

## مطالعه کلادیستی خانواده‌های راسته Araneae(Arachnida) بر اساس صفات مورفولوژیک

امید میرشمسی کاخکی، جمشید درویش

گروه زیست‌شناسی - دانشکده علوم - دانشگاه فردوسی مشهد

E-Mail: mirshams@ferdowsi.um.ac.ir

(دریافت: ۷۹/۱۰/۲۰؛ پذیرش: ۸۰/۶/۴)

### چکیده

در این مطالعه با استفاده از ۲۹ صفت مورفولوژیک (صفات ظاهری و صفات ژنیتالیک درجنس نر و ماده) ساختار کلادیستی ۱۷ خانواده از راسته عنکبوتها (Arachnida: Araneae) مورد بررسی و تحلیل قرار گرفته است. در این تحلیل فرضیات کلاسیک همساختی در صفات از دیدگاه فیلوژنتیک مورد مطالعه و آزمون قرار گرفته‌اند. خویشاوندی فیلوژنتیک این ۱۷ تاکسون با به‌کارگیری روش‌های کلادیستی عددی (روش سازگاری و پارسیمونی) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. در کلادوگرام پایانی ۹ گروه تک‌نیا (کلاد) نمایان شده است و کوتاهترین درخت گزینش شده همبستگی میان تاکسون‌ها را به این شکل نشان می‌دهد:

(((((THERIDIIDAE, LINYPHIIDAE), ARANEIDAE), ULOBORIDAE), LYCOSIDAE, ((SPARASSIDE, PHILODROMIDAE, THOMISIDAE)), ((SALTICIDAE, CLUBIONIDAE), (PRODIDOMIDAE, GNAPHOSIDAE))))), ERESIDAE, ((SCYTODIDAE, PHOLCIDAE), (DYSDERIDAE)), ATYPIDAE.

واژه‌های کلیدی: کلادیستیک، عنکبوت، تک‌نیایی، پارسیمونی، همساختی، سازگاری

## ۱- مقدمه

بر اساس رده بندی ارایه شده توسط لینه، رده بندی دارای مفهومی سلسله مراتبی بوده و غیر قابل تغییر است. در این روش گروه بندی گونه ها در غالب مجموعه های بزرگتر بر اساس معیار سنتی خویشاوندی یعنی شباهت کلی (هم ریختی) انجام می پذیرد. با ارایه نظریات داروین و طرح مساله اصل مشترک یا به بیان دیگر تک نیایی، ارزش شباهت کلی به عنوان معیار تعیین خویشاوندی به زیر سؤال می رود و این پرسش مطرح می شود که آیا گونه هایی که بر اساس رده بندی لینه ای در کنار هم جای می گیرند، دارای منشاء واحد می باشند یا خیر؟ داروین همواره بر این نکته تاکید داشت که یک رده بندی طبیعی می باید بر اساس ژنئالوژی استوار گردد، اما این اصل از سوی سیستماتیک دانان برای مدت بیش از یک قرن نادیده گرفته شد و رده بندی ها همچنان بر اساس چند صفت محدود تشخیصی و معیار شباهت کلی بین تاکسون ها بنا نهاده شد. تا اینکه Hennig در سال ۱۹۵۰ روشی برای رده بندی ارایه داد که آنرا سیستماتیک فیلوژنی می نامند (Mayr and Ashlock, 1991). متدولوژی وی تنها بر پایه یکی از دو اصل اساسی فیلوژنی یعنی کلادوژنز شکل گرفته است و به اصل دیگر آن یعنی آنانژ (واگرایی تبارها) اهمیت نمی دهد. به همین دلیل برای این روش Hennig با مفهوم اصلی فیلوژنی تداخلی نداشته باشد، متدولوژی وی با نام کلادیسیم شناخته می شود. کلادیسیم در حال حاضر متداولترین روش رده بندی فیلوژنتیک در تاکسونومی است، از دیدگاه این روش فقط گروه های تک نیا معتبر هستند در صورتیکه گروه های چند نیا و پارا فیلتیک که در رده بندی سلسله مراتبی معتبر محسوب می شوند، فاقد اعتبار می باشند. بر اساس مکتب کلادیسیم ایجاد فیلوژنی عبارت است از توجه به درجه خویشاوندی بین چند تاکسون و درک میزان اختلاف با گونه های اجدادی. از این جهت کلادیسیم به خوبی رابطه تاکسون ها با اجدادشان را در جهت ایجاد فیلوژنی، منعکس می نماید.

مطالعه کلادستی شامل دو مرحله عمده است: نخست، ایجاد کلادوگرام که نوع خاصی از یک درخت فیلوژنتیک است و دوم، تبدیل کلادوگرام به یک رده بندی. برای انجام یک مطالعه کلادستی نیاز به مقایسه شباهت ها بر اساس مجموعه ای از صفات ریختی است، یک تحلیل کلادستی به حداقل ۶ جز زیر نیازمند است (Coddington, 1990):

۱- حداقل سه تاکسون (دو گروه برای مقایسه درونی و یک تاکسون بعنوان برون گروه (outgroup)).

۲- روشن بودن مساله همساختی صفات (صفات ناشی از تکامل همگرا یا توازی نباشند).

۳- درک قطبیت صفات در سری های همساخت یا Transformation Series.

۴- ماتریس داده‌های کدبندی شده (Encoded Data Matrix).

۵- کلادوگرام (Cladogram)

۶- سنجش میزان تطابق ماتریس داده‌ها (مشاهدات) و کلادوگرام.

در کلاسیسم تنها صفات آپومورفیک، بویژه سین آپومورفی‌ها (Synapomorphies)، مهم و قابل استناد می‌باشند و اعتقاد بر این است که براساس تعقیب این صفات، هرگونه را می‌توان تا منشاء آن تعقیب نمود. بررسی و تحلیل آپومورفی در تاکسون‌های مورد مطالعه منجر به اثبات تک‌نیایی گروه‌ها می‌شود (Mayr & Ashlock, 1991).

دانش شناخت عنکبوت‌ها در ایران نوپا بوده و با توجه به تنوع اقلیمی موجود در کشور مطالعاتی که تا کنون انجام شده ناکافی به نظر می‌رسد. براساس مطالعات انجام شده، تا کنون در استان خراسان ۲۰ خانواده و ۳۰ جنس از عنکبوت‌ها شناسایی شده است (درویش، میرشمسی، ۱۳۷۶ ۱۳۷۷؛ میرشمسی ۱۳۷۷، ۱۳۷۸). در این مقاله سعی بر این است تا با استفاده از صفات مورفولوژیک با سری‌های قطبیت مشخص با کمک روش‌های سازگاری و پارسیمونی واگنر یک تحلیل کلاسیستی مقدماتی برای خانواده‌های راسته عنکبوت‌ها (*Araneae*) که در استان خراسان شناسایی شده‌اند، انجام شود. در این مطالعه صفات مورفولوژیک که از نظر فیلوژنتیک دارای بار معنایی می‌باشند استخراج شده و ماتریس داده‌های دوحالتی مربوط به این صفات با کمک نرم افزار PHYLIP, ver.3.57 مورد تحلیل قرار گرفتند.

## ۲- روشها

### ۲-۱- اختصارات:

ALS	anterior lateral spinneret	اسپینه رت پیشین کناری
AME	anterior median eye	چشم میانی پیشین
MA-spur	median apophysis spur	زائده مهمیزی آپوفیز میانی
PLS	posterior lateral spinneret	اسپینه رت پسین کناری
RTA	retrolateral tibial apophysis	آپوفیز پشتی کناری تی بیا

۲-۲- **گزینش صفات:** صفات مورد استفاده برای تشکیل ماتریس صفات شامل ۲۹ صفت مورفولوژیک سوماتیک و ژنیتالیک است که حاوی بار اطلاعاتی است (جدول ۱) به این معنی که هر کدام قادر به تعریف یک گروه می‌باشند. برای انتخاب این صفات از منابع مختلف استفاده

گردید (Griswold, 1993,1998; Hormiga, 1994,1995; Scharff, 1997). برای توصیف بهتر صفات و حالات مربوط به آن برای هر صفت تصاویر اصلی ترسیم گردید.

جدول ۱- توصیف صفات دو حالتی مورد استفاده در تحلیل

صفت	توصیف
۱	دارای دو جفت صفحات ششی و فاقد سیستم تراشهای 0 □؛ دارای یک جفت صفحات ششی و سیستم تراشهای 1 □ (Coddington & Levi, 1991)
۲	این ژنوم هاپلوژن 0 □؛ این ژنوم انته ژن 1 □ (Coddington, 1990)
۳	تنه تراشهای خلفی 0 □؛ قدامی 1 □ (Coddington, 1990)
۴	AME وجود دارد 0 □؛ AME به تحلیل رفته یا وجود ندارد 1 □ (شکل ۱) (Coddington & Levi, 1991)
۵	کلیسرها فاقد یک تیغه یا لامینا در مجاورت دندان می باشند 0 □؛ کلیسرها دارای یک تیغه یا لامینا در مجاورت دندان می باشند 1 □ (شکل ۱) (Coddington & Levi, 1991)
۶	کلیسرها در قاعده به هم جوش خوردگی ندارند 0 □؛ کلیسرها در قاعده به هم جوش خورده اند 1 □ (شکل ۱) (Coddington & Levi, 1991)
۷	fta وجود ندارد 0 □؛ fta وجود دارد 1 □ (شکل ۸) (Coddington, 1990)
۸	نسبت طول به عرض استرنوم بیشتر از ۱/۲ است 0 □؛ نسبت طول به عرض استرنوم کمتر از ۱/۲ است 1 □ (Griswold, 1993)
۹	دارای سه ناخن 0 □؛ دارای دو ناخن 1 □ (Coddington & Levi, 1991)
۱۰	چشمهای میانی پسین مدور 0 □؛ چشمهای میانی پسین بی شکل، مورب یا مثلثی شکل 1 □ (شکل ۲) (Coddington & Levi, 1991)
۱۱	اندیتها فاقد تقعر در سطح شکمی 0 □؛ دارای تقعر در سطح شکمی 1 □ (شکل ۳) (Coddington & Levi, 1991)
۱۲	کریلوم وجود دارد 0 □؛ وجود ندارد 1 □ (Coddington, 1990)
۱۳	کریلوم ساده 0 □؛ کریلوم توسط یک شیار طولی تقسیم شده است 1 □ (شکل ۵) (Coddington, 1990)
۱۴	اندام مولد صدا روی کلیسرها وجود ندارد 0 □؛ وجود دارد 1 □ (شکل ۷) (Hormiga, 1994)
۱۵	سطح شکمی چهارمین پنجه فاقد شانه 0 □؛ سطح شکمی چهارمین پنجه دارای شانه 1 □ (شکل ۷) (Coddington, 1990)
۱۶	پوشش صفحات ششی ساده است 0 □؛ پوشش صفحات ششی شیاردار می باشد 1 □ (شکل ۶) (Coddington, 1990)
۱۷	ردیف چشمهای پسین تقریباً مستقیم 0 □؛ انحنای ردیف چشمهای پسین به سمت جلو 1 □ (Griswold, 1993)
۱۸	پنجه و متاتارسوس پاهای حرکتی فاقد تریکوبتری یا واجد تعداد کمی تریکوبتری می باشند 0 □؛ پنجه و متاتارسوس پاهای حرکتی دارای یک یا چند ردیف تریکوبتری است که اغلب طولشان به سمت انتهای بندها افزایش مییابد 1 □ (Coddington & Levi, 1991)
۱۹	PLS دارای ۳ یا ۴ بند می باشد 0 □؛ PLS دارای ۱ یا ۲ بند می باشد 1 □ (Platnick & Gertsch, 1976)
۲۰	کلولوس وجود دارد 0 □؛ وجود ندارد 1 □
۲۱	پاراسیمیوم وجود ندارد 0 □؛ وجود دارد 1 □ (شکل ۹) (Hormiga, 1994)
۲۲	ناخن مضرس فرعی وجود ندارد 0 □؛ وجود دارد 1 □ (Scharff & Coddington, 1997)
۲۳	ساختمان تار، هندسی 0 □؛ صفحه ای 1 □ (Hormiga, 1994)
۲۴	انتهای لایوم متورم نیست 0 □؛ انتهای لایوم متورم است 1 □
۲۵	پاها در وضعیت عادی و بدون چرخیدگی 0 □؛ پاهای پیشین متحمل یک چرخیدگی ۹۰ درجه ای شده اند 1 □ (Coddington & Levi, 1991)
۲۶	MA-spur وجود ندارد 0 □؛ MA-spur وجود دارد 1 □ (شکل ۱۰) (Scharff & Coddington, 1997)
۲۷	طول لایوم از پهنای آن بیشتر است 0 □؛ طول لایوم از پهنای آن کمتر است 1 □ (Coddington, 1990)
۲۸	ارتفاع کلیپتوس: کم 0 □؛ زیاد 1 □ (Griswold et al., 1998)

اسپینه رت‌های تغییر شکل یافته PLS وجود ندارند 0 □ دارای اسپیکوت‌های <i>Pseudoflagelliform</i> یا <i>Flagelliform</i> 1 □ (Coddington, 1990)	۲۹
--	----

۲-۳- تاکسون‌های مورد مطالعه: تعداد ۱۷ خانواده از عنکبوت‌های موجود در استان خراسان بر اساس ۲۹ صفت استخراج شده از منابع مورد بررسی کلادیستی قرار گرفته‌اند (جدول ۲). تاکسون‌های مورد مطالعه در این بررسی عبارتند از:

*Atypidae (Atypus)*; *Dysderidae (Dysdera)*; *Pholcidae (Phocus)*; *Scytodidae (Scytodes)*; *Eresidae (Stegodyphus)*; *Gnaphosidae (Drassylus)*; *Prodidomidae*; *Clubionidae (Cheiracanthium)*; *Salticidae (Evarcha)*; *Thomisidae (Xysticus)*; *Philodromidae (Thanatus)*; *Sparassidae (Olios)*; *Lycosidae (Lycosa)*; *Uloboridae (Uloborus)*; *Araneidae (Argiope)*; *Linyphiidae (Lepthyphantes)*; *Theridiidae (Latrodectus)*

در این تحلیل خانواده *Atypidae* به‌عنوان برون‌گروه در نظر گرفته شده است.

جدول ۲- فهرست تاکسون‌های مورد مطالعه به همراه علامت اختصاری مورد استفاده برای هر تاکسون

ردیف	نام تاکسون	علامت اختصاری
۱	<b>Atypidae</b> ( <i>Atypus</i> )	At.
۲	<b>Dysderidae</b> ( <i>Dysdera</i> )	Dy
۳	<b>Pholcidae</b> ( <i>Phocus</i> )	Po.
۴	<b>Scytodidae</b> ( <i>Scytodes</i> )	Sc.
۵	<b>Eresidae</b> ( <i>Stegodyphus</i> )	Er.
۶	<b>Gnaphosidae</b> ( <i>Drassylus</i> )	Gn.
۷	<b>Prodidomidae</b>	Pr.
۸	<b>Clubionidae</b> ( <i>Cheiracanthium</i> )	Cl.
۹	<b>Salticidae</b> ( <i>Evarcha</i> )	Sa.
۱۰	<b>Thomisidae</b> ( <i>Xysticus</i> )	Th.
۱۱	<b>Philodromidae</b> ( <i>Thanatus</i> )	Ph.
۱۲	<b>Sparassidae</b> ( <i>Olios</i> )	Sp.
۱۳	<b>Lycosidae</b> ( <i>Lycosa</i> )	Ly.
۱۴	<b>Uloboridae</b> ( <i>Uloborus</i> )	Ul.
۱۵	<b>Araneidae</b> ( <i>Argiope</i> )	Ar.

۱۶	<b>Linyphiidae</b> ( <i>Lepthyphantes</i> )	Li.
۱۷	<b>Theridiidae</b> ( <i>Latrodectus</i> )	Tr.

۲-۴- تحلیل کلادیستی: در مجموع ۲۹ صفت ریختی سوماتیک و ژنیتالیک در ۱۷ تاکسون متعلق به راسته Araneae مورد بررسی قرار گرفت که حاصل آن به صورت ماتریس داده‌های کدبندی شده ارائه شده است (جدول ۳). تحلیل کلادیستی عددی ماتریس داده‌ها با فرض این که همه خانواده‌های مورد بررسی تک‌نیا می‌باشند، توسط برنامه کامپیوتری PHYLIP (Phylogeny inference package) version 3.57c (Felsenstein, 1995) انجام گردید. در این تحلیل کلادیستی از برنامه‌های Clique (روش سازگاری) و برنامه‌های مربوط به پارسیمونی عمومی (نظیر Mix, Penny) استفاده گردید. ماتریس داده‌ها چندین بار توسط برنامه‌های مختلف مورد آزمون قرار گرفت تا در نهایت پارسیمونی‌ترین درخت حاصل گردید. در نهایت درختهای بدست آمده با کمک نرم افزار Tree View, version 1.6.1 ویرایش گردید.

۲-۵- روش پارسیمونی: برنامه Mix فیلوژنی را بر اساس پارسیمونی عمومی تحلیل می‌کند، در این برنامه‌ها برای تحلیل داده از روش‌های پارسیمونی Wagner و Camin-Sokal استفاده می‌شود. این برنامه امکان بازسازی حالات اجدادی و موازنه صفات را فراهم می‌کند. خروجی این برنامه کوتاهترین درخت‌ها را از نظر طول ایجاد می‌کند. تحلیل ماتریس داده‌های دو حالتی (جدول ۳) با کمک الگوریتم Mix منجر به ایجاد ۱۴ درخت با طول ۳۲ گردید. هر یک از درخت‌های ایجاد شده به عنوان یک فرض فیلوژنتیک قابل بررسی می‌باشند. در نهایت گزینش کلادوگرام نهایی بر اساس اصل پارسیمونی و توزیع صفات در کلادوگرام انجام می‌پذیرد (جدول ۴).

۲-۶- روش سازگاری: برنامه Clique بر اساس روش سازگاری بزرگترین Clique مربوط به صفات سازگار را از ماتریس داده‌های دو حالتی (۰ و ۱) استخراج کرده و کلادوگرام آن را ترسیم می‌کند. در روش سازگاری اساس مطالعه فیلوژنتیک وابسته به مقایسه دو صفت دو حالتی است. به این ترتیب که اگر در مورد دو ویژگی ۲- حالتی تمام حالات ۰، ۰، ۰، ۱ و ۱، ۰ و ۱، ۱ وجود داشته باشد آن دو صفت ناسازگار و در صورتیکه یکی از حالات مذکور وجود نداشته باشد، دو ویژگی با هم سازگار خواهند بود. در روش سازگاری اولین مرحله بعد از ایجاد ماتریس داده‌های دو حالتی، حذف حالات تکراری و اتاپومورف (autapomorph) از ماتریس داده‌ها می‌باشد. نهایتاً، رتبه‌بندی بر اساس مجموع تعداد حالات سازگار و ناسازگار انجام می‌گیرد. در صورتی که تعداد حالات ناسازگاری‌های هر صفت یکی بیشتر یا کمتر از تعداد سازگاری‌ها باشد، آن صفت کنار گذاشته می‌شود. در نهایت بزرگترین Clique مربوط به صفات

سازگار از ماتریس داده‌ها استخراج می‌شود که برای ترسیم کلادو گرام مورد استفاده قرار می‌گیرد. البته در الگوریتم Clique در ابتدا حالات اتاپومورف از تحلیل کنار گذاشته نمی‌شوند که در نتیجه کلی تحلیل تأثیری نمی‌گذارد.

جدول ۳- ماتریس مربوط به حالات ۲۹ صفت مورفولوژیک

Taxon/ch.	ATYPIDAE	DYSERIDAE	PHOLCIDAE	SCYTODIDAE	ERESIDAE	GNAPHOSIDAE	PRODDONIDAE	CLUBIONIDAE	SALTISIDAE	THOMSIDAE	PHILODRONIDAE	SPARASIDAE	LYCOSIDAE	ULOBORIDAE	ARANEIDAE	LINYPHIDAE	THERIDIDAE
۱	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
۲	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
۳	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
۴	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
۵	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
۶	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
۷	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
۸	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
۹	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
۱۰	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
۱۱	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
۱۲	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
۱۳	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
۱۴	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
۱۵	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
۱۶	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
۱۷	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
۱۸	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
۱۹	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
۲۰	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1
۲۱	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
۲۲	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
۲۳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
۲۴	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
۲۵	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0
۲۶	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
۲۷	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1

۲۸	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
۲۹	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

جدول ۴- دفعات تکرار هر صفت در پارسیمونی ترین کلادوگرام های حاصل از برنامه MIX بر اساس این جدول تنها صفات ۲۰ و ۲۴ به ترتیب ۳ و ۲ بار در کلادوگرام تکرار شده اند.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0		1	1	1	1	1	1	1	1	1
10		1	1	1	1	1	1	1	1	1
20		3	1	1	1	2	1	1	1	1

requires a total of : 32.000

۲-۷- معیار گزینش کلادوگرام: مهمترین معیار برای انتخاب کلادوگرام های حاصل از اجرای برنامه های مختلف اصل پارسیمونی است، به این معنی که درخت انتخاب شده باید دارای کمترین طول باشد یعنی کمترین تعداد تغییرات صفات تکاملی مورد نیاز برای توضیح خود را ارائه نماید. همچنین در کلادوگرام گزینش شده باید تمام گره ها به وسیله یک یا چند سین آپومورفی حمایت شده باشند. به عبارت دیگر کلادوگرام باید دارای بیشترین تعداد گره های حمایت شده باشد. معیار دیگر به مساله تکامل صفات مربوط می شود، در کل کلادوگرام هایی ترجیح داده می شوند که به بهترین شکل همساختی صفات را نشان دهند، فقدان ثانوی یک صفت در یک کلادوگرام، بهتر از وجود توازی یا همگرایی قابل تفسیر و توجیه است.

### نتایج

با استفاده از روش پارسیمونی و روش سازگاری در کلادوگرام های حاصل، ۹ کلاد قابل تشخیص است (شکل ۱۱ و ۱۲). فهرست آپومورفی ها و کلادهای قابل تشخیص در کلادوگرام های ترسیم شده به شرح زیر می باشند:

**کلاد ۱ (Araneoclada):** این کلاد به وسیله دو سین آپومورفی بدست آمد. وجود سیستم تراشه ای و یک جفت صفحات ششی (صفت ۱) یک یا دوبندی بودن اسپینه رت های پسین کناری (صفت ۱۹). مهمترین سین آپومورفی این گروه تکامل کتاب های تنفسی پسین به سیستم تراشه ای است.

**کلاد ۲ (Haplogynae):** این کلاد شامل خانواده های، Pholcidae, Scytodidae Dysderidae می باشد. سین آپومورفی هایی که تک نیایی این گروه را تقویت می کنند عبارتند از: داشتن یک

تیغه به جای دندان در امتداد شیار کلیسرها (صفت ۵)، جوش خوردگی قاعده‌ای کلیسرها (صفت ۶)؛ فقدان چشم‌های میانی پیشین (صفت ۴) جایگاه پسین تنه تراشه‌ای (صفت ۳). در کلادها پلوژین یک ویژگی پلزیومورفیک یعنی فقدان مجاری لقاح در همه تاکسون‌ها عمومیت دارد (Coddington & Levi, 1991).

**کلاد ۳ (Entelegynae):** این کلاد بوسیله یک سین آپومورفی که مربوط به ژنیتالیا می‌باشد حمایت می‌شود. در این کلاد ژنیتالیای ماده دارای دو سوراخ جفت‌گیری می‌باشد که بر روی یک صفحه اسکروتینی شده بنام اپی ژنوم به بیرون باز می‌شود. معمولا شیارها و حفرات موجود بر روی اپی ژنوم امکان الحاق مطمئن زواید پالپ جنس نر را در هنگام جفت‌گیری فراهم می‌کند (صفت ۲) (Coddington and Levi, 1991).

**کلاد ۴ (Higher Entelegynae):** تنها سین آپومورفی این گروه وجود اسپیگوت‌های تغییرشکل یافته از نوع Pseudoflagelliform یا Flagelliform می‌باشد. Coddington و Levi (۱۹۹۱) وجود اسپیگوت‌های سیلندری در جنس ماده، که در ایجاد کیسه‌های تخم مورد استفاده قرار می‌گیرد را به عنوان یکی از مهمترین سین آپومورفی‌های این کلاد معرفی نموده‌اند.

**کلاد ۵ (RTA):** آپوفیز پشتی کناری تی‌بیا (RTA) (صفت ۷) در پالپ جنس نر یکی از مهمترین سین آپومورفی‌هایی است که کلاد RTA را تعریف می‌کند. خانواده‌های Philodromidae, Sparassidae, Thomisidae, Clubionidae, Salticidae, Lycosidae, Oxyopidae و بالا خانواده Gnaphosidea تاکسون‌هایی هستند که در این گروه جای می‌گیرند. در برخی منابع نقش RTA در فراهم آوردن امکان جفت‌گیری و الحاق مطمئن نر و ماده در هنگام جفت‌گیری ذکر شده است (صفت ۷) (Huber, 1995). سین آپومورفی‌های دیگری که این گروه را تقویت می‌کند مربوط به صفت ۱۸ می‌باشد، در تمام تاکسون‌هایی که در این کلاد جای می‌گیرند تارسوس و متاتارسوس پاهای حرکتی دارای یک یا چند ردیف تریکوبتری است که اغلب طولشان به سمت انتهای بندها افزایش می‌یابد.

**کلاد ۶ (Dionycha):** در حالت پلزیومورفیک انتهای تارسوس پاهای حرکتی دارای سه ناخن بوده است که در وضعیت آپومورفیک، ناخن سوم یا به تحلیل رفته و یا به کلی ناپدید شده است (صفت ۹).

**کلاد ۷ (فوق خانواده Gnaphosidea):** این کلاد شامل خانواده‌های Prodidomidae و Gnaphosidae است و به وسیله دو سین آپومورفی حمایت می‌شود. تقعر سطح شکمی اندیت‌ها (صفت ۱۱)، تغییرشکل چشم‌های میانی پسین (صفت ۱۰).

**کلاس ۸ (Orbiculariae):** این گروه تک‌نیا دارای دوسین آپومورفی است. تنیدن تارهای متحدالمرکز (Orb) ناخن مضرس فرعی در پنجه پاهای حرکتی (صفت ۲۲).

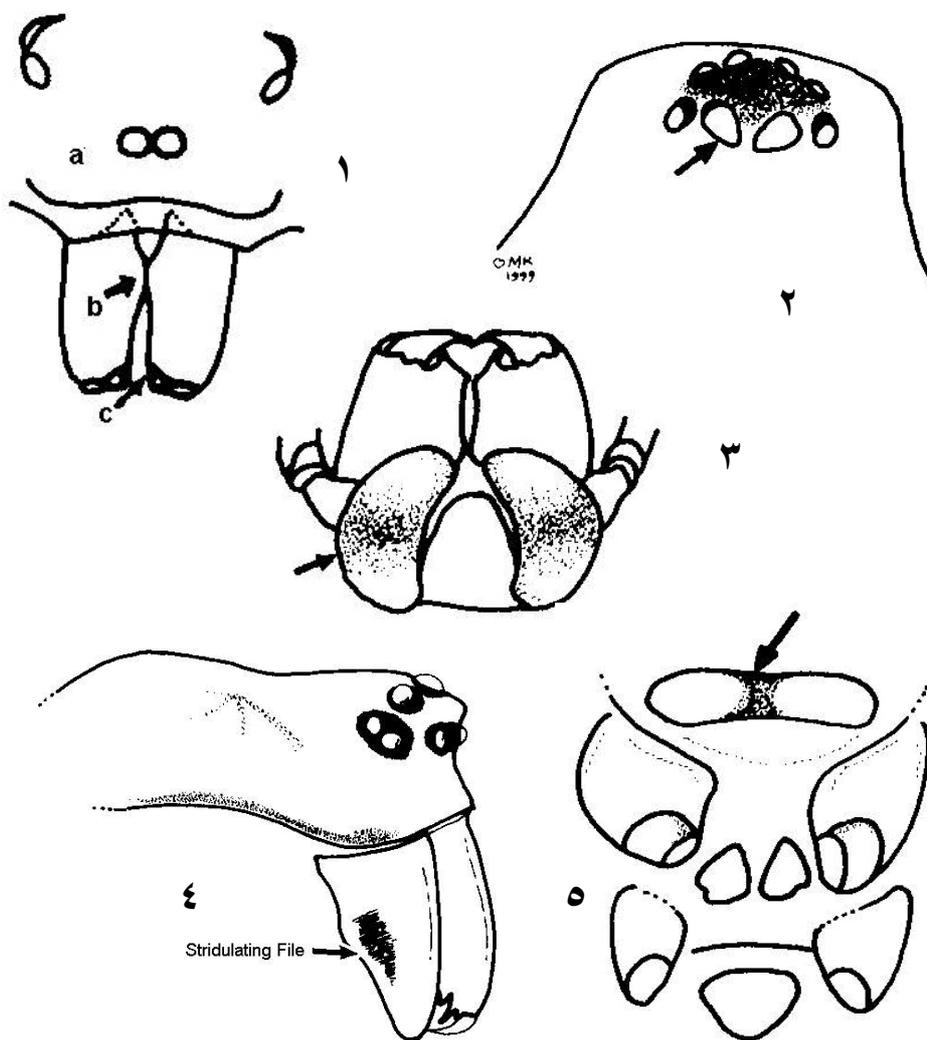
**کلاس ۹ (Araneoidea):** تک‌نیایی این فوق خانواده به وسیله چهار سین آپومورفی تقویت می‌شود. وجود کلولوس (صفت ۲۰)، تورم قسمت انتهایی لابیوم (صفت ۲۴)، وجود پاراسیمبیوم (صفت ۲۱). همچنین فقدان کریبلوم (صفت ۱۲) نیز می‌تواند به‌عنوان یک سین آپومورفی برای این کلاس مطرح باش (Scharff & Coddington, 1997). این فوق خانواده در کل دارای ۱۲ خانواده ۷۴۰ جنس و تقریباً ۱۰۰۰۰ گونه است (Griswold et al. 1998). خانواده‌های Linyphiidae, Theridiidae, Araneidae در این کلاس جای می‌گیرند.

نکته‌ای که در کلاودوگرام‌ها قابل مشاهده است، گره‌های حمایت نشده است. این گره‌ها به وسیله آپومورفی حمایت نمی‌شوند، در نتیجه این گره‌ها غیر قابل تایید می‌باشند و نتیجه حذف آنها ایجاد حالات سه شاخه‌ای یا چند شاخه‌ای است که در کلاودوگرام‌های حاصل از روش سازگاری و پارسیمونی با فلش نشان داده شده است.

### بحث

نتایج حاصل از تحلیل ۲۹ صفت مورفولوژیک بر روی ۱۷ تاکسون انتخاب شده نشان می‌دهد که در سطح فراگونه‌ای استفاده از صفات ریختی عمومی تقریباً تمام کلادهای اصلی راسته Araneae را ایجاد می‌کند، اما در سطوح پایین رده‌بندی نیاز به استفاده از صفات دقیق‌تر می‌باشد، در این سطح صفات ژنیتالیک، فیزیولوژیک، آناتومیک و صفات رفتاری باید مورد استفاده قرار گیرد. در سال‌های اخیر مورفولوژی غدد مولد تار (Spigot) با استفاده از تکنیک‌های میکروسکپ الکترونی، در تحلیل‌های فیلوژنتیک مورد استفاده قرار می‌گیرد. این دسته‌از صفات به همراه صفات مربوط به ساختمان تارها و صفات رفتاری مربوط به تنیدن تار دلایل لازم برای اثبات تک‌نیایی بسیاری از گروه‌ها را در اختیار گذارده است (Coddington, 1989, 1990).

صفات مورفولوژیک عمومی که در این تحقیق مورد استفاده قرار گرفته است به خوبی همبستگی بین خانواده‌های موجود در استان خراسان را نشان می‌دهد. کلاودوگرام‌های حاصل در این مقاله که با کمک روش سازگاری و پارسیمونی ترسیم شده‌اند، هر یک به‌عنوان یک فرض فیلوژنتیک قابل بررسی هستند، صحت و سقم این فرضیات با کمک اضافه نمودن صفات مورد بررسی و تعداد تاکسون‌های مورد مطالعه قابل بررسی است.

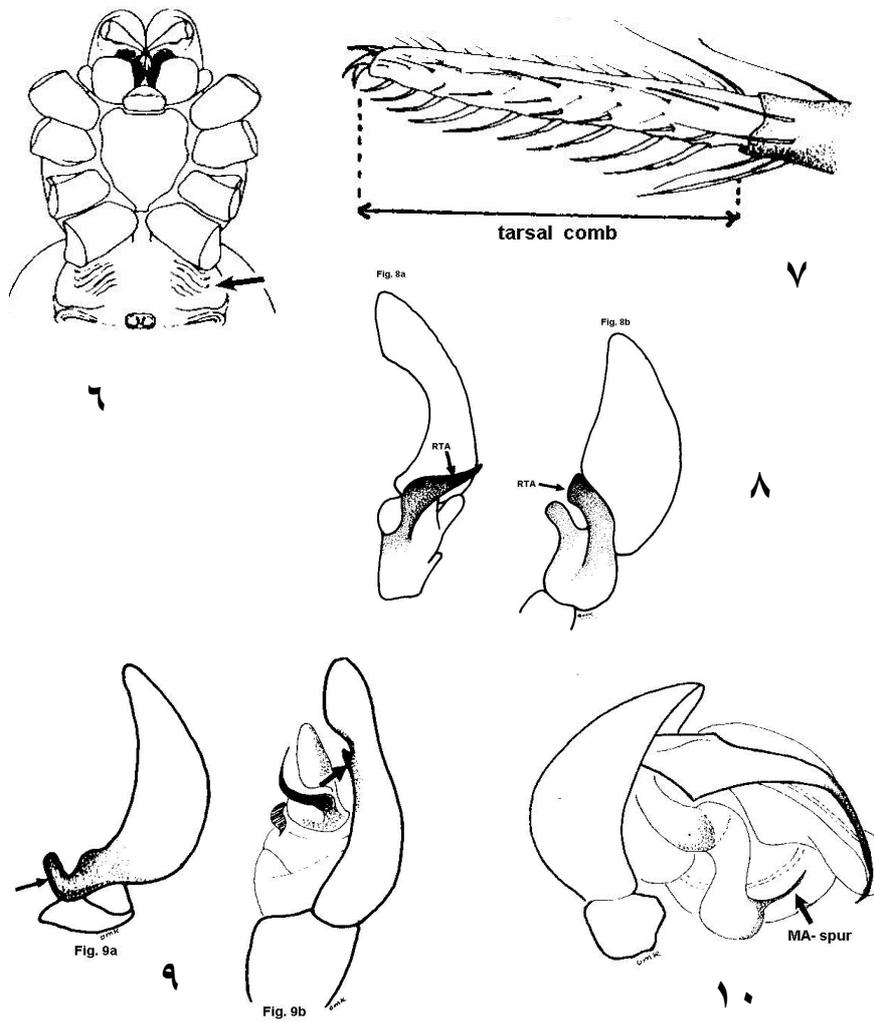


شکل ۱- فقدان چشم‌های میانی پیشین (a) جوش خوردگی قاعده‌ای کلیسرها (b) و وجود لامینا در خانواده *Pholcidae* (c)

شکل ۲- تغییر شکل چشم‌های میانی پسین در *Drassyllus* (خانواده *Gnaphosidae*)

شکل ۳- تقعر شکمی اندیت‌ها، خانواده *Gnaphosidae*

شکل ۴- ناحیہ مولد صدا (Stridulating file) در کلیسر *Lepthyphantes* (خانوادہ Linyphiidae)  
شکل ۵- کریبلوم دو قسمتی در جنس *Stygodyphus* (خانوادہ Eresidae)



شکل ۶- صفحات ششی شیاردار، *Argiope lobata* (خانوادہ Araneidae)

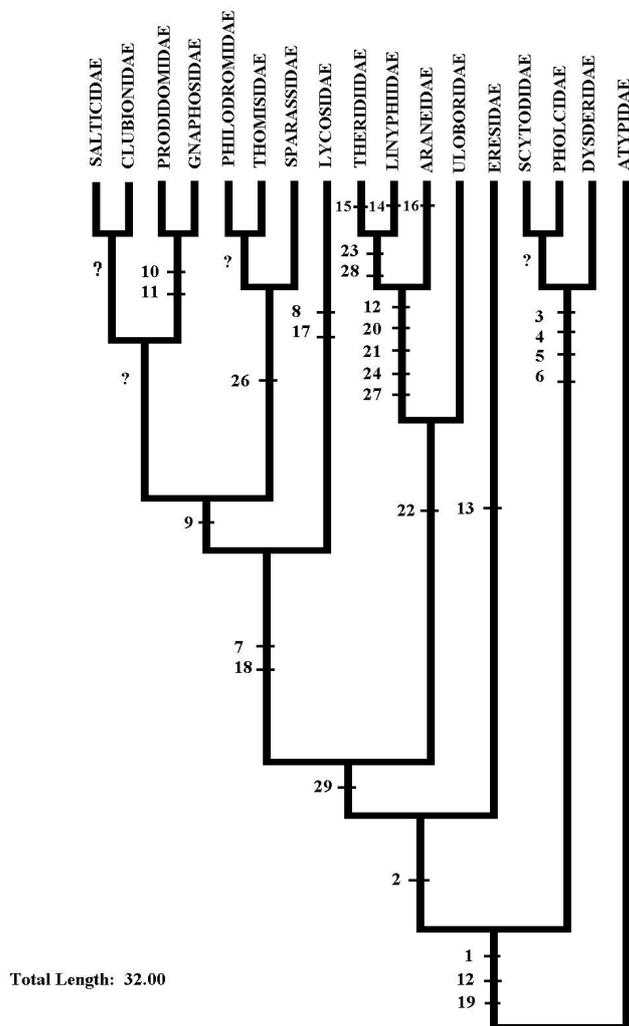
شکل ۷- شانہ پنجمہ: IV (tarsal comb) در *Latrodectus tredecimguttatus* (خانوادہ Theridiidae).

شکل ۸- آپوفیز پستی کناری تی‌بیا

a) *Olios* sp. (Sparassidae)      b) *Thomisus onostus* (Thomisidae) (RTA)

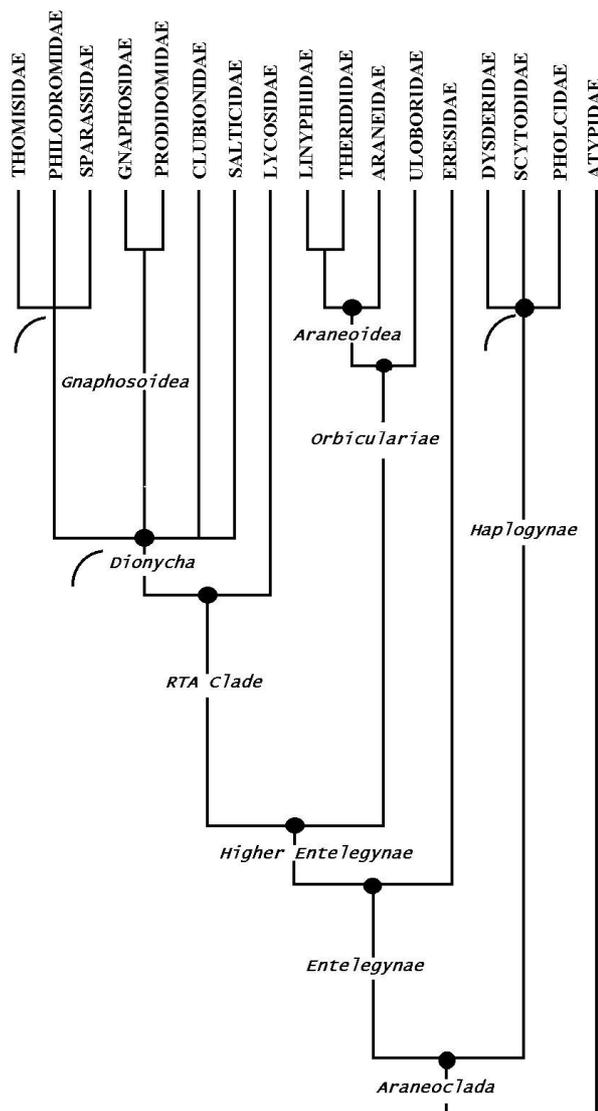
شکل ۹- پاراسیمیوم

a) *Argiope lobata* (Araneidae)      b) *Steatoda paykulliana* (Theridiidae)



شکل ۱۰- زائده مهمیز مانند آپوفیز میانی (MA-spur) در *A. lobata*

شکل ۱۱- کلادوگرام حاصل از اجرای الگوریتم Mix (روش پارسیمونی)  
؟ مشخص کننده گره‌های حمایت نشده (فاقد آپومورفی) می‌باشند.



شکل ۱۲- کلاودوگرام حاصل از اجرای الگوریتم Clique (روش سازگاری)، فلش‌ها نشان دهنده حالات چند شاخه‌ای می‌باشند (Polytome) این وضعیت ناشی از حذف گره‌های فاقد آپومورفی و ادغام دو گره متوالی در یکدیگر هستند.

## Referance

- Coddington, J.A. and Levi, H.W., (1991) *Systematics and evolution of spiders*. Rev. Ecol. Sys., **22**, 565-592.
- Coddington, J.A., (1989) *Spinneret silk spigot morphology evidence for the monophyly of orbweaving spider, Cyrtophorinae (Araneidae) and the group Theridiidae plus Nesticidae*. J. Arachnol. **17**, 71-95.
- Coddington, J.A., (1990) *Cladistics and spider classification: araneomorph phylogeny and monophyly of Orbweavers (Araneae: Araneomorpha, Orbiculariae)*. Acta. Zool. Fennica **190**, 75-87.
- Felsenstein, J., (1995) *Phylogeny inference package (PHYLIP) version 3.57*. University of Washington.
- Griswold, C.E., (1993) *Investigations into the phylogeny of Lycosid spiders and their kin (Arachnida: Araneae, Lycosidae)*. Smithsonian Contributions to Zoology No.539.
- Griswold, C.E., J.A., Coddington, G., Hormiga and Scharff, N., (1998) *Phylogeny of the Orb-Web building spiders ( Araneae, Orbiculariae, Deinopoidea, Araneioidea)*. Zool. J. Linn. Soc., 123: 1-99.
- Hormiga, G., (1994) *Cladistics and comparative morphology of Linyphiid spiders and their relatives*. Zool. J. Linn. Soc. **111**, 1-71.
- Hormiga, G., and W.G., Eberhard and Coddington, J.A., (1995) *Web construction behaviour in Australian Phonognatha and phylogeny of Nephilinae and Tetragnathid spiders (Araneae: Tetragnathidae)*. Aust. J. Zool., **43**, 313-364.
- Mayr, E. and Ashlock, P.D., (1991) *Principles of systematic zoology*. McGraw-Hill press.
- Platnick, N.I., and Gertsch, W.J., (1976) *The suborders of spiders: A cladistic analysis (Arachnida: Araneae)*. American Museum Novitates, **2607**, 1-15.
- Scharff, N. and Coddington, J.A., (1997) *A phylogenetic analysis of the orb-weaving spider family Araneidae (Arachnida: Araneae)*. Zool. J. Linn. Soc. **120**, 355-434.
- درویش، ج.، میرشمسی، ا.، (۱۳۷۶) *شناسایی و معرفی عنکبوت‌های بیوه استان خراسان*. اولین کنگره جانورشناسی ایران، دانشگاه تربیت معلم.
- درویش، ج.، میرشمسی، ا.، (۱۳۷۷) *شناسایی و معرفی عنکبوت‌بیوه‌سیاه Latrodectus tredecimguttatus (Rossi) در شمال استان خراسان*. بیابان، جلد ۳، شماره ۱ و ۲، ص ۱-۱۴
- درویش، ج.، میرشمسی، ا.، گودرزی، ح.، (۱۳۷۸) *شناسایی و معرفی پنج جنس از عنکبوت‌های خرچنگی استان خراسان (Araneae: Thomisidae)*. نامه ی انجمن حشره شناسی ایران، جلد ۱۹، شماره ۱ و ۲. ص ۲۸-۱۵.
- میرشمسی، ا.، (۱۳۷۷) *مطالعه و بررسی فون عنکبوت های جنوب استان خراسان (گناباد، قاین، فردوس)*. پایان نامه کارشناسی ارشد بیوسیستماتیک جانوری، دانشگاه فردوسی مشهد.