Archive of SID

تنش‌های محیطی در علوم زراعی
Environmental Stresses in Crop Sciences
جلد یازدهم، شماره اول، بهار ۱۳۹۷
۴۷-۶۳
http://dx.doi.org/10.22077/escs.2017.161.1041

# بررسی عملکرد و اجزاء عملکرد زیست‌توده و برخی صفات فیزیولوژیکی دو گونه آویشن (*Thymus vulgaris* و *Thymus daenensis*) در شرایط تنش خشکی و کاربرد کود دامی

مهدیه عسکری[1*]، محمدعلی بهدانی[2]، سهیل پارسا[2]، مجید جامی الاحمدی[2]، سهراب محمودی[2]

۱. دانش‌آموخته دکتری زراعت. گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند.
۲. عضو هیئت‌علمی گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند.

تاریخ دریافت: ۹۵/۰۴/۲۰؛ تاریخ پذیرش: ۹۵/۰۶/۲۳

**چکیده**

**تنش خشکی اصلی‌ترین عامل محدودکننده تولید محصولات کشاورزی است و رشد گیاهان دارویی و معطر را نیز کاهش می‌دهد. یکی از مهم‌ترین اثرات منفی تنش خشکی، کاهش دسترسی و جذب عناصر غذایی مختلف برای گیاه است. به‌منظور بررسی اثر سطوح مختلف تنش خشکی و کود دامی بر برخی صفات کمی و فیزیولوژیکی دو گونه آویشن باغی (*Thymus vulgaris*) و آویشن دنایی (*Thymus daenensis*)، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند در سال زراعی ۱۳۹۴ به اجرا درآمد. تیمارهای تنش آبیاری شامل: ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی، ۶۷ درصد ظرفیت زراعی و ۳۳ درصد ظرفیت زراعی تیمارهای کود دامی: عدم مصرف و مصرف ۳۰ تن در هکتار کود دامی و دو گونه آویشن باغی و دنایی بودند. نتایج نشان داد تنش خشکی باعث کاهش میزان صفات کلروفیل (a و b) شاخص SPAD، وزن خشک برگ، ساقه، گل و وزن خشک کل (TDM)، گردید اما میزان کاروتنوئید و آنتوسیانین تحت شرایط تنش خشکی در هر دو گونه موردبررسی افزایش پیدا کرد. کود دامی ضمن کاهش اثرات تنش خشکی موجب افزایش مقدار صفات مذکور به جزء کاروتنوئید و آنتوسیانین نسبت به شرایط عدم مصرف کود گردید. ازآنجایی‌که کود دامی باعث کاهش اثرات تنش خشکی و بهبود عملکرد گیاه گردید، می‌توان بیان کرد در سطوح بالای تنش خشکی استفاده از کود دامی از کارایی بیشتری در عملکرد گیاه آویشن برخوردار است و مصرف کودهای دامی در مدیریت منابع غذایی و رطوبتی در شرایط تنش خشکی جهت حصول عملکرد کمی مطلوب قابل توصیه است.**

***واژه‌های کلیدی:*** **آویشن باغی، آویشن دنایی، رنگیزه‌های فتوسنتزی، عملکرد**

## مقدمه

افزایش جمعیت و نیاز صنایع داروسازی به گیاهان دارویی به‌عنوان مواد اولیه تولید دارو و اهمیت مواد مؤثره آن‌ها در صنایع مختلف سبب گسترش کشت و تولید گیاهان دارویی شده است (Abdullaev and Espinosa, 2004). گیاهان دارویی اگرچه از دیرباز برای بشر آشنا و در بسیاری از مواقع در درمان دردها مؤثر بوده‌اند، اما پیشرفت‌های علمی و فناوری طی دو دهه اخیر اهمیت و نقش سازنده گیاهان دارویی در تأمین نیازهای بشر به‌ویژه در حیطه دارو و درمان را دوچندان ساخته است (Kleinawachter et al., 2014).

آویشن گیاهی معطر از خانواده نعناعیان بوده و به دلیل داشتن ترکیب تیمول و کارواکرول از گیاهان دارویی باارزش و پرمصرف در صنایع دارویی و غذایی است. این گیاه بومی غرب مدیترانه و جنوب ایتالیا است (Emam, 2008). آویشن باغی با نام علمی (*Thymus vulgaris* L) دارای خاصیت ضد باکتریایی و ضد قارچی (Asbaghian et al., 2011)، ضدویروسی، خواص آنتی‌اکسیدانی، نگه‌دارنده طبیعی غذا و تأخیر دهنده پیری در پستانداران است (Segvic et al., 2007). آویشن دنایی (*Thymus daenensis Celak*) نیز

* نگارنده پاسخگو: مهدیه عسکری. پست الکترونیک: Mahdiye.askary@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

متعلق به خانواده نعناع (Lamiaceae) و انحصاری ایران است (Shahnazi et al., 2007).

یکی از عوامل مهم در تعیین مقدار ماده مؤثره گیاهان دارویی (ترکیبات متابولیت ثانویه) شرایط محیطی است که گیاه در آن رشد می‌کند ازجمله این شرایط می‌توان مقدار و میزان آب مصرفی را مطرح نمود که کاهش میزان آب در دسترس گیاه موجب کاهش پتانسیل رشد و ایجاد تنش در گیاه می‌گردد (Thomson PDR Staff, 2004).

تنش خشکی یکی از مهم‌ترین تنش‌های محیطی محدودکننده تولید گیاهان در سرتاسر جهان به‌ویژه مناطق خشک و نیمه‌خشک به شمار می‌رود (Omidi et al., 2012). کاهش آب در بافت‌های گیاهی سبب کاهش رشد قسمت‌های مختلف گیاه اعم از ریشه‌ها و اندام‌های هوایی (Moradi et al., 2014)، کاهش فتوسنتز می‌گردد و در صورت بالا بودن شدت تنش خشکی موجب کاهش رنگیزه‌های فتوسنتزی و درنهایت کاهش فتوسنتز و مختل شدن فرایندهای فیزیولوژیکی، توقف رشد و سرانجام مرگ گیاه می‌گردد (Singh et al., 2011). محتوی کلروفیل برگ‌ها یکی از عوامل کلیدی در تعیین سرعت فتوسنتز و تولید ماده خشک است (Ghosh et al., 2004). تنش خشکی باعث کاهش معنی‌دار مقدار کلروفیل a و b می‌گردد و از این طریق در کاهش وزن خشک گیاه تأثیرگذار است (Ahmadi and Ceiocemarde., 2004). کاهش وزن تر و وزن خشک گیاه آویشن تحت تنش خشکی توسط آلبوچی و همکاران (Albuchi et al., 2003) گزارش شده است. آن‌ها بیان کردند که این کاهش می‌تواند به دلیل کاهش میزان کلروفیل و یا بازدهی فتوسنتز باشد. تنش خشکی ضمن کاهش محتوای آب در بافت‌های گیاهان، باعث محدود شدن رشد و برخی تغییرات فیزیولوژیکی و متابولیکی در گیاهان می‌گردد و علاوه بر این تنش خشکی سبب کاهش قابلیت دسترسی عناصر غذایی در خاک نیز می‌گردد (Mohammadkhani and Heidari., 2007).

کودهای دامی از طریق افزایش میزان ماده آلی خاک و نیز بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، باعث افزایش حاصلخیزی و باروری خاک و درنهایت بهبود وضعیت رشدی و عملکرد گیاه می‌شوند (Fallah et al., 2007). ازآنجایی‌که تمایل به تولید گیاهان دارویی و معطر و تقاضا برای محصولات طبیعی در جهان رو به افزایش است ازاین‌رو زراعت گیاهان دارویی با کودهای آلی، اثرات منفی شرایط محیطی وارد بر کیفیت دارویی و عملکرد آن‌ها را کاهش می‌دهد (Griffe et al., 2003). همچنین گزارش‌شده که کودهای دامی با افزایش مواد آلی خاک موجب افزایش درصد خلل و فرج خاک و درنهایت رشد و گسترش بیشتر ریشه گیاهان در خاک شده و جذب آب و عناصر غذایی در گیاه را بهبود می‌بخشند و عناصر ضروری موجود در کودهای دامی در سطوح کافی برای تکمیل چرخه رشد گیاهان بوده و تأثیر مهمی بر بهبود کمی و کیفی عملکرد محصولات زراعی مختلف دارد (Blaise et al., 2005). کودهای حیوانی، قادر به افزایش قدرت نگهداری آب در خاک، کاهش تنش‌ها ازجمله تنش خشکی، بهبود ساختمان فیزیکی خاک به همراه تأمین بخشی از مواد غذایی موردنیاز گیاه می‌باشند که درنهایت رشد و عملکرد گیاه و کیفیت و سلامت محصول را افزایش می‌دهد (Turgut et al, 2005). ترکیبات موجود در کود دامی باعث سبز شدن و توسعه بهتر سیستم ریشه‌ای شده و با استقرار بهتر و رشد سریع‌تر گیاه، شانس بقاء تولید در شرایط تنش خشکی را افزایش می‌دهد (Hidalgo et al, 2005).

کشور ایران در مناطق خشک و نیمه‌خشک واقع شده است به همین دلیل قرار گرفتن گیاهان در معرض تنش کمبود آب اجتناب‌ناپذیر است و گیاهان برای سازگاری با این شرایط، تغییرات مورفولوژیک و فیزیولوژیک در ساختار، ترکیب‌ها و فرایندهای شیمیایی خود ایجاد می‌کنند تا با این تنش‌ها مقابله نمایند. درک بهتر مکانیسم‌های فیزیولوژیکی دخیل در تحمل به خشکی، کلیدی برای توسعهٔ راهکارهای شناخت گونه‌های مقام به خشکی است. همچنین در رابطه با پاسخ‌های گیاه آویشن به شرایط مختلف محیطی اطلاعات کمی در دسترس است؛ بنابراین شناسایی واکنش‌های فیزیولوژیکی گیاه آویشن و همچنین مدیریت مواد غذایی موردنیاز گیاه در شرایط تنش خشکی که مدیریت مصرف آب مطرح است و ارزیابی تأثیر این‌گونه مدیریت‌ها بر عملکرد این گیاهان دارویی لازم و ضروری است. تحقیق حاضر با هدف بررسی برخی خصوصیات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی دو گونه گیاه آویشن تحت تنش خشکی و کود دامی انجام گرفته است.

## مواد و روش‌ها

آزمایش در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند با عرض جغرافیایی ۳۲ درجه ۵۳ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۱۳ دقیقه شرقی و با ارتفاع ۱۴۸۰ متر

www.SID.ir

Archive of SID

از سطح دریا در سال زراعی ۱۳۹۴ به‌صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام پذیرفت. فاکتورهای آزمایش: تنش خشکی در سه سطح (۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی (شاهد)، ۶۷ و ۳۳ درصد ظرفیت زراعی)، کود دامی در دو سطح (عدم مصرف کود و مصرف ۳۰ تن در هکتار کود دامی پوسیده) و دو گونه آویشن [آویشن باغی (*Thymus vulgaris*) و دنایی (*Thymus daenensis*)]، به‌صورت تصادفی در داخل کرت‌ها قرار گرفتند. هر بلوک شامل ۱۲ کرت و هر کرت شامل ۴ خط کاشت به طول ۴ متر و فاصله بین ردیف ۰/۵ متر و فاصله نشاءها روی خط کاشت ۰/۴ متر بود. قبل از تهیه بستر کاشت، نمونه‌برداری از عمق ۳۰-۰ سانتیمتری خاک محل آزمایش برای تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی انجام گردید. نمونه‌ها به آزمایشگاه خاک‌شناسی منتقل‌شده و میزان فاکتورهای موردنیاز موجود در خاک اندازه‌گیری شدند (جدول ۱).

**جدول ۱. تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری خاک**

**Table 1. Physical and Chemical analysis of the field soil (0-30 cm depth).**

| عمق **depth** (cm) | رس **Clay** (%) | سیلت **Silt** (%) | شن **Sand** (%) | بافت **Texture** | چگالی ظاهری **Db** | فسفر قابل‌جذب **P** (mg/kg) | پتاسیم قابل‌جذب **K** (mg/kg) | ٪ ازت قابل‌دسترس **N** (%) | **pH** | هدایت الکتریکی **Ec** (ds/m) | درصد ماده آلی **Organic matter** (%) | درصد ظرفیت زراعی **FC** (%) | درصد اشباع خاک **SP** (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0-30 | 12 | 38 | 50 | Loam | 1.5 | 12 | 250 | 0.03 | 8.16 | 5.2 | 0.29 | 17 | 32 |

عملیات کاشت به‌صورت نشاکاری (اندازه نشاها بین ۱۰ تا ۱۲ سانتی‌متر بود) و با استفاده از نشاهای تهیه‌شده از موسسه پاکان بذر اصفهان در خردادماه ۱۳۹۴ انجام گرفت. برای جلوگیری از وارد شدن تنش به نشاها بلافاصله بعد از کاشت هر کرت عملیات آبیاری صورت گرفت و آبیاری دوم به فاصله سه روز بعد انجام گرفت. یک هفته بعد از کاشت، کرت‌ها مورد بازبینی قرار گرفتند و در صورت خطای کاشت یا عدم استقرار نشاءها، عملیات واکاری انجام گردید. مبارزه با علف‌های هرز در چندین مرحله به‌صورت وجین دستی انجام گرفت. پس از استقرار گیاه اعمال تدریجی تنش خشکی آغاز گردید. برای اعمال تنش ابتدا سیستم آبیاری قطره‌ای در مزرعه نصب گردید. این سیستم شامل سه لوله آبیاری بزرگ با شیرهای قابل‌کنترل متصل به پمپ بودند که هرکدام از این لوله‌های اصلی به لوله‌های کوچک‌تر در هر کرت که واجد قطره‌چکان به تعداد بوته‌های موجود در هر کرت بود، محدود می‌شدند. آب ورودی به کرت‌ها نیز توسط شیرهای تعبیه‌شده در مسیر لوله‌های کوچک‌تری تنظیم می‌شد. علاوه بر آن با نصب کنتور حجمی، حجم آب آبیاری برای هر یک از تیمارها نیز کنترل می‌گردید. زمان انجام آبیاری با نمونه‌گیری از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری خاک به‌وسیله اوگر و تعیین رطوبت وزنی خاک و همچنین با استفاده از تشتک تبخیر کلاس A انجام گردید.

***اندازه‌گیری رنگیزه‌های فتوسنتزی:*** ۰/۱ گرم برگ به‌دقت توزین و در هاون چینی با استفاده از نیتروژن مایع خرد گردید. سپس با افزودن ۱۰ میلی‌لیتر استون ۸۰٪ در دستگاه سانتریفیوژ با سرعت ۶۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه قرار داده شدند. عصاره جداشده حاصل از سانتریفیوژ در داخل لوله‌آزمایش ریخته شد پس‌ازآن جذب محلول با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر در طول‌موج‌های ۴۷۰، ۶۴۷، ۶۶۳ نانومتر اندازه‌گیری شد. از استون ۸۰٪ نیز به‌عنوان محلول شاهد برای تنظیم صفر جذب نوری اسپکتروفتومتر استفاده شد. اندازه‌گیری کلروفیل b,a و کاروتنوئید در مرحله گلدهی کامل انجام گرفت. واحد اندازه‌گیری میکروگرم در گرم وزن تر برگ بود (Lichtenthder,1987).

$$Chla=11.75\ A663-2.79\ A647 \qquad [۱]$$

$$Chlb=21.5A647-5.7\ A663 \qquad [۲]$$

$$C(X+C)=\frac{(1000\ A470-1.82Ca-85.02\ Cb)}{198} \qquad [۳]$$

در رابطه‌های فوق Chla کلروفیل a، Chlb کلروفیل b، C(x+c) میزان کاروتنوئیدها و A میزان جذب در طول‌موج‌های مختلف است.

www.SID.ir

Archive of SID

***آنتوسیانین:*** ۰/۱ گرم از اندام هوایی با ۱۰ میلی‌لیتر متانول اسیدی کاملاً ساییده و عصاره در لوله‌های آزمایش ریخته شده و به مدت ۲۴ ساعت در تاریکی و دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت. سپس به مدت ۱۰ دقیقه در 4000 دور سانتریفوژ گردید. جذب محلول در طول‌موج ۵۵۰ نانومتر اندازه‌گیری شد. محاسبه غلظت با استفاده از ضریب خاموشی 33000 $M^{-1}$ $cm^{-1}$ انجام و نتایج برحسب میکرو مول بر گرم وزن تر ارائه گردید (Wanger, 1979).

***قرائت کلروفیل‌متر (SPAD):*** شاخص کلروفیل به‌وسیله کلروفیل متر دستی (SPAD-502) در مرحله گلدهی کامل اندازه‌گیری و ثبت شد.

***فاکتورهای مربوط به عملکرد کمی گیاه:*** در مرحله نمونه-برداری، با رعایت حذف اثرات حاشیه‌ای تعداد ۳ بوته (۰/۶ مترمربع از هر کرت) از خطوط کاشت برداشت گردید و نمونه-ها در پاکت‌های مجزا قرار داده‌شده و پس از خشک‌کردن نمونه‌ها در آون در دمای ۷۲ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت؛ وزن خشک ساقه، برگ، گل و وزن خشک کل هر نمونه توسط ترازوی حساس با دقت ۰/۰۰۰۰۱ اندازه‌گیری گردید.

در پایان داده‌ها طبق مدل آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی مورد تجزیه واریانس قرار گرفتند. برای تجزیه‌وتحلیل داده‌ها و رسم شکل‌ها از نرم‌افزارهای SAS (V9.1) و Excel استفاده گردید. مقایسه میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد انجام گرفت.

## نتایج و بحث

### رنگیزه‌های فتوسنتزی

تنش خشکی، کود دامی و گونه در سطح احتمال ۱٪ و اثر متقابل سه‌گانه تنش خشکی در گونه در کود دامی در سطح احتمال ۵٪ بر روی کلروفیل a دارای اثرات معنی‌داری بودند اما هیچ‌کدام از اثرات متقابل دوگانه تنش خشکی در کود دامی، تنش خشکی در گونه و کود دامی در گونه بر روی صفت کلروفیل a معنی‌دار نگردید (جدول ۲). مقایسه میانگین اثر متقابل سه‌گانه تنش خشکی در کود دامی در گونه نشان داد که با افزایش سطوح تنش خشکی میزان کلروفیل a در هر دو گونه مورد آزمایش کاهش پیدا کرد (شکل ۱)؛ و این کاهش از شرایط شاهد به ۳۳ درصد ظرفیت زراعی برابر ۱۹/۴۸ درصد بود (جدول ۴). در مقابل کود دامی به‌کاربرده شده اثرات بهبودی دارا بود و تا حدودی اثرات تنش خشکی را کاهش داد به‌گونه‌ای که با مصرف کود دامی میزان کلروفیل a نسبت به شرایط عدم استفاده از کود دامی افزایش پیدا کرده است (شکل ۱). بیشترین میزان کلروفیل a از تیمار آبیاری در حد ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی، گونه آویشن دنایی و مصرف ۳۰ تن در هکتار کود دامی به دست آمد، هرچند که ازنظر آماری با تیمار آبیاری در حد ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی، گونه آویشن دنایی و عدم کاربرد کود دامی و تیمار آبیاری در حد ۶۷ درصد ظرفیت زراعی، گونه آویشن دنایی و کاربرد ۳۰ تن در هکتار کود دامی ازنظر آماری تفاوت معنی‌داری دارا نبود و در مقابل تیمار آبیاری در حد ۳۳ درصد ظرفیت زراعی، گونه آویشن باغی و عدم مصرف کود دامی کمترین میزان کلروفیل را به خود اختصاص داد (شکل ۱). میزان کاهش کلروفیل a از شرایط شاهد به ۳۳ درصد ظرفیت زراعی برای گونه آویشن دنایی در شرایط عدم کاربرد کود دامی و کاربرد کود دامی به ترتیب برابر ۱۷/۷۷ و ۱۳/۶۵ درصد و برای گونه آویشن باغی به ترتیب برابر ۲۰/۹۱ و ۲۶/۷۲ درصد بود (شکل ۱).

کلروفیل b به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر تنش خشکی، کود دامی و گونه قرار گرفت همچنین اثر متقابل دوگانه تنش خشکی در گونه در سطح احتمال ۵٪ میزان کلروفیل b را تحت تأثیر قرار داد (جدول ۲). با افزایش سطوح تنش خشکی از شاهد به ۳۳ درصد ظرفیت زراعی، میزان کلروفیل b، ۲۴/۰۹ درصد کاهش پیدا کرد (شکل ۲ب). مقایسه میانگین اثر متقابل تنش خشکی در گونه نشان داد تیمار آبیاری در حد ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی و گونه آویشن دنایی بیشترین میزان کلروفیل b و تیمار آبیاری در حد ۳۳ درصد ظرفیت زراعی و گونه آویشن باغی کمترین میزان کلروفیل b را دارا بودند (شکل ۲الف). اثر اصلی کود دامی نشان داد تیمار ۳۰ تن کود دامی در هکتار میزان کلروفیل b بالاتری را نسبت به شرایط عدم استفاده از کود دامی دارا بود (شکل ۲ب).

کلروفیل b به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر تنش خشکی، کود دامی و گونه قرار گرفت همچنین اثر متقابل دوگانه تنش خشکی در گونه در سطح احتمال ۵٪ میزان کلروفیل b را تحت تأثیر قرار داد (جدول ۲). با افزایش سطوح تنش خشکی از شاهد به ۳۳ درصد ظرفیت زراعی، میزان کلروفیل b، ۲۴/۰۹ درصد کاهش پیدا کرد (شکل ۲-ب). مقایسه میانگین اثر متقابل تنش خشکی در گونه نشان داد تیمار آبیاری در

www.SID.ir

Archive of SID

حد ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی و گونه آویشن دنایی بیشترین میزان کلروفیل b و تیمار آبیاری در حد ۳۳ درصد ظرفیت زراعی و گونه آویشن باغی کمترین میزان کلروفیل b را دارا بودند (شکل ۲ الف). اثر اصلی کود دامی نشان داد تیمار ۳۰ تن کود دامی در هکتار میزان کلروفیل b بالاتری را نسبت به شرایط عدم استفاده از کود دامی دارا بود (شکل ۲ب).

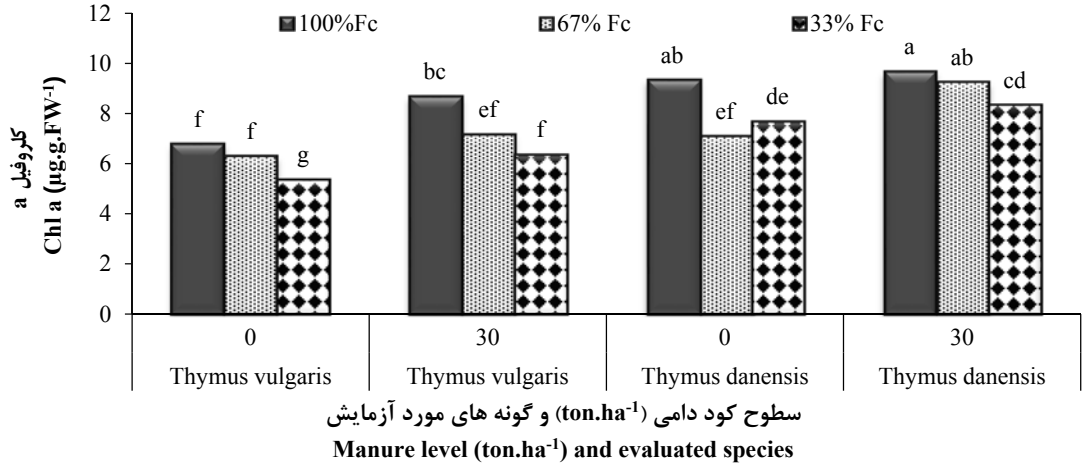
**جدول ۲. مقادیر میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس داده‌های کلروفیل a، کلروفیل b، کاروتنوئید، آنتوسیانین و شاخص کلروفیل (SPAD)**

**Table 2. values of mean squares in the analysis of variance of the data regarding of chlorophyll a, chlorophyll b, carotenoids, Anthocyanin and chlorophyll index (SPAD).**

| S.O.V منابع تغییر | درجه آزادی df | کلروفیل a Chla | کلروفیل b Chlb | کارتنوئید Carotenoid | آنتوسیانین Anthocyanin | شاخص کلروفیل Chlorophyll index |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Replication تکرار | 2 | 0.77 ns | 1.36** | 3.13 ns | 0.015 ns | 75.03** |
| Drought stress تنش خشکی | 2 | 8.91** | 9.67** | 9.54** | 5.41** | 103.31** |
| Species گونه | 1 | 11.91** | 25.86** | 8.98** | 3.04** | 3463.91** |
| Manure کود دامی | 1 | 28.72** | 4.76** | 11.25** | 0.46** | 120.74** |
| Drought stress× Species تنش خشکی × گونه | 2 | 0.35ns | 0.84* | 7.18** | 0.59** | 4.94ns |
| Drought stress × Manure تنش خشکی× کود دامی | 2 | 0.37ns | 0.059ns | 0.53ns | 0.12* | 3.75ns |
| Species × Manure گونه×کود دامی | 1 | 0.078ns | 0.012ns | 1.67ns | 0.061ns | 5.43 ns |
| Drought×Species×Manure تنش خشکی×گونه×کود دامی | 2 | 1.56** | 0.095ns | 0.19ns | 0.096ns | 0.34ns |
| Error خطا | 22 | 0.27 | 0.21 | 0.93 | 0.035 | 5.14 |
| C.V (%) ضریب تغییرات | | *6.76* | *7.04* | *11.6* | *12.17* | *5.66* |

ns، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد هستند.

*and **: Significant at the 5% and 1% probability levels, respectively., ns: Non- Significant.

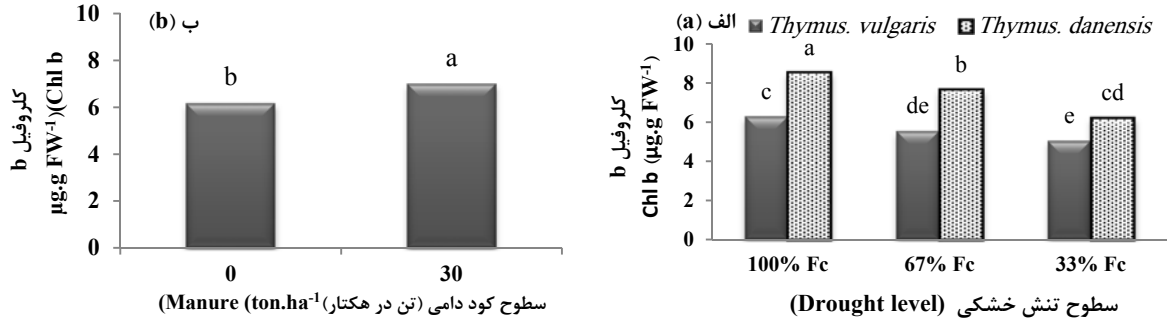



**شکل ۱. اثر متقابل سطوح تنش خشکی در کود دامی در گونه بر روی میزان کلروفیل a. اختلاف ستون‌هایی که دارای حروف الفبایی مشابه هستند ازلحاظ آماری در سطح حداقل ۵ درصد (LSD) معنی‌دار نیست.**

**Fig. 1. The interaction of drought stress levels in the manure in species on chlorophyll a. Differences of the columns that have the same alphabets one are not statistically significant at 5% (LSD) level of significance.**

www.SID.ir

Archive of SID




**شکل ۲. (الف) اثر متقابل سطوح تنش خشکی در گونه‌های مورد آزمایش بر روی میزان کلروفیل b. (ب) اثر کود دامی بر روی میزان کلروفیل b. اختلاف ستون‌هایی که دارای حروف الفبایی مشابه هستند ازلحاظ آماری در سطح حداقل ۵ درصد (LSD) معنی‌دار نیست.**

**Fig 2. (A) The interaction of drought stress levels in the species on chlorophyll b. (B) The effect of manure on chlorophyll b. Differences of the columns that have the same alphabets one are not statistically significant at 5% (LSD) level of significance.**

حفظ غلظت کلروفیل تحت شرایط تنش به ثبات فتوسنتز در این شرایط کمک می‌کند. در گیاهان زراعی گزارش‌هایی در رابطه با واکنش متفاوت کلروفیل به تنش‌های محیطی ازجمله تنش خشکی در ارقام حساس و مقاوم و یا عدم تأثیر تنش بر غلظت کلروفیل ارائه شده است (Castrillo and Calcargo, 1989). نقش عمده کلروفیل‌ها در سرعت بخشیدن به واکنش‌های فتوسنتزی ازجمله واکنش‌های نوری و از این طریق تأثیر بر افزایش سطوح تولید گیاه است. کاهش مقدار رنگیزه‌های فتوسنتزی در شرایط تنش خشکی می‌تواند عمدتاً به دلیل ممانعت از بیوسنتز کلروفیل‌های جدید، تخریب ساختمان کلروپلاست و دستگاه فتوسنتزی، فتواکسیداسیون کلروفیل‌ها و فعال شدن آنزیم‌های تجزیه‌کننده کلروفیل از طریق کلروفیلاز و اختلالات هورمونی باشد (Santos, 2004). مفاخری و همکاران (Mafakheri et al., 2010) دریافتند با افزایش سطوح تنش خشکی میزان کلروفیل برگ کاهش می‌یابد ولی نسبت کلروفیل a/b افزایش می‌یابد. همچنین جلیل و همکاران (Jaleel et al., 2009) بیان کردند که رنگیزه‌های گیاهی مهم‌ترین قسمت گیاه برای کسب نور و تولید محصول هستند و میزان هر دو کلروفیل وابسته به رطوبت خاک است. در این آزمایش میزان کلروفیل a وb تحت تأثیر کود دامی افزایش پیدا کرد که با نتایج به‌دست‌آمده توسط قوش و همکاران (Ghosh et al., 2004) مطابقت دارد. پسرکلی (Pessarkli, 1989) بیان کرد که دوام فتوسنتز و حفظ کلروفیل برگ تحت شرایط تنش خشکی ازجمله شاخص‌های فیزیولوژیک مناسب جهت ارزیابی مقاومت به تنش خشکی هستند.

### *کاروتنوئید*

تیمارهای تنش خشکی، کود دامی و گونه اثر بسیار معنی‌داری بر روی میزان کاروتنوئید دارا بودند و در بین اثرات متقابل دوگانه، اثر متقابل تنش خشکی در گونه بر میزان کاروتنوئید در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار گردید اما اثر متقابل سه‌گانه تنش خشکی در کود دامی در گونه معنی‌دار نگردید (جدول ۲). بیشترین میزان کاروتنوئید از تیمار ۳۳ درصد ظرفیت زراعی و گونه آویشن باغی و کمترین میزان از تیمار ۶۷ درصد ظرفیت زراعی و گونه آویشن دنایی به دست آمد که با تیمارهای ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی و گونه آویشن باغی، ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی و گونه آویشن دنایی و ۳۳ درصد ظرفیت زراعی و گونه آویشن دنایی تفاوت معنی‌داری ازنظر آماری دارا نبود (شکل ۳ الف). در بین سطوح کودی، بالاترین میزان کاروتنوئید از شرایط عدم استفاده از کود دامی به دست آمد (شکل ۳ ب). یکی از صدمات مهمی که در شرایط تنش خشکی ایجاد می‌شود تخریب مولکول کلروفیل است و به دنبال این تخریب، گیاه رنگی به نظر می‌رسد که دلیل آن افزایش رنگیزه‌های محافظ مانند کاروتنوئید و آنتوسیانین است (Zhang et al., 2010). تحت شرایط تنش خشکی کلروفیل‌سازی متوقف می‌گردد (Muller et al., 2010) و کاروتنوئیدها در این شرایط قادرند انرژی زیاد طول‌موج‌های کوتاه را گرفته و با کاهش رادیکال‌های آزاد نقش آنتی‌اکسیدانی خود را ایفا نمایند (Inze and Montagu, 2000). به‌طورکلی کاروتنوئیدها آخرین رنگ‌دانه‌هایی هستند که تجزیه‌شده و از بین می‌روند و گونه‌هایی که بتوانند محتوی کاروتنوئید بیشتری داشته باشند، در

www.SID.ir

Archive of SID

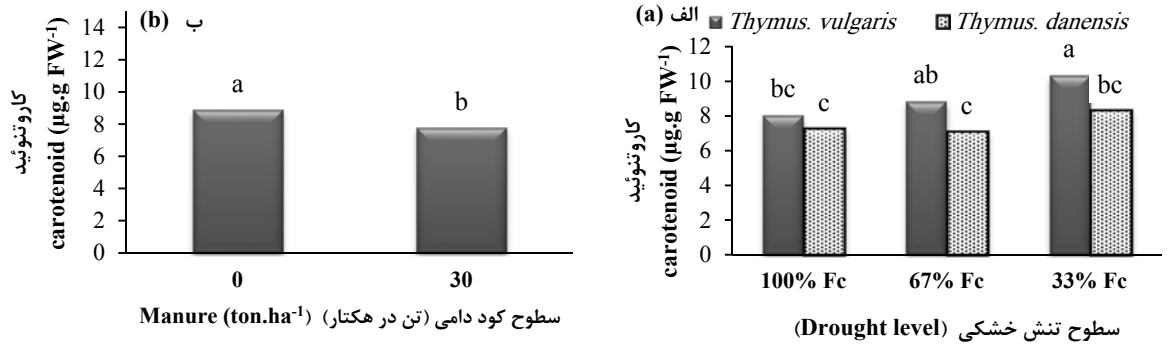
مقابل گونه‌های اکسیژن فعال، دفاع موفق‌تری خواهند داشت و در مقابل تنش خشکی تحمل بیشتری از خود نشان می‌دهند (Noctor and Foyer, 1998).

### *آنتوسیانین*

تنش خشکی، کود دامی و گونه گیاهی میزان آنتوسیانین را در سطح احتمال ۱٪ تحت تأثیر قراردادند. همچنین در بین اثرات دوگانه اثر متقابل تنش خشکی در گونه در سطح احتمال ۱٪ و اثر متقابل تنش خشکی در کود دامی در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار گردید (جدول ۲). با افزایش سطوح تنش خشکی میزان آنتوسیانین در هر دو گونه مورد آزمایش افزایش پیدا کرد اما گونه آویشن باغی میزان آنتوسیانین بیشتری را دارا بود و بالاترین میزان آنتوسیانین از تیمار ۳۳ درصد ظرفیت زراعی و گونه آویشن باغی و کمترین میزان آنتوسیانین از تیمار ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی و گونه آویشن دنایی به دست آمد که با تیمار ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی و گونه آویشن باغی، ۶۷ درصد ظرفیت زراعی و گونه آویشن دنایی ازنظر آماری تفاوت معنی‌داری دارا نبود (شکل ۴ الف). همچنین در شرایط کاربرد کود دامی به دلیل کاهش اثرات تنش خشکی میزان آنتوسیانین کاهش پیدا کرد به‌طوری‌که بالاترین میزان آنتوسیانین از تیمار ۳۳ درصد ظرفیت زراعی و عدم کاربرد کود دامی و کمترین میزان از تیمار ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی و مصرف ۳۰ تن در هکتار کود دامی به دست آمد (شکل ۴ ب). دلیل افزایش آنتوسیانین تحت شرایط تنش خشکی می‌تواند نقش محافظتی (محافظت از ساختمان کلروفیل در اثر نور زیاد) این رنگیزه باشد. آنتوسیانین‌ها می‌توانند به‌عنوان آنتی‌اکسیدان، خاموش‌کننده و یا جاروکننده گونه‌های فعال اکسیژن در گیاهان عمل کنند (Syvacy and Sokmen, 2004). آنتوسیانین‌ها مشابه کاروتنوئیدها رنگیزه محافظ بوده که گیاه را در برابر تنش فتواکسیداتیو محافظت می‌کنند (Chalker-Scott, 2002). گزارش شده است که مقدار آنتوسیانین در بگونیا در شرایط تنش افزایش یافته است این افزایش به علت نقش حفاظت نوری آنتوسیانین به‌وسیله حذف مستقیم ROS در طول تنش اکسیداتیو است (Zhang et al., 2010). افزایش کاروتنوئیدها و آنتوسیانین‌ها در گیاهان تحت تنش به‌واسطه نقش حفاظتی این رنگیزه‌ها است که باعث محافظت کلروفیل در برابر اکسیداسیون نوری می‌شوند (Chalker-Scott, 2002). نتایج این آزمایش در ارتباط با افزایش آنتوسیانین مطابق با نتایج ژانگ و همکاران (Zhang et al., 2010) است.

### *قرائت کلروفیل‌متر*

این صفت در سطح احتمال ۱ درصد تحت تأثیر سطوح مختلف تنش خشکی، کود دامی و گونه قرار گرفت؛ اما اثرات متقابل دوگانه تنش خشکی در گونه، تنش خشکی در کود دامی و اثر گونه در کود دامی و اثر متقابل سه‌گانه تنش خشکی در گونه در کود دامی معنی‌دار نگردید (جدول ۲). نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تنش خشکی باعث کاهش محتوی کلروفیل گردید (جدول ۴).

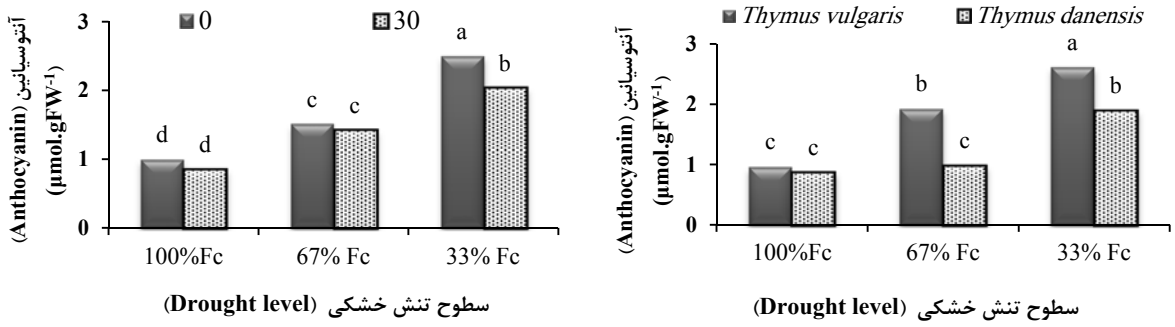



**شکل ۳. (الف) اثر متقابل سطوح تنش خشکی در گونه بر روی میزان کاروتنوئید. (ب) اثر سطوح کود دامی بر روی میزان کاروتنوئید. اختلاف ستون‌هایی که دارای حروف الفبایی مشابه هستند ازلحاظ آماری در سطح حداقل ۵ درصد (LSD) معنی‌دار نیست.**

**Fig. 3. (A) The interaction of drought stress levels in the species on carotenoid. (B) The effect of manure on Carotenoids. Differences of the columns that have the same alphabets one are not statistically significant at 5% (LSD) level of significance.**

www.SID.ir

Archive of SID




**شکل ۴. (الف) اثر متقابل سطوح تنش خشکی در گونه بر روی میزان آنتوسیانین. (ب) اثر سطوح کود دامی بر روی میزان کاروتنوئید. اختلاف ستون‌هایی که دارای حروف الفبایی مشابه هستند ازلحاظ آماری در سطح حداقل ۵ درصد (LSD) معنی‌دار نیست.**

**Fig 4. (A) The interaction of drought stress levels in the species on anthocyanin. (B) The effect of manure on Anthocyanin. Differences of the columns that have the same alphabets one are not statistically significant at 5% (LSD) level of significance.**

مفاخری و همکاران (Mafakheri et al, 2010) گزارش کردند که تنش خشکی باعث کاهش کلروفیل برگ می‌گردد و بیان کردند که آنزیم‌های کلروفیلاز و پراکسیداز از عوامل مؤثر در کاهش کلروفیل در شرایط تنش خشکی هستند. در مقابل کود دامی باعث افزایش میزان صفت مذکور گردید (جدول ۴). در این تحقیق مصرف کود دامی با تأمین عناصر غذایی ضروری برای رشد گیاه، سبب افزایش سبزینگی و عملکرد کمی (وزن خشک) گیاه گردید که مطابق با نتایج اشرف و همکاران (Ashraf et al., 2001) است. همچنین بین گونه‌های موردمطالعه ازنظر بررسی این صفت تفاوت معنی‌داری وجود داشت و گونه آویشن دنایی بالاترین میزان این صفت را دارا بود (جدول ۴). گزارش‌شده که بین میزان کلروفیل a و b و عدد SPAD رابطه مثبت و معنی‌داری وجود دارد و افزایش عدد SPAD نشان‌دهنده افزایش محتوی کلروفیل در واحد سطح برگ است (Barraclough and Kate, 2001). شایان‌ذکر است که نتایج حاصل از کلروفیل‌متر دستی طبق گزارش یادوا (Yadava, 1989) می‌تواند با برآورد محتوی کلروفیل به روش دقیق و آزمایشگاهی عصاره‌گیری مرتبط باشد و در این تحقیق بین محتوی کلروفیل‌های a وb با شاخص کلروفیل بر اساس روش کلروفیل‌متر دستی همبستگی مثبتی مشاهده گردید (جدول ۵). به نظر می‌رسد علّت افزایش غلظت کلروفیل در شرایط شاهد افزایش وزن مخصوص برگ باشد بدین ترتیب که وقوع تنش ملایم با کاهش اندازه سلول سبب کاهش سطح برگ می‌گردد که نتیجه آن تجمع سلول‌های بیشتری در واحد سطح برگ و افزایش غلظت کلروفیل برگ است (Nonami and Boyer, 1997). بااین‌وجود در تنش‌های شدید ترکیباتی تولید و فرآیندهایی فعال می‌شوند که علیرغم افزایش وزن مخصوص برگ به کاهش غلظت کلروفیل نسبت به شرایط شاهد می‌انجامد. کاهش سنتز کمپلکس اصلی رنگ‌دانه کلروفیل، تشدید فعالیت آنزیم‌های کلروفیلاز و پراکسیداز، تولید ترکیبات فنلی، افزایش رادیکال‌های فعال اکسیژن و آسیب رساندن به غشاء کلروپلاست و اختلال در جذب نیتروژن از خاک به‌عنوان مهم‌ترین عوامل کاهنده غلظت کلروفیل در تنش‌های شدید شناخته‌شده‌اند (Tambussi et al., 2010).

### *وزن خشک برگ و ساقه*

تنش خشکی، کود دامی و گونه اثر معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد بر روی صفت وزن خشک برگ و ساقه دارا بودند؛ اما اثرات متقابل دوگانه تنش خشکی در گونه، تنش خشکی در کود دامی و گونه در کود دامی و اثر متقابل سه‌گانه تنش خشکی در گونه در کود دامی بر روی این صفات معنی‌دار نگردید (جدول ۳). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که با افزایش سطوح تنش خشکی از شاهد (۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی) به ۳۳ درصد ظرفیت زراعی وزن خشک برگ و ساقه کاهش پیدا کرد و این میزان کاهش به ترتیب برابر ۳۱/۰۹ و ۲۱/۶ درصد بود (جدول ۵). به‌طوری‌که بالاترین و کمترین میزان عملکرد خشک برگ و بالاترین و کمترین میزان عملکرد خشک ساقه به ترتیب از شرایط آبیاری شاهد (۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی) و بالاترین سطح تنش آبی (۳۳ درصد ظرفیت زراعی) به دست آمد (جدول ۴). پتروپلوس و همکاران (Petropoulos et al., 2008) گزارش کردند افزایش سطوح

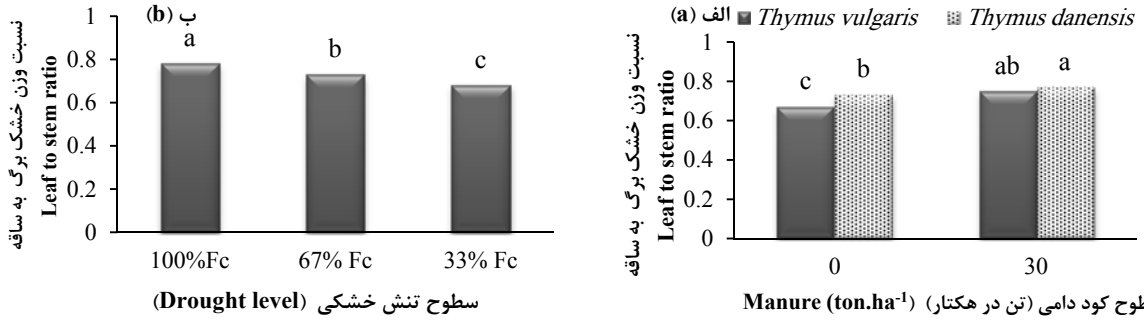
www.SID.ir

Archive of SID

تنش خشکی سبب کاهش وزن برگ و ساقه در گیاه جعفری گردید. گزارش‌شده که کاهش وزن خشک برگ و ساقه احتمالاً نتیجه اختلال در فتوسنتز، تعرق و فرایندهای متابولیکی گیاه است (Monteiro et al., 1990). آلبوچی و همکاران (Albuchi et al., 2003) دلیل کاهش وزن خشک اندام‌های هوایی را تخصیص بیشتر بیوماس تولیدی گیاه به ریشه‌ها نسبت دادند. استفاده از کود دامی در این آزمایش تا حدی اثرات منفی تنش خشکی را کاهش داده است به‌گونه‌ای که بین سطوح کودی، بالاترین میزان وزن خشک برگ ($g.p^{-}$ ۷/۱۷[1]) و ساقه ($9/31g.p^{-1}$) از شرایط استفاده از کود دامی به دست آمد (جدول ۴). همچنین بین دو گونه مورد آزمایش، گونه آویشن دنایی وزن خشک برگ و ساقه بیشتری را نسبت به گونه آویشن باغی برخوردار بود (جدول ۵). کود دامی باعث افزایش وزن خشک اندام هوایی در گیاه می‌گردد. اصلاح خواص فیزیکی خاک و قابلیت دسترسی گیاه آویشن به عناصر غذایی بیشتر می‌تواند دلیل عمده افزایش عملکرد رویشی گیاه تحت شرایط استفاده از کود دامی بوده باشد. افزایش عملکرد خشک آویشن باغی در اثر استفاده از کود دامی گزارش شده است. نتایج مشابهی توسط هنداوی و همکاران (Hendawy et al., 2010) و مرادی و همکاران (Moradi et al., 2014) در گیاه آویشن، تهامی و همکاران (Tahami et al., 2010) در گیاه دارویی ریحان (*Ocimum basilicum* L.) گزارش شده است.

### *نسبت وزن خشک برگ به ساقه*

اثر معنی‌دار تنش خشکی در سطح ۱ درصد بر روی نسبت وزن خشک برگ به ساقه نشان داد (جدول ۳) با افزایش سطوح تنش خشکی از شاهد (۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی) به ۳۳ درصد ظرفیت زراعی نسبت وزن خشک برگ به ساقه به میزان ۱۲/۸ درصد کاهش پیداکرده و بیشترین مقدار این نسبت از شرایط ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی و کمترین آن از بالاترین سطح تنش آبی (۳۳ درصد ظرفیت زراعی) به دست آمد (شکل ۵ ب). همچنین در بین اثرات متقابل دوگانه و سه‌گانه؛ اثر متقابل دوگانه گونه در کود دامی در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار گردید (جدول ۳). با کاربرد کود دامی نسبت وزن خشک برگ به ساقه افزایش پیدا کرده است و بیشترین مقدار صفت مذکور از تیمار ۳۰ تن در هکتار کود دامی و گونه آویشن دنایی و کمترین میزان از تیمار عدم استفاده از کود دامی و گونه آویشن باغی به دست آمد (شکل ۵ الف). در این آزمایش، در شرایط تنش خشکی تلفات برگ و درنتیجه درصد برگ‌های خشک افزایش و درصد برگ‌های باقی‌مانده روی گیاه نسبت به حالت شاهد کاهش یافت، درنتیجه با کاهش تعداد برگ، نسبت وزن برگ خشک به ساقه کاهش یافت. تحت شرایط کاربرد کود دامی به دلیل بهبود وضعیت فیزیکی خاک و فراهمی بیشتر آب و مواد غذایی نسبت به شرایط عدم کاربرد کود دامی، این نسبت افزایش پیدا کرد.




**شکل ۵. (الف) اثر متقابل سطوح کود دامی در گونه بر روی نسبت وزن خشک برگ به ساقه. (ب) اثر سطوح مختلف تنش خشکی بر روی نسبت وزن خشک برگ به ساقه. اختلاف ستون‌هایی که دارای حروف الفبایی مشابه هستند ازلحاظ آماری در سطح حداقل ۵ درصد (LSD) معنی‌دار نیست.**

**Fig. 5. (A) The interaction of manure in the species on Leaf to stem ratio. (B) The effect drought stress on Leaf to stem ratio. Differences of the columns that have the same alphabets one are not statistically significant at 5% (LSD) level of significance.**

www.SID.ir

Archive of SID

**جدول ۳. مقادیر میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس داده‌های مربوط به وزن خشک برگ، وزن خشک ساقه، نسبت وزن خشک برگ به ساقه، وزن خشک گل و عملکرد خشک کل (TDM).**

**Table 3. Values of mean squares in the analysis of variance of the data regarding of Leaf dry weight, Shoot dry weight, Leaf to stem ratio, Flower dry weight and Total Dry Matter.**

| S.O.V منابع تغییر | درجه آزادی df | وزن خشک برگ Leaf dry weight | وزن خشک ساقه Shoot dry weight | نسبت وزن خشک برگ به ساقه Leaf to stem ratio | وزن خشک گل Flower dry weight | عملکرد خشک کل Total Dry Matter |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Replication تکرار | 2 | 10.08** | 13.33** | 0.0037** | 6.02** | 67.29** |
| Drought stress تنش خشکی | 2 | 17.01** | 13.46** | 0.031** | 15.53** | 136.92** |
| Species گونه | 1 | 76.50** | 110.77** | 0.01234** | 245.65** | 1221.15** |
| Manure کود دامی | 1 | 26.28** | 25.99** | 0.03** | 5.93** | 160.31** |
| Drought stress×Species تنش خشکی×گونه | 2 | 0.48 ns | 0.53 ns | 0.00021 ns | 6.54** | 12.18* |
| Drought stress Manure تنش خشکی×کود دامی | 2 | 0.11 ns | 0.29 ns | 0.000049 ns | 0.0059 ns | 0.76 ns |
| Species×Manure گونه×کود دامی | 1 | 0.92 ns | 1.81 ns | 0.0028* | 1.38** | 12.16* |
| Drought×Specie ×Manure تنش خشکی×گونه×کود دامی | 2 | 0.04 ns | 0.0049 ns | 0.00077 ns | 0.042 ns | 0.037 ns |
| Error خطا | 22 | 0.74 | 1.07 | 0.00046 | 0.15 | 3.99 |
| C.V (%) ضریب تغییرات | | *13.69* | *12.24* | *2.94* | *7.09* | *9.79* |

میانگین‌های با حروف مشابه در هر ستون اختلاف معنی‌داری در سطح 5٪ ندارند.

Means that have the same alphabetical statistically significant in at least 5% (LSD) is not significant.

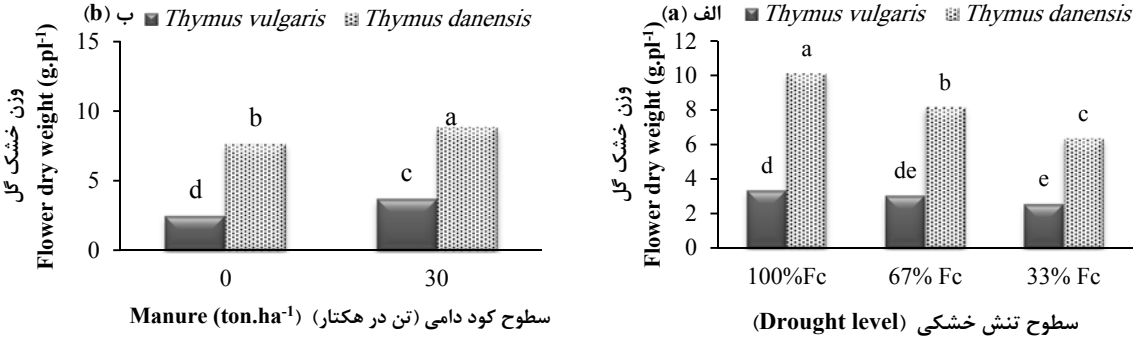
### وزن خشک گل

اثر متقابل دوگانه تنش خشکی در گونه معنی‌دار گردید (جدول ۳). با افزایش سطوح تنش خشکی عملکرد خشک گل در هر دو گونه کاهش پیدا کرد. مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که با افزایش سطوح تنش خشکی از شاهد به ۳۳ درصد ظرفیت زراعی وزن خشک گل ۳۳/۶ درصد کاهش پیدا کرد (جدول ۴)؛ و بیشترین وزن خشک گل از تیمار ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی و گونه آویشن دنایی و کمترین میزان از تیمار ۳۳ درصد ظرفیت زراعی و گونه آویشن باغی به دست آمد (شکل ۶ الف). تحت شرایط تنش خشکی سطح برگ و رنگیزه‌های فتوسنتزی کاهش پیدا کردند و کاهش انتقال این مواد به سمت گل‌ها شده که درنهایت باعث کاهش عملکرد خشک گل می‌گردد که با نتایج شابرا و همکاران (Shubhra et al., 2004) مطابقت دارد. همچنین اثر معنی‌دار متقابل دوگانه کود دامی در گونه بیانگر اثر مثبت و معنی‌دار کود دامی بر روی وزن خشک گل بود (جدول ۳). با کاربرد کود دامی وزن خشک گل در هر دو گونه مورد آزمایش افزایش پیدا کرد و این افزایش در گونه آویشن دنایی بیشتر از آویشن باغی بود (شکل ۶ ب). به‌طورکلی کود دامی با در دسترس قرار دادن عناصر غذایی موردنیاز برای رشد در افزایش تولید گل در گیاهان تحت تیمار کودی مؤثر است. در این آزمایش تحت شرایط استفاده از کود دامی تعداد گل در بوته افزایش پیدا کرد و این موضوع باعث افزایش وزن خشک گل گردیده است. در آزمایش بررسی اثر کودهای دامی روی دو گیاه دارویی بابونه (*Matricaria chamomilla* L.) و همیشه‌بهار (*Calendula officinalis* L) گزارش گردید که کاربرد این کودها افزایش عملکرد گل و بهبود کیفیت دارویی گردید (Sanches Govin et al., 2005). همچنین آرانکن و همکاران (Arancon et al., 2004) افزایش عملکرد گل در طی استفاده از کودهای دامی در سطح بالای تنش را مربوط به تأثیر آن در افزایش عناصر غذایی خاک و فراهم آوردن قابلیت جذب آن‌ها توسط گیاه گزارش کردند. اثرات مطلوب کود دامی به‌کاربرده شده در این آزمایش می‌تواند به دلیل

www.SID.ir

Archive of SID

نگهداری بیشتر آب در محیط ریشه گیاهان و همچنین فراهم کردن شرایط تغذیه‌ای بهتر برای گیاه باشد که این تفاوت به‌وضوح در شرایط مزرعه قابل‌رؤیت بود و در نتایج آزمایش نیز نمایان گردیده است و با نتایج گواهی و همکاران (Govahi et al., 2015) مطابقت دارد.




**شکل ۶. (الف) اثر متقابل سطوح تنش خشکی در گونه بر روی وزن خشک گل. (ب) اثر متقابل سطوح کود دامی در گونه بر روی وزن خشک گل. اختلاف ستون‌هایی که دارای حروف الفبایی مشابه هستند ازلحاظ آماری در سطح حداقل ۵ درصد (LSD) معنی‌دار نیست.**

**Fig 6. (A) The interaction of drought stress levels in the species on flower dry weight. (B) The interaction of manure in the species Flower dry weight. Differences of the columns that have the same alphabets one are not statistically significant at 5% (LSD) level of significance.**

**جدول ۴. مقادیر میانگین برخی از صفات تحت تأثیر عوامل اصلی آزمایش**

**Table 4. The mean some of the traits affected by main factors.**

| تیمارهای آزمایش Treatment | شاخص کلروفیل SPAD Chlorophyll index | وزن خشک ساقه Shoot dry weight (g/pl) | وزن خشک برگ Leaf dry Weight (g/pl) | وزن خشک گل Flower dry weight (g/pl) | وزن خشک کل Total dry matter(g/pl) | کلروفیل a Cha (mg/g) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **تنش خشکی Drought** | | | | | | |
| **100% Fc** | 43.56 a | 9.38 a | 7.46 a | 6.75 a | 23.61 a | 8.62 a |
| **67% Fc** | 39.9 b | 8.69 b | 6.41 b | 5.62b | 20.74 b | 7.46 b |
| **33% Fc** | 37.19 c | 7.30 c | 5.08 c | 4.48 c | 16.87 c | 6.94 c |
| **گونه Species** | | | | | | |
| **آویشن باغی *Thymus vulgaris*** | 30.24 b | 6.71 b | 4.86 b | 3.01 b | 14.58 b | 6.78 b |
| **آویشن دنایی *Thymus daenensis*** | 49.86 a | 10.21 a | 7.79 a | 8.23 a | 26.23 a | 8.57 a |
| **کود دامی Manure** | | | | | | |
| **عدم کود دامی No manure** | 38.22 b | 7.61 b | 5.47 b | 5.21b | 18.29 b | 7.1 b |
| **۳۰ تن در هکتار 30 Ton. ha-1** | 41.88 a | 9.31 a | 7.17 a | 6.02 a | 22.25 a | 8.25 a |

میانگین‌های با حروف مشابه در هر ستون اختلاف معنی‌داری در سطح 5٪ ندارند.

Means that have the same alphabetical statistically significant in at least 5% (LSD) is not significant.

www.SID.ir

Archive of SID

***وزن خشک کل (TDM[1])***

در این آزمایش تنش خشکی، گونه و کود دامی اثر معنی‌دار (در سطح احتمال ۱ درصد) را بر روی عملکرد خشک کل به خود اختصاص دادند (جدول ۳). همچنین در بین اثرات متقابل دوگانه، اثرات متقابل دوگانه تنش خشکی در گونه و کود دامی در گونه در سطح احتمال ۵٪ بر روی عملکرد خشک کل در گیاه معنی‌دار گردید (جدول ۳). اثر متقابل دوگانه تنش خشکی در گونه نشان که با افزایش سطوح تنش خشکی عملکرد خشک کل در هر دو گونه آویشن باغی و دنایی کاهش پیدا می‌کند و بیشترین میزان عملکرد خشک کل در گیاه از تیمار ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی و گونه آویشن دنایی و کمترین میزان عملکرد خشک کل در گیاه از تیمار ۳۳ درصد ظرفیت زراعی و گونه آویشن باغی به دست آمد (شکل ۷ الف). رفتار عمومی گیاهان در شرایط تنش، کاهش تولید وزن تر و خشک گیاه است (Farooq et al., 2009)؛ زیرا راندمان تولید گیاه با ایجاد و گسترش تنش خشکی و در پی آن کاهش پتانسیل آب، کاهش می‌یابد (Shao et al., 2008). به‌طورکلی وزن خشک گیاه، نشان‌دهنده توانایی گیاه در تولید و ذخیره مواد پرورده ساخته‌شده در طی فصل رشد است و تولید ماده خشک گیاهی به‌عنوان تابعی از نور جذب‌شده در طول دوره رشد و راندمان استفاده از نور تحت تأثیر ساختار کانوپی و شرایط محیطی است (Beheshti et al., 2002). با کاهش رشد سلول تحت تنش خشکی، اندازه اندام‌های هوایی گیاه محدودشده و به همین دلیل است که موجب کاهش وزن خشک تولیدشده در گیاه می‌گردد (Ashraf and Foolad, 2007). همچنین در شرایط تنش خشکی رشد و توسعه برگ‌ها محدود می‌گردد (Mandal et al., 2008) و متعاقب با کاهش سطح برگ، جذب نور توسط گیاه کاهش می‌یابد، علاوه بر این کارایی مصرف نور نیز کاهش یافته و نهایتاً میزان کل فتوسنتز در گیاه نیز کاهش پیدا می‌کند و بدیهی است که با محدود شدن فرآورده‌های فتوسنتزی در شرایط کمبود آب، رشد گیاه و نهایتاً عملکرد آن کاهش پیدا می‌کند (Ashraf and Foolad, 2007). بحرینی‌نژاد و همکاران (Bahreininejad et al., 2013) گزارش کردند که تنش رطوبتی باعث کاهش وزن خشک اندام هوایی می‌گردد. نتایج خوشخو مقدم و همکاران (Khashu Moghadam et al., 2011) نشان داد که تنش خشکی اثر معنی‌داری بر کاهش وزن تر و خشک اندام هوایی و ریشه گیاه بابونه دارد. طی آزمایش تنش خشکی با دورهای آبیاری ۵، ۷ و ۱۰ روزه بر روی آویشن باغی مشخص گردید که با افزایش دور آبیاری و شدت بخشیدن به تنش خشکی وزن تر و خشک و ارتفاع گیاه کاهش یافت (Sharafzade and Zare., 2011). رزمجو و همکاران (Razmjoo et al., 2008) گزارش کردند که تنش آب باعث کاهش قابل‌توجهی در وزن تر و خشک بابونه آلمانی گردید. به‌طورکلی با توجه به دلایل ذکرشده برای کاهش وزن خشک، می‌توان نتیجه گرفت که اندام‌زایی، تولید سطح برگ بیشتر با افزایش تعداد برگ، جلوگیری از بر هم خوردن تنظیم اسمزی و یونی و همچنین ممانعت از اختلال-های متابولیسمی در هنگام تنش توسط گیاه می‌تواند راه‌حلی در جهت ایجاد مقاومت به تنش و نیز افزایش عملکرد نهایی و بیوماس کل تلقی گردد (Penuelas et al., 1997). در این آزمایش با کاربرد کود دامی میزان وزن خشک کل نسبت به شرایط عدم استفاده از کود دامی در هر دو گونه موردبررسی افزایش پیدا کرد و بیشترین مقدار صفت مذکور از تیمار آویشن دنایی و کاربرد ۳۰ تن در هکتار کود دامی به دست آمد (شکل ۷ ب) که بیانگر اثرات مثبت کود دامی بر صفات رویشی و درنهایت وزن خشک کل بوده است. اثرات مثبت کودهای دامی بر عملکرد کمی گیاهان دارویی آویشن باغی (Hendawy et al., 2010) و رزماری (Leithy et al., 2006) گزارش شده است.

***همبستگی صفات موردمطالعه با عملکرد کمی***

باراکلوگ و کیت (Barraclough and Kate, 2001) گزارش کردند که بین میزان کلروفیل a ($r = 0.84^{**}$) و b ($r = 0.87^{**}$) و عدد SPAD رابطه مثبت و بسیار معنی‌داری وجود دارد (جدول ۵) و افزایش عدد SPAD نشان‌دهنده افزایش محتوی کلروفیل در واحد سطح برگ است و در این تحقیق بین محتوی کلروفیل‌های a وb با شاخص کلروفیل بر اساس روش کلروفیل‌متر دستی همبستگی مثبتی مشاهده گردید. به‌طورکلی کلروفیل مهم‌ترین رنگیزه گیاهی مؤثر در فتوسنتز و سنتز کربوهیدرات‌ها در گیاهان به شمار می‌رود و هر عامل تنش‌زایی که بر مقدار کلروفیل گیاهان اثر بگذارد می‌تواند کمیت و کیفیت محصول گیاه را تحت تأثیر قرار دهد که در این آزمایش با همبستگی بسیار معنی‌دار و مثبتی که بین

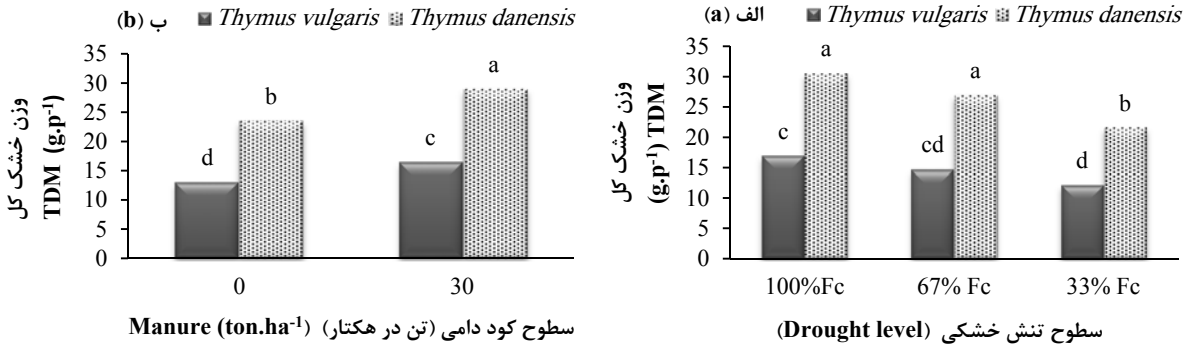
[1] Total Dry Matter

www.SID.ir

Archive of SID

کلروفیل a ($r = 0.89^{**}$) و b ($r = 0.96^{**}$) با عملکرد کمی وجود دارد کاملاً مطابقت دارد. همچنین همبستگی منفی و معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد بین میزان کارتنوئید ($r = -0.63^{*}$) و منفی و بسیار معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد بین آنتوسیانین ($r = -0.72^{**}$) با عملکرد کمی وجود داشت (جدول ۵). از طرف دیگر همبستگی بین کارتنوئید و آنتوسیانین ($r = 0.78^{**}$) مثبت و معنی‌دار بود اما همبستگی آنتوسیانین با کلروفیل a ($r = -0.75^{**}$) و b ($r = -0.82^{**}$) منفی و معنی‌دار بود و کاروتنوئید نیز دارای همبستگی منفی و معنی‌دار با کلروفیل a ($r = -0.72^{**}$) و b ($r = -0.68^{*}$) به ترتیب در سطح احتمال یک درصد و پنج درصد بود (جدول ۵). به‌طورکلی کلروفیل مهم‌ترین رنگیزه گیاهی مؤثر در فتوسنتز و سنتز کربوهیدرات‌ها در گیاهان به شمار می‌رود و هر عامل تنش‌زایی که بر مقدار کلروفیل گیاهان اثر بگذارد می‌تواند کمیت و کیفیت گیاه را تحت تأثیر قرار دهد که در این آزمایش با همبستگی بسیار معنی‌دار و مثبتی که بین عملکرد کمی و کلروفیل وجود دارد؛ کاملاً مطابقت دارد؛ بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که تنش خشکی با کاهش معنی‌دار مقدار کلروفیل a و b در کاهش وزن خشک گیاه تأثیرگذار است که با نتایج احمدی و سی‌وسه مرده (Ahmadi and Ceiocemardeh, 2004) مطابقت دارد.

بین عملکرد کمی و وزن خشک برگ ($r = 0.98^{**}$)؛ ساقه ($r = 0.98^{**}$)؛ نسبت برگ به ساقه ($r = 0.73^{**}$) و گل ($r = 0.97^{**}$) همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد وجود داشت و این همبستگی بین اجزاء عملکرد با یکدیگر نیز مثبت و معنی‌دار بود (جدول ۵). بالاترین همبستگی بین کلروفیل a، وزن خشک برگ، ساقه و وزن خشک گل با عملکرد کمی مشاهده گردید که بسیار معنی‌دار و مثبت بود.




**شکل ۷. (الف) اثر متقابل سطوح تنش خشکی در گونه بر روی وزن خشک گل. (ب) اثر متقابل سطوح کود دامی در گونه بر روی وزن خشک کل. اختلاف ستون‌هایی که دارای حروف الفبایی مشابه هستند ازلحاظ آماری در سطح حداقل ۵ درصد (LSD) معنی‌دار نیست.**

**Fig. 7. (A) The interaction of drought stress levels in the species on total dry weight. (B) The interaction of manure in the species on total dry weight. Differences of the columns that have the same alphabets one are not statistically significant at 5% (LSD) level of significance.**

## نتیجه‌گیری

هرچند در شرایط تنش خشکی عملکرد کمی و اجزای عملکرد در گونه‌های آویشن موردمطالعه کاهش پیدا کرد اما با کاربرد کود دامی تا حدی از اثرات سوء تنش خشکی بر عملکرد گیاه کاسته شده است. کود دامی احتمالاً با افزایش مواد آلی خاک موجب افزایش درصد خلل و فرج خاک و درنهایت رشد و گسترش بیشتر ریشه گیاهان در خاک شده و جذب آب و عناصر غذایی در گیاه را بهبود بخشیده و باعث بهبود شرایط و افزایش عملکرد کمی کل گردیده. در شرایط تنش خشکی بالاترین مقدار عملکرد و اجزای عملکرد از تیمار کاربرد کود دامی نسبت به عدم کاربرد کود دامی به‌دست‌آمده است که علت این مسئله را می‌توان این‌گونه بیان کرد که با تیمار کود دامی وضعیت خاک بهبودیافته و براثر تغذیه مناسب گیاه، رشد و فتوسنتز آن افزایش می‌یابد و درنتیجه عملکرد خشک اندام هوایی بالا می‌رود، بنابراین می‌توان بیان

www.SID.ir

Archive of SID

کرد که طی بروز تنش خشکی، کود دامی (۳۰ $t.ha^{-1}$) تأثیر مثبتی بر گیاه آویشن برخوردار بوده است به همین دلیل مصرف کودهای دامی در مدیریت منابع غذایی و رطوبتی و در شرایط تنش خشکی جهت حصول عملکرد کمی مطلوب قابل توصیه است. همچنین در این آزمایش محتوی کارتنوئید و آنتوسیانین که هر دو رنگیزه محافظتی بوده در گونه آویشن باغی بیشتر از گونه آویشن دنایی بوده ولی ازآنجایی‌که این‌گونه محتوی کلروفیل کمتری را دارا بوده می‌توان نتیجه گرفت که با افزایش رنگیزه‌های محافظتی انرژی بیشتری برای تحمل در برابر تنش و حفظ بقاء در این شرایط صرف کرده و لذا رشد رویشی، اندام‌زایی و گل‌دهی و درنهایت عملکرد کمی کمتری را نسبت به گونه آویشن دنایی دارا بوده است که با توجه به این نتایج می‌توان بیان کرد گونه آویشن دنایی می‌تواند رشد موفقیت‌آمیزی در مناطق اقلیمی خشک و نیمه‌خشک دارا باشد.

**جدول ۵. مقادیر همبستگی بین صفات مورد ارزیابی در آزمایش.**

**Table 5. Correlation between traits in the experiment.**

| | کلروفیل a Chl a | کلروفیل b Chl b | کاروتنوئید Carotenoid | آنتوسیانین Anthocyanin | شاخص کلروفیل SPAD | وزن خشک برگ LDW | وزن خشک ساقه SDW | وزن خشک برگ به ساقه LDW/SDW | وزن خشک گل FDW | عملکرد کمی TDM |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| کلروفیل a Chl a | 1 | | | | | | | | | |
| کلروفیل b Chl b | 0.92** | 1 | | | | | | | | |
| کاروتنوئید Carotenoid | -0.72** | -0.68* | 1 | | | | | | | |
| آنتوسیانین Anthocyanin | -0.75** | -0.82** | 0.87** | 1 | | | | | | |
| شاخص کلروفیل SPAD | 0.84** | 0.87** | -0.55* | -0.61* | 1 | | | | | |
| وزن خشک برگ Leaf dry weight | 0.93** | 0.97** | -0.72** | -0.79** | 0.89** | 1 | | | | |
| وزن خشک ساقه Shoot dry weight | 0.91** | 0.95** | -0.71** | -0.75** | 0.93** | 0.98** | 1 | | | |
| وزن خشک برگ به ساقه LDW/SDW | 0.83** | 0.83** | -0.77** | -0.84** | 0.59* | 0.83** | 0.75** | 1 | | |
| وزن خشک گل Flower dry weight | 0.82** | 0.91** | -0.48 ns | -0.63* | 0.97** | 0.91** | 0.93** | 0.61* | 1 | |
| عملکرد کمی Total Dry Matter | 0.89** | 0.96** | -0.63* | -0.72** | 0.95** | 0.98** | 0.98** | 0.73** | 0.97** | 1 |

ns، *و ** به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد هستند.

*and **: Significant at the 5% and 1% probability levels, respectively, ns: Non- Significant

## منابع


Abdullaev, F.I., Espinosa-Aguirre, J.J., 2004. Biomedical properties of saffron and its potential use in cancer therapy and chemoprevention trials. Cancer Detection and Prevention Journal, 28(6). 426-432.

Ahmadi, A., Ceiocemardeh, A., 2004. Effect of drought stress on soluble carbohydrate, chlorophyll and Proline in four adopted wheat cultivars with various climate of Iran. Iranian Agriculture Science Journal. 35, 753-763. [In Persian with English Summary].

Albouchi, A., Bejaoui, Z., El Aouni, M.H., 2003. Influence d'un stress hydrique moderate and


www.SID.ir

Archive of SID

several croissance de jeunes plants de Casuarina glauca. Se´cheresse, 14, 137-142.

Arancon, N.Q., Galvis, P.A., Edwards, A., 2004. Suppression of insect pest populations and damage to plants by vermicomposts. Bioreource Technology 96(10), 1137-1142.

Asbaghian, S., Shafaghat, A., Zarea, K., Kasimov, F., Salimi, F., 2011. Comparison of volatile constituents, and antioxidant and antibacterial activities of the essential oils of *Thymus caucasicus*, *Thymus. kotschyanus* and *Thymus. vulgaris*. Natural Product Communication. 6(1), 137–140.

Ashraf, M., Shabaz, M., Ashraf, MY., 2001. Influence of nitrogen supply and water stress on growth and nitrogen, phosphorus, Potassium and calcium contents in pearl Millet. Biologica Plantarum. 44(3), 459-462.

Ashraf, M., Foolad, M. R., 2007. Roles of glycine betaine and proline in improving plant abiotic stress resistance. Environmental and Experimental Botany. 59, 206-216.

Bahreininejad, B., Razmjoo. J., Mirza, M., 2013. Influence of water stress on morpho-physiological and phytochemical traits in *Thymus daenensis*. International Journal of Plant Production. 7(1), 151-166.

Barraclough, P.B., Kyte, J., 2001. Effect of water stress on chlorophyll meter readings in winter wheat. In: Horst W.J. et al. (eds.), Plant Nutrition. Developments in Plant and Soil Sciences, vol 92. Springer, Dordrecht.

Beheshti, A., Koocheki, A., Nasiri Mahallati, M., 2002. The effect of planting pattern on light interception and radiation use efficiency in canopy of three maize cultivars. *Seed and Plant.* 18(4), 417-431. [In Persian with English Summary].

Blaise, D., Singh, J.V., Bonde, A.N., Tekale, K.U., Mayee, C.D., 2005. Effects of farmyard manure and fertilizers on yield, fiber quality and nutrient balance of rain fed cotton (*Gossypium hirsutum*). Bioresource Technology. 96, 345-349.

Castrillo, M., Calcargo, A.M., 1989. Effect of water stress and rewatering on ribulose 1, 5-bisphosphate carboxylase activity, chlorophyll and protein contents in two cultivars of tomato. Horticulture Science. 64, 717-724.

Chalker-Scott, L., 2002. Do anthocyanins function as osmoregulators in leaf tissues? Advances in Botanical Research. 37, 103-106.

Emam, Y., Aziz, E., Hendawi, S.F., Azza, A.E., Omer, E.A., 2008. Effect of soil type and irrigation intervals on plant growth, essential oil yield and constituents of *Thymus vulgaris* plant. American-Eurasian Journal Agriculture and Environment Science. 4(4), 443-450.

Fallah, A., Ghalavand, M., Khajehpour, R., 2007. Effects of animal manure incorporation methods and its integration with chemical fertilizer on yield and yield components of maize (*Zea mays* L.) in Khorramabad, Lorestan. Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources. 40(11), 233-243.

Farooq, M., Wahid. A., Kobayashi, N., Fujita, D., Basra, S.M.A., 2009. Plant drought stress effects. Mechanisms and management. Agronomy for Sustainable Development, 29, 185-212.

Ghosh, P.K., Ajay, K.K., Bandyopadhyay, M.C., Manna, K.G., Mandal, A.K., Hati, K.M., 2004. Comparative effectiveness of cattle manure, poultry manure, phosphocompost and fertilizer-NPK on three cropping system in vertisols of semi-arid tropics. II. Dry matter yield, nodulation, chlorophyll content and enzyme activity. Bioresource Technology. 95, 85-93.

Govahi, M., Ghalavand, A., Najafi, F., Sorooshzade, A., 2015. Comparing different soil fertility systems in Sage (*Salvia officinalis*) under water deficiency. Industrial Crop and Products. 74, 20-27.

Griffe, P., Metha, S., Shankar, D., 2003. Organic Production of Medicinal, Aromatic and Dye Yielding Plants (MADPs): Forward, Preface and Introduction, FAO. 2, 52-63.

Hendawy, S.F., Azza, A.E., Aziz, E., Omer, E.A., 2010. Productivity and oil quality of *Thymus vulgaris* L. under organic fertilization conditions. Ozean Journal of Applied Sciences 3(2), 203-216.

Thomson PDR Staff, 2004. PDR Thomson for Herbal Medicines. Third edition, Thomson Healtcare, NY. 435p.

Hidalgo, P., Sindoni, M., Matta, F., Nagel, D.H., 2005. Earthworm Casting Increase Germination Rate and Seedling Development of cucumber. Journal of Plant Production 3(1), 28-41.

Inze, D., Montagu, M.V., 2000. Oxidative Stress in Plant. Tj International Ltd, Padstow, Cornawall, Great Britain, 321p.

www.SID.ir

Archive of SID

Jaleel, C.A., Manivannan, P., Wahid, A., Farooq, M., Al-Juburi, H.J., Somasundaram, R., Panneerselvam, R., 2009. Drought stress plants: A review on morphological characteristics and pigments composition. International Journal of Agriculture and Biology. 11, 100-105.

Khakshu Moghaddam, Z., Lahuti, M., Ganjali, A., 2011. Evaluation of drought stress using PEG on germination and morphological features of dill. Iranian Journal of Horticulture Science. 25(2), 185–193. [In Persian with English Summary].

Kleinawachter, M., Paulsen, J., Bloem, E., Schnug, E., Selmar, D., 2014. Moderate drought and signal transducer induced biosynthesis of relevant secondary metabolites in thyme (*Thymus vulgaris*), greater celandine(*Chelidonium majus*) and parsley(*Petroselinum crispum*). Industrial Crops and Products. 64(1), 158-166.

Koocheki, A., Tabrizi, L., Ghorbani, R., 2008. Effect of biofertilizers on agronomic and quality criteria of Hyssop (*Hyssopus officinalis* L). Iranian Journal of Field Crops Research. 6(1), 127 - 37. [In Persian with English Summary].

Leithy, S., El-Meseiry, T.A., and Abdallah, E.F., 2006. Effect of biofertilizers, cell stabilizer and irrigation regime on Rosemary herbage oil yield and quality. Journal of Applied Research. 2, 773 - 9.

Lichtenthder, H. K., 1987. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. Methods in Enzymology. 148, 350-382.

Mafakheri, A., Ciosemardeh, A., Jaleel, P., 2010. "Effect of drought stress on yield, proline and chlorophyll contents in three chickpea cultivars. Australian Journal of Crop Science 4(8), 580-585.

Mandal, K., Saravanan, R., Maiti, S., 2008. Effect of different levels of N, P and K on downy mildew (*Peronospora plantaginis*) and seed yield of *Plantago ovata*. Crop Protection 27(6), 988-995.

Mohammadkhani, N., Heidari, R., 2007. Effects of water stress on respiration, photosynthetic pigments and water content in tow Maize cultivar. Pakistan Journal of Biological Science. 10(22), 4022-4028.

Monteiro de Paula, F., Pham Thi, A.T., Vieira da Silva, J., Justin, A.M., Demandre, C., Mazliak, P., 1990. Effects of water stress on the molecular species composition of polar lipids from (*Vigna unguiculata* L.) Walp. Leaves. Plant Science. 66, 185-193.

Moradi, P., Ford-Lioyd, B., and Pritchard, J., 2014. Plant-water responses of different medicinal plant thyme (*Thymus* spp.) species to drought stress condition. Australian Journal of Crop Science. 8(5), 666-673.

Muller, T., Luttchwager, D., Lentzsch, P., 2010. Recovery from drought stress at the shooting stage in oilseed crop (*Brassica napus* L). Journal of Agronomy and Crop Science. 196(2), 81-89.

Nikolic, M., Glamoclija, J., Ferreira, I.C.F.R., Calhelha, R.C., Fernandes, A., Markovic, T., Markovic, D., Giweli, A., Sokovic, M., 2014. Chemical composition, antimicrobial, antioxidant and antitumor activity of *Thymus serpyllum* L., *Thymus algeriensis Boiss*. and Reut and *Thymus vulgaris* L. Essential oils. Industrial Crops and Products. 52, 183-190.

Noctor, G. and Foyer, C.H., 1998. Ascorbate and glutathione: Keeping active oxygen under control. Annual. Review. Plant Physiology. Plant Molecule. Biology. 49, 249-279.

Nonami, H., Wu, Y., Boyer, J.S., 1997., Decreased growth-induced water potential a primary cause of growth inhabitation at low water potentials. Plant Physiology. 114, 501-509.

Omidi, H., Movahadi, F., Movahadi, SH., 2012. The effect of salicylic acid and scarification on germination characteristics and proline, protein and soluble carbohydrate content of Prosopis (*Prosopis farcta* L.) seedling under salt stress. Range and Desert Research. 18(4), 608-623.

Penuelas, J., Isla, R., Filella, I., Araus, J.L., 1997. Visible and near- infrared reflectance assessment of salinity effects on barley. Crop Science. 37, 198- 202.

Pessarakli. M., Huber, J.T., Tucker, T.C.., 1989. Protein synthesis in green beans under salt stress with two nitrogen sources. Journal of Plant Nutrition. 12, 1361-1377.

Petropoulos, S.A., Dimitra, D., Polissiou, M.G., Passam, H.C., 2008. The effect of water deficit stress on the growth, yield and composition of

www.SID.ir

Archive of SID

essential oils of parsley. Scientia Horticulture. 115, 393-397.

Razmjoo, K., Heydarizadeh, P., Sabzalian, M.R., 2008. Effect of salinity and drought stress on growth parameters and essential oil content of *Matricaria chamomile*. International Journal of Agriculture Biology. 10, 451-454.

Sanches Govin, E., Rodrigues Gonzales, H., Carballo Guerra, C., 2005. Influence de los a bonos organicos y biofertilizantes en la calidad de especies medicinales calendula officinalis L. *Matricaria recutita* L. Revista Cubana de Plantas Medicinales. 10(1), 1.

Santos, C., 2004. Regulation of chlorophyll biosynthesis and degradation by salt stress in sunflower leaves. Scienctica Horticulture. 103, 93-99.

Segvic Klaric, M., Kosalec, I., Mastelic, J., Pieckova, E., Pepeljnak, S., 2007. "Antifungal activity of thyme (*Thymus vulgaris* L.) Essential oil and thymol against moulds from damp dwellings". Letters in Applied Microbiology. 44, 36-42.

Shahidi, A., Kashkuli, H.A., and Zamani, G.R., 2006. Estimation of production functions for wheat cultivars under simultaneous salinity and deficit irrigation conditions in Birjand region. Agricultural Sciences and Technology Journal. 5, 397-410. [In Persian with English Summary].

Shahnazi, S., Khalighi Sigaroudi, F., Ajani, Y., Yazdani, D., Ahvazi, M., Taghi Zad Shaalan, MN., 2007. Influence of biofertilizers and chicken manure on growth, yield and seeds quality of (*Nigella sativa* L.) plants. Egyptian Journal of Agricultural Research. 83, 811 - 28.

Shao, H. B., Chu, L. Y., Jaleel, C.A., Zhao, C.X., 2008. Water-deficit stress-induced anatomical changes in higher plants. Comptes Rendus Biologies. 331, 215–225.

Sharafzadeh, S., Zare, M., 2011. Effect of drought stress on qualitative and quantitative characteristics of some medicinal plants from Lamiaceae family. Advances in Environmental Biology. 5(8), 2058-2062.

Shubhra, K., Dayal, J., Goswami, G.L., Munjal, R., 2004. Effects of water-deficit on oil of Calendula aerial parts. Biologia Plantarum. 48(3), 445-448.

Singh, O., Khanam, Z., Misra, N., Srivastava, M.K., 2011. Chamomile *Matricaria chamomilla* L.: an overview. Pharmacognosy Review. 5(9), 95-82.

Syvacy, A., Sokmen, M., 2004. Seasonal changes in antioxidant activity, total phenolic and anthocyanin constituent of the stems of two *Morus* species (*Morus alba* L. and *Morus nigra* L). Plant Growth Regulation. 44(3), 251-256.

Tahami Zarandi, M.K., Rezvani Moghaddam, P., Jahan, M., 2010. Comparison of the effects of organic and chemical fertilizer on the percentage and yield of essential oil of (*Ocimum basilicum* L.). Journal of Agroecology. 2(1), 63-74. [In Persian with English Summary].

Tambussi, E.A., Bartoli, C.G., Bettran, J. Guiamet, J.J., Araus, J.C., 2000. Oxidative damage to thylakoids proteins in water stressed leaves of wheat (*Triticum aestivum* L.). Plant Physiology. 108, 398-404.

Tesfamariam, E.H., Annandale, J.G., Steyn, J.M., 2010. Water stress effects on winter canola growth and yield. Agronomy Journal, 102(2), 658-666.

Turgut, I., Bilgili, U., Duman, A., Acikgoz, E., 2005. Effect of green manuring on the yield of sweet corn. Agronomy Sustainable Development. 25, 1-5.

Wanger, G.J., 1979. Content and vacuole/ extra vacuole distribution of neutral sugars, free amino acids, and anthocyanins in protoplast. Plant Physiology. 64, 88-93.

Yadava, U., 1989. A rapid and nondestructive method to determine chlorophyll in intact leaves. Horticulture Science. 21, 1449-1450.

Zhang, K.M., Yu, H.J., Shi, K., Zhou, Y.H., Yu, J.Q., Xia, X.J., 2010. Photoprotective roles of anthocyanin in *Begonia semperflorens*. Plant Science. 179(3), 202-208.

www.SID.ir