سال هفتم، شماره ۳، ۱۳۹۹، صفحات ۷۳ تا ۸۲
نشریه آب و توسعه پایدار

2020, Vol.7, No.3, Pages 73 to 82
Journal of Water and Sustainable Development

نوع مقاله: کاربردی

Article Type: Applied Article

اثر دور آبیاری بر خصوصیات مورفولوژیک، اجزای عملکرد و روغن دانه گیاه گل مغربی در شرایط مزرعه

سیدفاضل فاضلی کاخکی[۱*]، محمد جلینی[۲]، حسین رضوانی[۳]، مرتضی گلدانی[۴]

۱و۲ به‌ترتیب استادیار و دانشیار، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران. ۳- استادیار، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی استان گلستان، ایران. ٤- دانشیار، گروه اگروتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.

*(نویسنده مسئول، E-Mail: sf_fazeli@yahoo.com)

تاریخ دریافت: ۹۹/۰۳/۱۱
تاریخ پذیرش: ۹۹/۰۵/۲۵

چکیده

تغییر اقلیم و فعالیت‌های مدیریتی نامناسب بر منابع محدود آب شیرین فشار وارد کرده است. کمبود آب به تخصیص بهتر آبیاری منجر شده و انتظار می‌رود باتوجه‌به شرایط محیطی و مرحله رشدی گیاه برنامه‌ریزی تخصیص آب به گیاه انجام شود. به منظور بررسی تأثیر دور آبیاری بر خصوصیات ظاهری، اجزای عملکرد، عملکرد و درصد روغن گیاه گل مغربی آزمایشی به‌صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی در پنج تکرار در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی در سال ۱۳۹۸ در سه تیمار با دور آبیاری ۷، ۱۰ و ۱۴ روز انجام شد. نتایج نشان داد، بیشترین مقدار تاج پوشش (۲۸۳۳ سانتی‌متر مربع در بوته)، وزن خشک اندام هوایی (۹۸ گرم در بوته) و در صفات اجزای عملکرد، بیشترین تعداد کپسول در بوته (۴۲۷)، وزن دانه در بوته (۵/۳۳ گرم)، عملکرد دانه در هکتار (۱۹۲۱ کیلوگرم)، درصد روغن (۰/۷۳ درصد) و عملکرد روغن در هکتار (۲۷۵ کیلوگرم) از اعمال تیمار آبیاری ده روز حاصل شد. در تغییر دور آبیاری از ۷ روز به ۱۰ روز افزایش و افزایش دور آبیاری از ۱۰ روز به ۱۴ روز کاهش تمامی صفات مورفولوژیکی و اجزای عملکرد اندازه‌گیری شده را به همراه داشت. در بسترهای کشت حاوی خاک بافت ریز به دلیل افزایش سطح جانبی ذرات تشکیل دهنده خاک به واحد وزن آنها سبب بهبود شرایط رشدی مساعدتری در آبیاری ده روز نسبت به آبیاری ۷ روز شده است. بنابراین در شرایط آب و هوایی مشهد استفاده از دور آبیاری ۱۰ روز بهره‌وری آب در گیاه گل مغربی افزایش خواهد یافت.

واژه‌های کلیدی: تاج پوشش، تعداد کپسول در بوته، شاخص برداشت، درصد روغن.

Effect of Irrigation Interval on Morphological, Yield Components and Seed Oil Characteristics of Evening Primrose Plant (Oenothera biennis L.) in Field Conditions

S.F. Fazeli Kakhki[1*], M. Jolini[2], H. Rezvani[3], M. Goldani[4]

1, 2 – Assistant professor and Associate professor, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Agriculture and Natural Resources Research Center of Khorasan Razavi, Mashhad, Iran. 3- Assistant professor, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Agriculture and Natural Resources Research Center of Golestan, Gorgan, Iran. 4- Associate professor, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.

*(Corresponding Author Email: sf_fazeli@yahoo.com

Received: 31-05-2020

Accepted: 15-08-2020

Abstract

Climate change and inappropriate management activities have put pressure on limited freshwater resources. Water scarcity has led to better allocation of irrigation and it is expected that the allocation of water to the plant is planned according to the environmental conditions and growth stage of the plant. In order to investigate the effect of irrigation interval on morphological characteristics, yield components, yield and oil content on Evening Primrose (*Oenothera biennis L.*) plant, an experimental was carried out in randomized complete block design with five replications at Khorasan Razavi Agricultural Research and Education Center in 2019. Treatments included: irrigation intervals at three levels of 7, 10 and 14 days. The results showed the highest number of canopy (2833 cm2), dry weight of areal part (98 g/plant) and yield components, highest number of capsules per plant (427), seed weight per plant (5.33 g), grain yield per hectare (1921 kg), oil percentage (0.73%) and oil yield per hectare (275 kg) resulted from 10 days irrigation interval. With increasing irrigation interval from 7 days to 10 days was increased values in aforementioned traits and all studied traits was decreased by incremental irrigation interval from 10 days to 14 days. It seems that cultivated media containing fine textured soil due to the increase in surface area of soil constituents to their unit of weight has improved the favorable growth conditions in 10-day irrigation compared to 7-day irrigation. Therefore, application of irrigation treatment in 10 days increased water productivity efficiency in evening Primrose Flower in Mashhad weather condition.

Keywords: Canopy, Harvest Index, Number of Capsules per Plant, Oil Percentage.

DOI: 10.22067/jwsd.v7i3.87122

مقدمه

فشار بر منابع محدود آب شیرین، با افزایش جمعیت جهان، افزایش یافته است. کشت آبی، بزرگ‌ترین بخش مصرف کننده آب است و با نیازهای رو به افزایش دیگر بخش‌ها مانند بخش‌های صنعتی و خانگی مواجه است. از طرفی مشاهدات اقلیمی نشان‌دهنده روند افزایشی دما است، به‌طوری‌که میانگین افزایش دما در اثر افزایش گازهای گلخانه‌ای از سال ۱۹۰۰ تا سال ۲۰۰۵، برابر با ۰/۸ سانتی‌گراد تخمین زده شد (IPCC، ۲۰۰۷). با افزایش روزافزون جمعیت و تغییر نوسانات رطوبتی ناشی از تغییر اقلیم، آب کمتری برای تولیدات کشاورزی در دسترس است. از طرف دیگر بروز این نوسانات اکولوژیکی، فشار بر گونه‌های گیاهی وارد آورده که در برخی مواقع سبب حذف، مهاجرت و یا سبب کاهش خصوصیات مورفولوژیکی و عملکردی آنها در آن منطقه شده است (Leakey و همکاران، ۲۰۰۶). در شرایط کمی آب قابل دسترس معمولاً منجر به افزایش کارایی آبیاری می‌شود و انتظار می‌رود، تخصیص آب به گیاه باتوجه‌به شرایط محیطی و مرحله رشدی گیاه برنامه ریزی شود. بااین‌حال برنامه زمان‌بندی دوره‌ای وجود دارد که می‌توان از پتانسیل گیاه برای افزایش بهره‌وری مقدار آب استفاده کرد (Donk و Klocke، ۲۰۱۲). برای برنامه‌ریزی آبیاری نیاز است، پتانسیل عملکرد محصول و مقدار برگشت خالص سرمایه در طول دوره زراعی پیش‌بینی شود.

مهمترین تصمیمات برای برنامه‌ریزی کمبود آب عبارتند از: ۱- آیا قبل از کشت نیاز به آبیاری است (Stone و همکاران، ۲۰۰۸)، ۲- اولین آبیاری باید چه زمانی شروع شود و ۳- چه زمانی باید آخرین آب به گیاه داده شود. بین تاریخ شروع و تاریخ خاتمه آبیاری براساس منابع آبی موجود (سطحی و زیرزمینی) مدار آبیاری تنظیم می‌شود. همچنین برای حفظ آب، بهبود عملیات آبیاری و قابلیت تحمل گیاه به کمبود آب در کشاورزی، شناخت مرحله بحرانی و زمان‌بندی بر مبنای یک برنامه منظم و دقیق برای گیاه ضروری است (Klocke و همکاران، ۲۰۱۰). گل مغربی، گیاهی زینتی، دو ساله و از خانواده اوناگراسه[1] با خاصیت دارویی است. منشا این گیاه آمریکای شمالی و مرکزی است و از آنجا به سایر نقاط جهان گسترش یافته است. در سال اول رزت قاعده‌ای برگ‌ها را تشکیل داده و در سال دوم ساقه گل‌دهنده با ارتفاع ۰/۵ تا ۱/۵ متر تشکیل می‌شود. وزن هزار دانه گل مغربی ۰/۴ تا ۰/۸ گرم است. دانه‌های رسیده و خشک این گیاه بخش دارویی را تشکیل داده که حاوی ۲۰ تا ۳۰ درصد روغن است (امید بیگی، ۱۳۸۹). روغن گیاه گل مغربی به لحاظ بالینی فعالیت بیولوژیکی بالا داشته و ۹۰ درصد فروش جهانی اسید گاما لینولئیک مربوط به آن است (عزیزی و همکاران، ۱۳۹۲). گلدانی و کشمیری (۱۳۹۴) اظهار داشتند، گیاه گل مغربی می‌تواند تنش اسمزی حاصل از تأثیر کلرید سدیم با غلظت ۳۰ تا ۶۰ میلی مولار را تحمل نماید. یادگاری (۱۳۹۶) در آزمایشی نشان داد استفاده از آبیاری قطره‌ای نسبت به آبیاری نشتی سبب بهبود عملکرد و شاخص‌های رشدی گیاه گل مغربی شده‌است. بررسی‌ها نشان داد گونه دائمی گل مغربی[2] که دارای فرم ایستاده، پهن برگ و با گل‌های صورتی تا سفید می‌باشد، می‌تواند شرایط کم‌آبی و خشکی را تحمل نماید (قاسمی قهساره، ۱۳۹۱).

نتایج مطالعه کوچکی و همکاران (۱۳۸۵) نشان داد، با افزایش فواصل آبیاری در منطقه مشهد صفات مورفولوژیکی و اجزای عملکرد گیاه رازیانه کاهش یافت و بیشترین عملکرد رازیانه از فاصله آبیاری ۱۰ روز و تراکم ۱۰۰ بوته به‌دست آمد. شخمگر و همکاران (۱۳۸۸) در گیاه شنبلیله نشان دادند، بیشترین عملکرد در تیمار دور آبیاری ۴ روز به‌دست آمد و اختلاف معنی‌داری با دور آبیاری ۸ روز نداشت. در مطالعه دیگر Alkire و همکاران (۱۹۹۳) در بررسی اثر سطوح مختلف آبیاری (زیاد، کم و عدم آبیاری) در گیاه نعناع نشان دادند، با افزایش تنش آبی طول میانگره‌ها، ارتفاع گیاه، وزن خشک برگ، ساقه و ریشه کاهش یافت.

تغییر اقلیم و نوسانات بارندگی، سبب گسترش خشکی در اکثر مناطق زمین در دهه‌های آینده می‌شود. بدون تغییر در کل بارندگی سالانه، این تغییر رژیم هیدرولوژیکی و افزایش تداوم خشکی و تنش فیزیولئوژیکی شرایط خاک می‌تواند مقدار فتوسنتز و بهره‌وری گیاه را کاهش دهد (Zeglin و همکاران، ۲۰۱۳). برنامه‌ریزی گیاه برای بقا در محیط تنش‌زا طیف وسیعی از برنامه‌های مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و مولکولی را برای مقابله با تغییر ایجاد شده به‌کار می‌بندد و منجر به تکمیل چرخه زندگی و بقای نسل آن می‌شود (فاضلی و مویدی، ۱۳۹۷). بنابراین استفاده از دور آبیاری به‌منظور افزایش تولید به‌ازای مقدار آب مصرفی راهکاری بهینه برای افزایش کارایی تولید در این مناطق است. ازاین‌رو این مطالعه با هدف شناخت دقیق فواصل آبیاری موثر در رشد و نمو گیاه در شرایط مزرعه طراحی و اجرا شد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی تأثیر دور آبیاری بر خصوصیات ظاهری و اجزای عملکرد گیاه گل مغربی آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در پنج تکرار در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی (ایستگاه طرق) انجام شد. بذر این گیاه از بخش تحقیقات جنگل و مرتع مرکز تحقیقات و

آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی تهیه شد و آزمون تعیین درصد جوانه زنی بذر انجام شد. برای این منظور سه عدد پتری دیش انتخاب و ۱۰۰ عدد بذر بعد از طی مراحل ضد عفونی در چیدمان مشخص داخل آنها قرار داده شد. در این آزمایش درصد جوانه‌زنی بذرها ۶۰ درصد برآورد شد. سپس از سینی‌های کشت حاوی کوکوپیت استفاده شد و بذرها در ۱۵ اسفند ماه سال ۱۳۹۷ در سینی کشت شد. پس از کاشت مراقبت‌های لازم به‌منظور ایجاد سطح سبز یکنواخت و رشد مناسب صورت پذیرفت. پس از رسیدن گیاهچه‌ها به مرحله ۴ تا ۶ برگی نشاها به داخل گلدان‌های پلاستیکی منتقل شد. در ۱۱ اردیبهشت ماه با مساعد شدن شرایط آب‌وهوایی گلدان‌ها به فضای باز منتقل و بلافاصله آبیاری انجام شد، طی مدت ۱۰ تا ۱۴ روز به‌منظور سازگاری با محیط جدید مراقبت‌های زراعی و آبیاری انجام شد. خصوصیات زمین آزمایش در جدول (۱) ارائه شده است. بافت زمین آزمایش لومی بود. عملیات آماده‌سازی زمین براساس عرف منطقه انجام شد. ردیف‌هایی با فاصله ۵۰ سانتی متر احداث و گیاهچه‌ها روی ردیف به فاصله ۳۰ سانتی‌متری کشت شد. تعداد ۱۵ کرت با ابعاد کرت‌های ۲×۲ مترمربع احداث شد. تیمار دور آبیاری در سه سطح ۷، ۱۰ و ۱۴ روز، پس از استقرار کامل گیاه در زمین (۱۰ روز پس از کاشت) اعمال شد. در طول دوره داشت، ۱۰ بوته از هر تیمار به‌صورت تصادفی انتخاب و خصوصیاتی مانند ارتفاع و تاج پوشش گیاه اندازه‌گیری شد. در زمان گل‌دهی در بوته‌های انتخاب شده صفاتی از قبیل ارتفاع گیاه، ساقه گل‌دهنده، تعداد شاخه اصلی و فرعی و در زمان رسیدگی بذور اجزای عملکرد مانند تعداد کپسول در بوته، تعداد دانه در کپسول، وزن کپسول در بوته، وزن دانه در بوته، عملکرد دانه در واحد سطح اندازه گیری شد. از آنجایی‌که گیاه گل مغربی حجم زیادی را در زمین اشغال می‌کند اندازه‌گیری تاج پوشش به روش غیرتخریبی و براساس اندازه‌گیری قطرهای مختلف بوته انجام شد و میانگین اقطار محاسبه و بر اساس شکل هندسی گیاه محیط آن محاسبه و به‌عنوان سطح تاج شوش منظور شد. شاخص برداشت و درصد روغن برای هر تیمار اندازه‌گیری و ثبت شد. شاخص برداشت از رابطه (۱) به‌دست آمد:

(۱) HI=[(عملکرد اقتصادی (دانه)/عملکرد بیولوژیک] × ۱۰۰

برای تعیین درصد روغن ابتدا ۳۰ گرم دانه از هر تیمار انتخاب و پس از آسیاب کردن داخل کاغذ کارتوش ریخته و با استفاده از حلال هگزان توسط دستگاه سوکسله عملیات روغن‌گیری و حذف حلال انجام شد. روغن استخراجی با ترازوی با دقت ۰/۰۰۱ گرم توزین و درصد آن محاسبه شد (Parhizkar و همکاران، ۲۰۱۲). پس از ثبت و گردآوری داده‌ها، تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار MSTATC و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

جدول ۱- نتایج تجزیه خاک محل آزمایش

pH	EC	CaCO۳	Clay	Sand	Silt	OM	K	P	N
-	dS/m	(٪)	(٪)	(٪)	(٪)	(٪)	mg/kg	mg/kg	(٪)
۷/۵۳	۲/۰۱	۱۸	۳۷	۲۹	۳۴	۰/۹۸	۲۸۷	۵/۷۵	۰/۰۸

نتایج و بحث

• صفات مورفولوژیکی

- ارتفاع گیاه و ارتفاع ساقه گل دهنده:

نتایج تجزیه آنالیز واریانس نشان داد، تیمار دور آبیاری تأثیر معنی‌دار بر ارتفاع گیاه و ارتفاع ساقه گل‌دهنده نداشت (جدول ۲). با افزایش دور آبیاری از هفت روز به ۱۰ و ۱۴ روز ارتفاع گیاه به‌ترتیب حدود ۱ و ۳ سانتی‌متر کاهش یافت. با افزایش دور آبیاری به ۱۰ و ۱۴ روز ارتفاع ساقه گل‌دهنده نسبت به تیمار دور آبیاری هفت روز به‌ترتیب حدود ۶ و ۲۰ درصد کاهش یافت (جدول ۳). نتایج مطالعه Martinez و همکاران (۲۰۰۴) برروی گیاه آتریپلکس نشان داد، با کاهش میزان آب قابل دسترس ارتفاع گیاه کاهش یافت. Sandras و همکاران (۲۰۰۵) کاهش ارتفاع گیاه رزماری را با افزایش تنش آبی مشاهده کردند. بررسی‌ها نشان می‌دهد در شرایط تنش آبی تعادل بین ذخیره آب برگ و میزان تعرق بر هم خورده و در نتیجه بیلان آبی سلول‌ها کاهش می‌یابد، این پیآمد به کاهش تورژسانس سلولی منجر می‌شود. از طرفی کاهش مقدار تعرق از طریق بسته شدن روزنه‌ها سبب افت فعالیت فتوسنتزی گیاه و در نتیجه کاهش آسیمیلات لازم برای بازسازی و ساخت بافت‌های جدید می‌شود. در نتیجه کاهش صفات مورفولوژیکی مانند ارتفاع گیاه را به دنبال دارد (فاضلی و مویدی، ۱۳۹۷).

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر دور آبیاری بر صفات موفولوژیکی گیاه گل مغربی

منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع بوته	ارتفاع ساقه گل‌دهنده	تاج پوشش	تعداد شاخه اصلی	تعداد شاخه فرعی	وزن خشک اندام هوایی
بلوک	۴	۵۳/۳ ns	۱۶/۶ ns	۶۰۸۱۷۶ ns	۱/۷۷ ns	۱۰/۱ ns	۲۱۴ ns
تیمار	۲	۸/۶۱ ns	۱۱۳ ns	۲۰۷۳۷۴ **	۱۹/۴ **	۲۶۱ **	۴۲/۳ *
خطا	۸	۳/۲۷	۳۵/۳	۴۵۰۵۳	۰/۷۷۰	۲/۷۷	۹۱/۴
ضریب تغییرات	-	۶/۷۲	۱۰/۵	۸/۰۶	۱۲/۲	۷/۴۲	۱۴/۸

ns، * و **: به‌ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات مورفولوژکی گیاه گل مغربی تحت تأثیر دور آبیاری

تیمار دور آبیاری (روز)	ارتفاع بوته (cm)	ارتفاع ساقه گلدهنده (cm)	تاج پوشش (cm^2)	تعداد شاخه اصلی در بوته	تعداد شاخه فرعی در بوته	وزن خشک اندام هوایی (gr)
۷	۲۸/۰ a	۶۱/۸ a	۲۳۳۴ b	۶/۶۶ b	۳۱/۶ a	۶۱/۷ b
۱۰	۲۷/۶ a	۵۸/۰ a	۲۸۳۳ a	۱۰/۰ a	۲۲/۶ b	۹۸/۰ a
۱۴	۲۴/۹ a	۴۹/۸ a	۲۷۲۸ b	۵/۰۰ b	۱۳/۰ c	۶۲/۴ b

حروف غیر مشابه بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشد.

- تاج پوشش گیاه:

اثر دور آبیاری بر تاج پوشش گیاه، معنی‌دار ($P\leq0.01$) شد (جدول ۲). بیشترین مقدار تاج پوشش گیاه (۲۸۳۳ سانتی متر مربع) از تیمار آبیاری به فاصله ۱۰ روز به‌دست آمد. دلیل آن می‌تواند،افزایش رشد ریشه و دسترسی به منابع غذایی بیشتر در اعماق خاک باشد، که منجر به افزایش فرآیندهای فیزیولوژیکی گیاه (فتوسنتز) شده و اختصاص مقدار آسیمیلات لازم برای نقاط رشدی افزایش یافته در نتیجه سطح سبز گیاه افزایش یافته است. مقدار تاج پوشش در دو تیمار ۷ و ۱۴ روز مقدار کاهش این صفت نسبت به تیمار آبیاری ۱۰ روز حدود ۴ و ۱۸ درصد بود (جدول ۳). نتایج این مطالعه با نتایج حسنی و امیدبیگی، ۱۳۸۱؛ Jiang و Huang، ۲۰۰۰) مطابقت دارد.

در دور آبی زیاد (۱۴روز) به دلیل کاهش مقدار آب جذب شده، مقدار واقعی آب داخل گیاه کاهش می‌یابد. این کاهش بر غلظت شیره سلولی تأثیر گذاشته و سبب منفی‌تر شدن پتانسیل آب آنها می‌شود. هزینه کرد گیاه جهت جذب آب از طریق افزایش نسبت ریشه به ساقه شده و از سطح سبز گیاه به‌منظور کاهش تعرق کاسته می‌شود، در نتیجه تاج پوشش به دلیل عدم توسعه بافت‌های رویشی کاهش می‌یابد (کوچکی و نصیری محلاتی، ۱۳۷۳).

- تعداد شاخه اصلی و فرعی:

نتایج حاصل از جدول (۲) بیانگر تأثیر معنی‌دار ($P\leq0.01$) دور آبیاری بر تعداد شاخه اصلی گیاه است. بیشترین تعداد شاخه اصلی گیاه از دور آبیاری ۱۰ روز به‌دست آمد و دو تیمار (دور آبیاری ۷ و ۱۴ روز) دیگر از نظر آماری اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند. اختلاف میانگین در تیمار ۱۰روز آبیاری نسبت به دو تیمار دیگر حدود ۲ برابر است (جدول ۳). نتایج مطالعه بهدانی و جامی الاحمدی (۱۳۸۹) نشان داد، بیشترین تعداد شاخه‌های اولیه از دور آبیاری ۷ روز به‌دست آمد و با افزایش دور آبیاری تعداد شاخه‌های اولیه در گیاه گلرنگ کاهش یافت. آنها علت کاهش تعداد شاخه‌های اولیه و ثانویه را به کاهش تعداد سلول‌های آغازین تشکیل شده جهت تولید شاخه نسبت دادند. باتوجه‌به کاهش آب قابل دسترس و کند شدن مراحل رشد، تخصیص مواد فتوسنتزی صرف تولید تعداد شاخه اصلی شده و از رشد جوانه‌های محوری که منجر به تولید شاخه فرعی شده، کاسته شده است. تأثیر دور آبیاری بر تعداد شاخه فرعی معنی‌دار ($P\leq0.01$) شد (جدول ۲). بیشترین و کمترین تعداد شاخه فرعی به‌ترتیب از تیمار دور آبیاری ۷ روز و ۱۴ روز به‌دست آمد. در تیمار دور آبیاری ۱۰ و ۱۴ روز تعداد شاخه فرعی به‌ترتیب ۲۲/۶ و ۱۳/۰ عدد بود و نسبت به تیمار دور آبیاری ۷ روز به‌ترتیب حدود ۲۸ و ۵۹ درصد کاهش یافت (جدول ۴). تحریک جوانه‌های مولد شاخه فرعی تحت تأثیر واکنش‌های هورمونی گیاه قرار دارد. در شرایط تنش کم‌آبی سنتز هورمون ABA از نوک ریشه شروع شده و غلظت آن به ۴۰ برابر حالت طبیعی می‌رسد و منجر به افزایش خواب جوانه‌های و رکود آنها می‌شود. بنابراین در شرایط کم‌آبی تغییر در تعادل هرمونی و غلظت آنها سبب به تأخیر انداختن رشد جوانه‌های مولد شاخه فرعی در گیاه شده، بنابراین از تعداد آنها کاسته شده است (کافی و همکاران، ۱۳۸۶).

- وزن خشک اندام هوایی:

وزن خشک اندام هوایی تحت تأثیر تیمارهای دور آبیاری معنی‌دار (p≥۰,۰۵) شد (جدول ۲). بیشترین وزن خشک اندام هوایی از تیمار ۱۰ روز آبیاری به‌دست آمد که نسبت به تیماره ۷ و ۱۴ روز به‌ترتیب حدود ۳۷ و ۳۶ درصد افزایش داشت. کمترین مقدار وزن خشک اندام هوایی از تیمار آبیاری در فاصله ۷ روز به‌دست آمد، این تیمار با تیمار آبیاری در فاصله ۱۴ روز اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۴). Buntain و Chung (۱۹۹۴) گزارش کردند، انجام آبیاری کامل در فصل رشد سبب افزایش عملکرد بیولوژیکی گیاه رازیانه شد. بررسی‌ها نشان می‌دهد، در شرایط کمبود آب بودجه‌ریزی انرژی در گیاه به سمت افزایش سیستم‌های ریشه و نفوذ آنها به اعماق جهت تامین رطوبت مورد نیاز گیاه هدایت می‌شود. در تیمار دور آبیای ۱۴ روز گیاه برای تامین انرژی مورد نیاز مواد غذایی برخی برگ‌های خود را به نقاط رشد، مناطق ذخیره‌ای و سایر بافت‌های زنده منتقل کرده و آنها را می‌ریزد، ارتفاع خود را کاهش داده تا سطح تعرق‌کننده را کم نماید تا بقیه قسمت‌ها زنده و در وضعیت آبی مطلوبی قرار گیرند. بنابراین به نظر می‌رسد علت کاهش وزن خشک اندام‌هایی گیاه مربوط کاهش اندام‌های رویشی گیاه (برگ و شاخه‌های فرعی) باشد.

• اجزای عملکرد

- تعداد کپسول در بوته و تعداد دانه در کپسول:

نتایج تجزیه واریانس نشان داد، دور آبیاری تأثیر معنی‌داری (P≤0.01) بر تعداد کپسول در بوته داشت (جدول ۴). بیشترین تعداد کپسول در بوته از تیمار دور آبیاری ۱۰ روز و به مقدار ۴۲۷ کپسول در بوته به‌دست آمد و در دو تیمار ۷ و ۱۴ روز تعداد کپسول در بوته به‌ترتیب ۳۷۰ و ۲۶۹ عدد بود (جدول ۵). نتایج مطالعه بهدانی و جام الاحمدی (۱۳۸۹) نشان داد در دور آبیاری ۷ روز تعداد طبق اولیه و ثانویه بیشتری نسبت به تیمارهای آبیاری ۱۴ و ۲۱ روزه تولید کرد و کمترین تعداد طبق در بوته گلرنگ از تیمار آبیاری ۲۱ روز به‌دست آمد. Kooks و Klark (۱۹۹۶) گزارش کردند، تأثیر کمبود آب در گیاه منجر به کاهش تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف شد. آنها اظهار داشتند علت کاهش تعداد غلاف ناشی از کاهش باروری گل‌های گیاه به دلیل اختلال در عمل گردافشانی به علت کاهش مقدار آب در دانه‌های گرده و پسابیدگی آنها است.همچنین پژمردگی کلاله و عدم رشد مناسب لوله‌های گرده از علل کاهش باروری گل‌ها بوده است؛ در نتیجه تعداد گل بارور در گیاه کاهش یافته است. هر چند تأثیر فواصل مختلف آبیاری تأثیر معنی‌داری بر تعداد دانه در کپسول نداشت اما بیشترین تعداد دانه در کپسول از تیمار آبیاری ۷ روز به‌دست آمد. در تیمارهای ۱۰ و ۱۴ روز تعداد دانه به‌ترتیب حدود ۶ و ۹ دانه کمتری در کپسول تولید شد (جدول ۲). نتایج مطالعه امیری ده احمدی و همکاران (۱۳۸۸) نشان داد، کاهش میزان آب در خاک از ظرفیت زراعی تأثیر معنی‌داری بر تعداد دانه در گیاهان شوید، گشنیز و رازیانه دارد و افزایش دور آبیاری سبب کاهش صفت مذکور می‌شود. همچنین کمبود آب در زمان دانه‌بندی به دلیل فراهم نساختن عناصر غذایی لازم برای تکمیل فرآیند دانه‌بندی منجر به عدم باروری در برخی از کپسول‌ها شده، بنابراین تعداد دانه در کپسول کاهش یافته است.

جدول ۴- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر دور آبیاری بر صفات اجزای عملکرد گیاه گل مغربی

منابع تغییرات	درجه آزادی	تعداد کپسول در بوته	تعداد دانه در کپسول	وزن دانه در بوته	عملکرد دانه در هکتار	شاخص برداشت	درصد روغن	عملکرد روغن در هکتار
بلوک	۴	۴۰۴ ns	۸۸/۶ ns	۰/۶۰۱ ns	۷۸۱۵۳ ns	۰/۰۰۰۰۱ ns	۰/۰۰۰۲ ns	۷۶/۶ ns
تیمار	۲	۱۹۱۲۰**	۸۸/۹ ns	۳/۸۸ **	۵۳۳۱۴ **	۰/۰۰۲ *	۰/۰۸ *	۵۵۳۷ **
خطا	۸	۳۹۰	۶۲/۰	۰/۱۲۱	۱۶۱۲۵	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۲	۴۳۸
ضریب تغییرات	-	۵/۵۵	۱۵/۶	۷/۹۰	۷/۹۰	۲۴/۰	۹/۳۵	۹/۴۳

ns، * و **: به‌ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

جدول ۵- مقایسه میانگین اجزای عملکرد گیاه گل مغربی تحت تأثیر دور آبیاری

تیمار دور آبیاری (روز)	تعداد کپسول در بوته	تعداد دانه در کپسول	وزن دانه در بوته (gr)	عملکرد دانه در هکتار (kg/ha)	شاخص برداشت	درصد روغن (٪)	عملکرد روغن در هکتار (kg/ha)
۷	۳۷۰ b	۵۴/۹ a	۴/۸۷ a	۱۷۵۵ a	۰/۰۵۸۰ ab	۰/۴۳ b	۲۲۰ a
۱۰	۴۲۷ a	۴۹/۳ a	۵/۳۳ a	۱۹۲۱ a	۰/۰۸۸۸ a	۰/۷۳ a	۲۷۵ a
۱۴	۲۶۹ c	۴۶/۴ a	۳/۱۷ b	۱۱۴۳ b	۰/۰۳۴۰ b	۰/۳۴ b	۱۷۰ b

*حروف غیر مشابه بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد می باشد.

- وزن دانه در بوته:

در مطالعه حاضر تأثیر دور آبیاری بر وزن دانه در بوته معنی‌دار ($P\leq0.01$) شد (جدول ۴). بیشترین (۵/۳۳ گرم در بوته) و کمترین (۳/۱۷ گرم در بوته) وزن دانه در بوته به‌ترتیب از تیمار ۱۰ و ۱۴ روز به‌دست آمد. بااین‌حال دور آبیاری ۷ و ۱۰ روز از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند (جدول ۵). در تیمار آبیاری ۷ روز، کاهش وزن دانه در بوته را می‌توان به این عامل نسبت داد که در تیمار ۱۰ روز به واسطه تحریک رشد ریشه امکان جذب و انتقال مواد غذایی بیشتر مهیا شده و منجر به افزایش توان فتوسنتزی گیاه و سبب تخصیص بیشتر مواد به اندام‌های زایشی از جمله دانه فراهم شده است که افزایش وزن دانه در بوته را به همراه داشته است.

- عملکرد دانه:

نتایج تجزیه واریانس حاکی از معنی‌داری ($P\leq0.01$) تأثیر فواصل آبیاری بر عملکرد دانه در هکتار بود (جدول ۴). از فاصله آبیاری ۷ به ۱۰ روز عملکرد دانه افزایش و از ۱۰ به ۱۴ روز عملکرد دانه در هکتار کاهش یافت. علت آن را می‌توان افزایش اجزای عملکرد دانه (وزن دانه در بوته) در این تیمار آبیاری نسبت داد. بیشترین عملکرد دانه در هکتار (۱۹۲۱ کیلوگرم در هکتار) از تیمار فاصله آبیاری ۱۰ روز و کمترین آن (۱۱۴۳ کیلوگرم در هکتار) از تیمار آبیاری در فاصله ۱۴ روز حاصل شد (جدول ۵).

نتایج مطالعه پیرمانی و همکاران (۱۳۹۸) نشان داد بیشتر عملکرد دانه در گل همیشه بهار در تیمار فاصله آبیاری ۱۰روز به‌دست آمدو با تیمار ۵ روز اختلاف معنی‌داری نداشت و با افزایش فاصله آبیاری عملکرد دانه کاهش یافت. مطالعه نجفی (۱۳۸۰) نشان داد در رژیم‌های مختلف آبیاری (۷، ۱۴، ۲۱ و ۲۸ روز) بیشترین عملکرد دانه در گیاه اسفرزه در تیمار آبیاری در فاصله هفت روز به‌دست آمد. در مطالعه دیگری Patel و همکاران (۱۹۹۶) گزارش کردند، افزایش تعداد دفعات آبیاری روی رشد و اجزای عملکرد گیاه زیره سبز تأثیر معنی‌داری دارد و بیشترین تعداد چتر، وزن هزاردانه و عملکرد در تعداد دفعات بیشتر آبیاری مشاهده شد. بررسی‌ها نشان می‌دهد، اساس تولید ماده خشک گیاهی به قدرت منبع و مخزن وابسته است و تنش‌های محیطی با تأثیر بر کاهش سطح فتوسنتز کننده توان منبع و مخزن را تحت تأثیر قرار می‌دهد. همچنین در طول پر شدن دانه و انتقال مجدد مواد دچار اختلال می‌کند در نتیجه ظرفیت مخزن ساخته شده توسط انتقال مجدد مواد آسیمیلاتی، تکمیل نشده و عملکرد محدود می‌شود (Nouri و همکاران، ۲۰۱۴).

از طرفی بیشترین عملکرد دانه از تعادل بین منبع و مخزن حاصل می‌شود. بسیاری از محققین بر این باورند، قدرت منبع نسبت به قدرت مخزن محدودکننده عملکرد دانه است. در گندم حذف برگ پرچمی کاهش ۲۷ درصدی و حذف سایر برگ‌ها کاهش ۱۶ درصدی عملکرد دانه در سنبله اصلی را به همراه دارد (Alam و همکاران، ۲۰۰۸). با افزایش فاصله آبیاری به دلیل تنظیم بیلان آبی در گیاه در جهت کاهش سطح تبخیر و تعرق در گیاه، سطح برگ (منبع) کاهش یافته که منجر به کاهش توان فتوسنتزی گیاه در تولید آسیمیلات لازم برای پر کردن دانه (مخزن) می‌شود. بنابراین کاهش عملکرد دانه به دلیل کاهش اجزای آن (تعداد کپسول در بوته، تعداد دانه در کپسول، وزن دانه در بوته و تعداد بوته در متر مربع) در تیمار فاصله آبیاری ۱۴ روز مشاهده می‌شود. از طرفی انرژی گیاه در آبیاری ۷ روز و ۱۰ روز به دلیل عدم رقابت بین بوته‌ها در خصوص جذب آب، صرف استفاده از پتانسیل ژنتیکی خود در پر کردن حداکثری تعداد دانه در گیاه شده است. بنابراین انرژی گیاه می‌تواند به‌عنوان دلیلی برای افزایش عملکرد در تیمارهای با فاصله آبیاری کم باشد.

- شاخص برداشت:

شاخص برداشت نشان‌دهنده تسهیم مواد فتوسنتزی به سمت بخش‌های اقتصادی گیاه است. نتایج تجزیه واریانس نشان‌دهنده معنی‌داری تیمار فواصل آبیاری بر شاخص برداشت بود (جدول ۴). بیشترین مقدار شاخص برداشت از تیمار آبیاری ۱۰ روز و کمترین آن از تیمار آبیاری با فاصله ۱۴ روز به‌دست آمد (جدول ۵). با نگاه به اجزای شاخص برداشت (عملکرد دانه و عملکرد زیست‌توده) و مراجعه به جدول (۵) مشاهده می‌شود، با افزایش فاصله آبیاری از ۷ روز به ۱۰ روز هم وزن اندام هوایی و عملکرد دانه در هکتار افزایش و با فزایش دور آبیاری از ۱۰ به ۱۴ روز هر دو صفت فوق کاهش یافت. این روند در شاخص برداشت هم مشاهده شد. افزایش شاخص برداشت نشان‌دهنده تخصیص مواد فتوسنتزی بیشتر به دانه است. نتایج مطالعه بهدانی و جامی الاحمدی (۱۳۸۹) نشان داد، بیشترین مقدار شاخص برداشت در گلرنگ از تیمار آبیاری ۷ روز حاصل شد. در مطالعه دیگری مهدی پورافرا و همکاران (۱۳۹۱) نشان دادند بیشترین شاخص برداشت از تیمار دور آبیاری ۷ روز و کمترین آن از تیمار آبیاری ۱۷ روز در گیاه آفتابگردان حاصل شد.

- درصد روغن:

تیمار فواصل آبیاری تأثیر معنی‌داری ($p\leq0.05$) بر درصد روغن دانه داشت (جدول ۴). در فواصل آبیاری ۷، ۱۰ و ۱۴ روز مقدار درصد روغن به‌ترتیب ۰/۴۳، ۰/۷۳ و ۰/۳۴ درصد بود (جدول ۵). براساس این داده‌ها با اعمال تنش رطوبتی خفیف مقدار درصد روغن دانه افزایش یافت. به‌طوری‌که در دور آبیاری ۱۰ روز درصد روغن تقریبا دو برابر درصد روغن در تیمار آبیاری ۷ روز بود و با افزایش فاصله آبیاری به ۱۴ روز از درصد روغن دانه کاسته شد. نتایج مطالعه پیرمانی و همکاران (۱۳۹۸) نشان داد در گیاه گل همیشه بهار اعمال تیمار فواصل آبیاری ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ روز مقدار درصد روغن دانه به‌ترتیب ۲۳/۴، ۲۲/۴، ۲۰/۵ و ۲۱/۱ درصد بود. در این مطالعه بین تیمار ۵ و ۱۰ روز اختلاف معنی‌داری از نظر درصد روغن مشاهده نشد. آنها در بیان علت این موضوع اظهار داشتندف در شرایط تنش رطوبتی، کوتاه شدن طول دوره پر شدن دانه که ناشی از افزایش دما، کمی رطوبت و کاهش در متابولیسم مواد است، منجر به کاهش درصد روغن در دانه شده است. بااین‌حال نتایج متفاوت از تأثیر تنش کم آبی بر درصد روغن گزارش شده است.

Sinaki و همکاران (۲۰۰۷) تأثیر تنش خشکی بر کاهش محتوای روغن دانه کلزا را گزارش کردند، که با نتایج مطالعه حاضر مطابقت دارد. علت افزایش درصد روغن همراه با افزایش دور آبیاری ۱۰روزه می‌تواند ناشی از کوچک‌تر شدن دانه‌ها و کاهش نسبی پوست دانه در دانه‌های کوچکتر باشد. از آنجایی‌که قسمت اعظم دانه را مغز آن تشکیل می‌دهد، درصد روغن نسبت به کل مواد تشکیل دهنده مغز دانه افزایش می‌یابد. اما با افزایش دور آبیاری به ۱۴ روز و افزایش تنش رطوبتی کاهش سطح برگ ناشی از کمی رطوبت در داخل گیاه خواهد شد و گیاه جهت جبران انرژی لازم اقدام به افزایش سرعت فتوسنتز در برگ های باقی مانده می‌کند. در نتیجه شیب غلظت اسیمیلات تولید شده از منبع به مخزن افزایش خواهد یافت. بااین‌حال ترکیبات بیوشیمیایی و عملکرد گیاه عمدتاً وابسته به شرایط رشدی گیاه که متأثر از مقدار آب قابل دسترس است، می‌باشد. در مرحله زایشی تنش آب سبب تسریع در فرآیند گلدهی و ریزش میوه شده و عملکرد کاهش می‌یابد و می‌تواند عملکرد روغن را تحت تأثیر قرار دهد (Din و همکاران، ۲۰۱۱). بررسی‌ها نشان داد، تحت تنش آب بسیاری از آنزیم‌ها ازجمله ساکارز سینتاز و آدنوزین دی فسفات گلوکوز پیروفسفوریلاز در گندم غیر فعال شده و در نتیجه رشد دانه کاهش می‌یابد (Farooq و همکاران، ۲۰۰۹).

- عملکرد روغن:

نتایج تجزیه واریانس نشان دهنده تأثیر معنی‌داری ($p\leq0.01$) دور آبیاری بر عملکرد روغن در گیاه گل مغربی بود (جدول ۴). بیشترین عملکرد روغن از تیمار فاصله آبیاری ۱۰ روز و با مقدار ۲۷۵ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد و نسبت به تیمار آبیاری ۷ روز حدود ۲۰ درصد افزایش داشت. با افزایش دور آبیاری از ۱۰ به ۱۴ روز از عملکرد روغن کاسته شد به‌طوری‌که مقدار کاهش عملکرد روغن در تیمار ۱۴ روز نسبت به تیمار فاصله آبیاری ۷ روز حدود ۲۲ درصد کاهش داشت (جدول ۵). در مطالعات مختلف (گلرنگ، کافی و رستمی، ۱۳۸۶؛ آفتابگردان، Jalilian و همکاران، ۲۰۱۲) کاهش عملکرد روغن تحت تأثیر تنش خشکی گزارش شده است همچنین مطالعه مهدی پور افرا و همکاران (۱۳۹۱) نشان داد، عملکرد روغن گیاه آفتابگردان در تیمار آبیاری ۷، ۱۲ و ۱۷ روز به‌ترتیب ۱۳۳۳، ۶۷۶ و ۲۷۲ کیلوگرم در هکتار بود. کاهش مقدار روغن همگام با افزایش تنش خشکی مشاهده شد، نتایج مطالعه حاضر با نتایج آن‌ها مطابقت دارد. باتوجه‌به اینکه عملکرد روغن حاصل‌ضرب دو صفت عملکرد دانه در درصد روغن است، جدول (۵) نشان می‌دهد، در تیماری که عملکرد دانه بیشتری دارد، درصد روغن بیشتری و در نتیجه عملکرد روغن بیشتری داشته است.

نتیجه‌گیری

به‌طورکلی نتایج این مطالعه نشان داد، تغییر در مدیریت زمان آبیاری تأثیر معنی‌داری بر صفات مورفولوژیکی و اجزای عملکرد و درصد روغن گیاه گل مغربی داشت. در برخی صفات مورفولوژیکی مانند تاج پوشش و وزن خشک اندام هوایی و در صفات اجزای عملکرد مانند تعداد کپسول در بوته، تعداد دانه در کپسول، عملکرد دانه در هکتار، شاخص برداشت، درصد روغن و عملکرد اعمال تیمار آبیاری در فاصله ۱۰ روز بیشترین مقادیر را داشت. با افزایش دور آبیاری به ۱۴روز کلیه صفات مطالعه کاهش یافت. علت عدم معنی‌داری بین دور ۷ و ۱۰روز آبیاری مربوط به ظرفیت نگهداری بافت خاک باشد. علت افزایش صفات مورد بررسی در تیمار با دور آبیاری ۱۰ روز نسبت به تیمار ۷ روز تحریک افزایش رشد ریشه و دسترسی به منابع غذایی بیشتر بوده که منجر به افزایش فعالیت‌های فتوسنتز و تولید اسیمیلات لازم برای رشد و نمو گیاه می‌باشد.

پی‌نوشت‌ها

1-Onagraceae

2-Oenotheraspeciosa Rosea

منابع

امید بیگی، ر. ۱۳۸۹. تولید و فرآوری گیاهان دارویی. جلد چهارم. انتشارات به نشر.

امیری ده احمدی، ر.، رضوانی مقدم، پ. و احیایی، ح. ۱۳۸۸. تأثیر تنش خشکی بر برخی خصوصیات مورفولوژیکی گیاهان شوید، گشنیز و رازیانه در شرایط گلخانه. چکیده مقالات اولین همایش ملی تنش‌های محیطی در علوم کشاورزی، دانشگاه بیرجند.

بهدانی، م.ع. و جامی الاحمدی، م. ۱۳۸۹. عکس‌العمل ارقام گلرنگ بهاره به فواصل مختلف آبیاری در شرایط بیرجند. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران، ۸(۲): ۳۱۵-۳۲۳.

پیرمانی، ا.، میرمحمودی، ت. و یزدان‌ستا، س. ۱۳۹۸. تأثیر دور آبیاری و مقادیر مختلف کود نیتروزن بر عملکرد و اجزای عملکرد، میزان روغن و اسانس گل همیشه بهار (Calendulaofficinalis, L). مجله تنش‌های محیطی در علوم زراعی، ۱۲(۲): ۴۴۵-۴۵۷.

حسنی، ع. و امیدبیگی، ر. ۱۳۸۱. اثرات تنش آبی بر برخی خصوصیات مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و متابولیکی گیاه ریحان. مجله دانش کشاورزی، ۱۲(۲۰): ۴۷-۵۹.

شخمگر، م.، برادران، ر.، موسوی، غ.، پویان، م.، بیکی، س. و رزمجو، ا. ۱۳۸۸. تأثیر دور آبیاری و کود نیتروژن بر خصوصیات کمی گیاه شنبلیله. چکیده مقالات اولین همایش ملی تنش‌های محیطی در علوم کشاورزی، دانشگاه بیرجند.

عزیزی، م.، نعمتی، ه. و آرویی، ح. ۱۳۹۲. بررسی تأثیر سطوح مختلف ورمی کمپوست و تراکم کاشت بر میزان و اجزای روغن گیاه دارویی گل مغربی (Oenotherabiennis L.). نشریه پژوهش‌های زراعی ایران، ۱۱(۴): ۶۰۸-۶۱۱.

فاضلی کاخکی، س.ف. و مویدی، ع.ا. ۱۳۹۷. تنش در گیاه از فیزیولوژی تا ژنوم. انتشارات سخن گستر.

قاسمی قهساره، م. ۱۳۹۱. گل‌کاری. جلد اول. انتشارات مولف.

کافی، م. و رستمی، م. ۱۳۸۶. اثر تنش خشکی در مرحله رشد زایشی بر عملکرد، اجزای عملکرد و درصد روغن سه رقم گلرنگ در شرایط آبیاری با آب شور. مجله پژوهش‌های زراعی ایران، (۱): ۱۲۱-۱۳۱.

کافی،م.، زند، ا.، کامکار، ب.، شریفی، ح.ر.، گلدانی، م. ۱۳۸۶. فیزیولوژی گیاهی. انتشارات جهاد دانشگاهی.

کوچکی، ع. و نصیری محلاتی، م. ۱۳۷۳. اکولوژی گیاهان زراعی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

کوچکی، ع.ر.، نصیری محلاتی، م. و عزیزی، گ. ۱۳۸۵. اثر فواصل مختلف آبیاری و تراکم بر عملکرد و اجزای عملکرد دو توده بومی رازیانه. مجله پژوهش های زراعی ایران، ۴(۱): ۱۳۱-۱۴۱.

گلدانی، م. و کشمیری، ا. ۱۳۹۴. تأثیر یون پتاسیم روی مهار شوری در گیاه دارویی گل مغربی (Oenotherabiennis L). مجله علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)، ۲۹(۴): ۵۳۶-۵۲۸.

مهدی پور افرا، ر.، امیری، ر. و ایران نژاد، ح. ۱۳۹۱. اثر خاکپوش‌های پلی اتیلن و آلی در فواصل مختلف آبیاری بر خصوصیات مورفولوژیک و عملکرد دانه آفتابگردان (Helianthusannus L.). نشریه بوم‌شناسی کشاورزی، ۴(۳): ۲۴۶-۲۵۴.

نجفی، ف. ۱۳۸۰. اثر فواصل آبیاری و تراکم بوته بر کمیت و کیفیت گیاه دارویی اسفرزه (Plantago Ovata) پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.

یادگاری، م. ۱۳۹۶. بررسی اثر سرزنی و روش های آبیاری بر میزان عملکرد گیاه گل مغربی. مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهی، ۹(۲۸): ۶۸-۷۸.

yield predictor. Applied Engineering in Agriculture, 26(3): 413-418.

Kooks R.A., and Klark R. 1996. Drought resistance in soybean cultivar. I. Grain yield responses. Australian Journal Agriculture Research, 29:897-912.

Leakey A.D.B., Uribelarrea M., Ainsworth E.A., Naidu S.L., Rogers A., Ort, D.R. and Long S.P. 2006. Photosynthesis, productivity and yield of Zea mays are not affected by open-air elevation of CO2concentration in the absence of drought. Plant Physiology, 140: 779–790.

Martinez J.P., lutt S., Schanck A., Bajji A. and Kinet J. 2004. Issmotic adjustment required for water stress resistance in the Mediterranean shrub Atriplex halimus L?. Journals of plant physiology, 161:1041-1051.

Nouri H., Ahmadi A. and Poustini K. 2014. Response of wheat cultivars to source size reduction at flowering stage: grain number and weigh, Chlorophyll stability and stem reserves. International Journal of Agriculture and Crop Sciences, 44(3): 399-410.

Parhizkar-Khajani F., Irannezhad H., Amiri R., Oraki H. and Majidian M. 2012. Effects of different levels of nitrogen,phosphorus and potassium on quantitative and qualitative characteristics of oil flax.EJCP,. 5(1): 37-51.

Patel B.S., Sadaria S.G. and Patel J.C. 1996. Influence of irrigation, nitrogen and phosphorus onyield, nutrient uptake and water-use efficiency of blond psyllium (Plantago ovata) .Indian Journal ofAgronomy, 41: 136-139.

Sandras J., Roda F. and Renuelas J. 2005. Effects of water and a nutrient pulse supply on Rosmarinus officinalis growth nutrient content and flowering in the field. Enviromental and Experimental Botany, 53: 1-1.

Sinaki J.M., Majidi H.E., Shirno R. 2007. The effects of water deficit during growth stages of canola (brassica napus l.). American Eurasian Journal Of Agricultural And Environmental Sciences,2(4):417- 422.

Stone L.R., Lamm F.R., Schlegel A.J. and Klocke N.L. 2008. Storage efficiency of off season irrigation. Agron. J., 100(4): 1185-1192.

Alam M.S., Rahman A.H. M. M., Nesa M. N., Khan S. k. and Siddquie N.A. 2008. Effect of source and/ or sink restriction on the grain yield in wheat. Journal of Applied Science and Research, 4(3): 258-261.

Alkire B. H., Simon, J. E. Palevitch, D. and E. Putievsky. 1993. Water management for midwestern.

peppermint (Mentha piperita L.). Growing in highly organic soils, Indiana, USA. Acta Horticulturae.

344: 544-556.

Buntain M. and Chung B. 1994. Effects of irrigation and nitrogen on the yield components of fennel (Foeniculum vulgare Mill.).Australian Journal of Experimental Agriculture, 34(6): 845- 849.

Din J., Khan S.U., Ali I. and Gurmani A.R. 2011. Physiological and agronomic response of canola varieties to drought stress. The Journal of Animal & Plant Sciences, 21(1): 78-82

Donk V.D., Klocke NL. 2012. Tillage and Crop Residue Removal Effects on Evaporation, Irrigation Requirements, and Yield, Proceedings of the 24st Annual Central Plains Irrigation Conference, Colby, Kansas, February 21-22, 2012, Available from CPIA, 760 N.Thompson, Colby, Kansas.

Farooq M., Wahid A., Kobayashi N., Fujita D. and Basra S.m.A. 2009. Plant drought stress: effects, mechanisms and management. Agronomy Sustain Development, 29: 185–212.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Climate Change. 2007: Synthesis Report. IPCC Fourth Assessment Report, Valencia. Available online: http:// www.ipcc.ch/ pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_ syr. pdf (accessed on 12–17 November 2007).

Jalilian J., ModdaresSanavie S.A.M., Saberyali S.F. and Asilan K.S. 2012. Effects of the combination of beneficial microbes and nitrogen on sunflower seed yields and seed quality traits under different irrigation regimes. Field Crops Research, 127: 2-34.

Jiang Y. and Huang B. 2000. Effect of drought or heat stress alone and in combination of Kentucky Bluegrass. Crop Science, 40: 1358-1362.

Klocke N.L., Stone L.R., Briggeman S. and Bolton D.A. 2010. Scheduling for deficit irrigation—crop

Zeglin L.H., Bottomley P.J., Jumpponen A., Rice C.W., Arango M., Lindsley A., Mcgowan, A., Mfombep P. and Myrold D.D. 2013. Altered precipitation regime affects the function and composition of soil microbial communities on multiple time scales. Ecology, 94(10): 2334–2345.