اثر سولفات روی و آهن بر عملکرد و محتوای کامفرول گیاه دارویی کاسنـــی (*Cichorium intybus* L.) تحت تنش خشکی

Effect of Zinc and Iron Sulfate on Yield and Kaempferol Content of Chicory (*Cichorium intybus* L.) Under Drought Stress

علی سپهری[۱*]، الهه چیت‌ساز[۲]، نساء قره‌باغلی[۳] و مریم ثمن[۴]

تاریخ دریافت: ۹۲/۰۷/۲۸ تاریخ پذیرش: ۹۵/۰۱/۱۳

چکیده

اثر محلول‌پاشی سولفات روی و سولفات آهن بر عملکرد و مقدار کامفرول کاسنی در شرایط تنش خشکی در سال زراعی ۹۲-۹۱ بررسی شد. آزمایش به‌صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در دانشگاه بوعلی‌سینا انجام پذیرفت. تنش خشکی شامل سه سطح تنش شدید (۱۲۰ میلی‌متر)، تنش متوسط (۹۰ میلی‌متر) و بدون تنش (۶۰ میلی‌متر) تبخیر از تشک تبخیر کلاس A اعمال شد. محلول‌پاشی کودها با غلظت ۵ در هزار در چهار سطح سولفات روی، سولفات آهن، سولفات روی + سولفات آهن و بدون محلول‌پاشی انجام گرفت. تنش خشکی ۹۰ و ۱۲۰ میلی‌متر به‌ترتیب موجب کاهش ۷۰/۵۲ و ۱۱۱/۵۱ (کیلوگرم در هکتار) عملکرد دانه، ۱۲۸۰/۷۱ و ۱۸۱۱/۹۶ (کیلوگرم در هکتار) عملکرد بیولوژیک، ۱۲۱/۰۳ و ۲۹۳/۵۴ (کیلوگرم در هکتار) عملکرد برگ نسبت به تیمار آبیاری کامل گردید. درصد کامفرول در تنش۹۰ و ۱۲۰ میلی‌متر نسبت به شاهد ۳۸ درصد افزایش یافت ولی محلول‌پاشی روی و آهن تأثیر معنی‌داری بر درصد کامفرول برگ نداشت. محلول‌پاشی توأم سولفات روی و آهن به‌ترتیب موجب افزایش ۱۶ و ۸ درصدی عملکرد برگ و دانه نسبت به شاهد گردید. در تنش۹۰ میلی‌متر محلول‌پاشی هم‌زمان آهن و روی موجب افزایش ۹/۴ واحدی شاخص کلروفیل نسبت به شاهد گردید. در تیمار مذکور محلول‌پاشی سولفات روی سبب افزایش ۷۰/۴۳ و ۳۱۴/۵ کیلوگرم در هکتار عملکرد ریشه و عملکرد بیولوژیک شد. در تنش۱۲۰ میلی‌متر محلول‌پاشی هم‌زمان آهن و روی موجب افزایش ۵۲۹ کیلوگرم در هکتار عملکرد بیولوژیک و محلول‌پاشی سولفات روی موجب افزایش ۳۷/۵ کیلوگرم در هکتار عملکرد ریشه نسبت به شاهد گردید.

واژه‌های کلیدی: تشتک تبخیر، کود، برگ، دانه، محلول‌پاشی

۱ و ۲. به‌ترتیب دانشیار و دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی‌سینا، همدان
۳ و ۴. به‌ترتیب مربی و عضو هیأت علمی گروه علوم کشاورزی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران
*: نویسنده مسئول Email: Sepehri110@yahoo.com

مقدمه

رویکرد روزافزون به استفاده از گیاهان دارویی در سطح جهان اهمیّت کشت و تولید این گیاهان را روشن می‌سازد. طبق برآورد سازمان بهداشت جهانی (WHO)، ۸۰ درصد مردم دنیا برای مراقبت‌های بهداشتی اولیه به‌طور سنتی به گیاهان دارویی و تولیدات طبیعی وابستگی دارند (ناصری و همکاران، ۱۳۸۶). گیاهان دارویی مخازن غنی از مواد مؤثره‌ی اساسی برای بسیاری از داروها می‌باشند. مواد مؤثره اساساً با هدایت فرآیندهای ژنتیکی ساخته می‌شوند ولی ساخت آن‌ها به‌طور بارزی تحت تأثیر عوامل محیطی قرار می‌گیرد، عوامل محیطی سبب تغییر در رشد گیاهان دارویی و هم‌چنین مقدار و کیفیت مواد مؤثره آن‌ها می‌شوند (امیدبیگی، ۱۳۸۵).

گیاه دارویی کاسنی (*Cichorium intybus* L.) متعلق به خانواده Asteraceae است، این گیاه علفی و پایا با ریشه‌های مخروطی و دراز به رنگ قهوه‌ای و ساقه‌های راست و شاخه‌دار و برگ‌های زمینی می‌باشد. برگ‌ها روی ساقه به‌صورت متناوب و گل‌های آن آبی رنگ بوده که در کنار برگ‌ها می‌رویند (یزدانی و همکاران، ۱۳۸۳). برگ‌های این گیاه دارای گلیکوزید تلخی به نام سیکورین، مقداری موسیلاژ، پکتین و اسانس می‌باشد (فلوک، ۱۳۸۴). ترکیب اصلی مواد مؤثره گیاه کاسنی فلاونوئید کامفرول می‌باشد (طاهری اصغری، ۳۸۹). فلاونوئیدها دارای خواص دارویی متفاوتی هستند و برای مقابله با ویروس‌ها و سلول‌های سرطانی به‌کار می‌روند. هم‌چنین کاسنی یک گیاه اقتصادی مهم به‌عنوان منبع خام استخراج اینولین از ریشه‌هایش می‌باشد (*کاستانو*[1] و همکاران، 1997).

ازجمله عوامل محیطی که بر میزان جذب عناصر غذایی و مواد موثره تأثیر می‌گذارد تنش خشکی است. تنش خشکی با تغییر اختلاف پتانسیل و تأثیر بر قدرت جذب آب و املاح توسط ریشه‌ها، باعث تغییر میزان جذب عناصر توسط گیاه می‌شود. کنترل میزان آب موجود در سطح ریشه‌ها می‌تواند به افزایش کیفیت در گیاهان دارویی کمک کند (فرزانه، ۱۳۶۹). کاهش آب در دسترس منجر به بروز تغییرات نامناسب مورفولوژیک و فیزیولوژیک در گیاه می‌شود. *عرشی*[2] و همکاران (2005) در تحقیق خود بر کاسنی اظهار داشتند که تنش خشکی سبب کاهش عملکرد کامفرول، عملکرد بیولوژیک و تعداد آکن در گیاه گردید، هم‌چنین تعداد ساقه فرعی و تعداد برگ را نیز به‌شدت کاهش داد. حکمت شعار (۱۳۷۲) نیز اظهار داشت با افزایش تنش آبی وزن تر و خشک گیاه دارویی آویشن کاهش می‌یابد. *سایمون و کوئین*[3] (1988) در بررسی رژیم‌های مختلف آبی، روی گیاه ریحان مشاهده نمودند که با تشدید کمبود آب وزن خشک برگ و ساقه کاهش یافت، تنش آبی ملایم (پتانسیل آب برگ ۰/۶۷- مگاپاسکال) اثر معنی‌داری بر سطح برگ نداشت اما تنش آبی متوسط (پتانسیل آب برگ ۱/۱۲- مگاپاسکال) سطح برگ را کاهش داد. طاهری اصغری (۱۳۸۹) گزارش کرد تنش کم‌آبی عملکرد کامفرول، عملکرد برگ، عملکرد ساقه، عملکرد بیولوژیک، تعداد ساقه فرعی، تعداد برگ و تعداد آکن در گیاه کاسنی را تحت تأثیر قرار داد.

امروزه کودها به‌عنوان ابزاری برای نیل به حداکثر تولید در واحد سطح استفاده می‌شوند (ملکوتی، ۱۳۷۸). عناصر غذایی کم مصرف عناصری لازم و اساسی برای رشد و نمو گیاهان بوده که در مقادیر کمتر از عناصر اصلی از قبیل نیتروژن، فسفر و پتاسیم مصرف می‌شوند (*هرگرت*[4] و همکاران، 1999). اگرچه عناصر کم مصرف به مقدار کمی در واحد سطح به‌کار می‌روند ولی با تأثیر فراوان بر جذب عناصر پرمصرف و بهبود خواص کمی و کیفی محصول، از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند (ملکوتی، ۱۳۷۸). محلول‌پاشی برگی عناصر غذایی یکی از روش‌های سریع در عکس‌العمل گیاهان به کود بوده و منجربه صرفه‌جویی در مصرف کود نیز می‌شود (صفاری، ۱۳۸۴). با انجام این روش کوددهی علاوه بر جنبه‌های اقتصادی و اثربخشی سریع محیط زیست حفظ می‌شود که این امر در راستای نیل به کشاورزی پایدار بسیار مؤثر و مفید است (ملکوتی و ضیائیان، ۱۳۷۹).

در میان عناصر کم‌مصرف، عنصر روی نقش مهمی در حفاظت سلول‌های گیاه از گونه‌های واکنش‌دهنده با اکسیژن ایفا می‌کند. با افزایش روی، غلظت IAA افزایش یافته، کلروفیل بیشتری ساخته شده، پیری به تأخیر افتاده و میزان فتوسنتز افزایش می‌یابد. با افزایش کلروفیل، بازدهی کلروپلاست‌ها در جذب انرژی خورشیدی نیز افزایش می‌یابد. هم‌چنین روی در افزایش نفوذپذیری دیواره سلولی نقش داشته و بدین‌ترتیب مقاومت گیاه را در برابر تنش‌های زنده (آفات و بیماری‌ها) و غیرزنده (خشکی و درجه حرارت) افزایش می‌دهد (*مارشنر*[5]، 1995). آهن نیز در ساختمان سیتوکروم به‌عنوان ناقل الکترون در سیستم‌های فتوسنتزی، تنفس و عملیات اکسیداسیون و احیا و ساختار کلروفیل دخالت دارد (*مارشنر*، 1995).

نصیری[6] و همکاران (2010) در تحقیق خود روی بابونه گزارش کردند که درصد ماده مؤثره گل‌های بابونه به‌دنبال محلول‌پاشی آهن و روی به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. هم‌چنین *سیدالاهل* و محمود[7] (2010) دریافتند کاربرد هم‌زمان آهن و

1. Castano
2. Arshi
3. Simon and Quinn
4. Hargert
5. Marschner
6. Nasiri
7. Said-Al Ahl and Mahmoud

روی بیش‌ترین درصد ماده مؤثره در شرایط کمبود آب به علّت تنش شوری در گیاه ریحان را به دنبال دارد. *لبلانس*[1] و همکاران (1997) طی آزمایشی نتیجه گرفتند که کاربرد یک کیلوگرم در هکتار روی به‌صورت محلول‌پاشی و یا مصرف ۲۰ کیلوگرم در خاک، باعث افزایش عملکرد دانه ذرت می‌گردد. یادگاری و اعلاییان (۱۳۹۱) در تحقیقات خود بر همیشه بهار به این نتیجه رسیدند که محلول‌پاشی عناصر کم‌مصرف آهن و روی و مصرف توأم آن‌ها بر ارتفاع بوته، تعداد گل، وزن تر و خشک اندام‌های هوایی و ریشه مؤثر است. آن‌ها هم‌چنین گزارش کردند محلول‌پاشی آهن و روی، موجب افزایش معنی‌دار عملکرد دانه، عملکرد بیوماس، و مقدار فلاونوئید شده است.

هدف اصلی از این پژوهش بررسی اثر محلول‌پاشی سولفات روی و آهن با نقش تغذیه‌ای و افزایش تحمل به خشکی در راستای افزایش کمی و کیفی عملکرد و مواد مؤثره گیاه دارویی کاسنی در شرایط کمبود آب در همدان است.

مواد و روش‌ها

آزمایش در سال زراعی۱۳۹۱ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی‌سینا انجام گرفت. محل اجرای آزمایش در ۴۸ درجه و ۳۱ دقیقه طول شرقی، ۳۵ درجه و ۱ دقیقه عرض شمالی و ۱۶۹۰ متر ارتفاع از سطح دریا قرار دارد. بر اساس آمار هواشناسی، منطقه مورد بررسی از نظر اقلیمی نیمه‌خشک و سرد با میانگین بارندگی سالانه ۳۳۳ میلی‌متر و متوسط درجه حرارت ۲۴ درجه سانتی‌گراد در گرم‌ترین ماه سال می‌باشد. خصوصیات خاک محل آزمایش در جدول ۱ آمده است. آزمایش به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح پایه‌ی بلوک‌های کامل تصادفی با ابعاد کرت سه در پنج و در سه تکرار انجام گرفت.

فاکتور اصلی شامل سه سطح تنش، شامل تنش خشکی شدید (۱۲۰ میلی‌متر تبخیر)، تنش متوسط (۹۰ میلی‌متر تبخیر) و بدون تنش (۶۰ میلی‌متر تبخیر) از تشتک تبخیر کلاس A بود. فاکتور فرعی شامل محلول‌پاشی در چهار سطح سولفات روی، سولفات آهن، سولفات روی + سولفات آهن و بدون محلول‌پاشی (شاهد) بود. محلول‌پاشی با غلظت ۵ در هزار به میزان ۲۵۰ لیتر در هکتار در زمان ۶ برگی انجام شد. بذور مورد استفاده کاسنی از شرکت پاکان بذر اصفهان تهیه شد.

در زمان رسیدگی از هر کرت تعداد ۱۰ بوته به‌منظور تعیین تعداد ساقه‌های فرعی، تعداد آکن، تعداد بذر در هر آکن، وزن هزار دانه و هم‌چنین درصد ماده‌ی مؤثره انتخاب و برداشت شد. برداشت نهایی از ردیف‌های میانی با مساحت حدّاقل ۲ مترمربع به‌منظور محاسبه عملکرد بیولوژیک، عملکرد اقتصادی و وزن ریشه‌ها انجام شد. شاخص کلروفیل از قسمت پهنک هر برگ در یک سوی رگبرگ اصلی به روش دستی و با استفاده از دستگاه کلروفیل‌متر[2] (SPAD) در مزرعه اندازه‌گیری شد. به این منظور از هر کرت۳۰ برگ انتخاب و اندازه‌گیری در دو مرحله قبل و بعد از محلول‌پاشی انجام گرفت.

به‌منظور استخراج فلاونوئید کامفرول، نمونه‌های برگی تر با حلال متانول و اسید استیک به نسبت ۹ به ۱ مخلوط شد و به حجم ۳۰ میلی‌لیتر رسانده شد. پس از گذراندن از صافی (۰/۴ میکرون)، ۲۰ میکرولیتر از آن توسط کروماتوگرافی گازی با عملکرد بالا (HPLC)[3] شرکت کانویر[4] آلمان مورد سنجش قرار گرفت. ستون مورد استفاده Erospher 100 c_{18} به طول ۲۵ سانتی‌متر و قطر ۴ میلی‌متر (به‌عنوان فاز ساکن)، دتکتور از نوع UV، فاز متحرک متانول: آب: اسید استیک (۵۰ :۴۵ :۵)، با شدت جریان یک میلی‌لیتر در دقیقه بود (جایمند و همکاران، ۱۳۸۹).

نتایج داده‌های حاصله برای صفات مختلف توسط نرم‌افزار SAS version 9.1 مورد تجزیه واریانس قرار گرفت و میانگین داده‌ها به‌وسیله آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد مقایسه شدند.

1. Leblance

2. Soil- Plant Analysis Development
3. High Performace Liquid Chromatography
4. Knauer

جدول ۱: خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش
Table 1: Physical and chemical characters of soil

رس (درصد) Clay (%)	سیلت (درصد) Silt (%)	شن (درصد) Sand (%)	بافت خاک Soil texture	فسفر (پی‌پی‌ام) P (ppm)	پتاسیم (پی‌پی‌ام) K (ppm)	نیتروژن کل (درصد) Total N (%)	روی (پی‌پی‌ام) Zn (ppm)	آهن (پی‌پی‌ام) Fe (ppm)	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر) EC (ds/m)	کربن آلی (درصد) Organic Carbon (%)
35	45	20	لومی-رسی Clay loam	8.2	220	0.1	0.88	2.26	7.7	0.409	0.72

نتایج و بحث

تعداد ساقه فرعی

طبق نتایج به‌دست آمده اثر تنش خشکی و محلول‌پاشی بر تعداد ساقه فرعی در سطح ۱ درصد و برهم‌کنش آن‌ها در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود. بیش‌ترین تعداد ساقه فرعی در رژیم آبی ۶۰ و ۹۰ میلی‌متر و مصرف توأم سولفات‌روی و آهن به‌دست آمد، البته در رژیم آبی ۶۰ میلی‌متر بین محلول‌پاشی سولفات روی و مصرف توأم سولفات روی و آهن تفاوت آماری ملاحظه نشد (جدول ۲). در تیمار ۱۲۰ میلی‌متر تفاوتی بین سطوح مختلف مصرف آهن و روی مشاهده نشد، ولی نسبت به بدون محلول‌پاشی حدود۱۴ درصد افزایش در تعداد ساقه فرعی ملاحظه گردید (جدول ۲). بابایی و همکاران (۱۳۸۹) در گیاه دارویی آویشن به کاهش معنی‌دار تعداد ساقه‌های جانبی در اثر تنش خشکی اشاره نمودند. *عرشی* و همکاران (2005) نیز به کاهش تعداد ساقه فرعی در گیاه دارویی کاسنی در اثر تنش کمبود آب اشاره داشتند. کمبود آب موجب کاهش تورژسانس سلول شده و در نهایت کاهش رشد و توسعه سلول به خصوص در ساقه و برگ‌ها را به دنبال دارد این پدیده می‌تواند به علت اختلال در فتوسنتز، تعرق و فرایندهای متابولیکی گیاه باشد (*جونز* و *تاردیو*[1]، 1998). در بابونه آلمانی محلول‌پاشی روی و آهن باعث افزایش معنی‌دار تعداد ساقه شد (نصیری و همکاران، ۱۳۸۹). به نظر می‌رسد محلول‌پاشی عناصر کم مصرف روی و آهن از طریق کمک به بهبود جذب عناصر غذایی و افزایش تولید کلروفیل و طول دوره سبزینگی گیاه موجب بهبود اثرات منفی تنش خشکی گردد.

تعداد آکن در بوته

اثر تنش خشکی بر تعداد آکن در بوته در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود اما تأثیر محلول‌پاشی و برهم‌کنش این دو تیمار بر صفت مورد مطالعه معنی‌دار نبود (جدول ۲). بیش‌ترین تعداد آکن از رژیم آبی ۶۰ میلی‌متر تبخیر با میانگین ۱۰۷/۹ و کم‌ترین تعداد آکن با میانگین ۶۹/۸۷ از رژیم آبی ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر به‌دست آمد. *عرشی* و همکاران (2005) نیز اظهار داشتند که تنش خشکی سبب کاهش شدید تعداد آکن در گیاه کاسنی شد. اکبری‌نیا و همکاران (۱۳۸۴) به کاهش تعداد کپسول در بوته سیاه‌دانه در اثر افزایش دور آبیاری اشاره کردند. به نظر می‌رسد رطوبت کافی با افزایش ارتفاع بوته و در نتیجه ایجاد ساقه و برگ بیشتر و تولید تعداد آکن بیشتر در بوته مؤثر باشد (*پنکا*[2]، 1978).

تعداد دانه در آکن

براساس نتایج تجزیه واریانس اثر تنش خشکی بر تعداد دانه در آکن در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود اما اثر محلول‌پاشی و برهم‌کنش تنش خشکی و محلول‌پاشی معنی‌دار نبود (جدول ۲). براساس نتایج مقایسه میانگین (جدول ۳) بیش‌ترین تعداد دانه در آکن از تیمار ۶۰ میلی‌متر با میزان ۱۳/۷۵به‌دست آمد و کم‌ترین میزان صفت فوق از تیمار تنش شدید با میزان ۱۲/۸۲ حاصل شد. رحیمی‌زاده و همکاران (۱۳۸۸) گزارش کردند تنش خشکی موجب کاهش معنی‌دار تعداد دانه در طبق گیاه آفتابگردان گردید. هم‌چنین نتیجه مذکور در مورد اثر تنش خشکی بر تعداد دانه در طبق گلرنک نیز گزارش شده است (*ابوالحسنی* و *سعیدی*، 2004). کاهش تعداد دانه به‌دلیل ریزش گل و سقط دانه‌های تازه تشکیل می‌تواند باشد. به گزارش علیزاده و همکاران (۱۳۸۳) محدودیت آب در طول دوره زایشی از طریق اختلال در عمل گرده‌افشانی و کوتاه کردن طول دوره موجب کاهش تعداد دانه‌های تولیدی می‌شود.

وزن هزاردانه

طبق نتایج به‌دست آمده از جدول ۲ اثر تنش کم‌آبی، محلول‌پاشی و برهم‌کنش آن‌ها در سطح ۵ درصد بر وزن هزار دانه معنی‌دار بود. بیش‌ترین وزن هزار دانه از رژیم آبی ۶۰ میلی‌متر تبخیر و مصرف هم‌زمان سولفات روی و آهن با میانگین ۲/۱ گرم به‌دست آمد. حیدری و همکاران (۱۳۹۱) نیز به تأثیر معنی‌دار تنش خشکی بر وزن هزار دانه انیسون اشاره

1. Jones and Tardieu

2. Penka

کردند. نورمحمدی و همکاران (۱۳۸۰) گزارش کردند که مرحله پر شدن دانه از مراحل بحرانی آب در بسیاری از گیاهان می‌باشد. تنش آب در این مرحله موجب تسریع در رسیدن دانه و کاهش طول مدت انتقال مواد حاصل از فتوسنتز جاری به دانه‌ها شده است. این عامل موجب کاهش وزن هزاردانه در اثر تنش خشکی می‌شود.

عملکرد ریشه

طبق نتایج تجزیه واریانس اثر تنش کم‌آبی و محلول‌پاشی بر عملکرد ریشه در سطح ۱ درصد و برهم‌کنش تنش و محلول‌پاشی در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). در تیمار ۶۰ میلی‌متر تبخیر بیش‌ترین عملکرد ریشه از محلول‌پاشی هم‌زمان سولفات‌روی و آهن با میانگین ۱۰۰۲/۶۷ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد اما در تیمار مذکور بین سایر سطوح محلول‌پاشی اختلاف معنی‌داری ملاحظه نشد. در رژیم‌های آبی ۹۰ و ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر عملکرد ریشه کاهش یافت و بیش‌ترین عملکرد ریشه در چنین شرایطی به محلول‌پاشی سولفات روی با میانگین‌های ۶۳۷/۱ و ۵۷۹/۸۳ کیلوگرم در هکتار تعلق داشت در رژیم‌های آبی مذکور بین سایر سطوح محلول‌پاشی تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. این یافته‌ها با نتایج علی‌آبادی فراهانی و همکاران (۱۳۸۷) مبنی بر کاهش عملکرد ریشه گیاه گشنیز با افزایش تنش مطابقت داشت. هم‌چنین نتایج لباسچی و شریفی عاشورآبادی (۱۳۸۳) روی بومادران تحت تنش خشکی مؤید کاهش معنی‌دار طول ریشه در شرایط تنش می‌باشد. به‌طورکلی در شرایط بدون تنش ریشه‌ها توپر و قطورتر بوده ولی در شرایط تنش با این‌که ریشه‌ها طول بیشتری دارند اما نازک‌تر می‌باشند. بنابراین به نظر می‌رسد کاهش عملکرد ریشه در تنش خشکی عمدتاً به‌دلیل نازک شدن و کمتر بودن قطر ریشه‌ها باشد.

عملکرد برگ

براساس نتایج به‌دست آمده از جدول ۲ اثر تنش کم‌آبی و محلول‌پاشی در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود اما برهم‌کنش این دو تیمار بر عملکرد برگ معنی‌دار نبود. طبق نتایج مقایسه میانگین بیش‌ترین متوسط عملکرد برگ از تیمار آبی ۶۰ میلی‌متر تبخیر به میزان ۸۷۷/۲۴ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد (جدول ۳). به‌ترتیب تنش ۹۰ و ۱۲۰ میلی‌متر موجب کاهش ۱۶ و ۵۰ درصدی عملکرد برگ نسبت به شاهد گردید. محلول‌پاشی توأم روی و آهن نیز با میانگین ۸۰۸/۵۹ کیلوگرم در هکتار بیش‌ترین میانگین را دارا بود اما سایر سطوح محلول‌پاشی تفاوت معنی‌داری نداشتند (جدول ۳). طبق نتایج به‌دست آمده تنش موجب کاهش قابل‌توجه عملکرد برگ گردید، زیرا وقتی گیاه با خشکی مواجه می‌شود از شاخ برگ خود که منابع اصلی تبخیر و تعرق در گیاه هستند، می‌کاهد در نتیجه از عملکرد برگ کاسته می‌شود (طاهری اصغری، ۱۳۸۹) به‌علاوه در شرایط تنش کم‌آبی جذب مواد و عناصر غذایی نیز کاهش یافته و بنابراین رشد و توسعه برگ‌ها محدود می‌شود. به‌دنبال کاهش سطح برگ، جذب نور نیز کم شده و ظرفیت کل فتوسنتزی گیاه کاهش می‌یابد و بدیهی است که با محدود شدن فرآورده‌های فتوسنتزی در شرایط کمبود آب، رشد گیاه و در نهایت عملکرد آن دچار نقصان می‌شود (*هسیائو*[1]، 1973).

عملکرد بیولوژیک

براساس نتایج تجزیه واریانس اثر تنش کم‌آبی و محلول‌پاشی در سطح ۱ درصد و برهم‌کنش این دو تیمار در سطح ۵ درصد بر عملکرد بیولوژیک معنی‌دار بود (جدول ۲). بیش‌ترین عملکرد بیولوژیک در تیمار آبی ۶۰ میلی‌متر و مصرف توأم سولفات روی و آهن و محلول‌پاشی سولفات آهن و روی به‌صورت جداگانه به‌دست آمد. در رژیم آبی ۹۰ میلی‌متر به‌ترتیب ۱۳، ۱۰ و ۱۲ درصد افزایش در عملکرد بیولوژیک در اثر محلول‌پاشی سولفات روی، سولفات آهن و محلول‌پاشی توأم روی و آهن نسبت شاهد به‌دست آمد و در رژیم آبی ۱۲۰ میلی‌متر نیز به‌ترتیب ۲۵، ۲۰ و ۳۲ افزایش در عملکرد بیولوژیک در اثر محلول‌پاشی سولفات‌روی، سولفات‌آهن و محلول‌پاشی توأم روی و آهن نسبت به شاهد مشاهده شد (جدول ۴). طبق یافته‌های موحدی دهنوی و مدرس ثانوی (۱۳۸۵) محلول‌پاشی عناصر موجب افزایش مقاومت به تنش در برخی گیاهان می‌شود. موسیوند و همکاران (۱۳۸۸) نیز گزارش کردند محلول‌پاشی آهن موجب افزایش معنی‌دار در عملکرد بیوماس در سویا شد. *پتروپولوس*[2] و همکاران (2008) گزارش کردند که افزایش سطح تنش آبی سبب کاهش وزن تر برگ و تعداد برگ جعفری شد. کمبود آب موجب کاهش تورژسانس سلولی شده و در نهایت کاهش رشد و توسعه سلول به خصوص در ساقه و برگ‌ها را به‌دنبال خواهد داشت. با کاهش رشد سلول اندازه اندام محدود می‌شود به همین دلیل اولین اثر محسوس کم‌آبی روی گیاه کاهش ارتفاع و کوچک شدن اندازه برگ‌ها و در نهایت کاهش کل ماده خشک است (بابایی و همکاران، ۱۳۸۹).

1. Hsiao
2. Petropoulos

جدول ۲: تجزیه واریانس اثر تنش خشکی و محلول‌پاشی برگی سولفات روی و سولفات آهن بر صفات مورد مطالعه در گیاه دارویی کاسنی

Table 2: Analysis of variance of the effect of drought stress and foliar spray of zinc sulfate and iron sulfate on studied traits in chicory

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean of squares									
		تعداد ساقه فرعی Number of lateral branch	تعداد آکن در بوته Number of achene per plant	تعداد دانه در آکن Number of seed in achene	عملکرد برگ Leaf yield	عملکرد ریشه Root yield	وزن هزار دانه 1000-seed Weight	عملکرد بیولوژیک Biological yield	عملکرد دانه Seed yield	درصد کامفرول Kaempferol percentage	شاخص کلروفیل SPAD
تکرار Replication	2	9.25**	242.02**	4.55**	1155.62**	323.03**	0.006^{ns}	3042.97**	52.58**	0.308*	72.48**
تنش خشکی Drought stress	2	19.01**	4821.28**	2.63**	2611.51**	6154.6**	0.01*	104112.66**	381.74**	1.04**	33.63*
خطای a Erorr a	4	1.24	65.83	0.047	47.66	118.52	0.005	71.57	1.93	0.073	1.77
محلول‌پاشی برگی Foliar spray	3	4.73**	58.33^{ns}	0.21^{ns}	224.28**	107.4**	0.012*	7699.62**	4.87**	0.08^{ns}	103.15**
تنش خشکی × محلول‌پاشی برگی Drough stress × Foliar spray	6	0.57*	7.65^{ns}	0.067^{ns}	20.86^{ns}	35.76*	0.009*	1374.05*	0.15^{ns}	0.004^{ns}	24.59*
خطای b Erorr b	18	0.24	25.97	0.083	11.11	11.12	0.002	384.46	30.5	0.087	8.02
درصد ضریب تغییرات CV (%)	-	5.35	5.97	2.18	4.51	4.89	4.51	7.18	2.79	17.66	5.9

ns، * و **: به‌ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال p <0/05، p <0/01

ns, * and **: Show non-significant, Significant at p<0.05 and p<0.01

جدول ۳: مقایسه میانگین اثر تنش خشکی و محلول‌پاشی برگی سولفات روی و سولفات آهن بر صفات مورد مطالعه در گیاه دارویی کاسنی

Table 3: Mean comparison of the effect of drought stress and foliar spray of zinc sulfate and iron sulfate on studied traits in chicory

	تیمار Treatment	تعداد ساقه فرعی (در بوته) Number of lateral branch (in bush)	تعداد آکن (در بوته) Number of achene (in bush)	تعداد دانه در آکن Number of seed in achene	عملکرد برگ (کیلوگرم در هکتار) Leaf yield (Kg/ha)	عملکرد ریشه (کیلوگرم در هکتار) Root yield (Kg/ha)	وزن هزار دانه (گرم) 1000-seed weight (gr)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار) Biological yield (Kg/ha)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Seed yield (Kg/ha)	درصد کامفرول Kaempferol percentage	شاخص کلروفیل SPAD
تنش خشکی Drought stress	۶۰ میلی‌متر تبخیر 60 mm evaporation	9.87a	107.90a	13.75a	877.24a	937.17a	1.85a	3758.29a	275.33a	1.33 b	49.85a
	۹۰ میلی‌متر تبخیر 90 mm evaporation	8.68b	77.90b	13.21b	756.21b	598.04b	1.79b	2477.58b	204.81b	1.84a	47.46a
	۱۲۰ میلی‌متر تبخیر 120 mm evaporation	7.35c	69.87c	12.82c	583.70c	507.58b	1.79b	1946.33c	163.82c	1.84a	46.63b
محلول‌پاشی برگی Foliar spray	سولفات روی Zinc Sulfate	8.78b	86.00ab	13.34ab	736.54b	713.78a	1.81b	2879.61ab	216.80b	1.64a	48.53a
	سولفات آهن Iron sulfate	8.52b	85.21ab	13.23ab	719.43bc	656.89b	1.80b	2730.56b	213.30b	1.67a	50.11a
	سولفات روی + سولفات آهن Zinc sulfste + Iron sulfate	9.50a	87.89a	13.42a	808.59a	707.22a	1.86a	2982.44a	223.08a	1.80a	50.25a
	بدون محلول‌پاشی Control	7.74c	81.80b	13.06ab	691.63c	645.83b	1.78b	2317.00c	205.44c	1.56a	43.04b

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون مطابق آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵٪ اختلاف معنی‌دار ندارند

Means within column followed by the same letters are not significantly different at 5% with Duncan´s Multiple Range Test

جدول ۴: مقایسه میانگین اثر متقابل تنش خشکی و محلول‌پاشی برگی سولفات‌روی و سولفات‌آهن بر صفات مورد مطالعه در گیاه دارویی کاسنی

Table 4: Mean comparison of interaction between the effect of drought stress and foliar spray of zinc sulfate and iron sulfate on studied traits in chicory

تیمار Treatment		تعداد ساقه فرعی (در بوته) Number of lateral branch (in bush)	وزن هزار دانه (گرم) 1000-seed Weight (gr)	عملکرد ریشه (کیلوگرم در هکتار) Root yield (Kg/ha)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار) Biological yield (kg/ha)	شاخص کلروفیل SPAD
۶۰ میلی‌متر تبخیر 60 mm evaporation	سولفات روی Zinc sulfate	10.10ab	1.83a	924.33b	3965.33a	50.76abc
	سولفات آهن Iron sulfate	9.46bc	1.82b	928.67b	3883.50a	49.96abc
	سولفات روی + سولفات آهن Zinc sulfste + Iron sulfate	10.70a	2.10b	1002.67a	4180.00a	52.33ab
	بدون محلول‌پاشی Control	9.23c	1.77b	893.00b	3004.30b	46.36cd
۹۰ میلی‌متر تبخیر 90 mm evaporation	سولفات روی Zinc sulfate	8.73c	1/80b	637.10c	2634.30c	47.86bcd
	سولفات آهن Iron sulfate	8.63c	1/79b	584.67cd	2344.70cd	47.06bcd
	سولفات روی + سولفات آهن Zinc sulfste + Iron sulfate	10.10ab	1.79b	603.67cd	2611.50c	52.16ab
	بدون محلول‌پاشی Control	7.26de	1.80b	566.67de	2319.80cde	42.76de
۱۲۰ میلی‌متر تبخیر 120 mm evaporation	سولفات روی Zinc sulfate	7.53de	1.80b	579.83cd	2039.20de	46.96bcd
	سولفات آهن Iron sulfate	7.46de	1.80b	457.33f	1963.50e	53.30a
	سولفات روی + سولفات آهن Zinc sulfste + Iron sulfate	7.70d	1.81b	515.33ef	2155.80de	46.26cd
	بدون محلول‌پاشی Control	6.73e	1.77b	477.83f	1626.80f	40.00e

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون مطابق آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵٪ اختلاف معنی‌دار ندارند

Means within column followed by the same letters are not significantly at 5% with Duncan´s Multiple Range Test

عملکرد دانه

براساس نتایج تجزیه واریانس اثر تنش و محلول‌پاشی در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود اما برهم‌کنش این دو صفت معنی‌دار نبود. بیشترین عملکرد دانه از تیمار ۶۰ میلی‌لیتر تبخیر با میانگین ۲۷۵/۳۳ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد و در مورد محلول‌پاشی نیز تیمار محلول‌پاشی توأم سولفات‌روی و آهن بهترین نتیجه را داشت اما بین سایر سطوح محلول‌پاشی اختلاف آماری ملاحظه نشد. *لچامو*[1] و همکاران (1994) گزارش کردند که تنش خشکی موجب کاهش عملکرد دانه آویشن می‌شود. برای به‌وجود آمدن دانه در گیاه نیاز به رشد رویشی مناسب و تولید اندام‌های تشکیل‌دهنده آن در مراحل مختلف رشد رویشی و زایشی است. تأثیر تنش خشکی بر هریک از اجزای عملکرد می‌تواند در نهایت منجر به تغییر در عملکرد دانه تولیدی در گیاهان شود. کاهش میزان عملکرد تولیدی در طی تنش خشکی مربوط به کاهش ارتفاع گیاه، کاهش سطح برگ و افزایش اختصاص مواد فتوسنتزی به ریشه نسبت به بخش هوایی گیاه است (*اسریولی*[2] و همکاران، 2001).

درصد کامفرول

نتایج نشان داد که تنش خشکی بر درصد کامفرول برگ اثر معنی‌داری داشت، اما محلول‌پاشی و برهم‌کنش عوامل مورد بررسی در این خصوص معنی‌دار نبود (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد بیش‌ترین درصد کامفرول از تیمارهای آبی ۹۰ و ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر به‌دست آمد به‌طورکلی با افزایش تنش، درصد کامفرول نیز افزایش یافت (شکل ۱). یافته‌های آزمایش با نتایج اسدی کاوان و همکاران (۱۳۸۸) مبنی بر افزایش معنی‌دار مقدار فلاونوئید ها به‌دنبال افزایش شدت تنش خشکی بر گیاه آنیسون مطابقت داشت. *بتایت*[3] و همکاران (2009) نیز گزارش کردند که کمبود آب بر اسیدهای چرب و عملکرد ماده مؤثره مریم‌گلی تأثیر معنی‌داری دارد، به‌طوری‌که تنش، متوسط عملکرد ماده مؤثره را افزایش داد. بنابراین، متابولیت‌های ثانویه گیاهان تحت تأثیر فاکتورهای محیطی و کمبود آب می‌تواند تحت تأثیر قرار بگیرد که در واقع افزایش این مواد نوعی سازگاری گیاه به شرایط تنش محسوب می‌شود (*چارلز*[4] و همکاران، 1994).

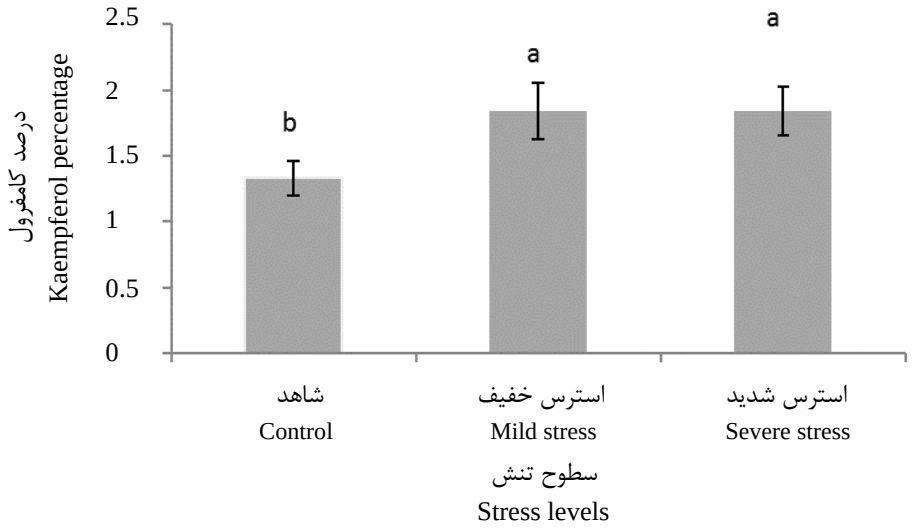
عدد اسپاد (شاخص کلروفیل)

براساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) اثر تنش کم‌آبی بر عدد اسپاد در سطح ۵ درصد و اثر محلول‌پاشی در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود. بر هم کنش این دو نیز در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود. نتایج نشان داد که تنش خشکی موجب کاهش معنی‌دار شاخص کلروفیل گردید. کاهش شاخص کلروفیل در شرایط تنش خشکی توسط خزاعی و همکاران (۱۳۸۴) در گیاه ارزن و غلام‌حسینی و همکاران (۱۳۸۷) در گیاه آفتابگردان گزارش شده است. با کاهش پتانسیل آب برگ در گندم فعالیت آنزیم کلروفیلاز زیاد شده که مؤید کاهش کلروفیل در شرایط تنش آب است (*میخالوویچ*[5] و همکاران، 1997). با افزایش تنظیم‌کننده‌های رشد نظیر اتیلن و آبسیزیک اسید در اثر تنش خشکی فعالیت کلروفیلاز تحریک و تجزیه کلروفیل آغاز می‌شود (*دریکویچ*[6]، 1994). *میسرا و اسریکاستاوا*[7] (2000) نشان دادند که تنش کم آبی باعث تخریب کلروپلاست و کاهش میزان کلروفیل می‌شود. به‌طورکلی محلول‌پاشی موجب افزایش ۷ درصدی شاخص کلروفیل نسبت به عدم محلول‌پاشی شد. که می‌تواند به علت نقش این عناصر در متابولیسم نیتروژن و ساخت کلروفیل در گیاه باشد.

نتیجه‌گیری کلی

به‌طورکلی تنش خشکی موجب کاهش کلیه پارامترهای رشدی گیاه شد. بیشترین تأثیر تنش خشکی بر عملکرد بیولوژیک و عملکرد برگ بود به‌طوری‌که تنش باعث کاهش۹۳ و ۵۰ درصدی این صفات در رژیم آبی ۱۲۰ میلی‌متر شد. محلول‌پاشی روی و آهن تأثیر معنی‌داری بر درصد کامفرول برگ نداشت ولی تنش خشکی موجب افزایش ۳۸ درصدی درصد کامفرول برگ در تیمارهای آبی ۹۰ و ۱۲۰ نسبت به شاهد گردید. تأثیر محلول‌پاشی توأم سولفات روی و آهن بیشتر از سایر تیمارها مشهود بود، به‌طوری‌که در تیمار آبی ۹۰ میلی-متر افزایش ۳۲ درصدی در تعداد ساقه فرعی مشاهده شد و در تیمار آبی ۱۲۰ میلی‌متر نیز محلول‌پاشی باعث افزایش ۳۲ درصدی عملکرد بیولوژیک شد. محلول‌پاشی سولفات روی نیز در تیمار آبی ۱۲۰ میلی‌متر افزایش ۲۱ درصدی را در عملکرد ریشه را نسبت به عدم محلول‌پاشی در پی داشت. با توجه به نتایج حاصله به‌منظور حصول عملکرد کمی و کیفی مناسب محلول‌پاشی هم‌زمان سولفات روی و آهن و رژیم آبی ۹۰ میلی‌متر توصیه می‌شود.

1. Letchamo
2. Sreevalli
3. bettaieb
4. Charles
5. Mihalovic
6. Draikewicz
7. Misra and Sricastatva



شکل ۱: اثر سطوح تنش خشکی بر میزان کامفرول کاسنی

Fig. 1: Effect of drought stress levels on Kaempferol percentage in chicory

منابع

اسدی کاوان، ژ.، قربانلی، م. و ساطعی، ا. ۱۳۸۸. اثر تنش خشکی و آسکوربات خارجی بر روی رنگیزه‌های فتوسنتزی، فلاونوئیدها، ترکیبات فنولی و میزان پراکسیداسیون لیپیدی در گیاه انسیون. فصلنامه علمی - پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲۵ (۴): ۴۶۹-۴۵۶.

اکبری‌نیا، ا.، خسروی‌فرد، م.، شریفی عاشورآبادی، ا. و بابا خانلو، پ. ۱۳۸۴. تأثیر دور آبیاری بر عملکرد و خصوصیات زراعی گیاه دارویی سیاه‌دانه (*Nigella sativa*). فصلنامه پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲۱ (۱): ۶۵-۷۳.

امیدبیگی، ر. ۱۳۸۵. رهیافت‌های تولید و فرآوری گیاهان دارویی. انتشارات فکر روز تهران.

بابایی، ک.، امینی‌دهقی، م.، مدرس ثانوی، ع. م. و جباری، ر. ۱۳۸۹. اثر تنش خشکی بر صفات موفولوژیک، میزان پرولین و درصد تیمول در آویشن (*Thymus vulgaris* L.). فصلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲۶ (۲):۲۳۹-۲۵۱.

جایمند، ک.، رضایی م. ب.، عصاره، م. ح.، طبایی عقدایی، س. ر. و مشکی‌زاده، س. ۱۳۸۹. ارزیابی میزان ترکیب‌های فلاونوئیدی گونه‌های گل‌محمدی .*Rosa damascene* Mill. فصلنامه گیاهان دارویی، ۹ (۳۶): ۱۶۱-۱۶۸.

حکمت شعار، ح. ۱۳۷۲. فیزیولوژی گیاهان در شرایط دشوار. انتشارات نیکنام، تبریز. ۲۵۱ صفحه.

حیدری، ن.، پوریوسف م.، توکلی، ا. و صبا، ج. ۱۳۹۱. تأثیر تنش خشکی و زمان برداشت بر عملکرد دانه و تولید اسانس آنیسون (*Pimpinella anisum* L.). فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲۸ (۱): ۱۲۱-۱۳۰.

خزاعی، ح.، محمدآبادی، ع. و برزوئی، ا. ۱۳۸۴. بررسی صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک انواع ارزن در رژیم‌های مختلف آبیاری. مجله پژوهش‌های زراعی ایران، ۳ (۱): ۳۵-۴۴.

رحیمی‌زاده، م.، کاشانی، ع.، زارع فیض‌آبادی، ا.، مدنی، ح. و سلطانی، ا. ۱۳۸۸. تأثیر کودهای ریزمغذی بر عملکرد و اجزای عملکرد آفتابگردان تحت شرایط تنش خشکی. مجله الکترونیک گیاهان زراعی، ۳ (۱): ۵۷-۷۲.

سالنامه آماری هواشناسی. ۱۳۷۸. کتابخانه دیجیتالی دانشگاه تهران، اداره هواشناسی کشور.

صفاری، ح. ۱۳۸۴. بررسی تأثیر روش و میزان مصرف بهینه کودهای ریزمغذی حاوی آهن و روی بر عملکرد کمی و کیفی و درصد روغن کلزا. مجموعه مقالات سمینار علمی و کاربردی صنعت روغن نباتی ایران، تهران. ۹۸ صفحه.

طاهری اصغری، م. ۱۳۸۹. تأثیر تنش کم آبی بر تعدادی از صفات در گیاه دارویی کاسنی (*Cichorium intybus* L.) تحت تراکم‌های مختلف گیاهی. فصلنامه علمی- پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی. ۲ (۳): ۱۴۷-۱۵۵.

فرزانه، ح. ۱۳۶۹. اگروکمیستری. انتشارات آوای نور. ۱۴۸ صفحه.

فلوک، ه. ۱۳۸۴.گیاهان دارویی (ترجمه). چاپ گلشن. ۱۹۹ صفحه.

علی‌آبادی فراهانی، ح.، ارباب، ع. و عباس‌زاده، ب. ۱۳۸۷. تأثیر سوپر فسفات تریپل، تنش کم‌آبی و کود بیولوژیک *Glomus hoi* بر تعدادی از صفات کمی و کیفی گیاه دارویی. *Coriandrum sativum* L. فصلنامه تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲۴ (۱): ۱۸-۳۰.

علیزاده، ا.، طاووسی، م.، اینانلو، م. و نصیری محلاتی، م. ۱۳۸۳. اثر رژیم‌های مختلف آبیاری بر مقدار محصول و اجزای عملکرد زیره سبز. پژوهش‌های زراعی ایران، ۲ (۱): ۳۵-۴۲.

غلام‌حسینی، م.، قلاوند، ا. و جمشیدی، ا. ۱۳۸۷. تأثیر رژیم‌های آبیاری و تیمارهای کودی بر عملکرد دانه و غلظت عناصر در برگ و دانه آفتابگردان. مجله پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی، ۷۹: ۱۰۰-۹۱.

لباسچی، م. ح. و شریفی عاشورآبادی، ا. ۱۳۸۳. شاخص‌های رشد برخی گونه‌های گیاهان دارویی در شرایط مختلف تنش خشکی. فصلنامه پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲۰ (۳): ۲۴۹-۲۶۱.

ملکوتی، م. ج. ۱۳۷۸. کشاورزی پایدار و افزایش عملکرد با بهینه‌سازی مصرف کود در ایران. نشر آموزش کشاورزی. ۴۶۰ صفحه.

ملکوتی، م. ج. و ضیائیان، ع. ح. ۱۳۷۹. محلول‌پاشی روش نوین در افزایش کارآیی کودها و نیل به کشاورزی پایدار. نشریه ترویجی شورای عالی توسعه کاربرد مواد بیولوژیک و استفاده بهینه از کود و سم در کشاورزی. انتشارات فنی معاونت ترویج کشاورزی. ۲۳ صفحه.

موحدی دهنوی، س. م. ع. و مدرس ثانوی، س. ع. ۱۳۸۵. اثر محلول‌پاشی عناصر کم‌مصرف روی و منگنز بر عملکرد و اجزا عملکرد سه رقم گلرنگ پاییزه تحت تنش خشکی در منطقه اصفهان. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، جلد ۱۳، ویژه‌نامه زراعت و اصلاح نباتات (ضمیمه):۱-۱۱.

موسیوند، م.، خورگامی، ع. و رفیعی، م. ۱۳۸۸. بررسی تأثیر غلظت آهن بر رشد و اجزا عملکرد در ژنوتیپ‌های مختلف سویا. فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی. ۱ (۴): ۳۵-۵۹.

ناصری، م.، رضایی‌زاده، ح. و طاهری‌پناه، ط. ۱۳۸۶. ضرورت توسعه طب سنتی و مکمل از دیدگاه سازمان جهانی بهداشت. مجله علوم پزشکی دانشگاه تهران. سال اول، شماره ۲.

نورمحمدی، ق.، سیادت، ع. و کاشانی، ع. ۱۳۸۰. زراعت غلات. انتشارات دانشگاه شهیدچمران، اهواز ۴۶۸ صفحه.

یادگاری، م. و اعلاییان، ن. ۱۳۹۱. اثرات محلول‌پاشی ریزمغذی‌ها روی برخی صفات عملکردی گیاه همیشه بهار. مجله پژوهش‌های به‌زراعی (تنش‌های محیطی در علوم گیاهی)، ۴ (۱): ۷۵-۸۴.

یزدانی، د.، شهنازی، س. و سیفی، ح. ۱۳۸۳. کاشت، داشت و برداشت گیاهان دارویی. جلد اول. چاپ کامران. صفحات ۱۰۵-۱۰۳.

Arshi, A., Zainul Abdin, M. and Iqbal, M. 2005. Effect of $CaCl_2$ on growth performance, photosynthetic efficiency and nitrogen assimilation of *Cichorium intybus* L. grown under NaCl stress. Acta Physiologiae Plantarum, 28 (2): 137-147.

Balandari, A. 2004. Study of seed germination, growth and essential in cumin (*Cuminum cyminm*) cultivars. National Conference 2 Dec 2004. Islamic Azad University, Sabzevar Branch, P: 48-52.

Bettaieb, I., Zakhama, N., Aidi Wannes, W., Kchouk, M. E. and Marzouk, B. 2009. Water deficit effects on *Salvia officinalis* fatty acids and essential oils composition. Scientia Horticulturae, 120: 271-275.

Castano, C. I., Demeulemeester, M. A. C. and De proft, M. P. 1997. Incompatibility reactions and genotypic identity status of five commercial chicory (*Cichorium intybus* L.) hybrids. Scientia Horticulture, 72 (1): 1-9.

Charles, O., Joly, R. and Simon, J. E. 1994. Effect of osmotic stress on the essential oil content and composition of peppermint. Phytochemistry, 29: 2837-2840.

Chatterjee, S. K. 2002. Cultivation of Medicinal and Aromatic Plants in India a Commercial Approach. Proceeding an International Conference on MAP. Acta Horticulture (ISHS), 576: 191-202.

Draikewicz, M. 1994. Chlorophyllase: Occurrence, functions, mechanism of action, effects of external and internal factors. Photosynthetica, 30: 321-337.

Hargert, G. W., Nord quist, P. T. and. Peteson, J. L. 1999. Iron for improved corn yield. Fluid Journal, Winter 1999: 1-3.

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

Jones, H. G. and Tardieu, F. 1998. Modeling water relationsof horticultural crop: a review. Scientia Horticulturae, 74: 21-46.

Leblance, D. V., Gupta, U. C. and Christie, B. R. 1997. Zinc nutrition of silage corn growth on acid podzol. Journal Plant Nutrition, 20: 345-355.

Letchamo, W., Marquard, R., Holz, J. and Gosselin, A. 1994. Effects of water supply and light intensity on growth and essential oil of two *Thymus vulgaris* selections. Angewandte Botanik, 68 (3-4): 83-88.

Marschner, H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. 2nd ed. Academic Press, Boston, USA.

Mihalovic, N., Lazarevic, M., Dzeletoric, Z., Vuckoric, M. and Durde, Vic. M. 1997. Chlorophyllas activity in wheat leaves during drought and its dependence on the nitrogenion from applied. Plant Science, 129: 141-146.

Misra, A. and Sricastatva, N. K. 2000. Influence of water stress on Japanese mint. Journal Herbs Spices Medician Plants, 7: 51-58.

Nasiri, Y., Zehtab-Salmasi, S., Nasrullahzadeh, S., Najafi, N. and Ghassemi-Golezani, K. 2010. Effect of foliar application of micronutrient (Fe and Zn) on flower yield and essential oil of chamomile (*Matricaria chamomilla* L.). Journal of Medicinal Plants Research, 4 (17): 1733-1737

Penka, M. 1978. Influence of irrigation on the contents of effective substances of officinal plants. Acta Agriculture, 73: 181-198.

Petropoulos, S. A., Dimitra, D., Polissiou, M. G. and Passam, H. C. 2008. The effect of water deficit stress on the growth, yield and composition of essential oils of parsley. Scientia Horticulturae, 115: 393-397.

Said-Al Ahl, H. A. H. and Mahmoud, A. 2010. Effect of zinc and/or iron foliar application on growth and essential oil of sweet basil (*Ocimum basilicom* L.) under salt stress. Ozean Journal of Applied Sciences, 3 (1): 97-111.

Simon, J. E. and Quinn, J. 1988. Characterization of essential oil of parsley. Journal Agriculture Food Chemistry, 36: 467-472.

Sreevalli, Y., Baskaran, K., Chandrashekara, R., Kuikkarni, R., Sushil Hasan, A., Samresh, D., Kukre, J., Ashok, A., Sharma Singh, K., Srikant, S. and Rakesh, T. 2001. Preliminary observations on the effect of irrigation frequency and genotypes on yield and alkaloid concentration in Petriwinkle. Journal of Medicinal and Aromatic Plant Sciences, 22: 356-358.

Effect of Zinc and Iron Sulfate on Yield and Kaempferol Content of Chicory (*Cichorium intybus* L.) Under Drought Stress

Sepehri[1*], A., Chitsaz[2], E., Gharehbaghli[3], N. and Saman[4], M.

Abstract

In order to study the effect of zinc sulfate and iron sulfate under drought stress on yield and kaempferol in chicory (*Cichorium intybus* L.), a field experiment was conducted at Bu-Ali Sina university in 2012 growing season. The experiment was carried out as split plot based on complete randomized block design with three replications. Drought stress in three irrigation levels at 60 (Control), 90 (mild stress) and 120 (severe stress) mm from evaporation pan class A were assigned to main plot and four foliar application (Fe, Zn, Fe + Zn and control) treatment were randomized in sub-plots. Results showed that drought stress in 90 and 120 mm caused reduction about 70.52 and 111.51 Kg/h in seed yield, 1280.71 and 1811.96 Kg/h in biological yield, 121.03 and 293.54 Kg/h in leaf yield compared to the control, respectively. Drought stress also increased kaempferol percentage in 90 and 120 mm irrigation regime about 38 % copmpared to 60 mm irrigation regim. Foliar spray of zinc and iron had no significant effect on the percentage of leaf kaempferol. The number of lateral baranch and SPAD number in 90 mm irrigation regime and foliar application of Zn + Fe increased about 9.4 compared to the control. Foliar application of zinc sulfate increased root yield and biological yield about 70.43 and 314.5 Kg/h, respectively. The number of lateral branch and biological yield in 120 mm irrigation regime and application of zinc and iron at the same time increased about 529 Kg/h. Foliar application of Zinc sulfate also increased root yield about 37.5 Kg/h compared to the control.

Keywords: Evaporation pan, Fertilizer, Leaf, Seed, Foliar application

1 and 2. MSc Graduated and Associate Professor, Respectively, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan

3 and 4. Instructor and Members of Scientific Borads, Respectively, Department of Agricultural Sciences, Payam Noor University, Tehran, Iran

※: Corresponding author Email: Sepehri110@yahoo.com