

۱ **روش:** استخراج ژن از باکتری خاکزی و انتقال به گیاه

الف فعال شدن سم در لوله گوارشی حشره

ب (غیر سمی بودن برای گیاه)

پ کاهش دفعات سم‌پاشی

۲ **مزایا**

الف تولید گیاهان مقاوم در برابر بعضی آفت‌ها

ب اصلاح بذر برای تولید گیاهان مطلوب

پ تولید گیاهان مقاوم به خشکی و شوری

ت تنظیم سرعت رسیدن میوه‌ها

ث افزایش ارزش غذایی محصولات

کاربرد زیست‌فناوری در کشاورزی

الف وارد کردن دو توالی دنا توسط دیسک به دو باکتری

ب تولید دو زنجیره پلی‌پپتیدی A و B در باکتری

پ متصل کردن دو زنجیره A و B به هم در آزمایشگاه

۱ تولید داروهای مطمئن و مؤثر

۲ **مثال:** تولید انسولین در باکتری

الف تولید دارو

۱ **روش قدیمی:** ضعیف کردن یا کشتن میکروب‌ها یا غیرفعال کردن سم آن‌ها

۲ **روش جدید:** انتقال ژن آنتی‌ژن سطحی عامل بیماری به یک میکروب غیر بیماری‌زا

ژن درمانی: قرار دادن نسخه سالم یک ژن در یاخته‌های فردی که نسخه ناقص آن را دارد.

اولین ژن درمانی موفقیت‌آمیز: درمان دختر ۴ ساله مبتلا به ناهنجاری ایمنی

۱ قرار دادن نسخه سالم ژن در ویروس غیر بیماری‌زا

۲ انتقال ویروس به لنفوسیت‌ها

۳ بازگرداندن لنفوسیت‌ها به بدن

روش کار

۱ تشخیص ایدز بر اساس تشخیص نوکلئیک‌اسید ویروسی

۲ تشخیص ژن‌های جهش‌یافته در بیماران مستعد سرطان

ت تشخیص بیماری

الف مطالعه عملکرد ژن‌های خاص در بدن

ب مدل مطالعه بیماری‌های انسانی

پ تولید داروهای خاص یا پروتئین‌های انسانی

اهمیت تولید جانوران تراژنی در زیست‌فناوری

کاربرد زیست‌فناوری در پزشکی



مهم‌ترین دستاوردهای زیست فناوری در کشاورزی عبارتند از: **۱** تولید گیاهان مقاوم در برابر آفت‌ها **۲** اصلاح بذر برای تولید گیاهان مطلوب **۳** گیاهان مقاوم به خشکی و شوری **۴** تنظیم سرعت رسیدن میوه‌ها **۵** افزایش ارزش غذایی محصولات **۶** تولید گیاهان زراعی مقاوم در برابر علف‌کش‌ها.

نحوه تولید گیاهان مقاوم در برابر آفت‌ها: برخی باکتری‌های خاکزی در مرحله‌ای از رشد خود، نوعی پروتئین سمی می‌سازند که ابتدا به صورت غیرفعال است. پیش‌سم غیرفعال، تحت تأثیر آنزیم‌های گوارشی حشره شکسته و فعال می‌شود و با تخریب یاخته‌های لوله گوارش حشره، آن را از بین می‌برد.



آلوده شدن غوزه گیاه پنبه به آفت: نوزادان کرمی شکل (لارو) بعضی حشرات به درون غوزه نارس پنبه نفوذ می‌کنند. در نتیجه، آفت در معرض سم قرار نمی‌گیرد و برای از بین بردن آن لازم است چندین بار سم‌پاشی انجام شود. استفاده از گیاهان مقاوم شده به روش زیست فناوری، نیاز به سم‌پاشی مزرعه را کاهش می‌دهد. چون حشره در اثر خوردن گیاه مقاوم شده، می‌میرد و فرصت نفوذ به درون غوزه را از دست می‌دهد.

۱ برای تولید گیاهان مقاوم به آفت، ژن مربوط به این سم را از ژنوم باکتری جدا کرده و پس از همسانه‌سازی، به گیاه مورد نظر انتقال می‌دهند. با این روش، گیاهانی مانند ذرت، سویا و پنبه در برابر آفت مقاوم شده‌اند.

۲ مصرف زیاد سم‌های آفت‌کش، منجر به آلودگی محیط زیست می‌شود. با تولید گیاهان مقاوم در برابر آفت‌ها، می‌توان مصرف سم‌های آفت‌کش را کاهش داد.

زووم: در کتاب درسی می‌خوانیم: «امروزه با کمک فناوری زیستی و تولید پنبه‌های مقاوم، نیاز به سم‌پاشی مزارع پنبه تا حدود زیادی کاهش پیدا کرده است.» بنابراین حتی پس از تولید گیاه پنبه مقاوم در برابر لارو حشرات، نیاز به سم‌پاشی به‌طور کامل از بین نمی‌رود. دلایل نیاز به سم‌پاشی: **۱** قرار نیست حشرات را در مزرعه به حال خود رها کنیم تا از گیاه تغذیه کنند و سپس بمیرند! در این صورت درست است که حشره می‌میرد اما مقداری از محصول نیز آسیب می‌بیند. **۲** این پیش‌سم روی لارو حشرات مؤثر است و آفت‌های دیگر (مثل قارچ‌ها) را از بین نمی‌برد.

۳ ویژه: گیاه پنبه مقاوم شده به روش زیست فناوری در برابر لارو حشرات مقاوم است اما ممکن است توسط آفت‌های دیگری مورد حمله قرار بگیرد. بنابراین پیش‌سم تولید شده توسط گیاه تراژن، آن را در برابر همه انواع آفت‌ها محافظت نمی‌کند.

۴ با روش‌های زیست فناوری می‌توان ژن‌های مؤثر در کیفیت و کمیت را از گیاهان خودرو استخراج و آن‌ها را به گیاهان زراعی منتقل کرد. این کار موجب تولید محصولات بهتر و بیشتر می‌شود.

۵ ویژه: با تولید گیاهان مقاوم به علف‌کش‌ها، مصرف علف‌کش کاهش نمی‌یابد؛ بلکه با استفاده از علف‌کش‌ها، علف‌های هرز از بین می‌روند اما به گیاهان زراعی آسیبی نمی‌رسد.

دقت کنید: علف‌کش‌هایی که راحت در طبیعت تجزیه می‌شوند، محصول فناوری زیستی نیستند. **۶ ترکیبی:** برای افزایش سرعت رسیدن میوه‌ها، علاوه بر روش‌های زیست فناوری می‌توان از هورمون اتیلن نیز استفاده کرد.



مهم‌ترین دستاوردهای زیست فناوری در پزشکی عبارتند از:

۱ تولید دارو: داروهای تهیه شده از منابع غیرانسانی (مانند انسولین جدا شده از لوزالمعدة گاو) پاسخ ایمنی ایجاد می‌کنند. برای تولید انسولین به روش مهندسی ژنتیک، ژن انسولین را وارد باکتری می‌کنند. انسولین تولید شده به روش مهندسی ژنتیک، همانند انسولین طبیعی برای کنترل دیابت نوع ۱ مصرف می‌شود.

۲ تولید واکسن: واکسن باید بتواند دستگاه ایمنی فرد را برای مقابله با عامل بیماری‌زا تحریک کند، اما منجر به بیماری نشود. روش‌های قبلی تولید واکسن، شامل ضعیف کردن میکروب‌ها، کشتن آن‌ها و یا غیرفعال کردن سموم خالص شده آن‌ها بود. به دلیل خطا در تولید این واکسن‌ها، احتمال بروز بیماری در اثر مصرف آن‌ها وجود دارد.

در تولید واکسن به روش مهندسی ژنتیک، ژن مربوط به آنتی‌ژن (پادگن) سطحی عامل بیماری‌زا به یک باکتری یا ویروس غیربیماری‌زا منتقل می‌شود. واکسن هیاتیت B با روش مهندسی ژنتیک تولید شده است.

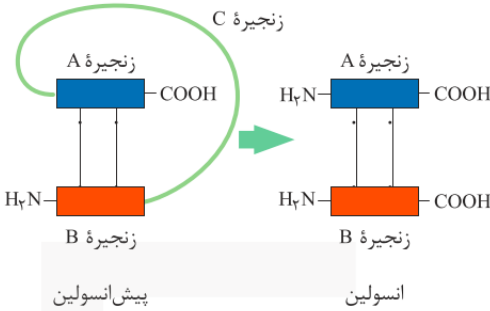
۳ ژن درمانی: ژن درمانی، یعنی قرار دادن نسخه سالم یک ژن در یاخته‌های فردی که دارای نسخه‌ای ناقص از همان ژن است. در این روش، یاخته‌هایی را از بدن بیمار خارج و ژن سالم را با کمک ناقل به آن‌ها وارد می‌کنند؛ سپس یاخته‌های تغییر یافته را به بدن بیمار بازمی‌گردانند.

۴ تشخیص بیماری: قبل از ظهور علائم بیماری میکروبی، می‌توان با شناسایی نوکلئیک اسید عامل بیماری، به وجود آن در بدن پی برد. مثلاً با تشخیص نوکلئیک اسید **ویروس ایدز** می‌توان این بیماری را در مراحل اولیه تشخیص داد.



فلش‌بک: دیابت شیرین نوعی بیماری است که در افراد مبتلا به آن: **۱** یاخته‌ها نمی‌توانند به مقدار کافی گلوکز خون را جذب کنند. **۲** مقدار گلوکز خون از حد طبیعی بالاتر می‌رود و گلوکز همراه با آب زیادی از طریق ادرار دفع می‌شود. **۳** یاخته‌های بدن برای تأمین انرژی مورد نیاز خود، چربی‌ها و پروتئین‌ها را تجزیه می‌کنند که تجزیه چربی‌ها منجر به تولید مواد اسیدی و کاهش pH خون می‌شود. دو نوع دیابت شیرین وجود دارد: افراد مبتلا به دیابت نوع ۱، به دلیل تخریب جزایر لانگرهانس نمی‌توانند به مقدار کافی انسولین بسازند اما در افراد مبتلا به دیابت نوع ۲ انسولین به مقدار کافی تولید می‌شود اما تعداد گیرنده‌های انسولین کم است. دیابت نوع ۱ برخلاف نوع ۲ با تزریق انسولین قابل کنترل است.

تولید انسولین طبیعی



۷ اگرچه اصطلاحاً می‌گوییم مولکول پیش‌انسولین شامل سه زنجیره A، B و C است اما در واقع مجموع این سه زنجیره به صورت یک رشته پلی‌پپتید ساخته می‌شوند. به عبارت دیگر فقط یک ژن سازنده انسولین وجود دارد که محصول آن یک رشته پلی‌پپتیدی است که سه بخش A، B و C دارد.

۸ مولکول **انسولین فعال**، از دو زنجیره کوتاه پلی‌پپتیدی به نام‌های زنجیره‌های A و B تشکیل شده است که با پیوندهایی به هم متصل‌اند.

۹ در انسان و سایر پستانداران، انسولین به صورت یک مولکول **پیش‌هورمون** ساخته می‌شود. پیش‌هورمون انسولین، یک زنجیره پیوسته است و با جدا شدن بخشی به نام زنجیره C، به **هورمون فعال** تبدیل می‌شود.

۱۰ ویژه: در پیش‌هورمون انسولین، زنجیره A در انتهای C (انتهای **کربوکسیل**) و زنجیره B در انتهای N (انتهای **آمین**) قرار دارد.

۱۱ در پیش‌هورمون انسولین، زنجیره C از انتهای کربوکسیل خود به انتهای آمین زنجیره A و از انتهای آمین خود به انتهای کربوکسیل زنجیره B متصل است. بنابراین با جدا شدن زنجیره C، در زنجیره A گروه آمین و در زنجیره B گروه کربوکسیل تشکیل می‌شود.

۱۲ در انسولین فعال، انتهای آمین و انتهای کربوکسیل هر دو زنجیره A و B آزاد هستند.

۱۳ هنگام فعال‌سازی انسولین، دو پیوند پپتیدی شکسته می‌شود اما پیوند جدیدی تشکیل نمی‌شود.

۱۴ ترکیبی: انسولین نوعی **هورمون پروتئینی** است و همانند سایر پروتئین‌های ترشحی توسط رناتن‌های موجود بر روی شبکه آندوپلاسمی ساخته می‌شود، سپس توسط ریزکیسه غشایی به **دستگاه گلژی** منتقل می‌شود و پس از تغییراتی به سوی **غشای یاخته** می‌رود تا از طریق **برون‌رانی** به مایع بین‌یاخته‌ای ترشح و سپس وارد خون شود.

۱۵ مهم‌ترین مرحله در ساخت انسولین به روش مهندسی ژنتیک، تبدیل انسولین **غیرفعال** به انسولین **فعال** است؛ چون تبدیل پیش‌هورمون به هورمون در باکتری انجام نمی‌شود!

۱۶ اگر ژن انسولین را وارد باکتری کنیم، می‌تواند با استفاده از آن پیش‌هورمون انسولین را بسازد اما قادر به حذف زنجیره C و تولید انسولین فعال نیست.

۱۷ مراحل ساخت انسولین به روش مهندسی ژنتیک:

۱ ویژه: دو **توالی دنا** به صورت جداگانه برای رمز کردن زنجیره‌های A و B انسولین تولید شدند.

۲ این دو توالی، به طور جداگانه، به دو **دیسک باکتریایی** منتقل شدند.

۳ دیسک‌های نو ترکیب را به **باکتری** منتقل کردند و باکتری‌ها در محیط حاوی **پادزیست** کشت داده شدند.

۴ باکتری‌ها به صورت جداگانه، زنجیره‌های A و B انسولین را ساختند.

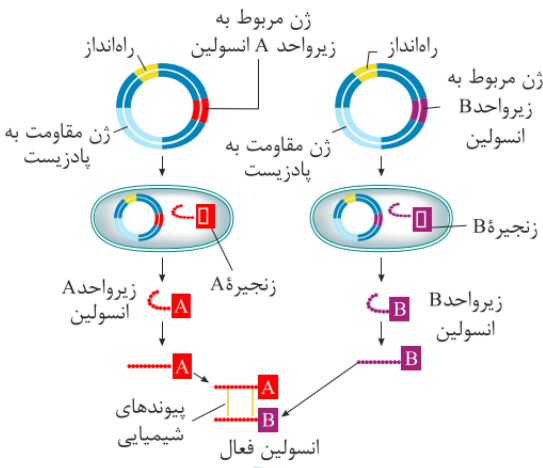
این زنجیره‌ها را جمع‌آوری و در **آزمایشگاه**، توسط پیوندهای شیمیایی خاصی به یکدیگر متصل کردند.



دقت کنید: در تولید انسولین به روش زیست‌فناوری، توالی‌های دناي رمزکننده زنجیره‌های A و B خارج از یاخته ساخته می‌شوند.

۱۸ در تولید انسولین به روش مهندسی ژنتیک، ژن‌های سازنده زنجیره‌های A و B توسط آنزیم **رناسپاراز پروکاریوتی** رونویسی می‌شوند در حالی‌که در بدن انسان، رونویسی از این ژن‌ها بر عهده **رناسپاراز ۲** است.

۱۹ ویژه: در دیسک نو ترکیب حاوی ژن سازنده زیر واحد A و یا B انسولین، بین راه‌انداز و ژن سازنده زیر واحد انسولین **فاصله** وجود دارد.



۲۰ در تولید انسولین به روش مهندسی ژنتیک، هر باکتری دارای یک نوع **دیسک نوترکیب** است و هر دیسک نوترکیب نیز فقط یک ژن خارجی دارد. چون دیسک حاوی ژن زیرواحد A به یک باکتری و دیسک حاوی ژن زیرواحد B نیز به باکتری دیگر منتقل می‌شود.

۲۱ **ویژه** در بدن انسان، انسولین به صورت غیرفعال ترشح نمی‌شود! یعنی قبل از ترشح این هورمون، زنجیره C حذف و انسولین فعال تولید می‌شود و پروتئینی که از یاخته به بیرون ترشح می‌شود، فعال است.

۲۲ **ترکیبی** در محدوده کنکور، پروتئین‌هایی که به صورت غیرفعال ترشح می‌شوند و سپس در شرایط خاصی فعال می‌شوند عبارتند از: ۱) **پپسینوژن** که در محیط اسیدی معده فعال می‌شود. ۲) **پروتازهای لوزالمعده** که در محیط قلیایی دوازدهه فعال می‌شوند. ۳) **پروترومبین** و **فیبرینوژن** که در روند انعقاد خون فعال می‌شوند. ۴) **پروتئین‌های مکمل** که در برخورد با میکروب‌ها به صورت فعال در می‌آیند. ۵) **پیش‌سم** تولید شده توسط نوعی باکتری خاکزی که در لوله گوارشی حشره فعال می‌شود.

تولید واکسن

۲۳ **ترکیبی** واکسن می‌تواند یکی از موارد زیر باشد:

- ۱) **میکروب‌های ضعیف یا کشته شده:** برای تولید این واکسن‌ها، میکروب را حرارت می‌دهند تا ضعیف یا کشته شود. میکروب ضعیف یا کشته شده قادر به ایجاد بیماری نیست اما دستگاه ایمنی با شناسایی آن، می‌تواند پادتن و یاخته‌های خاطره تولید کند.
- ۲) **آنتی‌ژن خشکی شده:** در صورت ورود میکروب، یاخته‌های ایمنی با تشخیص آنتی‌ژن به وجود آن پی می‌برند. بنابراین کافی است آنتی‌ژن میکروب را جدا کرده و پس از غیرفعال نمودن، آن را وارد بدن کنیم تا دستگاه ایمنی با شناسایی آن، یاخته‌های خاطره تولید کند.
- ۳) **سم خشکی شده میکروب:** بعضی میکروب‌ها (معمولاً باکتری‌ها) با ترشح سم بیماری ایجاد می‌کنند. دستگاه ایمنی قادر به شناسایی این سم است. بنابراین اگر بتوانیم سم را پس از جداسازی خشکی کنیم، می‌توانیم از آن به عنوان واکسن استفاده کنیم.
- ۴) **واکسن تولید شده به روش فناوری زیستی:** در این روش، ژن مربوط به آنتی‌ژن سطحی یک میکروب را به میکروب غیربیماری‌زا وارد می‌کنند. در شرایط مناسب، میکروب غیربیماری‌زا تغییر کرده و ظاهری شبیه میکروب بیماری‌زا پیدا می‌کند. این واکسن‌ها هیچ خطری ندارند. چون آنتی‌ژن سطحی میکروب باعث بیماری نمی‌شود و فقط خصوصیات ظاهری آن را ایجاد می‌کند. میکروب غیربیماری‌زا نیز همان‌طور که از نامش مشخص است، نمی‌تواند بیماری ایجاد کند.

۲۴ واکسن‌های تولید شده به روش زیست‌فناوری همانند واکسن‌هایی که قبلاً تولید می‌شدند، با ورود به بدن موجب تولید پادتن و یاخته‌های خاطره می‌شوند. اگر بعداً میکروبی از همان نوع وارد بدن شود، یاخته‌های ایمنی به سرعت آن را شناسایی و پاسخ ایمنی ایجاد می‌کنند.

۲۵ **ترکیبی** واکسن ایمنی فعال ایجاد می‌کند اما ایمنی حاصل از تزریق سرم (پادتن آماده) و یا انتقال پادتن از مادر به جنین، غیرفعال است.

اولین ژن درمانی موفقیت‌آمیز:

۲۶ اولین ژن درمانی موفقیت‌آمیز برای درمان دختری انجام شد که به علت یک نقص ژنی، نمی‌توانست یکی از آزمون‌های مهم دستگاه ایمنی را بسازد.

۲۷ مراحل ژن درمانی:

- ۱) یاخته‌های ویژه‌ای (مثلاً لنفوسیت) را از بدن بیمار استخراج می‌کنند.
- ۲) ویروس را در آزمایشگاه طوری تغییر می‌دهند که نتواند تکثیر شود.
- ۳) ژن درون ویروس جاسازی می‌شود.
- ۴) ویروس تغییر یافته به درون یاخته بیمار منتقل و ژنوم آن با ژنوم یاخته بیمار ترکیب می‌شود.
- ۵) یاخته‌های بیمار پس از ورود ویروس به آن‌ها از نظر ژنتیکی تغییر می‌کنند.
- ۶) یاخته‌های تغییر یافته را به بدن بیمار تزریق می‌کنند.
- ۷) یاخته‌های تغییر یافته ژنتیکی پروتئین مورد نظر را تولید می‌کنند. این پروتئین ممکن است هورمون، پروتئین دفاعی و یا پروتئین دیگری باشد.

۲۸ لنفوسیت‌های دست‌ورزی شده اگر چه توانستند آزمون مورد نیاز بدن را بسازند اما با توجه به این که قدرت بقای زیادی ندارند، لازم بود فرد بیمار به طور متناوب، لنفوسیت‌های مهندسی شده را دریافت کند.

۲۹ برای درمان این افراد، می‌توان از روش‌هایی مانند **پیوند مغز استخوان** و یا **تزریق آونیم** نیز استفاده کرد.

۳۰ **ویژه** در ژن درمانی، نیازی به خارج کردن نسخه معیوب ژن نیست!

۳۱ **ویژه** ژن درمانی فقط می‌تواند برای درمان بیماری‌های وراثتی نهفته مورد استفاده قرار بگیرد. دقت کنید که در ژن درمانی، نسخه طبیعی ژن را وارد یاخته‌ای می‌کنند که نسخه غیرطبیعی آن را دارد. در فردی که بیماری وراثتی بارز دارد وارد کردن نسخه سالم ژن (الل نهفته) تأثیری در رخ نمود فرد ندارد.

۳۲ از روش زیست‌فناوری برای موارد زیر نیز می‌توان استفاده کرد: ۱) تشخیص ژن‌های جهش یافته در بیماران مستعد سرطان ۲) پزشکی قانونی ۳) پروژه‌های تحقیقاتی مانند مطالعه در مورد دنای فسیل‌ها.

۳۳ برای تشخیص ایدز در مراحل اولیه، دنای موجود در خون فرد مشکوک را استخراج می‌کنند. دنای استخراج شده شامل دنای یاخته‌های بدن خود فرد و احتمالاً دنای ساخته شده از روی رنای ویروس است. سپس با روش‌های زیست‌فناوری، دنای ویروس تشخیص داده می‌شود.



زووم: ویروس ایدز یکی از ویروس‌هایی است که مادهٔ وراثتی آن از نوع رناست؛ به همین دلیل، وقتی این ویروس یاختهٔ میزبان را آلوده می‌کند، برای این که بتواند تکثیر شود، از روی رنای خود، دنا می‌سازد و سپس با رونویسی از دنا ی ویروسی، نسخه‌های متعددی از رناهای ویروسی را تولید می‌کند. به همین دلیل در کتاب درسی گفته شده دنا ی ساخته شده از رنای ویروس!



۳۴ در ژن‌درمانی، یاخته‌هایی که نسخهٔ طبیعی ژن را دریافت می‌کنند، باید **توانایی تقسیم** داشته باشند.

کاربرد جانوران تراژنی در زیست‌فناوری

۳۵ مطالعهٔ عملکرد ژن‌های خاص در بدن، مثل ژن‌های **عوامل رشد** و نقش آن‌ها در رشد بهتر دام‌ها

۳۶ کاربرد آن‌ها به عنوان مدلی برای **مطالعهٔ بیماری‌های انسانی** (مانند سرطان، آلزایمر و MS)

۳۷ تولید پروتئین‌های انسانی یا **داروهای خاص در بدن دام‌های تراژن**. مانند تولید پروتئین‌های انسان در گاو یا گوسفند تراژن و استخراج پروتئین انسانی از شیر آن‌ها.

۳۸ مراحل تولید پروتئین انسان در گوسفند:

۱ ژن پروتئین انسانی و **دیسک باکتری** را با یک نوع آنزیم برش داده و سپس با کمک آنزیم **لیگاز**، دنا ی نو ترکیب تولید می‌کنند.

۲ دیسک را وارد **یاختهٔ تخم لقاح یافتهٔ** گوسفند می‌کنند.

البته واقعیت این است که باید با کمک دیسک، ژن انسانی به اووسیت ثانویهٔ گوسفند منتقل شود؛ سپس اووسیت ثانویه با اسپرم لقاح داده می‌شود تا **یاختهٔ تخم** دارای ژن مورد نظر تولید شود!

۳ از رشد و نمو **یاختهٔ تخم**، **گوسفند تراژن** حاصل می‌شود.

۴ گوسفند تراژن پس از زایمان، **شیر حاوی پروتئین انسانی** تولید می‌کند.

۵ **پروتئین انسانی** را از شیر گوسفند تراژن استخراج می‌کنند.

تعریف رفتار: واکنش یا مجموعه‌ای از واکنش‌ها که جانور در پاسخ به محرک یا محرک‌ها انجام می‌دهد.

الف ژنی و ارثی است.

ب در همه افراد یک گونه یکسان است.

ویژگی‌ها

الف ۱. نوک زدن جوجه کاکایی به منقار والد برای درخواست غذا

۲. واریسی نوزادان

ب رفتار مراقبت مادری موش

۱. فعال شدن ژن B در مغز موش مادر

۲. بروز رفتار مراقبت مادری

رفتار غریزی

مثال‌ها

انواع رفتار

۱. تعریف: تغییر رفتار بر اثر تجربه

الف خوگیری (عادی شدن): عدم پاسخ به محرک‌های تکراری که سود و زیانی ندارند.

۱. بی‌توجهی جوجه پرنده‌گان به اجسام درحال افتادن بر اثر دیدن مکرر آنها

۲. بی‌توجهی پرنده‌گان نسبت به مترسک مزرعه

مثال‌ها

۱. مثال: آزمایش پاولوف

۲. محرک طبیعی: غذا (پودر گوشت)

۳. محرک شرطی: صدای زنگ

۴. پاسخ: ترشح بزاق

ب شرطی شدن کلاسیک: بروز پاسخ بر اثر محرک

شرطی پس از همراه شدن با محرک طبیعی

۲. انواع

۱. دریافت پاداش: افزایش احتمال تکرار رفتار

۲. مواجه شدن با تنبیه: کاهش احتمال تکرار رفتار

۳. مثال: غذایابی موش در جعبه اسکینر

پ شرطی شدن فعال: یادگیری با آزمون و خطا

۱. برقراری ارتباط بین تجربه‌های قبلی و موقعیت جدید

۲. برنامه‌ریزی آگاهانه برای حل مسئله

ت حل مسئله

۱. دستیابی شامپانزه به موزهای آویزان از سقف با روی هم گذاشتن چند جعبه

۲. استفاده شامپانزه‌ها از شاخه نازک درختان برای خارج کردن موریانه از لانه

۳. بالا کشیدن گوشت با جمع کردن نخ توسط کلاغ

۳. مثال

۱. در دوره مشخصی از زندگی انجام می‌شود (دوره حساس)

۲. مثال: جوجه‌ها اولین شی متحرکی را که پس از خروج از تخم می‌بینند، دنبال می‌کنند.

ث نقش‌پذیری

الف

بیشتر رفتارهای جانوران محصول برهم‌کنش ژن‌ها و اثرهای محیطی است.

ب

امکان سازگار شدن جانور با تغییرات محیطی را فراهم می‌کند.

برهم‌کنش غریزه و یادگیری

رفتار، واکنش یا مجموعه واکنش‌هایی است که جانور در پاسخ به محرک یا محرک‌ها انجام می‌دهد. محرک انجام رفتار ممکن است درونی و یا بیرونی باشد. بعضی رفتارها از نوع **غریزی** هستند و در مقابل، گروهی از رفتارها نیز **یادگیری** محسوب می‌شوند. البته باید توجه داشت که بیشتر رفتارهای جانوران حاصل برهم‌کنش ژن‌ها و اثرهای محیطی است.

رفتار غریزی: این رفتارها اساس ژنی دارند و ارثی هستند. بنابراین ژن‌های مربوط به انجام این رفتارها توسط گامت‌ها از والدین به فرزندان منتقل می‌شوند. مانند رفتار نوک‌زنی جوجه کاکایی به منقار والد و رفتار مراقبت مادری موش‌ها.

یادگیری: تغییر نسبتاً پایدار در رفتار که در اثر **تجربه** به وجود می‌آید، یادگیری نام دارد. مهم‌ترین انواع یادگیری عبارتند از:

- ۱ خوگیری** (مثل بی‌تفاوتی جوجه پرنده‌گان به اجسام در حال افتادن) **۲ شرطی شدن کلاسیک** (مثل ترشح بزاق سگ بر اثر شنیدن صدای زنگ در آزمایش پاولوف) **۳ شرطی شدن فعال** (مانند غذایابی موش در جعبه اسکینر) **۴ حل مسئله** (مثل دستیابی شامپانزه به موزهای آویزان از سقف)
- ۵ نقش‌پذیری** (مانند نقش‌پذیری جوجه غازها از اولین شیء متحرک).

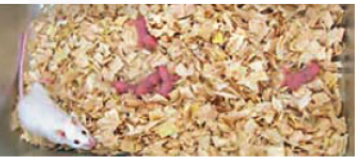
رفتار غریزی



۱ رفتار نوک‌زدن جوجه کاکایی به منقار پرنده والد، اساس ژنی (غریزی) دارد؛ به همین دلیل، می‌تواند رفتار نوک‌زنی را به‌صورت غریزی از بدو تولد انجام دهد. جوجه کاکایی بلافاصله پس از بیرون آمدن از تخم، قادر به انجام این رفتار است. نوک‌زدن جوجه کاکایی به‌منظور دریافت غذا صورت می‌گیرد و پرنده والد، بخشی از غذای خورده‌شده را برمی‌گرداند تا جوجه از آن بخورد.



۲ ویژه جوجه کاکایی بخشی از غذای را دریافت می‌کند که بخشی از گوارش آن توسط آنزیم‌های دستگاه گوارشی والد انجام شده است. بنابراین گوارش غذا در دستگاه گوارش جوجه کاکایی ادامه می‌یابد (آغاز نمی‌شود).



۳ رفتار مراقبت مادری موش‌ها، اساس ژنی دارد و نتیجه فعال شدن ژنی در مغز موش مادر است که ژن B نامیده می‌شود. موش ماده طبیعی، اجازه نمی‌دهد بچه‌موش‌ها از او دور شوند.

۴ بیان ژن B منجر به تولید پروتئینی می‌شود که آنزیم‌ها و ژن‌های دیگری را فعال می‌کند. در نتیجه، در مغز مادر فرایندهای پیچیده‌ای به راه می‌افتد که نتیجه آن‌ها رفتار **مراقبت مادری** است.

۵ با ایجاد جهش در ژن B و غیرفعال شدن آن، موش ماده نوزادان را وارسی می‌کند ولی بعد، آن‌ها را نادیده می‌گیرد و رفتار مراقبت مادری را بروز نمی‌دهد.

۶ ترکیبی ژن مربوط به مراقبت مادری در موش (ژن B) در همهٔ یاخته‌های هسته‌دار پیکری موش وجود دارد؛ چون همهٔ این یاخته‌ها از تقسیمات میتوزی تخم به‌وجود آمده‌اند و ژن نمود یکسانی دارند.

۷ ترکیبی ژن B قبل از تولد زاده‌ها غیرفعال (خاموش) است. به عبارت دیگر، پس از تولد زاده‌ها، این ژن در مغز مادر **رونویسی** و به اصطلاح بیان می‌شود.

۸ ویژه **وارسی کردن نوزادان توسط موش مادر برخلاف مراقبت از آن‌ها تحت کنترل ژن B نیست!** چون حتی پس از ایجاد جهش در ژن B وارسی نوزادان انجام می‌شود.

۹ علاوه بر ژن B و محصول آن، ژن‌ها و آنزیم‌های دیگری در بروز رفتار مراقبت مادری موش نقش دارند.

۱۰ رفتار جوجه‌کاکایی برای به دست آوردن غذا، لانه‌سازی پرنده‌ها و رفتار مکیدن شیر در شیرخواران، رفتارهای غریزی هستند.

۱۱ اساس رفتار غریزی در همهٔ افراد یک گونه یکسان است.



دقت کنید: نمی‌توان گفت که رفتار غریزی در همهٔ افراد یک گونه به شکل یکسانی انجام می‌شود! چون ممکن است یک رفتار توسط همهٔ افراد گونه انجام نشود. مثلاً رفتار مراقبت از نوزادان، فقط توسط موش مادر انجام می‌شود.

۱۲ بعضی رفتارهای غریزی به طور کامل هنگام تولد ایجاد نشده‌اند.

۱۳ بعضی رفتارهای غریزی ممکن است تحت تأثیر یادگیری دچار تغییر شوند اما بعضی دیگر از آن‌ها هیچ‌گاه دچار تغییر نمی‌شوند.

۱۴ محیط، در بروز بعضی رفتارهای ژنی مؤثر است! چون محرک انجام بعضی رفتارها بیرونی است و این رفتارها تحت تأثیر یک عامل محیطی انجام می‌شوند.

۱۵ ترکیبی تغییر در رفتار غریزی ممکن است نتیجهٔ یادگیری نباشد! مثلاً انعکاس دفع ادرار، رفتار غریزی است که در نوزادان بدون کنترل انجام می‌شود اما پس از کامل شدن ارتباط بین مغز و نخاع، این انعکاس به‌صورت قابل کنترل در می‌آید.

یادگیری و رفتار



نوک زدن جوجهٔ دوروزه



نوک زدن جوجه تازه از تخم خارج‌شده

۱۶ دقیق شدن نوک‌زنی جوجه کاکایی به منقار والد، نوعی یادگیری است، چون جوجه کاکایی بر اثر تجربه، رفتار غریزی خود را اصلاح می‌کند.

۱ خوگیری (عادی شدن): در این نوع یادگیری، پاسخ جانور به یک محرک تکراری که سود از تخم خارج‌شده، کاهش پیدا می‌کند و جانور می‌آموزد به برخی محرک‌ها پاسخ ندهد.

۱۷ خوگیری، موجب می‌شود جانور با چشم‌پوشی از محرک‌های بی‌اهمیت، انرژی خود را برای انجام فعالیت‌های حیاتی حفظ کند.

۱۸ جوجه‌های پرندگان، با دیدن اجسام در حال افتادن در بالای سر خود، سرشان را پایین می‌آورند و آرام می‌مانند. این رفتار غریزی است. اما جوجه‌ها با دیدن مکرر این اجسام در حال حرکت یاد می‌گیرند که آن‌ها سود یا خطری برایشان ندارند و به آن‌ها پاسخی نمی‌دهند. عدم پاسخ جوجه‌ها به افتادن مکرر اجسام، خوگیری است.

۱۹ انقباض بازوهای شقایق دریایی، با تحریک مکانیکی (تماس)، نوعی رفتار غریزی (بازتاب طبیعی) است اما عدم پاسخ آن به حرکت مداوم آب، خوگیری محسوب می‌شود.

فلش‌بک: شقایق دریایی همانند عروس دریایی و هیدر از گروه مرجانیان است. بنابراین حفرة گوارشی دارد و از آن برای گوارش غذا و گردش مواد استفاده می‌کند. گوارش در این جانوران دو مرحله‌ای است که مرحله اول آن برون‌باخته‌ای و مرحله دوم آن درون‌باخته‌ای است.

۲۰ پرنده‌ها با دیدن مترسک از ورود به مزرعه خودداری می‌کنند اما اگر مترسک برای مدتی بدون تغییر باشد (مثلاً جای آن عوض نشود)، پرنده‌ها بدون توجه به حضور مترسک وارد مزرعه خواهند شد. چون پرنده‌ها یاد می‌گیرند که وجود مترسک برای آن‌ها خطری ندارد. کشاورزان برای مؤثر بودن مترسک هر از چند گاهی جای آن را عوض می‌کنند و همچنین با تغییر در پوشش مترسک و یا آویزان کردن قوطی‌های فلزی خالی به آن سعی می‌کنند مانع از عادی شدن مترسک برای پرنده‌ها شوند.

۲۱ ترکیبی بیشتر گیرنده‌های حسی قابلیت سازش دارند. یعنی ممکن است به محرک‌های دائمی یا طولانی مدت پاسخ ندهند. در این صورت با وجود محرک، تولید پیام عصبی در گیرنده‌ها کاهش می‌یابد و یا این که متوقف می‌شود. دقت کنید که گیرنده‌های درد سازش پیدا نمی‌کنند.

۲۲ شرطی شدن کلاسیک: وقتی یک محرک شرطی با محرک طبیعی همراه شود، بعد از مدتی محرک شرطی به تنهایی می‌تواند سبب بروز پاسخ شود.

۲۳ محرک شرطی در ابتدا یک محرک بی‌اثر است و در صورتی می‌تواند باعث بروز پاسخ شود که برای مدتی با یک محرک طبیعی همراه شود.

۲۴ ترشح بزاق سگ بر اثر دیدن غذا، پاسخ غریزی و یک بازتاب (انعکاس) طبیعی است. ترشح بزاق سگ با دیدن فرد غذا دهنده و یا شنیدن صدای زنگ، شرطی شدن کلاسیک است.

۲۵ ترکیبی ترشح بزاق، عملی غیر ارادی است و با دخالت اعصاب خودمختار انجام می‌شود.

۲۶ پاولوف در آزمایش خود، همزمان با دادن پودر گوشت (محرک طبیعی)، زنگی را به صدا درمی‌آورد. صدای زنگ یک محرک شرطی و غذا محرک غیرشرطی است.

۲۷ ترشح بزاق سگ در آزمایش پاولوف در پی تحریک گیرنده‌های حلزونی گوش و پردازش اطلاعات در لوب گیجگاهی قشر مخ صورت می‌گیرد. ترشح بزاق سگ بر اثر شرطی شدن کلاسیک می‌تواند بدون استفاده از زنگ باشد! چون ممکن است سگ نسبت به فرد غذا دهنده شرطی شده باشد و با دیدن او، بزاق سگ ترشح شود. به عبارت دیگر، برای شرطی شدن کلاسیک سگ (ترشح بزاق توسط محرکی غیر از غذا) وجود زنگ الزامی نیست.



۲۸ یک محرک محیطی ممکن است در یک جا محرک بی‌اثر و در جای دیگری محرک شرطی باشد. تفاوت این دو در این است که محرک بی‌اثر کلاً نمی‌تواند سبب بروز پاسخ شود اما محرک شرطی مدتی همراه با محرک طبیعی بوده و می‌تواند پاسخ ایجاد کند. مثلاً اگر بدون حضور غذا، برای سگ زنگ را به صدا در بیاوریم، یک محرک بی‌اثر است، حتی اگر این کار را هزاران بار تکرار کنیم. اما اگر برای مدتی هنگام غذا دادن به سگ، زنگ را به صدا در بیاوریم، تبدیل به محرک شرطی خواهد شد.

۲۹ شرطی شدن فعال (آزمون و خطا): در این نوع یادگیری، جانور بین رفتار خود با پاداش یا تنبیهی که دریافت می‌کند، ارتباط برقرار کرده و در آینده، آن رفتار را تکرار و یا از انجام آن خودداری می‌کند.

۳۰ در آزمایش اسکینر، غذایابی موش درون جعبه، شرطی شدن فعال محسوب می‌شود.

۳۱ با آزمون و خطا می‌توان به جانور یاد داد که در موقعیتی خاص، رفتاری را انجام دهد و یا آن را ترک کند. به عنوان مثال آموزش حرکات نمایشی به جانوران در سیرک، از طریق شرطی شدن فعال است.

۳۲ پرنده‌ای که یک بار پروانه موناک را بلعیده و دچار تهوع شده است، بر اساس آزمون و خطا می‌آموزد که این حشره را نباید بخورد.



فلش‌بک: پروانه موناک از حشرات است، نوزاد آن از برگ گیاه تغذیه می‌کند و جانور بالغ با استفاده از جایگاه خورشید در آسمان مسیر مهاجرت خود را پیدا می‌کند. دارای تنفس نایدیسی است و سامانه دفعی متصل به روده به نام لوله‌های مالپیگی دارد. سامانه گردش آن از نوع باز است و همولف را به گردش در می‌آورد. سیستم عصبی مرکزی آن از مغز (چند گره عصبی جوش خورده) و یک طناب عصبی شکمی گره‌دار تشکیل شده است.

۳۳ ترکیبی هنگامی که پرنده، پروانه موناک را با استفراغ از دستگاه گوارش خود خارج می‌کند، حرکات کرمی در مری به صورت وارونه انجام می‌شوند.

۳۴ ویژه رفتار نوک‌زنی جوجه کاکایی به منقار والد، نوعی رفتار غریزی اما اصلاح رفتار نوک‌زنی جوجه کاکایی، نتیجه شرطی شدن فعال (آزمون

و خطا) است! چون هر چه جوجه دقیق‌تر نوک بزند، والد به آن سریع‌تر غذا می‌دهد و به نوعی می‌توان گفت که جوجه کاکایی با پاداش روبه‌رو می‌شود. با تکرار این عمل، جوجه کاکایی بین دقت نوک‌زنی و به‌دست آوردن غذا ارتباط برقرار می‌کند و یاد می‌گیرد که دقیق‌تر نوک بزند.

۳۴ در شرطی شدن فعال برخلاف شرطی شدن کلاسیک، فقط یک نوع محرک دخالت دارد که آن هم محرک طبیعی است.

۳۵ در شرطی شدن فعال، جانور بین انجام رفتار و پاداش یا تنبیه ارتباط برقرار می‌کند در حالی که در شرطی شدن کلاسیک، بین دو نوع محرک (شرطی و غیرشرطی) ارتباط برقرار می‌شود.

۴ حل مسئله: در این نوع یادگیری، جانور بین تجربه‌های گذشته و موقعیت جدید ارتباط برقرار می‌کند و با استفاده از آن‌ها برای حل مسئله جدید، آگاهانه برنامه‌ریزی می‌کند.

۳۶ حل مسئله در پستانداران و پرندگان دیده می‌شود. چون در بین مهره‌داران، نسبت اندازه مغز به وزن بدن، در پستانداران و پرندگان بیشتر از بقیه است.

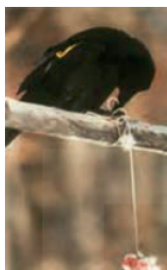


۳۷ رفتارهای حل مسئله در شامپانزه‌ها:

۱ دست‌یابی به موزهای آویزان از سقف با روی هم قرار دادن چند جعبه چوبی و بالا رفتن از آن‌ها.

۲ جدا کردن برگ‌های شاخه‌های جوان و سپس فرو بردن شاخه درون لانه موربانه‌ها برای خارج کردن و خوردن آن‌ها.

۳ استفاده از تکه‌های چوب یا سنگ به شکل سندان و چکش برای شکستن پوسته سخت میوه‌ها.



۳۸ حل مسئله در پرندگان نیز دیده می‌شود. مثلاً کلاغ با بالا کشیدن نخ و قرار دادن پنجه پای خود روی آن، به گوشت آویزان از انتهای نخ دسترسی پیدا می‌کند.

۵ نقش‌پذیری: نوعی یادگیری است که در دوره مشخصی از زندگی جانور (دوره حساس) با بیشترین موفقیت انجام می‌شود.



۳۹ جوجه‌ها پس از بیرون آمدن از تخم، با دیدن اولین جسم متحرک، آن را دنبال می‌کنند. این جسم متحرک معمولاً مادر آن‌هاست. نقش‌پذیری جوجه‌ها طی چند ساعت پس از خروج از تخم رخ می‌دهد.

۴۰ نقش‌پذیری جوجه‌ها از مادرشان، برای بقای آن‌ها حیاتی است. این رفتار، موجب مراقبت مادری از جوجه‌ها می‌شود و علاوه بر آن، رفتارهای اساسی مانند جستجوی غذا را نیز از مادر یاد می‌گیرند.

۴۱ نقش‌پذیری در پستانداران نیز دیده می‌شود. مانند بره‌هایی که مادر خود را از دست داده‌اند و انسان آن‌ها را پرورش داده است.

۴۲ از نقش‌پذیری برای حفظ گونه‌های جانوران در خطر انقراض استفاده می‌شود.

۴۳ ویژه تجربه، نقش تعیین‌کننده‌ای در همه انواع یادگیری دارد.

جمع‌بندی انواع رفتار



غریزی	یادگیری	رفتار
دارای اساس ژنی و ارثی		
مثال: نوک‌زنی جوجه کاکایی به منقار والد برای دریافت غذا، مراقبت مادری موش‌ها		
عدم پاسخ به محرک‌های تکراری بدون سود و زیان	خوگیری	
مثال: بی‌تفاوتی جوجه پرندگان به اجسام در حال افتادن، بی‌تفاوتی شقایق دریایی به حرکت مداوم آب	شرطی شدن کلاسیک	
بروز پاسخ در برابر محرک شرطی بعد از همراه شدن آن با محرک طبیعی		
مثال: ترشح بزاق سگ با شنیدن صدای زنگ در آزمایش پاولوف		
افزایش احتمال تکرار رفتار با دریافت پاداش و کاهش احتمال آن در صورت تنبیه	شرطی شدن فعال	
مثال: غذایابی موش در دستگاه اسکینر، خودداری پرنده از خوردن پروانه‌های موناک سمی		
برقراری ارتباط بین تجربه‌های گذشته و موقعیت جدید و برنامه‌ریزی آگاهانه		
مثال: دستیابی به موزهای آویزان از سقف، استفاده از شاخه‌های درخت برای خارج کردن موربانه‌ها و استفاده از تکه‌های سنگ یا چوب برای شکستن هسته میوه‌ها توسط شامپانزه، دستیابی کلاغ به گوشت آویزان از نخ با جمع کردن آن	حل مسئله	
نوعی یادگیری که در دوره مشخصی از زندگی جانور به نام دوره حساس انجام می‌شود.		
مثال: حرکت جوجه‌ها به دنبال اولین شیء متحرک بعد از خروج از تخم	نقش‌پذیری	

برهم‌کنش غریزه و یادگیری

- ۴۴ بیشتر رفتارهای جانوران، محصول برهم‌کنش ژن‌ها و عوامل محیطی آن‌هاست. به عبارت دیگر، بیشتر رفتارها هم جنبه ژنی دارند و هم جنبه یادگیری.
- ۴۵ جانور در صورتی می‌تواند یک رفتار را بیاموزد که اساس ژنی لازم برای انجام آن را داشته باشد.
- ۴۶ یادگیری برای بقای جانور لازم است؛ چون محیط دائماً تغییر می‌کند و جانور باید بتواند پاسخ مناسبی به این تغییرات بدهد.
- ۴۷ برهم‌کنش ژن‌ها و یادگیری، امکان سازگار شدن جانور با تغییرات محیطی را فراهم می‌کند.

جمع‌بندی



مثال‌های رفتارهای غریزی و یادگیری

رفتار	نوع رفتار	عامل مؤثر	توضیح
درخواست غذا (جوجه کاکایی)	غریزی	محرک درونی	پاسخ مادر: برگرداندن غذا از لوله گوارش
مراقبت مادری موش	غریزی	ژن B در مغز مادر	وارسی نوزادان ارتباطی به این ژن ندارد.
آرام و سر به زیر ماندن جوجه‌ها	غریزی	اجسام در حال افتادن در بالای سر	انجام رفتار با هدف بقا
بی‌توجهی جوجه‌ها به افتادن برگ‌ها	خوگیری	فقدان ضرر یا فایده	دیدن مکرر این محرک
بی‌توجهی پرنده به مترسک	خوگیری	فقدان ضرر یا فایده	دیدن مکرر این محرک
ترشح بزاق سگ با دیدن غذا	غریزی	محرک درونی	با دخالت اعصاب پادهم‌حس
ترشح بزاق سگ با شنیدن صدای زنگ	شرطی شدن کلاسیک	برقراری ارتباط بین زنگ و غذا	آزمایش پاولوف
غذایابی موش در جعبه	شرطی شدن فعال	دریافت پاداش	آزمایش اسکینر
خودداری پرنده از خوردن پروانه مونارک	شرطی شدن فعال	مواجه شدن با تنبیه	تهوع بر اثر خوردن پروانه سمی
دستیابی شامپانزه به موزهای آویزان	حل مسئله	برنامه‌ریزی آگاهانه با کمک تجربه	برقراری ارتباط بین موقعیت جدید و تجربه
دستیابی کلاغ به تکه گوشت آویزان	حل مسئله	برنامه‌ریزی آگاهانه با کمک تجربه	برقراری ارتباط بین موقعیت جدید و تجربه
نقش‌پذیری جوجه‌ها	نقش‌پذیری	دیدن اولین شیء متحرک	در دوره حساس نقش‌پذیری

دو نوع پرسش در پژوهش‌های رفتارشناسی **الف** چگونه یک رفتار انجام می‌شود؟
ب چرا یک رفتار انجام می‌شود؟

رفتار بیرون انداختن پوسته‌های تخم از لانه توسط پرنده کاکایی **الف** کاهش احتمال دسترسی شکارچی (کلاغ) به زاده‌ها
ب افزایش احتمال بقای زاده‌ها

الف معیار موفقیت در زادآوری: داشتن بیشترین تعداد زاده‌های سالم

الف زمان و انرژی بیشتری صرف تولید مثل می‌کنند.

ب هزینه تولید مثل برای ماده‌ها بیشتر است.

پ مثال: طاووس

۱ معمولاً برعهده ماده‌هاست

۲ گاهی برعهده نرهاست

مثال: نوعی جیرجیرک

۱ چندهمسری: برخی پرندگان (طاووس) و بیشتر پستانداران

الف یکی از والدین، پرورش و نگهداری از زاده‌ها را انجام می‌دهد.

الف هر دو والد هزینه‌های پرورش زاده‌ها را می‌پردازند

ب جانور نر و ماده سهم مساوی در انتخاب جفت دارند

۲ تک‌همسری: بیشتر پرندگان، مانند قمری خانگی

الف غذایابی بهینه: موازنه بین محتوای انرژی و هزینه به دست آوردن غذا

ب مثال: خرچنگ‌های ساحلی، صدف‌های متوسط را ترجیح می‌دهند.

ب گاهی غذای مصرفی انرژی کمی دارد اما حاوی مواد مورد نیاز است.

ب مثال: طوطی‌های ساحل آمازون خاک رس می‌خورند.

الف روش: اجرای نمایش، آواز، حمله به مهاجم

ب هدف: افزایش انرژی دریافتی، امکان جفت‌یابی و ...

رفتار قلمروخواهی: دفاع از قلمرو در برابر افراد هم‌گونه یا افراد گونه‌های دیگر

رفتار مهاجرت: جابه‌جایی طولانی و رفت و برگشتی جانوران

هدف: رفتن به زیستگاه مناسب‌تر برای تغذیه، بقا و زادآوری

خواب زمستانی و رکود تابستانی

هدف: کاهش فعالیت و در نتیجه کاهش سوخت‌وساز

اصل مطلب



- در بررسی یک رفتار، دو نوع پرسش مطرح می‌شود که نوع اول مربوط به چگونگی انجام رفتار و نوع دوم، مربوط به چرایی انجام رفتار است. برای پاسخ به پرسش‌های مربوط به چگونگی انجام رفتار، فرایندهای ژنی، رشدونمو و عملکرد بدن جانوران را بررسی می‌کنند. پرسش‌های چرایی انجام رفتار، به دیدگاه انتخاب طبیعی مربوط است.
- رفتارهای سازگارکننده با سازوکار انتخاب طبیعی برگزیده می‌شود. در رفتارشناسی با دیدگاه انتخاب طبیعی، پژوهشگران برای پاسخ به پرسش‌های چرایی رفتارها و اثر انتخاب طبیعی در شکل دادن آن‌ها پژوهش می‌کنند. آن‌ها نقش سازگارکنندگی رفتارهای گوناگون و به عبارتی نقش رفتارها در بقا و زادآوری بیشتر جانوران را بررسی می‌کنند.

۱ در رفتارشناسی با دیدگاه انتخاب طبیعی، موارد زیر بررسی می‌شوند:

① اثر انتخاب طبیعی در شکل دادن به رفتار

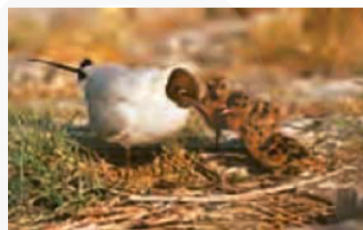
② نقش رفتارها در بقا و زادآوری بیشتر جانور که با میزان سازگارکنندگی رفتارها ارتباط دارد.

③ میزان سود و هزینه رفتار برای جانور

۲ انتخاب طبیعی در جهت افزایش سود خالص عمل می‌کند؛ بنابراین در بررسی یک رفتار سازگارکننده با دیدگاه انتخاب طبیعی، نباید فقط به میزان هزینه انجام رفتار توجه کرد، بلکه تفاوت هزینه و سود یک رفتار مهم است. به عبارت دیگر ممکن است رفتاری توسط انتخاب طبیعی برگزیده شده باشد که برای جانور هزینه زیادی دارد اما در عوض میزان سودی که جانور از آن رفتار می‌برد، بیشتر از هزینه مصرفی باشد.

۳ پرندۀ کاکایی پس از خروج جوجه‌ها از تخم، پوسته‌های تخم را از لانه خارج می‌کند. بیرون انداختن پوسته‌های تخم توسط پرندۀ کاکایی نوعی رفتار سازگارکننده است؛ چون احتمال دسترسی شکارچی به زاده‌ها کاهش و احتمال بقای آن‌ها افزایش می‌یابد.

۴ کاکایی‌ها زمان بسیار کوتاهی را صرف بیرون بردن پوستۀ تخم‌ها می‌کنند اما این رفتار، در بقای زاده‌های آن‌ها نقش حیاتی دارد.



زادآوری (تولیدمثل)

اصل مطلب



■ داشتن بیشترین تعداد زاده‌های سالم، معیاری برای موفقیت زادآوری در جانوران است. جانوران برای دستیابی به موفقیت در زادآوری (تولیدمثل)، رفتارهای زادآوری را انجام می‌دهند. بنابراین همه رفتارهای زادآوری، به منظور موفقیت در زادآوری انجام می‌شوند. یکی از این رفتارها، انتخاب جفت نام دارد.

■ در رفتار انتخاب جفت، جانور ابتدا ویژگی‌های جفت را بررسی می‌کند و سپس تصمیم می‌گیرد با آن جفت‌گیری کند یا نه. در بیشتر جانوران، جنس ماده جفت را انتخاب می‌کند؛ چون تولیدمثل برای ماده‌ها هزینه بیشتری دارد. در بعضی گونه‌های جانوری نیز انتخاب جفت برعهده جنس نر است. نظام جفت‌گیری، یکی از رفتارهای تولیدمثلی است. به طور کلی دو نوع نظام جفت‌گیری وجود دارد:

- ۱ چندهمسری: در این نظام، یکی از والدین پرورش و نگهداری زاده‌ها را انجام می‌دهد و انتخاب جفت نیز برعهده همان والد است. در نظام چند همسری، معمولاً پرورش و نگهداری زاده‌ها برعهده والد ماده است. بیشتر پستانداران و بعضی پرندگان (مانند طاووس نر) نظام چند همسری دارند.
- ۲ تک همسری: بیشتر پرندگان نظام تک‌همسری دارند؛ مانند قمری خانگی.

انتخاب جفت در طاووس

۵ طاووس ماده زمان و انرژی بیشتری برای زادآوری و پرورش زاده‌ها صرف می‌کند و به همین دلیل، انتخاب جفت برعهده طاووس ماده است.

۶ این که می‌گوییم نظام جفت‌گیری طاووس از نوع چندهمسری است، فقط مربوط به نرهاست. به عبارت دیگر طاووس ماده نظام تک‌همسری دارد.



۷ **طاووس نر در فصل تولیدمثل** دارای پره‌های پر نقش و نگاری می‌شود که رنگ‌های درخشان و لکه‌های چشم‌مانند دارد. طاووس نر برای جلب جفت، پره‌های ناحیه دمی خود را مانند بادبزن می‌گستراند تا بهتر در معرض دید جانور ماده قرار بگیرد.

۸ طاووس‌ها مانند بسیاری از جانوران در فصل معینی تولیدمثل می‌کنند و طاووس‌های نر در این فصل پره‌های **درخشان و پر نقش‌ونگار** دارند که از صفات ثانویه آن‌ها محسوب می‌شود.

۹ طاووس ماده، دم طاووس نر را بررسی می‌کند و نری را انتخاب می‌کند که رنگ درخشان و لکه‌های چشم‌مانند بیشتری روی پره‌های دم خود داشته باشد. درخشان بودن رنگ پرها نشانه **سلامت و کیفیت رژیم غذایی** طاووس نر است. داشتن این ویژگی‌ها به این معنی است که جانور، دارای ژن‌های مربوط به **صفات سازگارکننده** نیز هست.

۱۰ دم زینتی طاووس از **صفات ثانویه جنسی** است. داشتن صفات ثانویه جنسی برتر (مانند پره‌های تزئینی طاووس)، شانس زادآوری نرها را **افزایش** اما شانس بقای آنها را **کاهش** می‌دهد. چون حرکت جانور را دشوارتر و آن را در برابر شکارچی آسیب‌پذیرتر می‌کند.

۱۱ صفات ثانویه طاووس نر در طول زندگی آن دچار **تغییر** می‌شوند. یعنی با فرض این که طاووس نر بالغ چندین سال عمر کند، در هر سال طی فصل تولیدمثل پره‌های آن دارای رنگ درخشان و پر از نقش‌ونگار می‌شود. در مواقع دیگر سال جذابیت پره‌های طاووس نر کمتر است و زیاد مورد توجه ماده‌ها قرار نمی‌گیرد.

۱۲ وجود صفات ثانویه برتر در برخی افراد جمعیت، سبب **کاهش رقابت** می‌شود. چون اگر همه نرها صفات مشابهی داشته باشند، برای انتخاب شدن با یکدیگر می‌جنگند.

۱۳ داشتن صفات ثانویه مانند پره‌های زینتی طاووس نر سبب **افزایش** شانس تولیدمثل می‌شود؛ اما نه تنها شانس بقا را افزایش نمی‌دهد، بلکه در بسیاری از موارد سبب **کاهش** شانس بقا نیز می‌شود.

۱۴ داشتن صفات ثانویه برتر مانند پره‌های زینتی طاووس نر **هزینه‌بر** است اما با توجه به افزایش شانس تولیدمثل، هزینه مصرفی **جبران** می‌شود. یعنی باید **سود خالص** آن را در نظر بگیریم.

۱۵ طاووس نر در پرورش و نگهداری زاده‌ها نقش **مستقیم** ندارد، اما می‌تواند با نگهداری از قلمرو، منابع غذایی، محل لانه و پناهگاه ایمن از شکارچی‌ها، به طور **غیرمستقیم** به ماده‌های خود کمک کند.

۱۶ در نظام تک‌همسری، **هر دوی والدین** هزینه‌های پرورش زاده‌ها را می‌پردازند و جانور نر و ماده در انتخاب جفت **سهام مساوی** دارند.

۱۷ **انتخاب جفت** مربوط به جانورانی است که تولیدمثل **جنسی** به روش **دگرلقاحی** دارند. بنابراین در بعضی جانوران، انتخاب جفت صورت نمی‌گیرد.

۱۸ در جانوران زیر انتخاب جفت صورت نمی‌گیرد:

۱) کرم‌های پهن (مانند کرم کبد) **هرمافرودیت** هستند و **خودلقاحی** انجام می‌دهند.

۲) زنبورهای کارگر **نازا** هستند و انتخاب جفت انجام نمی‌دهند.

۳) جانورانی که **بکرزایی** انجام می‌دهند (مانند ملکه زنبور عسل و بعضی مارها). البته این جانوران در تولیدمثل به روش دگرلقاحی، انتخاب جفت انجام می‌دهند.



دقت کنید: کرم خاکی نیز هرمافرودیت (ترماده) است اما خودلقاح نیست.

انتخاب جفت در جیرجیرک



۱۹ در نوعی جیرجیرک، **جانور نر** هزینه بیشتری برای تولیدمثل می‌پردازد. جیرجیرک نر **زاده‌های** (اسپرهای) خود را درون کیسه‌ای به همراه مقداری مواد مغذی به جانور ماده منتقل می‌کند تا جانور ماده، هنگام تشکیل تخم و برای رشد و نمو جنین از آن مواد غذایی استفاده کند.

۲۰ جیرجیرک نر، ماده‌ای را انتخاب می‌کند که **بزرگتر** باشد؛ زیرا بزرگتر بودن جیرجیرک ماده نشانه آن است که **تخمک‌های بیشتری** دارد و می‌تواند زاده‌های بیشتری تولید کند.

۲۱ فقط در نوعی جیرجیرک انتخاب جفت برعهده فرد نر است. بنابراین نمی‌توان گفت که در هر گونه جیرجیرک، نرها به انتخاب جفت می‌پردازند.

۲۲ در این نوع جیرجیرک، انتقال اسپرم‌ها از فرد نر به فرد ماده، از طریق یک **کیسه** انجام می‌گیرد و در نهایت گامت‌های نر و ماده درون بدن **والد ماده** لقاح می‌یابند.

۲۳ در **اسبک ماهی**، گامت‌ها در بدن فرد نر لقاح می‌یابند و زاده‌ها در بدن **والد نر** رشدونمو می‌یابند؛ به عبارت دیگر، والد نر هزینه بیشتری برای تولیدمثل می‌پردازد و در نتیجه، **انتخاب جفت** نیز برعهده والد نر است.

۲۴ جیرجیرک‌ها در **پاهای جلویی** خود محفظه‌ای پر از هوا دارند که روی آن پرده صماخ کشیده شده است. درون این محفظه، **گیرنده‌های مکانیکی** صدا به پرده صماخ متصل‌اند. با توجه به این که در جیرجیرک‌ها، ارتباط بین نرها و ماده‌ها از طریق **صدا** صورت می‌گیرد، می‌توان نتیجه گرفت که گیرنده‌های مکانیکی موجود در پاهای جلویی این جانوران، در **انتخاب جفت** مؤثرند.



غذایابی: شامل مجموعه رفتارهایی است که جانور برای جست‌وجو و به دست آوردن غذا انجام می‌دهد. یافتن غذاهای کوچک‌تر، آسان‌تر و کم‌خطرتر است. این غذاها معمولاً فراوان‌ترند اما انرژی کمی دارند و جانور باید به تعداد دفعات بیشتر به غذایابی بپردازد. غذاهای بزرگ‌تر انرژی بیشتری دارند اما ممکن است فراوانی کمتری داشته باشند. علاوه بر آن، معمولاً به دست آوردن این غذاها دشوارتر و خطرناک‌تر است.

قلمروخواهی: قلمرو یک جانور بخشی از محدوده جغرافیایی است که جانور در آن زندگی می‌کند. جانوران در برابر افراد هم‌گونه و یا افراد گونه‌های دیگر از قلمرو خود دفاع می‌کنند.

مهاجرت: جابه‌جایی طولانی و رفت و برگشتی جانوران، مهاجرت نام دارد. تغییر فصل و نامساعد شدن شرایط محیط و کاهش منابع مورد نیاز، جانوران را وادار می‌کند به سوی زیستگاه‌های مناسب‌تر برای تغذیه، بقا و زادآوری مهاجرت کنند.

خواب زمستانی: برخی جانوران برای بقا در زمستان، خواب زمستانی دارند. در این حالت، جانور به خواب عمیقی فرو می‌رود و یک دوره کاهش فعالیت را طی می‌کند که در آن، دمای بدن، مصرف اکسیژن، تعداد تنفس و نیاز جانور به انرژی کاهش می‌یابد.

رکود تابستانی: برخی جانوران در تابستان‌های گرم، یک دوره کاهش فعالیت دارند که در آن سوخت‌وساز جانور کاهش پیدا می‌کند.

غذایابی

۲۵ انتخاب طبیعی، آن دسته رفتارهای غذایی را برگزیده است که از نظر میزان انرژی دریافتی کارآمدتر باشند؛ یعنی جانور در هر بار غذایابی، بیشترین انرژی خالص را دریافت کند.

۲۶ موازنه بین محتوای انرژی غذا و هزینه غذا و هزینه به دست آوردن آن، غذایابی بهینه نامیده می‌شود. یعنی برای جانوران، میزان سود (میزان انرژی غذا) و هزینه به دست آوردن و مصرف آن اهمیت دارد.

۲۷ خرچنگ‌های ساحلی، صدف‌های دارای اندازه متوسط را برای شکار ترجیح می‌دهند و با این کار انرژی خالص بیشتری را دریافت می‌کنند. چون اگرچه صدف‌های بزرگ‌تر انرژی بیشتری دارند اما برای شکستن آنها نیز باید انرژی بیشتری مصرف شود.

۲۸ غذایابی بهینه، موازنه بین کسب بیشترین انرژی و کمترین خطر است.

۲۹ گاهی غذایابی برای کسب بیشترین انرژی نیست! ممکن است جانوران غذایی را مصرف کنند که انرژی چندانی ندارد اما مواد مورد نیاز آنها را تأمین کند. به عنوان مثال، در ساحل رود آمازون، طوطی‌ها خاک رس می‌خورند تا مواد سمی حاصل از غذاهای گیاهی را در لوله گوارشی آنها خنثی کند.

قلمروخواهی: جانوران در برابر افراد هم‌گونه یا افراد گونه‌های دیگر از قلمرو خود دفاع می‌کنند.

۳۰ رفتار قلمروخواهی می‌تواند با اجرای نمایش، آواز یا تهاجم به جانوران دیگر باشد.

۳۱ قلمروخواهی، نیازمند صرف انرژی و زمان است.

۳۲ تهاجم ممکن است به آسیب دیدن پرنده صاحب قلمرو بینجامد. مثلاً آواز خواندن ممکن است موقعیت پرنده را برای شکارچی مشخص کند.

۳۳ فواید قلمروخواهی: **۱)** استفاده اختصاصی از منابع **۲)** افزایش انرژی دریافتی **۳)** افزایش امکان جفت‌یابی **۴)** افزایش دسترسی به پناهگاه برای در امان بودن از شکارچی

۳۴ ترکیبی گربه‌ها برای تعیین قلمرو خود از فرمون‌ها استفاده می‌کنند. فرمون‌ها موادی هستند که از یک فرد ترشح می‌شوند و موجب بروز پاسخ در فرد دیگری از همان گونه می‌شوند.

مهاجرت

۳۵ مهاجرت، رفتاری غریزی است که یادگیری نیز در آن نقش دارد.

۳۶ سارهایی که تجربه مهاجرت دارند، بهتر از آن‌هایی که برای نخستین بار مهاجرت می‌کنند، مسیر مهاجرت را تشخیص می‌دهند.

۳۷ عواملی که به مسیریابی در مهاجرت کمک می‌کنند: **۱)** تجربه قبلی **۲)** موقعیت خورشید **۳)** موقعیت ستاره‌ها **۴)** میدان مغناطیسی زمین

۳۸ پژوهشگران، در سر بعضی پرندگان، ذرات آهن مغناطیسی شده یافته‌اند که نشان‌دهنده تأثیر میدان مغناطیسی زمین بر مغز جانور است.

۳۹ لاک‌پشت‌های دریایی ماده پس از طی مسافت طولانی، برای تخم‌گذاری به ساحل دریا می‌آیند و پس از تخم‌گذاری، با کمک میدان مغناطیسی زمین، دوباره به دریا بازمی‌گردند.

۴۰ جانورانی که مهاجرت می‌کنند، از علائم محیطی برای مسیریابی استفاده می‌کنند؛ مانند موارد زیر:

۱) جایگاه خورشید در آسمان (مثلاً در پروانه‌های موناک).

۲) جایگاه ستاره‌ها در آسمان (برای جانورانی که شب‌ها نیز به مهاجرت ادامه می‌دهند).

۳) میدان مغناطیسی زمین (مثلاً پرندگان و لاک‌پشت‌های دریایی).



خواب زمستانی و رکود تابستانی

۴۱ رفتارهایی سازگارکننده هستند که موجب کاهش نیاز جانور به انرژی در شرایط نامساعد محیطی می‌شوند.

۴۲ جانور، قبل از ورود به خواب زمستانی مقدار زیادی غذا مصرف می‌کند و در بدن آن، به مقدار کافی چربی ذخیره می‌شود.

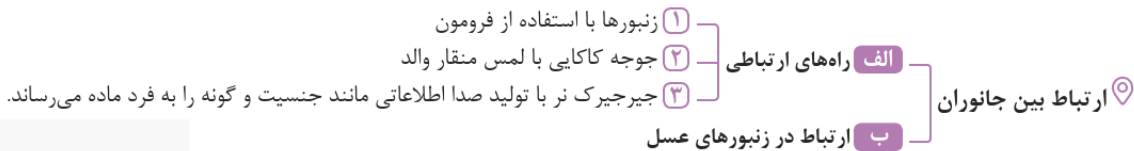
۴۳ رکود تابستانی در جانورانی دیده می‌شود که در جاهای به شدت گرم (مانند بیابان) زندگی می‌کنند. این جانوران، در پاسخ به نبود غذا یا

دوره‌های خشک‌سالی، رکود تابستانی انجام می‌دهند.

۴۴ لاک‌پشتی که در شکل روبه‌رو دیده می‌شود، در رکود تابستانی به سر می‌برد. این جانور حتی وقتی در آزمایشگاه قرار دارد

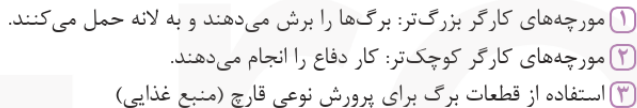
و آب و غذای کافی دریافت می‌کند، رکود تابستانی را نشان می‌دهد؛ چون رکود تابستانی یک رفتار غریزی است.





زنبور کارگر یابنده غذا اطلاعات خود را به زنبورهای دیگر ارائه می‌کند.

روش: حرکات ویژه، صدای وزوز متفاوت



الف افزایش بقا و موفقیت تولید مثلی جانور دیگر

ب کاهش احتمال بقا و تولید مثل خود

۱ نوع ۱ مثال

الف نگهبانی دم‌عصایی و آگاه کردن سایرین از وجود شکارچی

ب به اشتراک گذاشتن خون توسط خفاش‌های خون‌آشام

ب رفتار دگرخواهی

۲ نوع ۲: رفتار دگرخواهی به نفع خود فرد و جانوران دیگر

۱. یاری‌رساندن به والدین دیگر در پرورش زاده‌ها

۱. کسب تجربه

۲. نفع پرنده یاریگر

۲. تصاحب قلمرو با مرگ احتمالی والدین زاده‌ها

۳. نفع زاده‌ها: افزایش احتمال بقا



- برای زندگی گروهی، لازم است جانوران بتوانند با یکدیگر ارتباط برقرار کنند. جانوران از راه‌های گوناگون مانند تولید صدا، علامت‌های دیداری، بو و لمس کردن با یکدیگر ارتباط برقرار ساخته و اطلاعات مبادله می‌کنند. در نتیجه این ارتباط، رفتار جانوران تغییر می‌کند. چند مثال:
 - ۱ بعضی جانوران (مانند زنبورها) با استفاده از فرمون‌ها با یکدیگر ارتباط برقرار می‌کنند.
 - ۲ جوجه کاکایی با لمس منقار والد با او ارتباط برقرار کرده و درخواست غذا می‌کند.
 - ۳ صدای جیرجیرک نر، اطلاعاتی مانند گونه و جنسیت را به اطلاع جیرجیرک ماده می‌رساند.

ارتباط در زنبورهای عسل

- ۱ زنبورهای کارگر، شهد و گرده گل‌ها را جمع‌آوری می‌کنند و به کندو می‌آورند. وقتی یک زنبور کارگر منبع غذایی جدیدی پیدا می‌کند، پس از بازگشت به کندو، اطلاعات خود را درباره منبع غذایی به سایر زنبورهای کارگر ارائه می‌کند و آن‌ها با اطلاعات کلی که از زنبور یابنده دریافت کرده‌اند، به سمت منبع غذایی پرواز می‌کنند.
- ۲ نحوه انتقال اطلاعات از زنبور یابنده به سایر زنبورهای کارگر:
 - ۱ زنبور یابنده با انجام حرکات ویژه‌ای اطلاعات خود را به زنبورهای دیگر نشان می‌دهد. زنبورهای کارگر با مشاهده این حرکات، به موارد زیر پی می‌برند: ۱- فاصله تقریبی کندو تا محل منبع غذایی که در آن‌جا قرار دارد. ۲- جهتی که باید پرواز کنند تا به سوی منبع غذایی بروند.
 - ۲ زنبور یابنده، بخشی از اطلاعات خود را نیز به شکل صوتی در اختیار زنبورهای کارگر قرار می‌دهد. زنبور یابنده در این هنگام، صدای وز وز متفاوتی دارد.
 - ۳ هر چه حرکات زنبور یابنده طولانی‌تر باشد، به این معنی است که منبع غذایی در فاصله دورتری قرار دارد.
- ۳ زنبورهای کارگر با استفاده از اطلاعات زنبور یابنده، می‌توانند محل تقریبی منبع غذایی جدید را پیدا کنند اما برای پیدا کردن محل دقیق غذا، از بویایی خود کمک می‌گیرند.
- ۴ وقتی زنبورهای کارگر قبل از جستجو اطلاعاتی درباره محل منبع غذا داشته باشند، با صرف انرژی کمتر و در زمان کوتاه‌تری محل دقیق آن را پیدا می‌کنند.

زندگی گروهی



- برخی جانوران زندگی گروهی دارند؛ مانند مورچه‌ها و گرگ‌ها.
 - زندگی گروهی فواید مختلفی دارد؛ مانند: ۱ کاهش احتمال شکار شدن ۲ افزایش دسترسی به منابع غذایی ۳ موفقیت بیشتر در شکار.
- رفتار دگرخواهی:** رفتاری است که در آن، یک جانور بقا و موفقیت تولیدمثلی جانور دیگری را با هزینه کاسته شدن از احتمال بقا و تولیدمثل خود افزایش می‌دهد. جانورانی که رفتار دگرخواهی انجام می‌دهند، به‌طور مستقیم و یا غیرمستقیم به انتقال ژن‌های خود به نسل بعد کمک می‌کند.

مورچه‌های برگ‌بر



- ۵ اجتماع مورچه‌ها از گروه‌هایی تشکیل شده است که در اندازه، شکل و کارهایی که انجام می‌دهند، تفاوت دارند. مثلاً در اجتماع مورچه‌های برگ‌بر، کارگرها اندازه‌های متفاوتی دارند. تعدادی از مورچه‌های کارگر برگ‌ها را برش می‌دهند و به لانه حمل می‌کنند و گروهی دیگر (مورچه‌های کوچک‌تر)، کار دفاع را انجام می‌دهند.
- ۶ ترکیبی مورچه‌های برگ‌بر، از نوعی قارچ تغذیه می‌کنند. این مورچه‌ها از قطعات برگ به عنوان کود برای پرورش قارچ استفاده می‌کنند.

رفتار دگرخواهی

- ۷ دگرخواهی، رفتاری هزینه‌بر است که موجب کاهش شانس بقا و تولیدمثل خود فرد و افزایش شانس بقا و تولیدمثل جانور دیگر می‌شود.
- ۸ رفتارهای دگرخواهی به سه گروه کلی تقسیم می‌شوند: ۱ رفتار دگرخواهی به نفع خویشاوندان (مثل رفتار دم‌عصایی) ۲ رفتار دگرخواهی در گروه همکاری (مثل خفاش‌های خون‌آشام) ۳ رفتار دگرخواهی به نفع خود فرد (مثل پرنده‌های باریگر).

رفتار دگرخواهی به نفع خویشاوندان:

۹ در جمعیت جانورانی به نام دم عصایی (meerkat)، بعضی افراد نگهبانی می‌دهند تا هنگام احساس وجود شکارچی، با تولید صدا دیگران را آگاه کنند. البته نگهبان‌ها احتمال بقای خود را کاهش می‌دهند، چون با این کار توجه شکارچی را به خودشان جلب می‌کنند.

۱۰ زنبورهای عسل کارگر، نازا هستند و نگهداری و پرورش زاده‌های ملکه را انجام می‌دهند.

۱۱ هر یک از جانورانی که رفتار دگرخواهی را نسبت به خویشاوندان خود انجام می‌دهند، با آن‌ها **ژن‌های مشترک** دارد.

۱۲ برخی از جانورانی که رفتار دگرخواهی را نسبت به **خویشاوندان** خود انجام می‌دهد، زاده‌ای نخواهند داشت، اما

خویشاوندان آن‌ها می‌توانند بیشتر زادآوری کنند و با این کار، **ژن‌های مشترک** آن‌ها به نسل بعد منتقل شود. به همین دلیل **انتخاب طبیعی**، رفتار دگرخواهی را برگزیده است.

رفتار دگرخواهی در گروه همکاری:

۱۳ خفاش‌های **خون‌آشام** به صورت گروهی درون غارها یا سوراخ درختان زندگی می‌کنند. غذای این خفاش‌ها خون پستانداران بزرگ مانند دام‌هاست.

۱۴ خفاش‌ها خونی را که خورده‌اند، با یکدیگر به **اشتراک** می‌گذارند. خفاشی که غذا خورده است، کمی از خون خورده‌شده را برمی‌گرداند تا **خفاش گرمس** آن را بخورد. خفاش دریافت کننده، در آینده کار خفاش دگرخواه را **جبران** می‌کند در غیر این صورت، از اشتراک غذا کنار گذاشته می‌شود.

۱۵ خفاش‌هایی که دگرخواهی انجام می‌دهند، می‌توانند خویشاوند باشند یا نباشند.

۱۶ رفتار دگرخواهی خفاش‌ها به **بقای خود** آن‌ها منجر می‌شود.

رفتار دگرخواهی به نفع خود فرد:

۱۷ به عنوان مثال، در میان پرندگان، افراد **یاریگری** هستند که در پرورش زاده‌ها به والدین آن‌ها یاری می‌رسانند.

۱۸ رفتار دگرخواهی پرندۀ یاریگر، به نفع **هر دو طرف** است. چون وجود این یاریگرها، احتمالی بقای زاده‌ها را افزایش می‌دهد و از طرف دیگر، یاریگرها تجربه کسب می‌کنند و هنگام زادآوری می‌توانند از این تجربه‌ها برای پرورش زاده‌های خود استفاده کنند. علاوه بر آن ممکن است با مرگ احتمالی جفت‌های زادآور، قلمرو آن‌ها را تصاحب کرده و خودشان زادآوری کنند.

۱۹ با توجه به شکل مقابل که در ارتباط با **زندگی گروهی** کبوترهاست، شانس شکار شدن کبوترها با تعداد آن‌ها **رابطه عکس** دارد؛ یعنی هر چقدر تعداد کبوترها بیشتر باشد، درصد موفقیت شکارچی‌های آن‌ها کمتر خواهد بود.

