

(OPEN ACCESS)

**Germination and emergence characteristics of different cultivars
of *Vicia sativa*, *V. villosa* and *V. dasycarpa* in response
to some environmental factors**

**Samira Asgari¹, Iraj Nosratti^{*2}, Iraj Tahmasebi³, Sirvan Babaei⁴,
Stéphane Cordeau⁵**

1. Ph.D. Student in Physiology of Crop Plants, Dept. of Agronomy and Plant Breeding, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran. E-mail: samira_asgari62@yahoo.com
2. Corresponding Author, Associate Prof., Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Razi University, Kermanshah, Iran. E-mail: irajnosratti@gmail.com
3. Assistant Prof., Dept. of Agronomy and Plant Breeding, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran. E-mail: i.tahmasebi@uok.ac.ir
4. Assistant Prof., Dept. of Agronomy and Plant Breeding, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran. E-mail: s.babaei@uok.ac.ir
5. Assistant Prof. at the French National Research Institute for Agriculture, Food and Environment, France. E-mail: stephane.cordeau@inrae.fr

Article Info	ABSTRACT
Article type: Full Length Research Paper	Background and Objectives: Usage cover crops from <i>Vicia</i> genus is one of the common methods of weed suppression, which provides many ecosystem services in agricultural fields. One of the major barriers to the use of vetch species as cover crops is the problems related to their seed germination. Therefore, the purpose of this study was to determine the response of germination and emergence of seeds of some species of vetch to environmental factors including temperature, humidity, salinity, and sowing depth.
Article history: Received: 10.16.2024 Revised: 11.05.2024 Accepted: 12.11.2024	
Keywords: Burial depth, Salinity, Temperature, Vetch, Water stress	Materials and Methods: This experiment was conducted as a completely randomized design with 3 replications In the agriculture laboratory of Agriculture and Natural Resources Campus, Razi University in 2023. In this experiment the effect of different constant temperature regimes (5, 10, 15, 20, 25, 30 °C) and different salinity oncentrations (0, 4, 8, 16, 32, 64, 128, 256 mM sodium chloride) and water stress (0,-0.2, -0.4, -0.6, -0.8, -1, -1.2, -1.4 MPa) on the seed germination of different species/cultivar of <i>Vicia</i> was evaluated. In addition, the effect of the depth of burial (0, 2, 4, 6, 8, 10 cm) in the soil on the emergence of the seedlings of these species/cultivar in the greenhouse was evaluated.
	Results: The results of this study showed that the highest percentage of germination of different species was obtained at 25 °C and among them 100% germination was obtained only in <i>V. sativa</i> (Arak variety). On the other hand, with the increase of salt concentration, the germination rate decreased and the fitting of the equation showed that the highest percentage of germination was observed at salinity levels below 32 mM and <i>V. dasycarpa</i> showed more sensitivity to salinity when compared to other species. Fitting equation to the data obtained from the effect of drought on the germination percentage of different varieties of vetch showed that the

highest percentage of germination was achieved at osmotic stress lower than -0.2 MPa. *V. villosa* species showed highest sensitivity to osmotic stress. Results of the effect of the depth of burial in the soil on the percentage of emergence showed that the percentage of emergence decreased with the increase of burial depth, and this decrease was accompanied by a steep slope in the depths between 2 and 8 cm.

Conclusion: The findings of the present research show that studied vetch species in current study are warm season and the best germination temperature for their seed germination is 25 °C. Furthermore, results showed that the highest percentage of germination was at salinity levels below 32 mM and with the increase of burial depth, the percentage of emergence decreased.

Cite this article: Asgari, Samira, Nosratti, Iraj, Tahmasebi, Iraj, Babaei, Sirvan, Cordeau, Stéphane. 2025. Germination and emergence characteristics of different cultivars of *Vicia sativa*, *V. villosa* and *V. dasycarpa* in response to some environmental factors. *Journal of Plant Production Research*, 32 (3), 81-96.



© The Author(s).

DOI: 10.22069/jopp.2024.22605.3161

Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

ویژگی‌های جوانه‌زنی و سبز شدن ارقام مختلف گونه‌های *Vicia sativa* (ماشک معمولی)، *Vicia villosa* (ماشک گل خوشه‌ای) و *Vicia dasycarpa* (ماشک نرم) در پاسخ به برخی عوامل محیطی

سمیرا عسگری^۱، ایرج نصرتی^{۲*}، ایرج طهماسبی^۳، سیروان بابایی^۴، استفان کوردئو^۵

۱. دانشجوی دکتری فیزیولوژی گیاهان زراعی، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران. رایانامه: samira_asgari62@yahoo.com
۲. نویسنده مسئول، دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران. رایانامه: irajnosratti@gmail.com
۳. استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران. رایانامه: i.tahmasebi@uok.ac.ir
۴. استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران. رایانامه: s.babaei@uok.ac.ir
۵. استادیار مؤسسه تحقیقات ملی فرانسه برای کشاورزی، غذا و محیط‌زیست، فرانسه. رایانامه: stephane.cordeau@inrae.fr

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله:	سابقه و هدف: کاربرد گیاهان پوششی جنس ماشک یکی از روش‌های کنترل علف‌های هرز
مقاله کامل علمی- پژوهشی	است که مزایای متعددی را در زمین‌های کشاورزی به دنبال دارد. از موانع عمده کاربرد گیاهان
تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۷/۲۵	جنس ماشک مشکلات مربوط به جوانه‌زنی بذرهاست؛ بنابراین هدف از انجام این مطالعه
تاریخ ویرایش: ۱۴۰۳/۰۸/۱۵	تعیین پاسخ جوانه‌زنی و سبز شدن بذور برخی گونه‌های جنس ماشک به عوامل محیطی شامل
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۹/۲۱	دما، رطوبت و شوری است.
واژه‌های کلیدی:	مواد و روش‌ها: این پژوهش در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در آزمایشگاه زراعت
خشکی،	پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه رازی در سال ۱۴۰۱ انجام شد و در آزمایش‌های
دما،	جداگانه، تأثیر رژیم‌های دمایی مختلف (۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰ درجه سانتی‌گراد) و سطوح
شوری،	مختلف شوری (۰، ۴، ۸، ۱۶، ۳۲، ۶۴، ۱۲۸، ۲۵۶ میلی‌مولار کلرید سدیم) و رطوبت (۰، ۲۰، ۴۰،
عمق کاشت،	۶۰/۴، ۶۰/۶، ۶۰/۸، ۶۰/۱۰، ۶۰/۱۲، ۶۰/۱۴- مگاپاسکال) و تأثیر عمق کاشت (۲۰، ۴، ۶، ۸، ۱۰ و ۱۲
ماشک	سانتی‌متر) بر جوانه‌زنی بذرها و سبز شدن دانه‌های گونه‌های <i>Vicia sativa</i> (ارقام آذربایجان، اراک
	و اصفهان و اردبیل)، <i>Vicia villosa</i> (رقم اصفهان)، <i>Vicia dasycarpa</i> (رقم کرمانشاه) در دو
	اندازه ریز و درشت در گلخانه مورد ارزیابی قرار گرفتند.
	یافته‌ها: نتایج مطالعه روی دماهای مختلف نشان داد که بیش‌ترین درصد جوانه‌زنی بذور
	مختلف در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد ۹۹ درصد به‌دست آمد که در گونه <i>V. sativa</i> (رقم

اراک) به دست آمده بود. از طرف دیگر با افزایش غلظت نمک میزان جوانه زنی کاهش یافت؛ و برازش معادله نشان داد که بیشترین درصد جوانه زنی (۱۰۰ درصد) در سطوح شوری زیر ۳۲ میلی مولار بود و گونه *V. dasycarpa* حساسیت بیشتری را به شوری نشان داد. برازش معادله به داده های حاصل از تأثیر خشکی بر درصد جوانه زنی گونه ها و ارقام مختلف ماشک نشان داد که بیشترین درصد جوانه زنی (۹۶ درصد) در تنش اسمزی زیر ۰/۲- مگاپاسکال بوده است و از میان گونه ها، گونه *V. villosa* حساسیت بیشتری را نشان داد. در بررسی تأثیر عمق کاشت در خاک بر درصد سبز شدن گونه ها و ارقام مختلف ماشک نشان داده شد که گونه *V. Villosa* مقاومت به عمق کاشت و توانایی سبز شدن در عمق های بالا را دارد و کاهش جوانه زنی با شیب تند در گونه *Sativa (Ardabil)* نشان دهنده حساسیت آن به عمق کاشت بود.

نتیجه گیری: یافته های پژوهش حاضر نشان داد که بهترین دمای جوانه زنی بذور گونه های ماشک دمای ۲۵ درجه سانتی گراد می باشد. بیشترین درصد جوانه زنی در سطوح شوری زیر ۳۲ میلی مولار بوده و با افزایش عمق کاشت، درصد سبز شدن کاهش یافت، از بین گونه ها، گونه *V. Villosa* با شیب کمتری کاهش یافت که نشان دهنده مقاومت به عمق کاشت و توانایی سبز شدن در کاشت عمیق این گونه است.

استناد: عسگری، سمیرا، نصرتی، ایرج، طهماسبی، ایرج، بابایی، سیروان، کوردنو، استفان (۱۴۰۴). ویژگی های جوانه زنی و سبز شدن ارقام مختلف گونه های *Vicia sativa* (ماشک معمولی)، *Vicia villosa* (ماشک گل خوشه ای) و *Vicia dasycarpa* (ماشک نرم) در پاسخ به برخی عوامل محیطی. نشریه پژوهش های تولید گیاهی، ۳۲ (۳)، ۹۶-۸۱.

DOI: 10.22069/jopp.2024.22605.3161



© نویسندگان

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

مقدمه

واژه گیاه پوششی برای گونه‌هایی به کار برده می‌شود که از آن‌ها برای افزایش مواد آلی خاک، حفظ و یا افزایش قابلیت دسترسی سایر گیاهان به عناصر غذایی، بهبود ویژگی‌های فیزیک و شیمیایی خاک، جلوگیری از فرسایش خاک و در خیلی از موارد برای کنترل علف‌های هرز در زمین‌های کشاورزی استفاده می‌شوند. در بین گونه‌های گیاهی مورد استفاده به عنوان گیاه پوششی، لگوم‌ها از محبوبیت و رواج بالاتری برخوردار هستند زیرا علاوه بر داشتن خصوصیات مورد اشاره در بالا به عنوان گیاهان پوششی می‌توانند نیتروژن جو را به نیتروژن قابل دسترسی برای گیاه زراعی تبدیل کنند، به خصوص گونه‌های جنس ماشک (*Vicia*) که می‌توانند شرایط سخت زمستان را بهتر از سایر گیاهان پوششی این خانواده تحمل کنند (۱).

جنس *Vicia* شامل ۱۵۰ تا ۲۱۰ گونه در جهان است که در اروپا، آسیا و شمال آمریکا پراکنده شده‌اند. برجسته‌ترین تنوع گونه‌ای این جنس در منطقه مدیترانه و قفقاز و مرکز کوچکی در جنوب سیبری و جنوب آمریکا دیده می‌شود (۲). گونه‌های مختلف جنس ماشک استفاده‌های متعددی دارند که از جمله می‌توان به چرای دام، تولید علوفه‌ی خشک، کود سبز و گیاه پوششی اشاره کرد (۱) در بیش‌تر موارد در ایران ارقام مختلف ماشک به عنوان گیاه پوششی جهت مدیریت علف‌های هرز و تولید علوفه در مناطق خشک و نیمه‌خشک کشت می‌گردند (۳). به خوبی به اثبات رسیده است که میزان کنترل علف‌های هرز توسط گیاهان پوششی تا حد زیادی به رشد سریع و پوشش سطح خاک بستگی دارد که به نوبه خود تحت تأثیر رشد گیاه پوششی در مراحل اولیه استقرار محصول اصلی مانند جوانه‌زنی بذر و ظهور دانهاست. این امر از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است،

به ویژه زمانی که گیاهان پوششی در معرض شرایط غیرزیستی استرس‌زا ناشی از تغییرات آب و هوایی قرار می‌گیرند و باید زیست‌توده و پوشش بالایی را سریع‌تر از علف‌های هرز ایجاد کنند (۱). جوانه زدن و استقرار مناسب گیاهچه می‌تواند یک عامل تعیین‌کننده در میزان عملکرد و زمان رسیدگی در گیاهان محسوب شود و از آن‌جاکه درجه حرارت اثرات قابل توجهی بر ویژگی‌های جوانه‌زنی از جمله شروع، سرعت و درصد جوانه‌زنی دارد، بنابراین بحرانی‌ترین عاملی است که موفقیت یا عدم موفقیت استقرار گیاه را تعیین می‌کند (۴). دما نقش مهمی در تعیین سرعت جوانه‌زنی در بسیاری از گونه‌های گیاهی دارد. دما بر جذب آب توسط بذر و فرایندهای زیست‌شیمیایی در زمان تقسیم سلولی اثر می‌گذارد. در دامنه خاصی از دما حداکثر درصد جوانه‌زنی در گیاهان رخ می‌دهد و در پایین‌تر و بالاتر از این دامنه درصد جوانه‌زنی به طور ناگهانی کاهش می‌یابد.

شوری و خشکی از مهم‌ترین عوامل محیطی محدودکننده در رشد و بهره‌وری گیاهان هستند (۵). زیست‌شناسی تنش شوری و خشکی و پاسخ گیاهان و بذور به آن‌ها طی دو دهه اخیر بیشتر مورد بررسی قرار گرفته است (۶ و ۷). شوری یکی از مسائل زیست‌محیطی است که تأثیر مهمی در جوانه‌زنی گیاهان و رشد موفقیت‌آمیز گیاهان دارد. تنش شوری عامل مهار یا تأخیر در جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهچه هستند (۸). اثرات مضر شوری بالا و خشکی در گیاهان، موجب مرگ و یا کاهش بهره‌وری در گیاهان می‌شود؛ و روی تمام فرایندهای اصلی مثل تولید پروتئین و سوخت‌وساز انرژی و چربی تأثیرگذار است (۵). تحمل به شوری در طی جوانه‌زنی برای استقرار گیاهان در حال رشد در خاک‌های شور مناطق خشک ضروری است. شوری ممکن است روی

جوانه‌زنی بذور از طریق پتانسیل اسمزی و روی جذب آب و مواد غذایی تأثیر بگذارد (۷). واکنش هر گونه گیاهی به تنش شوری متفاوت است. گاهی اوقات این تفاوت‌ها می‌تواند حتی در انواع و یا ارقام گونه‌های تجاری رخ دهد (۹).

عمق کاشت در جوانه‌زنی بذر مهم است زیرا به گیاه در استقرار و عملکرد بالاتر کمک می‌کند. نتایج پژوهش‌ها در گرگان روی نخود نشان داد کاشت سطحی موجب جوانه‌زنی ضعیف به علت رطوبت ناکافی در لایه بالایی خاک می‌شود. از طرف دیگر کاشت عمیق می‌تواند سبز شدن و عملکرد را کاهش دهد (۱۰). اندازه بذر یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های بذر است که می‌تواند روی رشد و تولید گیاه نقش مهمی را داشته باشد. نتایج مطالعه صدیق (۲۰۱۵) نشان داد که اندازه بذر و عمق کاشت در باقلا تغییر می‌کند (۱۱). از آنجایی که محل قرارگیری بذر در درون خاک نقش مهمی در بهره‌وری محصول دارد بنابراین در کشاورزی حفاظتی با توجه به تلاش برای حداقل جابجایی خاک، لزوم اطلاع از عمق کاشت مناسب و اطلاع از سازگار بودن یا نبودن گونه‌های ماشک با این نوع از کشاورزی ضروری است. تنوع آب و هوایی و تاریخ متفاوت کشت در مناطق مختلف نیازمند انتخاب بهترین گونه گیاه پوششی برای کشت است که آن هم نیازمند مطالعه لازم در این زمینه است (۱۲)؛ بنابراین هدف از این پژوهش تعیین میزان جوانه‌زنی و سبز شدن گونه‌های ماشک معمول کشت‌شده در استان کرمانشاه، در پاسخ به چهار عامل دما، شوری، خشکی و عمق کاشت است.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار در سال ۱۴۰۱ در آزمایشگاه و گلخانه پردیس

کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه رازی به‌منظور بررسی تأثیر رژیم دمایی ثابت (ثابت ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵ و ۳۰ درجه سانتی‌گراد در پتانسیل اسمزی صفر) (۱۳)، پتانسیل اسمزی (صفر، ۰/۱، ۰/۲، ۰/۴، ۰/۶، ۰/۸، ۱/۰ و ۱/۲-) (۵)، مگاپاسکال دردمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد، شوری (صفر، ۴، ۸، ۱۶، ۳۲، ۶۴، ۱۲۸، ۲۵۶ میلی‌مولار کلرید سدیم در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد) (۵)، بر خصوصیات جوانه‌زنی و عمق کاشت بذر (۲، ۴، ۶، ۸، ۱۰ و ۱۲ سانتی‌متر) (۱۴) در خاک بر سبز شدن بذر گونه‌های *V. sativa* (ارقام آذربایجان، اراک و اصفهان و اردبیل)، *V. villosa* (رقم اصفهان)، *V. dasycarpa* (رقم کرمانشاه) در دو اندازه ریز و درشت در آزمایش‌های جداگانه انجام شد.

پروتکل جوانه‌زنی: به‌منظور تعیین درصد جوانه‌زنی بذور از هر گونه سه تکرار ۲۵ تایی بذر شمارش و در بستر کشت کاغذ صافی در پتری‌دیش‌های ۹ سانتی‌متری کشت شدند. سپس بذرها تحت دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد درون انکوباتور در شرایط تاریکی قرار داده شدند. شمارش بذره‌های جوانه‌زده به‌صورت روزانه انجام گردید و معیار جوانه‌زنی خروج ریشه‌چه به‌اندازه دو میلی‌متر یا بیشتر بود. در هر تیمار، آزمایش با عدم جوانه‌زنی تا چهار روز متوالی پایان یافت (به‌طورکلی برای همه آزمایش‌ها طول دوره شمارش تا ۱۴ روز ادامه یافت) (۱۵).

برای بررسی تأثیر پتانسیل اسمزی بر جوانه‌زنی، از پلی‌اتیلن گلیکول (PEG 6000) استفاده شد. میزان پلی‌اتیلن گلیکول موردنیاز برای هر کدام از پتانسیل‌های اسمزی با استفاده از فرمول میشل - کافمن محاسبه گردید (۱۶).

به‌منظور بررسی تأثیر عمق کاشت بر درصد نهایی سبز شدن، بذور گونه‌های مختلف ماشک، در گلدان‌هایی

با قطر ۱۵ سانتی‌متر و ارتفاع ۱۲ سانتی‌متر که با خاک مزرعه پر شده بودند ۲۵ عدد بذر هرگونه در عمق موردنظر کشت و به گلخانه با دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد منتقل شدند. رطوبت گلدان‌ها به‌صورت روزانه کنترل و در صورت نیاز گلدان‌ها آبیاری شدند. هم‌چنین از گلدان‌ها هر روز بازدید و تعداد بذور سبز شده یادداشت گردید. خروج نوک ساقه‌چه از خاک به‌منزله سبز شدن در نظر گرفته شد.

تجزیه و تحلیل آماری: تجزیه داده‌ها در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار صورت گرفت. برای تجزیه

داده‌ها از رویه GLM PROC در نرم‌افزار SAS استفاده شد؛ و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح پنج درصد انجام شد. در محاسبات مربوط به تجزیه و تحلیل، در دو آزمایش اثر شوری و پتانسیل اسمزی روی جوانه‌زنی و بررسی روند آن‌ها از نرم‌افزار SigmaPlot نسخه ۱۴ استفاده شد. معادله سیگموئیدی سه پارامتری (رابطه ۱) برای بررسی روند تغییرات شوری و پتانسیل اسمزی بر درصد نهایی جوانه‌زنی مورد استفاده قرار گرفت (۱۷).

$$G(\%) = G_{max} / [1 + (X/X_{50})^{Grate}] \quad (1)$$

بازدارندگی حداکثر جوانه‌زنی و G_{rate} شیب معادله می‌باشد.

اثر عمق کاشت (رابطه ۲) روی درصد سبز شدن به کمک یک معادله اکسپوننشال دو پارامتری تشریح شد.

که در این معادله، $G(\%)$ درصد نهایی جوانه‌زنی در غلظت‌های مختلف NaCl و یا پتانسیل اسمزی X ، G_{max} حداکثر درصد جوانه‌زنی، X_{50} غلظتی از NaCl یا پتانسیل اسمزی جهت ۵۰ درصد

$$E(\%) = E_{max} \times \exp(-E_{rate} \times X) \quad (2)$$

متقابل گونه و دما در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). نتایج پژوهش تأثیر رژیم‌های دمایی مختلف بر جوانه‌زنی بذر ماشک‌های مورد مطالعه نشان داد که بیش‌ترین درصد جوانه‌زنی بذور مختلف در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد ۹۹ درصد به دست آمد که در گونه *V. sativa* (رقم اراک) به دست آمده بود (شکل ۱).

که در آن E درصد سبز شدن در عمق کاشت X ، E_{max} حداکثر جوانه‌زنی و E_{rate} شیب معادله است.

نتایج و بحث

دما: نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که گونه ماشک و دما در سطح یک درصد معنی‌دار بود اما اندازه بذر معنی‌دار نبود. از طرف دیگر اثر

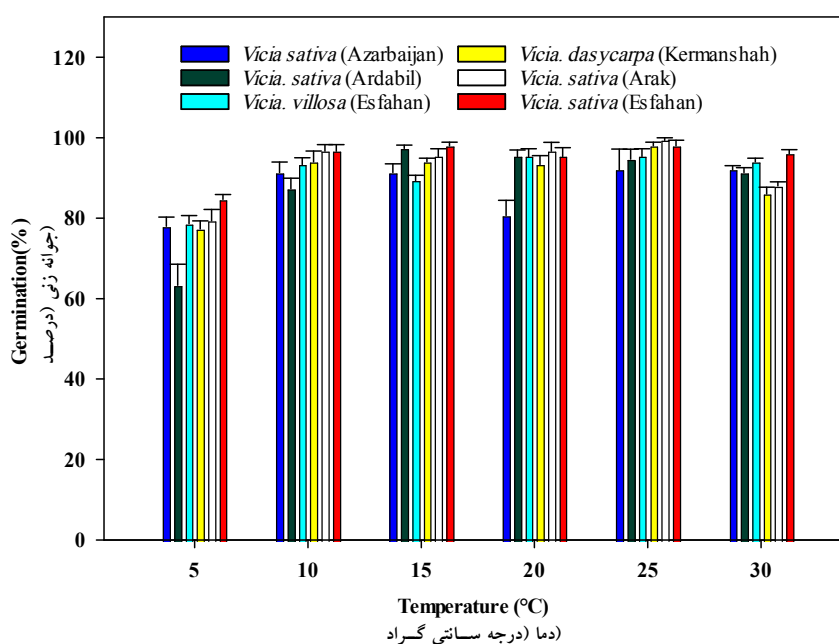
جدول ۱- تجزیه واریانس میزان جوانه‌زنی گونه‌های ماشک در پاسخ به رژیم‌های متفاوت دمایی.

Table 1. Variance analysis of seed germination of different cultivars of *Vicia* spp. in response to various temperature regimes.

میانگین مربعات Mean square	درجه آزادی df	منبع تغییرات Source of variation
243.069**	6	گونه ماشک Species of <i>Vicia</i>
39.682 ^{ns}	1	اندازه بذر Seed size
1904.063**	5	دما Temperature
86.201 ^{ns}	6	گونه × اندازه بذر Species * Seed size
119.411**	30	گونه × دما Species * Temperature
18.81 ^{ns}	5	اندازه بذر × دما Seed size * Temperature
27.102 ^{ns}	30	گونه × اندازه بذر × دما Species * Seed size * Temperature
23.31	168	خطا Error
5.30	-	ضریب تغییرات (درصد) CV%

^{ns} غیرمعنی‌دار، * معنی‌دار در سطح پنج درصد، ** معنی‌دار در سطح یک درصد

^{ns} Non Significant, * Significant at $P \leq 0.05$, ** Significant at $P \leq 0.01$



شکل ۱- جوانه‌زنی بذر در ارقام مختلف گونه‌های ماشک در پاسخ به رژیم‌های متفاوت دمایی.

Fig. 1. Seed germination of different cultivars of *Vicia* spp. in response to various temperature regimes.

مدت‌زمان پس از برداشت و برخی عوامل دیگر بستگی دارد. در طول جوانه‌زنی، تغییرات دما به‌طور قابل‌توجهی بر تنفس و سوخت‌وساز قند تأثیر می‌گذارد (۱۸ و ۱۹). در مجموع با افزایش دما درصد جوانه‌زنی افزایش یافت و بعد از ۲۵ درجه سانتی‌گراد میزان جوانه‌زنی کاهش شد. جوانه‌زنی در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد نیز علی‌رغم این‌که کم‌ترین بود اما قابل‌توجه بود، به‌طوری‌که حداقل ۶۰ درصد جوانه‌زنی در این دما حاصل شد. در دمای ۳۰ درجه که جوانه‌زنی کاهش شد نیز میزان جوانه‌زنی قابل‌توجه بود و بیش‌تر از بذور قرار داده‌شده در دمای پنج درجه سانتی‌گراد بود. از طرفی دیگر در دمای ۲۰ درجه نیز میزان جوانه‌زنی کم‌تر از ۳۰ درجه بود.

تنش شوری: نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که گونه ماشک و شوری در سطح یک درصد معنی‌دار بود اما اندازه بذر معنی‌دار نبود. از طرف دیگر اثر متقابل گونه و سطح شوری در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین تأثیر غلظت‌های مختلف شوری بر جوانه‌زنی بذر گونه‌های مختلف ماشک نشان داد که با افزایش غلظت نمک میزان جوانه‌زنی کاهش یافت (شکل ۲). همان‌گونه که شکل ۲ نشان می‌دهد معادله لجستیک سه پارامتره به‌خوبی در اغلب موارد رابطه بین غلظت نمک و جوانه‌زنی را بیان کرد.

از طرفی دیگر در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد بیش‌ترین درصد جوانه‌زنی (۸۴ درصد) در گونه *V. sativa* (رقم اصفهان) و کم‌ترین جوانه‌زنی (۶۲ درصد) در گونه *V. sativa* (رقم اردبیل) به‌دست آمد. در دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد کم‌ترین جوانه‌زنی (۸۶ درصد) در گونه *V. sativa* (رقم اردبیل) مشاهده شد. در دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد بیش‌ترین جوانه‌زنی (۹۷ درصد) در دو گونه *V. sativa* (رقم اصفهان) حاصل شد و کم‌ترین جوانه‌زنی (۸۹ درصد) در گونه *V. villosa* (رقم اصفهان) بود (شکل ۱). هم‌چنین در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد بیش‌ترین جوانه‌زنی (۹۶ درصد) در گونه *V. sativa* (رقم اراک) و کم‌ترین جوانه‌زنی (۷۹ درصد) در گونه *V. sativa* (رقم آذربایجان) مشاهده شد. در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد بیش‌ترین درصد جوانه‌زنی (۹۸) در گونه *V. sativa* (رقم اراک) و کم‌ترین جوانه‌زنی (۹۱ درصد) در گونه *V. sativa* (رقم آذربایجان) مشاهده شد. در نهایت این‌که در بالاترین دمای آزمایش‌شده در این مطالعه یعنی در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد بیش‌ترین درصد جوانه‌زنی (۹۶ درصد) در گونه *V. sativa* (رقم اصفهان) و کم‌ترین درصد جوانه‌زنی (۸۵ درصد) در گونه *V. dasycarpa* (رقم کرمانشاه) به‌دست آمد (شکل ۱). دمای بهینه منجر به جوانه‌زنی بذر در کوتاه‌ترین زمان ممکن می‌شود. واکنش دمایی بذر به تنوع، کیفیت بذر،

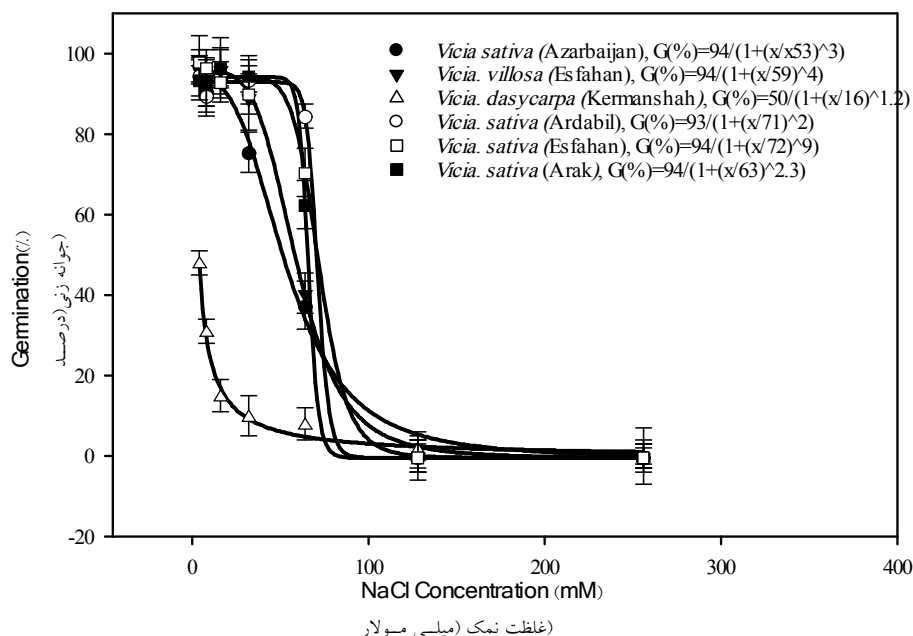
جدول ۲- تجزیه واریانس میزان جوانه‌زنی گونه‌های ماشک در پاسخ به غلظت‌های مختلف شوری.

Table 2. Variance analysis of seed germination of different cultivars of *Vicia* spp. in response to sodium chloride (NaCl) concentrations.

میانگین مربعات Mean square	درجه آزادی df	منبع تغییرات Source of variation
1651.095**	6	گونه ماشک Species of <i>Vicia</i>
160.19 ^{ns}	1	اندازه بذر Seed size
66167.0809**	7	شوری Salinity
8.746 ^{ns}	6	گونه × اندازه بذر Species * Seed size
1354.206**	42	گونه × شوری Species * Salinity
80.190 ^{ns}	۷	اندازه بذر × شوری Seed size * Salinity
89.507 ^{ns}	42	گونه × اندازه بذر × شوری Species * Seed size * Salinity
65.24	224	خطا Error
13.51	-	ضریب تغییرات (درصد) CV%

^{ns} غیرمعنی‌دار، * معنی‌دار در سطح پنج درصد، ** معنی‌دار در سطح یک درصد

^{ns} Non Significant, * Significant at $P \leq 0.05$, ** Significant at $P \leq 0.01$



شکل ۲- جوانه‌زنی بذر در گونه‌های ماشک در پاسخ به غلظت‌های مختلف شوری.

خطوط نشان‌دهنده یک مدل لجستیک سه پارامتری برازش داده‌شده به داده‌ها هستند.

Fig. 2. Seed germination of *Vicia* spp. in response to sodium chloride (NaCl) concentrations. The lines represent a three-parameter logistic model fitted to the data.

برازش معادله لجستیک سه پارامتره در شکل ۲ به داده‌های حاصل از تأثیر شوری بر درصد جوانه‌زنی گونه‌ها و ارقام مختلف ماشک نشان داد که بیش‌ترین درصد جوانه‌زنی (۱۰۰ درصد) در سطوح شوری زیر ۳۲ میلی‌مولار بوده است. از میان گونه‌ها گونه *V. dasycarpa* حساسیت بیش‌تری را نشان داد و زودتر از پنج گونه دیگر در سطح شوری ۷۳ میلی‌مولار درصد جوانه‌زنی آن به صفر رسید. سایر گونه‌ها در سطح شوری حدود ۱۲۵ میلی‌مولار به جوانه‌زنی صفر رسیدند.

غلظت موردنیاز نمک برای کاهش ۵۰ درصدی جوانه‌زنی بذر (x_0) در معادله‌های شکل ۲ نشان می‌دهد که گونه *V. dasycarpa* بالاترین حساسیت را به شوری نشان داد، به‌طوری‌که تنها ۱۶ میلی‌مولار نمک برای کاهش ۵۰ درصدی جوانه‌زنی آن لازم بود. در بقیه گونه‌ها غلظت کاهش‌دهنده ۵۰ درصدی جوانه‌زنی بین ۵۳ تا ۷۲ میلی‌مولار در نوسان بود و بالاترین مربوط به ماشک معمولی و رقم اصفهان بود. درمجموع و در مقایسه با سایر گونه‌های گیاهی بررسی‌شده تاکنون، ماشک از حساسیت بالایی به نمک برخوردار بود. از آنجایی‌که خاک بسیاری از مناطق ایران دارای سطح شوری بالاتری از غلظت کاهنده در این مطالعه برخوردار هستند توصیه به کشت این گونه‌ها در مناطق شور نمی‌شود. مطالعات قبلی نیز نشان داده‌اند که سایر گونه‌های جنس ماشک دارای حساسیت زیاد به نمک در خاک هستند (۲۰) و (۲۱). شوری بالا منجر به کاهش پتانسیل اسمزی آب خاک و در نتیجه کاهش جذب آب توسط دانه‌های خشک می‌شود. علاوه بر این، جذب یون‌های Na^+ و Cl^- اضافی از خاک، تنش یونی ایجاد می‌کند و باعث

ایجاد سمیت می‌شود که به اختلال در فرآیندهای زیست‌شیمیایی ازجمله سوخت‌وساز هسته‌ای و پروتئین، تولید انرژی و تنفس کمک می‌کند (۲۲). شوری هم‌چنین به تعادل مواد مغذی و هورمونی به‌ویژه جبرلین (GA)، اسید آبسازیک (ABA) در طول جوانه‌زنی آسیب می‌رساند. در نتیجه شوری بالا باعث تأخیر در جوانه‌زنی و حتی مهار جوانه‌زنی بذر بسته به تحمل گیاهان به نمک می‌شود. تعادل پویا بین تولید و مهار گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) مانند رادیکال‌های هیدروکسیل، سوپراکسید و پراکسید هیدروژن می‌تواند توسط تنش شوری بالا مختل شود. ROS به مولکول‌های بزرگ ازجمله پروتئین‌ها، کربوهیدرات‌ها، اسیدهای نوکلئیک و لیپیدها یا ساختارهای سلولی مانند غشاهای آسیب می‌رساند و در نتیجه جوانه‌زنی بذر را مهار می‌کند (۲۳).

خشکی: نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تأثیر گونه ماشک و پتانسیل اسمزی در سطح یک درصد بر جوانه‌زنی معنی‌دار بود اما اندازه بذر معنی‌دار نبود. از طرف دیگر اثر متقابل گونه در پتانسیل اسمزی در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳).

نتایج مقایسه میانگین تأثیر تنش‌های مختلف خشکی بر جوانه‌زنی بذر گونه‌های مختلف ماشک نشان داد که با افزایش تنش اسمزی میزان جوانه‌زنی کاهش یافت (شکل ۳). همان‌گونه که شکل ۳ نشان می‌دهد معادله سیگموئیدی سه پارامتره به‌خوبی در اغلب موارد رابطه بین تنش اسمزی و جوانه‌زنی را بیان کرد.

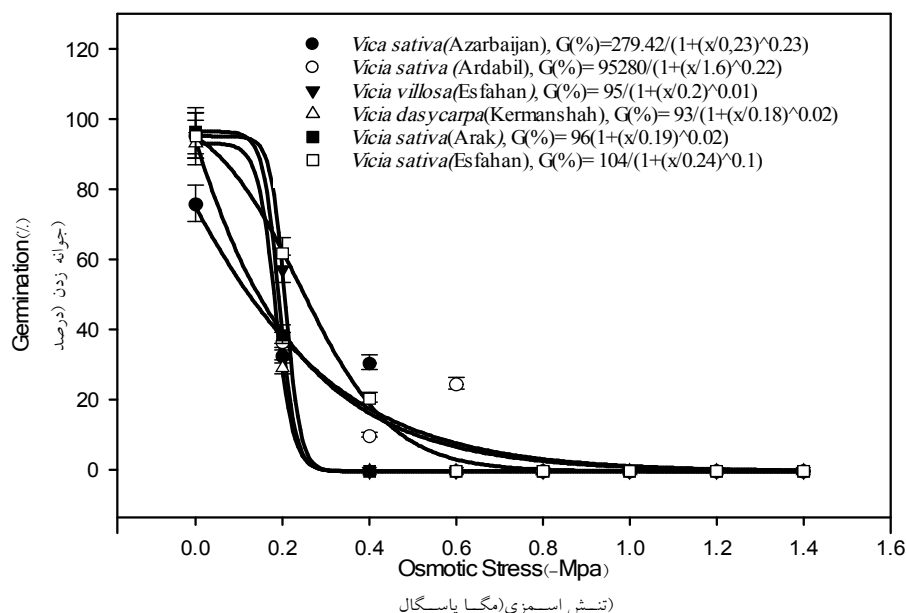
جدول ۳- تجزیه واریانس میزان جوانه‌زنی گونه‌های ماشک در پاسخ به غلظت‌های پتانسیل اسمزی.

Table 3. Variance analysis germination rate of *Vicia* spp. in response to osmotic potential.

میانگین مربعات Mean square	درجه آزادی df	منبع تغییرات Source of variation
569.746**	6	گونه ماشک Species of <i>Vicia</i>
0.190 ^{ns}	1	اندازه بذر Seed size
44617.442**	7	پتانسیل اسمزی Osmotic potential
1.967 ^{ns}	6	گونه × اندازه بذر Species * Seed size
486.045**	42	گونه × پتانسیل اسمزی Species * Osmotic potential
0.299 ^{ns}	7	اندازه بذر × پتانسیل اسمزی Seed size * Osmotic potential
3.854 ^{ns}	42	گونه × اندازه × پتانسیل اسمزی Species * Seed size in Osmotic potential
59.67	224	خطا Error
43.66	-	ضریب تغییرات (درصد) CV%

^{ns} غیرمعنی‌دار، * معنی‌دار در سطح پنج درصد، ** معنی‌دار در سطح یک درصد

^{ns} Non Significant, * Significant at $P \leq 0.05$, ** Significant at $P \leq 0.01$



شکل ۳- جوانه‌زنی بذر در گونه‌های ماشک در پاسخ به غلظت‌های پتانسیل اسمزی.

خطوط نشان‌دهنده یک مدل لجستیک سه پارامتری برازش داده‌شده به داده‌ها هستند.

Fig. 3. Seed germination of *Vicia* spp. in response to osmotic potential concentrations. The lines represent a three-parameter logistic model fitted to the data.

(۵۶ درصد جوانه‌زنی در خشکی ۰/۲- مگاپاسکال) تحمل می‌کند همان‌گونه که در پژوهش قادری و همکاران (۱۳۹۰) نشان داد که گونه *V. Villosa* شرایط شوری را بهتر از خشکی تحمل می‌کند. نشان داده‌شده است که حساسیت این‌گونه را به خشکی نشان داد، به‌طوری‌که گونه *villosa* به تنش خشکی حساس‌تر است و در تنش ۰/۵- مگا پاسکال درصد جوانه‌زنی آن به زیر ۵۰ درصد رسید (۲۴).

عمق کاشت: نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که گونه ماشک و عمق کاشت در سطح یک درصد معنی‌دار بود اما اندازه بذر معنی‌دار نبود (جدول ۴).

برازش معادله به داده‌های حاصل از تأثیر خشکی بر درصد جوانه‌زنی گونه‌ها و ارقام مختلف ماشک نشان داد که بیش‌ترین درصد جوانه‌زنی (۹۶ درصد) در تنش اسمزی زیر ۰/۲- مگاپاسکال بوده است و از میان گونه‌ها گونه *V. villosa* حساسیت بیش‌تری را نشان داد و زودتر از پنج گونه دیگر در تنش اسمزی ۰/۳- مگاپاسکال درصد جوانه‌زنی آن به صفر رسید. سایر گونه‌ها در تنش اسمزی حدود ۱/۲- مگاپاسکال به جوانه‌زنی صفر رسیدند. بررسی معادله‌های شکل ۳ نشان داد که گونه *V. sativa* (Azarbaijan) بالاترین حساسیت را به تنش اسمزی نشان داد به‌طوری‌که در تنش ۰/۲- مگاپاسکال، جوانه‌زنی آن به ۴۰ درصد رسید. گونه *V. Villosa* شرایط شوری (۷۳ درصد جوانه‌زنی در شوری ۶۴ میلی‌مولار) را بهتر از خشکی

جدول ۴- تجزیه واریانس میزان جوانه‌زنی گونه‌های ماشک در پاسخ به عمق کاشت متفاوت.

Table 4. Variance analysis germination rate of *Vicia* spp. in response to different buria depth.

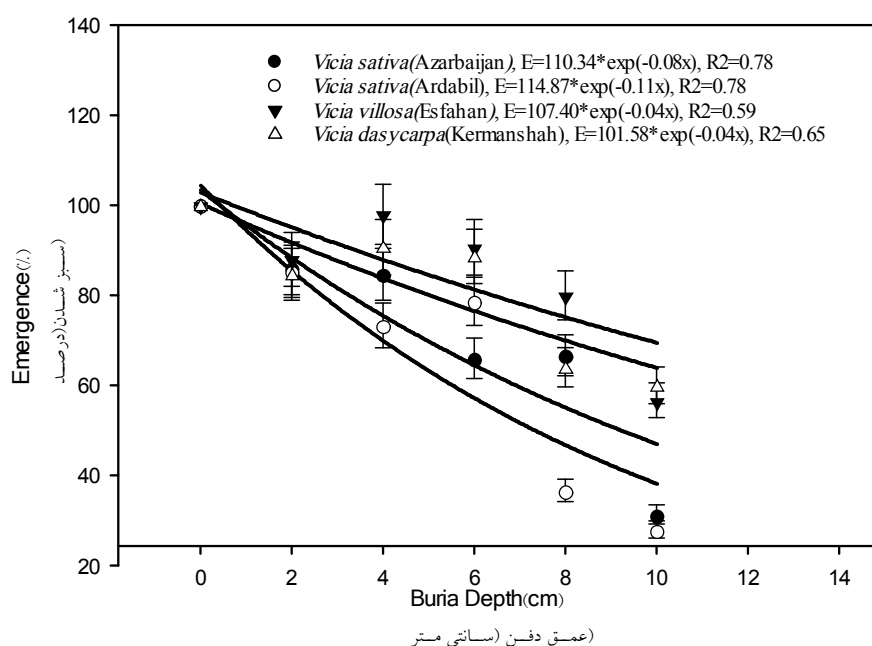
میانگین مربعات Mean square	درجه آزادی df	منبع تغییرات Source of variation
2893.97**	4	گونه ماشک Species of <i>Vicia</i>
962.67 ^{ns}	1	اندازه بذر Seed size
11005.173**	4	عمق کاشت Buria depth
90.133 ^{ns}	4	گونه × اندازه بذر Species * Seed size
438.106 ^{ns}	16	گونه × عمق کاشت Species * Buria depth
79.733 ^{ns}	4	اندازه بذر × عمق کاشت Seed size * Buria depth
547.20 ^{ns}	16	گونه × اندازه بذر × عمق کاشت Species * Seed size * Buria depth
338.667	100	خطا Error
26.33	-	ضریب تغییرات (درصد) CV%

^{ns} غیرمعنی‌دار، * معنی‌دار در سطح پنج درصد، ** معنی‌دار در سطح یک درصد

^{ns} Non Significant, * Significant at $P \leq 0.05$, ** Significant at $P \leq 0.01$

یافت که نشان‌دهنده مقاومت به عمق کاشت و توانایی سبز شدن در عمق‌های بالا را دارد و گونه *Sativa (Ardabil)* با شیب تندی کاهش یافت که نشان‌دهنده حساسیت آن‌ها به عمق کاشت است. درصد جوانه‌زنی در عمق ۱۰ سانتی‌متری در گونه *Villosa* با ۷۰ درصد بیش‌ترین مقدار بود؛ و کم‌ترین درصد جوانه‌زنی مربوط به گونه اردبیل بود.

نتایج برازش معادله *Exponential Decay* به داده‌های حاصل از تأثیر عمق کاشت در خاک بر درصد سبز شدن گونه‌ها و ارقام مختلف ماشک نشان داد (شکل ۴) که با افزایش عمق کاشت، درصد سبز شدن کاهش یافت و این کاهش در عمق‌های بین ۲ تا ۸ با شیب تندی (۸۸ درصد به ۲۸ درصد) همراه بود. از بین گونه‌ها، گونه *Villosa* با شیب کم‌تری کاهش



شکل ۴- جوانه‌زنی بذر گونه‌های ماشک در پاسخ به عمق کاشت متفاوت.

خطوط نشان‌دهنده یک مدل *exponential decay* دو پارامتری برازش داده‌شده به داده‌ها هستند.

Fig. 4. Seed germination of *Vicia* spp. in response to different burial depth. The lines represent a two-parameter exponential decay model fitted to the data

نتیجه‌گیری کلی

طبق نتایج این پژوهش بیش‌ترین درصد جوانه‌زنی بذور گونه‌های مختلف ماشک در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد به‌دست آمد و در کل نتایج نشان‌دهنده گرمادوست بودن گونه‌های ماشک هستند. با افزایش غلظت نمک میزان جوانه‌زنی کاهش یافت و بیش‌ترین درصد جوانه‌زنی در سطوح شوری زیر ۳۲ میلی‌مولار بود که با توجه به آن توصیه به کشت این گونه‌ها در

طبق نتایج سیدینگ بین اندازه بذر *Faba Bean* و عمق کاشت تفاوت معنی‌داری مشاهده نگردید (۱۱). *Umeoka 2016* توصیه کرد که بذور *Telfairia occidentalis* با اندازه کوچک و عمق کاشت ۳ سانتی‌متری کاشته شوند؛ و سبز شدن و توسعه گیاهچه در این گیاه در بذور ریز سریع‌تر از بذور متوسط و درشت است (۱۴). کیت کینگ نیز تفاوتی را بین هیپوجیل و اپی‌جیل بودن لگوم‌های مورد مقایسه خود نیافت (۲۵).

درصد سبز شدن کاهش یافت و این کاهش در عمق‌های بین ۲ تا ۸ با شیب تندی همراه بود. از بین گونه‌ها، گونه *Villosa* با شیب کم‌تری کاهش یافت که نشان‌دهنده مقاومت به عمق کاشت و توانایی سبز شدن در کاشت عمیق این گونه است.

مناطق شور نمی‌شود. از میان گونه‌ها، گونه *Villosa* در تنش اسمزی ۰/۳- مگاپاسکال درصد جوانه‌زنی آن به صفر رسید؛ که نشان داد به تنش خشکی حساس‌تر است و شرایط شوری را بهتر از خشکی تحمل می‌کند. در گونه‌های ماشک با افزایش عمق کاشت،

منابع

- Nosratti, I., Korres, N. E., & Cordeau, S. (2023). Knowledge of Cover Crop Seed Traits and Treatments to Enhance Weed Suppression: A Narrative Review. *Agronomy*, 13(7), 1683.
- Kupicha, F. (1976). The infrageneric structure of *Vicia*. *Notes Roy. Bot. Gard Edinb.*, 34, 287-326.
- Mahdavi, B. (2014). Investigating the effect of temperature and salinity on germination and seedling growth of two cultivars of vetch (*Vicia spp*). *Seed Research Journal*, 4(4), 60-69.
- Al-Ahmadi, M. J., & Kafi, M. (2007). Cardinal temperatures for germination of *Kochia scoparia* (L.). *Journal of Arid Environments*, 68(2), 308-314.
- Sharafi, S., Khaneh, Z., Akhlaghi, S., & Jouyban, Z. (2012). Germination, seed reserve utilization and seedling growth rate of five crop species as affected by salinity and drought stress. *Life Science Journal*, 9(1), 94-101.
- Zhu, J. K. (2002). Salt and drought stress signal transduction in plants. *Annual review of plant biology*, 53(1), 247-273.
- Hasegawa, P. M., Bressan, R. A., Zhu, J. K., & Bohnert, H. J. (2000). Plant cellular and molecular responses to high salinity. *Annual review of plant biology*, 51(1), 463-499.
- Ertekin, İ., Yilmaz, S., Atak, M., & Can, E. (2018). Effects of different salt concentrations on the germination properties of Hungarian vetch (*Vicia pannonica* Crantz.) cultivars. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 5(2), 175-179.
- Almansouri, M., Kinet, J. M., & Lutts, S. (2001). Effect of salt and osmotic stresses on germination in durum wheat (*Triticum durum* Desf.). *Plant and soil*, 231, 243-254.
- Soltani, A., Robertson, M. J., Torabi, B., Yousefidaz, M., & Sarparast, R. (2006). Modelling seedling emergence in chickpea as influenced by temperature and sowing depth. *Agricultural and forest meteorology*, 138(1-4), 156-167.
- Ali, S., & Idris, A. Y. (2015). Effect of seed size and sowing depth on germination and some growth parameters of faba bean (*Vicia faba* L.). *Agricultural and Biological Sciences Journal*, 1(1), 1-5.
- Tribouillois, H., Durr, C., Demilly, D., Wagner, M. H., & Justes, E. (2016). Determination of germination response to temperature and water potential for a wide range of cover crop species and related functional groups. *PloS one*, 11(8), e0161185.
- Garginkaraji, M., Wahhabi, M. R., Siosemardeh, A., Hosseinpanahi, F., Eshghizadeh, H. R., & Basiriisfahani, M. (2018). Germination characteristics of various vetch seeds (*Vicia variabilis* Grossh.) in response to temperature and drought. *Rangeland*, 12(1), 48-61.
- Umeoka, N., & Ogbonnaya, C. (2016). Effects of seed size and sowing depth on seed germination and seedling growth of *Telfairia occidentalis* (Hook F.). *Int'l Journal of Advances in Chemical Engineering & Biological Sciences*, 3(2), 201-207.
- Rezaeimanesh, H., Ghaderifar, F., Nosratti, I., Siahmarguee, A., & Chauhan, B. S. (2023). Seed dormancy

- and germination ecology of several clover species. *Seed Science and Technology*, 51(3), 329-353.
16. Michel, B. E., & Kaufmann, M. R. (1973). The osmotic potential of polyethylene glycol 6000. *Plant physiology*, 51(5), 914-916.
 17. Payamani, R., Nosratti, I., & Amerian, M. (2018). Variations in the germination characteristics in response to environmental factors between the hairy and spiny seeds of hedge parsley (*Torilis arvensis* Huds.). *Weed biology and management*, 18(4), 176-183.
 18. HU, X. W., Wang, J., & Wang, Y. R. (2012). Thermal time model analysis for seed germination of four *Vicia* species. *Chinese Journal of Plant Ecology*, 36(8), 841.
 19. Hills, P., & Van Staden, J. (2003). Thermoinhibition of seed germination. *South African Journal of Botany*, 69(4), 455-461.
 20. Uzun, S., Uzun, O., Kaplan, M., & Ilbas, A. I. (2013). Response of bitter vetch lines to salt stress. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 19(5), 1061-1067.
 21. Çöçü, S., & Uzun, O. (2011). Germination, seedling growth and ion accumulation of bitter vetch (*Vicia ervilia* (L.) Willd.) lines under NaCl stress. *African Journal of Biotechnology*, 10(71), 15869-15874.
 22. Kaur, H., Petla, B. P., Kamble, N. U., Singh, A., Rao, P., Salvi, P., Ghosh, S., & Majee, M. (2015). Differentially expressed seed aging responsive heat shock protein OsHSP18. 2 implicates in seed vigor, longevity and improves germination and seedling establishment under abiotic stress. *Frontiers in Plant Science*, 6, 160286.
 23. Namdari, A., & Sharifzade, F. (2018). The restoring influence of priming treatments on germination of Smooth vetch (*Vicia dasycarpa*) under drought stress and maintaining this advantage following aging by using post priming heat shock treatment. *Iranian Journal of Plant Biology*, 10(3), 41-54.
 24. Haffani, S., Mezni, M., & Chaïbi, W. (2013). Effect of drought on growth and chlorophyll content in three Vetch species. *IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science*, 2(1), 50-56.
 25. King, K. E. (2003). Analysis of the Effects of Hypogeal and Epigeal Emergence on Seedling Competition in Legumes. *McCabe Thesis Collection, Paper 20*.