University of Tehran Press

Journal of Crops Improvement

Online ISSN: 2345-6957

Homepage: https://jci.ut.ac.ir/

Investigate of Biochemical and Yield Traits Dragon's Head Ecotypes Using Some Anti-Transpirant Agents In Rain-Fed Condition

Saeedeh Kermani Poorbaghaei[1] | Majid Pouryousef[2]✉ | Ali Reza Yousefi[3] | Masoud Rafiee[4]

1. Department of Plant Production Engineering and Genetics, Faculty of Agriculture, University of Zanjan, Zanjan, Iran. E-mail: s.pourbaghaei@itvhe.ac.ir
2. Department of Plant Production Engineering and Genetics, Faculty of Agriculture, University of Zanjan, Zanjan, Iran. E-mail: pouryousef@znu.ac.ir
3. Department of Plant Production Engineering and Genetics, Faculty of Agriculture, University of Zanjan, Zanjan, Iran. E-mail: yousefi.alireza@znu.ac.ir
4. Lorestan Agricultural Research and Training Center, Khorramabad, Iran. E-mail: m.rafiei@areeo.ac.ir

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received: January 22, 2022
Received in revised form: September 04, 2022
Accepted: September 12, 2022
Published online: April 16, 2023

Keywords:
Biomass yield,
catalase,
grain yield,
peroxidase,
protein.

ABSTRACT

In order to evaluate the biochemical properties of dragon's head (*Lallemantia iberica* L.) ecotypes' using some anti-perspirants in rainfed conditions in the crop year 2018, an experiment has been conducted in Karaj and Khorramabad regions. The experiment is based on a randomized complete block design (RCBD) with a factorial arrangement, consisted of three replications. The first factor involves four different ecotypes of dragon's head (Kurdistan, Takab, Nazarkahrizi, and Kalibar) and the second factor includes three anti-transpirant compounds (kaolin with a concentration of 5%, chitosan with a concentration of 1%, and Ista with a concentration of 2%) as well as no anti-transpirant (control). The results show that using anti-transpirants has increased the amount of the activity of catalase and peroxidase enzymes. Ista anti-transpirant has had a greater effect on enzyme activity than kaolin and chitosan. The highest amount of peroxidase and catalase (0.51-0.39 unit mg/protein) are obtained from the ecotypes of Kurdistan treated with Ista and Karaj cultivation, respectively. In addition, the highest grain yield and biomass yield are obtained from treatment with chitosan, which has increased by 4% to 20%, compared to the control, respectively. Based on the results, using anti-transpirants in dryland cultivation conditions improves most of the studied yield traits and biochemical traits compared to the control.

Cite this article: Kermani Poorbaghaei, S., Pouryousef, M., Yousefi, A. R., & Rafiee, M. (2023). Investigate of Biochemical and Yield Traits Dragon's Head Ecotypes Using Some Anti-Transpirant Agents In Rain-Fed Condition. *Journal of Crops Improvement*, 25 (1), 177-195. DOI: https://doi.org/10.22059/jci.2022.337815.2666

© The Authors.
Publisher: University of Tehran Press.
DOI: https://doi.org/10.22059/jci.2022.337815.2666

انتشارات دانشگاه تهران

به زراعی کشاورزی

شاپا الکترونیکی: ۶۹۵۷-۲۳۴۵

Homepage: https://jci.ut.ac.ir/

ارزیابی صفات بیوشیمیایی و عملکرد توده‌های بالنگوی شهری با کاربرد برخی مواد ضدتعرق در شرایط دیم

سعیده سادات کرمانی پوربقائی[۱] | مجید پوریوسف[۲]✉ | علیرضا یوسفی[۳] | مسعود رفیعی[۴]

۱. گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران. رایانامه: s.pourbaghaei@itvhe.ac.ir

۲. نویسنده مسئول، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران. رایانامه: pouryousef@znu.ac.ir

۳. گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران. رایانامه: yousefi.alireza@znu.ac.ir

۴. مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی لرستان، خرم‌آباد، ایران. رایانامه: m.rafiei@areeo.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله: مقالهٔ پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۱/۰۲

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۰۶/۱۳

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۶/۲۱

تاریخ انتشار: ۱۴۰۲/۰۱/۲۷

کلیدواژه‌ها:
پراکسیداز،
پروتئین،
عملکرد دانه،
عملکرد زیست‌توده،
کاتالاز.

چکیده

به‌منظور ارزیابی خصوصیات بیوشیمیایی توده‌های بالنگوی شهری (*Lallemantia iberica* L.) کاربرد برخی مواد ضدتعرق در شرایط دیم در سال زراعی ۱۳۹۸-۱۳۹۷ آزمایشی در دو منطقه کرج و خرم‌آباد اجرا شد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با دو فاکتور در سه تکرار اجرا شد. فاکتور اول شامل چهار توده بالنگوی شهری (کردستان، تکاب، نظرکهریزی و کلیبر) و فاکتور دوم شامل سه‌ماده ضدتعرق (کائولین با غلظت پنج‌درصد، کیتوزان با غلظت یک‌درصد و ایستا با غلظت ۲ درصد) و عدم کاربرد ماده ضدتعرق (شاهد) موردبررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد کاربرد مواد ضدتعرق موجب افزایش میزان فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و پراکسیداز شد. ماده ضدتعرق ایستا نسبت به کائولین و کیتوزان بر فعالیت آنزیم‌ها تأثیر بیش‌تری داشت. به‌طورطوری‌که بیش‌ترین میزان پراکسیداز و کاتالاز به‌ترتیب (۰/۳۹ و ۰/۵۱ واحد/ میلی‌گرم در پروتئین) از توده کردستان تحت تیمار ایستا و کشت در کرج به‌دست آمد. هم‌چنین بیش‌ترین عملکرد دانه و عملکرد زیست‌توده از تیمار با کیتوزان حاصل شد، که نسبت به شاهد به‌ترتیب (۲۰- ۴ درصد) افزایش داشت. براساس نتایج، استفاده از مواد ضدتعرق در شرایط کشت دیم کرج موجب بهبود صفات عملکرد و بیوشیمیایی موردبررسی نسبت به شاهد شد.

استناد: کرمانی پوربقائی، س. س.، پوریوسف، م.، یوسفی، ع. ر. و رفیعی، م (۱۴۰۲). ارزیابی صفات بیوشیمیایی و عملکرد توده‌های بالنگوی شهری با کاربرد برخی مواد ضدتعرق در شرایط دیم. *به‌زراعی کشاورزی*، ۲۵ (۱)، ۱۷۷-۱۹۵. DOI: https://doi.org/10.22059/jci.2022.337815.2666

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

© نویسندگان.

CC BY NC

۱. مقدمه

در حال حاضر، کشت گیاهان دارویی و اصلاح توده‌های مهم و ارزشمند دارویی در سرلوحه برنامه کشاورزی و صنعتی جوامع قرار گرفته است. کمبود آب در ایران به‌عنوان یک عامل محدودکننده کشت و پرورش گیاهان زراعی و دارویی مطرح می‌باشد. هر زمان که ازدست‌رفتن آب از طریق تعرق از تأمین آب در خاک بیش‌تر شود، تنش آب رخ می‌دهد. که این تنش اگر به‌مدت طولانی ادامه یابد بر تمام فرایندهای متابولیک گیاه تأثیر می‌گذارد و در نتیجه اغلب موجب کاهش تولید می‌شود. کم‌بودن منابع از یک طرف و افزایش جمعیت از طرف دیگر نیاز به استفاده مؤثرتر از آب، را در جهت افزایش عملکرد اجتناب‌ناپذیر می‌سازد. نقش آب در فیزیولوژی گیاهی به‌دلیل نقش حیاتی آن در تمام فرایندهای فیزیولوژیکی و هم‌چنین کمیت بالای موردنیاز آن برای گیاه بسیار مهم است (Koocheki *et al*., 2014). پژوهش‌گران همواره بـه‌دنبال روش‌هایی به‌منظـور کـاهش هدررفت آب حاصل از تعرق اندام‌های هوایی گیاه و نیز افزایش بهره‌وری مصرف آب بوده‌اند. انتخاب توده مقاوم به خشکی و استفاده از مواد ضدتعرق از روش‌های بسیار کارآمد در کاهش میزان هدررفت آب از طریق جریان تعرق می‌باشد. به‌طورکلی، تولید موفقیت‌آمیز گیاهان زراعی در مناطقی که دارای خشکی‌های مکرر و تنش کمبود آب هستند، با کاربرد روش‌های کاهنده مقدار تبخیر و تعرق، بهبود می‌یابد (Sheikha & Malki, 2011).

بالنگوی شهری با نام علمی (*Lallemantia iberica* L.) گونه‌ای ارزشمند از تیره نعناع است، که از اهمیت زیادی در ایران و جهان برخوردار بوده و در بیش‌تر فارماکوپه‌های معتبر از آن به‌عنوان یک گیاه دارویی نام برده شده و خواص درمانی آن موردتأیید قرار گرفته است (Mozaffarian, 2011). گیاهی علفی سردسیری و یک‌ساله، چندمنظوره با قابلیت‌ها و کاربردهای متنوع و فراوان است، که تمام قسمت‌های آن (برگ یا دانه) از لحاظ اقتصادی مورداستفاده قرار می‌گیرد. از موارد مصرف بالنگوی شهری می‌توان به تولید روغن از دانه، تولید موسیلاژ یا لعاب از دانه، تولید اسانس از اندام رویشی گیاه، کاربرد کنجاله دانه (بعد از روغن‌کشی) به‌عنوان غذایی برای انسان و دام، استفاده از برگ و سرشاخه‌های سبز گیاه قبل از گل‌دهی به‌عنوان سبزی و کاربرد به‌عنوان کود سبز اشاره کرد (Majnoon-Hosseini & Davazdah-Emami, 2007). مواد مؤثره موجود در بالنگوی شهری به‌طور عمده از نوع اسانس و موسیلاژ است. هم‌چنین روغن بالنگوی شهری دارای کاربردهای غذایی، روشنایی، روغن جلا، روغن نقاشی، روغن گریس و دارویی می‌باشد (Jones &Valamoti, 2005). بالنگو با توجه به ویژگی‌های دارویی و صنعتی و نقش آن در کشاورزی، گیاهی چندمنظوره به‌شمار می‌آید (Abdollahi *et al*., 2013).

گیاهان در طبیعت به‌طور مداوم در معرض انواع تنش‌های زنده و غیرزنده قرار می‌گیرند. از بین این تنش‌ها، تنش خشکی یکی از نامطلوب‌ترین عوامل رشد و بهره‌وری و تهدیدی جدی برای تولید محصول پایدار و امنیت مواد غذایی در شرایط تغییر اقلیم به‌شمار می‌رود. خشکسالی طیف گسترده‌ای از پاسخ‌های گیاه را از متابولیسم سلولی تا تغییر در سرعت رشد و عملکرد محصول را در برمی‌گیرد (Anjum *et al*., 2011).

خشکی یا تنش کمبود آب مهم‌ترین عامل محیطی است که اثرات شدید منفی بر عملکرد محصولات کشاورزی در سراسر جهان دارد، به‌ویژه هنگامی‌که تـنش آب در مرحله زایشی رخ دهد، تولید محصول را بیش‌تر تحت تأثیر قرار می‌دهد (Pareek *et al*., 2010).

تنش خشکی عملکرد و اجزای عملکرد بالنگوی شیرازی را کاهش داد. دلایلی که تنش‌های محیطی ازجمله خشکی رشد و توانایی فتوسنتزی گیاه را کاهش می‌دهند، اختلال در تعادل بین تولید و حذف رادیکال‌های آزاد اکسیژن است که منجر به تجمع گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) و القای تنش اکسیداتیو، خسارت به پروتئین‌ها، لیپیدهای غشا و سـایر

اجزای سلولی می‌شود (Fu & Huang, 2001). کاهش معنی‌دار صفات مختلف رشدی مانند تعداد برگ و وزن تر و خشک بوته تحت تنش کمبود آب در گیاهان دارویی گشنیز (*Coriandrum sativum* L.) و شوید (*Anethum graveolens* L.) گزارش شده است (Setayesh mehr *et al*., 2013; Nourzad *et al*., 2014).

اگر راهی عملی برای کاهش این مقدار تعرق (بیش از ۹۵ درصد) یافت شود، نیاز به آب به‌ویژه در مناطق خشک، تا حدود زیادی کم می‌شود. بدین‌ترتیب، با کاهش تعداد دفعات آبیاری از طریق کاهش سرعت تخلیه آب از خاک، با استفاده از یک ماده ضدتعرق می‌توان فواصل آبیاری را طولانی‌تر نمود و راندمان آبیاری را افزایش داد و تا حدودی کاهش عملکرد ناشی از کمبود آب را جبران نمود. کاربرد مواد ضدتعرق، یک ابزار نویدبخش برای تنظیم تعرق برای حفظ آب گیاه در حد مطلوب است (Goreta *et al*., 2007). یکی از مواردی که امروزه در بخش کشاورزی بسیار مطرح است، استفاده از مواد ضدتعرق زیستی و کاملاً بی‌خطر می‌باشد. از جمله این مواد بی‌خطر می‌توان به ترکیب ضدتعرق کیتوزان اشاره نمود. کیتوزان می‌تواند با افزایش رنگیزه‌های فتوسنتزی و حفظ آن‌ها تحت شرایط تنش شوری و فعال‌نمودن فعالیت تعدادی از آنزیم‌ها نظیر سوپر اکسیداز دیسموتاز و کاتالاز، مقاومت گیاه را در شرایط تنش افزایش دهد (Mahdavi & Rahhimi, 2013).

هم‌چنین در گیاهان تحت تنش خشکی محلول‌پاشی کیتوزان توانست خسارت ناشی از تنش خشکی با افزایش تنظیم‌کننده‌های اسمزی مانند پرولین و کاهش پراکسیداسیون لیپیدی غشا جبران نماید و تراوایی غشای سلول را کاهش دهد. در واقع کیتوزان با نقش حفاظتی خود می‌تواند باعث پایداری بیش‌تر غشاها شود (Emami Bistgani *et al*., 2011).

تأثیر کیتوزان بر برخی شاخص‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی در گیاه زنیان (*Carum copticum* L.) نشان داد، میزان فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت، ترکیبات فنلی، کلروفیل a، b، کربوهیدرات و پرولین نسبت به شاهد افزایش معنی‌داری یافته که حداکثر میزان در غلظت ۲۰۰ppm بود (Naderi *et al*., 2017). محلول‌پاشی کیتوزان در ژنوتیپ‌های عدس[1] درشرایط دیم نشان داد که تعداد غلاف در بوته، وزن صددانه، تعداد دانه در بوته، عملکرد دانه، کارایی مصرف آب و شاخص برداشت افزایش معنی‌داری داشته است (Jan-Mohammadi *et al*., 2014). کائولین نیز یک ماده معدنی طبیعی ضدتعرق حاوی سیلکات آلومینیوم بوده که قابل‌حل در آب و فاقد تأثیر مخرب زیست‌محیطی است. پوشش ایجادشده توسط کائولین روی برگ منفذدار بوده و در تبادل گازی گیاه اختلالی به‌وجود نمی‌آورد. این ماده پرتوهای فعال فتوسنتزی را از خود عبور داده و تا حدودی مانع از عبور پرتوهای مادون قرمز و ماورای بنفش می‌شود استفاده از ماده ضدتعرق کائولین نیز می‌تواند میزان تعرق را کاهش و ذخیره آب را برای مدت طولانی‌تر به‌همراه داشته باشد و روش مناسبی برای مناطق خشک و نیمه‌خشک می‌باشد. به‌منظور بررسی اثر محلول‌پاشی با مواد ضدتعرق جدید در این پژوهش از ماده ضدتعرق ایستا نیز استفاده شد. Rahmi *et al*. (2016) در بررسی ماده ضدتعرق ایستا بر روی انجیر سبز[2] در شرایط دیم دریافتند، ترکیب ایستا در غلظت پنج میلی‌لیتر درلیتر به‌طور معنی‌داری از کاهش میزان کلروفیل برگ در زمان برداشت جلوگیری نموده و این ترکیب میزان هدایت روزنه را کاهش داد، که نشان‌دهنده بسته‌شدن روزنه‌ها و کاهش تعرق شد.

با توجه به مشکلات کم‌آبی در کشور و کاربرد گسترده بالنگوی شهری در صنایع دارویی، آرایشی، بهداشتی و غذایی (Aghaei-Gharachorlou & Nasrollahzadeh, 2015)، این پژوهش به‌منظور بررسی کاربرد مواد ضدتعرق کیتوزان، کائولین و ایستا بر میزان اسانس، پاسخ‌های بیوشیمیایی و عملکرد توده‌های کردستان، تکاب، نظرکهریزی و کلیبر در دو منطقه اکولوژیکی (کرج و خرم‌آباد) تحت شرایط دیم، جهت تعیین پاسخ اکوفیزیولوژیک گیاه بالنگوی شهری اجرا شد.

1. *Lens culinaris* L.
2. *Ficus carica*

۲. مواد و روش‌ها

مطالعه حاضر در شرایط دیم در دو منطقه کرج (مرکز آموزش عالی کشاورزی امام‌خمینی با عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۴۶ دقیقه عرض شمالی و طول جغرافیایی ۵۰ درجه و۵۳ دقیقه طول غربی) و خرم‌آباد مرکز استان لرستان (ایستگاه تحقیقات کشاورزی سراب چنگایی خرم‌آباد با عرض جغرافیایی ۳۳ درجه و ۲۹ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۱۸ دقیقه شرقی) به‌صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با دو عامل در سه تکرار در سال زراعی ۱۳۹۸-۱۳۹۷ انجام شد. مشخصات جغرافیایی مزرعه و خاک محل آزمایش در جدول‌های (۱) و (۲) آورده شده است. دو فاکتور شامل، چهار توده بالنگوی شهری (کردستان، تکاب، نظرکهریزی و کلیبر) و سه ماده ضدتعرق (کائولین باغلظت پنج درصد، کیتوزان با غلظت یک درصد و ایستا[1] با غلظت (۲ درصد) و عدم کاربرد ماده ضدتعرق (شاهد) موردبررسی قرار گرفت. بذرها از مؤسسه تحقیقات دیم کشاورزی منطقه خرم‌آباد تهیه شد. میزان بذر مصرفی شش کیلوگرم در هکتار در هر منطقه درنظر گرفته شد. پس از یک شخم پاییزه در آبان‌ماه بعد از تسطیح و آماده‌سازی زمین کشت در تاریخ (۱۴ آبان‌ماه در خرم‌آباد و ۲۱ آبان‌ماه در کرج) به‌صورت ردیفی و دستی انجام شد. هر کرت مشتمل بر پنج خط کاشت به طول چهارمتر و فاصله خطوط ۳۰ سانتی‌متر با فاصله‌ای بین کرت‌ها نیم‌متر و بین تکرارها یکم‌تر در نظر گرفته شد. بذرها به فاصله یک‌سانتی‌متر از هم و حدوداً در عمق دو سانتی‌متری قرار داده شدند. پس از سبزشدن و استقرار بوته‌ها، در مرحله پنج برگی گیاهان تا ایجاد تراکم ۶۰ بوته در هر متر طولی تنک شدند (Sheykhi Sanandaji & Pirzad, 2019). کنترل علف‌های هرز در تیمارهای مربوطه و وجین، دو مرتبه با دست در طول فصل رشد انجام گرفت. لازم به ذکر است که علف هرز غالب مزرعه پیچک صحرایی بود.

هم‌چنین۵۰ کیلوگرم در هکتار کود سوپرفسفات تریپل قبل از کاشت و۵۰ کیلوگرم کود اوره در دو نوبت (هم‌زمان با کاشت، قبل از مرحله گلدهی) به‌صورت سرک استفاده شدند.

اولین محلول‌پاشی مواد ضدتعرق در فروردین‌ماه سال ۱۳۹۷ (۱۱ فروردین‌ماه در خرم‌آباد و ۱۸ فروردین‌ماه در کرج) و مرحله دوم به فاصله دو هفته پس از آن (۲۵ فروردین‌ماه در خرم‌آباد و ۸ اردیبهشت‌ماه درکرج) انجام شد که هر دو مرحله محلول‌پاشی توسط سم‌پاش موتوری در زمان غروب آفتاب و به‌طور در یکنواخت برای هر کرت انجام شد. مواد ضدتعرق از شرکت کیمیا سبزآور تهیه شد. کائولین با غلظت پنج درصد، کیتوزان با غلظت یک درصد (۱۰سی‌سی در هر لیتر) و ایستا با غلظت ۲ درصد (۲۰ سی‌سی در هر لیتر) در نظر گرفته شد، برای استفاده، هر یک از مواد ضدتعرق به‌طور جداگانه در یک سم‌پاش ۲۰ لیتری مجهز به میکسر حاوی آب ریخته شدند و پس از ایجاد حالت تعلیق، بر روی گیاهان مورد نظر در هر کرت طبق نقشه آزمایش اسپری شدند. ایستا جز مواد ضدتعرق جدیدی است. که در ایران تولید می‌شود و پایه‌ای اصلی تشکیل‌دهنده آن لاتکس است (جدول ۳). هم‌چنین در طول فصل رشد مراقبت‌های لازم شامل مبارزه با علف‌های هرز آفات و بیماری‌ها صورت گرفت.

جدول ۱. ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک محل جمع‌آوری توده‌های بذری آزمایش

مکان	عمق خاک (cm)	بافت خاک	نیتروژن (%)	پتاسیم ($mgkg^{-1}$)	فسفر ($mgkg^{-1}$)	اسیدیته
خرم‌آباد	۰-۳۰	لومی- رسی	۰/۸۱	۱۱۹/۷	۱۶/۸	۷/۵
کرج	۰-۳۰	لومی	۰/۵	۳۰۱/۸	۲۰/۳۳	۷

۱. ایستا (Ista): ایستا جز مواد ضد تعرق جدیدی است. که در ایران تولید می‌شود و پایه‌ای اصلی تشکیل‌دهنده آن لاتکس است.

جدول ۲. میانگین بارندگی، درجه حرارت و رطوبت نسبی محل جمع‌آوری نمونه‌ها طی فصل رشد بالنگوی شهری در سال ۹۸-۱۳۹۷

شاخص‌های هواشناسی	مکان	ماه‌های سال						
		آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد
دمای حداکثر (°C)	کرج	۱۶	۱۷/۵	۱۵/۹	۱۳/۶	۱۸/۲	۲۳/۷	۳۳/۲	۳۹/۱۴
	خرم‌آباد	۲۴	۱۹	۱۷/۱	۱۶/۶	۱۸/۸	۲۵/۹	۳۵/۸	۴۱/۶
دمای حداقل (°C)	کرج	۰	-۰/۸	-۵/۵	-۴/۴	-۲/۴	-۱/۱	۵/۸	۱۲/۶
	خرم‌آباد	۱/۲	-۲/۸	-۴/۱	-۲/۳	-۱/۲	۱/۷	۴/۶	۱۴
رطوبت نسبی حداکثر	کرج	۹۰/۳۳	۷۸/۹۰	۸۰/۷۷	۷۵/۷۱	۸۰/۶۷	۷۹/۷	۶۹/۱۲	۵۰/۱۶
	خرم‌آباد	۹۱/۹	۹۴/۹۰	۹۳/۹۶	۹۰/۹۶	۹۴/۸۷	۹۳/۰	۷۷/۲۹	۴۱/۵۶
رطوبت نسبی حداقل	کرج	۵۵/۲	۴۷/۵۴	۴۴/۴۸	۳۸/۴۶	۳۹/۴۱	۳۵/۹۳	۲۲/۳۸	۱۴/۵۳
	خرم‌آباد	۵۳/۶	۴۷/۶۴	۴۴/۴۱	۴۴/۱	۴۵	۳۴/۳۳	۲۰/۹۳	۱۱/۴۶
بارش (mm)	کرج	۶۵/۹۱	۳۶/۹۲	۶۹/۵۳	۱۲/۲۳	۷۰/۷۴	۴۱/۸۶	۱۲	۰/۰۲
	خرم‌آباد	۱۸۵/۴۴	۱۰۰	۱۷۰	۶۱	۲۵۲/۱۲	۱۲۸/۱۵	۵/۷۲	۰

منبع: سازمان هواشناسی کشور.

جدول ۳. ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی مواد ضدتعرق (شرکت کیمیا سبزآور)

ماده ضدتعرق	ماده مؤثر	نوع فرمولاسیون	شکل ظاهری	دانه‌بندی ذرات
کائولین (سپیدان WP95)	سیلیکات‌آلومینیوم	پودر قابل تعلیق در آب یا پودر وتابل (WP)	پودر نرم به رنگ سفید	کم‌تر از ۱۰ میکرون
کیتوزان (کیتوپلاس) KITO-PLUS (Chitin Derivaties)	پوسته کیتینی سخت‌پوستان آبزی مانند خرچنگ، لابستر، میگو و حشرات	مایع غلیظ قابل حل در آب(SL)	مایع به رنگ قهوه ای با بوی آبزیان	چگالی ۱/۲ گرم بر میلی‌لیتر
ایستا Ista (Anti-transpirant & Rain Fastness Adjuvant)	لاتکس طبیعی (شیره گونه‌هایی از درختان بومی جنوب شرق آسیا و ماده‌ای سازگار با محیط زیست)	مایع قابل حل در آب	مایع بی رنگ	-

از هر کرت آزمایشی، مساحتی برابر ۴/۵ مترمربع برداشت و پس از کوبیدن بوته‌های خشک‌شده و جداکردن دانه‌ها به‌وسیلهٔ غربال، عملکرد دانه و اجزای آن اندازه‌گیری شد. پس از برداشت بوته‌های خشک‌شده از هر کرت، وزن بوته‌ها با ترازوی دقیق آزمایشگاهی توزین شدند. سپس با استفاده از تقسیم تراکم بوته در مترمربع بر تعداد بوته نمونه‌برداری شده، ضریبی به‌دست آمد، که با ضرب کردن آن بر وزن خشک نمونه‌های فوق، عملکرد زیست‌توده برحسب کیلوگرم در مترمربع به‌دست آمد و سپس برحسب کیلوگرم درهکتار محاسبه شد.

محتوای نسبی آب برگ (RWC) طبق روش Ritchie & Nguyen (1990) اندازه‌گیری شد. سپس با قراردادن اعداد حاصل از توزین با ترازوی دارای دقت ۰/۰۰۰۱ در فرمول زیر RWC محاسبه شد:

$$RWC= Fw - Dw / Sw - Dw \times 100$$

که در آن، Fw: وزن تر برگ بلافاصله بعد از نمونه‌برداری، Dw: وزن خشک برگ بعد از قرار گرفتن در آون و Sw: وزن اشباع برگ بعد از قرار گرفتن در آب مقطر می‌باشد.

جهت استخراج اسانس از گیاه دارویی بالنگوی شهری نمونه‌ها در شروع مرحله گل‌دهی حدوداً ۱۷۰ روز پس از کاشت تهیه شدند. بعد از حذف اثر حاشیه‌ای تعداد ده بوته از هرپلات انتخاب و کل اندام هوایی گیاه برداشت و به آزمایشگاه منتقل می‌شود. بعد از پاک کردن بوته‌ها و زودودن گرد و خاک روی بوته‌ها، تا خشک‌شدن کامل گیاه نمونه‌ها هوا خشک شده سپس اسانس‌گیری به‌وسیله دستگاه کلونجر (مدل۱۰-۸۵۰۰۰ ، ایران) و با استفاده از روش تقطیر با آب انجام شد. به این منظور، ۳۰ گرم نمونه گیاهی (کل اندام هوایی) پودرشده و به‌دستگاه کلونجر (مدل ۱۰-۸۵۰۰۰، ایران) انتقال داده شد. عمل حرارت‌دهی نمونه‌ها به‌مدت دو ساعت تا تشکیل اسانس روغنی صورت پذیرفت (Shafagh-Kolvanagh & Dast borhan, 2017).

درصد اسانس بر مبنای وزن خشک ۱۰ بوته بالنگوی شهری از رابطه زیر محاسبه شد:

۱۰۰× (وزن نمونه به گرم / وزن اسانس حاصل از نمونه به گرم)= درصد اسانس

پس از تعیین درصد اسانس عملکرد اسانس نیز از روابط زیر محاسبه گردید (دست برهان ،۱۳۹۰).

درصد اسانس× عملکرد بخش مورد اسانس‌گیری در واحد سطح = عملکرد اسانس

برای سنجش پرولین برگ از روش Bates *et al*. (1973) استفاده شد. به این منظور ۰/۵ گرم از بافت گیاهی توزین و توسط ۱۰ میلی‌لیتر سولفوسالسیلیک‌اسید سه‌درصد مخلوط و ساییده شد و به‌صورت همگن درآمد، مخلوط همگن به‌مدت پنج دقیقه با سرعت ۴۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ گردید. سپس میزان جذب فاز قرمز رنگ در طول موج ۵۲۰ نانومتر با اسپکتروفتومتر (Labomed مدل UV-۳۲۰۰، آمریکا) ثبت شد و در نهایت غلظت پرولین نمونه‌ها با استفاده از منحنی استاندارد پرولین محاسبه و گزارش شد.

ابتدا جهت سنجش فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و پراکسیداز عصاره تهیه شد. به مقدار ۰/۰۵ گرم بافت تازه گیاهی در مرحله رسیدگی گیاه قبل از خشک‌شدن کامل حدوداً در اردیبهشت‌ماه ۲۳۰ روز پس از کاشت تهیه و در هاون چینی سرد با دو میلی‌لیتر بافر فسفات مونوسدیک ۰/۱ مولار با اسیدیته ۶/۸ همـوژن شد. هموژن حاصل به‌مدت ۱۵ دقیقه با ۱۶۰۰۰ دور در دقیقه در دمای چهار درجه سانتی‌گراد سانتریفیوژ شد. از فاز بالایی عصاره برای اندازه‌گیری فعالیت آنزیمی استفاده شد (Kar & Mishra, 1976).

سپس سنجش فعالیت آنزیم کاتالاز و پراکسیداز براساس روش Chance *et al*. (1955) برحسب میزان جذب نور به‌وسیله اسپکتروفتومتر (Labomed مدل UV-۳۲۰۰، آمریکا) محاسبه شد. فعالیت آنزیم کاتالازه همراه با تغییراتی انجام شد. به ۲/۸ میلی‌لیتر بافر فسفات منوسدیک (۵۰ میلی‌مولار) با اسیدیته برابر ۶/۸، عصاره آنزیمی (۱۰۰ میکرولیتر) و آب‌اکسیژنه ۱۵ میلی‌مولار (۱۰۰ میکرولیتر) اضافه شد. فعالیت آنزیمی با اضافه کردن آب‌اکسیژنه به مخلوط واکنش شروع شد. محلول بلانک حاوی ۲/۹ میلی‌لیتر بافر فسفات منو سدیک (۵۰ میلی‌مولار) با اسیدیته برابر ۶/۸ و ۱۰۰ میکرولیتر عصاره آنزیمی است. میزان کاهش جذب نور در طول موج ۲۴۰ نانومتر مابین زمان‌های ۱۵ و ۷۵ ثانیه بعد از اضافه‌کردن آب‌اکسیژنه اندازه‌گیری شد و برای محاسبه فعالیت آنزیم به‌کار رفت.

جهت سنجش فعالیت آنزیم پراکسیداز، ۲/۷ میلی‌لیتر بافر فسفات منوسدیک (۲۵ میلی‌مولار) با اسیدیته برابر ۶/۸، گایاکول ۲۰ میلی‌مولار (۱۰۰ میکرولیتر)، عصاره آنزیمـی (۱۰۰ میکرولیتر) و آب‌اکسیژنه ۴۰ میلی‌مولار (۱۰۰ میکرولیتر) اضافه شد. فعالیت آنزیمی با اضافه‌کردن آب‌اکسیژنه به مخلوط واکنش شروع شد. محلول بلانک حاوی ۸/۲ میلی‌لیتر بافر فسفات منوسدیک ۲۵ میلی‌مولار با اسیدتیه برابر ۶/۸ گایاکول ۲۰ میلی‌مولار (۱۰۰ میکرولیتر) و عصاره آنزیمی (۱۰۰ میکرولیتر) است. افزایش جذب نور در طول موج ۴۷۰ نانومتر مابین زمان‌های ۱۵ و ۷۵ ثانیه بعد از اضافه‌کردن آب‌اکسیژنه اندازه‌گیری شد و برای محاسبه فعالیت آنزیم به‌کار رفت.

نرمال‌بودن داده‌ها با استفاده آزمون کولموگروف- اسمیرنوف موردارزیابی قرار گرفت. تجزیه و تحلیل داده‌ها به‌صورت تجزیه مرکب با استفاده از نرم‌افزار MSTAT-C (نسخه 1.1.0) انجام شد. مقایسه میانگین تیمارها نیز با آزمون توکی محاسبه شد.

۳. نتایج و بحث

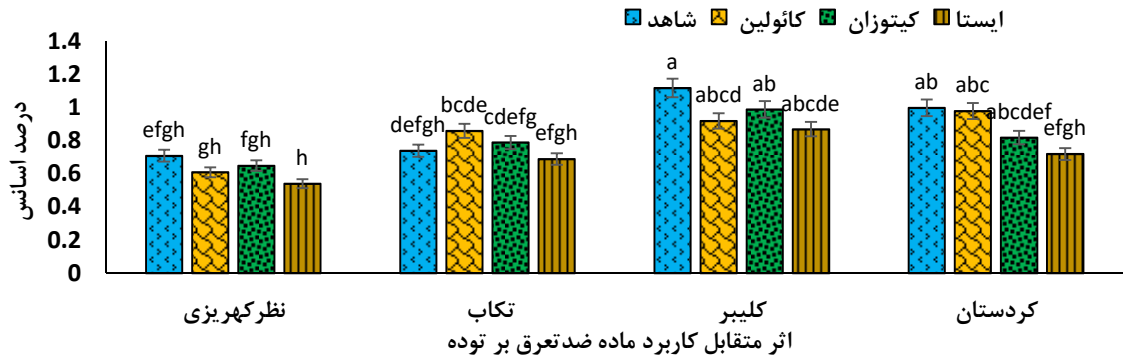
۳. ۱. درصد و عملکرد اسانس

درصد اسانس اندام هوایی بالنگوی شهری به‌طور معنی‌دار تحت تأثیر کاربرد مواد ضدتعرق، توده و مکان قرار گرفت

(جدول۴). به‌طوری‌که اثر متقابل دوگانه (توده× مکان) در سطح احتمال یک درصد و (توده× ماده ضدتعرق) در سطح احتمال پنج درصد بر درصد اسانس معنی‌دار شد (جدول ۴). هم‌چنین نتایج نشان داد عملکرد اسانس تحت تأثیر اثر اصلی مکان و اثر اصلی کاربرد مواد ضدتعرق قرار گرفت و در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد (جدول ۵). بیش‌ترین میزان عملکرد اسانس (۲/۳۷ گرم در مترمربع) از محلول‌پاشیی با ماده ضدتعرق کائولین به‌دست آمد. درحالی‌که تفاوت معنی‌داری بین کاربرد مواد ضدتعرق بر میزان عملکرد اسانس نبود و کم‌ترین میزان آن (۱/۳۸ گرم در مترمربع) از تیمار شاهد حاصل شد. هم‌چنین در بررسی اثر مکان بیش‌ترین میزان عملکرد اسانس به میزان (۲/۰۵ گرم در مترمربع) از کشت در کرج حاصل شد (جدول ۵). با توجه به نتایج این پژوهش، به‌نظر می‌رسد علت افزایش عملکرد اسانس در شرایط محلول‌پاشیی با مواد ضدتعرق نسبت به تیمار شاهد به‌دلیل افزایش صفات مرتبط با اجزای عملکرد باشد.

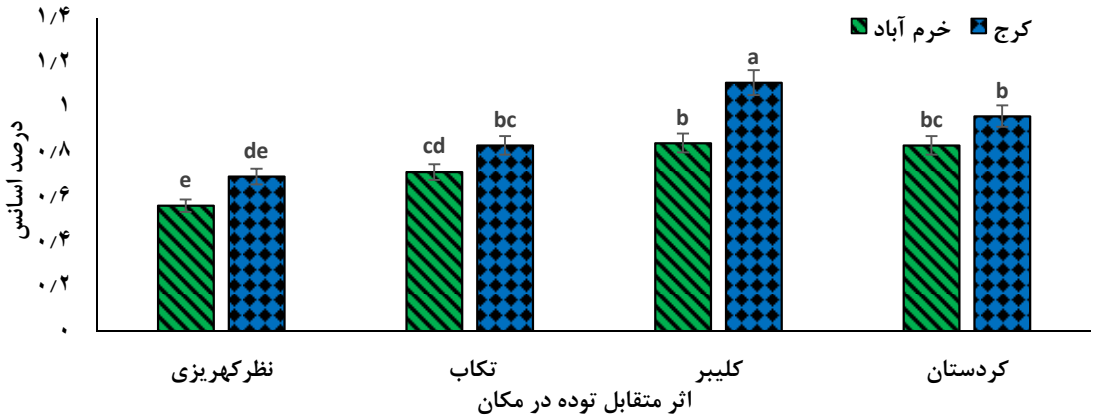
در بین توده‌های کشت‌شده بالنگوشهری در دو مکان بیش‌ترین میزان درصد اسانس (۱/۱۱ درصد) مربوط به توده کلیبر کشت‌شده در کرج بود و کم‌ترین آن به میزان (۰/۵۶ درصد) از توده نظرکهریزی کشت‌شده در خرم‌آباد به‌دست آمد (شکل ۱). هم‌چنین در بررسی اثر متقابل کاربرد مواد ضدتعرق بر توده‌های بالنگوشهری بیش‌ترین میزان درصد اسانس (۱/۱۲ درصد) از توده کلیبر تحت تیمار شاهد حاصل شد (شکل ۲). از نظر درصد اسانس بیش‌ترین میزان در تیمار شاهد مشاهده شد و این در حالی بود که بین سطوح مختلف ترکیبات ضدتعرق اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. ازآنجایی‌که عملکرد اسانس حاصلضرب درصد اسانس و عملکرد بخش هوایی می‌باشد. کاهش عملکرد اسانس در شرایط عدم کاربرد مواد ضدتعرق (شاهد) بر توده‌های بالنگوی شهری را می‌توان به کاهش رشد رویشی و عملکرد ماده خشک مربوط دانست.

اثر ترکیبات ضدتعرق طبیعی (کیتوزان، موسیلاژ اسفرزه و موسیلاژ بارهنگ) بر میزان اسانس ریحان[1] نشان داد، ترکیبات ضدتعرق میزان اسانس تولیدی در گیاه ریحان را نسبت به نمونه شاهد کاهش دادند. هم‌چنین بیش‌ترین عملکرد اسانس نیز در تیمار شاهد (۰/۱۹ میلی‌لیتر درگلدان) و کم‌ترین میزان در غلظت ۰/۵ درصد موسیلاژ (۰/۱۳ میلی‌لیتر درگلدان) مشاهده شد. با افزایش سطح تنش تا سطح متوسط (سطح دوم آبیاری) درصد اسانس در پیکره رویشی گیاه نسبت به تیمار شاهد آبیاری افزایش یافت، اما با افزایش سطح تنش این میزان کاهش یافت (Ameri *et al*., 2012). افزایش درصد اسانس با افزایش سطح تنش آبی توسط Ekren *et al*. (2012) گزارش شد. افزایش درصد اسانس گیاه دارویی همیشه‌بهار Jafarzadeh *et al*. (2014) در شرایط تنش خشکی تأییدکننده این مطلب است.



شکل ۱. مقایسه میانگین درصد اسانس، توده‌های بالنگوی شهری تحت تأثیر کاربرد مواد ضدتعرق در دو منطقه خرم‌آباد و کرج. میانگین‌های هر ستون که دارای حروف مشترک هستند براساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

1. *Ocimum basilicum*



شکل ۲. مقایسه میانگین درصد اسانس، توده‌های بالنگوی شهری در دو منطقه خرم‌آباد و کرج.
(میانگین‌های هر ستون که دارای حروف مشترک هستند براساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.)

جدول ٤. تجزیه واریانس تأثیر مواد ضدتعرق بر اسانس و صفات بیوشیمیایی توده‌های بالنگوشهری در دو منطقه (خرم‌آباد و کرج)

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		درصد اسانس	عملکرد اسانس	پرولین	فعالیت آنزیم کاتالاز	فعالیت آنزیم پراکسیداز
بلوک (B)	۲	ns۰/۰۱۰۸۸	ns۰/۱۰۵	ns۰/۰۰۰۲۹	*۰/۰۰۲۱۱۵	ns۰/۰۰۲۶۸۸
ماده ضدتعرق (A)	۳	*۰/۱۶۰۶۲	*۳۱/۳۲	ns۰/۰۰۰۱۵	**۰/۰۶۴۰۹۳	**۰/۱۰۲۹۲۳
توده (V)	۳	۰/۵۴۸۵۵	ns۲۷/۰۱	**۰/۰۰۱۰۸	**۰/۰۲۲۷۵۸	**۰/۰۰۷۱۸۲
مکان (L)	۱	**۰/۶۰۸۱۷	*۳۱/۲۲	*۰/۰۰۱۷۶۰	**۰/۲۲۰۶۳۶	**۰/۱۴۰۵۸۴
A*V	۹	**۰/۰۲۹۸۰	ns۰/۱۰۲	ns۰/۰۰۰۴۰	*۰/۰۰۱۳۹۵	ns۰/۰۰۱۰۶۲
A*L	۳	ns۰/۰۰۱۴۹	ns۰/۲۲۱	ns۰/۰۰۰۰	ns۰/۰۰۱۱۵۹	ns۰/۰۰۱۸۶۵
V*L	۳	* ۰/۰۳۶۷۶	ns۰/۱۶۶	ns۰/۰۰۰۲۰	**۰/۰۱۶۱۸۵	**۰/۰۱۱۸۳۰
A*V*L	۹	ns۰/۰۰۰۳۱	ns۰/۰۲۶	ns۰/۰۰۰۰	ns۱۴۶ ۰/۰۰۰	ns۰/۰۰۰۱۸۹
خطا	۶۲	۰/۰۰۹۴۱	۰/۲۷۰	۰/۰۰۰۲۴	۰/۰۰۰۵۱۳	۰/۰۰۱۰۷۶
ضریب تغییرات (%)	–	۱۱/۹	۱۱/۰۳	۲۹/۳	۵/۷	۱۰/۴

*، ** و ns: به‌ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و بدون اختلاف معنی‌دار.

جدول۵. مقایسه میانگین اسانس و صفات بیوشیمیایی توده‌های بالنگوی شهری تحت تأثیر کاربرد مواد ضد تعرق

تیمار	اسانس (%)	عملکرد اسانس (gr/m^2)	پرولین ($mg.\ g^{-1}FW$)	فعالیت آنزیم کاتالاز (Unit/mg protein)	فعالیت آنزیم پراکسیداز (Unit/mg protein)
مواد ضد تعرق					
شاهد	۰/۶۳^{d}	۱/۳۸^{b}	۰/۰۵	۰/۳۷^{b}	۰/۲۵^{b}
کائولین	۰/۷۷^{c}	۲/۷۳^{a}	۰/۰۵	۰/۳۵^{c}	۰/۲۶^{b}
کیتوزان	۰/۸۱^{a}	۲/۳۵^{a}	۰/۰۵	۰/۳۳^{d}	۰/۲۷^{b}
ایستا	۰/۷۰^{b}	۲/۰۵^{a}	۰/۰۴	۰/۴۵^{a}	۰/۳۹^{a}
توده					
نظرکهریزی	۰/۹۰^{a}	۲/۵۴^{a}	۰/۰۵^{a}	۰/۳۹^{b}	۰/۲۷^{b}
تکاب	۰/۸۴^{ab}	۲/۱۰^{a}	۰/۰۵^{a}	۰/۳۶^{c}	۰/۲۹^{ab}
کلیبر	۰/۹۸^{b}	۲/۹۸^{a}	۰/۰۵^{a}	۰/۳۴^{d}	۰/۳۰^{a}
کردستان	۰/۸۸^{c}	۲/۲۷^{a}	۰/۰۳^{b}	۰/۴۱^{a}	۰/۳۱^{a}

در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل یک حرف مشترک با هم دارند، از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.

۳. ۲. پرولین

اثر اصلی توده با سطح احتمال یک درصد و اثر اصلی مکان با سطح احتمال پنج درصد بر میزان پرولین معنی‌دار شد (جدول ۴). از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری بین میزان پرولین توده‌های بالنگو مشاهده نشد. به‌طوری‌که بیش‌ترین میزان پرولین (۰/۰۵ میلی‌گرم برگرم وزن تر) از توده‌های نظرکهریزی، تکاب و کلیبر به‌دست آمد و کم‌ترین میزان آن (۰/۰۴ میلی‌گرم برگرم وزن تر) مربوط به توده کردستان بود (جدول ۵). هم‌چنین طبق نتایج بیش‌ترین میزان پرولین نیز از توده‌های بالنگوی کشت در کرج حاصل شد.

عدم تغییر میزان پرولین توده‌های بالنگو در کاربرد موادضدتعرق نسبت به تیمار شاهد دراین پژوهش، احتمالاً می‌تواند به‌دلیل شدت تنش کم‌آبی در دو منطقه در سال زراعی ۱۳۹۸-۱۳۹۷ باشد. با توجه به نتایج، اثر متقابل کاربرد مواد ضدتعرق بر توده و مکان بر اکثر صفات موردبررسی معنی‌دار شد که نشان‌دهنده اثربخش‌بودن محلول‌پاشیی مواد ضدتعرق در شرایط کشت دیم و کمبود آب بود. اما در مورد پرولین به‌نظر می‌رسد به‌دلیل این‌که در منطقه مورد کشت گیاه دچار تنش شدید کم‌آبی و یا خشکی قرار نگرفت، لذا میزان پرولین در شرایط عدم کاربرد مواد ضدتعرق افزایش پیدا نکرد. در بررسی، تأثیر سالیسیلیک‌اسید و کیتوزان بر میزان پرولین مشاهده شد بسته به گونه گیاهی، شدت تنش و غلظت محلول‌پاشی و اندام گیاهی میزان پرولین متفاوت است. به‌طورطوری‌که در بعضی مطالعات افزایش و کاهش میزان آن گزارش شده است (Dehnavi *et al*., 2017).

به‌طور کلی سطوح بالای پرولین، گیاه را قادر می‌سازد تا پتانسیل آبی خود را پایین نگهدارد، تجمع ترکیب‌هایی مانند پرولین و اسیدهای آمینه در بافت گیاه تحت تنش خشکی می‌تواند تا حدی شرایط لازم برای ادامه جذب آب از محیط ریشه را برای گیاه فراهم آورد، اما اتکای گیاهان به این ترکیب‌ها آلی برای تنظیم اسمزی هزینه بر بوده و منجر به کاهش عملکرد گیاه می‌شود (Khali *et al*., 2007).

در رابطه با صفت پرولین برگی Sheykhi Sanandaji & Pirzad (2019) بررسی کردند، میزان پرولین برگی بالنگو نمونه شاهد در شرایط آبیاری تکمیلی کم‌تر از کشت دیم بود. با این‌حال، در هر دو سیستم دیم وآبیاری تکمیلی، کاربرد خارجی تنظیم‌کننده‌های اسمزی باعث کاهش معنی‌دار پرولین برگ شد، که این کاهش در گیاهان آبیاری‌شده بیش‌تر بود. به‌طوری‌که میزان آن در کشت دیم (۰/۰۶ میلی‌گرم برگرم) و آبیاری تکمیلی (۰/۰۶ میلی‌گرم برگرم) به حداقل رسد.

۳. ۳. فعالیت آنزیم کاتالاز

فعالیت آنزیم کاتالاز تحت اثر متقابل کاربرد موادضدتعرق بر توده‌های بالنگو در سطح احتمال پنج درصد و اثر توده در مکان در سطح احتمال یک درصد قرار گرفت و معنی‌دار شد (جدول ۴).

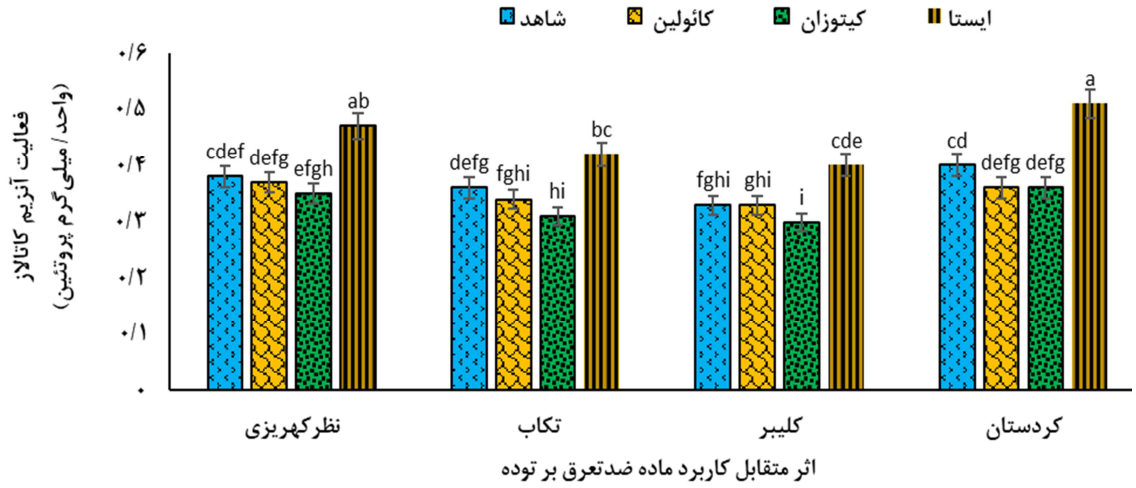
بیش‌ترین فعالیت آنزیم کاتالاز (۰/۵۱ واحد/ میلی‌گرم پروتئین) از توده کردستان تحت تیمار با ماده ضدتعرق ایستا حاصل شد و کم‌ترین میزان آن (۰/۳۰ واحد/ میلی‌گرم پروتئین) از توده کلیبر تحت تیمار با کیتوزان به‌دست آمد (شکل ۳). هم‌چنین در بررسی اثر متقابل توده در مکان بیش‌ترین میزان فعالیت آنزیم کاتالاز (۰/۴۹ واحد/ میلی‌گرم پروتئین) از توده کردستان کشت‌شده در کرج به‌دست آمد (شکل ۴).

آنزیم کاتالاز به شرایط تنش بسیار حساس می‌باشد و از آن می‌توان به‌صورت یک نشانگر اعمال تنش استفاده کرد. افزایش در فعالیت آنزیم کاتالاز تحت تنش خشکی درگیاه دارویی شاهدانه نیز گزارش شده است (Ghorbanli *et al*., 2011).

گزارش شده است که در بعضی از گونه های گیاهی یولاف[1] میزان فعالیت آنزیم کاتالاز در شرایط تنش خشکی نسبت به دیگر گونه‌های یولاف افزایش یافت و بیان‌کننده این است که گونه‌هایی که فعالیت آنزیم کاتالاز بالایی دارند، نشان‌دهندهٔ مقاومت آن گونه به شرایط تنش خشکی است (Pandey *et al*., 2010). در بسیاری از گیاهان مشخص شده که تنش خشکی فعالیت آنزیم‌های کاتالاز، پراکسیداز و سوپراکسیداز را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Jiang & Ren., 2004). بنابراین استفاده از مواد ضدتعرق می‌تواند موجب سازگاری کوتاه‌مدت به کم‌آبی می‌شوند، اما فعالیت‌های آنزیمی نمی‌توانند روی خشکی شدید و درازمدت مؤثر باشد (Tan *et al*., 2006). با توجه به این‌که در این پژوهش ماده ضدتعرق ایستا موجب افزایش فعالیت آنزیم کاتالاز شد و به‌دلیل این‌که جز مواد ضدتعرق جدید می‌باشد، منابعی جهت استناد موجود نمی‌باشد. با توجه به این‌که در این پژوهش ماده ضدتعرق ایستا موجب افزایش فعالیت آنزیم کاتالاز گردید و به‌دلیل این‌که ایستا جز مواد ضدتعرق جدید است، منابعی جهت استناد موجود نمی‌باشد. در مورد سازوکار مواد ضدتعرق در افزایش میزان آنزیم کاتالاز بررسی‌ها نشان داد، ماده ضدتعرق کیتوزان فعالیت پراکسیداز و کاتالاز رادر دوگونه ذرت افزایش داده است (Guan *et al*., 2009). هم‌چنین تیمار با کیتوزان باعث افزایش فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و پلی‌فنل‌اکسیداز در ریشه بادمجان[2] شد (Mondal., 2012). در گیاه دارویی زنیان[3] نیز مشاهده شد.

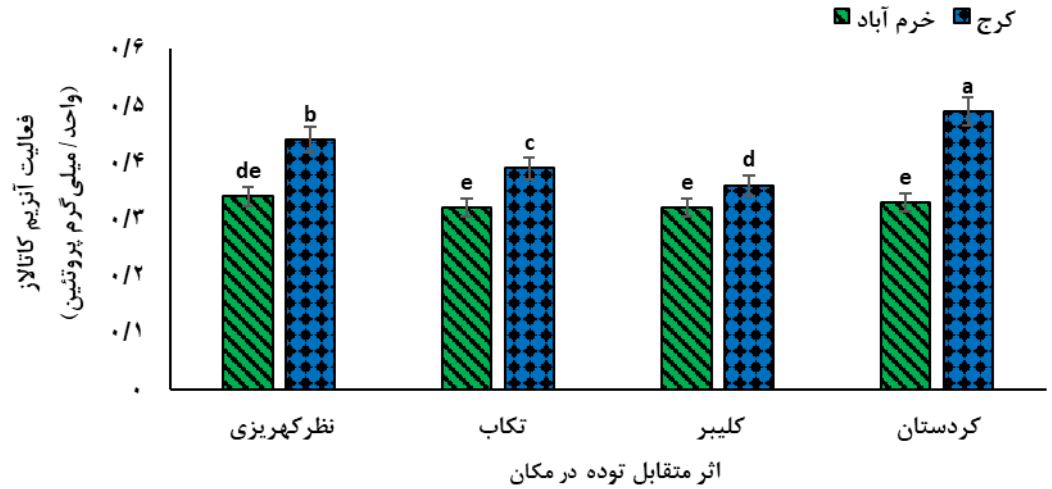
۳. ۴. پراکسیداز

اثر اصلی ماده ضدتعرق و هم‌چنین اثر متقابل تودهای بالنگو در مکان با سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۴). بیش‌ترین میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز (۰/۳۹ واحد/ میلی‌گرم پروتئین) از محلول‌پاشی با ماده ضدتعرق ایستا حاصل شد و کم‌ترین میزان فعالیت آن (۰/۲۵ واحد/ میلی‌گرم پروتئین) از تیمار شاهد به‌دست آمد (جدول ۴). در بررسی اثر متقابل توده‌های بالنگو در مکان نیز بیش‌ترین میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز (۰/۳۶ واحد/ میلی‌گرم پروتئین) از توده کردستان و کم‌ترین میزان (۰/۲۵ واحد/ میلی‌گرم پروتئین) از توده نظرکهریزی کشت‌شده در منطقه کرج به‌دست آمد (شکل ۵).



شکل ۳. مقایسه میانگین میزان فعالیت آنزیم کاتالاز، توده‌های بالنگوی شهری تحت تأثیر کاربرد مواد ضدتعرق.
(میانگین‌های هر ستون که دارای حروف مشترک هستند براساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.)

1. *Genus avenas*
2. *Solanum Melongena* L.
3. *Carum copticum* L.



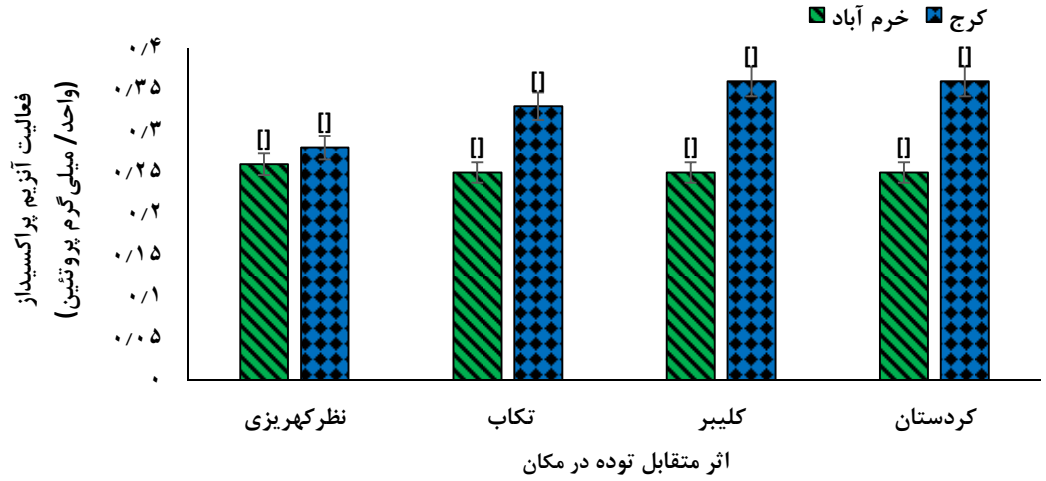
شکل ٤. مقایسه میانگین میزان فعالیت آنزیم کاتالاز، توده‌های بالنگوی شهری در دو منطقه خرم‌آباد و کرج.
(میانگین‌های هر ستون که دارای حروف مشترک هستند براساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.)

در شرایط عادی رشد، بسیاری از فرایندهای متابولیکی در گیاهان باعث تولید گونه‌های فعال اکسیژن می‌شوند، اما گیاهان مکانسیم‌های آنتی‌اکسیدانی کارآمدی برای از بین‌بردن گونه‌های فعال اکسیژن دارند (Iturbe-Ormaetxe *et al*., 1998).تحت شرایط تنش این تعادل به هم خورده و مقدار گونه‌های فعال برای گیاه مضر و موجب آسیب به ساختارهای سلولی مثل غشا، پروتئین‌ها و اسید نوکلئیک می‌شوند (Laspina *et al*., 2005).

مطالعات متعدد نشان داده است، که ترکیبات ضدتعرق دارای پتانسیلی برای از بین بردن رادیکال‌های آزاد می‌باشند (Kim& Thomas., 2007; Yen *et al*., 2008). کیتوزان می‌تواند رادیکال‌های آزاد OH و O^{-}_{2} را از بین ببرد و گفته شده است خاصیت محافظت از DNA را دارد (Harish Prashanth *et al*., 2007). پژوهش‌ها نشان داد میزان پرولین و فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی کاتالاز و پراکسیداز تحت تأثیر تیمار کیتوزان در گیاهچه‌های گلرنگ افزایش یافت (Mahdavi & Rahimi, 2013). هم‌چنین کیتوزان فعالیت آنزیم‌های پراکسیداز و کاتالاز را در دو گونه ذرت افزایش داده است (Guan *et al*., 2009). ازآنجایی‌که یکی از مکانیسم‌های دفاعی گیاهان در برابر شرایط نامساعد محیطی افزایش فعالیت آنزیم‌های پراکسیداز و کاتالاز می‌باشد و باتوجه به توضیحاتی که در مورد تأثیر مواد ضدتعرق بر میزان فعالیت آنزیم کاتالاز ذکر شد. به‌نظر می‌رسد افزایش فعالیت آنزیم پراکسیداز در اثر محلول‌پاشی با ماده ضدتعرق ایستا به همین دلیل قابل توجیه باشد.

۳. ۵. عملکرد دانه

عملکرد دانه تحت تأثیر اثر متقابل سه‌گانه کاربرد موادضدتعرق برتوده‌های بالنگوی شهری و مکان قرار گرفت و در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۶). بیش‌ترین میزان عملکرد دانه (۸۵۸/۸۹ کیلوگرم در هکتار) از توده نظرکهریزی تحت تیمار با ماده ضدتعرق کیتوزان به‌دست آمد وکم‌ترین آن (۲۰۱/۴۸ کیلوگرم در هکتار) از تیمار شاهد و توده کلیبر کشت شده در کرج حاصل شد (شکل ۶). نتایج نشان داد، محلول‌پاشی با مواد ضدتعرق باعث رشد بهتر گیاه و افزایش (۲۰ درصدی) عملکرد دانه در مقایسه با تیمار شاهد شد (جدول ۷). افزایش درصد سبزشدن که یکی از عوامل مهم در افزایش عملکرد دانه بالنگوی شهری در شرایط دیم می‌باشد، توسط Shabazi *et al*. (2012) گزارش شده است. پژوهش‌گران زیادی نیز نتایج مشابه‌ی را درمورد کاهش عملکرد دانه در شرایط کم‌آبی ارایه کرده‌اند (Goksoy *et al*., 2004).



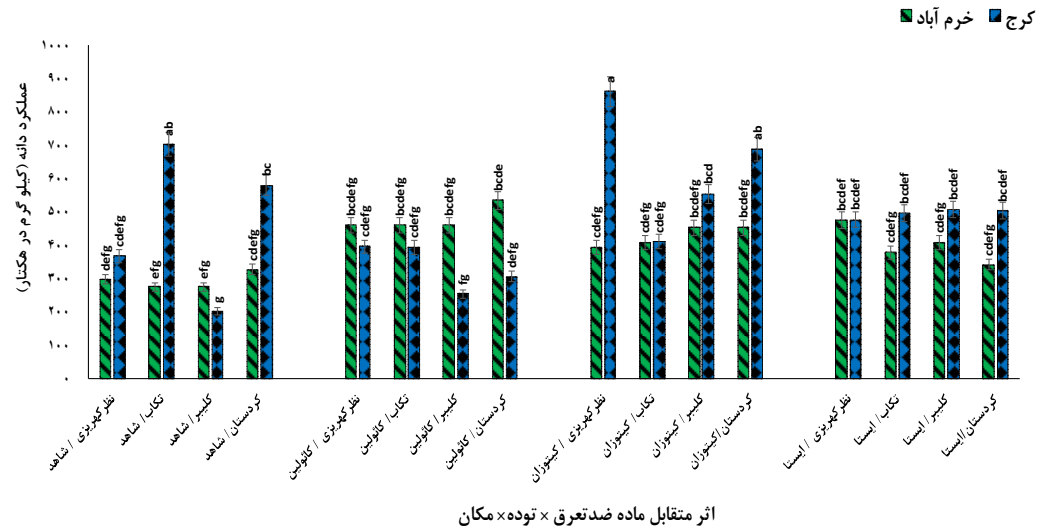
شکل ۵. مقایسه میانگین میزان فعایت آنزیم پراکسیداز، توده‌های بالنگوی شهری در دو منطقه خرم‌آباد و کرج.
(میانگین‌های هر ستون که دارای حروف مشترک هستند براساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.)

به‌نظر می‌رسد کم‌آبی در زمان پرشدن دانه‌ها باعث کاهش عملکرد دانه از طریق تقلیل فتوسنتز می‌شود، در نتیجه انتقال مواد فتوسنتزی برای پرکردن دانه‌ها اهمیت پیدا می‌کند، فتوسنتزی که در طول پرشدن دانه‌ها صورت می‌گیرد، معمولاً مهم‌ترین منبع تشکیل‌دهنده وزن دانه و عملکرد دانه می‌باشد، علت آن این است که اغلب مواد فتوسنتزی قبل از پرشدن دانه در رشد رویشی یا گلدهی مورداستفاده قرار می‌گیرد، در حالی‌که در طول پرشدن دانه اغلب مواد فتوسنتزی به فرایند پرشدن دانه اختصاص می‌یابد. بررسی شد که تحت شرایط محدودیت آبیاری، کاربرد مواد ضدتعرق با حفظ رطوبت گیاه، افزایش آسیمیالسیون کربن و فتوسنتز را باعث می‌شود (Abd El-Aal *et al*., 2008). به‌طورکلی، تنش خشکی یکی از مهم‌ترین تنش‌های محیطی است که موجب کاهش رشد گیاهان و در نتیجه کاهش عملکرد آن‌ها می‌شود. کاربرد مواد ضدتعرق مانند کیتوزان، در شرایط تنش کم‌آبی، به بسته‌شدن روزنه‌ها و کاهش هدررفتن آب از سطح برگ کمک می‌کنند (Hong-Bo *et al*., 2008).

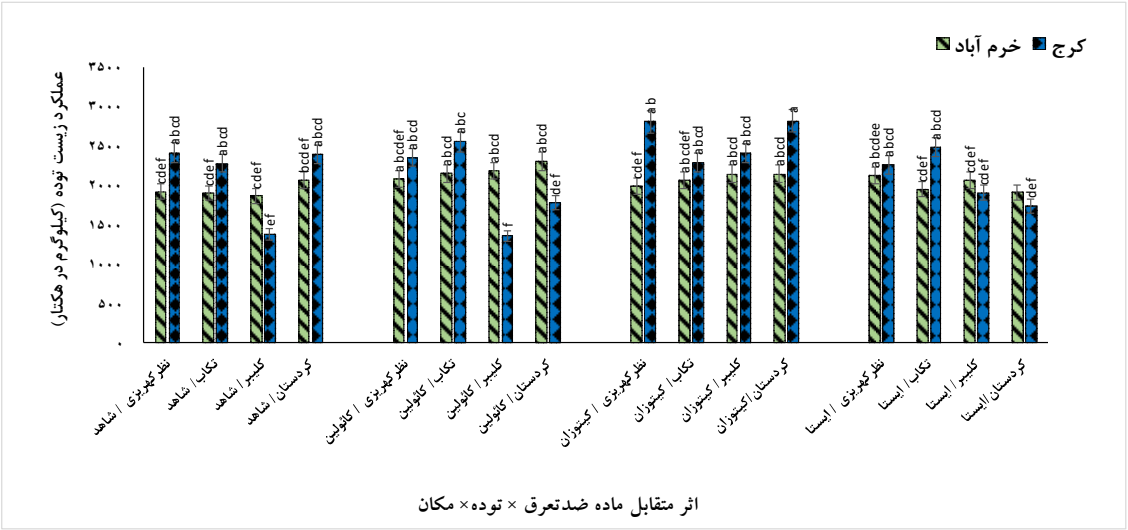
۳. ۶. عملکرد زیست‌توده

اثر متقابل سه‌گانه کاربرد موادضدتعرق برتوده‌های بالنگو و مکان برعملکرد زیست‌توده در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۶). بیش‌ترین عملکرد زیست‌توده (۲۸۱۴/۸۱ کیلوگرم در هکتار) از توده کردستان تحت تیمار با ماده ضدتعرق کیتوزان حاصل شد و کم‌ترین آن (۱۳۶۳/۱۵ کیلوگرم در هکتار) از محلول‌پاشیی کائولین بر توده کلیبر کشت‌شده در کرج به‌دست آمد (شکل ۷). کمبود آب، یکی از عوامل محدودکنندهٔ رشدونمو گیاه است، که هم سبب کاهش تولید ماده خشک می‌شود و هم اختلال در دسته‌بندی کربوهیدرات‌ها به دانه و در نتیجه، کاهش شاخص برداشت را در پی دارد. کاربرد مواد ضدتعرق در منطقه کرج به‌دلیل شرایط دمایی بالاتر و بارش کم‌تر نسبت به خرم‌آباد، با حفظ رطوبت بیش‌تر گیاه، موجب افزایش محتوای کلروفیل، کارایی سیستم فتوسنتزی و انتقال مواد شده و میزان تجمع کل ماده خشک را شرایط تنش بهبود بخشد. Segura-Monroy (2015) گزارش دادند، کاربرد ماده ضدتعرق کیتوزان بر

گیاه فیسالیس۱ سبب افزایش عملکرد زیست‌توده طی تنش خشکی شد. هم‌چنین کاربرد ماده ضدتعرق کیتوزان روی گیاه بادرشبی۲ در شرایط آبیاری با آبشور نشان داد، که محلول‌پاشی با کیتوزان میزان زیست‌توده تر و خشک اندام هوایی در گیاه را افزایش داد (Gohari & Bahrami, 2020).



شکل ٦. مقایسه میانگین عملکرد دانه، توده‌های بالنگوی شهری تحت تأثیر کاربرد مواد ضدتعرق در دو منطقه خرم‌آباد و کرج. (میانگین‌های هر ستون که دارای حروف مشترک هستند براساس آزمون دانکن در سطح احتمال 5 درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.)



شکل ۷. مقایسه میانگین عملکرد زیست‌توده، توده‌های بالنگوی شهری تحت تأثیر کاربرد مواد ضد تعرق در دو منطقه خرم‌آباد و کرج. (میانگین‌های هر ستون که دارای حروف مشترک هستند براساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌دار ندارد.)

1.*Physalis peruviana* L.
2. *Dracocephalium moldavica* L.

جدول ٦. تجزیه واریانس تأثیر مواد ضدتعرق بر محتوای نسبی آب و عملکرد توده‌های بالنگوی شهری در دو منطقه (خرم‌آباد و کرج)

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		محتوای نسبی آب	عملکرد دانه	عملکرد زیست‌توده
بلوک (B)	۲	ns۳/۷۳۳	ns۷۲۷۱	ns۴۳۴۳۶
ماده ضد تعرق (A)	۳	**۱۰۰/۲۶۳	**۱۰۰۴۵۵	**۴۷۰۴۰۵
توده (V)	۳	ns۱/۲۴۹	**۳۱۵۲۰	**۵۲۵۹۸
مکان (L)	۱	**۱۰۰/۲۴۶	**۱۵۷۱۷۶	**۵۱۰۵۶۲
A*V	۹	ns۳/۹۲۶	**۳۶۵۱۰	**۲۰۴۷۰۶
A*L	۳	ns۰/۰۰۶	**۱۴۳۲۹۴	**۴۴۶۲۱۴
V*L	۳	ns۰/۱۲۷	*۲۷۲۵۶	**۶۸۷۸۷۳
A*V*L	۹	ns۰/۰۸۴	**۴۰۷۲۱	**۱۵۰۴۲۵
خطا	۶۲	۴/۵۷۵	۶۶۲۶	۵۳۶۹۰
ضریب تغییرات (%)	–	۲/۲۰	۹/۵۷	۱۱/۵۱

*، ** و ns: به‌ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و بدون اختلاف معنی‌دار.

جدول ۷. مقایسه میانگین محتوای نسبی آب و عملکرد توده‌های بالنگوی شهری تحت تأثیر کاربرد مواد ضدتعرق

تیمار	محتوای نسبی آب	عملکرد دانه (kg/ha)	عملکرد زیست‌توده (kg/ha)
مواد ضد تعرق			
شاهد	۷۷/۴۷ b	۳۷۷/۱۳ c	۲۰۲۵/۹۹ b
کائولین	۸۱/۱۷ a	۴۰۷/۲۹b	۲۰۹۶/۱۹ b
کیتوزان	۸۱/۱۷ a	۵۲۶/۵۰a	۲۳۳۲/۷۱a
ایستا	۸۰/۶۱ a	۴۴۷/۲۲ b	۲۰۵۳/۹۸ b
توده			
نظرکهریزی	۸۰/۷۰ a	۴۶۵/۴۹ a	۲۲۴۴/۰۷ a
تکاب	۸۰/۱۹ a	۴۳۹/۴۷ ab	۲۲۰۸/۱۷ a
کلیبر	۸۰/۳۰ a	۳۸۵/۳۱b	۱۹۱۴/۳۷a
کردستان	۸۰/۲۷ a	۴۶۴/۸۸ a	۲۱۴۲/۲۸ a

میانگین‌هایی که حداقل یک حرف مشترک با هم دارند، از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.

۳. ۷. محتوی نسبی آب

اثرات اصلی کاربرد موادضدتعرق و مکان در سطح احتمال یک درصد بر محتوای نسبی آب معنی‌دار بود (جدول ۶). به‌طورطوری‌که بیش‌ترین مقدار محتوای نسبی آب به میزان (۸۲/۲۲ درصد) از محلول‌پاشیی کائولین و کم‌ترین مقدار آن (۷۷/۴۷ درصد) از تیمار شاهد حاصل شد (جدول ۶) که موجب افزایش (۵/۸۱ درصدی) محتوای نسبی آب نسبت به شاهد شد (جدول ۷). هم‌چنین نتایج نشان داد بیش‌ترین و کم‌ترین میزان محتوای نسبی آب مربوط به توده‌های کشت شده در کرج بود (جدول ۶). ازآنجاکه محتوای آب برگ یک شاخص مناسب جهت بررسی میزان آب برگ است. احتمالاً در منطقه کرج به‌دلیل دمای بیش‌تر منطقه و میزان بارندگی کم‌تر، کاربرد مواد ضدتعرق بر توده‌های کشت‌شده در شرایط کشت دیم که مقدار آب دسترس کم‌تر است موجب افت کم‌تری از این صفت شد.

محتوای نسبی آب رابطه مستقیمی با محتوای آب خاک دارد و نشان‌دهنده وضعیت آبی خاک است (Korir *et al*., 2006). زیادبودن محتوای نسبی آب برگ و کم‌بودن سرعت از دست رفتن آب می‌تواند نشان‌دهنده سازگاری به خشکی در ژنوتیپ‌ها باشد و این صفت به‌عنوان یک معیار گزینش برای تحمل به خشکی، عنوان شود (Winter *et al*., 2006). تنش خشکی به‌طور نسبی پتانسیل آب برگ و محتوای آب نسبی برگ را کاهش می‌دهند (Molnár al et., 2012). در گیاه بالنگوی شیرازی بررسی شد، شرایط تنش خشکی موجب کاهش رطوبت نسبی برگ و توسعه سطح برگ و محتوای آب نسبی برگ شد (Rasti *et al*., 2012).

کاهش سرعت تعرق در شرایط تنش خشکی، در نتیجه بسته‌شدن روزنه‌ها و جهت جلوگیری از هدررفت آب و استفاده بهتر از آب قابل دسترس می‌باشد (Fateh *et al*., 2012). Del Amor al et. (2010)، اعلام کردند که کاربرد مواد ضدتعرق بر گیاهان تحت تنش ابتدا از طریق تنظیم روزنه‌ای از اتلاف زیاد آب تعرقی جلوگیری می‌کنند و پتانسیل تنظیم تعرق را دارند.

۴. نتیجه‌گیری

در این پژوهش ترکیبات ضدتعرق، توده، مکان و اثرات متقابل دوگانه (توده× مکان) و (توده× ماده ضدتعرق) منجر به تغییرات معنی‌داری بر میزان (عملکرد دانه و زیست‌توده، محتوای رطوبت نسبی، درصد اسانس، فعالیت آنزیم‌های پراکسیداز و کاتالاز) شد، در حالی‌که بر میزان پرولین معنی‌دار نشد. در بین مواد ضدتعرق مورداستفاده، از کیتوزان بر عملکرد دانه و زیست‌توده و محلول‌پاشی با ایستا (که یک ماده ضدتعرق جدید تولیدشده در ایران می‌باشد) بر صفات بیوشیمیایی توده‌های بالنگوی شهری تأثیر بیش‌تری داشت و موجب افزایش میزان فعالیت آنزیم‌های پراکسیداز و کاتالاز شد. بیش‌ترین میزان درصد اسانس از تیمار شاهد حاصل شد. در حالی‌که تیمار مواد ضدتعرق بر درصد اسانس اختلاف معنی‌داری را نشان نداد. متابولیت‌های ثانویهٔ گیاهان دارویی نتیجه بارز تنش‌ها هستند.

در بررسی توده‌های بالنگوی شهری کشت‌شده در دو منطقه کرج و خرم‌آباد، بیش‌ترین میزان درصد اسانس از توده کلیبر و بیش‌ترین میزان فعالیت آنزیم‌های پراکسیداز و کاتالاز از توده کردستان و بیش‌ترین عملکرد دانه و زیست‌توده به‌ترتیب از توده کردستان و نظرکهریزی کشت‌شده در منطقه کرج به‌دست آمد و به‌عنوان مناسب‌ترین توده‌ها برای کشت به زارعین شهرستان کرج (محمدشهر) قابل توصیه است. با توجه به اثرات مثبت مواد ضدتعرق مورداستفاده در این آزمایش بر عملکرد دانه وزیست‌توده، افزایش فعالیت آنزیم‌های کاتالاز، پراکسیداز نسبت به تیمار شاهد، این مواد می‌توانند جهت محافظت از گیاه در برابر اثرات سوء تنش خشکی و کم‌آبی مورداستفاده قرار بگیرد.

۵.تشکر و قدردانی

این مقاله مستخرج از پایان‌نامه دکتری دانشگاه زنجان می‌باشد، که بدینوسیله از گروه زراعت، دانشکده کشاورزی زنجان، کرج (مرکز آموزش‌عالی کشاورزی امام خمینی) و لرستان (ایستگاه تحقیقات سراب چنگایی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی لرستان) جهت اجرای آزمایش، تشکر و قدردانی می‌گردد.

۶.تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد.

۷. منابع

Abdollahi, M., Maleki Farahani, S., Fotokian, M. H., & Hassan Zadh Qvrt Tappeh, A. (2013). Yield, yield components and water use efficiency under drought stress for irrigation management of (*Lallemantia iberica*). *Irrigation and Water Management, 3(2)*, 103-120. (in Persian)

Aghaei-Gharachorlou, P., & Nasrollahzadeh, S. (2015). Effect of drought stress and plant density on oil percentage, oil and grain yield of dragon's head (*Lallemantia Iberica* Fish. et Mey.). International Journal of Agriculture Innovations and Research, 2(4), 654-659.

Anjum, S.A., Xie, X.Y., Wang, L.C., Saleem, M.F., Man, C., & Lei, W. (2011). Morphological, physiological and biochemical responses of plants to drought stress. *African Journal of Agricultural Research*, 6 (9), 2026-2032.

Ameri, R. Azizi, M., Tehranifar, A., & Rowshan, V. (2012). Effect of Natural Antitranspirant Compounds on Physiological and Biological Properties of Basil (*Ocimum basilicum*) under Water Stress Condition. *Journal of Horticultural Science*, 29, 55-67.

Bates, L.S., Waldern, R.P., & Tear, I.D. (1973): Rapid determination of free proline for water stress studies. Plant and Soil. 39, 207-207.

Chance, B., & Maehly, A. (1955). Assay of catalases and peroxidases. Methods Enzymol. 2, 764-775.

Demirevska, K., Zasheva, D., Dimitrov, R., Simova-Stoilova, L., Stamenova, M., &Feller, U. (2009). Drought stress effects on Rubisco in wheat: changes in the Rubisco large subunit. *Acta Physiologiae Plantarum*, 31, 1129-1138.

Dehnavi, M.M., Niknam, N., Behzadi, Y., Mohtashami, R., & Bagheri, R. (2017). Comparison of physiological responses of linseed (*Linum usitatissimum* L.) to drought and salt stress and salicylic acid foliar application. *Iranian Journal of Plant Biology*, 9(4), 39-62.

Del Amor, F.M. Cuadra Crep, P.J., Camaraand, M.R., & Madrid, J. (2010). Effect of foliar application of anti- transpirant on photosynthesis and water relations of pepper plants under different level CO_2 and water stress. *Journal of Plant Physiology*, 167, 1232-1238.

Ekren, S., Sonmez, C., Ozcakal, E., Kurtta, Y.S.K., Bayram, E., & Gurgulu H. (2012). The effect of different irrigation water levels on yield and quality characteristics of purple basil (*Ocimum basilicum* L.). *Agricalture Water Management,* 109, 155-161.

Emami Bistgani, Z., Siadat, S.A. Bakhshandeh, A., & Ghasemi Pirbalouti, A.(2017). The effect of drought stress and elicitor of chitosan on photosynthetic pigments, proline, soluble sugars and lipid peroxidation in Thymus deanensis Celak in Shahrekord climate. *Environmental Stresses in Crop Sciences*, *10(1)*, 12-19.

Einizade, P., Dehghani, H., & Khodadadi, M. (2016). Investigation of drought stress tolerance and adaptation in Iranian endemic coriander (*Coriandrum sativum* L.) populations. *Iranian Journal of Horticultural Science*. *47(2)*, 317-327. (in Persian)

Fateh, H., Siosemardeh, A., Karimpoor, M., & Sharafi, S. (2012). Effect of drought stress on photosynthesis and physiological characteristics of barley. *International Journal of Farming and Allied Sciences*, 1, 33-41.

Fu, J., & Huang, B. (2001). Involvement of Antioxidants and Lipid Peroxidation in the Adaptation of Two CoolSeasonGrasses to Localized Drought Stress. *Environmental and Experimental Botany*, 45, 105114.

Goreta, S., Leskovar, D. I., & Jifon, J. L. (2007). Gas exchange, water status, and growth of pepper seedlings exposed to transient water deficit stress are differentially altered by antitranspirants. *American Society Horticulture Science*, 132, 603-610.

Goksoy, A.T., demir, A.O., Turan, Z.M., & Dagusta, N. (2004). Responses of sunflower to full and limited irrigation at different growyh stages. *Field Crops Research*, (87), 167-178.

Gohari, R., & Bahrami, M. K. (2020). Effects of chitosan as growth elicitor on some growth parameters and essential oils yield of (*Dracocephalium moldavica* L.) under salinity condition. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, 30(1), 155-169.

Ghorbanli, M., Bakhshi Khaniki, G.R., Salimi Elizei, S., & Hedayati, M. (2011). Effect of water deficit and its interaction with ascorbate on proline, soluble sugars, catalase and glutathione peroxidase amounts in (*Nigella sativa* L.) *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 26 (4), 466-476. (in Persian with English Summary)

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

Prashanth, K. V. H., Dharmesh, S. M., Rao, K. S. J., & Tharanathan, R. N. (2007). Free radical-induced chitosan depolymerized products protect calf thymus DNA from oxidative damage. *Carbohydrate Research*, *342*(2), 190-195.

Hong, J.W., Hendrix, D.A., & Levine, M.S. (2008). Shadow enhancers as a source of evolutionary novelty. *Science*, 321(5894), 1314.

Iturbe-ormaetxe, I., Escuredo, P. R., Arrese-Igor, C., & Becana, M. (1998). Oxidative damage in pea plant exposed to water deficit or paraquat. *Journal of Plant Physiology*, *116*, 173-181.

Jan-Mohammadi, M., Mostafavi, H., & Kazemi, H. (2014). Effect of chitosan application on the performance of lentil genotypes under rainfed conditions. *Acta Technologica Agricalture*, 4, 86-90. (in Persian)

Jafarzadeh, L., Omidi, H., & Bostani, A.S. (2014). The study of drought stress and Bio fertilizer ofnitrogen on some biochemical traits of Marigold medicinal plant (*Calendula officinalis* L.). *Journal of Plant Research (Iranian Journal of Biology*), 27(2), 180-193. (in Persian)

Jiang, H.F., & Ren, X.P. (2004). The effect on SOD activity and protein content in groundnut leaves by drought stress. *Acra Agromomica Sinra*, 30, 169-174.

Jones, G., & Valamoti, S.M. (2005). Lallemantia an imported or introduced oil plant in Bronze Age northern Greece. *Vegetation History and Archaeobotany*, 14, 571-577.

Kar, M., & Mishra, D. (1976). Catalase, Peroxidase, and Polyphenoloxidase activities during Rice leaf senescence. *Plant Physiology*, 57, 315-319.

Khali, M., & Selselet-Attou, G. (2007). Effect of Heat Treatment on Polyphenol Oxidase and Peroxidase Activities in Algerian Stored Dates. *Afr. J. Biotechnol*, 6,790-794

Korir, P., Nyabundi, J., & Kimurto, P. (2006). Genotypic response of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) to moisture stress conditions in Kenya. *Asian Journal of Plant Sciences,* 5*,* 24-32.

Koocheki, A., Jamshid Eyni, M., & Seyyedi, S.M. A. (2014). Irrigation levels and dense planting affect flower yield and phosphorus concentration of saffron corms under semi-arid region of Mashhad, Northeast Iran. *Scientia Horticulturae*, 180, 147-155

Kim, K.W., & Thomas, R.L. (2007). Antioxidative activity of chitosans with varying molecular weights. *Journal of Food Chemistry,* 101, 308-313.

Laspina, N.V., Groppa, M.D., Tomaro, M.L., & Benavides, M.P. (2005). Nitric oxide protects sunflower leaves against Cd-induced oxidative stress. *Plant Science*, 169, 323-330.

Mondal, M. M., Malek, M. A., Puteh, A. B., Ismail, M. R., Ashrafuzzaman, M., & Naher, L. (2012). Effect of foliar application of chitosan on growth and yield in okra. *Australian Journal of Crop Science*, *6*(5), 918-921.

Mahdavi, B., & Rahimi, A. (2013). Seed priming with chitosan improves thegermination and growth performance of ajowan (*Carum copticum*) under saltstress.*Eurasian Journal Bioscience*, 7, 69-76. (in Persian)

Majnoon-Hosseini, N., & Davazdah-Emami, S. (2007). Cultivation and Production of Certain Herbs and Spices. University of Tehran Press. (in Persian)

Mozaffarian, V. (2011). *Identification of Medicinal and Aromatic Plants of Iran. Farhang-e-Moaser*, 1350p.

Molnár, I. S. Dulai, Csernák, Á., Prónay, J., & Láng, M.M. (2012). Photosynthetic responses to drought stress in different Aegilops species. *Acta Biology*, 49, 141-142.

Pandey, H.C., Baig, M.J., Chandra., A., & Bhatt., R.K. (2010). Drought stress induced changes in lipid peroxidation and antioxidant system in genus Avena. *Journal of Environmental Biology*, 31, 435-440.

Pareek, A., Sopory, S.K., & Bohnert, S.J. (2010). Abiotic Stress Adaptation in Plants. Springer Netherlands. New York City. United States, 546 pp.

Naderi, S., Fakheri, B.A., & Seraji, A. (2017).The effect of chitosan on some physiological and biochemical characteristics of Ajowan (*Carum copticum* L.). *J Crop Sci Res Arid Re*, 1(1), 51-64. DOI: 10.22034/csrar.01.01.05.

Nourzad, S., Ahmadian, A., Moghaddam, M., & Daneshfar, E. (2014). Effect of drought stress on yield, yield components and essential oil in coriander (*Coriandrum sativum* L.) treated with organic and inorganic fertilizers. *Journal of Crop Improvement*, 2, 289-302. (in Persian)

Rasti, S., Omidi, H., & Fotokian, M.H. (2012). The effect of planting date and drought on quality and quantity characteristics Balangu Shirazi (*Lallemantia royleana* (wall) Benth.). Master Thesis of Agriculture, Faculty of Agriculture, Shahed University. (in Persian)

Rahmi, M., Sedaghat, S., & Ramezani, M. (2016). *Coping with drought by reducing evapotranspiration in green figs in rainfed conditions*. Shiraz. Shiraz University Press. (in Persian)

Ritchie, S. W., & Nguyen, H. T. (1990). Leaf water content and gas exchange parameters of two wheat genotypes differing in drought resistance. *Crop Science*, 30, 105-111.

Shafagh-Kolvanagh, J., & Dast Borhan, S. (2017). Dragon's head, Medicinal and multi-purpose plant with many capabilities in expected cultivation autumn and spring dryland agriculture. *Second National Conference on Iranian Medicinal Herbs*, *Urmia*. (in Persian)

Setayesh-mehr, Z., & Ganjali, A. (2013). Effects of drought stress on growth and physiological characteristics of *Anethum graveolens* L.. *Iranian Journal of Horticultural Science*, 27, 27-35.

Segura-Monroy, S., Uribe-Vallejo, A., Ramirez-Godoy, A., & Restrepo-Diaz, H. (2015). Effect of Kaolin application on growth, water use efficiency, and leaf epidermis characteristics of *Physalis peruviana* L. seedlings under two irrigation regimes. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 17, 1585-1596 .

Shabazi, S., Alizadeh, Kh., & Fatherezaie, V. (2012). Study on planting possibility of Dragon's head (*Lallemantia iberica* F., & C. M.) landraces in cold rainfed conditions. *Iranian Agricultural Dryland Journal*, 2, 82-95. (in Persian)

Sheikha, S.A.K., & Al-Malki, F.M. (2011). Growth and chlorophyll responses of bean plants to chitosan applications. *European Journal Science Research*, 50, 124-134. (in Persian)

Sheykhi Sanandaji, D., & Pirzad, A. (2019). Ecophysiological response of *Lallemantia iberica* L. to exogenous application of osmotic adjustments in rainfed production. *Journal of Agroecology*, 11(3), 1105-1121.

Tan, Y., Liang, Z.S., Shao, H. B., & Du, F. (2006). Effect of water deficits on the activity of antioxidative enzymes and osmoregulation among three different genotypes of Radix Astragali atseeding stage. *Colloids and Surface science, 49*, 60-65.

Winter, M., Smith, C., Morris, P., & Cicmil, S. (2006). Directions for future research in project management: The main findings of a UK government-funded research network. *International Journal of Project Management*, 24, 638-649.

Yen, M. T., Yang, J. H., & Mau, J. L. (2008). *Antioxidant properties of chitosan from crab shells. Carbohydrat*, *74*, 840-844.