نشریه علمی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، جلد پانزدهم، شماره ۳(۵۹)، پاییز ۱۴۰۰، صفحه ۳۹۲-۳۷۷

مقاله پژوهشی DOI: 10.30495/jcep.2021.687071

ارزیابی عملکرد و اجزای عملکرد بامیه (*Abelmoschus esculentus* L.) متاثر از فواصل آبیاری و تاریخ کاشت

سحر کیوان‌راد[۱]، حمید مدنی[۲*]، حسین حیدری شریف آباد[۳]، مجتبی محمودی[۴] و قربان نورمحمدی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۲/۴ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۰/۱/۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۲/۲۷

چکیده

تأثیر تیمارهای آبیاری و تاریخ‌های کاشت بر کلروفیل، قطر ساقه، عملکرد و اجزای عملکرد گیاه بامیه طی آزمایشی در بهار سال ۱۳۹۶ در منطقه کرج به‌صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی مورد بررسی قرار گرفت. تیمار فاصله آبیاری شامل آبیاری مطلوب (۸ روز یک‌بار)، کم آبیاری متوسط (۱۰ روز یک‌بار) و شدید (۱۲ روز یک‌بار) به‌عنوان فاکتور اصلی و سه تاریخ کاشت (۱۴ خرداد، ۲۸ خرداد و ۱۱ تیر سال ۱۳۹۶) به عنوان عامل فرعی بودند. نتایج نشان داد که دورهای آبیاری بر کلروفیل کل، محتوی آب نسبی، ارتفاع بوته، قطر ساقه، تعداد شاخه جانبی، تعداد برگ، طول میوه، قطر میوه، تعداد میوه، عملکرد تازه میوه و عملکرد خشک میوه معنی‌دار بودند. تاریخ کاشت بر صفات ارتفاع بوته، قطر ساقه، تعداد شاخه جانبی، تعداد برگ، تعداد میوه، عملکرد تر و خشک میوه تأثیر معنی‌داری داشت. بیشترین غلظت کلروفیل (۳/۶۸ میلی‌گرم در گرم وزن تر)، ارتفاع بوته (۱۰۰/۴ سانتی‌متر)، تعداد شاخه جانبی (۳/۱)، تعداد برگ (۲۴/۸ در بوته)، تعداد میوه (۱۰/۵ در بوته)، عملکرد تر میوه (۴۰۲۳ کیلوگرم در هکتار) و عملکرد خشک (۲۶۳۲ کیلوگرم در هکتار) در دور آبیاری ۸ روز یک‌بار به‌دست آمد. آبیاری ۱۲ روز یک‌بار سبب کاهش ۳۰/۴، ۲۱/۷، ۲۱/۳ و ۲۸/۴ درصدی به‌ترتیب در قطر ساقه، طول میوه، قطر میوه و عملکرد خشک میوه نسبت به آبیاری ۸ روز یک‌بار شد. بیشترین ارتفاع بوته (۹۹/۲ سانتی‌متر)، تعداد شاخه جانبی (۲/۵)، تعداد برگ (۲۳/۳ در بوته) و تعداد میوه (۹/۷۷ عدد در بوته) در تاریخ کاشت ۱۴ خرداد حاصل شد. بیشترین عملکرد تر میوه (۳۶۴۴ کیلوگرم در هکتار) در تاریخ کاشت ۲۸ خرداد به‌دست آمد. بر اساس نتایج، دور آبیاری ۸ روز یک‌بار برای حصول حداکثر عملکرد میوه و برای کوتاه شدن طول دوره کشت در منطقه کرج، تاریخ کاشت ۲۸ خرداد می‌تواند در تولید این گیاه مد نظر قرار گیرد.

واژگان کلیدی: دور آبیاری، عملکرد تر میوه، قطر میوه، کم‌آبی.

۱- دانشجوی دکترای، گروه علوم زراعی و باغی، دانشکده علوم کشاورزی و صنایع غذایی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

۲- دانشیار، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، واحد اراک، دانشگاه آزاد اسلامی، اراک، ایران.

۳- استاد، گروه علوم زراعی و باغی، دانشکده علوم کشاورزی و صنایع غذایی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

۴- استادیار پژوهش، بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی مازندران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ساری، ایران.

* نگارنده‌ی مسئول madani.au@yahoo.com

مقدمه

کم‌آبیاری از جمله عوامل محدود کننده تولید گیاهان زراعی در جهان به‌ویژه مناطق خشک و نیمه خشک نظیر ایران می‌باشد. همین محدودیت و هزینه‌های وابسته به آن (تأمین و انتقال آب)، باعث شده که میزان عملکرد نهایی گیاهان کاهش یابد (Keshavarz *et al*., 2018). کاشت گیاهان در تاریخ‌های کاشت مناسب و آبیاری به موقع از جمله اقدامات مؤثر برای افزایش بازدهی مصرف آبیاری و در نتیجه افزایش کارایی مصرف آب در هر منطقه است (Farjam *et al*., 2017).

بامیه با نام علمی (*Abelmoschus esculentus* L.) و نام انگلیسی Okra، گیاهی است یک‌ساله و بومی آمریکا، که دارای بوته‌ای با ساقه اصلی ضخیم که در بعضی از ارقام آن شاخه‌های فرعی زیادی تولید می‌کند. از آنجا که مصرف آب توسط این گیاه بالا است (Tarassoum, 2019)، برای دست‌یابی به عملکرد مطلوب، آب کافی و در تمام طول دوره رشد مورد نیاز است. بسته به نوع رقم، کمبود آب می‌تواند علاوه بر تأخیر در گلدهی، از تشکیل میوه در بامیه جلوگیری کند و باعث افت شدید عملکرد شود (Benchasri, 2012). در تحقیقی بر روی گیاه پنبه، با کاهش ۲۵ درصدی مقدار آب مصرفی، عملکرد محصول کاهش نیافت اما با کاهش ۵۰ درصد آب مصرفی، تنها ۱۵ درصد کاهش عملکرد مشاهده شد (Akbari Nodehi, 2011). محققان در آزمایشی بر روی بامیه با ۵ سطح آبیاری ۳، ۵، ۷، ۹ و ۱۱ روز گزارش کردند با افزایش دور آب آبیاری تا هفت روز، عملکرد افزایش پیدا کرد و بالاترین عملکرد خشک میوه (۲۸۴۱ کیلوگرم در هکتار) از آبیاری هر هفت روز یک‌بار به‌دست آمد (Anyaoha *et al*., 2015; Eisapour Nakhjiri *et al*., 2021). در تحقیق دیگر، بیشترین شاخص برداشت و عملکرد زیست توده در بامیه، در تیمار تامین کامل نیاز آبی به دست آمد (Ghannad *et al*., 2014a).

انتخاب تاریخ کاشت مناسب به علت استفاده حداکثر از منابع محیطی طی فصل رشد حایز اهمیت است. تاریخ کشت مناسب باعث بهره‌گیری بهینه از عوامل اقلیمی مانند درجه حرارت، رطوبت، طول روز و همچنین تطابق زمان گلدهی با درجه حرارت مناسب می‌گردد (Nazeri *et al*., 2018). از عوامل مهم تعیین‌کننده تاریخ کاشت مطلوب در هر منطقه می‌توان به درجه حرارت مناسب خاک جهت جوانه‌زنی، رشد رویشی کافی قبل از گلدهی و عدم برخورد زمان گلدهی با دمای بالا یا سرمای آخر فصل اشاره کرد (Nazeri *et al*., 2019; Zareei Siahbidi *et al*., 2021). تاریخ کاشت مناسب با تأثیر بر رشد، فعالیت‌های متابولیک و عملکرد ماده خشک گیاهان دارویی، تأثیر به‌سزایی بر عملکرد و ترکیبات دارویی گیاه دارد و شناخت مناسب‌ترین زمان کاشت برای هر منطقه در جهت ارتقای کمّی و کیفی محصول ضروری است (Emongor *et al*., 2006). با انتخاب تاریخ کاشت مناسب، مراحل مختلف نمو گیاه با شرایط مطلوب محیطی منطبق شده که این امر سبب افزایش راندمان فتوسنتز و در نتیجه ذخیره مطلوب مواد فتوسنتزی می‌گردد (Khatib *et al*., 2015). تأخیر زیاد در کاشت به علت کوتاهی دوره رشد گیاه و احتمال برخورد زمان گلدهی با درجه حرارت‌های نامناسب، اثرات نامطلوبی بر رشد و نمو گیاهان می‌گذارد (Faraji *et al*., 2006). محققین با بررسی تاثیر تاریخ کاشت گیاه بامیه دریافتند که تاریخ کاشت مطلوب باعث شروع به

موقع گلدهی شده و از همزمانی گلدهی با درجه حرارت بالا جلوگیری می‌کند (Bake *et al*., 2017). در بررسی تاثیر تاریخ کاشت روی گیاه بامیه، گزارش شد که با توجه به بروز سرمای زودرس در پاییز، کشت دیرهنگام توصیه نمی‌شود (Asadipour and Madani, 2017). در مطالعه‌ای بیشترین تعداد شاخه جانبی، شاخص سطح برگ، تعداد گل و وزن تر بامیه، دو هفته بعد از تاریخ کاشت مطلوب منطقه حاصل شد (Bake *et al*., 2014). نتایج پژوهش الحق و احمد (Elhag and Ahmad, 2014) روی گیاه بامیه نشان داد که میان وزن خشک زیست‌توده و تاریخ کاشت رابطه معنی‌داری وجود دارد و با تأخیر ده روز در زمان کاشت، وزن خشک گیاه کاهش می‌یابد. سینگ و همکاران (Singh *et al*., 2013) در مطالعه و بررسی اثر تاریخ کاشت بر عملکرد بامیه نشان دادند که بیشترین و کمترین عملکرد میوه به‌ترتیب در تاریخ‌های کاشت مطلوب منطقه و تأخیر کاشت ۲۰ روزه به‌دست آمد. پژوهشگران در شاهرود گزارش کردند که همبستگی مثبت و معنی‌داری بین عملکرد بامیه و میزان آب مصرفی وجود دارد. به‌علاوه، کمترین ارتفاع گیاه در تیمار آبیاری کامل و در تاریخ کاشت مناسب به‌دست آمد و بالاترین عملکرد میوه تر و عملکرد دانه در تیمار آبیاری کامل و تاریخ کاشت اول (هفته آخر اردیبهشت) با میانگین ۱۰۰۵۷ و ۳۰۱۴ کیلوگرم در هکتار بود (Ghannad *et al*., 2014b).

به‌علت محدودیت منابع آبی در مناطق خشک و نیمه خشک و از آنجا که تاریخ کاشت یکی از عوامل مهم در حصول عملکرد مطلوب هر گیاهی است و تاکنون تحقیقاتی در این زمینه بر روی گیاه بامیه در منطقه کرج انجام نگرفته است، این پژوهش با هدف تعیین مناسب‌ترین دور آبیاری و تاریخ کاشت در این منطقه انجام شد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور مطالعه تاثیر تاریخ کاشت و سطوح مختلف آبیاری بر عملکرد کمّی و کیفی گیاه بامیه آزمایشی در سال زراعی ۱۳۹۶ در منطقه کرج (۳۶ درجه و ۵۱ درجه شرقی و ۴۹ درجه ۳۵ دقیقه شمالی) انجام شد. میزان متوسط بارندگی، حداقل و حداکثر دما (جدول ۱)، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در جدول ۲ نشان داده شده است. آزمایش به‌صورت کرت‌های یک بار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. رژیم آبیاری شامل آبیاری مطلوب (۸ روز یک‌بار)، کم آبیاری متوسط (۱۰ روز یک‌بار) و شدید (۱۲ روز یک‌بار) به‌عنوان عامل اصلی و تاریخ کاشت شامل ۱۳۹۶/۳/۱۴، ۱۳۹۶/۳/۲۸ و ۱۳۹۶/۴/۱۱ به‌عنوان عامل فرعی گزینش شدند. کودهای شیمیایی لازم بر اساس نتایج آزمون خاک و توصیه کودی بخش تحقیقات آب و خاک مورد استفاده قرار گرفت. کود سولفات پتاسیم (۵۰ کیلوگرم در هکتار) به‌صورت پیش از کاشت و کود اوره (۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) در سه مرحله یک سوم همزمان با کاشت، یک سوم بعد از تنک کردن و یک سوم قبل از به گل رفتن به‌صورت سرک همزمان با آبیاری به مزرعه داده شد. عمق کاشت بذر ۲ سانتی‌متر و فاصله بذرها روی ردیف ۳۰ سانتی‌متر و فاصله میان ردیف‌ها ۶۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. فاصله میان کرت‌های فرعی، اصلی و بلوک‌ها به‌ترتیب ۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ سانتی‌متر لحاظ شد. هر کرت فرعی شامل ۵ خط کشت ۳ متری بود. آبیاری به‌صورت نوار تیپ پای بوته‌ها صورت گرفت. بذرها پس از رسیدن رطوبت خاک به حالت گاورو کشت و برای

حصول تراکم مناسب، در مرحله شش برگی تنک شدند. بذر بامیه کشت شده از نوع بومی منطقه (Celmson) بود. قبل از کاشت جهت پیش‌گیری از بیماری‌های خاکزی، بذرها با قارچ‌کش بنومیل به نسبت دو در هزار ضد عفونی شدند. طی دوره رشد چهار نوبت کنترل علف‌های هرز به‌صورت مکانیکی و با دست انجام گردید. همچنین در این دوره آفاتی نظیر کرم غوزه و برگخوار و همین‌طور ملخ مشاهده شد و سه نوبت با سمومی نظیر دیازینون و سایپرمترین مبارزه شیمیایی انجام گرفت. حجم آب مصرفی برای تاریخ کاشت اول (چهارده خرداد) در دورهای ۸، ۱۰ و ۱۲ روز یک بار به‌ترتیب ۹۲۱، ۷۴۲ و ۶۵۴ لیتر در متر مربع، برای تاریخ کاشت دوم (بیست و هشت خرداد) در دورهای ۸، ۱۰ و ۱۲ روز یک‌بار به ترتیب ۸۵۰، ۷۰۹ و ۶۱۰ لیتر در متر مربع و برای تاریخ کاشت سوم (یازده تیر) در دورهای ۸، ۱۰ و ۱۲ روز یک بار به‌ترتیب ۶۸۰، ۵۸۰ و ۴۹۵ لیتر در متر مربع بود.

با شروع گلدهی (هفته اول مهر)، میزان کلروفیل گیاه به‌صورت تخریبی و به روش آرنون و محتوای نسبی آب (Relative Water Content) اندازه‌گیری شدند. برای سنجش مقدار کلروفیل، ۰/۲ گرم از نمونه برگی در استون ۸۰ درصد ساییده شد. پس از صاف کردن به وسیله کاغذ صافی، جذب آنها در طول موج‌های ۶۴۷ و ۶۶۴ نانومتر خوانده شد. جهت صفر کردن دستگاه از استن ۸۰ درصد (محلول بلانک) استفاده شد. داده‌ها بر اساس رابطه ذیل محاسبه و ارایه گردید.

کلروفیل کل (mg g^{-1} FW)= ((Abs_{664}×7.04)+ (Abs_{647}×20.2)) × وزن نمونه/حجم استون

به‌منظور اندازه‌گیری محتوای نسبی آب برگ، ابتدا وزن تازه نمونه‌ها با ترازوی دیجیتال اندازه‌گیری شد. سپس نمونه‌ها ۲۴ ساعت در آب مقطر (در دمای آزمایشگاه) برای آبگیری قرار گرفت و دوباره وزن شد. پس از آن، نمونه‌ها به مدت ۴۸ ساعت و دمای ۷۲ درجه سلسیوس در آون قرار گرفتند. بعد از این مدت، وزت خشک آنها اندازه‌گیری شد و در نهایت با استفاده از رابطه زیر، محتوای نسبی آب برگ به‌دست آمد:

محتوای نسبی آب برگ (درصد)= (وزن تازه- وزن خشک) / (وزن آبگیری شده-وزن خشک)

تعداد دفعات برداشت میوه، ۱۰ بار و به فاصله هر دو روز یک‌بار بود. محصول هر بوته به طور جداگانه برداشت و بعد از انتقال به آزمایشگاه، تعداد میوه هر بوته، طول میوه، قطر میوه و وزن تر میوه اندازه‌گیری شد. وزن خشک میوه نیز پس از اینکه در مجاورت هوای آزاد و زیر سایه، خشک شد، مورد اندازه‌گیری قرار گرفت (Miri, 2006). در پایان فصل رشد (دو هفته اول آبان ماه)، عملیات برداشت پس از حذف ۲ ردیف کناری و نیم متر از ابتدا و انتهای هر کرت (به‌عنوان اثر حاشیه‌ای) و انتخاب ۱۰ بوته به‌طور تصادفی از هر کرت انجام و اندازه‌گیری صفاتی نظیر ارتفاع بوته، قطر ساقه اصلی، تعداد شاخه جانبی و تعداد برگ هر بوته به عمل آمد. کارایی مصرف آب عملکرد خشک میوه بر اساس نسبت عملکرد تولید شده به آب مصرف شده در واحد سطح محاسبه گردید. آنالیز آماری با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۲ انجام شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون حداقل تغییرات معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال پنج درصد محاسبه گردید.

نتایج و بحث

جدول تجزیه واریانس حاکی از آن بود که اثر دور آبیاری به جز کارایی مصرف آب عملکرد خشک میوه، تأثیر معنی‌داری در تمام صفات مورد بررسی داشت (جدول ۳). همچنین، تمام صفات مورد بررسی (به جز محتوای نسبی آب برگ، کلروفیل کل، طول میوه و قطر میوه) تحت تأثیر تیمار تاریخ کاشت اختلاف معنی‌داری داشتند (جدول ۳). برهمکنش سطوح تیمار دور آبیاری و تاریخ کاشت در هیچ کدام از صفات مورد بررسی تفاوت معنی‌داری ایجاد نکرد (جدول ۳).

محتوای نسبی آب برگ و کلروفیل کل: دورهای آبیاری اثر معنی‌داری بر محتوای نسبی آب برگ داشتند به‌طوری‌که، بیشترین میزان این صفت در آبیاری ۸ روز یک‌بار (۷۱/۷ درصد) و کمترین آن در آبیاری ۱۲ روز یک‌بار (۵۵/۸ درصد) به‌دست آمد (جدول ۴). بین آبیاری ۱۰ و ۱۲ روز یک‌بار تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. بسیاری از محققان معتقدند که کاهش میزان محتوای نسبی آب برگ در اثر تنش کم‌آبی به علت کاهش میزان رطوبت خاک و بسته شدن روزنه‌ها می‌باشد که در نتیجه از اتلاف آب جلوگیری می‌کند. بیشترین کلروفیل کل در دور آبیاری هر ۸ روز یک‌بار (۳/۶۸ میلی‌گرم در گرم وزن تر) به‌دست آمد (جدول ۴). افزایش دور آبیاری باعث کاهش معنی‌دار کلروفیل کل برگ شد. به‌طوری‌که کمترین میزان کلروفیل کل برگ (۲/۶۵ میلی‌گرم در گرم وزن تر) در تیمار هر ۱۲ روز آبیاری به‌دست آمد که نسبت به تیمار برتر، ۳۰/۴۳ درصد کمتر بود. به نظر می‌رسد در دور آبیاری بالاتر، گیاه با تنش خشکی مواجه شده است. احتمالاً گیاه با افزایش فعالیت آنزیم کلروفیلاز و تجزیه کلروفیل، از تولید رادیکال‌های آزاد در چرخه فتوسنتز جلوگیری کرده است. گزارش شده که تنش خشکی تأثیر مستقیم بر کاهش میزان کلروفیل برگ گیاه دارد (Keshavarz *et al*., 2018). با توجه به اینکه محتوی نسبی آب برگ به‌طور مستقیم بیان کننده وضعیت آبی در گیاهان است، عدم تفاوت معنی‌دار این صفت تحت تأثیر تاریخ کاشت حاکی از پایداری و مقاومت این گیاه نسبت به شرایط و تغییرات دمایی در مراحل مختلف رشدی خود است.

ارتفاع بوته و قطر ساقه: بیشترین ارتفاع بوته در دور آبیاری هر ۸ روز یک‌بار (۱۰۰/۴ سانتی‌متر) به‌دست آمد (جدول ۴). افزایش دور آبیاری باعث کاهش معنی‌دار ارتفاع بوده شد. به طوری‌که دورهای آبیاری ۱۰ و ۱۲ روز یک‌بار (۷۶/۲ و ۸۴/۰ سانتی‌متر) نسبت به دور آبیاری ۸ روز یک‌بار، به‌ترتیب ۲۴/۱ و ۱۶/۳ درصد ارتفاع بوته کمتری داشتند (جدول ۴). همچنین، تأخیر دو و چهار هفته‌ای در کاشت، باعث کاهش ۱۶ و ۲۱ درصدی و معنی‌دار در ارتفاع بوته نسبت به تاریخ کاشت معمول منطقه شد (جدول ۴). این در حالی بود که بین تأخیر دو و چهار هفته‌ای در کاشت، تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. بیشترین قطر ساقه در دور آبیاری ۸ روز یک‌بار (۱۶/۷ میلی‌متر) به‌دست آمد (جدول ۴). اگر چه افزایش دور آبیاری از ۸ روز به ۱۰ روز یک‌بار باعث کاهش (۲۱/۵ درصدی) قطر ساقه شد اما دور آبیاری هر ۱۲ روز یک‌بار باعث افزایش دوباره قطر ساقه شد به‌طوری‌که نسبت به آبیاری هر ۱۰ روز یک‌بار، ۱۱/۴ درصد بیشتر بود (جدول ۴). تاریخ کاشت معمول منطقه (۱۴ خرداد)، بیشترین قطر ساقه را دارا بود (۱۶/۳ میلی‌متر) درحالی‌که تأخیر در کاشت باعث کاهش قطر ساقه اصلی گیاه شد و

کمترین قطر ساقه (۱۳/۵ میلی‌متر) در تاریخ کاشت سوم (۱۱ تیر) با ۱۷ درصد کاهش نسبت به تاریخ کاشت اول به‌دست آمد (جدول ۴). افزایش فاصله آبیاری و تنش کم‌آبی حاصل از آن، با تأثیری که روی کاهش رنگدانه‌ای فتوسنتزی و جذب آب و مواد معدنی (Bhandari *et al*., 2018) می‌گذارد سبب کاهش آماس سلولی و در نتیجه کاهش تقسیمات سلولی می‌شود که در نهایت موجب کاهش ارتفاع بوته و قطر ساقه گردید. در آزمایشی روی گیاه بامیه و اثر سطوح تنش کم‌آبی گزارش شده است که بیشترین ارتفاع بوته در شرایط بدون تنش به دست آمد (Ghannad *et al*., 2014a). کاهش ارتفاع بوته در کشت دیرهنگام، احتمالاً به علت برخورد با گرما و کوتاه‌تر شدن دوره رشد رویشی گیاه باشد که کاهش ارتفاع بوته و قطر ساقه را به همراه داشته است (Mohammadi *et al*., 2011). در بررسی مناسب‌ترین تاریخ کاشت گیاه بامیه، تأخیر در کاشت موجب کاهش ارتفاع بوته و قطر ساقه شد (Miri, 2006).

تعداد شاخه جانبی و تعداد برگ: بیشترین تعداد شاخه جانبی (۳/۱۰ عدد در بوته) در دور آبیاری هر ۸ روز یک‌بار به‌دست آمد که نسبت به آبیاری ۱۰ و ۱۲ روز یک‌بار، در حدود ۳۳/۵ درصد بیشتر بود (جدول ۴). افزایش دور آبیاری از ۱۰ به ۱۲ روز تفاوت معنی‌داری در تعداد شاخه جانبی ایجاد نکرد. تأخیر در کاشت نیز باعث کاهش تعداد شاخه جانبی در بوته شد. به‌طوری‌که، بیشترین تعداد شاخه جانبی (۲/۵ عدد در بوته) در تاریخ کاشت معمول منطقه حاصل شد که نسبت به دوم و سوم، حدود ۱۰ درصد بیشتر بود، اگرچه تاریخ کاشت دوم و سوم از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند (جدول ۴). بیشترین تعداد برگ در بوته (۲۴/۸) در دور آبیاری ۸ روز یک‌بار مشاهده شد (جدول ۴). افزایش دور آبیاری (۱۰ و ۱۲ روز یک‌بار) منجر به کاهش تعداد برگ در بوته شد به‌نحوی‌که که کمترین تعداد برگ در بوته در دورهای آبیاری ۱۰ و ۱۲ روز یک‌بار (به‌ترتیب با ۱۷/۸ و ۱۸/۸) به‌دست آمد که نسبت به آبیاری هر ۸ روز یک‌بار، به‌ترتیب کاهش ۲۸ و ۲۴ درصدی داشتند. بیشترین تعداد برگ در تاریخ کاشت اول (۲۳/۳) به‌دست آمد (جدول ۴). تأخیر در کاشت موجب کاهش تعداد برگ شد اما بین تاریخ کاشت دوم و سوم تفاوت معنی‌داری در تعداد برگ مشاهده نشد.

از آنجا که برگ عامل جذب تشعشع فتوسنتزی توسط گیاه است، بنابراین، چنین برمی‌آید که میزان آبیاری باعث افزایش تعداد برگ و بهبود اجزای عملکرد از جمله افزایش تعداد شاخه جانبی شده است که در نهایت، منجر به افزایش عملکرد میوه می‌گردد. نتایج برخی دیگر از بررسی‌ها نیز تأیید کننده تأثیر مثبت آبیاری بر خصوصیات رویشی گیاهان مختلف می‌باشد (Khodabin *et al*., 2020; Keshavarz *et al*., 2018). در همین راستا، گزارش شده که با افزایش آبیاری، خصوصیات برگ بامیه از جمله شاخص سطح برگ بهبود یافت (Naveed *et al*., 2009). تأخیر در کاشت منجر به کاهش تعداد برگ شد به‌طوری‌که تاریخ کاشت دوم و سوم نسبت به تاریخ کاشت اول، کاهشی تقریباً ۱۸ درصدی داشت. نظر به این‌که گیاهان کاشته شده در تاریخ‌های مختلف کاشت از نظر طول فصل رشد، شرایط فتوپریود، دما و رطوبت قابل دسترس با یکدیگر متفاوت هستند، کشت در تاریخ‌های مختلف باعث بروز تغییرات مورفولوژیک و

فیزیولوژیک در گیاه و بروز نوسانات در عملکرد آنها خواهد شد. برخی از محققین در آزمایش‌های انجام شده در مورد اثر تاریخ کاشت بر ارقام کلزا، کشت‌های تأخیری را منجر به کاهش ارتفاع و تعداد شاخه در بوته دانسته‌اند و کاشت به موقع به دلیل حداکثر استفاده مطلوب از شرایط محیطی منجر به افزایش ارتفاع، سطح برگ و تعداد شاخه در بوته شده است (Bake *et al*., 2017). برخی از پژوهشگران زمان کاشت را بر سرعت رویش، گسترش و توسعه برگ و ساقه و عملکرد نهایی تاثیرگذار دانستند و کشت‌های تأخیری را منجر به کاهش طول دوره رشد و تجمع ماده خشک در برگ و ساقه و کاهش عملکرد عنوان کردند (Mir *et al*., 2011; Salih, 2019).

طول میوه و قطر میوه: بیشترین طول میوه (۱۵/۶ سانتی‌متر)، در دور آبیاری ۸ روز یک بار به‌دست آمد (جدول ۴). افزایش دور آبیاری باعث کاهش طول میوه شد به‌نحوی‌که آبیاری ۱۰ و ۱۲ روز یک‌بار، کاهشی ۱۵ و ۲۱ درصدی نسبت به آبیاری ۸ روز یک‌بار داشت (جدول ۴). با افزایش دور آبیاری، قطر میوه روند کاهشی داشت به‌طوری‌که بیشترین قطر میوه (۲۲/۵ میلی‌متر) در آبیاری ۸ روز یک‌بار به‌دست آمد (جدول ۴) و کمترین قطر میوه (۱۹/۰۳ و ۱۷/۷ میلی‌متر) به ترتیب در آبیاری ۱۰ و ۱۲ روز یک‌بار حاصل شد که نسبت به تیمار برتر، کاهش ۱۵/۴ و ۲۱/۳ درصدی داشت (جدول ۴). عامل اصلی کاهش طول میوه بامیه در دورهای بالاتر آبیاری، عدم وقوع حداکثر پتانسیل رشدی میوه‌ها در نتیجه تأخیر در مرحله رشد میوه و کاهش فراهمی مواد پرورده جهت رشد میوه به علت کم‌آبی بود. بر اساس گزارش‌های عبدالفتاح و همکاران (Abd El-Fattah *et al*., 2020) در مقایسه تیمارهای تنش کم‌آبی با تیمار آبیاری مطلوب، بالاترین میانگین طول میوه در تیمارهای بدون تنش مشاهده شد البته تیمارهای تحت تنش ملایم رطوبتی اختلاف معنی‌داری با تیمار شاهد نداشتند. تاراسوم (Tarassoum, 2019) نیز تاثیر منفی تنش کمبود آب بر طول میوه بامیه را گزارش نمود. نتایج پژوهشی نشان داد که یکی از عوامل اصلی کاهش قطر میوه بامیه در دورهای بالاتر آبیاری، تأخیر در مرحله رشد میوه به علت عدم وجود رطوبت کافی و کاهش مواد پرورده عنوان شده است (Benchasri, 2012). گزارش شده که تنش کم آبیاری با کاهش نمو دانه در قسمت‌های وسط و پایان میوه، باعث کوچک شدن قطر میوه شد (Abd El-Kader *et al*., 2010).

تعداد میوه: با افزایش دور آبیاری، تعداد میوه کاهش یافت به نحوی‌که، بیشترین و کمترین تعداد میوه به‌ترتیب در آبیاری هر ۸ و ۱۲ روز یک‌بار (۱۰/۵ و ۷/۷ میوه در بوته) به‌دست آمد (جدول ۴). اگرچه بین دو آبیاری ۱۰ و ۱۲ روز یک‌بار، تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. تأخیر در کاشت گیاه بامیه، باعث کاهش (۱۷ درصد) تعداد میوه در بوته نسبت به کشت به موقع شد (جدول ۴) و از ۹/۷۷ میوه در بوته در تاریخ کاشت اول به ۸/۱۱ میوه در بوته در تاریخ کاشت سوم رسید. اگرچه بین تاریخ کاشت دوم و سوم، تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. کمبود آب در مرحله گلدهی، تشکیل آغازه‌های گل را به تأخیر می‌اندازد (Abd El-Fattah *et al*., 2020) و نیز سبب افزایش درصد گل‌های عقیم و ریزش گل‌ها و میوه و در نهایت باعث کاهش تعداد میوه می‌گردد. کاهش تعداد گل در تیمار کشت دیرهنگام در کلزا توسط ناظری و همکاران (Nazeri *et al*., 2018) گزارش شده است که علت آن را اختلال در

گرده‌افشانی، تشدید پدیده عقیمی و افزایش درصد سقط جنین، به علت همزمانی مرحله زایشی گیاه با درجه حرارت‌های بالا عنوان کردند.

عملکرد تر و خشک میوه: افزایش دور آبیاری و در واقع تنش کم‌آبی باعث کاهش عملکرد تر و خشک میوه بامیه شد (جدول ۴). همچنین، با توجه به نتایج به‌دست آمده، بیشترین (۴۰۲۳ کیلوگرم در هکتار) و کمترین (۲۹۳۶ کیلوگرم در هکتار) عملکرد تر میوه، به‌ترتیب در دورهای آبیاری ۸ و ۱۲ روز یک‌بار به‌دست آمد (جدول ۴). بیشترین وزن تر میوه (۳۶۴۴ کیلوگرم در هکتار)، در تاریخ کاشت دوم (۱۱ تیمار ماه) به‌دست آمد اما با تاریخ کاشت معمول منطقه تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۴). کمترین وزن تر میوه (۳۲۱۷ گیلوگرم در هکتار) در تاریخ کاشت سوم (۱۴ خرداد) حاصل شد. با افزایش دور آبیاری از ۸ به ۱۲ روز، عملکرد خشک میوه کاهش داشت به‌نحوی‌که بیشترین (۲۶۳۲ کیلوگرم در هکتار) و کمترین (۱۸۲۲ کیلوگرم در هکتار) عملکرد خشک میوه در دور آبیاری ۸ و ۱۲ روز یک‌بار به‌دست آمد (جدول ۴). عملکرد خشک میوه به‌دست آمده در دور آبیاری ۱۲ روز از لحاظ آماری، تفاوتی با دور آبیاری ۱۰ روز یک‌بار نداشت. نتایج نشان داد کشت در ۱۴ خرداد و ۱۱ تیر ماه، به‌ترتیب بیشترین (۲۳۷۷ کیلوگرم در هکتار) و کمترین (۲۰۲۷ کیلوگرم در هکتار) عملکرد خشک میوه تولید شد (جدول ۴). اگرچه، بین تاریخ کاشت اول و دوم تفاوت آماری مشاهده نشد. عدم وجود اثر معنی‌دار بر برهمکنش دو تیمار نشان دهنده این است که عملکرد میوه تحت تأثیر تاریخ کاشت (در هر سطح از آبیاری) روند یکسانی را طی کرده است. از طرف دیگر، کاهش عملکرد میوه بامیه تحت تأثیر تاریخ کاشت ناشی از کاهش تعداد میوه در بوته و نه اندازه میوه بود (جدول ۴). در واقع می‌توان نتیجه گرفت که بامیه ظرفیت تولید زایشی خود را بر مبنای تعداد مخزن (تعداد میوه) و نه ظرفیت مخزن (اندازه میوه) تعیین می‌کند. در نهایت می‌توان کاهش عملکرد بامیه در تاریخ کاشت تأخیری را به کاهش میوه در بوته که خود ناشی از کاهش رشد (نمود یافته در ارتفاع بوته و تعداد برگ) است، نسبت داد. برای تولید مطلوب میوه بامیه نیاز است که گیاه در طی مراحل زایشی و تولید میوه با دمای بالا که از رشد رویشی و زایشی گیاه جلوگیری می‌کند، مواجه نشود. در کشت دیر هنگام، پر شدن میوه‌ها زمانی واقع می‌شود که درجه حرارت محیط بالا بوده و گرمای زیاد مانع از پر شدن منبع‌ها می‌شود در نتیجه میزان مواد متابولیکی ذخیره‌ای با تشدید تنفس کاهش خواهد یافت. در این شرایط تعداد زیادی از میوه‌ها ریزش می‌کند (Fallah *et al*., 2012) که در نهایت باعث کاهش عملکرد میوه خواهد شد. در این رابطه بیان شده که تأخیر در کاشت باعث کاهش رشد رویشی گیاه و در نتیجه کاهش مواد فتوسنتزی قابل انتقال به غلاف در طی مرحله نمو آنها می‌شود که با کاهش عملکرد دانه همراه است (Tobe *et al*., 2013).

کارایی مصرف آب عملکرد خشک میوه: نتایج جدول تجزیه واریانس حاکی از آن بود که کارایی مصرف آب عملکرد خشک میوه تنها تحت تأثیر سطوح تاریخ کاشت قرار گرفت (جدول ۳). بر این اساس، بیشترین کارایی مصرف آب عملکرد خشک میوه در تاریخ‌های کاشت ۲۸ خرداد و ۱۱ تیر به‌ترتیب با ۰/۳۲ و ۰/۳۴ گرم در لیتر آب مصرفی به‌دست آمد که هر دو در گروه آماری برتر بودند. تاریخ کاشت اول (۱۴ خرداد) با میانگین

۰/۲۹ گرم در لیتر آب مصرفی، کمترین کارایی مصرف آب را دارا بود که نسبت به دو تیمار دیگر در حدود ۱۲ درصد کمتر بود. در تاریخ کاشت دوم و سوم به علت کمتر بودن طول دوره رشد و کاهش آب مصرفی، اگرچه افت عملکرد خشک میوه مشاهده گردید (جدول ۴) اما این افت عملکرد کمتر از کاهش مصرف آب بود که خود منجر به افزایش کارایی مصرف آب شد. عینی نرگسه و همکاران (Eyni Nargeseh *et al.*, 2019) و خدابین و همکاران (Khodabin *et al.*, 2020) گزارش کردند که کارایی مصرف آب در کلزا با اعمال قطع آبیاری به‌طور معنی‌داری افزایش داشت.

نتیجه‌گیری کلی

به‌طورکلی، صفات مورد بررسی پاسخ‌های متفاوتی به تنش‌کم آبی حاصل از افزایش دور آبیاری و تاریخ کاشت نشان دادند. آبیاری هر ۸ روز یک‌بار بیشترین غلظت کلروفیل کل، ارتفاع بوته، قطر ساقه، تعداد شاخه جانبی، تعداد برگ، طول میوه، قطر میوه، تعداد میوه، و عملکرد میوه داشت. از طرفی، در تاریخ کاشت اول (۱۴ خرداد) احتمالاً به دلیل طولانی‌تر بودن فصل رشد، بیشترین ارتفاع بوته، قطر ساقه، تعداد شاخه جانبی، تعداد برگ و تعداد میوه حاصل شد. بر اساس نتایج به‌دست آمده و با توجه به شرایط اقلیمی منطقه، دور آبیاری ۸ روز یک‌بار برای حصول حداکثر عملکرد میوه و همچنین، جهت کوتاه شدن طول دوره کشت، کاهش هزینه تولید و صرفه جویی در مصرف آب، تاریخ ۲۸ خرداد برای کشت گیاه در منطقه کرج می تواند مورد نظر قرار گیرد.

جدول ۱- میانگین حداقل دما، حداکثر دما و میزان بارندگی در طی دوره رشد.

Table 1- The minimum and maximum average temperature and precipitation in growth period

سال ۱۳۹۶ Year 2017	ماه Month					
	June	July	August	September	October	November
متوسط حداقل Average minimum temperature (◦C)	20.5	23.8	21.9	15.8	10.3	8.6
متوسط Average maximum temperature (◦C)	28.1	35.6	33.5	26.7	19.8	14.2
متوسط دما Average air temperature (◦C)	24.3	29.7	27.7	21.2	15.0	11.4
بارندگی Rain (mm)	0	0	0	0	2.8	3.5

جدول ۲- تجزیه فیزیکی-شیمیایی خاک

Table 2- Soil physic-chemical analysis

عمق نمونه‌برداری Depth cm	بافت خاک Soil texture	پتاسیم Potassium Available (mg kg^{-1})	فسفر Phosphorous Available (mg kg^{-1})	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی Electrical conductivity (dS m^{-1})	کربن آلی Organic carbon (%)	نیتروژن کل Total nitrogen (%)
0-40	Sandy-loam	225	35	6.96	0.82	0.39	0.031

جدول ۳- تجزیه واریانس صفات کلروفیل، محتوی نسبی آب برگ، عملکرد، اجزاء عملکرد و کارایی مصرف آب عملکرد خشک میوه در گیاه بامیه تحت تأثیر تیمارهای دور آبیاری و تاریخ کاشت

Table 3- Analysis of variance of total chlorophyll, relative water content, yield, yield components and dry fruit yield water use efficiency of okra in irrigation round and sowing date treatments

منابع تغییر S.O.V.	درجه آزادی df	کلروفیل کل Total chlorophyll	محتوای نسبی آب Relative water content	ارتفاع بوته Plant height	قطر ساقه Stem diameter	تعداد شاخه جانبی No. of branch	تعداد برگ No. of leaf
بلوک Block	2	0.011 ns	54.3 ns	100.3 ns	2.81 ns	0.06 ns	1.39 ns
آبیاری Irrigation	2	3.03 **	736.7 *	1376.4 *	29.01 **	3.24 **	128.002 *
خطای اصلی Main Error	4	0.16	81.2	123.7	0.60	0.02	9.9
تاریخ کاشت Sowing date	2	0.05 ns	78.1 ns	1073.4 **	17.8 **	0.22 *	54.66 **
آبیاری × تاریخ کاشت Irrigation×sowing date	4	0.064 ns	45.8 ns	85.5 ns	0.92 ns	0.04 ns	4.21 ns
خطای باقیمانده Sub-error	12	0.11	65.9	96.9	1.48	0.04	6.4
ضریب تغییرات C.V. (%)		11.1	13.2	11.3	8.1	8.3	12.3

ns، *و **: به‌ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.

ns, * and **: non-significant, significant at probability levels 5 and 1%, respectively.

ادامه جدول ۳-

Table 3- Continued

منابع تغییر S.O.V.	درجه آزادی df	طول میوه Fruit length	قطر میوه Fruit diameter	تعداد میوه No. of fruit	عملکرد تر میوه Fresh fruit yield	عملکرد خشک میوه Dry fruit yield	کارایی مصرف آب عملکرد خشک میوه Dry fruit yield water use efficiency
بلوک Block	2	0.21 ns	2.81 ns	1.37 ns	148959 ns	40181 ns	0.0008 ns
آبیاری Irrigation	2	27.49 *	56.69 **	20.03 *	2656903 **	1322114 **	0.005 ns
خطای اصلی Main Error	4	2.15	0.58	1.98	51525	48203	0.0011
تاریخ کاشت Sowing date	2	1.79 ns	8.17 ns	6.48 *	473159 *	277670 *	0.0067 *
آبیاری × تاریخ کاشت Irrigation×sowing date	4	2.38 ns	2.01 ns	0.59 ns	114292 ns	1859 ns	0.00031 ns
خطای باقیمانده Sub-error	12	1.11	5.65	0.94	101431	52046	0.0009
ضریب تغییرات C.V. (%)		7.71	12.02	10.97	9.15	10.3	9.8

ns، *و **: به‌ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.

ns, * and **: non-significant, significant at probability levels 5 and 1%, respectively.

جدول ۴- مقایسه میانگین اثرات اصلی دور آبیاری و تاریخ کاشت بر کلروفیل کل، محتوی نسبی آب برگ عملکرد، اجزاء عملکرد و کارایی مصرف آب عملکرد خشک میوه در گیاه بامیه (*Abelmoschus esculentus* L.)

Table 4- Main effect of irrigation round and sowing date treatments on total chlorophyll, relative water content, yield, yield components and dry fruit yield water use efficiency of okra (*Abelmoschus esculentus* L.)

دور آبیاری Irrigation round	کلروفیل کل Total chlorophyll (mg g^{-1} FW)	محتوای نسبی آب Relative water content (%)	ارتفاع بوته Plant height (cm)	قطر ساقه Stem diameter (mm)	تعداد شاخه جانبی No. of branch	تعداد برگ No. of leaf	طول میوه Fruit length (cm)	قطر میوه Fruit diameter (mm)	تعداد میوه No. of fruit	عملکرد تر میوه Fresh fruit yield (Kg ha^{-1})	عملکرد خشک میوه Dry fruit yield (Kg ha^{-1})
دور آبیاری ۸ روز یک بار Irrigation interval of 8 days	3.68 a	71.7 a	100.4 a	16.7 a	3.10 a	24.8 a	15.6 a	22.5 a	10.5 a	4023 a	2632 a
دور آبیاری ۱۰ روز یک بار Irrigation interval of 10 days	2.86 b	56.3 b	76.2 b	13.1 c	2.07 b	17.8 b	13.2 b	19.03 b	8.2 b	3478 b	2120 b
دور آبیاری ۱۲ روز یک بار Irrigation interval of 12 days	2.56 c	55.8 b	84.0 b	14.8 b	2.05 b	18.8 b	12.2 b	17.7 c	7.7 b	2936 c	1882 b

تاریخ کاشت Sowing date	ارتفاع بوته Plant height (cm)	قطر ساقه Stem diameter (mm)	تعداد شاخه جانبی No. of branch	تعداد برگ No. of leaf	تعداد میوه No. of fruit	عملکرد تر میوه Fresh fruit yield (Kg ha^{-1})	عملکرد خشک میوه Dry fruit yield (Kg ha^{-1})	کارایی مصرف آب عملکرد خشک میوه Dry fruit yield water use efficiency (g L^{-1})
۱۳۹۶/۳/۱۴ 4th June	99.2 a	16.3 a	2.5 a	23.3 a	9.77 a	3576 a	2377 a	0.29 b
۱۳۹۶/۳/۲۸ 18th June	83.0 b	14.8 b	2.2 b	19.02 b	8.66 b	3644 a	2228 ab	0.32 a
۱۳۹۶/۴/۱۱ 2th July	78.4 b	13.5 b	2.3 b	19.1 b	8.11 b	3217 b	2027 b	0.34 a

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، با استفاده از آزمون LSD فاقد اختلاف آماری معنی‌داری در سطح ۵ درصد می‌باشند.

Values within the each column and followed by the same letter are not different at $P \leq 0.05$ by LSD test.

References منابع مورد استفاده

- Abd El-Fattah, B.E.S., A.G., Haridy, and H.S. Abbas. 2020. Response to planting date, stress tolerance and genetic diversity analysis among okra [*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench.] varieties. *Genetic Resources Crop Evolution*. 67:831-851.
- Abd El-Kader, A.A., S.M. Shaaban, and M.S. Abd El-Fattah. 2010. Effect of irrigation levels and organic compost on okra plants (*Abelmoschus esculentus* L) grown in sandy calcareous soil. *Agricultural Biology Journal of North America*. 1: 225-231.
- Akbari Nodehi, D. 2011. The effect of different water quantities on yield, water use efficiency and cotton yield function in Mazandaran province, Iran. *Journal of Sustainable Agriculture and Production Science*. 21(1): 103-111. (In Persian).
- Anyaoha, C.O., U. Orkpeh, and T.A. Fariyike. 2015. The effects of drought stress on flowering and fruit formation of five okra genotyes in south-west Nigeria. *Continental Journal of Agricultural Science*. 9: 28-33.
- Asadipour, A., and H. Madani. 2017. The effects of irrigation and sowing date on the quantitative traits of okra (*Abelmoschus esculentus* L.). *International Journal of Farming and Allied Sciences*. 3(5): 497-501.
- Bake, I.D., B.K. Singh, A.K. Singh, D.P. Moharana, and A.K. Maurya. 2014. Impact of planting distances and sowing dates on yield attributing traits of okra [*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench] cv. Kashi Pragati. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 6(7): 4112-4125.
- Bake, I.D., B.K. Singh, A.K. Singh, D.P. Moharana, and A.K. Maurya. 2017. Effect of sowing dates and planting distances on quantitative attributes of okra [*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench] cv. Kashi Pragati. *The Pharma Innovation Journal.* 6(12): 142-148.
- Benchasri, S. 2012. Okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench) as a valuable vegetable of the world. *Field Vegetable and Crop Research.* 49: 105-112.
- Bhandari, B., J. Shrestha, and M.P. Tripathi. 2018. Productivity of maize (*Zea mays* L.) as affected by varieties and sowing dates. *International Journal of Applied Biology.* 2(2): 13-19.
- Eisapour Nakhjiri, S., M. Ashouri, S.M. Sadeghi, N. Mohammadian Roushan, and M. Rezaei. 2021. The effects of different irrigation regimes and N fertilizer on yield, yield components and the content of micronutrients in brown and white rice (cv. Hashemi and Gilaneh). *Journal of Crop Ecophysiology*. 15(58): 193-210.
- Elhag, A.Z., and A.A. Ahmad. 2014. Effect of cultivar and sowing date on okra [*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench] seed yield. *Universal Journal of Applied Science*. 2(3): 64-67.
- Emongor, V.E., J.A. Chweya, and R.M. Munavu. 2006. Effect of nitrogen and phosphorus on the essential oilyield and quality of chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) flowers. *Crop Sciences.* 12(1): 12-19.
- Eyni Nargeseh, H., M. Aghaalikhani, A.H. Shirani Rad, A. Mokhtasi-Bidgoli, and S.A.M. Modares-Sanavy. 2019. Response of new genotypes of rapeseed (*Brassica napus* L.) to late season withholding irrigation under semi-arid climate. *Journal of Plant Productions* (*Scientific Journal of Agriculture*). 41(4): 55-68. (In Persian).

- Fallah Haki, M.H., A.R. Yadavi, M. Movahedi Dehnavi, and M. Bonyadi. 2012. Effect of planting date on physiologic and morphologic characteristics of four canola cultivars in Yasooj. *Journal of Crop Production and Processing*. 2(4): 53-65. (In Persian).
- Faraji, A., M. Latifi, A. Aghajani, and K. Rahnama. 2006. Effects of some agronomy factors on phonology stage, vegetative characters and incidence of Scleroti niastem root in two genotypes of canola in Gonbad area. *Journal of Agriculture and Natural Resources.* 13: 56-68 (In Persian).
- Farjam, S., A. Siosemardeh, H. Kazemi-Arbat, M. Yarnia, and A. Rokhzadi. 2017. Effects of ascorbic and salicylic acid foliar application on physiological traits of two chickpea cultivars (*Cicer arietinum* L.) under drought stress conditions. *Iranian Journal of Pulses Research.* 9(1): 99-117. (In Persian).
- Ghannad, M., H. Madani, and H. Hasanpour-Darvishi. 2014a. Effects of different sowing times, irrigation intervals and sowing methods on okra (*Abelmoschus esculentus* L. Moench). *International Journal of Farming and Allied Sciences*. 3 (6): 683-689
- Ghannad, M., H. Madani, and H.H. Darvishi. 2014b. Responses of okra crop to sowing time, irrigation interval and sowing methods in Shahrood region. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*. 7(10): 676-682.
- Keshavarz, H., S.A.M. Modares-Sanavy, and M. Mahdipour-Afra. 2018. Organic and chemical fertilizer affected yield and essential oil of two mint species. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*. 21(6): 1674-1681.
- Khatib, F., B. Torabi, and A. Rahimi. 2015. Assessing the effect of planting date on safflower cultivars growth and seed yield in Rafsanjan condition. *Iranian Journal of Field Crops Research.* 13(2): 316-317. (In Persian).
- Khodabin, G., Z. Tahmasebi-Sarvestani, A.H. Shirani Rad, S.A.M. Modarres-Sanavy, and E. Bakhshandeh. 2020. The Effect of withholding irrigation and foliar application of Zn and Mn on yield and eco-physiological characteristics of rapeseed (*Brassica napus* L.). *Iranian Journal of Field Crops Research.* 18(1): 85-100. (In Persian)
- Mir, B., S. Ravan, and M.R. Asgharipour. 2011. Effects of plant density and sowing date on yield and yield components *Hibiscus sabdariffa* L. in Zabol region. *Advances in Environmental Biology*. 5(6): 1156-1161.
- Miri, Kh. 2006. Effects of sowing date and density on yield and yield components of okra, *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench, in Iranshahr. *Seed and Plant Journal.* 22(6): 369-379. (In Persian).
- Mohammadi, G., E.M. Khah, and M.B. Aval. 2011. Differential responses for harvesting times and storage on hardness of different varieties of okra. *Notulae Scientia Biologicae*. 3(4): 117-122.
- Naveed, A., A.A. Khan, and I.A. Khan. 2009. Generation mean analysis of water stress tolerance in okra (*Abelmoschous esculentus* L.). *Pakistan Journal of Botany*. 41(1): 195-205.
- Nazeri, P., A.H. Shirani Rad, S.A. Valad Abadi, M. Mirakhori, and E. Hadidi Masoule. 2019. The effect of planting date and late season drought stress on eco-

physiological characteristics of the new varieties of canola (*Brassica napus* L.). *Journal of Agroecology.* 11(1): 261-276.

- Nazeri, P., A.H. Shirani Rad, S.A. Valad Abadi, M. Mirakhori, and E. Hadidi Masoule. 2018. Effect of sowing dates and late season water deficit stress on quantitative and qualitative traits of canola cultivars. *Outlook on Agriculture*. 47(4): 291-297.
- Salih, R.F. 2019. Effect of sowing dates and varieties of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) on growth and yield parameters. *Agricultural and Environmental Researches.* 31(3): 64-70.
- Singh, S., J.P. Nathiram, and R.H. Kaushik. 2013. Seed quality of okra cultivars as affected by sowing dates and plant geometry. *Asian Journal of Horticulture*. 8(2): 683-685.
- Tarassoum, T.D. 2019. Performance of okra (*Abelmoschus esculentus* L. Moench) under different irrigation frequencies. *North American Academic Research*. 2(8): 49-61.
- Tobe, A., S. Hokmalipour, B. Jafarzadeh, and M. Hamele Darbandi. 2013. Effect of sowing date on some phenological stages and oil contents in spring canola (*Brassica napus* L.) cultivars. *Middle-East Journal of Scientific Research.* 13(9): 1202-1212.
- Zareei Siahbidi, A., A. Rezaeizad, A. Asgari, and A.H. Shirani Rad. 2021. Evaluation of the response of spring canola (*Brassica napus* L.) cultivars to delay sowing dates. *Journal of Crop Ecophysiology.* 15(58): 251-264.

Research Article DOI: 10.30495/jcep.2021.687071

Evaluation of Yield and Yield Components of Okra (*Abelmoschus esculentus* L.) in Different Treatments of Irrigation Distance and Sowing Date

Sahar Keyvan Rad[1], Hamid Madani [2*], Hossein Heidari Sharifabadi [3], Mojtaba Mahmoudi [4], and Ghorban Nourmohamadi[3]

Received: February 2021 , Revised: 29 March 2021, Accepted: 17 May 2021

Abstract

To evaluate different irrigation regimes and planting dates on plant height, stem diameter, yield, and yield components of okra (*Abelmoschus esculentus* L.) a split plot experiment based on randomized complete blocks with three replications was conducted in Karaj during 2017 growing season. Experimental treatments were irrigation intervals (8, 10 and 12 days) as a main plot, and planting dates with three levels (4th, 18th of June and 2th July) as a sub-plot. The results of analysis of variance showed that the main effect of irrigation interval was significant on all traits under study. Planting date treatment had a significant effect only on plant height, stem diameter, number of plant branches, number of plant leaves, number of fruits, fresh fruit yield and dry fruit yield. The interaction of irrigation interval treatment and planting date had no significant effect on the trails under study. The highest chlorophyll concentration (3.68 mg.g^{-1} FW), plant height (100.4 cm), number of branches (3.1), number of leaves per plant (24.8), number of fruits per plant (10.5) and fresh fruit yield (4023 kg.ha^{-1}) were belonged to the irrigation interval of 8 days. Irrigation interval of 12 days decreased by 30.4, 21.7, 21.3 and 28.4 % in stem diameter, fruit length, fruit diameter and dry fruit yield, compared to irrigation interval of 8 days interval, respectively. The highest plant height (99.2 cm), number of branches (2.5), number of leaves per plant (23.3) and number of fruits (9.77) were observed of June 4th planting date. The highest fruit yield was obtained in June 18th planting. Based on the results obtained it can be concluded that irrigation interval of 8 days is recommended to achieve maximum fruit yield and to shorten the length of growing period, saving in water consumption and maximum yield performance in the Karaj region, the date of 18th June is recommended.

Key words: Fresh fruit yield, Fruit diameter, Irrigation interval, Water deficit.

1- Ph.D. student in Agriculture, Agronomy and Horticulture Science Department, Faculty of Agriculture and Food Industry, Science and Research, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
2- Associate Professor, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Arak Branch, Islamic Azad University, Arak, Iran.
3- Professor, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Science and Research, Tehran. Iran.
4- Research Assistant Professor of Soil and Water Research Department, Mazandaran Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization. Sari, Iran.
**Corresponding Author: madani.au@yahoo.com*