

تأثیر سایکوسل بر صفات مورفولوژیک، درصد ازت و پتاسیم در شرایط تنش خشکی گیاه

ریحان

عباس رضائی استخروئیه^{۱*} - بهاره بابایی^۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۷/۰۷

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۰/۱۳

چکیده

تحقیق حاضر به منظور بررسی اثر سایکوسل بر صفات مورفولوژیک، درصد ازت و پتاسیم گیاه ریحان در شرایط تنش خشکی انجام شد. طرح در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ در مزرعه دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید باهنر کرمان، به صورت کرت‌های خردشده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. کرت اصلی، رژیم آبیاری در سه سطح (۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر) بود. نتایج نشان داد سایکوسل باعث کاهش ارتفاع گیاه شد. کم‌ترین ارتفاع (با ۵۸/۵۵ درصد کاهش نسبت به تیمار شاهد) به تیمار ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر سایکوسل تعلق داشت. با افزایش سایکوسل، درصد نیتروژن افزایش یافت. بیش‌ترین درصد نیتروژن (۲/۴۸ درصد)، در گیاهان تحت تیمار ۵۰ درصد نیاز آبی در ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر سایکوسل مشاهده شد. بیش‌ترین درصد پتاسیم (۲/۲۶ درصد) مربوط به گیاهان تحت تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی و ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر سایکوسل بود. با زیاد شدن غلظت سایکوسل شاخص سطح برگ گیاه کاهش یافت. کم‌ترین شاخص سطح برگ مربوط به تنش ۵۰ درصد خشکی همراه با غلظت ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر سایکوسل بود. در تمام گیاهان تحت تنش، محلول پاشی، نسبت وزن خشک ریشه به وزن خشک اندام هوایی را افزایش داد. با توجه به نتایج این طرح می‌توان گفت، استفاده از کندکنندگان رشد به مصرف بهینه آب کمک کرده و می‌توان در مواجهه با بحران کمبود آب در بخش کشاورزی از آن‌ها کمک گرفت.

واژه‌های کلیدی: تنش خشکی، ریحان، سایکوسل، صفات مورفولوژیک، مواد معدنی

مقدمه

سایکوسل (کلرمکوات کلراید) یکی از مشتقات کولین، از واکنش تریمتیل‌امین و یک آلفاتیک‌هالید به نام ۱-۲ دی‌کلرواتان تولید می‌گردد. ماده کریستال شکل تولیدشده در آب قابل حل بوده و از آن به عنوان تنظیم‌کننده رشد استفاده می‌شود (Tolbert, 1960). سایکوسل موجب کاهش معنی‌دار ارتفاع بوته گیاه جو (*Hordeum vulgare*) (رقم والفجر) گردید. هم‌چنین محتوای آب نسبی برگ، تعداد پنجه‌ها، وزن خشک ریشه و شاخساره گیاه، تحت تأثیر سایکوسل در شرایط خشکی افزایش یافت (Sharif et al., 2007). سایکوسل در گیاه شمعدانی عطری (*Pelargonium graveolens*) باعث کاهش ارتفاع گیاه و افزایش بازده اسانس، عملکرد اسانس، عملکرد پیکره رویشی، درصد ماده خشک و نسبت برگ به ساقه، نسبت به گیاهان شاهد شد (Rabbi Angourani et al., 2013). ۲ هزار میلی‌گرم در لیتر سایکوسل به طور معنی‌داری کلروفیل برگ، دوره گلدهی و قطر ریشه کوب کوهی (*Rudbeckia fulgida*) را افزایش داد (Hojjati et al., 2010). در گیاه گلدانی بنت‌الفسوسل (*Euphorbia pulcherrima willd.*) سایکوسل باعث کاهش معنی‌دار ارتفاع، وزن

ریحان با نام علمی *Ocimum basilicum* از تیره نعنائیان Lamiaceae، گیاهی است یک‌ساله و معطر، که برگ و سرشاخه‌های آن به مصرف تغذیه انسان می‌رسد. ریحان در کشورهای مختلف جهان کشت می‌شود (Omidbaigi, 2005). تنش خشکی شدید (آبیاری بر اساس ۳۰ درصد ظرفیت مزرعه) بر سه توده بومی ریحان (اصفهان، کرج و شوشتر) تأثیر گذاشته و وزن خشک محصول را به طور معنی‌داری کاهش داد (Asadollahi et al., 2013). با افزایش تنش خشکی، مقادیر وزن خشک محصول، وزن خشک تک‌بوته، ارتفاع و تعداد شاخه‌های فرعی گیاه کاهش می‌یابد (Forouzandeh et al., 2012).

۱- استادیار، گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران
۲- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد زراعت، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران
* نویسنده مسئول: (Email: rezaei@mail.uk.ac.ir)

تنظیم‌کننده‌های رشد، موادی هستند که در زمان ایجاد تنش خشکی برای گیاه، بر صفات فیزیولوژیک و مورفولوژیک آن تأثیر گذاشته و آن را در مواجهه با تنش خشکی کمک می‌کنند. این تحقیق با هدف بررسی اثرات یکی از تنظیم‌کننده‌های رشد (سایکوسل یا کلرومکوات کلراید) بر صفات مورفولوژیک، درصد ازت و پتاسیم گیاه دارویی ریحان در شرایط تنش خشکی انجام شد.

مواد و روش‌ها

پژوهش در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید باهنر کرمان با ۵۶ درجه و ۵۸ دقیقه طول شرقی، ۳۰ درجه و ۱۵ دقیقه عرض شمالی و ۱۷۵۳/۸ متر ارتفاع از سطح دریا اجراء گردید. بر اساس اطلاعات اقلیمی سال‌های ۱۳۳۱ تا ۱۳۸۴ میانگین دما در منطقه ۱۷/۱ درجه سانتی‌گراد، میانگین بارندگی ۱۵۴/۱ میلی‌متر، میانگین رطوبت نسبی سالانه ۳۲ درصد و اقلیم منطقه بر اساس روش دومارتن، نیمه‌خشک تعیین شده است (Bakhtiari et al., 2010). برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک منطقه در جدول ۱ آمده است (Rezaei Estakhroei, 2012).

تر و خشک برگ گیاه شد (Moshrefi araghi et al., 2014). در تحقیقی تأثیر تنش خشکی و سایکوسل بر رشد نهال‌های دو رقم زیتون (*Olea europaea*) (روغنی و شنگه) بررسی شد. نتایج نشان داد در رقم شنگه کاربرد غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر سایکوسل بر آثار سوء تنش خشکی غلبه کرد. کاربرد سایکوسل با غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر در دور آبیاری شش‌هفته در هر دو رقم نهال موجب افزایش معنی‌دار مقدار کلروفیل برگ گردید. در هر دو رقم زیتون، بهترین نتایج کاهش آثار تنش خشکی در غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر سایکوسل و دور آبیاری شش‌هفته به دست آمد (Memari et al., 2011). سایکوسل آسیب‌های ناشی از تنش خشکی در کتان روغنی (*Linum usitatissimum*) را نیز تا حدودی جبران کرد (Movahhedi Dehnavi et al., 2011).

با افزایش شدت خشکی، از تعداد برگ، ساقه جانبی، وزن خشک اندام هوایی، محتوای رطوبت نسبی برگ ریحان کاسته شد، اگرچه محلول‌پاشی توانست تا حدودی آسیب ناشی از تنش خشکی را جبران نماید (Ramroudi and Khamr, 2013). با توجه به کمبود آب، به خصوص در بخش کشاورزی، طبیعتاً بسیاری از گیاهان زراعی و باغی در دوره رشد خود با کمبود آب روبرو خواهند شد.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک

Table 1- Physico-chemical characteristics of cultivated soil

عمق خاک Depth of soil (cm)	EC (dS m ⁻¹)	pH	رس Clay (%)	سیلت Silt (%)	شن Sand (%)	بافت خاک Soil texture	چگالی ظاهری Apparent density (g cm ⁻³)	چگالی حقیقی Actual density (g cm ⁻³)	تخلخل Porosity (%)
0-30	4.64	9.11	18	33.6	48.4	لوم Loam	1.45	2.65	45.3
30-60	8.75	8.7	18	45.6	36.4	لوم Loam	1.4	2.65	47.2
60-90	5.27	8.1	19	18.6	62.4	لوم شنی Sandy loam	1.4	2.65	47.2
90-120	4.83	8.43	18	29.6	53.4	لوم شنی Sandy loam	1.35	2.65	49.1

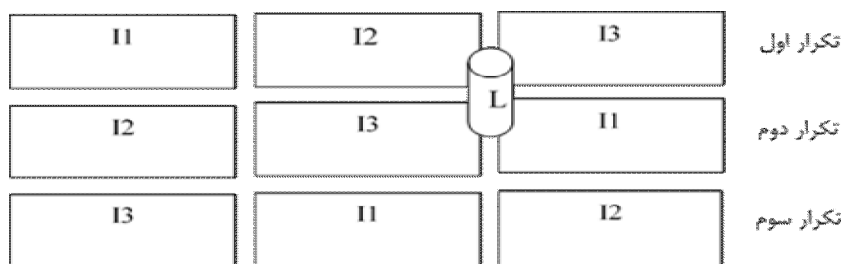
احتساب سه‌ردیف گیاه برای هر تیمار سایکوسل، ابعاد کرت‌های اصلی سه‌متر در هشت‌متر و فاصله بین کرت‌های اصلی نیم‌متر انتخاب شد. در زمان کاشت، فاصله بین بوته‌ها تقریباً پنج‌سانتی‌متر در نظر گرفته شد تا در مرحله سه تا چهاربرگی، به وسیله تنک کردن دستی فاصله روی ردیف‌ها به ۱۰ سانتی‌متر افزایش یابد.

آزمایش به صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجراء گردید. کرت اصلی تنش خشکی در سه سطح، شامل آبیاری با ۱۰۰ درصد آب مورد نیاز گیاه (شاهد) (I₁)، آبیاری با ۷۵ درصد آب مورد نیاز گیاه (تنش ملایم) (I₂) و آبیاری با ۵۰ درصد آب مورد نیاز گیاه (تنش شدید) (I₃) و کرت فرعی

عناصر غذایی مورد نیاز ریحان، ۴۰ کیلوگرم نیتروژن، ۶۰ کیلوگرم اکسید فسفر و ۷۰ کیلوگرم در هکتار اکسید پتاس می‌باشد (Omidbaigi, 2005). برای تامین مقادیر فوق، ۲۰ تن کود دامی، ۱۰۰ کیلوگرم اوره و ۲۰۰ کیلوگرم کود فسفره در هکتار قبل از کاشت به عنوان کود پایه، به صورت یکسان برای همه کرت‌ها، در سطح زمین پخش و با خاک مزرعه مخلوط شد. کوددهی دوم (سرک) در مرحله چهار تا شش‌برگی (قبل از محلول‌پاشی) با دادن ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار اوره برای همه کرت‌ها اعمال شد. در اوایل فروردین ماه بذر ریحان سبز به صورت ردیفی در کرت‌های اصلی کشت شد. طول ردیف‌ها سه‌متر و فاصله بین آن‌ها ۵۰ سانتی‌متر انتخاب گردید. با

شروع شد. تا مرحله برداشت گیاه، دور آبیاری هفتگی و مقدار آب مورد نیاز گیاه با استفاده از لایسیمتر بیلان آبی موجود در مزرعه برآورد و بر اساس طرح به کرت‌ها داده می‌شد. جانمایی طرح در شکل ۱ آمده است.

محلول پاشی سایکوسل در پنج سطح شامل صفر (شاهد)، ۵۰۰، ۱۰۰۰، ۱۵۰۰، ۲۰۰۰ میلی گرم در لیتر بود. آبیاری تا زمان چهار تا شش برگی گیاه، هفتگی و به طور یک نواخت انجام گردید. در این مرحله محلول پاشی برگی سایکوسل بر اساس طرح انجام و تیمارهای آبیاری



شکل ۱- جانمایی طرح I₁, I₂, I₃ کرت‌های اصلی (به ترتیب آبیاری با ۱۰۰، ۷۵ و ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه)

L: لایسیمتر بیلان آبی

Figure 1- Layout plan I1, I2 and I3 main plots (levels of irrigation respectively including 100, 75 and 50 percent of crop water requirement)

L: Lysimeter water balance

برای تعیین نیتروژن برگ، مقدار ۰/۲ گرم نمونه آسیاب شده به همراه ۱۰ میلی گرم سولفوریک اسید و قرص مخلوط کاتالیزور، در دستگاه هضم تا ۴۰۰ درجه سانتی گراد حرارت داده، سپس با دستگاه کجلدال مقدار نیتروژن آن تعیین گردید (Kjeldal, 1998). جهت تعیین مقدار پتاسیم موجود در برگ، نمونه‌های برگ به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۶۵ درجه سانتی گراد خشک و سپس با آسیاب خرد شدند. نیم گرم از نمونه به بوتنه‌های چینی منتقل و در کوره الکتریکی به تدریج به دمای ۵۵۰ درجه سانتی گراد رسیده، چهار الی ۱۲ ساعت در این حرارت سوزانده و به خاکستر تبدیل شدند. خاکستر حاصل در ۲/۵ میلی-لیتر کلریدریک اسید دو نرمال حل و به حجم ۵۰ میلی لیتر رسیدند. بعد از صاف کردن محلول با کاغذ صافی، توسط دستگاه فلاایم فتومتر مقدار پتاسیم تعیین گردید. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها، با نرم افزارهای MSTAT-C و SAS(v.9.1) و رسم نمودارها در محیط Excel انجام شد. مقایسات میانگین، در سطح احتمال پنج درصد به روش آزمون چنددامنه‌ای دانکن انجام گردید.

نتایج و بحث

ارتفاع گیاه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۲) نشان می‌دهد سطوح مختلف آبیاری، سایکوسل و اثر متقابل آبیاری و سایکوسل در سطح یک درصد بر ارتفاع گیاه معنی دار شد. با ایجاد تنش و افزایش سایکوسل، ارتفاع گیاه کاهش یافت (شکل ۲). کاهش ارتفاع گیاه اثر تنش آبی با نتایج تحقیقات گلدانی (Goldani, 2012)؛ حسنی و همکاران (Hassani et al., 2003) در ریحان مطابقت دارد.

در اواخر خردادماه از هر تیمار، تعداد پنج بوته برداشت شد. در این پژوهش ارتفاع بوته، وزن تر و خشک ریشه، وزن تر و خشک اندام هوایی، درصد نیتروژن و پتاسیم، محتوای آب نسبی برگ و شاخص سطح برگ اندازه گیری شد. برای اندازه گیری ارتفاع بوته‌ها از خط کش استفاده شد. بعد از برداشت، اندام‌های هوایی گیاه وزن شده و برای چند ساعت در محیط آزاد و سایه (دمای طبیعی ۲۵ درجه سانتی گراد) پهن شده تا رطوبت آن‌ها گرفته شود. برای خشک کردن، نمونه‌ها ۲۴ ساعت در آون با ۷۰ درجه سانتی گراد دما حرارت داده و مجدداً توزین شدند. وزن‌های به دست آمده به عنوان وزن تر و خشک نمونه‌ها ثبت شد.

برای تعیین محتوای آب نسبی برگ، از پنج برگ بالغ استفاده شد. بعد از جدا نمودن برگ‌ها از گیاه، توسط پنج نمونه‌های دیسکی شکل و هم اندازه از برگ‌ها جدا شد. نمونه‌ها در آزمایشگاه توسط ترازو توزین (وزن تر) سپس چهار ساعت در آب مقطر، با دمای تقریبی ۲۲ درجه سانتی گراد، قرار داده شدند. بعد از اشباع شدن نمونه‌ها، دوباره توزین انجام گرفت (وزن اشباع). نمونه‌های اشباع شده به مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۷۵ درجه سانتی گراد نگاه‌داری و مجدداً توزین شدند (وزن خشک). رطوبت نسبی برگ از رابطه ۱ محاسبه گردید (Ritchie and Nguyen, 1990).

$$RWC = \frac{(F_w - D_w)}{(S_w - D_w)} * 100 \quad (1)$$

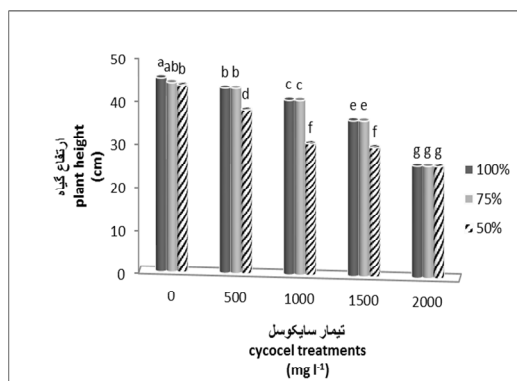
در این معادله:

RWC: رطوبت نسبی برگ، F_w وزن تر نمونه برگ، D_w : وزن خشک نمونه و S_w : وزن اشباع نمونه می‌باشد.

وزن تر و خشک اندام هوایی

نتایج تجزیه‌وارانس (جدول ۲) نشان داد که تأثیر تیمارهای مختلف آبیاری و غلظت متفاوت سایکوسل بر وزن تر و خشک اندام هوایی در بوته، به ترتیب در سطح یک درصد و پنج درصد معنی‌دار بود. برهم‌کنش آبیاری و سایکوسل بر وزن تر و خشک اندام هوایی معنی‌دار نبود.

بیش‌ترین ارتفاع گیاه مربوط به گیاهان تحت تیمار شاهد و کم‌ترین آن (با ۵۸/۵۵ درصد کاهش) به تیمار ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر سایکوسل تعلق داشت (شکل ۲). محلول پاشی به مقدار ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر تأثیر تنش خشکی را جبران کرد. سایکوسل ارتفاع گیاه جو رقم والفجر (Sharif *et al.*, 2007) و گندم (*Triticum*) رقم کراس آزادی (Mirzaei Abdolyosefi *et al.*, 2011) را نیز کاهش داد که همگی با نتایج این طرح هماهنگی دارند.



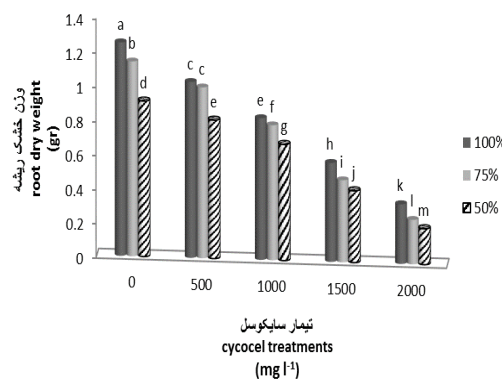
شکل ۲- تأثیر تیمارهای مختلف بر ارتفاع گیاه

Figure 2- Effects of different treatments on plant height

برهم‌کنش آبیاری و محلول پاشی با احتمال یک درصد بر وزن تر و خشک ریشه معنی‌دار می‌باشد. خشکی و سایکوسل هر دو سبب کاهش وزن تر و خشک ریشه در بوته می‌شوند که برهم‌کنش این دو اثری تشدیدکننده دارد (شکل ۳).

وزن تر و خشک ریشه

وزن تر و خشک ریشه تحت تأثیر سطوح مختلف آبیاری قرار گرفتند (جدول ۲). آبیاری با احتمال پنج درصد بر وزن تر ریشه و با احتمال یک درصد بر وزن خشک ریشه تأثیر دارد. محلول پاشی سایکوسل با احتمال یک درصد بر وزن تر و خشک ریشه مؤثر است. تأثیر



شکل ۳- تأثیر تیمارهای مختلف بر وزن خشک ریشه هر گیاه

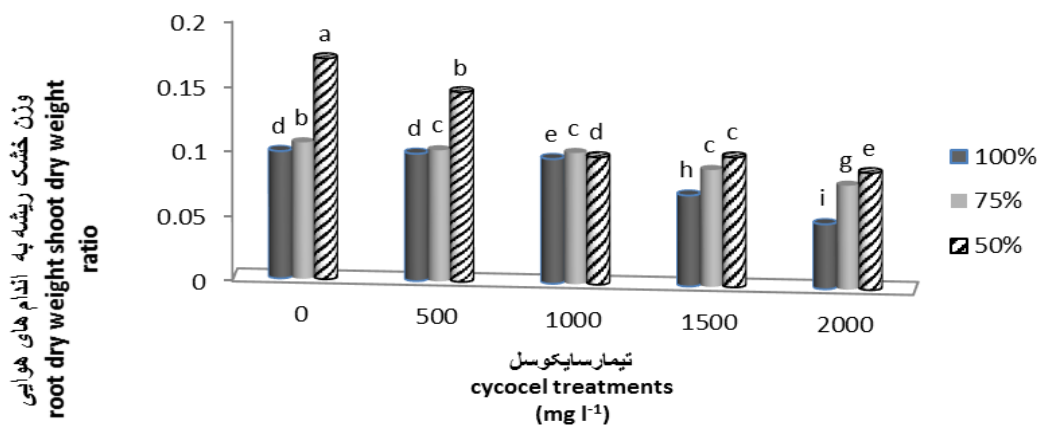
Figure 3- Effects of different treatments on root dry weight

نتایج تجزیه‌وارینانس نشان‌داد تأثیر رژیم آبیاری، سایکوسل و بر همکنش آبیاری و سایکوسل بر درصد نیتروژن در حد یک درصد معنی‌دار گردید. شکل ۵ کاهش ۶۰ درصدی میزان نیتروژن در گیاهان تحت تیمار شاهد نسبت به گیاهان تحت تیمار ۵۰ درصد تنش آبی در شرایط عدم محلول‌پاشی را نشان می‌دهد. افزایش نیتروژن یک نوع مکانیزم مقاومت در برابر تنش خشکی می‌باشد (Riccardi et al., 1998). با افزایش غلظت سایکوسل در نیتروژن افزایش یافت. بیش‌ترین درصد نیتروژن (۰/۴۸ درصد)، در گیاهان تحت تیمار ۵۰ درصد نیاز آبی با غلظت ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر سایکوسل و کم‌ترین آن (۰/۱۹ درصد) در گیاهان تحت تیمار شاهد مشاهده شد (شکل ۵).

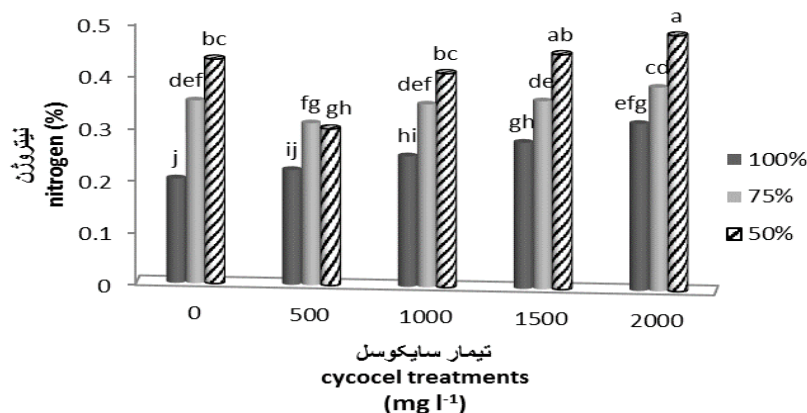
نسبت وزن خشک ریشه به وزن خشک اندام‌هوایی

نتایج تجزیه‌وارینانس نشان‌داد، رژیم آبیاری بر نسبت وزن خشک ریشه به وزن خشک اندام‌هوایی معنی‌دار نشد. تیمار سایکوسل بر نسبت وزن خشک ریشه به اندام‌هوایی در سطح پنج درصد معنی‌دار شد. برهم‌کنش آبیاری و سایکوسل نیز با احتمال یک درصد بر نسبت وزن خشک ریشه به وزن خشک اندام‌هوایی گیاه ریحان تأثیر معنی‌داری دارد (جدول ۲). بیش‌ترین نسبت وزن خشک ریشه به وزن خشک اندام‌هوایی در گیاهان تحت تیمار ۵۰ درصد نیاز آبی در شرایط عدم محلول‌پاشی و کم‌ترین آن در گیاهان تحت تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی و غلظت ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر سایکوسل به دست آمده (شکل ۴).

درصد نیتروژن



شکل ۴- تأثیر تیمارهای مختلف بر نسبت وزن خشک ریشه به اندام‌های هوایی
Figure 4- Effects of different treatments on root dry weight shoot dry weight ratio



شکل ۵- تأثیر تیمارهای مختلف بر درصد نیتروژن
Figure 5- Effects of different treatments on nitrogen

جدول ۲- تجزیه‌وارانس صفات اندازه‌گیری شده تحت تأثیر سطوح مختلف آبیاری و غلظت سایکوسل
Table 2- Analyses of variance Measured traits in different treatments

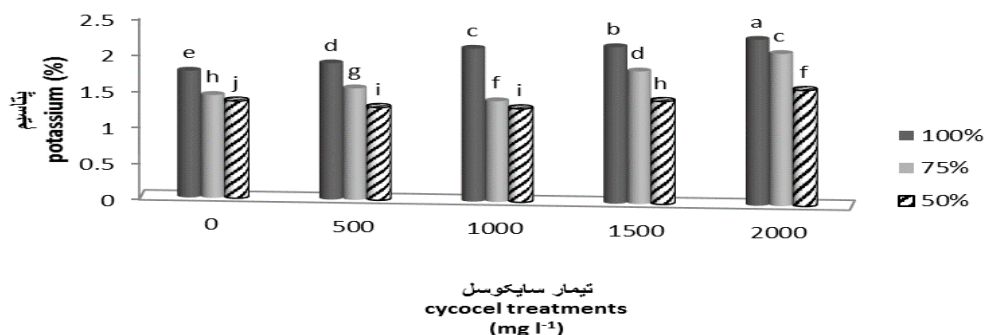
منابع تغییر Source of variation	درجه آزادی Degrees of freedom	شاخص سطح برگ LAI	محتوی آب نسبی برگ LRWC	پتاسیم potassium	نیتروژن nitrogen	وزن خشک ریشه/اندام root dry weight, shoot dry weight ratio	وزن خشک اندام هوایی shoot dry weight	وزن خشک ریشه root dry weight	وزن تر اندام هوایی shoot fresh weight	وزن تر ریشه root fresh weight	ارتفاع گیاه plant height
بلوک Repeat	2	0.02	5.78	0.01	0.005	0.0006	3.7	0.03	23.85	0.08	1.57
رژیم آبیاری Irrigation	2	1.16**	2396.5**	1.49**	0.09**	0.001 ^{ns}	1322.69**	0.16**	1015.89**	2.87*	194.7**
خطای a Main Error	4	0.003	31.9	0.0005	0.002	0.001	2.67	0.04	14.6	0.32	6.24
سایکوسل Cycocel	4	0.73**	107.75**	0.43**	0.001**	0.002*	24.22*	0.71**	27.98*	6.98**	372.12**
A*B Int* Cycocel	8	0.02**	26.19 ^{ns}	0.02*	0.002**	0.004**	7.87 ^{ns}	2.06**	26.61 ^{ns}	2.26**	100.37**
خطای b Minor Error	24	0.004	33.16	0.007	0.003	0.007	6.68	0.16	19.58	0.19	11.2
ضریب تغییرات CV		3.5	9.15	5.27	17.36	27.44	10.18	16.5	10.45	23.8	11.2

^{ns}: عدم معنی‌داری، * معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد (P ≤ 0.05) و ** معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد (P ≤ 0.01)

^{ns}: non significant, *: significance (0.05 %), **: significance (0.01 %)

پنج درصد معنی دار شد. بیشترین درصد پتاسیم (۲/۲۶ درصد) مربوط به گیاهان تحت تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی و غلظت ۲۰۰۰ میلی گرم در لیتر سایکوسل و کمترین آن مربوط به برهم کنش تیمار ۵۰ درصد نیاز آبی با غلظت های صفر، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی گرم در لیتر سایکوسل بود (شکل ۶).

۶- درصد پتاسیم: میزان پتاسیم تحت تأثیر رژیم آبیاری و سایکوسل در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد. افزایش تنش خشکی باعث کاهش میزان پتاسیم می شود. با افزایش غلظت سایکوسل مقدار عنصر پتاسیم در گیاه افزایش یافت، که این افزایش را می توان به تأثیر مستقیم سایکوسل بر افزایش رشد طولی و قطری ریشه نسبت داد. برهم کنش بین تیمار آبیاری با سایکوسل در سطح



شکل ۶- تأثیر تیمارهای مختلف بر درصد پتاسیم
Figure 6- Effects of different treatments on potassium

عدم استفاده از هورمون سایکوسل و غلظت ۵۰۰ میلی گرم در لیتر سایکوسل در یک گروه آماری قرار دارند (شکل ۷). در گزارشی بیشترین شاخص سطح برگ گیاه ریحان برابر با ۳/۹۶ و کمترین آن برابر با ۲/۱۴ گزارش شد (Tahami Zarandi et al., 2014) که هر دو مقدار نسبت به اعداد حاصل از این طرح بیش ترند.

نتیجه گیری

با توجه به نتایج به دست آمده، می توان گفت که، ارتفاع بوته ریحان، وزن تر و خشک ریشه، وزن تر و خشک اندام هوایی، شاخص سطح برگ، محتوی آب نسبی برگ با افزایش تنش خشکی کاهش می یابد. در تمام گیاهان تحت تیمار محلول پاشی، با اعمال تنش، نسبت وزن خشک ریشه به وزن خشک اندام هوایی افزایش یافت. این مطلب نشان دهنده عکس العمل گیاه در مواجهه با تنش خشکی است که، برای جذب بیش تر آب بر مقدار ریشه خود افزوده است. افزایش نیتروژن نیز مکانیزم دیگری است که گیاهان در مقابله با خشکی از آن بهره می برند. در این طرح نیز با اعمال تنش خشکی بر مقدار نیتروژن افزوده شده است. محلول پاشی سایکوسل در این مکانیسم به گیاه کمک کرده است، به نحوی که با افزایش غلظت سایکوسل مقدار نیتروژن نیز افزایش یافت. تیمار سایکوسل سبب کاهش ارتفاع گیاه، وزن تر و خشک ریشه، وزن خشک اندام هوایی و

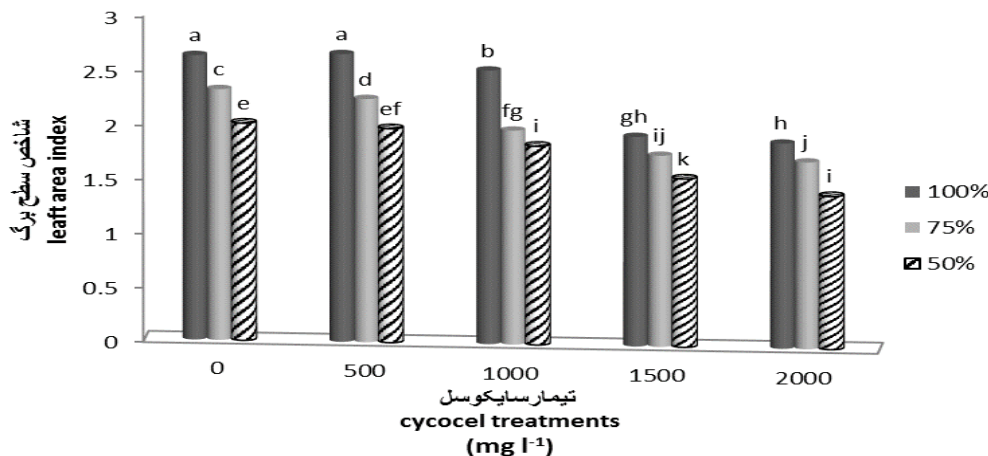
محتوی آب نسبی برگ

رژیم آبیاری و محلول پاشی بر میزان رطوبت نسبی برگ در سطح یک درصد تأثیر معنی داری داشت. کاهش محتوی آب نسبی برگ لوبیا نیز در اثر خشکی گزارش شده است (Costa Franca, 2000). کاهش رطوبت خاک موجب کاهش معنی دار محتوی آب نسبی برگ و پتانسیل آب برگ در گیاه ریحان گردید (Hassani et al., 2003). کاربرد سایکوسل موجب افزایش محتوی آب نسبی برگ، تحت شرایط تنش رطوبتی در گیاه ذرت (*Zea mays*) و بادمجان (*Solanum melongena*) شد (Prakash and Ramachandran, 2000). در این طرح برهم کنش بین تیمارهای رژیم آبیاری با سایکوسل بر میزان رطوبت نسبی برگ معنی دار نشد (جدول ۲).

شاخص سطح برگ

شاخص سطح برگ به طور معنی داری (در سطح احتمال یک درصد) تحت تأثیر رژیم رطوبتی، محلول پاشی و برهم کنش این دو قرار گرفت (جدول ۲). با زیاد شدن غلظت محلول سایکوسل سطح برگ کاهش پیدا کرد. از نظر آماری شرایط عدم استفاده از هورمون و غلظت ۵۰۰ میلی گرم در لیتر سایکوسل در یک گروه قرار دارند (شکل ۷). بیشترین سطح برگ به گیاهان تحت تیمار شاهد و کمترین آن مربوط به تنش ۵۰ درصد خشکی همراه با غلظت ۲۰۰۰ میلی گرم در لیتر سایکوسل بود. تیمارهای بدون تنش آبی همراه با شرایط

شاخص سطح برگ می‌شود.



شکل ۷- تأثیر تیمارهای مختلف بر شاخص سطح برگ

Figure 7- Effects of different treatments on leaf area index

از بازدارندگان رشد به مصرف بهینه آب کمک کرده و می‌توان در مواجهه با بحران کمبود آب در بخش کشاورزی از آن‌ها کمک گرفت. اگر چه برای ارائه نظر قطعی نیاز به تحقیقات بیشتر می‌باشد.

وزن تر اندام هوایی، محتوی آب نسبی برگ با افزایش غلظت سایکوسل زیاد شد. غلظت‌های ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر سایکوسل بیش‌ترین تأثیر را در برهم‌کنش رژیم آبیاری در صفات مورد بررسی داشته‌است. باتوجه به نتایج حاصل در این طرح می‌توان گفت، استفاده

Reference

- Asadollahi, A., Mirza, M., Abbaszadeh, B., Azizpour, S., and A. Keshavarzi. 2013. Comparison of Essential oil from Leaves and Inflorescence of three Basil (*Ocimum basilicum* L.) Populations under Drought Stress. International Journal of Agronomy and Plant Production 4(10):1764-1767.
- Bakhtiari, B., Liaghat, A., KHalili, A., and Kjanjani, M. J. 2010. Evaluation of Two Hourly Combination Models for Estimation of Grass Reference Evapotranspiration (Case study: Climate of Kerman). Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, Water and Soil Science 13(50):13-26. (In Persian with English abstract).
- Costa Franca, M. G. 2000. Differences in growth and water relations among *Phaseolus vulgaris* cultivars in response to induced drought stress. Environmental and Experimental Botany 43:227-237.
- Forouzandeh, M., Fanoudi, M., Arazmjou, E. and H. Tbiei. 2012. Effect of drought stress and types of fertilizers on the quantity and quality of medicinal plant Basil (*Ocimum basilicum* L.). Indian Journal of Innovations and Developments 1(10):734-737.
- Goldani, M. 2012. Effect of Irrigation Intervals on Some Morphophysiological Traits of Basil (*Ocimum basilicum* L.) Ecotypes. Journal of Iranian Field Crop Research 10(2):412-420. (In Persian with English abstract)
- Hassani, A., Omidbajji, R. and H. Heidari Sharifabad. 2003. Effect of different soil moisture levels on growth, yield and accumulation of compatible solutes in Basil (*Ocimum basilicum*). Iranian Journal of Soil and Waters Sciences, 17(2):219-229. (In Persian with English abstract).
- Hojjati, M., Etemadi, N., B. Baninasab. 2010. Effect of Paclobutrazol and Cycocel on Vegetative Growth and flowering of rudbeckia. Journal of Horticultural Sciences 24(2): 122-127. (In Persian with English abstract).
- Kjeldal, S. E. 1998. An investigation of several psychological factors impinging on the Perception of fresh fruits and vegetables. Unpublished PhD Thesis. University of New England, Australia. 448 p.
- Memari, H. R., Tafazoli, E., Kamgar-Haghighi, A., Hassanpour, A. and N. Yarami. 2011. Effects of Water Stress and Cycocel as a Growth Retardant on Growth of Two Olive Cultivars. Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, Water and Soil Science 15(55):1-11. (In Persian with English abstract).
- Mirzaei Abdolyosefi, A. A., Jafari Haghighi, B. and Y. Emam. 2011. Effect of planting density and chlormequat chloride on growth and yield of wheat (*Triticum aestivum* v. Cross Azadi). Journal of Plant Ecophysiology, 3(8):1-15. (In Persian with English abstract).

- 11- Moshrefi araghi, A., naderi, R., babalar, M. and M. Taheri. 2014. Effect of different spraying levels of cycocle on vegetative growth and flowering of poinsettia pot plant (*Euphorbia pulcherrima Willd.*). Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture 5(17):73-84. (In Persian with English abstract).
- 12- Movahhedi Dehnavi, M., Ranjbar, M., Yadavi, A. R. And B. Kavusi. 2011. Effect of cycocel on proline, soluble sugars, protein, oil and fatty acids of flax (*Limum usitatissimum M.*) plants under drought stress in a pot trial. Environmental Stresses in Crop Sciences 3(2):129-138. (In Persian with English abstract).
- 13- Omidbaigi, R. 2005. Approaches to the production and processing of medicinal plants. Behnashr Publications, Mashhad. 1:347. (In Persian with English abstract).
- 14- Prakash, M. and K. Ramachandran. 2000. Effects of chemical ameliorants on stomata frequency and water relations in Brinjal (*Solanum melongena L.*) under moisture stress conditions. Journal of Agronomy and Crop Science 185(4):237-239.
- 15- Rabbi Angourani, H., Mortazavi, S. N., Rabiei, V. and E. Zangahani. 2013. Effect of Cycosel and Naphthalene Acetic Acid on some Vegetative Characteristics and on Essential Oil Yield in Rose - Scented Geranium (*Pelargonium graveolens L.cv Bourbon*). Iranian Journal of Horticultural Sciences (Iranian Journal of Agricultural Sciences) 44(2):209-216. (In Persian with English abstract).
- 16- Ramroudi, M. and A. R. Khamr. 2013. Interaction effects of salicylic acid spraying and different irrigation levels on some quantity and quality traits, and osmoregulators in basil (*Ocimum basilicum*). Journal of applied Research of Plant Ecophysiology 1(1):19-31. (In Persian with English abstract).
- 17- Rezaei Estakhroeih, A. 2012. Effect of deficit irrigation and partial rootzone drying on the yield, yield components and water use efficiency of corn. PhD Thesis. University of Shahid Chamran, Ahvaz, Iran. 173 p. (In Persian with English abstract).
- 18- Riccardi, F., Gazeau, D. and M. Vienne. 1998. Protein changes in response to progressive water deficit in maize plant Physio 117:1253-1263.
- 19- Ritchie, S. W., and H. T. Nguyen. 1990. Leaf water content and gas exchange parameters of two wheat genotypes differing in drought resistance. Crop Science 30: 105-111.
- 20- Sharif, S., Saffari, M. and Y. Emam. 2007. The Effect of Drought Stress and Cycocel on Barley Yield (Cv. Valfajr). Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, Water and Soil Science 10 (4):281-291. (In Persian with English abstract).
- 21- Tahami Zarandi, S. M. K., Rezvani Moghaddam, P. and M. Jahan. 2014. Effects of various organic and chemical fertilizers on growth indices of Basil (*Ocimum basilicum*). Agroecology 5(4):363-372. (In Persian with English abstract).
- 22- Tolbert, N. E. 1960. (2-Chloroethyl) trimethyl-ammonium chloride and related compounds as plant growth substances. 1. Chemical structure and bioassay. Jour. Boil. Chem 235:475-479.

Effects of Cycocel on Morphological Traits, Nitrogen and Potassium Content of Basil Plants under Water Stress Conditions

A. Rezaei Estakhroei^{1*} - B. Babaei²

Received: 29-09-2014

Accepted: 03-01-2015

Introduction

Basil (*Ocimum basilicum*) is an annual plant which belongs to the Lamiaceae family. It used as a drug, spice and fresh vegetable. Drought stress is one of the important limiting factors of plant growth. Water stress has significant effects on morphological and biochemical characteristics of purple Basil. As the soil water content decreases, the plant height, stem diameter, number and area of leaves, leaf area index (LAI), herb yield and leaf chlorophyll contents (a,b and total chlorophyll) decrease, as well. However, the amounts of anthocyanin and proline increase. Cycocel (CCC) which chemically called chlormequat chloride is an alkylating agent and a quaternary ammonium salt. Cycocel is used as plant growth regulator. Application of Cycocel increases the number of siliques/ plant, seed yield and dry matter produced of oilseed rape. Cycocel application decreases the plant height and increases the yield level and protein percentage of seed in faba bean. This research was performed to investigate the effect of Cycocel on morphological characteristics, the percentage of nitrogen and potassium of basil plants under drought stress conditions

Materials and Methods

This research has been conducted in the research station of Shahid Bahonar University of Kerman with 56° 58' E longitude, 30° 15' N latitude, and 1753.8 altitudes. According to the regional information from 1952 to 2005, the average temperature was 17.1 ° C, the average rainfall was 154.1 mm, the average annual relative humidity is 32%, and the climate of Kerman according to De Martonne method is semiarid. A split plot experiment based on RCBD with three replications was employed. Three levels of irrigation, including 50 (severe stress) (I3), 75 (mild stress) (I2) and 100 (full irrigation) (I1) percent of crop water requirement were assigned to the main plots while five levels of Cycocel application (zero (control), 500, 1000, 1500, 2000 milligrams per litre) were assigned to the sub-plots. Cultivation was carried out in March and harvested in late June. In this study the plant height, fresh and dry weight of root and shoot, root to shoot dry weight ratio, percentage of nitrogen and potassium, leaf relative water content and leaf area index were measured. For its statistical calculation, SAS (v. 9.1) software and for the comparison of the averages the Duncan's test was used. The level of possibility used in the analysis was five percent.

Results and Discussion

The result of the analysis of variance of measured traits has shown in Table 1. Data analysis of variance (Table 1) shows different levels of irrigation, Cycocel and irrigation with Cycocel interaction were significant at the level of one percent on plant height. Effects of different irrigation treatments and Cycocel concentration on fresh and dry weight of shoot were significant at one and five percent, respectively. However, the effect of irrigation and Cycocel interaction on shoot dry weight was not significant. Root fresh and dry weight were influenced by irrigation levels (Table 1). The effect of irrigation and Cycocel interaction on root dry weight, percent of nitrogen and dry weight of root to shoot ratio was significant at one percent. The effect of irrigation on root to shoot dry weight ratio was not significant. Moreover, the effects of Cycocel treatments on root to shoot dry weight ratio were significant at the five percent level. The effect of irrigation, Cycocel on percent of nitrogen and potassium was significant and potassium decreased with the increasing of water stress.

The highest percentage of potassium (2.26%) belonged to the full irrigation and the concentration of 2000

1- Assistant Professor, Department of Water Engineering, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran

2- Former MSc Student in Agronomy, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Zabol, Zabol, Iran

(*- Corresponding Author Email: abbasrezaei2@gmail.com)

milligrams per litre Cycocel and the lowest belonged to the interaction of severe stress and zero, 500 and 1000 milligrams per litre Cycocel. Irrigation and Cycocel had a significant influence on leaf relative water content at the level of one percent.

Conclusions

According to the results which obtained through this study, in basil plant, root fresh and dry weight, shoot fresh and dry weight, leaf area index, leaf relative water content and plant height reduced by increasing drought stress. Root-shoot dry weight ratio increased in response to increasing stress in all the plants which treated by Cycocel. Cycocel treatments reduced plant height, root fresh and dry weight, shoot dry weight and LAI. Leaf relative water content and shoot fresh weight increase with increasing the concentrations of Cycocel. The interaction of 2000 milligram Cycocel per litre with irrigation has the greatest effect on the traits.

Keywords: Basil, Cycocel, Drought stress, Minerals, Morphological traits