





دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

دانشکده علوم زراعی

گروه گیاهپزشکی

پایان نامه دوره کارشناسی ارشد حشره شناسی

بررسی فونستیک حشرات راسته پادمان (Insecta: Collembola) در مناطق مختلف ساری

استاد راهنما

دکتر معصومه شایان مهر

استاد مشاور

دکتر محمدرضا دماوندیان

تحقیق و نگارش

علیه یحیی پور

بهمن ۱۳۹۰

پاسکولاری

از استاد ارجمندی فرزانه و بزرگوارم سرکار خانم دکتر مصومه شایان مهر نیابت مشکو و قدردانی را دارم. استادی که عالمانه، با صبر و حوصله فراوان خویش، در کجیه مراحل تحقیق و تدوین پایان نامه بنده راراهنمایی نمودند.

از استاد مشاور بزرگوارم جناب آقای دکتر محمد رضا داوودیان که در طول این پژوهش از بختگوشان بهره برده ام صمیمانه قدردانی می نمایم.

کمال تشکر را دارم از اساتید محترم ناظر جناب آقای دکتر بادی زلوه و جناب آقای دکتر شریف که علاوه بر زحمات و داورای این پایان نامه، همیشه از نقطه نظرات و سخنان ارزشمند ایشان بهره برده ام. از یارنده محترم تحصیلات تکمیلی جناب آقای دکتر قاجار جهت مدیریت جلسه دفاع کمال تشکر را دارم. از دوستان، بهکلاسی ها و همچنین کارمندان گروه گویا بهزینگی که به نوعی در انجام این تحقیق یارنده بهکاری داشته اند کمال تشکر و قدردانی را دارم.

تقدیم به پدر و مادر مهربانم که جوانی و جودم را بارور ساختند و به من، هستی بخشیدند

,

تنها برادر مهربانم که قلبی به وسعت آسمان دارد.

چکیده

پادمان یا دم فنی ها فراوان ترین بندپایان کوچک خاکزی هستند. اندازه آنها کوچک و از لحاظ طبقه بندی در گروه دهان درونیان قرار دارند. شش پایان بدون بال و دارای شاخک می باشند. اغلب گونه ها دارای فورکا در بخش عقبی شکم می باشند. در جهان حدود ۷۰۰۰ گونه از پادمان شرح داده شده اند. این حشرات همه جازی هستند و به غیر از چند گزارش که حاکی از این هستند پادمان آفت محصول می باشند در کل به عنوان حشرات سودمند شناخته شده اند. مهمترین نقش آنها در محیط زیست شامل دخالت در فرآیندهای تجزیه، کمک به چرخش عناصر غذایی و تغییر در نحوه رشد گیاهان می باشد. در طی سالهای ۱۳۸۸-۱۳۹۰ به منظور شناسایی راسته پادمان نمونه برداری های متعددی از خاک و خاکبرگ مناطق مختلف شهر ساری به عمل آمد و با بررسیهای میکروسکوپی و ماکروسکوپی و همچنین با استفاده از کلید های معتبر دنیا مجموعاً ۲۳ گونه، ۲۰ جنس و هشت خانواده شناسایی گردید. اسامی گونه ها با تفکیک خانواده ها به شرح زیر می باشند :

Entomobryidae: *Heteromorus major*, *Heteromurussp*,
Entomobryamultifasciata, *Entomobryaatrocincta*, *Entomobryadolifusi*,
Pseudosinellaoctopunctata, *Seriadomestica*, *Lepidocyrtussp*

Isotomidae: *Isotomaviridis*, *Isotomiella minor*, *Cryptopygusponticus*, *Isotomurus sp1*
(*aff. Palustris – unifasciata*), *Isotomurus sp2 (aff. Italicus)*,
Folsomidesparvulus, *Folsomiacandida*, *Proisotomaminima*

Dicyrtomidae: *Dicyrtominaornate*, *Dicyrtomafusca*

Katiannidae: *Sminthurinuselegans*, *Sminthurinus aureus*

Sminthuridae: *Sminthurusmarginatus*

Hypogastruridae: *Ceratophyselladenticulate*, *Xenyllawelchi*

Onychiuridae: *Orthonychiurusfolsomi*

Neanuridae: *Neanuramuscurum*

صفحه	عنوان
۱	فصل اول: مقدمه
	فصل دوم: بررسی منابع
۴	۱-۲- رده بندی پادمان و تاریخچه آن
۱۴	۲-۲- گزارش پادمان جهان و ایران
۱۸	۳-۲- مشخصات ریخت شناسی پادمان
۱۹	۱-۳-۲- سر و ضمائم آن
۱۹	۱-۲-۳-۲- شاخک
۲۰	۲-۲-۳-۲- چشم
۲۱	۳-۲-۳-۲- اندام پس شاخکی (پست آنتنال ارگان)
۲۲	۴-۲-۳-۲- قطعات دهانی
۲۲	۲-۳-۲- قفسه سینه و ضمائم آن
۲۳	۳-۳-۲- شکم
۲۵	۴-۳-۲- کتوتاکسی
۲۵	۴-۲- سیکل زندگی
۲۵	۲-۴-۲- دگردیسی
۲۶	۳-۴-۲- تولیدمثل
۲۶	۵-۲- اکولوژی پادمان
۲۶	۱-۵-۲- زیستگاه
۲۷	۶-۲- اهمیت پادمان در طبیعت
۲۷	۱-۶-۲- اهمیت پادمان در کشاورزی
	فصل سوم: مواد و روشها
۲۹	۱-۳- مناطق نمونه برداری
۲۹	۲-۳- روش های جمع آوری پادمان
۳۰	۱-۲-۳- قیف برلیز
۳۱	۱-۱-۲-۳- جداسازی پادمان از خاک توسط سیستم دست ساخت
۳۱	۲-۲-۳- قلم موی مرطوب
۳۱	۳-۲-۳- تله گودالی
۳۲	۳-۳- نکاتی در مورد نگهداری پادمان

صفحه	عنوان
۳۲	۴-۳- تهیه اسلاید میکروسکوپی
۳۴	۵-۳- شناسایی و تایید نهایی فصل چهارم: نتایج
۳۸	۱-۴- کلید شناسایی خانواده های سه زیر راسته ی انتوموبریومورفا و سیمفیپلثونا و پودرومورفا
۴۰	۲-۴- خانواده Entombryidae Schott, 1891
۴۱	۲-۱-۴- جنس <i>Heteromurus</i> Wankel, 1860
۴۱	۱-۱-۲-۴- گونه <i>Heteromurus major</i> Monie, 1889
۴۲	۲-۱-۲-۴- گونه <i>Heteromurus sp.</i>
۴۲	۲-۲-۴- جنس <i>Entomobrya</i> Rondani, 1861
۴۳	۳-۱-۴- کلید شناسایی گونه های جنس <i>Entomobrya</i>
۴۳	۱-۲-۲-۴- گونه <i>Entomobrya multifasciata</i> Tullberg, 1871
۴۴	۲-۲-۲-۴- گونه <i>Entomobrya atrocincta</i> Schott, 1986
۴۴	۳-۲-۲-۴- گونه <i>Entomobrya dollfusi</i> Denis, 1924
۴۴	۳-۲-۴- جنس <i>Pseudosinella</i> Schaffer, 1897
۴۵	۱-۳-۴-۴- گونه <i>Pseudosinella octopunctata</i> Boerner, 1901
۴۵	۴-۲-۴- جنس <i>Seria</i> Lubbock, 1869
۴۵	۱-۴-۲-۴- گونه <i>Seriadomestica</i> Nicolet, 1842
۴۶	۵-۴-۲-۴- جنس <i>Lepidocyrtus</i> Bourlet, 1839
۴۷	۳-۴- خانواده Isotomidae Schaffer, 1896
۴۸	۱-۳-۴- جنس <i>Isotoma</i> Bourlet, 1839
۴۹	۱-۱-۳-۴- گونه <i>Isotomaviridis</i> Bourlet, 1839
۴۹	۲-۳-۴- جنس <i>Isotomiella</i> Bagnall, 1939
۵۰	۱-۲-۳-۴- گونه <i>Isotomiella minor</i> Schaffer, 1896
۵۰	۳-۳-۴- جنس <i>Cryptopygus</i> Willem, 1901
۵۱	۱-۳-۳-۴- گونه <i>Cryptopygus ponticus</i> Stach, 1947
۵۲	۴-۳-۴- جنس <i>Isotomurus</i> Borner, 1903
۵۳	۱-۴-۳-۴- گونه <i>Isotomurus sp.2</i> (aff. <i>Palustris-unifasciata</i>)
۵۳	۲-۴-۳-۴- گونه <i>Isotomurus sp.2</i> (aff. <i>Italicus</i>)
۵۴	۵-۳-۴- جنس <i>Folsomides</i> Stach, 1922

صفحه	عنوان
۵۴	<i>Folsomidesparvulus</i> Stach, 1922 گونه ۱-۵-۳-۴
۵۵	<i>Folsomia</i> Willem, 1902 جنس ۶-۳-۴
۵۵	<i>Folsomiacandida</i> Willem, 1902 گونه ۱-۶-۳-۴
۵۶	<i>Proisotoma</i> Borner, 1901 جنس ۷-۳-۴
۵۶	<i>Proisotomaminima</i> Absolon, 1901 گونه ۱-۷-۳-۴
۵۷	Dicyrtomidae خانواده ۴-۴
۵۷	<i>Dicyrtoma</i> Bourlet, 1842 جنس ۱-۴-۴
۵۷	<i>Dicyrtomafusca</i> Lubbock, 1873 گونه ۱-۱-۴-۴
۵۸	<i>Dicyrtomina</i> Borner, 1903 جنس ۲-۴-۴
۵۸	<i>Dicyrtominaornata</i> Nicolet, 1842 گونه ۱-۲-۴-۴
۵۹	Katiannidae Borner, 1913 خانواده ۵-۴
۵۹	<i>Sminthurinus</i> Borner, 1901 جنس ۱-۵-۴
۵۹	<i>Sminthurinuselegans</i> Fitch, 1863 گونه ۱-۱-۵-۴
۶۰	<i>Sminthurinus aureus</i> Lubbock, 1862 گونه ۲-۱-۵-۴
۶۱	Sminthuridae Bretfeld, 1986 خانواده ۶-۴
۶۱	<i>Sminthurus</i> Latreille, 1804 جنس ۱-۶-۴
۶۱	<i>Sminthurus</i> sp. (aff. <i>marginatus</i>) گونه ۱-۱-۶-۴
۶۳	Hypogastruridae Borner, 1906 خانواده ۷-۴
۶۳	Hypogastruridae کلید شناسایی جنس های خانواده ۵-۱-۴
۶۳	<i>Ceratophysella</i> Borner, 1932 جنس ۱-۷-۴
۶۳	<i>Ceratophyselladenticulate</i> Bagnall, 1941 گونه ۱-۱-۷-۴
۶۴	<i>Xenylla</i> Tullberg, 1839 جنس ۲-۷-۴
۶۴	<i>Xenyllawelchi</i> Folsom, 1916 گونه ۱-۲-۷-۴
۶۵	Onychiuridae Borner, 1901 خانواده ۸-۴
۶۵	<i>Orthonychiurus</i> جنس ۱-۸-۴
۶۵	<i>Orthonychiurus folsomi</i> Schaffer, 1900 گونه ۱-۱-۸-۴
۶۷	Neanuridae خانواده ۹-۴
۶۷	<i>Neanura</i> Gillivray, 1893 جنس ۱-۹-۴
۶۷	<i>Neanuramus curum</i> Templeton, 1835 گونه ۱-۱-۹-۴

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

۹۰

فصل پنجم: بحث و نتیجه گیری

۹۲

پیشنهادات

۹۳

فهرست منابع

- شکل ۱-۲- درخت شجره شناسی بند پایان بر اساس توالی ژن های 18s و 28s از ۳۱ تا کسون ۷
- شکل ۲-۲- طبقه بندی رده شش پایان تا سطح راسته ۱۲
- شکل ۳-۲- درخت فیلوژنی بر اساس ژنهای 28s و 18s مربوط به هفت گونه پادمان بدون تاکسون ۱۲
- شکل ۴-۲- شکل عمومی بدن در زیر راسته ی آرتروپلئونا ۱۸
- شکل ۵-۲- شکل عمومی بدن در زیر راسته ی سیمفیپلوئنا ۱۹
- شکل ۶-۲- اندام های حسی روی بند سوم شاخک در خانواده Onychiuridae ۲۰
- شکل ۷-۲- اندام پس شاخکی در *Cryptopygusponticus* ۲۱
- شکل ۸-۲- ساختار چنگک یا فورکولا در پادمان ۲۴
- شکل ۹-۲- همزیستی پادمان با سایر موجودات ۲۷
- شکل ۱-۳- کیف برلیز ۳۵
- شکل ۲-۳- دستگاه جداسازی برای پادمان از خاک و خاکبرگ ۳۵
- شکل ۱-۴- گونه *Heteromurismajor* ۶۸
- شکل ۲-۴- گونه *Heteromurussp* ۶۹
- شکل ۳-۴- گونه *Entomobryamultifasciata* ۷۰
- شکل ۴-۴- گونه *Entomobryaatrocincta* ۷۱
- شکل ۵-۴- گونه *Entomobryadolifusi* ۷۱
- شکل ۶-۴- گونه *Pseudosinellaoctopunctata* ۷۲
- شکل ۷-۴- گونه *Seriadomestica* ۷۲
- شکل ۸-۴- گونه *Lepidocyrtussp* ۷۳
- شکل ۹-۴- گونه *Isotomaviridis* ۷۴
- شکل ۱۰-۴- گونه *Isotomiella minor* ۷۴
- شکل ۱۱-۴- گونه *Cryptopygusponticus* ۷۵
- شکل ۱۲-۴- گونه *Isotomurussp.1*(aff. *Palustris-unifasciata*) ۷۶
- شکل ۱۳-۴- گونه *Isotomurussp.2*(aff. *fitalicus*) ۷۷
- شکل ۱۴-۴- گونه *Folsomidesparvulus* ۷۸
- شکل ۱۵-۴- گونه *candidaFolsomia* ۷۹
- شکل ۱۶-۴- گونه *Proisotomaminima* ۸۰
- شکل ۱۷-۴- گونه *Dicyrtomafusca* ۸۱

فهرست تصاویر

صفحه	عنوان
۸۲	شکل ۴-۱۸ - گونه <i>Dicyrtominaornata</i>
۸۳	شکل ۴-۱۹ - گونه <i>Sminthurinuselegans</i>
۸۴	شکل ۴-۲۰ - گونه <i>Sminthurinusaureus</i>
۸۵	شکل ۴-۲۱ - گونه <i>Sminthurussp. (aff. marginatus)</i>
۸۶	شکل ۴-۲۲ - گونه <i>Ceratophysella denticulate</i>
۸۷	شکل ۴-۲۳ - گونه <i>Xenyllawelchi</i>
۸۸	شکل ۴-۲۴ - گونه <i>Orthonychiurusfolsomi</i>
۸۹	شکل ۴-۲۵ - گونه <i>Neanuramuscurum</i>

فهرست جداول

صفحه

عنوان

جدول ۱-۳- اطلاعات مربوط به مناطق نمونه برداری گونه های مختلف پادمان شهرستان ساری ۳۶

خاک، زیستگاه گروههای متنوعی از موجودات جانوری می باشد که هر کدام از آنها دارای نقش و وظیفه خاص در اکوسیستم های زمینی (خاکی)^۱ می باشند. موجودات جانوری خاکزی بر حسب اندازه به سه گروه شامل ماکروفونا، مزوفونا و میکروفونا تقسیم می شوند. ماکروفونا، موجودات زنده خاکزی درشت (در حد سانتیمتر) مانند ، کرم خاکی و حشرات درشت را در بر می گیرد. مزوفونا، موجودات خاکزی با اندازه متوسط (اندازه میلیمتر) شامل پادمان^۲ و کنه های اریباتیده^۳ می باشد. میکروفونای خاک شامل موجودات ریز (اندازه میکرونی) مانند پروتوزوئرها، باکتری ها و ویروسها می باشد.

پادمان یا دم فنی ها وسیع ترین و فراوان ترین بند پایان کوچک خاکزی هستند و تراکم آنها در برخی از خاکهای جنگلی گاهی به بیش از چند میلیون حشره در هر متر مربع می رسد (پترسن و لاکستون، ۱۹۸۲). اندازه آنها کوچک (۰/۱۲ تا ۱۰ میلی متر) واز لحاظ طبقه بندی در گروه دهان درونیان^۴ (زوائد دهانی آنها در یک کیسه درون سر واقع شده اند) قرار دارند. این حشرات بدون بال و دارای شاخک می باشند. بیشتر پادمان با یک زائده شکمی چنگال مانند^۵ در بخش عقب شکم به نام فورکا شناخته می شوند. آنها حشرات بسیار قدیمی هستند و قدمت فسیل های پادمان به ۴۱۲ میلیون سال پیش بر می گردد که حاکی از این است که پادمان بخش مهمی از اولین اکوسیستم های خاکی بوده اند (چهارطاقی، ۲۰۰۶).

در طبقه بندی چندی قبل پادمان در رده حشرات قرار می گرفتند اما در رده بندی جدید پادمان خود به عنوان یک رده در کنار رده حشرات قرار می گیرند (موزمن و همکاران، ۲۰۱۰). در جهان حدود ۷۰۰۰ گونه از پادمان شناسایی شده اند و با توجه به لیست سرزمین هایی که هنوز فون پادمان در آنها بررسی نشده اند احتمالاً این تعداد بسیار تعیین خواهد کرد. پادمان دارای غنای گونه ای ۳ تا ۶۰ هزار گونه بسته به اکوسیستم می باشند (روسک، ۱۹۹۸).

¹ - Terrestrial ecosystem

² - Collembola (= Springtails)

³ - Oribatid mites

⁴ - Enthognathous

⁵ - Furca

آنها از همه جا از سواحل دریا گرفته تا بالای کوه ها، از جنگل های گرمسیری تا قطب شمال وجود دارند، به غیر از چند گزارش که حاکی از این هستند که پادمان آفت محصولات کشاورزی می باشند معمولا آنها بندپایان سودمند تلقی می شوند. مهمترین نقش این حشرات در محیط شامل دخالت در فرآیندهای تجزیه، کمک به چرخش عناصر غذایی، تشکیل ریزساختمان های^۱ خاک و تغییر در نحوه رشد گیاهان می باشد (ویسر، ۱۹۸۵؛ کلیرونوموس و کندریک، ۱۹۹۵؛ روسک، ۱۹۹۸). مطالعات اخیر نشان داده است که پادمان روی مورفولوژی ریشه گیاهان اثر می گذارد و ریشه ها دراز تر و باریک تر شده و نوک ریشه رشد بیشتری دارند (اندل و بروشو، ۲۰۰۶).

پادمان می توانند به عنوان شاخص های زیستی^۲ در خاک های آلوده و یا به عنوان ارگانسیم های آزمایشی برای آزمایش مواد شیمیایی جدید استفاده شوند (هوپکین، ۲۰۰۵). برخی از گونه های پادمان همچون گونه *Folsomia candida* برای انجام مطالعات آزمایشگاهی سم شناسی^۳ از دیرباز کاربرد داشته اند. این گونه ها دارای قدرت تکثیر سریع و دوره زندگی کوتاه می باشند. (هوپکین، ۱۹۹۷)

بر اساس منابع علمی موجود، پادمان از باکتری ها، قارچ ها، جلبک ها، پسمانده های گیاهی، نماتدها و روتیفرها تغذیه می کنند. در بسیاری از منابع از آنها به عنوان عمومی خوار^۴ یاد می شوند (پارکینسون، ۱۹۸۸). با این وجود، یافته های جدید بر اساس استفاده از مقادیر طبیعی نسبت نیتروژن رادیوایزوتوپ به نیتروژن معمولی نشان داده است که در یک اکوسیستم با تنوع گونه ای بالا، پادمان برای استفاده از منابع غذایی موجود به گیلدهای غذایی^۴ متفاوتی گروه بندی می شوند به طوری که می توان در بین آنها گیلدهای گیاهخوار، تجزیه کننده های اولیه و ثانویه را تشخیص داد (چهارطاقی و همکاران، ۲۰۰۵).

¹ - Microstructure

² - Bioindicator

³ - Toxicology

⁴ - Feeding guild

آنچه مسلم است این حشرات در دنیا بسیار مورد توجه بوده اند بطوریکه مقالات بیشماری در مورد آنها در زمینه های مختلف چاپ شده و می شوند. چندین سایت اینترنتی به منظور ارتباط بین کولمبولوژیست های دنیا تاسیس شده است و نیز کنفرانس هایی با عنوانهای مزوفون های خاک^۱ یا کنگره بی بالان^۲ هر ساله برگزار می شود که اختصاصا به جدیدترین یافته ها در مورد این حشرات می پردازد. علیرغم توجهاتی که در دنیا به این حشرات شده، در ایران تحقیق قابل ذکری در مورد آنها انجام نگرفته است. شاید مهمترین دلیل این باشد که این حشرات به عنوان آفت چندان مشکل ساز نیستند. ولی با توجه به نقش مثبت آنها در طبیعت، با تحقیق بیشتر می توان راههای کاربردی تری برای استفاده از این حشرات در کشاورزی پیدا نمود.

فرضیات:

- ۱) پادمان با توجه به خصوصیات فیزیکی خاک (غنی بودن از نظر وجود ترکیبات آلی) در شهرستان ساری و پوشش گیاهی متنوع آن احتمالا دارای تنوع گونه ای و تراکم بالایی می باشد.
- ۲) احتمالا خانواده ها، جنس ها و گونه های جدید برای شهرستان ساری و ایران گزارش شود.

اهداف:

- ۱- شناسایی فون راسته ی پادمان در شهرستان ساری
- ۲- چون تاکنون در ایران در زمینه فون پادمان تحقیق تخصصی صورت نگرفته است، کلکسیون اسلاید دائمی و کلید شناسایی گونه های موجود در سطح شهرستان ساری تهیه گردد تا در آینده مورد استفاده پژوهشگران قرار گیرد.

¹ - Soil Mesofauna

² - Apterygota Conference

۲-۱- رده بندی پادمان و تاریخچه آن

شش پایان^۱ جزء قدیمیترین ساکنین کره خاکی می باشند. اولین سنگواره های شش پایان مربوط به پادمان، دم فتری ها^۲ یا کولمبولا^۳ می باشد که قدمت آن ها به دوره دونین^۴، چیزی در حدود ۴۰۰ میلیون سال قبل برمی گردد و این بدان معنی است که پادمان بخش مهمی از اولین اکوسیستم های خاکی بوده اند (هوپکین، ۱۹۹۷). قدیمی ترین رکورد ها برای گزارش گونه های پادمان مربوط به تحقیقات لینه است. این دانشمند سوئدی آغازگر دانش پادم‌شناسی بود. وی در سال ۱۷۵۸ میلادی در کتاب مشهور خود به نام "سیستما نیچر"^۵ از این حشرات پنج گونه را نامگذاری و توصیف نمود و هر پنج گونه را در جنس *Podura* قرار داد. این پنج گونه همگی در ابتدا در راسته‌ی استتاله داران^۶ قرار داده شدند (هوپکین، ۱۹۹۷؛ دهارونگ، ۲۰۰۴). لایوک در سال ۱۸۷۳ میلادی در کتاب خود دو جنس و ۱۵ گونه‌ی جدید را توصیف نمود و برای اولین بار از واژه کولمبولا (که در فارسی به عنوان پادمان ترجمه شده است) برای این گروه از حشرات استفاده نمود (هوپکین، ۱۹۹۷). واژه‌ی کولمبولا که بعد ها به عنوان یک راسته و گروهی مستقل از راسته دم استتاله داران مورد استفاده قرار گرفت، از دو واژه‌ی کولا^۷ به معنی چسبیدن و امبولون^۸ به معنی زایده تشکیل شده است.

در رده بندی بندپایان، راسته پادمان به موازات تغییراتی که در رده بندی حشرات توسط حشره شناسان مختلف انجام شده دستخوش تغییرات فراوانی شده است. در این رده بندی هر جا که از حشرات به عنوان زیر شاخه یاد شده، پادمان به عنوان رده تقسیم بندی شده اند و هرگاه حشرات به عنوان رده تلقی شده اند، پادمان نام راسته را یدک کشیده اند. به عنوان مثال در رده بندی مانتون^۹

^۱ - Hexapoda

^۲ - Spring tails

^۳ - Collembola

^۴ - Devonian

^۵ - Systema nature

^۶ - Thysanura

^۷ - Kolla (Latin Colla)

^۸ - Embolon

^۹ - Manton, ۱۹۷۷

(۱۹۷۷) که بر اساس روابط فیلوژنتیک بیان شده حشرات به عنوان زیر شاخه در شاخه تک شاخه ها^۱ و بالاشاخه بندپایان قرار گرفته اند. مانند در سیستم رده بندی خود، پادمان را به عنوان یک رده در شاخه تک شاخه ها و زیر شاخه حشرات قرار می دهد و نیز رده پادمان را به سه راسته تقسیم می کند (هوپکین، ۱۹۷۷).

راسته آرتروپلئون^۲ (با دو بالا خانواده و ۱۵ خانواده)، راسته نیلیپلئون^۳ (با یک خانواده کوچک) و راسته سیمفیپلئون^۴ (با دو خانواده). رده بندی ارائه شده توسط مانند دارای اشکالات فراوانی بود که محققین بعدی سعی در اصلاح آن داشتند. آنچه مسلم است پادمان یک گروه مونوفیلیک در درون حشرات هستند (گائو و همکاران، ۲۰۰۸). پادمان در بین حشرات وابستگی بیشتری به راسته های بی شاخکان^۵، دم چنگالان^۶ و دم استتاله داران نشان می دادند و به دلیل داشتن برخی ویژگیهای مشترک در زیر- رده ی جدیدی به نام بی بالان^۷ (حشرات بدون دگردیسی) در رده ی حشرات قرار داده شدند (بلینگر و همکاران، ۲۰۰۲). مهمترین ویژگی این حشرات همانطور که از نام زیر رده مشخص می شود، صفت بی بالی است که یک صفت اولیه می باشد. در این بین حشرات راسته دم استتاله داران به دلیل داشتن بعضی از ویژگی های متفاوت مثل قطعات دهانی بیرونی و داشتن چشم های متفاوت از سه راسته پادمان، بی شاخکان و دم چنگالان جدا شد. مهم ترین ویژگی هایی که هنوز باعث شده تا تاکسونومیست ها، این سه راسته را در یک گروه قرار دهند داشتن قطعات دهانی است که کم و بیش داخل سر قرار گرفته است که در اصطلاح به این حشرات دهان درونیان گفته می شود.

امروزه برخی دانشمندان، به دلیل تفاوت هایی آشکاری که این سه راسته با حشرات راسته های دیگر دارند، جایگاه آنها را در رده بندی حشرات متزلزل می دانند. از جمله تفاوت های مورفولوژیکی می توان

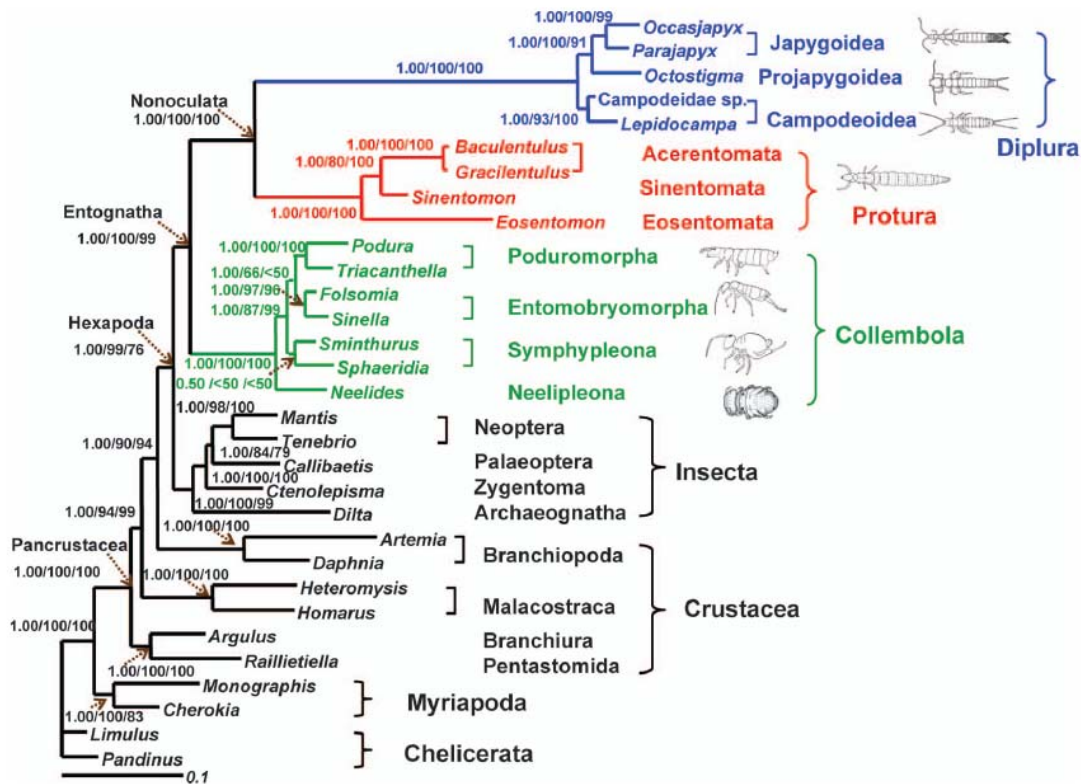
^۱ - Phylum Uniramia
^۲ - Arthropleona
^۳ - Neelipleona
^۴ - Symphypleona
^۵ - Protura
^۶ - Diplura
^۷ - Apterygota

به ساختمان حلقه ای شاخک، پنجه ی پای یک بندی، عدم وجود چشم های مرکب و بالاخره اسکلت داخلی ناقص سر را نام برد. این تفاوت ها باعث شده بعضی محققین بندپایان این سه راسته را جزیی از شش پایانی که به اصطلاح حشرات نامیده می شوند ندانند بلکه به عنوان سه رده ی جداگانه در کنار رده ی شش پایان قرار دهند (جلائیان و همکاران، ۱۳۹۰). اخیرا یافته های ملکولی نیز به این اختلاف ها دامن زده است. در ذیل به بعضی از این تحقیقات اشاره می شود.

ناردی و همکاران (۲۰۰۳) در پاسخ به این سوال که "جایگاه پادمان در بین شش پایان کجاست؟" تحقیقی بر اساس توالی اسید های آمینه در بندپایان مختلف انجام داد. نتایج تحقیقات نشان داد که شاخه بندپایان قرابت نزدیکی با میریپودا^۱ دارد و شش پایان شامل حشرات و پادمان دیفایلتیک می باشند و پادمان قبل از حشرات از سخت پوستان جدا شده اند.

گائو و همکاران (۲۰۰۸) روابط فیلوژنی در شش پایان را بر اساس ژن های ۱۸S و ۲۸S rRNA را بررسی کردند. بر اساس نتایج آنها شش پایان یک گروه مونو فیلتیک می باشد که از سخت پوستان منشا گرفته اند و شش پایان خود به دو گروه دهان درونیان شامل پادمان و نانوکولاتا^۲ و برون دهانین یا حشرات تقسیم می شود (شکل ۱-۲).

^۱ - Mryapoda
^۲ - Nanoculata



شکل ۲-۱: درخت شجره شناسی بند پایان بر اساس توالی ژن های ۱۸S و ۲۸S rRNA از ۳۱ تاکسون (اقتباس از گائو و همکاران، ۲۰۰۸).

موزمان و همکاران در سال ۲۰۱۰ در تحقیق گسترده ای که به بررسی فیلوژنی بندپایان با استفاده از توالی چندین مارکر ملکولی (DNA و RNA) انجام شد جایگاه پادمان را در شاخه بند پایان مجدداً ارزیابی نمودند. نتایج تحقیقات آنها نشان داد که دهان درونیان یک گروه مونوفیلیتیک هستند و در درون دهان درونیان، بی شاخکان و دم چنگالان، یک گروه خواهری می باشند که در خوشه^۱ نانوکولاتا قرار می گیرند. همچنین نتایج آنها برخلاف نتایج ناردی و همکاران (۲۰۰۳) که معتقد بودند که پادمان یک گروه خواهری^۲ با دیگر پانکراستاسه^۱ می باشند، مغایرت نشان داد. موزمان و همکاران معتقد بودند

^۱ - clade

^۲ - Sister group

که شش پایان یک گروه مونوفایلیتیک و نه دیفایلیتیک می باشند و شش پایان اولیه بی بال یک گروه مونوفایلیتیک هستند.

با وجود اختلاف نظر هایی که در رده بندی شش پایان وجود دارد، امروزه اکثر متخصصین طبقه بندی معتقدند که دهان درونیان جزو رده ی شش پایان می باشند ولی به دلایل گفته شده در بالا آنها را حشرات واقعی نمی دانیم و در گروهی به نام دهان درونیان یا در برخی جاها به عنوان حشرات ابتدایی نامگذاری می شوند و بطور کلی اصطلاح دهان درونیان^۲ شش پا در مورد آنها به کار می رود. بقیه ی راسته های شش پایان به عنوان دهان برونیان^۳ یا حشرات^۴ اطلاق می شوند. بنابراین پیشنهاد شده که اصطلاح حشرات تنها به شش پایانی که دارای قطعات دهانی خارجی (دهان برونیان) هستند اطلاق شود و لذا دو واژه حشرات و شش پایان دیگر مترادف هم نیستند (جلائیان و همکاران، ۱۳۹۰). حشرات واقعی خود به دو گروه بی بالان و بال داران^۵ تقسیم می شوند. گروه بال داران خود به دو زیر گروه باستان بالان^۶ و نوبالان^۷ تقسیم می شود (شکل ۲-۲).

رده بندی راسته پادمان توسط متخصصین بارها تغییر یافته است. تعداد خانواده ها از گذشته تا حال افزایش یافته است. به عوان مثال فجلبرگ در سال ۱۹۸۰ راسته پادمان را به پنج خانواده تقسیم کرد. این پنج خانواده شامل خانواده های Poduridae، Isotomidae، Entomobyridae، Onychiuridae و Sminthuridae می باشد. بعد ها بسیاری از جنس های موجود در این خانواده ها امروزه به همراه گونه های مربوطه به خانواده تغییر یافته اند. بعد ها فجلبرگ (۱۹۹۸) رده بندی جدید تری از راسته پادمان ارائه داد که در این رده بندی راسته پادمان به سه زیر راسته آرتروپلئونا، سیمفیپلئونا و نیلیپلئونا

^۱ - pancrustacea
^۲ - Entognatha
^۳ - Ectognatha
^۴ - Insecta
^۵ - Pterygota
^۶ - Paleoptera
^۷ - Neoptera