

## تحلیل بهره‌وری اقتصادی آب و کود نیتروژن در آبیاری جویچه‌ای یک در میان برای کشت کلزا

آرش تافته<sup>۱\*</sup> و علیرضا سپاسخواه<sup>۲</sup>

(۱\*) دانش‌آموخته کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز. نویسنده مسئول مکاتبات: arash\_tafteh@yahoo.com  
(۲) استاد آبیاری و زهکشی، بخش آبیاری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز.

تاریخ دریافت: ۸۹/۱۲/۲۰ تاریخ پذیرش: ۹۰/۸/۵

### چکیده

حفاظت از منابع آب و خاک از ضروری‌ترین ارکان تولید در بخش کشاورزی و حفاظت زیست بوم است. لذا با توجه به محدودیت منابع آب و خاک در کشور، بررسی روش‌هایی نوین که بتوانند مصرف آب و کود را برای کشت گیاهان مختلف بهینه کنند از اهمیتی فراوان برخوردارند. در این پژوهش، روش آبیاری جویچه‌ای یک در میان که روشی جدید برای کاهش مصرف آب می‌باشد برای کشت گیاه کلزا مورد بررسی قرار گرفت. بدین منظور برای آبیاری گیاه کلزا طی دوره رشد، از سه روش آبیاری جویچه‌ای معمولی، جویچه‌ای یک در میان متغیر و جویچه‌ای یک در میان ثابت (FAF) استفاده شد. برای هر روش آبیاری، چهار تیمار کودی شامل صفر، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار نیز اعمال شد. نتایج نشان داد که بیشترین بازده اقتصادی کاربرد آب مربوط به روش جویچه‌ای یک در میان متغیر با مصرف کود نیتروژن ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار است. بنابراین در منطقه مورد مطالعه، این تیمار آب- نیتروژن برای کشت کلزا پیشنهاد می‌شود.

**واژه‌های کلیدی:** آبیاری جویچه‌ای یک در میان ثابت؛ آبیاری جویچه‌ای یک در میان متغیر؛ بهره‌وری اقتصادی آب؛ بهره‌وری اقتصادی کود؛ کلزا

### مقدمه

درآمد بدست آید. از آنجایی که عامل انتقال نیتروژن آب آبیاری است و میزان شستشوی نیتروژن خاک کاملاً وابسته به میزان کود نیتروژنه و میزان آب آبیاری است، بررسی برهمکنش آب و نیتروژن از اهمیت بالایی برخوردار بوده و با کنترل و بهینه سازی مصرف آب و کود می‌توان از آلودگی آب‌های زیرزمینی جلوگیری کرد. همچنین بهره‌وری آب و نیتروژن افزایش می‌یابد و بهره‌وری این دو عامل اقتصادی تر و مفید تر خواهد بود. سپاسخواه و خردنام (۱۳۷۵) با تحقیقاتی که بر روی چغندر قند در سالهای ۱۳۵۵ و ۱۳۵۴ انجام دادند، نشان دادند که بهره‌وری آب

تقریباً ۶۰ درصد جمعیت کشورهای در حال توسعه از راه کشاورزی امرار معاش می‌کنند. بهره‌برداری فشرده از منابع آب و خاک و افزایش روز افزون مصرف کودهای شیمیایی و سموم کشاورزی، این دو منبع حیاتی را تهدید می‌کند. با توجه به رشد جمعیت جهان، محدودیت اراضی کشاورزی و آب، هزینه بالای ناشی از استفاده از این منابع و افزایش آلودگی محیط زیست در اثر استفاده بی‌رویه از کودهای شیمیایی، لازم است تا مدیریت استفاده از آب و کود به گونه‌ای باشد تا با توجه به حداقل خسارات وارده، حداکثر

در آبیاری جویچه ای یک در میان بیشتر از روش معمولی است. سپاسخواه (۱۳۷۵) بیان نمود که برای گیاهانی مانند چغندر قند (تولید ریشه یا برگ) شرایط آب زیرزمینی بالا و آبیاری جویچه ای یک در میان منجر به بهره وری بالای آب شده ولی در شرایط پایین بودن آب زیر زمینی ممکن است که با تقلیل مقدار آب آبیاری مقدار محصول ریشه نیز کاهش قابل ملاحظه ای پیدا کند. Fichbach and Mulliner (1974) در خاکی با بافت متوسط و جویچه‌هایی با فواصل ۷۵ سانتی متر بر روی گیاه ذرت، آبیاری جویچه ای یک در میان انجام دادند. آنها به طور متوسط در هر آبیاری ۲۹ درصد از میزان آب را کم کردند و در مقایسه با جویچه‌های متداول ۴/۷ درصد کمتر محصول بدست آوردند. Sepaskhah and Kamgar-Haghighi (1997) در تحقیقاتی که روی چغندر قند انجام شد به این نتیجه رسیدند که مقدار محصول ریشه چغندر در آبیاری جویچه ای یک در میان با دور ۵ روزه با آنچه که در آبیاری جویچه ای معمولی با دور ۱۰ روزه بدست آمده برابری دارد ضمن آنکه آب مصرفی در جویچه یک در میان کمتر بوده است. Sepaskhah and Ghasemi (2008) در تحقیقاتی که روی سورگوم دانه ای با روش آبیاری جویچه ای معمولی و یک در میان انجام دادند به این نتیجه رسیدند که بین آبیاری جویچه ای یک در میان ثابت و متغیر در عملکرد محصول اختلاف معنی داری مشاهده نشد، اما مقدار آب مصرفی در روش آبیاری جویچه ای یک در میان با روش معمولی تفاوت معنی داری داشته و بهره وری در روش یک در میان بیشتر از روش معمولی است. Sepaskhah and Hosseini (2008) با بررسی اقتصادی و با توجه به هزینه‌های مختلف کاشت،

داشت و برداشت بر روی گیاه گندم در سه روش آبیاری جویچه ای معمولی و یک در میان ثابت و متغیر با اعمال چهار تیمار کودی صفر، ۹۰، ۱۸۰، ۲۷۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار نشان دادند تیمار نیتروژن ۲۷۰ کیلوگرم در هکتار در آبیاری یک در میان متغیر اقتصادی ترین تیمار می‌باشد البته برای جلوگیری از آلودگی آب‌های زیرزمینی تیمار ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار را توصیه نمودند. Sepaskhah and Khajehabdollahi (2005) با بررسی آبیاری جویچه ای یک در میان با دوره‌های مختلف اظهار داشتند در تیمارهای ۴ روزه یک در میان نسبت به تیمار آبیاری جویچه ای معمولی با دور ۷ روز آب کمتری به خاک اضافه شده ولی در محصول کاهش چندانی ایجاد نشده است. کاهش آب آبیاری و همچنین کم نشدن محصول در تیمارهای آبیاری جویچه ای یک در میان با دور ۴ روز باعث شده که این تیمارها اقتصادی تر باشند. آنها همچنین نتیجه گیری می‌نمایند که سود به دست آمده برای کشاورز با مقدار آب آبیاری و بهره وری آب رابطه مستقیم و با قیمت آب رابطه عکس دارد و کشاورز برای بدست آوردن سود بیشتر باید بهره وری بالاتری داشته باشد. هدف این پژوهش بررسی اثر روشهای آبیاری جویچه ای (معمولی، یک در میان ثابت و یک در میان متغیر) و سطوح مختلف نیتروژن بر میزان عملکرد اقتصادی آب و کود نیتروژن در تولید گیاه کلزا می‌باشد.

### مواد و روش‌ها

جهت بررسی اثر برهمکنش آب و نیتروژن در مراحل مختلف رشد گیاه کلزا آزمایشی در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز در سال زراعی ۱۳۸۸-۱۳۸۷ واقع در فاصله

رشد ریشه در طول فصل کشت با استفاده از معادله (۲) محاسبه شد:

$$Z_r = R_{DM} \left[ 0.5 + 0.5 \sin \left( \frac{3.03 D_{AS}}{D_{TM}} - 1.47 \right) \right] \quad (2)$$

که در آن  $R_{DM}$ : حداکثر عمق ریشه،  $D_{TM}$ : تعداد روز لازم جهت رسیدن به حداکثر عمق،  $D_{AS}$ : تعداد روز بعد از کشت می باشند. میزان حداکثر عمق ریشه از داده‌های قبلی اندازه گیری شده برای کلزا حداکثر عمق ریشه یک متر، ۲۰۰ روز پس از کشت قرار داده شد (شعبانی، ۱۳۸۸). در روش آبیاری جویچه ای معمولی هر سه جویچه در هر هفته با توجه به نیاز آبی حاصل از مقادیر رطوبتی خاک تا عمق ریشه به صورت کامل آبیاری شدند تا بتوان از این تیمارها به عنوان تیمار شاهد آبیاری جویچه ای جهت مقایسه با دو روش دیگر استفاده کرد. در روش یک در میان ثابت جویچه‌ها به صورت یک در میان آبیاری می‌شد و جویچه‌های وسط همواره خشک باقی گذاشته شد و در هر آبیاری دو سوم حجم آب مورد نیاز محاسبه شده بر اساس معادله (۱) با توجه به رطوبت جویچه‌های آبیاری شده به زمین داده شد. در روش آبیاری جویچه ای یک در میان متغیر جویچه‌هایی که در نوبت قبل یک در میان آبیاری نشده بود آبیاری می‌شدند و مقدار دو سوم حجم آب مورد نیاز محاسبه شده بر اساس معادله (۱) با توجه به رطوبت جویچه ای که قرار بود آبیاری شود به زمین داده شد. با استفاده از نمونه‌های برداشت شده از دانه گیاه کلزا در تیمارها، میزان محصول دانه کلزا در تیمارهای مختلف به صورت جداگانه جهت مقایسه بدست آمد. با توجه به میزان آب و کود مصرفی و سود حاصله از هر تیمار مقادیر بهره وری اقتصادی آب بوسیله معادله

۱۶ کیلومتری شمال شرقی شیراز در دشت باجگاه با طول جغرافیای ۳۲° ۵۲' و عرض جغرافیایی ۳۶° ۲۹' و ارتفاع از سطح دریای ۱۸۱۰ متر انجام گرفت. برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش در جدول (۱) آورده شده است. تحقیق مورد نظر در قالب طرح بلوک‌های کاملا تصادفی شامل ۴ تیمار کود نیتروژن  $N_0$ ،  $N_1$ ،  $N_2$ ،  $N_3$  بترتیب برابر با صفر، ۱۰۰ و ۲۰۰ و ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و ۳ روش آبیاری جویچه ای (معمولی، یک در میان ثابت و یک در میان متغیر) در ۳ تکرار پیاده شد. گیاه کلزا (*Brassica napus* L.) در عمق ۰/۰۵ متر از سطح خاک با تراکم ۱/۵ میلیون بوته در هکتار کاشته شد. بذر مورد استفاده لیکورد بود که از ارقام مقاوم به سرما بوده و مناسب شرایط منطقه باجگاه می‌باشد. گیاه کلزا در ۶ مهرماه ۱۳۸۷ کشت و ۲۱ خرداد ماه ۱۳۸۸ برداشت شد. قبل از هر آبیاری، رطوبت خاک با استفاده از نوترون متر در اعماق مختلف ۱۵، ۳۰، ۵۰، ۷۰، ۱۰۰ سانتی متری از سطح خاک با استفاده از معادله واسنجی شده اندازه گیری و مقدار کمبود آب خاک تعیین شده و آب مورد نیاز تیمارهای مختلف با استفاده از معادله (۱) بدست آمد:

$$d = \sum_{i=1}^n (\theta_{fci} - \theta_i) \Delta z \quad (1)$$

که در آن  $d$  مقدار خالص آب آبیاری (m)،  $\theta_{fc}$  و  $\theta_i$  به ترتیب رطوبت ظرفیت زراعی و رطوبت موجود در خاک قبل از آبیاری ( $m^3 m^{-3}$ ) و  $\Delta z$  ضخامت لایه (m) و  $i$  شماره هر لایه و  $n$  تعداد لایه‌ها تا عمق ریشه می باشند. با استفاده از معادله ارائه شده توسط Sepaskhah *et al.*, (2006) میزان

(۳) و بهره وری اقتصادی کود نیتروژن از معادله (۴) محاسبه شد.

$$Ra_w = \frac{B}{W} \quad (3)$$

که در آن  $Ra_w$ : بهره وری اقتصادی آب،  $B$ : سود حاصل بر حسب ریال،  $W$ : میزان آب مصرفی بر حسب متر مکعب می باشد.

$$Ra_t = \frac{B}{T} \quad (4)$$

که در آن  $Ra_t$ : بهره وری اقتصادی کود،  $B$ : سود حاصل بر حسب ریال،  $T$ : میزان کود مصرفی بر حسب کیلوگرم بر هکتار می باشد.

برای مقایسه اقتصادی تیمارها هزینه عملیات‌های مختلف کاشت، داشت و برداشت از سازمان جهاد کشاورزی، سازمان خدمات حمایتی و سازمان آب منطقه ای جمع آوری و به دو قسمت عمده هزینه‌های ثابت و متغیر تقسیم شد. سپس با توجه به میزان محصول و هزینه‌های انجام شده میزان سود خالص برای هر تیمار محاسبه شد تا از نظر اقتصادی روش‌های اعمال شده مورد ارزیابی قرار گرفته و مشخص شود که آیا این روش‌ها توجیه اقتصادی دارند یا خیر.

### نتایج و بحث

هزینه عملیات مختلف از سازمان جهاد کشاورزی و سازمان خدمات حمایتی و آب منطقه‌ای استان فارس جمع آوری شد. سپس با در نظر گرفتن عملیات مختلف که در جدول ۲ و ۳ آورده شده است هزینه‌ها به دو قسمت ثابت و متغیر تقسیم شدند. سپس با توجه به هزینه‌های ثابت و متغیر بدست آمده برای هر تیمار مقدار هزینه کل محاسبه و در جدول ۴ آورده شده است. بعد از آن با توجه به میزان محصول تولیدی

و قیمت خرید ۶۲۰۰ ریالی کلزا درآمد ناخالص و از تفاضل درآمد ناخالص و هزینه کل میزان سود خالص برای هر تیمار مشخص شد. نتایج محاسبات در جدول ۵ آورده شده است. با توجه به نتایج حاصله از تحلیل اقتصادی، بیشترین درآمد مربوط به تیمار آبیاری معمولی با مقدار ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و در درجه دوم روش معمولی با ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار می باشد. در درجه سوم روش یک در میان متغیر با اعمال ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار بیشترین سود را دارد. البته تفاوت این مقادیر بیش از ۱۰۰ هزار تومان در هر هکتار نبوده و تفاوت قابل ملاحظه ای ندارند. بنابراین در شرایط کم آبی و جهت حفظ محیط زیست و جلوگیری از آلودگی آب‌های زیرزمینی می توان از روش یک در میان متغیر با میزان ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار نتایج رضایت بخشی را بدست آورد. ولی از آنجا که سود خالص به تنهایی تفاوت‌ها را نشان نمی‌دهد. از بهره وری اقتصادی آب و کود استفاده شد. بهره وری اقتصادی آب و کود برای هر تیمار محاسبه و در جدول ۶ و ۷ آورده شده است. در تیمارهای آبیاری حداکثر بهره وری اقتصادی آب مربوط به روش یک در میان متغیر می باشد. این نتیجه نشان می‌دهد که با اعمال این روش می‌توانیم بهره‌وری اقتصادی را در سطح معنی داری افزایش دهیم که بیشترین بهره وری آب در تیمار یک در میان متغیر با اعمال کود ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار رخ داده است و تفاوت معنی داری بین تیمار ۲۰۰ و ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار دیده نمی‌شود. بنابراین اعمال ۳۰۰ کیلوگرم کود لازم نخواهد بود. تیمار ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار دارای بهترین بهره وری در هر سه روش می باشد. حداکثر بهره وری اقتصادی کود مربوط به روش معمولی با اعمال

۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار می‌باشد که تفاوت معنی داری با اعمال ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در روش معمولی ندارد. در روش‌های یک در میان مقدار ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن جهت بهینه شدن بهره‌وری اقتصادی کود پیشنهاد می‌گردد. و تیمار ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار برای هیچ یک از روش‌های آبیاری توصیه نمی‌گردد.

جدول ۱- برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده

عمق خاک (cm)	بافت خاک	Clay	Silt	Sand	pH	مواد آلی	کربنات کلسیم	کج	درصد اشباع	ظرفیت تبادل	چگالی	ظرفیت زراعی	نقطه پژمردگی دائم
										کاتیونی	ظاهری	(cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup> )	(cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup> )
		%			%			meq/100g		(g/cm <sup>3</sup> )			
۰-۱۵	رسی شنی	۳۰	۳۵	۳۵	۸/۰	۲	۱۷	۰/۰۱۳	۵۲	۴۸	۱/۲۵	۰/۳۲	۰/۱۱
۱۵-۳۰	رسی شنی	۳۰	۳۵	۳۵	۸/۰	۲	۱۷	۰/۰۱۳	۵۲	۴۸	۱/۳۲	۰/۳۶	۰/۱۲
۳۰-۵۰	رسی شنی	۳۹	۳۸	۲۳	۸/۲	-	۹/۶	-	۵۳	-	۱/۳۶	۰/۳۶	۰/۱۴
۵۰-۷۰	رسی	۴۰	۳۹	۲۱	۸/۰	۰/۷	۲۸	۰/۰۱۲	۴۹	۴۴	۱/۴۲	۰/۳۹	۰/۱۶
۷۰-۱۰۰	رسی	۴۰	۳۹	۲۱	۸/۰	۰/۷	۲۸	۰/۰۱۲	۴۹	۴۴	۱/۴۲	۰/۳۹	۰/۱۶

جدول ۲- هزینه های ثابت در کشت کلزا در سال ۱۳۸۷

مبلغ کل (ریال)	تعداد	مبلغ (ریال)	هزینه های ثابت
۲۵۰۰۰۰	۱	۲۵۰۰۰۰	شخم (هر هکتار)
۱۲۵۰۰۰	۱	۱۲۵۰۰۰	صاف کردن (هر هکتار)
۱۲۵۰۰۰	۱	۱۲۵۰۰۰	شیار زدن (هر هکتار)
۱۰۳۰۰۰	۴	۲۵۷۵۰	کود سوپر فسفات تریپل (۵۰ کیلوگرم)
۲۵۰۰۰۰	۱	۲۵۰۰۰۰	بذر کاری (هر هکتار)
۲۵۰۰۰۰	۱	۲۵۰۰۰۰	تنک و واکاری (هر هکتار)
۸۰۰۰۰۰	۱	۸۰۰۰۰۰	علف کشی (هر هکتار)
۴۰۰۰۰۰	۱	۴۰۰۰۰۰	کمباین (هر هکتار)
۲۴۰۰۰۰	۴	۶۰۰۰۰	سم پاشی (هکتار)
۱۰۲۰۰۰	۶	۱۷۰۰۰	بذر کلزا (کیلوگرم)
۴۴۹۵۰۰۰			کل هزینه ثابت (هر هکتار)

جدول ۳- هزینه های متغیر در کشت کلزا در سال ۱۳۸۷

هزینه متغیر	مبلغ (ریال)
هزینه حمل (هر تن محصول)	۹۰۰۰۰
کارگر (هر ۸ ساعت)	۱۲۰۰۰۰
قیمت آب (متر مکعب)	۵۷/۶۶
کود اوره (۵۰ کیلو گرمی)	۲۲۵۰۰

جدول ۴- مقادیر هزینه مختلف محاسبه شده در تیمارهای مختلف در کشت کلزا ۱۳۸۸-۱۳۸۷ بر حسب هزار ریال

هزینه کل	هزینه کارگری	هزینه حمل	هزینه کود اوره	هزینه آب	نیتروژن مصرفی (kg ha <sup>-1</sup> )	روش آبیاری
۴۲۱۱۶/۹	۸۲۳/۴	۱۷۰	۰	۳۳۸۸/۲	۰	جویچه ای معمولی
۴۳۰۹/۵	۸۲۳/۴	۱۹۸/۷	۹۷/۸	۳۳۸۸/۲	۱۰۰	
۴۴۰۷/۳	۸۲۳/۴	۳۱۰	۱۹۵/۶	۳۳۸۸/۲	۲۰۰	
۴۵۰۵/۱	۸۲۳/۴	۳۰۷/۸	۲۹۳/۴	۳۳۸۸/۲	۳۰۰	
۲۹۸۰/۸	۶۱۴/۲	۷۵/۹	۰	۲۳۶۶/۵	۰	جویچه ای یک در میان ثابت
۳۰۷۸/۶	۶۱۴/۲	۹۴/۸	۹۷/۸	۲۳۶۶/۵	۱۰۰	
۳۱۷۶/۵	۶۱۴/۲	۱۶۳/۱	۱۹۵/۶	۲۳۶۶/۵	۲۰۰	
۳۲۷۴/۳	۶۱۴/۲	۱۶۶/۵	۲۹۳/۴	۲۳۶۶/۵	۳۰۰	
۳۲۲۰/۲	۶۵۹/۱	۱۲۱/۵	۰	۲۵۶۱/۱	۰	جویچه ای یک در میان متغیر
۳۳۱۸/۱	۶۵۹/۱	۱۶۲	۹۷/۸	۲۵۶۱/۱	۱۰۰	
۳۴۱۵/۹	۶۵۹/۱	۲۸۸/۹	۱۹۵/۶	۲۵۶۱/۱	۲۰۰	
۳۵۱۳/۷	۶۵۹/۱	۲۸۸	۲۹۳/۴	۲۵۶۱/۱	۳۰۰	

جدول ۵- مقادیر سود خالص محاسبه شده در تیمارهای مختلف در کشت کلزا ۱۳۸۸-۱۳۸۷ بر حسب هزار ریال

سود خالص	هزینه کل	درآمد ناخالص	نیتروژن مصرفی (kg ha <sup>-1</sup> )	روش آبیاری
۵۹۳۶/۱	۴۲۱۱/۷	۱۱۷۱۱/۱	۰	جویچه ای معمولی
۷۷۸۹/۹	۴۳۰۹/۵	۱۳۶۹۱/۴	۱۰۰	
۱۵۲۴۶/۵	۴۴۰۷/۳	۲۱۳۵۷/۱	۲۰۰	
۱۴۹۹۷/۷	۴۵۰۵/۱	۲۱۲۰۴	۳۰۰	
-۱۱۰/۷	۰	۲۳۶۶/۵	۰	جویچه ای یک در میان ثابت
۱۰۷۲/۷	۹۷/۸	۲۳۶۶/۵	۱۰۰	
۵۶۰۵/۴	۱۹۵/۶	۲۳۶۶/۵	۲۰۰	
۵۷۳۹/۷	۲۹۳/۴	۲۳۶۶/۵	۳۰۰	
۲۹۲۱/۳	۰	۲۵۶۱/۱	۰	جویچه ای یک در میان متغیر
۵۵۶۶/۲	۹۷/۸	۲۵۶۱/۱	۱۰۰	
۱۴۰۸۳/۴	۱۹۵/۶	۲۵۶۱/۱	۲۰۰	
۱۳۹۲۴/۵	۲۹۳/۴	۲۵۶۱/۱	۳۰۰	

جدول ۶- بهره‌وری اقتصادی آب در تیمارهای مختلف بر حسب ریال بر متر مکعب در کشت کلزا

N(kg/ha)	OF	VAF	FAF	Mean
۰	۱۰۵۱/۱d*	۶۸۴/۳e	-۲۸/۱g	۵۶۹/۱C
۱۰۰	۱۳۷۹/۴c	۱۳۰۳/۹c	۲۷۱/۹f	۹۸۵/۱B
۲۰۰	۲۶۹۹/۸b	۳۲۹۹/۴a	۱۴۲۱/۱c	۲۴۷۳/۴A
۳۰۰	۲۶۵۵/۸b	۳۲۶۲/۱a	۱۴۵۵/۲c	۲۴۵۷/۷A
Mean	۱۹۴۶/۵B	۲۱۳۷/۴A	۷۸۰/۷C	

\*- در هر ردیف و ستون اعداد دارای حروف مختلف در سطح احتمال ۵ درصد دارای اختلاف آماری هستند.

جدول ۷- بهره‌وری اقتصادی کود در تیمارهای مختلف بر حسب ریال بر کیلوگرم در هکتار در کشت کلزا

N(kg/ha)	OF	VAF	FAF	Mean
۱۰۰	۷۷۸۹۹/۴a*	۵۵۶۶۱/۹c	۱۰۷۲۷/۸g	۴۸۰۹۶/۴B
۲۰۰	۷۶۲۳۲/۶a	۷۰۴۱۷/۳b	۲۸۰۲۷/۱e	۵۸۲۲۵/۶A
۳۰۰	۴۹۹۹۲/۶d	۴۶۴۱۵/۱d	۱۹۱۳۲/۵f	۳۸۵۱۳/۴C
Mean	۵۱۰۳۱/۱A	۴۳۱۲۳/۵B	۱۴۴۷۱/۸C	

\*- در هر ردیف و ستون اعداد دارای حروف مختلف در سطح احتمال ۵ درصد دارای اختلاف آماری هستند.

### نتیجه‌گیری

نشان دادند که روش یک در میان جواب گو نیست و باید دور آبیاری را کوتاه تر در نظر گرفت. همچنین در مورد چغندر قند نتایج Sepaskhah and Kamgar-Haghighi (1997) نشان داد این روش با دور کوتاه تر جوابگو خواهد بود. بنابراین روش یک در میان برای گیاهان مختلف متفاوت است و با توجه به نوع کشت (پاییزه یا بهاره) زیرا در کشت پاییزه مقداری از نیاز گیاه با آب باران تامین می‌شود و حساسیت گیاه و قابلیت تطبیق پذیری ریشه گیاه با شرایط کم آبی موضعی رفتارهای متفاوتی مشاهده شد. بنابراین جهت استفاده از این روش بایستی گیاه مورد نظر آزمایش و دور آبیاری مربوط به آن گیاه مشخص و مورد تحلیل اقتصادی قرار گیرد تا بهره‌وری آب افزایش یابد.

### منابع

۱) سپاسخواه، ع. ر.، و خردنام، م. ۱۳۵۷. آبیاری جویچه‌ای یک در میان چغندر قند. گزارش فعالیت‌های مرکز

روش آبیاری یک در میان ثابت نتایج قابل قبولی را نشان نداد و با توجه به تحلیل اقتصادی انجام شده قابل استفاده و دارای توجیه اقتصادی نمی‌باشد. در تیمارهای آبیاری حداکثر بهره‌وری اقتصادی آب مربوط به روش یک در میان متغیر می‌باشد. حداکثر بهره‌وری آب در تیمار یک در میان متغیر با اعمال کود ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار رخ داده است. در روش‌های یک در میان مقدار ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن جهت بهینه شدن بهره‌وری اقتصادی کود پیشنهاد می‌گردد، و تیمار ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار برای هیچ یک از روش‌های آبیاری توصیه نمی‌گردد. Sepaskhah and Ghasemi (2008) نیز در کشت سورگوم به همین نتیجه دست یافتند که بهره‌وری در روش یک در میان بیشتر از روش معمولی است. Sepaskhah and Hosseini (2008) نیز برای گندم روش یک در میان را توصیه کردند. ولی در مورد ذرت Sepaskhah and Khajehabdollahi (2005)

- 6) Sepaskhah, A. R., Sh. Rezaee – Pour, and A. A. Kamgar - Haghghi. 2006. Water budget approach to quantify cowpea yield using crop characteristic equations. *Biosys. Eng.* 95(4):583-596.
- 7) Sepaskhah, A. R., and M. H. Khajehabdollahi. 2005. Alternate furrow irrigation with different irrigation intervals for maize (*Zea mays L.*). *Plant Prod. Sci.* 8(5):592-600.
- 8) Sepaskhah, A. R., and M. M. Ghasemi. 2008. Every-other-furrow irrigation with different irrigation intervals for grain sorghum. *Bio. Sci.* 11(9):1234-1239.
- 9) Sepaskhah, A. R., and S.N. Hosseini. 2008. Effect of alternate furrow irrigation and nitrogen application rates on yield and water- and nitrogen- use efficiency of winter wheat (*Triticum aestivum L.*). *Plant. Prod. Sci.* 11(2):250-259.
- تحقیقات دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز، شماره ۴. ۲۰۰ صفحه.
- ۲) شعبانی، ع.، ع. ا. کامگار حقیقی، ع. سپاسخواه، ی. امامی و ت. هنر. ۱۳۸۸. اثر تنش آبی بر ویژگی‌های فیزیولوژیک گیاه کلزا (*Brassica napus L.*). مجله علوم و فنون کشاورزی. جلد ۱۳. شماره ۴۹: صفحات ۳۱-۴۲.
- ۳) سپاسخواه، ع. ر. ۱۳۷۵. کم آبیاری به روش آبیاری جویچه‌ای یک در میان. مجموعه مقالات هشتمین سمینار کمیته ملی آبیاری و زهکشی: صفحه ۳۰۴-۲۹۱.
- 4) Fichbach, P.E., and H.R. Mulliner. 1974. Every other furrows of corn irrigation. *Trans. of the ASAE.* 17:426-428.
- 5) Sepaskhah, A. R., and A. A. Kamgar-Haghghi. 1997. Water use and yield of sugarbeet grown under every other furrow irrigation with different irrigation intervals. *Agric. Water Manage.* 34:71-80.



## Analysis of economic water and nitrogen productivity in alternate furrow irrigation for canola production

Arash Tafteh<sup>1\*</sup> and Ali Reza Sepaskhah<sup>2</sup>

1)\* M. Sc. of Irrigation and Drainage, College of Agriculture, Shiraz University, Shiraz. Iran, Corresponding author: email: arash\_tafteh@yahoo.com

1) Professor of Irrigation Department, College of Agriculture, Shiraz University, Shiraz. Iran

### Abstract

Conservation of soil and water resources in Iran is of great importance for crop production as well as for environment protection. Due to limited soil and water resources in Iran, new methods that can optimize the use of water and fertilizers for crop production are very important. In this study, the alternate furrow irrigation which is a relatively new method for reducing irrigation water for canola production was investigated. In this study, three irrigation methods including ordinary furrow (OF), variable alternate furrow (VAF) and fixed alternate furrow (FAF) were investigated. In each method, four different nitrogen fertilizer treatments with 0, 100, 200, and 300 kg/ha was applied. The results indicated that the best economic productivity of water usage was obtained in the VAF method with 200 kg/ha nitrogen application. Consequently, this treatment can be recommended for canola production in the studied area.

**Keywords:** canola; economic fertilizer productivity; economic water productivity; fixed alternate furrow (FAF); variable alternate furrow (VAF)