نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۹، شماره ۱، بهار ۱۳۹۴، ص. ۲۲-۱۶

Journal of Plant Protection
Vol. 29, No. 1, Spring 2015, P. 16-22

تعیین دماهای کاردینال جوانه‌زنی بذور علف‌های هرز بنگ دانه، تاج الملوک و شاهدانه

شهربانو طاهرآبادی[۱]- مرتضی گلدانی[۲*]- شایسته طاهر آبادی[۳] - سید فاضل فاضلی کاخکی[۴]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۳/۰۶
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۰/۱۴

چکیده

به منظور بررسی دمای کاردینال علف‌های هرز بنگ دانه (*Hyoscyamus niger* L.)، تاج الملوک (*Aconitum napellus* L.) و شاهدانه (*Cannabis sativa* L.) و امکان پیش‌بینی زمان ظهور آن‌ها در مزرعه، آزمایشی فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در ۳ تکرار در سال ۱۳۹۰ در آزمایشگاه تحقیقات علف‌های هرز دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد اجرا شد. بذور علف‌های هرز مذکور تحت تیمارهای دمایی ثابت ۰، ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. نتایج نشان داد که بیش‌ترین درصد جوانه‌زنی در بذور بنگ دانه، تاج الملوک و شاهدانه در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد مشاهده شد. واکنش گیاهان مذکور به افزایش دما به بالاتر از مطلوب متفاوت بود. گیاه بنگ دانه در دمای ۱۰ درجه درصد جوانه‌زنی کم‌تری نسبت به دو گیاه دیگر داشت. بیش‌ترین طول ریشه‌چه و ساقه‌چه به‌ترتیب در دمای ۲۰ و ۱۵ درجه سانتی‌گراد در گیاه شاهدانه، ۳۰ و ۲۰ درجه سانتی‌گراد در گیاه بنگ دانه و ۲۰ و ۲۵ درجه سانتی‌گراد در گیاه تاج الملوک مشاهده شد. دماهای کاردینال (دمای پایه، بهینه و بیشینه) برای گیاه بنگ‌دانه به ترتیب ۰/۶۶، ۳۱ و ۴۱ درجه سانتی‌گراد، برای گیاه تاج الملوک ۲/۸۴، ۱۱/۴۸ و ۴۱/۰۵ درجه سانتی‌گراد و برای گیاه شاهدانه به ترتیب ۲/۶، ۲۶/۸ و ۴۲/۸ درجه سانتی‌گراد تعیین شد. نتایج این آزمایش نشان داد که وجود دامنه دمای متفاوت در جوانه‌زنی بذرهای علف هرز در استقرار و رقابت پذیری آن‌ها موثر است.

واژه های کلیدی: درصد جوانه‌زنی، دمای کاردینال، طول ساقه‌چه، طول ریشه‌چه

مقدمه

جوانه‌زنی مجموعه‌ای از فرآیند فیزیولوژیکی است که توسط عوامل محیطی متعددی مانند درجه حرارت، رطوبت و نور تحت تأثیر قرار می‌گیرد. در این میان درجه حرارت تأثیر مهمی بر خواب و جوانه‌زنی بذر دارد (۱۰). شروع، درصد و سرعت جوانه‌زنی وابسته به دما می‌باشد (۱۸). سرعت متابولیسم و به دنبال آن سرعت رشد و توسعه در گیاهان تحت تأثیر دما قرار می‌گیرد (۲۷). بنابراین دما از بحرانی‌ترین عواملی است که موفقیت یا عدم موفقیت استقرار گیاه را تعیین می‌کند (۱۸). درجه حرارت می‌تواند درصد و سرعت جوانه‌زنی را از طریق تأثیر بر زوال بذر، کاهش خواب بذر و کلیه فرآیندهای جوانه‌زنی تحت تأثیر قرار دهد (۲۱).

بنیه بذر، سرعت جوانه‌زنی و توسعه سریع گیاهچه از شرایط لازم برای استقرار مناسب گیاه لازم می‌باشند. عوامل محیطی مانند درجه حرارت و رطوبت خاک می‌توانند بر این خصوصیات تأثیرگذار باشند (۱۷). رشد سریع باعث می‌شود که ریشه‌چه قبل از خشک شدن سطح خاک بتواند وارد خاک شده و استقرار یابد (۱۶). علاوه بر این جوانه‌زنی سریع تحت شرایط نامطلوب دمایی یعنی زمانی که علف‌های هرز قادر به رقابت نیستند، مناسب‌ترین راه برای استقرار گیاه می‌باشد (۱۷). دماهای کاردینال (حداقل، مطلوب و حداکثر) جوانه‌زنی، عموماً بستگی به دامنه سازگاری محیطی یک گونه دارد و تطابق زمان جوانه‌زنی با شرایط مطلوب را تضمین می‌کند (۱۰). با این حال واکنش شاخص‌های جوانه‌زنی به دما به عواملی مانند گونه گیاهی، منطقه رویش و کیفیت توده بذری بستگی دارد. رابطه بین دما و سرعت جوانه‌زنی به صورت تابع خطی برازش داده شده است و معمولا از رگرسیون خطی برای توصیف رابطه بین دما و سرعت جوانه‌زنی استفاده می‌کنند (۲۶).

اثر دما روی جوانه‌زنی به صورت درجه حرارت‌های کاردینال توصیف می‌شود. بذور هر گونه مشخص می‌توانند در این دامنه از درجه حرارت جوانه بزنند (۱۲). درجه حرارت کاردینال شامل درجه حرارت حداقل یا پایه (در کم‌تر از آن جوانه‌زنی صورت نمی‌گیرد)، درجه حرارت مطلوب (بیش‌ترین درصد جوانه‌زنی در کوتاه‌ترین زمان

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشیار و دانشجوی کارشناسی ارشد گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(* - نویسنده مسئول: (Email: goldani@um.ac.ir
۴-استادیار سازمان آموزش و پژوهش کشاورزی

در این دما اتفاق می‌افتد) و درجه حرارت حداکثر (در بیش‌تر از آن جوانه‌زنی صورت نگرفته و پروتئین‌های ضروری برای جوانه‌زنی تجزیه می‌شوند) هستند (۳، ۱۰، ۲۰ و ۲۶). درجه حرارت‌های کاردینال برای جوانه‌زنی در بیش‌تر گیاهان زراعی تقریباً مشابه درجه حرارت‌های کاردینال لازم برای رشد رویشی می‌باشد. با وجود این برای برخی گونه‌ها، چنین شباهتی مشاهده نمی‌شود (۷).

گزارش‌های متعددی در مورد خصوصیات جوانه‌زنی گونه‌های مختلف گیاهی اعم از گیاهان زراعی، مرتعی و دارویی وجود دارد (۳، ۵، ۷، ۱۱، ۱۷، ۱۸ و ۲۰). جامی الاحمدی و کافی (۱۸) در تحقیق خود به منظور تعیین درجه حرارت کاردینال جوانه‌زنی گیاه *Kochia Scoparia*، عنوان کردند که این گیاه در دامنه وسیع از درجه حرارت از ۳/۵ سانتی‌گراد (درجه حرارت پایه)، تا ۵۰ سانتی‌گراد (درجه حرارت حداکثر) قادر به جوانه‌زنی بوده و درجه حرارت مطلوب جوانه‌زنی آن ۲۴ سانتی‌گراد می‌باشد. نتایج تحقیق بنایان و همکاران (۱۱) در بررسی خصوصیات جوانه‌زنی تعدادی از گیاهان دارویی ایران حاکی از آن است که بیش‌ترین درصد جوانه‌زنی در دامنه ۲۰ تا ۳۰ درجه‌سانتی‌گراد برای پونه سای بینالودی (*Nepeta binaludensis* L.) و پونه سای البرزی (*Nepeta crassifolia* L.)، هم چنین ۱۵ تا ۲۰ درجه‌سانتی‌گراد برای آویشن شیرازی (*Zataria multiflora* L.)، ۲۵ تا ۳۰ درجه‌سانتی‌گراد برای پونه سای انبوه (*Nepeta glomeraulosa* L.)، ۱۵ تا ۳۰ درجه‌سانتی‌گراد برای آویشن البرزی (*Thymus kotschyanus* L.)، روناس (*Rubia tinctorum* L.) و بومادران (*Achillea millefolium ssp. elburensis*) به دست آمد. در آزمایشی بر اساس رگرسیون خطی بین سرعت جوانه‌زنی و درجه حرارت، درجه حرارت‌های کاردینال (پایه، مطلوب و حداکثر) به ترتیب شامل ۴/۴، ۱۹ و ۲۵/۵ درجه سانتی‌گراد برای اسفرزه (*Plantago ovate* L.) و ۹/۴، ۲۸/۸ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد برای گونه‌ای بارهنگ (*Plantago psyllium* L.) حاصل شد (۳).

بنگ دانه دارای گونه‌های یک ساله و دوساله است. گیاه دو ساله دارای برگ‌های طوقه‌ای است که در سال اول تشکیل شده و در سال دوم ساقه گل دهنده به ارتفاع ۱۵ تا ۳۰ سانتی‌متری ساده یا منشعب تشکیل می‌دهد. زمان گل دادن ان بین اردیبهشت تا مهر است. تاج الملوک گیاهی است پایا با ریشه مخروطی و غده که هر ساله در کنار غده اصلی آن دوباره غده‌ای رشد می‌کند و لذا در تابستان دو نوع غده همراه با هم دیده می‌شوند. زمان گل دهی آن خرداد تا شهریور ماه می باشد. شاهدانه گیاهی یک ساله با برگ‌های پنجه ای مرکب است، میوه این گیاه ریز و روغنی بوده و خاصیت آرامش بخش دارد که از آن برای درمان نیز استفاده می‌شود. از بخش‌های مختلف این گیاه مشتقات فراوانی گرفته می‌شود.

از آن‌جا که زمان جوانه‌زنی عامل مهمی در تعیین برنامه‌های مدیریتی علف‌های هرز محسوب می‌شود، لذا دانستن زمان جوانه‌زنی و زمان اوج هجوم یک علف هرز در مزرعه بسیار مفید خواهد بود. هدف از انجام این پروژه تعیین دماهای کاردینال گیاهان بنگ دانه، تاج الملوک و شاهدانه با هدف کنترل مطلوب در مزارع می‌باشند.

مواد و روش‌ها

به منظور تعیین دمای حداقل، مطلوب و حداکثر بذور سه گیاه بنگ دانه، تاج الملوک و شاهدانه در هفت سطح دمایی ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی در سه تکرار در اتاقک رشد با دقت ±۰/۵ در آزمایشگاه علف‌های هرز دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در سال ۱۳۹۱ انجام شد. بذوری مورد آزمایش قرار گرفتند که دوره خواب آن‌ها طی نگهداری در شرایط طبیعی آزمایشگاه (تاریکی و درجه حرارت نرمال محیط) سپری شده بود و از نظر اندازه و رنگ یکنواخت بودند. برای هر تکرار ۲۵ عدد بذر منظور گردید. ابتدا بذور با محلول وایتکس ۲/۵ درصد به مدت ۳۰ ثانیه ضد عفونی شد و سپس با آب مقطر شتشو داده شد، از پتری دیش‌های به قطر ۹ سانتی‌متر استریل شده، حاوی کاغذ صافی واتمن استفاده گردید، سپس به هر پتری مقدار ۳ سی‌سی آب مقطر اضافه شده و به ژرمیناتورهای تنظیم شده با دمای ثابت با دقت ±۱ منتقل شدند (۵ و ۱۴). در طول دوره آزمایش در صورت نیاز آب مقطر به اندازه مناسب اضافه شد. شمارش بذور جوانه‌زده پس از ۲۴ ساعت از شروع آزمایش، هر روز صبح در ساعت معینی انجام شده و بذور جوانه‌زده پس از شمارش ثبت شدند. معیار جوانه‌زنی بذور، خروج ریشه‌چه و قابل رویت بودن آن (حداقل به طول دو میلی‌متر) در نظر گرفته شد (۸، ۱۵ و ۱۹). شمارش بذور تا روز ۱۴ صورت گرفت و درانتها طول ریشه‌چه و ساقه‌چه بذور اندازه‌گیری شد. درصد و سرعت جوانه‌زنی به ترتیب بر اساس معادله‌های ۱ و ۲ زیر محاسبه شد (۳):

$$FGP = (n/N) \times 100 \quad (۱)$$

در این معادله n، تعداد بذر جوانه‌زده در روز آخر و N، تعداد کل بذرها جوانه‌زده است.

$$GR = \sum_{i=1}^{n} \frac{gi}{di} \quad (۲)$$

gi تعداد بذر جوانه‌زده در هر شمارش و di تعداد روز شمارش تا روز n ام می‌باشد (تعداد بذر جوانه‌زده در روز).

برای تعیین درجه حرارت‌های حداقل، بهینه و حداکثر، از رگرسیون خطی بین سرعت جوانه‌زنی، که بر اساس تعداد بذر در روز و درجه حرارت‌های مختلف صورت پذیرفت، و درجه حرارت‌های آزمایش استفاده شد. در این آزمایش درجه حرارت‌های مختلف به

عنوان متغیر مستقل (محور x) و سرعت جوانه‌زنی به عنوان متغییر وابسته (محور y) در نظر گرفته شده (۳۰)، تا رابطه بین دما و جوانه‌زنی در سه گونه علف هرز را تشریح کند. با برازش خطوط رگرسیونی در طرفین نقطه بهینه (پایین‌تر از نقطه بهینه و بالاتر از نقطه بهینه)، محل تقاطع خطوط رگرسیون برازش داده شده با محور xها (درجه حرارت)، به عنوان درجه حرارت‌های حداقل و حداکثر تخمین زده شد (۸ و ۲۶). خطوط به نحوی برازش داده شدند که اولاً ضریب همبستگی (R^2) آن‌ها بالا باشد، و ثانیاً پراکنش نقاط واقعی در اطراف منحنی برازش داده شده مناسب بوده و روند منطقی را نشان می‌دهد. معادله رگرسیون بین سرعت جوانه‌زنی و درجه حرارت عبارت بود از (۱۹).

$$y=a+bx \qquad x\leq T_0 \qquad (۳)$$

y: سرعت جوانه‌زنی بذور، a: عرض از مبدا، X: درجه حرارت، b: شیب خط است که با قرار دادن y=0 در معادله فوق و حل آن برای x، درجه حرارت حداقل و حداکثر جوانه‌زنی به دست می‌آید (۱۹).

$$x=-a/b \qquad x \geq T_0 \qquad (۴)$$

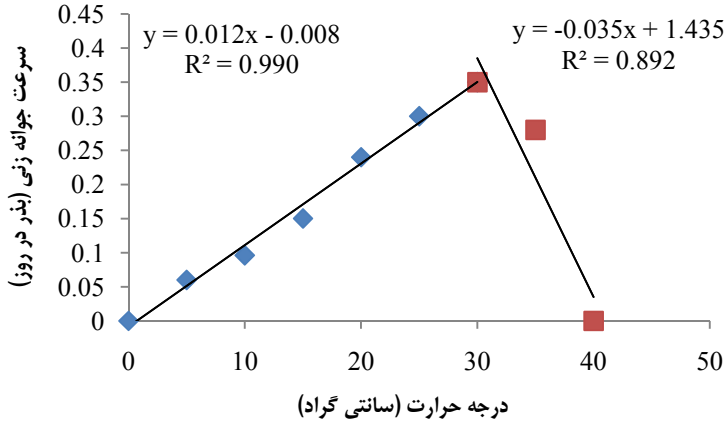
معادله نهایی با احتساب درجه حرارت بهینه (T_o)، بر اساس مدل مثلثی (Triangular) برازش داده شد، به طوری‌که امتداد خطوط رگرسیون در یک نقطه با هم تلاقی کرده که عمود از آن نقطه بر محور xها دمای بهینه را نشان می‌دهد، لذا شکل حاصل به صورت مدل مثلثی می‌باشد (۳). و به این ترتیب مقادیر درجه حرارت‌های حداقل (T_{min})، بهینه (T_0) و حداکثر (T_{max}) تعیین گردید.

قبل از آنالیز آماری، بر روی داده‌های بر حسب درصد، تبدیل زاویه ای‌انجام شد (۱۵ و ۲۸)، مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد صورت گرفت.

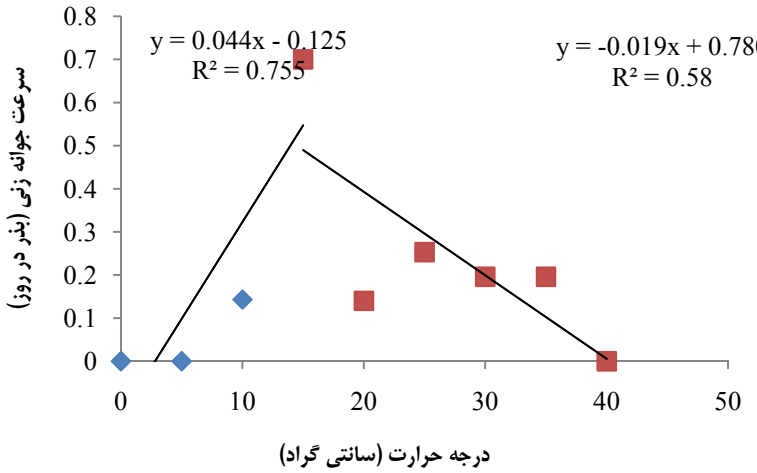
نتایج و بحث

بررسی رگرسیون خطی بین سرعت جوانه‌زنی و درجه حرارت بیانگر وجود همبستگی مناسبی بین آن‌ها بود و نشان داد که خطوط رگرسیون در دو نقطه محور X ها را قطع می‌کنند. مقدار دماهای حداقل و حداکثر در علف های هرز مورد بررسی متفاوت بود به طوری‌که دماهای حداقل و حداکثر جوانه‌زنی در گیاه بنگ دانه به ترتیب ۰/۶۶ و ۴۱، در گیاه تاج الملوک ۲/۸۴ و ۴۱/۰۵ و در گیاه شاهدانه ۲/۶و ۴۲/۸ درجه سانتی‌گراد بود (شکل ۱، ۲ و ۳). نتایج مطالعه تبریزی و همکاران (۳) نشان داد که در گیاه اسفرزه حداقل و حداکثر جوانه‌زنی در دماهای ۴/۴ و ۲۵/۵ و در گونه بارهنگ اشاره شده ۹/۴ و ۳۵/۰ درجه سانتی‌گراد بود. در آزمایش دیگری بر روی بیوتیپ‌های مختلف سلمه دمای حداقل برای جوانه‌زنی را بین ۲ تا ۷ درجه سانتی‌گراد، دمای مطلوب را ۲۰ تا ۲۵ درجه سانتی‌گراد و دمای حداکثر را ۳۵ تا ۴۵ درجه سانتی‌گراد بیان کرده‌اند (۲۳، ۲۷ و ۲۹). دمای کاردینال برای گیاهان مختلفی اندازه گیری شده است. به عنوان مثال اوول (۲۵) دمای پایه جوانه‌زنی بذور نخود، عدس و سویا را به ترتیب صفر، ۲/۵ و ۴ درجه سانتی‌گراد و دمای پایه گونه سلمه را ۳ درجه سانتی‌گراد تعیین کرد. رومن (۲۷) نیز به کمک این رابطه دماهای کاردینال جوانه‌زنی برای بذور سلمه تره را محاسبه کرد که در آن دمای پایه ۴/۲، دمای بهینه ۲۶ و دمای بیشینه ۳۹/۵ بود. به طورکلی نتایج آزمایش نشان می دهد که تفاوت در دماهای کاردینال گیاهان باعث ظهور غیر همزمان آن‌ها در مزرعه شده و برای مبارزه با آن‌ها باید با اطلاع از زمان اوج هجوم آن‌ها به مدیریت مناسب آن اقدام کرد (۳ و ۴).

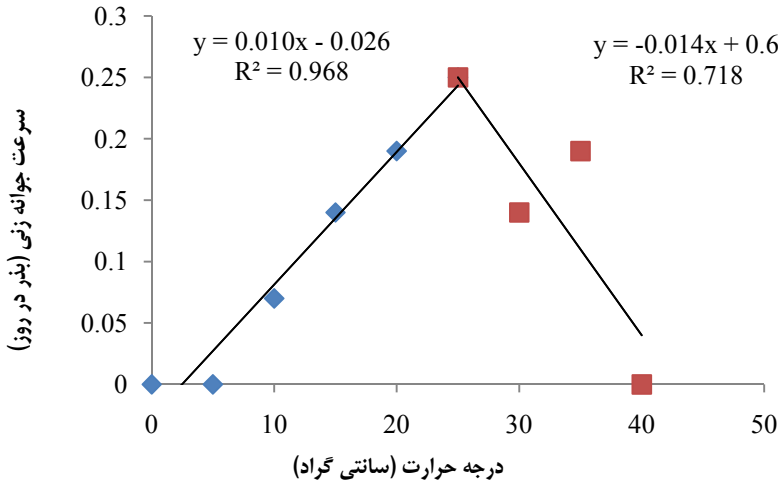
شیب خطوط رگرسیون در گیاهان مورد بررسی – که بیانگر تأثیر میزان جوانه‌زنی در دماهای مختلف است– متفاوت بود. در بنگ دانه در دماهای بالاتر از مطلوب، شیب خط بیش‌تر از شیب خط رگرسیون در دماهای پایین‌تر از مطلوب بود (شکل ۱).



شکل ۱- رابطه بین درجه حرارت سرعت جوانه‌زنی در گیاه بنگ دانه



شکل ۲ - رابطه بین درجه حرارت و سرعت جوانه‌زنی در گیاه تاج الملوک



شکل ۳ - رابطه بین درجه حرارت و سرعت جوانه‌زنی در گیاه شاهدانه

به عبارت دیگر، با افزایش دما تا دمای مطلوب سرعت جوانه‌زنی افزایش یافت و سپس با افزایش بیش‌تر دما نسبت به دمای مطلوب، سرعت جوانه‌زنی با آهنگ تندتری کاهش یافت. اما در دو گیاه تاج الملوک و شاهدانه، شیب خطوط بیش‌تر از مطلوب با آهنگ کم‌تری کاهش یافت که نشان دهنده واکنش کم‌تر این دو گیاه به درجه حرارت‌های بالاتر از مطلوب می‌باشد (شکل ۲ و ۳).

بر اساس این نتایج به نظر می‌رسد که واکنش‌پذیری گیاهان مورد مطالعه به تغییرات درجه حرارت روندی متفاوت هم در درجه حرارت‌های کم‌تر از مطلوب و هم در درجه حرارت‌های بیش‌تر از مطلوب داشت که نشان می‌دهد زمان اوج‌گیری جوانه‌زنی و کاهش آن در بین گیاهان مختلف متفاوت است که وابسته به ساختار ژنتیکی گیاه و سازگاری‌های تکاملی که این گیاهان کسب کرده‌اند، می‌باشد.

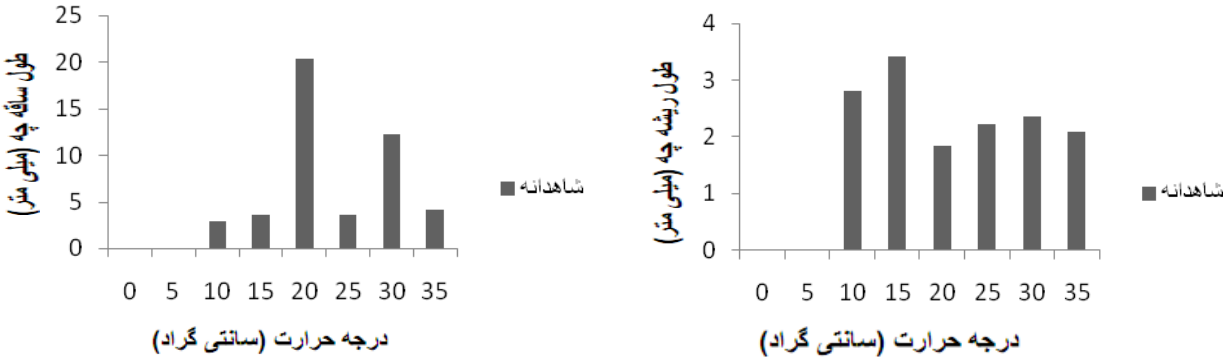
بیش‌ترین درصد جوانه‌زنی در بذور بنگ دانه، تاج الملوک و شاهدانه در دماهای ۲۰ درجه سانتی‌گراد و کم‌ترین درصد جوانه‌زنی در هر سه بذر در دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد مشاهده شد (جدول ۱). با افزایش درجه حرارت، از درصد جوانه‌زنی در هر سه گیاه مذکور کاسته شد. با این حال، در گیاه بنگ دانه در دمای بیش‌تر از بهینه، درصد جوانه‌زنی بیشتر از دو گیاه دیگر داشت (جدول ۱). بالا بودن درصد جوانه‌زنی بنگ دانه در دماهای بالا، نشان دهندهٔ این است که این گیاه نیاز حرارتی بالاتری برای جوانه‌زنی دارد و در دماهای بالا و در اواسط تابستان طغیان بیش‌تری را خواهد داشت، در حالی‌که درصد جوانه‌زنی گیاهان تاج الملوک و شاهدانه در دماهای کم‌تر نسبت به گیاهان بنگ دانه بیش‌تر بوده و لذا زمانی که هوا معتدل است گیاهان تاج الملوک و شاهدانه تراکم بیش‌تری را دارا خواهند بود.

جدول ۱- درصد جوانه‌زنی بذور گیاهان بنگ دانه، تاج الملوک و شاهدانه

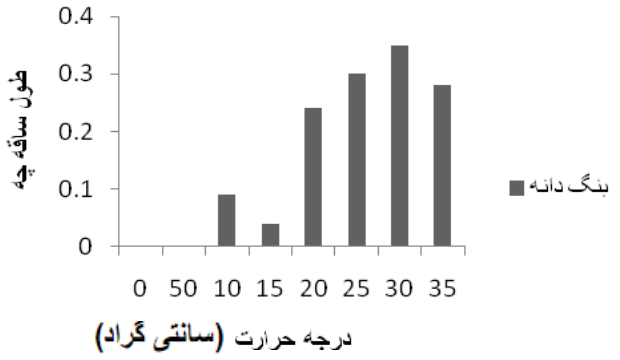
دما	درصد جوانه زنی		
درجه سانتی‌گراد	بنگ دانه	تاج الملوک	شاهدانه
۰	۰^{f}	۰^{c}	۰^{c}
۵	۰^{f}	۰^{c}	۰^{c}
۱۰	۱۲^{e}	۲۱/۳۳^{b}	۲۱/۳۳^{b}
۱۵	۲۰^{d}	۳۸/۶۶^{a}	۳۸/۶۶^{a}
۲۰	۴۲/۶۶^{a}	۴۲/۶۶^{a}	۴۲/۶۶^{a}
۲۵	۳۷/۶۶^{b}	۳۶^{ab}	۳۶^{ab}
۳۰	۳۳/۳۳^{ab}	۳۰/۶۶^{ab}	۳۰/۶۶^{ab}
۳۵	۳۰^{c}	۲۶/۶۶^{ab}	۲۶/۶۶^{ab}

میانگین های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

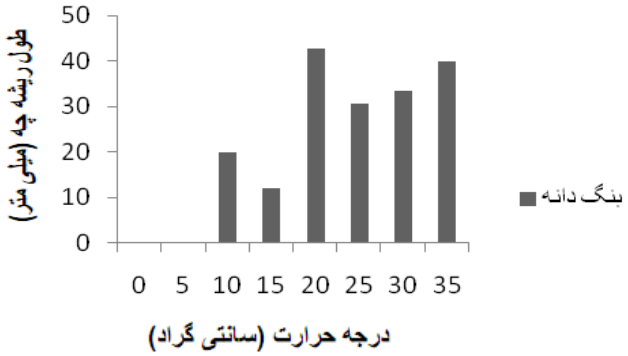
اثرات دما بر درصد جوانه‌زنی بذور گیاهان مختلف در بسیاری مطالعات مورد بررسی قرار گرفته است (۲، ۴ و ۹). گیاه بنگ دانه و شاهدانه برای شروع جوانه‌زنی به دمایی حدود ۱۰ درجه سانتی‌گراد نیازمند می‌باشند، به تدریج با بالا رفتن دما میزان جوانه‌زنی آن‌ها افزایش می‌یابد و پس از اوج جوانه‌زنی با گرم‌تر شدن هوا میزان جوانه‌زنی آن کاهش می‌یابد و در تمامی فصل زراعی حضور آن مشهود است. گیاه بنگ دانه در دمایی ۱۰ درجه سانتی‌گراد درصد جوانه‌زنی کم‌تری نسبت به دو گیاه دیگر داشته و در اوایل فصل علف هرز مهمی نمی‌باشد، اما با پیشروی فصل ظهور آن قابل توجه است. بنابراین گیاه بنگ دانه در مناطق گرمسیری علف هرز مهمی می‌باشد. داده‌های مربوط به اثر دما در گیاهان مورد بررسی نشان داد که بیش‌ترین طول ریشه‌چه و ساقه چه در گیاهان شاهدانه (به ترتیب در دمای ۲۰ و ۱۵ درجه سانتی‌گراد)، بنگ دانه (به ترتیب در دمای ۳۰ و ۲۰ درجه سانتی‌گراد) و تاج الملوک (به ترتیب در دمای ۲۰ و ۲۵ درجه سانتی‌گراد) مشاهده شد. با توجه به دمای پایه کم‌تر گیاه بنگ دانه این گیاه زودتر جوانه می‌زند و با توجه به دمای بیش‌تر گیاه شاهدانه این گیاه در سطوح دمایی بالا جوانه‌زده و قادر به تحمل آن‌ها می‌باشد (شکل ۴، ۵ و۶). با توجه به درجه حرارت‌های کاردینال بذور بنگ دانه، تاج الملوک و شاهدانه (جدول ۲) به نظر می‌رسد که هر چند حداقل دمای جوانه‌زنی علف هرز بنگ دانه کم‌تر است ولی علف‌هرز تاج الملک با توجه به دمای بهینه پایین‌تر (۱۱/۴۸ درجه سانتی‌گراد) از استقرار سریع‌تری نسبت به دو علف هرز دیگر برخوردار می‌باشد. که این عامل در گسترش و رقابت پذیری به آن کمک می‌کند. بنابر این با تعیین درجه حرارت‌های کاردینال امکان ارزیابی پراکنش گونه‌ها و زمان فعالیت آن‌ها ممکن می‌گردد (۲۱).



شکل ٤- طول ریشه‌چه و ساقه‌چه در گیاه شاهدانه



شکل ۵- طول ریشه‌چه و ساقه‌چه در گیاه بنگ دانه



شکل ٦ - طول ریشه‌چه و ساقه‌چه در گیاه تاج الملوک

جدول ۲- دماهای کاردینال بنگ دانه، تاج الملوک و شاهدانه (درجه سانتی‌گراد)

	بنگ دانه	تاج الملوک	شاهدانه
درجه حرارت حداقل	۰/۶۶	۲/۸۴	۲/۶
درجه حرارت بهینه	۳۱	۱۱/۴۸	۲۶/۸
درجه حرارت حداکثر	۴۱	۴۱/۰۵	۴۲/۸

منابع

۱- نجفی ف.، کوچکی ع.ر.، رضوانی مقدم پ. و راستگو م. ۱۳۸۶ . بررسی خصوصیات جوانه‌زنی گیاه دارویی بومی و در حال انقراض پونه سای بینالودی (*Nepeta binaludensis jamzad*). مجله پژوهشهای زراعی ایران. جلد ۴. ص. ۳۹۲. ۳۸۵.

۲- باقری ن. و غدیری ح. ۱۳۷۳. خلاصه مقالات سومین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران.

۳- تبریزی ل.، کوچکی ع. ر. و نصیری محلاتی م. ۱۳۸۳ . ارزیابی درجه حرارت‌های کاردینال جوانه زنی دو گونه اسفرزه. مجله پژوهش‌های زراعی ایران، ۲(۲): ۱۴۳-۱۵۰.

۴- کوچکی ع.ر. و مومن شاهرودی م. ۱۳۷۵ . اثر پتانسیل آب و اندازه بذر بر خصوصیات جوانه‌زنی بذر نخود (*Cicer aritinum*). مجله بیابان، ج ۱. ۵۳-۶۵.

۵- نجفی ف. ۱۳۸۰ .تأثیر رژیم‌های مختلف آبیاری و تراکم بر کیفیت و کمیت گیاه دارویی اسفرزه (*Plantago ovata* Forsk.). پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.

۶ -توکلی صابری م.ر. و صداقت م.ر. ۱۳۶۸. امور فنی و هنری: سازمان پژوهش

7- Adam N.R., Dierig T.A., Coffelt., and Wintermeyer M.J. 2007. Cardinal temperatures for germination and early

growth of two Lesquerella species. Industerial Crops and Products, 25:24-33.
8- Aflakpui G.K.S., Gregory P.J., and Froud-williams R.J. 1998. Effect of temperature on seed germination rate of *Striga hermonthica* (Del.) Benth. Crop Protection, 17:129-133.
9- Alm D.M., Stoller E.W., and Wax L.M. 1993. An index model for predicting seed germination and emergence rates. Weed Technology, 7:560-569.
10- Alvarado V., and Bradford K.J. 2002. A hydrothermal time model explains the cardinal temperatures for seed germination. Plant, Cell and Environment, 25:1061-1069.
11- Bannayan M., Nadjafi F., Rastgoo M., and Tabrizi L. 2006. Germination properties of some wild medicinal plants from Iran. Journal of Seed Technology, 28:80-86.
12- Bewley J.D., and Black M. 1994. Seeds: Physiology of development and germination, 2nd eds. Plenum Press, New York, USA.
13- Bradford K.J. 2002. Application of hydrothermal time to quantifying and modeling seed germination and dormancy. Weed Science, 50:248-260.
14- Cadho K.L., and Rajender G. 1995. Advances in Horticulture Medicinal and Aromatic Plants. Vol. 11.Maldorta. Publication. New Delhi.
15- Dinda K., and Craker L.E. 1998. Growers Guide to Medicinal Plants. HSMP Press. Amherst, MA.
16- Evers G.W. 1991. Germination response of subterranean, berseem and rose clovers to alternating temperatures. Agronomy Journal, 83:1000-1004.
17- Iannucci A., Fonzo N.D., and Martiniello P. 2000. Temperature requirements for seed germination in four annual clovers grown under two irrigation treatments. Seed Science and Technology, 28:59-66.
18- Jami Al-Ahmadi M., and Kafi M. 2007. Cardinal temperatures for germination of *Kochia scoparia* L). Journal of Arid Environments, 68:308-314.
19- Jordan G.L., and Haferkamp M.R. 1989. Temperature responses and calculated heat units for germination of several range grasses and shrubs. Journal of Range Management, 42:41-45.
20- Kamkar B., Koocheki A.R., Nassiri Mahallati M., and Rezvani Moghaddam P. 2006. Cardinal temperatures for germination in three millet species (*Panicum miliaceum*, *Pennisetum glaucum* and *Setaria italica*). Asian Journal of Plant Sciences, 5:316-319.
21- Kebreab E., and Murdoch A.J. 1999. A model of the effects of a wide range of constant and alternating temperatures on seed germination of four *Orobanche* species. Annals of Botany, 84:549-557.
22- Keller M., and Kollmann J. 1999. Effects of seed provenance on germination of herbs for agricultural compensation sites. Agriculture, Ecosystem and Environment, 72:87-99.
23- Leblanc M.L. 2003.The use of thermal time to model common lambsquarters (*Chenopodium album*) seedling emergence in corn. Weed Science, 51:718-724.
24- Leblanc M.L. 1998. Facteurs impliques dans la levee des mauuvaises herbes au champ. Phytoprotetion, 79:111-127.
25- Ovell S., Ellis R.H., Roberts E.H., and Summerfield R.J. 1986. The influence of temperature on seed germination rate in grain legumes. Journal Experimant Botany, 37:705-715.
26- Ramin A.A. 1997. The influence of temperature on germination of taree Irani (*Allium ampeloprasum* L.spp. iranicum W.). Seed Science and Technology, 25:419-426.
27- Roman E.S., Thomas A.G., Murphy S.D., and Swanton C.G. 1999. Modeling Germination and seedling elongation of common lambsquaters (*Chenopodium album)*.Weed Science, 47:149-155.
28- Suzuki H., and Khan A.A. 2000. Effective temperature and duration for seed humidification in snap bean *(Phaseolus vulgaris* L.). Seed Science and Technology, 28:381-389**.**
29- Vleeshouwers L. 1997. Modeling weed emergence patterns. PhD. Dissettation. Wageningen Agricultural University,Wageningen,The Netherlands. 165 p.
30- Wiese A.M., and Binning L.K. 1987. Calculating the threshold temperature of development for weeds.Weed Science, 35:177-179.