2023, Vol.10, No.1, Pages 99 to 104
Journal of Water and Sustainable Development

سال دهم، شماره ۱، ۱۴۰۲، صفحات ۹۹ تا ۱۰۴
نشریه آب و توسعه پایدار

Article Type: Technical paper

نوع مقاله: فنی و ترویجی

The Effect of Cenocarpus Extract on Spinach Resistance to Drought Stress

M. Farasati[1*], A. Nakhzari Moghaddam[2], E. Gholamalipour Alamdari[2], M. Rajabnia[3]

1, 2, 3- Associate Professor in Watershed Management Department, Assistant Professor in Plant Production Department and MSc Student of Irrigation and Drainage, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Gonbad Kavous University, Gonbad Kavous, Iran.

*(Corresponding Author Email: farasati2760@gmail.com)

Received: 26-11-2022 Revised: 04-04-2023
Accepted: 17-04-2023 Available Online: 20-06-2023

اثر عصاره کنوکارپوس بر مقاومت اسفناج به تنش خشکی

معصومه فراستی[1]، علی نخزری‌مقدم[2]، ابراهیم غلامعلی‌پور علمداری[2]، متینه رجب نیا[3]

۱،۲و۳- به ترتیب دانشیار گروه مرتع و آبخیزداری، استادیار گروه تولیدات گیاهی و دانشجوی کارشناسی‌ارشد آبیاری و زهکشی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبدکاووس، گنبدکاووس، ایران.

*(نویسنده مسئول، E-Mail: farasati2760@gmail.com)

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۹/۰۵ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۰۱/۱۵
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۱/۲۸ تاریخ انتشار: ۱۴۰۲/۰۳/۳۱

Abstract

In order to investigate the effect of Cenocarpus extract on the resistance of spinach to drought stress, a factorial experiment was conducted in the form of a randomized complete block design with two replications in the crop year 2019-2020 in the research greenhouse of Gonbad Kavous University. Experimental treatments including 5 levels of drought stress (0.10, 0.20,0.30,0.40 and 0.50 MAD) and 5 levels of extract (0, 2%,4%, 6% and 8%) were applied. The results showed that the greatest increase in consumption efficiency in the growth period and total water consumption was obtained from the 6% extract concentration with values of 1.045 µg/mL and 0.235 µg/mL, respectively. The efficiency of water consumption based on dry weight and the efficiency of water consumption on wet weight of the treatment without extract were obtained as 603.2% and 695.8%, respectively. The results of the comparison of the average weight of aerial parts under water stress and from the treatment of 2% extract were obtained. The maximum root length was obtained with 8.17 and 8.07 cm for 20% and 30% drainage, respectively, and the minimum root length belonged to the 50% moisture drainage treatment. The highest amount of chlorophyll, efficiency of consumption during the growth period and total water consumption were obtained from the control treatment, and also the highest efficiency of water consumption per dry weight and efficiency of water consumption per wet weight were obtained from the 2% extract treatment.

Keywords: Water Stress, Spinach, Cenocarpus Extract, Water Use Efficiency.

چکیده

به‌منظور بررسی اثر عصاره کنوکارپوس بر مقاومت اسفناج به تنش خشکی آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با دو تکرار در سال زراعی ۱۴۰۰-۱۳۹۹ در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه گنبد کاووس انجام شد. عامل‌های مورد بررسی شامل تنش خشکی در پنج سطح (۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ درصد تخلیه مجاز) و عصاره کنوکارپوس در پنج سطح (۰، ۲، ۴، ۶ و ۸ درصد) بود. نتایج نشان داد که بیشترین افزایش بهره‌وری در دوره رشد از تیمار ۶٪ غلظت عصاره به‌ترتیب ۱/۰۴۵ و ۰/۲۳۵ میکروگرم بر میلی لیتر به‌دست آمد. بهره‌وری آب براساس وزن خشک و بهره‌وری آب براساس وزن تر از تیمار بدون عصاره به‌ترتیب ۶۰۳/۲ درصد و ۶۹۵/۸ درصد حاصل شد. نتایج مقایسه میانگین تحت تنش آبی وزن تر اندام هوایی و از تیمار ۲٪ عصاره به‌دست آمد. حداکثر طول ریشه به‌ترتیب به تخلیه مجاز ۲۰ و ۳۰ درصد با ۸/۱۷ و ۸/۰۷ سانتیمتر به‌دست آمد و حداقل آن متعلق به تیمار ۵۰ درصد تخلیه رطوبت بود. بیشترین مقدار کلروفیل، بهره‌وری آب در دوره رشد و کل آب مصرفی از تیماره شاهد به‌دست آمد. همچنین بیشترین بهره‌وری آب در وزن خشک و وزن تر از تیمار ۲٪ عصاره حاصل شد.

واژه‌های کلیدی: تنش آبی، اسفناج، عصاره کنوکارپوس، بهره‌وری آب.

HomePage: https://jwsd.um.ac.ir

How to cite this article: Farasati M., Nakhzari Moghaddam A., Gholamalipour Alamdari E. and Rajabnia M. 2023. The Effect of Cenocarpus Extract on Spinach Resistance to Drought Stress. Journal of Water and Sustainable Development, 10(1): 99-104. doi: http://dx.doi.org/10.22067/jwsd.v10i1.2211-1190

مقدمه

کمبود آب در عصر کنونی یک موضوع بحرانی و حیاتی برای اکثر کشورهای واقع در مناطق خشک و بیابانی است. از مؤثرترین روش‌های غیر تخریبی در تعیین وضعیت آبی گیاه، استفاده از دمای پوشش گیاهی است که یک شاخص قابل اعتماد برای سنجش تنش آبی است (Fitzgeraldو همکاران، ۲۰۰۶). پاسخ گیاه به آبیاری، تابعی از وضعیت آب در گیاه می‌باشد و تحت تأثیر عوامل مختلفی مانند پتانسیل آب و خاک، وضعیت ریشه گیاه و نحوه مقاومت آن در برابر تنش آبی و شرایط جوی قرار می‌گیرد (Seifiو همکاران، ۲۰۱۴). در حال حاضر تنش آبی به‌عنوان یکی از مهمترین تنش‌های غیر زیستی محدودکننده تولید گیاهان به‌شمار می‌رود. بروز تنش آبی در زمان جوانه‌زنی می‌تواند تا حد زیادی درصد سبز شدن و در نهایت استقرار گیاه را کاهش و یا حتی در برخی از موارد نیز به‌طور کامل مانع سبز شدن گیاه شود (Yan، ۲۰۱۴). از سبزی‌ها در تغذیه روزمره استفاده می‌شود و نیز به‌دلیل خصوصیات طعم و مزه و مفید بودن آن در حفظ سلامتی و تندرستی، امروزه تعداد زیادی از آن‌ها جز غذاهای اصلی و ضروری به‌شمار می‌آیند. تولید سبزی ازنظر اقتصاد ملی و محلی بسیار با اهمیت بوده و جایگاه آن بیش از هر چیز بر اساس مصرف بالای این محصول استوار است (Arasteh و همکاران، ۲۰۲۰؛ Bandeira، ۲۰۰۳). اسفناج (*Spinacia oleraceae* L) گیاهی یک‌ساله و روزبلند از مهمترین سبزی‌های برگی که به‌صورت تازه و یا فرآوری شده مصرف می‌شود. این گیاه ارزش غذایی بالایی دارد. به‌طوری‌که در بین اغلب میوه‌ها و سبزی‌های رایج مورد مصرف، غنی از ویتامین‌ها و عناصر معدنی است (سیفی وهمکاران، ۱۳۹۳). کنوکارپوس یک درخت زینتی رایج در مناطق نیمه گرمسیری و گرمسیری بارنگ پوسته معمولاً قهوه‌ای تیره و ترک بردارنده و انشعاب که به ۱/۵ تا ۴ متری ارتفاع و یا یک درخت همیشه سبز با ارتفاع بین ۱۲ تا ۲۰ متر و گاهی بیشتر می‌رسد (Bandeira، ۲۰۰۳). مناطق کاشت آن نیاز به زهکشی و مواد معدنی آلی ندارد و مقاومت خوبی در برابر محیط سخت دارد. به‌عنوان یک درخت مقاوم به شوری و گرما و همچنین کم‌آبی جهت حفاظت از سواحل و اراضی شور کاشته می‌شود و باتوجه‌به مقاومت بالا به خاک‌های شور به خوبی در نواحی نزدیک دریا کاشت می‌شود و همچنین در شهرها در کناره پیاده‌روها و میادین و خط میانی خیابان‌ها کاشته می‌شود. به دلیل اینکه سایه خوبی دارد برنامه کاشت آن در شهرهای گرم کشور توسط شهرداری‌ها و سازمان‌های مرتبط با سرعت خوبی در حال پیگیری می‌باشد. برنامه کاشت آن در کشورهای حوزه خلیج فارس و همچنین کشور عربستان سعودی و عراق و ایران که مناطق گرم و خشک و معمولاً با خاک شور دارند ادامه دارد و نمای زیبایی به شهرها می‌بخشد. ازجمله استان‌هایی در ایران که این درخت در آن کاشته می‌شود می‌توان به خوزستان بوشهر و هرمزگان اشاره کرد. این گیاه در نواحی ساحلی می‌روید ولیکن در نواحی ساحلی و خشک نیز قابل گشت است. علاوه‌بر ایران در سواحل کالیفرنیا، فلوریدا و آمریکای گرم و مرطوب و برزیل نیز دیده می‌شود.

نتایج تحقیقات اثر تنش خشکی بر خصوصیات بازدارندگی گیاه دارویی اسفند نشان داد با افزایش غلظت در شرایط گلخانه مقادیر پودر اندام هوایی و ریشه در مورد برخی صفات اندازه‌گیری شده در گونه خرفه، بازدارندگی به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. با افزایش غلظت عصاره برگ از صفر به ۸ درصد، طول نهایی ریشه‌چه و ساقه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه و شاخص پنبه به‌ترتیب ۹/۴۴، ۹/۶۹، ۹/۵۷، ۵/۶۴ و ۳/۸۳ درصد کاهش یافت (Hooshmandzadeh و همکاران، ۲۰۱۹). همچنین تأثیر تنش خشکی بر عملکرد اندام هوایی، عملکرد اسانس، درصد اسانس، عملکرد برگ و ساقه در سطح یک درصد معنی‌دار بود. مقایسه میانگین تیمارها نشان داد بیشترین عملکرد اندام هوایی را تیمار T1 (بدون تنش) با میانگین ۶۴۶۹ کیلوگرم در هکتار و بیشترین عملکرد اسانس را تیمار T3 (۶۰٪ ظرفیت زراعی) با میانگین ۹۷۰/۱۲ کیلوگرم در هکتار داشت. بالاترین درصد اسانس را تیمارهای T5 (۲۰٪ ظرفیت زراعی) و T4 (۴۰٪ ظرفیت زراعی) به‌ترتیب با میانگین ۰/۳۰۱۲ و ۰/۲۸۱۳درصد داشتند. آزمایش نشان داد تیمارهای متوسط تنش خشکی برای بادرنجبویه مناسب می‌باشد. در تحقیقی که بر روی تأثیر عصاره ورمی کمپوست بر برخی خصوصیات جوانه‌زنی نخود تحت تنش خشکی انجام گرفت دریافتند که طول ساقه چه، ریشه‌چه، وزن خشك ریشه‌چه، طول گیاه‌چه و شاخص بنیه بذر نسبت به سطح شاهد بیشتر شد (حسین زاده و همکاران، ۱۳۹۵). اثرات متقابل عصاره ورمی کمپوست و تنش خشکی تأثیر معنی‌داری بر میزان درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و وزن خشک ریشه‌چه داشت به‌طورکلی می‌توان استفاده از عصاره ورمی کمپوست در سطح ۵ درصد حجمی را برای افزایش برخی شاخص‌های جوانه‌زنی توصیه کرد. آب یکی از عوامل اصلی فعال‌کننده جوانه‌زنی است و قابلیت دسترسی به آب با کاهش پتانسیل اسمزی کاهش می‌یابد. پتانسیل آب محیط، تأثیر مستقیمی بر سرعت جذب آب و درنتیجه جوانه‌زنی گیاه دارد (Fabian و همکاران، ۲۰۰۸). نتایج نشان داد تنش خشکی تأثیر معنی‌داری بر صفات مورد ارزیابی داشته است. به‌طوری‌که با کاهش میزان رطوبت خاک، ارتفاع بوته، تعداد و سطح برگ، در تمامی مراحل رشد کاهش و قطر ساقه در مراحل رشد به‌ویژه تنش شدید و طول ریشه در مرحله‌ی گلدهی افزایش داشته است (قائمی و همکاران، ۱۳۹۷). تأثیر مقادیر مختلف

آب آبیاری بـر رشـد و نمو اسفناج در مراحل اولیه رشد مورد تحقیق قرار گرفت. نتـایج این تحقیق نـشان داد عمـق آب آبیاری و تنـاوب آن می‌توانـد بـر خـصوصیات فیزیکـی و شـیمیایی محـیط رشـد سبزی‌ها مـؤثر بـوده و سـبب تغییراتـی در شاخص‌های فیزیولوژیك گیاه ماننـد ریشه‌زنـی، افـزایش طـول سـاقه و ریشه، شاخه‌زنی و مواد آلی شود. این موارد می‌توانند بـر عملکرد سبزی‌ها اثرات قابل‌توجهی داشته باشند (Leskovar، ۱۹۹۸). در مطالعه‌ای که بر نقش عصاره مخمر درکاهش اثرات تنش خشکی در مطالعه فیزیولوژی و بیوشیمیایی گیاه لوبیا چشم بلبلی انجام گرفت نتایج نشان داد غلظت شش گرم بر لیتر عصاره مخمر می‌تواند در کاهش شدت تنش خشکی مفید باشد. عصاره مخمر می‌تواند به‌عنوان یک راهکار اکولوژیک، باعث افزایش پاسخ دفاعی در برابر تنش‌های محیطی شود (کرامتی و همکاران، ۱۴۰۰). کـاربرد عصـاره جلبـک دریایی، با افزایش میزان پرولین، ایجاد تنظیم اسمزی، کاهش تجزیه کلروفیل و کاهش نشت غشاء، سبب بهبود رشد ریحان در شرایط تنش خشکی شد (اسماعیل‌پور و همکاران، ۱۴۰۰).

بررسی اثر عصاره ورمی کمپوست و تنش خشکی بر شاخص‌های جوانه‌زنی نخود نشان داد عصاره ورمی کمپوست در تیمار خشکی ۰/۳- مگاپاسکال توانست برخی شاخص‌های جوانه‌زنی مورد بررسی را بهبود بخشد، به‌طوری‌که در سطح ۱۰ درصد عصاره ورمی کمپوست بیشترین میزان درصد جوانه‌زنی و طول ریشه‌چه و در سطح ۲۰ درصد عصاره ورمی کمپوست بیشترین وزن خشک ساقه چه و در سطح ۵ درصد عصاره ورمی کمپوست بیشترین وزن خشک ریشه‌چه در مقایسه با شاهد مشاهده شد. در تیمارهای ۰/۶- و ۰/۹- مگاپاسکال، عصاره ورمی کمپوست به جز وزن خشک ریشه‌چه نتوانست کاهش شاخص‌های جوانه‌زنی را که در اثر تنش خشکی ایجاد شده بود، جبران کند (حسین زاده و همکاران، ۱۳۹۵).

تخلیه مجاز رطوبت خاك، متداول‌ترین معیار برای تعیین زمان آبیاری به‌ویژه در استفاده از روش‌های بیلان آب در برنامه‌ریزی‌های آبیاری به‌شمار می‌آید. این معیار بیانگر بخشی از ظرفیت ذخیره آب قابل دسترس یا قابل استخراج توسط گیاه در ناحیه توسعه ریشه است. باتوجه‌به نقش عصاره کنوکارپوس در حفظ رطوبت خاک، هدف از انجام این پژوهش بررسی تأثیر عصاره کنوکارپوس بر مقاومت اسفناج به تنش خشکی بود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال ۱۴۰۰-۱۳۹۹ در گلخانه تحقیقاتی روباز دانشگاه گنبدکاووس انجام شد. در زمان بارندگی روی گلخانه پوشانده شد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با دو تکرار اجرا شد. دو عامل مورد بررسی تنش خشکی در پنج سطح شامل تخلیه مجاز به مقدار ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ درصد و عصاره کنوکارپوس در پنج سطح شامل ۰، ۲، ۴، ۶ و ۸ درصد بود.

به عنوان مثال برای عصاره ۲ درصد، ۲ میلی‌لیتر عصاره در ۹۸ میلی‌لیتر آب ترکیب شد. در عصاره ۴، ۶ و ۸ درصد نیز به‌ترتیب با ۹۶، ۹۴ و ۹۲ میلی لیتر آب ترکیب شد. در این تحقیق از اسفناج تیغی[1] (محلی) استفاده شد. برای تعیین زمان آبیاری در هریک از تیمارها، رطوبت خاك به‌طور مرتب و روزانه در عمق خاک گلدان (عمق‌های ۱۵-۰، ۳۰-۱۵ و۶۰-۳۰ سانتیمتر) به روش وزنی و TDR اندازه‌گیری شد و زمانی‌که تخلیه رطوبت قابل‌استفاده خاك به‌اندازه تیمار آبیاری مدنظر) رسید، گلدان مربوطه آبیاری شد. مقدار آب مورد نیاز هر تیمار در زمان آبیاری بر اساس معادلات زیر به‌دست آمد.

$$L_n=(\theta_{fc}-\theta_i)\times d \quad (۱)$$

$$L_g=L_n/e \quad (۲)$$

$$V=L_g\times A \quad (۳)$$

θ_{fc} رطوبت حجمی خاك در ظرفیت زراعی، θ_i رطوبت حجمی خاك در زمان آبیاری (رطوبتی که در آن تخلیه آب قابل‌استفاده به مقادیر پیش‌بینی‌شده برسد)، d عمق توسعه ریشه (میلی‌متر)، L_n عمق خالص آبیاری (میلی‌متر)، L_g عمق ناخالص آبیاری (میلی‌متر)، e راندمان آبیاری که برابر با ۸۵ درصد در نظر گرفته شد. A مساحت هر گلدان (مترمربع) و V حجم آب آبیاری به لیتر می‌باشد.

$$WHC(\%)=(M_{wet}-M_{dry})/M_{dry}\times 100 \quad (۴)$$

تجزیه واریانس، مقایسه میانگین‌ها و همبستگی صفات با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS نسخه ۹/۳ انجام شد. مقایسه میانگین داده‌ها توسط آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثر عصاره کنوکارپوس بر وزن تر بوته، کلروفیل و بهره‌وری آب در سطح یک درصد و اثر تنش آبی بر وزن تر اندام هوایی، طول ریشه، طول بزرگترین برگ، کلروفیل و کل آب مصرفی در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود. اثر متقابل عصاره × تنش در مورد هیچیک از صفات معنی‌دار نشد (جدول ۱).

جدول ۱- آنالیز تجزیه واریانس صفات مورد بررسی تحت تأثیر عصاره کنوکارپوس و تنش آبی

صفات / منابع تغییر	درجه آزادی	وزن تر اندام هوایی (گرم)	طول ریشه (سانتیمتر)	طول بزرگترین برگ (سانتیمتر)	کلروفیل (میلی‌گرم برگرم)	کل آب مصرفی (میلی لیتر)	بهره‌وری آب (٪)
تکرار	۱	۰/۳۰۴^{ns}	۰/۱۹۲^{ns}	۰/۲۳۱^{ns}	۰/۰۳۴^{ns}	۴۶۲/۲^{ns}	۰/۰۰۳^{ns}
عصاره	۴	۷/۶۹۲**	۰/۴۵۹^{ns}	۳/۵۶۴^{ns}	۲۲/۵۲**	۱۴۶/۵^{ns}	۰/۱۹۱**
تنش	۴	۵/۵۶۹**	۲/۶۵۰**	**۵/۴۲۲	۲۲/۸۵**	۱۲۲/۲**	۰/۰۷۳
عصاره×تنش	۱۶	۰/۴۴۴^{ns}	۰/۲۱۱^{ns}	۰/۲۳۱^{ns}	۰/۱۶۳^{ns}	۷۴۵/۷^{ns}	۰/۰۰۸^{ns}
خطا	۲۴	۰/۷۲۸	۰/۲۳	۰/۶۷۷	۱/۷۴۱	۵۲۰/۷	۰/۰۱۶
CV (٪)	-	۱۴/۵۲	۶/۱۸	۷/۷۲	۶/۴۷	۳/۳۱	۱۴/۶۹

** و *: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال یک و پنج درصد بر اساس آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD)

ns: یعنی تیمار اثر معنی‌داری بر روی صفت نداشته است.

• مقایسه میانگین صفات مورد بررسی تحت تأثیر عصاره کنوکارپوس

- وزن تر اندام هوایی:

نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد در تیمار عدم مصرف عصاره کنوکارپوس وزن تر اندام هوایی با مقدار ۷/۰۲ گرم بیش از سایر تیمارها بود. کمترین مقدار این صفت هم مربوط به تیمار مصرف ۸ درصد عصاره کنوکارپوس بود. بین تیمارهای ۲، ۴ و ۶ درصد عصاره کنوکارپوس از نظر وزن تر اندام هوایی تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد.

جدول ۲- مقایسه میانگین وزن تر اندام هوایی، کلروفیل و بهره‌وری آب تحت تأثیر عصاره کنوکارپوس

صفات / عصاره کنوکارپوس	وزن تر اندام هوایی (گرم)	کلروفیل (میلی‌گرم برگرم)	بهره‌وری آب (درصد)
۰	۷/۰۲^{a}	۲۲/۳۵^{b}	۱/۰۴۵^{a}
۲	۶/۱۸^{b}	۲۱/۵۶^{ab}	۰/۸۸۸^{b}
۴	۵/۸۹^{b}	۱۹/۸۵^{a}	۰/۸۵۷^{b}
۶	۵/۷^{b}	۱۹/۳۱^{a}	۰/۸۱۴^{b}
۸	۴/۶^{c}	۱۸/۸۶^{a}	۰/۶۶۲^{c}
LSD۵٪	۰/۷۴	۱/۲۲	۰/۱۲

حروف غیر مشابه در هر ستون نشان‌گر اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد است. حرف a بیانگر بالا بودن مقدار پارامتر و b بعد از a و به این ترتیب از a تا c اعداد کمتر شده‌اند. حروف دوتایی نشان‌دهنده یکسان بودن مقادیر پارامترها می‌باشد. به‌عنوان‌مثال ab نشان دهنده نزدیک بودن دو مقدار پارامتر دارای توان‌های a و b می‌باشد.

- کلروفیل:

باتوجه‌به نتایج مقایسه میانگین (جدول ۲) بیشترین مقدار کلروفیل با ۲۲/۳۵ میلی‌گرم برگرم متعلق به تیمار عدم مصرف عصاره کنوکارپوس و کمترین مقدار متعلق به تیمار ۸٪ عصاره کنوکارپوس با مقدار ۱۸/۸۶ میلی‌گرم‌برگرم بود. باتوجه‌به تحقیقات ابراهیمی و همکاران (۱۳۹۴) مقایسه میانگین اثر متقابل گونه‌ها در غلظت‌های مختلف تیمار نشان‌دهنده کاهش معنی‌دار بر مولفه‌های میزان کلروفیل کل، طول ریشه‌چه، درصد جوانه زنی، سرعت جوانه‌زنی، شاخص بنیه بذر در اثر افزایش غلظت عصاره‌های دو گونه Atriplex نسبت به شاهد بود.

- بهره‌وری آب:

نتایج به‌دست آمده نشان داد حداکثر میزان بهره‌وری آب مربوط به تیمار شاهد با مقدار ۱/۰۴۵ ببود که اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها وجود داشت. حداقل میزان بهره وری آب در تیمار ۸٪ غلظت عصاره کنوکارپوس با مقدار ۰/۶۶۲ به‌دست آمد. به‌نظر می‌رسد که هر چه غلظت عصاره بیشتر شود وزن خشک گیاه کمتر می‌شود. در تحقیقی گزارش نمودند با افزایش خشکی محتوای نسبی آب برگ و رنگیزه های فتوسنتزی کاسته شد نتایج نشان داد محلول‌پاشی ۲ میلی مولار پوترسین از سایر غلظت‌ها موثرتر واقع شد و توانسته است اثرات مضر تنش خشکی را تا حد زیادی در گیاه جعفری کاهش دهد (Yan، ۲۰۱۵).

• مقایسه میانگین صفات مورد بررسی تحت تأثیر تنش آب

- وزن تر اندام هوایی:

نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد بیشترین مقدار وزن تر اندام هوایی مربوط به تیمارهای ۲۰ و ۳۰ درصد تخلیه رطوبت به‌ترتیب با ۶/۸۴۴ و ۶/۱۳۳ گرم بود.کمترین مقدار این صفت متعلق به تیمار تخلیه ۵۰٪ درصد رطوبت با ۴/۷۷۹ گرم بود. به‌نظر می‌رسد عصاره کنوکارپوس در غلظت بالا تأثیر خود را روی گیاه اسفناج گذاشته و باعث کاهش وزن اسفناج شده است.

جدول ۳- مقایسه میانگین وزن تر اندام هوایی، طول بزرگترین برگ، طول ریشه، کلروفیل، کل آب مصرفی و بهره‌وری آب تحت تأثیر تنش آبی

صفات تخلیه رطوبت (درصد)	وزن تر اندام هوایی (گرم)	طول ریشه (سانتیمتر)	طول بزرگترین برگ (سانتیمتر)	کلروفیل (میلی‌گرم برگرم)	کل آب مصرفی (میلی لیتر)	بهره‌وری آب (٪)
۱۰	۵/۷۳۱^{b}	۱۰/۵۸^{ab}	۷/۶۱^{c}	۱۹/۵۷^{a}	۵۷۹۷^{a}	۰/۷۸۹^{cd}
۲۰	۶/۸۴۴^{a}	۱۱/۳۵^{a}	۸/۱۷^{a}	۲۲/۱۹^{ab}	۶۲۸۵^{ab}	۰/۹۶۳^{a}
۳۰	۶/۱۳۳^{a}	۱۱/۱۵^{ab}	۸/۰۷^{b}	۲۱/۴۶^{ab}	۶۱۶۴^{a}	۰/۸۸۴^{b}
۴۰	۵/۸۸۹^{b}	۱۰/۷۴^{bc}	۸/ab۰۲	۲۰/۳۴^{bc}	۶۰۴۵^{c}	۰/۸۸۳^{cb}
۵۰	۴/۷۷۹^{c}	۹/۴۶^{c}	۶/۹۲^{d}	۱۸/۳۷^{c}	۵۵۵۱^{d}	۰/۶۶۲^{d}
٪LSD۵	۰/۷۴	۰/۷۵	۰/۴۳	۱/۲۲	۲۱۵/۴	۰/۱۲

حروف غیر مشابه در هر ستون بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار می باشد.
حرف a بیانگر بالا بودن مقدار پارامتر و b بعد از a و به این ترتیب از a تا d اعداد کمتر شده‌اند.
حروف دوتایی نشان‌دهنده یکسان بودن مقادیر پارامترها می‌باشد. به‌عنوان‌مثال cd نشان‌دهنده نزدیک بودن دو مقدار پارامتر دارای توان‌های c و d می‌باشد.

- طول بزرگترین برگ:

نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان می‌دهد طول بزرگترین برگ با مقدار ۱۱/۳۵ سانتیمتر در تیمار ۱۰ درصد تخلیه رطوبت و کمترین آن متعلق به تیمار ۵۰ درصد تخلیه رطوبت برابر ۹/۴۶ سانتیمتر بود که اختلاف معنی‌داری با بقیه تیمارها در سطح ۵٪ دارد.

- طول ریشه:

نتایج مقایسه میانگین داده‌ها تحت تنش آبی نشان می‌دهد حداکثر طول ریشه مربوط به تخلیه مجاز ۲۰ و ۳۰ درصد به‌ترتیب ۸/۱۷ و ۸/۰۷ سانتیمتر به‌دست آمد و حداقل آن متعلق به تیمار ۵۰ درصد تخلیه رطوبت بود.

- کلروفیل:

نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل تنش خشکی و سطوح مختلف عصاره کنوکارپوس نشان داد بیشترین مقدار کلروفیل (۲۲/۱۹) در تیمار ۲۰ درصد تخلیه رطوبت مشاهده شد. در بررسی بابونه تحت تنش آبی مشاهده شد تنش آبی باعث کاهش غلظت رنگدانه‌های فتوسنتزی و میزان تبادل دی اکسیدکربن شد و عملکرد این گیاه دارویی را تحت تأثیر قرارداد (سیفی و همکاران، ۱۳۹۳).

- بهره‌وری آب (بر اساس گرم وزن تر به‌ازای یک لیتر آب):

نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل تنش خشکی و سطوح مختلف عصاره کنوکارپوس[۲] نشان داد بیشترین بهره‌وری آب بر اساس گرم وزن تر (۰/۹۶۳) در تیمار ۲۰ درصد تخلیه مجاز مشاهده شد و کمترین این مقدار (۰/۶۶۲) از تیمار ۵۰ درصد تخلیه مجاز حاصل شد که اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها دارد. بهره‌وری آب یکی از خصوصیات مهم فیزیولوژیک می‌باشد و نشان‌دهنده توانایی گیاه در مقابله با کمبود آب است؛ عواملی که بهره‌وری آب را تحت تأثیر قرار می‌دهند شامل عوامل آب‌وهوایی، شرایط خاك و عوامل گیاهی هستند (smailpour و همکاران، ۲۰۲۰).

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد بیشترین وزن‌تر اندام‌هوایی، کلروفیل و بهره‌وری آب از تیمار بدون عصاره به ترتیب ۷/۰۲۲ گرم، ۲۲/۳۵ درصد و ۱/۰۴۵ درصد حاصل شد. نتایج مقایسه میانگین تحت تنش آبی بیشترین وزن‌تر اندام هوایی و طول ریشه از تیمار ۲۰ درصد تخلیه مجاز به‌دست آمد. نتایج جدول مقایسه میانگین داده‌ها تحت تأثیر عصاره نشان داد از تیمارهای شاهد به جزء آب مصرفی در دوره رشد و کل آب مصرفی که از تیمار ۴٪ عصاره حاصل شد. به نظر می‌رسد عصاره کنوکارپوس بر کل آب مصرفی بیشترین اثر را دارد.

نتایج حاصله نشان می‌دهد محلول‌پاشی ۲٪ عصاره کنوکارپوس تحت تنش خشکی از سایر غلظت‌ها موثرتر واقع شد و توانست اثرات مضر تنش خشکی را تا حد زیادی در گیاه اسفناج کاهش دهد با افزایش خشکی همچنین محتوای نسبی آب برگ و رنگیزه‌های فتوسنتزی کاسته شد.

پی‌نوشت

1-*Spinacia oleraceae* L

2-*Conocarpus erectus* L

منابع

ابراهیمی محمدآبادی، ن.، روحانی، ح.، قلمعلی‌پور علمداری، ه. و مصطفی‌لو، ح. ۱۳۹۴. اثر آللوپاتیکی Atriplex canesence و Atriplex lentiformis بر مولفه‌های جوانه‌زنی، میزان کلروفیل و فنل کل Agropyron elongatum. پژوهش‌های آبخیزداری، ۲۸(۱): ۲-۹.

اسماعیل‌پور، ب.، فاطمی، ح. و مرادی، م. ۱۴۰۰. تأثیر عصاره جلبک دریایی بر شاخص‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی ریحان تحت تنش آبی. علم و فناوری کشت گلخانه‌ای. سال یازدهم، ۱: ۵۹-۶۹,jspi.11.1.10288/10.47176

حسین‌زاده، س.، امیری، ح. و اسماعیلی، ع. ۱۳۹۵. تأثیر عصاره ورمی کمپوست بر برخی ویژگی‌های جوانه زنی نخود تحت تنش خشکی. مجله تحقیقات گیاهی (مجله زیست‌شناسی ایران)، ۳: ۵۰۶-۵۲۱. 20.1001.1.23832592.1395.29.3.5.1

سیفی، ع.، میرلطیفی، س.م.، دهقانی سانیج، ح. و ترابی، م. ۱۳۹۳. تعیین شاخص تنش آبی برای درختان پسته تحت روش آبیاری قطرهای زیرسطحی با استفاده از تفاوت دمای گیاه و دمای هوا. مدیریت آب و آبیاری، ۴(۱): ۱۲۳-۱۳۶. JWIM.2014.51642/10.22059

قائمی، م.، زارع، ز. و نصیری، ی. ۱۳۹۷. تأثیر تنش خشکی بر برخی خصوصیات مورفولوژیکی و میزان تولید اسانس در ریحان (*Ocimum basilicum* L.) در مراحل مختلف نمو. فصلنامه زیست‌شناسی رشد، ۱: ۲۶-۱۵.

کرامتی، س.، غلامی، ع.، برادران فیروزآبادی، م. و عباس دخت، ح. ۱۴۰۰. نقش عصاره مخمر در کاهش اثرات تنش خشکی در مطالعه فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی لوبیا چشم بلبلی. مجله کشاورزی، ۲: ۲۴۷-۲۶۱. https://doi.org/10.22059/jci.2020.295925.2338

ناصری، ر.، براری، م.، زارع، م.ج.، خوازی، ک.، و طهماسبی، ز. ۱۳۹۵. مطالعه سیستم ریشه بذری و نابجای ارقام گندم نان و دوروم. نشریه علمی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، ۱۰(۲): ۴۷۷-۴۹۲.

Arasteh F., Moghaddam M., and Ghasemi Pir Balouti A. 2020. The effect of putrescine foliar application on induction of drought resistance in Mexican parsley. Journal of Cell and Tissue (Scientific - Research). Eleventh Year, 3: 221-204. doi.org/10.52547/JCT.11.3.204

Bandeira A. 2003. Estudo Fitoqúimico e Atividade. Biológica de Conocarpus erectus L. (Mangue Botão). Universidade Federal de Pernambuco. Recife (PE), Brazil.

Fabian A., JagerK. and Barnabas B. 2008. Effects of drought and combined drought and heat stress on germination ability and seminal root growth of wheat (Triticum aestivum L) seedlings. Acta Biologica Szegediensis, 52: 157-159.

Fitzgerald G.J., Rodriguez D., Christensen L.K., Belford R, Sadras V.O., and Clarke T. R. 2006. Spectral and thermal sensing for nitrogen and water status in rain-fed and irrigated wheat environments. Journal of Precision Agriculture, 7(4): 233-248. doi.org/10.1007/s11119-006-9011-z

Hooshmandzadeh F., Sodaizadeh H., Hakimi M. and Hakimzadeh M. 2019.The effect of drought stress on the inhibitory properties of Esfand medicinal plant (Peganum harmala L.). Two scientific journals of dry canvas. Ninth Year, 1: 125-138. 10.1016/j.phytochem.2019.03.004

Leskovar D.I. 1998. Root and shoot modification by irrigation. Hortitechnology. 8(4): 510-514. 10.21273/HORTTECH.8.4.510

Yan M. 2015. Seed priming stimulate germination and early seedling growth of Chinese cabbage under drought stress. South African Journal Botany, 99: 88-92. doi.org/10.1016/j.sajb.2015.03.195