فصلنامه (علمی)

زیست شناسی تکوینی

سال چهاردهم، شماره ۴، پاییز ۱۴۰۱ ص.۳۸-۲۹

مقاله پژوهشی

اثر تنش کم‌آبی بر ویژگی‌های رویشی، میکرومورفولوژیکی و تکوین گل در ارقام احمدی و کرج ۲ گیاه کلزا (*Brassica napus* L.)

آزاده مدرسی[۱]، پریسا جنوبی[۱*]، احمد مجد[۱]، محمد طهماسب[۲]، امیر حسین شیرانی راد[۳]

[۱] گروه علوم گیاهی، دانشکده علوم زیستی، دانشگاه خوارزمی

[۲] گروه سلولی و مولکولی، دانشکده علوم زیستی، دانشگاه خوارزمی

[۳] گروه دانه‌های روغنی، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر

[*] (نویسنده مسئول مکاتبات): Jonoubi1234@gmail.com

تاریخ دریافت: آبان ۱۴۰۰ تاریخ پذیرش: دی ۱۴۰۰

چکیده

به منظور بررسی واکنش گیاه کلزا به تنش کم آبی، یک آزمایش اسپلیت پلات در قالب طرح کامل تصادفی با سه تکرار در کرج در موسسه تحقیقات اصلاح نهال و بذر کرج انجام شد. آبیاری در دو سطح آبیاری نرمال و قطع آبیاری از مرحله گلدهی در کرت‌های اصلی و گیاهان رقم Ahmadi و گیاهان رقم Karaj2 در کرت‌های فرعی انجام شد. گیاهان رقم کرج۲ بیشترین نسبت پوست به استوانه آوندی (۰/۷۹) و احمدی بیشترین میزان آبکش (۱۳/۳m) را در ریشه داشتند. در مقایسه گیاهان ارقام احمدی بیشترین ضخامت پوست (۱۴۶/۵m) و بیشترین آوند چوب (۱۴۴µm)، پروتوگزیلم (۱۳/۳m) و قطر پارانشیم مغز (۱۱۸/۱۶m) را در ساقه داشتند. در آبیاری نرمال گیاهان رقم احمدی بیشترین طول خامه (۱/۴۸ mm) و طول میله پرچم (۶/۳۲ mm) را داشتند. گیاهان رقم احمدی به دلیل داشتن کمترین نسبت پوست به استوانه آوندی و بیشترین میزان آبکش در ریشه و داشتن بیشترین ضخامت پوست در ساقه از تحمل بیشتری به تنش برخوردار بود و به عنوان گیاهان رقم مقاوم شناسایی شدند.

کلیدواژه‌ها: تنش خشکی، کم آبی، ویژگی‌های مرحله رویشی و گلدهی.

مقدمه

کلزا (*Brassica napus* L.) گیاهی یکساله از خانواده Brassicaceae است. یکی از مهم‌ترین دانه‌های روغنی است که در پنج قاره دنیا کشت می‌شود [۱, ۲]. توانایی سازگاری این گیاه با شرایط مختلف محیطی سبب شده که این گیاه در کشورهای مختلف با شرایط اقلیمی متفاوت کشت شود [۳]. ایران در منطقه‌ای خشک و نیمه خشک واقع شده است. کم آبی مهمترین عامل محدود کننده رشد گیاهان در این مناطق می‌باشد [۴]. این موضوع کشاورزان را با چالش آبیاری در تولید گیاهان زراعی مواجه کرده است. توسعه کشت گیاهان پاییزه مانند کلزا امکان استفاده از بارش‌های فصل پاییز و بهار را ممکن می‌سازد، اما استفاده از ارقامی که بتوانند تنش‌های کم ابی آخر دوره رشد در فصل بهار تحمل کنند، منجر به افزایش بهره وری آب خواهد شد.

تنش کم آبی آثار گوناگونی بر مراحل نموی و ساختار تشریحی گیاهان دارد [۵]. گیاهان با ایجاد سیستم ریشه اي انبوه و عمیق، کاهش رشد شاخه ها، سطح برگها و تعداد روزنه‌ها و افزایش تراکم کرکها در اپیدرم برگ با تنش خشکي مقابله مي کنند [۶]. جنوبی و همکاران (۲۰۱۴) افزایش ضخامت پوست را با وقوع تنش کم آبی در سویا گزارش دادند [۵]، کلیج و همکاران (۲۰۱۸) کاهش قطر آوندهای چوبی و افزایش چوبی شدن دیواره را در کنجد به دلیل سازگاری با شرایط تنش گزارش دادند. با اعمال تنش تعداد آوندهای چوبی و همچنین ضخامت چوبی شدن دیواره آن‌ها افزایش می‌یابد. این امر باعث انتقال سریعتر آب در آوندها و جلوگیری از هدررفتن آن می‌شود [۷]. زرین کمر و همکاران، کاهش قطر تخمک در بابونه با وقوع تنش را به دلیل کاهش تولید ماده خشک و صرف انرژی بیشتر برای رهایی از تنش گزارش دادند [۸].

هدف از مطالعه حاضر بررسی ویژگی‌های مختلف رویشی و تشریحی اجزای گل، در شرایط تنش کم آبی و بررسی پاسخ ارقام برای ایجاد تحمل به خشکی در کلزا بود که می‌تواند در برنامه‌های تولید ارقام متحمل به خشکی مورد استفاده قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

تاثیر تنش کم آبی بر رشد رویشی و ویژگی‌های میکرومورفولوژیکی گل و در آزمایشی در مزرعه موسسه اصلاح نهال و بذر در کرج با طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۶ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۴۹ دقیقه بررسی شد. به این منظور طرحی به صورت کرت‌های خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. در این مطالعه آبیاری در دو سطح شامل آبیاری نرمال (شاهد) و قطع آبیاری از مرحله گلدهی انجام شد که به عنوان عامل اصلی در نظر گرفته شدند. ارقام کلزا شامل احمدی و لاین در دست معرفی کرج۲ به عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شدند.

صفات مرتبط با بخش‌های رویشی، میکرومورفولوژی و بخش‌های زایشی در دو گیاه کلزا رقم احمدی و کرج ۲ بررسی شدند. برای بررسی ویژگی‌های تشریحی اندام‌های رویشی در مرحله گلدهی، نمونه برداری از منطقه یک سانتی متری نوک ریشه، بخش میانی میانگره اول و دوم ساقه و برگ‌های اول و دوم بالای پوشش گیاهی انجام شد. نمونه‌ها درون الکل-گلیسیرین تثبیت شدند و پس از برش‌گیری با تولوییدین بلو رنگ‌آمیزی شدند [۹].

ارزیابی ویژگی‌های اندام زایشی با نمونه برداری از گل‌ها با رشد و توسعه متفاوت شامل گل‌های به طول ۷، ۱۰ و ۱۴ میلی متری به صورت تصادفی به تعداد ۵ گل از هر کرت انجام شد. صفات طول دمگل، وزن تر گل و قطر گل، طول کاسبرگ، طول تخمدان، طول خامه، قطر تخمدان، طول میله پرچم و بساک با کولیس با دقت ۱ میلی‌متر اندازه‌گیری شد برای مطالعات میکروسکوپی، گل‌ها در فیکساتور FAA (فرمالدهید: اسید استیک: اتانل به نسبت‌های ۱۷:۱:۲) تثبیت و در الکل ۷۰ نگهداری شدند. سپس نمونه‌ها با میکروتوم دستی بیوبیس برش‌گیری و با هماتوکسیلین- ائوزین رنگ آمیزی شدند [۱۰]. اسلایدهای رنگ آمیزی شده با میکروسکوپ دو چشمی زایس بررسی شدند. اندازه گیری‌های عکس‌های میکروسکوپی توسط نرم افزار KEView انجام شد.

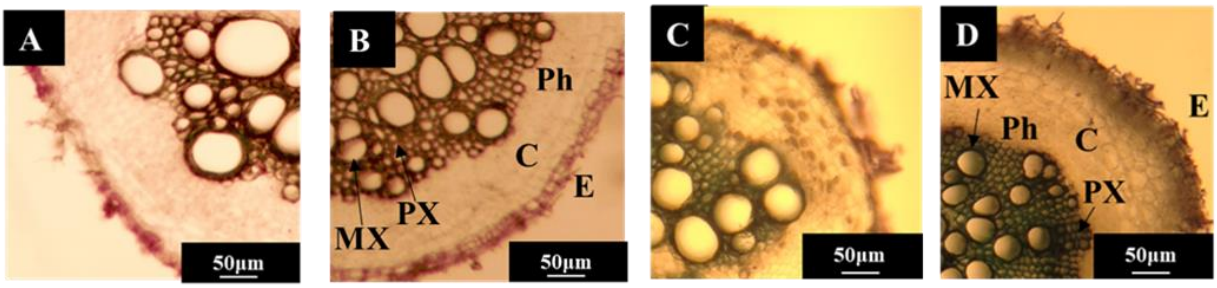
نتایج

بخش‌های رویشی

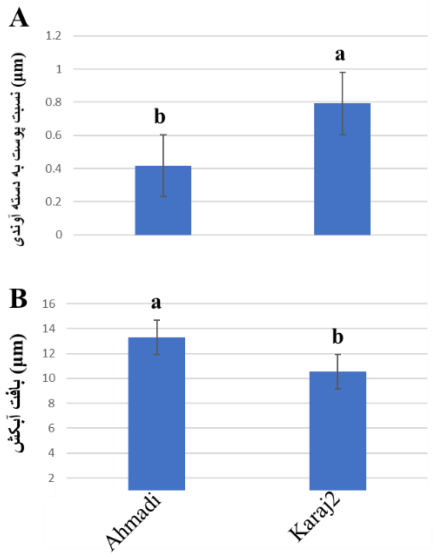
ریشه

اثرتیمار آبیاری برصفات مرتبط با ریشه معنی دار نبود. اما اثر رقم تاثیر قابل توجهی بر این صفات داشت. همچنین اثر متقابل تیمارها بر ضخامت پوست معنی‌دار بود. پاسخ ارقام از نظر قطر فلوئم و نسبت سطح پوست به آوند در سطوح مختلف تنش مشابه بود. در برش عرضی ریشه گیاهان تحت تنش کاهش تعداد سلول‌های پوستی، کاهش قطر پروتو و متازیلم در مقایسه با شرایط آبیاری مطلوب دیده شد (شکل ۱).

وقوع تنش تاثیر قابل توجهی در ضخامت پوست ارقام مورد بررسی نداشت و در هر دو شرایط گیاهان رقم کرج ۲ از ضخامت پوست بیشتری برخوردار بود. با توجه به مقایسه میانگین ها، کمترین ضخامت پوست مربوط به گیاهان احمدی (۹۶ µm) در شرایط شاهد بود. ارقام اختلاف معنی داری را در نسبت پوست به استوانه آوندی و قطر آبکش داشتند. گیاهان کرج۲ بیشترین نسبت پوست به آوندی (۰/۷۹) و گیاهان احمدی بیشترین میزان بافت آبکش را داشتند (۱۳/۳ µm) (شکل ۲).



شکل ۱. ساختار تشریحی ریشه گیاهان ارقام Ahmadi (AوB) و Karaj2 (C و D) تحت شرایط شاهد (A و C) وتیمار (B و D). C: پوست، E: اپیدرم، MX:متازیلم،Ph: آبکش،PX : پروتوزیلم.



شکل ۲، مقایسه گیاهان ارقام احمدی و کرج ۲ (A) نسبت پوست به دسته آوندی، (B) بافت آبکش. $p\leq 0.05$. ستون‌ها با حروف مشابه اختلاف معنی‌داری را نشان نمی‌دهند.

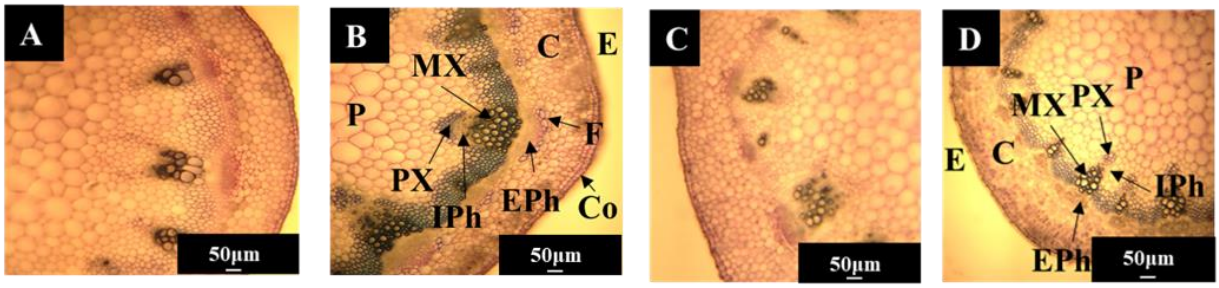
ساقه

در برش عرضی ساقه گیاهان تحت تنش افزایش ضخامت پوست و افزایش چوبی شدن در مقایسه با کنترل دیده شد. نتیجه تجزیه واریانس نشان داد که اثر تیمار تنش بر ضخامت پوست و فلوئم معنی‌دار بود همچنین اثر رقم بر کلیه صفات مرتبط با ساقه به جز قطر فلوئم معنی دار بود. اما اثر متقابل بر هیچ یک از صفات تاثیر معنی داری نداشت. بنابراین پاسخ ارقام به تنش مشابه بود (شکل ۳).

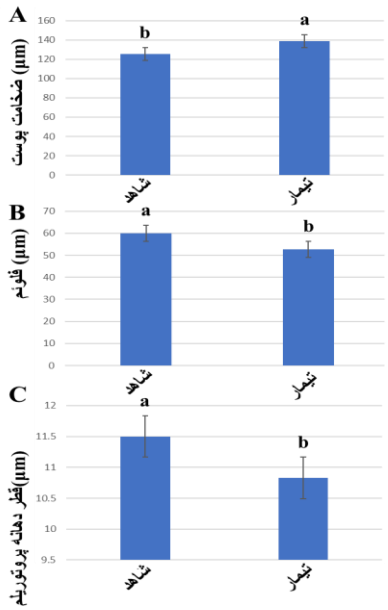
مقایسه میانگین‌های سطوح تنش نشان داد که ضخامت پوست از ۱۲۵/۵ در گیاهان در شرایط کنترل به ۱۳۸/۶ گیاهان در شرایط تنش تغییر کرد. وسعت منطقه آوند آبکش از ۶۰/۶ در گیاهان در شرایط کنترل به ۵۲/۷ در گیاهان در شرایط تنش کاهش یافت. قطر دهانه آوند چوب از ۱۱/۵ در گیاهان در شرایط کنترل به ۱۰/۸۳ در گیاهان در شرایط تنش کاهش یافت (شکل ۴). در مقایسه گیاهان، گیاهان رقم احمدی بیشترین ضخامت پوست (۱۴۶/۵ µm) و بیشترین آوند چوب (۱۴۴ µm)، قطر دهانه پروتوگزیلم (۱۳/۳µm) و قطر پارانشیم مغز (µm ۱۱۸/۱۶) را داشتند (شکل ۵).

برگ

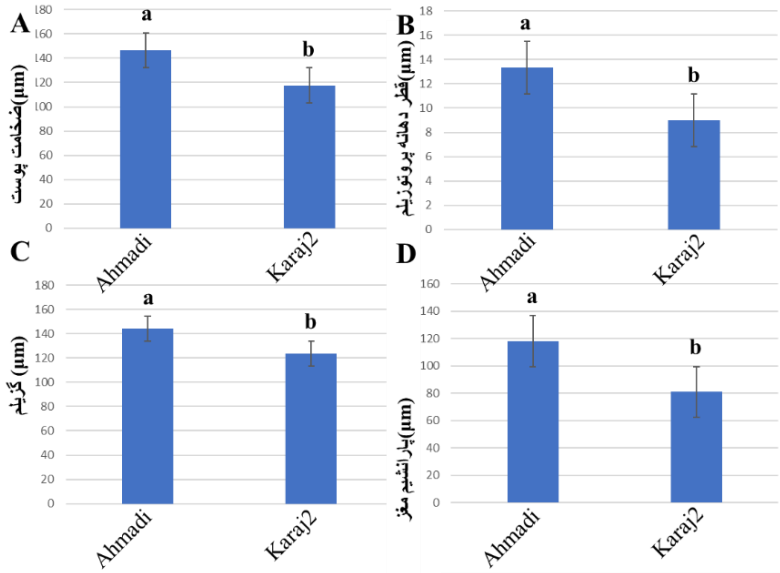
در برش عرضی برگ گیاهان تحت تنش کم آبی کاهش اندازه سلول‌ها دیده شد (شکل ۶). اثر آبیاری بر هیچ یک از صفات ساختاری برگ معنی دار نبود. اما اثر رقم بر کلیه صفات به جز نسبت عرض به طول اپیدرم فوقانی معنی‌دار بود. مقایسه اثر متقابل تیمارها نیز بر کلیه صفات به جز ضخامت برگ و نسبت عرض به طول اپیدرم تحتانی معنی‌دار بود.



شکل ۳. ساختار تشریحی ساقه گیاهان ارقام Ahmadi (AوB) و Karaj2 (CوD) تحت شرایط شاهد (AوC) وتیمار (BوD). C: پوست،Co : کلانشیم، E: اپیدرم، Eph :آبکش خارجی، F : فیبر ،Iph: آبکش درونی، MX:متازیلم،P: پارانشیم مغز،Ph: آبکش،PX : پروتوزیلم.



شکل ۴. مقایسه گیاهان در شرایط آبیاری شاهد و تیمار (A) ضخامت پوست، p≤0.001، (B) آوند آبکش p≤0.01 ، و (C) قطر دهانه پروتوزیلم در ساقه، p≤0.05.

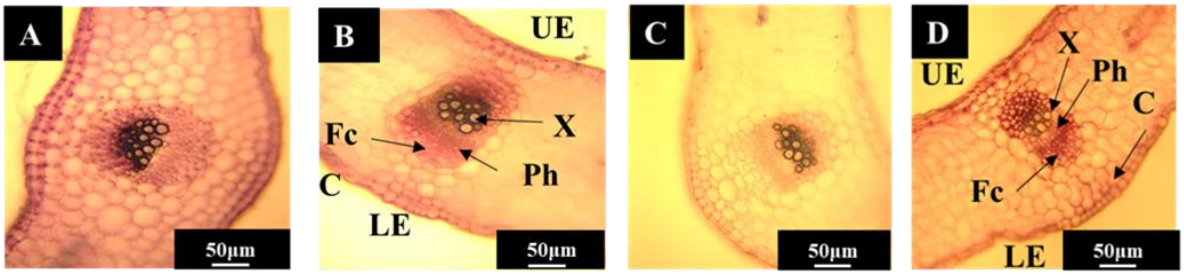


شکل۵. مقایسه گیاهان ارقام احمدی و کرج ۲(A) ضخامت پوست، (B) قطر دهانه پروتوگزیلم، (C) گزیلم، و (D) پارانشیم مغز در ساقه، p≤0.05.

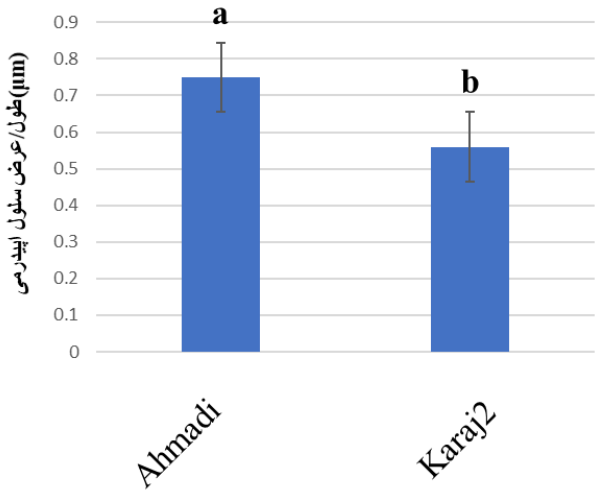
مقایسه سطوح اثر متقابل تیمارها در صفت نسبت عرض به طول سلول اپیدرمی نشان داد که ارقام پاسخ کاملا متفاوتی نشان دادند در گیاهان رقم احمدی تنش سبب کاهش و در گیاهان رقم کرج ۲ تنش سبب افزایش این نسبت شد. گیاهان احمدی بیشترین نسبت عرض به طول سلول اپیدرمی (۰/۷۳) را در آبیاری نرمال داشت که با تنش در گیاهان رقم کرج ۲ درگروه آماری مشابهی قرار گرفتند. کمترین میزان نیز از گیاهان رقم کرج ۲ با ۰/۴۲ در شرایط آبیاری مطلوب بدست آمد که با گیاهان رقم احمدی در شرایط تنش در یک گروه قرار گرفتند. این نسبت تحت تنش کم آبی به ۰/۴۵ کاهش یافت (جدول ۱، شکل ۷).

مقایسه ضخامت پارانشیم نردبانی نشان داد که اگرچه در هر دو رقم گیاهان وقوع تنش تاثیر معنی‌داری بر این صفات نداشت. اما در شرایط آبیاری مطلوب ضخامت در گیاهان رقم کرج ۲ بیشتر از گیاهان رقم احمدی بود اما در شرایط تنش گیاهان دو گیاهان رقم در گروه آماری مشابهی قرار گرفتند. گیاهان رقم کرج۲ در شرایط آبیاری نرمال بیشترین ضخامت پارانشیم نردبانی ۱۳۰/۶۶ میکرون را نشان داد که با تنش به ۹۳ میکرون کاهش یافت (جدول ۱).

مقایسه سطوح اثر متقابل ضخامت پارانشیم اسفنجی نشان داد که در هر دو گیاهان رقم تنش سبب افزایش ضخامت آن شد. در شرایط آبیاری مطلوب، گیاهان رقم کرج ۲ ضخامتی حدود ۱/۹ برابر احمدی داشت. اما در شرایط تنش دو گیاهان رقم در گروه آماری مشابهی قرار گرفتند .بیشترین قطر پارانشیم اسفنجی به گیاهان رقم کرج ۲ در شرایط آبیاری مطلوب با ۲۲۱ میکرون و کمترین میزان به احمدی در شرایط آبیاری مطلوب تعلق داشت. (جدول ۱).



شکل ۶. ساختار تشریحی ساقه گیاهان ارقام Ahmadi (A و B) و Karaj2 (C و D) تحت شرایط شاهد (A و C) وتیمار (B و D). پوست، Co: کلانشیم، E: اپیدرم، Eph :آبکش خارجی، F: فیبر،Iph: آبکش درونی، MX:متازیلم، P: پارانشیم مغز،Ph: آبکش،PX : پروتوزیلم.



شکل ۷. مقایسه نسبت طول/عرض سلول اپیدرمی برگ در گیاهان ارقام احمدی و کرج ۲، $p\leq 0.05$.

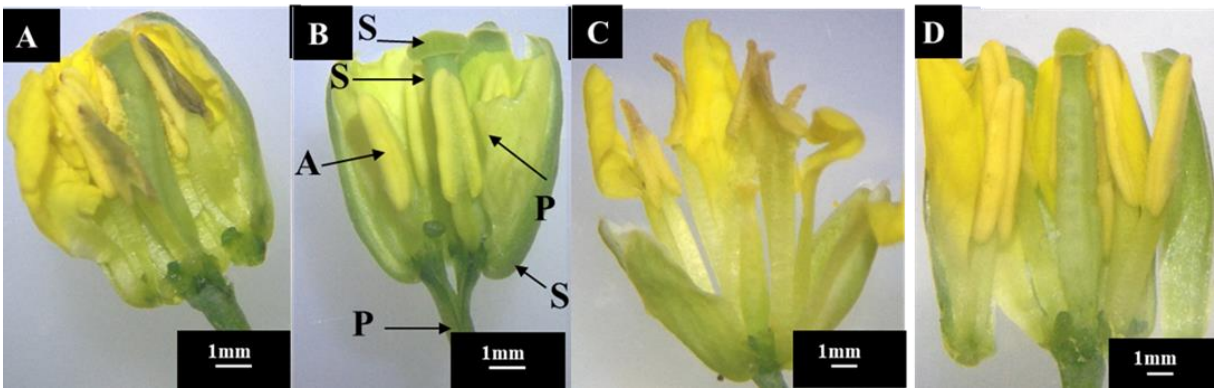
جدول ۱. مقایسه میانگین اثر متقابل آبیاری و گیاهان رقم بر برخی صفات برگ

آبیاری	گیاهان ارقام	طول/عرض اپیدرم تحتانی (µm)	پارانشیم نردبانی (µm)	پارانشیم اسفنجی (µm)	آبکش (µm)	چوب (µm)
آبیاری نرمال (شاهد)	Ahmadi	۰/۷۳ a	۷۵/۶۶ b	۱۲۴/۶۶ c	۵۲ b	۵۶/۶ c
	Karaj2	۰/۴۲ b	۱۳۰/۶۶ a	۲۲۰/۶۶ a	۶۳ a	۹۰/۳ a
تیمار	Ahmadi	۰/۴۵ b	۷۶ b	۱۴۱ bc	۴۶ b	۷۱ bc
	Karaj2	۰/۷۰ a	۹۳ ab	۱۸۰/۳۳ ab	۷۱/۶ a	۷۵ ab

اعداد با حروف مشابه، اختلاف معنی‌داری ندارند.

میکرومورفولوژی

گل‌ها و اجزا آن‌ها تحت تنش خشکی دچار پژمردگی شده بودند (شکل۸). به منظور جلوگیری از تکرار، از بیان اثرات ساده گیاهان رقم و تنش خودداری کردیم. نتیجه بدست آمده از جدول تجزیه واریانس نشان داد که در مرحله ۷ میلی‌متری گل، اثر متقابل تیمارها تنها بر طول دمگل معنی‌دار بود. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که اندازه گل با وقوع تنش کاهش یافت. گیاهان ارقام کرج۲ بلندترین طول دمگل (۱۲/۷۳ mm) را در آبیاری نرمال داشت (جدول۲).در گل‌های ۱۰ میلی‌متری اثر آبیاری در گیاهان رقم بر طول کاسبرگ، طول گلبرگ، طول خامه و طول میله پرچم گل معنی دار بود.در آبیاری نرمال گیاهان ارقام احمدی بیشترین طول کاسبرگ (۷/۱۲ mm)، طول گلبرگ (۱۱/۲۲ mm)، طول خامه (۱/۴۸ mm) و طول میله پرچم (۶/۳۲ mm) را داشت (جدول ۲).



شکل ۸. گل۷ میلی متری گیاهان ارقام Ahmadi (Aو B) وKaraj2 (C و D) تحت شرایط شاهد (A وC) و تیمار (B و D).

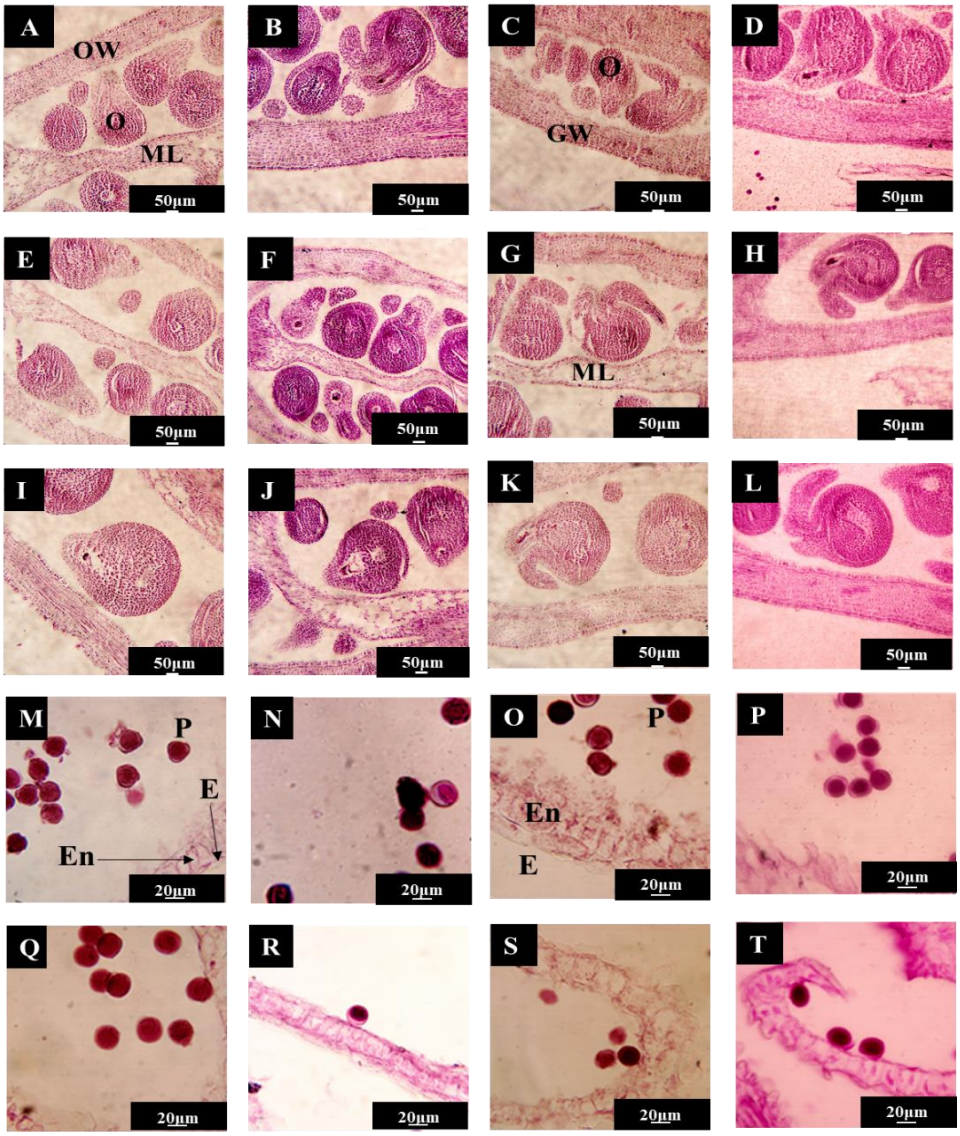
جدول ۲. مقایسه میانگین اثر متقابل آبیاری و گیاهان رقم بر برخی صفات گل

آبیاری	گیاهان ارقام	طول میله پرچم (mm)	طول خامه(mm)	طول گلبرگ (mm)	طول کاسبرگ (mm)	طول گلبرگ (mm)	
آبیاری نرمال(شاهد)	Ahmadi	۱۰/۶۴ b					7 mm
	Karaj2	۱۲/۷۳ a					
تیمار	Ahmadi	۸/۷۹ b					
	Karaj2	۸/۸۶ b					
آبیاری نرمال(شاهد)	Ahmadi		۷/۱۲ a	۱۱/۲۲ a	۱/۴۸ a	۶/۳۲ a	10 mm
	Karaj2		۶/۳۷ b	۱۰/۲۴ ab	۱/۱ b	۵/۵۹ a	
تیمار	Ahmadi		۵/۹۶ c	۸/۹۸ b	۱/۲ ab	۵/۳۳ a	
	Karaj2		۵/۸۲ d	۱۰/۱۷ ab	۱/۲۴ ab	۶/۰۷ a	

اعداد با حروف مشابه، اختلاف معنی داری ندارند

بخش‌های زایشی

در برش‌های گل‌های ۷ میلی متری کاهش تعداد تخمک دیده شد (شکل ۹، A، B، C و D). اثر آبیاری در گیاهان رقم بر لایه کاذب میانی تخمدان گل ۱۰ میلی متری معنی‌دار بود (شکل ۹، E، F، G و H). بیشترین ضخامت لایه میانی در شرایط تنش در کرج۲ (۱۹۸/۹ µm) دیده شد (جدول۳). در برش‌های گل‌های ۱۴ میلی‌متری کاهش اندازه تخمک‌ها دیده شد (شکل ۹، I، J، K و L). اثر آبیاری در گیاهان رقم بر قطر تخمک و دیواره بساک گل‌های ۱۴ میلی متری معنی دار بود (شکل ۹، Q، R، S و T). احمدی در آبیاری نرمال بیشترین قطر تخمک (۴۹۴/۵۳۳ µm) و کرج۲ در شرایط تنش بیشترین ضخامت دیواره بساک را داشتند (۴۹/۹۶ µm، جدول ۳). نتایج ما کاهش تعداد تخمک، ضخامت دیواره تخمدان، قطر تخمک و ضخامت دیواره بساک را نشان داد.



شکل ۹. برش‌های گل های۷، ۱۰ و ۱۴ میلی متری گیاهان ارقام احمدی و کرج ۲ در شرایط شاهد و تیمار. A، E و I ، گل‌های ۷، ۱۰ و ۱۴ میلی متری گیاهان رقم احمدی در شرایط تیمار، B، F و J ،گل‌های ۷، ۱۰ و ۱۴ میلی متری گیاهان رقم احمدی در شرایط شاهد. G،C و K ،گل‌های ۷، ۱۰ و ۱۴ میلی متری گیاهان رقم کرج ۲ در شرایط تیمار، D، H و L ،گل‌های ۷، ۱۰ و ۱۴ میلی متری گیاهان رقم کرج ۲ در شرایط شاهد. M و Q، بساک گل ۱۰ و ۱۴ میلی متری گیاهان رقم احمدی در شرایط تیمار. N و R ، بساک گل ۱۰ و ۱۴ میلی متری گیاهان رقم احمدی در شرایط شاهد. O و S ، بساک گل ۱۰ و ۱۴ میلی متری گیاهان رقم کرج ۲ در شرایط تیمار. P و T، بساک گل ۱۰ و ۱۴ میلی متری گیاهان رقم کرج ۲ در شرایط شاهد. E: اپیدرم ، En: اندوتسیوم، P: دانه گرده، Ml: لایه میانی، O: تخمک و Ow: دیواره تخمدان.

جدول ۳. مقایسه میانگین اثر متقابل آبیاری و گیاهان رقم بر برخی صفات زایشی

آبیاری	گیاهان ارقام	دیواره تخمدان (µm) (7mm flower)	لایه میانی(µm) (10mm flower)	قطر تخمک (µm) (14mm flower)	دیواره بساک (µm) (14mm flower)
آبیاری نرمال(شاهد)	Ahmadi	۱۴۵/۰ a	۹۴/۳ b	۴۹۴/۵۳ a	۴۸/۸ a
	Karaj2	۱۷۲/۷ a	۹۴/۹ b	۳۶۴/۵۶ a	۴۸/۸ a
تیمار	Ahmadi	۱۶۳/۷ a	۸۶/۷ b	۳۶۷/۰۶ a	۳۷/۹ b
	Karaj2	۱۴۴/۰ a	۱۹۸/۹ a	۴۳۰/۷۶ a	۴۹/۹ a

اعداد با حروف مشابه، اختلاف معنی‌داری ندارند.

بحث

بخش‌های رویشی

در برش عرضی وقوع تنش تاثیر قابل توجهی بر تغییرات ضخامت پوست نداشت و در هر دو شرایط گیاهان کرج ۲ از ضخامت بیشتری برخوردار بود. در گیاهان مقاوم به خشکی ضخامت پوست ریشه کمتر است. تا در ریشه آب راحتتر جذب شود که این امر مقاومت گیاهان رقم احمدی را توجیه می‌کند. همچنین میزان آبکش بیشتر که در گیاهان رقم احمدی دیده شد، به جذب بهتر آب و املاح توسط ریشه کمک می‌کند که نشان دهنده مقاومت گیاهان رقم احمدی می‌باشد.

کاهش قطر دهانه زیلم در نتیجه افزایش چوبی شدن دیواره می‌باشد که یک مکانیسم دفاعی در مقابل تنش است [۱۱]. با افزایش ضخامت دیواره قطر دهانه آوند کاهش می‌یابد و در نتیجه آب با فشار بیشتری از آوندها عبور می‌کند، همچنین کاهش قطر از تشکیل حفره در آوند جلوگیری می‌کند [۱۲]. مشخص شده است که ارتباط مستقیمی بین قطر آوند و فرایند تشکیل حفره وجود دارد [۱۳]. در شرایط تنش نسبت به آبیاری مطلوب، رنگ پذیری آوندها بیشتر بودکه می‌تواند به دلیل افزایش پلیمریزاسیون واحدهای چوب باشد [۱۲].

در برش عرضی ساقه گیاهان تحت تنش افزایش ضخامت پوست و کاهش میزان قطر آوند آبکش دیده شد. نتایج جنوبی و همکاران (2015) نیز افزایش ضخامت پوست ساقه را در سویا در شرایط تنش کم آبی نشان دادند. افزایش ضخامت پوست به دلیل افزایش لایه‌های سلولی می‌باشد. افزایش ضخامت پوست باعث کاهش تعرق و جلوگیری از اتلاف آب می‌گردد [۵]. کاهش اندازه سلول آبکش به دلیل کوچک شدن سلول‌ها است که خود یک مکانیسم دفاعی در مقابل تنش می‌باشد. از آنجایی که الاستیسیته دیواره سلولی با اندازه سلول‌ها در ارتباط است، سلول‌های کوچک در مقابل فشار تورگر منفی نسبت به سلول‌های بزرگ مقاوم تر هستند. بنابراین کوچک شدن سلول‌ها ممکن است به دلیل کاهش فشار تورگر نیز باشد [۱۴]. گیاهان رقم احمدی با داشتن زایلم بیشتر ، قطر پروتوزایلم بیشتر از توانایی بیشتری در انتقال آب برخوردار بود. همچنین با داشتن پارانشیم درشت تر و پوست ضخیم تر از تحمل بیشتری نسبت به خشکی در مقایسه با کرج ۲ برخوردار بود.

در برش عرضی برگ گیاهان تحت تنش کم آبی کاهش اندازه سلول‌ها دیده شد. در گیاهان رقم احمدی میزان زیلم در دسته آوندی در آبیاری نرمال کمتر از کرج ۲ بود که با وقوع تنش افزایش یافت و این امر موجب انتقال بهتر آب گردیده است. در گیاهان رقم احمدی تنش سبب کاهش و در گیاهان رقم کرج ۲ تنش سبب افزایش نسبت عرض به طول سلول اپیدرمی شد. این امر به دلیل کوچک شدن سلول‌ها در گیاهان رقم احمدی، در پاسخ به تنش می‌باشد. کوچک شدن اندازه سلولی می‌تواند یک مکانیزم دفاعی برای شرایط تنش باشد [۱۵]. کاهش نسبت عرض به طول سلول اپیدرمی در پاسخ به تنش را می‌توان یک مکانیسم دفاعی و مبنی بر مقاوم بودن احمدی قلمداد کرد. در مطالعات قبلی نیز کاهش اندازه سلول‌ها تحت تنش در گاوزبان و جو گزارش شده است [۱۶, ۱۷]. به نظر می‌رسد با کاهش آب و محتوای آب، اندازه سلول‌ها کوچک می‌شود، دیواره سلول سست شده که منجر به کاهش فشار تورگر می‌گردد [۱۸]. در نتیجه پتانسیل آب برگ کاهش یافته و تقسیم سلولی و گسترش ابعاد نیز محدود می‌شود [۱۹].

میکرومورفولوژی

پاسخ گل‌ها از این نظر متفاوت بود. مثلا در گل‌های ۱۴ میلی متری تنش، گیاهان رقم و اثر متقابل آنها تاثیری نداشت. یا قطر

گل‌های ۷ و ۱۴ میلی متری تحت تاثیر اثر ساده و متقابل تیمارها قرار نگرفتند. به عبارت دیگر با توجه به داده‌ها با توجه به اندازه گل واکنش‌ها متفاوت بوده است. تنش سبب کاهش قطر گل، اندازه گل، کوچک شدن اجزا گل و طول بساک شد. پژمردگی گل و اجزا آن تحت تنش دیده شد. از آنجایی که تنش کم آبی تقسیم سلولی و رشد را مختل می‌کند، مانع متابولیسم گیاهان می‌شود و رشد گیاهان را کاهش می‌دهد [۲۰]. رزمجو (2019) نیز گزارش کرده است که تنش کم آبی، اندازه و تازگی گلها را کاهش می‌دهد [۲۱]. شیرانی (2017) کاهش اندازه بساک را تحت تنش کم آبی گزارش کرد (۲۲). اصولا وقوع تنش سبب کاهش تعداد گل و اندازه گل (اجزای گل) می‌شود. کاهش اندازه اندام گیاهی به دلیل کاهش تعداد یا اندازه سلول اتفاق می‌افتد. کاهش تعداد سلول در تنش‌های شدید تر اتفاق می‌افتد و کاهش اندازه مربوط به زمانی است که تنش یا خفیف‌تر است یا آنکه در زمانی اتفاق افتاده است که کل سلول‌های اندام تشکیل شده است [۲۳]. آنچه قابل توجه است عدم تاثیر پذیری قطر و طول تخمدان به اثر ساده و متقابل تیمارها در کوچک‌ترین [۷] و بزرگ‌ترین [۱۴] گل‌ها است. در حالی که در گل‌های متوسط فقط گیاهان رقم بر این صفت معنی‌دار بوده است. به عبارت دیگر این صفت بیشتر ژنتیکی است و تحت تاثیر تنش قرار نمی‌گیرد. ما شاهد بیشترین طول میله پرچم در قطع آبیاری بودیم، که می‌تواند سازشی برای مکانیسم دگرلقاحی باشد. گیاه تحت تنش تلاش می‌کند برای حفظ بقا خود از گیاهان دیگر کمک بگیرد.

به نظر می‌رسد کاهش قطر گل، طول بساک و همچنین پژمردگی مشاهده شده در بساک و کلاله تحت تاثیر تنش، رشد دانه‌های گرده، رشد لوله گرده در خامه و بافت تخمدان را تحت تاثیر قرار داده است. لقاح موفق کاهش یافته است. کاهش گل‌های بارور شده یکی از دلایل کاهش تعداد خورجین مشاهده شده در مزرعه تحت تاثیر تنش می‌باشد. با توجه به ابعاد گل، نتایج نشان می‌دهد که در گل‌های بزرگ تنش تاثیر بیشتری داشته است. به عبارت دیگر اثر رقم یا اثر متقابل تیمارها بر این صفت تاثیر گذار نبوده است. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که حساسیت گل‌های بزرگ به تنش بیشتر است و گیاهان نتوانسته است در تغییرات پاسخ به تنش موثر باشد. در گل‌های متوسط ، طول خامه و میله پرچم تحت تاثیر اثر متقابل تیمارها قرار گرفته است. حتی ویژگی‌های اندازه گلبرگ و کاسبرگ نیز تحت تاثیر اثر متقابل تیمارها قرار گرفت. گیاهان رقم احمدی بیشترین طول خامه و طول میله پرچم را داشت. که این امر موجب گرده افشانی کامل، باروری بیشتر، لقاح موفق و در نهایت تشکیل خورجین‌ها و دانه‌های سالم بیشتر می‌شود. این امر یکی از دلایل توجیه مقاومت گیاهان رقم احمدی می‌باشد.

بخش‌های زایشی

تنش خشکی موجب کاهش تعداد تخمک شد. آلبوغبیش و همکاران (2014) کاهش تعداد و قطر تخمک و ترابی و همکاران (2017) کاهش ضخامت دیواره بساک را تحت تنش نشان دادند که با نتایج بدست آمده همسویی دارد. کاهش باروری به دلیل کاهش محتوای آب یا به دلیل کاهش منابع اسیمیلاتی اتفاق می‌افتد. به عبارت دیگر گیاه سعی می‌کند حتی با وقوع تنش میوه و دانه‌های بالایی را تولید کند. درصورتی که خسارت زیاد باشد، با قطع انتقال مواد اسیمیلاتی به تخمک یا حتی میوه سبب می‌شود که تعداد دانه در خورجین کاهش یابد یا با افزایش شدت تنش تعداد خورجین در گیاه کاهش یابد. [۲۴]. کمترین قطر تخمک مربوط به گیاهان رقم کرج ۲ بود.

نتیجه‌گیری

گیاهان رقم احمدی با داشتن نسبت کمتر ضخامت پوست به استوانه آوندی و میزان آبکش بیشتر در ریشه، زایلم بیشتر ، قطر پروتوزایلم بیشتر در ساقه از توانایی بیشتری در انتقال آب برخوردار بود. همچنین با داشتن پارانشیم درشت‌تر و پوست ضخیم تر در ساقه از تحمل بیشتری نسبت به خشکی در مقایسه با کرج ۲ برخوردار بود. میزان زیلم در دسته آوندی در برگ در گیاهان رقم احمدی با وقوع تنش افزایش یافت و این امر موجب انتقال بهتر آب گردیده است. گیاهان رقم احمدی بیشترین طول خامه و طول میله پرچم را داشت. که این امر موجب گرده افشانی کامل، باروری بیشتر، لقاح موفق و دانه‌های سالم بیشتر می‌شود.

منابع:

[1] Nowosad K, Liersch A, Popławska W, Bocianowski J. Genotype by environment interaction for seed yield in rapeseed (Brassica napus L.) using additive main effects and

multiplicative interaction model. Euphytica. 2016; 208(1): 187-94.
[2] Fard NS, Abad HHS ,Rad AS, Heravan EM, Daneshian J. Effect of drought stress on qualitative characteristics of canola cultivars in winter cultivation. Industrial Crops and Products. 2018;114:87-92.
[3] Rezaizad A, Zareei Siahbidi A, Shirani Rad AH. Evaluation of growth and seed yield of new winter oilseed rape (Brassica napus L.) genotypes under terminal drought stress conditions. Iranian Society of Crops and Plant Breeding Sciences. 2020; 21(4): 328-43.
[4] Shahsavari N, Jais HM, Shirani Rad AH. Responses of canola morphological and agronomic characteristics to zeolite and zinc fertilization under drought stress. Communications in soil science and plant analysis. 2014; 45(13): 1813-22.
[5] Jonoubi PM, A and Jamali,M. The comparative study of anatomical structure of stem and ovule development of four cultivars of Glycine max L. merr in water deficit stress. Iranian Journal of Plant Biology. 2014; 6(21): 52-35 (in Persian).
[6] Taheri Otaghsara SH, Aghajanzadeh TA, Jafari N. Comparison of physiological responses of Acer Velutinum Bioss. to air pollutants in Mazandaran and three areas of Tehran. Journal of Plant Research (Iranian Journal of Biology). 2020; 32(4): 837-49.
[7] Kelij S, Kazemian Ruhi M. Sesame seed germination and anatomical changes influenced to silver nanoparticles. Journal of Plant Research (Iranian Journal of Biology). 2018; 30(4): 899-909.
[8] Zarinkamar F. Study on effect of lead toxicity on generative organs' structure in Matricaria chamomilla L. Journal of Plant Research (Iranian Journal of Biology). 2014; 27(3): 336-45.
[9] Mitra PP, Loqué D. Histochemical staining of Arabidopsis thaliana secondary cell wall elements. Journal of visualized experiments: JoVE. 2014 (87).
[10] Barka TaRL. Histopathologic Technic and Practical Histochemistry. Histochemical Soc Inc Univ Washington, Dept Biostructure, Box 357420. 1966.
[11] Memarian b, Khoshsokhan-Mozffar M. Naphthalene effect on some morphological and physiological features in Helianthus annus L. journal of plant process and function. 2019; 8(32): 207-22.
[12] Omidi H, Khazaei, F Hamzi, Alvanagh S Heidari, Sharifabad H. Improvement of seed germination traits in canola (Brassica napus L.) as affected by saline and drought stresses. Plant Ecophysiology. 2009;1(3):151-8.
[13] Lintunen A, Hölttä T, Kulmala M. Anatomical regulation of ice nucleation and cavitation helps trees to survive freezing and drought stress. Scientific Reports. 2013;3(1):2031.
[14] chavoushi m, najafi f, salimi a, Angajib A. Effects of nitric oxide on reducing oxidative stress induced by drought in safflower (Carthamus tinctorius L.). Journal of Plant Research (Iranian Journal of Biology). 2019; 32(3): 686-97.
[15] Chartzoulakis K, Patakas A, Kofidis G, Bosabalidis A, Nastou A. Water stress affects leaf anatomy, gas exchange, water relations and growth of two avocado cultivars. Scientia horticulturae. 2002; 95(1-2): 39-50.
[16] Torabi F, A. Majd, and S. Enteshari,. Interaction study of silicon and salinity on some physiological and anatomical indices of medicinal borage (Borago officinalis L.) (In Persian). Journal of Plant Process and Function,. 2013(2(6)): 39-51.
[17] Sorkhi F. Effects of Drought Stress on Some Anatomical Characteristics of Barley Leaves. Journal of Plant Physiology and Breeding. 2017; 7(2): 11-21.
[18] Daneshmand AA, Shirani Rad, A. H., Noor Mohamadi, GH ,.Zarei, GH. and Daneshian,J. Effect of water deficit stress and different nitrogen levels on yield, yield components and physiological traits of two canola cultivars. Agricultural Science and Natural Resources,. 2009;15(2).
[19] Izquierdo N, Aguirrezábal L ,Andrade F, Geroudet C, Valentinuz O, Iraola MP. Intercepted solar radiation affects oil fatty acid composition in crop species. Field Crops Research. 2009;114(1): 66-74.
[20] Zoghi T. The effect of different priming methods on seed germination of rapeseed under salinity stress (In Persian),. 1st International Conference on Applied Research in Agriculture, Natural Resources and Environment. 2017;Permanent Secretariat of the Conference.
[21] Razmjoo J. Effect of salinity stress on growth parameters of poa. 2019.
[22] Shirani S. effect of drought stress on morphological traits of two Salvia flowers. 2017.
[23] Vahdi N, Gholinezhad E, Mansourifar S, Geyrati Arani L, Rahimi M. Effect of Water Stress on Yield and Yield Components of Three Soybean Cultivars. 2019; 1(11): 103-13.
[24] Dadras A, Sabouri, H., Evaluation and grouping varieties and lines of soybean under normal and drought stress using multivariate statistical methods in two regions of Rasht and Gonbad Kavous. Production of crops. 2017; 9(3): 105-32.

Journal of Developmental Biology
Vol. 14, No. 4, Autumn 2022

Effect of drought Stress on Vegetative Growth, Micromorphological and Flower development of Ahmadi and karaj2 Rapeseed Cultivars (*Brassica napus* L.)

Modaresi A.[1], Jonoubi P.[1*], Majd A.[1], Tahmaseb M.[2], Shirani Rad A. H.[3]

[1] Department of Plant Biology, Faculty of Biological Sciences, Kharazmi University, Tehran, Iran;
[2] Department of Cell and Molecular Biology, Faculty of Biological Sciences, Kharazmi University, Tehran, Iran;
[3] Seed and Plant Improvement Institute (SPII), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran

* (Corresponding author): Jonoubi1234@gmail.com

Received: November 2021 Accepted: December 2021

Abstract

In order to investigate the response of rapeseed to dehydration stress, a split plot experiment was conducted in the form of a complete randomized design with three replications in Karaj at the Seed and Plant Improvement Research Institute. Irrigation was done at two levels of normal irrigation and interruption of irrigation from flowering stage in main plots and plants of Ahmadi cultivar and Karaj2 cultivars in sub-plots. Plants of Karaj 2 cultivar had the highest ratio of cortex to vascular bundle (0.79) and Ahmadi had the highest phloem content (13.3 μm) in roots. In comparison, Ahmadi cultivars had the highest cortex thickness (146.5 μm) and the largest xylem (144 μm), protoxylem (13.3 μm) and parenchyma pit cell diameter (118.16 μm) in the stem. In normal irrigation, Ahmadi cultivars had the highest style length (1.48 mm) and anther filament length (6.32 mm). Ahmadi cultivars were more tolerant of stress due to having the lowest ratio of cortex to vascular bundle and the highest amount of phloem in the roots and having the greatest thickness of cortex in the stem and were identified as resistant cultivars.

Keywords: drought stress, dehydration, vegetative characteristics, flowering stage.