اثر تنش غرقابی و دما بر خصوصیات جوانه‌زنی کلزا (*Brassica napus* L.) رقم هایولا ۴۰۱

محمد خادم‌پیر*[۱]، سراله گالشی[۲]، فرشید قادری‌فر[۳]، مهسا مظلوم[۴]

[۱] دانشجوی دکترای دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

[۲] استاد گروه زراعت دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

[۳] دانشیار گروه زراعت دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

[۴] دانشجوی کارشناسی‌ارشد دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۵/۰۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۸/۰۸

چکیده

شرایط غرقابی یکی از مشکلات کشت کلزا در مناطق پر باران می‌باشد، به‌طوری‌که در زمان کاشت در مزارع فاقد زهکشی مناسب، ایجاد می‌گردد، از سوی دیگر با وقوع بارش دمای خاک و محیط کاهش می یابد. این عمل اثرات نامطلوبی بر قدرت بذر و رشد کلزا می‌گذارد. به‌منظور بررسی اثرات طول دوره غرقاب و دما بر قدرت بذر و رشد گیاهچه کلزا آزمایشی در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان انجام گرفت. این آزمایش بصورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملاً تصادفی با دو فاکتور اجرا شد. فاکتور اول شامل مدت زمان غرقاب در ۵ سطح (۰، ۲٤، ٤۸، ۷۲ و ۹٦ ساعت) و فاکتور دوم شامل دما در چهار سطح (۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵ درجه سانتی‌گراد) بود. بر اساس نتایج این پژوهش اثر متقابل دما و غرقاب بر روی خصوصیات جوانه‌زنی از جمله سرعت جوانه‌زنی، وزن خشک گیاهچه نرمال و زمان تا ۱۰ درصد جوانه‌زنی اثر معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد داشت، اما شرایط غرقابی و دماهای مختلف تاثیر معنی‌داری بر حداکثر جوانه‌زنی بذرها نداشتند. بر اساس نتایج، بهترین تیمار از نظر سرعت جوانه‌زنی و وزن خشک گیاهچه نرمال تیمار ۱۵ درجه سانتی‌گراد و ۲٤ ساعت غرقاب بود. همچنین نتایج این آزمایش نشان داد غرقاب شدن بذرهای کلزا به‌مدت زمان کم (براساس نتایج این آزمایش تا ۹٦ ساعت غرقاب) باعث افزایش جوانه‌زنی و بهبود (پرایمینگ) آن می‌شود. از سوی دیگر نتایج این آزمایش نشان داد، در شرایط غرقاب در صورتی که دما کاهش یابد جوانه‌زنی و رشد گیاهچه کلزا بیشتر از زمانی که دما افزایش می‌یابد کاهش خواهد یافت.

واژگان کلیدی: تنش غرقاب، درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، کلزا، گیاهچه نرمال.

*نویسنده مسئول: m.khadempir87@yahoo.com

مقدمه

کلزا با نام علمی *Brassica napus* L. و نام انگلیسی Rapeseed، گیاهی دانه روغنی، یک ساله از خانواده شب‌بو (*Brassicaceae* or *Cruciferae*) است. کلزا گیاهی طبیعتاً پاییزه است که ابتدا یک مرحله غنچه‌ای (روزت) را می‌گذراند. کلزا، گیاهی خودگشن است. میوه آن خورجینی بلند و باریک به طول ۱۰-۵ سانتی‌متر است. نیام در کلزا شکوفا است. وزن هزار دانه کلزا از ٦-۳/۵ گرم متغیر است (Khajepoor, 2007). با توجه به شرایط دمای هوا، کشت پاییزه این گیاه در اغلب نقاط کشور به‌دلیل همزمانی دوره رشد با بارندگی دارای مزیت بالایی نسبت به سایر دانه‌های روغنی و به‌ویژه نسبت به گیاهان دانه روغنی بهاره و تابستانه می‌باشد (Aleiari and Shekari, 2000). میزان تولید کلزای کشور حدود ۱۹۰ هزار تن برآورد شده که ٦٦ درصد آن از سهم اراضی با کشت آبی و ۳٤ درصد هم از اراضی با کشت دیم به‌دست آمده است (Marnamh, 2011-2012 Agriculture). استان مازندران با ۲٦/۵ درصد تولید کلزا کشور در جایگاه نخست تولیدکننده این محصول قرار گرفته است و استان‌های: گلستان با سهم ۱۵/۹ درصد، همدان با سهم ۸/۳ درصد، اردبیل با سهم ۷/۸ درصد و کرمانشاه با سهم ۷/۳ درصد از تولید کلزا، به‌ترتیب در مقام‌های دوم تا پنجم قرار گرفته‌اند و پنج استان مزبور جمعاً ٦۵/۸ درصد از تولید کلزای کشور را به‌خود اختصاص داده‌اند (Agriculture Marnamh, 2011-2012).

شرایط غرقابی به شرایطی گفته می‌شود که میزان آب در خاک به حدی افزایش یابد که از جریان اکسیژن در خاک ممانعت کند و میزان دی‌اکسیدکربن در خاک افزایش یابد (Galeshi et al., 2009). حالت آب‌ماندگی[1] از حالت غرقاب[2] متفاوت است. به عبارت دیگر غرقاب به شرایطی گفته می‌شود که قسمتی از ساقه گیاه نیز در زیر سطح آب باشد، اما در صورتی که فقط منافذ بزرگ خاک اشباع از آب باشد آب‌ماندگی اتفاق می‌افتد (Kafi, 2009). عوامل متعددی موجب غرقاب می‌شوند که برخی از آنها عبارتند از: بارندگی های شدید، طغیان رودخانه ها، آبیاری زیاد، نفوذ پذیری کم، وجود لایه های غیر قابل نفوذ در خاک، عدم وجود زهکش مناسب و سیلاب های بهاره است (Dennis et al., 2000). در منطقه گرگان به طور معمول کلزا در آبان ماه کشت می‌شود، که در بعضی از سال‌ها بارندگی‌های سنگین پاییزه و همچنین بارندگی‌های اواخر زمستان و اوایل بهار موجب ایجاد شرایط غرقابی در مراحل کاشت و سبز شدن می‌شود.

آزمون‌های سرعت و درصد جوانه‌زنی و رشد گیاهچه برای اطمینان از سلامت بذر، قابلیت زنده بودن و گیاهچه حاصل جهت بررسی توانایی توده بذر برای تولید گیاهچه‌های عادی و توانایی بالقوه ظهور گیاهچه در مزرعه کاربرد دارند (ISTA, 1995). رشد گیاهچه را می‌توان حاصل‌ضرب سه جز در نظر گرفت:

۱- وزن اولیه بذر ۲- نسبت تخلیه بذر یعنی وزن ذخایر پویا شده به کل وزن بذر ۳- کارایی تبدیل میلی‌گرم بافت گیاهچه تولید شده به ازای هر میلی‌گرم ذخایر پویا شده (Zeynali and Soltani, 2000). در بسیاری از گیاهان عالی بذرها طی اولین مرحله جذب آب و قبل از پاره شدن پوسته بذر درجات مختلفی از شرایط بی‌هوازی را تجربه می‌کنند. در مواردی که تنها تنش هیپوکسیا[3] (کمبود اکسیژن در محیط ریشه) و نه آنوکسیا[4] (فقدان اکسیژن در محیط ریشه) به وجود می آید به دلیل عدم تامین اکسیژن مورد نیاز تنفس، جوانه‌زنی به کندی پیش رفته و گیاهچه ضعیفی

1-Waterlogging
2-Flooding
3- Hypoxia
4- Anoxia

تولید می‌گردد. همچنین سله‌ایی که تشکیل می‌شود پس از رفع شرایط غرقاب به نوع گیاه نیز بستگی دارد. جوانه‌زنی و رشد گیاهان در مراحل اولیه به شدت تحت تاثیر عوامل محیطی به ویژه دما و رطوبت خاک قرار می‌گیرد (Seefeldt et al., 2002; Soltani et al., 2008; Soltani et al., 2006). این که بذرهایی با قدرت اولیه متفاوت در واکنش به تنش‌هایی از قبیل شوری، خشکی، غرقاب و... چگونه واکنش می‌دهند، موضوعی است که تاکنون در مورد آن مطالعات زیادی صورت نگرفته است. از جمله این مطالعات می‌توان به؛ De Figueiredo et al, (2003) بر روی سبزشدن بذرهای زوال‌یافته سویا، ذرت و آفتابگردان در تنش‌های محیطی؛ Tahmasbi et al, (2011) بر روی اثر دما و غرقابی بر قدرت بذر و رشد گیاهچه گندم؛ Salamati et al, (2010) بر روی بررسی اثرات غرقابی و دما بر قدرت بذر و رشد گیاهچه پنبه؛ Khajeh Hosseini et al, (2003) اثر متقابل قدرت بذر و شوری بر جوانه‌زنی سویا؛ Rehman et al, (1999) اثر شوری بر جوانه‌زنی بذرهای زوال‌یافته آکاسیا و Jamali (2013) اثرات پرایمینگ بر جوانه‌زنی بذر گندم با سطوح مختلف قدرت بذرتحت تنش‌های محیطی اشاره کرد. در تحقیقی بر روی اثرات متقابل دما و غرقابی بر جوانه‌زنی سویا نشان داد که در دمای ۱۰ و ۱۵ درجه سانتی‌گراد، ۲ تا ۸ روز غوطه‌وری بذرها سویا قبل از کاشت اثر قابل توجهی روی جوانه‌زنی نداشت، اما در دمای ۲۵ و ۳۰ درجه سانتی‌گراد بسته به مدت زمان غوطه‌وری جوانه‌زنی کاهش یافت و زمانی که بذرها به مدت ٤ روز در دمای ۳۰ درجه در آب غوطه‌ور بودند، بیشترین کاهش جوانه زنی زخ داد (Wuebker et al., 2001). Tahmasbi et al, (2011) در تحقیقی بر روی اثرات غرقابی و دما بر خصوصیات جوانه زنی گندم بیان کردند با افزایش مدت تنش غرقاب درصد جوانه زنی سرعت جوانه زنی و وزن خشک گیاهچه نرمال کاهش پیدا کرد. آنها نیز بیان داشتند با افزایش دما از ۵ درجه به ۱۰ و ۲۰ درجه سانتی‌گراد اثر تنش غرقاب کاهش پیدا می‌کند و درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی و وزن خشک گیاهچه نرمال افزایش پیدا می‌کند. جوانه‌زنی و سبزشدن یکی از مهم ترین مراحل فنولوژیک گیاه است که تعیین کنندهٔ درجه موفقیت سیستم های زراعی می‌باشد (Forcella et al., 2000).

جوانه‌زنی بذر در شرایط رطوبت مناسب به شدت به دما وابسته است. سرعت جوانه‌زنی با افزایش دما تا رسیدن به دما (های) مطلوب افزایش پیدا می‌کند تا در دمای مطلوب به حداکثر خود می‌رسد و در دماهای پایه و سقف سرعت جوانه‌زنی به صفر می‌رسد (Hardegree, 2006; Seefeldt et al., 2002). دماهای بین دمای مطلوب و این آستانه‌ها یعنی دمای پایه و سقف برای گیاه تنش‌زا است (Wahid et al., 2007). شرایط غرقابی از طریق تأثیر بر خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک خاک رشد ریشه و سرانجام رشد گیاه را محدود و متوقف می‌کند (Malik et al., 2001; Visser and Voesenek, 2004).

تعیین پارامترهای حساسیت به غرقابی و مکانیسم‌های مقاومت و بقای گیاهان و انتخاب روش‌های اصلاحی به توسعه بهتر فعالیت‌های مدیریتی در برابر تنش غرقابی کمک خواهد کرد. با شناخت دقیق این مسئله که تنش غرقابی در چه دمایی خسارت بیشتری وارد می‌نماید می‌توان با مدیریت بهتر در تمام مراحل رشد و نمو و یا حداقل در مراحل حساس‌تر به این تنش، خسارت آنرا از بین برده و یا به حداقل ممکن رساند. به منظورحل این مشکل و کمک به کشاورزان در صورت بروز مشکلات غرقابی در سطح مزرعه این طرح در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این پژوهش جهت بررسی اثر دما و طول دوره غرقابی بر روی خصوصیات جوانه‌زنی بذرها کلزا رقم هایولا ٤٠١ در آزمایشگاه تحقیقات بذر دانشکده تولید گیاهی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان در قالب طرح کاملاً تصادفی و به صورت فاکتوریل در چهار تکرار انجام شد. فاکتورهای مورد مطالعه شامل دو فاکتور طول دوره غرقاب در ۵ سطح (۰، ٢٤، ٤٨، ٧٢، ٩٦ ساعت) و دما در چهار سطح (۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵ درجه سانتی‌گراد) بودند. جهت اعمال تیمار غرقابی، آب به مقدار مساوی و تا ارتفاع ۲ سانتی‌متر بالای بذرها اضافه شد و بذرها در دماهای مورد نظر قرار گرفتند. بذرها پس از قرارگیری در شرایط غرقاب به‌مدت زمان مورد نظر و همچنین در دمای مورد نظر از انکوباتورها خارج شدند و در ادامه آزمون جوانه‌زنی استاندارد و آزمون سرعت جوانه‌زنی بر روی آنها انجام گرفت. به‌منظور انجام آزمون جوانه‌زنی استاندارد و آزمون سرعت جوانه‌زنی، ۲۵ عدد بذر در ٤ تکرار در داخل پتری‌دیش‌ها با فاصله یکسان قرار داده شد، سپس هر یک از پتری‌دیش‌ها به داخل انکوباتور با دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد منتقل شد. شمارش بذرهای جوانه‌زده (معیار جوانه‌زنی خروج ۲ میلی‌متر ریشه‌چه از بذر بود) از روز اول آزمایش شروع و روزی ۳ بار (در ساعت‌های ۸، ۱۲و ١٦) تعداد بذرهای جوانه زده شمارش شد (Tahmasbi et al., 2011).

برای اندازه‌گیری وزن خشک گیاهچه، بذرها پس از قرارگیری در شرایط غرقاب به‌مدت زمان مورد نظر و همچنین در دمای مورد نظر از انکوباتورها خارج شدند، سپس تعداد ۲۵ عدد بذر برای هر تیمار در حوله‌های کاغذی به‌منظور کاشت به‌صورت ساندویچی قرار داده شد. هر کدام از حوله‌های کاغذی با دو پلاستیک فریزر به‌منظور کاهش تبخیر آب پوشانده شدند. سپس حوله‌های کاغذی به حالت ایستاده در یک ظرف پلاستیکی قرار گرفتند، آنگاه همه‌ی حوله‌های کاغذی به انکوباتور ۲۰ درجه سانتی‌گراد انتقال داده شدند و به مدت یک هفته در دمای ۲۰ درجه قرار گرفتند (در طی یک هفته رطوبت حوله‌های کاغذی بطور مرتب مورد بررسی قرار گرفت). پس از یک هفته بذرها از داخل حوله‌های کاغذی خارج شده و گیاهچه‌های نرمال جدا شدند. گیاهچه‌های نرمال هر تیمار داخل پاکت قرار داده شد و سپس پاکت‌ها به داخل آون ۸۰ درجه سانتی‌گراد انتقال داده شدند. پس از ٤٨ ساعت پاکت‌ها از آون خارج شده و وزن خشک آنها با ترازو اندازه‌گیری و ثبت شد. داده‌های به‌دست آمده از آزمایش به کمک نرم‌افزار SAS (Soltani, 2007) تجزیه و تحلیل شد. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون LSD در سطح احتمال ۱ درصد استفاده شد و رسم نمودارها نیز با استفاده از برنامه Excel انجام شد.

نتایج و بحث

بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) دما بر روی صفت یکنواختی جوانه‌زنی اثر معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد دارد. به‌طوریکه بهترین تیمار از نظر یکنواختی جوانه‌زنی تیمار ۲۵ درجه سانتی‌گراد و نامناسب‌ترین آن دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد بود (جدول ۲ و ۳)، این امر نشان دهنده آنست که با افزایش دما میزان یکنواختی جوانه‌زنی بذرها افزایش یافته است (Salamati et al., 2010). همچنین بر اساس جدول ۱ مدت زمان تنش غرقاب اثر معنی داری بر یکنواختی جوانه‌زنی در سطح احتمال ۱ درصد داشت. به‌طوریکه بهترین تیمار از نظر یکنواختی جوانه‌زنی بذرها در اثر تیمار صفر ساعت غرقاب بوجود آمد و نامناسب‌ترین تیمار از نظر یکنواختی جوانه‌زنی بذرها در اثر تیمار ٩٦ ساعت غرقاب بوجود آمد، که می‌توان با توجه به این نتیجه گفت با افزایش میزان زمان غرقاب یکنواختی جوانه‌زنی بذرها کاهش پیدا می‌کند (Tahmasbi et al., 2011).

جدول ۱- تجزیه واریانس اثرات تنش غرقاب و دما بر خصوصیات جوانه‌زنی بذرا کلزا

منابع تغییر	درجه آزادی	حداکثر جوانه‌زنی	سرعت جوانه-زنی	یکنواختی جوانه-زنی	زمان تا ۱۰ درصدجوانه‌زنی	زمان تا ۹۰ درصدجوانه‌زنی	وزن خشک گیاهچه‌نرمال(گرم)
دما	۳	۱۸/۳۳ ns	۰/۰۰۰۰۰۰۱۷ ns	۱۲۶/۵۳ **	۲۵/۲۷ ns	۳۹/۳۰ ns	۰/۰۰۰۱۶**
مدت غرقاب	٤	٦۲/۵۰ns	۰/۰۰۰۰٤۲**	۵٤۳/۳۰ **	٤۷۰/٦۱ **	٦/٦۲ ns	۰/۰۰۰۱۷**
دما×مدت غرقاب	۱۲	۲۵/۸۳ ns	۰/۰۰۰۰۰٤۸ **	۵۱/۱۰ ns	۵۵/۳٤ **	۱۵/۱۲ ns	۰/۰۰۰۰۱۷**
خطا	٦۰	۳۵/۵۳	۰/۰۰۰۰۰۱۲	۳۲/۵۹	۱٦/۳۱	۲۷/۰٦	۰/۰۰۰۰۰۵۱
ضریب تغییرات CV		٦/٦۰	۳/۰۹	۱٦/۹	۲۲/۵	۱۱/٦۰	۱۰/۲۳

ns غیر معنی‌داری، * و ** به‌ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

در تجزیه و تحلیل نتایج داده‌های آزمایش صفاتی که اثر دما و غرقابی و اثر متقابل بر آنها معنی‌دار نشده است، نیز مورد بحث قرار گرفته‌اند. دلیل این امر آن ست که روند تغییرات صفات مورد نظر تحت تاثیر دما و غرقابی نیز مشاهده شود. با توجه به جدول تجزیه واریانس (جدول ۱) دما و مدت تنش غرقاب و اثر متقابل آنها اثر معنی‌داری بر روی حداکثر درصد جوانه‌زنی ندارند. به نظر می‌رسد این اثر نداشتن به‌دلیل پایین بودن دمای پایه (٦ درجه سانتی‌گراد) کلزا برای جوانه‌زنی باشد و نیز این اثر نداشتن مدت غرقاب بر حداکثر جوانه‌زنی می‌تواند به‌دلیل مدت زمان کم غرقاب بودن بذرها کلزا باشد که در ادامه توضیح داده خواهد شد که این مدت غرقاب می‌تواند باعث بهبود جوانه‌زنی شود. Salamati et al, (2010) در تحقیقی اثر دوره مختلف غرقابی و دماهای مختلف را بر قدرت جوانه‌زنی گیاه پنبه مورد ارزیابی قرار دادند آنها بیان کردند دما و غرقاب اثر متقابل معنی‌داری بر سرعت جوانه زنی دارند، بطوریکه با افزایش دما سرعت جوانه‌زنی افزایش و با افزایش مدت غرقاب سرعت جوانه‌زنی کاهش پیدا می‌کند. آنها بیان داشتند این کاهش سرعت جوانه‌زنی در اثر دوره غرقاب بدلیل حساسیت بسیار بالا بذر پنبه نسبت به غرقاب است. اثر متقابل دما و غرقاب بر روی خصوصیات جوانه‌زنی از جمله سرعت جوانه‌زنی، وزن خشک گیاهچه نرمال و زمان تا ۱۰ درصد جوانه‌زنی اثر معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد داشت. Wuebker et al, (2001) در تحقیقی بر روی بذرها سویا نشان دادند که اثر متقابل دما و غرقابی بر روی خصوصیات جوانه‌زنی معنی‌دار است. آنها بیان داشتند که با افزایش دما و طول دوره غرقاب میزان جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی کاهش پیدا می‌کند. اثر متقابل معنی‌دار، دما و غرقاب بر سرعت جوانه‌زنی نشان دهنده بهبود یافتن (پرایمینگ) بذر در طی تنش غرقاب است، که باعث شده بیشترین سرعت جوانه زنی (۰/۰۳۸) مربوط شود به تیمار ۲٤ ساعت غرقاب و دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد که نشان‌دهنده آن است که ۲٤ ساعت غرقاب برای بذرها کلزا شبیه هیدرو پرایمینگ عمل کرده است (Jamali, 2013). البته باید متذکر شد که سرعت جوانه‌زنی در دماهای ۱۵، ۲۰ و ۲۵ درجه برای ۲٤ ساعت غرقاب دارای اختلاف معنی‌داری نبودند (شکل ۱). کمترین سرعت جوانه زنی (۰/۰۳۳) مربوط به تیمار شاهد (صفر ساعت غرقاب) در دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد بود. اثر متقابل دما و غرقاب بر روی زمان تا رسیدن به ۱۰ درصد جوانه زنی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود، به نظر می‌رسد این امر ارتباط داشته باشد با معنی‌دار بودن سرعت جوانه‌زنی در تیمارهای مختلف آزمایش که هر چه سرعت جوانه‌زنی بیشتر باشد زمان تا رسیدن به ۱۰ درصد جوانه‌زنی کمتر خواهد بود. معنی دار نبودن اثر دما و غرقاب بر زمان تا رسیدن به ۹۰ درصد جوانه‌زنی مربوط می‌شود به معنی‌دار نبودن اثر دما و غرقاب بر حداکثر جوانه‌زنی که نشان‌دهنده آن است که بذرها کلزا نهایتاً به حداکثر جوانه‌زنی می‌رسند، فقط در اثر دماها و مدت‌های مختلف غرقاب سرعت اولیه جوانه‌زنی در آنها تغییر می‌کند.. اثر متقابل دما و مدت

غرقاب بر وزن خشک گیاهچه دارای اثر معنی داری بود، به‌طوریکه بیشترین وزن خشک گیاهچه (۰/۰۲۹ گرم) مربوط به تیمار ۲٤ ساعت غرقاب و دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد و کمترین وزن خشک گیاهچه (۰/۰۱۹ گرم) مربوط به تیمار شاهد در ۱۰ درجه سانتی‌گراد بود، که هماهنگ با سرعت جوانه‌زنی است. این امر بیانگر آن است که بذرها هرچه سریعتر جوانه زده‌اند توانسته‌اند گیاهچه بزرگتر و قوی‌تری را بوجود بیاورند. Ismail et al (2009) در پژوهشی بر روی اثرات غرقاب بر خصوصیات جوانه‌زنی گندم بیان کردند با افزایش طول دوره غرقابی در گندم درصد و سرعت جوانه‌زنی و وزن خشک گیاهچه کاهش یافت، آنها این کاهش را بدلیل بهم خوردن تعادل هورمونی و عدم توانایی گندم در دفع هورمون اسید آبسزیک و کاهش هورمون اکسین در حین جوانه‌زنی دانستند. اغلب مطالعات نشان می‌دهد بیشتر گیاهان زراعی نظیر جو، ذرت، چاودار، سورگوم و گندم حتی دوره بسیار کوتاه غرقابی را به سختی تحمل می‌کنند، زیرا در شرایط غرقابی اکسیژن مورد نیاز برای تنفس وجود ندارد (Kennedy et al., 1992).

جدول ۲- مقایسه میانگین اثرات دما بر خصوصیات جوانه‌زنی بذر کلزا

دما (درجه سانتی‌گراد)	حداکثر جوانه‌زنی (درصد)	یکنواختی جوانه‌زنی (در ساعت)	زمان تا ۹۰ درصد جوانه‌زنی (ساعت)
۱۰	۹۰/۲a	۳٦/۲a	٥۳/۱a
۱۵	۸۹/٤a	۳٥/۱a	٥۲/۳a
۲۰	۸۹/۸a	۳٦/٤ab	٤۹/۸a
۲٥	۹۱/٦a	۳۳/۲b	٥۱/٦a

میانگین‌هایی با حروف یکسان از نظر آماری در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

جدول ۳- مقایسه میانگین اثرات تنش غرقاب بر خصوصیات جوانه‌زنی بذر کلزا

مدت غرقاب	حداکثر جوانه‌زنی (درصد)	یکنواختی جوانه‌زنی (در ساعت)	زمان تا ۹۰ درصد جوانه‌زنی (ساعت)
صفر ساعت	۹۱/۲a	۲٤/۷d	٥۰/۸a
۲٤ ساعت	۸٦/۷b	۳۹/٦a	٥۱/٤a
٤۸ ساعت	۹۰/۷ab	۳٤bc	٥۱/۷a
۷۲ ساعت	۹۱a	۳۲/٤c	٥۱/۸a
۹٦ ساعت	۹۱/٥a	۳۷/۹ab	٥۲/٦a

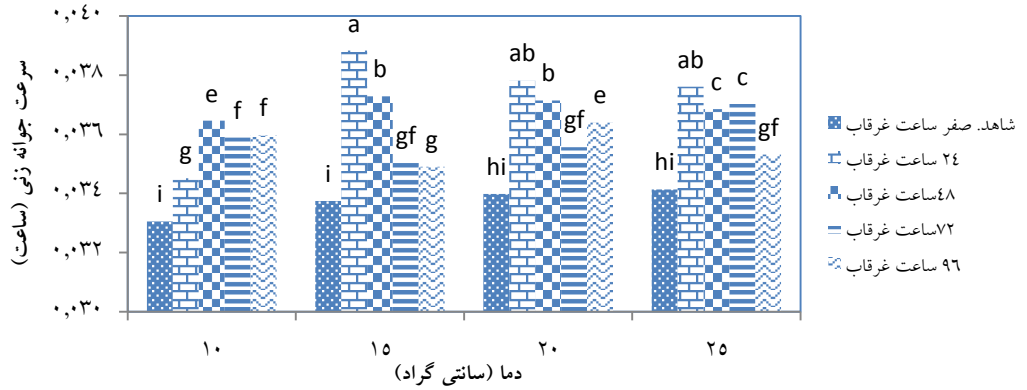
میانگین‌هایی با حروف یکسان از نظر آماری در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

جدول ٤- مقایسه میانگین اثرات متقابل تنش غرقاب و دما بر خصوصیات جوانه‌زنی بذر کلزا

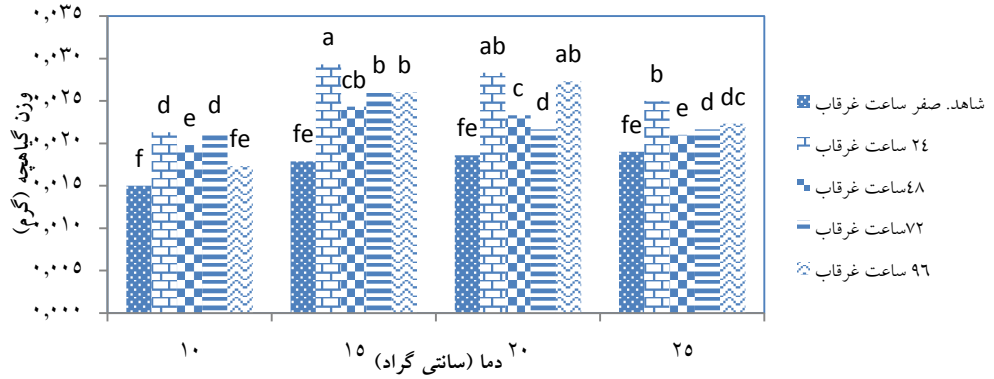
مدت غرقاب	دما (درجه سانتی‌گراد)	سرعت جوانه‌زنی (در ساعت)	زمان تا ۱۰ درصد جوانه‌زنی (ساعت)	وزن خشک گیاهچه نرمال (گرم)
صفر ساعت	۱۰	۰/۰۳۳	۲٦/۲۰	۰/۰۱٥
	۱٥	۰/۰۳۳	۲٦/۲۱	۰/۰۱۷
	۲۰	۰/۰۳۳	۲٦/۱٦	۰/۰۱۸
	۲٥	۰/۰۳۳	۲٦/۱۱	۰/۰۱۹

ادامه جدول ٤-

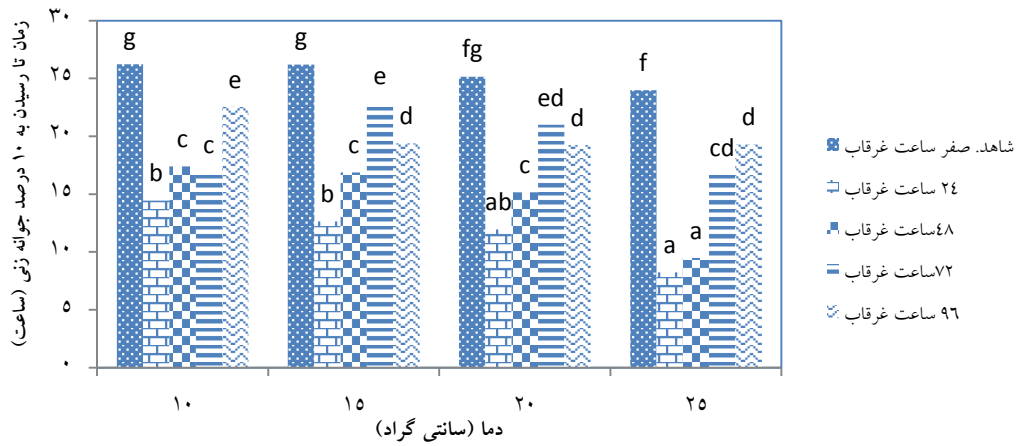
٢٤ ساعت	١٠	٠/٠٣٤	١٤/٤٥	٠/٠٢١
	١٥	٠/٠٣٨	٨/٢٥	٠/٠٢٩
	٢٠	٠/٠٣٧	١١/٩٥	٠/٠٢٨
	٢٥	٠/٠٣٧	١٢/٦٣	٠/٠٢٥
٤٨ ساعت	١٠	٠/٠٣٧	٩/٤٢	٠/٠١٤
	١٥	٠/٠٣٤	١٩/٣٩	٠/٠٢٤
	٢٠	٠/٠٣٦	٢٢/٥٥	٠/٠٢٣
	٢٥	٠/٠٣٥	١٩/٢٥	٠/٠٢١
٧٢ ساعت	١٠	٠/٠٣٥	١٦/٩١	٠/٠٢١
	١٥	٠/٠٣٥	٢٢/٨٢	٠/٠٢٥
	٢٠	٠/٠٣٥	٢٠/٩٨	٠/٠٢١
	٢٥	٠/٠٣٧	١٦/٦٧	٠/٠٢٢
٩٦ ساعت	١٠	٠/٠٣٦	١٧/٤٠	٠/٠١٨
	١٥	٠/٠٣٧	٩/٤٧	٠/٠٢٥
	٢٠	٠/٠٣٧	١٥/١٥	٠/٠٢٧
	٢٥	٠/٠٣٦	١٦/٨٨	٠/٠٢٢



شکل ١- تغییرات سرعت جوانه‌زنی تحت تاثیر دما و مدت غرقاب



شکل ٢- تغییرات وزن گیاهچه تحت تاثیر دما و مدت غرقاب



شکل ۳- تغییرات زمان تا رسیدن به ۱۰ درصد جوانه‌زنی تحت تاثیر دما و مدت غرقاب

نتیجه‌گیری نهایی

نتایج این آزمایش نشان داد غرقاب شدن بذرها کلزا به مدت زمان کم (بر اساس نتایج این آزمایش تا ۹٦ ساعت غرقاب) باعث افزایش جوانه‌زنی و بهبود (پرایمینگ) آن می‌شود. همچنین نتایج این پژوهش نشان داد در شرایط غرقاب در صورتی که دما کاهش یابد جوانه‌زنی و رشد گیاهچه کلزا بیشتر از زمانی که دما افزایش می‌یابد کاهش می‌یابد، که دلیل این امر را می‌توان به علت صدمات ناشی از کاهش دما و خسارات ناشی از جذب آب در دمای پایین نسبت داد. با توجه به اینکه در زمان کشت کلزا در پاییز، احتمال بارش‌های پاییزه سنگین وجود دارد و متعاقب آن بذرهای کلزا بیش ۹٦ ساعت در شرایط غرقابی قرار خواهند گرفت توصیه می‌شود، کشاورزان تا حد امکان زهکشی مزرعه را صحیح انجام دهند همچنین با توجه به آمار هواشناسی سال‌های گذشته از کاشت در تاریخ‌هایی که احتمال بارش‌های سنگین وجود دارد، خودداری کنند.

References

Aleiari, H., and Shekari, F. 2000. Oil seed, Agronomy and Physiology. Publications Amidi. 112-116 p.

Daneshian, J. 1995. Effects of seed inoculation of soybean cultivars by *B.japonicum* Bacteria on the Quality and Quantity of soybean cultivars. Thesis of M.Sc University Tarbiat Modarres. 45 p.

De Figueiredo, E., Albuquerque, M.C., and De Carvalho, N.M. 2003. Effect of the type of environmental stress on the emergence on sunflower, Soybean and maize seed with different levels of vigor. Seed Sci. Technol. 31: 465-479.

Dennis. E.S., Doferus. R., Ellis. M., Rahman. M., Wu. Y., Hoeren. F.U., Grover. A., Ismond. K.P., Good, A.G., and Peacock. W.J. 2000. Mollecular strategies for improving water logging tolerance in plants. Journal of experimental botany. 51: 89-97.

Forcella, F., Benech Arnold, R.L., Sanchez, R., and Ghersa, C.M. 2000. Modeling seedling emergence. Field. Crop. Research. 67: 123-139.

Galeshi, S., Torabi, B., Resam, Gh., Rahemi, A., and Barzegar, A. 2009. Stress Management in Plants. Publications Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources. 307 p.

Hardegree, S. P. 2006. Predicting germination response to temperature. I. Cardinal temperature models and subpopulation-specific regression. Annual. Botany. 97: 1115–1125.

International Seed Testing Association (ISTA). 1985. International rules for seed testing. Seed Science and Technology. 13: 356-513.

Ismail, A.M., Ella, E.S., Vergara, G.V. and Mackill, D.J. 2009. Mechanisms associated with tolerance to flooding during germination and early seedling growth in rice. Annual. Botany. 103:197.209.

Jamali, M., Ghaderifar, F., Sadeghipoor, H., and Soltani, A. 2013. The influence of priming on germination of wheat with various seed vigor under environmental stress. Thesis of M.Sc. Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources. 117 p.

Kafi, M., Borzoii, A., Kamandi, A., and Nabati, J. 2009. Physiological and environmental stresses in plants. Publications SID Mashhad. 235 p.

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

Khajeh-Hosseini, M., Powell, A.A., and Bingham, I.J. 2003. The interaction between salinity stress and seed vigor during germination of soyabean seeds. Seed Science Technology. 31, 715-725.

Khajepoor, M. 2007. Production of industrial crops. Press SID Of units Isfahan. 186 p.

Malik, A., Colmer, T.D., Lambers, H., and Schortemyer, M. 2001. Changes inphysiological and morphological traits of roots and shoots of wheat in response to different depths of waterlogging. Australian Journal of Plant Physiology: 28: 1121-1131.

Rehman, S., Harris, P.J.C., and Bourne, W.F. 1999. Effect of artificial ageing on the germination, ion leakage and salinity tolerance of Acacia tortilis and A. coriacea seeds. Seed Science. Technology. 27: 141–149.

Salamati, N., and Galeshi, S. 2010. Morphological and physiological characteristics of cotton in response to flooding and temperature effects. Abstracts of articles Third International Seminar pellets edible oilseeds and oils. 14 p.

Seefeldt, S.S., Kidwell, K.K., and Waller, J. E. 2002. Base growth temperatures, germination rates and growth response of contemporary spring wheet (*Triticum aestivum* L.) cultivars from the US Pacific Northwest. Field Crop Research. 75: 47-52.

Soltani, A. 2007. Application SAS software for statistical analysis. Publications SID Mashhad. 182 p.

Soltani, A., Kamkar, B., Galeshi, S., and Akramghaderi, F. 2008. Effects of seed deterioration on the depletion of seed and seedling growth of wheat Hetrotrophic. Journal Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources. 15 p.

Soltani, A., Robertson, M.J., Torabi, B., Yousefi-Daz., M., and Sarparast, R. 2006. Modeling seedling emergence In chickpea as influenced by temperature and sowing depth. Agric. For. Meteorol. 138: 156-167.

Statistics and Information Technology, Ministry of Jihad Agriculture. 2012. Agriculture Marnamh. Vol 1. Season crops 2011-2012. Publications Ministry of Jihad Agriculture. Deputy for Planning and Economic. Office of Statistics and Information Technology. 125 p.

Tahmasbi, M., Galeshi, S., and Sadeghipoor, H. 2011. Morphological and physiological characteristics of wheat in response to the effects of flooding and temperature. Abstracts of articles First Conference of strategies to achieve sustainable agriculture. Ahvaz.

Visser, E.J.W., and Voesenek, L.A.C.J. 2004. Acclimation to soil flooding sensing and signal-transduction. Plantand Soil. 244: 197–214.

Wahid, A., Gelani, S., Ashraf, M., and Foolad, M.R. 2007. Heat tolerance in plants: An overview. Env. Exp. Bot. 61:199–223

Wuebker, E.F., Mullen, R.E., and Koehler, K. 2001. Flooding and temperature effects on soybean germination. Crop Science. 4: 1875-1861.

Zeynali, A., and Soltani, A. 2000. Effect of drought stress on wheat seedling growth Hetrotrophic. Journal Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources. 7:113-122 p.