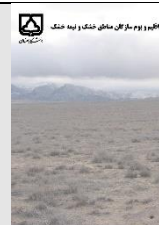




Semnan University

Climate and Ecosystem of Arid and Semi-arid Regions

<https://ceasr.semnan.ac.ir>



Research Article

Effect of Seed Source on Germination and Growth of *Amygdalus Scoparia* Seedlings

Mohammadjavad Taghipoor^a, Afagh Tabandeh Saravi^{b*}, Bahman Kiani^c and Anahita Rashtian^d

^a MSc. Student, Department of Natural Resources and Desert Studies, Yazd University, Yazd, Iran.

^b Assistant Professor, Department of Natural Resources and Desert Studies, Yazd University, Yazd, Iran.

^c Associate Professor, Department of Natural Resources and Desert Studies, Yazd University, Yazd, Iran.

^d Assistant Professor, Department of Natural Resources and Desert Studies, Yazd University, Yazd, Iran.

ARTICLE INFO

Article type:

Research Full Paper

Article history:

Received: 14 February 2024

Revised: 13 May 2024

Accepted: 13 May 2024

Keywords:

Amygdalus scoparia,
Irrigation regime,
Provenance,
Vegetative traits.

EXTENDED ABSTRACT

Background and Objectives: In order to adapt to different ecological conditions, trees produce different variations by changing their morphological traits. In terms of tolerance to environmental stresses such as drought, there are often differences in the provenance of the species. Since there is a great variety of provenance in species, it can help us to choose the most tolerant provenance, which will lead to more success in forest restoration implementation programs. Considering that the mountain almond is one of the valuable and important shrub species with a wide ecological range in Iran, especially in the Zagros and Iranian-Turanian regions, also, the poor condition of the Zagros Forest ecosystem and the need to use shrub species, have caused more attention to this species in forestry. Therefore, this research aimed to investigate the effect of seed origin on the germination and growth of almond seedlings (*Amygdalus scoparia*) under different irrigation regimes (once a week and once every two weeks) in Fars province.

Materials and Methods: For this purpose, the seeds of the target species were collected from five habitats with different altitudes above sea level in Fars province, namely Keshvari, Sirj, Horgan, Haji Abad 1 and Haji Abad 2, and after three months of stratification treatment in moist sand at 4 °C, the seeds were transferred to culture medium and planted in three replicates in a completely randomized design. So that the treated seeds were planted in the same pots according to their origin. Then, they were equally cared for and irrigated. It should be noted that the watering schedule included once a week and once every two weeks, but the amount of water used was completely the same between the experimental materials in each watering schedule. After the start of germination, the number of germinated seeds in each pot and after four months, survival traits, length of shoot and root, number of leaves, fresh and dry weight of shoot and root on seedlings were measured and recorded. Germination related traits included germination percentage, germination speed, average germination time and seed vigor index. Analysis of variance was used with factorial model and in the form of completely randomized design. Grouping of means was done by Duncan's multiple range test.

Results: Results of variance analysis showed that the effect of seed origin on germination percentage, average germination time, seed vigor index, shoot length, (P value <0.01) and root length and number of leaves (P value <0.05)

was significant. Irrigation period also showed a significant effect on germination percentage, average germination time, seed vigor index, survival and shoot length (P value <0.01). Also, the interaction effect of seed origin and irrigation cycle on shoot length was significant. Results of the comparison of average effect of seed origin on the studied traits showed that the seeds obtained from Horgan origin (90%) and then Keshvari (85.3%) had the highest germination percentage. In terms of the average germination time, the Haji Abad 1, Haji Abad 2 and Keshvari had the highest percentage. Also, Keshvari and Haji Abad 1 and 2 showed the highest average seed vigor index, shoot length and root length. Regarding the number of leaves trait, the seedlings obtained from Haji Abad 2 source had the lowest average, but no significant difference was observed between the other four sources in this regard. Results of the comparison of average effect of irrigation cycle on the characteristics of germination percentage, average germination time, seed vigor index, survival, and shoot length (89.6%, 82.28, 38.08, 22% and 19.23 cm, respectively) indicated that once a week irrigation significantly increased the average germination time and decreased and increased other traits. Results of the comparison of the average interaction effect of seed origin and irrigation frequency showed that maximum length of the aerial part (27.12 cm) was related to Haji Abad 1 with weekly irrigation.

Conclusion: Results of the present study showed that the effect of seed origin on the longitudinal growth characteristics of root and stem, as well as germination percentage, average germination time, seed germ, viability and number of leaves had a significant effect. Results of the present research also indicated that generally, the seedlings obtained from the seeds collected from Haji Abad 1 with a lower altitude than the other studied provenance (1650 m above sea level) and after that, Horgan (altitude 1950 m above sea level) and Keshvari (altitude of 2400 m above sea level) had better germination, growth and establishment. The reason for this can be related to the altitude conditions or the latitude and longitude of the origin of the seed. Considering that the seed origin of Haji Abad and Horgan are placed in a lower altitude class; probably the resulting climatic conditions have caused a difference in the average growth of the seedlings obtained from the seeds of these two origins compared to other provenances. Regarding the lack of growth observed in the seedlings obtained from the source at an altitude of 2400 m above sea level in the present research, it can be said that considering that the mountain almond species is among the trees whose main habitat is sandy soil and environment Fakir is one of the nutrients, so probably the resistance of the plant against harsh environmental conditions, as well as further development of the root system in seedlings located at higher altitudes, especially in the tree border for better absorption of nutrients and water, has caused the seedlings to Higher regions (country origin) do not show significant growth reduction compared to other populations. Finally, based on the findings of the present research, it is suggested that due to the significant decrease in the yield of the seeds of Sirj and Haji Abad 2 sources, the use of Haji Abad 1 seeds for the production of mountain almond seedlings in the study area should be prioritized. After that, Horgan and Keshvari provenances are recommended.

Cite this article: Taghipoor, M., Tabandeh Saravi, A., Kiani, B. and Rashtian, A. (2025). Effect of seed source on germination and growth of *Amygdalus scoparia* seedlings. *Climate and Ecosystem of Arid and Semi-arid Regions*, 2(1), 1–16.

مقاله پژوهشی

اثر مبدأ بذر بر جوانه‌زنی و رشد نهال‌های بادام کوهی (*Amygdalus scoparia* Spach.)محمدجواد تقی‌پور^۱، آفاق تابنده ساروی^{۲*}، بهمن کیانی^۳ و آناهیتا رشتیان^۴

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد علوم و مهندسی جنگل، دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی، دانشگاه یزد، یزد، ایران.

۲- استادیار، گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی، دانشگاه یزد، یزد، ایران.

۳- دانشیار، گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی، دانشگاه یزد، یزد، ایران.

۴- استادیار، گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی، دانشگاه یزد، یزد، ایران.

*: نویسنده مسئول: tabandeh@yazd.ac.ir

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله کامل علمی- پژوهشی تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۱/۲۵ تاریخ ویرایش: ۱۴۰۳/۰۲/۲۴ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۲/۲۴ واژه‌های کلیدی: بادامک، پرووانس، رژیم آبیاری، صفات رویشی.	سابقه و هدف: درختان در جهت سازگار شدن به شرایط مختلف بوم‌شناسی، تغییرات مختلفی را در صفات ریخت‌شناسی خود به‌وجود می‌آورند. از لحاظ تحمل به تنش‌های محیطی، نظیر خشکی، نیز اغلب تفاوت‌هایی در جمعیت‌های مختلف گونه‌ها دیده می‌شود. از آنجایی که تنوع زیاد بین جمعیت‌ها در گونه‌ها وجود دارد، می‌تواند ما را برای انتخاب سازگارترین مبدأ بذر کمک کند که موجب موفقیت بیشتر برنامه‌های اجرایی احیای جنگل‌ها می‌شود. با توجه به اینکه بادام کوهی یکی از گونه‌های درختچه‌ای باارزش و با دامنه بوم‌شناسی وسیع در ایران، به‌ویژه نواحی رویشی زاگرس و ایرانی- تورانی است، و همچنین وضعیت نامناسب اکوسیستم جنگلی زاگرس و ضرورت استفاده از گونه‌های درختچه‌ای، باعث توجه بیشتر به این گونه در جنگل‌کاری‌ها شده است. خصوصیات مبدأ جمع‌آوری بذر، به‌ویژه ارتفاع از سطح دریای آن، نقش مهمی در ویژگی‌های نهال‌های حاصله و به‌خصوص سازگاری و تحمل آنها به تنش‌های محیطی از جمله خشکی دارد و همچنین بررسی آن به شناخت بهتر محیط جنگل و موضوعات مرتبط با مدیریت توده‌های جنگلی در جمعیت‌های مختلف کمک می‌کند. لذا این تحقیق با هدف بررسی اثر مبدأ بذر بر جوانه‌زنی و رشد نهال‌های بادام کوهی (<i>Amygdalus scoparia</i> Spach.) تحت رژیم‌های مختلف آبیاری (هفته‌ای یکبار و دو هفته یکبار) در استان فارس انجام شد. مواد و روش‌ها: بذرهای بادام کوهی از پنج رویشگاه با ارتفاع از سطح دریای متفاوت در استان فارس به نام‌های کشوری، سیرج، هرگان، حاجی‌آباد یک و حاجی‌آباد دو، جمع‌آوری شدند و پس از تیمار سه ماهه سرمادهی مرطوب در بستر ماسه و در دمای ۴ درجه سلسیوس، به بستر کشت انتقال داده شده و در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار کاشته شدند، به‌طوری که بذرهای تیمار شده به تفکیک مبدأ در گلدان‌های یکسان قرار گرفتند. سپس، به‌طور یکسان مورد مراقبت و آبیاری قرار گرفتند. نحوه آبیاری به‌صورت هفته‌ای یکبار و دو هفته یکبار بود که در هر نوبت آبیاری میزان آب مصرفی بین مواد آزمایشی کاملاً یکسان بود. بعد از شروع جوانه‌زنی، تعداد بذرهای جوانه زده در هر گلدان و پس از چهار ماه، صفات زنده‌مانی، طول اندام هوایی و ریشه، تعداد برگ، وزن تر و خشک اندام هوایی و ریشه روی نونهال‌ها اندازه‌گیری و ثبت شد. صفات مربوط به جوانه‌زنی شامل درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، میانگین مدت جوانه‌زنی و بنیه بذر بود. جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها از آزمون تجزیه واریانس با مدل فاکتوریل و در قالب طرح کاملاً تصادفی استفاده شد. گروه‌بندی میانگین‌ها نیز توسط آزمون چنددامنه‌ای دانکن انجام شد.

یافته‌ها: نتایج تجزیه و تحلیل واریانس نشان داد که اثر مبدأ بذر بر درصد جوانه‌زنی، میانگین مدت جوانه‌زنی، بنيه بذر و طول اندام هوایی در سطح ۹۹ درصد و بر طول ریشه و تعداد برگ در سطح ۹۵ درصد معنی‌دار بود. دور آبیاری نیز بر درصد جوانه‌زنی، میانگین مدت جوانه‌زنی، بنيه بذر، زنده‌مانی و طول اندام هوایی در سطح ۹۹ درصد اثر معنی‌دار نشان داد. همچنین، اثر متقابل مبدأ بذر و دور آبیاری بر طول اندام هوایی معنی‌دار بود. نتایج مقایسه میانگین اثر مبدأ بذر بر صفات مورد مطالعه نشان داد که بذره‌ای حاصل از مبدأ هرگان با میانگین ۹۰ درصد و پس از آن مبدأ کشوری با میانگین ۸۵/۳ درصد بیشترین درصد جوانه‌زنی را داشتند. از نظر میانگین مدت جوانه‌زنی نیز مبدأهای حاجی‌آباد یک، حاجی‌آباد دو و کشوری بیشترین مقادیر را به خود اختصاص دادند. همچنین، مبدأهای کشوری و حاجی‌آباد یک بیشترین میانگین بنيه بذر، طول اندام هوایی و طول ریشه را نشان دادند. در خصوص صفت تعداد برگ نیز نهال‌های حاصل از مبدأ حاجی‌آباد دو دارای کمترین میانگین بودند؛ اما تفاوت معنی‌داری بین چهار مبدأ دیگر از این نظر مشاهده نشد. نتایج مقایسه میانگین اثر دور آبیاری بر صفات درصد جوانه‌زنی، میانگین مدت جوانه‌زنی، بنيه بذر، زنده‌مانی و طول اندام هوایی حاکی از آن بود که آبیاری هفته‌ای یکبار (به ترتیب با میانگین‌های ۸۹/۶ درصد، ۸۲/۲۸، ۳۸/۰۸، ۲۲ درصد، ۱۹/۲۳ سانتی‌متر) به طور معنی‌داری میانگین مدت جوانه‌زنی را کاهش و سایر صفات را افزایش داد. نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل مبدأ بذر و دور آبیاری نشان داد که بیشترین طول اندام هوایی (۲۷/۱۲ سانتی‌متر) مربوط به مبدأ بذر حاجی‌آباد یک با آبیاری هفته‌ای یکبار بود.

نتیجه‌گیری: نتایج پژوهش حاضر نشان داد که اثر مبدأ بذر بر خصوصیات رشد طولی ریشه و ساقه و همچنین درصد جوانه‌زنی، میانگین مدت جوانه‌زنی، بنيه بذر، زنده‌مانی و تعداد برگ اثر معنی‌دار داشت. نتایج تحقیق حاضر همچنین حاکی از آن بود که در مجموع، نهال‌های حاصل از بذره‌ای جمع‌آوری شده از مبدأ حاجی‌آباد یک با ارتفاع از سطح دریای پایین‌تر از سایر مبدأهای مورد مطالعه (۱۶۵۰ متر از سطح دریا) و سپس مبدأ هرگان (ارتفاع ۱۹۵۰ متر از سطح دریا) و کشوری (ارتفاع ۲۴۰۰ متر از سطح دریا) جوانه‌زنی، رشد و استقرار بهتری داشتند. علت این امر را می‌توان به شرایط ارتفاعی یا طول و عرض جغرافیایی مبدأ بذر مربوط دانست. با توجه به اینکه مبدأ بذر حاجی‌آباد یک و هرگان در طبقه ارتفاعی کمتر قرار گرفته‌اند، احتمالاً شرایط اقلیمی ناشی از آن باعث تفاوت در میانگین رشد نهال‌های حاصل از بذره‌ای این دو مبدأ نسبت به سایر پرووانس‌ها شده است. در خصوص عدم کاهش رشد مشاهده شده در نهال‌های حاصل از مبدأ با ارتفاع ۲۴۰۰ متر از سطح دریا در تحقیق حاضر، می‌توان گفت که با توجه به اینکه گونه بادام کوهی در زمره درختانی است که رویشگاه اصلی آنها خاک‌های شنی و محیط‌های فقیر از عناصر غذایی است، لذا احتمالاً مقاومت گیاه در برابر شرایط محیطی سخت و همچنین توسعه بیشتر سیستم ریشه‌ای در نهال‌های واقع در ارتفاعات بالاتر، به ویژه در مرز درختی، جهت جذب بهتر مواد غذایی و آب، باعث شده است تا نهال‌های مناطق مرتفع‌تر (مبدأ کشوری) کاهش رشد معنی‌داری نسبت به دیگر جمعیت‌ها نشان ندهد. در نهایت، بر اساس یافته‌های تحقیق حاضر پیشنهاد می‌شود که با توجه به کاهش معنی‌دار عملکرد بذر مبدأهای سیرج و حاجی‌آباد دو، استفاده از بذر مبدأ حاجی‌آباد یک برای تولید نهال بادام کوهی در منطقه مورد مطالعه در اولویت قرار گیرد و بعد از آن پرووانس‌های کشوری و هرگان توصیه می‌شوند.

استناد: تقی‌پور، م.، تابنده ساروی، آ.، کیانی، ب. و رشتیان، آ. (۱۴۰۴). اثر مبدأ بذر بر جوانه‌زنی و رشد نهال‌های بادام کوهی (*Amygdalus scoparia* Spach.) اقلیم و بوم‌سازگان مناطق خشک و نیمه‌خشک، ۲(۱)، ۱-۱۶.

ناشر: دانشگاه سمنان

DOI: <https://doi.org/10.22075/ceasr.2024.33287.1029>

۱- مقدمه

تولید نهال بذری درختان جنگلی جهت احیا و جنگل‌کاری هر ساله در برنامه سازمان منابع طبیعی و آبخیزداری کشور وجود دارد. بذر عامل مهمی در امر استقرار مجدد جنگل‌ها و توسعه جنگل‌کاری‌ها است. در برنامه‌های جنگل‌کاری باید قبل از جمع‌آوری و استفاده از بذر درختان، ویژگی‌های کیفی آنها شناخته شود. بررسی جوانه‌زنی بذر از روش‌های معمول برای ارزیابی کیفی بذر است زیرا فرآیند جوانه‌زنی بسیار مهم است و عامل حیاتی در دوره زندگی گیاه می‌باشد. به همین دلیل، در اجرای موفق برنامه‌های جنگل‌کاری و استقرار مجدد جنگل حائز اهمیت است (Bu و همکاران، ۲۰۰۸).

آزمایش مبدأ بذر اغلب برای تعیین مبدأ مناسب بذر برای تولید نهال‌های دارای رشد و زنده‌مانی بیشتر انجام می‌شود (Yusefzadeh و همکاران، ۲۰۰۵)، زیرا بیشتر صفات بذر و نهال با طول و عرض جغرافیایی و ارتفاع از سطح دریای مبدأیی که از آن آمده است رابطه معنی‌دار دارد (Rawat و Bakshi، ۲۰۱۱). درختان موجود در هر رویشگاه ساختار و خصوصیات وراثتی خاصی به خود می‌گیرند و مهمترین عامل در ایجاد تنوع درختان، عوامل اقلیمی می‌باشد. درختان در جهت سازگار شدن به شرایط مختلف اکولوژیک، با تغییر در صفات مورفولوژیک خود، پرووانانس‌های مختلفی را به وجود می‌آورند (Zarafshar و همکاران، ۲۰۰۹). از آنجایی که اختلاف بین مبدأ جغرافیایی (پرووانانس) در درختان جنگلی ممکن است اساسی باشد، ارزان‌ترین و سریع‌ترین بازده ژنتیکی در یک گونه می‌تواند به سادگی با استفاده از بهترین مبدأهای جغرافیایی به دست آید. در برخی از گیاهان، تفاوت در مبدأ جغرافیایی بذر از لحاظ ارتفاع از سطح دریا موجب تفاوت در اندازه مشخصه‌های کمی و یا میزان رویش آنها می‌شود. چنین اختلافاتی ممکن است به علت تفاوت بودن شرایط محیطی مبدأ جغرافیایی بذر مثل مواد غذایی، دما، رطوبت، طول روز، کیفیت نور، میزان اکسیژن و مواد شیمیایی موجود در خاک که گیاهان مادری در طی رشد در اختیار دارند نیز باشد (Tajamolian و همکاران، ۲۰۱۴). مبدأ بذر می‌تواند باعث تفاوت قابل توجهی در جوانه‌زنی و بنیه بذر گونه‌های درختی باشد؛ اما هرگز نمی‌توان یک مبدأ بذر را به عنوان بهترین و مناسب‌ترین مبدأ برای کاشت در همه رویشگاه‌ها معرفی کرد (Babae و همکاران، ۲۰۱۰). از لحاظ تحمل به تنش‌های محیطی نظیر خشکی نیز اغلب تفاوت‌هایی در پرووانانس‌های گونه‌ها دیده می‌شود. از آنجایی که تنوع زیاد پرووانانس در گونه‌ها وجود دارد، می‌تواند ما را برای انتخاب سازگارترین مبدأ بذر کمک کند (Zarafshar و همکاران، ۲۰۰۹). بررسی عوامل تأثیرگذار در تحمل تنش‌های محیطی در رویشگاه‌ها موجب موفقیت بیشتر برنامه‌های اجرایی احیای جنگل‌ها می‌شود (Jahanbazy و Goujani، ۲۰۱۳).

یکی از مهمترین گونه‌های جنس بادام، بادام کوهی با نام علمی *Amygdalus scoparia* Spach است؛ درخت یا درختچه-ای بدون خار با شاخه‌های کوتاه و برگ‌های متناوب و خزان‌کننده با گل‌های سفیدرنگ و میوه شفت که دارای یک سیستم ریشه‌ای عمودی و ریشه‌های قوی است که در شرایط نامساعد خاک و با کمی رطوبت نیز رشد کرده و به حیات خود ادامه می‌دهد. این درخت تقریباً در تمامی خاک‌ها رشد می‌کند. ولی در خاک‌های آهکی سازگاری بهتری دارد و از خاک‌های با رطوبت زیاد و بدون زهکش صدمه می‌خورد (Emam و همکاران، ۲۰۱۴). از نظر ارزش اقتصادی و بوم‌شناسی، به غیر از جنبه‌های دارویی و خوراکی، تولید میوه نسبتاً مناسب، گستردگی گونه، جمع‌آوری آسان و فروش میوه بادام کوهی توسط روستائیان و افراد بومی باعث شده تا یک منبع درآمد با ارزش و قابل قبول برای اهالی مناطق رویشی این گیاه باشد (Tavakoli Neko و همکاران، ۲۰۱۲). در خصوص اثر مبدأ بذر بر صفات رویشی نهال‌های بادام کوهی و مطالعه تنوع بین جمعیت‌های مختلف آن در ایران تحقیقاتی صورت گرفته است. از جمله، Babaeiyan و همکاران (۲۰۱۸) طی یک تحقیق، هفت جمعیت از گونه بادام کوهی را در استان فارس مورد مطالعه قرار دادند و مشاهده نمودند که برای همه صفات مورد مطالعه تفاوت‌های معنی‌داری میان جمعیت‌ها وجود داشت. ایشان همچنین جمعیت‌هایی که عملکرد رویشی مطلوب‌تری داشتند را معرفی کردند. همچنین، در یک مطالعه دیگر، تنوع بین جمعیت‌های مختلفی از بادام کوهی توسط Mehdigholi و

همکاران (۲۰۱۳) با استفاده از نشانگرهای مولکولی SSR بررسی شد. ایشان دلیل اصلی وجود تنوع ژنتیکی بین جمعیت‌های مورد مطالعه را سازگاری با شرایط محلی جمعیت‌هایی که فاصله جغرافیایی زیادی با هم داشتند، عنوان نمودند. از آنجا که مبدأ جمع‌آوری بذر نقش مهمی در ویژگی‌های نهال‌های حاصله و به‌خصوص سازگاری و تحمل آنها به تنش‌های محیطی، از جمله خشکی، دارد و با توجه به اینکه بادام کوهی یکی از گونه‌های درختچه‌ای مهم بارزش و با دامنه اکولوژیک وسیع در ایران، به‌ویژه نواحی زاگرسی و ایرانی- تورانی می‌باشد، و همچنین وضعیت نامناسب اکوسیستم جنگلی زاگرس و ضرورت استفاده از گونه‌های درختچه‌ای، باعث توجه بیشتر به این گونه در جنگل‌کاری‌ها شده است. لذا، تحقیق حاضر با هدف بررسی صفات مورفولوژیک نهال و جوانه‌زنی بذر این گونه تحت دو رژیم مختلف آبیاری، به منظور تعیین تنوع بین پنج پروونانس مختلف آن در استان فارس انجام شد.

۲- مواد و روش‌ها

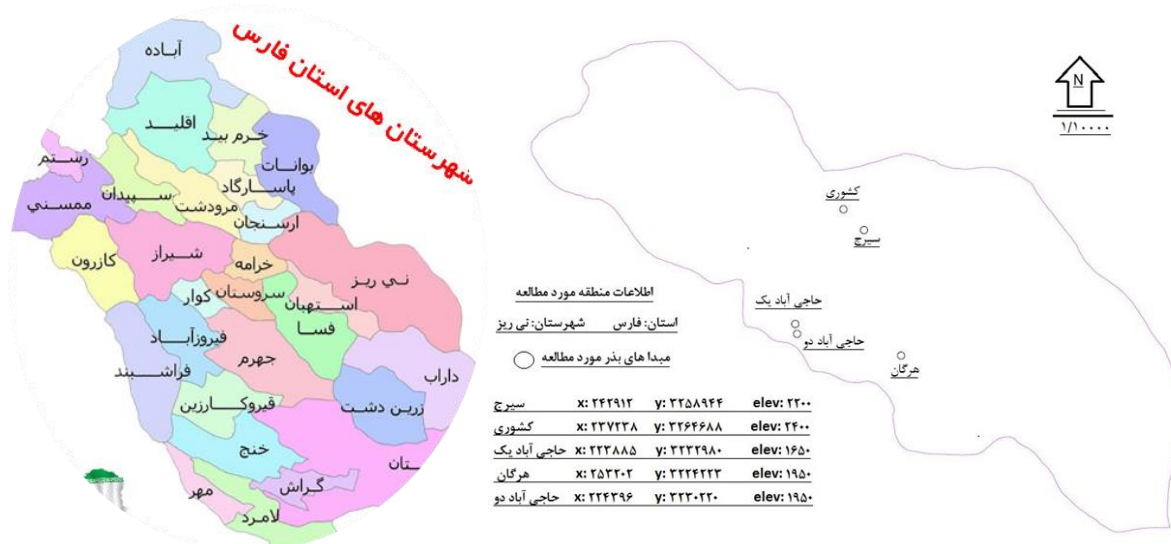
۲-۱- منطقه پژوهش

برای انجام تحقیق حاضر، بذرهای بادام کوهی در پاییز سال ۱۴۰۱ از پنج رویشگاه در شهرستان نیریز استان فارس جمع‌آوری شد (جدول ۱ و شکل ۱). تیمارهای تحقیق شامل پروونانس‌ها یا مبدأهای مختلف بذر (پنج مبدأ بذر) و رژیم‌های مختلف آبیاری (هفته‌ای یکبار و دو هفته یکبار) بود. نهالستان مورد مطالعه در استان فارس با مختصات جغرافیایی X:244430 و Y:3263179 قرار دارد. ارتفاع از سطح دریا ۲۱۵۰ متر، متوسط بارش سالانه ۲۳۴ میلی‌متر، میانگین دمای سالانه ۱۷ درجه سلسیوس و حداکثر و حداقل بارش در ده سال اخیر به ترتیب ۳۱۴ و ۸۱ میلی‌متر است. اقلیم منطقه سردسیر کوهستانی و نوع خاک آن لوم شنی با بافت متوسط و ۲۰ درصد سنگریزه است.

جدول ۱. اطلاعات مبدأهای بذر مورد مطالعه

Table 1. Information of the studied seed sources

شماره مبدأ Seed source number	منطقه جنگلی Forest area	طول جغرافیایی Longitude	عرض جغرافیایی Latitude	ارتفاع از سطح دریا (متر) Altitude (m)
1	سیرج Sirj	242912	3258944	2200
2	کشوری Keshvari	237238	3264688	2400
3	حاجی آباد یک Haji Abad 1	223875	3232980	1650
4	هرگان Horgan	253202	3224223	1950
5	حاجی آباد دو Haji Abad 2	224396	3230220	1950



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی مبدأهای بذر مورد مطالعه

Fig. 1 Geographical location of the studied seed sources

۲-۲- روش کار

بعد از جمع‌آوری بذر بادام کوهی، ابتدا پوست سبز روی بذرها گرفته و در آفتاب خشک شدند. سپس بذرها به مدت ۲۴ ساعت در داخل آب قرار گرفتند و جهت شکستن خواب بذرها از تیمار سرمادهی مرطوب استفاده شد که برای این منظور، بذرها به مدت سه ماه در دمای ۴ درجه سلسیوس در ماسه مرطوب نگهداری شدند. پس از تیمار سه ماهه سرمادهی مرطوب، بذرها به بستر کشت انتقال داده شدند و در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار کاشته شدند. تیمارهای تحقیق شامل مبدأ بذر (پنج مبدأ) و رژیم آبیاری (در دو سطح هفته‌ای یکبار و دو هفته یکبار) بود. بذرهای تیمار شده به تفکیک مبدأ در گلدان-های یکسان کشت شدند، به‌طوری که برای هر مبدأ ۶ گلدان و در مجموع ۳۰ گلدان و در هر گلدان تعداد ۲۰ عدد بذر کاشته شد. سپس، به‌طور یکسان مورد مراقبت و آبیاری قرار گرفتند. لازم به ذکر است که نوبت آبیاری طبق تیمارهای تحقیق انجام شد. اما در هر نوبت آبیاری میزان آب مصرفی بین مواد آزمایشی کاملاً یکسان بود.

بعد از شروع جوانه‌زنی، تعداد بذرهای جوانه‌زده در هر گلدان و پس از چهار ماه، صفات زیر در مورد نونهال‌ها اندازه‌گیری و ثبت شد: ۱- طول اندام هوایی (سانتی‌متر)، ۲- طول ریشه (سانتی‌متر)، ۳- تعداد برگ، ۴- وزن تر اندام هوایی (گرم)، ۵- وزن خشک اندام هوایی (گرم)، ۶- وزن تر ریشه (گرم) و ۷- وزن خشک ریشه (گرم). پس از اندازه‌گیری‌های مربوط به نونهال‌ها در حالت تر، اندام هوایی و ریشه‌ها درون پاکت و در آون با دمای ۷۰ درجه سلسیوس به مدت ۴۸ ساعت قرار داده شدند تا به طور کامل خشک شوند و وزن آن‌ها پس از خشک شدن اندازه‌گیری و ثبت شد. برای اندازه‌گیری صفاتی نظیر طول ساقه و طول ریشه از خط‌کش و صفاتی نظیر وزن تر و خشک ساقه‌ها و ریشه‌ها، از ترازوی دیجیتالی با دقت صدم گرم استفاده شد (Tabandeh Saravi و Rahimi Nasab, ۲۰۱۷).

صفات مربوط به جوانه‌زنی شامل درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، میانگین مدت جوانه‌زنی و بنیه بذر بود که به ترتیب توسط روابط (۱) تا (۴) مندرج در جدول ۲ محاسبه شدند.

جدول ۲. روابط مورد استفاده جهت محاسبه شاخص‌های جوانه‌زنی

Table 2. Formulas used to calculate germination indices

شماره Number	شاخص Parameter	رابطه Formula	منبع Reference
1	درصد جوانه‌زنی Percentage of germination	$GP = (n / N) \times 100$	Tabandeh Saravi and Rahimi Nasab, 2017
2	سرعت جوانه‌زنی Germination rate	$GR = \sum_i^n (n_i / t_i)$	Tabandeh Saravi and Rahimi Nasab, 2017
3	بنیه بذر Seed vigor index	$V_i = (GP * MSH) / 100$	Tabandeh Saravi and Rahimi Nasab, 2017
4	میانگین مدت جوانه‌زنی Mean germination time	$MGT = \sum_i^n (n_i * t_i) / \sum_i^n n_i$	Kulkarni et al., 2007

GP درصد جوانه‌زنی، n تعداد کل بذرهای جوانه زده در طول دوره آزمون، N تعداد کل بذرهای کاشته شده، GR سرعت جوانه‌زنی، n_i تعداد بذرهای جوانه زده در مدت t_i ، t_i تعداد روزهای پس از جوانه‌زنی، V_i بنیه بذر و MSH میانگین طولی گیاهچه (طول ریشه‌چه + طول ساقه‌چه) می‌باشد.

۳-۲- تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

ابتدا توزیع داده‌ها با آزمون کولموگروف-اسمیرنوف مورد ارزیابی قرار گرفت و مشخص شد که توزیع کلیه داده‌ها از توزیع نرمال پیروی می‌کند. به منظور بررسی اثر مبدأ بذر و رژیم آبیاری و اثر متقابل آنها از آزمون تجزیه واریانس دو طرفه با مدل فاکتوریل و در قالب طرح کاملاً تصادفی استفاده شد. گروه‌بندی میانگین‌های مبدأ بذر و اثر متقابل مبدأ بذر و دور آبیاری توسط آزمون چنددامنه‌ای دانکن و مقایسه میانگین اثر دور آبیاری که شامل دو سطح بود توسط آزمون تی مستقل انجام شد. برای انجام کلیه تجزیه و تحلیل‌ها از نرم‌افزار آماری SPSS استفاده شد.

۳- نتایج

نتایج تجزیه و تحلیل واریانس نشان داد که اثر مبدأ بذر بر درصد جوانه‌زنی، میانگین مدت جوانه‌زنی، بنیه بذر، طول اندام هوایی، طول ریشه و تعداد برگ معنی‌دار بود. دور آبیاری نیز بر درصد جوانه‌زنی، میانگین مدت جوانه‌زنی، بنیه بذر، زنده‌مانی و طول اندام هوایی اثر معنی‌دار نشان داد. همچنین، اثر متقابل مبدأ بذر و دور آبیاری بر طول اندام هوایی معنی‌دار بود (جدول ۳).

جدول ۳. میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس اثر مبدأ بذر و دور آبیاری بر صفات مورد مطالعه

Table 2. Mean square obtained from the variance analysis of the effect of seed source and irrigation regime on the studied characteristics

صفات Characteristics	مبدأ بذر Seed source	دور آبیاری Irrigation regime	اثر متقابل Interaction effect	خطا Error
درصد جوانه‌زنی Germination percentage	0.010**	0.090**	0.000 ^{ns}	0.002
سرعت جوانه‌زنی Germination rate	5.295 ^{ns}	2.523 ^{ns}	8.078 ^{ns}	2.362
میانگین مدت جوانه‌زنی Means germination time	1.372*	61.359**	0.360 ^{ns}	0.154
بنیه بذر Seed vigor index	93.716**	451.244**	13.575 ^{ns}	12.654
زنده‌مانی Survival	2.717 ^{ns}	48.133**	2.717 ^{ns}	1.800

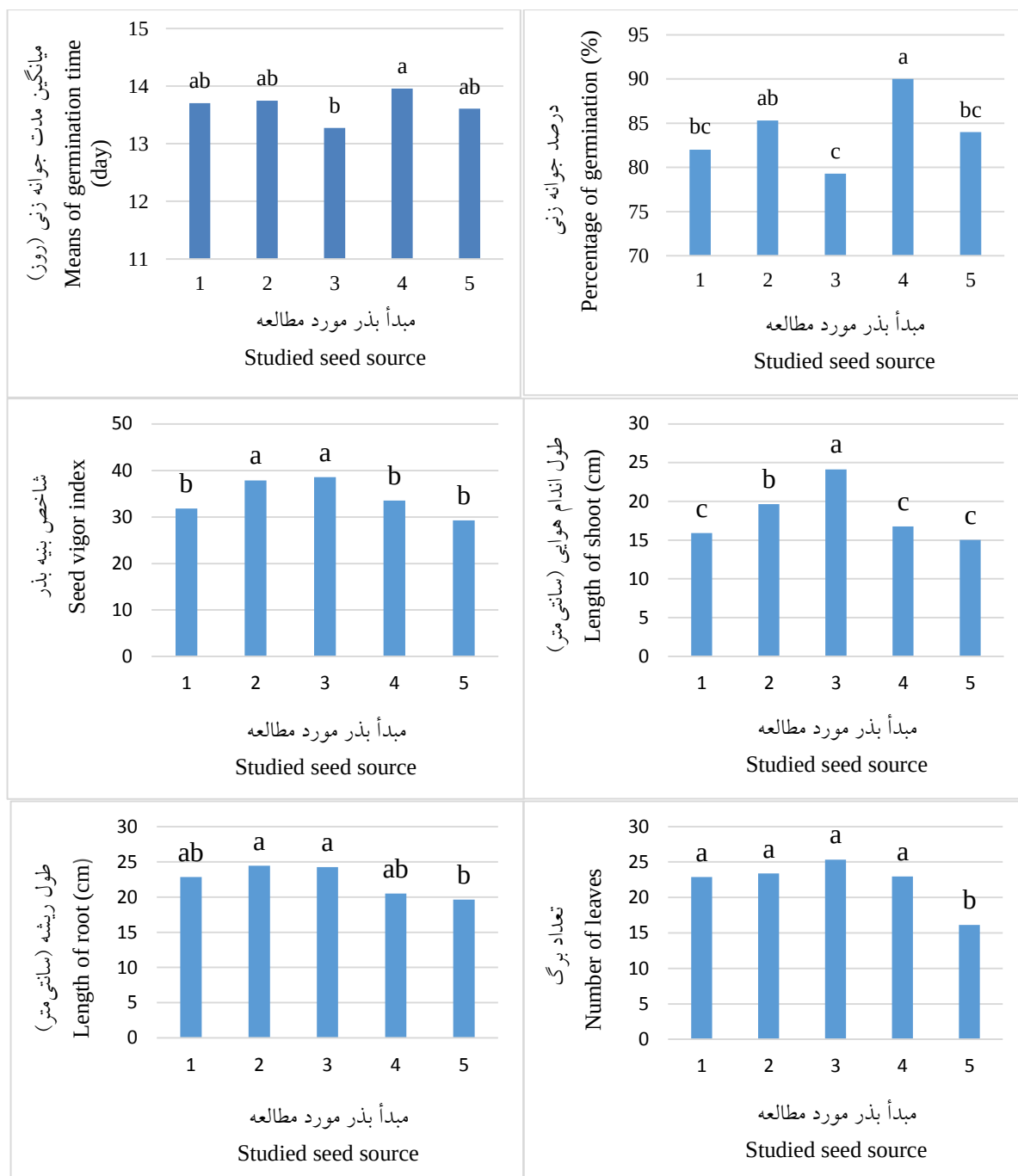
طول اندام هوایی	82.095 ^{**}	26.115 ^{**}	9.828 [*]	2.428
Shoot length				
طول ریشه	28.631 [*]	33.623 ^{ns}	10.314 ^{ns}	9.852
Root length				
تعداد برگ	73.669 [*]	50.700 ^{ns}	39.315 ^{ns}	19.735
Number of leaves				
وزن تر اندام هوایی	0.037 ^{ns}	0.071 ^{ns}	0.130 ^{ns}	0.059
Fresh weight of shoot				
وزن خشک اندام هوایی	0.003 ^{ns}	0.013 ^{ns}	0.014 ^{ns}	0.013
Dry weight of shoot				
وزن تر ریشه	0.003 ^{ns}	0.010 ^{ns}	0.021 ^{ns}	0.011
Fresh weight of root				
وزن خشک ریشه	0.000 ^{ns}	0.001 ^{ns}	0.006 ^{ns}	0.003
Dry weight of root				

*, **, و ns به ترتیب نشان‌دهنده معنی‌داری در سطوح ۰/۰۵، ۰/۰۱ و بدون اختلاف معنی‌دار

*, **, and ns, indicates significance at 0.05 and 0.01 levels and no significant difference, respectively

نتایج مقایسه میانگین اثر مبدأ بذر بر صفات مورد مطالعه نشان داد که بذرهای حاصل از مبدأ هرگان و پس از آن کشوری بیشترین درصد جوانه‌زنی را داشتند. از نظر میانگین مدت جوانه‌زنی نیز مبدأ حاجی‌آباد یک کمترین مقدار را به خود اختصاص داد. همچنین، مبدأهای کشوری و حاجی‌آباد یک بیشترین میانگین بنیه بذر، طول اندام هوایی و طول ریشه را نشان دادند. در خصوص صفت تعداد برگ نیز نهال‌های حاصل از مبدأ حاجی‌آباد دو دارای کمترین میانگین بودند؛ اما تفاوت معنی‌داری بین چهار مبدأ دیگر مشاهده نشد (شکل ۲).

نتایج مقایسه میانگین اثر دور آبیاری بر صفات درصد جوانه‌زنی، میانگین مدت جوانه‌زنی، بنیه بذر، زنده‌مانی و طول اندام هوایی حاکی از آن بود که آبیاری هفته‌ای یکبار به طور معنی‌داری میانگین مدت جوانه‌زنی را کاهش و سایر صفات را افزایش داد (شکل ۳). نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل مبدأ بذر و دور آبیاری نشان داد که بیشترین طول اندام هوایی مربوط به مبدأ بذر حاجی‌آباد یک با آبیاری هفته‌ای یکبار بود (شکل ۴).



شکل ۲. گروه‌بندی میانگین اثر مبدأ بذر بر صفات مورد مطالعه

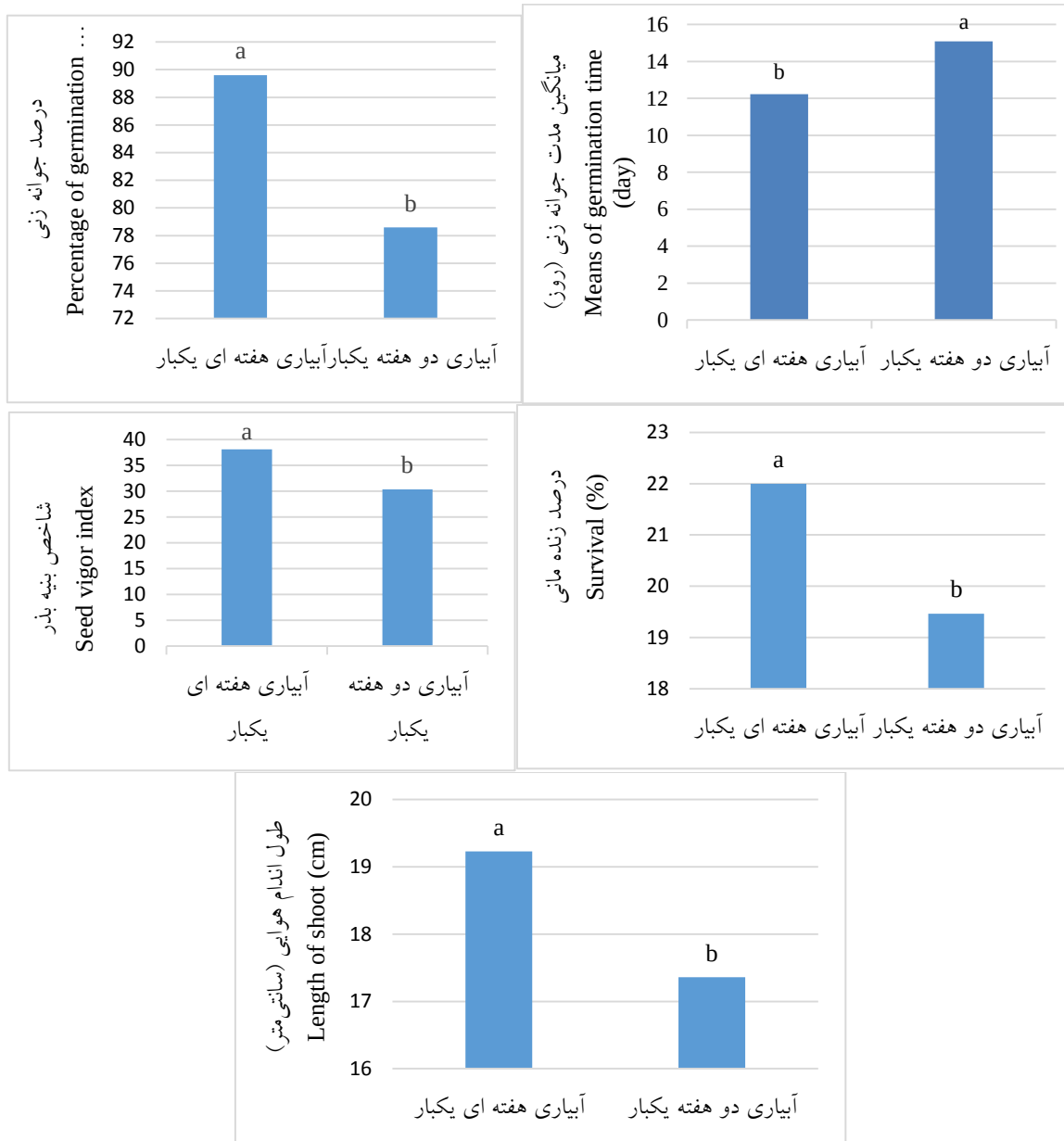
Fig. 2 Grouping the mean of seed source effect on the studied traits

۱، ۲، ۳، ۴ و ۵ به ترتیب مبدأ سیرج، کشوری، حاجی‌آباد ۱، هرگان و حاجی‌آباد ۲ است.

وجود حداقل یک حرف مشترک در گروه‌بندی مبدأهای بذر نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین آنها است.

1, 2, 3, 4 and 5 are the provenance of Sirj, Keshvari, Haji-Abad 1, Horgan and Haji-Abad 2, respectively.

Presence of at least one common letter in the grouping of seed sources indicates absence of significant differences between them.

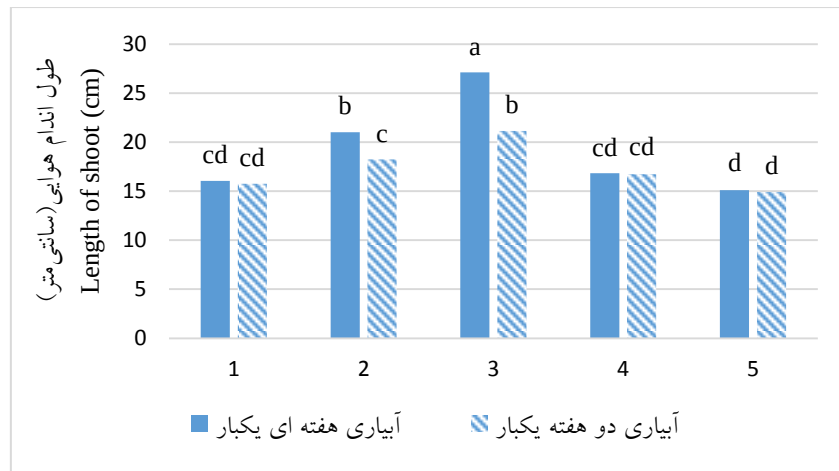


شکل ۳. گروه‌بندی میانگین اثر دور آبیاری بر صفات مورد مطالعه

Fig. 3 Grouping the mean of irrigation regime effect on the studied traits

وجود حداقل یک حرف مشترک در گروه‌بندی مبدأهای بذر نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین آنها است.

Presence of at least one common letter in the grouping of seed sources indicates absence of significant differences between them.



شکل ۴. گروه‌بندی میانگین اثر متقابل مبدأ بذر و دور آبیاری بر طول اندام هوایی

Fig. 4 Grouping the mean of interaction effect of seed source and irrigation regime on the studied traits

۱، ۲، ۳، ۴ و ۵ به ترتیب مبدأ سیرج، کشوری، حاجی‌آباد ۱، هرگان و حاجی‌آباد ۲ است.

وجود حداقل یک حرف مشترک در گروه‌بندی مبدأهای بذر نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین آنها است.

1, 2, 3, 4 and 5 are the provenance of Sirj, Keshvari, Haji-Abad 1, Horgan and Haji-Abad 2, respectively.

Presence of at least one common letter in the grouping of seed sources indicates absence of significant differences between them.

۴- بحث

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که اثر مبدأ بذر بر خصوصیات رشد طولی ریشه و ساقه و همچنین درصد جوانه‌زنی، میانگین مدت جوانه‌زنی، بنیه بذر، زنده‌مانی و تعداد برگ اثر معنی‌دار داشت. در خصوص اثر مبدأ بذر بر صفات رویشی نهال‌های بادام کوهی در ایران تحقیقات کمی صورت گرفته است. از جمله، Babaeiyan و همکاران (۲۰۱۸) در یک آزمون توأم پرووانس و نتاج، هفت جمعیت از گونه بادام کوهی را در استان فارس مورد مطالعه قرار دادند و مشاهده نمودند که برای همه صفات مورد مطالعه، تفاوت‌های معنی‌دار میان جمعیت‌ها وجود داشت. همچنین، جمعیت‌هایی که عملکرد رویشی بهتری داشتند را معرفی کردند. همچنین، با استفاده از نشانگرهای مولکولی SSR تنوع گسترده‌ای در جمعیت‌های بادام کوهی توسط Mehdigholi و همکاران (۲۰۱۳) مطالعه شد. ایشان تنوع ژنتیکی بین جمعیت‌های بادامک را ناشی از سازگاری با شرایط محلی در جمعیت‌هایی که در فواصل زیادی از هم قرار دارند، دانسته‌اند.

به طور کلی، پارامترهای رشد گیاه در گونه‌های مختلف عملکردهای متفاوتی در برابر اثرات مبدأ بذر و شرایط مختلف اکولوژیک دارند (Pelleschi و همکاران، ۱۹۹۷) در برخی تحقیقات مشخص شده که مقادیر پارامترهای رشد گیاهی در شرایط اکولوژیک مختلف متفاوت است. اما رشد ریشه حساسیت کمتری نسبت به رشد اندام هوایی در برابر عوامل بوم‌شناسی دارد (Schulze و همکاران، ۱۹۸۳؛ Osorio و همکاران، ۱۹۹۸؛ Xu و Hsiao، ۲۰۰۰). در رابطه با اثر مبدأ بذر بر جوانه‌زنی نهال‌های درختان جنگلی، پژوهش‌های زیادی انجام شده است که نتایج اکثر این مطالعات نشان از اثر معنی‌دار مبدأ بذر بر خصوصیات رویشی نهال‌های درختان جنگلی دارد. به عنوان مثال، Ginwal و همکاران (۲۰۰۵) در پژوهش خود دریافتند که مبدأ بذر تأثیر معنی‌داری روی صفات جوانه‌زنی از جمله درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی و نیز صفات طول و وزن خشک و رشد نونهال‌های گونه جاتروفا (*Jatropha curcas*) داشت. Zeynali Yadegari و Seyedi (۲۰۱۹) نیز در خصوص گونه بلوط ایرانی گزارش کردند که اثر مبدأ بذر بر صفات جوانه‌زنی و رویشی اثر معنی‌دار داشت. طی مطالعه ایشان مشخص شد که اثر مبدأ بذر بر وزن تر و خشک اندام هوایی معنی‌دار بود؛ اما بر صفات ریشه اثر معنی‌داری نداشت.

همچنین، نتایج تحقیقی دیگر در مورد تغییرات سبز شدن بذر یک گونه بلوط (*Quercus dentate*) کاشته شده در نهالستان نیز نشان داد که بذره‌های جمع‌آوری شده از مبدأها و ارتفاعات مختلف از جوانه‌زنی، رشد، عملکرد و بازدهی تولید متفاوتی برخوردارند (Isik, ۱۹۸۶؛ Todaria و Negi, ۱۹۹۵). در پژوهش Varelides و همکاران (۲۰۰۱) و همچنین Chauhan و همکاران (۱۹۹۶) در بررسی اثرات مبدأ بذر بر جوانه‌زنی ۱۷ پروونانس از کاج سیاه (یونان، ترکیه، کورسیکا و کالابریا) در سه رویشگاه مختلف در شمال یونان، نیز به اثرات معنی‌دار رویشگاه-مبدأ بذر اشاره داشتند. نتایج تحقیق Eslami و همکاران (۲۰۱۶) روی گونه توسکا و Arjmand و همکاران (۲۰۱۸) روی گونه افاقیا نیز حاکی از وجود تفاوت معنی‌دار بین مبدأهای ارتفاعی مورد مطالعه بود.

نتایج تحقیق حاضر همچنین حاکی از آن بود که در مجموع، نهال‌های حاصل از بذره‌های جمع‌آوری شده از مبدأ حاجی‌آباد یک با ارتفاع از سطح دریای پایین‌تر از سایر مبدأهای مورد مطالعه (۱۶۵۰ متر از سطح دریا) و سپس مبدأ هرگان (ارتفاع ۱۹۵۰ متر از سطح دریا) و کشوری (ارتفاع ۲۴۰۰ متر از سطح دریا) جوانه‌زنی، رشد و استقرار بهتری داشتند. علت این امر را می‌توان به شرایط ارتفاعی یا طول و عرض جغرافیایی مبدأ بذر مربوط دانست. با توجه به اینکه مبدأ بذر حاجی‌آباد یک و هرگان در کلاس ارتفاعی کمتر قرار گرفته‌اند، احتمالاً شرایط اقلیمی ناشی از آن باعث تفاوت در میانگین رشد نهال‌های حاصل از بذره‌های این دو مبدأ نسبت به سایر پروونانس‌ها شده است. در این خصوص، Temel و همکاران (۲۰۱۱) با مطالعه جوانه‌زنی بذره‌های کاج سیاه به نتایج مشابهی رسیده و اعلام کردند که خصوصیات جوانه‌زنی با شرایط محیطی منابع بذر از جمله رطوبت مرتبط است. Pounders و همکاران (۲۰۰۴) نیز طی مطالعه روی بذره‌های دو گونه بلوط (*Quercus phellos* و *Q. shumardii*) نتیجه گرفتند که نهال‌های حاصل از بذره‌های مناطق گرم‌تر نسبت به نهال‌های حاصل از مناطق سردتر رشد بیشتری داشتند. پژوهش‌های Isik (۱۹۸۶) در مورد کاج بروسیا و Tabari و همکاران (۲۰۰۷) در مورد پلت نشان داد که بذره‌های با مبدأ ارتفاعات بالاتر (سردتر) دارای جوانه‌زنی کمتر و نهال‌های کوچکتری در مقایسه با بذره‌های با مبدأ ارتفاعات پایین و میانی (گرم‌تر) هستند که چنین اختلافاتی را احتمالاً به تفاوت بودن شرایط و منابع محیطی مبدأ بذر مانند مواد غذایی، نور یا آب، که گیاهان مادری طی فصل رشد در اختیار دارند، مربوط دانستند. همچنین Mataji و همکاران (۲۰۱۶) در خصوص گونه بلوط ایرانی گزارش نمودند که اثر مبدأ بذر بر زنده‌مانی و رویش نهال‌ها معنی‌دار بوده، به‌طوری که با افزایش ارتفاع، این خصوصیات کاهش یافت.

نتایج پژوهش Yusefzadeh و همکاران (۲۰۰۵) نیز در مورد اثرات مبدأ بذر نشان داد که جوانه‌زنی بذر گونه افراپلت بین مبدأهای مختلف متفاوت بود، به‌طوری که مبدأهای ارتفاعات پایین‌تر دارای جوانه‌زنی بیشتری نسبت به بذره‌های ارتفاعات بالاتر بودند. این موضوع می‌تواند به فیزیولوژی و نیازهای متعادل رطوبت، نور و گرمای بذر در هر مبدأ و همین‌طور خصوصیات ژنتیکی آنها مربوط شود. در یک پژوهش دیگر، Alvaninejad و همکاران (۲۰۰۹) نیز دریافتند که درصد سبز شدن بذر بلوط ایرانی متأثر از مبدأ (ارتفاع از سطح دریا) بذر است؛ به‌طوری که بذره‌های ارتفاعات بالا در مقایسه با بذره‌های ارتفاعات پایین و میانی از سرعت سبز شدن کمتر ولی از میانگین مدت سبز شدن بیشتری برخوردار بودند. این تفاوت نشان‌دهنده این است که بذره‌های مبدأهای گرم‌تر (پایین‌تر) به زمان کمتری برای سبز شدن نیاز دارند و هرچه این زمان کمتر باشد، موجب می‌شود که گیاهچه زودتر مستقر شده و از منابع و شرایط محیط بیشتر استفاده نماید. Faraji و همکاران (۲۰۲۱) نیز طی تحقیقی روی گونه راش شرقی نشان دادند که ارتفاع از سطح دریا یکی از عوامل تأثیرگذار و مهم بر استقرار زادآوری و رشد نهال‌ها محسوب می‌شود.

در خصوص عدم کاهش رشد مشاهده شده در نهال‌های حاصل از مبدأ با ارتفاع ۲۴۰۰ متر از سطح دریا در تحقیق حاضر، می‌توان به پژوهش Nadi و همکاران (۲۰۱۷) در مورد نهال‌های گونه کیکم اشاره نمود. با توجه به عدم کاهش رشد نهال‌های این گونه در منطقه مرتفع‌تر، ایشان علت را به مقاومت آن گیاه نسبت به خشکی و سرما مربوط دانستند. با توجه به اینکه گونه

بادام کوهی در زمره درختانی است که رویشگاه اصلی آنها خاک‌های شنی و محیط‌های فقیر از عناصر غذایی است (Sardabi, ۱۹۹۸). لذا احتمالاً مقاومت گیاه در برابر شرایط محیطی سخت و همچنین توسعه بیشتر سیستم ریشه‌ای در نهال‌های واقع در ارتفاعات بالاتر، به ویژه در مرز درختی جهت جذب بهتر مواد غذایی و آب (Korner, 1998; Blodner و همکاران، ۲۰۰۵) باعث شده است که نهال‌های مناطق مرتفع‌تر (مبدأ کشوری) کاهش رشد معنی‌داری نسبت به دیگر جمعیت‌ها نشان ندهند.

۵- نتیجه‌گیری

نتایج تحقیق پیش رو اهمیت و اثر مبدأ جمع‌آوری بذر در جوانه‌زنی و رشد و استقرار نهال‌های بادام کوهی را نشان داد. بر این اساس، پیشنهاد می‌شود که با توجه به کاهش معنی‌دار عملکرد بذر مبدأهای سیرج و حاجی آباد دو، استفاده از بذر مبدأ حاجی آباد یک برای تولید نهال بادام کوهی در منطقه مورد مطالعه در اولویت قرار گیرد و بعد از آن جمعیت‌های کشوری و هرگان توصیه می‌شوند. همچنین، با توجه به جوانه‌زنی و رشد مطلوب‌تر نهال‌های بادام کوهی آبیاری شده به صورت هفته‌ای یکبار نسبت به دو هفته یکبار، می‌توان نتیجه گرفت که در دوره نونهالی و در مرحله تولید نهال در نهالستان، دور آبیاری در رشد و استقرار نهال‌های این گونه اهمیت دارد و پیشنهاد می‌شود در نهالستان مورد مطالعه و نیز شرایط مشابه از آبیاری حداقل هفته‌ای یکبار جهت موفقیت بیشتر تولید نهال استفاده شود.

۶- داده‌ها و اطلاعات

مبنای داده‌ها و اطلاعات مقاله حاضر، پایان‌نامه کارشناسی ارشد نویسنده اول است.

۷- تعارض منافع

در این مقاله، تعارض منافی وجود ندارد و این مسأله مورد تأیید همه نویسندگان است.

۸- مشارکت نویسندگان

این مقاله از پایان‌نامه محمدجواد تقی‌پور مستخرج شده و توسط آفاق تابنده ساروی به عنوان استاد راهنما نوشته شده است. لذا نفر اول در نگارش مقاله ۴۰ درصد، نفر دوم ۴۰ درصد و سایر نفرات به عنوان مشاور پایان‌نامه، هر کدام ۱۰ درصد مشارکت داشته‌اند.

۹- اصول اخلاقی

نویسندگان، اصول اخلاقی را در انجام و انتشار این اثر علمی رعایت نموده‌اند و این موضوع مورد تأیید همه آنها می‌باشد.

۱۰- حمایت مالی

این مقاله حاصل نتایج بخشی از پایان‌نامه ارشد می‌باشد که تحت حمایت مالی دانشگاه یزد در قالب گرنت دانشجوی و گرنت استاد راهنما انجام گردیده است.

۱۱- مراجع

1. Alvaninejad, S., Tabari, M., Taghvaei Espahbodi, K., & Hamzehpur, M. (2009). Effect of desiccation on germination and vigor of Manna Oak (*Quercus brantii* Lindl.) acorns. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 16(4), 574-582. [In Persian]
2. Arjmand, K., Moshki, A., Ravanbakhsh, H., Mollashahi, M., & Kianian, M. K. (2018). Effect of provenance, mechanical and chemical treatments on seed viability and germination rate of *Robinia pseudoacacia*. *Iranian Journal of Seed Science and Research*, 5(2), 71-81. [In Persian]
3. Babae, F., Jalali, S. G., & Azadfar, D. (2010). Genetic variation investigation on *Zelkova, carpinifolia*, from three Iranian north lowland habitats using leaf peroxidase. *Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research*, 18(1), 83-92. [In Persian]
4. Babaeiyan, M., Azadfar, D., Pahlevani, M. H., Saedi, Z., & Arzanesh, M. H. (2018). Genetic variation and heritability of *Amygdalus scoparia* Spach. populations in Fars province. *Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research*, 26(1), 84-100. [In Persian]
5. Blödner, C., Skroppa, T., Johnsonand, O., & Polle, A. (2005). Freezing tolerance in two Norway spruce (*Picea abies* [L.] Karst.) Progenies is physiologically correlated with drought tolerance. *Journal of Plant Physiology*, 162, 549-558.
6. Bu, H., Du, G., Chen, X., Xu, X., Liu, K., & Wen, S. (2008). Communitywide germination strategies in an Alpine meadow on the eastern Qinghai-Tibet plateau: Phylogenetic and life history correlates. *Plant Ecology*, 195, 87-98.
7. Chauhan, S., Negi, A. K., & Todaria, N. P. (1996). Effect of provenance variation and temperature on seed germination of *Alnus nepalensis*. *Plant Physiology and Biochemistry*, 23(1), 94-95.
8. Emam, M., Asadi-Korom, F., Mirzaee-Nodoushan, H., Jaymand, K., & Ghamari-Zare, A. (2014). Investigation of genetic variation of *Amygdalus scoparia* L. genotypes using some morphological, biochemical and seed storage proteins characteristics. *Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research*, 22(1), 34-42. [In Persian]
9. Eslami, A., Naseri, B., & Khazayei, J. (2016). Investigation of physical and physiological characteristics of *Alnus subcordata* C. A. MEY (Case study: Golband Forestry Design, Mazandaran, Nowshahr). *Journal of Plant Research (Biology Journal)*, 29(3), 475-483. [In Persian]
10. Faraji, F., Eshaghi Rad, J., Parhizkar, P., & Manthey, M. (2021). Quantitative characteristics of regeneration in natural and harvested made canopy gaps in different elevations in oriental beech (*Fagus orientalis*) forests. *Journal of Forest Research and Development*, 6(4), 661-678. [In Persian]
11. Ginwal, H. S., Phartyal, S. S., Rawat, P. S., & Srivastava, R. L. (2005). Seed source variation in morphology, germination and seedling growth of *Jatropha curcas* linn. in central India. *Silvae Genetica*, 54(2), 76-80.
12. Hsiao, T. C., & Xu, L. K. (2000). Sensitivity of growth of roots versus leaves to water stress: Biophysical analysis and relation to water transport. *Journal of Experimental Botany*, 51, 1595-1616.
13. Isik, K. (1986). Altitudinal variation in *Pinus brutia* Ten., seed and seedling characteristics. *Silvae Genetica*, 35, 2-3.
14. Jahanbazy Goujani, H., Hosseini Nasr, S. M., Sagheb-Talebi, Kh., & Hojjati, S. M. (2013). Effect of drought stress induced by altitude, on four wild almond species. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 21(2), 373-386. [In Persian]
15. Körner, C. (1998). A re-assessment of high elevation tree line positions and their explanation. *Oecologia*, 115, 445-459.
16. Kulkarni, M. G., Street, R. A., & Staden, J. V. (2007). Germination and seedling growth requirements for propagation of *Dioscorea dregeana* (Kunth) Dur. and Schinz-A tuberous medicinal plant. *South African Journal of Botany*, 33, 131-137.
17. Mataji, A., Abdi, F., Etemad, V., & Kiadaliry, H. (2016). Effects of seed origin on survival morphology and growth of Iranian oak (*Quercus brantii* Lindl.). *Iranian Journal of Forest*, 8(1), 11-22. [In Persian]
18. Mehdigholi, K., Sheidai, M., Niknam, V., Attar, F. and Noormohammadi, Z. (2013). Population structure and genetic diversity of *Prunus scoparia* in Iran. *Annales Botanici Fennici*, 50, 327-336.
19. Nadi, N., Tabandeh Saravi, A., & Kiani, B. (2017). Seed source and parental tree effects on germination rate and seedling growth of *Acer monspessulanum* (Case study: Chenarnaz forest in Southern of Yazd province). *Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research*, 25(1), 123-134. [In Persian]
20. Osorio, J., Osorio, M. L., Chaves, M. M., & Pereira, J. S. (1998). Water deficits are more important in delaying growth than in changing patterns of carbon allocation in *Eucalyptus globulus*. *Tree Physiology*, 18, 363-373.
21. Pelleschi, S., Rocher, J. P., & Prioul, J. L. (1997). Effect of water restriction on carbohydrate metabolism and photosynthesis in mature maze leaves. *Plant Cell Environment*, 20, 493-503.
22. Pounders, C., Fare, D. C., & Cheatham, C. (2004). Provenance and production location affects growth and quality of *Quercus phellos* and *Q. shumardii* seedlings. *Journal of Environmental Horticulture*, 22, 202-208.

23. Rawat, K., & Bakshi, M. (2011). Provenance variation in cone, seed and seedling characteristics in natural populations of *Pinus wallichiana* A.B. Jacks (Blue Pine) in India. *Annals of Forest Research*, 54(1), 39-55.
24. Sardabi, H. (1998). Compatibility of different species of eucalyptus and pine in the lowland and coastal areas of eastern Mazandaran. *Forests and Rangelands*, 193, 133-133. [In Persian]
25. Schulze, E. D., Schilling, K., & Nagarajah, S. (1983). Carbohydrate partitioning in relation to whole plant production and water use of *Vigna unguiculata* (L.) Walp. *Oecologia*, 58, 169-177.
26. Tabandeh Saravi, A., & Rahimi Nasab, A. (2017). Effect of seed source on germination and morphology of Iranian oak seeds (*Quercus libani* Lindle.). *Journal of Forest Research and Development*, 3(3), 91-106. [In Persian]
27. Tabari, M., Yusefzadeh, H., Espahbodi, K., & Jalali, Gh. (2007). Provenance effect on growth of *Acer velutinum* Boiss. *Research and Construction Journal*, 73, 189-194. [In Persian]
28. Tajamolian, M., Sodaee Zadeh, H., & Rad, M. (2014). Effect of salinity and seed provenance on germination of rangeland plant *Fortuynia bungei* Boiss. *Journal of Plant and Ecosystem Science*, 9(35), 77-85.
29. Tavakoli Neko, H., Pourmeydani, A., Adnani, S. M., & Sagheb-Talebi, Kh. (2012). Impact of some important ecological factors on presence of Mountain Almond (*Amygdalus scoparia* Spach.) in Qom province, Iran. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 19(4), 523-542. [In Persian]
30. Temel, F., Gulcu, S., Olmez, Z., & Gokturk, A. (2011). Germination on Anatolian Black Pine (*Pinus nigra* subsp. *Pallasiana*) seeds from the Lakes Region of Turkey: Geographic variation and effect of storage. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 39(1), 267-274.
31. Todaria, N. P., & Negi, A. K. (1995). Effect of elevation and temperature on seed germination of some Himalayan tree species. *Plant Physiology and Biochemistry*, 22(2), 178-182.
32. Varelides, C., Brofas, G., & Varelides, Y. (2001). Provenance variation in *Pinus nigra* at three sites in Northern Greece. *Annals of Forest Sciences*, 58, 893-900.
33. Yusefzadeh, H., Tabari, M., Jalali, Gh., & Espahbodi, K. (2005). Effect of seed origin on Ziyatud and Early Maple conditions (*Acer velutinum* Boiss). *Research and Construction*, 73, 189-194. [In Persian]
34. Zarafshar, M., Akbarinia, M., Sattarian, A., & Hosseini, S. M. (2009). Endocarp diversity of *Celtis australis* L. with Iran and Northern Africa ecotypes. *Journal of Wood & Forest Science and Technology*, 16(4), 109-114. [In Persian]
35. Zeynali Yadegari, L., & Seyedi, N. (2019). Effect of altitude on seed germination and biomass of *Quercus brantii*. *Journal of Forest Research and Development*, 5(3), 405-417. [In Persian]