



# به‌زرعی کشاورزی

دوره ۲۴ ■ شماره ۲ ■ تابستان ۱۴۰۱

صفحه‌های ۳۱۱-۳۲۳

DOI: 10.22059/zci.2021.316538.2496

مقاله پژوهشی:

## اثر سری‌های افزایشی در کشت مخلوط آفتابگردان و ریحان، تحت رژیم‌های آبیاری شور و

### شیرین بر عملکرد و شاخص سودمندی

سارا نجفی قاقلستانی<sup>۱</sup>، عیسی خمیری<sup>۲\*</sup>، احمد قنبری<sup>۳</sup>، مهدی دهمرده<sup>۴</sup>

۱. دانشجوی دکتری، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران.

۲. استادیار، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران.

۳. استاد، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران.

۴. دانشیار، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران.

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۰/۰۱/۰۸

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۹/۱۰/۱۴

### چکیده

با هدف دستیابی به بالاترین سطح عملکرد و سودمندی در کشت مخلوط افزایشی آفتابگردان و ریحان تحت مدیریت آبیاری با آب شور و شیرین، آزمایشی به‌صورت کرت‌های خردشده بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و طی دو سال زراعی (۱۳۹۶ و ۱۳۹۷) در پژوهشکده دانشگاه زابل اجرا شد. آب شیرین ( $EC_e = 3.9 \text{ dS.m}^{-1}$ ) از رودخانه هیرمند و آب شور ( $EC_e = 1.1 \text{ dS.m}^{-1}$ ) از چاه تأمین شدند. رژیم آبیاری به‌عنوان عامل اصلی در سه سطح آب شیرین، آب شور و متناوب (شور و شیرین یک‌در میان) و سطوح مختلف کشت به‌عنوان عامل فرعی شامل ۱۰۰ درصد آفتابگردان (چهار بوته در مترمربع)، ۱۰۰ درصد ریحان (۸۰ بوته در مترمربع)، ۱۰۰ درصد آفتابگردان + ۵۰ درصد ریحان، ۵۰ درصد آفتابگردان + ۱۰۰ درصد ریحان، ۱۰۰ درصد آفتابگردان و ۱۰۰ درصد ریحان انجام شد. نتایج نشان داد اثر متقابل تیمارهای الگوی کشت مخلوط و رژیم آبیاری بر وزن هزاردانه، عملکرد دانه، شاخص برداشت، عملکرد روغن دانه آفتابگردان، و هم‌چنین صفات عملکرد وزن خشک و اسانس گیاه ریحان اثر معنی‌دار داشت. هم‌چنین در رژیم‌های آبیاری مختلف، بیش‌ترین نسبت برابری زمین کل (۱/۴۵ - ۱/۳۷) و شاخص سودآوری (۰/۴۸ - ۰/۲۹) در الگوی کشت ۵۰ درصد آفتابگردان + ۱۰۰ درصد ریحان دیده شد. نتایج نشان داد کشت مخلوط می‌تواند بر تعدیل تأثیر منفی شوری آب بر عملکرد گیاهان مورد آزمایش مؤثر باشد.

**کلیدواژه‌ها:** آبیاری متناوب، اسانس، الگوی کشاورزی، تنش، شاخص برداشت.

## Effect of Additive Intercropping Series of Sunflower with Basil, under Saline and Fresh Water Irrigation Regimes on their Yield and Advantage Indices

Sara Najafi Ghaghelestani<sup>1</sup>, Eisa Khammari<sup>2\*</sup>, Ahmad Ghanbari<sup>3</sup>, Mehdi Dahmardeh<sup>4</sup>

1. Ph.D. Student, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Zabol University, Zabol, Iran.

2. Assistant Professor, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Zabol University, Zabol, Iran.

3. Professor, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Zabol University, Zabol, Iran.

4. Associate Professor, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Zabol University, Zabol, Iran.

Received: January 3, 2021

Accepted: March 28, 2021

### Abstract

Additive intercropping series of sunflower and basil have been laid out under salty and fresh water irrigation management with the aim of achieving the highest yield and intercropping advantage as a result of intercropping the two plants. An experiment has been performed at Zabol University during two cropping years (2018 and 2019). Fresh water ( $EC_e = 3.9 \text{ dS.m}^{-1}$ ) and saline water ( $EC_e = 1.1 \text{ dS.m}^{-1}$ ) have been taken from the Hirmand River and a local well, respectively. The irrigation water regimes are fresh water, salt water, and an alternating usage of salty and fresh irrigation water. In addition, five types of intercropping patterns are considered the sub-factors (100% sunflower (4 plants/m<sup>2</sup>), 100% basil (80 plants/m<sup>2</sup>), 100% sunflower+ 50% basil, 50% sunflower + 100% basil and 100% sunflower + 100% basil. The results show that the interaction between intercropping patterns and different irrigation regimes has had a significant effect on 1000 seed weight, seed yield, harvest index, oil yield of sunflower, dry weight, and essential oil yield of basil plants. In response to all irrigation regimes, the highest value of total land equivalent ratio (1.37-1.45) and intercropping advantage (0.29 - 0.48) has occurred as a result of cultivating 50% sunflower + 100% basil, thereby appearing as a good model of intercropping. The results show that intercropping patterns can be effective in modulating the negative effects of saline irrigation water on plant yield.

**Keywords:** Agricultural pattern, alternating irrigation, essential oil, harvest index, stress.

## ۱. مقدمه

امروزه کمبود منابع آب در جهان و از جمله ایران یک بحران جدی است که با توسعه صنعتی، افزایش جمعیت و کاهش نزولات جوی تشدید شده است. پیش‌بینی می‌شود تا سال ۲۰۲۵ میلادی دو سوم جمعیت کره زمین با بحران منابع آبی مواجه خواهند شد (Karamzadi, 2018). منطقه سیستان در شرق کشور ایران با میانگین بارش سالانه پایین، با تبخیر شدید منابع آبی (۱۸۰۰ میلی‌متر در سال)، کمبود منابع آب شیرین و نیز شوری منابع آب زیرزمینی مواجه است (Ghamarnia & Sultani, 2019). تنها منبع آب شیرین منطقه سیستان رودخانه فصلی هیرمند است که به‌سختی قادر به تأمین نیاز کشاورزان و آب شرب منطقه می‌باشد. بنابراین توجه به منابع آبی غیرمتعارف مانند آب‌های شور زیرزمینی به‌عنوان یک ضرورت می‌باید مورد توجه قرار گیرد (Ghaedi et al., 2015).

کشت مخلوط روشی چندکشتی است که در آن چند گیاه هم‌زمان در یک زمین زراعی دوره رویشی خود را می‌گذرانند. در این بین انتخاب گونه‌های گیاهی مناسب نکته کلیدی است که می‌تواند باعث افزایش عملکرد در مقایسه با الگوی تک‌کشتی شود (Ramazani, 2020).

آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.) گیاهی یک‌ساله و از مهم‌ترین دانه‌های روغنی است که به‌دلیل کوتاه‌بودن طول دوره رشد، سازگاری وسیع با شرایط آب‌وهوایی متفاوت و تحمل نسبی در برابر تنش‌های محیطی و شوری مورد توجه است (Jami & Ghalavand, 2018). گزارش شده افزایش شوری خاک در محدوده  $۰/۳۳-۳/۹۵ \text{dS.m}^{-1}$  می‌تواند باعث کاهش شدت فتوسنتز شود، اما استفاده مناسب از نهاده‌های کشاورزی تأثیر منفی تنش شوری را کاهش می‌دهند (Zeng et al., 2014). بررسی نتایج کشت مخلوط آفتابگردان با سایر گونه‌های گیاهی مانند سویا (Seyedi &

Hamzei, 2020)، لوبیا (Hamzei & Seyedi, 2018) و ذرت (Nasrollah-zadeh & Talebi, 2017) نشان داده الگوی کشت مخلوط باعث افزایش عملکرد و نسبت برابری زمین کل در مقایسه با کشت خالص شده است.

ریحان (*Ocimum basilicum* L.) یکی از گیاهان مهم خانواده نعناع است که به‌عنوان گیاهی دارویی، ادویه‌ای و همچنین به‌صورت سبزی تازه مورد استفاده قرار می‌گیرد. اسانس ریحان در صنایع مختلف غذایی، دارویی و بهداشتی کاربرد دارد (Gohari et al., 2017). گزارش شده عملکرد گیاه ریحان با افزایش شوری تا  $۸ \text{dS.m}^{-1}$  کاهش می‌یابد (Caliskan et al., 2017). گزارش‌های متعددی درخصوص کشت مخلوط ریحان در دسترس است. در پژوهشی کشت مخلوط گیاهان ریحان و ذرت مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد الگوی کشت مخلوط باعث افزایش عملکرد وزن خشک گونه ریحان شد (Bagheri et al., 2014). همچنین بررسی اثر کشت مخلوط ذرت و ریحان بر عملکرد و مقدار اسانس ریحان نشان داد الگوی کشت مخلوط می‌تواند باعث افزایش عملکرد اسانس و ماده خشک شود (Mabudi et al., 2016).

بررسی منابع علمی گذشته نشان می‌دهد الگوی کشت مخلوط می‌تواند تأثیر منفی آبیاری با آب شور را تعدیل نماید که این موضوع تحت تأثیر الگوی کشت، نوع گیاه و سطح شوری آب قرار دارد (Firoozabadi et al., 2020; Ahmad & Zaheer, 1994). در این پژوهش الگوی کشت مخلوط افزایشی گیاهان آفتابگردان و ریحان با هدف دستیابی به بالاترین سطح عملکرد و سودمندی در مقایسه با کشت خالص و با تمرکز به استفاده بهینه از منابع آبی موجود در منطقه سیستان طراحی و اجرا شد.

## ۲. مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در مزرعه پژوهشی دانشگاه زابل واقع در

منطقه، آبیاری به صورت غرقابی و پس از ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر بر مبنای تشتک تبخیر کلاس A و در دوره‌های ۷ روزه انجام شد (Ghahderijani et al., 2015). در طی رشد گیاه و چین علف‌های هرز طی دو مرحله و به صورت دستی انجام گرفت. عملیات برداشت آفتابگردان پس از رسیدگی فیزیولوژیک (قهوه‌ای شدن پشت طبقها)، طی یک مرحله به ترتیب در تاریخ‌های ۲۳ و ۱۶ خردادماه سال‌های زراعی ۹۶ و ۹۷ انجام شد. برداشت ریحان نیز طی یک چین و در مرحله گلدهی به ترتیب در تاریخ‌های ۳ و ۱ تیرماه سال‌های زراعی ۹۶ و ۹۷ اجرا شد. بدین صورت که یک ردیف از هر طرف و نیم متر از بخش‌های ابتدایی و انتهایی هر کرت حذف و ۲ مترمربع از هر کرت برداشت شد.

برای اندازه‌گیری عملکرد بیولوژیک آفتابگردان ابتدا بذور از نمونه‌ها جدا و سپس به کمک دستگاه آن (در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد) تا حصول وزن ثابت خشک شدند، سپس به همراه بذور وزن و بر مبنای کیلوگرم در هکتار گزارش شد (Rezaei-chiyaneh et al., 2015). شاخص برداشت با تقسیم عملکرد دانه بر عملکرد بیولوژیک ضرب در ۱۰۰ محاسبه شد. جهت محاسبه وزن هزاردانه آفتابگردان مطابق روش Nasrollah-zadeh & Talebi (2017) تعداد چهار نمونه ۱۰۰ تایی به طور تصادفی انتخاب و میانگین وزنی به دست آمده در عدد ۱۰ ضرب و بر حسب گرم برای هر کرت آزمایشی گزارش شد. همچنین درصد روغن دانه با کمک حلال هگزان و دستگاه سوکسله (طب آزما مدل SOX406، ایران) اندازه‌گیری شد.

شهرستان زهک (طول جغرافیایی ۶۱ درجه و ۹۷ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۰ درجه و ۸۸ دقیقه شمالی و ارتفاع ۴۹۲ متر از سطح دریا) به صورت آزمایش کرت‌های خردشده بر مبنای طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در دو سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ اجرا شد. نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل نمونه‌های خاک در جدول (۱) آورده شده است. در این آزمایش آبیاری به عنوان عامل اصلی در سه سطح، شامل آب شیرین ( $EC_e = 1.0 \text{ dS.m}^{-1}$ )، آب شور ( $EC_e = 3.9 \text{ dS.m}^{-1}$ ) و آبیاری متناوب با آب شیرین و شور بود. آب شیرین از رودخانه هیرمند و آب شور از چاه حفرشده در پژوهشکده دانشگاه زابل تأمین شد. الگوی کشت مخلوط افزایشی گونه‌های آفتابگردان رقم هیبرید آذرگل (روغنی) و ریحان (رقم محلی شهرستان زابل) به صورت ردیفی در پنج سطح ۱۰۰ درصد آفتابگردان، ۱۰۰ درصد ریحان، ۱۰۰ درصد آفتابگردان+ ۵۰ درصد ریحان، ۱۰۰ درصد آفتابگردان+ ۱۰۰ درصد ریحان و ۱۰۰ درصد آفتابگردان+ ۱۰۰ درصد ریحان به صورت یک ردیف در میان در نظر گرفته شد. در کشت خالص آفتابگردان فاصله بین ردیف‌ها ۶۰ سانتی‌متر و در روی ردیف‌ها نیز همین مقدار در نظر گرفته شد (Nasrollah-zadeh et al., 2012). فاصله بین ردیف‌ها و روی ردیف برای گونه ریحان نیز به ترتیب ۳۰ و ۵ سانتی‌متر بود (Nobahar et al., 2014). ابعاد هر کرت فرعی آزمایشی ۳×۲ متر در نظر گرفته شد. عملیات کاشت در سال‌های زراعی ۹۶ و ۹۷ به ترتیب در تاریخ‌های ۲۰ و ۱۷ فروردین ماه، به طور هم‌زمان برای گونه‌ها انجام و سه روز پیش از آن زمین آبیاری شد. با توجه به توانایی منابع آب

جدول ۱. ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی نمونه خاک

بافت خاک	شن (%)	سیلت (%)	رس (%)	کلسیم (ppm)	پتاسیم قابل جذب (ppm)	سدیم (ppm)	منیزیم (ppm)	نیتروژن کل (%)	کربن آلی (%)	هدایت الکتریکی (dS.m <sup>-1</sup> )	اسیدیته خاک
لومی-شنی	۷۰	۱۷	۱۳	۲۸۰	۱۰/۸۰	۵۷/۵۶	۱۵/۶۳	۰/۰۶	۰/۷۲	۲/۹۳	۷/۸۰

مهم‌ترین عامل تعیین‌کننده الگوی کشت محصولات زراعی، سودآوری اقتصادی آن است که به کمک شاخص سودمندی (IA) بیان می‌شود. در این پژوهش شاخص سودمندی به کمک رابطه (۴) محاسبه شد (Vandermeer, 1990).

رابطه (۴) IA=

$$[P_a / (P_a + P_b) \times (LER_a \times (100 / Z_{ab}) - 1) + (P_b / (P_a + P_b) \times (LER_b \times (100 / Z_{ba}) - 1)]$$

$Z_{ab}$  = درصد گونه آفتابگردان در الگوی کشت مخلوط

$Z_{ba}$  = درصد گونه ریحان در الگوی کشت مخلوط

$P_a$  = قیمت واحد هر کیلو آفتابگردان معادل ۳۲۰۰۰۰ ریال

$P_b$  = قیمت واحد هر کیلو ریحان معادل ۱۰۰۰۰۰ ریال

تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS (نسخه ۹/۱) و مقایسه میانگین داده‌های صفات براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

### ۳. نتایج و بحث

#### ۳.۱. گیاه آفتابگردان

##### ۳.۱.۱. ارتفاع بوته آفتابگردان

تجزیه آماری داده‌ها نشان داد (جدول ۲) روش آبیاری و الگوی کاشت بر ارتفاع آفتابگردان در سطح یک درصد اثر معنی‌دار و سال تأثیر معنی‌دار نشان نداد. اثر روش آبیاری می‌تواند ناشی از تأثیر شوری بر ریشه گیاه باشد. افزایش غلظت نمک در محیط اطراف ریشه باعث کاهش پتانسیل اسمتیک<sup>۳</sup> محلول خارجی شده و به دنبال آن مقدار جذب ترکیبات مغذی کاهش می‌یابد. از طرفی دیگر شوری با کاهش هدایت روزنه‌ای گیاه از سرعت فتوسنتز کاسته، و در نهایت منجر به کاهش رشد گیاه می‌شود (Zeng et al., 2014). اثر الگوی کشت مخلوط نیز در رقابت گونه‌های

برای عملکرد وزن تر ریحان، اندام هوایی گیاه (در مساحت ذکر شده برای هر کرت) از نزدیکترین نقطه به زمین قطع و توزین شدند. جهت محاسبه عملکرد وزن خشک، نمونه‌ها در دمای محیط و شرایط سایه تا حصول وزن ثابت قرارداد شدند و مقدار به دست آمده برحسب کیلوگرم در هکتار گزارش شد (Moghadam et al., 2015). جهت اندازه‌گیری اسانس ریحان مقدار ۵۰ گرم پودر اندام هوایی به همراه ۹۰۰ میلی‌لیتر حلال آب به دستگاه کلونجر (سینا شیشه مدل 3230، ایران) منتقل و فرایند اسانس‌گیری برای مدت سه ساعت انجام شد. درصد اسانس برحسب گرم در یکصد گرم نمونه خشک و عملکرد اسانس برحسب کیلوگرم در هکتار گزارش شد (Khorasaninejad et al., 2016). عملکرد کشت مخلوط گونه‌های آفتابگردان و ریحان با استفاده از شاخص‌های نسبت برابری زمین (LER)<sup>۱</sup> و سودمندی (IA)<sup>۲</sup> مورد ارزیابی قرار گرفت. نسبت برابری جزئی زمین آفتابگردان، ریحان و کل به ترتیب با استفاده از رابطه‌های (۱)، (۲) و (۳) محاسبه شدند. چنانچه مقدار نسبت برابری زمین کل بالاتر از یک باشد نشان‌دهنده مطلوبیت بیش‌تر الگوی کشت مخلوط در مقایسه با تک‌کشتی است و چنانچه کم‌تر از یک باشد بیانگر تأثیر منفی الگوی کشت مخلوط بر عملکرد و رشد گونه‌های گیاهی است (Rezaei-chiyaneh et al., 2015).

رابطه (۱)  $LER_a = Y_{ab} / Y_{aa}$

رابطه (۲)  $LER_b = Y_{ab} / Y_{aa}$

رابطه (۳)  $LER = Y_{ab} / Y_{aa} + Y_{ba} / Y_{bb}$

$Y_{ab}$  = عملکرد گونه آفتابگردان در کشت مخلوط با ریحان

$Y_{aa}$  = عملکرد آفتابگردان در کشت خالص

$Y_{ba}$  = عملکرد ریحان در کشت مخلوط با آفتابگردان

$Y_{bb}$  = عملکرد ریحان در کشت خالص

اثر سری‌های افزایشی در کشت مخلوط آفتابگردان و ریحان، تحت رژیم‌های آبیاری شور و شیرین بر عملکرد و شاخص سودمندی

آب شور، شیرین و تلفیقی بر پارامترهای رویش گیاه آفتابگردان مورد بررسی قرار گرفت، نتایج به دست آمده نشان داد افزایش شوری باعث کاهش ارتفاع بوته شده است (Khaleghi et al., 2017).

### ۳.۱.۲. وزن هزاردانه

تجزیه آماری داده‌ها (جدول ۲) نشان داد که اثر روش آبیاری، الگوی کشت و اثر متقابل الگوی کشت و آبیاری بر وزن هزاردانه آفتابگردان در سطح یک درصد معنی‌دار است و سال زراعی تأثیر معنی‌دار نشان نداد. گزارش شده شوری خاک در سطوح بالاتر از  $2 \text{ dS.m}^{-1}$  مقدار وزن هزاردانه را به‌طور معنی‌داری کاهش می‌دهد، که می‌تواند به دلیل تأثیر تنش شوری بر فرایند انتقال مواد به دانه‌ها و نیز کاهش فعالیت فتوسنتزی گیاه باشد که در نهایت باعث کوچک شدن دانه‌ها و کاهش وزن هزاردانه می‌شود (Pirzad et al., 2013).

گیاهی جهت دسترسی بیش‌تر به منابع نور و مواد مغذی قابل توضیح است که در نتیجه تأثیر معنی‌دار بر ارتفاع، عملکرد و شاخص برداشت است (Wang et al., 2020; Qi et al., 2018). براساس نتایج مقایسه میانگین‌ها (جدول ۳)، بیش‌ترین ارتفاع آفتابگردان (۱۸۹ سانتی‌متر) تحت آبیاری با آب شیرین در الگو کشت مخلوط ۱۰۰ درصد آفتابگردان+۱۰ درصد ریحان و کم‌ترین مقدار (۱۶۳ سانتی‌متر) تحت آبیاری با آب شور در کشت خالص آفتابگردان حاصل شد. در ارزیابی کشت مخلوط لوبیا چشم بلبلی و ذرت (Dahmardeh et al., 2012) گزارش شده ارتفاع گیاه ذرت تحت تأثیر سیستم‌های کاشت قرار گرفته، که با نتایج به دست آمده در این پژوهش هم‌راستا است. Nasrollah-zadeh & Talebi (2017) گزارش نمودند ارتفاع بوته آفتابگردان در کشت مخلوط با ذرت افزایش یافته است که با نتایج به دست آمده در این پژوهش هماهنگ است. در پژوهشی دیگر اثر آبیاری با

جدول ۲. تجزیه واریانس ارتفاع بوته، وزن هزاردانه، عملکرد دانه، شاخص برداشت و درصد روغن آفتابگردان تحت تأثیر سال،

### الگوی کشت مخلوط و رژیم آبیاری

منبع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع بوته	وزن هزاردانه	عملکرد دانه	شاخص برداشت	درصد روغن	عملکرد روغن
سال	۱	۶/۸ ns	۷/۵۲ ns	۲۱۸۹۲۳ **	۴/۲۲ ns	۰/۴۶ ns	۱۳۳۹۴۶ **
(سال) بلوک	۴	۱۷/۵۲	۹/۵۲	۱۸۷۳۳	۱/۳۳	۲/۰۳	۵۶۷۰
آبیاری	۲	۹۴۸ **	۸۲/۴۲ **	۲۷۳۱۴۷۴ **	۲۶/۴۱ **	۱۳۸۷ **	۳۱۰۷۱۴۷ **
سال × آبیاری	۲	۴/۶۸ ns	۳/۵۳ ns	۷۶۲ ns	۰/۰۱ ns	۱/۵۱ ns	۷۴۹ ns
(سال) بلوک × آبیاری	۸	۵/۵۵ ns	۲/۵۵ **	۹۷۴ ns	۰/۹۸ ns	۶/۰۷ **	۳۵۳۳۴ **
کشت مخلوط	۳	۴۱۸ **	۳۹/۲۰ **	۳۵۹۰۱۵ **	۵/۳۹ **	۷۱/۶۴ **	۱۷۴۱۴۳ **
آبیاری × کشت مخلوط	۶	۸/۵۳ ns	۲/۸۸ **	۱۷۳۸۶۶ **	۱/۸۹ **	۱/۳۰ **	۳۰۲۱۸ **
سال × کشت مخلوط	۳	۱/۱۲ ns	۰/۵۷ ns	۲۴۸ ns	۰/۱۹ ns	۰/۳۷ ns	۱۶۶۴ ns
سال × آبیاری × کشت مخلوط	۶	۵/۶۴ ns	۱/۲۰ ns	۱۴۰۲ ns	۰/۰۴ ns	۰/۴۳ ns	۱۱۵۴ ns
خطای اصلی	۳۶	۷/۶۴	۰/۷۳	۱۶۰۲	۰/۳۲	۰/۵۲	۷۸۹
ضریب تغییرات (%)	-	۸/۷۸	۲/۵۷	۱/۵۳	۳/۴۲	۱/۸۵	۲/۴۰

ns, \* و \*\*: به ترتیب نشان‌دهنده غیر معنی‌دار و اثر معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

نیز الگوی کشت خالص بالاترین عملکرد دانه را در مقایسه با کشت مخلوط نشان داد، که با نتایج گزارش شده توسط Nasrollah-zadeh & Talebi (2017) هماهنگ است. Rezaei-chiyaneh *et al.* (2015) گزارش نمودند عملکرد کشت خالص آفتابگردان و باقلا در مقایسه با کشت مخلوط پایین تر بود که احتمالاً به دلیل تفاوت در گونه‌های مورد آزمایش می‌باشد.

کمترین عملکرد دانه (۲۰۲۷ کیلوگرم در هکتار) تحت آبیاری با آب شور در کشت مخلوط ۵۰ درصد آفتابگردان + ۱۰۰ درصد ریحان به دست آمد (جدول ۳). آبیاری متناوب شور و شیرین باعث کاهش تأثیر منفی آب شور شد، که با نتایج به دست آمده توسط Khaleghi *et al.* (2017) مطابقت دارد.

### ۳.۱.۳. شاخص برداشت آفتابگردان

شاخص برداشت نشان‌دهنده نسبت محصول دانه به وزن ماده خشک گیاه است و با عملکرد دانه نسبت مستقیم و با عملکرد بیولوژیک نسبت عکس دارد. بررسی نتایج حاصل از آنالیز داده‌ها (جدول ۲) نشان داد روش آبیاری، الگوی کاشت و اثر متقابل الگوی کاشت و آبیاری در سطح یک درصد بر شاخص برداشت اثر معنی‌دار دارند، حال آن‌که سال تأثیر معنی‌دار نشان نداد. نتایج نشان می‌دهند افزایش شوری در رژیم آبیاری باعث کاهش شاخص برداشت آفتابگردان شده است که احتمالاً به دلیل اختلال در فرایند جذب مواد محلول می‌باشد.

بر اساس جدول مقایسه میانگین داده‌ها (جدول ۳) بیشترین شاخص برداشت، در آبیاری با آب شیرین و کشت خالص آفتابگردان (۱۸/۶ درصد) و کمترین میزان در الگوی کشت ۱۰۰ درصد آفتابگردان + ۵۰ درصد ریحان تحت آبیاری با آب شور (۱۵/۰) مشاهده شد.

نتایج مقایسه میانگین‌ها (جدول ۳) نشان می‌دهد وزن هزاردانه در کشت مخلوط تحت رژیم‌های آبیاری متفاوت نسبت به کشت خالص آفتابگردان افزایش داشته است، که با نتایج به دست آمده توسط Nasrollah-zadeh & Talebi (2017) مطابقت دارد. آن‌ها بیان نمودند وجود رقابت‌های درون‌گونه‌ای و بین‌گونه‌ای می‌تواند عامل افزایش وزن هزاردانه باشد. مطابق جدول (۳)، بیشترین مقدار وزن هزاردانه در کشت ۵۰ درصد آفتابگردان + ۱۰۰ درصد ریحان تحت آبیاری با آب شیرین (۴۴/۹ گرم) و کمترین مقدار در کشت خالص آفتابگردان و آبیاری با آب شور (۳۸/۰ گرم) ثبت شد. در پژوهشی دیگر بر روی کشت مخلوط آفتابگردان و ذرت مشخص شد الگوی کشت مخلوط می‌تواند باعث افزایش مقدار وزن هزاردانه شود (Rezaei-chiyaneh *et al.*, 2015) که با نتایج به دست آمده در این پژوهش مطابقت دارد.

### ۳.۱.۳. عملکرد دانه آفتابگردان

تجزیه آماری داده‌ها نشان داد سال زراعی، روش آبیاری، الگوی کاشت و اثر متقابل الگوی کاشت و آبیاری بر عملکرد دانه آفتابگردان در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). تأثیر سال بر عملکرد دانه احتمالاً به دلیل تفاوت دمایی و تعداد ساعات آفتابی در مرحله آغازین گلدهی ناشی می‌شود (Mendham *et al.*, 1981). دلایل مربوط به اثر رژیم آبیاری و الگوی کشت بر عملکرد دانه در بخش مربوط به ارتفاع بوته بیان شده است. نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها نشان می‌دهد بیشترین عملکرد دانه آفتابگردان در سال‌های زراعی ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ به ترتیب با مقادیر ۳۰۸۰ (کیلوگرم در هکتار) و ۳۱۶۰ (کیلوگرم در هکتار) تحت آبیاری با آب شیرین از کشت خالص آفتابگردان به دست آمد. در سایر رژیم‌های آبیاری

اثر سری‌های افزایشی در کشت مخلوط آفتابگردان و ریحان، تحت رژیم‌های آبیاری شور و شیرین بر عملکرد و شاخص سودمندی

جدول ۳. مقایسه میانگین صفات ارتفاع بوته، وزن هزاردانه، عملکرد دانه، شاخص برداشت و درصد روغن آفتابگردان تحت تأثیر سال، الگوی کشت مخلوط و رژیم آبیاری

تیمارهای آزمایشی	ارتفاع بوته (cm)	وزن هزاردانه (gr)	عملکرد دانه (kg.ha <sup>-1</sup> )		شاخص برداشت (%)	روغن دانه (%)	عملکرد روغن (kg.ha <sup>-1</sup> )	
			سال زراعی ۱۳۹۶	سال زراعی ۱۳۹۷			سال زراعی ۱۳۹۶	سال زراعی ۱۳۹۷
T1M1	۱۷۷ cd	۴۲/۵ de	۳۰۸۰ a	۳۱۶۰ a	۱۸/۶ a	۴۷/۴ a	۱۵۶۴ a	۱۶۵۹ a
T1M3	۱۸۴ ab	۴۴/۵ ab	۲۹۸۹ a	۳۱۰۵ a	۱۷/۸ b	۴۶/۱ b	۱۵۵۲ a	۱۵۸۹ ab
T1M4	۱۷۸ c	۴۴/۹ a	۲۵۴۴ cd	۲۶۸۰ cd	۱۷/۳ c	۴۴/۲ c	۱۲۸۵ bc	۱۳۴۵ cd
T1M5	۱۸۹ a	۴۳/۵ bc	۲۹۷۳ ab	۳۰۵۹ ab	۱۶/۸ c	۴۳/۵ cd	۱۴۳۸ ab	۱۴۷۸ abc
T2M1	۱۶۳ g	۳۸/۰ h	۲۴۹۰ de	۲۵۷۲ d	۱۵/۱ d	۳۲/۱ g	۸۶۷ f	۹۹۳ e
T2M3	۱۷۱ e	۳۹/۸ g	۱۹۷۱ f	۲۰۸۴ f	۱۵/۰ f	۳۱/۴ h	۶۶۶ g	۷۸۴ f
T2M4	۱۶۷ f	۴۲/۱ cde	۲۱۲۰ f	۲۱۹۵ ef	۱۵/۳ ef	۳۰/۳ i	۷۰۴ fg	۷۸۳ f
T2M5	۱۷۴ d	۴۰/۲ g	۲۲۹۲ ef	۲۴۱۴ e	۱۵/۲ de	۲۷/۶ j	۷۱۶ fg	۷۴۳ f
T3M1	۱۶۹ ef	۴۰/۱ g	۲۶۵۴ cd	۲۷۶۴ cd	۱۷/۱ c	۴۳/۸ d	۱۲۳۶ cde	۱۳۷۱ cd
T3M3	۱۷۷ cd	۴۱/۴ f	۲۷۷۱ bc	۲۸۴۶ bc	۱۷/۴ bc	۴۲/۶ d	۱۲۷۰ cd	۱۴۰۲ c
T3M4	۱۷۵ cd	۴۳/۷ bc	۲۴۵۲ de	۲۵۹۸ d	۱۷/۷ de	۴۰/۵ e	۱۱۰۶ de	۱۱۹۸ d
T3M5	۱۸۳ b	۴۱/۷ ef	۲۴۶۳ de	۲۵۷۹ d	۱۵/۹ de	۳۸/۱ f	۱۰۷۷ e	۱۲۰۳ d

آبیاری با آب شیرین (T1)، آبیاری با آب شور (T2)، و آبیاری با آب شور و شیرین (T3). کشت خالص آفتابگردان (M1)، ۱۰۰٪ درصد آفتابگردان + ۵۰٪ درصد ریحان (M3)، ۵۰٪ درصد آفتابگردان + ۱۰۰٪ درصد ریحان (M4)، ۱۰۰٪ درصد آفتابگردان + ۱۰۰٪ درصد ریحان (M5).

زراعی ۱۳۹۶ (۱۵۶۴ kg.ha<sup>-1</sup>) و ۱۳۹۷ (۱۶۵۹ kg.ha<sup>-1</sup>) در همین تیمار مشاهده شد. کم‌ترین میزان روغن (۲۷/۶ درصد) از الگوی کشت مخلوط ۱۰۰٪ درصد آفتابگردان + ۱۰۰٪ درصد ریحان تحت آبیاری با آب شور به‌دست‌آمده است. از آنجاکه عملکرد روغن از حاصل‌ضرب درصد روغن در عملکرد دانه به‌دست می‌آید، الگوی مشابه روند تغییرات مقادیر عملکرد دانه و درصد روغن مشاهده شد.

نتایج نشان می‌دهند با افزایش شوری مقدار درصد و عملکرد روغن کاهش یافته است. بررسی تأثیر تنش شوری بر کاهش درصد و عملکرد روغن کرچک نشان داد افزایش تنش شوری تا حد ۴/۸ dS.m<sup>-1</sup> می‌تواند تا ۵۰٪ درصد روغن و ۷۵٪ درصد عملکرد تولید روغن کرچک را کاهش دهد (Attar et al., 2015). در پژوهشی دیگر اثر تنش شوری بر میزان روغن آفتابگردان مطالعه و گزارش شد، افزایش غلظت نمک در محیط باعث کاهش درصد و عملکرد تولید روغن شده است (Pirzad et al., 2013). در تمامی رژیم‌های

علت افزایش شاخص برداشت تحت تأثیر الگوی کشت را می‌توان ناشی از رقابت‌های درون‌گونه‌ای و بین‌گونه‌ای دانست، که با افزایش تراکم آفتابگردان و در نتیجه تراکم برگ‌ها توانایی گیاه در جذب نور تشدید شده و با اثرگذاری بر عملکرد دانه و نیز فعالیت‌های فتوسنتزی گیاه شاخص برداشت را تحت تأثیر قرار می‌دهند (Emami et al., 2011).

### ۳.۱.۲. درصد و عملکرد روغن

مطابق جدول (۲)، روش آبیاری، الگوی کاشت و اثر متقابل الگوی کاشت و آبیاری بر مقدار و عملکرد روغن و سال زراعی بر عملکرد روغن اثر معنی‌دار نشان داد. بررسی جدول مقایسه میانگین داده‌های روغن (جدول ۳) نشان می‌دهد، بیش‌ترین مقدار روغن (۴۷/۴ درصد) در کشت خالص آفتابگردان تحت آبیاری با آب شیرین به‌دست آمد. هم‌چنین بالاترین سطح عملکرد روغن در طی سال‌های

وزن تر کاهش یافته است که با نتایج به دست آمده در خصوص بررسی اثر شوری بر صفات رشدی گیاه ریحان توسط Gohari et al. (2017) مطابقت دارد، که احتمالاً ناشی از کاهش جذب مواد مغذی تحت تأثیر شوری می باشد. در تمامی رژیم های آبیاری کشت خالص به طور معنی داری عملکرد وزن تر بالاتری را نشان داد. به طوری که بیشترین مقدار عملکرد وزن تر برای سال های زراعی ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ به ترتیب با مقادیر ۱۸۱۶۳ و ۱۸۶۴۶ کیلوگرم بر هکتار در الگوی کشت خالص و تحت آبیاری با آب شیرین ثبت شد. کمترین مقدار نیز در الگوی کشت مخلوط ۱۰۰ درصد آفتابگردان + ۵۰ درصد ریحان تحت رژیم آبیاری شور با مقادیر ۳۱۶۷ و ۳۶۰۳ کیلوگرم بر هکتار به ترتیب برای سال های زراعی ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ به دست آمد. افزایش تراکم آفتابگردان اثر کاهشی و افزایش تراکم ریحان اثر افزایشی بر عملکرد وزن تر نشان دادند. بررسی وزن تر ریحان در کشت مخلوط با ذرت نشان داد الگوی کشت خالص ریحان در مقایسه با کشت مخلوط وزن تر بالاتری داشت، هم چنین گزارش شد که افزایش تراکم ذرت باعث کاهش عملکرد وزن تر ریحان شده است (Bagheri et al., 2014).

آبیاری، کشت خالص عملکرد روغن بیشتری را نشان داد. کاهش عملکرد روغن در کشت مخلوط می تواند ناشی از رقابت برون گونه ای در جذب منابع محیطی باشد که با کاهش مقدار جذب منجر به کاهش عملکرد دانه شده است (Fuentes et al., 2014). نتایج پژوهش انجام شده بر روی کشت مخلوط آفتابگردان و لوبیا نشان داد کشت خالص آفتابگردان درصد و عملکرد روغن بالاتری در مقایسه با کشت مخلوط داشته است (Hamzei & Seyedi, 2018).

### ۲.۳. گیاه ریحان

#### ۱.۲.۳. عملکرد وزن تر اندام هوایی ریحان

نتایج تجزیه و تحلیل داده ها (جدول ۴) نشان می دهد اثر سال، روش آبیاری، الگوی کشت و الگوی کشت × رژیم آبیاری بر عملکرد وزن تر اندام هوایی ریحان در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد. علت معنی داری اثر سال بر صفات مورد بررسی گیاه ریحان می تواند ناشی از تغییرات آب و هوایی طی سال های زراعی در منطقه باشد (Mendham et al., 1981). مقایسه میانگین داده های وزن تر (جدول ۵) نشان می دهد با افزایش شوری در رژیم آبیاری عملکرد

جدول ۴. تجزیه واریانس درصد وزن خشک، درصد اسانس و عملکرد اسانس ریحان تحت تأثیر سال، الگوی کشت مخلوط و رژیم آبیاری

منبع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد وزن تر	عملکرد وزن خشک	درصد اسانس	عملکرد اسانس
سال	۱	۲۹۶۵۱۰۳**	۳۴۳۷۰۰۵**	۰/۰۱**	۸/۱۰**
(سال) بلوک	۴	۱۷۶۱۱۷۴*	۸۱۳۳۶۱**	۰/۰۱۴**	۳۰/۴۷**
آبیاری	۲	۱۴۲۳۷۰۱۹**	۷۶۵۷۹۷۶**	۰/۰۰۷۶**	۱۸۰/۹۸**
سال × آبیاری	۲	۹۹۹۰ ns	۱۱۰۶ ns	۰/۰۰۰۲۳ ns	۰/۰۶ ns
(سال) بلوک × آبیاری	۸	۵۷۹۸ ns	۱۴۹۱ ns	۰/۰۰۰۶۷ ns	۰/۱۹ ns
کشت مخلوط	۳	۳۹۰۲۵۵۴۹۸**	۹۰۱۰۹۶۷**	۰/۰۰۰۵۶**	۲۳۲/۷۷**
آبیاری × کشت مخلوط	۶	۲۰۵۳۲۸۷۳**	۴۸۱۵۲۶**	۰/۰۰۲۱**	۱۱/۷۴**
سال × کشت مخلوط	۳	۱۵۴۲ ns	۱۷۵ ns	۰/۰۰۰۰۹۷ ns	۰/۱۲ ns
سال × آبیاری × کشت مخلوط	۶	۹۳۰۲ ns	۲۱۳۷ ns	۰/۰۰۰۲۲ ns	۰/۲۳ ns
خطای اصلی	۳۶	۶۲۰۴	۱۶۶۱	۰/۰۰۰۲	۰/۱۸۴
ضریب تغییرات (%)	-	۳/۹۸	۲/۵۹	۲/۵۳	۵/۶۲

ns، \* و \*\*: به ترتیب نشان دهنده غیر معنی دار اثر معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.



اثر سری‌های افزایشی در کشت مخلوط آفتابگردان و ریحان، تحت رژیم‌های آبیاری شور و شیرین بر عملکرد و شاخص سودمندی

### ۲.۲.۳. عملکرد وزن خشک اندام هوایی ریحان

بررسی جدول (۴) نشان می‌دهد، سال، روش آبیاری، الگوی کشت مخلوط و اثر متقابل آبیاری × کشت مخلوط بر عملکرد وزن خشک اندام هوایی ریحان در سطح یک درصد اثر معنی‌دار داشته است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود افزایش شوری آب و نیز کشت مخلوط باعث کاهش وزن خشک ریحان شده است، به طوری که در تمامی رژیم‌های آبیاری بالاترین مقدار وزن خشک در کشت خالص ریحان ثبت شد (جدول ۵). احتمالاً شوری با تغییر در پتانسیل اسمتیک محیط اطراف ریشه، موجب اختلال در جذب املاح و ترکیبات مغذی شده و در نهایت با کاهش سنتز ترکیبات آلی، میزان وزن خشک کاهش یافته است (Caliskan *et al.*, 2017). گزارش شده گیاه ریحان به‌ویژه برگ‌ها، در برابر غلظت شوری آب عکس‌العمل نشان داده و از نظر سطح و تعداد کاهش می‌یابند، این پدیده مربوط به کاهش تقسیم سلولی است. کوچک‌تر شدن سطح برگ به‌همراه کاهش پتانسیل اسمتیک مقدار جذب ترکیبات محلول خاک را

کاهش می‌دهد که نتیجه آن پایین‌آمدن مقدار وزن ماده خشک گیاه است (Sandra *et al.*, 2017). اثر تنش شوری بر اجزای عملکرد گیاه بادرنجوبه بررسی و نتایج مشابهی گزارش شده است (Shabankareh *et al.*, 2016). در این پژوهش بیش‌ترین میزان عملکرد وزن خشک ریحان در سال‌های زراعی ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ تحت رژیم آبیاری با آب شیرین و الگوی کشت خالص ریحان به‌ترتیب با مقادیر ۳۰۵۵ و ۳۵۴۳ کیلوگرم در هکتار حاصل شد. کم‌ترین آن نیز در تیمار آبیاری با آب شور و الگوی کشت ۵۰ درصد ریحان + ۱۰۰ درصد آفتابگردان به‌ترتیب با مقادیر ۴۲۵ و ۸۸۵ کیلوگرم در هکتار برای سال‌های زراعی ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ به‌دست آمد. نتایج حاصل از کشت مخلوط ریحان و ذرت نشان داد، بیش‌ترین مقدار عملکرد وزن خشک از کشت خالص ریحان حاصل شد و افزایش تراکم ریحان به‌همراه کاهش تراکم ذرت باعث افزایش عملکرد وزن خشک ریحان شد که با نتایج به‌دست‌آمده در این پژوهش مطابقت دارد.

جدول ۵. مقایسه میانگین درصد وزن خشک، درصد اسانس و عملکرد اسانس گیاه ریحان در کشت مخلوط با آفتابگردان تحت تأثیر سال، الگوی کشت مخلوط و رژیم آبیاری

تیمارهای آزمایشی	عملکرد وزن تر (kg.ha <sup>-1</sup> )		درصد اسانس (g.100 g <sup>-1</sup> )		عملکرد وزن خشک (kg.ha <sup>-1</sup> )		عملکرد اسانس (kg.ha <sup>-1</sup> )	
	سال زراعی ۱۳۹۶	سال زراعی ۱۳۹۷	سال زراعی ۱۳۹۶	سال زراعی ۱۳۹۷	سال زراعی ۱۳۹۶	سال زراعی ۱۳۹۷	سال زراعی ۱۳۹۶	سال زراعی ۱۳۹۷
T1M2	۱۸۱۶۳ a	۱۸۱۶۳ a	۰/۴۹۲ cd	۰/۵۵۴ e	۳۵۴۳ a	۳۰۵۵ a	۱۸۱۶۳ a	۱۸۱۶۳ a
T1M3	۴۹۸۰ h	۵۴۱۳ h	۰/۵۴۵ de	۰/۵۶۷ cd	۱۳۹۶ g	۹۴۷ fg	۵۴۱۳ h	۴۹۸۰ h
T1M4	۱۰۴۲۵ c	۱۱۱۸۸ c	۰/۵۴۷ bc	۰/۵۷۸ bc	۲۵۹۴ c	۲۱۷۸ c	۱۱۱۸۸ c	۱۰۴۲۵ c
T1M5	۶۱۷۰ f	۶۶۱۴ f	۰/۵۵۹ ab	۰/۵۹۷ ab	۱۸۴۰ e	۱۳۵۱ e	۶۶۱۴ f	۶۱۷۰ f
T2M2	۸۸۶۷ d	۹۲۷۰ d	۰/۵۶۲ abc	۰/۵۹۴ abc	۱۷۳۲ f	۱۳۰۹ e	۹۲۷۰ d	۸۸۶۷ d
T2M3	۳۳۵۴ j	۳۶۵۷ j	۰/۵۶۴ ab	۰/۶۰۱ ab	۸۸۵ j	۴۲۵ j	۳۶۵۷ j	۳۳۵۴ j
T2M4	۵۳۸۴ g	۵۸۶۰ f	۰/۵۸۸ a	۰/۶۰۶ a	۱۲۷۵ h	۸۶۸ g	۵۸۶۰ f	۵۳۸۴ g
T2M5	۳۱۶۷ k	۳۶۰۳ j	۰/۵۹۹ a	۰/۶۱۳ a	۹۲۵ jz	۴۹۲ j	۳۶۰۳ j	۳۱۶۷ k
T3M2	۱۵۸۹۸ b	۱۶۱۵۹ b	۰/۵۳۷ e	۰/۵۶۴ de	۲۸۳۱ b	۲۴۱۸ b	۱۶۱۵۹ b	۱۵۸۹۸ b
T3M3	۳۷۹۲ i	۴۲۶۲ i	۰/۵۶۱ cd	۰/۵۷۰ cd	۱۰۶۷ i	۶۴۱ i	۴۲۶۲ i	۳۷۹۲ i
T3M4	۷۳۴۲ e	۷۷۱۱ e	۰/۵۶۶ cd	۰/۵۷۲ cd	۲۰۱۱ d	۱۵۲۸ d	۷۷۱۱ e	۷۳۴۲ e
T3M5	۵۲۰۶ h	۵۵۶۹ g	۰/۵۷۳ a	۰/۶۰۸ a	۱۳۵۳ gh	۹۶۳ f	۵۵۶۹ g	۵۲۰۶ h

آبیاری با آب شیرین (T1)، آبیاری با آب شور (T2) و آبیاری با آب شور و شیرین (T3). کشت خالص ریحان (M2)، ۱۰۰ درصد آفتابگردان + ۵۰ درصد ریحان (M3)، ۵۰ درصد آفتابگردان + ۱۰۰ درصد ریحان (M4)، ۱۰۰ درصد آفتابگردان + ۱۰۰ درصد ریحان (M5).

### ۲.۲.۳. درصد و عملکرد اسانس

نتایج تجزیه و تحلیل داده‌ها نشان می‌دهد (جدول ۴) سال، روش آبیاری، الگوی کشت و الگوی کشت × روش آبیاری بر درصد و عملکرد اسانس ریحان در سطح احتمال یک درصد اثر معنی‌دار دارد. عملکرد اسانس تابع درصد اسانس و عملکرد وزن خشک است و روند تغییرات عملکرد اسانس از دو پارامتر عملکرد ماده خشک و درصد اسانس پیروی می‌کند. افزایش شوری آب هرچند منجر به افزایش درصد اسانس شده است، اما به دلیل کاهش عملکرد ماده خشک در نهایت کاهش عملکرد اسانس را به همراه داشته است. نتایج به دست آمده نشان می‌دهد در تمامی رژیم‌های آبیاری، کشت مخلوط باعث افزایش درصد اسانس شده است که در اینجا هم به دلیل کاهش عملکرد ماده خشک در مقایسه با کشت خالص، عملکرد اسانس کاهش یافته، که با نتایج به دست آمده توسط *Mabudi et al.* (2016) و *Gohari et al.* (2017) مطابقت دارد.

مطابق جدول (۵)، بیشترین درصد اسانس در طی سال‌های زراعی ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ به ترتیب با مقادیر ۰/۶۱۳ و ۰/۵۹۹ گرم در ۱۰۰ گرم ماده خشک تحت آبیاری با آب شور در کشت ۱۰۰ درصد آفتابگردان + ۱۰۰ درصد ریحان به دست آمده است. کمترین مقدار نیز در همین سال‌های زراعی به ترتیب با مقادیر ۰/۵۵۴ و ۰/۴۹۲ گرم در ۱۰۰ گرم ماده خشک در تیمار الگوی کشت خالص تحت آبیاری با آب شیرین به دست آمد. هم‌چنین بالاترین مقدار عملکرد اسانس در هر دو سال زراعی در الگوی کشت خالص تحت آبیاری با آب شیرین (۱۶/۵۹-۱۵/۴۱) و کمترین مقدار تحت آبیاری با آب شور و الگوی کشت ۱۰۰ درصد آفتابگردان + ۵۰ درصد ریحان (۳/۱۵-۲/۶۹) کیلوگرم در هکتار) ثبت شد. عملکرد اسانس در کشت مخلوط ذرت و ریحان توسط *Bagheri*

*et al.* (2014) بررسی شد. نتایج نشان داد، الگوی کشت خالص ریحان نسبت به کشت مخلوط عملکرد اسانس بهتری داشته است که با نتایج به دست آمده در این پژوهش مطابقت دارد. آن‌ها تأثیرپذیری روغن‌های اسانسی در الگوهای مختلف کشت را ناشی از عادت‌های مختلف رشد و ویژگی‌های مورفولوژیکی گیاه دانستند که امکان استفاده کارآمدتر از منابع آب، مواد مغذی و تشعشع را فراهم می‌آورد.

### ۳.۳. شاخص‌های ارزیابی کشت مخلوط

محاسبه شاخص نسبت برابری زمین در الگو کشت مخلوط، به جهت بهره‌برداری حداکثری از سطح زمین دارای اهمیت است. نسبت برابری زمین جزئی گونه‌های کشت شده و نیز کل در جدول (۶) آورده شده است.

جدول ۶. اثر الگوهای کشت مخلوط آفتابگردان و ریحان تحت تأثیر رژیم‌های آبیاری بر شاخص‌های نسبت برابری

تیمارهای آزمایشی	نسبت برابری			نسبت سودمندی
	نسبت برابری زمین جزئی آفتابگردان	نسبت برابری زمین جزئی ریحان	نسبت برابری زمین کل	
T1M3	۰/۹۹	۰/۲۸	۱/۲۷	۰/۱۱
T1M4	۰/۸۵	۰/۶۰	۱/۴۵	۰/۴۳
T1M5	۰/۹۸	۰/۳۵	۱/۳۳	۰/۱۷
T2M3	۰/۸۷	۰/۳۷	۱/۲۴	۰/۱۶
T2M4	۰/۷۵	۰/۶۲	۱/۳۷	۰/۲۹
T2M5	۰/۸۰	۰/۳۹	۱/۱۹	۰/۳۰
T3M3	۰/۹۰	۰/۲۵	۱/۱۵	۰/۱۹
T3M4	۰/۹۱	۰/۴۷	۱/۳۸	۰/۴۸
T3M5	۰/۸۹	۰/۳۴	۱/۲۳	۰/۲۳

آبیاری با آب شیرین (T1)، آبیاری با آب شور (T2)، و آبیاری با آب شور و شیرین (T3)، ۱۰۰ درصد آفتابگردان + ۵۰ درصد ریحان (M3)، ۵۰ درصد آفتابگردان + ۱۰۰ درصد ریحان (M4)، ۱۰۰ درصد آفتابگردان + ۱۰۰ درصد ریحان (M5).

اثر سری‌های افزایشی در کشت مخلوط آفتابگردان و ریحان، تحت رژیم‌های آبیاری شور و شیرین بر عملکرد و شاخص سودمندی

سودآورتر (۰/۴۹-۰/۲۹) بوده که احتمالاً ناشی از استفاده بهتر از منابع محیطی مانند نور، آب، و مواد مغذی است (Rezaei-chiyaneh *et al.*, 2015). کم‌ترین مقدار شاخص سودآوری (۰/۳۰- -۰/۱۷) نیز در الگوی کشت مخلوط ۱۰۰ درصد آفتابگردان+ ۱۰۰ درصد ریحان به دست آمد، که احتمالاً ناشی از رقابت برون‌گونه‌ای بوده است (Abdi, 2019).

نتایج پژوهش‌های منتشرشده درخصوص کشت مخلوط آفتابگردان و ذرت (Mosavian & Mohamadian, 2015)، آفتابگردان و باقلا (Rezaei-chiyaneh *et al.*, 2015)، ذرت و ریحان (Bilesuar & Salmasi, 2017) و ریحان و کنجد (Motaghian *et al.*, 2016) نشان می‌دهد، الگوی کشت مخلوط در مقایسه با کشت خالص سودآورتر بوده است.

#### ۴. نتیجه‌گیری

این پژوهش نشان داد عملکرد دانه و روغن آفتابگردان، هم‌چنین وزن تر، وزن خشک و اسانس ریحان تحت تأثیر رژیم آبیاری و الگوی کشت مخلوط قرار دارد. هرچند افزایش شوری آب باعث کاهش عملکرد دانه آفتابگردان و وزن تر ریحان شد، اما نتایج حاصل از نسبت برابری زمین کل، به‌خوبی نشان داد که الگوی کشت مخلوط با دارا بودن نسبت برابری زمین کل بالاتر از یک نسبت به الگوی تک‌کشتی مزیت نسبی داشته و در تعدیل اثر منفی آبیاری با آب شور مؤثر است. در میان الگوهای مختلف کشت مخلوط، الگوی ۵۰ درصد آفتابگردان+ ۱۰۰ درصد ریحان سودآوری بالاتری را در مقایسه با الگوی تک‌کشتی فراهم نمود که می‌تواند در راستای بهره‌وری اقتصادی بالاتر مورد توجه قرار گیرد. با این وجود ارزیابی نهایی منوط به بررسی سایر عوامل مؤثر بر سودآوری تولیدات زراعی است.

همان‌طور که مشاهده می‌شود در تمامی تیمارها نسبت برابری زمین گیاه آفتابگردان بر ریحان غالب بود. هم‌چنین مقدار نسبت برابر زمین کل در الگوهای کشت مخلوط بیشتر از یک بود که نشان‌دهنده برداشت بیشتر محصول در مقایسه با الگوی تک‌کشتی است. گزارش شده در کشت مخلوط انتخاب مناسب گونه‌های گیاهی با نیازهای اکولوژیک متفاوت نکته کلیدی است، چنان‌چه گونه‌های انتخابی نیازهای اقلیمی خود را در دوره‌های متفاوت و بدون تداخل با یکدیگر تأمین نمایند می‌توانند باعث کارایی بهتر و افزایش سودمندی شوند (Noori *et al.*, 2017). الگوی کشت مخلوط ۵۰ درصد آفتابگردان+ ۱۰۰ درصد ریحان در رژیم‌های آبیاری شیرین، شور، و متناوب شور و شیرین به ترتیب با مقادیر ۱/۴۵، ۱/۳۷ و ۱/۳۸ بالاترین نسبت برابری زمین را نشان دادند که به ترتیب نشان‌دهنده ۰/۴۵، ۰/۳۷ و ۰/۳۸ کارایی بالاتر زمین در مقایسه با تک‌کشتی می‌باشد. در همین خصوص گزارش شده، افزایش کارایی زمین در کشت مخلوط ناشی از بهره‌برداری بهتر از زمین و منابع محیطی است (Seyedi & Hamzei, 2020; Dahmardeh *et al.*, 2012).

شاخص نسبت برابری زمین بالای یک نمی‌تواند به‌تنهایی بیان‌کننده بهره‌وری اقتصادی بیشتر باشد. از آنجاکه در الگوی کشت مخلوط، محصولات گیاهی با ارزش اقتصادی متفاوت تولید می‌شوند، کاهش یا افزایش عملکرد یک محصول تأثیر مستقیم بر سودمندی اقتصادی تولیدات دارد. شاخص سودمندی با مقایسه ارزش اقتصادی محصول برداشت‌شده در الگوی چندکشتی و مقایسه آن با تک‌کشتی، می‌تواند اطلاعات ارزشمندی در خصوص مزیت اقتصادی الگوی کشت ارائه نماید. بررسی جدول (۶) نشان می‌دهد در تمامی رژیم‌های آبیاری تنها الگوی کشت مخلوط ۵۰ درصد آفتابگردان+ ۱۰۰ درصد ریحان در مقایسه با الگوی کشت خالص

Firoozabadi, A.H., Kazemeini, S.A., & Pirasteh-Anosheh, H., Ghadiri, H., & Pesarakli, M. (2020). Forage yield and quality as affected by salt stress in different ratios of Sorghum bicolor-Bassia indica intercropping. *Journal of plant nutrition*, 43(17), 2579-2589.

Fuente, E. B., Suárez, S. A., Lenardis, A. E., & Poggio, S. L. (2014). Intercropping sunflower and soybean in intensive farming systems: Evaluating yield advantage and effect on weed and insect assemblages. *Journal Life Science*, 70(71), 47-52.

Ghahderijani, M. M., Sadat, K. A., & Modarres, S. A. M. (2015). Effect of improvers application on seed yield and irrigation water use efficiency of sunflower (*Helianthus annuus* L.) under water deficit stress conditions. *Iranian journal of crope science*, 17(2), 115-127.

Ghaedi, S., Afrasiab, P., & Liaghat A. (2015). The effect of conjunctive use of fresh and saline water in Sistan region. *Iranian journal of soil and water research*, 46(3), 455-463.

Ghamarnia, H., & Soutani N. (2019). Evaluating the efficiency of empirical estimation of reference evapotranspiration (Pan Based Method) in different climate conditions of Iran. *Iran-Water Resources*, 14(4), 174-193.

Gohari, G., Rasouli, F., & Zahedi. M. (2017). Evaluation of Some Growth Characteristics, Essential oil Content and Yield of Sweet Basil (*Ocimum basilicum* L.) in Salinity Stress Condition and Humic Acid Application. *Journal of agricultural science and sustainable production*, 27(2), 160-168.

Hamzei, J., & Seyedi, M. (2018). Sunflower (*Helianthus annuus* L.) Yield performance under additive intercropping with bean (*Phaseolus vulgaris* L.) and different tillage systems. *Journal of agroecology*, 10(2), 416-429.

Karamzadi, M. (2018). Water and sustainable development in central asia. *Central asia and the caucasus journal*, 24(102), 155-184.

Jami, M. G., & Ghalavand, A. (2018). Evaluation of agronomic characteristics and seed quality of sunflower in response to different regimes of nitrogen, irrigation and zeolite. *Journal of crops improvement*, 19(4), 1011-1032.

Khaleghi, M., Shahnazari, A., Hasanpour, F., & Karandish, F. (2017). Effect of partial root zone drying irrigation with saline water in qualitative yield of sunflower. *Iranian journal of water research in agriculture (Formerly soil and water sciences)*, 31(2), 219-231.

Khorasaninejad, S., Soltanloo, H., Ramezanpour, S. S., Hadian, J., & Sadegh, A. (2016). The effect of drought stress on the growth, essential oil yield and chemical composition of Lavender. *Journal of crops improvement*, 17(4), 979-988.

## ۵. تشکر و قدردانی

از زحمات مدیریت و کارکنان محترم مزرعه پژوهشی دانشگاه زابل که در اجرای این پژوهش همکاری نمودند، تشکر و قدردانی می‌گردد.

## ۶. تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد.

## ۷. منابع

Abdi, S. (2019). Evaluation of yield, essential oil percentage, and advantage indices in fenugreek and savory intercropping ratios. *Journal of crops improvement*, 21(1), 75-91.

Ahmad, R., & Zaheer, S. H. (1994). Responses of *Sporobolus arabicus* and *Sesbala aegyptica* as affected by density, salinity of irrigation water and inter-cropping. *Pakistan Journal of Botany*, 26(1), 115-125.

Attar, S. F., Mohammadkhani, A., & Houshmand, S. (2015). Effect of Salt Stress on Seed and Oil Yield, Chlorophyll and Proline Content in Three Local Populations of Castor Bean (*Ricinus communis* L.) in Controlled Environment. *Journal of crop production and processing*, 4(14), 215-227.

Bagheri, M., Zaffarian, F., Bichranlou, B., & Ghanizadeh, H. (2014). A study of intercropping of mize with sweet basil and Borage. *Cercetări Agronomice în Moldova*, 47(2), 13-28.

Bileşuar, H. M., & Salmasi S. Z. (2017). Evaluation of yield and advantages of corn (*Zea mays* L.) and sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) Intercropping. *Agricultural science and sustainable production*, 27(1), 1-11.

Caliskan, O., Kurt, D., Temizel, K. E., & Odabas, M. S. (2017). Effect of Salt Stress and Irrigation Water on Growth and Development of Sweet Basil (*Ocimum basilicum* L.). *Open Agriculture*, 2, 589-594.

Dahmardeh, M., Ghanbari, A., Siahshar, B. A., & Ramroudi, M. (2012). Evaluation of forage yield and protein content of maize and cowpea (*Vigna unguiculata* L.) in intercropping. *Iranian Journal of Crop Sciences*, 13(4), 658-670.

Emami, B.Z., Siadat, S.A., Bakhshande, A., Alami, S. K., & Shiresmaeili, G. H. (2011). Effect of plant density on yield and quality traits of four sunflower genotypes. *Journal of crop production and processing*, 1(2), 91-103.

- Mabudi, B. H., Salmasi, S. Z., & Valizadeh, M., et al., (2016). Cropping Pattern and Time of Harvest Effects on Essential Oil Content of two Sweet Basil cultivars in Intercropping with Corn. *Advances in BioResearch*, 7(2), 22-27.
- Mendham, N. J., Shipway, P. A., & Scott, R. K. (1981). The effects of delayed sowing and weather on growth, development and yield of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.). *Journal of Agricultural Science*, 96, 389-416.
- Moghadam, E., Sourestani, M. M., Firozi, A. F., Ramazani, Z., & Eskandari F. (2015). The effect of foliar application of iron chelate type on morphological traits and essential oil content of holy basil. *Journal of crops improvement*, 17(43), 595-606.
- Mosavian, S. N., & Mohamadian, S. S. A. (2015). Effect of nitrogen levels and planting pattern on total dry matter production and growth physiological indices of a corn-sunflower. *Crop physiology journal*, 26(7), 105-120.
- Motaghian, A., Pirdashti, H., Bahmanyar, M. A., & Motaghian, B. (2016). Influences of long term application of organic and chemical fertilizers on yield and competition indices of basil and sesame in different planting patterns. *Journal of applied research of plant ecophysiology*, 2(2), 105-122.
- Nasrollah-zadeh, A., & Talebi, M. (2017). Evaluation of sunflower (*Helianthus annuus* L.) and corn (*Zea mays* L.) intercropping based on replacement method in khoy regin. *Plant ecophysiology*, 8(27), 204-215.
- Nasrollah-zadeh, A., Chavoshgoli, A., Valizadegan, E., Valiloo, R., & Nasrollahzadeh, A. (2012). Evaluation of sunflower (*Heliantus annus* L.) and pinto bean (*Phaseolus vulgaris* L.) intercropping based on additive method. *Journal of agricultural science and sustainable production*, 22(2), 79-90.
- Nobahar, A., Mostafavi-Rad, M., & Ghazi-Pirkouhi, M. (2014). Effect of plant density and planting pattern on quantitative and qualitative yield of two cultivar of basil. *Journal of crop production*, 7(1), 63-77.
- Noori, S. O., Mostafavi Rad, M., & Ansari, M. (2017). Evaluation of grain yied, land equivalent ratio and fatty acids combination of peanut oil in intercropping with corn as affected by different levels of nitrogen. *Journal of crops improvement*, 18(4), 805-820.
- Pirzad, A., Ghadernajad, A. R., Hadi, H., & Tousi K, P. (2013). Effect of Soil Salinity Stress on Some Vegetative and Reproductive Traits of Sunflower Oil Varieties in Mahabad Conditions. *Jouranl of Agronomy Sciences*, 9, 55-66.
- Qi, M., Sun, T., Xue, S., Yang, W., Shao, D., & Martínez-López, J. (2018). Competitive ability, stress tolerance and plant interactions along stress gradients. *Ecology*, 99(4), 848-857.
- Ramazani, S. H. (2020). Effect of intercropping of triticale cultivars on som morphological, yield, and yield component traits. *Journal of crops improvement*, 22(4), 499-512.
- Rezaei-chiyaneh, E., Khorramdel, S., & Garachali, P. (2015). Evaluation of relay intercropping of sunflower and faba bean on their yield and land use efficiency. *Journal of crops improvement*, 17(1), 183-196.
- Sandra, S. S., Ricardo, M., & da -Silva C. P., et al. (2017). Responses of basil cultivars to irrigation water salinity. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 21(1), 44-49.
- Seyedi, M., & Hamzei, J. (2020). Evaluation of advantageous of sunflower-grain legume intercropping. *Journal of Crop Production*, 13(1), 85-98.
- Shabankareh, G.H., Fakheri, B., & Mohammadpuor V. R. (2016). Effects of different levels of salinity and drought stress on growth parameters and essential oil of lemon balm (*Melissa officinalis* L.). *Iranian journal of field crop science*, 46(4), 673-686.
- Wang, X., Wu, X., & Guohui, D., et al. (2020). Analysis of Grain Yield Differences Among Soybean Cultivars under Maize-Soybean Intercropping. *Agronomy*, 10, 1-17.
- Zeng, W. Z., Xu C., Wu, J. W., Huang, J. S., Zhao, Q., & Wu, M. S. (2014). Impacts of salinity and nitrogen on the photosynthetic rate and growth of sunflowers (*Helianthus annuus* L.). *Pedosphere*, 24(5), 635-644.
- Vandermeer, J. H. (1989). *The Ecology of Intercropping*, Cambridge, Uk. Cambridge University Press, 297 pp.