مجله پژوهش‌های به زراعی
جلد۱۵ ، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۲

مجله پژوهش‌های به زراعی

تأثیر تاریخ کاشت و کم‌آبیاری بر برخی ویژگی‌های ریخت‌شناختی، جوانه‌زنی و بنیه بذر رقم تجاری کوثر (M7) سویا (*Glycine max* (L.) Merrill)

سیامک عزیزخانی[۱]، جهانفر دانشیان[۲]، قاسم توحیدلو[۳]، آیدین حمیدی[۴*]

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج، ایران
۲- استادپژوهش سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر،کرج، ایران
۳- استادیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج، ایران
۴- دانشیارپژوهش سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مؤسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال، کرج، ایران

تاریخ دریافت:۱۴۰۲/۳/۲۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۶/۲۲

چکیده

به‌منظور بررسی تأثیر تاریخ کاشت و تنش کم‌آبی اعمال شده روی گیاهان مادری بر برخی ویژگی‌های ریخت‌شناختی، جوانه‌زنی و بنیه بذرهای رقم تجاری سویا کوثر (M7)، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل و بر پایه طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر و آزمایشگاه تجزیه بذر مؤسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال کرج در سال ۱۴۰۰ انجام شد. عامل‌های آزمایشی شامل تنش کم‌آبی اعمال شده بر گیاهان مادری به‌صورت تیمار کم‌آبیاری در سه سطح آبیاری پس از ۵۰ (بدون تنش)، ۱۰۰ (تنش متوسط) و ۱۵۰ (تنش شدید) میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر کلاسA و دو تاریخ کاشت گیاهان مادری در اول خرداد و اول تیر ماه بودند. نتایج آزمون جوانه‌زنی استاندارد نشان داد در تاریخ کاشت اول خرداد با افزایش سطوح تنش کم آبی از ویژگی‌های کیفی مربوط به جوانه‌زنی بذر کاسته شد و در تیمار تنش شدید متوسط زمان جوانه-زنی افزایش و ضریب سرعت جوانه‌زنی کاهش یافت. صفات بذور رشد و نمو یافته در تنش کم‌آبی شدید همچون طول گیاهچه با ۱۵درصد و وزن خشک و تر گیاهچه با ۲۵ درصد کاهش از پایین‌ترین بنیه برخوردار بودند. این در حالی بود که در تاریخ کاشت اول تیرماه در اکثر صفات مورد ارزیابی، تنش کم آبی اثر سوء روی کیفیت بذور به دست آمده نداشته است. ارزیابی ویژگی‌های ریخت‌شناختی نشان داد، افزایش تنش باعث کاهش ابعاد بذر شد. بیشترین و کمترین وزن هزار دانه به‌ترتیب به بذور حاصل از تیمار تاریخ کاشت اول خرداد، بدون تنش کم‌آبی و تاریخ کاشت اول خرداد با تنش شدید تعلق داشت. هدایت الکتریکی بذرهای رشد و نمو یافته در تاریخ کاشت اول خردادماه و تیمار بدون تنش کم آبی دارای کمترین میزان بود و با افزایش شدت تنش کم-آبی تراوشات غشاء سلولی بذر و هدایت الکتریکی افزایش یافت. نتایج این تحقیق نشان داد بذور بدست آمده از گیاهان کشت شده در تاریخ کاشت اول تیرماه واکنش بهتری در شرایط تنش کم آبی از خود نشان دادند.

واژه‌های کلیدی: تاریخ کاشت، تنش کم‌آبی، جوانه‌زنی، سویا

*نویسنده مسئول (a.hamidi@areeo.ac.ir)

مقدمه

یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده‌ی تولید سویا در ایران که موجب کاهش سطح کشت این گیاه دانه روغنی با اهمیت در ایران شده است. کمبود منابع آبی و وقوع تنش کم‌آبی در طی مراحل رشد این گیاه می‌باشد. درصد بالای جوانه‌زنی بذرهای کشت شده و سرعت بیشتر ظهور گیاهچه و استقرار بوته آن‌ها یکی از مهم‌ترین عوامل در رسیدن به عملکرد بالا در واحد سطح گیاهان زراعی است. تنش‌های محیطی در طول دوره تولید بذر می‌توانند بر کیفیت بذر بعدی مؤثر باشند. وقوع تنش پس از رسیدگی فیزیولوژیکی، اما قبل از برداشت می‌تواند باعث کاهش جوانه‌زنی و بنیه بذر سویا شود (Dornbos & Mullen, 1991). کیفیت پائین جوانه‌زنی بذر و بنیه گیاهچه سویا با کاهش جوانه‌زنی و جمعیت گیاهی می‌تواند عملکرد دانه را کاهش دهد. تنش کم‌آبی در طی دوره تکامل بذر معمولاً مانع تکامل و در نتیجه کوچکتر شدن بذرهای برداشت شده می‌شود (Ravelombola *et al.*, 2022). تنش کم‌آبی در دوره پر شدن بذر سبب کاهش شدید عملکرد بذر می‌گردد که در وهله نخست به‌علت کوتاه شدن دوره پر شدن بذر می‌باشد. به‌طور طبیعی هرچه سرعت جوانه‌زنی و درصد بذرها جوانه‌زده در سطح مزرعه بیشتر باشد، استفاده از منابع رشد نظیر نور، آب و عناصرغذایی بهتر خواهد بود (Muneer *et al.*, 2018). آب از عوامل اصلی فعال کننده جوانه‌زنی بذر می‌باشد و واضح می‌باشد که قابلیت دسترسی به آب با کاهش پتانسیل اسمزی و ماتریک (مکش) کاهش می‌یابد. پتانسیل آب محیط، تأثیر مستقیمی بر سرعت جذب آب و درنتیجه، جوانه‌زنی گیاه دارد. تنش آبی می‌تواند بر کاهش سرعت جوانه‌زنی و درصد جوانه‌زنی تأثیر بگذارد (Zhou *et al.*, 2022). یکی از مراحل مهم در طول دوره رشدی گیاهان مرحله جوانه‌زنی آن‌هاست که اغلب تحت تأثیر تنش‌های محیطی به‌ویژه تنش کم آبی قرار می‌گیرد (Morsy *et al.*, 2018)؛ زیرا جوانه‌زنی از نظر تعداد گیاه سبز شده در واحد سطح برای تولید تعیین‌کننده است (Ghassemi Golezani *et al.*, 2015). حساسیت بذر سویا به تنش کم‌آبی در طی مراحل مختلف

جوانه‌زنی و خروج ریشه‌چه متفاوت است (Pane *et al.*, 2018). برای هر گونه پتانسیل آب مشخصی وجود دارد که جوانه‌زنی نمی‌تواند در آن صورت گیرد (Delachiave & de Pinho, 2003). Leila (2007) در طی تحقیق خود به این نتیجه دست یافت که با افزایش شدت کم‌آبی، درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و طول ساقه‌چه در گیاه ارزن کاهش یافت. کم آبی بر جنبه‌های مختلف رشد گیاه تأثیر گذاشته و موجب کاهش و به تأخیر انداختن جوانه‌زنی، کاهش رشد اندام‌های هوایی و کاهش تولید ماده خشک می‌گردد. (Tarumingkeng & Coto 2003) نشان دادند که بذر سویا که به‌مدت ۸ روز در خاک بدون رطوبت (پتانسیل۸/۹- بار) قرار داشت، پس از انتقال به محیط مرطوب به‌دلیل حمله قارچ‌ها قادر به سبزشدن نبود. بذرهای کوچک‌تر سویا ممکن است در خاک‌های خشک راحت‌تر از بذرهای درشت سبز شوند. توان سویا در شکستن سله و خروج از خاک درصورت وجود آب کافی بهبود خواهد یافت. تولید و عملکرد قابل‌قبول بذر که دارای جوانه‌زنی و بنیه مطلوب باشد از مهم‌ترین هدف‌های تولیدکنندگان بذر سویا می‌باشد (Desai, 2004). شناخت چگونگی تأثیر تنش کم‌آبی بر عملکرد، جوانه‌زنی و بنیه بذر سویا، شناخت ویژگی‌های مفید برای افزایش تحمل نسبت به تنش کم آبی را آسان می‌سازد (Zhao *et al.*, 2022). تحقیقات زیادی وجود دارد که نتایج آن بازگوی این امر است‌که عوامل متعددی از قبیل موقعیت بذر بر روی بوته، تغذیه گیاه مادری، تشعشع خورشیدی، دور آبیاری، علف‌های هرز، سیستم‌های شخم، دما، تاریخ برداشت، تاریخ کاشت و تنش کم آبی می‌توانند بر کیفیت جوانه‌زنی و بنیه بذر ازجمله بذر سویا تأثیرگذار باشند (Wimalasekera, 2015; Finch-Savage *et al.*; 2016, Zhang *et al.*, 2018; Masino *et al.*, 2018; Caverzan *et al.*, 2018; Ribeiro *et al.*, 2017; Moreira, 2017; Hartmann-Filho *et al.*, 2016). همچنین مشخص شده تراکم بوته و تاریخ کاشت گیاه مادری (Sadeghi *et al.*, ؛ Sadeghi *et al.*, 2017a 2017b)، شرایط محیطی در مدت رشد و نمو روی گیاه مادری و دوره پر شدن بذر

(Sadeghi *et al.*, 2014)، بروز تنش‌های محیطی مانند خشکی (Mortazavi *et al.*, 2017)، زمان برداشت، فرآیندهای پس از برداشت بذر (Hamidi *et al.*, 2020) دما و مدت خشک‌کردن بذر (Sadeghi *et al.*, 2016)، رطوبت بذر در زمان برداشت (Shaeidaei *et al.*, 2016)، روش خشک‌کردن (Afrakhteh *et al.*, 2013)، شرایط نگهداری و انبارکردن بذر (Shaeidaei *et al.*, 2016) بر کیفیت جوانه‌زنی و بنیه و ماندگاری (طول عمر) بذر سویا مؤثر هستند. مطالعات متعدد نشان داده است که تاریخ کاشت بر عملکرد دانهٔ سویا تأثیر می‌گذارد و با تأخیر در کاشت نسبت به زمان مطلوب، عملکرد دانه کاهش می‌یابد (Mourtzinis *et al.*, 2017; Jarecki & Bobrecka-Jamro, 2021; Bateman *et al.*, 2020). بدیهی است با تغییر در زمان کاشت، شرایط محیطی در هر یک از مراحل رشد گیاه ازجمله مراحل تشکیل، رشد و رسیدگی دانه نیز تغییر می‌یابد. ازسوی دیگر، در آزمایش‌های متعدد به اثبات رسیده است که تغییر بعضی از عوامل محیطی ازجمله دما در دورهٔ تشکیل و رشد دانه بر روی بوتهٔ مادری می‌تواند بر کیفیت بذر تأثیر بگذارد. Gorzin *et al* (2015) اظهار داشتند که به‌طور معمول بذور تولید شده در تاریخ‌های کاشت زودتر در مقایسه با تاریخ‌های کاشت مطلوب و دیر از کیفیت بذر پایین‌تری برخوردار هستند و در آزمایش آن‌ها درصد جوانه‌زنی بذور بدست آمده از تاریخ‌های کاشت دیرتر ۱۳ درصد بیشتر از بذور تاریخ‌های کاشت زودتر بود. در مجموع تاریخ کاشت در گیاه مادری در تعیین کیفیت بذور سویای تولید شده از نقش بالایی برخوردار است به‌طوری که با تأخیر در کاشت زمان رسیدگی بذور با بارندگی‌های پاییزی و سرد شدن هوا مصادف می‌شود که در این صورت انتقال مواد فتوسنتزی به بذر دچار اختلال شده و این مواد در حد مطلوب به بذر منتقل نمی‌شوند و باعث تولید بذر با کیفیت پایین می‌شود و در عین حال کاشت زودهنگام نیز به‌خاطر برخورد زمان رسیدگی بذر با گرما و دمای بالا بازهم تأثیرات منفی بر کیفیت جوانه‌زنی و بنیه بذر خواهد گذاشت بنابراین تعیین تاریخ کاشت مناسب برای تولید بذر با کیفیت بالا حائز اهمیت می‌باشد. تحقیق حاضر به‌منظور تعیین اثرات احتمالی تاریخ

کاشت و تنش کم‌آبی بر ویژگی‌های ظاهری و خصوصیات کیفی مربوط به جوانه‌زنی بذر رقم تجاری سویای کوثر (M7) اجرا شد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی تأثیر تاریخ کاشت و تنش کم آبی بر برخی ویژگی‌های ریخت‌شناختی و جوانه‌زنی بذر سویای رقم کوثر(M7) تحقیق در سال ۱۴۰۰در مزرعه تحقیقاتی موسسهٔ تحقیقات اصلاح و تهیهٔ بذر و نهال کرج و آزمایشگاه مرکزی تجزیه بذر مؤسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال در کرج اجرا شد. بدین‌منظور بوته‌های حاصل از کشت بذرهای طبقه مادری سویای رقم تجاری کوثر(M7) در دو تاریخ کاشت اول خرداد و اول تیرماه از مرحله۸-۶ برگی تا انتهای دوره رشد و نمو تحت تأثیر تیمارهای اعمال تنش کم‌آبی شامل آبیاری پس از۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A قرار گرفتند. سپس بذرهای به‌دست آمده از این گیاهان مادری طبق دستوالعمل آزمون‌های آزمایشگاهی استاندارد بین‌المللی گواهی بذر انجمن بین‌المللی آزمون بذر(ISTA)[1] تحت آزمون‌های استاندارد جوانه‌زنی، خلوص فیزیکی و هدایت الکتریکی قرار گرفتند و چگالی، وزن هکتولیتر، وزن هزار بذر و ابعاد بذرها تعیین شدند. آزمایش‌های به‌صورت فاکتوریل و بر پایه طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در آزمایشگاه کیفی مؤسسه ثبت و گواهی بذر و نهال کرج انجام شد. فاکتورهای آزمایشی شامل تنش کم‌آبی که بر گیاهان مادری اعمال شده است با سه سطح۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاسA که به‌ترتیب به‌عنوان بدون تنش، تنش متوسط و تنش شدید مدنظر قرار گرفتند و دو تاریخ کاشت گیاهان مادری که شامل اول خرداد و اول تیر ماه بودند.

آزمون استاندارد خلوص فیزیکی با استفاده از۵۰۰ گرم معادل وزن۲۵۰۰ دانه بذر از نمونه کاری تهیه شده از نمونه ارسالی به آزمایشگاه نمونه‌برداری استاندارد شده از توده بذر تولید شده را با استفاده از دستگاه مقسم جدا کرده و روی میز تجزیه خلوص فیزیکی بذر و زیر

[1]- International Seed testing association (ISTA)

ذره‌بین با پنس بذرهای شکسته، فاقد جنین، کاه و کلش و... جدا کرده و با توزین مواد خارجی و همراه نسبت به میزان وزن ۵۰۰ گرم اولیه، درصد بذر خالص و ناخالصی‌ها تعیین گردید (ISTA, 2023).

به‌منظور اجرای آزمون استاندارد هدایت-الکتریکی ۵۰ عدد بذر در ۷۵ میلی‌لیتر آب مقطر در دمای ۲۵ درجه سلسیوس به‌مدت ۲۴ ساعت قرار داده و سپس با EC متر، EC محلول اندازه‌گیری شود.

آزمون جوانه‌زنی استاندارد به‌روش کاشت در لابلای کاغذ جوانه‌زنی انجام شد. بدین صورت که دولایه کاغذ در زیر و یک لایه بر روی بذرها قرار داده شد (ISTA, 2023). کاغذها قبل از کشت با آب مرطوب شده و بذرها به صورت ردیفی در وسط کاغذ قرار داده شد، سپس به ظرف‌های پلاستکی درب دار منتقل می‌گردد. بذرها ۸ ساعت در روشنایی و دمای ۳۰ درجه سلسیوس و ۱۶ ساعت در تاریکی با دمای ۲۰ درجه سلسیوس قرار داده شد. در طول دوره به‌صورت روزانه بازدید و تعداد بذر جوانه‌زده یادداشت‌برداری شد. در پایان دوره اجرای آزمون تعداد بذرهای پوسیده و جوانه‌نزده یادداشت شده و تعداد گیاهچه‌های غیرعادی و عادی براساس معیارهای انجمن بین‌المللی آزمون بذر (ISTA) تعیین شدند (Don & Ducournau, 2018). از بین گیاهچه‌های عادی تعداد ۱۰ گیاهچه به‌طور تصادفی انتخاب و صفات طول گیاهچه، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، با خط‌کش با دقت ۱ میلی‌متر و وزن تر و خشک آنها با ترازوی دقیق با دقت ۰/۰۰۱ ± گرم توزین گردید. به‌منظور تعیین سرعت و زمان جوانه‌زنی به‌طور روزانه ظرف‌های کشت شده مورد بازدید قرار گرفته و تعداد بذرهای جوانه-زده یادداشت شد. با شمارش روزانه تعداد بذرهای جوانه‌زده، برخی از شاخص‌های جوانه-زنی مرتبط با بنیه بذر و گیاهچه شامل موارد زیر محاسبه گردید:

۱- متوسط زمان جوانه‌زنی[1] که شاخصی از سرعت و شتاب جوانه‌زنی محسوب می‌گردد با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد: (Ranal & De Santana, 2006)

$$MTG = \frac{\sum (nd)}{\sum n}$$

[1]- Mean Ggermination Ttime(MGT)

که در این رابطه : تعداد بذر جوانه‌زده در طی d روز

D = تعداد روزها

$\sum n$ = کل تعداد بذرهای جوانه‌زده

۲-ضریب سرعت جوانه‌زنی[1] نیز که مشخصه سرعت و شتاب جوانه‌زنی بذر است از رابطه زیر محاسبه شد:

$$CVG = \frac{G_1 + G_2 + ... + G_n}{(1 \times G_1) + (2 \times G_2) + ... + (n \times G_n)}$$

که در این رابطه G_1-G_n تعداد بذر جوانه‌زده از روز اول تا آخر آزمون است (Ranal & De Santana, 200).

در پایان اجرای هر آزمون نیز تعداد کل بذر جوانه‌زده (گیاهچه‌های تولید شده) شمارش و یادداشت برداری خواهد شد. داده‌های حاصل به عنوان درصد جوانه‌زنی نهایی[2] به‌منظور محاسبه شاخص‌های زیر مورد استفاده قرارگرفت:

۲- متوسط جوانه‌زنی روزانه[3] که شاخصی از سرعت جوانه‌زنی روزانه است، با استفاده از رابطه زیر تعیین گردید:

$$MDG = \frac{FGP}{D}$$

در این رابطه، FGP[4] درصد جوانه‌زنی نهایی و D تعداد روز تا رسیدن به حداکثر جوانه‌زنی نهایی (طول دوره اجرای آزمون) است (Ranal & De Santana, 200).

۳-سرعت جوانه‌زنی روزانه[5] نیز عکس متوسط جوانه‌زنی روزانه است و از رابطه زیر تعیین شد (Ranal & De Santana, 200).

$$DGS = \frac{1}{MDG}$$

در پایان دوره آزمون جوانه‌زنی استاندارد تعداد گیاهچه‌های عادی (Don & Ducournau, 2018) به‌عنوان قابلیت جوانه‌زنی تعیین گردید و همچنین تعداد گیاهچه غیرعادی، طول، وزن‌تر و خشک گیاهچه، ریشه‌چه، ساقه‌چه نیز مورد ارزیابی قرار گرفته شد.

جرم بذور و همچنین وزن هزار بذر با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت اندازه-گیری ۰/۰۰۱ ± گرم اندازه‌گیری شد. به‌منظور محاسبه حجم بذور برای تعیین چگالی بذرها (Pt) از روش جابه‌جایی مایع (آب) طبق رابطه

[1]- Coefficient of velocity of germination
[2]- Final germination percentage
[3]- Mean daily germination
[4]- Final germination percentage
[5] -Daily germination speed

زیر استفاده شده است (Kachru *et al.*, 1994).

$$p_b=\frac{m_b}{v_b}$$

در این رابطه، m_b برحسب گرم g، جرم توده و v_b برحسب میلی‌لیتر مکعب(ml^3)، حجم توده درون استوانه مدرج می‌باشند n(Kachru *et al.*, 1994). برای اندازه‌گیری وزن هکتولیتر بذور نیز از روش جابه‌جایی مایع استفاده شد و براساس یک لیترجابه‌جایی آب وزن هکتولیتر بذور محاسبه شد. اندازه‌گیری ابعاد بذرها با استفاده از کولیس دیجیتال با دقت اندازه‌گیری ۰/۰۱ میلی‌متر انجام شد.

بررسی نرمال بودن توزیع داده‌های آزمایش مشخص کرد داده‌های صفات درصد مواد جامد و بذر علف‌هرز، درصد بذر علف‌های‌هرز و درصد بذرهای شکسته، درصد گیاهچه‌های غیرعادی و درصد بذرهای پوسیده غیرعادی بودند و از این‌رو داده‌های این صفات پس از تبدیل آرک سینوسی($\arcsin\sqrt{x}$) تجزیه واریانس شدند. همچنین توزیع داده‌های وزن خشک ریشه‌چه، وزن‌تر گیاهچه، ریشه‌چه و ساقه‌چه و هدایت الکتریکی(EC) بذر نرمال نبوده و بنابراین داده‌های این صفات پیش از تجزیه واریانس تبدیل جذری شدند. برای محاسبات آماری از نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از روش حداقل تفاوت معنی‌دار(LSD)[1] و در سطح احتمال ۰/۰۵ صورت گرفت.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد صفات درصد جوانه‌زنی نهائی، درصد بذرهای پوسیده، متوسط جوانه‌زنی روزانه، سرعت جوانه‌زنی روزانه و وزن خشک ریشه‌چه تحت تأثیر تنش تیمارهای مورد بررسی کم‌آبی و تاریخ کاشت قرار نگرفتند. همچنین اثرمتقابل کم‌آبی× تاریخ کاشت بذر برای صفات درصد گیاهچه‌های عادی و غیرعادی، متوسط زمان جوانه‌زنی، ضریب سرعت جوانه‌زنی، طول گیاهچه، ریشه‌چه و ساقه‌چه، وزن خشک گیاهچه و ساقه‌چه، وزن‌تر گیاهچه و ریشه‌چه و ساقه‌چه هدایت‌الکتریکی بذر، وزن هزار بذر، خلوص فیزیکی بذر، درصد بذرهای شکسته و چگالی بذر معنی‌دار یا بسیار معنی‌دار بود.

[1]- Least Significant Difference(LSD)

درصد مواد جامد و بذر علف‌هرز و وزن هکتولیتر بذر تحت تأثیر تنش کم‌آبی و تاریخ کاشت قرار گرفتند و تنها تنش کم‌آبی بر طول، عرض و ضخامت بذر اثر بسیار معنی‌دار داشت (جدول ۱).

مقایسه میانگین‌ها مشخص نمود که بیشترین درصد گیاهچه عادی و کمترین درصد گیاهچه غیرعادی متعلق به بذور حاصل از تاریخ کاشت اول خرداد ماه و تنش کم‌آبی متوسط بود. همچنین کمترین گیاهچه عادی و بیشترین گیاهچه غیرعادی در بذور حاصل از تاریخ کاشت اول خردادماه و تنش شدید بدست آمد که اختلاف این دو تیمار۱۷/۳ درصد در گیاهچه عادی و ۱۹/۱ درصد در گیاهچه غیرعادی بود (جدول ۲). کاهش درصد گیاهچه‌های عادی ناشی از کاهش درصد جوانه‌زنی بذرها است که می‌تواند به‌دلیل کاهش وزن بذر و از طرفی کاهش بنیه بذر باشد که به دنبال وقوع تنش کم‌آبی در طول دوره پرشدن بذرها رخ داده است. کاهش وزن بذر در اثر تنش خشکی به‌دلیل کاهش فتوسنتز و درنتیجه تولید مواد ذخیره‌ای پروتئینی و روغنی بذر رخ می‌دهد. (Sadeghi *et al* 2017a) نشان دادند، تنش خشکی موجب کاهش هدایت روزنه‌ای و تبادل گازی و فتوسنتز در ارقام مختلف سویا می‌گردد. Divsalar *et al* (2017) نیز نشان‌دادندکه اثر تنش خشکی بر کاهش درصد روغن و پروتئین دانه سویا معنی‌دار بود. (Sadeghi *et al* 2017b) گزارش کردند که دماهای بالا درطول رسیدگی بذر سویا روی گیاه مادری، باعث کاهش تعداد گیاهچه‌های عادی می‌شود. Wijewardanam *et al* (2019) نتیجه گرفتند که تنش کم‌آبی وارد به گیاه مادری سویا در طول دوره گل‌دهی، باعث کاهش درصد گیاهچه‌های عادی از بذور برداشت شده می‌شود. گزارش شده است که در گیاه سویا در زمان کم‌آبی نیترات به مقدار زیاد تجمع می‌یابد که می‌تواند به‌عنوان منبع نیتروژن برای سنتز اسیدهای آمینه آزاد مورد استفاده قرار می‌گیرد (Lamichhan *et al*., 2020).

نتایج نشان داد کمترین متوسط زمان جوانه‌زنی بذرها در تیمار تنش کم‌آبی متوسط (۱۰۰ میلی‌متر تبخیر) و تاریخ کاشت اول

خرداد مشاهده شد. همچنین با افزایش شدت تنش کم‌آبی در هر دو تاریخ کاشت بر متوسط زمان جوانه‌زنی بذرهای نیز افزوده شد و بذور تنش دیده در هر دو تاریخ کاشت زمان بیشتری را برای سپری‌کردن مراحل فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی درون بذری طی جوانه‌زنی نیاز داشته‌اند (جدول ۲). افزایش متوسط زمان جوانه‌زنی با افزایش سطوح تنش به‌دلیل کاهش جوانه‌زنی بنیه بذر به‌علت بروز پدیده زوال[1] و پیری[2] ناشی از تنش خشکی و برخورد دوره رشد و نمو و پر شدن بذر با تنش گرما در تابستان و دنبال کاهش اندوخته غذایی ذخیره‌ای در بذر برای تغذیه جنین و نیز همزمان شدن دوره رسیدگی بذر روی گیاه مادری با شرایط آب و هوائی نامساعد و وقوع هوازدگی[3] بذر در اثر کاشت دیرهنگام گیاه مادری می‌باشد که با ایجاد انواع فعال اکسیژن و آسیب به تمامیت غشاهای سلولی بذر رخ می‌دهد. نتایج تحقیق Mehravar *et al* (2014) نشان دادند با افزایش مدت زوال بذر سویا فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت به‌جز پراکسیداز کاهش یافت که نتیجه آن افزایش پراکسیداسیون لپید و افزایش هدایت الکتریکی مواد نشت یافته از بذر بوده و مجموع این عوامل موجب کاهش شدید قوه نامیه بذور گردید. متوسط زمان جوانه‌زنی شاخصی از سرعت جوانه‌زنی بذر بوده و معیاری از یکنواختی جوانه‌زنی و وضعیت بنیه گیاهچه محسوب می‌گردد (Ranal & De Santana, 2006). Pasandideh *et al* (2014) نیز متوسط زمان جوانه‌زنی را به‌عنوان یکی از معیارهای مهم کیفیت جوانه‌زنی و بنیه بذر سویا اعلام داشتند. اثرات نامطلوب حاصله از تنش کم‌آبی باعث عدم یکنواختی جوانه‌زنی و کاهش بنیه گیاهچه شد.

[1]- Deteriroration
[2]- Ageing
[3]- Weathering

جدول ۱- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات جوانه‌زنی، بنیه هدایت الکتریکی (EC)، خلوص فیزیکی، ابعاد، وزن و چگالی بذر

منابع تغییرات	درجه آزادی	درصد جوانه‌زنی نهائی	درصد گیاهچه‌های عادی	درصد گیاهچه‌های غیرعادی	درصد بذرهای پوسیده	متوسط زمان جوانه‌زنی	ضریب سرعت جوانه‌زنی	متوسط جوانه‌زنی روزانه	سرعت جوانه‌زنی روزانه	طول گیاهچه
		میانگین مربعات(MS)								
تنش کم آبی	۲	۸۸/۸۸۹^{ns}	۳۴/۶۰۰^{ns}	۰/۵۶۵^{ns}	۰/۰۰۹^{ns}	۰/۰۷۰۱**	۰/۰۲۳۲**	۲۲/۲۲۰^{ns}	۰/۰۰۰۰۰۶۱۷^{ns}	۰/۴۲۴^{ns}
تاریخ کاشت	۱	۱۴/۲۲^{ns}	۳۴/۶۰۰^{ns}	۰/۰۰۰۰۳^{ns}	۰/۲۶۸^{ns}	۰/۰۰۳۴^{ns}	۰/۰۰۰۶^{ns}	۳/۵۵۶^{ns}	۰/۰۰۰۰۰۱۳۹^{ns}	۲/۴۹۴^{ns}
تنش کم آبی× تاریخ کاشت	۲	۴۶/۲۲^{ns}	۲۵۸/۶۰۰**	۲/۷۷۶۵**	۰/۰۳۴^{ns}	۰/۰۱۴۹**	۰/۰۰۵۵**	۱۱/۵۵۶^{ns}	۰/۰۰۰۰۰۳۷۲^{ns}	۲۸/۹۷۷**
خطا	۱۲	۵۷/۷۷۸	۳۳/۷۰۰	۰/۲۵۵۹	۰/۱۱۰	۰/۰۰۰۸	۰/۰۰۰۳	۱۴/۴۴۰	۰/۰۰۰۰۰۴۱۱	۴/۲۲۱
ضریب تغییرات (درصد)		۸/۵۵	۹/۳۷۰	۹/۲۵۰۰	۲۰/۷۹۰	۲/۱۷	۲/۲۳	۱۴/۵۵۰	۸/۸۷۰	۷/۶۹۶

منابع تغییرات	درجه آزادی	طول ریشه‌چه	طول ساقه‌چه	وزن خشک گیاهچه	وزن خشک ریشه‌چه	وزن خشک ساقه‌چه	وزن‌تر گیاهچه	وزن‌تر ریشه‌چه	وزن‌تر ساقه‌چه	هدایت الکتریکی بذر
		میانگین مربعات(MS)								
تنش کم آبی	۲	۱/۲۳۲^{ns}	۰/۶۹۴^{ns}	۹۹/۵۵۶^{ns}	۰/۲۸۳^{ns}	۴۶/۸۸۹^{ns}	۰/۳۰۸^{ns}	۰/۰۲۶^{ns}	۵/۶۲۶^{ns}	۰/۰۰۰۰۹۳۰^{ns}
تاریخ کاشت	۱	۰/۶۰۵^{ns}	۰/۶۴۲^{ns}	۳۲۰/۸۸۹^{ns}	۰/۰۲۳^{ns}	۲۴۲/۰۰۰^{ns}	۰/۴۵۵^{ns}	۰/۰۴۸^{ns}	۰/۱۷۰^{ns}	۰/۰۰۰۰۰۴۴^{ns}
تنش کم آبی× تاریخ کاشت	۲	۸/۶۸۲*	۵/۹۸۴*	۷۲۶/۲۲۰۰*	۰/۶۰۴^{ns}	۴۶۰/۶۶۷**	۸۷/۰۴۳**	۱/۸۳۵**	۱۰۰/۳۳۰**	۰/۰۰۲۵۰۰*
خطا	۱۲	۲/۱۲۹	۱/۰۲۲	۱۳۹/۳۳۰	۰/۲۱۰	۶۳/۳۰۰	۴/۴۸۶	۰/۰۹۶	۳/۱٤	۰/۰۰۰۶۱۰۰
ضریب تغییرات (درصد)		۹/۷۳۹	۸/۶۳۱	۱۱/۶۲۳	۱۰/۱۶۷	۹/۸۵۲	۷/۷۷۱	۱۰/۳۲۳	٦/٤۱	۳/۳۸۰

nsغیرمعنی‌دار ، *و ** به‌ترتیب بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال۵ و ۱ درصد می‌باشند.

ادامه جدول ۱-

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات(MS) وزن هزار بذر	خلوص فیزیکی بذر	درصد مواد جامد و بذر علف هرز	درصد بذرهای شکسته	وزن هکتولیتر بذر	چگالی بذر	طول بذر	عرض بذر	ضخامت بذر
تنش کم آبی	۲	۱۶۹/۸۰^{ns}	۰/۵۷۰۰**	۰/۱۴۲۰۰**	۰/۱۰۴**	۲/۸۹۸**	۰/۰۰۲۳^{ns}	۱/۴۲۰**	۲/۰۵۳**	۱/۹۶۵**
تاریخ کاشت	۱	۶/۷۲^{ns}	۰/۰۰۵۶^{ns}	۰/۱۳۷۰۰**	۰/۰۲۰^{ns}	۷/۶۴۰**	۰/۰۸۱۰**	۰/۱۱۵^{ns}	۰/۰۸۵^{ns}	۰/۴۳۰^{ns}
تنش کم آبی× تاریخ کاشت	۲	۶۱۵/۲۶**	۴/۲۵۰۰**	۰/۰۰۱۱۰^{ns}	۰/۷۱۸**	۰/۱۴۹^{ns}	۰/۱۳۹۰**	۰/۰۶۲^{ns}	۰/۰۷۱^{ns}	۰/۰۸۲^{ns}
خطا	۱۲	۷۱/۶۰	۰/۰۰۳۵	۰/۰۰۰۸۲	۰/۰۰۷	۰/۴۰۲	۰/۰۰۵۳	۰/۰۷۵	۰/۰۹۶	۰/۰۹۳
ضریب تغییرات (درصد)		۶/۲۹۰	۰/۰۶۰	۶/۰۲۱	۶/۹۵	۰/۹۳	۶/۵۶	۴/۰۱	۵/۳۱	۶/۲۴

ns غیرمعنی‌دار ، *و ** به‌ترتیب بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال۵ و ۱ درصد می‌باشند.

جدول ۲- مقایسه میانگین‌های اثرمتقابل تنش کم‌آبی× تاریخ کاشت برای صفات جوانه‌زنی، بنیه هدایت الکتریکی(EC)، خلوص فیزیکی، ابعاد، وزن و چگالی بذر

تنش کم‌آبی (میلی‌متر تبخیر)	تاریخ کاشت	درصد گیاهچه‌های عادی	درصد گیاهچه‌های غیر عادی	متوسط زمان جوانه‌زنی(روز)	ضریب سرعت جوانه‌زنی	طول گیاهچه (سانتی‌متر)	طول ریشه‌چه (سانتی‌متر)	طول ساقه‌چه (سانتی‌متر)	وزن خشک گیاهچه (میلی‌گرم)	وزن خشک ساقه‌چه (میلی‌گرم)
بدون تنش(۵۰ میلی‌متر)	اول خرداد	۶۱/۳۰b	۳۳/۳۰۰ab	۱/۱۷۰c	۰/۵۸۸f	۲۷/۷۶۷ab	۱۵/۱۰۰ab	۱۲/۶۷a	۱۱۹/۳۰۰a	۹۴/۰۰۰a
بدون تنش(۵۰ میلی‌متر)	اول تیر	۶۱/۳۰ab	۲۵/۳۰۰bc	۱/۲۵۶cd	۰/۷۹۶b	۲۵/۳۶۷bc	۱۳/۸۶۷b	۱۱/۵۰ab	۹۲/۶۶۷b	۷۴/۰۰۰bc
تنش متوسط(۱۰۰ میلی‌متر)	اول خرداد	۷۲/۰۰a	۲۰/۰۰۰c	۱/۲۹۴c	۰/۷۷۳c	۲۷/۵۶۷ab	۱۵/۷۶۷ab	۱۱/۸۰ab	۱۰۸/۰۰۰ab	۸۶/۶۶۷ab
تنش متوسط(۱۰۰ میلی‌متر)	اول تیر	۵۶/۰۰b	۳۶/۰۰۰a	۱/۲۲۷d	۰/۸۱۵a	۲۶/۴۳۰abc	۱۴/۹۶۷ab	۱۱/۴۷ab	۹۳/۳۰۰b	۷۲/۰۰۰c
تنش شدید(۱۵۰ میلی‌متر)	اول خرداد	۵۴/۶۷b	۳۸/۶۶۷a	۱/۴۷۱a	۰/۶۸۱e	۲۳/۶۳۰c	۱۳/۸۳۰b	۱۰/۱۰b	۹۰/۰۰۰b	۷۲/۶۶۷bc
تنش شدید(۱۵۰ میلی‌متر)	اول تیر	۶۴/۰۰ab	۲۹/۳۰۰ab	۱/۳۶۸b	۰/۷۳۱d	۲۹/۴۰۰a	۱۶/۶۶۷a	۱۲/۷۳a	۱۰۶/۰۰۰ab	۸۵/۳۰۰abc

تیمار		وزن‌تر گیاهچه	وزن‌تر ریشه‌چه	وزن‌تر ساقه‌چه	هدایت الکتریکی بذر (میلی‌زیمنس/سانتی متر.گرم)	وزن هزار بذر (گرم)	خلوص فیزیکی بذر (درصد)	درصد بذرهای شکسته	چگالی بذر (گرم/سانتی متر مکعب)
تنش کم‌آبی (میلی‌متر تبخیر)	تاریخ کاشت	(میلی‌گرم)	(میلی‌گرم)	(میلی‌گرم)					
بدون تنش(۵۰ میلی‌متر)	اول خرداد	۹۲۱/۳۰۰a	۱۴۴/۷۰۰ab	۷۷۶/۶۶۷a	۰/۰۵۷b	۱۳۳/۵۷۰a	۹۸/۴۹۰b	۰/۹۴d	۱/۲۰a
بدون تنش(۵۰ میلی‌متر)	اول تیر	۶۱۲/۰۰۰bc	۴۵/۳۰۰cd	۵۶۶/۶۷۰bc	۰/۰۸۰a	۱۲۳/۶۳۰ab	۹۷/۵۴۰cd	۲/۱۵a	۱/۰۴cd
تنش متوسط(۱۰۰ میلی‌متر)	اول خرداد	۸۰۰/۷۰۰ab	۸۵۸/۳۰۰bc	۷۱۵/۳۰۰ab	۰/۰۷۵ab	۱۳۰/۱۳۰ab	۹۷/۶۱۰c	۲/۰۷۰ab	۱/۰۶c
تنش متوسط(۱۰۰ میلی‌متر)	اول تیر	۶۷۲/۰۰۰bc	۵۸/۶۶۷cd	۶۰۳/۳۰۰bc	۰/۰۶۹ab	۱۱۹/۱۳۰bc	۹۹/۵۱۰a	۰/۳۶c	۱/۱۸ab
تنش شدید(۱۵۰ میلی‌متر)	اول خرداد	۵۲۰/۶۶۷c	۳۴/۰۰۰d	۴۸۶/۶۷۰c	۰/۰۸۱a	۱۰۵/۷۷۰c	۹۸/۵۷۰b	۱/۲۵b	۰/۸۶d
تنش شدید(۱۵۰ میلی‌متر)	اول تیر	۱۰۰۶/۶۰۰a	۱۹۸/۶۶۷a	۸۰۸/۰۰۰a	۰/۰۶۲ab	۱۳۳/۵۷۰a	۹۸/۴۹۰b	۰/۹۴d	۱/۲۰a

درهر صفت اعدادی که دارای حروف مشابه هستند با آزمون (LSD) در سطح ۵ درصد، درگروه آماری مشابهی قرار دارند.

جوانه‌زنی بذر یکی از مراحل حیاتی و تعیین کننده در چرخهٔ رشدی گونه‌های گیاهی است چرا که تضمین کنندهٔ 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 فعال‌سازی آنزیمی و شروع فعالیت‌های مریستمی 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 هر گونه‌ای میزانی از پتانسیل آب وجود دارد که پائین‌تر از آن جوانه‌زنی صورت نمی‌گیرد.

با افزایش تنش خشکی از ضریب سرعت جوانه‌زنی بذور کاسته شد (جدول ۲). کاهش سرعت جوانه‌زنی با افزایش سطوح کم آبی را Ghassemi-Golezani *et al* (2015) در سویا گزارش نموده‌اند. بذور گیاه مادری حاصله از تنش کم آبی به‌علت کاهش اندوخته غذایی و کوتاه شدن طول دوره پرشدن بذر دچار چروکیدگی و کاهش بنیه بذر آن‌ها شده و هیدرولیز آنزیم آلفاآمیلاز در آن‌ها به کندی انجام گرفته و جذب آب در آن‌ها در زمان بیشتری رخ داده لذا سرعت جوانه‌زنی در آن‌ها کاهش می‌یابد (Roberts & Ellis, 1980).

مقایسه میانگین‌ها نشان داد، با افزایش تنش کم آبی در تاریخ کاشت اول خرداد از طول گیاهچه (جدول ۲)، ریشه‌چه و همچنین ساقه‌چه کاسته شده است. این درحالی بود که در تاریخ کاشت اول تیر ماه بیشترین طول گیاهچه، ریشه‌چه و ساقه‌چه مربوط به بذور حاصل از تنش شدید می‌باشد. رشد سلول حساس‌ترین فرآیند گیاه تحت تنش کم‌آبی است؛ به این علت که فشار تورژسانس به‌عنوان نیروی فیزیولوژیکی موثر برای توسعه سلول می‌باشد (Kirnak *et al*., 2001). گزارش شده است که تنش آبی روی میزان نسبی تقسیم سلول و توسعه سلول اثر می‌گذارد و احتمالاً کاهش در تقسیم سلولی به‌دلیل اثرات کمبود آب روی فعالیت‌های سازندگی از قبیل ساخت DNA و RNA و مواد جداره سلولی می‌باشد،

لذا موجب کاهش طول گیاهچه می‌شود (Zhao *et al.*, 2022). بذور حاصل از گیاه مادری رشد یافته در شرایط تنش کم‌آبی شدید به لحاظ کاهش اندوخته بذری و کاهش در تخصیص و انتقال مواد غذایی از جنین به گیاهچه شده است. کاهش رشد گیاهچه بذور حاصل از گیاه مادری تحت تنش تا حدودی به‌دلیل کاهش تحرک نشاسته در لپه‌ها یا آندوسپرم گیاهان تحت تنش است. کاهش فعالیت آمیلاز در بذور گیاهان تحت تنش به کاهش تشکیل گلوکز از نشاسته منجر شده است که حاصل آن کاهش سنتز ساکارز است و این وضعیت باعث محدود شدن محور جنین‌زا و کاهش رشد گیاهچه تحت شرایط تنش می‌شود (Roberts & Ellis, 1980). کشت در خرداد به‌علت برخورد برداشت بذور با گرما موجب کاهش کیفیت بذر شده است که مانع از طویل شدن گیاهچه و کاهش معنی‌دار آن نسبت به شاهد شد. مدیریت تاریخ کاشت ابزاری مناسب برای فراهم نمودن شرایط محیطی مطلوب گیاه در طول فصل رشد و انتهای فصل رشد است، به‌طوری‌که (Jarecki & Bobrecka-Jamro 2021) نیز برای گیاه سویا بیان داشتند که به‌طور معمول بذور تولید شده در تاریخ‌های کاشت زود در مقایسه با تاریخ‌های کاشت مطلوب و دیر، کیفیت بذر پایین‌تری دارند. آن‌ها اعلام داشتند که در تاریخ کاشت‌های زودتر رطوبت نسبی و دما در طی پر شدن بذر بالا بوده که احتمالاً این عوامل باعث کاهش کیفیت بذر شده‌اند. همچنین تولید ماده خشک سویا انعکاسی از فتوسنتز خالص گیاه می‌باشد. ماده خشک تولیدی یا به مصرف رشد گیاه رسیده و یا در اندام‌های ذخیره تجمع می‌یابد که تعیین کننده عملکرد گیاهان زراعی است. بنابراین افزایش وزن در اثر تولیدات فتوسنتزی ماده خشک نامیده می‌شود (Sadeghi *et al.*, 2017a). Sadeghi *et al* (2017b) بیشترین میزان فتوسنتز خالص سویا را به مقدار ۱۹/۳ $\mu mol\ Co^2\ m^{-2}s^{-1}$ در تاریخ کاشت ۱۵ خرداد گزارش کردند.

مقایسه میانگین‌ها نشان داد، با افزایش تنش کم‌آبی در تاریخ کاشت اول خرداد از طول

گیاهچه (جدول ۲)، ریشه‌چه و همچنین ساقه‌چه کاسته شد. این درحالی بود که در تاریخ کاشت اول تیر ماه بیشترین طول گیاهچه، ریشه‌چه و ساقه‌چه مربوط به بذور حاصل از تنش شدید می‌باشد. رشد سلول حساس‌ترین فرآیند گیاه تحت تنش کم‌آبی است، به این علت که فشار تورژسانس به‌عنوان نیروی فیزیولوژیکی مؤثر برای توسعه سلول می‌باشد (Ghassemi-Golezani *et al.*, 2015). گزارش شده است‌که تنش خشکی روی میزان نسبی تقسیم سلول و توسعه سلول اثر می‌گذارد و احتمالاً کاهش در تقسیم سلولی به‌دلیل اثرات کمبود آب روی فعالیت‌های سازندگی از قبیل ساخت DNA و RNA و مواد جداره سلولی می‌باشد (Zhao *et al.*, 2022). لذا می‌تواند موجب کاهش طول گیاهچه می‌شود. بذور حاصل از گیاه مادری رشد یافته در شرایط تنش کم‌آبی شدید به لحاظ کاهش اندوخته بذری و کاهش در تخصیص و انتقال مواد غذایی از جنین به گیاهچه شده است. کاهش رشد گیاهچه بذور حاصل از گیاه مادری تحت تنش تا حدودی به‌دلیل کاهش تحرک نشاسته در لپه‌ها یا آندوسپرم گیاهان تحت تنش است. کاهش فعالیت آمیلاز در بذور گیاهان تحت تنش به کاهش تشکیل گلوکز از نشاسته منجر شده است‌که حاصل آن کاهش سنتز ساکارز است و این وضعیت باعث محدود شدن محور جنین‌زا و کاهش رشد گیاهچه تحت شرایط تنش می‌شود (Morsy *et al.*, 2018). کشت در خرداد به‌علت برخورد برداشت بذور با گرما موجب کاهش کیفیت بذر شده است که مانع از طویل شدن گیاهچه و کاهش معنی‌دار آن نسبت به شاهد شد. تاریخ کاشت ابزاری مناسب برای فراهم نمودن شرایط محیطی مطلوب گیاه در طول فصل رشد و انتهای فصل رشد است، به‌طوری‌که (Gorzin *et al* 2015) نیز برای گیاه سویا بیان داشتند که به‌طور معمول بذور تولید شده در تاریخ‌های کاشت زود در مقایسه با تاریخ‌های کاشت مطلوب و دیر، کیفیت بذر پایین‌تری دارند، آن‌ها اعلام داشتند که در تاریخ کاشت‌های زودتر رطوبت نسبی و دما در طی پر شدن

بذر بالا بوده که احتمالا این عوامل باعث کاهش کیفیت بذر شده‌اند. تولید ماده خشک انعکاسی از فتوسنتز خالص گیاه می‌باشد. ماده خشک تولیدی یا به مصرف رشد گیاه رسیده و یا در اندام‌های ذخیره تجمع می‌یابد که تعیین کننده عملکرد گیاهان زراعی است. بنابراین افزایش وزن در اثر تولیدات فتوسنتزی ماده خشک نامیده می‌شود (Sadeghi *et al*., 2017b).

مقایسه میانگین‌ها مشخص کرد در تاریخ کاشت اول خرداد ماه افزایش تنش کم آبی موجب کاهش وزن خشک گیاهچه (جدول ۲) و ساقه‌چه شده ولی در تاریخ کاشت اول تیرماه بیشترین وزن خشک گیاهچه مربوط به تنش شدید بوده است. به‌علت برخورد زمان برداشت بذور گیاه مادری کشت شده در تیرماه با آب و هوای خنک‌تر نسبت به خرداد ماه، موجب افزایش فعالیت آنزیم‌های دخیل در سیستم جابجایی مواد غذایی شده لذا، افزایش انتقال هیدرات‌کربن و مواد ذخیره‌ای و تخصیص ماده خشک از جنین به محور ساقه‌چه موجب برتری این تیمار نسبت به سایر تیمارها شده است.

وزن‌تر گیاهچه، ریشه‌چه و ساقه‌چه نیز همانند صفات طول و وزن خشک گیاهچه در تاریخ کاشت اول خرداد تنش کم‌آبی موجب کاهش وزن‌تر گیاهچه شده است ولی در تاریخ کاشت اول تیرماه بیشترین وزن‌تر گیاهچه در سطح تنش شدید حاصل شد(جدول ۲). بذور کشت شده در خرداد علاوه بر تنش شدید کم آبی در دمای بالاتری برداشت شده اند که موجب کاهش وزن بذور و کاهش اندوخته غذایی بوده که اثر کمبود رطوبت را تشدید کرده در نتیجه کمترین وزن‌تر گیاهچه حاصل شده است.

با وجود این که بالاترین میزان هدایت الکتریکی در سطح تنش کم‌آبی شدید در خرداد ماه مشاهده شد به‌لحاظ آماری با سایر سطوح تنش کم‌آبی تفاوت به جز سطح آبیاری مطلوب در خرداد ماه تفاوت معنی‌داری نشان نداد، ضمن این‌که کمترین مقدار این پارامتر هم در این سطح و تاریخ کاشت مشاهده شد (جدول ۲). Mehravar *et al* (2014) مشاهده

کردنـد کـه هـدایت الکتریکـی بیشـترین همبستگی را با درصد جوانه زنی بذرهای ارقام سـویا داشـت. Gorzin *et al* (2015) مشـاهده کردنـد بـا تـأخیر در تـاریخ کاشـت هـدایت الکتریکی بذر سویا افزایش یافت. تنش ممکـن است سبب جابه‌جایی پـروتئین‌هـای غشـاء در بخش دو لایه‌ای لیپیـدی شـود کـه بـه‌همـراه نشت مواد محلول سبب از دست رفتن قابلیـت انتخابی غشاء می‌گردد. به دنبال چنین وقایعی نظـم عمـومی سـلول مختـل شـده و فعالیـت آنزیم‌هایی که محل فعالیت آن‌ها در غشاسـت متوقف مـی‌شـود. خسـارت ناشـی از تـنش در رابطه با اثرات مضر بر پروتوپلاسم کـه موجـب حذف آب از سلول، کاهش حجم پروتوپلاسـت و افزایش غلظت مواد محلول می‌شود کـه ایـن تغیـرات موجـب افـزایش در نفـوذ پـذیری و کاهش تمامیت غشـاء شـده و در پـی افـزایش خروج محلـول‌هـا هـدایت الکتریکـی افـزایش می‌یابد (Roberts & Ellis, 1980).

وزن بذر برحسب وزن هزار بذر بیان می‌شود و تابعی از اندازه و چگـالی بـذر اسـت. هـر قـدر بذرها بزرگتر و دارای چگـالی بیشـتری باشـند مقدار آندوسپرم آن‌ها بیشتر از سایر قسمت‌هـا است. ارقـام مختلـف در شـرایط آب و هـوایی مشابه، دارای وزن هزار بذر متفاوتی هستند که این امر از تأثیر عوامل ژنتیکی (درکنار عوامـل محیطی) بر تعیین وزن هزار بذر گیاه حکایـت دارد. بیشترین وزن هزار بذر در تـاریخ کاشـت خرداد ماه در سطح آبیـاری مطلـوب مشـاهده شد و کمترین میزان در سطح تـنش کـم آبـی شدید در خرداد مـاه بودکـه بـه‌لحـاظ آمـاری تفاوت معنـی‌داری بـا تیرمـاه در سـطح تـنش کم‌آبی متوسط نشان نـداد (جـدول ۲). تـنش کم آبی شدید موجب کوتاه شـدن طـول دوره پر شدن بذر و کـاهش تجمـع مـاده خشـک و کاهش وزن هزار بذر شده است از طرفی دیگـر کاهش رطوبت احتمـالاً موجـب ایجـاد رقابـت بین بذرهای داخل غلاف سویا شده لذا موجب کاهش وزن بذور شده است. در تـاریخ کاشـت خرداد مـاه اگرچـه فرصـت کـافی بـرای رشـد رویشی گیاه وجـود دارد ولـی کمبـود رطوبـت درسطح تنش شدید کم آبی و روزهـای کوتـاه ولی در حال طویل شدن موجب تحریک زودتر از وقت مناسب گل‌دهی گیاهـان شـده کـه در

این‌صورت بوته‌ها رشد رویشی کافی نداشته و وزن هزار بذرکاهش معنی داری یافته است. اما در سطح آبیاری مطلوب وجود رطوبت مناسب طی رشد و نمو موجب تجمع و تخصیص مناسب ماده خشک شده است. وزن هکتولیتر به عواملی چون یکنواختی در شکل، دانسیته و درصد رطوبت بستگی دارد. تحقیقات مختلف نشان داده است که تنش‌های محیطی (مانند کم آبی و گرما) باعث کاهش وزن هکتولیتر شده و بذرهایی که از تنش خسارت دیده‌اند از وزن حجمی پایین‌تری برخوردارند. وزن هکتولیتر(واحد حجم) یکی از معیارهای ساده، قدیمی و موثر بر کیفیت وارزیابی محصول است که برحسب کیلوگرم به ازاء هکتولیتر و یا پوند بر بوشل بیان می‌شود. در این عامل، اندازه بذر تأثیرکمتری داشته و برعکس یکنواختی شکل دانه درآن موثراست. به‌طورکلی بالا بودن وزن هکتولیتر، نشان دهنده توپر بودن بذرها و کیفیت بالاتر نمونه است. مقایسه میانگین سطوح تنش کم‌آبی بالاترین وزن هکتولیتر را به سطح تنش متوسط با۲/۰۱۱ درصد افزایش نسبت به سطح آبیاری مطلوب اختصاص داد که تفاوت معنی‌داری با سطح تنش شدید نداشت(جدول ۳). علت بالاتر بودن وزن هکتولیتر بذرهای سویا در سطوح تنش کم آبی متوسط و شدید نسبت به سطح آبیاری مطلوب به‌ترتیب به میزان۲/۰۱ و ۱/۲۴ درصد را می‌توان مرتبط با مکانیزم‌های سازگاری به تنش ازجمله تجمع پروتئین‌های فراوان شونده طی دوران جنین-زایی(LEAs)[1] دانست (Finch-Savage & Bassel, 2016). تاریخ کاشت مناسب موجب بهره‌گیری بهینه از عوامل اقلیمی دما، رطوبت، طول روز و هم چنین تطابق زمان گل‌دهی یا دما مناسب می‌گردد. تأخیر در کاشت سبب کاهش طول دوره نمو رویشی و زایشی می‌گردد. Mourtzinis *et al* (2017) نشان دادند که سویا در دما بالا (۲۷ درجه سلسیوس) و تاریخ کاشت زود (فتوپریود کوتاه) کوتاهترین رشد رویشی را داشته است و طولانی‌ترین دوره رشد رویشی در دما پایین (۲۱ درجه سلسیوس) و کاشت مناسب (فتوپریود طولانی) در اواخر اردیبهشت

[1]- Late embryogenesis abundant (LEA)

مشاهده شده است. بررسی دو تاریخ کاشت مختلف نشان‌دهنده بالاتر بودن وزن هکتولیتر بذرهای سویا در تاریخ کاشت خرداد ماه نسبت به تیر ماه بود، درصد کاهش این پارامتر در تیر ماه ۱/۹۰ درصد مشاهده شد (نمودار۳). از آنجا که کشت سویا در خرداد ماه موجب افزایش طول دوره رشد شده است لذا دانه سویا فرصت بیشتری برای پرشدن و تخصیص ماده خشک بالاتری را داشته است لذا به‌طور معنی داری وزن هکتولیتر بالاتری را به خود اختصاص داده است. به‌طور مشابه، (Sadeghi *et al* 2017a) نشان دادند که با تأخیر در کاشت میزان تجمع ماده خشک کاهش می‌یابد و همچنین بیان نمودند تولید بیشتر ماده خشک در تاریخ کاشت زودهنگام به‌علت طولانی بودن دوره رشد رویشی و زایشی می‌باشد.

بیشترین و کمترین میزان چگالی بذر در سطح تنش کم آبی شدید در تاریخ کاشت اول تیرماه و اول خرداد حاصل شد، درصد افزایش چگالی بذر در سطح تنش شدید کم‌آبی در تاریخ کاشت تیر ماه در مقایسه با خرداد۳۴/۱ درصد بود (جدول ۲). کشت در تیر ماه به‌علت برخورد زمان برداشت بذور سویا در آب و هوای خنک‌تر نسبت به خرداد موجب افزایش معنی‌دار چگالی بذر شده است. اما کشت در خرداد ماه در این سطح تنش به‌علت گرم تر بودن هوا طی رسیدگی بذر و تشدید کمبود رطوبت در این سطح چگالی بذر را به کمترین مقدار رسانده است.

بررسی سطوح تنش کم آبی نشان داد اعمال تنش وارده به گیاه مادری موجب کاهش معنی‌دار طول بذرهای سویا شد (جدول ۳). تنش اعمال شده در سطح شدید تا جایی بود که میزان کاهش طول بذر به۱۸/۱۳ درصد رسید. به علت این که در طول دوره پر شدن بذر نیاز به رطوبت بالاست ازطرفی تنش کم آبی وارده موجب تشدید شرایط کم‌آبی و کاهش تقسیم و توسعه سلولی شده است‌که کاهش طول بذر توجیه پذیر می‌باشد.

عرض بذر کاهش معنی‌داری با افزایش سطوح تنش کم‌آبی نشان داد تا آنجاکه درصد کاهش آن به‌ترتیب در سطوح متوسط و شدید کم آبی۹/۳۱ و ۱۸/۱۵ درصد نسبت به سطح آبیاری مطلوب مشاهده شد(جدول ۳). تنش

کم‌آبی موجب کاهش رشد ساقه و ریشه و رشد رویشی و زایشی و بسته‌شدن روزنه‌ها و تجمع اسید آبسیزیک و نهایتاً نمو بذر و کاهش رشد و توسعه سلول‌های جنینی و کاهش ابعاد بذر را به‌دنبال دارد. (Muneer *et al* 2018) گزارش کردند تنش کم‌آبی در طی دوره پرشدن.

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات مربوط به آزمون‌های مورفولوژی

تیمارها		درصد مواد جامد و بذرهای علف‌هرز	وزن هکتولیتر بذر (کیلوگرم)	طول بذر (میلی‌متر)	عرض بذر (میلی‌متر)	ضخامت بذر (میلی‌متر)
تنش کم‌آبی	بدون تنش(۵۰ میلی‌متر)	۰/۴۲a	۶۷/۱۳b	۷/۴۴a	۶/۴۴a	۵/۵۵a
	تنش متوسط(۱۰۰ میلی‌متر)	۰/۲۱b	۶۸/۵۱a	۶/۷۷b	۵/۸۴b	۴/۶۹b
	تنش شدید(۱۵۰ میلی‌متر)	۰/۱۱c	۶۷/۹۷a	۶/۳۷c	۵/۲۷c	۴/۴۷c
تاریخ کاشت	اول خرداد	۰/۳۳a	۶۸/۵۲a	-	-	-
	اول تیر	۰/۶b	۶۷/۲۲b	-	-	-

درهر صفت اعدادی که دارای حروف مشابه هستند با آزمون (LSD) در سطح ۵ درصد، درگروه آماری مشابهی قرار دارند.

دانه در سویا کاهش معنی‌داری را از ۳۲ تا ۴۲ درصد در عملکرد موجب می‌شود. آن‌ها اظهار داشتند که تنش کم آبی در طی نمو بذر عملکرد را کاهش داده، دوره پر شدن بذر را کوتاه نموده و اندازه نهایی بذر را کم می‌کنند. تنش کم‌آبی موجب کاهش ضخامت بذور گیاه مادری شد به‌طوری‌که این کاهش معنی‌دار بود اما تفاوت بین سطوح تنش کم آبی متوسط و شدید به‌لحاظ آماری معنی‌دار نشد (جدول ۲). کم آبی موجب لاغر شدن بذرهای سویا شد. در تنش‌های شدید، بذر خیلی کوچک، چروکیده و بدشکل می‌شود. (Divsalar *et al* 2016) ارقام سویا را جهت ارزیابی عملکرد و اجزاء عملکرد در طی مراحل اولیه، اواسط یا اواخر زایشی در معرض تنش آبی قرار دادند و نتیجه گرفتند که کمبود آب عملکرد بذر، تولید ماده خشک، تعداد غلاف در گیاه و اندازه بذر را کاهش داد.

بیشترین درصد بذر خالص در سطح تنش کم آبی متوسط در تیر ماه و کمترین میزان در

همین ماه در سطح تنش کم آبی شدید مشاهده شد (جدول ۲). در سطح تنش متوسط بذوری که در تیر ماه کشت شده‌اند به‌علت استقرار سریع‌تر گیاهان سویا به‌دلیل شرایط رطوبتی مساعدتر فرصت کمتری نصیب سایر بذرها شده است و درصد بذر خالص بالاترین بوده است از طرفی برخورد زمان برداشت بذور به فصل خنک‌تر منجربه کاهش بذور سایر گیاهان شده است، درحالی‌که در سطح تنش شدید رطوبتی به‌علت ضعیف شدن گیاهان و کاهش تعداد بذر و عملکرد بذرهای سایر گیاهان بر درصد بذرهای خالص سویا پیشی گرفته و موجب کاهش معنی‌دار آن شده است. برداشت بذر سویا با رطوبت بیشتر می‌تواند بذر را دوچار خسارت مکانیکی وسائیدگی کند و کیفیت آن را کاهش دهد (Desai, 2004). درنتیجه علت کمتر بودن درصد خلوص فیزیکی بذرهایی که گیاه مادری آن‌ها تحت تیمار آبیاری مطلوب تولید شده بودند را می‌توان زیادتر بودن محتوای رطوبتی آن‌ها دانست که منجر به سائیدگی، شکستگی، لپه یا پوست کنده شدن بذر می‌شود و از خلوص فیزیکی بذر می‌کاهد.

با افزایش تنش کم آبی اعمال شده به گیاه مادری کاهش خطی معنی‌داری در میزان مواد جامد و علف‌هرز دیده شد به‌طوری که بیشترین میزان مواد جامد و علف‌هرز در سطح تنش کم‌آبی شدید بود. درصد کاهش این پارامتر در سطح تنش کم آبی شدید نسبت به سطح آبیاری مطلوب به میزان ۵۹/۷۵ درصد حاصل شد (جدول ۳). مواد جامد و علف هرز در خرداد ماه نسبت به تیر بالاتر بود به علت این که در تاریخ کاشت خرداد ماه به‌علت دوره رشد طولانی فرصت بیشتری برای رشد و استقرار بیشتر علف‌های‌هرز فراهم بوده است(جدول ۳).

بررسی میزان بذور شکسته حاکی از بیشترین بذر شکسته در تیرماه در سطح تنش کم آبی شدید بود و کمترین مقدار در سطح تنش متوسط و تاریخ کاشت تیر ماه بود (جدول۳). با اعمال تنش شدید کم‌آبی بذور سست، ضعیف و شکننده شده و مستعد شکستگی، ترک‌خوردگی و دو لپه‌شدن گردیده و از آنجا

که تنش موجب کوتاه شدن طول دوره پر شدن بذر می‌شود. افزایش بذور شکسته دور از انظار نیست، اما در سطح تنش متوسط در تاریخ کاشت تیر ماه به‌علت فراهمی رطوبت موجود و برخورد زمان برداشت با آب و هوای خنک‌تر بذور شکسته کاهش یافته است.

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که بیشترین درصد گیاهچه‌های عادی، وزن خشک گیاهچه، وزن خشک ساقه‌چه، چگالی، طول، عرض و ضخامت بذر و کمترین درصد گیاهچه‌های غیرعادی، متوسط زمان جوانه‌زنی و هدایت الکتریکی در تیمار تنش کم‌آبی متوسط(۱۰۰ میلی‌متر تبخیر) و تاریخ کاشت اول خرداد، بیشترین ضریب سرعت جوانه‌زنی، خلوص فیزیکی بذر وزن هکتولیتر بذر در تیمار تنش کم‌آبی متوسط(۱۰۰ میلی‌متر تبخیر) تاریخ کاشت اول تیر و بیشترین طول گیاهچه، ساقه‌چه و ریشه‌چه و وزن‌تر گیاهچه، ریشه‌چه و ساقه‌چه و وزن هزار بذر و ۱۹- چگالی بذر و کمترین درصد بذرهای شکسته، مواد جامد و بذرهای علف‌هرز در تیمار تنش شدید کم‌آبی (۱۵۰ میلی‌متر تبخیر) و تاریخ کاشت اول تیر مشاهده شدند. باتوجه به نتایج بدست آمده چنین نتیجه‌گیری می‌شود که در شرایط تنش کم‌آبی و تاریخ کاشت دیرتر می‌تواند اثرات منفی حاصل از تنش کم‌آبی بر ویژگی‌های ریخت‌شناختی و حتی کیف جوانه‌زنی بذور سویای بدست آمده را بهبود بخشد که در این تحقیق نشان داده شد که در بذور سویای بدست آمده از گیاهان مادری کشت شده تحت تنش کم‌آبی و دو تاریخ کاشت اول خرداد و تیرماه در شرایط اکولوژیکی و اقلیمی منطقه کرج کشت این بذور در تاریخ کاشت اول تیرماه می‌تواند اثرات ناشی از تنش کم‌آبی را جبران کند. بنابراین شاید بتوان با انجام آزمایش‌های بعدی و تکرار این تحقیق، در شرایط کم آبی تاریخ کاشت دوم را پیشنهاد نمود.

منابع

Afrakhteh, S., E. Frahmandfar, A. Hamidi, and H. Darzi Ramandi. 2013. Evaluation of Growth Characteristics and Seedling Vigor in Two Cultivars of Soybean dried under different Temperature and Fluidized bed dryer. International Journal of

Divsalar, M., Z. Tahmasbi Sarvestani, S.A.M. Modares Sanavi, and A. Hamidi. 2017.Study the effect of drought stress on oil, protein percent and fatty acids composition of soybean grain. Journal of Plant Ecophysiology, 8(27): 44-55.

Don, R. and S. Ducournau. 2018. Hand book for seedling evaluation (4th. Ed.). International Seed Testing Association (ISTA), Zurich, Switzerland.

Dornbos, D.L. and R.E. Mullen. 1991. Influence of stress during soybean seed fill on seed weight, germination and seedling growth rate. Canadian Journal of Plant Science, 35:373–383.

Finch-Savage, W.E. and G.W. Bassel. 2016. Seed vigour and crop establishment: Extending performance beyond adaptation. Journal of Experimental Botany, 67, 567–591.

Ghassemi-Golezani, K., J. Bakhshi, B. Dalil, and M. Moghaddam Vahed. 2015. Physiological Quality of Soybean Seeds Affected by Water and Light Deficits. Journal of Plant Physiology and Breeding, 5(2): 11-18.

Gorzin, M., F. Ghaderi-Far, E. Zeinali, and S.E. Razavi. 2015. Evaluation of Seed Germination and Seed Vigor of Different Soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) Cultivars under Different Planting Dates in Gorgan. Agriculture and Crop Sciences, 5 (21): 2537-2544.

Bateman, N.R., A.L. Catchot, J. Gore, D.R. Cook, F.R. Musser, and J.T. Irby. 2020. Effects of Planting Date for Soybean Growth, Development, and Yield in the Southern USA. Agronomy, 10(596): 1-11.

Caverzan, A., R. Giacomin, M. Müller, C. Biazus, N.C. Lângaro, and G.l. Chavarria. 2018.How does seed vigor affect soybean yield components? Agronomy Journal, 110: 1318–1327.

Delachiave, M.E.A. and S.Z. de Pinho. 2003. Germination of *Senna occidentalis* link: Seed at different osmotic potential levels. Brazilian Archives of Biology and Technology, 46: 163-166.

Desai, B.B. 2004. Seeds Handbook, biology, production, processing, and storage (Second edition, Revised and expanded). MARCEL DEKKER, INC.

Divsalar, M., Z. Tahmasbi Sarvestani, S.A.M. Modares Sanavi, and A. Hamidi. 2016. The evaluation of drought stress impact as irrigation withholding at reproductive stages on quantitative and qualitative performance of soybean cultivars. Journal of Crop Improvement, 18(2): 481-493.

seed testing. Zürichstr. Bassersdorf, Switzerland.

Jarecki, W. and D. Bobrecka-Jamro. 2021. Effect of sowing date on the yield and seed quality of soybean (*Glycine max* (L.) Merr.). Journal of Elementology, 26(1): 7-18.

Kachru, R.P., P.K. Gupta, and A. Alam. 1994. Physico-Chemical Constituents and Engineering Properties of Food Crops. Scientific Publishers, Jodhpur, India.

Kirnak, C., I. Kaya, and D. Higgs, D. 2001. The influence of water deficit on vegetative growth, physiology, fruit yield and quality in egg plants. Plant Physiology, 27: 34-46.

Lamichhane, J.R., J. Constantin, C. Schoving, P. Maury, and P. Debaeke, P. 2020. Analysis of soybean germination, emergence, and prediction of a possible northward expansion of the crop under climate change. European Journal of Agronomy, 113, pp.125972. ⟨10.1016/j.eja.2019.125972⟩

Leila, R. 2007. Response of Tunisian autochthonous peral millet to drought stress induced by polyethylene glycol 6000. African Journal of Biotechnology, 6: 1102-1105.

Iranian Journal of Field Crops Research, 13(3): 611-622.

Hadi, H., J. Daneshian, A. Hamidi, A. Asgharzade, and R. Zarghami, R.2008. Effect of rhizobacteria on seedling characteristics of seeds produced under deficit irrigation. Agronomy Journal (Pajouhesh & Sazandegi), 86: 42-50.

Hadi, H., J. Daneshian, A. Hamidi, and P. Jonoubi. 2010. Relationship between laboratory seed characteristics and seedling emergence of soybean cultivar seeds produced under limited irrigation. Electronic Journal Crop Production, 3 (1): 199-208.

Hamidi, A., H. Sadeghi, H. Gazor, S. Sheidaei, B. Oskoui, H. Mivechi Langroodi, M. Nouri, Sh. Alizadeh, S. Seifamiri, L. Zare, and A. Dashti, A. 2020. Study on effect of postharvest process on soybean two commercial cultivars Williams and Saba (L17) seed quality in Moghan region. Iranian Journal of Seed Science and Technology, 8(2): 271-288.

Hartmann-Filho, C.P., A.L.D. Goneli, T.E. Masetto, E.A.S. Martins, and G.C.Oba. 2016. The effect of drying temperatures and storage of seeds on the growth of soybean seedlings. J. Seed Sci. 38: 287–295.

ISTA, 2023. International Seed Testing Association (ISTA). International rules for

Effects on Soybean Seed Yield and Composition Conley, Agronomy Journal, 109(5): 2040- 2049.

Muneer, S., W. Yong Xia, Y. Jun Ming, M. Abrar Faiz, J. Hao, I. Tolulase, M. Zhang Yi, R. Chen, and H. Jing Xiang. 2018. Regulated deficit irrigation impact at various growth stages and productivity of soybean. Journal of Natural Sciences Research, 8(12): 18-28.

Pasandideh, H., R. Seyed Sharifi, A. Hamidi, S. Mobasser, and M. Sedghi with seedling emergence in field. Iranian of Seed Sciences and Research, 1(1): 28-50.

Poudel, S., R.R. Vennam, A. Shrestha, K.R. Reddy, N.K. Wijewardane, K.N. Reddy, and R. Bheemanahalli. 2023. Resilience of soybean cultivars to drought stress during flowering and early-seed setting stages. Scientific Reports, 13(1277): 1-13.

Ranal, M. and D.G. De Santana, D.G. 2006. How and why to measure the germination process? Revista Brasilian Botanique, 29(1): 1-11.

Ravelombola, F., A. Acuña, L. Florez-Palacios, C. Wu, D. Harrison, M. de Oliveira, J. Winter, M. DaSilva, T. Roberts, C. Henry, F. Grignola, E. Shakiba, and L. Mozzoni. 2022. Impact of

Masino, A., P. Rugeroni, L. Borrás, and J.L. Rotundo. 2018. Spatial and temporal plant-to-plant variability effects on soybean yield. European Journal of Agronomy, 98: 14–24.

Mehravar, M., A. Satei, A. Hamidi, M. Ahmadi, and M. Salehi. 2014. Accelerated ageing effect on lipid peroxidation and antioxidant enzymes activity of two soybean cultivars. Iranian Journal of Seed Science and Technology, 3(1): 17-30.

Moreira, S.G. 2017. Productive performance of soybean cultivars grown in different plant densities. Ciência Rural, *47*, e20160928.

Morsy, A.R., A.M. Mohamed, E.A. Abo-Marzoka, and M.A.H. Megahed. 2018. Effect of Water Deficit on Growth, Yield and Quality of Soybean Seed. J. Plant Production, Mansoura Univ., 9 (8): 709–716.

Mortazavi SM, J. Daneshian, I. Hamidi, and S.M.J. Mir Hadi. 2017. Effect of Drought Level in Parent Plant of Soybean [*Glycine max* (L.) Merrill] Cultivars on Seed Germination and Seedling Field Emergence. Journal of Crop Science and Research in Arid Regional, 1(2):143-154.

Mourtzinis, S., P. Adam, M. Gaspar, L. Seth, A. Naeve, and P. Shawn. 2017. Planting Date, Maturity, and Temperature

Quality. Iranian Journal of Seed Research, 2(2): 85-97.

Sadeghi, H., H. Heidari Sharifabad, A. Hamidi, G. Nourmohammadi, and H. Madani. 2017a. Effect of planting date and plant density on net photosynthesis, stomatal conductance, leaf chlorophyll index and grain yield of soybean in Meghan and Karaj areas. Journal of Plant Ecophysiology, 7(23): 84-94.

Sadeghi, H., H. Heidari Sharifabad, A. Hamidi, G. Nourmohammadi, and H. Madani. 2017b. Evaluation the effects of mother plant planting date and density on germination and vigor of soybean seed. Iranian Journal of Seed Science and Technology, 6(1): 219-233.

Shaeidaei, S., H. Heidari Sharif Abad, A. Hamidi, G. Nour Mohammadi, and A. Moghaddam. 2016. Effect of Storage Condition, Initial Seed Moisture Content and Germination on Soybean Seed Deterioration. Iranian Journal of Seed Research, 2(2): 29-36.

Tarumingkeng, R.C. and Z. Coto. 2003. Effects of drought stress on growth and yield of soybean. @2003 Kisman, Science Philosopy pp: 702, Term paper, Graduate School, Borgor Agricultural University (Institut Ppertanian Borgor), December 2003.

delaying irrigation on wilting, seed yield, and other agronomic traits of determinate MG5 soybean. Agronomy, 12(1115): 1-16.

Ribeiro, A.B.M., A.T. Bruzi, A.M. Zuffo, E.V. Zambiazzi, I.O. Soares, N.J.D. Vilela, J.L. Pereira, and

R.F. Pane, R.I. Damanik, and E.H. Khardinata. 2018. Germination performance of selected local soybean (*Glycine max* (L.) Merrills) cultivars during drought stress induced by Polyethylene Glycol (PEG). IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 122: 1-8.

Roberts, E.H. and R.H. Ellis. 1980. Seed physiology and seed quality in soybean. In: Advances in Legume science, By: Summerfield, R.J. and Bunting, A.H. (Eds.), Proceedings of the International Legume Conference, Kew Royal Botanic Gardens, the Missouri Botanical Garden and the University of Reading 31 July-4 August 1978, pp: 297-311.

Sadeghi, H., H. Heidari Sharifabad, A. Hamidi, G. Nourmohammadi, and H. Madani. 2014. Influence of canopy temperature during soybean seed filling on seed germination and vigor. International Journal of Biosciences, 5(9): 174-180.

Sadeghi, H., H. Heidari Sharifabad, A. Hamidi, G. Nourmohammadi, and H. Madani. 2016. Effect of Harvesting Time and Drying Temperature on Soybean Seed

effects on soybean yield. European Journal of Agronomy, 98: 14–24.

Zhao, X., Z. Liu, H. Li, Y. Zhang, L. Yu, X. Qi, H. Gao, Y. Li, and L. Qiu. 2022. Identification of Drought-Tolerance Genes in the Germination Stage of Soybean. Biology, 11(1812): 1-16.

Zhou, Q., S. Song, X. Wang, C. Yan, C. Ma, and S. Dong. 2022. Effects of drought stress on flowering soybean physiology under different soil conditions. Plant, Soil and Environment, 68 (10): 487–498.

Wijewardanam C., K.R. Reddy, L.J. Krutz, W. Gaom, and N. Bellaloui. 2019. Drought stress has transgenerational effects on soybean seed germination and seedling vigor. PLOS ONE 14(9): e0214977

Wimalasekera, R. 2015. Role of Seed Quality in Improving Crop Yields. In Production and Global Environmental Issues; Hakeem, K., Ed., Springer, Berlin, Germany, pp. 153–168.

Zhang, H., A. Masino, P. Rugeroni, L. Borrás, and J.L. Rotundo. 2018. Spatial and temporal plant-to-plant variability

Effect of planting date and halt irrigation on some seed morphological, germination and vigour traits of Soybean [*Glycine max* (L.) Merrill] Kowsar (M7) commercial cultivar

S. Azizkhani[1], J. Daneshian[2], Gh. Tohidloo[3], A. Hamidi[4*]

1. M.Sc. graduated, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture and Natural resouces, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran.
2. Research Professor of Agriculture Research, Education and Extension Organization (AREEO), Seed and Plant Improvement Institute (SPII), Karaj, Iran.
3. Assisstant Professor, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture and Natural resouces, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran.
4. Research Associate Professor of Agriculture Research, Education and Extension Organization (AREEO), Seed and Plant Certification and Registration Institute (SPCRI), Karaj, Iran.

Abstract

In order to investigate the effect of planting date and water deficit stress applied on mother plants of soybean Kowsar (M7) commercial cultivar seed some morphological, germination and vigour traits an experiment was conducted as factorial and based on a completely randomized design with 3 replications in Seed and Plant Improvement Institute (SPII) research field and Seed and Plant Certification and registration Institute (SPCRI) seed analysis laboratory at Karaj. The experimental factors were including the water deficit stress applied to the mother plants with three levels of irrigation after 50(without stress), 100 (moderate stress), and 150 (sever stress) mm evaporation from the class A evaporation pan, and two planting dates of the mother plants, ne 21 May and 21 June. The results of the standard germination test indicate that on the planting date of June 21st, qualitative characteristics related to germination of seeds had decreased with the increase of water deficit stress levels, and in the severe stress treatment, the seeds mean germination time increased and coefficient of velocity of germination decreased. They had more fecundity and lower germination rate. The seeds grew and developed in sever water deficit stress traits such as seedling length with 15%, dry and wet weight of seedling with 25% reduction had the lowest vigour. This is despite the fact that on the date of planting on the 21st July, in most of the evaluated traits, the stress of water shortage did not have any adverse effect on the quality of the seeds. The morphological traits evaluation showed that the increase in stress reduces the size of the seeds. The highest and lowest weight of 1,000 seeds belonged to the seeds obtained from the planting date of June 21st, without water deficit stress treatment, and in the 21st June planting date and severe water deficit stress, respectively. Seed grew and developed on 21st June planting date and without water deficit stress treatment had the lowest electrical conductivity and with the increase in water deficit stress severity, the seed cell membrane leakage increased. The research results show the seeds obtained from the plants planted on the planting date of July 21st showed a better response in water deficit stress conditions.

Key words: Germination. Planting date, Soybean, Water deficit stress

* Corresponding author (a.hamidi@areeo.ac.ir)