

# روابط خاک و گیاه اکولوژی، آمار و آنالیز

جلد اول

تألیف

دکتر محمد جعفری

استاد دانشگاه تهران

دکتر مسلم رستم پور

استادیار دانشگاه بیرجند



شماره مسلسل ۹۸۵۷

شماره انتشار ۴۰۲۷

### انتشارات دانشگاه تهران

|                     |  |
|---------------------|--|
| سرشناسه             | : جعفری، محمد، ۱۳۳۸-   |
| عنوان و نام پدیدآور | : روابط خاک و گیاه/ تألیف محمد جعفری، مسلم رستم‌پور            |
| مشخصات نشر          | : تهران: دانشگاه تهران، مؤسسه انتشارات، ۱۳۹۷.                  |
| مشخصات ظاهری        | : ۲ ج  |
| فروست               | : انتشارات دانشگاه تهران؛ شماره انتشار ۴۰۲۷.                   |
| شابک جلد اول        | : 978-964-03-7262-3  |
| شابک دوره           | : 978-964-03-7260-9  |
| وضعیت فهرست‌نویسی   | : فیپا   |
| یادداشت             | : کتابنامه.  |
| مندرجات             | : ج. ۱: اکولوژی، آمار و آنالیز-ج. ۲: تنش‌های محیطی، بذر و نهال |
| موضوع               | : گیاه و خاک   |
| شناسه افزوده        | : رستم‌پور، مسلم، ۱۳۶۲-  |
| شناسه افزوده        | : دانشگاه تهران، مؤسسه انتشارات                                |
| رده‌بندی کنگره      | : ۱۳۹۸ ج۷/۹/۷/۵۹۶/۷ S  |
| رده‌بندی دیویی      | : ۶۳۱/۴۲۲  |
| شماره کتابشناسی ملی | : ۵۵۰۴۹۷۸  |

این کتاب مشمول قانون حمایت از حقوق مؤلفان و مصنفان است. تکثیر کتاب به هر روش اعم از فتوکپی، ریسوگرافی، تهیه فایل‌های pdf، لوح فشرده، بازنویسی در وبلاگ‌ها، سایت‌ها، مجله‌ها و کتاب، بدون اجازه کتبی ناشر مجاز نیست و موجب پیگرد قانونی می‌شود و تمامی حقوق برای ناشر محفوظ است.



عنوان: روابط خاک و گیاه؛ اکولوژی، آمار و آنالیز: جلد اول  
تألیف: دکتر محمد جعفری - دکتر مسلم رستم‌پور  
نوبت چاپ: اول  
تاریخ انتشار: ۱۳۹۸  
شمارگان: ۲۰۰ نسخه  
ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران  
چاپ و صحافی: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران

«مسئولیت صحت مطالب کتاب با مؤلفان است»

بها: ۷۰۰۰۰۰ ریال

خیابان کارگر شمالی - خیابان شهید فرش مقدم - مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران  
پست الکترونیک: [press@ut.ac.ir](mailto:press@ut.ac.ir) - تارنما: <http://press.ut.ac.ir>  
پخش و فروش: تلفکس ۸۸۳۳۸۷۱۲

## تقدیم به

بزرگ بانوی جهان اسلام حضرت خدیجه (س) حامی واقعی منحصر به فرد دین اسلام در مراحل آغازین ظهور آن، یار تنهایی نبی اکرم (ص) در دوران سخت و طاقت فرسای ظهور اسلام، او که به خاطر رضای حق برخلاف موج حرکت کرد تا نشان دهد بایستی حامی حق بود ولو اکثریت قاطع مردم از جریان خاصی دفاع کنند. بانویی که همه ثروت عظیم خدادادی اش (۸۰ هزار شتر، ۴۰۰ کارگزار و...) را خالصانه در راه پیشرفت و عظمت اسلام عزیز و اهداف مترقی آن هزینه کرد. او که دارای عقل و درایت فهم سرشار بود و در دوران تنهایی اسلام مدیریت بی نظیری از خود ارائه کرد و حامی اقتصاد بدون ربا بود که با کشورهای مهم عصر خود مانند مصر، حبشه، یمن و شام مراودات تجاری داشت و می توانست موقعیت های استثنایی دنیایی را در آن دوران برای خود کسب کند؛ ولی همه این نبوغ را جانانه و خالصانه در راه دین خود هزینه کرد. البته از بانویی موحد و پیرو مکتب ابراهیم عظیم الشان و ولایت مدار جز این انتظار نبود که درخت تنومند اسلام را در آن زمان به بهترین وجه آبیاری کند.

**تقدیم به فردی** که با این همه ایثار مزد خود را از خداوند دریافت کرد؛ چه مزدی بالاتر از اینکه خداوند بزرگ رضایت خود را توسط جبرائیل امین به او ابلاغ نمود و کوثر (فاطمه زهرا (س)) را به او اعطا نمود. به عبارت دیگر سر منشأ نسل همه امامان ما به خصوص منجی عالم بشریت حضرت مهدی موعود (ع) از طریقی به این بانوی با عظمت برمی گردد. امیدواریم زندگی این بانوی طراز اول صدر اسلام و مادر بزرگ بانوی تشیع فاطمه زهرا (س) به خصوص در جامعه امروز ایران سرمشق تمامی بانوان جهان و دولتمردان و ثروتمندان قرار گیرد که اموال خود را در راه عظمت اسلام هزینه کنند نه با اعمال روش های متعدد و ثروت اندوزی و اشرافی گری بخواهند اسلام عزیز را خدشه دار کنند که این گناهی نابخشودنی است و عواقب آن گریبان ما را در این دنیا و جهان آخرت خواهد گرفت.





## فهرست مطالب

|   |          |
|---|----------|
| پیشگفتار.....   | ن        |
| <b>فصل اول - کلیات.....</b>                               | <b>۱</b> |
| ۱-۱ مقدمه .....   | ۱        |
| ۲-۱ روابط خاک و گیاه در منابع طبیعی (نگاه کلی).....       | ۲        |
| ۳-۱ ضرورت مطالعه روابط خاک و گیاه در منابع طبیعی.....     | ۴        |
| <b>فصل دوم - اکولوژی گیاهی و خاک.....</b>                 | <b>۷</b> |
| ۱-۲ تعریف علم اکولوژی .....                               | ۷        |
| ۲-۲ تقسیم‌بندی علم اکولوژی .....                          | ۹        |
| ۱-۲-۲ بر اساس وسعت مطالعه.....                            | ۹        |
| ۲-۲-۲ بر اساس نوع موجودات زنده .....                      | ۹        |
| ۴-۲-۲ بر اساس جنبه‌های کاربردی .....                      | ۱۰       |
| ۳-۲ اهداف علم اکولوژی .....                               | ۱۰       |
| ۴-۲ اهمیت مطالعات اکولوژی در علوم منابع طبیعی .....       | ۱۰       |
| ۱-۴-۲ اکولوژی اساس اداره منابع طبیعی .....                | ۱۰       |
| ۵-۲ مفهوم عامل اکولوژیکی .....                            | ۱۱       |
| ۲-۵-۲ روابط عوامل اکولوژیکی و گیاهان در منابع طبیعی ..... | ۱۲       |
| ۱-۲-۵-۲ رابطه عوامل اقلیمی و گیاهان .....                 | ۱۲       |
| ۲-۲-۵-۲ رابطه عوامل خاکی و گیاهان .....                   | ۱۳       |
| ۳-۲-۵-۲ رابطه عوامل پستی و بلندی و گیاهان .....           | ۱۴       |
| ۶-۲ قانون ژئوآکولوژیکی انتشار .....                       | ۱۶       |
| ۷-۲ قوانین مربوط به عوامل محدودکننده گیاهان .....         | ۱۶       |
| ۱-۷-۲ قانون مینیمم یا قانون حداقل لیبیگ .....             | ۱۶       |
| ۲-۷-۲ قانون بلاک من .....                                 | ۱۷       |
| ۳-۷-۲ قانون تحمل شلفورد .....                             | ۱۷       |
| ۴-۷-۲ قانون میچرلیخ (بازده نزولی) .....                   | ۱۸       |
| ۸-۲ میدان اکولوژیکی .....                                 | ۱۹       |
| ۹-۲ والانس‌های اکولوژیکی .....                            | ۱۹       |
| ۱۰-۲ تعریف خاک .....                                      | ۲۱       |
| ۱۱-۲ پیدایش خاک .....                                     | ۲۲       |

ح □ روابط خاک و گیاه-اکولوژی، آمار و آنالیز

|    |   |          |
|----|---|----------|
| ۲۳ | تشکیل و تکامل خاک                                       | ۱۲-۲     |
| ۲۵ | نقش پوشش گیاهی در تشکیل خاک                             | ۱-۱۲-۲   |
| ۲۵ | جایگاه خاک در اکولوژی                                   | ۱۳-۲     |
| ۲۸ | خاک از دیدگاه یک اکوسیستم                               | ۱-۱۳-۲   |
| ۲۹ | کارکردهای خاک برای گیاه                                 | ۱-۱-۱۳-۲ |
| ۳۳ | خصوصیات فیزیکی و شیمیایی مهم خاک در ارتباط با گیاه      | ۱۴-۲     |
| ۳۳ | خصوصیات فیزیکی خاک                                      | ۱-۱۴-۲   |
| ۳۴ | عمق خاک   | ۱-۱-۱۴-۲ |
| ۳۴ | بافت خاک  | ۲-۱-۱۴-۲ |
| ۳۷ | ساختمان خاک   | ۳-۱-۱۴-۲ |
| ۳۸ | خصوصیات شیمیایی خاک                                     | ۲-۱۴-۲   |
| ۳۸ | مواد آلی  | ۱-۲-۱۴-۲ |
| ۴۷ | اسیدیته   | ۲-۲-۱۴-۲ |
| ۴۷ | هدایت الکتریکی  | ۳-۲-۱۴-۲ |
| ۴۷ | آهک   | ۴-۲-۱۴-۲ |
| ۴۸ | گچ  | ۵-۲-۱۴-۲ |
| ۴۸ | عناصر غذایی خاک   | ۶-۲-۱۴-۲ |
| ۶۰ | جمع‌بندی  | ۱۵-۲     |
| ۶۵ | <b>فصل سوم- رابطه خاک و گیاه از دیدگاه اکولوژی فردی</b> |          |
| ۶۵ | مقدمه   | ۱-۳      |
| ۶۶ | رابطه خاک و پراکنش یک گونه گیاهی                        | ۱-۱-۳    |
| ۶۷ | مروری بر تحقیقات انجام‌شده در داخل کشور                 | ۲-۱-۳    |
| ۷۰ | کاربرد مطالعات روابط خاک و گیاه در اصلاح و احیای مراتع  | ۲-۳      |
| ۷۰ | اصلاح و احیای مراتع                                     | ۱-۲-۳    |
| ۷۱ | ضرورت اصلاح مراتع ایران و پیشینه آن                     | ۲-۲-۳    |
| ۷۱ | انتخاب گونه گیاهی جهت اصلاح و احیای مراتع               | ۳-۲-۳    |
| ۷۲ | نقش مطالعات خاک‌شناسی در عملیات اصلاح و احیای مراتع     | ۴-۲-۳    |
| ۷۲ | عملیات پیتینگ   | ۱-۴-۲-۳  |
| ۷۳ | احداث کنتورفارو   | ۲-۴-۲-۳  |
| ۷۳ | احداث بانکت   | ۳-۴-۲-۳  |
| ۷۳ | ریپرزدن   | ۴-۴-۲-۳  |
| ۷۴ | عملیات پخش سیلاب  | ۵-۴-۲-۳  |
| ۷۴ | بذرکاری   | ۶-۴-۲-۳  |
| ۷۴ | بوته‌کاری   | ۷-۴-۲-۳  |

فهرست مطالب □ خ

|     |   |
|-----|---|
| ۷۴  | ۸-۴-۲-۳ کپه کاری  |
| ۷۵  | ۵-۲-۳ خاک مناسب برای رشد و استقرار گیاهان مرتعی               |
| ۷۵  | ۶-۲-۳ اثر کشت گیاه بر خاک                                     |
| ۷۷  | ۱-۶-۲-۳ مروری بر تحقیقات انجام شده در کشور                    |
| ۸۲  | ۳-۳ رابطه خاک و ریشه گیاه                                     |
| ۸۲  | ۱-۳-۳ نقش ریشه در گیاهان مرتعی                                |
| ۸۳  | ۲-۳-۳ مطالعه ریشه   |
| ۸۴  | ۱-۲-۳-۳ ریشه و اهمیت مطالعه آن                                |
| ۸۷  | ۲-۲-۳-۳ پارامترهای ریشه                                       |
| ۸۸  | ۳-۲-۳-۳ مطالعه ریشه در عرصه                                   |
| ۸۸  | ۳-۲-۳-۳ سیستم ریشه  |
| ۸۹  | ۳-۳-۳ عوامل مؤثر بر رشد ریشه                                  |
| ۸۹  | ۱-۳-۳-۳ عوامل درونی مؤثر بر رشد ریشه                          |
| ۹۱  | ۲-۳-۳-۳ عوامل بیرونی مؤثر بر رشد ریشه                         |
| ۹۷  | ۴-۳ رابطه خاک و لاشبرگ گیاه                                   |
| ۹۸  | ۱-۴-۳ نسبت کربن به ازت در خاک                                 |
| ۹۹  | ۲-۴-۳ نقش کرم خاکی در ساختمان، حاصلخیزی خاک و رویش گیاهان     |
| ۱۰۰ | ۱-۲-۴-۳ عوامل مؤثر بر کرم خاکی                                |
| ۱۰۰ | ۳-۴-۳ مروری بر تحقیقات انجام شده در داخل کشور                 |
| ۱۰۱ | ۵-۳ کاربرد مطالعات روابط خاک و گیاه در آنالیز و ارزیابی مراتع |
| ۱۰۱ | ۱-۵-۳ نقش خاک در ارزیابی سلامت مرتع                           |
| ۱۰۲ | ۲-۵-۳ نقش خاک در تحلیل عملکرد چشم انداز (LFA)                 |
| ۱۰۳ | ۳-۵-۳ رابطه خاک و کیفیت علوفه گیاهان مرتعی                    |
| ۱۰۴ | ۴-۵-۳ رابطه خاک و خوش خوراکی گیاهان مرتعی                     |
| ۱۰۵ | ۱-۴-۵-۳ مروری بر تحقیقات انجام شده در داخل کشور               |
| ۱۰۶ | ۶-۳ رابطه خاک و گیاهان دارویی                                 |
| ۱۰۶ | ۱-۶-۳ تعریف گیاهان دارویی                                     |
| ۱۰۷ | ۲-۶-۳ عوامل محیطی مؤثر بر رشد و تولید گیاهان دارویی           |
| ۱۰۷ | ۳-۶-۳ مروری بر تحقیقات انجام شده در داخل کشور                 |
| ۱۰۸ | ۷-۳ رابطه پوسته های بیولوژیک خاک و گیاهان مرتعی               |
| ۱۰۸ | ۱-۷-۳ تعریف پوسته بیولوژیک خاک                                |
| ۱۰۹ | ۲-۷-۳ نقش های اکولوژیکی پوسته های بیولوژیک خاک                |
| ۱۱۰ | ۱-۲-۷-۳ ترکیب و زی توده گونه ها                               |
| ۱۱۰ | ۲-۲-۷-۳ تثبیت کربن  |
| ۱۱۱ | ۳-۲-۷-۳ تثبیت نیتروژن   |

|     |  |
|-----|--|
| ۱۱۲ | ..... آلبیدوی خاک ۴-۲-۷-۳  |
| ۱۱۳ | ..... اثر پوسته‌های بیولوژیک خاک بر گیاهان مرتعی ۳-۷-۳                       |
| ۱۱۳ | ..... جوانه‌زنی ۱-۳-۷-۳  |
| ۱۱۳ | ..... استقرار و پوشش گیاه ۲-۳-۷-۳  |
| ۱۱۴ | ..... سطوح مواد غذایی در گیاهان آوندی ۳-۳-۷-۳                                |
| ۱۱۵ | ..... روابط آب ۴-۳-۷-۳   |
| ۱۱۷ | ..... تثبیت خاک ۵-۳-۷-۳  |
| ۱۱۸ | ..... مروری بر تحقیقات انجام‌شده در داخل کشور ۴-۸-۳                          |
| ۱۱۹ | ..... نقش گیاهان در ترسیب کربن ۹-۳   |
| ۱۲۰ | ..... نقش گیاهان در تثبیت نیتروژن ۱۰-۳                                       |
| ۱۲۱ | ..... تثبیت زیستی نیتروژن ۱-۱۱-۳   |
| ۱۲۲ | ..... عوامل مؤثر بر تثبیت زیستی نیتروژن ۱-۱-۱۰-۳                             |
| ۱۲۲ | ..... تثبیت نیتروژن در مراتع ۲-۱۰-۳  |
| ۱۲۳ | ..... کاربرد مطالعات روابط خاک و گیاه در اکتشافات ژئوشیمیایی ۱۱-۳            |
| ۱۲۴ | ..... روش ژئوبوتانی ۱-۱۱-۳   |
| ۱۲۷ | ..... تقسیم‌بندی جوامع گیاهی بر اساس مطالعات ژئوبوتانی ۲-۱۱-۳                |
| ۱۲۷ | ..... جوامع گیاهی کلسیم خواه ۱-۲-۱۱-۳  |
| ۱۲۷ | ..... جوامع گیاهی نمک خواه ۲-۲-۱۱-۳  |
| ۱۲۸ | ..... جوامع گیاهی سلنیم خواه ۳-۲-۱۱-۳  |
| ۱۲۸ | ..... جوامع گیاهی سرپانتین خواه ۴-۲-۱۱-۳                                     |
| ۱۲۸ | ..... جوامع گیاهی روی خواه ۵-۲-۱۱-۳  |
| ۱۲۹ | ..... جمع‌بندی ۱۲-۳  |
| ۱۳۵ | ..... فصل چهارم- رابطه خاک و گیاه از دیدگاه اکولوژی جمعی (جامعه‌شناسی گیاهی) |
| ۱۳۵ | ..... مقدمه ۱-۴  |
| ۱۳۶ | ..... اکولوژی جامعه گیاهی ۲-۴  |
| ۱۳۸ | ..... مشخصات جوامع گیاهی ۲-۴   |
| ۱۳۸ | ..... صفات کیفی ۱-۲-۴  |
| ۱۴۰ | ..... صفات کمی ۲-۲-۴   |
| ۱۴۲ | ..... صفات ترکیبی ۳-۲-۴  |
| ۱۴۳ | ..... رابطه خاک و پراکنش پوشش گیاهی ۳-۴                                      |
| ۱۴۴ | ..... رابطه مورفولوژی خاک با پوشش گیاهی ۱-۳-۴                                |
| ۱۴۶ | ..... رابطه خاک و پراکنش پوشش گیاهی در نقاط مختلف کشور ۲-۳-۴                 |
| ۱۴۷ | ..... مروری بر تحقیقات انجام‌شده در داخل کشور ۳-۲-۴                          |
| ۱۴۲ | ..... رابطه خاک و تنوع زیستی ۳-۴   |



|     |  |
|-----|--|
| ۱۶۲ | تنوع زیستی ۱-۳-۴   |
| ۱۶۳ | مفاهیم تنوع گونه‌ای ۱-۲-۳-۴  |
| ۱۶۵ | مروری بر تحقیقات انجام شده در داخل کشور ۳-۳-۴                                |
| ۱۶۶ | جمع‌بندی ۴-۴   |
| ۱۷۱ | <b>فصل پنجم - روش‌های آماری تجزیه و تحلیل روابط خاک و گیاه (اکولوژی کمی)</b> |
| ۱۷۱ | مقدمه ۱-۵  |
| ۱۷۲ | روش‌های آماری اکولوژیکی مورد استفاده در تجزیه و تحلیل روابط خاک و گیاه ۲-۵   |
| ۱۷۳ | تاریخچه روش‌های آماری اکولوژیکی ۱-۲-۵  |
| ۱۷۶ | طبقه‌بندی جوامع گیاهی ۳-۵  |
| ۱۷۶ | روش‌های طبقه‌بندی ۱-۳-۵  |
| ۱۷۷ | روش‌های طبقه‌بندی غیر سلسله‌مراتبی ۱-۱-۳-۵                                   |
| ۱۷۸ | روش‌های طبقه‌بندی سلسله‌مراتبی ۲-۱-۳-۵                                       |
| ۱۸۱ | رسته بندی جوامع گیاهی ۴-۵  |
| ۱۸۱ | خصوصیات داده‌های جامعه گیاهی ۱-۴-۵   |
| ۱۸۲ | ضرورت رسته‌بندی جوامع گیاهی ۲-۴-۵  |
| ۱۸۳ | روش‌های رسته‌بندی ۳-۴-۵  |
| ۱۸۶ | تقسیم‌بندی روش‌های رسته‌بندی ۴-۴-۵   |
| ۱۸۶ | روش‌های رسمی ۱-۴-۴-۵   |
| ۱۸۷ | روش‌های غیررسمی ۲-۴-۴-۵  |
| ۱۸۷ | آنالیز گرادیان غیرمستقیم بر اساس آنالیز ویژه ۳-۴-۴-۵                         |
| ۱۹۰ | آنالیز گرادیان مستقیم ۴-۴-۴-۵  |
| ۱۹۳ | روش‌های آماری کلاسیک مورد استفاده در تجزیه و تحلیل روابط خاک و گیاه ۵-۵      |
| ۱۹۳ | انتخاب روش‌های آماری مناسب ۱-۵-۵   |
| ۱۹۴ | انواع تحقیقات همبستگی ۲-۲-۵-۵  |
| ۱۹۶ | ضریب همبستگی دو رشته‌ای نقطه‌ای ۳-۲-۵-۵                                      |
| ۱۹۷ | تحلیل همبستگی متعارفی ۴-۲-۵-۵  |
| ۱۹۷ | رگرسیون ۳-۵-۵  |
| ۱۹۷ | مفهوم رگرسیون ۱-۳-۵-۵  |
| ۱۹۷ | کاربردهای رگرسیون ۲-۳-۵-۵  |
| ۱۹۸ | فرضیات رگرسیون ۳-۳-۵-۵   |
| ۲۰۰ | انواع رگرسیون ۴-۳-۵-۵  |
| ۲۰۴ | تحلیل‌های آماری چند متغیره ۴-۵-۵   |
| ۲۰۵ | تحلیل تشخیصی ۱-۴-۵-۵   |
| ۲۰۷ | تحلیل عاملی ۲-۴-۵-۵  |

|     |   |
|-----|---|
| ۲۱۱ | ..... تحلیل خوشه‌ای ۳-۴-۵-۵   |
| ۲۱۴ | ..... تحلیل مسیر ۴-۴-۵-۵  |
| ۲۱۸ | ..... جمع‌بندی ۶-۵  |
| ۲۲۱ | ..... فصل ششم- بانک بذر خاک، حلقه گمشده روابط خاک و گیاه                      |
| ۲۲۱ | ..... ۱-۶ مقدمه   |
| ۲۲۲ | ..... ۲-۶ تعریف بانک بذر خاک  |
| ۲۲۴ | ..... ۳-۶ تشکیل بانک بذر خاک  |
| ۲۲۴ | ..... ۴-۶ ضرورت مطالعه بانک بذر خاک   |
| ۲۲۶ | ..... ۵-۶ مروری بر مطالعات بانک بذر خاک                                       |
| ۲۲۸ | ..... ۶-۶ نقش پتانسیل بانک بذر خاک در حفاظت، بازسازی و احیاء پوشش گیاهی مراتع |
| ۲۲۸ | ..... ۷-۶ خواب بذر  |
| ۲۲۹ | ..... ۱-۷-۶ طبقه‌بندی خواب بذر  |
| ۲۳۲ | ..... ۸-۶ طول عمر بذر   |
| ۲۳۲ | ..... ۱-۸-۶ بذرهای کوتاه عمر  |
| ۲۳۲ | ..... ۲-۸-۶ بذرهای متوسط عمر  |
| ۲۳۳ | ..... ۳-۸-۶ بذرهای طولانی عمر   |
| ۲۳۴ | ..... ۹-۶ جمع‌بندی  |
| ۲۳۷ | ..... فصل هفتم- مدل‌سازی و شبیه‌سازی در مطالعات خاک و گیاه                    |
| ۲۳۷ | ..... ۱-۷ مقدمه   |
| ۲۳۸ | ..... ۲-۷ تعریف مدل   |
| ۲۴۰ | ..... ۱-۲-۷ تقسیم‌بندی مدل‌ها   |
| ۲۴۰ | ..... ۱-۱-۲-۷ تقسیم‌بندی مدل‌ها از نظر قابل فهم بودن                          |
| ۲۴۰ | ..... ۲-۱-۲-۷ تقسیم‌بندی مدل‌ها از نظر ساختاری                                |
| ۲۴۲ | ..... ۳-۱-۲-۷ تقسیم‌بندی مدل‌ها از نظر دقت، واقعیت و عمومیت                   |
| ۲۴۳ | ..... ۴-۱-۲-۷ تقسیم‌بندی مدل‌ها از نظر روش                                    |
| ۲۴۴ | ..... ۳-۷ کاربرد مدل‌سازی در علوم کشاورزی و منابع طبیعی                       |
| ۲۴۵ | ..... ۴-۷ انواع مدل‌ها در علوم کشاورزی و منابع طبیعی                          |
| ۲۴۶ | ..... ۵-۷ مدل‌های پرکاربرد در مطالعات خاک‌شناسی                               |
| ۲۴۶ | ..... ۱-۵-۷ مدل‌های شبیه‌سازی انتقال املاح در خاک                             |
| ۲۴۶ | ..... ۱-۱-۵-۷ مدل HYDRUS  |
| ۲۴۷ | ..... ۲-۱-۵-۷ مدل خاک، آب، اتمسفر و گیاه (SWAP)                               |
| ۲۵۰ | ..... ۲-۵-۷ مدل‌های شبیه‌سازی رشد و عملکرد گیاهان                             |
| ۲۵۳ | ..... ۱-۲-۵-۷ مدل WOFOST  |
| ۲۵۷ | ..... ۲-۲-۵-۷ مدل AquaCrop  |

فهرست مطالب □ ز

|     |   |
|-----|---|
| ۲۶۰ | ..... مدل ANIMO ۳-۲-۵-۷   |
| ۲۶۰ | ..... مدل‌های پاسخ گیاه به تنش شوری خاک ۳-۵-۷                                 |
| ۲۶۲ | ..... مدل ماس و هافمن ۱-۳-۵-۷   |
| ۲۶۲ | ..... مدل ونگوختن و هافمن ۲-۳-۵-۷   |
| ۲۶۲ | ..... مدل دیرکسن و آگوستین ۳-۳-۵-۷  |
| ۲۶۳ | ..... مدل همایی و همکاران ۴-۳-۵-۷   |
| ۲۶۳ | ..... مدل‌های پاسخ گیاه به تنش‌های کمبود ازت خاک و شوری ۴-۵-۷                 |
| ۲۶۵ | ..... معیارهای ارزیابی مدل‌های فوق ۵-۵-۷                                      |
| ۲۶۷ | ..... مروری بر تحقیقات انجام‌شده در داخل کشور ۶-۵-۷                           |
| ۲۶۸ | ..... مدل‌سازی در اکولوژی گیاهی ۶-۷   |
| ۲۷۰ | ..... مدل‌های پیش‌بینی رویشگاه و مطلوبیت رویشگاه گونه‌های گیاهی ۷-۷           |
| ۲۷۱ | ..... مدل‌های رگرسیونی ۱-۷-۷  |
| ۲۷۲ | ..... مدل افزایشی تعمیم‌یافته (GAM) ۱-۱-۷-۷                                   |
| ۲۷۲ | ..... مدل‌های آشیان بوم‌شناختی ۲-۷-۷  |
| ۲۷۳ | ..... مدل حداکثر آنتروپی (MaxEnt) ۱-۲-۷-۷                                     |
| ۲۷۴ | ..... مدل تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی (ENFA) ۲-۲-۷-۷                         |
| ۲۷۶ | ..... مدل شبکه عصبی مصنوعی (ANN) ۳-۷-۷  |
| ۲۷۸ | ..... مراحل مدل‌سازی پراکنش گونه‌های گیاهی ۸-۷                                |
| ۲۷۸ | ..... ارزیابی مدل‌های پیش‌بینی رویشگاه و مطلوبیت رویشگاه گونه‌های گیاهی ۱-۸-۷ |
| ۲۸۱ | ..... مروری بر تحقیقات انجام‌شده در داخل کشور ۹-۷                             |
| ۲۸۶ | ..... مدل‌های مطالعات خاک ۱۰-۷  |
| ۲۸۷ | ..... مدل‌های مکان‌یابی طرح‌های اصلاح و احیای منابع طبیعی ۱۱-۷                |
| ۲۸۸ | ..... سنجش از دور ۱-۱۱-۷  |
| ۲۸۸ | ..... کاربردهای سنجش از دور در علوم کشاورزی و منابع طبیعی ۱-۱-۱۱-۷            |
| ۲۹۲ | ..... سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) ۲-۱۱-۷                                |
| ۲۹۳ | ..... نرم‌افزارهای سنجش از دور و سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی ۱-۲-۱۱-۷         |
| ۲۹۶ | ..... زمین‌آمار ۳-۱۱-۷  |
| ۲۹۷ | ..... روش‌های زمین‌آمار ۱-۳-۱۱-۷  |
| ۳۰۰ | ..... نرم‌افزارهای زمین‌آمار ۲-۳-۱۱-۷   |
| ۳۰۰ | ..... مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره ۴-۱۱-۷                                     |
| ۳۰۱ | ..... مدل تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) ۱-۴-۱۱-۷                                   |
| ۳۰۴ | ..... منطق فازی ۲-۴-۱۱-۷  |
| ۳۰۶ | ..... سایر روش‌ها ۳-۴-۱۱-۷  |
| ۳۰۷ | ..... مروری بر تحقیقات انجام‌شده در داخل کشور ۵-۱۱-۷                          |
| ۳۰۸ | ..... جمع‌بندی ۱۲-۷   |

|          |  |
|----------|--|
| ۳۱۱..... | فصل هشتم- روش‌های اندازه‌گیری خصوصیات خاک.....                                 |
| ۳۱۱..... | ۱-۸ مطالعات خاکشناسی .....   |
| ۳۱۲..... | ۱-۱-۸ نمونه‌برداری از خاک .....  |
| ۳۱۲..... | ۲-۱-۷ وسایل مورد نیاز نمونه‌برداری .....                                       |
| ۳۱۴..... | ۳-۱-۸ روش‌های نمونه‌برداری از خاک .....  |
| ۳۱۴..... | ۱-۳-۱-۸ نمونه‌برداری با بیل .....  |
| ۳۱۴..... | ۲-۳-۱-۸ نمونه‌برداری با بیلچه .....  |
| ۳۱۵..... | ۴-۱-۷ نحوه آماده نمودن خاک جهت ارسال به آزمایشگاه .....                        |
| ۳۱۷..... | ۲-۸ انواع تجزیه‌های خاک برای بررسی روابط خاک و گیاه .....                      |
| ۳۱۸..... | ۱-۲-۸ روش‌های اندازه‌گیری رطوبت خاک .....                                      |
| ۳۱۸..... | ۱-۱-۲-۸ روش مستقیم .....   |
| ۳۱۸..... | ۲-۱-۲-۸ روش‌های غیرمستقیم .....  |
| ۳۲۴..... | ۲-۲-۸ اندازه‌گیری درصد رطوبت اشباع خاک .....                                   |
| ۳۲۵..... | ۳-۲-۸ تعیین بافت خاک .....   |
| ۳۲۵..... | ۴-۲-۸ اندازه‌گیری شوری خاک .....   |
| ۳۲۶..... | ۱-۴-۲-۸ میله آزمایش چهار الکتروود شوری .....                                   |
| ۳۲۸..... | ۲-۴-۲-۸ وسیله اندازه‌گیری هدایت الکترومغناطیسی .....                           |
| ۳۲۹..... | ۳-۴-۲-۸ واحدهای هدایت الکتریکی .....   |
| ۳۲۹..... | ۵-۲-۸ اندازه‌گیری اسیدیته خاک (pH) .....                                       |
| ۳۳۰..... | ۱-۵-۲-۸ pH متر .....   |
| ۳۳۱..... | ۶-۲-۸ اندازه‌گیری ماده آلی خاک به روش والکی و بلاک .....                       |
| ۳۳۲..... | ۷-۲-۸ اندازه‌گیری ازت کل خاک به روش کج‌دال .....                               |
| ۳۳۳..... | ۸-۲-۸ اندازه‌گیری گچ خاک .....   |
| ۳۳۴..... | ۹-۲-۸ اندازه‌گیری آهک خاک به روش تیتراسیون .....                               |
| ۳۳۵..... | ۱۰-۲-۸ اندازه‌گیری فسفر قابل جذب خاک به روش اولسون .....                       |
| ۳۳۶..... | ۱۱-۲-۸ اندازه‌گیری سدیم و پتاسیم قابل جذب .....                                |
| ۳۳۷..... | ۱۲-۲-۸ اندازه‌گیری کلسیم و منیزیم به روش کمپلکسومتری (تیتراسیون) .....         |
| ۳۳۸..... | ۱۳-۲-۸ اندازه‌گیری کلر با استفاده از روش تیتراسیون .....                       |
| ۳۳۹..... | ۱۴-۲-۸ اندازه‌گیری بی‌کربنات به روش تیتراسیون .....                            |
| ۳۳۹..... | ۱۵-۲-۸ اندازه‌گیری سولفات با استفاده از تفاضل مجموع کاتیون‌ها و آنیون‌ها ..... |
| ۳۴۰..... | ۱۶-۲-۸ اندازه‌گیری نسبت جذب سدیم خاک (SAR) .....                               |
| ۳۴۰..... | ۱۷-۲-۸ اندازه‌گیری درصد سدیم تبادل‌ی خاک (ESP) .....                           |
| ۳۴۲..... | ۱۸-۲-۸ برآورد ترسیب کربن خاک .....   |
| ۳۴۲..... | ۳-۸ روش‌های ارزیابی بانک بذر خاک .....   |
| ۳۴۲..... | ۱-۳-۸ روش‌های جداسازی بذر .....  |

فهرست مطالب □ ش

|            |   |         |
|------------|---|---------|
| ۳۴۳        | استخراج بذر توسط معلق سازی                            | ۱-۱-۳-۸ |
| ۳۴۴        | استخراج بذور توسط شستشو و الک کردن                    | ۲-۱-۳-۸ |
| ۳۴۴        | تشخیص و آزمون قابلیت حیات بذور پس از استخراج          | ۲-۳-۸   |
| ۳۴۵        | روش‌های جوانه‌زنی (ظهور گیاهچه)                       | ۳-۳-۸   |
| ۳۴۵        | جمع‌آوری و آماده‌سازی نمونه‌های خاک                   | ۱-۳-۳-۸ |
| ۳۴۶        | تیمار نمونه‌ها قبل از جوانه‌زنی تحت شرایط کنترل شده   | ۲-۳-۳-۸ |
| ۳۴۷        | دوره جوانه‌زنی  | ۳-۳-۳-۸ |
| <b>۳۵۱</b> | <b>فصل نهم- روش‌های اندازه‌گیری خصوصیات گیاه</b>      |         |
| ۳۵۱        | مطالعات پوشش گیاهی                                    | ۱-۹     |
| ۳۵۳        | روش‌های نمونه‌برداری از پوشش گیاهی                    | ۱-۱-۹   |
| ۳۵۳        | نمونه‌برداری غیرتصادفی                                | ۱-۱-۹   |
| ۳۵۴        | نمونه‌برداری تصادفی ساده                              | ۲-۱-۹   |
| ۳۵۴        | نمونه‌برداری تصادفی طبقه‌بندی شده                     | ۳-۱-۹   |
| ۳۵۴        | نمونه‌برداری تصادفی منظم                              | ۴-۱-۹   |
| ۳۵۵        | نمونه‌برداری خوشه‌ای                                  | ۵-۱-۹   |
| ۳۵۶        | روش با پلات   | ۶-۱-۹   |
| ۳۵۹        | روش بدون پلات   | ۷-۱-۹   |
| ۳۶۰        | نمونه‌برداری از لاشبرگ                                | ۸-۱-۹   |
| ۳۶۰        | ابزار و لوازم مورد نیاز برای اندازه‌گیری خصوصیات گیاه | ۲-۱-۹   |
| ۳۶۱        | روش‌های اندازه‌گیری خصوصیات پوشش گیاهی                | ۲-۹     |
| ۳۶۱        | روش‌های اندازه‌گیری درصد پوشش گیاهی                   | ۱-۲-۹   |
| ۳۶۲        | روش تخمین در پلات (کوادرات)                           | ۱-۱-۲-۹ |
| ۳۶۲        | روش‌های برخورد  | ۲-۱-۲-۹ |
| ۳۶۷        | روش اندازه‌گیری فرکانس                                | ۲-۲-۹   |
| ۳۶۷        | روش‌های برآورد تولید و زی توده                        | ۳-۲-۹   |
| ۳۶۷        | روش‌های مستقیم  | ۱-۳-۲-۹ |
| ۳۶۸        | روش‌های غیرمستقیم یا غیر مخرب                         | ۲-۳-۲-۹ |
| ۳۷۵        | اندازه‌گیری ترکیب گیاهی                               | ۴-۲-۹   |
| ۳۷۵        | روش‌های اندازه‌گیری تنوع گیاهی                        | ۵-۲-۹   |
| ۳۷۵        | روش‌های اندازه‌گیری غنای گونه‌ای                      | ۱-۵-۲-۹ |
| ۳۷۸        | روش‌های اندازه‌گیری تنوع گونه‌ای                      | ۲-۵-۲-۹ |
| ۳۸۱        | روش‌های اندازه‌گیری یکنواختی گونه‌ای                  | ۳-۵-۲-۹ |
| ۳۸۵        | نرم‌افزارهای اندازه‌گیری تنوع گونه‌ای                 | ۴-۵-۲-۹ |
| ۳۹۴        | روش‌های اندازه‌گیری خصوصیات گیاه در اکولوژی فردی      | ۳-۹     |

|     |  |         |
|-----|--|---------|
| ۳۹۴ | اندازه‌گیری تراکم گیاهی  | ۱-۳-۹   |
| ۳۹۵ | ارتفاع گیاه  | ۲-۳-۹   |
| ۳۹۵ | قطر تاج پوشش   | ۳-۳-۹   |
| ۳۹۶ | حجم  | ۴-۳-۹   |
| ۳۹۶ | روش‌های اندازه‌گیری کیفیت علوفه                                    | ۵-۳-۹   |
| ۳۹۶ | اندازه‌گیری الیاف نامحلول در شوینده خنثی (NDF)                     | ۱-۵-۳-۹ |
| ۳۹۷ | اندازه‌گیری الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (ADF)                    | ۲-۵-۳-۹ |
| ۳۹۷ | اندازه‌گیری درصد ماده خشک قابل هضم (DMD)                           | ۳-۵-۳-۹ |
| ۳۹۷ | اندازه‌گیری انرژی قابل متابولیسم (ME)                              | ۴-۵-۳-۹ |
| ۳۹۸ | اندازه‌گیری درصد هضم‌پذیری ماده خشک (DDM)                          | ۵-۵-۳-۹ |
| ۳۹۸ | اندازه‌گیری درصد انرژی قابل هضم (DE)                               | ۶-۵-۳-۹ |
| ۳۹۸ | روش‌های اندازه‌گیری ترکیبات شیمیایی نمونه‌های گیاهی                | ۶-۳-۹   |
| ۳۹۸ | اندازه‌گیری پروتئین خام  | ۱-۶-۳-۹ |
| ۳۹۹ | اندازه‌گیری چربی خام   | ۲-۶-۳-۹ |
| ۴۰۰ | اندازه‌گیری خاکستر   | ۳-۶-۳-۹ |
| ۴۰۱ | اندازه‌گیری فسفر با استفاده از محلول خاکستر از طریق اسپکتروفتومتری | ۴-۶-۳-۹ |
| ۴۰۱ | اندازه‌گیری پتاسیم به وسیله محلول خاکستر                           | ۵-۶-۳-۹ |
| ۴۰۲ | اندازه‌گیری کلسیم  | ۶-۶-۳-۹ |
| ۴۰۳ | اندازه‌گیری کربن گیاه به روش احتراق                                | ۷-۶-۳-۹ |
| ۴۰۳ | برآورد میزان کربن ذخیره‌شده در گیاهان                              | ۷-۳-۹   |
| ۴۰۵ | اندازه‌گیری شاخص سطح برگ (LAI)                                     | ۸-۳-۹   |
| ۴۰۵ | برآورد شاخص سطح برگ با استفاده از دستگاه سطح برگ سنج               | ۱-۸-۳-۹ |
| ۴۰۷ | برآورد شاخص سطح برگ به روش تجربی                                   | ۲-۸-۳-۹ |
| ۴۰۸ | اندازه‌گیری خصوصیات فیتوشیمیایی گیاهان دارویی                      | ۹-۳-۹   |
| ۴۰۸ | جمع‌آوری و آماده‌سازی گیاه   | ۱-۹-۳-۹ |
| ۴۰۹ | اسانس‌گیری   | ۲-۹-۳-۹ |
| ۴۱۱ | عصاره‌گیری   | ۳-۹-۳-۹ |
| ۴۱۱ | تعیین فنول کل  | ۴-۹-۳-۹ |
| ۴۱۲ | تعیین فلاونوئید کل   | ۵-۹-۳-۹ |
| ۴۱۲ | تعیین تانن کل  | ۶-۹-۳-۹ |
| ۴۱۲ | تعیین ساپونین  | ۷-۹-۳-۹ |
| ۴۱۳ | تعیین رادیکال‌های آزاد (ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل)                    | ۸-۹-۳-۹ |
| ۴۱۷ | منابع  |         |
| ۴۵۳ | واژه‌نامه  |         |

## فهرست شکل‌ها

- شکل ۱-۱ دکتر محمد جعفری، محقق و استاد دانشگاه تهران ..... ۳
- شکل ۱-۲ ارنست هگل ..... ۸
- شکل ۲-۲ جوستوس وان لیبیگ ..... ۱۷
- شکل ۳-۲ ویکتور ارنست شلفورد ..... ۱۸
- شکل ۴-۲ میدان اکولوژیک و نقطه حداکثر، حداقل و اپتیمم ..... ۲۰
- شکل ۵-۲ عوامل تشکیل‌دهنده خاک ..... ۲۳
- شکل ۶-۲ برش شماتیک از افق‌های خاک ..... ۲۴
- شکل ۷-۲ بعضی از عوامل مؤثر بر تشکیل خاک ..... ۲۶
- شکل ۸-۲ دوکوجائوف، پدر علم خاک‌شناسی ..... ۲۶
- شکل ۹-۲ روابط میان عوامل جاندار و بی‌جان یک اکوسیستم (اقتباس از بحرانی، ۱۳۸۶) ..... ۲۸
- شکل ۱۰-۲ ریشه‌ها در خاک زندگی کرده، از آن تغذیه می‌کنند و ... ..... ۲۹
- شکل ۱۱-۲ عناصر غذایی مورد نیاز گیاه از هوا دیدگی کانی‌های خاک مانند آپاتیت، آمفیبول و ... ..... ۳۱
- شکل ۱۲-۲ چرخه ازت در خاک ..... ۳۲
- شکل ۱۳-۲ وضعیت آب در خاک ..... ۳۳
- شکل ۱۴-۲ رابطه کلی بین کلاس‌های بافت خاک و ظرفیت نگهداری آب قابل‌دسترس گیاهان ..... ۳۷
- شکل ۱۵-۲ سرعت نفوذ آب در خاک در کلاس‌های مختلف ساختمان خاک ..... ۳۸
- شکل ۱۶-۲ ظرفیت نگهداری و عبور آب از داخل کلاس‌های مختلف ساختمان خاک ..... ۳۹
- شکل ۱۷-۲ اجزای خاک ..... ۳۹
- شکل ۱۸-۲ اثر کمبود پتاسیم بر برگ گیاهان ..... ۵۷
- شکل ۱-۳ دکتر حسین آذرنیوند، محقق و استاد دانشگاه تهران ..... ۶۸
- شکل ۲-۳ دکتر کریم جوانشیر، محقق و استاد سابق دانشگاه تهران ..... ۷۷
- شکل ۳-۳ ساختار ریشه گیاه ..... ۸۵
- شکل ۴-۳ عمق نفوذ ریشه گونه‌های گیاهی مختلف ..... ۸۶
- شکل ۵-۳ توزیع افقی و عمودی ریشه تاغ چهار ساله (راد و همکاران، ۱۳۸۷) ..... ۸۷
- شکل ۶-۳ سیستم ریشه‌ای راست (شکل سمت راست) و سیستم ریشه‌ای افشان (شکل سمت چپ) ..... ۸۹
- شکل ۷-۳ میانگین طول ریشه‌چه *Agropyron elongatum* (الف) و ... ..... ۹۵
- شکل ۸-۳ دکتر حسین ارزانی، محقق و استاد دانشگاه تهران ..... ۱۰۶
- شکل ۹-۳ پوسته‌های بیولوژیک خاک ..... ۱۰۹
- شکل ۱۰-۳ گره‌زایی در ریشه بقولات توسط جنس ریزوبیوم ..... ۱۲۲
- شکل ۱۱-۳ گونه شقایق (*Papaver commutatum*) ..... ۱۲۵
- شکل ۱۲-۳ گیاه *Haumaniastrum katangense* معروف به گل مس ..... ۱۲۶

- شکل ۳-۱۳ گونه‌ای از قدومه *Alyssum bertolonii* ..... ۱۲۹
- شکل ۴-۱ مهمترین فرم‌های زیستی گیاهان بر اساس طبقه‌بندی رانکیائز (۱۹۳۴) ..... ۱۳۹
- شکل ۴-۲ انواع مختلف پوشش گیاهان ..... ۱۴۰
- شکل ۴-۳ دکتر غلامعلی حشمتی، محقق و استاد دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان ..... ۱۴۷
- شکل ۴-۴ دکتر یونس عصری، محقق و استاد پژوهشی موسسه تحقیقات جنگل‌ها، مراتع و ... ..... ۱۴۸
- شکل ۴-۵ نمودار رسته بندی تحلیل تطبیقی متعارفی (CCA) پوشش گیاهی و ... ..... ۱۵۵
- شکل ۴-۶ نمودار پراکنش مکانی گونه‌های گیاهی در ارتباط با عوامل محیطی (CCA) در مراتع کوه نمک قم ..... ۱۵۶
- شکل ۴-۷ نمودار رسته بندی رویشگاه‌های مراتع سرچاه عماری بیرجند ..... ۱۵۷
- شکل ۴-۸ دکتر محمدعلی زارع چاهوکی، محقق و استاد دانشگاه تهران ..... ۱۵۹
- شکل ۵-۱ رابرت اچ ویتاکر ..... ۱۷۴
- شکل ۵-۲ انواع روش‌های طبقه‌بندی ..... ۱۷۷
- شکل ۵-۳ قسمتی از طبقه‌بندی TWINSPAN ..... ۱۸۰
- شکل ۵-۴ جدول دوطرفه حاصل از روش تحلیل دو طرفه گونه‌های شاخص ..... ۱۸۲
- شکل ۵-۵ نمودار شماتیک روش‌های آنالیز گرادیان مستقیم و غیرمستقیم ..... ۱۸۴
- شکل ۵-۶ طرح کلی روش‌های رسته‌بندی (پارامتریک) در جامعه‌شناسی گیاهی ..... ۱۸۵
- شکل ۵-۷ یک تصویری از نقاط داده‌ها در PCA ..... ۱۸۹
- شکل ۵-۸ فرانسیس گالتون و کارل پیرسون (راست به چپ) ..... ۱۹۸
- شکل ۵-۹ نمودار P-P Plot جهت بررسی نرمال بودن خطاها ..... ۱۹۹
- شکل ۵-۱۰ نمودار باقیمانده‌ها در مقابل مقادیر پیش‌بینی شده متغیر وابسته ..... ۲۰۰
- شکل ۵-۱۱ مدل رگرسیون خطی ساده ..... ۲۰۱
- شکل ۵-۱۲ مدل رگرسیون خطی چندگانه ..... ۲۰۲
- شکل ۵-۱۳ مدل رگرسیون لجستیک ..... ۲۰۳
- شکل ۵-۱۴ فرآیند تحلیل عاملی ..... ۲۰۹
- شکل ۵-۱۵ دندوگرام فرضی استفاده شده در خوشه‌بندی گونه‌های گیاهی ..... ۲۱۳
- شکل ۵-۱۶ درخت طبقه‌بندی واحدهای نمونه‌برداری بر اساس گونه‌های گیاهی ..... ۲۱۳
- شکل ۵-۱۷ نمایش دندروگرام خوشه‌بندی (شکل سمت راست) و به روش آشیانه‌ای (شکل سمت چپ) ..... ۲۱۴
- شکل ۵-۱۸ انواع روابط بین متغیرها و روش آماری متناسب با آن ..... ۲۱۶
- شکل ۶-۱ روبرت ال. سیمپسون ..... ۲۲۳
- شکل ۶-۲ مدل تولید و ورود بذر به خاک و تشکیل بانک بذر خاک ..... ۲۲۴
- شکل ۶-۳ چارلز داروین ..... ۲۲۷
- شکل ۶-۴ جری باسکین، استاد دانشگاه کنتاکی ..... ۲۳۰
- شکل ۶-۵ گونه گیاهی *Silene stenophylla* با عمر بذر طولانی ..... ۲۳۳
- شکل ۷-۱ مقایسه نتایج حاصل از یک مدل خوب و یک مدل نامناسب ..... ۲۳۹
- شکل ۷-۲ مقایسه مدل‌های جعبه سفید، خاکستری و سیاه ..... ۲۴۱



فهرست شکل‌ها □ ظ

|          |   |     |
|----------|---|-----|
| شکل ۳-۷  | طبقه‌بندی مدل‌ها بر اساس خصوصیات طبیعی آن‌ها  | ۲۴۳ |
| شکل ۴-۷  | نمایی از نرم‌افزار مدل HYDRUS- 1D   | ۲۴۸ |
| شکل ۵-۷  | دکتر علی شهیدی، محقق و دانشیار دانشگاه بیرجند                                       | ۲۴۹ |
| شکل ۶-۷  | نمایی از نرم‌افزار SWAP   | ۲۵۰ |
| شکل ۷-۷  | ساختار مدل WOFOST   | ۲۵۴ |
| شکل ۸-۷  | نمایی از نرم‌افزار WOFOST نسخه ۷,۱  | ۲۵۶ |
| شکل ۹-۷  | نمایی از نرم‌افزار MaxEnt   | ۲۷۴ |
| شکل ۱۰-۷ | نمایی از نرم‌افزار Biomapper  | ۲۷۵ |
| شکل ۱۱-۷ | ساختار یک شبکه ساده پیشخور  | ۲۷۶ |
| شکل ۱۲-۷ | ساختار یک شبکه ساده پیش‌خور با سه نرون  | ۲۷۷ |
| شکل ۱۳-۷ | منحنی پلات ROC. خط قرمز با استفاده از آستانه‌های مختلف به وجود آمده است             | ۲۳۰ |
| شکل ۱۴-۷ | دکتر سید کاظم علوی پناه، محقق و استاد دانشگاه تهران                                 | ۲۹۰ |
| شکل ۱۵-۷ | نمایی از نرم‌افزار ILWIS  | ۲۹۴ |
| شکل ۱۶-۷ | نمایی از نرم‌افزار IDRISI   | ۲۹۵ |
| شکل ۱۷-۷ | نمایی از نرم‌افزار ArcGIS   | ۲۹۵ |
| شکل ۱۸-۷ | نمایی از نرم‌افزار ERDAS  | ۲۹۶ |
| شکل ۱۹-۷ | نمایی از نرم‌افزار GS+  | ۳۰۱ |
| شکل ۲۰-۷ | پروفسور توماس ال. ساعتی، استاد سابق دانشگاه پنسیلوانیا                              | ۳۰۲ |
| شکل ۲۱-۷ | نمایی از نرم‌افزار Expert Choice  | ۳۰۴ |
| شکل ۲۲-۷ | پروفسور لطفی علی عسکرزاده، بنیان‌گذار منطق فازی، استاد سابق دانشگاه برکلی کالیفرنیا | ۳۰۵ |
| شکل ۱-۸  | وسایل مورد استفاده در نمونه‌برداری از خاک   | ۳۱۳ |
| شکل ۲-۸  | انواع اوگر نمونه‌برداری خاک   | ۳۱۳ |
| شکل ۳-۸  | پاکت پلاستیکی نمونه‌برداری همراه با برچسب   | ۳۱۴ |
| شکل ۴-۸  | نمونه‌ای از الگوی نمونه‌برداری W  | ۳۱۵ |
| شکل ۵-۸  | نمونه‌برداری با بیلچه   | ۳۱۶ |
| شکل ۶-۸  | الف- الگوی نمونه‌برداری از خاک در یک رویشگاه همگن و...                              | ۳۱۶ |
| شکل ۷-۸  | شمای ساده از یک بلوک گچی  | ۳۱۹ |
| شکل ۸-۸  | نمونه‌هایی از بلوک گچی  | ۳۱۹ |
| شکل ۹-۸  | نمونه‌هایی از دستگاه اندازه‌گیری رطوبت خاک با اشعه گاما                             | ۳۲۰ |
| شکل ۱۰-۸ | دستگاه نوترون متر و اجزای تشکیل دهنده آن  | ۳۲۱ |
| شکل ۱۱-۸ | دستگاه تانسیومتر فلزی   | ۳۲۳ |
| شکل ۱۲-۸ | دستگاه تانسیومتر UMS  | ۳۲۴ |
| شکل ۱۳-۸ | مثلث بافت خاک   | ۳۲۶ |
| شکل ۱۴-۸ | تعیین بافت خاک توسط نرم‌افزار TAL   | ۳۲۷ |

|          |          |   |
|----------|----------|---|
| ۳۲۸..... | شکل ۸-۱۵ | دستگاه EC متر روی میزی و جیبی   |
| ۳۳۰..... | شکل ۸-۱۶ | دستگاه pH متر رومیزی  |
| ۳۳۰..... | شکل ۸-۱۷ | دستگاه pH متر جیبی  |
| ۳۳۲..... | شکل ۸-۱۸ | دستگاه کج‌دال   |
| ۳۳۳..... | شکل ۸-۱۹ | دستگاه تیتراسیون  |
| ۳۴۱..... | شکل ۸-۲۰ | رابطه بین pH عصاره اشباع و ESP خاک  |
| ۳۴۶..... | شکل ۸-۲۱ | روشی برای برداشتن یک نمونه مربعی از کف جنگل                                   |
| ۳۵۵..... | شکل ۹-۱  | روش‌های نمونه‌برداری (الف) کاملاً تصادفی؛ ...                                 |
| ۳۵۸..... | شکل ۹-۲  | تعیین سطح حداقل   |
| ۳۵۸..... | شکل ۹-۳  | تعیین حداقل سطح قطعه نمونه به روش کین   |
| ۳۵۹..... | شکل ۹-۴  | تعیین حداقل سطح قطعه نمونه به روش کین اصلاح شده                               |
| ۳۶۱..... | شکل ۹-۵  | پوشش تاجی و یقه‌ای گونه‌های مختلف. در سمت چپ یک پایه <i>Aristida sp</i> و ... |
| ۳۶۲..... | شکل ۹-۶  | کوادرات مشبک  |
| ۳۶۳..... | شکل ۹-۷  | روش برخورد خطی  |
| ۳۶۴..... | شکل ۹-۸  | روش چرخ نقطه  |
| ۳۶۵..... | شکل ۹-۹  | روش قاب ده نقطه   |
| ۳۶۶..... | شکل ۹-۱۰ | روش برخورد خطی  |
| ۳۶۹..... | شکل ۹-۱۱ | ظرفیت سنج جهت برآورد تولید گیاهان   |
| ۳۷۴..... | شکل ۹-۱۲ | واحد مرجع برای تخمین تولید بوته   |
| ۳۸۷..... | شکل ۹-۱۳ | نمایی از صفحه اصلی نرم‌افزار Ecological Methodology                           |
| ۳۸۹..... | شکل ۹-۱۴ | قسمتی از برنامه Instat  |
| ۳۹۰..... | شکل ۹-۱۵ | نمایی از نرم‌افزار MVSP   |
| ۳۹۱..... | شکل ۹-۱۶ | نمایی از نرم‌افزار PAST   |
| ۳۹۲..... | شکل ۹-۱۷ | نمایی از نرم‌افزار PC-ORD   |
| ۳۹۳..... | شکل ۹-۱۸ | مراحل اجرای برنامه PopTools از طریق برنامه Excel                              |
| ۳۹۹..... | شکل ۹-۱۹ | دستگاه کج‌دال برای اندازه‌گیری پروتئین خام                                    |
| ۴۰۲..... | شکل ۹-۲۰ | دستگاه اسپکتروفتومتر  |
| ۴۰۶..... | شکل ۹-۲۱ | دستگاه سطح برگ‌سنج رومیزی   |
| ۴۰۷..... | شکل ۹-۲۲ | دستگاه AccuPAR LP-80 جهت سنجش شاخص سطح برگ                                    |
| ۴۰۹..... | شکل ۹-۲۳ | پلانی متر دیجیتالی  |
| ۴۱۰..... | شکل ۹-۲۴ | دستگاه کلونجر جهت اسانس‌گیری  |
| ۴۱۱..... | شکل ۹-۲۵ | دستگاه GC/MS  |

## فهرست جداول

|          |  |     |
|----------|--|-----|
| جدول ۱-۲ | تعاریف والانس اکولوژیکی بر اساس عوامل محیطی در دو محدوده گسترده و باریک .....    | ۲۰  |
| جدول ۲-۲ | کلاس‌های بافت خاک .....  | ۳۶  |
| جدول ۳-۲ | ظرفیت نگه داشت آب قابل دسترس برای کلاس‌های مختلف بافت خاک .....                  | ۳۶  |
| جدول ۴-۲ | متوسط غلظت عناصر معدنی مورد نیاز برای رشد کافی گیاه در ماده خشک گیاهی .....      | ۴۹  |
| جدول ۵-۲ | خصوصیات عناصر غذایی ضروری برای رشد گیاهان، فرم اصلی جذب و مقدار آن در گیاه ..... | ۵۰  |
| جدول ۶-۲ | غلظت تقریبی عناصر غذایی ضروری مورد نیاز برای رشد گیاهان .....                    | ۵۴  |
| جدول ۷-۲ | عملکرد عناصر غذایی در گیاهان .....   | ۵۲  |
| جدول ۱-۳ | خاک مناسب برای کشت گیاهان مهم مرتعی کشور .....                                   | ۷۶  |
| جدول ۲-۳ | تأثیرات مثبت و منفی کاشت گونه‌های مهم مرتعی بر روی خصوصیات خاک .....             | ۱۳۱ |
| جدول ۱-۴ | ویژگی‌های جوامع گیاهی .....  | ۱۳۷ |
| جدول ۲-۴ | روابط برخی از شاخص‌های تشابه .....   | ۱۴۳ |
| جدول ۳-۴ | عوامل خاکی موثر بر پراکنش پوشش گیاهی در رویشگاه‌های مختلف کشور .....             | ۱۶۸ |
| جدول ۱-۵ | انواع آزمون‌های آماری بر حسب نوع فرضیه رابطه‌ای .....                            | ۱۹۳ |
| جدول ۱-۶ | سیستم طبقه‌بندی خواب بذر بر اساس طبقه‌بندی باسکین و باسکین .....                 | ۲۳۱ |
| جدول ۱-۷ | دامنه توافق برای آماره کاپا .....  | ۲۸۰ |
| جدول ۲-۷ | دامنه پیش‌بینی بر اساس سطح زیر منحنی پلات ROC .....                              | ۲۸۱ |
| جدول ۳-۷ | برخی از مدل‌های رایج کمی خدمات اکوسیستم خاک .....                                | ۲۸۶ |
| جدول ۴-۷ | برخی از شاخص‌های مهم پوشش گیاهی و خاکی .....                                     | ۲۹۲ |
| جدول ۱-۸ | برآورد ESP بر اساس pH عصاره اشباع .....  | ۳۴۱ |
| جدول ۱-۹ | فرمول شاخص‌های غنا، تنوع و یکنواختی گونه‌ای .....                                | ۳۸۵ |

## فهرست علائم و واحدها

| علامت و اختصار    | نام کامل                           | تعریف                                   |
|-------------------|------------------------------------|---|
| ADF               | Acid Detergent Fiber               | الیاف نامحلول در شوینده اسیدی           |
| AGTB              | Above-Ground Tree Biomass          | زی توده درختان بر روی سطح زمین          |
| AHP               | Analytic Hierarchy Process         | فرآیند تحلیل سلسله مراتبی               |
| ANN               | Artificial Neural Network          | شبکه عصبی مصنوعی                        |
| ANOSIM            | Analysis of Similarity             | تحلیل تشابه                             |
| ANOVA             | Analysis of Variance               | تحلیل واریانس                           |
| Ap                | Potential Absorption               | میزان جذب پتانسیل                       |
| AUC               | Area Under the Curve               | سطح زیر منحنی                           |
| B                 | Biomass                            | زی توده تولیدی                          |
| BB                | Below-Ground Tree Biomass          | زی توده درختان در زیر سطح زمین          |
| BBN               | Bayesian Belief Network            | شبکه باور بیزین                         |
| Bd                | Bulk Density                       | وزن مخصوص ظاهری خاک                     |
| CA                | Cluster Analysis                   | تحلیل خوشه‌ای                           |
| C <sub>AGTB</sub> |                                    | کربن موجود در درختان بر روی سطح زمین    |
| CANOCO            | CANONical Community Ordination     | رسته‌بندی متعارفی جامعه                 |
| CART              | Classification and Regression Tree | درخت طبقه‌بندی و رگرسیون                |
| C <sub>BB</sub>   |                                    | کربن موجود در اندام‌های زیرزمینی درختان |
| CBD               | Convention on Biological Diversity | کنوانسیون تنوع زیستی                    |
| C <sub>c</sub>    | Carbon Sequestration               | میزان کربن ترسیب شده در سطح یک متر مربع |
| CCA               | Canonical Correspondence Analysis  | تحلیل تطبیقی متعارفی                    |
| CD                | Coefficient of Determination       | ضریب تشخیص                              |
| Ce                |                                    | بازده تبدیل مواد فتوسنتزی               |
| CEC               | Cation Exchange Capacity           | ظرفیت تبادل کاتیونی                     |
| CEC <sub>p</sub>  | Potential Cation Exchange Capacity | ظرفیت بالقوه تبادل کاتیونی              |
| CH                | Chamaephytes                       | کامه‌فیت‌ها                             |
| C <sub>LHG</sub>  |                                    | کربن موجود در پوشش علفی                 |
| CP                | Crude Protein                      | پروتئین خام                             |

ق □ فهرست علائم و واحدها

|                  |   |   |
|------------------|---|---|
| CR               | Cryptophytes                              | کریپتوفیت‌ها  |
| CRM              | Coefficient of Residual Mass              | ضریب جرم باقی مانده   |
| CT               | -   | کربن کل   |
| d                | -   | شاخص ویل موت  |
| D                | -   | شاخص مکنینتاش   |
| D                | -   | شاخص دوربین - واتسون  |
| DBH              | Diameter at Breast Height                 | قطر برابر سینه  |
| DCA              | Detrended Correspondence Analysis         | تحلیل تطبیقی قوس گیر  |
| DDM              | Digestible Dry Matter                     | هضم پذیر ماده خشک   |
| DE               | Digestible Energy                         | انرژی قابل هضم  |
| Den              | Density                                   | تراکم واقعی   |
| DMD              | Dry Matter Digestibility                  | ماده خشک قابل هضم   |
| DPPH             | 2,2-Diphenyl-1-Picrylhydrazyl             | ۲-۲ دی فنیل ۲- پیکریل هیدرازیل                                |
| ds/m             | Decisiemens per Meter                     | دسی زیمنس بر متر  |
| DWR              | Dry-Weight-Rank                           | روش طبقات وزن خشک   |
| EBT              | Eriochrome Black T                        | اریوکروم بلک تی   |
| EC <sub>25</sub> | Electrical Conductivity at 25°C           | EC در دمای ۲۵ برحسب درجه سانتی‌گراد                           |
| EC <sub>50</sub> | Electrical Conductivity at 50°C           | مقدار شوری است که در آن عملکرد به اندازه ۵۰ درصد کاهش می‌یابد |
| EC <sub>t</sub>  | -   | EC در دمای t برحسب درجه سانتی‌گراد                            |
| EDTA             | Ethylen Diamine Tetra Acetic Acid         | اتیلن دی آمین تترا استیک اسید                                 |
| EF               | Modeling Efficiency                       | کارایی مدل  |
| e <sub>i</sub>   |   | خطای رگرسیون  |
| ENFA             | Ecological Niche Factor Analysis          | تحلیل عاملی آشیان اکولوژیک                                    |
| ESP              | Exchangable Sodium Percentage             | درصد سدیم تبادل   |
| ET <sub>a</sub>  | Actual Evapotranspiration                 | تبخیر و تعرق واقعی  |
| ET <sub>x</sub>  | Maximum Evapotranspiration                | تبخیر و تعرق حداکثر   |
| EVI              | Enhanced Vegetation Index                 | شاخص پوشش گیاهی پیشرفته                                       |
| GAM              | Generalized Additive Model                | مدل افزایشی تعمیم یافته                                       |
| GARP             | Genetic Algorithm for Rule-set Production | الگوریتم ژنتیک برای تولید                                     |
| GC               | Gas Chromatography                        | کروماتوگراف گازی  |
| GC/MS            | Gas Chromatography/Mass Spectrometry      | کروماتوگراف گازی متصل شده به طیف‌سنج جرمی                     |

ک □ روابط خاک و گیاه- اکولوژی، آمار و آنالیز

|           |  |   |
|-----------|--|---|
| GE        | Geophytes  | ژئوفیت‌ها   |
| GIS       | Geographic Information System                                | سیستم اطلاعات جغرافیایی   |
| GLM       | Generalized Linear Model                                     | مدل خطی عمومی   |
| GLR       | Gaussian Logistic Regression                                 | رگرسیون لجستیک گوسی   |
| GPS       | Global Positioning System                                    | سیستم موقعیت‌یاب جهانی  |
| H'        | -  | شاخص تنوع شانون-وینر  |
| $\hat{H}$ | -  | شاخص تنوع بریلوئین  |
| $h_{50}$  | the Matric Pressure at which $S_{max(t)}$ is reduced by 50%. | مکشی از خاک است که در آن میزان جذب به ۵۰ درصد حداکثر جذب می‌رسد |
| HE        | Hemcryptophytes  | همی کریپتوفیت‌ها  |
| HI        | Harvest Index  | شاخص برداشت   |
| $h_o^*$   | -  | آستانه کاهش تنش   |
| IDW       | Inverse Distance Weighting                                   | وزن دهی معکوس فاصله‌ای  |
| IPNS      | Integrated Plant Nutrition System                            | سیستم تغذیه گیاهی تلفیقی  |
| IR        | Inconsistency Ratio  | نرخ ناسازگاری   |
| J'        | -  | شاخص یکنواختی شانون-وینر  |
| KMO       | Kaiser–Meyer–Olkin   | آماره کفایت نمونه جهت تحلیل عاملی                               |
| $K_y$     | Yield Response Factor  | ضریب تناسب بین کاهش عملکرد نسبی و کاهش نسبی تبخیر و تعرق        |
| LAI       | Leaf Area Index  | شاخص سطح برگ  |
| LFA       | Landscape Function Analysis                                  | تحلیل عملکرد چشم انداز  |
| LHG       | Biomass of Leaf Litter, Herb and Grass                       | زی توده برگ‌های افتاده، علف‌ها و گیاهان خشک                     |
| ln        | Natural Logarithm  | لگاریتم طبیعی   |
| LP        | Long-term Persistent   | پایدار بلندمدت  |
| LRT       | Logistic Regression Tree                                     | رگرسیون لجستیک درختی  |
| LS        | Liebig- Sprengel   | مدل لیبیگ-اسپرنگل   |
| LSD       | Least Significance Difference                                | کمترین تفاوت معنی‌دار   |
| MARS      | Multivariate Adaptive Regression Spline                      | رگرسیون تطبیقی چند متغیره اسپلاین                               |
| MaxEnt    | Maximum Entropy  | حداکثر آنترپی   |
| MB        | Mitscherlich- Baule  | مدل میچرلیخ-بال   |
| MCDM      | Multi Criteria Decision Making                               | تصمیم‌گیری چند معیاره   |

ل □ فهرست علائم و واحدها

|                |   |                                    |
|----------------|---|------------------------------------|
| ME             | Maximum Error                                   | خطای بیشینه                        |
| ME             | Metabolizable Energy                            | انرژی قابل متابولیسم               |
| Meq/lit        | Milliequivalents per Liter                      | میلی اکی والان بر لیتر             |
| MLR            | Multiple Logistic Regression                    | رگرسیون لجستیک چندگانه             |
| mmho/cm        | Millimhos per Centimeter                        | میلی موهس بر سانتی متر             |
| Mmhos/cm       | Micromhos per Centimeter                        | میکروموهس بر سانتی متر             |
| mS/cm          | Millisiemens per Centimeter                     | میلی زیمنس بر سانتی متر            |
| MUR            | Murexide  | مورکساید                           |
| MVSP           | Multivariate Statistical Package                | بسته آماری چندمتغیره               |
| N              | -   | فراوانی تمام گونه‌ها               |
| n1             | -   | تعداد افراد متعلق به گونه ۱        |
| n2             | -   | تعداد افراد متعلق به گونه ۲        |
| NDF            | Neutral Detergent Fiber                         | الیاف نامحلول در شوینده خنثی       |
| NDVI           | Normalized Difference Vegetation Index          | شاخص نرمال شده اختلاف پوشش گیاهی.  |
| NMDS           | Non-Metric Multidimensional Scaling             | مقیاس‌بندی چندبعدی غیرمتریک        |
| NPMR           | Non Parametric Multiplicative Regression        | رگرسیون ناپارامتریک ضربی           |
| NRMSE          | Normalized Root Mean Square Error               | ریشه دوم خطای میانگین مربعات نرمال |
| OM             | Organic Matter                                  | ماده آلی                           |
| OC             | Organic Carbon                                  | کربن آلی                           |
| P              | -   | مقدار احتمال                       |
| PAST           | Palaeontological Statistics                     | آماره دیرین‌شناسی                  |
| PCA            | Principal Components Analysis                   | تحلیل مؤلفه‌های اصلی               |
| PERMANOVA      | Permutational Multivariate Analysis of Variance | تحلیل واریانس چندمتغیره تبدیلی     |
| PH             | Phanerophytes                                   | فانروفیت‌ها                        |
| Pi             | -   | نسبت گونه i در کل نمونه            |
| Pj             | -   | نسبت گونه j در کل نمونه            |
| Pla            | Plant leaf area                                 | متوسط سطح برگ هر بوته              |
| ppm            | Parts per Million                               | واحد در میلیون                     |
| p-value        | -   | مقدار احتمال                       |
| r              | -   | ضریب همبستگی ساده                  |
| R <sub>1</sub> | -   | شاخص مارگالف                       |
| R <sub>2</sub> | -   | شاخص منهینیک                       |

|              |   |  |
|--------------|---|--|
| RDA          | Redundancy Analysis   | تحلیل افزونگی                              |
| $R_m$        | -   | شدت تنفس                                   |
| RMSE         | Root Mean Square Error                                      | ریشه میانگین مربعات خطا                    |
| ROC          | Receiver Operating Characteristic                           | منحنی مشخصه عملکرد                         |
| S            | -   | تعداد گونه                                 |
| SAR          | Sodium Absorption Ratio                                     | نسبت جذب سدیم                              |
| SAS          | Statistical Analysis System                                 | سیستم تحلیل آماری                          |
| $S_{max}$    | Maximum available soil water in the root zone               | حداکثر مقدار آب جذب شده به وسیله ریشه گیاه |
| SP           | Short-term Persistent                                       | پایدار کوتاه مدت                           |
| SPADE        | Species Prediction And Diversity Estimation                 | برآورد تنوع و پیش بینی گونه                |
| SPSS         | Statistical Package for the Social Sciences                 | بسته آماری برای علوم اجتماعی               |
| SRM          | Society for Range Management                                | انجمن مرتعداری امریکا                      |
| SWAP         | Soil-Water-Atmosphere-Plant                                 | خاک، آب، اتمسفر و گیاه                     |
| T            | Transient   | ناپایدار                                   |
| $T_a$        | Actual Transpiration  | تعرق واقعی                                 |
| TH           | Therophyte  | تروفیتها                                   |
| TOPSIS       | Technique for Order Preference Similarity to Ideal Solution | روش ترجیح براساس مشابهت به راه حل ایده آل  |
| $T_p$        | Potential Transpiration                                     | تعرق پتانسیل                               |
| TWINSpan     | Two-Way Indicator Species Analysis                          | تحلیل دوطرفه گونه های شاخص                 |
| UPGMA        | Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean           | روش متوسط فاصله بین گروهها                 |
| WMA          | Weighted Moving Average                                     | میانگین متحرک وزنی                         |
| WOFOST       | World FOod STudies  | مطالعات جهانی غذا                          |
| WP           | Water Productivity  | شاخص بهره وری آب                           |
| $Y_a$        | Actual Yield  | عملکرد واقعی                               |
| $y_{max}$    | Maximum Yield   | عملکرد بیشینه                              |
| $Y_x$        | Maximum Yield   | حداکثر عملکرد                              |
| $Z_r$        | Rooting Depth   | عمق توسعه ریشه                             |
| $\Delta W$   | Crop Mass   | نرخ رشد                                    |
| $\epsilon_t$ | -   | خطای مدل رگرسیون                           |
| $\beta_0$    | -   | عرض از مبدأ                                |
| 1-D          | -   | شاخص تنوع سیمپسون                          |



## پیشگفتار

خاک به عنوان جزئی از زیست کره، نقش مهمی در تولید غذا و پایداری محیط زیست دارد. در علوم کشاورزی، ارتباط خاک و گیاه از زمان های دور مورد توجه محققین بوده است. در کشور ما، سال های زیادی است که در حوزه علوم کشاورزی تحقیقات متعددی در زمینه روابط خاک و گیاه در دانشگاه ها و مراکز تحقیقات انجام می شود و روابط خاک و گیاهان زراعی از جنبه های مختلف مورد بررسی قرار می گیرد؛ اما در حوزه علوم منابع طبیعی و محیط زیست، در این زمینه مطالب پراکنده و موردی به صورت مقالات، کتب و پایان نامه، وجود دارد، اما به طور مفصل، در این موضوع نگارشی وجود ندارد. در این کتاب به صورت جامع و با یک نگاه کلی به روابط خاک و گیاه در منابع طبیعی و محیط زیست از منظر اکولوژی گیاهی پرداخته شده است. این کتاب به صورت مروری- تحلیلی روابط خاک و گیاه را از دیدگاه اکولوژی فردی و جمعی و آماری بررسی می کند. در نهایت برخی از روش های اندازه گیری خصوصیات خاک و گیاه در عرصه و آزمایشگاه را تشریح می کند. این کتاب مشتمل بر نه فصل است.

فصل اول ضرورت و اهمیت مطالعه روابط خاک و گیاه در منابع طبیعی را بیان می کند.

در فصل دوم، جایگاه خاک در اکوسیستم های طبیعی و کاربردهای خاک برای گیاه را بررسی می کند. در این فصل، ابتدا، به تعریف و تقسیم بندی علم اکولوژی و قوانین مربوط به عوامل محدودکننده گیاهان می پردازد. در ادامه، پیدایش، تشکیل و تکامل خاک و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در ارتباط با گیاه را مطرح می کند.

فصل سوم، روابط خاک و گیاه را از دیدگاه اکولوژی فردی بررسی می کند. علاوه بر تأثیری که خاک بر توزیع و پراکنش گونه های گیاهی دارد، گیاهان کشت شده در عرصه های منابع طبیعی نیز بر روی خاک زیراشکوب خود اثراتی دارند. در این فصل اثرات خاک بر خصوصیات گیاهی از قبیل تولید، تراکم گیاهی، ریشه گیاه، کیفیت لاشبرگ، کیفیت علوفه گیاهان مرتعی، خوش خوراکی گیاهان مرتعی و ترکیبات شیمیایی گیاهان دارویی مطرح شده و به برخی از تحقیقات در این زمینه اشاره می شود.

در فصل چهارم، روابط خاک و گیاه از دیدگاه اکولوژی جمعی مورد بحث و بررسی قرار می گیرد. در این فصل، رابطه خاک و پراکنش پوشش گیاهی و تنوع گونه ای مطالعه شده و عوامل خاکی مؤثر بر پراکنش پوشش گیاهی در رویشگاه های مختلف کشور بر اساس تحقیقات انجام شده معرفی می شود.

یکی از مشکلات اساسی در پیش روی تحقیقات روابط خاک و گیاه در علوم منابع طبیعی، انتخاب روش صحیح تجزیه و تحلیل داده های میدانی و آزمایشگاهی است. فصل پنجم، به معرفی روش های

آماری اکولوژیکی مورد استفاده در تجزیه و تحلیل روابط خاک و گیاه در دو گروه طبقه‌بندی و رسته بندی اختصاص دارد. در ادامه به برخی از روش‌های آماري کلاسیک که در تحقیقات رابطه‌ای و علی و معلولی مورد استفاده قرار می‌گیرد از قبیل همبستگی، رگرسیون، تحلیل عاملی، تحلیل خوشه‌ای و تحلیل مسیر می‌پردازد.

فصل ششم، به مفهوم بانک بذر خاک به عنوان حلقه مفقوده روابط خاک و گیاه می‌پردازد. علاوه بر روابط خاک و فلور روزمینی، بانک بذر خاک به عنوان فلور زیرزمینی نیز می‌بایست مطالعه شود که در این فصل به تعریف و طبقه‌بندی بانک بذر خاک و مبحث خواب و جوانه‌زنی بذر اختصاص دارد.

امروزه انواع مختلفی از مدل‌های رایانه‌ای برای شبیه‌سازی روابط پیچیده آب، خاک، اتمسفر و گیاه توسعه یافته‌اند و در منابع طبیعی و محیط‌زیست، از مدل‌ها به منظور تعیین مطلوبیت زیستگاه برای حیات وحش و رویشگاه برای گونه‌های گیاهی استفاده می‌شود؛ که در فصل هفتم به معرفی مدل‌های شبیه‌سازی انتقال املاح و کمبود ازت خاک، مدل‌های پاسخ گیاه به تنش شوری خاک، مدل‌های پیش‌بینی رویشگاه گونه‌های گیاهی، مدل‌های مکان‌یابی طرح‌های اصلاح و احیای منابع طبیعی با کاربرد علوم سنجش از دور، سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی، زمین‌آمار و مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره می‌پردازد.

در فصل هشتم، به معرفی روش‌های اندازه‌گیری خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و نمونه‌برداری و اندازه‌گیری بانک بذر خاک می‌پردازد.

فصل نهم، به معرفی روش‌های اندازه‌گیری خصوصیات کمی و کیفی گیاهان مرتعی، خصوصیات فیتوشیمیایی گیاهان دارویی و نمونه‌برداری از لاشبرگ و برآورد ذخیره کربن در گیاه می‌پردازد. این کتاب می‌تواند به عنوان سرفصل دروس بوم‌شناسی عمومی، بوم‌شناسی مرتع، خاکشناسی عمومی و مدیریت پایدار خاک و گیاه مورد استفاده دانشجویان کارشناسی و دروس مهندسی اکوسیستم‌های مرتعی، جامعه‌شناسی گیاهی، مدل‌سازی کارکردهای مرتع و بوم‌شناسی کاربردی مرتع در مقطع کارشناسی ارشد در علوم منابع طبیعی قرار گیرد.

همچنین این کتاب می‌تواند مورد استفاده محققان علوم منابع طبیعی در مراکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کشور قرار گیرد.

در جاهای مختلف این دو جلد کتاب از اثرهای چندین نویسنده برجسته در علوم کشاورزی و منابع طبیعی مانند مرحوم دکتر حبیب‌الله ثابتی، مرحوم دکتر محمدرضا مقدم، دکتر منوچهر زرین کفش، دکتر امین علیزاده، دکتر علیرضا کوچکی، دکتر محمدجعفر ملکوتی، دکتر منصور مصداقی و دکتر حسین آذرینوند و سایر نویسندگان ایرانی که بر غنای محتوای این کتاب افزوده‌اند، استفاده شده است. در اینجا بر خود واجب می‌دانیم نهایت سپاس خود را تقدیم این بزرگواران نمائیم.

پیشگفتار □ و

همچنین از همکاری دکتر علی طویلی، دکتر محمدعلی زارع چاهوکی، دکتر سلمان زارع از اساتید دانشگاه تهران و دکتر محمدرضا رضایی، دکتر محمد ساغری و دکتر محمدجواد وحیدی از اساتید دانشگاه بیرجند قدردانی و تشکر می‌نمائیم. از استاد محترم جناب آقای دکتر حسین آذرنیوند، نماینده دانشکده منابع طبیعی در شورای انتشارات دانشگاه تشکر و قدردانی می‌شود. از زحمات مجموعه کارکنان مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران که با حوصله فراوان ویرایش ادبی و صفحه آرایی این کتاب را بر عهده داشته‌اند سپاسگزاری می‌کنیم. از آقایان دانیال آریانفر و قاسم رستم‌پور به خاطر طراحی جلد این دو اثر قدردانی می‌نمائیم.

همچنین از خانواده‌های عزیز و مهربانمان که مشوق خوبی برای تحقیق و نوشتن بوده‌اند صمیمانه سپاسگزاری می‌کنیم.

بی‌شک، نگارش این کتاب، علیرغم همه تلاش‌های انجام‌شده، عاری از اشکال نیست؛ بنابراین، نکات اصلاحی اساتید و محققان می‌تواند کمک شایانی به نویسندگان این کتاب در چاپ‌های بعدی نماید.

دکتر محمد جعفری

استاد دانشگاه تهران

دکتر مسلم رستم‌پور

استادیار دانشگاه بیرجند