



## Investigating the Persistence of Corn Buttercup (*Ranunculus arvensis* L.) Seeds in Seed Bank: The New Challenge of Rapeseed (*Brassica napus*) Fields in Golestan Province

M. Torrik<sup>1</sup>, A. Siahmarguee<sup>ID 1\*</sup>, F. Ghaderi-Far<sup>ID</sup>

1- Department of Agronomy, Faculty of Crop Production, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

(\*- Corresponding author's Email: [siahmarguee@gau.ac.ir](mailto:siahmarguee@gau.ac.ir); [siahmarguee@yahoo.com](mailto:siahmarguee@yahoo.com))

|                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Received: 02-11-2025<br>Revised: 29-12-2025<br>Accepted: 04-01-2026<br>Available Online: 22-06-2026 | <b>How to cite this article:</b><br>Torrik, M., Siahmarguee, A., & Ghaderi-Far, F. (2026). Investigating the persistence of corn buttercup ( <i>Ranunculus arvensis</i> L.) seeds in seed bank: the new challenge of rapeseed ( <i>Brassica napus</i> ) fields in Golestan province. <i>Iranian Plant Protection Research</i> , 40(2), 615-636. (In Persian).<br><a href="https://doi.org/10.22067/JPP.2026.96299.1262">https://doi.org/10.22067/JPP.2026.96299.1262</a> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

### Introduction

*Ranunculus arvensis* (corn buttercup) is a key weed in cereal and canola fields, and its management requires a deep understanding of its seed biology and ecology. Seed bank dynamics, particularly the breaking of primary dormancy and the induction of secondary dormancy under the influence of environmental factors, may play a decisive role in the persistence of this weed's population. The objective of this research was to conduct a comprehensive investigation of the germination ecology and seed bank dynamics of corn buttercup by evaluating the effects of after-ripening, soil burial depth, light conditions, and temperature on seed fate (germination, mortality, and survival) and its dormancy cycle.

### Materials and Methods

This study was conducted through both laboratory and field experiments. Seeds of corn buttercup were collected from canola fields in Bandar-e Gaz county in June 2023. In the first part, the effect of after-ripening was assessed by conducting germination tests on fresh, one-year-old, and two-year-old seeds at temperatures ranging from 5 to 35°C. In the second part, to investigate seed persistence in the soil, mesh bags containing a mixture of seed and soil were buried at depths of 10 and 20 cm in the field for one year, with monthly sampling. Concurrently, a group of seeds was stored under laboratory conditions. Viable recovered seeds from the soil and the stored seeds were subjected to germination tests at temperatures of 5, 10, 15, 20, and 25°C under both light (photoperiod) and complete darkness conditions. The viability of non-germinated seeds was assessed using pressure test. The statistical analyses were performed using SAS software, and means were compared using the LSD test at the 5% probability level.

### Results and Discussion

The results of this study indicate that corn buttercup seeds exhibit non-deep physiological primary dormancy of type II. This means that fresh seeds germinate at high temperatures, but with the passage of time and the breaking of dormancy, their germination temperature range expands to include lower temperatures. One year of



Authors retain the copyright. This is an open access article distributed under Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0)

<https://doi.org/10.22067/JPP.2026.96299.1262>

after-ripening under laboratory conditions effectively broke primary dormancy, leading to a maximum germination rate of up to 98.67%. However, after two years, seed viability showed a slight decrease. Seeds buried in soil displayed a distinct seasonal dynamic pattern. A germination window was observed from 14 to 162 days after burial, peaking at 62 days at optimal temperatures of 10 to 20°C. A key finding of this research was the observation of the induction of deep secondary dormancy in seeds from day 196 onwards. At this stage, the germination of buried seeds, at both depths and under both light conditions, ceased completely. This occurred while the percentage of viable seeds remained high (up to 95%). This survival strategy was not observed in seeds stored under laboratory conditions, which maintained their high germination capacity (up to 87%) throughout the entire experimental period. This fundamental difference proves that environmental soil signals, such as temperature and moisture fluctuations, are the main factors inducing secondary dormancy in this species. Furthermore, the results showed that burial depth also influences seed dynamics. Although the overall pattern of germination and seed survival was similar at both 10 and 20 cm depths, the depletion of the seed bank occurred faster at 10 cm, which is attributed to less favorable environmental conditions and a higher rate of seed mortality at this depth.

### Conclusion

Corn buttercup follow a complex and efficient annual dormancy cycle. Their non-deep physiological primary dormancy is broken by after-ripening and exposure to light in autumn and winter, leading to a main wave of germination in spring at cool temperatures (5-15°C). Subsequently, soil environmental conditions in summer (such as high temperatures) induce deep secondary dormancy in the remaining seeds. This mechanism is a crucial survival strategy that prevents germination during unfavorable seasons and ensures the stability of the soil seed bank for future years. Moreover, the sensitivity of buttercup seeds to light suggests that being buried in deeper soil layers and a lack of light exposure prevents their germination. This highlights the effectiveness of no-tillage methods as a management tool for this weed. Based on the survival of the seeds over a one-year period, the seed bank of this species is classified as persistent.

**Keywords:** After-ripening, Seasonal cycle of seed dormancy, Secondary dormancy, Seed bank dynamics, Seed dormancy

## بررسی پایداری بذر آلاله وحشی (*Ranunculus arvensis* L.) در بانک بذر: چالش جدید زراعت کلزا (*Brassica napus*) در استان گلستان

مرجانه طریک<sup>۱</sup> - آسیه سیاهمرگویی<sup>۲\*</sup> - فرشید قادری فر<sup>۳</sup>

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۸/۱۱

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۱۰/۱۴

### چکیده:

آلاله وحشی (*Ranunculus arvensis* L.) یکی از علف‌های هرز جدید در مزارع غلات و کلزا (*Brassica napus*) در استان گلستان است. به‌منظور بررسی پایداری بذر آلاله وحشی در خاک، کیسه‌های توری حاوی مخلوط بذر و خاک در اعماق ۱۰ و ۲۰ سانتی‌متری مزرعه به مدت یک سال دفن شدند و نمونه‌برداری به‌صورت ماهانه انجام گرفت. هم‌زمان، گروهی از بذرهای آزمایشگاه نگهداری شدند. بذرهای سالم بازیابی‌شده از خاک و بذرهای نگهداری‌شده، تحت آزمون جوانه‌زنی در دماهای ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۲۵ درجه سانتی‌گراد و در دو شرایط روشنایی (تناوب نوری) و تاریکی مطلق قرار گرفتند. نتایج نشان داد که بذرهای آلاله وحشی دارای خواب اولیه فیزیولوژیک غیرعمیق از نوع تیپ دوم هستند. بذرهای دفن‌شده در خاک، یک الگوی پویایی فصلی مشخص را به نمایش گذاشتند. یک پنجره زمانی برای جوانه‌زنی بذرهای آلاله وحشی از روز ۱۴ تا ۱۶۲ پس از دفن در دماهای ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درجه سانتی‌گراد مشاهده شد. یکی از مهم‌ترین مشاهدات در این پژوهش، القاء خواب ثانویه در بذرهای آلاله وحشی از ۱۹۶ روز پس از دفن به بعد بود؛ در این مرحله، جوانه‌زنی بذرهای دفن‌شده در خاک، در هر دو عمق و هر دو شرایط نوری، به‌طور کامل متوقف شد. این در حالی بود که درصد بذرهای زنده همچنان بالا باقی ماند (تا ۹۵ درصد). این راهبرد بقاء در بذرهای نگهداری‌شده در شرایط آزمایشگاهی مشاهده نشد و آن‌ها توانایی جوانه‌زنی بالا (تا ۸۷ درصد) را در تمام طول دوره آزمایش حفظ کردند. این تفاوت اساسی ثابت می‌کند که سیگنال‌های محیطی خاک مانند نوسانات دما و رطوبت، عامل اصلی القاء خواب ثانویه در این گونه است. علاوه بر این، نتایج نشان داد که عمق دفن نیز بر پویایی بذر تأثیرگذار است. اگرچه الگوی کلی جوانه‌زنی و بقاء بذر در هر دو عمق ۱۰ و ۲۰ سانتی‌متر مشابه بود، اما تخلیه بانک بذر در عمق ۱۰ سانتی‌متر سریع‌تر از عمق ۲۰ سانتی‌متر اتفاق افتاد که به‌دلیل شرایط محیطی نامساعدتر و سرعت بالاتر مرگ‌ومیر بذرهای در این عمق است. با توجه به بقاء بذرهای در طول یک سال، بانک بذر این گونه از نوع دائم است.

واژه‌های کلیدی: پس‌رسی، پویایی بانک بذر، چرخه فصلی خواب بذر، خواب ثانویه

### مقدمه

به‌طور مداوم در جریان است. ورودی اصلی به این بانک، فرآیندی است که هارپر (Harper, 1977) آن را "باران بذر" نامید؛ این پدیده به ریزش بذر از گیاهان مادری مستقر در مزرعه اشاره دارد و به‌عنوان منبع اصلی تجدید جمعیت بانک بذر شناخته می‌شود. اهمیت کنترل این ورودی به حدی است که عدم مدیریت علف‌های هرز تنها در یک فصل زراعی می‌تواند تراکم بانک بذر را تا ۱۴ برابر افزایش دهد (Leguizamon & Roberts, 1982). علاوه بر باران بذر،

بانک بذر خاک<sup>۴</sup> به‌عنوان یک مخزن پویا از بذرهای علف‌های هرز عمل می‌کند که در آن فرآیندهای ورودی (واریز) و خروجی (برداشت)

۱- گروه زراعت، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی

گرگان، گرگان، ایران

\*- نویسنده مسئول: Email: [siahmarguee@gau.ac.ir](mailto:siahmarguee@gau.ac.ir)

[siahmarguee@yahoo.com](mailto:siahmarguee@yahoo.com)

<https://doi.org/10.22067/JPP.2026.96299.1262>

4- Soil seed bank

مسیرهای دیگری نیز برای ورود بذر به خاک وجود دارند که شامل استفاده از کودهای دامی آلوده، انتقال از طریق ادوات کشاورزی، پراکنش با آب آبیاری و باد می‌باشند (Douglas et al., 2001). در مقابل فرآیندهای ورودی، خروجی بذر از بانک خاک از طریق جوانه‌زنی، مرگ طبیعی، فساد میکروبی و شکار توسط دانه‌خواران<sup>۱</sup> صورت می‌پذیرد. باین‌حال، بسیاری از گونه‌های گیاهی با بهره‌گیری از یک سازوکار تکاملی کلیدی یعنی "خواب بذر"، بخشی از بذرهای خود را برای مدت طولانی در خاک به‌صورت زنده و غیرفعال حفظ می‌کنند. این راهبرد که به شکل‌گیری "بانک بذر پایدار" می‌انجامد، به گیاه اجازه می‌دهد تا تجدید حیات خود را به تأخیر اندازد و بقاء نسل خود را پس از وقوع شرایط نامساعد محیطی یا تخریب پوشش گیاهی تضمین کند (Baskin & Baskin, 2014). این تجمع سالیانه بذرهای می‌تواند برای سال‌های متمادی منشأ آلودگی مزارع باشد (Fenner, 2000). از این‌رو، آگاهی از کمیت و کیفیت بانک بذر علف‌های هرز، نقطه شروعی حیاتی برای تدوین برنامه‌های مدیریت تلفیقی علف‌های هرز (IWM) محسوب می‌شود (Younesabadi et al., 2018).

اهمیت مطالعه و مدیریت بانک بذر تا حدی است که راهکارهای مدیریتی متمرکز بر کاهش تولید و تخلیه بانک بذر، به‌عنوان رویکردهای نوین و مطلوب در کشاورزی پایدار پیشنهاد می‌شوند. تخلیه بانک بذر اصولاً از دو طریق امکان‌پذیر است: ۱- جلوگیری از تولید و ریزش بذر جدید و ۲- فراهم آوردن شرایط محیطی مطلوب برای تحریک جوانه‌زنی هم‌زمان بذرهای (و سپس کنترل گیاهچه‌ها). باین‌حال، مدیریت عملی بانک بذر به‌دلیل چالش‌هایی نظیر دشواری در ممانعت کامل از ورود بذر، وجود دوره‌های خواب متفاوت و پیچیده در گونه‌های مختلف و پتانسیل بالای تولید بذر در بسیاری از علف‌های هرز، امری بسیار پیچیده است (Chauhan & Johnson, 2010)؛ بنابراین، یک رویکرد واقع‌گرایانه‌تر، پذیرش بانک بذر به‌عنوان جزئی جدایی‌ناپذیر از بوم‌نظام زراعی و تلاش برای درک، پیش‌بینی رفتار و به حداقل رساندن اثرات زیان‌بار آن است تا تلاش برای ریشه‌کنی کامل آن (Elahi Fard & Derakhshan, 2006) یکی از چالش‌های مهم در کشاورزی ایران، شناسایی و مدیریت گونه‌های علف هرز نوظهور و مهاجم است. گزارش‌های متعددی مبنی بر تهاجم گونه‌های گیاهی جدید در مناطق مختلف کشور به ثبت رسیده است؛ از جمله تهاجم آذولا (*Azolla pinnata* R.Br.) در شمال کشور (Delnavaz Hashemloian & Ataei Azimi, 2009; Sadeghi Pasvisheh, 2016) و گسترش علف هرز جو دره (*Hordeum* et al., 2021) در استان هرمزگان (Nasiri, 2021).

#### 1- Predation

(Koch) Thell. (*spontaneum*) از پراکنش محدود اولیه در استان فارس به تمامی مزارع غلات سرمدوست کشور (Nazer-Kakhki et al., 2011)، به عقیده ناظر کاخکی و همکاران (Nazer-Kakhki et al., 2011)، نخستین گام در مدیریت مؤثر این گیاهان، تدوین قوانین و مقررات بازدارنده است که خود مستلزم اجرای پژوهش‌های بنیادی و کاربردی گسترده در تمام جنبه‌های زیستی و بوم‌شناختی آن‌ها است. در همین راستا، در استان گلستان تحقیقات قابل توجهی روی بوم‌شناسی علف‌های هرز نوظهور مانند نیلوفر وحشی (*Ipomoea purpurea*) (Siahmarguee et al., 2022)، نیلوفر پیچ (*Ipomoea hederaceae*) (Siahmarguee et al., 2020)، فریون خال‌دار (*Chamaesyce maculata*) (Asgarpour et al., 2015)، جو ساحلی (*Hordeum marinum*) (Taheri et al., 2024)، شمعدانی برگ‌بریده (*Geranium dissectum*) (Atabaki et al., 2023) و کنجد شیطانی (*Cleome viscosa*) (Akbari-Gelvardi et al., 2021) انجام شده است.

در بین گونه‌های گیاهی، تیره آلاله (*Ranunculaceae*) با بیش از ۲۰۰۰ گونه در ۴۳ جنس، یکی از بزرگ‌ترین تیره‌های گیاهی با پراکنش جهانی است که جنس‌های *Ranunculus* (۶۰۰ گونه)، *Clematis* (۳۸۰ گونه) و *Delphinium* (۳۶۵ گونه) بزرگ‌ترین جنس‌های آن را تشکیل می‌دهند (Christenhusz & Byng, 2016). جنس آلاله (*Ranunculus*)، به‌عنوان بزرگ‌ترین جنس این تیره، پراکنش وسیعی در مناطق معتدله، به‌ویژه در نیمکره شمالی دارد و حدود ۲۰ گونه از آن انحصاری ایران هستند. اگرچه برخی گونه‌های این جنس به‌دلیل دارا بودن خواص دارویی (ضدقارچ، ضد درد، تب‌بر و ...) در پزشکی سنتی کاربرد دارند (Wilson & King, 2003)، اما برخی دیگر به‌عنوان علف هرز مشکل‌ساز در دنیا و ایران به‌خصوص در مزارع گندم غرب کشور شناخته می‌شوند. خسارت این علف هرز قابل توجه می‌باشد. به‌نحوی که تحقیق انجام‌شده با هدف بررسی اثر تراکم‌های مختلف آلاله بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم در کشمیر نشان داد که که حداکثر کاهش در تعداد پنجه‌های مؤثر در مترمربع (۲۳-۲۴ درصد)، تعداد دانه در هر سنبله (۲۳-۲۷/۳ درصد)، وزن سنبله (۳۲-۳۳ درصد)، وزن هزار دانه (۷-۷/۸ درصد) و عملکرد دانه (۴۱-۴۵ درصد) در بالاترین تراکم این علف هرز (۱۲۵ بوته در مترمربع) مشاهده شد (Gull et al., 2024).

بررسی‌های میدانی اخیر در مزارع کلزای (*Brassica napus*) شهرستان‌های کردکوی و بندرگز در استان گلستان حاکی از افزایش جمعیت و گسترش علف هرز آلاله وحشی (*Ranunculus arvensis* L.) است که نگرانی جدی برای کشاورزان منطقه ایجاد کرده است. این گونه گیاهی یک‌ساله است که از طریق بذر تکثیر می‌یابد و هر بوته آن قادر به تولید حدود ۲۵۰ بذر (با وزن ۱۰۰ دانه ۳۵/۱ گرم)

برای سه روز متوالی ثابت باقی بماند. معیار جوانه‌زنی، خروج ریشه‌چه به طول دو میلی‌متر در نظر گرفته شد (Soltani et al., 2002). پس از اتمام دوره شمارش، بذرهایی که در هر تیمار دمایی و نوری جوانه نزدند، به دمای بهینه جوانه‌زنی (۱۵ درجه سانتی‌گراد)<sup>۱</sup> منتقل شد و شمارش مجدداً برای یک دوره دیگر ادامه یافت. لازم به توضیح است که در انتهای این آزمایش، زنده‌مانی بذره‌های جوانه‌زنده مورد بررسی قرار گرفت. برای این کار، بذرهایی که در برابر فشار نوک پنس از خود مقاومت نشان می‌دادند به عنوان بذر سالم (و دارای خواب) در نظر گرفته شدند.

#### آزمایش دوم) دفن بذرها در اعماق ۱۰ و ۲۰ سانتی‌متر

ابتدا، خاک سطحی (عمق ۰ تا ۲۰ سانتی‌متر) از مزرعه مورد نظر جمع‌آوری و با عبور از الک، سنگ‌ها و بقایای گیاهی آن جدا شد. سپس، برای هر نمونه، هشت گرم بذر آلاله وحشی با ۴۰ گرم از خاک الک‌شده (نسبت ۱ به ۵) کاملاً مخلوط گردید. این مخلوط‌ها در ۲۶ کیسه از جنس پارچه توری (مش‌بگ) قرار داده شد. کیسه‌ها در دو عمق ۱۰ و ۲۰ سانتی‌متری خاک مزرعه دفن گردید (۱۳ کیسه در هر عمق در مزرعه). نمونه‌برداری به صورت ماهانه و به مدت یک سال انجام شد (نمونه اول ۱۵ روز بعد از دفن انجام گردید). در هر نوبت، یک کیسه از هر عمق خاک خارج و بلافاصله به آزمایشگاه منتقل شد. لازم به ذکر است که دو کیسه آخر که برای نمونه‌برداری ۱۲ و ۱۳ ام در نظر گرفته شده بود، از بین رفت و به ناچار از آزمایش حذف گردید. در هر مرحله پس از انتقال کیسه‌ها به آزمایشگاه، محتویات هر کیسه با فشار ملایم آب بر روی الک ریز شست‌وشو داده شد تا بذرها از ذرات خاک جدا شوند. سپس بذره‌های بازیابی‌شده با دقت شمارش و به سه دسته تفکیک گردید: بذره‌های جوانه‌زده در خاک (جوانه‌زنی کشته)<sup>۲</sup>، بذره‌های پوسیده (مرده)<sup>۳</sup> و بذره‌های سالم. از بذره‌های سالم جهت انجام آزمون‌های بعدی (جوانه‌زنی و زنده‌مانی) استفاده شد.

#### آزمون جوانه‌زنی بذره‌های بازیابی‌شده از خاک و بذره‌های نگهداری‌شده در شرایط آزمایشگاه

به منظور ارزیابی تغییرات جوانه‌زنی در طول دوره دفن در خاک، بذره‌های سالم بازیابی‌شده از هر عمق در هر ماه، تحت آزمون جوانه‌زنی قرار گرفت. برای این آزمون، از بذره‌های سالم در چهار تکرار

است (Chapman et al., 2018). اگرچه ممکن است این تعداد بذر در مقایسه با سایر علف‌های هرز کمتر به نظر برسد، اما خطر اصلی این گونه در ویژگی‌های منحصربه‌فرد بذر آن نهفته است. زیرا بذر آن دارای خواب عمیق است که منجر به پایداری و زنده‌مانی بسیار طولانی در بانک بذر خاک می‌شود (Baskin & Baskin, 2014). مؤید این مطلب، تحقیقی است که نشان داد، در بین ۱۶ گونه از جنس آلاله، گونه *Ranunculus arvensis* دارای بیشترین طول عمر بذر در خاک بود (Bird, 2006)؛ بنابراین، با توجه به روند روبه رشد این علف هرز در مزارع کلزا و پایداری استثنایی بذره‌های آن در خاک، درک صحیح پویایی بانک بذر آن برای توسعه راهکارهای مدیریتی پایدار و مؤثر امری ضروری است.

#### مواد و روش

##### محل جمع‌آوری بذر و مکان انجام آزمایش

بذره‌های رسیده آلاله وحشی در خردادماه ۱۴۰۲ از مزارع کلزای آلوده به این علف هرز در شهرستان بندرگز جمع‌آوری شد. پس از انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه تکنولوژی بذر دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، بذره‌های سالم و کاملاً رسیده از بذره‌های نارس، آسیب‌دیده و بقایای گیاهی جدا شدند. بخشی از آزمایش‌ها در آزمایشگاه مذکور (در قالب آزمایش پس‌رسی) و بخش دیگر (آزمایش دفن بذر) در مزرعه یک کشاورز کلزاکار واقع در شهرستان بندر ترکمن (با طول جغرافیایی ۵۳ درجه و ۵۵ دقیقه و ۳۱/۴ ثانیه و عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۴۵ دقیقه و ۴۸/۷ ثانیه) اجرا گردید.

#### آزمایش اول: بررسی اثر پس‌رسی بذره‌های آلاله وحشی در طی زمان

در این آزمایش، قسمتی از بذره‌های آلاله وحشی در شرایط آزمایشگاه در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. از این بذرها در زمان‌های ۱۵، ۳۰، ۶۲، ۹۷، ۱۳۰، ۱۶۲، ۱۹۶، ۲۳۰، ۲۶۴، ۲۹۸، ۳۳۰ و ۳۵۸ روز پس از برداشت (پس‌رسی) جهت آزمون جوانه‌زنی در دماهای مختلف شامل ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۲۵ درجه سانتی‌گراد دو شرایط نوری (تناوب ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی) و تاریکی مطلق (پوشاندن پتری‌دیش‌ها با فویل آلومینیومی) استفاده شد. برای این کار در هر مرحله، چهار تکرار ۲۵ عددی بذر شمارش شده و به‌طور یکنواخت روی یک لایه کاغذ صافی واتمن در پتری‌دیش‌های استریل قرار داده شد. سپس به هر پتری‌دیش پنج میلی‌لیتر آب مقطر اضافه گردید. شمارش بذره‌های جوانه‌زده به صورت روزانه (بیش از یک بار) انجام شد تا زمانی که تعداد بذره‌های جوانه‌زده

۱ - لازم به توضیح است که در آزمایش مقدماتی انجام‌شده توسط نویسندگان این مقاله، دمای بهینه جوانه‌زنی این علف‌هرز، ۱۵ درجه سانتی‌گراد برآورد گردید.  
۲ - در این گروه، پوسه بذر، شکافته‌شده و همراه با یک گیاهچه سالم یا پوسیده‌شده بود.  
۳ - در این گروه، بذرها به ظاهر سالم بودند، ولی در اثر فشار نوک پنس، ماده لزج تیره رنگی از آن خارج می‌شد.

در دماهای ۵ و ۲۵ درجه سانتی‌گراد تفاوت چندانی با مرحله قبل نداشت. اما درصد جوانه‌زنی در در دماهای ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درجه سانتی‌گراد به حداکثر مقدار خود رسید (به‌ترتیب ۹۷ و ۸۸ و ۸۸ درصد). از این مرحله به بعد درصد جوانه‌زنی بذرهاى آلاله وحشى رو به کاهش گذاشت.

در ۱۹۶ روز پس‌رسی (نمونه‌برداری بهمن ماه)، حداکثر جوانه‌زنی در همه دماها به‌جز دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد کاهش یافت. در دو مرحله نمونه‌برداری مربوط به اسفند و فروردین مصادف با ۳۳۰ و ۲۶۴ روز پس‌رسی، درصد جوانه‌زنی آلاله وحشى روند ثابتی داشت؛ اما در نمونه‌برداری‌های بعدی مصادف با ۲۹۸ روز پس‌رسی (نمونه‌برداری اردیبهشت ماه) و ۳۳۰ روز (نمونه‌برداری خرداد ماه) درصد جوانه‌زنی به‌میزان قابل توجهی به‌خصوص در دمای پنج درجه سانتی‌گراد افزایش یافت. در مرحله آخر نمونه‌برداری مصادف با ۳۵۸ روز پس‌رسی نیز مجدداً درصد جوانه‌زنی به‌خصوص در دماهای ۵ و ۲۵ درجه سانتی‌گراد به‌شکل قابل توجهی کاهش یافت. این در حالی بود که در سایر دماها (۱۰، ۱۵ و ۲۰ درجه سانتی‌گراد) تغییرات قابل توجهی رخ نداد (شکل ۱ و ۲). همان‌طوری‌که در قسمت مواد و روش‌ها توضیح داده شد، در هر مرحله نمونه‌برداری بعد از ثابت شدن درصد جوانه‌زنی، بذرهاى جوانه‌زده به دمای مطلوب ۱۵ درجه سانتی‌گراد منتقل و جوانه‌زنی آن‌ها نیز مجدداً بررسی شد. بعد از انتقال به این دما، درصد بسیار کمی از بذرها جوانه زدند (نتایج نشان داده نشد).

در انتهای هر مرحله نمونه‌برداری، آزمون فشار روی بذرهاى جوانه‌زده انجام شد و بذرهایی که در برابر فشار نوک پنس مقاومت داشتند به‌عنوان بذر سالم (دارای خواب) دسته‌بندی شدند. در شکل ۲ به تفکیک برای هر مرحله نمونه‌برداری درصد بذرهاى سالم و مُرده نشان داده شد. همان‌گونه که مشاهده می‌شود، در مرحله نمونه‌برداری ۹۷ روز پس‌رسی، ۳۸ تا ۶۷ درصد از بذرهاى جوانه‌زده، زنده و ۱۷ تا ۲۷ درصد بذرها مُرده بودند. با گذشت زمان به‌دلیل رفع خواب و با توجه به دما، از تعداد بذرهاى سالم جوانه‌زده کاسته و بر تعداد بذرهاى جوانه‌زده افزوده شد. به‌طورکلی، در مراحل ۱۳۰، ۱۶۲، ۱۹۶، ۲۳۰، ۲۶۴، ۳۲۰ و ۳۵۸ روز پس‌رسی با توجه به دما، درصد بذرهاى زنده و دارای خواب به‌ترتیب در دامنه ۳۳-۳۷؛ ۳۷-۶۵؛ ۵۳-۶۲؛ ۵۸-۱۵؛ ۵۰-۲ و ۵۵-۱۰ درصد متغیر بود. همچنین در همین مراحل با توجه به دما، درصد بذرهاى مُرده به‌ترتیب در دامنه ۲۵-۱۳؛ ۱۵-۳؛ ۲۰-۶؛ ۳۵-۱۸؛ ۱۸-۱۰؛ ۱۵-۰؛ ۱۷-۵ و ۲۲-۵ درصد در نوسان بود. با توجه به آمار ارائه‌شده مشخص است که تعداد بذرهاى مُرده آلاله وحشى در شرایط نگهداری به‌میزان جزئی در نوسان است؛ اما تغییرات درصد جوانه‌زنی و بذرهاى دارای خواب، قابل توجه بود (شکل ۲).

به‌طورکلی، مقایسه روند تغییرات درصد جوانه‌زنی در طی دوره

۲۵ عددی استفاده شد. بذرها در پتری‌دیش بر روی کاغذ صافی مرطوب‌شده با پنج میلی‌لیتر آب مقطر قرار گرفتند. پتری‌دیش‌ها به انکوباتورهایی با دماهای ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۲۵ درجه سانتی‌گراد در دو شرایط نوری (تناوب ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی) و تاریکی مطلق (پوشاندن پتری‌دیش‌ها با فویل آلومینیومی) منتقل شد. شمارش جوانه‌زنی روزانه و با معیار خروج ریشه‌چه به‌طول دو میلی‌متر صورت گرفت. شمارش بذرها در شرایط تاریکی در نور سبز انجام شد. پس از اتمام دوره شمارش، بذرهایی که در هر تیمار دمایی و نوری جوانه ن‌زدند، به دمای مطلوب (۱۵ درجه سانتی‌گراد) منتقل شد و شمارش مجدداً برای یک دوره دیگر ادامه یافت. در ادامه بذرهاى جوانه‌زده جهت تعیین زنده‌مانی مورد بررسی قرار گرفت. برای این کار، بذرهایی که در برابر فشار نوک پنس از خود مقاومت نشان می‌دادند به‌عنوان بذر سالم (و دارای خواب) در نظر گرفته شدند.

## تجزیه و تحلیل داده‌ها

داده‌های حاصل از آزمایش‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS تجزیه و تحلیل شد. مقایسه میانگین تیمارها از طریق آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال پنج درصد انجام گرفت و رسم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel انجام شد.

## نتایج و بحث

### آزمایش اول: بررسی اثر پس‌رسی بر سرنوشت بذرهاى آلاله وحشى در طی زمان

تغییرات درصد جوانه‌زنی بذرهاى آلاله وحشى ذخیره‌شده در آزمایشگاه در طی دوره پس‌رسی در دماهای مختلف و در شرایط روشنایی در شکل‌های ۱ و ۲ نشان داده شده است. به‌طورکلی، درصد جوانه‌زنی بذرهاى این گیاه در دماهای ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درجه سانتی‌گراد بیشتر از دماهای ۵ و ۲۵ درجه سانتی‌گراد بود. بر این اساس، در روز ۹۷ پس‌رسی (نمونه‌برداری آبان ماه)، بیشترین درصد جوانه‌زنی در دماهای ۱۰ و ۱۵ درجه سانتی‌گراد به‌ترتیب با ۴۲ و ۴۵ درصد بود. در این مرحله نمونه‌برداری درصد جوانه‌زنی در دماهای ۵، ۲۰ و ۲۵ درجه سانتی‌گراد به‌ترتیب ۲۸، ۱۲ و ۶ درصد بود.

در مرحله نمونه‌برداری بعدی مصادف با ۱۳۰ روز پس‌رسی (نمونه‌برداری آذر ماه)، درصد جوانه‌زنی در دماهای ۵، ۲۰ و ۲۵ درجه سانتی‌گراد افزایش قابل توجهی یافت. اگرچه باز هم بیشترین درصد جوانه‌زنی بذرهاى آلاله وحشى در دماهای ۱۰ و ۱۵ درجه سانتی‌گراد رخ داد. به‌طورکلی، در این مرحله نمونه‌برداری درصد جوانه‌زنی بذرها با توجه به دما از ۴۵ تا ۶۳ درصد در نوسان بود.

در مرحله ۱۶۲ روز پس‌رسی (دی ماه)، حداکثر درصد جوانه‌زنی

درصد بذرها مُرده بودند.

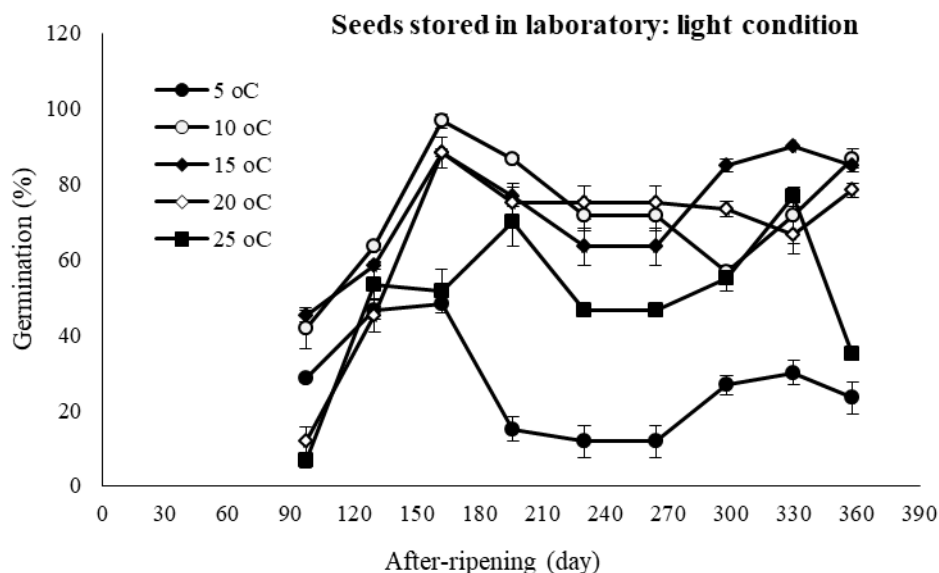
در مرحله ۱۶۲ روز پس‌رسی (نمونه‌برداری دی ماه)، حداکثر درصد جوانه‌زنی بذرها آلاله وحشی در همه دماها به‌شکل قابل توجهی کاهش یافت و در مرحله ۱۹۶ روز پس‌رسی (نمونه‌برداری بهمن ماه) به صفر رسید. در این دو مرحله (۱۶۲ و ۱۹۶ روز پس‌رسی) با توجه به دما به‌ترتیب ۷۷-۴۳ و ۷۰-۳۲ درصد بذرها دارای خواب و ۳۰-۸ و ۳۰-۲۲ درصد بذرها مُرده بودند (شکل ۴).

در مرحله ۲۳۰ روز پس‌رسی (نمونه‌برداری اسفندماه)، درصد جوانه‌زنی در دمای پنج درجه سانتی‌گراد صفر بود، اما در سایر دماهای، جوانه‌زنی بذرها با توجه به دما در محدوده ۱۲ تا ۲۲ درصد در نوسان بود. در فاصله نمونه‌برداری ۲۳۰ (نمونه‌برداری اسفند) تا ۲۹۸ روز پس‌رسی (نمونه‌برداری اردیبهشت)، بر درصد جوانه‌زنی بذرها این گیاه در همه دماها افزوده شد. اما در مرحله آخر نمونه‌برداری معادل با ۳۵۸ روز پس‌رسی، درصد جوانه‌زنی بذرها در دماهای ۱۰ و ۱۵ درجه سانتی‌گراد روند افزایشی و در سایر دماها (۵، ۲۰ و ۲۵ درجه سانتی‌گراد) روند کاهشی به خود گرفت. در این مرحله نمونه‌برداری، ۳۵ تا ۷۲ درصد بذرها زنده و ۱۵ تا ۳۰ درصد بذرها نیز از بین رفته بودند (شکل‌های ۳ و ۴).

پس‌رسی حاکی از رفع خواب بذرها آلاله وحشی در طی زمان بود. علاوه‌بر این با افزایش دوره پس‌رسی، جوانه‌زنی بذرها آلاله وحشی در دامنه وسیع‌تری از دماها رخ داد (شکل ۱ و ۲).

واکنش جوانه‌زنی بذرها آلاله وحشی در طی دوره پس‌رسی در دماهای مختلف در شرایط تاریکی در شکل‌های ۳ و ۴ نشان داده شده است. در روز ۹۷ پس‌رسی (نمونه‌برداری آبان ماه)، جوانه‌زنی بذرها آلاله وحشی از ۳/۳۳ در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد تا ۴۸/۳۳ درصد در دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد در نوسان بود (شکل ۳). در این مرحله از نمونه‌برداری، تعداد بذرها سالم و جوانه‌زده از ۴۲ درصد در دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد تا ۶۸ درصد در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد در نوسان بود. درصد بذرها مُرده نیز از ۱۰ تا ۳۲ درصد به ثبت رسید. همان‌گونه که در این شکل مشاهده می‌شود، در دماهای ۵، ۲۰ و ۲۵ درجه سانتی‌گراد که کمترین جوانه‌زنی رخ داد، بیشترین درصد بذرها سالم (دارای خواب) و م‌رده نیز مشاهده شد. این روند در کل مراحل نمونه‌برداری قابل مشاهده می‌باشد (شکل ۴).

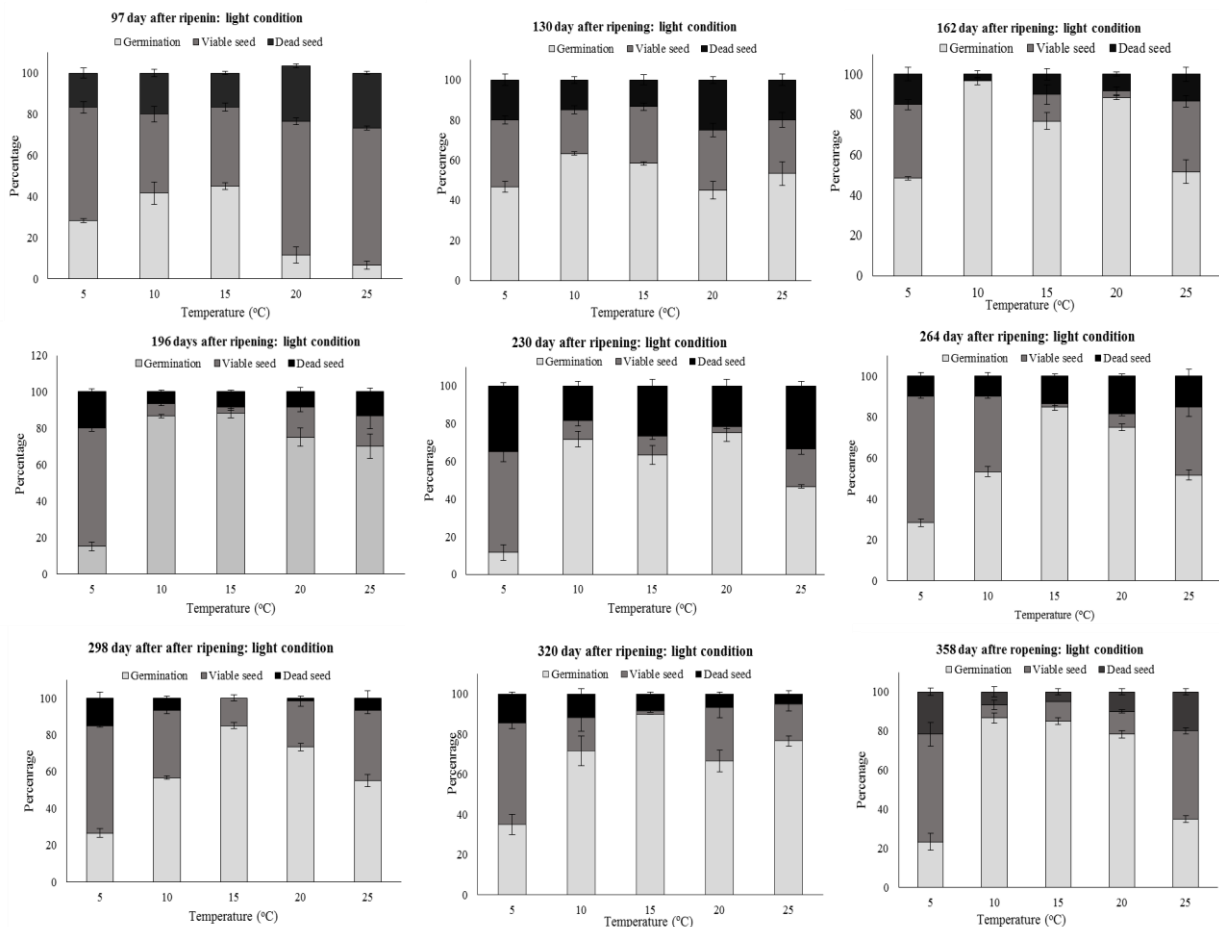
در مرحله نمونه‌برداری مربوط به آذر ماه (مصادف با ۱۳۰ پس‌رسی)، درصد جوانه‌زنی بذرها در همه دماها روند افزایشی داشت؛ به‌نحوی که در دماهای ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۲۵ درجه سانتی‌گراد به‌ترتیب ۴۲، ۴۸، ۵۷، ۳۳ و ۷ درصد از بذرها قادر به جوانه‌زنی بودند. در این مرحله نمونه‌برداری، ۲۷ تا ۶۷ درصد بذرها دارای خواب و ۱۳ تا ۲۷



شکل ۱- درصد جوانه‌زنی بذرها آلاله وحشی در طی دوره پس‌رسی در آزمایشگاه در دماهای مختلف در شرایط روشنایی  
Figure 1- The germination percentage of corn buttercup seeds during the after-ripening phase in the lab under various temperatures along with lighting conditions

\* در مراحل ۱۴، ۳۰ و ۶۰ روز پس‌رسی، نمونه‌برداری از دست رفت. \*\* میله‌ها نشان‌دهنده خطای معیار میانگین می‌باشد.

\*\* the Bars indicate standard error of mean.. Sampling was lost at 14, 30 and 60 days after ripening\*



شکل ۲- سرنوشت بذرهای آلاله وحشی در طی دوره پس‌رسی به دما در شرایط روشنایی

Figure 2- Fate of corn buttercup seeds during the After-ripening period in the laboratory at different temperatures and light conditions

\* لازم به توضیح است که در مراحل ۱۴، ۳۰ و ۶۰ روز پس‌رسی، نمونه‌برداری از دست رفت. \*\* میله‌ها نشان‌دهنده خطای معیار میانگین می‌باشد.

\*\* the Bars indicate standard error of mean.. Sampling was lost at 14, 30 and 60 days after ripening \*

عمل می‌کند. در شرایط روشنایی، بذرها به‌سرعت از خواب اولیه خارج شده و در یک دوره زمانی کوتاه و مشخص (بین ۹۷ تا ۱۶۲ روز) حداکثر جوانه زنی خود را انجام می‌دهند که منجر به تخلیه سریع بانک بذر می‌شود. در مقابل، در شرایط تاریکی، نبود نور به‌عنوان یک محرک اصلی، فرآیند جوانه‌زنی را به تأخیر می‌اندازد و درصد آن را کاهش می‌دهد. این امر به بذر اجازه می‌دهد تا برای مدت طولانی‌تری در خاک زنده بماند. بنابراین، درحالی‌که نور به بذر اجازه می‌دهد تا به‌سرعت و در یک پنجره بهینه جوانه بزند، تاریکی با کند کردن این فرآیند، بقاء بذر را برای مدت طولانی‌تری تضمین می‌کند. این راهبرد به بذر آلاله وحشی کمک می‌کند تا در شرایط غیرایده‌آل (مانند عمق زیاد خاک) از جوانه‌زنی زودرس و هدر رفتن سرمایه بذر خود جلوگیری کرده و برای سال‌های آینده نیز پایدار باقی بماند.

مقایسه روند تغییرات درصد جوانه‌زنی در طی دوره پس‌رسی حاکی از رفع خواب بذرهای آلاله وحشی در طی زمان است. علاوه‌بر

بررسی جوانه‌زنی بذرهای جوانه‌زده در دمای مطلوب ۱۵ درجه سانتی‌گراد حاکی از جوانه‌زنی انگشت‌شمار بذرها بعد از انتقال به دمای مطلوب بود. با توجه به اینکه بذرهای جوانه‌زده طبق آزمون فشار، سالم بودند، به‌نظر می‌رسد که وجود خواب در این بذرها مانع از جوانه‌زنی آن‌ها شده است (نتایج نشان داده نشد).

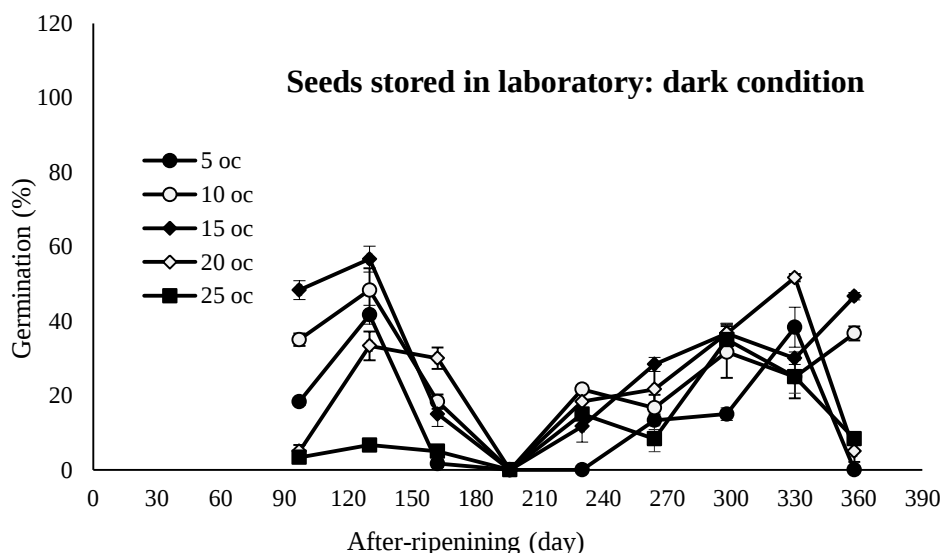
مقایسه جوانه‌زنی بذرهای آلاله وحشی در طی پس‌رسی در آزمایشگاه در شرایط نور (شکل‌های ۱ و ۲) و تاریکی (شکل‌های ۳ و ۴) نشان می‌دهد که در همه مراحل نمونه‌برداری، حداکثر درصد جوانه‌زنی در شرایط تاریکی کمتر از روشنایی می‌باشد. نکته قابل توجه این است که دلیل کاهش درصد جوانه‌زنی در شرایط تاریکی، عدم رفع خواب در بذرهای آلاله می‌باشد. در واقع، این امر ثابت می‌کند که رفع خواب بذرهای آلاله وحشی به نور وابسته می‌باشد. اگرچه تاریکی یک عامل بازدارنده قوی برای جوانه‌زنی بذر آلاله وحشی است، اما در عین حال به‌عنوان یک تضمین‌کننده بقاء نیز

داشتند که با سیگنال‌های طبیعی اوایل بهار تطابق دارد. کارتا و همکاران (Carta et al., 2012) با مطالعه رفتار بذر *Ranunculus peltatus* subsp. *baudotii* تحت تأثیر دمای متناوب و نور گزارش کردند که بذرهای این گونه، خواب مورفولوژیکی داشته و به واسطه آن با چرخه‌های دمایی فصلی سازگاری فنولوژیکی کاملی دارد.

### آزمایش دوم: سرنوشت بذر آلاله وحشی در شرایط آزمایشگاه و اعماق ۱۰ و ۲۰ سانتی‌متری خاک

در این آزمایش، سرنوشت بذرهای علف هرز آلاله وحشی در دو شرایط دفن در عمق ۱۰ و ۲۰ سانتی‌متری خاک در یک دوره یک‌ساله مورد ارزیابی قرار گرفت. متأسفانه نمونه‌های مربوط به ۳۲۰ و ۳۵۸ روز پس از دفن به دلیل خارج کردن کیسه‌های مربوط به این مرحله نمونه‌برداری توسط افراد ناشناس از دست رفت. از این‌رو نتایج مربوط به بررسی سرنوشت بذرهای این گیاه در طی ۲۹۸ روز و در قالب ۱۰ مرحله ارائه گردید (شکل ۵). با توجه به روند افزایش درصد تعداد بذرهای مُرده در دو عمق ۱۰ و ۲۰ سانتی‌متر می‌توان گفت که عموماً میزان مرگ‌ومیر بذرها با افزایش مدت‌زمان دفن افزایش می‌یابد. همچنین نتایج نشان داد که عمق دفن بر زنده‌مانی و پایداری بانک بذر این گیاه مؤثر است.

این با افزایش دوره پس‌رسی، جوانه‌زنی بذرهای آلاله وحشی در دامنه وسیع‌تری از دماها رخ داد. این نتایج ثابت می‌کند که خواب اولیه بذرهای آلاله وحشی از نوع فیزیولوژیک غیرعمیق بوده و یک سال نگهداری در شرایط خشک، به‌طور مؤثری خواب فیزیولوژیک بذر را رفع می‌کند. خواب فیزیولوژیک غیرعمیق دارای شش تیپ می‌باشد. در تیپ اول، بذرها تنها در دمای پایین قادر به جوانه‌زنی هستند و با رفع خواب، دامنه دمایی جوانه زنی آن‌ها افزایش می‌یابد (به عبارت دیگر دمای سقف برای جوانه‌زنی افزایش می‌یابد). در تیپ دوم، بذرها تنها در دمای بالا جوانه می‌زنند و با رفع خواب، دامنه‌زنی بذرها تا دماهای پایین افزایش می‌یابد. در تیپ سوم با رفع خواب جوانه‌زنی بذرها در دمای پایین و بالا افزایش می‌یابد؛ به عبارت دیگر با رفع خواب، دمای پایه و سقف گسترش پیدا می‌کند. در تیپ چهارم و پنجم بذرها در هیچ‌یک از دماها قادر به جوانه‌زنی نیستند؛ اما با رفع خواب تیپ چهارم تنها در دمای بالا و تیپ پنجم تنها در دمای پایین جوانه می‌زنند. در تیپ ششم، بذرها در هیچ‌یک از دماها قادر به جوانه‌زنی نیستند، اما با رفع خواب، قادر به جوانه‌زنی در طیفی از دماها می‌باشند. با توجه به نتایج این تحقیق به نظر می‌رسد که خواب بذرهای آلاله وحشی از نوع فیزیولوژیک غیرعمیق و تیپ دو باشد. همچنین نتایج نشان می‌دهند که پس از شکستن خواب، بذرهای آلاله وحشی تمایل بالایی به جوانه‌زنی در دماهای خنک (۵ تا ۱۵ درجه سانتی‌گراد)

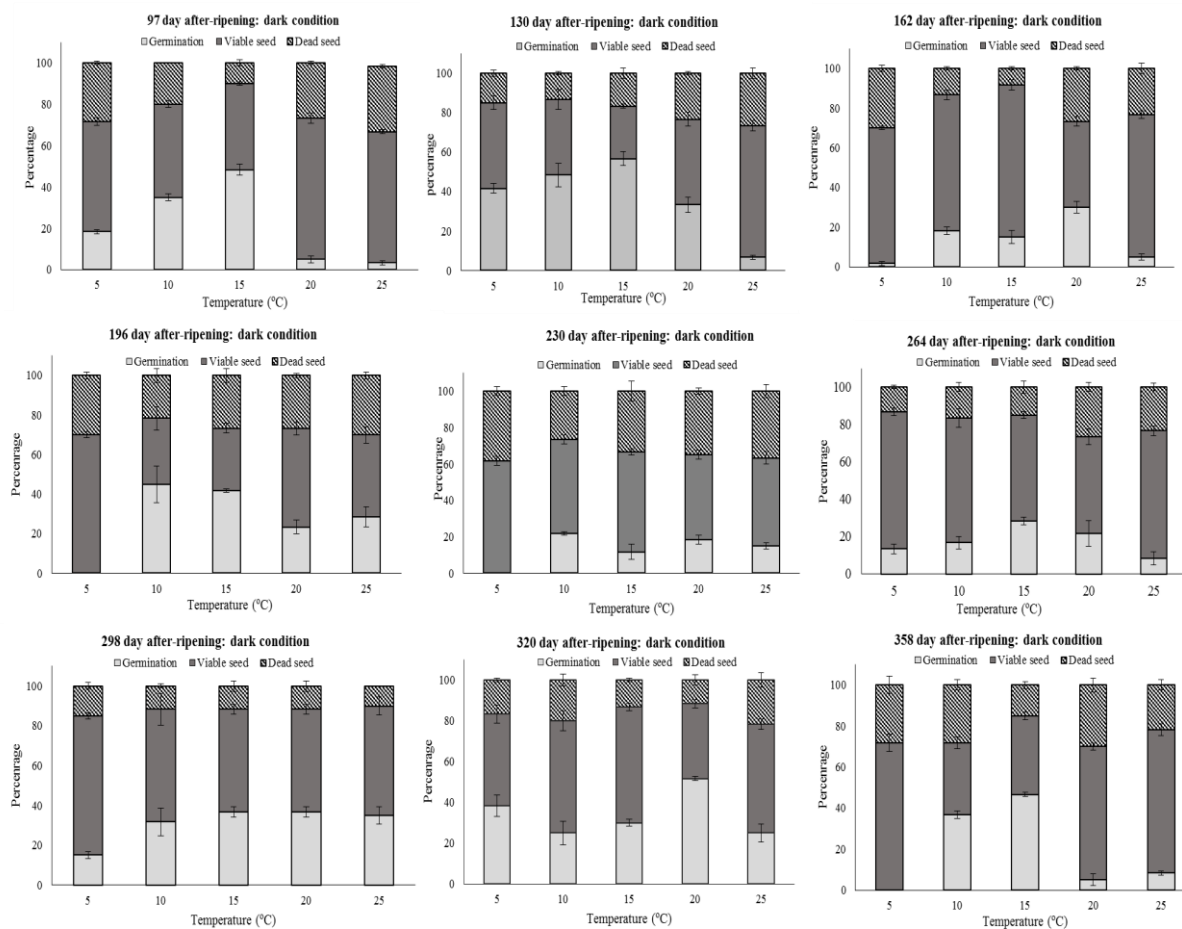


شکل ۳- درصد جوانه‌زنی بذرهای آلاله وحشی در طی دوره پس‌رسی در آزمایشگاه در دماهای مختلف در شرایط تاریکی

Figure 3- The germination percentage of corn buttercup seeds during the after-ripening phase in the lab under various temperatures along with dark conditions

\* در مراحل ۱۴، ۳۰ و ۶۰ روز پس‌رسی، نمونه‌برداری از دست رفت. \*\* میله‌ها نشان‌دهنده خطای معیار میانگین می‌باشد.

\* Sampling was lost at 14, 30 and 60 days after-ripening. \*\* the Bars indicate standard error of mean.



شکل ۴ - سرنوشت بذرهای آلاله وحشی در طی دوره پس‌رسی به دما در شرایط تاریکی

Figure 4- Fate of corn buttercup seeds during the after-ripening period in the laboratory at different temperatures and light conditions

\* لازم به توضیح است که در مراحل ۱۴، ۳۰ و ۶۰ روز پس‌رسی، نمونه‌برداری از دست رفت. \* میله‌ها نشان‌دهنده خطای معیار میانگین می‌باشد.

\*\* the Bars indicate standard error of mean.. Sampling was lost at 14, 30 and 60 days after-ripening \*

و ۲۰ سانتی‌متر می‌توان گفت که عموماً میزان مرگ‌ومیر بذرها با افزایش مدت‌زمان دفن، افزایش می‌یابد. بنابراین، مشخص شد که تخلیه بانک بذر آلاله وحشی در عمق ۱۰ سانتی‌متر سریع‌تر از عمق ۲۰ سانتی‌متر اتفاق می‌افتد و قرارگیری بذرها در لایه‌های عمیق‌تر خاک به پایداری بیشتر بانک بذر این علف هرز کمک می‌کند. عوامل متعددی در از بین بردن یا زوال بذرها در بانک بذر خاک دخیل هستند که مهم‌ترین آن‌ها درجه حرارت خاک، رطوبت خاک، محتوای رطوبت بذر و خسارت ناشی از شکار بذر توسط حشرات و فعالیت سایر ریزجاندران می‌باشد (Oskoueï & Sheidaei, 2017).

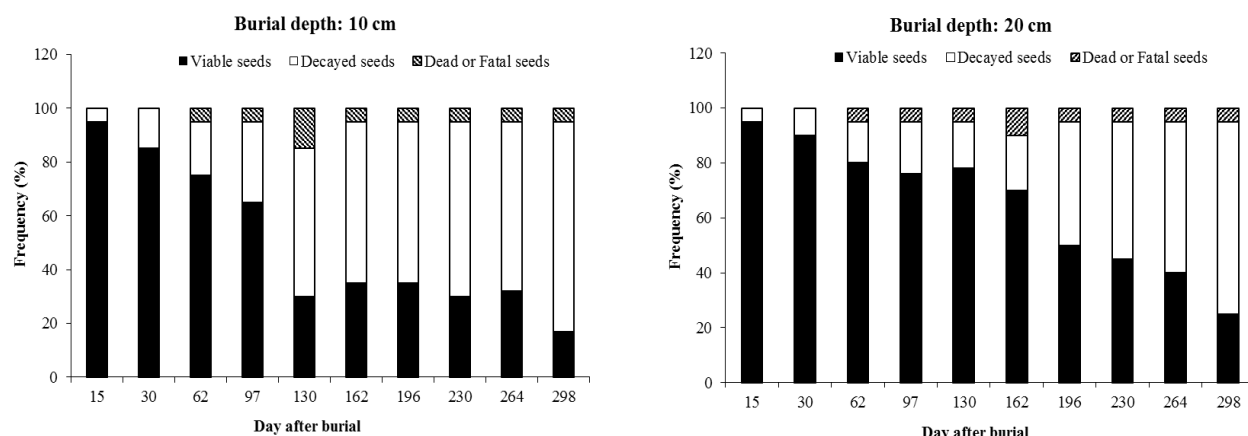
به‌طورکلی، توزیع عمودی بذر علف‌های هرز در نیم‌رخ خاک بر سرنوشت بذر علف‌های هرز بسیار مؤثر بوده (Soltani et al., 2016) و بذرهای دفن‌شده در لایه‌های عمیق‌تر خاک، مدت زمان بیشتری را در وضعیت خواب باقی می‌مانند (Guja et al., 2010; Liu et al.,

بررسی‌ها نشان داد که روند تخلیه بانک بذر آلاله وحشی در عمق ۱۰ سانتی‌متر سریع‌تر رخ داد؛ به‌طوری‌که زنده‌مانی بذرها از ۹۵ درصد در ۱۵ روز پس از دفن، به ۶۵ درصد در ۹۷ روز پس از دفن (نمونه‌برداری آبان ماه) و در نهایت به ۱۰ درصد در پایان دوره (۲۹۸ روز پس از دفن مصادف با نمونه‌برداری اردیبهشت ماه) کاهش یافت. در مقابل، در عمق ۲۰ سانتی‌متری، پایداری بذرها به مراتب بیشتر بود و روند کاهش زنده‌مانی، ملایم‌تر بود. در این عمق پس از گذشت ۱۶۲ روز (نمونه‌برداری دی ماه) همچنان ۷۰ درصد بذرها زنده بودند و در انتهای دوره آزمایش (۲۹۸ روز پس از دفن مصادف با نمونه‌برداری اردیبهشت ماه)، ۲۰ درصد بذرها زنده بودند. از این‌رو قرارگیری بذرها در لایه‌های عمیق‌تر خاک به پایداری بیشتر بانک بذر این علف هرز کمک می‌کند (شکل ۵).

با توجه به روند افزایش درصد تعداد بذرهای مُرده در دو عمق ۱۰

بعد از دفن، ۲۳ درصد از بذرهای ۲۰ سانتی‌متر و ۱۲ درصد بذرهای ۱۰ سانتی‌متر زنده بودند. این امر حاکی از آن است که تخلیه بانک بذر این علف هرز در عمق ۱۰ سانتی‌متری سریع‌تر از عمق ۲۰ سانتی‌متری رخ می‌دهد. چائوهان و همکاران (Chauhan *et al.*, 2006) نیز دریافتند که قرارگیری بذرهای علف هرز چچم (*Lolium rigidum*) در لایه‌های پایین‌تر خاک باعث کاهش درصد پوسیدگی و در نتیجه کاهش مرگ‌ومیر بذرهای این علف هرز می‌شود.

(2018). به نظر می‌رسد که دلیل این امر، بالا بودن غلظت دی‌اکسید کربن در اثر فعالیت بیولوژیکی خاک و انتشار آهسته‌تر گازها (Benvenuti, 2003)، کمبود رطوبت خاک و همچنین کاهش نوسانات دمایی (Onwuka & Mang., 2018; Mahmood *et al.*, 2016) و عدم وجود نور (Chauhan & Johnson, 2010) باشد. ممشلی و همکاران (Mamashli *et al.*, 2025) در مطالعه خود به بررسی پایداری بذر کنگد شیطانی در بانک بذر خاک در طی یک سال پرداختند و گزارش کردند که در نمونه‌برداری مصادف با ۳۶۰ روز



شکل ۵- سرنوشت بذرهای آلاله وحشی دفن‌شده در اعماق ۱۰ و ۲۰ سانتی‌متری خاک در طی زمان

Figure 5- Fate of corn buttercup seeds buried at 10 and 20 cm soil depths over time

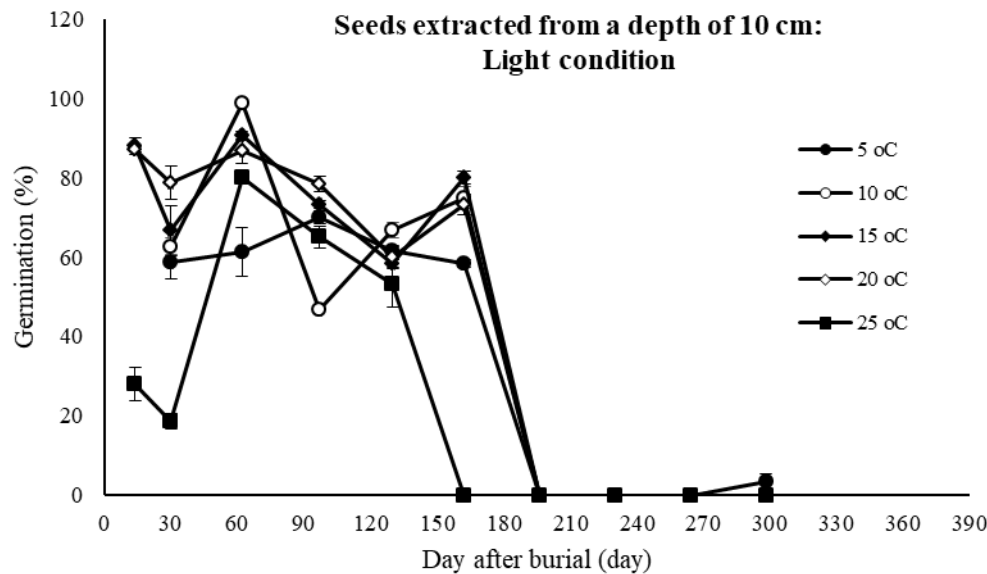
\* در شکل بالا بذرهای پوسیده با اصطلاح Decayed seeds و بذرهای جوانه‌زده و سبز نشده با اصطلاح dead or fatal seeds نشان داده شده‌اند.

\* In the figure above, rotten seeds are shown as "Decayed seeds" and ungerminated seeds are shown as "dead or fatal seeds".

تا ۱۶۲ روز پس از دفن (نمونه‌برداری دی ماه)، اگرچه نوساناتی در درصد جوانه‌زنی بذرهای آلاله وحشی دیده شد؛ اما درصد جوانه‌زنی با توجه به دما قابل توجه بود. به‌نحوی که ۵۸ تا ۷۰ درصد بذرهای ۱۰ سانتی‌گراد، ۴۳ تا ۹۰ درصد بذرهای ۱۵ سانتی‌گراد، ۶۰ تا ۸۷ درصد بذرهای ۲۰ سانتی‌گراد و صفر تا ۸۰ درصد بذرهای ۲۵ سانتی‌گراد قادر به جوانه‌زنی و تولید گیاهچه بودند. نکته قابل توجه این بود که در همه دماها در نمونه‌برداری ۱۹۶ روز پس از دفن (نمونه‌برداری بهمن ماه) به بعد، هیچ بذری قادر به جوانه‌زنی نبود. نتایج نشان داد که در مراحل ۱۹۶، ۲۳۰، ۲۶۴ و ۲۹۸ روز پس از دفن به‌ترتیب ۷۵-۷۰، ۷۲-۶۵، ۹۳-۷۰ و ۹۳-۵۳ درصد بذرهای زنده و ۳۰-۲۵، ۲۸-۳۵، ۷-۳۰ و ۷-۴۷ درصد بذرهای مرده بودند (شکل ۷). این امر حاکی از آن است که از نمونه‌برداری بهمن ماه به بعد، بذرهای آلاله وحشی دچار خواب ثانویه شده و قادر به جوانه‌زنی نخواهند بود.

## جوانه‌زنی بذرهای سالم استخراج‌شده از عمق ۱۰ سانتی‌متری خاک در طی زمان

جوانه‌زنی بذرهای استخراج‌شده از عمق ۱۰ سانتی‌متری در دماهای مختلف در طی زمان در شرایط روشنی در شکل ۶ نشان داده شده است. در نمونه برداری اول مصادف با ۱۴ روز بعد از دفن، جوانه‌زنی بذرهای ۱۵، ۲۰ و ۲۵ سانتی‌گراد به‌ترتیب ۸۸، ۸۷ و ۲۸ درصد بود. در این مرحله نمونه‌برداری در دماهای ۱۵، ۲۰ و ۲۵ سانتی‌گراد به‌ترتیب ۷، ۸ و ۳۵ درصد بذرهای زنده و ۵، ۸ و ۳۷ درصد بذرهای مرده بودند. در مرحله ۳۰ روز پس از دفن (نمونه‌برداری شهریور ماه)، کمترین درصد جوانه‌زنی با ۱۹ درصد در دمای ۲۵ سانتی‌گراد مشاهده شد. در این دما، ۶۴ درصد بذرهای زنده و ۱۷ درصد آن‌ها از بین رفته بودند. بیشترین درصد جوانه‌زنی نیز در دمای ۲۰ سانتی‌گراد به‌میزان ۷۹ درصد به دست آمد. در این دما ۱۲ درصد بذرهای جوانه‌زده، زنده و ۹ درصد مرده بودند. به‌طور کلی، از مرحله ۱۴ روز پس از دفن (نمونه‌برداری مرداد ماه)



شکل ۶- درصد جوانه‌زنی بذرهای دفن‌شده در عمق ۱۰ سانتی‌متری خاک در دماهای مختلف در شرایط روشنایی در دماهای مختلف  
Figure 6- Germination percentage of seeds buried at a depth of 10 cm in soil at different temperatures under different light conditions

\* لازم به توضیح است که در مرحله ۱۴ روز بعد از دفن، جوانه‌زنی بذرهای دفن‌شده در دمای ۱۰ و ۵ درجه سانتی‌گراد انجام نشد. \*\* نمونه‌های مربوط به دو مرحله آخر نمونه‌برداری مصادف با ۳۳۰ و ۳۵۸ روز پس از دفن (خرداد و تیرماه) از بین رفت. \*\* میله‌ها نشان‌دهنده خطای معیار میانگین می‌باشد.

\* It should be noted that seed germination did not occur at 5 and 10 degrees Celsius at 14 days after burial. \*\* The samples from the \*\* the Bars indicate last two sampling stages, corresponding to 330 and 358 days after burial (June and July), were destroyed standard error of mean.

بذرهای دفن‌شده در دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد، ۶۸ درصد در دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد و ۴۸ درصد در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد قادر به جوانه‌زنی بودند. لازم به ذکر است که در این مرحله نمونه‌برداری در دماهای ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درجه سانتی‌گراد به ترتیب ۵، ۱۸ و ۳۲ درصد بذرهای زنده و ۲۰، ۱۳ و ۲۰ درصد بذرهای مرده بودند (شکل ۹).

مشابه آنچه در شکل ۷ مشاهده شد، در شرایط تاریکی در نمونه‌برداری ۱۹۶ روز پس از دفن (مصادف با نمونه‌برداری بهمن‌ماه) به بعد، درصد جوانه‌زنی بذرهای آلاله وحشی مستخرج از عمق ۱۰ سانتی‌متری خاک، در تمام دماها صفر بود. به‌طور کلی، در مراحل نمونه‌برداری ۱۹۶، ۲۳۰، ۲۶۴ و ۲۹۸ روز پس از دفن با توجه به دما به ترتیب ۶۳ تا ۷۵، ۶۳ تا ۷۲، ۷۰ تا ۹۳ و ۸۰ تا ۹۰ درصد بذرهای زنده بودند (شکل ۹).

#### جوانه‌زنی بذرهای سالم استخراج‌شده از عمق ۲۰ سانتی‌متری خاک در طی زمان

جوانه‌زنی بذرهای مستخرج از عمق ۲۰ سانتی‌متری در دماهای مختلف در طی زمان در شرایط روشنایی در شکل ۱۰ ارائه شده است. در نمونه برداری اول مصادف با ۱۴ روز بعد از دفن، جوانه‌زنی بذرهای

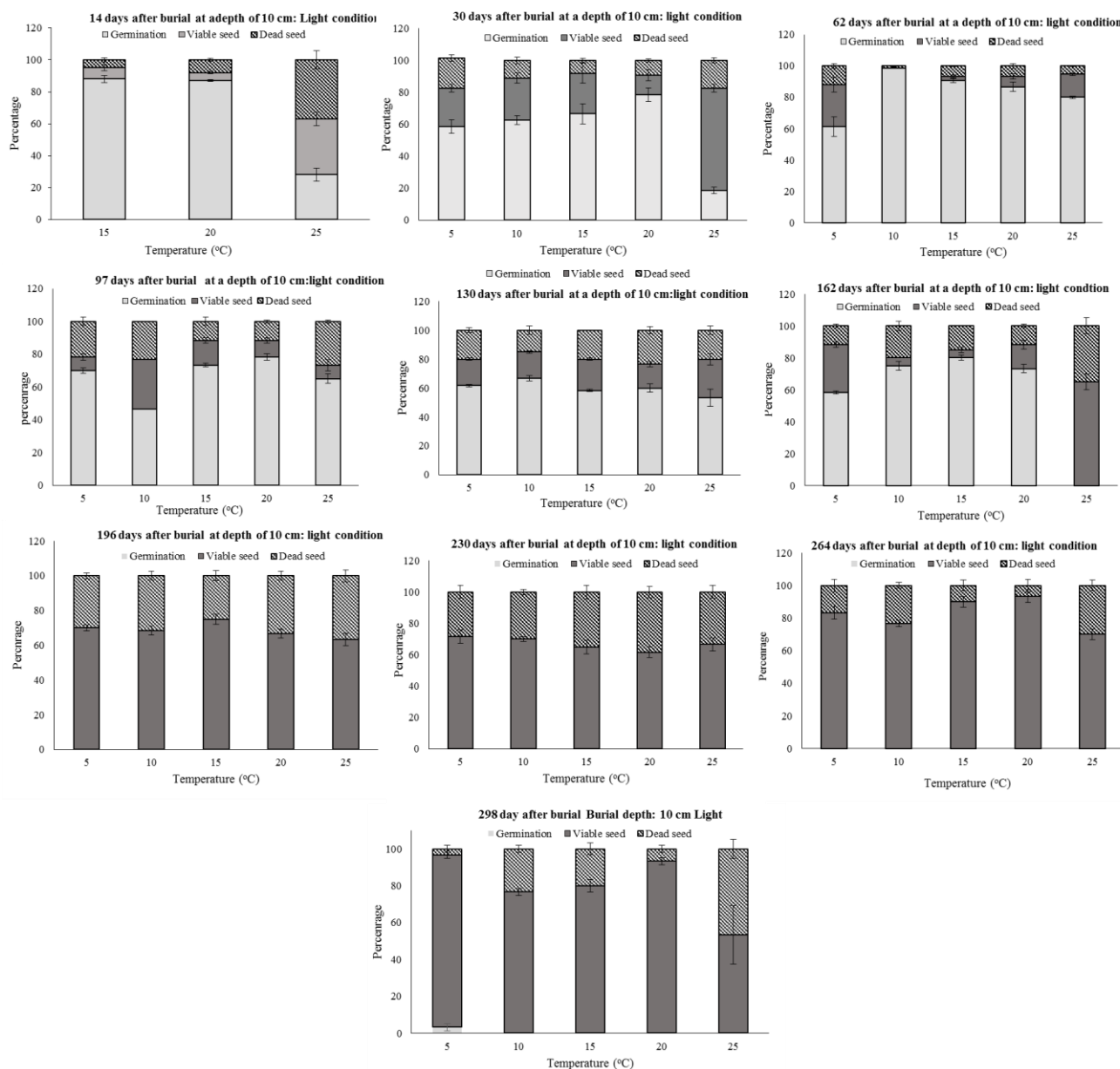
تغییرات جوانه‌زنی بذرهای مستخرج از عمق ۱۰ سانتی‌متری در دماهای مختلف در طی زمان در شرایط تاریکی در شکل ۸ ارائه شده است. به‌طور کلی، درصد جوانه‌زنی بذرهای آلاله وحشی در شرایط تاریکی کمتر از شرایط روشنایی بود. در مرحله نمونه‌برداری مربوط به ۹۷ روز پس از دفن (نمونه‌برداری آبان‌ماه)، جوانه‌زنی بذرهای دفن‌شده در دماهای ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۲۵ درجه سانتی‌گراد به ترتیب ۴۳، ۴۷، ۴۲، ۴۲ و ۴۲ درصد بود. در این مرحله نمونه‌برداری در دماهای ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۲۵ درجه سانتی‌گراد به ترتیب ۲۵، ۳۰، ۳۷، ۳۷ و ۲۷ درصد بذرهای زنده و ۳۰، ۲۳، ۲۲، ۲۲ و ۳۷ درصد بذرهای مرده بودند.

در مرحله ۱۳۰ روز پس از دفن (نمونه‌برداری آذرماه)، کمترین درصد جوانه‌زنی با ۷ درصد در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد مشاهده شد. در این دما، ۳۰ درصد بذرهای زنده و ۳۳ درصد آن‌ها از بین رفته بودند. بیشترین درصد جوانه‌زنی نیز در دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد به میزان ۸۷ درصد بود و بذرهای باقی‌مانده (۱۳ درصد) مرده بودند (شکل ۹).

نکته قابل توجه در مرحله نمونه‌برداری ۱۶۲ روز بعد از دفن (نمونه‌برداری دی‌ماه) مشاهده شد، به‌نحوی که هیچ بذری در دماهای ۵ و ۲۵ درجه سانتی‌گراد جوانه نزد (در این دو دما به ترتیب ۷۲ و ۷۰ درصد بذرهای زنده و ۲۸ تا ۳۰ درصد بذرهای مرده بودند)؛ اما ۷۵ درصد

۱۳۰ روز پس از دفن (نمونه‌برداری آذر ماه)، اگرچه نوساناتی در درصد جوانه‌زنی بذرهای آلاله وحشی دیده شد؛ اما درصد جوانه‌زنی با توجه به دما قابل توجه بود.

در دماهای ۱۵، ۲۰ و ۲۵ درجه سانتی‌گراد به‌ترتیب ۹۰، ۷۷ و ۲۲ درصد بود. در این مرحله به‌ترتیب در دماهای ۱۵، ۲۰ و ۲۵ درجه سانتی‌گراد، ۷، ۱۰ و ۵۷ درصد بذرهای زنده و ۳، ۱۳ و ۲۱ درصد بذرهای مُرده بودند. از مرحله ۱۴ روز پس از دفن (نمونه‌برداری مرداد ماه) تا



شکل ۷- سرنوشت بذرهای آلاله وحشی مستخرج از عمق ۱۰ سانتی‌متری خاک به دما در شرایط روشنایی در طی زمان

Figure 7- Fate of corn buttercup seeds extracted from a 10 cm depth of soil to temperature under light conditions over time

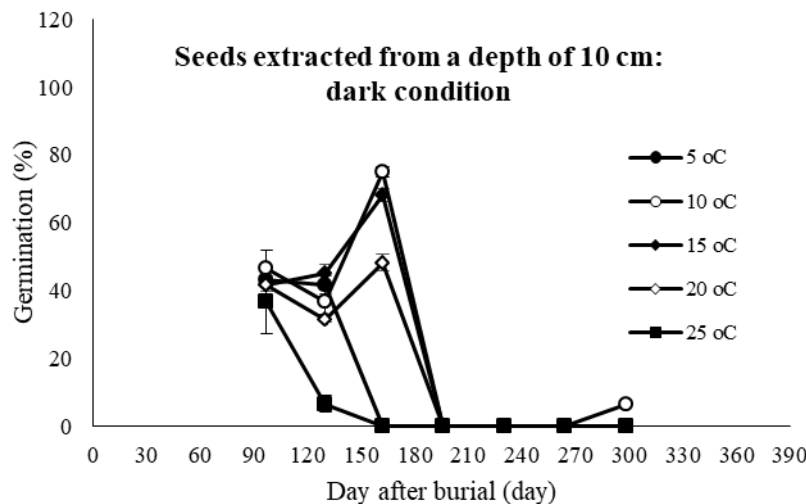
\* میله‌ها نشان‌دهنده خطای معیار میانگین می‌باشد.  
\* the Bars indicate standard error of mean.

۲۰ درجه سانتی‌گراد و ۱۶ تا ۹۵ درصد بذرهای در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد قادر به جوانه‌زنی و تولید گیاهچه بودند. نکته قابل توجه این بود که درصد جوانه‌زنی در همه دماها در نمونه‌برداری ۱۶۲ روز

به‌نحوی که ۳۳ تا ۷۵ درصد بذرهای در دمای پنج درجه سانتی‌گراد؛ ۴۷ تا ۹۷ درصد بذرهای در دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد؛ ۵۸ تا ۷۷ درصد بذرهای در دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد؛ ۴۳ تا ۸۷ درصد بذرهای در دمای

دماهای ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۲۵ درجه سانتی‌گراد به ترتیب ۵۷، ۵۸، ۵۹، ۶۰ و ۶۱ درصد بذرهای زنده بودند. این اتفاق در مراحل نمونه‌برداری بعدی شامل ۲۳۰، ۲۶۴ و ۲۹۸ روز پس از دفن نیز مشاهده شد و به ترتیب در مراحل مذکور با توجه به دما، ۶۰-۷۵، ۷۷-۹۷ و ۷۷-۹۷ درصد بذرهای زنده بودند (شکل ۱۱).

بعد از دفن (نمونه‌برداری دی ماه) کاهش قابل توجهی یافت. بررسی زنده‌مانی بذرهای حاکی از آن بود که با توجه به دما ۳۵ تا ۷۲ درصد بذرهای زنده و ۱۸ تا ۳۸ درصد بذرهای زنده بودند. در نهایت، در ۱۹۶ روز پس از دفن (نمونه‌برداری بهمن ماه) در هیچ کدام از دماها، بذری جوانه نزد. در این مرحله نمونه‌برداری در



شکل ۸- درصد جوانه‌زنی بذرهای دفن شده در عمق ۱۰ سانتی‌متری خاک تحت تأثیر تاریکی در دماهای مختلف

Figure 8- Germination percentage of seeds buried at a depth of 10 cm in soil at different temperatures under different dark conditions

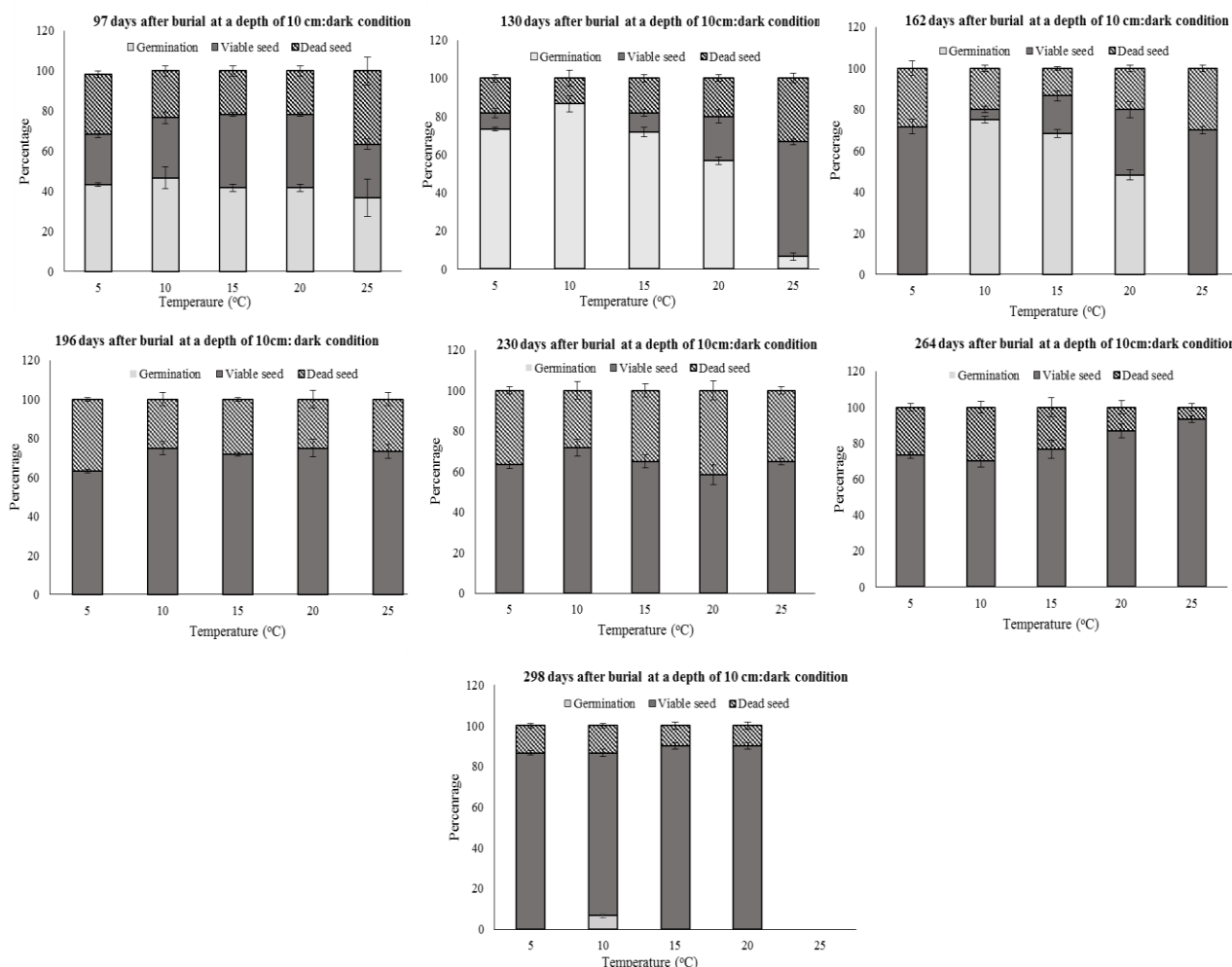
\* در مراحل نمونه‌برداری ۱۴، ۳۰ و ۶۰ روز پس از دفن، جوانه‌زنی بذرهای در شرایط تاریکی انجام نشد. \*\* نمونه‌های مربوط به دو مرحله آخر نمونه‌برداری مصادف با ۳۳۰ و ۳۵۸ روز پس از دفن (خرداد و تیرماه) از بین رفت. \*\*\* میله‌ها نشان‌دهنده خطای معیار میانگین می‌باشد.

\* At the sampling stages of 14, 30, and 60 days after burial, seed germination did not occur under dark conditions. \*\* The samples from the last two sampling stages, corresponding to 330 and 358 days after burial (June and July), were destroyed. \*\*\* the Bars indicate standard error of mean.

جوانه‌زنده در این دما به دمای مطلوب جوانه‌زنی، ۴۵ درصد بذرهای قادر به جوانه‌زنی بودند.

نکته قابل توجه در مرحله نمونه‌برداری ۱۶۲ روز بعد از دفن (نمونه‌برداری دی ماه) این بود که هیچ بذری در دماهای ۵ و ۲۵ درجه سانتی‌گراد جوانه نزد؛ اما ۲۵ درصد بذرهای در دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد، ۴۳ درصد در دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد و ۱۳ درصد در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد قادر به جوانه‌زنی بودند. مشابه آنچه در شکل‌های ۱۰ و ۱۱ مشاهده شد، در شرایط تاریکی در نمونه‌برداری ۱۹۶ روز پس از دفن (مصادف با نمونه‌برداری بهمن ماه) به بعد، درصد جوانه‌زنی بذرهای آلاله وحشی مستخرج از عمق ۲۰ سانتی‌متری خاک، در تمام دماها صفر بود. بررسی زنده‌مانی بذرهای جوانه‌زنده در مراحل نمونه‌برداری ۱۹۶، ۲۳۰ و ۲۶۴ روز پس از دفن حاکی از آن بود که با توجه به دما به ترتیب ۶۲-۷۸، ۵۰-۳۸ و ۸۷-۶۰ درصد بذرهای زنده و مابقی مرده بودند (شکل ۱۳).

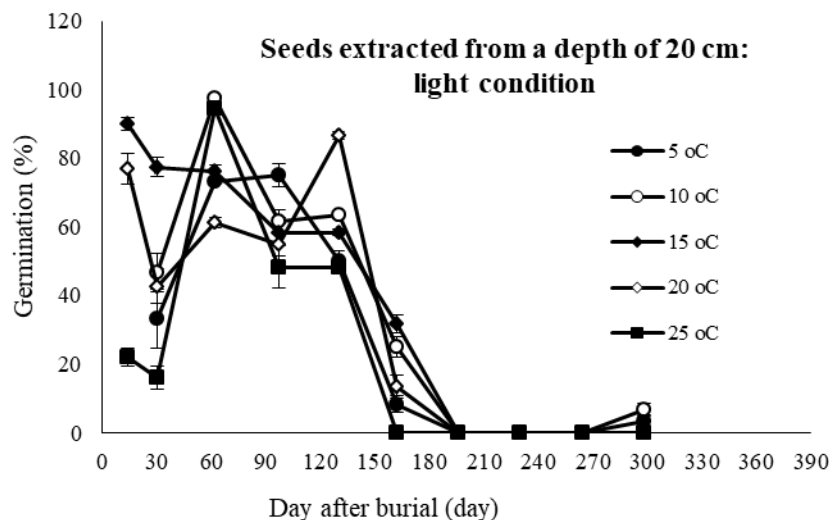
تغییرات جوانه‌زنی بذرهای مستخرج از عمق ۲۰ سانتی‌متری در دماهای مختلف در طی زمان در شرایط تاریکی در شکل ۱۲ ارائه شده است. مشابه نتایج مربوط به جوانه‌زنی بذرهای در شرایط پس‌رسی در نگهداری (شکل‌های ۱، ۲، ۳ و ۴) و جوانه‌زنی بذرهای مستخرج از عمق ۱۰ سانتی‌متری خاک (شکل‌های ۶، ۷، ۸ و ۹)، درصد جوانه‌زنی بذرهای آلاله وحشی در شرایط تاریکی کمتر از شرایط روشنایی بود. در مرحله نمونه‌برداری مربوط به ۹۷ روز پس از دفن، جوانه‌زنی بذرهای در دماهای ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۲۵ درجه سانتی‌گراد به ترتیب ۴۳، ۱۵، ۶۵، ۵۵ و ۳۸ درصد بود. در این مرحله نمونه‌برداری در دماهای مذکور به ترتیب ۱۸، ۴۸، ۷، ۲۰ و ۲۸ درصد بذرهای زنده و ۳۸، ۳۷، ۲۸، ۲۵ و ۳۳ درصد بذرهای مرده بودند (شکل ۱۳). در مرحله نمونه‌برداری مربوط به ۱۳۰ روز بعد از دفن درصد جوانه‌زنی بذرهای ۷ درصد در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد تا ۸۷ درصد در دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد در نوسان بود. در این مرحله نمونه‌برداری، درصد جوانه‌زنی در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد ۷ درصد بود؛ بعد از قرار دادن بذرهای



شکل ۹- سرنوشت بذرهای آلاله وحشی مستخرج از عمق ۱۰ سانتی متری خاک به دما در شرایط تاریکی در طی زمان  
 Figure 9- Fate of corn buttercup seeds extracted from a 10 cm depth of soil to temperature under dark conditions over time  
 \* میله ها نشان دهنده خطای معیار میانگین می باشد.  
 \* the Bars indicate standard error of mean.

از ۱۱۲ گونه مورد بررسی، نور به عنوان عامل تحریک جوانه زنی با نوسانات دمایی بود؛ البته پاسخ ها از مواردی که نشان دهنده نیاز مطلق در همه بذر ها به نوسانات دمایی بالا (>۵ درجه سانتی گراد) (به عنوان مثال *Rorippa islandica*) تا چندشکلی ها (به عنوان مثال *Carex otrubae*) که در آن برخی از بذر ها در دماهای ثابت جوانه می زدند، در حالی که بقیه به نوسانات کوچک (<۵ درجه سانتی گراد) پاسخ می دادند، متفاوت بود. دوماً: ظرفیت پاسخ به نوسانات دمایی در شرایط نور در گونه های تالابی برجسته بود؛ به نظر می رسد که این امر سازوکاری را فراهم می کند که از طریق آن، جوانه زنی بهاره با افزایش تابش و پایین رفتن سطح آب امکان پذیر می شود. سوماً: در برخی گونه ها مانند *Ranunculus repens* تاریکی مداوم با افزایش دامنه نوسان دمای لازم برای جوانه زنی همراه بود.

همانگونه که ذکر شد درصد جوانه زنی بذرهای مستخرج از اعماق ۱۰ و ۲۰ سانتی متری خاک در شرایط تاریکی کمتر از روشنایی بود که البته این امر تحت تأثیر دما نیز قرار داشت. در این راستا، ممشلی و همکاران (Mamashli et al., 2025) در مطالعه خود به بررسی پاسخ جوانه زنی کنجد شیطان در طی دوره پس رسی و عمق دفن، به نور و تاریکی پرداختند و دریافتند که با توجه به دما، واکنش بذرهای این گیاه به نور و تاریکی متفاوت است. محققان دیگری نیز بر این نکته تأکید داشته اند که نوع پاسخ گونه های مختلف نسبت به نور، بستگی به شرایط دمایی دارد (Schutz et al., 2002). در تحقیق جامعی که توسط تامپسون و گرایم (Thompson & Grime, 1983) با هدف بررسی پاسخ جوانه زنی ۱۱۲ گونه گیاهی در شرایط دوره نوری ۱۸ ساعته و تاریکی کامل انجام شد، مشخص گردید که اولاً: در ۴۶ گونه



شکل ۱۰- تغییرات درصد جوانه زنی بذرهای دفن شده در عمق ۲۰ سانتی متری خاک در دماهای مختلف در شرایط روشنایی  
Figure 10- Germination percentage of seeds buried at a depth of 20 cm in soil at different temperatures under different light conditions

\* لازم به توضیح است که در شرایط روشنایی در مرحله ۱۴ روز بعد از دفن، جوانه زنی بذرهای در دمای ۵ و ۱۰ درجه سانتی گراد انجام نشد. \*\* نمونه‌های مربوط به دو مرحله آخر نمونه برداری مصادف با ۳۳۰ و ۳۵۸ روز پس از دفن (خرداد و تیرماه) از بین رفت. \*\*\* میله‌ها نشان دهنده خطای معیار میانگین می‌باشد.

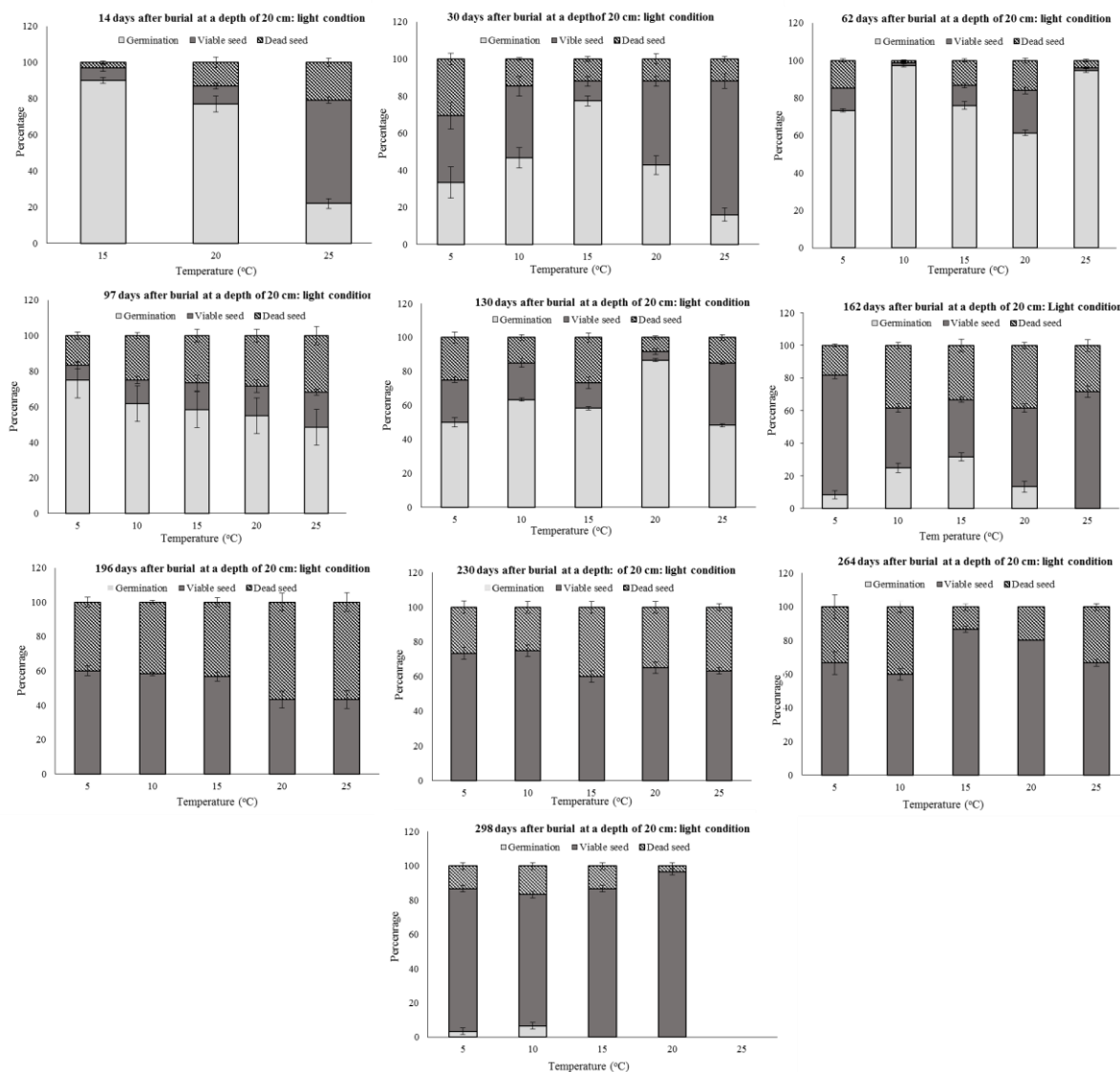
\* It should be noted that seed germination did not occur at 5 and 10 degrees Celsius at 14 days after burial. \*\* The samples from the last two sampling stages, corresponding to 330 and 358 days after burial (June and July), were destroyed. \*\*\* the Bars indicate standard error of mean.

مرحله نمونه برداری ۱۶۲ روز پس از دفن (نمونه برداری دی ماه) جوانه زنی رو به محدودیت گذاشت. به نحوی که در شرایط روشنایی در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد و در شرایط تاریکی در دمای ۵ و ۲۵ درجه سانتی گراد، هیچ بذر جوانه نداد. جوانه زنی بذرهای آلاله وحشی از مرحله نمونه برداری ۱۹۶ روز پس از دفن (نمونه برداری بهمن ماه) به بعد کاملاً متوقف شد و بررسی‌ها نشان داد که بسته به دما و مرحله نمونه برداری بین ۴۳ تا ۹۶ درصد بذرهای دچار خواب ثانویه شدند. چرخه پویای خواب مشاهده شده در بذر آلاله که شامل مراحل خواب اولیه و ثانویه است، یک سازوکار تطبیقی حیاتی برای بقا محسوب می‌شود که به گیاه اجازه می‌دهد تا جوانه زنی خود را تا زمان فراهم شدن شرایط محیطی مطلوب برای استقرار و رشد گیاهچه به تأخیر بیندازد (Klupczyńska & Pawłowski, 2021). خواب اولیه، همان‌طور که در بذرهای تازه رسیده آلاله دیده می‌شود، یک وضعیت ذاتی است که در حین تکامل بذر روی گیاه مادری ایجاد شده و از جوانه زدن فوری پس از پراکنش جلوگیری می‌کند، حتی اگر شرایط خارجی برای رشد مناسب باشد (Pausas et al., 2022; Bentsink & Koornneef, 2008). در خصوص آلاله وحشی، ورود بذرهای به خواب عمیق پس از دفن شدن در خاک، نمونه بارزی از القاء خواب

درخشان و همکاران (Derakhshan et al., 2003) اظهار داشتند که نور باعث بهبود جوانه زنی بذر و تغییر در میزان خواب می‌شود. گونه‌های مختلف علف‌هرز از لحاظ واکنش به نور بسیار متفاوت بوده در برخی از گونه‌ها بذور تحت تأثیر نور قرار گرفته و جوانه می‌زنند و در برخی دیگر باعث تحریک جوانه زنی نمی‌شود. طبق مطالعات محققان، بذور *Ipomoea purpurea* کمتر تحت تأثیر نور قرار گرفت، به طوری که در تاریکی کامل، جوانه زنی بذور این علف‌هرز ۹۳ درصد و در نور مداوم ۷۷ درصد گزارش شده است (Siahmarguee et al., 2022). همچنین در گونه‌ای دیگر از نیلوفر وحشی (*Ipomoea hederacea*) جوانه زنی تحت تأثیر نور قرار نگرفت. اما بذور گونه *Ipomoea lacunose* نسبت به نور حساس بود، چون در شرایط نور طبیعی جوانه زنی بذور کمتر از تاریکی بود (Norsworthy & Oliveira, 2007). در حالی که تاریکی، فرآیند جوانه زنی را متوقف یا به تأخیر می‌اندازد، اما به طور هم‌زمان، بقا بذر را برای مدت طولانی‌تری تضمین می‌کند. این امر مانع از جوانه زنی بذرهای آلاله وحشی در اعماق خاک می‌شود و به نوعی واکنش به نور تضمین کننده جوانه زنی بذر از عمق مطلوب خاک است. در بذرهای مستخرج از اعماق ۱۰ و ۲۰ سانتی متری خاک، در

ناشی از دفن شدن عمیق (Buijs *et al.*, 2020) و یا حتی کمبود اکسیژن (hypoxia) در لایه‌های متراکم خاک (Rolletschek *et al.*, 2025).

ثانویه است که می‌تواند ناشی از ترکیبی از عوامل تنش‌زای موجود در خاک باشد؛ از جمله قرار گرفتن در معرض دماهای نامساعد (Pawlowski *et al.*, 2020)، شرایط نوری نامناسب مانند تاریکی



شکل ۱۱- سرنوشت بذرهای آلاله وحشی بذرهای استخراج شده از عمق ۲۰ سانتی متر خاک به دما در شرایط روشنایی در طی زمان  
Figure 11 - Fate of corn buttercup seeds extracted from a 20 cm depth of soil to temperature under light conditions over time  
\* میله‌ها نشان دهنده خطای معیار میانگین می‌باشد.  
\* the Bars indicate standard error of mean.

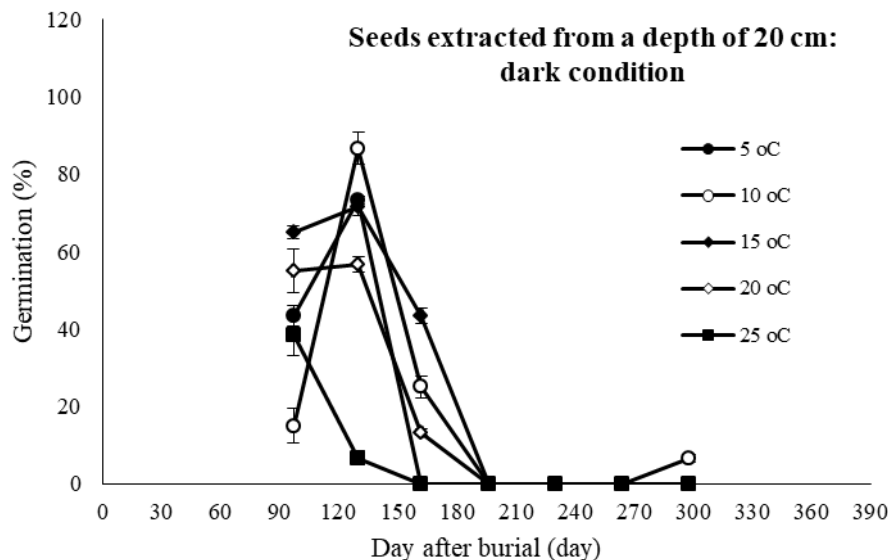
دوره‌ای بین حالت خواب و غیر خواب در نوسان باشد و با حفظ خود در بانک بذر خاک، بهترین و پایدارترین فرصت را برای بقا و نسل خود در آینده تضمین نماید (Collette & Ooi, 2020). به‌طور کلی، حساسیت به نوسانات دمایی در شرایط تاریکی در گونه‌های علفزار، تالاب و اراضی زراعی قابل مشاهده است و در بین گونه‌هایی که بانک‌های بذر پایدار تشکیل می‌دهند، مشهود می‌باشد. به نظر می‌رسد

در نهایت، خواب ثانویه به‌عنوان یک راهبرد ایمن یا "fail-safe" عمل کرده و از جوانه‌زنی‌های نابه‌هنگام و انتحاری (برای مثال، در یک دوره گرم کوتاه در زمستان) جلوگیری می‌کند. این فرآیند که به "چرخه خواب" معروف است، به بذر اجازه می‌دهد تا به‌صورت

#### 1- DORMANCY cycling

درون شکاف‌های تاج‌پوشش آغاز کند (Thompson & Grime, 1983).

که پاسخ به نوسانات دما در تاریکی، سازوکارهای سنجش عمق را توسط بذرهای دفن شده فراهم می‌کند و ممکن است استقرار را از بذر



شکل ۱۲- درصد جوانه زنی بذرهای دفن شده در عمق ۲۰ سانتی‌متری خاک در دماهای مختلف در شرایط تاریکی

Figure 12- Germination percentage of seeds buried at a depth of 20 cm in soil at different temperatures under dark conditions

\* در مراحل ۱۴، ۳۰ و ۶۰ روز پس از دفن، جوانه‌زنی بذر در شرایط تاریکی انجام نشد. \*\* نمونه‌های مربوط به دو مرحله آخر نمونه‌برداری مصادف با ۳۳۰ و ۳۵۸ روز پس از دفن (خرداد و تیرماه) از بین رفت. \*\*\* میله‌ها نشان‌دهنده خطای معیار میانگین می‌باشد.

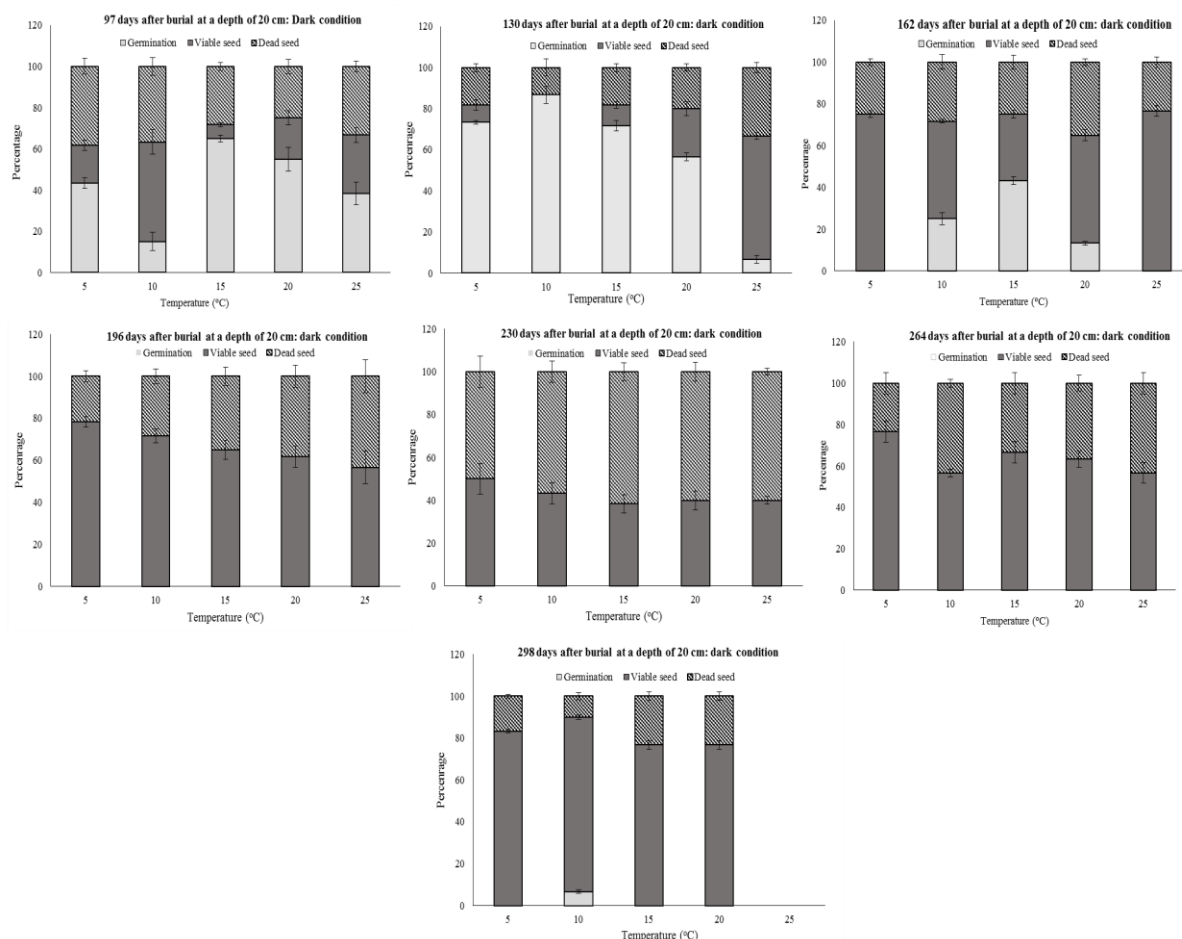
\* At the sampling stages of 14, 30, and 60 days after burial, seed germination did not occur under dark conditions. \*\* The samples \*\*\* the Bars from the last two sampling stages, corresponding to 330 and 358 days after burial (June and July), were destroyed indicate standard error of mean.

پایین در زمستان موجب القاء خواب در بذر خواهد شد. بالعکس در گیاهان تابستانه، دماهای پایین موجب رفع خواب شده و دماهای بالا باعث القاء خواب ثانویه در بذر خواهد شد. به‌طور کلی، تغییرات ایجاد شده نقش مهمی در تداوم و پایداری و نیز پویایی بانک بذر موجود در خاک خواهد داشت.

یکی از اهداف اصلی در تحقیقات مرتبط به بانک بذر گونه‌های گیاهی، تعیین نوع بانک بذر آن‌ها در خاک می‌باشد. به‌طور کلی، بانک بذر گونه‌های گیاهی در دو گروه موقت و دائم دسته‌بندی می‌شوند. در خواب موقت، هیچ بذری به مدت بیش از یک سال در خاک باقی نمی‌ماند؛ اما بذرهای وارد بانک بذر دائم می‌شود که بیش از یک سال بقاء خود را حفظ می‌کنند. بانک دائم بذر خاک می‌تواند براساس زمان به دو دسته کوتاه‌مدت و بلندمدت دسته‌بندی شود. بذرهای موجود در بانک بذر کوتاه‌مدت حداقل یک سال و حداکثر پنج سال در بانک بذر طولانی‌مدت بیش‌تر از پنج سال در خاک زنده می‌مانند (Bakker et al., 1996; Thompson & Grime, 1979). براساس این دسته‌بندی، بانک بذر آلاله وحشی از نوع دائم می‌باشد. با توجه به

دما یک عامل اولیه تنظیم‌کننده تغییرات فصلی در خواب بذر به حساب آمده (Footitt et al., 2013) و در تعیین شروع جوانه‌زنی، زمان سبز شدن گیاه اثرگذار است، به‌طوری‌که موفقیت یک گونه گیاهی در رقابت با گونه دیگر را تعیین می‌کند. روشی که دما بر سطح خواب بذر اثر می‌گذارد، بسته به چرخه حیات گونه‌ها متفاوت است (Khakzad & Deihimfard, 2022). به‌طور کلی، دماهای بالای تابستان، تعیین‌کننده رهاسازی خواب در گونه‌های یک‌ساله زمستانه‌ای مانند آلاله وحشی می‌باشد، درحالی‌که ممکن است دماهای پایین زمستان موجب تحریک خواب ثانویه شوند (Karssen, 1982). این امر در نتایج این تحقیق نیز کاملاً مشهود بود. رهاسازی خواب به‌دلیل دماهای بالای تابستان در بسیاری از گونه‌های یک‌ساله زمستانه مثل یولاف (*Avena fatua*)، چچم، علف پشمکی (*Bromus tectorum*) و کنگر فرنگی خاردار (*Cynara cardunculus*) مشاهده شده است (Khakzad & Deihimfard, 2022). در تأیید این امر لی و همکاران (Li et al., 2006) اظهار داشتند که در گیاهان زمستانه، دماهای بالا در تابستان باعث رفع خواب بذر شده و در دماهای

اینکه آزمایش حاضر برای یک سال طراحی شده بود و متأسفانه دو نمونه آخر نیز از دست رفته بود، تشخیص اینکه بانک بذر آلاله وحشی از نوع دائم موقت است یا بلندمدت، امکان‌پذیر نبود و لازم است در تحقیقات آینده به این موضوع به شکل کامل‌تری پرداخته شود.



شکل ۱۳- سرنوشت بذرهای آلاله وحشی مستخرج از عمق ۲۰ سانتی‌متری خاک به دما در شرایط تاریکی در طی زمان

Figure 13- Fate of corn buttercup seeds extracted from a 20 cm depth of soil to temperature under dark conditions over time  
\* میله‌ها نشان‌دهنده خطای معیار میانگین می‌باشد.

\* the Bars indicate standard error of mean.

## نتیجه‌گیری

سطحی جلوگیری کند. در صورت لزوم خاک‌ورزی، می‌توان از روش تهیه بستر بذر دروغین<sup>۱</sup> استفاده کرد؛ به این صورت که زمین قبل از کاشت کلزا آبیاری و شخم سطحی زده شود تا موج اصلی علف‌های هرز جوانه بزنند و سپس با یک علف‌کش عمومی یا شخم بسیار سطحی از بین بروند. علاوه بر این، باید مبارزه شیمیایی (استفاده از علف‌کش‌های پیش‌رویشی یا پس‌رویشی) را دقیقاً برای بازه زمانی اوج جوانه‌زنی آلاله وحشی (آبان، آذر و دی ماه) برنامه‌ریزی کرد تا

براساس نتایج این تحقیق، مدیریت مؤثر علف هرز آلاله وحشی در مزارع کلزا باید براساس بهره‌برداری از نقاط ضعف بیولوژیکی آن، یعنی نیاز به نور و امکان جوانه‌زنی محدود آن در برخی ماه‌های فصل پاییز و اوایل زمستان استوار باشد. از آنجایی که جوانه‌زنی نیازمند نور است، هرگونه عملیات خاک‌ورزی در بهار که بذر را به سطح خاک بیاورد باعث تحریک موج جوانه‌زنی می‌شود. بنابراین، استفاده از نظام‌های کشاورزی حفاظتی (کم‌خاک‌ورزی یا بی‌خاک‌ورزی) می‌تواند با به حداقل رساندن اختلال در خاک، از تحریک جوانه‌زنی بذر

بیشترین تأثیر را داشته باشد. پس از استقرار گیاهان زراعی مختلف از جمله کلزا، رشد سریع و سایه‌اندازی مطلوب بوته‌های آن می‌تواند به‌طور طبیعی از جوانه‌زنی بذره‌های باقی‌مانده که به نور نیاز دارند، جلوگیری کرده و به مهار این علف هرز کمک کند.

## References

- Akbari- Gelevardi, A., Siahmarguee, A., Ghaderi-Far, F., & Gherekhloo, J. (2021). The effect of environmental and management factors on seed germination and seedling emergence of Asian spiderflower (*Cleome viscosa* L.). *Weed Research*, 61(5), 350-359. <https://doi.org/10.1111/wre.12493>.
- Asgarpour, R., Ghorbani, R., Khajeh-hosseini, M., & Mohamadvand, E. (2015). Germination of spotted spurge (*Chamaesyce maculata*) seeds in response to different environmental factors. *Weed Science*, 63(2), 502-10. <https://doi.org/10.1614/WS-D-14-00162.1>.
- Atabaki, Z. M., Gherekhloo, J., Ghaderi-Far, F., Ansari, O., Hassanpour-Bourkheili, S., & Prado, R. D. (2023). The effect of environmental factors on seed germination and emergence of cut leaf geranium. *Advanced Weed Science*, 41, e020230006. <https://doi.org/10.51694/AdvWeedSci/2023;41:00005>.
- Bakker, J. P., Poschlod, P., Strykstra, R. J., Bekker, R. M., & Thompson, K. (1996). Seed banks and seed dispersal: Important topics in restoration ecology. *Acta Botanica Neerlandica*, 45(4), 461-490. <https://doi.org/10.1111/j.1438-8677.1996.tb00806.x>
- Baskin, J. M., & Baskin, C. C. (2014). *Seeds: Ecology, Biogeography, and Evolution of Dormancy and Germination*, 2nd edition. San Diego, CA, USA: Academic Press. 1600p.
- Bentsink, L., & Koornneef, M. (2008). Seed dormancy and germination. *The Arabidopsis Book/American Society of Plant Biologists*, 6, e0119. <https://doi.org/10.1199/tab.0119>
- Benvenuti, S. (2003). Soil texture involvement in germination and emergence of buried weed seeds. *Agronomy Journal*, 95(1), 191-198. <https://doi.org/10.2134/agronj2003.1910>
- Bird, A. E. (2006). Thermal methods and comparative seed longevity in the genus *Ranunculus* L. PhD Thesis, School of Biological and Chemical Sciences, Birkbeck College, University of London.
- Buijs, G., Vogelzang, A., Nijveen, H., & Bentsink, L. (2020). Dormancy cycling: Translation-related transcripts are the main difference between dormant and non-dormant seeds in the field. *The Plant Journal*, 102(2), 327-339. <https://doi.org/10.1111/tpj.14626>
- Carta, A., Bedini, G., Foggi, B., & Probert, R. J. (2012). Laboratory germination and seed bank storage of *Ranunculus peltatus* subsp. *baudotii* seeds from the Tuscan Archipelago. *Seed Science and Technology*, 40(1), 11-20. <https://doi.org/10.15258/sst.2012.40.1.02>
- Chapman, T., Pocock, S., & Davies, R. (2018). Propagation Protocols for 10 Threatened Cornfield Annuals. Conservation Science, Royal Botanic Gardens (RBG) Kew, 58p .
- Chauhan, B. S., & Johnson, D. E. (2009). Influence of tillage systems on weed seedling emergence pattern in rainfed rice. *Soil Tillage Research*, 106, 15-21. <https://doi.org/10.1016/j.still.2009.10.004>.
- Chauhan, B. S., Gill, G. S., & Preston, C. (2006). Tillage system effects on weed ecology, herbicide activity and persistence: A review. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 46(12), 1557-1570. <https://doi.org/10.1071/ea05291>
- Chauhan, B. S., & Johnson, D. E. (2010). Growth and reproduction of Jungle rice (*Echinochloa Colona*) in response to water stress. *Weed Science*, 58, 132-135. <https://doi.org/10.1614/WS-D-09-00016.1>
- Christenhusz, M. J. M., & Byng, J. W. (2016). The number of known plants species in the world and its annual increase. *Phytotaxa*, 261(3), 201-217. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.261.3.1>
- Collette, J. C., & Ooi, M. K. J. (2020). Evidence for physiological seed dormancy cycling in the woody shrub *Asterolasia buxifolia* and its ecological significance in fire-prone systems. *Plant Biology*, 22(4), 745-749. <https://doi.org/10.1111/plb.13105>
- Delnavaz Hashemloian, B., & Ataei Azimi, A. (2009). Alien & exotic Azolla in northern Iran. *African Journal of Biotechnology*, 8(2), 187-190.
- Derakhshan, A., Ghorbanpour, E., Sancholi, A., & Kamkar, B. (2003). Factors affecting junglerice (*Echinochloa colonum* L.) seed germination and seedling emergence. *Weed Research Journal*, 5(1), 1-15. (In Persian).
- Douglas, D. B., Hartzler, G. R., & Forcella, F. (2001). Implications of weed seed bank dynamics to weed managements. *Weed Science*, 45(3), 329-336. <https://doi.org/10.1017/S0043174500092948>.
- Elahi Fard, E., & Derakhshan, A. (2006). Quantifying the effect of osmotic and salt stress on germination of Egyptian spinach (*Corchorus olitorius* L.) and Asian spiderflower (*Cleome viscosa* L.). *Iranian Journal of Seed Science*

and Research, 3(3), 105-115. (In Persian) <https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.24763780.1395.3.3.9.7>.

Fenner, M. (2000). Seeds the Ecology of Regeneration in Plant Communities. CABI Publishing. New York, USA, 410 p.

Footitt, S., Huang, Z., Clay, H. A., Mead, A., & Finch-Savage, W. E. (2013). Temperature, light and nitrate sensing coordinate *Arabidopsis* seed dormancy cycling, resulting in winter and summer annual phenotypes. *The Plant Journal*, 74(6), 1003-1015. <https://doi.org/10.1111/tpj.12186>

Guja, L. K., Merritt, D. J., & Dixon, K. W. (2010). Buoyancy, salt tolerance and germination of coastal seeds: Implications for oceanic hydrochorous dispersal. *Functional plant Biology*, 37, 1175-1186. <https://doi.org/10.1071/FP10166>.

Gull, R., Bhat, M. A., Sheikh, T. A., Wani, F. J., Mir, S. A., & Bhat, M. A. (2024). Performance of wheat (*Triticum aestivum* L.) as affected by different densities of *Ranunculus* spp. under temperate conditions of Kashmir valley, India. *Journal of Scientific Research and Reports*, 30(12), 81-88. <https://doi.org/10.9734/jsrr/2024/v30i122652>

Harper, J. L. (1977). The Population Biology of Plants. Academic Press, London, United Kingdom, 892 pp.

Khakzad, R., & Deihimfard, R. (2022). An overview of modeling weed seedbank dormancy and germination. *Journal of Novel Research on Plant Protection*, 11, 45-60. (In Persian).

Karssen, C. M. (1982). Seasonal patterns of dormancy in weed seeds. In: A. A. Khan (Ed). The Physiology and Biochemistry of Seed Development, Dormancy and Germination. Elsevier, Amsterdam. pp. 243-270.

Klupczyńska, E. A., & Pawłowski, T. A. (2021). Regulation of seed dormancy and germination mechanisms in a changing environment. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(3), 1357. <https://doi.org/10.3390/ijms22031357>.

Leguizamón, E. S., & Roberts, H. A. (1982). Seed production by an arable weed community. *Weed Research*, 22, 35-39. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3180.1982.tb00141.x>

Li, X. H., Li, X. H., Jiang, D. M., & Liu, Z. (2006). Germination strategies and patterns of annual species in the temperate semiarid region of China. *Arid Land Research and Management*, 20(3), 195-207. <https://doi.org/10.1080/15324980600705651>

Liu, W., Bai, S., Zhao, N., Jia, S., Li, W., Zhang, L., & Wang, J. (2018). Non-target site-based resistance to tribenuron-methyl and essential involved genes in *Myosoton aquaticum* (L.). *BMC Plant Biology*, 18(1), 225. <https://doi.org/10.1186/s12870-018-1451-x>.

Mahmood, A. H., Florentine, S. K., Chauhan, B. S., McLaren, D. A., Palmer, G. C., & Wright, W. (2016). Influence of various environmental factors on seed germination and seedling emergence of a noxious environmental weed: green galenia (*Galenia pubescens*). *Weed Science*, 64(3), 486-494. <https://doi.org/10.1614/WS-D-15-00184.1>

Mamashli, S., Siahmarguee, A., & Ghaderi-Far, F. (2025). Seed persistence of Asian spiderflower (*Cleome viscosa* L.) in the soil seed bank. *Iranian Plant Protection Research*, 39(2), 181-198. (In Persian). <https://doi.org/10.22067/JPP.2024.90116.1206>.

Nasiri, S., Yousofi, M., & Haerinasab, M. (2021). Genetic variation of *Prosopis juliflora* in Khuzestan province by CDDP method. *The Journal of Plant Research*, 34(1), 220-234. (In Persian). <https://doi.org/20.1001.1.23832592.1400.34.1.14.1>.

Nazer-Kakhki, S. H., Minbashi, M., Moeini, M. R., & Kamel, M. (2011). Preparing a weed distribution map using a geographic information system (GIS) and examining their population indices in rainfed wheat fields in Zanjan province. The 4th Iranian Weed Science Conference, Ahvaz, Iran. (In Persian).

Norsworthy, J. K., & Oliveira, M. J. (2007). Role of light quality and temperature on Pitted Morningglory (*Ipomoea lacunosa*) germination with after-ripening. *Weed Science*, 55(2), 111-118. <https://doi.org/10.1614/WS-06-137.1>

Onwuka, B., & Mang, B. J. A. P. A. R. (2018). Effects of soil temperature on some soil properties and plant growth. *Advanced of Plants Agricultural Reserach*, 8(1), 34-37. <https://doi.org/10.15406/apar.2018.08.00288>

Oskouei, B., & Sheidaei, S. (2017). Seed deterioration. *Iranian Journal of Seed Sciences and Research*, 4(3), 125-143. (In Persian). <https://doi.org/10.22124/JMS.2017.2512>

Pausas, J. G., Lamont, B. B., Keeley, J. E., & Bond, W. J. (2022). Bet-hedging and best-bet strategies shape seed dormancy. *The New Phytologist*, 236(4), 1232. <https://doi.org/10.1111/nph.18436>

Pawłowski, T. A., Bujarska-Borkowska, B., Suszka, J., Tylkowski, T., Chmielarz, P., Klupczyńska, E. A., & Staszak, A.M. (2020). Temperature regulation of primary and secondary seed dormancy in *Rosa canina* L.: Findings from proteomic analysis. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(19), 7008. <https://doi.org/10.3390/ijms21197008>

Rolletschek, H., Borisjuk, L., Gómez-Álvarez, E. M., & Pucciariello, C. (2025). Advances in seed hypoxia research. *Plant Physiology*, 197(1), kiae556. <https://doi.org/10.1093/plphys/kiae556>.

Sadeghi Pasvisheh, R. (2016). Azolla: an invasive fern in wetlands (Iran). LAP LAMBERT Academic Publishing, Saarbrücken, Germany. 72 pp.

- Schutz, W., Milberg, P., & Lamont, B. (2002). Seed dormancy, after-rpening and light requirement of four annual Asteraceae in South-western Australia. *Annals of Botany*, 90, 707-714. <https://doi.org/10.1093/aob/mcf250>
- Siahmarguee, A., Gorgani, M., Ghaderifar, F., & Asgarpour, R. (2020). Germination ecology of Ivy-leaved morning glory: An invasive weed in soybean fields-Iran. *Planta Daninha*, 38, e020196227. <https://doi.org/10.1590/S0100-83582020380100027>
- Siahmarguee, A., Taheri, M., Ghaderifar, F., & Torabi, B. (2022). Ecology of seed germination and emergence of common morning-glory (*Ipomoea purpurea* L.): Invasive weed in Golestan province. *Journal of Plant Production Reseach*, 29(2), 221-240. (In Persian).
- Singh, S., & Singh, M. (2009). Effect of temperature, light and pH on germination of twelve weed species. *Indian Journal of Weed Science*, 41(3&4), 113-126.
- Soltani, A., Galeshi, S., Zeinali, E., & Latifi, N. (2002). Germination, seed reserve utilization and seedling growth of chickpea as affected by salinity and seed size. *Seed Science and Technology*, 30, 51-60.
- Soltani, E., Baskin, C. C., Baskin, J. M., Soltani, A., Galeshi, S., Ghaderi-Far, F., & Zeinali, E. (2016). A quantitative analysis of seed dormancy and germination in the winter annual weed *Sinapis arvensis* (Brassicaceae). *Botany*, 94(4), 289-300.
- Taheri, M., Gherekhloo, J., Sohrabi, S., Siahmarguee, A., & Hassanpour-Bourkheili, S. (2024). Sea barley (*Hprdeum marinum*) seed germination ecology and seedling emergence. *Acta Botanica Hungarica*, 66(1-2), 119-134. <https://doi.org/10.1556/034.66.2024.1-2.8>
- Thompson, K., & Grime, J. P. (1983). A comparative study of germination responses to diurnally-fluctuating temperatures. *Journal of Applied Ecology*, 20(1), 141-156.
- Thompson, K., & Grime, J. P. (1979). Seasonal variation in the seed banks of herbaceous species in ten contrasting habitats. *The Journal of Ecology*, 67, 893-921. <https://doi.org/10.2307/2259220>
- Wilson, P., & King, M. (2003). *Arable Plants: A Field Guide*. Wild Guides. 312pp.
- Younesabadi, M., Faez, R., Ghaderifar, F., Savarinejad, A. R., & Kashiri, H. A. (2018). Weed seed bank survey in cotton fields of Golestan province. *Iranian Journal of Cotton Reserches*, 6(1), 65-80. (In Persian). <https://doi.org/10.22092/IJCR.2018.117932>.