

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

دانشگاه تهران
پردیس علوم
دانشکده زیست شناسی

بررسی فیلوژنی مولکولی دوجورپایان ایران

نگارش
آذین فهیم

اساتید راهنما
دکتر علیرضا ساری دکتر سهراب رضوانی گیل کلانی

استاد مشاور
دکتر الهه الهی

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد
در رشته
زیست شناسی - علوم جانوری گرایش بیوسیستماتیک جانوری

بهمن ۱۳۸۷

این تحقیق با همکاری موسسه تحقیقات شیلات

ایران انجام شده است

تقدیم به

پروردگار عالم بی انتها...

آنکه مرا خلق کرد و به من علم آموخت

چکیده

دوجورپایان راسته ای بزرگ از سخت پوستان متعلق به رده Malacostraca هستند که در اکوسیستم های آبی در اکثر نقاط جهان زیست می کنند. از آنجایی که دوجورپایان غذای اصلی بسیاری از ماهی ها و میزبان واسط بعضی انگل ها هستند و نقش مهمی را در هدایت انرژی و ماده به سطوح بالاتر زنجیره غذایی بر عهده دارند، بسیار مورد توجه می باشند.

مطالعات بسیاری برای شناسایی و رده بندی دوجورپایان ایران صورت گرفته است که منجر به شناسایی انواع زیادی از این جانداران شده است. روش اصلی در این بررسی ها استفاده از داده های ریخت شناسی است. در این مطالعه سعی شده است که علاوه بر صفات ریخت شناسی از داده های مولکولی هم در این راستا استفاده شود و نتایج بدست آمده با مطالعات قبلی مقایسه شود. در مطالعات قبلی در زمینه فیلوژنی ثابت شده است که ژن COI میتوکندریایی در سخت پوستان نشانگر خوبی برای تفکیک گونه ها در هر دو سطح بین گونه ای و درون گونه ای است. به همین منظور گونه های انتخاب شده از جنس *Gammarus* از ایستگاه های مورد نظر جمع آوری شد و بعد از شناسایی DNA آنها استخراج شد و با پرایمرهای اختصاصی، ژن COI آنها ابتدا تکثیر و بعد تعیین توالی شد. نهایتاً داده های بدست آمده با نرم افزارهای مختص به فیلوژنی آنالیز شد. نتایج بدست آمده نشان دادند که رده بندی صورت گرفته بر اساس تعیین توالی ژن COI میتوکندریایی کاملاً مطابق با رده بندی های انجام شده بر اساس صفات ریختی است و این دو تایید کننده همدیگر هستند.

تقدیر و تشکر:

در پیشگاه خالق یکتا سجده کرده و از اینکه به من فرصت تجربه حیات عطا فرمود تشکر می کنم .
بدون زحمات و پشتیبانی خانواده ام هرگز طی این مسیر ممکن نبود. از این رو از زحمات شبانه روزی
پدر و مادر سپاس فراوان دارم.

از جناب آقای دکتر ساری که در محضرشان شاگردی کردم و از راهنمایی های ارزنده ایشان بهره
بردم کمال تشکر و قدردانی را دارم.

از سرکار خانم دکتر الهی که بیشتر زحمات من به دوش ایشان بود تشکر می کنم و مراتب سپاس
خود را ابراز می دارم.

از جناب آقای دکتر رضوانی استاد راهنمای دوم که بدون مساعدت های ایشان انجام این کار امکان
پذیر نبود صمیمانه سپاسگزارم.

از اساتید محترم بخش جانورشناسی سرکار خانم دکتر ملک و جناب آقای دکتر رحیمیان و جناب
آقای دکتر زینلی که زحمت آموزش من به مدت هفت سال به دوش آنها بود قدردانی می کنم.
از آقایان پارسا، صالحی و کاظمی و سرکار خانم احدی که زحمات زیادی برای من کشیدند بسیار
متشکرم.

از تمام دوستان و همکلاسی های عزیزم مخصوصا سرکار خانم راحله شیبانی که همپای من در تمام
نمونه برداری ها حضور داشتند صمیمانه تشکر می کنم.

در پایان از خواهران عزیزم آناهیتا و آذرگل که همیشه مشوق من بودند سپاسگزارم.

عنوان	شماره صفحه
۱- مقدمه	۱
۱-۱ سابقه مطالعه دوجورپایان ایران	۳
۲-۱ اطلاعات کلی درباره دوجورپایان	۵
۳-۱ تاریخچه پیدایش	۶
۴-۱ موقعیت تاکسونومی (اقتباس از Systema Naturae 2000 / Classification)	۷
۵-۱ زیر راسته های دوجورپایان	۸
۱-۵-۱ زیر راسته Caprellidea	۸
۲-۵-۱ زیر راسته Ingolfiellidea	۸
۳-۵-۱ زیر راسته Hyperiidea	۸
۴-۵-۱ زیر راسته Gammaroidea	۹
۶-۱ جغرافیای زیستی دوجورپایان	۱۰
۷-۱ رده بندی دوجورپایان	۱۱
۸-۱ تاریخچه تحقیقات مولکولی	۱۳
۹-۱ تاریخچه فیلوژنتیکی (تاریخچه ارتباطات ژنتیکی در زمان تکامل)	۱۳
۱۰-۱ تبادل ژنی و گونه زایی	۱۴
۱-۱۰-۱ مفهوم گونه	۱۴
۲-۱۰-۱ رابطه تکامل با ژنتیک	۱۶
۱۱-۱ استفاده از روش های مولکولی در فیلوژنی	۱۸
۱۲-۱ مطالعات فیلوژنتیکی در دوجورپایان	۱۹
۱-۱۲-۱ میتوکندری	۲۰
۲-۱۲-۱ ژنوم میتوکندری	۲۰
۱۳-۱ مطالعات فیلوژنتیکی در جنس <i>Gammarus</i>	۲۲
۲- مواد و روش ها	۲۶
۱-۲ مطالعات محیطی و جمع آوری نمونه	۲۶
۲-۱-۲ اطلاعات ایستگاه های نمونه برداری	۲۷
۳-۱-۲ روش جمع آوری	۲۷
۴-۱-۲ شناسایی	۲۹
۲-۲ صفات کلیدی بررسی شده در شناسایی گونه های مورد مطالعه	۳۰
۱-۲-۲ صفات کلیدی گونه <i>G. lobifer</i> از چشمه بلقیس استان کهگیلویه و بویراحمد	۳۰
۲-۲-۲ صفات کلیدی <i>G. bakhteyaricus</i> از تالاب چغاخور استان چهارمحال و بختیاری	۳۰
۳-۲-۲ صفات کلیدی <i>G. balutchi</i> از آبشار آتشگاه لردگان استان چهارمحال و بختیاری	۳۱
۴-۲-۲ صفات کلیدی گونه <i>G. lordegansis</i> از چشمه برم لردگان استان چهارمحال و بختیاری	۳۲

۳۳	۵-۲-۲	صفات کلیدی گونه <i>G. parthicus</i> از چشمه بلاغ حک استان مرکزی
۳۳	۶-۲-۲	صفات کلیدی گونه <i>G. proiectus</i> از چشمه بلاغ حک استان مرکزی
۳۴	۷-۲-۲	صفات کلیدی گونه <i>G. lacustaris</i> از دریاچه نئور استان اردبیل
۳۵	۸-۲-۲	صفات کلیدی گونه <i>G. crinicadatus</i> از قنات کهوئیه سیرجان
۳۵	۹-۲-۲	صفات کلیدی گونه <i>G. komareki</i> از فرهنگسرای تهران
۳۶	۳-۲	مطالعات ژنتیکی
۳۶	۱-۳-۲	استخراج DNA از بافت
۳۶	۱-۱-۳-۲	روش chelex
۳۷	۱-۱-۱-۳-۲	روش کار
۳۸	۲-۱-۳-۲	استفاده از کیت تجاری NucleoSpin Tissue Kit
۳۸	۱-۲-۱-۳-۲	روش کار
۴۰	۲-۳-۲	واکنش زنجیرهای پلیمرز (PCR)
۴۰	۱-۲-۳-۲	کلیات
۴۱	۲-۲-۳-۲	مواد لازم جهت انجام واکنش زنجیرهای پلیمرز (PCR)
۴۴	۴-۲	توالی پرایمر های مورد استفاده در PCR
۴۵	۵-۲	غلظت مواد استفاده شده در PCR
۴۶	۶-۲	برنامه PCR مورد استفاده جهت تکثیر ژن COI میتوکندریایی
۴۷	۷-۲	الکتروفورز روی ژل آگارز
۴۷	۱-۷-۲	محلولهای لازم جهت الکتروفورز بر روی ژل آگارز
۴۹	۲-۷-۲	روش کار
۵۱	۸-۲	استخراج باند مورد نظر از ژل با استفاده از کیت تجاری Gel Extraction (ساخت شرکت Fermentas)
۵۱	۱-۸-۲	روش کار
۵۳	۹-۲	تعیین توالی (Sequencing) مستقیم محصولات PCR
۵۴	۱۰-۲	مقایسه جایگاه گونه های مورد مطالعه با سایر گونه ها
۵۸	۱۱-۲	نرم افزارهای مورد استفاده برای بررسی توالیهای بدست آمده
۵۸	۱-۱۱-۲	Sequencher
۵۸	۲-۱۱-۲	Gene runner
۵۸	۳-۱۱-۲	BioEdit
۵۹	۴-۱۱-۲	DnaSP (DNA Sequence Polymorphism)
۵۹	۵-۱۱-۲	MEGA 4 (Molecular Evolutionary Genetics Analysis, Version 4.0)
۶۰	۱۲-۲	روش های آماری مورد استفاده در نرم افزار های ترسیم درخت فیلوژنتیکی
۶۰	۱-۱۲-۲	روش ماکزیمم پارسیمونی (Maximum Parsimony)
۶۲	۲-۱۲-۲	روش نزدیک ترین همسایه (Neighbor-joining)

۶۷	۳- نتایج
۶۸	۳-۱ بررسی توالی ژن COI میتوکندریایی
۶۹	۳-۲ توالی های بدست آمده از گونه های مورد مطالعه
۶۹	۳-۲-۱ <i>Gammarus balutchi</i>
۶۹	۳-۲-۲ <i>Gammarus lobifer</i>
۷۰	۳-۲-۳ <i>Gammarus lordeganiensis</i>
۷۱	۳-۲-۴ <i>Gammarus parthicus</i>
۷۱	۳-۲-۵ <i>Gammarus proiectus</i>
۷۲	۳-۲-۶ <i>Gammarus bakhteyaricus</i>
۷۳	۳-۲-۷ <i>Gammarus crinicaudatus</i>
۷۳	۳-۲-۸ <i>Gammarus lacustris</i>
۷۴	۳-۲-۹ <i>Gammarus komareki</i>
۷۵	۳-۳ مقایسه توالی گونه های مورد مطالعه
۹۲	۳-۴ نشانگر اختصاصی تمایز گونه های دوجورپایان ایران
۹۴	۳-۵ شماتیک تخمین اندازه نشانگر اختصاصی در صورت استفاده از جفت پرایمرها برای گونه های مورد نظر
۹۶	۳-۶ رسم درخت فیلوژنتیکی
۹۷	۳-۶-۱ نگاه کلی بر درخت های بدست آمده
۹۷	۳-۶-۲ تفسیر درخت بدست آمده با روش نزدیک ترین همسایه
۱۰۰	۳-۶-۳ تفسیر درخت بدست آمده با روش ماکزیمم پارسیمونی
۱۰۲	۳-۶-۴ رسم درخت فیلوژنتیکی به دو روش ماکزیمم پارسیمونی و نزدیک ترین همسایه با استفاده از آنالیز Bootstrap
۱۰۲	۳-۶-۵ تفسیر و مقایسه درخت های بدست آمده با آنالیز Bootstrap
۱۰۶	۳-۷ رسم درخت فیلوژنتیکی با استفاده از داده های بدست آمده و اطلاعات موجود در Genbank
۱۰۹	۳-۷-۱ شرح درخت های بدست آمده
۱۱۰	۳-۸ محاسبه زمان اشتقاق گونه ها
۱۱۱	۳-۹ محاسبه زمان اشتقاق جمعیت های گونه <i>G. lacustris</i>
۱۱۳	۴- بحث
۱۱۶	۴-۱ تفسیر درخت های فیلوژنتیکی
۱۱۸	۴-۲ زمان های اشتقاق در ارتباط با وقایع تاریخی و پراکنش
۱۲۰	۴-۳ رویدادهای زمین شناسی و آب وهوایی ایران در دوران های مختلف
۱۲۰	۴-۳-۱ اطلاعات زمین شناختی ایران (پایگاه ملی داده های علوم زمین کشور http://www.ngdir.ir)
۱۲۲	۴-۳-۲ رخدادهای الیگوسن پسین - میوسن پیشین
۱۲۲	۴-۳-۳ رخدادهای میوسن پسین - پلیوسن
۱۲۲	۴-۳-۴ رخدادهای پلیوستوسن

۱۲۳ ۵-۳-۴ ایران از نظر آب و هوایی:
۱۲۳ ۴-۴ تلفیق داده ها برای بررسی های فیلوجغرافیایی
۱۲۴ ۵-۴ <i>G. lacustaris</i> گونه ای قدیمی یا نوظهور
۱۲۵ ۱-۵-۴ محاسبه زمان های اشتقاق جمعیت های گونه <i>G. lacustaris</i>
۱۲۶ ۲-۵-۴ وقایع زمین شناسی مهم آسیا در زمان میوسن
۱۲۸ ۶-۴ نتیجه گیری کلی
۱۲۹ ۷-۴ پیشنهادات
۱۳۰ منابع فارسی
۱۳۲ منابع انگلیسی

شماره صفحه	فهرست جداول
۲۸	جدول ۱-۲ موقعیت جغرافیایی محل های نمونه برداری.....
۵۶	جدول ۲-۲ اطلاعات بدست آمده از Genbank.....
۹۳	جدول ۱-۳ مشخصات پرایمرهای اختصاصی برای هر کدام از گونه های Gammarus بر اساس ساختمان ژن COI میتوکندریایی.....

شکل ۱-۱ نقشه پراکنش دوجورپایان درون قاره ای در مناطق مهم بیوجغرافیایی	۱۰
شکل ۱-۲ نقشه ایران به همراه مناطق نمونه برداری شده و گونه های هر ایستگاه	۲۶
شکل ۲-۲ چشمه بلقیس چرام	۳۰
شکل ۳-۲ تالاب چغاخور استان چهارمحال و بختیاری	۳۱
شکل ۴-۲ آبشار آتشگاه لردگان	۳۲
شکل ۵-۲ چشمه برم لردگان	۳۲
شکل ۶-۲ چشمه بلاغ حك استان مرکزی	۳۳
شکل ۷-۲ دریاچه نئور استان مرکزی	۳۵
شکل ۸-۲ استخراج به روش Chelex	۳۷
شکل ۹-۲ مراحل استخراج با استفاده از کیت تجاری NucleoSpin Tissue Kit	۴۰
شکل ۱۰-۲ تانک الکتروفورز برای ژل آگارز	۵۰
شکل ۱۱-۲ دستگاه ژل داگ	۵۰
شکل ۱۲-۲ مراحل استخراج باند مورد نظر از ژل آگارز	۵۳
شکل ۱۳-۲ درخت پارسیمونی	۶۱
شکل ۱-۳ نمایش باند حاصل از PCR روی ژل آگارز % ۱/۵	۶۷
شکل ۲-۳ موقعیت شماتیک نشانگرهای DNA با استفاده از پرایمرهای اختصاصی طراحی شده بر اساس ژن COI	۹۵
شکل ۳-۳ درخت فیلوژنتیکی با روش نزدیک ترین همسایه	۹۹
شکل ۴-۳ درخت فیلوژنتیکی با روش ماکزیم پارسیمونی	۱۰۱
شکل ۵-۳ درخت فیلوژنتیکی با روش نزدیک ترین همسایه با استفاده از آنالیز Bootstrap	۱۰۴
شکل ۶-۳ درخت فیلوژنتیکی با روش ماکزیم پارسیمونی با استفاده از آنالیز Bootstrap	۱۰۵
شکل ۷-۳ درخت فیلوژنتیکی حاصل از ادغام داده ها با روش نزدیک ترین همسایه با استفاده از آنالیز Bootstrap	۱۰۷
شکل ۸-۳ درخت فیلوژنتیکی حاصل از ادغام داده ها با روش ماکزیم پارسیمونی با استفاده از آنالیز Bootstrap	۱۰۸
شکل ۱-۴ مناطق به وجود آمده حاصل از رویدادهای زمین شناسی	۱۲۱
شکل ۲-۴ نقشه شرق آسیا	۱۲۷

فصل اول

مقدمه

۱- مقدمه

دوجورپایان (*Amphipoda*) راسته ای بزرگ از سخت پوستان متعلق به رده *Malacostraca* می باشند که در اندازه های ۲۰ تا ۵۰ میلی متر دیده می شوند. البته تعداد کمی از آنها در اندازه های کوچکتر و یا بزرگتر هم یافت می شوند. دوجورپایان در اکوسیستم های آبی در اکثر نقاط جهان شامل آبهای شور، شیرین و لب شور زیست می کنند و از اجزاء مهم و شاخص این اکوسیستم ها می باشند. البته گونه هایی از انواع خاکزی هم از دوجورپایان وجود دارد. شناسایی و رده بندی دوجورپایان علاوه بر کمک به حفاظت از خود آنها، تأثیر زیادی بر حل مشکلات اکولوژیکی و بقاء محیط زیست دارد (Barnard and Barnard, 1983).

نزدیک به ده سال است که مطالعات جامع روی دوجورپایان ایران آغاز شده است ولی همچنان مناطق بسیاری از کشور مورد مطالعه و شناسایی قرار نگرفته اند. با توجه به اهمیت دوجورپایان، بسیار مهم است که این توانایی را داشته باشیم که دوجورپایان کشورمان را شناسایی کنیم.

صفتی که تا کنون برای شناسایی و رده بندی دوجورپایان مورد استفاده قرار گرفته است، صفات ریختی بوده است و زمانی که این صفات قادر به حل ابهامات ایجاد شده نبودند، محققین ما با مشکل مواجه می شدند. که از مهمترین دلایل این امر می توان به اندازه بسیار کوچک دوجورپایان و شباهت بسیار آنها به هم نام برد.

امروزه که به کارگیری روش های مولکولی در مطالعات روی موجودات زنده مختلف توانایی این روش ها را در رفع ابهامات به اثبات رسانده است، همزمان با کاهش چشمگیر هزینه های استفاده از این روش ها، در بررسی حاضر از شیوه های مولکولی استفاده شده است.

این مطالعه کوششی در جهت استفاده از نشانگر مولکولی ژن COI میتوکندریایی برای بررسی فیلوژنتیکی گونه های شناسایی شده از جنس *Gammarus* در ایران است. امید است که آغازی برای استفاده گسترده تر از تکنیک های مولکولی در این راستا و زمینه های مشابه باشد.

۱-۱ سابقه مطالعه دوجورپایان ایران

تا قبل از سال 1998 مطالعه جامعی در رابطه با شناسایی دوجورپایان ایران صورت نگرفته بود و فقط به صورت پراکنده در طی سال های 1934 تا 1982 مطالعاتی در این رابطه به شرح زیر به انجام رسیده بود:

S. Karaman (1934) – Birstein (1945) – G.S. Karaman (1969) – Ruffo (1979) –
Pesce *et al.* (1982)

تا اینکه (Stock *et al.* (1998) از انسیتو سیستماتیک و بیولوژی جمعیت موزه جانورشناسی دانشگاه آمستردام به همراه همکاران ایرانی خود از دانشگاه شهید بهشتی تهران به سرپرستی حسن زاده کیابی، اقدام به مطالعه گسترده دوجورپایان ایران کردند. در این راستا از ۱۸۵ ایستگاه در مناطق مختلف کشور نمونه برداری انجام شد که در نهایت منجر به معرفی ۲۹ گونه متعلق به خانواده های زیر شد:

۲۵ گونه از Gammaridae

یک گونه از Pantoporeiidae

یک گونه از Gammaracanthidae

دو گونه از Corophiidae

در این میان شش گونه جدید از جنس *Gammarus* به نامهای :

G. proiectus, *G. parthicus*, *G. lobifer*, *G. anodon*, *G. crinacatus*,

G. paricenatus به عنوان گونه جدید شناسایی و نامگذاری شدند. همچنین گونه های *G.*

inberbus, *G. komareki*, *G. aequicauda*, *G. lacustric*, *G. syriacus*

ایران گزارش شدند (Stock *et al.* 1998). در ادامه راه دانشجویان ایرانی و مخصوصا دانشجویان

دانشکده زیست شناسی دانشگاه تهران با مطالعات خود گونه های دوجورپایان را از سراسر ایران گزارش کردند:

G. parthicus و *G. proiectus* از استان مرکزی (باوری ۱۳۷۹).

G. komareki و *G. parthicus* از استان تهران (بناکار ۱۳۸۰).

G. komareki و *G. parthicus* از استان لرستان (امرائی ۱۳۸۰).

G. pseudosyriacus و *G. crinicaudatus* از استان کرمان (پورمحمدی سربنائی ۱۳۸۱).

G. parthicus، *G. komareki* و *G. pseudosyriacus* از استان اصفهان (نقیب ۱۳۸۱).

G. parthicus و *G. pseudosyriacus* از استان قم (نقیب ۱۳۸۱).

G. parthicus، *G. pseudosyriacus*، *G. komareki* و *G. syriacus* (خلجی پیربلوطی ۱۳۸۱)

و گونه های جدید *G. balutchi*، *G. lordeganiensis* و *G. bakhteyaricus* (Khalaji-

Pirbaluti and Sari, 2004; 2006) از استان چهارمحال و بختیاری.

G. komareki، *G. proiectus* و *G. parthicus* از استان کردستان (مزینی ۱۳۸۲).

G. komareki و *Pontogammarus maeoticus* از منطقه هیرکانی (نپاوندی ۱۳۸۳).

G. lobifer و *G. pseudosyriacus* از استان کهگیلویه و بویراحمد (صناعی ۱۳۸۴).

G. proiectus، *G. komareki* و *G. pseudosyriacus* و *G. bakhteyaricus* از استان

اصفهان (ابراهیم نژاد و همکاران ۱۳۸۴).

G. cf. Obesogammarus turcarum، *G. komareki*، *G. lacustaris*، *G. paricenatus*

و *Niphargus. cf. tauri* و *balcanicus* از شمال استانهای آذربایجان شرقی، غربی و اردبیل (علیزاده

اقتدار ۱۳۸۵).

G. komareki و *G. proiectus* از شمال استان لرستان (یوسفوند ۱۳۸۶).

۱-۲ اطلاعات کلی درباره دوجورپایان

دوجورپایان سخت پوستانی تخم گذار از فوق خانواده Peracarida هستند که تکوینی مستقیم (بدون مرحله لاروی مستقل) دارند. ماده ها جنین های خود را در کیسه تخمی که بین پاهای سینه ای قرار دارد حمل می کنند. هنگامی که دوجورپایان جوان در آب رها می شوند، چندین مرحله پوست اندازی بدون دگردیسی را گذرانده و بالغ می شوند (Vainola et al., 2008).

آنها عنصر غالب فون بزرگ دریایی با جوامع کف زی (benthic) و سطح زی (epibenthic) می باشند، که در انواع زیستگاه های آب شیرین، آب شور و محیط خشکی مشاهده می شوند. شیوه زندگی آنها شامل انواع pelagic، benthic، commensal و انواع انگل می باشد (De Broyer & Jazdzewski, 1993).

بدن دوجورپایان بالغ اکثرا از طرفین فشرده شده و ظاهری شبیه میگو دارند اما همگی به این شکل نیستند. تنه آنها به سه قسمت سر، سینه و شکم تقسیم می شود. یک جفت چشم مرکب و ثابت روی سر قرار گرفته است که شکل آن یکی از صفات مهم در رده بندی محسوب می شود. همچنین قطعات دهانی به صورت یک توده متراکم در حفره دهانی مشاهده می شود. دو شاخک روی سر قرار دارد که شاخک اول دو شاخه و دارای غدد شاخکی است و پایه سه بندی آن Peduncle نامیده می شود. ساختار حسی فنجانای شکل (calceoli)، موها و خارهای شاخک اول و دوم از جمله صفات ارزشمند در تاکسونومی می باشند. دو جورپایان فاقد کاراپاس می باشند با این وجود اولین و گاهی اوقات دومین بند سینه ای با سر یکی می شود که به آن سرسینه (cephalothorax) گویند (Barnes, 1994).

بندهای سینه و شکم از نظر شکل و اندازه مشابه هم هستند و تفاوت خاصی در آنها مشاهده نمی شود. در مجموع سینه هشت بند دارد که شامل هفت بند آزاد و یک بند متصل به سر است. جفت پای متصل به بند اول سینه ای پای آرواره ای (Maxilliped)، جفت پای متصل به بندهای دوم و سوم سینه ای

Gnathopod و پاهای متصل به سایر بند ها Pereopod نامیده می شود. Pereopod ها هر کدام دارای هفت بند با اسامی زیر است:

1- Coxa 2- Basis 3- Ischium 4- Merus 5- Carpus 6- Propodus
7-Dactylus

ناخن (Dactylus) در جفت پاهای یک تا چهار در جهت خلفی و در جفت های پنج تا هفت در جهت قدامی بدن قرار گرفته است که به علت قرار گیری متفاوت پاها در دو جهت مخالف، به این راسته دوجورپایان می گویند (Bousfield and shih, 1994).

Gruner (1993) حدود ۶۳۰۰ گونه توصیف شده از دوجورپایان را ذکر می کند که در چهار زیرراسته و تقریباً ۱۵۰ خانواده قرار می گیرند. اما تعداد گونه های که از آن زمان تا به حال معرفی شده اند رو به افزایش میباشد.

رژیم های غذایی متنوعی شامل گیاهخواری، گند خواری، گوشتخواری، همه چیزخواری و شکارچی گری در دوجورپایان وجود دارد. خود آنها به عنوان غذای اصلی ماهی ها بسیار حائز اهمیت می باشند. همچنین میزبان واسطه بعضی انگل ها بوده و نقش مهمی را در هدایت انرژی و ماده به سطوح بالاتر زنجیره غذایی عهده دار می باشند (Vainola et al., 2008).

۳-۱ تاریخچه پیدایش

Latreill (1816) برای اولین بار راسته دوجورپایان را پایه گذاری کرد. البته گروهی که وی به عنوان دوجورپا معرفی کرد امروزه Gammaridean می نامیم (Scharm, 1986).

اولین بار کنه نهنگ (*Cyamus*) شناسایی شده، به غلط در گروه جورپایان قرار گرفت. اما با مطالعات و بررسی های دقیقتر ویژگی هایی متفاوت از جورپایان در آن یافت شد که منجر شد کنه نهنگ از گروه

جورپایان خارج شود و به طور مستقل به همراه Caprellid ها در تاکسون Laemodipoda قرار گیرند. همچنین Milne Edward (1830) نیز Hypriid ها را از Gammariid ها جدا کرد. نهایتاً Dana (1852) سه زیر راسته از دوجورپایان را به طور مجزا و تحت عناوین Caprellidean ، Gammaridean و Hypriidean معرفی کرد و گروه چهارم یعنی Ingolfiellidean توسط Hansen (1903) به سه زیر راسته قبلی افزوده شد (Scharm, 1986).

۴-۱ موقعیت تاکسونومی (اقتباس از **Systema Naturae 2000 / Classification**)

Kingdom: Animalia	(Linnaeus, 1758)
Phylum: Arthropoda	(Latreille, 1829)
Subphylum: Crustacea	(Pennant, 1777)
Class: Malacostraca	(Latreill, 1802)
Subclass: Eumalacostraca	(Grobber, 1892)
Superorder: Peracarida	(Calman, 1904)
Order: Amphipoda	(Latreill, 1816)
Suborder:	1) Caprellidea (Leach, 1814)
	2) Hyperiidea (Edward, 1830)
	3) Gammaridea (Latreill, 1802)
	4) Ingolfiellidea (Hansen, 1903)