

# روش‌های غیرعادی تولید مثل جنسی



وحید حنفی

دبیر زیست‌شناسی دبیرستان‌های بیرجند

مقدمه

در کتاب زیست‌شناسی و آزمایشگاه ۲ (سال سوم تجربی) در درس تولیدمثل جنسی (فصل هفتم) بکرزایی به صورت گذرا، مطرح شده و در پاسخ به این سؤال که چرا بکرزایی روی می‌دهد، به چگونگی انجام بکرزایی اشاره‌ی مختصری شده است.

این نحوه‌ی تولیدمثل جنسی هرچند که به دفعات و به صورت طبیعی در میان گونه‌های مختلف جانوران به وقوع می‌پیوندد، ولی همچنان جذابیت خاصی دارد و توجه دانشمندان و علاقه‌مندان به زیست‌شناسی را به خود جلب کرده است.

در این مقاله سعی شده است ضمن معرفی اجمالی انواع روش‌های غیرعادی تولیدمثل جنسی، بیش‌تر به بکرزایی و انواع آن پرداخته شود و با ارائه‌ی مثال‌هایی که در طبیعت رخ می‌دهد، این نحوه‌ی تولیدمثل جنسی مورد موشکافی دقیق‌تر قرار گیرد.

کلمات کلیدی: تولیدمثل جنسی، بکرزایی.

جنین‌های بیش‌تر جانوران به طور طبیعی از طریق تولیدمثل جنسی، یعنی از ترکیب سلول‌های جنسی نر و ماده و سپس تشکیل سلول تخم و رشد و نمو آن به وجود می‌آیند؛ اما گاهی در برخی گونه‌های جانوری تولیدمثل جنسی به طور غیرطبیعی صورت می‌گیرد و سرانجام فرد جدید بدون آن که از ترکیب سلول‌های جنسی نر و ماده به دست آمده باشد، فقط از تقسیم یکی از آن‌ها که بیش‌تر گامت ماده است، به وجود می‌آید. این حالت‌های غیرطبیعی تولیدمثل جنسی را می‌توان به سه شکل زیر در طبیعت مشاهده کرد:

۱. ماده‌زایی<sup>۱</sup>: در این نوع تولید مثل، اسپرم به درون تخمک نفوذ می‌کند، اما پیش‌هسته‌ها (هسته‌های اسپرم و تخمک) با یکدیگر ترکیب نمی‌شوند و غالباً اسپرم درون تخمک از بین می‌رود و سلول تخمک با تقسیم‌های شکافتگی به فرد کاملی تبدیل می‌شود. مثالی از این نوع را می‌توان در کرم Rhabditis مشاهده کرد. هرگاه اسپرم این کرم به طور طبیعی تخمک را بارور سازد، از رشد و نمو



## برگ اشتراک مجله‌های رشد

### شرایط

۱- واریز مبلغ ۳۰/۰۰۰ ریال به ازای هر عنوان مجله درخواستی، به صورت علی‌الحساب به حساب شماره ۳۹۶۶۲۰۰۰ بانک تجارت شعبه سه راه آزمایش (سرخره حصار) کد ۳۹۵ در وجه شرکت افست.

۲- ارسال اصل رسید بانکی به همراه برگ تکمیل شده اشتراک.

+ نام مجله:

+ نام و نام خانوادگی:

+ تاریخ تولد:

+ میزان تحصیلات:

+ تلفن:

+ نشانی کامل پستی:

استان: ..... شهرستان: .....

خیابان: .....

پلاک: .....

کدپستی: .....

+ مبلغ واریز شده:

+ شماره و تاریخ رسید بانکی:

+ آیا مایل به دریافت مجله درخواستی به صورت پست پیش‌نشانز

هستید؟ بله  خیر

امضا:

نشانی: تهران - صندوق پستی مشترکین ۱۶۵۹۵/۱۱۱

نشانی اینترنتی: www.roshdmag.ir

پست الکترونیک: Email:info@roshdmag.ir

شماره مشترکین: ۷۷۳۳۶۴۵۶-۷۷۳۳۵۱۱۰

پیام‌گیر مجلات رشد: ۸۸۳۰۱۴۸۲- ۸۸۳۳۹۲۳۲

### یادآوری:

+ هزینه برگشت مجله در صورت خوانا و کامل نبودن نشانی، بر عهده مشترک است.

+ مبنای شروع اشتراک مجله از زمان وصول برگ اشتراک است.

+ برای هر عنوان مجله برگ اشتراک جداگانه تکمیل و ارسال کنید (تصویر برگ اشتراک نیز مورد قبول است).



تخم لقاح یافته سرانجام یک کرم نر تشکیل خواهد شد. ولی هرگاه اسپرم پس از ورود به تخمک از بین برود تخمک دومین گویچه‌ی قطبی خود را از دست نمی‌دهد، به تقسیم و رشد و نمو ادامه می‌دهد و سرانجام فرد ماده‌ای ایجاد می‌کند.

۲. نر زایی<sup>۲</sup>: نر زایی رشد و نمو سلول تخم فقط توسط هسته‌ی نر است. در این عمل پیش هسته‌ی ماده قبلاً از بین رفته و با از سیتوپلاسم جدا شده است و در نتیجه‌ی نفوذ اسپرم و فعال شدن هسته‌ی آن، سیتوپلاسم تخمک با آغاز تسهیم، فرد جدیدی به وجود می‌آورد. این نوع جانوران غالباً وضعیت هاپلوئید پیدا می‌کنند. نر زایی از موارد استثنایی رشد و نمو جنینی است. این نوع تولیدمثل جنسی بیش تر از طریق تجربی امکان پذیر است.

۳. بکرزایی<sup>۳</sup>: بکرزایی رشد اووسیت بدون دخالت اسپرماتوزوئید است. بکرزایی مشتقی از فرایند عادی لقاح است و همانند نر زایی و ماده‌زایی نوعی تولید مثل جنسی به شمار می‌رود، چون با تقسیم میوز همراه است.

در نوعی تقسیم بندی، جانوران بکرزا را در دو گروه «بکرزای هاپلوئید» و «بکرزای دیپلوئید» قرار می‌دهند. شیوه‌ی رسیدن اووسیت‌های بکرزا شباهت زیادی به اووسیت‌های عادی دارد؛ ولی تفاوت اصلی در تفکیک کروموزوم‌ها هنگام میوز است. می‌توان از جانوران بکرزای هاپلوئید «زنبور عسل» و از بکرزاهای دیپلوئید «مارها» را نام برد.

تخمک‌های بسیاری از بی‌مهرگان و بعضی از مهره‌داران در صورتی که بدون حضور اسپرم و به صورت مصنوعی فعال شوند، قادر به رشد و نمو طبیعی هستند. هرچند در پستانداران، بکرزایی وجود ندارد، اما جلوگیری از تشکیل اجسام قطبی موش در طی میوز، تخم‌های دیپلوئیدی ایجاد می‌کند که منشأ تخمکی دارند. این سلول‌ها تقسیم می‌شوند و جنین‌هایی با طناب پشتی (نخاع)، ماهیچه، استخوان و اندام‌هایی مانند قلب ضربان دار، به وجود می‌آورند. اما رشد و نمو این گونه تخم‌ها ادامه نمی‌یابد و در مدت ۱۰ تا ۱۱ روز، تفاوت‌های زیادی بین جنین‌های عادی و بکرزا قابل مشاهده خواهد بود. پس از این مدت جنین‌های حاصل از بکرزایی رو به نابودی می‌گذارند و به طور عمده اندام‌های خود را از دست می‌دهند. از این رو رشد و نمو در پستانداران (موش) نمی‌تواند با کروموزوم‌هایی که فقط از تخمک منشأ می‌گیرند، انجام شود. بکرزایی طبیعی به چند شکل در طبیعت وجود دارد که عبارت‌اند از: بکرزایی دوره‌ای<sup>۴</sup> یا اجباری، بکرزایی اختیاری<sup>۵</sup> و زه‌زایی<sup>۶</sup>.

## بکرزایی طبیعی

### الف. بکرزایی دوره‌ای

بکرزایی دوره‌ای یا اجباری، در انواعی از تخمک‌ها دیده می‌شود که اجباراً دارای رشد و نمو جنینی بدون لقاح‌اند. در بعضی

موارد از این نوع بکرزایی برحسب شرایط ساختاری و فیزیولوژیکی بدن جانور، دوره‌ی تولیدمثل از طریق بکرزایی توسط تولیدمثل جنسی قطع می‌شود، یعنی در یک مرحله از دوره‌ی زندگی بکرزایی و در مرحله‌ی دیگر لقاح انجام می‌شود. این نوع بکرزایی غالباً در انواعی از دافنی‌ها، حشرات نازک‌بال مانند زنبور عسل، زنبور معمولی و مورچه‌ها، نیم‌بالان مانند شته‌ها و گردان‌تنان<sup>۷</sup> به وفور دیده می‌شود.

### بکرزایی در گردان‌تنان

گردان‌تنان ماده در فصول مختلف معمولاً دو نوع تخم «تابستانی» و «زمستانی» تولید می‌کنند. تخم‌های تابستانی دارای غلاف نازکی‌اند، در نتیجه‌ی بکرزایی ایجاد شده‌اند و فقط جنس ماده‌ی آن‌ها را به وجود می‌آورد که در شرایط مناسب تعدادی از این نسل‌ها پدیدار می‌شوند. سپس به علت تغییراتی در شرایط محیطی نسلی پدید می‌آید که در آن بعضی از ماده‌ها از طریق بکرزایی تخم‌های کوچک می‌گذارند و از این تخم‌ها فقط جنس نر به وجود می‌آید و بقیه‌ی ماده‌ها از طریق بکرزایی تخم‌های بزرگ‌تری می‌گذارند که فقط جنس ماده به بار می‌آورند. نرها بعداً اسپرم تولید می‌کنند و ماده‌ها را به روش لقاح داخلی بارور می‌سازند. ماده‌ها از آن پس شروع به تخم‌گذاری می‌کنند. این تخم‌ها، تخم زمستانی است و هر یک غلافی ضخیم و مقاوم دارد. این تخم‌ها نیازمند یک دوره‌ی استراحت‌اند و شرایط سخت آب و هوایی را تحمل می‌کنند و سپس در آب‌های مناسب از این تخم‌ها جنس‌های ماده بیرون می‌آیند و مرحله‌ی تابستانی را از نو شروع می‌کنند.

### بکرزایی در شته‌ها

در بکرزایی دوره‌ای معمولاً در مرحله‌ای از زندگی، تولیدمثل از طریق بکرزایی و در مرحله‌ی دیگر از طریق تشکیل نرها و ماده‌ها

لقاح انجام می شود. شته‌ها مثال خوبی از این موردند. در ابتدای فصل بهار در نتیجه‌ی شکستن تخم، تعدادی شته‌ی ماده‌ی بنیان‌گذار که زنده‌زا و بی‌بال‌اند، به وجود می‌آیند. از این شته‌ها چندین نسل شته‌ی ماده‌ی زنده‌زای بی‌بال از طریق بکرزایی به وجود می‌آورند (در طی به وجود آمدن این نسل‌ها، شته‌ی نر وجود ندارد). این وضعیت تولیدمثلی تا اواخر تابستان ادامه می‌یابد و بالاخره در اواخر تابستان و فصل پاییز ماده‌های بالدار زنده‌زا به وجود می‌آیند که جنس‌زا هستند. این ماده‌ها به طریق بکرزایی دو جنس نر و ماده‌ی تخم‌گذار به وجود می‌آورند. با آمیزش نر و ماده‌ها، مجدداً تخم‌گذاری آغاز می‌شود. تخم‌های زمستانی در سطح خود پوسته‌ای دارند که آن‌ها را به شرایط محیطی و سرما مقاوم می‌کند.

### موارد خاص در بکرزایی دوره‌ای

۱. **بکرزایی ناقص** - در این نوع بکرزایی سیر تکامل و رشد و نمو جنینی شروع می‌شود، ولی ادامه نمی‌یابد؛ نظیر «کیست‌های تخمدانی» انسان و یا در پرندگانمانند مرغ که تخمک باکره تا حدودی تقسیمات خود را انجام می‌دهد، ولی آن را ادامه نمی‌دهد. گاهی در زنان توموری رحمی به نام توده‌ی هیداتیدی ریخت<sup>۸</sup> (مول‌هیداتید) نمو می‌یابد. در این حالت و در شرایطی که جنین وجود ندارد، بافت جفتی جنین به صورت غیرطبیعی بزرگ می‌شود. اکثریت این توده‌ها در وضعیتی به وجود می‌آیند که اسپرمی هاپلوئید، تخمکی را بارور می‌کند که در آن تخمک، پیش‌هسته‌ی ماده وجود ندارد. کروموزوم‌های اسپرم پس از ورود به تخمک، مضاعف می‌شوند، از این رو عدد کروموزومی به صورت دیپلوئید حفظ می‌شود. بنابراین ژنوم منشأ اسپرمی دارد. در این حالت سلول‌ها زنده‌اند، تقسیم می‌شوند و تعداد کروموزوم‌های طبیعی دارند، اما رشد و نمویشان غیرطبیعی است.

۲. **بکرزایی تصادفی** - در بعضی از جانوران که لقاح طبیعی دارند، گاه بکرزایی اتفاق می‌افتد که برخی از آن‌ها روش ماده‌پروری را در پیش می‌گیرند، مانند انواع یک‌روزه‌ها، کنه‌ها، کفشدوزک‌ها و بعضی روش نرپروری، مانند برخی از فلس‌بالان و خارپوستان.



### ب. بکرزایی اختیاری

این روش بکرزایی غالباً در انواع نازک‌بالان که زندگی اجتماعی دارند و بعضی از کنه‌ها دیده می‌شود. در این نوع بکرزایی عده‌ای از تخم‌ها بعد از لقاح طبیعی و عده‌ای دیگر از راه بکرزایی، رشد و نمو جنینی خود را طی می‌کنند، مانند زنبورعسل.

### ج. زه‌زایی

زه‌زایی نوع خاصی از بکرزایی دوره‌ای است که در حالت لاروی صورت می‌گیرد و اغلب با زنده‌زایی همراه است. به علت این که لاروها فاقد سوراخ تخم‌گذاری هستند، از این جهت لاروهای جوان با پاره کردن اندام مادری از آن بیرون می‌آیند. این نوع بکرزایی غالباً در حشرات دوبرال دیده می‌شود. مثلاً لاروهای مگس گال‌ساز<sup>۹</sup> به نام میاستور<sup>۱۰</sup> هنگامی که شرایط آب و هوایی مساعد باشد، تخم‌هایی تولید می‌کنند که از طریق بکرزایی رشد می‌کنند و سایر لاروها را به وجود می‌آورند. ولی هنگامی که شرایط محیطی مناسب نباشد، لاروهای این مگس دگردیسی انجام می‌دهند و به مگس‌های بالغ تبدیل می‌شوند. مگس‌های حاصل از راه جنسی تولیدمثل و تخم‌گذاری می‌کنند.

در کرم کبک<sup>۱۱</sup> و در طی مرحله‌ی لاروی اسپوروسیست<sup>۱۲</sup> تخمک‌های بارور نشده‌ای تولید می‌شود که مرحله‌ی غیرجنسی دیگری به نام ردیا<sup>۱۳</sup> از آن به وجود می‌آید. این نوع بکرزایی را که در میان لاروها دیده می‌شود، اصطلاحاً زه‌زایی می‌گویند. لاروهای نوعی سمندر به نام سمندر بیری<sup>۱۴</sup> (Ambistoma tigrinum) و برخی دیگر از افراد خانواده‌ی Ambystomidae در موقعیتی خاص از نظر جنسی بالغ می‌شوند، جفت‌گیری و تخمک‌های بارور شده تولید می‌کنند. به این پدیده نئوتنی<sup>۱۵</sup> می‌گویند.

### بکرزایی در مهره‌داران

بکرزایی علاوه بر بی‌مهرگان در میان مهره‌داران نیز دیده شده است. گونه‌هایی از ماهیان، قورباغه‌ها، سوسماران، مارها و حتی پرندگانی مانند بوقلمون توانایی بکرزایی دارند. این فرایند در سوسماران و مارهایی که سال‌ها دور از جنس نر و در اسارت زندگی کرده‌اند، مانند مارهای باغ وحش دیده شده است. پیتون ببری سیاه<sup>۱۶</sup> مار غول‌پیکری است که از طریق بکرزایی کلون‌هایی تولید می‌کند که دقیقاً مشابه هم هستند.

خزندگان ماده توانایی فوق‌العاده‌ای در ذخیره‌سازی اسپرم برای دوره‌های طولانی دارند و از این اسپرم‌ها در زمان‌های مناسب برای لقاح تخمک‌هایشان استفاده می‌کنند. بنابراین حتی یک ماده‌ی در اسارت، اگر سال‌ها بدون جفت زندگی کند، می‌تواند صاحب فرزند شود. اما تعدادی از گونه‌های مارها نمی‌توانند عمل ذخیره‌سازی



اسپرم را به مدت طولانی انجام دهند و بنابراین ناچار به انجام بکرزایی می شوند.

## بکرزایی مصنوعی

ژاک لوپ<sup>۱۳</sup> در سال ۱۹۰۰ با سوزن زدن به هزاران تخمک قورباغه، رشد و نمو جنینی را در بسیاری از آن‌ها تحریک کرد و بدین ترتیب بیش از ۲۰۰ نوزاد قورباغه به دست آورد و از آن‌ها نیز نزدیک به صد قورباغه در جریان دگرذیسی یا خارج از آن پرورش داد. ضمناً در میان این قورباغه‌ها هر دو جنس نر و ماده به وجود آمدند. سایر محققان نیز با این روش تعداد کم‌تری قورباغه پرورش دادند. این قورباغه‌ها از لحاظ تعداد کروموزومی دیپلوئیدند.

برخی دیگر از محققان با تحریک مصنوعی تخمک خرگوش که بعداً در رحم خرگوش ماده‌ی دیگری قرار داده شد، یک خرگوش «بدون پدر» به دست آوردند.

بکرزایی مصنوعی فعال شدن تخمک به کمک عوامل فیزیکی یا شیمیایی است. در واقع علت اصلی فعال سازی تخمک، یون‌های کلسیم هستند. به همین علت هر عاملی که یون‌های کلسیم درون سلولی را افزایش دهد، می‌تواند سبب بکرزایی مصنوعی شود.

## مشکلات بکرزایی

بعضی از جانوران مانند برخی از کرم‌های پهن، گردان تنان، حشرات، دوزیستان و خزندگان دارای بکرزایی طبیعی هستند. این جانوران باید بر دو مسئله‌ی مهم که در حالت عادی با ورود اسپرم

برطرف می‌شود، غلبه کنند.

اولین مسئله آن است که باید عوامل متناوب برای شروع برنامه‌ی فعال سازی آن‌ها رخ دهد. روش‌های مورد استفاده برای این منظور متفاوت، ولی معمولاً شامل اختلالات فیزیکی در تخمک هستند. مثلاً در زنبوران بکرزا عامل فعال شدن تخمک، دریافت یک تحریک مکانیکی توسط تخمک در ضمن عبور از مجاری تناسلی ماده است. تکامل سوسک‌های بکرزا به وسیله‌ی باکتری‌های همزیستی که در دستگاه تولید مثلی، وارد تخمک می‌شوند، آغاز می‌شود. برخی از سمندره‌های بکرزا روش غیرمعمول فعال سازی را از خود نشان می‌دهند. آن‌ها با سمندره‌های نرگونه‌های دیگر جفت‌گیری می‌کنند و اسپرم غیراختصاصی که به تخمک آن‌ها وارد می‌شود، آن را فعال می‌کند. سپس هسته‌ی اسپرم در سیتوپلاسم تخمک تحلیل می‌رود و نمی‌توند از نظر ژنتیکی در تشکیل جنین شرکت کند.

دومین مسئله این است که موجودات بکرزا باید روشی برای دیپلوئید کردن کروموزوم‌ها، بدون الحاق پیش‌هسته‌ها، از خود نشان دهند. این مسئله معمولاً با چرخه‌ای اضافی از سنتز DNA و دو برابر شدن کروموزوم‌ها قبل از میوز، یا در طی اولین شکافتگی سلول تخم مرتفع می‌شود.

### زیرنویس

1. Gynogenesis
2. Androgenesis
3. Parthenogenesis
4. Cyclic p.
5. Racultative p.
6. Paedogenesis
7. Rotifers
8. Hydatidiform mole
9. Gall fly
10. Miastor
11. Fasciola hepatica
12. Sporpcyst
13. Redia
14. Tiger salamander
15. Neoteny
16. Python molurus livittatus
17. Jacques Loeb

### منابع و مآخذ

۱. مهدوی شهری، ناصر، جنین‌توتیای دریایی، انتشارات آبیژ، ۱۳۸۳.
۲. پریور، کاظم، جنین‌شناسی، انتشارات میتکان، ۱۳۷۵.
۳. برین دیل، ترجمه‌ی فریده‌ی شریفی، لقاح در جانوران، انتشارات فاطمی، ۱۳۷۵.
۴. حبیبی، طلعت، جانورشناسی عمومی، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۷۳.
۵. چارلز. اج هیمبلر، ترجمه‌ی علی اصغر آذر، تولیدمثل و وراثت، انتشارات مدرسه، ۱۳۷۳.
۶. فقیه خوشایبی، فهیمه، بکرزایی در مارها، رشد آموزش زیست‌شناسی، شماره‌ی ۶۷، تابستان ۸۶.
۷. دورلند. ویلیام الگزاندر نیومن، ترجمه‌ی علیرضا منجمی، فرهنگ پزشکی دورلند، انتشارات بابازاده، ۱۳۸۳.
8. Scott F. Gilbert, Developmental Biology, Sinauer Associates, 2000.