بررسی واکنش سرعت جوانه زنی مرزه به تنش اسمزی با مدل هیدروتایم

عاطفه صبوری*[۱] و زهرا علوی[۱]
[۱*] گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان، رشت، ایران
*نویسنده مسئول: a.sabouri@guilan.ac.ir

چکیده

پتانسیل آب یک عامل کلیدی در کنترل جوانه زنی است و مدل ریاضی هیدروتایم می‌تواند پاسخ جوانه زنی بذر به پتانسیل آب را کمّی کند. در این راستا به منظور بررسی واکنش سرعت جوانه زنی مرزه نسبت به تنش اسمزی، آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی با هفت سطح پتانسیل اسمزی (شاهد، ۰/۲-، ۰/۴-، ۰/۶-، ۰/۸-، ۱- و ۱/۲- مگاپاسکال بر اساس غلظت-های مختلف مانیتول) و چهار تکرار انجام شد. مدل هیدروتایم داده‌ها بر اساس سه مدل ریاضی بر مبنای توزیع نرمال، توزیع گامبل و توزیع ویبول بررسی شد. نتایج نشان داد پارامترهای برآورد شده بر اساس توزیع گامبل از توجیه و اعتبار بیشتری برخوردارند. بر اساس توزیع گامبل، ضریب هیدروتایم (θH) ۵۸/۶۸ مگاپاسکال در ساعت، پتانسیل پایه برای ۵۰ درصد جوانه-زنی ($\psi b(50)$) که تحمل به شرایط تنش را نشان می‌دهد، ۰/۷۹- مگاپاسکال و انحراف معیار توزیع پتانسیل پایه در جمعیت ($\sigma\psi b$) ۰/۶۵ مگاپاسکال بدست آمد. همچنین ضریب تبیین مدل بر اساس توزیع گامبل، ۰/۹۱ بدست آمد که قدرت بالای مدل را در پیش‌بینی درصد جوانه زنی و برآورد پارامترهای جوانه‌زنی در مرزه نشان می‌دهد.

کلمات کلیدی: توزیع نرمال، توزیع گامبل، توزیع ویبول، مانیتول.

مقدمه

مرزه با نام علمی (*Satureja hortensis* L.) و نام انگلیسی Summer Savory از خانواده نعنائیان است. اسانس این گیاه در برگ‌ها و اندام‌های هوایی آن متمرکز است و میزان آن با توجه به شرایط اقلیمی متفاوت است. اما به طور معمول میزان اسانس بین ۱ تا ۲ درصد و دارای ترکیبات مختلفی است که مهم‌ترین آنها شامل کارواکرول ۳۰ تا ۴۰ درصد، سیمول ۲۰ تا ۳۰ درصد، و ترکیبات فنولی و قندی و تعدادی اسید آلی است. اسانس مرزه در صنایع غذایی کاربرد دارد (امیدبیگی، ۱۳۹۳).

جوانه‌زنی و سبز شدن بذر یکی از مراحل حیاتی و تعیین‌کننده در طول دوره رشد گونه‌های گیاهی است زیرا که تضمین‌کننده استقرار موفق گیاه و عملکرد نهایی آن است (Fowler *et al*., 1979). تنش آب مهم‌ترین عامل ناتوانی بذور برای جوانه‌زنی می‌باشد زیرا این تنش سرعت و درصد جوانه‌زنی را کاهش داده و در نهایت استقرار گیاهچه را به تاخیر می‌اندازد. از طرفی کاهش پتانسیل اسمزی و ماتریک باعث کاهش دسترسی بذر به آب می‌شود. بنابراین پتانسیل آب محیط، تأثیر مستقیمی بر جذب آب و جوانه‌زنی بذور دارد (رحیمیان و همکاران، ۱۳۷۰).

مدل ریاضی هیدروتایم (زمان-رطوبتی) این امکان را فراهم می‌سازد که بتوان پاسخ جوانه زنی بذر را به پتانسیل آب خاک، کمی‌سازی نمود. پژوهش های متعددی در زمینه استفاده از مدل های هیدروتایم در بررسی جوانه زنی گیاهان مختلف انجام شده است (عالیمقام و قادری فر، ۱۳۹۳؛ درخشان و همکاران، ۱۳۹۳؛ Mesgaran *et al*., 2013).. تحقیق حاضر با هدف بررسی سرعت جوانه زنی بذر مرزه در سطوح پتانسیل مختلف بر اساس مدل هیدروتایم بر پایه سه توزیع نرمال، گامبل و ویبول طراحی شد.

مواد و روش‌ها

برای بررسی اثر تنش خشکی بر جوانه زنی و رشد اولیه گیاهچه مرزه، آزمایشی دانشکده کشاورزی در دانشگاه گیلان انجام شد. این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل هفت سطح پتانسیل اسمزی (شاهد، ۰/۲-، ۰/۴-، ۰/۶-، ۰/۸-، ۱- و ۱/۲- مگاپاسکال بر اساس غلظت‌های مختلف مانیتول) بودند. برای هر پتری

IrHC2019

دیش به عنوان یک واحد آزمایشی ۵۰ عدد بذر درنظر گرفته شد و در چهار تکرار برای هر یک از هفت سطح پتانسیل اسمزی مورد بررسی قرار گرفت. برای تهیه سطوح اسمزی از مانیتول با مقادیر معین در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد استفاده شد. برای انجام آزمون استاندارد جوانه‌زنی، شمارش تعداد بذرهای جوانه‌زده به صورت روزانه در ساعت مشخص تعداد بذرهایی که ریشه‌چه‌ی آن‌ها قابل رویت بود (۲میلیمتر) به عنوان بذرهای جوانه‌زده شمارش و ثبت شد (Willenborg *et al.*, 2005) و تا زمان تثبیت تعداد حداکثر بذور جوانه زده، ادامه یافت.

پس از ثبت داده‌ها و محاسبه درصد جوانه‌زنی تجمعی، از سه مدل ریاضی هیدروتایم مختلف بر مبنای توزیع نرمال، توزیع گامبل و توزیع ویبول برای توصیف سرعت جوانه‌زنی استفاده شد (عالیمقام و قادری فر، ۱۳۹۳؛ درخشان و همکاران، ۱۳۹۳؛ Mesgaran *et al.*, 2013). در این توزیع‌ها، θH ضریب هیدروتایم بر حسب مگاپاسکال ساعت، ψ پتانسیل واقعی بذر، ψb(g) پتانسیل آب پایه یا آستانه برای صدک g جوانه‌زنی بر حسب مگاپاسکال، و tg زمان جوانه زنی g درصد از بذور بر حسب ساعت است. برای انجام تجزیه های آماری و برآورد پارامترهای مدل، از نرم افزار SAS ۹/۱ و رویه PROC NLIN استفاده شد.

نتایج و بحث

در بررسی حاضر از سه توزیع ریاضی مختلف برای مدل هیدروتایم استفاده شد و نتایج برآورد پارامترها در جدول ۱ نشان داده شده است. به منظور مقایسه توزیع‌ها سه شاخص ریشه میانگین مربعات خطا (RMSE)، ضریب تبیین تصحیح شده (R^2adj) و شاخص آکائیک (AICc) محاسبه شد. همانطور که مشاهده می‌شود توزیع گامبل با اختلاف معنی‌داری از دو مدل نرمال و ویبول، نشان داد که از قدرت و دقت بالاتری در برآورد پارامترهای جوانه‌زنی مرزه برخوردار است. این توزیع کمترین ریشه میانگین مربعات خطا (RMSE)، بالاترین ضریب تبیین تصحیح شده (R^2adj) و منفی‌ترین شاخص آکائیک (AICc) را به خود اختصاص داد. در مطالعه درخشان و همکاران (۱۳۹۳) نشان داده شده توزیع ویبول، نسبت به توزیع نرمال و گامبل از انعطاف‌پذیری بیشتری در برآورد و پیش‌بینی پارامترها برخوردار است. همچنین در مطالعات دیگر نیز نشان داده شد که لزوماً یک توزیع خاص نمی‌تواند مناسب‌ترین تابع در توصیف مدل‌های هیدروتایم باشد (Mesgaran *et al.*, 2013).

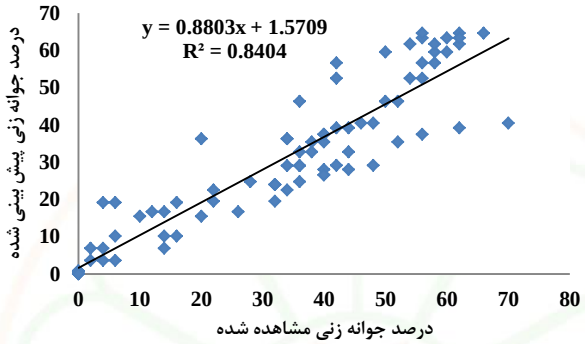
بر اساس این توزیع در مرزه، ضریب هیدروتایم (θH) ۵۸/۶۸ مگاپاسکال ساعت برآورد شد. این پارامتر همان سرعت ذاتی جوانه‌زنی است و هر چقدر مقدار آن کوچکتر باشد سرعت بیشتر جوانه‌زنی را نشان می‌دهد. عالیمقام و قادری‌فر (۱۳۹۳) با استفاده از مدل هیدورتایم بر مبنای توزیع نرمال، ضریب هیدروتایم را برای سه گیاه شاه‌افسر، چاودار و گندم بترتیب ۱۲/۲۵، ۶۸/۹۶ و ۶۱/۷ مگا پاسکال ساعت برآورد کردند. آنها اظهار داشتند کوچک بودن مقدار عددی ضریب هیدروتایم در گیاه شاه‌افسر نشان می‌دهد که در شرایط یکسان این گیاه می‌تواند با سرعت بالاتری جوانه بزند. ضریب هیدروتایم برای مرزه در پژوهش حاضر کمتر از چاودار و گندم برآورد شد. پارامتر ψb (50) برای بذور مرزه بر اساس توزیع گامبل ۰/۷۹۶- مگاپاسکال برآورد شد. این پارامتر نشان می‌دهد که در پتانسیل کمتر از این مقدار، برای بذور مورد بررسی، درصد جوانه‌زنی به طور حتم کمتر از ۵۰ درصد خواهد بود. لذا هرچقدر این مقدار منفی‌تر باشد، بیانگر توانایی بیشتر برای مقاومت مرحله جوانه-زنی در مقابل خشکی می‌باشد (عالیمقام و قادری‌فر، ۱۳۹۳). درخشان و همکاران (۱۳۹۳) با مدل هیدروتایم بر مبنای توزیع ویبول، پتانسیل آب آستانه را برای شروع جوانه زنی بذر فالاریس، ۱/۵۲- مگاپاسکال، بذر تاج خروس ریشه قرمز، ۰/۸۶- مگاپاسکال و برای تاج خروس خوابیده ۱/۰۷- مگاپاسکال برآورد کردند. همچنین عالیمقام و قادری‌فر (۱۳۹۳) با استفاده از مدل هیدورتایم بر مبنای توزیع نرمال، پارامتر ψb(50) را برای سه گیاه شاه‌افسر، چاودار و گندم بترتیب ۰/۴۷-، ۱/۸۶- و ۱/۸۵- مگاپاسکال برآورد کردند که در مقایسه با پژوهش حاضر انتظار می‌رود گیاه شاه‌افسر در شرایط کاملاً یکسان، از نظر مقامت به خشکی کم‌تحمل‌تر از مرزه، چاودار و گندم باشد. همچنین در تحقیق حاضر، یکنواختی جوانه‌زنی یا پارامتر σ_{ψ_b} برای مرزه، ۰/۶۵ برآورد شد. که هرچقدر مقدار عددی آن کوچکتر باشد، نشاندهنده یکنواختی بیشتر جوانه‌زنی است.

IrHC2019

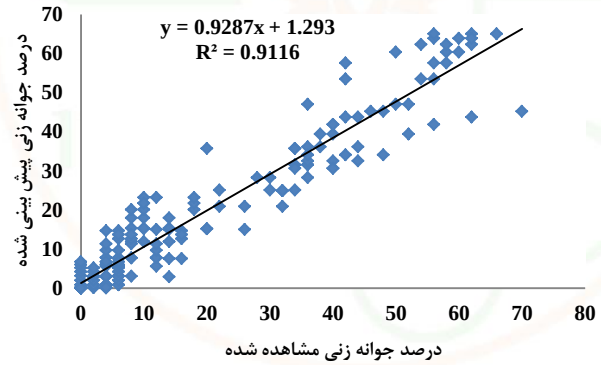
جدول۱- پارامترهای برآورد شده مدل هیدروتایم با استفاده از سه توزیع مختلف در مرزه

توزیع مدل هیدروتایم	$\theta H \pm SE$ (MPa h)	$\sigma_{\psi b} \pm SE$ (MPa)	$\Psi b_{(50)} \pm SE$ (MPa)	lambda	RMSE	$adjR^2$	AICc
نرمال	48.567	0.649	-0.446	-	0.263	0.843	-481.509
گامبل	58.685	0.654	-0.796	-	0.058	0.911	-1011.791
ویبول	52.044	1.126	-1.095	0.522	0.064	0.801	-363.335

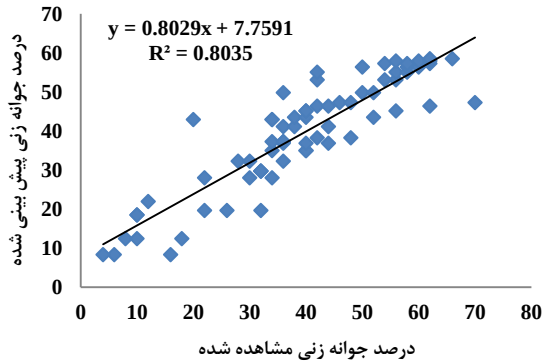
از آنجایی‌که مدل هیدروتایم قادر است درصد جوانه‌زنی را در پتانسیل‌های مختلف پیش‌بینی نماید، لذا از هر سه توزیع برای پیش‌بینی استفاده شد و نتایج در شکل ۱، ۲ و ۳ قابل مشاهده است. همانگونه که انتظار می‌رود پیش‌بینی درصد جوانه-زنی با استفاده از توزیع گامبل از بالاترین ضریب تبیین و در حقیقت بیشترین دقت برخوردار بوده است.



شکل ۱- درصد جوانه زنی مشاهده شده در مقابل درصد جوانه زنی پیش بینی شده با مدل هیدروتایم بر اساس توزیع نرمال



شکل ۲- درصد جوانه زنی مشاهده شده در مقابل درصد جوانه زنی پیش بینی شده با مدل هیدروتایم بر اساس توزیع گامبل



شکل ۳- درصد جوانه زنی مشاهده شده در مقابل درصد جوانه زنی پیش بینی شده با مدل هیدروتایم بر اساس توزیع ویبول

IrHC2019

بررسی خصوصیات جوانه‌زنی با توجه به اینکه اولین و مهمترین مرحله استقرار گیاه است بسیار حائز اهمیت است و از آنجایی‌که توانایی گیاهان و حتی گونه‌ها و ارقام مختلف یک گیاه در برابر تنش اسمزی متفاوت است لذا مدل هیدروتایم می‌تواند با تعیین شاخص‌های مهم کیفیت بذر در ارتباط با میزان تحمل به خشکی، سرعت و یکنواختی بذر بسیار مفید باشد. نتایج تحقیق حاضر نشان داد مدل هیدروتایم بر مبنای توزیع گامبل نسبت به توزیع نرمال و ویبول از قدرت بالاتری برخوردار است و بر اساس این توزیع می‌توان ضمن برآورد شاخص‌های جوانه‌زنی، درصد جوانه‌زنی را در مرزه با دقت بالایی (۹۱٪) پیش‌بینی نمود.

منابع

امید بیگی، ر. ۱۳۹۳. رهیافت‌های تولید و فراوری گیاهان دارویی. جلد سوم، چاپ هفتم. انتشارات استان قدس رضوی.

درخشان، ا.، اکبری، ح و قرخلو، ج. ۱۳۹۳. مدل‌سازی هیدروتایم جوانه‌زنی بذر علف‌های هرز فلاریس (*Phalaris minor*)، تاج خروس ریشه قرمز (*Amaranthus retroflexus*) و تاج خروس خوابیده (*Amaranthus blitoides*). علوم و تحقیقات بذر ایران. ۱(۱): ۹۷-۸۳.

رحیمیان مشهدی، ح، باقری، ع و پاریاب، ا. ۱۳۷۰. اثر پتانسیل‌های مختلف حاصل از پلی اتیلن گلایکول و کلرورسدیم توام با درجه حرارت بر جوانه‌زنی در توده‌های گندم دیم. علوم و صنایع کشاورزی، ۵: ۳۶-۴۵.

عالیمقام، س.م و قادری فر، ف. ۱۳۹۳. مدل هیدروتایم: معرفی و کاربرد آن در تحقیقات بذر. تنش‌های محیطی در علوم زراعی. ۷(۱): ۵۲-۴۱.

Fowler, D.B., and Gusta, L.V. 1979. Selection for winter hardiness in wheat I. Identification of genotypic variability. Crop Sciences. 19: 769-772.

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.

Willenborg, C.J., Wildeman, J.C., Miller, A.K., Rossnagel, B.G., and Shirtliffe, S.J. 2005. Oat germination characteristics differ among genotypes, seed size and osmotic potentials. Crop Science, 45: 2023-2029.

Evaluation of Germination Rate Response of Savory to Osmotic Stress by Hydrotime Model

Atefeh Sabouri[1]* and Zahra Alavi[1]
1: Department of Plant Production and Genetics, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran.
Corresponding author: a.sabouri@guilan.ac.ir

Abstract

Water potential is one key factor in germination control and hydrotime mathematic model can quantity germination response to water potential. In this regard, in order to investigate of germination rate response of savory to osmotic stress, one experiment was conducted as completely randomized design with seven osmotic potential levels (control, -0.2, -0.4, -0.6, -0.8, -1 and -1.2 MPa, based on different concentrations of mannitol) and four replications. Hydrotime model was studied based on three mathematical distributions Normal, Gumbel and Weibull. The results showed estimated statistics based on Gumbel are more valid and more reliable. According to Gumbel distribution, hydrotime constant (θH), base water potential for 50% germination (ψb(50)) that shows tolerance to stress condition, and standard deviation for base potential distribution were estimated 58.68 MPa hour, -0.79 MPa and 0.65 MPa respectively. Aslo, coefficient determination of based on Gumbel distribution was estimated 0.91 which shows the high power of the model in predicting the percentage of germination and estimating of germination parameters in the savory.

***Keywords*:** Normal distribution, Gumbel distribution, Weibull distribution, Mannitol