



تأثیر تنش خشکی و برهم‌کنش آن با آسکوروبات و جیبرلین بر پارامترهای رشد و رنگیزه‌های *Dracocephalum moldavica* L. بادرشبو

مه لقا قربانلی*

دانشگاه آزاد اسلامی، واحد گرگان، گروه زیست‌شناسی، گرگان، ایران

صدیقه اربابیان

دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران شمال، گروه زیست‌شناسی، تهران، ایران

حلیمه رضایی

دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران شمال، گروه زیست‌شناسی، تهران، ایران

محل انجام پژوهش: دانشگاه آزاد اسلامی، واحد گرگان

تاریخ دریافت: ۹۰/۷/۴

تاریخ پذیرش: ۹۰/۹/۱۵

چکیده

تنش خشکی باعث خسارات اکسیداتیو در سلول گیاهی می‌شود. آسکوروبات به عنوان یک آنتی‌اکسیدان و جیبرلین به عنوان یک هورمون می‌توانند تأثیر تنش خشکی در گیاه را کاهش دهند. در این پژوهش، اثر تنش خشکی و برهم‌کنش آن با آسکوروبات و جیبرلین بر ویژگی‌های فیزیولوژیکی گیاه دارویی بادرشبو (*Dracocephalum moldavica* L.) در شرایط گلدانی و در فضای آزاد با چهار تکرار صورت گرفت. فاکتورهای اصلی، اعمال سه سطح تنش (FC ، $\frac{2}{3}FC$ ، $\frac{1}{3}FC$) و استفاده از هورمون جیبرلین و آسکوروبات، فاکتورهای فرعی بودند. تأثیر تنش خشکی و برهم‌کنش آن با آسکوروبات و جیبرلین بر پارامترهای رشد (طول ریشه و اندام هوایی، وزن تر و خشک ریشه و اندام هوایی، سطح برگ و تعداد برگ)، میزان کلروفیل‌های a و b و کاروتنوئیدها (گزانتوفیل و β -کاروتن) مورد سنجش قرار گرفت. نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که وزن تر و خشک اندام هوایی، سطح برگ و کلروفیل‌های a و b بخش‌هایی است که تحت تنش شدید ($\frac{1}{3}$ ظرفیت زراعی)، کاهش معنی‌داری پیدا می‌کنند. استفاده از آسکوروبات و جیبرلین در شرایط تنش خشکی، بر صفات فوق، اثر مثبت و معنی‌دار داشته و اثرات تنش را کاهش می‌دهد. میزان β - کاروتن و گزانتوفیل در شرایط تنش ملایم ($\frac{2}{3}$ ظرفیت زراعی) افزایش چشمگیر پیدا می‌کنند تا اثرات تنش را کاهش دهند، ولی با افزایش تنش، میزان آن‌ها نیز کاهش می‌یابد.

واژه‌های کلیدی: آسکوروبات، بادرشبو، تنش خشکی، جیبرلین

مقدمه

امروزه نیاز بخش کشاورزی برای تامین آب، در حال افزایش است و در آینده نیز به واسطه افزایش روز افزون جمعیت و همچنین اثر تغییرات اقلیمی بر میزان بارندگی‌ها و تبخیر، این افزایش نیاز در بسیاری از نواحی ادامه خواهد یافت. بنابراین، در آینده، بخش کشاورزی در رقابت شدید با مصارف دیگر همچون مصارف انسانی، تاسیسات صنعتی و دیگر بخش‌ها با بحران جدی در تامین آب روبرو خواهد بود (۱). جهت حل این معضل، کشاورزان باید استراتژی‌های مختلفی برای غلبه بر مشکل کمبود آب در خاک، هوا و آب آبیاری، بکار گیرند که گریز از خشکی، اجتناب یا تحمل، تقسیم‌بندی زراعی و آبیاری نمونه‌هایی از این روش‌ها است (۲). واکنش به تنش خشکی، شامل تأثیرات منفی در فنولوژی گیاه، مرحله رشد و نمو، جذب کربن، جذب یون‌ها و درصد تولید مثل است (۳).

گیاه دارویی بادرشبو (*Dracocephalum moldavica* L.) از تیره نعنا (*Labiatae*) و زیر تیره پیوسته گلبرگ است (مظفریان، ۱۳۷۵). بادرشبو، گیاهی است علفی، یکساله، به ارتفاع ۱۵ تا ۴۰ سانتی‌متر و برگ متقابل، با گل‌های درشت آبی مایل به بنفش یا سفید که در شمال غرب ایران بیشتر رویش می‌کند (۴). این گیاه در خاک‌های سبک شنی بیشتر رویش می‌یابد و به عنوان گیاه آرام‌بخش و اشتها آور مطرح است (۵). برگ و اندام هوایی این گیاه دارای اسانس و بوی مطبوع است و اثر درمانی شبیه بادرنجبویه دارد و بیشتر در طب عوام مخصوصاً به عنوان التیام دهنده زخم و جراحت استفاده می‌شود (۶). این گیاه به علت مصرف کم، بازار فروش زیادی ندارد و بیشتر، گیاه خودروی آن، مورد استفاده قرار می‌گیرد. اسانس بادرشبو خاصیت ضد باکتریایی دارد و از آن برای مداوای دل درد و نفخ شکم استفاده می‌شود. از این اسانس در صنایع غذایی، نوشابه‌سازی، صنایع بهداشتی و آرایشی نیز بهره‌برداری به عمل می‌آید (۵). با استخراج عصاره این گیاه و تأثیر آن بر موش ثابت شد که بادرشبو سبب کاهش ضربان قلب و تعداد نبض می‌شود (۷).

در ارتباط با روش‌های بررسی تغییرات فیزیولوژیکی و فنولوژیکی گیاهان در مواجهه با تنش خشکی و تأثیر

آسکوربات و جیبرلین، مطالعاتی صورت گرفته است. از جمله در تحقیقاتی، با کاهش مقدار آب و خاک، ارتفاع بوته، طول شاخه، عملکرد ماده تر و خشک در گلدان و عملکرد اسانس گیاه بادرشبو کاهش می‌یابد (۸،۹). رشد و فتوسنتز گیاهان، تحت شرایط محیطی مختلف، از جمله تنش خشکی قرار می‌گیرد. توانایی زنده‌مانی گیاه و ادامه رشد و نمو و فتوسنتز در تنش‌های محیطی، به پتانسیل ژنتیکی گیاه وابسته است که به صورت پاسخ‌های فیزیولوژیکی و ملکولی خود را نشان می‌دهد. برخی مواد تنظیم‌کننده رشد خارج از گیاه می‌توانند گیاه را از طرق فتوسنتز بیشتر در مرحله دانه‌رستی برای تحمل تنش، تواناتر سازند (۱۰). تنش آب می‌تواند به طور مستقیم، از طریق اثر فرایندهای مختلف بیوشیمیایی فتوسنتز و به طور غیرمستقیم، از طریق کاهش جذب CO_2 ناشی از بسته شدن روزنه‌ها، بر فتوسنتز اثر کند (۱۱).

آسکوربیک اسید، تقسیم سلولی را افزایش می‌دهد (۱۲) و رشد طولی و گسترش سلولی را امکان پذیر می‌سازد (۱۳). در گیاه بامیه، سبب افزایش وزن تر و خشک برگ می‌شود (۱۴). اسید آسکوربیک به عنوان آنتی‌اکسیدان مهم گیاهی یا به طور مستقیم، اشکال مختلف اکسیژن واکنش‌گر (ROS) را جاروب می‌نماید و یا به طور غیر مستقیم، به فعال کردن آنزیم آسکوربات پراکسیداز از تجمع ROS در سلول‌های تحت تنش می‌کاهد (۱۵،۱۶). بنابراین، شکست اکسیداتیو رنگیزه‌های فتوسنتزی، به طور قابل ملاحظه‌ای در این گیاهان کاهش می‌یابد. از سوی دیگر، اسید آسکوربیک برای برخی هیدروکسیلازها، به ویژه آنزیم داپوکسیداز (de-epoxidase) شرکت کننده در چرخه گزانتوفیل که در حفاظت نوری فتوسنتز دخالت دارد، به عنوان کوفاکتور آنزیم عمل می‌کند (۱۷). ساخته شدن کاروتن و گزانتوفیل از آنترانزانتین و ویولاگزانتین به وسیله آنزیم ویولاگزانتین داپوکسیداز در حضور اسید آسکوربیک در لومن تیلاکوئید، از آسیب‌های بازدارندگی نوری فتوسیستم ۲ نیز می‌کاهد (۱۸).

امروزه فرضیه‌ای درباره ارتباط بین سطح جیبرلین و مقابله با تنش‌ها در گیاهان وجود دارد. مطالعه روی

است. آزمایش به صورت کشت گلدانی به تعداد ۴۸ عدد برای ۱۲ تیمار با ۴ تکرار صورت پذیرفت. قطر دهانه گلدان، ۱۸ cm و ارتفاع آن، ۱۵cm انتخاب گردید. وزن گلدان‌های خالی، ۱۰۰ گرم تعیین شد. از کف گلدان تا ارتفاع، ۴ سانتی‌متر شن درشت برای زه‌کشی مناسب و به میزان ۴ کیلوگرم از خاک مورد نظر پر گردید. گلدان‌ها در فضای آزاد قرار داده شد. به علت کمبود مواد آلی خاک، مقدار ۲۰ گرم کود سرک به گلدان‌ها اضافه شد. بذر گیاه از مؤسسه پاکان بذر تهیه گردید. کاشت بذر، ۱۵ شهریورماه، با متوسط دمای ۲۱ درجه سانتی‌گراد و میزان روشنایی ۱۳ ساعت در روز صورت گرفت. در هر گلدان، ۷ الی ۱۰ بذر در عمق ۱ سانتی‌متری کاشته شد. میزان آبیاری، متناسب با ظرفیت زراعی (۸۵۷ گرم) صورت پذیرفت. اعمال تنش، از هفته پنجم، زمانی که گلدان‌ها به مرحله ۴ تا ۵ برگ رسیده، بر اساس ظرفیت زراعی $\frac{1}{3}$ و $\frac{2}{3}$ ظرفیت زراعی صورت گرفت. پس از اعمال سه روز تنش، آسکوربات (با غلظت ۱۰mmol) و جیبرلین (۱۰۰mmol) به صورت اسپری به گلدان‌ها داده شد. پس از گذشت ۸ هفته، برداشت صورت پذیرفت. برای بررسی طول ریشه و ساقه، از خط‌کش میلی متری استفاده شد. وزن تر ریشه و ساقه، با ترازویی با دقت ۰/۰۰۰۱ و وزن خشک پس از قرار دادن در فویل و آون ۷۰ درجه سانتی‌گراد تعیین گردید.

گیاهان جو طبیعی و پاکوتاه نشان می‌دهد که جیبرلین در این گیاهان سبب افزایش مقاومت به شرایط تنش در آن‌ها می‌شود. احتمالاً جیبرلین نقش کلیدی ویژه‌ای در مقابله با تنش‌ها دارد (۱۹). به خوبی مشخص شده است که جیبرلین توانایی تحریک رشد و نمو گیاه در تعدادی از سیستم‌های آزمایشی را دارد (۲۰). ولی سوالی که پیش می‌آید آن است که جیبرلین در نتیجه افزایش میزان فتوسنتز، اندازه گیاه را افزایش می‌دهد یا این‌که افزایش کارایی مصرف فرآورده‌های فتوسنتزی را در پی دارد؟ گزارش‌های متناقضی در منابع در مورد به کارگیری جیبرلین‌ها در فرایندهای فتوسنتزی وجود دارد، به طوری که بعضی از آن‌ها بیانگر افزایش (۲۵-۲۱)، بعضی دیگر گوپای عدم تاثیر آن (۲۶) و گروهی نیز نشان‌دهنده کاهش این فرایندها توسط مواد مذکور هستند (۲۷). جیبرلین علاوه بر تحریک رشد، موجب افزایش توان فتوسنتز (۲۸)، افزایش رشد طولی برگ (۲۹) و بردباری در برابر تنش خشکی (۲۹،۳۰) می‌شود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق، در منطقه پاکدشت صورت گرفت. خصوصیات خاک مورد آزمایش، در جدول ۱ مشخص شده

جدول ۱: نتایج آزمایش خاک مورد استفاده در گلدان‌ها

Sand %	Silt %	Clay %	OC %	Na avail. mg/kg	K avail. mg/kg	P avail. mg/kg	EC در عصاره اشباع Ds/M	pH در عصاره اشباع	FC%
۱۳	۷۸	۹	۰/۲۷	۱۱۲	۲۸۹/۹	۴۴	۱/۴	۸/۱	۲۹/۷۷

برحسب میلی‌گرم بر میلی‌لیتر محلول به دست آمد.

$$\text{Chla} = 12.25 A_{663} - 2.79 A_{646}$$

$$\text{Chlb} = 21.21 A_{646} - 5.1 A_{663}$$

برای سنجش گزانتوفیل و β -کاروتن، ۲۰ml از عصاره استنی برداشته شد و همان مقدار اتر نفت اضافه گردید و پس از هموژن کردن، بخش بالایی، برداشته و هم حجم آن، متانول اضافه شد. پس از هموژن کردن، ۱۰ml آب نمک ۳ درصد اضافه و دو فاز بالایی (اتر نفت) و پایینی

برای سنجش محتوای کلروفیل‌های a و b، از روش Lichtenthaler (۳۱) استفاده گردید. ۰/۲g بافت تازه از اندام هوایی، جدا و با ۱۵ ml استون ۸۰ درصد هموژن شد. پس از سانتریفوژ با دور ۳۰۰۰ به مدت ۱۵ دقیقه، جداسازی صورت پذیرفت و طول موج‌های جذبی آن توسط اسپکتروفتومتر (Shimadzu-UV 160A) در طول موج‌های ۶۶۳ و ۶۴۶ نانومتر، اندازه‌گیری شد. با استفاده از فرمول‌های زیر، غلظت‌های کلروفیل a و b

تجزیه و تحلیل آماری

اطلاعات به دست آمده با استفاده از نرم‌افزار SPSS مورد تجزیه واریانس و مقایسه میانگین قرار گرفت و میانگین‌ها از طریق آزمون چند دامنه دانکن مقایسه شدند. رسم نمودارهای مربوط به استانداردها و معادله‌های مربوطه از طریق نرم‌افزار Excel انجام شد.

نتایج

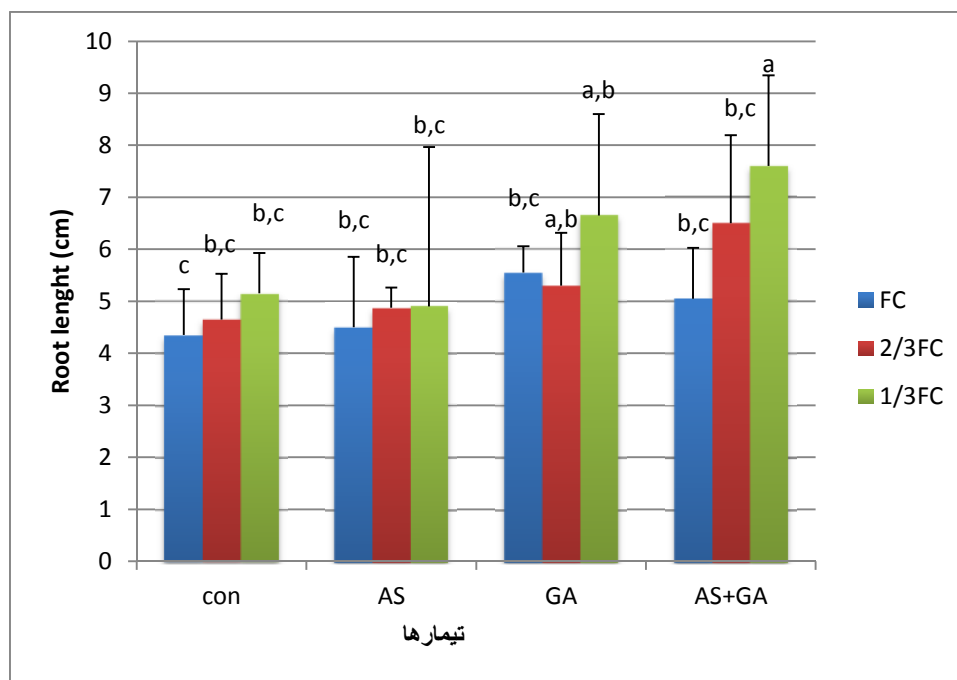
طول ریشه

بر اثر تنش، $\frac{1}{3}$ طول ریشه افزایش می‌یابد. در استفاده از آسکوربات و جیبرلین در سطح ۵ درصد، افزایش طول ریشه، معنی‌دار بود. بیشترین مقدار طول ریشه، زمان تنش شدید و استفاده از هر آسکوربات و جیبرلین (۷/۶ سانتی‌متر) مشاهده شد (شکل ۱).

(متانول) جدا شد. به اتر نفت، پتاس متانولی اضافه شد و پس از هموژن کردن، فاز بالایی آن جدا گردید که شامل کاروتن است. به فاز متانولی، دی اتیل اتر با کمی آب نمک اضافه شد و فاز رویی، جدا و به آن پتاس متانولی اضافه شد. فاز بالایی که شامل گزانتوفیل است، جدا شد و با دستگاه اسپکتوفتومتر (Shimadzu-UV 160A) در طول موج ۴۴۵ نانومتر، جذب، اندازه‌گیری و با کمک فرمول زیر محاسبه شد (در هر مورد حجم‌ها یادداشت شد).

$$C = \frac{V \times A \times F \times 10}{2500}$$

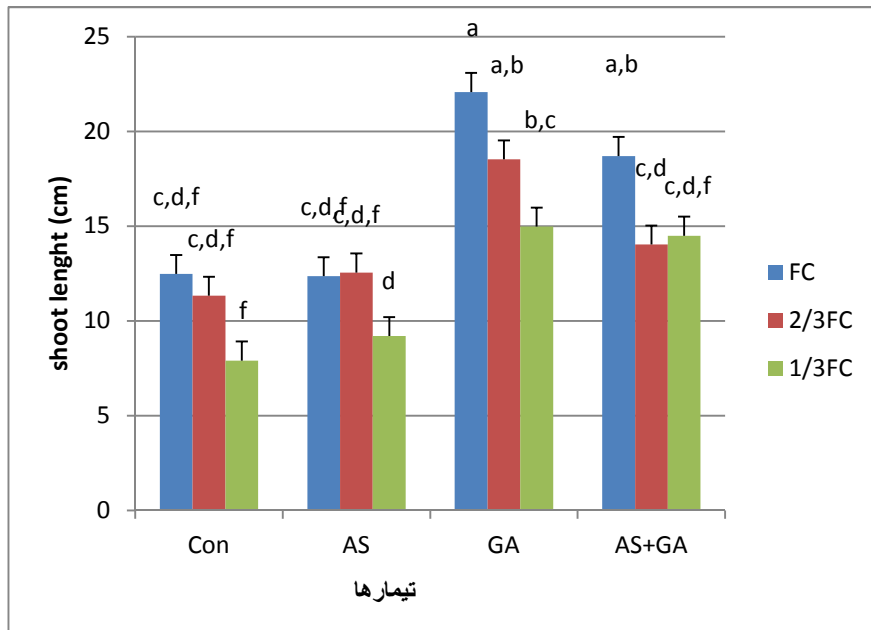
C = میزان رنگیزه برحسب میلی‌گرم بر گرم بافت تر،
V = حجم عصاره، A = میزان جذب، F = ۰.۱



شکل ۱: اثر متقابل تنش خشکی، آسکوربات و جیبرلین بر طول ریشه. con: کنترل (شرایط بدون اعمال تنش)، AS: آسکوربات، GA: جیبرلین. بارها نشان دهنده انحراف معیار میانگین‌ها، حروف مشابه، اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد ندارند.

سانتی‌متر) و بیشترین مقدار، در شرایط بدون تنش و استفاده از هورمون جیبرلین به تنهایی (۲۲/۰۷ سانتی‌متر) دیده می‌شود (شکل ۲).

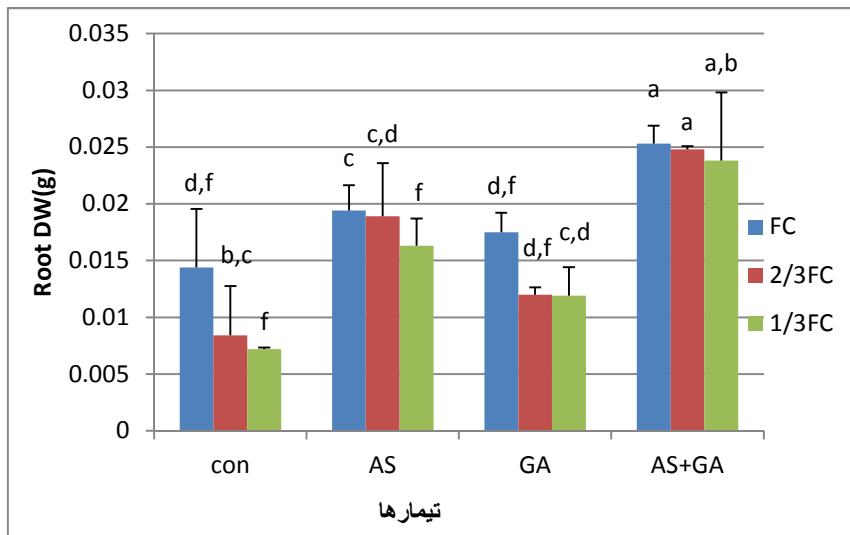
طول اندام هوایی: بر اثر سطوح مختلف تنش خشکی، طول اندام هوایی کاهش می‌یابد و تاثیر آسکوربات و جیبرلین بر آن در سطح ۵ درصد، معنی‌دار است. کمترین مقدار آن، در تنش $\frac{1}{3}$ ظرفیت زراعی (۷/۹۵



شکل ۲: اثر متقابل تنش خشکی، آسکوربات و جیبرلین بر طول اندام هوایی. con: کنترل (شرایط بدون اعمال تنش)، AS: آسکوربات، GA: جیبرلین. حروف مشابه، اختلاف معنی داری در سطح ۵ درصد ندارند.

ریشه، در شرایط بدون تنش و جیبرلین و آسکوربات (۰/۰۲۵۳ گرم) و کمترین مقدار، در شرایط شدید تنش (۰/۰۰۰۷۲ گرم) دیده می شود (شکل ۳).

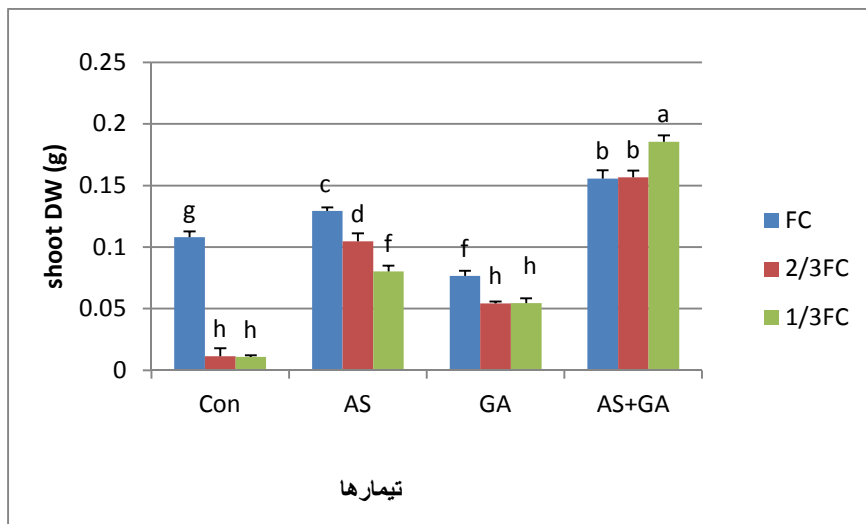
وزن خشک ریشه: تاثیر سطوح مختلف تنش خشکی و استفاده از آسکوربات و جیبرلین بر وزن خشک ریشه در سطح ۵ درصد، معنی دار است. تجزیه و تحلیل آماری نشان می دهد که بیشترین مقدار وزن خشک



شکل ۳: اثر متقابل تنش خشکی، آسکوربات و جیبرلین بر وزن خشک ریشه. con: کنترل (شرایط بدون اعمال تنش)، AS: آسکوربات، GA: جیبرلین. حروف مشابه، اختلاف معنی داری در سطح ۵ درصد ندارند.

خشک اندام هوایی، در شرایط تنش ۱/۳ و استفاده از آسکوربات و جیبرلین (۰/۱۸۵۵ گرم) و کمترین مقدار، در شرایط تنش شدید ۱/۳ (۰/۰۱۰۷ گرم) دیده می شود (شکل ۴).

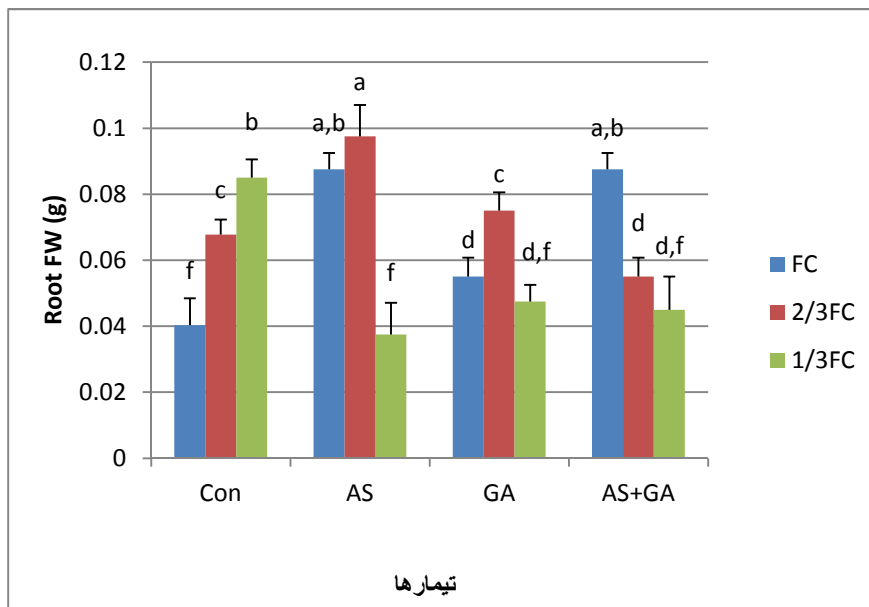
وزن خشک اندام هوایی: تاثیر سطوح مختلف تنش خشکی و استفاده از آسکوربات و جیبرلین بر وزن خشک اندام هوایی در سطح ۵ درصد، معنی دار است. تجزیه و تحلیل آماری نشان می دهد که بیشترین مقدار وزن



شکل ۴: اثر متقابل تنش خشکی، آسکوربات و جیبرلین بر وزن خشک اندام هوایی. con: کنترل (شرایط بدون اعمال تنش)، AS: آسکوربات، GA: جیبرلین. حروف مشابه، اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد، ندارند.

وزن تر ریشه: تاثیر سطوح مختلف تنش خشکی و استفاده از آسکوربات و جیبرلین بر وزن تر ریشه در سطح ۵ درصد، معنی‌دار است. تجزیه و تحلیل آماری نشان می‌دهد که بیشترین مقدار وزن تر ریشه، در شرایط تنش ملایم $\frac{2}{3}$ با آسکوربات (۰/۰۹۷۵ گرم) و کمترین مقدار، در شرایط تنش شدید $\frac{1}{3}$ با آسکوربات (۰/۰۳۷۵ گرم) دیده می‌شود (شکل ۵).

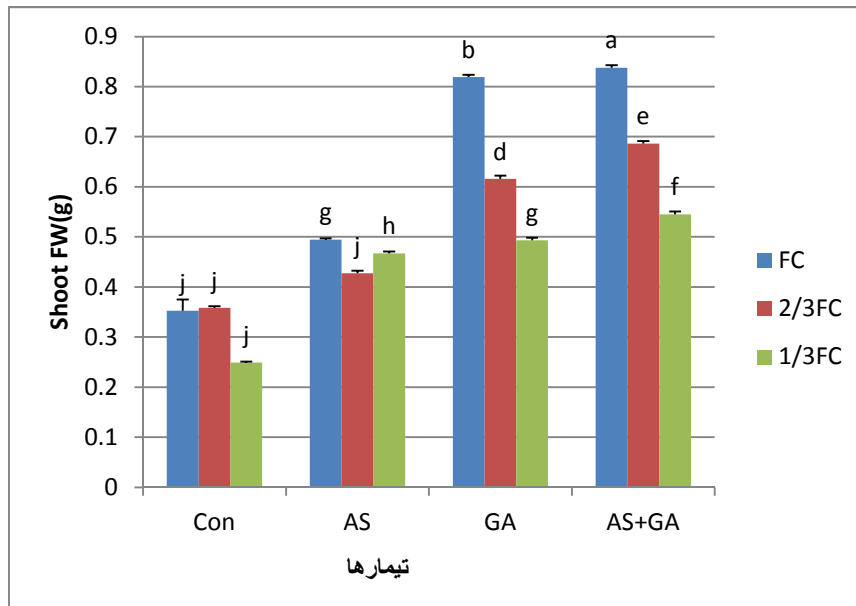
شکل ۵: اثر متقابل تنش خشکی، آسکوربات و جیبرلین بر وزن تر ریشه. con: کنترل (شرایط بدون اعمال تنش)، AS: آسکوربات، GA: جیبرلین. بارها نشان‌دهنده انحراف معیار میانگین‌ها. حروف مشابه، اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد ندارند.



شکل ۵: اثر متقابل تنش خشکی، آسکوربات و جیبرلین بر وزن تر ریشه. con: کنترل (شرایط بدون اعمال تنش)، AS: آسکوربات، GA: جیبرلین. بارها نشان‌دهنده انحراف معیار میانگین‌ها. حروف مشابه، اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد ندارند.

وزن تر اندام هوایی: تاثیر سطوح مختلف تنش خشکی و استفاده از آسکوربات و جیبرلین بر وزن تر اندام هوایی در سطح ۵ درصد، معنی‌دار است. تجزیه و تحلیل آماری نشان می‌دهد که بیشترین مقدار وزن تر اندام

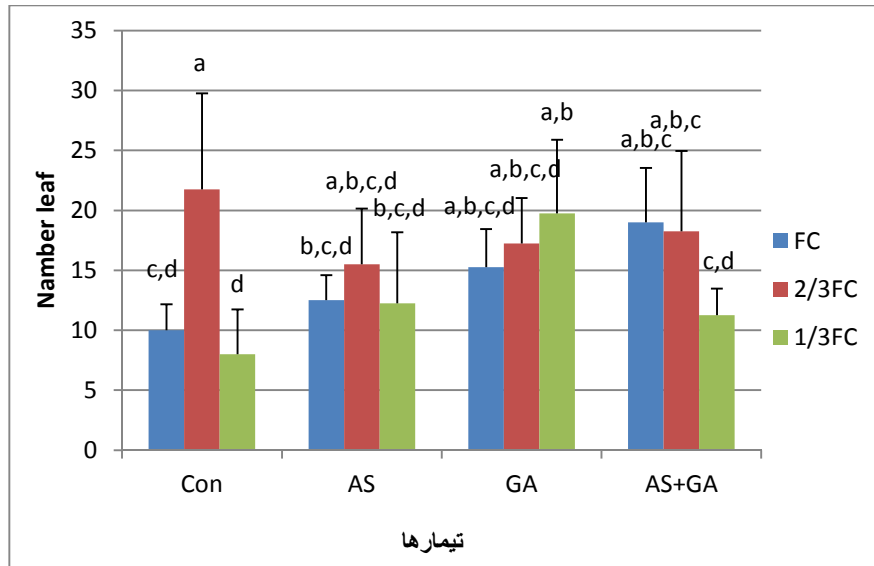
هوایی در شرایط بدون تنش، با آسکوربات و جیبرلین (۰/۸۳۷۷ گرم) و کمترین مقدار در شرایط تنش شدید $\frac{1}{3}$ (۰/۲۴۹۳ گرم) دیده می‌شود (شکل ۶).



شکل ۶: اثر متقابل تنش خشکی، آسکوروبات و جیبرلین بر وزن تر اندام هوایی. con: کنترل (شرایط بدون اعمال تنش)، AS: آسکوروبات، GA: جیبرلین. حروف مشابه، اختلاف معنی داری در سطح ۵ درصد ندارند.

که بیشترین مقدار برگ در شرایط تنش ملایم $2/3$ و آسکوروبات $21/75$ و کمترین تعداد، در شرایط تنش شدید $1/3$ (۸) دیده می شود (شکل ۷).

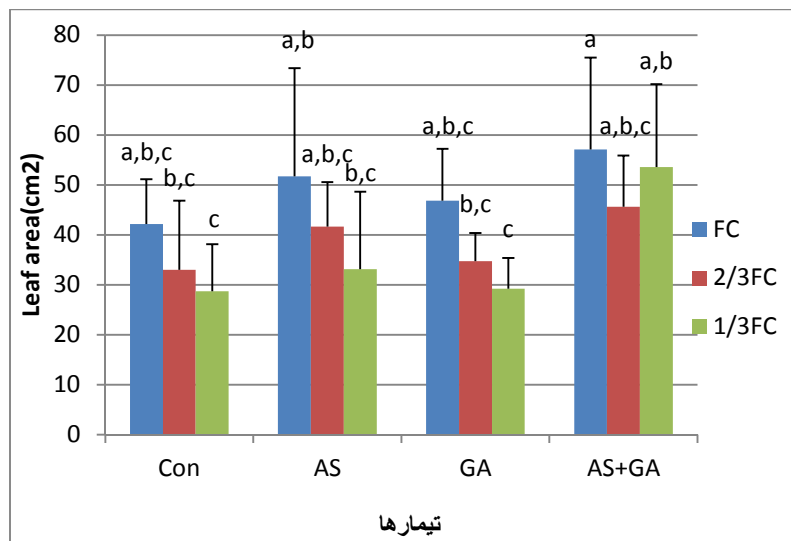
تعداد برگ: تاثیر سطوح مختلف تنش خشکی و استفاده از جیبرلین و آسکوروبات بر تعداد برگ در سطح ۵ درصد، معنی دار است. تجزیه و تحلیل آماری نشان می دهد



شکل ۷: اثر متقابل تنش خشکی، آسکوروبات و جیبرلین بر تعداد برگ. con: کنترل (شرایط بدون اعمال تنش)، AS: آسکوروبات، GA: جیبرلین. حروف مشابه، اختلاف معنی داری در سطح ۵ درصد ندارند.

همراه آسکوروبات و جیبرلین ($57/1003$ سانتی متر مربع) و کمترین مقدار، در شرایط تنش شدید $1/3$ ($28/7088$ سانتی متر مربع) دیده می شود (شکل ۸).

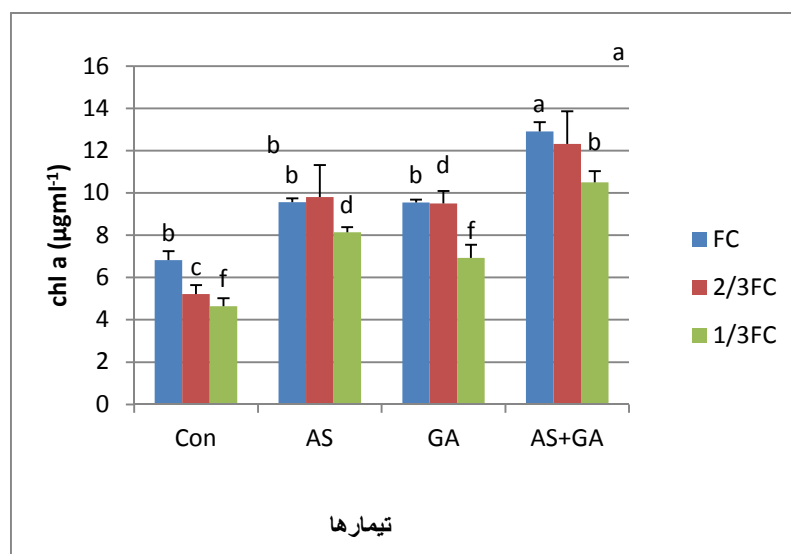
سطح برگ: تاثیر سطوح مختلف تنش خشکی و استفاده از آسکوروبات و جیبرلین بر سطح برگ در سطح ۵ درصد، معنی دار است. تجزیه و تحلیل آماری نشان می دهد که بیشترین سطح برگ، در شرایط بدون تنش به



شکل ۸: اثر متقابل تنش خشکی، آسکوربات و جیبرلین بر سطح برگ. **con**: کنترل (شرایط بدون اعمال تنش)، **AS**: آسکوربات، **GA**: جیبرلین. حروف مشابه، اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد ندارند.

زرعی) به همراه آسکوربات و هورمون جیبرلین ($12/9195 \mu\text{g mL}^{-1}$) و کمترین مقدار، در شرایط تنش شدید ($1/3$ ظرفیت زراعی) ($4/6355 \mu\text{g mL}^{-1}$) دیده می‌شود (شکل ۹).

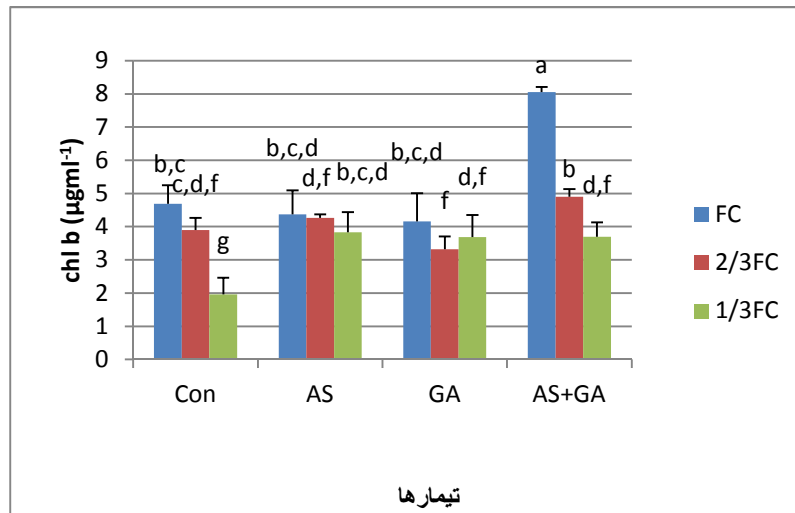
کلروفیل a: تاثیر سطوح مختلف تنش خشکی و استفاده از هورمون‌ها بر سطح برگی در سطح ۵ درصد، معنی‌دار است. تجزیه و تحلیل آماری نشان می‌دهد که بیشترین میزان کلروفیل **a**، در شرایط بدون تنش (ظرفیت



شکل ۹: اثر متقابل تنش خشکی، آسکوربات و جیبرلین بر کلروفیل **a**. **con**: کنترل (شرایط بدون اعمال تنش)، **AS**: آسکوربات، **GA**: جیبرلین. حروف مشابه، اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد ندارند.

آسکوربات و جیبرلین ($8/0535 \mu\text{g mL}^{-1}$) و کمترین مقدار، در شرایط تنش شدید ($1/3$ ظرفیت زراعی) ($1/9598 \mu\text{g mL}^{-1}$) دیده می‌شود (شکل ۱۰).

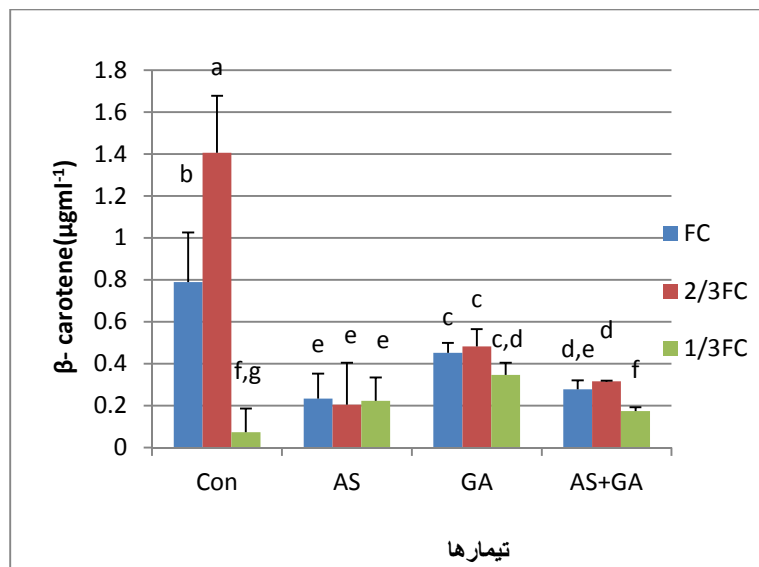
کلروفیل b: تاثیر سطوح مختلف تنش خشکی و استفاده از هورمون‌ها بر سطح برگی در سطح ۵ درصد، معنی‌دار است. تجزیه و تحلیل آماری نشان می‌دهد که بیشترین میزان کلروفیل **b**، در شرایط بدون تنش و



شکل ۱۰: اثر متقابل تنش خشکی، آسکوروبات و جیبرلین بر کلروفیل b. con: کنترل (شرایط بدون اعمال تنش)، AS: آسکوروبات، GA: جیبرلین. حروف مشابه، اختلاف معنی داری در سطح ۵ درصد ندارند.

ظرفیت زراعی) ($1/4065 \mu\text{gml}^{-1}$) و کمترین مقدار، در شرایط تنش شدید ($1/3$ ظرفیت زراعی) ($0/073 \mu\text{gml}^{-1}$) دیده می شود (شکل ۱۱).

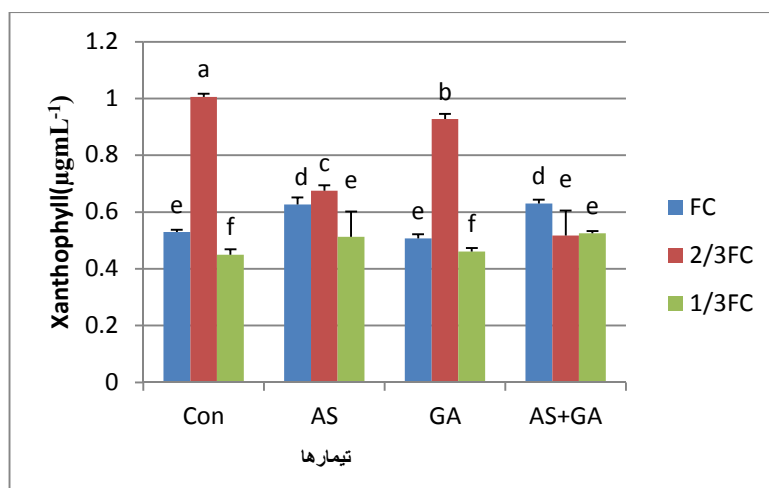
β -کاروتن: تاثیر سطوح مختلف تنش خشکی و استفاده از هورمون ها بر سطح برگي در سطح ۵ درصد، معنی دار است. تجزیه و تحلیل آماری نشان می دهد که بیشترین میزان β -کاروتن، در شرایط تنش ملایم ($2/3$)



شکل ۱۱: اثر متقابل تنش خشکی، آسکوروبات و جیبرلین بر β -کاروتن. con: کنترل (شرایط بدون اعمال تنش)، AS: آسکوروبات، GA: جیبرلین. حروف مشابه، اختلاف معنی داری در سطح ۵ درصد ندارند.

ملايم ($2/3$ ظرفیت زراعی) ($1/0058 \mu\text{gml}^{-1}$) و کمترین مقدار، در شرایط تنش شدید ($1/3$ ظرفیت زراعی) ($0/4493 \mu\text{gml}^{-1}$) دیده می شود (شکل ۱۲).

گزانتوفیل: تاثیر سطوح مختلف تنش خشکی و استفاده از آسکوروبات و جیبرلین بر سطح برگي در سطح ۵ درصد، معنی دار است. تجزیه و تحلیل آماری نشان می دهد که بیشترین میزان گزانتوفیل، در شرایط تنش



شکل ۱۲: اثر متقابل تنش خشکی، آسکوربات و جیبرلین بر گزانتوفیل. con: کنترل (شرایط بدون اعمال تنش)، AS: آسکوربات، GA: جیبرلین. حروف مشابه، اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد ندارند.

گندم (۳۸،۳۷)، گیاه بامیه (۳۹) و گیاه برنج (۴۰) مطابقت دارد.

جیبرلین علاوه بر تحریک رشد، موجب افزایش توان فتوسنتز (۲۸)، افزایش رشد طولی برگ (۲۹) و بردباری در برابر تنش خشکی (۳۰،۲۹) می‌شود، که با یافته‌ها در مورد گیاه رازیانه (۴۱)، گیاه برنج (۴۲) و آرابیدوپسیس (۴۳) مطابقت دارد.

تنش خشکی، موجب کاهش معنی‌دار شدت فتوسنتز می‌شود. سنجش مقدار کلروفیل محتوی برگ در تنش خشکی نشان می‌دهد که مقدار کلروفیل‌های *a*, *b* به طور معنی‌داری کاهش می‌یابد. کاهش کلروفیل به عنوان عامل محدود کننده غیرروزنه‌ای فتوسنتز محسوب می‌شود که با یافته‌ها در مورد گیاه گندم (۴۴،۴۵)، گیاه کلزا (۴۶)، روی گیاه نعنا فلفلی (۴۷)، گیاه مرزنجوش (۴۸) و گیاه جارو (Jawa) (۴۹) مطابقت دارد.

استفاده از آسکوربات به تنهایی موجب افزایش میزان کلروفیل‌های *a*, *b* می‌شود که با یافته‌ها بر روی گیاه گندم (۳۷)، گیاه *Prunus armeniaca* (۵۰) و گیاه بامیه (۳۹) مطابقت دارد. جیبرلین نیز توانسته است میزان کلروفیل *a*, *b* را افزایش دهد. نتایج این آزمایش، با تحقیقات در مورد گیاه لوبیا (۵۱) و گیاه سیب زمینی (۲۱) مطابقت دارد. ولی کاربرد همزمان آسکوربات و جیبرلین با هم، سبب افزایش بهتر و بیشتر کلروفیل‌های

بحث

نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که تنش خشکی، سبب کاهش در پارامترهای رشد در گیاه بادرشبو شده است. بررسی اختلافات به وجود آمده بین سطوح مختلف تنش خشکی با شاهد، نشان‌دهنده قدرت سازگاری و مقابله گیاه با شرایط خشکی است. در شرایط تنش ملایم رطوبتی ($2/3FC$) صفاتی مانند طول ریشه و اندام هوایی، تعداد برگ و سطح برگ، وزن تر و خشک ریشه و اندام هوایی، اختلاف معنی‌داری ندارند ولی در شرایط تنش شدید، اختلاف معنی‌دار است که با نتایج قلی‌زاده و همکاران (۳۲) مطابقت دارد. تاثیر تنش خشکی بر کاهش رشد و عملکرد در آویشن (۳۳)، در گیاه اسفزه، گل همیشه بهار و بابونه (۳۴)، در گیاه سیاه دانه (۳۵)، در گیاه *Commelina benghalensis* (۳۶) نیز گزارش شده است. اسید آسکوربیک و جیبرلین، هر کدام به تنهایی و کاربرد همزمان آنها با یکدیگر، سبب بهبود شرایط تنش می‌شود و گیاه را نزدیک به شرایط کنترل می‌کند و خسارات تنش خشکی را کاهش می‌دهد.

گزارش شده است آسکوربات سبب افزایش تقسیم سلولی و افزایش سطح برگ و وزن تر و خشک گیاه شده و همچنین خاصیت آنتی‌اکسیدانی را افزایش می‌دهد تا خسارات اکسیژن‌های آزاد تولید شده از تنش خشکی را کاهش دهد (۱۲). این مطالعه با یافته‌ها در رابطه با گیاه

4. Naghibi, F., Mosaddegh, M., Motamed, S.M., Ghorbani, A., 2005. Labiatea family in Folk medicine in Iran: from ethnobotany to pharmacology. *Journal Pharmaceutical* 2: 63-79.
۵. امید بیگی، ر. ۱۳۷۶. رهیافته‌های تولید و فراورده‌های گیاهان دارویی، انتشارات طراحان نشر، جلد ۲، فصل ۷، صفحه ۱۸۸.
۶. زرگری، ع. ۱۳۷۶. گیاهان دارویی، انتشارات دانشگاه تهران، جلد ۴، فصل ۱، صفحه ۸۳-۸۲.
7. Najafi, M., Elham, G., Fatemeh, F., Alireza, G. 2009. Effects of total extract of *Dracocephalum moldavica* L. on Hschemia / Reperfusion induced arrhythmias and infarct size in the isolated Rat heart. *Journal Hranian II(4)* 229-235.
۸. حسنی، ع. ۱۳۸۵. بررسی تاثیر تنش کم آبی بر رشد، عملکرد و میزان اسانس گیاه دارویی بادرشبو (*Dracocephalum moldavica* L. فصلنامه علمی - پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. ۲۲(۳) ۲۵۶-۲۶۱.
۹. صفی‌خانی، ف. حیدری شریف آباد، ح. سادات، ع. شریفی عاشور آبادی، ا. سید نژاد، م. عباس‌زاده، ب. ۱۳۸۶. تاثیر خشکی بر عملکرد و صفات مورفولوژی گیاه دارویی بادرشبو (*Dracocephalum moldavica* L.) فصلنامه علمی - پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. ۲۳(۲)، ۱۹۴-۱۸۳.
۱۰. محسن‌زاده، س.، فرهی آشتیانی، ص.، ملبوبی، م.ع.، قنانی، ف. ۱۳۸۲. اثر تنش خشکی و کلروکولین کلوراید بر رشد و فتوسنتز گیاهچه دو رقم گندم (*Triticum aestivum* L.). مجله پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی (۶۰) ۶۴-۵۶.
11. Baker, D.N., Musgrave, R.B. 1964. The effects of low-level moisture stresses on the rate of apparent photosynthesis in corn. *Crop Science* 4:249-53.
- a و b شده است. بسیاری از تنش‌های محیطی، تعادل هورمونی گیاهان را بر هم می‌زنند. بسیاری از اثرات فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی ناشی از تنش‌ها، به علت تغییر مقدار هورمون‌ها است. برخی رنگیزه‌ها مانند کاروتنوئیدها (شامل گزانتوفیل و β -کاروتن)، فلاونوئیدها و آنتوسیانین‌ها، با جاروب کردن رادیکال‌های آزاد، موجب حفاظت گیاه در برابر تنش‌های اکسیداتیو می‌شوند (۳۸).
- کاروتنوئیدها قادرند انرژی زیاد طول موج‌های کوتاه را گرفته و اکسیژن یکتایی را به سه‌تایی تبدیل کنند و با گرفتن رادیکال‌های اکسیژن تولید شده، نقش آنتی‌اکسیدانی خود را ایفا می‌نمایند (۵۲). در این آزمایش، میزان گزانتوفیل و β -کاروتن در شرایط تنش ملایم ($2/3FC$) افزایش شدید یافته تا اثرات تنش را خنثی کند، ولی وقتی تنش افزایش می‌یابد ($1/3FC$)، گزانتوفیل و β -کاروتن، دیگر قادر به خنثی کردن اثرات رادیکال‌های آزاد نبوده و کاهش می‌یابند. در تیمارهایی که با آسکورات به تنهایی صورت گرفته است، کاهش در میزان گزانتوفیل و β -کاروتن دیده می‌شود. استفاده از جیبرلین نیز سبب کاهش میزان گزانتوفیل و β -کاروتن می‌شود. کاربرد همزمان آسکورات و جیبرلین، کاهش شدید در میزان گزانتوفیل و β -کاروتن ایجاد می‌کند و آن را نزدیک به شرایط کنترل می‌سازد.

منابع

1. Tarddieo, F. 2005. Plant tolerance to water deficit: physical limits and possibilities for progress. *CR Geoscience* 337:57-67.
2. Debaeke, P., Aboudrare, A. 2004. Adaptation of crop management to water - limited environments. *Europ Agronomy* 21:433-46.
3. Muhammad, H., Sumera, A.K., Zabta, K.S., Abdullatif, K., Nadeem, A., In-Jung, L. 2010. Effect of polyethylene glycol induced drought stress on physio-hormonal attributes of Soybean. *Pak Journal Bot* 42(2): 977-86.

- plant. *Journal of Environmental Biology* 30(3):333-8.
21. Borzenkova, R.A. 1978. Effect of phytohormones on the photosynthetic metabolism of potato leaves. *Mater Ekol Fiziol Rast Ural Flory*, 104-10.
 22. ErKan, Z., Bangerth, F. 1980. Investigations on the effect of phytohormones and growth regulators on the transpiration, stomata aperture and photosynthesis of pepper (*Capsicum annum* L.) and tomato (*Lycopersicon esculentum mill*). *Plants Botany* 54:207-20.
 23. Gale, M.D., Edrich, J., Lupton, F.G.H., 1974. Photosynthetic rates and the effects of applied gibberellins in some dwarf, semi-dwarf and tall wheat varieties (*Triticum aestivum*). *The Journal of Agricultural Sciences camb* 83:43-6.
 24. Lester, D.C., Carter, O.G., Kelleher, F.M., Laing, D.R. 1972. The effect of gibberellic acid on apparent photosynthesis and dark respiration of simulated swards of *Pennisetum clandestinum* Hochst. *Australian Journal Agric Research* 23:205-13.
 25. Marcelle, T., Oben, G. 1972. Effect of some growth regulators on the CO₂ exchanges of leaves. *Acta Horticulturae* 34:55-8.
 26. Little, C.H., Loach, K. 1975. Effect of gibberellic acid on growth and photosynthesis in *Abies basamea*. *Cana Journal Botany* 53:1805-10.
 27. Sanhla, N., Huber, W. 1974. Eco-physiological studies on India arid Zone plants. Effect of salinity and gibberllin on the activities of photosynthetic enzymes and CO₂ fixation products in leaves of *Pennisetum typhoides* seedling. *Biochem Phyaicol Pflanzen* 106:181-7.
 28. Ashraf, M., Karim, F. 2002. Interactive effects of gibberellic acid (GA₃) and salt stress on growth, ion
 12. Miguel, A., Rosales, Z., Juan, M., Ruiz, A., Hernandez, J., Soriano, T., Castilla, N., Romero, L. 2006. Antioxidant content and ascorbate metabolism in cherry tomato exocarp in relation to temperature and solar radiation. *Journal Sciences Food Agric* 86: 1545-51.
 13. Horemans, N., Foyer, C.H., Potters, G., Asard, H. 2000. Ascorbate function and associated transport system in plants. *Plant Physiology and Biochemistry* 38:531-41.
 14. Baghizadeh, A., Mahmood, H., 2011. Effect of drought stress and its interaction with ascorbate and salicylic acid on Okra (*Hibiscus escus eseulentus* L.) germination and seedling growth. *Journal of Physiology & Biochemistry* 7(1):55-6.
 15. Vitoria, A.P., Leat, P.J., Azevedo, R.A. 2001. Antioxidant enzymes responses to cadmium in radish tissues. *Phytochemistry* 57:701-10.
 16. Laspina, N.V., Groppa, M.D., Tomaro, M.L., Benavides, M.P. 2005. Nitric oxide protects sunflower leaves against Cd-induced oxidative stress-plant. *Journal Sciences* 169:323-30.
 17. Aravind, P., Prasad, M.N.V. 2005. Modulation of cadmium induced oxidative stress in *Ceratophyllum demersum* by zinc involves ascorbate, glutathione cycle and glutathione metabolism. *PP Biochem* 43:107-16.
 18. Smiroff, N., Wheeler, G.L. 2000. Ascorbic acid in plants: biosynthesis and function. *CRC crit Rev Plant Sciences* 19:267-90.
 19. Vettakkorumakankav, N. 1999. A crucial role for gibberellins in stress protection of plants. *Plant and Cell Physiology* 40(5):542-8.
 20. Kim, S.K., Sohn, E.Y., Joo, G.J., Lee, I.J. 2009. Influence of jasmonic acid on endogenous gibberellins and abscisic acid in salt-stressed chard

37. Hamad, A., Hamda, A. 2001. Grain soaking presuming in ascorbic acid or thiamine versus the adverse effects of combined salinity and drought on wheat seedlings. Assiut Egypt S15-005.
38. Sairam, R.K., Deshmukh, P.S., Saxena, D.C. 1998. Role of antioxidant systems in wheat. Genotype tolerance to water stress. *Biologic Plantarum* 41(3): 387-94.
39. Baghizadeh, A., Ghorbanli, M., Rezaei, H.M., Mozafri, H. 2009. Evaluation of interaction effect of drought stress with ascorbate and salicylic acid on some of physiological and biochemical parameters in okra (*Hibiscus esculentus* L.). *Journal Biological sciences* 4(4):380-7.
40. Sharam, P., Shanker, R. 2005. Drought induces oxidative stress and enhances the activities of antioxidant enzyme in growing rice seeding. *Journal Plant and Growth Regul* 46:209-21.
۴۱. فرج زاده معماری تبریزی، ا.، یارنیا، م.، احمدزاده، و.، نویری، ن.، فرج زاده معماری تبریزی، ن.، ۱۳۸۸. تاثیر شوری و کاربرد جیبرلین بر درصد و عملکرد اسانس در گیاه دارویی رازیانه، فصلنامه گیاهان دارویی - پوستر ۱۲۰۱-۱۲۰۲
42. Duan, X.M., Ma, H.S. 1992. Effects of gibberellic acid application on seed yield and quality of hybrid rice. *Seed Science and Tech* 20(2):209-14.
43. Traw, M.B., Bergelson, J. 2003. Interactive effects of jasmonic acid, salicylic acid and gibberellin on induction of trichomes in *Arabidopsis*. *Am Soc Plant Biologist* 133:1367-75.
44. Loggini, B., Scartazza, A., Brugnoli, E., Navari-Jzzo, F. 1999. Antioxidative defense system pigment composition and photosynthetic efficiency in two accumulation and photosynthetic capacity in to spring wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars differing in salt tolerance. *P G regul* 36:49-59.
29. Maheswair, M. 1999. Effects of GA, ABA, water stress on elongation and XET activity in barley (*Hordeum vulgare* L.). *Indian Journal Exp Biol* 37:1001-4.
30. Jeller, H., Gualtierres, A.P., Sonia, C.J. 2001. Effect of water and salt stress and gibberellins action in *Senna spectabilis* seeds. *Ciencia Florestal* 11:93-104.
31. Lichtenthaler, H.K. 1987. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthesis. *Methods in Enzymology*. INRA EDP Sciences 57:245-50.
32. Gholizadeh, A., Amin, M.S.M., Anvar, A.R., Esfahani, M., Saberioon, M.M. 2010. The study on the effect of different levels of zeolit and water stress on growth, development and essential oil content of moldavian balm (*Dracocephalum moldavica* L.). *Journal Sciences Applied Sciences* 7(1): 33-37.
33. Letchamo, W., Marquard, R., Holzl, J., Gosselin, A. 1994. Effects of water supply and light intensity on growth and essential oil of two *Thymus vulgaris* selections. *Angewandte Botanik* 68:83-8.
34. Misra, A., Srivastava, N.K. 2000. Influence of water stress on Japanese mint. *Journal of Herbs Spices and Medicinal Plants* 7:51-8.
۳۵. اکبرنیا، ا.، خسروی فر، م.، شریفی عاشورآبادی، ا.، بابا خانلو، پ. ۱۳۸۴. تاثیر دور آبیاری بر عملکرد و خصوصیات زراعی گیاه دارویی سیاه دانه. فصلنامه پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران ۲۱(۱): ۶۵-۷۳.
36. Theodore, M., Timothy, L. 2008. Growth and reproduction of benghal dayflower (*Commelina benghalensis*) in response to drought stress. *Weed Science* 56:561-6.

49. Fatima, S., Farooqi, A., Sharma, S., Kumar, S., Kukerja, A.K., Dwivedi, S., Singh, A.K. 2000. Effect of drought stress and plant density on growth and essential oil metabolism in *Citronella java* (*Cymbopogon winterianus* L.) cultivars. *Journal of Medicinal and Aromatic Plant Sciences* 22(1B):563-7.
50. Marty, I., Bureau, S., Sarkissian, G., Gouble, B., Audergon, J., Albagnac, G. 2005. Ethylene regulation of carotenoids accumulation and carotenogenic gene expression in color contrasted apricot varieties (*Prunus armeniaca*). *Journal Exp Bot* 56(417):1877-1886.
51. Treharne, K.J., Stoddart J.L., Pughe, J., Pavanjothy, K., Wareing, P.F. 1970. Effects of gibberellins and ribosomal RNA synthesis in *Phaseolus vulgaris* L. *Nature* 228:129-31.
52. Inze, D., Montagu, M.V. 2000. Oxidative stress in plants. TJ International Ltd, Padstow, Cornwall Great Britain, 321pp.
- wheat cultivars subjected to drought. *Plant Physiol* 119:1091-9.
45. He, J.X., Wang, J., Liang, H.G. 1995. Effects of water stress on photochemical function and protein metabolism of photosystem II in wheat leaves. *Physiol Plant* 93:771-7.
۴۶. نصیبی، ف.، منوچهری کلانتری، خ.، رشیدی راوری، م. ۱۳۸۲. بررسی تغییرات فیزیولوژیک و مورفولوژیک ایجاد شده در برخی از پارامترهای رشد در اثر تابش باندهای UV-A، UV-B و UV-C اشعه ماورای بنفش در گیاهک کلزا *Brassica napus*، مجله پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی. ۶: ۹۷-۱۰۳.
47. Charles, D.J., Simon, J.E., Shock, C.C., Feibert, E.B.G., Smith, R.M., Janik, J. 1993. Effect of water stress and post harvest handling on artemisinin content in the leaves of *Artemisia annua* L. *Journal of Biological Sciences* 2(1):350-77.
48. Carter, P.R., Sheaffer, C.C., Voorhees, W.B. 1982. Root growth, herbage yield and plant water status of alfalfa cultivars. *Crop Science* 22:425-7.

