

سوالات آزمایشگاه اکولوژی - رشد جمعیت

پرسش ۱) مدل های بسیار زیادی تا به امروز برای پیش بینی تغییرات جمعیتی جانداران ارائه شده است. ولی بهترین مدل ها در ۴ گروه طبقه بندی میشوند.

۱. مدل رشد مستقل از تراکم و غیر همپوشان
۲. مدل رشد مستقل از تراکم و همپوشان
۳. مدل رشد وابسته به تراکم و غیر همپوشان
۴. مدل رشد وابسته به تراکم و همپوشان

برای هر کدام از سناریو های مطرح شده در این سوال، تعیین کنید که هر کدام با کدام مدل بهتر توجیه می شوند.

الف) جمعیتی از کرم های حلقوی ساکن در خاک که در فصل بهار پيله های مخاطی (cocoen mucus) تولید میکنند .

ب) گیاهانی مانند جگرواش ها، خزه ها و fireweed که در ابتدای توالی اولیه در یک منطقه ساکن میشوند.

ج) جانورانی مانند فیل ها که در یک منطقه حفاظت شده با سرعت بسیار زیاد در حال رشد هستند.

د) باکتری هایی که در بدن یک خوکچه هندی در حال کلونیزه شدن هستند.

ه) حشراتی که در منطقه علفزار های معتدله زندگی میکنند و در طی یک روز تولید مثل کرده و می میرند.

و) خرس های قطبی ساکن در منطقه غربی Greenland.

برای هر کدام از جمعیت های بالا، با فرض اینکه جمعیت اولیه هر کدام از آنها به ترتیب برابر با 150، 780، 400، 10، به توان 4، 235 و 160 باشد و نرخ رشد ذاتی (r) برای هر ماه هر کدام برابر با 2.0 باشد، اندازه هر جمعیت را بر اساس مدل انتخاب شده در قسمت قبل، در 2 ماه آینده (N_{t+2}) پیدا کنید.

نکته: اگر برای محاسبه جمعیت نیاز به N_{eq} یا K داشتید، آن را 2 برابر جمعیت اولیه در نظر بگیرید. اگر جمعیتی مدل رشد وابسته به تراکم و غیر همپوشان داشت، B را معادل 0.005 در نظر بگیرید.

$$R = 1 - B(N - N_{eq})$$

پرسش ۲) در حین مطالعه یک جمعیت از پروانه های گالنویل که میدانیم از مدل رشد غیروابسته به تراکم و همپوشا پیوری میکند، جمعیت این پروانه ها را به مدت یک سال و اول هر ماه بررسی کردیم. با توجه به دیتا های بدست آمده، جمعیت اولیه و نرخ رشد ذاتی آنها را محاسبه کنید.

ماه	جمعیت
1	12
2	16
3	17
4	19
5	43
6	65
7	116
8	160
9	247
10	398
11	517
12	789

پرسش ۳) در طی یک مطالعه بلند مدت به شکل همگروهی (Cohort studies) بر روی جمعیتی از خرس های قطبی (Ursus Maritimus) گروه های سنی مختلف این جمعیت را بررسی میکنیم.

برای هر کدام از رده های سنی پارامتر های مختلف را تعیین میکنیم. با توجه به پارامتر های داده شده، خانه های خالی جدول زندگی زیر را پر کنید.

Age	N_x	m_x	d_x	l_x	P_x	f_x	V_x
0	196	0					
1	157	2					
2	133	2					
3	118	3					
4	94	2					
5	61	4					
6	37	5					
7	18	2					
8	2	1					

با توجه به جدول زندگی داده شده، 3 پارامتر طول نسل (G)، نرخ افزایش به ازای هر نسل (R_0) و نرخ رشد ذاتی (r) را محاسبه کنید.

پرسش ۴) گونه ای جدید را به طور سری وارد منطقه ای علفزاری در یکی از دشت های ایران کردند. نمی دانیم که نرخ رشد ذاتی (r) این جمعیت و ظرفیت تحمل محیط چقدر است، حتی نتایج حاصل از سرشماری تعداد افراد این گونه هم که در 6 سال ذخیره شده بود طی یک عملیات خرابکارانه از بین رفته است. شما به این ۲ نیازمند هستید تا نتیجه انتقال این گونه به یک محیط دیگر و احیای دوباره آن در آن محیط را پیش بینی کنید. شما تنها یک سری داده را پیدا کرده اید که اطلاعات زیر را دارد. با توجه به داده های داده شده، r را محاسبه نمایید.

زمان (بر مبنای سال)	$\frac{K - N_t}{N_t}$
0	39
1	24
2	14.38
3	8.76
4	5.25
5	3.21
6	1.67

مدل رشد لجستیک:

$$N_t = \frac{K}{1 + \left(\frac{K - N_0}{N_0}\right)(e^{-rt})}$$

پرسش ۵) بررسی ها نشان داده اند جمعیتی از مدل جمعیتی زیر پیروی میکند:

$$\frac{dN}{dt} = rN\left(\frac{K - N}{K}\right)^\alpha$$

ولی ما اندازه α و r را برای این جمعیت نمیدانیم. برای بدست آوردن این پارامتر های برای این جمعیت، میزان رشد این جمعیت را در اندازه های مختلف جمعیت اندازه گرفتیم و نتایج به صورت زیر است. α و r را برای این جمعیت بدست آورید. (ظرفیت حیاتی محیط 1000 است.)

N	100	200	310	460
$\frac{dN}{dt}$	4.406	8.164	9.930	10.980

پرسش ۶) در حین بررسی رشد جمعیتی از پاندا های قرمز (fulgens Ailurus) متوجه شدیم که مدل رشد آنها با توجه به شرایط محیطشان، از حالت وابسته به تراکم و بدون همپوشی پیروی میکند. (فرمول مربوط به این مدل رشد را در زیر مشاهده میکنید.) حال با توجه به آزمایشات انجام شده در آزمایشگاه و آزمایشات میدانی انجام شده بر روی زیستگاه این جانور، به یک سری دیتا از جمعیت و میزان رشد در آنرا بدست آوردیم .

$$R = 1 - B(N - N_{eq})$$

جمعیت هر نسل	R_0 ایجاد شده در اثر آن
70	0.692197
80	0.67735
90	0.66285
100	0.647159
110	0.63237
120	0.61713

میزان پارامتر های ثابت B و جمعیت تعادلی (N_{eq}) را محاسبه کنید.

حال میدانیم پارامتری به نام L وجود دارد که برابر با حاصل ضرب ثابت B در مدل مربوطه و جمعیت تعادلی است، ($L = BN_{eq}$). برای پیش بینی وضعیت این مدل می توانیم از این ثابت استفاده کنیم:

- I. L کوچکتر از 1، رشد بدون هیچگونه نوسان.
- II. L بین 1 و 2، رشد با نوسان همگرا.
- III. L بین 2 و 57.2، رشد با نوسان ثابت.
- IV. L بزرگتر از 57.2، رشد آشوبناک و غیر قابل پیش بینی.

حال همانطور که میدانید خیلی از جمعیت ها دقیقا همان لحظه هر اندازه ای که دارند ار حس نمیکنند و اثر اندازه جمعیت بر رشد یا کاهش آن با چند نسل تاخیر رخ میدهد. پس یکی از روش های دقیق تر کردن مدل های رشد جمعیتی، به عقب بردن پارامتر N است.

اما این کار احتمال حرکت مدل ما به سمت آشوبناک را بیشتر میکند و هر دفعه که نسل مورد نظر را یکی عقب میکشیم، مرز های گفته شده هر کدام ضربدر 0.7 میشوند.

تعیین کنید که حداکثر چند نسل میتوان در این جمعیت نسل اثر گذار را عقب کشید تا وقتی مدل ما آشوبناک نشود.

پرسش ۷) گونه‌ای از جانداران را کشف کرده‌ایم که ده سال عمر می‌کنند. می‌خواهیم هزینه متابولیسی که یک جاندار در طول عمر خود صرف بقای خود (Maintenance metabolism) می‌کند را محاسبه کنیم. برای محاسبه این مفهوم ابتدا یک جدول زندگی برای این موجودات به دست می‌آوریم. در این جدول، میانه تعداد افراد در هر سن و میانگین وزن افراد در هر سن به نمایش در آمده است. این جدول را در زیر مشاهده می‌کنید. فرض کنید توزیع سنی در این جمعیت ثابت می‌ماند.

سن افراد	تعداد افراد	میانگین وزن (کیلوگرم)
۱	۸۵۰	۹۱
۲	۶۳۰	۲۰۵
۳	۵۳۲	۳۱۸
۴	۴۷۸	۴۵۵
۵	۴۳۰	۶۱۴
۶	۳۸۷	۷۹۵
۷	۳۴۸	۱۰۰۰
۸	۳۱۳	۱۲۰۵
۹	۲۸۲	۱۴۰۹
۱۰	۲۶۰	۱۶۴۱

توجه: ارزش غذایی هر گرم از غذای مصرفی این جاندار و همچنین انرژی هر گرم از مدفوع آن برابر با 16.736 kJ است.

با توجه به اطلاعات داده شده، به بخش‌های زیر پاسخ دهید.

الف) رشد زیست‌توده (Biomass) کل این جمعیت را طی یک سال آینده را بر حسب کیلوگرم محاسبه کنید.

ب) اگر هر گرم از این جاندار ارزش غذایی معادل 6.276 kJ داشته باشد، میانگین رشد زیست‌توده (Biomass) هر فرد از این جمعیت را بر حسب کیلوژول محاسبه کنید.

ج) اگر این جاندار روزانه، ۲۳.۵۹ کیلوگرم غذا مصرف بکند، انرژی که این جاندار در سال به دست می‌آورد چه اندازه است؟

د) اگر این جاندار روزانه، ۱۳.۲۵ کیلوگرم مدفوع تولید بکند، انرژی که این جاندار در سال از دست می‌دهد چه اندازه است؟

ه) با توجه به انرژی صرف شده برای رشد، انرژی از دست رفته توسط مدفوع و انرژی به دست آمده در یک سال، انرژی که جاندار صرف متابولیسم می‌کند (Maintenance metabolism) را به دست آورید.

پرسش ۸) در آزمایشی موفقیت گونه‌ای در مهاجرت به یک جزیره را می‌خواهیم بسنجیم. برای این کار، در پایان هر سال وجود (P) یا عدم وجود (A) این گونه در این جزیره را می‌سنجیم. این کار را برای ۵۰ سال متوالی انجام می‌دهیم. نتیجه به صورت زیر خواهد بود.

APAPAPAPAPPPPAAPAAAAAAAAAAAAAPAAAPAPAPAPPPPPAAPAAAAAPAAAA

با توجه به اطلاعات داده شده، نرخ انقراض را محاسبه کنید. توجه داشته باشید که انقراض به این معنی است که گونه‌ای که در جزیره وجود دارد، از بین رفته و دیگر مجدداً به آن جزیره بازنگردد.

پرسش ۹) اگر جمعیتی به صورت ناگهانی رشدش صفر شود ($R_0 = 1$) آنگاه جمعیت مدتی به رشد خود ادامه می‌دهد تا به جمعیت تعادلی برسد. Keyfitz در سال ۱۹۷۱ نشان داد که چنین جمعیتی با توجه به تابع زیر رشد می‌کند:

$$Q = \frac{be}{r\mu} \left[\frac{R_0 - 1}{R_0} \right]$$

که در آن Q نشان دهنده چند برابر شدن جمعیت است. مثلاً اگر جمعیت اولیه ۱۰۰۰ نفر باشد و بعد از تکانه ۱۵۰۰ نفر شود، $Q = 1.5$ است. اگر $Q = 1$ باشد، آنگاه جمعیت تغییری نخواهد داشت. b تعداد زاده‌ها به ازای هر هزار نفر است. e امید به زندگی در هنگام تولد است. r نرخ رشد جمعیت به ازای هر هزار نفر است. μ میانگین سن در هنگام اولین زایمان (بر حسب سال) است. R_0 نرخ زاد و ولد است. تمامی این مقادیر مربوط به قبل از این است که به صورت ناگهانی $r = 0$ شود. برای جمعیت انسان، $b = 21$ ، $e = 67$ ، $r = 12$ ، $\mu = 22$ و $R_0 = 1.13$ است.

تعیین کنید جمعیت زمین بعد پدید تکانه رشد چند برابر زمانی است که هنوز ۲ صفر نشده بود؟

با توجه به اطلاعات زیر به دو پرسش بعدی پاسخ دهید.

در مطالعه‌ای که بر روی کروکودیل‌های صحرایی انجام شده مشخص شده است آن‌ها جدول زندگی مشابه زیر دارند:

x	N	m_x
0	7453	0.000
1	7123	0.000
2	6987	0.000
3	6543	0.342
4	5981	0.243
5	5678	0.532
6	5324	0.365
7	3468	0.123
8	0	-

جمعیتی از آن‌ها در تالاب‌های دشت ورامین زندگی می‌کنند. ساختار این جمعیت را نیز در زیر می‌بینید:

x	N_0
0	983
1	842
2	542
3	612
4	178
5	423
6	191
7	143

پرسش ۱۰) با فرض کنید در هر سال، مرگ و میرها به صورت میانگین در ابتدای تابستان رخ می‌دهد.

صحت گزاره‌های زیر را مشخص نمایید.

الف) جمعیت فوق از الگوی 3 بقا پیروی می‌کند.

ب) انتظار می‌رود تخم‌های این کروکودیل بزرگ باشد.

ج) یک کروکودیل میانگین در این جمعیت 1.89 فرزند به دنیا می‌آورد.

د) امید به زندگی در لحظه تولد در این جمعیت برابر 5.78 سال می‌باشد.

ه) امید به زندگی در سال 4 در این جمعیت برابر 2.52 می‌باشد.

پرسش ۱۱) بر اساس ماتریس رشد جمعیت، در مورد افق پیش‌روی این جمعیت صحت گزاره‌های زیر را مشخص نمایید.

الف) میانگین سن مادران در این جمعیت 4.11 می‌باشد.

ب) در سال دوم مجموع این کروکودیل‌ها برابر با حدودا 4200 نفر می‌باشد.

ج) انتظار می‌رود در سال سوم حدودا 750 فرزند متولد شوند.

د) بیش از 5 سال طول می‌کشد تا این جمعیت 2 برابر شود.

ه) صدور مجوز شکار برای این کروکودیل‌ها می‌تواند تصمیم عاقلانه‌ای باشد.

پرسش ۱۲) با توجه به معادله رشد لجستیک می‌توان نوشت:

$$n(t+1) = n(t) + rn(t) \left(1 - \frac{n(t)}{K} \right)$$

در این معادله ممکن است که $n(t+1)$ منفی شود حتی زمانی که r ، K همگی مثبت هستند. در حقیقت

هر زمانی که $n(t) > n^*$ باشد، $n(t+1) < 0$ خواهد شد. فرض کنید که $r = 2$ و $K = 200$ است.

*

n چند خواهد بود؟

پرسش ۱۳) جمعیت‌های اکولوژیک در طی زمان دچار تغییر میشوند. با فرض اینکه مهاجرتی در جمعیت وجود

ندارد، تنها عامل تغییر دهنده جمعیت زاد و ولد و مرگ میر است. حال اگر تصور کنیم که جمعیت ما وابسته است

به تراکم، آنگاه می‌توانیم مرگ و میر و زاد و ولد را به صورت زیر تعریف کنیم:

$$b = b_{max} - \beta N$$

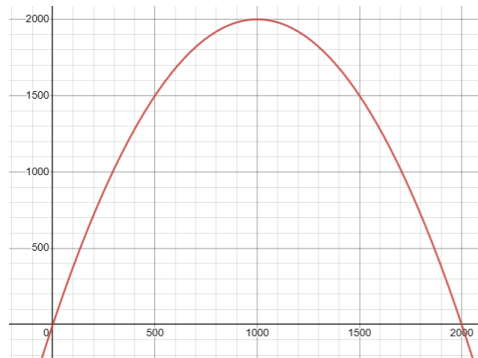
$$d = d_{max} + \delta N$$

که میتوان آن را همانند رشد لجستیک پیوسته، برای یک جمعیت گسسته نوشت. در نتیجه رشد این جمعیت را به صورت زیر نوشته میشود:

$$N(t+1) = N(t) + r \times N(t) \left(1 - \frac{N(t)}{K}\right)$$

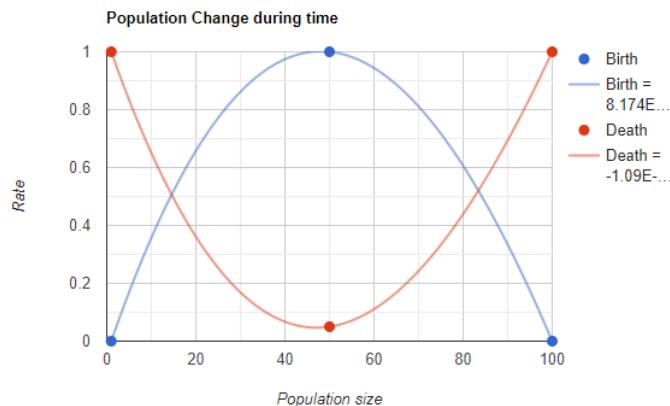
حال، نمودار $N(t+1)$ بر مبنای $N(t)$ را رسم میکنید که معادله و نمودار آن را در زیر میبینید:

$$y = -0.002x^2 + 4x$$



با توجه به معادله داده شده و توضیحات، جمعیت تعادلی را پیدا کنید.

پرسش ۱۴) در آزمایشی دانشمندی تلاش کرد تا تغییرات جمعیت یک گونه لک لک را در شرایط مختلف بسنجد. او آن ها را با جمعیت های آغازین مختلف در محیط های یکسانی قرار داد و پس از هر مدت به طور مداوم به آن ها سر زد و نرخ رشد و نرخ مرگ و میر که برابر است با تعداد افراد متولد شده یا فوت شده تقسیم بر تعداد کل را به دست آورد. سپس تغییرات این پارامتر ها را به صورت یک تابع درجه دو در آورد که نتایج حاصل از کار این پژوهش گر را در شکل زیر مشاهده میکنید:



که تابع هر یک از آن ها به شرح زیر می باشد:

$$f(birth) = -0.0408 + 0.0412x - (4.081 \times 10^{-4})x^2$$

$$f(death) = 1.0408 - 0.0412x + (4.081 \times 10^{-4})x^2$$

در ادامه مشاهده کرد که در صورتی که قدر مطلق آهنگ تغییرات جمعیت کمتر یا برابر با 15 شود، این جمعیت به سمتی می رود که افراد به گونه ای انتخاب شوند تا بتوانند در تراکم های بالاتری نسبت به باقی افراد زندگی کنند.

حال با توجه به این اطلاعات حساب کنید که حداکثر تعداد جمعیتی که در آن افراد دارای نرخ رشد بیشتر انتخاب میشوند، چیست.

پرسش ۱۵) در جمعیتی از ساس ها که رشد گسسته وابسته به تراکم دارند، گروهی شکارچی مهاجم وارد شده و تعداد ساس ها به 18 عدد میرسد، اگر بدانیم بعد سه نسل تعداد ساس ها به 84 عدد میرسد و ظرفیت برد محیط برای این گونه 623142 نفر است. با توجه به این اطلاعات ، تعداد ساس ها در نسل بعد به چه تعدادی میرسد؟

$$N_{t+1} = \frac{N_t R}{1 + \frac{(N_t)(R - 1)}{K}}$$