوست دارید اطلاعات به روزی در مورد ویروس کرونای جدید باشید، دوره‌های متنوع و بسیار جامع و با پشتیبانی خیلی خوب در پلتفرم FutureLearn در حال برگزاری هستند.



<https://www.futurelearn.com/search?q=covid-19>

<https://www.futurelearn.com/subjects/healthcare-medicine-courses/coronav>

