



به زراعی کشاورزی

دوره ۱۶ ■ شماره ۴ ■ زمستان ۱۳۹۳
صفحه‌های ۹۹۷-۹۸۷

بررسی کشت مخلوط ذرت و چغندر قند

مجتبی خزائی*

دانشجوی دکتری اکولوژی گیاهان زراعی، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۳/۰۲/۱۲

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۲/۰۸/۱۸

چکیده

به منظور ارزیابی کشت مخلوط ذرت و چغندر قند آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با پنج تیمار و سه تکرار در استان همدان، شهرستان نهاوند، در سال ۱۳۹۲ انجام گرفت. تیمارهای آزمایشی شامل نسبت‌های کشت صفر:۱۰۰، ۷۵:۲۵، ۵۰:۵۰، ۲۵:۷۵ و ۰:۱۰۰ و ۱۰۰:صفر درصد ذرت به چغندر قند به روش جایگزین بودند. نتایج نشان داد نسبت‌های مختلف کشت، اثر معناداری بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت و چغندر قند داشتند. عملکرد ریشه، درصد عیار قند، درصد ملاس، درصد قند استحصالی و عملکرد شکر سفید در چغندر قند و ذرت، ارتفاع بوته، تعداد دانه در ردیف، وزن هزاردانه و عملکرد ذرت تحت تأثیر نسبت‌های مختلف کاشت قرار گرفتند. نسبت برابری زمین در نسبت کاشت ۲۵:۷۵ (چغندر قند: ذرت) $1/09$ و در نسبت کاشت ۷۵:۲۵ (چغندر قند: ذرت) $1/08$ بود (به ترتیب ۹ و ۸ درصد افزایش نسبت به کشت خالص). همچنین بیشترین نسبت برابری سطح و زمان در نسبت کاشت ۲۵:۷۵ (چغندر قند: ذرت) به میزان $1/03$ حاصل شد. گیاه ذرت در نسبت کاشت ۷۵:۲۵ به عنوان گیاه غالب دارای بیشترین ضریب نسبی تراکم ($k_a = 7$) و گیاه چغندر قند در نسبت کاشت ۲۵:۷۵ به عنوان گیاه غالب ($k_b = 3/88$) بودند.

کلیدواژه‌ها: رقابت، ضریب نسبی تراکم، کشت خالص، نسبت برابری زمین، نسبت برابری سطح و زمان.

۱. مقدمه

مفهوم کشاورزی پایدار که هم اکنون بیشتر تنها در حد یک بینش و نه یک روش مطرح است، اندیشه‌ای نو است که دوستداران محیط زیست در پی توسعه آن و معرفی راهکارهای عملی مبتنی بر آن هستند [۸]. کشت مخلوط یکی از مؤلفه‌های کشاورزی پایدار و از مهم‌ترین سیستم‌های کشاورزی انجام‌پذیر به‌شمار می‌رود که به‌دلیل تنوع محصولات و سود حاصل در واحد سطح و زمان حائز اهمیت است [۲۴]. کشت مخلوط سبب افزایش عملکرد در واحد سطح [۲۲]، افزایش کارایی مصرف آب [۳، ۲۰]، افزایش بهره‌وری از منابع مورد استفاده [۱۱، ۲۲]، کاهش مصرف سموم و آفت‌کش‌ها، افزایش بازده تولید [۱۱] و افزایش تنوع و ثبات زیستی در درازمدت [۱۰] می‌شود.

ذرت از جمله گیاهانی است که به‌دلیل سازگاری زیاد می‌تواند با گیاهان زیادی به‌صورت مخلوط کشت شود [۱۵]. کشت مخلوط ذرت و کدو نشان داد عملکرد کل دانه ذرت و میوه کدو در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص دو گیاه به‌دلیل استفاده بهتر از منابع، برتری داشت [۷]. آزمایشی در جیرفت نشان داد که کشت مخلوط ذرت و آفتابگردان با ترکیب ۷۵ درصد ذرت و ۲۵ درصد آفتابگردان بیشترین عملکرد علوفه تر، علوفه خشک، عملکرد دانه و مقدار کل پروتئین را در بر داشت [۲].

چغندر قند یکی از منابع اصلی تولید ساکارز به‌شمار می‌رود. تحقیقات بسیار کمی در مورد کشت مخلوط چغندر قند انجام گرفته است، اما محققان مصری کشت مخلوط چغندر قند با لوبیا را در همه نسبت‌های کشت مثبت ارزیابی کرده و نسبت برابری زمین در همه نسبت‌ها را بیش از یک ارزیابی کردند [۱۲]. طی آزمایشی دیگر کشت مخلوط چغندر قند با گندم کاربرد زمین را به میزان ۳۷، ۳۵، ۳۱ و ۳۳ درصد بیش از تک‌کشتی هر دو گیاه در

فواصل کشت به‌ترتیب ۲۰، ۴۰، ۶۰ و ۸۰ سانتی‌متر افزایش داد [۱۳]. براساس نتایج آزمایش‌ها، هنگامی که دو گونه مختلف با ارتفاع بوته، پوشش گیاهی و الگوی رشد متفاوت، همزمان در کشت مخلوط قرار گیرند، کمترین رقابت را با یکدیگر ایجاد می‌کنند و این موضوع سبب افزایش کشت مخلوط در مقایسه با کشت خالص می‌شود [۱۷].

نظر به اینکه در بسیاری از شرایط، استقرار بوته‌های چغندر قند در مرحله شش‌برگی یا حدود ۳۰ روز پس از سبز شدن تقریباً قطعی محسوب می‌شود [۶] و از طرف دیگر کیفیت مطلوب شربت قند در چغندر قند هنگامی به‌دست می‌آید که گیاه طی چهار تا هشت هفته آخر رشد (در پاییز) دچار کمبود نیتروژن شده باشد [۶]، گیاهی مانند ذرت را می‌توان به‌عنوان مخلوط بعد از استقرار چغندر کشت کرد که سبب تخلیه نیتروژن به‌دلیل رقابت می‌شود؛ ضمن اینکه در اواخر رشد به‌دلیل برداشت زودتر ذرت، برداشت چغندر قند مانعی ندارد.

این آزمایش با توجه به گستردگی سطح زیر کشت این دو گیاه در ایران و به‌خصوص در شهرستان نهاوند، با هدف بررسی امکان کشت مخلوط چغندر قند و ذرت اجرا شد.

۲. مواد و روش‌ها

این آزمایش در بهار ۱۳۹۲، در شهرستان نهاوند استان همدان، در روستای کفرآش با عرض جغرافیایی ۳۴ درجه و ۱۲ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۲۱ دقیقه شرقی با ارتفاع ۱۶۲۱ متر از سطح دریا در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با پنج تیمار و سه تکرار انجام گرفت. تیمارهای آزمایش شامل نسبت‌های مختلف کاشت به‌روش جایگزینی براساس درصد شامل صفر: ۱۰۰، ۷۵:۲۵، ۵۰:۵۰، ۲۵:۷۵، ۱۰۰:صفر (چغندر قند: ذرت) بود.

بررسی کشت مخلوط ذرت و چغندر قند

کیفی چغندر قند به کارخانه قند منتقل شد تا میزان عیار قند، ناخالصی‌های ریشه و بازده استحصال و درصد ملاس تعیین شود و سپس به وسیله روابط زیر عملکرد قند (شکر سفید) محاسبه شد [۶].

$$\text{درصد قند ملاس} = \text{درصد قند ملاس} \quad (1)$$

$$0.29 - (\alpha\text{-amino-N}) + 0.094 (K^+ + Na^+) + 0.343$$

درصد قند ملاس - عیار = درصد قند قابل استحصال
درصد قند قابل استحصال × عملکرد ریشه = عملکرد شکر سفید

برای محاسبه نسبت برابری زمین^۱ و ضریب نسبی تراکم به ترتیب از روابط زیر استفاده شد [۱۰].

$$LER = \frac{Y_A}{Y_{AA}} + \frac{Y_B}{Y_{BB}} \quad (2)$$

Y_A : عملکرد گونه A در کشت مخلوط؛ Y_B : عملکرد گونه B در کشت مخلوط؛ Y_{AA} : عملکرد گونه A در کشت خالص؛ و Y_{BB} : عملکرد گونه B در کشت خالص است. فرمول مذکور شامل دو بخش است: بخش اول نسبت برابری زمین جزئی گونه A و بخش دوم نسبت برابری زمین جزئی گونه B است که از مجموع نسبت‌های برابری جزئی، نسبت برابری زمین حاصل می‌شود.

$$K = K_a + K_b \quad (3)$$

$$K_a = \frac{Y_{ab} \times Z_{ba}}{(Y_{aa} - Y_{ab})(Z_{ab})}$$

$$K_b = \frac{Y_{ba} \times Z_{ab}}{(Y_{bb} - Y_{ba})(Z_{ba})}$$

در این رابطه، K: ضریب نسبی تراکم؛ K_a و K_b : به ترتیب ضریب نسبی گونه‌های a و b؛ Y_{ab} : عملکرد گونه a در زراعت مخلوط؛ Y_{ba} : عملکرد گونه b در زراعت مخلوط؛ Y_{aa} و Y_{bb} : به ترتیب عملکرد گونه‌های a و b در کشت خالص؛ Z_{ab} : نسبت مخلوط گونه a؛ و Z_{ba} : نسبت مخلوط گونه b است.

ترکیب‌های صفر: ۱۰۰ و ۱۰۰: صفر به ترتیب کشت خالص ذرت و چغندر قند را تشکیل دادند. در ترکیب‌های ۷۵:۲۵ و ۲۵:۷۵ (چغندر قند: ذرت) نیز به ترتیب سه ردیف ذرت و یک ردیف چغندر قند، یک ردیف ذرت و سه ردیف چغندر قند منظور شدند. ترکیب ۵۰:۵۰ شامل کشت یک‌درمیان ذرت و چغندر قند بود. کاشت بذر چغندر قند در ۱۵ فروردین به روش دستی انجام گرفت. تعداد خطوط کشت در هر کرت ۱۰ ردیف، فاصله بین ردیف‌ها ۵۰ سانتی‌متر، فاصله بوته روی ردیف ۲۰ سانتی‌متر و طول خطوط ۱۰ متر بود. کشت بذر ذرت پس از استقرار کامل چغندر قند در تاریخ ۲۶ اردیبهشت در فضاهای تعبیه شده از قبل، بعد از حذف علف‌های هرز به روش دستی انجام پذیرفت، به طوری که فاصله بین ردیف‌ها ۷۵ سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها روی ردیف ۲۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. تراکم نهایی برای هر دو گیاه در جاهایی که ردیف‌های چغندر قند و ذرت در کنار هم بودند ۸/۳ بوته در متر مربع بود. در این آزمایش از بذر رقم «دورتنی فرانسوی» با طول رشد ۲۱۰ روز برای چغندر قند و بذر سینگل کراس ۷۰۴ دیررس برای ذرت استفاده شد.

قبل از کاشت، کود مورد نیاز با توجه به نتایج آزمون خاک (جدول ۱) به مقدار ۱۹۰ کیلوگرم نیترات آمونیوم، ۱۱۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل و ۱۳۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم در هکتار استفاده شد. در پاییز سال قبل زمین شخم زده شد و شش تن کود دامی استفاده شد.

برداشت و نمونه برداری از ذرت در تاریخ ۱۰ مهر با حذف اثر حاشیه در هر واحد آزمایشی انجام گرفت و تعداد بوته‌ها در متر مربع برای تعیین عملکرد و اجزای عملکرد برداشت شد. چغندر قند در تاریخ ۱۷ آبان با رعایت کلیه اصول نمونه برداری ذکر شده در قبل، از هر متر مربع بوته‌ها برداشت شد. غدد برداشت شده توزین شدند تا عملکرد ریشه به دست آید. سپس نمونه‌ها به منظور تجزیه

1. Land Equivalent Ratio (LER)

جدول ۱. مشخصات خاک محل اجرای آزمایش

عمق نمونه برداری (cm)	شن (%)	سیلت (%)	رس (%)	بافت	ماده آلی (%)	نیترژن (mg/kg)	فسفر (mg/kg)	پتاسیم (mg/kg)	هدایت الکتریکی (ds/m)	اسیدیته
۳۰-۰	۳۴	۲۵	۴۱	رسی	۱/۴۸	۰/۱۵	۳/۶	۳۷۰	۱/۴۵	۷/۳۶

جدول ۲. نتایج تجزیه واریانس عملکرد و اجرای عملکرد چغندر قند در نسبت های مختلف کشت مخلوط با ذرت

میانگین مربعات					درجه آزادی	منابع تغییرات
عملکرد قند	درصد قند قابل استحصال	درصد ملاس	عیار قند	عملکرد ریشه		
۴۲۶۲۷۸	۰/۱۰	۰/۰۰۷	۰/۱۶	۶۵۰۵۲۲۰۰	۲	بلوک
۴۷۸۸۳۲۴۸/۱**	۱۹/۸۸**	۰/۰۵*	۱۸/۰۲**	۱۶۴۹۸۸۰۹۲۲**	۳	تیمار
۱۶۰۵۲۶۳	۰/۳۹	۰/۰۱	۰/۴۰	۸۱۷۱۱۴۲۲	۶	اشتباه آزمایشی
۲۰/۵۶	۴/۴۸	۳/۱۱	۳/۶۳	۲۱/۹۴		ضریب تغییرات

ns, *, **: به ترتیب معنی دار نیست؛ معنی دار در سطح ۵ و ۱ درصد.

واقعی نسبت به عملکرد مورد انتظار در هر کدام از اجزای مخلوط از فرمول زیر استفاده می شود:

$$\%Y = \left(\frac{Y_R}{Y_P} \times 100 \right) - 100 \quad (5)$$

Y: درصد کاهش یا افزایش عملکرد؛ Y_R: عملکرد واقعی گونه مورد نظر (عملکرد گونه مورد نظر در زراعت مخلوط با نسبت خاص)؛ Y_P: عملکرد مورد انتظار گونه مورد نظر (عملکرد گونه مورد نظر در کشت خالص × درصد مخلوط همان گونه در کشت مخلوط با نسبت خاص) است.

نرم افزارهای آماری استفاده شده SAS[®]، اکسل و Graph pad Prism[®] بودند و مقایسه میانگین ها با استفاده از آزمون چنددامنه ای دانکن در سطح ۵ درصد انجام گرفت.

با توجه به اینکه کشت مخلوط چغندر قند و ذرت، زمین را در زمان بیشتری نسبت به کشت خالص ذرت اشغال می کند، به منظور ارزیابی کشت مخلوط نسبت به کشت خالص شاخص نسبت برابری سطح و زمان^۱ طبق معادله زیر محاسبه شد [۱۰].

$$ATER = \sum_{i=1}^n \left\{ \left(\frac{t_a^M}{t_a^I} \right) \times \left(\frac{Y_a^I}{Y_a^M} \right) \right\}$$

که در آن t_a^M: طول دوره رشد گونه a در کشت خالص؛ t_a^I: مجموع طول دوره کشت مخلوط؛ Y_a^I: عملکرد گونه a در کشت مخلوط؛ Y_a^M: عملکرد گونه a در کشت خالص؛ و n تعداد گونه های ارزیابی در کشت مخلوط است.

به منظور محاسبه درصد افزایش یا کاهش عملکرد

1. Area Time Equivalent Ratio (ATER)

۳. نتایج و بحث

۱.۳. شاخص‌های بررسی شده در چغندر قند

نتایج تجزیه واریانس عملکرد و اجزای عملکرد چغندر قند نشان داد که نسبت‌های مختلف کاشت اثر معناداری بر عملکرد ریشه (غده)، عیار قند، درصد قند قابل استحصال و عملکرد قند (شکر سفید) در سطح ۱ درصد و بر درصد ملاس در سطح ۵ درصد دارند (جدول ۲).

نتایج مقایسه میانگین‌ها در مورد عملکرد ریشه حاکی از آن است که کشت خالص چغندر قند با ۶۱۷۳۳ کیلوگرم در هکتار، بیشترین عملکرد ریشه؛ و نسبت کشت ۷۵ درصد ذرت و ۲۵ درصد چغندر قند، با ۱۳۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کمترین عملکرد ریشه را به خود اختصاص دادند (جدول ۳).

از آنجا که کلیه صفات زراعی، ژنتیکی و آب‌وهوایی در عملکرد ریشه در واحد سطح دخالت دارند [۲۳]، علت کاهش عملکرد ریشه در نسبت‌های مخلوط را می‌توان از یک طرف به کاهش تعداد ردیف کشت چغندر قند که به کشت ذرت اختصاص داده شده است و از طرف دیگر به سایه‌اندازی بوته‌های ذرت روی چغندر قند و در نتیجه افزایش تنفس نسبت داد. نتایج مشابهی در مورد کشت مخلوط گیاه غده‌ای سیب‌زمینی و ذرت گزارش شده است مبنی بر اینکه بیشترین عملکرد غده بعد از کشت خالص سیب‌زمینی به تیمار ۷۵ درصد سیب‌زمینی و ۲۵ درصد ذرت تعلق داشت [۱]. همچنین در کشت مخلوط چغندر قند با گندم بیشترین عملکرد ریشه مربوط به کشت خالص چغندر قند بود و پس از آن هر چه فاصله ردیف‌های کشت گندم با چغندر قند کمتر شد عملکرد نیز کاهش یافت [۱۳].

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که کشت خالص چغندر قند بیشترین عیار قند را به میزان ۱۹/۳۶ درصد دارد و بعد از آن نسبت کشت ۲۵ درصد ذرت به ۷۵ چغندر قند

به میزان ۱۸/۶۳ درصد، و نسبت کشت ۷۵ درصد ذرت به ۲۵ درصد چغندر قند به میزان ۱۳/۸۸ درصد، به ترتیب بیشترین و کمترین عیار قند را دارند (جدول ۳). با توجه به اینکه اندام‌های هوایی (برگ‌ها) تولیدکننده کربوهیدرات هستند، هر چه فضا بازتر و شرایط نورگیری مزرعه مساعدتر باشد برگ‌ها در شرایط مطلوب برای فرایند فتوسنتز قرار گرفتند و برعکس. با افزایش نسبت ذرت در کشت مخلوط، شرایط به دلیل سایه‌اندازی بر روی بوته‌های چغندر قند مختل شد و عیار قند کاهش یافت. محققان دیگری نیز در مورد معنادار بودن تأثیر تیمارهای مخلوط بر عیار قند و همچنین زیاد بودن درصد عیار در کشت خالص چغندر قند و اینکه با افزایش حضور گیاه (گیاه شریک) در مخلوط، عیار قند کم می‌شود اتفاق نظر دارند [۱۲، ۱۳]. در مورد درصد ملاس نیز نتایج مقایسه میانگین نشان داد که نسبت مخلوط ۷۵ درصد ذرت با ۲۵ درصد چغندر بیشترین درصد ملاس (ناخالصی) را دارد و کمترین درصد ناخالصی به‌طور مشترک به نسبت‌های مخلوط ۵۰:۵۰ و ۲۵ درصد ذرت با ۷۵ درصد چغندر قند اختصاص دارد (جدول ۳).

نظر به اینکه اندام‌های تولیدکننده ترکیبات فتوسنتزی (اندام هوایی) در شرایط کمبود نور و فضای رشد برای توسعه برگ‌ها به خوبی تغذیه نمی‌شوند (از لحاظ نور و سایر نیازها)، ناهنجاری‌هایی در رشد ایجاد می‌شود؛ برای مثال رشد زیادتر طوقه را سبب می‌شود و از طرفی مواد غذایی همچون ازت قابل استفاده، نمی‌تواند به سرعت تخلیه شود و در نتیجه سبب افزایش ناخالصی‌ها در ریشه می‌شود که این ناخالصی‌ها همبستگی قوی با درصد قند ملاس نشان می‌دهند [۹]. افزایش درصد قند ملاس در شرایط نامطلوب رشد چغندر قند در اکثر تحقیقات مربوط به این گیاه (حتی در آزمایش‌های غیر از کشت مخلوط) به اثبات رسیده است [۹، ۱۲، ۱۳].

جدول ۳. مقایسه میانگین عملکرد و اجزای عملکرد چغندر قند در نسبت‌های مختلف کشت مخلوط با ذرت

عملکرد قند (kg/ha)	درصد قند قابل استحصال	درصد ملاس	عیار قند (%)	عملکرد ریشه (kg/ha)	نسبت‌های کشت (چغندر قند: ذرت)
۱۳۵۴ ^c	۱۰/۲۲ ^c	۳/۶۵ ^a	۱۳/۸۸ ^c	۱۳۲۰۰ ^b	(۷۵:۲۵)
۴۴۲۰ ^b	۱۴/۵۳ ^b	۳/۳۹ ^b	۱۷/۹۳ ^b	۳۰۴۶۷ ^b	(۵۰:۵۰)
۹۰۴۷ ^a	۱۵/۳۰ ^{ab}	۳/۳۳ ^b	۱۸/۶۳ ^{ab}	۵۹۳۴۰ ^a	(۲۵:۷۵)
۹۸۲۳ ^a	۱۵/۹۱ ^a	۳/۴۵ ^{ab}	۱۹/۳۶ ^a	۶۱۷۳۳ ^a	(۰:۱۰۰)

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون مطابق آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد اختلاف معنادار ندارند.

ریشه منتقل کند، ماده خشک ریشه را افزایش می‌دهد و سبب افزایش عملکرد ریشه می‌شود [۹] و هر عاملی که ناخالصی‌ها را کاهش دهد نیز به افزایش عملکرد نهایی قند می‌انجامد. در این آزمایش هرچه از نسبت گیاه ذرت کاسته و به نسبت گیاه چغندر قند افزوده شود، این مهم اتفاق افتاده است. چنین روند مشابهی در کشت مخلوط چغندر قند با گندم و همچنین چغندر قند با لوبیا نیز روی داده است [۱۲، ۱۳].

۲.۳. شاخص‌های مورد بررسی در گیاه ذرت

نتایج تجزیه واریانس عملکرد و اجزای عملکرد ذرت نشان داد که نسبت‌های مختلف کاشت اثر معناداری بر ارتفاع بوته، تعداد دانه در ردیف بلال، وزن هزاردانه و عملکرد دانه دارند. در مورد تعداد ردیف در بلال اختلاف معناداری مشاهده نشد (جدول ۴).

مقایسه میانگین‌های ارتفاع بوته نشان داد که کشت خالص ذرت و همچنین نسبت مخلوط ۷۵ درصد ذرت به ۲۵ درصد چغندر قند به‌طور مشترک بیشترین ارتفاع بوته را به ترتیب به میزان ۲۰۴ و ۲۰۷ سانتی‌متر به خود اختصاص دادند و همچنین کمترین ارتفاع بوته مربوط به نسبت کشت مخلوط ۲۵ درصد ذرت به ۷۵ درصد چغندر قند بود (جدول ۵).

نتایج مقایسه میانگین این آزمایش بیانگر آن است که بیشترین درصد قند قابل استحصال مربوط به نسبت کشت خالص چغندر قند بود و بعد از آن نسبت مخلوط ۲۵ درصد ذرت با ۷۵ درصد چغندر قند به میزان ۱۵/۳۰ بیشترین درصد قند قابل استحصال را داشت و کمترین درصد قند قابل استحصال مربوط به نسبت مخلوط ۷۵ درصد ذرت با ۲۵ درصد چغندر قند به میزان ۱۰/۲۲ بود (جدول ۳). با عنایت به اینکه درصد قند قابل استحصال از تفاضل قند موجود در ریشه چغندر قند و قند ملاس به‌وجود می‌آید، همه عوامل دخیل در کاهش و افزایش دو فاکتور مذکور، بر درصد قند قابل استحصال نیز مؤثرند.

عملکرد قند (شکر سفید) مهم‌ترین شاخص برای انتخاب نسبت کشت مخلوط محسوب می‌شود. مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد که بیشترین عملکرد شکر سفید مربوط به کشت خالص چغندر قند به مقدار ۹۸۲۳ کیلوگرم در هکتار؛ و کمترین عملکرد، مربوط به نسبت مخلوط ۷۵ درصد ذرت و ۲۵ درصد چغندر قند به مقدار ۱۳۵۴ کیلوگرم در هکتار است (جدول ۳).

با توجه به اینکه عملکرد شکر سفید بازتاب عملکرد ریشه و عملکرد قند قابل استحصال است، هر عاملی که افزایش سطح برگ و افزایش جذب نور و مقدار فتوسنتز گیاه را در پی داشته باشد و مواد هیدروکربنی بیشتری به

با توجه به اینکه ذرت پس از استقرار کامل چغندر قند کاشته شد، چغندر قند به عنوان گیاه پیشگام، فشار رقابتی خود را از طریق کاهش نفوذ نور به داخل کانوپی و عقب ماندن رشد رویشی، به ذرت تحمیل کرد. از این رو با افزایش درصد گیاه چغندر در مخلوط، ارتفاع بوته ذرت کاهش نشان داد. معنادار شدن ارتفاع بوته در کشت مخلوط ذرت و سیب زمینی مینی بر اینکه بیشترین ارتفاع بوته مربوط به کشت خالص ذرت است گزارش شده است [۱].

جدول ۴. نتایج تجزیه واریانس عملکرد و اجزای عملکرد ذرت در نسبت‌های مختلف کشت مخلوط با ذرت

میانگین مربعات					درجه آزادی	منابع تغییرات
ارتفاع بوته	تعداد دانه در ردیف	تعداد ردیف در بلال	وزن هزار دانه	عملکرد دانه		
۱۱/۰۸	۶۹/۷۵	۳/۲۵	۳۵۶/۲۵	۱۴۶۳۳۳۳/۳	۲	بلوک
۴۵۹/۳۳**	۳۱۲/۷۵**	۴/۹۷ ^{ns}	۱۲۷۹۰/۹۷**	۶۴۸۷۱۱۱۱/۱**	۳	تیمار
۱۵/۷۵	۱۴/۷۵	۲/۱۳	۷۲۸/۴۷	۸۵۴۴۴۴/۴	۶	اشتباه آزمایشی
۲/۰۲	۱۰/۷۴	۱۱/۰۳	۱۱/۴۲	۱۲/۰۵		ضریب تغییرات

ns، *، **: به ترتیب معنادار نیست، معنادار در سطح ۵ و ۱ درصد.

نتایج مقایسه میانگین وزن هزار دانه ذرت نشان داد که بیشترین وزن هزار دانه به کشت خالص ذرت به مقدار ۲۹۳ گرم در متر مربع و بعد از آن به نسبت مخلوط ۷۵ درصد ذرت به ۲۵ درصد چغندر قند به مقدار ۲۹۰ گرم در متر مربع؛ و کمترین وزن هزار دانه به نسبت مخلوط ۲۵ درصد ذرت با ۷۵ درصد چغندر به مقدار ۱۶۵ گرم در متر مربع اختصاص داشت (جدول ۵). از آنجا که افزایش بیوماس گیاه ذرت سبب افزایش قدرت منبع و افزایش انتقال مواد فتوسنتزی به مقصد (دانه‌ها) می‌شود، هر جا که فضای رشدی ذرت به دلیل کاهش درصد حضور چغندر قند بیشتر شده، این اتفاق به افزایش وزن هزار دانه انجامیده است. معنادار شدن وزن هزار دانه ذرت در کشت مخلوط با سیب زمینی مینی گزارش شده است [۵].

در مورد عملکرد ذرت نتایج نشان داد که بیشترین عملکرد مربوط به کشت خالص ذرت به مقدار ۱۱۷۳۳ کیلوگرم در هکتار بود که نتایج آن با نسبت کشت ۷۵ درصد ذرت به ۲۵ درصد چغندر قند به مقدار ۱۱۲۰۰

تعداد ردیف در بلال در نتایج مقایسه میانگین نسبت‌های مخلوط اختلاف نشان نداد (جدول ۵). اما تعداد دانه در ردیف در نسبت‌های مختلف کشت مخلوط متفاوت بود، به طوری که بیشترین تعداد دانه در ردیف، به طور مشترک به کشت خالص ذرت با ۴۳ دانه در هر ردیف و نسبت مخلوط ۷۵ درصد ذرت با ۲۵ درصد چغندر قند با ۴۴/۶۶ دانه در ردیف تعلق داشت و کمترین تعداد دانه در ردیف، مربوط به نسبت مخلوط ۲۵ درصد ذرت و ۷۵ درصد چغندر قند با ۲۲/۶۶ دانه در ردیف بود (جدول ۵). استقرار زودتر چغندر قند عرصه را برای توسعه گیاه ذرت تنگ کرد و با افزایش درصد گیاه چغندر قند در نسبت‌های مخلوط، این عرصه تنگ‌تر شد و در نهایت اثر خود را بر اجزای عملکرد ذرت از جمله تعداد دانه در ردیف گذاشت. نتایج مشابهی در کشت مخلوط ذرت و سیب زمینی مینی بر بیشتر بودن تعداد دانه در ردیف در کشت خالص ذرت نسبت به بقیه تیمارهای مخلوط گزارش شده است [۱، ۱۹].

مجتبی خزائی

غالب شناخته شدند (جدول ۷). این حالت تعادل نمایانگر رقابت بین دو گونه است، اما نه در حدی که همدیگر را حذف کنند. استقرار زودتر چغندرقد از یک طرف و ارتفاع بلند ذرت از طرف دیگر سبب این تعادل شد و هر جا جمعیت یکی افزایش پیدا کرد، عملکرد دیگری کاهش یافت و برعکس که در نهایت در نسبت کاشت ۷۵:۲۵ (چغندرقد: ذرت) و ۵۰:۵۰ به ترتیب بیشترین و کمترین تراکم نسبی کل را داشتند.

نسبت برابری جزئی زمین برای هر دو گونه بر مبنای عملکرد قند (شکر سفید) در هکتار در چغندرقد و عملکرد دانه در هکتار در ذرت به صورت جداگانه محاسبه شد (جدول ۶) و مشخص شد که دو گیاه مذکور دارای یک تعادل در نسبت‌های مخلوط‌اند، یعنی در صورت افزایش درصد گیاه ذرت، عملکرد نهایی گیاه چغندرقد کاهش پیدا کرد و برعکس (جدول ۷ و شکل ۱).

کیلوگرم، از نظر آماری اختلاف نداشت. در این مورد کمترین عملکرد دانه به نسبت کشت ۲۵ درصد ذرت به ۷۵ درصد چغندرقد به مقدار ۲۰۰۰ کیلوگرم در هکتار تعلق داشت (جدول ۵). با توجه به اینکه عملکرد دانه ذرت حاصل اجرای عملکرد آن است، کلیه عوامل ذکر شده در بحث وزن هزاردانه، تعداد دانه در ردیف و حتی ارتفاع بوته در کاهش و افزایش عملکرد نهایی دخیل‌اند. نتایج مشابهی مبنی بر اینکه کمترین عملکرد ذرت در کشت مخلوط با گیاه غده‌ای سیب‌زمینی، مربوط به تیمار ۷۵ درصد سیب‌زمینی و ۲۵ درصد ذرت است گزارش شده است [۱]. همچنین معنادار شدن عملکرد دانه ذرت در مخلوط با سیب‌زمینی نیز گزارش شده است [۵، ۱۶].

ضریب نسبی تراکم در این آزمایش نشان داد که گیاه ذرت در نسبت کاشت ۷۵:۲۵ (چغندرقد: ذرت) و گیاه چغندرقد در نسبت کاشت ۲۵:۷۵ (چغندرقد: ذرت) گیاه

جدول ۵. مقایسه میانگین عملکرد و اجزای عملکرد ذرت در نسبت‌های مختلف کشت مخلوط

نسبت‌های کشت (چغندرقد: ذرت)	عملکرد دانه (kg/ha)	وزن هزاردانه (g)	تعداد ردیف در بلال	تعداد دانه در ردیف	ارتفاع بوته (cm)
(۱۰۰:۰)	۱۱۷۳۳ ^a	۲۹۳/۳۳ ^a	۱۴ ^a	۴۳ ^a	۲۰۴/۶۶ ^a
(۷۵:۲۵)	۱۱۲۰۰ ^a	۲۹۰ ^a	۱۴ ^a	۴۴/۶۶ ^a	۲۰۷/۴۵ ^a
(۵۰:۵۰)	۵۷۳۳/۳ ^b	۱۹۶/۶۷ ^b	۱۳/۶۶ ^a	۳۲/۶۶ ^b	۱۹۲/۳۳ ^b
(۲۵:۷۵)	۲۰۰۰ ^c	۱۶۵ ^b	۱۱/۳۳ ^a	۲۲/۶۶ ^c	۱۸۰/۳۵ ^c

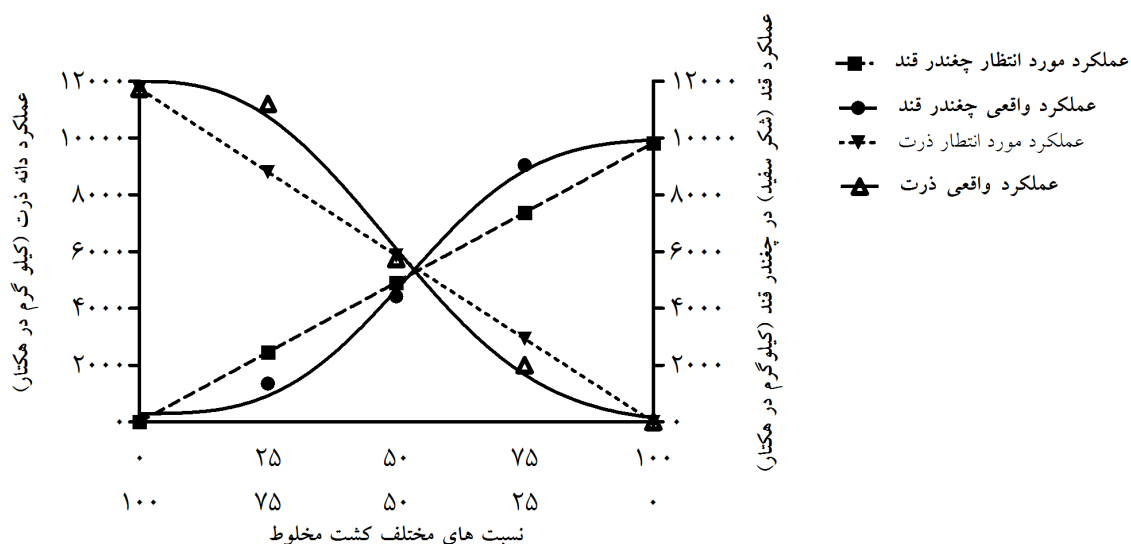
میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون مطابق آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد اختلاف معنادار ندارند.

جدول ۶. اثر نسبت‌های مختلف کاشت بر کارایی کشت مخلوط چغندرقد با ذرت

نسبت‌های کشت (چغندرقد: ذرت)	نسبت برابری زمین جزئی چغندرقد	نسبت برابری زمین جزئی ذرت	نسبت برابری زمین	نسبت برابری سطح و زمان ATER	ضریب نسبی تراکم چغندرقد	ضریب نسبی تراکم ذرت	ضریب نسبی تراکم کل
(۷۵:۲۵)	۰/۱۳	۰/۹۵	۱/۰۸	۰/۷۱	۰/۴۹	۷	۳/۴۳
(۵۰:۵۰)	۰/۴۵	۰/۴۸	۰/۹۳	۰/۷۵	۰/۸۱	۰/۹۵	۰/۷۷
(۲۵:۷۵)	۰/۹۲	۰/۱۷	۱/۰۹	۱/۰۳	۳/۸۸	۰/۶۱	۲/۳۶

جدول ۷. عملکرد واقعی و مورد انتظار در کشت مخلوط

عملکرد واقعی و مورد انتظار ذرت در کشت مخلوط با چغندر قند			عملکرد واقعی و مورد انتظار چغندر قند در کشت مخلوط با ذرت			نسبت‌های کشت (چغندر قند: ذرت)
درصد افزایش یا کاهش عملکرد واقعی	عملکرد مورد انتظار	عملکرد واقعی	درصد افزایش یا کاهش عملکرد واقعی	عملکرد مورد انتظار	عملکرد واقعی	
+۲۷/۲۷	۱۱۲۰۰	۸۷۹۹/۷۵	-۴۴/۸۶	۱۳۵۴	۲۴۵۵/۷۵	(۷۵:۲۵)
-۲/۲۷	۵۷۳۳/۳	۵۸۶۶/۵	-۱۰	۴۴۲۰	۴۹۱۱/۵	(۵۰:۵۰)
-۳۱/۸۱	۲۰۰۰	۲۹۳۳/۲۵	+۲۲/۸۶	۹۰۴۷	۷۳۶۳/۲۵	(۲۵:۷۵)



شکل ۱. اثر رقابت در کشت مخلوط ذرت و چغندر قند (در محور افقی اعداد ردیف اول نسبت چغندر قند و اعداد ردیف دوم نسبت ذرت است)

نسبت برابری سطح و زمان استفاده شد که در اینجا نسبت مخلوط ۲۵ درصد ذرت و ۷۵ درصد چغندر قند تنها نسبتی بود که عملکردش از یک به میزان ۳ درصد بیشتر شد (جدول ۶). کمتر شدن نسبت برابری سطح و زمان در مقایسه با نسبت برابری زمین در تمامی آزمایش‌هایی که این دو مورد (LER و ATER) با هم بررسی شد به اثبات رسیده است [۴، ۱۴، ۱۸، ۲۱].

هرچند در نسبت‌های کشت ۲۵ درصد ذرت به ۷۵ درصد چغندر قند عملکرد کشت مخلوط ۹ درصد نسبت به کشت خالص، و همچنین در نسبت مخلوط ۷۵ درصد ذرت به ۲۵ درصد چغندر قند این مورد ۸ درصد افزایش یافت (جدول ۶) اما با توجه به اینکه چغندر قند زودتر از ذرت کاشته شد و دیرتر نیز برداشت شد، ذرت در حدود ۸۰ روز کمتر از چغندر در مخلوط حضور داشت و این تعداد روز باید در محاسبه وارد شود. بنابراین از معادله

۴. نتیجه گیری

با توجه به طبقه بندی تأثیر رقابت در کشت مخلوط [۱۰] در این آزمایش رقابت بین دو گونه ذرت و چغندر قند از نظر نسبت برابری زمین در نسبت مخلوط ۵۰ درصد ذرت با ۵۰ درصد چغندر قند از نوع منفی و همچنین در نسبت های ۷۵:۲۵ و ۲۵:۷۵ از نوع مکملی مثبت ارزیابی شد (جدول ۷ و شکل ۱). از دیدگاه نسبت برابری سطح و زمان، تیمارهای ۷۵ درصد ذرت با ۲۵ درصد چغندر قند و همچنین نسبت مخلوط ۵۰:۵۰ از نوع رقابتی و منفی و در نسبت مخلوط ۲۵ درصد ذرت و ۷۵ درصد چغندر قند از نوع مکملی و مثبت ارزیابی شد. البته تحقیقات بیشتر در این زمینه می تواند به شناسایی بیشتر روابط بین گونه های همراه در کشت مخلوط منتهی شود.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از مدیریت جهاد کشاورزی شهرستان نهاوند و مسئول مرکز خدمات کشاورزی حومه آقای حسین فریادرس و مدیریت کارخانه قند حکمتان همدان و نماینده کارخانه قند در شهرستان نهاوند آقای صادق ظفیری و همچنین کشاورز محترم آقای گودرز احمدوند قدردانی می شود.

منابع

۱. افشارمنش غ. ر (۱۳۹۱) اثر کشت مخلوط بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت و سیب زمینی در کشت زود هنگام بهاره در منطقه جیرفت. علوم زراعی ایران. ۳۴۵-۳۳۳: (۴)۱۴.
۲. توحیدی نژاد ع.، مظاهری د. و کوچکی ع (۱۳۸۳) بررسی کشت مخلوط ذرت و آفتابگردان. پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی. ۶۴: ۳۹-۴۵.

۳. جوانشیر ع.، دباغ محمدی نسب ع.، حمیدی آ. و قلی پور م (۱۳۷۹) اکولوژی کشت مخلوط (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.
۴. حسن زاده اول ف.، کوچکی ع. ر.، خزاعی ح. ر. و نصیرمحللاتی م (۱۳۸۹) اثر تراکم بر خصوصیات زراعی و عملکرد مرزه (*Satureja hortensis L.*) و شبدر ایرانی (*Trifolium resupinatum L.*) در کشت مخلوط. پژوهش های زراعی ایران. ۸(۶): ۹۲۹-۹۲۰.
۵. حسین پناهی ف.، کوچکی ع. ر.، نصیر محللاتی م. و قربانی ر (۱۳۸۹). ارزیابی کارایی جذب نور در کشت مخلوط سیب زمینی و ذرت. آگرواکولوژی. ۲(۱): ۵۰-۶۰.
۶. خواجه پور م. ر (۱۳۸۳) گیاهان صنعتی. انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه اصفهان، ۵۷۱ صفحه.
۷. قنبری الف.، غدیری ح. و جوکار م (۱۳۵۸) بررسی اثر کشت مخلوط ذرت (*Zea mays L.*) و خیار (*Cucumis sativus L.*) بر کنترل علف های هرز. پژوهش و سازندگی و باغبانی. ۷۳: ۱۹۳-۱۹۹.
۸. کامکار ب.، مهدوی دامغانی ع (۱۳۸۷) مبانای کشاورزی پایدار. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۳۱۵ صفحه.
۹. محمدنیا م.، سلیمانی ع.، شیرانی راد ام. و نادری م ر (۱۳۸۵) اثر آرایش کاشت بر عملکرد کمی و کیفی دو رقم چغندر قند در منطقه اقلید. علوم کشاورزی (دانشگاه آزاد). ۱۲(۱): ۷۵-۸۵.
۱۰. مظاهری د (۱۳۷۷). زراعت مخلوط. انتشارات دانشگاه تهران. ۲۶۲ صفحه.
۱۱. نصیری محللاتی م.، کوچکی ع.، رضوانی مقدم پ. و بهشتی ع (۱۳۸۰) آگرواکولوژی (ترجمه). انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد. ۴۵۹ صفحه.

12. Abo Mostafa RRI, El-Abbas El, Rabie EM and Aboshady KhA (2012) Agronomic and economic evaluation for some patterns of intercropping faba bean with sugar beet under tow sowing dates. Agriculture Reserche Kafr El-sheikh University. 38(4): 443-457.
13. Abou Khadra SH, Shaimaa AAB, Salah E.A.T and Dina E.E.E (2013) Effect of intercropping Wheat with Sugar beet on their Productivity and Land use. Agriculture Reserche Kafr El-sheikh University. 39(1): 37-54.
14. Egbe OM, Alibo SE and Nwueze I (2010) Evaluation of some extra-early- and early-maturing cowpea varieties for intercropping with maize in southern Guinea Savana of Nigeria. Agriculture and Biology Journal of North America. 1(5): 845-858.
15. Francis R and Decteau DR (1993) Developing and effective southern pea and sweet corn intercropping system. Hort. Technology. 3: 178-187.
16. Jamshidi K, Mazaheri D and Saba J (2008) An evaluation of yield in intercropping of maize and potato. Desert. 12:105-111. (online at: <http://jdesert.ut.ac.ir>.)
17. Klindt Andersen M, Hauggaard-Nielsen H, Weiner J and Steen Jensen E (2007) Competitive dynamics in tow- and three-component intercrops. Appl. Ecology. 44: 545-551.
18. Marer SB, Lingaraju BS and Shashidhara GB (2007) Productivity and economics of Maize and Pigeonpea intercropping under rainfed condition in northern transitional zone of Karnataka. Karnataka Journal agriculture Science. 20(1): 1-3.
19. Midmore D, Roca J and Bearrios D (1988) Potato (*Solanum* spp.) in the hot topice: IV. Intercropping with maize and the influence of shade on the potato microenvironment and crop growth. Feld Crops Reaserch. 18: 141- 157.
20. Morris RA, Villegan AN, Polthanee A and Centeno HS (1990) Water use by monocropped and intercropped cowpea and sorghum after rice. Agronomy. 82; 664-668.
21. Muhammad A, Umer EM and Karim A (2008) Yield and competition indices of intercropping Cotton (*Gossypium hirstum* L.) Using different planting patterns. Tarim Bilimleri Dergisi. 14 (4):326-333.
22. 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 Agronomy. 45: 48-53.
23. Powers L and Finkner RE (1959) Genetic improvement of processing quality in sugar beet. J. AM. Soc. Sugar beet technology. 5(7): 578-593.
24. Zulfigar A, Asghar Malik M and Cheema MA (2000) Studies on determining a suitable canola – wheat intercropping. Agriculture Biology. 2(1): 42-44.