



## پویایی جمعیت‌ها و اجتماعات زیستی

جمعیت را نمی‌توان پدیده‌ای ثابت و بدون تغییر در نظر گرفت. بعضی جمعیت‌ها با سرعت زیاد و بعضی دیگر با سرعت متوسط، یا بسیار آهسته تغییر می‌کنند. اجتماع زیستی مجموعه‌ای از جمعیت‌های مختلف است که در یک محیط زندگی می‌کنند و با یکدیگر ارتباط دارند.

### پیش‌نیازها

- پیش از مطالعه این فصل باید بتوانید :
- نظریه انتخاب طبیعی را شرح دهید.

## ۱ ویژگی های جمعیت ها

اندازه جمعیت انسان های کره زمین از هفتاد سال پیش تاکنون در حدود سه برابر شده است. از حدود بیست سال پیش تا کنون اندازه جمعیت کشورمان به دو برابر افزایش یافته است. فکر می کنید چه عواملی سبب افزایش یا کاهش اندازه جمعیت ها می شوند؟ چه عواملی تعیین کننده سرعت افزایش جمعیت اند؟ چه تفاوتی بین تغییرات اندازه جمعیت انسان و سایر جانداران وجود دارد؟

زیست شناسان جمعیت را مجموع افراد هم گونه ای می دانند که در زمانی خاص، در یک محل معین زندگی می کنند: جمعیت باکتری های اشریشیا کلای روده یک انسان در این لحظه، جمعیت گنجشک هایی که در سال گذشته در شهر شما زندگی می کردند و جمعیت کنونی درختان بلوط جنگل های شمال ایران، همه مثال هایی از جمعیت هستند.

### سه ویژگی اصلی جمعیت

هر جمعیت سه ویژگی اصلی دارد: اندازه، تراکم و پراکنش (توزیع).  
اندازه: یکی از مهم ترین ویژگی های هر جمعیت اندازه آن است. اندازه جمعیت، تعداد افراد تشکیل دهنده آن است. به طور کلی چهار عامل تعیین کننده اندازه جمعیت ها هستند: تولد، مرگ، مهاجرت به درون و مهاجرت به بیرون. بدیهی است تولد و مهاجرت به درون افزایش دهنده، اما مرگ و مهاجرت به بیرون کاهش دهنده اندازه جمعیت ها هستند. فرض کنید اندازه جمعیت یک گله فیل ۱۰۰ است. در طول یک سال ۲ مرگ و ۱۰ تولد در این گله روی می دهد. آهنگ مرگ در این جمعیت  $\frac{2}{100}$  یا ۰/۰۲ و آهنگ تولد  $\frac{10}{100}$  یا ۰/۱۰ فرد در سال است. اگر آهنگ مرگ را از آهنگ تولد کم کنیم، آهنگ رشد این جمعیت (r) به دست می آید. اگر B آهنگ تولد و D آهنگ مرگ باشد:

$$r = B - D$$

$$r = 0/10 - 0/02 = 0/08$$

آهنگ رشد جمعیت به ما امکان محاسبه و پیش بینی اندازه جمعیت را در هر واحد زمانی می دهد.

اندازه جمعیت بر توان بقای جمعیت مؤثر است. مثلاً، خطر انقراض جمعیت‌های کوچک، بیشتر از خطر انقراض جمعیت‌های بزرگ است. رویدادهای عظیم طبیعی، مانند آتش‌سوزی، سیل، یا آلودگی محیط زیست، بقای جمعیت‌های کوچک را بیشتر به خطر می‌اندازند. در جمعیت‌های کوچک احتمال آمیزش بین خویشاوندان بیشتر است. آمیزش بین خویشاوندان از تنوع ژنی جمعیت می‌کاهد و برعکس بر همانندی ژنی آن می‌افزاید. افزایش همانندی باعث کاهش توان بقای جمعیت در برابر تغییرات محیطی می‌شود. در چنین وضعیتی افراد بیشتری به‌صورت خالص درمی‌آیند و صفات ناسازگار از نظر محیط را به‌صورت خالص مغلوب نمایان می‌کنند. مثلاً افراد جمعیت چیتاهای آفریقایی از نظر ژنی همانندی‌های فراوانی با یک‌دیگر دارند. به‌عقیده زیست‌شناسان رویدادهایی، مانند شیوع بیماری، ممکن است سبب انقراض این جانور شوند.

**تراکم:** تعداد افراد یک جمعیت که در یک زمان مشخص در یک واحد سطح، یا حجم زندگی می‌کنند، تراکم آن جمعیت را تشکیل می‌دهند. اگر تعداد افراد یک جمعیت کم، و فاصله بین آنها زیاد باشد، یا به‌عبارت دیگر امکان تماس افراد آن با یک‌دیگر کم باشد، توان تولیدمثلی آن جمعیت نیز کم است.

**پراکنش:** چگونگی پراکندگی افراد جمعیت در محیط زیست را پراکنش آن جمعیت می‌نامند. جمعیت‌ها را از نظر پراکنش افراد آن به سه گروه تقسیم می‌کنند. پراکنش اتفاقی، پراکنش یکنواخت و پراکنش دسته‌ای (شکل ۱-۶). هریک از این الگوهای پراکنش منعکس‌کننده انواع روابط بین جمعیت و محیط زیست است. با توجه به شکل ۱-۶ برای هر نوع پراکنش تعریفی ارائه دهید.



درختان کاج در این‌جا به‌صورت تصادفی در محیط پراکنده‌اند.

برندگان در این شکل دارای پراکنش یکنواخت هستند.

بوفالو در این حالت پراکنش دسته‌ای دارند.

شکل ۱-۶ الگوهای پراکنش جمعیت. تصادفی، یکنواخت و دسته‌ای

## خودآزمایی



- ۱- سه ویژگی اصلی جمعیت را شرح دهید.
- ۲- آهنگ افزایش ذاتی جمعیت را چگونه به دست می آورند؟
- ۳- تراکم جمعیت چگونه محاسبه می شود؟
- ۴- سه نوع پراکنش جانداران را در محیط نام ببرید و برای هر یک مثال ذکر کنید.

## ۲ الگوهای رشد جمعیت‌ها

زیست‌شناسان برای پژوهش یا پیش‌بینی دربارهٔ رشد جمعیت‌ها، از الگوهای رشد استفاده می‌کنند. الگوهای رشد جمعیت به ترتیب از ساده به پیچیده در دو گروه عمده جای داده می‌شوند: الگوی نمایی و الگوی لجیستیک.

### آهنگ رشد جمعیت

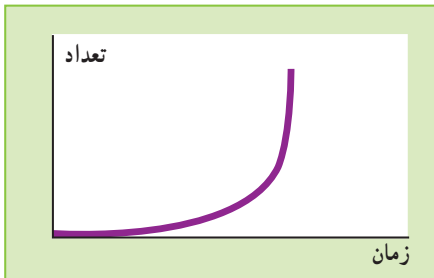
هنگامی که تعداد افرادی که در جمعیت به دنیا می‌آیند از تعداد افرادی که می‌میرند بیشتر باشد، می‌گویند جمعیت در حال رشد است. بنابراین ساده‌ترین الگوی رشد جمعیت وقتی به دست می‌آید که تفاوت میان آهنگ تولد و آهنگ مرگ را محاسبه کنیم. معمولاً آهنگ تولد و مرگ را برای جمعیت انسان به صورت تولد، یا مرگ در هریک هزار نفر در سال بیان می‌کنند.

### آهنگ رشد بر اندازهٔ جمعیت مؤثر است.

هنگامی که تغییرات اندازهٔ یک جمعیت را به صورت نموداری که محور افقی آن نشان‌دهندهٔ زمان و محور عمودی آن نشان‌دهندهٔ تعداد افراد جمعیت است، رسم کنیم؛ نمودار رشد جمعیت به دست می‌آید.

بعضی جمعیت‌ها پس از تشکیل، با سرعت زیاد رشد می‌کنند. مثلاً اگر یک یا چند جاندار تک‌سلولی، مانند مخمر را در محیط کشت مخصوص آن کشت دهیم، اندازهٔ جمعیت در ابتدا با سرعت افزایش می‌یابد؛ چون در ابتدا بین افراد آن جمعیت رقابت بر سر منابع محیطی وجود ندارد و این منابع

به میزان کافی در اختیار همهٔ افراد قرار دارد. چنین افرادی با حداکثر توان خود تولیدمثل می‌کنند و باعث رشد تصاعدی اندازهٔ جمعیت می‌شوند. به چنین الگویی الگوی نمایی رشد جمعیت می‌گویند (شکل ۲-۶).



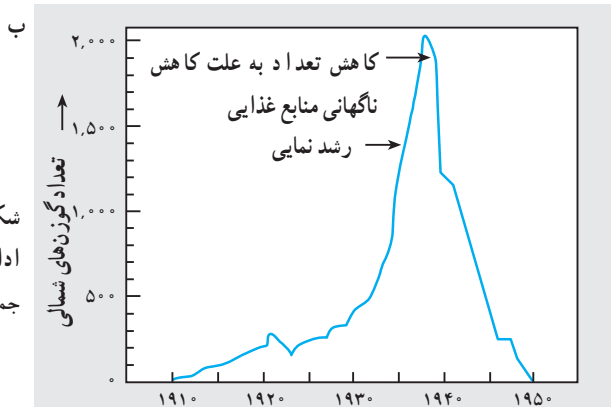
شکل ۲-۶ الگوی رشد نمایی به شکل «ل» است.

الگوی نمایی رشد در مورد جمعیت‌هایی صدق می‌کند که در آنها رقابتی وجود ندارد یا خفیف است و منابع مورد نیاز جاندار (غذا، آب، نور و ...) به میزان کافی در دسترس همه افراد قرار دارد. چنین جمعیت‌هایی با حداکثر توان خود تولید مثل می‌کنند. در طبیعت معمولاً عواملی نظیر رقابت برای غذا، شیوع بیماری و شکار شدن، تعداد اعضای جمعیت را محدود می‌کند و به آن اجازه ادامه رشد، به صورت نمایی نمی‌دهد. عواملی که باعث محدود شدن آهنگ رشد جمعیت‌ها می‌شوند، عوامل وابسته به تراکم نامیده می‌شوند.

زمانی که تعداد کمی از افراد یک گونه به محیط جدیدی مهاجرت می‌کنند، ممکن است برای مدتی الگوی نمایی رشد در آنها دیده شود. مثلاً در سال ۱۹۱۱، ۲۵ رأس گوزن شمالی به جزیره‌ای در آلاسکا منتقل شدند. جمعیت این جانور در ابتدا بسیار سریع (تقریباً به صورت نمایی) افزایش یافت به طوری که در سال ۱۹۳۸ تعداد آنها به حدود ۲۰۰۰ رأس رسید. افزایش جمعیت سبب شد که منابع تغذیه این گوزن‌ها - که عمدتاً گلسنگ است - بیش از حد مصرف شود و طبیعت قادر به جایگزین کردن آن، با همان سرعتی که مصرف می‌شد، نباشد. در نتیجه، جمعیت این گوزن‌ها به شدت سقوط کرد تا حدی که در سال ۱۹۵۰ تنها ۸ رأس از آنها دیده شد (شکل ۳-۶).



الف



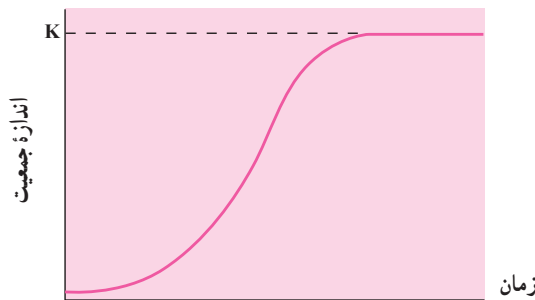
شکل ۳-۶ در طبیعت رشد نمایی مدت زیادی ادامه نمی‌یابد. الف) گوزن شمالی، ب) تغییرات جمعیت گوزن شمالی در جزیره‌ای واقع در آلاسکا

## الگوی رشد لجیستیک

الگوی نمایی رشد در توصیف جمعیت جاندارانی که بر سر غذا، آب، قلمرو و ... به رقابت می‌پردازند، ناتوان است. در جمعیت‌های واقعی، آهنگ رشد جمعیت همواره کمتر از حالتی است که در آن منابع مختلف به آسانی در اختیار همه قرار می‌گیرد. هرچه تراکم جانداران در محیط بیشتر باشد، رقابت شدیدتر و آهنگ رشد پایین‌تر خواهد بود.

مثال مربوط به کشت مخمر را به یاد آورید. فرض کنید محیط کشتی که مخمرها در آن نگهداری می‌شوند، می‌تواند منابع غذایی لازم برای زندگی حداکثر ۲۰۰۰ مخمر را تأمین کند. به عبارت دیگر، وقتی که جمعیت مخمر در این محیط به حدود ۲۰۰۰ رسید، رشد جمعیت متوقف می‌شود. در این حالت تعداد مخمرهایی که بر اثر تقسیم سلولی به وجود می‌آیند، برابر تعداد سلول‌هایی است که می‌میرند. عدد ۲۰۰۰ را گنجایش محیط می‌نامند و آن را با  $K$  نشان می‌دهند.

الگویی از رشد که در شکل ۴-۶ نشان داده شده است، الگوی لجیستیک<sup>۱</sup> رشد جمعیت نامیده می‌شود. براساس این الگو، با شدت یافتن رقابت و نزدیک شدن اندازه جمعیت به گنجایش محیط، آهنگ رشد کند می‌شود.



شکل ۴-۶ الگوی رشد لجیستیک جمعیت‌ها

کاستی‌های الگوی لجیستیک: الگوی لجیستیک مشکل نامحدود در نظر گرفتن منابع را - که ایراد اصلی الگوی نمایی بود - با در نظر گرفتن پارامتری به نام گنجایش محیط ( $K$ ) حل می‌کند؛ اما، خود این الگو هم چندان بی‌اشکال نیست. نظام طبیعت پیچیده‌تر از آن است که با الگویی مثل الگوی لجیستیک بتوان تمام رازهای آن را شناخت! ایرادهای گوناگونی به الگوی لجیستیک و فرض‌های آن

وارد است از جمله :

۱- در این الگو به نوع افراد گونه توجهی نمی‌شود. در جمعیت‌های طبیعی، همواره جهش‌های ژنی رخ می‌دهد و جهش‌یافته‌های جدید ممکن است سریع‌تر تولیدمثل کنند؛ یعنی، آهنگ افزایش ذاتی ( $r$ ) آنها بالاتر از انواع پیشین باشد. همچنین، با پیدا شدن جهش‌یافته‌هایی که بازده بالاتری در استفاده از مواد غذایی داشته باشند، مقدار  $K$  افزایش می‌یابد.

۲- ممکن است طبیعت نتواند منابع غذایی را با همان سرعتی که جاندار مصرف می‌کند، بازسازی و جانشین کند. در این صورت، با رشد جمعیت مقدار  $K$  کاهش پیدا می‌کند (این همان اتفاقی است که برای گوزن‌های آلاسکا افتاد). به‌علاوه، تغییرات فصل و حوادث طبیعی (سیل، آتش‌سوزی و...) می‌توانند تغییرات چشمگیری در  $K$  ایجاد کنند.

۳- همیشه کاهش تراکم به نفع افراد نیست؛ مثلاً بعضی از جانوران به‌صورت گروهی شکار یا از فرزندان خود مراقبت می‌کنند. در این گونه‌ها، اگر اندازه جمعیت از حد خاصی کوچک‌تر شود، شانس بقا کاهش می‌یابد. به‌علاوه، پایین بودن تراکم جمعیت در جاندارانی که تولید مثل جنسی (به‌جز خودلقاحی) دارند، سبب کم شدن احتمال جفت‌یابی و در نتیجه کاهش آهنگ تولیدمثل می‌شود.

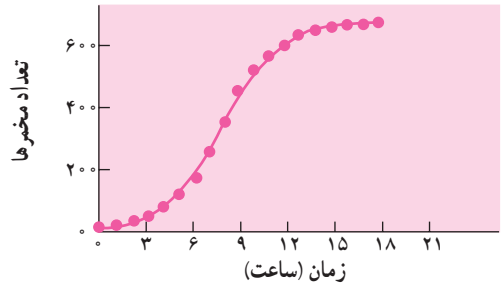
۴- در این الگو فرض می‌شود که رشد جمعیت پیوسته است و افزایش تعداد افراد بلافاصله موجب کاهش آهنگ رشد می‌شود. در بسیاری از جانداران، این فرض به واقعیت شبیه نیست. بسیاری از گیاهان و جانوران فقط در فصل خاصی تولیدمثل می‌کنند؛ لذا، ممکن است جمعیت آنها گاهی اوقات از گنجایش محیط فراتر رود. معمولاً در این موارد به علت افزایش مرگ و میر، اندازه جمعیت پس از مدتی به حد طبیعی باز می‌گردد.

۵- در الگوی لجیستیک، برهم‌کنش گونه‌های مختلف در نظر گرفته نشده است. اصلی‌ترین عامل محدودکننده جمعیت در بسیاری از گونه‌ها، شکار شدن توسط گونه‌های دیگر است، نه منابع غذایی.

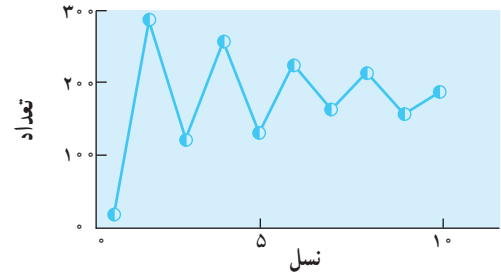
هر الگوی ریاضی زمانی ارزشمند است که با داده‌های تجربی سازگار باشد. در شکل ۵-۶ تغییرات جمعیت چند جاندار را برحسب زمان می‌بینید. سعی کنید در هر مورد، دلیل انطباق با الگوی لجیستیک یا انحراف از آن را پیدا کنید.



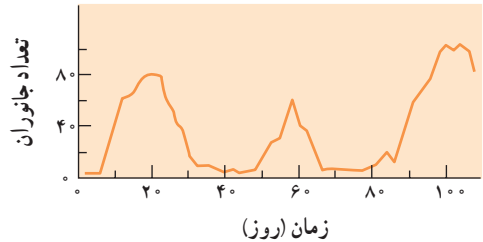
الف



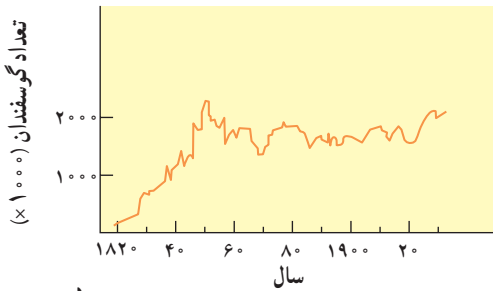
ج



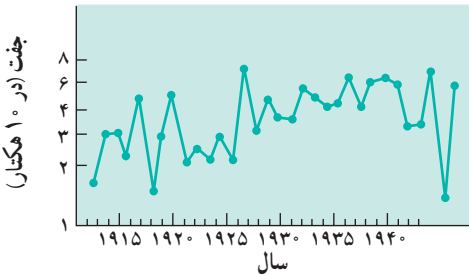
هـ



ب



د

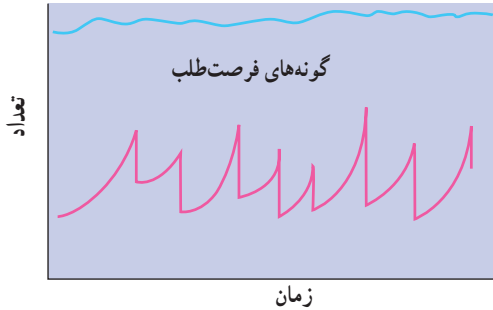


شکل ۵-۶- نوسان‌های یافت شده در چند جمعیت واقعی. الف) سلول‌های مخر، ب) گوسفند تاسمانی، ج) نوعی سوسک، د) چرخ ریسک (نوعی پرنده)، هـ) دافنی.

## جمعیت‌های فرصت‌طلب و جمعیت‌های تعادلی

رخداد‌های غیرمنتظره، مانند آتش‌سوزی، خشکسالی، سیل و گردباد - که هرچندگاه در طبیعت اتفاق می‌افتند - باعث مرگ و میر شدید و ناگهانی می‌شوند. این نوع کاهش جمعیت، ارتباطی به تراکم آن و رقابت افراد باهم ندارد. به‌عنوان مثال، جمعیت حشرات و گیاهان یک ساله در بهار و تابستان - که شرایط مساعد است - با سرعت رشد می‌کند؛ ولی با بروز بحران مثلاً فرار سیدن سرما، به طور قابل توجهی کاهش می‌یابد. چنین جمعیت‌هایی در محیط‌های متغیر و غیرقابل پیش‌بینی زندگی می‌کنند و اصطلاحاً جمعیت‌های فرصت‌طلب نامیده می‌شوند (شکل ۶-۶).

## گونه‌های تعادلی



شکل ۶-۶ جمعیت‌های فرصت طلب و جمعیت‌های تعادلی

جمعیت طبیعی برخی از گونه‌ها، مانند اغلب مهره‌داران در طول زمان کوتاه تغییر چندانی نمی‌کند. شرایط محیط زیست این گونه‌ها نسبتاً پایدار است و حوادث ناگهانی در آن به ندرت رخ می‌دهد. این جمعیت‌ها را جمعیت‌های تعادلی می‌نامند. اندازه جمعیت‌های تعادلی معمولاً نزدیک به گنجایش محیط (K) است. رشد جمعیت‌ها پس از تساوی اندازه آنها با گنجایش محیط متوقف می‌شود. جمعیت‌های فرصت طلب و جمعیت‌های تعادلی، دو حد آستانه هستند و بسیاری از گونه‌ها وضعیتی بینابین این دو دارند، یعنی شرایط محیط برای آنها نه کاملاً پایدار است و نه به شدت بحرانی. پایداری یا ناپایداری محیط را باید با توجه به گونه مورد بررسی سنجید؛ مثلاً سرمای زمستان اغلب حشرات را از پای در می‌آورد، در حالی که بسیاری از جانوران بزرگ‌تر این شرایط را تحمل می‌کنند.

مهم‌ترین جنبه مقایسه جمعیت‌های تعادلی و فرصت طلب، نوع اثری است که انتخاب طبیعی روی آنها می‌گذارد. در محیط‌هایی که شدیداً متغیر و غیرقابل پیش‌بینی هستند، مرگ و میر گسترده افراد ارتباط چندانی با ژنوتیپ و فنوتیپ آنها، یا تراکم جمعیت ندارد. هر فردی سعی می‌کند هرچه بیشتر و سریع‌تر تولیدمثل کند تا حداقل تعدادی از زاده‌هایش از بحران جان سالم به‌در ببرند. در آغاز فصل تولیدمثل گونه‌های فرصت طلب، معمولاً تعداد افراد بالغی که زنده مانده‌اند، بسیار کمتر از حد گنجایش محیط است و رقابت چندانی وجود ندارد. در چنین شرایطی، حتی زاده‌هایی که چندان هم سالم و توانمند نباشند، می‌توانند زنده بمانند. افراد سعی می‌کنند بیشترین انرژی را صرف تولیدمثل کنند و بیشترین تعداد زاده‌ها را در کوتاه‌ترین زمان به‌وجود آورند. نتیجه طبیعی تعداد زیاد زاده‌ها، اندازه کوچک آنهاست (زیرا مقدار کل ماده و انرژی محدود است). نمونه چنین جمعیت‌هایی، نوعی پروانه است که در پاییز تخم می‌گذارد. لاروها در بهار از تخم خارج می‌شوند؛ تا اوایل تابستان از برگ‌ها تغذیه می‌کنند و سپس تا فرارسیدن پاییز به‌صورت شفیره در خاک می‌مانند. در پاییز پروانه‌های بالغ از پیله خارج می‌شوند و

جفت‌گیری می‌کنند. یک بررسی ۱۸ ساله نشان داد که بیشترین مرگ و میر (در حدود ۹۱ درصد) در فصل زمستان برای تخم‌ها و نیز در فصل بهار برای لاروها اتفاق می‌افتد، زیرا بسیاری از لاروها زمانی از تخم خارج می‌شوند که درختان هنوز برگ ندارند.

در محیط‌هایی که نسبتاً پایدار هستند، تراکم جمعیت نوسان کمتری دارد و مرگ و میر افراد تصادفی نیست. آنهایی که با محیط سازگارتر باشند و بهتر بتوانند در شرایط رقابتی سخت دوام بیاورند، باقی می‌مانند. در محیطی که تقریباً اشباع شده است، ( $N \cong K$ ) رقابت شدید وجود دارد. بهترین راهبرد به وجود آوردن فرزندی است که قابلیت‌های بیشتری در رقابت با سایر افراد داشته باشند. پرورش فرزندان سالم و قوی هزینه زیادی دارد؛ لذا، تعداد فرزندان محدود است. در بسیاری از گونه‌هایی که چنین شرایطی دارند، والدین تا مدتی از فرزندان مراقبت می‌کنند. بیر، گوریل و عقاب از این گروه‌اند.

در جدول ۱-۶، فهرست ویژگی‌های این دو نوع جمعیت را مشاهده می‌کنید. آیا می‌توانید هر یک از موارد مطرح شده را توجیه کنید؟

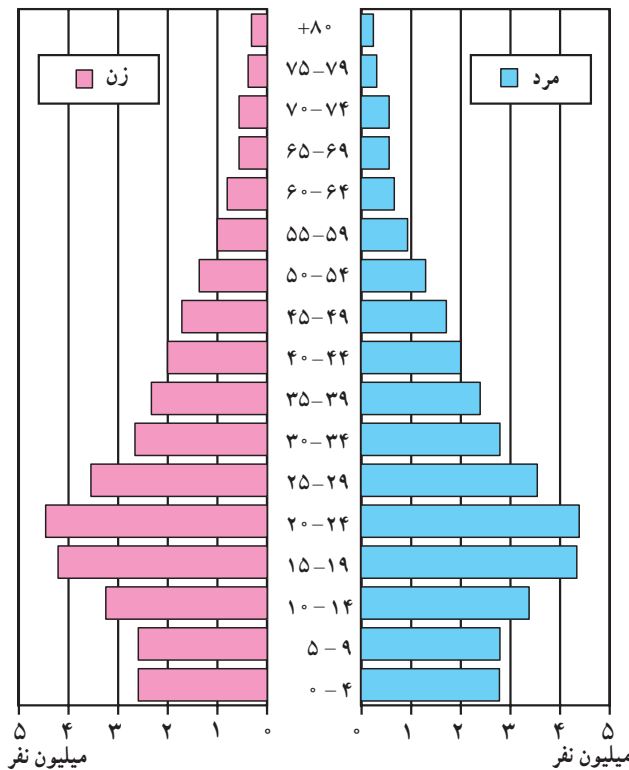
جدول ۱-۶- مقایسه خصوصیات جمعیت‌های تعادلی و فرصت طلب

عوامل	جمعیت‌های تعادلی	جمعیت‌های فرصت طلب
آب و هوای محیط	تا حدودی ثابت یا قابل پیش‌بینی	متغیر و غیر قابل پیش‌بینی
مرگ و میر	معمولاً هدفدار، و وابسته به تراکم	معمولاً تصادفی، مستقل از تراکم
اندازه جمعیت	تقریباً ثابت، تعادلی؛ نزدیک به گنجایش محیط؛ محیط اشباع شده	متغیر با زمان، غیر تعادلی؛ معمولاً خیلی پایین‌تر از گنجایش محیط؛ محیط اشباع نشده
رقابت	عموماً شدید	اغلب وجود ندارد.
ویژگی‌های مطلوب در انتخاب طبیعی	۱- رشد و نمو آهسته ۲- قابلیت‌های رقابتی بالا ۳- افراد دیر به سن تولیدمثل می‌رسند. ۴- جثه بزرگ ۵- معمولاً هر فرد چند بار تولیدمثل می‌کند. ۶- تعداد کمی زاده بزرگ به وجود می‌آورند.	۱- رشد و نمو سریع ۲- تولید مثل سریع ۳- افراد زود به سن تولیدمثل می‌رسند. ۴- جثه کوچک ۵- معمولاً هر فرد یک بار فرصت تولیدمثل دارد. ۶- تعداد زیادی زاده کوچک به وجود می‌آورند.
طول عمر	نسبتاً طولانی، عموماً بیشتر از یک سال	نسبتاً کوتاه، اغلب کمتر از یک سال
نتیجه	سازگاری بیشتر با محیط	زادآوری سریع

## هرم جمعیت

می‌گویند یک تصویر گویاتر از هزار کلمه است، اما گویایی بعضی از تصاویر بسیار بیشتر از این است. مثلاً یک راه برای نشان دادن جمعیت بزرگ انسان نموداری است که روی آن گروه‌های سنی، روی محور Yها و تعداد افراد روی محور Xها نشان داده می‌شوند. در این نمودارها گروه‌های سنی کوچک‌تر در پایین و گروه‌های مسن‌تر در بالا نشان داده می‌شوند. نموداری که به این ترتیب طراحی می‌شود معمولاً هرمی شکل است و به همین علت آن را هرم جمعیت می‌نامند (شکل ۷-۶).

پیش‌بینی نیازهای آینده: هرم جمعیت کاربردهای فراوان دارد. مثلاً هرم سنی جمعیت کشورمان را در شکل می‌بینید. این شکل نشان می‌دهد که درصد جمعیت کودکان و نوجوانان در جامعه ما نسبتاً بالاست. بنابراین برنامه‌ریزی برای سلامت، آموزش و پرورش کودکان و نوجوانان در کشور ما اهمیت خاصی پیدا می‌کند. ایجاد شغل برای این جمعیت و پیش‌بینی اثری که این گروه پس از ازدواج بر جمعیت کشور خواهند گذاشت، بر پایه این هرم صورت می‌گیرد.

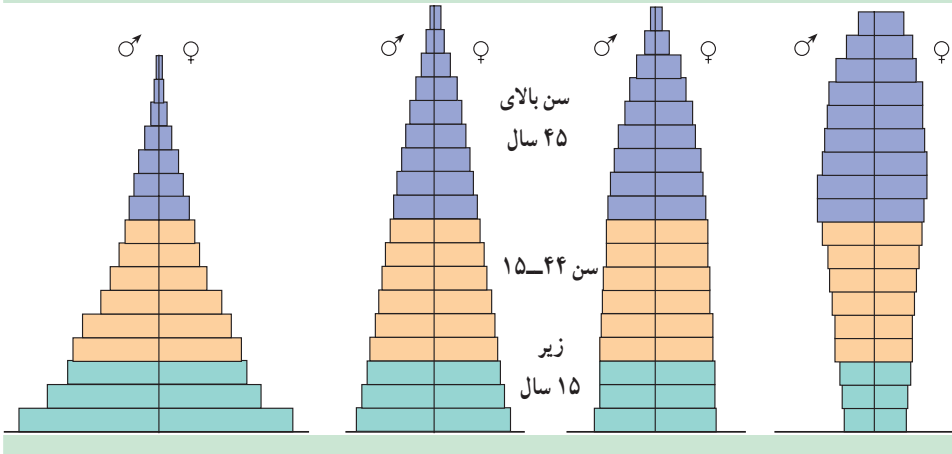


شکل ۷-۶- هرم سنی جمعیت کشور بر اساس سرشماری سال ۱۳۸۵

## فعالیت



در شکل زیر انواعی از هرم‌های جمعیت انسان را که مربوط به جوامع مختلف هستند، مشاهده می‌کنید. دربارهٔ سرعت و آهنگ رشد هریک از این جمعیت‌ها بحث کنید.



## خودآزمایی

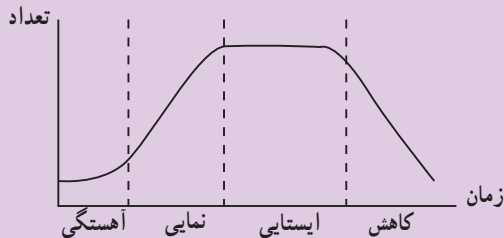


۱- به جز مثال‌های کتاب‌های درسی، حداقل یک مثال برای هریک از انواع پراکنش افراد جمعیت بنویسید.

۲- چرا در طبیعت رشد جمعیت‌ها بیشتر ترکیبی از الگوهای نمایی و لجیستیک است؟

۳- در نمودار زیر رشد جمعیت نوعی باکتری در محیط کشت مصنوعی نشان داده شده است.

شرح کوتاهی دربارهٔ هریک از مراحل آهستگی، نمایی، ایستایی و کاهش بنویسید.



۴- کاستی‌های هریک از الگوهای رشد نمایی و لجیستیک را شرح دهید.

۵- به نظر شما چرا در تعریف جمعیت لازم است مکان مشخص جاندار را نیز تعیین کنیم؟

۶- پراکنش تماشاچیان بازی فوتبال در یک ورزشگاه از کدام نوع است، تصادفی، یک‌نواخت

یا دسته‌ای؟ توضیح دهید.

۷- به هرم سنی کشور در صفحه ۱۳۹ نگاه کنید. بیشترین رشد جمعیت مربوط به چه سال‌هایی

بوده است؟

## فعالیت

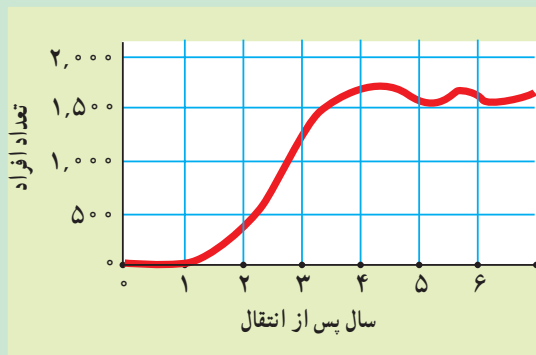


### تفسیر داده‌ها

۱- زیست‌شناسان در سال‌های دهه ۱۹۳۰ تعدادی قرقاول را در جزیره‌ای که قبلاً فاقد قرقاول

بودرها کردند. با استفاده از داده‌های نمودار زیر، گنجایش تحمل این جزیره را تعیین کنید. راه رسیدن

به نتیجه‌ای که گرفتید را شرح دهید.



### ارزیابی

۲- پس از آتش‌سوزی در جنگل، بعضی گیاهان با سرعت در منطقه سوخته جایگزین می‌شوند.

توضیح دهید جمعیت این نوع گیاهان تعادلی است یا فرصت‌طلب.

### پیش‌بینی

۳- با استفاده از شکل ۷-۶، پیش‌بینی کنید تا سال ۱۴۰۰ ه. ش. در هرم سنی جمعیت ایران موج

تولد نوزاد که در سال ۱۳۶۱ روی داد، چه وضعیتی خواهد داشت؟

## ۳ روابط میان جانداران در یک اجتماع زیستی

### تحول و تغییر گونه‌ها در ارتباط با یکدیگر صورت می‌گیرد.

مهم‌ترین جاندار یک اکوسیستم کدام است؟ اگر بخواهید به این پرسش پاسخ دهید، خیلی زود در خواهید یافت که انجام چنین کاری چندان آسان نیست؛ چون نمی‌توان جانداران اکوسیستم را جدا از هم در نظر گرفت. هر جاندار در اکوسیستم جزئی از یک شبکه پیچیده است.

**روابط میان گونه‌ها:** روابط میان گونه‌های مختلف نتیجه فرایند تغییر و تحول آنها در زمان‌های بسیار طولانی است. در این فرآیند، ساختار بدن و رفتار افراد هر گونه با دیگر گونه‌ها هم‌آهنگ شده است. مثلاً گرده‌افشانی بعضی از گیاهان گل‌دار، هم‌آهنگ با رفتار و ساختار بدن حشرات و سایر جانوران تغییر حاصل کرده است. جانوران گرده‌افشان صفاتی پیدا کرده‌اند که آنان را وامی‌دارد تا غذا یا سایر مواد مورد نیاز خود را از گیاهانی که گرده آنها را می‌افشانند، به دست آورند. در شکل ۸-۶ مشاهده می‌کنید که طبیعت از طریق انتخاب طبیعی غالباً هم‌آهنگی بسیاری بین صفات جانوران گرده‌افشان و گیاهان به وجود آورده است. هم‌آهنگی تغییر گونه‌هایی که در یک اکوسیستم زندگی می‌کنند و با هم ارتباط نزدیک دارند، تکامل همراه<sup>۱</sup> نامیده می‌شود.

### تکامل همراه شکار و شکارچی: صیادی نوعی رابطه بین دو گونه است که طی آن یکی دیگری

را می‌خورد. مثال‌های آشنای این نوع رابطه شکار گورخر به وسیله شیر و شکار

موش به وسیله مار یا گربه است در شکل‌های دیگر رابطه صیادی را

می‌توان در بند پایان مشاهده کرد. عنکبوت‌ها و انواعی

از هزار پایان منحصرأ شکارچی هستند.



شکل ۸-۶ تکامل همراه. نوعی تکامل همراه بین این گیاه و پرندۀ شهدخوار یافت می‌شود. این پرندۀ با نوک بلند خود شهد را از اعماق این گل می‌مکد و در مقابل برای آن گرده‌افشانی انجام می‌دهد.

**دفاع گیاهان در برابر گیاه خواران :** انتظار دارید تکامل همراه شکار و شکارچی چگونه باشد؟ به احتمال زیاد انتظار دارید که راه‌های فرار شکار از شکارچی، جلوگیری از برخورد یا مبارزه با آن، تکامل حاصل کرده باشد. اگرچه گیاهان نیز برای مبارزه با شکارچیان خود (جانوران گیاه خوار) تیغ و خار تولید می‌کنند؛ اما مبارزه آنها با کمک مواد شیمیایی برای برحذر داشتن دشمن، یکی از پیچیده‌ترین راه‌هاست. در واقع همه گیاهان موادی دفاعی که ترکیب‌های ثانوی نام دارند، تولید می‌کنند. ترکیب‌های ثانوی، نخستین راه دفاعی اغلب گیاهان هستند.

گیاهان مختلف برای دفاع از خود ترکیب‌های شیمیایی مختلفی تولید می‌کنند. مثلاً، گیاهان تیره شب بو گروهی از ترکیب‌های شیمیایی را که در مجموع روغن خردل نامیده می‌شوند، تولید می‌کنند. روغن خردل بو و مزه تند دارد. مزه تند اعضای این تیره گیاهی، مانند کلم و تربچه نیز به دلیل وجود همین ترکیب‌هاست. این مواد برای حشرات سمی هستند.

**گیاه خواران چگونه خطوط دفاعی گیاهان را می‌شکنند :** بعضی از جانوران گیاه خوار می‌توانند از گیاهانی تغذیه کنند که مواد شیمیایی دفاعی تولید می‌کنند. مثلاً، نوزاد پروانه کلم روی گیاهان تیره شب بو زندگی و از آنها تغذیه می‌کند. روغن خردل که در این گیاهان تولید می‌شود، برای بسیاری از حشرات سمی است. اما نوزاد پروانه کلم چگونه این مواد سمی را تحمل می‌کند؟ این جانور می‌تواند روغن خردل را تجزیه کند و از اثرهای سمی آن در امان بماند.

## روابط درازمدت، گونه‌های هم‌زیست را به وجود آورده است.

اگر دو یا چند جاندار از گونه‌های متفاوت در درازمدت با یکدیگر رابطه نزدیک داشته باشند، می‌گویند این جانداران با یکدیگر هم‌زیست هستند. ممکن است رابطه هم‌زیستی به نفع هر دو طرف، یا فقط به نفع یکی از آنها باشد. اگرچه می‌توان به آسانی تعیین کرد که در زندگی هم‌زیستی، کدام جاندار سود می‌برد، اما تعیین اینکه این نوع رابطه به نفع طرف مقابل نیست، قدری دشوار به نظر می‌رسد.

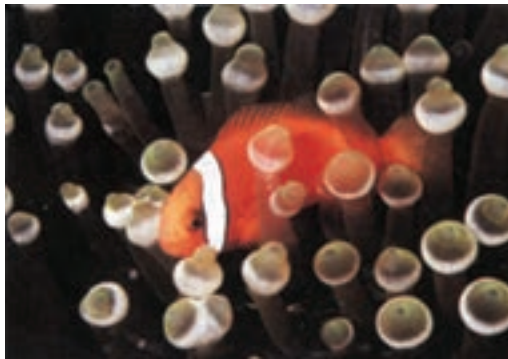
**همیاری :** همیاری، نوعی رابطه هم‌زیستی است که در آن هر دو طرف سود می‌برند. یکی از معروف‌ترین انواع روابط همیاری بین مورچه و شته در نظام آفرینش یافت می‌شود (شکل ۹-۶). شته‌ها حشرات کوچکی هستند که روی شاخه‌های جوان و سبز بعضی گیاهان زندگی می‌کنند و با اندام مکنده دهانی خود شیره پرورده گیاه میزبان را به فراوانی از درون آوندهای آبکش آنها می‌مکند. مواد قندی موجود در شیره پرورده از مخرج آنها به بیرون تراوش می‌کند. بعضی از انواع مورچه‌ها از این قطرات تغذیه می‌کنند و در مقابل از شته‌ها در برابر حشرات شکارچی محافظت می‌کنند (شکل ۹-۶).





شکل ۹-۶- همزیستی. مورچه‌های نگهبان از شته‌های روی این ساقه حفاظت و در عین حال از شیرهای که از بدن آنها خارج می‌شود، تغذیه می‌کنند.

هم سفرگی: نوع دیگر همزیستی، هم سفرگی است. در این نوع رابطه، یک طرف سود می‌برد و طرف دیگر نه سود می‌برد و نه زیان. یک نوع معروف هم سفرگی بین دلفک ماهی و شقایق دریایی که نوعی از کیسه‌تنان است، وجود دارد. شقایق دریایی خارهای گزنده‌ای دارد که برای سایر جانوران سمی است (شکل ۱-۶).



شکل ۱-۶- هم سفرگی: دلفک ماهی‌ها از نیش این شقایق دریایی در امان‌اند و در میان بازوهای آن مخفی می‌شوند.

رابطه انگلی نوع ویژه‌ای از همزیستی است. انگل معمولاً روی میزبان که بزرگ‌تر از آن است، زندگی و از بدن آن تغذیه می‌کند. معمولاً انگل باعث کشته شدن میزبان نمی‌شود، چون زندگی انگل به زندگی میزبان بستگی زیاد دارد. میزبان باعث انتقال زاده‌های انگل به میزبانان جدید نیز می‌شود. بسیاری از جانوران انگل، مانند شپش بر سطح بدن میزبان زندگی می‌کنند. کنه‌ها و بعضی پشه‌ها نیز انگل خارجی هستند. انگل‌های داخلی، مانند کرم‌های انگل روده، تخصصی‌تر عمل می‌کنند و درون بدن میزبان زندگی می‌کنند.

## خودآزمایی



- ۱- چرا بعضی‌ها تکامل همراه شکار - شکارچی را نوعی مسابقهٔ تسلیحاتی توصیف می‌کنند؟
- ۲- زنبوران عسل ژاپنی نوعی راهبرد دفاعی در برابر زنبوران سرخ از خود نشان می‌دهند. زنبورهای وارداتی اروپایی به ژاپن نمی‌توانند در برابر این زنبوران از خود دفاع کنند. این نوع تکامل همراه را توضیح دهید.

## ۴ رقابت به جوامع زیستی شکل می دهد

استفاده های مشترک از منابع کمیاب باعث رقابت می شود.

هنگامی که دو گونه در یک زیستگاه از منابع مشترکی استفاده می کنند، می گویند این دو گونه در حال رقابت با یکدیگر هستند. جانداران معمولاً برای به دست آوردن غذا، مکان آشیانه، فضا برای زیستن، نور، مواد معدنی و آب، با یکدیگر رقابت می کنند. برای ایجاد رقابت، لازم است منابع مورد رقابت فراوان نباشند. مثلاً، در افریقا، شیر و کفتار بر سر شکار با یکدیگر در حال رقابت هستند. ستیزی که در نتیجه این رقابت درمی گیرد، معمولاً منجر به زخمی شدن هر دو طرف می شود. بسیاری از انواع رقابت منجر به درگیری و ستیزی نمی شود. بعضی از جانداران رقیب هرگز با یکدیگر برخورد نمی کنند. اثر آنها بر رقیبان خود از طریق اثری است که بر منابع می گذارند.

برای قضاوت درباره نقش هر جاندار در اکوسیستم، لازم است به این پرسش ها درباره آن پاسخ دهید: آن جاندار چه می خورد، یا به عبارت صحیح تر آن جاندار انرژی مورد نیاز خود را از کجا تأمین می کند و آن جاندار کجا زندگی می کند؟ به نقش، زیستگاه و تعامل هایی که موجود زنده در یک اکوسیستم دارد، کُنّام می گویند.

کُنّام هر جاندار را می توان با تعیین عواملی مانند فضایی که مورد استفاده قرار می دهد، غذایی که می خورد همچنین نیازهای دمایی، رطوبتی یا جفت گیری، تعریف کرد. در شکل ۱۱-۶ خلاصه کُنّام پلنگ جاگوار را مشاهده می کنید.



غذا: پستانداران کوچک تر، ماهی و لاک پشت  
تولیدمثل: در طول تابستان  
زمان فعالیت: هم در روز، شکار می کند و هم در شب

شکل ۱۱-۶ کُنّام پلنگ جاگوار

کنام را اغلب از نظر تأثیری که هر جاندار بر سیر انرژی اکوسیستم می‌گذارد، توصیف می‌کنند؛ مثلاً، کنام یک گوزن که از بوته‌ها تغذیه می‌کند، به صورت گیاه‌خوار توصیف می‌شود. کنام بعضی از جانداران با یک‌دیگر هم‌پوشانی دارد. اگر در یکی از منابع مورد نیاز چنین جاندارانی کمبود وجود داشته باشد، امکان رقابت بین آنها افزایش می‌یابد.

کنام گونه‌های مختلف، هم‌اندازه نیست: برای درک بهتر کنام، بهتر است کنام چند گونه مختلف را مورد بررسی قرار دهیم. سسک نوعی پرندۀ آوازخوان است که در جستجوی غذای خود که حشرات کوچک هستند، در درختان سرو به سر می‌برد. برای تعریف کنام این پرندۀ، متغیرهای مختلفی را باید در نظر گرفت: دمای مورد نیاز این پرندۀ، موقعی از سال که این پرندۀ آشیانه می‌سازد، غذای مورد علاقه آن و محلی از درخت که این پرندۀ غذای خود را از آنجا به دست می‌آورد، از جمله این متغیرها هستند. طیفی از موقعیت‌هایی که این جاندار، توان زیستن در آنها را دارد، کنام بنیادی می‌نامند.

تقسیم منابع بین گونه‌ها: سسک زرد غذای خود را از حشرات ساکن بالای درختان کاج نوئل تأمین می‌کند، در حالی که این حشرات در بخش‌های دیگر درخت نیز حضور دارند (شکل ۱۲-۶). به عبارت دیگر سسک زرد تنها بخش کوچکی از درخت کاج نوئل را اشغال می‌کند.

در اواخر دهه ۱۹۵۰ رابرت مک‌آرتور<sup>۱</sup> که بوم‌شناس بود پژوهشی درباره کنام این پرندگان انجام داد. پژوهش این محقق در شکل ۱۲-۶ خلاصه شده است. او رفتارهای تغذیه‌ای پنج‌گونه سسک را که رقیب یک‌دیگر هستند، مورد تحقیق قرار داد و پی برد که این پنج‌گونه هم‌زمان، اما از مناطق مختلف درخت کاج نوئل، غذای خود را کسب می‌کنند.

توجه داشته باشید که کنام بنیادی هر پنج‌گونه یکی است، اما مکان کسب منابع غذایی آنها متفاوت است. گویی آنها توافق کرده‌اند که هرگونه از بخش ویژه‌ای از درخت کاج نوئل غذای خود را به دست آورد. بخشی از کنام بنیادی که هرگونه اشغال می‌کند، کنام واقعی آن می‌نامند. بنابراین کنام واقعی سسک زرد بخش کوچکی (بخش بالایی درخت) از کنام بنیادی آن (درخت کاج نوئل به‌طور کلی) است.

مزیت کسب غذا از بخش کوچکی از کنام بنیادی چیست؟ این پژوهشگر اعتقاد دارد که این الگوهای تغذیه‌ای باعث کاهش رقابت بین پنج‌گونه سسک می‌شود. چون محل‌های کسب غذای پنج‌گونه سسک متفاوت است، رقابت بین آنها در نمی‌گیرد. او نتیجه گرفته است که انتخاب طبیعی بین پنج‌گونه سسک رفتارهای متفاوتی به وجود آورده است. بسیاری از بوم‌شناسان با این عقیده موافق‌اند.



شکل ۱۲-۶- کنام واقعی. اگرچه کنام بنیادی این پنج نوع سسک که روی یک نوع درخت زندگی می‌کنند، یکسان است، اما کنام واقعی آنها متفاوت است.

## فعالیت



## آزمایشگاه داده‌ها

**تغییر کنام واقعی جانداران:** دو ویژگی کنام جانوران شکارچی را می‌توان به آسانی اندازه گرفت: اندازه شکار و محل زندگی، یعنی جایی که جاندار شکار خود را به دست می‌آورد. به شکل صفحه بعد توجه کنید. لکه‌هایی که در این نقشه مشاهده می‌کنید، اندازه شکار و محلی را نشان می‌دهد که پرنده گونه A بیشتر آنها را مورد استفاده قرار می‌دهد. تیره‌ترین لکه که در مرکز قرار دارد، مناسب‌ترین شکار را نشان می‌دهد.

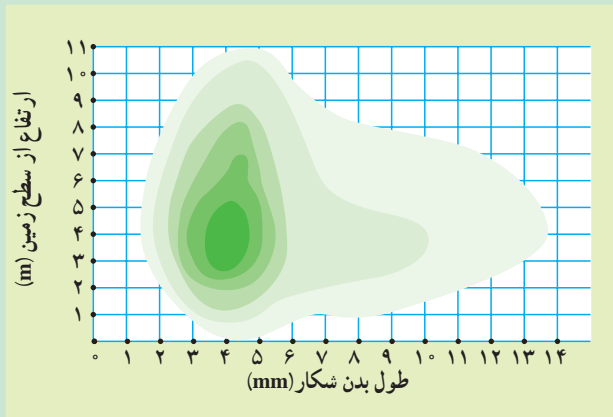
## تفسیر

- ۱- اندازه شکاری را که پرنده گونه A بیشتر دوست دارد به دست آورید.
- ۲- حداکثر ارتفاعی که پرنده گونه A در آن تغذیه می‌کند، کدام است؟
- ۳- گونه B را به زیستگاه گونه A اضافه می‌کنیم. غذای گونه B و مکان تهیه آن مشابه گونه A است، اما گونه B در ساعتی از روز که کمی با گونه A متفاوت است به شکار می‌پردازد. حضور گونه B چه اثری بر گونه A خواهد داشت؟
- ۴- گونه C را به زیستگاه گونه A وارد می‌کنیم. ساعت شکار گونه C مشابه ساعت شکار گونه

A است؛ اما گونه C شکارهایی را ترجیح می‌دهد که ۱۰ تا ۱۳ میلی‌متر طول داشته باشند. حضور گونه C چه اثری بر گونه A خواهد داشت؟

۵- اگر گونه‌ای به زیستگاه گونه A اضافه کنیم که نیازهای غذایی آن دقیقاً شبیه گونه A باشد، نمودار زیر چه تفاوتی خواهد کرد؟

۶- کم‌رنگ‌ترین لکه موجود در این نمودار متعلق به چیست؟



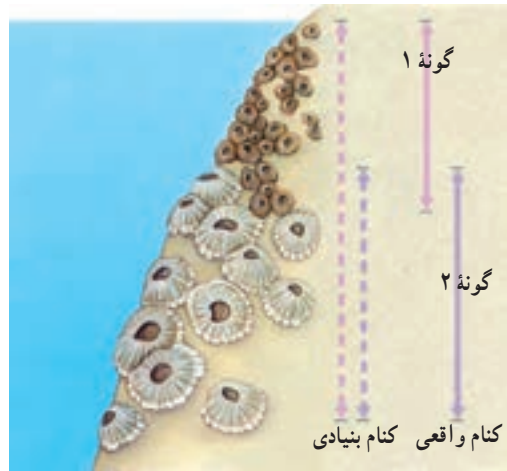
### بر اثر رقابت دسترسی گونه‌ها به منابع محدود می‌شود.

در سال‌های دهه ۱۹۶۰، پژوهشگری به نام ژوزف کانل<sup>۱</sup> پژوهشی دربارهٔ یک مورد رقابت انجام داد. این پژوهشگر امریکایی دو گونه کشتی چسب را که در صخره‌های همانندی در سواحل اسکاتلند زندگی می‌کنند، مورد بررسی قرار داد. کشتی چسب جانوری دریازی، از گروه سخت‌پوستان است. نوزاد این جانور که در ابتدا آزادانه در آب زندگی می‌کند، خود را به تخته سنگ‌ها می‌چسباند و بقیهٔ عمر خود را چسبیده به آن باقی می‌ماند. در شکل ۱۳-۶ مشاهده می‌کنید که کشتی چسب گونه ۱ بر مناطق بالایی صخره‌ها که هنگام جزر از آب خارج می‌شود، زندگی می‌کند. در همین شکل نوعی دیگر کشتی چسب (گونه ۲) را مشاهده می‌کنید که روی همان نوع تخته سنگ‌ها، اما در مناطق پایین‌تر که به ندرت در معرض هوا قرار می‌گیرد، زندگی می‌کند.

کانل در پژوهش‌های خود قسمت‌های پایینی زیستگاه این کشتی چسب‌ها را از وجود گونه ۲ پاک می‌کرد و پس از آن مشاهده می‌کرد که پس از مدتی گونه ۱ قسمت‌های پایینی تخته‌سنگ‌ها را نیز

۱- Joseph Connel

اشغال می‌کند. این نشان می‌دهد که عدم گسترش گونه ۱ در مناطق عمیق به علت عدم توانایی آن برای زیستن در آن بخش از زیستگاه نیست و در واقع مناطق کم‌عمق و عمیق تخته سنگ‌ها کنام بنیادی آن محسوب می‌شود. وقتی که او بار دیگر گونه ۲ را روی این تخته‌سنگ‌ها کشت می‌داد، مشاهده می‌کرد که این گونه، همواره مناطق عمیق‌تر تخته‌سنگ‌ها را انتخاب و در آن‌جا جایگزین می‌شود. به عبارت دیگر گونه ۱ نمی‌تواند در حضور گونه ۲ به مناطق عمیق تخته‌سنگ‌ها نفوذ کند (شکل ۱۳-۶). گونه ۲ در حضور یا عدم حضور گونه ۱ همواره مناطق عمیق‌تر را ترجیح می‌دهد. به نظر می‌رسد سازش گونه ۲ به مناطق کم‌عمق که مدت طولانی‌تری از آب خارج می‌شود، به پای گونه ۱ نمی‌رسد. گونه ۱ به‌علت رقابت با گونه دیگر فقط بخشی از کنام بنیادی خود را اشغال می‌کند. این پژوهش نشان می‌دهد همان‌گونه که در پژوهش‌های مک‌آرتور نیز مشخص شده، رقابت دسترسی گونه‌ها را به منابع محدود می‌کند.



شکل ۱۳-۶- اثر رقابت بین دو گونه کشتی چسب. کنام واقعی ۱ از کنام بنیادی آن کوچک‌تر است. چون این‌گونه در رقابت با گونه ۲ است.

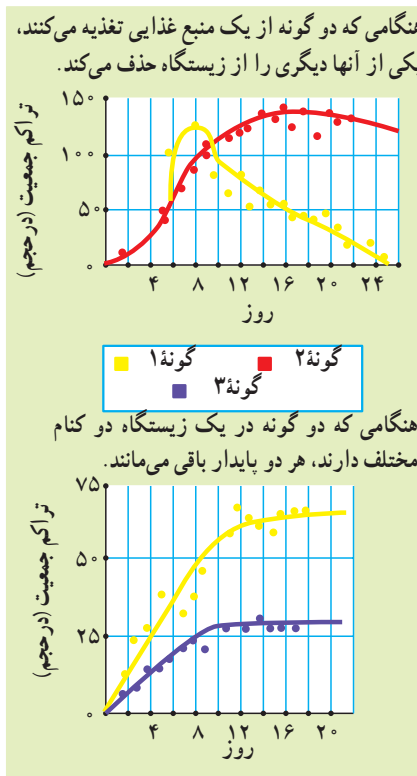
### رقابت بدون تقسیم منابع باعث انقراض می‌شود.

محدودیت و کمبود منابع در طبیعت یک قاعده است و گونه‌هایی که از منابع یکسانی استفاده می‌کنند، در معرض رقابت با یک‌دیگر قرار می‌گیرند. داروین مشاهده کرد که رقابت بین گونه‌هایی که شباهت زیاد به یک‌دیگر دارند، حادث‌تر است، چون این‌گونه‌ها معمولاً با روش مشابهی از منابع یکسانی

استفاده می‌کنند. بنابراین آیا می‌توانیم ادعا کنیم که در رقابت بین گونه‌های شبیه به یکدیگر، یک گونه همواره از آن محیط حذف می‌شود؟ در سال‌های دهه ۱۹۳۰ پژوهشگری روسی به نام گوس<sup>۱</sup>، با انجام آزمایش‌هایی دقیق کوشش کرد به این پرسش پاسخ دهد.

گوس در آزمایش خود، دو گونه پارامسی<sup>۲</sup> (گونه ۱ و گونه ۲) را که از یک نوع باکتری تغذیه می‌کنند، در یک ظرف کشت داد. حاصل این رقابت همواره حذف گونه‌ای بود که نسبت به مواد دفعی باکتری‌ها مقاومت کمتر دارد (شکل ۱۴-۶). گوس نتیجه گرفت که اگر دو گونه در حال رقابت با یکدیگر باشند، گونه‌ای که با کارایی بیشتری می‌تواند از منابع استفاده کند، گونه دیگر را از زیستگاه حذف می‌کند. این نوع حذف در اثر رقابت را حذف رقابتی<sup>۳</sup> می‌نامند.

#### اثر رقابت



شکل ۱۴-۶- حذف رقابتی بین گونه‌های پارامسی. در آزمایش گوس معلوم شد که نتیجه رقابت به تشابه و هم‌پوشانی کنام‌های واقعی گونه‌های رقیب بستگی دارد.

۱- G.F. Gause

۲- Paramecium

۳- Competitive exclusion



رقابت‌کنندگان می‌توانند با هم سازش داشته باشند: آیا در صورت وجود منابع محدود،

همواره حذف رقابتی بین گونه‌ها روی می‌دهد؟

گوس در آزمایشی دیگر گونه دیگری از پارامسی (گونه ۳) را به محیط کشت پارامسی ۱ وارد کرد. غذای این دو پارامسی نیز یکسان است. او انتظار داشت مطابق با آزمایش قبلی، یکی از گونه‌ها از صحنه رقابت حذف شود.

اما نتیجه آزمایش جور دیگری بود. این دو گونه، مانند سسک‌های شکل ۱۲-۶ هر دو در محیط باقی ماندند. چون در واقع، این دو گونه، غذای خود را از مناطق متفاوتی کسب می‌کنند. قسمت بالای ظرف را، که در آنجا غلظت اکسیژن بیشتر است، بیشتر گونه ۱ اشغال می‌کند. در قسمت پایینی ظرف که غلظت اکسیژن کمتر دارد، گونه‌هایی از باکتری‌ها که تنفس بی‌هوازی دارند، زندگی می‌کنند. گونه ۳ برای زندگی در قسمت‌های پایین‌تر ظرف و تغذیه از باکتری‌ها سازش بیشتر دارد. بنابراین کنام بنیادی هر دو گونه، همه ظرف محیط کشت است؛ اما کنام واقعی آن دو، به علت توانایی‌های سازشی آنها، متفاوت است. در نتیجه این دو گونه در یک محیط کشت با هم زندگی می‌کنند و هیچ‌کدام دیگری را از صحنه رقابت حذف نمی‌کند.

**صیادی رقابت را کاهش می‌دهد: پژوهش‌هایی که در اکوسیستم‌های طبیعی صورت گرفته،** معلوم کرده است که صیادی اثرات رقابت را کاهش می‌دهد. یکی از پژوهش‌هایی که در این مورد صورت گرفته است، درباره تأثیر ستاره دریایی روی تعداد و نوع گونه‌هایی است که در مناطق جزر و مدی دریا زندگی می‌کنند. ستاره دریایی شکارچی جانوران دریازی، مانند صدف باریک و صدف پهن است. پژوهشگری به نام رابرت پاین<sup>۱</sup> ستاره‌های دریایی یک منطقه طبیعی را از آن خارج کرد. او مشاهده کرد که تعداد گونه‌های شکار این ستاره‌های دریایی از ۱۵ به ۸ می‌رسد. در واقع صدف‌های باریک که شکار اصلی ستاره دریایی محسوب می‌شوند، این هفت گونه را از محیط حذف کرده‌اند. ستاره‌های دریایی با شکار صدف‌های باریک، جمعیت آنها را به حداقل کاهش و با این کار رقابت را نیز کاهش می‌دهند (شکل ۱۵-۶).

**تنوع زیستی و تولیدکنندگی: در سال‌های دهه ۱۹۹۰ پژوهشی مهم درباره رابطه بین تنوع** زیستی و تولیدکنندگی صورت گرفت. دیوید تیلمن<sup>۲</sup> و ۵۰ نفر از همکاران او در مجموع ۱۴۷ منطقه آزمایشی را در علف‌زارهای مینه‌سوتا، در امریکا، انتخاب کردند. هر منطقه آزمایشی آنها شامل ۱ تا ۲۴ گونه خاص و بومی بود. آنان مقدار ماده زنده تولید شده در این مناطق را اندازه‌گیری کردند و به این

۱- Robert Paine

۲- David Tilman



شکل ۱۵-۶ اثر حذف ستاره‌های دریایی از دریا. هنگامی که این ستاره دریایی از اکوسیستم دریا حذف شد، تنوع زیستی کاهش و رقابت بین گونه‌هایی که شکار آن هستند، افزایش یافت.

نتیجه رسیدند که هر قدر تنوع گونه‌های گیاهی در منطقه بیشتر باشد، به همان نسبت نیتروژن جذب‌شده از زمین در هر قطعه بیشتر است. آزمایش‌های تیلمن و همکاران او به روشنی نشان می‌دهد که افزایش تنوع گیاهان باعث افزایش تولیدکنندگی می‌شود.

این پژوهشگران همچنین دریافتند مناطقی که تعداد گونه‌های آنها بیشتر است، در برابر خشکی‌ها و کم‌آبی‌های محیط مقاوم‌ترند، بنابراین افزایش تنوع گیاهان موجب افزایش پایداری زیستگاه‌ها و اجتماعات زیستی نیز می‌شود.

خودآزمایی



۱- زیستگاه و کنام را با یکدیگر مقایسه کنید.

۲- آیا ممکن است کنام واقعی یک جاندار از کنام بنیادی آن بزرگ‌تر باشد؟ چرا؟

- ۳- خلاصه پژوهش‌های کانل و پاین را در مورد اثرهای رقابت در اکوسیستم‌ها، بنویسید.
- ۴- آزمایش‌های تیلمن را در مورد اثر تنوع زیستی بر تولیدکنندگی، توصیف کنید.
- ۵- پژوهشگری هیچ شاهدهی دال بر رقابت در جامعه زیستی مورد تحقیق خود نیافت و نتیجه گرفت که رقابت هیچ‌گاه بر این جامعه زیستی نقشی نداشته است. آیا این نتیجه‌گیری درست است؟ توضیح دهید.

### تفکر نقادانه

- ۱- در آزمایش گوس پارامسی گونه ۱ توانست همراه با پارامسی گونه ۳ دوام بیاورد، در حالی که پارامسی گونه ۱ نتوانست در یک محیط همراه با گونه ۲ بقا داشته باشد. پیش‌بینی می‌کنید اگر گونه ۲ و گونه ۳ با هم در یک محیط کشت داده شوند، چه وضعی برای آنها پیش می‌آید؟ پاسخ خود را با استدلال بیان کنید.
- ۲- هنگامی که نخستین ساکنان جزیره هاوایی وارد این جزیره شدند، با خود جانورانی شکارچی که جانوران محلی هرگز مشابه آنها را ندیده بودند، بدانجا بردند. گربه، سگ، موش صحرایی از جمله این جانوران بودند. پس از چندی این جانوران بر جانوران محلی این جزیره پیروز شدند و آنها را منقرض کردند. توضیح دهید چرا شکارهای محلی جزیره در برابر شکارچیان غیربومی آسیب‌پذیرتر بودند؟