دانشکده علوم زیستی

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته علوم گیاهی

سیستماتیک گیاهی

عنوان :

فیلوژنی مولکولی قبیله Cynoglosseae (Boraginaceae s. str.) با تکیه بر جنس *Paracaryum* براساس توالی های هسته ای nrDNA ITS در ایران

نگارنده :

شکوه اسماعیل بگی کرمانی

استاد راهنما :

شاهرخ کاظم پور اوصالو

استاد مشاور :

سید منصور میرتاج الدینی

دی ۱۳۹۰

تقدیم به

معلمانی که وزن بودن، شوق آموختن، شور زندگی و درک هستی را به من آموختند

چکیده:

تیره گاوزبان (Boraginaceae s.str.) دارای حدود ۱۰۰ جنس و ۱۶۰۰ گونه در دنیا با مرکز پراکنش در اوراسیا می باشد. Riedl (1967) در جلد ۴۸ مجموعه فلورا ایرانیکا برای این تیره ۶ قبیله Boragineae, Cynoglosseae, Eritrichieae, Litospermeae, Myosotideae و Trigonotideae را در نظر گرفته است. قبیله Cynoglosseae در ایران دارای ۱۱ جنس و ۵۳ گونه است. در پژوهش حاضر، فیلوژنی مولکولی قبیله Cynoglosseae با تاکید بر جنس *Paracaryum* بررسی گردید. به منظور بازسازی روابط فیلوژنی، ماتریسی متشکل از ۵۸ تاکسون تهیه گردید. این ماتریس شامل ۲ برون گروه و ۵۶ درون گروه می باشد. آنالیز های فیلوژنی با استفاده از روش صرفه جویی حداکثر تعبیه شده در نرم افزار PAUP*، روش صرفه جویی حداکثر با استفاده از نرم افزار GARLI و روش Bayesian با استفاده از نرم افزار Mr Bayes صورت گرفتند. همچنین برای تخمین زمان واگرایی بین تاکسون ها از نرم افزار BEAST استفاده شد. نتایج آنالیز نشان داد که جنس های *Microparacaryum*، *Trichodesma* و *Solenanthus* و *Caccinia* تک تبار می باشند. اما جنس های *Paracaryum*، *Cynoglossum*، *Lindelofia*، *Omphalodes* و *Rindera* ظاهرا تک تبار نیستند. نتایج حاصل از آنالیز مولکولی نشان می دهد که گونه های مربوط به جنس *Paracaryum* و *Mattiastrum* در یک پلی تومی قرار می گیرند و روابط بین آنها حل نشده می باشد. در نتیجه این دو جنس مجزا نیستند و پذیرفتن آنها در سطح دو بخش از جنس *Paracaryum* بر مبنای تفاوت ریخت شناختی منطقی تر به نظر می رسد . جنس *Microparacaryum* به صورت کلادی مجزا از *Paracaryum* با احتمال پسین ۱ وجود دارد. با اینکه دو جنس *Paracaryum* و *Microparacaryum* در صفت شکل بال فندقه شباهت مورفولوژی دارند اما حدود این دو جنس با صفت یکساله و چند ساله بودن تعیین می گردد و گونه های یکساله با قطعیت در جنس *Microparacaryum* قرار می گیرند.

بر اساس داده های حاصل از نرم افزار BEAST تاریخ پیدایش اکثر جنس های قبیله Cynoglosseae در اشکوب پلیوسن است. همچنین تاریخ پیدایش گونه های جنس *Microparacaryum* و برخی گونه های جنس *Paracaryum* در اشکوب هولوسن است و این امر نشان می دهد که این جنس ها جوان و در حال گونه زایی می باشند.

کلمات کلیدی: توالی هسته ای nrDNA ITS، فیلوژنی مولکولی، Cynoglosseae، *Paracaryum*، *Microparacaryum*، تیره گاوزبان

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 ترکیبات شیمیایی ۵

۱-۱-۵ فیزیولوژی ۶

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 ۹

۱-۱-۸ تولید مثل و گرده افشانی ۱۰

۱-۱-۹ مصارف اقتصادی و داروئی ۱۰

۱-۲ ویژگی های قبیله Cynoglosseae ۱۱

۱-۳ جنس *Paracaryum* (DC.) Boiss. ۱۱

۱-۳-۱ طبقه بندی ۱۱

۱-۳-۲ ریخت شناسی ۱۲

اهداف.....۱۳

فصل دوم: مواد و روش های تحقیق

۲-۱ مطالعه منابع.....۱۵

۲-۲ نمونه برداری و مطالعه صحرایی.....۱۵

۲-۳ مطالعه هرباریومی.....۱۵

۲-۴ استفاده از DNA در سیستماتیک مولکولی.....۱۶

۲-۵ بررسی روابط فیلوژنی بر اساس صفات مولکولی.....۱۸

۲-۵-۱ استخراج DNA از برگ.....۲۲

۲-۵-۲ تکثیر قطعات مورد نظر با استفاده از واکنش زنجیره ای پلیمراز.....۲۴

۲-۵-۳ الکتروفورز ژل آگارز.....۲۷

۲-۵-۴ توالی یابی مناطق تکثیر شده.....۲۸

۲-۵-۵ همردیف سازی توالی های DNA.....۲۹

۲-۵-۶ تحلیل فیلوژنی.....۲۹

۲-۵-۶-۱ روش صرفه جویی حداکثر (Maximum Parsimony).....۳۰

۲-۵-۶-۱-۱ بوتستراپ Bootstrap.....۳۱

۲-۵-۶-۱-۲ تعیین شاخص های آماری.....۳۱

۲-۵-۶-۲روش درست نمایی حداکثر Maximum Likelihood.....۳۱

۲-۵-۶-۳ روش Bayesian.....۳۲

۲-۵-۷ آزمون ساعت مولکولی.....۳۴

فصل سوم: نتایج و یافته ها

۳-۱ روابط فیلوژنی داده های nrDNA ITS..... ۳۶

۳-۱-۱ نتایج حاصل از روش صرفه جویی حداکثر..... ۳۸

۳-۱-۲ نتایج حاصل از روش Bayesian..... ۴۳

۳-۱-۳ نتایج حاصل از Maximum likelihood یا درست نمایی حداکثر..... ۴۸

۳-۲ نتایج حاصل از آزمون ساعت مولکولی..... ۵۰

۳-۳ تعیین زمان واگرایی بین جنس های قبیله Cynoglosseae با استفاده از نرم افزار BEAST..... ۵۰

۳-۴ تعیین واگرایی بین گونه های جنس *Paracaryum* با استفاده از نرم افزار BEAST..... ۵۳

۳- ۵ روند تکامل صفات ریخت شناسی در قبیله Cynoglosseae..... ۵۵

۳-۶ روند تکامل صفات ریخت شناسی در جنس *Paracaryum* و *Microparacaryum*..... ۶۵

فصل چهارم: بحث و نتیجه گیری

۴-۱ روابط فیلوژنی میان جنس های قبیله Cynoglosseae..... ۷۴

۴-۲ روابط فیلوژنی در جنس های *Paracaryum* و *Microparacaryum*..... ۷۵

۴-۳ معرفی تاکسون های جدید *Microparacaryum*..... ۷۶

۴-۴ جغرافیای زیستی اعضای قبیله Cynoglosseae..... ۸۰

پیشنهادها..... ۸۳

منابع..... ۸۵

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 نقشه پراکنش Boraginaceae برگرفته از سایت www.mobot.org.....۱۰

شکل ۲-۱ ساختار ناحیه nrDNA ITS برگرفته از Baldwin et al.,1995 با اندکی تغییر.....۱۷

شکل ۲-۲ الکتروفورز محصول PCR حاصل از تکثیر ژن nrDNA ITS.....۲۸

شکل ۲-۳ کروماتوگرام حاصل از تعیین توالی قطعه nrDNA ITS.....۲۹

شکل۳-۱ درخت حاصل از آنالیز داده های هسته ای nrDNA ITS به روش

صرفه جویی حداکثر.....۴۲

شکل۳-۲ درخت فیلوژنی حاصل از آنالیز nrDNA ITS با استفاده از روش Bayesian.....۴۷

شکل۳-۳ درخت حاصل از آنالیز داده های هسته ای nrDNA ITS به

روش Maximum Likelihood.....۴۹

شکل۳-۳ درخت زمان واگرایی جنس ها در قبیله های Cynoglosseae و Eritrichieae.....۵۲

شکل ۳-۴ درخت زمان واگرایی گونه های جنس *Paracaryum* و جنس ها و

گونه های نزدیک به آن.....۵۵

شکل۳-۵ روند تکامل صفت فرم رویشی در چهارچوب فیلوژنی حاصل از توالی nrDNA ITS.....۵۷

شکل۳-۶ روند تکامل صفت گل آذین در چهارچوب فیلوژنی حاصل از توالی nrDNA ITS.....۵۸

شکل۳-۷ روند تکامل صفت دانه گرده در چهارچوب فیلوژنی حاصل از توالی nrDNA ITS.....۵۹

شکل۳-۸ روند تکامل صفت ساقه در چهارچوب فیلوژنی حاصل از توالی nrDNA ITS.....۶۰

شکل۳-۹ روند تکامل صفت ظاهر رویشی در چهارچوب فیلوژنی حاصل از توالی nrDNA ITS.....۶۱

شکل۳-۱۰ روند تکامل صفت جام گل در چهارچوب فیلوژنی حاصل از توالی nrDNA ITS.....۶۲

شکل۳-۱۱ روند تکامل صفت طول پرچم ها نسبت به هم در چهارچوب فیلوژنی

حاصل از توالیnrDNA ITS ۶۳

شکل۳-۱۲ روند تکامل صفت تعداد فندقه در چهارچوب فیلوژنی حاصل از توالی

nrDNA ITS.....۶۴

شکل۳-۱۳ روند تکامل صفت طول پرچم در چهارچوب فیلوژنی حاصل از توالی nrDNA ITS.....۶۶

شکل ۳-۱۴ لوله جام رنگی در *Paracaryum persicum* ۶۷

شکل ۳-۱۵ لوله جام سفید در *Paracaryum cyclhymenium*.....۶۷

شکل ۳-۱۶ روند تکامل صفت رنگ لوله جام در چهارچوب فیلوژنی حاصل از

توالی nrDNA ITS.....۶۸

شکل ۳-۱۷ بال کروی در *Paracaryum strictum* ۶۹

شکل ۳-۱۸ بال گوشه دار در *Paracaryum cyclhymenium*.....۶۹

شکل۳-۱۹ روند تکامل صفت شکل بال میوه در چهارچوب فیلوژنی حاصل از

توالی nrDNA ITS.....۶۹

شکل۳-۲۰ روند تکامل صفت شکل فندقه در چهارچوب فیلوژنی حاصل از توالی nrDNA ITS.....۷۰

شکل ۳-۲۱ زوائد دهانه جام در *Paracaryum cyclhymenium*.....۷۱

شکل ۳-۲۲ زوائد دهانه جام در *Pracaryum strictum*.....۷۱

شکل۳-۲۳ روند تکامل صفت طول زوائد دهانه جام در چهارچوب فیلوژنی حاصل از

توالی nrDNA ITS..... ۷۲

شکل ۴-۱ تصویر گونه (*Lepechiniella inconspicua*) *Microparacaryum* sp.

از قبیله Eritrichieae ۷۷

شکل ۴-۲ فیلوگرام اعضای قبیله Cynoglosseae..... ۷۹

فهرست جدول ها

جدول۲-۱ تاکسون های مورد استفاده برای تکثیر قطعه nrDNA ITS.....۱۸

جدول ۲-۲ تاکسون های مورد استفاده برای آنالیز قطعه nrDNA ITS، برداشته شده از بانک ژن.....۲۱

جدول ۲-۳ توالی آغازگر های مورد استفاده برای تکثیر قطعه nrDNA ITS.....۲۴

جدول ۲-۴ ترکیبات مورد استفاده برای مخلوط کلی.....۲۵

جدول ۲-۵ برنامه مورد استفاده برای واکنش PCR قطعه nrDNA ITS.....۲۶

جدول۲-۶ برنامه زمانی Touchdown برای تکثیر قطعه nrDNA ITS.....۲۷

جدول ۳-۱محاسبه تعداد جفت بازها و فراوانی هر یک از نوکلئوتیدها توسط برنامه MEGA5 در هر یک از گونه های مورد مطالعه.....۳۶

جدول۳-۲ شاخص های صفات مورفولوژی اعضای قبیله Cynoglosseae.....۵۶

جدول۳-۳ شاخص های صفات مورفولوژی گونه های جنس *Paracaryum*.....۶۵

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 & Dallwits (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*, *Adelocaryum*, *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, Thaumatocaryum, Thyrocarpus, Tianschaniella, Tiquilia, Tournefortia, Trachelanthus, Trachystemon, Trichodesma, Trigonocaryum, Trigonotis, Ulugbekia, Valentiniella

۱-۱-۱ ریخت شناسی و مورفولوژی

روزنه در هر دو سطح برگ دیده می شود، تیپ روزنه ها معمولا آنموسیتیک است. وجود کرک های خشن در سطح برگ و گاهی تمام پیکره گیاه صفت بارز این تیره است. این موهای چند سلولی به شکل شاخه دار و یا ساده دیده می شوند.. برگ ها تقارن پشتی_شکمی دارند. رگبرگ اصلی آشکار و برآمده و رگبرگ های فرعی با سلول های انتقال دهنده آبکش و یا بدون آن دیده می شوند.

کامبیوم چوب پنبه ساز وجود دارد که در ابتدا عمیق یا سطحی است. گره ها تک حفره ای (unilacunar) هستند. بافت آوندی اولیه منسجم و فاقد دسته بندی های جداگانه است. اشعه مغزی در گونه های علفی وجود ندارد اما در گونه های چوبی به صورت شعاعی و باریک گسترده شده است. ضخیم شدن ثانویه (رشد پسین) از حلقه کامبیوم منشا می گیرد. آوند چوب واجد تراکئید یا بدون آن است، و وسل ها با دیواره ساده یا شبکه ای سوراخدار وجود دارند.

گل ها مجتمع در گل آذین و گاهی در *Heliotropium* منفرد اند. گل آذین نا محدود و در ابتدا به شکل مارپیچ است. گل آذین انتهایی یا جانبی است. گل ها واجد براکته یا فاقد آن و معمولا منظم اند اما در *Echium* به شکل نامنظم دیده می شوند. گل ها ۵ بخشی با آرایش حلقوی که اجزای گل در ۴ حلقه آرایش یافته است. هیپانتیوم آزاد دیده نمی شود.

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 رنگ های سبز، سفید، زرد، نارنجی، صورتی، بنفش و یا آبی دیده می شود.

پرچم ها 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 پرچم ها بارور، ۵ عدد، مستقر در گلوی جام و یا درون لوله جام اند.

مادگی ۲ برچه و ۲ خانه، دارای برچه های 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 می شود و دارای زوائد است. تمکن محوری تا راسی است. تخمدان آناتروپ(anatropus)، یک لایه(unitegmic)، کم خورش(teniunucellate) است. تکامل جنین این تیره اغلب از تیپ polygonum و گاهی از تیپ Allium پیروی می کند (Watson & Dallwits , 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. دانه ها دو لپه و دارای جنین صاف یا خمیده است (Watson & Dallwits , 2011) .

۱-۱-۲ میکرومورفولوژی

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

تعداد دریچه های دانه گرده بین ۳ تا ۲۰ متغیر است دانه گرده آنها ۳ ویا به ندرت ۲ هسته ای است. دانه گرده دو هسته ای در *Heliotropium, Coldenia* و *Cordia* دیده می شود و در اکثر جنس ها سه هسته ای است (Watson & Dallwits , 2011) .

۱-۱-۳ عدد کروموزومی

عدد کروموزومی در این تیره بیین x=۴ تا ۱۲ متغیر است (Watson & Dallwits , 2011) . پدیده پلوئیدی در این گیاهان نیز مشاهده شده است. کمترین عدد کروموزومی گزارش شده در این تیره مربوط به جنس *Amsinckia lunaris* با ۲n= ۸ و بیشترین عدد کروموزومی مربوط به *Symphytum tuberrosum* با ۲n=۱۴۴ است.

۱-۱-۴ ترکیبات شیمیایی

غالبا این گیاهان آلکالوئیدهای گروه پیرولیزیدین و یک نفتاکینون به نام آلکانین تولید می کنند و فاقد ترکیبات ایریدوئید می باشند. فقط به ندرت ترکیبات سیانوژنیک و ساپونین دار تولید می کنند. معمولا فاقد اسید الاژیک و پروآنتوسیانین ها هستند. غالبا فروکتان ها را به عنوان کربوهیدرات های ذخیره ای و آلانتوئین را به عنوان ماده غذایی ازته 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 اسید های چرب مثل γ- لینولنیک اسید و انواع توکوفرول ها مثل ^{a}- ، δ- و γ- 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 تاکسونومیک دارند. به طور خاص وجود یا عدم وجود زنجیره طویل اوریک اسید و وجود یا عدم وجود استخلاف Δ۶-متیلن در پلی انوئیک اسیدهایی مثل گاما لینولنیک اسید و استئاریدونیک اسید به عنوان شاخصی از طبقه بندی شناخته شده است (Bagci et al., 2008). عمده اسید های چرب اشباع نشده در اعضای تیره گاوزبان آلفا لینولنیک اسید، لینولئیک اسید و اولئیک اسید می باشند. اما گاما لینولنیک اسید و استئاریک اسید سطح قابل ملاحظه ای را در این گیاهان به خود اختصاص داده اند. درصد و نسبت اسید های چرب اشباع شده و اشباع نشده به عنوان شاخص های تاکسونومیک در این تیره محسوب می شوند (Ozcan 2009).

گل و اعضای مختلف گیاه *Borago officinalis* دارای لعاب نسبتا فراوان مواد معدنی و مقدار کمی آلانتوئین می باشند. ریشه و ریزوم گیاه *Cymphytum officinalis* دارای موسیلاژ، اسید گالیک، آلانتوئین و آلکالوئیدی به نام کونسولیدین می باشد. ریشه گیاه *Cynoglossum officinale* حاوی کولین، مواد رزینی و آلکالوئیدهایی مثل سینوگلوسین و سینوگلوسئین است. قشر سطحی دانه *Lithospermum officinale* دارای کربنات کلسیم و سیلیکات کلسیم است (زرگری ۱۳۶۸).

۱-۱-۵ فیزیولوژی

اعضای این تیره دارای سیستم فتوسنتزی C_3 وC_4 می باشند. سیستم فتوسنتزی C_3 در *Arnebia, Heliotropium, Lappula, Lithospermum, Moltkiopsis, Onosmodium, Trichodesma* و سیستم فتوسنتزی C_4 در *Heliotropium* گزارش شده است (Watson & Dallwits , 2011) .

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. دوژوسیو 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 کرونکوئیست (Cronquist1981, 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 غیر رسمی است که برای یک گروه تک تبار به کار می رود. براساس سیستم طبقه بندی APG III (Chase & Reveal, 2009) این گروه شامل چهار راسته Gariales، Lamiales، Gentianales و Solanales است. همچنین تیره های Boraginaceae، Vahliaceae، Icacinaceae، Metteniusaceae و Oncothecaceae نیز در این گروه می باشند که این تیره ها در راسته های این گروه جایی ندارند. موقعیت سیستماتیکی تیره Boraginaceae بر اساس آخرین سیستم طبقه بندی APG III 2009 و در آخرین رده بندی های فیلوژنتیکی در شکل ۱-۱ نشان داده شده است:

Angiosperm

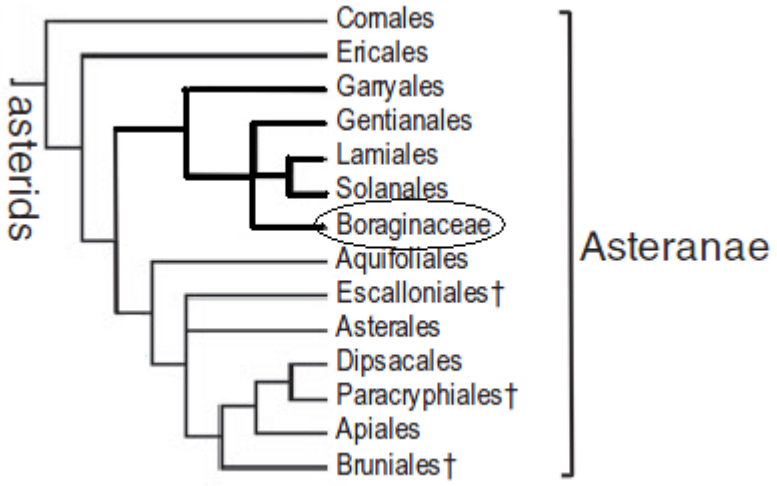
Eudicots

Core euidicots

asterids

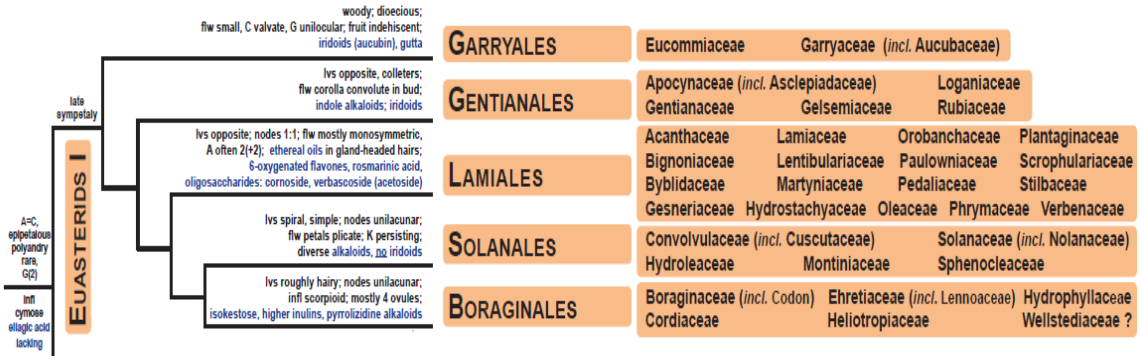
euasterids I

Boraginaceae



شکل ۱-۱- قرابت ها بر اساس APG III در کلاد Euastrids I نشان داده شده و موقعیت تیره Boraginaceae با دایره مشخص گردیده است (بر گرفته از Chase & Reveal, 2009).

اما اخیرا Cole & Hilger (2010) با استفاده از داده های APG III این تیره را در راسته جداگانه Boraginales قرار داده اند (شکل ۱-۲).



شکل۱-۲- آخرین طبقه بندی Boraginaceae بر اساس Core & Hilger, 2010

۱-۱-۶-۲ تقسیمات درونی تیره

گورکه (Gurke 1897)، جانسون (Jahnston 1951) و کرونکوئیست (Cronquist 1981) تیره مذکور را بر اساس ویژگی های میوه به عنوان یک واحد طبیعی از گروه های خویشاوند مشتمل بر چهار زیر تیره Boraginoideae، Cordioideae، Ehretioideae و Heliotropioideae در نظر گرفتند.

هم اکنون تیره گاوزبان با چهار زیر تیره ذکر شده ، به عنوان Boraginaceae sensu stricto فقط شامل زیر تیره Boraginoideae می باشد و زیر تیره های دیگر به عنوان تیره هایی مجزا معرفی شده اند و شامل Ehretiaceae، Cordiaceae و Heliotropaceae می باشند (Simpson 2006).

طبقه بندی این تیره در سطح قبیله در میان دانشمندان مختلف متفاوت است و تا کنون بیش از ۱۳ قبیله و ۸ زیر قبیله برای آن شناخته شده است (Popov 1953). طبق آخرین رده بندی, برای این تیره Riedl (1997) ۶ قبیله Boragineae, Cynoglosseae, Eritrichieae, Litospermeae, Myosotideae و Trigonotideae را در نظر گرفته است اما طبق آخرین مطالعات مولکولی Weigend و همکاران (2010) با نمونه برداری های کم نشان دادند که ۳ قبیله Myosotideae , Eritrichieae و Trigonotideae جزئی از قبیله Cynoglosseae sensu lato هستند.

این تیره در فلور ایران شامل ۶ قبیله Lithospermeae، Cerintheae، Echieae، Boragineae، Eritrichieae و Cynoglosseae می باشد (khatamsaz 2002).

۱-۱-۶-۳ مطالعات مولکولی DNA

مطالعات مولکولی انجام شده به صورت نمونه برداری های پراکنده با استفاده از مارکرهای مولکولی مختلف (*mat*K, *atp*B, nrDNA ITS) انجام شده است. در مهم ترین مطالعه انجام شده بر روی تیره گاوزبان Langstrom & Chase (2002) با استفاده از توالی DNA کلروپلاستی *atp B* روابط فیلوژنتیکی قبیله های موجود در زیر تیره Boraginoideae را با تعداد معدودی جنس و گونه از هر قبیله بازسازی کردند. اخیرا فیلوژنی مولکولی قبیله Eritrichieae با استفاده از توالی DNA هسته ای ITS و توالی DNA کلروپلاستی *trnL-F* انجام شده است (Khoshsokhan & Kazempour Osaloo 2008; Khoshsokhan et al. 2010). است اما طبق آخرین مطالعات مولکولی Weigend و همکاران(2010) با نمونه برداری های کم نشان دادند که ۳ قبیله Eritrichieae , Myosotideae و Trigonotideae جزئی از قبیله Cynoglosseae sensu lato هستند.

۱-۱-۷ پراکنش جغرافیایی

گیاهان این تیره در مناطق هولارکتیک، پالئوتروپیک، نئوتروپیکال، کاپ، استرالیا و آنتارکتیک یافت می شوند. اما عموما گیاهان در مناطق معتدل تا گرمسیری می رویند و پراکنش جهانی (cosmopolitan) دارند (شکل ۱-۳). اما بعضی از آنها در مناطق معتدل سرد و مناطق گرمسیری نیز یافت می شوند. به طور کلی اعضای این تیره پراکنش متمرکزی در منطقه مدیترانه ای دارند (Watson & Dallwits , 2011).

شکل ۱-۳ نقشه پراکنش Boraginaceae برگرفته از سایت www.mobot.org

این گیاهان در تمام قاره ها و در بسیاری از جزایر مانند جزایر ماداگاسکار نیز وجود دارند. این گیاهان همچنین در مناطق کویر، جنگل، علفزار و ساوان یافت می شوند. این گیاهان در انواع زیستگاه ها حتی زیستگاه های آشفته مثل حاشیه جاده ها نیز می رویند (Retief, 2004).

۱-۱-۸ تولید مثل و گرده افشانی

اعضای تیره گاوزبان اغلب گیاهانی تک پایه اند اما گاهی گیاهان دوپایه در گونه هایی از *Heliotropium* دیده شده است. گرده افشانی این گیاهان از طریق حشرات و عمدتا توسط پروانه ها صورت می گیرد(Watson & Dallwits , 2011) .

۱-۱-۹ مصارف اقتصادی و داروئی

بعضی از گیاهان این تیره به صورت گلدانی و برای مصارف زینتی استفاده می شوند. از ترکیبات رنگی این گیاهان در رنگ آمیزی چوب و سنگ استفاده می شود. در تهیه انواع داروها، مشروبات الکلی و لوازم آرایشی کاربرد دارند. و در عین حال از گیاهان مهم در تولید عسل به شمار می روند (Watson & Dallwits , 2011) . پوست ریشه *Lithospermum officinale* دارای ماده ای قرمز به نام لیتوسپرمین است که در رنگ کردن مواد غذایی استفاده می شود (زرگری ۱۳۶۸).

میوه بعضی از گونه های این تیره مصرف خوراکی دارد. در جنوب آفریقا از برگ، ساقه و میوه خشک شده *Ehretia rigida* subsp. *nevifolia* چای تهیه می کنند. پودر ریشه خشک شده *Trichodesma angustifolia* subsp. *angustifolia* مخلوط با آب سرد در درمان اسهال مورد استفاده قرار می گیرد. برگ گیاه *Lobostemon* سرخ شده در روغن بادام شیرین از داروهای قدیمی در درمان عفونت های قارچی، انواع زخم ها و سوختگی ها است.

در سراسر اروپا، شمال آفریقا و آمریکا از شاخه، برگ و گل گیاه *Borago afficinalis* در سالاد و نیز به عنوان ادویه استفاده می شود. این گیاه در طب سنتی هم کاربرد دارد. در اروپا از گل و ریشه *Cynoglossum officinale* در طب سنتی و برای درمان جراحات استفاده می شود. *Lithospermum officinale* در طب سنتی اروپا در درمان نقرس مورد استفاده است (Retief, 2004).

گل و برگ گیاه *Borago officinalis* اثر نرم کننده، معرق، مدر، آرام کننده دارد و همچنین تصفیه کننده خون است. ریشه گیاه *Symphytum officinalis* اثر نرم کننده، تسکین دهنده و آرام کننده