نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار/ جلد ۲۶ شماره ۲/ تابستان ۱۳۹۵

اثر نسبت‌های مختلف کشت مخلوط روی عملکرد و اجزای عملکرد ذرت شیرین (*Zea mays* var. saccharata) و بادمجان (*Solanum melongena* L.)

قربانعلی اسدی[۱*]، رضا قربانی[۲]، بهاره بیچرانلو[۳]، میلاد باقری شیروان[۴]

تاریخ دریافت: ۹٤/۸/۲٤ تاریخ پذیرش: ۹۵/۲/۱۱

۱-دانشیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
۲- استاد گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
۳-دانشجوی دکتری اگرواکولوژی، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
٤-دانشجوی دکتری اکولوژی گیاهان زراعی، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
* نویسنده مسئول: asadi@um.ac.ir

چکیده

به منظور ارزیابی عملکرد و اجزای عملکرد ذرت شیرین و بادمجان تحت تاثیر نسبت‌های مختلف کشت مخلوط جایگزینی، آزمایشی به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی در پنج تیمار و سه تکرار در سال ۱۳۹۳ اجرا گردید. تیمارهای آزمایش شامل نسبت‌های جایگزینی ۷۵ درصد ذرت شیرین + ۲۵ درصد بادمجان، ۵۰ درصد ذرت شیرین+ ۵۰ درصد بادمجان و ۲۵ درصد ذرت شیرین + ۷۵ درصد بادمجان و کشت خالص هر یک از گونه ها بود. نتایج نشان داد که عملکرد دانه قابل کنسرو، عملکرد بلال، عملکرد ماده تر و خشک ذرت شیرین و همچنین عملکرد میوه بادمجان در کشت خالص بیشتر از تیمارهای مخلوط بود و با افزایش سهم هر یک از گونه‌ها در مخلوط، عملکرد گونه دیگر کاهش یافت. نسبت دانه به بلال و شاخص برداشت ذرت شیرین و همچنین وزن دانه و بلال، وزن خشک و تر بوته ذرت شیرین در نسبت ۵۰ درصدی ذرت شیرین با بادمجان بر سایر تیمارهای آزمایش ارجحیت داشت. بر اساس شاخص غالبیت ذرت شیرین در کشت مخلوط بر بادمجان غالبیت داشت. بررسی شاخص ضریب ازدحام نسبی حاکی از سودمندی نسبت‌های ۲۵ درصد ذرت شیرین + ۷۵ درصد بادمجان و ۵۰ درصد ذرت شیرین+ ۵۰ درصد بادمجان در مقایسه با کشت خالص بود. بر اساس نسبت برابری زمین، نسبت‌های ۲۵ درصد ذرت شیرین + ۷۵ درصد بادمجان و ۵۰ درصد ذرت شیرین + ۵۰ درصد بادمجان کارایی استفاده از زمین را در مقایسه با کشت خالص به ترتیب ۵ و ٦ درصد افزایش داد.

واژه های کلیدی: ضریب ازدحام نسبی، عملکرد دانه قابل کنسرو، کشت مخلوط جایگزینی، نسبت دانه به بلال، نسبت برابری زمین

Influence of Different Ratios of Intercropping on Yield and Yield Components of Sweet Corn (*Zea mays* var. *saccharata*) and Eggplant (*Solanum melongena* L.)

Ghorban Ali Asadi[1*], Reza Ghorbani[2], Bahareh Bicharanlou[3], Milad Bagheri Shirvan[4]

Received: November 15, 2015 Accepted: April 30, 2016
1- Assoc. Prof., Dept. of Agronomy, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran.
2- Prof., Dept. of Agronomy, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran.
3-Ph.D. Student in Agroecology, Dept. of Agronomy, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran.
4-Ph.D. Candidate in Crop Ecology, Dept. of Agronomy, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran.
* Corresponding Author: asadi@um.ac.ir

Abstract

Yield and yield components of sweet corn and eggplant under different proportions of replacement intercropping, examined in randomized complete blocks design with 5 treatments and 3 replications in 2014. The treatments were included 75% sweet corn: 25% eggplant, 50% sweet corn: 50% eggplant, 25% sweet corn: 75% eggplant and sole cropping of each plant. The results showed that conserve grain yield, ear yield, fresh and dry matter yield of sweet corn and eggplant yield was higher than intercropped treatments. In addition, yield of each plant decreased with increasing of proportion of other plant in intercrop. The highest ratio of grain to ear, harvest index, and grain weight, ear weight in plant, fresh and dry weight of plant was related to 50: 50 sweet corn: eggplant ratio. Sweet corn was dominant in intercropping based on Aggressive Ratio. Investigating of Relative Crowding Coefficient ratio showed the advantage of 25% sweet corn + 75% eggplant and 50% sweet corn + 50% eggplant ratios compared to sole cropping. Based on Land Equivalent Ratio, the ratios of 25% sweet corn + 75% eggplant and 50% sweet corn + 50% eggplant increased land use efficiency by 5% and 6% more than crops in pure stand, respectively.

Keywords: Conserve Grain Yield, Grain to Ear Ratio, Land Equivalent Ratio, Relative Crowding Coefficient, Replacement Intercropping.

مقدمه

در بسیاری از نقاط جهان بوم نظام‌های تک‌کشتی تولید غذا تحت عنوان کشاورزی رایج، جایگزین کشاورزی معیشتی سنتی چند کشتی شده است، بوم نظام‌هایی که با سایر عملیات کشاورزی نوین از قبیل شخم فشرده و کاربرد کود و آفت‌کش‌های شیمیایی همراه است. در واقع کشاورزی رایج به شیوه‌های مختلف تولیدات آینده را تحت تاثیر قرار داده و در پی بهره‌برداری بیش از حد منابع کشاورزی، انهدام این منابع را نیز به دنبال دارد (نصیری محلاتی و همکاران ۱۳۸۰) و از این رو بوم نظام تولید پایدار محسوب نمی‌شود. امروزه، تمایل به استفاده از بوم نظام‌های تولید کشاورزی به منظور دستیابی به بهره‌وری بالا و حفظ پایداری در طول زمان افزایش

یافته است، بوم نظام‌هایی که از زمان‌های دور به صورت تناوب زراعی، کشت تاخیری و کشت مخلوط توسط کشاورزان اجرا می‌گردد (دیما و همکاران ۲۰۰۷). کشت مخلوط در بسیاری از مناطق جهان برای تولید غذا و علوفه مورد استفاده قرار گرفته و در مقایسه با کشت خالص کارآمدتر عمل کرده است (کاروترز و همکاران ۲۰۰۰). کشت مخلوط یکی از روش‌های مدیریت صحیح تولید محصولات زراعی است که منجر به بهبود جذب و کارایی مصرف منابع توسط گیاهان می‌شود (کوچکی و همکاران ۱۳۸۸ ب) و ضمن بهبود ویژگی‌های بوم شناختی و افزایش تنوع زیستی (کوچکی و همکاران ۱۳۹۱)، پایداری عملکرد را افزایش داده و بازده بالاتری در مقایسه با تک‌کشتی به دنبال دارد (سوبو و همکاران ۲۰۰۵؛ آگگنو و همکاران ۲۰۰۸).

در مقایسه با تک‌کشتی، سودمندی عملکرد در بسیاری از بوم نظام‌های کشت مخلوط به ثبت رسیده است، برای مثال، برتری نسبت ۵۰:۵۰ کشت مخلوط ذرت (*Zea mays* L.) و لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) در مقایسه با سایر نسبت‌های مخلوط و تک‌کشتی گزارش شده است (کوچکی و همکاران ۱۳۸۸ الف). در مطالعه کشت مخلوط ماش (*Vigna radiate* (L.) Wilczek) و سیاهدانه (*Nigella sativa* L.) نیز برتری آرایش‌های مختلف کشت مخلوط در مقایسه با تک‌کشتی هر یک از گیاهان نیز بیان گردیده است (رضوانی مقدم و همکاران ۲۰۰۹). در بررسی کشت مخلوط گندم (*Triticum aestivum* L.) با ذرت و سویا (*Glycine max* L.) نیز سودمندی ٤٠ تا ٧٠ درصدی عملکرد در کشت مخلوط گندم با ذرت و برتری ۲۸ تا ۳۰ درصدی عملکرد در کشت مخلوط گندم با سویا گزارش شده است (لی و همکاران ۲۰۰۱). در کشت مخلوط ذرت و بادام زمینی نیز ٣٦ درصد سودمندی عملکرد در مخلوط نسبت به کشت خالص گزارش شده است (دهمرده و کشته‌گر ۱۳۹۳). بهبود کارایی و افزایش برتری کشت مخلوط ذرت و یونجه در مقایسه با کشت خالص آن‌ها نیز گزارش شده است (ژانگ و همکاران ۲۰۱۱).

یکی از معیارهای طراحی بوم نظام‌های مخلوط به منظور دستیابی به استفاده کارآمدتر از منابع و افزایش سودمندی، انتخاب گیاهان با ساختار تاج پوشش و سیستم ریشه‌ای متفاوت است، که از این جهت اجزای بوم نظام مخلوط در استفاده مکانی و زمانی از منابع محیطی متفاوت عمل نموده و بنابراین از نور، آب و عناصر غذایی به نحو کارآمدتری استفاده می‌نمایند (سوبو و همکاران ۲۰۰۵). بنابراین افزایش عملکرد و سودمندی در کشت مخلوط در مقایسه با کشت خالص حاصل می‌گردد. ذرت شیرین (*Zea mays* var saccharata) در میان دسته‌ای از گیاهان که تحت عنوان سبزیجات نامگذاری می‌گردند قرار داشته و عمدتا به منظور استفاده از دانه‌های آن در کنسرو سازی کشت می‌گردد (مختارپور و همکاران ۱۳۸۷). از سوی دیگر، به دلیل تولید حجم قابل توجهی ماده خشک با درصد پروتئین بالا، به عنوان محصول جانبی برای تغذیه دام مطرح می‌گردد (سرلک و آقا علیخانی ۱۳۸۸). بادمجان (*Solanum melongena* L.) در گروه سبزیجات قرار دارد و با هدف برداشت میوه به دلیل وجود ویتامین‌های ضروری و مواد معدنی فراوان در آن کشت می‌گردد (دگری و همکاران ٢٠١٤). ذرت شیرین و بادمجان به لحاظ ساختار تاج پوشش و سیستم توزیع ریشه متفاوت هستند، بنابراین قادر خواهند بود به عنوان دو جز مناسب در یک بوم نظام مخلوط در کنار یکدیگر حضور پیدا کنند. از سوی دیگر، بادمجان با توجه به خصوصیات رشدی و نحوه برداشت میوه، معمولا در سطح کم و در واقع در بوم نظام‌های کشاورزی معیشتی کشت می‌گردد، بوم نظام‌هایی که بر چند کشتی و افزایش تنوع استوار است. بنابراین استفاده از گیاهی مانند ذرت شیرین با دوره کوتاه رشدی برای اختلاط با بادمجان مناسب به نظر می‌رسد. از این رو، این مطالعه با هدف بررسی امکان کشت مخلوط ذرت شیرین و بادمجان و همچنین تاثیر

نسبت‌های مختلف کشت مخلوط جایگزینی آنها بر عملکرد و اجزای عملکرد هر یک از گیاهان و ارزیابی سودمندی کشت مخلوط این دو گیاه اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال ۱۳۹۳ در مزرعه‌ای در ۱۰ کیلومتری غرب شهرستان شیروان (با عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۲۵ دقیقه عرض شمالی و طول جغرافیایی ۵۷ درجه و ٤۹ دقیقه طول شرقی و ارتفاع ۱۰۷۵ متر از سطح دریا) اجرا شد. مجموع بارش سالیانه منطقه در سال اجرای آزمایش ۲۰۵ میلی‌متر و در طی دوره سی ساله ۲٥٦ میلی‌متر می‌باشد. حداکثر و حداقل دمای مطلق سالیانه نیز در این منطقه به ترتیب ٤۱/۱ و ۲٥/۲- درجه سانتی‌گراد است. بافت خاک محل آزمایش لومی دارای ۰/۱٤ درصد نیتروژن، ۱٦۸ قسمت در میلیون پتاسیم و ۳۷/۸ قسمت در میلیون فسفر با اسدیته ۸/۲ بود. هدایت الکتریکی خاک ۳/٤ و حاوی ۱/٦ درصد ماده آلی بود.

آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و با پنج تیمار و سه تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل نسبت‌های ۷۵ درصد ذرت شیرین: ۲۵ درصد بادمجان (سه ردیف ذرت شیرین، یک ردیف بادمجان)، ۵۰ درصد ذرت شیرین: ۵۰ درصد بادمجان (دو ردیف ذرت شیرین، دو ردیف بادمجان)، ۲۵ درصد ذرت شیرین: ۷۵ درصد بادمجان (یک ردیف ذرت شیرین، سه ردیف بادمجان) و کشت خالص ذرت شیرین و بادمجان بود.

کرت‌های آزمایش به مساحت ۱۲ متر مربع، شامل ٦ ردیف کاشت به فاصله ۵۰ سانتی‌متر از یکدیگر و طول چهار متر بود. بذر ذرت شیرین، در تاریخ ۱۹ اردیبهشت ماه به صورت کپه‌ای کشت گردید و در تاریخ ۲٦ اردیبهشت ماه آبیاری گردید. سپس به منظور دستیابی به فاصله روی ردیف ۲۰ سانتی‌متر، قبل از رسیدن گیاهان به مرحله ٤-۳ برگی عملیات تنک انجام گرفت. بذر بادمجان قلمی رقم یلدا قبل از کاشت در اسفندماه در خزانه کشت گردید و همزمان با آبیاری دوم ذرت شیرین، در تاریخ دوم خرداد ماه نشاهای بادمجان با فاصله ۵۰ سانتی‌متر روی ردیف در زمین اصلی قرار گرفت. قبل از انتقال نشا به زمین اصلی، به منظور استقرار نشا، زمین آبیاری گردید. پس از کاشت نشا، به منظور حفظ رطوبت در محل قرارگیری نشا، عمل خاک دادن پای بوته‌های بادمجان انجام گرفت. آبیاری کرت‌ها با توجه به نیاز گیاهان و توسط سیستم آبیاری قطره‌ای انجام شد. در تمامی کرت‌ها در تمام فصل رشد و در صورت نیاز عملیات وجین علف‌های هرز انجام گرفت و در طول فصل رشد از هیچگونه کودی برای تغذیه گیاهان استفاده نشد.

به منظور بررسی عملکرد ذرت شیرین، برداشت از بوته‌های این گیاه در تاریخ ۲۳ مردادماه در مرحله خمیری شدن دانه (رسیدگی اقتصادی) انجام گرفت. در این مرحله از چهار ردیف میانی هر کرت و با حذف ۵۰ سانتی‌متر ابتدا و انتهای هر ردیف (به منظور حذف اثرات حاشیه‌ای) نمونه‌برداری انجام شد. وزن تر اندام هوایی و وزن تر بلال از کل سطح برداشت شده (٦ متر مربع) محاسبه گردید. به منظور محاسبه عملکرد دانه قابل کنسرو نیز، بلال‌های دو متر مربع از هر کرت برداشت و با استفاده از چاقوی آشپزخانه دانه‌ها از چوب بلال جدا و توزین شد، سپس وزن چوب و پوست بلال، وزن کل بلال و نسبت دانه به بلال نیز محاسبه گردید. سپس شاخص برداشت بر اساس نسبت عملکرد دانه قابل کنسرو به وزن بوته در زمان برداشت (وزن تر کل اندام هوایی) محاسبه گردید. به منظور اندازه‌گیری تعداد ردیف در بلال، تعداد دانه در ردیف، وزن هزار دانه و وزن تر تک بوته نیز تعداد ۱۰ بوته به عنوان ریز نمونه انتخاب گردید و صفات مذکور در آن اندازه‌گیری گردید و پس از آن برای محاسبه وزن خشک اندام هوایی، نمونه‌ها درون آون به مدت ٤۸ ساعت و در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند.

میوه‌دهی بادمجان از اوایل مرداد تا اویل مهرماه ادامه داشت. برداشت‌های مکرر هر کرت از چهار ردیف

میانی هر کرت با حذف ۵۰ سانتی‌متر اوایل هر ردیف در طول مدت میوه‌دهی به عنوان عملکرد میوه هر کرت منظور گردید.

به منظور بررسی سودمندی اجزای کشت مخلوط در شرایط اختلاط نسبت به تک‌کشتی، از شاخص‌های مختلفی استفاده شد، که به شرح ذیل می‌باشند:

۱-نسبت برابری زمین[1] (LER) ، که بر اساس معادله [۱] محاسبه گردید:

معادله [۱] $$\mathbf{LER} = (\mathbf{Y_{Ci}} \div \mathbf{Y_C}) + (\mathbf{Y_{Ei}} \div \mathbf{Y_E})$$

در این معادله، Y_{Ci} و Y_C، به ترتیب عملکرد ذرت شیرین در کشت مخلوط و کشت خالص و Y_{Ei} و Y_E، به ترتیب عملکرد بادمجان در کشت مخلوط و تک‌کشتی می باشد. در معادله [۱] در صورتی که نسبت برابری زمین بزرگ‌تر از یک باشد، کشت مخلوط باعث افزایش رشد و عملکرد اجزای مخلوط شده است. اما اگر این نسبت کمتر از یک باشد، کشت مخلوط روی رشد و عملکرد اجزای مخلوط اثرات منفی داشته است (مید و ویلی ۱۹۸۰).

۲-شاخص غالبیت[2] (A)، که با استفاده از معادله [۲] محاسبه می‌گردد (ویلی و رائو، ۱۹۸۰):

معادله [۲] $$\mathbf{A} = \left(\frac{\mathbf{Y_{Ci}}}{\mathbf{Y_C Z_{Ci}}}\right) + \left(\frac{\mathbf{Y_{Ei}}}{\mathbf{Y_E Z_{Pi}}}\right)$$

در این معادله، Z_{Ci} و Z_{Pi} به ترتیب نسبت کاشت (درصد) ذرت شیرین و بادمجان در کشت مخلوط است. برای مثال، Z_{Ci} در نسبت کاشت ۷۵ درصد ذرت شیرین: ۲۵ درصد بادمجان، در این معادله برابر با ۰/۷۵ منظور می‌گردد. در این رابطه، اگر شاخص غالبیت برابر صفر باشد، هر دو گیاه رقابت برابر دارند، در صورتی که شاخص غالبیت یک گونه مثبت باشد، آن گونه در مخلوط غالب است و اگر منفی باشد، نشان دهنده مغلوبیت گونه در مخلوط است (گاش ۲۰۰٤).

۳- ضریب ازدحام نسبی[3] (K)، مقدار این ضریب برای گیاه ذرت شیرین از معادله [۳] و برای گیاه بادمجان از معادله [٤] محاسبه می‌گردد. سپس از حاصلضرب ضرایب ازدحام اجزای مخلوط (معادله ۵)، ضریب ازدحام نسبی کشت مخلوط بدست می‌آید (ویلی و رائو ۱۹۸۰).

معادله [۳]

$$\boldsymbol{K_{\text{sweet corn}}} = [\mathbf{Y_{Ci}} \times \mathbf{Z_{Ei}}]/[(\mathbf{Y_C} - \mathbf{Y_{Ci}})\mathbf{Z_{Ci}}]$$

معادله [٤]

$$\boldsymbol{K_{\text{eggplant}}} = [\mathbf{Y_{Ei}} \times \mathbf{Z_{Ci}}]/[(\mathbf{Y_E} - \mathbf{Y_{Ei}})\mathbf{Z_{Ei}}]$$

معادله [۵]

$$\boldsymbol{K} = \boldsymbol{K_{sweet\,corn}} \times \boldsymbol{K_{eggplant}}$$

در معادله [۳]، در صورتی که مقدار K بزرگ‌تر از یک باشد، نشان‌دهنده سودمندی کشت مخلوط است، اگر K مساوی با یک باشد، رقابتی بین گونه‌ها وجود ندارد و در صورتی که K کمتر از یک باشد، گونه‌ها کمترین کارایی را در استفاده از منابع دارند و در کشت مخلوط سودمندی عملکرد مشاهده نمی‌شود (لیتورجیدیس ۲۰۱۱).

به منظور تجزیه و مقایسه میانگین داده‌های حاصل از آزمایش از نرم افزار SAS (Ver. 9.2) استفاده گردید. مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام گرفت. رسم نمودارها نیز با استفاده از نرم افزار MS Execl (Ver. 2013) انجام شد.

نتایج و بحث

عملکرد و اجزای عملکرد ذرت شیرین

عملکرد دانه قابل کنسرو، وزن تر بلال، وزن تر اندام هوایی و وزن خشک اندام هوایی ذرت شیرین تحت تاثیر معنی‌دار تیمارهای آزمایش قرار گرفت (جدول ۱).

بررسی عملکرد ذرت شیرین نشان داد که بیشترین عملکرد دانه قابل کنسرو ذرت شیرین (۱۲۳۷۹/٦٤ کیلوگرم در هکتار) از تیمار کشت خالص این گیاه بدست آمد و با کاهش سهم ذرت شیرین در

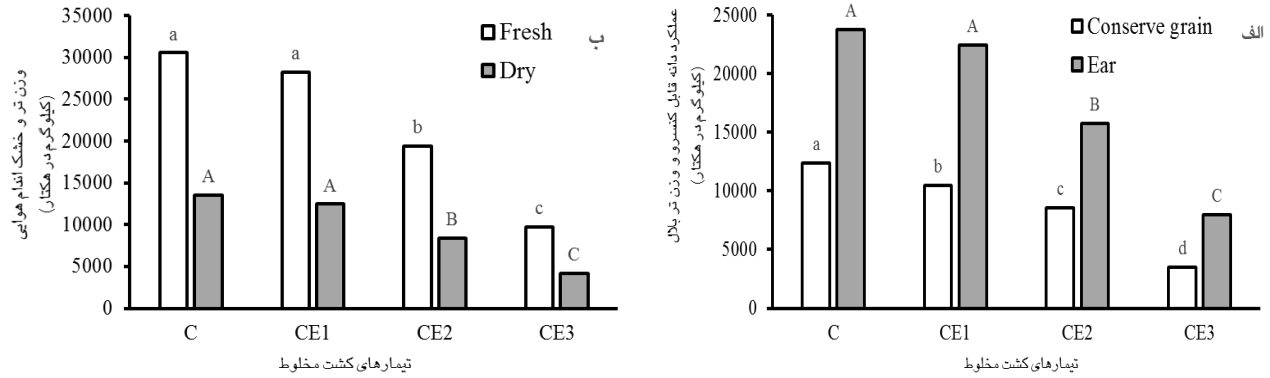
[1] Land equivalent ratio
[2] Aggressivity
[3] Relative crowding coefficient

جدول ۱- تجزیه واریانس عملکرد دانه قابل کنسرو، وزن تر بلال، وزن تر و خشک اندام هوایی ذرت شیرین

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		وزن خشک اندام هوایی	وزن تر اندام هوایی	وزن تر بلال	عملکرد دانه قابل کنسرو
بلوک	۲	۱۰۳۲۱۹/۷	٤٥٠٨٦٦/٦	٦٢٣١٩٣/٨	٥٣٠٧٩٢/٨
تیمار	۳	٥٤٥٠٧٤٦٣/٦**	۲۷۰۳۱۷٦۸۲/۹**	۱٥۷٦۹٥٥۲٤/۱**	٤۳٤۳۲۱۲۱/٤**
خطای آزمایشی	٦	۸۲٦۷۹۹/۸	٥٤٥۷۷٦۲/۱	٤٥٥۸۳٤۷/٥	۹۰۰٤۲۰/٦
ضریب تغییرات C.V. (%)		۹/٤۳	۱۰/٦۲	۱۲/۲	۱۰/۸٦

**، نشان‌دهنده معنی‌داری در سطح ۱ درصد می‌باشد.

کشت مخلوط از میزان عملکرد دانه کاسته شد (شکل ۱-الف). بر این اساس، افزایش ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصدی بادمجان در اختلاط با ذرت شیرین، عملکرد دانه این گیاه را به ترتیب ۱۵، ۳۱ و ۷۱ درصد کاهش داد (شکل ۱-الف). این موضوع در خصوص عملکرد بلال ذرت شیرین نیز مشهود بود، به طوری که بیشترین عملکرد بلال از کشت خالص ذرت شیرین بدست آمد. البته عملکرد بلال حاصل از تک‌کشتی ذرت شیرین با عملکرد بلال حاصل از نسبت ۷۵ درصد ذرت شیرین: ۲۵ درصد بادمجان اختلاف معنی‌داری نداشت (شکل ۱-الف). افزایش عملکرد دانه و بلال ذرت شیرین در کشت خالص به دلیل تراکم بیشتر ذرت شیرین در این تیمار در مقایسه با نسبت‌های کشت مخلوط می‌باشد. به دلیل تراکم بیشتر در کشت خالص در مقایسه با کشت مخلوط، افزایش عملکرد در واحد سطح در کشت خالص نسبت به کشت مخلوط دور از انتظار نیست (رضوانی مقدم و مرادی ۱۳۹۱). در بررسی کشت مخلوط ارقام مختلف ذرت با بادام زمینی (*Arachis hypogaea* L.) بیشترین عملکرد بلال تر ذرت از نسبت ۷۵ درصد ذرت (رقم KSC 604) به همراه ۲۵ درصد بادام زمینی گزارش شده است (ده مرده ۲۰۱۳). برتری عملکرد بلال ذرت شیرین در کشت خالص در مقایسه با کشت مخلوط در کشت مخلوط ذرت شیرین و بادام زمینی (باگت و همکاران، ۲۰۰٦) و کشت مخلوط ذرت شیرین و لوبیا چشم بلبلی (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) (باه و اُگبودو ۲۰۱۳) نیز گزارش شده است.



شکل ۱ – عملکرد دانه قابل کنسرو و وزن تر بلال (الف) ، وزن تر و خشک اندام هوایی (ب) ذرت شیرین

C: کشت خالص ذرت شیرین، CE1: ذرت شیرین ۷۵ درصد + بادمجان ۲۵ درصد، CE2: ذرت شیرین ۵۰ درصد + بادمجان ۵۰ درصد، CE3: ذرت شیرین ۲۵ درصد + بادمجان ۷۵ درصد.

وجود حداقل یک حرف مشابه در هر بخش در هر شکل، نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون دانکن است.

در بین تیمارهای مختلف، بیشترین عملکرد تر و خشک اندام هوایی ذرت شیرین در واحد سطح مربوط به تک‌کشتی این گیاه بود. البته تفاوت معنی‌داری میان وزن تر و خشک اندام هوایی این تیمار با نسبت ۷۵ درصد ذرت شیرین با بادمجان مشاهده نشد. وزن تر و خشک اندام هوایی ذرت شیرین نیز با افزایش سهم حضور بادمجان در مخلوط با کاهش همراه بود (شکل ۱-ب). در کشت مخلوط ذرت و خلر (*Lathyrus sativus* L.) نیز بیشترین عملکرد زیست توده ذرت از نسبت ۷۵ درصد ذرت: ۲۵ درصد خلر گزارش شده است که اختلاف معنی‌داری با عملکرد حاصل از کشت خالص نداشته است (نقی زاده و همکاران ۱۳۹۱). این درحالی است که در مطالعه کشت مخلوط ذرت شیرین و ماش (*Vigna radiate* L.) سبز کاهش ماده خشک کل ذرت شیرین در نسبت‌های مختلف کشت مخلوط در مقایسه با کشت خالص گزارش شده است (سرلک و آقا علیخانی ۱۳۸۸). در کشت مخلوط نخود فرنگی (*Pisum arvense* L.) با غلات نیز عملکرد ماده خشک نخود فرنگی و هر یک از غلات در تک‌کشتی هر یک از گیاهان در مقایسه با نسبت‌های مختلف کشت مخلوط آنها از مقدار بیشتری برخوردار بوده است (لیتورجیدیس و همکاران ۲۰۱۱). مطابق با این نتایج، در کشت مخلوط ذرت و باقلا (*Vicia faba* L.)، نیز برتری عملکرد ماده خشک ذرت در تک‌کشتی در مقایسه با کشت مخلوط گزارش شده است (سولتز و نادیو ۲۰۱٤).

تعداد بلال در متر مربع، وزن هزار دانه، شاخص برداشت و نسبت دانه به بلال تحت تاثیر معنی‌داری نسبت‌های مختلف کشت مخلوط قرار گرفت. این در حالی بود که اختلافی بین تیمارهای آزمایش از نظر تعداد ردیف در بلال و تعداد دانه در ردیف مشاهده نشد (جدول ۲). بالاترین تعداد بلال در متر مربع در تک‌کشتی ذرت شیرین مشاهده شد. این در حالی بود که با افزایش سهم بادمجان در مخلوط از تعداد بلال ذرت شیرین در متر مربع کاسته شد. افزایش ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصدی بادمجان در اختلاط با ذرت شیرین به ترتیب باعث کاهش ۲٤، ٤٥ و ۷۳ درصدی تعداد بلال در متر مربع گردید (جدول ۲). بیشترین وزن هزار دانه ذرت شیرین از کشت خالص بدست آمد که اختلاف معنی‌داری با نسبت ۵۰ درصدی ذرت شیرین با بادمجان نداشت. کمترین وزن هزار دانه این گیاه مربوط به نسبت ۲۵ درصد ذرت شیرین با بادمجان بود (جدول ۲). در بررسی کشت مخلوط ذرت با سویا، لوپن (*Lupinus albus* L.) و سه گونه علوفه‌ای، کاهش وزن یکصد دانه ذرت در تیمارهای مخلوط در مقایسه با تک‌کشتی این گیاه گزارش شده است (کاروترز و همکاران ۲۰۰۰). آنها کاهش وزن یکصد دانه را واکنشی به رقابت بیان کرده‌اند که از این طریق باعث تعادل کاهش زیست توده رویشی شده و تخصیص منابع را تغییر دهد. در کشت مخلوط ذرت و سویا (*Glycine max* (L.) Merrill)، نیز بیشترین وزن صد دانه ذرت از کشت خالص این گیاه گزارش شده است (اُندی و همکاران ۲۰۱۲).

در بین تیمارهای کشت مخلوط، بیشترین نسبت دانه به بلال و شاخص برداشت ذرت شیرین مربوط به نسبت ۵۰: ۵۰ ذرت شیرین و بادمجان بود که تفاوت معنی‌داری با نسبت دانه به بلال و شاخص برداشت این گیاه در کشت خالص نداشت (جدول ۲). در کشت مخلوط ذرت و لوبیا نیز بیشترین شاخص برداشت ذرت (٦۰ درصد) از نسبت ۵۰ درصدی هر یک از گیاهان در مخلوط گزارش شده است (کوچکی و همکاران ۱۳۸۸ الف). به نظر می‌رسد کاهش رقابت بین گونه‌ها و همچنین بین بوته‌های ذرت شیرین و علاوه بر این ایجاد تاج پوشش موجی شکل در کشت یک در میان ذرت شیرین و بادمجان (نسبت ۵۰: ۵۰) باعث شده تا نور بیشتری به برگ‌های پایین تاج پوشش رسیده و با افزایش میزان فتوسنتز در این تیمار، سهم دانه از کل وزن بوته افزایش یابد (کوچکی و همکاران ۱۳۸۹). این درحالی است که در مطالعه دیگری که به بررسی کشت

مخلوط ذرت و لوبیای سودانی (*Cajanus cajan* L. Millsp.) پرداخته است، اختلافی از نظر شاخص برداشت ذرت بین کشت خالص ذرت و مخلوط این گیاه با لوبیای سودانی گزارش نشده است (مایاکا و همکاران ۲۰۰۶).

جدول ۲- تاثیر تیمارهای آزمایش بر صفات مرتبط با عملکرد ذرت شیرین

تیمار	تعداد بلال در متر مربع	وزن هزار دانه (گرم)	تعداد دانه در ردیف	تعداد ردیف در بلال	شاخص برداشت (درصد)	نسبت دانه به بلال (درصد)
کشت خالص ذرت شیرین	۱۱/۲۸a	٤٦۰/۸۳a	۲٥a	۱٥/۳۳a	٤۰/٤٦ab	٥۲/۱۳a*
ذرت ۷٥٪ + بادمجان ۲٥٪	۸/٦۱b	۳٤۸/۲۹bc	۲٥/۳a	۱٤/۳۳ab	۳۷/۰۱b	٤٦/٥٥b
ذرت ٥۰٪ + بادمجان ٥۰٪	٦/۲۲c	٤۳۱/۱٤ab	۲٤/۳a	۱٤/٦۷ab	٤٤/۲۹a	٥٤/٤۱a
ذرت ۲٥٪ + بادمجان ۷٥٪	۳/۰٥d	۳٤۰/۷۲c	۲٤a	۱٤b	۳٦/٥b	٤٤/۷۳b
سطح معنی‌داری	**	*	n.s.	n.s.	*	*
ضریب تغییرات (درصد) C.V. (%)	۱۰/۹۳	۱۰/٦	٤/۲۷	۳/۸	٥/۸٤	٥/٤۹

* و **، ns به ترتیب نشان‌دهنده معنی‌داری در سطح ٥ و ۱ درصد و عدم معنی‌داری می‌باشند.

* در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک از لحاظ آماری در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون دانکن فاقد اختلاف معنی‌دار هستند.

وزن تر و خشک کل بوته، وزن تر کل بلال، وزن تر چوب و پوست بلال و وزن تر دانه ذرت شیرین تحت تاثیر معنی‌دار تیمارهای آزمایش قرار گرفت (جدول ۳). بیشترین وزن تر و خشک بوته ذرت شیرین در تیمار ٥۰ درصدی ذرت شیرین با بادمجان مشاهده شد. این در حالی بود که بوته‌های ذرت شیرین که در نسبت ۲٥ درصد ذرت شیرین و ۷٥ درصد بادمجان رشد کرده بودند، از کمترین میزان وزن تر و خشک بوته برخوردار بودند و کشت خالص ذرت تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۳). بر خلاف این یافته‌ها، در بررسی کشت مخلوط ذرت و بادام زمینی (*Arachis hypogaea* L.)، بیشترین وزن خشک اندام هوایی بوته ذرت از کشت خالص این گیاه گزارش شده است (اینال و همکاران ۲۰۰۷).

بیشترین وزن دانه در بوته، وزن چوب و پوست بلال و وزن تر کل بلال مربوط به نسبت ٥۰ درصدی مخلوط ذرت شیرین و بادمجان بود. کمترین وزن دانه در بوته و وزن کل بلال در نسبت ۲٥ درصدی ذرت شیرین در اختلاط با بادمجان مشاهده شد. این درحالی بود که کمترین مقدار وزن تر چوب و پوست بلال ذرت شیرین مربوط به کشت خالص این گیاه بود. در خصوص این صفت، کرت‌های مخلوط بر کشت خالص ذرت شیرین ارجحیت داشت (جدول ۳). در نسبت ٥۰ درصد ذرت شیرین + ٥۰ درصد بادمجان و همچنین کشت خالص ذرت شیرین، دانه در مقایسه با چوب و پوست بلال، سهم بیشتری از وزن تر کل بلال را به خود اختصاص داد (جدول ۳)، که نشان‌دهنده اختصاص مواد فتوسنتزی بیشتر به دانه در مقایسه با سایر بخش‌های بلال در این تیمارها بود. در واقع با افزایش رقابت و کاهش توانایی گیاه در جذب و استفاده از منابع، انتقال مواد فتوسنتزی به اندام‌های زایشی با کاهش چشمگیری مواجه خواهد شد (مجنون حسینی و همکاران ۱۳۸۲). افزایش رقابت برای منابع به خصوص نور در بین گیاهان باعث کاهش انتقال مواد فتوسنتزی به سمت دانه و کاهش سهم دانه از تولید مواد فتوسنتزی می‌گردد، از این رو در ترکیب مناسبی از

گیاهان که شرایط بهتری برای دریافت نور و دسترسی به سایر منابع فراهم باشد، بخش عمده‌ای از مواد فتوسنتزی به دانه اختصاص خواهد یافت (نظری و همکاران ۱۳۹۱). بر خلاف این نتایج، در مطالعه‌ای مربوط به کشت مخلوط ذرت شیرین و ماش بیان شده است که وزن خشک بلال ذرت شیرین و اجزای آن مانند دانه، چوب و پوست بلال با افزایش سهم ماش در مخلوط کاهش یافت که دلیل آن افزایش رقابت برون گونه‌ای در مخلوط گزارش شده است (سرلک و آقا علیخانی، ۱۳۸۸). در کشت مخلوط ذرت و آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.) نیز بیشترین وزن خشک چوب بلال از تیمار کشت خالص ذرت گزارش شده است (موسویان و همکاران ۱۳۸۹).

جدول ۳- تاثیر تیمارهای آزمایش بر وزن بخش های مختلف بلال و وزن تر و خشک بوته ذرت شیرین

تیمارهای آزمایش	وزن خشک کل بوته (گرم در بوته)	وزن تر کل بوته (گرم در بوته)	وزن تر کل بلال (گرم)	وزن تر چوب و پوست بلال (گرم)	وزن تر دانه در بلال (گرم)
کشت خالص ذرت شیرین	۱۲۹/۵۱bc	۳۱۲/۵۲b	۲۴۰/۹bc	۱۱۰/۴۴b	۱۳۰/۴۶b*
ذرت ۷۵٪ + بادمجان ۲۵٪	۱۵۳/۶۸ab	۳۲۴/۰۱b	۲۶۹/۶۴b	۱۴۳/۴۸a	۱۲۶/۱۶b
ذرت ۵۰٪ + بادمجان ۵۰٪	۱۷۳/۴۸a	۳۹۴/۷۶a	۳۱۵/۴۸a	۱۴۴/۰۴a	۱۷۱/۴۴a
ذرت ۲۵٪ + بادمجان ۷۵٪	۱۰۴/۴۳c	۲۸۸/۷۷b	۲۲۴/۶۸c	۱۲۰/۲۳ab	۱۰۴/۴۵c
سطح معنی‌داری	*	**	**	*	**
ضریب تغییرات (درصد) C.V. (%)	۹/۳۳	۵/۳۶	۷/۱۹	۹/۶۸	۶/۰۹

* و **، به ترتیب نشان‌دهنده معنی‌داری در سطح ۵ و ۱ درصد می‌باشند.

* در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک از لحاظ آماری در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون دانکن فاقد اختلاف معنی‌دار هستند.

عملکرد بادمجان

عملکرد میوه، وزن میوه در بوته، تعداد میوه در متر مربع و تعداد میوه در بوته بادمجان تحت تاثیر معنی‌دار تیمارهای آزمایش قرار گرفت (جدول ٤).

بر اساس نتایج بدست آمده، بیشترین تعداد میوه در بوته مربوط به کشت خالص بادمجان بود که تفاوت معنی‌داری با نسبت‌های ۷۵ و ۵۰ درصدی بادمجان در اختلاط با ذرت شیرین نداشت. کاهش رقابت درون گونه‌ای که پس از برداشت ذرت با کاهش رقابت بین گونه‌ای نیز همراه شده بود، باعث افزایش نفوذ نور به داخل تاج پوشش و استفاده بهتر بادمجان از منابع موجود گردید و به دنبال آن افزایش تعداد میوه در بوته

جدول ۴- تجزیه واریانس عملکرد میوه، وزن میوه در بوته، تعداد میوه در متر مربع و در بوته بادمجان

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		تعداد میوه در بوته	تعداد میوه در متر مربع	وزن میوه در بوته	عملکرد میوه
بلوک	۲	۰/۱۹۴۴۴	۰/۸۶۰۲	۶۷۴/۳۶۸	۲۳۷۵۹۷۵
تیمار	۳	۷۴۶/۷۷۳۹۲**	۲۸/۰۹۳۶۸۶*	۲۴۸۰۷۳/۳۵**	۵۳۸۷۴۸۱۱۷**
خطای آزمایشی	۶	۲۱/۷۰۶۷۹	۳/۰۸۱۴۸۴۷	۶۶۶۰/۰۴۵۱	۵۰۶۷۹۳۲
ضریب تغییرات C.V. (%)		۲۲/۲۳	۲۴/۱۷	۱۳/۶۴	۱۲/۸۵

* و **، به ترتیب نشان‌دهنده معنی‌داری در سطح ۵ و ۱ درصد می‌باشند.

را در پی داشت. در مطالعه کشت مخلوط خیار و بامیه (*Abelmoschus esculentus* L.) گزارش شده است که عملکرد بوته و تعداد میوه در بوته به طور متوسط در خیار به ترتیب ۱۳ و ۱۶ درصد و در بامیه به ترتیب ۷۹ و ۵۷ درصد در کشت مخلوط بیشتر از کشت خالص هر یک از گیاهان بود (نادری و همکاران ۱۳۸۸).

تعداد میوه در متر مربع تابعی از تراکم بوته در واحد سطح بود، به همین دلیل کاهش تعداد میوه در متر مربع همزمان با کاهش سهم بادمجان در مخلوط دور از انتظار نبود (جدول ۵). بیشترین عملکرد تک بوته بادمجان (۸۱۱/۵۶ گرم) از تیمار ۲۵ درصد ذرت شیرین + ۷۵ درصد بادمجان بدست آمد که تفاوت معنی‌داری با تک‌کشتی بادمجان نداشت. کمترین عملکرد تک بوته بادمجان (۱۹۸/۹۵ گرم) مربوط به حضور ۲۵ درصدی بادمجان در کنار ذرت شیرین بود (جدول ۵). دلیل افزایش عملکرد تک بوته بادمجان در نسبت ۷۵ درصدی با ذرت شیرین احتمالا به دلیل کاهش رقابت درون گونه‌ای بین بوته‌های بادمجان به خصوص پس از برداشت ذرت شیرین باشد. خلعتبری و همکاران (۱۳۸۹) در بررسی عملکرد سورگوم علوفه‌ای (*Sorghum bicolor*) و ارزن مرواریدی (*Pennisetum* spp.) در کشت مخلوط اظهار داشتند که بیشترین میزان عملکرد تک بوته هریک از گیاهان و مجموع هر دو از نسبت ۷۵٪ سورگوم + ۲۵٪ ارزن مرواریدی بدست آمد؛ آنها دلیل این برتری را در کشت مخلوط در مقایسه با کشت خالص کاهش رقابت دو گیاه در نتیجه انتخاب گیاهان با نیازهای طبیعی و مدیریتی مشابه عنوان کرده‌اند.

جدول ۵- تاثیر تیمارهای آزمایش بر عملکرد، وزن میوه در بوته، تعداد میوه در متر مربع و تعداد میوه در بوته بادمجان

تیمارهای آزمایش	تعداد میوه در بوته	تعداد میوه در متر مربع	وزن میوه در بوته (گرم)	عملکرد (کیلوگرم در هکتار)
کشت خالص بادمجان	۹/۷۲۲a	۳۸/۸۸۹a	۸۰۴/۹۴a	۳۲۱۹۸a*
ذرت ۷۵٪ + بادمجان ۲۵٪	۳/۱۱۱b	۳/۱۱۱d	۱۹۸/۹۵c	۱۹۸۹d
ذرت ۵۰٪ + بادمجان ۵۰٪	۶/۸۰۶a	۱۳/۶۱۱c	۵۷۸/۰۵b	۱۱۵۶۱c
ذرت ۲۵٪ + بادمجان ۷۵٪	۹/۴۰۷a	۲۸/۲۲۲b	۸۱۱/۵۶a	۲۴۳۴۷b

* در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک از لحاظ آماری در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون دانکن فاقد اختلاف معنی‌دار هستند.

بیشترین عملکرد بادمجان (۳۲۱۹۸ کیلوگرم در هکتار) در تیمار تک‌کشتی بادمجان مشاهده شد. در تیمارهای مخلوط با افزایش سهم ذرت و کاهش تعداد بوته بادمجان در واحد سطح از عملکرد این گیاه کاسته شد (جدول ۵). بادمجان پس از برداشت ذرت در تاریخ ۲۳ مردادماه، تا اوایل مهرماه به تنهایی در سیستم حضور داشت و در این مدت نفعی از حضور ذرت شیرین نبرده است. بنابراین عملکرد این گیاه تحت تاثیر اثرات سیستم مخلوط نبوده و فقط متاثر از تعداد بوته در واحد سطح بود. در واقع اجزایی در کشت مخلوط بیشترین تاثیر را روی یکدیگر دارند و به هم سود می‌رسانند که زمان بیشتری را در سیستم کنار یکدیگر حضور داشته باشند. در کشت مخلوط بادمجان با ذرت، سورگوم (*Sorghum bicolor* L.) و ارزن (*Panucum miliaceum* L.) نیز افزایش عملکرد بادمجان در کشت مخلوط با سورگوم گزارش شده است، در این مطالعه افزایش عملکرد بادمجان در حضور سورگوم، برداشت همزمان هر دو گیاه و

حضور اجزای مخلوط در کنار یکدیگر در طول فصل رشد عنوان شده است (دگری و همکاران ۲۰۱٤). از سوی دیگر، کاهش عملکرد گوجه فرنگی (*Lycopersicon esculentum*) در کشت مخلوط با لوبیا سبز (*Phaseolus vulgaris*) در مقایسه با کشت خالص به دلیل کاهش تعداد میوه در بوته و رقابت بین گونه‌ای بر سر منابع نیز گزارش شده است (هناره و همکاران ۱۳۸۹). در کشت مخلوط هویج (*Daucus carota* L.) و ذرت شیرین نیز، کاهش عملکرد هویج با افزایش تعداد ردیف‌های ذرت شیرین در مخلوط گزارش شده است (اُگبوهی و اُرزولک ۱۹۸۷). در مقابل افزایش عملکرد خیار (*Cucumis sativus* L.) در کشت مخلوط با سیر (*Allium cepa* L.) و پیاز (*Allium sativum* L.) در مقایسه با کشت خالص خیار گزارش شده است (ژو و همکاران ۲۰۱۱).

بررسی سودمندی کشت مخلوط

نسبت برابری زمین

بررسی عملکرد نسبی هر یک از اجزای مخلوط نشان‌دهنده این بود که بالاترین مقدار عملکرد نسبی برای هر یک از گیاهان از نسبت ۷۵ درصدی آنها در کشت مخلوط بدست آمد. کمترین مقدار عملکرد نسبی بادمجان و ذرت شیرین نیز مربوط به تیمارهای اختلاط ۲۵ درصدی هر یک از آنها در مخلوط بود (جدول ٦). با اینکه نسبت برابری زمین کل تحت تاثیر معنی‌دار تیمارهای آزمایش قرار نگرفت، اما فزونی نسبت برابری زمین از واحد، هر چند هم که کم باشد نشان‌دهنده برتری کشت مخلوط است. بیشترین مقدار نسبت برابری زمین مربوط به تیمار ۵۰: ۵۰ ذرت شیرین: بادمجان بود که بیانگر این است که این تیمار عملکرد را در مقایسه با تک‌کشتی ٦ درصد افزایش داده است. نسبت ۲۵ درصد ذرت شیرین + ۷۵ درصد بادمجان نیز بیانگر برتری ۵ درصدی عملکرد مخلوط نسبت به کشت خالص بود. از نظر آماری اختلافی بین تیمارهای آزمایش به لحاظ نسبت برابری زمین مشاهده نشد (جدول ٦). در کشت مخلوط ذرت شیرین و ماش نیز، نسبت برابری زمین ۱/۰۸ از تیمار ۲۵ درصد ذرت شیرین: ۷۵ درصد ماش و نسبت برابری زمین ۱/۰۳ از تیمار ۷۵ درصد ذرت شیرین: ۲۵ درصد ماش گزارش نموده‌اند (سرلک و آقاعلیخانی ۱۳۸۸).

جدول ۶- نسبت برابری زمین، شاخص غالبیت، شاخص رقابت و ضریب ازدحام نسبی در نسبت‌های مختلف کشت مخلوط ذرت شیرین و بادمجان

تیمارهای آزمایش	نسبت برابری زمین (LER)			شاخص غالبیت (A)		ضریب ازدحام نسبی (RCC)		
	بادمجان	ذرت	LER	بادمجان	ذرت	بادمجان	ذرت	RCC
کشت خالص	۰/۵b	۰/۵c	۱a	-	-	-	-	-
ذرت ۷۵٪ + بادمجان ۲۵٪	۰/۰٦d	۰/۸۵a	۰/۹۱a	-۰/۸۸b	۰/۸۸a	۰/۲b	۱/۹۱ab	۰/۳۸a*
ذرت ۵۰٪ + بادمجان ۵۰٪	۰/۳٦c	۰/۷b	۱/۰٦a	-۰/٦۷b	۰/٦۷a	۰/۵۸ab	۲/۵۳a	۱/٤۱a
ذرت ۲۵٪ + بادمجان ۷۵٪	۰/۷٦a	۰/۲۹d	۱/۰۵a	-۰/۱۵a	۰/۱۵b	۱/۱٦a	۱/۲۸b	۱/٤۸a
سطح معنی‌داری	**	**	n.s.	*	*	*	*	n.s.
ضریب تغییرات C.V. (%)	۱۳/۵۹	۸/۸۱	۸/۱٦	۳۰/٤۷	۳۰/٤۷	۲۵/۹	۵۸/٤٦	٦٦/۰۵

* و **، به ترتیب نشان‌دهنده معنی‌داری در سطح ۵ و ۱ درصد و ns، نشان‌دهنده عدم معنی‌داری می‌باشند.

* در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک از لحاظ آماری در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون دانکن فاقد اختلاف معنی‌دار هستند.

شاخص غالبیت

این شاخص معیار ساده‌ای برای ارزیابی مقدار افزایش عملکرد نسبی یک گونه زراعی در مقایسه با گونه زراعی دیگر در کشت مخلوط است (گاش، ۲۰۰٤). اعداد شاخص غالبیت مربوط به ذرت شیرین در تمامی نسبت‌های مخلوط با بادمجان مثبت بود که نشان‌دهنده غالبیت ذرت شیرین در کشت مخلوط است، این در حالی است که بادمجان در کشت مخلوط با ذرت شیرین از غالبیت کمتری برخوردار بوده و در واقع گونه مغلوب بشمار می‌رود (جدول ٦). در بررسی کشت مخلوط ذرت با لوبیا عربی(*Vigna sinensis* L.) و لوبیا سبز (*Phaseolus vulgaris* L.)، شاخص غالبیت ذرت در تمامی نسبت‌های کاشت با هر دو گیاه مثبت گزارش شده است که دلالت بر غالبیت ذرت در کشت مخلوط با این دو لگوم دارد (ییلماز و همکاران ۲۰۰۸).

ضریب ازدحام نسبی

این شاخص نشان‌دهنده غالبیت نسبی یک گونه در مخلوط است (گاش ۲۰۰٤). بر اساس این شاخص، اعداد بالاتر از یک دلالت بر سود بری اجزای مخلوط از شرایط اختلاط و کشت توام دارند. بیشتر بودن اعداد ضریب ازدحام نسبی ذرت شیرین از بادمجان، مطابق با شاخص غالبیت، بر غالبیت ذرت شیرین در کشت مخلوط اشاره دارند (دیما و همکاران ۲۰۰۷). بیشترین K ذرت شیرین از نسبت ۵۰ درصدی این گیاه با بادمجان بدست آمد. این درحالی بود که کمترین مقدار K ذرت شیرین در نسبت ۲۵ درصد ذرت شیرین + ۷۵ درصد بادمجان مشاهده شد (جدول ٦). K ذرت شیرین در تمامی نسبت‌های مخلوط بالاتر از واحد بود که بیانگر سود بری ذرت شیرین نسبت به بادمجان از کشت مخلوط است (ییلماز و همکاران ۲۰۰۸). بیشترین مقدار ضریب ازدحام نسبی برای بادمجان مربوط به تیمار ۲۵ درصد ذرت شیرین + ۷۵ درصد بادمجان بود، که تنها نسبتی است که در آن سودمندی بادمجان از کشت مخلوط مشاهده می‌شود (جدول ٦). احتمالا عدم حضور ذرت شیرین در کنار بادمجان در تمام فصل رشد دلیل اصلی عدم استفاده بادمجان از فواید سیستم مخلوط باشد. بیشترین ضریب ازدحام نسبی کل (۱/٤۸) از تیمار ۲۵ درصد ذرت شیرین + ۷۵ درصد بادمجان بدست آمد که بسیار نزدیک به تیمار ۵۰ درصد ذرت شیرین + ۵۰ درصد بادمجان است (جدول ٦). بالاتر بودن ضریب ازدحام نسبی از یک، بیانگر سودمندی کشت مخلوط است که در نسبت‌های ۲۵ و ۵۰ درصدی ذرت شیرین در اختلاط با بادمجان مشاهده می‌شود (جدول ٦). در کشت مخلوط ذرت، سورگوم و ارزن (*Pennisetum glaucum* L.) با بادام زمینی، بیشترین مقدار ضریب ازدحام نسبی از کشت مخلوط ذرت با بادام زمینی گزارش شده است (گاش ۲۰۰٤).

در مجموع، آنچه از شاخص‌های ارزیابی سودمندی کشت مخلوط استنباط می‌شود این است که نسبت‌های ۵۰ و ۲۵ درصدی ذرت شیرین در اختلاط با بادمجان از برتری نسبت به کشت خالص برخوردار است، از سوی دیگر ذرت شیرین در این سیستم به عنوان گونه غالب بشمار می‌رود.

نتیجه‌گیری کلی

حضور توام دو گونه در کشت مخلوط از طریق افزایش فرصت‌ها در استفاده از منابعی مانند نور و مواد غذایی و کاهش اتلاف آب، سودمندی عملکرد را در مقایسه با تک‌کشتی به دنبال داشت. با توجه به نتایج بدست آمده حضور ۵۰ و ۲۵ درصدی ذرت شیرین در میان ردیف‌های بادمجان افزایش کارایی هر دو گیاه را در استفاده از موقعیت‌های محیطی موجود در سیستم در پی داشت. از این رو با توجه به کاشت بادمجان در سطوح کم و عمدتا در سیستم‌های کشاورزی معیشتی، که مبتنی بر قوانین همسو با طبیعت هستند و از روش‌هایی مانند چندکشتی‌ها و تناوب زراعی جهت دستیابی به تولید پایدار بهره می‌گیرند، استفاده از ذرت

شیرین جهت برتری عملکرد ضمن حفظ چارچوب‌های کشاورزی طبیعت مدار مفید به نظر می‌رسد. با این حال، اظهار نظر در این خصوص نیازمند بررسی سایر ابعاد این موضوع می‌باشد.

سپاسگزاری

بودجه این طرح از محل اعتبار پژوهه به شماره ۲/۳۰٦٤٦، مورخ ۹۳/٦/۹ معاونت محترم پژوهشی و فناوری دانشگاه فردوسی مشهد تامین شده است که بدینوسیله سپاسگزاری می‌شود.

منابع مورد استفاده

خلعتبری ا م، حسینی س م ب، مجنون حسینی ن و مظاهری د، ۱۳۸۹. بررسی اثر کشت مخلوط بر عملکرد علوفه خشک سورگوم علوفه‌ای (*Sorghum bicolor*) و ارزن مرواریدی (*Pennisetum* spp.). مجله علوم گیاهان زراعی ایران، ٤١(٢): ٢١٤-٢٠٥.

دهمرده م و کشته‌گر ع، ۱۳۹۳. ارزیابی عملکرد و اجزای عملکرد ذرت (*Zea mays* L.) در کشت مخلوط با بادام زمینی (*Arachis hypogaea* L.). نشریه بوم شناسی کشاورزی، ٦(٢): ٣٢٣-٣١١.

رضوانی مقدم پ و مرادی ر، ۱۳۹۱. بررسی تاریخ کاشت، کود بیولوژیک و کشت مخلوط بر عملکرد و کمیت اسانس زیره سبز و شنبلیله. مجله علوم گیاهان زراعی ایران، ٤٣(٢): ٢٣٠-٢١٧.

سرلک ش و آقاعلیخانی م، ۱۳۸۸. اثر تراکم بوته و نسبت اختلاط بر عملکرد کشت مخلوط ذرت شیرین (*Zea mays* L. var *Saccharata*) و ماش سبز (*Vigna radiate* L.). مجله علوم زراعی ایران، ١١(٤): ٣٨٠-٣٦٧.

کوچکی ع، گانی دزکی ب و نجیب نیا س، ۱۳۸۸ الف. ارزیابی تولید در کشت مخلوط لوبیا و ذرت. نشریه پژوهشهای زراعی ایران، ٧(٢): ٦١٤-٦٠٥.

کوچکی ع، نصیری محلاتی م، مندنی ف، فیضی ح و امیرمرادی ش، ۱۳۸۸ ب. ارزیابی جذب و کارایی مصرف نور توسط کانوپی کشت مخلوط ذرت و لوبیا. نشریه بوم شناسی کشاورزی، ١(١): ٢٣-١٣.

کوچکی ع، نصیری محلاتی م، خرم دل س، انورخواه س، ثابت تیموری م و سنجانی س، ۱۳۸۹. مطالعه شاخص های رشد شاهدانه (*Cannabis sativa* L.) و کنجد (*Sesamum indicum* L.) در دو نوع کشت مخلوط جایگزینی و افزایشی. نشریه بوم شناسی کشاورزی، ٢(١): ٤٠-٣٠.

کوچکی ع، شباهنگ ج، خرم دل س و امین غفوری الف، ۱۳۹۱. بررسی اکولوژیک الگوهای مختلف کشت مخلوط ردیفی گاوزبان اروپایی (*Borago officinalis* L.) و لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.). نشریه بوم شناسی کشاورزی، ٤(١): ١١-١.

مختارپور ح، مساوات الف، فیض بخش م و صابری ع، ۱۳۸۷. اثر تاریخ کاشت و تراکم بوته بر عملکرد بلال ذرت شیرین در کشت تابستانه. نشریه تولید گیاهان زراعی، ١(١): ١١٣-١٠١.

موسویان ن، لرزاده ش، ابراهیم پور نورآبادی ف و چعب ع، ۱۳۸۹. تأثیر نیتروژن و نسبت اختلاط بر عملکرد دانه و برخی ویژگی های مورفولوژیک ذرت و آفتابگردان در کشت مخلوط در شمال خوزستان. نشریه پژوهشهای زراعی ایران، ٨(٤): ٧١٦-٧٠٨.

نادری ر، کاشی ع و سام دلیری م، ۱۳۸۸. تعیین بهترین تراکم و الگوی کاشت در کشت توام خیار (*Cucumis sativus* L.) و بامیه (*Abelmoschus esculentus* L.). نشریه پژوهش در علوم زراعی، ١(٤): ٧٤-٦١.

نصیری محلاتی م، کوچکی ع، ۰رضوانی مقدم پ و بهشتی ع، ۱۳۸۰. اگرواکولوژی. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد،

نظری ش، زعفریان ف، فرهمندفر الف و زند الف، ۱۳۹۱. تاثیر گذاری تاریخ‌های مختلف کاشت گیاهان پوششی بر کنترل علف‌های هرز، تجمع و انتقال مجدد مواد فتوسنتزی در ذرت (*Zea mays* L.). مجله پژوهش علف‌های هرز، ٤(۲): ۵۲-۳۹.

نقی زاده م، رمرودی م، گلوی م، سیاه سر ب، حیدری م و مقصودی مود ع، ۱۳۹۱. تأثیر کاربرد انواع کود فسفری شیمیایی و زیستی بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت و خلر در کشت مخلوط. مجله علوم گیاهان زراعی ایران، ٤۳(۲): ۲۱۵-۲۰۳.

مجنون حسینی ن، محمدی هـ پوستینی ک و زینالی خانقاه ح، ۱۳۸۲. تاثیر تراکم بوته بر صفات زراعی، میزان کلروفیل و درصد انتقال مجدد ساقه در ارقام نخود سفید (*Cicer arientinum* L.). مجله علوم کشاورزی ایران، ۳٤(٤): ۱۰۱۱-۱۰۱۹.

هناره م، جدایی ع، حسنی ق و انویه ل، ۱۳۸۹. بررسی عملکرد و سودآوری گوجه فرنگی در کشت مخلوط با لوبیا سبز. نشریه زراعت، ۲۳(٤): ۸٦-۷۹.

Agegnehu G, Ghizaw A and Sinebo W, 2008. Yield potential and land-use efficiency of wheat and faba bean mixed intercropping. Agronomy for Sustainable Development, 28: 257-263.

Bhagat SB, Chavan SA, Zagade MV and Dahiphale AV, 2006. Intercropping groundnut and sweet corn at different fertility levels and row proportions. Indian Journal of Crop Science, 1(1-2): 151-153.

Carruthers K, Prithiviraj B, Fe Q, Cloutier D, Martin RC and Smith DL, 2000. Intercropping corn with soybean, lupin and forages: yield component responses. European Journal of Agronomy, 12: 103-115.

Dahmardeh M, 2013. Intercropping two varieties of maize (*Zea mays* L.) and Peanut (*Arachis hypogaea* L.): Biomass yield and intercropping advantages. International Journal of Agriculture and Forestry, 3(1): 7-11.

Degri MM, Dauda Z and Mailafiya DM, 2014. Effect of intercropping on the infestation of eggplant fruit borer (*Daraba laisalis* Wlk) in northern guinea savanna of Nigeria. Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences, 2(5): 473-477.

Dhima KV, Lithourgidis AS, Vasilakoglou IB and Doras CA, 2007. Competition indices of common vetch and cereal intercrops in two seeding ratio. Field Crop Research, 100: 249-256.٠

Ghosh PK, 2004. Growth, yield, competition and economics of groundnut/cereal fodder intercropping systems in the semi-arid tropics of India. Field Crop Research, 88: 227-237.

Inal A, Gunes A, Zhang F and Cakmak I, 2007. Peannut/maize intercropping induced changes in rhizosphere and nutrient concentrations in shoots. Plant Physiology and Biochemistry, 45: 350-356.

Li L, Sun J, Zhang F, Li X, Yang S and Rengel Z, 2001. Wheat/maize or wheat/soybean strip intercropping I. Yield advantage and interspecific interactions on nutrients. Field Crop Research, 71: 123-137.

Lithourgidis AS, Vlachostergios DN, Dordas CA and Damalas CA, 2011. Dry matter yield, nitrogen content, and competition in pea-cereal intercropping systems. European Journal of Agronomy, 34: 287-294.

Mbah EU and Ogbodo EN, 2013. Assessment of intercropped sweet corn (*Zea mays* var. saccharata) and vegetable cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) using competitive indices in the derived savannah of south-eastern Nigeria. Journal of Biology, Agriculture and Healthcare, 3(3): 84-93.

Mead R and Willey RW, 1980. The concept of a 'land equivalent ratio' and advantages in yields from intercropping. Experimental Agriculture, 16: 217-228.

Myaka FM, Sakala WD, Adu-Gyamfi JJ, Kamalongo D, Ngwira A, Odgaard R, Nielsen NE and Hogh-Jensen H, 2006. Yields and accumulations of N and P in farmer-managed intercrops of maize-pigeonpea in semi-arid Africa. Plant Soil, 285: 207-220.

Ogbuehi CRA and Orzolek MD, 1987. Intercropping of carrot and sweetcorn in a multiple cropping system. Scientia Horticulturae, 31: 17-24.

Rezvani Moghaddam P, Raoofi MR, Rashed Mohassel MH and Moradi R, 2009. Evaluation of sowing patterns and weed control on mung bean (*Vigna radiate* L. Wilczek) and black cumin (*Nigella sativa* L.) intercropping system. Journal of Agroecology, 1(1): 65-79.

Stoltz E and Nadeau E, 2014. Effects of intercropping on yield, weed incidence, forage quality and soil residual N in organically grown forage maize (*Zea mays* L.) and faba bean (*Vicia faba* L.). Field Crop Research, 169: 21-29.

Tsubo M, Walker S and Ogindo HO, 2005. A simulation model of cereal-legume intercropping systems for semi-arid regions I. Model development. Field Crop Research, 93: 10-22.

Tsubo M, Walker S and Ogindo HO, 2005. A simulation model of cereal-legume intercropping systems for semi-arid regions II. Model application. Field Crop Research, 93: 23-33.

Undie UL, Uwah DF and Attoe EE, 2012. Effect of intercropping and crop arrangement on yield and productivity of late season maize/soybean mixtures in the humid environment of south southern Nigeria. Journal of Agricultural Science, 4(4): 37-50.

Willey RW and Rao MR, 1980. A competitive ratio for quantifying competition between intercrops. Experimental Agriculture, 16: 117-125.

Yilmaz S, Atak M and Erayman M, 2008. Identification of advantages of maize-legume intercropping over solitary cropping through competition indices in the east Mediterranean region. Turkish Journal of Agriculture & Forestry, 32: 111-119.

Zhang G, Yang Z and Dong S, 2011. Interspecific competitiveness affects the total biomass yield in an alfalfa and corn intercropping system. Field Crop Research, 124: 66-73.

Zhou X, Yu G and Wu F, 2011. Effects of intercropping cucumber with onion and garlic on soil enzyme activities, microbial communities and cucumber yield. European Journal of Soil Biology, 47: 279-287.