Environment and
Water Engineering
ISSN: 2476-3683

محیط زیست و مهندسی آب
شابک : ۲۴۷۶-۳۶۸۳

بررسی اثر سطوح مختلف آبیاری بر خواص رشدی و عملکردی همیشه‌بهار در بافت‌های مختلف خاک

صابر جمالی، حسین بانژاد، عباس صفری‌زاده ثانی و سارا عطاران

دوره ۷، شماره ۱، بهار ۱۴۰۰، صفحات ۱۳۱- ۱۱۹

Vol. 7(1), Spring 2021, 119-131

DOI: 10.22034/jewe.2020.248510.1423

www.jewe.ir

OPEN ACCESS

Investigating the Effects of Irrigation Levels on Marigold Growth and Yield Properties Under Different Soil Texture

Jamali, S., Banejad, H., Safarizad Sani, A. and Attaran, S.

ارجاع به این مقاله:

جمالی ص.، بانژاد ح.، صفری‌زاده ثانی ع. و عطاران س. (۱۴۰۰). بررسی اثر سطوح مختلف آبیاری بر خواص رشدی و عملکردی همیشه‌بهار در بافت‌های مختلف خاک. محیط‌زیست و مهندسی آب، دوره ۷، شماره ۱، صفحات: ۱۳۱-۱۱۹.

Citing this paper : Jamali S., Banejad H., Safarizadeh Sani A..and Attarn S .(2021) Investigating the effects of irrigation levels on Marigold growth and yield properties under different soil texture. Environ. Water Eng., 7(1), 119–131. DOI:10.22034/jewe.2020.248510.1423

مقاله پژوهشی

بررسی اثر سطوح مختلف آبیاری بر خواص رشدی و عملکردی همیشه‌بهار در بافت‌های مختلف خاک

صابر جمالی [۱]، حسین بانژاد [۲*]،عباس صفری‌زاده ثانی [۳] و سارا عطاران [۳]

[۱]دانشجوی دکتری، گروه علوم و مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
[۲]دانشیار، گروه علوم و مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
[۳]دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم و مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

[*]نویسنده مسئول: banejad@um.ac.ir

تاریخ دریافت: [۱۳۹۹/۰۶/۲۵] **تاریخ بازنگری:** [۱۳۹۹/۰۸/۰۷] **تاریخ پذیرش:** [۱۳۹۹/۰۸/۱۴]

چکیده

به‌منظور بررسی اثر کم آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی همیشه‌بهار در بافت‌های مختلف خاک، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در سال ۱۳۹۸-۱۳۹۷ بر پایه‌ی کشت گلدانی با ۳ تکرار اجرا شد. تیمارهای موردبررسی در این پژوهش شامل چهار سطح آبیاری ۱۰۰، ۸۵، ۷۰ و ۵۵ ٪ ظرفیت زراعی و سه بافت خاک شامل سیلتی رسی S1، لوم رسی S2 و لوم شنی S3 بود. نتایج نشان‌دهنده روند نزولی در تغییرات تعداد گل به‌عنوان یکی از اجزای مهم عملکرد گل در اثر آبیاری به میزان ۰/۸۵، ۰/۷۰ و ۰/۵۵ ظرفیت زراعی شده و به ترتیب به میزان ۷/۷، ۱۷/۹ و ۳۸/۵٪ بر این صفت اثر گذاشت. استفاده از بافت‌های مختلف خاک منجر به کاهش در تعداد گل، شاخه جانبی و برگ نسبت به تیمار خاک سیلتی رسی شد. استفاده از بافت لوم رسی و سیلتی رسی نسبت به لوم شنی منجر به کاهش معنی‌دار و به میزان ۲۶/۲ و ۳۸/۱٪ در تعداد گل، ۲۴/۵ و ۳۲/۷٪ در تعداد شاخه جانبی و ۱۴/۸ و ۱۹/۱٪ در تعداد برگ شد. بر اساس یافته‌های این پژوهش می‌توان تیمار آبیاری ۸۵ درصد ظرفیت زراعی و بافت لوم شنی را برای کاشت همیشه‌بهار در شرایط گلخانه‌ای مناسب دانست.

واژه‌های کلیدی: بهره‌وری فیزیکی آب؛ رقم Gitana؛ عملکرد گل؛ کم آبیاری؛ همیشه‌بهار.

۱- مقدمه

یکی از عوامل مهم در توسعه اقتصادی و کشاورزی جهان، آب می‌باشد که کمبود آن از جمله تهدیدهای اساسی برای بقای انسان و محیط‌زیست است. امنیت غذایی، بهداشت و اقتصاد تحت تأثیر کمبود آب به‌شدت صدمه می‌بیند. در پی افزایش جمعیت، افزایش تقاضا برای محصولات کشاورزی و آب اتفاق می‌افتد. کمبود آب مهم‌ترین عامل محدودکننده تولید محصولات کشاورزی در سراسر جهان است. محدودیت منابع آب به‌عنوان مهم‌ترین و محدودکننده‌ترین عامل تولید محصولات کشاورزی در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان مطرح است (Topak et al. 2016). خشک‌سالی و پیامدهای نامطلوب آن سبب استفاده اصولی از کلیه منابع آب موجود و در دسترس شده است و ارتقای بهره‌وری آب را درجهت تقلیل این اثرات اجتناب‌ناپذیر، ضروری ساخته است. جهت نیل به کشاورزی پایدار، نیاز به تغییر در این نگرش وجود دارد که آب یک کالای یک‌بار مصرف نیست. با استفاده بهینه از آب موجود، کاشت گیاهان متحمل به کم آبیاری و بازچرخانی آب می‌توان به این هدف مهم در کشاورزی پایدار که رسیدن به تولید حداکثری با حداقل اثرات نامطلوب محیط زیستی است، دست‌یافت. در چنین شرایطی مدیریت مصرف آب در بخش کشاورزی، می‌تواند راهکاری مناسب درجهت کنترل بحران کم‌آبی باشد (Qadir 2003)؛ لذا کم آبیاری می‌تواند یکی از راهکارهای استفاده بهینه از آب و افزایش کارایی مصرف آب در بخش کشاورزی باشد (Ahmadi et al. 2010).

در پژوهش دیگری که توسط Moradi Marjane and Goldani (2011) بر روی همیشه‌بهار انجام شد، نتایج نشان‌دهنده‌ی روند منفی و معنی‌دار بر روی سطح و تعداد برگ، تعداد ساقه فرعی، ارتفاع، وزن خشک بوته و وزن خشک گل در شرایط اعمال سطوح مختلف تنشی بود. در پژوهشی دیگر اثر سطوح مختلف کم آبیاری بر گیاه همیشه‌بهار موردبررسی قرار گرفت و نتایج نشان‌دهنده اثر منفی این تنش بر ارتفاع و عملکرد گل بود (Jafarzadeh et al. 2013). در مطالعه‌ای دیگر بر روی گیاه همیشه‌بهار نتایج نشان داد که اعمال تنش خشکی بر روی این گیاه منجر به کاهش معنی‌دار بر روی وزن خشک ساقه، ریشه، برگ و گل شد ($p<0.01$)، به‌طوری‌که اعمال تنش به میزان ۵۰ و ۷۵ ٪ منجر به کاهش ۱۲/۴ و ۳۶/۵ ٪ (وزن خشک ساقه)، ۲۲/۹ و ۴۳/۸ ٪ (وزن خشک‌ریشه)، ۹/۰ و ۳۷/۹ ٪ (وزن خشک برگ) و ۱۹/۷ و ۴۵/۲ ٪ شد (Azizi et al. 2015). در پژوهش Ebrahimi et al. (2017) بر روی گیاه همیشه‌بهار، نتایج نشان داد که اعمال کم آبیاری بر روی این گیاه منجر به کاهش معنی‌دار ($p<0.05$) در صفات وزن خشک، ارتفاع، تعداد شاخه جانبی، تعداد گل و عملکرد گل به ترتیب به میزان ۲۷، ۳۲، ۳۳، ۵۰ و ۶۰ ٪ می‌شود. نتایج پژوهش Pourghasemian and Moradi (2018) حاکی از اثر منفی و معنی‌دار سطوح مختلف تنش خشکی بر وزن تر و خشک گیاه و ارتفاع است. در پژوهشی دیگر بر روی گیاه همیشه‌بهار نتایج نشان داد که اعمال تیمار تنشی باعث کاهش معنی‌دار وزن تر و خشک بوته، وزن تر ریشه و ارتفاع بوته بود (Helali Soltanahmadi et al. 2018). Bahrampoor et al. (2019) نشان دادند که افزایش تنش آبی بر روی گیاه همیشه‌بهار اثر منفی و معنی‌دار داشته، به‌طوری‌که افزایش تنش منجر به کاهش ارتفاع، تعداد برگ و وزن تر و خشک اندام هوایی شد.

Naderi et al. (2018) در پژوهشی دیگر گیاه همیشه‌بهار را در بسترهای مختلف کشت کرده و نتایج ایشان نشان داد که سبک شدن بستر کشت باعث افزایش معنی‌دار سطح برگ، ارتفاع، وزن خشک اندام هوایی و گل شد. در پژوهشی دیگر اثر بسترهای مختلف کشت بر روی گیاه همیشه‌بهار موردبررسی قرار گرفت، نتایج حاکی از آن بود که استفاده از کود گاوی و ورمی کمپوست منجر به بهبود معنی‌دار تعداد برگ، وزن خشک و قطر گل شد (Kalhor et al. 2019).

در پژوهش حاضر با توجه به مطالعات گذشته، خشک‌سالی‌هایی که در دهه‌های اخیر اتفاق افتاده و محدودیتی منابع آب با کیفیت، برای حصول بهره‌وری

حداکثری آب در کشاورزی (در خاک‌های با بافت مختلف) از کم آبیاری استفاده‌شده است. در این پژوهش با توجه به اهمیت گیاه دارویی همیشه‌بهار (Calendula officinalis L.) در مصارف داروسازی و صنایع غذایی از این گیاه، با هدف بررسی اثر متقابل بافت خاک و سطوح مختلف آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد این گیاه استفاده شد.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- گیاه مورد مطالعه

در این پژوهش، گیاه همیشه بهار (Calendula Officinalis L.) که دارای خواص دارویی بسیار ارزشمندی است، موردمطالعه قرارگرفته است. گیاه همیشه‌بهار دارای ساقه منشعب و سخت، با رشد و نموی سریع، گیاهی علفی و یک‌ساله است که بعد از ۵۰-۴۰ روز از کشت گل می‌دهد. گیاه همیشه‌بهار از خانواده کاسنی بوده که برای تولید دارو از گل و به‌ویژه گلبرگ‌های آن کشت می‌شود (Jafarzadeh et al. 2014).

۲-۲- محل اجرای آزمایش و تیمارهای مورد بررسی

به‌منظور بررسی اثر متقابل کم آبیاری و بافت خاک بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی گل همیشه‌بهار رقم Gitana (که بذر آن از شرکت پاکان بذر تهیه‌شده بود)، آزمایشی در سال ۹۸-۱۳۹۷ در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد. آزمایش مذکور به‌صورت فاکتوریل دو عاملی و در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در گلدان کشت شد. محل اجرای این آزمایش دارای مختصات جغرافیایی ۳۶° و ۱۶' عرض شمالی، ۵۹° و ۳۸' طول شرقی و ۹۵۸ m ارتفاع از سطح دریا بود. تیمارهای موردبررسی در این پژوهش شامل چهار سطح آبیاری (۱۰۰، ۸۵، ۷۰ و ۵۵ ٪ ظرفیت زراعی W1 تا W4) و سه بافت خاک (سیلتی رسی S1، لوم رسی S2 و لوم شنی S3) بود. ترکیبات شیمیایی و فیزیکی هر یک از بافت‌های خاک موردبررسی در جدول (۱) ارائه‌شده است.

جدول ۱- برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک

Table 1 Some of physicochemical soil characteristics

Soil texture	Clay	Silt	Sand	pH	EC_e	FC	PWP	Bulck density
	%				dS/m	%		g/cm^3
Silty Clay	42	50	8	7.85	1.25	38.2	11.6	1.47
Clay Loam	30	33	37	7.58	1.46	28.3	13.4	1.34
Sandy Loam	16	30	54	7.64	1.35	24.2	15.9	1.1

جدول ۲- خصوصیات شیمیایی آب آبیاری مورداستفاده

Table 2 Chemical characteristics of irrigation water used

pH	EC	HCO_3	SO_4	Mg	Ca	K	Na	Cl	SAR
	dS/m				meq/l				
8.2	1.23	7.0	0.7	2.8	4.4	0.48	0.27	1.0	2.71

SAR: Sodium adsorption ratio

برای این پژوهش تعداد ۳۶ عدد گلدان پلاستیکی به قطر ۱۵ cm و ارتفاع ۲۰ cm تهیه شد. پس از تهیه محیط کشت مربوطه، آن را به گلدان‌های پلاستیکی انتقال داده و با توجه به چگالی ظاهری هر بافت، مقدار مشخصی خاک درون گلدان‌ها ریخته شد، لازم به ذکر است که ابتدا در کف گلدان‌ها به‌صورت یکسان لایه‌ای از سنگ‌ریزه به‌عنوان فیلتر جهت بهبود زهکشی و تهویه قرار داده شد و ۵ cm بالایی گلدان‌ها به‌منظور اعمال آبیاری خالی در نظر گرفته شد و بقیه حجم خالی گلدان‌ها از خاک پر شدند. جهت جلوگیری از نشست خاک در گلدان و رسیدن به وزن مخصوص ظاهری خاک مزرعه، پر کردن خاک گلدان به‌صورت تدریجی و در لایه‌های ۵ cm همراه با کوبش انجام شد. به‌منظور از بین‌بردن شوری، محیط کشت گلدان‌ها را با آب شهری اشباع کرده و اجازه داده شد که آب از زهکش‌های

آن خارج شود. خصوصیات و ترکیبات شیمیایی آب مورداستفاده در جدول (۲) ارائه‌شده است.

۲-۳- مرحله کاشت، داشت و برداشت

در تاریخ ۱۵ تیر ۱۳۹۸ نشاهای گل همیشه‌بهار به گلدان‌های مذکور منتقل‌شده و در هر گلدان تراکم بوته یک گیاهچه بود. تا زمان استقرار کامل گیاهان در خاک آبیاری با آب چاه و به میزان ۱۰۰ درصد نیاز آبی انجام شد. در تاریخ ۲۵ تیر ۱۳۹۸ تیمارهای آبیاری بر روی گیاهان اعمال شد. برای تعیین میزان آب آبیاری در این طرح از روش وزنی استفاده شد (Khorasaninejad et al. 2018). برای تعیین زمان آبیاری در این طرح از دستگاه TDR مدل PM-714 ساخت کشور تایوان استفاده شد که دارای یک سنسور بوده و برای تمامی بافت‌های خاک از قبل کالیبره شده است. پس از مشخص‌شده رطوبت وزنی خاک در ظرفیت زراعی، میزان رطوبت موجود در خاک برای اعمال تیمارهای رطوبتی مختلف مشخص‌شده و با قرائت روزانه دستگاه TDR زمان آبیاری تعیین شد.

برای اندازه‌گیری رطوبت وزنی نمونه‌ها در هر روز، گلدان‌ها توزین و تغییرات میزان آب خاک گلدان‌ها، اندازه گرفته شد. برای این منظور، با توجه به کاهش رطوبت گلدان‌ها به‌صورت هوا خشک و تا زمان رسیدن وزن گلدان به میزانی که آب در حد تخلیه مجاز رطوبتی (MAD[1]) ۳۵٪ از ظرفیت زراعی برای گیاه همیشه‌بهار بود، گلدان‌ها توزین شدند (Zarrinabadi et al. 2019). مقادیر حجمی رطوبت با استفاده از TDR تعیین و قبل از هر بار آبیاری میزان رطوبت با دستگاه مذکور تعیین‌شده و پس از رسیدن به مقدار ۲۴، ۱۸ و ۱۵٪ در بافت‌های S1، S2 و S3 (که بیانگر مقدار رطوبت حجمی خاک در حد MAD[2] در بافت‌های مختلف است)، اقدام به آبیاری شد. برای تعیین رژیم‌های آبیاری به‌طور روزانه رطوبت هرکدام از گلدان‌ها اندازه‌گیری و رژیم‌هایی که رطوبت وزنی خاک به مقدار موردنظر رسید، آبیاری در هر تیمار انجام شد. در شکل (۱) نمونه‌ای از گیاهان گل همیشه‌بهار تیمار شده در شرایط گلخانه ارائه‌شده است. در تاریخ ۲۰ شهریور ۱۳۹۸ گیاهان کف بری شده و صفاتی نظیر وزن خشک شاخه جانبی، برگ، ساقه، گل و ریشه؛ ارتفاع، تعداد گل، شاخه جانبی و برگ برداشت شد. برای اندازه‌گیری وزن خشک قسمت‌های مختلف گیاهی را در پاکت‌های مخصوص قرار داده و به‌مدت ۲۴ hr در دمای ۷۲ °C خشک شد (Khorasaninejad et al. 2018).

شکل ۱- نمونه‌ای از گیاه گل همیشه‌بهار در شرایط گلخانه

Fig. 1 Sample of Marigold plant in greenhouse conditions

۲-۴- تجزیه‌وتحلیل آماری

برای اندازه‌گیری ارتفاع بوته از خط‌کش استفاده شد. پس از جمع‌آوری اطلاعات تجزیه‌وتحلیل داده‌ها (تجزیه واریانس و مقایسه میانگین به روش LSD) با استفاده از نسخه ۹/۴ نرم‌افزار SAS و ترسیم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel انجام شد.

[1]Maximum allowable depletion

[2]MAD = 0.65×FC

۳- یافته‌ها و بحث

۳-۱- تحلیل واریانس صفات گل همیشه‌بهار

براساس جدول تجزیه واریانس صفات رشدی و عملکردی گیاه همیشه‌بهار، نتایج نشان داد که سطوح مختلف آبیاری بر وزن خشک شاخه جانبی، برگ و ساقه گل‌دار؛ ارتفاع، تعداد شاخه جانبی و برگ و بهره‌وری فیزیکی آب در سطح احتمال یک درصد ($P<0.01$) و بر تعداد گل در واحد سطح در سطح احتمال ۵ ٪ ($P<0.05$) معنی‌دار شد (جدول ۳). همچنین نتایج مطابق جدول (۳) نشان داد که بافت‌های مختلف خاک نیز بر روی وزن خشک شاخه جانبی، برگ و گل؛ تعداد گل، شاخه جانبی و برگ و بهره‌وری فیزیکی آب ($P<0.01$) و بر وزن خشک ساقه گل‌دار و ارتفاع ($P<0.05$) معنی‌دار شد. اثر متقابل تیمارهای موردبررسی نیز بر وزن خشک شاخه جانبی و برگ ($P<0.01$) و بر وزن خشک‌ریشه و ساقه گل‌دار، ارتفاع گیاه و بهره‌وری فیزیکی آب در سطح احتمال ۵ ٪ ($P<0.05$) معنی‌دار شد (جدول ۳).

۳-۲- مقایسه میانگین اثرات ساده کم آبیاری و بافت خاک بر صفات گل همیشه‌بهار

بر اساس شکل (۲)، نتایج مقایسه میانگین‌های اثر ساده میزان آبیاری بر تعداد گل، شاخه جانبی و برگ نشان داد که بیش‌ترین میزان از این صفات به‌ترتیب با ۳/۹، ۵/۲ و ۲۰/۷ عدد (لازم به ذکر است که اعداد میانگین سه تکرار است) در تیمار آبیاری به میزان FC و کم‌ترین مقدار این صفات نیز در تیمار آبیاری به میزان FC ۰/۵۵ با ۲/۴ عدد (تعداد گل)، ۲/۶ عدد (تعداد شاخه جانبی) و ۷/۸ عدد (تعداد برگ) مشاهده شد. نتایج نشان‌دهنده روند نزولی در تغییرات تعداد گل به‌عنوان یکی از اجزای مهم عملکرد گل در اثر کم آبیاری (۰/۸۵، ۰/۷۰ و ۰/۵۵ میزان FC) بوده و به میزان ۷/۷، ۱۷/۹- و ۳۸/۵- ٪ بر این صفت اثر گذاشت (علامت + و – به‌ترتیب بیانگر افزایش و کاهش در این صفت است). کم آبیاری به میزان ۰/۱۵، ۰/۳ و ۰/۴۵ ظرفیت زراعی جهت آبیاری همیشه‌بهار در مقایسه با آبیاری به میزان موردنیاز گیاه یا همان حد FC باعث تغییر در تعداد شاخه جانبی و برگ به میزان ۱۹/۲-، ۲۶/۹- و ۵۰/۰- ٪ (شاخه جانبی) و ۷/۲-، ۱۶/۹- و ۶۲/۲-٪ (برگ) شد.

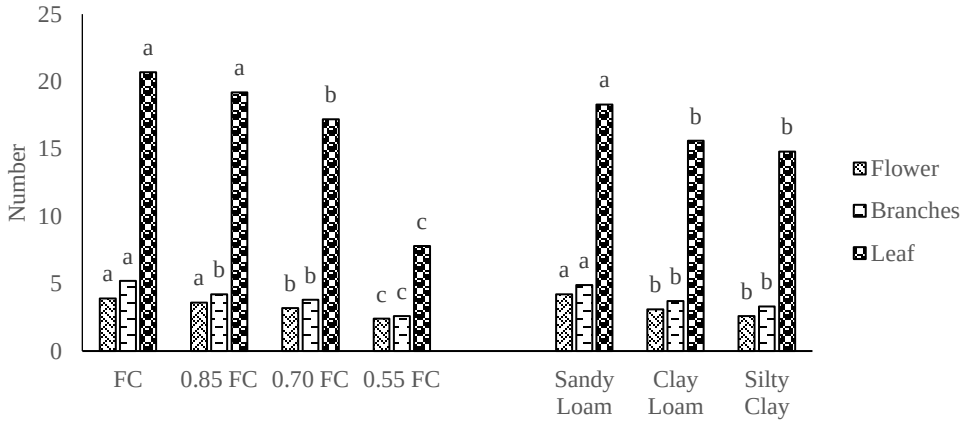
جدول ۳- تجزیه واریانس صفات رشدی و عملکردی گیاه همیشه‌بهار

Table 3 Analysis of variance of Marigold growth and yield properties

Source od variation	df	Mean square									
							Dry weights				
		Water productivity	Leaf	Branches	Plant height	Flower	Flower	Stem	Root	Leaf	Branches
Deficit irrigation	3	1.74	303.2 **	11.0 **	53.8 **	3.4 *	0.045 **	0.07 **	0.002 ns	5.65 **	0.04 **
Soil texture	2	0.59	38.7 **	9.03 **	10.3 *	7.9 **	0.037 **	0.004 *	0.005 ns	1.33 **	0.23 **
Deficit irrigation × Soil texture	6	0.34	4.2 ns	0.36 ns	6.2 *	0.86 ns	0.005 **	0.001 *	0.01 *	0.49 **	0.01 **
Error	24	0.06	3.2	0.28	1.5	0.5	0.001	0.0004	0.002	0.06	0.001
CV		11.0	11.0	13.4	7.3	21.6	14.2	8.3	14.0	17.7	10.1

**، * و ns به‌ترتیب بیانگر معنی‌داری در سطح احتمال یک ٪، پنج ٪ و عدم معنی‌داری است.

"**", "*" and "ns" represent significant at 1 and 5 percent levels and non-significant, respectively



شکل ۲- اثر کم آبیاری و بافت‌های مختلف خاک بر تعداد گل، شاخه جانبی و برگ همیشه‌بهار

Fig. 2 Effects of deficit irrigation and soil textures on flower number, branches number, and leaf numbers of Marigold

بر اساس نتایج شکل (۲) در صفات تعداد گل و تعداد برگ بین تیمارهای FC و ۰/۸۵ FC از نظر مقایسه میانگین‌ها اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ وجود نداشت که خود بیانگر عدم تنش در این سطح برای این گیاه است، همچنین در صفت تعداد شاخه جانبی نیز بین تیمارهای ۰/۸۵ FC و ۰/۷ FC در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی‌دار آماری در مقایسه میانگین‌ها مشاهده نشد. نتایج مطابق شکل (۲) نشان داد که بیش‌ترین میزان صفات تعداد گل، شاخه جانبی و برگ در بافت خاک لوم شنی به ترتیب با ۴/۲، ۴/۹ و ۱۸/۳ عدد و کم‌ترین مقدار آن در بافت سیلتی رسی با ۲/۶، ۳/۳ و ۱۴/۸ عدد مشاهده شد. با توجه به اینکه این گیاه در خاک‌های سبک‌تر بهتر رشد و توسعه می‌یابد می‌توان دلیل کاهش در تعداد گل به‌عنوان جز مهم عملکرد گل در بافت‌های سنگین‌تر را ماندابی شدن و کاهش تهویه خاک برای توسعه بهتر ریشه دانست که کم شدن جذب آب و مواد غذایی توسط گیاه را به همراه داشته و عملکرد گل نیز تحت تأثیر آن قرار می‌گیرد. بر اساس نتایج ارائه‌شده در شکل (۲)، استفاده از بافت‌های سنگین‌تر خاک منجر به کاهش در تعداد گل، شاخه جانبی و برگ شده (نسبت به تیمار خاک لوم شنی) به‌طوری‌که استفاده از بافت لوم رسی و سیلتی رسی نسبت به لوم شنی منجر به کاهش معنی‌دار و به میزان ۲۶/۲- و ۳۸/۱-٪ (تعداد گل)، ۲۴/۵- و ۳۲/۷٪ (تعداد شاخه جانبی) و ۱۴/۸- و ۱۹/۱-٪ (تعداد برگ) شد. بر اساس شکل (۲) بین بافت‌های سیلتی رسی و لوم رسی در صفات تعداد گل، شاخه جانبی و برگ اختلاف معنی‌دار آماری در سطح احتمال ۵ ٪ مشاهده نشد. از طرفی می‌توان کاهش در این صفات در شرایط تنش آبی را به‌عنوان یکی از مکانیسم‌های گیاه برای مقابله با تنش و زنده‌مانی قلمداد کرده که در پی آن کاهش سطح برگ اتفاق می‌افتد (به‌طوری‌که برگ‌های مسن‌تر خشک‌شده) تا کمبود آب موجود تعدیل شود و از تعرق گیاه نیز کاسته شود (Pourghasemian and Moradi 2018). کاهش در سطح فروغ آمایی کننده گیاه خود دلیلی بر تولید کم‌تر مواد فرآوری شده در اثر فروغ‌آمایی در گیاه می‌باشد و در این شرایط از میزان عملکرد و ماده خشک اندام‌های مختلف گیاه کاسته می‌شود (Sarker et al. 2005). کاهش در تعداد برگ در شرایط تنش رطوبتی می‌تواند به دلیل انباشتگی اتیلن در برگ و پیری زودرس گیاه باشد که یک سازش ریخت‌شناسی برای اجتناب از خشکی، انتشار مجدد مواد غذایی در گیاه و کاهش تعرق است (Dole and Wilkins 2005; Khurana and Singh 2000). افزایش شدت تنش آبی در گیاه منجر به افزایش آبسزیک اسید در

گیاه شده که رشد گیاه را کاهش می‌دهد (Bahrampoor et al. 2019).

۳-۳- مقایسه میانگین اثر متقابل کم آبیاری و بافت خاک بر صفات گل همیشه‌بهار

بر اساس جدول (۴) بیش‌ترین و کم‌ترین میزان عملکرد گل گیاه همیشه‌بهار در شرایط اعمال تیمارهای موردبررسی به ترتیب در تیمارهای W1S2 (۰/۳۷ g) و W4S1 (۰/۱۰ g) مشاهده شد. وزن خشک شاخه جانبی، برگ، ریشه و ساقه گل‌دار و بهره‌وری فیزیکی آب نیز به‌ترتیب در تیمارهای W1S1 (۰/۵۶ g)، W1S3 (۲/۹۱ g)، W1S1 (۰/۴۰ g)، W1S1 (۰/۳۶ g) و W1S2 (۳/۱۵ Kg/m^3) دارای بیش‌ترین میزان و در تیمارهای W4S3 (۰/۰۹ g)، W4S1 (۰/۶۱ g)، W4S3 (۰/۲۷ g)، W4S3 (۰/۱۳ g) و W4S3 (۱/۵۲ kg/m^3) دارای کم‌ترین میزان بود. در صفت ارتفاع بوته بیش‌ترین و کم‌ترین میزان به‌ترتیب با ۲۱/۳ cm و ۱۲/۴ cm در تیمارهای W1S2 و W4S3 مشاهده شد. در بافت‌های مختلف خاک نیز در تمامی تیمارهای آبیاری این صفت کاهش یافت.

جدول ۴- اثر متقابل کم آبیاری و بافت خاک بر صفات رشدی و عملکردی همیشه‌بهار

Table 4 The interaction effects of deficit irrigation and soil texture on Marigold yield and growth properties

Treatments	Water productivity	Plant height	Dry weights (g)				
	Kg m^{-3}	cm	Flower	Stem	Root	Leaf	Branches
W1S1	2.29 b	18.3 bc	0.2 cd	0.36 a	0.4 a	1.53 cd	0.56 a
W1S2	3.15 a	21.3 a	0.37 a	0.32 b	0.27 c	2.67 ab	0.26 d
W1S3	2.97 a	20.2 ab	0.24 c	0.36 a	0.28 c	2.91 a	0.23 de
W2S1	2.02 bc	17.9 cd	0.14 efg	0.29 b	0.34 abc	1.2 de	0.42 b
W2S2	2.9 a	17.8 cd	0.3 b	0.3 b	0.36 ab	2.41 b	0.3 c
W2S3	2.33 b	14.6 ef	0.16 ef	0.24 c	0.31 bc	1.82 c	0.17 g
W3S1	1.95 bc	15.97 def	0.11 gh	0.21 cd	0.32 bc	0.88 ef	0.21 ef
W3S2	1.78 cd	15.97 def	0.12 fgh	0.2 d	0.34 abc	0.83 ef	0.15 gh
W3S3	2.03 bc	15.07 ef	0.13 fgh	0.18 de	0.28 c	0.72 f	0.11 i
W4S1	1.96 bc	16.17 de	0.1 h	0.2 d	0.29 bc	0.61 f	0.17 g
W4S2	2.14 bc	13.93 fg	0.18 de	0.15 ef	0.3 bc	0.79 ef	0.12 hi
W4S3	1.52 d	12.4 g	0.12 fgh	0.13 f	0.32 bc	0.84 ef	0.09 i
LSD 5%	0.42	2.05	0.04	0.03	0.08	0.43	0.04

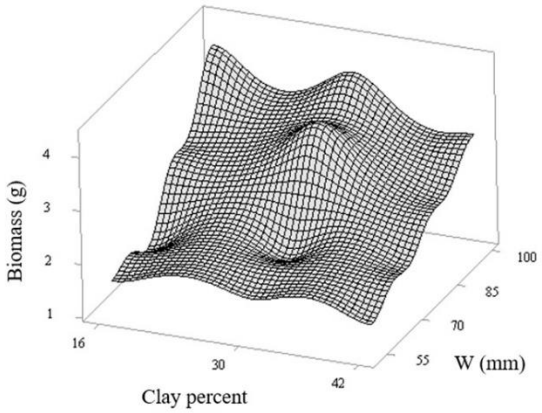
حروف مشترک در هر ستون بیانگر عدم معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ می‌باشد.

Numbers followed by the same letter are not significantly different at P<0.05

نتایج نشان داد که سنگین‌تر شدن بافت خاک در تمامی تیمارهای آبیاری منجر به کاهش در صفت عملکرد گل شده که دلیل آن می‌تواند توسعه کمتر ریشه گیاه در این شرایط باشد (به‌دلیل اینکه گیاه همیشه‌بهار در بافت‌های سبک بهتر رشد می‌کند) و کاهش جذب آب و مواد غذایی توسط ریشه گیاه در این شرایط با توجه به کاهش توسعه ریشه گیاه محتمل است؛ از طرفی تعداد گل نیز در اعمال این تیمارها کاهش‌یافته که خود دلیلی مضاعف بر این مهم است.

دلیل کاهش تعداد برگ و تعداد شاخه‌های جانبی نیز می‌تواند، کاهش در جذب آب و به‌تبع آن کاهش سطح برگ و سطح فروغ‌آمایی‌کننده گیاه باشد که در پی آن شیره پرورده موردنیاز، برای حصول عملکرد حداکثری در گیاه نیز کاهش می‌یابد. کاهش در تعداد شاخه جانبی تأثیر منفی بر عملکرد گل داشته است، زیرا با کاهش آن، تعداد گل و در نتیجه عملکرد گل نیز کاهش می‌یابد. کاهش در صفت ارتفاع بوته در شرایط تنش آبی (به‌عنوان یک عامل بازدارنده در رشد) علاوه بر افزایش میزان آبسزیک اسید (به‌دلیل

کاهش جذب آب) به کاهش آماس سلولی در بافت‌های مختلف گیاه، کاهش توسعه سلولی و متابولیت‌های لازم برای تقسیم سلولی در گیاه نیز وابسته است (Scalia et al. 2009; Farooq et al. 2009)، به‌عبارتی‌دیگر و بر اساس یافته‌های Hamrouni et al. (2001) خشکی منجر به کاهش ارتفاع گیاه می‌شود، زیرا تقسیم سلولی و بزرگ شدن سلول‌ها در اثر کاهش فشار اسمزی درون سلول کاهش می‌یابد. از طرفی کاهش ارتفاع گیاه به‌موازات افزایش تنش خشکی را می‌توان به اختلال در فروغ‌آمایی به‌واسطه تنش خشکی و کاهش تولید مواد فروغ آمایی جهت ارائه به اندام‌های درحال‌رشد گیاه و در نهایت عدم دستیابی گیاه به پتانسیل ژنتیکی از نظر ارتفاع نسبت داد (Naderi et al. 2005). به اعتقاد Ashraf (2010)، تنش خشکی بسته به‌شدت و نوع گیاه منجر به کاهش آب در خاک و فعال نمودن فرایندهای مختلف در گیاه شده که با مصرف انرژی همراه است و باعث کاهش سرعت رشد و در نهایت عملکرد می‌شود که در این پژوهش نیز از عملکرد گل در اثر تیمارهای تنشی کاسته شد. در شرایط تنشی با کاهش مقدار آب میزان تجمع مواد فروغ آمایی و سرعت رشد نسبی کاهش می‌یابد و افت قابل‌توجه سرعت رشد نسبی را به همراه داشته و باعث کاهش در ماده خشک، سطح برگ، تعداد شاخه فرعی، وزن خشک ساقه و برگ می‌شود (Bahrampoor et al. 2019). کاهش مواد فروغ آمایی تولیدی در شرایط تنشی بر روی عملکرد گل نیز تأثیر منفی داشته که دلیل آن کاهش فشار آماس سلولی در اثر کاهش سطح برگ و کاهش آهنگ فروغ آمایی به‌دلیل محدودیت‌های زیست‌شیمیایی ناشی از کمبود آب مانند کاهش رنگ‌دانه‌های فروغ‌آمایی به‌ویژه کلروفیل‌ها می‌باشد (Lal et al. 1993). نتایج این پژوهش در راستای پژوهش‌های سایر پژوهش‌گران بر روی همیشه‌بهار و همیشه‌بهار آفریقایی بود (Khosravi Shakib et al. 2019; Zarrinabadi et al. 2019; Al-Obaidy et al. 2019). با توجه به شکل (۳) با افزایش میزان آب آبیاری عملکرد کل (زیست‌توده) افزایش‌یافته است. نتایج این پژوهش با نتایج Ananthaselvi et al. (2019) مطابقت داشت.



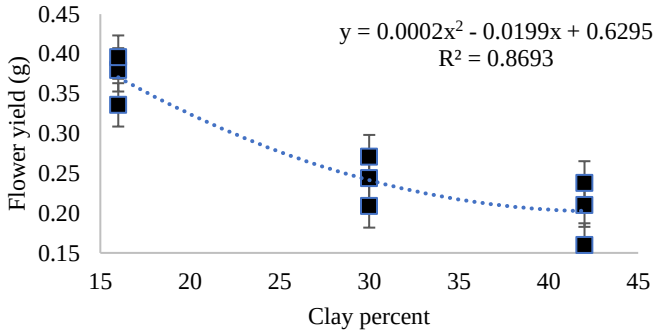
شکل ۳- تغییرات زیست‌توده همیشه‌بهار تحت سطوح کم آبیاری و درصد رس خاک

Fig. 3 Variation of Marigold biomass under deficit irrigation levels and soil clay percent

شکل (۳) نشانگر این است که در خاک‌های ریزبافت‌تر در شرایط اعمال کم آبیاری از میزان عملکرد کل کاسته شده است، به‌عبارت‌دیگر در شرایط کم آبیاری افزایش رس خاک بر روی عملکرد خشک کل اثر منفی داشته است. در شرایط آبیاری کامل استفاده از بافت لوم شنی و لوم رسی عملکرد بیشتری داشته است. مطابق نتایج شکل (۳) از میزان زیست‌توده همیشه‌بهار در بافت‌های لوم رسی و لوم شنی در آبیاری به میزان ۷۰٪ ظرفیت زراعی نسبت به تیمار ۵۰٪ کاسته شده ولی در بافت سیلتی رسی عملکرد کل در آبیاری به میزان ۷۰٪ نسبت به ۵۰٪ ظرفیت زراعی بیش‌تر است.

۳-۴- رابطه رگرسیونی بین رس خاک و صفات گیاه همیشه‌بهار

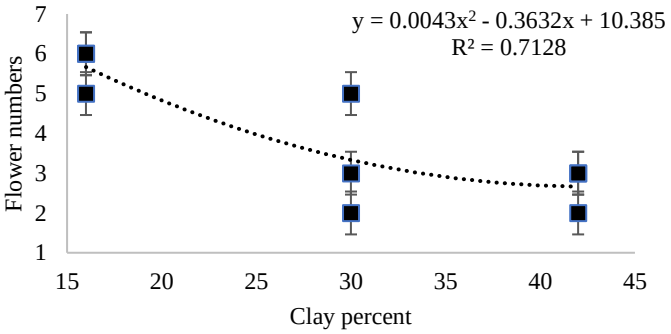
بر اساس شکل (۴) روند تغییرات عملکرد گل در شرایط افزایش درصد رس دارای روند نزولی غیرخطی بوده و بیشترین میزان این صفت در شرایطی که ۱۵٪ رس در خاک باشد، مشاهده‌شده است و افزایش رس در خاک منجر به کاهش عملکرد گل شده است.



شکل ۴- رابطه رگرسیونی بین درصد رس خاک و عملکرد گل همیشه‌بهار

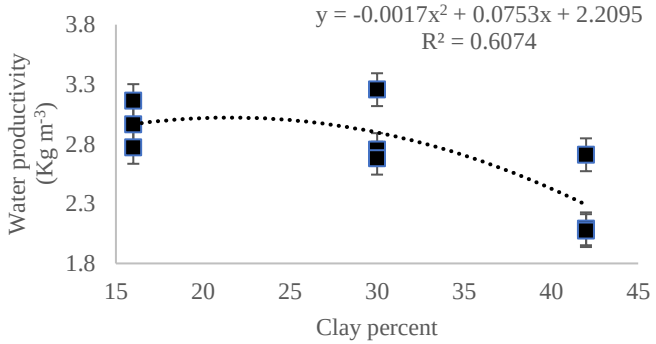
Fig. 4 The regression between clay percent and flower yield of Marigold

رابطه رگرسیونی بین درصد رس و تعداد گل از نظر آماری معنی‌دار بوده و روند نزولی غیرخطی را نشان می‌دهد (شکل ۵)، ممکن است دلیل آن بر اساس پژوهش Koocheki et al. (2015) کاهش در توسعه اندام‌های زایشی باشد. با توجه به شکل (۶) رابطه رگرسیونی بین درصد رس و بهره‌وری فیزیکی آب دارای روند نزولی غیرخطی است. در شرایط استفاده از خاک‌هایی که دارای ۲۲/۱۵٪ رس باشد دارای بیش‌ترین بهره‌وری مصرف آب است.



شکل ۵- رابطه رگرسیونی بین درصد رس خاک و تعداد گل همیشه‌بهار

Fig. 5 The regression between clay percent and flower numbers of Marigold



شکل ۶- رابطه رگرسیونی بین درصد رس خاک و بهره‌وری فیزیکی آب همیشه‌بهار

Fig. 6 The regression between clay percent and physical water productivity of Marigold

بر اساس پژوهش Koocheki et al. (2015) ریزتر شدن بافت خاک و افزایش رس خاک عاملی بوده که پتانسیل تولید زایشی و رشد و توسعه اندام‌های رویشی را مختل می‌سازد و به‌همین دلیل عملکرد گل کاهش‌یافته است. نتایج این پژوهش با نتایج Khorramdel et al. (2013) مطابقت داشت.

۴- نتیجه‌گیری

با توجه به محدودیت آب‌های با کیفیت در کشور که امنیت آبی و غذایی را تحت تأثیر خود قرار می‌دهد، نیاز به استفاده از روش‌هایی برای نیل به کشاورزی پایدار با هدف تولید حداکثری با حداقل اثرات نامطلوب محیط زیستی و افزایش بهره‌وری مصرف آب، بیش از پیش ضروری است. ازاین‌رو، در این پژوهش از کم آبیاری به‌عنوان روشی برای استفاده بهینه از آب موجود در شرایط محدودیت منابع آب شیرین کشور استفاده‌شده و گیاه دارویی همیشه‌بهار نیز با توجه به اهمیت اقتصادی و دارویی آن‌که در صنایع مختلفی مورداستفاده قرار می‌گیرد، استفاده‌شده است. هدف از انجام این پژوهش بررسی اثر بافت‌های مختلف خاک بر عملکرد و بهره‌وری فیزیکی آب در گیاه دارویی همیشه‌بهار تحت سطوح مختلف آبیاری بود که در سال ۱۳۹۷-۱۳۹۸ در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد. به اهم نتایج این پژوهش در ذیل اشاره‌شده است:

۱- نتایج نشان‌دهنده روند نزولی در تغییرات تعداد گل به‌عنوان یکی از اجزای مهم عملکرد گل در اثر کم آبیاری (۰/۸۵، ۰/۷۰ و ۰/۵۵ میزان FC) بوده و به میزان ۷/۷، ۱۷/۹ و ۳۸/۵٪ بر این صفت اثر گذاشت.

۲- استفاده از بافت‌های مختلف خاک منجر به کاهش در تعداد گل، شاخه جانبی و برگ شده (نسبت به تیمار خاک سیلتی رسی که خاک مزرعه بود) به‌طوری‌که استفاده از بافت لوم رسی و لوم شنی نسبت به سیلتی رسی منجر به کاهش معنی‌دار و به میزان ۲۶/۲ و ۳۸/۱ (تعداد گل)، ۲۴/۵ و ۳۲/۷ (تعداد شاخه جانبی) و ۱۴/۸ و ۱۹/۱ (تعداد گل) درصدی شد.

۳- نتایج این پژوهش نشان داد که افزایش میزان رس خاک باعث افزایش تعداد گل همیشه‌بهار و کاهش بهره‌وری فیزیکی آب‌شده است. به‌طورکلی کم آبیاری در هر سه بافت که در این پژوهش مورداستفاده قرارگرفته بود، منجر به کاهش رشد گیاه همیشه‌بهار و عملکرد گل آن نسبت به تیمار شاهد شده است.

۴- در این پژوهش تیمار بهینه برای حصول عملکرد گل و توسعه رشدی حداکثری، بافت سیلتی رسی + آبیاری به میزان ۱۰۰٪ ظرفیت زراعی بود.

شایان‌ذکر است که این گیاه علاوه بر مصرف دارویی و غذایی در فضای سبز شهری و به‌صورت زینتی نیز مورداستفاده قرار می‌گیرد. برای مصارف غیربهداشتی و خوراکی پیشنهاد می‌شود که اثرات آب‌های نامتعارف بر روی ماندگاری گل و عملکرد گل که دو فاکتور مهم در فضای سبز می‌باشد نیز در پژوهش‌های آتی مورد بررسی قرار گیرد.

دسترسی به داده‌ها

داده‌های استفاده شده (یا تولید شده) در این پژوهش در متن مقاله ارائه شده است.

References

Ahmadi, S. H., Andersen, M. N., Plauborg, F., Poulsen, R. T., Jensen, C. R., Sepaskhah, A. R. and Hansen, S. (2010). Effects of irrigation strategies and soils on field grown Potatoes: Gas exchange and xylem [ABA]. Agr. Water Manag., 97(10), 1486-1494.

Al-Obaidy, H., Karimian, Z. and Tehranifar, A. (2019). Application of superabsorbent and mulch on some traits of African Marigold

(Tagetes erecta) under irrigation intervals. J. Orna. plant., 9(3), 153-164.

Ananthaselvi, K., Selvi, S. T., Subramanian, S. and Chandrasekhar, C. N. (2019). Effect of chitosan on growth and yield of African marigold (Tagetes erecta L.) under drought induced stress condition. Int. J. Chem. Stu., 7(3), 3612-3615.

Ashraf, M. (2010). Inducing drought tolerance in plants: Recent advances. Biotechnol. Adv., 28(1), 169-183.

Azizi, A., Beheshti, F. and Sepehri Moghadam, H. (2015). The investigation of vermicompost organic fertilizer on some of physiological and qualitative traits of different varieties of Calendula officinalis L.under different levels of drought stress. J. Crop Prod., 8(2), 171-194 [In Persian].

Bahrampoor, M., Dehestani-Ardakani, M., Shirmardi, M. and Gholamnezhad, J. (2019). Effect of different substrates and nano potassium fertilizer on morpho-physiological characteristics of pot Marigold (Calendula officinalis L.) under drought stress. IRI. J. Horti. Sci. Tech., 20 (1), 65-78 [In Persian].

Dole, J. M. and Wilkins, H. F. (2005). Floriculture: Principales and species. 2nd editions. Published by Prentice Hall, USA. 595 pp.

Ebrahimi, M., Zamani, G. and Alizadeh, Z. (2017). A study on the effects of water deficit on physiological and yield-related traits of pot marigold (Calendula officinalis L IRI. J. Medic. Aromat. Plant. Res., 33(3), 492-508 [In Persian].

Farooq, M., Wahid, A., Kobayashi, N., Fujita, D. and Basra, S. M. A. (2009). Plant drought stress: effects, mechanisms and management. Agron. Sustain. Dev., 29(1), 185-212.

Hamrouni, I., Salah, H. and Marzouk, B. (2001). Effects of water-deficit on lipids of Safflower aerial parts. Phytochemistry, 58(2), 277-280.

Helali Soltanahmadi, F., Amerian, M., Ghiyasi, M. and Abasdokht, H. (2018). Effects of seed priming on yield, yield components, and concentration of mineral phosphorus under drought stress in Calendula officinalis L.. IRI. J. Medic. Aromat. Plant. Res., 34(4), 565-578 [In Persian].

Jafarzadeh, L., Omidi, H. and Bostani, A. (2013). Effect of drought stress and bio-fertilizer on flower yield, photosynthesis pigments and proline content of Marigold (Calendula officinalis L.). IRI. J. Medic. Aromat. Plant. Res., 29(3), 666-680 [In Persian].

Jafarzadeh, L., Omidi, H. and Bostani, A. (2014). The study of drought stress and Bio fertilizer of nitrogen on some biochemical traits of Marigold medicinal plant (Calendula officinalis L.). J. Plant Res., 27(2), 180-193 [In Persian].

Kalhor, M., Dehestani-Ardakani, M., Shirmardi, M. and Gholam Nezhad, J. (2019). Effect of different media cultures on physico-chemical characteristics of pot Marigold (Calendula officinalis L.) plants under salt stress. J. Plant Pro., 42(1), 89-102 [In Persian].

Khosravi Shakib, A., Rezaei Nejad, A., Khandan Mirkohi, A. and Kalate Jari, S. (2019). Vermicompost and manure compost reduce water-deficit stress in pot Marigold (Calendula officinalis L. cv. Candyman Orange). Compost Sci. Utiliz., 27(1), 61-68.

Khorasaninejad, S., Alizadeh Ahmadabadi, A. and Hemmati, K. (2018). The effect of humic acid on leaf morphophysiological and phytochemical properties of Echinacea purpurea L. under water deficit stress. Sci. Hortic. 239, 314-323.

Khorramdel, S., Gheshm, R., Amin Ghafori, A. and Esmaielpour, B. (2013). Evaluation of soil texture and superabsorbent polymer

impacts on agronomical characteristics and yield of Saffron. J. Saffron Res., 1(2), 120-135 [In Persian].

Khurana, E. and Singh, J. S. (2000). Influence of seed size on seedling growth of Albizia procera under different soil water levels. Ann. Bot., 86(6), 1185-1190.

Koocheki, A., Azizi, E., Siahmarguee, A. and Jahani Kondori, M. (2015). Investigation the effects of soil texture and density on corm characteristics and flower yield of Saffron (Crocus sativus L.). Agroecology, 6(3), 453-466 [In Persian].

Lal, P., Chhipa, B. R. and Kumar, A. (1993). Salt affected soil and crop production: a modern synthesis. Agro Botanical Publishers, LLC, India. 375 pp.

Moradi Marjane, E. and Goldani, M. (2011). Evaluation of different salicylic acid levels on some growth characteristics of pot Marigold (Calendula officinalis L.) under limited irrigation. Envi. Stress. Crop Sci., 4(1), 33-45 [In Persian].

Naderi, M. R., Nourmohammadi, G., Majidi, A., Darvish, F., Shirani-rad, A. H. and Madani, H. (2005). Evaluation of summer Safflower response to different intensities of drought stress in Isfahan region. IRI. J. Crop Sci., 7(3), 212-225 [In Persian].

Naderi, D., Amin, S. and Golparvar, A. R. (2018). Effect of Organic and Recycling Materials Application on Growth, Morphological and Qualitative Characteristics of Marigold (Calendula officinalis L.) as a Medicinal Plant. J. Plant Ecoph., 10(34), 218-226 [In Persian].

Pourghasemian, N. and Moradi, R. (2018). Assessing effect of drought stress and ascorbic acid application on some growth and bio-chemical parameters of Marigold (Calendula officinalis L). J. Plant Proc. Func., 6(19), 77-88 [In Persian].

Qadir, M. (2003). Agricultural water management in water starved countries: Challenges and opportunities. Agr. Water Manag., 62(3), 165-185.

Sarker, B. C., Hara, M. and Uemura, M. (2005). Proline synthesis, physiological responses and biomass yield of Eggplants during and after repetitive soil moisture stress. Sci. Hortic., 103(4), 387-402.

Scalia, R., Oddo, E., Saiano, F. and Grisafi, F. (2009). Effect of salinity a Puccinellellia distans (L.) Parl. treated with NaCl and foliarly applied glycine betaine. Plant Stress, 3(1), 49-54.

Topak, R., Acar, B., Uyanoz. R. and Ceyhan, E. (2016). Performance of partial root-zone drip irrigation for sugar beet production in a semi-arid area. Agr. Water Manag., 176, 180-190.

Zarrinabadi, I. G., Razmjoo. J., Mashhadi, A. A., Karimmojeni, H. and Tseng, T. M. (2019). Irrigation effect on yield and desirable metabolites of pot marigold (Calendula officinalis L.) genotypes. Hortic. Env. Biotech., 60(4), 467-478.

Research Paper

Investigating the Effects of Irrigation Levels on Marigold Growth and Yield Properties under Different Soil Texture

Saber Jamali[1], Hossein Banejad[2*], Abbas Safarizadeh Sani[3] and Sara Attaran[3]

[1]PhD Scholar, Department of Water Science and Engineering, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad (FUM), Mashhad, Iran
[2]Assoc. Professor, Department of Water Science and Engineering, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad (FUM), Mashhad, Iran
[3]M.Sc. Student, Department of Water Science and Engineering, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad (FUM), Mashhad, Iran

***Corresponding author:** banejad@um.ac.ir

Received: September 15, 2020 **Revised:** October 28, 2020 **Accepted:** November 04, 2020

Abstract

In order to investigate the effect of low irrigation on yield and yield components of Marigold in different soil textures, a factorial experiment was conducted in a completely randomized design in the research greenhouse of the Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad in 2018-2019 based on pot cultivation with 3 replications. The treatments studied in this research included four irrigation levels of 100, 85, 70 and 55% of field capacity and three soil textures including silty clay S1, clay loam S2 and sandy loam S3. The results showed a downward trend in changes in the number of flowers as one of the important components of flower yield due to deficit irrigation with a field capacity of 0.85, 0.70 and 0.55 and 7.7, 17.9 and 38.5%, respectively. The use of different soil textures led to a reduction in the number of flowers, lateral branches and leaves compared to the treatment with silty clay soil. From clay loam and silty clay texture compared to sandy loam led to a significant reduction in the number of flowers (26.2 and 38.1%), in the number of lateral branches (24.5 and 32.7%) and in number of leaves (14.8 and 19.1%). According to the results of this study, irrigation treatment of 85% FC and sandy loam soil texture can be considered for Marigold (*Calendula officinalis* L.) under greenhouse conditions.

Keywords: Deficit Irrigation; Flower Yield; Gitana Cultivar; Marigold; Water Physical Productivity.