



University of Tehran
Faculty of sciences
Department of plant biology

**Taxonomical studies on the *Podonosma orientalis* (L.) Feinbrun (Boraginaceae)
species complex in Iran**

By:

Fahimeh Ghamari

Supervisors:

Prof. Farideh Attar

Dr. seied Mansour Mirtadjadini

Advisors:

Dr. Arash Sotoodeh

Dr. Behnam Hamzeh

**A thesis submitted to the Graduate Studies Office In partical fulfillment of the
requirements for The degree of M.S.c. in Plant Science (Plant systematic and
Ecology)**

September, 2023

Abstract

The genus *Podonosma* (Boraginaceae, Lithospermeae), consists of 4 species in the world, including *P. galalensis*, *P. orientalis*, *P. sindjarensis* and *P. sintenisii*. The geographical distribution of the genus is restricted to some regions of middle east including Egypt, Palestine, Syria, Iraq, Turkiye, and Iran. This old-world genus has long been faced to different taxonomic difficulties, such as classification, species delimitation and identification problems. Based on the Flora Iranica the only representative of *Podonosma* in Iran is *P. orientalis* with its main distribution constricted to the S and W Iran. No taxonomical studies had been before carried out on the genus in Iran. Therefore, the present study was designed to investigate the taxonomy of *Podonosma* in Iran using both macro- and micromorphological characteristics of its different populations. Therefore, different herbarium specimens belonging to *Podonosma* deposited at various herbaria were investigated. The morphological data was extracted using both light and Scanning Electron microscopies. Also, the statistical analyses of qualitative and quantitative traits were done by past software ver. 4.03. The results indicated that there exist meaningful variations among different studied populations. Moreover, occurrence of 5 taxa of *Podonosma* including 4 species and 1 variety is reported in Iran, of which *P. orientalis* var. *orientalis*, *P. galalensis*, *P. sinjarensis*, and *P. sintenisii* are new records for the flora of Iran. In addition, complementary phylogenetical studies are suggested to elucidate the evolutionary positions of the species. Finally, an identification key for the genus according to the diagnostic characteristics is presented.

Keywords: *Podonosma*, Taxonomy, Boraginaceae, Flora of Iran



دانشگاه تهران

دانشکده علوم

گروه زیست‌شناسی گیاهی

بررسی تاکسونومیکی کمپلکس گونه‌ای *Podonosma orientalis* (L.) Feinbrun (تیره

گاوزبان) در ایران

نگارش:

فهیمه قمری

استادان راهنما:

دکتر فریده عطار _ دکتر منصور میر تاج‌الدینی

استادان مشاور:

دکتر آرش ستوده _ دکتر بهنام حمزه

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

زیست‌شناسی گیاهی-گرایش سیستماتیک و بوم‌شناسی

شهریور ۱۴۰۲

چکیده:

جنس *Podonosma* از تیره Boraginaceae شامل ۴ گونه در دنیا با نام‌های *P. galalensis*، *P. orientalis*، *P. sindjarensis* و *P. sintenisii* است. پراکنش این جنس محدود به برخی از کشورهای خاورمیانه از جمله ایران، ترکیه، سوریه، فلسطین، عراق، لبنان و مصر است. این گروه با مشکلاتی نظیر طبقه‌بندی، تعیین حدود و شناسایی مواجه بوده است. طبق فلورا ایرانیکا تنها نماینده جنس در ایران، *P. orientalis* (L.) Feinbrun با بیشترین پراکندگی جمعیت‌های آن در ناحیه غرب و جنوب ایران است. باتوجه به بررسی‌های صورت‌گرفته تاکنون مطالعات تاکسونومیکی بر روی جمعیت‌های مختلف *P. orientalis* در ایران صورت نگرفته و لذا هدف از بررسی و ضرورت انجام این پژوهش، تکمیل اطلاعات مربوط به پژوهش‌های ریخت‌شناسی، ریز ریخت‌شناسی، مطالعات تاکسونومیکی در نمونه‌های مورد مطالعه است. پس از مشاهده نمونه‌ها در هر بار یوم‌های متعدد در راستا تفکیک بهتر نمونه‌ها، مطالعات ریخت‌شناسی و ریز ریخت‌شناسی با استفاده از میکروسکوپ نوری و الکترونی به همراه تجزیه و تحلیل‌های آماری در نرم‌افزار Past 4.03 انجام شد. مطابق نتایج حاصل، تفاوت معناداری بین نمونه‌های مطالعه شده از لحاظ صفات تاکسونومی وجود دارد و حضور ۵ آرایه شامل ۴ گونه و یک زیرگونه در ایران تأیید می‌گردد. همچنین، سه گونه رکورد از *Podonosma* به نام‌های *P. sindjarensis*، *P. galalensis* و *P. sintenisii* برای اولین بار از ایران گزارش شد. برای مشخص شدن جایگاه تکاملی گونه‌های گزارش شده، نیاز به انجام مطالعات مولکولی است. در پایان با استفاده از صفات تشخیصی، کلید شناسایی کاملی بر اساس صفات ریخت‌شناسی و ریز ریخت‌شناسی جهت تفکیک گونه‌ها ارائه شده است.

کلمات کلیدی: *Podonosma*، آرایه‌شناسی، تیره گاوزبان، فلور ایران

۱- مقدمه	۱
۱-۱- تیره گاوزبان	۲
۲-۱- زیر تقسیمات در تیره گاوزبان	۳
۳-۱- ریخت‌شناسی تیره گاوزبان	۷
۴-۱- پراکنش جغرافیایی در تیره گاوزبان	۸
۵-۱- قبيله Lithospermeae	۸
۶-۱- جنس <i>Onosma</i> L.	۹
۷-۱- جنس <i>Podonosma</i> (Boiss.) Gurke	۱۲
۸-۱- تاریخچه جنس <i>Podonosma</i> (Boiss.) Gürke	۱۵
۹-۱- طبقه‌بندی جنس <i>Podonosma</i> (Boiss.) Gürke	۱۵
۱۰-۱- گونه <i>Podonosma orientalis</i> (L.) Feinbrun	۱۶
۱۱-۱- پراکنش جنس <i>Podonosma</i> (Boiss.) Gürke در جهان	۱۶
۱۲-۱- پراکنش گونه <i>Podonosma orientalis</i> (L.) Feinbrun در ایران	۱۷
۱۳-۱- تاریخچه مطالعات انجام شده بر جنس <i>Podonosma</i> (Boiss.) Gürke	۱۷
۱۴-۱- طرح مسئله	۱۹
۲- مواد و روش‌ها	۲۱
۲-۱- جمع‌آوری اطلاعات	۲۲
۲-۲- مطالعات هرباریومی	۲۲
۲-۳- مطالعات ریخت‌شناسی	۲۶
۲-۴- پردازش داده‌های ریخت‌شناسی	۲۷
۲-۵- مطالعات ریز ریخت‌شناسی	۲۸
۲-۶- مطالعات کرک پوش برگ	۲۸
۲-۷- مطالعات دانه گرده	۲۹
۲-۸- مطالعات فندقچه	۲۹
۳- نتایج	۳۰
۳-۱- آرایه‌شناسی	۳۱
۳-۲- نتایج مطالعات ریخت‌شناسی	۳۱

۴-۳- نتایج تجزیه و تحلیل‌های ریخت‌شناسی.....	۴۵
۳-۴-۱- رسته‌بندی و آنالیز خوشه‌ای تاکسون‌ها بر اساس صفات کمی	۴۵
۳-۴-۲- رسته‌بندی و آنالیز خوشه‌ای تاکسون‌ها بر اساس صفات کیفی.....	۴۹
۳-۵- نتایج تجزیه و تحلیل ریز ریخت‌شناسی کرک پوش برگ.....	۵۲
۳-۶- نتایج تجزیه و تحلیل مطالعات دانه گرده.....	۵۸
۳-۷- نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل مطالعات فندقچه.....	۶۴
۳-۸- گزارش گونه‌های رکورد جنس <i>Podonosma</i> (Boiss.) Gürke در کشور ایران.....	۷۳
۳-۸-۱- شرح گونه <i>P. galalensis</i> Schwiinf. ex Boiss.....	۷۳
۳-۸-۲- شرح گونه <i>P. orientalis</i> (L.) Feinbrun.....	۷۴
۳-۸-۳- شرح واریته <i>P. orientalis</i> var. <i>amani</i> (Riedl) L. Cecchi & Hilger.....	۷۶
۳-۸-۴- شرح گونه <i>P. sindjarensis</i> (Riedl) L. Cecchi & Hilger.....	۷۶
۳-۸-۵- شرح گونه <i>P. sintenisii</i> Bornm.....	۷۷
۴- بحث.....	۸۷
۴-۱- بررسی‌های ریخت‌شناسی.....	۸۸
۴-۲- بررسی نتایج داده‌های حاصل از مطالعات کرک پوش سطح برگ.....	۸۹
۴-۳- بررسی نتایج داده‌های حاصل از مطالعات دانه گرده.....	۹۰
۴-۴- بررسی نتایج داده‌های حاصل از مطالعات فندقچه.....	۹۰
۴-۶- نتیجه‌گیری.....	۹۱
۴-۷- پیشنهادات.....	۹۲
منابع.....	۹۳

جدول ۱-۲	اطلاعات نمونه‌های مشاهده شده	۲۲
جدول ۲-۲	اطلاعات صفات کمی و کیفی ریخت‌شناسی	۲۶
جدول ۳-۲	اطلاعات نمونه‌های مورد مطالعه ریخت‌شناسی	۲۸
جدول ۱-۳	امتیاز ویژه محورهای PCA در بررسی صفات کمی	۴۵
جدول ۲-۳	امتیاز ویژه صفات کمی در سه محور	۴۶
جدول ۳-۳	امتیاز ویژه محورهای PCA در بررسی صفات کیفی	۴۹
جدول ۴-۳	امتیاز ویژه صفات کیفی در سه محور	۵۰
جدول ۵-۳	امتیاز ویژه محورهای PCA در بررسی صفت کرک پوش برگ	۵۳
جدول ۶-۳	امتیاز ویژه صفات کرک پوش برگ در ۳ محور اصلی	۵۳
جدول ۷-۳	امتیاز ویژه صفات مربوط به دانه گرده	۵۹
جدول ۸-۳	امتیاز ویژه محورهای PCA در بررسی صفت فندقچه	۶۴
جدول ۹-۳	امتیاز ویژه صفات مربوط به فندقچه	۶۴

- شکل ۱-۱ موقعیت قرارگیری راسته Boraginales در کلادوگرام بر اساس APG IV ۲
- شکل ۱-۲ تیره گاوزبان، زیر تیره Boraginoideae ۴
- شکل ۱-۳ تیره Cordiaceae ۵
- شکل ۱-۴ تیره گاوزبان، زیر تیره Hydrophyloideae ۶
- شکل ۱-۵ تیره گاوزبان، زیر تیره Lennooideae ۷
- شکل ۱-۶ درخت تبار زایشی گونه‌های Lithospermeae ۹
- شکل ۱-۷ تصاویر نمونه‌هایی از جنس *Onosma* L. ۱۰
- شکل ۱-۸ درخت تبارزایشی قبیله Lithospermeae ۱۲
- شکل ۱-۹ درخت تبارزایشی حاصل از آنالیز بی‌زین با استفاده از نشانگر *rpl32-trnL* و *trnH-psbA* ۱۳
- شکل ۱-۱۰ تصاویر نمونه‌هایی از جنس *Podonosma* ۱۴
- شکل ۱-۱۱ نقشه پراکنش جهانی جنس *Podonosma* (Boiss.) Gürke در جهان ۱۶
- شکل ۱-۱۲ نقشه پراکنش جنس *Podonosma* (Boiss.) Gürke در ایران ۱۷
- شکل ۱-۱۳ دانه گرده در دو گونه *P. sintenisii* و *P. orientalis* ۱۹
- شکل ۳-۱ نمونه *P. galalensis* (2905) ۳۲
- شکل ۳-۲ نمونه *P. galalensis* (63293) ۳۳
- شکل ۳-۳ نمونه *P. galalensis* ۳۴
- شکل ۳-۴ نمونه *P. orientalis* (9135) ۳۵
- شکل ۳-۵ نمونه *P. orientalis* (48076) ۳۶
- شکل ۳-۶ نمونه *P. orientalis* (MIR) ۳۷
- شکل ۳-۷ نمونه *P. orientalis* (74152) ۳۸
- شکل ۳-۸ نمونه *P. orientalis* var. *amani* (19887) ۳۹
- شکل ۳-۹ نمونه *P. orientalis* var. *amani* (3308) ۴۰
- شکل ۳-۱۰ نمونه *P. orientalis* var. *amani* (93093) ۴۱
- شکل ۳-۱۱ نمونه *P. sintenisii* (16600) ۴۲
- شکل ۳-۱۲ نمونه *P. sindjarensis* (62980) ۴۳

- شکل ۳-۱۳ نمونه *P. sindjarensis* (63017) ۴۴
- شکل ۳-۱۴ رسته‌بندی PCA گزونها بر اساس صفات کمی ۴۷
- شکل ۳-۱۵ خوشه‌بندی تاکسون‌ها بر اساس صفات کمی با استفاده از روش وارد و فاصله اقلیدسی ۴۸
- شکل ۳-۱۶ رسته‌بندی PCA تاکسون‌ها بر اساس صفات کیفی ۵۰
- شکل ۳-۱۷ خوشه‌بندی تاکسون‌ها بر اساس صفات کیفی با استفاده از روش وارد و فاصله اقلیدسی ۵۲
- شکل ۳-۱۸ رسته‌بندی PCA مربوط به ۵ تاکسون‌ها بر اساس صفت کرک پوش برگ ۵۳
- شکل ۳-۱۹ خوشه‌بندی تاکسون‌ها بر اساس صفت کرک پوش برگ با استفاده از روش وارد و فاصله اقلیدسی ۵۵
- شکل ۳-۲۰ کرک پوش برگ گونه *P. orientalis* ۵۶
- شکل ۳-۲۱ کرک پوش برگ گونه‌ها ۵۷
- شکل ۳-۲۲ کرک پوش برگ گونه *P. sindjarensis* ۵۸
- شکل ۳-۲۳ رسته‌بندی PCA تاکسون‌ها بر اساس صفت دانه گرده ۵۹
- شکل ۳-۲۴ خوشه‌بندی تاکسون‌ها بر اساس صفات دانه گرده با استفاده از روش وارد و فاصله اقلیدسی ۶۱
- شکل ۳-۲۵ دانه گرده گونه‌های *Podonosma* ۶۲
- شکل ۳-۲۶ دانه گرده گونه‌های *Podonosma* ۶۳
- شکل ۳-۲۷ رسته‌بندی PCA تاکسون‌ها بر اساس صفات فندقچه ۶۵
- شکل ۳-۲۸ خوشه‌بندی تاکسون‌ها بر اساس صفات فندقچه با استفاده از روش وارد و فاصله اقلیدسی ۶۷
- شکل ۳-۲۹ فندقچه ۶۸
- شکل ۳-۳۰ فندقچه ۶۹
- شکل ۳-۳۱ فندقچه گونه *P. galalensis* ۷۰
- شکل ۳-۳۲ فندقچه گونه *P. sindjarensis* ۷۱
- شکل ۳-۳۳ فندقچه گونه *P. sintenisii* ۷۲
- شکل ۳-۳۴ نمونه‌های هرباریومی گونه *P. galalensis* ۷۹
- شکل ۳-۳۵ نمونه هرباریومی *P. galalensis* ۸۰
- شکل ۳-۳۶ نمونه‌های هرباریومی گونه *P. orientalis* ۸۱
- شکل ۳-۳۷ نمونه‌های هرباریومی گونه *P. orientalis* var. *amani* ۸۲

-
-
- شکل ۳-۳۸ نمونه‌های هرباریومی گونه *P. orientalis* var. *amani* ۸۳
- شکل ۳-۳۹ نمونه هرباریومی گونه *P. orientalis* var. *amani* ۸۴
- شکل ۳-۴۰ نمونه‌های هرباریومی گونه *P. sindjarensis* ۸۵
- شکل ۳-۴۱ نمونه‌های هرباریومی گونه *P. sintenisii* ۸۶

- Al-Shehbaz, I. A. (1991) 'The genera of Boraginaceae in the southeastern United States', *Journal of the Arnold Arboretum. Supplementary Series*, 1, pp. 1–169.
- An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 2016, 181, 1–20. With 1 figure.
- Arabameri, M., Mehrabian, A., and Sheidai, M. (2014). 'Nutlet and flower morphological studies on *onosma* L. (Boraginaceae) in Iran', *The Iranian Journal of Botany*, 20(2), 211-227.
- Attar, F., Sotoodeh A., and Mirtadzadini, M. (2020). 'Four new species in subsection *Asterotricha* for the genus *Onosma* L. (Boraginaceae) from flora of Iran', *Feddes Repert*, 131(3):146–158.
- Attar, F., Sotoodeh A., and Mirtadzadini, M., Daemi, M., and Civeyrel, L. (2023) 'New findings in *Onosma* section *Protonosma* (Boraginaceae) using morphological and molecular evidence', *Botany Letters*, 170:2, 285-302.
- Attar, F., and Maroofi, H. (2021). 'Onosma sulaimanica (Boraginaceae), a new record for the flora of Iran', *Nova Biologica Reperta*, 7(4): 453-456.
- Aygören Uluer, D. (2023). 'Supermatrix analyses reveal the importance of outgroup, gene and taxon sampling in *Onosma* (Boraginaceae) phylogenetics' *Anales Del Jardín Botánico De Madrid*, 80(1), e133.
- Azizian, D., Kasaian, J., and Khatamsaz, M. (2000). 'The taxonomic significance of leaf anatomy in the genus *Onosma* L. (Boraginaceae) in Iran', *The Iranian Journal of Botany*, 8(2), 167-180.
- Binzet, R., Erkara, İ. P., Özler, H., and Pehlivan, S. (2014). 'Pollen morphology and systematical contribution of some *Onosma* (Boraginaceae) taxa distribution in Turkey', *Plant Systematics and Evolution*, 300(10), 2135–2146.
- Boissier, E. (1849) '*Diagnoses Plantarum Orientalium Novarum*', 11:113.
- Boissier, E. (1879) '*Flora Orientalis*', Edited by G. & Basle.
- Bornmüller, V. (1898) '*Abhandlungen der Kaiserlich-Königlichen Zoologisch-Botanisc*', 48:609.
- Candolle, AD. (1846) 'Borage', *Prodromus systematis naturalis regni vegetabilis*. Fortin, Masson et sociorum. Vol. 10. Paris; pp. 1-178.

- Catalogue des herbiers de Genève (CHG). Conservatoire & Jardin botaniques de la Ville de Genève. 28-07-2023.
- Cecchi, L. and Selvi, F. (2009). 'Phylogenetic relationships of the monotypic genera *Halascya* and *Paramoltkia* and the origins of serpentine adaptation in circummediterranean *Lithospermeae* (Boraginaceae) insights from ITS and matK DNA sequences', *Taxon*, 58: 700-714.
- Cecchi, L., Coppi, A. and Selvi, F. (2011) 'Evolutionary dynamics of serpentine adaptation in *Onosma* (Boraginaceae) as revealed by ITS sequence data', *Plant Systematics and Evolution*, 297(3-4), pp. 185-199.
- Cecchi, L.H.H. (2021). 'A prickly matter: nomenclatural synopsis of *Onosma* L. and its segregates (Boraginaceae)', *Plant Biosyst-An International Journal Dealing with All Aspects of Plant Biology*, 156(5):1-9.
- Chacón, J. et al. (2016) 'The borage family (Boraginaceae s.str.): A revised infrafamilial classification based on new phylogenetic evidence, with emphasis on the placement of some enigmatic genera', *Taxon*, 65(3), pp. 523-546.
- Cohen, J. I. (2014) 'A phylogenetic analysis of morphological and molecular characters of Boraginaceae: Evolutionary relationships, taxonomy, and patterns of character evolution', *Cladistics*, 30(2), pp. 139-169.
- Engler and Prantl (1897) 'Die Natürlichen pflanzenfamilien nebst ihren Gattungen und wichtigeren Arten, insbesondere den Nutzpflanzen, unter Mitwirkung zahlreicher hervorragender Fachgelehrten begründet', IV, 3a:127.
- Feinbrun, N. (1976) '*Podonsma orientalis*', *Israel Journal of Botany*, 26:80.
- Ferguson, DM. (1998) 'Phylogenetic analysis and relationships in *Hydrophyllaceae* s. str. based on *ndhF* sequence data', *Systematic Botany*. 23: 253-268.
- Ghahremaninejad, F., and Falatoury, A. N. (2016) An update on the flora of Iran: Iranian angiosperm orders and families in accordance with APG IV.
- He, Y., Xu, X.M., Zhou, Y. and Liu, Q.R. (2020) '*Onosma fuyunensis* (Boraginaceae), a new species from Xinjiang, China', *PhytoKeys*. 144(3):11-22
- Johnston, I. M. (1954) 'Studies in the Boraginaceae XXVI. Further revaluations of the genera of the *Lithospermeae*', *J. Arn. Arbor.* 35: 1-81.
- Khatamsaz, M. (2002) Boraginaceae. In Fl. of Iran no 39: 40-48.- Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran.

- Khoshsookhan Mozaffar, M. and Kazempour Osaloo, S., Oskoueian, (2013). 'Tribe Eritrichieae (Boraginaceae s.str.) in West Asia: a molecular phylogenetic perspective', *Plant Systematics and Evolution*, 299(1).
- Kolarcik, V., Zozomova, J.-L. and Martonfi, P. (2010) 'Systematics and evolutionary history of the Asterotricha group of the genus *Onosma* (Boraginaceae) in central and southern Europe inferred from AFLP and nrDNA ITS data', pp. 21–45.
- Linnaeus, C. (1762) '*Species Plantarum*', ed.2.:196.
- Linnaen Society of London. "The Linnaean Herbarium." London, United Kingdom.27-07-2023. <http://www.linnean.org/>
- Luebert, F. et al. (2017) 'Historical biogeography of Boraginales: West Gondwanan vicariance followed by long-distance dispersal?', *Journal of Biogeography*, 44(1), pp. 158–169. doi: 10.1111/jbi.12841.
- Mehrabian (2015) 'Distribution patterns and diversity of *Onosma* in Iran: with emphasis on endemism conservation and distribution pattern in SW Asia', *Rostaniha*, 16(1), 36-60.
- Mehrabian, A.R., Sheidai, M., Noormohammadi, Z., Asri, Y & Mozaffarian, V. (2011) 'Inter-simple sequence repeats (ISSR) and morphological diversity in *Onosma* L (Boraginaceae) species in Iran.- Afri', *Jour. Biot.* 10(53): 10831-10838.
- Mehrabian, R., Sheidai, M., and Mozaffarian, V. (2014). 'Micromorphology of leaf trichomes in *Onosma* (Boraginaceae) and their systematic relevance in Iran', *Phytologia Balcanica: International Journal of Balkan Flora and Vegetation*, 20, 33-48.
- Nasrollahi, F. and et al (2018) 'Molecular phylogeny and divergence times of *Onosma* (Boraginaceae s.s.) based on nrDNA ITS and plastid rpl32-trnL(UAG) and trnH-psbA sequences', *Nordic Journal of Botany*, pp. 1–12.
- Nazaire, M. Hufford, L. (2012) 'A broad phylogenetic analysis of Boraginaceae: implications for the relationships of *Mertensia*', *Syst. Bot.* 37: 758–783.
- Özgen, U., Y. Houghton, Y. Ogundipe and M. Coşkun. (2003) 'Antioxidant and antimicrobial activities of *Onosma argentatum* and *Rubia peregrine*', *Fitoterapia*, 74: 682-685.
- Riedl, H. (1964), *Anzeiger der Österreichische Akademie der Wissenschaften, Mathematisch-Naturwissenschaftliche Klasse*, 101:361.

- Riedl, H. (1979) *Onosma L.* Davis, P. H. (ed.) 'Flora of Turkey and the East Aegean Islands', Edinburgh University Press.
- Sang, T., Crawford, D. J. and Stuessy, T. F. (1995) 'Documentation of reticulate evolution in peonies (*Paeonia*) using internal transcribed spacer sequences of nuclear ribosomal DNA: Implications for biogeography and concerted evolution', *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 92(15), pp. 6813–6817.
- Selvi, F. et al. (2017) 'A reappraisal of the genus *Megacaryon* (Boraginaceae, Lithospermeae) based on molecular, morphological, and karyological evidence', *Syst. Biodivers.* 15: 552–563.
- Simpson, M. G. (2019) 'Plant Systematics', *Elsevier*.
- The International Plant Names Index and World Checklist of Vascular Plants 2023. Published on the Internet at <http://www.ipni.org> and <https://powo.science.kew.org/>
- Thomas, D.C., Weigend, M., and Hilger, H.H. (2008) 'Phylogeny and systematics of *Lithodora* (Boraginaceae-Lithospermeae) and its affinities to the monotypic genera *Mairetis*, *Halacsya* and *Paramoltkia* based on ITS1 and trnLUAA-sequence data and morphology', *Taxon*, 57, 79-97.
- Weigend, M., Luebert, F., Gottschling, M., Couvreur, TLP., Hilger, HH. and Miller, J. (2014) 'capsules to nutlets – phylogenetic relationships in the Boraginales', *Cladistics*, 30: 508-518.
- Weigend, M., Selvi, F., Thomas, DC. and Hilger, HH. (2016). 'Boraginaceae. Kadereit J, Bittrich V, editors. The families and genera of vascular plants', Vol. 14. *Springer International Publishing*, p. 41–101.
- Weigend, M. et al. (2009) 'Marbleseeds are gromwells – systematics and evolution of *Lithospermum* and allies (Boraginaceae tribe Lithospermeae) based on molecular and morphological data', *Mol. Phylogenet. Evol.* 52: 755–768.
- White, T.J., Bruns, T., Lee, S. and Taylor, J. (1990) 'Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. Innis DH. Gelfand J.J. Sninsky et al. (editors) PCR protocols: a guide to methods and applications', *Academic Press, San Diego* 315-322.
- Yan Y, Wei X, Qiu B, Wang G, Zhou B, Zhang M, Liu Y, Li S, Gao B, Li M. (2023) Exploring pharmaphylogeny from multiple perspectives', a case study on *Lithospermeae*. 11;13(1):7636.