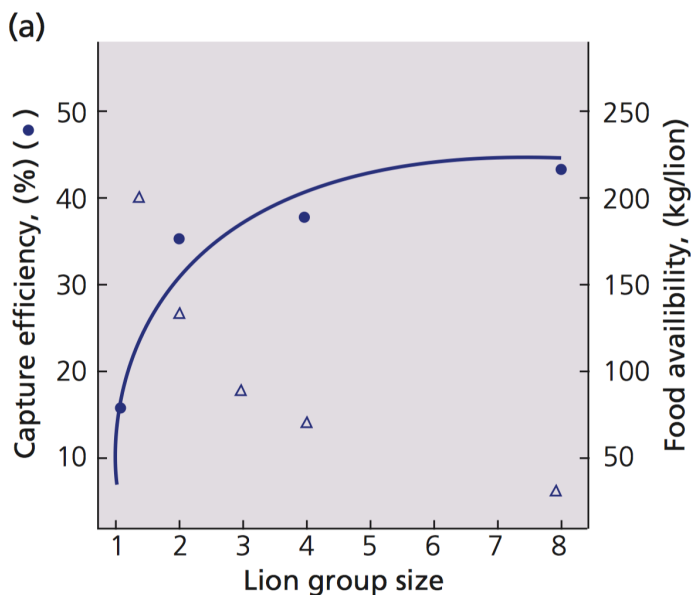
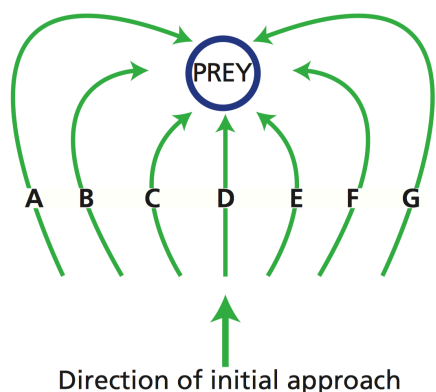


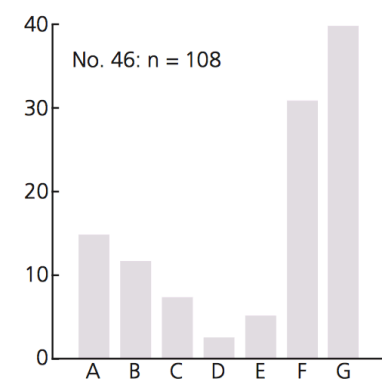
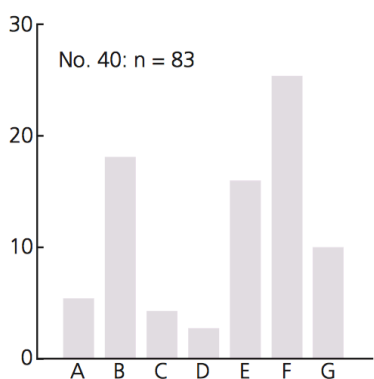
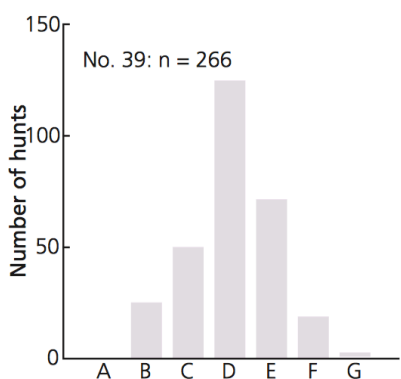
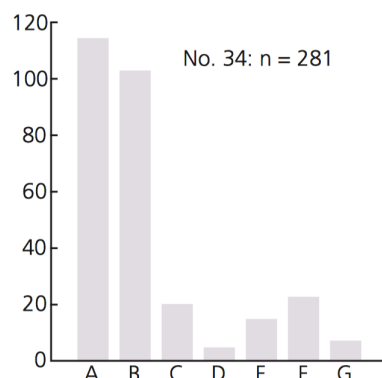
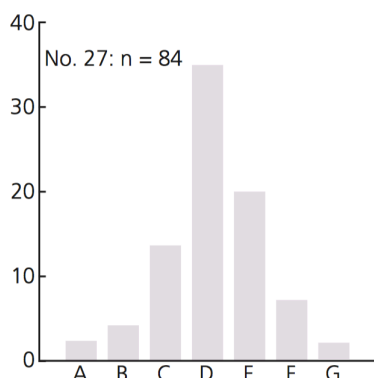
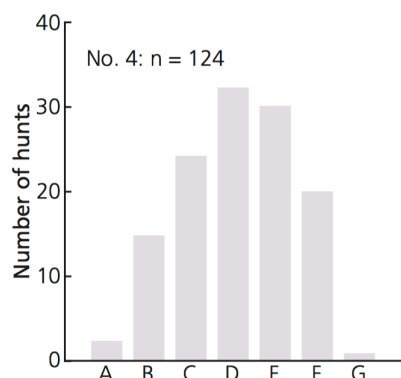
برای سوالهای چند گزاره ای، با تعیین تمام گزاره های صحیح و غلط نمره ی کامل، با از دست دادن یک گزاره دو سوم نمره، با از دست دادن سه گزاره یک چهارم و بیش از آن صفر نمره منظور می گردد. نام خود را بر همه ی سربرگها بنویسید. به زمان توجه کنید!



سوال ۱ (۸ نمره) شیرهای ماده برای شکار گورخرها (که هنگام فرار در یک خط مستقیم میدوند) در گروه های چند نفره یک گورخر را تعقیب میکنند و به آن حمله میکنند. در نمودار روبرو تأثیر اندازه ی گروه بر موفقیت شکار (نقاط توپر) و مقدار غذایی که به هر فرد می رسد (مثلث های توخالی) را مشاهده میکنید. افراد مختلف در گروه، نقش های متفاوتی را بر عهده دارند و برای نقش خود تخصصی شده اند. در تصویر دوم این نقش ها را میبینید. شروع حمله عمدتاً با افراد کناری است.



در بررسی شکارهای هر فرد به صورت جداگانه، به نمودارهای زیر رسیدیم که هیستوگرام شکارهای هر فرد در موقعیت های مختلف را نشان میدهد. NO کد یک فرد خاص و n تعداد کل شکارهاست. در رسم این نمودارها از تنها داده های مربوط به شکارهایی استفاده شده است که در یک گروه هفت نفره صورت گرفته و همچنین هر شیر در تمامی این شکارها تنها در یک گروه حضور داشته است.



درست یا نادرست بودن گزاره های زیر را تعیین کنید.

الف) فرد ۳۴ احتمالاً سنگین وزن تر و بزرگتر از فرد ۳۹ است.

ب) در پی گرفتن استراتژی فرد ۴ سود گروه را بیشتر افزایش میدهد تا در پی گرفتن استراتژی فرد ۲۷.

ج) اندازه‌ی بهینه گروه ۲ نفر است.

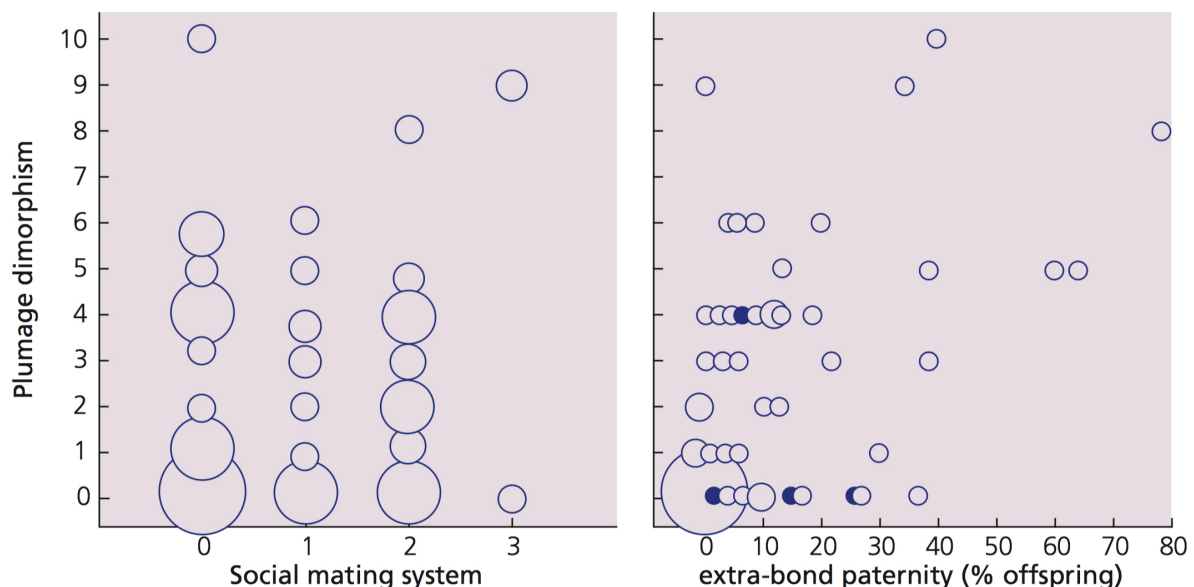
د) اندازه‌ی گروه با مقدار بهینه تفاوت دارد و این تفاوت برابر با ۳-۴ نفر است.

ه) حضور فرد در طرفین گروه، مقدار شکاری که به فرد میرسد را افزایش داده اما به خاطر هزینه هایی که ایجاد میکند سود خالص برابری با حضور در وسط گروه ایجاد میکند.

سوال ۲) (۱۰ نمره) در بررسی سیستم های تولیدمثلی، monogamy (تولید مثل با یک فرد و ایجاد جفت دائمی) را نقطه‌ی مقابل polygamy و polyandry (تولید مثل با چند فرد) قرار میدهند. با توجه به اینکه عامل محدود کننده در تولید مثل تعداد تخمک و افراد ماده است، سود polygamy برای افراد نر بدیهی است. اما در طبیعت ماده هایی را مشاهده میکنیم که با بیش از یک نر تولید مثل میکنند. از آنجا که یک آمیزش برای تلقیح تمامی تخمک های یک فرد ماده کافی است، کشف دلیل تکامل polyandry نیاز به بررسی های بیشتری دارد.

از بارز ترین مثال های این پدیده را میتوان در پرند ها مشاهده کرد. با اینکه سیستم غالب تولید مثلی، social monogamy و تشکیل جفت است، برخی پرند ه های ماده به شریک خود خیانت میکنند و در بین این گونه ها ۱۰ تا ۴۰ درصد زاده های هر ماده فرزند فردی جز شریک آنها هستند.

در نمودار های زیر میزان دوشکلی جنسی (۰ به معنای عدم تفاوت بین پر های نر و ماده و ۱۰ به معنای این است که پر های فرد نر بسیار رنگارنگ تر از ماده هستند) را نسبت به سیستم تولید مثلی (تعداد جفت های ماده بعد از جفت اولیه، ۰ به معنای monogamy، ۱ به معنای داشتن ۲ جفت و...) و همچنین extra-bond paternity (درصد زاده هایی که فرزند نر دیگری هستند) مشاهده میکنید. قطر هر دایره نمایانگر اندازه نمونه گیری است.



درست یا نادرست بودن گزاره های زیر را تعیین کنید.

(الف) در گونه هایی که افراد نر به ماده هدیه ی ازدواج میدهند، polyandry با ایجاد فرزندی که ژن های "بهتری" دارند، موفقیت تولید مثلی فرد ماده را افزایش میدهد.

(ب) در مگس سرگین، محل تخمگذاری ماده پر از افراد نر آماده به تولید مثل است. با توجه به اینکه اندازه ی فرد نر بزرگتر از ماده است، polyandry در این گونه هیچگونه سود یا زیانی برای ماده ندارد و از لحاظ تکاملی صفتی خنثی محسوب میشود.

(ج) تکامل صفات ثانویه جنسی در جنس نر این پرنده برای جلب فرد ماده، ایجاد جفت دائمی و تثبیت monogamy بوده است.

(د) ماده هایی که با فرد نر دارای صفات چشمگیر جفت شده اند، کمتر خیانت میکنند.

(ه) در آزمایشی ماده های گروه A سه بار با یک نر خاص آمیزش کردند و ماده های گروه B با سه نر مختلف. در صورتی که تعداد نر های این آزمایش کم و واریانس شایستگی آنها زیاد باشد، انتظار داریم فرزندان ماده های گروه B نرخ survival بیشتری داشته باشند.

سوال ۳) (۸ نمره) در برخی گروه های حیوانات مانند meerkat و بسیاری از گونه های babblers (نوعی پرنده، لیکو) افرادی به عنوان نگهبان یا کشیک عمل می کنند. به این صورت که فرد در مکان دیدبانی خاصی می ایستد، در حالی که بقیه گروه در سطح زمین به جست و جو و خوردن غذا مشغولند. وقتی که فرد نگهبان شکارچی را ببیند آوای هشدار سر می دهد و گروه به مکان امنی پناه می برد. همچنین در بقیه مواقع نیز فرد نگهبان آوایی بسیار ضعیف به نام watchman's song تولید می کند تا افراد گروه را از اینکه یک فرد به نگهبانی مشغول است مطلع سازد.

(الف) حضور یا عدم حضور نگهبان در گروه بر بیومس مصرف شده در یک بازه زمانی کوتاه توسط اعضای گروه تاثیری ندارد و صرفاً می تواند نرخ بقای اعضای گروه را بهبود ببخشد.

(ب) نگهبانی در meerkats رفتاری کاملاً فداکارانه است، زیرا کسی که هشدار میدهد بیشتر در معرض شکار شدن قرار دارد.

(ج) نگهبانی از گروه در پرنده های babblers دارای مزیت فردی است زیرا فرد نگهبان اولین کسی است که از حضور شکارچی مطلع می شود و وقت کافی برای پرواز به مکانی امن دارد.

(د) اگر گونه ای بتواند آوای هشدار گونه دیگر را تقلید کند و همواره آوای هشدار تقلبی سر دهد، این صفت در تکامل انتخاب می شود، زیرا گونه متقلب میتواند از غذای رها شده مجانی استفاده کند.

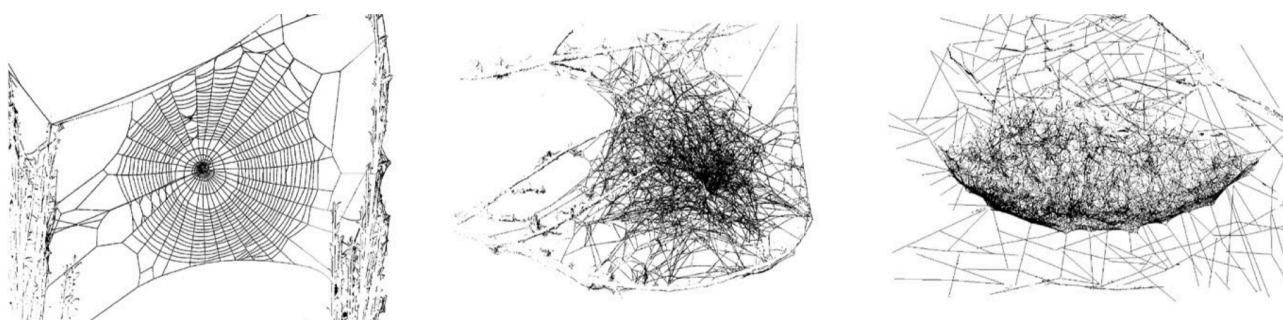
(ه) آوای هشدار می تواند به عنوان پیامی برای شکارچی نیز عمل کند و شکارچی را از حمله به گروه منصرف کند.

(و) آوای هشدار بسته به نوع و همین طور دور یا نزدیک بودن شکارچی متفاوت است.

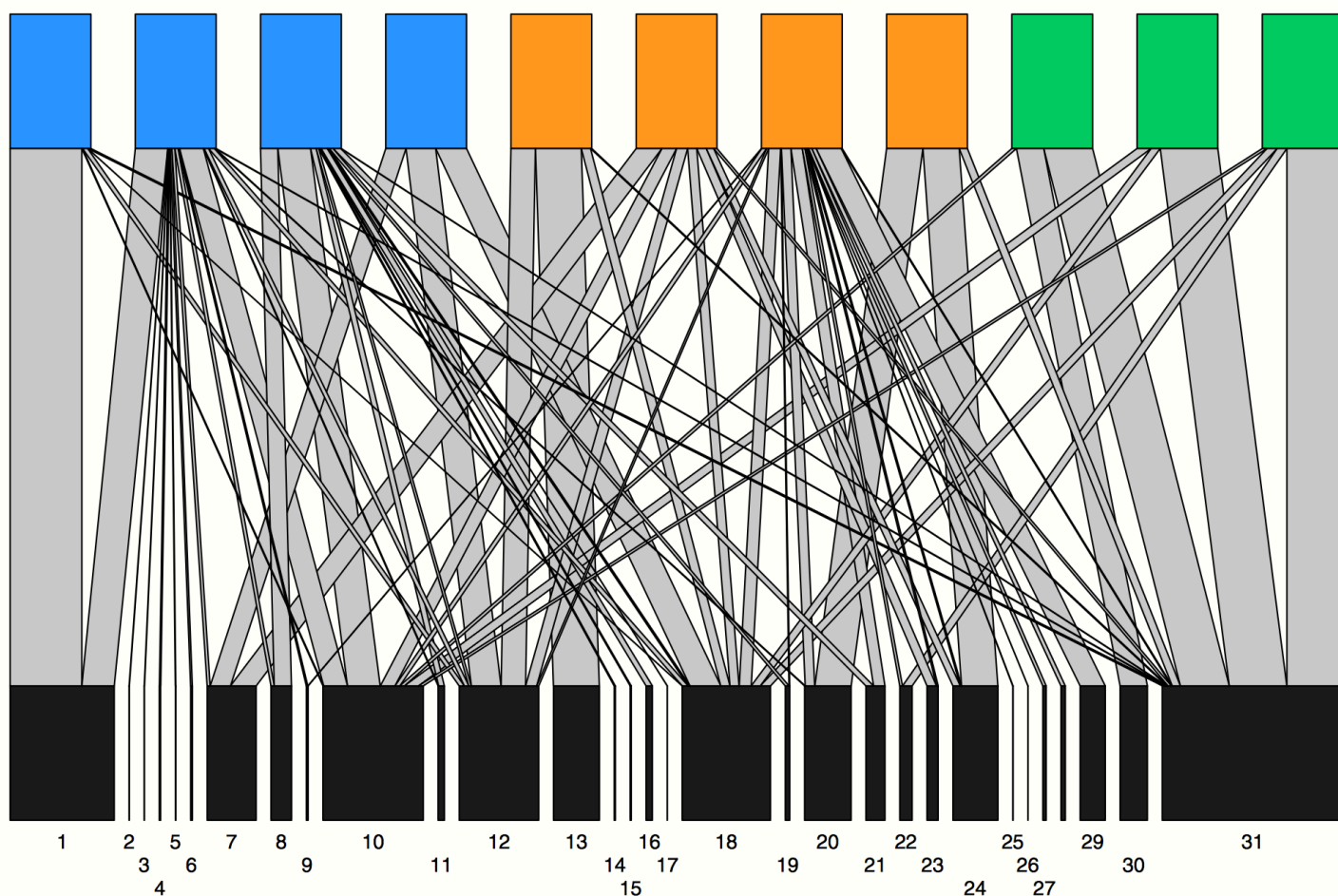
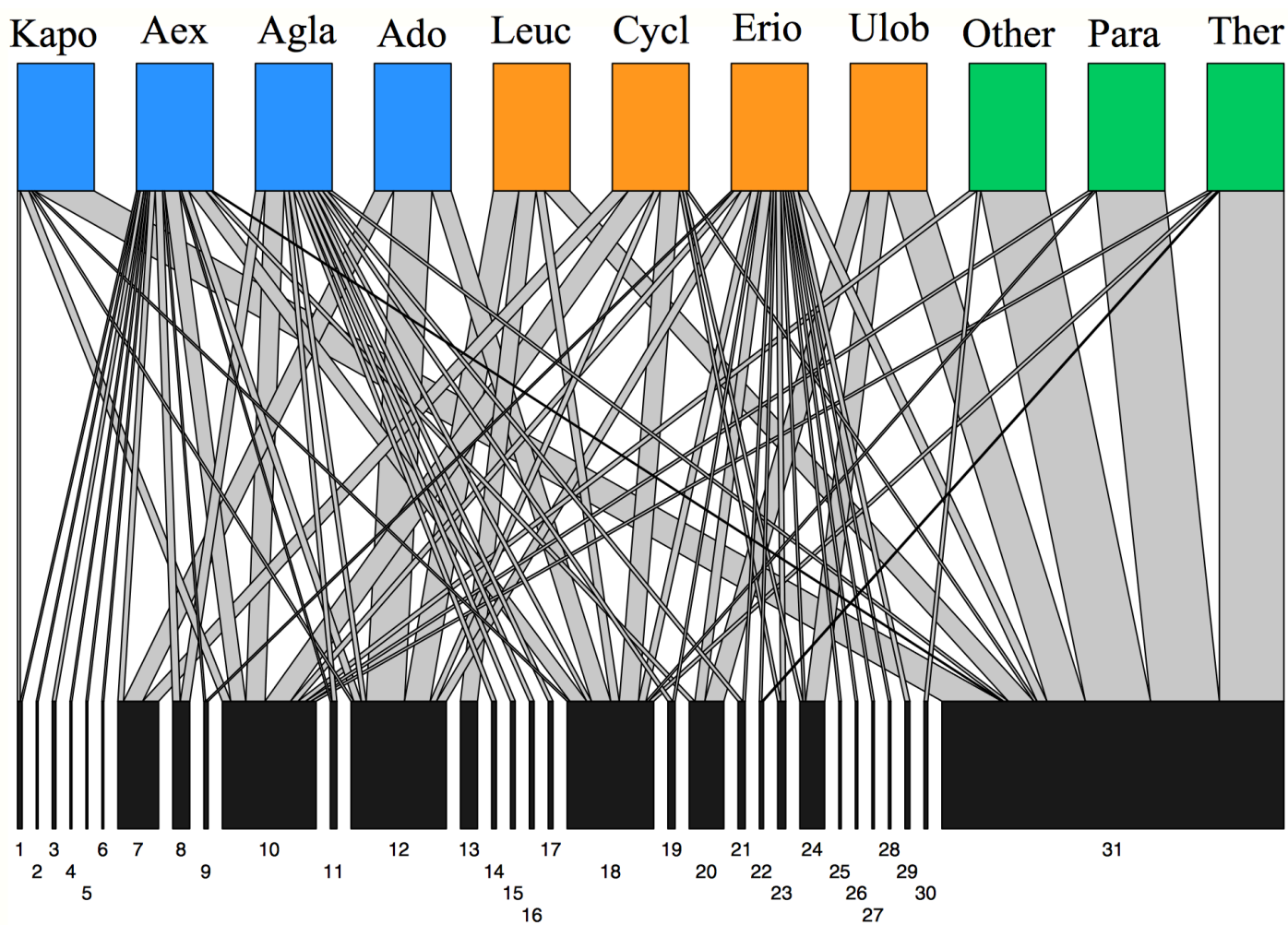
سوال ۴) (۱۲ نمره) مطالعات کمی بر روی رابطه‌ی شکار و شکارچی از مهم‌ترین عوامل درک شبکه‌های غذایی است. استراتژی‌های متفاوت شکار، میتوانند بر روی دینامیک این شبکه‌ها تأثیر بگذارند و انتقال انرژی بین سطوح تغذیه‌ای را تغییر دهند. عنکبوت‌های تار تن مدل‌های مناسبی برای بررسی رابطه‌ی شکار و شکارچی هستند. همانطور که میدانید عنکبوت‌های مختلف، معماری ویژه‌ای برای ساختن تار خود دارند. در پژوهشی که در جنگل‌های آمازون انجام شد، تأثیر معماری تار عنکبوت بر روی عواملی از قبیل استراتژی شکار، ترکیب جامعه‌ی شکار و توزیع مواد مغذی در گونه‌های شکار و شکارچی مورد بررسی قرار گرفت. طی مطالعه‌ی منابع موجود در این حوزه دریافتیم که بین اندازه تار عنکبوت و اندازه‌ی شکار همبستگی مستقیم وجود دارد.

تصویری که مشاهده میکنید سه نوع از معماری تار عنکبوت را نمایش میدهد به ترتیب از چپ به راست:

- مدل orb web که در نمودارها به رنگ نارنجی نمایش داده میشود.
- مدل tangle web که در نمودارها به رنگ سبز نمایش داده میشود.
- مدل sheet tangle که در نمودارها به رنگ آبی نمایش داده میشود.



برای بررسی ترکیب جامعه‌ی شکار هر گروه از عنکبوت‌ها، تصویر زیر را رسم کردیم. کلمات چهار حرفی مختصر نام یک گونه از عنکبوت است و اعداد ۱ تا ۳۱ نمایانگر یک گونه شکار. جزئیات این کد گذاری در جدول ۱ آورده شده است. هر خط خاکستری رنگ که یک گونه از ردیف بالا را به یک گونه از ردیف پایین وصل میکند، یک برهمکنش شکار و شکارچی را نشان میدهد. بدین صورت که عرض خط برابر با درصدی از تمامی شکارهای عنکبوت است که این گونه شکار تشکیل میدهد. تصویر اول برای فرکانس نسبی شکار رسم شده است (به عبارتی تعداد افراد شکار شده از یک گونه خاص تقسیم بر تعداد تمامی شکارها) اما تصویر دوم مربوط به بیوماس نسبی است (بیوماس این گونه شکار نسبت به کل شکارها). در ردیف بالا به ترتیب از چپ به راست چهار عنکبوت اول sheet tangle چهار عنکبوت بعدی orb web و سه تای آخر tangle web هستند.



جدول ۲: کد گونه های عنکبوت	
Kapogea sexnotata	Kapo
Anelosimus eximius	Aex
Aglaoctenus castaneus	Agla
Anelosimus domingo	Ado
Leucage sp	Leuc
Cyclosa sp	Cycl
Eriophora sp	Erio
Uloboridae sp	Ulob
Chrysso sp Theridiidae Architis sp Pisauridae	Other
Parasteatoda sp	Para
Theridion sp	Ther

جدول ۱: کد خانواده های شکار	
Acrididae	1
Apidae	2
Apocrita	3
Araneae	4
Berytidae	5
Blattaria	6
Carabidae	7
Cercopidae	8
Chrysomelidae	9
Cicadellidae	10
Coccinellidae	11
Coleoptera	12
Curculionidae	13
Dermestidae	14
Tettigonidae	15
Formicidae	16
Fulgoridae	17
Gryllidae	18
Halictidae	19
Hemiptera	20
Histeridae	21
Isoptera	22
Lampyridae	23
Leiodidae	24
Lepidoptera	25
Membranicipidae	26
Micrathena	27
Odonata	28
Reduviidae	29
Scarabaeidae	30
Diptera	31

استراتژی شکار (generalist یا specialized بودن) این سه گروه از عنکبوت ها را تعیین کنید:

عنکبوت های orb web:

عنکبوت های tangle web:

عنکبوت های sheet tangle:

کدام یک از سه گروه عنکبوت کوچک ترین تار را می‌تنند؟ .....

پنج خانواده شکار را که از پایین لیست شده اند از لحاظ اندازه میانگین جثه با هم مقایسه کرده و با ترتیب نزولی (بزرگترین ۱ و کوچکترین ۵) عددگذاری کنید:

Cicadellidae

Acrididae

Curculionidae

Diptera

Apidae

سوال ۵) (۶ نمره) برای اندازه گیری فعالیت نوعی موش ، نوعی دستگاه طراحی شد که در بازه های زمانی مشخص و ثابتی دانه غذا پخش میکند. برای به دست آوردن دانه موش باید به سمت دستگاه حرکت کند و بنابراین از خود ردی به جای میگذارد. اما تراکم نقاط لزوما نشان دهنده شدت فعالیت موش نیست. (تاریخ به صورت : سال-روز-ماه)

الف) از ماه نوامبر ( ماه یازدهم میلادی مصادف با آبان-آذر) تا ماه مارس ( ماه سوم میلادی) موش ها تنها در شب و در مواقعی که نور ماه وجود نداشته است به فعالیت غذایی می پرداختند.

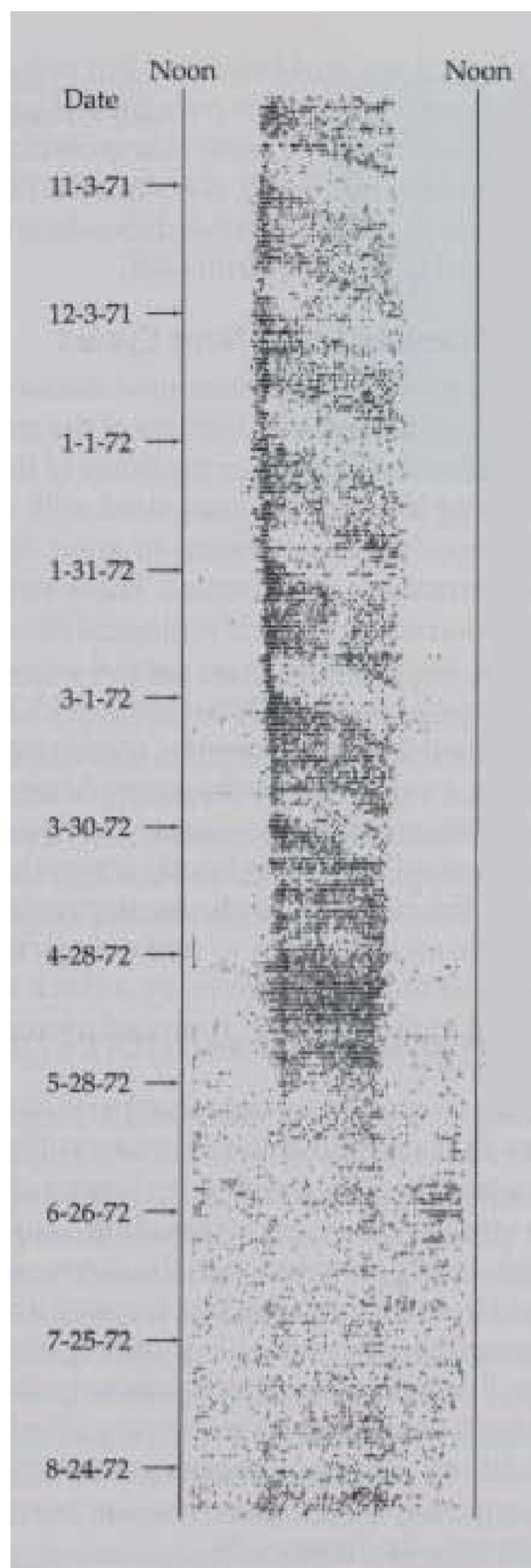
ب) موش ها در صورتی که در تابستان و اوایل پاییز میزان غذای خوبی را ذخیره می کردند ، در امر غذایی گزیده تر رفتار می کردند.

ج) شکارچیان این نوع موش مانند کویوت و جغد بیشتر از قدرت بینایی خود برای یافتن شکار استفاده میکنند.

د) بعد از ماه مارس ذخیره غذایی موش رو به پایان می رود چرا که موش غذایی را علیرغم احتمال شکار شدن به ماندن در پناهگاه ترجیح می دهد.

ه) با توجه به نتایج موش هیچ گاه در روز به دنبال غذا نمی رود.

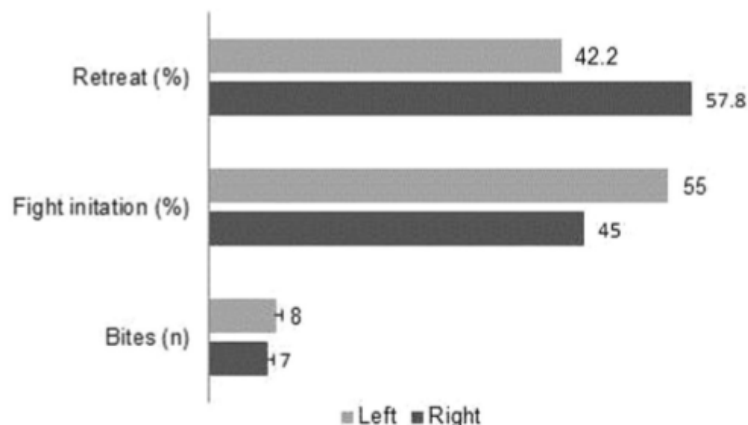
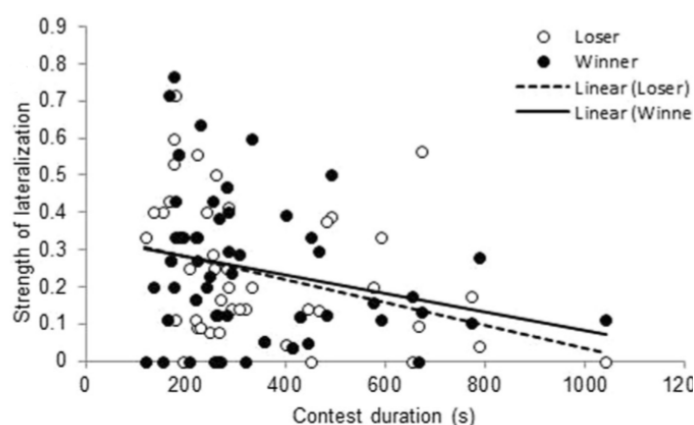






سوال ۶) (۶ نمره) همان طور که میدانید lateralization (عدم تقارن عملکردی در بین دو نیمکره مغز) در میان حیوانات بسیار شایع است. با این که در گذشته گمان میکردند lateralization را تنها در انسان می توان یافت ، اما امروزه شواهد زیادی مبنی بر تخصصی شدن نیمکره های مغز برای انجام فعالیت های مختلف در بین بی مهرگان و همچنین مهره داران یافت شده است. در جنگ و جدال هایی که بین حیوانات رخ می دهد ، سیگنال های زیادی بین رقبای و بدل میشود و این اطلاعات نیاز به پردازش قوی در مناطق مختلف مغزی دارند. به همین خاطر این فرضیه مطرح میشود که جانورانی که بیشتر lateralized هستند، بنابراین تخصص یافتگی بیشتری برای پردازش اطلاعات دریافت شده از رقیب خود دارند و بهتر می توانند قابلیت های رقیب خود را برانداز کنند. در این پژوهش خوک ها در نبردهایی دوفره مطالعه شده اند و ما تاثیر میزان lateralization را بر طول زمان و همین طور نتیجه نبرد بررسی کرده ایم. نبرد خوک ها شامل مراحل است که حیوان باید یکی از دو وضعیت راست یا چپ را انتخاب کند و بنابراین میزان lateralization حیوان می تواند بر جهت گیری او حین جنگیدن اثر بگذارد. در این جا ما میزان lateralization را با Laterality Index (LI) از -1 تا +1 که جهت lateralization را نشان میدهد و قدرت lateralization را با ABLI (absolute laterality index) که از 0 تا +1 است نشان دادیم. در این جا اطلاعاتی که از این مطالعه به دست آمده را مشاهده می کنید.

Measure of lateralization	Winners (n = 52)	Losers (n = 52)	t-value	P-value
LI (direction: -1 to +1)				
over total contest	0.02 ± 0.04	-0.05 ± 0.04	-1.02	0.31
during display	-0.09 ± 0.07	-0.04 ± 0.07	0.57	0.58
during aggression	0.00 ± 0.09	0.02 ± 0.08	0.10	0.92
ABLI (strength: 0-1)				
over total contest	0.25 ± 0.03	0.24 ± 0.03	-0.24	0.81
during display	0.32 ± 0.04	0.36 ± 0.04	0.55	0.59
during aggression	0.41 ± 0.05	0.41 ± 0.04	0.09	0.93



(جهت گیری راست یا چپ : تعداد گازگرفتن در هر مبارزه ، درصد قرار گیری چپ یا راست در هنگام شروع مبارزه و هنگام عقب نشینی از حریف)

(الف) حیواناتی که در اکثر مواقع برنده می شوند، در پردازش اطلاعات دریافت شده از حریف قویترند و از lateralization قویتری نیز برخوردارند.

(ب) اگر حیوانی با lateralization قویتر ببازد آن نبرد بیشتر از نبردی که در آن بازنده lateralization کمتری دارد طول میکشد چرا که بازنده lateralized بیشتر برای بردن تلاش میکند و در نبرد بیشتر مقاومت می کند.

(ج) کل زمان مسابقه وقتی که برنده میزان lateralization قویتری داشت کوتاهتر از زمانی بود که برنده این شرایط را نداشت.

(د) جهتگیری خوک ها در آغاز مبارزه به طور قابل توجهی با فراوانی متفاوتی از چپ و راست انجام میشود.

(ه) حیواناتی که lateralization قویتری دارند ظرفیت شناختی بالاتری دارند و در تحلیل اطلاعاتی که از منابع مختلف می آید موفق تر عمل می کنند.

سوال (۷) (۸ نمره) سوال *Sarotherodon galilaeus* (۷ نوعی ماهی است که از تخم های خود در دهان محافظت می کند، مراقبت والدینی میتواند، با توجه به شرایط توسط یک والد یا توسط هر دو والد انجام شود . انعطاف پذیری در رفتار این گونه به محققان فرصت مطالعه رابطه بین سود و زیان مراقبت والدینی و انرژی که هر جفت بر روی مراقبت از زادگان صرف میکند را میدهد. در این مطالعات هر بار تغییراتی در محیط زندگی ماهی ها ایجاد شد و تاثیر آن تغییرات بر مراقبت والدینی افراد بررسی شد. در این گونه جفت گیری به صورت monogamous (تک همسری) است . هر ماده به طور متوسط ۲۰ تا ۴۰ تخم میگذارد و بعد فرد نر اسپرم را روی تخمکها آزاد میکند، سپس فرد نر یا ماده و یا هر دو تخم ها را داخل دهانشان به مدت دو هفته نگهداری می کنند. فرد نر و ماده یک جفت پس از آغاز دوره نگهداری از تخم ها از یکدیگر جدا می شوند، حتی اگر نگهداری از تخم ها توسط هر دو والد انجام شود. توجه کنید که هر فرد می خواهد موفقیت تولیدمثلی خود را به حداکثر برساند و در زمان نگهداری تخم ها نمی تواند دوباره جفتگیری کند. با توجه به اطلاعات بالا درستی یا نادرستی گزاره های زیر را مشخص کنید.

(الف) وقتی نسبت جنسی را به سمت ماده های بیشتر (۳ماده : ۱نر) تغییر دادیم، مراقبت والدینی در بین نرها بیشتر شد.

(ب) اندازه دسته تخم (clutch size) در این گونه به طور متوسط کوچکتر از گونه های مشابهی است که فاقد مراقبت والدینی هستند.

(ج) وقتی اندازه دسته تخم ها (clutch size) کوچک است انتظار داریم میزان مراقبت والدینی دو والدی بیشتر از دسته تخم های بزرگتر باشد.

(د) جفت هایی که تخم ریزی موفق داشته معمولاً از نظر اندازه بدن نر و ماده ،نسبت به جفت هایی که موفق به جفت گیری و تخم ریزی نشدند، شبیه تر بودند.

با مطالعه‌ی توضیحات زیر به چهار سوال پیش رو پاسخ دهید:

فداکاری (Altruism) در حیوانات به اعمالی اطلاق میشود که باعث کاهش موفقیت تولید مثل فرد میشود. با توجه به اینکه افرادی که این رفتار را از خود نشان میدهند در نسل بعد درصد کمتری از خزانه‌ی ژنتیکی را تشکیل میدهند، حذف نشدن این رفتار در طی تکامل پدیده‌ی متناقضی به نظر میرسید که دانشمندان را سال ها به خود مشغول کرده بود.

مدل همیلتون توضیحی است که در توجیه رفتار فداکارانه در جانداران ارائه میشود. به صورت کلی دلیل تکامل این نوع رفتار این است که با وجود کاهش موفقیت تولید مثلی مستقیم، با افزایش موفقیت فرد خویشاوند، سود خالصی که به جاندار میرسد مثبت است. برای مدل سازی ریاضیاتی این مدل از نامعادله زیر استفاده میشود.

$$rB > C$$

زمانی که افزایش موفقیت فرد خویشاوند ضرب در ضریب خویشاوندی بیش از هزینه باشد، این رفتار در طی تکامل انتخاب میشود.

این مدل، در عین سادگی بسیاری از رفتار های مشاهده شده در طبیعت را توضیح میدهد. اما در علم مدل سازی، با اضافه کردن فرضیات اولیه و نزدیک شدن به شرایط واقعی، پیش بینی های مدل دقیق تر میشود. در ادامه با مدلی آشنا خواهید که stochasticity (آشوب) در محیط را نیز وارد فرضیات اولیه میکند.

در مدل پایه همیلتون، برای هزینه و سود یک عدد در نظر گرفته میشود. این عدد به عبارتی میانگین توزیعی است که سود و هزینه از آن استخراج میشوند. اما در شرایط طبیعی این توزیع مقداری واریانس نیز دارد.

با در نظر گرفتن نکات زیر میتوانیم مدل همیلتون را برای در نظر گرفتن آشوب در محیط تغییر دهیم:

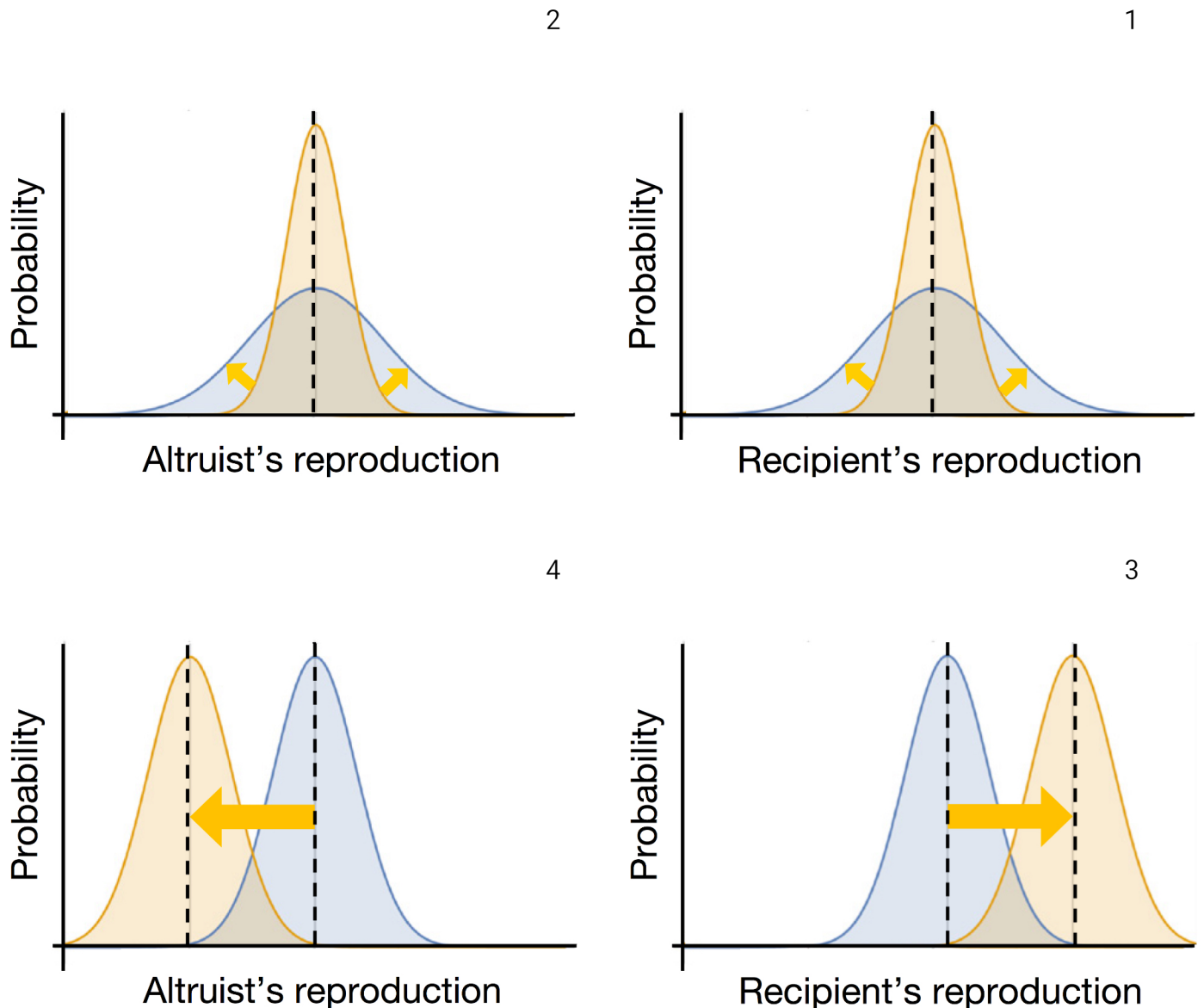
- کاهش واریانس موفقیت تولید مثلی فرد خویشاوند برای موجود سود در پی دارد.
- افزایش واریانس موفقیت تولید مثلی موجود برای وی هزینه دارد.
- مقدار آشوب محیط بر روی میزان تأثیر تغییر واریانس موفقیت بر سود و هزینه موثر است.

حال نامعادله‌ی زیر را مینویسیم:

$$r(b_{\mu} + vb_{\sigma}) > c_{\mu} + vc_{\sigma}$$

در این فرمول  $r$  ضریب خویشاوندی،  $v$  میزان آشوب در محیط،  $b_{\mu}$  و  $c_{\mu}$  تغییر میانگین موفقیت تولیدمثلی و  $b_{\sigma}$  و  $c_{\sigma}$  تغییر انحراف معیار موفقیت تولیدمثلی هستند. بدیهی است که مقادیر  $c$  مربوط به تغییرات فرد فداکار و مقادیر  $b$  مربوط به تغییرات فرد مورد فداکاری واقع شده هستند. دقت داشته باشید که اعداد  $b_{\sigma}$  و  $c_{\sigma}$  قدر مطلق تغییر در انحراف معیار موفقیت تولید مثلی هستند و اثر مثبت یا منفی آنها در اینکه جزو سود یا هزینه هستند در نظر گرفته شده است. زمانی که نامعادله‌ی فوق برقرار باشد، فداکاری انتخاب خواهد شد.

سوال ۸) (۴ نمره) در نمودار هایی که در ادامه مشاهده میکنید، تغییرات مختلف موفقیت تولید مثلی آورده شده است. تأثیر هر کدام را بر روی انتخاب فداکاری با سه کاراکتر + برای اثر مثبت، - برای اثر منفی و = برای عدم تأثیر نمایش دهید.



سوال ۹) (۱۲ نمره) حال برای بررسی مدل از صفحه فاز استفاده خواهید کرد. صفحه‌ی فاز به محیطی دو بعدی گفته میشود که هر نقطه از آن نمایانگر یکی از حالات سیستم است. هر نقطه نیز در مختصات خود حاوی اطلاعات دو عدد است که مقدار دو ورودی سیستم هستند. به عنوان مثال مدل را در شرایط زیر تحلیل میکنیم:

$$c_{\mu} = 1$$

$$b_{\sigma} = 0$$

$$c_{\sigma} = 0$$

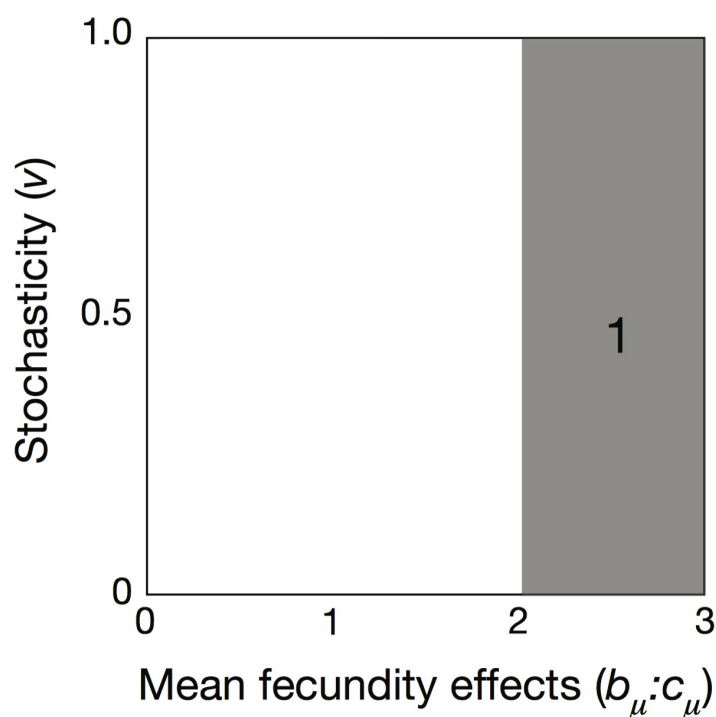
$$r = 0.5$$

در اینصورت:

$$0.5(b_{\mu} + 0 \times b_{\sigma}) > c_{\mu} + 0$$

$$\frac{b_{\mu}}{c_{\mu}} > 2$$

با رسم صفحه فاز زیر که محور افقی آن نسبت  $b_{\mu}$  به  $c_{\mu}$  و محور عمودی میزان آشوب باشد، ناحیه ۱ به عنوان حالتی که نامعادله‌ی فوق در آن برقرار است به دست می‌آید.



اکنون مدل را در حالات زیر تحلیل کنید. برای توضیح اینکه در چه شرایطی فداکاری انتخاب می‌شود، نامعادله‌ی مربوط را بنویسید و ناحیه‌ی متناظر را در صفحه فاز مشخص کنید. نقاط برخورد این ناحیه با محورها را نیز تعیین کرده و مقدار دهی کنید. احتمال انتخاب شدن فداکاری را در تمامی حالت محاسبه کنید و در کادر مشخص شده وارد کنید. (با فرض اینکه احتمال رخداد تمام نقاط در صفحه یکسان است) **دقت کنید که صفحه فاز محور های افقی و عمودی شبیه مثال حل شده داشته باشد. بازهی هر دو محور در تمامی سوال های پیش رو بین ۰ تا ۴ در نظر گرفته شود.**

حالت اول (پاسخ را در صفحه بعد در قسمت p1 بنویسید):

$$c_{\mu} = 1$$

$$c_{\sigma} = 0$$

$$b_{\sigma} = 0.5$$

$$r = 0.5$$

حالت دوم (پاسخ را در صفحه بعد در قسمت p2 بنویسید): تمامی متغیر ها با حالت اول یکسان است  
به جز

$$r = 0.75$$

حالت سوم (پاسخ را در صفحه بعد در قسمت p3 بنویسید): تمامی متغیر ها با حالت اول یکسان است  
به جز

$$r = 0.9$$

حالت چهارم (پاسخ را در صفحه بعد در قسمت p4 بنویسید):

$$c_{\mu} = 1$$

$$c_{\sigma} = 0$$

$$r = 0.5$$

$$b_{\sigma} = 0.5$$

حالت پنجم (پاسخ را در صفحه بعد در قسمت p5 بنویسید): تمامی متغیر ها با حالت چهارم یکسان  
است به جز

$$b_{\sigma} = 0.75$$

حالت ششم (پاسخ را در صفحه بعد در قسمت p6 بنویسید): تمامی متغیر ها با حالت چهارم یکسان  
است به جز

$$b_{\sigma} = 0.9$$

با استفاده از متغیرهای ثابت حالت های اول تا سوم، احتمال انتخاب شدن فداکاری را به عنوان تابعی از ضریب خویشاوندی ( $r$ ) بنویسید. شکل کیفی نمودار این تابع را حدس بزنید.

سپس با استفاده از متغیرهای ثابت حالت های چهارم تا ششم، احتمال انتخاب شدن فداکاری را به عنوان تابعی از تغییر در واریانس موفقیت تولید مثلی فرد خویشاوند ( $b_e$ ) بنویسید. شکل کیفی نمودار این تابع را حدس بزنید.

حال وقت آن است که اثر این دو متغیر را هم زمان در تکامل فداکاری بررسی کنیم. احتمال انتخاب فداکاری را به عنوان تابعی از  $r$  و  $b_e$  بنویسید.

سوال ۱۰ (۶ نمره) سناریوهای زیر را در طبیعت مشاهده کرده ایم. بررسی کنید که آیا مدل همیلتون آشوبناک توضیحی برای تکامل آنها ارائه میدهد یا خیر. اگر پاسخ مثبت است در چه حالتی فداکاری انتخاب میشود؟ پاسخ شما باید به صورت یک نامعادله باشد که در صورت برقرار بودن آن آلترویسم انتخاب شود.

سناریو اول: یک جفت پرنده برای تغذیهی جوجه نیازمند فعالیت بسیاری هستند. دیده میشود که افرادی برای کمک به این زوج میایند. گاهی اوقات تعداد همکارها از حد نیاز جفت پرنده بالاتر میرود و بنظر میرسد موفقیت این زوج افزایش پیدا نمیکند.

سناریو دوم: افرادی در طبیعت وجود دارند که موفقیت تولید مثلی خویشاوندشان را کم و خودشان را زیاد میکنند.

سوال ۱۱ (۸ نمره) محیطی را تصور کنید که میتواند بین دو حالت خوب و بد نوسان کند. در این محیط جمعیتی از افراد زندگی میکنند که ضریب خویشاوندی برای همه برابر با ۰.۵ است. در بین افراد ۳ نوع صفت دیده میشود:

فرد S (خودخواه) که هیچگاه فداکاری میکند.

فرد C (همیار دائم) که همیشه فداکاری میکند.

فرد I (همیار موقت) که زمانی فداکاری میکند که معتقد باشد حالت محیط بد است.

در عدم روابط اجتماعی هر فرد میتواند ۴ فرزند در حالت خوب محیط و ۱ فرزند در حالت بد داشته باشد. در صورتی که یکی از افراد فداکاری کند به اندازه ۰.۵ فرزند از موفقیتش کم میشود. همچنین در حالت خوب محیط ۱.۵ فرزند به موفقیت فرد خویشاوند اضافه میکند، اما در حالت بد این موفقیت را به اندازه ۰.۲ کاهش میدهد. افرادی که در تصمیم گیری برای فداکاری انعطاف پذیر هستند (I)، ۰.۱ برای این تصمیم گیری هزینه میکنند. حال باید دینامیک ترکیب جمعیت را بررسی کنید. برای بررسی یک سیستم ۳ متغیره از صفحه فاز مثلثی شکل استفاده میکنیم. هر نقطه در و بر روی این مثلث یک حالت سیستم



را نمایش میدهد. به صورتی که هر رأس سیستم را در حالت مونومورفیک نشان میدهد (تمام افراد از یک نوع باشند) و نقاط دیگر نمایانگر ترکیبات مختلفی از سیستم هستند.

۱- فرض کنید محیط مورد بررسی سال های سال (زمان مورد نیاز برای رسیدن به نقطه تعادل) ثابت و در حالت خوب به سر برده است. حالت سیستم در این لحظه را روی صفحه فاز  $t_1$  نمایش دهید و مسیر(های) رسیدن به این نقطه را با کشیدن فلش تعیین کنید.

۲- پس از رسیدن به نقطه ای که در سوال قبل تعیین کردید. محیط وارد فاز stochastic میشود و شروع به نوسان بین دو حالت خوب و بد میکند. در صورتی که هر فرد بتواند با حالت محیط را به احتمال ۰.۷۵ درست تشخیص دهد. نقطه تعادل و فلش های دینامیک جمعیت را در صفحه فاز  $t_2$  رسم کنید.

۳- پس از ایجاد تغییراتی در سیستم عصبی این موجودات قطعیت تشخیص درست حالت محیط به ۱ افزایش پیدا میکند. نقطه تعادل و فلش های دینامیک جمعیت را در صفحه فاز  $t_3$  رسم کنید.

۴- در صورتی که هزینه انعطاف پذیری در اتخاذ تصمیم (افراد ۱) به ۰.۵ افزایش پیدا کند، دینامیک جمعیت چه تغییری میکند؟ نقطه تعادل و فلش ها را در صفحه فاز  $t_4$  رسم کنید.

سوال ۱۲) دو فرد کشتی شکسته در جزیره ای گرفتار شده اند و به فکر ساخت یک قایق هستند. ساخت قایق زمان زیادی می برد. اگر هر کدام به ساخت قایق کمک کند، خرج ساخت قایق برای هر یک نصف خواهد شد. اگر یکی از دو نفر کمک نکند، فرد پرکار همچنان با ساخت قایق موفق به فرار از جزیره خواهد شد و با این فرض که هر قایق خوب و امنی حداقل دو نفر گنجایش دارد، فرد تنبل می تواند همراه فرد پرکار سوار قایق شده و از جزیره فرار کند بدون اینکه هیچ زحمتی برای ساخت قایق کشیده باشد.

الف) (۴ نمره) اگر ساخت قایق C خرج داشته باشد و فرار از جزیره (آزادی) برای هر فرد B ارزش داشته باشد، جدول امتیازات بازی برای دو بازیکن را رسم کنید (جدول ۲ در ۲). در چه صورت (مقادیر B و C) افراد از جزیره خواهند گریخت (یک فرمول)؟

ب) (۶ نمره) اگر در یک جمعیت بزرگ از کشتی شکستگان که قایق های دونفره می سازند، چنین امتیازاتی برقرار باشند، در شرایط پایدار تکاملی چه کسری از جامعه قایق خواهند ساخت؟ به عبارت دیگر، استراتژی پایدار تکاملی بر حسب B و C چیست (یک فرمول)؟

ج) (۲ نمره) اگر به جای ساخت قایق و فرار از جزیره، بازی بر سر پختن شام و خوردن آن باشد آیا تفاوتی ذاتی بین دو بازی (فرار از جزیره و پختن شام) موجود است و با چه دو پیش فرضی می توان این دو بازی را معادل یکدیگر کنید (هر پیش فرض زیر ۱۰ کلمه)؟

د) (۲ نمره) با داشتن آن دو پیش فرض و همان جدول و همان خرج C و ارزش B، اگر دو نفر هر روز همین بازی را تکرار کنند، آیا استراتژی تکاملی پایدار بازی هنوز معادل حالت قبل است؟ به عبارت دیگر، آیا تکراری بودن بازی در نتیجه ی بازی تغییری ایجاد می کند (بله / خیر)؟