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

بهرام چوبفروش خوئی[1*]، روح‌اله امینی[2]، عادل دباغ محمدی‌نسب[3]، یعقوب راعی[3]

تاریخ دریافت: ۹۸/٤/۲۰ 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 چغندرقند 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 ۱۳۹٦ در شهرستان خوی اجرا گردید. فاکتور اول شامل ارقام چغندرقند (Kevin، Ghazira و Vaclav) و فاکتور دوم شامل الگوی کشت خالص چغندرقند و کشت مخلوط چغندرقند 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 (۱۰۰/٤۰ تن در هکتار) و شکر خالص (۱۳/٤۸ تن در هکتار) در سطح اشغالی از مخلوط چغندرقند و بادرشبو حاصل گردید و کمینه عیارقند (۱۵/۳۷ درصد) از مخلوط چغندرقند و ارزن، و عملکرد ریشه (٤۷/۳۹ تن در هکتار) و شکر خالص (٦/۱۳ تن در هکتار) در سطح اشغالی از مخلوط چغندرقند و سویا حاصل گردید. بیشترین نسبت برابری زمین (۱/۲۷) به الگوهای کشت مخلوط چغندرقند و سویا در سال ۱۳۹۵، و کمترین آن (۱/۰۳) به مخلوط چغندرقند رقم Kevin و سویا در سال ۱۳۹٦ اختصاص داشت. در سال ۱۳۹٦ بیشترین نسبت برابری زمین (۱/۲۱) از کشت مخلوط چغندرقند 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 می باشد.

واژه‌های کلیدی: کشت مخلوط، شاخص سطح برگ، عملکرد، چغندرقند، 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 Khoei[1], Rouhollah Amini[*2], Adel Dabbagh Mohammadi Nasab[3], Yaghoub Raei[3]

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 sugarbeet 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 ۲۰۱٤). کشاورزی پایدار با الگوگیری از طبیعت، به منزله سیستمی از تولید است که مبتنی بر بهره‌گیری از نهاده-های زیستی و حفظ تنوع گونه‌ها در نظام‌های تولیدی می‌باشد و یکی از راه‌هائی 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 ۲۰۰٤).

سیستم کشت مخلوط الگوی اقتباس شده از سیستم-های 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 ۲۰۰٤). 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 ۲۰۱٤). 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.

چغندرقند (*Beta vulgaris* L.) گیاهی استراتژیک بوده و به عنوان اصلی‌ترین منبع تأمین کننده شکر در ایران محسوب می‌شود. چغندرقند از محصولات بسیار پراهمیت بوده و یکی از اهداف بلند مدت در بخش کشاورزی، بالا بردن تولید و بهبود خصوصیات کیفی و کمی چغندرقند، با توجه به وجود پتانسیل‌های اقلیمی است (عبدالهیان نوقابی و همکاران ۲۰۰۵). ایران در سال ۲۰۱٦ با تولید ۵/۹۷ میلیون تن ریشه چغندرقند در مقایسه با کل تولید دنیا (۲۷٦/۹۵ میلیون تن) ۲/۱٦ درصد تولید دنیا را به خود اختصاص داد و در همین سال ایران با عملکرد ٥٤/۱۳ تن در هر هکتار در مقایسه با عملکرد دنیا (٦۰/٥٤ 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، ۲n=٤۰ و دانه آن دارای ۳٦ تا ٤۰ 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 ۲۰۰٤). سطح زیر کشت سویا در سال ۲۰۱۳ در جهان ۱۱۱/۲۷ میلیون هکتار با تولید ۲۷٦/٤۱ میلیون تن بوده است (دانشیان ۲۰۱۵). در ایران نیز سطح زیر کشت سویا در سال زراعی ۹٦- ۱۳۹۵، ٤۰ هزار هکتار با تولید ۹۱ هزار تن بوده است (بی‌نام ۲۰۱۹).

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 تعلیف 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 وبه‌طور وسیعی در شوروی، آسیای مرکزی، عربستان، سوریه، ایران، عراق و افغانستان کشت می‌شود (تاجبخش و پورمیرزا ۲۰۰۳).

محققان مصری کشت مخلوط چغندرقند با لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) را در همهٔ نسبت‌های کشت مثبت ارزیابی کرده و نسبت برابری زمین در همهٔ نسبت-ها را بیش از یک ارزیابی کرده‌اند (ابو مصطفی و همکاران ۲۰۱۲). طی آزمایشی در کشت مخلوط چغندرقند با گندم، 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. رضائی‌چیانه 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 چغندرقند 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 چغندرقند، آزمایشی با هدف اثر کشت مخلوط سه گونه زراعی و داروئی ذکر شده بر ویژگی‌های رشدی و عملکرد کمی ارقام چغندرقند 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 آذربایجان‌غربی 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 چغندرقند در سه سطح: (Strube co., Kevin Germany، Kuhn & co. International Ghazira) (Strube co., Vaclav و B.V., Netherlands) Germany) و فاکتور دوم شامل الگوی کشت در چهار سطح: کشت خالص چغندرقند به روش دو ردیفه ساده

(شاهد) ، کشت مخلوط چغندرقند و سویا به روش دو ردیفه ساده (۵۰:۵۰)، کشت مخلوط چغندرقند و بادرشبو به روش دو ردیفه ساده (۵۰ :۵۰) و کشت مخلوط چغندرقند و ارزن به روش دو ردیفه ساده (۵۰:۵۰) بودند (شکل ۱). در سال ۱۳۹۵ چغندرقند در ۱۰ فروردین ماه و در سال ۱۳۹٦ 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 ۱۳۹٦ در ۲۷ فروردین ماه کشت شدند. بذور قبل از کاشت به منظور پیشگیری از بیماری‌های قارچی با قارچ‌کش مانکوزب به میزان ۲ در هزار ضدعفونی شدند. مساحت هر پلات ۱٦ مترمربع و هر پلات ۸ ردیف به طول ٤ 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 چغندرقند ۱۰ بوته در مترمربع (۲۰×۵۰ سانتی‌متر)، سویا ٤۰ بوته در مترمربع (۵×۵۰ سانتی‌متر) و بادرشبو و ارزن هر کدام ۳۰ بوته در مترمربع (٦/۷×۵۰ سانتی-متر) و عمق کاشت برای چغندرقند ٤- 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 چغندرقند (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 پائیز سال قبل نیز مقدار ٦ تن در هکتار به زمین کود دامی داده و شخم زده شده بود. تنک و وجین نوبت اول در مرحله ٦- ٤ برگی چغندرقند و وجین نوبت دوم در مرحله ۱۲- ۱۰ برگی چغندرقند، بعد از سبز شدن (مرحله ٦- ٤ برگی) سایر گونه‌ها و به صورت دستی انجام گرفت. با توجه به شرایط موجود از جمله درجه حرارت هوا، فاصله بین دو آبیاری ۸ تا ۱٦ روز بوده و در مجموع ۱٤ 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 ۱۳۹٦ اندازه‌گیری شد. تعداد اندازه-گیری‌ها 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 چغندرقند در پنجم آبان سال ۱۳۹۵ و سوم آبان سال ۱۳۹٦ از ردیف‌های وسطی کرت‌ها (٦ 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 چغندرقند 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 (۱٦۹ روز بعد از کاشت) و ۱۸ مهر سال ۱۳۹٦ (۱٦۹ روز بعد از کاشت) از ردیف-های وسطی کرت‌ها، ٦ متر مربع از هر کرت کشت خالص و۳ متر مربع از هر کرت کشت مخلوط برداشت گردید و عملکرد دانه با رطوبت ۱۲٪ محاسبه گردید. سرشاخه-های گل‌دار بادرشبو در ۲٦ تیر سال ۱۳۹۵ (۹۱ روز بعد از کاشت) و ۲۵ تیر سال ۱۳۹٦ (۹۲ روز بعد از کاشت) از ردیف‌های وسطی کرت‌ها، ٦ متر مربع از هر کرت کشت خالص و۳ 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 (۱۳٤ روز بعد از کاشت) و ۱۵ شهریور سال ۱۳۹٦ (۱۳۵ روز

بعد از کاشت) از ردیف‌های وسطی کرت‌ها، ٦ متر مربع از هر کرت کشت خالص و۳ متر مربع از هر کرت کشت مخلوط برداشت و عملکرد دانه (با رطوبت ۱۲٪) اندازه-گیری شد.

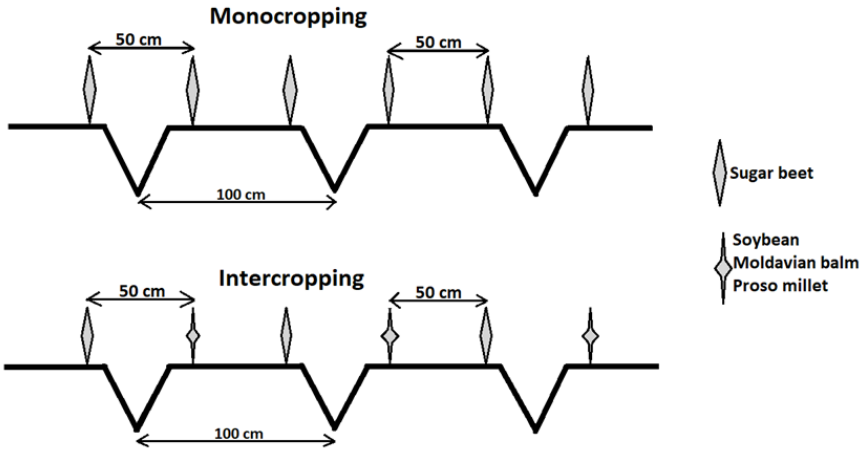
به‌منظور ارزیابی کشت مخلوط نسبت به کشت خالص، شاخص‌های عملکرد نسبی (RY) و نسبت برابری زمین (LER) محاسبه شد:

$RY=Y_P/Y_M$

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

$LER=RY_{(\text{گیاه اصلی})}+ RY_{(\text{گیاه فرعی})}$

برای انجام تجزیه‌های آماری از نرم افزار SAS Ver. 9.0.3 استفاده شد. مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ٥٪ انجام گردید و برای رسم نمودارها و جداول از نرم افزار Excel استفاده شد.



شکل ۱- چیدمان کشت خالص چغندرقند 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	۳۱/٤	٤٨/٠	۲۰/٦	۲۲۲	۹/۳	۰/۰۹	۰/۸۵	۸/۰٤	۰/۸۱
۱۳۹٦	لوم	۳۰/۹	٤۷/۳	۲۱/۸	۲۲۵	۹/٦	۰/۱۰	۰/۹۱	۸/۰۰	۰/۷۹

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 چغندرقند معنی‌دار بود (جدول ۲).

بیشینه تعداد برگ در بوته در الگوی کشت خالص چغندرقند به تعداد ۲۸/۱ مربوط به الگوی کشت خالص چغندرقند و کمینه آن به میزان ۲۵/۲ از الگوی کشت مخلوط چغندرقند+ ارزن به دست آمد و بین الگوهای کشت مخلوط اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. به‌نظر می‌رسد علت کاهش تعداد برگ در بوته چغندرقند در الگوی کشت مخلوط چغندرقند+ ارزن، سایه اندازی بیشتر ارزن روی چغندرقند باشد. رضائی‌چیانه و همکاران (۲۰۱۱) در کشت مخلوط ذرت با باقلا، بیشترین

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)، به‌نظر می-رسد 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 چغندرقند در سال اول و کمینه آن به میزان ۲۵/۲ از الگوی کشت خالص چغندرقند و کشت مخلوط چغندرقند و ارزن در سال دوم به دست آمد (جدول ۳). در این تحقیق به‌نظر می‌رسد میزان بارندگی در طول ماه‌های اردیبهشت تا شهریور در سال اول (۱۱۱/۳ میلی‌متر) نسبت به سال دوم (۷٤/۸ میلی‌متر) می-تواند یکی از عوامل موثر در این خصوص باشد. رزاتی و همکاران (۲۰۰٤) و اکمل و جانسینس (۲۰۰٤) نیز عوامل مختلف محیطی و مدیریتی از قبیل دما، میزان رطوبت قابل دسترس، میزان تشعشع در زمان اندازه-گیری، حاصل‌خیزی و عوامل دیگر در این مورد دخیل می‌دانند.

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

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

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات	
		تعداد برگ در بوته	شاخص سطح برگ
سال	۱	۸٦/۰۲۳**	۰/۰۰۰
سال × تکرار	٤	۱٦/٦۸٥ *	۰/۱۳۳
رقم	۲	۰/٤۸٤	۰/٤۸۱
رقم × سال	۲	٥/٦٦۳	۰/۰۲٥
الگوی کشت	۳	۲٦/۲٤٤**	٦/۱۹٥**
الگوی کشت × سال	۳	۲۹/۲۲۳**	۰/۱۱٤
رقم × الگوی کشت	٦	۱۱/۸۳۸ *	۰/۱۱٤
سال×رقم× الگوی کشت	٦	۳/۲۳۰	۰/۰٤٥
خطا	٤٤	٤/۹۰۳	۰/۱٦٤
ضریب تغییرات (٪)		۸/۳٦	۸/٦۰

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ٥٪ و ۱٪ می‌باشد.

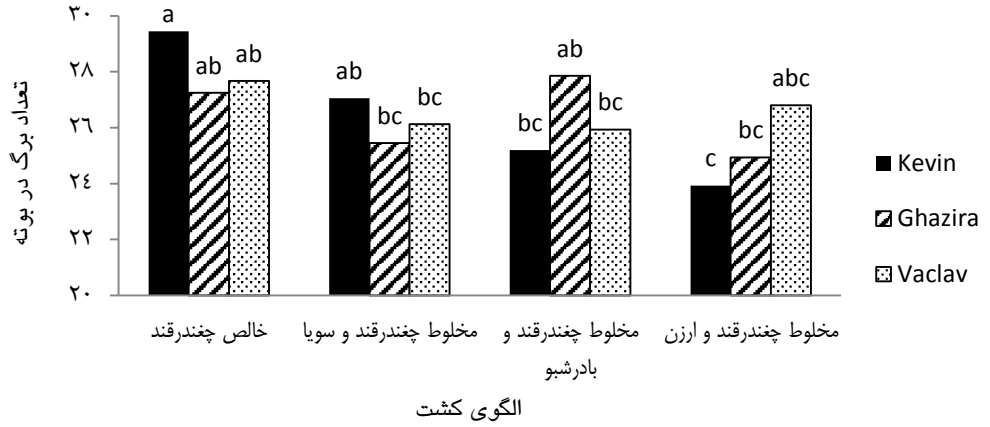
شاخص سطح برگ

شاخص سطح برگ فقط تحت تأثیر معنی‌دار ($p\leq0.01$) الگوی کشت قرار گرفت (جدول ۲). بیشینه شاخص سطح برگ به میزان ٥/٤۹ مربوط به الگوی کشت خالص چغندرقند و کمینه آن به میزان ٤/۱۸ از الگوی کشت مخلوط چغندرقند+ ارزن به دست آمد (شکل ۳). علت کاهش شاخص سطح برگ چغندرقند در الگوهای کشت مخلوط را می‌توان به سایه اندازی گونه‌های دیگر خصوصاً سویا و ارزن روی چغندرقند نسبت داد.

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

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

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



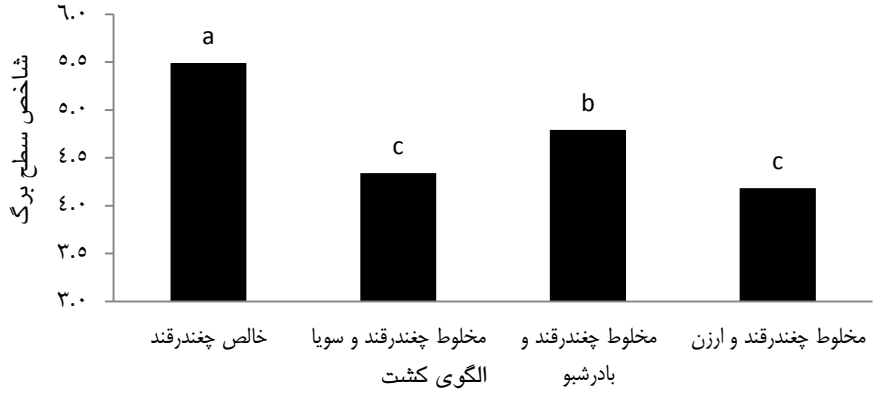
شکل ۲- تعداد برگ در بوته چغندرقند تحت تأثیر الگوهای مختلف کشت و رقم

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

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).

عملکرد ریشه

عملکرد ریشه چغندرقند فقط تحت تأثیر الگوی کشت واقع شد (جدول ٤). بیشینه عملکرد ریشه در سطح اشغالی، به مقدار ۱۰۰/٤ تن در هکتار مربوط به الگوی کشت مخلوط چغندرقند با بادرشبو بود و با الگوی کشت خالص چغندرقند (۹۸/٤۷ تن در هکتار) اختلاف معنی-داری نداشت. کمینه عملکرد ریشه به میزان ٤۷/۳۹ تن در هکتار از الگوی کشت مخلوط چغندرقند با سویا تعلق داشت (شکل ٤) و در سطح مخلوط به مقدار ۵۰/۲۱ تن در هکتار از الگوی مخلوط چغندرقند و بادرشبو و کمینه آن به میزان ۲۳/٦۹ تن در هکتار از الگوی کشت مخلوط چغندرقند و سویا به دست آمد (شکل ۵).



شکل ۳- شاخص سطح برگ چغندرقند در الگوهای مختلف کشت

حروف متفاوت نشانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ٥ درصد بر اساس آزمون دانکن است.

در میان الگوهای کشت مخلوط بیشترین عملکرد ریشه به الگوی مخلوط چغندرقند با بادرشبو تعلق داشت. این امر می‌تواند دلائل مختلفی داشته باشد یکی از دلائل می‌تواند سایه‌اندازی 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 چغندرقند قرار گرفته است و بنابراین میزان نور دریافتی الگوی کشت مخلوط چغندرقند و بادرشبو بیش از دو الگوی کشت مخلوط دیگر است. الگوهای کشت مخلوط چغندرقند و سویا و چغندرقند و ارزن کمترین عملکرد ریشه را داشتند. با توجه به اینکه کلیهٔ 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 می‌توان به سایه اندازی بوته‌های سویا و ارزن روی چغندرقند و در نتیجه افزایش تنفس نسبت داد به دلیل اینکه کلیهٔ صفات زراعی، ژنتیکی و آب و هوایی در عملکرد ریشه در واحد سطح دخالت دارند (قنبری و همکاران ۲۰۰٦).

ابوخدرا و همکاران (۲۰۱۳) مشاهده کردند در کشت مخلوط چغندرقند و گندم (*Triticum aestivum* L.) بیشترین عملکرد از کشت خالص چغندرقند به دست آمد. آنها علت کاهش عملکرد ریشه در نسبت‌های مخلوط را از یک طرف به کاهش تعداد ردیف کشت چغندرقند که به کشت ذرت اختصاص داده شده بود و از طرف دیگر به سایه‌اندازی بوته‌های ذرت روی چغندرقند و در نتیجه افزایش تنفس نسبت دادند. نتایج مشابهی توسط هبا و همکاران (۲۰۱٦) در کشت مخلوط چغندرقند و باقلا (*Vicia faba* L.) و افشارمنش (۲۰۱۳) در کشت مخلوط سیب‌زمینی و ذرت مشاهده شده است. در کشت مخلوط چغندرقند با گندم نیز بیشترین عملکرد ریشه مربوط به کشت خالص چغندرقند بود و پس از آن هر چه فاصلهٔ ردیف‌های کشت گندم با چغندرقند کمتر شد عملکرد نیز کاهش یافت (ابوخدرا و همکاران ۲۰۱۳). اثر کشت مخلوط بر عملکرد ریشه چغندرقند عمدتاً به نوع و عادت رشدی محصول همراه بستگی دارد. عبدالمتقلی و متولی (۲۰۱٤) گزارش دادند که در کشت مخلوط چغندرقند و باقلا، بیشترین عملکرد ریشه چغندرقند از کشت خالص به دست می‌آید.

عیار قند ریشه

براساس 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 ٤).

شکل ۴- عملکرد ریشه چغندرقند در سطح اشغالی در الگوهای مختلف کشت

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

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

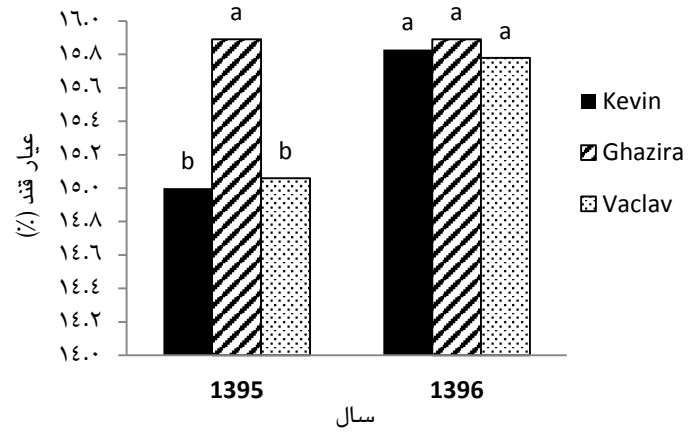
منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		عملکرد ریشه	عیار قند ریشه	عملکرد شکر خالص
سال	۱	۱۸۲/۷۸۷	٤/۷۷۹**	۰/۰۳۷
سال × تکرار	٤	۱٤۷/۲۰۵*	۰/٥٤۱*	۱/۱۲۱
رقم	۲	۱۱٤/۷۱۹	۱/۸۱۳**	٦/٥۷٥**
رقم × سال	۲	۲۹/٥٦۸	۱/۲۱٤**	۱/۹۰۷
الگوی کشت	۳	۱۳٦۳۲/٦٦۹**	۰/۷۲۱*	۲٥۷/٥۹٤**
الگوی کشت × سال	۳	۳٥/۷۹۷	۰/۷۸۸*	۰/۹۳٦
رقم × الگوی کشت	٦	٥۸/۸۳٤	۰/٦۰۰*	۱/۷۱۱
سال×رقم× الگوی کشت	٦	۱۸/۸۸۸	۰/۰۷٦	۰/٦۱۰
خطا	٤٤	٤۹/۹٤۳	۰/۱۹۳	۱/۲٤٥
ضریب تغییرات (٪)		۹/۳۱	۲/۸۲	۱۱/۱٥

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ٥٪ و ۱٪ می‌باشد.

شکل ۵- عملکرد ریشه چغندرقند در سطح مخلوط در الگوهای مختلف کشت

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

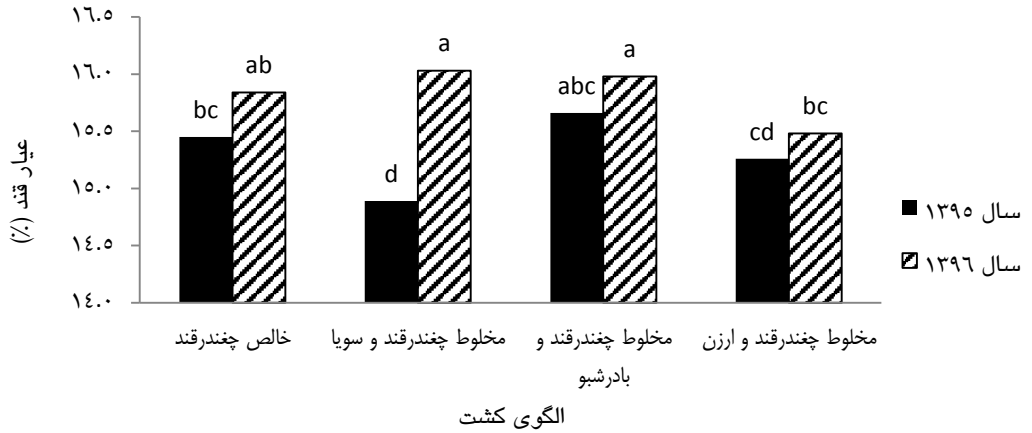
در سال ۱۳۹۵، عیارقند رقم Ghazira (۱۵/۸۹ درصد) بیشتر از ارقام Kevin و Vaclav بود. در سال ۱۳۹٦ عیار قند ارقام تفاوت معنی‌داری نداشت. عیار قند رقام Kevin و Vaclav در سال ۱۳۹٦ بیشتر از سال ۱۳۹۵ بود (شکل ٦) این امر می‌تواند ناشی از میزان بارندگی در طول فصل رشد باشد. جاگارد و همکاران (۲۰۰٤) گزارش کرده است اثر بارندگی بر عیار قند در طی ماه‌های مرداد، شهریور و مهر منفی و در طی ماه-های 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 ۱۳۹٦، ۱۷/۳ میلی‌متر و در طی ماه-های با تأثیر مثبت، سال ۱۳۹۵، ۸۳/۱ میلی‌متر و سال ۱۳۹٦، ۸/۸ میلی‌متر می‌باشد. عیارقند رقم Ghazira در سال‌های ۱۳۹۵ و ۱۳۹٦ به طور معنی‌دار متفاوت نبودند.



شکل ۶- تأثیر رقم و سال بر عیار چغندرقند

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

در سال ۱۳۹۵ عیارقند الگوی چغندرقند- بادرشبو بیشترین بود و تفاوت معنی‌داری با کشت خالص چغندرقند و کشت مخلوط چغندرقند- ارزن نداشت. کمترین عیار قند (۱٤/۸۹ درصد) در سال ۱۳۹۵ در کشت مخلوط چغندرقند- سویا به دست آمد و تفاوت معنی-داری با کشت مخلوط چغندرقند- ارزن نداشت. در سال ۱۳۹٦ عیارقند الگوی چغندرقند- سویا بیشترین مقدار (۱٦/۰۳ درصد) بود و تفاوت معنی‌داری با کشت خالص چغندرقند و کشت مخلوط چغندرقند- بادرشبو نداشت. کمترین عیار قند (۱۵/٤۸ درصد) در سال ۱۳۹٦ در کشت مخلوط چغندرقند- ارزن به دست آمد و تفاوت معنی‌داری با کشت خالص چغندرقند نداشت. عیارقند کشت مخلوط چغندرقند- سویا در سال ۱۳۹٦ (۱٦/۰۳ درصد) به صورت معنی‌داری بیشتر از سال ۱۳۹۵ (۱٤/۸۹ 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.



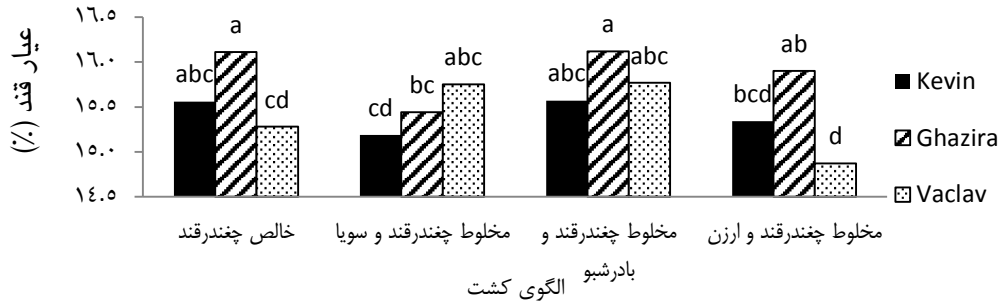
شکل ۷- تأثیر الگوهای کشت و سال بر عیار چغندرقند

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

بیشترین عیار قند (۱۶/۱۲ درصد) از رقم Ghazira و الگوی کشت مخلوط چغندرقند- بادرشبو به دست آمد و اختلاف معنی‌داری با کشت خالص چغندرقند (۱۶/۱۱ درصد) و کشت مخلوط چغندرقند- ارزن (۱۵/۹۰) نداشت. در رقم Kevin بین الگوهای کشت اختلاف معنی-داری وجود نداشت. در رقم Vaclav بین الگوهای کشت کمترین مقدار عیار قند (۱۴/۸۷ درصد) به الگوی کشت مخلوط چغندرقند- ارزن تعلق داشت و تفاوت معنی‌داری با کشت خالص چغندرقند (۱۵/۲۸ درصد) (۱۵/۹۰) نداشت. به طور کلی، کشت مخلوط چغندرقند- بادرشبو بیشترین عیار قند را در هر دو سال و تمام ارقام چغندرقند داشت. این نتیجه می‌تواند به IPAR فوقانی الگوی کشت مخلوط نسبت داده شود که منجر به افزایش PAR قابل دسترس برای چغندرقند می‌شود. در الگوهای کشت مخلوط چغندرقند- سویا و چغندرقند- بادرشبو، عیار قند ارقام تفاوت معنی‌داری نداشت اما در الگوی کشت مخلوط چغندرقند- 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 هوائی در شرایط کمبود نور و محدودیت فضای رشد برای توسعهٔ برگ‌ها، به خوبی تغذیه نمی‌شوند و ناهنجاری‌هایی در رشد ایجاد می‌شود، برای مثال رشد زیادتر طوقه را سبب می‌شود (کوسیکانکوی و لائر ۱۹۹۹). در کشت مخلوط چغندرقند با سویا و ارزن، ارتفاع این دو گیاه نسبت به چغندرقند بیشتر شده و به دلیل سایه‌اندازی سویا و ارزن بر روی بوته‌های چغندرقند 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 ابوخدرا و همکاران ۲۰۱۳).

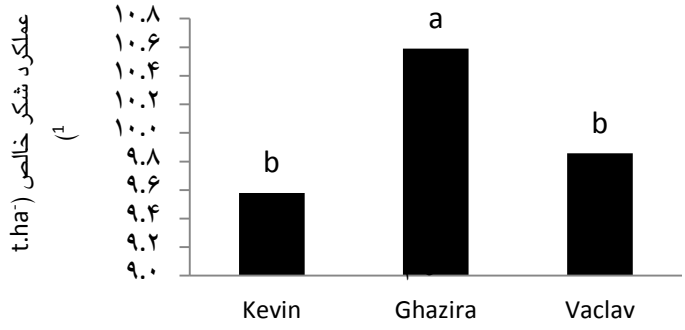
عملکرد شکر سفید (شکر خالص)

طبق نتایج تجزیه واریانس اثر رقم بر روی عملکرد شکر خالص معنی‌دار ($p\leq0.05$) بود (جدول٤). 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 تائید کرده‌اند که ارقام مختلف چغندرقند دارای عملکرد شکر ناخالص متفاوتی هستند و سه رقم Kevin، Ghazira و Vaclav دارای عیار قند بالا و ناخالصی‌های قند کمتری هستند (بی‌نام، ۲۰۱۵).



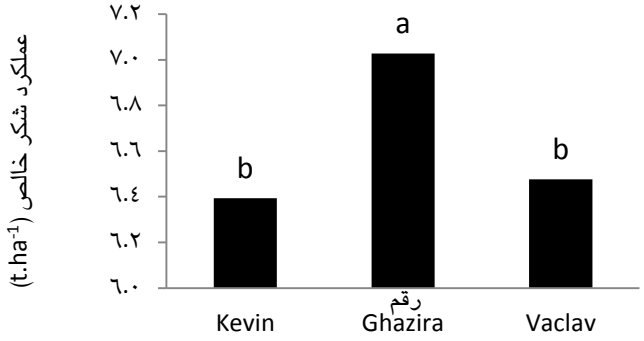
شکل ۸- عیار چغندرقند تحت تأثیر الگوهای مختلف کشت و رقم

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



شکل ۹- عملکرد شکر خالص سه رقم چغندرقند در سطح اشغالی

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

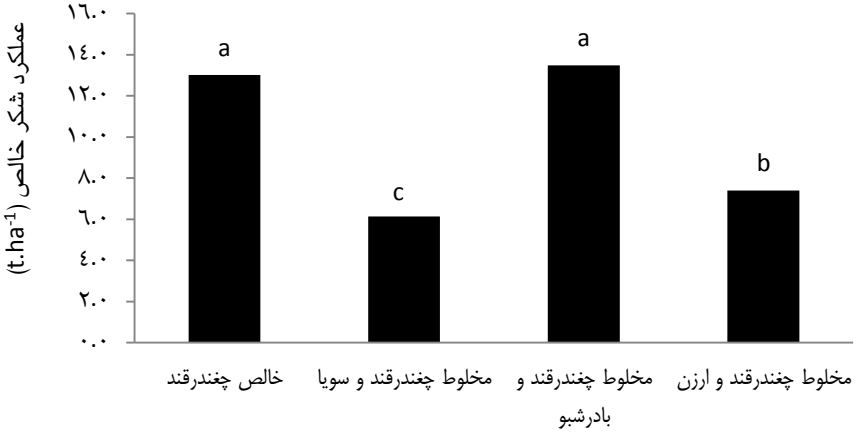


شکل ۱۰- عملکرد شکر خالص سه رقم چغندرقند در سطح مخلوط

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

اثر الگوی کشت بر روی عملکرد شکر خالص معنی‌دار ($p\leq0.05$) شد (جدول ٤). در میان الگوهای مخلوط، الگوی چغندرقند+ بادرشبو دارای بیشترین مقدار (٦/٧٤ تن در هکتار در سطح مخلوط) و الگوی چغندرقند+ سویا دارای کمترین مقدار (۳/۰۷ تن در هکتار در سطح مخلوط) بود (شکل‌های ۱۱ و ۱۲). با توجه به اینکه عملکرد شکرسفید بازتاب عملکرد ریشه و عملکرد قند قابل استحصال است هر عاملی باعث افزایش سطح برگ،

افزایش جذب نور و در نتیجه افزایش میزان فتوسنتز شود و مواد هیدروکربنی بیشتری به ریشه منتقل کند، مادهٔ 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 چغندرقند و بادرشبو و خالص چغندرقند سایه‌اندازی کمتر سبب افزایش عملکرد ریشه و عیار قند شده و عکس آن در الگوهای چغندرقند – سویا و چغندرقند – ارزن اتفاق افتاده که با سایه‌اندازی آنها بر روی چغندرقند عملکرد ریشه کاهش و ناخالصی‌ها زیاد شده است. نتایج مشابهی در کشت مخلوط چغندرقند– گندم و چغندرقند– لوبیا به دست آمده است (ابو مصطفی و همکاران ۲۰۱۲ و ابوخدرا و همکاران ۲۰۱۳).



شکل ۱۱- عملکرد شکر سفید چغندرقند 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 چغندرقند در سطح مخلوط الگوهای مختلف کشت

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

نسبت برابری زمین (LER)

نسبت برابری زمین در تمامی الگوهای مختلف کشت بیشتر از یک بود که نشان دهنده برتری کشت مخلوط چغندرقند با سه محصول دیگر نسبت به کشت خالص می‌باشد. بیشترین مقدار LER بر مبنای عملکرد ریشه؛ به مقدار ۱/۲۷ به تیمارهای چغندرقند رقم Kevin و

سویا، چغندرقند رقم Ghazira و سویا و چغندرقند رقم Vacla و سویا در سال ۱۳۹۵، و کمترین آن به مقدار ۱/۰۳ به تیمار چغندرقند رقم Kevin و سویا در سال ۱۳۹٦تعلق 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 همکاران ۲۰۰٦). مونتی و همکاران (۲۰۱٦) نتیجه گرفتند که افزایش LER جزیی به بیشتر از ۰/۵ به درجه مکملی 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 (۲۰۱٤) در کشت مخلوط علف وتیور (*Vetiveria zizanioides* L.)و ریحان، نسبت برابری زمین، معادل ۱/٥٤ بود.

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

رقم چغندرقند	الگوی کشت	سال ۱۳۹۵			سال ۱۳۹٦		
		عملکرد نسبی چغندرقند (RY)	عملکرد نسبی محصول فرعی (RY)	نسبت برابری زمین (LER)	عملکرد نسبی چغندرقند (RY)	عملکرد نسبی محصول فرعی (RY)	نسبت برابری زمین (LER)
Kevin	چغندرقند و سویا	۰/۲٦	۱/۰۱	**۱/۲۷**	۰/۲۱	۰/۸۲	۱/۰۳
	چغندرقند و بادرشبو	۰/۵۰	۰/۵۷	۱/۰۷	۰/۵۱	۰/٦٦	۱/۱۷
	چغندرقند و ارزن	۰/۲۷	۰/۸۵	۱/۱۲	۰/۲۵	۰/۸۲	۱/۰۷
Ghazira	چغندرقند و سویا	۰/۲۵	۱/۰۲	**۱/۲۷**	۰/۲٤	۰/۸٤	۱/۰۸
	چغندرقند و بادرشبو	۰/۵۰	۰/۵٦	۱/۰٦	۰/٤۹	۰/٦۷	۱/۱٦
	چغندرقند و ارزن	۰/۳۳	۰/۸۷	۱/۲۰	۰/۳۱	۰/۸۳	۱/۱٤
Vaclav	چغندرقند و سویا	۰/۲۵	۱/۰۲	**۱/۲۷**	۰/۲۵	۰/۸٦	۱/۱۱
	چغندرقند و بادرشبو	۰/۵۰	۰/۵۹	۱/۰۹	۰/۵٦	۰/٦۵	۱/۲۱
	چغندرقند و ارزن	۰/۳۰	۰/۹٦	۱/۲٦	۰/۲۸	۰/۸۳	۱/۱۱

نتیجه‌گیری کلی

بادرشبو گونه مناسبی در کشت مخلوط با چغندرقند می-باشد 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 چغندرقند در کشت مخلوط می‌باشد از الگوی کشت مخلوط چغندرقند و بادرشبو به دست آمده است. سه رقم چغندرقند مورد استفاده در این آزمایش از پتانسیل بالائی 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 چغندرقند با سه محصول دیگر نسبت به کشت خالص می‌باشد. در سال اول کشت مخلوط چغندرقند و سویا و در سال دوم کشت مخلوط چغندرقند و بادرشبو بیشترین نسبت برابری زمین را داشتند و بر اساس اولویت کشاورز در تولید گیاهان زراعی می توانند به عنوان روشهای جایگزین برای کشت خالص در برنامه های تولید پایدار استفاده شوند.

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 Jounal 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.