



Research Article

Vol. 39, No. 2, 2025, p. 181-198



Seed Persistence of Asian Spiderflower (*Cleome viscosa* L.) in the Soil Seed Bank

Somayeh Mamashli¹, Asieh Siahmarguee^{1*}, Farshid Ghaderi-Far¹

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)

Received: 05-10-2024
Revised: 01-12-2024
Accepted: 03-12-2024
Available Online: 09-07-2025

How to cite this article:

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 with English abstract). <https://doi.org/10.22067/jpp.2024.90116.1206>

Introduction

Asian spider flower weed (*Cleome viscosa* L.) has recently entered the flora of weeds in Golestan province and causes significant damage to farmers in Golestan province every year. The seed production potential of this weed is high (> 38000 seeds per plant). Also, the seeds of this weed are very small (weight of 1000 seeds is equal to 1.05 grams) and they have dormancy. Thus the annual shedding of the seeds of this weed and their accumulation in the soil form a stable seed bank that can be the source of weed contamination in fields for many years. Therefore, understanding the stability of the seed bank of this plant is very important in the successful management of this weed.

Materials and Methods

Ripe seeds of Asian spider flower were collected from a soybean field in Minoodasht city-Golestan province at the end of October and were transferred to the seed technology laboratory of Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources to perform various tests. Immediately after harvest, the germination ability of fresh seeds was examined at 30 °C. The germination percentage of freshly harvested seeds was 7%. In order to investigate the effect of After- ripening on the germination ability of Asian spider flower seeds, a part of the seeds was stored in the laboratory. In order to investigate the stability of the seed bank of this weed, 65 grams of sieved soil along with 13 grams of Asian spider flower seeds were placed in 26 mesh bags and buried at two depths of 10 and 20 cm on November 4, 1401. Sampling was done at 15, 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210, 240, 270, 300, 330 and 360 days after burial. At each sampling stage, the number of germinated seeds in the soil, null, dead and healthy seeds were counted carefully. Healthy seeds were used to perform tests to determine seed moisture, electrical conductivity, and germination at different temperatures of 15, 20, 25, 30, and 35 °C and in two conditions of light and darkness, as well as the use of gibberellic acid and its non-use.



©2025 The author(s). This is an open access article distributed under [Creative Commons Attribution 4.0 International License \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/), which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source.

<https://doi.org/10.22067/jpp.2024.90116.1206>

Results and Discussion

The freshly harvested seeds of Asian spider flower had very little germination. After- ripening (in laboratory conditions or buried in soil) and gibberellic acid were effective in eliminating the commune, so that it increased the germination of Asian spider flower seeds in both dark and light conditions. With removal of the seed dormancy, germination of the seeds of this plant occurred in a wider range of temperatures. The germination response of Asian spider flower seed during the after- ripening and burial period was different to light and darkness and the ambient temperature also had an effect on it. Examining changes in the percentage of live and dead seeds at two depths of 10 and 20 cm showed that in both burial depths, the percentage of live seeds decreased over time and the number of dead seeds increased. So that in the last sampling, corresponding to 360 days after burial, the number of live seeds in two depths of 10 and 20 cm was 12 and 23%, respectively.

Conclusion

Considering that the germination percentage of Asian spider flower seeds increased during the after- ripening period and the use of gibberellic acid also improved germination during the after-ripening period, it seems that the seeds dormancy of this plant are of physiological type. The occurrence of low temperatures in winter caused removal dormancy of the buried seeds, and vice versa, the occurrence of high temperatures in the summer caused the induction of secondary dormancy in the remaining seeds. According to increasing trend of the number of dead seeds in two depths of 10 and 20 cm, it can be said that the emptying of the seed bank of this weed occurred faster in the depth of 10 cm. Asian spider flower seed bank is a permanent type. Therefore, the frequent dropping of this weed's seed in the soil can turn this plant into a permanent and serious challenge for farmers.

Keywords: After-ripening, Burial depth, Seed bank, Seed bank stability, Viability

پایداری بذر کنجدشیطانی (*Cleome viscosa* L.) در بانک بذر خاکسمیه ممشلی^۱، آسیه سیاهمرگویی^{۱*}، فرشید قادری فر^۱

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۷/۱۴

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۹/۱۳

چکیده

مطالعه پویایی بانک بذر علف‌های هرز در خاک بسیار مهم است. جهت بررسی پایداری بانک بذر علف‌هرز کنجدشیطانی، بذرهای این گیاه در دو عمق ۱۰ و ۲۰ سانتی‌متری خاک در همان مزرعه‌ای که بذرهای کنجدشیطانی از آن جمع‌آوری شده بود (شهرستان مینودشت - استان گلستان)، در آبان ماه ۱۴۰۱ دفن شدند. نمونه‌برداری در زمان‌های ۱۵، ۳۰، ۶۰، ۹۰، ۱۲۰، ۱۵۰، ۱۸۰، ۲۱۰، ۲۴۰، ۲۷۰، ۳۰۰، ۳۳۰ و ۳۶۰ روز بعد از دفن انجام شد. در هر مرحله نمونه‌برداری، تعداد بذرهای جوانه‌زده در خاک، بذرهای پوچ، مرده و سالم با دقت شمارش شدند. از بذرهای سالم جهت انجام آزمون جوانه‌زنی در دماهای مختلف ۳۵، ۳۰، ۲۵، ۲۰ و ۱۵ درجه سانتی‌گراد و در دو شرایط نور و تاریکی و همچنین استفاده از اسید جیبرلیک و عدم استفاده از آن استفاده شد. جهت بررسی اثر پس‌رسی بر قابلیت جوانه‌زنی بذرهای کنجدشیطانی نیز بخشی از بذرهای آزمایشگاه انبار شد. نتایج نشان داد که بذرهای تازه برداشت‌شده کنجدشیطانی از جوانه‌زنی بسیار اندکی برخوردار بودند. پس‌رسی (در شرایط آزمایشگاه یا دفن در خاک) و اسید جیبرلیک در رفع خواب مؤثر بود، به‌طوری‌که باعث افزایش جوانه‌زنی بذرهای کنجدشیطانی در هر دو شرایط تاریکی و روشنائی شد. با رفع خواب بذرهای، امکان جوانه‌زنی بذرهای این گیاه در محدوده وسیع‌تری از دماها رخ داد و در مراحل آخر نمونه‌برداری، جوانه‌زنی آن‌ها کاهش و در محدوده دمایی کمتری رخ داد. بررسی تغییرات درصد بذرهای زنده و مرده در دو عمق ۱۰ و ۲۰ سانتی‌متر نشان داد که در هر دو عمق دفن، درصد بذرهای زنده در طی زمان کاهش و به تعداد بذرهای مرده افزوده شد، به‌طوری‌که در آخرین نمونه‌برداری، مصادف با ۳۶۰ روز بعد از دفن، تعداد بذرهای زنده در دو عمق ۱۰ و ۲۰ سانتی‌متر به‌ترتیب ۱۲ و ۲۳ درصد بود. می‌توان نتیجه گرفت که تخلیه بانک بذر این علف هرز در عمق ۱۰ سانتی‌متر سریع‌تر اتفاق می‌افتد و بانک بذر کنجدشیطانی از نوع دائم می‌باشد. بنابراین ریزش مکرر بذر این علف هرز در خاک می‌تواند این گیاه را به‌عنوان یک چالش دائمی و جدی برای کشاورزان تبدیل نماید.

واژه‌های کلیدی: بانک بذر، پایداری بانک بذر، پس‌رسی، زنده‌مانی، عمق دفن

مقدمه

سال‌های متمادی منشأ آلودگی مزارع به علف‌های هرز باشد (Yunusabadi, 2017). بانک بذر، مجموعه‌ای از بذرهای جوانه‌زنده و زنده در خاک است (Fenner, 2000). تخلیه بانک بذر علف‌های هرز از طریق جلوگیری از تولید بذر توسط بوته‌های استقرار یافته و یا توسط عوامل مدیریتی که یک محیط مطلوب برای جوانه‌زنی فراهم می‌آورد، امکان‌پذیر خواهد بود.

بانک بذر علف‌های هرز به دو نوع بانک بذر موقت یا گذرا^۴ که در آن هیچ‌کدام از بذرهای تولیدشده در یک‌سال، زنده نمی‌مانند و بانک بذر پایدار^۵ که در آن بذرهای یک تا چندین سال در خاک باقی می‌مانند، طبقه‌بندی می‌شوند (Thompson et al., 1994).

علف‌های هرز یکی از عوامل تأثیرگذار بر تولید محصولات کشاورزی هستند و می‌توانند رشد گیاهان را در تمام مراحل رشدی از طریق رقابت برای نور، آب و مواد غذایی تحت تأثیر قرار دهند (Kan et al., 2011). بذر علف‌های هرز، ابزار مؤثر انتشار آن‌ها در مزارع، باغات و مراتع محسوب می‌شود. ریزش سالیانه بذر علف‌های هرز و تجمع آن‌ها در خاک، بانک بذر پایداری را تشکیل می‌دهد و می‌تواند

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

(Email: siahmarguee@gau.ac.ir)

(*) نویسنده مسئول:

<https://doi.org/10.22067/jpp.2024.90116.1206>

4- Transient seed bank

5- Persistent seed bank

پژوهشگران، بیشتر به بانک بذر پایدار توجه دارند، زیرا گونه‌هایی که بانک بذر پایدار را تشکیل می‌دهند، نگرانی اصلی برای مدیریت علف‌های هرز در آینده محسوب می‌شوند (Long et al., 2015). میزان تولید بذر، طول عمر، توزیع مکانی بذر در نیمرخ خاک، جمعیت و فعالیت شکارچیان و بیمارگرها و همچنین شرایط محیطی (نور، رطوبت و دما) که بذرهای هرز در خاک تجربه می‌کنند، از عوامل مؤثر بر دوام بانک بذر علف‌های هرز در خاک است (Tian et al., 2024; Schwartz- Lazaro & Copes, 2019; Davis et al., 2005; Liebman et al., 2001).

اگر چه عمده بذر علف‌های هرز در لایه‌های سطحی خاک متمرکز هستند، ولی تا عمق ۳۰ سانتی‌متری خاک نیز قابل مشاهده هستند (Harrison et al., 2007). توزیع عمودی بذر علف‌های هرز در نیمرخ خاک بر سرنوشت بذر علف‌های هرز تأثیرگذار است (Soltani et al., 2016)، بذرهای دفن‌شده در لایه‌های عمیق‌تر خاک، مدت زمان بیشتری را در وضعیت خواب باقی می‌مانند (Guja et al., 2010; Liu et al., 2018)، دلیل این امر، بالا بودن غلظت دی‌اکسید کربن در اثر فعالیت بیولوژیکی خاک و انتشار آهسته‌تر گازها (Wei et al., 2009)، نوسانات دمایی کمتر (Roberts & Totterdell, 1981; Mahmood et al., 2016) و عدم وجود نور (Chauhan & Johnson, 2010) می‌باشد. موسکوا و پاسچلود (Maskova & Poschlod, 2022)، پایداری بانک بذر ۲۸ گونه گیاهی علفی در سه عمق ۱، ۵ و ۱۰ سانتی‌متر را بررسی و گزارش کردند که با افزایش عمق دفن، پایداری بانک بذر گونه‌ها افزایش یافت، همچنین گونه‌هایی که بذرهای آن‌ها کمون اولیه بیشتری داشته و جهت جوانه‌زنی به نور و دماهای متناوب نیازمند هستند، بانک بذر پایداری خواهند داشت. مرادی صحرا (Moradi Sahra, 2022) گزارش کرد که بذرهای دفن‌شده مارتیغال (*Silybum marianum*) در عمق پنج سانتی‌متر، دو ماه زودتر از عمق ۱۰ سانتی‌متر شروع به جوانه‌زنی کردند و درصد و سرعت جوانه‌زنی بذرهای در عمق پنج سانتی‌متری به‌طور قابل توجهی بیشتر از عمق ۱۰ سانتی‌متر بود، و علت بروز این نتیجه به رفع زودتر کمون بذرهای دفن‌شده در عمق پنج سانتی‌متر نسبت داده شد.

کنجدشیطنی (*Cleome viscosa* L.) گیاهی متعلق به خانواده Cleomaceae، یک‌ساله، تابستانه، سه کرپنه و سازگار به شرایط گرم و مرطوب است و از توانایی خوبی در تحمل به شرایط خشکی و شوری برخوردار می‌باشد (Akbari-Gelvardi et al., 2021). این گیاه یکی از علف‌های هرز مهم مزارع برنج (*Oryza sativa*)، توتون (*Nicotiana Rustica*)، گوجه فرنگی (*Solanum lycopersicum*)، سویا (*Glycine max*)، ذرت (*Zea mays*)، سیب زمینی شیرین (*Ipomoea batatas*)، پنبه (*Gossypium herbaceum*) و بادام

زمینی (*Arachis hypogaea*) در جنوب شرق آسیا معرفی شده است (Ravisankar et al., 2017). در ایران، کنجدشیطنی به‌عنوان یک گیاه مهاجم، چالش‌های زیادی را برای کشاورزان سویاکار به‌خصوص در استان گلستان به‌وجود آورده است. خسارت این علف‌هرز قابل توجه می‌باشد، به‌نحوی که کاهش عملکرد دانه سویا به‌ازاء هر تک بوته کنجدشیطنی حدود ۸/۳۹ درصد برآورد شده است (Emami et al., 2017). پتانسیل تولید بذر در کنجدشیطنی بسیار زیاد است، هر بوته آن قادر به تولید بیش از ۳۸۰۰۰ بذر می‌باشد (Maikhuri et al., 2000). بذرهای این علف هرز بسیار ریز هستند، وزن هزار دانه آن‌ها برابر با ۱/۰۵ گرم است و بذرهای دارای خواب می‌باشند (Muasya et al., 2009; Shilla et al., 2016; Akbari-Gelvardi et al., 2021). در استان گلستان، برداشت سویا با توجه به رقم و شرایط جوی، از مهر ماه تا آبان ماه صورت می‌گیرد. بلافاصله بعد از برداشت این محصول، زمین با گاواهن برگردان‌دار شخم زده شده و آماده کاشت محصولات پاییزه از جمله گندم، جو (*Hordeum vulgare*)، کلزا (*Brassica napus*)، نخودفرنگی (*Pisum sativum*) و ... می‌شود. به این ترتیب، بذرهای ریزش‌یافته کنجدشیطنی وارد نیمرخ خاک می‌شود. این امر، نقش بسیار مهمی در پایداری بذر این علف هرز در بانک خاک داشته و تضمین‌کننده بقاء این علف هرز در خاک می‌باشد.

کنجدشیطنی گیاهی گرمادوست است و بذرهای در فصل پاییز وارد بانک بذر خاک می‌شوند. وجود خواب در بذرهای از جوانه‌زنی بذرهای در فصل زمستان جلوگیری می‌کند و تجربه دماهای متناوب در این زمان، بذرهای را آماده جوانه‌زنی در فصل بهار می‌کند (Li et al., 2006). تاکنون مطالعاتی روی برخی از جنبه‌های بوم‌شناسی علف هرز کنجدشیطنی (Siahmarguee et al., 2023; Emami et al., 2017; Elahifard & Derakhshan, 2018; Akbari-Gelvardi et al., 2021) در کشور ایران انجام شده است، اما مطالعه‌ای در خصوص پایداری بانک بذر کنجدشیطنی انجام نشده است. از این‌رو جهت تکمیل تر شدن اطلاعات در خصوص بوم‌شناسی این علف هرز، در این مطالعه به بررسی پایداری و سرنوشت بذر کنجدشیطنی در بانک بذر خاک پرداخته شده است.

مواد و روش‌ها

بذرهای رسیده کنجدشیطنی در اواخر مهرماه ۱۴۰۱ از روی ۲۵ بوته کنجدشیطنی در یک مزرعه سویا در شهرستان مینودشت جمع‌آوری و جهت انجام آزمایش‌های مختلف به آزمایشگاه تکنولوژی بذر دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان منتقل شدند. وزن هزار دانه بذرهای ۱/۰۵ گرم بود. آزمایش عمق دفن در همان مزرعه‌ای که بذرهای کنجدشیطنی از آن جمع‌آوری شده بود، انجام گردید. بلافاصله بعد از انتقال بذرهای به آزمایشگاه، قابلیت جوانه‌زنی بذرهای

تازه جمع‌آوری‌شده در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد (Akbari-Gelvardi et al., 2021) مورد ارزیابی قرار گرفت و درصد جوانه‌زنی بذرهای تازه برداشت‌شده هفت درصد بود.

بررسی پایداری بذرهای کنجدشیطانی در خاک

جهت بررسی پایداری بانک بذر کنجدشیطانی، ۱۳ گرم بذر این گیاه با ۶۵ گرم خاک در ۲۶ کیسه پارچه‌ای توری به ابعاد ۱۵×۱۸ سانتی‌متر ریخته شد و در دو عمق ۱۰ و ۲۰ سانتی‌متری در تاریخ چهارم آبان ماه سال ۱۴۰۱ دفن شدند. نمونه‌برداری در زمان‌های ۱۵، ۳۰، ۶۰، ۹۰، ۱۲۰، ۱۵۰، ۱۸۰، ۲۱۰، ۲۴۰، ۲۷۰، ۳۰۰، ۳۳۰ و ۳۶۰ روز پس از دفن انجام شد.

آمار هواشناسی روزانه و ماهانه در محدوده انجام آزمایش از زمان

جدول ۱- اطلاعات هواشناسی (ماهانه) در زمان انجام آزمایش

Table 1- Meteorological data (monthly) at time of the experiment

Year	Day after burial	Sampling date	Minimum temperature (°C)	Maximum temperature (°C)	Amplitude of maximum and minimum temperature (°C)	Rain (mm)
1401	15	1401.8.19	12.0	21.2	9.2	88.3
	30	1401.9.19	8.9	16.1	7.2	57.3
	60	1401.10.19	4.7	12.9	8.2	21.0
	90	1401.11.19	4.3	12.7	8.4	53.1
	120	1401.12.19	9.9	20.7	10.8	16.5
1402	150	1402.1.20	12.0	22.6	10.6	59.2
	180	1402.2.18	16.0	27.1	11.1	87.3
	210	1402.3.18	22.2	34.4	12.2	63.6
	240	1402.4.17	23.2	34.1	10.9	7.9
	270	1402.5.16	25.2	36.8	11.6	7.1
	300	1402.6.15	21.7	32.7	11.0	4.1
	330	1402.7.14	16.3	26.4	10.1	85.5
	360	1402.8.14	15.8	26.9	11.1	49.5

* بذرهای در تاریخ ۱۴۰۱/۸/۴ در دو عمق ۱۰ و ۲۰ سانتی‌متر دفن شدند.

* The seeds were buried on 2022-10-26 in two depths of 10 and 20 cm.

دو نیم تقسیم شدند. سپس بذرهای آماده‌شده در پتری‌دیش‌های حاوی محلول تترازولیوم قرار داده و به انکوباتور ۳۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت منتقل گردید. با گذشت زمان مورد نظر، بذرهای انکوباتور خارج شده و رنگ‌پذیری آن‌ها به وسیله بینی‌کولار مورد بررسی قرار گرفت. در آزمون تترازولیوم بذرهای زنده به رنگ قرمز در می‌آیند، ولی در بذرهای مرده امکان رنگ‌پذیری وجود ندارد. اگر نواحی تقسیم سلولی جنین که از اهمیت زیادی در طی فرآیند جوانه‌زنی برخوردارند، در جریان آزمون تترازولیوم رنگ نگیرند، یا رنگ‌پذیری آن‌ها غیرطبیعی باشد، پایین بودن پتانسیل جوانه‌زنی بذر تأیید می‌شود (Copland & Mc Doland, 1936). براساس آزمون تترازولیوم، درصد زنده‌مانی بذرهای این گیاه در زمان برداشت نزدیک ۷۸ درصد بود.

آزمایش جوانه‌زنی در دماهای مختلف ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد و در دو شرایط نور و تاریکی و در ادامه استفاده از اسید جیبرلیک (۲۵۰ پی‌پی‌ام) و عدم استفاده از آن انجام شد. در این

در هر مرحله از نمونه‌برداری، بعد از خروج یک کیسه از هر عمق، محتویات داخل هر کیسه روی الک ریز ریخته شده و با فشار ملایم آب شست‌شده شدند. سپس تعداد بذرهای جوانه‌زده در خاک، بذرهای پوچ، مرده و سالم با دقت شمارش شدند. لازم به توضیح است که این کار در شرایط نور سبز انجام شد. بعد از تفکیک بذرهای به ظاهر سالم، آزمون تترازولیوم (برای تعیین زنده‌مانی بذر) و آزمون جوانه‌زنی روی بذرهای استخراج‌شده انجام شد. آزمون تترازولیوم براساس دستورالعمل موجود انجام شد (Akbari-Gelvardi et al., 2021). در این آزمون، ابتدا سه تکرار ۲۵ عددی از بذرهای دفن‌شده در دو عمق ۱۰ و ۲۰ سانتی‌متری و بذرهای انبارشده در آزمایشگاه شمارش شد. بذرهای داخل پتری‌دیش‌هایی به قطر شش سانتی‌متری قرار گرفت و محیط داخل پتری‌دیش‌ها با آب مقطر مرطوب شدند. سپس پتری‌دیش‌ها به انکوباتور با دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت منتقل گردید. بعد از گذشت این زمان، پتری‌دیش‌ها از انکوباتور خارج و بذرهای به صورت عرضی از محل جنین برش داده و به

اثر پس‌رسی بر جوانه‌زنی بذر کنجدشیطانی

به‌منظور بررسی اثر پس‌رسی بر توانایی و قابلیت جوانه‌زنی بذر کنجدشیطانی، قسمتی از بذرهای جمع‌آوری شده، در آزمایشگاه ذخیره شد. جهت بررسی توانایی جوانه‌زنی بذرهای ذخیره‌شده در آزمایشگاه، از آزمون جوانه‌زنی مشابه بذرهای دفن‌شده در دو شرایط نور و تاریکی که در قسمت قبل توضیح داده شد، استفاده گردید. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از برنامه SAS ورژن ۹ و رسم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار اکسل ۲۰۱۶ انجام شد.

نتایج

نتایج تجزیه واریانس تیمارهای مختلف بر جوانه‌زنی بذر کنجدشیطانی در طی دوران پس‌رسی در آزمایشگاه و دفن در اعماق مختلف خاک در جدول ۲ نشان داده شده است. همان‌گونه که در جدول زیر مشاهده می‌شود، صفت درصد جوانه‌زنی بذرهای کنجدشیطانی تحت تأثیر صفات مختلف به‌جز اثر ساده عمق دفن و اثر متقابل عمق دفن در مصرف اسید جیبرلیک در سطح پنج یا یک درصد معنی‌دار شدند.

آزمون، نمونه‌هایی در سه تکرار ۲۵ عددی از بذرهای سالم تهیه شد. بذرهای روی یک لایه کاغذ صافی واتمن در پتری‌دیش‌هایی به قطر شش سانتی‌متر قرار داده شد و بعد از افزودن سه میلی‌لیتر آب مقطر به آن‌ها، به انکوباتور با دماهای مختلف ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد منتقل شدند. پتری‌دیش‌های مربوط به آزمون تاریکی به‌طور کامل با فویل آلومینیومی پوشانده شدند. شمارش بذرهای جوانه‌زده و جوانه نرده به‌مدت دو هفته و روزانه در دو نوبت انجام گرفت. در تیمار تاریکی، شمارش روزانه بذرهای جوانه‌زده در شرایط نور سبز انجام شد. مبنای جوانه‌زنی، رسیدن طول ریشه‌چه به دو میلی‌متر و یا بیشتر بود و تا زمانی که به‌مدت سه روز متوالی جوانه‌زنی ثابت شود، شمارش بذرهای انجام شد (Soltani et al., 2001). در ادامه آزمایش‌ها، بذرهایی که در هر تیمار دمایی جوانه نرده بودند به پتری‌دیش‌های جدید منتقل و به هر کدام از آن‌ها سه میلی‌لیتر اسید جیبرلیک ۲۵۰ پی‌پی‌ام به آن‌ها اضافه شد. سپس پتری‌دیش‌ها با همان شرایط نور و تاریکی و در دماهای مختلف ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد انتقال داده شدند. در این مرحله نیز روزانه تعداد بذرهای جوانه‌زده و جوانه نرده به‌مدت دو هفته ثبت شد. هدف از این کار، بررسی نهایی از وجود یا عدم وجود خواب بذر (خواب ثانویه) در بذرهای جوانه نرده در انتهای آزمایش جوانه‌زنی بود.

جدول ۲- تجزیه واریانس تیمارهای مختلف بر درصد جوانه زنی بذر کنجدشیطانی

Table 2- Analysis of variance of different treatments on seed germination percentage of Asian spider flower

S.O.V	df	Mean of squares	Pr>F
Sampling	12	2791.16	**
Depth	2	21.96	ns
Temperature	4	48939.69	**
Light	1	170.58	*
GA	1	112858.22	**
Sampling × depth	24	211.50	**
Sampling × temperature	48	684.66	**
Sampling × light	12	182.20	**
Sampling × GA	12	4349.55	**
Depth × temperature	8	1208.73	**
Depth × light	2	128.02	*
Depth × GA	2	21.17	ns
Temperature × light	4	218.80	**
Temperature × GA	4	18275.41	**
Sampling × depth × temperature	96	120.92	**
Sampling × depth × light	24	44.65	*
Sampling × depth × GA	24	274.77	**
Sampling × temperature × light	48	117.89	**
Sampling × temperature × GA	48	1145.04	**
Sampling × light × GA	12	198.19	**
Depth × temperature × light	8	100.76	**
Depth × temperature × GA	8	965.69	**
Temperature × light × GA	4	137.92	**
Sampling × depth × temperature × light	96	52.17	**
Sampling × depth × temperature × GA	96	141.95	**
Depth × temperature × light × GA	10	171.74	**
Sampling × depth × temperature × light × GA	168	86.47	**
Error	1559	27.92	

ns، *، ** به ترتیب معنی‌داری در سطح یک درصد، پنج درصد و عدم معنی‌داری می‌باشد.

ns، *، ** are significant at the 1%, 5%, and non-significant levels, respectively.

سرنوشت بذر کنجدشیطانی در آزمایشگاه و خاک

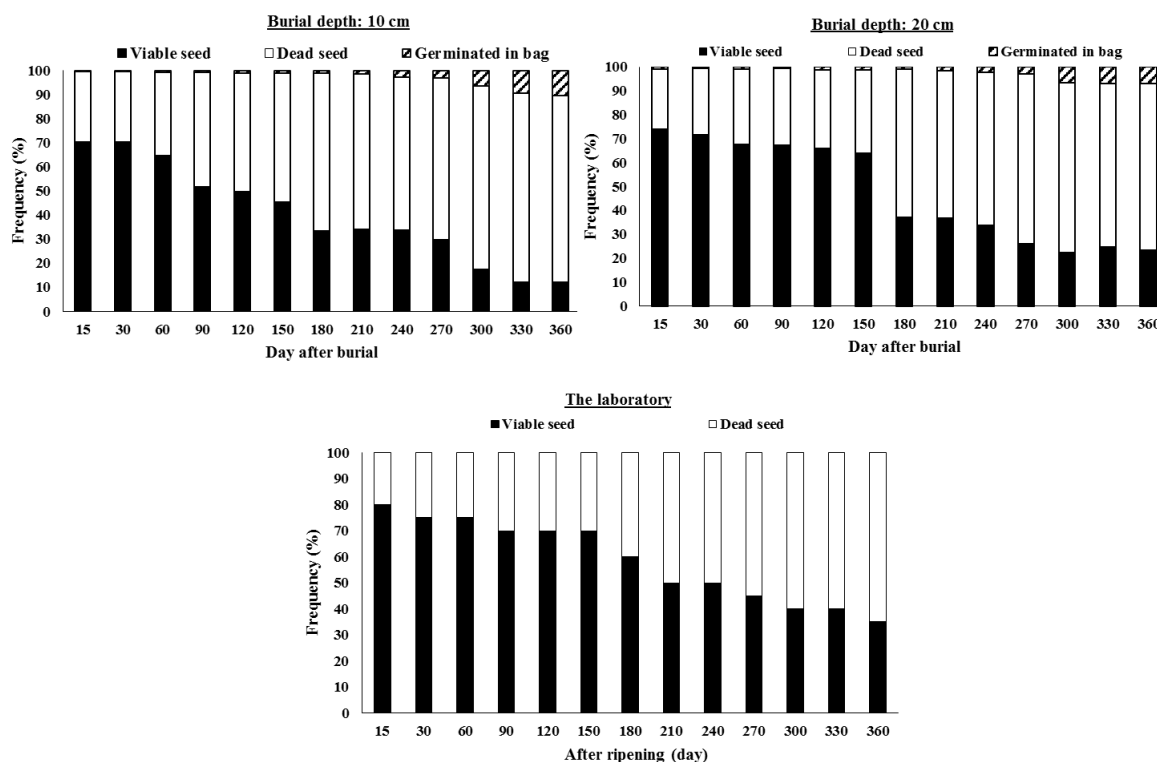
سرنوشت بذرهای انبارشده در آزمایشگاه و دفن شده در اعماق ۱۰ و ۲۰ سانتی متری خاک در طی زمان در شکل ۱ نشان داده شده است. روند تغییرات درصد بذرهای زنده و مرده در طی زمان با توجه به عمق دفن متفاوت بود، به طوری که در عمق ۱۰ سانتی متر در نمونه برداری اول و دوم مصادف با ۱۵ و ۳۰ روز بعد از دفن، تقریباً ۷۰ درصد بذرهای زنده و ۳۰ درصد آن‌ها مرده بودند. در نمونه برداری سوم مصادف با ۶۰ روز بعد از دفن، درصد بذرهای زنده اندکی کاهش و به ۶۵ درصد رسید، اما در نمونه برداری چهارم مصادف با ۹۰ روز بعد از دفن، درصد بذرهای زنده به میزان قابل توجهی کاهش و به ۵۲ درصد رسید. از این مرحله تا مرحله سیزدهم نمونه برداری مصادف با ۳۶۰ روز بعد از دفن، درصد بذرهای زنده به میزان قابل توجهی کاهش و به ۳۶ درصد رسید. در این مرحله تا مرحله سیزدهم نمونه برداری مصادف با ۳۶۰ روز بعد از دفن، درصد بذرهای زنده به میزان قابل توجهی کاهش و در نهایت به ۱۲ درصد رسید. در این مطالعه، تعداد بذرهایی که در هر مرحله نمونه برداری دچار جوانه زنی کشنده^۱ شده بودند نیز محاسبه گردید. بر این اساس، با گذشت زمان به تعداد بذرهایی که دچار این پدیده شده بودند افزوده شد، به نحوی که در مرحله آخر نمونه برداری، ۱۰/۱۳ درصد بذرهای دچار جوانه زنی کشنده و ۷۸ درصد بذرهای مرده بودند.

در عمق ۲۰ سانتی متر، در نمونه برداری ۱۵، ۳۰، ۶۰، ۹۰، ۱۲۰ و ۱۵۰ روز بعد از دفن، به ترتیب ۷۴، ۷۲، ۶۸، ۶۷، ۶۶ و ۶۴ درصد بذرهای زنده بودند. از نمونه برداری هفتم به بعد (۱۸۰ روز بعد از دفن)، درصد بذرهای زنده به میزان قابل توجهی کاهش و به ۳۷ درصد رسید. در این مرحله، ۶۲ درصد بذرهای مرده و یک درصد بذرهای دچار جوانه زنی کشنده شده بودند. در فاصله نمونه برداری دهم تا سیزدهم مصادف با ۲۷۰ تا ۳۶۰ روز بعد از دفن، درصد بذرهای زنده بین ۲۲ تا ۲۵ درصد بود؛ در این مراحل شش تا هفت درصد بذرهای دچار جوانه زنی کشنده شده و ۶۸ تا ۷۱ درصد بذرهای مرده بودند. از این رو می توان بیان کرد که تخلیه بانک بذر کنجدشیطانی در عمق ۱۰ سانتی متر سریع تر از عمق ۲۰ سانتی متری خاک اتفاق افتاده و قرار گرفتن بذرهای این گیاه در عمق ۲۰ سانتی متری، سبب پایداری بیشتر بذر این علف هرز در بانک بذر خاک شده است. تا نمونه برداری سوم مصادف با ۶۰ روز بعد از دفن، درصد بذرهای زنده و مرده در اعماق ۱۰ و ۲۰ سانتی متر مشابه و در محدوده ۶۷ تا ۷۳ درصد در نوسان بود، اما در نمونه برداری چهارم مصادف با ۹۰ روز بعد از دفن، درصد بذرهای زنده در عمق ۱۰ سانتی متر به میزان قابل توجهی کاهش و به ۵۲ درصد رسید. این در حالی بود که در این مرحله نمونه برداری، درصد زنده ماندن بذرهای دفن شده در عمق ۲۰ سانتی متر ۶۷ درصد بود (شکل ۱). با توجه به جدول ۱ در این مرحله، بارندگی به میزان ۵۳/۱

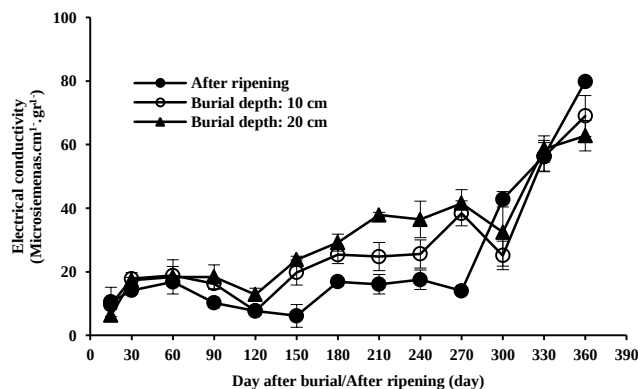
میلی متر رخ داده است. این میزان بارندگی احتمالاً تا عمق ۱۰ سانتی متری خاک نفوذ کرده و شرایط را برای زوال یا جوانه زنی بذرهای (به استناد شکل ۱)، در بذرهای دفن شده در عمق ۱۰ سانتی متر در مرحله چهارم نمونه برداری مصادف با ۹۰ روز بعد از دفن، درصد اندکی از بذرهای دچار جوانه زنی کشنده شده اند) فراهم نموده است. از نمونه برداری ۹۰ روز بعد از دفن ۱۵۰ روز بعد از دفن، تغییر خاصی در تعداد بذرهای زنده و مرده در هر دو عمق نمونه برداری مشاهده نشد؛ اما در نمونه برداری ۱۸۰ روز بعد از دفن، تعداد بذرهای زنده در هر دو عمق به میزان قابل توجهی کاهش یافت، در این مرحله، تعداد بذرهای زنده در عمق ۱۰ و ۲۰ سانتی متر به ترتیب ۳۳ و ۳۷ درصد بود. این نمونه برداری مصادف با اردیبهشت ۱۴۰۲ بود. در این ماه، بارندگی به میزان ۸۷/۳ میلی متر رخ داده بود (جدول ۱). این امر می تواند در نفوذ رطوبت تا عمق ۲۰ سانتی متری خاک مؤثر بوده و منجر به زوال یا جوانه زنی کشنده بذرهای شود. از نمونه برداری ۱۸۰ روز بعد از دفن تا ۳۰۰ روز بعد از دفن، درصد بذرهای زنده و مرده در اعماق ۱۰ و ۲۰ سانتی متر مشابه بود، اما در نمونه برداری ۳۳۰ روز بعد از دفن و ۳۶۰ روز بعد از دفن، درصد بذرهای مرده در عمق ۱۰ سانتی متر بیشتر از ۲۰ سانتی متر بود. در مرحله آخر نمونه برداری مصادف با ۳۶۰ روز بعد از دفن، ۲۳ درصد از بذرهای در عمق ۲۰ سانتی متر و ۱۲ درصد بذرهای در عمق ۱۰ سانتی متر زنده بودند (شکل ۱).

جهت آگاهی بیشتر از رفتار بذر علف هرز کنجدشیطانی، هم زمان از بذرهای انبارشده در آزمایشگاه (پس رسی در شرایط آزمایشگاه) نیز نمونه برداری انجام شد که نتایج آن در شکل ۱ نشان داده شده است. به طور کلی، رفتار بذرهای کنجدشیطانی انبارشده در آزمایشگاه، شباهت بیشتری با بذرهای دفن شده در عمق ۲۰ سانتی متری خاک داشت. در این گروه از بذرهای تا نمونه برداری ۱۵۰ روز پس رسی، ۸۰ تا ۷۰ درصد بذرهای زنده بودند؛ اما در نمونه برداری ۱۸۰ روز پس رسی، درصد بذرهای زنده کاهش و به ۶۰ درصد رسید. با گذشت زمان، از درصد بذرهای زنده کاسته و بر تعداد بذرهای مرده افزوده شد، به نحوی که در نمونه برداری های ۳۰۰، ۳۳۰ و ۳۶۰ روز پس رسی بذور، به ترتیب ۴۰، ۴۰ و ۳۵ درصد از بذرهای زنده بودند (شکل ۱).

تغییرات هدایت الکتریکی بذرهای کنجدشیطانی در طی دوره پس رسی و دفن در اعماق ۱۰ و ۲۰ سانتی متر در شکل ۲ نشان داده شده است. همان گونه که ملاحظه می شود، با گذشت زمان، هدایت الکتریکی بذرهای انبارشده در آزمایشگاه و همچنین بذرهای دفن شده در اعماق ۱۰ و ۲۰ سانتی متر افزایش یافت. با افزایش دوره پس رسی تا روز ۲۷۰ ام، هدایت الکتریکی ثبت شده در بذرهای انبارشده در آزمایشگاه، کمتر از هدایت الکتریکی ثبت شده در بذرهای دفن شده بود، اما از روز ۳۰۰ ام، هدایت الکتریکی این گروه از بذرهای دفن شده در خاک نزدیک شد و در مرحله آخر (۳۶۰ روز)، بیش از بذرهای دفن شده در عمق ۱۰ و ۲۰ سانتی متر بود.



شکل ۱- سرنوشت بذرهای انبارشده در آزمایشگاه و دفن شده در اعماق ۱۰ و ۲۰ سانتی متری خاک در طی زمان
Figure 1- The fate of seeds stored in the laboratory and buried in 10 and 20 cm soil depths over time



شکل ۲- هدایت الکتریکی بذرهای ذخیره شده در آزمایشگاه و دفن شده در اعماق ۱۰ و ۲۰ سانتی متری خاک در طی زمان
Figure 2- Electrical conductivity of seeds stored in the laboratory and buried in 10 and 20 cm soil depths over time

دماهای ۲۵، ۳۰ و ۳۵ درجه سانتی گراد، به ترتیب ۳۲، ۶۷ و ۶۵ درصد بود. در بین این سه دما، درصد جوانه زنی در دماهای ۳۰ و ۳۵ درجه سانتی گراد بیشتر از دمای ۲۵ درجه سانتی گراد بود. درصد جوانه زنی بذرهای کنجدشیطنی بلافاصله بعد از برداشت تقریباً هفت درصد بود. بذور با ۱۵ روز پس رسی در شرایط تاریکی در دماهای ۲۵، ۳۰ و ۳۵ درجه سانتی گراد به ترتیب ۸، ۱۶ و ۲۹ درصد جوانه زنی داشتند. قرارگیری بذرهای جوانه نژده در معرض اسید جیبرلیک، سبب

بررسی جوانه زنی بذرهای پس رسی شده در آزمایشگاه در طی زمان

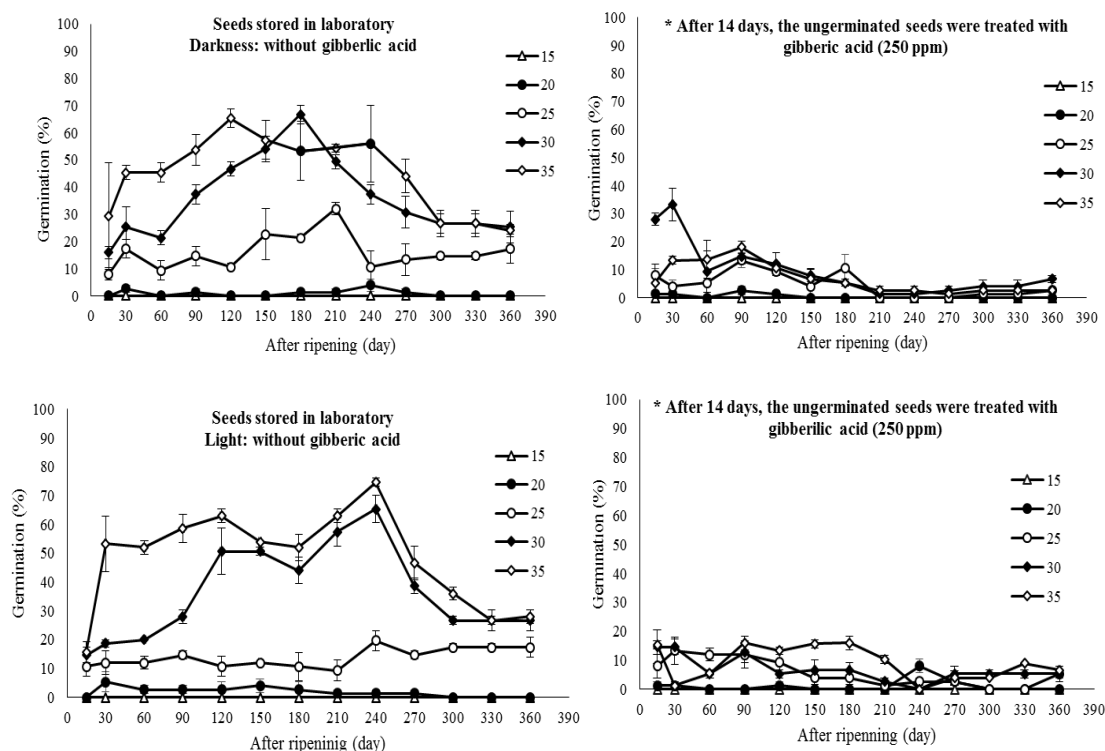
درصد جوانه زنی بذرهای کنجدشیطنی در طی دوره پس رسی در شرایط تاریکی و روشنایی در دماهای مختلف در شکل ۳ نشان داده شده است. در شرایط تاریکی در دمای ۱۵ درجه سانتی گراد در تمامی مراحل نمونه برداری، جوانه زنی رخ نداد؛ در دمای ۲۰ درجه سانتی گراد نیز درصد جوانه زنی بسیار اندک بود؛ اما حداکثر جوانه زنی بذرها در

گرم بود. در مرحله اول نمونه برداری مصادف با ۱۵ روز پس‌رسی، درصد جوانه‌زنی در شرایط روشنائی در دماهای ۲۵، ۳۰ و ۳۵ درجه بین ۱۱ تا ۱۵ درصد در نوسان بود. قرارگیری بذرهای جوانه‌زده در معرض اسید جیبرلیک، سبب جوانه‌زنی گردید، به‌نحوی که در دماهای ۲۵، ۳۰ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد به‌ترتیب ۸، ۱۵ و ۱۵ درصد بذرهای جوانه‌زده. با افزایش طول دوره پس‌رسی، درصد جوانه‌زنی بذرهای این گیاه در شرایط روشنائی افزایش یافت. نکته قابل توجه در شکل ۳ این بود که برخلاف شرایط تاریکی، در شرایط روشنائی جوانه‌زنی بذرهای در دماهای ۲۵، ۳۰ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد در طول دوره پس‌رسی مشابه بود، به‌نحوی که حداکثر درصد جوانه‌زنی در دماهای ۲۵، ۳۰ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد در زمان ۲۴۰ روز پس‌رسی به‌ترتیب ۲۰، ۶۵ و ۷۵ درصد بود. پس از آن، با افزایش طول پس‌رسی به ۲۷۰ روز درصد جوانه‌زنی کاهش یافت و در دو مرحله آخر نمونه‌برداری مصادف با ۳۳۰ و ۳۶۰ روز، ثابت و تقریباً ۲۶ درصد بود (شکل ۳).

جوانه‌زنی گردید، به‌نحوی که در دماهای ۲۵، ۳۰ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد به‌ترتیب ۸، ۲۸ و ۵ درصد بذرهای جوانه‌زده (شکل ۳).

با افزایش طول دوره پس‌رسی، درصد جوانه‌زنی بذرهای این گیاه در شرایط تاریکی افزایش یافت، اگرچه حداکثر درصد جوانه‌زنی بذرهای در دماهای مختلف در طول دوره پس‌رسی متفاوت بود، به‌نحوی که حداکثر درصد جوانه‌زنی در دمای ۳۵ درجه سانتی‌گراد در زمان ۱۲۰ روز پس‌رسی (۶۵ درصد)، در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد در ۱۸۰ روز پس‌رسی (۶۷ درصد) و در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد در ۲۱۰ روز پس‌رسی (۳۲ درصد) مشاهده گردید (شکل ۳).

در شرایط روشنائی، جوانه‌زنی بذرهای کنجدشیطانی در دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد در همه مراحل نمونه‌برداری رخ نداد و در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد نیز درصد جوانه‌زنی بسیار اندک بود. مشابه شرایط تاریکی، جوانه‌زنی بذرهای کنجدشیطانی در دماهای ۲۵، ۳۰ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد قابل توجه بود. در بین این سه دما، درصد جوانه‌زنی در دماهای ۳۰ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد بیشتر از دمای ۲۵ درجه سانتی‌



شکل ۳- درصد جوانه‌زنی بذرهای انبارشده در آزمایشگاه (پس‌رسی) در شرایط تاریکی و روشنائی و دماهای مختلف در مراحل متفاوت نمونه‌برداری

Figure 3- Germination percentage of seeds stored in the laboratory in dark and Light conditions and different temperatures at different stages of sampling

لازم به ذکر است که بعد از ۱۴ روز بذرهای جوانه‌زده در معرض اسید جیبرلیک (۲۵۰ پی‌پی‌ام) قرار گرفته و درصد جوانه‌زنی آن‌ها ثبت گردید. It should be noted that after 14 days, ungerminated seeds were exposed to gibberellic acid (250 ppm) and their germination percentage was recorded.

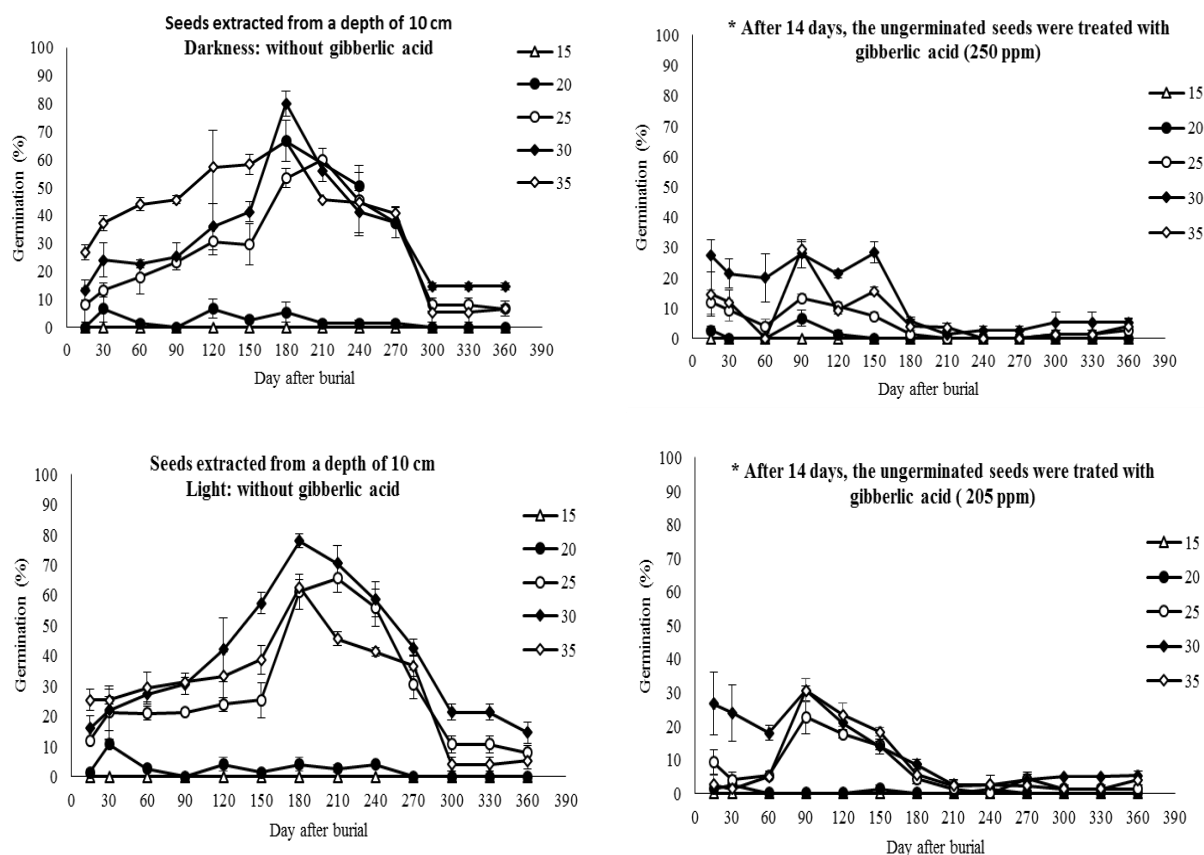
بررسی جوانه‌زنی بذرهای سالم استخراج‌شده از عمق ۱۰ سانتی‌متری خاک در طی زمان

بذرهای استخراج‌شده از عمق ۱۰ سانتی‌متری خاک در دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد در شرایط تاریکی جوانه نزدند (شکل ۴). در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد نیز درصد جوانه‌زنی بسیار اندک بود، اما حداکثر درصد جوانه‌زنی در دماهای ۲۵، ۳۰ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد به ترتیب ۵۳ درصد در ۱۸۰ روز پس از دفن، ۸۰ درصد در ۱۸۰ روز پس از دفن و ۶۷ درصد در ۱۸۰ روز پس از دفن به ثبت رسید. از مرحله اول نمونه‌برداری تا نمونه‌برداری ۱۵۰ روز بعد از دفن (نمونه‌برداری مربوط به اواسط فروردین ماه)، درصد جوانه‌زنی بذرهای خارج‌شده از خاک در دمای ۳۵ درجه سانتی‌گراد بیشتر از دماهای ۲۵ و ۳۰ درجه سانتی‌گراد بود و در دامنه ۲۷ تا ۵۸ درصد در نوسان بود؛ اما در نمونه‌برداری ۱۸۰ روز بعد از دفن (نمونه‌برداری مربوط اواسط اردیبهشت ماه) درصد جوانه‌زنی در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد به میزان قابل توجهی افزایش و به ۸۰ درصد رسید. از این مرحله نمونه‌برداری به بعد، درصد جوانه‌زنی بذرهای کنجدشیپانی مستخرج از خاک در دماهای ۲۵ تا ۳۵ درجه سانتی‌گراد تقریباً مشابه بود. در بین این سه دما، درصد جوانه‌زنی در دماهای ۳۰ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد بیشتر از دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد بود. از نمونه‌برداری ۳۰۰ روز بعد از دفن (نمونه‌برداری مربوط به شهریور، مهر و آبان)، درصد جوانه‌زنی در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد تقریباً ۱۴ درصد و در دماهای ۲۵ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد تقریباً پنج درصد بود.

در هر مرحله نمونه‌برداری، بعد از ۱۴ روز بذرهای جوانه نزده در معرض اسید جیبرلیک ۲۵۰ پی‌پی‌ام قرار گرفتند و تعداد بذرهای جوانه‌زده ثبت شد (شکل ۴). نتایج نشان داد که تا نمونه‌برداری ۱۸۰ روز پس از دفن، قرارگیری بذرهای جوانه نزده در معرض اسید جیبرلیک، سبب بهبود جوانه‌زنی در دماهای ۲۵، ۳۰ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد شد؛ جوانه‌زنی در دماهای مختلف متفاوت بود. از نمونه‌برداری ۲۱۰ روز پس از دفن، قرارگیری بذرهای جوانه نزده در معرض اسید جیبرلیک سبب جوانه‌زنی آن‌ها نشد. از نمونه‌برداری ۱۵ روز بعد از دفن تا نمونه‌برداری ۱۸۰ روز پس از دفن، بذرهای ۲۵ درجه سانتی‌گراد ۱ تا ۱۳ درصد، در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد ۱۱ تا ۲۸ درصد و در دمای ۳۵ درجه سانتی‌گراد ۱ تا ۲۹ درصد در معرض اسید جیبرلیک جوانه زدند. در شرایط تاریکی، در نمونه‌برداری ۱۸۰ روز بعد از دفن (نمونه‌برداری اواسط اردیبهشت ماه) تا ۲۷۰ روز بعد از دفن (نمونه‌برداری اواسط مرداد ماه)، پتانسیل کامل جوانه‌زنی بذرهای کنجدشیپانی بدون نیاز به اسید جیبرلیک اتفاق افتاد. با توجه به اینکه کنجدشیپانی یک گیاه گرمادوست است و در محصولات گرمادستی مانند سویا مشکل آفرین است، زمان حصول حداکثر جوانه‌زنی این علف هرز با زمان کاشت و فصل رشد محصولاتی مانند سویا کاملاً

منطبق است.

تغییرات درصد جوانه‌زنی بذرهای استخراج‌شده از عمق ۱۰ سانتی‌متری خاک در شرایط روشنایی در شکل ۴ نشان داده شده است. الگوی تغییرات درصد جوانه‌زنی بذرهای مستخرج از عمق ۱۰ سانتی‌متر در شرایط تاریکی و روشنایی شبیه هم بود، با این تفاوت که در شرایط تاریکی تا نمونه‌برداری ۱۵۰ روز بعد از دفن، درصد جوانه‌زنی در دمای ۳۵ درجه سانتی‌گراد بیشتر از دماهای ۲۵ و ۳۰ درجه سانتی‌گراد بود؛ اما در شرایط روشنایی از زمان ۱۵ تا ۱۲۰ روز بعد از دفن، درصد جوانه‌زنی در دماهای ۳۰ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد تقریباً مشابه بود و در زمان ۱۵۰ روز بعد از دفن درصد جوانه‌زنی در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد به طور معنی‌داری بیشتر از دمای ۳۵ درجه سانتی‌گراد بود. بذرهای کنجدشیپانی مستخرج از عمق ۱۰ سانتی‌متر در شرایط روشنایی در دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد جوانه نزدند. در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد نیز درصد جوانه‌زنی این علف هرز بسیار اندک بود. اما حداکثر جوانه‌زنی بذرهای کنجدشیپانی در دماهای ۲۵، ۳۰ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد به ترتیب ۶۶ درصد (در ۲۱۰ روز پس از دفن)، ۷۸ درصد (در ۱۸۰ روز پس از دفن) و ۶۳ درصد (در ۱۸۰ روز پس از دفن) مشاهده شد. درصد جوانه‌زنی بذرهای این گیاه از مرحله ۱۵ روز بعد از دفن تا ۱۵۰ روز بعد از دفن، در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد از ۱۲ به ۲۵ درصد، در دمای ۳۵ درجه سانتی‌گراد از ۲۵ به ۳۹ درصد و در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد از ۱۶ به ۵۷ درصد افزایش یافت. بیشترین درصد جوانه‌زنی بذرهای کنجدشیپانی در دماهای ۳۰ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد در ۱۸۰ روز بعد از دفن به ترتیب به میزان ۷۸ و ۶۳ درصد ثبت شد. در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد، حداکثر درصد جوانه‌زنی در ۲۱۰ روز بعد از دفن به میزان ۶۶ درصد مشاهده گردید. از این مراحل به بعد، درصد جوانه‌زنی در دماهای ۲۵، ۳۰ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد روند کاهشی به خود گرفت و از مرحله یازدهم تا سیزدهم نمونه‌برداری مصادف با ۳۰۰ تا ۳۶۰ روز بعد از دفن تقریباً ثابت ماند. در هر مرحله نمونه‌برداری، بعد از ۱۴ روز، بذرهای جوانه نزده در معرض اسید جیبرلیک ۲۵۰ پی‌پی‌ام قرار گرفتند و تعداد بذرهای جوانه‌زده شمارش و تغییرات آن در شکل ۴ نشان داده شده است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود، بذور تا نمونه‌برداری ۱۸۰ روز پس از دفن، قرارگیری بذرهای جوانه نزده در معرض اسید جیبرلیک، سبب بهبود جوانه‌زنی در دماهای ۲۵، ۳۰ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد شد؛ اما بذور از نمونه‌برداری ۲۱۰ روز پس از دفن، پس از قرارگیری بذرهای جوانه نزده در معرض اسید جیبرلیک، جوانه‌زنی رخ نداد. از مرحله اول (۱۵ روز بعد از دفن) تا نمونه‌برداری ۱۸۰ روز پس از دفن، در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد ۴ تا ۲۲ درصد، در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد، ۹ تا ۳۱ درصد و در دمای ۳۵ درجه سانتی‌گراد، ۱ تا ۳۱ درصد بذرهای



شکل ۴- درصد جوانه‌زنی بذرهای مستخرج از عمق ۱۰ سانتی متری خاک در شرایط تاریکی و روشنایی و دماهای مختلف در مراحل متفاوت نمونه‌برداری

Figure 4- Germination percentage of seeds extracted from 10 cm soil depth in dark and light conditions and different temperatures at different stages of sampling

لازم به ذکر است که بعد از ۱۴ روز بذرهای جوانه نزنه در معرض اسید جیبرلیک (۲۵۰ پی پی ام) قرار گرفته و درصد جوانه‌زنی آن‌ها ثبت گردید.

It should be noted that after 14 days, ungerminated seeds were exposed to gibberellic acid (250 ppm) and their germination percentage was recorded.

سانتی‌گراد در طی زمان (به جز ۱۸۰ روز بعد از دفن) تقریباً مشابه هم بود. درصد جوانه‌زنی در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد کمتر از دماهای ۳۰ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد بود، اما از الگوی تقریباً مشابه آن‌ها تبعیت نمود.

درصد جوانه‌زنی بذرهای تازه برداشت‌شده حدود هفت درصد بود. ۱۵ روز بعد از دفن، درصد جوانه‌زنی بذرهای با توجه به دما بین صفر تا ۲۴ درصد در نوسان بود. با گذشت زمان، درصد جوانه‌زنی بذرهای مستخرج از عمق ۲۰ سانتی‌متر در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد افزایش و در نمونه‌برداری ۲۱۰ روز پس از دفن به حداکثر مقدار خود (۷۲ درصد) رسید. از این مرحله به بعد، درصد جوانه‌زنی به‌میزان قابل توجهی کاهش یافت، به‌نحوی که در نمونه‌برداری‌های ۲۴۰، ۲۷۰ و

بررسی جوانه‌زنی بذرهای سالم استخراج‌شده از عمق ۲۰

سانتی‌متری خاک در طی زمان

تغییرات درصد جوانه‌زنی بذرهای استخراج‌شده از عمق ۲۰ سانتی‌متری خاک در شرایط تاریکی در طی زمان در شکل ۵ نشان داده شده است. بذرهای استخراج‌شده از عمق ۲۰ سانتی‌متری خاک در دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد در شرایط تاریکی جوانه نزنند. جوانه‌زنی این بذرهای در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد نیز بسیار اندک بود، اما حداکثر درصد جوانه‌زنی در دماهای ۲۵، ۳۰ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد به‌ترتیب ۷۲ درصد (۲۱۰ روز پس از دفن)، ۷۹ درصد (۱۸۰ روز پس از دفن) و ۵۹ درصد (۲۱۰ روز پس از دفن) بود. تغییرات جوانه‌زنی بذرهای مستخرج از عمق ۲۰ سانتی‌متر در دماهای ۳۰ و ۳۵ درجه

۳۰۰ روز بعد از دفن به ترتیب به ۴۷، ۲۵ و ۹ درصد کاهش یافت (شکل ۵). با توجه به شکل مذکور، درصد جوانه‌زنی بذرهای کنجدشیطنی مستخرج از عمق ۲۰ سانتی‌متر در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد با گذشت زمان تا ۱۸۰ روز بعد از دفن افزایش و سپس کاهش یافت. بیشترین درصد جوانه‌زنی در دمای مذکور در مرحله ۱۸۰ روز بعد از دفن (نمونه‌برداری اواسط از دیپهشت ماه) به میزان ۷۹ درصد مشاهده شد. درصد جوانه‌زنی بذرهای مستخرج از این عمق در دمای ۳۵ درجه سانتی‌گراد نیز با گذشت زمان تا ۱۸۰ روز بعد از دفن، افزایش یافت. درصد جوانه‌زنی بذر کنجدشیطنی از مرحله ۱۸۰ تا ۲۴۰ روز بعد از دفن تقریباً ثابت و در محدوده ۵۶ تا ۵۹ درصد در نوسان بود. در مرحله ۲۷۰ روز (نمونه‌برداری مربوط به اواسط مرداد ماه) درصد جوانه‌زنی کاهش و به ۴۰ درصد و در مرحله ۳۰۰ روز بعد از دفن (نمونه‌برداری مربوط به اواسط شهریورماه) به زیر ۱۰ درصد کاهش یافت.

در هر مرحله نمونه‌برداری، بعد از ۱۴ روز بذرهای جوانه نزده در معرض اسید جیبرلیک ۲۵۰ پی‌پی‌ام قرار گرفتند و تعداد بذرهای جوانه‌زده ثبت و نتایج آن در شکل ۵ نشان داده شد. همان‌گونه که مشاهده می‌شود تا مرحله ششم نمونه‌برداری، مصادف با ۱۵۰ روز پس از دفن، قرارگیری بذرهای جوانه نزده در معرض اسید جیبرلیک، سبب بهبود جوانه‌زنی در دماهای ۲۵، ۳۰ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد شد؛ اگرچه دامنه جوانه‌زنی در دماهای مختلف متفاوت بود. اما از مرحله هفتم مصادف با ۱۸۰ روز پس از دفن، قرارگیری بذرهای جوانه نزده در معرض اسید جیبرلیک سبب اتفاق قابل توجهی نشد. از نمونه‌برداری ۱۵ روز بعد از دفن تا نمونه‌برداری ۱۵۰ روز پس از دفن، در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد ۱ تا ۱۲ درصد، در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد، ۱۰ تا ۴۱ درصد و در دمای ۳۵ درجه سانتی‌گراد، ۶ تا ۱۸ درصد بذرها در معرض اسید جیبرلیک جوانه زدند.

تغییرات درصد جوانه‌زنی بذرهای استخراج‌شده از عمق ۲۰ سانتی‌متری خاک در شرایط روشنائی در طی زمان در شکل ۵ نشان داده شده است. بذرهای استخراج‌شده از عمق ۲۰ سانتی‌متری خاک در دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد در شرایط روشنائی نیز جوانه نزدند. درصد جوانه‌زنی در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد در دامنه صفر تا ۲۰ درصد در نوسان بود. بذرهای کنجدشیطنی در دماهای ۲۵، ۳۰ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد در شرایط روشنائی جوانه زدند. تغییرات جوانه‌زنی بذرهای مستخرج از عمق ۲۰ سانتی‌متر در دماهای ۳۰ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد در شرایط روشنائی متفاوت از شرایط تاریکی بود، به نحوی که در شرایط روشنائی جوانه‌زنی کمتر از شرایط تاریکی بود. همچنین در شرایط روشنائی برخلاف شرایط تاریکی که حداکثر درصد جوانه‌زنی آن‌ها در نمونه‌برداری ۱۸۰ روز پس از دفن رخ داده بود، در شرایط روشنائی با توجه به دما، حداکثر درصد جوانه‌زنی در نمونه‌برداری‌های ۱۲۰ روز تا ۲۴۰ روز پس از دفن مشاهده شد.

بذرها در دمای ۲۵، ۳۰ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد از مرحله ۳۰ روز بعد از دفن تا ۹۰ روز بعد از دفن به ترتیب ۲۵-۸، ۳۲-۱۲ و ۳۶-۱۵ درصد جوانه زدند. درصد جوانه‌زنی از مرحله ۱۲۰ روز بعد از دفن تا ۲۷۰ روز بعد از دفن در دماهای ۲۵، ۳۰ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد افزایش یافت و به ترتیب ۵۵-۲۸، ۵۶-۳۴ و ۴۱-۲۷ درصد از بذرهای جوانه زدند؛ اما از مرحله ۳۰۰ تا ۳۶۰ روز بعد از دفن، درصد جوانه‌زنی در هر سه دما کاهش محسوسی یافت و به‌طور متوسط در دماهای ۲۵، ۳۰ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد به ترتیب به ۱۱، ۱۲ و ۷ درصد رسید.

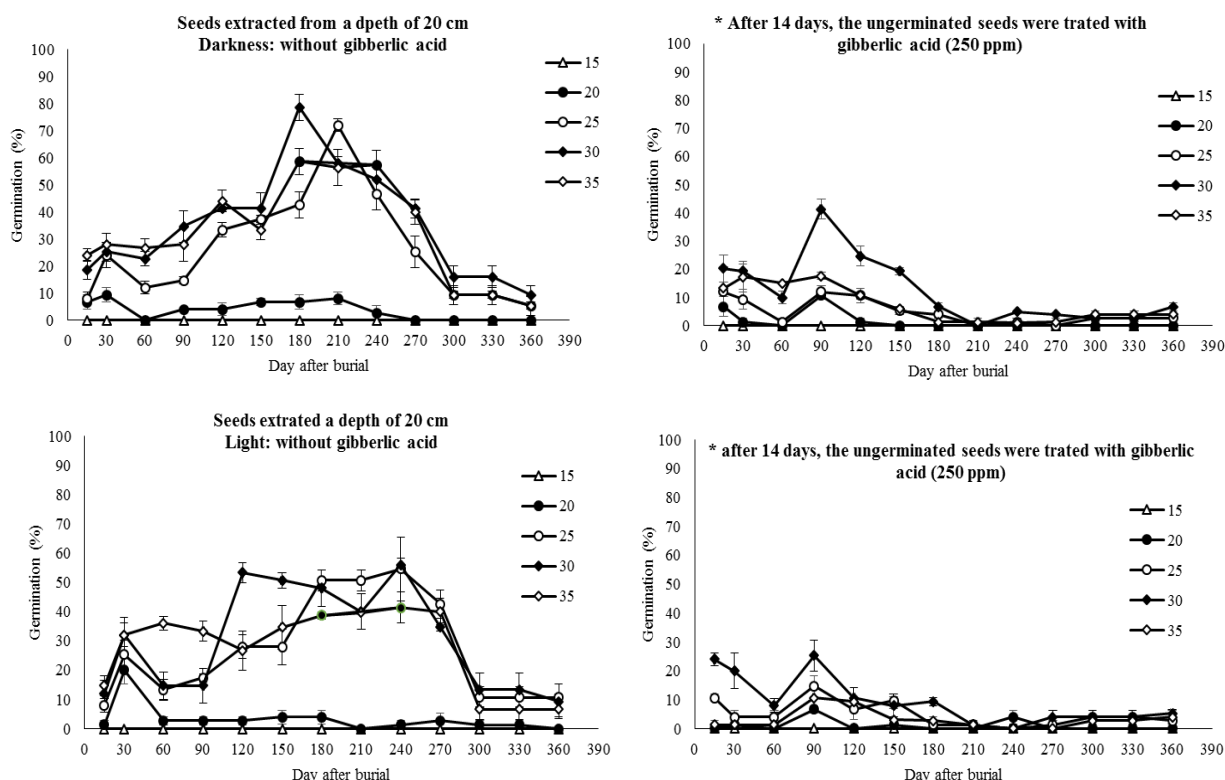
در هر مرحله نمونه‌برداری، بعد از ۱۴ روز، بذرهای جوانه نزده در معرض اسید جیبرلیک ۲۵۰ پی‌پی‌ام قرار گرفتند و تعداد بذرهای جوانه‌زده ثبت و نتایج آن در شکل ۵ نشان داده شد. تا نمونه‌برداری ۱۸۰ روز پس از دفن، قرارگیری بذرهای جوانه نزده در معرض اسید جیبرلیک، سبب بهبود جوانه‌زنی در دماهای ۲۵، ۳۰ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد شد، اگرچه دامنه جوانه‌زنی در دماهای مختلف متفاوت بود. اما از مرحله ۲۱۰ روز پس از دفن، قرارگیری بذرهای جوانه نزده در معرض اسید جیبرلیک سبب اتفاق قابل توجهی نشد. بذرهای نمونه-برداری شده ۱۵ روز بعد از دفن تا بذرهای نمونه‌برداری شده در زمان ۱۸۰ روز پس از دفن در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد ۱ تا ۱۵ درصد، در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد، ۸ تا ۲۵ درصد و در دمای ۳۵ درجه سانتی‌گراد، ۱ تا ۱۱ درصد بذرها در معرض اسید جیبرلیک جوانه زدند. با توجه به نتایج مشخص می‌شود که اسید جیبرلیک در تیمار روشنائی اثر کمتری در بهبود جوانه‌زنی در مقایسه با تیمار تاریکی داشت.

بحث:

جوانه‌زنی بذرهای تازه برداشت‌شده کنجدشیطنی بسیار کم و حدود هفت درصد بود. نتایج انجام آزمون جوانه‌زنی در طی زمان در شرایط آزمایشگاه (آزمون پس‌رسی) حاکی از افزایش درصد جوانه‌زنی در طی زمان بود. این امر نشان می‌دهد که بذرهای کنجدشیطنی دارای خواب بوده و با گذشت زمان، خواب آن‌ها رفع شد. برای تعیین نوع خواب باید به مواردی از قبیل فاصله زمانی جمع‌آوری بذر تا انجام آزمایش، جذب آب توسط بذر، واکنش به اسید جیبرلیک و جوانه‌زنی در دماهای مختلف توجه کرد (Tolo Hafezian et al., 2018). با توجه به اینکه درصد جوانه‌زنی بذرهای کنجدشیطنی در طی دوران پس‌رسی افزایش یافت و استفاده از اسید جیبرلیک نیز باعث بهبود جوانه‌زنی در طی دوران پس‌رسی گردید، از این‌رو خواب بذرهای این گیاه از نوع فیزیولوژیک می‌باشد. اکبری گلوردی و همکاران (Akbari Gelevardi et al., 2021) با مطالعه واکنش جوانه‌زنی بذرهای کنجدشیطنی در طی دوران پس‌رسی دریافتند که با گذشت زمان تا ۲۰۹ روز پس از برداشت، درصد جوانه‌زنی این گیاه به ۷۷ درصد رسید و از این مرحله به بعد تغییر معنی‌داری در افزایش درصد جوانه‌زنی این

به مدت ۶ تا ۱۲ ماه در دمای ۲۰ تا ۳۰ درجه سانتی گراد (Kamotho *et al.*, 2014)، پس رسی در دمای ۱۵ درجه سانتی گراد یا در دمای اتاق به مدت سه ماه (Ekpong, 2009)، استفاده از اسید جیبرلیک ۵۰۰ پی پی ام (Muasya *et al.*, 2009)، قرار دادن بذرها در دماهای متناوب یا ثابت (Ochuodho & Modi, 2005) و پیش گرمایش در دمای ۴۰ درجه سانتی گراد به مدت یک تا پنج روز (Ekpong, 2009)، در بهبود جوانه زنی گیاهان این جنس مؤثر است.

گیاه مشاهده نگردید، آن‌ها نوع خواب این گیاه را کمون فیزیولوژیکی معرفی نمودند. وجود خواب فیزیولوژیکی از جوانه زنی بذرها بلافاصله بعد از ریزش جلوگیری می‌کند. این امر در گیاهان گرمادوستی مانند کنجدشیطانی بسیار مهم بوده و از جوانه زنی آن‌ها در طی فصل سرما ممانعت می‌نماید. مطالعات دیگر نیز نشان داده است که بذره‌های گونه‌های مختلف جنس *Cleome*، خواب فیزیولوژیکی غیرعمیق دارند (Shilla *et al.*, 2016) و تیمارهای مختلفی مانند پس‌رسی بذر



شکل ۵- درصد جوانه زنی بذره‌های مستخرج از عمق ۲۰ سانتی متری خاک در شرایط تاریکی و روشنایی و دماهای مختلف در مراحل متفاوت نمونه برداری

Figure 5- Germination percentage of seeds extracted from 20 cm soil depth in dark and light conditions and different temperatures at different stages of sampling

لازم به ذکر است که بعد از ۱۴ روز بذره‌های جوانه نزده در معرض اسید جیبرلیک (۲۵۰ پی پی ام) قرار گرفته و درصد جوانه زنی آن‌ها ثبت گردید.

It should be noted that after 14 days, ungerminated seeds were exposed to gibberellic acid (250 ppm) and their germination percentage was recorded.

رخدادهای طبیعی که در بذره‌های انبارشده رخ می‌دهد، زوال بذر می‌باشد. با توجه به اینکه بانک بذر خاک نیز به نوعی انبار بذر تلقی می‌شود، قطعاً این فرآیند نیز در بذره‌های ذخیره شده در بانک بذر خاک اتفاق می‌افتد. عوامل متعددی در میزان حساسیت بذرها به زوال بذر دخالت دارند که مهم‌ترین آن‌ها درجه حرارت، رطوبت نسبی، محتوی رطوبت بذر و خسارت ناشی از ریز جانداران و حشرات هستند (Oskoue & Saman Sheidaei, 2017). یکی از علائم زوال بذر،

بررسی تغییرات درصد بذره‌های زنده و مرده در دو عمق ۱۰ و ۲۰ سانتی متر نشان داد که در هر دو عمق دفن، درصد بذره‌های زنده در طی زمان کاهش و به تعداد بذره‌های مرده افزوده شد، به طوری که در آخرین نمونه برداری، مصادف با ۳۶۰ روز بعد از دفن، تعداد بذره‌های زنده در دو عمق ۱۰ و ۲۰ سانتی متر به ترتیب ۱۲ و ۲۳ درصد بود (رفتار بذره‌های کنجدشیطانی انبارشده در آزمایشگاه، شباهت بیشتری با بذره‌های دفن شده در عمق ۲۰ سانتی متری خاک داشت). یکی از

افزایش هدایت الکتریکی بذرهای در نتیجه تخریب غشاء و افزایش مواد نشتی از بذر است (Lachman et al., 2003). نتایج این تحقیق نیز نشان داد که با گذشت زمان، میزان هدایت الکتریکی بذرهای در شرایط انبارداری بذرهای در آزمایشگاه و همچنین دوره دفن بذرهای در خاک افزایش قابل توجهی یافت.

با توجه به روند افزایش درصد تعداد بذرهای مرده در دو عمق ۱۰ و ۲۰ سانتی‌متر می‌توان گفت که در عمق ۱۰ سانتی‌متر، تخلیه بانک بذر این علف هرز سریع‌تر اتفاق افتاده است. عموماً میزان مرگ‌ومیر بذرهای با افزایش مدت‌زمان دفن افزایش می‌یابد (Vargas et al., 2018). در این راستا، چائوهان و همکاران (Chauhan et al., 2006) با مطالعه اثر دو نظام خاک‌ورزی بدون شخم و خاک‌ورزی حداقل بر توزیع عمودی بذر چچم (*Lolium rigidum*) در نیم‌رخ خاک دریافتند که قرارگیری بذرهای این علف هرز در لایه‌های پایین تر خاک، باعث کاهش درصد پوسیدگی و در نتیجه کاهش مرگ‌ومیر بذرهای این علف هرز می‌شود. به‌طور کلی، عمده بذر علف‌های هرز اگرچه در لایه‌های سطحی خاک متمرکز می‌شوند، ولی تا عمق ۳۰ سانتی‌متری خاک قابل مشاهده هستند (Harrison et al., 2007). 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; Cechin et al., 2021). Liu et al., 2018. به نظر می‌رسد که دلیل این امر، بالا بودن غلظت دی‌اکسید کربن در اثر فعالیت بیولوژیکی خاک و انتشار آهسته‌تر (Wei et al., 2009; Benvenuti, 2003)، کمبود رطوبت، نوسانات دمایی کمتر (Onwuka Roberts & Totterdell, 1981) و عدم وجود نور (Mang, 2018; Mahmood et al., 2016) باشد. بذرهای در زدن در شرایط حضور نور، نوعی سازوکار جهت تشخیص عمق دفن توسط بذر است.

سه عامل اصلی در جوانه‌زنی، تعیین‌کننده پتانسیل پایداری بذر یک علف هرز در خاک و همچنین تعیین زمان جوانه‌زنی می‌باشد. عامل اول، تأخیر در جوانه‌زنی از طریق سازوکارهای مرتبط با خواب بذر است (Baskin & Baskin, 2014). عامل دوم، نیاز نوری برای جوانه‌زنی است، نور می‌تواند تنها به لایه بالایی خاک نفوذ کند (Saatkamp et al., 2011; Maskova & Poschlod, 2022). بنابراین بذرهای می‌توانند تا زمانی که نور به آن‌ها نرسد، جوانه نزنند. (Baskin & Baskin, 2014; Milberg et al., 2000)

عامل سوم، دمای متناوب مورد نیاز برای جوانه‌زنی است (به‌خصوص در بذرهایی که اندازه کوچک دارند) که ممکن است به‌عنوان راهکاری جهت تشخیص عمق دفن باشد (Thompson & Grime, 1983). نتایج این تحقیق نشان داد که نور عامل مورد نیاز در

جوانه‌زنی بذر این علف هرز نیست. بنابراین امکان جوانه‌زنی بذر این علف هرز از لایه‌های پایین خاک و در نتیجه تخلیه بانک بذر این علف هرز وجود دارد. اما با توجه به نتایج ارائه‌شده مشخص گردید که به‌ترتیب ۱۲ و ۲۳ درصد بذرهای این علف هرز در لایه ۱۰ و ۲۰ سانتی‌متری خاک، بعد از گذشت یک سال از دفن در داخل خاک پایدار باقی می‌مانند. با توجه به اینکه عمده جوانه‌زنی بذر این گیاه در شرایط دمای متناوب ۲۰/۳۰ درجه سانتی‌گراد رخ می‌دهد (Akbari-Gelvardi et al., 2021; Saifullah et al., 2023)، همچنین این گیاه در مرحله جوانه‌زنی به کمبود آب بسیار حساس است (Akbari-Gelvardi et al., 2021)، از این‌رو به نظر می‌رسد که پایداری بانک بذر این علف هرز در لایه‌های پایینی خاک به این عوامل مرتبط باشد. در مطالعه مرادی صحرا (Moradi Sahra, 2022) مشاهده شد که بذرهای دفن شده ماریتیغال (*Silybum marianum*) در دو عمق ۵ و ۱۰ سانتی‌متر با افزایش طول دوره دفن شروع به جوانه‌زنی در خاک نمودند. شروع جوانه‌زنی بذرهای دفن‌شده در عمق پنج سانتی‌متر، دو ماه زودتر از عمق ۱۰ سانتی‌متر بوده و در مدت زمان کوتاه‌تری نیز به حداکثر مقدار خود رسید. به‌علاوه، درصد جوانه‌زنی بذرهای در عمق پنج سانتی‌متری به‌طور قابل توجهی بیشتر از عمق ۱۰ سانتی‌متر بود. این نشان می‌دهد که خواب بذرهای دفن‌شده در عمق پنج سانتی‌متری، سریع‌تر از بذرهای دفن‌شده در عمق ۱۰ سانتی‌متری رفع شده است. محمدی و همکاران (Mohamadi et al., 2023) اظهار داشتند که بانک بذر چاودار وحشی (*Secale cereale*) در شرایط وجود رطوبت در لایه‌های مختلف خاک پایدار نمی‌باشد، اما اگر بذرهای چاودار وحشی در موقعیتی قرار گیرند که امکان جذب آب برای آن‌ها فراهم نباشد، قادرند برای مدت طولانی‌تری در بانک بذر خاک حضور داشته باشند. با این وجود، قابلیت حیات بذرهای دفن‌شده با گذشت زمان کاهش قابل توجهی می‌یابد که این می‌تواند اندازه بانک بذر را حتی در شرایط خشکی کاهش دهد.

نتایج این تحقیق نشان داد که با گذشت تعداد روز پس از پس‌رسی و روز پس از دفن، درصد جوانه‌زنی به‌مرور افزایش و سپس کاهش یافت. همچنین با گذشت زمان، بذرهای در دامنه وسیع‌تری از دماها جوانه زدند، اگرچه با توجه به تیمار اعمال‌شده، در مراحل آخر نمونه‌برداری علاوه بر کاهش درصد جوانه‌زنی، جوانه‌زنی در دماهای محدودتری اتفاق افتاد. به نظر می‌رسد که با رفع خواب بذرهای، امکان جوانه‌زنی آن‌ها در محدوده وسیع‌تری از دماها رخ داده است و در مراحل آخر نمونه‌برداری به‌دلیل قرارگیری در شرایط فصلی متفاوت (پاییز) به بذرهای خواب‌القائه شده و جوانه‌زنی آن‌ها در محدوده دمایی کمتری رخ داده است. شواهد حاکی از آن است که رابطه بین تغییر سطح خواب و محدوده دمایی برای جوانه‌زنی در پاسخ به شرایط آب‌وهوایی منطقه متفاوت می‌باشد. با خارج شدن بذرهای از خواب، سه الگوی تغییر در دمای مورد نیاز برای جوانه‌زنی قابل مشاهده است.

نشان داد که حداکثر جوانه‌زنی بذر کنجدشیطانی که شش ماه در شرایط آزمایشگاه پسر شده بود (در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد)، در شرایط تاریکی مداوم ۶۴ درصد و در شرایط روشنایی مداوم ۴۵ درصد بود. آن‌ها بیشترین درصد جوانه‌زنی بذور این علف‌هرز را در رژیم نوری ۱۲ ساعته نور و تاریکی به‌میزان ۷۱ درصد مشاهده نمودند. نتایج تحقیق سیفی الهی و همکاران (Saifullah et al., 2023) نیز حاکی از آن بود که بذره‌ای تازه و پسر شده کلم آفریقایی (*Cleome gynandra*) نیز در شرایط تاریکی کامل و رژیم نوری ۱۲ ساعت نور و تاریکی بهتر از شرایط روشنایی کامل جوانه می‌زنند. جوانه‌زنی مطلوب بذره‌ای کنجدشیطانی در شرایط تاریکی نشان‌دهنده این است که بذر این علف هرز فتوبلاست نمی‌باشد؛ این ویژگی از عوامل گسترش سریع و مزیتی برای این علف‌هرز محسوب می‌شود، زیرا تراکم بالای تاج‌پوشش در گیاهان مجاور، بقایای گیاهی یا دفن در لایه‌های پایین‌تر خاک نمی‌تواند مانع جوانه‌زنی بذور کنجدشیطانی شود.

یکی از اهداف اصلی در تحقیقات مرتبط به بانک بذر گونه‌های گیاهی تعیین نوع بانک بذر آن‌ها در خاک می‌باشد. به‌طور کلی، بانک‌های بذر به دو نوع، بانک بذر موقت که در آن هیچ‌کدام از بذره‌ای تولیدشده در یک‌سال، زنده نمی‌مانند و بانک بذر پایدار که در آن بذرها یک تا چندین سال در خاک باقی می‌مانند. بانک دائم بذر خاک می‌تواند براساس زمان به دو دسته کوتاه‌مدت و بلندمدت دسته بندی شود. بذره‌ای موجود در بانک بذر کوتاه‌مدت حداقل یک سال و حداکثر پنج سال و در بانک بذر طولانی‌مدت بیش‌تر از پنج سال در خاک زنده می‌مانند (Thompson et al., 1994). براساس این دسته‌بندی بانک بذر کنجدشیطانی از نوع دائم می‌باشد. با توجه به اینکه آزمایش حاضر برای یک سال طراحی شده بود، تشخیص اینکه بانک بذر کنجدشیطانی از نوع دائم موقت است یا بلندمدت، امکان‌پذیر نبود و لازم است در تحقیقات آینده به این موضوع پرداخته شود.

نتیجه‌گیری

با توجه به اینکه درصد جوانه‌زنی بذره‌ای کنجدشیطانی در طی دوران پسرایی افزایش یافت و استفاده از اسید جیبرلیک نیز باعث بهبود جوانه‌زنی در طی دوران پسرایی گردید، خواب بذره‌ای این گیاه از نوع فیزیولوژیک می‌باشد. این نوع خواب از جوانه‌زنی بذر در فصل زمستان جلوگیری می‌کند. وقوع دماهای پایین در زمستان باعث رفع خواب بذره‌ای دفن شده این گیاه شده و آن‌ها را برای جوانه‌زنی در فصل بهار مهیا می‌کند. با توجه به نتایج، حداکثر جوانه‌زنی این گیاه در نمونه‌برداری مصادف با اردیبهشت ماه (۱۸۰ روز بعد از دفن یا پسرایی) رخ داد. این امر نشان می‌دهد که زمان رفع خواب بذر

الف- بذر برخی از گونه‌ها، ابتدا در دماهای پایین جوانه می‌زنند، اما با کاهش بیشتر خواب، حداکثر دمای جوانه‌زنی افزایش می‌یابد. ب- بذر سایر گونه‌ها، ابتدا توانایی جوانه‌زنی را در دمای بالا به‌دست می‌آورند، اما با کاهش بیشتر خواب، حداقل دمای جوانه‌زنی کاهش می‌یابد. ج- برخی دیگر از گونه‌ها، ابتدا در دماهای متوسط شروع به جوانه‌زنی کرده، اما با از دست دادن خواب اضافی در دماهای بالاتر و پایین‌تر جوانه می‌زنند (Schutze, 2002).

به‌طور کلی، دما یک عامل اولیه تنظیم‌کننده تغییرات فصلی در خواب بذر بوده (Footitt et al., 2013) و در تعیین شروع زمان جوانه‌زنی و زمان سبز شدن گیاه اثرگذار است (Malezieux, 2012). روشی که دما بر میزان خواب بذر اثر می‌گذارد، به چرخه زندگی گونه‌های مختلف گیاهی، بستگی دارد. در مورد گونه‌های یک‌ساله تابستانه، سطح خواب بذرها تحت تأثیر دماهای پایین زمستان کاهش می‌یابد، درحالی‌که در دماهای بالای تابستان، سطح خواب افزایش‌یافته که منجر به ورود آن‌ها به خواب ثانویه خواهند شد. در مقابل تجربه دماهای بالا در فصل تابستان، تعیین‌کننده رهاسازی خواب در گونه‌های یک‌ساله زمستانه می‌باشد، درحالی‌که ممکن است دماهای پایین زمستان موجب القاء خواب ثانویه در بذرها شود (Li et al., 2006). تغییرات ایجادشده نقش مهمی در تداوم و پایداری و نیز پویایی بانک بذر موجود در خاک خواهد داشت.

بذره‌ای پسر شده کنجدشیطانی در دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد جوانه نزدند؛ در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد نیز جوانه‌زنی بسیار کمی داشتند. با افزایش دما به ۲۵ درجه سانتی‌گراد، جوانه‌زنی در شرایط نور و تاریکی افزایش یافت و در دماهای ۳۰ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد به‌خصوص ۳۵ درجه سانتی‌گراد به حداکثر مقدار خود رسید. نتایج این تحقیق مشابه نتایج تحقیق اکبری گلوردی و همکاران (Akbari-Gelvardi et al., 2021) می‌باشد حداکثر جوانه‌زنی این گیاه در دماهای ۳۰ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد داد، از این‌رو با افزایش دمای کره زمین و ایران، به نظر می‌رسد که این گیاه در آینده به چالشی بزرگ در اراضی کشاورزی مخصوصاً سویاکاری مطرح شود.

شواهد نشان می‌دهد که عوامل مختلفی در واکنش بذرها به نور تأثیرگذارند، به‌عنوان مثال بذره‌ای بدون خواب نسبت به نور واکنش نشان نداده و جوانه‌زنی آن‌ها در شرایط نور و تاریکی مشابه است (Baskin & Baskin, 1988). همچنین حساسیت به نور در طی دوره ذخیره‌سازی بذر در انبار کاهش می‌یابد (Viana & Felipe, 1986)، اما در این مطالعه، پاسخ جوانه‌زنی بذر کنجدشیطانی در مراحل مختلف نمونه‌برداری طی دوره پسرایی یا دفن، به نور و تاریکی تقریباً مشابه بود. 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 جوانه‌زنی نمی‌شود. نتایج تحقیق اکبری گلوردی (Akbari Gelevardi, 2016)

به‌طور کلی، در آخرین نمونه‌برداری، مصادف با ۳۶۰ روز بعد از دفن تعداد بذره‌های زنده در دو عمق ۱۰ و ۲۰ سانتی‌متر به‌ترتیب ۱۲ و ۲۳ درصد بود. بانک بذر کنجدشیپانی از نوع دائم می‌باشد. بنابراین ریزش مکرر بذر این علف هرز در خاک می‌تواند این گیاه را به‌عنوان یک چالش دائمی و جدی برای کشاورزان در آینده تبدیل نماید.

کنجدشیپانی مصادف با کاشت محصولات گرمادوست می‌باشد. بالعکس وقوع دماهای بالا در فصل تابستان سبب کاهش القاء خواب ثانویه در بذره‌های باقی‌مانده شد. با توجه به روند افزایش درصد تعداد بذره‌های مرده در دو عمق ۱۰ و ۲۰ سانتی‌متر می‌توان گفت که در عمق ۱۰ سانتی‌متر تخلیه بانک بذر این علف هرز سریع‌تر اتفاق افتاد.

References

1. Akbari Gelevardi, A. (2016). The effect of some environmental factors on seed germination and emergence of *Cleome viscosa* L. Ma.Sc. Thesis, Plant Production Faculty, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran. 82p. (In Persian with English Abstract).
2. 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>.
3. Baskin, C.C., & Baskin, J.M. (2014). Seeds: Ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination, Academic Press, San Diego, 680 p.
4. Baskin, C.C., & Baskin, J.M. (1988). Germination ecophysiology of herbaceous plant species in a temperate region. *American Journal of Botany*, 75(2), 286-305. <https://doi.org/10.1002/j.1537-2197.1988.tb13441.x>
5. Benvenuti, S. (2003). Soil texture involvement involvement in germination and emergence of buried weed seeds. *Agronomy Journal*, 95, 191-198. <https://doi.org/10.2134/agronj2003.1910>.
6. Cechin, J., Schmitz, M.F., Hencks, J.R., Vargas, A.A.M., Agostinetto, D., & Vargas, L. (2021). Burial depths favor Italian ryegrass persistence in the soil seed bank. *Scientia Agricola*, 78(3), e20190078. <http://doi.org/10.1590/1678-992X-2019-0078>
7. Chauhan, B.S., & Johnson, D.E. (2010). The role of seed ecology in improving weed management strategies in the tropics. *Advances in Agronomy*, 105, 221-262. [https://doi.org/10.1016/S0065-2113\(10\)05006-6](https://doi.org/10.1016/S0065-2113(10)05006-6)
8. Chauhan, B.S., Gill, G., & Preston, C. (2006). Influence of tillage systems on vertical distribution, seedling recruitment and persistence of rigid ryegrass (*Lolium rigidum*) seed bank. *Weed Science*, 54(4), 669-676. : <https://doi.org/10.1614/WS-05-184R.1>
9. Davis, A.S., Renner, K.A., & Gross, K.L. (2005). Weed seedbank and community shifts in a long-term cropping systems experiment. *Weed Science*, 53, 296-306. <https://doi.org/10.1614/WS-04-182>.
10. Ekpong, B. (2009). Effects of seed maturity, seed storage and pre-germination treatments on seed germination of cleome (*Cleome gynandra* L.). *Scientia Horticulturae*, 119(3), 236-240. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2008.08.003>
11. Elahifard, E., & Derakhshan, A. (2018). Asian spiderflower (*Cleome viscosa*) germination ecology in southern Iran. *Weed Biology and Management*, 18(3), 110-117. (In Persian with English Abstract). <https://doi.org/10.1111/wbm.12154>
12. Emami, D., Siahmargoui, A., Kamkar, B., & Basiri. (2017). Investigating the competitiveness of soybean in the conditions of interference with different densities of devil's sesame (*Cleome viscosa* L.), an invasive weed in Golestan province, *Plant Protection Journal*, 32(4), 592-579. (In Persian with English Abstract).
13. Fenner, M. (2000). *Seeds: The Ecology of Regeneration in Plant Communities*. Wallingford, United Kingdom, CABI Publishing. 410 p. <https://doi.org/10.1079/9780851994321.0000>.
14. Footitt, S., Huang, Z., Clay, H.A., Mead, A., & Finch-Savage, W.E. (2013). Temperature, light and nitrate sensing coordinate a rhabdopsin seed dormancy cycling, resulting in winter and summer annual phenotypes. *The Plant Journal*, 74(6), 1003-1015. <https://doi.org/10.1111/tpj.12186>
15. 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>
16. Harrison, S.K., Regnier, E.E., Schmoll, J.T., & Harrison, J.M. (2007). Seed size and burial effects on giant ragweed (*Ambrosia trifida*) emergence and seed demise. *Weed Science*, 55(1), 16-22. <https://doi.org/10.1614/WS-06-109.1>
17. Kan, I.A. Ullah, Z., Hassan, G., Marwat, K.B., Aminullah, J., Shah, S.M.A., & Khan, Sh. (2011). Impact of different mulches on weed flora and yield of maize. *Pakistan Journal of Botany*, 43(3), 1601-1602.
18. Kamotho, G.N., Mathenge, P.W., Muasya, R.M., & Dullloo, M.E. (2014). Effects of maturity stage, desiccation and storage period on seed quality of Cleome (*Cleome gynandra* L.). *Research Desk*, 3, 419-433.
19. Lachman, J., Dudjak, J., Orsak, M., & Pivec, V. (2003). Effect of accelerated aging test on the content and composition of polyphenolic complex of wheat (*Triticum aestivum* L.) grains. *Plant Soil Environment*, 94, 1-7.

20. 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>
21. Liebman, M., Mohler, C.L., & Staver, C.P. (2001). *Ecological Management of Agricultural Weeds*. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 532 p.
22. Liu, W., Bai, S., Zhao, N., Zhang, L., & Wang, J. (2018). Non-target sit-based resistance to tribenuron-methyl and essential involved genes in *Myosoton aquaticum* (L.). *BMC. Plant Biology*, 18, 225-237. <https://doi.org/10.1186/s12870-018-1451-x>
23. Long, R.L., Gorecki, M.J., Renton, M., Scott, J.K., Colville, L., Goggin, D.E., Commander, L.E., Westcott, D.A., Cherry, H., & Finch-Savage, W.E. (2015). The ecophysiology of seed persistence: A mechanistic view of the journey to germination or demise. *Biological Reviews*, 90(1), 31-59. <https://doi.org/10.1111/brv.12095>
24. 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>
25. Maikhuri, R.K., Semwal, R.L., Rao, K.S., Nautiyal, S., & Saxena, K.G. (2000). *Cleome viscosa*, Capparidaceae: A weed or a cash crop? *Economic Botany*, 54, 150-154. <https://doi.org/10.1007/BF02907819>
26. Malezieux, E. (2012). Designing cropping systems from nature. *Agronomy for Sustainable Development*, 32, 15-29. <https://doi.org/10.1007/s13593-011-0027-z>
27. Maskova, T., & Poschlod, P. (2022). Soil seed bank persistence across time and burial depth in calcareous grassland habitats. *Frontiers in Plant Science*, 12, 790867. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.790867>
28. Milberg, P., Andersson, L., & Noronha, A. (1996). Seed germination after short-duration light exposure: Implications for the photo-control of weeds. *Journal of Applied Ecology*, 33, 1469-1478. <https://doi.org/10.2307/2404785>
29. Mohamadi, H. Ghaderi-Far, F., Siahmarguee, A., Zeynali, E., & Gherekhloo, J. (2023). Evaluation of winter wheat yield reduction in interference with wild rye weed: A case study of Shahkoh area-Golestan province. *Plant production research. Journal of Plant Production*, 30(3), 161-176. (In Persian with English Abstract). <https://doi.org/10.22067/jpp.v34i4.86501>.
30. Moradi Sahra, M. (2022). Investigation of germination and dormancy of milk thistle (*Silybum marianum* L. Gaertn.) in seed bank. M.Sc. Thesis. Plant Production Faculty, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran. (In Persian with English Abstract).
31. Muasya, R.M., Simiyu, J.N., Muui, C.W., Rao, N.K., Dulloo, M.E., & Gohole, L.S. (2009). Overcoming seed dormancy in *Cleome gynandra* L. to improve germination. *Seed Tecnology*, 31(2), 134-143. <https://www.jstor.org/stable/23433309>
32. Ochudho, J.O., & Modi, A.T. (2005). Temperature and light requirements for the germination of *Cleome gynandra* seeds. *South African Journal of Plant and Soil*, 22(1), 49-54.
33. Onwuka, B., & Mang, B. (2018). Effects of soil temperature on some soil properties and plant growth. *Advances in Plants and Agriculture Research*, 8(1), 34-37.
34. Oskouei, B., & Sheidaei, S. (2017). Seed deterioration. *Iranian Journal of Seed Science and Research*, 4(3), 125-143. (In Persian with English Abstract). <https://doi.org/10.22124/jms.2017.2512>
35. Roberts, E.H., & Totterdell, S. (1981). Environmental seed dormancy in *Rumex* species. *Plant Cell and Environmental*, 4, 97-106. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3040.1981.tb01044.x>
36. Ravisankar, D., Chinnusamy, C., & Nithya, C. (2017). Weed management in herbicide tolerant transgenic maize-A review. *Chemical Science Review and Letters*, 6(24), 2364-2372.
37. Saatkamp, A., Affre, L., Baumberger, T., Dumas, P.J., Gasmi, A., Gachet, S., & Arène, F. (2011). Soil depth detection by seeds and diurnally fluctuating temperatures: different dynamics in 10 annual plants. *Plant and Soil*, 349, 331-340. <https://doi.org/10.1007/s11104-011-0878-8>
38. Saifullah, K., Williams, A., & Adkins, S. (2023). Spider plant (*Cleome gynandra* L.): An emerging weed in the sweet corn-brassica cropping system. *Agronomy*, 13, 1430. <https://doi.org/10.3390/agronomy13051430>
39. Schutze, Y. (2002). Zur Veränderung im Eltern-Kind-Verhältnis seit der Nachkriegszeit. Nave-Herz, Rosemarie (Hg.): Kontinuität und Wandel der Familie in Deutschland. Eine zeitgeschichtliche Analyse. Stuttgart: Lucius und Lucius, 71-97. <https://doi.org/10.1515/9783110508208>
40. Schwartz-Lazaro, L.M., & Copes, J.T. (2019). A review of the soil seed bank from a weed scientists perspective. *Agronomy*, 9(7), 369. <https://doi.org/10.3390/agronomy9070369>
41. Shilla, M.O., Abukutsa-Onyango, F., Dinnsa, F., & Winkelmann, T. (2016). Seed dormancy, viability and germination of *Cleome gynandra* L: A review. *African Journal of Horticulture Science*, 10, 42-52. <http://www.hakenya.net/ajhs/index.php/ajhs/article/view/171/128>
42. Siahmarguee, A., Ghaderi-Far, F., & Bagheri, S.H. (2023). Effect of smoke and heat on dormancy and germination of Asian spiderflower seeds. *Danesh Journal of Herbal Medicine*, (In Press). (In Persian with

- English Abstract).
43. Soltani, A., Zeinali, E., Galeshi, S., & Latifi, N. (2001). Genetic variation for and interrelationship among seed vigor traits in wheat from the Caspian Sea coast of Iran. *Seed Science and Technology*, 29, 653-662.
44. Soltani, E., Soltani, A., Galeshi, S., Ghaderi-Far, F., & Zeinali, E. (2016). Vertical distribution of volunteer canola and wild mustard in their soil seed bank. *Applied field Crop Research*, 29(3), 20-28. (In Persian with English Abstract). <https://doi.org/10.22092/AJ.2016.112674>
45. Thompson, K., & Grime, J.P. (1983). A comparative study of germination responses to diurnally-fluctuating temperatures. *Journal of Applied Ecology*, 20(1), 141-156. <https://doi.org/10.2307/2403382>.
46. Thompson, K., Green, A., & Jewels, A.M. (1994). Seeds in soil and worm casts from a neutral grassland. *Functional Ecology*, 8, 29-35. <https://doi.org/10.2307/2390108>
47. Tian, Y.G., Pang, L., Jiang, X.Q., & Lu, B.R. (2024). Impact of soil burial depths on survival of weedy rice seeds: Implications for weed management. *Agronomy*, 14(6), 1281. <https://doi.org/10.3390/agronomy14061281>
48. Tolo Hafezian, I., Kadrifar, F.M., Sadeghipour, H.R., Siahmargoi, A., Fadaei, F., & Torabi, b. (2018). Determining the community type of maritigal seed: The effects of post-clay and gibberellic acid treatments at different temperatures. *Journal of Crop Production*, 2(12), 186-171.
49. Vargas, A.A.M., Agostinetto, D., Zandoni, R.R., Fraga, D.S., & Avila Neto, R.C. (2018). Longevity of horseweed seed bank depending on the burial depth. *Planta Daninha*, 36, 182073.
50. Viana, A.M., & Felipe, G.M. (1986). Effect of light and temperature on the seed germination of *Dioscorea composita*. *Revista Brasileira de Botanica*, 9, 109-116.
51. Wei, S., Zhang, C., Li, X., Cui, H., Huang, H.B., Menge, Q., & Zhang, H. (2009). Factors affecting buffalobur (*Solanum rostratum*) seed germination and seedling emergence. *Weed Science*, 57, 521-525. <https://doi.org/10.1614/WE-09-054.1>
52. Yunusabadi, M., Faez, R.A., Akram Qadrifar, F., Savarinejad, A.R., & Kashiri, H.A. (2017). Investigating the weed seed bank of cotton fields in Golestan province. *Iranian Cotton Research Journal*, 6(1), 65-80. (In Persian with English Abstract).