مجله پژوهش‌های به زراعی
جلد۱۵ ، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۲

مجله پژوهش‌های به زراعی

اثر مقادیر مختلف آبیاری بر عملکرد کمی و کیفی دو رقم ریحان (*Ocimum basilicum* L.)

علیرضا زین‌الدینی‌پور[1]، محمد نبی ایلکایی[1*]، فرزاد پاک‌نژاد[1]

۱- گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۳/۲۴ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۶/۲۲

چکیده

یکی از مهم‌ترین عوامل محیطی که رشد و تولید گیاهان را تحت تأثیر قرار می‌دهد، میزان آب در دسترس گیاه است. بدین منظور پژوهشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی در سه تکرار در سال ۱۴۰۲ در کرج روی گیاه ریحان (*Ocimum basilicum* L.) اجرا شد. عامل‌های پژوهش شامل میزان مصرف آب در چهار سطوح مختلف ۴۰۰۰ ، ۵۰۰۰ ، ۶۰۰۰ و ۷۰۰۰ متر مکعب در هکتار و عامل دوم شامل دو رقم مختلف ریحان سبز و بنفش بود. نتایج حاصل نشان داد که تیمارهای آبیاری بر تمامی صفات مورد مطالعه اثر معنی‌داری داشت. به‌طوری که با افزایش مقدار آبیاری (آبیاری ۷۰۰۰ متر مکعب در هکتار) تمامی صفات مورد مطالعه افزایش معنی‌داری نسبت به سایر تیمارهای آبیاری داشتند. رقم سبز ریحان دارای بیشترین مقدار عملکرد ماده خشک نسبت به رقم بنفش بود و با افزایش مقدار آبیاری عملکرد ماده خشک افزایش یافت. اما رنگیزه‌های فتوسنتزی در رقم ریحان بنفش بیشتر از رقم ریحان سبز بود. به‌طوری که بیشترین عملکرد ماده خشک (۱۷۷/۰۹ گرم بر متر مربع) مربوط به برهمکنش آبیاری ۷۰۰۰ متر مکعب در هکتار و ریحان سبز بود. کمترین مقدار عملکرد ماده خشک (۷۵/۳۵ گرم بر متر مربع) در برهمکنش آبیاری ۴۰۰۰ متر مکعب در هکتار و ریحان بنفش مشاهده شد. بنابراین رقم سبز به دلیل بالا بودن عملکرد ماده خشک بیشتر نسبت به رقم بنفش مناسب‌تر برای کشت بوده و صرفه اقتصادی بالاتری دارد. لذا کشت رقم سبز با آبیاری ۷۰۰۰ متر مکعب در هکتار جهت افزایش عملکرد کمی و کیفی گیاه ریحان قابل توصیه است.

واژه‌های کلیدی: ارقام ریحان، رنگیزه‌های فتوسنتزی، عملکرد ماده خشک، کم آبیاری، گیاهان دارویی

*نویسنده مسئول(mohammad.ilkaei@kiau.ac.ir)

مقدمه

نقش گیاهان دارویی امروزه در کشاورزی غیر قابل چشم‌پوشی است و بسیاری از آن‌ها به عنوان مواد اولیه ساخت دارو مورد استفاده قرار می‌گیرند. گیاهان دارویی از جمله گیاهان مهم اقتصادی هستند که در طب سنتی و مدرن مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرند. ریحان (*Ocimum basilicum* L.) گیاهی متعلق به تیره نعناعیان و از گیاهان حائز اهمیت برای مصارف دارویی می‌باشد که به‌صورت تازه و خشک به عنوان ادویه و سبزی، به طور وسیع در جهان مورد استفاده است و دارای خواص متعددی از جمله خواص آنتی اکسیدانتی قوی، آنتی باکتریال، تقویت سیستم ایمنی بدن و بهبود عملکرد گوارش است (Calderón Bravo *et al.*, 2021; Ziaei *et al.*, 2015). انواع ریحان به‌ویژه ریحان بنفش از نظر ویژگی‌های آنتی-اکسیدانی و تأمین ویتامین‌ها مورد توجه پژوهشگران هستند. ریحان بنفش به‌دلیل دارا بودن رنگدانه‌های بنفش در برگ‌های خود از خاصیت، طعم و عطر بیشتری نسبت به ریحان سبز برخوردار است (Juliani & Simon, 2002).

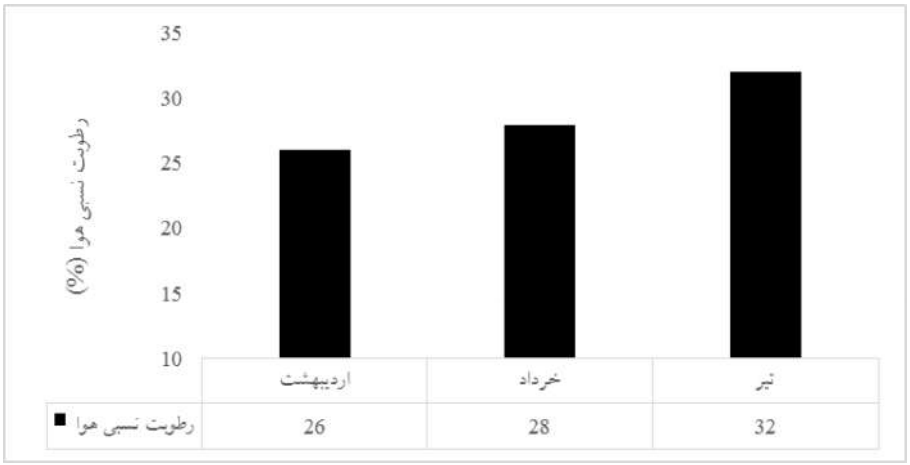
گیاهان در طول دوره رشد خود با تنش‌های محیطی متعددی روبه رو می‌شوند که هر یک از این تنش‌ها می‌تواند با توجه به میزان حساسیت و مرحله رشد گونه گیاهی اثرات متفاوتی بر رشد، نمو و عملکرد آن‌ها داشته باشد و سبب تغییرات مورفولوژیکی، بیوشیمیایی و مولکولی متعددی در آن‌ها گردد که این امر موجب بازدارندگی شدیدی در رشد گیاه و در نتیجه کاهش محصول می-شود (Khan *et al.*, 2012). ریحان بنفش از جمله سبزیجاتی است که قدرت تحمل چندانی در برابر کم آبی نداشته و در صورت خشکی به سرعت از بین می‌رود. گیاهان تحت شرایط طبیعی و زراعی مختلف به‌طور پیوسته در معرض تنش‌های گوناگون (زیستی و غیرزیستی) قرار دارند و در این میان، کمبود آب مهم‌ترین عامل محدودکننده عملکرد محصولات زراعی در اکثر نقاط جهان و ایران می‌باشد. کمبود آب یا تنش خشکی می‌تواند باعث تغییرات گسترده‌ای از قبیل

تغییرات مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی در گیاهان مختلف از جمله گیاهان زراعی و دارویی شود. در شرایط خشکی ترکیبات شیمیایی گیاهان از جمله قند، پروتئین و میزان کلروفیل می‌توانند در راستای افزایش مقاومت به خشکی تغییر کنند(Guerrini *et al.*, 2020 ;Pour-Aboughadareh *et al.*, 2020). گزارش شده است که تنش خشکی باعث کاهش محتوای کلروفیل و درصد روغن نعناع شد و محتوای کل فنول و فلاونوئید با افزایش سطح استرس افزایش یافت (Jahani *et al.*, 2021). علاوه بر این، کشاورزی و همکاران (۱۴۰۲) اظهار داشتند که کم‌آبیاری موجب کاهش رشد و کیفیت پنج اکوتیپ ریحان شد. با توجه به شرایط اقلیمی خشک و نیمه‌خشک کشور و همچنین استفاده از روش‌هایی که منجر به کاهش اثرات سوء کمبود آب بر محصولات کشاورزی گردد، دارای اهمیت است. ریحان گیاهی حساس به کم آبیاری است. برخلاف دیگر محصولات زراعی، سبزیجات و به خصوص سبزیجاتی که خواص دارویی نیز دارند گیاهانی هستند که کیفیت محصول در مقایسه با کمیت آن به مراتب اهمیت بیشتری دارد. به همین دلیل استفاده از دانش و تجربه تحقیقات پیشین و ابداع روش‌های جدید در جهت افزایش کیفیت و عملکرد، به خصوص در دورانی که گیاه دچار تنش و کمبود آب می‌شود، امری غیر قابل انکار است. شناخت عوامل محیطی، گیاهی و زراعی نقش مهمی در موفقیت کشت گیاهان دارویی دارد. بنابراین با توجه به اهمیت مدیریت بهینه آب مصرفی و همچنین اهمیت دارویی و اقتصادی گیاه ریحان، مطالعه حاضر بر دو اکوتیپ گیاه ریحان (سبز و بنفش) تحت تیمارهای مختلف مصرف آبیاری اعمال شد تا بهترین مقدار آبیاری در افزایش رشد و عملکرد کمی و کیفی گیاه شناسایی شود.

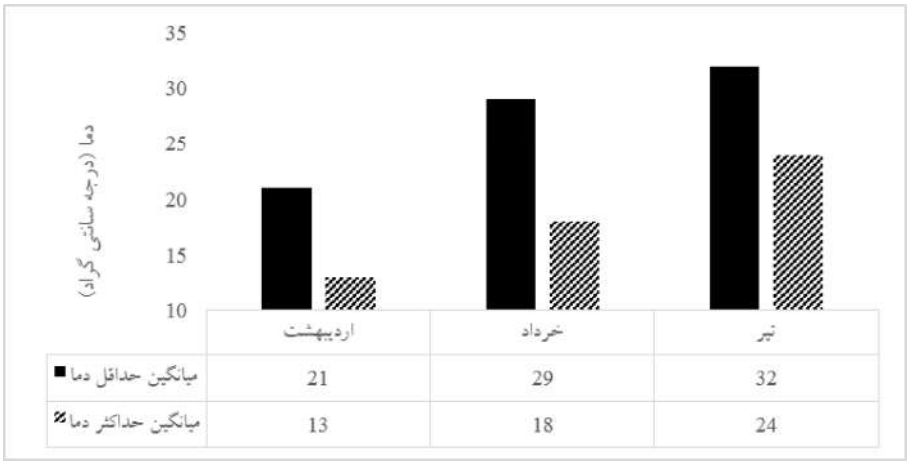
مواد و روش‌ها

آزمایش حاضر به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی در سه تکرار در کرج با مختصات جغرافیایی ۳۵ درجه و ۴۵ دقیقه

شمالی ۵۱ درجه و ۶ دقیقه شرقی با ارتفاع ۱۳۱۳ متری از سطح دریا روی گیاه ریحان (*Ocimum basilicum L.*) در اردیبهشت ماه ۱۴۰۲ به مدت سه ماه انجام شد. در طی دوره رشد گیاهان، رطوبت نسبی هوا (شکل ۱) و همچنین حداقل و حداکثر دما به طور میانگین ثبت شد (شکل ۲).



شکل ۱- رطوبت نسبی هوا در طی دوره رشد ریحان



شکل ۲- نوسانات دمایی هوا در طی دوره رشد ریحان

نمونه‌ای از آب و همچنین نمونه‌ای از خاک مزرعه قبل از کاشت گیاهان، جهت تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی به آزمایشگاه خاک فرستاده شد و مورد بررسی قرار گرفت (جدول ۱). تیمارهای پژوهش شامل ۴ میزان مصرف آب در سطوح مختلف ۴۰۰۰، ۵۰۰۰، ۶۰۰۰ و ۷۰۰۰ متر مکعب در هکتار و فاکتور دوم دو رقم مختلف ریحان سبز و بنفش بود.

جدول۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و خصوصیات آب آبیاری

خصوصیات خاک				خصوصیات آب		
ردیف	صفت	مقدار	واحد	صفت	مقدار	واحد
۱	pH خاک	۸/۴	pH	شوری آب آبیاری	۰/۶۳۰	mmhos/cm
۲	فسفر قابل جذب	۱۶/۲۵	mg/kg	اسیدیته آب آبیاری	۷/۷	-
۳	نیتروژن کل	۰/۱۳	mg/kg	کل املاح محلول	۴۰۲	mg/l
۴	پتاسیم قابل جذب	۲۹۴/۶	mg/kg	غلظت سدیم	۱/۵	meq/l
۵	مواد آلی	۴/۳۲	٪	غلظت کلسیم	۲/۳	meq/l
۶	هدایت الکتریکی عصاره اشباع	۲/۳۸	ds/m	غلظت منیزیم	۲/۷	meq/l
۷	بافت خاک	لوم	-	غلظت پتاسیم	۰/۰۶	meq/l
۸	Fe	۴/۶	mg/kg	غلظت کلر	۱/۵	meq/l
۹	Mn	۶/۸	mg/kg	غلظت بیکربنات	۳/۶	meq/l
۱۰	Cu	۱/۵۴	mg/kg	نسبت جذب سدیم	۰/۹۵	-
۱۱	Zn	۰/۹۸	mg/kg			

نیاز آبی گیاه ریحان در منطقه کرج حدود ۶۰۰۰- ۵۸۰۰ متر مکعب در هکتار می‌باشد که از برنامه نت وات اخذ گردید. بر این اساس، تیمارهای آبیاری طوری انتخاب شدند که مقدار آبیاری بیشتر و کمتر از این مقدار (۶۰۰۰- ۵۸۰۰ متر مکعب در هکتار) مورد بررسی قرار گیرد. ابعاد گلدان‌ها ۶۰×۴۵ سانتی‌متر و به عمق ۱۵ سانتی‌متر بود. دوره کشت ریحان ۱۲۰ روز بود. نیاز آبی برای هر تیمار به صورت متر مکعب در هکتار در نظر گرفته شد که ابتدا به متر مربع تبدیل شد و به ابعاد گلدان‌ها تناسب‌بندی شد. آبیاری روزانه گلدان‌ها مطابق تیمارها بدین صورت اعمال شد که برای تیمار۴۰۰۰ متر مکعب در هکتار، ۰/۸ لیتر در روز، برای تیمار ۵۰۰۰

متر مکعب در هکتار، ۱ لیتر در روز، ۶۰۰۰ متر مکعب در هکتار ۱/۲ لیتر در روز، و ۷۰۰۰ متر مکعب در هکتار، ۱/۴ لیتر در روز آبیاری شد. در این مطالعه صفات ارتفاع گیاه، وزن تر و خشک گیاه، قطر ساقه اصلی و رنگیزه‌های فتوسنتزی اندازه‌گیری شدند. وزن تر گیاه بلافاصله پس از برداشت با ترازوی دیجیتال توزین شد. ارتفاع گیاه به وسیله خط‌کش مدرج و قطر ساقه به وسیله کولیس دیجیتال اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری وزن خشک، برگ‌های گیاهان به مدت دو هفته در دمای اتاق (۲۵ درجه سانتی‌گراد) خشک شدند و سپس با استفاده از ترازوی دیجیتال توزین شدند. محتوای کلروفیل و کارتنوئید بدین طریق اندازه‌گیری شد که بعد از عصاره‌گیری از برگ میزان نور جذب شده توسط دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج-های ۶۶۳ و ۶۴۵ نانومتر برای محاسبه غلظت کلروفیل *a* و *b* و در طول موج ۴۷۰ برای غلظت کارتنوئید یادداشت شد سپس توسط فرمول‌های زیر محتوای کلروفیل محاسبه شد (Arnon, 1967).

$Chl.a(mg.L^{-1})=(12.52\times A_{663}) -(2.79\times A_{647}) \times D$

$Chl.b(mg.L^{-1})=(21.5\times A_{663})-(5.1\times A_{647}) \times D$

$Chl.a+b(mg.L^{-1})=(7.15\times A_{663}) + (18.71\times A_{647}) \times D$

$Carotenoids = 100(A_{470}) - 3.27(mg\ Chl.\ a) - 104(mg\ Chl.\ b)/227$

که در آن ChL. *a+b*, ChL. *b*, ChL. *a* به ترتیب محتوای کلروفیل *a*, *b* و مجموع کلروفیل *a+b* و بر حسب میلی‌گرم در لیتر، A: میزان جذب نور توسط عصاره در طول موج‌های مربوطه. D = ضخامت خارجی کوت دستگاه اسپکتروفتومتر بر حسب سانتی‌متر است. داده‌های حاصل از این پژوهش با استفاده از نرم‌افزار SAS (Ver. 9.4) تجزیه شد و مقایسه میانگین نیز توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن با احتمال خطای ۵ درصد صورت گرفت.

نتایج و بحث

رنگیزه‌های فتوسنتزی

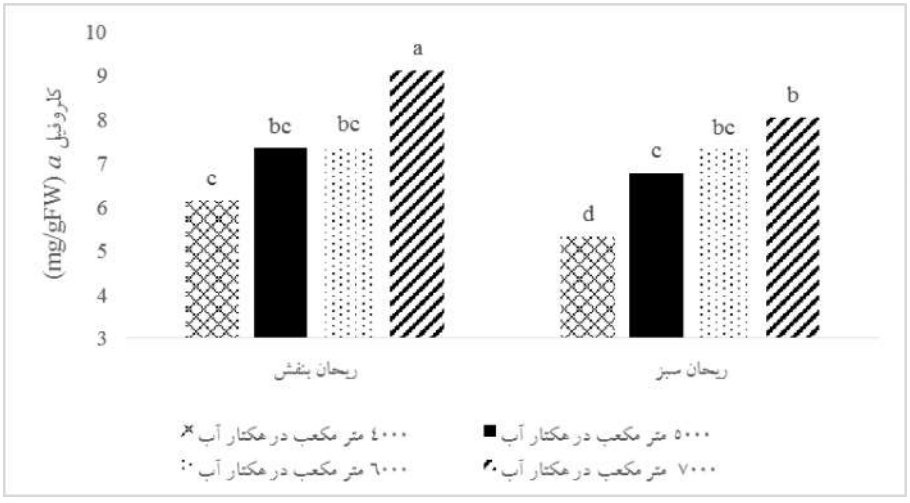
نتایج حاصل از تجزیه واریانس بیانگر آن است که اثر آبیاری، ارقام ریحان و همچنین اثرات متقابل آبیاری در ارقام ریحان با احتمال خطای یک درصد بر رنگیزه‌های فتوسنتزی (کلروفیل*a*، کلروفیل *b*، کلروفیل کل و کاروتنوئید) معنی‌دار شدند (جدول ۲).

جدول ۲- تجزیه واریانس رنگیزه‌های فتوسنتزی

منابع تغییرات	درجه آزادی	کلروفیل *a*	کلروفیل *b*	کلروفیل کل	کاروتنوئید
آبیاری (I)	۳	۳۸/۲۱**	۴۹/۵۷**	۴۱/۶۸**	۳۵/۷۵**
ارقام ریحان (B)	۱	۴۹/۴۲**	۵۱/۸۶**	۵۹/۲۳**	۶۴/۲۹**
I× B	۳	۷۳/۳۵**	۶۹/۲۱**	۷۶/۵۸**	۸۹/۳۵**
خطا	۱۶	۴/۲۱	۳/۸۱	۷/۲۹	۶/۵۳
ضریب تغییرات (درصد)		۸/۵۹	۶/۷۳	۱۰/۳۵	۷/۱۹

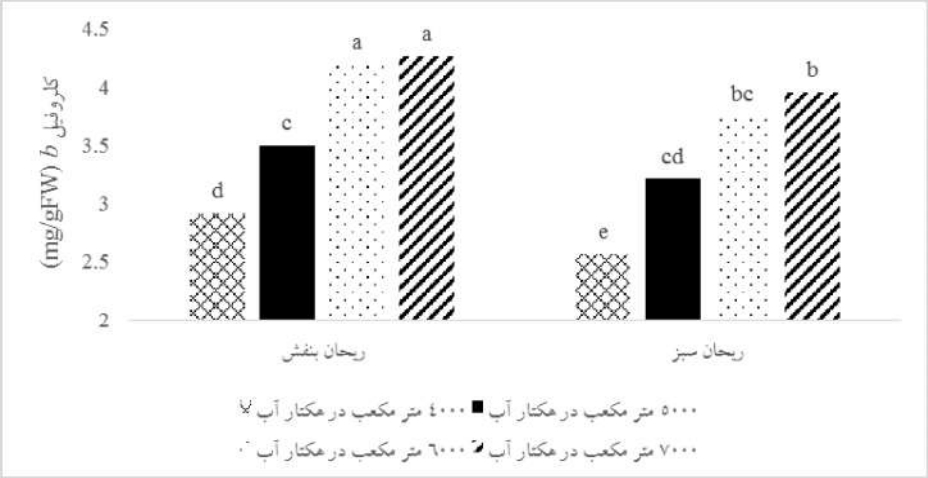
** معنی‌دار با احتمال خطای یک درصد، ns فاقد اثر معنی‌دار

نتایج اثرات متقابل تیمارهای آبیاری در ارقام ریحان نشان داد که رقم بنفش ریحان دارای بیشترین کلروفیل*a* نسبت به رقم سبز بود و با افزایش مقدار آبیاری کلروفیل*a* افزایش یافت. بیشترین مقدار کلروفیل*a* (۹/۱۲ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) مربوط به تیمار اثرات متقابل آبیاری ۷۰۰۰ متر مکعب در هکتار در ریحان بنفش بود و کمترین مقدار این شاخص نیز (۵/۳۲ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) مربوط به برهمکنش آبیاری ۴۰۰۰ متر مکعب در هکتار در ریحان سبز بود (شکل ۳).



شکل ۳- اثر متقابل آبیاری و رقم ریحان بر کلروفیل *a*

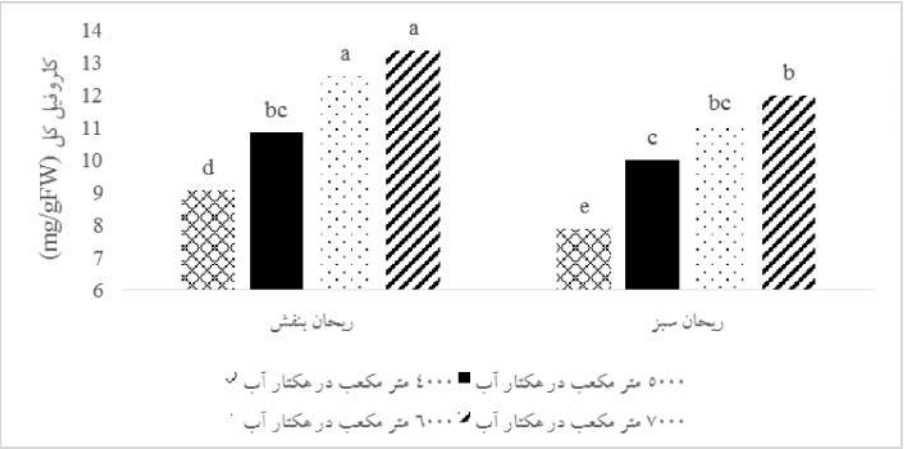
نتایج حاصل از اثرات متقابل تیمارهای آبیاری در ارقام ریحان بیانگر آن است که رقم بنفش ریحان دارای بیشترین کلروفیلb نسبت به رقم سبز بود و با افزایش مقدار آبیاری کلروفیلb افزایش یافت. بیشترین مقدار کلروفیلb به ترتیب با مقادیر (۴/۲۶ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) و (۴/۱۹ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) مربوط به تیمار اثرات متقابل آبیاری ۷۰۰۰ متر مکعب در هکتار و ریحان بنفش و برهمکنش تیمار اثرات متقابل آبیاری ۶۰۰۰ متر مکعب در هکتار و ریحان بنفش بود. کمترین مقدار این شاخص نیز (۲/۵۶ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) مربوط به برهمکنش آبیاری ۴۰۰۰ متر مکعب در هکتار و ریحان سبز بود (شکل ۴).



شکل ۴- اثرات متقابل آبیاری و رقم ریحان بر کلروفیل *b*

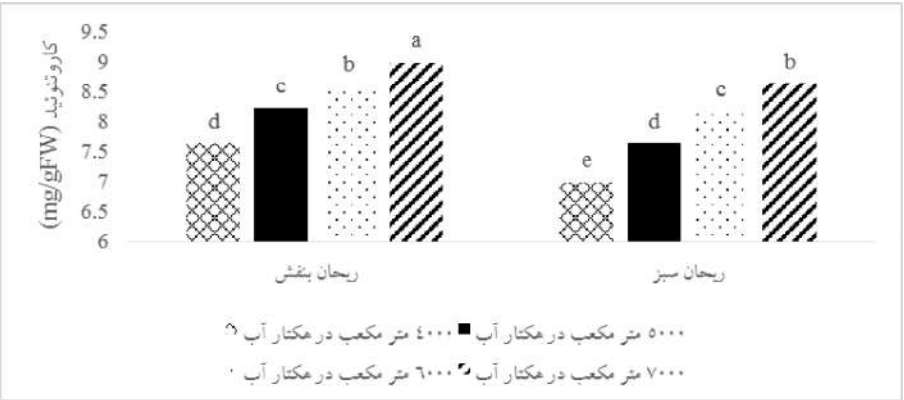
نتایج به دست آمده از اثرات متقابل تیمارهای آبیاری در ارقام ریحان بیانگر آن است که رقم بنفش ریحان دارای بیشترین کلروفیل کل نسبت به رقم سبز بود و با افزایش مقدار آبیاری کلروفیل کل افزایش یافت. بیشترین مقدار کلروفیل کل به ترتیب با مقادیر (۱۳/۳۸ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) و (۱۲/۵۹ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) مربوط به تیمار اثرات متقابل آبیاری ۷۰۰۰ متر مکعب در هکتار و ریحان بنفش و برهمکنش تیمار اثرات متقابل آبیاری ۶۰۰۰ متر مکعب در هکتار و ریحان بنفش بود. کمترین مقدار این

شاخص نیز (۷/۸۸ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) مربوط به برهمکنش آبیاری ۴۰۰۰ متر مکعب در هکتار و ریحان سبز بود (شکل ۵).



شکل ۵- اثرات متقابل آبیاری و ریحان بر کلروفیل کل

مطابق با نتایج حاصل از اثرات متقابل تیمارهای آبیاری در ارقام ریحان، رقم بنفش ریحان دارای بیشترین کاروتنوئید نسبت به رقم سبز بود و با افزایش مقدار آبیاری کاروتنوئید افزایش یافت. بیشترین مقدار کاروتنوئید (۸/۹۸ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) مربوط به برهمکنس آبیاری ۷۰۰۰ متر مکعب در هکتار و ریحان بنفش بود. کمترین مقدار این شاخص نیز (۶/۹۸ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) مربوط به برهمکنش آبیاری ۴۰۰۰ متر مکعب در هکتار و ریحان سبز بود (شکل ۶).



شکل ۶- اثرات متقابل آبیاری و رقم ریحان بر کاروتنوئید

کلروفیل یک آنتی اکسیدان مهم و یک رنگدانه اصلی در فتوسنتز است که در بسیاری از فعالیت‌های فتوشیمیایی نقش اسانس و مهمی را بر عهده دارد(Pérez-Gálvez *et al.*, 2020). یکی دیگر از پارامترهای فیزیولوژیکی متأثر از تنش خشکی محتوای کلروفیل و کاروتنوئید برگ است. برخی از گیاهان در طول تنش خشکی کلروفیل خود را حفظ می‌کنند و برخی دیگر کلروفیل خود را از دست می‌دهند. کلروفیل در گیاهان از نظر جذب و به کارگیری انرژی نورانی در فتوسنتز نقش اساسی دارد. لذا تأثیر مواد تنظیم‌کننده رشد گیاهی روی بیوسنتز و تجزیه کلروفیل به طور مستقیم روی فتوسنتز مؤثر واقع می‌شود. کلروفیل موجب افزایش جذب نور و همچنین تولید انرژی برای گیاهان می‌شود و با افزایش محتوای کلروفیل در گیاهان، رشد و فتوسنتز در گیاهان افزایش می‌یابد (Ye *et al.*, 2020) . کمبود آب با بستن روزنه‌ها و تخریب کلروفیل و کلروپلاست باعث کاهش فتوسنتز می‌شود. بنابراین، به‌نظر می‌رسد که کمبود مواد پرورده از هر عاملی که ناشی شود، اسانس گیاهان دارویی را بیشتر از رشد آن تحت تأثیر قرار می‌دهد. بدین ترتیب رنگیزه-های فتوسنتزی عامل بسیار مهمی در افزایش کمی و کیفیت گیاهان دارویی هستند به طور کلی کاهش میزان رطوبت در بستر کشت با کاهش جذب عناصر موجود در محلول غذایی همراه است که در نهایت به کاهش رشد و محتوای رنگدانه‌ها منجر می‌شود (Pérez-Gálvez *et al.*, 2020). ارقام بنفش و سبز ریحان واکنش متفاوتی نسبت به سطوح آبیاری نشان دادند. پیرو این امر در سایر مطالعات مشخص شده است که بین توده‌های ریحان تنوع ژنتیکی بالایی وجود دارد که این تنوع ژنتیکی در مواجه با شرایط محیطی مورد مطالعه اعم از تنش خشکی و تراکم کاشت پاسخ‌های متفاوتی نشان می‌دهد (کشاورزی و همکاران، ۱۴۰۲).

ارتفاع گیاه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر آبیاری و اثر ارقام ریحان با احتمال خطای

یک درصد بر ارتفاع گیاه dدار شدند (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که آبیاری ۷۰۰۰ متر مکعب در هکتار و آبیاری ۶۰۰۰ متر مکعب در هکتار دارای بیشترین ارتفاع گیاه نسبت به سایر تیمارها بودند. بیشترین میزان ارتفاع گیاه به ترتیب با مقادیر (۳۷/۴۱ سانتی‌متر) و (۳۷/۵۶ سانتی-متر) مربوط به تیمارهای آبیاری۷۰۰۰ متر مکعب در هکتار و آبیاری ۶۰۰۰ متر مکعب در هکتار بود. کمترین میزان ارتفاع گیاه به ترتیب با مقادیر ۲۹/۲۵ سانتی‌متر و ۲۷/۴۳ سانتی‌متر مربوط به تیمارهای آبیاری۵۰۰۰ متر مکعب در هکتار و آبیاری ۴۰۰۰ متر مکعب در هکتار مشاهده شد. در میان ارقام ریحان نیز ریحان سبز دارای ارتفاع گیاه بیشتری نسبت به ریحان بنفش بود. بیشترین مقدار ارتفاع گیاه (۳۵/۴۱ سانتی‌متر) مربوط به ریحان سبز بود (جدول ۴). کمبود آب به عنوان عامل محدودکننده رشد گیاهان شناخته شده است. کاهش ارتفاع گیاه در اثر کم آبیاری را می‌توان به اختلال در فتوسنتز به واسطهٔ کم آبی و کاهش تولید مواد فتوسنتزی برای ارائه به بخش‌های در حال رشد گیاه و کاهش انعطاف‌پذیری دیوارهٔ سلول‌های ساقه نسبت داد، در نتیجه طویل شدن این سلول‌ها متوقف می‌شود. همچنین در شرایط کمبود آب ترشح هورمون سیتوکینین از ریشه کاهش یافته و از طریق کاهش تقسیم سلول‌ها، ارتفاع گیاه کاهش می‌یابد (Raza *et al.*, 2017). یکی دیگر از دلایل کاهش ارتفاع گیاهان در شرایط کاهش رطوبت، تغییر جهت بارگیری مواد فتوسنتزی تولید شده از اندام هوایی به سمت ریشه‌ها به‌منظور افزایش جذب آب می‌باشد. علاوه بر این، کم آبیاری از طریق کاهش سرعت رشد گیاه باعث کاهش ارتفاع بوته می‌شود و هرچه زمان اعمال تنش به مراحل انتهایی فصل رشد نزدیک‌تر شود تاثیر کمتری بر ارتفاع گیاه دارد (Dawood, 2018). نتایج پژوهش حاضر با نتایج عسکرنژاد و همکاران (۱۳۹۸) مطابقت داشت. آنان بیان داشتند که کم آبیاری موجب کاهش ارتفاع گیاه ریحان بنفش نسبت به شرایط آبیاری نرمال شد.

جدول ۳- تجزیه واریانس صفات کمی دو رقم ریحان

منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع گیاه (cm)	وزن تر کل گیاه (g/m^2)	عملکرد ماده خشک (g/m^2)	قطر ساقه اصلی (cm)
آبیاری (I)	۳	۳۸/۲۱**	۷۲۱/۶۵**	۹۹/۵۷**	۳۸/۵۷**
ارقام ریحان (B)	۱	۴۹/۴۲**	۶۱۹/۶۸**	۱۰۱/۸۶**	۵/۳۲ns
I× B	۳	۱۳/۵۲ns	۸۹۵/۲۷**	۱۶۹/۲۱**	۸/۶۹ns
خطا	۱۶	۱۱/۲۹	۶۲/۵۳	۴۶/۸۱	۱۰/۷۱
ضریب تغییرات (درصد)		۱۰/۶۲	۱۳/۷۳	۸/۵۶	۵/۴۹

** معنی‌دار با احتمال خطای یک درصد، ns فاقد اثر معنی‌دار

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر ساده مقادیر آبیاری و رقم بر صفات کمی ریحان

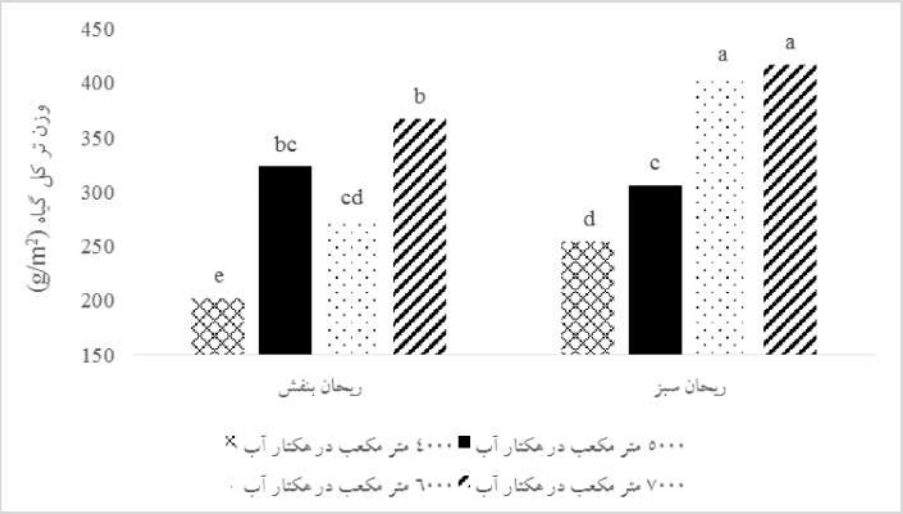
تیمارها	ارتفاع گیاه (cm)	قطر ساقه اصلی (cm)
مقادیر آبیاری		
۷۰۰۰ متر مکعب در هکتار	۳۷/۴۱ a	۰/۸۶a
۶۰۰۰ متر مکعب در هکتار	۳۵/۵۶a	۰/۸۵ a
۵۰۰۰ متر مکعب در هکتار	۲۹/۲۵ b	۰/۶۷ b
۴۰۰۰ متر مکعب در هکتار	۲۷/۶۳ b	۰/۴۱ c
ارقام ریحان		
بنفش	۳۰/۲۶ b	۰/۷۸ a
سبز	۳۵/۴۱ a	۰/۷۱ a

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک فاقد تفاوت معنی‌دار هستند (آزمون دانکن با احتمال خطای پنج درصد)

وزن تر کل گیاه و عملکرد ماده خشک گیاه

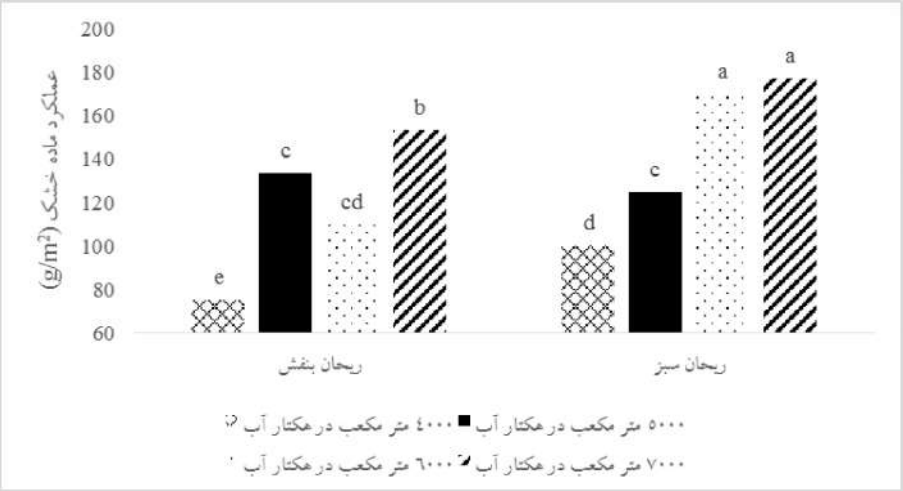
نتایج حاصل از تجزیه واریانس بیانگر آن است که اثر اصلی آبیاری، ارقام ریحان و همچنین اثرات متقابل آبیاری در ارقام ریحان با احتمال خطای یک درصد بر وزن تر کل گیاه و عملکرد ماده خشک گیاه معنی‌دار شدند (جدول ۳). مطابق با نتایج حاصل از اثرات متقابل تیمارهای آبیاری در ارقام ریحان، رقم

سبز ریحان دارای بیشترین مقدار وزن تر کل گیاه نسبت به رقم بنفش بود و با افزایش مقدار آبیاری وزن تر کل گیاه افزایش یافت. بیشترین مقدار وزن تر کل گیاه (۴۱۶/۷۲ گرم بر متر مربع) مربوط به برهمکنش آبیاری ۷۰۰۰ متر مکعب در هکتار و ریحان سبز بود که با تیمار اثرات متقابل آبیاری ۶۰۰۰ متر مکعب در هکتار و ریحان سبز در یک گروه آماری قرار گرفتند. کمترین مقدار این شاخص نیز (۲۰۲/۲۷ گرم بر متر مربع) مربوط به برهمکنش آبیاری ۴۰۰۰ متر مکعب در هکتار و ریحان بنفش بود (شکل ۷).



شکل ۷- اثرات متقابل آبیاری و رقم ریحان بر وزن تر کل گیاه

نتایج حاصل از اثرات متقابل تیمارهای آبیاری در ارقام ریحان نشان داد که بیشترین عملکرد ماده خشک (۱۷۷/۰۹ گرم بر متر مربع) مربوط به برهمکنش آبیاری ۷۰۰۰ متر مکعب در هکتار و ریحان سبز بود که با تیمار اثرات متقابل آبیاری ۶۰۰۰ متر مکعب در هکتار و ریحان سبز در یک گروه آماری قرار گرفتند. کمترین مقدار این شاخص نیز (۷۵/۳۵ گرم بر متر مربع) مربوط به برهمکنش آبیاری ۴۰۰۰ متر مکعب در هکتار و ریحان بنفش بود (شکل ۸).



شکل ۸- اثرات متقابل آبیاری و رقم ریحان بر عملکرد ماده خشک

عملکرد رویشی که حاصل جمع عملکرد برگ و ساقه است تحت تاثیر تیمارهای آبیاری قرار گرفت. رشد گیاه توسط چندین عامل مهم کنترل می‌شود که در این میان آب نقش حیاتی دارد. عملکرد در اثر تشدید کمبود آب همسو می‌باشد. یکی از اولین نشانه‌های کمبود آب، کاهش تورژسانس و در نتیجه رشد و توسعه سلول خصوصاً در ساقه و برگ-ها است؛ بنابراین بین کاهش اندازه سلول و میزان کاهش آب رابطه معنی‌داری در بافت-های گیاهی وجود دارد. کاهش عملکرد در تنش خشکی می‌تواند ناشی از کاهش تعداد و سطح برگ‌های تولید شده، ارتفاع بوته و مهار تقسیم سلولی باشد. افزایش وزن خشک اندام هوایی و دیگر صفات رشدی، با جذب مناسب آب به تبع آن رشد بخش‌های دیگر گیاه و گسترش سیستم ریشه‌ای گیاه مرتبط است. با توجه به نتایج پژوهش انجام شده می‌توان دریافت که کم‌آبی به دلیل کاهش جذب آب و عناصر غذایی گیاه و ایجاد اختلال در عمل روزنه‌ها و سیستم فتوسنتزی، موجب کاهش عملکرد در هر دو رقم ریحان شده است و آبیاری مطلوب احتمالا به‌دلیل افزایش جذب آب و مواد غذایی و انتقال بهتر این مواد در اندام گیاهی و همچنین افزایش فتوسنتز گیاه منجر به ساخته شدن مواد فتوسنتزی بیشتر گیاهان شده و موجب افزایش تجع ماده خشک در گیاه ریحان شده است (Singh *et*

al., 2005; Zohra Es-sbihi *et al.*, 2020).

قطر ساقه اصلی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس بیانگر آن است که اثر اصلی آبیاری با احتمال خطای یک درصد بر قطر ساقه اصلی معنی‌دار شدند (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که آبیاری ۷۰۰۰ متر مکعب در هکتار و آبیاری ۶۰۰۰ متر مکعب در هکتار دارای بیشترین مقادیر قطر ساقه نسبت به سایر تیمارها بودند. بنابراین، بیشترین میزان قطر ساقه به ترتیب با مقادیر (۰/۸۶ سانتی‌متر) و (۰/۸۵ سانتی‌متر) مربوط به تیمارهای آبیاری۷۰۰۰ متر مکعب در هکتار و آبیاری ۶۰۰۰ متر مکعب در هکتار بود. کمترین میزان قطر ساقه (۰/۴۱ سانتی‌متر) مربوط به تیمار مقدار آبیاری ۴۰۰۰ متر مکعب در هکتار مشاهده شد (جدول ۴). در پژوهش حاضر کم آبیاری (۴۰۰۰ متر مکعب در هکتار) موجب کاهش قطر ساقه اصلی ریحان نسبت به آبیاری مطلوب شد. تقسیم سلولی، بزرگ شدن سلول و تمایز سلولی به آبیاری کامل وابسته است و این عوامل از شرایط نامطلوب محیطی خصوصا تنش خشکی تاثیر فراوانی می‌پذیرند. یکی از اولین نشانه‌های کمبود آب در گیاهان، کاهش تورژسانس و در نتیجه کاهش رشد و توسعه سلول به خصوص در ساقه و برگ‌ها است. رشد سلول حساس‌ترین فرایندی است که به وسیله تنش آبی تحت تأثیر قرار می‌گیرد. با کاهش رشد سلول اندازه اندام محدود می‌شود و به همین دلیل است که اولین اثر محسوس کم‌آبی بر روی گیاهان را می‌توان از روی اندازه کوچک-تر برگ‌ها یا ارتفاع گیاهان و یا کاهش قطر ساقه تشخیص داد. کاهش رشد گیاه ممکن است به دلیل تغییر در فعالیت‌های فتنوسنتزی در نتیجه تنش خشکی باشد که ممکن است فتوسنتز را تضعیف کرده و در نهایت رشد گیاه را کاهش دهد. علاوه بر این، تأثیر مستقیم تنش خشکی و کم آبیاری ممکن است منجر به کاهش ارتفاع بوته، قطر ساقه گیاه و سایر صفات رشدی در گیاهان تحت تأثیر شود (Oxenham *et al.*,

2005; Mulugeta & Radácsi, 2022).

نتیجه‌گیری کلی

شناخت عوامل محیطی، نقش مهمی در موفقیت کشت گیاهان دارویی دارد. آبیاری مناسب و رطوبت کافی مهم‌ترین رکن در پرورش گیاهان خصوصا گیاهان حساس به تنش خشکی از جمله ریحان است. نتایج حاصل از مطالعه حاضر بیانگر آن است که تیمارهای آبیاری بر تمامی صفات مورد مطالعه اثر معنی‌داری داشت. به‌طوری که با افزایش مقدار آبیاری (آبیاری۷۰۰۰ متر مکعب در هکتار) تمامی صفات مورد مطالعه افزایش معنی‌داری نسبت به سایر تیمارهای آبیاری داشتند و تیمار کم آبیاری (۴۰۰۰ متر مکعب در هکتار) کاهش عملکرد، رنگیزه‌های فتوسنتزی و اجزای عملکرد را در هر دو رقم ریحان به همراه داشت. پس می‌توان اظهار داشت که گیاه ریحان (هر دو رقم سبز و بنفش) حساس به کم آبی هستند و باید در کشت این گیاه به رطوبت کافی موجود در گیاه توجه ویژه‌ای شود. با توجه به نتایج به دست آمده در میان تیمارهای آبیاری تیمار آبیاری۷۰۰۰ متر مکعب در هکتار بهترین تیمار مطالعه بوده است. در مقایسه ارقام ریحان نیز می‌توان اظهار داشت که رقم سبز به دلیل بالا بودن عملکرد ماده خشک گیاه نسبت به رقم بنفش مناسب‌تر برای کشت بوده و صرفه اقتصادی بالاتری دارد. لذا کشت رقم سبز قابل توصیه است.

منابع

عسکرنژاد، م.، ح. سودائی‌زاده، ا. مصلح آرانی، و ر. یزدانی بیوکی. ۱۳۹۸. اثر سیلیسیم بر برخی ویژگی‌های ریحان بنفش در تنش خشکی. مجله علوم و فنون باغبانی ایران. ۲۰ (۱): ۳۰-۲۱.

کشاورزی، آ.، م. رحیمی، و ا. باقی‌زاده. ۱۴۰۲. بررسی تأثیرات تنش رطوبتی (کمبود آب) بر ویژگی‌های مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی پنج رقم ریحان. زیست شناسی تکوینی. ۱۶ (۱): ۱۴-۱.

Arnon, A. N. 1967. Method of extraction of chlorophyll in the plants. Agron. J, 23: 112-121.

Calderón Bravo, H., N. Vera Céspedes, L. Zura-Bravo, and L.A.

Mulugeta, S.M. and P. Radácsi. 2022. Influence of Drought Stress on Growth and Essential Oil Yield of Ocimum Species. Hortic. J, 8(2):175-189.

Oxenham, SK., K.P. Svoboda, and D.R. Walters. 2005. Antifungal activity of the essential eil of Basil (*Ocimum Basilicum*). Phytopathol, J. 153: 174 - 180.

Pérez-Gálvez, A., I. Viera, and M. Roca. 2020. Carotenoids and chlorophylls as antioxidants. Antioxidant. J, 9: 505-520.

Pour-Aboughadareh, A., R. Mohammadi, A. Etminan, L. Shooshtari, N. Maleki-Tabrizi, and P. Poczai. 2020. Effects of Drought Stress on Some Agronomic and Morpho-Physiological Traits in Durum Wheat Genotypes. Sustain. J, 12(14): 5610-5623.

Raza, M.A.S., M.S. Zaheer, M.F. Saleem, I.H. Khan, F. Khalid, M.U. Bashir, M. Awais, R. Iqbal, S. Ahmad, M.U. Aslam, and R. Haider. 2017. Investigating drought tolerance potential of different wheat (*Triticum aestivum* L.) varieties under reduced irrigation level. Commun. Soil Sci. Plant Anal, 49: 2291–300

Singh, G., P.S. Marimuthu, C. Heluanim, and C. Catalan. 2005. Chemical constituents and antimicrobial and antioxidant potential of essential oil and acetone

Muñoz. 2021. Basil Seeds as a Novel Food, Source of Nutrients and Functional Ingredients with Beneficial Properties: A Review. Food J, 10 (1): 1467-1483.

Dawood, M.G. 2018. Improving drought tolerance of quinoa plant by foliar treatment of trehalose. CIGR. J, 19(5): 245-254.

Guerrini, L., M. Napoli, M. Mancini, P. Masella, A. Cappelli, A. Parenti, and S. Orlandini. 2020. Wheat grain composition, dough rheology and bread quality as affected by nitrogen and sulfur fertilization and seeding density. Agronon, 10: 233-246.

Jahani, F., H.R. Tohidi-Moghadam, H.R. Larijani, F. Ghooshchi, and M. Oveysi. 2021. Influence of zinc and salicylic acid foliar application on total chlorophyll, phenolic components, yield and essential oil composition of peppermint (*Mentha piperita* L.) under drought stress condition. Arab J. Geosci, 14: 691-718.

Juliani, H. R. and J.E. Simon. 2002. Antioxidant activity of Basil, Trends in new crops and new uses, 575- 579.

Khan, M.I.R., N. Iqbal, A. Masood, and N.A. Khan. 2012. Variation in salt tolerance of wheat cultivars: role of glycine betaine and ethylene. Pedosphere J, 22: 746-754.

its agronomic and medicinal properties. Medicin. Plant. J, 13(4): 26-40.

Zohra Es-sbihi, F., Z. Hazzoumi, R. Benhima, and K. Amrani Joutei. 2020**.** Effects of salicylic acid on growth, mineral nutrition, glandular hairs distribution and essential oil composition in *Salvia ofcinalis* L. grown under copper stress. Environ Sustain, 3: 199–208.

extract of *Nigella sativa* seeds. Sci. Food Agric. 85: 2297- 2306.

Ye, S., Liu, T. and Y. Niu. 2020. Effects of organic fertilizer on water use, photosynthetic characteristics, and fruit quality of pear jujube in northern Shaanxi. Open Chem. 18(1): 537-545.

Ziaei, M., M. Sharifi, H. Naghadi Badi, J. Tahsali, and M. Ghorbani Nahoji. 2015. A review of the medicinal basil plant (*Ocimum basilicum* L.) with an emphasis on the main secondary compounds and

Effect of different amounts of irrigation on quantitative and qualitative yield of two Basil (*Ocimum basilicum* L.) cultivars

A. Zenedini[1], M.N. Ilkaee[1*], F. Paknejad[1]

1- Department of Agronomy and Plant Breeding, Karaj branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran.

Abstract

One of the most important environmental factors that affect the growth and production of plants is the amount of available water. For this purpose, a factorial research was carried out in the form of a completely randomized design with three replications in Karaj during 2023 on the basil (*Ocimum basilicum* L.). Research factors included water consumption amounts at four different levels 4000, 5000, 6000 and 7000 m^3/ha and the second factor included two different varieties (green and purple basil). The results of present study showed that irrigation treatments had a significant effect on all studied traits. So, with increase in irrigation amount (irrigation of 7000 m^3/ha), all studied traits had a significant increase compared to others. The green basil variety had the highest dry matter yield compared to the purple variety, and dry matter yield increased with increase in irrigation amount. But the photosynthetic pigments were more in the purple variety than green. Thus, the highest dry matter yield (177.09 g/m^2) was related to interaction effect of 7000 m^3/ha water consumption and green basil. The lowest amount of yield dry matter (75.35 g/m^2) was observed in 4000 m^3/ha and purple basil. Therefore, due to high yield of dry matter, the green variety is more suitable for cultivation than the purple and has a higher economic efficiency. So, it is recommended to cultivate the green variety with 7000 m^3/ha water using to get the highest quantitative and qualitative yield of basil.

Keywords: Basil cultivars, Dry matter yield, Low irrigation, Medicinal plants, Photosynthetic pigments

* Corresponding author (mohammad.ilkaei@kiau.ac.ir)