Archive of SID

به‌زراعی کشاورزی
دوره ۲۱ ■ شماره ۲ ■ تابستان ۱۳۹۸
صفحه‌های ۱۶۶-۱۴۹

اثر عصاره مرزنجوش و آویشن‌کوهی بر عملکرد، اجزای عملکرد و آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی کنجد تحت شرایط تنش کم‌آبی

زهره انصار[۱]، مهدی برادران فیروزآبادی[۲*]، سراله گالشی[۳]، احمد غلامی[۲]، مهدیه پارسائیان[۴]
۱. دانشجوی دکتری، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی شاهرود، سمنان، ایران.
۲. دانشیار، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی شاهرود، سمنان، ایران.
۳. استاد، گروه زراعت، دانشکده تولیدات گیاهی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.
۴. استادیار، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی شاهرود، سمنان، ایران.
تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۷/۰۸/۲۷ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۷/۱۱/۰۱

چکیده
این پژوهش به‌منظور بررسی اثر محلول‌پاشی عصاره مرزنجوش و آویشن‌کوهی بر خصوصیات کمی و کیفی کنجد تحت شرایط تنش کم‌آبی به اجرا درآمد. آزمایش به‌صورت اسپلیت پلات فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ و ۹۷-۱۳۹۶ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی گرگان انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل ۲ رژیم مختلف آبیاری (هر ۱۵ و ۲۵ روز یک‌بار) به‌عنوان عامل اصلی و ۳ سطح محلول‌پاشی مرزنجوش صفر، ۴۰ و ۶۰ درصد حجمی و ۳ سطح محلول‌پاشی آویشن‌کوهی صفر، ۱۰ و ۲۰ درصد حجمی به‌عنوان عامل فرعی بود. نتایج نشان داد که بیش‌ترین میزان شاخص سطح برگ (۳/۷۶ و ۲/۹۳)، تعداد دانه در کپسول (۵۴ و ۴۱/۷۵ دانه در کپسول)، تعداد کپسول در بوته (۳۸ و ۲۲ کپسول در بوته) و عملکرد کنجد (۱۹۷/۹۲ و ۱۴۱/۲۸ گرم در مترمربع) در شرایط آبیاری مناسب و کم‌آبیاری مربوط به تیمار ۶۰ درصد مرزنجوش و ۲۰ درصد آویشن کوهی بود. تنش خشکی نسبت به تیمار شاهد میزان روغن را کاهش و میزان پروتئین را افزایش داد. فعالیت آنزیم کاتالاز (EC 1.11.1.6)، پرواکسیداز (EC 1.11.1.11) و سوپر اکسیددیسموتاز (EC 1.15.1.1) در شرایط آبیاری مناسب و تیمار ۶۰ درصد عصاره مرزنجوش و ۲۰ درصد حجمی عصاره آویشن کوهی نسبت به تیمار شاهد به‌ترتیب ۱۱/۲۴، ۱۲/۶۵ و ۱۲/۸۹ درصد افزایش داشت ولی در شرایط کم‌آبی ۳۶/۳۶، ۳۶/۳۵ و ۳۲ درصد افزایش داشت که نشان‌دهنده اثر بیش‌تر عصاره‌های استفاده‌شده در شرایط تنش بود. بنابراین، می‌توان اظهار داشت که در شرایط کم‌آبی استفاده از عصاره آویشن و مرزنجوش می‌تواند سبب القای تحمل در گیاه در مقابله با شرایط کم‌آبی شود.

کلیدواژه‌ها: آنزیم کاتالاز، پروتئین دانه، تنش خشکی، روغن دانه، عصاره گیاهی، محلول‌پاشی.

The Effect of *Origanum vulgare* and *Thymus vulgaris* Extract on Yield, Yield Components, and Antioxidant Enzymes of *Sesamum indicum* L. under Water Deficit

Zohreh Ansar[1], Mehdi Baradaran Firouzabadi[2*], Serolah Galeshi[3], Ahmad Gholami[2], Mahdieh Parsaeian[4]
1. Ph.D. Student, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Shahrood University of Technology, Semnan, Iran.
2. Associate Professor, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Shahrood University of Technology, Semnan, Iran.
3. Professor, Department of Agronomy, College of Plant Production, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.
4. Assistant Professor, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Shahrood University of Technology, Semnan, Iran.
Received: November 18, 2018 Accepted: January 21, 2019

Abstract
The present research has been carried out to investigate the effect of spraying of *Origanum vulgare* and *Thymus vulgaris* L. extract on quantitative and qualitative characteristics of sesame (Naz cultivar) under drought stress conditions. Performed as a split-plot factorial in two cultivation seasons of 2016-2017 and 2017-2018, it is as a randomized complete block design with three replications. Its treatments include two different irrigation regimes (every 15 and 25 days), three levels of *Origanum vulgare* (0, 40%, and 60%), and 3 levels of *Thymus vulgaris* L. (0, 10%, and 20%). Results indicate that the maximum leaf area index (3.76 and 2.93), number of capsules per plant (38 and 22), number of seeds per capsule (54 and 47.75), and grain yield (197.92 and 141.28 gr m2) in both control and stress conditions have been associated with 60% *Origanum vulgare* and 20% *Thymus vulgaris* L. extract. Moreover, it has been revealed that water deficit reduces oil content, increasing protein content and activity of catalase, peroxidase, and superoxide dismutase enzymes. The use of 60% *Origanum vulgare* and 20% *Thymus vulgaris* L. extract, under suitable irrigation conditions increase the activity of catalase, peroxidase, and superoxide dismutase enzymes by 11.24%, 12.65%, and 11.24%, respectively, compared to the control. In contrast, these indices are increased by 36.36%, 36.35%, and 32% under stress conditions. Therefore, it could be stated that under dry conditions, the use of *Origanum vulgare* and *Thymus vulgaris* L. extract can induce tolerance in the plant in response to drought conditions.

Keywords: Catalase activity, drought stress, grain oil, grain protein, plant extract, spraying.

* نویسنده مسئول
Email: mbaradaran@shahroodut.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

۱. مقدمه

کنجد[1] یکی از منابع تولید روغن است که تحمل قابل قبولی به شرایط کم‌آبی از خود نشان داده است (Silva *et al.*, 2016). این گیاه محصول خاص مناطق گرمسیری است و معمولاً با تنش خشکی در فصول زراعی مواجه می‌شود. تنش کم‌آبی سبب تولید رادیکال‌های اکسیژن فعال در گیاهان شده و عدم حضور مکانیسم محافظتی جهت حذف آنها سبب تخریب لیپیدها، پروتئین‌ها و اسیدهای نوکلئیک در گیاهان (Ahmed *et al.*, 2002) و هم‌چنین تجزیه کلروفیل و یا کاهش مقدار رنگدانه‌های کلروفیل a و b می‌گردد که به دنبال آن به کاهش توانایی فتوسنتز منجر می‌شود. در بررسی خصوصیات کنجد تحت تنش خشکی در مرحله گلدهی و پر شدن دانه، مشخص شد که کم‌آبی عملکرد و اجزای عملکرد کنجد را کاهش داد به‌طوری‌که تنش خشکی در مرحله گلدهی ۳۲ درصد و در مرحله پرشدن دانه ۱۰ درصد عملکرد دانه را کاهش داد (Ayobizadeh *et al.*, 2017). در بررسی خصوصیات فیزیولوژیک و عملکرد ٤ رقم کنجد تحت تنش کم‌آبی، این تنش سبب کاهش ٤۲، ۳۷، ٤۸ و ٤۹ درصدی به‌ترتیب در تعداد کپسول در بوته، تعداد دانه در کپسول، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک شد (Mehrabi & Ehsanzede, 2011).

بعضی از گیاهان دارویی و فرآورده‌های آنها دارای اثرهای طبیعی همچون ضد قارچی و آنتی‌اکسیدانی هستند (GhasemiPirbaluti *et al.*, 2011). امروزه شیوه محلول‌پاشی برگی به‌عنوان مکمل روش‌های خاکی شیوه‌ای مؤثر در به‌کارگیری ترکیبات آلی مختلف می‌باشد. محققان با استفاده از محلول‌پاشی ترکیبات مختلف مواد آلی سبب بهبود رشد گیاهان تحت شرایط کم‌آبی شده‌اند (Misagh *et al.*, 2016; Berglund *et al.*, 2002; BorisÏev *et al.*, 2016)، اما در زمینه اثر عصاره‌های گیاهان دارویی بر شاخص‌های رشدی گیاهان زراعی تاکنون مطالعات چندانی انجام نشده است ولی اثر این عصاره‌ها بر رشد گل‌های زینتی و هم‌چنین اثر بر کنترل باکتری‌ها مورد بررسی قرار گرفته است که در این خصوص گزارش شده است که ترکیب‌های کارواکرول[2] و تیمول[3] به‌عنوان مواد ضد میکروبی قادر به افزایش شاخص‌های رشد در گل‌های بریده ژربرا[4] شد (Solgi *et al.*, 2009). Bayat (2014) و Baninaeim & Samsampoor (2015) اظهار داشتند که استفاده از اسانس آویشن[5] و مرزه[6] به‌دلیل داشتن خاصیت ضد میکروبی و آنتی‌اکسیدانی به‌طور معنی‌داری سبب افزایش در شاخص‌های اندازه‌گیری‌شده گیاهانی از قبیل میخک و گل نرگس در مقایسه با تیمار شاهد شد.

آویشن با نام علمی از خانواده نعناعیان یکی از شناخته‌شده‌ترین گیاهان دارویی در طب سنتی ایران و اروپا می‌باشد و گیاه مرزنجوش[7] از تیره نعناعیان می‌باشد که پراکنش جهانی دارد. از مهم‌ترین ترکیباتی که در عصاره آویشن مشخص شده است می‌توان به مونوترپن‌های فنلی تیمول ۳۵ درصد و کارواکرول ۳۲ درصد اشاره کرد و هم‌چنین دارای ترکیبات آنتی‌اکسیدانی قوی می‌باشد (Nickavar *et al.*, 2003). در بررسی مرزنجوش ترکیبات فنلی به‌خصوص اسیدهای فنلی و فلاوونیدها به‌عنوان عوامل مؤثر احتمالی مطرح شده‌اند (Tajkarimi *et al.*, 2010). مواد مؤثره اصلی موجود در اسانس این دو گیاه شامل تیمول، کارواکرول و متانول

1. *Sesamum indicum* L.

2. Carvacrol
3. Thymol
4. *Gerbera jamesoniicv*. Dune
5. *Thymus vulgaris* L.
6. *Satureja hortensis* L.
7. *Origanum vulgare*

www.SID.ir

Archive of SID

است. این مواد جزو ترکیبات فنولیکی بوده و خواص یادشده برای این گیاهان به این مواد نسبت داده شده است (Mombeini *et al*., 2008; Nickavar *et al*., 2003).

به‌طورکلی با توجه به این‌که ایران جز مناطق خشک جهان محسوب می‌شود و بررسی اثرات تنش کم‌آبی بر گیاهان مختلف ضروری می‌باشد و ازآنجایی‌که مطالعات در زمینه اثر عصاره گیاهان دارویی بر شاخص‌های کمی و کیفی گیاهان زراعی اندک است این پژوهش به‌منظور بررسی اثر محلول‌پاشی با عصاره آویشن کوهی و مرزنجوش بر شاخص‌های رشدی و عملکرد کنجد تحت شرایط تنش خشکی انجام گرفت.

۲. مواد و روش‌ها

این پژوهش در مزرعه تحقیقاتی دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان به‌مدت دو سال (۹۶-۱۳۹۵ و ۹۷-۱۳۹۶) جهت بررسی اثر محلول‌پاشی عصاره مرزنجوش و آویشن‌کوهی بر خصوصیات کمی و کیفی کنجد رقم ناز به اجرا درآمد. شهرستان گرگان با عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ٤٥ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ٥٤ درجه و ۳۰ دقیقه شرقی، در ارتفاع ۱۳ متر از سطح دریا قرار دارد؛ و متوسط بارندگی ٦۰۰ تا ۷۰۰ میلی‌متر و دامنه نوسان دمای سالیانه ۱۰ درجه سانتی‌گراد و میانگین دمای سالیانه ۱۳ درجه سانتی‌گراد می‌باشد (در روش آمبرژه اقلیم گرگان نیمه‌مرطوب معتدل می‌باشد). پس از آزمایش، بافت خاک مزرعه از نوع لوم رس سیلتی با اسیدیته ۷/٦ و میزان کربن آلی ۱/۰٤ درصد و میزان نیتروژن کل ۰/۱ درصد تعیین شد. میزان کود پایه توصیه‌شده در منطقه توسط سازمان جهاد کشاورزی ۱۰۰ کیلوگرم سوپر فسفات تریپل و ۱۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار بود که قبل از کاشت با خاک مخلوط شد.

آزمایش به‌صورت اسپلیت پلات فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. تیمارها شامل دو رژیم مختلف آبیاری (هر ۱۵ روز یک‌بار) و کم‌آبیاری (هر ۲۵ روز یک‌بار) (Ansar, 2012)، سه سطح محلول‌پاشی مرزنجوش صفر، ٤۰ و ٦۰ درصد حجمی و سه سطح محلول‌پاشی آویشن کوهی صفر، ۱۰ و ۲۰ درصد حجمی بود. سطوح رژیم آبیاری به‌عنوان فاکتور اصلی و سطوح مرزنجوش و آویشن‌کوهی به‌عنوان فاکتور فرعی در نظر گرفته شد.

مزرعه مورد مطالعه در پاییز سال قبل شخم عمیق زده شد و انجام عملیات تهیه بستر تکمیلی در اواخر اردیبهشت به‌وسیله دیسک و ماله انجام گرفت، سپس کاشت به‌صورت جوی و پشته‌ای و با دست در تاریخ ۲۰ خرداد سال ۹۵ و سال ۹٦ بر روی یک قطعه زمین مشخص انجام گرفت. اولین آبیاری قبل از کاشت انجام و کاشت پس از گاورو شدن خاک صورت گرفت. دومین آبیاری به فاصله هفت روز بعد از کاشت انجام شد و آبیاری‌های بعدی در کرت‌هایی که دارای تیمار آبیاری بودند بر اساس عرف منطقه هر ۱۵ روز یک‌بار و در کرت‌هایی که دارای تیمار کم‌آبیاری بودند هر ۲۵ روز یک‌بار صورت گرفت. برای مبارزه با علف‌های هرز قبل از کاشت از ترفلان به میزان ۲/۵ لیتر در هکتار استفاده شد و زمانی که ارتفاع بوته به بیش از ۱۰ سانتی‌متر رسید، جهت مبارزه مکانیکی با علف‌های هرز موجود در بین ردیف‌های کاشت از کولتیواتور پاشنه‌ای استفاده شد. کاربرد مرزنجوش و آویشن‌کوهی به‌صورت محلول‌پاشی روی برگ طی سه مرحله انجام شد. اولین محلول‌پاشی یک ماه بعد از کاشت و تقریباً دو هفته بعد از اعمال رژیم آبیاری صورت گرفت. محلول‌پاشی دوم و سوم به فاصله ۱۲ روز بعد از مرحله اول صورت گرفت. روش کار به این صورت بود که ابتدا عصاره مرزنجوش و دو روز بعد

www.SID.ir

Archive of SID

آویشن کوهی اعمال شد. جهت عصاره‌گیری ابتدا برگ‌های گیاهان مرزنجوش و آویشن کوهی از بوته‌ها جدا و سپس خشک و آسیاب شدند و با کمک دستگاه سوکسله (G-SX100 England) عصاره آن‌ها استخراج شد.

در هر کرت تعداد ٤ ردیف به طول ٥ متر و با فاصله بین ردیف ٥٠ سانتی‌متر و فاصله روی ردیف ٧ سانتی‌متر کاشته شد. در هر دو سال آزمایش جهت نمونه‌برداری، از چهار خط کاشت موجود در هر کرت، دو خط کناری به‌عنوان حاشیه و خطوط وسط برای اندازه‌گیری صفات استفاده شد. در پایان آزمایش (در مرحله رسیدگی غلاف‌ها) از هر کرت آزمایشی تعداد ١٠ بوته (Ansar, 2012) با حذف اثر حاشیه و به‌منظور تعیین صفاتی از قبیل تعداد شاخه میوه‌دهنده، عملکرد و اجزای عملکرد (تعداد کپسول در بوته، تعداد دانه در کپسول ووزن هزاردانه) برداشت شد. مساحت اشغال‌شده توسط این ١٠ بوته محاسبه و عملکرد نهایی برحسب مترمربع و تبدیل به کیلوگرم در هکتار برآورد شد. جهت اندازه‌گیری سطح برگ بوته‌های نمونه‌برداری‌شده پس از جداسازی برگ‌ها از دستگاه سطح‌برگ‌سنج (Area Meter AM 300 ADC Bioscientific Ltd England) استفاده شد، نمونه‌برداری جهت اندازه‌گیری شاخص سطح برگ ٦٠ روز بعد (مرحله غلاف‌دهی و دانه بستن) از کاشت انجام شد.

پروتئین محلول کل برگ به‌روش Bradford (1976) اندازه‌گیری شد که در آن مقدار ١٠٠ میکرولیتر از عصاره آنزیمی در درون لوله آزمایش ریخته شد و به آن پنج میلی‌لیتر از معرف بردفورد اضافه شد و پس از دو دقیقه میزان جذب در ٥٩٥ نانومتر اندازه‌گیری شد و بر اساس منحنی استاندارد، غلظت پروتئین بر حسب میلی‌گرم بر میلی‌لیتر محاسبه شد.

فعالیت آنزیم کاتالاز به‌روش Aebi (1984) اندازه‌گیری شد. ٢٠ میکرولیتر عصاره آنزیمی با ٩٨٠ میکرولیتر از بافر فسفات شامل آب اکسیژنه (H_2O_2) دو میلی‌مولار مخلوط شدند و تغییرات جذب آن‌ها در طول موج ٢٤٠ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر مدل UV.770 BRITE ساخت کشور کانادا خوانده شد. میزان فعالیت آنزیمی برحسب تغییرات جذب نور در دقیقه در میلی‌گرم پروتئین محاسبه شد.

فعالیت آنزیم پراکسیداز به‌روش Chance & Maehly (1955) اندازه‌گیری شد. ٤٩٠ میکرولیتر آب اکسیژنه ٢٢٥ میلی‌مولار و ٤٩٠ میکرولیتر محلول گایاکول ٤٥ میلی‌مولار در دمای پایین (ظرف شامل یخ) با هم مخلوط گردید و به آن ٢٠ میکرولیتر عصاره آنزیمی اضافه شد. تغییرات جذب در طول موج ٤٧٠ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر به‌مدت یک دقیقه خوانده شد. فعالیت آنزیمی بر حسب واحد آنزیمی در گرم وزن تازه در دقیقه محاسبه شد. فعالیت آنزیم سوپراکسیددیسموتاز بر اساس روش Giannopolitis & Ries (1997) اندازه‌گیری شد. سنجش فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز با استفاده از سنجش مهار احیای نوری نیترو بلو تترازولیوم (NBT) در طول موج ٥٦٠ نانومتر انجام گرفت. اختلاف جذب نمونه‌ها و شاهد در ٥٦٠ نانومتر نشان‌دهنده مهار احیای نوری NBT در حضور آنزیم سوپراکسید دیسموتاز موجود در نمونه است. با محاسبه اختلاف جذب، واحد آنزیمی نمونه‌ها محاسبه و فعالیت آنزیمی بر حسب واحد آنزیم در مقدار پروتئین کل (میلی‌گرم) در ٥٠ میکرولیتر عصاره بیان شد. درصد پروتئین دانه به روش کجلدال و با استفاده از دستگاه کجلدال (Foss *tecato*r Kjeltec Analysis Unit 2300) و درصد روغن دانه به‌روش سوکسله (مدل G-SX100 England) اندازه‌گیری شد. برای مرحله هضم کجلدال از اجاق هضم‌کننده 2040 Digester از شرکت Foss tecator و برای مراحل تقطیر و تیتراسیون از دستگاه تمام خودکار

www.SID.ir

Archive of SID

Kjeltec Analysis Unit 2300 از همان شرکت استفاده گردید.

پس از جمع‌آوری داده‌ها، تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری‌شده به‌کمک نرم‌افزار SAS (نسخه ۹/۲) انجام شد و میانگین‌ها با آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد مورد مقایسه قرار گرفتند. از نرم‌افزار اکسل (نسخه ۲۰۱۳) نیز برای ترسیم شکل‌ها استفاده شد. ازآنجایی‌که اثر سال معنی‌دار نبود آنالیز صفات کیفی برای سال دوم انجام شد.

۳. نتایج و بحث

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که برهم‌کنش سال و آبیاری بر سطح برگ، تعداد شاخه میوه دهنده، تعداد دانه در کپسول و عملکرد دانه، تعداد کپسول در بوته و وزن هزاردانه، برهم‌کنش آبیاری و عصاره مرزنجوش بر سطح برگ، تعداد دانه در کپسول و تعداد کپسول در بوته، برهم‌کنش عصاره مرزنجوش و آویشن کوهی بر سطح برگ، برهم‌کنش سال و آبیاری و عصاره مرزنجوش بر سطح برگ، وزن هزاردانه، تعداد دانه در کپسول و تعداد کپسول در بوته، برهم‌کنش سال و آبیاری و عصاره آویشن کوهی بر سطح برگ و تعداد دانه در کپسول، برهم‌کنش آبیاری و عصاره مرزنجوش و آویشن کوهی بر سطح برگ و تعداد دانه در کپسول، تعداد کپسول در بوته و عملکرد دانه معنی‌دار بود (جدول ۱).

جدول ۱. تجزیه واریانس اثر سال، آبیاری، عصاره مرزنجوش و آویشن کوهی بر سطح برگ، عملکرد و اجزای عملکرد گیاه کنجد

منابع تغییرات	درجه آزادی	شاخص سطح برگ	تعدادشاخه میوه‌دهنده	تعداد دانه در کپسول	تعداد کپسول در بوته	وزن هزاردانه	عملکرد دانه
سال (a)	۱	۲۷/۴۹ns	۰/۱۹ns	۲/۶۸ns	۵/۰۲ns	۰/۰۰۱ns	۷۴۱۲/۰۸ns
تکرار (سال)	۴	۶۹۷۲/۹۴	۸/۵۱	۰/۰۱	۱۶/۱۶۷	۰/۰۱	۵۸۷۴/۳۶
آبیاری (b)	۱	۵۴۷۰۷۴/۵۳**	۱۱۱/۰۲**	۲۸۶/۶۹**	۳۷۶۳/۰۲**	۵/۲۱**	۵۴۸۵۴۸۵۰/۳۳**
a×b	۱	۴۰۷۱/۳۷**	۶/۰۲**	۱/۶۸**	۱۷/۵۲*	۰/۰۱*	۲۲۰۲۵۷۴/۳۳**
اشتباه اصلی	۴	۱۷۳۱۰/۷۷	۲۰۴۵۵	۰/۷	۰/۹۵	۰/۰۰۲	۸۲۳۵۴۷
عصاره مرزنجوش (C)	۲	۳۰۹۰۰/۴۹**	۲۱/۶۵**	۱۰۸/۵۸**	۱۴۸/۵۲**	۰/۰۳**	۲۳۵۲۴۸/۲۵**
عصاره آویشن‌کوهی (d)	۲	۲۲۸۳۱/۳۶**	۸۲/۰۲**	۵۶۲/۵۲**	۳۵۱/۸۹**	۰/۱۸**	۲۲۵۴۸۷/۹۴**
a×c	۲	۱۸۳/۰۹ns	۰/۰۶ns	۰/۰۰۰۱ns	۲/۱۵ns	۰/۰۰۰۴ns	۸۷۵۴/۰۸ns
a×d	۲	۱۴۹/۴۵ns	۰/۳۱ns	۵/۱۹ns	۸/۳۹ns	۰/۰۲ns	۵۴۸۷/۰۲ns
b×c	۲	۴۱۷۳/۸**	۰/۲۷ns	۹/۲۵*	۱۷/۸۹*	۰/۰۰۲ns	۲۵۴۸۳۵/۰۸**
b×d	۲	۱۴۵/۹ns	۲/۷۷**	۳۱/۶۹**	۳/۳۹ns	۰/۰۰۲ns	۲۷۵۴۲۲/۸۹**
c×d	۴	۷۳۳/۹۳**	۰/۲۴ns	۱/۷۳ns	۳/۴۵ns	۰/۰۰۳ns	۱۲۵۴۸۳/۲۵
a×b×c	۲	۶۴۶/۹۳*	۰/۷۷ns	۱۳**	۲۵/۷۷**	۰/۰۱*	۸۵۴۸۴/۳۳ns
a×b×d	۲	۷۵۸/۴۳*	۳/۱۵**	۹/۱۹*	۰/۳۹ns	۰/۰۰۵ns	۵۴۷۸/۶۵ns
a×c×d	۴	۱۵۱/۹۸ns	۰/۵۹ns	۰/۰۳ns	۱/۳۳ns	۰/۰۰۴ns	۵۴۱۲۸/۲۱ns
b×c×d	۴	۳۵۱/۳۹*	۰/۱۱ns	۳/۰۹*	۱۲/۸۳**	۰/۰۰۴ns	۷۸۵۴۸۲/۲۷**
a×b×c×d	۸	۹۵/۶۴ns	۰/۳۲ns	۴/۱۸ns	۵/۴۶ns	۰/۰۰۴ns	۱۲۵۴۸/۸۷ns
اشتباه فرعی	۶۴	۱۹۳/۸	۰/۳۱	۲/۰۷	۴/۵۱	۰/۰۰۳	۵۶۷۳۹/۰۸
ضریب تغییرات (درصد)	–	۲/۵۶	۹/۲۳	۳/۱۷	۷/۸۴	۱/۶۷	۲۰/۳۶

*،** و ns: به‌ترتیب نشان‌دهنده معنی‌داری در سطح ۵ و ۱ درصد و عدم معنی‌داری می‌باشد.

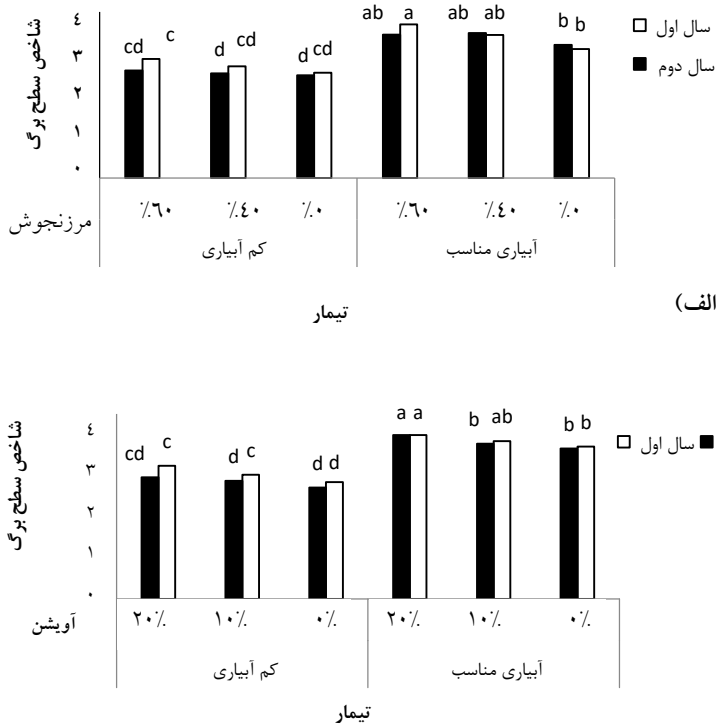
www.SID.ir

Archive of SID

۳. ۱. شاخص سطح برگ

مقایسه میانگین برهم‌کنش سال و رژیم آبیاری و درصدهای مختلف عصاره مرزنجوش بر شاخص سطح برگ کنجد نشان داد که تیمار کم‌آبی به‌طور معنی‌داری شاخص سطح برگ کنجد را کاهش داد و در شرایط آبیاری مناسب و کم‌آبیاری در هر دو سال استفاده از عصاره‌های گیاهی به‌طور معنی‌داری شاخص سطح برگ را افزایش داد (شکل ۱- الف) و بیش‌ترین اثر بر سطح برگ مربوط به استفاده از تیمار ٦٠ درصد عصاره مرزنجوش بود به‌طوری‌که استفاده از این تیمار نسبت به تیمار شاهد در سال اول ۱۱/۹ درصد و در سال دوم ۱۰/۷۸ درصد افزایش را نشان داد که البته بین دو سال اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (شکل ۱- الف). استفاده از تیمار ۲۰ درصد عصاره آویشن‌کوهی شاخص سطح برگ را به‌طور معنی‌داری افزایش و تیمار کم‌آبی به‌طور معنی‌داری سطح برگ را کاهش داد (شکل ۱- ب).

برهم‌کنش تیمار آبیاری و مرزنجوش و آویشن‌کوهی بر سطح برگ نشان داد که افزایش عصاره مرزنجوش و آویشن‌کوهی در شرایط کم‌آبی و آبیاری مناسب به‌طور معنی‌داری سبب افزایش سطح برگ کنجد شد (جدول ۲) و میانگین شاخص سطح برگ کنجد در شرایط آبیاری مناسب و کم‌آبیاری برای تیمار ٦٠ درصد مرزنجوش و ۲۰ درصد آویشن‌کوهی به‌ترتیب ۳/۷٦ و ۲/۹۳ بود که نسبت به تیمار شاهد (تیمار عدم استفاده از مرزنجوش و آویشن‌کوهی) در شرایط آبیاری مناسب ۱۲/۲٤ درصد و در شرایط کم‌آبی ۱۳/۰۲ درصد افزایش را نشان داد (جدول ۲)، که نشان‌دهنده تأثیر بیش‌تر استفاده از این عصاره‌ها بر شاخص سطح برگ تحت شرایط تنش بود.



شکل ۱. مقایسه میانگین شاخص سطح برگ کنجد تحت تأثیر ترکیبات تیماری حاصل از سال، رژیم آبیاری و محلول‌پاشی عصاره مرزنجوش (الف) و سال، رژیم آبیاری و محلول‌پاشی عصاره آویشن کوهی (ب).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲. مقایسه میانگین شاخص سطح برگ، تعداد دانه در کپسول، تعداد کپسول در بوته و عملکرد دانه کنجد تحت تأثیر ترکیبات تیماری حاصل از رژیم آبیاری و محلول‌پاشی عصاره مرزنجوش و آویشن‌کوهی

آبیاری	عصاره مرزنجوش	عصاره آویشن کوهی	شاخص سطح برگ	تعداد دانه در کپسول	تعداد کپسول در بوته	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)
آبیاری مناسب (۱۵ روز)	۰	۰	۳/۰۸e	٤٦ef	۲۷f	۱٤٥۳/۷۹g
		۱۰٪	۳/۱٤e	٤۹/۲٥bc	۳۰/۲٥e	۱۷۲۸/۰۹de
		۲۰٪	۳/۲۸d	٥۱/٥b	۳۳d	۱۸۰۸/٥۳cde
	٤۰٪	۰	۳/۳٤d	٤۷/٥de	۳۰/۷٥de	۱٥۸۹/۲۸f
		۱۰٪	۳/٤٦c	٥۱/۲٥b	۳۳/۷٥cd	۱۸۰۲/۲۷cde
		۲۰٪	۳/٦۲b	٥٤a	۳٦/۲٥ab	۱۸۷۱/۲٤b
	٦۰٪	۰	۳/٤۳c	٤۸/۲٥cd	۳۰/۷٥de	۱٦٥۸/۳۱f
		۱۰٪	۳/٥۷b	٥۲ab	۳٤/۷٥be	۱۸٥۰/۹٦bcd
		۲۰٪	۳/۷٦a	٥٤a	۳۸a	۱۹۷۹/۱٥a
کم‌آبیاری (۲۵ روز)	۰	۰	۲/٤۲l	۳۳j	۱۷/۲٥i	۱۰۱۱/۱٤j
		۱۰٪	۲/٥۱k	۳۸/٥hi	۱۹/۷٥hi	۱۱٥٦/٦۱j
		۲۰٪	۲/٦۱j	٤۲g	۲۲/۲٥g	۱۳۸٤/٦٦h
	٤۰٪	۰	۲/٤۷l	۳٤/۷٥j	۱۸/۲٥i	۱۱۳۳/۹۹j
		۱۰٪	۲/٦۲h	۳۹/۲٥h	۱۹/٥hi	۱۲٤٤/۳٦i
		۲۰٪	۲/۷٤g	٤٥/٥f	۲٥fg	۱٥۱٤/٥۳fg
	٦۰٪	۰	۲/٥۳i	۳۷/۲٥i	۲۰/۲٥gh	۱۲۸٥/۰٥i
		۱۰٪	۲/۷٤g	٤۱/۷٥gh	۲۲g	۱٤۱۲/۸٤gh
		۲۰٪	۲/۹۳f	٤۷/۲٥be	۲٦/۷٥ef	۱۷٤٤/٥۳e

میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک می باشند، درسطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده در این پژوهش مشخص گردید که بیش‌ترین مقدار شاخص سطح برگ در شرایط کم‌آبیاری مقدارش از سطوح شاهد مرزنجوش و آویشن کوهی در شرایط آبیاری مناسب کمتر است. به این معنی که اهمیت استفاده از مرزنجوش و آویشن کوهی کمتر از اعمال آبیاری مناسب بر این صفت است. در مطالعات بر گیاهان مختلف مشخص شده است که تنش کم‌آبی، شاخص سطح برگ را به‌دلیل کاهش اندازه و تولید برگ‌های جدید و افزایش ریزش آنها کاهش می‌دهد و چنین نتیجه‌گیری شده است که تولید و گسترش برگ به تنش کم‌آبی خیلی حساس می‌باشند و این کاهش سطح برگ به‌عنوان یک مکانیسم دفاعی در جهت کم کردن میزان تعرق گیاه شناخته شده است (Pagter *et al.*, 2005; SoltanShahattary & Mansourifar, 2017). Ayobizadeh *et al.* (2017) بیان داشت که تنش خشکی به‌طور معنی‌داری شاخص سطح برگ ارقام مختلف کنجد را کاهش داد ولی محلول‌پاشی برگی با استفاده از ترکیبات آلی (نانوکلات آهن و اسید فولیک) در شرایط تنش شاخص سطح برگ را به‌طور معنی‌داری افزایش داد. تحقیقات مختلف نشان داده است که اسانس مرزنجوش و آویشن‌کوهی دارای خاصیت آنتی‌اکسیدانی هستند و محققان بیش‌ترین عملکرد ضد باکتریایی و ضداکسیدانی اسانس این

www.SID.ir

Archive of SID

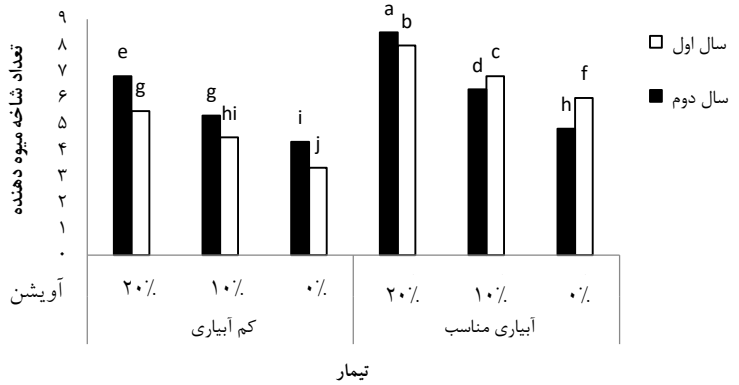
گیاهان را به ترکیبات فنلی مثل تیمول و کارواکرول نسبت داده‌اند (Mombeini *et al.*, 2008). از این‌رو ممکن است که به‌دلیل افزایش فعالیت آنزیم‌های اکسیدانی و افزایش فتوسنتز ریزش برگ گیاه کنجد تحت شرایط تنش کاهش و در نتیجه شاخص سطح برگ افزایش یابد. هم‌چنین به‌نظر می‌رسد که استفاده از عصاره‌های گیاهی بر میزان فتوسنتز گیاه اثرگذار بوده و از این طریق شاخص سطح برگ را در هر دو شرایط تنش و عدم تنش افزایش داده است. به‌عبارت دیگر می‌توان بیان داشت که احتمالاً ترکیبات استفاده‌شده در این آزمایش با تأثیر روی آبسزیک اسید موجب به تعویق افتادن پیری و ریزش برگ و در نتیجه افزایش شاخص سطح برگ شده است.

۳. ۲. اجزای عملکرد

۳. ۲. ۱. تعداد شاخه میوه‌دهنده

استفاده از عصاره آویشن‌کوهی به‌طور معنی‌داری تعداد شاخه میوه‌دهنده را افزایش داد و در هر دو شرایط آبیاری تعداد شاخه میوه‌دهنده با استفاده از تیمار۲۰ درصد عصاره آویشن‌کوهی به‌طور معنی‌داری نسبت به سایر تیمارها افزایش را نشان داد (شکل ۳). استفاده از تیمار۲۰ درصد حجمی عصاره آویشن‌کوهی تعداد شاخه میوه‌دهنده را به‌ترتیب ۲۵ و ۳۹/٤٥ درصد در شرایط آبیاری مناسب و شرایط کم‌آبیاری در سال اول و به‌ترتیب ۷/۸۸ و ۳٦/٦ درصد در شرایط آبیاری مناسب و شرایط کم‌آبیاری در سال دوم نسبت به تیمار شاهد افزایش داد (شکل ۲). اختلاف تعداد شاخه میوه‌دهنده در طی دو سال ممکن است به‌دلیل تغییر شرایط آب‌وهوایی منطقه بر این صفت در طی دو سال بوده باشد (شکل ۲).

Shirani Rad *et al.* (2010) اظهار داشتند که تنش کم‌آبی به‌طور معنی‌داری تعداد شاخه میوه‌دهنده کلزا[1] را کاهش داد که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد. Ayobizadeh *et al.* (2017) بیان داشتند که محلول‌پاشی برگی با استفاده از ترکیبات آلی (نانوکلات آهن و اسید فولیک) به‌طور معنی‌داری تعداد شاخه‌های میوه‌دهنده کنجد را افزایش داد. به‌طورکلی شاید بتوان این‌گونه استنباط کرد که عصاره گیاهان دارویی با افزایش ریشه‌زایی موجب افزایش جذب مواد غذایی در گیاه شده که نتیجه آن افزایش فتوسنتز و افزایش حجم اندام هوایی به‌صورت افزایش ارتفاع گیاه و افزایش تعداد شاخه فرعی بوده باشد.



شکل ۲. مقایسه میانگین تعداد شاخه‌های میوه‌دهنده کنجد تحت تأثیر ترکیبات تیماری حاصل از سال، رژیم آبیاری و محلول‌پاشی عصاره آویشن‌کوهی (۰، ۱۰ و ۲۰ درصد حجمی)

میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک می‌باشند، در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.

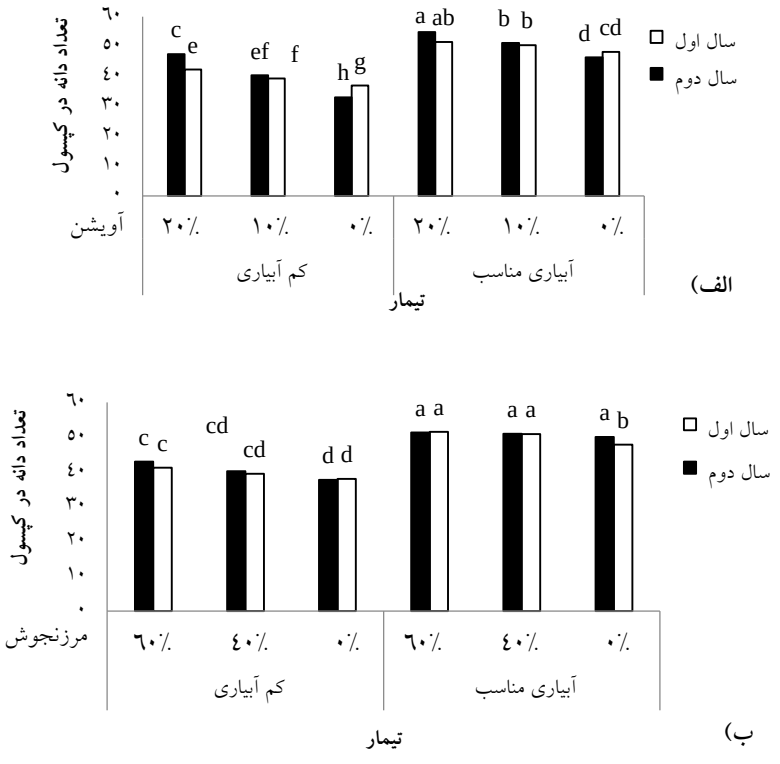
www.SID.ir

Archive of SID

۳. ۲. ۲. تعداد دانه در کپسول

نتایج نشان داد که، استفاده از عصاره مرزنجوش و آویشن کوهی تعداد دانه در کپسول را افزایش داد (جدول ۲). با افزایش مقدار مصرفی عصاره مرزنجوش در شرایط آبیاری مناسب اختلاف معنی‌داری در تعداد دانه در کپسول مشاهده نشد. استفاده از عصاره ٦٠ درصد مرزنجوش و ۲۰ درصد آویشن‌کوهی بیش‌ترین تأثیر را بر تعداد دانه در کپسول در هر دو شرایط آبیاری داشت (شکل ۳). تنش خشکی به‌طور معنی‌داری تعداد دانه در کپسول را کاهش داد (جدول ۲). به‌طورکلی نتایج نشان داد که، استفاده از عصاره ٦٠ درصد مرزنجوش و ۲۰ درصد آویشن کوهی تحت شرایط کم‌آبی اثر بیش‌تری داشت (جدول ۲).

پژوهش‌های مختلف حاکی از آن است که تنش خشکی به‌طور معنی‌داری تعداد دانه را کاهش می‌دهد (Misagh *et al.*, 2016; SoltanShahattary & Mansourifar, 2017)، که با نتایج این پژوهش همخوانی دارد. وجود عوامل محدودکننده فتوسنتز از قبیل تنش کم‌آبی در طی دوره گلدهی باعث کاهش تعداد دانه در اندام زایشی می‌شود. کاربرد محلول‌های آلی در غلظت مناسب با افزایش توان آنتی‌اکسیدانی گیاه سبب بهبود شاخص‌های رشدی گیاه و در نتیجه افزایش تعداد دانه می‌شود (Ghasemi *et al.*, 2016). ازآنجایی‌که عصاره آویشن و مرزنجوش دارای ترکیبات مختلف بوده ممکن است این ترکیبات بر میزان تنفس نوری اثرگذار باشد (Ansar, 2012) و از این‌رو میزان فتوسنتز را در گیاه افزایش و منجر به افزایش تعداد دانه در کپسول شده باشد.



شکل ۳. مقایسه میانگین تعداد دانه در کپسول کنجد تحت تأثیر ترکیبات تیماری حاصل از سال، رژیم آبیاری و محلول‌پاشی عصاره مرزنجوش (الف) و سال، رژیم آبیاری و محلول‌پاشی عصاره آویشن‌کوهی (ب). میانگین‌هایی که حروف مشترک دارند، تفاوت معنی‌داری ندارند.

www.SID.ir

Archive of SID

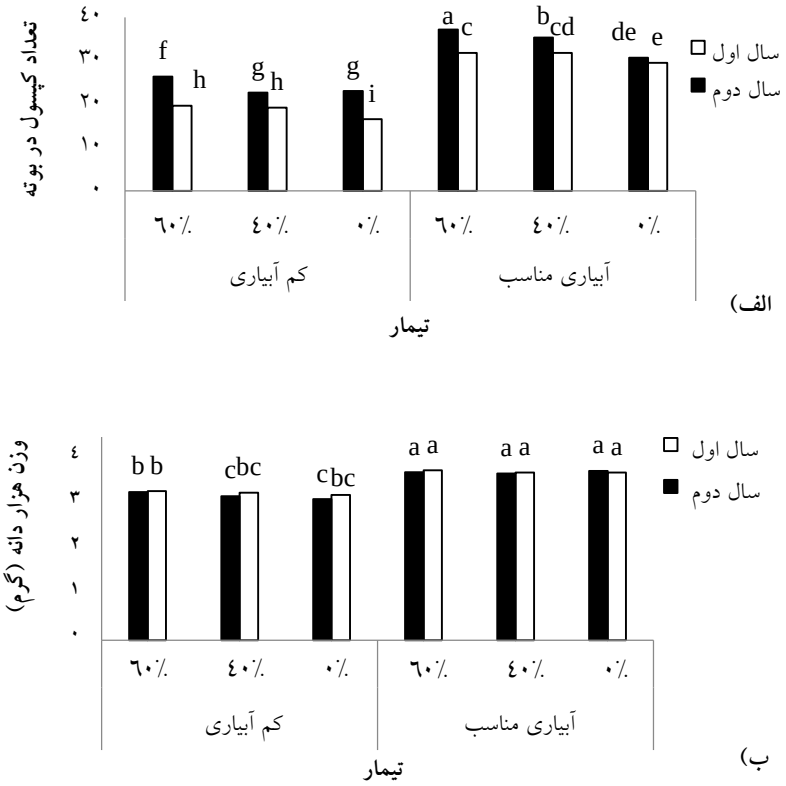
۳. ۲. ۳. تعداد کپسول در بوته

نتایج نشان داد که در سال اول استفاده از تیمار عصاره مرزنجوش تحت شرایط بدون تنش تعداد کپسول در بوته را افزایش داد (شکل ٤- الف). میانگین تعداد کپسول در بوته برای تیمار عصاره مرزنجوش ٦٠ درصد و آویشن ٢٠ درصد در شرایط عدم تنش ٣٨ و در شرایط تنش کم‌آبی ٢٦/٧٥ کپسول در بوته بود (جدول ٢).

۳. ۲. ٤. وزن هزاردانه

تیمار کم‌آبی به‌طور معنی‌داری سبب کاهش وزن هزاردانه و استفاده از عصاره مرزنجوش سبب افزایش وزن هزاردانه شد اما افزایش در وزن هزاردانه چشمگیر نبود و اثر جزیی بر این شاخص داشت (شکل ٤- ب).

در پژوهشی مشخص گردید که تنش کم‌آبی باعث کاهش در شاخص سطح برگ، تعداد کپسول در بوته، تعداد دانه در کپسول، عملکرد دانه و عملکرد ماده خشک کنجد می‌شود که با نتایج پژوهش حاضر همخوانی دارد (Tarkhorany *et al*., 2017; Ayobizadeh *et al*., 2017). قطع آبیاری در مرحله گلدهی سبب ریزش برخی از کپسول‌ها به‌خصوص کپسول‌های رسیده شد و به این ترتیب تعداد کپسول در بوته کاهش می‌یابد و استفاده از محلول‌پاشی برگی با استفاده از ترکیبات آلی می‌توان تعداد کپسول در بوته را افزایش داد (Duta et al., 2000; Jami *et al*., 2015; Guan *et al*., 2009; Asgharipour & Mosapour, 2016; Pazoki *et al*., 2010).



شکل ٤. مقایسه میانگین تعداد کپسول در بوته و وزن هزاردانه کنجد تحت تأثیر ترکیبات تیماری حاصل از سال، رژیم آبیاری و محلول‌پاشی عصاره مرزنجوش. میانگین‌هایی که حروف مشترک دارند، تفاوت معنی‌داری ندارند.

www.SID.ir

Archive of SID

در شرایط تنش خشکی میزان تنفس افزایش یافته و انتقال مواد غذایی در گیاه کند و میزان فتوسنتز کاهش می‌یابد از این‌رو گیاه ضعیف می‌شود (Mirshekari *et al.*, 2016)، ضعیف شدن گیاه در این شرایط ممکن است سبب کم‌شدن تعداد اندام زایشی در گیاه شود و ازآنجایی‌که عصاره آویشن و مرزنجوش دارای خاصیت ضد اکسیدانی و دارای متانول می‌باشد می‌تواند بر میزان تنفس اثر گذاشته و میزان تنفس گیاه در شرایط تنش خشکی را کاهش دهد و از این‌رو از ریزش اندام‌های زایشی جلوگیری به‌عمل آورد. گزارش شده است که ترکیبات متانولی سبب تحمل گیاه در برابر تنش خشکی می‌شود (Makhdum *et al.*, 2002). محلول‌پاشی با مواد مختلف به‌واسطه گسترش سطح برگ و افزایش پتانسیل فتوسنتزی موجب بزرگ‌ترشدن ساختارهای رویشی، افزایش وزن و قطر ساقه و تولید بیش‌تر کپسول می‌شود، که در نهایت این مسأله اثر مثبتی بر تعداد دانه در کپسول و بوته و هم‌چنین وزن هزاردانه دارد (Bayati *et al.*, 2014). افزایش تعداد کپسول در بوته در نتیجه استفاده از عصاره گیاهی در هر دو شرایط تنش و عدم تنش را شاید بتوان به اثرگذاری این عصاره بر ارتفاع بوته نسبت داد و ازآنجایی‌که در اثر استفاده از این عصاره‌ها سبب افزایش ارتفاع در بوته‌ها خواهند شد و رشد گیاه بیش‌تر می‌باشد در نتیجه تعداد اندام‌های زایشی در بوته بیش‌تر خواهد شد.

نتایج نشان داد که تیمار کم‌آبی و عصاره مرزنجوش و آویشن کوهی به‌طور معنی‌داری به‌ترتیب سبب کاهش و افزایش عملکرد دانه کنجد شد (جدول ۲) اما اثرگذاری استفاده از عصاره مرزنجوش و آویشن‌کوهی در شرایط تیمار کم‌آبی بیش‌تر از شرایط شاهد بود به‌طوری‌که استفاده از عصاره ۶۰ درصد مرزنجوش و ۲۰ درصد آویشن کوهی تحت شرایط آبیاری مناسب سبب افزایش ۲۷/۵ درصدی ولی در شرایط کم‌آبی سبب افزایش ۵۸ درصدی عملکرد دانه کنجد نسبت به تیمار شاهد شد (جدول ۲).

وقوع تنش خشکی در مرحله رشد رویشی موجب کاهش فتوسنتز و در نتیجه کمبود مواد پرورده می‌شود که این امر، کاهش عملکرد دانه را باعث می‌گردد. به‌طورکلی عملکرد دانه نتیجه برآیند بین اجزای عملکرد دانه می‌باشد و کاهش اجزای عملکرد منجر به کاهش عملکرد دانه می‌گردد (Raul *et al.*, 2015). گزارش‌های مختلف حاکی از آن است که محلول‌پاشی با ترکیبات آلی (نانوکلات آهن و اسید فولیک، کینتین) منجر به افزایش عملکرد دانه می‌شود (Tarkhorany *et al.*, 2017; Ayobizadeh *et al.*, 2017). Merabi & EhsanZade (2011) گزارش نمودند که تنش کم‌آبی باعث کاهش عملکرد کنجد از ۱۲۱۲ به ۶۲۵ کیلوگرم در هکتار شد. بر اساس نتایج این تحقیق رابطه مستقیم و بالا بین عملکرد دانه و تعداد کپسول در بوته و تعداد دانه در کپسول و وزن هزاردانه مشاهده شد (داده‌ها نشان داده نشد)، به‌طوری‌که کاهش اجزای عملکرد ناشی از کم‌آبی در مراحل رشد زایشی منجر به کاهش عملکرد دانه کنجد گردید. عصاره آویشن کوهی و مرزنجوش دارای متانول می‌باشند که می‌تواند بر میزان تنفس اثر گذاشته و میزان تنفس گیاه در شرایط تنش خشکی را کاهش دهد و از این‌رو از ریزش اندام‌های زایشی جلوگیری به‌عمل آورد. عموماً نقش اصلی این ماده جلوگیری از اثرات منفی تنش‌ها روی گیاهان از طریق کاهش تنفس نوری است (Mirakhori *et al.*, 2009). تنفس نوری با محلول‌پاشی متانول کاهش می‌یابد و به این ترتیب ۲۵٪ از هدررفت کربن در طول تنفس نوری نیز کاهش می‌یابد (Safarzadeh *et al.*, 2005)، زیرا متانول پس از جذب‌شدن توسط گیاه به سرعت در بافت گیاه به CO_2 تبدیل می‌شود (Mirakhori *et al.*, 2009). مشابه با نتایج این مطالعه گزارش شده است که محلول‌پاشی

www.SID.ir

Archive of SID

متانول عملکرد سویا را با افزایش ظرفیت فتوسنتزی در مرحله زایشی گیاه افزایش داده که ناشی از افزایش در مقدار CO_2 است (Mirakhori *et al.*, 2009)، هم‌چنین بررسی‌های اخیر نشان داده است که عملکرد و رشد گیاهان C_3 به‌واسطه محلول‌پاشی متانول افزایش یافته است، متانول ممکن است در این گیاهان به‌عنوان منبع کربن عمل کند (Makhdum *et al.*, 2002).

۳. ۳. روغن و پروتئین

با توجه به تجزیه‌وتحلیل نتایج جدول تجزیه واریانس، اثر متقابل آبیاری و آویشن کوهی در سطح احتمال یک درصد و هم‌چنین اثر متقابل کاربرد آویشن کوهی و مرزنجوش در سطح احتمال پنج درصد برای صفت میزان روغن معنی‌دار شد. در اندازه‌گیری پروتئین نیز اثر ساده آبیاری در سطح یک درصد معنی‌دار شد. تنش کم‌آبی به‌طور معنی‌داری سبب کاهش در میزان روغن کنجد شد و استفاده از عصاره آویشن کوهی به‌طور معنی‌داری میزان روغن کنجد را افزایش داد اما اثرگذاری آن تحت شرایط تنش کم آبی بیش‌تر بود (شکل ۵- الف). نتایج نشان داد که با افزایش دُز مصرفی عصاره مرزنجوش از صفر به ۲۰ درصد در شرایط آبیاری مناسب درصد روغن از ۵۶/۱۵ درصد به ۵۸/۳۲ درصد و در شرایط تنش خشکی درصد روغن از ۴۳/۱۸ درصد به ۵۲/۸۲ درصد تغییر کرد (شکل ۵- الف). نتایج نشان داد که اثر عصاره‌های استفاده‌شده تحت شرایط نامساعد محیطی بر تغییرات درصد روغن بیش‌تر بود. مقایسه میانگین اثر متقابل عصاره مرزنجوش و آویشن کوهی نشان داد که بیش‌ترین درصد روغن دانه با میانگین ۵۷/۰۹ درصد به تیمار ۶۰ درصد عصاره مرزنجوش و ۲۰ درصد عصاره آویشن کوهی تعلق داشت (شکل ۵- ب).

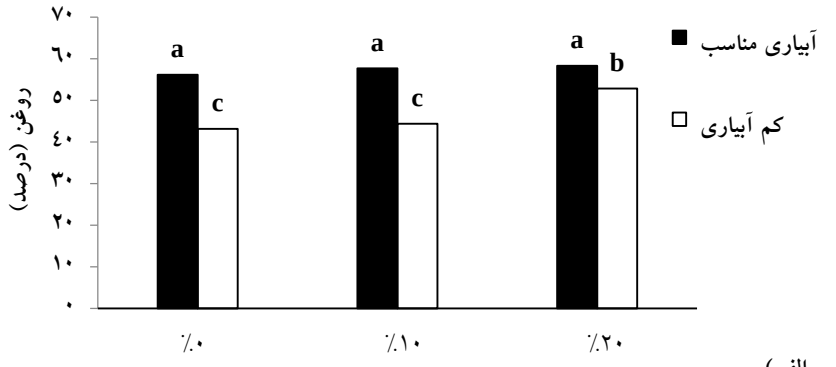
جدول ۳. جدول تجزیه واریانس اثر آبیاری، عصاره مرزنجوش و آویشن کوهی بر برخی درصد روغن، درصد پروتئین و فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی کنجد

منابع تغییرات	درجه آزادی	روغن	پروتئین	کاتالاز	پراکسیداز	سوپراکسید دیسموتاز
تکرار	۲	۲۴/۲۸**	۱۰/۷۳**	۰/۰۰۰۰۰۲ns	۰/۰۰۰۰۳ns	۰/۰۰۰۱ns
آبیاری (a)	۱	۱۵۱۳/۲۱**	۲۱/۹۳**	۰/۰۵**	۰/۴۲**	۰/۶۱**
خطای ۱	۲	۰/۰۲	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱
مرزنجوش (b)	۲	۲۳/۲۴**	۰/۹۹ns	۰/۰۰۱**	۰/۰۷**	۰/۰۵**
آویشن‌کوهی (c)	۲	۱۷۲/۰۹**	۰/۹۶ns	۰/۰۰۶**	۰/۰۲**	۰/۰۱**
a×b	۲	۱/۶۷ns	۰/۲۴ns	۰/۰۰۶**	۰/۰۰۴**	۰/۰۰۱**
a×c	۲	۸۷/۴۴**	۰/۵ns	۰/۰۰۱**	۰/۰۰۴**	۰/۰۰۲**
b×c	۴	۴/۶*	۰/۱۷ns	۰/۰۰۱**	۰/۰۰۱**	۰/۰۰۲**
a×b×c	۴	۲/۵۷ns	۰/۱ns	۰/۰۰۰۷**	۰/۰۰۲**	۰/۰۰۲**
خطای ۲	۳۲	۰/۱۱	۰/۶۱	۰/۰۰۰۰۱	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۲
ضریب تغییرات (درصد)	-	۱۳/۱	۸/۵۵	۱۲/۴۹	۲/۴۹	۲/۵۱

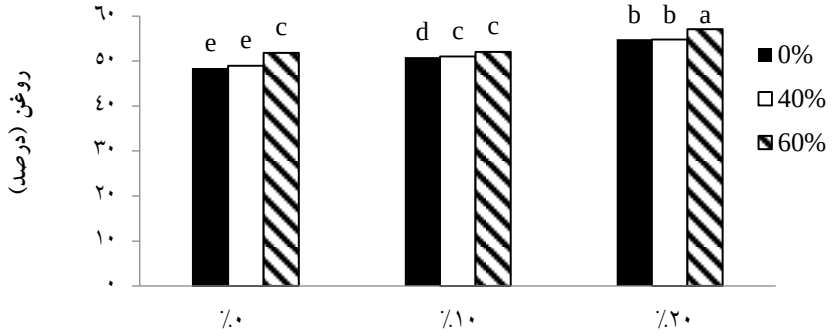
*، ** و ns: به‌ترتیب، نشان‌دهنده معنی‌داری در سطح ۵ و ۱ درصد و عدم معنی‌داری می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID



الف)



ب)

شکل ۵. مقایسه میانگین درصد روغن کنجد تحت تأثیر ترکیبات تیماری حاصل از رژیم آبیاری و محلول‌پاشی عصاره آویشن‌کوهی (الف) و محلول‌پاشی عصاره مرزنجوش (۰، ٤٠ و ٦٠ درصد حجمی) و عصاره آویشن‌کوهی (۰، ۱۰ و ۲۰ درصد حجمی) (ب). میانگین‌هایی که حروف مشترک دارند، تفاوت معنی داری ندارند.

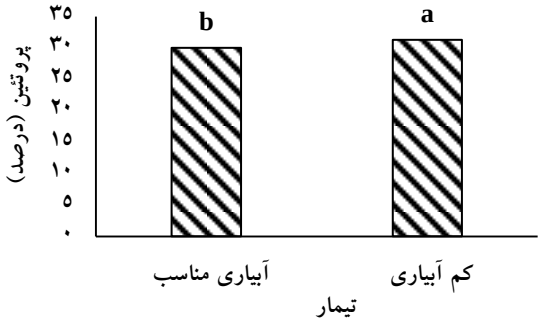
نتایج مقایسه میانگین اثر تیمار آبیاری بر میزان پروتئین نشان داد که تیمار کم‌آبیاری به‌طور معنی‌داری سبب کاهش در میزان پروتئین کنجد شد میزان پروتئین در شرایط آبیاری مناسب ۳۰/۰۱ و در شرایط کم‌آبی ۳۱/۲۹ درصد بود (شکل ٦).

دانه محل تجمع روغن است و هر تیماری که سبب افزایش پروتئین در دانه گردد درصد روغن را کاهش می‌دهد و به‌عبارتی دیگر ازآنجایی‌که در شرایط تنش میزان پروتئین دانه افزایش می‌یابد در نتیجه آن درصد روغن کاهش می‌یابد (Ghasemi *et al*., 2016; Amiri *et al*., 2016). تنش کم‌آبی درصد روغن را کاهش و پروتئین را افزایش می‌دهد چراکه بر اثر تنش کم‌آبی، مقدار فتوسنتز خالص به‌دلیل کاهش ورود دی‌اکسیدکربن به‌واسطه بسته‌شدن روزنه‌ها و تأثیر مستقیم خشکی بر سیستم فتوسنتزی کاهش می‌یابد و از طرفی علت کاهش میزان روغن دانه در شرایط تنش خشکی را به این علت می‌دانند که در شرایط کم‌آبی، رسیدگی گیاه تسریع می‌گردد، فرصت کافی جهت سنتز پروتئین‌ها و قندهای ذخیره‌شده دانه وجود نخواهد داشت و به‌همین علت درصد روغن کاهش یافته و درصد پروتئین افزایش می‌یابد (Ansar, 2012). بنابراین مصرف محلول‌های عصاره آویشن و مرزنجوش ممکن است با اثرگذاری بر

www.SID.ir

Archive of SID

میزان فتوسنتز و افزایش آن و کاهش تنفس و هم‌چنین کاهش پیری زودرس درصد روغن را افزایش می‌دهد.



شکل ٦. مقایسه میانگین میزان پروتئین کنجد تحت تأثیر رژیم‌های آبیاری.
میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک می‌باشند، درسطح احتمال ٥ درصد تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.

تأثیر محلول‌پاشی با ترکیبات آلی بر میزان روغن و پروتئین بسته به گونه گیاهی، شدت تنش و غلظت ماده آلی استفاده‌شده و اندام گیاهی متفاوت می‌باشد به‌طوری‌که در برخی تحقیقات افزایش و یا کاهش میزان پروتئین گزارش شده است (Blum and Ebercon, 1976). در تحقیق حاضر استفاده از عصاره گیاهی در شرایط تنش بر میزان پروتئین تأثیر معنی‌داری نداشت که احتمالاً به‌دلیل شدت تنش و غلظت تیمار استفاده شده باشد. تنش کم‌آبی، همانند درجه حرارت بالا در هنگام رسیدگی، درصد روغن را کاهش داد درحالی‌که درصد پروتئین را افزایش می‌دهد (Kafi and Damghani, 2000). مشابه با این نتایج، Mirakhori *et al.* (2009) بیان کردند که محلول‌پاشی متانول باعث کاهش درصد پروتئین در سویا گردید. ایشان هم‌چنین بیان کردند که به‌علت تأثیر متانول بر عملکرد دانه و افزایش میزان آن، کاهش در میزان پروتئین اتفاق افتاده است.

۳. ٤. آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان

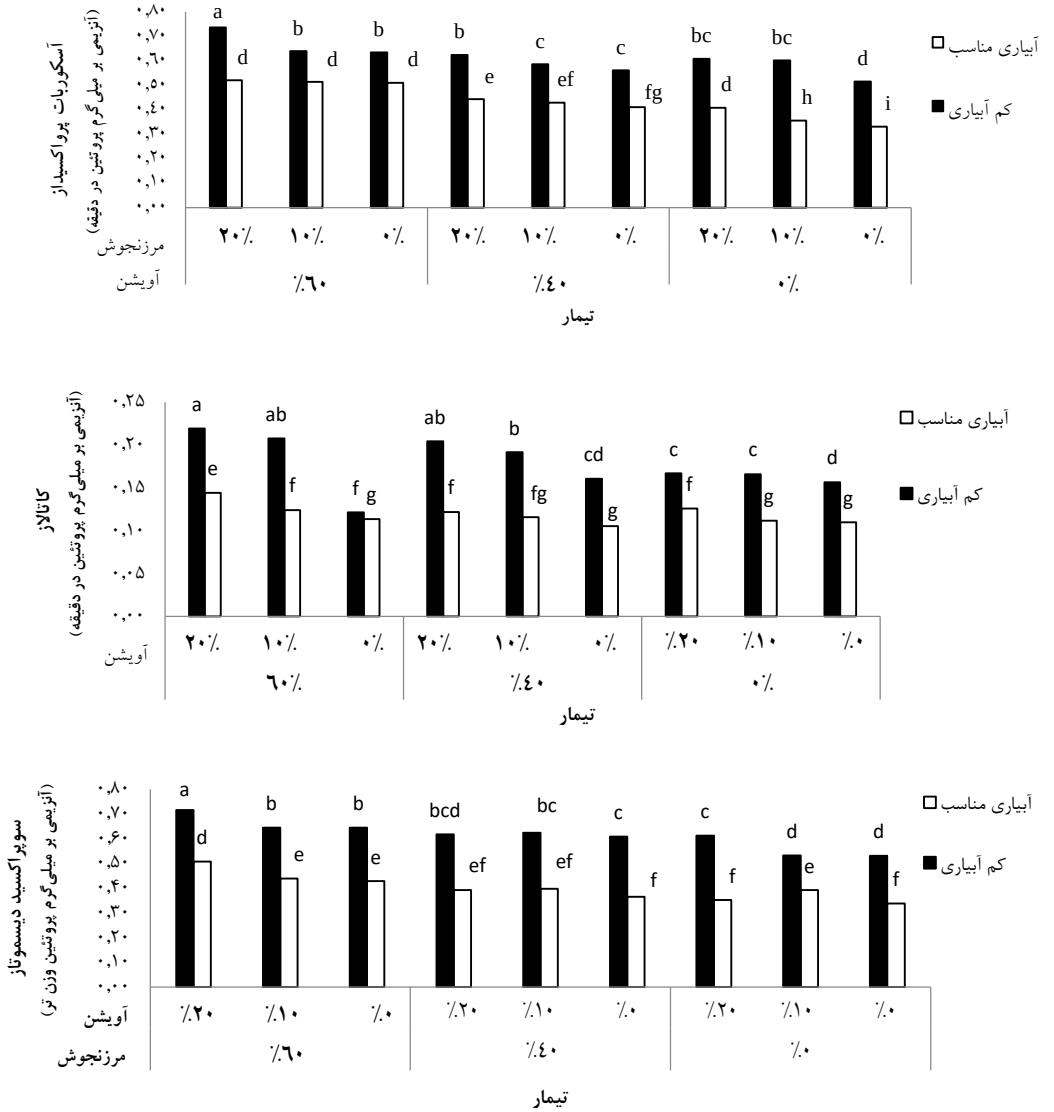
اثر متقابل سه‌گانه آبیاری، کاربرد عصاره مرزنجوش و عصاره آویشن کوهی برای فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت در سطح یک درصد معنی دار بود (جدول ۳). نتایج نشان داد تیمار کم‌آبی و عصاره مرزنجوش و آویشن‌کوهی به‌طور معنی‌داری فعالیت آنزیم کاتالاز، آسکوربات پراکسیداز و سوپراکسید دیسموتاز را افزایش دادند (شکل ۷). فعالیت آنزیم کاتالاز در شرایط کم آبی و تیمار ٦٠ درصد عصاره مرزنجوش و ۲۰ درصد عصاره آویشن کوهی ۰/۲۲ میلی‌گرم پروتئین در دقیقه بود که نسبت به تیمار شاهد در این شرایط آبیاری ٣٦/٣٦ درصد افزایش را نشان داد (شکل ۷). فعالیت آنزیم کاتالاز در شرایط آبیاری مناسب و تیمار ٦٠ درصد عصاره مرزنجوش و ۲۰ میلی‌مولار عصاره آویشن کوهی نسبت به تیمار شاهد ١١/٢٤ درصد افزایش را نشان داد. فعالیت آنزیم پرواکسیداز و سوپر اکسیداز در شرایط آبیاری مناسب و تیمار ٦٠ درصد عصاره مرزنجوش و ۲۰ درصد حجمی عصاره آویشن کوهی نسبت به تیمار شاهد به‌ترتیب ١٢/٦٥ و ١٢/٨٩ درصد افزایش داشت ولی در شرایط کم‌آبی ٣٦/٣٥ و ٣٢ درصد افزایش داشت که نشان‌دهنده اثر بیش‌تر عصاره‌های استفاده‌شده در شرایط تنش بود (شکل ۷).

تنش خشکی از طریق افزایش گونه‌های واکنش‌دهنده اکسیژن (ROS) سبب تخریب غشای سلول، سیستم فتوسنتزی و اکسیداسیون بسیاری از ترکیبات حیاتی گیاهان می‌شود (Rahbarian *et al.*, 2012; Borisĭev *et al.*, 2016). اولین سد دفاعی در مقابله با افزایش ROS در سلول‌های گیاهان را آنزیم‌های اکسیدان نظیر پراکسیداز، سوپراکسیددیسموتاز و کاتالاز تشکیل می‌دهند، بنابراین افزایش فعالیت این آنزیم‌ها در جهت کاهش اثر منفی ROSها تحت تنش کم‌آبی منطقی است (Gunes *et al.*, 2006; Hosseinzadeh *et al.*, 2016). در مطالعات تحمل

www.SID.ir

Archive of SID

به تنش کم‌آبی، گزارش شده است که افزایش فعالیت آنزیم‌های سوپراکسیددیسموتاز، کاتالاز و اکسیداز سبب افزایش پتانسیل دفاعی گیاه در مقابله با کمبود آب می‌شود و میزان تحمل آن را به تنش خشکی بهبود می‌بخشد (Rahbarian *et al.*, 2012; Borisĭev *et al.*, 2016; Ariano *et al.*, 2005). شرایط تنش سبب افزایش آنزیم‌های آنتی اکسیدان می‌شوند که این ترکیبات از طریق القای سیستم دفاعی باعث بیوسنتز و انباشته‌شدن متابولیت‌های ثانویه می‌شوند (Amiri *et al.*, 2016). محلول‌پاشی با عصاره گیاهان دارویی به‌نظر می‌رسد با اثر بر آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان اثرات ناشی از تنش خشکی را کاهش می‌دهد.



شکل ۷. مقایسه میانگین فعالیت آنزیم کاتالاز، پراکسیداز و سوپراکسید دیسموتاز کنجد تحت تأثیر ترکیبات تیماری حاصل از رژیم‌های آبیاری، محلول‌پاشی عصاره مرزنجوش (۰، ٤٠ و ٦٠ درصد حجمی) و عصاره آویشن کوهی (۰، ۱۰ و ۲۰ درصد حجمی). میانگین‌هایی که حروف مشترک دارند، تفاوت معنی‌داری ندارند.

www.SID.ir

Archive of SID

٤. نتیجه‌گیری نهایی

یکی از دلایلی که تنش‌های محیطی مثل خشکی، رشد و توانایی فتوسنتزی گیاه را کاهش می‌دهند، اختلال در تعادل میان تولید رادیکال‌های آزاد اکسیژن و مکانیسم‌های دفاعی برطرف‌کننده این رادیکال‌هاست که به تجمع گونه‌های فعال اکسیژن، القای تنش اکسیداتیو، خسارت به پروتئین‌ها لیپیدهای غشا و سایر اجزای سلولی منجر می‌گردد (Gao *et al*., 2000). بنابراین می‌توان بیان داشت که کاهش فتوسنتز منجر به کاهش مواد غذایی در گیاه شده، از این‌رو گیاه در انتقال مواد غذایی ضعیف عمل کرده و اجزای عملکرد و به دنبال آن عملکرد کاهش می‌یابد ولی استفاده از عصاره‌های گیاهی شبیه آویشن کوهی و مرزنجوش به‌دلیل خاصیت آنتی‌اکسیدانی و دارا بودن موادی از قبیل متانول تحت شرایط تنش میزان تنفس نوری را کاهش خواهد داد و به‌دنبال آن میزان فتوسنتز را افزایش و از خسارت به گیاه جلوگیری می‌کند و سبب افزایش فتوسنتز و به‌دنبال آن انتقال بیش‌تر مواد پرورده گیاهی به اندام‌های زایشی خواهد شد و از این طریق تحت شرایط تنش تعداد اندام‌های زایشی افزایش یافته و به‌دنبال آن عملکرد گیاه نیز افزایش می‌یابد. بنابراین می‌توان اظهار داشت که در شرایط کم‌آبی استفاده از عصاره آویشن و مرزنجوش می‌تواند سبب القای تحمل در گیاه در مقابله با شرایط کم‌آبی شود و ازآنجایی‌که نسبت به سایر روش‌ها هزینه کمتری مورد نیاز می‌باشد بنابراین در مناطقی که با شرایط کم‌آبی روبرو می‌باشند می‌توان جهت افزایش عملکرد استفاده از عصاره آویشن‌کوهی و مرزنجوش را پیشنهاد داد.

٥. منابع

Aebi, H. (1984). Catalase in Vitro. *Methods Enzymology*, *105*, 121-126. DOI: 10.1016/S0076-6879(84)05016-3

Ahmed, S., Nawata, E., Hosokawa, M., Domae, Y. & Sakuratani, T. (2002). Alterations in photosynthesis and some antioxidant enzymatic activities of mungbeansu –bjected to water logging. *Plant Science*, *163*, 117-123. DOI:10.1016/s0168-9452(02)00080-8.

Amiri, A., Sirousmehr, A. R., Yadollahi, P., Asgharipour, A. R., & EsmaeilzadehBahbadi, S. (2016). Effect of drought stress and spraying of salicylic acid and chitosan on photosynthetic pigments and antioxidant enzymes in safflower. *Agricultural Crop Manegment*, *18*(2), 453-466. DOI: 10.22059/JCI.2016.56581. (In Persian)

Ansar, Z. (2012). The effect of methanol and salicylic acid foliar application on quality and quantify characteristics of *Sesamum indicum* L. under drought stress. M.Sc. thesis of university of shahrood.

Ariano, S., Bartolomeo D., Cristos X., & Andras M. (2005). Antioxidant defenses in olive trees during drought stress: changes in activity of some antioxidant enzymes. *Function Plant Biology*, *32*, 45-53. DOI: 10.1071/FP04003

Asgharipour, M.R., & Mosapour, H. (2016). A foliar application silicon enchases drought tolerance in Fennel. *The Journal of Animal and Plant Sciences*, *26*(4), 1056-1062.

Ayobizadeh, N., Laei, G., AminiDehaghi, M., Masood Sinaki, J., & RzvanBidokhti, S. (2017). Effect of nano-iron and folic acid foliar app;ication on yield and yield components of sesame varieties after wheat cultivation under drought stress conditions. *Journal of Crop Improvement*, 9(3), 283-312. (In Persian)

Baninaeim, I., & amsampoor, D. (2015). The effects of *Thymus vulgaris* L. and *Satureja hortensis* L. Essential oils on postharvestquality of cut Narcissus flowers (*Narcissus Tazetta*). *1st National Conference on Herbs and Herbal Medicine*. (In Persian)

Bayati, F., Aynehband, A., & Fateh, E. (2014). Effect of different rates and application times of nano-iron on yield components of canola (*Brassica napus* L.). *Iranian Journal of Field Crops Research*, *12*(4), 805-812. DOI: 10.22067/gsc.v12i4.27090 (In Persian)

Blum, A., & Ebercon, A. (1976). Genotypic responses in sorghum to drought stress. III. Free proline accumulation and drought resistance. *Crop Science*, *16*(3), 428-431. doi:10.2135/cropsci1976.0011183X001600030030x

BorisЇev, M., BorisЇev, I., Zupunski, M., Arsenvo, D., Pajevic, S., Curcic, Z., Vasin, J., & Djordjevic, A. (2016). Drought impact is alleviated in sugar beets (*Beta vulgaris* L.) by foliar application of fullerenol nanoparticles. *Plos One*, *10*, 1-20. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0166248.

www.SID.ir

Archive of SID

Chance, B., & Maehly, C. (1955). Assay of catalase and peroxidases. *Methods Enzymol*, *2*, 773-775.

Duta, P., Jana, K., Bandypadhyay, P., & Maity, D. (2000). Response of summer (*Sesamum indicum* L.) to irrigation. *Indian Journal of Agronomy*, *45*(3), 613-616.

Gao, X., & Ohlander, M. (2000). Changes in antioxidant effects and their relationship tophytonutrients in fruits of sea buckthorn (*Hippophaerhamnoides* L.) during maturation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *48*(5), 1485-1490.

Ghasemi, M., Modarresi, M., BabaeianJelodar, N., Bagheri, N., & Jamali, A. (2016). The evaluation of exogenous application of salicylic acid on physiological characteristics, proline and essential oil content of chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) under normal and heat stress conditions. *Agriculture*, *6*(31), 1-15. Doi:10.3390/agriculture6030031

GhasemiPirbaluti, A., Pirali, A., Pishkar, Gh. R.,Jalali, S. M. A., Raesi, M., JafarianDehkordi, M., & Hamedi B. (2011). The essential oils of some medicinal plants on the immune system and growth of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Journal of Herbal Drugs*, *2* (2), 149-155. (In Persian)

Giannopolitis, C. N. & Ries, S. K. (1997). Superoxid dismutase: I. occurrence in higher plants. *Plant Physiology*, *59*(2), 309-314. DOI:10.1104/pp.59.2.309

Guan, Y. J., Hu, J., Wang, X. J., & Shao, C. X. (2009). Seed priming with chitosan improves maize stress germination and seedling growth in relation to physiology changes under low temperature. *Journal of Zhejiang University-Science* B, *10*(6), 427-433.

Gunes, A., Cicek, N., Inal, A., Alpaslan, M., Eraslan, F., Guneri, E., & Guzelordu, T. (2006). Genotypic response of chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars to drought stress implemented at pre-and post an thesis stages and its relations with nutrient uptake and efficiency. *Plant, Soil and Environment*, *52*(8), 368-376.

Hosseinzadeh, S. R., Amiri, H. & Ismaili, A. (2016). Effect of vermicompost fertilizer on photosynthetic characteristics of chickpea (*Cicer arietinum* L.) under drought stress. *Photosynthetica*, *54*(1), 87-92. DOI: 10.1007/s11099-015-0162-x

Kafi, M., & Damghani, A. (2000). *Mechanism of environmental stress resistance in plants*. Ferdowi University of Mashhad Publication. (In Persian)

Mehrabi, Z., & EhsanZade, P. 2011. A study on physiological attributes and grain yield of sesame cultivar under different soil moister regimes. *Agricultural Crop Management*, *13*(2), 75-88. (In Persian).

Mirakhori, M., Paknejad, F., Moradi, F., Ardakani, M.R., Zahedi, H. & Nazeri, P. (2009). Effect of Drought Stress and Methanol on Yield and Yield Components of Soybean max (L17). *American Journal of Biochemistry and Biotechnology*, *5*(4), 162-169.

Misagh, M., MovahediDehnavi, M., Yadavi, A., & KhademHamze, H. (2016). Improvement of yield, oil and protein percentage of sesame under drought stress by foliar application of zinc and boron. *Electronic Journal of Crop Production*, *9*(1), 163-180. (In Persian).

Mombeini, T., Mombeini, M., & Aghayi, M. (2008). Evaluation of pharmacological effects of origanum genus (*Origanum genus*). *Journal of Medical Plants*, *4*(29), 18-35. (In Persian).

Pagter, M., Bragato, C., & Brix, H. (2005). Tolerance and physiological responses of (*Phragmite saustralis*) to water deficit. *Aquatic Botany*, *81*(4), 285-299. DOI:10.1016/j.aquabot.2005.01.002

Rahbarian, R., Khavari-Nejad, R., Ganjeali, A., Bagheri, A., Najafi, F., & Roshanfekr, M. (2012). Use of biochemical indices and antioxidant enzymes as a screening technique for drought tolerance in Chickpea genotypes (*Cicerari etinum* L.). *African Journal of Agricultural Research*, *7*(39) , 5372-5380. DOI: 10.5897/AJAR11.846

Raul, B., Mishra, B. K., Muduli, K. C., & Mohanty, I. C. (2015). *Response of sesame crop to foliar application of micronutrients.* A Thesis submitted to the Orissa University of Agriculture and Technology in Partial fulfilment of the Requirement for the degree of Master of Science in Agriculture (Plant Physiology).

Shirani Rad, A. H., Naeemi, M., & Nasr Esfahani, Sh. (2010). Evaluation of terminal drought stress tolerance inspring and winter rapeseed genotypes. *Iranian Journal of Crop Sciences*, *12*(3), 112-126. (In Persian).

Solgi, M., Kafi, M., Taghavi, T. S., & Naderi, R. (2009). Essential oils and silver nanoparticles (SNP) as novel agents to extend vase-life of gerbera (*Gerbera jamesoniicv*. 'Dune') flowers. *Postharvest Biology and Technology*, *53*(3), 155-158. DOI: 10.1016/j.postharvbio.2009.04.003

SoltanShahattary, F., & Mansourifar, C. (2017).

www.SID.ir

Archive of SID

The effect of drought stress on morphological and physiological traits and extract percentage of medicinal plant, Nigella sativa. *Bioscience Biotechnology Research Communication*, *1*, 298-305.

Tajkarimi, M., Ibrahim, S., & Cliver, D. (2010). Antimicrobial herb and spice compounds in food. *Food control*, *21*(9), 1199-1218. DOI: 10.1016/j.foodcont.2010.02.003

Tarkhorany, T., Madani, H., & Haidarisharif Abad, M. (2017). Evaluating the effect of kinetin application on sesame cultivars. *Scientific Papers. Series Agronomy*, *7*, 401-406.

www.SID.ir