



## The Effect of Green Synthesis of Chitosan with Oat Extract on the Germination of Pigweed (*Amaranthus retroflexus*)

Ali Ebadi<sup>1\*</sup>, Fatemeh Ahmadnia<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Professor, Plant Physiology, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture and natural resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran, Email: [Ebadi@uma.ac.ir](mailto:Ebadi@uma.ac.ir)

<sup>2</sup> Ph.D student, Plant Physiology, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture and natural resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran, Email: [F.ahmadnia@uma.ac.ir](mailto:F.ahmadnia@uma.ac.ir)

### Article Info

**Article type:**  
Research Full Paper

**Article history:**  
Received: 2023/7/4  
Revised: 2024/1/6  
Accepted: 2024/2/9

**Keywords:**  
Allelopathy  
Cover crops  
Nanoparticles  
Release  
Weeds

### ABSTRACT

Oats (*Avena sativa* L.) possess allelopathic properties and can serve as effective cover crops to inhibit weed growth. This study aimed to investigate the effect of the aqueous extract and formulated extract of oats with chitosan nanoparticles on the germination of red root pigweed (*Amaranthus retroflexus*) in the year 2021. The experiment was designed using a factorial based on a completely randomized design, with three repetitions. The experimental treatments included the type of extract (aqueous extract of oats and formulated extract of oats with chitosan nanoparticles) and six control concentrations (distilled water and chitosan without plant extract), 10, 50, 100, 150, and 200 g/L. The results of the study demonstrated that the interaction between the type of extract and different concentrations significantly affected the evaluated traits at the probability level of 1%. The percentage of germination in the aqueous extract of oats and its formulated extract with chitosan nanoparticles in concentrations of 100, 150, and 200 were zero, 16.66, 15.33, and 5.33%, respectively. Also, increasing the concentration of the extract formulated with chitosan caused a decrease in germination rate (85.46, 87.95, and 96.10%), mean daily germination percentage (82.75, 84.20, and 94.49%), seedling vigor index (85.53, 87.60 and 97.71%) and synchronization index (45.76, 47.90 and 14.75%) of the red root pigweed compared to chitosan without plant extract. These findings suggest that of the aqueous extract of oats had a greater inhibition on the germination the red root pigweed weed.

**Cite this article:** Ebadi, A., Ahmadnia, F. (2023). The Effect of Green Synthesis of Chitosan with Oat Extract on the Germination of Pigweed (*Amaranthus retroflexus*). *Seed Research*, 13 (1), 1-19.



©The author(s)

Publisher: Islamic Azad University, Gorgan branch

# تحقیقات بذر

شاپا چاپی: ۲۶۶۵-۲۳۸۳  
شاپا الکترونیکی: ۲۴۶۱-۲۹۸۱



## تأثیر سنتز سبز کیتوزان با عصاره یولاف زراعی بر جوانه‌زنی تاج خروس (*Amaranthus retroflexus*)

علی عبادی<sup>۱\*</sup>، فاطمه احمدنیا<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup> استاد، فیزیولوژی گیاهان زراعی، گروه تولید و ژنتیک به‌نژادی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

رایانامه: [Ebadi@uma.ac.ir](mailto:Ebadi@uma.ac.ir)

<sup>۲</sup> دانشجوی دکتری، فیزیولوژی گیاهان زراعی، گروه تولید و ژنتیک به‌نژادی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

رایانامه: [F.ahmadnia@uma.ac.ir](mailto:F.ahmadnia@uma.ac.ir)

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله کامل علمی	یولاف زراعی ( <i>Avena sativa</i> L.) دارای خاصیت دگرآسیبی است و می‌تواند به عنوان گیاهان پوششی مؤثر برای مهار رشد علف‌های هرز عمل کند. این مطالعه با هدف بررسی اثر عصاره آبی و عصاره فرموله شده یولاف زراعی با نانوذرات کیتوزان بر جوانه‌زنی تاج خروس ریشه قرمز ( <i>Amaranthus retroflexus</i> ) در سال ۱۴۰۰ انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل نوع عصاره (عصاره آبی یولاف زراعی و عصاره فرموله شده آن با نانوذرات کیتوزان) و شش غلظت شاهد (آب مقطر و کیتوزان بدون عصاره گیاهی)، ۱۰، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ گرم در لیتر بود. نتایج نشان داد که اثر متقابل نوع عصاره و غلظت‌های مختلف به‌طور معنی‌داری بر صفات مورد ارزیابی در سطح احتمال یک درصد تأثیرگذار بود. درصد جوانه‌زنی در عصاره آبی یولاف زراعی و عصاره فرموله شده آن با نانوذرات کیتوزان در غلظت‌های ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ به ترتیب صفر، ۱۶/۶۶، ۱۵/۳۳ و ۵/۳۳ درصد بود. همچنین افزایش غلظت عصاره فرموله شده با کیتوزان باعث کاهش در سرعت جوانه‌زنی (۸۵/۴۶، ۸۷/۹۵ و ۹۶/۱۰ درصد)، میانگین درصد جوانه‌زنی روزانه (۸۲/۷۵، ۸۴/۲۰ و ۹۴/۴۹ درصد)، شاخص بنیه گیاهچه (۸۵/۵۳، ۸۷/۶۰ و ۹۷/۷۱ درصد) و شاخص همگام‌سازی (۴۵/۷۶، ۴۷/۹۰ و ۷۵/۱۴ درصد) تاج خروس ریشه قرمز در مقایسه با کیتوزان بدون عصاره گیاهی شد. این یافته‌ها نشان می‌دهد که عصاره آبی یولاف زراعی بازدارندگی بیشتری بر جوانه‌زنی علف‌هرز تاج خروس ریشه قرمز داشت.
تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۴/۱۳ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۱۰/۱۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۱/۲۰	
واژه‌های کلیدی: دگرآسیبی رهایش علف‌های هرز گیاهان پوششی نانوذره	

استاد: عبادی، علی؛ احمدنیا، فاطمه. (۱۴۰۲). تأثیر سنتز سبز کیتوزان با عصاره یولاف زراعی بر جوانه‌زنی تاج خروس (*Amaranthus retroflexus*). تحقیقات بذر، ۱۳ (۱)، ۱-۱۹.

ناشر: دانشگاه آزاد اسلامی، واحد گرگان

© نویسندگان.



## مقدمه

شناخت ویژگی‌های بذر علف‌های هرز نقش تعیین‌کننده‌ای در بهبود سیستم‌های مدیریتی علف‌های هرز دارد. تاج‌خروس (*Amaranthus retroflexus*) علف‌هرزی یکساله، دو لپه‌ای با مسیر فتوسنتزی C<sub>4</sub> و از خانواده *Amaranthaceae* می‌باشد (Valerio et al., 2011; Qi et al., 2017). این گیاه سومین علف‌هرز غالب در جهان بوده و به‌طور کلی در ۷۰ کشور گرمسیری و نیمه‌گرمسیری گسترش یافته است (Costea et al., 2004; Enayati et al., 2019). یکی از مهمترین روش‌های کنترل علف‌های هرز استفاده از نهاده‌های شیمیایی است با این حال عدم توجه به کاربردهای هدفمند و علمی نهاده‌های شیمیایی باعث کاهش کارایی آن‌ها و افزایش آسیب‌های زیست‌محیطی می‌شود. امروزه استفاده از پتانسیل‌های دگرآسیبی گیاهان مختلف به‌عنوان روش‌های زیستی در مدیریت علف‌های هرز، مورد توجه پژوهشگران است. این گیاهان با خاصیت دگرآسیبی می‌توانند بر جوانه‌زنی، ظهور و رشد علف‌های هرز تأثیرگذار باشند (Lemessa and Wakjira, 2015). در فرآیندهای دگرآسیبی متابولیت‌های ثانویه تولید و آزاد می‌شوند که رشد و نمو سامانه‌های زیست‌شناختی اطراف خود را سرکوب می‌کنند (Tatari et al., 2020). این متابولیت‌ها، مواد دگرآسیب شیمیایی خوانده می‌شوند و به‌صورت مواد مترشحه، اسانس و باقیمانده ترکیبات تجزیه شده می‌باشند (Mohammadzadeh and Mohammadzadeh, 2013). تداخل‌های آلوپاتیک یا تداخل‌های شیمیایی اگرچه ممکن است ناچیز به‌نظر آیند اما می‌تواند با تغییر نتیجه رقابت بین گونه‌های گیاهی تأثیر گسترده‌ای در مدیریت علف‌های هرز داشته باشد (Narwal, 2015). پتانسیل دگرآسیبی یک گیاه به عوامل مختلف مانند گونه گیاهی، رقم، مرحله

رشد، نوع اندام گیاهی و محیط رشد گیاه بستگی دارد (Najafi et al., 2009).

کاهش در میزان مصرف علفکش‌های شیمیایی و زیستی و بهبود عملکرد علفکش‌ها و اثربخشی آن‌ها برای مدت زمان طولانی‌تر، بهره‌گیری از روش رهایش کنترل شده علفکش‌ها از اهداف کاربرد نانوتکنولوژی در علفکش‌ها است (Algandaby and El-Darier, 2017; Ozpinar et al., 2016). گستره وسیعی از پلیمرهای سنتزی و طبیعی (نانوذرات) می‌توانند برای رهایش کنترل شده مورد استفاده قرار بگیرند که زیست‌تخریب‌پذیر نیز هستند (Natarajan and SN, 2012; Jayanth and Vinod, 2012). کنترل علف‌های هرز با علفکش‌های زیستی و شیمیایی نانوکپسوله شده یا فرموله شده، نمونه‌ای مناسب از سیستم رهایش کنترل شده می‌باشد که امروزه مورد توجه قرار گرفته است (Perez and Rubiales, 2009). گیاهان یکی از بهترین منابع برای استخراج انواع سورفاکتانت‌های طبیعی در زمینه سنتز سبز بوده و نانوذرات سنتز شده توسط عصاره‌ی گیاهان پایدارتر می‌باشد (Fakhari et al., 2020; Alamdari et al., 2019). کیتوزان<sup>۱</sup> یک آمینوپلی ساکارید خطی آب دوست طبیعی با واحدهای D-گلوکز-آمین و N-استیل D-گلوکز آمین است که شباهت ساختاری زیادی به سلولز دارد (Winkler et al., 2017). این ماده غیر سمی، زیست تخریب‌پذیر، دارای خواص آنتی‌باکتریایی، خواص چسبندگی، خصوصیات چند بعدی، عملکرد بالا و ویژگی‌های جالب توجه بوده که باعث شده است امروزه به‌طور وسیعی در پزشکی، صنعت و کشاورزی مورد توجه قرار بگیرد (Rampinoa et al., 2013; Cheung et al., 2015). علم کشاورزی می‌تواند از کیتوزان به‌عنوان یک عامل آزادسازی کنترل شده برای ترکیباتی مانند آفت‌کش‌ها،

<sup>1</sup> Chitosan

(et al., 2016). برخی از این ترکیبات آلوشیمیایی رشد گیاه را بهبود و برخی از آنها اثرات بازدارندگی دارند (Mahmoud et al., 2022). این ترکیبات به عنوان علف‌کش، حشره‌کش و تنظیم‌کننده رشد استفاده می‌شوند (Putnam et al., 1986). گزارش شده است که عصاره متانولی یولاف دارای اثرات ضد میکروبی است (Al-Amiery et al., 2010). با این حال، مؤثرترین ترکیب در دگرآسیبی یولاف، ترکیبات فنلی است (Pérez et al., 1991).

اگرچه استفاده از علف‌کش‌های شیمیایی یکی از روش‌های متداول کنترل علف‌های هرز است، اما بکارگیری علف‌کش‌های زیستی با استفاده از خاصیت دگرآسیبی گیاهان به صورت ره‌ایش‌های کنترل شده به عنوان یکی از روش‌های ایمن، در سرتا سر دنیا مورد توجه پژوهشگران است. هدف از پژوهش حاضر بررسی بازدارندگی عصاره آبی یولاف زراعی و عصاره فرموله شده آن با نانوذره کیتوزان بر مؤلفه‌های جوانه‌زنی تاج‌خروس ریشه‌قرمز بود.

### مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تأثیر نانوذره کیتوزان با عصاره یولاف زراعی (*Avena sativa* L.) بر جوانه‌زنی تاج‌خروس ریشه‌قرمز (*Amaranthus retroflexus*) آزمایشی در سال ۱۴۰۰ در آزمایشگاه بذر دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه محقق اردبیلی در قالب طرح فاکتوریل بر پایه طرح کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل عصاره خالص و عصاره فرموله شده کیتوزان با یولاف زراعی (*Avena sativa* L.) و شش غلظت شاهد (آب مقطر و کیتوزان بدون عصاره گیاهی)، ۱۰، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ گرم در لیتر بود.

علف‌کش‌ها و ترکیبات مغذی برای رشد گیاه نظیر مس، آهن، منگنز و غیره استفاده کرد (Struszezyk et al., 1989).

یولاف زراعی (*Avena sativa* L.) گیاهی از خانواده *Poaceae* است (Kim et al., 2021) که در میان غلات از ارزش غذایی و علوفه‌ای (Rostami et al., 2022) و دارویی (Azadbakht and Fesahat, 2018) بالایی برخوردار است و غالباً به عنوان گیاه پوششی کشت می‌شود (Ahmadnia et al., 2021). تحمل بالای این گیاه به شرایط نامساعد محیطی از جمله آب و هوای سرد و مرطوب و طیف وسیعی از خاک‌هایی با حاصلخیزی کم، موجب توجه بالای کشاورزان به تولید این گیاه چند منظوره شده است (Dolatabadi et al., 2018). علاوه بر این، براساس آمار فائو<sup>۲</sup> تولید جهانی دانه یولاف به منظور تغذیه انسان در سال ۲۰۱۹ در حدود ۲۲/۵ میلیون تن بوده است که کشورهای تولیدکننده روسیه و کانادا در مجموع ۴۰ درصد از سهم تولید این گیاه را به خود اختصاص داده‌اند (FAOSTAT, 2021). یولاف حاوی ترکیبات شیمیایی فراوانی است که عملکردهای متفاوتی دارند (Martín-Diana et al., 2021). برخی از این ترکیبات شامل فلاون-کلیگوزیدهای<sup>۳</sup> مانند O-متیل-آپژنین-C-هگزوساید-O-دی‌هگزوسیدین<sup>۴</sup>، آلکالوئید ایندول-گرامین<sup>۵</sup> (آپژنین-C-هگزوساید-O-پنتوساید<sup>۶</sup> و لوتیلن-C-هگزوساید-O-پنتوساید<sup>۷</sup>) و فلاونولیکتانها<sup>۸</sup>، تری‌ترپنوئیدها<sup>۹</sup>، اسید فرولیک<sup>۱۰</sup>، فنولیکها<sup>۱۱</sup>، ساپونینها<sup>۱۲</sup> و استرولها<sup>۱۳</sup> است (Kaur

<sup>۲</sup> Food and Agriculture Organization (FAO)

<sup>۳</sup> Flavone-Cglycosides

<sup>۴</sup> O-methyl- apigenin-C-hexoside-O-deoxyhexosidean

<sup>۵</sup> Indole alkaloid-gramine

<sup>۶</sup> Apigenin - C - hexoside-O-pentose

<sup>۷</sup> Luteolin-C-hexoside-O-pentose

<sup>۸</sup> Flavonolignans

<sup>۹</sup> Triterpenoid

<sup>۱۰</sup> Ferulic acid

<sup>۱۱</sup> Phenolics

<sup>۱۲</sup> Saponins

<sup>۱۳</sup> Sterols

زیست توده سبز گیاه یولاف زراعی جمع آوری شد. نمونه‌های گیاهی در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد تا حصول وزن ثابت در آن آزمایشگاهی خشک شدند (EL-burai et al., 2020). سپس زیست توده خشک گیاهی توسط آسیاب پودر شد و به منظور تهیه عصاره مورد استفاده قرار گرفت. شرایط اقلیمی (دمای حداقل، حداکثر و میزان بارش) مزرعه آزمایشی در جدول یک ارائه شده است. همچنین برخی از ویژگی‌های خاک مزرعه آزمایشی به شرح جدول دو می‌باشد.

زیست توده گیاهی: به این منظور در بهار ۱۴۰۰ اقدام به کشت گیاه یولاف زراعی (*Avena sativa* L.) با میزان بذر مصرفی ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار شد (Ahmadnia et al., 2021). بذر گیاه یولاف زراعی از موسسه پاکان بذر اصفهان تهیه شد. بذر این گیاه با فواصل بین ردیف ۲۰ سانتی‌متر و روی ردیف ۱۰ سانتی‌متر در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه محقق اردبیلی کشت شد (Ahmadnia et al., 2021). با گذشت ۵۰ روز

جدول ۱- شرایط اقلیمی مزرعه آزمایشی در بهار سال ۱۴۰۰

ماه‌های آزمایش	دمای حداقل	دمای حداکثر	میزان بارش
فروردین	۳/۱	۱۸/۱	۵/۵
اردیبهشت	۷/۳	۲۲/۷	۱۶/۸
خرداد	۱۲/۱	۲۶/۳	۶/۳

جدول ۲- برخی ویژگی‌های خاک مزرعه مورد آزمایش در عمق صفر تا ۱۵ سانتی‌متری خاک

pH	Ec	شن	سیلت	رس	بافت خاک	کربنات کلسیم	کربن آلی	نیتروژن کل	فسفر قابل	پتاسیم قابل دسترس
									(درصد)	(درصد)
۷/۸۳	۲/۶	۳۵	۴۲	۲۳	لوم	۱۴/۵	۰/۶	۰/۰۶	۸/۲	۲۰۲

بر روی دستگاه شیکر قرار گرفت. سپس عصاره‌های حاصل با استفاده از کاغذ صافی واتمن شماره ۴۲ صاف شده و به مدت ۱۵ دقیقه در ۵۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شد و محلول رویی شفاف آن به عنوان عصاره آبی جدا و تا زمان انجام سایر آزمایش‌ها در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد (Nabati et al., 2020).

**عصاره‌گیری:** برای تهیه عصاره آبی از روش خیساندن<sup>۱۴</sup> استفاده شد (Trusheva et al., 2007). غلظت‌های آزمایش شامل شش غلظت صفر (آب مقطر و کیتوزان بدون عصاره گیاهی)، ۱۰، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ گرم پودر گیاه یولاف زراعی در یک لیتر آب مقطر بود. پس از اختلاط مقادیر مشخص شده پودر گیاه یولاف زراعی با آب مقطر، محلول ایجاد شده به مدت ۲۴ ساعت با دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد

<sup>۱۴</sup> Maceration

۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر با ۲۴ ساعت نگهداری در تاریکی استفاده شد. آزمون زیست‌سنجی برای هریک از غلظت‌های مختلف عصاره آبی و فرموله شده گیاه یولاف زراعی با نانوذره کیتوزان، تعداد ۵۰ عدد بذر پس از استریلیزه شدن سطحی توسط هیپوکلریت سدیم یک درصد، به‌صورت تصادفی در پتری دیش‌هایی با قطر ۹ سانتی‌متر بر روی کاغذ صافی قرار داده شد. در هریک از پتری‌دیش‌ها ۱۰ سی‌سی عصاره گیاهی (عصاره آبی یولاف زراعی) و عصاره فرموله شده یولاف زراعی با نانوذره کیتوزان و برای غلظت صفر (شاهد) در عصاره یولاف زراعی از آب مقطر و در عصاره فرموله شده یولاف زراعی با نانوذره کیتوزان از کیتوزان بدون عصاره گیاهی استفاده شد. پس از آن پتری‌دیش‌ها به منظور جوانه‌زنی به ژرminatور مدل BINDER KBW 240 (Germany) با رطوبت نسبی ۷۵ درصد و دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد انتقال داده شد (Sabahie et al., 2014). شمارش بذرها به مدت ۱۴ روز، روزانه در ساعت مشخص انجام شد. بذرهایی با طول ریشه‌چه دو میلی‌متر به عنوان بذره‌های جوانه‌زده در نظر گرفته شدند (Perry, 1991). همچنین شناسایی ترکیبات در عصاره یولاف زراعی با استفاده از آزمون کروماتوگرافی گازی-طیف‌سنجی جرمی (Agilent 7890B series GC) انجام شد. برخی از مؤلفه‌های مورد بررسی به شرح جدول سه می‌باشد.

**تجزیه و تحلیل داده‌ها:** تجزیه داده‌ها توسط نرم‌افزار آماری SAS 9.4، مقایسه میانگین‌ها در آزمون LSD5% و ترسیم شکل‌ها با استفاده از Excel 2019 انجام شد.

**عصاره فرموله شده یولاف زراعی با نانوذره کیتوزان:** برای تهیه عصاره فرموله شده یولاف زراعی با نانوذره کیتوزان، از روش ژل شدن یونی<sup>۱</sup> استفاده شد (Bulmers et al., 2012; Shahbazi et al., 2013). در این آزمایش از کیتوزان تجاری با وزن مولکولی متوسط استفاده گردید. سه گرم کیتوزان توسط ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ توزین و در ۳۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر حل شد و جهت انحلال کامل و یکنواخت شدن، در دمای اتاق  $25 \pm 2$  با استفاده از همزن مغناطیسی با ۵۵۰ دور در دقیقه عمل اختلاط صورت گرفت. برای تنظیم pH برابر پنج چند قطره به آن استیک اسید و سپس مقدار ۲۰ میلی‌لیتر از عصاره یولاف زراعی به محلول اضافه شد. مقدار ۰/۵ گرم تری پلی فسفات سدیم<sup>۲</sup> توسط ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ توزین و در ۵۰ میلی‌لیتر آب مقطر به طور کامل حل و قطره قطره به محلول کیتوزان که بر روی همزن مغناطیسی در حال اختلاط بود؛ اضافه شد و عمل اختلاط به مدت ۶۰ دقیقه ادامه یافت. سپس از محلول حاصل به عنوان، عصاره فرموله‌شده با کیتوزان برای آزمون‌های زیست‌سنجی استفاده شد.

**آزمون‌های زیست‌سنجی:** بذر علف‌های هرز تاج‌خروس ریشه قرمز (*Amaranthus retroflexus*) از مزارع کشاورزی مرکز تحقیقات مغان در شهرستان پارس‌آباد استان اردبیل با موقعیت جغرافیایی  $39^{\circ}31'$  شمالی و  $47^{\circ}46'$  شرقی جمع‌آوری شد. پیش از انجام آزمایش، قوه‌نامه بذر علف‌هرز تاج‌خروس ریشه قرمز مورد ارزیابی قرار گرفت. برای شکست خواب بذر تاج‌خروس ریشه قرمز از جیبرلیک اسید

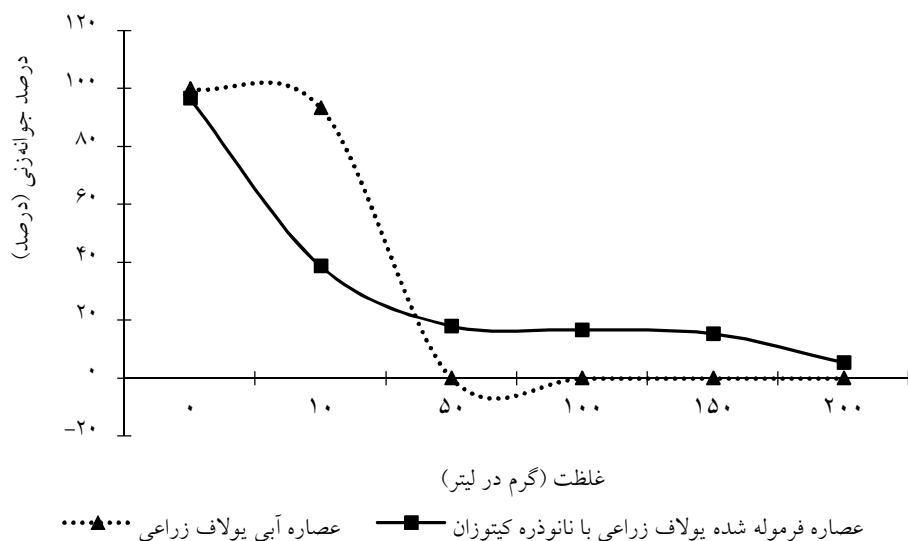
<sup>۱</sup> Ionic gelation

<sup>۲</sup> Sodium triphosphate (TTP)

جدول ۳- صفات مورد ارزیابی در آزمون‌های زیست‌سنجی

منابع	معادلات جوانه‌زنی	صفات مورد بررسی
Scott et al., 1984	$GP = \frac{S}{T} \times 100$	درصد جوانه‌زنی <sup>۱</sup>
Maguire, 1962; Burnett et al., 2005	$GS = \sum \frac{n}{t}$	سرعت جوانه‌زنی <sup>۲</sup>
Demir et al., 2008	$MGT = \frac{\sum(nd)}{\sum n} \times 100$	میانگین درصد جوانه‌زنی روزانه <sup>۳</sup>
Abdul-Baki and Anderson, 1973	$SVI = GP \times SD$	شاخص وزنی بنیه گیاهچه <sup>۴</sup>
Czabator, 1962	$GV = MDG \times PV$	ارزش جوانه‌زنی <sup>۵</sup>
Czabator, 1962	$Z = \frac{\sum_{i=1}^k C_{ni,2}}{C_{\sum ni,2}}$	شاخص همگام‌سازی <sup>۶</sup>
Orchard, 1977	$CER = \frac{F_1}{D} + \dots + \frac{F_n}{D}$	سرعت ظهور تجمعی <sup>۷</sup>

در این روابط GP بیانگر درصد جوانه‌زنی، S بیانگر تعداد بذرهای جوانه‌زده، T بیانگر تعداد کل بذرهای نمونه، GS بیانگر سرعت جوانه‌زنی، n بیانگر تعداد بذر جوانه زده در زمان t، t بیانگر تعداد روزهای پس از شروع جوانه‌زنی، MGT بیانگر میانگین زمان جوانه‌زنی،  $\sum(nd)$  بیانگر تعداد بذر جوانه‌زده در d روز، d بیانگر تعداد روز، SVI بیانگر شاخص وزنی بنیه گیاهچه، SD بیانگر وزن خشک گیاهچه، GV بیانگر ارزش جوانه‌زنی، MDG بیانگر میانگین جوانه‌زنی روزانه و PV بیانگر حداکثر ضریب مشتق شده از مجموع درصد تجمعی جوانه‌زنی بذر در هر روز تقسیم بر تعداد روزها، Z بیانگر شاخص همگام‌سازی،  $C_{ni,2} = n_i(n_i-1)/2$  بیانگر بذرهای جوانه‌زده در i<sup>th</sup> زمان و  $n_i$  بیانگر تعداد بذرهای جوانه‌زده در i<sup>th</sup> زمان، CER بیانگر سرعت ظهور تجمعی،  $F_1-F_n$  بیانگر تعداد گیاهچه‌های شمارش شده و D بیانگر تعداد روز می‌باشد.



شکل ۱- تأثیر برهمکنش نوع و غلظت‌های مختلف عصاره آبی و فرموله شده یولاف زراعی با نانوذره کیتوزان بر درصد جوانه‌زنی

<sup>1</sup> Germination percentage (GP)  
<sup>2</sup> Germination rate (GR)  
<sup>3</sup> Mean daily germination (MDG)  
<sup>4</sup> Seedling vigor index (SVI)  
<sup>5</sup> Germination value (GV)  
<sup>6</sup> Synchronization index (Z)  
<sup>7</sup> Cumulative emergence rate (CER)

## نتایج

**درصد جوانه‌زنی:** نتایج تجزیه واریانس نشان داد که درصد جوانه‌زنی بذر تاج خروس ریشه‌قرمز تحت تأثیر اثر متقابل غلظت و نوع عصاره قرار گرفت (جدول ۴). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که غلظت‌های صفر آب مقطر و نانوذره کیتوزان بدون عصاره گیاهی دارای بالاترین درصد جوانه‌زنی (۱۰۰ و ۹۶/۶۶ درصد) بودند (شکل ۱). افزایش غلظت در عصاره آبی یولاف زراعی و عصاره فرموله شده آن با نانوذره کیتوزان باعث کاهش درصد جوانه‌زنی بذر تاج خروس ریشه قرمز شد (شکل ۱)، به طوری که در غلظت‌های بالای ۱۰۰ گرم در لیتر در عصاره آبی یولاف زراعی، میزان جوانه‌زنی تاج خروس ریشه قرمز در مقایسه با غلظت صفر (آب مقطر) کاهش قابل توجهی نشان داد (شکل ۱). این در حالی بود که در عصاره فرموله شده یولاف زراعی با نانوذره کیتوزان، در غلظت‌های ۲۰۰، ۱۵۰ و ۱۰۰ گرم در لیتر به ترتیب ۵/۳۳، ۱۵/۳۳ و ۱۶/۶۶ درصد جوانه‌زنی بذر تاج خروس ریشه قرمز ثبت شد (شکل ۱). در مقایسه عصاره فرموله شده یولاف زراعی با نانوذره کیتوزان و غلظت صفر (کیتوزان بدون عصاره گیاهی)، نیز می‌توان گزارش کرد که با افزایش غلظت عصاره فرموله شده یولاف زراعی با نانوذره کیتوزان کاهش قابل توجهی در جوانه‌زنی علف‌هرز تاج خروس ریشه قرمز ثبت شد (شکل ۱).

**سرعت جوانه‌زنی:** نتایج حاصل از بررسی سرعت جوانه‌زنی بذر تاج خروس ریشه‌قرمز بیانگر آن بود که اثر متقابل غلظت‌ها و نوع عصاره تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر سرعت جوانه‌زنی بذر علف‌هرز تاج خروس ریشه‌قرمز داشت (جدول ۴). بیشترین سرعت جوانه‌زنی بذر تاج خروس ریشه قرمز از غلظت‌های صفر (کیتوزان بدون عصاره گیاهی و آب مقطر) به ترتیب ۴۷ و ۴۴/۶۶ درصد حاصل شد

(شکل ۲). این در حالی بود که در عصاره آبی یولاف زراعی در مقایسه با غلظت صفر (آب مقطر) سرعت جوانه‌زنی بذر علف‌هرز تاج خروس ریشه قرمز در غلظت‌های ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ گرم در لیتر به صفر رسید (شکل ۲). همچنین در بررسی نتایج حاصل از عصاره فرموله شده یولاف زراعی با نانوذره کیتوزان، می‌توان گزارش کرد که با افزایش غلظت عصاره از سرعت جوانه‌زنی بذر علف‌هرز تاج خروس کاسته شد، به طوری که در مقایسه با کیتوزان بدون عصاره گیاهی در غلظت‌های ۱۰، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ گرم در لیتر سرعت جوانه‌زنی به ترتیب ۶۱، ۸۲/۹۷، ۸۵/۴۶، ۸۷/۹۵ و ۹۶/۱۰ درصد کاهش یافت (شکل ۲).

**میانگین درصد جوانه‌زنی روزانه:** میانگین درصد جوانه‌زنی روزانه بذر علف‌هرز تاج خروس ریشه قرمز تحت تأثیر اثر متقابل غلظت‌های مختلف و نوع عصاره در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). نتایج نشان داد که بیشترین میانگین درصد جوانه‌زنی روزانه بذر تاج خروس ریشه قرمز از غلظت‌های صفر آب مقطر و کیتوزان بدون عصاره گیاهی به ترتیب ۷/۱۴ و ۶/۹۰ درصد حاصل شد (شکل ۳).

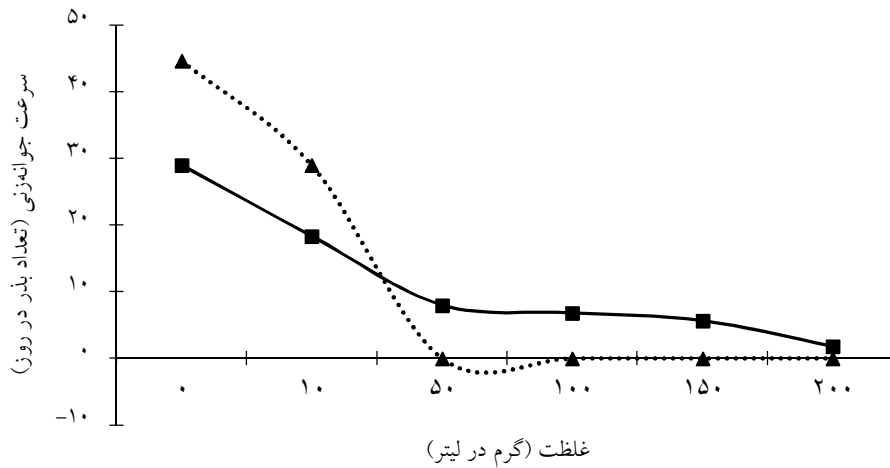
عصاره آبی یولاف زراعی با افزایش غلظت عصاره در غلظت‌های ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ گرم در لیتر میانگین درصد جوانه‌زنی بذر تاج خروس ریشه قرمز را به صفر رساند (شکل ۳). همچنین میانگین درصد جوانه‌زنی روزانه در تمام غلظت‌ها در مقایسه با غلظت صفر (کیتوزان بدون عصاره گیاهی) کاهش قابل توجهی نشان داد (شکل ۳)، به طوری که در غلظت‌های ۱۰، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ گرم در لیتر به ترتیب ۶۰، ۸۱/۴۴، ۸۲/۷۵، ۸۴/۲۰ و ۹۴/۴۹ درصد کاهش میانگین درصد جوانه‌زنی روزانه ثبت شد (شکل ۳).



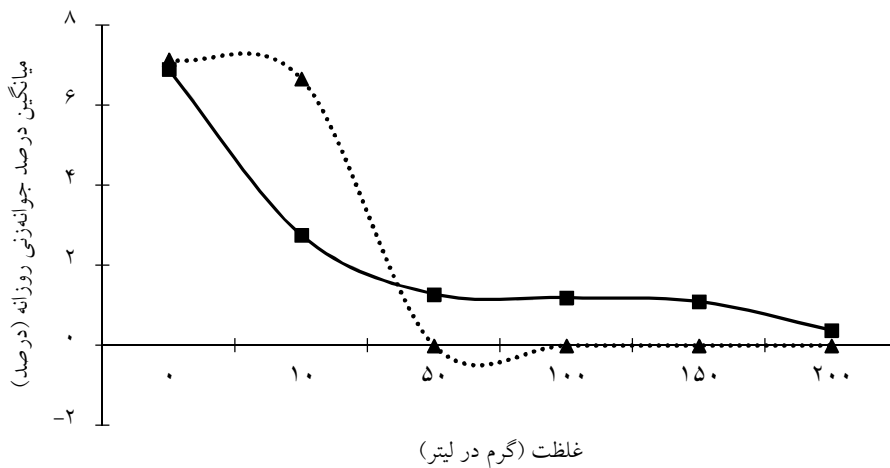
جدول ۴- نتایج تجزیه واریانس جوانه‌زنی و برخی از مولفه‌های جوانه‌زنی تاج خروس ریشه تحت تأثیر نوع و غلظت‌های مختلف عصاره بولاف زراعی

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات						منبع تغییرات
		درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	میانگین درصد جوانه‌زنی روزانه	شاخص وزنی بینه گیاهیچه	ارزش جوانه‌زنی	شاخص همگام‌سازی	
نوع عصاره	۱	۱/۸۷ <sup>ns</sup>	۴۹/۱۹ <sup>**</sup>	۰/۰۰۹ <sup>ns</sup>	۰/۳۴۳ <sup>**</sup>	۹۷۰/۶۰*	۱/۵۶۳ <sup>**</sup>	۰/۰۰۲ <sup>ns</sup>
غلظت	۵	۹۱۱۷/۳۳ <sup>**</sup>	۱۹۳۵/۰۵ <sup>**</sup>	۴۹/۵۷ <sup>**</sup>	۰/۲۵۲ <sup>**</sup>	۳۳۰/۷۵۰/۵۰۶ <sup>**</sup>	۰/۳۴۵ <sup>**</sup>	۱۲/۳۹ <sup>**</sup>
نوع عصاره × غلظت	۵	۱۱۵۹/۱۱ <sup>**</sup>	۶۹/۶۰ <sup>**</sup>	۵/۹۰ <sup>**</sup>	۰/۰۶۸ <sup>**</sup>	۵۲۴/۲/۱۱۰ <sup>**</sup>	۰/۰۲۷ <sup>**</sup>	۱/۴۷ <sup>**</sup>
خطای آزمایشی	۲۴	۱۰/۶۶	۲/۶۱	۰/۰۵۴	۰/۰۰۰۳	۱۸۰/۸/۹	۰/۰۰۱	۰/۰۱۳
ضریب تغییرات (درصد)	-	۱۰/۲۰	۱۲/۰۳	۱۰/۲۰	۶/۶۵	۱۰/۲۱	۱۱/۵۳	۱۰/۲۰

<sup>ns</sup> و <sup>\*\*</sup> به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌داری در سطح احتمال پنج و یک درصد می‌باشد.



شکل ۲- تأثیر برهمکنش نوع و غلظت‌های مختلف عصاره آبی و فرموله شده یولاف زراعی با نانوذره کیتوزان بر سرعت جوانه‌زنی بذر



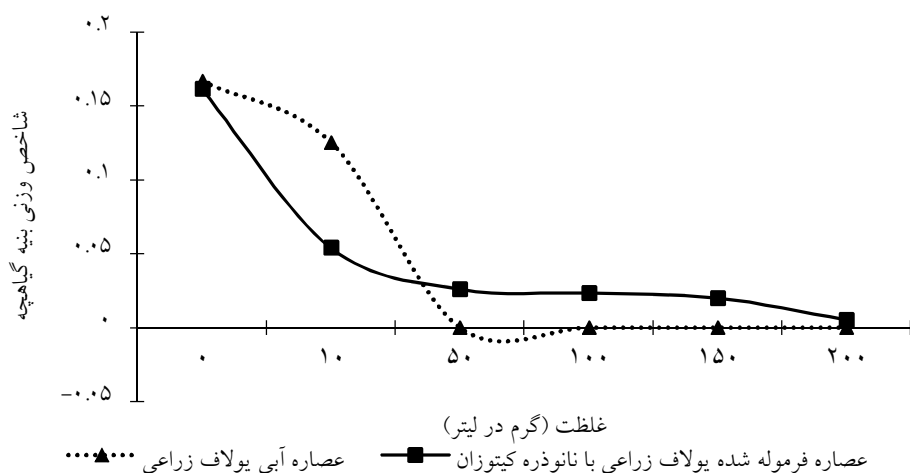
شکل ۳- تأثیر برهمکنش نوع و غلظت‌های مختلف عصاره آبی و فرموله شده یولاف زراعی با نانوذره کیتوزان بر میانگین درصد جوانه‌زنی بذر

(به ترتیب ۰/۱۶۶، ۰/۱۶۱ و ۰/۱۲۵) شاخص وزنی بینه گیاهچه را داشتند (شکل ۴). بررسی عصاره آبی یولاف زراعی نشان داد که در مقایسه با غلظت صفر (آب مقطر) شاخص وزنی بینه گیاهچه به شدت کاهش یافت و به صفر رسید (شکل ۴). این در حالی است که غلظت‌های ۱۰، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ گرم

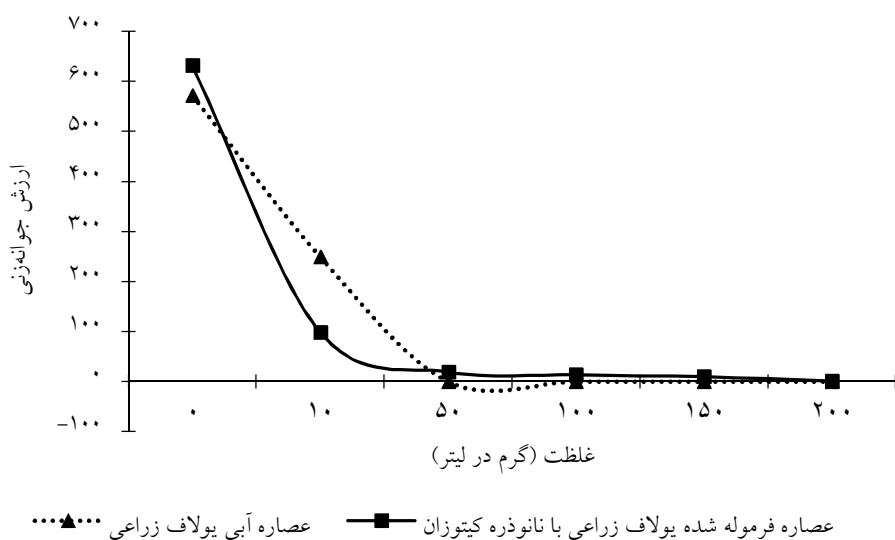
شاخص وزنی بینه گیاهچه: شاخص وزنی بینه گیاهچه تحت تأثیر غلظت‌های مختلف و نوع عصاره در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که غلظت‌های صفر (آب مقطر و کیتوزان بدون عصاره گیاهی) و غلظت ۱۰ گرم در لیتر عصاره آبی یولاف زراعی بیشترین

درصدی شاخص وزنی بینه گیاهچه شدند (شکل ۴).

در لیتر در مقایسه با کیتوزان بدون عصاره گیاهی باعث کاهش ۶۶/۵۲، ۸۳/۸۸، ۸۵/۵۳، ۸۷/۶۰ و ۹۶/۷۱



شکل ۴- تأثیر برهمکنش نوع و غلظت‌های مختلف عصاره آبی و فرموله شده یولاف زراعی با نانوذره کیتوزان بر شاخص وزنی بینه گیاهچه



شکل ۵- تأثیر برهمکنش نوع و غلظت‌های مختلف عصاره آبی و فرموله شده یولاف زراعی با نانوذره کیتوزان بر ارزش جوانه‌زنی بذر

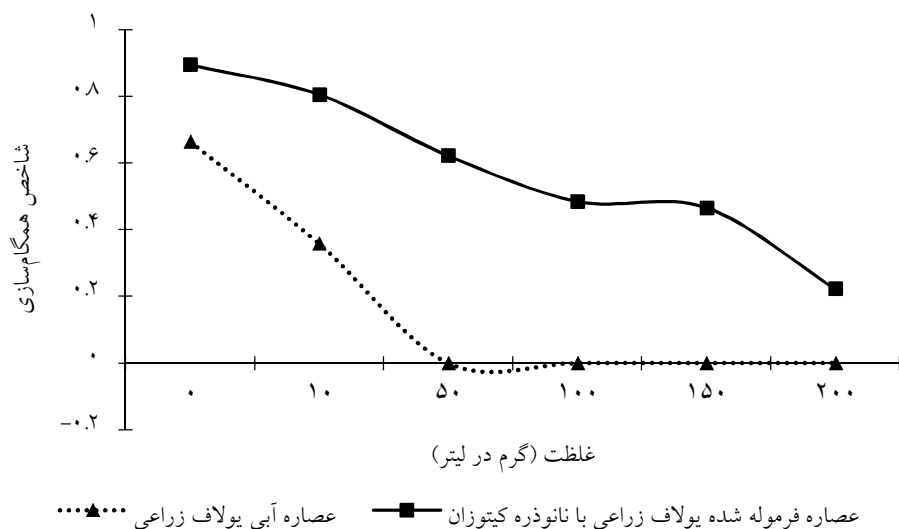
۸۰ ثبت شد (شکل ۵). این در حالی است که مانند درصد و سرعت جوانه‌زنی بذر تاج خروس ریشه قرمز با افزایش غلظت عصاره، ارزش جوانه‌زنی بذر نیز کاهش یافت (شکل ۵). ارزش جوانه‌زنی بذر در غلظت‌های ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ گرم در لیتر در مقایسه با غلظت صفر در هر دو نوع عصاره به صفر

ارزش جوانه‌زنی: نتایج نشان داد که ارزش جوانه‌زنی بذر تاج خروس ریشه قرمز تحت تأثیر اثر متقابل غلظت‌ها و نوع عصاره در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). بیشترین ارزش جوانه‌زنی بذر تاج خروس ریشه قرمز در غلظت صفر (کیتوزان بدون عصاره گیاهی و آب مقطر) به ترتیب ۹۱/۳۳ و

زراعی با نانوذره کیتوزان بیشترین (به ترتیب ۰/۸۹ و ۰/۸۰) شاخص همگام‌سازی را داشتند (شکل ۶). نتایج حاصل از شاخص همگام‌سازی مانند درصد و سرعت جوانه‌زنی بذر تاج خروس ریشه قرمز در عصاره آبی یولاف زراعی با افزایش غلظت به صفر رسید و در عصاره فرموله شده یولاف زراعی با نانوذره کیتوزان کاهش قابل توجهی داشت (شکل ۶)، به طوری که در غلظت‌های ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ گرم در لیتر عصاره فرموله شده با نانوذره کیتوزان، در مقایسه با غلظت صفر (کیتوزان بدون عصاره گیاهی) شاخص همگام‌سازی به ترتیب ۳۰/۴۷، ۴۵/۷۶، ۴۷/۹۰ و ۷۵/۱۴ درصد کاهش یافت (شکل ۶).

رسید (شکل ۵)، به طوری که در مقایسه با کیتوزان بدون عصاره گیاهی غلظت‌های ۱۰، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ گرم در لیتر عصاره فرموله شده یولاف زراعی با نانوذره کیتوزان باعث کاهش به ترتیب ۶۲/۰۴، ۸۴/۶۷، ۸۸/۳۲ و ۹۰/۸۷ درصدی ارزش جوانه‌زنی بذر تاج خروس ریشه قرمز شد (شکل ۵).

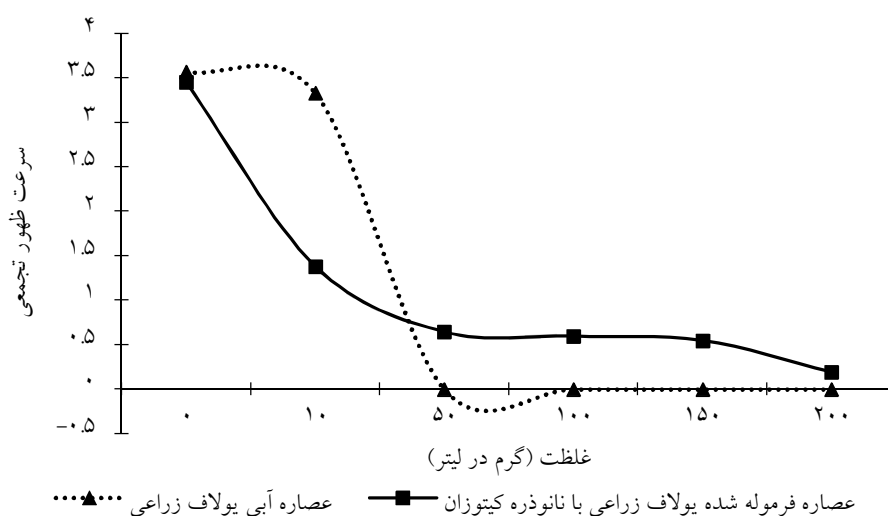
**شاخص همگام‌سازی:** شاخص همگام‌سازی جوانه‌زنی بذر تاج خروس ریشه قرمز تحت تأثیر اثر متقابل غلظت‌ها و نوع عصاره در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). نتایج نشان داد که غلظت‌های صفر (کیتوزان بدون عصاره گیاهی) و غلظت ۱۰ گرم در لیتر عصاره فرموله شده یولاف



شکل ۶- تأثیر برهمکنش نوع و غلظت‌های مختلف عصاره آبی و فرموله شده یولاف زراعی با نانوذره کیتوزان بر شاخص همگام‌سازی

سرعت ظهور تجمعی بذر تاج خروس ریشه قرمز متعلق به غلظت‌های ۱۵۰ و ۲۰۰ گرم در لیتر عصاره فرموله شده یولاف زراعی با نانوذره کیتوزان (۰/۹۴۶ و ۰/۹۴۵ بذر در روز) بود (شکل ۷). کمترین سرعت تجمعی (صفر بذر در روز) نیز در غلظت‌های ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ گرم در لیتر عصاره آبی یولاف زراعی ثبت شد (شکل ۷).

**سرعت ظهور تجمعی:** سرعت ظهور تجمعی بذر تاج خروس ریشه قرمز تحت تأثیر اثر متقابل نوع عصاره و غلظت‌ها در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). نتایج نشان داد که بیشترین سرعت تجمعی بذر تاج خروس ریشه قرمز از تیمار عصاره آبی یولاف زراعی با غلظت ۱۰ گرم در لیتر (۱/۵۶) بذر در روز) ثبت شد (شکل ۷). همچنین پس از آن بیشترین



شکل ۷- تأثیر برهمکنش نوع و غلظت‌های مختلف عصاره آبی و فرموله شده یولاف زراعی با نانوذره کیتوزان بر سرعت ظهور تجمعی

جدول ۵- نتایج آزمون کروماتوگرافی گازی-طیف‌سنجی جرمی عصاره یولاف زراعی

ردیف	نام ترکیبات	زمان	مقدار ترکیب گیاهی (میلی‌گرم در گرم)
۱	1,3-Heptadiene, 2,3-dimethyl	۱۳/۳	۱۱/۴
۲	H-Cyclopenta[1,3]cyclopropa	۱۸/۶	۶/۲
۳	Caryophyllene	۱۹/۳	۱۴/۰
۴	H-Cyclopropa[a]naphthalene	۱۹/۶	۳۱/۲
۵	Alpha-Caryophyllene	۲۰/۰	۵/۱
۶	Phenol, 3-(1, 1-dimethylethyl)	۲۰/۴	۳۲/۲
۷	Thiopheneethanol	۲۰/۴	۸/۵
۸	1, 6-Cyclodecadiene, 1-methyl-5-m	۲۰/۶	۶/۸
۹	Bicyclo[2.2.1]heptane-2-carboxyl	۲۰/۷	۲۹/۹
۱۰	Propane, 1,1,2,2-tetrachloro-	۲۰/۷	۱۲/۰
۱۱	Naphthalene, 1,2,4a,5,6,8a-hexah	۲۱/۰	۶/۰
۱۲	Butylated Hydroxytoluene	۲۱/۲	۶۹/۱
۱۳	Naphthalene, 1,2,3,5,6,8a-hexahy	۲۱/۴	۷/۳
۱۴	H-Cycloprop[e]azulen-7-ol, deca	۲۲/۵	۵/۱
۱۵	Caryophyllene oxide	۲۲/۷	۱۷/۶
۱۶	Hexadecane	۲۲/۹	۱۲/۹
۱۷	Spiro [4.4] nonan-2-one	۲۳/۲	۸/۵
۱۸	Tridecanedial	۲۴/۲	۷/۰
۱۹	Dodecanol, 3,7,11-trimethyl	۲۴/۳	۹/۹
۲۰	Heptadecene	۲۴/۶	۲۰/۴
۲۱	O-Butyl, O-1,2,2-trimethylpropyl	۲۴/۹	۹۰/۷

۶۶	۲۵/۳	Benzene, (1-pentylheptyl)	۲۲
۱۴/۸	۲۶/۵	Octadecane	۲۳
۷۳/۳	۲۷/۳	Pentadecanone, 6,10,14-trimethyl	۲۴
۷/۴	۲۷/۷	1,2-Benzenedicarboxylic acid	۲۵
۳۷/۶	۲۸/۲	Nonadecane	۲۶
۱۱/۰	۲۸/۶	Methyl-2-3,7,11-trimethyldode	۲۷
۵/۲	۲۸/۶	Hexadecanoic acid	۲۸
۶/۵	۲۹/۰	Isophytol	۲۹
۸/۸	۲۹/۵	Furanmethanol, alpha.- 2-nitr	۳۰
۸/۲	۲۹/۷	Hexadecanoic acid, ethyl ester	۳۱
۶/۹	۲۹/۸	Eicosane	۳۲
۱۰/۶	۳۰/۲	Decen-5-one, 2-methyl	۳۳
۶/۴	۳۰/۴	Triallylmethylsilane	۳۴
۳۸/۳	۳۱/۴	Heneicosane	۳۵
۵/۹	۳۱/۵	Cyclopentanemethanamine, 2-amino	۳۶
۷۷/۸	۳۱/۶	Phytol	۳۷
۹/۵	۳۲/۰	Ethyl 2-methyl-2-tert-butyl-cycl	۳۸
۵/۹	۳۲/۳	Linoleic acid ethyl ester	۳۹
۱۳/۹	۳۲/۴	9,12,15-Octadecatrienoic acid	۴۰
۲۰/۱	۳۴/۳	Heptadecane	۴۱
۵/۶	۳۷/۳	Pentacosane	۴۲

### بحث

علف‌های هرز یکی از عوامل عمده کاهش عملکرد محصولات کشاورزی هستند (Ghahremani et al., 2020). تاج خروس ریشه قرمز با قابلیت تولید بذر فراوان یکی از رایج‌ترین علف‌های هرز مزارع کشاورزی است (Sarabi et al., 2018). جوانه‌زنی علف‌های هرز، نقش مهمی در استقرار آنها در بوم نظام‌های کشاورزی دارند. بنابراین مرحله جوانه‌زنی بذر و استقرار گیاهچه یکی از مراحل مهم چرخه زندگی گیاه است (Ahmadvand et al., 2018). لزوم نگرش بر ویژگی‌های علف‌های هرز یکی از مهمترین ارکان کنترل و مدیریت این گونه‌ها در سیستم‌های کشاورزی می‌باشد. استفاده از گیاهان پوششی به عنوان یکی از روش‌های کنترل علف‌های هرز مطرح است (Ahmadnia et al., 2021). استقرار سریع این

### آزمون کروماتوگرافی گازی-طیف‌سنجی جرمی:

نتایج حاصل از کروماتوگرافی گازی-طیف‌سنجی جرمی (GC-MS) عصاره یولاف زراعی مورد استفاده در این آزمایش در جدول پنج گزارش شده است. براساس نتایج ۴۲ ترکیب در عصاره یولاف زراعی (A. sativa) شناسایی شد. ترکیبات غالب در عصاره یولاف زراعی شامل فیتول (۷۷/۸ میلی‌گرم بر گرم)، پنتادکانون ۱۴، ۱۰، ۶-تری‌متیل (۷۳/۳ میلی‌گرم بر گرم)، هیدروکسی تولوئن بوتیله<sup>۱</sup> (۶۹/۱ میلی‌گرم بر گرم)، هنیکوزان (۳۸/۳ میلی‌گرم بر گرم)، نانودکان (۳۷/۶ میلی‌گرم بر گرم) و فنول ۳-(۱-۱)-دی‌متیل اتیل<sup>۲</sup> (۳۲/۲ میلی‌گرم بر گرم) بودند (جدول ۵).

<sup>1</sup> Butylated Hydroxytoluene

<sup>2</sup> Phenol, 3-(1, 1-dimethylethyl)

گیاهان، تولید زیست‌توده مناسب در سطح خاک، اشغال فضا، استفاده از منابع در دسترس و خاصیت دگرآسیبی این گیاهان می‌تواند موجب کاهش جوانه‌زنی و ظهور گیاهچه علف‌های هرز شود (Ahmadnia et al., 2021; Lemessa and Wakjira, 2015; Kruidhof et al., 2009). یولاف (*Avena sativa* L.) یکی از گیاهان پوششی است که به دلیل سازگاری بالای آن با شرایط محیطی و تولید زیست‌توده مناسب به عنوان گیاه کنترل‌کننده علف‌های هرز کشت می‌شود (Ahmadnia et al., 2021). در این آزمایش استفاده از درصدهای مختلف عصاره آبی یولاف زراعی موجب کاهش درصد جوانه‌زنی علف‌هرز تاج خروس ریشه قرمز شد، به طوری که با افزایش غلظت عصاره، در مقایسه با غلظت‌های صفر (آب مقطر و کیتوزان بدون عصاره گیاهی) کاهش قابل توجهی در درصد جوانه‌زنی بذرها ثبت شد. همچنین در راستای درصد جوانه‌زنی سایر صفات مورد بررسی مانند سرعت جوانه‌زنی، میانگین درصد جوانه‌زنی روزانه، شاخص وزنی بینه گیاهچه، سرعت ظهور تجمع‌ی و شاخص همگام‌سازی بذر تاج خروس ریشه قرمز در مقایسه با غلظت صفر (کیتوزان بدون عصاره گیاهی) کاهش قابل توجهی ثبت شد. این در حالی است که نتایج حاصل از این آزمایش بیانگر تأثیر بیشتر عصاره آبی یولاف زراعی در مقایسه با عصاره فرموله شده آن با نانوذره کیتوزان بود. اگرچه انتظار می‌رفت در مقایسه با عصاره آبی یولاف زراعی، عصاره فرموله شده آن با کیتوزان تأثیر بیشتری در کاهش درصد جوانه‌زنی و سایر مؤلفه‌های جوانه‌زنی داشته باشد، اما این احتمال وجود داشت که حضور نانوذره کیتوزان باعث تحریک جوانه‌زنی بذر تاج خروس ریشه قرمز شود. کیتوزان یک بیوپلیمر کربوهیدراتی مشتق شده از کیتین است که در پوست سخت‌پوستان، کوتیکول حشرات و دیواره سلولی قارچ‌ها یافت می‌شود (Bautista-Banos et al., 2004). در پژوهش‌های گوناگون بر تأثیر مثبت کیتوزان بر افزایش انرژی و درصد جوانه‌زنی بذر در شرایط تنش‌های محیطی اشاره شده است (Mahdavi et al., 2015; Behboud et al., 2020). در بررسی دیگری، تأثیر عصاره تلخه به صورت خالص و فرموله شده با نانوذرات کیتوزان بر روی گیاه گندم (*Triticum aestivum* L.) و علف‌های هرز خرفه (*portulaca oleracea*)، گاو پنبه (*Abutilon theophrasti*)، چاودار (*Secale cereale*) و تاج

گیاهان، تولید زیست‌توده مناسب در سطح خاک، اشغال فضا، استفاده از منابع در دسترس و خاصیت دگرآسیبی این گیاهان می‌تواند موجب کاهش جوانه‌زنی و ظهور گیاهچه علف‌های هرز شود (Ahmadnia et al., 2021; Lemessa and Wakjira, 2015; Kruidhof et al., 2009). یولاف (*Avena sativa* L.) یکی از گیاهان پوششی است که به دلیل سازگاری بالای آن با شرایط محیطی و تولید زیست‌توده مناسب به عنوان گیاه کنترل‌کننده علف‌های هرز کشت می‌شود (Ahmadnia et al., 2021). در این آزمایش استفاده از درصدهای مختلف عصاره آبی یولاف زراعی موجب کاهش درصد جوانه‌زنی علف‌هرز تاج خروس ریشه قرمز شد، به طوری که با افزایش غلظت عصاره، در مقایسه با غلظت‌های صفر (آب مقطر و کیتوزان بدون عصاره گیاهی) کاهش قابل توجهی در درصد جوانه‌زنی بذرها ثبت شد. همچنین در راستای درصد جوانه‌زنی سایر صفات مورد بررسی مانند سرعت جوانه‌زنی، میانگین درصد جوانه‌زنی روزانه، شاخص وزنی بینه گیاهچه، سرعت ظهور تجمع‌ی و شاخص همگام‌سازی نیز کاهش یافت. ترکیبات فنلی موجود در عصاره یولاف زراعی از جمله مهمترین ترکیبات دگرآسیب این گیاه معرفی شده‌اند (Martín-Diana et al., 2021). برای مثال به تأثیر فیتوتوکسین‌ها در عصاره حاصل از یولاف زراعی به سه صورت عصاره متانول-آب، n- بوتانول و عصاره فلانوتید اشاره شده است (De Bertoldi et al., 2009). در این بررسی بیان شده است هر سه نوع عصاره بر جوانه‌زنی بذر کاهو (*Lactuca sativa* L.) مؤثر بوده و با افزایش غلظت عصاره، جوانه‌زنی افت شدیدی داشته است. در مطالعات بسیاری به پتانسیل دگرآسیبی یولاف زراعی که ناشی از ترکیبات فلاونوئیدی و فنلی است؛ اشاره شده است (Baghestani et al., 1999; Chon and

یولاف زراعی در بستر خاک و تأثیر آن‌ها بر بذر و رویش محصولات زراعی در شرایط گلخانه و مزرعه‌ای می‌توان نتایج دقیق‌تری را گزارش نمود.

### نتیجه‌گیری کلی

هر دو نوع عصاره بر کاهش جوانه‌زنی علف‌هرز تاج خروس ریشه قرمز مؤثر بودند. عصاره یولاف زراعی باعث کاهش جوانه‌زنی بذر تاج خروس ریشه قرمز شد، به طوری که در مقایسه با عصاره فرموله شده یولاف زراعی با کیتوزان تأثیر بیشتری بر بازدارندگی جوانه‌زنی علف‌هرز تاج خروس ریشه قرمز داشت. نانوذره کیتوزان در فرمولاسیون با عصاره آبی یولاف زراعی موجب تعدیل اثرات سمی این عصاره شد. همچنین افزایش غلظت در هر دو نوع عصاره موجب افزایش بازدارندگی جوانه‌زنی و مؤلفه‌های وابسته به آن شد. به طور کلی از نتایج چنین استنباط می‌گردد که با توجه به اهداف استفاده از عصاره‌های دگرآسیب می‌توان هر دو نوع عصاره را برای کنترل جوانه‌زنی علف‌هرز تاج خروس در شرایط آزمایشگاهی توصیه کرد.

### سپاسگزاری

نویسندگان مقاله مراتب سپاسگزاری خود را از دانشگاه محقق اردبیلی، دوستان و همکارانی که در این طرح پژوهشی ما را یاری نمودند، اعلام می‌نمایند. همچنین این طرح پژوهشی با تأمین مالی دانشگاه محقق اردبیلی با شماره گرنت ۱۴۰۰/۵/۲۸۱۹۶/۹ اجرا شده است.

خروس (*Amaranthus Retroflexus* L.) نشان داد که با افزایش غلظت عصاره درصد جوانه‌زنی، طول ساقچه، طول ریشه‌چه و وزن خشک گیاهچه با شدت بیشتری کاهش یافت و در غلظت‌های بالاتر مقدار این صفات نزدیک به صفر بوده است (Hajzadeh et al., 2017). با توجه به نتایج حاصل از این آزمایش در زمینه کنترل و مدیریت علف‌های‌هرز با استفاده از خاصیت دگرآسیبی گیاهان پوششی در راستای کشاورزی پایدار و توجه به بازه زمانی جوانه‌زنی، رویش و تکثیر تاج خروس ریشه قرمز که غالباً در محصولات زراعی تابستانه ظهور می‌یابد، می‌توان چنین بیان کرد که احتمال می‌رود استفاده گیاه پوششی یولاف زراعی و عصاره آبی آن بتواند در ابتدای فصل رویش محصولات تابستانه تأثیر بیشتری در کاهش و یا ایجاد تأخیر در جوانه‌زنی تاج‌خروس ریشه قرمز داشته باشد و به این ترتیب موجب کاهش رقابت بین گونه‌ای شود. از سوی دیگر اگرچه عصاره فرموله شده یولاف زراعی با نانوذره کیتوزان باعث اندک تحریک و افزایش درصد جوانه‌زنی و شاخص‌های وابسته به آن در مقایسه با عصاره آبی یولاف زراعی شد؛ اما احتمال دارد این نوع از فرمولاسیون عصاره یولاف زراعی با نانوذره کیتوزان بتواند با کاهش اثرات سمی عصاره یولاف زراعی بر محصول اصلی از طریق رهاسازی هدفمند و ایجاد پایداری در مواد دگرآسیب در محیط طبیعی کنترل طولانی‌مدت‌تری در مقایسه با عصاره آبی یولاف زراعی داشته باشد. بی‌شک با انجام تحقیقات بیشتری در این زمینه و استفاده از غلظت‌های مختلف عصاره

### References

- Ahmadvand, G., Dehghan Banadaki, M., Alimoradi, J., Goudarzi, S. and Ardalani, S. 2018. Reaction of germination and seedling growth of redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus*) to salinity and drought Stress. Iranian Journal of Seed Research. 4(2): 23-35
- Alamdari, S., Sasani Ghamsari, M., Lee, C., Han, W., Park, H.H., Tafreshi, M.J., Afarideh, H. and Ara, M.H.M. 2020. Preparation and characterization of zinc oxide nanoparticles using leaf extract of *Sambucus ebulus*. Applied Science, 10(10): 3620



- Al-Amiery, AAH., Al-Temimi, AA. and Wagaa, RI. 2010. Study the biological activities of *Avena sativa* extracts. African Journal of Pure Applied Chemistry. 4(3):031-034
- Algangdaby, M.M. and El-Darier, S.M. 2016. Management of the noxious weed; *Medicago polymorpha* L. via allelopathy of some medicinal plants from Taif region, Saudi Arabia. Saudi Journal of Biological Sciences. 25(7): 1339-1347
- Azadbakht, A., and Fesahat, A. 2018. Study of the effect of ally chemical compounds of Hoary Cress (*Lepidium draba* L.) field and root extract on the characteristics of germination and oat (*Avena sativa* L.) growth. Journal of seed Research. 8(1): 1-14
- Baghestani, A., Lemieux, C. and Leroux, GD. 1999. Determination of allelochemicals in spring cereal cultivars of different competitiveness. Weed Science. 47(5):498-504
- Bautista-Banos, S., Hernandez-Lopez, M. and Bosquez- Molina, E. 2004. Growth inhibition of select fungi by chitosan and plant extracts. Mexican Journal of Phytopathology. 22(2): 178-186
- Behboud, R., Moradi A. and Farajee, H. 2020. Effect of different chitosan concentrations on seed germination and some biochemical traits of sweet corn (*Zea mays* var. *Saccharata*) seedling under osmotic stress conditions. Iranian Journal of Seed Research. 7(1): 1-22
- Bulmers, C., Margaritisa, A. and Xenocostasb, A. 2012. Production and characterization of novel chitosan nanoparticles for controlled release of rHu-Erythropoietin. Biochemical Engineering Journal. 68: 61-69
- Burnett, S.E., Pennisi, S.V., Thomas, P.A. and Van Iersel, M.W. 2005. Controlled drought affects morphology and anatomy of *Salvia splendens*. Journal of the American Society for Horticultural Science. 130(5): 775-781
- Cheung, R., Ng, T., Wong, J. and Chan, W. 2015. Chitosan: an update on potential biomedical and pharmaceutical application. Marine drugs. 13(8): 5156-5186
- Chon, S.U. and Kim, Y.M. 2004. Herbicidal potential and quantification of suspected allelochemicals from four grass crop extracts. Journal of Agronomy and Crop Science. 190(2):145-150
- Costea, M., Weaver, S.E. and Tardif, F.J. 2004. The biology of Canadian weeds. 130. *Amaranthus retroflexus* L., *A. powellii* S. Watson and *A.hybridus* L. Canadian Journal of Plant Science. 84: 631- 668
- Czabator, F.J. 1962. Germination value: An index combining speed and completeness of pine seed germination. Forest Science. 8: 386 - 395.
- DeBertoldi, A., De Leo, M., Braca, A. and Ercoli, L. 2009. Bioassay-guided isolation of allelochemicals from *Avena sativa* L.: allelopathic potential of flavone C-glycosides. Chemoecology. 19(3): 169-176
- Demir, I., Ermis, S., Mavi, K. and Matthews, S. 2008. Mean germination time of pepper seed lots (*Capsicum annuum* L.) predicts size and uniformity of seedlings in germination tests and transplant modules. Seed Science and Technology. 36: 21-30
- Dolatabadi, M., Hassibi, P., Roshanfekar, H. and Sorkhi, B. 2018. Effect of plant density on some physiological and phenological indices of Oat (*Avena sativa* L.) genotypes in climatic conditions of Ahvaz. Plant Production. 42(3): 415-428.
- EL-burai, H., Alzaharna, M., Isleem, R., El-Hindi, M. and Sharif, F. 2020. Anticancer activity of Rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) and Oats (*Avena sativa* L.) extracts, and their antitumor enhancement of 5-Fluorouracil on Colon Cancer Caco-2 cell line. International Journal of Herbal Medicine. 8(3): 138-146
- Enayati, V., Esfandiari, E., Pourmohammad, A. and Haj Mohammadnia Ghalibaf, K. 2019. Evaluation of different methods in seed dormancy breaking and germination of redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus*). Iranian Journal of Seed Research. 5(2): 129-137
- Fakhari, S.H., Jamzad, M. and Kabiri Fard, H. 2019. Green synthesis of zinc oxide nanoparticles: a comparison. Green Chemistry Letters and Reviews. 12(1): 19-24
- Food and Agriculture Organization. 2021. Statistics: FAOSTAT agriculture. Retrieved July 17, 2021. from <http://fao.org/crop/statistics>

- Ghahremani, S., Ebadi, A., Tobeh, A., Hashemi, M., Sedghi M. and Gholipuri, A. 2020. The effect of cover crops on yield and weeds control of potato (*Solanum tuberosum* L.). Journal of crop Ecophysiology. 1(53): 119-134
- Hajzadeh, A., Jafarzade Ghollo, P., Ahmadi, M. and Alebrahim, M.T. 2017. Evaluation of Russian Knapweed's extract as a bioherbicide for control of weeds in wheat fields. 1<sup>th</sup> International & 5<sup>th</sup> National Conference on Organic vs. Conventional Agriculture, August 16-17, 2017, Ardabil, Iran.
- Hura, T., Dubert, F., Dabkowska, T., Stupnicka-Rodzynekiewicz, E., Stoklosa, A. and Lepiarczyk, A. 2006. Quantitative analysis of phenolics in selected crop species and biological activity of these compounds evaluated by sensitivity of *Echinochloa crusgalli*. Acta Physiologica Plantarum. 28:537-545
- Jayanth, P. and Vinod, L. 2012. Biodegradable nanoparticles for drug and gene delivery to cells and tissue. Advanced Drug Delivery Reviews. 24;55(3): 329-347
- Kaur, D., Kamboj, A. and Shri, R. 2016. Comparative evaluation of anxiolytic effects of various extracts of oats (*Avena sativa*), rice bran (*Oryza sativa*) and spinach (*Spinacia oleracea*) in experimental animals. International Journal of Pharmaceutical Science and Research. 7(10): 4110-4116
- Kim, I.S., Hwang, C.W., Yang, W.S. and Kim, C.H. 2021. Multiple Antioxidative and Bioactive Molecules of Oats (*Avena sativa* L.) in Human Health. Antioxidants. 10(9): 1445, 1-20
- Kruidhof, H.M., Bastiaans, L. and Kropff, M.J. 2009. Cover crop residue management for optimizing weed control. Plant Soil. 318(1-2): 169-184
- Lemessa, F. and Wakjira, M. 2015. Cover crops as a means of ecological weed management in agroecosystems. Journal Korean Society of Crop Science and Springer. 18(2):13-145
- Maguire, J.D. 1962. Speed of germination, aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. Crop Science. 2(2): 176-177
- Mahdavi, B., Safari, H. and Modarres-Sanavy, S.A.M. 2015. Effect of chitosan seed priming on germination, ion relations and biochemical characteristics of chickpea under salinity stress. Plant Production Technology. 15(1): 163-177
- Mahmoodzadeh, H. and Mahmoodzadeh, M. 2013. Allelopathic potential of soybean (*Glycine max* L.) on the germination and root growth of weed species. Life Science Journal. 10(5): 63-69
- Mahmoud, N.E., Mahdi, A.A., Barakat, A.M.A. and Abdelhameed, R.M. 2022. Boosting vegetation, biochemical constituents, grain yield and anti-cancer performance of cultivated oat (*Avena sativa* L.) in calcareous soil using oat extracts coated inside nanocarriers. BMC Plant Biology. 24; 22(1): 544, 1-15
- Martín-Diana, A.B., García-Casas, M.J., Martínez-Villaluenga, C., Frías, J., Peñas, E. and Rico, D. 2021. Wheat and oat brans as sources of polyphenol compounds for development of antioxidant nutraceutical ingredients. Foods. 7;10 (1): 115,1-21
- Nabati Souha, L., Alebrahim, M.T., Habibi Yangjeh, A., Zangouejjad, R. and Samadi kalkhoran, E. 2020. Inhibitory effect of Russian knapweed (*Acroptilon repens* L.) as a biological herbicide on germination and growth indices of Wild mustard (*Sinapis arvensis* L.). 10<sup>th</sup> National Conference on Agriculture and Sustainable Natural Resources. July, 7, 2020, Tehran, Iran.
- Najafi, H., Rashed Mohsel, M.H. and Akbarzadeh, M.D. 2009. Biology and Weed Control. Ferdowsi University of Mashhad. p 404
- Narwal, S.S. 2015. Allelopathy update: Basic and Applied Aspects. Vol. 2. Science publishers Inc., Enfield, NH. p 271-281
- Natarajan, J. and SN, M. 2012. Polymeric nanoparticles for drug delivery and targeting: A comprehensive review. International Journal of Health and Allied Sciences. 1(4): 217-223
- Orchard, T. 1977. Estimating the parameters of plant seedling emergence. Seed Science and Technology. 5: 61-69

- Ozpinar, H., Dag, S. and Yigit, E. 2017. Allelopathic effects of benzoic acid, salicylic acid and leaf extract of *Persica vulgaris* Mill. (*Rosaceae*). South African Journal of Botany. 108(2017): 102-109
- Pérez, F.J. and Ormeño-Nuñez, J. 1991. Root exudates of wild oats: allelopathic effect on spring wheat. *Phytochemistry*. 30(7): 2199-2202
- Perez-de-Luque, A. and Rubiales, D. 2009. Nanotechnology for parasitic plant control. *Pest Management Science*. 65: 540 -545
- Perry, D.A. 1991. Methodology and application of vigor tests. International Seed Testing Association, Zurich, Switzerland. p 275
- Putnam, AR. and Tang, C.S. 1986. The science of allelopathy. New York, Wiley. p 317
- Qi, Y., Yan, B., Fu, G., Guan, X., Du, L. and Li, J. 2017. Germination of seeds and seedling growth of *Amaranthus retroflexus* L. following sublethal exposure of parent plants to herbicides. *Scientific Reports*. 7(157):1-8
- Rampino, A., Borgogna, M., Blasi, P., Bellicha B. and Secaro, A. 2013. Chitosan nanoparticles: Preparation, size evolution and stability. *International Journal of Pharmaceutics*. 445(1-2): 219-228
- Rostami, A.R., Ghobadi, M., Bahraminejad, S. and Jalali Honarmand, S. 2022. The responses of some physiological characteristics of oat to nitrogen and water supply after anthesis. *Cereal Biotechnology and Biochemistry*. 1(1): 18-34
- Sabahie, M., Vazan, S., Oveisi, M. and Golzardi, F. 2014. Evaluation of allelopathic effects of aqueous extract of Sorghum crops (*Sorghum bicolor* L.) on germination red root pigweed (*Amaranthus retroflexus* L.). *Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Sciences*. 3(11): 129-132.
- Sarabi, V., Ghanbari, A., Rashed Mohassel, M.H., Nassiri Maahallati, M. and Rastgoo, M. 2018. Evaluation of redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus* L.) control using nicosulfuron + rimsulfuron in mixture with 2,4-D + MCPA. *Journal of Plant Protection*. 32(1): 21-28
- Scott, S.J., Jones, R.A. and Williams, W.A. 1984. Review of data analysis methods for seed germination. *Crop Science*. 24: 1192-1199
- Shahbazi, M.A., Hamidi, M. and Mohammadi-Samani, S. 2013. Preparation, optimization, and in-vitro/in-vivo/ex-vivo characterization of chitosan-heparin nanoparticles: drug-induced gelation. *Journal of Pharmacy and pharmacology*. 65(8): 1118-1133
- Struszezyk, H., Pospieszmy, H. and Kotlinski, S. 1989. Some new applications of chitosan in agriculture, in *Chitin and Chitosan*. Elsevier Applied Science, New York. 733-742
- Tatari, M., Gholamalipour Alamdari, E., Avarseji, Z. and Zarei, M. 2020. Aqueous extract effect of different organs of malva sylvestris weed on germination characteristics and photosynthetic pigments of echinochloa crus-galli. *Iranian Journal of seed Research*. 6(2): 151-161
- Trusheva, B., Trusnkova, D. and Bankova, V. 2007. Different extraction methods of biologically active components from propolis: a preliminary study. *Chemistry central Journal*. 1(13):1-4
- Valerio, M., Tomecek, M.B., Lovelli, S. and Ziska, L. H. 2011. Quantifying the effect of drought on carbon dioxide-induced changes in competition between a C<sub>3</sub> crop (tomato) and a C<sub>4</sub> weed (*Amaranthus retroflexus*). *Weed Research*. 51: 591- 600
- Yang, C.M., Lee, C.N. and Chou, C.H. 2002. Effect of three allelopathic phenolics on chlorophyll accumulation of rice (*Oryza sativa*) seedling: I. Inhibition of supply orientation. *Institute of Botany. Academia Sinica. Nankang. Taipei. Taiwan*. 45: 119-125.



## Investigating the response of different soybean cultivars to different levels of salinity stress during the germination stage

Mohammad Mahdi Alizadeh<sup>1</sup>, Mahyar Gerami<sup>2</sup>, Parastoo Majidian<sup>3</sup>,  
Hamidreza Ghorbani<sup>4\*</sup>

<sup>1</sup> M.Sc., Horticultural Science- Medicinal plants, Sana Institute of Higher Education, Sari, Iran,  
Email: m.alizade257@gmail.com

<sup>2</sup> Associate Professor, Biology Department, Sana Institute of Higher Education, Sari, Iran,  
Email: mahyar.gerami@yahoo.com

<sup>3</sup> Assistant Professor, Crop and Horticultural Science Research Department, Mazandaran Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Sari, Iran, Email: p.majidian@areeo.ac.ir

<sup>4</sup> Assistant Professor, Crop and Horticultural Science Research Department, Mazandaran Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Sari, Iran, Email: h.ghorbani@areeo.ac.ir

### Article Info

**Article type:**  
Research Full Paper

**Article history:**  
Received: 2023-8-20  
Revised: 2023-11-14  
Accepted: 2023-11-26

**Keywords:**  
Correlation  
Cluster Analysis  
Salinity Stress  
Soybean  
Tolerant Cultivars

### ABSTRACT

In order to investigate the effect of salinity on soybean germination, the project was performed as factorial experiment based on completely randomized design with three replications in laboratory of Mazandaran Agricultural and Natural Resources Research and Education Center in 2020. The treatments were 11 soybean cultivars (Williams, Saba, Tapor, Sari, Amir, Caspian, Kosar, Katul, Sahar, Telar and Nekador) and four salinity levels (0, 20, 40, 60 mM of NaCl). Analysis of variance showed that the effect of salinity, genotypes and interaction of theme in all traits were significant at 1% probability level. With increasing salinity, all traits value in all genotypes decreased. Mean comparison of variety treatment showed that the highest germination percentage was observed in Katul cultivar (83.33%). The Mean comparison of interaction effect showed that the highest values of the traits were observed in the combination of cultivars and 0 mM concentration, and with increasing salinity level, the amount of traits decreased and their lowest value was in the combination of cultivars and 60 mM. Cluster analysis put the studied genotypes into three groups. Correlation analysis showed that all correlation coefficients were positive and significant, and the germination rate had the highest correlation with the germination percentage (0.88) and total dry weight (0.78). The germination percentage was the first trait that entered to the regression model of germination rate and was able to justify 0.77 of variances. Among different cultivars, Amir and Saba cultivars were recognized as tolerant cultivars and Sahar and Williams cultivars as sensitive cultivars.

**Cite this article:** Alizadeh, M.M., Gerami, M., Majidian, P., Ghorbani, H.R. (2023). Investigating the response of different soybean cultivars to different levels of salinity stress during the germination stage. *Seed Research*, 13 (1), 19-33.



# تحقیقات بذر

شاپا چاپی: ۲۶۶۵-۲۳۸۳  
شاپا الکترونیکی: ۲۴۶۱-۲۹۸۱



## بررسی پاسخ ارقام مختلف سویا به سطوح مختلف شوری در مرحله جوانه‌زنی

محمد مهدی علیزاده<sup>۱</sup>، مهیار گرامی<sup>۲</sup>، پرستو مجیدیان<sup>۳</sup>، حمیدرضا قربانی<sup>۴</sup>\*

<sup>۱</sup> کارشناسی ارشد، باغبانی - گیاهان دارویی، موسسه آموزش عالی سنا، ساری، ایران، رایانامه: m.alizade257@gmail.com

<sup>۲</sup> دانشیار، بخش زیست‌شناسی، موسسه آموزش عالی سنا، ساری، ایران، رایانامه: mahyar.gerami@yahoo.com

<sup>۳</sup> استادیار، بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مازندران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ساری، ایران، رایانامه: p.majidian@areeo.ac.ir

<sup>۴</sup> استادیار، بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مازندران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ساری، ایران، رایانامه: h.ghorbani@areeo.ac.ir

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله کامل علمی	به منظور بررسی اثر شوری بر جوانه‌زنی ارقام سویا، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در آزمایشگاه بذر مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی مازندران در سال ۱۴۰۰ اجرا شد. تیمارها شامل ۱۱ رقم سویا (ویلیامز، صبا، تپور، ساری، امیر، کاسپین، کوثر، کتول، سحر، تلار، نکادر) و چهار سطح شوری (صفر، ۲۰، ۴۰ و ۶۰ میلی مولار کلرید سدیم) بود. تجزیه واریانس نشان داد که اثر تیمارها و اثر متقابل آن‌ها بر تمام صفات در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار و با افزایش شوری، میزان صفات کاهش معنی‌داری یافت. مقایسه میانگین اثر رقم بر درصد جوانه‌زنی نشان داد که در بین ارقام، درصد جوانه‌زنی یکنواخت بوده و بیشترین میزان در رقم کتول (۸۳/۳ درصد) مشاهده شد. مقایسه میانگین اثرات متقابل شوری و رقم نشان داد که بیشترین مقادیر صفات در ترکیب تیماری ارقام و غلظت صفر میلی مولار مشاهده و با افزایش شوری، از میزان صفات کاسته و کمترین مقدار آن‌ها در ترکیبات تیماری ارقام و سطح ۶۰ میلی مولار بود. تجزیه خوشه‌ای، ژنوتیپ‌ها را در سه گروه قرار داد. آنالیز همبستگی نشان داد که تمامی ضرایب همبستگی مثبت و معنی‌دار بوده و صفت سرعت جوانه‌زنی بیشترین همبستگی را با صفات درصد جوانه‌زنی (۰/۸۸) و وزن خشک کل (۰/۷۸) داشت. درصد جوانه‌زنی به‌عنوان اولین صفت در مدل رگرسیونی صفت سرعت جوانه‌زنی وارد و سهم قابل توجهی (۰/۷۷) از تغییرات آن را توجیه نمود. در بین ارقام مختلف، ارقام امیر و صبا به عنوان ارقام متحمل و ارقام سحر و ویلیامز به عنوان ارقام حساس شناخته شدند.
تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۵/۲۹ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۸/۲۳ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۹/۵	
واژه‌های کلیدی: ارقام متحمل تجزیه خوشه‌ای تنش شوری سویا همبستگی	

استناد: علیزاده، محمد مهدی؛ گرامی، مهیار؛ مجیدیان، پرستو؛ قربانی، حمیدرضا. (۱۴۰۲). بررسی پاسخ ارقام مختلف سویا به سطوح مختلف شوری در مرحله جوانه‌زنی. *تحقیقات بذر*، ۱۳ (۱)، ۳۳-۱۹.

ناشر: دانشگاه آزاد اسلامی، واحد گرگان

© نویسندگان.



حساس و در مراحل بعدی مقاوم باشند (Gorzin et al., 2015).

افزایش شوری در هنگام جوانه‌زنی موجب اختلال در ساختار و کارکرد پروتئین‌ها و آنزیم‌ها شده و با افت پتانسیل آب سلول، انواع اکسیژن فعال تجمع یافته و سمیت یون‌ها در گیاهچه ایجاد می‌گردد (Hasegawa et al., 2000). اولین اثر شوری بر رشد گیاهان در مزرعه، عدم یکنواختی سطح سبز و کاهش جوانه‌زنی بذور است و ارقامی که بتوانند واکنش مناسبی در مرحله جوانه‌زنی نسبت به شوری نشان دهند، در ادامه رشد، گیاهچه بهتری داشته و سیستم ریشه‌ای قوی‌تری را تولید می‌کنند (Kaydan and Yagmur, 2008). در تعاریف قدرت بذر، تأکید زیادی بر جوانه‌زنی و تولید سریع و یکنواخت گیاهچه‌های سالم شده است. کاهش سرعت جوانه‌زنی بذرهای تولیدی در تنش شوری ممکن است به دلیل تجمع یون‌های سمی ناشی از شوری بوده (Lotfi and Ghassemi-Golezani, 2015) و این کاهش می‌تواند به آسیب‌های غشای سلولی مرتبط باشد (Ghassemi-Golezani and Roozbeh, 2011). گیاهان در تنش شوری، برای ساخت مواد آلی، انرژی زیادی صرف تنظیم اسمزی می‌کنند که این امر، سبب کاهش توانایی ریشه در جذب آب و عناصر غذایی، کم شدن رشد برگ و ساقه، کاهش تولید اندام جدید و تولید ماده خشک شده و کاهش انتقال مواد غذایی از قسمت لپه‌ها به محور جنینی، منجر به افت وزن ریشه‌چه و ساقه‌چه و در نهایت گیاهچه می‌شود (Kafi and Stewart, 2001). شوری در ساختار گیاهچه با غیر فعال کردن برخی هورمون‌ها و نیز اختلال در نفوذپذیری غشای سلول، بنیه بذر را کاهش می‌دهد. آگاهی از نحوه پاسخ گونه‌ها و ارقام گیاهی به تنش شوری طی مرحله جوانه‌زنی از جنبه‌های اکولوژیکی و فیزیولوژیکی بسیار حائز اهمیت است، زیرا جوانه‌زنی

تنش شوری در مناطق خشک و نیمه خشک زمین یکی از موثرترین عوامل محدود کننده رشد گیاهان بوده و به عنوان یکی از معضلات مهم کشاورزی شناخته می‌شود (Babaeian and Bagheri, 2018). با افزایش سطح اراضی شور و هزینه‌های بالای اصلاح و در نهایت غیرقابل کشت شدن آنها، شناسایی لاین‌های متحمل به شوری از اهمیت ویژه‌ای برخوردار خواهد بود. تنش شوری عموماً باعث کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی و کاهش رشد گیاهچه شده (Izadi Darbandi and Mohammadian, 2012) و با تأخیر در شروع جوانه‌زنی و افزایش غیر یکنواختی جوانه‌زنی منجر به کاهش رشد و عملکرد گیاه می‌شود (Ashraf and Foolad, 2005).

سویا (*Glycine max L.*) گیاهی یک ساله از خانواده بقولات بوده (Kan et al., 2016) و به واسطه درصد بالای پروتئین، روغن و توانایی بالای تثبیت نیتروژن یکی از مهمترین بقولات دانه‌ای به شمار می‌رود. این گیاه زراعی در برابر شوری تحمل کمی دارد و استفاده از آب‌های شور سبب افت محصول آن می‌شود. افزایش غلظت نمک موجب کاهش وزن تر اندام هوایی گیاه و بالا رفتن غلظت سدیم در واحد وزن خشک گیاه می‌شود (Farhoudi and Tafti, 2011). از رایج‌ترین عوامل افت محصول در شرایط شور، صدمه سویا در مرحله گیاهچه‌ای و کاهش جوانه‌زنی بوده و از این رو شناسایی ارقام و ژنوتیپ‌های متحمل به شوری مهم می‌باشد. یکی از روش‌های پایش اولیه ژنوتیپ‌ها، جوانه‌زنی در محیط رشد شور و بررسی سرعت و درصد جوانه‌زنی و مقدار رشد ریشه‌چه و ساقه‌چه می‌باشد. اکثر گیاهان در مرحله جوانه‌زنی مقاومت نشان داده و در مرحله ظهور گیاهچه و آغاز رشد رویشی حساس هستند و گاهاً ممکن است برخی گیاه در مرحله جوانه‌زنی

همکاران (Niakan et al., 2008) و با استفاده از محلول‌های تهیه شده با NaCl و بر اساس غلظت هر تیمار انجام شد. برای به دست آوردن غلظت‌های ۲۰، ۴۰ و ۶۰ میلی‌مولار، توسط رابطه ۱ مقدار مورد نیاز NaCl محاسبه شد.

$$\text{رابطه (۱)} \quad N1V1 = N2V2$$

که در آن N1 غلظت محلول اولیه NaCl (یک مولار)، V1 حجم لازم از محلول NaCl یک مولار، N2 غلظت‌های مورد نیاز از محلول NaCl برای سطوح مختلف تنش شوری (۲۰، ۴۰ و ۶۰ میلی‌مولار) و V2 حجم نهایی محلول NaCl مورد نیاز برای استفاده در اعمال تنش شوری می‌باشد. اندازه‌گیری سرعت جوانه‌زنی پس از آخرین مرحله شمارش تعداد بذور جوانه‌زده توسط رابطه ۲ محاسبه شد (Kader, 2005).

$$\text{رابطه ۲} \quad GR = \sum \frac{Li}{Di}$$

که در آن GR سرعت رشد، تعداد بذور جوانه‌زده در روز  $\bar{M}$  و Di تعداد روز از ابتدای کشت تا روز شمارش  $\bar{M}$  می‌باشد.

درصد جوانه‌زنی نیز به وسیله رابطه ۳ محاسبه شد (Patade et al., 2011):

$$\text{رابطه ۳} \quad GP = \frac{(N \cdot 100)}{M}$$

که در آن GP درصد جوانه‌زنی، N مجموع کل بذورهای جوانه‌زده در پایان آزمایش و M کل بذورهای کاشته شده بود. جهت اندازه‌گیری وزن خشک نمونه‌ها، در انتهای آزمایش، بعد از اندازه‌گیری وزن تر گیاهچه‌ها، نمونه‌ها به مدت ۷۲ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد درون آون قرار گرفته و با ترازو دقیق آزمایشگاهی (AND- EK200G کشور ژاپن) توزین شدند. تجزیه واریانس داده‌ها انجام و مقایسه میانگین آنها با روش LSD و با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.0 انجام شد. برای گروه‌بندی رقم‌های سویا، بر اساس صفات جوانه‌زنی اندازه‌گیری شده از تجزیه خوشه‌ای بر اساس فاصله اقلیدوسی بین رقم‌ها و روش وارد در

یک مرحله حیاتی در استقرار گیاه است (Aiazzi et al., 2004). در این راستا، هدف از این تحقیق، بررسی توانایی جوانه‌زنی و رشد ارقام مختلف سویا تحت شرایط تنش شوری و معرفی رقم/ارقام برتر جهت استفاده در برنامه‌های به‌زراعی و به‌نژادی بود.

## مواد و روش‌ها

به منظور ارزیابی جوانه‌زنی ارقام مختلف سویا در شرایط تنش شوری، آزمایشی در سال ۱۴۰۰ در آزمایشگاه بذر مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی مازندران به صورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد و در آن ۱۱ رقم سویا با اسامی ویلیامز، صبا، تیور، ساری، امیر، کاسپین، کوثر، کتول، سحر، تلار، نکادر در چهار سطح تیمار شوری شامل صفر (شاهد با آب مقطر)، ۲۰، ۴۰ و ۶۰ میلی‌مولار NaCl مورد مطالعه قرار گرفتند. این ارقام از گروه‌های رسیدگی ۳، ۴ و ۵ با عادت رشدی متفاوت محدود، نیمه محدود و نامحدود هستند. در این آزمایش، فاکتورهای جوانه‌زنی شامل طول ساقچه‌چه و ریشه‌چه، وزن خشک ساقچه‌چه و ریشه‌چه و وزن خشک کل و درصد و سرعت جوانه‌زنی مورد بررسی قرار گرفت. ابتدا جهت ضد عفونی، بذر رقم‌های مختلف به مدت ۱۰ دقیقه در محلول هیپوکلریت سدیم دو درصد قرار گرفته و سپس چندین بار توسط آب مقطر شسته شدند. سپس بذور در داخل پتری‌دیش‌هایی به قطر ۱۰ سانتی‌متر بر روی کاغذ صافی قرار داده و پتری‌دیش‌ها در اتاقک رشد با رطوبت ۶۵ درصد و دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد برای شب و شرایط نوری ۱۶ ساعت روز و ۸ ساعت تاریکی قرار گرفتند (Majidian et al., 2021). بررسی بذور جوانه‌زده بعد از ۲۴ ساعت آغاز و تا زمانی که تمامی بذور جوانه‌زده و یا قادر به جوانه‌زنی نبودند، ادامه یافت. اعمال تنش شوری به روش نیاکان و

داشت (جدول ۱). معنی داری برهمکنش ژنوتیپ سویا و تنش شوری بیانگر تفاوت واکنش ژنوتیپ‌ها در سطوح مختلف تنش شوری بود. پرکار و همکاران (Porkar et al., 2022) نیز به واکنش متفاوت ارقام سویا در سطوح مختلف تنش شوری اشاره داشتند. همچنین در آزمایشی مشابه، اثرات تنش شوری بر تعدادی از ژنوتیپ‌های متنوع سویا بررسی شد و نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر تنش شوری، ژنوتیپ و برهمکنش آنها در سطح احتمال یک درصد بر تمامی صفات مورد مطالعه معنی‌دار بوده و با افزایش میزان شوری، میزان صفات در تمامی ژنوتیپ‌ها کاهش یافت که این نتایج با نتایج پژوهش حاضر مطابقت داشت (Anjomani et al., 2019).

نرم افزار SPSS 18 استفاده شد. علاوه بر انجام تجزیه خوشه‌ای برای داده‌های کلی تحقیق، گروه‌بندی رقم‌ها در دو سطح ۴۰ و ۶۰ میلی‌مولار انجام گرفت. جهت برآورد همبستگی بین صفات به روش پیرسون و انجام تجزیه رگرسیونی به روش گام به گام از نرم‌افزار SPSS 18 استفاده شد.

### نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که بین ژنوتیپ‌ها و سطوح تنش برای کلیه صفات مورد مطالعه و نیز برای اثر متقابل ژنوتیپ × تنش شوری برای کلیه صفات به غیر از صفت درصد جوانه‌زنی تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد وجود

جدول ۱- تجزیه واریانس تأثیر ارقام و شوری بر صفات جوانه‌زنی سویا

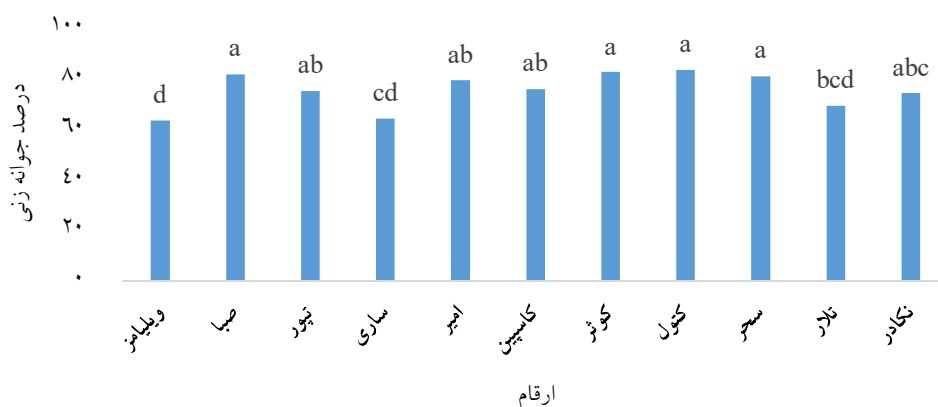
منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		طول ریشه‌چه	طول ساقه‌چه	وزن خشک ریشه‌چه	وزن خشک ساقه‌چه	وزن خشک کل	درصد جوانه‌زنی
رقم	۱۰	۱۸۹۱/۱۵۷**	۹۷۰/۴۲۱**	۰/۰۰۹**	۰/۰۱۴**	۰/۰۴۲**	۹/۷۸۵**
شوری	۳	۴۰۷۲۸/۲۱۲**	۴۶۴۱۳/۹۶۷**	۰/۰۶۹**	۰/۲۱۸**	۰/۵۲۲**	۴۹۵/۱۶**
رقم×شوری	۳۰	۷۸۰/۹۶۷**	۷۳۳/۸۶۱**	۰/۰۰۲**	۰/۰۰۳**	۰/۰۰۷**	۳/۴۶۸**
خطا	۸۸	۱۳۷/۲۰۴	۱۲۴/۵۳	۰/۰۰۰	۰/۰۰۳	۰/۰۰۰۴	۱/۱۶۴
ضریب تغییرات		۲۱/۹۹	۲۵/۳۹	۱۳/۱۷	۱۴/۰۳	۱۰/۴۸	۱۶/۷۳

ns، \* و \*\* به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

نداشت. بعد از کنترل، ارقام کوثر (۸۲/۵) و صبا (۸۱/۶۶) بیشترین میزان درصد جوانه‌زنی را داشتند. کمترین میزان درصد جوانه‌زنی نیز برای رقم ویلیامز (۶۳/۳۳) بود که اختلاف معنی‌داری با درصد جوانه‌زنی ارقام ساری و تلار نداشت.

بررسی مقایسه میانگین اثر ساده تیمار رقم بر صفت درصد جوانه‌زنی ارقام سویا نشان داد که در بین ارقام مورد مطالعه، درصد جوانه‌زنی یکنواختی مشاهده شد. بیشترین میزان درصد جوانه‌زنی در رقم کتول (۸۳/۳۳) مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری با دیگر ارقام مورد مطالعه به جز ویلیامز، ساری و تلار

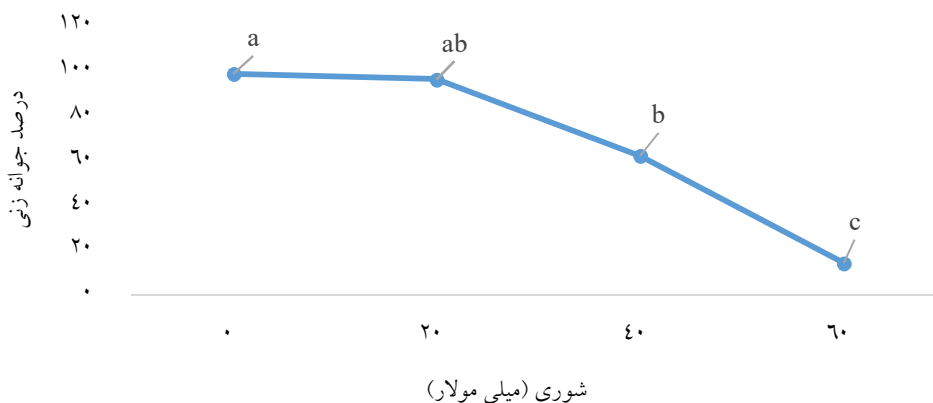




شکل ۱- مقایسه میانگین اثر ساده تیمار رقم بر صفت درصد جوانه زنی سویا

بین دو سطح شاهد و ۲۰ میلی مولار و نیز دو سطح ۲۰ و ۴۰ میلی مولار شوری اختلاف معنی داری در میزان درصد جوانه زنی مشاهده نشده و به دلیل کاهش چشمگیر درصد جوانه زنی در سطح ۶۰ میلی مولار، این سطح، اختلاف معنی داری با دیگر سطوح داشت.

با افزایش سطوح شوری بکار رفته در تحقیق، درصد جوانه زنی ارقام مختلف به طور معنی داری کاهش یافته و روند نزولی داشت. بطوریکه از میزان ۹۸/۷۸ درصد در سطح شاهد، به میزان ۶۲/۱۲ درصد در سطح ۴۰ میلی مولار و ۱۴/۲۴ درصد در سطح ۶۰ میلی مولار رسید. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که



شکل ۲- مقایسه میانگین اثر ساده تیمار شوری بر صفت درصد جوانه زنی سویا

بود. بررسی صفات طول ریشه چه و ساقه چه نشان داد که با افزایش شوری، طول ریشه چه و ساقه چه در تمامی ارقام مورد مطالعه کاهش معنی دار یافته و میزان تغییرات آنها در بین ارقام مختلف متفاوت بود (جدول ۳). بالاترین مقدار طول ریشه چه و ساقه چه در ترکیب تیماری رقم کتول و سطح صفر شوری (به ترتیب

مقایسه میانگین اثرات متقابل تنش شوری و رقم بر صفات مختلف نشان داد که بیشترین مقادیر صفات در ترکیب تیماری ارقام و غلظت صفر میلی مولار شوری مشاهده شده و با افزایش سطح شوری، از میزان صفات کاسته شده و کمترین مقدار آنها در ترکیبات تیماری ارقام و سطح ۶۰ میلی مولار شوری

۰/۰۰۸ گرم و ۰/۰۱۹، ۰/۰۱۸ گرم بدون اختلاف معنی دار با یکدیگر) بود. با ارزیابی اثر شوری بر رشد ارقام مختلف سویا بیان شد که با افزایش میزان شوری، وزن خشک بخش هوایی و ریشه گیاه و نیز سطح برگ گیاه کاهش می‌یابد (Khan et al., 2009). ایشان با بررسی صفات مورفولوژیکی ژنوتیپ‌های سویا تحت تنش شوری بیان داشتند که پارامترهای رشدی شامل طول، وزن تر و وزن خشک گیاه تحت تأثیر قرار گرفته و کاهش می‌یابند. همچنین محققین بیان داشتند که تنش شوری ناشی از کلرید سدیم سبب کاهش سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه و نسبت ریشه‌چه به ساقه‌چه شد (Abbasi et al., 2009). انفرادی و همکاران (Enferadi et al., 2002) گزارش کردند که کاهش وزن تر و خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه تحت تنش شوری را می‌توان به کاهش میزان و سرعت جذب آب اولیه و همچنین تأثیر منفی پتانسیل اسمزی کم و سمیت یونها بر فرآیندهای بیوشیمیایی در مراحل ابتدایی جوانه‌زنی نسبت داد. همچنین گزارش شده است که تنش شوری سبب تجمع یونها و ایجاد پتانسیل اسمزی شده که تنش خشکی را نیز به همراه داشته و با کاهش جذب آب توسط اندام‌های گیاهی، شاهد کاهش رشد و توسعه سلولی بوده که منجر به کاهش رشد ریشه‌چه و ساقه‌چه می‌شود (Mahmoodabad-zabihi et al., 2011 و Rahimi and Biglarifard, 2011).

مقتولی و چایی‌چی (Maghtouli and Chaiechy, 1999) با ارزیابی اثر شوری بر اندام‌های گیاهچه‌ای ارقام پنبه و سورگوم گزارش نمودند که طول ریشه‌چه حساسیت بیشتری نسبت به تنش شوری داشته و این صفت تأثیر پذیری بیشتری نسبت به طول ساقه‌چه دارد. همچنین کاهش طول ساقه‌چه به دلیل اثرات مخرب سدیم بر بافت آن می‌باشد. آنها دریافتند که تحت تنش شوری فعالیت هورمون سیتوکینین در

۱۴۳/۳۳ و ۱۳۳/۳۳ میلی‌متر) و کمترین مقدار صفات در ترکیب تیماری ارقام سحر (به ترتیب ۹/۰۰ و ۴/۶۶ میلی‌متر) و ویلیامز (به ترتیب ۱۰/۶۶ و ۶/۳۳ میلی‌متر) با سطح ۶۰ میلی‌مولار شوری مشاهده شد. بررسی ترکیبات تیماری نشان داد که اگرچه رقم امیر در سطح صفر شوری، بیشترین مقادیر صفات را نداشت ولی در دو سطح تنش شوری ۲۰ و ۴۰ میلی‌مولار، بیشترین مقدار طول ریشه‌چه (۹۰/۰۰ و ۵۱/۶۶ میلی‌متر) و طول ساقه‌چه (۵۳/۳۳ و ۳۶/۶۶ میلی‌متر) را به خود اختصاص داده و تحمل مناسبی نسبت به دیگر ارقام در ارتباط با افزایش نسبی شوری محیط داشت. در سطح ۶۰ میلی‌مولار، بیشترین مقدار طول ریشه‌چه مربوط به رقم تلار (۱۸/۰۰)، نکادر (۱۷/۰۰) و صبا (به ترتیب ۱۸/۰۰، ۱۷/۰۰ و ۱۶/۰۰ میلی‌متر بودن اختلاف معنی دار) و بالاترین طول ساقه‌چه مربوط به ارقام صبا و کاسپین (به ترتیب ۱۱/۰۰ و ۱۱/۰۰ میلی‌متر) بود.

بیشترین وزن ریشه‌چه را رقم صبا در سطح شوری صفر میلی‌مولار (۰/۲۱۶ گرم) و با اختلاف معنی دار با دیگر ارقام) و کمترین مقدار این صفت در ارقام ویلیامز و سحر (به ترتیب ۰/۰۰۳ و ۰/۰۰۹۶ گرم بدون اختلاف معنی دار با یکدیگر) مشاهده شد. در سطوح تنش شوری ۲۰ و ۴۰ میلی‌مولار، بیشترین مقدار وزن خشک ریشه‌چه در رقم امیر (به ترتیب ۱۳/۶۲ و ۱۳/۰۰ گرم) و در سطح ۶۰ میلی‌مولار در رقم صبا (۰/۰۴۵۱ گرم) مشاهده شد. نتایج همچنین نشان داد که بیشترین وزن خشک ساقه‌چه و وزن خشک در سطوح تنش شوری صفر و ۲۰ و ۴۰ میلی‌مولار برای رقم امیر (به ترتیب ۰/۳۶۱، ۰/۵۰۳ و ۰/۱۷۱، ۰/۳۱۲ و ۰/۱۴۰، ۰/۲۷۰ گرم) و در سطح ۶۰ میلی‌مولار در رقم صبا (۰/۰۶۱ و ۰/۱۰۶ گرم) و نیز کمترین مقدار وزن خشک ساقه‌چه و وزن خشک سویا متعلق به ارقام ویلیامز و سحر (به ترتیب ۰/۰۱۶،

میلی مولار ارقام صبا و تپور (به ترتیب ۸/۵۵ و ۷/۹۲) و در سطح ۶۰ میلی مولار رقم کتول (۰/۷۶) بالاترین میزان سرعت جوانه زنی را داشتند. جلیل و همکاران (Jaleel et al., 2007) علت کاهش درصد و سرعت جوانه زنی بذرها تحت تنش شوری را به اختلالات متابولیک مربوط با افزایش پراکسیداسیون لیپیدی در بذرها مرتبط دانستند. علاوه بر اثر شوری بر کاهش خصوصیات رشدی بذور کاشته شده در مزارع، این اثر منفی می تواند در بذور تولیدی این بوته ها نیز مشاهده شده و خصوصیات جوانه زنی بذور را نیز تحت تاثیر قرار دهد. قاسمی گلعدانی و روزبه (Ghassemi-Golezani and Roozbeh, 2011) با بررسی اثر تنش شوری بر کیفیت بذرها ن خود در طول دوره پرشدن بذر بیان داشتند که تنش سبب افت کیفیت بذرها شده به طوریکه درصد و سرعت جوانه زنی بذرها تولید شده تحت تنش شوری از بذرها تولیدی در شرایط غیر شور کمتر بود.

ریشه چه متوقف شده و بنابراین طول ریشه چه کاهش می یابد. المنصوری (Almansouri, 2001) گزارش کرد که تنش شوری منجر به کاهش آنزیم آلفا آمیلاز می شود. این آنزیم موجب شکسته شدن نشاسته در لپه ها شده و با هر گونه کاهش فعالیت این آنزیم، به طور طبیعی سرعت شکستن ذخایر بذر کم شده و شاخص های جوانه زنی کاهش می یابد. با کاهش رشد سلول، اندازه اندام گیاهی کوچک شده و شاهد کوچکتر شدن ساقه چه و برگ های اولیه و یا ارتفاع گیاهان به عنوان اولین اثر محسوس کم آبی ناشی از شوری آب یا خاک بر روی گیاهچه خواهیم بود.

بررسی تغییرات صفت سرعت جوانه زنی ارقام سویا در سطوح مختلف تنش شوری نشان داد که به جز رقم ساری، باقی ارقام بالاترین مقادیر صفت را در سطح صفر تنش شوری داشته و کمترین مقدار آن نیز برای ارقام ویلیامز، تپور و ساری بود. در سطح ۲۰ میلی مولار ارقام صبا و امیر (به ترتیب ۹/۵۰ و ۸/۶۱)، در سطح ۴۰

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارهای رقم و شوری بر صفات جوانه زنی مورد مطالعه

تیمار	طول ریشه چه (میلی متر)	طول ساقه چه (میلی متر)	وزن خشک ریشه چه (گرم)	وزن خشک ساقه چه (گرم)	وزن خشک کل (گرم)	سرعت جوانه زنی
ویلیامز	۳۰/۰۰ <sup>l-p</sup>	۲۸/۳۳ <sup>k-n</sup>	۰/۰۴۳ <sup>op</sup>	۰/۱۱۳ <sup>i-m</sup>	۰/۱۵۷ <sup>l-n</sup>	۱۰/۰۰ <sup>a</sup>
صبا	۱۰۱/۶۶ <sup>b-d</sup>	۶۵/۰۰ <sup>fg</sup>	۰/۲۱۶ <sup>a</sup>	۰/۳۱۲ <sup>b</sup>	۰/۵۰۷ <sup>a</sup>	۱۰/۰۰ <sup>a</sup>
تپور	۸۵/۰۰ <sup>d-g</sup>	۸۴/۳۳ <sup>de</sup>	۰/۱۷۰ <sup>b</sup>	۰/۲۸۳ <sup>c</sup>	۰/۴۵۴ <sup>b</sup>	۱۰/۰۰ <sup>a</sup>
ساری	۹۰/۰۰ <sup>d-f</sup>	۷۶/۶۷ <sup>ef</sup>	۰/۰۷۱ <sup>k</sup>	۰/۱۶۸ <sup>fg</sup>	۰/۲۴۰ <sup>f-h</sup>	۶/۳۳ <sup>f-j</sup>
امیر	۱۱۰/۰۰ <sup>bc</sup>	۱۲۰/۰۰ <sup>ab</sup>	۰/۱۴۱ <sup>cd</sup>	۰/۳۶۱ <sup>a</sup>	۰/۵۰۳ <sup>a</sup>	۸/۳۳ <sup>a-d</sup>
صفر	۱۲۰/۰۰ <sup>b</sup>	۹۳/۳۳ <sup>dc</sup>	۰/۱۱۶ <sup>e-g</sup>	۰/۲۴۹ <sup>de</sup>	۰/۳۶۶ <sup>d</sup>	۱۰/۰۰ <sup>a</sup>
کاسپین	۱۱۰/۰۰ <sup>bc</sup>	۱۱۳/۳۳ <sup>bc</sup>	۰/۱۵۱ <sup>c</sup>	۰/۲۶۱ <sup>cd</sup>	۰/۴۱۲ <sup>c</sup>	۱۰/۰۰ <sup>a</sup>
میلی مولار	۱۴۳/۳۳ <sup>a</sup>	۱۳۳/۳۳ <sup>a</sup>	۰/۱۷۷ <sup>b</sup>	۰/۲۴۱ <sup>de</sup>	۰/۴۱۸ <sup>c</sup>	۱۰/۰۰ <sup>a</sup>
کوثر	۹۶/۶۶ <sup>c-e</sup>	۱۰۰/۰۰ <sup>cd</sup>	۰/۰۶۲ <sup>k-n</sup>	۰/۱۴۰ <sup>g-i</sup>	۰/۲۰۳ <sup>ij</sup>	۱۰/۰۰ <sup>a</sup>
کتول	۷۰/۰۰ <sup>g-i</sup>	۱۲۳/۳۳ <sup>ab</sup>	۰/۱۱۸ <sup>ef</sup>	۰/۲۲۶ <sup>e</sup>	۰/۳۴۴ <sup>de</sup>	۱۰/۰۰ <sup>a</sup>
سحر	۱۰۳/۳۳ <sup>b-d</sup>	۱۱۶/۶۶ <sup>a-c</sup>	۰/۱۶۷ <sup>b</sup>	۰/۱۸۲ <sup>f</sup>	۰/۳۵۰ <sup>d</sup>	۱۰/۰۰ <sup>a</sup>
ویلیامز	۳۱/۶۶ <sup>l-o</sup>	۳۰/۰۰ <sup>k-m</sup>	۰/۰۳۳ <sup>p-r</sup>	۰/۰۹۵ <sup>l-o</sup>	۰/۱۲۹ <sup>no</sup>	۵/۰۰ <sup>i-k</sup>
صبا	۸۶/۶۶ <sup>d-g</sup>	۴۵/۰۰ <sup>h-k</sup>	۰/۱۱۱ <sup>f-h</sup>	۰/۱۵۸ <sup>f-h</sup>	۰/۲۶۹ <sup>gf</sup>	۹/۵۰ <sup>ab</sup>
تپور	۳۹/۰۰ <sup>kl</sup>	۴۳/۳۳ <sup>h-l</sup>	۰/۱۰۰ <sup>hi</sup>	۰/۱۰۷ <sup>j-n</sup>	۰/۲۰۷ <sup>h-j</sup>	۸/۱۱ <sup>b-c</sup>
ساری	۳۵/۰۰ <sup>k-m</sup>	۴۵/۰۰ <sup>h-k</sup>	۰/۰۴۶ <sup>op</sup>	۰/۱۰۶ <sup>k-n</sup>	۰/۱۵۳ <sup>l-n</sup>	۶/۱۱ <sup>g-j</sup>

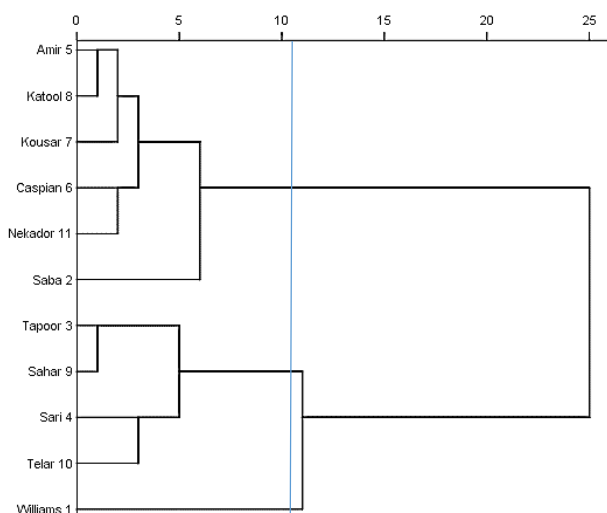
تحقیقات بذر، سال سیزدهم، شماره ۱، بهار ۱۴۰۲ / پیاپی: ۴۶

۸/۶۱ a-c	۰/۳۱۲ c	۰/۱۷۶ f	۰/۱۳۶ cd	۵۳/۳۳ gh	۹۰/۰۰ d-f	امیر	
۶/۶۹۴ d-i	۰/۱۶۷ kl	۰/۰۹۰ l-o	۰/۰۷۷ k	۳۵/۶۶ h-m	۶۵/۳۳ hij	کاسپین	
۷/۹۴۴ b-f	۰/۲۳۷ gh	۰/۱۳۵ hi	۰/۱۰۱ g-i	۴۳/۳۳ h-l	۷۱/۶۶ f-h	کوثر	
۵/۶۶۷ h-j	۰/۲۰۸ h-j	۰/۱۱۴ i-l	۰/۰۹۴ ij	۵۰/۰۰ g-j	۸۱/۶۶ e-h	کتول	
۵/۹۴۴ g-j	۰/۱۲۸ no	۰/۰۷۷ o-q	۰/۰۵۱ m-o	۲۷/۳۳ k-n	۳۸/۳۳ kl	سحر	
۵/۱۹۴ i-k	۰/۲۲۷ h-j	۰/۱۳۲ h-k	۰/۰۹۵ hi	۴۵/۰۰ h-k	۷۱/۶۶ f-h	تلار	
۶/۴۴۴ c-j	۰/۲۳۳ hi	۰/۱۳۴ h-j	۰/۰۹۸ hi	۵۱/۶۶ g-i	۸۰/۰۰ e-h	نکادر	
۲/۹۷۲ l	۰/۰۸۵ p-r	۰/۰۵۲ q-t	۰/۰۳۳ p-r	۳۱/۰۰ k-m	۳۷/۶۶ kl	ویلیامز	
۸/۵۵۵ a-c	۰/۱۴۵ l-n	۰/۱۰۵ k-n	۰/۰۴۰ o-q	۲۰/۰۰ m-p	۳۷/۶۶ kl	صبا	
۷/۹۷۲ b-f	۰/۲۰۸ h-j	۰/۱۳۰ i-k	۰/۰۷۸ jk	۳۲/۶۶ j-m	۳۵/۰۰ k-m	تپور	
۳/۶۱۱ kl	۰/۰۹۴ pq	۰/۰۵۵ q-t	۰/۰۳۸ o-q	۲۷/۶۶ k-n	۳۷/۳۳ kl	ساری	
۷/۶۳۹ c-g	۰/۲۷۰ f	۰/۱۴۰ hi	۰/۱۳۰ de	۳۶/۶۶ h-m	۵۱/۶۶ i-k	امیر	۴۰
۴/۸۶۱ jk	۰/۱۳۵ l-o	۰/۰۸۶ m-p	۰/۰۴۹ n-p	۳۵/۰۰ i-m	۴۳/۳۳ kl	کاسپین	میلی مولار
۷/۱۱۱ c-h	۰/۲۰۰ jk	۰/۱۳۱ h-k	۰/۰۶۸ kl	۳۵/۰۰ i-m	۴۸/۳۳ j-l	کوثر	
۶/۳۳۳ f-j	۰/۱۳۹ l-o	۰/۰۸۶ n-p	۰/۰۵۳ l-o	۲۱/۶۶ m-p	۳۲/۶۶ k-n	کتول	
۵/۹۲۷ g-j	۰/۰۸۵ p-r	۰/۰۶۰ p-s	۰/۰۲۵ q-s	۲۹/۳۳ k-m	۳۸/۰۰ kl	سحر	
۵/۸۰۵ h-j	۰/۱۳۱ m-o	۰/۰۸۹ l-o	۰/۰۴۳ op	۲۶/۶۶ l-o	۳۱/۶۶ l-o	تلار	
۶/۵۵۵ c-j	۰/۱۶۳ lm	۰/۰۹۷ l-o	۰/۰۶۵ k-m	۳۰/۰۰ k-m	۵۱/۶۶ i-k	نکادر	
۰/۰۰۰ m	۰/۰۱۹ u	۰/۰۱۶ uv	۰/۰۰۳ t	۶۳۳ P	۱۰/۶۶ q	ویلیامز	
۰/۵۸۳ m	۰/۱۰۶ op	۰/۰۶۱ p-r	۰/۰۴۵ op	۱۱/۰۰ n-p	۱۶/۰۰ m-q	صبا	
۰/۰۰۰ m	۰/۰۵۱ s-u	۰/۰۳۶ r-u	۰/۰۱۵ st	۵/۶۶ P	۱۰/۶۶ q	تپور	
۰/۰۰۰ m	۰/۰۶۷ q-s	۰/۰۵۰ q-t	۰/۰۱۸ r-t	۶۰۰ P	۱۴/۶۶ n-q	ساری	
۰/۴۱۶ m	۰/۰۷۱ q-s	۰/۰۴۶ r-t	۰/۰۲۵ q-s	۵/۰۰ P	۱۳/۰۰ o-q	امیر	۶۰
۰/۳۲۷ m	۰/۰۸۷ pq	۰/۰۵۰ q-t	۰/۰۳۷ o-q	۱۱/۰۰ n-p	۱۳/۰۰ o-q	کاسپین	میلی مولار
۰/۶۰۰ m	۰/۰۵۳ r-t	۰/۰۳۳ s-v	۰/۰۱۸ r-t	۱۰/۶۶ n-p	۱۳/۰۰ o-q	کوثر	
۰/۷۶۶ m	۰/۰۴۴ s-u	۰/۰۲۹ t-v	۰/۰۱۴ st	۶۶۶ P	۱۲/۳۳ pq	کتول	
۰/۵۸۳ m	۰/۰۱۸ u	۰/۰۰۸ v	۰/۰۰۹ st	۴/۶۶ P	۹/۰۰ q	سحر	
۰/۱۳۳ m	۰/۰۳۲ tu	۰/۰۱۶ uv	۰/۰۱۶ st	۸/۰۰ P	۱۸/۰۰ m-q	تلار	
۰/۰۶۶ m	۰/۱۰۶ op	۰/۰۶۱ p-r	۰/۰۴۵ op	۹/۰۰ op	۱۷/۰۰ m-q	نکادر	

میانگین‌ها در هر ستون که دارای حداقل یک حرف مشترک می‌باشند اختلاف معنی‌داری ندارند.

در گروه اول ۶ رقم امیر، کتول، کوثر، کاسپین، نکادر و صبا، در گروه دوم ۴ رقم تپور، سحر، ساری و تلار و در گروه سوم فقط یک رقم ویلیامز قرار گرفت.

گروه‌بندی ژنوتیپ‌های سویا بر اساس صفات جوانه‌زنی در تمام سطوح شوری مورد مطالعه (شکل ۳) نشان داد که رقم‌ها در ۳ گروه مجزا قرار می‌گیرند.



شکل ۳- گروه بندی ژنوتیپ‌های سویا بر اساس صفات جوانه‌زنی و معیار فاصله اقلیدوسی و روش وارد

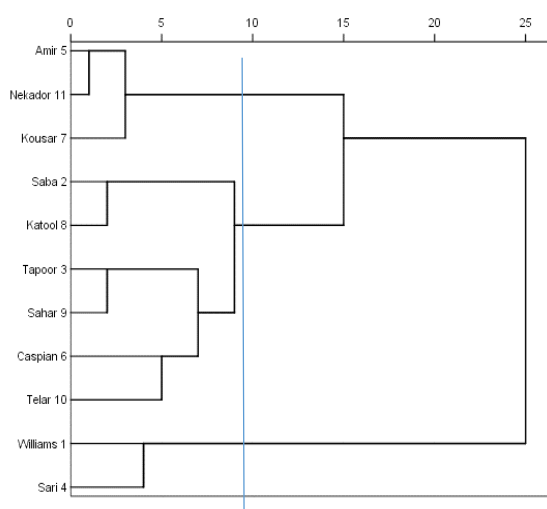
جوانه‌زنی بیشترین میانگین صفات را داشته و به عنوان ژنوتیپ‌های متحمل سویا معرفی شدند و همچنین رقم‌های ویلیامز و ساری در سطوح مختلف تنش به خصوص سطوح ۴۰ و ۶۰ میلی‌مولار دارای میانگین صفات کمتری بودند و به عنوان ژنوتیپ‌های حساس به تنش شوری سویا در مرحله جوانه‌زنی معرفی شدند.

نتایج آنالیز همبستگی (جدول ۴) بین صفات نشان داد که تمامی ضرایب همبستگی مثبت و معنی‌داری بوده و بیشترین مقدار آن نیز مربوط به همبستگی معنی‌دار وزن خشک ساقچه (۰/۹۸) و وزن خشک ریشه‌چه (۰/۹۵) با صفت وزن خشک کل بود. صفت سرعت جوانه‌زنی نیز بیشترین همبستگی را با صفات درصد جوانه‌زنی (۰/۸۸) و وزن خشک کل (۰/۷۸) داشت. ریشه‌چه به عنوان اولین بافت گیاهی با شوری در تماس بوده و توسعه آن نقش قابل توجهی در تحمل گیاه به تنش شوری دارد. طول این بافت در ارقام مختلف سویا همبستگی مثبت و معنی‌داری با تمام صفات مورد مطالعه داشته که بیانگر افزایش توان رشدی گیاه با افزایش طول ریشه‌چه در محیط‌های شور می‌باشد. باقری فرد و همکاران (Bagheri Fard

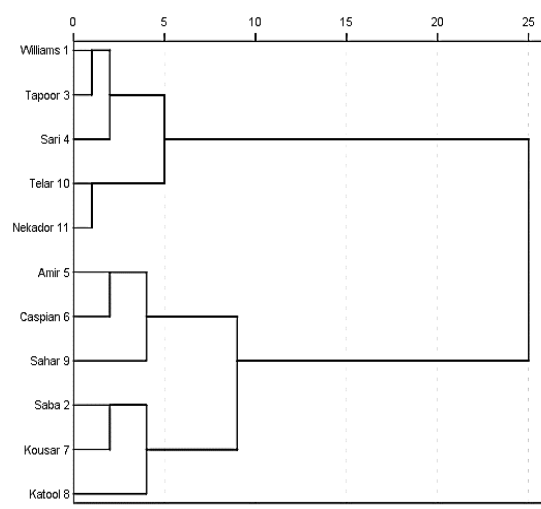
جهت درک بهتر از رفتار رقم‌ها در سطوح مختلف شوری و درک کلی از چگونگی رفتار رقم‌ها در هر سطح خاص، گروه‌بندی رقم‌ها در سطوح ۴۰ و ۶۰ میلی‌مولار انجام گرفت. در تنش ۴۰ میلی‌مولار رقم‌ها در ۳ گروه قرار گرفتند (شکل ۴ ب). گروه اول شامل ارقام امیر، نکادر و کوثر بود. در گروه دوم صبا، تپور، کتول، سحر، کاسپین و تلار و در گروه سوم رقم‌های ویلیامز و سحر قرار گرفتند. در تنش ۶۰ میلی‌مولار نیز رقم‌ها در ۳ گروه دسته بندی شدند (شکل ۴ الف). در گروه اول رقم‌های ویلیامز، تپور، ساری، تلار و نکادر، در گروه دوم رقم‌های امیر، کاسپین و سحر و در گروه سوم رقم‌های صبا، کوثر و کتول جای گرفتند. مطالعه نتایج حاصل از تجزیه‌های مختلف کلاستر در سطوح تنش شوری نشان داد که ژنوتیپ‌های کاسپین و سحر در سطوح مختلف تنش در یک گروه قرار گرفته و این موضوع می‌تواند بیانگر این باشد که این ژنوتیپ‌ها در تیمارهای مختلف از نظر رشدی تغییرات چندانی نخواهد داشت. علاوه بر این، ژنوتیپ‌های امیر، نکادر و کوثر در سطح ۴۰ میلی‌مولار و رقم‌های صبا، کوثر و کتول در سطح ۶۰ میلی‌مولار برای صفات طول ریشه‌چه، ساقچه، درصد جوانه‌زنی و سرعت

وزن گیاهچه سویا اشاره داشته و نتایج منحصوری گندمانی و همکاران ( Mansouri Gandomani et al., 2019) نیز حاکی از همبستگی مثبت و معنی‌دار درصد جوانه‌زنی بذر سویا با سرعت جوانه‌زنی، تعداد گیاهچه عادی، وزن تر گیاهچه و میزان کلروفیل برگ داشت.

(et al., 2014) گزارش نمودند که صفات درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی در سویا همبستگی بسیار بالایی با یکدیگر داشته و نیز وزن خشک ریشه‌چه با تمامی صفات مورد مطالعه همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت. فرهنگی آبریز و قاسمی گل‌عدانی (Farhangi-Abriz and Ghassemi-Golezani, 2022) به همبستگی مثبت و معنی‌داری سرعت جوانه‌زنی با



(ب)



(الف)

شکل ۴- گروه‌بندی ژنوتیپ‌های سویا با معیار فاصله اقلیدوسی و روش وارد بر مبنای تنش ۴۰ (ب) و ۶۰ (الف) میلی‌مولار NaCl

جدول ۴- بررسی همبستگی صفات مورد مطالعه

درصد جوانه‌زنی	وزن خشک کل	وزن خشک ساقه‌چه	وزن خشک ریشه‌چه	طول ساقه‌چه	طول ریشه‌چه	
				۱	۰/۸۷۳**	طول ساقه‌چه
			۱	۰/۷۴۹**	۰/۸۲۱**	وزن خشک ریشه‌چه
		۱	۰/۸۷۴**	۰/۸۱۳**	۰/۸۲۳**	وزن خشک ساقه‌چه
	۱	۰/۹۸۱**	۰/۹۴۹**	۰/۸۱۳**	۰/۸۵۰**	وزن خشک کل
۱	۰/۶۱۸**	۰/۶۰۰**	۰/۵۹۲**	۰/۵۶۷**	۰/۶۲۳**	درصد جوانه‌زنی
۰/۸۸۲**	۰/۷۷۹**	۰/۷۶۰**	۰/۷۴۳**	۰/۷۲۲**	۰/۷۴۹**	سرعت جوانه‌زنی

\*\* معنی‌داری در سطح ۱ درصد

توجیه نموده و همبستگی مثبت و معنی‌داری با تمام صفات مورد مطالعه در این تحقیق داشت. با بررسی ضرایب رگرسیون می‌توان بیان داشت که وزن خشک

وزن خشک کل نخستین صفتی بود که در مدل رگرسیونی صفت سرعت جوانه‌زنی وارد شده (جدول ۳) و سهم قابل توجهی (۰/۶۰) از تغییرات آن را نیز

گیاهچه‌های بذرهای تولیدی در شرایط مختلف با وزن تک بذر و سرعت جوانه‌زنی در ارتباط است. بذرهایی که با سرعت کمتری جوانه می‌زنند، گیاهچه‌های کوچکتری نیز تولید می‌کنند. نتایج مشابهی توسط نصری و همکاران (Nasri et al., 2015) و لطفی و قاسمی گل‌عزانی (Lotfi and Ghassemi-Golezani, 2015) گزارش شده است.

کل به سبب ضریب مثبتی که دارد، از اهمیت بالایی برخوردار بوده و افزایش میزان این صفت سبب افزایش سرعت جوانه‌زنی می‌شود. بعد از این صفت، صفت طول ریشه‌چه به مدل رگرسیونی وارد شده و در مجموع این مدل توانست ۶۳ درصد از تغییرات صفت سرعت جوانه‌زنی را توجیه نماید. این صفت نیز همبستگی مثبت و معنی‌داری با صفت سرعت جوانه‌زنی داشت (جدول ۵). تغییرات وزن خشک

جدول ۵- تجزیه رگرسیون گام‌به‌گام برای صفات مؤثر بر سرعت جوانه‌زنی

متغیر وابسته	معادله رگرسیونی	ضریب تبیین
سرعت جوانه‌زنی	$۰/۳۲ + (۰/۴۶ + ۱۴/۲۵) \times$ (طول ریشه‌چه)	۰/۶۳

اقلیدوسی بر اساس صفات جوانه‌زنی، ژنوتیپ‌های مورد مطالعه را در سه گروه مجزا قرار داد. در بین ارقام مختلف، ارقام امیر و صبا بیشترین مقادیر صفات و بهترین پاسخ به تنش شوری و ارقام سحر و ویلیامز نیز کمترین مقادیر صفات را داشت.

نتیجه گیری کلی:

با توجه به اهمیت نقش جوانه زنی در استقرار بذر و ایجاد سطح سبز یکنواخت و مناسب در مزرعه می‌توان از نتایج این پژوهش در انتخاب ارقام قابل کشت در اراضی مختلف استفاده و از آنها در برنامه‌های اصلاحی آینده با هدف افزایش مقاومت به شوری بهره برد.

رشد و عملکرد اغلب گیاهان زراعی به طور معمول در پاسخ به تنش شوری کاهش می‌یابد. همچنین با افزایش غلظت نمک در حد بالاتر از سطح آستانه تحمل گیاه، علاوه بر کاهش رشد، سبب افت میزان بیوماس نهایی گیاهان زراعی به طور قابل توجهی می‌گردد.

به‌طورکلی، نتایج این آزمایش نشان داد که تنش شوری بر تمامی صفات جوانه‌زنی مورد مطالعه اثر سوء داشته و رقم‌های مختلف تحت تاثیر سطوح مختلف شوری، واکنش‌های متفاوتی را نشان داده و با افزایش شوری، تمامی صفات مورد مطالعه کاهش معنی‌داری از خود نشان دادند. همچنین نتایج حاصل از تجزیه خوشه‌ای به روش وارد با معیار فاصله

## References

- Abbasi, F., Kuchaki, A. and Ghaffari, A. 2009. Assessment germination and vegetative growth in crotorium in different concentrations of NaCl. J. of Iran Agric. Res. 7(2): 52-57.
- Aiazzi, M.T., Carpane, P.D., Arguello, J.A. and Piotta, B. 2004. Salt tolerance at the germination stage of *Atriplex cordobensis* from different provinces. Seed Sci. and Tech. 32: 43-52.
- Almansouri, M., Kinet, M. and Lutts, Y. 2001. Effect of salt and osmotic stresses on germination in durum wheat (*Triticum durum* des). Plant Soil. 231: 243-254.
- Anjomani, H., Babaeian, N. and Bagheri, N. 2019. Assessment of Salinity Stress on Traits Related to Seed Germination in Various Selected Soybean Genotypes (*Glycine max*). J. of Crop Breed. 10(28): 181-187.

- Ashraf, M. and Foolad, M.R. 2005. Presowing seed treatment-a shotgun approach to improve germination growth and crop yield under saline and none-saline conditions. *Adv. Agron.* 88: 223-271.
- Babaeian, N. and Bagheri, N. 2018. Assessment of salinity stress on traits related to seed germination in various selected soybean genotypes (*Glycine max*). *J. of Crop Breed.* 10(28): 181-187.
- Bagheri Fard, G., Rezaei, A.M., Bagheri Fard, A., Mohammadi, Sh. and Bagheri, A. 2014. The effect of salinity stress on germination characteristics and growth indices of five soybean cultivars (*Glycine max* L.). *J. of Seed Res.* 4(10): 40-51.
- Enferadi, A., Postini, K., Majnoonhoseyni, N., Talei, A. and Atari, A.A. 2002. Rapeseed cultivars physiological responses to stress in vegetative stage. *J. of Sci. and Tech. of Agri. and Nat. Resour.* 7(4): 103-112.
- Farhangi-Abriz, S. and Ghassemi-Golezani, K. 2022. Changes in seeds quality of soybean in response to salicylic acid and jasmonic acid under salt stress. *Iranian J. of Seed Sci. and Res.* 8(4): 385-395.
- Farhoudi, R. and Tafti, M.M. 2011. Effect of salt stress on Seedlings growth and ions homeostasis of soybean (*Glycine max*) Cultivars. *Adv. Environ. Biol.* 5(8): 2522-2526.
- Ghassemi-Golezani, K. and Roozbeh, B. 2011. Changes in seed quality of chickpea cultivars under salinity stress. *Res. on Crops.* 12: 778-782.
- Gorzin, M., Ghaderi-Far, F., Zeinali, E. and Razavi, S.E. 2015. Evaluation of seed germination and seed vigor of different soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) cultivars under different planting dates in Gorgan. *Iranian J. of Field Crops Res.* 13(3): 611-622.
- Hasegawa, P.M., Bressan, R.A., Zhu, J.K. and Bohnert, H.J. 2000. Plant cellular and molecular responses to high salinity. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.* 51: 463-499.
- Izadi darbandi, A. and Mohammadian, M. 2012. Effects of temperature and salinity on seed germination and growth characteristics of canola cultivars (*Sesamum indicum*). *Iranian J. of Agri. Res.* 10(2): 345-355.
- Jaleel, C.A., Gopi, R., Sankar, B., Manivannan, P., Kishorekumar, A., Sridharan, R. and Panneerselvam, R. 2007. Studies on germination, seedling vigour, lipid peroxidation and proline metabolism in *Catharanthus roseus* seedlings under salt stress. *S. Afr. J. Bot.* 73: 190-195.
- Kader, M.A. 2005. A comparison of seed germination calculation formulae and the associated interpretation of resulting data. *J. proc. R. Soc. New South Wales.* 138: 65-75.
- Kafi, M. and Stewart, D. 2001. The effects of salinity on growth and yield of nine cultivar of wheat. *J. of Agri. Sci. and Tech.* 12 (1).
- Kan, G., Ning, L., Li, Y., Hu, Z., Zhang, W., He, X. and Yu, D. 2016. Identification of novel loci for salt stress at the seed germination stage in soybean. *Breed. Sci.* 66(4): 530-541.
- Kaydan, D. and Yagmur, M. 2008. Germination, seedling growth and relative water content of shoot in different seed sizes of triticale under osmotic stress of water and NaCl. *Afr. J. Biotechnol.* 7: 2862-2868.
- Khan, F., Siddiqi, T.O., Mahmooduzzafar, and Ahmad, A. 2009. Morphological changes and antioxidant defence systems in soybean genotypes as affected by salt stress. *J. of Plant Interact.* 4: 295-306.
- Lotfi, R. and Ghassemi-Golezani, K. 2015. Influence of salicylic acid and silicon on seed development and quality of mung bean under salt stress. *Seed Sci. and Tech.* 43: 52-61.
- Maghtouli, M. and Chaiechy, M. 1999. Effect of salinity and salt on germination and initial growth of sorghum. *J. of Agri. Sci. and Nat. Res.* 6: 33-40.
- Mahmoodabad-zabihi, R.Z., Somarin, S.J., Khayatnezhad, M. and Gholmi, R. 2011. The study of effect salinity stress on germination and seedling growth in five different genotypes of wheat. *Adv. in Environ. Biol.* 5 (1): 177-179.
- Majidian, P., Gerami, M., Ghorbani, H.R. and Alizadeh, M.M. 2021. The response of different soybean cultivars to salt stress in germination level. 1st International and 5th National Seed Science and Technology Conference of Iran. Kermanshah. <https://civilica.com/doc/1522999>.



- Mansouri Gandomani, V., Omid, H. and Bostanim, A. 2019. Study on effects of pretreatment nano-particle silicon dioxide (SiO<sub>2</sub>) on seed germination and biochemical indicate of soybean (*Glycine max* L.) cultivars Williams under salinity. Iranian J. of Seed Res. 6 (3): 299-316.
- Nasri, N., Saidi, I., Kaddour, R. and Lachaal, M. 2015. Effect of salinity on germination, seedling growth and acid phosphatase activity in lettuce. American J. of Plant Sci. 6: 57-63.
- Niakan, M., Tajari, M. and Ghorbani, M. 2008. The effect of salinity stress on allelopathic potential of canola by studying some growth factors, chlorophyll a, b amount, antioxidant enzyme and nitrate reductase activity of soybean seedlings in hydroponic culture. Iranian J. of Biol. 21: 315-25.
- Patade, V.Y., Maya, K. and Zakwan, A. 2011. Seed priming mediated germination improvement and tolerance to subsequent exposure to cold and salt stress in capsicum. Res. J. Seed Sci. 4 (3): 125-136.
- Porkar, M., Mohsenzadeh Golfazani, M., Hasani Kumleh, H. and Samizadeh, H. 2022. Grouping of some soybean genotypes in various salt stress treatment in Germination Stages and Study of Genetic Diversity using Molecular Markers. Iranian J. of Seed Sci. and Res. 9(2): 13-29.
- Rahimi, A. and Biglarifard, A. 2011. Impacts of NaCl Stress on proline, Soluble Sugars Photosynthetic Pigments. J. of Adv. in Environ. Biol. 5(4): 617-623.



## Evaluation of genetic diversity in some bread wheat genotypes under drought stress conditions using germination stage indices

Zahra Marvotti<sup>1\*</sup>, Mohammad Noorani<sup>2</sup>

<sup>1</sup> PhD student, Plant Breeding and Biotechnology Department, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran, Email: morovatizahra3@gmail.com

<sup>2</sup> Department of Horticultural Science, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran, Email: mohamadnorani1368@gmail.com

### Article Info

**Article type:**  
Research Full Paper

**Article history:**  
Received: 2023-10-13  
Revised: 2024-1-10  
Accepted: 2024-1-17

**Keywords:**  
Genetic diversity  
germination traits  
Genetic parameters  
Cluster analysis  
Heritability

### ABSTRACT

In order to investigate phenotypic and genotypic correlations between Characteristics affecting the germination stage and genetic variation and estimating the genetic parameters of these indices in Drought and normal conditions, 19 genotypes of bread wheat were cultivated in Completely randomized design with three replications in the Laboratories, Department of Agronomy and Plant Breeding of Agricultural Research Campus Natural Resources of Razi University of Kermanshah, Iran In the germination stage was evaluated. The results of variance analysis (ANOVA) showed significant differences for the Germination Percentage (GP), coleoptile Length (KL), Mean Germination Time (MGT), Coffficent of Velocity of Germination (CVG), Average Velocity of Germination (AVG) and Vigor index (SV) under stress and normal condition indicating. The presence of a considerable genotypic variation and possibility of selection of drought tolerant genotypes. The presence of a considerable genotypic variation and possibility of selection of drought tolerant genotypes. According to the biplot obtained in the laboratory conditions (germination test) genotype (16) was located in group A. A high positive genetic and phenotypic relation was observed between GP, AVG, SV and RL, which is completely in line with results of the relation between traits by GTbiplot. High heritability and genetic gain were observed for GP, AVG and SV that reflect the additive gene action. Accordingly, the selection method for studied traits in examined genotypes effective. Cluster analysis using Ward method, based on the traits, classified the genotypes in three different groups.

**Cite this article:** Marvotti, Z., Noorani, M. (2023). Evaluation of genetic diversity in some bread wheat genotypes under drought stress conditions using germination stage indices. *Seed Research*, 13 (1), 34-50.



©The author(s)

Publisher: Islamic Azad University, Gorgan branch

# تحقیقات بذر

شاپا چاپی: ۲۶۶۵-۲۳۸۳  
شاپا الکترونیکی: ۲۴۶۱-۲۹۸۱



## ارزیابی پارامترهای ژنتیکی برخی از ژنوتیپ‌های گندم نان تحت تاثیر تیمار

### پلی اتیلن گلایکول ۶۰۰۰ و استفاده از Gt-Biplot

زهرا مروتی<sup>۱\*</sup>، محمد نورانی<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup> دانشجوی دکتری گروه ژنتیک و بهنجاری دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس تهران، رایانامه: morovatzahra3@gmail.com

<sup>۲</sup> دکتری علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس تهران، رایانامه: mohamadnorani1368@gmail.com

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله کامل علمی	به منظور بررسی ارتباط فنوتیپی و ژنوتیپی میان ویژگی‌های موثر در مرحله جوانه‌زنی در شرایط تنش خشکی، ۱۹ ژنوتیپ گندم نان در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در آزمایشگاه گروه زراعت و اصلاح نباتات پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه رازی کرمانشاه مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج تجزیه و تحلیل واریانس (ANOVA) نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین ژنوتیپ‌های مورد ارزیابی از نظر صفات درصد جوانه‌زنی (GP)، طول کلئوپتیل (KL)، میانگین زمان جوانه‌زنی (MGT)، ضریب سرعت جوانه‌زنی (CVG)، میانگین سرعت جوانه‌زنی (AVG) و شاخص بنیه بذر (SV) در هر دو شرایط نرمال و تنش خشکی مشاهده شد که نشان‌دهنده وجود تنوع ژنتیکی قابل توجه و امکان انتخاب ژنوتیپ‌های متحمل به تنش خشکی است. بر اساس بای پلات به دست آمده در آزمون جوانه‌زنی نیز ژنوتیپ شماره ۱۶ در گروه A قرار گرفت. رابطه ژنتیکی مثبت و معنی‌داری میان صفات GP، AVG، SV و RL مشاهده شد که با نتایج نمودار GT-biplot مطابقت کامل داشت. وراثت پذیری و پیشرفت ژنتیکی بالا برای GP، AVG و SV مشاهده گردید که این موضوع می‌تواند حاکی از عمل افزایشی ژن‌ها باشد. بر این اساس روش اصلاحی انتخاب برای صفات مورد مطالعه در ژنوتیپ‌های مورد بررسی موثر است. به منظور دسته‌بندی ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از تجزیه خوشه‌ای به روش Ward استفاده شد. که ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در شرایط تنش اعمال شده و نرمال (شاهد) در سه گروه قرار گرفتند.
تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۷/۲۱ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۱۰/۲۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۰/۲۷	
واژه‌های کلیدی: تنوع ژنتیکی صفات جوانه‌زنی تجزیه خوشه‌ای پارامترهای ژنتیکی وراثت پذیری	

استناد: مروتی، زهرا؛ نورانی، محمد. (۱۴۰۲). ارزیابی پارامترهای ژنتیکی برخی از ژنوتیپ‌های گندم نان تحت تاثیر تیمار

پلی اتیلن گلایکول ۶۰۰۰ و استفاده از Gt-Biplot. تحقیقات بذر، ۱۳ (۱)، ۳۴-۵۰.

ناشر: دانشگاه آزاد اسلامی، واحد گرگان

© نویسندگان.



نیمه خشک اهمیت زیادی دارد (Badeleh et al., 2015). گرانجیان و همکاران (2006) اظهار نمودند که تنش خشکی درصد جوانه زنی، سرعت جوانه زنی و رشد گیاهچه را تحت تاثیر قرار می‌دهد و افزایش سرعت جوانه زنی، استقرار و گسترش سریع ریشه و همچنین استفاده بهینه از رطوبت موجود در خاک از شاخص‌های موثر در ایجاد مقاومت به تنش خشکی در زمان جوانه زنی می‌باشد. صفاتی نظیر طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه و طول کلئوپتیل نقش موثری در رشد گیاه دارند، بعنوان صفات شاخص در ارزیابی تحمل به تنش خشکی شناخته شده‌اند (Pan et al., 2002). شهبازی و همکاران (۲۰۱۶) در تحقیقی نشان داده است که تنش خشکی بیش از هر صفتی، صفت ساقه‌چه را تحت تاثیر قرار می‌دهد به گونه‌ای که با افزایش خشکی میزان رشد ساقه‌چه به شدت کاهش می‌یابد. عوامل متنوع ژنتیکی و محیطی (نظیر طول روز، دسترسی به آب، درجه حرارت و مقدار جذب مواد غذایی) به شدت جوانه زنی را تحت تاثیر قرار می‌دهند (Darvizheh et al., 2018). از طرفی پتانسیل جوانه زنی احتمالاً یک صفت کمی است و کنترل پلی ژنیک دارد. لذا مرحله جوانه زنی دارای پیچیدگی بسیاری است که این پیچیدگی تحت تاثیر عوامل متنوع ژنتیکی، فیزیولوژیکی و محیطی قرار دارد (Ghaffari Moghaddam et al., 2019). با این وجود محققین کمتر به لزوم مطالعه فاکتورهای موثر در مراحل جوانه زنی بذر و استقرار اولیه گیاهچه تحت شرایط تنش خشکی توجه نموده‌اند. لذا بررسی عوامل ژنتیکی موثر در این صفات، برای به‌نژادگران در برنامه‌های به‌نژادی مرتبط با تنش خشکی از اهمیت به‌سزائی برخوردار است (Ghaffari Moghaddam et al., 2019). پژوهش حاضر به منظور ارزیابی تنوع ژنتیکی و فنوتیپی، بررسی روابط ژنتیکی و فنوتیپی صفات موثر در مرحله جوانه زنی (تحت شرایط تنش

غلالت از خانواده گندمیان عنوان مهمترین گیاهان زراعی را دارا می‌باشند و گندم نان به علت دارا بودن نشاسته و پروتئین خوب نسبت به سایر غلات برتری دارد (Tabatabai et al., 2018). گندم نان که بالاترین سطح زیرکشت (بیش از ۲۵۰ میلیون هکتار) را در بین غلات به خود اختصاص داده است، به شدت تحت تاثیر تنش‌های محیطی از جمله خشکی قرار دارد (Mahmoudi et al., 2022). همچنین بخش اعظم اراضی زیر کشت گندم به مناطق خشک و نیمه خشک محدود می‌گردد (Eftekhari et al., 2017). از مهمترین عوامل استرس‌زای غیر زنده که سبب محدودیت تولیدات گیاهی می‌شود می‌توان به خشکی اشاره کرد. وقوع تنش خشکی در مرحله جوانه زنی می‌تواند درصد سبز شدن و در نهایت استقرار گیاه را بشدت کاهش داده و یا حتی در بعضی از موارد کاملاً مانع سبز شدن و استقرار گیاهچه گردد (Yan, 2015). از مهمترین مراحل رشد در گیاهان مرحله جوانه زنی و سبز شدن را می‌توان نام برد. از این جهت قدرت جوانه زنی بالا در بذر تحت شرایط مختلف محیطی، احتمالاً نقش بسیار موثری در استقرار بهتر و حصول تراکم مطلوب گیاه در واحد سطح را دارا می‌باشد (Darvizheh et al., 2018). از طرفی تنش ناشی از کمبود آب در گندم باعث کاهش درصد جوانه‌زنی و رشد گیاهچه می‌شود (Gholamin and Khayatnezhad, 2010). ویلنبورگ و همکاران (Willenborg et al., 2005) گزارش نمودند که بذور ژنوتیپ‌هایی که در مرحله جوانه زنی و گیاهچه تحمل به تنش آبی بالاتری دارند، در مراحل بعدی نیز تحمل بالاتری را دارا می‌باشند. بنابراین مرحله جوانه زنی و رشد در مراحل اولیه پیدایش گیاهچه نسبت به تنش خشکی حساسیت بیشتری داشته و از نظر صفت تراکم گیاهچه در واحد سطح تحت مناطق خشک و

## ارزیابی پارامترهای ژنتیکی برخی از ژنوتیپ‌های... / زهرا مروتی و محمد نورانی

مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه رازی کرمانشاه، روی ۱۹ ژنوتیپ (جدول ۱) گندم نان (تهیه شده از موسسه اصلاح نهال و بذر کرج) به منظور بررسی تنوع ژنتیکی در شرایط تنش خشکی و بدون تنش در مرحله جوانه زنی مورد ارزیابی قرار گرفت.

خشکی و شرایط نرمال)، بررسی پارامترهای ژنتیکی صفات مورد مطالعه و همچنین ارائه روش اصلاحی مناسب انجام گرفت.

### مواد و روش‌ها

این پژوهش به صورت آزمایشی در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با ۳ تکرار در آزمایشگاه گروه

جدول ۱- اسامی و شماره ژنوتیپ‌های مورد ارزیابی

code	Number	code	Number
1	wc-47456	11	wc-47341
2	Pishtaz	12	wc-4931
3	wc-4566	13	wc-5053
4	wc-46697-II	14	wc-47619
5	wc-47367	15	wc-47360
6	wc-4780	16	wc-47628
7	wc-47636	17	wc-4640
8	wc-47381	18	wc-4823
9	wc-4584	19	wc-5047
10	wc-4530		

در دمای تنظیم شده  $24 \pm 2$  درجه سانتیگراد برای مدت زمان ۱۲ روز نگهداری شد. از طرفی خروج ریشه‌چه از بذور (به اندازه ۲ میلی‌متر یا بیشتر) به عنوان زمان جوانه زنی مدنظر قرار گرفته شد (Willenborg et al., 2005). شمارش بذور جوانه زده از روز دوم شروع گردید و هر ۲۴ ساعت یکبار در ساعت معینی از روز انجام شد. در پایان آزمایش صفات طول ریشه‌چه (RL)، طول ساقه‌چه (SL)، طول کلئوپتیل (KL)، تعداد ریشه بذری (RN)، وزن تر گیاهچه (SFW)، وزن خشک گیاهچه (SDW)، میانگین سرعت جوانه‌زنی (AVG)، درصد جوانه زنی (GP)، میانگین زمان جوانه‌زنی (MGT)، شاخص بنیه بذر (SV) و ضریب سرعت جوانه‌زنی (CVG) با استفاده از روابط ارائه شده توسط ستار و همکاران (۲۰۱۹) و درویژه و همکاران (۲۰۱۸) اندازه‌گیری شدند. تجزیه واریانس و ارزیابی تنوع ژنتیکی به ترتیب با نرم افزار SAS و GGE biplot انجام شد.

جهت ایجاد پتانسیل اسمزی و اعمال تنش خشکی در طی مراحل جوانه زنی در سطح خشکی ۷- بار از محلول پلی اتیلن گلیکول 6000 (PEG) با استفاده از روش میشل و کافمن (Michel and Kaufman, 1973) استفاده گردید. همچنین جهت اعمال پتانسیل اسمزی صفر بار (شاهد) از آب مقطر استفاده شد. جهت شستشو و ضد عفونی بذور از آب مقطر، الکل ۳٪ به مدت ۱ دقیقه، هیپوکلرید ۱٪ به مدت ۳ دقیقه و قارچکش مانکوزینب ۲ در هزار استفاده شد. از طرفی پیش از شروع آزمایش کاغذهای صافی، پتری دیش‌ها و محلول‌های مورد نیاز استریل شدند. و در مرحله بعد در زیر هود لامینار و تحت شرایط استریل در داخل هر ظرف پتری دیش یک عدد کاغذ صافی واتمن و سپس بر روی آن نیز ۲۰ بذر سالم گذاشته شد. در نهایت ۱۵ میلی لیتر از محلول‌های استریل آماده شده روی بذور کشت شده ریخته شد، سپس پتری دیش‌ها را درون اتاقک رشد

جوانه زنی (GP)، طول کلئوپتیل (KL)، وزن تر گیاهچه (SFW)، وزن خشک گیاهچه (SDW)، ضریب سرعت جوانه زنی (CVG)، میانگین زمان جوانه زنی (MGT) میانگین سرعت جوانه زنی (AVG) و شاخص بنیه بذر (SV) وجود داشت. همچنین بررسی تجزیه واریانس (جدول ۳) در شرایط نرمال (شاهد) برای تمام صفات مورد مطالعه جز صفات وزن تر و خشک گیاهچه اختلاف معنی داری نشان داد. که این نتایج نشان دهنده وجود تنوع کافی میان ژنوتیپ‌های مورد بررسی بود.

همچنین برای ارزیابی تنوع ژنتیکی و محاسبه پارامترهای ژنتیکی به روش تجزیه اجزاء واریانس از نرم افزار SAS با بهره‌گیری از روابط ارائه شده توسط فرشادفر و همکاران (2013) توسط نرم افزار Microsoft Excel انجام پذیرفت.

## نتایج و بحث

تنوع فنوتیپی میان ژنوتیپ‌ها: نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان داد که اختلاف معنی داری میان ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش اعمال شده برای درصد

جدول ۲- خلاصه تجزیه واریانس در شرایط تنش برای صفات مرحله جوانه زنی

منابع تغییرات	درجه آزادی	SL	RL	RN	KL	SFW	SDW	GP	MGT	AVG	CVG	SV
تیمار	۱۸	۱۲/۹۱	۱۶/۱۵	۷۶/۰	۳/۶*	۱۵۷۱/۵۹	۸۳/۰۸**	۵۱۱/۱۶۰***	۱/۴۷**	۱/۱۱**	۰/۰۸*	۲۰۵۷۵۳۱/۱۳***
خطا	۳۸	۷/۰	۶۷/۴	۰/۶	۱/۸	۸۵۳/۰۰	۴/۶	۳۵/۴۹	۴/۰	۱/۰	۰/۰۰	۷۱۰۶۹/۳۳
ضریب تغییرات %	-	۵/۶۳	۵۰/۹	۱۸/۳۷	۷۶/۴	۳۱/۰۰	۸۶/۸۱	۶۶/۴	۱۲/۰۹	۳۸/۵۱	۵/۰۵	۱۸/۳۱

\* و \*\* به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

SL: طول ساقه چه، RL: طول ریشه چه، KL: طول کلئوپتیل، SFW: وزن تر گیاهچه، SDW: وزن خشک گیاهچه، GP: درصد جوانه‌زنی، MGT: میانگین زمان جوانه زنی، AVG: میانگین سرعت جوانه زنی، CVG: ضریب سرعت جوانه زنی، SV: شاخص بنیه بذر.

ژنوتیپ‌های شماره ۱۵ (۱۶/۱۶) و شماره ۶ (۷/۳۳) مشاهده شد. حداکثر و حداقل مقدار تعداد ریشه‌چه (RN) در ژنوتیپ شماره ۱۳ (۴/۳۳) و ژنوتیپ‌های شماره ۳، ۱۴، ۱۷، ۱۸ و ۱۹ (۳/۰۰) می‌باشد. حداکثر و حداقل مقدار طول کلئوپتیل (KL) در ژنوتیپ‌های شماره ۱۰ (۹/۵۰) و شماره ۱۴ (۵/۰۰) می‌باشد. حداکثر و حداقل مقدار وزن تر گیاهچه (SFW) در ژنوتیپ‌های شماره ۲ و ۱۵ (۱۲۲/۳۳) و شماره ۸

نتایج حاصل از مقایسات میانگین در شرایط تنش (جدول ۴) دامنه تغییرات وسیع برای ژنوتیپ‌ها از نظر صفات مورد نظر نشان داد. حداکثر و حداقل میزان درصد جوانه‌زنی (GP) در ژنوتیپ‌های شماره ۱۶ (۷۱/۶۶) و شماره ۴ (۵۰/۰۰) مشاهده شد. حداکثر و حداقل مقدار طول ساقه‌چه (SL) در ژنوتیپ‌های شماره ۱۶ (۱۰/۱۶) و شماره ۲ (۲/۱۶) است. همچنین حداکثر و حداقل مقدار طول ریشه‌چه (RL) در

ارزیابی پارامترهای ژنتیکی برخی از ژنوتیپ‌های... / زهرا مروتی و محمد نورانی

(۶۷/۶۷) مشاهده شد. حداکثر و حداقل مقدار (۲۸/۸۳۳) و شماره ۱۷ (۹/۳۳۳) می‌باشد. وزن خشک گیاهچه (SDW) در ژنوتیپ‌های شماره ۳

جدول ۳- خلاصه تجزیه واریانس در شرایط نرمال برای صفات مرحله جوانه زنی

SV	CV G	AV G	MG T	GP	SD W	SFW	KL	RN	RL	SL	درجه آزادی	نوع تغییرات
۷۸۰۰۳۸	**۱۲/۰	**۳۸/۰	**۸۳/۱	**۸۶/۳۰۱	۸۰/۷۱	۶۸/۵۶۸	**۳۵/۱	**۵۳/۱	**۷۵/۷۸	**۱۷/۷۵	۱۸	تیمار
۱۲۶۳۵۸/۹	۱۰۰/۰	۳۰/۰	۶۳/۰	۵۸/۷۵	۸۸/۷۱	۱۷۵/۵۱	۱۲/۰	۳۸/۰	۶۳/۰	۸۷/۰	۳۸	خطا
۱۰/۰	۸۸/۵۱	۳۳/۷	۱۵/۷	۷۶/۷	۰۱/۶۱	۳۸/۳۱	۶۰/۸	۵۷/۳	۸۱/۶۱	۸۱/۶۱	-	تغییرات %

\* و \*\* به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

SL: طول ساقه چه، RL: طول ریشه چه، KL: طول کلئوپتیل، SFW: وزن تر گیاهچه، SDW: وزن خشک گیاهچه، GP: درصد جوانه زنی، MGT: میانگین زمان جوانه زنی، AVG: میانگین سرعت جوانه زنی، CVG: ضریب سرعت جوانه زنی، SV: شاخص بنیه بذر.

۶ (۵/۶۶) مشاهده شد. حداکثر و حداقل مقدار طول ریشه‌چه در ژنوتیپ‌های شماره ۱۱ (۱۶/۳۳) و ۶ (۶/۰۰) می‌باشد. حداکثر و حداقل مقدار تعداد ریشه‌چه در ژنوتیپ‌های شماره ۲ و ۱۰ (۵/۰۰) و شماره‌های ۴، ۱۱، ۱۸ و ۱۹ (۳/۰۰) می‌باشد. حداکثر و حداقل مقدار طول کلئوپتیل در ژنوتیپ‌های شماره ۸ و ۱۰ (۷/۰۰) و شماره ۱۶ و ۱۹ (۵/۰۰) مشاهده شد. حداکثر و حداقل مقدار وزن تر گیاهچه ژنوتیپ‌های شماره ۱۴ (۲۴۰/۰۰) و شماره ۱۸ (۱۲۵/۳۰) می‌باشد. حداکثر و حداقل مقدار وزن خشک گیاهچه در ژنوتیپ‌های شماره ۹ (۲۳/۰۰) و شماره ۱۸ (۹/۵۰) می‌باشد. حداکثر و حداقل مقدار میانگین زمان جوانه زنی در ژنوتیپ‌های شماره ۱۰ (۵/۵۱) و شماره ۱۱ (۴/۰۸) مشاهده شد. حداکثر و حداقل مقدار میانگین سرعت جوانه زنی در

حداکثر و حداقل مقدار میانگین زمان جوانه زنی (MGT) در ژنوتیپ‌های شماره ۲ (۷/۲۰) و شماره ۱۳ (۴/۶۶) می‌باشد. حداکثر و حداقل مقدار میانگین سرعت جوانه زنی (AVG) در ژنوتیپ‌های شماره ۱۶ (۱/۴۳) و شماره ۶ و ۱۷ (۰/۴۴) مشاهده شد. حداکثر و حداقل مقدار ضریب سرعت جوانه زنی (CVG) در ژنوتیپ‌های ۱۳ (۰/۲۶) و شماره ۲ (۰/۱۴) می‌باشد. همچنین حداکثر و حداقل مقدار بنیه بذر (SV) در ژنوتیپ‌های شماره ۱۶ (۱۵۹۲/۵۰) و شماره ۶ (۱۴۰/۰۰) مشاهده شد. نتایج حاصل از مقایسات میانگین در شرایط نرمال (جدول ۵) نشان داد که، حداکثر و حداقل مقدار درصد جوانه زنی در ژنوتیپ‌های شماره ۱۶ (۷۰/۰۰) و شماره ۱۷ (۲۰/۰۰) می‌باشد. حداکثر و حداقل مقدار طول ساقه‌چه در ژنوتیپ‌های شماره ۵ (۲۳/۵۰) و شماره

بنیه بذر با صفات SL (۰/۹۱، ۰/۷۱)، RL (۰/۶۴، ۰/۷۰) و AVG (۰/۶۸، ۰/۹۰) همبستگی ژنتیکی و فنوتیپی مثبت و معنی‌داری وجود داشت. از طرفی بین شاخص بنیه بذر و MGT (۰/۵۲-) همبستگی ژنتیکی منفی معنی‌داری دیده شد. بین SL با صفات RL (۰/۷۳)، SFW (۰/۷۶-)، SDW (۰/۵۵)، MGT (۰/۹۸-) و AVG (۰/۹۰) همبستگی ژنتیکی معنی‌داری دیده شد. از طرفی SL با صفات RL (۰/۵۶) همبستگی فنوتیپی مثبت و معنی‌داری داشت. بین صفت RL با MGT (۰/۵۲-)، AVG (۰/۵۷) همبستگی ژنتیکی معنی‌داری وجود داشت. بین صفات SFW و SDW (۰/۹۶، ۰/۸۳) همبستگی ژنتیکی و فنوتیپی مثبت و معنی‌داری دیده شد. بین صفات SFW و MGT (۰/۵۴) همبستگی ژنتیکی مثبت و معنی‌داری وجود داشت.

#### ارزیابی تنوع و پارامترهای ژنتیکی و فنوتیپی:

برآورد واریانس بعضی از صفات به دلایل گوناگون نظیر اشتباه نمونه برداری، پایین بودن تعداد داده‌ها، استفاده از مدل‌های آماری نادرست یا عدم وجود تنوع کافی منفی می‌شود (Bker, 1986). در این پژوهش نیز، هنگام برآورد پارامترهای ژنتیکی، صفات تعداد ریشه بذری و ضریب سرعت جوانه زنی در شرایط تنش و صفات وزن خشک گیاهچه، وزن تر گیاهچه و میانگین زمان جوانه زنی در شرایط نرمال چنین موردی مشاهده شد، که به جای واریانس این صفات، عدد صفر منظور شد و هیچ تفسیر خاصی به منظور برآورد تنوع ژنتیکی روی این صفت صورت نگرفت. با توجه به جدول پارامترهای ژنتیکی در شرایط تنش (جدول ۸).

ژنوتیپ‌های شماره ۱۶ (۱/۴۰) و شماره ۱۷ (۰/۴۰) می‌باشد. حداکثر و حداقل مقدار ضریب سرعت جوانه زنی در ژنوتیپ‌های ۱۱ (۰/۲۵) و شماره ۱۰ (۰/۱۵) است. همچنین حداکثر و حداقل مقدار بنیه بذر ژنوتیپ‌های شماره ۱۶ (۲۰۸۰/۰۰) و شماره ۶ (۲۵۹/۲۰) می‌باشد. عبدی و همکاران (۱۳۹۳) بر طبق پژوهشی که بر روی ۴۰ ژنوتیپ گندم نان انجام دادند بیان نمودند که بین ژنوتیپ‌ها و سطوح مختلف تنش خشکی از لحاظ صفات طول ساقه چه، طول ریشه چه، طول کلئوپتیل، سرعت و درصد جوانه زنی، وزن خشک و وزن تر ریشه چه اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد مشاهده شد. که با نتایج حاصل از این پژوهش مطابقت داشت. از طرفی به منظور ارزیابی و شناسایی میزان مقاومت چندین ژنوتیپ گندم نان پژوهشی توسط شایان و همکاران (۲۰۱۸) صورت گرفت، آنها اظهار نمودند که تنش آبی بر سرعت جوانه زنی بیش از درصد جوانه زنی موثر است و در پتانسیل اسمزی منفی‌تر سرعت جوانه‌زنی نسبت به صفت درصد جوانه زنی با شدت بیشتری کاهش می‌یابد. همچنین با افزایش تنش خشکی، یکنواختی و سرعت جوانه زنی در گندم کاهش می‌یابد (Fateh et al., 2012). برآورد ضرایب همبستگی صفات در شرایط تنش (جدول ۶) نشان داد که، همبستگی فنوتیپی و ژنتیکی مثبت و معنی‌داری بین صفت درصد جوانه زنی (که صفت مهم این آزمایش می‌باشد) و صفات میانگین سرعت جوانه زنی (۰/۹۱، ۰/۹۶) و شاخص بنیه بذر (۰/۸۹، ۰/۹۷) وجود داشت. همچنین صفت درصد جوانه زنی با صفات طول ساقه چه (۰/۸۸)، طول ریشه چه (۰/۵۶) همبستگی ژنتیکی مثبت معنی‌دار داشت. بین شاخص



جدول ۴- مقایسه میانگین در شرایط تنش برای صفات مرحله جوانه زنی

SV	CVG	AVG	MGT	%GP	SDW	SFW	KL	RN	RL	SL
۳۵۸۳۰ gh	۰/۸۸۳ abc	۰/۴۶۶ gh	۵/۵۵۱ bcd	۲۵/۰۰۰ fgh	۹/۶۶۷ e	۵۲/۷۷ cd	۲/۳۳۳ bc	۳/۳۳۳ ab	۱۰/۳۳۳ abcd	۳/۶۶۶ bcd
۳۰۲۰۵ gh	۰/۱۴۳ e	۰/۵۳۳ e fgh	۷/۲۰۰ a	۲۲/۶۶۷ e fgh	۳۳/۸۳۳ a	۱۲۲/۳۳۳ a	۲/۰۰۰ bcd	۴/۰۰۰ ab	۹/۶۶۶ bcd	۲/۶۶۶ d
۵۱۲۵۰ bcde	۰/۱۹۳ abc	۰/۸۰۰ bcde	۵/۱۵۶ bcd	۴/۰۰۰ bcde	۲۸/۸۳۳ a	۱۱۲/۶۶۷ bc	۲/۸۰۰ bc	۳/۰۰۰ b	۸/۸۳۳ bc	۴/۰۰۰ bcd
۱۰۶۶۷۰ b	۰/۲۱۳ a	۱/۰۰۰ b	۴/۸۳۳ cd	۵/۰۰۰ b	۱۸/۱۶۶۷ abcde	۱۰۱/۰۰۰ abcd	۷/۳۳۳ abc	۳/۳۳۳ ab	۱۳/۸۳۳ abc	۷/۵۰۰ abcd
۹۷۴۲۰ bc	۰/۱۹۳ abc	۱/۰۳۳ b	۵/۱۶۳ bcd	۵/۱۶۶۷ b	۱۸/۰۰۰ abcde	۸۷/۰۰۰ abcd	۲/۶۶۷ bc	۳/۳۳۳ ab	۱۲/۳۳۳ abcd	۲/۶۶۶ abcd
۱۴۰۰۰ h	۰/۱۵۰ de	۰/۴۰۰ h	۷/۰۰۰ a	۲۱/۶۶۷ gh	۱۹/۸۳۳ abcde	۱۰۶/۰۰۰ abc	۲/۰۰۰ bc	۳/۳۳۳ ab	۷/۳۳۳ d	۲/۳۳۳ cd
۸۹۴۲۰ bcde	۰/۱۸۰ abcd	۰/۶۶۶ bcdef	۵/۵۷۰ bcd	۳۸/۳۳۳ bcdef	۱۵/۵۰۰ bcde	۹۲/۰۰۰ abcd	۲/۰۰۰ bc	۴/۰۰۰ ab	۱۵/۰۰۰ ab	۸/۶۶۶ abc
۷۴۸۳۰ bcdef	۰/۲۱۰ a	۰/۹۰۰ bc	۴/۸۳۳ d	۴۶/۶۶۷ bc	۱۰/۵۰۰ de	۴۷/۶۶۷ d	۷/۸۳۳ ab	۳/۶۶۶ ab	۱۱/۰۰۰ abcd	۵/۵۰۰ abcd
۶۴۷۵۰ cdefgh	۰/۸۶۶ abcd	۰/۶۰۰ defgh	۵/۴۷۳ bcd	۳۰/۰۰۰ defgh	۲۰/۸۳۳ abcd	۸۲/۰۰۰ abcd	۲/۵۰۰ bc	۳/۶۶۶ ab	۱۳/۳۳۳ abc	۷/۶۶۶ bcd
۴۵۸۰۰ defgh	۰/۱۹۳ abc	۰/۵۰۰ gh	۵/۲۶۶ bcd	۲۵/۰۰۰ fgh	۲۲/۱۶۷ abc	۱۱۷/۰۰۰ a	۹/۵۰۰ a	۳/۶۶۶ ab	۱۴/۳۳۳ abc	۵/۶۶۶ abcd
۹۰۸۳۰ bcd	۰/۲۰۳ ab	۰/۸۶۶ bcd	۵/۰۲۰ bcd	۴۳/۳۳۳ bcd	۱۹/۶۶۷ abcde	۱۰۹/۰۰۰ abc	۲/۱۶۷ bc	۳/۳۳۳ ab	۱۲/۵۰۰ abc	۲/۶۶۶ abcd
۳۹۴۲۰ defgh	۰/۲۰۳ ab	۰/۵۳۳ e fgh	۴/۹۷۶ bcd	۲۶/۶۶۶ e fgh	۱۵/۵۰۰ bcde	۸۵/۳۳۳ abcd	۷/۸۳۳ ab	۳/۳۳۳ ab	۸/۵۰۰ cd	۵/۸۳۳ abcd
۸۵۰۰۰ bcdef	۰/۳۶۰ a	۰/۹۰۰ bc	۴/۶۶۰ d	۴۵/۰۰۰ bc	۱۸/۸۳۳ abcde	۸۷/۶۶۷ abcd	۷/۶۶۷ abc	۴/۳۳۳ a	۱۲/۶۶۶ abcd	۲/۶۶۶ abcd
۵۵۸۳۰ bcdefgh	۰/۱۹۶ abc	۰/۶۰۰ defgh	۵/۱۴۰ bcd	۳۰/۰۰۰ defgh	۱۴/۸۳۳ abcde	۸۴/۶۶۷ abcd	۵/۰۰۰ c	۳/۰۰۰ b	۱۱/۳۳۳ abcde	۷/۵۰۰ abcd
۸۳۰۰۰ bcdef	۰/۱۷۰ bcde	۰/۷۰۰ cdefg	۲/۰۳۳ abc	۳۵/۰۰۰ cdefg	۲۲/۳۳۳ abc	۱۳۳/۳۳۳ a	۵/۸۳۳ bc	۳/۳۳۳ ab	۱۶/۶۶۶ a	۷/۰۰۰ abcd
۱۵۹۷۵۰ a	۰/۱۹۶ abc	۱/۴۳۳ a	۵/۰۹۳ bcd	۷۱/۶۶۷ a	۱۹/۳۳۳ abcde	۹۶/۰۰۰ abc	۵/۵۰۰ ab	۴/۰۰۰ ab	۱۲/۸۳۳ abcd	۱۰/۶۶۶ a
۳۸۳۳۰ e fgh	۰/۱۹۳ abc	۰/۴۰۰ h	۱/۶۶۶ bcd	۲۰/۰۰۰ g	۹/۳۳۳ e	۵۷/۳۳۳ bcd	۲/۱۶۷ bc	۳/۰۰۰ b	۱۰/۶۶۶ abcd	۸/۵۰۰ abc
۹۶۶۰۷ bc	۰/۸۶۶ abcd	۰/۹۰۰ bc	۵/۳۴۳ bcd	۴۵/۰۰۰ bc	۱۱/۳۳۳ cde	۶۵/۶۶۷ abcd	۲/۵۰۰ bc	۳/۰۰۰ b	۱۲/۵۰۰ abcd	۹/۰۰۰ a
۱۹۱/۸۰۰ bc	۰/۶۶۳ cde	۰/۹۳۳ bc	۶/۱۳۳ ab	۴۶/۶۶۷ bc	۱۲/۶۶۷ cde	۷۲/۳۳۳ abcd	۲/۳۳۳ bc	۳/۰۰۰ b	۱۳/۰۰۰ abcd	۷/۵۰۰ abcd

SV: طول ساقه چه، RL: طول ریشه چه، KL: طول کلونیتیل، SFW: وزن تر گیاهچه، SDW: وزن خشک گیاهچه، %GP: درصد جوانه زنی، MGT: میانگین زمان جوانه زنی، AVG: میانگین سرعت جوانه زنی، CVG: ضریب سرعت جوانه زنی، SV: شاخص بنیه بندر.

جدول ۵- مقایسه میانگین در شرایط نرمال برای صفات مرحله جوانه زنی

SV	CVG	AVG	MGT	%GP	SDW	SFW	KL	RN	RL	SL
۱۶۶۱۵ fgh	۰/۱۸ cde	۰/۵۶ fgh	۵/۳۸ abcde	۲۸/۳۳ ghi	۱۳/۰۰ b	۱۷۹/۶۷ abc	۶/۸۳ ab	۴/۳۳ abc	۹/۶۶۷ cde	۱۶/۵۰ abc
۵۷۸۳ fgh	۰/۱۶ e	۰/۵۰ gh	۶/۱۰ ab	۱۶/۶۶ hi	۱۵/۱۶ b	۱۶۷/۶۷ abc	۵/۸۳ abc	۵/۰۰ a	۶/۶۶ de	۱۴/۶ abc
۱۱۹۶۲ bcdef	۰/۱۶ e	۰/۹۰ de	۶/۱۵ ab	۴۵/۰۰ def	۱۲/۱۶ b	۱۶۱/۶۰ abc	۶/۵۰ abc	۴/۰۰ abc	۱۱/۱۶ abcde	۱۵/۵۰ abc
۱۶۵۳/۰ abc	۰/۲۰ abcd	۱/۰۳ bcd	۴/۹۴ bcdefg	۵۱/۰۰ bcd	۱۴/۱۰ b	۱۷۱/۶۰ abc	۶/۳۳ abc	۳/۰۰ d	۱۳/۳ abc	۱۸/۶۶ abc
۱۴۰۰/۸ bcde	۰/۱۸ bcde	۰/۹۰ de	۵/۳۹ abcdef	۴۵/۰۰ def	۱۷/۳۳ ab	۲۲۵/۰۰ ab	۶/۸۳ ab	۴/۶۶ ab	۷/۵۰ cde	۲۳/۵۰ a
۲۵۹/۲ h	۰/۱۸ cde	۰/۴۳ h	۵/۶۶ abc	۲۱/۶۶ i	۱۵/۳۳ b	۱۴۶/۶۷ bc	۶/۱۶ bc	۴/۰۰ abc	۶/۰۰ e	۵/۶۶ e
۱۱۶۳۳ bcde	۰/۱۸ cde	۰/۹۳ cde	۵/۴۷ abcde	۴۶/۶۶ cde	۱۲/۰۰ b	۱۷۵/۰۰ abc	۵/۳۳ bc	۴/۶۶ ab	۸/۵۰ cde	۱۸/۶۶ abc
۱۲۷۵/۸ bcde	۰/۲۳ abc	۰/۸۳ def	۴/۳۷ efg	۴۱/۶۶ defg	۱۴/۶۶ b	۱۳۲/۳۰ abc	۷/۰۰ a	۳/۶۶ bcd	۱۱/۰۰ abcde	۱۹/۵۰۰ ab
۹۶۶/۷ cdefg	۰/۲۳ abc	۰/۵۶ fgh	۴/۴۷ defg	۲۲/۶۶ ghi	۱۳/۰۰ a	۱۷۵/۳۰ abc	۶/۶۶ abc	۴/۵۰ ab	۱۲/۶۶ abc	۱۷/۰۰ abc
۱۶۰۶/۷ abcd	۰/۱۵ e	۱/۰۳ abc	۵/۵۱ a	۵۱/۶۶ bcd	۱۴/۰۰ b	۱۷۸/۰۰ abc	۷/۰۰ a	۵/۰۰ a	۱۲/۳۳ abcde	۱۹/۰۰ abc
۱۸۱/۷ a	۰/۲۵ a	۱/۲۳ ab	۴/۰۸ g	۶/۱/۶۶ ab	۱۲/۵۰ b	۱۷۴/۰۰ abc	۵/۵۰ abc	۳/۰۰ d	۱۶/۳۳ a	۱۲/۵۰ bcde
۹۳۲/۵ defgh	۰/۱۷ ed	۰/۷۳ fgh	۵/۵۵ abc	۳۶/۶۶ efg	۱۵/۶۶ ab	۲۰۷/۰۰ abc	۶/۰۰ abc	۴/۰۰ abc	۷/۶۶ cde	۱۸/۰۰ abc
۱۱۷۴/۳ bcdef	۰/۲۴ ab	۱/۰۶ bcd	۴/۱۸ fg	۵۲/۳۳ bcd	۱۶/۰۰ ab	۱۵۶/۶۷ bc	۵/۸۳ abc	۴/۶۶ ab	۱۲/۸۳ abc	۱۰/۳۳ cde
۱۳۰۶/۷ bcde	۰/۲۱ abcde	۰/۸۳ def	۴/۸۳ cdefg	۴۱/۶۶ defg	۱۵/۵۰ ab	۲۴۰/۰۰ a	۶/۶۶ abc	۳/۳۳ cd	۱۵/۸۳ ab	۱۵/۶۶ abc
۱۶۴۳/۳ abc	۰/۲۱ abcde	۵/۹۰ de	۴/۸۳ cdefg	۴۸/۳۳ bcde	۱۴/۱۶ b	۱۶۰/۰۰ abc	۵/۵۰ abc	۳/۶۶ bcd	۱۵/۶۶ ab	۱۸/۳۳ abc
۲۰۸۰/۰ a	۰/۱۸ bcde	۱/۴۰ a	۵/۴۵ abcde	۷۰/۰۰ a	۱۱/۶۶ b	۱۶۵/۳۰ abc	۵/۰۰ d	۳/۳۳ cd	۱۳/۰۰ abc	۱۷/۰۰ abc
۵۷۰/۰ fgh	۰/۱۹ abcde	۰/۴۰ h	۵/۱۶ bcdefg	۲۰/۰۰ i	۱۰/۳۳ b	۱۵۱/۶۷ bc	۵/۳۳ bcd	۴/۰۰ abc	۱۰/۸۳ abcde	۱۷/۶۶ abc
۱۳۹۵/۰ bcde	۰/۲۰ abcde	۱/۲۰ abc	۵/۰۰ bcdefg	۶۰/۰۰ abc	۹/۵۰ b	۱۲۵/۰۰ c	۵/۳۳ bcd	۳/۰۰ d	۱۱/۳۳ abcde	۱۲/۱۶ bcde
۴۰۰/۰ gh	۰/۲۳ abcd	۰/۵۰ gh	۴/۵۳ defg	۲۵/۰۰ ih	۱۱/۱۶ b	۱۳۵/۳۰ c	۵/۰۰ d	۳/۰۰ d	۸/۶۶ cde	۷/۳۳ de

SL: طول ساقه چه، RL: طول ریشه چه، KL: طول کلتوریتیل، SFW: وزن تر گیاهچه، SDW: وزن خشک گیاهچه، MGT: میانگین زمان جوانه زنی، AVG: میانگین سرعت جوانه زنی، CVG: ضریب سرعت جوانه زنی، SV: شاخص بنیه بذر.

### ارزیابی پارامترهای ژنتیکی برخی از ژنوتیپ‌های... / زهرا مروتی و محمد نورانی

جدول ۶- ماتریس همبستگی فنوتیپی بالا (خارج از قطر ماتریس) و ژنتیکی پایین (خارج از قطر ماتریس) در شرایط تنش برای صفات

مرحله جوانه زنی

	GP	SL	RL	RN	KL	SFW	SDW	MGT	AVG	CVG	SV
GP		۰/۳۷	۰/۳۰	۰/۱۸	۰/۰۱	-۰/۱۲	-۰/۰۷	-۰/۱۸	۰/۹۱**	۰/۲۹	۰/۸۴**
SL	۰/۸۸**		۰/۵۶*	-۰/۰۵	-۰/۲۱	-۰/۲۰	-۰/۲۴	-۰/۱۳	۰/۳۸	۰/۱۴	۰/۷۱**
RL	۰/۵۶*	۰/۷۳**		۰/۰۲	-۰/۰۲	-۰/۰۷	-۰/۱۵	-۰/۰۶	۰/۳۲	۰/۱۶	۰/۷۰**
RN	>>۱	>>۱	>>۱		-۰/۰۳	-۰/۰۳	۰/۱۴	-۰/۰۱	۰/۱۶	۰/۲۸	۰/۱۳
KL	-۰/۰۷	-۰/۴۶	-۰/۱۱	>>۱		-۰/۰۰۲	۰/۱۴	-۰/۲۱	-۰/۰۲	۰/۳۶	-۰/۰۹
SFW	-۰/۰۱	-۰/۷۶**	۰/۱۵	>>۱	-۰/۱۹		۰/۸۳**	-۰/۰۲	-۰/۱۱	۰/۰۹	-۰/۰۹
SDW	۰/۱۲	-۰/۵۵*	۰/۰۴	>>۱	۰/۱۵	۰/۹۶**		۰/۰۵	-۰/۰۷	۰/۱	-۰/۱۵
MGT	-۰/۴۱	-۰/۹۸**	-۰/۵۲*	>>۱	-۰/۴۵	۰/۵۴*	۰/۳۳		-۰/۲	-۰/۳۸	-۰/۱۴
AVG	۰/۹۶**	۰/۹۰**	۰/۵۷*	>>۱	-۰/۰۶	۰/۰۱	۰/۱۴	-۰/۴۳		۰/۲۷	۰/۸۶**
CVG	>>۱	>>۱	>>۱	>>۱	>>۱	>>۱	>>۱	>>۱	>>۱		۰/۲
SV	۰/۹۷**	۰/۹۱**	۰/۶۴**	>>۱	-۰/۱۸	۰/۰۱	۰/۰۶	-۰/۵۲*	۰/۹۰**	>>۱	

\* و \*\* به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

SL: طول ساقه چه، RL: طول ریشه چه، KL: طول کلئوپتیل، SFW: وزن تر گیاهچه، SDW: وزن خشک گیاهچه، GP: درصد جوانه‌زنی، MGT: میانگین زمان جوانه زنی، AVG: میانگین سرعت جوانه زنی، CVG: ضریب سرعت جوانه زنی، SV: شاخص بنیه بذر.

جدول ۷- ماتریس همبستگی فنوتیپی بالا (خارج از قطر ماتریس) و ژنتیکی پایین (خارج از قطر ماتریس) در شرایط نرمال برای صفات

مرحله جوانه زنی

	GP	SL	RL	RN	KL	SFW	SDW	MGT	AVG	CVG	SV
GP		-۰/۰۱	۰/۳۵	-۰/۴۹	-۰/۳۸	-۰/۲۶	-۰/۴۳	-۰/۷۵**	۰/۹۸**	۰/۰۹	۰/۸۳**
SL	-۰/۰۴		۰/۱	۰/۰۰۵	۰/۲۷	۰/۳۰	۰/۰۳	-۰/۱۳	-۰/۰۳	-۰/۱۹	۰/۴۵
RL	۰/۶۴**	-۰/۳۳		-۰/۴۳	-۰/۱۴	۰/۰۱	-۰/۱۶	-۰/۹۱**	۰/۳۲	۰/۳۷	۰/۵۸*
RN	-۰/۸۱**	۰/۰۶	-۰/۹۰**		۰/۰۸	۰/۱۲	۰/۰۸	۰/۰۲	-۰/۵۳*	۰/۰۳	-۰/۴۵
KL	-۰/۹۸**	۰/۱۸	-۰/۰۷	۰/۳۴		۰/۳۷	۰/۲۲	-۰/۵۱*	-۰/۳۷	۰/۲۲	-۰/۲۱
SFW	>>۱	>>۱	>>۱	>>۱	>>۱		۰/۴۵	-۰/۳	-۰/۲۶	۰/۰۷	-۰/۰۳
SDW	>>۱	>>۱	>>۱	>>۱	>>۱	>>۱		-۰/۵۵*	-۰/۴۴	۰/۰۵	-۰/۲۹
MGT	>>۱	>>۱	>>۱	>>۱	>>۱	>>۱	>>۱		-۰/۷۱**	-۰/۹۵**	-۰/۵۹*
AVG	۰/۹۸**	-۰/۰۶	۰/۸۰**	-۰/۸۱**	-۰/۹۸**	>>۱	>>۱	>>۱		۰/۰۵	۰/۸۱**
CVG	-۰/۳۹*	-۰/۹۷**	۰/۸۰**	-۰/۹۸**	-۰/۹۸**	>>۱	>>۱	>>۱	-۰/۳۹		-۰/۰۲
SV	۰/۹۸**	۰/۱۸	۰/۶۳**	-۰/۷۹**	-۰/۶۰**	>>۱	>>۱	>>۱	۰/۹۷**	-۰/۳۸	

\* و \*\* به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

SL: طول ساقه چه، RL: طول ریشه چه، KL: طول کلئوپتیل، SFW: وزن تر گیاهچه، SDW: وزن خشک گیاهچه، GP: درصد جوانه‌زنی، MGT: میانگین زمان جوانه زنی، AVG: میانگین سرعت جوانه زنی، CVG: ضریب سرعت جوانه زنی، SV: شاخص بنیه بذر.

مقادیر بالای وراثت پذیری عمومی ( $h^2_{bs}=0/76$ )، پیشرفت ژنتیکی ( $GG=60/41$ ) و مقادیر متوسط ضریب تغییرات فنوتیپی و ژنتیکی برای درصد جوانه زنی مشاهده شد که در آن سهم بیشتر ضریب تغییرات فنوتیپی ( $PCV=38/50$ )، به ضریب تغییرات ژنتیکی

مقادیر بالایی وراثت پذیری عمومی ( $h^2_{bs}=0/58$ ) مشاهده شد. همچنین در صفات

در صفات میانگین سرعت جوانه زنی و شاخص بنیه بذر نیز به ترتیب مقادیر بالای پیشرفت ژنتیکی (۸۹/۶۱،  $GG=69/41$ ) و وراثت پذیری عمومی (۰/۷۸)، همچنین در صفات

مقادیر بالایی وراثت پذیری عمومی ( $h^2_{bs}=0/76$ )، پیشرفت ژنتیکی ( $GG=60/41$ ) و مقادیر متوسط ضریب تغییرات فنوتیپی و ژنتیکی برای درصد جوانه زنی مشاهده شد که در آن سهم بیشتر ضریب تغییرات فنوتیپی ( $PCV=38/50$ )، به ضریب تغییرات ژنتیکی

مشاهده شد که در این صفات سهم بیشتر ضریب تغییرات فنوتیپی توسط ضریب تغییرات محیطی توجیه شده بود. در صفات وزن تر گیاهچه و وزن خشک گیاهچه نیز پیشرفت ژنتیکی (۳۴/۶۸، ۰/۳۸) و وراثت پذیری عمومی (GG = ۳۰/۰۰) و وراثت پذیری عمومی (h<sup>2</sup>bs = ۰/۳۳) متوسطی مشاهده شد.

میانگین سرعت جوانه زنی و شاخص بینه بذر نیز به ترتیب مقادیر بالای پیشرفت ژنتیکی (۶۱/۸۹، ۶۹/۴۱ = GG) و وراثت پذیری عمومی (۰/۷۸)، (h<sup>2</sup>bs = ۰/۵۸) مشاهده شد. در صفات طول ساقه چه، طول ریشه چه و طول کلئوپتیل به ترتیب مقادیر پایین پیشرفت ژنتیکی (۱۰/۹۸، ۱۱/۷۱، ۱۶/۰۵) و وراثت پذیری عمومی (h<sup>2</sup>bs = ۰/۲۳، ۰/۲۰، ۰/۱۶)

جدول ۸- برآورد پارامترهای ژنتیکی در شرایط تنش برای صفات مرحله جوانه زنی

Traits	Mean	σ <sup>2</sup> G	σ <sup>2</sup> p	σ <sup>2</sup> e	CovG (GP,i)	Covp (GP,i)	h <sup>2</sup> bs	c-h <sup>2</sup> bs	PCV	GCV	ECV	GG
GP	37/27	16/07	21/09	50/28	--	--	0/76	--	38/50	33/60	18/80	60/41
SL	6/43	1/57	9/80	8/24	14/03	16/66	0/16	0/84	48/70	19/48	44/64	16/05
RL	11/86	2/24	11/02	8/79	10/56	14/71	0/20	0/72	28/00	12/62	25/00	11/71
RN	3/46	0/00	0/38	0/40	1/07	1/58	0/00	0/67	17/80	----*	18/18	----*
KL	6/69	0/56	2/45	1/89	-0/66	0/18	0/23	-3/59	23/40	11/17	20/57	10/98
SFW	90/04	258	790/5	532/4	-1/36	-47/93	0/33	0/03	31/23	17/84	25/63	30/00
SDW	17/47	16/54	43/21	36/67	6/32	-6/88	0/38	-0/92	37/46	23/29	29/57	34/68
MGT	5/44	0/43	0/81	0/39	-3/40	-2/33	0/52	1/46	16/58	11/99	11/45	17/87
AVG	0/75	0/07	0/08	0/02	3/24	4/20	0/78	0/77	38/71	34/10	18/32	61/89
CVG	0/19	0/00	0/001	0/002	0/06	0/15	0/00	0/44	19/02	----*	22/87	----*
SV	712/6	9879	16277	70485	4027	5010	0/58	0/80	57/73	44/11	37/25	69/41

σ<sup>2</sup>G: واریانس ژنتیکی، σ<sup>2</sup>e: واریانس محیطی، σ<sup>2</sup>p: واریانس فنوتیپی، h<sup>2</sup>bs: وراثت پذیری عمومی، PCV: ضریب تغییرات فنوتیپی، GCV: ضریب تغییرات ژنوتیپی، GG: پیشرفت ژنتیکی، SL: طول ساقه چه، RL: طول ریشه چه، KL: طول کلئوپتیل، SFW: وزن تر گیاهچه، SDW: وزن خشک گیاهچه، GP%: درصد جوانه زنی، MGT: میانگین زمان جوانه زنی، AVG: میانگین سرعت جوانه زنی، CVG: ضریب سرعت جوانه زنی، SV: شاخص بینه بذر.

شد. در صفات طول ساقه چه، طول کلئوپتیل و ضریب سرعت جوانه زنی به ترتیب مقادیر پایین پیشرفت ژنتیکی (۱۶/۸، ۳/۹۷، ۳/۴۵ = GG) و وراثت پذیری عمومی (۰/۲۴، ۰/۱۳، ۰/۰۶ = h<sup>2</sup>bs) مشاهده شد و در این صفات سهم بیشتر ضریب تغییرات فنوتیپی توسط ضریب تغییرات محیطی توجیه شده بود که این نتایج با نتایج حاصل از جدول پارامترهای ژنتیکی در شرایط تنش (جدول ۸) همخوانی داشت. از طرفی در صفت طول ریشه چه پیشرفت ژنتیکی (GG = ۲۹/۷۹) و وراثت پذیری عمومی (۰/۳۸) متوسطی مشاهده شد که با نتایج حاصل از

همچنین با توجه به جدول پارامترهای ژنتیکی در شرایط نرمال (جدول ۹) مقادیر بالای وراثت پذیری عمومی (h<sup>2</sup>bs = ۰/۶۹)، پیشرفت ژنتیکی (۵۲/۳۵ = GG) و مقادیر متوسط ضریب تغییرات فنوتیپی و ژنتیکی برای درصد جوانه زنی مشاهده شد که در آن سهم بیشتر ضریب تغییرات فنوتیپی (PCV = ۳۳/۱۳)، به ضریب تغییرات ژنتیکی (PCV = ۲۷/۶۰) اختصاص داده شده است. از طرفی در صفات میانگین سرعت جوانه زنی و شاخص بینه بذر نیز به ترتیب مقادیر نسبتاً بالای پیشرفت ژنتیکی (GG = ۳۵/۳۴، ۵۳/۳۹) و وراثت پذیری عمومی (h<sup>2</sup>bs = ۰/۵۸، ۰/۶۹) مشاهده

عمل ژن‌ها، میزان وراثت پذیری و پیشرفت ژنتیکی صفات مورد مطالعه در انتخاب روش‌های اصلاحی مناسب برای جمعیت‌های مختلف تعیین کننده است (احمدیان و همکاران، ۱۳۹۵). مقادیر بالای پیشرفت ژنتیکی نشان دهنده اثرات افزایشی ژن‌ها و مقادیر پایین آن بیانگر اثرات غیر افزایشی ژن‌ها است (Khalili and Naghavi, 2018). بنابراین در صفات درصد جوانه زنی، میانگین سرعت جوانه زنی و شاخص بنیه بذر که دارای وراثت پذیری و پیشرفت ژنتیکی بالای می‌باشند، توسط اثرات افزایشی ژن‌ها کنترل شده است و انتخاب برای صفات مذکور موثر است (Khalili and Naghavi, 2018). همچنین وراثت پذیری و پیشرفت ژنتیکی پایین در صفاتی چون طول ساقه‌چه و طول کلئوپتیل مشاهده می‌شود، که نشان-دهنده اثرات غیر افزایشی ژن‌ها و تأثیر بیشتر محیط است (Khalili and Naghavi, 2018)، که اصلاح از طریق هتروزیس مفید خواهد بود (Farshadfar et al., 2011).

جدول پارامترهای ژنتیکی در شرایط تنش (جدول ۵) مغایرت داشت. در صفت تعداد ریشه بذری نیز پیشرفت ژنتیکی ( $GG = 12/04$ ) پایین و وراثت پذیری عمومی ( $h^2bs = 0/46$ ) نسبتاً بالایی مشاهده شد. صفاتی که میزان PCV و GCV به هم نزدیکی دارند، دارای تنوع از نوع ژنتیکی می‌باشند. از طرفی هرچه قدر اختلاف میان PCV و GCV بیشتر باشد، تأثیر محیط بر روی این صفات بیشتر است (Khalili and Naghavi, 2018). بنابراین در بین صفات مورد مطالعه صفات درصد جوانه زنی و میانگین سرعت جوانه زنی که میزان PCV و GCV نزدیکی دارند، تنوع مشاهده شده از نوع ژنتیکی است. از طرفی صفاتی چون طول ساقه‌چه و طول کلئوپتیل که بیشترین مقدار اختلاف بین میزان PCV و GCV را دارند. بیشترین میزان تأثیرپذیری از محیط را دارا می‌باشند. از طرفی وراثت پذیری همراه با پیشرفت ژنتیکی در پیش‌بینی اثر انتخاب واریته‌های برتر موثر است (رحمتی و همکاران، ۱۳۹۷). بر این اساس نوع

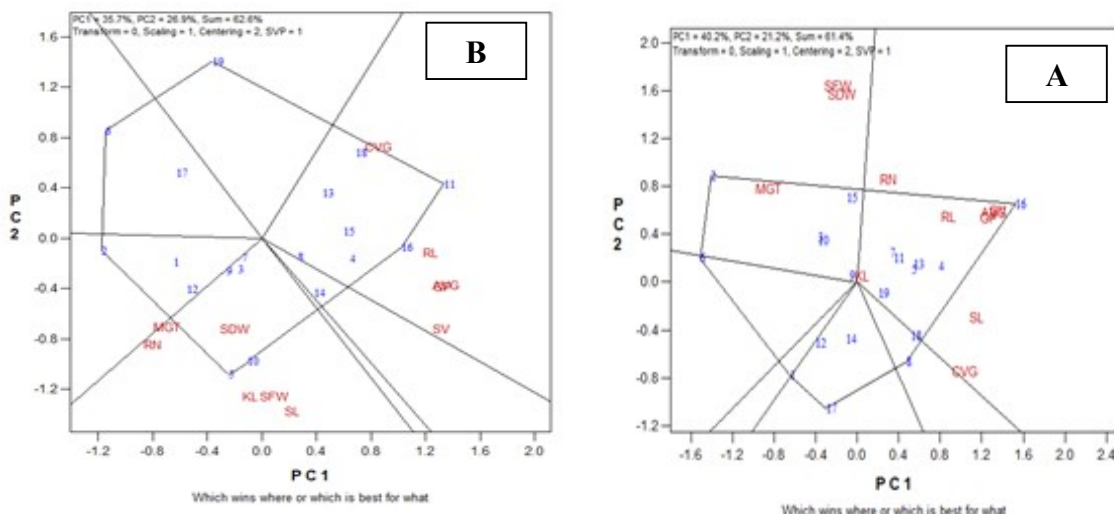
جدول ۹- برآورد پارامترهای ژنتیکی در شرایط نرمال برای صفات مرحله جوانه زنی

Traits	Mean	$\sigma^2G$	$\sigma^2p$	$\sigma^2e$	CovG (GP,i)	Covp (GP,i)	$h^2bs$	$c-h^2bs$	PCV	GCV	ECV	GG
GP	42/91	14/02	202/1	61/90	--	--	0/69	--	33/13	27/60	18/34	47/35
SL	15/82	6/88	28/43	21/55	-1/18	-0/78	0/24	1/52	33/69	16/85	29/33	16/80
RL	11/14	6/02	13/95	7/93	18/58	18/32	0/43	1/01	33/52	22/01	25/28	29/79
RN	3/95	0/29	0/63	0/34	-5/14	-5/55	0/46	0/93	20/10	13/63	14/77	12/04
KL	6/00	0/10	0/75	0/65	-3/73	-4/65	0/13	0/80	14/49	5/28	13/49	3/97
SFW	172/6	0/00	1707	1811	-82/22	-151/8	0/00	0/54	23/94	----*	28/65	----*
SDW	14/21	0/00	15/85	16/40	-20/64	-24/38	0/00	0/85	28/02	----*	28/50	----*
MGT	5/24	0/00	0/28	0/42	-6/40	-5/67	0/40	1/13	10/16	----*	12/39	----*
AVG	0/85	0/06	0/08	0/03	2/84	4/05	0/69	0/70	33/86	28/20	18/74	47/39
CVG	0/20	0/0002	0/03	0/002	-0/06	0/06	0/06	-0/94	26/08	66/61	25/23	3/45
SV	11/91	1653250	80335	17085	4674	6258	0/58	0/75	44/46	33/93	28/73	35/34

$\sigma^2G$ : واریانس ژنتیکی،  $\sigma^2e$ : واریانس محیطی،  $\sigma^2p$ : واریانس فنوتیپی،  $h^2bs$ : وراثت پذیری عمومی، PCV: ضریب تغییرات فنوتیپی، GCV: ضریب تغییرات ژنوتیپی، GG: پیشرفت ژنتیکی، SL: طول ساقه‌چه، RL: طول ریشه‌چه، KL: طول کلئوپتیل، SFW: وزن تر گیاهچه، SDW: وزن خشک گیاهچه، GP%: درصد جوانه زنی، MGT: میانگین زمان جوانه زنی، AVG: میانگین سرعت جوانه زنی، CVG: ضریب سرعت جوانه زنی، SV: شاخص بنیه بذر.

نشان داد که ژنوتیپ‌های ۶، ۱۹، ۱۱، ۱۶، ۵ و ۲ ژنوتیپ‌های برترند. ژنوتیپ شماره ۱۶ بیشترین مقدار را برای طول ریشه‌چه (RL)، صفات بنیه بذر (SV)، درصد جوانه زنی (GP) و میانگین سرعت جوانه زنی (AVG) به خود اختصاص داده است که با نتایج حاصل از نمودار چندضلعی در شرایط تنش برای این ژنوتیپ کاملاً مطابقت دارد. همچنین ژنوتیپ شماره ۵ برترین ژنوتیپ نسبت به سایر ژنوتیپ‌های مورد بررسی برای صفات طول ساقه‌چه (SL)، طول کلئوپتیل (KL)، وزن تر گیاهچه (SFW)، وزن خشک گیاهچه (SDW) می‌باشد. از طرفی در بخش مرتبط با ژنوتیپ‌های شماره ۱۹، ۲ و ۶ هیچ صفتی مشاهده نشد. در مجموع ژنوتیپ شماره ۱۶ که بالاترین مقدار از نظر صفات مهمی چون، بنیه بذر (SV)، درصد جوانه زنی (GP) و میانگین سرعت جوانه زنی (AVG) را داشت و از نظر اکثر صفات مورد بررسی نیز مقادیر بالایی را نشان داد. متحمل‌ترین ژنوتیپ در میان ژنوتیپ‌های مورد مطالعه است. از طرف دیگر ژنوتیپ‌های شماره ۶ و ۱۷ کمترین مقادیر درصد جوانه زنی (GP)، میانگین سرعت جوانه زنی (AVG)، بنیه بذر (SV) و وزن خشک گیاهچه (SDW) را نشان دادند. به عنوان ضعیف‌ترین ژنوتیپ‌ها میان دیگر ژنوتیپ‌های مورد مطالعه شناخته شدند. از آنجا که جذب آب در صورت توسعه‌ی بیشتر ریشه‌ها بهتر صورت خواهد گرفت، بنابراین طول ریشه‌چه و نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه از شاخص‌های مهم مقاومت به خشکی در مرحله گیاهچه و به عنوان صفات مناسب برای غربال ژنوتیپ‌ها هستند (Baloch et al., 2012).

از طرفی در صفت تعداد ریشه بذری که دارای وراثت پذیری نسبتاً بالا به همراه پیشرفت ژنتیکی پایین است اثرات ژن غیر افزایشی است و با وجود بالا بودن وراثت پذیری به علت پایین بودن میزان ضریب تغییرات ژنتیکی اصلاح از طریق انتخاب برای این صفت کارایی لازم را ندارد (Khalili and Naghavi, 2018). ارزیابی تنوع ژنتیکی و فنوتیپی در ژنوتیپ‌های مورد بررسی بر اساس نتایج حاصل از نمودار GT biplot در شرایط تنش خشکی نشان داد که مؤلفه‌های اصلی اول و دوم به ترتیب ۴۰/۲ و ۲۱/۲ درصد و در مجموع ۶۱/۴ درصد کل تنوع (فنوتیپی) را توجیه می‌کنند. همچنین سهم مؤلفه‌های اصلی اول و دوم در شرایط نرمال به ترتیب ۳۵/۷ و ۲۶/۹ درصد می‌باشد و در مجموع ۶۲/۶ درصد کل تنوع ژنتیکی و فنوتیپی را توجیه می‌کنند. از نمودار چندضلعی GT biplot به منظور بررسی تنوع ژنتیکی و یافتن الگوهای متقابل بین ژنوتیپ‌ها و صفات در شرایط تنش و نرمال استفاده گردید. بررسی نمودار چند ضلعی GT biplot (شکل ۱- A) در شرایط تنش نشان داد که ژنوتیپ‌های ۶، ۲، ۱۶، ۸ و ۱۷ که در رئوس این چندضلعی قرار دارند، ژنوتیپ‌های برتر برای صفات بخش خود می‌باشند. ژنوتیپ شماره ۱۶ برترین ژنوتیپ نسبت به سایر ژنوتیپ‌های مورد بررسی از نظر صفات بنیه بذر (SV)، درصد جوانه زنی (GP)، میانگین سرعت جوانه زنی (AVG) و طول ریشه‌چه (RL) بود. از طرفی ژنوتیپ شماره ۲ نزدیکترین ژنوتیپ به صفت میانگین زمان جوانه زنی (MGT) بود و در بخش مرتبط با ژنوتیپ‌های شماره ۶، ۸ و ۱۷ هیچ صفتی مشاهده نشد. همچنین نمودار چندضلعی GT biplot (شکل ۱- B) در شرایط نرمال



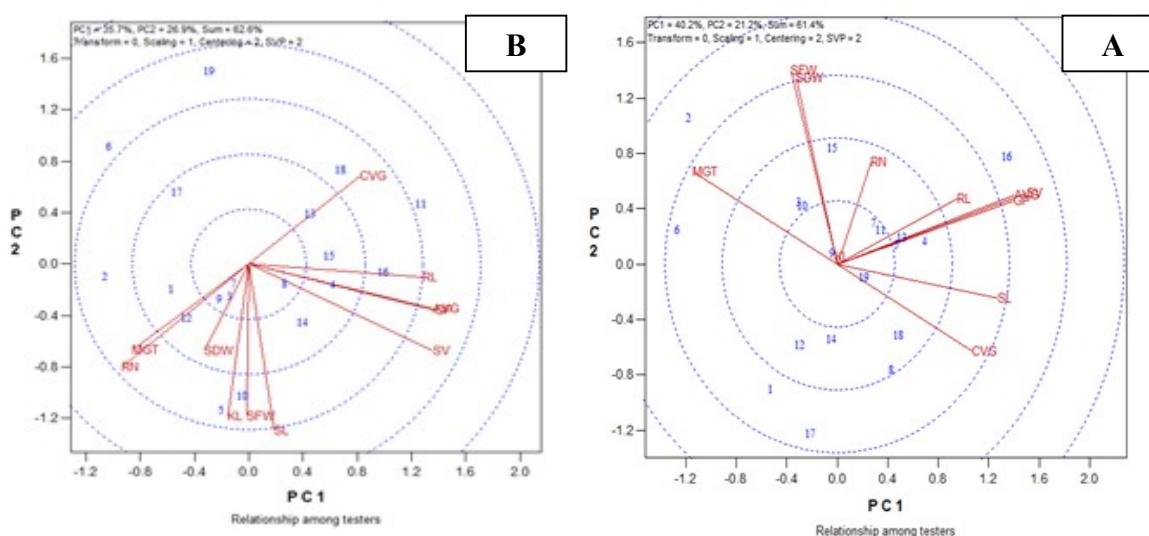
شکل ۱- GT-biplot ژنوتیپ - صفات برای محیط تنش خشکی (A)، GT-biplot ژنوتیپ - صفات برای محیط نرمال (B)

درصد جوانه زنی (GP) و میانگین سرعت جوانه زنی (AVG) با صفات وزن تر گیاهچه (SFW)، وزن خشک گیاهچه (SDW) زاویه ۹۰ درجه‌ای مشاهده می‌شود که حاکی از عدم ارتباط فنوتیپی معنی‌دار بین این صفات است. که در مجموع تمام این نتایج با نتایج حاصل از جدول همبستگی صفات (جدول ۶) مطابقت دارد. از طرفی براساس نمودار GT-biplot (شکل ۲- B) در شرایط نرمال صفات درصد جوانه زنی (GP) و میانگین سرعت جوانه زنی (AVG) دارای بردارهای مماس به هم بودند که با نتایج حاصل از نمودار GT-biplot (شکل ۱- B) در شرایط تنش و جداول همبستگی (۶ و ۷) صفات مطابقت دارد. همچنین بین بردارهای تعداد ریشه بذری (RN) با ضریب سرعت جوانه زنی (CVG) که زاویه ۱۸۰ درجه و هم راستا دیده می‌شود که نشان دهنده همبستگی بالا منفی بین این صفات است که با ضریب همبستگی ژنتیکی (-0/98) میان این صفات در شرایط نرمال همخوانی دارد. همچنین میان بردارهای درصد جوانه زنی (GP) و میانگین سرعت جوانه زنی (AVG) با صفت وزن خشک گیاهچه (SDW) زاویه ۹۰ درجه‌ای دیده می‌شود حاکی از عدم ارتباط

از نمایش برداری GT biplot در نشان دادن شدت و جهت روابط بین صفات نیز استفاده می‌شود. همچنین GT biplot در گزینش غیرمستقیم صفات چندژنی مانند عملکرد و یا صفاتی هزینه بری که اندازه‌گیری آنها دشوار است، موثر است ( Yan and Tinker, 2005; Yan and Fregeau-Reid, 2008). برای هر صفت در نمایش برداری GT biplot (شکل ۲- A)، بردارهای از مبدأ بای پلات خارج شده که به علائم صفات میرسد. ارتباط بین صفات را از روی زاویه میان بردار هر صفت با بردار صفت دیگر میتوان به‌دست آورد. براساس نمودار GT biplot (شکل ۲- A) در شرایط تنش صفات بنیه بذر (SV)، درصد جوانه زنی (GP) و میانگین سرعت جوانه زنی (AVG) و همچنین صفات وزن تر گیاهچه (SFW) و وزن خشک گیاهچه (SDW) به علت دارا بودن بردارهایی مماسی برهم، ارتباط ژنوتیپی و فنوتیپی بسیار بالایی خواهند داشت. از طرفی بردارهای طول ساقچه (SL) و ضریب سرعت جوانه زنی (CVG) که نسبت به هم در یک راستا با زاویه باز قرار دارند ارتباط ژنتیکی و فنوتیپی بین آنها منفی می‌باشد. همچنین میان بردارهای بنیه بذر (SV)،

ریشه‌چه و وزن گیاهچه وجود داشت که تا حدودی با نتایج حاصل از این پژوهش همخوانی داشت. از طرفی در پژوهش خلیلی و همکاران (۱۳۹۶) در دو شرایط نرمال و تنش خشکی (اعمال شده به وسیله پلی اتیل گلیکول) که بر روی گندم صورت گرفت، بین درصد جوانه زنی با صفات میانگین سرعت جوانه زنی و بنیه بذر همبستگی مثبت و معنی‌داری دیده شد که کاملاً با نتایج حاصل از این پژوهش مطابقت دارد.

فنتیپی معنی‌دار بین این صفات است که با نتایج حاصل از نمودار GT-biplot (شکل ۲- A) در شرایط تنش و جداول همبستگی ژنتیکی (۶ و ۷) و نمودار GT-biplot (شکل ۲- A) کاملاً مطابقت دارد. در پژوهشی که قلی‌نژاد (۱۳۹۳) روی گندم انجام داد، دیده شد که همبستگی مثبت و معنی‌داری بین درصد جوانه زنی با طول ساقه‌چه، طول ریشه‌چه و وزن گیاهچه و همچنین بین طول ساقه‌چه با طول



شکل ۲- GT-biplot ارتباط بین صفات جوانه‌زنی محیط تنش خشکی (A)، GT-biplot ارتباط بین صفات جوانه‌زنی برای محیط نرمال (B)

و نرمال همخوانی داشت. از طرفی ارتباط ژنتیکی و فنتیپی مثبت بالا بین درصد جوانه زنی با میانگین سرعت جوانه زنی و شاخص بنیه بذر مشاهده شد. همچنین در این صفات (درصد جوانه زنی، میانگین سرعت جوانه زنی و شاخص بنیه بذر) مقادیر بالای وراثت پذیری و پیشرفت ژنتیکی مشاهده گردید که نشان‌دهنده اثرات افزایشی ژن‌ها و مطلوب بودن انتخاب در این صفات است. ویژگی‌های طول ساقه‌چه و طول کلئوپتیل نیز دارای وراثت پذیری و پیشرفت ژنتیکی پایینی بودند که حاکی از اثرات غیر افزایشی ژن‌های آنهاست. در نتیجه، اصلاح از طریق

### نتیجه‌گیری کلی

به‌طور کلی بر طبق نتایج حاصل از این پژوهش برای ژنوتیپ‌های مورد بررسی از نظر اکثر ویژگی‌ها، تنوع قابل ملاحظه‌ای مشاهده شد. همچنین ژنوتیپ wc-47628 و دو ژنوتیپ wc-4640 و Pishtaz (شاهد) به ترتیب حداکثر و حداقل مقادیر درصد جوانه‌زنی، میانگین سرعت جوانه زنی، بنیه بذر را داشتند، به ترتیب به‌عنوان متحمل‌ترین و ضعیف‌ترین ژنوتیپ در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی شناسایی شدند که با نتایج بای‌پلات حاصل از شاخص استرس جوانه زنی (GSI) و درصد جوانه زنی در شرایط تنش



ژنوتیپ‌های شماره ۱۶ و ۱۷ به ترتیب به‌عنوان بهترین و ضعیف‌ترین ژنوتیپ‌ها تحت تنش اعمال شده و همچنین ژنوتیپ‌های ۱۰ و ۱۹ به ترتیب به‌عنوان بهترین و ضعیف‌ترین ژنوتیپ‌ها در شرایط نرمال بودند که این برآورد با نتایج حاصل از تجزیه‌ی خوشه‌ای و جدول مقایسه‌ی میانگین مطابقت زیادی داشت.

انتخاب برای این صفات مناسب نیست. در نهایت از آنجایی که گندم نان در سطح تنش خشکی اعمال شده ۷- بار همچنان میزان جوانه زنی قابل قبولی از خود نشان داد، می‌توان استنباط کرد که گندم نان یکی از گیاهان مناسب برای کشت در مناطق نیمه خشک می‌باشد. از طرفی نتایج حاصل از بای پلات رتبه بندی ژنوتیپ‌ها برای معرفی ژنوتیپ ایده‌آل، نشان داد که

## References

- Baloch, M.J., J. Dunwell, A.A. Khakwani, M. Dennett, W.A. Jatoi and S.A. Channa. 2012. Assessment of wheat cultivars for drought tolerance via osmotic stress imposed at early seedling growth stages. *Journal of Agricultural Research*, 50: 299-310. (Available at <http://centaur.reading.ac.uk/29436/>).
- Badeleh, K., Aghighi Shahverdi, M., & Omidi, H. (2015). Effect of Seed Priming on Cucurbita pepo Germination under Drought Stress [Research]. *Iranian Journal of Seed Research*, 1(2), 125-135. <https://doi.org/10.29252/yujs.1.2.125>
- Bker, R.J. 1986. Selection Indices in Plant Breeding. CRC Publishing. 218p.
- Farshadfar, E. 2011. New Topics in Biomedical Genetics. Kermanshah Islamic Azad University Press.
- Darvizheh, H., Zahedi, M., Abbaszadeh, B., & Razmjoo, J. (2018). Effects of Foliar Application of Salicylic Acid and Spermine on Maternal Plant under Drought Stress on Germination Indices of Purple Coneflower (*Echinacea purpurea*) [Research]. *Iranian Journal of Seed Research*, 5 (۱-۱), <https://doi.org/10.29252/yujs.5.1.1>
- Eftekhari, A., Baghizadeh, A., Abdoshahi, R., & Yaghoobi, M. M. (2017). Estimation of Genes Effect and Combining Ability of Agronomic Traits in Some Bread Wheat Varieties under Drought Stress [Research]. *Journal of Crop Breeding*, 9(22), 98-108. <https://doi.org/10.29252/jcb.9.22.98>
- Farshadfar, E., Romena, H. and Safari, H. 2013. Evaluation of variability and genetic parameters in agrophysiological traits of wheat under rain-fed condition. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*. 5 (9): 1015-1201
- Fatch, E., Jiriaii, M., Shahbazi, S. and Jashni, R. 2012. Effect of salicylic acid and seed weight on germination of wheat (CV. BC ROSHAN) under different levels of osmotic stress. *European Journal of Experimental Biology* 5: 1680-4861
- Gazanchian, A., N A. Khosh Kholgh Sima, M A. Malboobi and E. Majidi Heravan. 2006. Relationships between Emergence and Soil Water Content for Perennial Cool-Season Grasses Native to Iran. *Crop Science*. 46: 544-553.
- Gholamin, R. and M. Khayatnezhad. 2010. Effects of polyethylene glycol and NaCl stress on two cultivars of wheat (*Triticum durum* L.) at germination and early seeding stages. *American Eurasian Journal of Agriculture and Environmental Science*, 9: 86-90.
- Ghaffari Moghaddam, S., Sabouri, H., Gholizadeh, A., & Fallahi, H. A. (2019). Genetic Structure of barley germination components under Normal conditions and Salinity Stress. *Iranian Journal of Plant Biology*, 11(3), 79-94 .
- Gholinezhad, E. (2014). The Effects of Salinity Stress on Related germination traits of wheat genotypes. *Journal of Plant Research (Iranian journal of biology)*, 27(2), 276-287 .
- Khalili, M. and Naghavi, M. R. 2018. Evaluation of Genetic Diversity of Spring Wheat Cultivars for Physiological and Agronomic Traits under Drought Stress. *Journal of Crop Breeding*. 10 (25): 138-151.

- Mahmoudi, R., Ahmadi, A., & Abbasi, A. (2022). Value and contribution of assimilate remobilization in grain production of wheat cultivars under terminal drought stress. *Iranian Journal of Field Crop Science*, 53(2), 235-248.
- Michel, B. E. and Kaufman, M. R. 1973. The osmotic potential of poly ethylene glycol 6000. *Plant physiology*. 51:914-916.
- Pan, X. Y., Y. F. Wang, G. X. Wang, Q. D. Cao, and J. Wang. 2002. Relationship between growth redundancy and size inequality in spring wheat populations mulched with clear plastic film. *Acta Phytoecol. Sinica*. 26: 177-184.
- Sattar, A., Cheema, M. A., Sher, A., Ijaz, M., Ul-Allah, S., Nawaz, A., . . . Ali, Q. (2019). Physiological and biochemical attributes of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) seedlings are influenced by foliar application of silicon and selenium under water deficit. *Acta Physiologiae Plantarum*, 41, 1-11.
- shahbazi, h., arzani, a., & esmaelzadeh moghadam, M. (2016). Effects of Drought Stress on Physiological Characteristics in Wheat Recombinant Inbred Lines [Research]. *Plant Process and Function*, 5(15), 123-132. <http://jispp.iut.ac.ir/article-1-111-fa.html>
- Shayan, S., Moghaddam Vahed, M., Norouzi, M., Mohammadi, A., Tourchi, M., & Molaei, B. (2018). Inheritance of Agronomical and Physiological Traits in the Progeny of Moghan3 and Arg Bread Wheat Varieties Cross [Research]. *Plant Genetic Researches*, 4(2), 43-60. <https://doi.org/10.29252/pgr.4.2.43>
- Tabatabai, S., Solouki, M., Fakhery, B., Ismail-Zadeh Moghadam, M., & Mehdi-zhad, N. (2018). Linkage mapping of Bread Wheat Quality Characteristics in Bread Wheat under Drought Stress [Applicable]. *Modern Genetics Journal*, 13. (2)292-281. <http://mg.genetics.ir/article-1-64-fa.html>
- Willenborg, C. J., Wildeman, J. C., Miller, A. K., Rosnagel, B. G. and Shirliffe, S. J. 2005. Oat germination characteristics differ among genotypes, seed size and osmotic potentials. *Crop Science*. 45, 2023-2029.
- Yan, M. 2015. Seed priming stimulate germination and early seedling growth of Chinese cabbage under drought stress. *South African Journal Botany*, 99:88-92.
- Yan, W. and Fregeau-Reid, J. 2008. Breeding line selection based on multiple traits. *Crop Science*. 48 (2): 417423.
- Yan, W. and Tinker, N. 2005. An intergraded analysis system for displaying, interpreting, and exploring genotype×environment interaction. *Crop Science*. 45: 1004-1016



## Study of seed germination properties and determination of cardinal temperatures of Bitter Apple (*Citrullus colocynthis* L.) as a medicinal plant

Hamid Marvi<sup>1\*</sup> , Mohammad Armin<sup>2</sup> 

<sup>1</sup> Assistance professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Sabzevar Branch, Islamic Azad University, Sabzevar, Iran, Email: hamidmarvi@yahoo.com

<sup>2</sup> Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Sabzevar Branch, Islamic Azad University, Sabzevar, Iran, Email: armin@iaus.ac.ir

### Article Info

**Article type:**  
Research Full Paper

**Article history:**  
Received: 2023-11-7  
Revised: 2024-2-7  
Accepted: 2024-2-28

**Keywords:**  
germination rate  
Bitter Apple  
Maximum temperature  
Cardinal temperatures

### ABSTRACT

Bitter apple (*Citrullus colocynthis*) is one of the medicinal plant that grows in semi-arid and desert condition which have been used in traditional medicine. There is a few research on cardinal temperatures of Bitter apple in the literature. In order to determine Germination characteristics and cardinal temperatures for Bitter apple, a laboratory experiment was down in petri dish based on completely randomized design with four replications. The experimental treatments were nine different temperatures (5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45 °c). The measured traits were germination percentage, germination rate and mean germination time. Cardinal temperature was calculated using dental, dual, and beta functions. The results showed that with increasing temperature up to 30 ° C, percentage and germination speed increased. The highest germination percentage (70%) and germination rate (2.8 seeds / day) were observed at 30 ° C. The lowest germination time (4.48 days) was observed at 30°C. The base, favorite and maximum temperatures (cardinal temperatures) for this plant were 12, 30 and 45 °c, respectively.

**Cite this article:** Marvotti, Z., Noorani, M. (2023). Evaluation of genetic diversity in some bread wheat genotypes under drought stress conditions using germination stage indices. *Seed Research*, 13 (1), 51-61.



©The author(s)

Publisher: Islamic Azad University, Gorgan branch

# تحقیقات بذر

شاپا چاپی: ۲۶۶۵-۲۳۸۳  
شاپا الکترونیکی: ۲۴۶۱-۲۹۸۱



## بررسی ویژگی‌های جوانه‌زنی بذر و تعیین دماهای کاردینال گیاه دارویی هندوانه ابوجهل (*Citrullus colocynthis*)

حمید مروی<sup>۱\*</sup>، محمد آرمین<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup> استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد سبزوار، دانشگاه آزاد اسلامی، سبزوار، ایران، رایانامه: hamidmarvi@yahoo.com  
<sup>۲</sup> استاد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد سبزوار، سبزوار، ایران، رایانامه: armin@iaus.ac.ir

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله کامل علمی	هندوانه ابوجهل یکی از گیاهان دارویی مهم در طب سنتی می‌باشد که عمدتاً در مناطق خشک و بیابانی رشد می‌کند و تاکنون پژوهش‌های چندانی پیرامون دماهای کاردینال آن انجام نشده است. به منظور بررسی ویژگی‌های جوانه‌زنی بذر و تعیین دماهای کاردینال این گیاه مطالعه‌ای در شرایط آزمایشگاهی صورت گرفت. بدین منظور آزمایشی در ۹ دمای ثابت ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰، ۳۵، ۴۰ و ۴۵ درجه سانتی‌گراد در پتری دیش در قالب طرح کاملاً تصادفی و با ۴ تکرار اجرا شد. صفات مورد اندازه‌گیری عبارت بودند از: درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی و میانگین زمان جوانه‌زنی. دمای کاردینال با استفاده از توابع دندان مانند، دوتکه‌ای و بتا. نتایج نشان داد با افزایش دما تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد درصد و سرعت جوانه‌زنی افزایش یافت. بیشترین درصد جوانه‌زنی بذر (۷۰ درصد) و سرعت جوانه‌زنی (۲/۸ عدد بذر/روز) در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد مشاهده شد. کمترین زمان جوانه‌زنی بذر (۴/۴۸ روز) نیز در دمای ۳۰ درجه مشاهده گردید. دمای پایه، مطلوب و بیشینه این گیاه به ترتیب ۱۲، ۳۰ و ۴۵ درجه سانتی‌گراد می‌باشد.
تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۸/۱۶ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۱۱/۱۸ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۲/۹	
واژه‌های کلیدی: سرعت جوانه‌زنی هندوانه ابوجهل دمای بیشینه دماهای کاردینال	

استاد: مروی، حمید؛ آرمین، محمد. (۱۴۰۲). بررسی ویژگی‌های جوانه‌زنی بذر و تعیین دماهای کاردینال گیاه دارویی هندوانه ابوجهل (*Citrullus colocynthis*). تحقیقات بذر، ۱۳ (۱)، ۵۱-۶۱.

ناشر: دانشگاه آزاد اسلامی، واحد گرگان

© نویسنده‌گان.



زمان بعد از برداشت بستگی دارد (Ranjbar et al., 2013). به‌عنوان یک قاعده کلی بذره‌های حاصل از مناطق معتدله در مقایسه با بذره‌های حاصل از مناطق گرمسیری به دماهای کمتری نیاز داشته و گونه‌های وحشی نیاز حرارتی کمتری از گیاهان اهلی دارند. دمای مناسب جوانه‌زنی برای اکثر بذرها بین ۱۵ و ۳۰ درجه سانتی‌گراد است. حداکثر دما برای اکثر گونه‌ها بین ۳۰ تا ۴۰ درجه سانتی‌گراد است. البته در دماهای بالاتر از ۵۰ درجه سانتی‌گراد عمل جوانه‌زنی بذرها متوقف می‌شود (Portosi et al., 2008).

به‌طور کلی سه دمای حداقل، مطلوب و حداکثر به‌عنوان دماهای کاردینال شناخته می‌شوند که بذور هرگونه مشخص می‌توانند در این دامنه حرارتی جوانه بزنند. دمای حداقل یا پایه<sup>۱</sup> ( $T_b$ )، کمترین دمایی است که جوانه‌زنی در آن رخ می‌دهد. دمای مطلوب<sup>۲</sup> ( $T_o$ )، دمایی است که جوانه‌زنی در آن بیشترین سرعت را داشته و دمای حداکثر<sup>۳</sup> ( $T_m$ ) بالاترین دمایی است که بذور در آن قادر به جوانه‌زنی می‌باشند و پروتئین‌های ضروری برای جوانه‌زنی تجزیه می‌شوند، دماهای کاردینال برای ارائه مدل پیش‌بینی جوانه‌زنی بذور در گونه‌های گیاهی مورد نیاز می‌باشند (Zangoie et al., 2012). محققان، رابطه خطی بین دما و سرعت جوانه‌زنی را در برخی گونه‌های گیاهی گزارش کرده‌اند و عمدتاً از رگرسیون خطی برای توصیف رابطه بین دما و سرعت جوانه‌زنی استفاده می‌کنند. گزارشات متعددی در مورد اثر دما بر خصوصیات جوانه‌زنی گونه‌های مختلف گیاهی از جمله گیاهان دارویی، مرتعی و زراعی وجود دارد (Jami Al-Ahmadi and Kafi, 2007; Adam et al., 2006; Bannayan et al., 2007). کورتار (Kurtar, 2010) با مدل‌سازی اثر دما روی جوانه‌زنی بذر برخی

گیاهان دارویی همانند سایر گیاهان از طریق جنسی و غیرجنسی تکثیر می‌شوند، ولی کشت این گیاهان از طریق بذر اقتصادی‌ترین روش می‌باشد. در این رابطه یکی از مشکلات اصلی گیاهان دارویی این است که اولاً بذر آن‌ها دارای خواب بوده و ثانیاً جوانه‌زنی بذر در شرایط محیطی، طبیعی بوده ولی تحت شرایط آزمایشگاهی یا زراعی مناسب نیست (koochaki and azizi, 2005).

دما از عوامل مهم محیطی مؤثر در فعالیت‌های فیزیولوژیکی گیاهان در کلیه مراحل رشد و نمو اعم از جوانه‌زنی، گلدهی، رشد، فتوسنتز و تنفس است که در کلیه این فعالیت‌ها یک آستانه حداکثر و حداقل دما وجود دارد. جوانه‌زنی از بحرانی‌ترین مراحل در استقرار گیاهچه‌ها می‌باشد که اهمیت زیادی در تعیین تراکم نهایی بوته در واحد سطح دارد و توسط عوامل محیطی متعددی مانند دما، رطوبت و نور تحت تأثیر قرار می‌گیرد و در این میان دما تأثیر مهمی بر خواب و جوانه‌زنی بذور دارد. در همه موجودات زنده دما عامل مهمی بر سرعت واکنش‌های متابولسمی و به‌دنبال آن سرعت رشد و نمو آن‌ها می‌باشد (Ranjbar et al., 2013). به‌طور کلی اثر دما بر جوانه‌زنی برحسب دماهای کاردینال یعنی دمای حداقل، مطلوب و حداکثر بیان می‌شوند، که بذور هرگونه مشخص می‌تواند در این دامنه از دما جوانه بزنند (Alipoor and Mahmodi, 2016).

دمای مناسب برای جوانه‌زنی بذر هر گیاه، دمایی است که در آن بیشترین درصد جوانه‌زنی در کوتاه‌ترین دوره زمانی انجام می‌شود. جوانه‌زنی نه تنها دارای دمای پایه است بلکه هر یک از مراحل آن نیز به دمای پایه خاصی نیاز دارد. بنابراین واکنش نسبت به دما ممکن است در طی جوانه‌زنی متفاوت باشد، عکس‌العمل به دما به گونه، رقم، منطقه رشد و مدت

<sup>1</sup> Base temperature

<sup>2</sup> Optimum temperature

<sup>3</sup> Maximum temperature

اسلامی سبزواری انجام شد. برای این هم‌منظور در اواخر مهر ماه اقدام به جمع‌آوری میوه‌های این گیاه در رویشگاه طبیعی آن در منطقه چاه تلخ شد. منطقه چاه تلخ واقع در ۱۰۰ کیلومتری جنوب سبزواری در محدوده مختصات جغرافیایی ۵۷ درجه و ۱۹ دقیقه تا ۵۷ درجه و ۳۶ دقیقه طول شرقی و ۳۵ درجه و ۳۰ دقیقه تا ۳۵ درجه و ۴۴ دقیقه عرض شمالی با میانگین بارندگی سالانه ۱۸۹/۵ میلی‌متر و متوسط دمای سالانه ۱۴/۳ درجه سانتی‌گراد در استان خراسان رضوی قرار دارد. میوه‌های جمع‌آوری شده به آزمایشگاه منتقل گردید و پس از جدا نمودن بذرها از میوه‌ها، برای شکستن خواب بذرها آنها را به مدت ۳۰ روز در داخل یخچال در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده و قبل از هر آزمایش بذرها را مورد نیاز ۲۴ ساعت در آب خیس‌انده و سپس مورد استفاده قرار گرفتند. در این آزمایش ۹ دمای ثابت ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰، ۳۵، ۴۰، و ۴۵ درجه سانتی‌گراد در شرایط تاریکی با متوسط رطوبت نسبی ۵۰ درصد در اتاقک رشد مورد مطالعه قرار گرفت. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی و با ۴ تکرار اجرا شد.

برای ارزیابی ویژگی‌های جوانه‌زنی، ابتدا کلیه پتری‌دیش‌ها و سپس بذرها با استفاده از محلول هیپوکلریت سدیم یک درصد به مدت ۵ دقیقه ضدعفونی و پس از آن چندین بار با آب مقطر شسته شدند. به‌منظور انجام آزمون جوانه‌زنی، کاغذ صافی در داخل هر پتری‌دیش با قطر ۹ سانتی‌متر با آب مقطر مرطوب شده و ۲۵ بذر روی آن قرار گرفت. سپس پتری‌دیش‌ها داخل اتاقک رشد با دماهای مورد نظر و رطوبت نسبی ۵۰ درصد منتقل شدند. به‌منظور حفظ رطوبت و تبادل حرارتی مناسب، پتری‌دیش‌ها در طول دوره آزمایش به میزان مناسب مرطوب نگه‌داشته شدند. بذرها به‌طور روزانه بازبینی شدند و تعداد بذرها جوانه‌زده (دارای ریشه‌چه‌ای به‌طول ۱ تا ۲

از گیاهان خانواده کدوئیان اظهار داشت دمای حداقل، مطلوب و حداکثر برای خربزه (*Cucumis melo*) و خیار (*Cucumis sativus*) به‌ترتیب ۱۰، ۲۵ تا ۳۰ و ۴۰ درجه سانتی‌گراد و برای هندوانه ۱۰، ۲۵ تا ۳۰ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد و برای انواع کدو ۱۰، ۲۵ و ۳۰ درجه سانتی‌گراد می‌باشد، سایر تحقیقات نیز دماهای کاردینال این گیاهان را در همین محدوده گزارش داده‌اند (Salk et al., 2008).

هندوانه ابوجهل (۲۶ = ۲n) با نام‌های عمومی Wild Colocynth, Coloyntis, Bitter apple و ground گیاه دارویی از خانواده کدوئیان است (Ghahraman, 1991, mozaaffarian, 2000). گیاهی است یک‌ساله با تیپ رشدی خزنده و رشد نامحدود که رشد رویشی و زایشی همزمان در آن صورت می‌گیرد. از نظر خصوصیات ظاهری و گیاه‌شناسی شبیه هندوانه می‌باشد. این گیاه بومی مناطق گرم بیابانی و نیمه بیابانی است که در تثبیت شن‌های روان در این مناطق نقش بسیار مهمی دارد. گیاهی است مقاوم به خشکی و در مناطقی که میانگین بارندگی سالانه آن‌ها بین ۲۵۰ تا ۳۷۰ میلی‌متر است می‌تواند رشد نماید است (Ghahraman, 2000).

از آنجا که تعیین دماهای کاردینال در تعیین دقیق تاریخ کاشت و تخمین محدوده جغرافیایی مطلوب برای کشت گیاهان دارویی نقش مهمی دارند، این آزمایش برای بررسی تاثیر دما بر درصد و سرعت جوانه زنی بذر هندوانه ابوجهل و تعیین دماهای کاردینال جوانه زنی این گیاه دارویی انجام شد.

#### مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی ویژگی‌های جوانه‌زنی بذر هندوانه ابوجهل در دماهای مختلف و تعیین دماهای کاردینال آن، آزمایشی در آزمایشگاه فیزیولوژی دانشگاه آزاد

$$R_{50} = f(T) / e_0 \quad (\text{رابطه ۵})$$

که در آن  $f(T)$  تابع دما و  $e_0$  تعداد روز بیولوژیک (حداقل زمان از آب نوشی بذر تا جوانه‌زنی در شرایط دمایی مطلوب) مورد نیاز برای جوانه‌زنی می‌باشد. توابع دمایی مورد آزمون به شرح زیر می‌باشد (Soltani et al., 2008):

۱- تابع دندان مانند<sup>۵</sup>:

(رابطه ۶)

$$T_b < T \leq T_{o1} \quad \text{if} \quad f(T) = (T - T_b) / (T_{o1} - T_b) \quad (\text{رابطه ۷})$$

$$T < T_c \quad f(T) = (T_c - T) / (T_c - T_{o2}) \quad \text{if} \quad T_{o2} < T < T_c$$

$$f(T) = 1 \quad \text{if} \quad T_{o1} \leq T \leq T_{o2}$$

$$f(T) = 0 \quad \text{if} \quad T \leq T_b \text{ or } T \geq T_c$$

۲- تابع بتا<sup>۶</sup>:

(رابطه ۸)

$$f(T) = \left[ \frac{(T - T_b) / (T_o - T_b) \times (T_c - T) / (T_c - T_o)}{(T_o - T_b) / (T_o - T_b)} \right]^\alpha \quad (T_c - T_o)$$

۳- تابع دو تکه‌ای<sup>۷</sup>:

(رابطه ۹)

$$T_b < T \leq T_o \quad \text{if} \quad f(T) = (T - T_b) / (T_o - T_b) \quad (\text{رابطه ۱۰})$$

$$T < T_c \quad 1 - (T - T_o) / (T_c - T_o) \quad \text{if} \quad T_o \leq T < T_c$$

$$f(T) = 0 \quad \text{if} \quad T \leq T_b \text{ or } T \geq T_c$$

که در آن  $T$ : دما،  $T_b$ : دمای پایه،  $T_o$ : دمای مطلوب،  $T_{o1}$ : دمای مطلوب پایینی و  $T_{o2}$ : دمای مطلوب بالایی،  $T_c$ : دمای حداکثر و  $\alpha$ : پارامتر شکل برای تابع بتا می‌باشد. تجزیه و تحلیل داده‌ها توسط نرم‌افزار SAS (نسخه ۹/۳) انجام شد و برای مقایسه میانگین‌ها از روش LSD استفاده گردید.

### نتایج و بحث

تأثیر دما بر سرعت جوانه‌زنی: تجزیه واریانس داده‌های مربوط به سرعت جوانه‌زنی بذر نشان داد که

میلی‌متر و یا بیشتر) شمارش و ثبت گردید. کار شمارش بذور جوانه‌زده تا زمانی که جوانه‌زنی ثابت شد و دیگر بذری جوانه نزد ادامه داشت (حدود ۲۰ روز). سپس درصد، سرعت، زمان جوانه‌زنی و دماهای کاردینال محاسبه گردید.

در محاسبه درصد جوانه‌زنی (Gp) از رابطه ۱ استفاده شد (Ranjbar et al., 2013):

$$GP = n / N \cdot 100 \quad (\text{رابطه ۱})$$

در این رابطه  $n$  تعداد بذور جوانه‌زده و  $N$  تعداد کل بذرها است.

اندازه‌گیری سرعت جوانه‌زنی بذر با استفاده از رابطه ۲ صورت گرفت (Alipoor and Mahmodi, 2016):

$$GR = \sum (S_i / D_i) \quad (\text{رابطه ۲})$$

GR: سرعت جوانه‌زنی (تعداد بذر در روز)

$S_i$ : تعداد بذر جوانه‌زده در هر شمارش

$D_i$ : تعداد روز تا شمارش  $n$ ام

متوسط زمان جوانه‌زنی بذرها<sup>۴</sup> (MGT) با استفاده از رابطه ۳ محاسبه گردید (Kheirkhah et al., 2013):

$$x / \sum f_x \cdot MGT = \sum f_x \quad (\text{رابطه ۳})$$

در این رابطه،  $f_x$ : تعداد بذرها جوانه‌زده در روز  $x$  و  $x$ : روز شمارش بذرها می‌باشد.

یکنواختی جوانه‌زنی نیز از رابطه زیر به دست آمد (Alipoor and Mahmodi, 2016):

$$D_{90} - D_{10} = \text{یکنواختی جوانه‌زنی} \quad (\text{رابطه ۴})$$

که در این رابطه  $D_{90}$  زمان تا رسیدن به ۹۰ درصد جوانه‌زنی و  $D_{10}$  زمان تا رسیدن به ۱۰ درصد جوانه‌زنی می‌باشد. مقادیر پایین آن حاکی از یکنواختی بیشتر و مقادیر بالای آن نشان دهنده یکنواختی کمتر جوانه‌زنی می‌باشد.

برای تعیین دماهای کاردینال از رابطه زیر استفاده گردید (Ansori et al., 2014)

<sup>5</sup> Dent-like function

<sup>6</sup> Beta function

<sup>7</sup> Segmented function

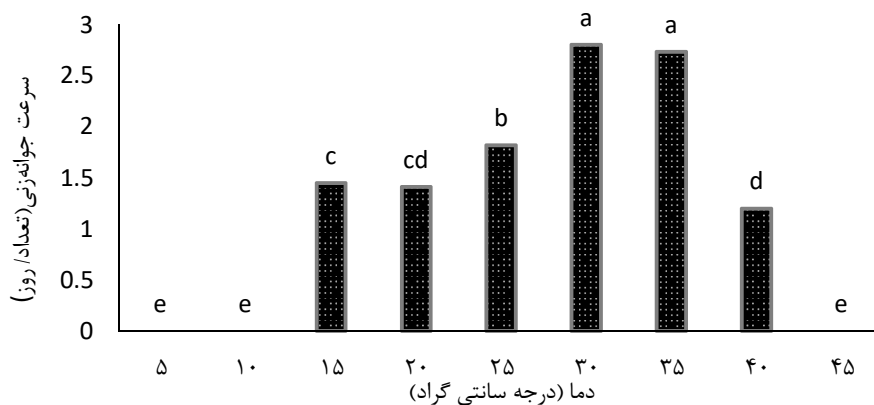
<sup>4</sup> Mean Germination Time

تحت تأثیر قرار می‌دهد و از آنجا که جوانه‌زنی شامل فرآیندهای آنزیمی متعددی از نوع کاتابولیسم و آنابولیسم می‌باشد، بنابراین به‌شدت نسبت به دما واکنش نشان می‌دهد. در نتیجه سرعت جوانه‌زنی پایین در دماهای کم را می‌توان به پایین بودن سرعت واکنش‌های متابولیسمی در این محدوده دمایی نسبت داد (Sarmadnia and koochaki, 2007). در پژوهش صورت گرفته روی جوانه‌زنی بذر گیاهان دارویی مشاهده شد که افزایش دما تا محدوده ۳۰ درجه سانتی‌گراد سبب افزایش سرعت جوانه‌زنی و افزایش دما بیشتر از ۳۰ درجه سانتی‌گراد سرعت جوانه‌زنی بذور را کاهش داده است (Najafi et al., 2007). جوانه‌زنی سریع احتمال خروج به‌موقع ریشه‌چه از بذرها و استفاده از رطوبت خاک و همچنین استقرار بهتر گیاهچه را در گیاهان دارویی را افزایش می‌دهد.

بین سرعت جوانه‌زنی بذر در دماهای مختلف از لحاظ آماری اختلاف معنی‌دار ( $p \leq 0/01$ ) وجود داشت (جدول ۱).

با افزایش دما از ۵ تا ۳۵ درجه سانتی‌گراد بر سرعت جوانه‌زنی افزوده شد تا در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد حداکثر سرعت جوانه‌زنی به‌دست آمد، ولی بین دمای ۳۰ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد از لحاظ سرعت جوانه‌زنی اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (شکل ۱). با افزایش دما از ۳۵ به ۴۰ درجه سانتی‌گراد سرعت جوانه‌زنی بذر هندوانه ابوجهل کاهش یافت به نحوی که در دمای ۴۵ درجه سانتی‌گراد هیچ بذری جوانه نزد (جدول ۲).

به نظر می‌رسد که با افزایش دما سرعت جوانه‌زنی حداقل در یک دامنه دمایی مناسب به‌طور خطی افزایش می‌یابد، ولی در دماهای بالاتر افت شدیدی نشان می‌دهد. دما سرعت واکنش‌های شیمیایی را



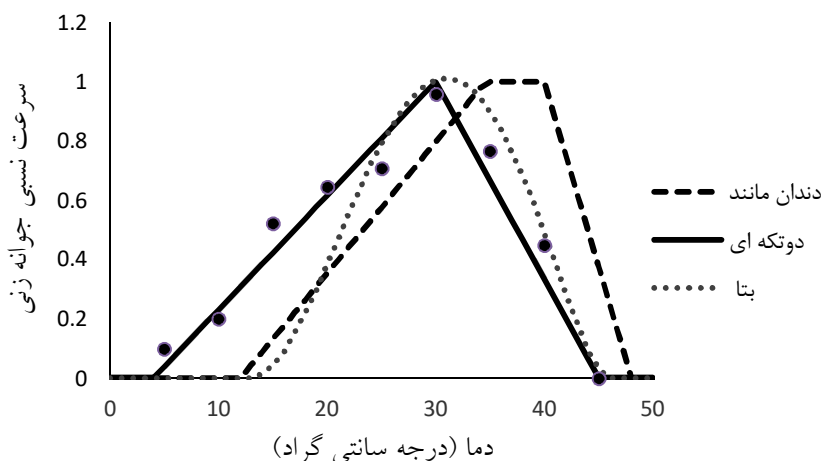
شکل ۱- سرعت جوانه‌زنی بذر هندوانه ابوجهل در دماهای مختلف

جدول ۱- تجزیه واریانس ویژگی‌های جوانه‌زنی بذر هندوانه ابوجهل در شرایط اعمال دماهای مختلف

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		سرعت جوانه‌زنی	یکنواختی جوانه‌زنی	متوسط زمان جوانه‌زنی
دما	8	4.83**	17.4**	69.2**
خطا	27	0.028	0.35	0.149
ضریب تغییرات		13.2	14.1	9.20
درصد جوانه‌زنی				3611**

\*\*معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد





شکل ۲- پاسخ سرعت جوانه‌زنی بذر هندوانه ابوجهل به سطوح مختلف دمائی در مدل‌های مختلف

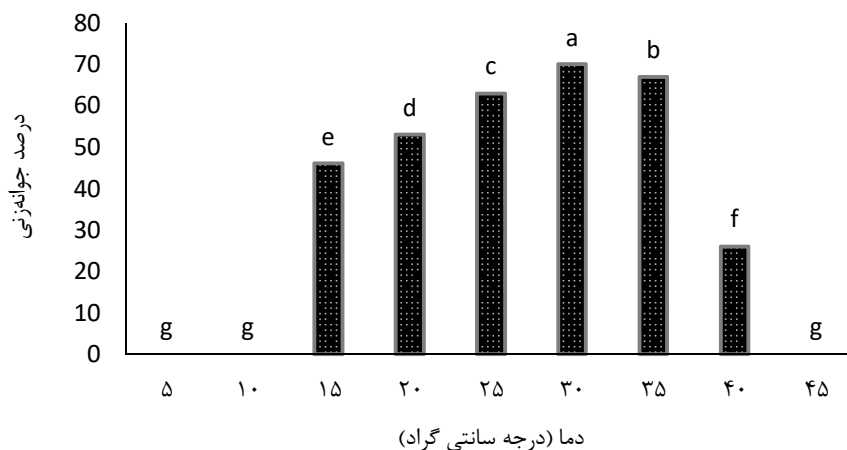
گیاه شد. سرعت بالای جوانه‌زنی امکان استفاده به موقع از رطوبت خاک و استقرار موفق گیاهچه‌ها را فراهم می‌نماید (Nozarpour et al., 2016).

به‌طورکلی یکی از مزایای افزایش درصد جوانه‌زنی بذر گیاهان، افزایش تراکم بومه در واحد سطح و نهایتاً افزایش عملکرد است. دما به‌دلیل اثری که بر خواب، سرعت جوانه‌زنی و سرعت رشد ریشه‌چه و ساقه‌چه دارد، درصد جوانه‌زنی نهایی بذر را در گیاهان مختلف تحت تأثیر قرار می‌دهد (Poortousi et al., 2008).

**تأثیر دما بر یکنواختی جوانه‌زنی:** طبق نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) اثر دما بر یکنواختی جوانه‌زنی بذر هندوانه ابوجهل معنی‌دار ( $p \leq 0/01$ ) بود. با افزایش دما از ۵ تا ۴۰ درجه سانتی‌گراد، یکنواختی جوانه‌زنی افزایش یافت. بیشترین یکنواختی جوانه‌زنی از دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد و کم‌ترین آن از دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد به دست آمد. روند افزایش دما از ۱۵ درجه سانتی‌گراد تا ۲۵ درجه سانتی‌گراد باعث کاهش یکنواختی جوانه‌زنی بذر شد، ولی افزایش دما از ۳۰ تا ۴۰ درجه سانتی‌گراد یکنواختی جوانه‌زنی بذر را افزایش داد. بین دماهای ۳۰ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد و دماهای ۲۰ و ۲۵ درجه سانتی‌گراد از نظر یکنواختی جوانه‌زنی اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (شکل ۴).

**تأثیر دما بر درصد جوانه‌زنی:** طبق نتایج حاصله (جدول ۱)، تأثیر دما بر درصد جوانه معنی‌دار بود ( $p \leq 0/01$ ). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که حداکثر جوانه‌زنی در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد (۷۰ درصد) به دست آمد و کم‌ترین درصد جوانه‌زنی مربوط به دمای ۱۵ و ۴۰ درجه سانتی‌گراد بود. در دمای ۵، ۱۰ و ۴۵ درجه سانتی‌گراد جوانه‌زنی مشاهده نشد (شکل ۳). علت توقف جوانه‌زنی در دمای حداکثر، احتمالاً تغییر ماهیت پروتئین‌های ضروری جوانه‌زنی می‌باشد، دماهای بالا علاوه بر کاهش سرعت جوانه‌زنی سبب از بین رفتن بذر نیز می‌شود (Zangoie et al., 2012).

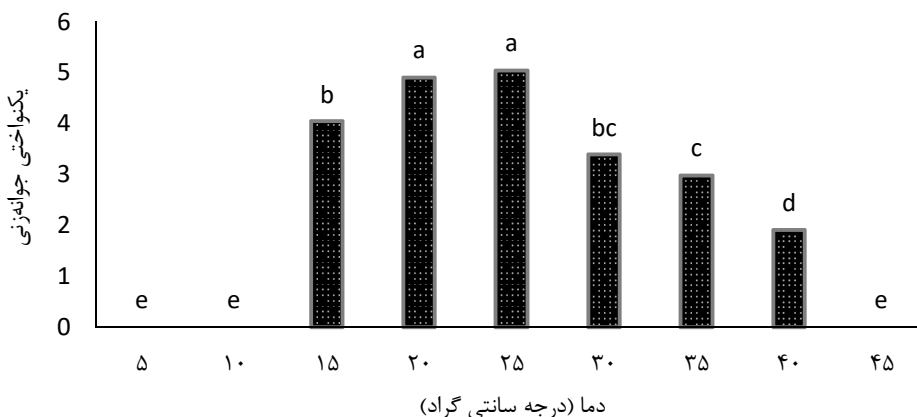
جوانه زنی بذر مجموعه‌ای از فعل و انفعالات بیوشیمیایی است که عمدتاً به دما و رطوبت بستگی دارد، به طوری که کاهش فعالیت‌های آنزیمی در دماهای پایین و خسارت آنزیم‌ها در دماهای بالا علت اصلی کاهش درصد جوانه زنی در خارج از محدوده دمایی مطلوب گیاهان می‌باشد. اگر بذر را در دمای مناسب جوانه‌زنی قرار نداشته باشند برای شروع جوانه زنی به زمان بیشتری نیاز دارند. دماهای خارج از محدوده دمایی مطلوب برای جوانه‌زنی علاوه بر کاهش درصد جوانه‌زنی سبب افزایش مدت زمان رسیدن به درصدهای مختلف جوانه‌زنی بذرهای این



شکل ۳- مقایسه میانگین درصد جوانه‌زنی بذر هندوانه ابو جهل در دماهای مختلف

برعکس طولانی بودن این مرحله نشان می‌دهد که بذرها به‌طور همزمان جوانه نزده‌اند، بلکه جوانه‌زنی آن‌ها در دوره زمانی طولانی‌تری صورت گرفته است. جوانه‌زنی غیر همزمان در مدت طولانی‌تر با احتمال بیشتر حمله بیماری‌های خاکزی به بذر و گیاهچه روبرو هستند و سبب کاهش استقرار کامل گیاهچه‌ها خواهد شد. سایر تحقیقات نیز نشان داده است که معمولاً بیشترین یکنواختی جوانه‌زنی بذر گیاهان در دماهای بالا صورت می‌گیرد (Latifi, 2001; Zeinali, 2004).

بیشترین افزایش یکنواختی جوانه‌زنی با افزایش دما از ۳۵ به ۴۰ درجه سانتی‌گراد به دست آمد. افزایش یکنواختی جوانه‌زنی بذر در دماهای پایین حاکی از اثرات نامطلوب دماهای پایین بر سرعت بخشی از فرآیندهای بیوشیمیایی جوانه‌زنی (تجزیه ذخایر غذایی و رشد گیاهچه) است. در حقیقت یکنواختی جوانه‌زنی طول مرحله خطی در منحنی درصد تجمعی جوانه‌زنی در مقابل زمان را نشان می‌دهد، هر قدر طول این مرحله کوتاه‌تر باشد جوانه‌زنی از همزمانی بیشتری برخوردار است.



شکل ۴- اثر دما بر یکنواختی جوانه‌زنی بذر هندوانه ابو جهل

معنی‌دار بوده ( $p \leq 0.01$ )، به طوری که با افزایش دما از ۵ درجه به ۴۰ درجه سانتی‌گراد متوسط زمان جوانه‌زنی بذر به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (جدول

تأثیر دما بر میانگین زمان جوانه‌زنی: بر اساس نتایج به‌دست‌آمده از تجزیه و تحلیل داده‌ها (جدول ۱) اختلاف میانگین زمان جوانه‌زنی در دماهای مختلف

## بررسی ویژگی‌های جوانه‌زنی بذر و تعیین دماهای... / حمید مروی و محمد آرمین

۲. بیشترین زمان جوانه‌زنی مربوط به دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد (۹/۷۵ روز) و کم‌ترین زمان جوانه‌زنی بذور مربوط به دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد (۵/۵۲ روز) بود. اختلاف معنی‌داری از نظر میانگین زمان جوانه‌زنی بذر بین دماهای ۱۵ و ۲۰ درجه سانتی‌گراد و همچنین بین دماهای ۳۰ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد مشاهده نشد (شکل ۵).

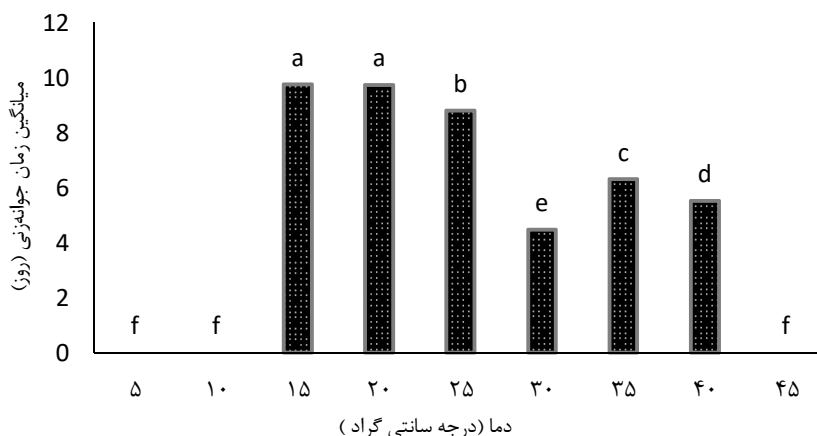
جدول ۲- مقایسه میانگین اثر دماهای مختلف بر ویژگی‌های جوانه‌زنی بذر هندوانه ابوجهل

درصد جوانه‌زنی	میانگین زمان جوانه‌زنی (روز)	یکنواختی جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی (تعداد/ روز)	دما (درجه سانتی‌گراد)
0g	0f	0e	0e	5
0g	0f	0e	0e	10
46e	9.75a	4.04b	1.45c	15
53d	9.73a	4.90a	1.41cd	20
63c	8.80b	5.04a	1.82b	25
70a	4.48c	3.39bc	2.80a	30
67b	6.31c	2.98c	2.73a	35
26f	5.52d	1.91d	1.20d	40
0g	0f	0e	0e	45
2.56	0.56	0.86	0.24	LSD 5%

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

افزایش سرعت جوانه‌زنی شده و مدت زمان لازم برای خروج گیاهچه از بذر را کاهش می‌دهد ( Alipoor and Mahmodi, 2016).

جوانه‌زنی بذر فرایند پیچیده‌ای است که در آن واکنش‌های بیوشیمیایی زیادی دخالت دارند و این واکنش‌ها تحت تأثیر آنزیم‌ها هستند در نتیجه افزایش دما با افزایش سرعت فعالیت‌های آنزیمی باعث



شکل ۵- اثر دما بر میانگین زمان جوانه‌زنی بذر هندوانه ابوجهل

۳۰ تا ۳۴/۵ درجه سانتی‌گراد و دمای بیشینه حدود ۴۵ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. در این بررسی، میانگین روز بیولوژیک (تعداد روز مورد نیاز برای جوانه‌زنی تحت شرایط دمای مطلوب) ۲/۵ روز بود.

دماهای کاردینال جوانه‌زنی: دماهای کاردینال جوانه‌زنی بذر هندوانه ابوجهل بر اساس توابع دمایی مختلف در جدول ۳ نشان داده شده است. بر این اساس دمای پایه ۱۲ درجه سانتی‌گراد، دمای بهینه بین

جدول ۳- مقادیر دماهای کاردینال جوانه‌زنی هندوانه ابوجهل بر اساس توابع دندان‌مانند، بتا و دوتکه‌ای

انحراف معیار	تابع دوتکه‌ای	انحراف معیار	تابع بتا	انحراف معیار	تابع دندان مانند	دمای کاردینال (درجه سانتی‌گراد)
±2.35	12	±3.82	12	±3.99	12	دمای پایه
---	---	---	---	±1.49	29.2	دمای مطلوب تحتانی
±3.72	30	±3.37	30	±2.59	34.5	دمای مطلوب فوقانی
±3.69	45	±1.9	45	±1.66	44.8	دمای حداکثر
±0.62	2.91	±2.76	2	±0.51	2.8	روز بیولوژیک

دارد. با توجه به این‌که هندوانه ابوجهل نیز از خانواده کدوئیان و بومی مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری است، دماهای کاردینال آن نیز در محدوده بیشتر گیاهان این خانواده قرار دارد.

#### نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد بذرهای هندوانه ابوجهل در صورت شکسته شدن خواب قادرند در شرایط آزمایشگاهی تا ۷۰ درصد جوانه بزنند. با افزایش دما تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد سرعت جوانه زنی، درصد جوانه زنی و یکنواختی جوانه زنی افزایش یافت و پس از آن روند کاهشی داشت. دمای پایه، مطلوب و بیشینه این گیاه به ترتیب ۱۲، ۳۰ و ۴۵ درجه سانتی‌گراد می‌باشد.

از آنجا که گیاهان خانواده کدوئیان عمدتاً با آب‌وهوای گرم سازگار هستند. بنابراین بسیاری از آنها برای جوانه‌زنی به دماهای نسبتاً بالا نیاز دارند (Nerson, 2007). محدوده دمای جوانه‌زنی برای این گیاهان از ۱۵ تا ۴۵ درجه سانتی‌گراد می‌باشد که با توجه به نوع گیاه و رقم متفاوت می‌باشد، ولی در بیشتر مطالعات دمای مطلوب جوانه‌زنی برای این گیاهان در محدوده ۲۰ تا ۳۰ و حداقل آن ۱۵ و حداکثر آن ۳۸ درجه سانتی‌گراد گزارش شده است (Milani et al., 2007). کورتار (Kurtar, 2010) گزارش کرد که بذر اکثر گیاهان خانواده کدوئیان (انواع کدو، خیار و خربزه) در دمای ۱۲ درجه سانتی‌گراد به میزان قابل توجهی جوانه می‌زنند اما هندوانه برعکس سایر گیاهان این خانواده برای جوانه‌زنی به دمای حداقل ۱۵ درجه سانتی‌گراد نیاز


#### References

- Adam, N.R., Dierig, D.A., Coffelt, T.A. and Wintermeyer, M.J. 2007. Cardinal temperatures for germination and early growth of two *Lesquerella* species. *Industrial Crops and Products*, 25: 24-33.
- Alipoor, Z. and Mahmodi, S. 2016. Determination of cardinal temperatures and respons of *Securigera securidaca* L. to different temperatures of germination. *Iranian Journal of Seed Research*, 2(2) :137-147.
- Bannayan, M., Najafi, F., Rastgoo, M. and Tabrizi, L. 2006. Germination properties of some wild medicinal plants from Iran. *Journal Seed Technology*, 28: 80-86.
- Ghahraman, A., 1991. *Color Flora of Iran*. Research Institute of Forests and Rangelands Publications. Botany Department. Tehran.
- Jami Al-Ahmadi, M. and Kafi, M. 2007. Cardinal temperatures for germination of *Kochia scoparia* L. *Journal of Arid Environments*, 68: 308-314.

- Kamkar, B. Zolfagharnjad, H. Khalili, N. 2015. Quantifying of germination rate response to temperature of three sunflower varieties using nonlinear regression models. *Journal of Plant Production*, 22(2): 119-136.
- Kherikhah, M., Koochaki, A., Rezvani Moghaddam, P. and Nassiri Mohallati, M. 2013. Determination of Cardinal Temperature of seed germination of *Ziziphora (Ziziphora clinopodioides)* as a medicinal plant. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 11(49): 543-550.
- Koochaki, A., Azizi, G. 2005. Effect of different treatments on breaking dormancy of *Teucrium polium*. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 3(1):81-88.
- Kurtar, E.S. 2010. Modelling the effect of temperature on seed germination in some cucurbits. *African Journal of Biotechnology*, 9(9): 1343-1353.
- Latifi, N., Soltani, A., and Spanner, D. 2004. Effect of temperature on germination components in Canola cultivars. *Iranian, J. Agric. Sci.*, 35(2): 313-321.
- Milani, E., Seyed, M., Razavi, A., Koocheki, A., Nikzadeh, V., Vahedi, N. and GholamhosseinPour, A. 2007. Moisture dependent physical properties of cucurbit seeds. *International Agrophysics*, 21: 157-168.
- Mozaffarian, v. 2000. *Flora Yazd*. Yazd Publishing. Yazd.
- Najafi, F., Koocheki, A., Rezvani Moghaddam, P. and Rastgoo, M. 2007. Evaluation of seed germination characteristics in *Nepeta binaludensis*, a highly endangered medicinal plant of Iran. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 4(2): 385-392.
- Nerson, H. 2007. Seed production and germinability of cucurbit crops. *Seed Science and Biotechnology*, 1: 1-10.
- Nozarpour, E., Tavakkol Afshari, R., Elias Soltani, E. and Majnoun Hosseini, N. 2016. Determination of cardinal temperatures of lemon balm (*Melissa officinalis* L.) seeds in response to temperatures and water potentials. *Iranian Journal of Crop Sciences*, 47(3): 341-351.
- Portoosi, N., Rashed Mohasel, M. H. and Ezadi Darbandi, E. 2008. Germination characteristics and cardinal temperatures of lambsquarter, purselane and crabgrass. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 6(2): 255-361.
- Ranjbar, f., koocheki, A., Nassiri Mahalati, M. and kamayestani, n. 2013. Cardinal temperatures and germination properties of fennel (*foeniculum vulgare*). *Seed research*, 3(3): 61-68.
- Salk, A., Arin, L., Devenci, M., and Polat, S. 2008. Special vegetable growing. In Turkish, Tekirdag, p.488, ISBN 978-9944-0786-0-3.
- Sarmadnia, Gh.H. and koochaki, A. 2007. *Plant physiology*. Publications Jahad Daneshgahi Mashhad. 400pp.
- Soltani, E., Galeshi, S., Kamkar, B. and Akram-Ghaderi, F. 2008. Modeling seed aging effects on the response of germination to temperature in wheat. *Seed Science and Biotechnology*, 2, 32-36.
- Zangoie, M., Parsa, S., Mahmoodi, M. and Jami Al-Ahmadi, M. 2012. Evaluation of cardinal temperature for germination of asafoetida (*Ferula assafoetida* L.) seeds. *J. of Plant Production*, 19(3): 193-202.
- Zeinali, E., Soltani, A., Galeshi, S., and Sadati, S.J. 2001. Cardinal temperatures, response to temperature and range of thermal tolerance for seed germination in wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars. *J. Plant Prod.*, 3(3): 23-42.



## The effect of pretreatment with different concentrations of urea on physiological and biochemical properties of maize (*Zea mays* L.) under Salinity Stress

Homa Zarei<sup>1</sup>, Mohammad Sedghi<sup>2\*</sup>, Salim Farzaneh<sup>3</sup>, Haniyeh Saadat<sup>4</sup> 

<sup>1</sup> M.Sc. Student of Seed Science and Technology, University of Mohaghegh Ardabili Faculty of Agriculture and Natural, Ardabil, Iran, Email: t.saadat2015@yahoo.com

<sup>2</sup> Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, University of Mohaghegh Ardabili Ardabil, Iran, Email: m\_sedghi@uma.ac.ir

<sup>3</sup> Assistant Professor of Agriculture Department, Faculty of Agriculture, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabili, Iran, Email: s.farzaneh@uma.ac.ir

<sup>4</sup> Ph.D in Ecology, University of Mohaghegh Ardabili, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Department of Agronomy and Plant Breeding, Email: t.saadat2020@gmail.com

### Article Info

**Article type:**  
Research Full Paper

**Article history:**  
Received: 2023-12-9  
Revised: 2024-3-4  
Accepted: 2024-4-10

**Keywords:**  
Antioxidant enzymes  
Priming  
Sodium chloride  
Urea

### ABSTRACT

In order to investigate Effect of different concentrations of urea on physiological and biochemical properties of maize (*Zea mays* L.) under Salinity Stress a factorial experiment was conducted based on completely randomized design at the University of Mohaghegh Ardabili in 2021. The investigated factors were different levels of salinity (zero, 100 and 200 mM) and different levels of urea solution (zero, 1.5 and 3%). The results showed that salinity stress decreased Germination Percentage (GP), Germination Rate (GR), Germination uniformity (GU), Radicle and Pedicel Length (RL and PL) and Radicle Fresh and Dry Weight (RFW and RDW), But priming with urea improved these traits. The highest Medium Germination Time (MGT) was related at 200 mM salinity and control (distilled water). The activity of catalase and peroxidase enzymes increased with salinity intensification and the highest amount was observed at 200 mM salinity. Priming with 3% urea solution improved these enzymes. The superoxide dismutase enzyme activity in priming with 3% urea and 200 mM salinity compared to the control showed an increase about 61%. Amylase and protein in pretreatment with urea 3% and without salinity compared to the control showed an increase respectively about 73% and 70%. According to the observed results, seeds primed with 3% urea solution had the greatest effect on salinity stress in maize. According to the observed results, seeds primed with 3% urea solution had the greatest effect on salinity stress in maize.

**Cite this article:** Zarei, H., Sedghi, M., Farzaneh, S., Saadat, T. (2023). The effect of pretreatment with different concentrations of urea on physiological and biochemical properties of maize (*Zea mays* L.) under Salinity Stress. *Seed Research*, 13 (1), 62-76.



©The author(s)

Publisher: Islamic Azad University, Gorgan branch

## اثر پیش تیمار با غلظت‌های مختلف اوره روی خصوصیات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی ذرت (*Zea mays L.*) تحت تنش شوری

هما زارعی<sup>۱</sup>، محمد صدقی<sup>۲\*</sup>، سلیم فرزانه<sup>۳</sup>، هانیه سعادت<sup>۴</sup>

<sup>۱</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم و تکنولوژی بذر، دانشگاه محقق اردبیلی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، اردبیل، ایران، رایانامه: t.saadat2015@yahoo.com

<sup>۲</sup> استاد، گروه زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه محقق اردبیلی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران، رایانامه: m\_sedghi@uma.ac.ir

<sup>۳</sup> استادیار، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران، رایانامه: s.farzaneh@uma.ac.ir

<sup>۴</sup> دکتری اکولوژی، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران، رایانامه: t.saadat2020@gmail.com

### اطلاعات مقاله

### چکیده

به منظور بررسی اثر پیش تیمار با غلظت‌های مختلف اوره روی خصوصیات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی ذرت تحت تنش شوری، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار در دانشگاه محقق اردبیلی در سال ۱۴۰۱ اجرا گردید. فاکتورهای مورد بررسی سطوح مختلف شوری (صفر، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی مولار) و سطوح مختلف محلول اوره (صفر، ۱/۵ و ۳ درصد) بود. نتایج نشان داد شوری در صد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، یکنواختی جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، وزن تر و خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه را کاهش داد. ولی پیش تیمار با اوره این صفات را بهبود بخشید. بیش‌ترین میانگین مدت جوانه‌زنی در شوری ۲۰۰ میلی مولار و شاهد (آب مقطر) مشاهده شد. فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و پراکسیداز با تشدید شوری افزایش یافتند و بیش‌ترین مقدار آن‌ها در شوری ۲۰۰ میلی مولار مشاهده شد. پیش تیمار با محلول اوره ۳ درصد این آنزیم‌ها را بهبود بخشید. فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسمیوتاز در پرایمینگ با اوره ۳ درصد و شوری ۲۰۰ میلی مولار نسبت به شاهد حدود ۶۱ درصد افزایش نشان داد. آنزیم آمیلاز و پروتئین در پیش تیمار با اوره ۳ درصد و بدون شوری نسبت به شاهد به ترتیب حدود ۷۳ و ۷۰ درصد افزایش نشان دادند. با توجه به نتایج مشاهده شده بذره‌های پرایم شده با محلول اوره ۳ درصد بیش‌ترین تاثیر را در شرایط تنش شوری روی ذرت داشتند.

نوع مقاله:

مقاله کامل علمی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۹/۱۸

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۱۲/۱۴

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱/۲۲

واژه‌های کلیدی:

آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت

اوره

پرایمینگ

کلرید سدیم

استناد: زارعی، هما؛ صدقی، محمد؛ فرزانه، سلیم؛ سعادت، طیبه. (۱۴۰۲). اثر پیش تیمار با غلظت‌های مختلف اوره روی خصوصیات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی ذرت (*Zea mays L.*) تحت تنش شوری. *تحقیقات بذر*، ۱۳ (۱)، ۶۲-۷۶.

ناشر: دانشگاه آزاد اسلامی، واحد گرگان

© نویسندگان.



رادیکال‌های آزاد می‌باشد (Ansari and Sharifzadeh, 2012).

پیش‌تیمار بذر به‌عنوان یکی از روش‌های مقاوم‌سازی بذر، بهبود رشد گیاهچه‌ها در مرحله جوانه‌زنی در برابر تنش شوری مطرح است (Chen and Arora, 2013) و موجب بازسازی تجمع اسیدهای نوکلئیک، سنتز پروتئین‌ها و بازسازی غشاها می‌شود (Copeland and McDonald, 2012). پیش‌تیمار بذر در شرایط تنش با افزایش سطح فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت و کاهش تخریب غشاها سلولی یک تکنیک موثر برای بهبود شرایط جوانه‌زنی و تحمل تنش است (Khan et al., 2009). پیش‌تیمار بذر باعث افزایش درصد و سرعت جوانه‌زنی، میانگین شاخص‌های جوانه‌زنی بذر و بهبود رشد و نمو گیاه شده و اثرات سوء ناشی از تنش شوری را تا حدود زیادی رفع می‌کند (Abdoli, 2020; Saadat et al., 2023a; Saadat et al., 2023b; Tania et al., 2020). نتایج تحقیقات نشان داد که افزایش شوری طول ریشه‌چه و ساقه‌چه و وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه کاهش داد، ولی پیش‌تیمار این صفات را بهبود بخشید (Saadat et al., 2023a; Saadat et al., 2023b; Saadat et al., 2020). پرایم با محلول اوره بالاترین عملکرد و پروتئین دانه را در باقلا نشان داد که خود می‌تواند ناشی از فعال شدن آنزیم‌های متابولیسم ساکارز و تسریع رشد اولیه گیاه باشد (Zanoosh et al., 2014). کاربرد اوره به‌عنوان محلول اسموپرایمینگ برای بذر ذرت تأثیرات مثبتی به همراه داشته است (Kafi et al., 2004). مقایسه میانگین مربوط به فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت نشان داد که در شرایط تنش شوری فعالیت آنزیم‌ها افزایش پیدا می‌کند و پیش‌تیمار نیز سبب افزایش فعالیت آنزیم‌ها در شرایط تنش شد (Farhoudi, 2018). هدف از انجام این پژوهش،

ذرت (*Zea mays* L.) یکی از مهم‌ترین غله در مناطق گرمسیری و معتدل است و پس از گندم و برنج مقام سوم را به خود اختصاص داده است. این گیاه غنی از پروتئین و مواد قندی بوده و برای دام‌ها بسیار مفید است (Gholami et al., 2009). گیاهی با قدرت تطابق بالا به شرایط محیطی است و تقریباً در اکثر مناطق مختلف کشور کشت می‌شود. تنش شوری یکی از مهم‌ترین تنش‌های محیطی محدودکننده گیاهان زراعی به‌خصوص در مناطق خشک و نیمه خشک جهان می‌باشد و به‌عنوان یک مشکل اصلی در کشاورزی شناخته شده است (Acosta-Motos et al., 2017)، همچنین تنش شوری، یکی از اصلی‌ترین عوامل بازدارنده جوانه‌زنی و رشد گیاهچه است. مرحله جوانه‌زنی حساسیت بیش‌تری به تنش شوری دارد و تنش با شدت کم‌تر هم روی آن تأثیر می‌گذارد (Jahantigh et al., 2016). تنش شوری، جوانه‌زنی بذر و استقرار گیاهچه را از طریق ایجاد اختلال در جذب موثر آب توسط بذر از محیط حاوی نمک و اثرات سمی یون‌های سدیم و کلر تحت تأثیر قرار می‌دهد (Khajeh-Hosseini et al., 2003). شوری با کاهش پتانسیل اسمزی باعث خشکی فیزیولوژیکی شده، از طرفی دیگر اثر سمیت یون‌های سدیم و کلر باعث تخریب غشای پلاسمایی، ساختار پروتئین‌ها، آنزیم‌ها، اختلال در فتوسنتز و عدم تعادل یونی شده و در نهایت باعث کاهش رشد در گیاه می‌شود (Zou et al., 2013). تحقیقات نشان داد که تنش شوری در مرحله جوانه‌زنی موجب تاخیر در جوانه‌زنی، کاهش درصد جوانه‌زنی، رشد ساقه‌چه و ریشه‌چه شد (Saadat et al., 2023a; Saadat et al., 2023b). گزارش شده است که کاهش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت تحت تنش به علت افزایش



بررسی پیش تیمار با غلظت‌های مختلف اوره تحت تنش شوری بر شاخص‌های جوانه‌زنی و فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانت، آنزیم آمیلاز و پروتئین در گیاهچه ذرت با هدف کاهش اثرات سوء شوری بود.

#### مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر پیش تیمار با غلظت‌های مختلف اوره روی خصوصیات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی ذرت تحت تنش شوری، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار در دانشگاه محقق اردبیلی در ۱۴۰۱ اجرا گردید. تیمارها شامل سه سطح مختلف شوری با غلظت‌های (صفر، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی مولار) و سطوح مختلف محلول اوره با غلظت‌های (صفر، ۱/۵ و ۳ درصد) بود. ابتدا بذرها درون محلول‌های نیتروژنی و آب مقطر به مدت ۱۶ ساعت غوطه‌ور شدند. بعد از پرایمینگ، بذرها به وسیله آب مقطر شستشو شدند و در دمای آزمایشگاه خشک گردیدند. پس از اعمال پرایمینگ، آزمون جوانه‌زنی در ۳ تکرار ۲۵ بذری درون هر پتری در دمای ۲۵ درجه‌ی سانتی‌گراد به مدت هشت روز انجام گرفت (ISTA, 2017). شمارش بذرها یک روز پس از انتقال به محیط‌های کشت و تا ثابت شدن جوانه‌زنی ادامه داشت (Soltani et al., 2001). جهت ایجاد تنش شوری به هر پتری به میزان ۵ میلی‌لیتر محلول شوری اضافه شد. برای خشک کردن وزن تر ریشه‌چه و ساقه‌چه، نمونه‌ها در آون با دمای ۷۲ درجه‌ی سانتی‌گراد قرار گرفتند.

جهت استخراج عصاره آنزیمی، ۰/۵ گرم نمونه از هر تیمار توزین و در داخلی هاون چینی (که از قبل در یخچال نگهداری شده بود) با استفاده از نیتروژن مایع هموزن گردید و پس از آن ۵ میلی‌لیتر از بافر فسفات سرد (pH=۷) حاوی ۰/۵ میلی‌مولار EDTA به هاون اضافه شد. سپس، هموزن‌ها به اپندورف‌های ۲

میلی‌متری منتقل شدند و در ۱۵۰۰۰ rpm با دمای ۴ درجه‌ی سانتی‌گراد به مدت ۱۵ دقیقه سانتریفوژ شدند. سوپرناتانت حاصل به سه قسمت تقسیم شد تا از اثر مضر انجماد و ذوب متوالی نمونه‌ها پیشگیری شود و سپس، تا زمان اندازه‌گیری آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت در دمای ۲۰- درجه‌ی سانتی‌گراد نگهداری شد (Sairam et al., 2002). صفت یکنواختی جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی با استفاده از برنامه Germin محاسبه شد (Soltani et al., 2001). این برنامه برای محاسبه سرعت و یکنواختی جوانه‌زنی، ابتدا منحنی جوانه‌زنی تجمعی هر تکرار در مقابل زمان (برحسب ساعت) رسم، و سپس با استفاده از روش درون‌یابی خطی مدت زمان از کاشت تا زمانی که ۱۰ درصد و ۹۰ درصد جوانه‌زنی اتفاق بیفتد محاسبه می‌شود. این زمان‌ها به ترتیب به صورت D10 تا D90 نشان داده می‌شود. سرعت جوانه‌زنی D50 معادل عکس زمان رسیدن به ۵۰ درصد جوانه‌زنی است، و یکنواختی جوانه‌زنی یعنی تفاضل زمان رسیدن از ۱۰ درصد حداکثر جوانه‌زنی به ۹۰ درصد حداکثر جوانه‌زنی (D90-D10). هر چه عدد یکنواختی جوانه‌زنی کمتر باشد، یکنواختی بیشتر است (Soltani et al., 2001).

**طول ریشه‌چه و ساقه‌چه:** توسط خط‌کش مدرج بر حسب سانتی‌متر و با دقت میلی‌متر اندازه‌گیری شد.  
**وزن تر و خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه:** بر روی ترازوی دیجیتالی و با دقت یک هزارم اندازه‌گیری شد.

**درصد جوانه‌زنی:** درصد جوانه‌زنی از فرمول زیر محاسبه شد (Chaoui and Ferjani, 2005).

$$GP = (N \times 100) / M$$

N: تعداد بذر جوانه‌زده، M: تعداد کل بذور

واکنش گایاکول پراکسیداز ( $13/3 \mu M^{-1} c^{-1} m$ ) محاسبه شد. فعالیت آنزیم در نهایت بر حسب Unit mg protein<sup>-1</sup> min بیان گردید.

فعالیت آنزیم پراکسیداز

$$POD/min/13/3 = (\text{Unit. mg}^{-1})$$

سنجش فعالیت آنزیم سوپراکسیداز دیسمیوتاز (SOD): سنجش آنزیم ذکر شده به روش جیانوپلیتیس و ریز (Giannopolitis and Ries, 1977) انجام گردید. اساس سنجش فعالیت آنزیم سوپراکسیداز دیسمیوتاز مهار واکنش رادیکال سوپراکسید با نیتروبلوتترازولیوم و ممانعت از تشکیل سوپراکسیدنیتروبلوتترازولیوم توسط آنزیم مذکور است. نمونه بلانک به مدت ۱۵ دقیقه در تاریکی قرار گرفت و نمونه های شاهد و عصاره آنزیمی در محفظه نوری با دو لامپ فلورسنت ۲۰W به مدت ۱۵ دقیقه و ۱۰۰ دور در دقیقه بر روی شیکر گذاشته شد. سپس، جذب در طول موج ۵۶۰ نانومتر ثبت شد. تفاوت بین جذب هر عصاره در مدت زمان روشنایی ۱۵ دقیقه و جذب عصاره آنزیمی در همان مدت زمان روشنایی در واقع نشان دهنده باز داشتن واکنش خود به خودی و تشکیل فورمازان توسط SOD است.

$$100 - [OD \text{ control} - OD] / OD \text{ control} \times 100/50 = (\text{Unit. mg}^{-1})$$

سنجش فعالیت آلفا آمیلاز: چهار روز پس از جوانه زنی و مطابق روش دومان و همکاران (Doman et al., 1982) مشخص شد. بذرها در بافر فسفات ۶۰ میلی مولار (pH= ۶/۸) هموژنیزه شدند و سپس با سانتریفوژ ۱۲۰۰۰ g و به مدت ۱۵ دقیقه فیلتر شدند. فعالیت آنزیم در محیط واکنش که حاوی ۶۰ میلی مولار بافر فسفات (pH= ۶/۸)، ۴۰۰ میکروگرم بر میلی لیتر کلسیم کلراید و ۵۰۰ میکروگرم بر میلی لیتر نشاسته بود، مشخص شد. عصاره آنزیم (یک میلی لیتر) پس از ۲۰ دقیقه انکوباسیون در حمام آب گرم به محیط آزمایش اضافه شد. فعالیت

میانگین مدت جوانه زنی: متوسط زمان جوانه زنی بر اساس روش الیس و رابرتز (Omidi et al., 2014) محاسبه شد.

$$MGT = \Sigma (Ni) / \Sigma N$$

N: تعداد دفعات شمارش، Ni: تعداد بذر جوانه زده در روز D

$$GU = D95 - D50$$

سنجش فعالیت آنزیم کاتالاز (CAD): فعالیت آنزیم کاتالاز بر اساس روش ابی (Aebi, 1984) اندازه گیری گردید. کمپلکس واکنش، شامل ۰/۵ میلی لیتر پراکسید هیدروژن ۷/۵ میلی مولار، ۱/۵ میلی لیتر بافر فسفات پتاسیم ۱۰۰ میلی مولار (pH=۷) و ۵۰ میکرولیتر عصاره آنزیمی بود که حجم نمونه ها با اضافه کردن آب مقطر به ۳ میلی لیتر رسانده شد. با افزودن پراکسید هیدروژن واکنش آغاز گردید و کاهش در جذب نمونه ها در طول موج ۲۴۰ نانومتر در مدت یک دقیقه ثبت گردید. محلول جذب زمینه (blank) شامل تمام موارد استفاده شده به جز عصاره آنزیمی استخراج شده بود. فعالیت ویژه آنزیم بر اساس میکرومول پراکسید هیدروژن تجزیه شده در دقیقه بر میلی گرم پروتئین بیان گردید.

سنجش فعالیت آنزیم پراکسیداز (POX): سنجش فعالیت آنزیم POX طبق روش مک آدام و همکاران (Macadam et al., 1992) انجام شد. در این روش ۴۵۰ میکرولیتر محلول پراکسید هیدروژن و ۴۵۰ میکرولیتر محلول گایاکول در دمای پایین (ظرف حاوی یخ) با هم مخلوط گردید و به آن ۱۰۰ میکرولیتر عصاره آنزیمی اضافه شد و تغییرات جذب در طول موج ۴۷۰ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر دنبال شد. در محلول بلانک به جای عصاره آنزیمی، ۱۰۰ میکرولیتر از بافر فسفات (pH=۷) استفاده شد. فعالیت آنزیمی با استفاده از قانون لامبرت-بیر و ضریب خاموشی محصول

۳ درصد و کم‌ترین آن در شاهد (آب مقطر) (۰/۱۴۹۷) بذر در روز) حاصل گردید. و این صفت با تشدید شوری کاهش یافت. به طوری که بیش‌ترین سرعت جوانه‌زنی در شاهد (بدون شوری) (۰/۱۹۸۸) و کم‌ترین آن در شوری ۲۰۰ میلی‌مولار (۰/۱۷۲۲) بود (جدول ۳).

**میانگین مدت جوانه‌زنی:** جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر ساده اوره و شوری و اثر متقابل آن‌ها روی میانگین مدت جوانه‌زنی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). بیش‌ترین میانگین مدت جوانه‌زنی (۰/۲۵۲۶) روز) در شاهد (آب مقطر) و شوری ۲۰۰ میلی‌مولار کم‌ترین آن (۰/۱۰۰۷) روز) در پیش تیمار با اوره ۳ درصد و بدون شوری مشاهده گردید (جدول ۴).

**یکنواختی جوانه‌زنی:** طبق جدول تجزیه واریانس تنها اثر متقابل اوره و شوری روی یکنواختی جوانه‌زنی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). بیش‌ترین یکنواختی جوانه‌زنی (۱/۶۸) در پیش تیمار با اوره ۳ درصد و شوری ۱۰۰ میلی‌مولار کم‌ترین آن (۱/۰۰۳) در شاهد (آب مقطر) و شوری ۲۰۰ میلی‌مولار مشاهده گردید (جدول ۴).

**طول ریشه‌چه و ساقه‌چه:** جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر ساده اوره و شوری و اثر متقابل آن‌ها روی طول ریشه‌چه و ساقه‌چه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). بیش‌ترین طول ریشه‌چه (۷/۳۵ گرم) و ساقه‌چه (۳/۵۳ گرم) در پیش تیمار با اوره ۳ درصد و بدون شوری و کم‌ترین طول ریشه‌چه (۰/۷۹ گرم) و ساقه‌چه (۰/۲۹ گرم) در شاهد (آب مقطر) و شوری ۲۰۰ میلی‌مولار مشاهده گردید (جدول ۴).

**وزن تر و خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه:** طبق جدول تجزیه واریانس اثر ساده اوره و شوری و اثر متقابل آن‌ها روی وزن تر و خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱).

آنزیم آلفا آمیلاز با استفاده از نشاسته و با طول موج ۶۲ نانومتر به صورت میکروگرم نشاسته و گرم بر دقیقه مواد تازه مشخص شد.

**اندازه‌گیری میزان پروتئین به روش کج‌لدال:** اندازه‌گیری میزان پروتئین در نمونه گیاهی پودر شده به روش کج‌لدال انجام گرفت. با استفاده از رابطه زیر درصد نیتروژن کل محاسبه گردید.

$$\%TN = T - B/S \times N \times 14/1000 \times 100$$

در این رابطه TN درصد نیتروژن کل - T میلی‌لیتر اسید مصرفی نمونه برای تیتراسیون نمونه - B اسید مصرفی شاهد - S وزن نمونه (گرم) و N نرمالیت اسید سولفوریک (۰/۵٪) است.

برای برآورد میزان پروتئین موجود در نمونه، عدد حاصل از اندازه‌گیری نیتروژن به روش کج‌لدال به ضریب ۶/۲۵ ضرب شد تا پروتئین کل نمونه به دست آید. سپس، عدد حاصل بر حسب میلی‌گرم بر گرم وزن نمونه بذری محاسبه و گزارش گردید.

$$\%Protein = \%TN \times 6.25$$

تجزیه واریانس با استفاده از نرم افزار SAS9.1 انجام گردید. میانگین‌ها براساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه گردید.

## نتایج و بحث

**درصد جوانه‌زنی:** جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر ساده اوره و شوری و اثر متقابل آن‌ها روی درصد جوانه‌زنی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). بیش‌ترین درصد جوانه‌زنی (۹۹/۳ درصد) در پیش تیمار با اوره ۳ درصد و بدون شوری کم‌ترین آن (۴۰ درصد) در شاهد (آب مقطر) و شوری ۲۰۰ میلی‌مولار مشاهده گردید (جدول ۴).

**سرعت جوانه‌زنی:** در این تحقیق، اثر ساده اوره و شوری روی سرعت جوانه‌زنی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). بیش‌ترین سرعت جوانه‌زنی (۰/۲۲۷۴) بذر در روز) در پیش تیمار با اوره

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر پراپیگ اوره و شوری بر روی ویژگی های فیزیولوژیکی گیاهچه ذرت

میانگین مربعات		درجه آزادی												منابع تغییر		
وزن خشک	وزن خشک	وزن تر	وزن تر	وزن تر	طول	طول	طول	ریشه چه	ریشه چه	ریشه چه	یکواختی	میانگین مدت	سرعت	درصد	درجه آزادی	منابع تغییر
ساقه چه	ریشه چه	ساقه چه	ریشه چه	ریشه چه	ساقه چه	ساقه چه	ساقه چه	ریشه چه	ریشه چه	ریشه چه	جوانه زنی	جوانه زنی	جوانه زنی	جوانه زنی	جوانه زنی	منابع تغییر
۰/۰۱۰۴۷۳**	۰/۰۱۴۶۷۴**	۰/۰۴۹۶**	۰/۰۴۴۸۷**	۰/۰۴۴۸۷**	۰/۰۱۶۳۰**	۰/۰۱۶۳۰**	۰/۰۱۶۳۰**	۰/۰۱۶۳۰**	۰/۰۱۶۳۰**	۰/۰۱۶۳۰**	۰/۰۰۹۱ <sup>ns</sup>	۰/۰۱۲۰۹۶**	۰/۰۱۳۸۷۶**	۰/۰۲۱۲۷۹۲۵**	۲	اوره
۰/۰۲۰۸۳۷**	۰/۰۳۹۲۲۸**	۰/۰۳۲۹۲**	۰/۰۴۱۵۱۲**	۰/۰۴۱۵۱۲**	۰/۰۲۲۲۹**	۰/۰۲۲۲۹**	۰/۰۲۲۲۹**	۰/۰۴۰۵۱۲**	۰/۰۴۰۵۱۲**	۰/۰۴۰۵۱۲**	۰/۰۰۶۶۸ <sup>ns</sup>	۰/۰۱۶۴۷**	۰/۰۰۱۵۹۴**	۰/۰۲۵۰۶۲۵۹**	۲	شوری
۰/۰۰۱۰۸۷۳**	۰/۰۰۲۷۷۴**	۰/۰۲۱۴**	۰/۰۲۵۳۹**	۰/۰۲۵۳۹**	۰/۰۶۷۸**	۰/۰۶۷۸**	۰/۰۶۷۸**	۰/۰۱۳۰۳**	۰/۰۱۳۰۳**	۰/۰۱۳۰۳**	۰/۰۰۲۰۱۱**	۰/۰۱۶۵**	۰/۰۰۰۰۳۲ <sup>ns</sup>	۰/۰۷۵۹۸۱**	۴	اوره * شوری
۰/۰۰۰۰۰۲۴	۰/۰۰۰۰۰۸۵	۰/۰۱۰۰۶	۰/۰۰۰۰۳۲	۰/۰۰۰۰۳۲	۰/۰۰۲۰	۰/۰۰۲۰	۰/۰۰۲۰	۰/۰۰۴۹	۰/۰۰۴۹	۰/۰۰۴۹	۰/۰۰۲۳۴	۰/۰۰۱۵	۰/۰۰۰۰۰۱۷	۰/۰۸۷۵۹	۱۶	اشتباه آزمایشی
۶۷۲۲۵	۱۰۷۷۷۳	۱۲۷۵۱۰	۶۷۱۳	۶۷۱۳	۹۶۵۹	۹۶۵۹	۹۶۵۹	۷۷۰۷۵	۷۷۰۷۵	۷۷۰۷۵	۲۷۲۵	۲۷۲۰۹	۲۷۲۵۱	۴۷۰۵۲		ضریب تغییر (%)

ns و \*\* به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال ۰/۰۱

## اثر پیش تیمار با غلظت‌های مختلف اوره روی... / هما زارعی و همکاران

بیش‌ترین وزن تر و خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه (به ترتیب ۰/۷۷۳۳، ۰/۷۰۳۳، ۰/۲۳۶۷ و ۰/۱۸۷۷ گرم) در پیش تیمار با اوره ۳ درصد و بدون شوری کم‌ترین آنها به ترتیب (۰/۳۸۶، ۰/۰۹۷۰، ۰/۰۱۳۳ و ۰/۰۳۷۷ گرم) در شاهد (آب مقطر) حاصل گردید. و این صفت با تشدید شوری افزایش یافت. به طوری که بیش‌ترین کاتالاز (۰/۵۳۶ units mg<sup>-1</sup> protein) و پراکسیداز (۱/۵۵۳ units mg<sup>-1</sup> protein) در شوری ۲۰۰ میلی مولار و کم‌ترین آنها به ترتیب (۰/۷۵۳ units mg<sup>-1</sup> protein و ۰/۴۲۱) در شاهد (بدون شوری) مشاهده گردید (جدول ۳).

بیش‌ترین وزن تر و خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه (به ترتیب ۰/۷۷۳۳، ۰/۷۰۳۳، ۰/۲۳۶۷ و ۰/۱۸۷۷ گرم) در پیش تیمار با اوره ۳ درصد و بدون شوری کم‌ترین آنها به ترتیب (۰/۳۸۶، ۰/۰۹۷۰، ۰/۰۱۳۳ و ۰/۰۳۷۷ گرم) در شاهد (آب مقطر) و شوری ۲۰۰ میلی مولار مشاهده گردید (جدول ۴).

**آنزیم‌های کاتالاز و پراکسیداز:** در این تحقیق، اثر ساده اوره و شوری روی آنزیم‌های کاتالاز و پراکسیداز در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). بیش‌ترین فعالیت آنزیم‌های کاتالاز (units

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر پرایمینگ اوره و شوری بر روی ویژگی‌های بیوشیمیایی گیاهچه ذرت

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		کاتالاز	پراکسیداز	سوپراکسیددیسمیوتاز	آمیلز	پروتئین
اوره	۲	۰/۰۷۹۷۴۸**	۰/۵۰۹۴**	۹۰/۰۵**	۱۰۴۱۱/۱**	۰/۳۴۶۳**
شوری	۲	۰/۰۲۸۹۴۵**	۰/۴۴۵۶**	۱۱۳۴/۲**	۶۸۸۹/۰**	۰/۴۰۳۴**
اوره * شوری	۴	۰/۰۰۰۳۷۷ <sup>ns</sup>	۰/۰۱۳۵ <sup>ns</sup>	۱۱۳/۵**	۲۶۴/۱**	۰/۰۹۸۷**
اشتباه آزمایشی	۱۶	۰/۰۰۰۳۷۹	۰/۰۰۰۶۷	۸/۴	۴۷/۸	۰/۰۲۲۹
ضریب تغییر (%)		۴/۰۶۴	۷/۰۱۱	۶/۰۸	۶/۴	۶/۲۲۲۵

ns و \*\* به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۱

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر ساده شوری و اوره بر روی صفات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاهچه ذرت

شوری	سرعت جوانه‌زنی (بذ در روز)	کاتالاز (واحد پروتئین)	پراکسیداز (واحد پروتئین)	اوره	سرعت جوانه‌زنی (بذ در روز)	کاتالاز (واحد پروتئین)	پراکسیداز (واحد پروتئین)
شاهد	۰/۱۴۹ c	۰/۴۲۱ c	۰/۷۵۳ c	۰	۰/۱۹۹ a	۰/۳۸۶ a	۰/۹۲۵ c
۱۰۰	۰/۱۷۸ b	۰/۴۸۲ b	۱/۱۹۷ b	۱/۵	۰/۱۸۵ b	۰/۴۷۷ b	۱/۱۷۷ b
۲۰۰	۰/۲۲۷ a	۰/۵۳۶ a	۱/۵۵۳ a	۳	۰/۱۷۲ c	۰/۵۷۶ a	۱/۴۰۱ a

حروف متفاوت در هر ستون نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد است.

آنزیم سوپراکسیددیسمیوتاز: جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر ساده اوره و شوری و اثر متقابل آنها روی آنزیم سوپراکسیددیسمیوتاز در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). بیش‌ترین فعالیت

سوپراکسیددیسمیوتاز (۷۸ units mg<sup>-1</sup> protein) در پیش تیمار با اوره ۳ درصد و شوری ۲۰۰ میلی مولار کم‌ترین آن (۳۰ units mg<sup>-1</sup> protein) در شاهد (آب مقطر) و بدون شوری مشاهده گردید (جدول ۴).

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر متقابل اوره و شوری بر روی صفات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاهچه ذرت

اثر متقابل	اوره ۰٪ و بدون شوری	اوره ۰٪ و شوری ۱۰۰ میلی مولار	اوره ۰٪ و شوری ۲۰۰ میلی مولار	اوره ۱٪/۵ و بدون شوری	اوره ۱٪/۵ و شوری ۱۰۰ میلی مولار	اوره ۲٪/۵ و بدون شوری	اوره ۲٪/۵ و شوری ۱۰۰ میلی مولار
پروتئین (میلی گرم بر گرم)	۰/۳۵۱ e	۰/۶۲۰ cde	۰/۳۴۳ e	۰/۹۱۳ ab	۰/۶۷۷ bcd	۰/۳۶۹ e	۰/۵۱۷ ed
آمیلاز (mg/g. min)	۹۵/۳ de	۷۴/۰ f	۴۹/۳ g	۱۳۳/۰ b	۱۱۲/۷ c	۸۹/۷ e	۱۰۳/۳ cd
سوپراکسید دیسمیوتاز (واحد میلی گرم بر پروتئین)	۳۰/۰ f	۳۷/۳ e	۴۶/۳ cd	۳۸/۳ e	۰/۴۹ cd	۵۵/۰ b	۷۸/۰ a
وزن خشک ساقه چه (گرم)	۰/۰۸۹ d	۰/۰۵۱ f	۰/۰۳۸ g	۰/۱۵۹ b	۰/۰۸۰ de	۰/۰۴۰ g	۰/۰۷۴ e
وزن خشک ریشه چه (گرم)	۰/۱۰۰۰ c	۰/۰۴۸۳ de	۰/۰۱۳۳ f	۰/۱۲۶۷ b	۰/۰۶۳۳ d	۰/۰۱۸۷ f	۰/۰۳۷۷ e
وزن تر ریشه چه (گرم)	۰/۲۸۸ d	۰/۱۸۷ fg	۰/۰۹۷ g	۰/۵۹۳ b	۰/۲۸۰ d	۰/۱۲۷ fg	۰/۲۲۳ de
وزن تر ریشه چه (گرم)	۰/۳۷۷ c	۰/۱۳۵ e	۰/۰۶۷ g	۰/۴۲۷ b	۰/۲۲۳ d	۰/۱۰۰ f	۰/۱۴۰ e
طول ساقه چه (میلی متر)	۱/۶۰ c	۱/۱۱ d	۰/۲۹ f	۲/۶۷ b	۱/۴۷ c	۰/۵۶ e	۰/۵۹ e
طول ریشه چه (میلی متر)	۴/۱۲ c	۲/۱۳ f	۰/۷۹ h	۴/۸۳ b	۲/۵۳ e	۱/۱۲ h	۱/۷۰ g
یکنواختی جوانه زنی	۱/۵۵۳ ab	۱/۴۴۷ abc	۱/۰۰۳ d	۱/۴۷۳ abc	۱/۳۰۳ bc	۱/۳۸۰ bc	۱/۵۲۰ abc
میانگین مدت جوانه زنی (روز)	۰/۰۱۳۷ d	۰/۰۱۵۸ c	۰/۰۲۵۳ a	۰/۰۱۱۳ ef	۰/۰۱۳۱ de	۰/۰۲۱۵ b	۰/۰۱۳۰ ed
درصد جوانه زنی (درصد)	۷۳/۳ c	۶۳/۳ d	۴۰/۰ f	۸۸/۳۳ b	۷۶/۶ c	۴۶/۶ e	۷۷/۰ c

حروف متفاوت در هر ستون نشان دهنده تفاوت معنی دار در سطح احتمال یک درصد است

فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز و متابولیسم قندهای ذخیره‌ای را افزایش داد (Farhoudi and Leen, 2014). کاهش درصد جوانه‌زنی تحت تنش شوری به دلیل افزایش گونه‌های فعال اکسیژن تولیدی در شرایط تنش می‌تواند باشد که باعث تخریب پروتئین‌های بذر، کاهش سرعت فعالیت‌های متابولیکی مرتبط با جوانه‌زنی می‌شود (Caruso et al., 2009). علت افزایش درصد جوانه‌زنی در پیش تیمار می‌تواند به‌خاطر افزایش آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت در بذر باشد که این آنزیم‌ها فعالیت پراکسیداسیون لیپید را در طی جوانه‌زنی کاهش می‌دهند (Hus and Sung, 1997). افزایش سرعت جوانه‌زنی در نتیجه اعمال پیش تیمار می‌تواند به علت توسعه و بهبود مکانیسم ترمیمی و افزایش فعالیت آنزیم‌های هیدرولیزکننده و هم‌چنین سنتز پروتئین برای جوانه‌زنی باشد (Farooq et al., 2016; Bahmani et al., 2006). در واقع، پیش تیمار باعث افزایش میزان سنتز اسیدهای نوکلئیک، پروتئین، افزایش فعالیت آنزیم‌های تجزیه‌کننده مربوط به جوانه‌زنی مانند مانند آلفا-آمیلاز و افزایش سنتز DNA، RNA و تحرک هر چه بیش‌تر مواد ذخیره‌ای در بذر می‌شود که به همین دلیل درصد و سرعت جوانه‌زنی و استقرار گیاهچه افزایش می‌یابد (Mansouri and Omid, 2018; Afzal et al., 2004). گزارش‌هایی وجود دارد که نشان می‌دهد پیش تیمار بذرها، اجازه رونویسی زودهنگام DNA، افزایش RNA و پروتئین سنتتاز را به بذور داده و موجب افزایش رشد رویان می‌شود، بخش‌های آسیب دیده بذور را ترمیم می‌کند و سنتز متابولیت‌ها را کاهش می‌دهد. این عوامل می‌تواند میزان و یکنواختی جوانه‌زنی بذرها و ظهور گیاهچه‌ها را بهبود بخشد (Omid et al., 2005). در این تحقیق پیش تیمار با اوره میانگین مدت جوانه‌زنی را کاهش داد، علت آن بخاطر شکسته شده بخشی از پروتئین‌ها و

آنزیم آمیلاز: در این تحقیق، اثر ساده اوره و شوری و اثر متقابل آن‌ها روی آنزیم آمیلاز در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). بیش‌ترین آمیلاز ( $180 \text{ mg/g.min}$ ) در پیش تیمار با اوره ۳ درصد و بدون شوری و کم‌ترین آن ( $49/3 \text{ mg/g.min}$ ) در شاهد (آب مقطر) و شوری ۲۰۰ میلی‌مولار مشاهده گردید (جدول ۴).

**پروتئین:** جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر ساده اوره و شوری و اثر متقابل آن‌ها روی پروتئین در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). بیش‌ترین سرعت جوانه‌زنی ( $1/1333$  میلی‌گرم بر گرم) در پیش تیمار با اوره ۳ درصد و بدون شوری کم‌ترین آن ( $0/3433$  میلی‌گرم بر گرم) در شاهد (آب مقطر) و شوری ۲۰۰ میلی‌مولار مشاهده گردید (جدول ۴).

شوری جذب آب توسط بذر و تغییرات متابولیکی را کاهش داده که این باعث کاهش یا افزایش فعالیت برخی آنزیم‌ها و اختلال در انتقال مواد غذایی به بافت‌های در حال توسعه شده و جوانه‌زنی را کاهش می‌دهد (Ashraf and Foolad., 2005). در این پژوهش، هم شوری درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی و یکنواختی جوانه‌زنی را کاهش داد. در حالی که پیش تیمار با اوره این صفات را بهبود بخشید که با نتایج تحقیقات دیگر مطابقت داشت (Bakht et al., 2011; Shinde et al., 2018). شوری به دلیل افزایش املاح و تنش ثانویه خشکی و سمیت یون‌ها جوانه‌زنی را کاهش می‌دهد (Al-Taisan, 2010). بررسی تاثیر تنش شوری بر جوانه‌زنی ذرت نشان داد تنش شوری سبب اختلال در تعادل میان غلظت درونی اسید جیرلیک و اسید آبسزیک در گیاهچه ذرت شد که منجر به کاهش فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز و کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی بذر ذرت گردید ولی پیش تیمار جوانه‌زنی را بهبود بخشید زیرا بذرها را پریم شده میزان خسارت غشای سلولی را کاهش و

اکسیژن است (Islam et al., 2015) که با نتایج این تحقیق هم‌خوانی دارد. افزایش وزن خشک گیاهچه در تیمار با پرایمینگ می‌تواند به خاطر افزایش متابولیسم بذر از طریق فعال شدن آنزیم‌ها و متابولیت‌های مورد نیاز در زمان جوانه‌زنی باشد. در بذور پرایم شده تغییرات متابولیکی و بیوشیمیایی به نفع جوانه‌زنی تحقق می‌یابد. پیش‌تیمار بذر باعث بهبود وزن تر و خشک گیاهچه می‌گردد. زیرا، پیش‌تیمار، علاوه بر اثر مثبت بر افزایش جوانه‌زنی بذر، به گیاهچه‌های در حال رشد زمان بیش‌تری برای رشد و نمو می‌دهد (Matsushima and Sakagami, 2013). به نظر می‌رسد تولید رادیکال‌های واکنش‌گر اکسیژن و فعالیت آن‌ها در گیاه عامل ایجاد قسمتی از آسیب‌های ناشی از تنش شوری می‌باشد. پاک‌سازی سیتوسل از رادیکال‌های مخرب اکسیژن با افزایش سنتز و فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت انجام می‌شود. آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت سریع‌ترین واحدهای مقابله کننده در برابر حمله اکسیژن‌های فعال به شمار می‌آید (Bor et al., 2003). در این تحقیق، بیش‌ترین فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و پراکسیداز و سوپراکسیددیسمیوتاز در پیش‌تیمار با اوره ۳ درصد و شوری ۲۰۰ میلی‌مولار و بیش‌ترین فعالیت آمیلاز در پیش‌تیمار با اوره و بدون شوری مشاهده شد، که با تحقیقات دیگر مطابقت دارد (Saadat et al., 2023a; Saadat et al., 2023b; Saadat et al., 2020; Hassanzadeh Kohal Sofla, 2014). ذکاهش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت تحت تنش می‌تواند به علت افزایش رادیکال‌های آزاد می‌باشد (Ansari and Sharifzadeh, 2012). تولید بیش‌تر پراکسیدهدروژن در اثر تنش باعث پراکسیداسیون لیپیدهای غشاء سلولی و در نتیجه کاهش پایداری غشاء می‌گردد که در نتیجه آن فعالیت برخی آنزیم‌ها جهت تجزیه پراکسید هیدروژن

کربوهیدرات‌ها در اثر آنزیم‌ها و واکنش‌های هیدرولیزکننده طی پیش‌تیمار (Barsa et al., 2003) و کاهش مدت زمان لازم جهت جذب آب که این عمل موجب تسریع جوانه‌زنی و کوتاه شدن مدت زمان لازم برای خروج ریشه‌چه می‌شود باشد (Netondo et al., 2004) هم‌چنین دلیل آن وجود سطوح بالای تنش بوده که باعث تولید گونه‌های فعال اکسیژن و افزایش نشست یونی می‌شود. پیش‌تیمار میانگین مدت جوانه‌زنی با فعال نموده آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت از جمله کاتالاز، پراکسیداز و سوپراکسید دیسمیوتاز که باعث کاهش رادیکال‌های آزاد می‌شوند، کاهش می‌دهد (Mittler., 2002). در این تحقیق طول ریشه‌چه و ساقه‌چه و وزن تر و خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه با افزایش شوری کاهش یافتند ولی پیش‌تیمار با اوره آن‌ها را بهبود بخشید، که با نتایج تحقیقات دیگر هم‌خوانی دارد (Hasani et al., 2021; Saadat et al., 2023a; Saadat et al., 2023b; Saadat et al., 2020; Goraghani et al., 2017). تحت تاثیر تنش شوری تقسیم سلولی و رشد سلول‌ها کاهش یافته و منجر به کاهش ریشه‌چه و ساقه‌چه و وزن خشک می‌شود (Qasim et al., 2012; Parihar et al., 2015). هم‌چنین، کاهش در طول ریشه‌چه را می‌توان به کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی تحت تنش شوری دانست. افزایش طول ریشه‌چه و ساقه‌چه در نتیجه پیش‌تیمار بذر را می‌توان به قدرت بالای بذر و سرعت جوانه‌زنی بالا نسبت داد. بذرها پرایم شده سرعت جوانه‌زنی بالاتری دارند این امر موجب شد تا در یک زمان معین، سریع جوانه زده و ماده خشک بیش‌تری نسبت به بذرها شاهد تولید کنند (Shekari et al., 2009). در واقع، یکی از دلایل تاثیر مثبت پیش‌تیمار بذر بر رشد گیاهچه در شرایط تنش، افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت و بهبود عملکرد سلول‌ها تحت تاثیر حذف رادیکال‌های آزاد



افزایش می‌یابد. دلیل افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت تحت تنش شوری در اثر پرایمینگ، می‌تواند به واسطه بهبود و تسریع ساخت DNA در بافت‌ها جنینی در طی دوره پرایمینگ باشد (Gholamalipoor, 2010). افزایش فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز باعث تسریع جوانه‌زنی می‌شود ( Afzal et al., 2002). پیش تیمار از طریق افزایش فعالیت آنزیم‌های آلفا آمیلاز و تبدیل مواد اندوخته‌ای به مواد انتقالی، موجب افزایش رشد، جوانه‌زنی و در نهایت عملکرد گیاهان می‌شود (Kaur et al., 2005). در این، تحقیق پیش تیمار با اوره مقدار پروتئین را افزایش داد. ولی افزایش سطوح شوری آن را کاهش داد. تنش، اکسیژن‌های فعال و سایر آلدئیدهای تولیدشده به دلیل میل ترکیبی زیاد با بیومولکول‌های حیاتی نظیر پروتئین‌ها، سبب دناتوره شدن آن‌ها شده و این امر در نهایت شکستن پروتئین‌ها توسط گونه‌های فعال اکسیژن می‌شود (Kapoor et al., 2011). کاهش پروتئین‌های محلول بذر می‌تواند به دلیل افزایش آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت از جمله فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز باشد ( Kalpana and Rao, 1995). در واقع تغییر بیوشیمیایی و فیزیولوژیک مختلفی طی پرایمینگ از جمله سنتز ماکرومولکول‌ها، افزایش قدرت جوانه‌زنی و انتقال مواد ذخیره‌ای، فعال‌سازی و بازسازی برخی از آنزیم‌ها، سنتز DNA و RNA، تولید ATP و بهبود سیستم‌های آسید دیده رخ می‌دهد ( McDonald, 1998; Sung and Chang, 1993).

#### نتیجه‌گیری

نتایج تحقیق نشان داد که اکثر صفات شاخص‌های جوانه‌زنی و رشد در بذر تحت تنش نسبت به شاهد کاهش یافت و اعمال پرایمینگ موجب افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت، آمیلاز و پروتئین در بذر تحت تنش گردید. به طور کلی با وجود اینکه هیدرو پرایمینگ و غلظت ۱/۵ درصد اوره توانست به بهبود شاخص‌های جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌های تحت تنش کمک کند، اما تاثیر پرایمینگ با غلظت ۳ درصد بیشتر بود. در نهایت، پرایمینگ بذر با سطوح مختلف اوره می‌تواند راهکاری مناسب برای تعدیل اثر شوری باشد.

#### References

- Abdoli, M. 2020. Effect of aging of seed and hydro-priming on germination characteristics and activity of some antioxidant enzymes of hybrid corn (*Zea mays* L.). Seed Sci. Res. 7(2): 147-159
- Acosta-Motos, J., Ortuño, M., Bernal-Vicente, A., Diaz-Vivancos, P., Sanchez-Blanco, M. and Hernandez, J. 2017. Plant responses to salt stress: adaptive mechanisms. Agronomy. 7(1): 1-38
- Aebi, H. 1984. Catalase in vitro. Methods of Enzymology, 105: 121-126
- Afzal, I., Aslam, N., Mahmood, F., Hameed, A., Irfan, S. and Ahmed, G. 2004. Enhancement of germination and emergence of canola seeds by different priming Techniques. Caderno de pesquisa Biol. 16(1): 19-34
- Afzal, I., Basra, S. M. A., Ahmad, R., and Iqbal, A. 2002. Effect of different seed vigour enhancement techniques on hybrid maize (*Zea mays* L.). Pak. J. Agric. Sci. 39: 109-112
- Al-Taisan, W. A. 2010. Comparative effects of drought and salt stresses on germination and seedling growth of *Pennisetum divisum* (Gmel.) Henr. Am. J. Appl. Sci. 7 (5):640-646
- Ansari, O. and Sharifzadeh, F. 2012. Osmo and hydropriming mediated germination improvement under cold stress conditions in mountain rye (*Secale montanum*). Cercetari Agron. Mold. 3: 53-62

- Ashraf, M. and Foolad, M. R. 2005. Pre-sowing seed treatment a shotgun approach to improve germination growth and crop yield under saline and none-saline conditions. *Adv. Agron.* 88: 223-271
- Bahmani, M., Rahimi, D., Sadeghipour, A. and Kartuly Nezhad, D. 2016. Effects of priming with different concentrations of potassium salt on seed germination and vigor indices of (*Capparis cartilaginea*). *J. Ran.* 10(2): 180-190
- Bakht, J., Shafi, Y., Jamal, Y. and Sher, H. 2011. Response of maize (*Zea mays* L.) to seed priming with NaCl and salinity stress. *Span. J. Agri. Res.* 9(1): 252-261
- Basra, S. M. A., Pannu, I. A. and Afzal, I. 2003. Evaluation of seedling vigour of hydro and matriprimed wheat (*Triticum aestivum* L.) seeds. *Int. Agri. Biol.* 5:121- 123
- Bor, M., Ozdemir, F. and Turkan, I. 2003. The effect of salt stress on lipid peroxidation and antioxidants in leaves of sugar beet *Beta vulgaris* L. and wild beet *Beta maritima* L. *Plant Sci.* 164: 77-84
- Caruso, G., Cavaliere, C., Foglia, P., Gubbiotti, R., Samperi, R. and Lagana, A. 2009. Analysis of drought responsive proteins in wheat (*Triticum durum*) by 2D-PAGE and MALDI-TOF mass spectrometry. *Plant Sci.* 177: 570-576
- Chaoui, A. and Ferjani, E. 2005. Effects of cadmium and copper on antioxidant capacities, lignification and auxin degradation in leaves of Pea (*Pisium sativum* L.) seedlings. *Comptes Ren. Biol.* 328: 23-31
- Chen, K., Fessehaie, A. and Arora, R. 2012. Dehydrin metabolism is altered during seed osmopriming and subsequent germination under chilling and desiccation in *Spinacia oleracea* L. cv. Bloomsdale: possible role in stress tolerance. *Plant Sci.* 183: 27-36
- Copeland, L.O. and McDonald, M. B. 2012. Principles of seed sciences and technology. Second edition, Minneapolis: Burgess Publishing.
- Duman, I. 2006. Effect of seed priming with PEG and K<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> on germination and seedling growth in lettuce. *J. Biol. Sci.* 9: 923-928
- Farhoudi, R. 2018. Effect of seed halopriming on germination and seedling physiological characteristics of wheat (*Triticum aestivum*) cultivars Niknijad and Qods under salt stress condition. *Iran. J. Seed Sci. Res.* 5(1): 95-107
- Farooq, M., Basra, S. M. A., Tabas sum, R. and Afzal, I. 2006. Enhancing the performance of direct seeded, fine rice by seed priming. *Plant Prod. Sci.* 9: 446-456
- Gholamalipoor, R. 2010. Effect of seed priming on growth and salinity tolerance of Cucurbita pepo under salt stress. *J. Agr. Plant Breed.* 6(2): 42-53
- Gholami, A., Shahsavani, S. and Nezarat, S. 2009. The Effect of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on germination, seedling growth and yield of maize. *Proceedings of Word Academy of Science. Eng. Technol.* 37: 2070-3740
- Giannopolitis, C. N. and Ries, S. K. 1977. Suoeroxide dismutase. I. Occurrence in higher plants. *J. Plant Physiol.* 59: 309-314
- Hasani, Z., Amraie, N., Ahmadi, K. and Omid, H. 2021. Effect of priming on seed germination and morpho-physiological traits of *Portulacaoleracea* L. under salinity stress. *Iran. J. Seed Sci. Res.* 8(3): 293-310
- Hassanzadeh Kohal Sofla, S. 2014. Effect of seed priming on seedling growth and antioxidant enzymes activates of sweet corn under salinity condition. *Iran. J. Plant Ecophysiol.* 33(1):21-28
- Hus J. L. and Sung, J. M. 1997. Antioxidant role of glutathione associated with accelerated aging and hydration of triploid Watermelon seeds. *Physiol. Plantarum.* 100: 967-974
- Islam, F., Yasmeen, T., Ali, S., Ali, B., Farooq, M. and Gill, R. 2015. Priming-induced antioxidative responses in two wheat cultivars under saline stress. *Acta Physiol. Plantarum.* 37: 153-163
- Jahantigh, O., Najafi, F., Naghdi Badi, H., Khavari-Nejad, R. and Sanjarian, F. 2016. Changes in antioxidant enzymes activities and proline, total phenol and anthocyanine contents in *Hyssopus officinalis* L. plants. *J. Acta Biol. Hungarica.* 67 (2): 195-204

- Kafi, M. 2002. Cumin production and processing technology. University of Mashhad Publication. P 200
- Kalpana, R. and Rao, M. K. V. 1995. On the ageing mechanism in pigeon pea (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.) Seeds. Seed Sci. Technol. 23: 1-9
- Kapoor, N., Aria, A., Siddiqui, M. A., Kumar, H. and Amir, A. 2011. Physiological and biochemical changes during seed deterioration in aged seeds of rice (*Oryza sativa* L.). Ameri. J. Plant Physiol. 6: 28-35.
- Kaur, S., Gupta, A. K. and kaur, N. 2005. Seed priming increase crop yield possibly by modulating enzymes of sucrose metabolism in chickpea. J. Agron. Crop Sci. 191:81-87
- Khajeh-Hosseini, M., Powell, A. A. and Bingham, I. J. 2003. The interaction between salinity stress and seed vigour during germination of soybean seeds. Seed Sci. Technol. 31: 715-725.
- Khan, M. U., Shirazi, M. A., Khan, S. M. and Mujtaba E. 2009. Role of proline, K/Na ratio and chlorophyll content in salt tolerance of wheat (*Triticum aestivum* L.). Pak. J. Bot. 41(2): 633-638
- MacAdam, J. W., Nelson, R. and Sharp, E. 1992. Peroxidase activity in the leaf elongation zone of tall fescue. Plant Physiol. 99: 872-878
- MacDonald, M. B. 1999. Seed deterioration: physiology, repaired and assessment. Seed Sci. Technol. 27: 177-237
- Mansouri, A. and Omid, H. 2018. Effects of potassium nitrate on germination indices of green basil (*Ocimum basilicum* L.) under water deficit stress. J. Seed Res. 8(2):19-28
- Matsushima, K.I. and Sakagami, J.I. 2013. Effects of seed hydropriming on germination and seedling vigor during emergence of rice under different soil moisture conditions. Am. J. Plant Sci. 4(8): 1584-1593
- McDonald, M. B. 1998. Seed quality assessment. Seed Sci. Res. 8: 265-275
- Mittler, R. 2002. Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance. Trends Plant Sci. 7: 405-410
- Nawaz, A., Amjad, M., Pervez, M. A. and Afzal, I. 2011. Effect of halopriming on germination and seedling vigor of tomato. African J. Agri. Res. 6: 3551-3559
- Netondo, G.W., Onyango, J. and Beck E. 2004. Sorghum and Salinity: I. Response of growth, water relation, and ion accumulation to NaCl salinity. Crop Sci. 44:797-805
- Omid, H., Leyla, J. and Hasanali, N. 2014. Seeds of medicinal plants and crops. Natural Res. Environ. 269-189
- Omid, H., Soroush-zadeh, A., Salehi, A. and Ghezeli, F. 2005. Evaluation of priming pretreatments on germination rapeseed. Agri. Sci. Technol. 19(2): 1-10
- Parihar, P., Singh, S., Singh, R., Singh, V. P. and Prasad, S. M. 2015. Effect of salinity stress on plants and its tolerance strategies: a review. Environ. Sci. Pollut. Res. 22(6): 4056-4075.
- Qasim, M., Ashraf, M. M., Jamil, A. M., Rehman, Y. S. and Rha, E. S. 2012. Water relations and gas exchange properties in some elite canola (*Brassica napus* L.) lines under salt stress. An. Appli. Biol. 142: 307-316
- Saadat, H., Sedghi, M., Seyed Sharifi, R. and Farzaneh, S. 2023a. Effect of chitosan on germination indices of common bean (*Phaseolus vulgaris*) (cv. Sedri) seeds under salt stress. Iranian J. Seed Res. 9(2): 10
- Saadat, T., Alidoost, H. and Sedghi, M. 2021. The effect of priming and exhaustion on the germination of rice seed masses with different strength. J. Seed Res. 10(37):65-73
- Saadat, H., Soltani, E. and Sedghi, M. 2023b. The effect of seed priming with chitosan on germination characteristics and activity of antioxidant enzymes in rice seedlings (*Oryza Sativa* L.) under salinity stress. Plant Pro. Fun. 12(54): 15
- Saeedi Goraghani, H. R., Ranjbar Fordoei, A., Soleimani Sardo, M. and Mahdavi, M. J. 2017. Effect of salinity and drought stresses on germination stage and growth of black cumin (*Bunium Persicum* Boiss). Iran. J. Field Crops Res. 15(1): 1-7
- Shekari, F., Baljani, R., Saba, J., Afsahi, K. and Shekari, F. 2010. Effect of seed priming with salicylic acid on growth characteristics of borage (*Borago officinalis*) plants seedlings. J. New Agri. Sci. 6(18): 47-53

- Shinde, S., Paralikar, P., Ingle, A. and Rai, M. 2018. Promotion of seed germination and seedling growth of *Zea mays* by magnesium hydroxide nanoparticles synthesized by the filtrate from *Aspergillus niger*. *Arab. J. Chem.* 13: 3172–3182
- Soltani, A., Galeshi, S., Zeinali, E. and Latifi, N. 2001. Genetic variation for and interrelationships among seed vigor traits in wheat from the Caspian Sea voasts of Iran. *Seed Sci. Technol.* 29: 653-662
- Sung, F. J. and Chang, Y. H. 1993. Biochemical activities associated with priming of sweet corn seeds to improve vigor. *Seed Sci. Technol.* 21: 97-105
- Tania, S. S., Rhaman, M. S. and Hossain, M. M. 2020. Hydro-priming and halo-priming improve seed germination, yield and yield contributing characters of okra (*Abelmoschus esculentus* L.). *Trop. Plant Res.* 7: 86–93
- Zanoosh, Z., Ansari, M. H. and Mostafavi Raad, M. 2014. The effect of chemical and biological priming on yield and yield components of fava plant (*Vicia faba* L.). *J. Plant Environ. Physiol.* 10 (40): 73-83.
- Zorb, C., Geilfus, C., Mühling, K. and Ludwig-Müller, J. 2013. The influence of salt stress on ABA and auxin concentrations in two maize cultivars differing in salt resistance. *J. Plant Physiol.* 170: 220 – 224



## Effect of salinity stress on germination and seedling characteristics of *Artemisia annua* L.

Mohammad Hossein Bijeh Keshavarzi<sup>1</sup> , Heshmat Omid<sup>2\*</sup> 

<sup>1</sup> PhD student, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Shahed University, Tehran, Iran, Email: mohammadhosein.keshavarzi@shahed.ac.ir

<sup>2</sup> Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Shahed University, Tehran, Iran, Email: omidi@shahed.ac.ir

### Article Info

**Article type:**  
Research Full Paper

**Article history:**  
Received: 2024-1-1  
Revised: 2024-2-1  
Accepted: 2024-2-6

**Keywords:**  
*Artemisia annua* L.  
Salinity stress  
Germination  
Seedling

### ABSTRACT

Salinity stress is a significant factor that imposes limitations on the growth and productivity of crops. Like other living organisms, plants are susceptible to various stresses and can suffer damage when exposed to them. Under conditions of salinity stress, the stages of germination and seedling growth become particularly crucial in the life cycle of plants. *Artemisia annua* L., an important medicinal plant with a long history of use in traditional Iranian and other Asian medicine, was the subject of investigation in this research. The aim was to examine the impact of salinity stress on the germination process (both in terms of percentage and rate) and the characteristics of seedlings (such as radicle length, plumule length, fresh weight, and dry weight) in *Artemisia annua* L. The study was carried out in 2023, employing a completely randomized design with four replications at the Department of Agronomy in Shahid University. The experimental treatments consisted of four levels of salinity (0, 50, 100, and 150 mM) induced by sodium chloride salt. The data obtained were analyzed using SAS software, and the means were compared utilizing the Duncan test at a 5% probability level. The findings of this experiment demonstrated that the control treatment (without salinity) exhibited the highest percentage and speed of germination, as well as the longest radicle and plumule lengths, and the greatest fresh and dry weights of the seedlings. Germination was not observed at concentrations of 150 mM and higher. Hence, based on the outcomes of this study, it can be concluded that salinity stress has an adverse impact on the germination process and seedling growth of *Artemisia annua* L., revealing the plant's heightened sensitivity to salinity.

**Cite this article:** Bijeh Keshavarzi, M.H., Omid, H. (2023). Effect of salinity stress on germination and seedling characteristics of *Artemisia annua* L. *Seed Research*, 13 (1), 77-87.



©The author(s)

Publisher: Islamic Azad University, Gorgan branch

Doi: 10.30495/jsr.2023.1994021.1262

## تأثیر تنش شوری بر جوانه‌زنی و خصوصیات گیاهچه‌ای درمنه خزری (*Artemisia annua* L.)

محمد حسین بیجه کشاورزی<sup>۱</sup>، حشمت امیدی<sup>۱\*</sup>

<sup>۱</sup> دانشجوی دکتری، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شاهد، تهران، ایران،

رایانامه: mohammadhosein.keshavarzi@shahed.ac.ir

<sup>۲</sup> استاد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شاهد، تهران، ایران، رایانامه: omidi@shahed.ac.ir

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله کامل علمی	تنش شوری یکی از عوامل مهم محدودکننده رشد و تولید محصولات کشاورزی است. گیاهان نیز مانند سایر موجودات زنده در برابر تنش‌ها حساس هستند و می‌توانند در اثر قرار گرفتن در معرض تنش‌های مختلف دچار آسیب شوند. جوانه‌زنی و رشد گیاهچه از مراحل مهم فنولوژیک گیاه هستند که در شرایط تنش شوری اهمیت ویژه‌ای پیدا می‌کنند. درمنه خزری ( <i>Artemisia annua</i> L.) یکی از گیاهان دارویی مهمی است که از دیرباز در طب سنتی ایران و سایر کشورهای آسیایی مورد استفاده قرار می‌گرفته است. در این مطالعه، اثر تنش شوری بر جوانه زنی (درصد و سرعت) و خصوصیات گیاهچه‌های (طول ریشه چه، طول ساقه چه، وزن تر و خشک) درمنه خزری بررسی شد. این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار در آزمایشگاه زراعت دانشگاه شاهد انجام گرفت. تیمارهای آزمایشی شامل ۴ سطح شوری (۰، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی مولار) ناشی از نمک کلرید سدیم بود. داده‌های به دست آمده با استفاده از نرم افزار SAS تجزیه و تحلیل و مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت. نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که بیشترین درصد و سرعت جوانه زنی و بیشترین طول ساقه چه و طول ریشه چه و نیز بیشترین وزن تر و خشک گیاهچه مربوط به تیمار شاهد (بدون شوری) بود. همچنین در غلظت‌های ۱۵۰ میلی‌مول به بالا جوانه زنی مشاهده نشد. در نتیجه با توجه به نتایج این مطالعه می‌توان دریافت که تنش شوری تأثیر منفی بر جوانه زنی و رشد گیاهچه درمنه خزری دارد و بیانگر حساسیت بالای آن به شوری است.
تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۰/۱۱ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۱۱/۱۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۱/۱۷	
واژه‌های کلیدی: درمنه خزری تنش شوری جوانه زنی گیاهچه	

استاد: بیجه کشاورزی، محمد حسین؛ امیدی، حشمت. (۱۴۰۲). تأثیر تنش شوری بر جوانه‌زنی و خصوصیات گیاهچه‌ای

درمنه خزری (*Artemisia annua* L.). تحقیقات بذر، ۱۳ (۱)، ۷۷-۸۷.

تنش شوری از دو طریق بر رشد گیاهچه حاصل از جوانه‌زنی مؤثر است: خشکی فیزیولوژیک حاصل از کاهش پتانسیل آب در منطقه ریشه‌چه و سمیت یون‌های سدیم و کلر درون بافت‌های گیاهچه، که به صورت اثر اسمزی محلول کلرید سدیم و ممانعت از جذب آب توسط بذر (بذور جوانه زده سخت) و اثر سمیت یونی و ایجاد اختلالات فیزیولوژیکی و در مجموع مرگ جنین (بذور جوانه زده نرم) قابل مشاهده است (Gama et al., 2007).

برخی از پژوهشگران علت کاهش میانگین و درصد جوانه‌زنی و کاهش طول ساقه‌چه و ریشه‌چه را ناشی از بروز اختلالات رشدی و کوچک شدن غیرطبیعی سطح برگچه‌ها در مرحله جوانه‌زنی حاصل از تنش شوری عنوان کرده‌اند (Ghanbari and Karamnia, 2017).

نتایج آزمایش انجام شده نشان داد که تنش شوری به طور معنی‌داری میانگین و درصد جوانه‌زنی را کاهش داده و بیشترین و کمترین میزان آن به ترتیب در ۶ دسی‌زیمنس بر متر و ۲۰ دسی‌زیمنس بر متر مشاهده شد (Mahdavi and Modarres-Sanavy, 2007). تنش شوری از طریق نفوذ یون‌های خارجی و نشت محلول‌های سیتوزولی و مواد الکترولیت از سلول‌های گیاهی بر کارایی دیواره و غشای سلولی و همچنین پایداری غشای پلاسمایی اثر منفی داشته (Eisavand and Arefi, 2007). بدین طریق موجب کاهش میانگین و درصد جوانه‌زنی در بذور می‌گردد. مرحله جوانه‌زنی و رشد گیاهچه از حساس‌ترین مراحل گیاه به تنش‌های خشکی و شوری می‌باشند، که سرعت زیاد تجمع نمک در سلول‌های در حال نمو در این مرحله یکی از دلایل حساسیت گیاهان می‌باشد (Alizadeh, 1966).

مرحله جوانه‌زنی در تعیین تراکم بوته در واحد

درمنه خزری (*Artemisia annua L.*) از گیاهان دارویی بوده که از جنس درمنه (*Artemisia*) و خانواده‌ی آستراسه می‌باشد که در آسیا، اروپا و آمریکا توسعه یافته است. (Chandrasekar et al., 2005) درمنه خزری یکی از گیاهان دارویی مهمی است که امروزه کاربردهای بسیار زیادی در درمان بیماری‌ها از جمله سرطان و مالاریا داشته است (Shakori and Bijeh Keshavarzi, 2020).

اثرهای زیان‌آور شوری بالا در گیاهان را می‌توان در سطح کل گیاه، مثل مرگ گیاه و یا کاهش عملکرد محصول مشاهده نمود. جوانه‌زنی اولین مرحله نمو گیاه و یک فرآیند کلیدی در سبز شدن گیاهچه می‌باشد (De Villiers et al., 1994). این مرحله از رشد به شدت تحت تأثیر عوامل محیطی به ویژه دما، رطوبت و شوری خاک قرار می‌گیرد (Basra et al., 2004). تحمل یا مقاومت گیاه در برابر شوری تحت تأثیر عوامل مختلف درونی و محیطی است.

جوانه‌زنی بذرها تحت تنش‌های غیرزیستی مختلف از قبیل شوری، سبب عدم یکنواختی استقرار گیاهچه‌ها و تولید گیاهچه‌های ضعیف می‌شود، که در نهایت باعث کاهش عملکرد می‌گردد. پژوهشگران در بررسی اثر تنش شوری و اندازه بذر بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه نخود، علت کاهش وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه را به علت کاهش استفاده از اندوخته غذایی دانه مانند آندوسپرم در شرایط شور عنوان کرده‌اند (Saglam et al., 2010). همچنین، نتایج تحقیقات محققین نشان داد که این امر به دلیل تجمع املاح بیشتر در بافت ریشه‌چه و ساقه‌چه بوده که در نتیجه آن جذب آب توسط ریشه‌چه افزایش یافته و موجب کاهش در وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه می‌گردد (Khalesro and Aghaalikhani, 2007).

کشاورزی دانشگاه شاهد، با چهار تکرار اجرا شد. قبل از اعمال تیمارها، ابتدا بذرها با قرار گرفتن در هیپوکلریت سدیم ۱۰ درصد به مدت ۳ دقیقه ضدعفونی و سپس با استفاده از آب مقطر جهت حذف باقی‌مانده هیپوکلریت سدیم از سطح بذر، چند مرتبه شستشو شد. تیمارهای آزمایشی شامل ۴ سطح شوری (۰، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی مولار) ناشی از نمک کلرید سدیم بود.

هر واحد آزمایشی شامل یک عدد پتری دیش به قطر ۸ سانتی‌متر بود. برای هر سطح تیمار ۱۵ عدد بذر سالم درمنه خزری، ضدعفونی شده توسط هیپوکلریت سدیم، شمارش و در هر یک از پتری دیش‌ها به طور یکنواخت بر روی کاغذ صافی قرار گرفتند و به هر یک از آن‌ها ۶ میلی‌لیتر از تیمارهای تهیه شده از کلرید سدیم اضافه به طوری که کاغذ صافی کاملاً آغشته به محلول کلرید سدیم گردید. به منظور کاهش میزان تبخیر آب، با استفاده از پارفیلیم درب پتری-دیش‌ها بسته و در درون ژرminatور با دمای  $25 \pm 1$  درجه سانتی‌گراد (Razak et al., 2014)، رطوبت نسبی ۷۰ درصد، ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی (Zeng et al., 2013) منتقل شدند.

شمارش بذور جوانه‌زده درمنه خزری به منظور تعیین سرعت جوانه‌زنی به صورت روزانه انجام شد. شمارش بذور تا ۱۰ روز ادامه یافت. برای محاسبه درصد و سرعت جوانه‌زنی از فرمول‌های مربوطه استفاده گردید. خروج سه میلی‌متر ریشه‌چه به عنوان معیار جوانه‌زنی در نظر گرفته شد. پتری‌دیش‌ها به صورت روزانه بازدید و شمارش تا آخرین جوانه‌زنی ادامه داشت. تعداد گیاهچه‌های نرمال و غیرنرمال نیز براساس معیارهای بین‌المللی آزمون بذر مشخص شد (Ista, 2009). درصد جوانه‌زنی از طریق رابطه (رابطه ۱) زیر محاسبه شد (Bajji et al., 2002):

$$PG = (G / N) \times 100 \quad \text{رابطه ۱}$$

سطح اهمیت زیادی برخوردار است و یکنواختی در سبز شدن به سرعت و درصد جوانه‌زنی بستگی دارد که این دو شاخص تحت تأثیر شوری، پتانسیل آب، عناصر غذایی، دمای محیط و تأثیر متقابل این عوامل قرار دارد (Zeinali et al., 2003). تنش شوری به طور قابل توجهی باعث کاهش جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهچه، کاهش نیتروژن و کربن و افزایش غلظت سدیم و کاهش متابولیسم کربوهیدرات و آنتی‌اکسیدان می‌شود (Yadav et al., 2020). تجربه مداوم در محیط شور رشد گیاه را به تأخیر می‌اندازد، باعث پیری می‌شود و با مرگ خاتمه می‌یابد (Miryeganeh, 2021).

تجمع بیش از حد نمک در محلول خاک، فشار اسمزی محلول خاک را افزایش داده و گیاه در جذب آب با مشکل مواجه می‌گردد و دچار نوعی خشکی فیزیولوژیک یا تنش اسمزی می‌شود (Salem et al., 2014). در غلظت‌های بالای نمک، جوانه‌زنی تحت تأثیر افزایش مقادیر ABA و کاهش مقادیر محرک‌های جوانه‌زنی بذر مانند GAs و تأثیر بر نفوذپذیری غشا قرار می‌گیرد (Uçarlý, 2020). محققین به‌طور جداگانه در آزمایش‌های خود دریافتند که با افزایش میزان تنش شوری، طول ریشه‌چه نسبت به طول ساقه چه بیشتر تحت تأثیر تنش شوری قرار دارد (Mahdavi and Modarres-Sanavy, 2007). در نهایت از آنجایی که شوری رشد گیاه، به‌خصوص مرحله جوانه‌زنی را با محدودیت مواجه می‌کند و اثر شوری در گیاهان مختلف نیز متفاوت باشد، این آزمایش با هدف بررسی اثر تنش شوری بر شاخص‌های جوانه‌زنی و رشدی گیاه درمنه خزری انجام شد.

#### مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تأثیر تنش شوری بر روی جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌های بذر درمنه خزری آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی در آزمایشگاه دانشکده



نمودارها از طریق نرم افزار Excel رسم شدند.

### نتایج و بحث

**درصد و سرعت جوانه‌زنی:** بررسی نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان داد که سطوح مختلف تیمار شوری اثر معنی‌داری بر درصد و سرعت جوانه زنی بذور داشت ( $P < 0/01$ ). در بین تیمارهای اعمال شده، بیشترین درصد و سرعت جوانه زنی از تیمار شاهد (۰ میلی‌مولار) بدست آمد و با افزایش سطح شوری از درصد و سرعت جوانه زنی آن کاسته شده و در تیمار ۱۵۰ میلی‌مولار کمترین درصد و سرعت جوانه‌زنی حاصل شد (جدول ۲) (شکل های ۱ و ۲). بررسی نتایج حاصل از آزمایش تاثیر تنش شوری بر جوانه زنی اسفناج که توسط بیجه کشاورزی و موسوی نیک انجام شد، نشان داد که بیشترین و کمترین درصد و سرعت جوانه زنی، طول ساقچه‌چه و ریشه‌چه همچنین وزن تر و خشک گیاهچه به ترتیب مربوط به تیمار شاهد و ۱۵۰ میلی‌مولار بود که بیانگر حساسیت این گیاه به شوری است (Bijeh et al., 2011).

که در آن PG درصد جوانه‌زنی، G تعداد بذر جوانه‌زده و N تعداد کل بذر کشت شده بودند.

جهت اندازه‌گیری سرعت جوانه‌زنی از فرمول (فرمول ۲) زیر استفاده شد.

$$CV = \frac{1}{MGT} \times PG \quad \text{فرمول ۲}$$

که در این فرمول CV ضریب سرعت، MGT میانگین مدت زمان جوانه‌زنی و PG درصد جوانه‌زنی است.

در ادامه از هر پتری دیش ۱۰ بوته را انتخاب و ریشه‌چه و ساقچه‌چه آنها را از هم جدا کردیم و طول ریشه‌چه و ساقچه‌چه با استفاده از خط کش مدرج (بر حسب میلی‌متر) و وزن تر گیاهچه‌ها بوسیله ترازو (با دقت ۰/۰۰۱ گرم) تعیین شد. همچنین جهت اندازه‌گیری وزن خشک گیاهچه‌ها، پس از خشک کردن به مدت ۲۴ ساعت و دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد در آون، از ترازو دقیق استفاده شد.

در نهایت داده‌های به دست آمده با نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۱ تجزیه و تحلیل و مقایسه میانگین با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۰/۰۵ انجام و کلیه

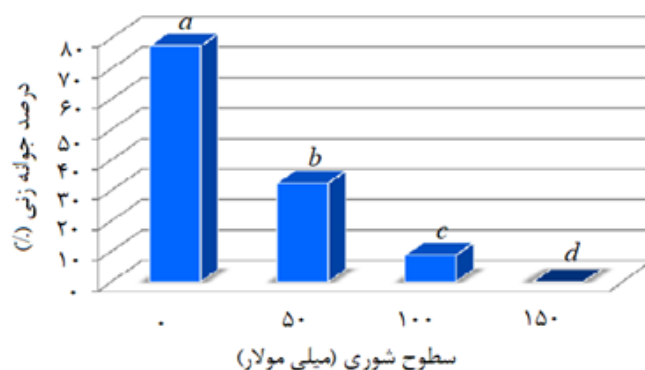
جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌های درمنه خزری تحت سطوح مختلف شوری

میانگین مربعات							درجه آزادی	منابع تغییرات
وزن خشک	وزن تر	شاخص	طول ساقچه‌چه	طول ریشه‌چه	سرعت جوانه‌زنی	درصد جوانه‌زنی		
۰/۰۰۲۳ <sup>ns</sup>	۰/۰۷۶ <sup>ns</sup>	۲/۱۱۷ <sup>ns</sup>	۰/۴۱۶ <sup>ns</sup>	۱/۰۶۲ <sup>ns</sup>	۰/۰۷۴ <sup>ns</sup>	۵۱/۵۶ <sup>ns</sup>	۳	تکرار
۰/۴۴ <sup>**</sup>	۳/۲۹۳ <sup>**</sup>	۳۷۶/۹۷ <sup>**</sup>	۹۸/۲۵ <sup>**</sup>	۱۶۲/۷۳ <sup>**</sup>	۱۵/۰۸ <sup>**</sup>	۴۸۱۸/۲۳ <sup>**</sup>	۳	تیمار
۰/۰۰۲۳	۰/۰۱۵	۱/۵۳	۱/۰۸	۰/۵۶	۰/۰۶۱	۳۴/۸۹	۱۲	خطا
۲۴/۵۲	۱۸/۸۳	۱۷/۹۹	۲۳/۴۳	۸/۹۱	۱۵/۳۸	۱۸/۲۴		ضریب تغییرات (%)

\*\* معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد و ns غیر معنی‌دار

روی نخود فرنگی مطابقت داشت به طوری که نتایج آن‌ها نشان داد که درصد و سرعت جوانه‌زنی با افزایش تنش شوری کاهش می‌یابد.

همچنین نتایج این بررسی با یافته‌های Mohammad et al. در سال ۲۰۰۲ در آفتابگردان، و یافته‌های Shahid et al. در سال ۲۰۱۱ انجام شده بر



شکل ۱- تأثیر سطوح مختلف شوری بر درصد جوانه‌زنی درمنه خزری.

در محلول آبیاری بازداشته می شود از طرف دیگر کلرید سدیم به دلیل اثر بازدارندگی در جذب آب به وسیله بذر، تعداد بذور جوانه زده را تحت تأثیر قرار می دهد (Afshar Mohammadian et al., 2016).

اثرات بازدارندگی کلرید سدیم بر روی جوانه زنی بذر می تواند به دلیل تأثیر مستقیم آن بر روی رشد جنین باشد. محققان دریافتند که طویل شدن محور جنینی شدیداً بواسطه سطح بالای کلرید سدیم موجود



شکل ۲- تأثیر سطوح مختلف شوری بر سرعت جوانه‌زنی درمنه خزری

صفر (۱۵/۲۵) و ۱۵۰ میلی‌مولار (۰) بدست آمد (جدول ۲ شکل ۳). بررسی نتایج تحقیقی بر روی گلرنگ، نشان دادند که تنش شوری در مرحله جوانه‌زنی سبب کاهش طول ریشه‌چه، ساقه‌چه و به طبع آن سبب کاهش وزن ریشه‌چه و ساقه‌چه در گیاهچه‌های گلرنگ شده است (Hajghani et al., 2009).

طول ریشه‌چه: اثر سطوح مختلف شوری، بر طول ریشه‌چه‌های گیاه درمنه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود ( $P < 0.01$ ). در بین تیمارهای تنش شوری نیز با افزایش سطح تنش از طول ریشه‌چه درمنه خزری به شدت کاسته شد، بطوریکه بیشترین و کمترین مقدار طول ریشه‌چه به ترتیب از تیمارهای

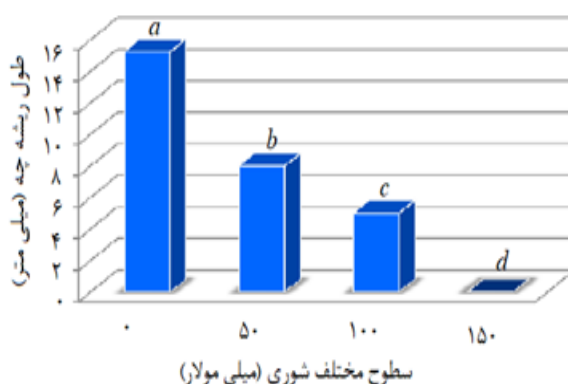
تحقیقات بذر، سال سیزدهم، شماره ۱، بهار ۱۴۰۲ / پیاپی: ۴۶

سطوح مختلف شوری (Mm)	درصد جوانه زنی (%)	سرعت جوانه زنی	طول ریشه چه (Mm)	طول ساقه چه (Mm)	شاخص بینه بذر	وزن تر گیاهچه (mg)	وزن خشک گیاهچه (mg)
۰	۷۷/۵ <sup>a</sup>	۴/۳۱۷ <sup>a</sup>	۱۵/۲۵ <sup>a</sup>	۱۱/۵ <sup>a</sup>	۲۰/۷۱ <sup>a</sup>	۱/۹۵ <sup>a</sup>	۰/۶۹ <sup>a</sup>
۵۰	۳۲/۵ <sup>b</sup>	۱/۴۴۵ <sup>b</sup>	۸ <sup>b</sup>	۵/۵ <sup>b</sup>	۴/۳۶ <sup>b</sup>	۰/۸۵ <sup>b</sup>	۰/۰۸۷۷ <sup>b</sup>
۱۰۰	۸/۷۵ <sup>c</sup>	۰/۴۳۵ <sup>c</sup>	۵ <sup>c</sup>	۲/۵ <sup>c</sup>	۰/۶۷۵ <sup>c</sup>	۰/۰۷ <sup>c</sup>	۰/۰۰۶۵ <sup>c</sup>
۱۵۰	،d	،d	،d	،d	،d	،d	،d

توجه: حروف مشابه در هر ستون تفاوت آماری معنی داری نداشتند

افزایش سطوح شوری میزان طول ساقه چه و ریشه چه و کاهش پیدا نمود.

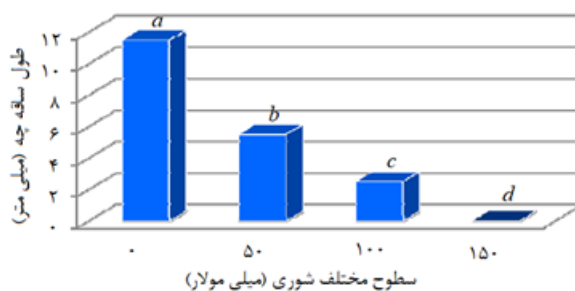
Bijeh Keshavarzi در سال (۲۰۱۲) با بررسی اثر تنش شوری بر روی گیاهچه های کاهو دریافت که با



شکل ۳- تأثیر سطوح مختلف شوری بر طول ریشه چه درمنه خزری

(جدول ۲) به طوری که بیشترین و کمترین مقدار طول ساقه چه به ترتیب از تیمارهای صفر (شاهد) و ۱۵۰ میلی مولار بدست آمد (شکل ۴). یکی از دلایل کاهش طول ریشه چه و ساقه چه در شرایط تنش، کاهش یا عدم انتقال مواد غذایی لپه (ها) به جنین است.

طول ساقه چه: نتایج جدول تجزیه واریانس نشان از معنی دار بودن اثر تیمارهای تنش شوری، بر طول ساقه چه گیاه دارویی درمنه خزری بود ( $P < 0/01$ ) (جدول). با بررسی نتایج جدول مقایسه میانگین (جدول ۲) می توان دریافت که با افزایش سطح تنش شوری از طول ساقه چه درمنه به شدت کاسته شد.



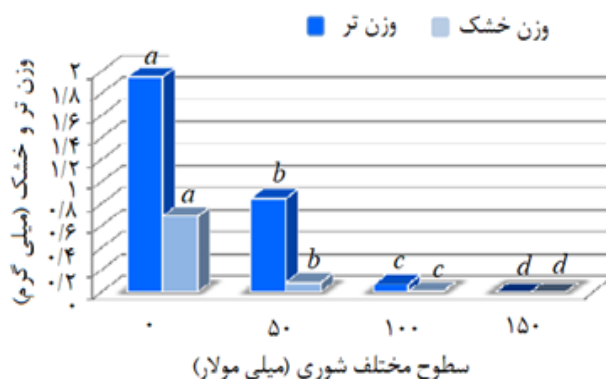
شکل ۴- تأثیر سطوح مختلف شوری بر طول ساقه چه درمنه خزری

با افزایش سطوح شوری از میزان وزن تر گیاه و در نتیجه وزن خشک گیاه کاسته شده به طوری که در تیمار ۱۵۰ میلی مولار این میزان به صفر رسیده است (جدول ۲؛ شکل ۴).

Fardad و Pessaraki (۱۹۹۵) اثر شوری بر وزن خشک، جذب آب در برگ ذرت در اثر اعمال تنش شوری را مورد مطالعه قرار داد و نتیجه گرفت که تنش شوری در هر سطحی، توسعه ریشه، تولید ماده خشک در سطح معنی‌داری کاهش می‌دهد و میزان کاهش با افزایش شوری زیادتر می‌شود. همچنین در گزارش Ben-Shani و Gal (۲۰۰۲) کاهش وزن تر و خشک اندام هوایی گیاه گوجه فرنگی با افزایش شوری دیده می‌شود.

با مطالعه مقاله Werner و Finkelstein (۱۹۹۵) می‌توان دریافت که شوری به علت کند نمودن جذب آب، باعث کاهش طول ریشه و ساقه می‌شود. همچنین نتایج Ranganayakulu et al. در سال (۲۰۱۳) نیز نشان داد که افزایش سطوح شوری بر روی گیاه بادام زمینی از میزان طول ریشه چه کاسته است. مطالعات نشان داده است که شوری با کاهش رشد ریشه، ظرفیت جذب آب و عناصر غذایی را کاهش می‌دهد (Jamil et al., 2006).

**وزن تر و خشک:** اثر تیمارهای تنش شوری، بر وزن تر و خشک گیاهچه‌های درمنه نیز معنی‌دار شد (جدول ۱). با توجه به شکل ۵ می‌توان دریافت که

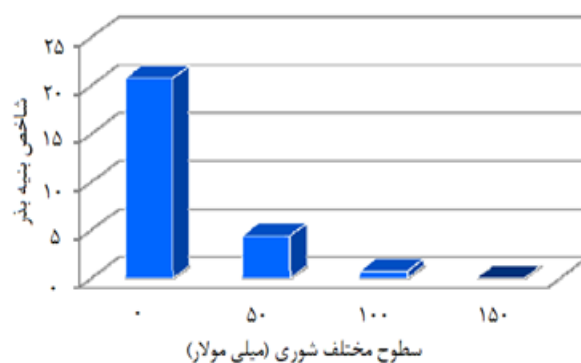


شکل ۵- تأثیر سطوح مختلف شوری بر وزن تر و خشک درمنه خزری

حاصل از پژوهش (Kader and Jutzi, 2004) یکسان بود.

بررسی نتایج Ahmadi et al. (۲۰۱۹) نشان داد که اثر تنش شوری بر صفات طول گیاهچه، درصد جوانه‌زنی، متوسط زمان جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی و شاخص طولی بینه بذر در هر سه گیاه دارویی (همیشه بهار، سس و بذرک) در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. به طوری که بیش‌ترین شاخص بینه بذر سس مربوط به تیمار شوری ۲ دسی زیمنس بر متر بود اما با افزایش تنش شوری از بینه بذر کاسته شد.

**بنیه بذر:** در مورد شاخص بنیه بذر، مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری در بین سطوح مختلف شوری وجود دارد (جدول ۱)؛ به طوری که با افزایش غلظت NaCl، بنیه بذر کاهش می‌یابد (جدول ۲) (شکل ۶). به‌طورکلی درصد و سرعت جوانه‌زنی و همچنین شاخص بنیه بذر با تأثیر ویژه یون‌ها و کاهش پتانسیل آب محیطی در حضور شوری مرتبط است. نتایج نشان داد که در صورت سطوح شوری (کاهش پتانسیل اسمزی)، افزایش پیدا کند، خصوصیات بذر نیز کاهش پیدا خواهد نمود که این نتایج با نتایج



شکل ۶- تأثیر سطوح مختلف شوری بر شاخص بذر درمنه خزری

افزایش غلظت شوری کاهش یافت. در غلظت ۱۵۰ میلی مولار، جوانه زنی مشاهده نشد. این نتایج نشان می‌دهد که درمنه خزری نسبت به شوری حساس است و در غلظت‌های بالای شوری توانایی جوانه زنی را از دست می‌دهد. همچنین در خصوص رشد گیاهچه، طول ساقه چه، طول ریشه چه و وزن تر و خشک گیاهچه با افزایش غلظت شوری کاهش یافت. این نتایج نشان می‌دهد که تنش شوری باعث کاهش رشد گیاهچه درمنه خزری می‌شود. در نتیجه، با توجه به نتایج این مطالعه می‌توان دریافت که تنش شوری یکی از عوامل محدودکننده رشد و تولید درمنه خزری است. برای افزایش مقاومت این گیاه به شوری، می‌توان از روش‌های مختلفی مانند اصلاح ژنتیکی، استفاده از کودهای زیستی و مدیریت آبیاری استفاده کرد.

نتایج به دست آمده در مورد شاخص بذر در این پژوهش با یافته‌های Mostafavi (۲۰۱۱) و Mensuh et al. (۲۰۰۶) مطابقت داشت. همچنین نتایج به دست آمده بیانگر آن است که شوری بر رشد رویشی و زایشی گیاه تأثیر گذاشته و این اتفاق در نهایت وزن خشک و عملکرد گیاه را کاهش می‌دهد (Kafi et al., 2006).

#### نتیجه‌گیری نهایی

در این مطالعه، اثر تنش شوری بر جوانه زنی و رشد گیاهچه درمنه خزری بررسی شد. نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که تنش شوری تأثیر منفی بر جوانه زنی و رشد گیاهچه درمنه خزری دارد. در خصوص جوانه زنی، درصد و سرعت جوانه زنی با

#### References

- Afshar Mohammadian, M., Ebrahimi Nokandeh, S., Damsi, B. and Jamal Omid, M. 2016. The effect of different levels of salinity on germination and growth indices of four cultivars of *Arachis hypogaea* L. J. Plant Res. 8(4): 1-7.
- Ahmadi, Kh., Karimi Jalilehvandi, T. and Shojaeian, A. 2019. Evaluating the effect of natural salinity stress on the germination indices of *Calendula officinalis*, *Linum usitatissimum* L and *cuscuta* sp. J. Seed Sci. 28(1): 23-33.
- Alizadeh, A. 2009. The relationship between water, soil and plants. Emam Reza Pub.
- Bajji, M., Kinet, J.M. and Lutts, S. 2002. Osmotic and ionic effects of NaCl on germination, early seedling growth, and ion content of *Atriplex halimus* (Chenopodiaceae). Canad. J. Bot. 80(3): 297-304. <https://doi.org/10.1139/b02-008>
- Basra, S.M.A., Ashraf, M., Iqbal, N., Khaliq, A. and Ahmad, R. 2004. Physiological and biochemical aspects of pre-sowing heat stress on cottonseed. Seed Sci. Technol. 32: 765-774
- Ben-Gal, A. and Shani, U. 2002. Yield, transpiration and growth of tomatoes under combined excess boron and salinity stress. Plant Soil. 247:211-221.

- Bijeh Keshavarzi, M.H., Ohadi Rafsanjani, M.S., Moussavinik, S.M. and Abdin, M.Z. 2011. Effect of salt (NaCl) stress on germination and early seedling growth of Spinach (*Spinacia oleracea* L.). Ann. Biol. Res. 2(4): 490-497.
- Bijeh Keshavarzi, MH. 2012. Studying the effects of different levels of salinity which caused by NaCl on early growth and germination of Lactuca Sativa L. Seedling. J. stress physiol. biochem. 8(1): 203-208.
- Chandrasekar, B.R., Ambrose G. and Jayabalan, N. 2005. Influence of biofertilizers and nitrogen source level on the growth and yield of Echinochola frumentacea (Roxb) Link. J. Agric. Technol. 1 (2): 223 – 234.
- De Villiers, A.J., Van Rooyrn, M.W. and Can Deventer, H.A. 1994. Germination of three namaqualand pioneer species, as influenced by salinity, temperature and light. Seed Sci. Technol. 22: 427-433
- Eisavand, H.R. and Maddah Arefi, H. 2007. Effects of some plant growth regulators on physiological quality of Bromus aged seeds. I. J. Rangelands Forests Pl. Breed. Genet. Res. 2(15): 159-171.
- Gama, P.B.S., Inanana, S., Tanaka, K. and Nakazawa, R. 2007. Physiological response of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) seedlings to salinity stress. Afr. J. Biotechnol. 6, 79-88.
- Ghanbari, M. and Karamnia, S. 2017. Evaluation of the effect of seed aging on some characteristics of bean (*Phaseolus vulgaris* L) germination in the native population of Gilan province under salt stress conditions. Sixth National Conference on Iranian Beans. Khoramabad.
- Hajghani, M., Saffari, M. and Maghsoudi Moud, A.A. 2008. The Effect of Different Levels of Salinity (NaCl) on Germination and Seedling Growth of Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) Cultivars. J. Crop Prod. 12(45): 449-458.
- ISTA (International Seed Testing Association), 2009. International Rules for seed Testing
- Jamil, M., Lee, D., Jung, K.Y., Ashraf, M. and Lee, S.C. 2006. Effect of salt stress on germination and early seedling growth of four vegetable species. J. Cent. Eur. Agric. 7: 273-282.
- Kader, M.A. and Jutzi, S.C. 2004. Effect of thermal and salt treatment during imbibition on germination seedling growth of sorghum (*Sorghum bicolor* L.) at 42/19. J. Agron. Crop Sci. 190 (1): 35-38.
- Kafi, M., Borzoe, A., Salehi, M., Kamandi, A., Masoumi, A., and Nabati, J. 2009. Physiology of environmental stresses in plans. Jahad Daneshgahi Mashhad Press: Masshad.
- Khalesro, S. and Aghaalkhani, M. 2007. Effect of salinity and water deficit stress on seed germination. Pajouhesh & Sazandegi. 77, 153- 163.
- Mahdavi, B. and Modarres-Sanavy, S.A.M. 2007. Germination and seedling growth in grasspea (*Lathyrus stivus*) cultivars under salinity condition. Pakistan J. of Biol. Sci. 10(2), 273-279.
- Mensuh, J.K., Akomeah, P.A., Ikhajiagbe, B. and Ekpekurede, E.O. 2006. Effects of salinity on germination, growth and yield of fie groundnut genotypes. Afr. J. Biotechnol. 5(20): 1973-1979.
- Miryeganeh, M. 2021. Senescence: The compromised time of death that plants may call on themselves. Genes, 12(2), 143.
- Mohammed, E.I.M., Benbel, M. and Talouizete, A. 2002. Effect of sodium chloride on sunflower (*Helianthus annuus* L). Seed germination. 37:51-58.
- Mostafavi, K. 2011. An Evaluation of Safflower Genotypes (*Carthamus tinctorius* L.), Seed Germination and Seedling Characters in salt Stress Conditions. Afr. J. Agric. Res. 6 (7): 1667-1672.
- Pessaraki, M. and Fardad, H. 1995. Nitrogen (total and <sup>15</sup>N) uptake by barley and wheat under two irrigation regimes. J. Plant Nutr. 18(12): 2655-2667.
- Ranganayakulu, G.S., Veeranagamallaiiah, G. and Sudhakar, C.H. 2013. Effect of salt stress on osmolyte accumulation in two groundnut cultivars (*Arachis hypogaea* L.) with contrasting salt tolerance. Afr. J. Plant Sci. 12: 586-592

- Razak, U.N.A.A., Ong, C.B., Yu, T.S., and Lau, L.K. 2014. In vitro micropropagation of *Stevia rebaudiana* Bertoni in Malaysia. *Braz. Arch. Biol. Technol.* 57.
- Saglam, S., Day, S., Kaya, G., and Gurbuz, A. 2010. Hydroproming increases germination of lentil (*Lens culinaris Medik*) under water stress. *Notulae Scientia Biologicae.* 2(2):103-106.
- Salem, N., Msaada, K., Dhifi, W., Limam, F. and Marzouk, B. 2014. Effect of salinity on plant growth and biological activities of *Carthamus tinctorius* L. extracts at two flowering stages. *Acta Physiol. Plant.* 36: 433-445.
- Shahid, M., Pervez, M.A. and Ashraf, M.Y. 2011. Characterization of salt tolerant and salt sensitive pea (*Pisum sativum* L.) genotypes under saline regime. *Pakistan j. of Life and Soc. Sci.* 9: 201-208.
- Shakori, M.J. and Bijeh Keshavarzi, M.H. 2020. Study the effect of biological and chemical fertilizers on *Artemisia annua* L. quantitative characteristics after and before flowering. *J. Dev. Biol.* 12(2): 11-22.
- Uçarlı, C. 2020. Effects of Salinity on Seed Germination and Early Seedling Stage. In *Abiotic Stress in Plants*. In book: *Abiotic Stress in Plants*. Publisher: Intechopen.
- Werner, J.E. and Finkelstein, R.R. 1995. Arabidopsis mutants with reduced response to NaCl and osmotic stresses. *J. Plant Physiol.* 93: 659-666.
- Yadav, S., Modi, P., Dave, A., Vijapura, A., Patel, D. and Patel, M. 2020. Effect of abiotic stress on crops. *Sustainable Crop Production*.
- Zeinali, E., Soltani, A. and Galeshi, S. 2002. Response of Germination Components to Salinity Stress in Oilseed Rape (*Brassica napus* L.). *Iran. J. Agric. Sci.* 33(1): 137-145.
- Zeng, J., Chen, A., Li, D., Yi, B. and Wu, W. 2013. Effects of Salt Stress on the Growth, Physiological Responses, and Glycoside Contents of *Stevia rebaudiana* Bertoni. *J. Agric. Food Chem.* 61(24), 5720-5726. <https://doi.org/10.1021/jf401237x>