



Kharazmi University

# The anatomical study of the stem in some species of *Alcea* (Malvaceae) in Iran

Maneezheh Pakravan<sup>1✉</sup> , Azam Janbakht<sup>2</sup> 

1. Corresponding author, Department of Plant Sciences, Faculty of Biological Sciences, Alzahra University, Tehran, Iran. E-mail: [pakravan@alzahra.ac.ir](mailto:pakravan@alzahra.ac.ir)
- 2., Department of Plant Sciences, Faculty of Biological Sciences, Alzahra University, Tehran, Iran. E-mail: [javanbakht.azam@gmail.com](mailto:javanbakht.azam@gmail.com)

## Article Info

**Article type:** Research Article

### Article history:

Received 20 October 2024

Received in revised form 20 December 2024

Accepted 6 January 2025

Available online 25 March 2025

### Keywords:

*Alcea*,  
anatomy,  
cluster analysis,  
Iran,  
species grouping

## ABSTRACT

**Objective:** “*Alcea* species are valuable medicinal plants used in traditional medicine for a long time. The similarity between species and the diversity of traits have led scientists to use various biosystematics methods to identify species. In this study, the anatomical characteristics of the stem in 1<sup>†</sup> species of *Alcea* were examined.”

**Method:** In this study, 50 samples belonging to 12 species and 4 varieties of the genus *Alcea* were examined (Table 1). For descriptive studies, hand-made cross-sections were prepared from herbarium specimens. At least three populations were investigated for each species. The samples were double-stained, mounted, and then photographed using an Olympus light microscope. Statistical analysis was performed by Ward method with SPSS software.

**Results:** The most important traits analyzed in this study were the number of layers of collenchyma cells in the cortex, the thickness and number of layers of sclerenchyma fibers of the phloem, the number of vascular bundles, the ray parenchyma, the thickness of phloem and xylem vessels, and the structure of the pith. Then, cluster analysis using the Ward method was performed based on 12 anatomical traits.

**Conclusions:** The results of this study indicated that some descriptive stem traits observed among closely related species can only be used for species identification and are not sufficiently informative for species grouping.

**Cite this article:** Pakravan, Maneezheh, Janbakht, Azam, (2025). The anatomical study of the stem in some species of *Alcea* <http://doi.org/0000000000000000> (Malvaceae) in Iran. *Nova Biologica Reperta*, 12 (1), 1-18.



© The Author(s).

DOI: <http://doi.org/0000000000000000>

Publisher: Kharazmi University.

The genus *Alcea* (hollyhocks), belonging to the family Malvaceae, includes about 70–75 species worldwide, with around 34 species found in Iran. Due to high morphological variability and lack of stable diagnostic traits across populations, traditional taxonomy of *Alcea* has faced challenges. Therefore, biosystematics approaches such as seed coat morphology, pollen analysis, protein electrophoresis, and anatomical studies have been used to improve classification within the genus.

Anatomical features, especially those of stems, leaves, and petioles, have proven useful for taxonomic purposes. Metcalf & Chalk (1979) emphasized the importance of stem anatomy in plant systematics. Recently, Mohammadi (2018) conducted a cladistic analysis on several genera of Malvaceae and showed that anatomical characters of stems and petioles are particularly informative for phylogenetic analysis. But many of Iranian species had not investigated in this study.

Given the significance of petiole anatomy in determining generic and species boundaries among angiosperms and the lack of comprehensive anatomical studies on *Alcea*, this research aimed to investigate anatomical characteristics of selected *Alcea* species to assist in their taxonomic classification.

Fifty specimens representing 12 species and 4 varieties of *Alcea* were studied. At least three populations per species were analyzed. Hand-made cross-sections were prepared from herbarium specimens, focusing on the stem below the inflorescence. The samples were preserved in 70% ethanol for one week before sectioning. Sections were stained with Methyl Green and Carmine and examined under an Olympus light microscope. All specimens are deposited at Alzahra University Herbarium (ALUH).

Statistical analyses were performed using 12 anatomical traits (4 qualitative and 8 quantitative) via Ward's clustering method in SPSS software.

### Key Anatomical Findings

All species showed a circular stem cross-section. The main layers observed from outer to inner included:

**Epidermis:** One layer of rectangular cells in most species, except two layers which found in *A. hyrcana* and *A. kurdica* var. *leiocarpa*. Covered with a thin cuticle and various trichomes (e.g., stellate, glandular, or absent).

**Cortex:** Divided into: three zones:

**Chlorenchyma:** One to two layers of cells, rarely three (*A. rechingeri*), sometimes containing mucilage cells. Highest number was found in *A. wilhelminae* var. *lineariloba* and the lowest in *A. kurdica* var. *laxiflora*.

**Collenchyma:** Angular type, ranging from 3 to 11 layers. The highest number was found in *A. hohenackeri* and *A. hyrcana*, while the lowest was in *A. sulphurea*, *A. glabrata* and *urdica* var. *leiocarpa*.

**Parenchyma:** Several layers beneath the collenchyma; thickest in *A. sulphurea* and thinnest in *A. hohenackeri*. Secretory cavities were also observed in this region.

Vascular Cylinder: Composed of sclerenchymatous fibers, phloem, cambium, xylem, and pith.

Sclerenchymatous Fibers: Arranged in elliptical to rectangular bundles surrounding the phloem, interrupted by cortical parenchyma. Most rows were seen in *A. hyrcana*, while fewest in *A. wilhelminae* var. *wilhelminae* and *A. kurdica* var. *laxiflora*.

Primary Vascular Bundles: Formed a complete ring except in *A. schirazana*, which showed annual growth rings.

Phloem: Irregular cells interspersed with radial parenchyma rays, calcium oxalate crystals present in most species except *A. glabrata* var. *glabrata*. Thickest in *A. wilhelminae* var. *wilhelminae*, and thinnest in *A. glabrata* var. *glabrata* was found.

Xylem: Continuous cylinder mostly composed of small tracheids and vessel elements radiating toward the pith. Thickest in *A. wilhelminae* var. *wilhelminae*, and thinnest in *A. rechingeri* was found.

Pith: Heterogeneous in most species; homogeneous only in *A. rosea*. Crystals scattered along margins.

### Cluster Analysis Results

Using 18 anatomical traits, cluster analysis grouped the 16 taxa into two main clusters (A and B) at a taxonomic distance level of 25. Cluster A was further divided into subclusters C and D, while cluster B included species like *A. glabrata*, *A. tarica*, *A. rechingeri*, *A. hoheneckeri* and *A. hyrcana*. Subcluster C split into E and F.

E: Included *A. kurdica* var. *laxiflora*, *A. wilhelminae*, and *A. sachsachanica*.

F: Included *A. angulata* and *A. sulphurea*.

Subcluster D included *A. schiraziana*, *A. wilhelminae* var. *lineariloba*, and *A. rosa*. Some groupings aligned with previous morphological classifications (e.g., *A. sulphurea* and *A. angulata*), but others did not, suggesting new phylogenetic insights through anatomical data.

### Conclusion

This study highlights the value of anatomical traits, especially stem structure for the taxonomy of *Alcea*. While some species relationships matched earlier classifications, others revealed novel groupings. Therefore anatomical traits can only be used for species identification and are not sufficiently informative for species grouping. Integrating anatomical findings with molecular and morphological data will provide a more robust framework for understanding the evolutionary relationships within the genus.

Table 2. Anatomical features of stem in *Alcea* species

| characters<br>Species                            | Parench<br>µm thick | No. Chloren | Epiderm<br>µm thihck | No. fib<br>scleren | Phlo thick<br>µm | Xylem thick<br>µm  | Parench<br>thick- epi<br>µm | No. Ray | Fr. ray | Chrystal                  | hair |
|--------------------------------------------------|---------------------|-------------|----------------------|--------------------|------------------|--------------------|-----------------------------|---------|---------|---------------------------|------|
| <i>A. angulata</i>                               | 132.95-<br>138.64   | 8-10        | 19.6-<br>23.2        | 7-11               | 66.43-<br>74.42  | 357.97-<br>668.68/ | 46.4-<br>57.2               | 1-5     | Abun    | Phlo-<br>Parench          |      |
| <i>A. glabrata</i> var.<br><i>glabrata</i>       | 68.33               | 3-5         | 20.17                | 4-5                | 38.62            | 309.79             | 36.41                       | 1-2     | Little  | -                         | +    |
| <i>A. glabrata</i> var.<br><i>microcarpa</i>     | 112.98              | 6-7         | 17                   | 5-6                | 52.49            | 507.02             | 40.37                       | 1-4     | Abun    | Phlo                      | +    |
| <i>A. hohenackeri</i>                            | 45.88               | 10-<br>11   | 11.72                | 4-5                | 44.32            | 303.79             | 29.94                       | 1-2     | Little  | Phlo -<br>Pith            | +    |
| <i>A. hyrcana</i>                                | 112.08              | 9-11        | 15.3                 | 8-16               | 71.97            | 299.89             | 22.70                       | 1-3     | Abun    | Phlo                      | +    |
| <i>A. kurdica</i> var.<br><i>kurdica</i>         | 54.18-<br>59.18     | 7-8         | 19.17-<br>20.3       | 3-6                | 59.67-<br>83.49  | 544.36-<br>761.81  | 24.37-<br>30.70             | 1-3     | Abun    | - Phlo<br>Pith            | +    |
| <i>A. kurdica</i> var.<br><i>laxiflora</i>       | 59.73-<br>64.75     | 6-7         | 19.03-<br>19.57      | 5-6                | 79.56-<br>80.96  | 614.37-<br>780.20  | 14.29-<br>20.07             | 1-4     | Abun    | - Phlo<br>cortex          | +    |
| <i>A. kurdica</i> var.<br><i>leiocarpa</i>       | 54.28               | 4-5         | 17.96                | 6-8                | 72.87            | 437.13             | 28.26                       | 1-4     | Abun    | Phlo-<br>Cortex           | -    |
| <i>A. rechingeri</i>                             | 65.70               | 3-5         | 15.58                | 5-6                | 53.81            | 288.99             | 47.12                       | 1-5     | Abun    | - Phlo<br>Pith-<br>Cortex | +    |
| <i>A. rosea</i>                                  | 157.03              | 8-9         | 21.48                | 7-12               | 69.45            | 553.21             | 26.71                       | 2-4     | Abun    | Phlo                      | -    |
| <i>A. schirazana</i>                             | 179.78              | 7-8         | 17.3                 | 6-8                | 69.18            | 537.35             | 39.72                       | 1-3     | Abun    | Phlo                      | -    |
| <i>A. sachsachanica</i>                          | 130.32              | 6-8         | 19.6                 | 5-9                | 95.10            | 841.25             | 29.16                       | 1-5     | Abun    | Phlo                      | +    |
| <i>A. sulphurea</i>                              | 154.35-<br>157.75   | 2-4         | 20.15.<br>22.71      | 6-7                | 80.53-<br>88.08  | 503.7-<br>711.11   | 26.46-<br>27.53             | 1-3     | Little  | Phlo                      | +    |
| <i>A. tarica</i>                                 | 98.86               | 3-5         | 16.52                | 5-6                | 54.79            | 349.17             | ۳۵/۴۹                       | 2-4     | Abun    | Phlo                      | -    |
| <i>A. wilhelminae</i> var.<br><i>lineariloba</i> | 134.68-<br>134.79   | 7-8         | 22.21-<br>24.07      | 3-4                | 56.16-<br>59.38  | 468.34-<br>569.14  | 66.12-<br>66.87-            | 2-4     | Abun    | Phlo                      | -    |
| <i>A. wilhelminae</i> var.<br><i>wilhelminae</i> | 134.77-<br>135.92   | 4-5         | 31.77-<br>33.21      | 6-8                | 85.14-<br>88.63  | 854.14-<br>867.79  | 40.64-<br>40.87             | 2-5     | Abun    | Phlo                      | -    |

Paren thick: Parenchyma thickness, No. Chloren: Layer number of Chlorenchyma, Epiderm thihck : Epidermal thickness, No. fib scleren: Numbers of sclerenchyma fiber, Phlo thick: Phloem thickness, Xylem thick: Xylem thickness, Parench thick- epi: Thickness of under the epidermis, parenchyma, No. Ray: Number of ray parenchyma, No. Ray: number of the ray parenchyma layers, Abun: abundance, Phlo

## بررسی تشریحی ساقه در برخی گونه های ختمی (تیره پنیرک) در ایران

منیژه پاکروان<sup>۱</sup>، اعظم جوانبخت<sup>۲</sup>

۱. نویسنده مسئول، گروه علوم گیاهی، دانشکده علوم زیستی، دانشگاه الزهراء، تهران، ایران. رایانامه: [pakravan@alzahra.ac.ir](mailto:pakravan@alzahra.ac.ir)

۲. گروه علوم گیاهی، دانشکده علوم زیستی، دانشگاه دانشگاه الزهراء، تهران، ایران. رایانامه:

| اطلاعات مقاله             | چکیده                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|---------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| نوع مقاله:                | مقدمه: سرده ختمی ( <i>Alcea</i> ) یکی از گیاهان دارویی ارزنده است که از دیرباز در طب سنتی مورد استفاده قرار میگرفته است. شباهت گونه ها و تنوع صفات سبب شده تا دانشمندان از روش های مختلف بیوسیستماتیکی جهت کمک به شناسایی گونه ها استفاده کنند. در این تحقیق ویژگی های تشریحی ساقه در ۱۲ گونه از ختمی های ایران مورد بررسی قرار گرفت.                                                    |
| تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۷/۲۹  | مواد و روش‌ها:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۹/۳۰ | در این مطالعه ۵۰ نمونه متعلق به ۱۲ گونه و ۴ واریته از جنس ختمی مورد بررسی قرار گرفت. در مطالعات تشریحی برش های دستی از نمونه های هرباریومی تهیه شد. از هر گونه حداقل سه جمعیت بررسی شد. نمونه ها با استفاده از رنگ آمیزی مضاعف آماده شده و با میکروسکوپ نوری Olympus عکس برداری شدند. آنالیز خوشه ای به روش Ward توسط نرم افزار SPSS بر اساس ۱۲ صفت تشریحی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. |
| تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۱/۱۷   | نتایج:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| تاریخ انتشار: ۱۴۰۴/۰۱/۰۵  | مهمترین صفات مورد بررسی در این تحقیق تعداد لایه های سلول های کلانشیمی در پوست، ضخامت و تعداد لایه های فیبرهای اسکلرانشیمی آوند آبکش، تعداد دستجات آوندی، پارانشیم اشعه آوندی، ضخامت آوند های آبکش و چوب و ساختار مغز بود.                                                                                                                                                                |
| کلیدواژه‌ها:              | نتیجه‌گیری:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| آنالیز خوشه ای ،          | نتایج نشان داد که برخی صفات تشریحی ساقه که در گونه های نزدیک به هم مشاهده می گردد، تنها می تواند در تشخیص گونه ها مورد استفاده قرار گیرد و در گروه بندی گونه ها چندان مفید نمی باشد.                                                                                                                                                                                                     |
| ایران ،                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| تشریح ،                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| ختمی ،                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| گروه‌بندی گونه ای         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |

استناد: پاکروان، منیژه؛ جوانبخت، اعظم (۱۴۰۴). بررسی تشریحی ساقه در برخی گونه های ختمی (تیره پنیرک) در ایران. یافته‌های نوین در علوم زیستی، ۱۲ (۱)، ۱-۱۸.



<http://doi.org/00000000000000000000000000000000>

© نویسندگان.

ناشر: دانشگاه خوارزمی.

## مقدمه

جنس *Alcea* از تیره پنیرک دارای ۷۰-۷۵ گونه در جهان و بویژه در جنوب غرب آسیا (Escobar et al., 2012) بوده، دارای ۳۴ گونه در ایران است (Pakravan, 2008). اولین بار لینه (۱۷۵۳) به تبعیت از تورنفورت (۱۶۹۴) وجه تمایز جنس *Alcea* را از *Althaea* مشخص کرد. پس از آن ها دانشمندان دیگری مثل ویلدنوو (Wildenow, 1890)، دوکندول (De' Alefeld, 1824)، بیکر (Baker, 1891)، این دو جنس را تحت نام *Althaea* با هم ادغام کردند. الفیلد (Alefeld, 1862) برخی گونه های *Althaea* را به جنس *Alcea* منتقل کرد. پس از او بواسیه (Boissier, 1867)، اسایف (Stapf, 1886) و ایلجین (Iljin, 1949) مطالعات تاکسونومیکی بر روی گونه های *Alcea* انجام دادند. مطالعات تاکسونومیکی جامع دیگری توسط زهری (Zohary, 1963) در جنوب غرب آسیا و ریدل (Riedle, 1976) و پاکروان (Pakravan, 2001, 2008) در محدوده فلورا ایرانیکا انجام شد. زهری بر اساس برخی از ویژگی های ریخت شناسی گونه های ختمی را در چند گروه گونه ای طبقه بندی کرد (Zohary 1963a,b). از آنجا که صفات ریخت شناسی دارای پلی مورفسم فراوانی است و کمتر صفاتی یافت می شود که در بین جمعیت های مختلف گونه ها ثابت باشد (Pakravan, 2002)، لذا جهت کمک به تاکسونومی سرده *Alcea*، از روش های بیوسیستماتیک متعددی استفاده شده است که می توان به ویژگی های پوسته بذر (Ibrahim, 2023; Arabameriet al. 2023) و تشریح (Karakish et al. 2020) اشاره کرد. مهمترین مطالعه فیلوژنتیکی بر روی *Alcea* توسط اسکوبار و همکاران (Escobar et. al., 2012) انجام شد که توانستند تک نیایی *Alcea* و جدایی آن از *Althaea* را اثبات کنند.

مطالعات تشریحی یکی از ابزارهای مفید در طبقه بندی گیاهان به شمار می رود (Metcalf & Chalk, 1979). دانشمندان متعددی نتایج مفیدی از صفات تشریحی ساقه، برگ (Azizian and Cutler, 1982) و دمبرگ در تیره های مختلف برای طبقه بندی گیاهان ارایه داده اند. از مطالعات تشریحی بر روی *Alcea* و *Althaea* می توان به نتایج مفید ازبک و اوزانهیسارچیکلی (Özbek and Uzunhisarcikli, 2007) در ترکیه و شاهین (Shaheen et al., 2010) در پاکستان اشاره کرد که نتایج مفیدی برای تعیین جایگاه گونه ها ارایه دادند.

اخیرا محمد ابراهیم و همکاران (Mohamad Ebrahim, 2018) یک بررسی کلادیستیک بر اساس صفات تشریحی بر روی جنس های مختلف تیره پنیرک انجام داد و نشان داد که ویژگی های تشریحی ساقه، دمبرگ و برگ می تواند در رده بندی اعضای این تیره مورد استفاده قرار گیرد.

با توجه به اینکه صفات تشریحی دمبرگ در گیاهان آوندی از ویژگی های معتبری در تعیین حدود گونه ها و جنس ها به شمار می رود و تا به حال بررسی گسترده ای بر روی گونه های *Alcea* انجام نشده است، هدف از این تحقیق، مطالعه ویژگی های تشریحی تعدادی از گونه های *Alcea* برای کمک به تعیین جایگاه گونه های جنس است.

## مواد و روش ها

در این مطالعه ۵۰ نمونه متعلق به ۱۲ گونه و ۴ واریته از جنس ختمی مورد بررسی قرار گرفت (جدول ۱). در مطالعات تشریحی برش های دستی از از نمونه های هرباریومی تهیه شد. از هر گونه حداقل سه جمعیت بررسی شد. نمونه ها با استفاده از رنگ آمیزی مضاعف -متده شده و با میکروسکوپ نوری Olympus عکس برداری شدند. نمونه های مورد بررسی در هرباریوم دانشگاه الزهراء (ALUH) نگهداری می شوند.

در همه نمونه ها از بخش ساقه زیرگل آذین استفاده شد. نمونه های مورد بررسی پس از جوشانده شدن در محلول الکل ۷۰٪

به مدت یک هفته ذخیره شدند. سپس مقاطع عرضی با دست و با استفاده از تیغ های تهیه شد و مقاطع با رنگ آمیزی

مضاعف توسط متیل گرین و کارمن رنگ آمیزی شدند (Nobarinezhad et al., 2018). سپس نمونه ها توسط میکروسکوپ

نوری Olympus مدل BX51 و با دوربین Olympus مدل DP-12 عکس برداری شد.

آنالیزهای آماری بر اساس ۱۲ صفت تشریحی (۴ صفت کیفی و ۸ صفت کمی) به روش وارد با بکارگیری نرم افزار SPSS انجام شد.

جدول ۱. نمونه های مطالعه شده با شماره هرباریومی و اطلاعاتی از محل جمع آوری

**Table 1.** Studied taxa with voucher number and collection information.

| Number & Vocher | Collector               | Location                                               | Species                                   |
|-----------------|-------------------------|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| ALUH- 26379     | Pakravan & Darreh shury | Tehran: Firuzkuh                                       | <i>A. angulata</i>                        |
| ALUH-26391      | Pakravan & Darreh shury | Robat-karim Tehran:                                    | <i>A. angulata</i>                        |
| ALUH-26393      | Pakravan & Darreh shury | Tehran: Qom Road                                       | <i>A. angulata</i>                        |
| ALUH-26436      | Pakravan & H. Moghadam  | Tehran: 50 km from Bueen Zahra to Eshtehard            | <i>A. glabrata</i> var. <i>glabrata</i>   |
| ALUH-26372      | Pakravan & Darreh shury | Tehran: 30 Km from Karai to Challus                    | <i>A. glabrata</i> var. <i>microcarpa</i> |
| ALUH-26411      | Pakravan & Darreh shury | Azarbaijan: 10 Km from Oshnavieh to Urmia              | <i>A. hohenackeri</i>                     |
| ALUH-26390      | Pakravan & H. Moghadam  | Azarbaijan: Ghushchi pass.                             | <i>A. sachsachanica</i>                   |
| ALUH-26410      | Pakravan & H. Moghadam  | Kurdestan: 13 Km from Kamyaran to Sanandaj             | <i>A. kurdica</i> var. <i>kurdica</i>     |
| ALUH-26426      | Pakravan & H. Moghadam  | <sup>1</sup> Azarbaijan: Tabriz, Bostan-abad to Mianeh | <i>A. kurdica</i> var. <i>kurdica</i>     |
| ALUH-26428      | Pakravan & Darreh shury | Fars: Estahban to Shiraz, Mian Kotal                   | <i>A. kurdica</i> var. <i>kurdica</i>     |
| ALUH-26395      | Pakravan & H. Moghadam  | Hamedan: 3 Km from Avaj to Razan                       | <i>A. kurdica</i> var. <i>kurdica</i>     |
| ALUH-26434      | Pakravan & H. Moghadam  | Tehran: 50 km from Bueen Zahra to Eshtehard            | <i>A. kurdica</i> var. <i>laxiflora</i>   |
| ALUH-26443      | Pakravan & H. Moghadam  | Kermanshah: Between Khamseh ane Bisotun                | <i>A. kurdica</i> var. <i>laxiflora</i>   |
| ALUH-26400-     | Pakravan & H. Moghadam  | Hamedan: Lalehjin                                      | <i>A. kurdica</i> var. <i>leiocarpa</i>   |
| ALUH-26430      | Pakravan & Darreh shury | Fars: Estahban to Shiraz                               | <i>A. rechingeri</i>                      |
| ALUH-13570      | Javanbakht              | Tehran: Vanak                                          | <i>A. rosea</i>                           |
| ALUH-26394      | Pakravan & Darreh shury | Fars: Between Ardakan and Komehr                       | <i>A. schirazana</i>                      |

|            |                         |                                              |                                               |
|------------|-------------------------|----------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| ALUH-12440 | Pakravan                | Gilan: Talesh to Kallkhal                    | <i>A. hyrcana</i>                             |
| ALUH-26378 | Pakravan & Darreh shury | Tehran: 3 Km from Darbandsar to Fasham       | <i>A. sulphurea</i>                           |
| ALUH-14645 | Darzi                   | Tehran: Shemiran                             | <i>A. sulphurea</i>                           |
| ALUH-26380 | Pakravan                | Tehran: Damavand, Tar Lake.                  | <i>A. tarica</i>                              |
| ALUH-26437 | Pakravan & H. Moghadam  | Azarbaijan: 15 Km from Mianeh to Bostan-abad | <i>A. wilhelminae</i> var. <i>lineariloba</i> |
| ALUH-26419 | Pakravan & H. Moghadam  | Azarbaijan: Ghushchi pass.                   | <i>A. wilhelminae</i> var. <i>lineariloba</i> |
| ALUH-26416 | Pakravan & H. Moghadam  | Azarbaijan: Ghotur valley                    | <i>A. wilhelminae</i> var. <i>wilhelminae</i> |
| ALUH-12435 | Pakravan                | Azarbaijan: Ardebil to Khalkhal              | <i>A. wilhelminae</i> var. <i>wilhelminae</i> |

Alzahra University Herbarium: ALUH

## نتایج

## مطالعات تشریح ساقه

شکل کلی مقطع عرضی ساقه در همه نمونه ها گرد بود. بخش های تشکیل دهنده ی برش عرضی ساقه از بیرون به ترتیب شامل بخشهای زیر است:

بشره، در همه نمونه ها بشره شامل یک لایه سلول های چهار گوش (به جز در *A. hyrcana* و *A. kurdica* var. *leiocarpa* که دو لایه مشاهده گردید)، دارای کوتیکول نازک، پوشیده شده با انواع کرک بود. در نمونه های مورد بررسی چهار حالت بدون کرک، کرک دوشاخه، ستاره ای و غده ای مشاهده گردید. در دو واریته گونه *A. wilhelminae* (شکل D۱)، واریته *A. kurdica* var. *liocarpa* (شکل C-D۴)، *A. rosea*، *A. schirazana* (شکل G-H۲)، *A. tarica* (شکل E-F۲) و *A. glabrata* var. *microcarpa* (شکل C-D۲).

پوست: بخش پوست، از سه تیپ مختلف سلول تشکیل شده بود، که به ترتیب شامل لایه پارانشیم زیر بشره (کلرانسیم)، لایه کلانشیم گوشه ای و لایه پارانشیم بود. لایه کلرانسیم شامل یک تا ۲ ردیف سلول، بندرت ۳ ردیف (در *A. rechingeri*) (شکل E-F۴) که در برخی مواد ذخیره ای مانند موسیلاژ در آن مشاهده گردید. همچنین در برخی گونه ها مانند *A. tarica* (شکل E-F۲)، *A. glabrata* var. *glabrata* (شکل A-B۲)، *A. kurdica* var. *kurdica* (شکل G-H۳)، *A. hyrcana* *rechingeri* (شکل ۲ و ۴)، بیشترین ضخامت لایه ی پارانشیم زیر بشره در واریته *A. wilhelminae* var. *lineariloba* (شکل D۱) و کمترین ضخامت در واریته *A. kurdica* var. *laxiflora* بود (شکل A-۴). لایه کلانشیم، در همه نمونه ها از نوع گوشه ای بوده که از ۳ تا ۱۱ لایه سلول دیده شد. بیشترین تعداد لایه های کلانشیمی در *A. hohenackeri* و *A. hyrcana* (شکل E-G۳) و کمترین در واریته *A. glabrata*، *A. sulphurea* و *A. kurdica* var. *leiocarpa* (شکل ۱، ۲، ۳).

در زیر سلول های کلانشیم چندین لایه سلول پارانشیم مشاهده شد. بیشترین ضخامت لایه پارانشیم در گونه *A. sulphurea* (شکل H ۱) و کمترین ضخامت در گونه *A. hohenackeri* (شکل E-F ۳) بود. در این بخش حفرات ترشی یافت شد. **استوانه آوندی:** شامل سلول های فیبر اسکلرانشیمی، آوند آبکش، کامبیوم آوندی، آوند چوب، آبکش درونی، چوب درونی و مغز بود.

فیبرهای اسکلرانشیمی اطراف دستجات آبکش به صورت دستجات بیضوی تا مستطیلی در داخل پوست توسعه یافته بود و توسط پارانشیم پوستی منقطع شده بود. بیشترین تعداد ردیف های فیبرهای اسکلرانشیمی در *A. hyrcana* و کمترین در *A. kurdica* var. *laxiflora* و *wilhelminae* var. *wilhelminae* (شکل ۳ A-B) مشاهده شد. همچنین در *A. kurdica* var. *laxiflora* *hohenackeri* (E-F) و *A. sachsanica* (شکل ۴ H) ، *A. sulphurea* (شکل ۱ H) فیبر ها به صورت پراکنده حضور داشتند.

سیستم آوندی به صورت یک حلقه کامل از آوندهای اولیه را شامل می شوند بجز در *A. schirazana* که حلقه رشدی سالانه نشان دهنده طول عمر دوساله بود (شکل G-H۲).

**دستجات آوند آبکش:** از سلول های کوچک و نامنظم تشکیل شده بودند که توسط ردیف هایی از پارانشیم اشعه آوندی منقطع شده بودند. به جز در *A. glabrata* var. *glabrata*، در سایر گونه ها کریستالهای خوشه ای به فراوانی در آوند های آبکشی مشاهده شد. بیشترین پهنای آوند آبکش در *A. wilhelminae* var. *wilhelminae* و کمترین پهنای *A. glabrata* var. *glabrata* مشاهده شد (شکل ۱).

**دستجات آوند چوبی:** آوند های چوبی استوانه پیوسته ای را تشکیل داده بودند که بیشتر از سلول های کوچک تراکئیدی با فضای مرکزی کوچک تشکیل شده بودند و در بین آنها عناصر آوندی با سلول های بزرگ دیده می شد که بیشتر به صورت شعاع های تک ردیفی به سمت مغز توسعه یافته بودند. عناصر آوندی به صورتی تکی یا دوتایی به شکل دایره ای یا بیضوی هستند. عناصر تکی بیشتر در *A. wilhelminae* var. *wilhelminae* (شکل D۱)، *A. schirazana* (شکل G-H۲)، *A. kurdica* var. *leiocarpa* (شکل E-G۳)، *A. hyrcana* (شکل E-F۴) و *A. rechingeri* (شکل H۱) مشاهده گردید. (شکل C-D۴).

بیشترین پهنای آوند چوب در وارسته *A. wilhelminae* var. *wilhelminae* (شکل D۱) و کمترین پهنای در گونه *A. rechingeri* (شکل E-F۴) مشاهده شد.

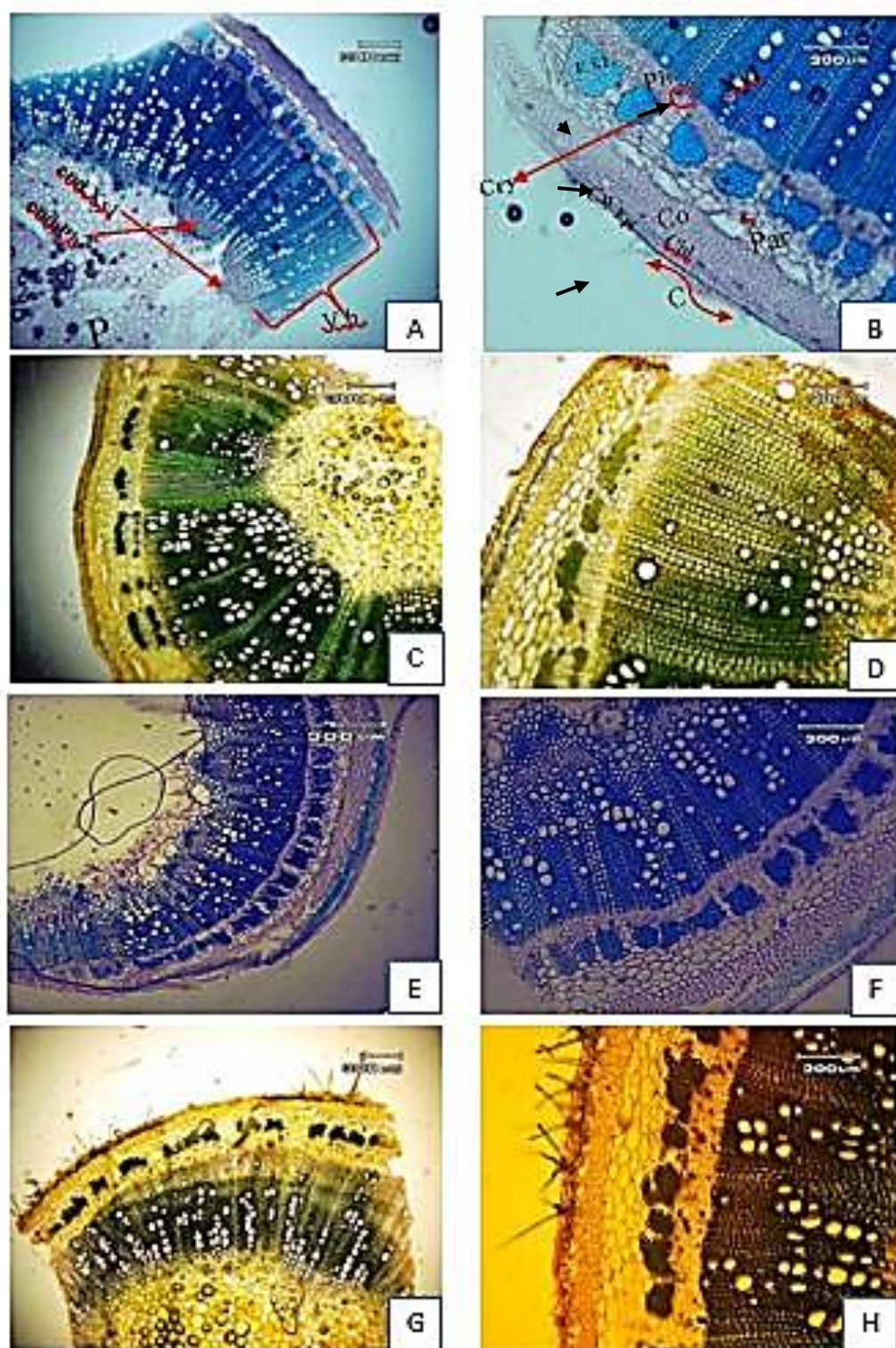
پارانشیم اشعه آوندی به شکل یک یا دو ردیفی در *A. sulphurea*، *A. glabrata* var. *microcarpa* و *A. hohenackeri* مشاهده گردید. در سایر گونه ها پارانشیم اشعه آوندی به صورت ۳ تا ۵ ردیفی بود (شکل ۳، ۲، ۱). در همه نمونه ها فیبر آبکش ثانویه در حاشیه مغز وجود داشت. همچنین دستجات آوندی تخم مرغی کشیده و دارای اندازه های متفاوت بودند.

مغز توپر بوده و به صورت نامتجانس شامل سلول های پارانشیمی و کلانشیمی بود. فقط در *A. rosea* مغز متجانس بود و از سلول های دایره ای و پارانشیمی تشکیل شده بود. کریستال در اکثر گونه ها به طور پراکنده در حاشیه مغز حضور داشت (شکل ۱ تا ۴). کلیه ویژگی های ساقه در جدول ۲ خلاصه شده است.

جدول ۲. صفات تشریحی ساقه در گونه‌های ختمی (برحسب میکرومتر  $\mu\text{m}$ )Table 2. Anatomical features of stem in *Alcea* species

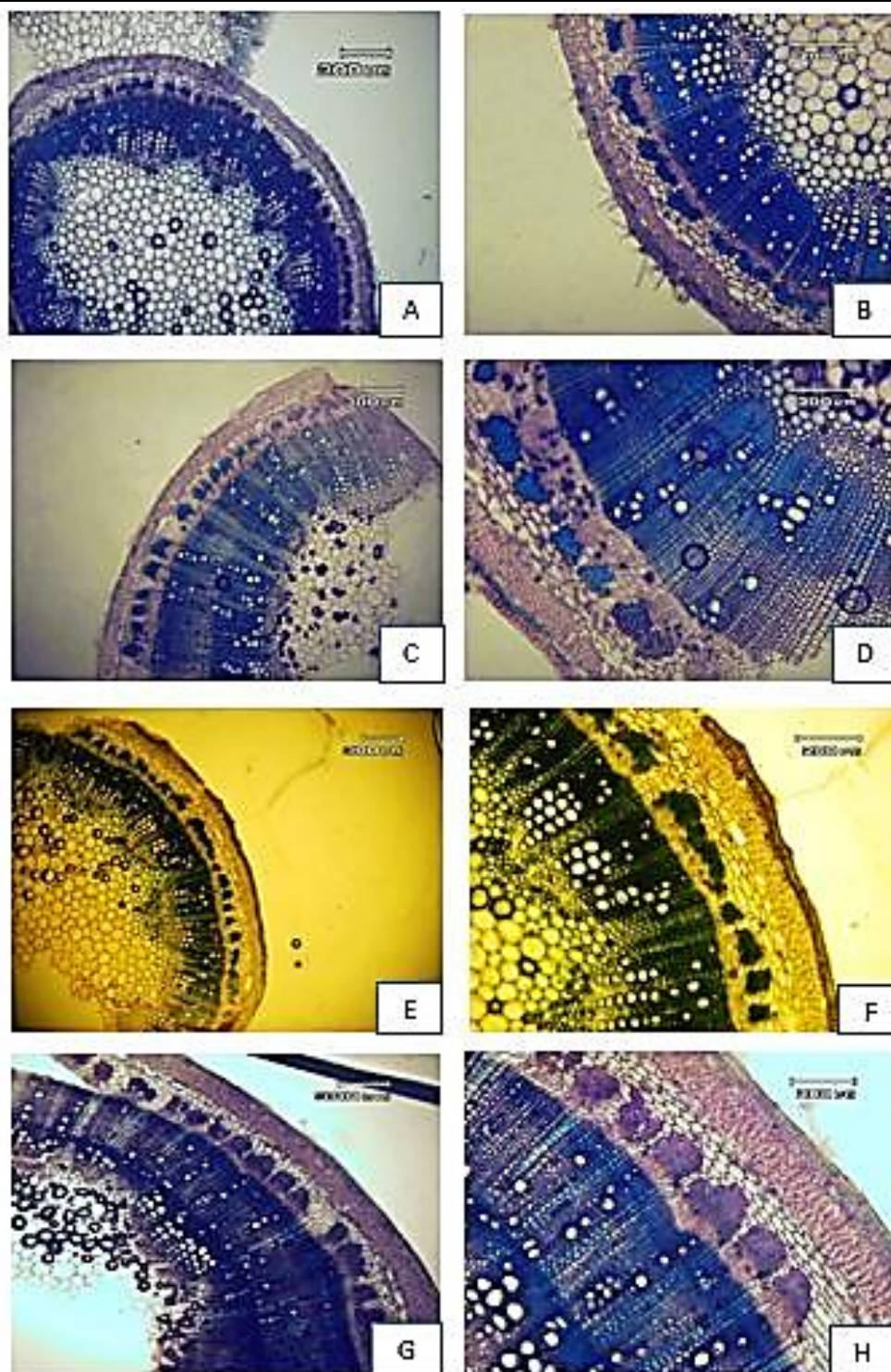
| characters<br>Species                            | Parench<br>$\mu\text{m}$ thick | No. Chloren | Epiderm<br>$\mu\text{m}$ thihck | No. fib<br>scleren | Phlo thick<br>$\mu\text{m}$ | Xylem thick<br>$\mu\text{m}$ | Parench<br>thick- epi<br>$\mu\text{m}$ | No. Ray | Fr. ray | Chrystal                  | hair |
|--------------------------------------------------|--------------------------------|-------------|---------------------------------|--------------------|-----------------------------|------------------------------|----------------------------------------|---------|---------|---------------------------|------|
| <i>A. angulata</i>                               | 132.95-<br>138.64              | 8-10        | 19.6-<br>23.2                   | 7-11               | 66.43-<br>74.42             | 357.97-<br>668.68/           | 46.4-<br>57.2                          | 1-5     | Abun    | Phlo-<br>Parench          |      |
| <i>A. glabrata</i> var.<br><i>glabrata</i>       | 68.33                          | 3-5         | 20.17                           | 4-5                | 38.62                       | 309.79                       | 36.41                                  | 1-2     | Little  | -                         | +    |
| <i>A. glabrata</i> var.<br><i>microcarpa</i>     | 112.98                         | 6-7         | 17                              | 5-6                | 52.49                       | 507.02                       | 40.37                                  | 1-4     | Abun    | Phlo                      | +    |
| <i>A. hohenackeri</i>                            | 45.88                          | 10-<br>11   | 11.72                           | 4-5                | 44.32                       | 303.79                       | 29.94                                  | 1-2     | Little  | Phlo -<br>Pith            | +    |
| <i>A. hyrcana</i>                                | 112.08                         | 9-11        | 15.3                            | 8-16               | 71.97                       | 299.89                       | 22.70                                  | 1-3     | Abun    | Phlo                      | +    |
| <i>A. kurdica</i> var.<br><i>kurdica</i>         | 54.18-<br>59.18                | 7-8         | 19.17-<br>20.3                  | 3-6                | 59.67-<br>83.49             | 544.36-<br>761.81            | 24.37-<br>30.70                        | 1-3     | Abun    | - Phlo<br>Pith            | +    |
| <i>A. kurdica</i> var.<br><i>laxiflora</i>       | 59.73-<br>64.75                | 6-7         | 19.03-<br>19.57                 | 5-6                | 79.56-<br>80.96             | 614.37-<br>780.20            | 14.29-<br>20.07                        | 1-4     | Abun    | - Phlo<br>cortex          | +    |
| <i>A. kurdica</i> var.<br><i>leiocarpa</i>       | 54.28                          | 4-5         | 17.96                           | 6-8                | 72.87                       | 437.13                       | 28.26                                  | 1-4     | Abun    | Phlo-<br>Cortex           | -    |
| <i>A. rechingeri</i>                             | 65.70                          | 3-5         | 15.58                           | 5-6                | 53.81                       | 288.99                       | 47.12                                  | 1-5     | Abun    | - Phlo<br>Pith-<br>Cortex | +    |
| <i>A. rosea</i>                                  | 157.03                         | 8-9         | 21.48                           | 7-12               | 69.45                       | 553.21                       | 26.71                                  | 2-4     | Abun    | Phlo                      | -    |
| <i>A. schirazana</i>                             | 179.78                         | 7-8         | 17.3                            | 6-8                | 69.18                       | 537.35                       | 39.72                                  | 1-3     | Abun    | Phlo                      | -    |
| <i>A. sachsachanica</i>                          | 130.32                         | 6-8         | 19.6                            | 5-9                | 95.10                       | 841.25                       | 29.16                                  | 1-5     | Abun    | Phlo                      | +    |
| <i>A. sulphurea</i>                              | 154.35-<br>157.75              | 2-4         | 20.15.<br>22.71                 | 6-7                | 80.53-<br>88.08             | 503.7-<br>711.11             | 26.46-<br>27.53                        | 1-3     | Little  | Phlo                      | +    |
| <i>A. tarica</i>                                 | 98.86                          | 3-5         | 16.52                           | 5-6                | 54.79                       | 349.17                       | ۳۵/۴۹                                  | 2-4     | Abun    | Phlo                      | -    |
| <i>A. wilhelminae</i> var.<br><i>lineariloba</i> | 134.68-<br>134.79              | 7-8         | 22.21-<br>24.07                 | 3-4                | 56.16-<br>59.38             | 468.34-<br>569.14            | 66.12-<br>66.87-                       | 2-4     | Abun    | Phlo                      | -    |
| <i>A. wilhelminae</i> var.<br><i>wilhelminae</i> | 134.77-<br>135.92              | 4-5         | 31.77-<br>33.21                 | 6-8                | 85.14-<br>88.63             | 854.14-<br>867.79            | 40.64-<br>40.87                        | 2-5     | Abun    | Phlo                      | -    |

Paren thick: Parenchyma thickness, No. Chloren: Layer number of Chlorenchyma, Epiderm thihck : Epidermal thickness, No. fib scleren: Numbers of sclerenchyma fiber, Phlo thick: Phloem thickness, Xylem thick: Xylem thickness, Parench thick- epi: Thickness of under the epidermis, parenchyma, No. Ray: Number of ray parenchyma, No. Ray: number of the ray parenchyma layers, Abun: abundance, Phlo



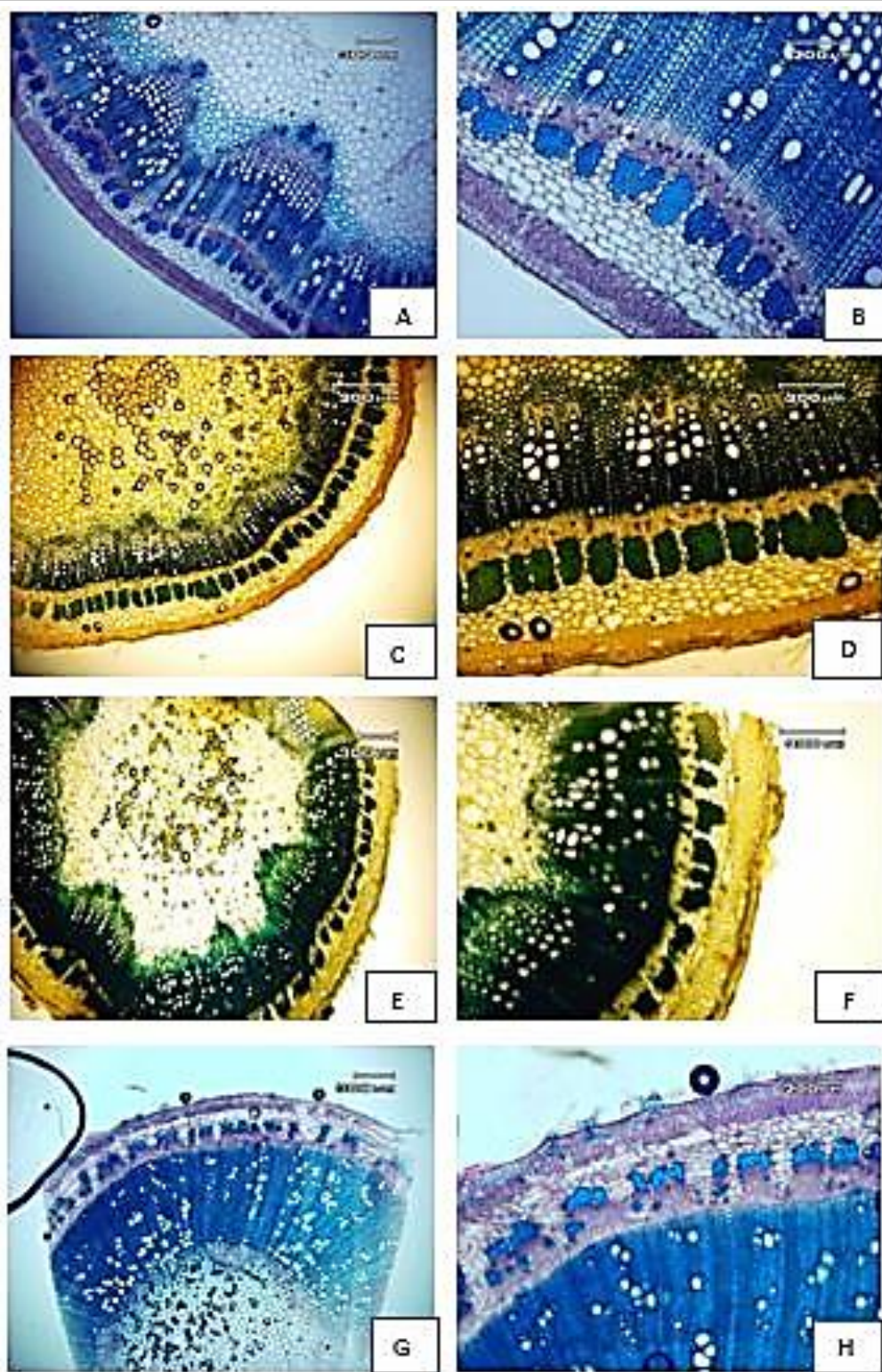
شکل ۱- ساختار برش عرضی ساقه A. angulata :B-A A. wilhelminae var. wilhelminae :D-C A. wilhelminae var. lineariloba :G-H A. sulphurea. علائم اختصاری: Chl.: کلرانشیم Col.: کلانشیم Par.: پارانشیم F.Scl.: فیبر اسکلرانشیم Ph.: آوند آبکش Xyl.: آوند چوب P.: مغز Cry.: کریستال.

**Figure 1.** Stem transvers section: A-B: *A. angulata*, C-D: *A. wilhelminae* var. *wilhelminae*, E-F: *A. wilhelminae* var. *lineariloba*, G-H: *A. sulphurea*. Epi: Epidermis, Chl.: Chlorenchyma, Col. Colenchyma, Par.: Parenchyma, En.: Endodermis, F. Scl.: Ph.: Phloem, Xyl.: Xylem, P.: Pith, cry.: crystal.

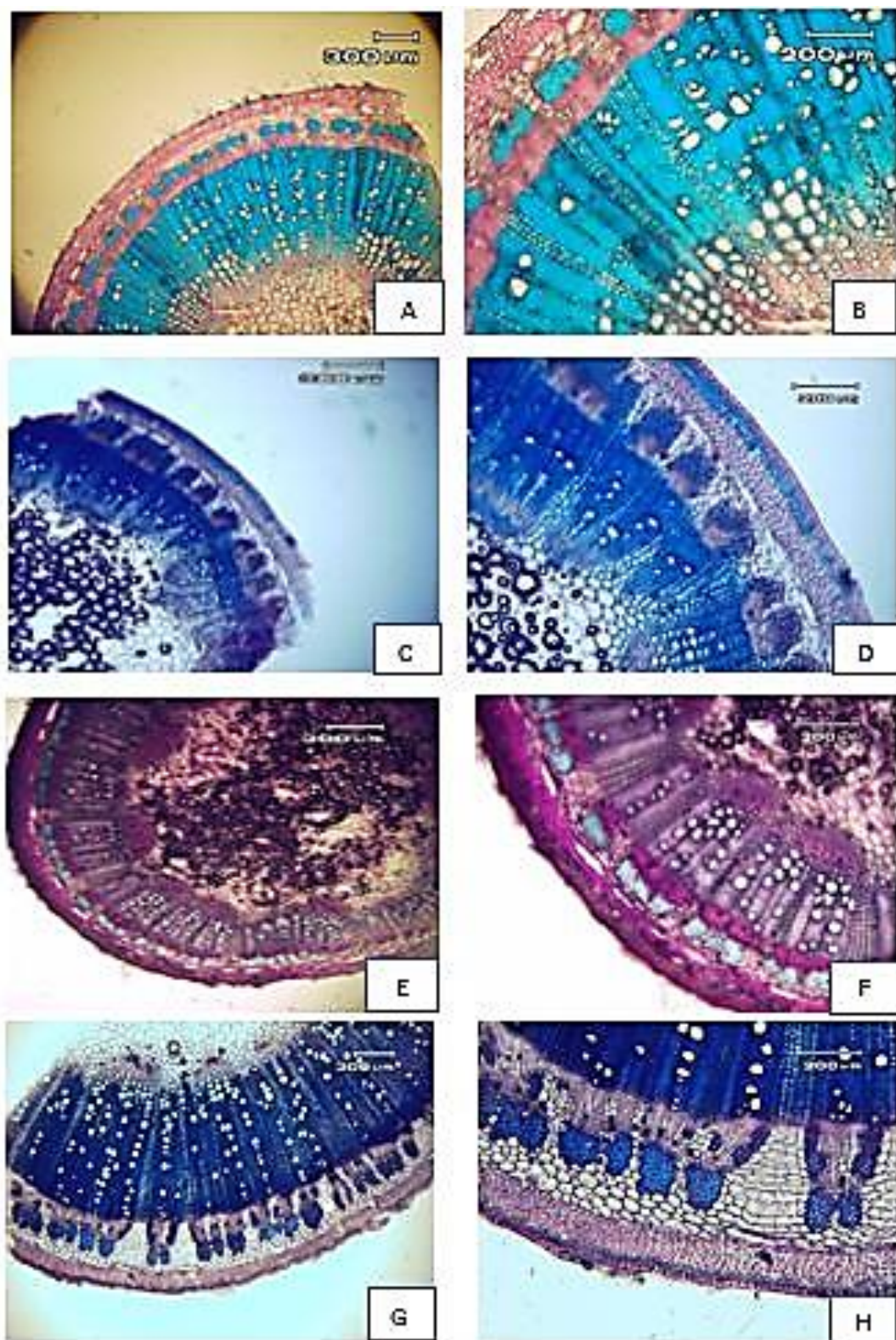


شکل ۲- ساختار برش عرضی ساقه گونه های *Alcea*: A-B: *A. glabrata* var. *glabrata*، C-D: *A. glabrata* var. *microcarpa*، E-F: *A. tarica*، G-H: *A. schirazana*

**Figure 2.** Stem transvers section in *Alcea* species: A-B: *A. glabrata* var. *glabrata* , C-D: *A. glabrata* var. *microcarpa*، E-F: *A. tarica*، G-H: *A. schirazana*



شکل ۳- ساختار برش عرضی ساقه گونه های *Alcea*: B-A: *A. rosea*, D-C: *A. hyrcana*, E-F: *A. hohenackeri*, G-H: *A. kurdica* var. *kurdica*.  
**Figure 3.** Stem transvers section in *Alcea* species: A-B: *A. rosea*, C-D: *A. hyrcana*, E-F: *A. hohenackeri*, G-H: *A. kurdica* var. *kurdica*.

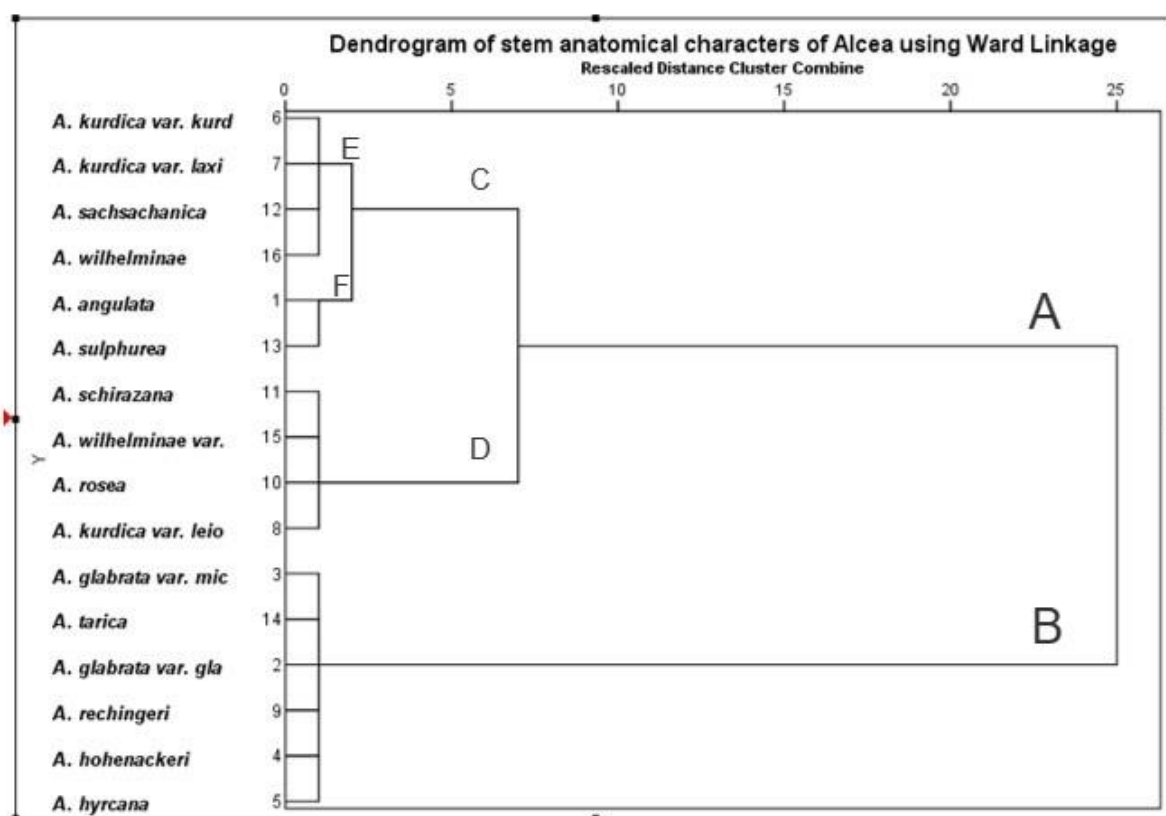


شکل ۴- ساختار برش عرضی ساقه در گونه های *Alcea* :B-A *A. kurdica* var. *laxiflora* :D-C *A. kurdica* var. *leiocarpa* :F-E *A. rechingeri* :H-G *A. sacsachanica*

**Figure 4.** Stem transvers section in *Alcea* species: A-B: *A. kurdica* var. *laxiflora*, C-D: *A. kurdica* var. *leiocarpa*, E-F: *A. rechingeri*, G-H: *A. sacsachanica*

### بررسی های آماری

بر اساس ۱۸ صفت تشریحی (۴ صفت کیفی و ۱۴ صفت کمی) آنالیز خوشه ای به روش وارد با بکار گیری نرم افزار SPSS انجام شد. در دندروگرام حاصل، ۱۶ آرایه از سرده ختمی در دو سری شامل دو خوشه اصلی (A,B) در سطح ۲۵ فاصله تاکسونومیکی متوسط از هم جدا می شوند (شکل ۵). اولین سری شامل دو خوشه اصلی C و D در فاصله تاکسونومیک ۷ و دومین سری شامل خوشه B است، که خود شامل گونه های *A. glabrata*, *A. tarica*, *A. rechingeri*, *A. hoheneckeri* و *A. hyrcana* است. اولین زیرخوشه اصلی (C) در سطح ۲ از فاصله تاکسونومیک به دو زیرخوشه فرعی E و F، تقسیم می گردد که زیر خوشه دوم (E) شامل گونه های *A. kurduca* var. *laxiflora* و *A. wilhelminae* و *A. sachsanica* است و زیر خوشه دوم (F) شامل گونه های *A. angulata* و *A. sulphurea* است. زیرخوشه اصلی دوم (D) خود شامل گونه های *A. schiraziana*, *A. wilhelminae* var. *lineariloba*, *A. rosa* است (شکل ۵).



شکل ۵- دندروگرام به روش وارد بر اساس صفت تشریحی کمی ساقه در گونه های ختمی.

Figure 5. Dendrogram based on quantitative stem anatomical characters of *Alcea* species.

### بحث

گیاه ختمی دارای کاربرد های دارویی در طب سنتی است که بیشتر به دلیل وجود سلول های موسیلاژی در اندام های مختلف می باشد (Pakravan et al. 2005). Bykova and Yakovleva (1996)، با بررسی ساختار تشریحی ساقه در توزیع سلول های موسیلاژی در ساقه و ریشه *Alcea* و اندازه گیری تعداد و مساحت سلول های موسیلاژی مقدار موسیلاژ در ساقه را در چند فصل بررسی کردند.

Uzunhisarcıklı and Özkan (2007) به بررسی ساختار برگ و ساقه گونه های مختلف دو جنس *Alcea* و *Altheae* در ترکیه پرداختند. همه ی گونه های مطالعه شده ویژگی های تیره پنیرکیان را نشان دادند. نتایج تحقیق حاضر تایید کننده نتایج محمد ابراهیم و همکاران (۲۰۱۸) است که یک مطالعه کلادیستیکی بر اساس ویژگی های تشریحی بر روی جنس های

مختلف تیره پنیرکیان، انجام دادند، آنها نیز در مطالعات خود تایید کردند که ویژگی های فیبرهای اسکالانشیمی، ساختار عناصر آوندی مانند اندازه، شکل و توزیع آنها، طرح کلی سیستم آوندی، حضور کریستال و ضخامت اپیدرم، از صفات بسیار مهمی در طبقه بندی و نیز تجزیه و تحلیل فیلوژنتیکی در تیره پنیرک می باشند. همچنین در بررسی تشریحی بر روی دو سرده *Alcea* و *Altheae*، ویژگی های ساقه در السه آ شباهت بسیار زیادی با ویژگی های ساقه آله ا داشت (Uzunhisarcıklı and Özkan, 2007). آنها نیز حضور موسیلاژ را در ساقه آله ا گزارش کردند. ولی نتایج آنها کمکی به طبقه بندی گونه های آله ا نکرد و تنها در تشخیص گونه ها از یکدیگر مفید بود.

نتایج مطالعات آماری در تحقیق حاضر به وضوح نشان داد که تعیین حدود برخی از آرایه ها مطابق با طبقه بندی های پیشنهادی قبلی بر اساس صفات ریخت شناسی است، در حالی که برخی دیگر در گروه بندی های گونه ای بر اساس صفات ریخت شناسی قرار نمی گیرند. در طبقه بندی سنتی بر اساس صفات ریخت شناسی، گونه های *A. glabrata*، *A. A. wilhelminae*، *A. kurdisa*، *A. tarica sachsanica* در یک گروه گونه ای قرار می گیرند (Zohary 1963) و گونه های *hohenackeri*، *A. rechingeri*، در یک گروه مشترک دیگر واقع می شوند در حالیکه در دندروگرام حاصل از صفات تشریحی ساقه (شکل)، تنها آرایه های نزدیک به هم در شاخه های نزدیک قرار گرفته اند مانند موقعیت *A. sulphurea* در کنار *A. angulata* (هر دو دارای مریکارب های بدون باله، برگ هایی با بریدگی های کم عمق یا بدون بریدگی و کرکپوش مخملی متراکم هستند) و واریته *A. kurdisa* var. *laxiflora* و *A. kurdisa* و *A. glabrata* var. *microcarpa* و *A. glabrata* و *A. wilhelminae* و *A. sachsanica*. همچنین واریته *lineariloba* نیز در خوشه مجاور *A. wilhelminae* واقع شده است، قرارگیری سایر آرایه ها مطابق با نزدیکی های تاکسونومیک نمی باشد (شکل ۵). با این حال در مقایسه با مطالعات فیلوژنتیکی بر اساس توالی های ژن های هسته ای و کلروپلاستی (Escobar et al., 2012) موقعیت برخی گونه ها در نزدیکی هم مورد تایید قرار می گیرد (مانند نزدیکی *A. hohackeri* و *A. glabrata*).

### نتیجه گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که برخی صفات تشریحی ساقه که در گونه های نزدیک هم مشاهده می گردد تنها می تواند در تشخیص گونه ها مورد استفاده قرار گیرد و در گروه بندی گونه ها چندان مفید نمی باشد. تحقیق حاضر اولین بررسی تشریحی ساقه در گونه های متعددی از ختمی ها در ایران است.

### ملاحظات اخلاقی

#### مشارکت نویسندگان

تهیه گزارش پژوهش: منیژه پاکروان؛ طراحی پژوهش، نظارت بر مراحل انجام پژوهش، بررسی و کنترل نتایج، اصلاح، بازبینی و نهایی سازی مقاله؛ جمع آوری داده ها: اعظم جوانبخت، تهیه و آماده سازی نمونه ها، انجام آزمایش و گردآوری داده ها.

#### تعارض منافع

بنا بر اظهار نویسندگان این مقاله تعارض منافع ندارد.

#### حامی مالی

مقاله حاضر با حمایت مالی معاونت پژوهشی دانشگاه . دانشگاه الزهراء (س) انجام شد.

### سپاسگزاری

نگارندگان بر خود لازم می دانند از خانم دکتر مهوش سیفعلی برای تجزیه و تحلیل های آماری سپاسگزاری نمایند. از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه الزهراء (س) به خاطر حمایت مالی در اجرای پژوهش حاضر سپاسگزاری می شود.

همچنین از داوران محترم به خاطر ارائه نظرهای ساختاری و علمی سپاسگزاری می شود.

## References

- Alefeld, F. G. C. 1862. Über die Malveen. Österreichische botanische Zeitschrift 22: 247-261.
- Alverson, W. S., Whitlock, B.A., Nyffeler, R., Bayer, C. and Baum, D.A. 1999. Phylogenetic analysis of the core Malvales based on sequences of ndhF. American Journal of Botany 86: 1474-1486.
- Arabameri, M., Mehrabian, A. and Khodayari, H. 2023. Pollen Morphology of Malvaceae in Iran: A Case Study to Complete Pollen Atlas of Iran. Plant, Algae, and Environment 7(1):1093- 1110. Doi: [10.48308/jpr.2023.104476](https://doi.org/10.48308/jpr.2023.104476)
- Azizian, D. and Cutler, D. F. 1982. Anatomical, cytological and phytochemical studies on *Phlomis* L. and *Eremostachys* Bunge (Labiateae). Botanical Journal of the Linnean Society 85: 249-281.
- Boissier, PE. 1867. Flora orientalis, vol. 1. Basel.
- Candolle, A. P. de. 1837. Prodromus sytematis naturalis regni vegetabilis, vol. 3. Sumptibus Sociorum Treuttel et Würtz, Parisiis, pp: 207–296.
- Escobar García, P., Schönswetter, P., Fuertes Aguilar, J., Nieto Feliner, G. and Schneeweiss, G.M. 2009. Five molecular markers reveal extensive morphological homoplasy and reticulate evolution in the *Malva* alliance (Malvaceae). Molecular Phylogenetic and Evolution 50: 226-239. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2008.10.015>.
- Escobar Garcia, P., Pakravan, M., Schönswetter, P., Fuertes Aguilar, J. and Schneeweiss, G.M. 2012. Phylogenetic relationships in the species-rich Irano-Turanian genus *Alcea* (Malvaceae). Taxon, 61(2): 324-332. <https://doi.org/10.1002/tax.612004>.
- Hutchinson, J. 1967. The Genera of Flowering Plants (Angiospermae), vol. II. Clarendon Press, Oxford.
- Ibrahim, Z.M. and Hassan, S.H., Karakish, E.A., Ismail, M. 2023. Significance of Seed Storage Protein and Seed Morphological Characters in the Classification of Some Species of Malvaceae s.l. Egyptian Journal of Botany 63(2): 431-455. <https://doi.org/10.21608/ejbo.2022.165769.2154>
- Iljin, M.M. 1949. Malvaceae. In: Komarov, V.L., Shishkin, B.K., Bobrov, E.G. (Eds.), Flora SSSR, vol. 15. Botanical Institute of the Academy of Sciences of the USSR, Leningrad, pp: 21–137.
- Karakish, E. A., Al-Ruzayza, S., Khalik, K. A. 2020. Comparative anatomical studies of some species of family Malvaceae from Saudi Arabia and its systematic. Egyptian Journal of experimental biology (Botany) 16(2): 203 - 221 (2020). <https://doi.org/10.5455/egyjeb.20201112065657>
- LePéchon, T. & Gigord, L.D.B. 2014. On the relevance of molecular tools for taxonomic revision in Malvales, Malvaceae s.l., and Dombeyoideae. pp: 337–363 in: Besse, P. (ed.), Molecular plant taxonomy: Methods and protocols. Methods in Molecular Biology, 1115. Totowa: Humana Press. [https://doi.org/10.1007/978-1-62703-767-9\\_17](https://doi.org/10.1007/978-1-62703-767-9_17)
- Ghahreman, A., Pakravan, M. and Assadi, M. 2000. A new species of *Alcea* (Malvaceae) from Iran. Nordic Journal of Botany 20(6): 701-704.
- Metcalf, C.R., Chalk, L. 1979. Anatomy of the Dicotyledons. Vol 1. Oxford: Clarendron. Press. Pp: 450-464.

- Nobarinezhad, M.H., Pakravan, M. & Pahlevani, A. 2018. A biosystematic study of *Euphorbia* subgenus *Chamaesyce* (Euphorbiaceae). in Iran. Phytotaxa 360: 179-200. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.360.3.1>
- Pakravan, M. 2001. Biosystematic study of the genus *Alcea* L. (Malvaceae) in Iran. Dissertation, University of Tehran, Tehran.
- Pakravan, M. 2003. *Alcea Ilamica*, a new species from Iran. Rostaniha 4(34): 93-97.
- Pakravan, M., Abedinzadeh, H. & Safaeepur, Zh. 2005. Study of distribution of mucilaginous cells in some species of *Alcea*. Journal of Science 18(3): 16-24.
- Pakravan, M. 2005. New findings of the genus *Malva* L. (Malvaceae) in Iran. The Iranian Journal of Botany 11(2): 247-249.
- Pakravan, M. 2006. A new combination in *Alcea* (Malvaceae) from Iran. The Iranian Journal of Botany 12 (1): 97-98.
- Pakravan, M. 2006. Novelties in the genus *Alcea* in Iran. The Iranian Journal of Botany 12 (2): 183-186.
- Pakravan, M. 2008. A new species and a new combination in Iranian *Alcea* (Malvaceae) Annales Botanici Fennici 45(2): 133-136. <https://doi.:10.5735/085.045.0207>.
- Pakravan, M. 2008. Malvaceae. In: Assadi et al. (ed.) Flora of Iran. No. 58. Research Institute of Forests and Rangelands. pp. 146. Tehran. (in Persian)
- Riedl, I. 1976. *Alcea*. 41–80 in: Rechinger KH. (ed) Flora Iranica, 120. Graz, Akademische Druck- und Verlagsanstalt.
- Stevens, P.F. 2001 (onwards 2014). Angiosperm Phylogeny Website. Version 13, 2014. <http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/Includes>
- Takhtajan, A.L. 1980. Outline of the classification of flowering plants (Magnoliophyta). Botanical Review 46: 225–359. <https://doi.org/10.1007/bf0286155>
- Özbek, F. and Uzunhisarcikli, M.F. 2023. Taxonomic significance of seed macro-micromorphology of Turkish *Alcea* L. (Malvaceae) through light microscopy and scanning electron microscopy. Microscopy Research and Technique 86 (12): 1551-1567. <https://doi.org/10.1002/jemt.24385>
- Willdenow, C. V. 1800. Species plantarum, ed. 4, 3. – Impensis GC Nauk, Berolinum [Berlin].
- Zohary, M. 1963a. Taxonomical studies in *Alcea* of South-Western Asia. Part I. Bulletin of the Research Council of Israel 11(D4): 210–229.
- Zohary, M. 1963b. Taxonomical studies in *Alcea* of South-Western Asia. Part II. Israel Journal of Botany 121: 1-26.