

پرتاران

تألیف

دکتر کامران رضایی توابع
عضو هیأت علمی دانشگاه تهران

دکتر بهاره صمدی کوچکسرائی
(دکتری بوم‌شناسی دریا)

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

فهرست مطالب

| | | |
|--------|--|-------|
| ش | پیشگفتار مؤلفان | ..... |
| ض | مقدمه | ..... |
| ۱ | فصل اول: تکامل و فیلوژنی پرتاران | ..... |
| ۱-۱ | تکامل (فرگشت) | ..... |
| ۱-۱-۱ | فیلوژنتیک (تبارزایش) | ..... |
| ۱-۱-۲ | ساخت درخت فیلوژنی | ..... |
| ۱-۱-۳ | فیلوژنتیک مولکولی | ..... |
| ۱-۱-۴ | تبادل ژن | ..... |
| ۱-۱-۵ | نمونه‌گیری تاکسون و علامت فیلوژنتیکی | ..... |
| ۱-۱-۶ | نقش سنگواره‌ها | ..... |
| ۱-۱-۷ | هموپلازی چیست؟ | ..... |
| ۲-۱ | تکامل بی‌مهرگان، فیلوژنی کرم‌های حلقوی و پرتاران | ..... |
| ۲-۱-۱ | یافته‌های فسیلی | ..... |
| ۲-۱-۲ | پالانه‌داران | ..... |
| ۲-۱-۳ | تاکسون Sipuncula | ..... |
| ۲-۱-۴ | روابط با گروه پرتاران | ..... |
| ۲-۱-۵ | خانواده Phyllocidae و پرتاران پلاژیک | ..... |
| ۲-۱-۶ | پرتاران پلاژیک | ..... |
| ۲-۱-۷ | خانواده Alciopidae | ..... |
| ۲-۱-۸ | خانواده Lopadorhynchidae | ..... |
| ۲-۱-۹ | خانواده Tomopteridae | ..... |
| ۲-۱-۱۰ | گروه‌های کوچک پلاژیک | ..... |
| ۲-۱-۱۱ | پرتاران پلاژیک غیر از Phyllocidها | ..... |
| ۲-۱-۱۲ | جایگاه Alciopidae و چند پرتار پلاژیک دیگر | ..... |
| ۲-۱-۱۳ | گونه‌های پنهان | ..... |

| | |
|----|--|
| ۲۵ | فصل دوم: ریخت‌شناسی و آناتومی پرتاران |
| ۲۵ | ۱-۲ بخش‌های خارجی بدن پرتاران و ضمائم آن |
| ۲۵ | ۱-۱-۲ بافت پوششی |
| ۲۵ | ۲-۱-۲ بخش سر |
| ۲۷ | ۱-۲-۱-۲ آنتن‌ها |
| ۲۷ | ۲-۲-۱-۲ پالپ‌ها |
| ۲۹ | ۳-۲-۱-۲ چشم‌ها |
| ۳۰ | ۳-۱-۲ تنه |
| ۳۱ | ۲-۲ آناتومی داخلی |
| ۳۱ | ۱-۲-۲ دستگاه گوارش |
| ۳۴ | ۲-۲-۲ دستگاه گردش خون |
| ۳۵ | ۳-۲-۲ دستگاه عصبی |
| ۳۶ | ۴-۲-۲ دستگاه دفعی |
| ۳۷ | ۴-۲-۲ دستگاه تولید مثل |
| ۳۸ | ۳-۲ حفره‌های پرتاران |
| ۳۸ | ۱-۳-۲ ویژگی‌های پرتاران حفره‌ساز |
| ۴۱ | ۲-۳-۲ ساختار حفره‌های پرتاران |
| ۴۵ | فصل سوم: زیست‌شناسی پرتاران |
| ۴۵ | ۱-۳ اکولوژی پرتاران |
| ۴۵ | ۱-۱-۳ شیوه‌های کلی حیات در پرتاران |
| ۴۷ | ۲-۱-۳ پرتاران شاخص |
| ۴۸ | ۳-۱-۳ مکانیسم حرکت در پرتاران |
| ۵۰ | ۴-۱-۳ زیستگاه‌های پرتاران |
| ۵۰ | ۱-۴-۱-۳ پرتاران مناطق جزر و مدی |
| ۵۲ | ۲-۴-۱-۳ پرتاران آبسنگ‌های مرجانی |
| ۵۳ | ۳-۴-۱-۳ پرتاران چشمه‌های هیدروترمال |
| ۵۵ | ۵-۱-۳ دشمنان پرتاران |

| | | |
|----|--|---------|
| ۵۵ | تولیدمثل پرتاران..... | ۲-۳ |
| ۵۹ | اهمیت پرتاران..... | ۳-۳ |
| ۶۰ | اهمیت تغذیه‌ای..... | ۱-۳-۳ |
| ۶۰ | اهمیت در پایش اکوسیستم‌های آبی..... | ۲-۳-۳ |
| ۶۱ | سایر موارد..... | ۳-۳-۳ |
| ۶۱ | اهمیت کرم نرئیس (<i>Nereis diversicolor</i>)..... | ۱-۳-۳ |
| ۶۱ | اهمیت نرئیس به‌عنوان غذای زنده برای آبزیان..... | ۱-۱-۳-۳ |
| ۶۲ | اهمیت کرم نرئیس در آبی‌پروری..... | ۲-۱-۳-۳ |
| ۶۲ | استفاده از کرم‌های پرتار به‌عنوان بیوایندیکاتور..... | ۴-۳ |
| ۶۲ | بیوایندیکاتور چیست؟..... | ۱-۴-۳ |
| ۶۵ | تنوع زیستی پرتاران..... | ۲-۴-۳ |
| ۶۶ | پرتاران به‌عنوان بیوایندیکاتور..... | ۳-۴-۳ |
| ۶۸ | <i>Capitella capitata</i> پرتاری مناسب به‌عنوان بیوایندیکاتور..... | ۴-۴-۳ |
| ۷۰ | محدودیت‌های استفاده از پرتاران به‌عنوان بیوایندیکاتور..... | ۵-۴-۳ |
| ۷۱ | مضرات پرتاران..... | ۵-۳ |
| ۷۱ | پرتاران مهاجم..... | ۶-۳ |
| ۷۱ | گونه مهاجم چیست؟..... | ۱-۶-۳ |
| ۷۳ | موجودات مهاجم چگونه به محیط‌های آبی جدید راه می‌یابند؟..... | ۲-۶-۳ |
| ۷۳ | آب توازن کشتی‌ها..... | ۱-۲-۶-۳ |
| ۷۴ | آبی‌پروری..... | ۲-۲-۶-۳ |
| ۷۵ | تجارت غذای دریایی..... | ۳-۳-۶-۳ |
| ۷۵ | روش‌های مبارزه با مهاجمان محیط‌های آبی..... | ۴-۶-۳ |
| ۷۵ | نمونه‌هایی از پرتاران مهاجم در جهان..... | ۵-۶-۳ |
| ۷۷ | تأثیر قفس‌های پرورش ماهی بر کرم‌های پرتار..... | ۷-۳ |
| ۸۱ | فصل چهارم: تکثیر و پرورش پرتاران..... | |
| ۸۱ | دلایل پرورش کرم‌های پرتار..... | ۱-۴ |
| ۸۱ | اهمیت غذایی کرم‌های پرتار..... | ۱-۱-۴ |
| ۸۱ | کرم‌های پرتار به‌عنوان طعمه ماهی‌گیری..... | ۱-۱-۱-۴ |

ح □ پرتاران

- ۸۳ ۲-۱-۱-۴ پرتاران در صنعت آبی پروری
- ۸۴ ۲-۱-۴ پرورش کرم‌های پرتار به دلیل اهمیت اکولوژیک
- ۸۴ ۱-۲-۱-۴ استفاده از کرم‌های پرتار برای احیاء زیست‌محیطی
- ۸۶ ۲-۲-۱-۴ پرتاران در آزمون سمیت
- ۸۶ ۲-۴ گونه‌های مناسب پرورش در پرتاران
- ۸۹ ۳-۴ تکثیر و پرورش کرم‌های پرتار خانواده Nereididae
- ۸۹ ۱-۳-۴ جمع‌آوری مولدین، تولیدمثل و نگهداری از تخم
- ۹۱ ۲-۳-۴ ساحل شبیه‌سازی شده
- ۹۳ ۳-۳-۴ غذا برای نرئیس‌های پرورشی
- ۹۳ ۴-۴ تکثیر و پرورش چند گونه شاخص از خانواده Nereididae
- ۹۳ ۱-۴-۴ پرورش گونه *Nereis diversicolor*
- ۹۵ ۲-۴-۴ تکثیر و پرورش گونه *Platynereis dumerilli*
- ۱۰۰ ۳-۴-۴ پرورش گونه *Perinereis nuntia*
- ۱۰۱ ۴-۴-۴ پرورش گونه *Nereis virens*
- ۱۰۲ ۵-۴ پرورش کرم‌های پرتار در سیستم مدار بسته
- ۱۰۲ ۱-۵-۴ اهمیت سیستم‌های آبی پروری مدار بسته
- ۱۰۳ ۲-۵-۴ هزینه راه‌اندازی سیستم‌های مدار بسته
- ۱۰۴ ۳-۵-۴ پرورش کرم‌های پرتار به عنوان گونه هدف در سیستم مدار بسته
- ۱۱۱ **فصل پنجم: تاکسونومی پرتاران و پرتاران ایران**
- ۱۱۱ ۱-۵ تاکسونومی و سیستماتیک پرتاران
- ۱۱۱ ۱-۱-۵ اهمیت رده‌بندی
- ۱۱۳ ۲-۱-۵ شناسایی پرتاران با روش‌های ریخت‌شناختی
- ۱۱۷ ۳-۱-۵ رده‌بندی پرتاران با استفاده از روش‌های مولکولی
- ۱۱۸ ۱-۳-۱-۵ خط‌شناسه‌گذاری DNA (DNA بارکدینگ) چیست؟
- ۱۲۲ ۲-۳-۱-۵ وضعیت کنونی شناسایی پرتاران توسط DNA بارکدینگ
- ۱۲۳ ۲-۵ مطالعات کرم‌های پرتار در ایران
- ۱۲۴ ۳-۵ خانواده‌های کرم‌های پرتار شناسایی شده در ایران
- ۱۲۴ ۱-۳-۵ خانواده Ampharetidae Malmgren, 1866

فهرست □ خ

| | | | |
|-----|--|---------|--------|
| ۱۲۵ | Amphinomidae Lamarck, 1818 | خانواده | ۲-۳-۵ |
| ۱۲۶ | Apistobranchidae Mesnil and Caullery, 1898 | خانواده | ۳-۳-۵ |
| ۱۲۷ | Arabellidae Hartman, 1944 | خانواده | ۴-۳-۵ |
| ۱۲۸ | Arenicolidae Johnston, 1835 | خانواده | ۵-۳-۵ |
| ۱۲۹ | Capitellidae Grube, 1862 | خانواده | ۶-۳-۵ |
| ۱۳۱ | Chaetopteridae Audouin and Milne Edwards, 1833 | خانواده | ۷-۳-۵ |
| ۱۳۳ | Chrysopetalidae Ehlers, 1864 | خانواده | ۸-۳-۵ |
| ۱۳۳ | Cirratulidae Ryckholt, 1851 | خانواده | ۹-۳-۵ |
| ۱۳۵ | Cossuridae Day, 1963 | خانواده | ۱۰-۳-۵ |
| ۱۳۶ | Ctenodrilidae Kennel, 1882 | خانواده | ۱۱-۳-۵ |
| ۱۳۷ | Dorvilleidae Chamberlin, 1919 | خانواده | ۱۲-۳-۵ |
| ۱۳۸ | Echiuridae Quatrefages, 1847 | خانواده | ۱۳-۳-۵ |
| ۱۳۸ | Eunicidae Berthold, 1827 | خانواده | ۱۴-۳-۵ |
| ۱۳۹ | Flabelligeridae de Saint-Joseph, 1894 | خانواده | ۱۵-۳-۵ |
| ۱۴۱ | Glyceridae Grube, 1850 | خانواده | ۱۶-۳-۵ |
| ۱۴۳ | Goniadidae Kinberg, 1866 | خانواده | ۱۷-۳-۵ |
| ۱۴۴ | Hesionidae Grube, 1850 | خانواده | ۱۸-۳-۵ |
| ۱۴۶ | Lacydoniidae Bergström, 1914 | خانواده | ۱۹-۳-۵ |
| ۱۴۶ | Lumbrineridae Schmarda, 1861 | خانواده | ۲۰-۳-۵ |
| ۱۴۷ | Magelonidae Cunningham and Ramage, 1888 | خانواده | ۲۱-۳-۵ |
| ۱۴۸ | Maldanidae Malmgren, 1867 | خانواده | ۲۲-۳-۵ |
| ۱۴۹ | Nephtyidae Grube, 1850 | خانواده | ۲۳-۳-۵ |
| ۱۵۱ | Nereididae Blainville, 1818 | خانواده | ۲۴-۳-۵ |
| ۱۵۳ | Oeonidae Kinberg, 1865 | خانواده | ۲۵-۳-۵ |
| ۱۵۴ | Onuphidae Kinberg, 1865 | خانواده | ۲۶-۳-۵ |
| ۱۵۵ | Opheliidae Malmgren, 1867 | خانواده | ۲۷-۳-۵ |
| ۱۵۶ | Orbiniidae Hartman, 1942 | خانواده | ۲۸-۳-۵ |
| ۱۵۷ | Oweniidae Rioja, 1917 | خانواده | ۲۹-۳-۵ |
| ۱۵۸ | Paralacydoniidae Pettibone, 1963 | خانواده | ۳۰-۳-۵ |

| | | | |
|-----|---|--------------------------------|--------|
| ۱۵۸ |Paraonidae Cerruti, 1909 | خانواده | ۳۱-۳-۵ |
| ۱۵۹ |Pectinariidae Quatrefages, 1866 | خانواده | ۳۲-۳-۵ |
| ۱۶۰ |Pholoidae Kinberg, 1858 | خانواده | ۳۳-۳-۵ |
| ۱۶۲ |Phyllodocidae Örsted, 1843 | خانواده | ۳۴-۳-۵ |
| ۱۶۳ |Pilargidae Saint-Joseph, 1899 | خانواده | ۳۵-۳-۵ |
| ۱۶۴ |Pisionidae Ehlers, 1901 | خانواده | ۳۶-۳-۵ |
| ۱۶۵ |Poecilochaetidae Hannerz, 1956 | خانواده | ۳۷-۳-۵ |
| ۱۶۶ |Polynoidae Kinberg, 1856 | خانواده | ۳۸-۳-۵ |
| ۱۶۷ |Protodrilidae Czerniavsky, 1881 | خانواده | ۳۹-۳-۵ |
| ۱۶۸ |Questidae Hartman, 1966 | خانواده | ۴۰-۳-۵ |
| ۱۶۸ |Sabellariidae Johnston, 1865 | خانواده | ۴۱-۳-۵ |
| ۱۶۹ |Sabellidae Latreille, 1825 | خانواده | ۴۲-۳-۵ |
| ۱۷۱ |Serpulidae Rafinesque, 1815 | خانواده | ۴۳-۳-۵ |
| ۱۷۱ |Sigalionidae Kinberg, 1856 | خانواده | ۴۴-۳-۵ |
| ۱۷۳ |Sphaerodoridae Malmgren, 1867 | خانواده | ۴۵-۳-۵ |
| ۱۷۴ |Spionidae Grube, 1850 | خانواده | ۴۶-۳-۵ |
| ۱۷۶ |Sternaspidae Carus, 1863 | خانواده | ۴۷-۳-۵ |
| ۱۷۸ |Syllidae Grube, 1850 | خانواده | ۴۸-۳-۵ |
| ۱۷۹ |Terebellidae H. Adams and A. Adams, 1854 | خانواده | ۴۹-۳-۵ |
| ۱۸۱ |Trichobranchidae Malmgren, 1866 | خانواده | ۵۰-۳-۵ |
| ۱۸۱ | ..... | خلاصه | ۴-۵ |
| ۱۸۴ | ..... | تحلیل نهایی | ۵-۵ |
| ۱۸۹ | ..... | معانی واژه‌ها و اصطلاحات تخصصی | |
| ۲۱۱ | ..... | منابع | |
| ۲۳۷ | ..... | نمایه انگلیسی | |
| ۲۵۳ | ..... | نمایه فارسی | |

فهرست جداول

- جدول ۱-۲ مقایسه جنبه‌های گوناگون میان پرتاران متحرک و پرتاران ساکن ۴۰
- جدول ۱-۵ خانواده‌های شناسایی شده به تفکیک مناطق مورد مطالعه در ایران ۱۸۲
- جدول ۲-۵ خانواده‌های شناسایی شده پرتاران ایران ۱۸۴

فهرست شکل‌ها

- شکل ۱-۱ روند تکاملی شاخه‌های بی‌مهرگان ۷
- شکل ۲-۱ فسیل کرم پرتار ۱۰
- شکل ۳-۱ یک فسیل از کرمی پرتار ۱۰
- شکل ۴-۱ *Phyllodoce citrine* با تاژک‌های بزرگ ضخیم پشتی ۱۳
- شکل ۵-۱ درخت فیلوژنی Phyllodocid های کفزی ۱۴
- شکل ۶-۱ سه *Phyllodocid* با آرایش متفاوت تاژک‌های تنناکولی در بخش اول بدن ۱۵
- شکل ۷-۱ این Alciopid از گونه *Nauphanta celox* می‌باشد ۱۶
- شکل ۸-۱ درخت فیلوژنی پرتاران، اصلاح شده توسط Rouse و Pleijel ۲۱
- شکل ۱-۲ نمایی پشتی از بخش جلویی یک کرم پرتار ۲۶
- شکل ۲-۲ ساختار پالپ تغذیه‌ای *Polydora polybrancea* ۲۸
- شکل ۳-۲ تکامل چشم جامی در پرتار *Platynereis dumerilii* ۳۰
- شکل ۴-۲ میکروسیستی‌اسکن بخش جلویی بدن گونه *Phyllodoce lineate* ۳۲
- شکل ۵-۲ میکروسیستی‌اسکن از بدن جنس *Hediste* که ساختار داخلی را نشان می‌دهد ۳۳
- شکل ۶-۲ با دستکاری تصاویر میکروسیستی‌اسکن، می‌توان یک کالبدشکافی مجازی را انجام داد ۳۳
- شکل ۷-۲ آناتومی گونه *Neoamphitrite figulis* ۳۴
- شکل ۸-۲ گردش خون در بدن یک پرتار ۳۵
- شکل ۹-۲ آناتومی دو حلقه از بدن گونه‌ای از جنس *Nephtys* ۳۶
- شکل ۱۰-۲ برشی عرضی از بدن یک پرتار متحرک ۳۷
- شکل ۱۱-۲ نمایی داخلی از سطح شکمی یک پرتار ۳۸
- شکل ۱۲-۲ یک پرتار ساکن: گونه *Lanice conchilega* از خانواده Terebellidae ۳۹
- شکل ۱۳-۲ یک پرتار متحرک از خانواده Nephtyidae ۳۹
- شکل ۱۴-۲ حفره ماسه‌ای یک پرتار ساکن از خانواده Pectinariidae ۴۰
- شکل ۱۵-۲ تبادل کرم پرتار با محیط اطراف در داخل حفره ۴۲
- شکل ۱۶-۲ کرم پرتار *Lagis koreni* از خانواده Pectinariidae در حفره و بیرون از حفره ۴۳
- شکل ۱۷-۲ چگونگی قرارگیری یک پرتار به همراه تنناکول‌های خود در حفره ۴۳
- شکل ۱-۳ پرتار پنکه‌ای گونه *Paralvinella* sp. ۴۶
- شکل ۲-۳ شکلی شماتیک از یک پرتار پالوده‌خوار جنس *Sabella* ۴۶

| | | |
|-----|----------|---|
| ۴۸ | شکل ۳-۳ | کرم پرتار پمپی |
| ۴۹ | شکل ۴-۳ | حرکات سریع موجی در نرئیس |
| ۵۱ | شکل ۵-۳ | حفره‌های ساخته شده توسط کرم‌های پرتار گونه <i>Lanice conchilega</i> |
| ۵۴ | شکل ۶-۳ | کلونی کرم‌های پرتار چشمه‌های هیدروترمال گونه <i>Paralvinella</i> sp. |
| ۵۶ | شکل ۷-۳ | شکل شماتیک از یک لارو تروکوفور |
| ۵۷ | شکل ۸-۳ | مرحله متاتروکوفور در یک کرم پرتار |
| ۵۸ | شکل ۹-۳ | اپی‌توکی و اتوکی در کرم‌های پرتار |
| ۵۹ | شکل ۱۰-۳ | گونه <i>Alitta succinea</i> در مرحله اپی‌توک |
| ۶۸ | شکل ۱۱-۳ | گونه <i>Nereis diversicolor</i> |
| ۶۹ | شکل ۱۲-۳ | گونه <i>Capitella capitata</i> |
| ۷۳ | شکل ۱۳-۳ | شکل شماتیک از آب توازن و تخلیه آن به همراه موجودات بیگانه |
| ۷۸ | شکل ۱۴-۳ | قفس‌های پرورش ماهی در دریا |
| ۹۱ | شکل ۱-۴ | ساحل شبیه‌سازی شده |
| ۹۲ | شکل ۲-۴ | بهترین روش برای تعویض آب از ساحل شبیه‌سازی شده |
| ۹۴ | شکل ۳-۴ | مولدین مورد استفاده برای تولید لارو کرم <i>Nereis diversicolor</i> |
| ۹۶ | شکل ۴-۴ | پرورش نرئیس در انستیتو تحقیقات بین‌المللی ماهیان خاویاری در رشت |
| ۹۷ | شکل ۵-۴ | طرح نشان‌دهنده سیستم پرورشی در مقیاس کوچک گونه <i>Platynereis dumerilli</i> |
| ۹۹ | شکل ۶-۴ | مراحل مختلف چرخه زندگی <i>Platynereis dumerilli</i> |
| ۱۰۲ | شکل ۷-۴ | استخر ۱۰۰ متر مربعی پر شده با آب گرم (۱۸°C) دریایی |
| ۱۰۵ | شکل ۸-۴ | سیستم اولیه مدار بسته برای پرورش <i>Nereis virens</i> |
| ۱۰۶ | شکل ۹-۴ | سیستم مدار بسته پرورش <i>Nereis virens</i> |
| ۱۰۷ | شکل ۱۰-۴ | مواد پلاستیکی مصنوعی مختلف مورد استفاده در بستر <i>Nereis virens</i> |
| ۱۰۸ | شکل ۱۱-۴ | سیستم پرورش مدار بسته <i>Nereis virens</i> |
| ۱۰۹ | شکل ۱۲-۴ | افزایش کارایی سیستم پرورشی با استفاده از کرم‌های پرتار |
| ۱۱۰ | شکل ۱۳-۴ | پرورش <i>Nereis virens</i> در سیستم مدار بسته |
| ۱۱۳ | شکل ۱-۵ | A: بخش شکمی بدن پرتار. B: بخش پشتی بدن پرتار |
| ۱۲۶ | شکل ۲-۵ | گونه‌ای از جنس <i>Linopherus</i> از خانواده Amphinomidae |
| ۱۲۹ | شکل ۳-۵ | گونه‌ای از خانواده Arenicolidae |

- شکل ۴-۵ نمایی از بدن جنس *Chaetopterus* از خانواده Chaetopteridae ۱۳۲
- شکل ۵-۵ گونه‌ای از جنس *Cirriformia* از خانواده Cirratulidae ۱۳۴
- شکل ۶-۵ گونه‌ای از جنس *Cossura* از خانواده Cossuridae ۱۳۶
- شکل ۷-۵ گونه‌ای از جنس *Eunice* از خانواده Eunicidae ۱۳۹
- شکل ۸-۵ گونه‌ای از خانواده Flabelligeridae ۱۴۰
- شکل ۹-۵ گونه‌ای از جنس *Glycera* از خانواده Glyceridae ۱۴۲
- شکل ۱۰-۵ گونه‌ای از جنس *Goniada* از خانواده Goniadidae ۱۴۴
- شکل ۱۱-۵ گونه *Hesiocaeca methanicola* ۱۴۵
- شکل ۱۲-۵ گونه‌ای از جنس *Magelona* از خانواده Magelonidae ۱۴۸
- شکل ۱۳-۵ گونه *Nereis diversicolor* و نقب‌های *Nereis diversicolor* در ساحل ۱۵۱
- شکل ۱۴-۵ نمایی جلویی-جانبی از گونه‌ای از جنس *Diopatra* از خانواده Onuphidae ۱۵۴
- شکل ۱۵-۵ گونه‌ای از جنس *Ophelia* از خانواده Opheliidae ۱۵۶
- شکل ۱۶-۵ گونه‌ای از خانواده Pectinariidae در داخل و بیرون حفره ۱۶۰
- شکل ۱۷-۵ گونه‌ای از جنس *Pholoe* از خانواده Pholoidae ۱۶۱
- شکل ۱۸-۵ گونه‌ای از خانواده Phyllodocidae ۱۶۳
- شکل ۱۹-۵ گونه‌ای از خانواده Polynoidae ۱۶۷
- شکل ۲۰-۵ گونه‌ای از جنس *Sabella* از خانواده Sabellidae و سه Sabellid ۱۷۰
- شکل ۲۱-۵ گونه‌ای از خانواده Serpulidae ۱۷۱
- شکل ۲۲-۵ گونه *Sthenelais boa* ۱۷۳
- شکل ۲۳-۵ گونه‌ای از جنس *Sphaerodoropsis* از خانواده Sphaerodoridae ۱۷۴
- شکل ۲۴-۵ گونه‌ای از جنس *Prionospio* از خانواده Spionidae ۱۷۶
- شکل ۲۵-۵ جنس *Sternaspis* از خانواده Sternaspidae ۱۷۷
- شکل ۲۶-۵ گونه‌ای از خانواده Syllidae ۱۷۹
- شکل ۲۷-۵ گونه‌ای از خانواده Terebellidae ۱۸۰
- شکل ۲۸-۵ نمودار تعداد مطالعاتی که هر خانواده از پرتاران را در ایران گزارش کرده‌اند ۱۸۷
- شکل ۲۹-۵ نمودار تعداد گونه‌های شناسایی شده خانواده‌های پرتار در ایران ۱۸۸

پیشگفتار مؤلفان

اکوسیستم‌های کفزیان بخشی از اکوسیستم‌های آبی است که شامل عوامل زیستی به نام کفزیان، عوامل غیرزیستی و روابط متقابل کفزیان با عوامل غیرزیستی در سواحل، بستر و مناطق نزدیک بستر می‌باشد. آبریان مختلف از طریق نقش‌هایی که به‌عنوان تولیدکننده، مصرف‌کننده و تجزیه‌کننده در منابع آبی دارند، با این اکوسیستم در ارتباط و تعامل هستند. تولیدکنندگان اولیه، گیاهان عالی کفزی و فیتوپلانکتون‌هایی هستند که با استفاده از دی‌اکسیدکربن و آب از طریق فرآیند فتوسنتز با استفاده از انرژی نور خورشید، مواد آلی (قندها) را تولید می‌کنند و این ارگانیسم‌ها گام اولیه شبکه غذایی و تولید هستند. مصرف‌کنندگان اولیه، موجودات گیاه‌خواری هستند که از فیتوپلانکتون‌ها و گیاهان تغذیه می‌کنند و مصرف‌کنندگان ثانویه، موجودات گوشت‌خواری هستند که از گیاهخواران تغذیه می‌کنند. مصرف‌کنندگان سطح سوم، گوشت‌خوارانی هستند که از سایر گوشت‌خواران تغذیه می‌کنند و تجزیه‌کنندگان، میکروارگانیسم‌هایی (مانند باکتری‌ها و قارچ‌ها) هستند که مواد آلی پیکره گیاهان و جانوران را به مواد معدنی تجزیه می‌کنند که در نهایت توسط تولیدکنندگان مورد استفاده مجدد قرار می‌گیرند. تجزیه‌کنندگان در شن و ماسه یا گل و لای بستر متمرکز شده و نقش اساسی در بازیافت ماده و انرژی در اکوسیستم بازی می‌کنند.

پرتاران رده بسیار مهمی از شاخه کرم‌های حلقوی هستند که تنوع گونه‌ای زیاد و پراکنش وسیع جهانی دارند و از مهم‌ترین گروه‌های کفزیان اکوسیستم‌های آبی هستند. در مناطق با بسترهای گلی و ماسه‌ای، بیشترین زی‌توده کفزیان درون رسوب‌زی مربوط به پرتاران بوده و این گروه علاوه بر این که منابع غذایی بسیار مناسب و گسترده‌ای برای بیشتر گروه‌های آبریان کفزی و سطح‌زی هستند، با توجه به سیستم‌های مختلف تغذیه‌ای مانند پوده‌خواری، فیلتراسیون، شکارگری و لاشه‌خواری که دارند، نقش بسیار مهمی در جریان ماده و انرژی در اکوسیستم‌های مختلف منابع آبی نیز دارند. به همین دلیل، امروزه پرتاران به‌عنوان غذای زنده برای تغذیه آبریان ارزش‌مند شیلاتی در مراکز تکثیر و پرورش آبریان نیز مورد استفاده قرار می‌گیرند. پرتاران همچنین به‌علت گسترش وسیع در منابع آبی مختلف و عدم توانایی در جابه‌جایی در منابع آبی، شاخص‌های زیستی مناسبی برای پایش سلامت زیستی اکوسیستم‌های آبی و مطالعات آلودگی در این منابع آبی هستند.

نظر به اهمیت پرتاران اکوسیستم‌های آبی و نقش آنها به‌عنوان منبع غذایی برای آبریان و همچنین اهمیتی که این جانوران از نظر اکولوژیک در منابع آبی دارند، و با توجه به این نکته که تنوع اقلیم و اکوسیستم‌های آبی در ایران تنوع بالای پرتاران را همچون جانداران دیگر به همراه دارد، تاکنون منبع

ص □ پرتاران

جامع و مدونی در ایران برای این گروه مهم از کفزیان تهیه و ارائه نشده است و به همین دلیل تدوین و تألیف کتاب حاضر در گروه شیلات دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران در دستور کار قرار گرفت. در این کتاب، سعی شده است که تمام جنبه‌های مربوط به این کرم‌های آبی همچون تاکسونومی و فیلوژنی، ریخت‌شناسی، زیست‌شناسی، بوم‌شناسی، تکثیر و پرورش و پرتاران شناسایی شده در ایران مدنظر قرار گرفته و منبعی کامل برای مطالعه این موجودات فراهم آید تا مورد استفاده کارشناسان و دانشجویان رشته‌های مرتبط با آبزیان قرار گیرد و امید است گامی کوچک در راستای اعتلای کشور عزیز و سرافرازمان باشد.

دکتر کامران رضایی توابع - دکتر بهاره صمدی کوچکسرائی

خردادماه ۱۳۹۸

مقدمه

پرتاران^۱ رده‌ای از شاخه کرم‌های حلقوی^۲ هستند و انواع آبی آنها، در تمام اکوسیستم‌ها در اقیانوس‌های جهان، از سردترین بخش‌های اقیانوس در دشت‌های مگاک^۳ کف اقیانوس تا آب‌های گرم چشمه‌های هیدروترمال^۴ (Struck *et al.*, 2011)، و همچنین در مصب‌های کم‌عمق و سواحل صخره‌ای^۵ زندگی می‌کنند و عمدتاً کفزی^۶ هستند، اما گونه‌هایی نیز به‌صورت پلاژیک دیده می‌شوند (Read and Fauchald, 2018).

پرتاران در بخش کم‌عمق فلات قاره و بستر عمیق اقیانوس‌ها بین ۴۰ تا ۸۰ درصد از زی‌توده موجودات درون رسوبزی^۷ را به خود اختصاص می‌دهند (Struck *et al.*, 2011). این کرم‌ها، فراوان‌ترین و متنوع‌ترین گروه در شاخه کرم‌های حلقوی^۸ بوده و بیشتر برای زندگی در زیستگاه‌های گلی و ماسه‌ای سازگاری یافته‌اند و در این مناطق، تراکم آنها از نرم‌تنان^۹ و سخت‌پوستان^{۱۰} مجاور نیز فراتر می‌رود. پرتاران بدن نرمی دارند و معمولاً طول آنها از چند سانتی‌متر تجاوز نمی‌کند. تاکنون بیش از ۸۰ خانواده از پرتاران شناسایی شده است (Read and Fauchald, 2018).

کرم پرتار، در هر حلقه بدن^{۱۱} دارای یک جفت برآمدگی به‌نام پاراپود^{۱۲} است که دارای ضامم بسیاری به‌نام تار^{۱۳} می‌باشد که از کیتین ساخته شده است و همین امر، دلیل نام‌گذاری پرتاران می‌باشد. بیش از ۱۰,۰۰۰ گونه در این رده شناسایی شده است. پرتاران جانورانی با پراکنش جهانی هستند و تنها ۱۶۸ گونه که کمتر از ۲٪ از پرتاران را تشکیل می‌دهند، در آب‌های شیرین یافت می‌شوند (Glasby *et al.*, 2008). پرتاران، در غنای ذخایر ماهیان در آب‌های ساحلی و ارتباط اکوسیستم‌های دریایی و خشکی نقش مهم و اساسی ایفا می‌کنند. به‌طور کلی این گروه از کرم‌ها، از نظر زنجیره غذایی در اکوسیستم‌های آبی اهمیت زیادی دارند و غذای مناسبی برای بسیاری از ماهیان

1. Polychaeta
2. Annelida
3. Abyssal plain
4. Hydrothermal vents
5. Rocky shores
6. Benthic
7. Infauna
8. Annelida
9. Molluscs
10. Crustacea
11. Body segment
12. Parapodia
13. Chaetae

کفزی و حتی سطح‌زی محسوب می‌شوند (Read and Fauchald, 2018). اعضای این رده از جانوران، جزء موجودات ماکروبنتوز^۱ محسوب می‌گردند. ماکروبنتوزها نقش مهمی در اکوسیستم‌های آبی بازی می‌کنند. این موجودات، قادر به مخلوط کردن رسوبات بوده و از این طریق، موجب اکسیژن‌رسانی به رسوبات بستر و تسهیل چرخش مواد آلی می‌گردند و سرعت معدنی شدن مواد آلی را در رسوب افزایش می‌دهند (Taheri *et al.*, 2010).

از نظر تکاملی، شناسایی ارتباطات بین گروه‌های مختلف کرم‌های پرتار کاری دشوار بوده و اخیراً داده‌های مولکولی کمک شایاتی به شناسایی روابط تکاملی در این رده از جانوران نموده است. از آنجایی که این جانوران بدن نرمی دارند، به راحتی تبدیل به فسیل نشده و به همین علت، یافته‌های فسیلی درباره کرم‌های پرتار اندک است و در بیشتر موارد، آوارها و نقب‌های حفر شده توسط این موجودات، به‌عنوان فسیل قابل مطالعه می‌باشند (Conway and Peel, 2008).

شناسایی پرتاران می‌تواند با روش‌های ریخت‌شناسی و با استفاده از کلیدهای شناسایی موجود انجام شود. ساختارهایی از بدن پرتاران و قسمت‌های مشخصی از بدن که در شناسایی این موجودات، به محققان یاری می‌رسانند، مشخص شده و شناسایی با استفاده از کلیدهای شناسایی معتبر به‌انجام می‌رسد (صفری شهواری و همکاران، ۱۳۹۴). رده‌بندی پرتاران نیز بر اساس رده‌بندی Rouse و Rauchald (۱۹۹۸) بوده که در فصل اول کتاب حاضر به تفصیل، شرح داده شده است. با توجه به اهمیت شناسایی صحیح پرتاران در شناخت بهتر وضعیت اکوسیستم و مدیریت صحیح آن، رده‌بندی با استفاده از روش‌های مولکولی نیز راه خود را پیدا کرده و در بسیاری موارد به‌دلایلی که در متن کتاب توضیح داده شده، اجتناب‌ناپذیر خواهد بود (Sivaraj *et al.*, 2014). DNA بارکدینگ نیز به‌عنوان علمی جدید، اهمیت معناداری در طبقه‌بندی دقیق و مطمئن موجودات زنده از جمله کرم‌های پرتار خواهد داشت (Valentini *et al.*, 2009).

بنابراین، برای شناخت بهتر پرتاران، لازم است که نخست، دانش مطلوبی درباره آناتومی و ریخت‌شناسی این کرم‌های حلقوی کسب شود. بخش‌های خارجی بدن پرتاران، شامل بافت پوششی، سر، آنتن‌ها، حسی، تنه، دستگاه‌های داخلی (Rouse and Pleijel, 2001; Carmack, 2008; de Kluiver *et al.*, 2000)، و سایر اندام‌هایی است که فصل دوم کتاب اختصاص به شرح آنها دارد. همچنین این موجودات، حفار یا نقب‌زن بوده و ساختار حفره‌های آنها نیز چه از نظر دیرین‌شناسی و چه از نظر اکولوژیک، از دیرباز مورد توجه دانشمندان بوده است (Gringras *et al.*, 2002; Schweitzer *et al.*, 2005; Chen *et al.*, 2008; Callaway *et al.*, 2010).

پرتاران، شیوه‌های زندگی متنوعی داشته و از انواع دارای شنای آزاد تا انواع انگلی و همسفره را شامل می‌گردند (Sigvaldadottir *et al.*, 2013). همچنین از نظر نوع تغذیه، دارای انواع مختلفی بوده،

و طیف وسیعی از شیوه‌های دریافت غذا و مواد غذایی را دارا هستند (Raffaelli and Hawkins, 2012). این موجودات، می‌توانند به‌عنوان جانداران شاخص در زیستگاه‌های بخصوص مطرح باشند و چنان‌که در فصل سوم خواهید دید، گونه‌هایی معین از پرتاران، می‌توانند نشان‌دهنده انواع خاصی از زیستگاه باشند (Gardner *et al.*, 2014). همچنین در این بخش، زیستگاه‌های پرتاران همچون مناطق جزر و مدی، آبسنگ‌های مرجانی و چشمه‌های هیدروترمال مورد بحث و بررسی قرار گرفته است. کرم‌های پرتار دارای دشمنان طبیعی زیادی بوده و مورد تغذیه جانداران بسیاری قرار می‌گیرند. همچنان‌که این موجودات، انواع متنوعی از زیستگاه‌ها و روش‌های تغذیه‌ای را به خود اختصاص داده‌اند، استراتژی‌های متنوع تولیدمثل همچون استراتژی اپی‌توکی^۱ (زادآوری) از آنها موجوداتی جالب توجه و گاه منحصر به فرد ساخته است (Sigvaldadottir *et al.*, 2013).

پرتاران موجوداتی پراهمیت بوده و نقشی حیاتی در ساختار، و سلامت موجودات کفزی دریایی ایفا می‌کنند. همچنین در چرخه مواد آلی در بستر دریا نقشی اساسی داشته و تأثیر بسزایی در تغذیه موجودات دریایی دارند (صمدی کوچکسرائی و همکاران، ۱۳۹۰؛ رضایی توابع و رفیعی، ۱۳۹۶). این کرم‌ها در پایش بیولوژیکی محیط زیست دریایی نیز نقش داشته و در ارزیابی اثرات مواد در محیط به محققان یاری می‌رسانند (Rezaei Tavabe *et al.*, 2017). همچنین قابلیت استفاده به‌عنوان بیوایندیکاتور^۲ را در محیط‌های دریایی داشته و وجود یا عدم وجود پرتارانی خاص در رسوبات، شاخصی برای تعیین شرایط و سلامت رسوبات می‌باشد (Nkwoji *et al.*, 2010). به‌علاوه، واکنش سریع این کرم‌ها در برابر تغییرات محیطی، از آنها بیوایندیکاتورهای کارا ساخته است (Sivadas *et al.*, 2010). البته این کرم‌های حلقوی مفید، می‌توانند در مواردی به‌عنوان موجوداتی مضر یا مهاجم نیز مطرح باشند که در فصل سوم به تفصیل توضیح داده شده‌اند.

پرتاران اهمیت غذایی بالایی در اکوسیستم‌های آبی داشته و ارزش آنها به‌عنوان منبع غذایی مهم که قادر به ایجاد تعادل مناسب مواد مغذی می‌باشد، برای آبزیان غیرقابل انکار است. البته استفاده از این موجودات به‌عنوان طعمه ماهیگیری از قدمت زیادی برخوردار بوده است، اما اکنون در صنعت آبی‌پروری نیز کاربرد دارد. امروزه، پرورش پرتاران برای تغذیه سخت‌پوستان و انواعی از ماهیان در دستور کار پرورش‌دهندگان قرار دارد (Lytle *et al.*, 1990; Leelatanawit *et al.*, 2014). البته پرورش این موجودات، نه تنها برای افزایش تولید در صنعت آبی‌پروری، بلکه به‌دلیل اهمیت اکولوژیک و توانایی آنها برای احیاء زیست‌محیطی نیز به‌سرعت در حال رشد می‌باشد. همچنین استفاده از پرتاران در ارزیابی‌های زیستی مانند آزمون‌های سمیت رو به افزایش است (Robinson, 2005). البته برای هر یک از اهداف فوق‌الذکر، می‌بایست به‌دنبال گونه‌های متناسب با هدف بود که تمام این مسائل، به همراه

1. Epitoky
2. Bioindicator

روش‌های تکثیر و پرورش گونه‌های شاخص پرتار و سیستم‌های رایج پرورشی این جانداران، در فصل چهارم کتاب، مورد بحث و بررسی قرار گرفته است.

مطالعات کرم‌های پرتار در ایران دارای قدمت نسبتاً زیادی بوده و تاریخچه آن به سال ۱۹۰۲ میلادی باز می‌گردد که در آن زمان عمدتاً توسط محققان خارجی به انجام رسیده است. در سال‌های اخیر نیز مطالعات بسیاری در زمینه پرتاران انجام شده که هم حوزه ریخت‌شناسی و رده‌بندی و هم بخش زیست‌شناسی، اکولوژی و تکثیر و پرورش را در برمی‌گیرد. البته در مورد برخی از خانواده‌های پرتاران ایران اطلاعات چندانی وجود ندارد و در بسیاری موارد، گونه‌های مختلف جداسازی شده، اما شناسایی نهایی و تعیین نام علمی به‌انجام نرسیده است. همچنین هنوز در مورد زیست‌شناسی و اکولوژی پرتاران ایران تحقیقات چندانی در دست نیست. فصل پنجم کتاب حاضر، به معرفی خانواده‌ها، جنس‌ها و گونه‌های شناسایی شده پرتاران در ایران پرداخته و مشخصات خانواده‌های مختلف به‌همراه زیست‌شناسی آنها از منابع معتبر جمع‌آوری شده است.

مطالعه کرم‌های پرتار در ایران هنوز در آغاز راه قرار دارد و با توجه به اهمیت فراوان این کرم‌ها به‌عنوان کفزیان ماکروبن‌توز، توجه محققان حوزه‌های مختلف اعم از جانورشناسان و محققان حوزه تنوع زیستی و بیوسیستماتیک جانوری، متخصصین علوم شیلاتی، اکولوژیست‌ها و محققان حوزه‌های مختلف محیط زیست از جمله مدیریت، آلودگی و سم‌شناسی را می‌طلبد.