اثر براسینواستروئید بر مولفه‌های جوانه‌زنی بذور مادری گلرنگ تحت تنش خشکی

مهناز ظفری[۱*]، علی عبادی[۲]، سدابه جهانبخش[۳] و محمد صدقی[۴]

۱) دکتری فیزیولوژی گیاهان زراعی گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.
۴ و ۲) استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.
۳) دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

* نویسنده مسئول: **mahnaz.zafari@yahoo.com**

تاریخ دریافت: ۹۵/۰۴/۰۸ **تاریخ پذیرش: ۹۵/۰۶/۲۸**

چکیده

این تحقیق جهت بررسی اثر تنش کم‌آبی حاکم بر گیاه مادری، روی بنیه و درصد ظهور گیاهچه ارقام گلرنگ، در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه محقق اردبیلی در سال ۱۳۹۲ به‌صورت اسپیلت پلات فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. تیمارها در کرت اصلی، شامل تنش خشکی (کرت اصلی) در سه سطح آبیاری پس از ۸۰ میلی‌متر (تنش نرمال)، ۱۲۰ میلی‌متر (تنش ملایم) و ۱۶۰ میلی‌متر (تنش شدید) تبخیر از تشتک تبخیرکلاس A بودند و کرت فرعی شامل سه رقم گلرنگ بهاره (گلدشت، سینا و فرامان) و تنظیم‌کننده رشد براسینواستروئید (عدم مصرف و مصرف 10^{-7} مولار) بود. نتایج آزمایش نشان داد که تنش خشکی باعث کاهش وزن هزار دانه، درصد و سرعت جوانه زنی، طول (ریشه‌چه، ساقه‌چه، گیاهچه)، وزن خشک گیاهچه و شاخص بنیه گیاهچه گردید. به‌طوری‌که به‌ترتیب نسبت به سطح نرمال ۱۴/۳۴ درصد، ۷۹/۸۷ درصد، ۶۶/۱۱ درصد، ۳۰/۹۲ درصد، ۳۴/۵۵ درصد، ۳۲/۶۰ درصد و ۴۸/۵۵ درصد افت داشت و بین ارقام کشت شده رقم گلدشت دارای بیش‌ترین وزن هزار دانه، وزن خشک گیاهچه، درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و شاخص بنیه گیاهچه بود. اما تیمار براسینواستروئید تنها باعث افزایش معنی‌دار در وزن هزار دانه و وزن خشک گیاهچه شد. برای سایر پژوهشگران توصیه می‌شود براسینواستروئید را در مرحله دانه‌بندی نیز استفاده کنند. زیرا احتمال دارد اثر براسینواستروئید طی گذر زمان از گل‌دهی تا دانه‌بندی کاهش یابد.

واژه‌های کلیدی: بنیه بذر، تنظیم کننده رشد و جوانه‌زنی.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-10]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1396.9.33.1.6]

مقدمه

یکی از ویژگی‌های مهم گیاهان زراعی زادآوری و تجدید نسل آن‌ها از طریق بذر می‌باشد. بذر به عنوان یکی از عوامل مهم در توسعه کشاورزی و افزایش تولید محصولات زراعی است، از این رو تولید بذر با کیفیت بالا از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. خشکی عمده ترین محدودیت در تولید محصولات زراعی است و مشکل بسیاری از مناطق مختلف دنیا است (Passioura, 2007). تولید کنندگان محصولات کشاورزی به بذرهای برخوردار از جوانه زنی و بنیه مناسب نیاز دارند تا با کشت آن‌ها محصول قابل توجهی به دست آورند (ابهری و گالشی، ۱۳۸۶). با توجه به این که قسمت اعظم روغن مصرفی کشور از خارج وارد می شود و همچنین محدودیت منابع آب، ضرورت توسعه کشت دانه‌های روغنی که به خشکی به نسبت مقاوم هستند، از اهمیت خاص برخوردار است (دلخوش و همکاران، ۱۳۸۵). یکی از مهم‌ترین عوامل محیطی مؤثر در بنیه بذر، وقوع تنش رطوبتی بر روی گیاه مادری در حین تشکیل بذر است که باعث ایجاد بذرهای چروکیده و کوچک شده و بنیه بذر را می‌کاهد (گالشی و بیات ترک، ۱۳۸۴). شرایط نامساعد محیطی بر قدرت بذرها روی گیاهان مادر به‌طور غیر مستقیم اثر کرده و عواقب آن در عملکرد توده‌های بذری بعد از برداشت و در شرایط مزرعه‌ای ظاهر می-شود و باعث بروز اختلافات فیزیولوژیکی در بذور مثل اختلاف در سرعت جوانه‌زنی و وزن خشک گیاهچه‌ها خواهد شد (قاسمی گلعذانی و همکاران،۱۳۹۱). تنش خشکی به‌طور مستقیم و غیر مستقیم با اثر بر متابولیسم بذر باعث کاهش درصد جوانه‌زنی بذرهای به‌دست آمده شده و با افزایش این تنش‌ها سرعت جوانه‌زنی و وزن خشک گیاهچه‌ها به‌طور معنی داری کاهش می‌یابد (Soltani *et al.*, 2007). درصد جوانه‌زنی بالای بذر سبب خروج سریع‌تر گیاهچه از خاک و استقرار و رشد سریع‌تر بوته‌ها شده و درصد جوانه‌زنی بالا، ناشی از بیش‌تر بودن ذخایر غذایی و خصوصیت فیزیولوژیکی مناسب در آن‌ها می‌باشد (Elias *et al.*, 2006). طی پژوهشی گزارش شد که تنش خشکی متجر به کاهش درصد جوانه‌زنی نخود شد (Fougereux *et al.*, 1997). طول گیاهچه معیاری از بنیه بذر محسوب می‌شود و در بسیاری از گونه‌های گیاهی همبستگی بین طول گیاهچه و بنیه بذر به اثبات رسیده است (Hampton and Tekrony, 1995). وزن خشک گیاهچه معیاری از بنیه بذر محسوب می شود و بیش تر بودن ذخیره مواد غذایی در بذر سبب کیفیت بهتر بذر می شود (صادقی و همکاران، ۱۳۸۷) و تنش خشکی منجر به کاهش ذخیره بذر و کاهش وزن دانه می‌شود در آزمایشی مشخص شد که بذرهای جو در شرایط تنش خشکی نسبت به شرایط بدون تنش کوچک‌تر و محصول کم‌تری تولید کردند (Samareh, 2005). برای تحمل تنش کم‌آبی سازوکارهای مقاومت و تحمل در گیاهان توسعه یافته است. یکی از راه‌های مقابله و تطابق، استفاده از تنظیم کننده‌های رشد گیاهی است (Ozdamir *et al.*, 2004). اولین بار براسینواستروئیدها از دانه گرده گیاه کلزا استخراج (Grove *et al.*, 1979) و به عنوان ششمین گروه از تنظیم کننده‌های رشد گیاهی در نظر گرفته

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-10]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1396.9.33.1.6]

شد (Rohini and Sankara, 2000). این ترکیبات موجب تحریک رشد و تقسیم سلولی می‌شوند (Schaller, 2003). براسینواستروییدها تحمل گیاهان را در محدوده وسیعی از استرس‌های محیطی افزایش داده‌اند. استفاده از براسینواستروئید در عدس تحت شرایط خشکی موجب افزایش عملکرد محصول شد (Hayat *et al.*, 2012). هدف از این تحقیق، بررسی اثر براسینواسترودید به‌کار برده شده روی گیاه مادر تحت تنش خشکی بر مولفه‌های جوانه‌زنی نتاج می‌باشد که آیا اثر براسینواستروئید از مادر به بذر منتقل می‌شود یا نه؟ که در صورت منتقل شدن تا چه حدی مفید است. آیا در این صورت نیازی به پیش تیماری بذور نیست؟ و هدف دوم این بود که در منطقه اردبیل، با توجه به اینکه تاکنون گلرنگ در سطح وسیع کشت نشده است، بین سه رقم سینا، فرامان و گلدشت مناسب‌ترین رقم را از لحاظ مقاوت به خشکی و محصول‌دهی گزینش کرد.

مواد و روش ها

این پژوهش در سال زراعی ۱۳۹۲ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه محقق اردبیلی با مختصات جغرافیایی ۳۸ درجه و ۲۰ دقیقه شمالی و ۴۸ درجه و ۲۱ دقیقه شرقی در ارتفاع ۱۵۰۰ متری از سطح دریا اجرا شد. بارش این منطقه بر اساس آمار ۳۰ ساله هواشناسی بین ۲۸۰- ۳۰۰ میلی‌متر بوده که بیش‌تر به صورت بارش زمستانه است. آزمایش به‌صورت اسپیلت پلات فاکتوریل در قالب طرح پایه‌ی بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام گردید. آبیاری در سه سطح آبیاری (پس از ۸۰، ۱۲۰ و ۱۶۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک کلاس A) در کرت اصلی و عامل فرعی شامل سه رقم گلرنگ بهاره (گلدشت، سینا و فرامان) و تنظیم کننده رشد براسینواستروئید در دو سطح صفر و$۱۰^{-۷}$ مولار بود. زمان آبیاری هر کرت، بر اساس میزان تبخیر آب مورد نظر از تشتک کلاس A در نظر گرفته شد. کود دامی پوسیده قبل از کشت و موقع تهیه بستر کشت و شخم زنی به میزان ۵/۵ تن در هکتار به زمین افزوده شد. کاشت در اردیبهشت ماه به‌صورت جوی و پشته‌ای در عمق سه سانتی‌متری، فاصله بین ردیف‌ها ۵۵ سانتی‌متر و بین بوته‌ها ۱۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. کشت به‌صورت هیرم‌کاری بود. آبیاری تا هنگام گل‌دهی برای همه تیمارها یکسان بود و از مرحله ۲۵ درصد گل‌دهی تیمارهای تنش خشکی اعمال شد. سه روز بعد از اعمال هر تنش، تیمارهای براسینواستروئید تنها در یک مرحله، به حالت محلول پاشی بر برگ‌ها به میزان سه لیتر برای هر ۲۷۰ بوته در ۷/۲ مترمربع استفاده شد. برداشت نهایی با حذف دو ردیف حاشیه (اول و آخر) هر کرت و۶۰ سانتی‌متر از طرفین کرت انجام شد، پنج بوته به‌طور تصادفی انتخاب و به آزمایشگاه منتقل شده و وزن هزار دانه با ترازوی دقت یک هزارم اندازه‌گیری شد. قبل از اندازه‌گیری مولفه‌های جوانه‌زنی، محیط کار، ظروف و بذرها ضدعفونی شدند. بذور به مدت ۱۵ دقیقه با محلول۱ درصد هیپوکلریت سدیم و سپس با قارچ کش دو در هزار بنلیت ضدعفونی شدند (زبرجدی و همکاران،۱۳۹۱). در هر پتری دیش ۳۰ عدد بذر ضد عفونی شده روی

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-10]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1396.9.33.1.6]

کاغذ صافی قرار گرفت. سپس ظروف به اطاقک رشد با دمای ۲۵ درجه سانتی گراد منتقل شده و به مدت دوهفته به طور روزانه مورد بازبینی و در پایان صفات زیر ارزیابی شدند. درصدجوانه زنی بر اساس رابطه ۱محاسبه شد (Soltani *et al.*, 2001).

رابطه ۱: $GP= (Seed\ Germinated/ Total\ Seeds) \times 100$

برای محاسبه سرعت جوانه‌زنی از رابطه ۲ استفاده شد (آگراوال و دادلانی،۱۳۸۰).

رابطه ۲: $GR= \sum (n/t)$

در این رابطه GR سرعت جوانه زنی و n تعداد بذوری که جدیداً در زمان t جوانه زده اند و t شامل روزهای پس از کاشت است.

محاسبه کاهش درصد جوانه زنی بر اساس رابطه ۳ (Azizi *et al.*, 2011) انجام شد.

رابطه ۳: $RGP= 1- (The\ number\ of\ Germinated\ seeds\ conditions\ drought/\ The\ number\ of\ Germinated\ seeds\ conditions\ control) \times 100$

در این رابطه RGP کاهش درصد جوانه زنی و صورت کسر (تعداد بذور جوانه زده در شرایط خشکی) و مخرج کسر (تعداد بذور جوانه زده در شرایط نرمال است).

طول گیاهچه، ریشه‌چه و ساقه‌چه به صورت میانگین‌گیری ۱۰ نمونه از هر تکرار و با کولیس با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر اندازه گیری شد. شاخص بنیه بذر از رابطه ۴ به‌دست آمد (Abdul-Baki and Anderson, 1973).

رابطه ۴: $Vi= (Ls \times Pg)/ 100$

Vi شاخص بنیه بذر، Ls مجموع طول ساقچه‌ها و ریشچه‌ها برحسب میلی‌متر و Pg درصد جوانه‌زنی است. برای اندازه گیری وزن خشک گیاهچه،۱۰ نمونه به طور تصادفی که دارای ریشه چه و ساقه چه سالم بودند انتخاب شده و در آون ۷۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد و پس از ۲۴ ساعت وزن خشک اندازه‌گیری شد. نتیجه تجزیه خاک مزرعه در جدول ۱ آورده شده است، تجزیه آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزار آماری SAS انجام گردید و مقایسه میانگین اثرهای اصلی به روش LSD در سطح احتمال یک درصد انجام شد.

جدول ۱: تجزیه ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک

پتاسیم (ppm)	فسفر (ppm)	نیتروژن (%)	رس (%)	سیلت (%)	شن (%)	کربن آلی (%)	کربنات کلسیم (%)	اسیدیته	شوری (ds/m)
۲۰/۲۱	۲۹/۸۲	۰/۰۶۲۶	۲۳	۴۲	۳۵	۰/۰۶۲۶	۱۴/۴۵	۷/۸۳	۳/۷۴

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-10]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1396.9.33.1.6]

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس اثر رقم و تنش خشکی نشان داد که اثرات اصلی تیمارهای واریته و تنش خشکی در تمامی صفات مورد آزمایش در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود، ولی اثر تیمار براسینواستروئید فقط در دو صفت وزن هزار دانه و وزن خشک گیاهچه معنی‌دار شد، و اثر برهمکنش به استثنای تنش در رقم در صفت وزن خشک گیاه‌چه معنی‌دار نبود (جدول ۲).

وزن هزار دانه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر تنش خشکی، رقم و براسینواستروئید بر وزن هزار دانه معنی‌دار شد، اما اثر برهمکنش تیمارها بر این صفت معنی‌دار نبود (جدول ۲). وزن هزار دانه با افزایش تنش خشکی در سطح ۱۶۰ میلی‌متر تبخیر ۱۴/۳۵ درصد کاهش داشت (جدول ۳). این کاهش می‌تواند ناشی از کاهش طول دوره پرشدن دانه در اثر تنش خشکی و همچنین محدود بودن انتقال مجدد باشد. در وزن هزار دانه مشاهده شد که گلدشت و فرامان به‌ترتیب با مقادیر (۵۰/۹۸ و ۲۷/۸۵ گرم) از حداکثر و حداقل مقدار وزن هزاردانه برخوردار بودند (جدول ۳). این اختلاف می‌تواند به دلیل رقابت درون بوته‌ای در ارقام باشد که گلدشت به علت داشتن کم‌ترین تعداد دانه در کاپیتول و تعداد کاپیتول در بوته و در نتیجه کاهش رقابت بین دانه ها در بوته برای جذب مواد غذایی، دارای درشت‌ترین دانه‌ها می‌باشد و بر عکس این مورد در فرامان صادق است (ظفری و همکاران، ۱۳۹۵) و همچنین احتمال دارد ناشی از تفاوت ژنتیکی باشد. کاهش وزن هزار دانه در اثر تنش خشکی در گلرنگ در آزمایش دانشور و خواجویی نژاد (۱۳۹۳) نیز گزارش شده است. مصرف براسینواستروئید به علت افزایش تقسیم سلولی و طویل شدن سلول (Asha and Lingakumar, 1973) منجر به افزایش ۱۵ درصدی وزن هزار دانه گردید (جدول ۳). افزایش وزن هزاردانه با مصرف براسینواستروئید در آزمایش Eskandari (۲۰۱۱) نیز مشاهده شده است.

درصد و سرعت جوانه زنی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر تنش خشکی، رقم و براسینواستروئید بر درصد و سرعت جوانه زنی معنی‌دار شد اما اثر برهمکنش تیمارها بر این صفت معنی‌دار نبود (جدول ۲). افزایش تنش خشکی در محیط گیاه مادر باعث افت درصد جوانه زنی شد، به‌طوری‌که با افزایش تبخیر از ۸۰ میلی‌متر به ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر، ۴۶/۷۳ درصد و از ۱۲۰ به ۱۶۰ میلی-متر تبخیر به میزان۶۲/۲۰ درصد کاهش یافت (جدول ۳). در بین ارقام مورد آزمایش درصد جوانه‌زنی در رقم گلدشت ۱/۸۰ درصد بیش‌تر از سینا، و در سینا با اختلاف ۲/۶۱ درصد بیش‌تر از فرامان بود. بالا بودن درصد جوانه‌زنی در ارقام به ترتیب ذکر شده می‌تواند ناشی از بیش‌تر بودن وزن هزار دانه باشد که منجر به بهبود کیفیت بذر شده است. تنش خشکی

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-10]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1396.9.33.1.6]

با اثر بر کاهش وزن دانه منجر به کاهش کیفیت بذر و در نهایت باعث افت درصد جوانه زنی شد (جدول ۵). همچنین تنش خشکی با ایجاد تنش کمبود عناصر غذایی در گیاه، موجب اختلال در روند جذب و تجمع عناصر غذایی شده و در نتیجه باعث کاهش عملکرد گیاه می شود (چوگان، ۱۳۸۳). کمبود عناصر غذایی در طول دوره رشد گیاه مادری می‌تواند به‌طور مستقیم و غیر مستقیم بنیه بذر را تحت تاثیر قرار دهد (Pollock and Ross, 1972). با مطالعه اثر تغذیه گیاه مادری خردل با عناصری مانند نیتروژن و پتاسیم، گزارش شد که درصد جوانه‌زنی با افزایش میزان مصرف این عناصر افزایش یافتند (Saraswathy and Dharmalingam, 1992). افت درصد جوانه‌زنی در اثر تنش در بذور مادری کلزا نیز دیده شده است (سید احمدی، ۱۳۹۱). با افزایش تنش خشکی در گیاه مادری، میزان سرعت جوانه‌زنی در نسل دوم کاهش یافت با افزایش تبخیر از ۸۰ میلی‌متر به ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر میزان سرعت جوانه‌زنی به میزان ۳۲/۷۲ درصد و از ۱۲۰ به ۱۶۰ میلی‌متر تبخیر ۹/۱۱ درصد کاهش یافت (جدول ۳). همان‌طور که ذکر شد تنش خشکی منجر به کاهش وزن دانه و همچنین کاهش کیفیت دانه می‌شود، بنابراین تنش خشکی به طور غیرمستقیم منجر به کاهش سرعت جوانه‌زنی شد، که همبستگی مثبت و معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد بین وزن دانه، سرعت جوانه‌زنی و درصد جوانه‌زنی به طور واضح قضیه فوق را نشان داد، همچنین بین درصد جوانه زنی با سرعت جوانه‌زنی همبستگی مثبت و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد وجود داشت (جدول ۴). کاهش سرعت جوانه‌زنی در اثر تنش خشکی حاکم بر گیاه مادر و همبستگی مثبت آن با درصد جوانه‌زنی در نتایج عطاردی و همکاران (۱۳۸۹) نیزگزارش شده است. بین ارقام مورد آزمایش، رقم گلدشت از بیش-ترین سرعت جوانه‌زنی و رقم فرامان از کم‌ترین سرعت جوانه‌زنی برخوردار بود. این تفاوت می‌تواند ناشی از ژنتیک، وزن دانه و درصد جوانه‌زنی باشد (جدول ۳). مصرف براسینواستروئید در میزان درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی غیر معنی‌دار بود.

طول ریشه‌چه، ساقه‌چه و گیاهچه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات اصلی تیمارهای رقم و تنش خشکی در سطح احتمال یک درصد بر طول ساقه‌چه، ریشه‌چه و گیاهچه معنی‌دار بود (جدول ۲). همچنین کاهش وزن دانه و کمبود عناصر غذایی در نتیجه تنش خشکی (پیش‌تر اشاره شد)، منجر به کاهش طول ساقه‌چه، ریشه‌چه و گیاهچه شد. به‌طوری‌که با افزایش تنش خشکی از ۸۰ میلی‌متر به ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر، طول ساقه‌چه، ریشه‌چه و گیاهچه به‌ترتیب ۱۷/۳۷ درصد، ۱۶/۸۱ درصد و ۱۷/۳۷ درصد کاهش یافت و از ۱۲۰ به ۱۶۰ میلی‌متر تبخیر آب از تشتک کلاس A به‌ترتیب ذکر شده ۲۱/۱۳ درصد، ۱۶/۹۶ درصد و ۱۸/۷۳ درصد کاهش یافت (جدول ۳). در ارقام مورد آزمایش، در صفت طول ساقه‌چه بیش‌ترین میزان به رقم سینا، و کم‌ترین میزان به رقم گلدشت اختصاص یافت (جدول ۳). بیش‌تر بودن طول ساقه‌چه در سینا، و کم‌تر بودن آن در گلدشت

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-10]
[DOR: 20.1001.1.2008403.1396.9.33.1.6]

به احتمال زیاد ناشی از تفاوت ژنتیکی می‌باشد که سینا رقمی پابلند و گلدشت رقمی پاکوتاه است (ظفری و همکاران، ۱۳۹۵). ولی در صفت طول ریشه‌چه، برعکس بود، یعنی بیش‌ترین میزان به رقم گلدشت، و کم‌ترین میزان به سینا متعلق بود و در طول گیاهچه، فرامان بیش‌ترین طول گیاهچه داشت و سینا کم‌ترین میزان را داشت (جدول ۳). بیش‌ترین میزان طول همبستگی مثبت و معنی‌دار بین وزن دانه و سه صفت ذکر شده نشان داده شده است، علاوه بر وزن دانه، درصد جوانه زنی و سرعت جوانه‌زنی نیز با صفات فوق همبستگی مثبت و معنی‌داری نشان داد (جدول ۴). در پژوهشی که توسط Hampton و Tekrony (۱۹۹۵) انجام شد، طول گیاه‌چه معیاری از بنیه گیاهچه محسوب و در بسیاری از گونه‌های گیاهی همبستگی بین طول گیاهچه و بنیه بذر به اثبات رسید. با توجه به اینکه هر چه مواد غذایی بذرهای مادری بیش‌تر باشد، میزان رشد ساقه‌چه و ریشه‌چه بیش‌تر خواهد بود و گیاهچه‌های قوی و سالم بیش‌تری تولید خواهد شد و تنش خشکی با کاهش مواد ذخیره‌ای بذر مادری و کاهش وزن دانه منجر به کاهش رشد ساقه‌چه و ریشه‌چه شد که در نهایت منجر به تولید گیاهچه ضعیف گردید. افزایش طول گیاهچه در خردل در اثر تغذیه گیاه مادری با نیتروژن و پتاسیم (Saraswathy and Dharmalingam, 1992) نیز مطلب ما را تایید می‌کند که کاهش طول گیاهچه در تنش خشکی می‌تواند ناشی از کمبود عناصر غذایی نیز باشد. تیمار براسینواستروئید اثر معنی‌داری بر مولفه‌های مذکور نداشت.

شاخص بنیه گیاهچه

اثر اصلی تیمارهای تنش خشکی و رقم بر شاخص بنیه بذر معنی‌دار بود (جدول ۲ و ۳). با افزایش اثر تنش خشکی بر بوته مادر، شاخص بنیه بذر افت کرد. با افزایش تنش خشکی از ۸۰ میلی‌متر به ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر میزان این شاخص به میزان ۵۵/۸۴ درصد افت، و از ۱۲۰ به ۱۶۰ میلی‌متر تبخیر، ۶۷/۳۴ درصد افت کرد. با کاهش درصد جوانه‌زنی و طول گیاهچه در صورت کسر، طبیعتا این شاخص کاهش خواهد یافت. Badrooj و همکاران در سال ۲۰۱۰ نشان دادند که در شرایط تنش خشکی بر گیاه مادری، شاخص بنیه گیاهچه بذرهای کلزا کاهش یافتند. در بین ارقام مورد آزمایش، رقم گلدشت از شاخص بنیه گیاهچه بیش‌تری نسبت به رقم سینا برخوردار بود، ولی رقم فرامان، با گلدشت و سینا در یک دامنه آماری بودند، زیرا رقم گلدشت از معیارهای شاخص بنیه گیاهچه، از بیش‌ترین درصد جوانه‌زنی و وزن هزار دانه برخوردار بود و طول گیاه‌چه آن کم‌تر از فرامان، و بیش‌تر از سینا بود. از این رو بیش‌ترین شاخص بنیه گیاهچه را به خود اختصاص داد، ولی رقم فرامان از درصد جوانه‌زنی متوسط و بیش‌ترین طول گیاهچه و کم‌ترین وزن هزار دانه برخوردار بود. از این رو فرامان در شاخص بنیه گیاهچه با گلدشت و سینا در یک دامنه آماری بود. تیمار براسینواستروئید در این صفت باعث افزایش بسیار جزئی اما غیرمعنی‌دار در شاخص بنیه گیاهچه گردید.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-10]

[DOR: 20.1001.1.20084403.1396.9.33.1.6]

وزن خشک گیاهچه

اثر اصلی تیمارهای تنش خشکی، رقم و براسینواستروئید بر وزن خشک گیاهچه در سطح احتمال یک درصد آماری معنی‌دار بود و اثر برهمکنش رقم در تنش خشکی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. با افزایش تنش خشکی، وزن خشک گیاهچه کاهش یافت و شدت این کاهش در افزایش تبخیر از ۱۲۰ به ۱۶۰ میلی‌متر (۳۹/۸۳ درصد کاهش)، نسبت به افزایش تبخیر از ۸۰ به ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر (۱۴/۴۹ درصد کاهش) بیش‌تر بود. بین وزن خشک گیاهچه با طول ریشه-چه، ساقه‌چه و گیاهچه همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد وجود داشت که نشان داد با کاهش آن-ها در اثر تنش خشکی وزن خشک گیاهچه کاهش یافت و با افزایش آن‌ها، این صفت نیز افزایش می‌یابد. در نتیجه تیمار براسینواستروئید که باعث افزایش جزئی طول ریشه‌چه، ساقه‌چه و گیاهچه شده بود، منجر به افزایش معنی‌دار در وزن خشک گیاهچه گردید. اما بین وزن هزار دانه با وزن خشک گیاهچه همبستگی دیده نشد. تاکنون آزمایشی مبنی بر اثر براسینواستروئید بر مولفه جوانه‌زنی بذر مادری صورت نگرفته است. کاهش وزن خشک گیاهچه در اثر تنش خشکی حاکم بر گیاه مادر ذرت نیز گزارش شده است (فرهادی و همکاران، ۱۳۹۴).

جدول ۲: تجزیه واریانس مولفه‌های جوانه‌زنی اندازه گیری شده بذور حاصل از گلرنگ تحت تنش خشکی با کاربرد براسینواستروئید

منابع تغییرات		هزار دانه	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه زنی	طول ریشه‌چه	طول ساقه‌چه	طول گیاهچه	شاخص بنیه گیاهچه	وزن خشک گیاهچه
تکرار	۲	۱۷/۰۶ ns	۰/۱۳۴۵ **	۰/۰۳۲۹۳ ns	۱/۳۳۰ ns	۰/۰۶۰ ns	۰/۸۵ ns	۰/۳۳ ns	۰/۰۱۱۸۷ **
آبیاری	۲	۱۵۴/۶۶ **	۱۷۷۲۹/۶۰ **	۵۲۷/۸۱۷۱۱ **	۷۳۹/۳۸ **	۶۷۵/۹۰ **	۱۸۲۷/۵۸ **	۱۰۳۷۸/۰۴ **	۲/۱۴۸۴۴۶ **
خطای کرت اصلی	۴	۱۳/۳۸ ns	۰/۰۲۲ ns	۰/۰۰۵۱۱۴ ns	۱/۳۳۷ ns	۰/۰۸۰ ns	۱/۶۲ ns	۰/۸۰ ns	۰/۰۰۸۳۱ **
رقم	۲	۲۶۶۹/۶۲ **	۱۵/۴۰ **	۱۲/۴۰۶۴۸ **	۶۸/۷۹۴ **	۵۲/۳۳ **	۴۱/۵۲ **	۲/۱۸ *	۰/۶۴۳۴۶۸ **
براسینواستروئید	۱	۳۶۵/۹۲ **	۰/۰۰۳۱ ns	۰/۰۰۰۶۷ ns	۱/۳۱۶ ns	۰/۱۴۵ ns	۲/۳۳ ns	۰/۸۷ ns	۰/۵۱۴۳۱ **
آبیاری× رقم	۴	۰/۲۶ ns	۰/۰۰۰۶۲ ns	۰/۰۰۰۲۲۲ ns	۱/۱۹۲ ns	۰/۰۷۰ ns	۰/۹۷ ns	۰/۸۰ ns	۰/۰۱۱۱۴ **
آبیاری× براسینواستروئید	۲	۰/۰۰۰۵۳ ns	۰/۰۰۰۹۲ ns	۰/۰۰۱۸۱۷ ns	۱/۲۶۵ ns	۰/۰۵۵ ns	۱/۱۳ ns	۰/۶۸ ns	۰/۰۰۰۱۴ ns
رقم× براسینواستروئید	۲	۰/۰۰۲۷ ns	۰/۰۰۰۹۲ ns	۰/۰۰۰۸۲۲ ns	۱/۱۸۸ ns	۰/۰۷۰ ns	۱/۸۳ ns	۰/۶۵ ns	۰/۰۰۰۳۱ ns
آبیاری×رقم×براسینواستروئید	۴	۰/۰۰۲۷ ns	۰/۰۰۰۶۲ ns	۰/۰۰۰۲۲ ns	۱/۱۹۲ ns	۰/۰۷۰ ns	۰/۹۷ ns	۰/۵۸ ns	۰/۰۰۰۱۴ ns
خطای کرت فرعی	۳۰	۱۲/۹۷	۰/۰۱۴۲۵	۰/۰۱۰۴۴۹	۱/۲۳۸	۰/۰۷۸	۱/۲۸	۰/۶۳	۰/۰۰۰۷۰
ضریب تغییرات	-	۹/۶۸	۰/۲۸	۰/۹۲	۳/۱۹	۰/۹۵	۱/۷۶	۲/۷۷	۲/۴۲۹۷۰

ns، *، **. به‌ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-10]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1396.9.33.1.6]

جدول ۳: اثرات اصلی مولفه‌های جوانه‌زنی اندازه‌گیری شده بذور حاصل از گلرنگ تحت تنش خشکی با کاربرد براسینواستروئید

تیمارها		هزار دانه (گرم)	درصد جوانه‌زنی (٪)	سرعت جوانه‌زنی (٪)	طول ریشه‌چه (میلی‌متر)	طول ساقه‌چه (میلی‌متر)	طول گیاهچه (میلی‌متر)	شاخص بنیه گیاهچه	وزن خشک گیاهچه (گرم)
رقم	گلدشت	۵۰/۹۸ a	۴۲/۰۷ a	۱۱/۷۰ a	۰/۰۳۶ a	۲۷/۳۷ c	۶۳/۳۸ b	۲۹/۱۲ a	–
	فرامان	۲۷/۸۵ c	۴۰/۲۳ c	۱۰/۰۷ c	۳۵/۸۷ a	۳۰ b	۶۵/۸۷ a	۲۸/۸۵ ab	–
	سینا	۳۲/۷۹ b	۴۱/۳۱ b	۱۱/۱۹ b	۳۲/۵۵ b	۳۰/۵۷ a	۶۳/۱۲ b	۲۸/۴۲ b	–
تنش خشکی	۸۰ میلی‌متر تبخیر	۴۰/۳۵ a	۷۱/۳۹ a	۱۶/۳۸ a	۴۱/۳۹ a	۳۵/۴۵ a	۷۶/۸۵ a	۵۴/۷۸ a	–
	۱۲۰ میلی‌متر تبخیر	۳۶/۷۱ b	۳۷/۹۷ b	۱۱/۰۲ b	۳۴/۴۳ b	۲۹/۲۹ b	۶۳/۷۳ b	۲۴/۱۹ b	–
	۱۶۰ میلی‌متر تبخیر	۳۴/۵۶ b	۱۴/۳۵ c	۵/۵۵ c	۲۸/۵۹ c	۲۳/۲۰ c	۵۱/۷۹ c	۷/۴۲ c	–
براسینواستروئید	مصرف	۳۹/۸۱ a	-	–	–	–	–	–	۱/۱۹ a
	عدم مصرف	۳۴/۶۰ b	–	–	–	–	–	–	۰/۹۹ b

جدول ۴: همبستگی بین مولفه‌های جوانه‌زنی اندازه گیری شده بذور حاصل از گلرنگ تحت تنش خشکی با کاربرد براسینواستروئید

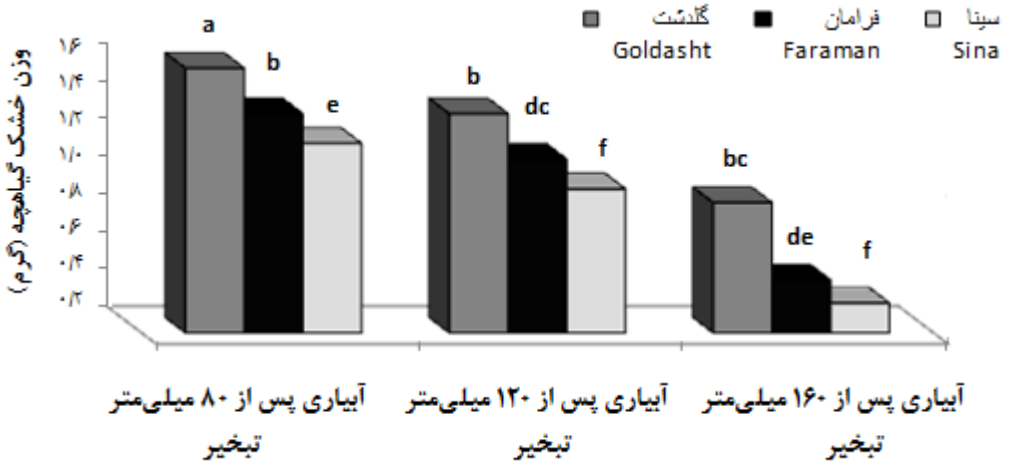
	هزار دانه	درصد جوانه زنی	سرعت جوانه‌زنی	طول ریشه‌چه	طول ساقه‌چه	طول گیاهچه	شاخص بنیه گیاهچه
درصد جوانه زنی	۰/۹۹۹ **	۱					
سرعت جوانه‌زنی	۰/۹۸۹ **	۰/۹۹۵ **	۱				
طول ریشه‌چه	۰/۹۹۵ **	۰/۹۹۹ **	۰/۹۹۹ **	۱			
طول ساقه‌چه	۰/۹۹۰ *	۱ **	۰/۹۹۵ **	۰/۹۹۹ **	۱		
طول گیاهچه	۰/۹۹۳ **	۱ **	۰/۹۹۷ **	۱ **	۱ **	۱	
شاخص بنیه گیاهچه	۱ **	۰/۹۸۶ *	۰/۹۹۸ **	۰/۹۹۳ **	۰/۹۸۷ *	۰/۹۹۰ **	۱
وزن خشک گیاهچه	۰/۹۲۹	۰/۹۴۷	۰/۹۷۴ *	۰/۹۶۱ *	۰/۹۷۳ *	۰/۹۶۷ **	۰/۹۲۲

مقایسه میانگین اثر برهمکنش خشکی و رقم (شکل ۱) نشان داد که در هر سه سطح تبخیر آب از تشتک کلاس A، رقم گلدشت از وزن خشک گیاهچه بالاتری برخوردار بود، در حالی که فرامان و سینا در یک دامنه آماری بودند. شایان ذکر است که با اینکه وزن خشک گیاهچه با هر سه عامل طول ریشه‌چه، ساقه‌چه و گیاهچه همبستگی نشان داد، ولی اثر طول ریشه‌چه بیش‌تر از دو عامل دیگر در وزن خشک گیاهچه اثرگذار بود. با کاهش طول ریشه‌چه، گیاهچه حاصل دچار

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-10]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1396.9.33.1.6]

محدودیت جذب آب در اوایل دوره رشد و نمو و استقرار گیاهچه شده و در نتیجه منجر به ضعف کارکرد زراعی بذرهای کشت شده می‌شود.



شکل ۱: مقایسه میانگین برهمکنش تنش خشکی در رقم در وزن خشک گیاهچه در گلرنگ

منابع

ابهری، ع.، گالشی، س.، لطیفی، ن. و کلاته، م. ۱۳۸۶. اثر تنش خشکی انتهایی بر بنیه بذر ژنوتیپ‌های گندم (*Triticum aestivum* L.). مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. جلد ۱۴، ص ۹۲-۸۱.

آگراوال، پ.ک. و دادلانی، م. ۱۳۸۰. فنون در علم بذر و فناوری. ترجمه لطیفی ن. انتشارات نشر. دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. تعداد صفحات ۳۱۰.

چوگان، ر. ۱۳۸۳ . اصلاح ذرت برای تحمل به تنش خشکی و نیتروژن. (ترجمه). انتشارات وزارت جهاد کشاورزی. ۹۵ ص.

دانشور، ف. و خواجوئی نژاد، غ. ۱۳۹۳. بررسی اثر کاربرد کودهای زیستی بر پتانسیل عملکرد و اجزای عملکرد ارقام گلرنگ(*Cartahamus tinctorius* L.) تحت رژیم‌های مختلف آبیاری. فصلنامه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب، ۴ (۱۶):۶۹-۵۹.

دلخوش، ب.، شیرانی راد، ا.ح.، نورمحمدی، ق. و درویش، ف. ۱۳۸۵. تاثیر تنش خشکی بر عملکرد و مقدار کلروفیل ارقام کلزا. مجله علوم کشاورزی. جلد ۱۲، شماره ۲، ص ۳۶۸-۳۵۹.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-10]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1396.9.33.1.6]

زبرجدی، ع.، سهیلی خواه، ژ.، قاسم پور، ح. و ویسی پور، ا. ۱۳۹۱. تأثیر تنش خشکی اعمال شده توسط PEG 6000 برخصوصیات فیزیولوژیک و مورفولوژیک جوانه زنی بذور گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.) به منظور گزینش ژنوتیپ های متحمل به خشکی. مجله زیست شناسی ایران. جلد ۲۵، شماره ۲، ص ۲۶۳ -۲۵۲.

سید احمدی، س .ع. ۱۳۹۲. ارزیابی مولفه‌های جوانه زنی و بنیه بذرهای مادری کلزا حاصل از تنش گرما و خشکی انتهایی فصل رشد. فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی. جلد ۵، شماره ۱۷، ص ۷۵-۶۱.

صادقی، م.، اصفهانی، م.، مومنی، ع.، ربیعی، م. و جهاندیده، ح. ۱۳۸۷. تأثیر محتوای رطوبت بذر بر شاخص-های جوانه زنی بذر و رشد گیاهچه در چهار رقم کلزا. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. جلد ۱۵، شماره ۳، ص ۷۴-۶۵.

ظفری، م.، عبادی، ع.، جهانبخش، س. و صدقی، م. ۱۳۹۵. بررسی اثر کاربرد براسینواستروئید بر پتانسیل عملکرد و اجزای عملکرد ارقام گلرنگ بهاره (*Cartahamus tinctorius* L.) تحت رژیم‌های مختلف آبیاری، مجله تولید گیاهان زراعی.

عطاردی، ه.، ایران نژاد، ح.، شرانی راد، ا.ح.، امیری، ر. و اکبری، غ. ۱۳۹۰. بررسی اثرات اعمال تنش خشکی و تاریخ کاشت روی گیاه مادری بر بنیه و ظهور گیاهچه بذرهای تولیدی برخی ارقام کلزا. مجله علوم گیاهان زراعی ایران. جلد ۴۲، شماره ۱، ص۸۰-۷۱.

فرهادی، ا.، دانشیان، ج.، حمیدی، آ.، شیرانی راد، ا.ح. و ولد آبادی، س. ع. ر. ۱۳۹۴. تاثیر دور آبیاری و سطوح مختلف نیتروژن بر تغذیه گیاه والد و بنیه بذر و برخی صفات مرتبط دورگ سینگل کراس ۷۰۴ در کرمانشاه. نشریه علوم و فناوری بذر ایران. جلد۴ ، شماره ۲، ص ۱۳۶-۱۱۹.

گالشی، س. و بیات ترک، ز. ۱۳۸۴. بررسی اثر تنش کم آبی پس از گرده افشانی بر قدرت بذر حاصله دو رقم گندم. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. جلد ۱۲، شماره ۶، ص ۱۱۹-۱۱۳.

Abdul-Baki, A. A. and Anderson, J. D. 1973. Vigor determination in soybean by multiple criteria. Journal of Crop Science. 13: 630-633.

Asha, A. and Lingakumar, K. 2015. Effect of 24-epibrassinollide on the morphological and biochemical constitutions (*Vigna unguiculata* L.) seedlings. Indian Journal of Scientific Research and Technology. 3: 35-39.

Azizi, M., Chehrazi, M. and Zahedi, M. 2011. Effects of salinity stress on germination and early growth of sweet william (*Dianthus barbatus* L.). Asian Journal of Agricultural Sciences. 3:453-458.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-10]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1396.9.33.1.6]

Badrooj, H. R., Hamidi, A. and Shirani, H. 2010. Evaluation of seed germination rates under accelerated aging conditions after exposition of spring cultivars of canola to drought stress. The third international conference on oilseeds and edible oils, Tehran, Center for Coordination Science and Technology of Oilseeds.

Elias, S. G., Garary, A., Schweitzer, L. and Hanning, S. 2006. Seed quality testing of native species. Native Plans Journal. 7: 15-19.

Eskandari, M. 2011. The effect of 28-Homobrassinolid in reducing the effects of drought in savory herbs. International Journal Plant Physiology Biochemistry. 3 : 183-187.

Fougereux, J., Dore, A. M., Ladonne, T. and Fleury, A. 1997. Water stress during reproduction stages affects seed quality and yield of pea (*Pisum sativa* L.) Journal Crop Science. 37: 1247-1252.

Grove, M. D., Spencer, G. F., Rohwedder, W. K., Mandava, N. B., Worley, J. F. and Wathen, J. D. 1979. Brassinolide a plant growth promoting steroid isolated from canola(*Brassica napus* L.) pollen. Nature Journal. 281: 216-217.

Hampton, J. G. and Tekrony, D. M. 1995. Handbook of vigor test methods. ISTA, Zurich, Swirztland. Pp. 463

Hayat, S., Alyemeni, M. N. and Hasan, S. A. 2012. Foliar spray of brassinosteroid enhances yield and quality of Solanum *lycopersicum* under cadmium stress. Saudi Journal of Biological Sciences. 19: 325-335

Ozdamir, F., Bor, M., Demiral, T. and Turkan, I. 2004. Effects of 24-epibrassinolide on seed germination, seedling growth, lipid peroxidation, prolin content and antioxidative system of rice (*Oryza sativa* L.) under salinity stress. Plant growth Regulators. 42: 203-211.

Pollock, B. M. and Ross, E. 1972. Seed and seedling vigour. In: Kozlowski, T.T. (Ed). Seed biology, 1: 314- 387, Academic Press.

Passioura, J. B. 2007. The drought environment physical, biological and Agricultural perspectives. Journal of Experimental Botany. 58: 113-117.

Rohini, V. K. and Sankara, K. R. 2000. Embryo Transformation, A Practical Approach for realizing Transgenic Plants of Safflower (Carthamus tinctorius L.). Annals of Botany. 86: 1043-1049.

Samareh, N. H. 2005. Effects of drought stress on growth and yield of barley. Agronomy for sustainable development. 25: 145-149.

Saraswathy, S. and Dharmaingam, C. 1992. Mother crop nutrition influencing seed quality of mustard (*Brassica juncea* L.) grown in the western tract of Tamil Nadu. Seed Research. 20: 88-91.

Schaller, H. 2003. The role of sterols in plant growth and development. Progrss in Lipid research. 42:163-175.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-10]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1396.9.33.1.6]

Soltani, A., Zeinali, E., Galeshi, S. and Latifi, N. 2001. Genetic variation for and interrelationships among seed vigor traits in wheat from the Caspian Sea Coast of Iran. Seed Science and Technology, 29(3): 653- 662

Soltani, E., Akram Ghaderi, F. and Memar, H. 2007. The effect of priming on germination components and seeding growth of cotton seeds under drought, Journal Agriculture Science Natural Resource. 14:9-16.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-10]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1396.9.33.1.6]