نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۲، شماره ۲ ، تابستان ۱۳۹۳، ص. ۱۶۹-۱۶۴

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 12, No. 2, Summer. 2014, p. 164-169

تعیین درجه حرارتهای حداقل، بهینه و حداکثر جوانه زنی گل گاوزبان ایرانی (*Echium amoenum*) با استفاده از مدل‌های رگرسیونی

اعظم لشکری[۱]- پرویز رضوانی مقدم[۲*]- افسانه امین غفوری[۳]

تاریخ دریافت:۱۳۸۹/۲/۱۸
تاریخ پذیرش:۱۳۹۱/۳/۲

چکیده

به منظور ارزیابی خصوصیات جوانه زنی و تعیین درجه حرارتهای کاردینال گل گاوزبان ایرانی، آزمایشی در دماهای ثابت ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰، ۳۵، ۴۰ درجه سانتی گراد در قالب طرح کاملا تصادفی با شش تکرار در آزمایشگاه گیاهان زراعی ویژه دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در سال ۱۳۸۸ به اجرا درآمد. صفات مورد اندازه گیری عبارت بودند از: درصد جوانه زنی، سرعت جوانه زنی، وزن خشک ریشه چه و ساقه چه و طول ساقه چه و ریشه چه. به منظور بررسی تفاوت ویژگی‌های جوانه زنی بذر گل گاو زبان دو مدل رگرسیونی: خطوط متقاطع و ۵-پارامتری بتا مورد آزمون قرار گرفتند. اثر دما بر درصد، سرعت جوانه زنی وزن خشک ریشه‌چه، ساقه‌چه و طول ساقه‌چه و ریشه‌چه بذر گل گاوزبان ایرانی معنی دار بود. بالاترین درصد و سرعت جوانه زنی در درجه حرارت ۲۵ درجه سانتی گراد مشاهده شد. براساس رگرسیون بین سرعت جوانه زنی و درجه حرارت در بذر گل گاوزبان ایرانی، مقادیر درجه حرارتهای پایه، مطلوب و حداکثر به ترتیب در دامنه (۵/۶۶-۴/۹۹)، (۲۳- ۲۹/۲۲)، (۳۹/۱۲-۴۰/۳۶) درجه سانتی گراد بدست آمد. با توجه به نتایج بدست آمده مدل۵- پارامتری بتا مدل بهتری بود.

واژه‌های کلیدی: درجه حرارت کاردینال، گیاه دارویی، جوانه زنی، ریشه‌چه، ساقه‌چه

مقدمه

گاوزبان ایرانی (*Echium amoenum*) گیاهی است از تیره گاوزبان (Boraginaceae)، علفی، دوساله یا پایا، که پوشیده از کرکهای نرم و نازک، یا بلند و ابریشمی می‌باشد. گل‌های گاوزبان ایرانی لوله ای شکل و آبی رنگ مایل به ارغوانی می‌باشد (۶ و ۷). میوه آن فندقه، نوک تیز و پوشیده از برجستگیهای کوچک و متعدد است. گلدهی گیاه گاوزبان از آغاز اردیبهشت تا مرداد است این گیاه به طور وسیعی بصورت خودرو در استانهای شمالی ایران همچون گیلان، مازندران، ارتفاعات کندوان، کلاردشت، ارتفاعات حیران، قزوین، گرگان و چالوس یافت می‌شود (۶ و ۷). گیاه گل گاوزبان ایرانی از دیرباز در طب سنتی ایران به عنوان آرامبخش، مدر، مرهم بافتهای مخاطی، نرم کننده، خلط آور، کاهش دهنده تپش قلب، تقویت کننده، رفع عوارض زکام، سرماخوردگی، مورد استفاده قرار گرفته است. عصاره گل گاوزبان خاصیت ضد التهابی و ضد افسردگی دارد (۵). از جوشانده این گیاه برای درمان افسردگی، تنگی نفس و از برگهای آن برای جوشهای چرکی و برفک استفاده می‌شود (۱). نادری حاجی باقرکندی و رضایی (۸) گزارش کردند که عصاره متانولی مستخرجه از گلهای گل گاوزبان دارای فلاونوییید و ساپونین و فاقد تانن بود.

جوانه زنی فرایندی فیزیولوژیکی است که از رشد گیاهچه آغاز شده و با نفوذ گیاهک به داخل بافتهای پوششی بذر کامل می‌شود. بنابراین زمان جوانه زنی حد فاصل بین ورود آب به داخل بذر تا خروج بافت گیاهک از پوسته بذر می‌باشد (۱۷). جوانه زنی از بحرانی ترین مراحل در استقرار گیاهچه‌ها می‌باشد و اغلب توسط دما، حتی زمانی که شرایط رطوبتی مناسب می‌باشد، محدود می‌شود (۲۱). دما نه تنها بر درصد جوانه زنی بلکه بر سرعت جوانه زنی نیز تأثیر گذار است (۲۵). بطور کلی اثر درجه حرارت بر جوانه زنی بر حسب درجه حرارتهای کاردینال یعنی دمای حداقل، مطلوب و حداکثر بیان می‌شوند و جوانه زنی در این محدوده حرارتی رخ می‌دهد (۴). درجه حرارت حداقل یا پایه (Tb)، کمترین درجه حرارتی است که جوانه زنی اتفاق می‌افتد. درجه حرارت مناسب (To) ، بر حسب تعریف دمایی است که در آن بیشترین درصد جوانه زنی در کوتاهترین دوره

۱، ۲ و ۳- بترتیب دانشجوی دکتری، استاد و دانشجوی دکتری گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: Email: rezvani@um.ac.ir)

زمانی انجام می‌شود و درجه حرارت حداکثر (T_m)، بالاترین درجه حرارتی است که بذور قادر به جوانه زنی می‌باشند (۲۲). جوانه زنی نه تنها دمای پایه دارد بلکه هر یک از مراحل آن نیز دمای پایه مخصوص به خود را دارا می‌باشد. بنابراین عکس العمل نسبت به درجه حرارت ممکن است در طی جوانه زنی متفاوت باشد. عکس العمل به درجه حرارت بستگی به گونه، رقم، منطقه رشد و مدت زمان بعد از برداشت دارد. دمای مناسب جوانه زنی برای اکثر بذرها بین ۱۵ و ۳۰ درجه سانتی گراد است. حداکثر دما برای اکثر گونه‌ها بین ۳۰ تا ۴۰ درجه سانتی گراد است. البته در درجه حرارت‌های بالاتر از ۵۰ درجه سانتی گراد عمل جوانه زنی در دانه‌ها متوقف می‌شود (۴).

کشت گیاهان دارویی و معطر، از دیرباز از جایگاه ویژه ای در نظامهای سنتی کشاورزی ایران برخوردار بوده است و این نظامها از نظر ایجاد تنوع و پایداری، نقش مهمی ایفا می کرده اند. از آنجا که اهلی سازی گونه‌های گیاهی طبیعی نیازمند آگاهی از نیازهای رشدی و همچنین جوانه زنی بذر می‌باشد. از طرفی به دلیل اینکه تعیین درجه حرارت مناسب (دامنه حرارتی) جوانه زنی و درجه حرارت پایه جوانه زنی برای گیاهان لازم به نظر میرسد، بنابراین با توجه به اینکه تاکنون گزارشی مبنی بر تعیین درجه حرارتهای کاردینال گیاه گل گاوزبان ایرانی یافت نشده است، هدف از این تحقیق تعیین دامنه حرارتی مناسب جوانه زنی و شناسایی رابطه بین درجه حرارت و سرعت جوانه زنی در بذور گل گاو زبان ایرانی بود، ضمن اینکه درجه حرارتهای کاردینال جوانه زنی آن مورد ارزیابی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

به منظور ارزیابی واکنش جوانه زنی گل گاو زبان ایرانی، مطالعه‌ای تحت شرایط آزمایشگاهی در سال ۱۳۸۸ با مشخصات و روش زیر صورت گرفت:

بذر: توده بذر حاصل از بذور جمع آوری شده از یک توده زراعی در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد (بطول جغرافیایی ۵۹۰۲۸´E و عرض جغرافیایی ۳۶۰۱۵ N و ارتفاع ۹۸۵ متر) بودند.

آزمایش‌های جوانه زنی: ارزیابی واکنش جوانه زنی در دماهای ثابت ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰، ۳۵ و ۴۰ درجه سانتی گراد در ژرمیناتور انجام گرفت. آزمایش در قالب طرح کاملا تصادفی اجرا و در هر تیمار حرارتی، ۶ تکرار برای این توده بذری در نظر گرفته شد. برای هر تکرار ۲۵ عدد بذر انتخاب شد و پس از ضدعفونی به مدت ۶۰ ثانیه با هیپوکلرید۱درصد درون پتری دیش هایی به قطر ۹ سانتی متر، حاوی کاغذ صافی واتمن قرار گرفته و با آب مقطر آبیاری شدند. پتری دیش‌ها سپس درون ژرمیناتور به مدت ۱۴ روز قرار گرفت. جهت حفظ رطوبت و تبادل حرارتی مناسب، کاغذ صافی درون پتری‌دیش‌ها در طی آزمایش مرطوب نگهداشته شد. شمارش بذور جوانه زده پس از ۲۴ ساعت از شروع آزمایش، هر روز انجام گرفته و تا زمانی که تعداد تجمعی بذور جوانه زده به یک حد ثابت رسید و یا زمانی که ۱۰۰ درصد جوانه زنی حاصل شد بطور مرتب و مداوم صورت گرفت. مبنای جوانه زنی بذور خروج ریشه چه از پوسته بذر و قابل رؤیت بودن آن با چشم غیر مسلح بود (۱۲).

تجزیه‌های آماری: درصد و سرعت جوانه زنی در هر درجه حرارت محاسبه شد. با شمارش بذور جوانه زده در هر روز، متوسط زمان جوانه زنی (MGT) یا زمان رسیدن به ۵۰ درصد جوانه زنی برای بذور محاسبه شد (۱۹). سپس سرعت جوانه زنی با استفاده از روش ماگیور (معادله ۱) محاسبه گردید (۲۷).

$$Rs = \sum_{i=1}^{n} \frac{Si}{Di} \qquad (۱)$$

Rs= سرعت جوانه زنی(تعداد بذر در روز)

Si= تعداد بذر جوانه زده درهر شمارش

Di=تعدادروز تا شمارش n ام

تعیین درجه حرارت‌های کاردینال (پایه، مطلوب و حداکثر) با استفاده از مدل‌های رگرسیون خطی (Linear Regression) بین سرعت جوانه زنی که براساس تعداد بذر در روز محاسبه شده بودند و درجه حرارت‌های مختلف صورت گرفت که در آنها درجه حرارت‌های مختلف به عنوان متغیر مستقل (محور X) و سرعت جوانه زنی به عنوان متغیر وابسته (محورY) در نظر گرفته شدند (۲۹).

۱- مدل خطوط متقاطع (ISL)[1] با استفاده از معادلات زیر (۲۳، ۲۴ و ۲۶):

$$((To, region1(T), region2(T)) < f = if(T$$

$$\mathrm{Re}\, gin1(T) = b(T - Tb) \qquad (۲)$$

$$\mathrm{Re}\, gion2(T) = c(Tm - T) \qquad (۳)$$

۲- مدل ۵- پارامتری بتا (FPB)۲ با استفاده از معادلات زیر (۲۸):

$$f = \exp(\mu)(T - Tb)^{a}(Tm - T)\beta \qquad (۴)$$

$$To = \frac{(\alpha Tm + \beta Tb)}{(\alpha + \beta)} \qquad (۵)$$

F=سرعت جوانه زنی بذور، Tدرجه حرارت (0C)، To ،Tb و Tm به ترتیب درجه حرارت‌های پایه، مطلوب و حداکثر در نظر گرفته شدند. چنانچه مشتق تابع بتا برابر صفر باشد درجه حرارت بهینه گیاه گل گاوزبان ایرانی از معادله ۶ بدست خواهد آمد.

برای انجام محاسبات آماری از نرم افزارهای آماری Excel و

1 - Intersected – lines Model

2 - Five- Parameters Beta Model

SAS و جهت برازش مدلهای رگرسیون از نرم افـزار Slide Write ver.2.0 استفاده شد.

نتایج و بحث

درصد و سـرعت جوانـه زنـی در دمـای ۲۵ درجـه سـانتیگراد در حداکثر مقدار خود بود. تبریـزی و همکـاران (۲۷) اعـلام کردنـد کـه سرعت جوانه زنی نسبت به درصد جوانه زنـی شـاخص حساسـتری از دما بود که جوانه زنی را تحت تـأثیر قـرار داد. زمـان رسـیدن بـه ۵۰ درصد جوانه زنی در دماهای مختلف برای میانگین نشان دهنـده ایـن امر می‌باشد که با افزایش دما سرعت جوانه زنی افزایش مـی‌یابـد کـه بیشترین سرعت جوانه زنی در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد مشاهده شد، اما با بالا رفتن دما سرعت جوانه زنی کاهش یافت. گزارشات متعددی حاکی از اثر افزایشی درجه حـرارت تـا نقطـه ای خـاص بـر درصـد و سرعت جوانـه زنـی بـذور مـی‌باشـند (۲، ۳، ۹، ۱۰، ۱۵، ۱۹ و ۲۷). در مطالعه ای که به منظور ارزیابی اثر درجه حرارتهای مختلف بر درصـد و سـرعت جوانـه زنـی در دو تـوده آویشـن خراسـانی (*Thymus transcaspicus* Klokov) صورت گرفت، ملاحظه شد افزایش درجه حرارت بعد از ۳۰ درجه سانتیگراد سبب کـاهش معنـی دار سـرعت و درصد جوانه زنی هر دو توده آویشن خراسانی گردید (۳). بطورکلی در دماهای خیلی پایین آنزیم‌ها برای تطابق با تغییرات مـورد نیـاز بـرای واکنش به اندازه کافی انعطاف پذیر نیست. بررسی‌ها نشان می‌دهد دما به دلیل اثری که بر خواب، سرعت جوانه زنی و سرعت رشد ریشه چه و ساقه چه دارد، درصد جوانه زنی نهایی بذرها را در گیاهـان مختلـف تحت تأثیر قرار می‌دهد (۱۷).

اثر دما بر روی رشد ریشه‌چه و ساقه‌چه معنی دار بود ($p< ۰/۰۱$). در دمای ۲۵ درجه سـانتیگراد از نظـر طـول ریشـه چـه و سـاقه چـه بیشترین مقدار مشاهده شد. با افزایش دما طول ریشه چه و ساقه چـه تا دمای ۲۵ درجه سانتیگراد افزایش و همچنین در دماهـای بـالاتر از ۲۵ درجه سانتیگراد طول ریشه چه و ساقه چه کاهش یافت.

جوانـه زنـی و خـروج ریشـه چـه نتیجـه نهـایی مجموعـه ای از واکنش‌های شیمیایی بوده که با وساطت آنـزیم‌هـای متعـددی انجـام می‌گیرند و به طور مستقیم تحت تأثیر دما قرار می‌گیرند (۱۶). به نظـر می‌رسد در دماهای پایین جذب آب توسط بذر کند صورت می‌گیـرد و در نتیجه فرایندهای لازم برای شروع جوانه زنـی نظیـر فعـال شـدن آنزیم ها، شکستن مواد و در انتقال آنها به محور جنینی کندتر صـورت می‌گیرد. و بدنبال آن خروج ریشه چه به تـأخیر مـی‌افتـد و در نتیجـه طول ریشه چه و ساقه چه کاهش می‌یابد (۱۸و ۱۱). اثـرات بازدارنـده دمای پایین بر جوانه زنی، رشد ساقه چه و ریشه چه را نشان دادند.

در شکل ۱ و جدول ۲ درجه حرارت‌های کاردینـال بـا اسـتفاده از برازش مدل‌های مختلف ارزیابی شدند. براساس تخمین مدل خطـوط متقاطع و ۵- پارامتری بتا، مقادیر درجـه حرارتهـای پایـه، مطلـوب و حداکثر بـه ترتیـب در دامنـه (۵/۶۶-۴/۹۹)، (۲۳- ۲۹/۲۲)، (۳۹/۱۲- ۴۰/۳۶) درجه سانتی گراد برای گل گاوزبان ایرانی بدست آمد که این مقادیر در دومدل مورد مطالعه در دو درجه حرارت پایه و حداکثر تقریبا با یکدیگر مطابقت داشتند.

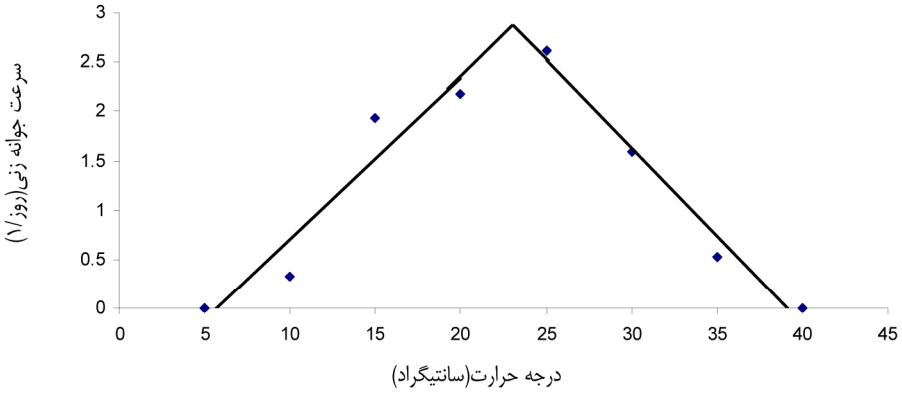
جدول۱- مقایسه میانگین تأثیر درجه حرارتهای مختلف بر صفات مرتبط با جوانه زنی گاو زبان ایرانی

درجه حرارت (درجه سانتی‌گراد)	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه زنی (تعداد بذر در روز)	طول ساقه‌چه (میلی‌متر)	طول ریشه‌چه (میلی‌متر)	وزن خشک ساقه‌چه (میلی‌گرم)	وزن خشک ریشه‌چه (میلی‌گرم)
۵	۰ d	۰ c	۰ d	۰ d	۰ b	۰ b
۱۰	۲/۶۶d	۰/۳۳c	۲/۵c	۱۰c	۰ b	۰ b
۱۵	۲۷/۳۳c	۱/۹۴b	۳۳/۰b	۱۳/۵c	۳/۹a	۳/۹a
۲۰	۴۴/۶۶b	۲/۱۷b	۴۳/۹a	۲۸/۱b	۴/۴a	۴/۴a
۲۵	۸۳/۳۳a	۲/۶۲a	۴۶/۷a	۴۹a	۵a	۵a
۳۰	۴۹/۳۳b	۱/۵۹b	۲۷/۲b	۲۰/۲b	۴/۲a	۴/۲a
۳۵	۳/۳۳d	۰/۵۳c	۵/۰c	۱۲c	۰ b	۰ b
۴۰	۰ d	۰ c	۰ d	۰ d	۰ b	۰ b

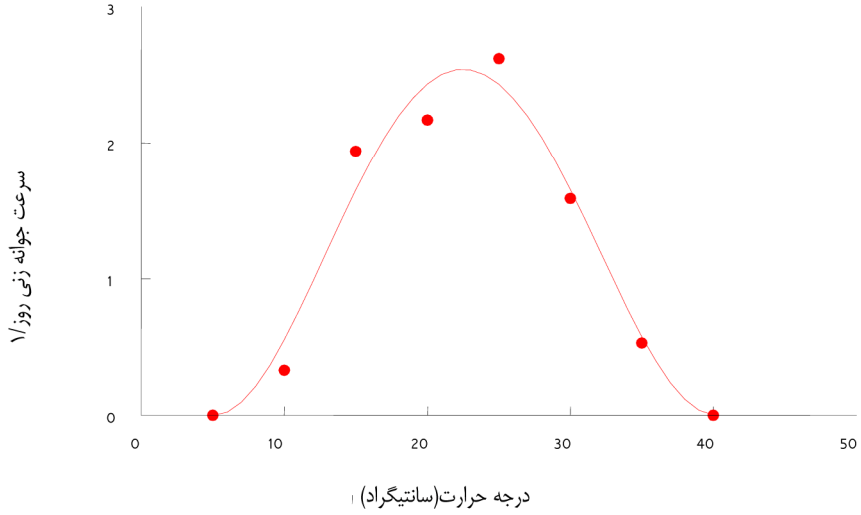
میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در هر ستون، از نظر آماری براساس آزمون Duncan اختلاف معنی‌داری ($p\leq ۰/۰۵$) ندارند.

اما در درجه حرات مطلوب نتایج دو مدل با یکدیگر تفاوت داشتند. همچنین ضریب رگرسیون در مدل خطوط متقاطع ۰/۹۰ و در مدل ۵- پارامتری بتا ۹۷ /۹۶ درصد بود. براین اساس به نظر می‌رسد نتایج حاصل از مدل ۵- پارامتری بتا بدلیل بالاتر بودن ضریب رگرسیون از نظر آماری از اطمینان بیشتری برخوردار است. تابع بتا در تعیین درجه حرارتهای کاردینال گیاهان مختلف مورد استفاده قرار گرفته است (۲۸).

(الف)



(ب)



شکل۱- تأثیر درجه حرارتهای مختلف بر سرعت جوانه زنی بذور گل گاوزبان ایرانی بر اساس دو مدل خطوط متقاطع (ISL) (الف) و مدل ۵-پارامتری بتا (FPB) (ب)

جدول۲- مقادیر درجه حرارت‌های کاردینال جوانه زنی گل گاوزبان ایرانی بر اساس دو مدل برازش داده شده

درجه حرارت(C^0)	مدل خطوط متقاطع	مدل۵- پارامتری بتا
پایه	۵/۶۶	۴/۹۹
مطلوب	۲۳	۲۹/۲۲
حداکثر	۳۹/۱۲	۴۰/۳۶
r^2	۰/۹۰	۹۶/۹۷

r^2 ضریب تبیین ($p<۰/۰۵$)

جام و کتفورس (۲۰) از تابع بتا برای کمی سازی رابطه بین سرعت جوانه زنی استفاده کردند. ایشان در مطالعه خود نشان دادند که دمای پایه، مطلوب و حداکثر برای گندم به ترتیب صفر، ۳۰ و ۴۲ درجه سانتیگراد بودند. درجه حرارتهای کاردینال جوانه زنی، عموما بستگی به دامنه سازگاری محیطی یک گونه دارد و تطابق زمان جوانه زنی با شرایط مطلوب برای مراحل بعدی رشد و توسعه گیاهچه را تضمین می‌کند (۱۴).

نتیجه گیری

براساس نتایج رگرسیونی حاصله بین سرعت جوانه زنی و درجه حرارت در بذر گل گاوزبان ایرانی، مقادیر درجه حرارتهای پایه، مطلوب و حداکثر به ترتیب در دامنه (۵/۶۶–۴/۹۹)، (۲۳– ۲۹/۲۲)، (۳۹/۱۲–۴۰/۳۶) درجه سانتی گراد بدست آمد. نتایج این آزمایش نشان داد مدل۵– پارامتری بتا در مقایسه با مدل خطوط متقاطع، برآورد بهتری از درجه حرارتهای کاردینال گل گاوزبان ایرانی داشت.

منابع

۱– بی نام. ۱۳۸۷. گل گاوزبان ایرانی (*Echium amoenum*). http://akesh.persianblog.ir/post/47

۲– پورطوسی، ن.، م.ح. راشدمحصل و ا. ایزدی دربندی. ۱۳۸۷. تعیین دماهای کاردینال جوانه زنی بذرهای خرفه، سلمه و علف خرچنگ. مجله پژوهش‌های زراعی ایران. ۶ : ۲۶۱–۲۵۵.

۳– تبریزی، ل.، ع. کوچکی، م. نصیری محلاتی و پ. رضوانی مقدم.۱۳۸۶. ارزیابی خصوصیات جوانه زنی بذر دو توده زراعی و طبیعی آویشن خراسانی (*Thymus transcaspicus* Klokov) با استفاده از مدلهای رگرسیونی. مجله پژوهش‌های زراعی ایران. ۵ : ۲۵۷– ۲۴۹.

۴– حجازی، ا. ۱۳۷۳. تکنولوژی بذر. انتشارات دانشگاه تهران.

۵– سیاح برگرد، م.، ح. بوستانی، م. سیاح، ف. فضیله، م. کمالی نژاد و ش. آخوند زاده. ۱۳۸۴. اثر بخشی عصاره آبی گل گاوزبان (*Echium amoenum*) در درمان اختلال وسواسی– اجباری. فصلنامه گیاهان دارویی، ۱۵: ۵۰–۴۳.

۶– صالح زاده، ع. و ه. صمصام شریعت. ۱۳۶۸. بررسی گونه‌های مختلف گاوزبان موجود در بازار داروهای گیاهی ایران و مقایسه با گونه‌های استاندارد. پایان نامه دکترای داروسازی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان.

۷– قهرمان، ا. ۱۳۵۷. فلور رنگی ایران، جلد اول، انتشارات انجمن ملی حفاظت منابع طبیعی و محیط انسانی، شماره ۷.

۸– نادری حاجی باقر کندی، م.، و م. ب. رضایی. ۱۳۸۳. بررسی فیتوشیمیایی گل گاوزبان (*Echium amoenum*). فصلنامه پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲۰(۳):۳۸۳–۳۷۷.

۹– ناقدی نیا، ن. و پ. رضوانی مقدم. ۱۳۸۸. ارزیابی درجه حرارتهای حداقل، بهینه و حداکثر جوانه زنی کرامب. مجله پژوهش‌های زراعی ایران. ۷: ۴۵۵–۴۵۱.

۱۰– نجفی، ف.، ع. کوچکی، پ. رضوانی مقدم و م. راستگو. ۱۳۸۶. بررسی خصوصیات جوانه زنی گیاه دارویی بومی و در حال انقراض پونه سای بینالودی (*Nepeta binaludensis* Jamzad). مجله پژوهش‌های زراعی ایران. ۴ :۳۹۲– ۳۸۵.

11- Addae, P. C., and C. J. Pearson. 1992. Thermal requirement for germination and seedling growth of wheat. Aust. J. of Agric. Res. 43:585-594.

12- Adam, N. R., D. A. Dierig, T. A. Coffelt and M. J. Wintermeyer. 2007. Cardinal temperatures for germination and early growth of two *Lesquerella* species. Industrial Crops and Products. 25: 24-33.

13- Aflakpui, G. K. S., P. G. Gregory and R. J. Froud-williams. 1998. Effect of temperature on seed germination rate of *Striga hermontica* Benth. Crop Protec. 17: 129-133.

14- Alvarado, V., and K. J. Bradford. 2002. A hydrothermal time model explains the cardinal temperatures for seed germination. Plant, Cell and Environment. 25: 1061-1069.

15- Bannayan, M., F. Nadjafi, M. Rastgoo and L. Tabrizi. 2006. Germination properties of some wild medicinal plants from Iran. Journal of Seed Technology. 28:80-86.

16- Bewely, D., and M. Black. 1994. Seeds. Physiology of development and germination. Second edition, Pleum press, New York and London. 445pp.

17- Bradford, K. J. 2002. Application of hydrothermal time to quntifying and modeling seed germination and dormancy. Weed Sci., 50: 248-260.

18- Hill, M., and R. Luck**.** 1991. The effect of temperature on germination and seedling growth of temperate perennial pasture legumes. Aust. J. Agric. Res. 42:175-189.

19- Iannucci, A., N. Di Fonzo and P. Martinello. 2000. Temperature requirements for seed germination in four annual

clovers grown under two irrigation treatment. Seed Science and Technology. 28:59-66.
20- Jame, Y. W., and H. W. Cutforth. 2004. Simulating the effects of temperature and seeding depth on germination and emergence of spring wheat. Agric. Forest. Meteol.124:207-218.
21- Jordan, G. L., and M. R. Haferkamp. 1989. Temperature responses and calculated heat units for germination of several range grasses and shrubs. Journal of Range Management. 42: 41-45.
22- Kamkar, B., A. Koocheki, M. Nassiri Mahallati and P. Rezvani Moghaddam. 2006. Cardinal temperatures for germination in three millet species (*Panicum miliaceum*, *Pennisetum glaucum* and *Setaria italica*). Asian Journal of Plant Sciences. 5: 316-319.
23- Kocabas, Z., J. Craigon and S. N. Azam Ali. 1999. The germination response of bambara groundnut (*Vigna sublerrannean(L)Verdo*) to temperature. Seed Science and Technology. 27:87-99.
24- Phartyal, S. S., R. C. Thapial , J. S. Nayal, M. M. S. Rawat and G. Joshi. 2003. The influence of temperatures on seed germination rate in Himalaya elm(*Ulmus wallichiana*). Seed Science and Technology. 25:419-426.
25- Riemens, M. M., P. C. Scheepens, and R. Y. Van der Weide, 2004. Dormancy, germination and emergence of weed seeds, with emphasis on influence of light. Plant Research International B. V, 302: 1-2.
26-Summerfield, R. J., R. H. Roberts, R. M. Ellis and R. J. Lawan. 1991. Towards the reliable prediction of time to flowering in six annual crops. I. the development of simple model for fluctuating field environment. Experimental Agriculture.27: 11-31.
27- Tabrizi, L., M. Nasiri Mahallati, and A. Koocheki, 2004. Investigation on the cardinal temperature for germination on *Plantago ovata* and *Plantago psyllium*. Journal of Iranian Field Crops Research. 2: 143-150.
28- Yin, X. 1996. Quantifying the effects of temperature and photoperiod on phonological development to flowering in rice. PhD thesis, Wageningen. Agricultural University, The Netherland, 173 pp.
29- Wise, A. N. and L. K. Binning. 1987. Calculating the threshold Temperature of Development for Weeds. Weed Science. 35: 177-179.