

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



## اکولوژی عمومی

درس مه آزه یسگامی

جورج دبلیو کاکس

ترجمه:

دکتر منصور مصداقی

مهندس سارا هوشمند مؤید

سرشناسه:

عنوان و نام پدیدآور:

کاکس، جورج دبلیو، ۱۹۳۵-م، Cox, George W., 1935-  
اکولوژی عمومی: درسنامه آزمایشگاهی/ جورج دبلیو کاکس؛ ترجمه منصور مصداقی،  
سارا هوشمند مؤید؛ ویراستار علمی محمد فرزام.

مشخصات نشر:

مشهد: دانشگاه فردوسی مشهد، ۱۳۹۸.

مشخصات ظاهری:

۴۰۸ ص. مصور، جدول، نمودار.

فروست:

انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد؛ شماره ۷۲۱.

شابک:

ISBN: 978-964-386-396-8

وضعیت فهرست‌نویسی:

فیبا.

یادداشت:

عنوان اصلی: General ecology : laboratory manual, 8th ed, 2002.

یادداشت:

واژه‌نامه، کتابنامه، نمایه.

موضوع:

بوم‌شناسی -- درسنامه‌های آزمایشگاهی

موضوع:

Ecology -- Laboratory manuals

شماره اف‌ده:

مصداقی، منصور، ۱۳۲۰ - مترجم

سناد جزوده:

هوشمند مؤید، سارا، مترجم.

شماره افزوده:

دانشگاه فردوسی مشهد، انتشارات.

رده‌بندی کنگ:

QH۵۴۱

رده‌بندی دی‌ری:

۵۷۷

شماره کتابشناسی ملی:

۵۸۷۰۵۶

## اکولوژی عمومی؛ درسنامه آزمایشگاهی



انتشارات  
۷۲۱

پدیدآورنده:

جورج دبلیو کاکس

ترجمه:

دکتر منصور مصداقی؛ مترجم سارا هوشمند مؤید

ویراستار علمی:

دکتر محمد فرزام

ویراستار ادبی:

مصطفی قندهاری

مشخصات:

وزیری، ۲۵۰ نسخه، چاپ اول، زمستان ۱۳۹۸

چاپ و صحافی:

چاپخانه آستان قدس رضوی

بها:

۶۰۰/۰۰۰ ریال

حق چاپ برای انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد محفوظ است.

مراکز پخش:

فروشگاه و نمایشگاه کتاب پردیس: مشهد، میدان آزادی، دانشگاه فردوسی مشهد، جنب سلف یاس

تلفن: ۳۸۸۰۴۶۶۶ - ۳۸۸۳۳۷۲۷ (۰۵۱)

مؤسسه کتابیران: تهران، خیابان کارگر جنوبی، خیابان لبافی‌نژاد، بین خیابان فروردین و اردیبهشت،

شماره ۲۳۸، تلفن: ۶۶۴۹۴۴۰۹ - ۶۶۴۸۴۷۱۵ (۰۲۱)

مؤسسه دانشیران: تهران، خیابان انقلاب، خیابان منیری جاوید (اردیبهشت) نبش خیابان نظری، شماره ۱۴۲

تلفکس: ۶۶۴۰۰۲۲۰ - ۶۶۴۰۰۱۴۴ (۰۲۱)

## فهرست

|    |                                |
|----|--------------------------------|
| ۹  | پیشگفتار.....                  |
| ۱۰ | خصوصیات اساسی این درسنامه..... |
| ۱۱ | مطالب جدید ویرایش هشتم.....    |

### بخش ۱. فنون مطالعه بوم‌شناختی

|    |                                                                    |
|----|--------------------------------------------------------------------|
| ۱۵ | تمرین ۱. طراحی مطالعه بوم‌شناختی.....                              |
| ۲۷ | تمرین ۲. طرح آزمایشی بوم‌شناختی.....                               |
| ۳۵ | تمرین ۳. طراحی نمونه‌گیری در مطالعات بوم‌شناختی انواع متغیرها..... |
| ۴۶ | تمرین ۴. تجزیه و تحلیل و آزمون آماری در بوم‌شناختی.....            |
| ۶۳ | تمرین ۵. سابقه تحقیق در بوم‌شناسی.....                             |
| ۷۵ | تمرین ۶. منابع اینترنتی در بوم‌شناختی.....                         |
| ۸۲ | تمرین ۷. تهیه مقاله تحقیقی بوم‌شناختی.....                         |

### بخش ۲. اکوسیستم‌های خنثی و آبی

|     |                                          |
|-----|------------------------------------------|
| ۹۵  | تمرین ۸. ساختار جامعه گیاهی.....         |
| ۱۰۷ | تمرین ۹. ساختار جامعه جانوری.....        |
| ۱۱۵ | تمرین ۱۰. ساختار جامعه بندپایان خاک..... |
| ۱۲۲ | تمرین ۱۱. ساختار اکوسیستم دریاچه.....    |

### بخش ۳. روابط دما، آب و انرژی

|     |                                                     |
|-----|-----------------------------------------------------|
| ۱۳۱ | تمرین ۱۲. سازش‌پذیری به دما.....                    |
| ۱۳۶ | تمرین ۱۳. تحلیل اولویت رفتاری.....                  |
| ۱۴۷ | تمرین ۱۴. پتانسیل آب گیاه.....                      |
| ۱۵۴ | تمرین ۱۵. اندازه‌گیری فتوسنتز و تبخیر در طبیعت..... |

#### بخش ۴. بوم‌شناسی جمعیت

- تمرین ۱۶. برآورد جمعیت به وسیله علامت گذاری - بازگیری و گرفتن - تلاش ..... ۱۶۱
- تمرین ۱۷. تهیه نقشه بوم‌دامنه و قلمرو ..... ۱۷۶
- تمرین ۱۸. تجزیه و تحلیل پراکنش درون جمعیتی ..... ۱۸۴
- تمرین ۱۹. نرخ مرگ و میر، بلوغ‌افزایی و مهاجرت در جمعیت‌ها ..... ۱۹۵
- تمرین ۲۰. جداول زندگی و منحنی‌های بقا ..... ۲۰۲
- تمرین ۲۱. تکامل اکوژنتیک در گیاهان ..... ۲۱۰
- تمرین ۲۲. رشد جمعیت، محدودیت و اثرات متقابل ..... ۲۱۷

#### بخش ۵. برهم‌کنش‌های درون‌گونه‌ای و بین‌گونه‌ای

- تمرین ۲۳. مطالعات میدانی رقابت گیاهی ..... ۲۲۹
- تمرین ۲۴. انزوای اکولوژیکی ..... ۲۳۵
- تمرین ۲۵. پهنای و تداخل آشیان و آشیان‌های هم‌نوع ..... ۲۴۲
- تمرین ۲۶. اشتراک بین‌گونه‌ای ..... ۲۵۰
- تمرین ۲۷. بوم‌شناسی گرده‌افشانی ..... ۲۵۵

#### بخش ۶. بوم‌شناسی جامعه

- تمرین ۲۸. اندازه‌گیری تنوع گونه‌ای ..... ۲۶۵
- تمرین ۲۹. تشابه جامعه و رج‌بندی ..... ۲۷۴
- تمرین ۳۰. فرایندهای مؤثر در آشیان‌سازی ترکیب جامعه ..... ۲۸۳

#### بخش ۷. بوم‌شناسی اکوسیستم

- تمرین ۳۱. تحلیل شبکه‌های غذایی ..... ۲۹۳
- تمرین ۳۲. تولید اولیه در اکوسیستم‌های خاکی ..... ۳۰۰
- تمرین ۳۳. تولید اولیه در اکوسیستم‌های آبی ..... ۳۰۸
- تمرین ۳۴. شبیه‌سازی دینامیک اکوسیستم ..... ۳۱۶
- تمرین ۳۵. مکانیزم‌های توالی زیستی ..... ۳۲۶

# بخش ۸. بوم‌شناسی منطقه‌ای و جهانی

|     |                                         |
|-----|-----------------------------------------|
| ۳۳۹ | تمرین ۳۶. روابط گونه - سطح              |
| ۳۴۴ | تمرین ۳۷. دینامیزم‌های فراجمعیت افتراقی |
| ۳۵۱ | تمرین ۳۸. اکولوژی چشم‌انداز             |
| ۳۵۷ | تمرین ۳۹. سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی   |
| ۳۶۴ | تمرین ۴۰. حفظ جهانی تنوع زیستی          |
| ۳۷۱ | پیوست ۱. جداول آماری                    |
| ۳۷۵ | پیوست ۲. منابع نرم‌افزاری و سخت‌افزاری  |
| ۳۷۵ | الف. بسته نرم‌افزاری عمومی              |
| ۳۷۷ | ب. نرم‌افزار ویژه هر تمرین              |
| ۳۸۵ | واژه‌نامه                               |
| ۳۹۳ | تبدیلات متریک                           |
| ۳۹۴ | نمایه                                   |

## پیشگفتار

بوم‌شناسی<sup>۱</sup> علمی است که با ساختار و قوه محرکه سیستم‌ها سروکار دارد و دربرگیرنده موجودات و محیط زنده و - رزنده آن‌ها است. برحسب تعریف، یک سیستم مجموعه‌ای از مؤلفه‌ها است که از طریق هم‌کنشی‌ها<sup>۲</sup> نظری به صورت واحد درآمده است. طبق این تعریف، سیستم‌های اکولوژیکی در چندین سطح سازمانی وجود دارند. بدین ترتیب یک موجود<sup>۳</sup> در کنش متقابل با محیط بیوتیکی، فیزیکی و شیمیایی هم‌جوارش، یک سیستم اکولوژیکی است. جمعیت<sup>۴</sup> گروهی از افراد گونه ویژه‌ای است که با هم در زیستگاه ویژه‌ای رخ می‌دهد. که حاصل کنش‌های متقابل با سایر جمعیت‌ها و محیط غیرزنده آن‌ها است. جامعه<sup>۵</sup> مجموعه‌ای از گونه‌ها است که در مکانی معین با هم زندگی می‌کنند، با محیطشان کنش متقابل دارند و تشکیل‌دهنده یک سیستم اکولوژیکی به نام اکوسیستم<sup>۶</sup> هستند.

هدف مطالعه بوم‌شناختی، درک مکانیسم‌های ساختار و عملکرد سیستم‌های اکولوژیکی حاکم‌اند. هنگام بررسی یک سیستم اکولوژیکی در نقطه ویژه‌ای از زمان، باید انواع موجودات حاضر، وفور و ارتباطشان با عوامل فیزیکی و شیمیایی اطراف<sup>۷</sup> حساب آید. برای درک این شرایط ایستا، یعنی ساختار<sup>۸</sup>، مطالعه عملکرد<sup>۹</sup>، یعنی رخداد فرایندهای سیستم طی زمان ضروری است. لازم است عمل فاکتورهای خارج از سیستم در برخورد با آن مشاهده شود و نرخ‌های تبادل انرژی و مواد به مؤلفه‌های سیستم و همچنین ورودی و هدررفت سیستم تعیین گردد. بالاخره لازم است که درباره ماهیت کنترل‌ها بر روی این نرخ‌ها استنباط شود که کار ساده‌ای نیست.

از نظر تاریخی، بوم‌شناسی مانند بسیاری از علوم، رشته‌ای تشریحی است. ساخت و نام‌گذاری گروه‌های طبیعی گونه‌ها و طبقه‌بندی عوامل محیطی کنترل‌کننده توزیع و وفور موجودات در این رویکرد توصیفی جیره است. درنهایت، از دیدگاه افراطی آن، بوم‌شناسی را می‌توان به عنوان «توصیف سوپر (برتر)» قلمداد کرد. اما بوم‌شناسی به تدریج در بستر نظریه منحصربه‌فردی تکامل یافته است که با هم‌کنشی

1. ecology  
2. individual organism  
3. population  
4. community  
5. ecosystem  
6. structure  
7. function

موجودات و محیطشان در کلیه سطوح سازمانی از فرد (با محیط خرد هم‌جوارش) تا اکوسیستم سروکار دارد. در سال‌های اخیر بستر این تئوری به سرعت گسترش یافته که عمده‌تأیید دلیل تأکید روی مطالعات عملکردی سیستم‌های اکولوژیکی است. این رویکرد عملکردی مربوط به درک چگونگی عمل سیستم‌های اکولوژیکی است و اینکه این عملیات تعیین‌کننده ساختار سیستم در یک زمان معین همراه با الگوی تغییر ساختار طی زمان هستند. برای بسیاری از بخش‌ها، در اکولوژی مدرن از مفاهیم و فنون اکولوژی توصیفی به‌عنوان ابزاری برای مطالعه قوه محرکه سیستم‌های اکولوژیکی استفاده می‌شود.

ابزار بوم‌شناسان متنوع است. از اکولوژی توصیفی، روش‌های شیمیایی و فیزیکی برای اندازه‌گیری شرایط محیط نبرزنده همراه با فنون کیفی و کمی توصیف افراد، جمعیت‌ها و جوامع اشتقاق یافته است. اما با افزایش تأکید روی روابط عملکردی، روش‌ها و فنون ریاضی و تحلیل آماری اهمیت بیشتری یافته است. همین‌که بوم‌شناسان به بررسی بیشتر پویایی مجموعه‌های پیچیده پرداخته‌اند، از علم سیستم‌ها، فنون باارزش تحلیل کامپیوتری و شبیه‌سازی استخراج شده است. مطالعه اکولوژیکی از نظر رویکردی سخت‌تر شده و قویاً به آزمون فرض‌ها مایل گردیده است. ارائه و آزمون فرض‌های اکولوژیکی به متدولوژی کمی و استفاده از فنون آماری برای قبول یا رد فرض‌ها نیاز دارد. در اصل، شبیه‌سازی و تحلیل کامپیوتری، روش‌هایی هستند که در کاربرد روش‌های آماتور فرض به سطوح پیچیده سازمان اکولوژیکی مرتبط است.

### خصوصیات اساسی این درسنامه

این درسنامه آزمایشگاهی، رشته بوم‌شناسی را در یک بررسی می‌کند. بنابراین بوم‌شناسی عمومی است و از این واقعیت سرچشمه می‌گیرد که تمرینات نه فقط شامل هر گونه موجودات زنده و هر نوع محیط اساسی است، بلکه تأکید اصلی آن روی جنبه‌های کلیدی توصیف نظری استوار است. رشته‌های مجزا شده اکولوژی مانند اکولوژی جانوری، اکولوژی گیاهی، لیمنولوژی و اکولوژی دریایی دارای بدنه مشترک نظریه و فئونی‌اند که با تعدیلاتی روی کلیه گروه‌های تاکسونومیک محیط‌های عمده کاربرد دارد. درواقع، وجود این دانش مشترک، رویکرد واحدی را برای معرفی علم اکولوژی به دانشجویان مبتدی طلب می‌نماید. برای مثال، مفاهیمی که منشأ آن‌ها در اکولوژی گیاهی است، به‌طور سریع در مطالعات اکولوژی جانوری اقتباس شده‌اند که البته عکس آن نیز صادق است. مفهوم تغییرات اکوژنتیک و متدولوژی رج‌بندی که از مطالعات اولیه جوامع گیاهی به وجود آمده‌اند، اکنون توسط بوم‌شناسان جانوری نیز استفاده می‌شوند و به همین ترتیب، سازش دمایی و تحلیل‌های جدول عمر به‌عنوان مفاهیم و فنون اکولوژی جانوری در اکوفیزیولوژی و جمعیت گیاهی به کار گرفته شده‌اند.

علاوه بر بررسی جنبه‌های تئوریک و عملی اکولوژی که در کلیه شاخه‌های این رشته کاربرد دارند، در این درسنامه بر روی رویکردهای کمی و آزمایشی مسائل اکولوژیکی نیز تأکید شده است. در آغاز

در برنامه، ارائه فرض و آزمون معرفی شده است و متعاقب آن طرح‌های آزمایشی و پروتکل نمونه‌گیری بحث شده‌اند. فنون اساسی آمار به کاررفته در تصمیم‌گیری بین رد و قبول فرض‌های صفر نیز تحلیل شده‌اند. سایر مهارت‌های مهم برای بوم‌شناسان عملگر، مانند طرز استفاده از سوابق و نگارش مقالات علمی نیز در این در برنامه تشریح شده‌اند. در سرتاسر در برنامه، فنون کامپیوتری تحلیل داده‌ها، مقایسه جامعه و شبیه‌سازی سیستم برای مطالعات پیشرفته و تحقیقات اکولوژیکی کنونی نیز بحث شده‌اند.

قسمت عمده در برنامه با فنون ویژه و مسائل اکولوژیکی سروکار دارد. سعی شده است که در تمرینات تا اندازه‌ای قالب‌بندی به‌طریقی رعایت شود که بتوان آن‌ها را در نواحی مختلف جغرافیایی و در انواع جوامع با تنوع گونه‌ای تفاوت به کار گرفت. در تمریناتی که موجوداتی با خصوصیات ویژه موردنیاز باشد، فرم‌هایی با گستره وسیع و رضایت‌بخش پیشنهاد شده است. گرچه سعی شده تا در بسیاری از تمرینات از تجهیزات پیشرفته گران‌قیمت اجتناب شود، اما در بعضی تمرینات اکوفیزیولوژی به تجهیزات ویژه‌ای اشاره شد که جزء استانداردهای آزمایشگاه‌های مجهز اکولوژی است. تحقیقات در اکوفیزیولوژی و علم اکوسیستم‌ها به استفاده از تجهیزاتی در سطح بالا نیاز دارند.

تنوع تعداد تمرینات در این برنامه به استاد برای انتخاب فعالیت‌های کلاس در ترم‌های مختلف آزادی عمل می‌دهد و این اجازه را می‌دهد که بخش آزمایشگاهی کلاس از ترمی به ترم دیگر فرق داشته باشد. عنصر انعطاف‌پذیری، بیشتر از این وسعت ناشی می‌شود که تمرینات را می‌توان هم به صورت کار گروهی در کلاس و هم به صورت انفرادی توسط دانشجویان در خارج کلاس انجام داد.

در این در برنامه کوششی در زمینه مهیا کردن مواد تکمیلی برای عملیات میدانی در زیستگاه‌ها یا انواع جوامع ناحیه‌ای مانند جنگل خزان‌کننده، بیابان، دریاچه آب‌شده، زیست‌بوم ریزه‌باران جزرومدی دریایی به عمل نیامده است، اما به جای آن چهار تمرین کلی ارائه شده که مربوط به جنبه‌های عمومی اکوسیستم‌های آبی و زمینی است. این تمرینات به‌طریقی تشریح شده‌اند که می‌توان آن‌ها را به سرعت محلی ویژه‌ای تطبیق داد.

در پایان هر تمرین، مجموعه‌ای از مراجع درج شده‌اند که بعضاً جزء منابع استفاده‌شده در تمرین هستند، اما شامل مراجعی نیز می‌شوند که وراى تمرین ارائه شده هستند و امید است که این مراجع بهنگام، برای تهیه گزارشات آزمایشگاهی پروژه‌های انفرادی و مطالعات تحقیقی دانشجویان مفید باشد و دانشجویان بتوانند از آن‌ها برای ارائه مسائل و مطالعات پیشرفته استفاده کنند. علاوه بر این، به این در برنامه واژه‌نامه و جدول تبدیل واحدهای متریک بین‌المللی نیز اضافه شده است.

### مطالب جدید ویرایش هشتم

در این در برنامه بعضی از تغییرات اساسی اعمال شده است. چندین تمرین قبلی ترکیب یا جایگزین شده‌اند.