

باسمه تعالی

سوالات آزمون آزمون دوره تابستانه بیست و یکمین المپیاد زیست شناسی ایران

زمان آزمون: ۱۸۰ دقیقه مجموع نمره: ۱۰۰ نمره شماره آزمون: ۱۸

تاریخ آزمون: ۲۵ شهریورماه ۱۳۹۷ ساعت شروع آزمون: ۱۰:۳۰ درصد: ۶ درصد

استفاده از ماشین حساب مجاز می باشد تعداد سوالات: ۲۵

*****در تمامی مدل ها، حروفی که غیر از متغیر در حال تغییر هستند، همگی پارامترهایی ثابت اند.

خان اول: رشد لجستیک

محققی در مطالعه ای به بررسی تغییرات جمعیت نوعی حشره پرداخت. در هر جمعه تعدادی حشره از تخم خارج شده، تولید مثل کرده و میمیرند. در طی ۱۰ هفته به بررسی اندازه جمعیت ملخ ها پرداخت. و نتایج زیر از مطالعات وی بدست آمد.

جمعه هفته	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
تعداد حشره بالغ	۲۴۰	۳۰۰	۳۳۰	۲۸۰	۲۶۰	۳۲۰	۳۴۰	۳۰۰	۲۵۰	۲۸۰

(۱) طول نسل ملخ ها چند هفته است؟

(۲) آیا جمعیت ملخ ها در تعادل پایدار به سر می برد؟

(۳) برای مدلسازی رشد این جمعیت ۳ مدل پیشنهاد شده است. مشخص کنید آیا هر کدام از مدل های زیر می تواند تغییرات اندازه این جمعیت را توجیه کند؟ (N_t نمایانگر اندازه جمعیت در جمعه هفته t ام است.)

(الف) $N_{t+1} = N_t(1 - B(K - N_t))$

(ب) $\frac{dN}{dt} = rN_t \left(1 - \left(\frac{N_t}{K}\right)^\alpha\right)$

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

(ت) $\frac{dN}{dt} = rN_{t-1} \left(\frac{K - N_{t-1}}{K}\right)$

(ث) $N_{t+1} = N_{t-1}(1 - B(K - N_{t-1}))$

۴- از بین مدل هایی که می توانند تغییرات اندازه این جمعیت را توجیه کنند کدامیک از نظر تطبیق بر رفتار این جمعیت انعطاف پذیر تر و کدامیک با واقعیت سازگارتر است؟

۵- محدوده k های ممکن برای این جمعیت چقدر است؟ (حداقل و حداکثر)

۶- در صورتی که بخواهیم مدل ب را با مدل الف مقایسه کنیم کدام پارامترهای مدل ب در پارامتر B مدل الف تاثیر دارند؟

درستی یا نادرستی گزاره های زیر در ارتباط با این جمعیت و مدل های زیر را بررسی کنید.

۷- درستی یا نادرستی گزاره های زیر را در ارتباط با مدل مشخص کنید

(الف) در مدل الف هرچه r بزرگتر باشد دامنه نوسانات بیشتر است

(ب) در مدل الف هرچه K بزرگتر باشد، دوره تناوب یک نوسان کامل طولانی تر خواهد بود

پ) در مدل‌های پ و ث ، اندازه جمعیت K ، یک تعادل ناپایدار می‌باشد.

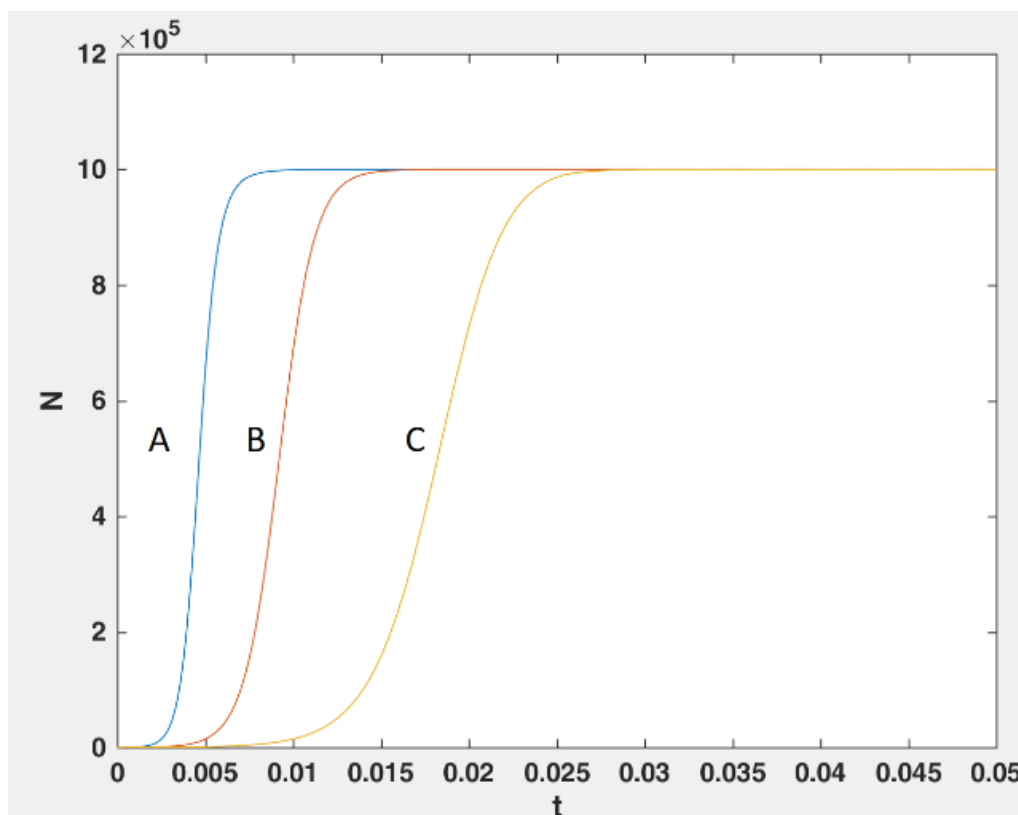
ت) در مدل ب، هرچه α بزرگتر باشد، نزدیک شدن به ظرفیت تحمل محیط دیرتر نرخ رشد جمعیت را کاهش می‌دهد و احتمال بوجود آمدن نوسان افزایش می‌یابد.

ث) احتمال بوجود آمدن نوسان در مدل ث بیش از مدل الف است.

۸- با استاده از مدل زیر، در اندازه‌های مختلف پارامتر α (۰,۵، ۱,۲ و ۱,۵) رشد یک جمعیت با اندازه اولیه ۱۰۰ و ظرفیت تحمل محیط 10^6 را شبیه سازی کردیم.

$$\frac{dN}{dT} = rN \left(1 - \left(\frac{N}{k} \right)^\alpha \right)$$

کدامیک از جمعیت‌های زیر مربوط به $\alpha = 0.5$ می‌باشد.



۹- بررسی‌ها نشان داده‌اند 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 $\left(\frac{dN}{dt} \right)$ 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 ۱۰۰۰ است)

460	310	220	100	N
10.980	9.930	8.164	4.406	$\frac{dN}{dt}$

خان دوم: اثر آلی و مدل های آشوبناک

۱۰- پژوهشگری در حیاط خانه اش تعدادی گنجشک نگهداری میکند، ولی هر سال تعدادی از آنها می میرند و رستم برای ثابت نگه داشتن اندازه جمعیت آنها باید هر سال تعدادی گنجشک جدید به جمعیت وارد کند.

کدامیک از مدل های زیر می تواند رفتاری مشابه وضعیت رشد جمعیت این گنجشک ها نشان دهد. (با فرض اینکه r مثبت است)

الف) $\frac{dN}{dT} = -rN(N-a)(N-b)$ ($b > a$)

ب) $\frac{dN}{dT} = rN(N-a)(N-b)$ ($b > a$)

پ) $\frac{dN}{dt} = rN(1 - (\frac{N}{M}))^f(1 - (\frac{L}{N})^f)$

ت) $\frac{dN}{dt} = rN * \ln(\frac{m}{N})$

ث) $\frac{dN}{dt} = rN * \ln(\frac{N}{q})$

در مورد مدل های فوق، درستی یا نادرستی گزاره های زیر را مشخص کنید.

الف) در مدل ب، اندازه جمعیتی b یک تعادل پایدار برای مدل خواهد بود.

ب) در مدل پ، هرچه f بزرگتر باشد، اثر آلی قوی تر روی جمعیت عمل میکند، ولی محدوده ای که اثر آلی در آن عمل میکند، تغییری نمی کند.

پ) در مدل ث، پارامتر q مانند پارامتر a در مدل الف است.

ت) در مدل ت، پارامتر m مانند پارامتر a در مدل ب است.

ث) رفتار مدل ب در اندازه های بالای جمعیت شبیه مدل ث است.

ج) مدل پ و ت رشد لجستیک از خود نشان میدهند.

۱۱- جمعیتی از مدل رشدی زیر پیروی می کند، چنانچه اندازه جمعیت 50 باشد،

الف) حداقل چند فرد در هر واحد زمانی (مطابق با r) باید به آن اضافه کنیم تا جمعیت به اندازه ای برسد که خودبخود منقرض نمی شود؟ ($r=0.05 \text{ day}^{-1}$)

ب) اگر به اضافه کردن این تعداد به صورت پیوسته ادامه دهیم، در نهایت اندازه جمعیت چقدر خواهد شد؟

$$N_{t+1} = N_t - r(N - 100)(N - 500)$$

۱۲- در مدلی Stochastic برای جمعیتی که به صورت نمایی و پیوسته رشد می کند، در $t=0$ اندازه جمعیت ۱۰۰ بود و امید ریاضی رشد جمعیت این بود که این اندازه در $t=1$ و $t=2$ به ترتیب برابر ۱۳۵ و ۱۸۲ باشد. ولی در زمان $t=1$ اندازه جمعیت ۱۵۰ شد. امید ریاضی اندازه جمعیت در زمان $t=2$ چقدر است؟

با فرض اینکه b و d برای این جمعیت به ترتیب ۰.۵ و ۰.۳ باشد، چقدر احتمال دارد تا جمعیت ۵ تایی از این گونه در نهایت منقرض شود؟

خان سوم: اندرکنش ها!

۱۳- مدل زیر برای برهمکنش بین یک گیاه (X) و حشره (Y) ساخته شده است.

$$\frac{dX}{dt} = \frac{1}{5}X \frac{1000 + \frac{2}{5}(Y - X)}{1000}$$

$$\frac{dY}{dt} = \frac{2}{7}Y \frac{(10X^{\frac{4}{5}} - Y)}{10X^{\frac{4}{5}}}$$

۱۳-الف) درستی یا نادرستی گزاره های زیر را در ارتباط با این مورد مشخص کنید.

الف) رابطه بین گیاه و حشره از نوع همیاری است و هر دو به هم سود می‌رسانند.

ب) جمعیت حشره برای باقی ماندن، به وجود درخت وابستگی اجباری دارد در حالیکه برای درخت این صادق نیست

ج) ظرفیت تحمل محیط برای درخت در عدم حضور حشره برابر ۱۰۰۰ می‌باشد.

د) با افزایش تعداد درخت ها، ظرفیت محیط برای گونه حشره به طور خطی افزایش می‌یابد.

۱۳-ب) صفحه فاز این دو گونه را رسم کنید. جهت تغییر وضعیت جمعیت را با فلش در قسمت های مختلف نشان دهید. محل

برخورد ایزوکلاين ها با محور های نمودار را به صورت پارامتری مشخص کنید. در نهایت تعادل های این سیستم و پایداری یا

ناپایداری آنها را مشخص کنید.

۱۴- برای شبیه سازی برهمکنش ۲ گونه A,B بر سر ۳ منبع از مدل تیلمن استفاده کرده ایم. بردار های یک مصرف این ۲ گونه

در زیر نوشته شده. همچنین حداقل میزان موزد نیاز از سه منبع برای دو گونه مشخص شده.

1	2
3	1
2	1.5

بردار مصرف گونه B:

بردار مصرف گونه A:

20
حدافل مورد نیاز برای گونه B: 30
27

25
حدافل مورد نیاز برای گونه A: 15
20

در هریک از حالت های زیر مشخص کنید در ابتدای رقابت جمعیت هر یک از دو گونه افزایش یا کاهش می‌یابد. و وضعیت نهایی که اتفاق می‌افتد (حذف گونه A و یا B یا باقی ماندن هردو) را تعیین کنید. (برای نمایش نرخ ها از ماتریس استفاده شده که در آن خانه اول منبع ۱، خانه دوم منبع ۲ و خانه سوم منبع آخر است.) همینطور ترکیب جمعیت را در وضعیت نهایی مشخص کنید.

100

الف) نرخ تولید محیط 50

70

20

ب) نرخ تولید محیط 50

70

20

ج) نرخ تولید محیط 50

20

100

د) نرخ تولید محیط 40

100

خان چهارم: صیادی

۱۵- الف) در مدل صیادی زیر برای دو گونه N و P، تا ۵ نسل اندازه جمعیت ها را محاسبه کرده و نوع تعادل نهایی را مشخص کنید.

$$N_{t+1} = (1.0 - B z_t)N_t - C N_t P_t$$

$$P_{t+1} = Q N_t P_t$$

اندازه اولیه جمعیت: N= 100 , P=20

B=0.03, ظرفیت تعادلی محیط برای N برابر ۵۰۰ و C=0.005 و Q=0.02

۱۵-ب) این مدل برای کدام یک از شرایط زیر سازگار تر است.

الف) گرگ و خرگوش

ب) یک پارازیتوئید که در لارو تخم می‌گذارد و یک حشره که تنها در بهار تولید مثل میکند.

ج) وال ها و پلانکتون ها

۱۶) مشخص کنید برای هر کدام از مدل های زیر، کدام توصیف ریاضی سازگار تر است: (X صید و Y صیاد)

الف) مدل McArthur با ایزوکلاین صیاد غیر خطی

ب) مدل Ratio-dependent صید و صیاد

$$\frac{dY}{dT} = pYX \frac{(k-X)}{K} - wY \quad \text{و} \quad \frac{dX}{dT} = rX - qYX \frac{(k-X)}{K} \quad (۱)$$

$$\frac{dY}{dT} = \frac{pY}{X} - w \quad \text{و} \quad \frac{dX}{dT} = rX \frac{(k-X)}{k} - qYX \quad (۲)$$

$$\frac{dY}{dT} = \frac{pY}{X} - w \quad \text{و} \quad \frac{dX}{dT} = rX - qYX \frac{(k-X)}{K} \quad (۳)$$

$$\frac{dY}{dT} = \frac{pY}{X} - wY \quad \text{و} \quad \frac{dX}{dT} = rX \frac{(k-X)}{k} - qYX \quad (۴)$$

$$\frac{dY}{dT} = pYX - wY^m \quad \text{و} \quad \frac{dX}{dT} = rX \frac{(k-X)}{k} - qYX \quad (۵)$$

خان پنجم: گیاه خواری و تنوع زیستی

۱۷- برای یک پروژه تحقیقاتی محققان خواستند ارتباط بین رشد سالیانه درخت های شمال ایران و سرمایه گذاری دفاعی درخت را بررسی کنند. به این منظور ذاذه های زیر به دست آمد. شما با توجه به داده های مذکور بگویید

الف) این داده ها از چه معادله ای پیروی میکنند؟(معادله خط را بنویسید)

ب) بیان کننده کدام فرضیه دفاع گیاهان هستند؟

	گیاه ۱	گیاه ۲	گیاه ۳	گیاه ۴	گیاه ۵	گیاه ۶	گیاه ۷	گیاه ۸	گیاه ۹	گیاه ۱۰	گیاه ۱۱	گیاه ۱۲	گیاه ۱۳	گیاه ۱۴	گیاه ۱۵
رشد سالیانه	۵	۲۰	۷۰	۳۰	۱۱۵	۴۰	۶۰	۴۵	۴۹	۴۲	۶۲	۲۱	۷۹	۳۸	۵۲
سرمایه گذاری دفاعی	۸۴	۷۵	۵۵	۸۰	۳۰	۷۰	۶۱	۶۷	۶۲	۸۰	۶۰	۸۵	۴۹	۷۵	۶۷

optimal defense hypothesis

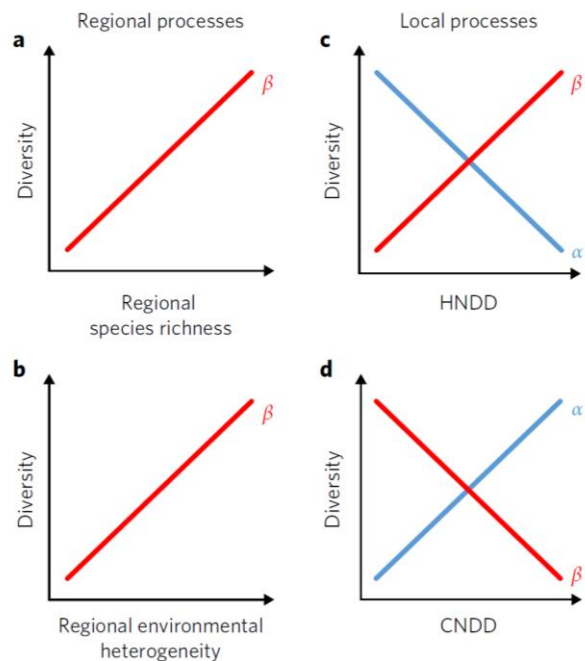
overcompensation hypothesis

plant stress hypothesis

plant vigor hypothesis

resource availability hypothesis

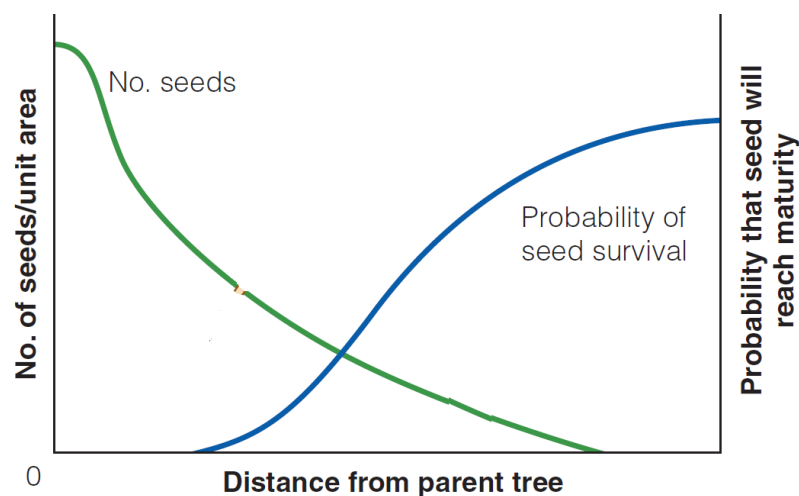
18- regional species diversity in ecosystems usually increases with primary productivity while local species diversity does not show any defined relation with primary productivity. It suggests that different processes have distinctive influence on species diversity at regional and local scale. Figure 1 illustrates four hypothesized mechanisms (a-d) and their influence on α -diversity (mean local diversity) and β -diversity (diversity in species composition between local sites). (HNDD : Heterospecific negative density dependence. CNDD: Conspecific negative density dependence).



According to the above hypothesis, indicate if each of the following statements is true or false:

- a) host-specific predators or pathogens are expected to decrease α -diversity.
- b) Increasing CNDD has a homogenizing effect on community composition among sites.
- c) Regions with intense CNDD are expected to have higher species Diversity.
- d) Disturbance is expected to act on diversity like increased CNDD.

۱۹- در شکل زیر مدل Janzen connel برای توجیه تنوع بالا در جنگل های استوایی را می بینید. نمودار احتمال بقا و استقرار یک گیاه را بر حسب فاصله از والد بر روی همان نمودار در پاسخنامه رسم کنید.



از بین گزاره های زیر، آنهایی را که با مدل سازگار هستند را مشخص کنید. (سازگار ها را صحیح در نظر بگیرید.)

الف) فعالیت گیاه خوارانی که از دانه و دانه رست تغذیه می کنند در نزدیک گیاه والد حداکثر است.

ب) گیاه والد برای افزایش شایستگی خود، به طور فیزیکی و شیمیایی، شرایط را برای رشد دانه رست در نزدیکی خود تسهیل میکند

پ) شیوع بیماری ها در نزدیکی گیاه والد بیشتر است.

ت) گیاه والد به عنوان یک رقابت کننده قوی تر، استفاده از منابع محیط را برای دانه رست ها دشوار می کند.

ث) این مدل در مواردی صادق است که تراکم گیاه مورد مطالعه در اکوسیستم نسبتا پایین باشد.

ج) این مدل در مورد جنگل های استوایی صادق است.

۲۰- درستی یا نادرستی گزاره های زیر را مشخص کنید.

الف) در مورد صید های آسان فشار انتخابی صیاد چندان عمل نکرده و نمیکند.

ب) جابه جایی صفات (Character displacement) در رمان طولانی میتواند باعث تلفیق دو گونه شود.

ج) مشابه مدل های جمعیتی گسسته، در جوامع انگل رشد سریع (با نرخ رشد بالا)، سقوط در پی دارد.

د) درجه بیماریزایی نشاندهنده درجه تکامل انگل - میزبان است.

Cellular automata: خان ششم

۲۱- مشخص کنید جدول زیر طبق قانون شماره چند پر شده است؟ سپس آن را کامل کنید. (در پاسخنامه)

\backslash	\backslash	\cdot	\backslash	\cdot
\cdot	\backslash	\cdot	\cdot	
		\backslash	\backslash	
			\cdot	
			\cdot	

۲۲- جدول زیر نتایج بررسی روی صخره های مرجانی را نشان میدهد. هر ردیف نشان دهنده ی یک منطقه است. * نشان دهنده عدم حضور ستاره دریایی و ۱ نشان دهنده حضور آنهاست.

با توجه داده های سال های اخیر؛ و فرض تداوم این فرایند در سالهای آتی آیا در نهایت انقراض ستاره های دریایی در صخره های مرجانی را شاهد خواهیم بود؟ (پاسخ خود را توضیح دهید)

1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1
1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	1	0
1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1
1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0
1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1
0	1	0	0	1	1	1	0	1	0	1	0
1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0
0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1
0	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	1
1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0

۲۳- جدول زیر را بر اساس قانون ۱۱۰ پر کنید. (در پاسخنامه)

[illegible]

خان هفتم: Moran process

۲۴- جمعیتی از بارناکل های سواحل خلیج فارس را بررسی کردیم مشاهده شد که نحوه تغییر جمعیت با فنوتیپ بنفش به شکل مستطیل $i \times j$ که از گوشه سمت راست خشکی در مستطیل $N \times M$ است.

$X_{i,j}$ = احتمال تثبیت شدن بنفشی در صورتی که بارناکل های بنفش مستطیلی با ابعاد i, j تشکیل دهند

الف) برای اینکه $X_{i,j} = X_i \cdot X_j$ باشد چه شرط (های) لازم است؟

ب) با فرض برقرار بودن مدلی برای بررسی احتمال تثبیت شدن ال بنفش در جامعه $N \times M$ مورد بررسی ارائه دهید.

۲۵- X_0 را برای جمعیت یک بعدی (گسترش به شکل خط است) در صورت حضور جهش با نرخ u تعریف کنید.