

به نام خداوند مهربان

آزمون نهایی اکولوژی و رفتار و آمار زیستی

۲۴ امین دوره تابستانه المپیاد زیست شناسی ایران

شهریور ۱۴۰۰

بخش های امتحان:

- حوزه مطالعات جمعیتی - ۴۲ نمره
- حوزه مطالعات جامعه ای - ۲۸ نمره
- حوزه رفتارشناسی - ۳۰ نمره

در حین آزمون دقت کنید:

- پاسخ های خود را فقط و فقط در پاسخنامه وارد کنید. پاسخ های نوشته شده در برگه صورت سوال تصحیح نخواهد شد.
- زمان امتحان ۱۲۰ دقیقه است. در نتیجه به تنظیم زمان دقت کنید.
- تمام اعداد وارد شده را تا ۲ رقم اعشار وارد کنید؛ مگر خود سوال روش دیگری را گفته باشد.
- تمام روابط و توزیع های مربوط به آمار در پیوست انتهایی آمار آورده شده است.
- منظور از نمره دهی به شیوه مرحله دو:

طرز محاسبه نمره:

۱ پاسخ درست	۲ پاسخ درست	۳ پاسخ درست	۴ پاسخ درست	۵ پاسخ درست
صفر	۲۰٪ نمره سؤال	۴۰٪ نمره سؤال	۶۰٪ نمره سؤال	نمره کامل سؤال

به ازای هر پاسخ نادرست ۱۰٪ نمره سؤال، نمره منفی محاسبه خواهد شد.

موفق باشید ☺

+ I'm not lost anymore.

- How did you do that?

+ Same way anything lost gets found; I stopped looking.

بخش اول: حوزه مطالعات جمعیتی؛ ۴۲ نمره

سوال 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

الف) برای هر کدام از سناریو های مطرح شده در این سوال، تعیین کنید که هر کدام با کدام مدل بهتر توجیه میشوند. (جواب های خود را به شکل اعداد ۱ تا ۴ بر اساس ترتیب بالا در پاسخنامه وارد کنید.) (۱/۵ نمره؛ هر کدام از موارد ۰/۲۵ نمره)

۱. جمعیتی از کرم های حلقوی ساکن در خاک که در فصل بهار پیله های مخاطی (mucus cocoon) تولید میکنند.
۲. گیاهانی مانند جگرواش ها، خزه ها و fireweed که در ابتدای توالی اولیه در یک منطقه ساکن میشوند.
۳. جانورانی مانند فیل ها که در یک منطقه حفاظت شده با سرعت بسیار زیاد در حال رشد هستند.
۴. باکتری هایی که در بدن یک خوکچه هندی در حال کلونیزه شدن هستند.
۵. حشراتی که در منطقه علفزار های معتدله زندگی میکنند و در طی یک روز تولید مثل کرده و می میرند.
۶. خرس های قطبی ساکن در منطقه غربی Greenland

ب) برای هر کدام از جمعیت های بالا، بافرض اینکه جمعیت اولیه هر کدام از آنها به ترتیب برابر با ۱۵۰، ۷۸۰، ۴۰۰، ۱۰ به توان ۴، ۲۳۵ و ۱۶۰ باشد و نرخ رشد ذاتی (r) برای هر ماه هر کدام برابر با ۰/۲ باشد، اندازه هر جمعیت را بر اساس مدل انتخاب شده در قسمت قبل و روابط ارائه شده در پیوست انتهای آزمون، در ۲ ماه آینده (N_{t+2}) پیدا کنید. (۴/۵ نمره؛ هر کدام ۰/۷۵ نمره) نکته: اگر برای محاسبه جمعیت نیاز به N_{eq} یا K داشتید، آنرا ۲ برابر جمعیت اولیه در نظر بگیرید. و اگر جمعیتی مدل رشد وابسته به تراکم و غیر همپوشان داشت، B را معادل ۰/۰۰۵ در نظر بگیرید. جواب ها را تا رقم یکان قطع کنید.

ج) در حین مطالعه یک جمعیت از پروانه های گلانویل 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. (۳ نمره؛ هر مورد ۱/۵ نمره) اندازه جمعیت صفر را تا یکان قطع کنید.

ماه	جمعیت
۱	۱۲
۲	۱۶
۳	۱۷
۴	۱۹
۵	۴۳
۶	۶۵
۷	۱۱۶
۸	۱۶۰
۹	۲۴۷
۱۰	۳۹۸
۱۱	۵۱۷
۱۲	۷۸۹

سوال ۲) 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.

الف) برای هر کدام از رده های سنی پارامتر های مختلف را تعیین میکنیم. با توجه به پارامتر های داده شده و تعریف هر یک از آنها در پیوست انتهایی، خانه های خالی جدول زندگی زیر را پر کنید. (۴/۵ نمره؛ هر خانه ۰/۱ نمره)

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	۱۸	2					
8	۲	1					

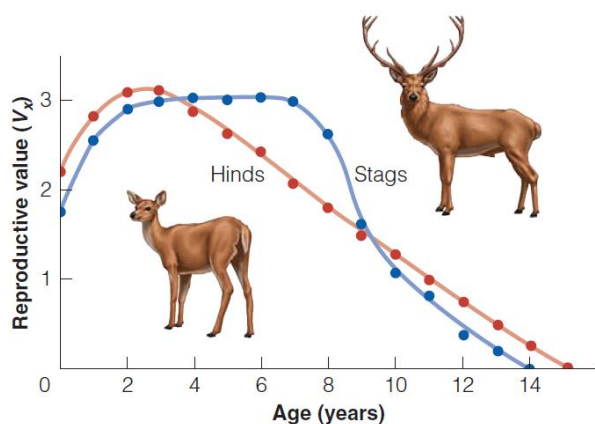
ب) با توجه به جدول زندگی داده شده، ۳ پارامتر طول نسل (G)، نرخ افزایش به ازای هر نسل (R₀) و نرخ رشد ذاتی (r) را محاسبه کنید. (۳ نمره؛ هر کدام ۱ نمره)

$$R_0 = \sum_{i=0}^k L_i \cdot m_i$$

$$G = \frac{\sum_{i=0}^k L_i \cdot m_i \cdot i}{R_0} \quad \square$$

$$r = \frac{\ln R_0}{G}$$

ج) نوع منحنی بقا را برای این گونه تعیین کنید. (۰/۵ نمره)



د) در زیر می توانیم نمودار مربوط به ارزش تولید مثلی (reproductive value) را برای جانداران نر و ماده در یک گونه گوزن در جزیره رام اسکاتلند ببینیم. با توجه به آن صحیح یا غلط بودن گزاره های زیر را تعیین کنید. (۲ نمره به شیوه مرحله ۲)

الف) این پارامتر نشان دهنده سهم هر سن در جمعیت نسل آینده است.

ب) V_x برای نسل ۰ در یک جمعیت معادل همان R_0 می شود.

ج) بیشترین اثر گذاری انتخاب طبیعی روی اعضای یک جمعیت، روی گروهی است که بیشترین V_x را داشته باشند.

د) در جمعیت مورد نظر نر ها زودتر به بلوغ می رسند و نقش بیشتری در ژن های نسل آینده دارند.

ه) صفاتی که سازگاری افراد را در سنین ۸ به بعد افزایش و قبل آن کاهش میدهند احتمال تثبیت زیادی در این جمعیت دارند.

سوال ۳) در یکی از جنگل های سوزنی برگ کشور روسیه، ۲ جمعیت از عقاب های بومی زندگی میکنند. در یکی این دو جمعیت برای کنترل سوسک های درختی آفت که به درخت ها آسیب می زنند و از طرفی شانس آتش سوزی را بالا می برند، از مقداری سم DDT استفاده کردیم. اما پس از مدتی با توجه به گزارشات افراد بومی تعداد عقاب های منطقه سم پاشی شده مقداری کم شده است. با بررسی تخم های چند عقاب به صورت رندوم دیدیم غلظت ماده DDT در پوسته تخم عقاب ها از همه جانداران دیگر بیشتر بوده است. سپس در این دو جمعیت در ۴ بار متوالی و با فاصله های زمانی برابر، تعداد عقاب های دو منطقه را تخمین زدیم که در جدول زیر مشاهده میکنید.

جمعیت ۱	جمعیت ۲
۷۴	۷۰
۷۵	۸۴
۶۶	۹۴
۶۸	۹۳

الف) به آن اثری که باعث شده غلظت سم در تخم های عقاب ها بیشتر باشد در صورتی که عقاب ها به صورت مستقیم از سم مصرف نمیکنند چه میگوییم؟ (۰/۵ نمره)

ب) با توجه به دیتا های داده شده تعیین کنید بهترین تست آماری برای مقایسه این دو جمعیت و تعیین اینکه آیا جمعیت منطقه سمپاشی شده کاهش یافته است یا خیر، چیست؟ (۰/۵ نمره)

ج) تعیین کنید تست ما two-tailed یا one-tailed است و سپس درجه آزادی برای تست مورد نظر را حساب کنید. (۰/۵ نمره؛ هر مورد ۰/۲۵ نمره)

د) آماره تست مورد نظر را حساب کنید. (۱/۵ نمره)

۵) p-value را بدست آورید و تعیین کنید که آیا H_0 رد میشود یا نه. (۱ نمره؛ هر مورد ۰/۵ نمره)

سوال ۴) در حین بررسی رشد جمعیتی از پاندا های قرمز (*Ailurus fulgens*) متوجه شدیم که مدل رشد آنها با توجه به شرایط محیطشان، از حالت وابسته به تراکم و بدون همپوشی پیروی میکند. (روابط مربوط به این مدل رشد را می توانید در پیوست انتهایی جست و جو کنید.) 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 اثر آنرا بدست آوردیم.



جمعیت یک نسل	R_0 ایجاد شده در اثر آن
۷۰	۰/۶۹۲۱۹۷
۸۰	۰/۶۷۷۳۵
۹۰	۰/۶۶۲۸۵
۱۰۰	۰/۶۴۷۱۵۹
۱۱۰	۰/۶۳۲۳۷
۱۲۰	۰/۶۱۷۱۳

الف) میزان پارامتر های ثابت B و جمعیت تعادلی (N_{eq}) را محاسبه کنید. (۴ نمره؛ هر مورد ۲ نمره) N_{eq} را تا رقم یکان قطع کنید.

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

۱. L کوچکتر از ۱، رشد بدون هیچگونه نوسان.
۲. L بین ۱ و ۲، رشد با نوسان همگرا.
۳. L بین ۲ و ۲/۵۷، رشد با نوسان ثابت.
۴. L بزرگتر از ۲/۵۷، رشد آشوبناک و غیر قابل پیش بینی.

حال همانطور که میدانید خیلی از جمعیت ها دقیقا همان لحظه هر اندازه ای که دارند از حس نمیکنند و اثر اندازه جمعیت بر رشد یا کاهش آن چند نسل تاخیر رخ میدهد. پس یکی از روش های دقیقتر کردن مدل های رشد جمعیتی، به عقب بردن پارامتر N است. (مثلا به ازای N_t ، از N_{t-1} و یا N_{t-2} یا ... استفاده کنیم.)

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 ۰/۷ میشوند.

(ب) تعیین کنید که حداکثر چند نسل میتوان در این جمعیت نسل اثر گذار را عقب کشید تا وقتی مدل ما آشوبناک نشود. (۲/۵ نمره)

سوال ۵) مدل های ارائه شده در سوال ۱ همگی به شرط اینکه به درستی انتخاب شده باشند، نتایج دقیقی درباره نحوه رشد و تغییرات جمعیت های مختلف به ما ارائه میکنند. اما یک مشکل اساسی دارند و آنهم به یک چشم دیدن تمام اعضای جمعیت است. در صورتی که جمعیت ها هیچگاه متوازن نیستند. یک راه برای حل این مشکل استفاده از جدول حیات بود. اما آنهم روشی بسیار وقت گیر است. در نتیجه بهترین روش برای حل اینگونه مشکلات ایجاد شده استفاده از ماتریس لزی است. همانطور که میدانید ضرب این ماتریس در ماتریس k در ۱ جمعیت در نسل t ، ماتریس نسل $t+1$ را به ما می دهد.

برای هر ماتریس لزی می توانیم یک دیاگرام هم بکشیم که آنرا بر اساس چرخه زندگی جانداران مورد بررسی بهتر توضیح بدهد.

الف) با توجه به ماتریس لزی داده شده که جمعیت خرس های قطبی را به صورت کلی توصیف میکند، مجموع جمعیت را برای هر کدام از جمعیت های شمالی و غربی Greenland در نسل $t+1$ بدست بیاورید و ماتریس مربوط به نسل $t+1$ را نیز برای هر جمعیت بدست بیاورید. (۶ نمره؛ هر ماتریس ۲ نمره و هر جمعیت ۱ نمره)

در صورت اعشاری شدن اعداد ماتریس، همان اعداد اعشاری را تا همان ۲ رقم اعشار وارد کنید؛ اما مجموع جمعیت ها را تا رقم یکان قطع کنید.

$$\begin{pmatrix} 0 & 2 & 2 & 4 & 5 & 3 & 1 & 1 \\ 0.14 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.24 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0.72 & 0.79 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0.2 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0.4 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.15 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.6 & 0 \end{pmatrix}$$

جمعیت خرس های غربی در نسل t:

$$\begin{pmatrix} 200 \\ 178 \\ 163 \\ 147 \\ 90 \\ 43 \\ 7 \\ 2 \end{pmatrix}$$

جمعیت خرس های شمالی در نسل t:

$$\begin{pmatrix} 164 \\ 127 \\ 70 \\ 64 \\ 40 \\ 25 \\ 12 \\ 5 \end{pmatrix}$$

ب) دیاگرام مربوط به این ماتریس لزی مربوط به جمعیت خرس ها را در کادر مشخص شده بکشید. (۳ نمره؛ ۱/۵ نمره شکل کلی دیاگرام و ۱/۵ نمره اعداد دیاگرام)

سوال ۶) فرض کنید میدانیم جمعیت شمالی ما در شرایط نورمال و عادی برای خرس های قطبی زندگی میکند و انتظار داریم جمعیت غربی هم توزیع سنی اش متناسب با جمعیت شمالی باشد. اما به علت حجم زیاد آب شدن یخ های جمعیت غربی، این فرضیه در ذهن ما ایجاد شد که توزیع سنی این جمعیت کمی نسبت به حالت اولیه تغییر کرده باشد. حال با توجه به توضیحات داده شده موارد خواسته شده را تعیین کنید.



الف) تست آماری مناسب برای بررسی این فرضیه کدام است؟ (۰/۵ نمره)

ب) آماره مربوط به تست مورد نظر را محاسبه کنید. (۱/۵ نمره)

ج) درجه آزادی این تست را بدست بیاورید. (۰/۵ نمره)

ه) مقدار p-value را محاسبه کنید و تعیین کنید که آیا H_0 رد میشود یا خیر. (۱ نمره؛ هر کدام ۰/۵ نمره)

بخش دوم: حوزه مطالعات جامعه ای؛ ۲۸ نمره

سوال ۱) مدل لتکا ولترا برای توصیف روابط رقابت جویانه بین گونه های ساکن در یک زیستگاه مناسب است. در این مدل برای توصیف تغییرات یک گونه در طی زمان، از مدل لجستیک تغییر شکل یافته ای استفاده میکنیم که با یک ضریب تغییر جمعیت ها را برای هم معادل سازی میکنیم.

برای دو گونه ماهی سیچلاید Jack Dempsey (گونه ۱) و Ophthalmotilapia ventralis (گونه ۲)، معادله های لتکا-ولترای زیر را تعیین کردیم. بر اساس آنها به سوالات زیر پاسخ دهید.

$$\frac{dN_1}{dt} = 0.3 \cdot N_1 \cdot \left(\frac{1000 - N_1 - 0.8 \cdot N_2}{1000} \right)$$

$$\frac{dN_2}{dt} = 0.6 \cdot N_2 \cdot \left(\frac{500 - N_2 - 0.5 \cdot N_1}{500} \right)$$

الف) نمودار ایزوکلاین مربوط به رقابت این ۲ گونه را بکشید. (۳ نمره)

ب) تعیین کنید نتیجه این رقابت چه خواهد شد. (۱ نمره)

ج) صحیح یا غلط بودن گزاره های زیر را تعیین کنید. (۱/۵ نمره؛ هر گزاره ۰/۵ نمره و ۰/۵ نمره منفی)

۱. با کدرتر شدن آب ناحیه زندگی این دو ماهی، ثابت های α_{21} و α_{12} هر دو کاهش می یابند.
۲. هیچ سناریویی قابل تصور نیست که ثابت های تبدیل گونه ها (ثابت های آلفا) بزرگتر از ۱ باشند.
۳. یکی از معایب اصلی این مدل این است که بر اساس یک منبع بهینه است؛ ولی اگر چند منبع مصرفی را بررسی کنیم، دقت آن کاهش می یابد.

سوال ۲) برای بررسی روابط بین گونه ای ۲ جاندار، پس از بررسی های میدانی و تحلیل داده های بدست آمده از مطالعات انجام شده با کمک deep learning به مدل لتکا ولترای زیر رسیدیم.

$$\frac{dN1}{dt} = 0.007 \cdot N1 \cdot \left(\frac{50 - N1 + 0.7 \cdot N2}{50} \right)$$

$$\frac{dN2}{dt} = 0.04 \cdot N2 \cdot \left(\frac{70 - N2 + 0.4 \cdot N1^2}{70} \right)$$

الف) تعیین کنید رابطه بین این ۲ گونه از کدام رابطه بین گونه ای تبعیت میکند. (۲ نمره)

ب) نمودار ایزوکلاین جمعیتی این ۲ گونه را بکشید. (۳ نمره)

ج) تعیین کنید کدام یک از این ۲ گونه روی دیگری اثر گذاری بیشتری دارد. (۰/۵ نمره)

سوال ۳) برای بهره برداری از یک روباه قطبی، میخواهیم آنرا به یک بیوم توندرا ببریم و آنجا با نظارت شدید به روند تغییرات سایر گونه ها و با رعایت کامل استانداردهای اکولوژیک رشد دهیم. اما باز هم این کار معادل اضافه کردن یک گونه مهاجم به یک منطقه جدید است که می توان آسیب شدیدی به آن منطقه برساند. در نتیجه برای بررسی اینکه روباهمان را کجا سکنی دهیم، ۵ منطقه از نواحی توندرای مناسب را انتخاب کردیم و فراوانی گونه های مختلف حاضر در آنها را بررسی کردیم.

	منطقه ۱	منطقه ۲	منطقه ۳	منطقه ۴	منطقه ۵
گونه A	۷۸	۱۹۹	۰	۱۵	۹۷
گونه B	۹۵	۰	۰	۱۳	۹۲
گونه C	۶۸	۱۳۷	۴۹	۱۹	۸۳
گونه D	۷۲	۱۳۸	۰	۴	۹۳
گونه E	۶۵	۰	۵۴	۱۱	۹۹
گونه F	۸۶	۱۲	۰	۵	۸۸
گونه G	۹۷	۶	۲۴۵	۲	۱۹۱

الف) شاخص تنوع شانون را برای هر یک از جوامع تعیین کنید و H های محاسبه شده را در پاسخنامه وارد کنید. (۲/۵ نمره؛ هر مورد ۰/۵ نمره)

$$H' = - \sum_{i=1}^R p_i \ln p_i$$

ب) شاخص تنوع Inverse Simpson index را برای هر یک از جوامع تعیین کنید و D^2 های محاسبه شده را در پاسخنامه وارد کنید. (۲/۵ نمره؛ هر مورد ۰/۵ نمره)

$$\frac{1}{\sum_{i=1}^R p_i^2} = D^2$$

ج) با استفاده از هر یک از مدل ها تعیین کنید کدام منطقه از نظر شما برای وارد کردن روباه قطبی امن تر است. (۱ نمره؛ هر مورد ۰/۵ نمره)

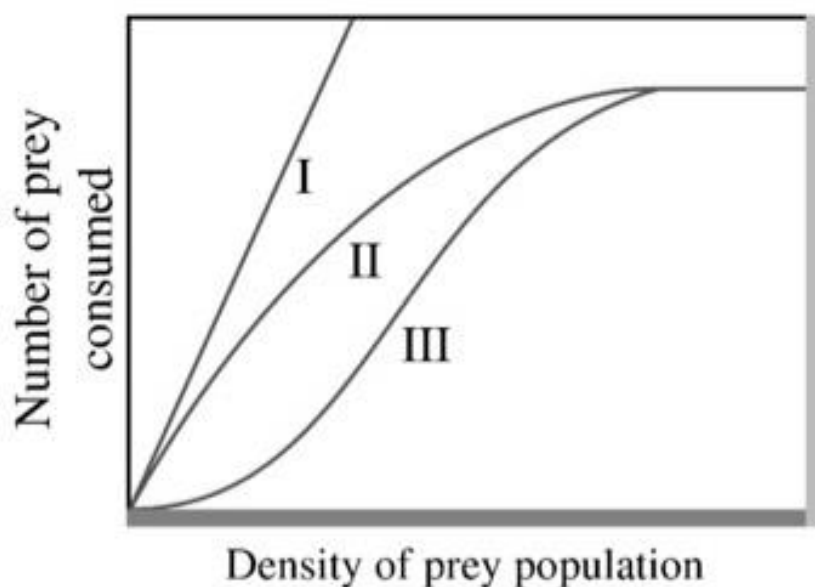
د) حال میخواهیم میزان همبستگی دو شاخص تنوع را با هم بررسی کنیم. شما شاخص تنوع شانون را برای ۵ منطقه و شاخص تنوع سیمپسون معکوس را نیز برای ۵ منطقه محاسبه کردید. حال شما با کمک روش correlation t-test تعیین کنید که آیا همبستگی بین این دو شاخص تنوع معنی دار است یا خیر؛ و موارد زیر را تعیین کنید. (۴ نمره؛ مورد اول و دوم و چهارم یک نمره و مورد سوم و پنجم ۰/۵ نمره)

۱. ضریب همبستگی (r)
۲. آماره t
۳. درجه آزادی
۴. P-value
۵. رد شدن یا نشدن H_0

سوال ۴) میدانیم که روابط بین شکارچی و شکار از پیچیده ترین روابط بین گونه ای میباشد. مدل های بسیار زیادی تا کنون تبیین شده اند که این روابط را تا حدی توجیه کنند. هر کدام از این مدل ها بیشتر روی قسمت خاصی از ویژگی های این روابط تاکید دارند. یکی از مدل های معروف، مدل پاسخ عملکردی صیاد به تراکم صید (می باشد. با توجه به نوع پاسخ صیاد به صید، سه حالت ایجاد میشود:

۱. مدل صیاد معلق خوار (filter feeding predator)
۲. مدل صیاد بی مهره (invertebrate predator)
۳. مدل صیاد مهره دار (vertebrate predator)

منحنی پاسخ صیاد به تراکم بی مهره را در زیر مشاهده میکنید.



الف) صحیح یا غلط بودن گزاره های زیر را تعیین کنید. (۲نمره؛ به شیوه مرحله ۲)

۱. برای کنترل جمعیت های صید یا صیاد با کمک دیگری، دانستن نوع پاسخ عملکردی مهم است.
۲. اسفنج های دموسپونجیت در صخره های مرجانی استرالیا، احتمالاً پاسخ صیادی از نوع ۱ دارند.
۳. شقایق دریایی از گروه Hexacoralia به دلیل اینکه به صورت منفرد زندگی میکند، دارای منحنی پاسخ نوع ۱ است.
۴. اگر محور y به جای تعداد صید های مصرف شده، نسبت صید های مصرف شده به کل صید ها باشد، صیاد نوع ۲ منحنی خطی با شیب مثبت خواهد داشت.
۵. اگر محور y به جای تعداد صید های مصرف شده، نسبت صید های مصرف شده به کل صید ها باشد، صیاد نوع ۳ منحنی سهمی خواهد داشت که در ابتدا شیب مثبت و سپس شیب منفی خواهد داشت.

حال در حین بررسی رفتار صیادی یک ستاره دریایی با صدف های دو کفه ای کلام، طی مطالعات میدانی، اطلاعاتی را جمع آوری کردیم که بر اساس تراکم های مختلف کلام ها، چند تایشان توسط ستاره های دریایی خورده میشوند. اطلاعات مربوطه را در جدول زیر میبینید.

تراکم کلام ها (واحد فرضی)	تعداد کلام خورده شده توسط ستاره دریایی
۰/۱۸	۱۱
۰/۲۶	۱۶
۰/۶۱	۲۱
۱/۳۶	۲۷
۱/۹۶	۳۴
۲/۷۴	۳۶
۳/۲۴	۴۰
۴/۲۵	۴۲

معادله مربوط به هر کدام از مدل های پاسخ صیاد نیز برای شما در زیر مشخص است. (به ترتیب مدل معلق خواری، مدل بی مهره و مدل مهره دار)

$$\varepsilon = ax + b$$

$$\varepsilon = \frac{ax}{x + b}$$

$$\varepsilon = \frac{ax^2}{x^2 + b}$$

ب) بر اساس هر یک از مدل ها ضریب همبستگی داده ها را (r) تعیین کنید. (۴ نمره؛ مورد اول ۱ نمره و ۲ مورد بعدی هر کدام ۱/۵ نمره)

ج) تعیین کنید ستاره دریایی در این شرایط کدام نوع از پاسخ عملکردی صیادی را نشان میدهد. (۱ نمره)

بخش سوم: حوزه رفتارشناسی؛ ۳۰ نمره

سوال ۱) نظریه بازی ها به بررسی استراتژی های مختلف در یک موقعیت می پردازد. هدف اصلی این نوع مسائل، حساب سود و زیان هر روش و در نهایت پیدا کردن روش و یا حالتی است که دستاورد بهینه را برای اعضای مشارکت کننده در موقعیت فراهم می کند. یکی از شاخه های رفتارشناسی، بررسی تقابل میان جانوران و چگونگی تعامل آن ها با یکدیگر است. به کمک نظریه بازی ها در این بخش، می توان برآوردی از وضعیت سود و زیان جانوران و همچنین استراتژی تکاملی پایدار (ESS) در برهمکنش هایی مانند رقابت به دست آورد.

به مثال معروف "کبوتر و باز" توجه کنید: دو استراتژی کلی برای تهاجم و دفاع برای افراد یک گونه وجود دارد و هر یک از دو فرد رقیب در یک جدال (از یک گونه) می توانند یکی از استراتژی های "باز" یا "کبوتر" را برای خود برگزینند. هر استراتژی تهاجم در برابر هر استراتژی دفاع، سود و یا زیانی برای فرد به ارمغان می آورد؛ برای نمایش سود نسبی یک عضو نسبت به عضو دیگر در وضعیت های مختلف می توان از جدول یا ماتریسی با عنوان ماتریس پرداخت (payoff) استفاده کرد:

مدافع \ مهاجم	باز	کبوتر
باز	-25	+50
کبوتر	0	+15

اگر در این گونه، همه افراد استراتژی باز را انتخاب کنند، با توجه به احتمال آسیبی که وجود دارد، افراد که استراتژی کبوتر را انتخاب کنند شایستگی بیشتری نسبت به سایرین پیدا خواهند کرد. این قضیه برای گونه با استراتژی همگانی کبوتر نیز صادق است؛ این نشان می دهد که استراتژی باز و کبوتر به تنهایی یک استراتژی پایدار محسوب نمی شوند و استراتژی برای هر فرد پایدار است که ترکیبی از دو استراتژی باز و کبوتر باشد.

نمود طبیعی این مسائل را می توان در برهمکنش دو گونه پرنده سندینی و راتینی مشاهده کرد. در این تقابل، هر یک از این دو گونه توانایی اتخاذ یک یا چند استراتژی متفاوت را دارد. جدول زیر، ماتریس پرداخت برای تقابل های ممکن را نشان می دهد) در این جدول پرداخت، پاداش نسبی است. مثلاً اگر راتینی استراتژی ۱ و سندینی استراتژی ۲ را انتخاب کنند سندینی ۳ واحد سود می برد و ۳ واحد به راتینی ضربه می زند) :

استراتژی ها		راتینی			
سندینی	راتینی	1	2	3	4
	1	0	-2	-1	0
	2	3	5	6	-1
	3	5	-1	-3	-2

انتخاب استراتژی نهایی مطلوب هرگونه ، تحت تاثیر انتخاب گونه دیگر است و از آنجایی که همزمانی در انتخاب وجود دارد، چالشی در تعیین حالت تعادل ایجاد می شود؛ به طور مثال اگر سندینی استراتژی ۲ رو انتخاب کند و راتینی هم استراتژی ۲ را انتخاب کرده باشد، راتینی متحمل ضرر ۵ واحدی نسبت به سندینی می شود، در حالی که اگر استراتژی ۴ را انتخاب کرده بود، شایستگی بیشتری از سندینی به دست می آورد (و این شایستگی سندینی را تغییر می دهد). اگر بدانیم برای این برهمکنش حالت تعادلی موجود است (پس افراد سعی دارند از ضرر بگریزند و هوشمند عمل میکنند) ، مقادیر درخواستی هر بخش را محاسبه کنید. (پرواضح است که یک استراتژی منفرد نمیتواند حالت پایدار را فراهم کند و باید ترکیبی از چند استراتژی باشد) (پاسخ ها به صورت عدد اعشاری باشند)

الف) احتمال انجام هر استراتژی برای سندینی در حالت تعادلی (۳ نمره؛ هر پاسخ ۱ نمره)

ب) احتمال انجام هر استراتژی برای راتینی در حالت تعادلی (۴ نمره؛ هر پاسخ ۱ نمره)

ج) سود (یا ضرر) متحمل شده برای راتینی در حالت تعادلی (۱ نمره)

سوال ۲) راجرز در سال ۲۰۰۲ به بررسی رفتار جفت یابی پرنده ای در غرب آسیا به نام پرنده *Mahom* پرداخت . این پرنده برای جفت یابی رفتار ویژه ای از خود نشان میدهد او چندین سیکل از یک حرکت را نشان می دهد . در هر سیکل ، پرنده در یک مسیر مشخص حرکت می کند و حین این حرکت رقص ویژه ای را از خود نشان میدهد و این کار را در هر سیکل تکرار می کند به عبارت دیگر او کشف کرد این پرنده در هر سیکل همواره روی یک خط فرضی مشخص حرکت می کند و با توجه به آشنایی مختصر او با ریاضیات سعی کرد این حرکت را کمی کند . هر نقطه در این منحنی (خط فرضی که توسط پرنده تکرار می شود) در محور مختصات دارای طول X و عرض Y است. این X و Y بر حسب t تغییر می کند پس می توان X و y را بر حسب تابعی تعریف کرد :

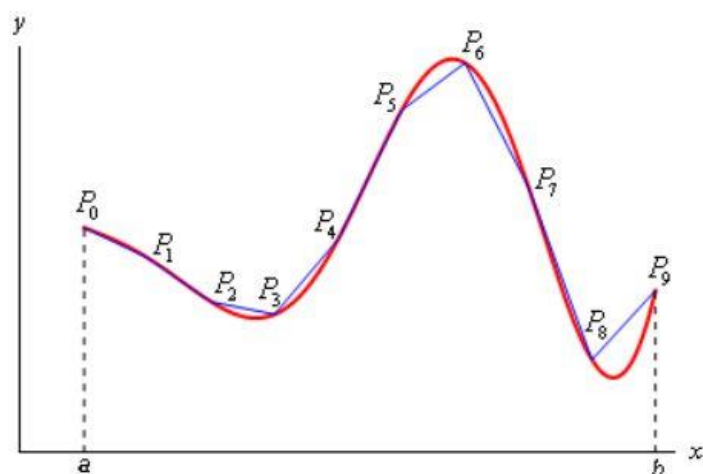
$$x = f(t)$$

$$y = g(t)$$

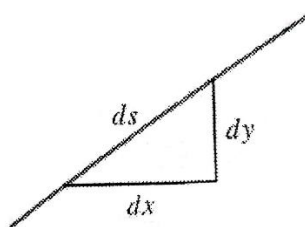
که در آن t زمان است و تابع f و g به ترتیب x و y به ازای هر زمان است.

برای محاسبه طول یک منحنی به شیوه زیر عمل می کنیم :

هر منحنی از تعداد زیادی خط بی نهایت کوچک و صاف تشکیل شده است و طول یک منحنی برابر با جمع طول این ریز خط ها است.



شکل زیر یکی از این "ریز خط" ها را بزرگ کرده است و طول آن برابر با ds است. (بدیهی است که تعداد ریز خط ها به بی نهایت میل می کند).



با توجه به فیثاغورث داریم :

$$(ds)^2 = (dx)^2 + (dy)^2$$

پس می توان نوشت :

$$ds = \frac{ds}{dt} dt = \sqrt{\left(\frac{ds}{dt}\right)^2} dt = \sqrt{\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dy}{dt}\right)^2} dt$$

پرواضح است که جمع این تعداد زیاد ds ها برابر با طول منحنی است و میتوان با انتگرال گیری آن را به دست آورد.

حال اگر بدانیم که برای این پرنده $y=3t^2$ و $x=2t^2$ است و زمان هر سیکل چرخه آن برابر ۲ باشد: (برای راحتی ؛ از صفر شروع تا زمان ۲ ادامه میابد)

مسافتی که این پرنده در هر سیکل طی می کند را مشخص کنید. (۸ نمره)

سوال ۳) دریای کارائیب و جزایر آن، مناطق بکری جهت مطالعه زندگی پرندگانی با ویژگی های عجیب می باشد. به تازگی در جنگل های جزیره سنت لوشیا، گونه ای از سار های جنگلی با رفتار ویژه مشاهده شده است که تا حدودی برهمکنش های رقابت و انگلی را به نمایش می گذارد. در این گونه، سار های ماده پس از گذاشتن تعداد معینی تخم در لانه خود، به لانه یکدیگر رفته و تلاش می کنند تخم های اضافه (نگذاشتنشان ضرر ندارد اما گذاشتنشان سود دارد) در لانه دیگری بگذارند. از آنجا که تخم های بیشتر مسئولیت بیشتر و هزینه بیشتری با خود به همراه دارد، فردی که در لانه سایرین بیشتر تخم اضافه بگذارد و کمتر در لانه اش تخم اضافه بپذیرد موفق تر است.

محققان جهت اثبات تعدادی از فرضیه های خود، اعضای یک گروه سار را به شکل دقیق مورد مطالعه قرار دادند؛ گروهی متشکل از ۴ سار با نام های اشلی، پانی، لیزا و ماریا. علاوه بر این برای شرایط مختلف تقابل سار ها ارزش گذاری کردند: ۲ نمره برای پیروزی سار و ۱ نمره برای مساوی شدن سار ها و ۰ نمره برای شکست خوردن (در یک تقابل، اگر تعداد تخم هایی که سار ۱ در لانه سار ۲ می گذارد از تعداد تخم هایی که سار ۲ در لانه ۱ می گذارد بیشتر باشد، برنده محسوب می شود). در بررسی این گروه مشاهده کردند که هر سار فقط یکبار به خانه سه سار دیگر سر زده و توانستیم داده های زیر را کسب کنیم:

- اشلی با ۵ نمره به عنوان توانمند ترین سار شناخته شد. پانی ۳ نمره و لیزا ۱ نمره کسب کرد.
- سار ها روی هم ۱۱ تخم اضافه در لانه هم دیگر قرار دادند. سهم پانی ۵ تخم بود.
- در تقابل بین پانی و لیزا، پانی ۲ تخم و لیزا ۱ تخم در لانه هم دیگر گذاشتند و بدیهیست که پانی برنده این رقابت شد.

با توجه به یادداشت های محققان:

الف) رقابت پانی و اشلی با چه تعداد تخم برای هریک به پایان رسیده؟ (پاسخ به شکل یک کد دو رقمی - عدد راست برای اشلی و عدد چپ برای پانی- نوشته شود) (۴ نمره) (نمره منفی نصف نمره سوال)

ب) ماریا در این بررسی چند نمره کسب کرده است؟ (۲ نمره) (نمره منفی نصف نمره سوال)

سوال ۴) یکی از اجزای مهم دانش رفتارشناسی، ریشه یابی رفتار و بررسی منشا هر رفتار می باشد؛ به طور کلی رفتار ها دارای منشا یادگیری و یا غریزه می باشند. این سطح جداسازی رفتارها در دسته بندی و علت یابی آن ها مفید است و طیف گسترده ای از تحقیقات این مباحث را به خود اختصاص می دهد. دانشگاه آکسفورد در سال ۱۹۸۷، مطالعه ای به جهت بررسی نقش والدین شیرها بر توانایی شکار فرزند پسر در کشور تانزانیا آغاز کرد. در این مطالعه ۲ دسته توله شیر مشخص شدند: در دسته اول، شیر نر در کنار توله نبود و تنها شیر مادر وظیفه رشد و تربیت او را بر عهده داشت؛ و در دسته دوم، شیر نر و شیر ماده در کنار هم به تربیت توله شیر می پرداختند. پژوهشگران تا زمان رشد توله شیر ها، آن ها را تحت نظر داشتند تا بتوانند سنی که اولین شکار موفقشان را در آن انجام می دهند یادداشت کنند. در نهایت با تلاش و مداومت این گروه پژوهشگر، نتایج قابل اعتماد و قابل تعمیمی از این دو دسته توله شیر بدست آمد که بعد ها در تحقیقات دیگر به کار گرفته شد. (معنادار بودن اختلاف واریانس دو دسته توله شیر باید توسط تست های آماری مخصوص مشخص شود)

با داشتن این داده ها، پژوهشگران توانستند اثر شیر نر بر کاهش زمان اولین شکار و بالغ شدن رفتاری شیر های جوان را مشخص کنند.

شماره دسته ۱	زمان اولین شکار (ماه)	شماره دسته ۲	زمان اولین شکار (ماه)
"۱"	۲۵	۱	۲۵
"۲"	۲۶	۲	۲۶/۵
"۳"	۲۴	۳	۲۱
"۴"	۲۷	۴	۲۳
"۵"	۲۶/۵	۵	۲۳/۵
"۶"	۲۸	۶	۲۷
"۷"	۲۷/۵	۷	۲۵/۵
"۸"	۲۷	۸	۲۶
"۹"	۲۵		
"۱۰"	۲۸/۵		
"۱۱"	۲۸		
"۱۲"	۲۵		

با توجه به اطلاعات کسب شده در این تحقیق:

(رابطه محدوده اطمینان مورد نظر را در زیر مشاهده میکنید.)

$$(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) \pm T_{\alpha/2} \cdot s_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}$$

الف) کدام تست آماری می بایست در جهت تعیین معنادار بودن اثر شیر نر بر کاهش زمان استفاده شود؟ (۱/۵ نمره)

ب) امتیاز تست مورد استفاده چقدر بدست آمد؟ (تا دو رقم اعشار قطع شود) (۳ نمره)

ج) از نمودار one tailed استفاده شود یا two tailed ؟ (۰/۵ نمره) (۳ نمره؛ هر پاسخ ۱ نمره)

د) آیا اختلاف معنادار است؟ (۱ نمره) (نمره منفی به اندازه نمره سوال)

ه) محدوده اطمینان را محاسبه کنید. (تا دو رقم اعشار قطع شود) (۲ نمره)