

اثر کشت مخلوط سویا، بادرشبو و ارزن بر صفات رشدی و عملکرد چغندر قند (*Beta vulgaris* L.)

بهرام چوبفروش خوئی^{۱*}، روح اله امینی^۲، عادل دباغ محمدی نسب^۳، یعقوب راعی^۳

تاریخ دریافت: ۹۸/۴/۲۰ تاریخ پذیرش: ۹۸/۱۰/۱۲

۱- دانشجوی دکتری زراعت گرایش اکولوژی گیاهان زراعی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

۲- دانشیار گروه اکوفیزیولوژی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

۳- استاد گروه اکوفیزیولوژی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

*مسئول مکاتبه: E-mail: cbahram@tabrizu.ac.ir

چکیده

اهداف: بررسی اثرات کشت مخلوط سویا، بادرشبو و ارزن بر ویژگی‌های رشدی و عملکرد کمی سه رقم چغندر قند از اهداف این آزمایش می‌باشند.

مواد و روش‌ها: آزمایش به صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۲ تیمار در سه تکرار در سال‌های ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ در شهرستان خوی اجرا گردید. فاکتور اول شامل ارقام چغندر قند (Kevin، Ghazira و Vaclav) و فاکتور دوم شامل الگوی کشت خالص چغندر قند و کشت مخلوط چغندر قند با هر یک از گیاهان سویا، بادرشبو و ارزن با نسبت ۵۰:۵۰ بودند.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که بیشترین عیار قند (۱۵/۸۲ درصد)، عملکرد ریشه (۱۰۰/۴۰ تن در هکتار) و شکر خالص (۱۳/۴۸ تن در هکتار) در سطح اشغالی از مخلوط چغندر قند و بادرشبو حاصل گردید و کمینه عیار قند (۱۵/۳۷ درصد) از مخلوط چغندر قند و ارزن، و عملکرد ریشه (۴۷/۳۹ تن در هکتار) و شکر خالص (۶/۱۳ تن در هکتار) در سطح اشغالی از مخلوط چغندر قند و سویا حاصل گردید. بیشترین نسبت برابری زمین (۱/۲۷) به الگوهای کشت مخلوط چغندر قند و سویا در سال ۱۳۹۵، و کمترین آن (۱/۰۳) به مخلوط چغندر قند رقم Kevin و سویا در سال ۱۳۹۶ اختصاص داشت. در سال ۱۳۹۶ بیشترین نسبت برابری زمین (۱/۲۱) از کشت مخلوط چغندر قند رقم Vaclav و بادرشبو حاصل شد.

نتیجه‌گیری: با توجه به نتایج عملکرد ریشه، عیار قند، عملکرد شکر خالص و نسبت برابری زمین، کشت مخلوط چغندر قند با بادرشبو جایگزین مناسبی برای کشت خالص چغندر قند در تولید پایدار این گیاه می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: کشت مخلوط، شاخص سطح برگ، عملکرد، چغندر قند، نسبت برابری زمین

Effect of Soybean, Moldavian Balm and Proso Millet Intercropping on Growth Characteristics and Yield of Sugar Beet (*Beta vulgaris* L.)

Bahram Choubforoush Khoei¹, Rouhollah Amini^{*2}, Adel Dabbagh Mohammadi Nasab³,
Yaghoub Raei³

Received: July 11, 2019 Accepted: January 2, 2020

1-PhD. Student of Agroecology, Dept. of Plant Ecophysiology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran.

2-Assoc. Prof., Dept. of Plant Ecophysiology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran.

3-Prof., Dept. of Plant Ecophysiology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran.

*Corresponding Author Email: cbahram@tabrizu.ac.ir

Abstract

Background & Objective: The objective of this experiment was to study the effect of the intercropping by soybean, Moldavian balm and Proso millet on growth characteristics and yield of three sugar beet cultivars.

Materials & Methods: A factorial experiment was conducted in Khoy city based on randomized complete block design with 12 treatments in three replications in 2016 and 2017. The first factor was sugar beet cultivars (Kevin, Ghazira and Vaclav) and the second factor was cropping pattern of mono-cropping of sugar beet and the intercropping of sugar beet with soybean, Moldavian balm and Proso millet (50:50).

Results: Results, indicated that the highest sugar content (15.82%), root yield (100.40 t.ha⁻¹) and gross sugar yield (13.48 t.ha⁻¹) in occupied area was obtained from the intercropping of sugar beet and Moldavian balm, and the lowest one (15.37%) obtained in intercropping of sugar beet and Proso millet and the intercropping of sugar beet and soybean with 47.39 and 6.13 t.ha⁻¹. The highest LER (1.27) obtained in intercropping of sugar beet cv. and soybean 2016, and the least (1.03) belonged to the intercropping Kevin cv. and soybean in 2017. The highest LER (1.21) belonged to the intercropping Vaclav cv. and Moldavian balm in 2017.

Conclusion: Based on root yield, sugar content, gross sugar yield and LER results, the intercropping of sugar beet with Moldavian balm is suitable alternatives for monocropping of sugar beet.

Keywords: Intercropping, Land Equivalent Ratio, Leaf Area Index, Sugar Beet, Yield

مقدمه

امروزه روند رو به افزایش تخریب منابع آب، خاک و محیط زیست در اثر کاربرد بی‌رویه مواد شیمیایی در کشاورزی و روش‌های رایج تولید مواد غذایی در جهان موجب توجه و ترغیب محققان به بخش کشاورزی پایدار گردیده است. از اهداف عمده کشاورزی پایدار، حاصلخیزی خاک، کنترل فرسایش خاک، کاهش خسارت آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز، تثبیت عملکرد در شرایط نامطلوب و افزایش عملکرد در شرایط مطلوب محیطی، افزایش کارایی استفاده از منابع آب، مواد غذایی، نور خورشید و در نهایت ایجاد تنوع و ثبات در اکوسیستم زراعی می‌باشد (یانگ و همکاران ۲۰۱۴). کشاورزی پایدار با الگوگیری از طبیعت، به منزله سیستمی از تولید است که مبتنی بر بهره‌گیری از نهاده‌های زیستی و حفظ تنوع گونه‌ها در نظام‌های تولیدی می‌باشد و یکی از راه‌هایی که ما را به این هدف نزدیک می‌سازد، کشت مخلوط است (استرید هورتس و همکاران ۲۰۰۸). کشت مخلوط می‌تواند به عنوان یک عامل مهم در کشاورزی پایدار موثر باشد و با توجه به نیاز متفاوت گونه‌ها در مخلوط، رقابت بین آنها نیز کمتر می‌شود و به واسطه آن نظام‌های زراعی به منابع درونی و قابل تجدید خود وابستگی بیشتری پیدا می‌کنند و پایداری آنها افزایش می‌یابد (کوچکی و همکاران ۲۰۰۴).

سیستم کشت مخلوط الگوی اقتباس شده از سیستم‌های پایدار طبیعی گیاهان مانند مراتع و جنگل‌های بکر و دست نخورده می‌باشد و بیانگر این مطلب است که طبیعت، همواره ترکیب گونه‌ها را بر حالت تک گونه‌ای ترجیح می‌دهد (چاپاگین و رایزمن ۲۰۰۴). اگر اجزای تشکیل دهنده کشت مخلوط در نحوه استفاده از منابع محیطی متفاوت باشند، از منابع به‌طور مؤثرتری استفاده می‌کنند (دباغ محمدی‌نسب و همکاران ۲۰۱۱). کشت مخلوط به عنوان یکی از مهم‌ترین سیستم‌های کشاورزی قابل اجرا می‌تواند به جهت افزایش تنوع و سود حاصله در واحد سطح و زمان از اهمیت ویژه‌ای برخوردار باشد

(ابراهیم و همکاران ۲۰۱۴). از جمله مزایای کشت مخلوط می‌توان به افزایش عملکرد، کاهش آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز (کائو و همکاران ۲۰۱۵) و بهبود راندمان استفاده از منابع (بارگاز و همکاران ۲۰۱۵) اشاره کرد. چغندر قند (*Beta vulgaris L.*) گیاهی استراتژیک بوده و به عنوان اصلی‌ترین منبع تأمین کننده شکر در ایران محسوب می‌شود. چغندر قند از محصولات بسیار پراهمیت بوده و یکی از اهداف بلند مدت در بخش کشاورزی، بالا بردن تولید و بهبود خصوصیات کیفی و کمی چغندر قند، با توجه به وجود پتانسیل‌های اقلیمی است (عبدالهیان نوقابی و همکاران ۲۰۰۵). ایران در سال ۲۰۱۶ با تولید ۵/۹۷ میلیون تن ریشه چغندر قند در مقایسه با کل تولید دنیا (۲۷۶/۹۵ میلیون تن) ۲/۱۶ درصد تولید دنیا را به خود اختصاص داد و در همین سال ایران با عملکرد ۵۴/۱۳ تن در هر هکتار در مقایسه با عملکرد دنیا (۶۰/۵۴ تن در هکتار)، حدود ۱۰/۵۹ درصد کمتر از میانگین عملکرد چغندر قند دنیا داشته است (بی-نام ۲۰۱۹).

سویا (*Glycine max L. Merrill*) یکی از دانه‌های پیشتاز برای استخراج روغن در سطح جهان محسوب می‌شود. در نیم قرن گذشته سویا از نظر میزان تولید پس از گندم و ذرت در رده سوم و از نظر ارزش پس از ذرت در رده دوم جهانی قرار داشته است (دانشیان ۲۰۱۵). سویا گیاهی است یک‌ساله، دولپه، روز کوتاه، خودگشن با ۰/۵ درصد دگرگشنی، $2n=40$ و دانه آن دارای ۳۶ تا ۴۰ درصد پروتئین و ۱۹ تا ۲۲ درصد روغن می‌باشد. سویا به‌صورت بوته‌ای استوار و با شاخ و برگ زیاد رشد می‌کند و دارای دو فرم رشد محدود و نامحدود است (آلیاری و همکاران ۲۰۰۰ و خواجه پور ۲۰۰۴). سطح زیر کشت سویا در سال ۲۰۱۳ در جهان ۱۱۱/۲۷ میلیون هکتار با تولید ۲۷۶/۴۱ میلیون تن بوده است (دانشیان ۲۰۱۵). در ایران نیز سطح زیر کشت سویا در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵، ۴۰ هزار هکتار با تولید ۹۱ هزار تن بوده است (بی‌نام ۲۰۱۹).

استفاده از زمین نسبت به تک‌کشتی دو گیاه افزایش یافت (ابوخدرا و همکاران ۲۰۱۳). جهانی و همکاران (۲۰۰۷) نیز گزارش کردند که در کشت مخلوط عدس و زیره سبز، وزن خشک اندام‌های رویشی، عملکرد بیولوژیک، وزن هزاردانه و تعداد دانه در هر چتر زیره سبز و عملکرد دانه آن به طور معنی‌داری افزایش یافت. امیرمردفر و همکاران (۲۰۱۳) در آزمایشی دو ساله با بررسی کشت مخلوط گندم و کلزا در نسبت‌های ردیفی مختلف عنوان کردند که بیشترین عملکرد دانه گندم در کشت‌های مخلوط نواری گندم-کلزا و کمترین آن در کشت خالص گندم حاصل می‌شود. رضائی‌چپانه و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند که در کشت مخلوط ذرت و باقلا، نور دریافتی کانوپی نسبت به کشت خالص بیشتر بود.

مطالعات چندانی در خصوص کشت مخلوط چغندر قند با سویا، بادرشبو و ارزن صورت نگرفته است بر این اساس و با توجه به نقش کشت مخلوط در دستیابی به اهداف کشاورزی پایدار و اهمیت محصول چغندر قند، آزمایشی با هدف اثر کشت مخلوط سه گونه زراعی و داروئی ذکر شده بر ویژگی‌های رشدی و عملکرد کمی ارقام چغندر قند اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به صورت آزمایش مزرعه‌ای در سال-های ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ در ۱۱ کیلومتری جنوب غربی شهرستان خوی واقع در استان آذربایجان غربی به مختصات جغرافیائی (38S,4259433N,487067E) و ارتفاع ۱۲۴۷ متر از سطح دریا اجرا گردید. آزمایش به صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۲ تیمار در سه تکرار اجرا گردید. فاکتور اول شامل ارقام چغندر قند در سه سطح: Strube co., Kevin (Germany) و Kuhn & co. International Ghazira (Germany) (Strube co., Vaclav و B.V., Netherlands) (Germany) و فاکتور دوم شامل الگوی کشت در چهار سطح: کشت خالص چغندر قند به روش دو ردیفه ساده

بادرشبو (*Dracocephalum moldavica* L.) یک گیاه دارویی بوده و از مواد مؤثره پیکر رویشی این گیاه در صنایع غذایی، بهداشتی و آرایشی استفاده می‌شود (امیدبیگی ۲۰۰۶). بادرشبو گیاهی است علفی و یک‌ساله که منشأ آن جنوب سیبری و سراشیب‌های هیمالیا گزارش شده است. این گیاه به‌طور خودرو در قزاقستان، مغولستان، چین و روسیه می‌روید. گل و پیکر رویشی بادرشبو (برگ‌ها و ساقه‌های جوان) معطر هستند. مقدار اسانس با توجه به شرایط اقلیمی محل رویش متفاوت و بین ۰/۶ تا ۰/۸ درصد است. اسانس از ترکیبات متفاوتی تشکیل شده است که مهمترین آنها «سیترال» (۴۰ تا ۴۵ درصد) و استات ژرانیل» (۱۰ تا ۱۵ درصد) می‌باشند (امیدبیگی ۲۰۰۶). آمار دقیقی از سطح زیر کشت بادرشبو در کشور در دست نیست لیکن در استان آذربایجان غربی که بیشترین سطح زیر کشت این محصول در کشور را دارد ۹۰ هکتار با تولید ۲۷۰۰ تن (سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷) می‌باشد (بی‌نام ۲۰۱۹).

ارزن پروسو (*Proso millet*) با نام علمی (*Panicum millaceum* L.) از غلات دانه‌ریز، که جهت تغلیف دام، تهیه نان و شیرینی‌پزی، از دانه آن در تغذیه حیوانات و پرندگان و در صنعت در تهیه الکل نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد. ارزن پروسو از ارزن‌های جنس پانیکوم بوده و مانند سایر غلات، دارای ریشه‌های افشان و ساقه‌های ماشوره‌ای بدون انشعاب می‌باشد که شامل گره و میان-گره است. این ارزن برای آب و هوای قاره‌ای خشک مناسب بوده و به‌طور وسیعی در شوروی، آسیای مرکزی، عربستان، سوریه، ایران، عراق و افغانستان کشت می‌شود (تاجبخش و پورمیرزا ۲۰۰۳).

محققان مصری کشت مخلوط چغندر قند با لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) را در همهٔ نسبت‌های کشت مثبت ارزیابی کرده و نسبت برابری زمین در همهٔ نسبت‌ها را بیش از یک ارزیابی کرده‌اند (ابو مصطفی و همکاران ۲۰۱۲). طی آزمایشی در کشت مخلوط چغندر قند با گندم،

گونه‌ها و به صورت دستی انجام گرفت. با توجه به شرایط موجود از جمله درجه حرارت هوا، فاصله بین دو آبیاری ۸ تا ۱۶ روز بوده و در مجموع ۱۴ نوبت آبیاری گردید.

شاخص سطح برگ (LAI) با استفاده از دستگاه آکیوپار مدل (LP-80, Decagon Device INC., USA) در ۹۲ روز بعد از کشت در سال ۱۳۹۵ و ۹۱ روز بعد از کشت در سال ۱۳۹۶ اندازه‌گیری شد. تعداد اندازه‌گیری‌ها برای تعیین شاخص سطح برگ هر چهار گیاه از چهار بوته از هر گیاه انجام شد و مقدار میانگین جهت تجزیه و تحلیل مورد استفاده قرار گرفت. ریشه‌های چغندر قند در پنجم آبان سال ۱۳۹۵ و سوم آبان سال ۱۳۹۶ از ردیف‌های وسطی کرت‌ها (۶ متر مربع از هر کرت) برداشت گردید. عملکردها در واحد سطح اشغالی (عملکرد در سطحی از زمین که آن گونه اشغال شده) و واحد سطح مخلوط (عملکرد در سطحی از زمین که توسط هر دو گونه اشغال شده) محاسبه شد. نمونه ریشه‌های چغندر قند جهت انجام آنالیز با استفاده از دستگاه Betalyser مدل (FP-4, DR. KERNCHEN Co. Germany) به آزمایشگاه کارخانه قند خوی منتقل و میزان عیار قند و عملکرد شکر خالص محاسبه شد.

سویا در ۱۹ مهر سال ۱۳۹۵ (۱۶۹ روز بعد از کاشت) و ۱۸ مهر سال ۱۳۹۶ (۱۶۹ روز بعد از کاشت) از ردیف‌های وسطی کرت‌ها، ۶ متر مربع از هر کرت کشت خالص و ۳ متر مربع از هر کرت کشت مخلوط برداشت گردید و عملکرد دانه با رطوبت ۱۲٪ محاسبه گردید. سرشاخه‌های گل‌دار بادرشبو در ۲۶ تیر سال ۱۳۹۵ (۹۱ روز بعد از کاشت) و ۲۵ تیر سال ۱۳۹۶ (۹۲ روز بعد از کاشت) از ردیف‌های وسطی کرت‌ها، ۶ متر مربع از هر کرت کشت خالص و ۳ متر مربع از هر کرت کشت مخلوط به صورت دستی برداشت شد. سرشاخه‌های گل‌دار در دمای آزمایشگاه خشک و عملکرد ماده خشک محاسبه گردید. همچنین، ارزن در ۱۵ شهریور سال ۱۳۹۵ (۱۳۴ روز بعد از کاشت) و ۱۵ شهریور سال ۱۳۹۶ (۱۳۵ روز

(شاهد)، کشت مخلوط چغندر قند و سویا به روش دو ردیفه ساده (۵۰:۵۰)، کشت مخلوط چغندر قند و بادرشبو به روش دو ردیفه ساده (۵۰:۵۰) و کشت مخلوط چغندر قند و ارزن به روش دو ردیفه ساده (۵۰:۵۰) بودند (شکل ۱). در سال ۱۳۹۵ چغندر قند در ۱۰ فروردین ماه و در سال ۱۳۹۶ در ۹ فروردین ماه و سایر گونه‌ها یعنی سویا رقم ساری، بادرشبو توده بومی ارومیه و ارزن پروسو رقم پیشاهنگ در سال ۱۳۹۵ در ۲۹ فروردین ماه و در سال ۱۳۹۶ در ۲۷ فروردین ماه کشت شدند. بذور قبل از کاشت به منظور پیشگیری از بیماری‌های قارچی با قارچ‌کش مانکوزب به میزان ۲ در هزار ضد عفونی شدند. مساحت هر پلات ۱۶ مترمربع و هر پلات ۸ ردیف به طول ۴ متر به فاصله بین ردیف‌های ۵۰ سانتی‌متر بود. همه تیمارهای الگوی کشت مخلوط و کشت خالص بصورت دو ردیفه ساده کشت شده بودند. تراکم مطلوب برای چغندر قند ۱۰ بوته در مترمربع (۲۰×۵۰ سانتی‌متر)، سویا ۴۰ بوته در مترمربع (۵۰×۵۰ سانتی‌متر) و بادرشبو و ارزن هر کدام ۳۰ بوته در مترمربع (۷/۶×۵۰ سانتی‌متر) و عمق کاشت برای چغندر قند ۴-۳ سانتی‌متر، سویا ۵-۳ سانتی‌متر، بادرشبو ۲-۱ سانتی‌متر و ارزن ۳-۲ سانتی‌متر بود. با توجه به نتایج آنالیز خاک انجام شده (جدول ۱) زمین مورد کشت در هر دو سال از حاصل-خیزی مناسبی برخوردار بود و بر این اساس در هر دو سال کود سوپرفسفات تریپل به میزان ۱۷۰ کیلوگرم در هکتار، سولفات پتاسیم به مقدار ۲۳۵ کیلوگرم در هکتار قبل از کاشت و اوره به مقدار ۳۸۰ کیلوگرم در هکتار به صورت سرک در سه مرحله، نوبت اول پس از تنک و وجین اولیه چغندر قند (۲۵ روز بعد از کاشت)، نوبت دوم ۵۵ روز بعد از کاشت و نوبت سوم ۸۵ روز بعد از کاشت به روش دست‌پاش مصرف گردید. در پاییز سال قبل نیز مقدار ۶ تن در هکتار به زمین کود دامی داده و شخم زده شده بود. تنک و وجین نوبت اول در مرحله ۶-۴ برگی چغندر قند و وجین نوبت دوم در مرحله ۱۲-۱۰ برگی چغندر قند، بعد از سبز شدن (مرحله ۶-۴ برگی) سایر

در این رابطه Y_P عملکرد در کشت مخلوط و Y_M عملکرد در کشت خالص در همان سطح می باشد.

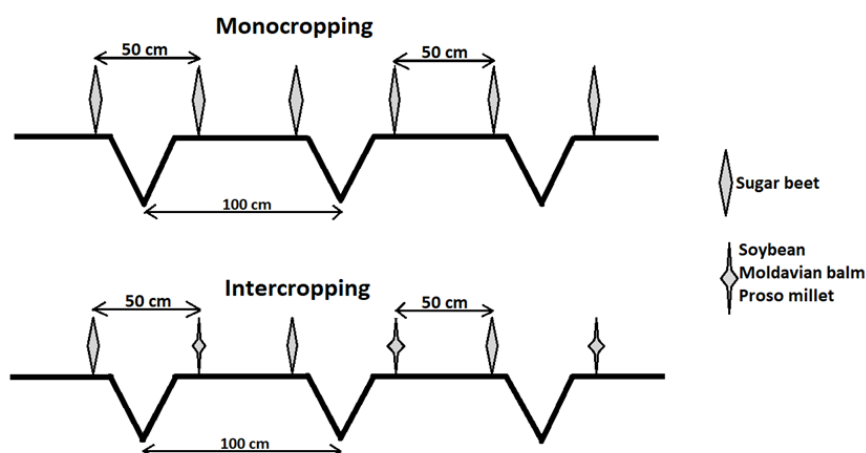
$$LER = RY + RY_{(گیاه اصلی)}$$

برای انجام تجزیه های آماری از نرم افزار SAS Ver. 9.0.3 استفاده شد. مقایسه میانگین داده ها با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ انجام گردید و برای رسم نمودارها و جداول از نرم افزار Excel استفاده شد.

بعد از کاشت) از ردیف های وسطی کرت ها، ۶ متر مربع از هر کرت کشت خالص و ۳ متر مربع از هر کرت کشت مخلوط برداشت و عملکرد دانه (با رطوبت ۱۲٪) اندازه گیری شد.

به منظور ارزیابی کشت مخلوط نسبت به کشت خالص، شاخص های عملکرد نسبی (RY) و نسبت برابری زمین (LER) محاسبه شد:

$$RY = Y_P / Y_M$$



شکل ۱- چیدمان کشت خالص چغندر قند و مخلوط با سویا، بادرشبو و ارزن به روش جایگزینی و نسبت ۵۰:۵۰

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

سال	بافت	Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)	K (mg.kg ⁻¹)	P (mg.kg ⁻¹)	N (%)	OC (%)	pH	EC (dS.m ⁻¹)
۱۳۹۵	لوم	۳۱/۴	۴۸/۰	۲۰/۶	۲۲۲	۹/۳	۰/۰۹	۰/۸۵	۸/۰۴	۰/۸۱
۱۳۹۶	لوم	۳۰/۹	۴۷/۳	۲۱/۸	۲۲۵	۹/۶	۰/۱۰	۰/۹۱	۸/۰۰	۰/۷۹

چغندر قند و کمینه آن به میزان ۲۵/۲ از الگوی کشت مخلوط چغندر قند+ ارزن به دست آمد و بین الگوهای کشت مخلوط اختلاف معنی داری وجود نداشت. به نظر می رسد علت کاهش تعداد برگ در بوته چغندر قند در الگوی کشت مخلوط چغندر قند+ ارزن، سایه اندازی بیشتر ارزن روی چغندر قند باشد. رضائی چپانه و همکاران (۲۰۱۱) در کشت مخلوط ذرت با باقلا، بیشترین

نتایج و بحث

تعداد برگ در بوته

بر اساس نتایج تجزیه واریانس تأثیر سال، الگوی کشت، سال در الگوی کشت و رقم در الگوی کشت بر تعداد برگ چغندر قند معنی دار بود (جدول ۲). بیشینه تعداد برگ در بوته در الگوی کشت خالص چغندر قند به تعداد ۲۸/۱ مربوط به الگوی کشت خالص

به میزان ۲۵/۲ از الگوی کشت خالص چغندر قند و کشت مخلوط چغندر قند و ارزن در سال دوم به دست آمد (جدول ۳). در این تحقیق به نظر می‌رسد میزان بارندگی در طول ماه‌های اردیبهشت تا شهریور در سال اول (۱۱۱/۳ میلی‌متر) نسبت به سال دوم (۷۴/۸ میلی‌متر) می‌تواند یکی از عوامل موثر در این خصوص باشد. رزاتی و همکاران (۲۰۰۴) و اکمل و جانسنیس (۲۰۰۴) نیز عوامل مختلف محیطی و مدیریتی از قبیل دما، میزان رطوبت قابل دسترس، میزان تشعشع در زمان اندازه‌گیری، حاصلخیزی و عوامل دیگر در این مورد دخیل می‌دانند.

همچنین بیشینه تعداد برگ در بوته به میزان ۲۹/۵ مربوط به الگوی کشت خالص چغندر قند و رقم Kevin و کمینه آن به تعداد ۲۳/۹ از الگوی کشت مخلوط چغندر قند و ارزن و رقم Kevin به دست آمد (شکل ۲).

تعداد برگ ذرت را در کشت خالص و کمترین آن را در کشت مخلوط گزارش کردند. طبق گزارش ابوحسین و همکاران (۲۰۰۵) در کشت مخلوط لوبیا - پیاز - کاهو، تعداد برگ لوبیا در کشت مخلوط کمتر از کشت خالص به دست آمد. نتیجه مشابهی نیز توسط محسن‌آبادی و همکاران (۲۰۰۸) در کشت مخلوط جو با ماشک گل-خوشه‌ای گزارش شده است. آنان کاهش تعداد برگ جو در کشت مخلوط را به خاطر کاهش ارتفاع بوته جو (عدم افزایش رشد میانگره‌ها) ناشی از رقابت برون‌گونه‌ای در کشت مخلوط با ماشک نسبت دادند. از آنجایی که بین ارتفاع بوته و تعداد برگ در بوته همبستگی نزدیکی وجود دارد (دباغ محمدی‌نسب و همکاران ۲۰۱۶)، به نظر می‌رسد در تحقیق حاضر نیز کاهش تعداد برگ در کشت مخلوط ناشی از رقابت برون‌گونه‌ای بوده است. بیشترین تعداد برگ در بوته به میزان ۳۱/۱ مربوط به الگوی کشت خالص چغندر قند در سال اول و کمینه آن

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس صفات مورد ارزیابی چغندر قند تحت تأثیر الگوی کشت و رقم

میانگین مربعات		درجه آزادی	منابع تغییر
شاخص سطح برگ	تعداد برگ در بوته		
۰/۰۰۰	۸۶/۰۲۳**	۱	سال
۰/۱۲۳	۱۶/۶۸۵ *	۴	سال × تکرار
۰/۴۸۱	۰/۴۸۴	۲	رقم
۰/۰۲۵	۵/۶۶۳	۲	رقم × سال
۶/۱۹۵**	۲۶/۲۴۴**	۳	الگوی کشت
۰/۱۱۴	۲۹/۲۲۳**	۳	الگوی کشت × سال
۰/۱۱۴	۱۱/۸۳۸ *	۶	رقم × الگوی کشت
۰/۰۴۵	۳/۲۳۰	۶	سال × رقم × الگوی کشت
۰/۱۶۴	۴/۹۰۳	۴۴	خطا
۸/۶۰	۸/۳۶		ضریب تغییرات (%)

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ می‌باشد.

خالص چغندر قند و کمینه آن به میزان ۴/۱۸ از الگوی کشت مخلوط چغندر قند+ ارزن به دست آمد (شکل ۳). علت کاهش شاخص سطح برگ چغندر قند در الگوهای کشت مخلوط را می‌توان به سایه اندازی گونه‌های دیگر خصوصاً سویا و ارزن روی چغندر قند نسبت داد.

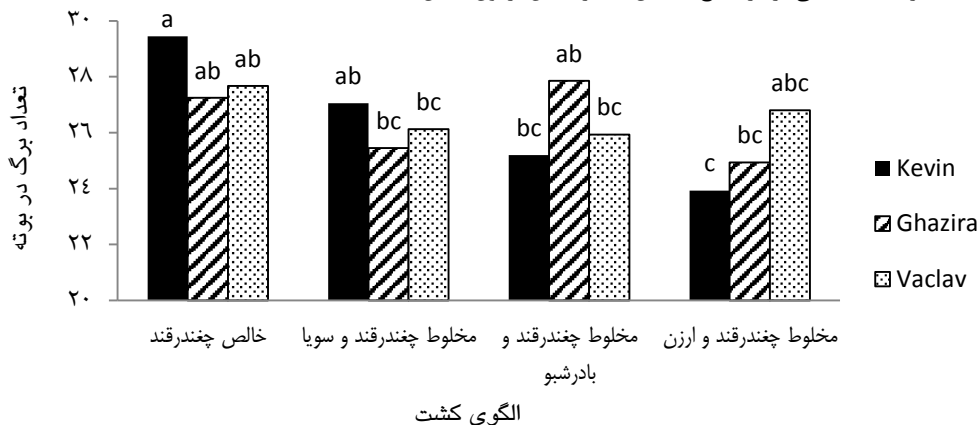
شاخص سطح برگ

شاخص سطح برگ فقط تحت تأثیر معنی‌دار الگوی کشت قرار گرفت (جدول ۲). بیشینه شاخص سطح برگ به میزان ۵/۴۹ مربوط به الگوی کشت

جدول ۳- تأثیر الگوهای مختلف کشت و سال بر تعداد برگ در بوته چغندر قند

تعداد برگ در بوته		الگوی کشت
سال ۱۳۹۶	سال ۱۳۹۵	
۲۵/۱۸ ^b	۳۱/۰۷ ^a	خالص چغندر قند
۲۵/۶۲ ^b	۲۶/۸۰ ^b	مخلوط چغندر قند و سویا
۲۵/۵۳ ^b	۲۷/۱۲ ^b	مخلوط چغندر قند و بادرشبو
۲۵/۱۸ ^b	۲۵/۲۷ ^b	مخلوط چغندر قند و ارزن

(حروف متفاوت نشانگر اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵٪ بر اساس آزمون دانکن است.)



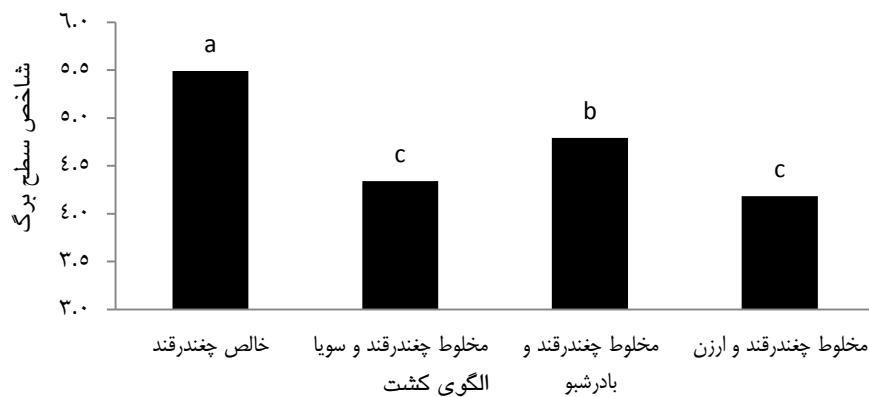
شکل ۲- تعداد برگ در بوته چغندر قند تحت تأثیر الگوهای مختلف کشت و رقم

حروف متفاوت نشانگر اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن است.

عملکرد ریشه

عملکرد ریشه چغندر قند فقط تحت تأثیر الگوی کشت واقع شد (جدول ۴). بیشینه عملکرد ریشه در سطح اشغالی، به مقدار ۱۰۰/۴ تن در هکتار مربوط به الگوی کشت مخلوط چغندر قند با بادرشبو بود و با الگوی کشت خالص چغندر قند (۹۸/۴۷ تن در هکتار) اختلاف معنی داری نداشت. کمینه عملکرد ریشه به میزان ۴۷/۳۹ تن در هکتار از الگوی کشت مخلوط چغندر قند با سویا تعلق داشت (شکل ۴) و در سطح مخلوط به مقدار ۵۰/۲۱ تن در هکتار از الگوی مخلوط چغندر قند و بادرشبو و کمینه آن به میزان ۲۳/۶۹ تن در هکتار از الگوی کشت مخلوط چغندر قند و سویا به دست آمد (شکل ۵).

مانجوناث و سالاکینکوپ (۲۰۱۷) در آزمایشی بر روی سویا و ارزن گزارش کردند که میزان شاخص سطح برگ در دو گونه در کشت خالص بیشتر از کشت مخلوط بود. همچنین آرشاد و راناموکاارچچی (۲۰۱۲) در پژوهشی بر روی کشت مخلوط سورگوم (*Sorghum bicolor* L.) و ماش (*Vigna radiata* L.) گزارش دادند که شاخص سطح برگ هر دو گیاه در کشت خالص بیشتر از کشت مخلوط بود. نتایج آزمایشی که بر روی ترکیب-های مختلف کشت مخلوط ذرت (*Zea mays* L.) و لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) انجام شد، نشان داد که شاخص سطح برگ دو گیاه در کشت خالص بالاتر از کشت مخلوط بود (رضوان بیدختی ۲۰۰۴).



شکل ۳- شاخص سطح برگ چغندرقد در الگوهای مختلف کشت

حروف متفاوت نشانگر اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن است.

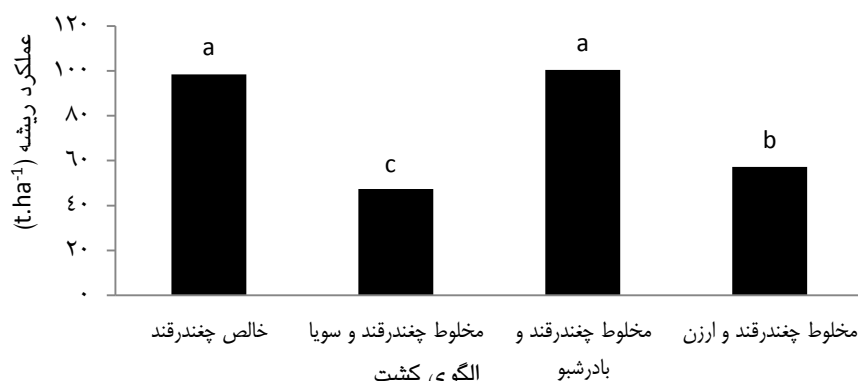
از یک طرف به کاهش تعداد ردیف کشت چغندرقد که به کشت ذرت اختصاص داده شده بود و از طرف دیگر به سایه اندازی بوته های ذرت روی چغندرقد و در نتیجه افزایش تنفس نسبت دادند. نتایج مشابهی توسط هبا و همکاران (۲۰۱۶) در کشت مخلوط چغندرقد و باقلا (*Vicia faba* L.) و افشارمنش (۲۰۱۳) در کشت مخلوط سیب زمینی و ذرت مشاهده شده است. در کشت مخلوط چغندرقد با گندم نیز بیشترین عملکرد ریشه مربوط به کشت خالص چغندرقد بود و پس از آن هر چه فاصله ردیف های کشت گندم با چغندرقد کمتر شد عملکرد نیز کاهش یافت (ابوخدرا و همکاران ۲۰۱۳). اثر کشت مخلوط بر عملکرد ریشه چغندرقد عمدتاً به نوع و عادت رشدی محصول همراه بستگی دارد. عبدالمتولی و متولی (۲۰۱۴) گزارش دادند که در کشت مخلوط چغندرقد و باقلا، بیشترین عملکرد ریشه چغندرقد از کشت خالص به دست می آید.

عیار قند ریشه

بر اساس نتایج تجزیه واریانس درصد قند ریشه تحت تأثیر سال، رقم، سال در رقم، الگوی کشت، سال در الگوی کشت و رقم در الگوی کشت واقع شد (جدول ۴).

در میان الگوهای کشت مخلوط بیشترین عملکرد ریشه به الگوی مخلوط چغندرقد با بادرشبو تعلق داشت. این امر می تواند دلایل مختلفی داشته باشد یکی از دلایل می تواند سایه اندازی کمتر بادرشبو نسبت به دو گونه دیگر (سویا و ارزن) و مهمتر اینکه با توجه به برداشت زود هنگام (بیش از ۷۹ روز) بادرشبو از دو گونه دیگر (سویا و ارزن)، فضای بیشتری در اختیار چغندرقد قرار گرفته است و بنابراین میزان نور دریافتی الگوی کشت مخلوط چغندرقد و بادرشبو بیش از دو الگوی کشت مخلوط دیگر است. الگوهای کشت مخلوط چغندرقد و سویا و چغندرقد و ارزن کمترین عملکرد ریشه را داشتند. با توجه به اینکه کلیه صفات زراعی، ژنتیکی و آب و هوایی در عملکرد ریشه دخالت دارند (پاندیتا و همکاران ۲۰۰۰) علت کاهش عملکرد ریشه را در الگوهای مذکور را می توان به سایه اندازی بوته های سویا و ارزن روی چغندرقد و در نتیجه افزایش تنفس نسبت داد به دلیل اینکه کلیه صفات زراعی، ژنتیکی و آب و هوایی در عملکرد ریشه در واحد سطح دخالت دارند (قنبری و همکاران ۲۰۰۶).

ابوخدرا و همکاران (۲۰۱۳) مشاهده کردند در کشت مخلوط چغندرقد و گندم (*Triticum aestivum* L.) بیشترین عملکرد از کشت خالص چغندرقد به دست آمد. آنها علت کاهش عملکرد ریشه در نسبت های مخلوط را



شکل ۴- عملکرد ریشه چغندر قند در سطح اشغالی در الگوهای مختلف کشت
حروف متفاوت نشانگر اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن است.

جدول ۴- نتایج تجزیه واریانس صفات مورد ارزیابی چغندر قند تحت تأثیر الگوی کشت و رقم

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات	
		عملکرد ریشه	عیار قند ریشه
سال	۱	۱۸۲/۷۸۷	۴/۷۷۹**
سال × تکرار	۴	۱۴۷/۲۰۵*	۰/۵۴۱*
رقم	۲	۱۱۴/۷۱۹	۱/۸۱۳**
رقم × سال	۲	۲۹/۵۶۸	۱/۲۱۴**
الگوی کشت	۳	۱۳۶۳۲/۶۶۹**	۰/۷۲۱*
الگوی کشت × سال	۳	۳۵/۷۹۷	۰/۷۸۸*
رقم × الگوی کشت	۶	۵۸/۸۳۴	۰/۶۰۰*
سال × رقم × الگوی کشت	۶	۱۸/۸۸۸	۰/۰۷۶
خطا	۴۴	۴۹/۹۴۳	۰/۱۹۳
ضریب تغییرات (%)		۹/۳۱	۲/۸۲

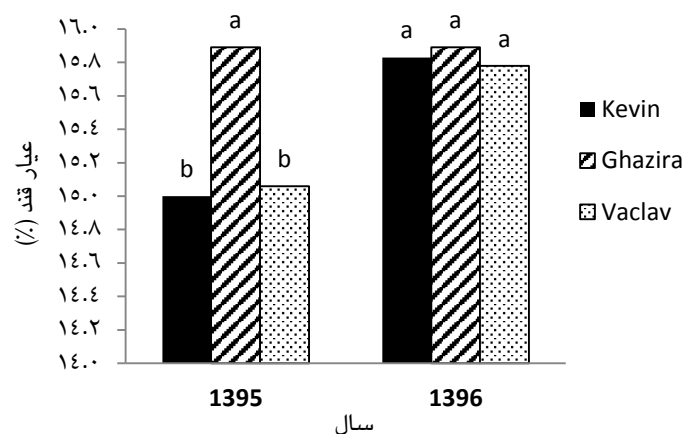
* و ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ می باشد.



شکل ۵- عملکرد ریشه چغندر قند در سطح مخلوط در الگوهای مختلف کشت
حروف متفاوت نشانگر اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن است.

طی ماه‌های مرداد، شهریور و مهر منفی و در طی ماه‌های خرداد و تیر مثبت است که در این تحقیق برابر آمار هواشناسی در طی ماه‌های با تأثیر منفی، سال ۱۳۹۵، ۱۱/۲ میلی‌متر و سال ۱۳۹۶، ۱۷/۳ میلی‌متر و در طی ماه‌های با تأثیر مثبت، سال ۱۳۹۵، ۸۳/۱ میلی‌متر و سال ۱۳۹۶، ۸/۸ میلی‌متر می‌باشد. عیار قند رقم Ghazira در سال‌های ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ به طور معنی‌دار متفاوت نبودند.

در سال ۱۳۹۵، عیار قند رقم Ghazira (۱۵/۸۹ درصد) بیشتر از ارقام Kevin و Vaclav بود. در سال ۱۳۹۶ عیار قند ارقام تفاوت معنی‌داری نداشت. عیار قند ارقام Kevin و Vaclav در سال ۱۳۹۶ بیشتر از سال ۱۳۹۵ بود (شکل ۶) این امر می‌تواند ناشی از میزان بارندگی در طول فصل رشد باشد. جاگارد و همکاران (۲۰۰۴) گزارش کرده است اثر بارندگی بر عیار قند در

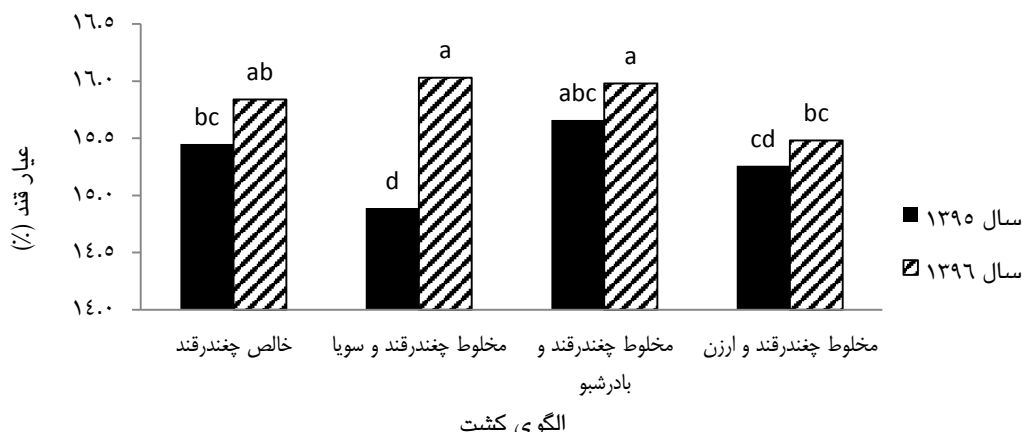


شکل ۶- تأثیر رقم و سال بر عیار چغندر قند

حروف متفاوت نشانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن است.

کمترین عیار قند (۱۵/۴۸ درصد) در سال ۱۳۹۶ در کشت مخلوط چغندر قند-ارزن به دست آمد و تفاوت معنی‌داری با کشت خالص چغندر قند نداشت. عیار قند کشت مخلوط چغندر قند-سویا در سال ۱۳۹۶ (۱۶/۰۳ درصد) به صورت معنی‌داری بیشتر از سال ۱۳۹۵ (۱۴/۸۹ درصد) بود (شکل ۷). همچنان‌که قبلاً اشاره شد این امر می‌تواند ناشی از میزان بارندگی در طول فصل رشد در دو سال مورد مطالعه باشد.

در سال ۱۳۹۵ عیار قند الگوی چغندر قند-بادربشو بیشترین بود و تفاوت معنی‌داری با کشت خالص چغندر قند و کشت مخلوط چغندر قند-ارزن نداشت. کمترین عیار قند (۱۴/۸۹ درصد) در سال ۱۳۹۵ در کشت مخلوط چغندر قند-سویا به دست آمد و تفاوت معنی‌داری با کشت مخلوط چغندر قند-ارزن نداشت. در سال ۱۳۹۶ عیار قند الگوی چغندر قند-سویا بیشترین مقدار بود و تفاوت معنی‌داری با کشت خالص چغندر قند و کشت مخلوط چغندر قند-بادربشو نداشت.



شکل ۷- تأثیر الگوهای کشت و سال بر عیار چغندر قند

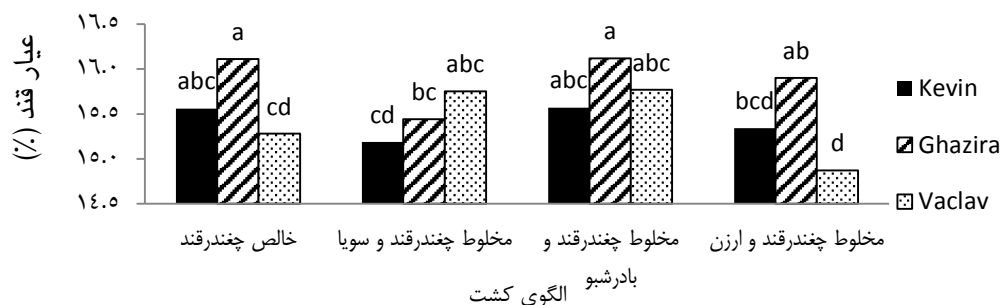
حروف متفاوت نشانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن است.

می‌شود، برای مثال رشد زیاده‌تر طوقه را سبب می‌شود (کوسیکانکوی و لائر ۱۹۹۹). در کشت مخلوط چغندر قند با سویا و ارزن، ارتفاع این دو گیاه نسبت به چغندر قند بیشتر شده و به دلیل سایه‌اندازی سویا و ارزن بر روی بوته‌های چغندر قند شرایط مساعد فتوسنتز مختل شده و درصد قند ریشه کاهش می‌یابد. محققان دیگری نیز در مورد اینکه با افزایش سایه‌اندازی در کشت مخلوط درصد قند کم می‌شود اتفاق نظر دارند (ابومصطفی و همکاران ۲۰۱۲ و ابوخر و همکاران ۲۰۱۳).

عملکرد شکر سفید (شکر خالص)

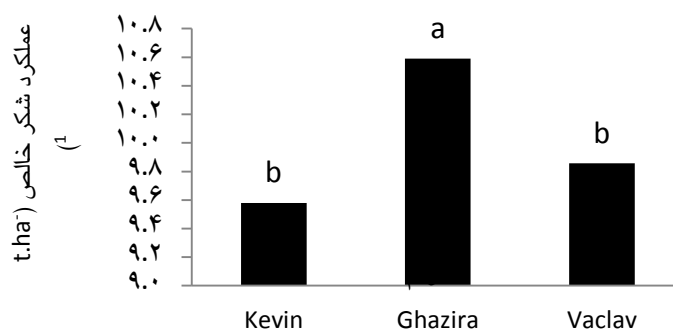
طبق نتایج تجزیه واریانس اثر رقم بر روی عملکرد شکر خالص معنی‌دار ($p \leq 0.05$) بود (جدول ۴). رقم Ghazira با عملکرد شکر خالص ۱۰/۵۹ تن در هکتار در سطح اشغالی بهترین رقم برای کشت مخلوط است. ارقام Kevin و Vaclav عملکرد شکر ناخالص به طور معنی‌داری متفاوت نبود (شکل‌های ۹ و ۱۰). همچنان‌که قبلاً اشاره شد تحقیقات انجام شده تأیید کرده‌اند که ارقام مختلف چغندر قند دارای عملکرد شکر ناخالص متفاوتی هستند و سه رقم Kevin، Ghazira و Vaclav دارای عیار قند بالا و ناخالصی‌های قند کمتری هستند (بی‌نام، ۲۰۱۵).

بیشترین عیار قند (۱۶/۱۲ درصد) از رقم Ghazira و الگوی کشت مخلوط چغندر قند- بادرشبو به دست آمد و اختلاف معنی‌داری با کشت خالص چغندر قند (۱۶/۱۱ درصد) و کشت مخلوط چغندر قند- ارزن (۱۵/۹۰ درصد) نداشت. در رقم Kevin بین الگوهای کشت معنی‌داری وجود نداشت. در رقم Vaclav بین الگوهای کشت کمترین مقدار عیار قند (۱۴/۸۷ درصد) به الگوی کشت مخلوط چغندر قند- ارزن تعلق داشت و تفاوت معنی‌داری با کشت خالص چغندر قند (۱۵/۲۸ درصد) (۱۵/۹۰ درصد) نداشت. به طور کلی، کشت مخلوط چغندر قند- بادرشبو بیشترین عیار قند را در هر دو سال و تمام ارقام چغندر قند داشت. این نتیجه می‌تواند به IPAR فوقانی الگوی کشت مخلوط نسبت داده شود که منجر به افزایش PAR قابل دسترس برای چغندر قند می‌شود. در الگوهای کشت مخلوط چغندر قند- سویا و چغندر قند- بادرشبو، عیار قند ارقام تفاوت معنی‌داری نداشت اما در الگوی کشت مخلوط چغندر قند- ارزن، رقم Ghazira دارای بیشترین عیار قند در میان ارقام بود (شکل ۸). هر چه سایه‌اندازی کمتر و شرایط نورگیری مزرعه مساعدتر باشد برگ‌ها در شرایط مطلوب برای فرایند فتوسنتز قرار می‌گیرند و برعکس. اندام‌های هوایی در شرایط کمبود نور و محدودیت فضای رشد برای توسعه برگ‌ها، به خوبی تغذیه نمی‌شوند و ناهنجاری‌هایی در رشد ایجاد



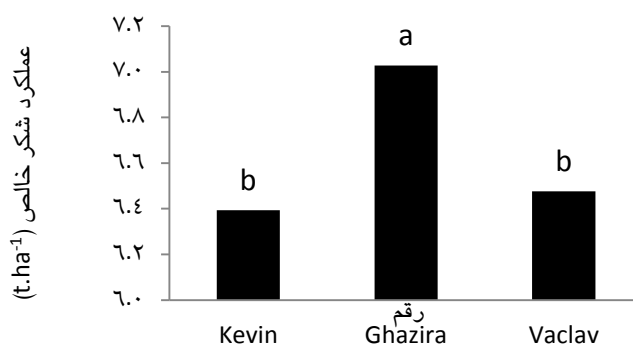
شکل ۸- عیار چغندر قند تحت تأثیر الگوهای مختلف کشت و رقم

حروف متفاوت نشانگر اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن است.



شکل ۹- عملکرد شکر خالص سه رقم چغندر قند در سطح اشغالی

حروف متفاوت نشانگر اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن است.



شکل ۱۰- عملکرد شکر خالص سه رقم چغندر قند در سطح مخلوط

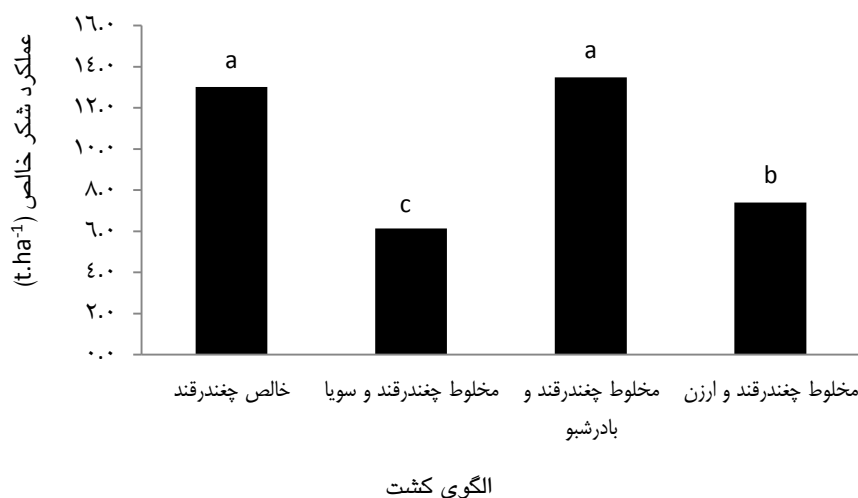
حروف متفاوت نشانگر اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن است.

دارای کمترین مقدار (۳/۰۷ تن در هکتار در سطح مخلوط) بود (شکل‌های ۱۱ و ۱۲). با توجه به اینکه عملکرد شکر سفید بازتاب عملکرد ریشه و عملکرد قند قابل استحصال است هر عاملی باعث افزایش سطح برگ،

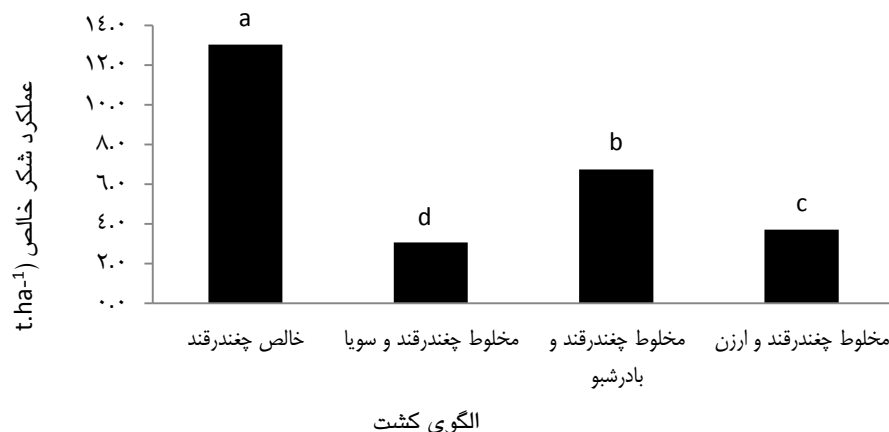
اثر الگوی کشت بر روی عملکرد شکر خالص معنی دار ($p \leq 0.05$) شد (جدول ۴). در میان الگوهای مخلوط، الگوی چغندر قند + بادرشبو دارای بیشترین مقدار (۶/۷۴ تن در هکتار در سطح مخلوط) و الگوی چغندر قند + سویا

کمترا سبب افزایش عملکرد ریشه و عیار قند شده و عکس آن در الگوهای چغندر قند - سویا و چغندر قند - ارزن اتفاق افتاده که با سایه‌اندازی آنها بر روی چغندر قند عملکرد ریشه کاهش و ناخالصی‌ها زیاد شده است. نتایج مشابهی در کشت مخلوط چغندر قند - گندم و چغندر قند - لوبیا به دست آمده است (ابو مصطفی و همکاران ۲۰۱۲ و ابو خدرا و همکاران ۲۰۱۳).

افزایش جذب نور و در نتیجه افزایش میزان فتوسنتز شود و مواد هیدروکربنی بیشتری به ریشه منتقل کند، ماده خشک ریشه را افزایش می‌دهد و سبب افزایش عملکرد ریشه می‌شود (محمدنیا و همکاران ۲۰۰۶) و نیز هر عاملی که مقدار ناخالصی‌ها را کاهش دهد به افزایش عملکرد نهایی قند می‌انجامد. در این تحقیق در الگوهای چغندر قند و بادرشبو و خالص چغندر قند سایه‌اندازی



شکل ۱۱- عملکرد شکر سفید چغندر قند در سطح اشغالی الگوهای مختلف کشت حروف متفاوت نشانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن است.



شکل ۱۲- عملکرد شکر خالص چغندر قند در سطح مخلوط الگوهای مختلف کشت حروف متفاوت نشانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن است.

چغندر قند با سه محصول دیگر نسبت به کشت خالص می‌باشد. بیشترین مقدار LER بر مبنای عملکرد ریشه؛ به مقدار ۱/۲۷ به تیمارهای چغندر قند رقم Kevin و

نسبت برابری زمین (LER)

نسبت برابری زمین در تمامی الگوهای مختلف کشت بیشتر از یک بود که نشان دهنده برتری کشت مخلوط

همکاران (۲۰۰۶). مونتی و همکاران (۲۰۱۶) نتیجه گرفتند که افزایش LER جزئی به بیشتر از ۰/۵ به درجه مکتلی اجزای مخلوط بستگی دارد. راجساوارا (۲۰۰۲) گزارش نموده که نسبت برابری زمین در کشت مخلوط نعناع و شمعدانی معطر بیشتر از یک بود. طبق تحقیقات یاسین و همکاران (۲۰۱۴) در کشت مخلوط علف وتیور (*Vetiveria zizanioides* L.) و ریحان، نسبت برابری زمین، معادل ۱/۵۴ بود.

سویا، چغندر قند رقم Ghazira و سویا و چغندر قند رقم Vacla و سویا در سال ۱۳۹۵، و کمترین آن به مقدار ۱/۰۳ به تیمار چغندر قند رقم Kevin و سویا در سال ۱۳۹۶ تعلق داشت (جدول ۵). استفاده کارآمد از منابع محیطی، تبادل مواد غذایی، افزایش توانایی رقابتی در کنترل علف‌های هرز، تثبیت نیتروژن، وجود اختلاف در سیستم ریشه‌ای اجزای مخلوط و جذب بیشتر تشعشع دلیل افزایش LER در کشت مخلوط می‌باشد (بانیک و

جدول ۵- مقادیر عملکردهای نسبی و نسبت برابری زمین کشت مخلوط در دو سال آزمایش

رقم چغندر قند	الگوی کشت	سال ۱۳۹۵			سال ۱۳۹۶		
		عملکرد نسبی	عملکرد نسبی	نسبت برابری زمین	عملکرد نسبی	عملکرد نسبی	نسبت برابری زمین
		(RY)	(RY)	(LER)	(RY)	(RY)	(LER)
Kevin	چغندر قند و سویا	۰/۲۶	۱/۰۱	۱/۲۷	۰/۸۲	۱/۰۳	
	چغندر قند و بادرشبو	۰/۵۰	۰/۵۷	۱/۰۷	۰/۶۶	۱/۱۷	
	چغندر قند و ارزن	۰/۲۷	۰/۸۵	۱/۱۲	۰/۸۲	۱/۰۷	
Ghazira	چغندر قند و سویا	۰/۲۵	۱/۰۲	۱/۲۷	۰/۸۴	۱/۰۸	
	چغندر قند و بادرشبو	۰/۵۰	۰/۵۶	۱/۰۶	۰/۶۷	۱/۱۶	
	چغندر قند و ارزن	۰/۳۳	۰/۸۷	۱/۲۰	۰/۸۳	۱/۱۴	
Vaclav	چغندر قند و سویا	۰/۲۵	۱/۰۲	۱/۲۷	۰/۸۶	۱/۱۱	
	چغندر قند و بادرشبو	۰/۵۰	۰/۵۹	۱/۰۹	۰/۶۵	۱/۲۱	
	چغندر قند و ارزن	۰/۳۰	۰/۹۶	۱/۲۶	۰/۸۳	۱/۱۱	

نتیجه‌گیری کلی

برخودار بودند و در این میان رقم Ghazira نسبت به دو رقم دیگر برتری داشت. نسبت برابری زمین (LER) در تمامی الگوهای مختلف کشت بیشتر از یک بود که نشان دهنده برتری کشت مخلوط چغندر قند با سه محصول دیگر نسبت به کشت خالص می‌باشد. در سال اول کشت مخلوط چغندر قند و سویا و در سال دوم کشت مخلوط چغندر قند و بادرشبو بیشترین نسبت برابری زمین را داشتند و بر اساس اولویت کشاورز در تولید گیاهان زراعی می‌توانند به عنوان روشهای جایگزین برای کشت خالص در برنامه های تولید پایدار استفاده شوند.

بادرشبو گونه مناسبی در کشت مخلوط با چغندر قند می‌باشد در این تحقیق هر دو گونه از مجاورت با هم استفاده کرده و عملکرد بیشتری در کشت مخلوط داشتند. بیشینه عیار قند و بیشترین عملکرد شکر سفید که بهترین شاخص جهت ارزیابی عملکرد چغندر قند در کشت مخلوط می‌باشد از الگوی کشت مخلوط چغندر قند و بادرشبو به دست آمده است. سه رقم چغندر قند مورد استفاده در این آزمایش از پتانسیل بالایی

منابع مورد استفاده

- Abdel Motagally FMF and Metwally AK. 2014. Maximizing productivity by intercropping onion on sugar beet. *Asian Journal of Crop Science*, 6: 226-235.
- Abdollahian-Noghabi M, Shaikholeslami R and Babaei B. 2005. Technical terms of sugar beet yield and quality. *Sugar Beet Journal*, 21 (1), 101-104 .
- Abou Khadra SH, Shaimaa AAB, Salah EAT and Dina EEE. 2013. Effect of intercropping wheat with sugar beet on their productivity and land use. *Agriculture Research Kafrelsheikh University*, 39(1): 37-54.
- Abou Hussein SD, Salman SR, Adel Mawgoud AMR, Ghoname AA. 2005. Productivity, quality and profit of sole or intercropping green bean (*Phaseolus vulgaris* L.) crop. *Journal of Agronomy*, 2: 151-155.
- Abou Mostafa RRI, El-Abbas El, Rabie EM and Aboshady KA. 2012. Agronomic and economic evaluation for some patterns of intercropping faba bean with sugar beet under tow sowing dates. *Agriculture Research Kafrelsheikh University*, 38(4): 443-457.
- Afsharmanesh GHR. 2013. Effect of maize and potato intercropping on yield and yield components in early spring planting in Jiroft region. *Iranian Journal of Crop Sciences*. 14(4): 333-345. (In Persian)
- Akmal M and Janssens MJJ. 2004. Productivity and light use efficiency of perennial ryegrass with contrasting water and nitrogen supplies. *Field Crops Research*, 88: 143-155.
- Alyari H, Shekari F and Shkari F. 2000. Oilseeds (Agronomy and physiology). Aamidi Publications. Tabriz. 182 P. (In Persian)
- Amir-Mardfar R, Raei Y, Dabbagh Mohammadi-Nassab A, Khaghaninia S and Amini R. 2013. Yield and yield components of wheat as influenced by intercropping of oilseed rape and fertilizers. *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences*, 3: 38-46.
- Anonymous. 2015. Sugar beet cultivars. Strube D&S GmbH. Germany.
- Anonymous. 2019. Food and Agriculture Organization (FAO) statistics. Available at <http://www.faostat.fao.org/faostat/>.
- Anonymous, 2019. Statistics on total sugar production from sugar beet and sugar cane. Iranian Association of Sugar and Sugar Factories.
- Arshad M and Ranamukhaarachchi SL. 2012. Effects of legume type, planting pattern and time of establishment on growth and yield of sweet sorghum-legume intercropping. *Australian Journal of Crop Sciences*, 6(8): 1265-1274.
- Banik P, Midya A, Sarkar BK and Ghose SS. 2006. Wheat and chickpea intercropping systems in an additive series experiment: Advantages and weed smothering. *European Journal of Agronomy*, 24: 325-332.
- Bargaz A, Isaac ME, Jensen ES and Carlsson G, 2015. Intercropping of faba bean with wheat under low water availability promotes faba bean nodulation and root growth in deeper soil layers. *Procedia Environmental Sciences*, 29:111 – 112.
- Cao S, Luo H, Jin M, Jin S, Duan X, Zhou Y, Chen W, Liu T, Jia Q, Zhang B, Huang J, Wang X, Shang X and Sun Z, 2015. Intercropping influenced the occurrence of stripe rust and powdery mildew in wheat. *Crop Protection*, 70: 40-46.
- Chapagain T and Riseman A. 2014. Barley-pea intercropping: Effects on land productivity, carbon and nitrogen transformations. *Field Crops Research*. 166: 18–25.
- Cusicanqui JA and Lauer JG. 1999. Plant density and hybrid influenced on corn forage yield and quality. *Agronomy Journal* 91: 911-915.
- Dabbagh Mohammadi-Nassab A, Amon T and Kaul H. 2011. Competition and yield in intercropping of maize and sunflower for biogas. *Industrial Crops and Products*, 34: 1203-1211.

- Dabbagh Mohammadi-Nassab A, Javanmard A and Arzheh J. 2016. Forage production in different intercropping patterns of sorghum (*Sorghum bicolor* L.) with hairy vetch (*Vicia villosa* L.) in nitrogen fertilizer levels. Journal of sustainable Agriculture and Production Science, 27 (1): 63-83. (In Persian).
- Daneshian J. 2015. Agronomy of soybean. Seed and Plant Improvement Institute. Agricultural Research, Education and Promotion Organization. Karaj. Iran. (In Persian).
- Ghanbari A, Ghadiri H, Ghaffari Moghaddam M and Safari m. 2006. Evaluation of plant density and different levels of phosphorus fertilizer on agronomic traits and fruit and seed yield of pumpkins (*Cucurbita pepo* L.). Iranian Aromatic and Medicinal Plants Research. 22(4): 397-409.
- Heba SA, Salama D, El-Karamity ES and Nawar AI. 2016. Additive intercropping of wheat, barley and faba bean with sugar beet: Impact on yield, quality and land use efficiency. Egyptian Journal of Agronomy. 38(3): 413-430.
- Ibrahim M, Ayub M, Maqbool MM, Nadeem SM, Haq T, Hussain S, Ali A, Lauriault LM. 2014. Forage yield components of irrigated maize-legume mixtures at varied seed ratios. Field Crop Research, 169: 140-144.
- Jaggard KW, Clark CJA, Qi A. 2004. Growth of beet in 2003. British Sugar Beet Review. 72 (1): 2-4.
- Jahani M, Koocheki A and Nassiri Mahallati M. 2007. Comparison of different intercropping arrangements of cumin (*Cuminum cyminum*) and lentil (*Lens culinaris*). Iranian Journal of Field Crops Research, 6(1): 67-77. (In Persian).
- khajehpour M. 2004. Industrial Crops. Isfahan University of Technology Publications. Isfahan. Iran. (In Persian).
- Koocheki A, Nasiri Mohalati M, Zarea Feizabadi A and Jahanbin, G. 2004. Evaluation of variability in different cropping systems of Iran. Pajouhesh-vaSazandegi 63: 70-81. (In Persian).
- Manjunath MG and Salakinkop SR. 2017. Growth and yield of soybean and millets in intercropping systems. Journal of Farm Sciences, 30(3): (349-353).
- Mohammadnia M, Soleimani A, Shirani-rad AM and Naderi MR. 2006. Effect of planting arrangement on quantitative and qualitative yield of two sugar beet cultivars in Eghlid region. Iranian Journal of Crop Sciences, 12(1): 75-85. (In Persian).
- Mohsenabadi GHR, Jahansooz MR, Chaichi MR, Rahimian Mashhadi H, Liaghat AM and Savaghebi GHR. 2008. Evaluation of Barley (*Hordeum vulgare* L.) and Vetch (*Vicia dassycarpa* ssp. villosa) Intercrop at Different Nitrogen Rates. J. Agric. Sci. Technol. Vol. 10: 23-31. (In Persian).
- Monti M, Pellicano A, Santonoceto C, Preiti G and Pristeri A. 2016. Yield components and nitrogen use in cereal-pea intercrops in Mediterranean environment. Field Crops Research, 196: 379-388.
- Omidbeigi R. 2006. Production and medical plant processing (Vol. 2). Tarahan-e-nashr press. 424 p. (In Persian).
- Pandita AK, Saha MH and Bali AS. 2000. Effect of row ratio in cereal-legume intercropping system on productivity and competition functions under Kashmir condition. Indian Journal of Agronomy, 45: 48-53.
- Rajsawara RBR, 2002. Biomass yield, essential oil yield and essential oil composition of rose-scented geranium (*Pelargonium* species) as influenced by row Spacing and intercropping with cornmint (*Mentha arvensis* L.f. piperascens Malin. ex Holmes). Industrial Crop Products, 16: 133-144.
- Rezaei-Chianeh E, Dabbagh Mohammadi Nasab A, Shakiba MR, Ghassemi Golezani K and Aharizad S. 2011. Intercropping of maize and faba bean at different plant population densities. African Journal of Agricultural Research. 7:1786-1793. (In Persian).
- Rezvan bidokhti SH. (2004). Compare various combinations cultivation in mixed Maize and Beans. M.Sc. thesis, Department of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad. (In Persian).

- Rosati A, Metcalf SG and Lampinen BD. 2004. A simple method to estimate photosynthetic radiation use efficiency of canopies. *Annals of Botany*. 93: 567-574.
- Strydhorst SM, King JR, Lopetinsky KJ and Neil Harker K, 2008. Forage potential of intercropping barley with faba bean, lupin, or field pea. *Agronomy Journal*, 100: 182-190.
- Tajbakhsh M, Pourmirza A. 2003. *Agronomy of cereal crops*. University of Urmia press. Iran. (In Persian)
- Vandermer JH, 1990. *Intercropping in agroecology*. Mc Graw Hill Publishing Company, 481-516.
- Yang F, Huang S, Gao R, Liu W, Yong T, Wang X, Wu X, Yang W, 2014. Growth of soybean seedling in relay strip intercropping systems in relation to light quantity and red: far- red ratio. *Field Crops Research*, 155: 245-253.
- Yaseen M, Singh M and Ram D. 2014. Growth, yield and economics of vetiver (*Vetiveria zizanioides* L. Nash) under intercropping system. *Industrial Crops and Products*. 61: 417-421.