نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۵، جلد ۱۵، آذر - دی ۱۴۰۰، ص. ۱۱۵۲-۱۱۴۱

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 5, Vol. 15, Dec.-Jan. 2021, p. 1141-1152

مقاله علمی-پژوهشی

واکنش منداب (*Eruca sativa* L.) به روش کاشت و دور آبیاری با آب شور

الهه سیفی‌پور[۱]، حسن غلامی[۲]، ابوالفضل عزیزیان[۳*]، نجمه یرمی[۴]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۳/۰۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۵/۰۲

چکیده

منداب گیاهی سازگار با تنش‌های غیرزنده محیطی است و برای بهره‌برداری از اراضی بایر استفاده می‌شود. در این پژوهش اثر آبیاری با آب شور در دورهای مختلف (شامل ۱۰، ۲۰ و ۳۰ روز) بر گیاه منداب در سه روش کاشت (کرتی، روی پشته و کف جویچه) در قالب آزمایش فاکتوریل و طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه اردکان طی سال زراعی ۱۳۹۸-۹۹ بررسی شد. نتایج حاکی از آن بود که اثر روش کاشت نسبت به دور آبیاری در توجیه تغییرات صفات اندازه‌گیری شده غالب بوده است. در روش کاشت کف جویچه، منداب دارای رشد و عملکرد بیشتر (از نظر ارتفاع، تعداد غلاف در واحد سطح و در گیاه، تعداد دانه در غلاف، وزن هزار دانه و عملکرد علوفه، بیولوژیک و دانه) بود. هرچند افزایش دور آبیاری تا یک ماه تمام شاخص‌های رشد را کاهش داد، اما افزایش دور آبیاری در کنار تغییر شیوه کاشت از روش مرسوم کرتی به کف جویچه ارتقا قابل‌توجه صفات رشد و عملکرد علوفه (۷۳ درصد) و بذر (۸۸ درصد) را به دنبال داشت. به‌علاوه اگرچه از نظر مقدار مطلق تولید علوفه (۲۴۴۴۵ کیلوگرم در هکتار) و بذر (۱۴۸۴ کیلوگرم در هکتار) تیمار دور آبیاری ۱۰ روز و روش کاشت کف جویچه قابل توصیه است اما تحلیل اقتصادی تعیین‌کننده نهایی انتخاب روش کاشت خواهد بود.

واژه‌های کلیدی: تنش خشکی، تولید علوفه، روش کاشت، شوری، منداب

مقدمه

برخی از گیاهان که به خوبی با شرایط محلی سازگارند و در مسائل اقتصادی و غذایی جوامع محلی نقش مهمی داشته‌اند به دلایل جایگزینی با گونه‌های جدید و توان رقابتی کمتر با گیاهان اصلاح شده، تغییرات سبد غذایی و الگوی مصرف، مسائل اقتصادی-اجتماعی و نیز محدودیت‌های اعمال شده به دلیل کاربردهای نادرست آن‌ها، بعضی به فراموشی سپرده شده‌اند و یک روند کاهشی در جایگاه این گیاهان در الگوهای مختلف کشت و تنوع زیستی کشاورزی ناشی از آن دیده شده است. کوچکی و همکاران (۱۳۹۷) گیاه منداب را به‌عنوان یکی از مهم‌ترین گیاهان فراموش‌شده معرفی کردند.

منداب (Arugula) با نام علمی *Eruca sativa* L.، گیاهی یک-ساله و متعلق به تیره شب بوئیان (Brassicaceae) و قابل کاربرد در مصارف دارویی، صنعتی و دامپروری است (کافی و دامغانی، ۱۳۸۳). این گیاه از زمان‌های دور از بلوچستان تا مازندران کشت می‌شده و دارای نرخ رشد رویشی بالا، مقاومت خوب در برابر تنش‌های زنده و غیرزنده و تنوع ژنتیکی بالا به‌ویژه در سال‌های اخیر موردتوجه قرار گرفته است (نژاد حسن و همکاران، ۱۳۹۶). منداب یک گیاه سازگار با تنش‌های محیطی غیرزنده (خشکی، شوری و فقر مواد غذایی) که برای افزایش قابلیت کشت اراضی بایر به‌خوبی قابل‌استفاده است (جهاد کشاورزی اردکان، ۱۳۹۸). سطح زیر کشت منداب در استان یزد بالغبر ۶۰۰ هکتار می‌باشد که در سال‌های اخیر کشت این گیاه به‌ویژه به‌عنوان کود سبز برای افزایش مواد آلی خاک از سوی سازمان جهاد کشاورزی به کشاورزان توصیه شده است (وزارت جهاد کشاورزی، ۱۳۹۹). برگ منداب به‌عنوان سبزی سرشار از پتاسیم، گوگرد، آهن، امگا-۳ و ویتامین‌های A و C است (de Freitas et al., 2017).

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم و مهندسی آب، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه اردکان، اردکان، ایران
۲- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم و مهندسی آب، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه اردکان، اردکان، ایران
۳- استادیار گروه علوم و مهندسی اب، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه اردکان، اردکان، ایران
۴- استادیار گروه علوم و مهندسی اب، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه اردکان، اردکان، ایران
(* - نویسنده مسئول: (Email: aazizian@ardakan.ac.ir
DOR: 20.1001.1.20087942.1400.15.5.13.1

از بین عوامل مؤثر بر رشد و نمو گیاهان آب مهم‌ترین عامل به‌خصوص در مناطق خشک و نیمه‌خشک است. در این مناطق، به دلیل کاهش آب قابل‌دسترس و افزایش هزینه آب مصرفی، تنش خشکی و اثرات آن بر گیاهان همواره موردتوجه است. کاهش رشد، کاهش فتوسنتز، مختل شدن فرآیندهای فیزیولوژیکی و درنهایت خشک شدن گیاه پیامدهای تنش مداوم خشکی می‌باشد (کافی و دامغانی، ۱۳۸۳). قوام پور و موسوی (۱۳۹۶)، با بررسی تأثیر سطوح آبیاری و تراکم بوته بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه منداب در منطقه بیرجند گزارش کردند که اعمال تنش خشکی در مرحله زایشی، تعداد خورجین در مترمربع، تعداد خورجین در بوته، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک را نسبت به آبیاری مطلوب، به ترتیب ۶۰/۱، ۵۱/۳، ۲۳/۶ و ۶۸/۵ درصد کاهش داد. همچنین با افزایش تراکم بوته از ۵۰ به ۱۵۰ در مترمربع، تعداد خورجین در مترمربع، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک به ترتیب، ۴۱/۵، ۲۹/۵ و ۴۱/۹ درصد افزایش و تعداد خورجین در بوته ۳۶/۴ درصد کاهش یافته است. رضا دوست و همکاران (۱۳۸۸) و نیز قوشچی و همکاران (۱۳۸۲) به ترتیب در منطقه خوی و کرج اثر آبیاری مطلوب و کم‌آبی بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقامی از کلزا را بررسی و گزارش کردند که عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، شاخص برداشت، وزن هزار دانه، تعداد خورجین در گیاه و تعداد دانه در خورجین تحت تنش خشکی کاهش می‌یابد. دی فریتاس و همکاران نیز در پژوهشی در کشور برزیل اثر عمق آب آبیاری و کود پتاسیم را بر منداب بررسی کردند. آن‌ها گزارش کردند که با کاهش عمق آبیاری عملکرد منداب کاهش اما کارایی مصرف آب افزایش یافته است (de Freitas et al., 2017).

گیاه منداب از توانایی بالایی در تحمل شوری و خشکی برخوردار است. طبق آزمایشی که نژاد حسن و همکاران، (۱۳۹۶) در آزمایشگاه دانشگاه علوم کشاورزی گرگان با هدف بررسی شوری، پتانسیل آب، دما، pH و عمق کاشت بر جوانه‌زنی و سبز شدن بذور منداب پاییزه انجام دادند، جوانه‌زنی منداب را در محدوده وسیعی از دماها ممکن گزارش کردند و دمای مطلوب جوانه‌زنی این گیاه را ۳۰ درجه سانتی‌گراد برآورد کردند. نتایج آنان نشان می‌دهد که منداب از توانایی بالایی در تحمل پتانسیل آب و شوری برخوردار است. تنش خشکی و شوری که باعث کاهش ۵۰ درصد جوانه‌زنی این گیاه شده است، به ترتیب ۱۳/۳۶- بار و ۲۶۷/۵۳ میلی مولار بوده است. حداکثر درصد جوانه‌زنی در محدوده اسیدیته ۷ به میزان ۹۸ درصد مشاهده شده و در اسیدیته‌های بالاتر و پایین‌تر از ۷، درصد و سرعت جوانه‌زنی کاهش یافته است. بیش‌ترین درصد سبز شدن (۹۵ درصد) در عمق ۲ سانتی‌متر مشاهده شده و با افزایش عمق کاشت از مقدار آن کاسته شده است.

استفاده روش‌های ساده زراعی مانند کاشت داخل جویچه، کاشت در ناحیه شیب‌دار جویچه و کاشت روی بستر برآمده عملیاتی است که می‌تواند با تأثیر بر روابط آب-خاک-گیاه مانند رطوبت رسانی به بذر، زهکشی و نیمرخ رطوبت و شوری در خاک درنهایت بر مقدار محصول گیاه اثر بگذارد (Noble et al., 1984؛ Abdel Gawad and Ghaibeh, 2001). روش کاشت کف جویچه به‌ویژه در شرایط آبیاری با آب شور سبب تعدیل اثر شوری می‌شود (حسن‌زاده مقدم، ۱۳۸۳). بهادرخواه و کاظمینی (۱۳۹۳) به بررسی اثر شوری آب آبیاری و روش کاشت (کاشت روی پشته و درون جویچه) بر دو رقم گلرنگ در دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز پرداختند. نتایج این پژوهش نشان داد که عملکرد دانه در روش کاشت درون جویچه ۴/۷ درصد بیشتر از روش کاشت روی پشته بود. آن‌ها نتیجه گرفتند که کاشت کف جویچه می‌تواند اثر شوری را تعدیل کند. نصر اله الحسینی و همکاران (۱۳۹۳) اثر دو روش کاشت تک ردیفه روی پشته و کف جویچه بر دو رقم ذرت شیرین در تراکم‌های مختلف را در منطقه ترتبت حیدریه بررسی کردند. نتایج این بررسی حاکی از این بود که هر دو رقم در روش کاشت کف جویچه عملکرد دانه بیشتری (تا بیشینه ۱۱/۹ تن در هکتار) نسب به روش روی پشته (با حداقل ۳/۶ تن در هکتار) تولید کردند. همچنین در یک پژوهش دیگر در استان خراسان رضوی مشخص شد که تغییر محل کاشت از روی پشته به کف جویچه عملکرد علوفه ذرت را حداقل ۱۰ درصد افزایش داده است (حسن‌زاده مقدم، ۱۳۸۳).

از آنجا که منداب هم برای استفاده سنتی در جوامع محلی (به‌عنوان گیاهی دارویی و علوفه‌ای) و هم برای حفاظت کنندگان منابع ژنتیکی و محققین کشاورزی اهمیت دارد، لذا به‌منظور جلوگیری از فراموشی این گیاه باارزش، پژوهش در این زمینه ضروری به نظر می‌رسد. منداب در استان یزد در شرایط آب و خاک نامناسب (آب شور و خاک فقیر از نظر مواد غذایی) اغلب به‌صورت کرتی کاشت می‌شود. از آنجا که در روش‌های کشت کف جویچه و روی پشته تغییراتی در بیلان آب و نمک خاک رخ داده و رشد گیاه متأثر می‌شود، مقایسه روش کاشت مرسوم کرتی با کاشت کف جویچه و روی پشته اهمیت دارد؛ زیرا ایجاد جوی و پشته هزینه زیادی نداشته و اگر بتواند افزایش محصول را در پی داشته باشد، مطلوب خواهد بود. بعلاوه عملکرد علوفه و بذر منداب به‌صورت توأم تحت روش‌های کاشت مورداشاره و نیز شرایط مختلف رطوبتی خاک بررسی نشده است. لذا این پژوهش با هدف بررسی تأثیر روش کاشت و دور آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه منداب در شرایط آبیاری با آب شور انجام شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش، در سال ۱۳۹۸ در مزرعه تحقیقات دانشگاه اردکان واقع در طول جغرافیایی ۵۳ درجه و ۴۸ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۲۰ دقیقه شمالی با ۱۰۵۳ متر ارتفاع از سطح

دریا انجام شد. اقلیم منطقه گرم و خشک با متوسط دمای ۲۱ درجه سانتی‌گراد، متوسط بارندگی ۶۰ میلی‌متر و تبخیر–تعرق پتانسیل بیش از ۲۰۰۰ میلی‌متر در سال می‌باشد (مهدوی نژاد و همکاران، ۱۳۹۷). در برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش در جدول (۱) ارائه شده است. همچنین ویژگی‌های شیمیایی آب آبیاری در جدول (۲) ارائه شده است. آب آبیاری در طبقه‌بندی‌های معمول شور محسوب می‌شود. عمده آب‌های زیرزمینی منطقه شور است. همچنین زمین آزمایشی در سنوات گذشته تحت آبیاری با آب شور قرار داشته و برای اغلب گیاهان غیرقابل کشت بوده است.

جدول ۱- برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

خصوصیات	عمق خاک (cm) ۳۰-۰	۶۰-۳۰
بافت	لوم	لوم
شن (٪)	۳۲/۴	۳۰/۰
رس (٪)	۲۲/۳	۲۵/۱
ظرفیت زراعی (%v)	۲۹/۰	۲۹/۳
نقطه پژمردگی دائم (%v)	۱۲/۲	۱۳/۰
هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک (dS/m)	۲۶/۹	۱۷/۵
اسیدیته (pH)	۸/۲	۷/۷

جدول ۲- خصوصیات شیمیایی آب آبیاری

خصوصیات	EC (dS/m)	pH	Cl^-	SO_4^{2-}	CO_3^{2-}	HCO_3^-	Na^+	Mg^{2+}	Ca^{2+}
			(meq/lit)						
مقدار	۱۰/۴	۸/۵	۷۱/۷	۳۵/۱	۰/۹	۳/۳	۸۰/۸	۱۹/۹	۱۰/۴

پژوهش حاضر به‌صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. فاکتورهای آزمایشی شامل سه روش کاشت (کاشت در کرت مسطح، روی پشته و کف جویچه) و سه دور آبیاری (۱۰، ۲۰ و ۳۰ روز) بود. مساحت هر کرت ۱۲ مترمربع (۲ × ۶) و جوی و پشته‌ها در راستای طول کرت‌ها ایجاد شد. فاصله پشته‌ها از هم ۴۰ و عمق جویچه–ها ۱۵–۲۰ سانتی‌متر بود. قبل از کاشت یک نمونه مرکب از دو عمق برای تعیین خصوصیات اولیه خاک تهیه شد (جدول ۱). منداب (از توده محلی اردکان) در نیمه آبان با تراکم حدود ۱۵۰ بوته در هکتار در عمق ۲–۳ سانتی‌متر به شیوه دستی کشت شد. مقدار بذر لازم بر اساس وزن هزار دانه و درصد جوانه‌زنی بذر محاسبه گردید (رستگار، ۱۳۹۳). دور آبیاری به فاصله ۵ روز از هم برای سبز شدن یکنواخت بذرها انجام شد. اعمال تیمار آبیاری از ۲۰ بهمن هم‌زمان با رشد ساقه منداب شروع شد. هم‌زمان با شروع ساقه دهی منداب مقدار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن از منبع اوره به زمین داده شد. مقدار آب آبیاری بر اساس جبران رطوبت خاک تا حد ظرفیت زراعی و به شیوه حجمی کنترل شد. در روش جوی و پشته نصف مساحت زمین مبنای محاسبه آب آبیاری در نظر گرفته شد. منداب در تاریخ اول اردیبهشت از مساحت یک مترمربع از هر کرت با رعایت اثر حاشیه‌ای برداشت شد. تعداد بوته، عملکرد بیولوژیک (وزن خشک اندام هوایی)، ارتفاع بوته، تعداد غلاف، تعداد دانه در غلاف، وزن هزار دانه و عملکرد دانه اندازه‌گیری شد. شاخص برداشت نیز از تقسیم عملکرد دانه به کل وزن خشک اندام هوایی به دست آمد. شایان‌ذکر است که منداب اگر برای تولید علوفه کشت شود با آغاز مرحله گلدهی به‌تدریج برداشت می‌شود. لذا در این مرحله (اوایل فروردین) یک نمونه از هر کرت برای تعیین وزن‌تر (علوفه) نیز برداشت گردید. در تجزیه‌وتحلیل از این صفت به‌عنوان عملکرد بیولوژیک تر نام برده شده است.

تجزیه‌وتحلیل آماری داده‌ها و رسم نمودارها، به ترتیب با استفاده از نرم‌افزارهای SPSS و Excel صورت گرفت. تجزیه واریانس دوطرفه با SPSS برای تعیین اثرات اصلی و توأم دور آبیاری و روش کاشت بر صفات اندازه‌گیری شده منداب انجام شد. سپس به‌منظور بررسی اختلاف بین میانگین‌های صفات اندازه‌گیری شده، مقایسه میانگین با روش آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد صورت گرفت.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس اثرات اصلی و برهمکنش روش کاشت و دور آبیاری بر عملکرد، اجزای عملکرد و شاخص برداشت در جدول (۳) ارائه شده است. مطابق این جدول اثرات اصلی روش کاشت و دور آبیاری بر تمام صفات به‌جز تعداد شاخه فرعی در سطح

یک یا پنج درصد معنی‌دار بود. همچنین برهمکنش دو عامل آزمایش فقط بر ارتفاع گیاه، تعداد شاخه فرعی و وزن هزار دانه اثر معنی‌دار نداشت. مقادیر نسبی میانگین مربعات در جدول (۳) حاکی از اثر غالب روش کاشت نسبت به دور آبیاری در توجیه تغییرات صفات اندازه-گیری شده (به‌جز عملکرد بیولوژیک تر) می‌باشد.

جدول ۳- نتایج میانگین مربعات تجزیه واریانس عملکرد و اجزاء عملکرد گیاه منداب

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات								
		ارتفاع	تعداد دانه در غلاف	وزن هزار دانه	تعداد غلاف در مترمربع	تعداد غلاف در گیاه	عملکرد بیولوژیک (علوفه تر)	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک (شاخساره خشک)	شاخص برداشت
		H					FW	SW	DM	HI
تکرار	۲	۴۰/۵^{ns}	۱۵۱^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}	۳۱۳۴۴۱^{ns}	۸۴^{ns}	۱۵/۸۴۴*	۰/۰۰۱^{ns}	۲/۰۱۰*	۰/۰۰۱^{ns}
روش کاشت	۲	۱۱۵۲/۸**	۱۳۴۳۷**	۲/۵۷۵**	۹۵۶۴۴۰۸**	۱۰۰۵۲**	۱۹۱/۱۲۸**	۰/۹۹۱**	۴۴/۵۴۱**	۰/۰۰۱**
دور آبیاری	۲	۳۳۱/۳**	۳۸۰۰**	۰/۵۷۵**	۵۶۹۳۰۴۶**	۵۶۵۶**	۲۲۵/۶۶۱**	۰/۵۴۸**	۳۶/۲۸۵**	۰/۰۰۱*
روش کاشت × دور آبیاری	۴	۶۷/۱^{ns}	۲۱۸۱**	۰/۰۲۵^{ns}	۱۷۲۳۰۱۴**	۲۳۴۴**	۴۳/۹۰۷**	۰/۰۷۰**	۷/۰۷۱**	۰/۰۰۱*
خطا	۱۶	۳۷/۱	۱۳۷	۰/۰۱۲	۱۵۰۸۹۴	۱۳۳	۳/۵۲۷	۰/۰۰۵	۰/۴۶۹	۰/۰۰۰

* و ** به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ ۱٪ را نشان می‌دهد و ns حاکی از عدم معنی‌داری از نظر آماری است.

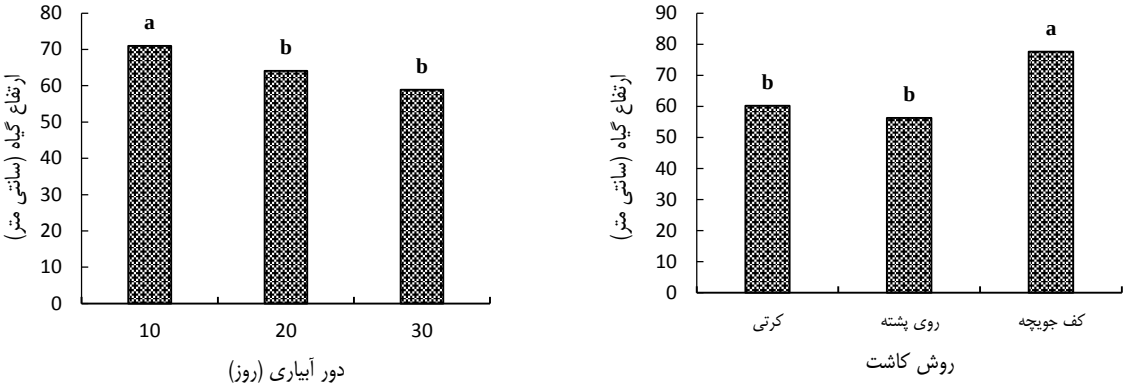
ارتفاع گیاه

جدول (۳) نشان می‌دهد که روش کاشت و دور آبیاری بر ارتفاع گیاه، در سطح احتمال یک درصد مؤثر بوده است. منداب به‌طور متوسط با ارتفاع ۷۷/۶ سانتی‌متر در روش کاشت کف جویچه به ترتیب ۳۸ و ۲۹ درصد نسبت به روش‌های کاشت روی پشته و کرتی بلندتر بود (شکل ۱). درحالی‌که بین روش کاشت روی پشته و کرتی اختلاف معنی‌دار در ارتفاع بوته‌های منداب وجود نداشت. همچنین، اثر دور آبیاری بر ارتفاع گیاه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. افزایش دور آبیاری به ۲۰ و ۳۰ روز باعث کاهش معنی‌دار ۹ و ۱۸ درصدی ارتفاع بوته نسبت به دور آبیاری ۱۰ روز شد (شکل ۱). شرایط رطوبتی خاک در محل کاشت گیاه در روش کف جویچه به دلیل کاهش اثر واحه‌ای و افزایش ضخامت لایه مرزی هوای مرطوبت در سطح خاک که منجر به کاهش تبخیر می‌شود مناسب‌تر است. در چنین شرایطی گیاه با شدت کمتری با خشکی مواجه می-شود. بعلاوه در روش کاشت کف جویچه به دلیل آبشویی بیشتر ناحیه کف جوی و نیز حفظ بیشتر رطوبت، اثر شوری آب آبیاری نیز تعدیل می‌شود (حسن-زاده مقدم، ۱۳۸۳؛ Noble et al., 1984؛ Abdel Gawad and Ghaibeh, 2001). از این نظر انتظار کلی این است که شاخص‌های رشد در روش کاشت کف جویچه بهتر از روش کاشت روی پشته باشد. در روش کاشت روی پشته علاوه بر اینکه گیاه با خشکی بیشتری مواجه می‌شود اگر آب آبیاری حاوی املاح نیز باشد با تجمع املاح به دلیل صعود مویینگی در ناحیه پشته مواجه می‌شود که خود تشدیدکننده اثر خشکی خواهد بود. این اثرات بر ارتفاع منداب در این پژوهش مشهود بوده است.

تعداد غلاف در مترمربع و گیاه

جدول (۳) نشان می‌دهد که هر دو فاکتور آزمایش و همچنین اثر متقابل آن‌ها، بر تعداد غلاف در مترمربع و نیز تعداد غلاف در گیاه، در سطح ۱ درصد مؤثر بوده است. مطابق جدول (۴) تعداد غلاف در هر مترمربع و هر گیاه از دور آبیاری ۱۰ به ۳۰ روز به‌صورت معنی‌دار و به ترتیب ۵۹ و ۶۰ درصد کاهش یافت. مقادیر متناظر برای تعداد غلاف در گیاه به ترتیب ۳۷ و ۶۰ درصد بود. همچنین کمترین و بیشترین تعداد غلاف در مترمربع و گیاه به ترتیب در روش کشت روی پشته و کف جویچه مشاهده شد. تحلیل برهمکنش روش کاشت و دور آبیاری نیز نشان داد که تنها در روش کشت کف جویچه با افزایش دور آبیاری تعداد غلاف در هر گیاه و در واحد سطح زمین به‌صورت معنی-دار کاهش یافته است درحالی‌که در دو روش کرتی و روی پشته این دو صفت با افزایش دور آبیاری تغییر معنی‌داری نداشت. درواقع

واکنش گیاه در تعداد غلاف به خشکی ناشی از افزایش دور آبیاری در روش کاشت کف جویچه نسبت به سایر روش‌های کاشت نمایان تر بوده است. واکنش منداب به اعمال تنش خشکی به‌صورت کاهش تعداد غلاف در گیاه و در واحد سطح طی پژوهشی توسط قوام پور و موسوی (۱۳۹۶) نیز گزارش شده است. همچنین رضا دوست و همکاران (۱۳۸۸) نتایج مشابهی در شرایط تنش خشکی برای گیاه کلزا ارائه دادند.



الف ب

شکل ۱- مقایسه میانگین ارتفاع گیاه تحت، الف: اثر اصلی روش کاشت، ب: اثر اصلی دور آبیاری (میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح احتمال پنج درصد با روش دانکن اختلاف معنی‌دار ندارند)

تعداد دانه در غلاف

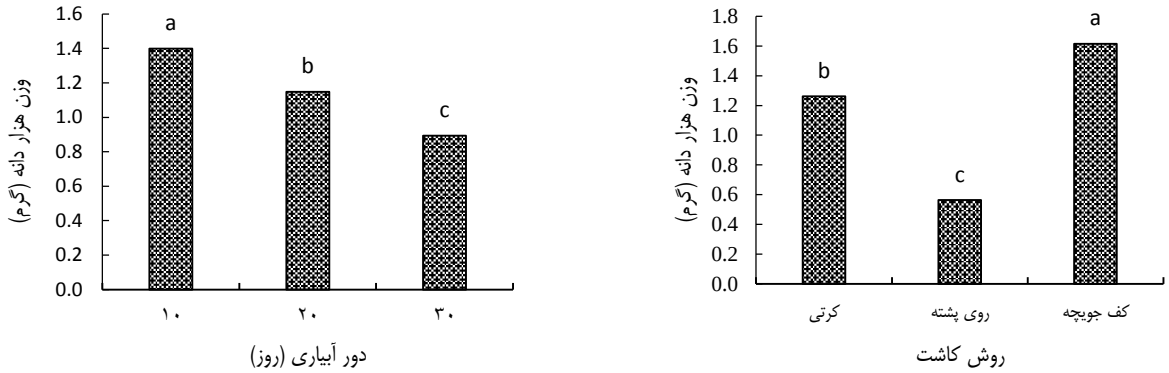
تجزیه واریانس داده‌ها برای تعداد دانه در غلاف نشان داد که در سطح احتمال یک درصد اثر روش کاشت، دور آبیاری و برهمکنش این دو، معنی‌دار بود (جدول ۳). تعداد دانه در غلاف در روش کاشت روی پشته با متوسط تعداد ۹۴ به‌صورت معنی‌داری از دو روش دیگر کاشت بیشتر بود. با افزایش دور آبیاری از ۱۰ به ۲۰ و ۳۰ روز، تعداد دانه در غلاف به ترتیب به میزان ۴۸/۴٪ و ۱۳۲/۳٪ افزایش یافت. برهمکنش دور آبیاری و روش کاشت نیز نشان داد که افزایش دور آبیاری از ۱۰ به ۳۰ روز افزایش معنی‌دار تعداد دانه در غلاف را تنها در روش کاشت روی پشته به دنبال داشت. درمجموع نتایج حاکی از این بود که افزایش تعداد دانه در غلاف، واکنش گیاه در مواجهه با شرایط خشکی بیشتر در روش کاشت روی پشته و دور طولانی‌تر نسبت به دو روش دیگر بوده است. بیشترین و کمترین تعداد دانه در غلاف در گیاه منداب با تراکم ۱۵۰ بوته در مترمربع به ترتیب تحت شرایط مطلوب رطوبتی و تنش آبی توسط قوام پور و موسوی (۱۳۹۶) در منطقه بیرجند گزارش شده است که با نتایج پژوهش حاضر همخوانی دارد. در مقابل گان و همکاران عنوان کردند در شرایط تنش آبی در مرحله گلدهی تعداد دانه در غلاف گیاه کلزا نسبت به آبیاری کامل کاهش یافته است (Gan et al., 2004).

وزن هزار دانه

مطابق جدول (۳)، وزن هزار دانه در سطح احتمال یک درصد، تحت تأثیر روش کاشت و دور آبیاری قرار گرفت اما متأثر از برهمکنش دو فاکتور نبود. با بررسی اثر روش کاشت بر وزن هزار دانه مشاهده شد که بیشترین مقدار آن ۱/۶ گرم حاصل از کشت کف جویچه و کمترین آن مربوط به کشت روی پشته به میزان ۰/۶ گرم بود (شکل ۲). طولانی شدن دور آبیاری تا ۳۰ روز کاهش ۳۵/۷ درصدی وزن هزار دانه را به همراه داشت. در شرایط مواجهه با خشکی (دور آبیاری طولانی‌تر و کاشت روی پشته) هرچند تعداد دانه در غلاف در منداب افزایش یافت (جدول ۴) اما دانه‌ها لاغرتر بوده به‌طوری‌که وزن هزار دانه در این شرایط کمتر از شرایط بهتر رطوبتی خاک (دور آبیاری کوتاه‌تر و روش کاشت کف جویچه) بوده است. کاهش وزن هزار دانه برای منداب توسط قوام پور و موسوی (۱۳۹۶) با اعمال تنش خشکی در مرحله زایشی، رضا دوست و همکاران (۱۳۸۸) برای کلزا در شرایط کم آبیاری نیز بیان شده است.

جدول ٤- اثرات اصلی و برهمکنش دور آبیاری و روش کاشت بر تعداد غلاف در مترمربع، تعداد غلاف در گیاه و تعداد دانه در غلاف (میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح احتمال پنج درصد با روش دانکن اختلاف معنی‌دار ندارند، حروف بزرگ برای اثرات اصلی و حروف کوچک برای برهمکنش دو فاکتور است)

روش کاشت	دور آبیاری (روز) ۱۰	۲۰	۳۰	میانگین
	تعداد غلاف در مترمربع			
کرتی	۲۱۱۶^{bc}	۱۸۰۷^{cd}	۱۱۷۴^{def}	۱۶۹۹^{b}
روی پشته	۱۱۹۸^{def}	۱۰۱۸^{ef}	۵۹۸^{f}	۹۳۸^{c}
کف جویچه	۴۸۰۳^{a}	۲۵۳۷^{b}	۱۵۹۴^{cde}	۲۹۷۸^{a}
میانگین	۲۷۰۶^{a}	۱۷۸۷^{b}	۱۱۲۳^{c}	
	تعداد غلاف در گیاه			
کرتی	۶۰^{bc}	۵۴^{bcd}	۳۵^{de}	۵۰^{b}
روی پشته	۳۴^{de}	۳۳^{de}	۱۸^{e}	۲۸^{c}
کف جویچه	۱۵۷^{a}	۷۴^{b}	۵۰^{cd}	۹۴^{a}
میانگین	۸۴^{a}	۵۳^{b}	۳۴^{c}	
	تعداد دانه در غلاف			
کرتی	۲۵^{d}	۳۴^{cd}	۳۳^{cd}	۳۰^{b}
روی پشته	۵۱^{c}	۸۱^{b}	۱۵۱^{a}	۹۴^{a}
کف جویچه	۱۸^{d}	۲۴^{d}	۳۲^{cd}	۲۵^{b}
میانگین	۳۱^{c}	۴۶^{b}	۷۲^{a}	



الف ب

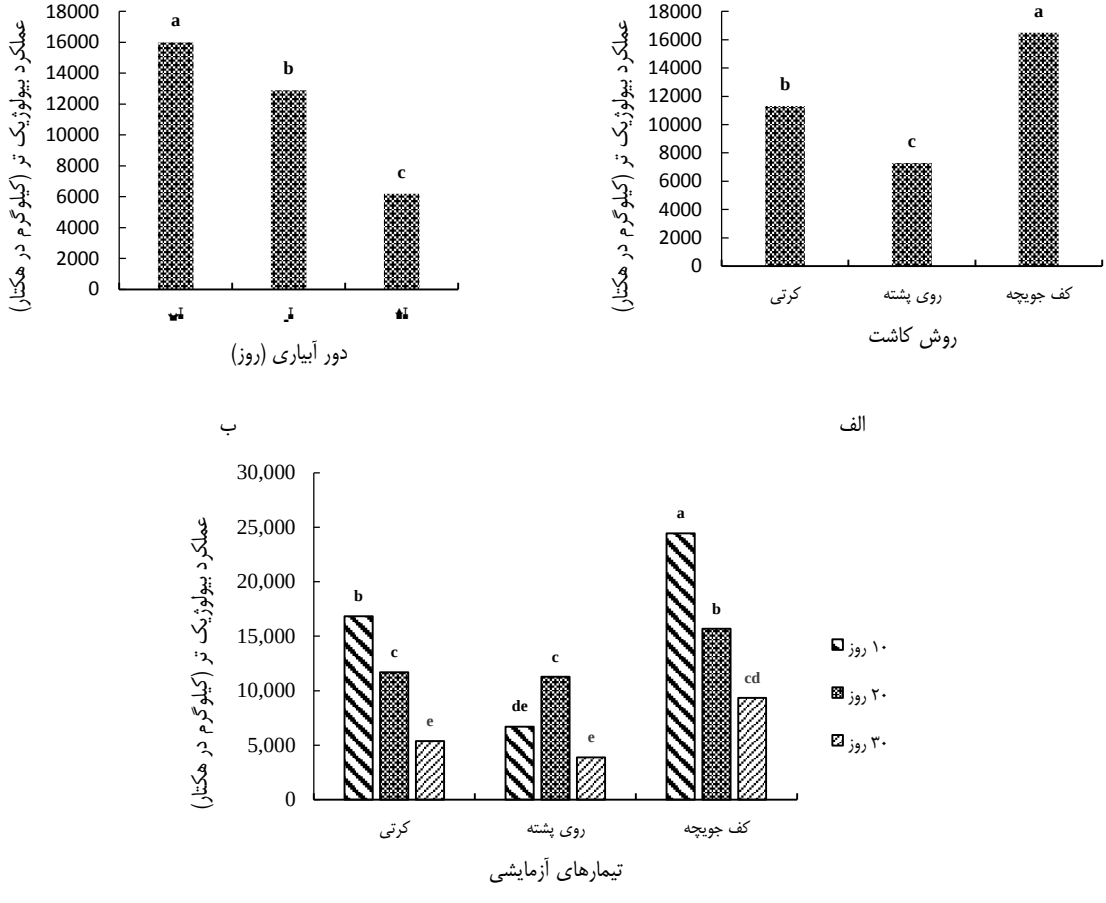
شکل ۲- مقایسه میانگین وزن هزار دانه تحت، الف: اثر اصلی روش کاشت، ب: اثر اصلی دور آبیاری (میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح احتمال پنج درصد با روش دانکن اختلاف معنی‌دار ندارند)

عملکرد بیولوژیک (علوفه تر و وزن خشک شاخساره)

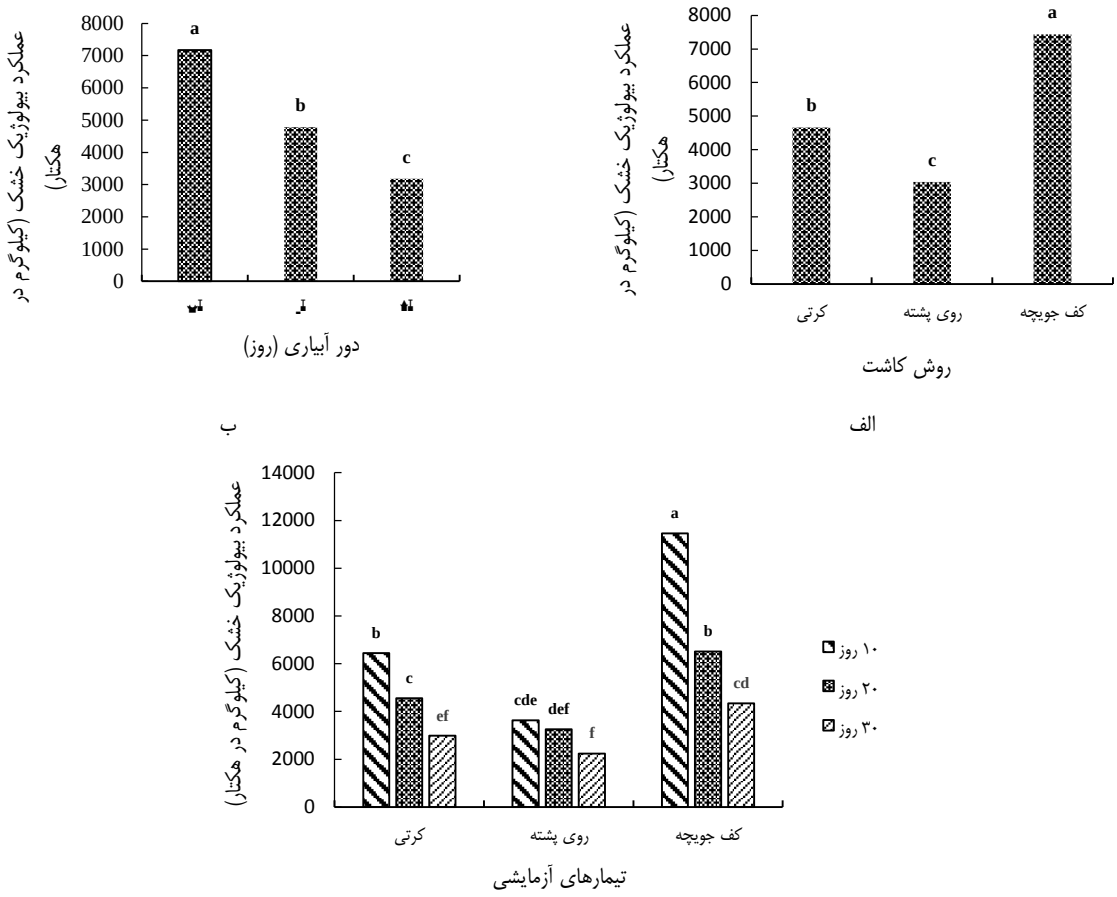
اثرات اصلی فاکتورهای آزمایش و برهمکنش آن‌ها بر وزن علوفه تر و وزن خشک اندام هوایی، در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). منداب در روش کاشت کف جویچه و روی پشته به ترتیب بیشترین و کمترین وزن علوفه تر را با مقادیر ۱۶۴۸/۲ و ۷۲۸/۹ کیلوگرم در هکتار تولید کرد (شکل ۳-الف). مقادیر متناظر برای وزن خشک نیز تحت همین تیمارها به ترتیب ۷۴۳/۶ و ۳۰۳/۷ کیلوگرم در هکتار بود (شکل ۴-الف). وزن علوفه تر منداب با افزایش دور آبیاری به ۲۰ و ۳۰ روز به‌طور معنی‌دار به ترتیب معادل ۱۹ و ۶۱ درصد کاهش یافت (شکل ۳-ب). عملکرد بیولوژیک خشک نیز در دورهای ۲۰ و ۳۰ روز به ترتیب ۳۳ و ۵۶ درصد نسبت به دور آبیاری ۱۰ روزه کمتر بود (شکل ۴-ب). همچنین تحلیل برهمکنش دو فاکتور آزمایشی نشان داد که کاهش عملکرد بیولوژیک خشک با افزایش دور آبیاری به ۳۰ روز در روش کاشت کف جویچه بیش از روش‌های

دیگر کاشت و به میزان ۶۲ درصد بود (شکل ۴–ج). مقادیر متناظر در روش کاشت کرتی و روش پشته به ترتیب ۵۴ و ۳۸ درصد بود. به‌علاوه مقادیر کاهش عملکرد علوفه تر با آبیاری ۳۰ روزه نسبت به دور ۱۰ روز معادل ۶۸، ۴۲ و ۶۲ درصد به ترتیب در روش‌های کاشت کرتی، روی پشته و کف جویچه بود (شکل ۳–ج). این نتایج نیز مؤید این مطلب است که در شرایط مواجهه گیاه با خشکی ناشی از طولانی شدن دور آبیاری در روش کاشت روی پشته، درصد کاهش عملکرد کمتری رخ داده است. به‌عبارت‌دیگر چون در روش کاشت روی پشته گیاه حتی در دور آبیاری ۱۰ روزه نیز با خشکی بیشتری نسبت به سایر روش‌های کاشت سر و کار داشته به نوعی با این شرایط سازگار شده و واکنش قابل‌توجهی در خشکی‌های بیشتر نشان نداده است. شکل ۳–ج همچنین نشان می‌دهد با دور آبیاری ۳۰ روزه عملکرد علوفه از ۵۳۸۹/۱ کیلوگرم در هکتار در روش کرتی به‌صورت معنی‌داری با تغییر روش کاشت به کف جویچه به مقدار ۷۳ درصد افزایش یافته است. به‌عبارت‌دیگر در شرایط کمبود آب که دور آبیاری طولانی می‌شود با تغییر روش کاشت مقدار تولید علوفه منداب حتی در شرایط آبیاری با آب شور به مقدار قابل‌توجهی افزایش می‌یابد. این تعدیل اثر شوری و نقش آن در افزایش وزن تر و خشک شاخسار بر گیاه گلرنگ نیز بیان شده است (بهادرخواه و کاظمینی، ۱۳۹۳). همچنین کاهش وزن تر و خشک شاخساره کلزا تحت شرایط تنش آبی در دوره‌های مختلف رشد کلزا توسط شعبانی و همکاران (۱۳۸۹) در منطقه باجگاه استان فارس گزارش شده است.

بیشترین و کمترین عملکرد علوفه تر و وزن خشک شاخساره به ترتیب به مقدار ۲۴۴۴۴/۹ و ۱۱۴۵۲/۶ کیلوگرم در هکتار دور آبیاری ۱۰ روز–روش کاشت کف جویچه تولید شد (شکل‌های ۳ و ۴). کمترین مقدار این دو صفت نیز در دور آبیاری ۳۰ روز–روش کاشت روی پشته مشاهده گردید (شکل‌های ۳ و ۴). بر اساس نتایج حاصل تیمار دور آبیاری ۱۰ روزه و روش کاشت کف جویچه برای تولید علوفه قابل توصیه است.



شکل ۳- مقایسه میانگین عملکرد علوفه (تر) تحت، الف: اثر اصلی روش کاشت، ب: اثر اصلی دور آبیاری، ج: اثر متقابل روش کاشت و دور آبیاری (میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح احتمال پنج درصد با روش دانکن اختلاف معنی‌دار ندارند)



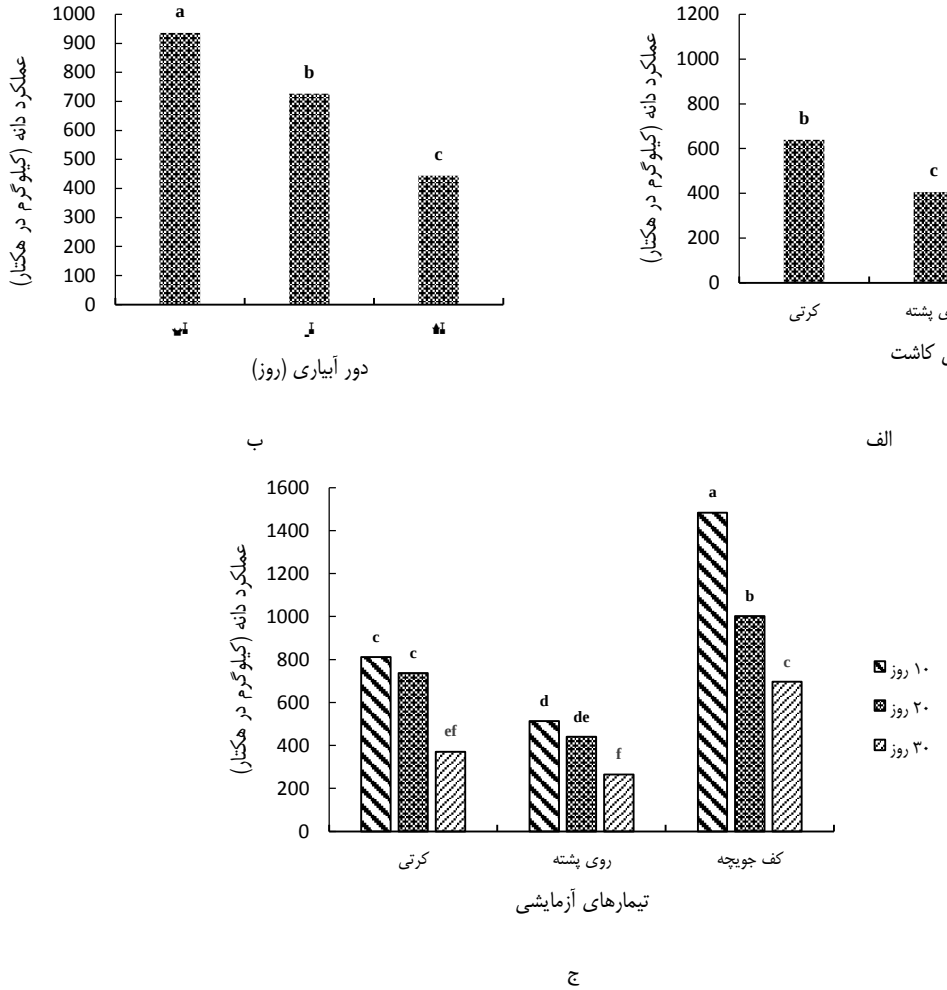
شکل ٤- مقایسه میانگین عملکرد بیولوژیک (خشک) تحت، الف: اثر اصلی روش کاشت، ب: اثر اصلی دور آبیاری، ج: اثر متقابل روش کاشت و دور آبیاری (میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح احتمال پنج درصد با روش دانکن اختلاف معنی‌دار ندارند)

عملکرد دانه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس در جدول (۳) نشان داد که دور آبیاری، روش کاشت و اثر متقابل آن دو در سطح یک درصد بر عملکرد دانه اثر معنی‌داری داشته است. افزایش دور آبیاری به ۲۰ و ۳۰ روز باعث کاهش معنی‌دار عملکرد دانه به ترتیب به میزان ۲۲ و ۵۳ درصد شد (شکل ۵-ب). در بین روش‌های کاشت بیشترین عملکرد دانه در روش کاشت کف جویچه به میزان متوسط ۱۰۶/۱ کیلوگرم در هکتار به دست آمد که نسبت به روش کاشت کرتی و روی پشته به ترتیب ۶۷ و ۱۵۹ درصد بیشتر بود (شکل ۵-الف). برهمکنش دور آبیاری و روش کاشت حاکی از این بود که افزایش دور آبیاری در روش کاشت کف جویچه باعث کاهش معنی‌دار عملکرد دانه منداب شده است (تا حداکثر معادل ۵۳ درصد در دور ۳۰ روز) اما در روش کاشت کرتی و روی پشته تفاوتی بین دورهای ۱۰ و ۲۰ روز از نظر عملکرد دانه نبود (شکل ۵-ج). بیشترین عملکرد دانه حاصل از تیمارهای کشت کف جویچه با دور آبیاری ۱۰ روز به میزان ۱۴۸۳/۹ کیلوگرم در هکتار به دست آمد. همچنین کمترین عملکرد دانه نیز تحت تیمار کاشت روی پشته با دور آبیاری ۳۰ روز ۲۶۴/۴ کیلوگرم در هکتار حاصل شد. از نظر تولید دانه نیز شرایط کاشت کف جویچه با حفظ رطوبت در ناحیه کاشت مؤثرتر از دو روش دیگر بوده است. نتایج پژوهش بهادرخواه و کاظمینی (۱۳۹۳) بر عملکرد دانه گلرنگ نیز مشابه با نتایج این پژوهش بود به‌طوری‌که عملکرد ارقام گلرنگ استفاده‌شده در روش کاشت کف جویچه بیش از روش کاشت روی پشته بود. آن‌ها دلیل این امر را تعدیل شرایط شوری در کف جویچه گزارش کردند. همچنین برای ذرت دانه‌ای (نصراله الحسینی و همکاران، ۱۳۹۳) و علوفه‌ای (حسن‌زاده مقدم، ۱۳۸۳) افزایش عملکرد با کاشت کف جویچه گزارش شده است.

مطابق شکل ۵-ج در شرایط کمبود آب و دورهای طولانی آبیاری تغییر روش کاشت عملکرد دانه منداب را به مقدار قابل‌توجه افزایش

داده است. به‌عبارت‌دیگر در دور آبیاری ۳۰ روزه تولید بذر از ۳۷۱/۱ کیلوگرم در هکتار از روش کاشت مرسوم کرتی به ۶۹۶/۶ کیلوگرم در هکتار (معادل ۸۸ درصد افزایش) در روش کاشت کف جویچه افزایش یافته است. البته توصیه یک روش کاشت پس از تحلیل هزینه–فایده یا بررسی اقتصادی انجام می‌شود.



شکل ۵- مقایسه میانگین عملکرد دانه تحت، الف: اثر اصلی روش کاشت، ب: اثر اصلی دور آبیاری، ج: اثر متقابل روش کاشت و دور آبیاری (میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح احتمال پنج درصد با روش دانکن اختلاف معنی‌دار ندارند)

شاخص برداشت

اثر روش کاشت بر شاخص برداشت در سطح یک درصد و اثر دور آبیاری و برهمکنش دو فاکتور بر شاخص برداشت در سطح پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). شاخص برداشت در دور آبیاری ۲۰ روز به‌صورت معنی‌دار از مقادیر متناظر در دورهای دیگر بیشتر بود (جدول ۵). همچنین منداب در روش کاشت کف جویچه از دو روش دیگر شاخص برداشت بالاتری داشت. تحلیل برهمکنش دو فاکتور آزمایش بر شاخص برداشت نیز نشان داد که در روش کاشت کف جویچه با افزایش دور آبیاری شاخص برداشت نیز افزایش یافته است هرچند تفاوت معنی‌دار بین دورهای ۱۰ و ۳۰ روز مشاهده شد. نکته قابل‌توجه دیگر این بود که در روش کاشت روی پشته با افزایش دور آبیاری شاخص برداشت کاهش یافت هرچند این کاهش معنی‌دار نبود. در واقع اثر خشکی ناشی از افزایش دور آبیاری بر گیاهانی که در شرایط بهتر رطوبتی کف جویچه قرار داشتند منجر به انتقال مواد فتوسنتزی به دانه و در نهایت افزایش شاخص برداشت شده است؛ اما در روش کاشت روی پشته به دلیل خشکی بیشتر نسبت به روش کاشت کف جویچه، بیوماس گیاه تحت اثر خشکی بیشتر ناشی از افزایش دور آبیاری کاهش یافته (شکل‌های ۳ و ۴) و در مجموع شاخص برداشت نیز نزولی بوده است. افزایش یا کاهش شاخص برداشت به ترتیب تحت شرایط رطوبتی مناسب یا تنش آبی در کلزا

توسط شعبانی و همکاران (۱۳۸۹)، در ذرت توسط عزیزیان و همکاران (Azizian and Sepaskhah, 2014) در منداب توسط قوام پور و موسوی (۱۳۹۶) و در کلزا و خردل توسط گان و همکاران (Gan et al., 2004) گزارش شده است.

جدول ۵-اثرات اصلی و برهمکنش دور آبیاری و روش کاشت بر شاخص برداشت (میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح احتمال پنج درصد با روش دانکن اختلاف معنی‌دار ندارند، حروف بزرگ برای اثرات اصلی و حروف کوچک برای برهمکنش دو فاکتور است)

روش کاشت	دور آبیاری (روز)			میانگین
	۱۰	۲۰	۳۰	
	شاخص برداشت			
کرتی	۰/۱۲۷^{d}	۰/۱۶۴۳^{a}	۰/۱۲۴^{d}	۰/۱۳۸B
روی پشته	۰/۱۴۲^{abcd}	۰/۱۳۷^{bcd}	۰/۱۱۸^{d}	۰/۱۳۲B
کف جویچه	۰/۱۳۲^{cd}	۰/۱۵۴^{abc}	۰/۱۶۱^{ab}	۰/۱۴۹A
میانگین	۰/۱۳۳B	۰/۱۵۲A	۰/۱۳۴B	

نتیجه‌گیری

اقدام‌های ساده زارعی در شرایط تنش‌های محیطی می‌تواند سبب بهبود تولید گیاهان در سطح مزرعه شود. در این پژوهش نشان داده شد که روش کاشت کف جویچه با تعدیل شرایط خشکی و شوری سبب بهبود رشد منداب نسبت به روش کاشت روی پشته و نیز روش مرسوم کرتی گردید. نتایج همچنین نشان داد که برای تولید علوفه و بذر منداب، تیمار کاشت کف جویچه و دور آبیاری ۱۰ روز در منطقه قابل توصیه است. عملکرد و شاخص‌های رشد منداب در روش کاشت روی پشته به دلیل تشدید اثرات خشکی و شوری (ناشی از صعود مویینگی و تجمع املاح در پشته) به شدت متأثر شده و در مجموع منجر به عملکرد کمتر شده بود. هرچند روش کاشت مرسوم کرتی از نظر تولید منداب (علوفه و بذر) بعد از روش کاشت کف جویچه در مرتبه دوم قرار گرفت اما انتخاب یکی از این دو روش کاشت برای تولید منداب پس از تحلیل اقتصادی قابل توصیه خواهد بود.

منابع

بهادرخواه، ف. و کاظمینی، س.ع. ۱۳۹۳. اثر شوری و روش کاشت بر عملکرد، اجزای عملکرد و درصد روغن دانه دو رقم گلرنگ بهاره (Carthamustinctorius L.). نشریه پژوهش‌های زراعی ایران. ۱۲(۲): ۲۷۲ - ۲۶۴.

حسن‌زاده مقدم، ح. ۱۳۸۳. اثر روش کاش و تراکم گیاه بر محصول ذرت دانه‌ای و علوفه‌ای در مناطق شور. گزارش نهایی طرح پژوهشی. مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی. ۶۵ ص.

جهاد کشاورزی اردکان. ۱۳۹۸. بهره‌برداری از اراضی بایر. مکاتبه شخصی.

رضادوست، س.، رشدی، م. و حاجی‌حسنی اصل، ن. ۱۳۸۸. تأثیر کم آبیاری بر عملکرد دانه و روغن ارقام کلزا در منطقه خوی. پژوهش در علوم زارعی. ۲(۶): ۱-۱۱.

رستگار، م.ع. ۱۳۹۳. زراعت عمومی. انتشارات برهمند. ۴۴۰ ص.

شعبانی، ع.، کامگار حقیقی، ع.ا.، سپاسخواه، ع. و هنر، ت. ۱۳۸۹. اثر تنش آبی بر عملکرد، اجزای عملکرد و کیفیت کلزای پاییزه (*Brassica napus* L.) رقم لیکورد. مجله علوم زراعی ایران. ۱۲(۴): ۴۰۹-۴۲۱.

قوام پور، م.، و موسوی، س. غ. ۱۳۹۶. تأثیر سطوح آبیاری، تراکم بوته و نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد منداب (Eruca sativa Mill). تنش‌های محیطی در علوم زراعی. ۱۰(۳): ۳۶۱ - ۳۵۱.

قوشچی، ف.، شیرانی راد، ا.ح.، نور محمدی، ق. و هادی، حامد. ۱۳۸۲. بررسی تغییرات عملکرد و اجزای عملکرد دانه ارقام کلزا در شرایط آبیاری مطلوب و محدود. مجله پژوهش‌های به‌زراعی. ۲(۱): ۱۳-۲۹.

کافی، م. و دامغانی، ا.م. ۱۳۸۳. مکانیسم مقاومت گیاهان به تنش‌های محیطی. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد. ۴۶۷ ص.

کوچکی، ع.، رضوانی مقدم، پ.، عسگری، ا. و رستمی، ر. ۱۳۹۷. شناسایی و ارزیابی زراعی و اکولوژیک گیاهان فراموش‌شده در بوم نظام‌های زراعی ایران: ۲-معرفی گیاهان کم‌بهره‌برداری شده و فراموش‌شده. بوم‌شناسی کشاورزی. ۱۰(۲): ۳۶۷ - ۳۵۳.

مهدوی نژاد، ا.، حسینی، س.ز.، ملکی نژاد، ح. و اسدی، م.ا. ۱۳۹۷. تأثیر تغییر متغیرهای اقلیمی بر تبخیر و تعرق پتانسیل در مناطق خشک با استفاده از زمین‌آمار (بررسی موردی: استان یزد). نشریه مدیریت بیابان. ۱۲: ۱-۱۸.

نژاد حسن، ب.، زینلی، ا.، سیاه‌مرگویی، آ.، قادری‌فر، ف. و سلطانی، ا. ۱۳۹۶. مطالعه واکنش جوانه‌زنی بذر گیاه فراموش‌شده منداب (Eruca sativa Mill) به برخی عوامل محیطی. پژوهش‌های تولید گیاهی (علوم کشاورزی و منابع طبیعی). ۲۴(۲): ۹۱ - ۷۷.

نصر اله الحسینی، م.، رحمانی، ا. و خاوری خراسانی، س. ۱۳۹۳. تأثیر تراکم بوته و محل کاشت بر ویژگی‌های زراعی، عملکرد و اجزاء عملکرد دو رقم ذرت شیرین (Zea mays. L var. Sacchara). نشریه زراعت. ۱۰۳: ۹۵ - ۸۴.

وزارت جهاد کشاورزی. ۱۳۹۹. آمارنامه کشاورزی سال ۱۳۹۷–۹۸. معاونت برنامه‌وبودجه، اداره کل آمار و اطلاعات. ۹۲ ص.

Abdel Gawad, G. and. Ghaibeh, A. 2001. Use of low quality water for Irrigation in the Middle East. Proc. Symp. Sustainable management of irrigated land for salinity and toxic elements control, US Salinity Laboratory Riverside. Calif.

Azizian, A. and Sepaskhah, A.R. 2014. Maize response to different water, salinity and nitrogen levels: agronomic behavior. International Journal of Plant Production. 8(1): 107-130.

de Freitas, E.M., Giovanelli, L.B., Delazari, F.T., dos Santos, M.L., Pereira, S.B. and da Silva, D.J.H. 2017. Arugula production as a function of irrigation depths and potassium fertilization. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. 21(3): 197-202.

Gan, Y., Angadi, S.V., Cutforth, H., Potts, D. Angadi, V.V. and MacDonald, C.L. 2004. Canola and mustard response to short periods of temperature and water stress at different developmental stages. Canadian Journal of Plant Science. 84: 679-704.

Noble, C. L., Halloran, G. M. and West, D. W. 1984. Identification and selection for salt tolerance in lucerne. Australian Journal of Agricultural Research. 53:239-252.

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 5, Vol. 15, Dec.-Jan. 2021, p. 1141-1152

نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۵، جلد ۱۵، آذر - دی ۱۴۰۰، ص. ۱۱۵۲-۱۱۴۱

Eruca Sativa L. Response to Planting Method and Irrigation Frequency Under Saline Water Application

E. Seyfipour[۱], H. Gholami[۲], A. Azizian[۳*], N. Yarami[۴]

Recived: May. 22, 2021 Accepted: Jul. 24, 2021

Abstract

Arugula as an adapted plant to the abiotic environmental stresses uses for poor soil improvement and exploitation. In this research the effect of saline water application with different irrigation water frequencies (10, 20 and 30 days) on arugula plant under three planting methods (basin. on-ridge and in-furrow) was studied. The experiment arranged in factorial scheme under a complete block design in 2018-19 in Ardakan Unversity Agricultural Experiment Station with three replications. Results showed that the effect of planting method was dominant in justifying changes in measured traits compared to the irrigation interval. Arugula had better growth (regarding height, number of pod per unit area and plant, number of seeds per pod, 1000-grain weight, biologic-forage- and seed-yield) under in-farrow planting method. Although, increasing irrigation interval up to 30 days decreased all growth parameters; however, increasing irrigation frequency with changing planting method form the conventional basin to in-furrow planting method significantly promoted growth traits and forage (as 73%) seed (as 88%) yield. Furthermore, although in term of absolute amount of forage (as 24445 kg/ha) and seed (as 1484 kg/ha) production, in-furrow planting under 10 -days irrigation frequency is the recommendable treatment; however, the final selection of planting method depends on the economic analysis.

Keywords: Arugula, Drought stress, Forage production, Planting method, Salinity

۱- M.Sc. Student, Department of Water Science and Engineering, Facultyof Agriculture and Natural Resources, Ardakan University, Ardakan, Iran
۲- M.Sc. Student, Department of Water Science and Engineering, Facultyof of Agriculture and Natural Resources, Ardakan University, Ardakan, Iran
۳- Assistant Professor, Department of Water Science and Engineering, Facultyof of Agriculture and Natural Resources, Ardakan University, Ardakan, Iran
۴- Assistant Professor, Department of Water Science and Engineering, Facultyof of Agriculture and Natural Resources, Ardakan University, Ardakan, Iran
(*- Corresponding Author Email: aazizian@ardakan.ac.ir)