

بررسی اثر کاربرد مقادیر مختلف سوپر جاذب تحت رژیم های آبیاری متفاوت بر رشد و

تحمل کم آبی در کشت دوم بابونه آلمانی (*Matricaria chamomilla*)

مهسا رازبان¹ 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 کننده های اسمزی در بابونه-آلمانی و تاثیر کاربرد پلیمرهای سوپر جاذب در کاهش اثرات خشکی، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک های 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 میلی متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A) و مقادیر پلیمر سوپر جاذب (0، 60، 120، 180، 240 و 300 کیلوگرم در هکتار) بود. تجزیه واریانس داده ها اثر آبیاری را روی عملکرد کاپیتول، تعداد کاپیتول در بوته، قطر کاپیتول و ارتفاع نهج معنی دار و روی وزن هر کاپیتول و میزان قندهای محلول غیر معنی دار نشان داد. در حالیکه اثر پلیمر سوپر جاذب روی عملکرد کاپیتول، تعداد کاپیتول، قطر کاپیتول، ارتفاع نهج، وزن هر کاپیتول و میزان کل کربوهیدرات های محلول غیر معنی دار شد. اثر متقابل آبیاری و پلیمر سوپر جاذب روی عملکرد بیوماس کل، میزان کلروفیل a، b، کلروفیل کل و پرولین معنی دار شد. بیشترین و کمترین عملکرد کاپیتول (116/83 و 75/98 کیلوگرم در هکتار)، قطر کاپیتول (0/544 و 0/497 سانتی متر) و ارتفاع نهج (0/676 و 0/568 سانتی متر) به ترتیب از تیمارهای آبیاری پس از 50 و 200 میلی متر تبخیر به دست 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 میلی متر تبخیر به دست آمد. بالاترین عملکرد بیوماس کل (1215/55 کیلوگرم در هکتار) از تیمار آبیاری پس از 50 میلی متر 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 به دست آمد. در این بررسی در اثر تنش خشکی میزان کلروفیل a و b از تیمار آبیاری پس از 100 میلی متر تبخیر از تشتک تخیر به بعد کاهش یافت. بیشترین تجمع پرولین برگ (4/001 میلی گرم در گرم) در تیمار آبیاری پس از 200 میلی متر تبخیر از تشتک تبخیر و کاربرد 120 کیلوگرم پلیمر در هکتار و کمترین تجمع پرولین (0/748 میلی گرم در گرم) در تیمار آبیاری پس از 100 میلی متر تبخیر از تشتک تبخیر و کاربرد 300 کیلوگرم در هکتار پلیمر مشاهده شد. به طور کلی، تحمل خشکی در بابونه آلمانی از طریق تنظیم اسمزی پرولین بوده و کاربرد سوپر جاذب کاهش عملکرد بیوماس در شرایط کمبود آب را اصلاح کرده است.

واژه های کلیدی: آبیاری، بابونه، پرولین، سوپر جاذب، کربوهیدرات های محلول، عملکرد کاپیتول

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 Razban¹ and AR Pirzad^{2*}

Received: 18 September 2011 Accepted: 17 January 2012

¹MSc. Educated, Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia-Iran

²Assist 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 capitul per plant, capitul diameter and receptacle height, and non significant effect on single capitul weight and leaf soluble carbohydrates. While, the effect of super absorbent polymer on was non significant dried flower, the numbers of capitul per plant, capitul diameter, receptacle height, single capitul 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), capitul 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 capitul 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

مقدمه

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 جزئی می‌تواند سرعت رشد برگ و در مراحل بعدی شاخص سطح برگ را کاهش دهد. اولین اثرظاهری کم آبی بر روی گیاهان، اندازه کوچکتر و تعداد کمتر برگ‌ها یا ارتفاع گیاه می‌باشد، که ناشی از کاهش توسعه 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 نداشت (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 a, b 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 سلول‌ها، 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

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 بوته‌های جوان 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 خوشبوکننده سایر محصولات آرایشی و طعم دهنده در نوشابه‌ها استفاده می‌شود (من و استابا 1992). بابونه آلمانی گیاهی است علفی به ارتفاع 10 الی 80 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 گلچه ی 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. گونه‌هایی 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

کاربرد پلیمر سوپر جاذب تحت شرایط تنش خشکی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

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 سوپر جاذب 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 کرت‌هایی 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 سوپر جاذب 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 گیاهچه‌ها اعمال گردید. مبارزه با علف‌های هرز، جهت جلوگیری از رقابت آن‌ها با بابونه و ممانعت از هرگونه تداخل علف‌کش‌ها، 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 حاشیه‌ها، یک مترمربع در نظر گرفته شد و کاپیتول‌های آن به همراه

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 می‌افزاید (شخمگر و همکاران 1388).

امروزه از جمله راهکارهای افزایش راندمان آبیاری در پروژه‌های مختلف بخش کشاورزی و به ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک، استفاده و بهره‌گیری متناسب از مواد جاذب رطوبت می‌باشد. پلیمرهای سوپر جاذب شبکه‌های هیدروفیلی هستند که هم آب جذب می‌کنند و هم مقادیر زیادی آب یا محلول‌های آبدار را نگهداری می‌کنند (ظهوریان مهر و کبیری 2008). این پلیمرها بطور موثری سرعت نفوذ، تراکم، ساختار خاک، فشردگی خاک، بافت خاک، پایداری خاکدانه‌ها 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 سوپر جاذب موجب جذب سریع و به مقدار قابل ملاحظه آب در ساختمان خود می‌شوند. تحقیقات انجام شده روی تأثیر پلیمرهای سوپر جاذب 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 سوپر جاذب در کاهش اثرات کمبود آب، هدف از انجام این تحقیق بررسی اثر سطوح مختلف آبیاری و پلیمر سوپر جاذب روی ویژگی‌های رشدی، تنظیم‌کننده‌های اسمزی و کلروفیل و همچنین تعیین بهترین میزان

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

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

یک تا دو سانتی متر دمگل با دست برداشت گردید. برداشت کاپیتول ها زمانی که گل های کناری کاملاً باز شده و گلچه های سفیدرنگ زبانه ای بصورت افقی قرار گرفته بودند، انجام گرفت. کاپیتول ها بلافاصله در سایه به مدت 72 ساعت در دمای اتاق (حدود 25 درجه سانتی گراد) 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-لیتر آب مقطر، در محیط تاریک و خنک، سائیده تا بصورت توده همگنی درآید. مخلوط حاصل در یک بالن ژوژه 25 میلی لیتری 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 سانترفیوژ شد. پس از سانترفیوژ کردن، مخلوط رویی را برداشته و با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر مدل 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):

$$[1] \quad (0/00802 \times OD_{663}) + (0/0202 \times OD_{645}) = \text{گرم در لیتر} \text{ کلروفیل کل}$$

$$[2] \quad (0/0127 \times OD_{663}) - (0/00269 \times OD_{645}) = \text{گرم در لیتر} \text{ کلروفیل a}$$

$$[3] \quad (0/0229 \times OD_{645}) - (0/00468 \times OD_{663}) = \text{گرم در لیتر} \text{ کلروفیل b}$$

در روابط بالا OD₆₄₅ و OD₆₆₃ بترتیب میزان جذب در طول موجهای 645 و 663 نانومتر می باشند.

برای اندازه گیری میزان پرولین و قندهای محلول، 0/5 گرم از بافت تازه برگ (برگ های 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 میلی لیتر 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 سانترفیوژ گردید و فاز مایع بالایی برداشته شده و عصاره الکلی بدست آمده تا زمان اندازه گیری پرولین و قندهای محلول در داخل یخچال (4 درجه سانتی گراد) نگهداری شد (ایریگوین و همکاران 1992).

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 نهج ($P < 0.01$) معنی‌دار و روی وزن هر کاپیتول غیرمعنی‌دار نشان داد. درحالی‌که اثر پلیمر سوپر جاذب روی عملکرد کاپیتول، تعداد کاپیتول، قطر کاپیتول، ارتفاع نهج 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 (116/83 کیلوگرم در هکتار) از تیمار آبیاری پس از 50 میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A به دست آمد و با افزایش فواصل آبیاری و شدت تنش خشکی در تیمار آبیاری پس از 150 میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A (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 میلی‌متر تبخیر دارای کمترین مقدار می‌باشند، مشابه است (شکل 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 آبیگری 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 (هایپکینز 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 2009b). 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 تأثیر افزایش فاصله آبیاری گزارش شده است. کاهش عملکرد هر بوته در تنش‌های رطوبتی (کمبود و زیاده‌ای 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 فاصله دور آبیاری به تدریج 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 میلی‌متر 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 به دلیل تنش کمبود آب قابل توجه است. در این تحقیق نیز افزایش تعداد کاپیتول در تیمار آبیاری پس از 100 میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر را می‌توان به دلیل تنش ملایم آبی که چندان روی تعداد کاپیتول‌ها تأثیر نداشته توجه کرد و کاهش تعداد کاپیتول در تیمار آبیاری پس از 150 میلی‌متر تبخیر را به دلیل 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 زیاده‌ای آب خاک نسبت داد. پیرزاد (1386) با اعمال سطوح آبیاری پس از 25، 50، 75 و 100 میلی‌متر تبخیر از تشتک، بیشترین تعداد کاپیتول در بوته را

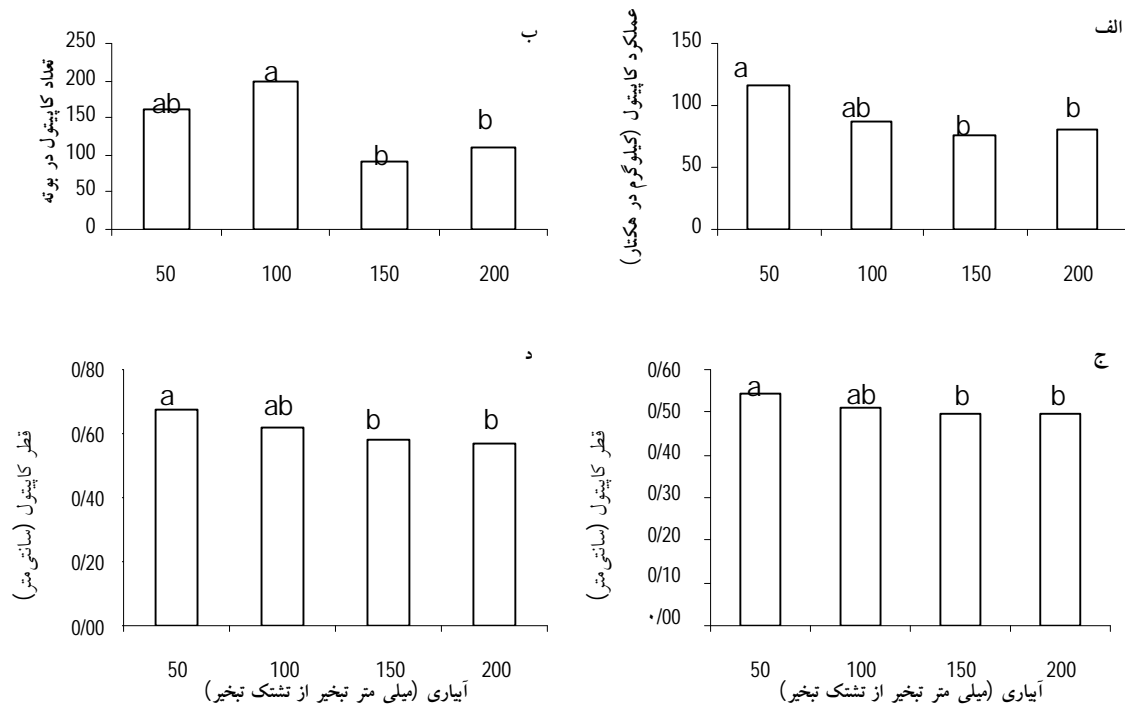
کاسته شد و در آبیاری پس از 100 میلی متر تبخیر به حداقل رسید. در تیمار آبیاری پس از 25 میلی متر تبخیر

در برداشت های اول، دوم و مجموع دو برداشت از تیمار آبیاری پس از 50 میلی متر تبخیر گزارش کرد. با افزایش فاصله دور آبیاری بتدریج از تعداد کاپیتول در بوته

جدول 1- تجزیه واریانس اثرات آبیاری و سوپرچاذب روی عملکرد و اجزای عملکرد کاپیتول بابونه آلمانی

منابع تغییر	درجه آزادی	عملکرد کاپیتول	تعداد کاپیتول	وزن هر کاپیتول	قطر کاپیتول	ارتفاع نهج	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**
سوپرچاذب	5	0/04 ^{ns}	0/09 ^{ns}	0/009 ^{ns}	0/004 ^{ns}	0/007 ^{ns}	71874/90**
آبیاری × سوپرچاذب	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 غیرمعنی دار و معنی دار در سطح احتمال $P < 0.05$ و $P < 0.01$



شکل 1- مقایسه میانگین های عملکرد کاپیتول (الف)، تعداد کاپیتول در بوته (ب)، قطر کاپیتول (ج) و ارتفاع نهج (د) تحت تاثیر سطوح مختلف آبیاری. حروف غیرمشابه بیانگر تفاوت معنی دار ($P < 0.05$) می باشد.

از تشتک تبخیر (کاهش و افزایش تعداد آبیاری)، سبب کاهش در تعداد آن می گردد (پیرزاد 1386). این روند اثر آبیاری روی بابونه آلمانی (امیدبگی 1379 و پیرزاد

نیز تعداد کاپیتول در بوته کمتری به دست آمد. توجه به تغییرات تعداد کاپیتول در بوته نشان می دهد، که هر گونه انحراف از تیمار آبیاری پس از 50 میلی متر تبخیر

رسد اندازه کاپیتول از ابعاد ارتفاع نهج و قطر کاپیتول به طور یکسان تحت تأثیر آبیاری قرار گرفته است.

بیشترین مقدار عملکرد بیوماس کل (1215/55 کیلوگرم در هکتار) از تیمار آبیاری پس از 50 میلی متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A و بدون کاربرد پلیمر سوپر جاذب به دست آمد. به نظر می رسد در شرایط بدون تنش (آبیاری پس از 50 میلی متر تبخیر از تشتک تبخیر) با افزایش غلظت پلیمرها، عملکرد بیوماس کل افزایش می یابد، ولی در تنش های ملایم (آبیاری پس از 100 میلی متر تبخیر از تشتک تبخیر) با افزایش غلظت پلیمرها تا 180 کیلوگرم در هکتار، عملکرد بیوماس کل افزایش و بعد از آن ثابت می ماند. در تنش های شدیدتر خشکی (آبیاری پس از 150 و 200 میلی متر تبخیر از تشتک تبخیر) کاربرد پلیمرهای سوپر جاذب چندان روی مقدار عملکرد بیوماس موثر نبودند، به طوریکه کمترین مقدار آن (164/44 کیلوگرم در هکتار) مربوط به تیمار آبیاری پس از 200 میلی متر تبخیر از تشتک تبخیر و کاربرد 120 کیلوگرم در هکتار پلیمر سوپر جاذب می باشد (شکل 2). تحقیقات پیرزاد و همکاران (2009b) نیز کاهش عملکرد بیوماس کل را با افزایش شدت تنش خشکی تأیید می کند، این حالت نشان دهنده این موضوع می باشد 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 سوپر جاذب، 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، کاربرد سوپر جاذب می تواند عملکرد بیوماس را بهبود بخشد.

کلروفیل برگ و تنظیم کننده های اسمزی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده ها اثر متقابل بین رژیم آبیاری و سوپر جاذب را روی میزان کلروفیل a, b، کلروفیل کل و پرولین ($P < 0.01$) معنی دار و روی میزان قندهای محلول غیر معنی دار نشان داد (جدول 2).

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

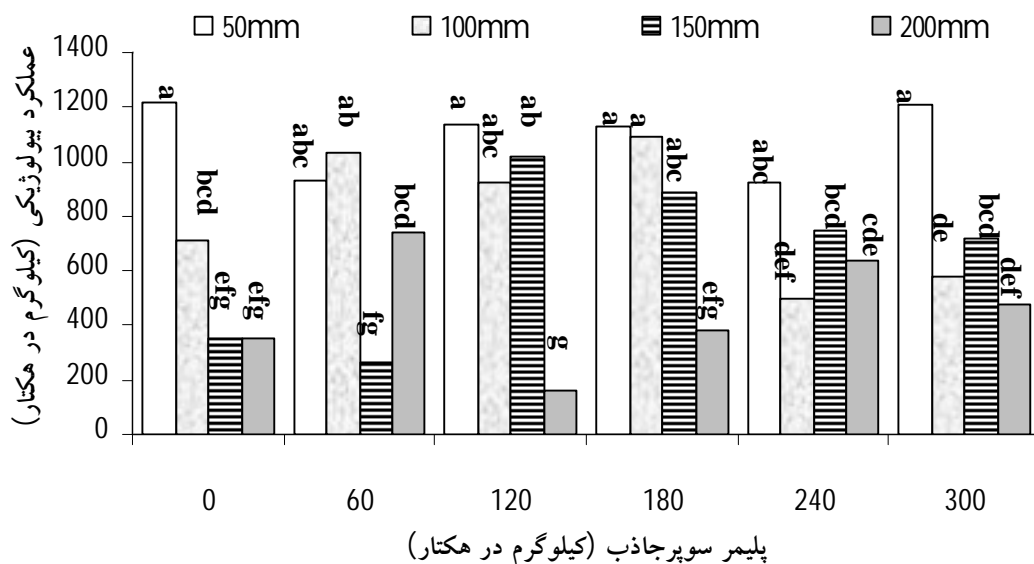
مقایسه میانگین داده ها نشان داد که که بیشترین قطر کاپیتول (0/544 سانتی متر) از تیمار آبیاری پس از 50 میلی متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A به دست آمد، که با تیمار آبیاری پس از 100 میلی متر تبخیر از تشتک تفاوت معنی داری نداشت. ولی با افزایش فواصل آبیاری و شدت تنش از قطر کاپیتول کاسته شد، به طوری که کمترین قطر کاپیتول (0/497 سانتی متر) مربوط به تیمار آبیاری پس از 200 میلی متر تبخیر از تشتک تبخیر بود که با تیمار آبیاری پس از 150 میلی متر تبخیر از تشتک تبخیر در یک سطح بود (شکل 1-ج). اندازه کاپیتول بابونه آلمانی پس از اعمال آبیاری پس از 150 میلی متر تبخیر از تشتک تبخیر به طور معنی دار کوچک شده ولی در شدت های بالاتر از آن، اندازه کاپیتول ثابت ماند. بنظر می رسد تنش کمبود آب از طریق کاهش سطح برگ، بسته شدن روزنه ها، کاهش قابلیت هدایت روزنه ها، کاهش آگیری کلروپلاست و سایر بخش های پروتوپلاسم، کاهش سنتز پروتئین و کلروفیل سبب کاهش فتوسنتز می گردد، 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 می گردد و به دنبال کاهش قطر کاپیتول، عملکرد کاپیتول نیز کاهش می یابد. لباسچی و همکاران (1382) در تحقیق خود کاهش سطح برگ و اجزای عملکرد در گل راعی را تحت شرایط خشکی گزارش کرده اند.

تغییرات ارتفاع نهج نیز مشابه تغییرات قطر کاپیتول بود، بطوریکه بیشترین ارتفاع نهج (0/676 سانتی متر) از تیمار آبیاری پس از 50 میلی متر تبخیر از تشتک تبخیر به دست آمد که با تیمار آبیاری پس از 100 میلی متر تبخیر از تشتک تبخیر در یک گروه آماری قرار گرفتند. ولی با افزایش شدت تنش از مقدار آن به شدت کاسته شد و کوتاه ترین نهج ها (0/568 سانتی متر) از تیمار آبیاری پس از 200 میلی متر تبخیر از تشتک تبخیر به دست آمدند (شکل 1-د). با توجه به نتایج بدست آمده می توان اظهار کرد که ارتفاع نهج نیز همانند قطر کاپیتول کاملاً تحت تأثیر تنش قرار گرفته و با افزایش شدت تنش از مقدار آن کاسته شده است. به نظر می -

جدول 2- تجزیه واریانس اثرات آبیاری و سوپرچاذب بر روی کلروفیل **a**، **b**، کلروفیل کل و تنظیم کننده های اسمزی (پروکلین و قندهای محلول) در برگ بابونه آلمانی

منابع تغییر آزادی	درجه آزادی	کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل	پروکلین	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}
سوپرچاذب	5	140/90 ^{**}	127/57 ^{**}	396/01 ^{**}	1/25 ^{**}	74/65 ^{ns}
آبیاری × سوپرچاذب	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 غیرمعنی دار و معنی دار در سطح احتمال $P < 0.05$ و $P < 0.01$



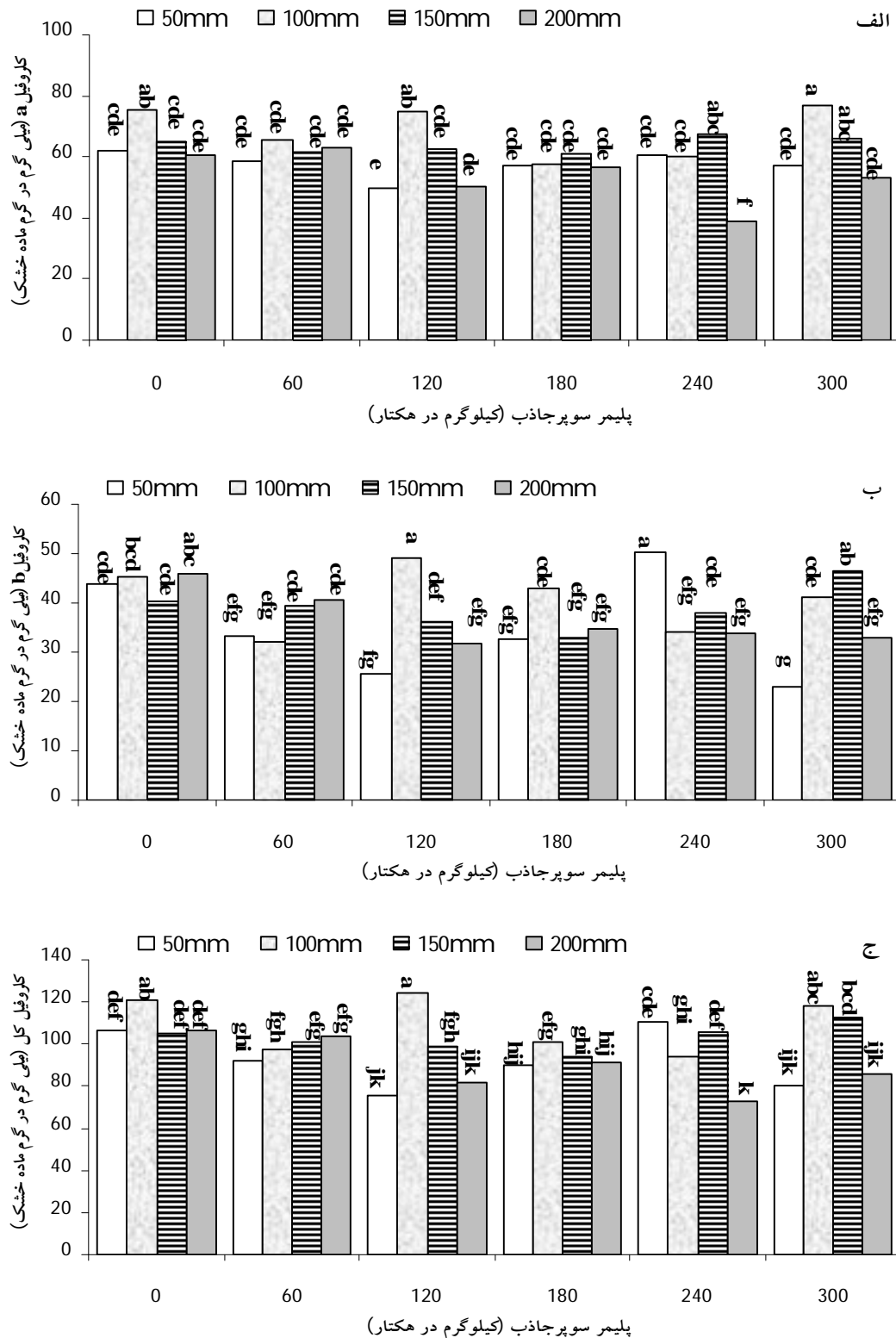
شکل 2- مقایسه میانگین های عملکرد بیوماس بابونه آلمانی تحت تأثیر سطوح مختلف آبیاری و پلیمر سوپرچاذب. حروف غیرمشابه بیانگر تفاوت معنی دار ($P < 0.05$) می باشد.

مقایسه میانگین های کلروفیل **a** نشان داد که بیشترین مقدار آن (76/85 میلی گرم در گرم) مربوط به بالاترین سطح پلیمر (300 کیلوگرم در هکتار) در تیمار آبیاری پس از 100 میلی متر تبخیر از تشتک تبخیر بود و کمترین میزان آن (38/76 میلی گرم در گرم) از تیمار 240 کیلوگرم در هکتار پلیمر و آبیاری پس از 200 میلی - متر تبخیر از تشتک تبخیر به دست آمد (شکل 3-الف). همچنین بیشترین (50/20 میلی گرم در گرم) و کمترین

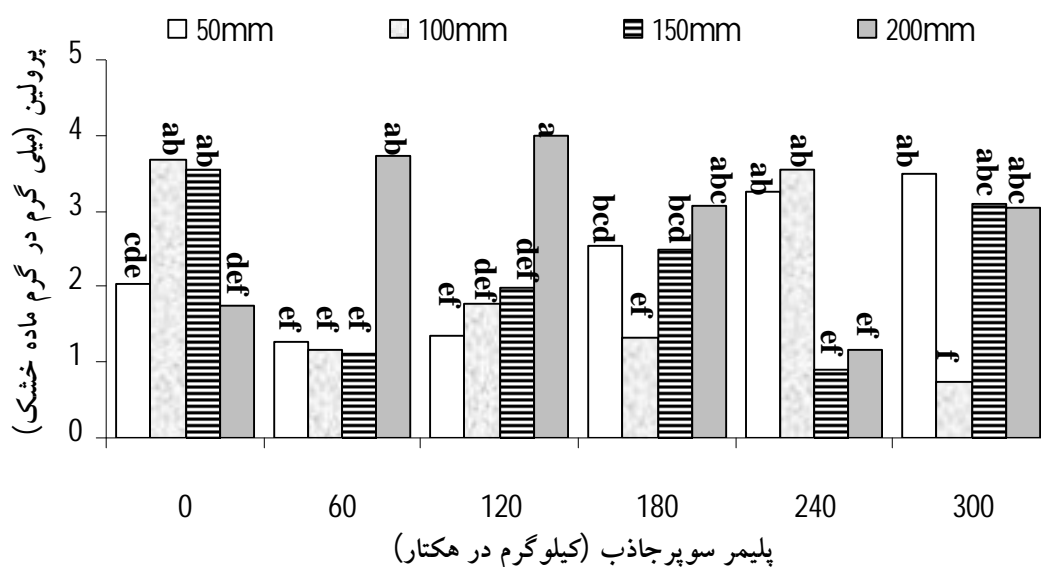
(22/89 میلی گرم در گرم) مقادیر کلروفیل **b** به ترتیب در تیمارهای 240 و 300 کیلوگرم در هکتار پلیمر و آبیاری پس از 50 میلی متر تبخیر از تشتک تبخیر مشاهده شد (شکل 3 - ب). کاربرد مقدار 120 کیلوگرم در هکتار پلیمر و آبیاری پس از 100 میلی متر تبخیر از تشتک تبخیر، بیشترین کلروفیل کل (124/07 میلی گرم در گرم) را تولید کرد و کمترین مقدار کلروفیل کل (72/57 میلی گرم در گرم) از تیمار آبیاری پس از 200

از تشنگ 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 پروتئین‌های 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 پروتئین‌های 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 می‌دهند (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 می‌کند که در دوره 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).

میلی‌متر تبخیر از تشنگ تبخیر و کاربرد 240 کیلوگرم درهکتار پلیمر به دست 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 و b از تیمار آبیاری پس از 100 میلی-متر تبخیر از تشنگ تبخیر 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 فانگمیر 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 محتوای کلروفیل نسبت به شرایط متعادل آبیاری وجود داشت. بنابراین، تنش‌های ملایم خشکی مقادیر کلروفیل a, b 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 میلی‌متر تبخیر از تشنگ تبخیر و کاربرد 120 کیلوگرم درهکتار پلیمر اتفاق افتاد. درحالی‌که کمترین تجمع پرولین (0/748 میلی‌گرم در گرم) مربوط به تیمار آبیاری پس از 100 میلی‌متر تبخیر از تشنگ تبخیر و کاربرد 300 کیلوگرم پلیمر درهکتار بود. در شرایط آبیاری متعادل (آبیاری پس از 50 میلی‌متر تبخیر از تشنگ تبخیر)، با افزایش غلظت پلیمرها، میزان پرولین نیز افزایش می‌یابد، ولی در تنش ملایم خشکی (آبیاری پس از 100 میلی‌متر تبخیر از تشنگ 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



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 برگ های بابونه آلمانی. حروف غیرمشابه بیانگر تفاوت معنی دار می باشد. ($P < 0.05$)



شکل 4- مقایسه میانگین ترکیبات تیماری مقادیر مختلف پلیمر سوپر جاذب در سطوح آبیاری از نظر میزان پرولین برگ‌های بابونه آلمانی. حروف غیر مشابه بیانگر تفاوت معنی‌دار ($P < 0.05$) می‌باشد.

به‌طور کلی آبیاری از طریق بعضی اجزای عملکرد مانند تعداد کاپیتول، قطر کاپیتول و ارتفاع نهج 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 قند محلول به تنش کمبود آب پاسخ نمی‌دهد، چرا که مقدار پرولین برگی تحت تاثیر آبیاری قرار نگرفت. مقادیر مختلف سوپر جاذب فقط کلروفیل برگ 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 سوپر جاذب، 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.

میزان قند محلول برگ تحت تاثیر آبیاری و پلیمر سوپر جاذب 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 می‌یابد، 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 می‌توانست 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.

منابع مورد استفاده

- آرزمجو، حیدری م، قنبری ا، احمدیان ا و صادقی س، 1388. تأثیر تنش خشکی بر تنظیم کننده های اسمزی، رنگدانه های فتوسنتزی و اسانس بابونه (چکیده). صفحه 155، اولین همایش ملی تنش های 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 ویژگی های فیزیولوژیک و مواد موثره بابونه آلمانی. پایان نامه دکترای زراعت، دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز.
- پیرزاد ع، آلیاری ه، شکیبیا م ر، زهتاب سلماسی س و محمدی س ا، 1387. اثرات آبیاری و تراکم بوته بر روی کارایی مصرف آب در تولید کاپیتول بابونه آلمانی. مجله دانش کشاورزی، جلد 18، شماره 4، صفحه های 81 تا 91.
- حیدری شریف آباد ح، 1380. روش های مقابله با خشکی و خشکسالی. جلد اول، انتشارات موسسه تحقیقات جنگل ها 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 هیپرسیسین 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 بیماری ها. جلد پنجم، 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, Zanolli P, Puia G, Kleinschnitz M, Schreier P and Baraldi M, 2000. Pharmacological profile of apigenin, a flavonoid isolated from *Matricaria chamomilla*. *Biochemical Pharmacology* 59(11): 1387-1394.
- De Herralde F, Biel C, Save R, Morales MA, Torrecillas 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.

- 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 Plantarum 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 CO₂ 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.

- 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.