پژوهش‌های بذر ایران/ سال نهم/ شماره اول/ ۱۴۰۱/ صفحات: ۱۱۰-۹۳

مقاله پژوهشی

برآورد دماهای ویژه جوانه‌زنی *Ipomoea hederaceae* و *Cleome viscosa* در شرایط دمای ثابت و متناوب

آسیه سیاهمرگویی[۱*]، فرشید قادری‌فر [۱]، جاوید قرخلو [۱]، عاطفه اکبری گلوردی [۲]، مریم گرگانی [۲]

چکیده مبسوط

مقدمه: گزارش‌ها حاکی از تهاجم دو گونه نیلوفرپیچ و کنجدشیطانی به مزارع تحت کشت محصولات تابستانه از جمله سویا در استان گلستان است. با توجه به اهمیت اطلاع از دماهای ویژه جوانه‌زنی در مدل‌های پیش بینی حضور علف‌های هرز و به تبع آن طراحی راهبردهای مدیریتی صحیح بروی این گیاهان، در این آزمایش به مطالعه رفتار جوانه‌زنی و مقایسه دماهای ویژه جوانه‌زنی دو گونه نیلوفرپیچ (*Ipomoea hederaceae*) و کنجدشیطانی (*Cleome viscosa*) در دو شرایط دمای ثابت و متناوب پرداخته شده است.

مواد و روش‌ها: به‌منظور بررسی اثر دماهای ثابت و متناوب بر تغییرات درصد و سرعت جوانه‌زنی و برآورد دماهای ویژه جوانه‌زنی نیلوفرپیچ و کنجدشیطانی، آزمایش‌های جداگانه‌ای به‌صورت طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار در آزمایشگاه بذر دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان انجام گرفت. تیمارهای دمایی مورد بررسی روی بذرهای نیلوفرپیچ شامل دماهای ثابت ۱۰، ۱۵، ۱۷، ۲۰، ۲۵، ۳۰، ۳۵ و ۴۰ درجه سلسیوس و دماهای متناوب ۱۲/۵: ۷/۵، ۱۰:۱۵، ۲۰: ۱۲/۵، ۱۵:۲۵، ۲۰:۳۰، ۲۵: ۳۷/۵، ۲۵: ۴۲/۵، ۳۰ و ۳۵:۴۵ درجه سلسیوس بودند. روی بذرهای کنجدشیطانی نیز دماهای ثابت ۱۵، ۲۰، ۲۳، ۲۵، ۲۸، ۳۰، ۳۵، ۴۰، ۴۵ و ۵۰ درجه سلسیوس و دماهای متناوب ۱۵:۲۰، ۲۰:۲۵، ۲۰:۳۰، ۲۵:۳۰، ۲۵:۳۵، ۳۰:۴۰، ۳۰:۴۵، ۳۰:۵۰ و ۴۰:۵۰ درجه سلسیوس اعمال گردید.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که جوانه‌زنی بذر نیلوفرپیچ تحت‌تأثیر مثبت دماهای متناوب قرار گرفت و از ۷۸ درصد در شرایط دماهای ثابت به ۹۴ درصد در شرایط دمای متناوب رسیده است؛ اما در مورد حداکثر درصد جوانه‌زنی کنجدشیطانی در شرایط دمای متناوب (۷۹ درصد در تیمار دمایی ۲۰:۳۰ سلسیوس) تفاوت قابل توجهی با دمای ثابت (۸۴ درصد در دمای ۳۰ درجه سلسیوس) نداشت. مقایسه دماهای پایه جوانه‌زنی این علف‌هرز در شرایط دمای ثابت و متناوب نشان داد که دمای پایه جوانه‌زنی نیلوفرپیچ در شرایط دمای متناوب (۱۰/۰۹ درجه سلسیوس) اندکی کم‌تر از دمای ثابت (۱۱/۲۰ درجه سلسیوس) بود؛ اما در مورد کنجد شیطانی، دمای پایه جوانه‌زنی این علف‌هرز در شرایط دمای متناوب (۱۷/۵۷ درجه سلسیوس) بیشتر از دمای ثابت (۱۵/۴۳ درجه سلسیوس) بود.

نتیجه‌گیری: مهم‌ترین عامل در بروز چنین پاسخ‌های متفاوتی به دماهای ثابت و متناوب در نیلوفرپیچ و کنجدشیطانی، سازگاری آنها با شرایط محیطی و در نتیجه بقای آنها در محیط‌های پرتخریب کشاورزی است. این دو علف‌هرز گرمادوست بوده و بذرهای آنها در فصل پاییز وارد بانک بذر خاک می‌شود. وجود خفتگی (صرفه نظر از نوع آن) در بذرهای این دو گیاه از جوانه‌زنی بذرهای آنها در فصل زمستان جلوگیری می‌کند؛ و تجربه دماهای متناوب در این زمان، بذرها را آماده جوانه‌زنی در فصل بهار می‌کند. دمای پایه نیلوفر پیچ در شرایط دمای ثابت و متناوب تفاوت چندانی نداشت؛ اما دمای پایه کنجدشیطانی در شرایط دماهای متناوب بیشتر از دمای ثابت بود.

واژه‌های کلیدی: بانک بذر، بقا، خفتگی، درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، علف‌هرز مهاجم، مدل‌های رگرسیونی

جنبه‌های نوآوری:

۱- واکنش درصد جوانه‌زنی نیلوفر پیچ و کنجد شیطانی در شرایط دماهای ثابت و متناوب بررسی شد.

۲- دماهای ویژه جوانه‌زنی این دو علف هرز در شرایط دمای ثابت و متناوب مقایسه شد.

[۱] دانشیار، گروه زراعت، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

[۲] دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، گروه زراعت، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

[*] رایانامه نویسنده مسئول: Siahmarguee@gau.ac.ir

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۷/۰۱؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۱/۲۰)

http://dorl.net/dor/20.1001.1.23831251.1401.9.1.5.6

DOI: 10.29252/yujs.9.1.93

مقدمه

در اقتصاد رو به رشد جهان، انتقال گسترده مواد زیستی و امکانات موجود برای انجام سفرهای طولانی منجر به ورود و استقرار گیاهان مهاجم به بسیاری از بخش‌های دنیا شده است (نجفی[1] و همکاران، ۲۰۱۱). به‌عنوان مثال رجمانک[2] (۲۰۰۰) نشان داد که از ۲۲۰۰۰ گیاه آوندی فهرست شده در آمریکای شمالی، ۲۱ درصد غیر بومی هستند. در ایران نیز گزارش‌های متعددی مبنی بر تهاجم گونه‌های گیاهی به اراضی زراعی و غیرزراعی ارائه شده است (کوچکی[3] و همکاران، ۲۰۱۴؛ مین باشی معینی[4] و همکاران، ۲۰۱۰؛ سهرابی[5] و همکاران، ۲۰۲۰). استان گلستان یکی از استان‌های کشور است که در آن گزارش‌هایی مبنی بر تهاجم برخی گونه‌های نوظهور مانند نیلوفر وحشی[6]، نیلوفر پیچ[7]، فرفیون ناجوربرگ[8]، فرفیون خوابیده[9]، خربزه وحشی[10] و کنجد شیطانی[11]، شمعدانی وحشی[12] در اراضی کشاورزی آن ارائه شده است (ساوری‌نژاد[13] و همکاران، ۲۰۱۰، شیردل[14] و همکاران، ۲۰۱۵؛ محمودی اتابکی[15] و همکاران، ۲۰۲۰). در میان گیاهان مهاجم معرفی شده، دو گونه نیلوفرپیچ و کنجدشیطانی، فراوانی قابل توجهی در مزارع سویا در استان گلستان یافته و هر ساله خسارت قابل توجهی را به مزارع سویا در این استان وارد می‌کنند. به نحوی که سهرابی‌راد[16] و همکاران (۲۰۱۷) نیز حضور این دو علف هرز را در مزارع سویای شرق استان گلستان را تأیید و بر مدیریت صحیح آن تاکید نمودند. کنجد شیطانی گیاهی است یکساله، علفی، ایستاده و گرمادوست از تیره علف مار[17] که ارتفاع آن به ۱/۵ متر نیز می‌رسد. بذرهای آن حلزونی شکل با سطحی ناهموار بوده و وزن هزار دانه آن نیز ۱۲۶۵ میلی گرم می‌باشد (اکبری گلوردی[18]، ۲۰۲۱؛ ویلیامز[19] و همکاران، ۲۰۰۳). نیلوفرپیچ گیاهی است یکساله، علفی، بالارونده و گرمادوست از خانواده پیچکیان[20] که طول آن به دو متر نیز می‌رسد. بذرهای آن درشت و بیضی شکل بوده و وزن تک دانه آنها نیز ۳۴ میلی گرم می‌باشد (میسوری پلنتس[21]، ۲۰۰۷؛ هیلتی[22]، ۲۰۰۸).

بذر این دو علف هرز در فصل بهار به محض تأمین شرایط محیطی مناسب شروع به جوانه‌زنی کرده و به‌دلیل سرعت جوانه‌زنی و استقرار بالا، بلافاصله محیط را به نفع خود تسخیر می‌کند (تاکیم و فادایومی[23]، ۲۰۱۰؛ وستبروک[24] و همکاران، ۲۰۲۱). نتایج تحقیق سیاهمرگویی[25] و همکاران (۲۰۱۸) با هدف امکان سنجی حضور این دو علف هرز در مرحله جوانه‌زنی در استان گلستان حاکی از آن است که مناطق بسیار وسیعی از استان گلستان مستعد تهاجم کنجد شیطانی است؛ اما در مورد نیلوفر پیچ علی‌رغم وجود شرایطی دمایی مطلوب، اسیدیته خاک عامل محدود کننده توسعه این گیاه در این استان است؛ با این وجود ضروری است تمهیدات لازم در جلوگیری از ورود این گیاه به استان‌هایی که از نظر شرایط اقلیمی و خاکی در وضعیت مناسبی هستند، اتخاذ شود.

جوانه‌زنی مهم‌ترین مرحله زندگی گیاهان بوده و تعیین‌کننده سرعت استقرار، قابلیت رقابت و عملکرد آنها است (فورسلا و همکاران[26]، ۲۰۰۰؛ فینچ ساویج و باسیل[27]، ۲۰۱۶؛ گالیندز[28] و همکاران، ۲۰۱۷). با توجه به حساس بودن این عامل به دما، شناخت دماهای ویژه جوانه زنی علف های هرز از اهمیت زیادی برخوردار

[1] Najafi
[2] Rejmanek
[3] Koocheki
[4] Minbashi Moeini
[5] Sohrabi
[6] *Ipomoea hederacea*
[7] *Ipomoea purpurea*
[8] *Euphorbia heterophylla*
[9] *Euphorbia maculata*
[10] *Cucumis melo.var agrestis*
[11] *Cleome viscosa*
[12] *Geranium dissectum*
[13] Savari-Nejad
[14] Shirdel
[15] Mahmoodi Atabaki
[16] Sohrabi-Rad
[17] Capparaceae
[18] Akbari-Gelvardi
[19] Williams
[20] Convolvulaceae
[21] Missouriplants
[22] Hilty
[23] Takim and Fadayomi
[24] Westbrook
[25] Siahmarguee
[26] Forcella
[27] Finch saveg and Bassel
[28] Galindez

است؛ تا بتوان از طریق تنظیم تاریخ کاشت، شرایط را به نفع گیاه زراعی تغییر داد (نژادحسن[1] و همکاران، ۲۰۱۶).

لئو[2] و همکاران (۲۰۱۳) با مطالعه نیاز دمایی ۴۴۵ گونه بومی در شرق فلات تبت دریافتند که جوانه‌زنی گونه‌های پهن برگ تحت‌تأثیر دماهای متناوب افزایش می‌یابد؛ حال آن‌که جوانه‌زنی گونه‌های باریک برگ تحت‌تأثیر دماهای متناوب قرار نمی‌گیرد. همچنین، نتایج مطالعه ایشان نشان داد که گونه‌هایی که در اراضی تخریب شده و ارتفاعات کم‌تر از ۲۰۰۰ متری زندگی می‌کنند، پاسخ مثبتی به دمای متناوب نشان می‌دهند؛ حال آن‌که گونه‌های موجود در حوضه آلپ، حاشیه جنگل‌ها، باتلاق‌ها و نواحی شیب‌داری که خشک و آفتابی هستند، پاسخی به دمای متناوب نشان نمی‌دهند. میسین[3] و همکاران (۲۰۱۷) رفتار جوانه‌زنی سه گونه شیر تیغی[4]، زلف پیر[5] و گل قاصدک[6] که هر سه از خانواده آستراسه[7] هستند را در شرایط دمای ثابت و متناوب مورد مطالعه قرار دادند. نتایج ایشان نشان داد که جوانه‌زنی گونه شیرتیغی در شرایط دمای ثابت بهتر از دمای متناوب بود، در حالی‌که زلف پیر در شرایط دمای متناوب از جوانه‌زنی مطلوب‌تری برخوردار بود و جوانه‌زنی گل قاصد تحت‌تأثیر دمای ثابت یا متناوب قرار نگرفت. اورتگا بایز[8] و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند که حداکثر درصد جوانه‌زنی *Echinopsis schickendantzii* در دماهای ثابت و متناوب تفاوت معنی‌داری با هم نداشت. لئو و همکاران (۲۰۱۳) معتقدند که وجود این تفاوت‌ها در پاسخ جوانه‌زنی گونه‌ها به نوسانات دمایی، در نحوه توزیع گونه‌ها و در نتیجه هم‌زیستی آن‌ها در یک حوضه بسیار کمک کننده خواهد بود. براین اساس به‌نظر می‌رسد گونه‌هایی که جوانه‌زنی آن‌ها در شرایط نوسانات دما افزایش می‌یابد، احتمالاً در فضاهای خالی داخل زمین و یا در حاشیه مزارع جایی که پوشش گیاه زراعی اندک است، تظاهر و تمرکز بیشتری خواهند داشت. بر عکس گونه‌هایی که از درصد جوانه‌زنی بالاتری در شرایط دمای ثابت برخوردارند، قادر خواهند بود در زیر سایه‌انداز گیاه زراعی نیز جوانه زده و به مرحله استقرار برسند (بیتنکورت و بونوم[9]، ۲۰۱۶).

به طور طبیعی همه مراحل زندگی گیاهان در معرض نوسانات دمایی شبانه روزی قرار دارند. نتایج تحقیق‌های مختلف نیز حاکی از آن است که در شرایط آزمایشگاه نیز بسیاری از گونه‌های گیاهی در شرایط دمای متناوب از جوانه‌زنی مطلوب‌تری برخوردارند (باسکین و باسکین[10]، ۲۰۱۴؛ لئو و همکاران، ۲۰۱۳). با این وجود در اکثر مطالعه‌های انجام شده در زمینه تعیین دماهای ویژه جوانه‌زنی، تنها از دماهای ثابت استفاده شده است (الهی فرد و میجانی[11]، ۲۰۱۴؛ درخشان و قرخلو[12]، ۲۰۱۴؛ لودو[13] و همکاران، ۲۰۱۸). از این رو یافتن روشی برای برآورد دماهای پایه جوانه‌زنی که معیاری در تعیین شروع جوانه‌زنی و در نتیجه سرعت استقرار یک گیاه است، در شرایط دمای متناوب الزامی می‌باشد (میسین و همکاران، ۲۰۱۷). در این راستا گالیندز و همکاران (۲۰۱۷) دریافتند که جوانه‌زنی چهارگونه *Lippia turbinate* f. *Lippia turbinata* f. *turbinate* Griseb، *Lippia interifolia magnifolia* Moldenke و Griseb *Aloysia citriodora* Palau (از تیره وربناسه[14]) در شرایط دمای ثابت و متناوب تفاوت معنی‌داری نداشت؛ اما مقادیر دماهای پایه برآورد شده در شرایط دمای متناوب (۷ تا ۱۲ درجه سلسیوس) بالاتر از دمای ثابت (۳ تا ۶ درجه سلسیوس) بود. ایشان اظهار داشتند که بذرهای هر سه گونه جنس *Lippia* که از مناطقی با عرض جغرافیایی بالاتر جمع‌آوری شده بودند، در مقایسه با گونه *Aloysia citriodora* Palau که بذرهایش از ارتفاعات جغرافیایی پایین‌تر جمع‌آوری

[1] Nezhad Hassan
[2] Liu
[3] Masin
[4] *Sonchus oleraceus*
[5] Senecio vulgaris
[6] Taraxacum officinale
[7] Asteraceae
[8] Ortega Baes
[9] Bittencourt and Bonom
[10] Baskin and Baskin
[11] Elahifard and Mijani
[12] Drakhshan and Gherekhloo
[13] Loddo
[14] Verbenaceae

شده بود؛ در هر دو شرایط دمای ثابت و متناوب، مقادیر دمای پایه بالاتر و ضریب ثابت زمان-دمایی[1] پایین‌تری داشتند. به‌نظر می‌رسد مهم‌ترین عامل در بروز چنین پاسخ‌های متفاوتی به دماهای ثابت و متناوب، سازگاری گونه‌های گیاهی با شرایط محیطی و اقلیمی محل زندگی آنهاست (گالیندز و همکاران، ۲۰۱۷؛ کیو[2] و همکاران، ۲۰۱۰؛ مونتی و تارکوایس[3]، ۱۹۹۷).

با توجه به اهمیت اطلاع از دماهای ویژه جوانه‌زنی در مدل‌های پیش‌بینی حضور علف‌های هرز و به تبع آن طراحی راهبردهای مدیریتی صحیح روی این گیاهان، در این آزمایش به مطالعه رفتار جوانه‌زنی و مقایسه دماهای ویژه جوانه‌زنی دو گونه نیلوفرپیچ و کنجدشیطانی در دو شرایط دمای ثابت و متناوب پرداخته شده است.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی اثر دماهای ثابت و متناوب بر جوانه‌زنی بذر گیاه نیلوفرپیچ و کنجدشیطانی، به‌ترتیب در سالهای ۱۳۹۴ و ۱۳۹۶ آزمایش‌هایی جداگانه به‌صورت طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار در آزمایشگاه بذر دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان انجام گرفت. بذرهای نیلوفرپیچ در آبان سال ۱۳۹۳ از مزارع سویای شهرستان گرگان (36°52′N, 54°35′E) و بذرهای کنجدشیطانی در آبان سال ۱۳۹۵ از مزارع سویای شهرستان کلاله (37°22′N, 55°29′E) در استان گلستان جمع‌آوری و به مدت ۵ ماه در دمای اتاق (۲۵~ درجه سلسیوس) نگه‌داری شدند (با توجه به اینکه بذرهای کنجد شیطانی خفتگی فیزیولوژیک دارند، پس‌رسی بذرها به مدت ۵ تا ۶ ماه جهت رفع خفتگی بذر این علف‌هرز الزامی است (ویاس و گارج[4]، ۱۹۷۱؛ کنیاماسیا[5] و همکاران، ۲۰۰۹). بعد از طی این مدت و قبل از شروع آزمایش، درصد جوانه‌زنی بذرهای این دو علف هرز مورد بررسی قرار گرفت. برای این کار بذر هر کدام از گونه‌ها در چهار تکرار روی یک لایه کاغذ صافی درون پتری‌هایی به قطر ۹ سانتی‌متر قرار گرفت و بعد از اضافه کردن ۵ میلی‌لیتر آب مقطر درون انکوباتوری با دمای ۲۵ درجه سلسیوس قرار داده شدند. درصد جوانه زنی بذرهای نیلوفر ۸±۱۸ درصد بود و تعداد زیادی از بذرها آب جذب نکرده بودند. به استناد منابع موجود بذرهای نیلوفر دارای خفتگی فیزیکی هستند (جیهان جایسوریا[6] و همکاران، ۲۰۰۷)؛ از این‌رو برای شکستن خفتگی بذرهای این گیاه از اسید سولفوریک غلیظ ۹۸ درصد به‌مدت ۲۵ دقیقه استفاده شد (کیانی[7] و همکاران، ۲۰۱۵). با اعمال این تیمار درصد جوانه زنی نیلوفرپیچ به ۵±۷۸ درصد افزایش یافت.

قابلیت جوانه‌زنی بذرهای کنجدشیطانی بلافاصله بعد از برداشت صفر بود؛ اما بعد از ۵ ماه پس رسی، درصد جوانه زنی آن به ۶±۸۰ درصد افزایش یافت؛ انجام آزمایش زنده‌مانی با استفاده از تترازولیوم نشان داد که بذرهای جوانه نزده، زنده نبودند.

تیمارهای دمایی مورد بررسی بر روی بذرهای نیلوفرپیچ شامل دماهای ثابت ۱۰، ۱۵، ۱۷، ۲۰، ۲۵، ۳۰، ۳۵ و ۴۰ درجه سلسیوس و دماهای متناوب ۱۲/۵: ۷/۵، ۱۰:۱۵، ۲۰: ۱۲/۵، ۱۵:۲۵: ۲۰:۳۰، ۳۷:۲۵/۵، ۴۲/۵: ۳۰ و ۳۵:۴۵ درجه سلسیوس بودند (سینگ[8] و همکاران، ۲۰۱۲). بر روی بذرهای کنجدشیطانی نیز دماهای ثابت ۱۵، ۲۰، ۲۳، ۲۵، ۲۸، ۳۰، ۳۵، ۴۰، ۴۵ و ۵۰ درجه سلسیوس و دماهای متناوب ۱۵:۲۰، ۲۰:۲۵، ۲۰:۳۰، ۲۵:۳۰، ۲۵:۳۵، ۳۰:۴۰، ۳۰:۴۵، ۳۰:۵۰ و ۴۰:۵۰ درجه سلسیوس اعمال گردید. آزمایش در ۴ تکرار طراحی و هر ظرف پتری به‌عنوان یک تکرار در نظر گرفته شد. بعد از ضدعفونی بذرها با استفاده از محلول هیپوکلریت سدیم یک درصد، در هر ظرف پتری ۲۵ عدد بذر سالم روی یک لایه کاغذ صافی واتمن شماره ۲ قرار داده شد و بعد از اضافه کردند ۵ میلی لیتر آب مقطر (با استفاده از سرنگ) در انکوباتورهایی با مدل Memmert ساخت کشور آلمان در دماهای مورد نظر در شرایط تاریکی قرار گرفت. لازم به ذکر است که برای کاهش تبخیر، پتری‌ها درون پلاستیک فریزر شفاف

[1] Thermal-time
[2] Qiu
[3] Monte and Tarquis
[4] Vyas and Garg
[5] Kenya Masiya
[6] Gehan Jayasuriya
[7] Kiani
[8] Sing

قرار گرفتند. شمارش بذرهای جوانه زده به‌صورت روزانه تا ثابت‌شدن میزان جوانه‌زنی انجام گرفت. معیار جوانه‌زنی خروج ریشه به‌میزان ۲ میلی‌متر بود (سلطانی[1] و همکاران، ۲۰۰۲). در طی آزمایش در صورت نیاز به پتری‌ها آب‌مقطر اضافه شده است.

در کلیه تیمارها ابتدا منحنی پیشرفت جوانه‌زنی نسبت به زمان (ساعت) ترسیم گردید. جهت توجیه روند تغییرات مربوط به درصد جوانه‌زنی در مقابل زمان برای هر دما و در نهایت تعیین سرعت جوانه‌زنی از تابع لجستیک ۳ پارامتره (تابع ۱) استفاده شد.

$$Y=G_{max}/(1+\exp(b(t-D_{50}))) \quad \text{تابع ۱)}$$

که در این تابع G_{max}؛ حداکثر درصد جوانه‌زنی، D_{50}؛ زمان رسیدن به ۵۰ درصد جوانه‌زنی، b؛ ضریب معادله و t؛ زمان می‌باشد.

لازم به ذکر است به‌دلیل متفاوت بودن مقادیر حداکثر درصد جوانه‌زنی نهایی در تیمارهای مختلف، جهت تعیین سرعت جوانه‌زنی از عکس زمان تا ۵۰ درصد جمعیت بذری در هر دما استفاده شد (سلطانی و همکاران، ۲۰۱۵) (تابع ۲).

$$R_{50}=1/D_{50} \quad \text{تابع ۲)}$$

در این رابطه، سرعت جوانه‌زنی (بر ساعت) و D_{50}؛ زمان مورد نیاز برای رسیدن به ۵۰ درصد جمعیت بذری را نشان می‌دهد.

جهت تعیین دماهای ویژه جوانه‌زنی ابتدا توابع دندان مانند، دوتکه‌ای، بتای اصلی و بتای تغییر یافته به داده‌های سرعت جوانه‌زنی در مقابل دماهای مختلف برازش یافت (جدول ۱). لازم به ذکر است که در این مرحله در آزمایش‌های مربوط به تأثیر دماهای متناوب بر جوانه‌زنی بذرهای نیلوفرپیچ و کنجدشیطانی از میانگین دمای حداقل و حداکثر در هر تیمار دمای متناوب استفاده گردید (میسین و همکاران، ۲۰۱۷).

برای برازش مدل‌های دندان مانند، دو تکه‌ای، بتا ۴ و ۵ پارامتره از نرم‌افزار آماری Sigma plot ver. 14 و برای رسم نمودارها نیز از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

در دمای ۱۰ درجه سلسیوس جوانه‌زنی بذر نیلوفرپیچ رخ نداد و در دمای ۱۵ درجه سلسیوس ۵۸ درصد بذرها جوانه زدند (شکل ۱). با افزایش دما از ۱۵ تا ۲۰ درجه سلسیوس، درصد جوانه‌زنی افزایش یافت؛ به نحوی‌که بیشترین درصد جوانه‌زنی در دمای ۲۰ درجه سلسیوس به میزان ۸۲ درصد مشاهده شد. با افزایش دما از ۲۰ درجه سلسیوس، درصد جوانه‌زنی کاهش یافت؛ به‌طوری‌که در دماهای ۲۵، ۳۰ و ۳۵ درجه سلسیوس به‌ترتیب ۷۸، ۶۹ و ۲۵ درصد بذرهای این گیاه جوانه زدند و هیچ بذری در دمای ۴۰ درجه سلسیوس جوانه نزد. همچنین در دماهای متناوب ۱۲/۵: ۷/۵ و ۳۵:۴۵ درجه سلسیوس جوانه‌زنی بذر این گیاه انجام نشد. درصد جوانه‌زنی بذرهای این گیاه در دماهای متناوب ۱۵:۱۰، ۲۰: ۱۲/۵، ۱۵:۲۵: ۲۰:۳۰، ۳۷:۲۵/۵ و ۴۲/۵: ۳۰ درجه سلسیوس به‌ترتیب ۷، ۸۲، ۹۴، ۹۳، ۸۶ و ۱۶ درصد بود (شکل ۱).

با توجه شکل (۲) جوانه‌زنی بذر کنجدشیطانی نیز تحت‌تأثیر دماهای ثابت و متناوب قرار گرفت. در دمای ۱۵ درجه سلسیوس جوانه‌زنی بذر این علف هرز رخ نداد. در دمای ۲۰ درجه سلسیوس، ۲۴/۳۱ درصد بذرها جوانه زدند و با افزایش دما از ۲۰ تا ۳۰ درجه سلسیوس، درصد جوانه‌زنی افزایش یافت، به‌نحوی‌که بیشترین درصد جوانه‌زنی در دمای ۳۰ درجه سلسیوس به میزان ۸۳/۲۷ درصد مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری با دمای ۲۸ نداشت.

[1] Soltani

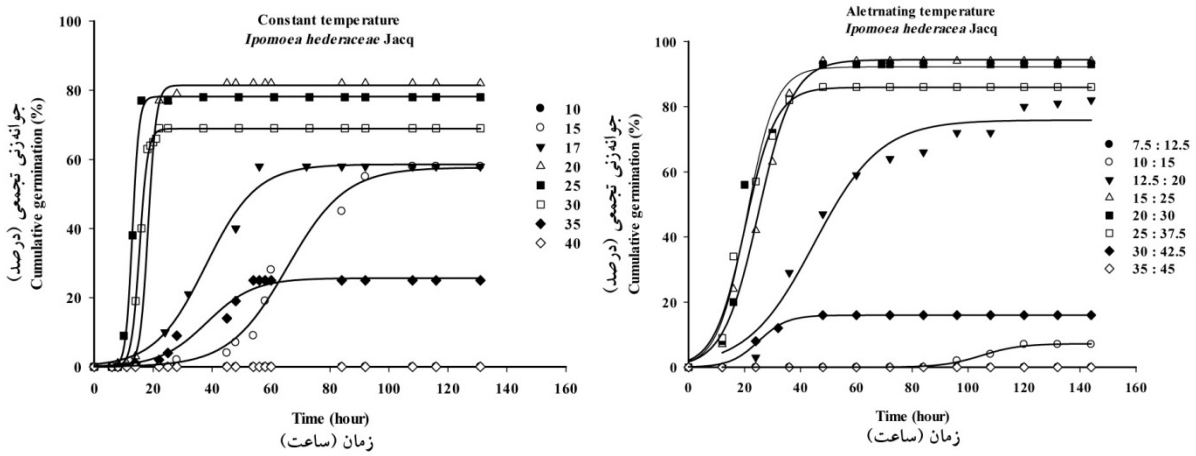
جدول ۱. توابع مورد استفاده جهت تعیین دماهای ویژه جوانه‌زنی (سلطانی و همکاران، ۲۰۱۵)

Table1. Functions used to determine the cardinal temperatures for germination (Soltani *et al*., 2015)

	مدل Model	تابع Function
1	دندان مانند Dent model	$f(T) = ((T-Tb)/(To_1-Tb))$ if $Tb < T \leq To_1$ $f(T) = ((Tc-T)/(Tc-To_2))$ if $To_2 < T \leq Tc$ $f(T) = 1$ if $To_1 < T \leq To_2$ $f(T) = 0$ if $T \leq Tb$ or $T \geq Tc$
2	دوتکه‌ای Segmented model	$f(T) = (T - T_b) / (T_o - T_b)$ if $T_b < T \leq T_o$ $f(T) = (T_c - T) / (T_c - T_o)$ if $T_o < T < T_c$ $f(T) = 0$ if $T \leq T_b$ or $T \geq T_c$
3	بتا ۵ پارامتره Bata 5 parameters	$f(T) = [(T - T_b / T_o - T_b)*(T_c - T / T_c - T_b)^{(Tc - To / To - Tb)}]^{\alpha}$/ fo if $T > T_b$ and $T < T_c$ $f(T) = 0$ if $T \leq T_b$ or $T \geq T_c$
4	بتا ۴ پارامتره Bata 4 parameters	$f(T) = (((Tc-T)/(Tc-Tp))*((T-Tb)/(Tp-Tb))**((Tp-Tb)/(TcTp)))$ if $Tb = 0$، $Tc = 40$

*در این روابط T دمای آزمایش، T_b دمای پایه، To_1 دمای مطلوب تحتانی، To_2 دمای مطلوب فوقانی، T_c دمای سقف بر حسب درجه سلسیوس و α پارامتر شکل برای تابع بتا است.

*In these functions, T: the temperature of the experiment, Tb: the base temperature, To1: the lower optimum temperature, To2: the upper optimum temperature, Tc: the ceiling temperature in degrees Celsius, and α is the shape parameter for the beta function.



شکل ۱. درصد جوانه‌زنی تجمعی نیلوفر پیچ در دماهای ثابت و متناوب

Fig. 1. Cumulative germination of Ivy leaf morning-glory in at constant and alternating temperatures

اما با افزایش دما از ۳۰ درجه سلسیوس، درصد جوانه‌زنی کاهش یافت، به‌طوری‌که در دماهای ۳۵، ۴۰ و ۴۵ درجه سلسیوس به‌ترتیب ۷۹/۷۰، ۶۰/۶۳ و ۵/۰۴ درصد بذرها جوانه زدند و هیچ بذری در دمای ۵۰ درجه سلسیوس جوانه نزد.

با توجه به شکل (۲ ب) در دمای متناوب ۱۵:۲۰ (با میانگین دمای ۱۷/۵ درجه سلسیوس) جوانه‌زنی بذر کنجدشیطانی رخ نداد. با تغییر تیمار و افزایش میانگین دماهای متناوب درصد جوانه‌زنی افزایش یافت. به‌طوری‌که در دماهای متناوب ۲۰:۳۰، ۲۵:۳۰ و ۲۵:۳۵ درصد جوانه‌زنی به‌ترتیب به ۷۸/۶۶، ۷۱/۴۵ و ۷۲/۲۸ درصد رسید و سپس با ادامه داشتن روند افزایشی میانگین دماهای متناوب، درصد جوانه‌زنی به تدریج کاهش یافت به‌نحوی‌که در تناوب دمایی ۳۰:۴۵ به ۳۵/۴۶ درصد و ۳۰:۵۰ به ۹/۱۵ درصد رسیده است و در دمای متناوب ۴۰:۵۰ درجه سلسیوس هیچ بذری جوانه نزد.

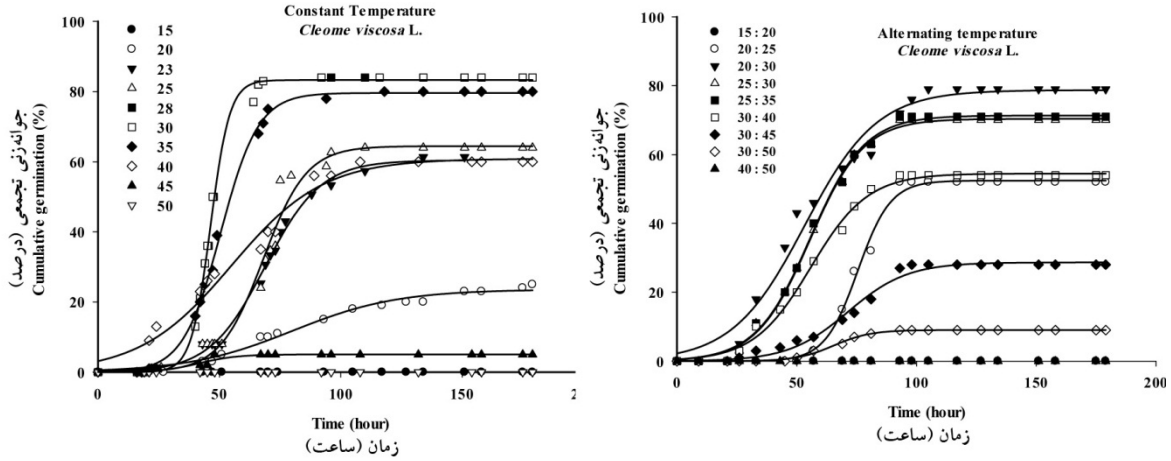
واکنش جوانه زنی بذرها نسبت به دماهای ثابت و متناوب در بین گیاهان مختلف و حتی در گونه های موجود در یک تیره بسیار متنوع و منحصر به فرد است.

به عنوان مثال الهی فرد و میجانی (۲۰۱۴) گزارش کردند که جوانه‌زنی بذر علف‌هرز وازمل[1] در شرایط دمای ثابت بیش از دمای متناوب بود. رضوانی و زعفرانیان[2] (۲۰۱۷) جوانه‌زنی چهار اکوتیپ چوچاق[3] (زولنگ) را در پاسخ به دماهای ثابت و متناوب تحت رژیم های مختلف نوری مورد بررسی قرار دادند و دریافتند که در هر چهار اکوتیپ درصد جوانه زنی در شرایط دماهای ثابت بالاتر از دماهای متناوب بود. میسین و همکاران (۲۰۱۷) دریافتند که جوانه‌زنی شیر تیغی در شرایط دمای ثابت بهتر از دمای متناوب بود، در حالیکه زلف پیر در شرایط دمای متناوب از جوانه‌زنی مطلوب‌تری برخوردار بود. بیتنکورت و بونوم (۲۰۱۶) گزارش نمودند که حداکثر درصد جوانه‌زنی بذرهای چمن الاستیک[4] در شرایط دمای متناوب بیشتر از دمای ثابت بود (۸۵ درصد در مقایسه با ۶۷ درصد). این در حالی است که جوانه‌زنی بذر علف هرز خربزه وحشی و گل قاصدک تحت تأثیر دماهای ثابت و متناوب قرار نگرفت (زو[5] و همکاران، ۲۰۱۷؛ میسین و همکاران، ۲۰۱۷).

همان‌گونه که ملاحظه می‌شود جوانه‌زنی بذر نیلوفرپیچ تحت تأثیر مثبت دماهای متناوب قرار گرفته و از ۷۸ درصد در شرایط دماهای ثابت به ۹۴ درصد در شرایط دمای متناوب رسیده است. حال آنکه در مورد کنجدشیطانی روند دیگری مشاهده شد و حداکثر درصد جوانه‌زنی بذر این علف هرز در شرایط دمای متناوب (۷۹ درصد در تیمار دمایی ۲۰:۳۰) تفاوت قابل توجهی با دمای ثابت نداشت (۸۴ درصد در دمای ۳۰ درجه سلسیوس). جیهان جایسوریا و همکاران، (۲۰۰۷) گزارش کردند که خفتگی بذرهای نیلوفر سفید[6] از نوع فیزیکی بوده و ناشی از عدم جذب آب توسط پوسته بذر[7] است. ایشان اظهار داشتند که در گیاهان خانواده پیچکیان[8] نفوذناپذیری پوسته بذر به آب در طول دوره بلوغ و خشک شدن بذر توسعه می‌یابد و شرایط محیطی موجود در آن زمان نقش موثری در شدت آن دارد (بنچ آرنولد[9] و همکاران، ۲۰۰۰؛ بیتنکورت و بونوم، ۲۰۱۶؛ باسکین و باسکین، ۲۰۰۱). دسوزا[10] و همکاران (۲۰۱۲) گزارش کردند که حداکثر درصد جوانه‌زنی بذرهای *Schizolobium parahyba* در شرایط دمای متناوب بیشتر از دمای ثابت بود. نامبردگان اظهار داشتند بذرهای این گیاه دارای خفتگی فیزیکی ناشی عدم جذب آب توسط پوسته بوده و قرارگیری آن‌ها در معرض دماهای متناوب (۲۰:۳۰ درجه سلسیوس) و ثابت بالا (۳۰ درجه سلسیوس) باعث افزایش درصد جوانه‌زنی در بذرهایی می‌شود که خفتگی آنها برطرف نشده است.

[1] *Echinochloa colona*
[2] Rezvani and Zaaferaniyan
[3] *Eryngium caeruleum*
[4] *Eragrostis tenuifolia*
[5] Xu
[6] *Ipomoea lacunosa*
[7] Hard seed
[9] Convulvulaceae

[9] Benech Arnold
[10] De Souza



شکل ۲. روند تغییرات درصد جوانه‌زنی تجمعی کنجدشیطانی در دماهای ثابت و متناوب

Fig. 2. Cumulative germination of Asian spider flower at constant and alternating temperatures

زیرا در شرایط دماهای متغیر، دمای پایین به افزایش اسید جیبرلیک و در مقابل به کاهش اسید آبسیزیک کمک نموده و دماهای بالای موجود در شرایط دمای متناوب سبب افزایش نفوذپذیری پوسته بذر می‌شود (باسکین و باسکین، ۲۰۰۱)؛ بنابراین می‌توان گفت قرارگیری در معرض دماهای متناوب که به طور طبیعی در فصل زمستان و بعد از ریزش بذرهای این گیاهان به بانک بذر خاک رخ می‌دهد، از طریق بهبود تراوایی پوسته منجر به رفع خفتگی بذر این علف هرز می‌گردد؛ اما در این مطالعه قبل از شروع آزمایش، ابتدا خفتگی فیزیکی ناشی از پوسته در نیلوفرپیچ با استفاده از اسید سولفوریک غلیظ برطرف شده بود، بنابراین دلیل افزایش درصد جوانه‌زنی در شرایط دمای متناوب نمی‌تواند به افزایش تراوایی پوسته ارتباط داشته باشد. به نظر می‌رسد بهبود ترشح اسید جیبرلیک ، به عنوان یکی از محرکهای جوانه‌زنی، در شرایط دماهای متناوب در این امر مؤثر بوده است (بیتنکورت و بونوم، ۲۰۱۶؛ فولی[1] و همکاران، ۲۰۱۰). حداکثر درصد جوانه‌زنی کنجد شیطانی در شرایط دمای ثابت و متناوب تفاوت زیادی نداشت. بذرهای گونه‌های مختلف جنس *Cleome* دارای خفتگی فیزیولوژیکی غیر عمیق بوده (ویاس و گارج، ۱۹۷۱؛ کنیاماسیا و همکاران، ۲۰۰۹) و بر اساس تحقیقات مختلف تیمارهای متنوعی از جمله اسید جیبرلیک ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر (کنیا ماسیا و همکاران، ۲۰۰۹)، انبارداری بذر به مدت ۶ تا ۱۲ ماه در دمای ۲۰ تا ۳۰ درجه سلسیوس (کاماتو[2]، ۲۰۰۴)، قرار گیری بذرهای در دمای متناوب ۲۰:۳۰ درجه سلسیوس و دمای ثابت ۳۰ درجه سلسیوس (اوچادهو و موتی[3]، ۲۰۰۵) و همچنین قرارگیری بذرها در معرض دمای بالاتر از ۱۵ درجه سلسیوس و همچنین دماهای متناوب (شیلا[4] و همکاران، ۲۰۱۶) نقش موثری در افزایش درصد جوانه‌زنی آن دارد.

اگرچه تناوب دمایی نقش مؤثری در تعادل هورمونی و در نتیجه فرآیند جوانه‌زنی داشته (بیتنکورت و بونوم، ۲۰۱۶؛ فولی و همکاران، ۲۰۱۰) و گفته می‌شود هر دو دمای موجود در یک تیمار تناوب دمایی نقش مثبتی بر فرآیند جوانه‌زنی دارد؛ زیرا در شرایط دماهای متغیر، دمای پایین به افزایش اسید جیبرلیک و در مقابل به کاهش اسید آبسیزیک کمک نموده و دماهای بالای موجود در شرایط دمای متناوب سبب افزایش نفوذپذیری پوسته بذر می‌شود (باسکین و باسکین، ۲۰۰۱)؛ اما در مورد کنجدشیطانی چنین اثری مشاهده نشد. حداکثر درصد جوانه‌زنی کنجد شیطانی در شرایط دمای ثابت و متناوب تفاوت زیادی نداشت. احتمالاً پس رس بودن بذرهای این گیاه در حصول این نتیجه مؤثر بوده است. این امر موید آن است که بعد از رفع خفتگی بذرهای این گیاه در بانک بذر خاک، بذرهای این گیاه

[1] Foley

[2] Kamotho
[3] Ochuodho and Modi
[4] Shilla

قادرند در محدوده وسیعی از دماها جوانه بزنند و این موضوع نشان دهنده پتانسیل تهاجم بالای این گیاه می‌باشد. در تأیید این امر سیاهمرگویی و همکاران (۲۰۱۸) گزارش کردند که محدوده وسیعی از اراضی زراعی استان گلستان، مستعد آلودگی به علف هرز کنجدشیطانی می‌باشد.

کنجد شیطانی گیاهی گرمادوست بوده و امکان جوانه زنی آن در فصل بهار و تابستان فراهم است. بذرهای این گیاه در ماههای آبان و آذر به درون خاک ریزش می‌کند؛ اما به دلیل دمای پایه جوانه زنی بالا و همچنین وجود خفتگی فیزیولوژیکی در بذرهای تولید شده، امکان جوانه زنی و سبز شدن این گیاه فراهم نمی‌باشد. به این ترتیب بذرهای این گیاه در محیط بانک بذر خاک در شرایطی مشابه انبار قرار گرفته و به مرور خفتگی فیزیولوژیکی آنها رفع و آماده جوانه‌زنی می‌شود (اکبری گلوردی و همکاران، ۲۰۲۱). منابع نشان می‌دهد که انبارداری بذرها سبب کاهش حساسیت به عوامل محیطی می‌شود و بانک بذر خاک نیز نوعی انبار بذر محسوب می‌شود (موسوی[1]، ۲۰۱۱). در تأیید این امر منعمی‌زاده[2] و همکاران (۲۰۲۱) واکنش جوانه زنی بذرهای تازه، ۲ ماه و ۷ ماه انبار شده مارتیغال را نسبت به دماهای ثابت و متناوب مورد مطالعه قرار دادند و دریافتند که بذرهای ۷ ماه انبار شده در مقایسه با دو تیمار دیگر در محدوده وسیعتری از دماها قادر به جوانه‌زنی بودند.

برای تعیین دماهای ویژه جوانه‌زنی نیلوفرپیچ و کنجدشیطانی در شرایط دمای ثابت و متناوب، مدل‌های دندان مانند، دوتکه‌ای، بتای تغییریافته و بتای اصلی به داده‌های سرعت جوانه‌زنی در دماهای مختلف برازش داده شد (شکل ۳ و ۴). بر اساس ضریب تبیین بالاتر (R^2) و مجذور میانگین مربعات ریشه کمتر (RMSE) و همچنین تغییرات درصد جوانه‌زنی در طی زمان، مدل دوتکه‌ای جهت بررسی تغییرات دماهای ویژه جوانه‌زنی نیلوفرپیچ در شرایط دمای ثابت و مدل دندان مانند در شرایط دمای متناوب انتخاب گردید. با استناد به خروجی این مدل (جدول ۲) در شرایط دمای ثابت دمای پایه، مطلوب و دمای سقف جوانه‌زنی این علف‌هرز به‌ترتیب ۱۱/۲۰، ۲۶/۷۸ و ۴۰ درجه سلسیوس بود. همچنین در شرایط دمای متناوب مقادیر دمای پایه، مطلوب تحتانی، مطلوب فوقانی و دمای سقف جوانه‌زنی این علف‌هرز به‌ترتیب ۱۰/۰۹، ۲۳/۰۲، ۳۳/۳۷ و ۴۰ درجه سلسیوس برآورد گردید.

با توجه به شکل (۳) حداکثر سرعت جوانه‌زنی این علف‌هرز در شرایط دماهای متناوب کم‌تر از دمای ثابت بود. همچنین مقایسه دماهای پایه جوانه‌زنی این علف‌هرز در شرایط دمای ثابت و متناوب نشان می‌دهد که دمای پایه جوانه‌زنی نیلوفرپیچ در شرایط دمای متناوب اندکی کمتر از دمای ثابت است.

بذرهای نیلوفرپیچ درشت بوده (وزن صد دانه=۲/۹۳ گرم) و به دلیل اندوخته زیاد قادرند حتی از عمق ۱۳ سانتی‌متری خاک سبز شوند (سیاهمرگویی[3] و همکاران، ۲۰۲۰) و پایین بودن دمای پایه این گیاه در شرایط دمایی متناوب حاکی از توانایی جوانه‌زنی و سبز شدن بذر این گیاه از اعماق پایین‌تر خاک است؛ زیرا در اعماق پایین‌تر، خاک سردتر بوده و تنها بذرهایی امکان جوانه‌زنی خواهند داشت که اندوخته غذایی کافی در اختیار داشته، فتوبلاستیک نبوده و دمای پایه کمتری داشته باشند (بیتنکروت و بونوم، ۲۰۱۶).

نیلوفرپیچ یکی از علف‌های هرز مهم مزارع سویا به شمار می‌آید (سهرابی راد و همکاران، ۲۰۱۷). مقایسه دمای پایه این علف‌هرز با سویا (۸ درجه سلسیوس (رسام و سلطانی[4]، ۲۰۱۴)، نشان داد که دمای پایه سویا از این علف هرز کم‌تر است؛ بنابراین در شرایط طبیعی زودتر از نیلوفرپیچ جوانه زده و سبز می‌شود؛ اما درصد جوانه‌زنی نیلوفر پیچ در شرایط دمای متناوب بیشتر از دمای ثابت بود (شکل ۱)؛ با توجه به این نکته که گونه‌هایی با درصد جوانه‌زنی بالاتر در شرایط دمای متناوب در فضاهای خالی موجود در زمین بهتر از شرایط قرارگیری در زیر سایه‌انداز جوانه می‌زنند (لئو و همکاران، ۲۰۱۳)، می‌توان پیش بینی کرد که استقرار دیرتر نیلوفر پیچ در مقایسه با سویا (به دلیل دمای پایه جوانه‌زنی کمتر آن) می‌تواند محدودیت جدی برای این

[1] Mousavi
[2] Monemizadeh
[3] Siahmarguee
[4] Rassam and Soltani

علف هرز تلقی شود. از سوی دیگر نیلوفر پیچ گیاهی با تیپ رویشی رونده است و جهت رشد طولی و استفاده از تشعشع خورشید به قیم نیاز دارد (هالورسون[1]، ۲۰۰۷)؛ از این‌رو به نظر می‌رسد زودتر سبز شدن سویا، تضمینی بر تداوم رشد رویشی بالا رونده این علف هرز و امکان قابلیت جذب نور بیشتر توسط این علف هرز می‌باشد.

همچنین مهم‌ترین علف‌های هرز مهم مزارع سویا در استان گلستان شامل گاوپنبه[2]، تاج‌خروس ایستاده[3]، اویارسلام[4]، سوروف[5]، عروسک‌پشت‌پرده[6]، قیاق[7] و فرفیون خوابیده[8] می‌باشد. دمای پایه جوانه‌زنی این گونه‌ها به‌ترتیب ۵، ۱۲، ۵، ۱۰/۴، ۸/۰۶، ۱۰/۱ و ۱۹/۸ درجه سلسیوس می‌باشد (لودو و همکاران، ۲۰۱۷؛ وبستر[9]، ۲۰۰۳؛ پورطوسی و همکاران[10]، ۲۰۰۹؛ عسگرپور[11]، ۲۰۱۳؛ درخشان و قرخلو، ۲۰۱۵). مقایسه دمای پایه نیلوفرپیچ با این گونه‌ها نشان داد که به‌جز گاوپنبه و اویارسلام، در سایر گونه‌ها، دمای پایه جوانه‌زنی بسیار نزدیک به نیلوفرپیچ می‌باشد. این امر نشان داد که این علف‌هرز می‌تواند از توانایی رقابتی مناسبی با سایر گونه‌ها در اشغال آشیانه‌های اکولوژیک موجود در زمین برخوردار باشد؛ از این رو می‌تواند به‌عنوان یک گونه خسارت‌زا معرفی گردد.

بر اساس ضریب تبیین بالاتر (R^2) و مجذور میانگین مربعات ریشه کمتر (RMSE) و همچنین تغییرات درصد جوانه‌زنی در طی زمان، جهت برآورد دماهای ویژه جوانه زنی کنجد شیطانی، در شرایط دمای ثابت مدل دندان مانند به‌عنوان مدل برتر انتخاب و براساس آن دمای پایه، مطلوب تحتانی، مطلوب فوقانی و دمای سقف کنجد شیطانی به‌ترتیب ۱۵/۴۳، ۲۹/۸۷، ۳۳/۳۷ و ۴۹/۵۱ درجه سلسیوس برآورد گردید. همچنین بررسی مدل‌های برازش یافته در شرایط دمای متناوب نیز نشان داد که در این شرایط نیز مدل دندان مانند از کارآیی بالاتری در برآورد دماهای ویژه برخوردار بوده و بر اساس آن مقادیر دماهای متناوب جوانه‌زنی شامل دمای پایه، مطلوب تحتانی، فوقانی و سقف جوانه‌زنی به‌ترتیب، ۱۷/۵۷، ۲۵/۲۲، ۳۰ و ۴۴/۵۲ درجه سلسیوس برآورد شد (جدول ۳).

مقایسه نتایج حاصل از تعیین دماهای ویژه جوانه‌زنی در شرایط دمای ثابت و دمای متناوب نشان داد که برآورد دماهای ویژه در این شرایط تا حدودی باهم متفاوت بودند. براساس نتایج، مقادیر دمای پایه در شرایط دمای ثابت و متناوب به‌ترتیب (±۱/۱۹) ۱۵/۴۳ و (±۰/۵) ۱۷/۵۷ درجه سلسیوس برآورد گردید.

در شرایط دمای متناوب محدوده دمای مطلوب جوانه‌زنی این علف‌هرز بیشتر از شرایط تیمار با دمای ثابت برآورد گردید (۲۵ تا ۳۰ درجه سلسیوس در مقایسه با ۳۰ تا ۳۳/۵ درجه سلسیوس). نکته قابل توجه این بود که در شرایط دمای متناوب میزان دمای مطلوب تحتانی و فوقانی پایین‌تر از دمای ثابت بود و در نهایت باتوجه‌به نتایج در شرایط تیمار با دمای متناوب، دمای سقف جوانه‌زنی این علف‌هرز کم‌تر از شرایط تیمار در دمای ثابت (۴۵ در مقابله با ۴۹/۵ درجه سلسیوس) محاسبه گردید؛ بنابراین به‌طور خلاصه می‌توان گفت بذرهای کنجد شیطانی در شرایط مواجه با دماهای متناوب به دماهای بالاتری برای شروع جوانه‌زنی نیاز داشته و در محدوده دمای کم‌تری به حداکثر سرعت جوانه‌زنی خود می‌رسند (دمای مطلوب کمتر).

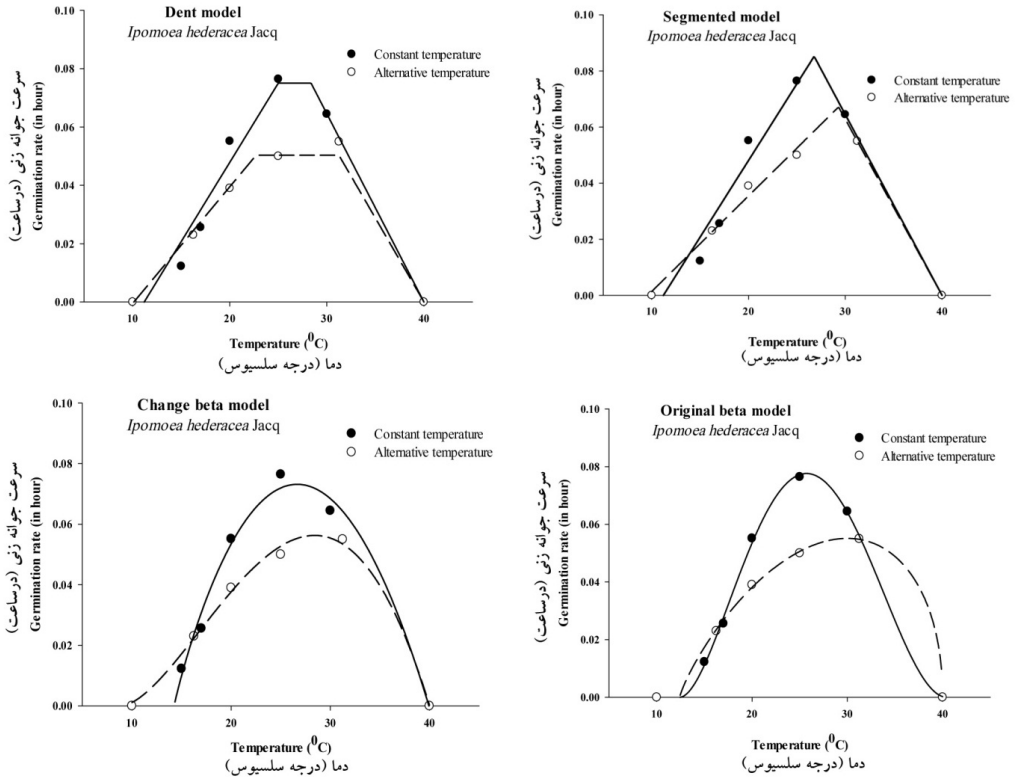
این امر از دو جنبه فیزیولوژیکی و اکولوژیکی قابل بررسی است. با توجه به دارا بودن خفتگی فیزیولوژیکی در بذرهای این علف‌هرز قرارگیری بذرها در معرض دمای بالاتر از ۱۵ درجه سلسیوس نقش مؤثری در بهبود تعادل هورمونی و افزایش غلظت اسید جیبرلیک داشته و از سوی دیگر نفوذپذیری پوسته بذر را در جذب آب ارتقا می‌دهد؛ که نتیجه آن‌ها بهبود فرآیند جوانه‌زنی خواهد بود (بیتنکورت و بونوم، ۲۰۱۶؛ فولی و همکاران، ۲۰۱۰). به نظر می‌رسد دلیل پایین‌تر بودن دمای مطلوب جوانه‌زنی این علف‌هرز در شرایط قرارگیری در معرض دماهای متناوب قابل توجیه باشد.

از سوی دیگر بذرهای کنجد شیطانی بسیار ریز بوده (وزن هزار دانه آن برابر با ۱/۳۱۸ گرم بود) و بهترین

---

[1] Halvorson
[3] *Abutilon theophrasti*
[3] *Amaranthus retrpfelexus*
[4] *Cyperus* sp
[5] *Echinochloa crus-galli*
[6] *Physalis alkekengi*
[7] *Sorghum halepense*
[8] *Euphorbia maculata*
[9] Webster
[10] Portosi
[11] Asgarpour

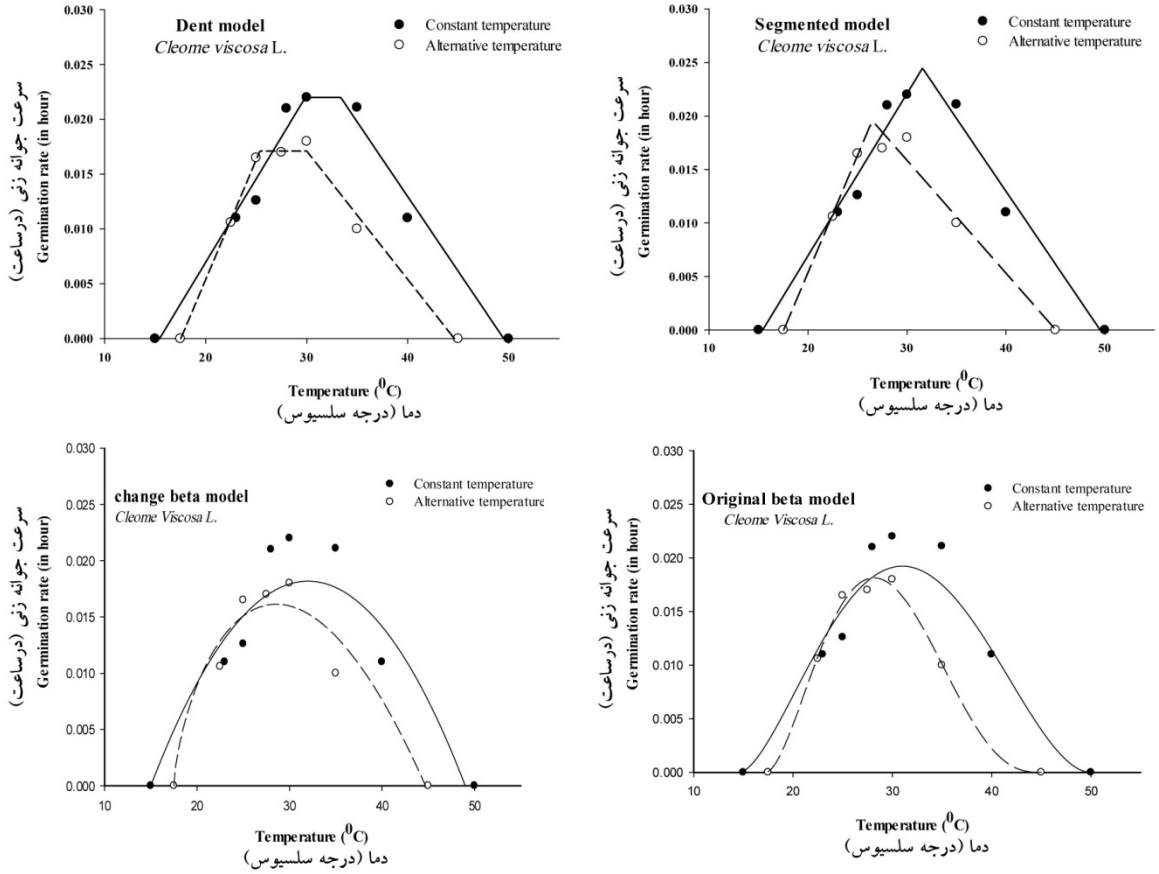
درصد سبز شدن را در عمق یک سانتی‌متری داشته (نه سطح خاک) و به تدریج با افزایش عمق کاشت از درصد سبز شدن آن کاسته می‌شود (اکبری گلوردی و همکاران، ۲۰۲۱). از این‌رو با توجه به اینکه در سطح خاک نوسانات دمایی بسیار زیاد و در لایه‌هایی پایینی خاک، سردتر و نوسانات دمایی بسیار کم است، احتمالاً نیاز به دماهای پایه بالاتر در شرایط دمای متناوب، تضمین کننده اطمینان از حضور بذر این علف‌هرز در لایه‌های بالاتر خاک (نه سطح خاک) و وجود شرایط مساعد برای جوانه‌زنی و سبز شدن می‌باشد (بیتنکروت و بونوم، ۲۰۱۶). همچنین به دلیل پایین دمای مطلوب جوانه‌زنی، بذرهایی که در شرایط دمای پایه مطلوب قرار گرفته‌اند، به سرعت شروع به جوانه‌زنی و سبز شدن می‌نمایند که این امر از لحاظ برتری رقابتی بسیار حائز اهمیت است؛ زیرا سرعت سبز شدن بالاتر، نشان دهنده سرعت استقرار بیشتر و قدرت بالاتر در اشغال آشیانه‌های اکولوژیکی در یک اکوسیستم می‌باشد (اکبری گلوردی و همکاران، ۲۰۲۱). بیتنکروت و بونوم (۲۰۱۶) اظهار داشتند که جوانه‌زنی بذر علف هرز چمن الاستیک در شرایط دمای متناوب بیش از دمای ثابت بود. نامبردگان اظهار داشتند که این امر در بذرهای موجود در اعماق مختلف نیمرخ خاک، نوعی سازگاری به نوسانات دمایی را درپی داشته و اهمیت زیادی در تضمین موفقیت آمیز بودن فرآیند سبز شدن در بذرهای ریز دارد؛ زیرا با توجه به بالا بودن نوسانات دمایی در سطح خاک در مقایسه با لایه‌هایی پایینی خاک، افزایش درصد جوانه‌زنی این نوع بذرها در شرایط دمایی متناوب نشان دهنده قرارگیری آن‌ها در لایه‌های سطحی خاک می‌باشد.



شکل ۳. سرعت جوانه‌زنی تا رسیدن به ۵۰ درصد جوانه‌زنی جمعیت در بذرهای نیلوفرپیچ در شرایط دماهای ثابت و متناوب با استفاده توابع مختلف

Fig. 3. Germination rate to reach 50% of population germination in Ivy leaf morning-glory seeds at constant and alternating temperatures using different functions.

*با توجه به اینکه حداکثر درصد جوانه‌زنی نیلوفرپیچ در شرایط دمای ثابت در دمای ۳۵ درجه سلسیوس و در شرایط دمای متناوب در دماهای ۱۰:۱۵ و ۴۲/۵: ۳۰ سلسیوس به ترتیب با میانگین‌های ۱۲/۵ و ۳۶/۲۵ درجه سلسیوس، کمتر از ۵۰ درصد بود، این نقاط در تعیین دماهای ویژه جوانه‌زنی مورد استفاده قرار نگرفتند.



شکل ۴. سرعت جوانه‌زنی تا رسیدن به ۵۰ درصد جمعیت در بذرهای کنجد شیطانی در شرایط دماهای ثابت و متناوب با استفاده توابع مختلف

Fig. 4. Germination rate to reach 50% of population germination in Asian spider flower seeds at constant and alternating temperatures using different functions.

*با توجه به اینکه حداکثر درصد جوانه‌زنی کنجد شیطانی در دماهای ۲۵ و ۴۰ درجه سلسیوس، کمتر از ۵۰ درصد بوده این نقاط در تعیین دماهای ویژه مورد استفاده قرار نگرفتند.

جدول ۲. دماهای ویژه جوانه‌زنی نیلوفرپیچ با استفاده از مدل‌های مختلف در شرایط دمای ثابت و متناوب

Table 2. Cardinal temperatures of getmination for Ivy leaf morning-glory using different models at constant and alternating temperature conditions

مدل Model		دمای پایه (درجه سلسیوس) Base Temperature (°C)	دمای مطلوب (درجه سلسیوس) Optimum Temperature (°C)	دمای سقف (درجه سلسیوس) Ceiling Temperature (°C)	a	R^2	RMSE	P value
دو تکه‌ای Segmented	دمای ثابت Constant T.	11.20(1.07)	26.78(1.14)	40.00(1.27)	-	0.96	0.01	*
	دمای متناوب Alternating T.	9.59(0.85)	29.31(0.56)	40.00(0.51)	-	0.99	0.009	**
بتای ۵ پارامتره Bata 5parameters	دمای ثابت Constant T.	12.42(0.45)	25.71(0.27)	40.48(2.37)	1.87(0.23)	0.99	0.07	**
	دمای متناوب Alternating T.	12.40(0.25)	29.97(0.74)	40.00(2.93)	0.83(0.13)	0.99	0.02	*
بتای چهار پارامتره Bata 4parameters	دمای ثابت Constant T.	14.25(0.65)	26.66(0.73)	39.93(0.44)	-	0.98	0.02	**
	دمای متناوب Alternating T.	8.94(1.84)	28.40(0.52)	40.02(0.24)	-	0.99	0.03	**

مدل Model		دمای پایه Base T.	دمای مطلوب تحتانی Lower Optimum T.	دمای مطلوب فوقانی Upper Optimum T.	دمای سقف Ceiling T.	a	R^2	RMSE	P value
دندان مانند Dent	دمای ثابت Constant T.	11.19(143)	25.00(10.90)	28.37(7.73)	39.99(1.56)	-	0.96	0.01	*
	دمای متناوب Alternating T.	10.09(0.89)	23.02(1.32)	31.25(4.63)	39.68(0.50)	-	0.99	0.009	*

جدول ۳. دماهای ویژه جوانه‌زنی کنجدشیطانی با استفاده از مدل‌های مختلف در شرایط دمای ثابت و متناوب

Table 3. Germination cardinal temperatures of Asian spider flower using different models at constant and alternating temperature conditions

مدل Model		دمای پایه (درجه سلسیوس) Base Temperature (°C)	دمای مطلوب (درجه سلسیوس) Optimum Temperature (°C)	دمای سقف (درجه سلسیوس) Ceiling Temperature (°C)	a	R^2	RMSE	P value
دو تکه‌ای Segmented	دمای ثابت Constant T.	15.41(1.09)	31.56(0.88)	49.51(1.28)	-	0.97	0.0014	**
	دمای متناوب Alternating T.	17.01(1.07)	27.88(0.86)	44.63(3.55)	-	0.97	0.002	**
بتای ۵ پارامتره Bata 5parameters	دمای ثابت Constant T.	14.65(8.87)	31.03(3.59)	50(54.08)	1.64	0.94	0.0023	**
	دمای متناوب Alternating T.	17.26(2.53)	28.14(0.86)	45(19.94)	1.82	0.99	0.0006	**
بتای چهار پارامتره Bata 4parameters	دمای ثابت Constant T.	15.00(19.65)	32.66(3.42)	4951(1.54)	-	0.89	0.0029	**
	دمای متناوب Alternating T.	17.50(12.94)	29.13(2.99)	44.68(1.38)	-	0.92	0.002	**

مدل Model		دمای پایه Base T.	دمای مطلوب تحتانی Lower Optimum T.	دمای مطلوب فوقانی Upper Optimum T.	دمای سقف Ceiling T.	a	R^2	RMSE	P value
دندان مانند Dent	دمای ثابت Constant T.	15.43(1.29)	29.87(1.91)	33.37(2.21)	49.51(1.48)		0.97	0.0014	**
	دمای متناوب Alternating T.	17.57(0.50)	25.22(0.65)	30.00(1.88)	44.52(0.95)		0.99	0.0007	**

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج حاضر پاسخ جوانه‌زنی دو گونه نیلوفرپیچ و کنجدشیطانی به دماهای ثابت و متناوب متفاوت بود. در شرایط دماهای متناوب درصد جوانه‌زنی نیلوفرپیچ بیش از دمای ثابت بود. به نظر می‌رسد بعد از رفع خفتگی فیزیکی پوسته بذر نیلوفرپیچ، بذرهای این گیاه در شرایط دمای متناوب از جوانه‌زنی بهتری برخوردار خواهند بود؛ این امر از جوانه‌زنی گیاه در زیر تاج پوشش گیاهان ممانعت خواهد کرد، زیرا در زیر تاج پوشش گیاهی نوسانات دمایی بسیار کمتر از زمین لخت است؛ اما در کنجدشیطانی تفاوت قابل توجهی دیده نشد؛ این امر حاکی از آن است که کنجدشیطانی قادر است بعد از رفع خفتگی، در دامنه وسیعی از دماها و حتی در زیر تاج پوشش سایر گیاهان جوانه‌زنی داشته باشد. بررسی دماهای ویژه جوانه‌زنی نیلوفرپیچ و کنجدشیطانی در شرایط دمای متناوب و ثابت نشان داد که دمای پایه نیلوفر پیچ در شرایط دمای ثابت و متناوب تفاوت چندانی نداشت؛ اما دمای پایه کنجدشیطانی در شرایط دماهای متناوب بیشتر از دمای ثابت بود. احتمالاً نیاز به دماهای پایه بالاتر کنجدشیطانی در شرایط دمای متناوب، تضمین کننده اطمینان از حضور بذر این علف هرز در لایه‌های بالاتر خاک و وجود شرایط مساعد برای جوانه‌زنی و سبز شدن می‌باشد. نکته قابل تأمل این بود که در شرایط دمای متناوب دمای مطلوب جوانه‌زنی کنجد شیطانی کمتر از دمای ثابت بود. این امر از لحاظ اکولوژیکی بسیار مهم است زیرا بذرهایی که در شرایط دمای پایه مطلوب قرار گرفته اند، به سرعت شروع به جوانه‌زنی و سبز شدن می‌نمایند؛ که نتیجه آن افزایش سرعت سبز شدن و استقرار بوته و توانایی این گیاه در اشغال آشیانه های اکوژیکی داخل زمین می‌باشد. از اینرو با توجه به اهمیت دمای پایه در سرعت سبز شدن گیاهچه، استقرار بوته و توانایی رقابت گیاهان با هم لازم است در مطالعات مشابه، در کنار استفاده از دماهای ثابت، از دماهای متناوب نیز در برآورد دماهای ویژه جوانه‌زنی گیاهان مختلف استفاده گردد.

منابع

Akbari-Gelvardi, A., Siahmarguee, A., Ghaderi-Far, F. and Gherekhloo. 2021. The effect of environmental and management factors on seed germination and seedling emergence of Asian spiderflower (*Cleome viscosa* L.). Weed Research, 61: 350-359. https://doi.org/10.1111/wre.12493

Asgarpour, R. 2013. Study the biology of two new species of *Euphorbia maculata* and *Euphorbia heterophylla* in soybean fields in Golestan province. Ph.D. Thesis of Ferdowsi University of Mashhad. 180p. [In Persian with English Summary].

Baskin, C.C. and Baskin, J.M. 2001. Seeds: Ecology, Biogeography, and Evolution of Dormancy and Germination. Academic Press, San Diego, USA, 666p.

Benech-Arnold, R.L., Sánchez, R.A., Forcella, F., Kruk, B.C. and Ghersa, C.M. 2000. Environmental control of dormancy in weed seed banks in soil. Field Crops Research, 67(2): 105-122. https://doi.org/10.1016/S0378-4290(00)00087-3

Bittencourt, H.V.H. and Bonome, L.T.D.S. 2016. Seed germination and emergence of *Eragrostis tenuifolia* (A. Rich.) Hochst. ex Steud. in response to environmental factors. Journal of Plant Protection Research, 56(1): 32-38. https://doi.org/10.1515/jppr-2016-0005

De Souza, T.V., Voltolini, C.H., Santos. M. and Paulilo, M.T.S. 2012. Water absorption and dormancy-breaking requirements of physically dormant seeds of *Schizolobium parahyba* (Fabaceae - Caesalpinioideae). Seed Science Research, 22(3): 169-176. https://doi.org/10.1017/S0960258512000013

Drakhshan, A. and Gherekhloo, J. 2014. Study of some ecological aspects of germination and dormancy of (*Physalis angulata* L.). Journal of Plant Protection, 28(3): 416-424. [In Persian with English Summary].

Elahifard, E. and Mijani, S. 2014. Effect of temperature and light on germination behavior of PSII inhibiting herbicide resistant and susceptible junglerice (*Echinochloa colona*) populations. Australian Journal of Crop Science, 8(9): 1304-1310.

Finch-Savage, W.E. and Bassel, G.W. 2016. Seed vigor and crop establishment: extending performance beyond adaptation. Journal of Experimental Botany, 67(3, 1): 567-591. https://doi.org/10.1093/jxb/erv490

Foley, M.E., Anderson J.V., Chao W.S., Doğramaci M. and Horvath D.P. 2010. Initial changes in the transcriptome of Euphorbia esula seeds induced to germinate with a combination of constant and diurnal alternating temperatures. Plant Molecular Biology, 73(1-2): 131-142. https://doi.org/10.1007/s11103-009-9569-8

Forcella, F., Benech Arnold, R.L., Sanchez, R. and Ghersa, C.M. 2000. Modeling seeding emergence. Field Crop Research, 67(2): 123-139. https://doi.org/10.1016/S0378-4290(00)00088-5

Galindez, G., Seal, C.E., Daws, M.I., Lindow, L., Ortega-Baes P. and Pritchard H.W. 2017. Alternating temperature combined with darkness resets base temperature for germination (Tb) in photoblastic seeds of Lippia and Aloysia (Verbenaceae). Plant Biology, 19: 41-45. https://doi.org/10.1111/plb.12449

Gehan Jayasuriya, K.M.G., Baskin, J.M., Geneve R.L. and Baskin, C.C. 2007. Morphology and anatomy of physical dormancy in ipomoea lacunosa: Identification of the water gap in seeds of Convolvulaceae (Solanales), Annuls Botany, 100(1): 13-22. https://doi.org/10.1093/aob/mcm070

Halvorson, W.L. 2007. Weeds in the West project: Status of Introduced Plants in SouthernArizonaParks. http://sdrsnet.srnr.arizona.edu/data/sdrs/ww/docs/ipom_spp.pdf

Hilty, J. 2008. Insect Visitors of Illinois Wildflowers. Plant diversity website.

Kamotho, N.G. 2004. Effects of management practices, maturity stages, drying, packaging and storage conditions on seed quality of *Cleome gynandra* L. M. Phil. Thesis Moi University.

Kenya Muasya, R.M., Simiyu, J.N., Muui, C.W., Rao, N.K., Dulloo, M.E. and Gohole, L.S. 2009. Overcoming seed dormancy in *Cleome gynandra* L. to improve germination. Seed Technology, 31: 134- 143.

Kiani, A., Siahmarguee A. and Soltani, E. 2015. Effects of temperature, salinity, planting depth on seed germination and emergence of Tall morningglory (*Ipomoea* spp.) as invasive weed. Journal of Plant Protection, 29(3): 437-448. [In Persian with English Summary].

Koocheki, A.R., Ghorbani, R., Asadi, Gh.A., Melati, F. and Falah-Pour, N. 2014. Invasive plant species in natural and agricultural ecosystems of Khorasan provinces and global climate change. Agroecology Journal, 4(2) 81-93. [In Persian with English Summary].

Liu, K., Baskin, J.M., Baskin, C.C, Bu, H., Du, G. and Ma, M. 2013. Effect of diurnal fluctuating versus constant temperatures on germination of 445 species from the Eastern Tibet Plateau. PLoS One, 8(7): 1-10. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0069364

Loddo D., Ghaderi-Far, F., Rastegar, Z. and Masin, R. 2017. Base temperatures for germination of selected weed species in Iran. Plant Protection Science, 53.

Mahmoodi Atabaki, Z., Gherekhloo, J., Ghaderi-Far, F., Ansari, O. and Hassanpour-bourkheili, S. 2020. Investigating the effects of temperature on seed germination of cutleaf geranium (*Geranium dissectum* L.) and determination of its cardinal temperatures. Phytoparasitica, 49(1): 143-152. https://doi.org/10.1007/s12600-020-00865-w

Masin, R., Onofri, A., Gasparini, V. and Zanin, G. 2017. Can alternating temperatures be used to estimate base temperature for seed germination? Weed Research, 57: 390-398. https://doi.org/10.1111/wre.12270

Minbashi Moeini, M., Rahimian, H., Zand, E. and Baghestani, M.A. 2010. Invasion weeds, a forgotten challenge. The 3rd Iranian Weed Science Congress, February. Pp: 36-44. [In Persian with English Summary].

Missouriplants.com: Photographs and descriptions of the flowering and non-flowering plants of Missouri, USA. http://www.missouriplants.com/index.html Compiled by Dan Tenaglia. Accessed: December 4, 2008. Last Updated: February 8, 2007.

Monemizadeh, Z., Ghaderi-Far, F., Sadeghipour, H.R., Siahmarguee, A., Soltani, E., Torabi. B. and Baskin, C.C. 2021. Variation in seed dormancy and germination among populations of *Silybum marianum* (Asteraceae). Plant Species Biology, 36(3): 412-424. https://doi.org/10.1111/1442-1984.12326

Monte, J.P. and Tarquis, A.M. 1997. The role of temperature in the seed germination of two species of the *Solanum nigrum* complex. Journal of Experimental Botany, 48(3): 2087-2093. https://doi.org/10.1093/jxb/48.12.2087

Mousavi, S.K. 2011. The Ecology of Seeds. Jahad Daneshhahi Press. 248p. [In Persian].

Najafi, H., Zand, A., Diyanat, M. and Nosrati, A. 2011. Ecology of Weeds and Invasive Plants. Jahad Daneshgahi of Mashhad. 478p. [In Persian].

Nezhad Hassan, B., Siahmarguee, A., Zeinali, E., Ghaderifar, F. and Soltani, E. 2016. Evaluation of nonlinear regression models to description germination rate of Arugula (*Eruca sativa* Mill.) to temperature and water potential. Iranian Journal of Seed Science and Research, 4(2): 1-16. [In Persian with English Summary].

Ochuodho, J.O. and Modi, A.T. 2005. Temperature and light requirements for the germination of *Cleome gynandra* seeds. South African Journal of Plant and Soil, 22: 49-54. https://doi.org/10.1080/02571862.2005.10634680

Ortega-Baes, P., Galíndez, G., Sühring, S., Rojas-Aréchiga, M., Daws, M.I. and Pritchard, H.W. Seed germination of *Echinopsis schickendantzii* (Cactaceae): the effects of constant and alternating temperatures (2011), Seed Science and Technology, 39: 219-224. https://doi.org/10.15258/sst.2011.39.1.21

Poortousi, N., Rashed Mohasel, M.H. and Ezadi Darbandi, E. 2009. Germination characteristics and cardinal temperatures of lambsquarter, purselane and crabgrass. Iranian Journal of Field Crops Research, 6(2): 255-261. [In Persian with English Summary].

Qiu, J., Bai, Y., Fu, Y.B. and Wilmshurst, J.F. 2010. Spatial variation in temperature thresholds during seed germination of remnant *Festuca hallii* populations across the Canadian prairie. Environmental and Experimental Botany, 67: 479-486. https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2009.09.002

Rassam, Gh.A. and Soltani, A. 2014. A simple model to simulate growth and yield of soybean. Journal of Plant Production Research, 21(2): 87-105. [In Persian with English Summary]

Rejmanek, M. 2000. Invasive plants: Approaches and predictions. Austral Ecology, 25: 497-506. https://doi.org/10.1046/j.1442-9993.2000.01080.x

Rezvani, M. and Zaefarian, F. 2017. Effect of some environmental factors on seed germination of Eryngium caeruleum M. Bieb. Populations. Acta Botanica Brasilica, 31(2): 220-228. https://doi.org/10.1590/0102-33062017abb0001

Savari-Nejad, A.R., Habibian, L. and Yunes-Abadi, M. 2010. The introduction of new invasive weeds of wildmelon, morning glory and two spurge species in soybean fields in Golestan province. The First National Conference. On Advances in the Production of Plant Oils, 26-27 May 2010. Bojnourd, Iran. [In Persian with English Summary].

Shilla, O., Abukutsa-Onyango, M.O., Dinssa, F.F. and Winkelmann, T. 2016. Seed dormancy, viability and germination of *Cleome gynandra*. African Journal of Plant Science, 10: 42-52.

Shirdel, M., Siahmarguee, A. and Yunes Abadi, M. 2015. The effect of temperature and water potential on seed germination of Asian spider flower (*Cleome viscose* L.), weed of soybean fields in Golestan province. Journal of Plant Protection, 30(2): 1-17. [In Persian with English Summary].

Siahmarguee, A., Gorgani, M., Ghaderi-Far, F. and 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., Kazemi, H. and Kamkar, B. 2018. The feasibility of some invasive weed's presence in Golestan province. Plant Production Research, 25(3): 141-153. [In Persian with English Summary].

Singh, M., Ramirez, A.H.M., Sharma, S.D. and Jhala, A.J.J. 2012. Factors affecting the germination of Tall Morningglory (*Ipomoea purpurea*). Weed Science, 60(1): 64-68. https://doi.org/10.1614/WS-D-11-00106.1

Sohrabi, S., Downey, P.O., Gherekhloo, J. and Hassanpour-bourkheili, S. 2020. Testing the Australian Post-Border Weed Risk Management (WRM) system for invasive plants in Iran. Journal for Nature Conservation, 53: 125780. https://doi.org/10.1016/j.jnc.2019.125780

Sohrabi-Rad, E.M., Siahmarguee, A., Kazemi, H., Ghaderi-Far, F. and Gherekhloo, J. 2017. Influence of crop management practices and soil characteristics on weed population and soil seed bank in soybean fields. Journal of Agroecology, 7(1): 155-172. [In Persian with English Summary].

Soltani, A., Galeshi, S., Zeinali, E. and Latifi, N. 2002. Germination, seed reserve utilization and seeding growth of chickpea as affected salinity and seed size. Seed Science and Technology, 30:51-60.

Soltani, E., Ghaderi-Far, F., Baskin, C.C. and Baskin, J.M. 2015. Problems with using mean germination time to calculate rate of seed germination. Australian Journal of Botany, 63, 631-635. https://doi.org/10.1071/BT15133

Takim, F.O. and Fadayomi, O. 2010. Influence of tillage and cropping systems on field emergence, growth of weeds and yield of Maize (*Zea mays* L.) and Cowpea (*Vigna unguiculata* L.). Australian Journal of Agriculture Engineering, 1(4): 141-148.

Vyas, L.N. and Garg, R.K. 1971. Studies in seed dormancy of desert plants part 3 interaction of gibberellic-acid and light on the germination and growth of seedlings of Cleome-viscosa. Acta- Botanica-Academiae-Scientiarum-Hungaricae, 17(1-2): 273-279.

Webster, T.M. 2003. Nutsedge (*Cyperus* spp.) eradication: impossible dream. National Proceedings: Forest and Conservatory Nursery Associations-2002. Ogden, UT. Proceedings RMRS, 28: 21-25.

Westbrook, A.S., Hanm R., Zhu, J., Cordeau, S. and Ditoommaso, A. 2021. Drought and Competition with Ivy leaf Morning glory (*Ipomoea hederacea*) Inhibit Corn and Soybean Growth. Frontiers in Agronomy, 3: 1-8. https://doi.org/10.3389/fagro.2021.720287

Williams, L.A.D., Vasques, E., Reid, W., Porter, R., and Kraus, W. 2003. Biological activities of an extract from *Cleomea viscosa* L. (Capparaceae). Nature Wissenschaften, 90(10): 468-472. https://doi.org/10.1007/s00114-003-0460-1

Xu, H., Su, W., Zhang, D., Sun, L., Wang, H. and Xue, F. 2017. Influence of environmental factors on *Cucumis melo* L. var. agrestis Naud. Seed germination and seedling emergence. PLoS one, 12(6): e0178638. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0178638

Iranian Journal of Seed Research, 2022, 9(1): 93-110

Research Article

Estimating the cardinal temperatures of germination for *Ipomoea hederaceae* and *Cleome viscosa* at constant and alternating temperature conditions

Asieh Siahmarguee[1,*], Farshid Ghaderifar[1], Javid Gherekhloo[1], Atefeh Akbari Gelvardi[2], Maryam Gorgani[2]

Extended abstract:

Introduction: Reports indicate the invasion of two species of Ivy-leaved morning-glory (*Ipomoea hederaceae* Jacq) and Asian spider flower (*Cleome viscosa* L.) to summer crops fields such as soybeans in Golestan province. Considering the importance of knowing the cardinal temperatures of germination in the models for predicting the presence of weeds and consequently designing correct management strategies on these plants, this experiment was conducted to study the germination behavior and to compare the cardinal temperatures of germination for two species of Ivy-leaved morning-glory and Asian spider flower under two conditions of constant and alternating temperatures.

Materials and Methods: In order to study the effects of constant and alternating temperature on the percent, rate and estimating cardinal temperature of germination for Ivy-leaved morning glory and Asian spider flower, two separate experiments as a Completely Randomized Design with four replications were carried out at the seed laboratory of Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources. Studied temperature treatments on Ivy-leaved morning glory included the constant temperatures of 10,15,17,20,25,30,35 and 40 ^{o}C and alternating temperatures of 12.5:7.5,10:15, 12.5:20, 15:25, 20:30, 25:37.5, 30:42.5 and 35:45 ^{o}C. Temperature treatments on Asian spider flower included the constant temperatures of 15, 20, 23, 25, 28, 30, 35, 40, 45 and 50 ^{o} C and alternating temperatures of 15:20, 20:25, 20:30, 25:30, 25:35, 30:40, 30:45, 30:50 and 40:50 ^{o}C.

Results: Results indicated that alternating temperatures had a positive effect on the germination of Ivy-leaved morning glory, which increased from 78% at constant temperatures to 94% at alternative temperatures. However, the maximum germination percentage of Asian spiderflower at the alternative temperature of 20:30 was 79%, which had no significant difference with a constant temperature of 30 with 84% germination. The base temperature for seed germination of Ivy-leaved morning glory at alternating temperatures (10.09 ^{o}C) was a little lower than that of constant temperatures (11.25 ^{o}C). But in Asian spider flower, the base temperature at alternating temperatures (17.57 ^{o}C) was more than that of constant temperatures (15.43 ^{o} C).

Conclusion: The most important factor in the occurrence of such different responses to constant and alternating temperatures in Ivy-leaved morning glory and Asian spider flower is their adaptation to environmental conditions and their survival in highly degraded agricultural environments. These two weeds are warm-season plants and their seeds enter the soil seed bank in autumn. The presence of dormancy (regardless of its type) in the seeds of these two plants prevents the germination of their seeds in winter; and the experience of alternating temperatures at this time prepares the seeds for germination in the spring. The base temperature of Ivy-leaved morning glory was not much different under the constant and alternating temperature conditions. But the base temperature of Asian spider flower was higher under alternating temperatures compared with constant temperatures.

Keywords: Dormancy, Invasive weed, Germination rate, Germination percentage, Soil seed bank, Survival

***Highlights*:**

1- The Response of germination percentage of Ivy-leaved morning-glory and Asian spider flower were investigated under constant and alternating temperatures.

2- Cardinal temperatures of germination for these two weeds were compared at constant and alternating temperature conditions.

[1] Associated Professor, Department of Agronomy, Faculty of Crop Production, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

[2] M.Sc. graduated student, Department of Agronomy, Faculty of Crop Production, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

[*]Corresponding author, E-mail: Siahmarguee@gau.ac.ir

(Received: 09.23.2021; Accepted: 04.09.2022)

http://dorl.net/dor/20.1001.1.23831251.1401.9.1.5.6

DOI: 10.29252/yujs.9.1.93