بررسی اثر کاربرد مقادیر مختلف سوپرجاذب تحت رژیم های آبیاری متفاوت بر رشد و تحمل کم آبی در کشت دوم بابونه آلمانی (*Matricaria chamomilla*)

مهسا رازبان[1] و علیرضا پیرزاد[2*]

تاریخ دریافت: 90/6/27 تاریخ پذیرش: 90/10/27

1- دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

2- استادیار، فیزیولوژی گیاهان زراعی، گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

* مسئول مکاتبه: E-mail: a.pirzad@urmia.ac.ir

چکیده

برای بررسی اثر تنش کمبود آب روی عملکرد، اجزای عملکرد، میزان کلروفیل و تنظیم کننده‌های اسمزی در بابونه-آلمانی و تاثیر کاربرد پلیمرهای سوپرجاذب در کاهش اثرات خشکی، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی و در سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه در سال 1387 اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل تنش کمبود آب (آبیاری پس از 50، 100، 150 و 200 میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A) و مقادیر پلیمر سوپرجاذب (0، 60، 120، 180، 240 و 300 کیلوگرم در هکتار) بود. تجزیه واریانس داده‌ها اثر آبیاری را روی عملکرد کاپیتول، تعداد کاپیتول در بوته، قطر کاپیتول و ارتفاع نهنج معنی‌دار و روی وزن هر کاپیتول و میزان قندهای محلول غیرمعنی‌دار نشان داد. درحالیکه اثر پلیمر سوپر جاذب روی عملکرد کاپیتول، تعداد کاپیتول، قطر کاپیتول، ارتفاع نهنج، وزن هر کاپیتول و میزان کل کربوهیدرات‌های محلول غیرمعنی‌دار شد. اثر متقابل آبیاری و پلیمر سوپر جاذب روی عملکرد بیوماس کل، میزان کلروفیل b, a ، کلروفیل کل و پرولین معنی‌دار شد. بیشترین و کمترین عملکرد کاپیتول (116/83 و 75/98 کیلوگرم در هکتار)، قطر کاپیتول (0/544 و 0/497 سانتی‌متر) و ارتفاع نهنج (0/676 و 0/568 سانتی‌متر) به‌ترتیب از تیمارهای آبیاری پس از 50 و 200 میلی‌متر تبخیر به‌دست آمدند، ولی بیشترین و کمترین تعداد کاپیتول هر بوته (199/22 و 91/22 عدد) به ترتیب از تیمارهای آبیاری پس از 100 و 150 میلی‌متر تبخیر به‌دست آمد. بالاترین عملکرد بیوماس کل (1215/55 کیلوگرم در هکتار) از تیمار آبیاری پس از 50 میلی‌متر تبخیر از تشتک و بدون کاربرد پلیمر سوپر جاذب و کمترین مقدار آن (164/44 کیلوگرم در هکتار) از تیمار آبیاری پس از 200 میلی متر تبخیر و کاربرد 120 کیلوگرم در هکتار پلیمر به‌دست آمد. در این بررسی در اثر تنش خشکی میزان کلروفیل a وb از تیمار آبیاری پس از 100 میلی‌متر تبخیر از تشتک تخیر به بعد کاهش یافت. بیشترین تجمع پرولین برگ (4/001 میلی‌گرم در گرم) در تیمار آبیاری پس از 200 میلی‌مترتبخیراز تشتک تبخیر و کاربرد 120کیلوگرم پلیمر در هکتار و کمترین تجمع پرولین (0/748 میلی‌گرم در گرم) در تیمار آبیاری پس از 100میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر و کاربرد 300 کیلوگرم در هکتار پلیمر مشاهده شد. به طورکلی، تحمل خشکی در بابونه آلمانی از طریق تنظیم اسمزی پرولین بوده و کاربرد سوپرجاذب کاهش عملکرد بیوماس در شرایط کمبود آب را اصلاح کرده است.

واژه‌های کلیدی: آبیاری، بابونه، پرولین، سوپرجاذب، کربوهیدرات‌های محلول، عملکرد کاپیتول

Archive of SID

www.SID.ir

Evaluate the Effect of Varying Amounts of Super Absorbent under Different Irrigation Regimes on Growth and Water Deficit Tolerance of German Chamomile (*Matricaria Chamomilla*), as a Second Crop

M Razban[1] and AR Pirzad[2*]

Received: 18 September 2011 Accepted: 17 January 2012
[1]MSc. Educated, Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia-Iran
[2]Assist Prof, Dept of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia-Iran
Corresponding author: E-mail: a.pirzad@urmia.ac.ir

Abstract

To evaluate the effect of water deficit stress on yield, yield components, chlorophyll and osmolytes in *Matricaria chamomilla*, and the effect of super absorbent polymers on reduction of drought stress, a factorial experiment was conducted based on randomized complete block design with three replications in Faculty of Agriculture of Urmia University on 2008. Treatments included water deficit stress (irrigation after 50, 100, 150 and 200 mm evaporation from pan class A) and varying amounts of super absorbent polymer (0, 60, 120, 180, 240 and 300 kg/ha). Results of Analysis of Variance (ANOVA) showed the significant effect of irrigation on dried flower, the numbers of capitol per plant, capitol diameter and receptacle height, and non significant effect on single capitol weight and leaf soluble carbohydrates. While, the effect of super absorbent polymer on was non significant dried flower, the numbers of capitol per plant, capitol diameter, receptacle height, single capitol weight and leaf soluble carbohydrates Interaction effect between water deficit and polymer was significant on the yield of biomass, chlorophyll a, b, total chlorophyll and proline. The highest and lowest yield of dried flower (116.83 and 75.98 kg/ha), capitol diameter (0.544 and 0.497 cm) and receptacle height (0.676 and 0.568 cm) were obtained from irrigation after 50 and 200 mm evaporation from pan class A, respectively. But, the maximum and minimum numbers of capitol per plant (199.22 and 91.22) were obtained from 100 and 150 mm evaporation from pan, respectively. The highest yield of biomass (1215.55 kg/ha) was obtained from irrigation after 50 mm evaporation and 0 kg/ha of polymer application, and the lowest yield (164.44 kg/ha) was obtained from irrigation after 200 mm evaporation by using 120 kg/ha of polymer. In this research, chlorophyll a and b had the reducing trend from irrigation after 100 mm evaporation from pan. The greatest proline accumulation (4.001 mg/g dry weight) belonged to irrigation after 200 mm evaporation with 120 kg/ha of polymer, and the minimum leaf proline content (0.748 mg/g dry weight) was observed at irrigation after 100 mm evaporation with 300 kg/ha of polymer. In general, German chamomile tolerance to drought stress was through osmotic regulation of proline, and the yield of biomass was improved by super absorbent application.

Key Words: Dried flower yield, Irrigation, *Matricaria chamomilla*, Proline, Soluble carbohydrates, Super absorbent

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

بابونه آلمانی (*Matricaria chamomilla* L.) از قدیمی‌ترین گیاهان دارویی شناخته شده است، که از اسانس گل‌های آن در صنایع داروسازی، آرایشی، بهداشتی و صنایع غذایی استفاده فراوانی می‌شود (امیدبیگی 1379). حداقل 18 محصول دارویی را می‌توان یافت که در آن‌ها از مواد موثر بابونه استفاده شده است. گل‌های این گیاه دارای اسانس هستند که در صورت وجود کامازولن اسانس به رنگ آبی مشاهده می‌شود. اسانس بابونه دارای خواص ضدالتهابی، ضداسپاسم، ضدعفونی کننده، ضد نفخ و ترمیم کننده می‌باشند (من و استابا 1992). بافت‌های گیاهی بابونه پس از اسانس‌گیری غذای مناسبی برای احشام می‌باشد. در ایران بوته های جوانُ بابونه به‌عنوان سبزی صحرایی در بازار عرضه شده و آن را مخلوط با سایر سبزی‌ها در بعضی غذاها مصرف می‌کنند (میرحیدر 1373). علاوه بر کاربردهای دارویی، آلفابیزابولول و Farnesene موجود در اسانس بابونه به‌عنوان عطر یا خوشبوکنندهٔ سایر محصولات آرایشی و طعم دهنده در نوشابه‌ها استفاده می‌شود (من و استابا 1992). بابونه آلمانی گیاهی است علفی به ارتفاع 10 الی80 سانتی‌متر و با گل‌آذین کاپیتول انتهایی که شامل 10 الی 12 عدد گلچه ی زبانه‌ای سفید بوده که نهنج مخروطی شکل را احاطه کرده و تعداد زیادی گلچه‌ی لوله‌ای که در آن داخل شده اند. گلچه‌های لوله‌ای به رنگ زرد و یا زرد مایل به قهوه‌ای، دوجنسی (هرمافرودیت) و حاوی اسانس می‌باشند که در مخروط نهنج واقع شده‌اند (امیدبیگی 1379 و آوالونه و همکاران 2000). زیستگاه اصلی بابونه آلمانی، حوالی شرق و جنوب اروپا می‌باشد. گونه هایی از آن نیز در تمام اروپا، غرب سیبری، قسمتی از آسیا، ایران، افغانستان و هندوستان یافت می‌شود (شولتز-موتل 1986).

تنش کمبود آب فرآیندهای گیاهی را مختل کرده و با افزایش شدت تنش، این اثرات تشدید شده و برخی دیگر از فرآیندها هم تحت تأثیر قرار می‌گیرند. بارزترین اثر تنش خشکی، کاهش شاخص سطح برگ، تعداد برگ و وزن خشک اندام هوایی می‌باشد (لازکانو-فررات و لوات 1999). افزایش شدت تنش، موجب اختلال در فرآیندهای فیزیولوژیک، توقف رشد و سرانجام مرگ گیاه در اثر آب کشیدگی می‌شود. اثر تنش آب بر عملکرد چند جانبه است. در مراحل نمو رویشی حتی تنش بسیار جزیی می‌تواند سرعت رشد برگ و در مراحل بعدی شاخص سطح برگ را کاهش دهد. اولین اثرظاهری کم آبی بر روی گیاهان، اندازهٔ کوچکتر و تعداد کمتر برگ‌ها یا ارتفاع گیاه می‌باشد، که ناشی از کاهش توسعهٔ سلولی و رشد، حساسترین فرآیند متأثر از تنش آبی، می‌باشد (هسیائو 1973). در مورد گیاهان دارویی که برای ترکیب مواد موثر، به رشد کامل رویشی و زایشی نیاز دارند، تنش خشکی موجب کاهش مواد موثر و کیفیت آن‌ها می‌گردد (لباسچی و همکاران 1382). تنش خشکی رشد کلی گیاه و تولید میوه را در رازیانه بطور معنی‌دار کاهش داد، اما اثر معنی‌داری بر میزان اسانس میوه ندشت (امیدبیگی 1993).

تحقیقات در مورد بابونه آلمانی نشان می‌دهد که در تنش‌های شدید خشکی کاهش قابل توجهی در محتوی کلروفیل نسبت به شرایط متعادل آبیاری وجود دارد. بنابراین، تنش‌های ملایم خشکی مقادیر کلروفیل b,a و کل را افزایش می‌دهد و با ادامه تنش شدید خشکی، به تدریج از میزان آن‌ها کاسته می‌شود (پیرزاد و همکاران 2011).

تولید متابولیت‌های ثانویه برای سازگاری گیاه نسبت به عوامل نامساعد و تنش‌های محیط زندگی صورت گرفته و به منزله به کار افتادن یک نوع جریان دفاعی در جهت استمرار تعادل فعالیت‌های حیاتی به حساب می‌آید (امیدبیگی 1379). تنظیم اسمزی یک فرآیند فیزیولوژیکی است که در طی آن گیاه با انباشت یکسری مواد در سلول ها، پتانسیل اسمزی بافت‌های تحت تنش را افزایش می‌دهد تا فشار تورژسانس سلول‌ها در حد مطلوب باقی بماند. بیشتر این مواد اسیدهای آمینه و قندها هستند. تجمع پرولین و قندهای محلول به‌عنوان یک مکانیسم دفاعی در تنظیم اسمزی گیاهان حائز اهمیت است (ایریگوین و همکاران 1992). در بابونه آلمانی افزایش مقدار پرولین و کربوهیدرات در اثر کاهش رطوبت خاک گزارش شده است (آرزمجو

Archive of SID

www.SID.ir

و همکاران 1388). قندهای محلول نیز از دیگر اسمولیت‌های سازگار هستند که در شرایط خشکی تجمع یافته و ممکن است به عنوان عامل اسمزی و یا محافظان اسمزی عمل نمایند (ایریگوین و همکاران 1992). در گزارشات مختلف بر روی نخود (سانچز و همکاران 1998) و یونجه (ایریگوین و همکاران 1992)، به افزایش میزان قندهای محلول برگ در اثر اعمال تنش خشکی اشاره شده است. در آزمایش پیرزاد (1386) قند محلول تحت تأثیر آبیاری قرار نگرفت. در بابونه آلمانی قندهای محلول هیچگونه افزایشی حتی با اعمال شدیدترین سطح تنش خشکی نشان نداد (پیرزاد و همکاران 2011). در حالیکه شنبلیله در شرایط کمبود آب، بر میزان کربوهیدرات خود جهت تحمل خشکی می افزاید (شخمگر و همکاران 1388).

امروزه از جمله راهکارهای افزایش راندمان آبیاری در پروژه های مختلف بخش کشاورزی و به ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک، استفاده و بهره گیری متناسب از مواد جاذب رطوبت می باشد. پلیمرهای سوپرجاذب شبکه های هیدروفیلی هستند که هم آب جذب می کنند و هم مقادیر زیادی آب یا محلول-های آبدار را نگهداری می کنند (ظهوریان مهر و کبیری 2008). این پلیمرها بطور موثری سرعت نفوذ، تراکم، ساختار خاک، فشردگی خاک، بافت خاک، پایداری خاکدانه ها و سختی سله زمین و سرعت تبخیر را تحت تأثیر قرار داده (عابدی کوپای و اسدکاظمی 2006) و به ازای هر گرم وزن خشک خود 500-200 میلی‌لیتر آب ذخیره می‌نمایند. پلیمرهای سوپرجاذب موجب جذب سریع و به مقدار قابل ملاحظه آب در ساختمان خود می شوند. تحقیقات انجام شده روی تأثیر پلیمرهای سوپرجاذب در خاک و تحت شرایط کم آبی روی برخی گیاهان موفقیت آمیز بوده است (دهرالد و همکاران 1998).

بنابراین با توجه به خصوصیات مثبت پلیمرهای سوپرجاذب در کاهش اثرات کمبود آب، هدف از انجام این تحقیق بررسی اثر سطوح مختلف آبیاری و پلیمرسوپرجاذب روی ویژگی های رشدی، تنظیم کننده های اسمزی و کلروفیل و همچنین تعیین بهترین میزان کاربرد پلیمر سوپر جاذب تحت شرایط تنش خشکی می‌باشد.

مواد و روش ها

این تحقیق در بهار و تابستان سال 1387 در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه، واقع در 11 کیلومتری شمال غرب ارومیه و با ارتفاع 1320 متر از سطح دریا، بصورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل آبیاری در چهار سطح (آبیاری پس از 50، 100، 150 و 200 میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A) و پلیمر سوپرجاذب در شش سطح (0، 60، 120، 180، 240 و 300 کیلوگرم در هکتار) اجرا شد. در این تحقیق از رقم "Bodegold" بابونه آلمانی، یک رقم تتراپلوئید، از کشور آلمان استفاده شد.

پس از یک شخم و دیسک پاییزه، در اردیبهشت سال 1387 کرت هایی در ابعاد، 120 سانتی متر عرض و 150 سانتی متر طول تهیه گردید. تهیه زمین طوری صورت گرفت که رطوبت خاک و نور لازم برای جوانه زنی بذور فراهم گردد. بعد از آماده‌سازی زمین، پلیمرهای سوپرجاذب در عمق 10 سانتی‌متری سطح خاک دفن شده، و بعد از آبیاری، نشاها در 15 مرداد ماه به زمین منتقل شده و بعد از نشاکاری، زمین دوباره آبیاری شد. هر واحد آزمایشی دارای پنج ردیف کشت به فاصله 30 سانتی‌متر بین ردیفها و 10 سانتی متر روی ردیفها بود (پیرزاد 1386). تیمارهای آبیاری پس از استقرار کامل گیاهچه ها اعمال گردید. مبارزه با علف های هرز، جهت جلوگیری از رقابت آن‌ها با بابونه و ممانعت از هرگونه تداخل علف کش‌ها، بصورت دستی و به طور مداوم انجام شد. میزان تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A بصورت روزانه یادداشت و آبیاری هر تیمار پس از رسیدن میزان تبخیر به مقدار مورد نظر انجام گرفت. جهت اعمال دقیق تیمارهای آبیاری از تأسیسات آبیاری لوله‌کشی شده و کنتور آب استفاده گردید.

برای بدست آوردن عملکرد گل خشک (کاپیتول) از هر واحد آزمایشی پس از حذف حاشیه ها، یک مترمربع در نظر گرفته شد و کاپیتول‌های آن به همراه

Archive of SID

www.SID.ir

یک تا دو سانتی‌متر دمگل با دست برداشت گردید. برداشت کاپیتول ها زمانی که گل های کناری کاملاً باز شده و گلچه‌های سفیدرنگ زبانه‌ای بصورت افقی قرار گرفته بودند، انجام گرفت. کاپیتول‌ها بلافاصله در سایه به مدت 72 ساعت در دمای اتاق (حدود25 درجه سانتی‌گراد) خشک و توزین شدند (امیدبیگی 1379).

برای تعیین مقدار کلروفیل برگ، 0/25 گرم برگ تازه بابونه کاملاً توسعه یافته و در زمان 80 درصد گلدهی، را خرد کرده و در یک هاون چینی به همراه پنج میلی-لیترآب مقطر، در محیط تاریک و خنک، سائیده تا بصورت تودهٔ همگنی درآید. مخلوط حاصل در یک بالن ژوژهٔ 25 میلی‌لیتری ریخته و به حجم رسانیده شد. 0/5 میلی لیتر از مخلوط بدست آمده، با 4/5 میلی لیتر استون 80 % مخلوط و 3000 دور در دقیقه به مدت 10 دقیقه سانتریفیوژ شد. پس از سانتریفیوژ کردن، مخلوط رویی را برداشته و با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومترمدل PD-303، میزان جذب آن در طول موجهای 645 و 663 نانومتر قرائت گردید. غلظت کلروفیل های a، b و کل با استفاده از روابط زیر محاسبه گردیدند (گروس 1991):

[1] کلروفیل‌کل (گرم درلیتر) =(0/0202×OD_{645}) +(0/00802 ×OD_{663})

[2] کلروفیلa (گرم درلیتر) =(0/0127 × OD_{663})-(0/00269×OD_{645})

[3] کلروفیلb (گرم درلیتر) =(0/0229 ×OD_{645})–(0/00468×OD_{663})

در روابط بالا OD_{645} و OD_{663} بترتیب میزان جذب در طول موجهای 645 و 663 نانومتر می‌باشند.

برای اندازه‌گیری میزان پرولین و قندهای محلول، 0/5 گرم از بافت تازهٔ برگی (برگ‌های توسعه یافته انتهایی در زمان 80 درصد گلدهی) به همراه پنج میلی-لیتر اتانول 95% در داخل هاون چینی کوبیده و له شد. قسمت بالای محلول حاصله جداگشته و رسوبات آن دوبار با 5 میلی‌لیتر اتانول 70% شستشو شده و فاز بالایی آن به قسمت رویی قبلی اضافه گردید. محلول به-دست آمده به مدت 10 دقیقه با 3500 دور در دقیقه سانتریفوژ گردید و فاز مایع بالایی برداشته شده و عصارهٔ الکلی بدست آمده تا زمان اندازه‌گیری پرولین و قندهای محلول در داخل یخچال (4 درجه سانتی‌گراد) نگهداری شد (ایریگوین و همکاران 1992).

برای تعیین غلظت پرولین، یک میلی‌لیتر از عصارهٔ الکلی تهیه شده را با 10 میلی‌لیتر آب مقطر رقیق نموده و پنج میلی‌لیتر معرف نین هیدرین به آن اضافه شد (معرف نین هیدرین به ازای هر نمونه: 0/125 گرم نین هیدرین + دو میلی‌لیتر اسید فسفریک شش مولار + سه میلی‌لیتر اسید استیک گلاسیال). پس از افزودن معرف نین هیدرین، 5 میلی‌لیتر اسید استیک گلاسیال به آن افزوده شده و مخلوط حاصله پس از به هم زدن، به مدت 45 دقیقه در حمام آب جوش (100 درجه سانتی-گراد) قرار داده شد. پس از درآوردن نمونه‌ها از حمام آب جوش و خنک شدن آن‌ها، 10 میلی‌لیتر بنزن به هر کدام از نمونه‌ها افزوده شد و به شدت تکان داده شد تا پرولین وارد فاز بنزن گردد. نمونه‌ها به مدت 30 دقیقه به حال سکون رها شدند. استانداردهایی از پرولین از غلظت 0 تا 0/1 میلی‌مول بر میلی‌لیتر تهیه گردید و در نهایت میزان جذب محلول‌های استاندارد و نمونه‌ها در طول موج 515 نانومتر با اسپکتروفتومتر مدل PD-303 اندازه‌گیری شدند (پاکوین و لچاسور 1979). برای اندازه گیری میزان قندهای محلول، 0/1 میلی لیتر از عصارهٔ الکلی نگهداری شده در یخچال به کمک میکروپیپت به داخل لوله آزمایشی ریخته شده و سه میلی‌لیتر آنترون تازه تهیه شده (150 میلی‌گرم آنترون + 100 میلی‌لیتر اسید سولفوریک 72 % ، W/W) به آن افزوده شد. لوله‌های آزمایش به مدت 10 دقیقه در حمام آب جوش قرار داده شدند، تا مادهٔ رنگی تشکیل گردد. پس از خنک شدن نمونه‌ها میزان جذب آن‌ها در طول موج 625 نانومتر با اسپکتروفتومتر مدل PD-303 اندازه‌گیری شد. برای تهیهٔ استاندارد قند، محلول‌هایی از گلوکز با غلظت‌های 0 تا 120 ppm تهیه و کلیهٔ مراحل آزمایش روی آن‌ها انجام گردید و میزان جذب آن‌ها در طول موج 625 نانومتر قرائت گردید (ایریگوین و همکاران 1992).

تجزیه‌های آماری داده‌ها بر اساس مدل آماری طرح های مورد استفاده توسط نرم افزار MSTATC انجام شد. مقایسه میانگین‌های هر صفت با استفاده از آزمون SNK در سطح احتمال پنج درصد انجام گرفت.

Archive of SID

www.SID.ir

نتایج و بحث

عملکرد و اجزای عملکرد

تجزیه واریانس داده‌ها اثر آبیاری را روی عملکرد کاپیتول ($P<0.05$)، تعداد کاپیتول در بوته ($P<0.01$)، قطر کاپیتول ($P<0.05$) و ارتفاع نهنج ($P<0.01$) معنی-دار و روی وزن هر کاپیتول غیرمعنی‌دار نشان داد. درحالیکه اثر پلیمر سوپر جاذب روی عملکرد کاپیتول، تعداد کاپیتول، قطر کاپیتول، ارتفاع نهنج و وزن هر کاپیتول غیرمعنی‌دار شد. همچنین اثر متقابل آبیاری و پلیمر سوپر جاذب روی عملکرد بیوماس کل ($P<0.01$) نیز معنی‌دار شد (جدول 1).

بیشترین عملکرد کاپیتول (116/83کیلوگرم در هکتار) از تیمار آبیاری پس از 50 میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A به‌دست آمد و با افزایش فواصل آبیاری و شدت تنش خشکی در تیمار آبیاری پس از 150 میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کاهش معنی‌داری (75/98 کیلوگرم در هکتار) نشان داد. البته با شدیدتر شدن تنش خشکی به بالاتر از 150 میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر مقدار عملکرد کاپیتول ثابت ماند (شکل 1- الف). روند تغییرات عملکرد کاپیتول و تعداد کاپیتول در بوته، از این نظر که هر دو صفت در تیمارهای آبیاری پس از 50 و 100 میلی‌متر تبخیر دارای بیشترین مقدار، و در تیمارهای آبیاری پس از 150 و 200 میلی متر تبخیر دارای کمترین مقدار می‌باشند، مشابه است (شکل-های 1 – الف و 1- ب)، بنابراین می‌توان استنباط کرد که تعداد کاپیتول هر بوته بیش از وزن هر کاپیتول، روی عملکرد کاپیتول تأثیر داشته است. تنش کمبود آب از طریق کاهش سطح برگ، بسته شدن روزنه‌ها، کاهش قابلیت هدایت روزنه‌ها، کاهش آبگیری کلروپلاست و سایر بخش‌های پروتوپلاسم، کاهش سنتز پروتئین و کلروفیل سبب کاهش فتوسنتز می‌گردد. انتقال مواد فتوسنتزی نیز تحت تأثیر تنش کم آبی کاهش یافته و موجب تجمع و اشباع برگ‌ها از این مواد می‌گردد و در نتیجه فتوسنتز را محدود می‌نماید. محدود شدن فتوسنتز رشد گیاه و عملکرد را کاهش می‌دهد (هاپکینز و هانر 2004 و هسیائو 1973). تحقیقات نشان می‌دهد که با افزایش شدت تنش خشکی، از میزان عملکرد کاپیتول در هر بوته کاسته می‌شود (پیرزاد و همکاران 1387 و پیرزاد و همکاران b2009). کاهش عملکرد گل در بابونه (پیرزاد 1386)، عملکرد و میزان اسانس در آنیسون (امیدبیگی 1379)، رشد کلی گیاه و افزایش تولید میوه در رازیانه (امیدبیگی 1993) نیز تحت تاثیر افزایش فاصله آبیاری گزارش شده است. کاهش عملکرد هر بوته در تنش های رطوبتی (کمبود و زیادی آب) در برخی گیاهان گزارش شده است (پیرزاد 1386 و مرزی و همکاران 1993).

بیشترین تعداد کاپیتول هر بوته (119/22) از تیمار آبیاری پس از 100 میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر حاصل گردید. با افزایش فاصلهٔ دور آبیاری به‌تدریج از تعداد کاپیتول در بوته کاسته شد و در تیمار آبیاری پس از 150 میلی‌متر تبخیر به حداقل مقدار خود (91/22) رسید و با افزایش بیشتر فاصله آبیاری (آبیاری پس از 200 میلی متر تبخیر از تشتک)، تعداد کاپیتول ثابت ماند (شکل 1- ب). پیرزاد (1386) در تحقیق خود بالاترین تعداد کاپیتول در بوته را از تیمار آبیاری پس از 50 میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A و کمترین تعداد را از تیمار آبیاری پس از 100 میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر گزارش کردند، یعنی با افزایش شدت تنش، تعداد کاپیتول‌ها کاهش یافت که به‌دلیل تنش کمبود آب قابل توجیه است. در این تحقیق نیز افزایش تعداد کاپیتول در تیمار آبیاری پس از 100 میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر را می‌توان به‌دلیل تنش ملایم آبی که چندان روی تعداد کاپیتول‌ها تأثیر نداشته توجیه کرد و کاهش تعداد کاپیتول در تیمار آبیاری پس از 150 میلی‌متر تبخیر را به‌دلیل کمبود شدیدتر آب ارتباط داد، و چون بین تیمارهای آبیاری پس از 150 و 200 میلی‌متر تبخیر از تشتک تفاوت معنی‌داری وجود ندارد، می‌توان نتیجه گرفت که با افزایش شدت تنش، از تعداد کاپیتول‌ها در بوته کاسته می‌شود. البته کم بودن تعداد کاپیتول‌ها در تیمار آبیاری پس از 50 میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر را می‌توان به زیادی آب خاک نسبت داد. پیرزاد (1386) با اعمال سطوح آبیاری پس از 25، 50، 75 و 100 میلی متر تبخیر از تشتک، بیشترین تعداد کاپیتول در بوته را

Archive of SID

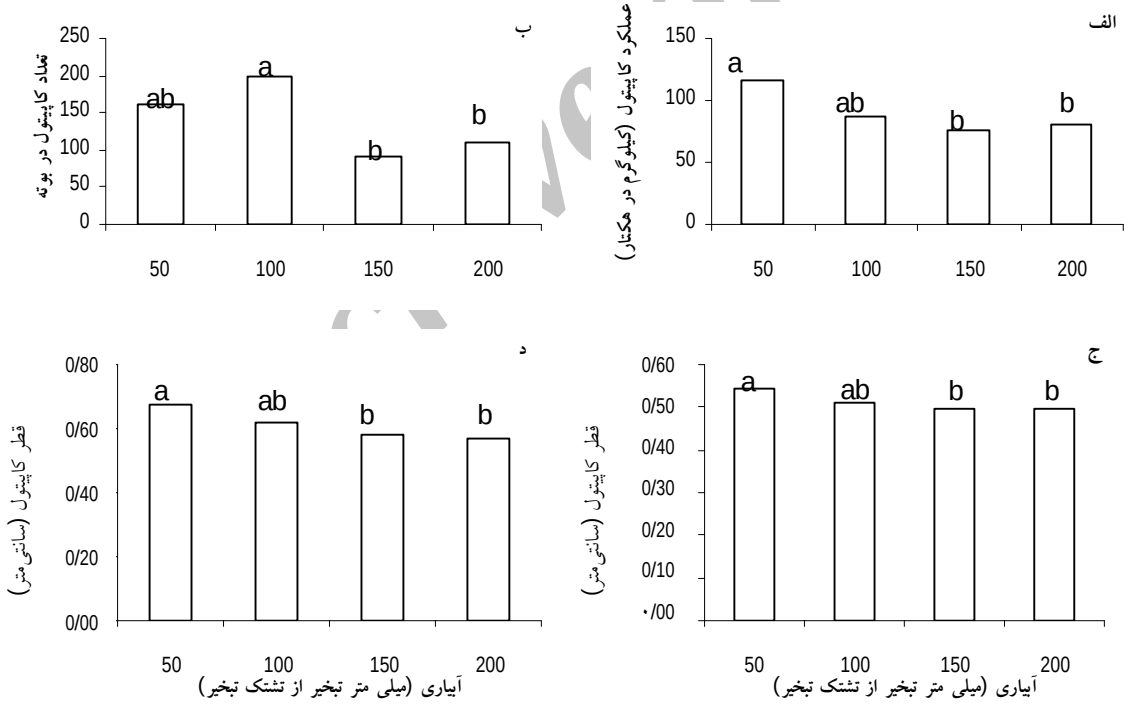
www.SID.ir

در برداشت‌های اول، دوم و مجموع دو برداشت از تیمار آبیاری پس از 50 میلی‌متر تبخیر گزارش کرد. با افزایش فاصله دور آبیاری بتدریج از تعداد کاپیتول در بوته کاسته شد و در آبیاری پس از 100 میلی‌متر تبخیر به حداقل رسید. در تیمار آبیاری پس از 25 میلی‌متر تبخیر

جدول1- تجزیه واریانس اثرات آبیاری و سوپرجاذب روی عملکرد و اجزای عملکرد کاپیتول بابونه آلمانی

منابع تغییر	درجه آزادی	عملکرد کاپیتول	تعداد کاپیتول	وزن هر کاپیتول	قطر کاپیتول	ارتفاع نهنج	عملکرد بیوماس کل
تکرار	2	0/39**	1/30**	0/057*	0/060**	0/011*	35131/56*
آبیاری	3	0/09*	0/33**	0/024^{ns}	0/009*	0/041**	1269577/35**
سوپرجاذب	5	0/04^{ns}	0/09^{ns}	0/009^{ns}	0/004^{ns}	0/007^{ns}	71874/90**
آبیاری×سوپرجاذب	15	0/03^{ns}	0/08^{ns}	0/010^{ns}	0/003^{ns}	0/008^{ns}	186188/39**
اشتباه آزمایشی	46	0/03	0/06	0/011	0/003	0/008	14428/43
ضریب تغییرات (%)		8/94	12/28	6/94	10/97	14/82	15/91

ns، * و ** به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال $P<0.05$ و $P<0.01$



شکل 1- مقایسه میانگین‌های عملکرد کاپیتول (الف)، تعداد کاپیتول در بوته (ب)، قطر کاپیتول (ج) و ارتفاع نهنج (د) تحت تاثیر سطوح مختلف آبیاری. حروف غیرمشابه بیانگر تفاوت معنی‌دار ($P<0.05$) می‌باشد.

نیز تعداد کاپیتول در بوته کمتری به دست آمد. توجه به تغییرات تعداد کاپیتول در بوته نشان می‌دهد، که هر گونه انحراف از تیمار آبیاری پس از 50 میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر (کاهش و افزایش تعداد آبیاری) ، سبب کاهش در تعداد آن می‌گردد (پیرزاد 1386). این روند اثر آبیاری روی بابونه آلمانی (امیدبیگی 1379 و پیرزاد

www.SID.ir

1386) و گل راعی (لباسچی و همکاران 1382) نیز گزارش شده است.

مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که که بیشترین قطر کاپیتول (0/544 سانتی‌متر) از تیمار آبیاری پس از 50 میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاسA به‌دست آمد، که با تیمار آبیاری پس از 100 میلی‌متر تبخیر از تشتک تفاوت معنی‌داری نداشت. ولی با افزایش فواصل آبیاری و شدت تنش از قطر کاپیتول کاسته شد، به‌طوری که کمترین قطر کاپیتول (0/497 سانتی متر) مربوط به تیمار آبیاری پس از 200 میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر بود که با تیمار آبیاری پس از 150 میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر در یک سطح بود (شکل 1- ج). اندازه کاپیتول بابونه آلمانی پس از اعمال آبیاری پس از 150 میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر به‌طور معنی‌دار کوچک شده ولی در شدت‌های بالاتر از آن، اندازه کاپیتول ثابت ماند. بنظر می رسد تنش کمبود آب از طریق کاهش سطح برگ، بسته شدن روزنه‌ها، کاهش قابلیت هدایت روزنه‌ها، کاهش آبگیری کلروپلاست و سایر بخش‌های پروتوپلاسم، کاهش سنتز پروتئین و کلروفیل سبب کاهش فتوسنتز می‌گردد، در این حالت انتقال مواد فتوسنتزی در زمان گلدهی به سمت گل آذین نیز کاهش یافته و باعث کاهش اجزای عملکرد بابونه نظیر قطر کاپیتول می‌گردد و به دنبال کاهش قطر کاپیتول، عملکرد کاپیتول نیز کاهش می‌یابد. لباسچی و همکاران (1382) در تحقیق خود کاهش سطح برگ و اجزای عملکرد در گل راعی را تحت شرایط خشکی گزارش کرده‌اند.

تغییرات ارتفاع نهنج نیز مشابه تغییرات قطر کاپیتول بود، بطوریکه بیشترین ارتفاع نهنج (0/676 سانتی‌متر) از تیمار آبیاری پس از 50 میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر به‌دست آمد که با تیمار آبیاری پس از 100 میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر در یک گروه آماری قرار گرفتند. ولی با افزایش شدت تنش از مقدار آن به شدت کاسته شد و کوتاه‌ترین نهنج‌ها (0/568 سانتی‌متر) از تیمار آبیاری پس از 200 میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر به‌دست آمدند (شکل 1-د). با توجه به نتایج بدست آمده می‌توان اظهار کرد که ارتفاع نهنج نیز همانند قطر کاپیتول کاملاً تحت تأثیر تنش قرار گرفته و با افزایش شدت تنش از مقدار آن کاسته شده است. به نظر می‌رسد اندازهٔ کاپیتول از ابعاد ارتفاع نهنج و قطر کاپیتول به‌طور یکسان تحت تأثیر آبیاری قرار گرفته است.

بیشترین مقدار عملکرد بیوماس کل (1215/55 کیلوگرم در هکتار) از تیمار آبیاری پس از 50 میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاسA و بدون کاربرد پلیمر سوپر جاذب به‌دست آمد. به نظر می‌رسد در شرایط بدون تنش (آبیاری پس از 50 میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر) با افزایش غلظت پلیمرها، عملکرد بیوماس کل افزایش می‌یابد، ولی در تنش‌های ملایم (آبیاری پس از 100 میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر) با افزایش غلظت پلیمرها تا 180 کیلوگرم در هکتار، عملکرد بیوماس کل افزایش و بعد از آن ثابت می‌ماند. در تنش‌های شدیدتر خشکی (آبیاری پس از150 و 200میلی متر تبخیر از تشتک تبخیر) کاربرد پلیمرهای سوپرجاذب چندان روی مقدار عملکرد بیوماس موثر نبودند، به‌طوریکه کمترین مقدار آن (164/44 کیلوگرم در هکتار) مربوط به تیمار آبیاری پس از 200 میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر و کاربرد 120 کیلوگرم در هکتار پلیمر سوپرجاذب می باشد (شکل 2). تحقیقات پیرزاد و همکاران (2009b) نیز کاهش عملکرد بیوماس کل را با افزایش شدت تنش خشکی تأیید می‌کند، این حالت نشان دهنده این موضوع می‌باشد که کمبود آب فقط در شرایط تنش شدید می تواند بیوماس کل را کاهش دهد. به طور کلی، با وجود کاهش عملکرد بیوماس در تنش های خشکی شدیدتر در هر کدام از سطوح سوپرجاذب، افزایش مقدار این پلیمر عملکرد بیوماس را در هر کدام از سطوح آبیاری و به ویژه در تیمارهای شدیدتر تنش (آبیاری پس از 100 و 150 میلی متر تبخیر) افزایش داده است. بنابراین، در تولید بیوماس هر رژیم آبیاری که اعمال گردد، کاربر سوپرجاذب می تواند عملکرد بیوماس را بهبود بخشد.

کلروفیل برگ و تنظیم کننده های اسمزی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها اثر متقابل بین رژیم آبیاری و سوپرجاذب را روی میزان کلروفیل a, b، کلروفیل کل و پرولین ($P<0.01$) معنی‌دار و روی میزان قندهای محلول غیرمعنی‌دار نشان داد (جدول 2).

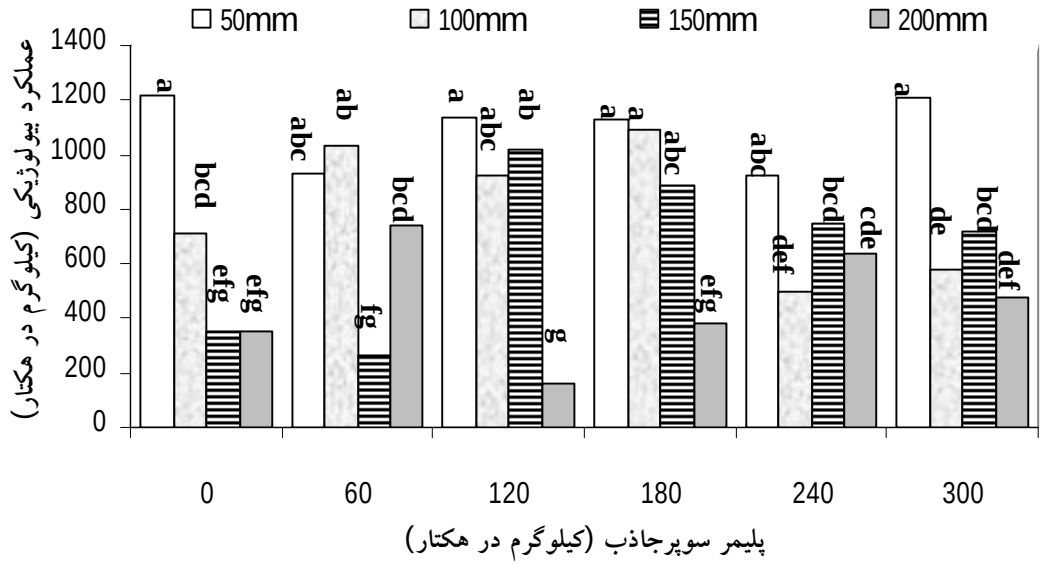
Archive of SID

www.SID.ir

جدول 2- تجزیه‌واریانس اثرات آبیاری و سوپرجاذب بر روی کلروفیل b,a ، کلروفیل کل و تنظیم کننده‌های اسمزی (پرولین و قندهای محلول) در برگ بابونه آلمانی

منابع تغییر	درجه آزادی	کلروفیلa	کلروفیل b	کلروفیل کل	پرولین	قند محلول
تکرار	2	22/40^{ns}	90/49**	130/20**	0/103^{ns}	4813/22**
آبیاری	3	767/67**	125/88**	1427/01**	1/91**	151/03^{ns}
سوپرجاذب	5	140/90**	127/57**	396/01**	1/25**	74/65^{ns}
آبیاری×سوپرجاذب	15	124/63**	162/75**	444/22**	4/41**	263/83^{ns}
اشتباه آزمایشی	46	25/57	18/46	42/67	0/199	195/15
ضریب تغییرات (%)		8/31	11/38	6/62	19/9	13/05

ns، * و ** به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال $P<0.05$ و $P<0.01$



شکل 2- مقایسه میانگین‌های عملکرد بیوماس بابونه آلمانی تحت تأثیرسطوح مختلف آبیاری و پلیمر سوپرجاذب. حروف غیرمشابه بیانگر تفاوت معنی دار ($P<0.05$) می‌باشد.

مقایسه میانگین‌های کلروفیل a نشان داد که بیشترین مقدار آن (76/85 میلی‌گرم در گرم) مربوط به بالاترین سطح پلیمر (300 کیلوگرم درهکتار) در تیمار آبیاری پس از 100 میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر بود و کمترین میزان آن (38/76 میلی‌گرم در گرم) از تیمار 240 کیلوگرم درهکتار پلیمر و آبیاری پس از 200 میلی-متر تبخیر از تشتک تبخیر به‌دست آمد (شکل 3–الف). همچنین بیشترین (50/20 میلی‌گرم در گرم) و کمترین (22/89 میلی‌گرم در گرم) مقادیر کلروفیل b به ترتیب درتیمارهای 240 و 300 کیلوگرم درهکتار پلیمر و آبیاری پس از 50 میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر مشاهده شد (شکل 3 – ب). کاربرد مقدار 120کیلوگرم درهکتار پلیمر و آبیاری پس از 100 میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر، بیشترین کلروفیل کل (124/07 میلی‌گرم در گرم) را تولید کرد و کمترین مقدار کلروفیل کل (72/57 میلی گرم در گرم) از تیمار آبیاری پس از 200

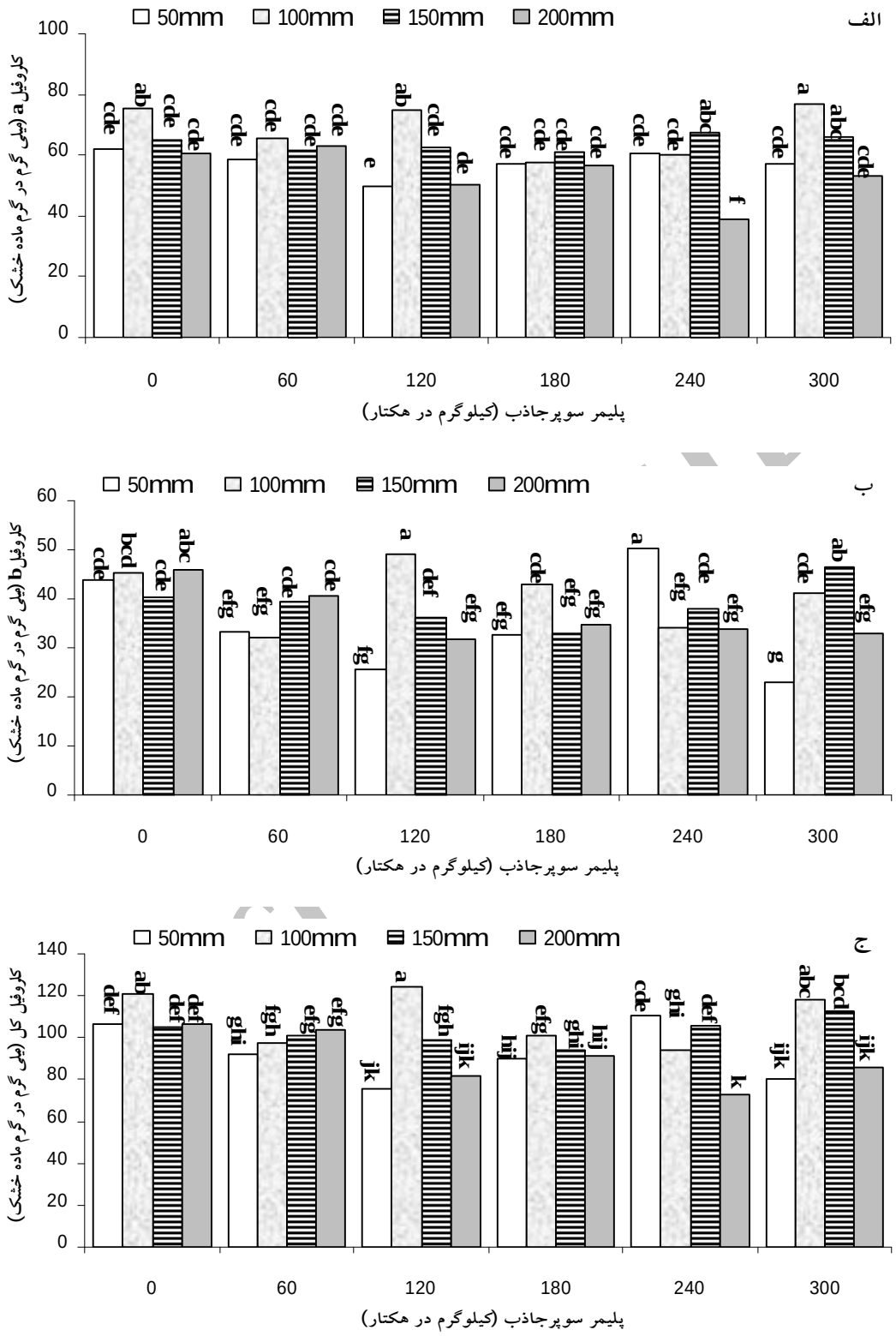
www.SID.ir

میلیمتر تبخیر از تشتک تبخیر و کاربرد 240کیلوگرم درهکتار پلیمر به‌دست آمد (شکل 3 – ج). میزان کلروفیل در گیاهان زنده یکی از فاکتورهای مهم حفظ ظرفیت فتوسنتزی است. در این بررسی در اثر تنش خشکی میزان کلروفیل a وb از تیمار آبیاری پس از 100 میلی-متر تبخیر از تشتک تخیر به بعد کاهش یافت. به نظر می‌رسد که کاهش میزان کلروفیل a در اثر تنش خشکی، به علت افزایش تولید رادیکال‌های اکسیژن باشد، که این رادیکال‌های آزاد باعث پراکسیداسیون و در نتیجه تجزیه این رنگیزه می‌گردد (شاتز و فانگمییر 2001). تنش کمبود آب تمام صفات زراعی همچون محتوای کلروفیل را کاهش می‌دهد، در حالی که بکاربردن پلیمرهای سوپرجاذب تمام صفات زراعی چون محتوای کلروفیل را افزایش می‌دهد. تحقیقات در مورد بابونه آلمانی نشان می‌دهد در تنش‌های شدید خشکی کاهش قابل توجهی در محتوی کلروفیل نسبت به شرایط متعادل آبیاری وجود داشت. بنابراین، تنش‌های ملایم خشکی مقادیر کلروفیل b,a و کل را افزایش داد، و با ادامه تنش شدید خشکی این مقادیر به حداقل میزان خود می‌رسند (پیرزاد و همکاران 2009a). بیشترین تجمع پرولین برگ (4/001 میلی‌گرم در گرم) در تیمار آبیاری پس از 200 میلی‌مترتبخیراز تشتک تبخیر و کاربرد120 کیلوگرم درهکتار پلیمر اتفاق افتاد. درحالیکه کمترین تجمع پرولین (0/748 میلی‌گرم در گرم) مربوط به تیمار آبیاری پس از 100میلی‌مترتبخیرازتشتک تبخیر و کاربرد 300 کیلوگرم پلیمر درهکتار بود. در شرایط آبیاری متعادل (آبیاری پس از 50 میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر)، با افزایش غلظت پلیمرها، میزان پرولین نیز افزایش می‌یابد، ولی در تنش ملایم خشکی (آبیاری پس از 100 میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر) با افزایش غلظت پلیمر تا 240 کیلوگرم در هکتار، میزان پرولین کاهش یافته و در غلظت 240 کیلوگرم در هکتار، دوباره میزان پرولین افزایش می‌یابد، در حالیکه در تنش‌های شدید خشکی (آبیاری پس از 150 و 200 میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر) با افزایش غلظت پلیمرها، میزان پرولین بطور قابل توجهی افزایش می‌یابد (شکل 4).

مقدار پرولین با افزایش شدت تنش خشکی افزایش پیدا کرد. مولکول‌های پرولین شامل قسمت آب دوست و آب گریز می‌باشد. پرولین محلول، می‌تواند حلالیت پروتئین-های مختلف را تحت تأثیر قرار داده و جلوی غیرطبیعی شدن آلبومین را بگیرد. این خصوصیت پرولین بدان جهت است که رابطه متقابل بین پرولین و سطح پروتئین-های آب گریز برقرار شده و به علت افزایش سطح کل مولکول‌های پروتئین آب دوست، پایداری آن‌ها افزایش یافته و از تغییر ماهیت آن‌ها جلوگیری می‌کند. آنزیم‌ها نیز به دلیل ساختمان پروتئینی خود تحت تأثیر این سازوکار پرولین قرار گرفته و محافظت می‌شوند، که احتمالاً گیاهان به دلایل فوق پرولین خود را افزایش می-دهند (حیدری شریف آباد 1380). با توجه به اینکه در تحقیق پیرزاد (1386) میزان پرولین در بابونه آلمانی تحت تأثیر معنی‌دار سطوح آبیاری قرار نگرفت، با اینحال افزایش غلظت پرولین در گیاهان تحت شرایط کم آبی توسط محققان متعددی گزارش شده است (فاتیما و همکاران 1999 ؛ ایریگوین و همکاران 1992 و سانچز و همکاران 1998). افزایش میزان پرولین در اثر تنش خشکی در نخود (سانچز و همکاران 1998) و سورگوم (ضعیف‌نژاد و همکاران 1997) گزارش شده است. تجمع پرولین به گیاه کمک می کند که در دورهٔ کوتاهی بعد از اعمال تنش خشکی زنده بماند و گیاه بتواند بعد از رفع تنش، رشد خود را بازیابی کند و بنابراین اثر مثبت بر عملکرد خواهد داشت. اما در تنش طولانی مدت اثرات مفید آن عمل نخواهند کرد و تجمع آن حتی اثر منفی بر عملکرد خواهد گذاشت، زیرا منابع فتوسنتزی گیاه را به سمت فرآیندهایی غیر از پرشدن دانه منحرف می‌گرداند (سانچز و همکاران 1998).

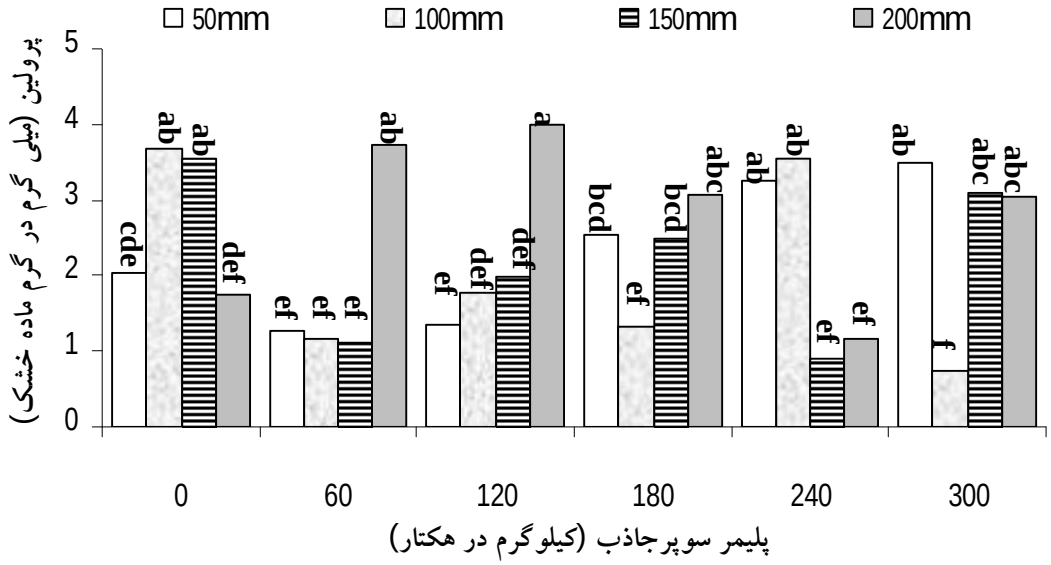
Archive of SID

www.SID.ir



شکل 3- مقایسه میانگین ترکیبات تیماری مقادیر مختلف پلیمر سوپرجاذب در سطوح آبیاری از نظر کلروفیل a (الف)، کلروفیل b (ب) و کلروفیل کل (ج) در برگ‌های بابونه آلمانی. حروف غیرمشابه بیانگر تفاوت معنی‌دار ($P<0.05$) می‌باشد.

www.SID.ir



شکل 4- مقایسه میانگین ترکیبات تیماری مقادیر مختلف پلیمر سوپرجاذب در سطوح آبیاری از نظر میـزان پـرولین در برگ‌های بابونه آلمانی. حروف غیرمشابه بیانگر تفاوت معنی‌دار ($P<0.05$) می‌باشد.

میزان قند محلول برگ تحت تأثیر آبیاری و پلیمرسوپرجاذب قرار نگرفت (جدول 2). افزایش قند در اثر تنش خشکی، بعنوان یک ترکیب اسمزی (سانچز و همکاران 1998) و محافظت پروتئین‌ها در مقابل آسیب اکسیداتیو رادیکال‌های آزاد، که در شرایط کم آبی افزایش می یابد، مهم می‌باشد. در برخی گزارشات پایین آمدن غلظت کربوهیدرات‌ها در اثر تشدید تنش خشکی، توانایی قندهای محلول را برای شرکت در تنظیم اسمزی، با شک و تردید مواجه ساخته است (تاکور و رای 1980). از طرف دیگر، مقادیر قابل توجهی از کربن که می توانست برای تأمین رشد گیاه مورد استفاده قرار گیرد، در تولید ترکیبات اسمزی (قندها)، به منظور تنظیم اسمزی بکاررفته و موجب کاهش رشد در گیاهان می‌شود (دهرالد و همکاران 1998). قندهای محلول هیچگونه افزایشی در بابونه آلمانی، حتی با اعمال شدیدترین تنش خشکی نشان نداد (پیرزاد 1386). بنابراین در شرایط این آزمایش بابونه از این عمل پرهزینه (انباشت قند)، جهت تنظیم اسمزی پرهیز می‌کند.

به‌طورکلی آبیاری از طریق بعضی اجزای عملکرد مانند تعداد کاپیتول، قطر کاپیتول و ارتفاع نهنج بر روی عملکرد اقتصادی و بیولوژیک تاثیر گذاشته است. همچنین تغییرات کلروفیل (کلروفیل a، کلروفیل b و کلروفیل کل) و پرولین آزاد برگ به‌عنوان تنظیم کننده اسمزی نیز تحت تاثیر معنی‌دار فواصل آبیاری قرار گرفتند. ولی به‌نظر می‌رسد این گیاه از طریق قندمحلول به تنش کمبود آب پاسخ نمی‌دهد، چرا که مقدار پرولین برگی تحت تاثیر آبیاری قرار نگرفت. مقادیر مختلف سوپرجاذب فقط کلروفیل برگی و پرولین را تحت تاثیر قرار داده است، ولی اجزای عملکرد با کاربرد پلیمر، نسبت به شاهد تغییر نکرده است. بنابراین، کمبود آب ابتدا فرآیندهای فیزیولوژیک را قبل از عملکرد و اجزای عملکرد تحت تاثیر قرار می‌دهد. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که سوپرجاذب، عملکرد بیولوژیک را در سطوح مختلف آبیاری به طور متفاوت تغییر داده است. این امر نشان دهنده پاسخ متفاوت رشد رویشی و زایشی به تنش کمبود آب است.

Archive of SID

www.SID.ir

منابع مورد استفاده

آرزمجو ا، حیدری م، قنبری ا، احمدیان ا و صادقی س، 1388. تأثیر تنش خشکی بر تنظیم کننده‌های اسمزی، رنگدانه‌های فتوسنتزی و اسانس بابونه (چکیده). صفحه 155، اولین همایش ملی تنش‌های محیطی در علوم کشاورزی. دانشگاه بیرجند، بیرجند.

امیدبیگی ر، 1379. تولید و فرآوری گیاهان دارویی. جلد سوم، انتشارات آستان قدس رضوی.

پیرزاد ع، 1386 . اثرات آبیاری و تراکم بوته بر روی برخی از ویژگی‌های فیزیولوژیک و مواد موثره بابونه آلمانی. پایان‌نامه دکترای زراعت، دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز.

پیرزاد ع، آلیاری ه، شکیبا م ر، زهتاب سلماسی س و محمدی س ا، 1387. اثرات آبیاری و تراکم بوته بر روی کارآیی مصرف آب در تولید کاپیتول بابونه آلمانی. مجله دانش کشاورزی، جلد 18، شماره 4، صفحه های 81 تا 91.

حیدری‌شریف‌آباد ح، 1380. روش های مقابله با خشکی و خشکسالی. جلداول، انتشارات موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، تهران.

شخمگر م، برادران ر، موسوس س غ، پویان م، بیکی س و آرزمجو ا، 1388. تأثیر دور آبیاری بر ترکیبات پرولین، کربوهیدرات، کلروفیل و جذب عناصر غذایی در شنبلیله (چکیده). صفحه 235، اولین همایش ملی تنش های محیطی در علوم کشاورزی. دانشگاه بیرجند، بیرجند.

لباسچی م ح، شریفی عاشورآبادی ا و مظاهری د، 1382. اثرات تنش خشکی بر تغییرات هیپریسین گل راعی. مجله پژوهش و سازندگی، جلد 58، شماره 1، صفحه های 44 تا 52.

میرحیدر ح، 1373. معارف گیاهی: کاربرد گیاهان در پیشگیری و درمان بیماری‌ها. جلدپنجم، دفتر نشر فرهنگ اسلامی.

Abedi-koupai J and Asadkazemi J, 2006. Effect of hydrophilic polymer on the field performance of an ornamental plant (*Cupressus arizonica*) under reduced irrigation regimes. Iranian Polymer Journal 15(9). 715-725.

Avallone R, Zanoli P, Puia G, Kleinschnitz M, Schreier P and Baraldi M, 2000. Pharmacological profile of apigenin, a flovonoid isolated from *Matricaria chamomilla*. Biochemical Pharmacology 59(11): 1387-1394.

De Herralde F, Biel C, Save R, Morales MA, Torreciallas A, Alarcon JJ and Sanchez-Blanco MJ, 1998. Effect of water and stress on the growth, gas exchange and water relations in *Agryanthemum coronopifolium* plants. Plan Science 139: 9-17.

Fatima S, Farooqi AHA, Ansari SR and Sharma S, 1999. Effect of water stress on growth and essential oil metabolism in *Cymbopogon martini* (Palmarosa) cultivars. Journal of Essential Oil Research 11: 491-496.

Gross J, 1991. Pigment in vegetables. Van Nostrand Reinhold, New York.

Archive of SID

www.SID.ir

Hopkins WG and Huner NPA, 2004. Introduction to plant physiology. John Willy and Sons, Inc., New York, USA.

Hsiao TC, 1973. Plant responses to water stress. Annual Review of Plant Physiology 24:519-570.

Irigoyen JJ, Emerich DW and Sanchez-Diaz M, 1992. Water stress induced changes in concentrations of proline and total soluble sugars in nodulated alfafa (*Medicago sativa*) plants. Physiologia Plantarun 84: 55-60.

Lazcano-ferrat I and Lovatt CJ, 1999. Relationship between relative water content, nitrogen pools, and growth of *Phaseolus vulgaris* L. and *Ph. acutifolius* A, Gray during water deficit. Crop Science 39: 467-475.

Mann C and Staba EJ, 1992. The chemistry, pharmacology and commercial formulations of chamomile. Pp.235-280. In: Craker LE and Simon JE (eds). Herbs, Spices and medicinal plants, Recent Advances in Botany, Horticulture and Pharmacology, Vol. I. Food Product Press, New York, U.S.A.

Marzi V, Ventrelli A and De Mastro G, 1993. Influence of intercropping and irrigation on productivity of Licorice (*Glycyrrhiza glabra* L.). Acta Horticulturae 331: 71-78.

Omidbaigi R, 1993. Effect of environmental factors on growth, yield and active substances of some medicinal plants. Ph.D. Thesis, Budapest.

Paquin R and Lechasseur P, 1979. Observationssur une method de dosage de la proline libre dans les extraits de plantes. Canadian Journal of Botany 57: 1851-1854.

Pirzad A, Alyari H, Shakiba MR, Zehtab-Salmasi S and Mohammadi A, 2009a. Effect of water stress on chlorophyll amounts in German chamomile (*Matricaria chamomilla* L.). Pp. 315-317. VIII Tarla Bitkileri Kongresi, Hatay, Turkiye.

Pirzad A, Alyari H, Shakiba MR, Zehtab-Salmasi S and Mohammadi A, 2009b. Dried flower harvest index of German chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) affected by irrigation regimes and plant density. Pp. 318-321. VIII Tarla Bitkileri Kongresi, Hatay, Turkiye.

Pirzad A, Shakiba MR, Zehtab-Salmasi S, Mohammadi A, Darvishzadeh R and Hassani A, 2011. Effect of water stress on leaf relative water content, chlorophyll, proline, and soluble carbohydrates in *Matricaria chamomilla* L. Journal of Medicinal Plants Research 5(12): 2483-2488.

Sanchez FJ, Manzanares M, Andres EF, Tenorio JL and Ayerbe L, 1998. Turgor maintenance, osmotic adjustment and soluble sugar and proline accumulation in 49 pea cultivars in response to water stress. Field Crop Research 59:225-235.

Schütz M and Fangmeier A, 2001. Growth and yield responses of spring wheat (*Triticum aestivum* L. *cv*. Minaret) to elevated CO_2 and water limitation. Environmental Pollution 114:187-194.

Schultze-Motel J, 1986. Rudolf Mansfelds Verzeichnis landwirtschaftlicher und gärtnerischer Kulturpflanzen (ohne Zierpflanzen), 2.Ed. Akademie Verlag, Berlin.

Archive of SID

www.SID.ir

Thakur PS and Rai VK, 1980. Water stress effects on maize: Carbohydrate metabolism of resistant and susceptible cultivars of *Zea mays* L. Biologia Plantarum 21(1): 50-56.

Zaifnejad M, Clarck RB and Sullivan CY, 1997. Aliminum and water stress effects on growth and proline of sorghum. Journal of Plant Physiology 150: 338-244.

Zohurian-Mehr MJ and Kabiri K, 2008. Superabsorbent polymer materials: A review. Iranian Polymer Journal. 17 (6): 451-477.

Archive of SID

www.SID.ir