

تعیین درجه حرارت‌های کاردینال جوانه‌زنی بذر خلر (*Lathyrus sativus* L.)

مجید جامی‌الاحمدی^{۱*}، اسماعیل نیرومند توماج^۲، مصطفی زنگویی^۲

۱. عضو هیات علمی دانشگاه بیرجند؛

۲. به ترتیب دانشجویان سابق کارشناسی ارشد زراعت و تکنولوژی بذر، دانشگاه بیرجند.

چکیده

دماهای کاردینال (کمینه، بهینه و بیشینه) در انتخاب اقلیم مناسب برای کاشت و زمان کاشت نقش مهم و تعیین کننده-ای دارند، و ارزیابی دماهای کاردینال برای جوانه‌زنی گیاهان می‌تواند برای انجام بهتر و به موقع بذرکاری در مزارع تعیین کننده باشد. جهت تعیین دماهای کاردینال جوانه‌زنی خلر، آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تکرار در دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند انجام شد. بذور در دماهای ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد تحت آزمون جوانه زنی قرار گرفتند. نتایج نشان دادند که حداکثر سرعت جوانه‌زنی در درجه حرارت ۳۰ درجه سانتی‌گراد مشاهده گردید. در دامنه حرارتی ۱۵ تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد درصد جوانه‌زنی نسبتاً بالایی مشاهده گردید. ولی با کاهش درجه حرارت به پایین تر از ۱۵ و افزایش آن به بیش از ۳۰ درجه سانتی‌گراد درصد جوانه‌زنی به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش یافت. جهت تعیین درجه حرارت‌های کاردینال از سه مدل رگرسیونی شامل مدل خطوط متقاطع، مدل چند جمله‌ای درجه دو و مدل پنج پارامتری بتا استفاده گردید. نتایج نشان داد که تابع بتا توصیف بهتری از روند تغییرات سرعت جوانه‌زنی نسبت به دما داشت. بعلاوه دماهای پایه، مطلوب و سقف برای جوانه‌زنی این گیاه به ترتیب ۴/۶۷۴، ۲۸ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد بود.

واژه های کلیدی: بیولوژی بذر، درجه حرارت مطلوب، سرعت جوانه‌زنی، درجه حرارت سقف.

* مسئول مکاتبات، پست الکترونیک: mjamialahmadi@birjand.ac.ir

مقدمه

فرسایش و افزایش نیتروژن خاک کشت می‌شود. این گیاه مقاوم به خشکی بوده و در مناطق با سطح بارندگی کم تا متوسط و خاک‌های قلیایی به خوبی رشد می‌نماید (Hanbury and Hughes, 2003).

بحرانی‌ترین مرحله زندگی هر محصول زمان جوانه‌زنی بذر آن است، زیرا در این مرحله بذر در معرض شرایط نامساعد محیطی قرار گرفته و استقرار بوته در مزرعه دچار مشکل می‌شود (Albuquerque and Carvalho, 2003). جوانه‌زنی از مهمترین مراحل رشد گیاه است که دوام، استقرار و عملکرد نهایی گیاهان زراعی را تعیین می‌کند (Ghorbani et al., 2008). همچنین، جوانه‌زنی از مراحل حساس چرخه زندگی گیاهان و فرآیندی کلیدی در سبز شدن گیاهچه به شمار می‌رود (Devilliers et al., 1994).

جوانه‌زنی بذر در شرایط رطوبت مناسب به شدت به دما وابسته است. وال و همکاران (Mwale et al., 1994) نشان دادند که سرعت جوانه‌زنی با افزایش دما تا حد معینی افزایش پیدا می‌کند و سپس در دماهای بالاتر با شدت بیشتری از سرعت جوانه‌زنی کاسته می‌شود. بذور در دامنه دمایی وسیعی جوانه می‌زنند، اما حداکثر جوانه‌زنی آنها به طور چشمگیری در آستانه‌های این دامنه کاهش نشان می‌دهد. دامنه دمایی که مقدار جوانه‌زنی در آن حداکثر است با توجه به نوع گونه‌ها و کیفیت بذر تغییر می‌کند (Ellis and Roberts, 1981). بر این اساس گیاهان دارای سه دمای بحرانی شامل دمای پایه، دمای مطلوب و دمای سقف برای جوانه زدن می‌باشند. دمای پایه و سقف دماهایی هستند که به ترتیب در دماهای پایین‌تر و بالاتر از آنها، جوانه‌زنی صفر است و دمای مطلوب دمایی است

افزایش جمعیت در کشورهای در حال توسعه نیاز به پروتئین را به طور روز افزون بالا می‌برد. در کشور ما نیز کمبود منابع پروتئینی داخلی جهت استفاده در تغذیه انسان و دام بر همگان آشکار است، که نیاز است این کمبود با واردات این مواد از سایر کشورها جبران شود. یکی از روش‌های رفع این مشکل و کاستن از هزینه‌های بالای مواد غذایی وارداتی، بررسی امکان جایگزینی منابع پروتئینی وارداتی با منابع پروتئینی داخلی می‌باشد. در بین این منابع غذایی، دانه بقولات، به ویژه سویا، با توجه به میزان انرژی و پروتئین بالای خود، جایگاه ویژه‌ای در تغذیه دام و طیور به خود اختصاص داده است.

با توجه به اتکای کشور به واردات سالانه مقادیر زیادی سویا، می‌توان از محصولات بومی منطقه برای تغذیه دام و طیور استفاده کرد؛ در این بین دانه خلر دارای پتانسیل بالقوه‌ای جهت جایگزینی دانه سویا است، که یکی از دلایل آن تشابه آمینواسیدهای خلر و سویا (Glycine max) می‌باشد (Wirayan and Dingle, 1999). گیاهان جنس لاتیروس که در فارسی خلر نامیده می‌شوند، متعلق به خانواده بقولات هستند و دانه‌ی آنها حدود ۲۵ تا ۲۷ درصد پروتئین در ماده خشک دارد (Golian and Salar Moieni, 2001). قابلیت استفاده از پروتئین این محصول نیز بالا می‌باشد. دانه‌ی این گیاهان در بسیاری از کشورهای آفریقایی، آسیایی و خاور دور در تغذیه انسان، دام و طیور مصرف می‌شوند (Golian and Salar Moieni, 2001). خلر، گیاهی یک ساله است که در برخی کشورها به منظور تولید دانه و کاهش

مطلوب و سقف برای گندم به ترتیب صفر، ۳۰ و ۴۲ درجه سانتی‌گراد بود. هیل و لاک (Hill and Luck, 1991) با مطالعه ۱۰ لگوم مرتعی در رژیم های حرارتی متفاوت سه نوع عکس العمل متفاوت از نظر حداکثر درصد و سرعت جوانه‌زنی بین گونه ها مشاهده نمودند و اثر متقابل معنی‌داری را از نظر رشد گیاهچه بین دما و نوع گیاه گزارش کردند. دمای پایه و سقف برای درصد و سرعت جوانه‌زنی یونجه حلزونی (*Medicago scutellata* L.) به ترتیب ۰/۴۶ و ۴۰ درجه سانتی‌گراد بدست آمد. دمای مطلوب برای سرعت جوانه‌زنی این گیاه ۲۲/۲۲ درجه سانتی‌گراد برآورد شد (Mahmoodi et al., 2008). یوسفی داز و همکاران (Yusofi-Daz et al., 2003) دمای پایه نخود (*Cicer arietinum*) را در شرایط ثابت آزمایشگاهی ۶/۸ درجه سانتی-گراد و در شرایط مزرعه ۳/۹ درجه سانتی‌گراد برآورد کردند که با هم تفاوت معنی‌داری داشتند و دمای مطلوب تحتانی در شرایط آزمایشگاه و مزرعه به ترتیب ۲۷/۵ و ۲۱/۹ درجه سانتی‌گراد و دمای مطلوب فوقانی به ترتیب ۳۰/۳ و ۳۰/۲ درجه سانتی‌گراد برآورد بود که در مورد دمای مطلوب تحتانی، تفاوت معنی دار بود. دمای سقف برآورد شده در شرایط آزمایشگاه و مزرعه به ترتیب ۴۰ و ۴۰/۶ درجه سانتی‌گراد بود که با هم تفاوت معنی‌داری نداشتند.

به رغم گزارشاتی که به آن‌ها اشاره شد، تاکنون مطالعه‌ای در مورد واکنش جوانه‌زنی بذرهای خلر به درجه‌حرارت صورت نگرفته است. با توجه به اهمیت این گیاه در جایگزینی پروتئین سویا بخصوص در مناطقی که شرایط برای کشت گیاه پرتوقع سویا فراهم نیست و اینکه بخش عظیمی از کشور ایران در جرگه همین مناطق به

که در آن دما، مراحل جوانه‌زنی در کوتاه‌ترین زمان ممکن اتفاق می‌افتد، یعنی سرعت سبز شدن در حداکثر خود است. درجه حرارت پایه پارامتری است که در مدلسازی، پیش بینی مراحل رشدی گیاه و محاسبه واحدهای گرمائی موردنیاز در هر مرحله رشدی کاربرد فراوانی دارد.

درجه‌حرارت‌های کاردینال ممکن است به طور معنی‌داری بین گونه‌ها و رقم‌ها تغییر کنند و دانستن دماهای کاردینال جوانه‌زنی برای انتخاب زمان کاشت مناسب و کنترل علف‌های هرز بسیار مهم است (Evers, 1991). با استفاده از دماهای کاردینال می‌توان محدودیت‌های جغرافیایی را برآورد و زمان کاشت مناسب را قبل از کاشت انتخاب کرد (Ramin, 1997). برای مثال بلک شاو (Blackshaw, 1991) در بررسی بر روی کلزا (*Brassica napus*) گزارش کرد که در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد جوانه‌زنی بیشتر از ۷۰ درصد رخ می‌دهد، اما زمان رسیدن به ۵۰ درصد سبز شدن ممکن است تا ۱۸ روز به طول انجامد. انواع مختلفی از مدل‌های ریاضی برای شرح رابطه بین سرعت جوانه‌زنی و دما استفاده شده است (Shafii and Price, 2001; Soltani et al., 2006). امتیاز این توابع این است که پارامترهای این مدل‌ها دارای مفهوم بیولوژیکی (مانند دماهای کاردینال و سرعت ذاتی جوانه‌زنی) هستند، بنابراین برخی از محققین از این مدل‌ها برای به دست آوردن دماهای کاردینال یعنی دمای پایه، دمای مطلوب و دمای سقف استفاده کردند (Jam and Cutforth, 2004; Jami Al-Ahmadi and Kafi, 2007). جام و کاتفورس (Jam and Cutforth, 2004) از تابع بتا در بررسی بر روی دمای کاردینال گندم استفاده کردند و نشان دادند که دمای پایه،

شمار می‌رود، ارزیابی دماهای کاردینال برای جوانه‌زنی این گیاه می‌تواند برای انجام بهتر و به موقع بذرکاری در مزارع تعیین کننده باشد.

مواد و روش ها :

این آزمایش در آزمایشگاه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند در قالب طرحی کاملاً تصادفی با ۴ تکرار انجام شد. تیمارهای دمایی ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد در نظر گرفته شدند و در هر تکرار به علت درشتی بذر خلر ۱۰ عدد بذر بکار برده شد. بذرهای متعلق به توده محلی شهرستان بیرجند بودند.

بذرهای ابتدا با محلول هیپوکلریت سدیم ۱۰ درصد ضد عفونی شده و سپس با آب مقطر شستشو داده شدند و در پتری‌دیش‌های استریل شده به قطر ۹ سانتی‌متر بر روی کاغذ صافی قرار گرفتند. سطح پتری‌دیش‌ها پس از اضافه کردن ۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر، با پارافیلیم مسدود و سپس به ژرمیناتوری با دماهای مورد نظر و دوره نوری ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی با رطوبت ۵۰٪ منتقل شدند. در طی آزمایشات بازدید از بذرهای هر روز یک بار و در زمان معین (ساعت ۸ صبح) صورت می‌گرفت و معیار بذور جوانه زده خروج ریشه چه با اندازه ۲ میلی‌متر یا بیشتر بود.

برای محاسبه سرعت جوانه‌زنی از فرمول عکس زمان تا ۵۰ درصد جوانه‌زنی نهایی استفاده شد. همچنین جهت محاسبه عکس زمان تا ۵۰ درصد جوانه‌زنی از فرمول زیر استفاده شد: (Farooq et al., 2005)

$$T_{50} = t_i + \left[\left(\frac{N}{2} - ni \right) \times (t_j - t_i) \right] / (nj - ni)$$

در این فرمول، N تعداد نهایی جوانه‌زنی، t_i زمان قبل از رسیدن به ۵۰ درصد جوانه‌زنی نهایی، t_j زمان بعد از رسیدن به ۵۰ درصد جوانه‌زنی نهایی، n_i تعداد تجمعی بذرهای جوانه زده، n_j تعداد بذرهای جوانه زده در روز i ام را نشان می‌دهند.

برای برازش و کمی کردن واکنش سرعت جوانه‌زنی و تعیین دماهای کاردینال جوانه‌زنی از سه نوع مدل استفاده شد:

مدل خطوط متقاطع^۱ (Jami Al-) (Ahmadi and Kafi, 2007):

$$f = \text{if } (T \leq T_o, \text{region1 } (T), \text{region2 } (T))$$

$$\text{Region1 } (T) = b (T - T_b)$$

$$\text{Region2 } (T) = c (T_m - T)$$

در این معادله، f سرعت جوانه‌زنی (عکس زمان تا ۵۰ درصد جوانه زنی)، T درجه حرارت (درجه سانتی‌گراد)، T_o ، T_b و T_m به ترتیب درجه حرارت‌های پایه، مطلوب و حداکثر می‌باشند.

مدل ۵ پارامتری بتا^۲ (Tabrizi et al., 2005):

$$f = \exp(\mu) (T - T_b)^\alpha (T_m - T)^\beta$$

$$T_o = (\alpha T_m + \beta T_b) / (\alpha + \beta)$$

در این معادله f سرعت جوانه‌زنی (عکس زمان تا ۵۰ درصد جوانه‌زنی نهایی)، T درجه حرارت

^۱. Intersected Lines Model

^۲. Five Parametric Beta Model

(and Pukridge, 1983). در مطالعه دیگری مشاهده شد که از بین ۲۰ گونه لگوم مورد بررسی، ۹ گونه آن‌ها در محدوده دمایی ۱۵ تا ۳۰ درجه سانتی-گراد بیش از ۶۰ درصد جوانه زدند، و درجه حرارت ۱۰ درجه سانتی-گراد در ۱۹ گونه آن‌ها سبب کاهش شدید درصد جوانه‌زنی گردید (Teketay, 1996). کاهش درصد جوانه‌زنی در درجه حرارت‌های بالا به سبب ایجاد تغییر در پروتئین‌های ضروری جوانه‌زنی و نیز زوال بذر رخ می‌دهد (Copland and McDonald, 1995; Hardegry, 2006a).

درجه حرارت، سرعت جوانه‌زنی را در سطح احتمال یک درصد تحت تأثیر قرار داد (جدول ۱). نتایج نشان دادند که با افزایش درجه حرارت از ۵ به ۱۰ درجه سانتی-گراد سرعت جوانه‌زنی به صورت معنی‌داری افزایش پیدا کرد. این افزایش با شیبی ملایم تا رسیدن سرعت جوانه‌زنی به حداکثر مقدار خود در درجه حرارت ۳۰ درجه سانتی-گراد ادامه پیدا کرد. با افزایش درجه حرارت از ۳۰ به ۳۵ درجه سانتی-گراد سرعت جوانه‌زنی به شدت کاهش یافت، به گونه‌ای که اختلاف آن با سرعت جوانه‌زنی در کلیه تیمارهای ۱۵ تا ۳۰ درجه معنی‌دار بود. به طور کلی سرعت جوانه‌زنی نسبت به درصد جوانه‌زنی شاخص حساستری نسبت به دما بوده که جوانه‌زنی را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Tabrizi et al., 2004). به همین دلیل از واکنش سرعت جوانه‌زنی به دما برای تعیین درجه حرارت‌های کاردینال استفاده می‌گردد (Hardegry, 2006a). جوانه‌زنی سریع احتمال خروج به موقع ریشه‌چه از بذر و استفاده از رطوبت خاک و همچنین استقرار بهتر گیاهچه را افزایش می‌دهد (Evers, 1991).

(سانتی‌گراد)، T_b ، T_o و T_m به ترتیب درجه حرارت‌های حداقل، مطلوب و حداکثر می‌باشند. همچنین μ ، α ، β ضرایب رگرسیون هستند.

مدل چند جمله‌ای درجه دو^۱ (Tabrizi et al., 2005):

$$f = a + bT + cT^2$$

$$T_o = b + 2cT$$

در این معادله a ، b و c ضرایب رگرسیون، T درجه حرارت (بر حسب سانتی‌گراد) و T_o درجه حرارت مطلوب را نشان می‌دهند. در پایان جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم افزارهای SAS و SigmaPlot استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج بدست آمده در این پژوهش نشان دادند که تأثیر درجه حرارت بر درصد جوانه‌زنی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). درصد جوانه‌زنی در محدوده وسیعی از درجه حرارت‌های بین ۱۵ تا ۳۰ درجه سانتی-گراد در بالاترین سطح خود قرار داشت و بین مقادیر درصد جوانه‌زنی در این دامنه دمایی اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. با کاهش دما به کمتر از ۱۵ درجه، درصد جوانه‌زنی به طور معنی‌داری کاهش پیدا کرد. علاوه بر این افزایش درجه حرارت به بیش از ۳۰ درجه سانتی-گراد نیز سبب افت شدید درصد جوانه‌زنی بذر خلر گردید (شکل ۱). دمای مناسب برای جوانه‌زنی یونجه یکساله (*Medicago rigidula*) در دامنه‌ای از دمای خاک ۱۰-۱۶ و دمای هوا ۱۵-۳۰ درجه سانتی-گراد گزارش شده است (French

^۱ Quadratic Polynomial Model

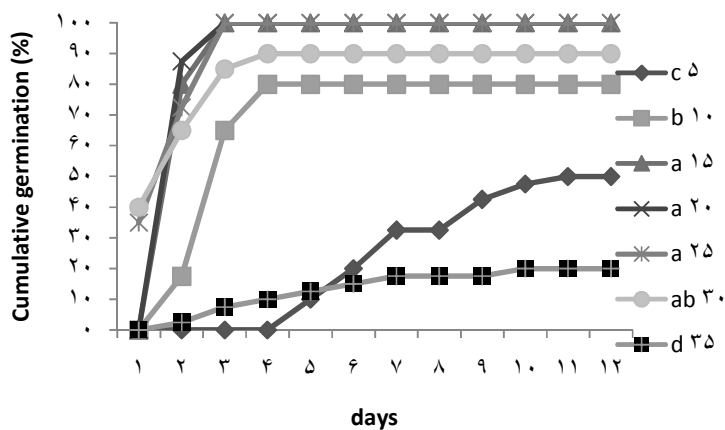
جدول ۱. مقادیر درجه آزادی و میانگین مربعات درصد و سرعت جوانه‌زنی خلر.

Table 1. Degree of freedom and mean square of Grass Pea seed germination rate and percentage.

S.O.V	منابع تغییر	Degree of Freedom	Germination Rate	Germination Percentage
Temperature	درجه حرارت	6	0.272**	3828.5**
Residual	خطا	21	0.02	95.23
Cv %	ضریب تغییرات	--	28	12.6

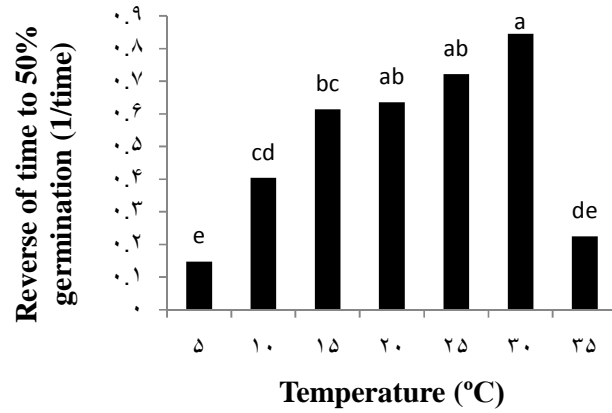
** نشان دهنده معنی داری در سطح ۱ درصد است.

** indicates significance in the probability level of 1%



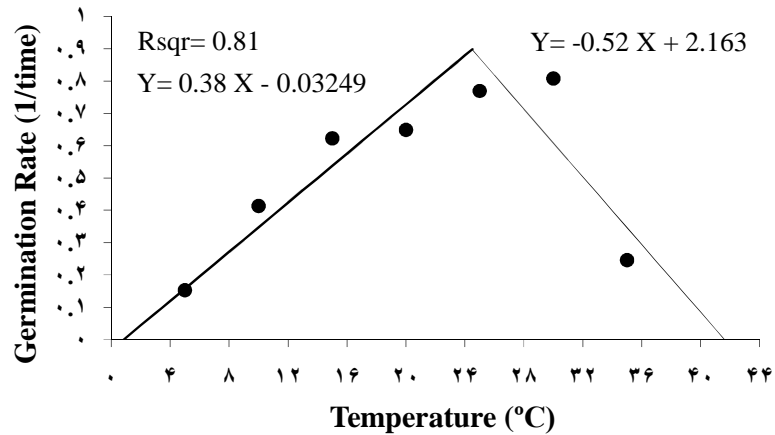
شکل ۱. تأثیر درجه حرارت بر درصد جوانه زنی تجمعی بذر خلر (حروف نشان دهنده مقایسه میانگین درصد جوانه‌زنی نهایی در سطح احتمال ۵ درصد توسط آزمون FLSD می‌باشند).

Fig 1. Effect of temperature on cumulative germination on Grass Pea (The letters are represent the mean percentage of final germination test at the 5% level of FLSD test).



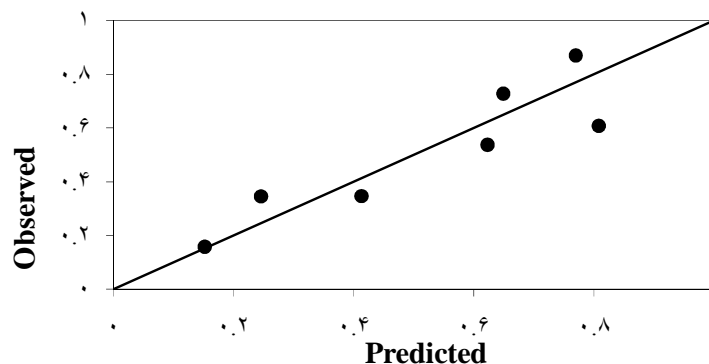
شکل ۲. تأثیر درجه حرارت بر عکس زمان تا ۵۰ درصد جوانه زنی بذر خلر.

Fig 2. Effect of temperature on reverse of time to 50% of final germination in Grass Pea.



شکل ۳. تأثیر درجه حرارت بر سرعت جوانه زنی بذر خلر بر اساس برازش مدل خطوط متقاطع.

Fig 3. Effect of Temperature on germination Rate in the Grass Pea seeds based on Intersected Lines Model.



شکل ۴. تابع یک به یک مقادیر پیش بینی شده و مقادیر حاصل از مدل خطوط متقاطع.

Fig 4. One by One Function for observed and predicted value from ISL model.

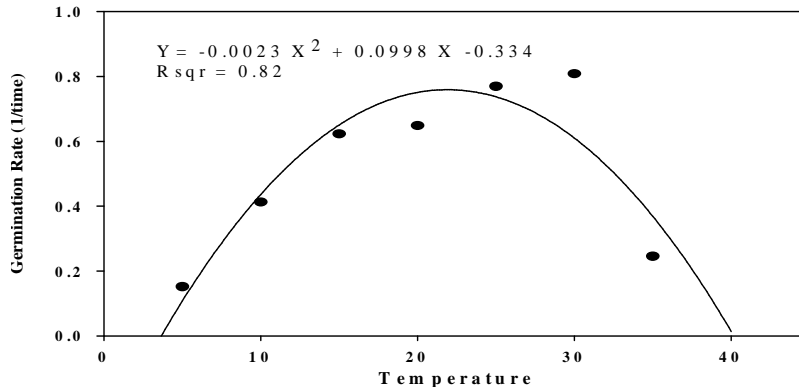
Bannayan et al., 2006; Hardegree and)
 Winstral, 2006). به طور معمول با افزایش دما،
 سرعت جوانه‌زنی حداقل در یک دامنه‌ی دمایی
 مناسب به طور خطی افزایش می‌یابد. ولی در
 دماهای بالاتر از آن افت شدیدی نشان می‌دهد
 (Hardegree, 2006).

برازش داده‌های سرعت جوانه‌زنی بر اساس
 مدل چند جمله‌ای درجه دو ضریب تبیین ۰/۸۲ را
 نشان داد که نسبت به ضریب تبیین مدل خطوط
 متقاطع حدود یک درصد بیشتر و نسبت به مدل
 پنج پارامتری بتا ۱۷ درصد کمتر بود. در بررسی
 انجام شده روی داده‌های حاصل از این مدل در
 مقایسه با مقادیر مشاهده شده در تابع یک به یک
 انحراف زیادی مشاهده گردید (همانند مدل
 خطوط متقاطع). بنابراین به مقادیر این تابع نیز
 نمی‌توان اطمینان نمود (شکل ۴). بر اساس مدل
 چند جمله‌ای درجه دو درجه حرارت‌های حداقل،
 مطلوب و حداکثر برای جوانه‌زنی بذر خلر به

تعیین درجه حرارت‌های کاردینال جوانه‌زنی
 بذر خلر با استفاده از مدل خطوط متقاطع نشان
 داد که ضریب تبیین مدل مذکور ۰/۸۱۴ بوده و
 همچنین دماهای سقف، مطلوب و پایه به ترتیب
 ۴۱/۶، ۲۴ و ۰/۸۵۵ درجه سانتی‌گراد برآورد شدند
 (شکل ۳). داده‌های حاصل از مدل خطوط متقاطع
 (مقادیر پیش بینی شده) در تابع خطوط یک به
 یک با مقادیر مشاهده شده مورد بررسی قرار
 گرفت. مشاهده گردید که مقادیر مشاهده شده در
 تابع خطوط متقاطع نسبت به مقادیر پیش بینی
 شده انحراف قابل ملاحظه‌ای دارند. بنابراین نمی-
 توان به مقادیر تابع خطوط متقاطع اطمینان کرد.
 با افزایش درجه حرارت سرعت جوانه زنی تا
 رسیدن به یک حد بحرانی، به طور خطی افزایش
 یافت و با افزایش بیشتر دما با سرعت بالایی رو به
 کاهش گذاشت (شکل ۳). گزارشات متعددی
 حاکی از اثر افزایشی درجه حرارت تا نقطه‌ای
 خاص بر سرعت جوانه زنی بذور می باشند

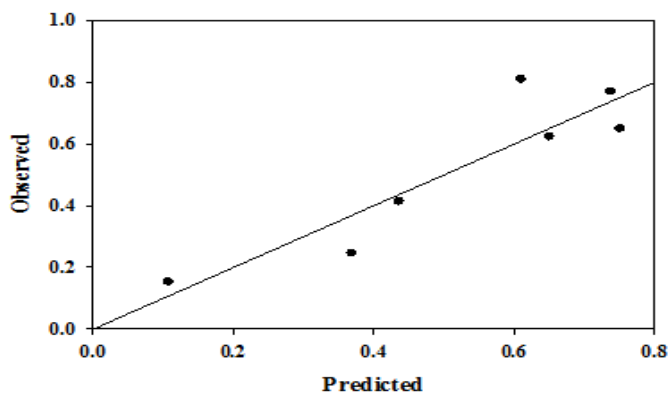
نیز مشاهده کردند که درجه حرارت های کاردینال برآورد شده با استفاده از مدل های مختلف در دو توده آویشن خراسانی (*Thymus transcaspicus*) با یکدیگر متفاوتند. (Klokov

ترتیب ۳/۶۵، ۲۱/۶۹ و ۳۹/۷۳ درجه سانتی-گراد برآورد شدند (شکل ۵). بین درجه حرارت های کاردینال برآورد شده برای جوانه زنی بذر خلر با استفاده از مدل های مختلف اختلافاتی وجود داشت. تبریزی و همکاران (Tabrizi et al., 2005)



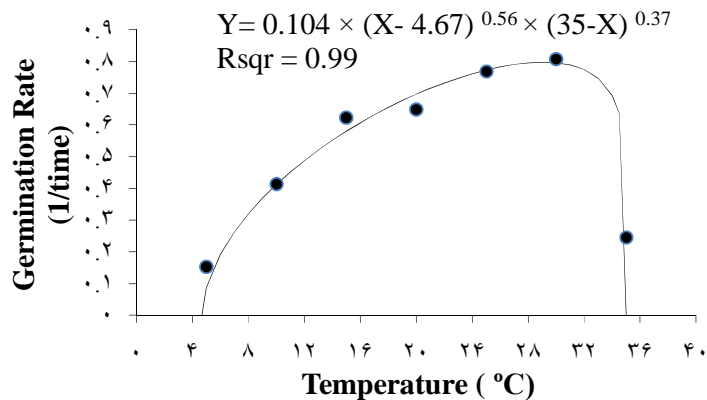
شکل ۵. تأثیر درجه حرارت بر سرعت جوانه زنی بذر خلر بر اساس برازش مدل چند جمله ای درجه دو.

Fig 5. Effect of Temperature on germination Rate in the Grass Pea seeds based on Quadratic Polynomial Model.



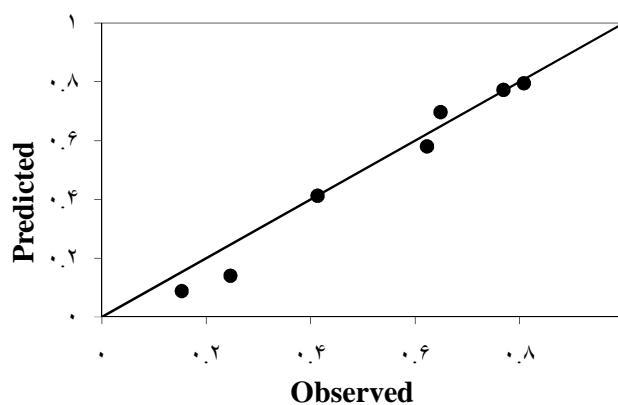
شکل ۶. تابع یک به یک مقادیر پیش بینی شده و مشاهده شده در مدل چند جمله ای درجه دو.

Fig 6. One by one Function for observed and predicted value from Quadratic Polynomial Model.



شکل ۷. تأثیر درجه حرارت بر سرعت جوانه زنی بذر خلر بر اساس مدل رگرسیونی بتا.

Fig 7. Effect of temperature on germination rate in the Grass Pea seeds based on Beta Regression Model.



شکل ۸. تابع یک به یک مقادیر پیش بینی شده و مقادیر حاصل از مدل بتا.

Fig 8. One by one Function for observed and predicted value from Beta Regression Model.

با مقادیر مشاهده شده با استفاده از تابع یک به یک انحراف کمتری نسبت به بررسی انجام شده در مورد مدل خطوط متقاطع و نیز مدل چند جمله ای درجه دو مشاهده گردید (شکل ۸). بنابراین، مدل بتا ملاک صحیح تری از دماهای

نتایج بدست آمده با استفاده از مدل رگرسیونی بتا نشان داد که ضریب تبیین مدل مذکور (۰/۹۹) نسبت به مدل خطوط متقاطع بالاتر بود (شکل ۷). همچنین در بررسی انجام شده روی داده‌های حاصل از مدل بتا در مقایسه

کاردینال، امکان ارزیابی محدودیت‌های جغرافیایی گونه‌ها و زمان کشت آن‌ها ممکن می‌گردد (Phartyal et al., 2003).

نتیجه گیری کلی :

در این مطالعه با توجه به داده های مدل بتا دمای پایه ۴/۶۷۴ درجه سانتی گراد، دمای مطلوب ۲۸ درجه سانتی گراد و دمای سقف ۳۵ درجه سانتی گراد برای گیاه خلر برآورد گردید. این دماها می‌توانند در ارزیابی محدودیت های جغرافیایی خلر و زمان مناسب کاشت و پیش بینی مراحل رشد و نمو این گیاه مورد استفاده قرار گیرند.

کاردینال خلر را نشان داد. بر اساس این مدل دمای پایه ۴/۶۷۴ درجه سانتی‌گراد، دمای مطلوب ۲۸ درجه سانتی‌گراد و دمای سقف ۳۵ درجه سانتی‌گراد برای جوانه‌زنی بذر گیاه خلر برآورد گردید. در مطالعه انجام شده روی ۲۰ گونه لگوم بومی اتیوپی مشخص گردید که درجه حرارت مطلوب ۹۰ درصد این گونه‌ها در محدوده ۲۵ تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد قرار دارد (Teketay, 1996) که با نتایج بدست آمده در این پژوهش مطابقت دارد. برای بذور اکثر گونه‌های گیاهی دماهای مطلوب و حداکثر جوانه‌زنی به ترتیب بین ۱۵-۳۰ و ۳۰-۴۰ گزارش شده‌اند (Copland and McDonald, 1995). با تعیین درجه حرارت‌های

منابع

- Albuquerque, M.C., Carvalho, N.M., 2003. Effects of the type of environmental stress on the emergence of sunflower (*Helianthus annuus* L.), soybean (*Glycine max*(L.) Merril) and maize (*Zea maize* L.) seeds with different levels of vigor. *Seed Science and Technology*. 31, 465-479.
- 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.
- Blackshow, R.E., 1991. Soil temperature and moisture effects on downy brome vs. winter canola, wheat, and rye emergence. *Crop Science*. 31, 1034-1040.
- Copeland, L.O., McDonald, M.B., 1995. *Principles of Seed Science and Technology*. Pub.Chapman and Hall. USA, 112p.
- Devilliers, A.J., Van Royan, M.W., Theron, G.K., Deventer, H.A., 1994. Germination of three namaqual and pioneer species as influenced by salinity, temperature and light. *Seed Science and Technology*. 22, 427-433.
- Ellis R.H., Roberts, E.H., 1981. The quantification of aging and survival in orthodox seeds. *Seed Science and Technology*. 9, 373-409.
- Evers, G.W. , 1991. Germination response of subterranean, berseem and rose clovers to alternating temperatures. *Agronomy Journal*. 83, 1000-1004.
- Faroog, M., Basra, S.M.A., Ahmad, N., Khafeez, K., 2005. Thermal hardening: A new seed vigor enhancement tool in rice. *Journal of Integrative Plant Biology*. 47(2), 187-193.
- French, R.J., Pukridge, D.W., 1983. The annual pastures in cereal ley-farming systems of southern in Australia. A review of Agriculture

- Ecosystems and Environment, 9:29-67.
- Ghorbani, M.H., Soltani, A., Amiri, S., 2008. The effect of salinity and seed size on response of wheat germination and seedling growth. Journal of Agricultural Science and Natural Resources, 14 (6), 44-52. [In Persian with English Summary]
- Golian, A., Salar Moieni, M., 2001. Poultry Nutrition. Publication in Unit of the Agricultural Education and Research of Kosar Economic Organization, Pp, 139-141. [In Persian]
- Hanbury, C.D., Hughes, B., 2003. New grain legume for layers, Evaluation of *Lathyrus Cicera* as a feed ingredient for layers. A report for the Australian Egg corporation Limited. AECL publication NO 03/01.
- Hardegree, S., 2006 a. Predicting germination response to temperature. I. Cardinal temperature models and subpopulation-specific regression. Annals of Botany. 97, 1115-1125.
- Hardegree, S., Winstral, A.H., 2006. Predicting Germination Response to Temperature. II. Three-dimensional Regression, Statistical Gridding and Iterative-probit Optimization Using Measured and Interpolated-subpopulation Data. Annals of Botany, 98, 403-410.
- Hill, M.J., Luck, R., 1991. The effect of temperature on germination and seedling growth of temperate perennial pasture legumes. Australian Journal of Agricultural Research. 42,175-189.
- Jame, Y.W., Cutforth, H.W., 2004. Simulating the effects of temperature and seeding depth on germination and emergence of spring wheat. Agricultural and Forest Meteorology. 124, 207-218.
- Jami Al-Ahmadi, M., and Kafi, M. 2007. Cardinal temperatures for germination of *Kochia scoparia* (L.). Journal of Arid Environments. 68, 308-314.
- Mahmoodi, A., Soltani, A., Barani, H., 2008. Germination response to temperature of snail medic (*Medicago scutellata* L.). Electronical Journal of Crop Productions, 1 (1), 54-63. [In Persian with English Summary]
- Mwale, S.S., Azam-Ali, S.N., Clark, J.A., Bradley, R.G. Chataha, M.R., 1994. Effect of temperature on germination of sunflower (*Helianthus annuus* L.). Seed Science Technology. 22: 565-571.
- Phartyal, S.S., Thapial, R.C., Nayal, J.S., Rawat, M.M.S., Joshi, G., 2003. The influence of temperatures on seed germination rate in Himalaya elm (*Ulmus wallichiana*). Seed Science and Technology. 31, 83-93
- Ramin, A.R., 1997. The influence of temperature on germination of taree Irani (*Alliummampeloprasum* L. spp *iranicum* w.). Seed Science and Technology. 25, 419-426.
- Shafii, B., Price, W.J., 2001. Estimation of Cardinal Temperatures in Germination Data Analysis. Journal of Agricultural, Biological and Environmental Statistics. 6, 356-366.
- Soltani, A., Robertson, M.J., Torabi, B., Yousefi-Daz, M. and Sarparast, R., 2006. Modeling seedling emergence in chickpea as influenced by temperature and sowing depth. Agricultural and Forest Meteorology. 138, 156-167.

- Tabrizi, L., Koocheki, A., Nasiri Mahallati, M., Rezvani Moghaddam, P., 2005. Germination behaviour of cultivated and natural stand seeds of Khorasan thyme (*Thymus transcaspicus Klokov*) with application of regression models. Iranian Field Crop Research, 5 (2), 249-257. [In Persian with English Summary]
- Tabrizi, L., Nasiri Mahallati, M., and Kochaki, A., 2004. Investigation on the cardinal temperature for germination of *Plantago ovata* and *Plantago psyllium*. Journal of Iranian Field Crops Research. 2, 143-151. [In Persian]
- Teketay, D., 1996. Germination ecology of twelve indigenous and eight exotic multipurpose leguminous species from Ethiopia. Forest Ecology and Management, 80, 209-223.
- Wirayan, K. G., Dingle, J.G., 1999. Recent research on improving the quality of grain legumes for chicken growth. Animal Feed Science and Technology. 76, 185-193.
- Yusofi-Daz, M., Soltani, A., Akram Ghaderi, F., 2003. Comparison of cardinal temperature of Pea growth in the laboratory constant and field fluctuating temperatures. First Conference on Legumes, Pp, 302-303.



Evaluation of cardinal temperature for germination of Grass Pea seed

(*Lathyrus sativus* L.)

Majid Jami Al-Ahmadi¹ *, Esmail Niroomand Toomaj², Mostafa Zangoie³

¹Faculty member, University of Birjand, Birjand, Iran;

²Former MSc students of Agronomy, University of Birjand, Birjand, Iran;

³Former MSc students of Seed Science and Technology, University of Birjand, Birjand, Iran;

Abstract

The seeds germination response to temperature is different between plant species. The germination process in different plants occurs in a wide range of temperature. The cardinal temperatures have an important role in the selection of suitable climate, time and places for seed planting. Given that the replacement of soybean by Green Pea is important for supply the required protein in dry lands. Evaluation of cardinal temperatures for germination of this plant can help to better planting and timely seeding in the field. With this aim, an experiment based on completely randomized design was conducted with 4 replications in the faculty of agriculture of Birjand University. The treatments were 5, 10, 15, 20, 25, 30 and 35 degree of centigrade temperatures. The results showed that the maximum of germination rate was observed at 30 degree centigrade. In the temperature range of 15 to 30 degree centigrade observed high germination percentage. But, by reducing the temperature to below 15 degree of centigrade and increase it to more than 30 degrees, the germination percentage are significantly reduced. To determine the cardinal temperatures was used from three models including Intersected Lines, Quadratic Polynomial and Five Parametric Beta Regression. The Beta regression model was better described by temperature changes than the germination rate. In addition, the base, optimum and maximum temperature was 4.47, 28 and 35 degree of centigrade respectively.

Key words: Seed biology, Optimum temperature, Germination rate, Ceiling temperature.

* Corresponding Author Email: mjamialahmadi@birjand.ac.ir