

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه علوم زیستی

### بسمه تعالی

### تاییدیه اعضای هیات داوران حاضر در جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد

اعضای هیئت داوران نسخه نهایی پایان نامه نامه محبوبه شرافتی رشته علوم گیاهی به شماره دانشجویی ۸۹۵۱۰۴۱۰۵ با عنوان : " فیلوژنی مولکولی جنس *Myosotis* بر اساس توالی هسته ای *nr DNA ITS* در ایران " از نظر فرم و محتوا بررسی نموده و آنرا برای اخذ درجه کارشناسی ارشد مورد تأیید قرار دادند.

امضاء	رتبه علمی	نام و نام خانوادگی	اعضای هیات داوران
	دانشیار	دکتر شاهرخ کاظم پور	۱- استاد راهنما
	استادیار	دکتر مریم خوش سخن	۲- استاد مشاور
	دانشیار	دکتر فائزه فتاحی	۳- استاد ناظر داخلی
	دانشیار	دکتر علی سنبلی	۴- استاد ناظر خارجی
	دانشیار	دکتر حسن زارع مایوان	۵- استاد نماینده تحملمات تکمیلی

## آیین‌نامه حق مالکیت مادی و معنوی در مورد نتایج پژوهش‌های علمی دانشگاه تربیت مدرس

مقدمه: با عنایت به سیاست‌های پژوهشی و فناوری دانشگاه در راستای تحقق عدالت و کرامت انسانها که لازمه شکوفایی علمی و فنی است و رعایت حقوق مادی و معنوی دانشگاه و پژوهشگران، لازم است اعضای هیأت علمی، دانشجویان، دانش‌آموختگان و دیگر همکاران طرح، در مورد نتایج پژوهش‌های علمی که تحت عناوین پایان‌نامه، رساله و طرح‌های تحقیقاتی با هماهنگی دانشگاه انجام شده است، موارد زیر را رعایت نمایند:

ماده ۱- حق نشر و تکثیر پایان‌نامه/ رساله و درآمدهای حاصل از آنها متعلق به دانشگاه می‌باشد ولی حقوق معنوی پدید آورندگان محفوظ خواهد بود.

ماده ۲- انتشار مقاله یا مقالات مستخرج از پایان‌نامه/ رساله به صورت چاپ در نشریات علمی و یا ارائه در مجامع علمی باید به نام دانشگاه بوده و با تایید استاد راهنمای اصلی، یکی از اساتید راهنما، مشاور و یا دانشجو مسئول مکاتبات مقاله باشد. ولی مسئولیت علمی مقاله مستخرج از پایان‌نامه و رساله به عهده اساتید راهنما و دانشجو می‌باشد.

تبصره: در مقالاتی که پس از دانش‌آموختگی بصورت ترکیبی از اطلاعات جدید و نتایج حاصل از پایان‌نامه/ رساله نیز منتشر می‌شود نیز باید نام دانشگاه درج شود.

ماده ۳- انتشار کتاب، نرم افزار و یا آثار ویژه (اثری هنری مانند فیلم، عکس، نقاشی و نمایشنامه) حاصل از نتایج پایان‌نامه/ رساله و تمامی طرح‌های تحقیقاتی کلیه واحدهای دانشگاه اعم از دانشکده ها، مراکز تحقیقاتی، پژوهشکده ها، پارک علم و فناوری و دیگر واحدها باید با مجوز کتبی صادره از معاونت پژوهشی دانشگاه و براساس آئین‌نامه‌های مصوب انجام شود.

ماده ۴- ثبت اختراع و تدوین دانش فنی و یا ارائه یافته‌ها در جشنواره‌های ملی، منطقه‌ای و بین‌المللی که حاصل نتایج مستخرج از پایان‌نامه/ رساله و تمامی طرح‌های تحقیقاتی دانشگاه باید با هماهنگی استاد راهنما یا مجری طرح از طریق معاونت پژوهشی دانشگاه انجام گیرد.

ماده ۵- این آیین‌نامه در ۵ ماده و یک تبصره در تاریخ ۸۷/۴/۱ در شورای پژوهشی و در تاریخ ۸۷/۴/۲۳ در هیأت رئیسه دانشگاه به تایید رسید و در جلسه مورخ ۸۷/۷/۱۵ شورای دانشگاه به تصویب رسیده و از تاریخ تصویب در شورای دانشگاه لازم‌الاجرا است.

اینجانب ..... دانشجوی رشته ..... دانشجوی رشته ..... و رودی سال تحصیلی ..... ۱۳۸۹  
مقطع ..... دانشکده ..... متعهد می‌شوم کلیه نکات مندرج در آئین‌نامه حق مالکیت مادی و معنوی در مورد نتایج پژوهش‌های علمی دانشگاه تربیت مدرس را در انتشار یافته‌های علمی مستخرج از پایان‌نامه / رساله تحصیلی خود رعایت نمایم. در صورت تخلف از مفاد آئین‌نامه فوق‌الاشعار به دانشگاه وکالت و نمایندگی می‌دهم که از طرف اینجانب نسبت به لغو امتیاز اختراع بنام بنده و یا هر گونه امتیاز دیگر و تغییر آن به نام دانشگاه اقدام نماید. ضمناً نسبت به جبران فوری ضرر و زیان حاصله بر اساس برآورد دانشگاه اقدام خواهم نمود و بدینوسیله حق هر گونه اعتراض را از خود سلب نمودم»



امضا: .....

تاریخ: ۹۱/۱/۹۱



### آیین نامه چاپ پایان نامه (رساله) های دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان نامه (رساله) های تحصیلی دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس، مبین بخشی از فعالیتهای علمی - پژوهشی دانشگاه است بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه، دانش آموختگان این دانشگاه نسبت به رعایت موارد ذیل متعهد می شوند:

ماده ۱: در صورت اقدام به چاپ پایان نامه (رساله) ی خود، مراتب را قبلاً به طور کتبی به «دفتر نشر آثار علمی» دانشگاه اطلاع دهد.

ماده ۲: در صفحه سوم کتاب (پس از برگ شناسنامه) عبارت ذیل را چاپ کند:

«کتاب حاضر، حاصل پایان نامه کارشناسی ارشد نگارنده در رشته علوم گیاهی-سیستماتیک گیاهی است که در سال ۱۳۹۱ در دانشکده علوم زیستی دانشگاه تربیت مدرس به راهنمایی جناب آقای دکتر شاهرخ کاظم پور اوصالو و مشاوره سرکار خانم دکتر مریم خوش سخن مظفر از آن دفاع شده است.»

ماده ۳: به منظور جبران بخشی از هزینه های انتشارات دانشگاه، تعداد یک درصد شمارگان کتاب (در هر نوبت چاپ) را به «دفتر نشر آثار علمی» دانشگاه اهدا کند. دانشگاه می تواند مازاد نیاز خود را به نفع مرکز نشر در معرض فروش قرار دهد.

ماده ۴: در صورت عدم رعایت ماده ۳، ۵۰٪ بهای شمارگان چاپ شده را به عنوان خسارت به دانشگاه تربیت مدرس، تأدیه کند.

ماده ۵: دانشجو تعهد و قبول می کند در صورت خودداری از پرداخت بهای خسارت، دانشگاه می تواند خسارت مذکور را از طریق مراجع قضایی مطالبه و وصول کند؛ به علاوه به دانشگاه حق می دهد به منظور استیفای حقوق خود، از طریق دادگاه، معادل وجه مذکور در ماده ۴ را از محل توقیف کتابهای عرضه شده نگارنده برای فروش، تامین نماید.

ماده ۶: اینجانب محبوه شرافتی دانشجوی رشته علوم گیاهی- سیستماتیک گیاهی مقطع کارشناسی ارشد تعهد فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به آن ملتزم می شوم.

نام و نام خانوادگی: محبوه شرافتی

تاریخ و امضا:

۹۱، ۱۰، ۳



دانشکده علوم زیستی

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته علوم گیاهی  
سیستماتیک گیاهی

عنوان:

فیلوژنی مولکولی جنس *Myosotis* براساس توالی هسته ای nrDNA ITS در ایران

نگارنده:

محبوبه شرافتی

استاد راهنما:

دکتر شاهرخ کاظم پور اوصالو

استاد مشاور:

دکتر مریم خوش سخن مظفر

دی ۱۳۹۱

تقدیم به پدر و مادر عزیز و گرانقدرم...

به پاس محبت‌های بی‌دریغشان و گرمای امیدبخش وجودشان

و

تقدیم به همسر مهربانم...

به پاس حمایت و کمک‌های بی‌شائبه‌اش

## تشکر و قدردانی:

سپاس خدایی را که ما را آفرید و بهترین و زیباترین و پاکترین رحمت‌ها و نعمت‌هایش را نصیبمان کرد. و برتری‌مان بخشید به مالکیت بر همه موجودات، چنان که جمیع خلق به قدرت او گردن به امر ما نهند و به نیروی او سر به فرمان ما ساینند.

درد و سپاس بر پدر و مادرم، آنان که عاشقانه سوختند تا گرمابخش وجودم و روشنگر راهم باشند و سپاس تمام معلمان و آموزگاران را که در طول دوران تحصیل دانسته‌هایشان را بدون چشم داشتی به من آموختند.

این پژوهش مرهون راهنمایی‌های بی‌دریغ اساتید گرانقدرم جناب آقای دکتر شاهرخ کاظم‌پور اوصالو و سرکار خانم دکتر مریم خوش‌سخن می‌باشد. از ایشان به پاس زحمات بی‌شائبه‌شان کمال تشکر و سپاس را دارم.

از جناب آقای دکتر سنبل و سرکار خانم دکتر قناتی که زحمت داوری این پایان‌نامه را بر عهده گرفتند و پیشنهادهای ارزنده‌ای در انجام پژوهش و تنظیم آن به اینجانب ارائه دادند بسیار سپاسگزارم.

از دوستان عزیزم سرکار خانم‌ها اسماعیل بگی، امیراحمدی، ستوده، محرک، سعادت، توکلی، نادری و تمامی دوستانم در آزمایشگاه‌های تکوین و فیزیولوژی گیاهی که همواره لطف و محبت خود را به من ارزانی داشتند کمال تشکر را دارم.

در نهایت با سپاس فراوان از همسر مهربانم و دو برادر عزیزم که با حمایت‌های بی‌دریغ‌شان سختی مراحل کار را بر من آسان نمودند.

## چکیده:

تیره گاوزبان (*Boraginaceae s.str.*) دارای حدود ۱۰۰ جنس و ۱۶۰۰ گونه در دنیا بامرکز پراکنش در اوراسیا می‌باشد. *Myosotis* (فراموشم مکن) یکی از جنس‌های زیر تیره *Boraginoideae* از تیره *Boraginaceae* است. این جنس شامل ۱۰۰ گونه پراکنده شده در نواحی معتدله هر دو نیمکره شمالی و جنوبی است. این جنس دو مرکز تنوع دارد: یکی در غرب اوراسیا و دیگری در نیوزلند. در ایران تاکنون ۱۵ گونه از این جنس شناسایی شده است. در فلور ایران جنس *Myosotis* جز قبیله *Eritrichieae* می‌باشد. ولی در فلور ایرانیکا و فلور شوروی سابق (USSR) این جنس در قبیله *Myosotideae* قرار گرفته است.

قبیله *Myosotideae* با تنها جنس خود *Myosotis* و با داشتن میوه صاف و بدون تزئینات، گروهی تک تبار را تشکیل می‌دهد. تقسیمات فرعی این جنس در فلور ایرانیکا شامل دو زیرجنس *Myosotis* و *Strophiostruma* می‌باشد. از طرف دیگر، براساس مورفولوژی گرده و ویژگی‌های استیگما و جام گل این جنس به دو بخشه تقسیم می‌شود: یکی *Myosotis* و دیگری *Exarrhena* می‌باشد.

در این پژوهش، ۵۸ نمونه (شامل ۵۶ تاکسون درون گروه به علاوه ۲ تاکسون به عنوان برون گروه) برای بازسازی روابط فیلوژنی مورد مطالعه قرار گرفتند. آنالیزهای فیلوژنی با استفاده از روش صرفه جویی حداکثر تعبیه شده در نرم افزار PAUP، روش درست‌نمایی حداکثر با استفاده از نرم‌افزار RaxmlGUI، روش Bayesian با استفاده از نرم افزار Mr Bayes صورت گرفتند. همچنین برای تخمین زمان واگرایی بین تاکسون‌ها از نرم افزار BEAST استفاده شد.

نتایج آنالیز نشان داد که هر دو زیرجنس *Myosotis* و *Strophiostruma* تک تبار نمی‌باشد و گونه‌های آن‌ها در سراسر درخت پراکنده‌اند. همین‌طور گونه‌های یکساله نیز گروهی پارافیلیتیک را تشکیل می‌دهند. بر اساس داده‌های حاصل از نرم افزار BEAST تاریخ پیدایش جنس *Myosotis* حدود ۲۰ میلیون سال پیش در اشکوب میوسن است. اما گونه‌زایی آن در پلیوسن و پلیستوسن بوده است.

**کلمات کلیدی:** توالی هسته‌ای nrDNA ITS، فیلوژنی مولکولی، تیره گاوزبان، *Myosotis*، *Myosotideae* و *Strophiostruma*



## فهرست مطالب

### فصل اول: مقدمه و مروری بر مطالعات گذشته

- ۱-۱ ویژگی های تیره Boraginaceae ..... ۲
- ۱-۱-۱ ریخت شناسی و مورفولوژی ..... ۳
- ۱-۱-۲ میکرومورفولوژی ..... ۴
- ۱-۱-۳ عدد کروموزومی ..... ۴
- ۱-۱-۴ فیزیولوژی ..... ۵
- ۱-۱-۵ ترکیبات شیمیایی ..... ۵
- ۱-۱-۶ تاکسونومی ..... ۶
- ۱-۱-۶-۱ موقعیت تیره ..... ۶
- ۱-۱-۶-۲ تقسیمات درونی تیره ..... ۸
- ۱-۱-۶-۳ مطالعات مولکولی DNA ..... ۹
- ۱-۱-۷ پراکنش جغرافیایی ..... ۱۱
- ۱-۱-۸ تولید مثل و گرده افشانی ..... ۱۱
- ۱-۱-۹ مصارف اقتصادی و دارویی ..... ۱۲
- ۲-۱ ویژگی های جنس *Myosotis* ..... ۱۳
- ۲-۱-۱ ریخت شناسی ..... ۱۴
- ۲-۱-۲ طبقه بندی ..... ۱۴
- ۲-۱-۳ موارد مصرف دارویی و کاربرد *Myosotis* ..... ۱۷
- اهداف ..... ۱۸

## فصل دوم: مواد و روش های تحقیق

- ۱-۲. مطالعه منابع..... ۲۰
- ۲-۲ مطالعه هرباریومی..... ۲۰
- ۳-۲ استفاده از DNA در سیستماتیک مولکولی..... ۲۰
- ۴-۲ بررسی روابط فیلوژنی بر اساس صفات مولکولی..... ۲۲
- ۱-۴-۲ استخراج DNA از برگ..... ۲۷
- ۲-۴-۲ تکثیر قطعات مورد نظر با استفاده از واکنش زنجیره ای پلیمرز..... ۲۹
- ۳-۴-۲ الکتروفورز ژل آگارز..... ۳۲
- ۴-۴-۲ توالی یابی مناطق تکثیر شده..... ۳۳
- ۵-۴-۲ همردیف سازی توالی های DNA..... ۳۴
- ۶-۴-۲ تحلیل فیلوژنی..... ۳۴
- ۱-۶-۴-۲ روش بیشینه صرفه جویی (Maximum Parsimony)..... ۳۵
- ۱-۱-۶-۴-۲ بوتسترپ Bootstrap..... ۳۶
- ۲-۱-۶-۴-۲ تعیین شاخص های آماری..... ۳۶
- ۲-۶-۴-۲ روش درست نمایی حداکثر Maximum Likelihood..... ۳۷
- ۳-۶-۴-۲ روش Bayesian..... ۳۷
- ۷-۴-۲ آزمون ساعت مولکولی..... ۴۰
- ۸-۴-۲ آنالیز با استفاده از نرم افزار BEAST..... ۴۱
- ۹-۴-۲ بررسی روند تکامل صفات ریخت‌شناسی در سرده *Myosotis*..... ۴۲

### فصل سوم: نتایج و یافته ها

۴۶.....	۱-۳ روابط فیلوژنی داده های nrDNA ITS
۴۸.....	۱-۱-۳ نتایج حاصل از روش بیشینه صرفه جویی
۵۱.....	۲-۱-۳ Bayesian نتایج حاصل از روش
۵۴.....	۳-۱-۳ Maximum likelihood نتایج حاصل از یا درست نمایی حداکثر
۵۶.....	۲-۳ نتایج حاصل از آزمون ساعت مولکولی
۵۶.....	۳-۳ تعیین زمان واگرایی گونه‌های جنس <i>Myosotis</i> با استفاده از نرم افزار BEAST
۵۹.....	۴-۳ مطالعه گونه‌های جنس <i>Myosotis</i> از طریق شبکه فیلوژنتیک
۶۱.....	۵-۳ روند تکامل صفات ریخت شناسی در جنس <i>Myosotis</i>

### فصل چهارم: بحث و نتیجه گیری

۷۲.....	۱-۴ روابط فیلوژنی درون جنس <i>Myosotis</i>
۷۴.....	۲-۴ سیر تکامل صفات درون جنس <i>Myosotis</i>
۷۷.....	۳-۴ جغرافیای زیستی گونه‌های جنس <i>Myosotis</i>
۸۲.....	پیشنهادها
۸۴.....	منابع

## فهرست شکل ها

- شکل ۱-۱ قرابت ها بر اساس APG III در کلاد Euastrids I نشان داده شده است..... ۷
- شکل ۱-۲ آخرین طبقه بندی Boraginaceae بر اساس Core & Hilger, 2010..... ۸
- شکل ۱-۳ درخت حاصل از آنالیز ترکیبی (Bayesian و بیشینه صرفه جویی). (Khoshokhan et al., 2012)..... ۱۰
- شکل ۱-۴ نقشه پراکنش Boraginaceae برگرفته از سایت [www.mobot.org](http://www.mobot.org)..... ۱۱
- شکل ۱-۵ *Myosotis sylvatica* Ehrh. Ex Hoffm..... ۱۳
- شکل ۱-۶ *Myosotis pseudopropinqua* M.Pop..... ۱۳
- شکل ۱-۷ درخت حاصل از آنالیز پارسیمونی، برای ۳۴ تاکسون از *Myosotis* بر اساس توالی هسته‌ای nrDNA ITS (Winkwort et al, 2002)..... ۱۶
- شکل ۱-۲ ساختار ناحیه nrDNA ITS برگرفته از Baldwin et al., 1995 با اندکی تغییر..... ۲۱
- شکل ۲-۲ الکتروفورز محصول PCR حاصل از تکثیر ژن nrDNA ITS..... ۳۳
- شکل ۲-۳ کروماتوگرام حاصل از تعیین توالی قطعه nrDNA ITS..... ۳۴
- شکل ۱-۳ درخت حاصل از آنالیز داده های هسته ای nrDNA ITS به روش صرفه جوی حداکثر..... ۵۰
- شکل ۲-۳ درخت فیلوژنی حاصل از آنالیز nrDNA ITS با استفاده از روش Bayesian..... ۵۳
- شکل ۳-۳ درخت حاصل از آنالیز داده های هسته ای nrDNA ITS به روش Maximum Likelihood..... ۵۵
- شکل ۳-۴ درخت زمان واگرایی گونه های جنس *Myosotis*..... ۵۸
- شکل ۳-۵ Splits graph حاصل از آنالیز داده های هسته ای nrDNA ITS..... ۶۰

- شکل ۳-۶ روند تکامل صفت شکل میوه در چهارچوب فیلوژنی حاصل از توالی nrDNA ITS ..... ۶۳
- شکل ۳-۷ روند تکامل صفت نوک فندقه در چهارچوب فیلوژنی حاصل از توالی nrDNA ITS ..... ۶۴
- شکل ۳-۸ روند تکامل صفت نوع گل آذین در چهارچوب فیلوژنی حاصل از توالی nrDNA ITS ..... ۶۵
- شکل ۳-۹ روند تکامل صفت ضخیم شدن دمگل در اتصال به کاسه در چهارچوب فیلوژنی حاصل از توالی nrDNA ITS ..... ۶۶
- شکل ۳-۱۰ روند تکامل صفت وجود زائده در فندقه در چهارچوب فیلوژنی حاصل از توالی nrDNA ITS ..... ۶۷
- شکل ۳-۱۱ روند تکامل صفت رنگ جام در چهارچوب فیلوژنی حاصل از توالی nrDNA ITS ..... ۶۸
- شکل ۳-۱۲ روند تکامل صفت شکل برگهای قاعده‌ای در چهارچوب فیلوژنی حاصل از توالی nrDNA ITS ..... ۶۹
- شکل ۳-۱۳ روند تکامل صفت موقعیت ساقه نسبت به زمین در چهارچوب فیلوژنی حاصل از توالی nrDNA ITS ..... ۷۰
- شکل ۴-۱ ضخیم شدن دمگل در محل اتصال به کاسه ..... ۷۵
- شکل ۴-۲ ضخیم نشدن دمگل در محل اتصال به کاسه ..... ۷۵
- شکل ۴-۳ فندقه فاقد زائده در محل اتصال به ناف ..... ۷۶
- شکل ۴-۴ فندقه دارای زائده سفید رنگ ..... ۷۶



## فهرست جدول ها

- جدول ۱-۲ تاکسون های مورد استفاده برای تکثیر قطعه nrDNA ITS.....۲۲
- جدول ۲-۲ تاکسون های مورد استفاده برای آنالیز قطعه nrDNA ITS ، برداشته شده از بانک ژن.....۲۶
- جدول ۳-۲ توالی آغازگر های مورد استفاده برای تکثیر قطعه nrDNA ITS.....۲۹
- جدول ۴-۲ ترکیبات مورد استفاده برای مخلوط کلی.....۳۰
- جدول ۵-۲ برنامه مورد استفاده برای واکنش PCR قطعه nrDNA ITS.....۳۱
- جدول ۶-۲ برنامه زمانی Touchdown برای تکثیر قطعه nrDNA ITS.....۳۲
- جدول ۷-۲ صفات مورد استفاده در بررسی روند تکامل صفات.....۴۲
- جدول ۸-۲ ماتریس صفات مورد استفاده در بررسی روند تکامل صفات.....۴۴
- جدول ۱-۳ محاسبه تعداد جفت بازها و فراوانی هر یک از نوکلئوتیدها توسط برنامه MEGA5 در هر یک از گونه های مورد مطالعه.....۴۶
- جدول ۲-۳ شاخص های صفات مورفولوژی گونه های جنس *Myosotis*.....۶۲
- جدول ۱-۴ زمان و دوره های زمین شناسی.....۷۸

# فصل اول

مقدمه و مروری بر

مطالعات گذشته

## ۱-۱ ویژگی های تیره Boraginaceae

تیره Boraginaceae s.str. دارای حدود ۱۰۰ جنس و ۱۶۰۰ گونه در دنیا می باشد (Weigend et al., 2010). اعضای این تیره گیاهانی علفی، درختی و درختچه ای می باشند که وجود کرک های خشن مشخص در سطح اندام ها، صفت بارز این تیره است. این تیره طیف وسیعی از انواع برگ، گل آذین و مورفولوژی گل و میوه را نشان می دهد. اکثر گونه ها علفی اند اما گونه های درختی و درختچه ای نیز در میان آنها به چشم می خورد. چرخه زندگی آنها به صورت یکساله، دو ساله و یا چند ساله است. در فلور ایران ۳۶ جنس و ۱۸۰ گونه از این تیره معرفی شده است (Khatamsaz 2002). بر اساس مطالعات (Watson & Dallwitz 2011)، Boraginaceae s. str. حدود ۱۲۰ جنس و ۲۰۰۰ گونه در دنیا با مرکز پراکنش در اوراسیا دارد که جنس های

آن عبارتند از: *Actinocarya, Adolocaryum, Afrotysonia, Alkanna, Amblynotus, Amphibologyne, Amsinckia, Anchusa, Ancistrocarya, Anoplocaryum, Antiotrema, Antiphytum, Arnebia, Asperugo, Auxemma, Borago, Bothriospermum, Brachybotrys, Brunnera, Buglossoides, Caccinia, Carmona, Cerinthe, Chionocharis, Choriantha, Craniospermum, Cryptantha, Cynoglossopsis, Cynoglossum, Cynoglottis, Cysostemon, Dasynotus, Decalepidanthus, Echiochilon, Echiostachys, Echium, Elizaldia, Embadium, Eritrichium, Gastrocotyle, Gyrocaryum, Hackelia, Halacsya, Heliocarya, Heliotropium, Heterocaryum, Huynhia, Ivanjohnstonia, Ixorhea, Lacaitaea, Lappula, Lasiarrhenum, Lasiocaryum, Lepechiniella, Lepidocordia, Lindelophia, Lithodora, Lithospermum, Lobostemon, Macromeria, Maharanga, Mairetis, Mattiastrum, Mertensia, Metaeritrichium, Microcaryum, Microula, Mimophytum, Moltkia, Moltkiopsis, Moritzia, Myosotidium, Myosotis, Neatostema, Nesocaryum, Nogalia, Nomosa, Nonea, Ogastemma, Omphalodes, Omphalolappula, Omphalotrigonotis, Onosma, Onosmodium, Oxyosmyles, Paracaryum, Pardoglossum, Patagonula, Pectocarya, Pentaglottis, Perittostema, Plagiobothrys, Pseudomertensia, Psilolaemus, Pteleocarpa, Pulmonaria, Rindera, Rochefortia, Rochelia, Rotula, Saccellium, Scapicephalus, Selkirkia, Sericostoma, Sinojohnstonia, Solenanthus, Stenosolenium, Stephanocaryum, Suchtelenia, Symphytum, Thaumtocaryum, Thyrocarpus, Tianschaniella, Tiquilia, Tournefortia, Trachelanthus, Trachystemon, Trichodesma, Trigonocaryum, Trigonotis, Ulugbekia, Valentiniella*

## ۱-۱-۱ خصوصیات ریخت شناسی یا مورفولوژی

گیاهان این تیره علفی، درختی و درختچه‌ای می‌باشند و گل‌ها مجتمع در گل‌آذین و گاهی منفرد اند در *Heliotropium*. گل‌آذین نامحدود و در ابتدا به شکل مارپیچ است. گل‌آذین انتهایی یا جانبی است. گل‌ها واجد براکته یا فاقد آن و معمولاً منظم اند اما در *Echium* به شکل نامنظم دیده می‌شوند. گل‌ها ۵ بخشی با آرایش حلقوی که اجزای گل در ۴ حلقه آرایش یافته است. هیپانتیوم آزاد دیده نمی‌شود.

کاسه و جام متمایز از هم و در دو مارپیچ قرار گرفته اند که نسبت به هم ایزومر اند اما گاهی در جنس *Plagiobothrys* ایزومر نیستند. کاسه پایا و یا گاهی در جنس *Heliotropium* ریزا است. جام گل ۵ عدد، در قاعده پیوسته و اغلب در دهانه جام زوائد فلسی دارند. جام گل به رنگ‌های سبز، سفید، زرد، نارنجی، صورتی، بنفش و یا آبی دیده می‌شود.

پرچه‌ها متصل به جام گل، همه برابر یا به طور قابل ملاحظه ای نابرابر، آزاد از یکدیگر و یا منسجم در یک مارپیچ قرار دارند. همه پرچه‌ها بارور، ۵ عدد، مستقر در گلوی جام و یا درون لوله جام اند. مادگی ۲ برچه و ۲ خانه، دارای برچه‌های پیوسته که از طریق دیواره کاذب به ۴ خانه تقسیم شده است. تخمدان فوقانی، یک خامه، ژینوباز (gynobasic) و یا راسی است. کلاله ۱ یا ۲ عدد، زمانی که یک عدد باشد ۲ لبه دیده می‌شود و دارای زوائد است. تمکن محوری تا راسی است. تخمدان آناتروپ (anatroplus)، یک لایه (unitegmic)، کم خورش (teniunucellate) است. تکامل جنین این تیره اغلب از تیپ *polygonum* و گاهی از تیپ *Allium* پیروی می‌کند (Watson & Dallwitz, 2011).

میوه گوشتی و یا غیر گوشتی، خشک، شکوفا یا نا شکوفا و شیزوکارپ (schizocarp) است. زمانی که میوه شیزوکارپ است از ۴ مریکارپ (mericarps) تشکیل شده است. دانه‌ها دو لپه و دارای جنین صاف یا خمیده است (Watson & Dallwitz, 2011). روزنه در هر دو سطح برگ دیده می‌شود، تیپ روزنه‌ها معمولاً آنموسیتیک است. وجود کرک‌های خشن در سطح برگ و گاهی تمام پیکره گیاه صفت بارز این تیره است. این موهای چند سلولی به شکل شاخه‌دار و یا ساده دیده می‌شوند. برگ‌ها تقارن پشتی-شکمی دارند. رگبرگ اصلی

آشکار و برآمده و رگبرگ‌های فرعی با سلول‌های انتقال دهنده آبکش و یا بدون آن دیده می‌شوند. کامبیوم چوب پنبه ساز وجود دارد که در ابتدا عمیق یا سطحی است. گره‌ها تک حفره‌ای<sup>۱</sup> هستند. بافت آوندی اولیه منسجم و فاقد دسته‌بندی‌های جداگانه است. اشعه مغزی در گونه‌های علفی وجود ندارد اما در گونه‌های چوبی به صورت شعاعی و باریک گسترده شده است. ضخیم شدن ثانویه ( رشد پسین ) از حلقه کامبیوم منشا می‌گیرد. آوند چوب واجد تراکتید یا بدون آن است، و وسل‌ها با دیواره ساده یا شبکه‌ای سوراخ‌دار وجود دارند.

### ۱-۱-۲ میکرومورفولوژی

این تیره از حیث گرده شناسی بسیار متنوع است و گستره وسیعی از اشکال، دریچه و آراستار را نشان می‌دهد. از ۳ شیار-روزن (Tricolporate) یا ۳ روزن (Triporate) گرفته تا چند شیاری (Polycolpate) و یا چند شیاری-روزن (Polycolporate) و گاهی ۶ شیار ناجور (Hetrocolpate) دیده می‌شود که به طور متناوب یکی دارای روزن و دیگری بدون روزن می‌باشد (Simpson 2006).

تعداد دریچه‌های دانه گرده بین ۳ تا ۲۰ متغیر است دانه گرده آنها ۳ و یا به ندرت ۲ هسته ای است. دانه گرده دو هسته ای در *Heliotropium*, *Coldenia* و *Cordia* دیده می‌شود و در اکثر جنس‌ها سه هسته‌ای است (Watson & Dallwits, 2011).

### ۱-۱-۳ عدد کروموزومی

عدد کروموزومی در این تیره بین  $x=4$  تا ۱۲ متغیر است (Watson & Dallwits, 2011). پدیده پلوئیدی<sup>۲</sup> در این گیاهان نیز مشاهده شده است. کمترین عدد کروموزومی گزارش شده در این تیره مربوط به جنس *Amsinckia lunaris* با  $2n=8$  و بیشترین عدد کروموزومی مربوط به *Symphytum tuberosum* با  $2n=144$  است.

<sup>1</sup> Unilacunar

<sup>2</sup> Ploidy



## ۴-۱-۱ فیزیولوژی

اعضای این تیره دارای سیستم فتوسنتزی C<sub>3</sub> و C<sub>4</sub> می باشند. سیستم فتوسنتزی C<sub>3</sub> در *Arnebia*, *Heliotropium*, *Lappula*, *Lithospermum*, *Moltkiopsis*, *Onosmodium*, *Trichodesma* و سیستم فتوسنتزی C<sub>4</sub> در *Heliotropium* گزارش شده است (Watson & Dallwitz, 2011).

## ۵-۱-۱ ترکیبات شیمیایی

غالباً این گیاهان آلکالوئیدهای<sup>۱</sup> گروه پیرولیزیدین<sup>۲</sup> و یک نفتاکینون به نام آلکانین<sup>۳</sup> تولید می کنند و فاقد ترکیبات ایریدوئید<sup>۴</sup> می باشند. فقط به ندرت ترکیبات سیانوژنیک<sup>۵</sup> و ساپونین<sup>۶</sup> دار تولید می کنند. معمولاً فاقد اسید الاژیک و پروآنتوسیانین ها هستند. غالباً فروکتان ها را به عنوان کربوهیدرات های ذخیره ای و آلانتوئین را به عنوان ماده غذایی از ته انباشته می کنند (Cronquist 1981) همچنین دو ترکیب کینونی جدید به نام B و heliotropinones A از اعضای این تیره جداسازی شده است که این ترکیبات فعالیت ضدقارچی و ضدباکتریایی دارند (Guntern et al., 2001). ترکیبات اسیدهای چرب لینولنیک اسید و انواع توکوفرول ها مثل<sup>a</sup>،<sup>b</sup> و<sup>c</sup>- توکوفرول در این تیره ارزش تاکسونومیکی بالقوه دارند (Velasco & Goffman 1999). مطالعات نشان داده است که آلفا لینولنیک اسید، لینولئیک اسید و اولئیک اسید به عنوان اسید های چرب معمول و گاما لینولنیک اسید و استئاریدونیک اسید از اسید های چرب غیر معمول و تا حدی نیز توکومانول ها در دانه های روغنی این تیره ارزش تاکسونومیکی دارند. به طور خاص وجود یا عدم وجود زنجیره طویل اوریک اسید و وجود یا عدم استخلاف  $\Delta^6$ -متیلن در پلی انوئیک اسیدهایی مثل گاما لینولنیک اسید و استئاریدونیک اسید به عنوان

<sup>1</sup> Alkaloid

<sup>2</sup> Pyrrolizidine

<sup>3</sup> Alkannin

<sup>4</sup> Iridoid

<sup>5</sup> Cyanogenic

<sup>6</sup> Saponin

شاخصی از طبقه بندی شناخته شده است (Bagci et al., 2008). عمده اسیدهای چرب اشباع نشده در اعضای تیره گاوزبان آلفا لینولنیک اسید، لینولنیک اسید و گل و اعضای مختلف گیاه *Borago officinalis* دارای لعاب نسبتاً فراوان مواد معدنی و مقدار کمی آلتوتوئین می باشند. ریشه و ریزوم گیاه *Cymphytum officinalis* دارای موسیلاژ، گالیک اسید، آلتوتوئین و آلكالوئیدی به نام کونسولیدین<sup>۱</sup> می باشد. ریشه گیاه *Cynoglossum officinale* حاوی کولین، مواد رزینی و آلكالوئیدهایی مثل سینوگلوئسین<sup>۲</sup> و سینوگلوئسین است. قشر سطحی دانه *Lithospermum officinale* دارای کربنات کلسیم و سیلیکات کلسیم است (زرگری ۱۳۶۸).

#### ۱-۱-۶ تاکسونومی

در سال ۱۷۸۹، Antoine Laurent de Jussieu یک سیستم طبقه بندی گیاهی به نام *Genera Plantarum* منتشر کرد که در آن تیره گاوزبان حاضر، یکی از ۱۰۰ رده شرح داده شده با نام *Boragineae* بود. دوزوسیو نام *Boragineae* را از جنس *Borago L.* که توسط لینه ثبت شده بود گرفت. لینه نیز نام *Borago* را از واژه لاتین "Burra" به معنی لباس مودار، که اشاره به برگ های مودار این گیاه دارد، گرفته بود.

#### ۱-۱-۶-۱ موقعیت تیره

این تیره در طبقه بندی های دالگرن (Dalgern 1989) و تختاجان (Takhtajan 1997) در راسته *Boraginales*، بر اساس نظر کروئکوئیست (Cronquist 1981, 1988) در راسته *Lamiales* و بر طبق رده بندی تورن (Thorne 1983) در راسته *Solanales* قرار می گیرد. اکنون تیره گاوزبان براساس سیستم طبقه بندی APG III (Chase & Reveal, 2009) در گروه *Euastrids I* قرار دارد. *Euastrids I* یک نام غیررسمی است که برای یک گروه تک تبار به کار می رود. براساس سیستم طبقه بندی APG III (Chase & Reveal, 2009)

<sup>1</sup> Consolidin

<sup>2</sup> Cynoglossin