دانشگاه گنبد کاووس
نشریه "تحقیقات کاربردی اکوفیزیولوژی گیاهی"
دوره نهم، شماره ۱۶، بهار و تابستان ۱۴۰۳
http://arpe.gonbad.ac.ir

بررسی اثرات غرقاب بر جوانه‌زنی و رشد هتروتروفیک گیاهچه ارقام هندوانه

مسعود تاجی[1*]، علی راحمی کاریزکی[2]، مهدی زارعی[3]

[1]کارشناس ارشد موسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی گرگان
[2]دانشیار گروه تولیدات گیاهی، دانشکده علوم کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس
[3]استادیار گروه تولیدات گیاهی، دانشکده علوم کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۴/۲۱ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۹/۱۱

چکیده

مقدمه: غرقابی تنشی است که بسیاری از فرآیندهای فیزیولوژیک و بیوشیمیایی را در گیاهان مختل می‌کند. از جمله این فرآیندها می‌توان به ظرفیت فتوسنتزی، مقدار رشد ریشه و ساقه، تولید توده زنده گیاه، روابط آبی، متابولیسم کربوهیدرات، تغذیه و تعادل بین هورمون‌ها اشاره کرد که اثرات فوق در گیاهان ذرت و لوبیا مشاهده شده است. جوانه‌زنی بذر یکی از مراحل حیاتی و تعیین کننده در چرخهٔ رشدی گونه‌های گیاهی است چرا که تضمین کننده استقرار موفق گیاه و عملکرد نهایی آن است. رشد هتروتروفیک گیاهچه‌ها را می‌توان براساس دو جزء وزن ذخایر بذر انتقال یافته یا پویا شده و کارایی تبدیل ذخایر بذر انتقال یافته به بافت گیاهچه تقسیم کرد. کاهش مقدار استفاده از ذخایر بذر و کاهش کسر ذخایر انتقال یافته بذر به گیاهچه می‌تواند به دلیل کاهش هورمون جیبرلین و کاهش سنتز آنزیم‌های هیدرولیتیک در فرایند جوانه‌زنی باشد.

مواد و روش‌ها: این تحقیق بر روی بذور ارقام هندوانه در آزمایشگاه زراعت دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه گنبد کاووس در قالب آزمایش فاکتوریل با طرح پایه کاملاً تصادفی در چهار تکرار در سال ۱۳۹۳ انجام شد. تیمارهای مورد مطالعه شامل: طول دوره غرقابی (صفر، ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت) و چهار رقم (چارلستون گری، کریمسون سویت، شوگر بی‌بی و شوگرکینگ) بودند. برای انجام آزمایش کلیه لوازم ابتدا با آب معمولی و مایع ظرفشویی و وایتکس و در انتها مجددا با آب معمولی شستشو شده و سپس حوله‌های کاغذی، ظروف وکیوم و کلیه لوازم جهت ضد عفونی در اتوکلاو ۱۲۰ درجه و فشار ۳۰ اتمسفر به مدت ۱۵ دقیقه قرار داده شد. سپس تمامی بذور با قارچکش دیفنوکونازول با دوز ۲ در هزار ضد عفونی انجام شد. برای بررسی تاثیر غرقاب بر خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه در هر رقم، دو آزمایش انجام شد.

نتایج: اثر تنش غرقاب، رقم و اثر متقابل این دو بر همه صفات مورد بررسی در آزمون جوانه‌زنی اثر معنی‌داری داشت. همچنین پس از ۲۴ ساعت غرقاب شاهد افزایش سرعت، یکنواختی و درصد جوانه‌زنی و همچنین اثرات متقابل رقم × غرقاب نیز بر تمام صفات مورد آزمایش در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. کسر ذخایر بذر مصرف شده نیز در تمام ارقام به جز رقم کریمسون سویت در سطح

*نویسنده مسئول: tajimasoud65@yahoo.com

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-10]

[DOI: 10.22034/arpe.9.16.69]

تیمار ۲۴ ساعت افزایش پیدا کرد، اما با افزایش تنش غرقاب پس از ۲۴ ساعت کسر ذخایر بذر مصرف شده در تمام بذور کاهش یافت. همچنین وزن خشک گیاهچه نیز به طور کلی در همه ارقام مورد بررسی با افزایش تنش کاهش پیدا کرد که این کاهش پس از ۷۲ ساعت معنی‌دار بود

نتیجه‌گیری کلی: به طور کلی افزایش مدت تنش غرقاب بر همه‌ی صفات مورد بررسی تاثیر نامطلوب خواهد داشت. پیشنهاد می‌شود که این آزمایش برای هندوانه در زمان‌های متفاوت دیگری و در شرایط طبیعی مزرعه نیز انجام شده تا مدت زمانی که سبب افت صفات در ارقام مورد ارزیابی می‌شود مشخص شود.

واژه‌های کلیدی: هندوانه، رشد هتروتروفیک، رقم، غرقاب

مقدمه

تنش غرقابی به حالتی از زمین اطلاق می‌گردد که سطح خاک به دلیل بارندگی و یا آبیاری زیاد خصوصاً در اثر نفوذپذیری کم و یا نامناسب بود توپوگرافی به حالت اشباع می‌رسد (Samad, 2001; Ashraf and Harris, 2006). مراحل جوانه‌زنی، سبز شدن و رشد سریع گیاهان از حساس‌ترین مراحل نسبت به تنش غرقابی می‌باشد؛ کاهش اکسیژن قابل دسترس در شرایط غرقابی باعث کاهش توسعه ریشه و بخش هوایی گیاه می‌گردد (Brisson *et al.*, 2002; Ghobadi *et al.*, 2006). غرقابی تنشی است که بسیاری از فرآیندهای فیزیولوژیک و بیوشیمیایی را در گیاهان مختل می‌کند.

از جمله این فرآیندها می‌توان به ظرفیت فتوسنتزی، مقدار رشد ریشه و ساقه، تولید توده زنده گیاه، روابط آبی، متابولیسم کربوهیدرات، تغذیه وتعادل بین هورمون‌ها اشاره کرد که اثرات فوق در گیاهان ذرت و لوبیا مشاهده شده است (Ashraf and Harris, 2006; Huang and Wilkinson, 2000). جوانه‌زنی بذر یکی از مراحل حیاتی و تعیین کننده در چرخهٔ رشدی گونه‌های گیاهی است چرا که تضمین کننده استقرار موفق گیاه و عملکرد نهایی آن است. سه مرحلهٔ قابل تمایز طی جوانه‌زنی عبارتند از: الف) مرحله آماس بذر که طی آن جذب آب درون بذر اتفاق می‌افتد. ب) مرحلهٔ تأخیر که در این مرحله فعال سازی آنزیمی و شروع فعالیت‌های جوانه‌زنی صورت می‌گیرد. ج) شروع رشد با طویل شدن ریشه‌چه و ساقه‌چه و خروج آنها از پوسته بذر این توالی وقایع تحت کنترل جذب آب از محیط خارجی است. میزان و سرعت جوانه‌زنی با کاهش پتانسیل آب خارجی کاهش می‌یابد و برای هرگونه‌ای میزانی از پتانسیل آب وجود دارد که پائین‌تر از آن جوانه‌زنی صورت نمی‌گیرد (Stavir *et al.*, 1998). اسماعیل و همکاران (Ismail *et al.*, 2009) بیان کردند غرقابی موجب کاهش سرعت جوانه‌زنی و تأخیر در استقرار گیاهچه می‌گردد، با افزایش طول دوره غرقابی در گندم به علت افزایش هورمون اسید آبسزیک و کاهش اکسین طول کلئوپتیل کاهش یافت. ویوبکر و همکاران (Wuebker *et al.*, 2001) گزارش کردند تنش غرقابی باعث افزایش یکنواختی در جوانه‌زنی سویا شد. رشدهتروتروفیک گیاهچه‌ها را می‌توان براساس دو جزء وزن ذخایر بذر انتقال یافته یا پویا شده و کارایی تبدیل ذخایر بذر انتقال یافته به بافت گیاهچه تقسیم کرد (Soltani *et al.*, 2006). در کاهش مقدار استفاده از ذخایر بذر و کاهش کسر ذخایر انتقال یافته بذر به گیاهچه می‌تواند به دلیل کاهش هورمون جیبرلین و کاهش سنتز آنزیم‌های هیدرولیتیک در فرایند جوانه‌زنی باشد (Soltani *et al.*, 2008).

به این ترتیب رشد گیاهچه‌های حاصل از بذور غرقاب شده ممکن است از طریق کاهش پویایی ذخایر بذر و یا کاهش کارایی تبدیل آن تهدید شود. بذور بسیاری از گیاهان عالی طی اولین مرحله جذب آب[1] و قبل از پاره شدن پوسته بذر شدت

[1]Imbibition

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-10]

[DOI: 10.22034/arpe.9.16.69]

های مختلفی از شرایط بی‌هوازی را تجربه می‌کنند طی ساعات اولیه جوانه‌زنی پوسته‌ی بذر به اکسیژن نفوذ ناپذیر بوده و به دلیل تنفس شدید فعالیت آنزیم الکل دهیدروژناز افزایش یافته و تخمیر الکلی در آنها فعال می‌باشد بلافاصله بعد از جوانه‌زنی و ظهور ریشه‌چه، تنفس هوازی القا شده و فعالیت آنزیم الکل دهیدروژناز دچار زوال می‌شود (Kennedy *et al.*, 1992). از آنجایی که کشاورزان در منطقه گنبد کاووس اقدام به کشت محصولات جالیزی به خصوص هندوانه می‌کنند، قبل از کشت معمولا کشاورزان برای بهبود جوانه‌زنی بذور هندوانه، اقدام به قرار دادن بذور در داخل آب طی زمان‌های متغییر می‌کنند و بعضی مواقع این عمل علاوه بر این باعث بهبود جوانه‌زنی نشده حتی جوانه‌زنی را به تاخیر انداخته است. از این رو این مطالعه با هدف بررسی اثر غرقابی در ارقام مختلف هندوانه بر جوانه‌زنی و تخلیه ذخایر بذر و رشد هتروتروفیک گیاهچه و تعیین زمان مناسب خیساندن بذور هندوانه در ارقام مختلف انجام شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق بر روی بذور ارقام هندوانه در آزمایشگاه زراعت دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه گنبد کاووس در قالب آزمایش فاکتوریل با طرح پایه کاملا تصادفی در چهار تکرار در سال ۱۳۹۳ انجام شد. تیمارهای مورد مطالعه شامل: طول دوره غرقابی صفر، ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت و چهار رقم (چارلستون گری، کریمسون سویت، شوگر بی‌بی و شوگرکینگ) بودند. برای انجام آزمایش کلیه لوازم ابتدا با آب معمولی و مایع ظرفشویی و وایتکس و در انتها مجددا با آب معمولی شستشو شده و سپس حوله‌های کاغذی، ظروف وکیوم و کلیه لوازم جهت ضد عفونی در اتوکلاو ۱۲۰ درجه و فشار ۳۰ اتمسفر به مدت ۱۵ دقیقه قرار داده شد. سپس میز کار دو بار با الکل ضد عفونی شده و تمامی بذور با قارچکش دیفنوکونازول با دوز ۲ در هزار ضد عفونی انجام شد. برای بررسی تاثیر غرقاب بر خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه در هر رقم، دو آزمایش انجام شد

آزمون جوانه‌زنی: برای انجام این آزمایش برای هر تیمار ۴ تکرار ۲۵ بذری انتخاب و در داخل سه لایه حوله کاغذی به ابعاد ۴۵×۳۰ سانتی‌متر قرار داده شدند. سپس نمونه‌ها در داخل انکوباتور با دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند و بازدید از بذرها تا ۸ روز، روزانه دو بار (هر ۱۲ ساعت یک‌بار) صورت گرفت. معیار بذور جوانه زده نیز خروج ریشه‌چه به اندازه دو میلی‌متر یا بیشتر بود (سلطانی و همکاران، ۲۰۰۲). برای محاسبه سرعت جوانه‌زنی و زمان تا شروع (یعنی مدت زمانی که طول می‌کشد تا جوانه‌زنی به ۱۰ درصد حداکثر خود برسد؛ D10)، تا میان مدت (یعنی مدت زمانی که طول می‌کشد تا جوانه‌زنی به ۵۰ درصد حداکثر خود برسد؛ D50)، زمان تا پایان جوانه‌زنی (مدت زمانی که طول می‌کشد تا جوانه‌زنی به ۹۰ درصد حد اکثر خود برسد؛ D90)، یکنواختی جوانه‌زنی (GU) و سرعت جوانه‌زنی (R90) بذور از برنامه Germin[1] (Soltani *et al.*, 2002) استفاده شد. این برنامه تمام پارامترهای مذکور را برای هر تکرار و هر تیمار بذری از طریق درون‌یابی منحنی افزایش جوانه‌زنی در مقابل زمان محاسبه می‌کند. برای محاسبه سرعت جوانه‌زنی[2] (در ساعت) و یکنواختی جوانه‌زنی[3] (هر چه مقدار آن کمتر باشد نشان دهنده جوانه‌زنی یکنواخت‌تر و هم‌زمان بذور می‌باشد) از فرمول‌های زیر استفاده می‌شود:

$$R50=1/D50 \quad \text{(سرعت جوانه‌زنی)}$$

$$GU=D90-D10 \quad \text{(یکنواختی جوانه‌زنی)}$$

[1] این برنامه توسط دکتر افشین سلطانی استاد دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان تهیه شده است.

[2] Germination Rate (R50)

[3] Germination Uniformity

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-10]

[DOI: 10.22034/arpe.9.16.69]

آزمون رشد گیاهچه: برای انجام این آزمایش برای هر تیمار ۴ تکرار ۲۵ بذری انتخاب و سپس وزن تر بذور تیمار به صورت جداگانه محاسبه شد. ۲۵ عدد بذر انتخابی وزن شده روی یک خط در داخل سه لایه حوله به روش ساندویچ قرار گرفته و به مدت یک هفته در انکوباتور با دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد نگه‌داری شدند (ISTA, 1999). بعد از ۱۰ روز، تعداد گیاهچه‌های نرمال شمارش گردید. سپس در گیاهچه‌های نرمال با استفاده از تیغ اسکالپ گیاهچه‌ها از باقیمانده بذر (کوتیلیدون‌ها) به دقت جدا شدند.

وزن خشک گیاهچه‌ها [1] (SLDW) و وزن خشک باقیمانده بذرها [2] (FSDW) نیز با قرار دادن آن‌ها در آون با دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت و سپس توزین آنها با کمک ترازوی با دقت ۰/۰۰۰۱ گرم، محاسبه شد. در نهایت، مقدار استفاده از ذخایر بذر [3] (SRUR) کارایی استفاده از ذخایر بذر [4] (SRUE) و کسر ذخایر بذر مصرف شده یا پویا شده،[5] (FMOB) براساس روابط ۱ تا ۳ محاسبه گردید.

1) SRUR= ISDW-FSDW
2) SRUE= SLDW/SRUR
3) FMOB= SRUR/ISDW

که ISDW[6] وزن اولیه بذرهای خشک است و با کم کردن رطوبت بذر از وزن اولیه بذرها بدست می‌آید. در نهایت داده‌های حاصل از آزمایش جوانه‌زنی و آزمایش رشد گیاهچه به طور جداگانه با استفاده از نرم افزار SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند (Soltani, 2007).

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس بر صفات مورد بررسی در آزمون جوانه‌زنی تحت سطوح مختلف غرقاب نشان داد که نوع رقم و اثرات متقابل رقم × غرقاب بر تمام صفات مورد بررسی معنی‌دار بود (جدول ۱). همچنین تیمار غرقاب نیز بر یکنواختی جوانه‌زنی، شروع و پایان موثر جوانه‌زنی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود، اما سرعت و درصد جوانه‌زنی تحت تاثیر این تیمار در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شد (جدول ۱).

نتایج مقایسه میانگین نشان دهنده‌ی آن بود که هر رقم تحت تاثیر سطوح مختلف تیمار با توجه نوع رقم و ساختار پوسته بذر در صفات مورد بررسی در آزمون جوانه‌زنی واکنش‌های متفاوتی از خود نشان دادند. با توجه به نتایج جدول مقایسه میانگین درصد جوانه‌زنی همه ارقام در تیمار شاهد به جزء رقم شوگر بی‌بی که با ۶۸ درصد در پایین‌ترین سطح آماری قرار گرفت، اما سه رقم دیگر همه در یک سطح آماری قرار گرفتند و بالاترین مقدار را دارا بودند (جدول ۲). اما همان طور که مشاهده شد با افزایش سطوح تیمار میزان درصد جوانه‌زنی تغییر یافت و در تیمار ۹۶ ساعت رقم چارلستون گری و کریمسون سوئیت به ترتیب با ۹۲ و ۹۰ درصد جوانه‌زنی بیشترین مقدار را دارا بودند ولی رقم شوگر بی‌بی با ۷۳ درصد کمترین درصد جوانه‌زنی را در این تیمار بدست آوردند (جدول ۲).

[1] Seedling Dry Weight
[2] Final Seed Dry Weight
[3] Seed Reserves Use Rate
[4] Seed Reserves Use Efficiency
[5] Fraction of Seed Reserves Mobilization
[6] Initial Seed Dry Weight

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-10]
[DOI: 10.22034/arpe.9.16.69]

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات جوانه‌زنی تحت سطوح مختلف رقم و غرقاب

Table 1- Analysis of variance of germination traits under different cultivars and flooding levels

منبع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی DF	درصد جوانه‌زنی Germination percent	پایان موثر جوانه‌زنی End effective germination	شروع موثر جوانه‌زنی Start effective germination	یکنواختی جوانه‌زنی Germination uniformity	سرعت جوانه‌زنی Germination rate
رقم Cultivar	3	794.33**	6621.64**	5685.63**	5382.52**	0.000083**
غرقاب Flood	4	78.30*	297.22**	79.73**	429.46**	0.000002*
رقم × غرقاب Cultivar×Flood	12	69.50*	510.13**	408.66**	533.98**	0.00001*
خطا Error	60	25.93	62.84	17.99	53.18	0.0000007

ns، * و **: به‌ترتیب عدم وجود اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد.

ns, * and **: non-significant difference, significant difference at the level of five and one percent probability, respectively.

همچنین از نظر سرعت جوانه‌زنی نیز رقم چارلستون گری با ۰/۱۱ در تیمار شاهد در پایین‌ترین سطح آماری نسبت به سایر ارقام دیگر قرار گرفت در حالیکه دو رقم کریمسون سوئیت و شوگر کینگ به ترتیب با ۰/۱۶ و ۰/۱۵ بیشترین سرعت جوانه‌زنیرا داشتند (جدول ۲). ولی رقم چارلستون گری با افزایش سطح تیمار به ۹۶ ساعت با افزایش ۳۰ درصدی در این صفت همراه با رقم کریمسون سوئیت در بالاترین سطح آماری قرار گرفت و دو رقم شوگر کینگ و شوگر بی‌بی با افت حدود ۱۲ درصدی نسبت به تیمار شاهد در پایین‌تر سطح آماری قرار داشتند (جدول ۲).

یکنواختی جوانه‌زنی عبارت از قدر مطلق فاصله زمانی بین ۱۰درصد تا۹۰ درصد جوانه‌زنی است. هر چه فاصله این صفت از نظر عددی کمتر باشد، جوانه‌زنی در فاصله‌ی زمانی کمتری اتفاق می‌افتد. بنابراین طبق نتایج جدول مقایسه میانگین در تیمار شاهد رقم شوگر کینگ دارای بیشترین یکنواختی و سه رقم دیگر نیز با قرار گرفتن در یک سطح آماری دارای کمترین یکنواختی بودند (جدول ۲). اما در تیمار ۹۶ ساعت نیز رقم شوگر کینگ با ۴۸ در بالاترین سطح آماری قرار گرفت و بیشترین یکنواختی را نسبت سایر ارقام دارا بود (جدول ۲). به نظر می‌رسد که با افزایش سطوح تیمار بذور کوچک‌تر به دلیل اینکه فرایند جوانه‌زنی آن در زمان کوتاهتری اتفاق می‌افتد بنابراین پایان موثر جوانه‌زنی سریعتر به اتمام می‌رسد و یکنواختی آن بیشتر خواهد بود.

نتایج نشان می‌دهد که به طور کلی اثر تیمار غرقاب در سطوح مختلف تیمار بر ارقام مورد آزمایش متفاوت می‌باشد به طوریکه در زمان‌های اولیه سبب بهبود صفات مورد بررسی می‌شود که این واکنش با توجه به اندازه بذور و نوع پوسته‌ی بذور در سطوح مختلف تیمار متفاوت است. در تیمار شاهد بیش‌ترین سرعت جوانه‌زنی مربوط به بذور کوچک‌تر بوده (کریمسون سویت و شوگر کینگ) ولی با افزایش سطح غرقاب بذور کوچک‌تر برتری خود را در جوانه‌زنی از دست دادند و در بذور بزرگ‌تر نیز سرعت جوانه‌زنی افزایش پیدا کرد.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-10]

[DOI: 10.22034/arpe.9.16.69]

جدول ۲- مقایسه میانگین‌های صفات جوانه‌زنی تحت تاثیر تیمار رقم و غرقاب

Table 2- Comparison of average germination traits affected by cultivar and flooding treatment

یکنواختی جوانه‌زنی Germination uniformity	سرعت جوانه‌زنی Germination rate	درصد جوانه‌زنی Germination percent	ارقام Cultivars	غرقاب Flood
71.63[a]	0.011[c]	87[a]	چارلستون گری (Charleston Gray)	0
73/86[a]	0.016[a]	88[a]	کریمسون سویت (Crimson Sweet)	
78.18[a]	0.014[b]	68[b]	شوگر بی بی (Sugar Baby)	
48.19[b]	0.015[a]	90[a]	شوگر کینگ (Sugar King)	
12.11	0.001	6.59		LSD
72.47[a]	0.019[a]	95[a]	چارلستون گری (Charleston Gray)	24
47.41[c]	0.013[c]	90[a]	کریمسون سویت (Crimson Sweet)	
61.48[b]	0.014[c]	88[a]	شوگر بی بی (Sugar Baby)	
56.59[c]	0.017[a]	78[b]	شوگر کینگ (Sugar King)	
9.34	0.001	8.48		LSD
73.53[b]	0.017[a]	92[a]	چارلستون گری (Charleston Gray)	48
47.59[c]	0.016[b]	85[ab]	کریمسون سویت (Crimson Sweet)	
90.54[a]	0.013[c]	93[b]	شوگر بی بی (Sugar Baby)	
45.52[c]	0.014[ab]	84[b]	شوگر کینگ (Sugar King)	
12.90	0.0007	7.85		LSD
58.66[b]	0.019[a]	94[a]	چارلستون گری (Charleston Gray)	72
48.23[b]	0.017[a]	89[a]	کریمسون سویت (Crimson Sweet)	
98[a]	0.011[c]	84[a]	شوگر بی بی (Sugar Baby)	
46.99[c]	0.013[b]	89[a]	شوگر کینگ (Sugar King)	
10.50	0.001	10.48		LSD
87.59[a]	0.16[a]	92[a]	چارلستون گری (Charleston Gray)	96
64.10[b]	0.16[a]	90[a]	کریمسون سویت (Crimson Sweet)	
99.15[a]	0.013[b]	73[c]	شوگر بی بی (Sugar Baby)	
48.11[c]	0.013[b]	81[b]	شوگر کینگ (Sugar King)	
10.96	0.001	4.53		LSD

در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد دارای تفاوت معنی‌داری نیستند.

In each column, means with at least one similar letter are not significantly different (P≤0.05) based on LSD test.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-10]

[DOI: 10.22034/arpe.9.16.69]

جدول ۳- تجزیه واریانس صفات رشد گیاهچه تحت سطوح مختلف رقم و غرقاب

Table 3- Analysis of variance of seedling growth traits under different cultivars and flooding levels

منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی DF	شاخص بنیه گیاهچه SVI	وزن خشک گیاهچه SLDW	کسر ذخایر بذر مصرف شده FMOB	کارایی استفاده از ذخایر بذر SRUE	مقدار استفاده از ذخایر بذر SRUR
رقم Cultivar	3	0.0000021^{ns}	0.0000021^{ns}	0.2519^{**}	0.0035^{**}	0.1308^{**}
غرقاب Flood	4	0.000009^{ns}	0.0000083^{ns}	0.0582^{**}	0.0013^{**}	0.0004^{ns}
رقم × غرقاب Cultivar×flood	12	0.000031^{**}	0.000046^{**}	0.1143^{**}	0.0036^{**}	0.00171^{**}
خطا Error	60	0.000004	0.0000034	0.0041	0.00014	0.000042

ns، * و **: به‌ترتیب عدم وجود اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد.

ns, * and **: non-significant difference, significant difference at the level of five and one percent probability, respectively.

نتایج تجزیه واریانس آزمون رشد گیاهچه تحت تأثیر تنش غرقاب در چهار رقم مورد بررسی در جدول ۳ نشان می‌دهد که اثر رقم بر مقدار استفاده از ذخایر بذر، کارایی استفاده از ذخایر بذر و کسر استفاده از ذخایر بذر در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود، ولی بر وزن خشک و شاخص بنیه گیاهچه اثر معنی‌داری نداشت (جدول ۳). تنش غرقاب نیز تنها بر کارایی استفاده از ذخایر و کسر ذخایر مصرف شده اثر معنی‌داری داشت و بر سایر صفات اثر معنی‌داری نداشت. همچنین اثر متقابل رقم × غرقاب نیز بر تمام صفات مورد آزمایش در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳).

احتمالاً به دلیل افزایش جذب آب توسط بذور و تأثیر بر فعال شدن هورمون‌های رشدی پس از خارج شدن از شرایط غرقاب می‌باشد. به همین دلیل پس از ۲۴ ساعت شاهد افزایش مقدار و کارایی استفاده از ذخایر بذر بودیم (جدول ۴). کسر ذخایر بذر مصرف شده نیز در تمام ارقام به جز رقم کریمسون سویت پس از ۲۴ ساعت افزایش پیدا کرد؛ اما با افزایش تنش غرقاب پس از ۲۴ ساعت کسر ذخایر بذر مصرف شده در تمام بذور کاهش یافت (جدول ۴). وزن خشک گیاهچه نیز به طور کلی در همه ارقام مورد بررسی با افزایش تنش کاهش پیدا کرد که این کاهش پس از ۷۲ ساعت معنی‌دار بود.

اسماعیل و همکاران (Ismail *et al.*, 2009) بیان کردند تنش غرقابی موجب کاهش سرعت جوانه‌زنی و تأخیر در استقرار گیاهچه می‌گردد. با افزایش طول دوره غرقابی در گندم به علت افزایش هورمون اسید آبسزیک و کاهش اکسین طول کلئوپتیل کاهش یافت. تنش غرقاب موجب عدم تعادل هورمونی می‌شود و میزان جیبرلیک اسید و سیتوکنین سلول‌های گیاهی به طور معنی‌داری کاهش می‌یابد در حالیکه آبسزیک اسید و اتیلن آن افزایش می‌یابد (Kaffi *et al.*, 2009). کاهش مقدار استفاده از ذخایر بذر و کاهش کسر ذخایر انتقال یافته بذر به گیاهچه می‌تواند به دلیل کاهش هورمون جیبرلین و کاهش سنتز آنزیم‌های هیدرولیتیک در فرآیند جوانه‌زنی باشد (Soltani *et al.*, 2006; Soltani *et al.*, 2008). ساگلیو و همکاران (Saglio, 1980) نیز در آزمایشی روی هندوانه نشان دادند که رشد گیاهچه می‌تواند بر اثر تنش غرقابی از طریق کاهش پویایی ذخایر بذر و یا کاهش کارایی تبدیل آن تهدید شود.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-10]

[DOI: 10.22034/arpe.9.16.69]

جدول ۴- نتایج مقایسه میانگین صفات رشد گیاهچه تحت سطوح مختلف رقم و غرقاب

Table 4 - Results of comparing the average of seedling growth traits under different cultivars and flooding

غرقاب Treatment	ارقام Cultivars	مقدار استفاده از ذخایر بذر SRUR	کارایی استفاده از ذخایر بذر SRUE	کسر ذخایر بذر مصرف شده FMOB
0	چارلستون گری (Charleston Gray)	0.122^{c}	0.043^{a}	0.235^{a}
	کریمسون سویت (Crimson Sweet)	0.270^{b}	0.035^{a}	0.104^{b}
	شوگر بی بی (Sugar Baby)	0.146^{b}	0.034^{a}	0.207^{ab}
	شوگر کینگ (Sugar King)	0.142^{b}	0.032^{a}	0.189^{ab}
LSD		0.011	0.02	0.109
24	چارلستون گری (Charleston Gray)	0.161^{b}	0.082^{a}	0.448^{a}
	کریمسون سویت (Crimson Sweet)	0.323^{a}	0.015^{c}	0.088^{c}
	شوگر بی بی (Sugar Baby)	0.149^{b}	0.109^{a}	0.651^{c}
	شوگر کینگ (Sugar King)	0.151^{bc}	0.108^{a}	0.637^{a}
LSD		0.008	0.016	0.093
48	چارلستون گری (Charleston Gray)	0.160^{b}	0.053^{a}	0.291^{a}
	کریمسون سویت (Crimson Sweet)	0.323^{a}	0.013^{c}	0.076^{c}
	شوگر بی بی (Sugar Baby)	0.144^{b}	0.064^{b}	0.384^{b}
	شوگر کینگ (Sugar King)	0.141^{b}	0.051^{c}	0.299^{b}
LSD		0.012	0.023	0.139
72	چارلستون گری (Charleston Gray)	0.154^{b}	0.033^{c}	0.183^{c}
	کریمسون سویت (Crimson Sweet)	0.137^{a}	0.026^{b}	0.039^{d}
	شوگر بی بی (Sugar Baby)	0.107^{c}	0.031^{c}	0.184^{c}
	شوگر کینگ (Sugar King)	0.123^{c}	0.036^{a}	0.214^{b}
LSD		0.006	0.013	0.08
96	چارلستون گری (Charleston Gray)	0.153^{b}	0.024^{b}	0.131^{c}
	کریمسون سویت (Crimson Sweet)	0.252^{a}	0.03^{b}	0.044^{d}
	شوگر بی بی (Sugar Baby)	0.098^{c}	0.03^{b}	0.182^{b}
	شوگر کینگ (Sugar King)	0.115^{d}	0.016^{b}	0.093^{c}
LSD		0.009	0.015	0.056

در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد دارای تفاوت معنی‌داری نیستند.

In each column, means with at least one similar letter are not significantly different ($P \leq 0.05$) based on LSD test.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-10]

[DOI: 10.22034/arpe.9.16.69]

ادامه جدول ۴- نتایج مقایسه میانگین صفات رشد گیاهچه تحت سطوح مختلف رقم و غرقاب

Table 4 - Results of comparing the average of seedling growth traits under different cultivars and flooding

غرقاب Treatment	ارقام Cultivars	وزن خشک گیاهچه SLDW	شاخص بنیه گیاهچه SVI
0	چارلستون گری (Charleston Gray)	0.008^{a}	0.0027^{ab}
	کریمسون سویت (Crimson Sweet)	0.01^{a}	0.0052^{a}
	شوگر بی بی (Sugar Baby)	0.005^{b}	0.006^{a}
	شوگر کینگ (Sugar King)	0.004^{b}	0.0012^{b}
LSD		0.003	0.002
24	چارلستون گری (Charleston Gray)	0.01^{a}	0.007^{b}
	کریمسون سویت (Crimson Sweet)	0.008^{a}	0.007^{b}
	شوگر بی بی (Sugar Baby)	0.012^{a}	0.007^{a}
	شوگر کینگ (Sugar King)	0.012^{a}	0.007^{a}
LSD		0.001	0.002
48	چارلستون گری (Charleston Gray)	0.007^{a}	0.004^{a}
	کریمسون سویت (Crimson Sweet)	0.006^{a}	0.004^{a}
	شوگر بی بی (Sugar Baby)	0.009^{a}	0.007^{ab}
	شوگر کینگ (Sugar King)	0.007^{b}	0.002^{ab}
LSD		0.003	0.003
72	چارلستون گری (Charleston Gray)	0.005^{b}	0.003^{a}
	کریمسون سویت (Crimson Sweet)	0.005^{c}	0.003^{b}
	شوگر بی بی (Sugar Baby)	0.005^{b}	0.001^{b}
	شوگر کینگ (Sugar King)	0.005^{c}	0.001^{b}
LSD		0.0016	0.003
96	چارلستون گری (Charleston Gray)	0.003^{b}	0.001^{b}
	کریمسون سویت (Crimson Sweet)	0.004^{c}	0.001^{b}
	شوگر بی بی (Sugar Baby)	0.004^{ab}	0.001^{b}
	شوگر کینگ (Sugar King)	0.002^{b}	0.0008^{c}
LSD		0.003	0.003

در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد دارای تفاوت معنی‌داری نیستند.

In each column, means with at least one similar letter are not significantly different ($P \leq 0.05$) based on LSD test.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-10]

[DOI: 10.22034/arpe.9.16.69]

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به اینکه ارقام مورد استفاده در آزمایش از نظر شکل دارای دو اندازه کوچک و بزرگ‌تر بودند، بذور کوچک‌تر در شرایط طبیعی و عدم وجود تنش سریع‌تر فرایند جوانه‌زنی را آغاز می‌کنند. ولی با افزایش سطوح غرقاب فرآیند جذب آب و فعالیت آنزیم‌های بذور کوچک‌تر مختل شده و بذور بزرگ‌تر به دلیل پوسته‌ی بذر ضخیم‌تر کم‌تر تحت تاثیر افزایش اثرات سوء تنش غرقابی قرار می‌گیرند. در واقع پوسته‌ی ضخیم و درشت‌تر بذر سبب می‌شود که وقوع این تنش به تعویق افتد. به طور کلی افزایش مدت تنش غرقاب بر همه‌ی صفات مورد بررسی تاثیر نامطلوب خواهد داشت. پیشنهاد می‌شود که این آزمایش برای هندوانه در زمان‌های متفاوت دیگری و در شرایط طبیعی مزرعه نیز انجام شده تا مدت زمانی که سبب افت صفات در ارقام مورد ارزیابی می‌شود مشخص شود.

منابع

Ashraf, M. 2003. Relationships between leaf gas exchange characteristics and growth of differently adapted populations of Blupanicgrass (*Panicumantidotale* Retz.) under salinity or waterlogging Plants Science, 165: 69-75.

Ashraf, M., Harris, P.J.C. 2006. Abiotic Stresses, plant resistance through breeding and molecular approaches. First Indian Reprint, Food Product Press, pp: 1-725.

Brisson, N., Rebiere, B., Zimmer, D., Renalt, D. 2002. Response of the root system of winter wheat crop to water logging. Plant and Soil, 243: 43-55.

Colmer, T.D. 2003. Long-distance transport of gases in plants: a perspective on internal aeration and radial oxygen loss from roots. Plant, Cell and Environment, 26(1): 17-36.

Ghobadi, M.E., Nadian, H., Bakhshandeh, A., Fathi, Gh., Gharineh, M.H., Ghobadi, M. 2006. Study of root growth, biological yield and grain yield of wheat genotypes under waterlogging stress during different growth stages. Seed and Plant Improv. J. 22: 513-527.

Huang B., Wilkinson R.E. (2000).Plant Environment Intractions, 263-280.

International Seed Testing Association. 1999. International Rules for Seed Testing. Seed Sci. and technol. 27. Supplement 333 pp.

Ismail, A.M., Ella, E.S., Vergara, G.V., Mackill, D.J. 2009. Mechanisms associated with tolerance to flooding during germination and early seedling growth in Rice (*Oryza sativa*). Ann. Botan. 103: 197-209.

Kaffi, M., Borzui, A., Salehi, M., Kamandi, A., Masumi, A., Nabati, J. 2009. Environmental Stress Physiology in Plants. JDM press, Mashhad, Iran.502 p.

Kennedy, R.A., Rumpho, M.E., Fox. T.C. 1992.Anaerobic metabolism in plants. Plant. physiol. 100: 1-6.

Saglio, P.H. Raymond, P., Pradet, A. 1980. Metabolic activity and energy charge of excised maize root tips under anoxia. Plant Physiol., 66: 1053-1057.

Samad, A., Meisner, C.A., Saifuzzaman, M., Ginkel, M.V. 2001. Waterlogging tolerance. In [Reynolds, M.P. J.I. Ortiz-Monasterio, and A. Mc nab, Application of physiology in wheat breeding. CIMMYT- Mexico]. P.P.136-144.

Soltani, A. 2007. Application and using of SAS program in statistical analysis. Jihad- Daneshgahi; Press, Mashhsd, Iran, 180p. (In Persian).

Soltani, A., Galeshi, S., Zeinali, E., Latifi, N. 2002. Germination, seed reserve utilization and seedling growth of chickpea as affected by salinity and seed size. Seed Sci. Technol. 30: 51-60.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-10]

[DOI: 10.22034/arpe.9.16.69]

Soltani, A., Ghalipoor, M., Zeinali, E. 2006. Seed reserve utilization and seedling of wheat as affected by drought and salinity. Journal of Environmental and Experimental Botany, 55: 195-200.

Soltani, E., Kamkar, B., Galeshi, S., AkramGhaderi, F. 2008. The effect of seed deterioration on seed reserves depletion and heterotrophic seedling growth of wheat. J. Agric. Sci. Natur. Resour. 15: 1-5.

Stavir, K., Gupta A. K., Kaure N. 1998. Gibberelic Acid and kinetin partially reverse the effect of water stress on germination and seedling growth in chick pea. Plant Growth Regulation, 25: 29-33 .

Wuebker, E.F., Mullen, R.E., Koehler, K. 2001. Flooding and temperature effects on Soybean germination. Crop Sci. 41: 1857-1861.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-10]

[DOI: 10.22034/arpe.9.16.69]