

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

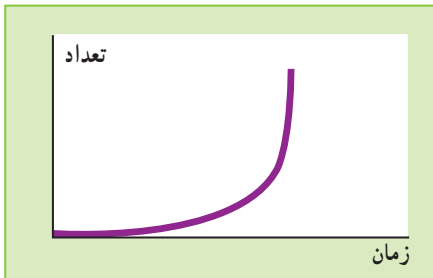
هنگامی که تعداد افرادی که در جمعیت به دنیا می‌آیند از تعداد افرادی که می‌میرند بیشتر باشد، می‌گویند جمعیت در حال رشد است. بنابراین ساده‌ترین الگوی رشد جمعیت وقتی به دست می‌آید که تفاوت میان آهنگ تولد و آهنگ مرگ را محاسبه کنیم. معمولاً آهنگ تولد و مرگ را برای جمعیت انسان به صورت تولد، یا مرگ در هریک هزار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

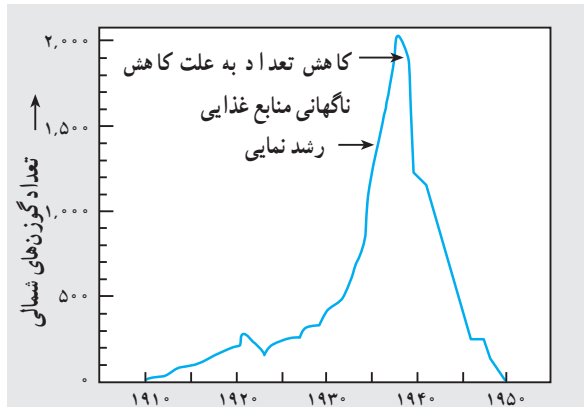
الگوی نمایی رشد در مورد جمعیت‌هایی صدق می‌کند که در آنها رقابتی وجود ندارد یا خفیف است و منابع مورد نیاز جاندار (غذا، آب، نور و ...) به میزان کافی در دسترس همه افراد قرار دارد. چنین جمعیت‌هایی با حداکثر توان خود تولید مثل می‌کنند. در طبیعت معمولاً عواملی نظیر رقابت برای غذا، شیوع بیماری و شکار شدن، تعداد 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

ب



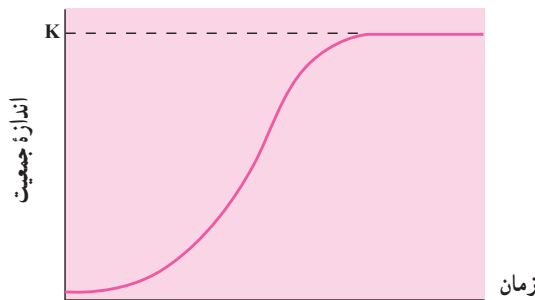
شکل ۳-۶ در طبیعت رشد نمایی مدت زیادی ادامه نمی‌یابد. الف) گوزن شمالی، ب) تغییرات جمعیت گوزن شمالی در جزیره‌ای واقع در آلاسکا

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^۱ 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.

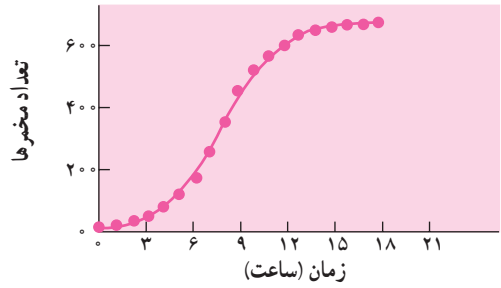
۳- همیشه کاهش تراکم به نفع افراد نیست؛ مثلاً بعضی از جانوران به‌صورت گروهی شکار یا از فرزندان خود مراقبت می‌کنند. در این گونه‌ها، اگر اندازه جمعیت از حد خاصی کوچک‌تر شود، شانس بقا کاهش می‌یابد. به‌علاوه، پایین بودن تراکم جمعیت در جاندارانی که تولید مثل جنسی (به‌جز خودلقاحی) دارند، سبب کم شدن احتمال جفت‌یابی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

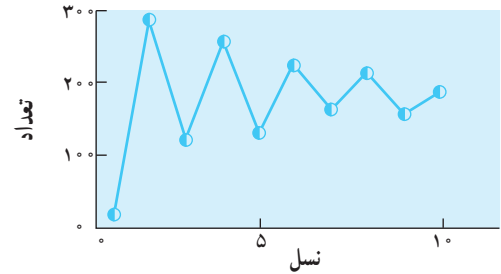
۵- در الگوی لجیستیک، برهم‌کنش گونه‌های مختلف در نظر گرفته نشده است. اصلی‌ترین عامل محدودکننده جمعیت در بسیاری از گونه‌ها، شکار شدن توسط گونه‌های دیگر است، نه منابع غذایی.

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.

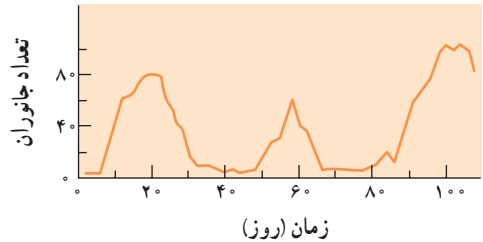
الف



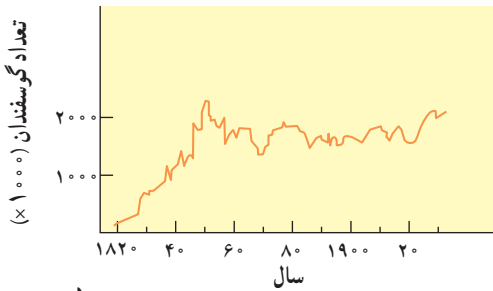
ج



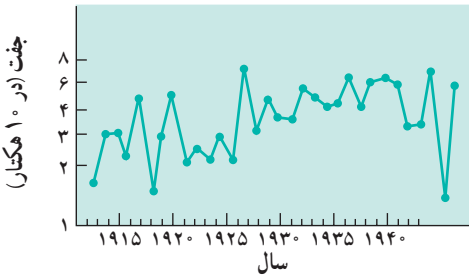
هـ



ب



د

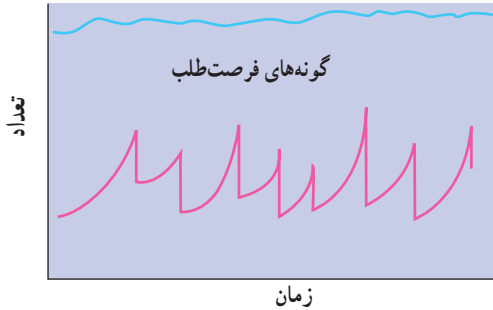


شکل ۵-۶- نوسان‌های یافت شده در چند جمعیت واقعی. الف) سلول‌های مخمر، ب) گوسفند تاسمانی، ج) نوعی سوسک، د) چرخ ریسک (نوعی پرنده)، هـ) دافنی.

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 فرارسیدن سرما، به‌طور 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 فرصت‌طلب، 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 فرصت‌طلب، 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؟

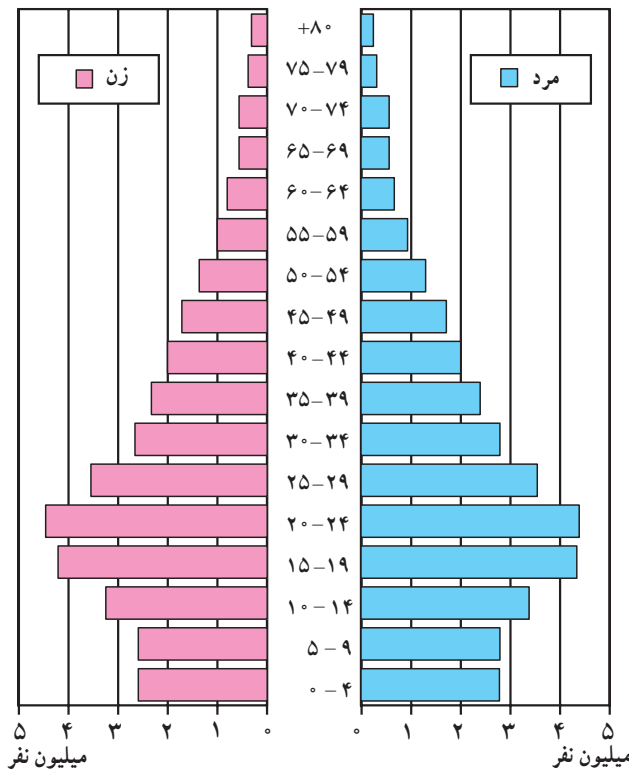
جدول ۱-۶- مقایسه خصوصیات جمعیت‌های تعادلی و فرصت طلب

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، 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.

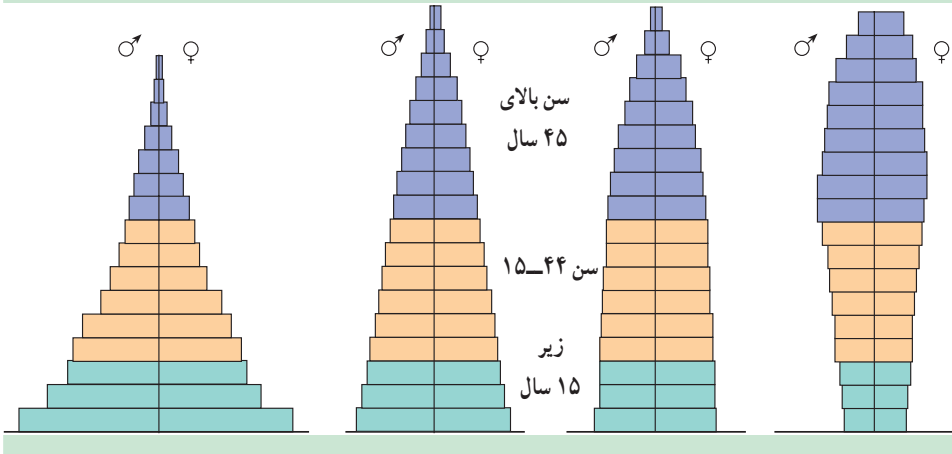


شکل ۷-۶- هرم سنی جمعیت کشور بر اساس سرشماری سال ۱۳۸۵

فعالیت



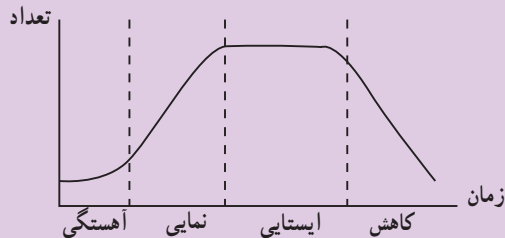
در شکل زیر انواعی از هرم‌های جمعیت انسان را که مربوط به جوامع مختلف هستند، مشاهده می‌کنید. دربارهٔ سرعت و آهنگ رشد هریک از این جمعیت‌ها بحث کنید.



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

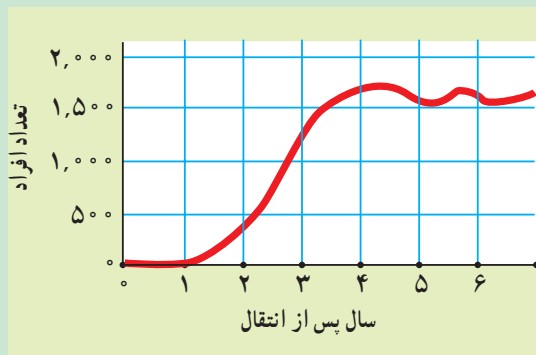


تفسیر داده‌ها

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؟