نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۸، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۳، ص. ۴۲۴-۴۱۶

Journal of Plant Protection
Vol. 28, No. 3, Fall 2014, P. 416-424

مطالعه برخی جنبه‌های اکولوژیکی جوانه‌زنی و خواب بذر علف‌هرز عروسک پشت پرده (*Physalis angulata* L.)

ابوالفضل درخشان[1*]- جاوید قرخلو[2]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۸/۲۴
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۳/۲۰

چکیده

درک بهتر عوامل موثر بر جوانه‌زنی بذر علف‌های هرز می‌تواند باعث تسهیل توسعه روش‌های مدیریت زراعی موثرتر شود. هدف از این مطالعه، تعیین اثر عوامل محیطی بر جوانه‌زنی بذر علف‌هرز عروسک پشت پرده (*Physalis angulata* L.) بود. نتایج نشان داد که کاربرد اسید جیبرلیک تیمار مناسبی برای رفع خواب اولیه بذرها بود. بذرهای علف‌هرز عروسک پشت پرده جوانه‌زنی یکسانی در هر دو شرایط نور/تاریکی و تاریکی مداوم داشتند که نشانگر غیر فتوبلاستیک بودن این گونه است. با این حال، بیش‌ترین درصد و سرعت جوانه‌زنی در دماهای متناوب گرم‌تر مشاهده شد. پس‌رسی بذرها باعث گسترده‌تر شدن دامنه پاسخ جوانه‌زنی به دماهای ثابت شد. بر اساس تابع دوتکه‌ای، دماهای پایه، مطلوب و بیشینه جوانه‌زنی به ترتیب معادل ۸/۰۶، ۳۵/۸۳ و ۴۲/۳۰ درجه سانتی‌گراد برآورد شد. آستانه پاسخ این گیاه برای کاهش ۵۰ درصدی حداکثر جوانه‌زنی به شوری معادل ۵۹/۲۵ میلی‌مولار و به پتانسیل اسمزی معادل ۰/۲۹- مگاپاسکال بود. بر اساس مدل هیدروتایم ویبول، ثابت هیدروتایم و پتانسیل آب پایه برای شروع جوانه‌زنی به ترتیب معادل ۲۶ مگاپاسکال ساعت و ۱/۴۵- مگاپاسکال به‌دست آمد.

واژه‌های کلیدی: پاسخ دمایی، تنش شوری، تنش خشکی، مدل هیدروتایم

مقدمه

علف‌های هرز مهم‌ترین عوامل زنده محدودکننده عملکرد در بیش‌تر بوم نظام‌های تولید زراعی می‌باشند. در بیش‌تر این نظام‌ها، تلاش‌های مدیریتی روی کاهش تراکم علف‌های هرز در مراحل اولیه رشد گیاه زراعی متمرکز است و علف‌های هرزی که دیرتر می‌رویند، اغلب تأثیر اندکی بر عملکرد گیاه زراعی دارند. با این حال، این علف‌های هرز بذرهای زنده‌ای تولید می‌کنند که وارد خاک شده و در موفقیت علف‌های هرز مشارکت دارند (۱۳). بانک بذر، منبع اصلی علف‌های هرز یک‌ساله در اکثر بوم نظام‌های تولید زراعی است. از نظر تئوری، تخلیه بانک بذر علف‌های هرز از طریق ممانعت از تولید بذر و یا توسط مدیریتی که یک محیط مطلوب برای جوانه‌زنی فراهم آورد، امکان‌پذیر خواهد بود. با این حال، در عمل مدیریت بانک بذر به دلیل دشواری‌های ممانعت از تولید و ورود بذر علف‌های هرز، تداوم بانک بذر به دلیل خواب[3] و پتانسیل بالای تولید بذر بسیاری از گونه‌های هرز پیچیده است (۷). از این‌رو، پذیرش بانک بذر علف‌های هرز به عنوان جزئی از نظام‌های تولید کشاورزی و تلاش برای درک و پیش‌بینی رفتار علف‌های هرز و ابداع نظام‌های مدیریتی برای به حداقل رساندن اثرات آن‌ها ممکن است نسبت به تخلیه بانک بذر علف‌های هرز واقع‌گرایانه‌تر باشد.

درک بهتری از عوامل موثر بر جوانه‌زنی بذر علف‌های هرز، توسعه روش‌های مدیریت زراعی از طریق ممانعت از جوانه‌زنی و یا ترغیب جوانه‌زنی در زمانی‌که گیاهچه‌ها به آسانی قابل کنترل هستند، را تسهیل می‌سازد. جوانه‌زنی بذر علف‌های هرز به‌طور معمول توسط عواملی مانند دما، قرارگیری در معرض نور، رطوبت خاک، عمق دفن شدن به واسطه عملیات خاکورزی، استفاده از مالچ‌ها و یا آتش برای پاک‌سازی زمین تحت تأثیر قرار می‌گیرد (۹). برای مثال، نور یک جنبه مهم اکولوژیک از جوانه‌زنی بذر است و نیاز به نور برای جوانه‌زنی به این معناست که تنها بذرهای واقع در سطح خاک یا نزدیک به سطح قادر به جوانه‌زنی هستند (۷).

۱- دانشجوی دکتری زراعت دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان
(*- نویسنده مسئول: Email: derakhshan.abo@gmail.com)
۲- استادیار دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

3 -Dormancy

عروسک پشت پرده (*Physalis angulata* L.) علف‌هرزی یکساله و بومی آمریکا می‌باشد که به سایر نقاط دنیا پراکنده شده است (۲۴ و ۲۶). این گونه متعلق به خانواده سیب‌زمینی[1] بوده، در خاک‌های مرطوب و حاصلخیز بهترین رشد را دارد و نسبت به سایه جزئی متحمل است (۱۶). عروسک پشت پرده قادر به تحمل خشکی‌های شدید در مراحل اولیه رشد نیست، اما در خاک‌هایی با رطوبت کم خاک زنده مانده و تعداد زیادی بذر تولید می‌کند (۲۶). تولید بذر این گونه در خاک‌های مرطوب و حاصلخیز به حدود ۴۰۰۰ بذر در بوته می‌رسد (۱۶). این گونه به عنوان یکی از علف‌های هرز غالب در کشت مستقیم برنج در استان گلستان گزارش شده است (۸). اطلاعی در مورد تأثیر عوامل محیطی بر جوانه‌زنی بذر این گونه در کشور وجود ندارد. لذا، این مطالعه با هدف تعیین ساز وکار خواب بذر و نیز تأثیر نور، دما و تنش‌های شوری و خشکی بر جوانه‌زنی بذر علف‌هرز عروسک پشت پرده انجام شد.

مواد و روش‌ها

آزمایش طی سال ۱۳۹۰ در آزمایشگاه تکنولوژی بذر دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان انجام شد. میوه‌های رسیده (سته[2]) علف‌هرز عروسک پشت پرده در اواخر شهریور ماه سال ۱۳۹۰ از حاشیه مزارع ذرت، سویا و پنبه شهرستان گرگان جمع‌آوری شد. بذرهای علف‌هرز عروسک پشت پرده از طریق فشردن و شست و شو با آب مقطر از رسیده‌ترین میوه‌ها جدا شد. بذرها پس از خشک شدن در کیسه‌های کاغذی ذخیره و در دمای اتاق نگهداری شدند. آزمایش‌ها بلافاصله پس از جداسازی بذرها از میوه‌ها آغاز شد.

برای آزمون جوانه‌زنی، پنجاه بذر روی کاغذ صافی واتمن شماره یک در پتری‌دیش پلاستیکی ۹ سانتی‌متری قرار گرفت و سپس کاغذهای صافی با ۵ میلی‌لیتر آب مقطر یا سایر محلول‌ها مرطوب شد. برای کاهش تلفات آب از طریق تبخیر، پتری‌دیش‌ها با پارافیلم پوشانده شدند و آبیاری پتری‌دیش‌ها در صورت نیاز انجام شد. تعداد بذرهای جوانه‌زده هر ۱۲ ساعت به مدت ۲۱ روز شمارش شدند (۱۰). بذرهایی که ریشه‌چه آن‌ها به اندازه ۲ میلی‌متر یا بیش‌تر خارج شده بود، جوانه‌زده در نظر گرفته شدند.

بلافاصله پس از جمع‌آوری بذرها، آزمون جوانه‌زنی در دمای متناوب ۳۵/۲۵ درجه سانتی‌گراد در شرایط نور/تاریکی (۱۲ ساعت نور/ ۱۲ ساعت تاریکی) برای تعیین درصد جوانه‌زنی و خواب بذر انجام شد. جوانه‌زنی بذرهای تازه برداشت شده در این شرایط نوری/ دمایی معادل ۲/۵۸ ± ۲۴ درصد بود. از این‌رو، از تیمارهای سرمادهی مرطوب[3] (به مدت ۵، ۱۵ و ۳۰ روز در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد) و غلظت‌های مختلف جیبرلیک اسید (غوطه‌وری بذرها در محلول‌های ۲۵۰، ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ قسمت در میلیون جیبرلیک اسید به مدت ۲۴ ساعت و سپس شست و شو با آب مقطر) برای رفع خواب بذرها استفاده شد.

برای تعیین اثر دما و نور، جوانه‌زنی در اتاقک رشدی با دماهای متناوب (۲۰/۱۰، ۲۵/۱۵، ۳۰/۲۰ و ۳۵/۲۵ درجه سانتی‌گراد) در شرایط نور/ تاریکی (۱۲ ساعت / ۱۲ ساعت) و تاریکی مداوم (۲۴ ساعت) انجام شد. برای جوانه‌زنی در شرایط تاریکی کامل، پتری‌دیش‌ها با دو لایه فویل آلومینیومی پیچیده شدند.

برای تعیین دماهای کاردینال و هم‌چنین تأثیر دوره پس‌رسی[4] (نگهداری بذرها در دمای اتاق با رطوبت نسبی ۵۰ تا ۷۵ درصد) بر جوانه‌زنی، بذرها در انکوباتورهایی با دماهای ثابت ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰، ۳۵، ۳۷/۵، ۴۰ و ۴۲/۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. عکس زمان تا رسیدن جوانه‌زنی تجمعی به ۵۰ درصد به عنوان سرعت جوانه‌زنی در نظر گرفته شد. برای این منظور از معادله غیر خطی ویبول استفاده شد (۱۵).

$$G=0 \quad if \quad t<t_0 \qquad (1)$$

$$G=m\left[1-e^{-\ln(2).\left(\frac{t-t_0}{t_{50}-t_0}\right)^b}\right], \quad if \quad t>t_0$$

که G، جوانه‌زنی تجمعی؛ m، حداکثر درصد جوانه‌زنی؛ t، زمان؛ t_0، زمان بین آغاز انکوباسیون و نخستین جوانه‌زنی؛ t_{50}، زمان تا رسیدن جوانه‌زنی تجمعی به ۵۰ درصد و b، پارامتر شکل این مدل است.

برای تعیین اثر شوری و خشکی بر جوانه‌زنی بذر علف‌هرز عروسک پشت پرده به ترتیب از محلول‌های ۰، ۲۵، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی‌مولار NaCl و محلول‌های اسمزی با غلظت ۰، ۰/۱-، ۰/۲-، ۰/۴-، ۰/۶- و ۰/۸- مگاپاسکال استفاده شد. محلول‌های اسمزی با استفاده از پلی‌اتیلن گلایکول ۸۰۰۰ و بر اساس معادله (۲) تهیه شدند (۱۹).

$$\Psi=1.29[PEG]^2T-140[PEG]^2-4[PEG] \qquad (2)$$

که Ψ، پتانسیل اسمزی مورد نظر؛ T، دما و PEP، مقدار پلی‌اتیلن گلایکول مورد نیاز می‌باشند. آزمایش‌های مربوط به تعیین اثر شوری و خشکی بر جوانه‌زنی، در اتاقک رشدی با دمای متناوب ۳۵/۲۵ درجه سانتی‌گراد و شرایط نور/تاریکی (۱۲ ساعت نور/ ۱۲ ساعت تاریکی) انجام شد.

همه آزمایش ها در قالب طرح کاملاً تصادفی در ۸ تکرار انجام شدند. مقایسه میانگین‌ها به روش LSD محافظت شده و با استفاده از

1- Solanaceae
2 - Berry
3 - Cold stratification
4 - After-ripening

نرم‌افزار SAS (۲۱) انجام شد. از تجزیه رگرسیون برای تعیین دماهای کاردینال و نیز تأثیر تنش شوری و تنش خشکی بر جوانه‌زنی علف‌هرز عروسک پشت پرده استفاده شد. مدل دوتکه‌ای (معادله ۳) برای کمی‌سازی پاسخ سرعت جوانه‌زنی و تعیین دماهای کاردینال مورد استفاده قرار گرفت (۲۳).

$$f(T)=\left(\frac{T-T_b}{T_o-T_b}\right)/D_{min} \quad \text{if} \quad T_b<T<T_o \qquad (۳)$$

$$f(T)=\left(1-\frac{T-T_o}{T_m-T_o}\right)/D_{min} \quad \text{if} \quad T_o\le T<T_m$$

$$f(T)=0 \quad \text{if} \quad T\le T_b \quad \text{or} \quad T\ge T_m$$

که T، دما؛ T_b، دمای پایه؛ T_o، دمای مطلوب؛ T_m، دمای بیشینه و D_{min}، حداقل زمان (ساعت) برای جوانه‌زنی در دمای مطلوب است. از مدل لجستیک سه پارامتره برای توصیف روند تغییرات درصد جوانه‌زنی در مقابل تنش خشکی و شوری استفاده شد (معادله ۴).

$$G=\frac{G_{max}}{\left\{1+\exp\left[-\frac{x-x_{50}}{G_{rate}}\right]\right\}} \qquad (۴)$$

که G، درصد جوانه‌زنی؛ G_{max}، حداکثر درصد جوانه‌زنی؛ x_{50}، پتانسیل اسمزی و یا غلظت NaCl مورد نیاز برای کاهش ۵۰ درصدی حداکثر جوانه‌زنی و G_{rate}، شیب منحنی در نقطه x_{50} را نشان می‌دهد. از مدل هیدروتایم مبتنی بر توزیع تجمعی ویبول (معادله ۵) برای توصیف تنوع نسبی پتانسیل آب پایه و برآورد ثابت هیدروتایم استفاده شد (۱۸).

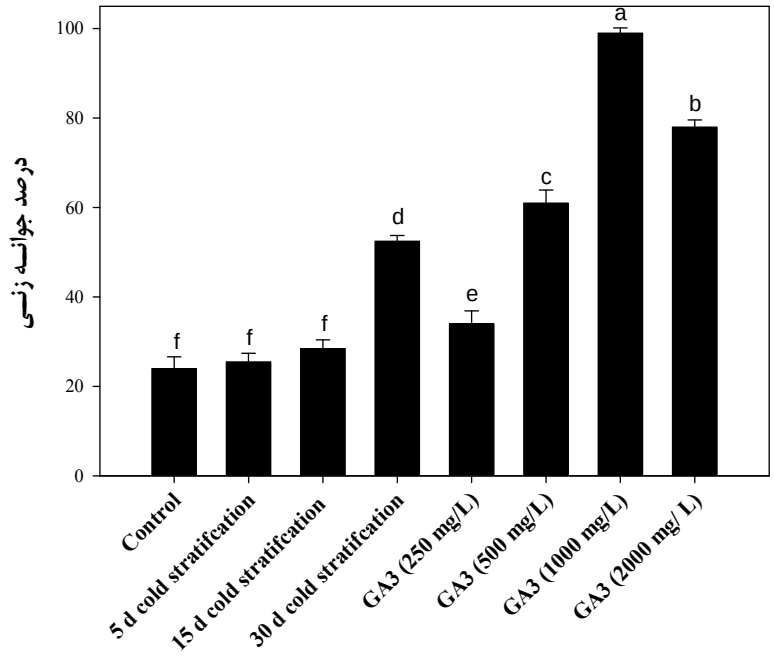
$$g=1-\left[\exp\left(-\left(\frac{\left(\psi-\left(\frac{\theta_H}{r_g}\right)\right)-\mu}{\sigma}\right)^{\lambda}\right)\right] \qquad (۵)$$

که μ، σ و g به ترتیب پارامترهای مکان، مقیاس و کسر جوانه‌زنی می‌باشند. λ، پارامتر شکل است که چولگی و کشیدگی توزیع را تعیین می‌کند. پارامتر مکان (μ) در این مدل، پتانسیل اسمزی که در آن احتمال جوانه‌زنی صفر است ($\Psi_{b(0)}$) را مشخص می‌سازد.

برازش مدل‌ها به استثنای مدل هیدروتایم با استفاده از نرم‌افزار SigmaPlot (۲۲) و تجزیه هیدروتایم با نرم‌افزار SAS و با رویه PROC NLMIXED انجام شد (۲۱).

نتایج و بحث

رفع خواب اولیه بذر: اثر تیمارهای مورد مطالعه برای رفع خواب بذر علف‌هرز عروسک پشت پرده در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود. درصد جوانه‌زنی بذرهای علف‌هرز عروسک پشت پرده پس از قرارگیری در یک محیط سرد و مرطوب به مدت ۵ و ۱۵ روز مشابه با تیمار شاهد بود (شکل ۱). درحالی که، افزایش مدت زمان قرارگیری بذرها در این شرایط به ۳۰ روز منجر به افزایش درصد جوانه‌زنی تا حدود ۵۰ درصد شد (شکل ۱).



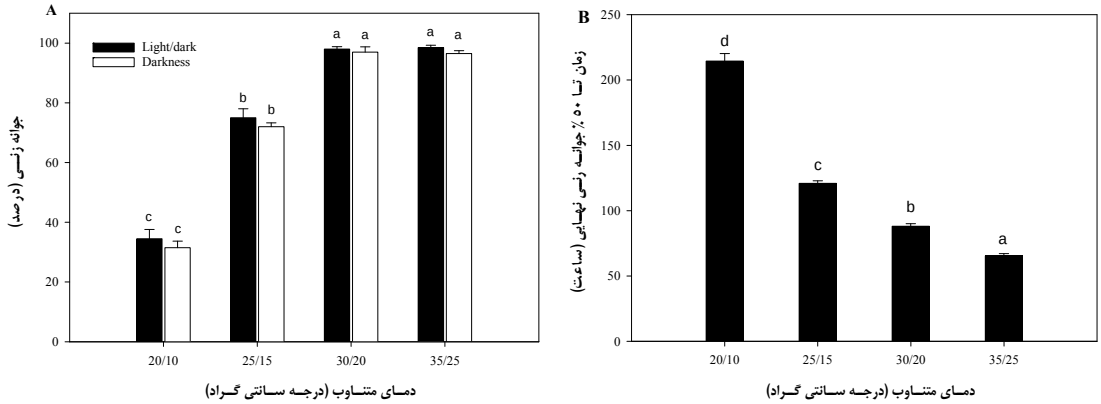
شکل ۱- تأثیر تیمارهای مختلف بر شکستن خواب بذر علف‌هرز عروسک پشت پرده

درصد جوانه‌زنی بذرهای علف‌هرز عروسک پشت پرده با کاربرد هر یک از غلظت‌های جیبرلیک اسید (GA_3) به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از تیمار شاهد بود و پیش‌تیمار بذرها با محلول ۱۰۰۰ میلی‌گرم GA_3 در لیتر (قسمت در میلیون) منجر به رفع ۹۸ درصدی خواب اولیه بذرها شد (شکل ۱). بنابراین، در سایر آزمایش‌ها به استثنای آزمایش تعیین اثر دوره پس‌رسی بر جوانه‌زنی، از این تیمار برای رفع خواب بذرها استفاده شد. غوطه‌ور کردن بذرها در محلول GA_3 پیش از آزمون جوانه‌زنی به‌طور موثری منجر به رفع خواب و افزایش درصد جوانه‌زنی شد. این نتایج مشابه با نتایج گزارش شده برای سایر گونه‌های هرز خانواده سیب‌زمینی از جمله *Solanum tuberosum* (L.) (۲۰)، *S. incanum* (L.) (۱۷)، *S. ptycanthum* Dun. (۲۸)، *S. lycopersicum* (L.) (۱) و *S. rostratum* Dunal. (۲۷) است که پیش غوطه‌وری بذرها در محلول GA_3 به‌طور معنی‌داری درصد جوانه‌زنی را در مقایسه با عدم تیمار یا غوطه‌وری بذرها در آب افزایش داد.

دماهای متناوب و نور: جوانه‌زنی بذر علف‌هرز عروسک پشت پرده با نتایج مشابه در هر دو شرایط نور/تاریکی و تاریکی مداوم تحت تأثیر رژیم نوری قرار نگرفت، اما دمای انکوباسیون به‌طور معنی‌داری جوانه‌زنی آن را تحت تأثیر قرار داد ($p < ۰/۰۱$؛ شکل 2A). بیش‌ترین جوانه‌زنی در دماهای متناوب ۳۰/۲۰ و ۳۵/۲۵ درجه سانتی‌گراد (۹۸ درصد) و کم‌ترین جوانه‌زنی در دمای متناوب ۲۰/۱۰ درجه سانتی‌گراد (۳۴ درصد) مشاهده شد (شکل 2A). هم‌چنین، جوانه‌زنی بذرها در دمای متناوب ۲۵/۱۵ درجه سانتی‌گراد در حدود ۷۳ درصد بود. علاوه بر این، رژیم‌های دمایی مختلف زمان تا رسیدن جوانه‌زنی تجمعی به ۵۰ درصد را به‌طور معنی‌داری ($p< ۰/۰۱$) تحت تأثیر قرار دادند (شکل 2B). حداکثر و حداقل زمان مورد نیاز برای رسیدن جوانه‌زنی تجمعی به ۵۰ درصد مربوط به دماهای متناوب ۲۰/۱۰ (۲۱۴ ساعت) و ۳۵/۲۵ درجه سانتی‌گراد (۶۵ ساعت) بود.

جوانه‌زنی بذر علف‌هرز عروسک پشت پرده حساسیتی به نور نداشت که نشان می‌دهد بذرهای این گونه فتوبلاست نبوده و ممکن است زمانی که بذرها در خاک دفن شده‌اند یا بعد از بسته شدن تاج پوشش گیاهی جوانه بزنند. قرار گرفتن در معرض نور می‌تواند باعث رفع خواب و یا تحریک جوانه‌زنی بسیاری از گونه‌ها به ویژه آن‌هایی که دارای بذرهای ریزی می‌باشند [مانند *Echinochloa colona* (L.) Link. (۶)] ، شود. برخی از گونه‌ها مثل *Cyperus difformis* (L.) نیز برای جوانه‌زنی دارای نیاز مطلق به نور می‌باشند و تنها در حضور نور جوانه می‌زنند (۹). با این حال، برخی گونه‌ها نیز [مانند *Ceratocarpus arenarius* L. (۱۱)] جوانه‌زنی مشابهی در نور و تاریکی دارند. بذرهای علف‌هرز عروسک پشت پرده قادر به جوانه‌زنی در محدوده گسترده‌ای از دماهای متناوب مورد آزمون بودند. با این وجود، بیش‌ترین درصد و سرعت جوانه‌زنی در رژیم‌های دمایی گرمتر مشاهده شد و با کاهش دما، درصد و سرعت جوانه‌زنی کاهش یافت. با در نظر گرفتن متوسط دمای بهار و تابستان استان گلستان، به نظر می‌رسد دما عامل محدودکننده‌ای برای رویش این علف‌هرز در این فصول نباشد.

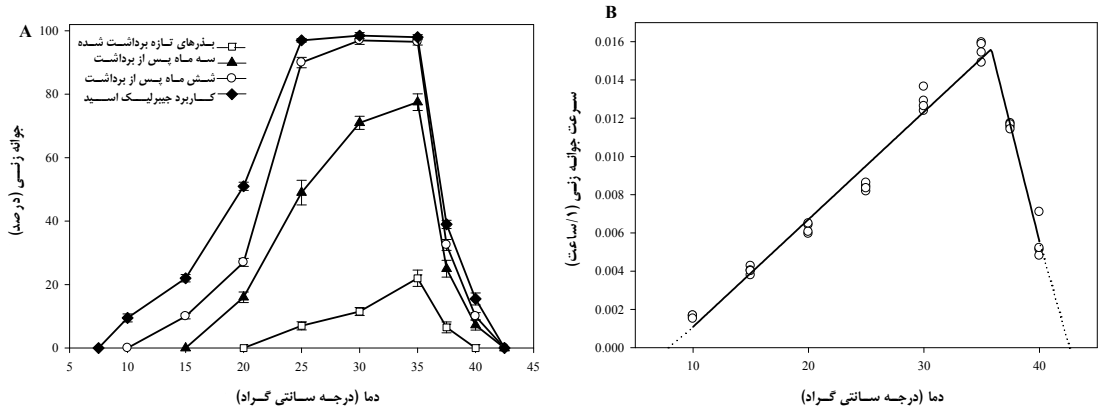
پس‌رسی و دماهای کاردینال: بلافاصله پس از برداشت، حداکثر درصد جوانه‌زنی بذرهای علف‌هرز عروسک پشت پرده به میزان حدود ۲۲ درصد در دمای ۳۵ درجه سانتی‌گراد مشاهده شد (شکل 3A). جوانه‌زنی در دماهای کم‌تر و بیش‌تر از این دما کاهش یافت و در دماهای ۲۰ و ۴۰ درجه سانتی‌گراد به صفر رسید. بذرهای نگهداری شده در انبار ۳ ماه پس از برداشت قادر به جوانه‌زنی در محدوده گسترده‌تری از دماهای ثابت مورد آزمون بودند (شکل 3A).



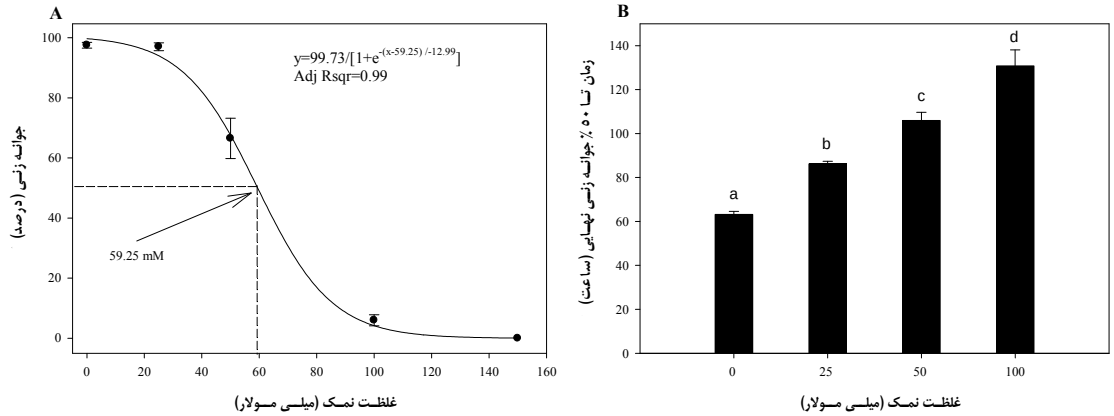
شکل ۲- تأثیر دما و نور بر درصد جوانه‌زنی بذر (A) و زمان تا ۵۰ درصد جوانه‌زنی نهایی (B) علف‌هرز عروسک پشت پرده

به‌طوری‌که، حداکثر درصد جوانه‌زنی در دمای ۳۵ درجه سانتی‌گراد تا ۷۷ درصد افزایش یافت و جوانه‌زنی بذرها در دماهای ۲۰ و ۴۰ درجه سانتی‌گراد به ترتیب به حدود ۱۶ و ۷ درصد رسید (شکل 3A). تأثیر مشابهی با افزایش مدت زمان پس‌رسی به ۶ ماه بر دامنه دمایی جوانه‌زنی بذر علف‌هرز عروسک پشت پرده مشاهده شد. پس از یک دوره پس‌رسی ۶ ماهه، حداکثر درصد جوانه‌زنی بذرها در دماهای ۳۰ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد مشابه با کاربرد تیمار GA_3 بود. با این حال، تیمار GA_3 منجر به دامنه پاسخ گسترده‌تر بذرها به دماهای ثابت مورد آزمون شد (شکل 3A). طی دوره پس‌رسی، دامنه پاسخ بذرها به شرایط محیطی که در آن قادر به جوانه‌زنی هستند، بیش‌تر شده و پاسخ کم‌تری به شرایط بازدارنده جوانه‌زنی خواهند داشت (۳). دامنه پاسخ گسترده‌تر بذرهای علف‌هرز عروسک پشت پرده به دما طی دوره پس‌رسی ممکن است در ارتباط با تغییر غلظت هورمون آبسیزیک اسید (ABA) با گذشت زمان باشد (۱۴).

برای توصیف پاسخ سرعت جوانه‌زنی و تعیین دماهای کاردینال بذرهای تیمار شده با GA_3 از مدل دو تکه‌ای استفاده شد (شکل 3B). بر اساس این مدل، دماهای پایه، مطلوب و بیشینه برای جوانه‌زنی بذر علف‌هرز عروسک پشت پرده به ترتیب معادل ۸/۰۶، ۳۵/۸۳ و ۴۲/۳۰ درجه سانتی‌گراد برآورد شد. هم‌چنین، حداقل زمان (D_{min}) مورد نیاز برای ۵۰ درصد حداکثر جوانه‌زنی در دمای مطلوب معادل ۶۴/۰۵ ساعت به‌دست آمد. جوانه‌زنی به شدت توسط دما کنترل می‌شود (۲). وقتی رطوبت مناسب باشد، سرعت و درصد جوانه‌زنی یک نمونه بذری دارای قابلیت حیات توسط دما کنترل می شود (۳). حتی بذرهای فاقد خواب دارای آستانه‌های دمایی هستند که فراتر از آن جوانه‌زنی متوقف می‌شود. دمای پایه، دمایی است که بستر بذر برای جوانه‌زنی خیلی سرد می‌شود و دمای بیشینه، دمایی است که در آن بستر بذر خیلی گرم شده و جوانه‌زنی متوقف می‌شود.



شکل ۳- دامنه دمایی جوانه‌زنی در طول دوره پس‌رسی و نیز با کاربرد بیرونی جیبرلیک اسید (A) و سرعت جوانه‌زنی پیش‌بینی شده (—) در برابر مشاهده شده (○) علف‌هرز عروسک پشت پرده در پاسخ به دماهای مختلف با استفاده از مدل دوتکه‌ای.



شکل ٤- تأثیر غلظت نمک بر درصد جوانه‌زنی بذر (A) و زمان تا ۵۰ درصد جوانه‌زنی نهایی (B) علف‌هرز عروسک پشت پرده

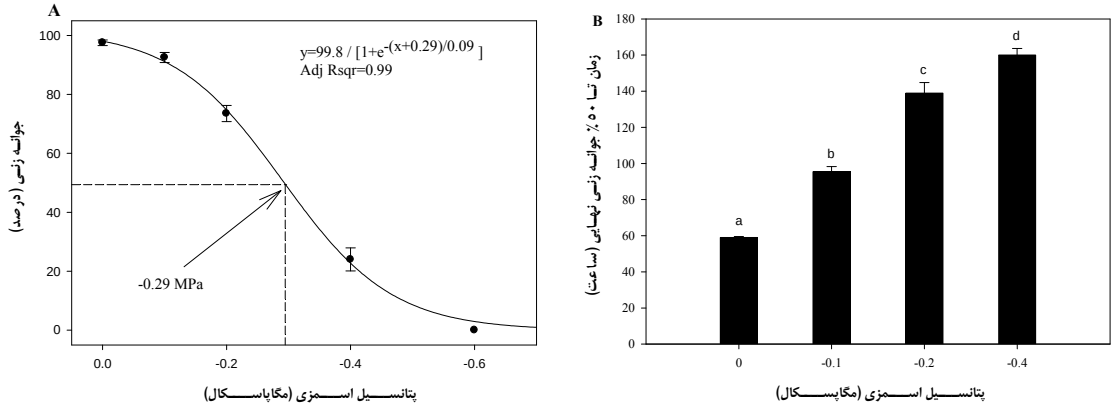
تنش شوری: جوانه‌زنی بذرهای علف‌هرز عروسک پشت پرده با افزایش غلظت NaCl طی یک روند سیگموئیدی کاهش یافت (شکل 4A). با افزایش غلظت NaCl از صفر تا ۵۰ میلی‌مولار، کاهش درصد جوانه‌زنی بذرهای علف‌هرز عروسک پشت پرده در حدود ۳۰ درصد بود. با افزایش بیش‌تر غلظت نمک، درصد جوانه‌زنی با شدت بیش‌تری کاهش یافت و در غلظت ۱۰۰ میلی‌مولار به ۶ درصد رسید (شکل 4A). بر اساس مدل سیگوئیدی سه پارامتره، غلظت NaCl مورد نیاز برای ۵۰ درصد کاهش حداکثر جوانه‌زنی معادل ۵۹/۲۵ میلی‌مولار برآورد شد. علاوه بر این، زمان تا ۵۰ درصد حداکثر جوانه‌زنی به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر غلظت NaCl قرار گرفت ($p < ۰/۰۱$) و از ۶۳/۲۱ ساعت در غلظت صفر میلی‌مولار تا ۱۳۰/۸۱ ساعت در غلظت ۱۰۰ میلی‌مولار افزایش یافت (شکل 4B).

جوانه‌زنی بذر علف‌های هرز تحت تأثیر شوری خاک قرار می‌گیرد. شوری یک مشکل گسترده در کشاورزی است. خاک‌هایی با بیش از ۱۰۰ میلی‌مولار NaCl جزء خاک‌های با درجه شوری بالا در نظر گرفته می‌شوند (۲۵). بین گونه‌های هرز تفاوت‌هایی از نظر توانایی تحمل نمک وجود دارد. برای مثال، محلول ۲۳۰ میلی‌مولار NaCl برای کاهش ۵۰ درصدی حداکثر جوانه‌زنی *Corchorus olitorius* (L.) لازم بود (۵)، در حالیکه، تنها ۵۰ میلی‌مولار محلول نمک توانست منجر به همین میزان کاهش در حداکثر جوانه‌زنی *Leptochloa chinensis* (L.) Nees شود (۴).

تنش خشکی: با کاهش پتانسل اسمزی از صفر تا ۰/۲- مگاپاسکال، جوانه‌زنی بذرهای علف‌هرز عروسک پشت پرده از ۹۷/۵۰ به ۷۳/۵ درصد کاهش یافت و در پتانسل اسمزی ۰/۴- مگاپاسکال به حدود ۲۴ درصد رسید (شکل 5A). بذرهای علف‌هرز عروسک پشت پرده در پتانسل اسمزی ۰/۶- مگاپاسکال قادر به جوانه‌زنی نبودند. پتانسیل اسمزی مورد نیاز برای ۵۰ درصد بازداری از حداکثر جوانه‌زنی معادل ۰/۲۹- مگاپاسکال برآورد شد (شکل 5A). علاوه بر این، کاهش پتانسل اسمزی منجر به افزایش زمان تا ۵۰ درصد حداکثر جوانه‌زنی بذر شد ($p < ۰/۰۱$؛ شکل 5B). به‌طوری‌که، زمان تا ۵۰ درصد حداکثر جوانه‌زنی از حدود ۵۹ ساعت در پتانسل اسمزی صفر مگاپاسکال به حدود ۱۶۰ ساعت در پتانسل اسمزی ۰/۴- مگاپاسکال رسید (شکل 5B).

جذب آب اولین مرحله جوانه‌زنی می‌باشد و جهت فعالیت آنزیم‌ها، تجزیه، انتقال و استفاده از مواد ذخیره‌ای بذر لازم است. بدین جهت، دسترسی به آب کافی برای آبنوشی و توسعه بعدی بذر در حال جوانه‌زنی ضروری می‌باشد. مشابه با تنش شوری، پاسخ گونه‌های هرز به تنش کمبود آب از گونه‌ای به گونه دیگر متفاوت است. جوانه‌زنی گونه‌های *C. olitorius* و *Mimosa invisa* در پتانسیل اسمزی ۰/۹- مگاپاسکال به ۵۰ درصد حداکثر جوانه‌زنی رسید (۷)، درحالیکه، پتانسیل اسمزی معادل ۰/۴۶- مگاپاسکال جوانه‌زنی علف‌هرز *Portulaca oleracea* (L.) را تا این اندازه کاهش داد (۹).

مدل هیدروتایم: مدل هیدروتایم ویبول به داده‌های جوانه‌زنی در پتانسیل‌های آب مختلف برازش داده شد (جدول ۱؛ شکل ۶). بر اساس این مدل، ثابت هیدروتایم برای جوانه‌زنی بذرهای علف‌هرز عروسک پشت پرده در دمای متناوب ۳۵/۲۵ درجه سانتی‌گراد معادل ۲۶/۰۱ مگاپاسکال ساعت و پارامتر μ یا پتانسیل اسمزی که در آن احتمال جوانه‌زنی صفر است ($\psi_{b(0)}$) و جوانه‌زنی از پتانسیل‌های بیش‌تر از آن (مثبت‌تر) آغاز می‌شود، معادل ۱/۴۵- مگاپاسکال برآورد شد (جدول ۱؛ شکل ۶).



شکل ۵- تأثیر پتانسیل اسمزی بر درصد جوانه‌زنی بذر (A) و زمان تا ۵۰ درصد جوانه‌زنی نهایی (B) علف‌هرز عروسک پشت پرده

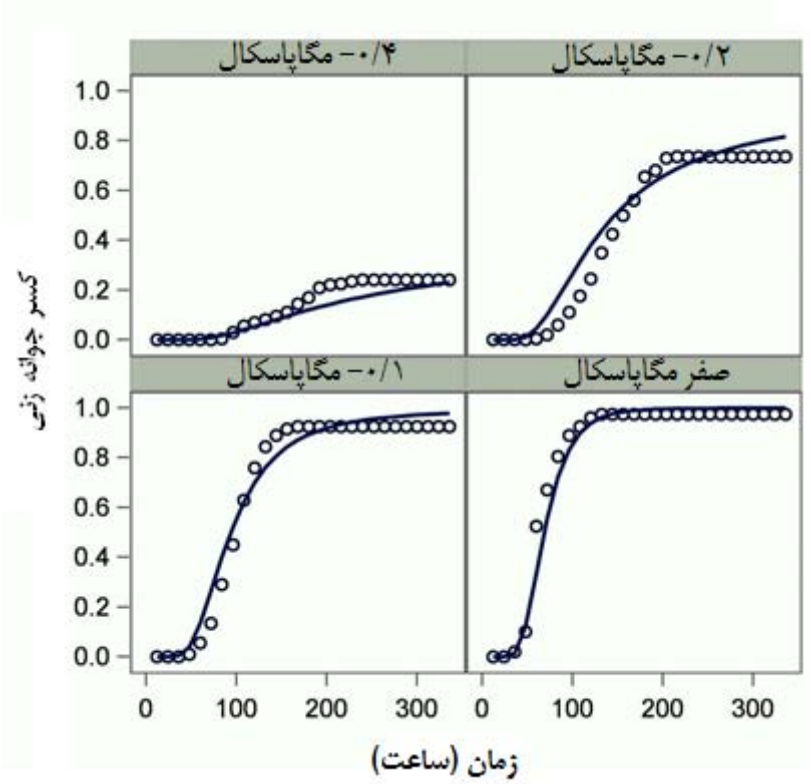
هم‌چنین، پارامتر λ نشان داد که این توزیع دارای چولگی به راست است (۱۸). بر این اساس، پتانسیل آب پایه برای ۵۰ درصد جوانه‌زنی ($\Psi_{b(50)}=\mu+\sigma(\ln(2))^{\frac{1}{\lambda}}$) معادل ۰/۳۲- خواهد بود.

بذرها دارای یک پتانسیل آب پایه (ψ_b) می‌باشند که در پتانسیل‌های پایین‌تر از آن بستر بذر برای جوانه‌زنی خیلی خشک می‌باشد (۱۲). آستانه بیشینه‌ای برای پتانسیل آب بستر بذر وجود ندارد، زیرا بستر بذری با پتانسیل آب به تقریب معادل صفر مگاپاسکال با فرض مناسب بودن تهویه، شرایط بهینه‌ای برای جوانه‌زنی بذر فراهم می‌آورد. تجزیه هیدروتایم یک روش تجربی است، اما پارامترهای آن دارای مفهوم فیزیولوژیکی و اکولوژیکی می‌باشند و شاخص‌های مفیدی در ارتباط با کیفیت بذر از جمله تحمل خشکی ($\Psi_{b(50)}$)، سرعت (θ_H) و یکنواختی (σ) جوانه‌زنی در اختیار قرار می‌دهد (۳). از اینرو، این مدل‌ها به‌ویژه می‌توانند برای مقایسه و تقسیم‌بندی گونه‌های هرز از نظر تحمل خشکی مورد استفاده قرار گیرند.

در مجموع، بذرهای علف‌هرز پشت پرده پس از برداشت سطح پایینی از خواب اولیه را نشان دادند. در بسیاری از گونه‌ها، تعادل بین مقدار GA_3 و ABA پس از برداشت تعیین کننده وجود یا عدم وجود خواب بذر است (۱۲). تیمار GA_3 باعث رفع کامل خواب بذر این گونه شد. دلیل خواب بذر این علف‌هرز و رفع آن با گذشت زمان به‌طور محتمل می‌تواند در ارتباط با تعادل بین هورمون‌های مذکور باشد. علاوه بر این، با توجه به رفع کامل خواب بذرهای این گونه علف‌هرز با قرارگیری در معرض محلول GA_3 می‌توان اظهار داشت که احتمالاً خواب آن از نوع فیزیولوژیک است. البته لازم به ذکر است که در شرایط طبیعی بذرهای علف‌هرز عروسک پشت پرده به دلیل محصور بودن درون سته، علاوه بر این نوع خواب، دارای خواب فیزیکی نیز می‌باشند.

جدول ۱- پارامترهای برآورد شده و مشخصات توزیع ویبول مورد استفاده در مدل‌سازی هیدروتایم جوانه‌زنی بذر علف‌هرز عروسک پشت پرده

ثابت هیدروتایم (θ_H)	پارامترهای توزیع			ویژگی‌های توزیع			RMSE
	مکان (μ)	مقیاس (σ)	شکل (λ)	میانگین	میانه	مد	
۲۶/۰۱ ± ۰/۸۹	-۱/۴۵ ± ۰/۷۲	۱/۱۲ ± ۰/۷۲	۱۰/۰۳ ± ۶/۸۷	-۱/۳۵ ±۰/۷۱	-۰/۳۸ ±۰/۰۱	-۰/۹۳۵±۰/۰۱	۰/۰۵۳۶



شکل ٦- مدل هیدروتایم ویبول برازش داده شده به جوانه‌زنی تجمعی علف‌هرز عروسک پشت پرده در پتانسیل‌های آب مختلف

رژیم‌های دمایی متناوب گرمتر شرایط مناسب‌تری نسبت به دماهای خنک‌تر برای جوانه‌زنی علف‌هرز عروسک پشت پرده فراهم آورد. به‌طور مشابه با آزمون تأثیر دما و نور بر جوانه‌زنی، حداکثر سرعت جوانه‌زنی بذر علف‌هرز عروسک پشت پرده در دمای ثابت ۳۵ درجه سانتی‌گراد مشاهده و بر این اساس دمای مطلوب جوانه‌زنی آن معادل ۳۵/۸۳ درجه سانتی‌گراد برآورد شد. بنابراین، احتمال رویش این علف‌هرز بسته به وضعیت رطوبتی خاک با نزدیک شدن به روزهای گرم تابستان افزایش خواهد یافت. این گونه فتوبلاست نبوده و جوانه‌زنی مشابهی در شرایط نور/تاریکی و تاریکی مداوم دارد. عدم پاسخ جوانه‌زنی به نور به این معناست که این بذرهای این گونه در زیر بقایای گیاهی و حتی پس از بسته شدن تاج پوشش گیاهی قادر به جوانه‌زنی می‌باشند. جوانه‌زنی بذرهای علف‌هرز عروسک پشت پرده آستانه تحمل پایینی به تنش‌های شوری و کمبود آب نشان دادند. از اینرو، این گونه تنها در مناطقی که شوری خاک پایین بوده و رطوبت کافی در دسترس باشد، قابلیت رویش و تهاجم دارد.

منابع

1- Balaguera-Lopez H.E., Cardenas-Hernandez J.F., and Alvarez-Herrera, J.G. 2009. Effect of gibberellic acid (GA_3) on seed germination and growth of tomato (*Solanum lycopersicum* L.). ISHS Acta Horticulturae, 821: 141–148.
2- Bewley J.D., and Black, M. 1994. Seeds: Physiology of Development and Germination. New York: Plenum Press.
3- Bradford K.J. 2002. Applications of hydrothermal time to quantifying and modeling seed germination and dormancy. Weed Science, 50: 248–260.
4- Chauhan B.S., and Johnson D.E. 2008a. Germination ecology of Chinese sprangletop (*Leptochloa chinensis*) in the Philippines. Weed Science, 56: 820–825.
5- Chauhan B.S., and Johnson D.E. 2008b. Seed germination and seedling emergence of nalta jute (*Corchorus olitorius*) and redweed (*Melochia concatenata*): Important broadleaf weeds of the tropics. Weed Science, 56: 814–819.
6- Chauhan B.S., and Johnson D.E. 2009. Seed germination ecology of Junglerice (*Echinochloa colona*): A major weed of rice. Weed Science, 57: 235-240.
7- Chauhan B.S., and Johnson D.E. 2010. The role of seed ecology in improving weed management strategies in the tropics. Advances in Agronomy, 105: 221–262.
8- Derakhshan A. 2013. Integrated weed management in direct-seeded rice. M.Sc. Tehsis, Gorgan University of Agriculture Sciences and Natural Resources. 67 p. (In Persian with English Summary).
9- Derakhshan A., and Gherekhloo J. 2013. Factors affecting *Cyperus difformis* seed germination and seedling emergence. Planta Daninha, 31: 823-932.
10- Derakhshan, A., Gherekhloo, J., Ribas, A.V., and Rafael, D.P. 2014. Quantitative description of the germination of Littleseed Canarygrass (*Phalaris minor*) in response to temperature. Weed Science, 62:250-257
11- Ebrahimi E., and Eslami V. 2011. Effect of environmental factors on seed germination and seedling emergence of invasive *Ceratocarpus arenarius*. Weed Research, 52: 50-59.
12- Finch-Savage W.E., and Leubner-Metzger G. 2006. Seed dormancy and the control of germination. New Phytologist, 171: 501–523
13- Gallandt, E.R. 2006. How can we target the weed seedbank? Weed Science, 54: 588–596.
14- Grappin P., Bouinot D., Sotta B., Miginiac E., and Jullien M. 2000. Control of seed dormancy in *Nicotiana plumbaginifolia*: Post-imbibition abscisic acid synthesis imposes dormancy maintenance. Planta, 210:279–285.
15- Guillemin J.P., Gardarin A., Granger S., Reibel C., Munier-Jolain N., and Colbach N. 2012. Assessing potential germination period of weeds with base temperatures and base water potentials. Weed Research, 53: 76-87.
16- Holm L.G., Plucknett D.L., Pancho J.V., and Herberger J.P. 1991. The World's Worst Weeds: Distribution and Biology. Malabar, FL: The University Press of Hawaii. 609 p.
17- Joshua A. 1978. Seed germination of *Solanum incanum*: an example of germination problems of tropical vegetable crops. ISHS Acta Horticulturae, 83:155–162.
18- Mesgaran M.B., Mashhadi H.R., Alizadeh H., Hunt J., Young K.R., and Cousens R.D. 2013. Importance of distribution function selection for hydrothermal time models of seed germination. Weed Research, 53: 89-101.
19- Michel B.E. 1983. Evaluation of the water potentials of solutions of polyethylene glycol 8000 both in the absence and presence of other solutes. Plant Physiology, 72: 66–70.
20- Pauline B., and Dionne L.A. 1961. Use of gibberellin to hasten germination of *Solanum* seed. Nature, 189:327–328.
21- SAS Institute, 1989. In: SAS/STAT User's Guide, Version 6. 4th ed. SAS Inst., Inc., Cary, NC.
22- SigmaPlot 8.0 software, Sigma Plot 2002 for Windows Version 8.0, SPSS Inc., 233 South Wacker Drive, 11th Floor, Chicago, IL 60606-6307.

23- 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. Agriculture and Forest Meteorology, 138: 156–167.
24- Sultana, N., Hassan, M.A., Begum, M., and sultana, M. 2008. *Physalis angulata* L. (solanaceae) - a new angiospermic record for Bangladesh. Bangladesh Journal of Botany, 37: 195-198.
25- Tanji K.K., and Kielen N.C. 2002. Agricultural Drainage Water Management in Arid and Semi-Arid Areas. FAO Irrigation and Drainage. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. Available at Web site ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/ 005/y4263e/y4263e11.pdf. (Verified 1 September 2013).
26- Travlos I.S. 2012. Invasiveness of cut-leaf ground-cherry (*Physalis angulata* L.) populations and impact of soil water and nutrient availability. Chilean journal of agricultural research, 72: 358-363.
27- Wei S.H., Zhang C.X., Chen X.Z., Li X.J. Sui B.F., Huang H.J., Cui H.L., Liu Y., Meng Z., and Guo F. 2010. Rapid and effective methods for breaking seed dormancy in buffalobur (*Solanum rostratum*). Weed Science, 58: 141-146.
28- Zhou J., Deckard E.L., and Messersmith C.G. 2005. Factors affecting eastern black nightshade (*Solanum ptycanthum*) seed germination. Weed Science, 53: 651–656.