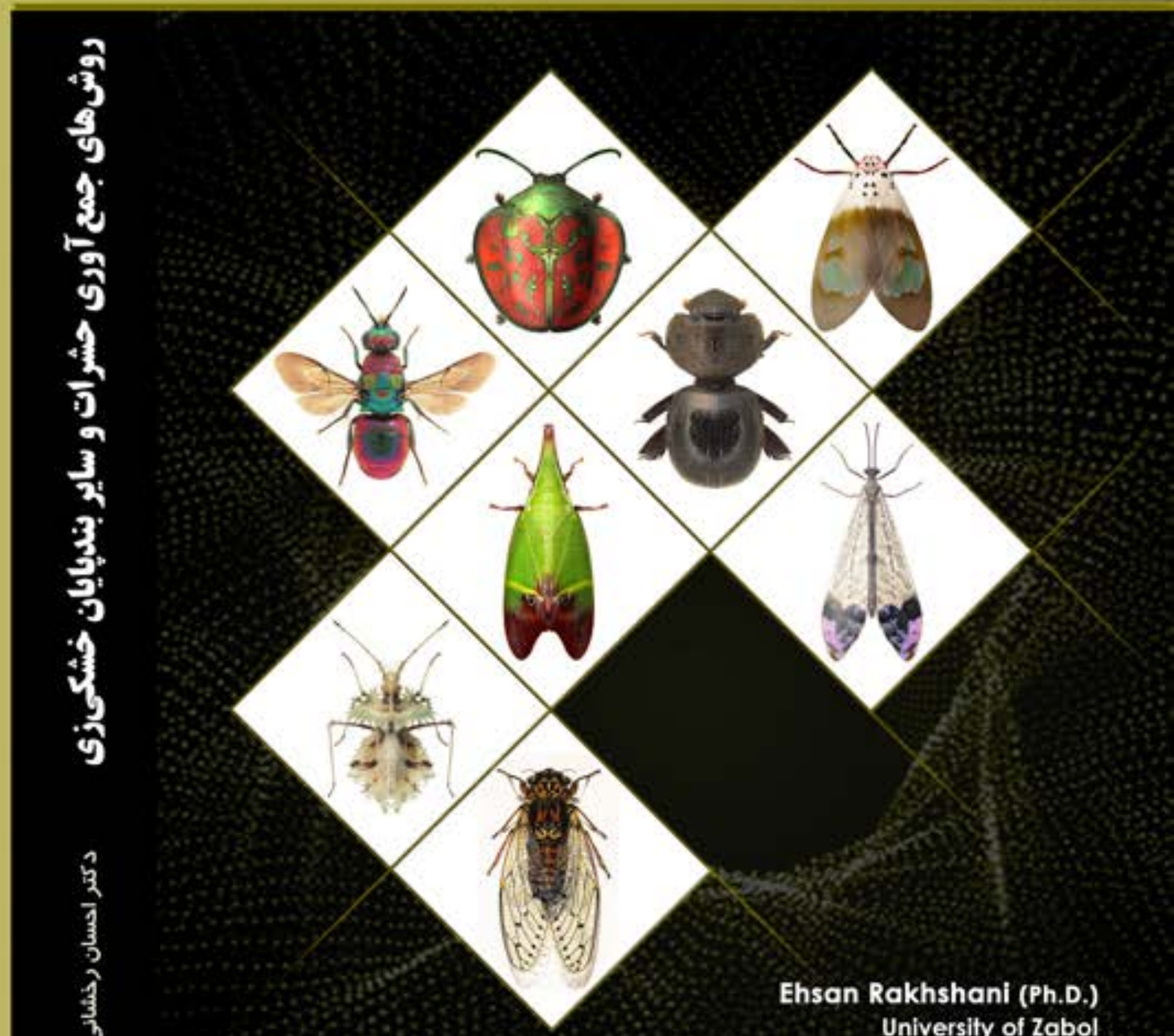
روش‌های جمع آوری حشرات و سایر بندپایان خشکی‌زی

دکتر احسان رخشانی

دانشگاه زابل

Methods for Collecting
Insects and other Terrestrial Arthropods



Ehsan Rakhshani (Ph.D.)
University of Zabol

UOZ

روش‌های جمع آوری حشرات و سایر بندپایان خشکی‌زی

دکتر احسان رخشانی

روش‌های جمع‌آوری
حشرات و سایر بندپایان خشکی‌زی

تألیف

احسان رخشانی

عضو هیأت علمی دانشگاه زابل

فهرست مندرجات

پیشگفتار ۱۵
مقدمه ۱۷

فصل اول: طراحی عملیات نمونه‌برداری

مقدمه ۲۳
عملیات جمع‌آوری ۲۶
ابزارهای مورد نیاز در نمونه‌برداری ۲۹
فهرست منابع ۳۶

فصل دوم: زیستگاه‌ها و مکان‌های جمع‌آوری

مقدمه ۳۹
زیستگاه‌ها و آشیانه اکولوژیک گونه‌ها ۴۰
زمان‌بندی فصلی ۴۷
زیست‌شناسی و رفتار گونه‌ها ۴۸
تعداد و حجم نمونه‌ها ۴۸
کسب مجوز ۴۹
اتفاقات پیش‌بینی نشده ۵۰
سرنوشت نمونه‌ها ۵۱
ایمنی ۵۱
حفاظت از حشرات و سایر بندپایان ۵۶
فهرست منابع ۵۹

فصل سوم: نمونه‌ها در شرایط صحرایی

مقدمه ۶۱
برچسب‌زدن نمونه‌ها ۶۲
ظروف جمع‌آوری ۶۶
جمع‌آوری نمونه برای مجموعه‌های تاریخ طبیعی ۶۷
جمع‌آوری نمونه‌ها برای مطالعات مولکولی ۶۸

جمع‌آوری نمونه برای مطالعه خصوصیات مرفولوژیک ۶۹
کشتن نمونه‌های حشرات ۷۰
ظروف حاوی مواد کشنده ۷۱
مواد کشندهٔ جامد ۷۲
ساخت ظرف سم با مواد کشندهٔ جامد ۷۳
مواد کشندهٔ مایع ۷۷
ساخت ظرف سم با مواد کشندهٔ مایع ۷۹
نکات عمومی ۸۵
تثبیت و نگهداری موقت نمونه‌ها ۸۷
نگهداری نمونه‌ها به صورت خشک ۹۲
خارج کردن محتوای داخلی بدن نمونه‌ها ۹۳
سوزن زدن نمونه‌ها در شرایط صحرایی ۹۳
ذخیره‌سازی لایه‌ای ۹۶
لوله‌های مقوایی ۹۷
پاکت‌های کاغذی ۹۸
ذخیره‌سازی نمونه‌های بسیار ریز ۱۰۰
نگهداری در ژلاتین ۱۰۱
مراقبت‌های اختصاصی ۱۰۲
موارد احتیاط در شرایط صحرایی ۱۰۲
فهرست منابع ۱۰۳

فصل چهارم: جستجو و جمع‌آوری مستقیم

مقدمه ۱۰۵
مکان‌یابی ۱۰۶
جمع‌آوری مستقیم در زیستگاه اصلی ۱۰۷
فهرست منابع ۱۱۱

فصل پنجم: جمع‌آوری حشرات با تور

مقدمه ۱۱۳
تورهای هوایی ۱۱۷
تورجارو ۱۱۸
تور متصل به خودرو ۱۲۹
فهرست منابع ۱۳۱

فصل ششم: جمع‌آوری به روش ضربه‌ای

مقدمه ۱۳۳
صفحه جمع‌آوری ضربه‌ای ۱۳۴
صفحه ضربه‌ای آلومینیومی ۱۳۶
انواع تجاری صفحه جمع‌آوری ضربه‌ای ۱۴۰
تشتک جمع‌آوری ضربه‌ای ۱۴۱
قیف جمع‌آوری ضربه‌ای ۱۴۲
قیف ضربه‌ای کوپستاک ۱۴۴
قیف جمع‌آوری چهارگوش ۱۴۴
تور ضربه‌ای ۱۴۸
فهرست منابع ۱۴۹

فصل هفتم: تله‌های حایل پرواز

مقدمه ۱۵۱
گروه اول: تله‌های مبتنی برفتوتروپیسم مثبت ۱۵۲
تله‌های دارای دیافراگم مرکزی ۱۵۳
تله‌های مالایز یک‌طرفه و دوطرفه ۱۵۳
ارتقای طرح تلهٔ مالایز دوطرفه ۱۵۵
تله‌های مالایز دارای دو ظرف جمع‌آوری ۱۵۹
تلهٔ مالایز با ورودی سه‌گوش و ظرف جمع‌آوری مرکزی ۱۶۱
تله مالایز چهار طرفه ۱۶۲
تله دو طرفهٔ ایستا با سقف مدور ۱۶۶
طراحی مجدد تلهٔ مالایز دو طرفه ۱۶۶
محل استقرار تله‌های مالایز ۱۶۹
مواد نگهدارنده و کُشنده در تله‌های مالایز ۱۷۳
تله‌های فاقد صفحهٔ مرکزی ۱۷۴
گروه دوم: تله‌های مبتنی برفتوتروپیسم منفی ۱۷۵
تله‌های پنجره‌ای دو طرفه ۱۷۵
تلهٔ حایل پرواز با صفحهٔ پارچه‌ای ۱۷۷
تلهٔ پنجره‌ای معلق ۱۷۹
تله‌های پنجره‌ای چهارطرفه ۱۸۱
تله‌های پنجره‌ای ترکیبی ۱۸۲
تله پنجره‌ای خیمه‌ای ۱۸۵

نکات ایمنی ۱۸۵
فهرست منابع ۱۸۷

فصل هشتم: آسپیراتورها و ابزارهای مکنده

مقدمه ۱۹۱
آسپیراتورهای معمولی ۱۹۲
آسپیراتور لوله‌ای یا طولی ۱۹۵
آسپیراتور معکوس ۱۹۸
آسپیراتور حبابی ۱۹۸
آسپیراتور تی ۲۰۱
آسپیراتورهای ویژه بندپایان کوچک ۲۰۲
آسپیراتورهای مکانیکی ۲۰۶
آسپیراتورهای الکتریکی ۲۱۰
ابزارهای مکنده با موتور درون‌سوز ۲۲۱
دی‌وک ۲۲۱
ورتیس ۲۲۵
نکات عمومی ۲۲۵
فهرست منابع ۲۲۷

فصل نهم: جمع‌آوری حشرات با استفاده از نور

مقدمه ۲۳۱
پدیده‌های رفتاری حشرات ۲۳۲
قابلیت نور در جمع‌آوری حشرات ۲۳۳
طراحی ابزارهای جمع‌آوری مبتنی بر نوری ۲۳۴
تله‌های نوری ۲۳۵
تله نوری چهار طرفه ۲۳۹
تله رابینسون ۲۴۰
تله ویلکینسون ۲۴۳
تله نوری اتاقکی ۲۴۵
تله نیوجرسی ۲۴۶
تله نوری خاکی ۲۴۹
تله نوری - تشتکی فارو ۲۵۱
صفحات نوری ۲۵۲

تله نوری پاتریک ۲۵۶
انواع لامپ‌ها و منابع نور ۲۵۷
لامپ‌های رشته‌ای ۲۵۸
لامپ‌های گازی ۲۵۹
گروه اول: لامپ‌های گازی پرفشار ۲۵۹
لامپ‌های جیوه‌ای ۲۵۹
لامپ‌های هالوژن – فلزی ۲۶۰
گروه دوم: لامپ‌های گازی کم‌فشار ۲۶۱
لامپ‌های بخار سدیم ۲۶۱
لامپ‌های لوله‌ای فلوئورسنت ۲۶۲
لامپ‌های ال ای دی ۲۶۴
نکات عمومی ۲۶۶
اهمیت فاصله در واکنش حشرات شب‌پرواز به نور ۲۶۶
اثر عوامل محیطی غیرزنده بر جلب‌شدن حشرات به نور ۲۶۷
منبع تولید الکتریسیته ۲۷۱
تأثیر روشنایی شهرها بر فون حشرات ۲۷۳
فهرست منابع ۲۷۴

فصل دهم: جمع‌آوری بندپایان از خاک و خاک‌برگ

مقدمه ۲۷۹
اهمیت شناخت فون خاک و لزوم محافظت از آن ۲۸۱
روش‌های نمونه‌برداری از خاک ۲۸۱
روش‌های صحرایی ۲۸۲
نمونه‌برداری مستقیم ۲۸۲
روش‌های مبتنی بر غربال کردن ۲۸۳
غربال جداکننده وینکلر– واگنر ۲۸۳
تله‌های خاکی ۲۸۶
تله خاکی باربِر ۲۸۶
تله خاکی لوله‌ای ۲۸۷
دامنه کاربرد تله‌های خاکی ۲۸۸
نصب تله‌های خاکی ۲۸۹
تله‌خاکی نوردلندر ۲۹۳
تله خاکی پلکانی ۲۹۴
کاربرد طعمه و مواد جلب‌کننده در تله خاکی ۲۹۴

عوامل موثر بر کارایی تله‌های خاکی ۲۹۵
روش‌های نمونه‌برداری خاص از خاک ۲۹۸
نمونه‌برداری فعال ۲۹۸
تله خاکی زیرزمینی ۲۹۸
روش‌های آزمایشگاهی ۳۰۰
روش‌های جداسازی مکانیکی یا غیر فعال ۳۰۱
روش صاف‌کردن ۳۰۲
روش شناورسازی ۳۰۲
روش خاک‌شویی ۳۰۲
روش‌های جداسازی فعال ۳۰۳
قیف برلیز – تولگرین ۳۰۴
جداکننده موزارسکی ۳۰۹
توصیه‌های عمومی ۳۱۲
فهرست منابع ۳۱۵

فصل یازدهم: تله‌های تشتکی

مقدمه ۳۲۱
طراحی و استفاده از تله تشتکی ۳۲۲
رنگ تله‌های تشتکی ۳۲۳
ارتفاع محل نصب تله تشتکی ۳۲۴
مواد نگهدارنده در تله تشتکی ۳۲۸
تله‌های تشتکی دارای صفحات عمودی ۳۳۱
تله باله‌دار آبی ۳۳۲
ترکیب تله تشتکی و تله نوری ۳۳۲
نکات عمومی ۳۳۳
فهرست منابع ۳۳۵

فصل دوازدهم: جمع‌آوری بندپایان از کانوپی درختان

مقدمه ۳۳۷
روش‌های نمونه‌برداری مستقیم ۳۳۸
روش غیر مستقیم نمونه‌برداری از کانوپی ۳۳۹
استفاده از دستگاه دودزا (و مه‌پاش) ۳۴۱
حشره‌کش و ماده حامل ۳۴۲
نصب صفحات جمع‌آوری ۳۴۴

اثرات منفی روش مه‌پاشی ۳۴۶
تله‌گذاری روی کانوپی ۳۴۷
فهرست منابع ۳۴۸

فصل سیزدهم: پرورش حشرات و سایر بندپایان

مقدمه ۳۵۱
نگهداری موقت نمونه‌های زنده ۳۵۳
نگهداری و پرورش بلندمدت نمونه‌ها ۳۵۵
ظروف و قفس‌های پرورش ۳۵۷
شرایط پرورش ۳۶۰
درجه حرارت ۳۶۱
خواب و دیاپوز ۳۶۱
نور و ساعات روشنایی ۳۶۲
تغذیه ۳۶۲
پرورش عنکبوت‌ها ۳۶۳
پرورش مینوزها ۳۶۴
پرورش پارازیتوییدها ۳۶۶
برخی مشکلات رایج در پرورش بندپایان ۳۷۰
تثبیت و نگهداری نمونه‌های پرورش یافته ۳۷۱
انتقال نمونه‌های زنده حشرات ۳۷۱
اقدامات احتیاطی ۳۷۳
فهرست منابع ۳۷۴

فصل چهاردهم: تله‌های خروج

مقدمه ۳۷۷
استفاده از تله‌های خروج در شرایط صحرایی ۳۷۹
قفس‌های کیسه‌ای ۳۷۹
تله‌های خروج هرمی ۳۸۰
تله خروج زمینی ۳۸۲
تله خروج درختی ۳۸۳
استفاده از تله خروج در شرایط آزمایشگاهی ۳۸۵
فهرست منابع ۳۸۸

فصل پانزدهم: جمع‌آوری حشرات و بندپایان آب‌زی

مقدمه ۳۸۹
ابزارهای جمع‌آوری در آبهای راکد یا با جریان محدود ۳۹۲
تورهای مخصوص جمع‌آوری حشرات آب‌زی ۳۹۲
تورهای با حلقه دی – شکل ۳۹۳
تور مسطح ۳۹۴
تور ایستا ۳۹۶
تله‌های آبی ۳۹۷
تله‌های خروج زیرسطحی ۳۹۸
تله‌های خروج سطحی ۴۰۰
تله‌های کشیدنی ۴۰۳
تله بطری ۴۰۵
ابزارهای جمع‌آوری در آبهای جاری ۴۰۶
تور رانشی ۴۰۸
تور ساربر ۴۰۹
محفظه نمونه‌برداری Hess ۴۱۰
جمع‌آوری حشرات آب‌زی داخل حفرات آبی روی درختان ۴۱۱
جمع‌آوری کنه‌های آب‌زی ۴۱۴
فهرست منابع ۴۱۶

فصل شانزدهم: تله‌های جمع‌آوری اختصاصی

مقدمه ۴۱۹
تله چند قیفی ۴۲۰
تله حایل صفحه‌ای ۴۲۲
تله پروانه ۴۲۲
تله درختی ۴۲۷
تله مقوایی ۴۲۹
تله‌های طعمه‌ای و فرمونی ۴۳۱
تله‌های چسبنده ۴۳۵
تله‌های بدل ۴۳۶
تله‌های مکنده ۴۴۰
تله‌های صوتی ۴۴۲
فهرست منابع ۴۴۴

فصل هفدهم: جمع‌آوری بندپایان از پوست و تنهٔ درختان

مقدمه ۴۴۷
زیستگاه‌ها و روش‌های جمع‌آوری ۴۴۸
پوست و تنهٔ درختان مرده ۴۴۹
محل تماس تنه‌های مُرده با خاک ۴۵۰
فهرست منابع ۴۵۱

فصل هجدهم: جمع‌آوری بندپایان انگل خارجی

مقدمه ۴۵۳
انگل‌های خارجی مهره‌داران ۴۵۴
جداسازی بندپایان از میزبان‌های زنده ۴۵۴
استفاده از حشره‌کش‌ها ۴۵۵
گازدهی ۴۵۶
جداسازی بندپایان انگل از میزبان‌های مرده ۴۵۸
لانه‌ها پرندگان و پستانداران ۴۶۰
جمع‌آوری مستقیم ۴۶۱
انگل‌های خارجی بی‌مهرگان ۴۶۲
فهرست منابع ۴۶۵

پیشگفتار

گسستگی و کمبود اطلاعات در زمینهٔ روش‌های اصولی و علمی جمع‌آوری نمونه‌های بندپایان خشکی‌زی به عنوان بخشی از ضعف‌های مهم توسعهٔ علم رده‌بندی، ماهیتاً به دلیل عدم شکل‌گیری موزه‌ها و مجموعه‌های استاندارد نگهداری این نمونه‌ها، کمتر مورد توجه قرار گرفته است. با این وجود دانشجویان و محققان علاقمند به طور مستقل یا در ارتباط با مجموعه‌های بین‌المللی، همواره در جستجوی منابع مناسب برای کسب شناخت کافی از اصول و روش‌های جمع‌آوری و نگهداری نمونه‌های بندپایان مورد مطالعه هستند. خوشبختانه در سال‌های اخیر، توسعهٔ همکاری بین متخصصان داخلی و خارجی منجر به ایجاد انسجام عمومی در مطالعه علمی بزرگ‌ترین گروه جانوری شده که انتظار می‌رود علاوه بر تقویت موزه‌ها و مجموعه‌های موجود، زمینهٔ مناسبی برای تبیین ارزش نمونه‌ها و منابع علمی نیز فراهم شود.

مطرح شدن عبارت "روش‌های جمع‌آوری" بندپایان، در اغلب موارد تصویری بسیار محدود و کم‌اهمیت را در ذهن افراد ایجاد می‌کند. این تصور تا حد زیادی برگرفته از محدودیت اطلاعات مندرج در منابع عمومی و یا پراکندگی آنها در منابع تخصصی می‌باشد، به نحوی که بسیاری از دانشجویان، حتی با مفاهیم و ابزارهای اولیه نیز آشنایی ندارند. بخشی از اطلاعات در موضوع روش‌های جمع‌آوری، مشتمل بر همان اصول اولیه مندرج در منابع منتشر شده عمومی است، اما با توجه به سرعت توسعه علم و گسترش فناوری، به طور پیوسته ابعاد جدیدی از ویژگی‌های زیستی و رفتاری بندپایان آشکار شده و روش‌های بهتری برای جستجو، جمع‌آوری و نگهداری آنها معرفی می‌شود. حشرات به عنوان موفق‌ترین گروه جانوری به همراه گروه‌های دیگری از بندپایان مانند کنه‌ها و عنکبوت‌ها در مکان‌های بسیار متنوع از نوک درختان مرتفع گرفته تا عمق غارهای زیرزمینی، کف رودخانه‌ها و آبگیرها زندگی می‌کنند. با توجه به تنوع بسیار زیاد در اندازه بدن، خصوصیات زیستی و رفتاری، جمع‌آوری بندپایان در هر یک از این زیستگاه‌ها مستلزم اجرای روش‌ها و دستورالعمل‌های خاص است. بسیاری از گونه‌های کمیاب فقط در دورهٔ زمانی و زیستگاه‌های خاص یافت می‌شوند و فقط متخصصان آن گروه‌ها می‌توانند با صرف تجربه و وقت زیاد آنها را پیدا کنند.

با توجه به قدمت و سابقهٔ علم رده‌بندی و ملزومات آن، مشتمل بر روش‌های مناسب جمع‌آوری نمونه‌های بندپایان، منابع علمی جدید نیز بسیار متفرق بوده و بیش از جنبه عمومی به جزییات روش‌های تخصصی می‌پردازند. به‌علاوه، برنامه‌های جمع‌آوری محدود، به دلیل فزونی یافتن اهمیت موضوعاتی مانند تخریب زیستگاه‌ها و حفظ تنوع گونه‌ای، با استحالهٔ شدید در حال تبدیل به برنامه‌های وسیع و همه‌جانبه برای جمع‌آوری و شناسایی کامل فون بندپایان زیستگاه‌های خاص است. اجرای چنین برنامه‌هایی نیز مستلزم شناخت و مدیریت صحیح روش‌های مختلف و متنوع برای جمع‌آوری نمونه‌ها است. موضوع بسیار مهم دیگر، روش‌های آماده‌سازی، انتقال و نگهداری نمونه‌های ارزشمند بندپایان است که در اغلب منابع در فصول جداگانه به آن پرداخته شده است.

کتاب حاضر با هدف تامین یک منبع علمی نسبتاً کامل حاوی اطلاعات به‌روز، مبتنی بر عمده‌ترین منابع علمی و همچنین تجارب نویسنده در جمع‌آوری گروه‌هایی از بندپایان، ویژهٔ دانشجویان و محققان علاقمند به

مطالعهٔ حشرات و سایر بندپایان تدوین گردیده است. فصل‌بندی کتاب به نحوی است که در همان ابتدا نکات متعدد و مهمی که هر فرد ممکن است با آنها روبرو می‌شود ارایه شده و سپس هر یک از روش‌ها و ابزارها، به طور اختصاصی معرفی شده‌اند. تلفیق محتوا به جهت کاربردی شدن، همواره شامل دستورالعمل‌هایی مفید برای استفاده بهینه از ابزارها، نحوهٔ ساخت انواع ساده، ویژگی‌های خاص هر ابزار و انعطاف‌پذیری آن برای به‌کارگیری در شرایط مختلف می‌باشد. بسیاری از این ابزارها به صورت ابتکاری و با صرف هزینه اندک قابل ساخت بوده و نیاز به صرف هزینه زیاد برای تهیهٔ انواع تجاری نیست. در موارد متعدد حفظ نکات ایمنی مرتبط با سلامت افراد در سفرهایی که با هدف جمع‌آوری نمونه انجام می‌شود نیز متذکر شده است.

هر چند با توجه به وسعت علم مطالعه بندپایان، هرگز نمی‌توان به طور کاملاً تخصصی به جزییات هر یک از روش‌های جمع‌آوری پرداخت، اما امید است محتوای این کتاب، زمینه‌ساز ایجاد انگیزه و تربیت نسل جدید محققان رشته‌های مختلف مرتبط با مطالعه بندپایان در کشور باشد. بخش زیادی از مباحث، مشتمل بر اصول و روش‌های آماده‌سازی و نگهداری نمونه‌ها به صورت علمی، جایگاه و عملکرد موزه‌های حشره‌شناسی، فناوری‌های جدید مطالعه بندپایان به انضمام بخشی از روش‌های اختصاصی جمع‌آوری در جلد دوم این کتاب ارایه گردیده است. به طور قطع، دریافت نظرات سازنده مخاطبان این کتاب، زمینهٔ ارتقای محتوا و دامنهٔ موضوعی آن را در نُسخ بعدی فراهم خواهد نمود. در همین مرحله از مشارکت دانشجویان بخش حشره‌شناسی دانشگاه زابل به جهت همکاری در بخش مطالعات صحرایی، شامل آقایان بهنام معتمدی‌نیا، مصطفی غفوری‌مقدم، حسین‌علی درفشان، علی‌رضا ارجمندی، فرزاد میناب، محمدعلی عرب‌زاده، حِماد داوری، زُهیر شریفی، خانم‌ها ملیحه خسروی، مریم زردویی، زهرا رحمانی، فاطمه جهانتیغ، معصومه عنایت‌نیا و ناهید خواجه کمال تشکر و امتنان را دارم. سایر همکاران، جناب آقای علی‌رضا زمانی، حمیدرضا حاجی‌قنبر، علی عامری، سمیرا فیض‌پور، امیر طالبی، بهزاد زادهوش، و متخصصان غیر ایرانی که اسامی آنها در ذیل درج شده است در نهایت همکاری، تصاویر ارزشمندی را برای درج در بخش‌های مختلف کتاب در اختیار نویسنده قرار داده‌اند: Alihan Katlav، Christian Schmid-Egger، Cornelis van Achterberg، Fransico Javi Peris-Felipo، Martin Steinbauer و Shirley Nelson. درج اسامی برخی شرکت‌های تولیدکننده ابزار جمع‌آوری به منزلهٔ معرفی و تایید تجاری آنها نبوده و صرفاً جهت اطلاع خوانندگان می‌باشد.

احسان رخشانی
زمستان ۱۳۹۶

مقدمه

بندپایان، متشکل از حشرات، کنه‌ها، عنکبوت‌ها و اَنساب آنها، موفق‌ترین گروه موجودات زنده روی کرهٔ زمین هستند. این موجودات در اغلب زیستگاه‌های روی خشکی‌ها و حتی زیستگاه‌های آبی یافت می‌شوند و اهمیت زیادی در چرخه‌های زیستی دارند[۱۲]. حشرات با دارا بودن قدمت بیش از ۴۰۰ میلیون سال، قدرت انطباق و سازگاری زیادی برای زندگی در نقاط مختلف کرهٔ زمین به‌دست آورده‌اند. این گروه بزرگ جانوری، بسیار فراوان بوده و در همه جا یافت می‌شوند. از نواحی نزدیک به قطبین گرفته تا استوا، از نواحی با ارتفاع هم‌سطح دریا تا ارتفاعات بسیار بلند و از صحراهای بسیار خشک تا نواحی پرباران می‌توان گونه‌هایی از بندپایان را یافت. تخمین زده می‌شود که در هر مرحله زمانی، عددی به بزرگی 10^{18} حشره در روی کرهٔ زمین زندگی می‌کنند. در هر حال، حشرات بخش بزرگی از حیات کرهٔ زمین را تشکیل داده و آمار گونه‌های توصیف شده، تنها بخش کوچکی از گونه‌های موجود که ممکن است به صدمیلیون گونه برسد را در بر می‌گیرد. نکتهٔ مهم و واضح این است که کرهٔ زمین بین ما و حدود ۵–۱۵ میلیون گونهٔ دیگر به اشتراک گذاشته شده و در این بین، حشرات سهم بسیار زیادی دارند[۵].

اغلب حشرات خشکی‌زی هستند، اما تعداد قابل ملاحظه‌ای از آنها نیز در زیستگاه‌های آبی زندگی می‌کنند. برخی حشرات مانند سن‌های خانواده Gerridae همهٔ عمر خود را در سطح آب صرف می‌کنند[۵]. حشرات، نه تنها به رنگ‌ها و شکل‌های بسیار متنوع هستند، بلکه سازگاری اکولوژیک بی‌نظیری نسبت به سایر گروه‌های جانوری دارند. با این وجود، برای استقرار در دریاها و اقیانوس‌ها موفقیت چندانی بدست نیاورده‌اند[۲]. نظریات

مختلفی در این خصوص وجود دارد که برخی از آنها صرفاً به یک عامل مانند غلظت پایین کلسیم در آب دریا اشاره داشته[۷] و برخی دیگر مبتنی بر ترکیبی از پدیده‌های شیمیایی، فیزیکی و زیستی هستند[۶، ۱۵]. این‌که این عوامل چگونه مانع حضور موفق‌ترین گروه جانوری در آب دریاها شده‌اند به خوبی مشخص نیست. حدود ۲۵ تا ۳۰ هزار گونه از حشرات حداقل در مرحله‌ای از زندگی خود آب‌زی بوده و حدود چندصد گونه از آنها محدودهٔ زیستی خود را از ساحل دریا به داخل آب گسترش داده‌اند. گونه‌های متعددی از حشرات، در آب‌های ساحلی فعالیت می‌کنند و برخی از آنها مانند گونه‌های دوبالان خونخوار به لحاظ بهداشتی و پزشکی دارای اهمیت هستند[۲].

حشرات در تداوم عملکرد اکوسیستم‌های طبیعی بسیار مهم هستند و در صورتی که تمهید لازم برای حفاظت از حشرات مفید در نظر گرفته نشود کرهٔ زمین جای مناسبی برای زیستن انسان نخواهد بود[۱]. جمعیت بی‌شمار حشرات، شامل گونه‌های گیاه‌خوار، شکارگر و پارازیتویید بخش اصلی زنجیره‌های غذایی در خشکی‌ها و برخی اکوسیستم‌های آبی را تشکیل می‌دهند. گرده‌افشانی بیش از یک‌چهارم گونه‌های گیاهی به حشرات بستگی دارد. حتی با داشتن دیدگاه کاملاً انحصارگرایانه، باید در نظر داشت که بدون حشرات گرده‌افشان یک سوم کل مواد غذایی از دسترس خارج می‌شود و اکوسیستم‌ها در سطح جهانی دچار از هم گسیختگی می‌شوند. به طور کلی بندپایان جایگاه بسیار مهمی در زنجیره‌های غذایی و بقای سایر موجودات زنده دارند[۱۲]. حشرات یکی از عوامل اصلی گردش مواد غذایی در چرخه‌های اکولوژیک بوده و نقش مهمی در تجزیه مواد آلی، از بین بردن لاشهٔ حیوانات و فضولات آنها و غنی‌سازی خاک دارند. فرآورده‌های بسیار ارزشمندی مانند ابریشم، عسل، موم، مواد دارویی و رنگ‌های طبیعی مختلف از حشرات بدست می‌آیند. بسیاری از گونه‌های حشرات به عنوان عوامل کنترل بیولوژیک در مهار جمعیت آفات گیاهی (اغلب شامل سایر حشرات و کنه‌ها) و علف‌های هرز اهمیت دارند. گونه‌های مختلفی از حشرات به عنوان بخشی از رژیم غذایی برخی جوامع بشری مطرح بوده و در مواردی جایگاه ویژه‌ای در تاریخ و هنر پیدا کرده‌اند[۵]. بنا به این دلایل و موارد بسیار دیگر، مطالعهٔ حشرات و سایر بندپایان روز به روز اهمیت بیشتری پیدا می‌کند. اهم این موضوعات، مشتمل بر حفظ محیط زیست، کاهش مصرف آفت‌کش‌ها، افزایش بازدهی محصولات کشاورزی، کاهش قیمت فراورده‌های غذایی و موارد دیگر می‌باشد[۱۲].

حشرات به لحاظ خسارتی که ایجاد می‌کنند نیز واجد اهمیت هستند. به طور متوسط یک پنجم همهٔ محصولات کشت شده در سطح جهانی، توسط حشرات خورده می‌شوند. برخی گونه‌های آفت، به محصولات کشاورزی قبل و بعد از برداشت خسارت می‌زنند و برخی نیز ناقلین عوامل بیماری‌زای انسانی و دامی هستند. در عین حال، خسارت ناشی از این گروه‌ها، در مقایسه با فواید بسیار زیاد حشرات و بندپایان بسیار ناچیز است. با این وجود، بایستی اطلاعات کافی در مورد آفات (و دشمنان طبیعی) آنها به منظور یافتن روش‌های مناسب مهار خسارت آنها، جمع‌آوری شود. شناسایی دقیق گونهٔ آفت یا ناقل بیماری گیاهی اهمیت بسیار زیادی دارد. نام علمی هر گونه، کلید دسترسی به کلیهٔ اطلاعات گردآوری شده در خصوص آن گونه مشتمل بر زیست‌شناسی، رفتار و میزان خسارت‌زایی آن به شمار می‌رود[۱۲]. انواع بسیار مختلفی از بیماری‌های انسانی، جانوری و گیاهی توسط حشرات منتقل می‌شوند. از هر شش انسان در سطح جهانی، یک نفر در طول عمر خود

از بیماری‌های ناشی از حشرات رنج برده است. بدون در نظر گرفتن پدیده‌هایی مانند نیش‌زدگی توسط حشرات و آلرژی، فهرستی از بیماری‌ها مانند تیفوس، مالاریا، بیماری خواب، کوری، چاگاز، تب زرد، تب خندق، فیلاریوز، لویاز (Loiasis)، سالک (Leishmaniasis)، تیفوییید و موارد دیگر را می‌توان نام برد که توسط حشرات به انسان منتقل می‌شوند[۳، ۴، ۱۳]. حشرات، عامل از بین رفتن فراورده‌های غذایی انبار شده و تخریب مواد ساخته شده از چوب نیز هستند.

به طور کلی مطالعهٔ بندپایان بسیار ارزشمند بوده و یافته‌ها و نتایج تحقیقات و مشاهدات هر فرد به مجموعهٔ اطلاعات و دانش موجود در مورد این موجودات افزوده می‌شود. بسیاری از گونه‌ها، هنوز ناشناخته بوده و برای متخصصان تاکسونومیست بسیار جالب هستند. هزاران گونه از بندپایان شناخته شده و ناشناخته وجود دارند که زیست‌شناسی تعداد انگشت‌شماری از آنها بررسی شده و در مورد بقیه نیز هیچ اطلاعاتی وجود ندارد. سفر به مناطق خاص و استفاده از دانسته‌ها و اطلاعات کسب شده برای جمع‌آوری حشرات می‌تواند بسیار جذاب باشد. از طرف دیگر باید توجه داشت که ممکن است در برخی مناطق بتوان بندپایان خاص، عجیب و کمیابی را یافت. وجود چنین تمایل و علاقمندی، دانشمندان و مکاشفان را طی قرن‌های متمادی به جستجو واداشته است.

همواره باید به طور جدی به ویژگی‌های منطقه‌ای که قرار است با آنجا سفر کنیم توجه داشته باشیم. دلیل این سفر باید کاملاً موجه و منطقی باشد. در اغلب موارد حداقل ۲۵ درصد نتیجه یک سفر علمی به دلیل مشکلات مختلف مانند عدم سازگاری افراد، بیماری، شرایط نامساعد جوی و دیگر موارد پیش‌بینی نشده کاملاً بی‌ثمر می‌شود. کلید موفقیت در این موارد، طرح‌ریزی یک برنامهٔ جامع و آمادگی کامل برای سفر نمونه‌برداری است[۵]. رفتار بسیاری از گونه‌های حشرات یا کنه‌ها را در طبیعت می‌توان از نزدیک مشاهده و بررسی نمود، اما بسیاری از گونه‌ها خصوصاً انواع ریزجثه را باید به دقت جمع‌آوری، نگهداری و سپس شناسایی نمود. شناسایی دقیق گونه‌ها اغلب کار بسیار دشواری است. به همین لحاظ فرایند جمع‌آوری و نگهداری نمونه‌ها با دقت زیاد و با رعایت نکات علمی انجام شود. برخی از نمونه‌های بسیار ریز را باید در زمان مطالعه اسلاید نمود. همچنین مطالعهٔ برخی جزییات بدن نمونه‌های با جثهٔ متوسط نیز نیازمند تشریح و تهیه اسلاید میکروسکوپی است. در غیر این صورت شناسایی بسیار دشوار یا غیر ممکن بوده و ثبت و دسترسی به اطلاعات مربوط به آن گونه نیز میسر نمی‌شود[۱۲]. با توجه به تنوع حشرات و سایر بندپایان، ابزارهای بسیار متنوعی برای جمع‌آوری و نگهداری آنها مورد نیاز است. این‌که چه گروه‌هایی و به چه تعدادی جمع‌آوری شوند نیز به اهداف اصلی عملیات نمونه‌برداری بستگی دارد. نظر افراد تازه‌کار در ابتدا به نمونه‌های خاصی از حشرات جلب شده و در مراحل بعد علاقمندی آنها بیشتر می‌شود. اغلب افراد در شروع برنامهٔ نمونه‌برداری سعی می‌کنند هر نمونه‌ای که پیدا می‌کنند را جمع‌آوری نمایند. دانشجویان رشته‌های زیست‌شناسی و حشره‌شناسی بایستی مجموعه‌ای از حشرات راسته‌های مختلف تهیه کنند. هدف اغلب دانشجویان از جمع‌آوری نمونه‌ها حشرات، انجام تکالیف محوله مربوط به دروس است[۱۴]. تجربه و دانش به‌دست آمده با تهیه مجموعه‌های عمومی حشرات اهمیت زیادی در کمک به افراد برای انتخاب یک گروه به منظور مطالعهٔ تخصصی دارد. بر این اساس، علی‌رغم تنوع و تعداد بسیار زیاد حشرات، علاقمندی افراد اغلب به سمت یک یا دو گروه عمده از حشرات، عنکبوت‌ها و کنه‌ها سوق

داده می‌شود[۱۲]. بسیاری از زیست‌شناسان برجستهٔ جهان نیز دانش اولیه خود از علم زیست‌شناسی را به همین شکل بدست آورده‌اند. اکولوژیست‌ها، فیزیولوژیست‌ها و تاکسونومیست‌ها، مجموعه‌های حشرات را به منظور مطالعه، گردآوری و نگهداری می‌کنند. برخی افراد نیز کار جمع‌آوری را با هدف تهیه مجموعه‌های تزئینی انجام می‌دهند[۱۴].

روش‌های جمع‌آوری و نگهداری حشرات، کنه‌ها و سایر بندپایان تا حد زیادی به هدف نهایی بستگی دارد. جمع‌آوری حشرات می‌تواند به عنوان یک سرگرمی فردی، توسط افراد علاقمند انجام شود. گروه‌های خاص حشرات را می‌توان به منظور مطالعهٔ تنوع زیستی جمع‌آوری و شناسایی نمود. حشرات آب‌زی اغلب به عنوان شاخصی از تغییرات کیفیت آب (آلودگی) مطرح هستند. به طور کلی ممکن است در کنار شناسایی، اهداف دیگری مانند مطالعات فیزیولوژیک، اکولوژیک، مولکولی و سیستماتیک نیز وجود داشته باشد که روش نمونه‌برداری و نگهداری نمونه را تحت تاثیر قرار می‌دهد[۱۲]. این موضوع یکی از اصول مهم در علم تاکسونومی بوده و بدون آن اعتبار آرایه‌ها (Taxa)ی توصیف شده به کلی از بین می‌رود. در برخی مطالعات بیولوژیک، بررسی مجدد نمونه‌های مرجع در رفع ابهامات موجود در نتایج تاثیر بسیار زیادی داشته است، به نحوی که مشخص شده تشخیص گونه به درستی انجام نشده و اطلاعات بدست آمده مربوط به گونه مندرج در آن مقاله نیست[۱۴]. به طور کلی در نمونه‌برداری‌های علمی جمع‌آوری حداقل ۲۰ نمونه یا حتی بیشتر مطلوب است. در صورت وجود مراحل و بالغ و نابالغ به صورت توأم ترجیحاً باید همهٔ مراحل جمع‌آوری شوند. در این موارد البته روش نگهداری نمونه‌ها اغلب متفاوت است. نمونه‌های مازاد را می‌توان حذف یا با سایر محققین مبادله کرد. در بسیاری از موارد نیز جمع‌آوری تعداد کافی از نمونه‌های مورد نیاز امکان پذیر نیست. همچنین شناسایی مراحل نابالغ حشرات و کنه‌ها اغلب غیر ممکن است. در این گونه موارد باید اقدام به نگهداری و پرورش نمونه‌های زنده نمود تا زمانی که افراد کامل ظاهر شوند[۸، ۹، ۱۰]. گاهی اوقات، عکس‌برداری و تهیه تصاویر مناسب از نمونه‌های زنده در زمان جمع‌آوری کمک زیادی به شناسایی می‌کند. کسانی که در حرفهٔ عکاسی تجربه داشته و از حشرات عکس‌برداری می‌کنند نیز در صورتی که علاقمند به دانستن نام آنها هستند باید نمونه‌ها را به نحو مناسب جمع‌آوری کنند. خصوصیات ریز افتراقی اغلب به خوبی در تصاویر دیده نمی‌شوند[۱۲]. مجموعه‌های حشرات که با اهداف و رویکردهای مختلف جمع‌آوری می‌شوند شامل نمونه‌هایی از یک ناحیهٔ خاص و یا مناطق پراکنده هستند. در مواردی نیز حشرات یک گروه خاص از تمام مناطق انتشارشان در این مجموعه‌ها دیده می‌شوند. جمع‌آوری تعداد کافی از نمونه‌های حشرات با هدف انجام مطالعات علمی ضروری است. جمع‌آوری تعداد کافی و حفظ نمونه‌ها، اهمیت زیادی در اعتبار نتایج تحقیقات منتشر شده دارد. بسیاری از مطالعات به دلیل عدم وجود نمونه‌های مرجع (Voucher)، فاقد ارزش علمی هستند. این نمونه‌ها بایستی به دقت در یک مکان مناسب مانند موزه‌های وابسته به موسسات معتبر نگهداری شده و در مطالب منتشر شده نیز به طور دقیق به آنها ارجاع داده شود[۱۴].

با توجه به توسعهٔ برخی جنبه‌های مطالعاتی خصوصاً مبتنی بر توالی DNA امروزه توجه ویژه‌ای به شرایط جمع‌آوری و نگهداری نمونه‌ها به منظور حفظ کمیت و کیفیت محتوای DNA نمونه‌ها وجود دارد[۱۱]. باید توجه داشت که بهترین شرایط برای حفظ بهتر DNA ممکن است با روش نمونه‌برداری و نگهداری نمونه‌ها در حالت

عادی متناسب نباشد. ممکن است مواد تثبیت‌کنندهٔ رایج در مراحل بعدی استخراج و تکثیر بخش‌هایی از DNA اختلال ایجاد کند. روش‌های جمع‌آوری و نگهداری حشرات از مراحل بسیار ساده تا پیچیده متغیر هستند. گاهی اوقات با استفاده از روش‌ها و ابزار ساده و کم‌هزینه می‌توان به نتایج مطلوب دست یافت. در اغلب موارد، افراد نمی‌توانند نمونه‌های جمع‌آوری شده را به مدت طولانی نگهداری کنند. توصیه می‌شود این نمونه‌ها به موزه‌های وابسته به موسسات علمی منتقل شوند. گاهی اوقات در این مجموعه‌ها، نمونه‌های کمیاب و ارزشمندی یافت می‌شود که البته ارزش علمی آنها تا حد زیادی به روش نگهداری بستگی دارد. ترکیبات شیمیایی مختلف در مراحل جمع‌آوری، آماده‌سازی و نگهداری نمونه‌ها استفاده می‌شوند که برخی از آنها ممکن است بسیار خطرناک باشند. همواره باید در استفاده از این موارد دقت کافی لحاظ شده و بهتر است در ابتدا ویژگی‌های شیمیایی و بیولوژیک آنها از روی برچسب بسته‌بندی آنها مطالعه شود[۱۴].

References

1. Berenbaum, M.R. (1995). *Bugs in the System: Insects and their Impact on Human Affairs*. Addison Wesley, Reading, Massachusetts.
2. Cheng, L. (ed.) (1976). *Marine Insects*. North Holland Publishers. Amsterdam.
3. Kettle, D.S. (1990). *Medical and Veterinary Entomology*. C.A.B. International, Wallingford, Oxon.
4. Lane, R.P., & Crosskey, R.W. (1993) Medical Insects and Arachnids. Springer, Netherlands.
5. MacGavin, G.C. (1997). *Expedition Field Techniques: Insects and Other Terrestrial Arthropods*. Royal Geographical Society, London.
6. Mackerras, I.M. (1950). Marine insects. *Proceedings of the Royal Society of Queensland*, 61, 19-29.
7. Pruthi, H.S. (1932). Colonization of the sea by insects. *Nature*, 130, 312.
8. Rakhshani, E., Kazemzadeh, S., Starý, P., Barahoei, H., Kavallieratos N.G., Ćetković, A., Popović, A., Bodlah, I., & Tomanović, Ž. (2012a). Parasitoids (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae) of northeastern Iran: Aphidiine-aphid-plant associations, key and description of a new species. *Journal of Insect Science*, 12:143.
9. Rakhshani, E., Starý, P., & Tomanović, Ž. (2012b). Species of *Adialytus* Förster, 1862 (Hymenoptera, Braconidae, Aphidiinae) in Iran: taxonomic notes and tritrophic associations. *ZooKeys*, 221, 81-95.
10. Rakhshani, E., Starý, P., & Tomanović, Ž. (2013). Tritrophic associations and taxonomic notes on *Lysiphlebus fabarum* (Marshall) (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae), A keystone aphid parasitoid in Iran. *Archives of Biological Science, Belgrade*, 65(2), 667-680.
11. Rakhshani, E., Starý, P., Pérez Hidalgo, N., Čkrkić, J., Ghafouri Moghaddam, M., Tomanović, S., Petrović, A., & Tomanović, Ž. (2015). Revision of the world *Monoctonia* Starý, parasitoids of gall aphids: taxonomy, distribution, host range, and phylogeny (Hymenoptera, Braconidae: Aphidiinae). *Zootaxa*, 3905(4), 474-488.
12. Schauff, M.E. (ed.) (2001). *Collecting and Preserving Insects and Mites: Techniques & Tools*. Systematic Entomology Laboratory, USDA.
13. Service, M.W. (2012) *Medical Entomology for Students*. Cambridge University Press, New York.
14. Upton, M.S., & Mantle, E.L. (2010). *Methods for Collecting, Preserving and Studying Insects and other Terrestrial Arthropods*. Australian Entomological Society, Canberra, Australia.
15. Usinger, R.L. (1957). Marine insects. *Geological Society of America Memoirs*, 67, 1177-1182.