"مجله علوم زراعی ایران"
جلد چهاردهم، شماره ٤ زمستان ۱۳۹۱

اثر کشت مخلوط بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت و سیب‌زمینی در کشت زود هنگام بهاره در منطقه جیرفت

Effect of maize and potato intercropping on yield and yield components in early spring planting in Jiroft region

غلامرضا افشارمنش[۱]

چکیده

افشار منش. غ ر. ۱۳۹۱. اثر کشت مخلوط بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت و سیب‌زمینی در کشت زود هنگام بهاره در منطقه جیرفت. **مجله علوم زراعی ایران.** ۱٤(٤): ۳٤٥-۳۳۳.

به منظور بررسی اثر کشت مخلوط بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت و سیب‌زمینی آزمایشی در سال‌های ۹۰ – ۱۳۸۹ و ۸۹ – ۱۳۸۸ در مرکز تحقیقات کشاورزی شهید مقبلی جیرفت و کهنوج به اجرا گذاشته شد. آزمایش به صورت کشت زود هنگام در بهار و تیمارهای آزمایشی شامل: کشت خالص ذرت (T1)، کشت خالص سیب‌زمینی (T2)، کشت مخلوط سیب‌زمینی و ذرت با نسبت ردیف سیب‌زمینی یک و ذرت دو (T3)، سیب‌زمینی دو و ذرت دو (T4)، سیب‌زمینی یک و ذرت یک (T5)، سیب‌زمینی دو و ذرت یک (T6)، سیب‌زمینی دو و ذرت دو (T7) (۱۰۰ درصد ذرت و ۱۰۰ درصد سیب‌زمینی)، سیب‌زمینی یک و ذرت سه (T8)، سیب‌زمینی سه و ذرت یک (T9)، سیب‌زمینی دو و ذرت سه (T10)، سیب‌زمینی سه و ذرت دو (T11)، سیب‌زمینی چهار و ذرت دو (T12)، سیب‌زمینی دو و ذرت چهار (T13)، سیب‌زمینی دو و ذرت دو (T14) (۱۰۰ درصد ذرت و ۵۰ درصد سیب‌زمینی) بودند که در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار مقایسه شدند. نتایج نشان داد که بیشترین عملکرد ذرت (۱۱٦۹۰ کیلوگرم در هکتار) از تیمار T8 که برتر از تک کشی ذرت بود، حاصل شد. بیشترین عملکرد غده سیب‌زمینی (۱٦۰۱۰ کیلوگرم در هکتار) از تیمار کشت خالص به دست آمد. بالاترین LER از تیمار T8 (۱/٦۱) حاصل گردید. با توجه به عملکرد و نسبت برابری زمین محاسبه شده در کشت زودهنگام بهاره کشت مخلوط ذرت و سیب‌زمینی با نسبت ردیف‌های کاشت یک ردیف سیب‌زمینی و سه ردیف ذرت و تیمار سه ردیف سیب‌زمینی و دو ردیف ذرت به همراه تیمار یک ردیف سیب‌زمینی و دو ردیف ذرت برای منطقه جیرفت مناسب‌تر به نظر می‌رسند.

واژه‌های کلیدی: کشت خالص، کشت مخلوط، ردیف کاشت و نسبت برابری زمین.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۸/۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۹/۱ این مقاله مستخرج از طرح تحقیقاتی شماره ۲-۷۰-۰۳-۸۷۰۷۷ مصوب مرکز تحقیقات کشاورزی جیرفت و کهنوج می‌باشد

۱- عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی جیرفت و کهنوج. عضو انجمن علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران(afshar137@yahoo.com)

[DOR: 20.1001.1.15625540.1391.14.4.2.9]

مقدمه

در بسیاری از نقاط جهان زراعت مخلوط به دلیل استفاده حداکثر از منابع محیطی، کاهش ریسک تولید، موازنه در تغذیه، حاصلخیزی خاک و نیز افزایش مقدار تولید در واحد سطح بر تک کشتی برتری دارد (Mazaheri, 1998). از مهم‌ترین فواید کشت مخلوط افزایش تولید در واحد سطح نسبت به تک کشتی، به دلیل استفاده بهتر از عوامل محیطی مانند نور، آب و مواد غذایی موجود در خاک است (Banik *et al*., 2006).

ذرت یکی از گیاهانی است که به دلیل سازگاری بالا می‌تواند با گیاهان زیادی به صورت مخلوط کشت شود. گزارش شده است که ۶۰ درصد ذرت کشت شده در مناطق گرمسیری آمریکای لاتین بصورت مخلوط انجام می شود (Francis and Decoteau, 1993). به طور معمول کشت مخلوط غلات خصوصاً ذرت با حبوبات در سطح وسیعی از جهان انجام شده و تحقیقات زیادی روی آن صورت گرفته است (Seran and Brintha., 2010). منطقه جنوب استان کرمان از جمله شهرستان جیرفت از مناطق بسیار مستعد برای کشت و تولید ذرت به شمار می‌رود. کاشت بیش از ۱۸ هزار هکتار ذرت در این اراضی و دارا بودن شرایط آب و هوایی مناسب امکان کشت دو بار آنرا در سال امکان‌پذیر می‌سازد. کشت زود هنگام بهاره ذرت در نیمه دوم بهمن ماه و کشت تابستانه در مردادماه انجام می‌گیرد. از طرفی شرایط آب و هوایی خاص منطقه توان بالای تولید سیب‌زمینی خارج از فصل را نیز دارا می‌باشد. کشت عمده سیب‌زمینی در مناطق جنوبی کشور زمانی انجام می‌گیرد که درجه حرارت هوا بالا بوده و باعث از بین رفتن بسیاری از غده‌های بذری می‌شود (Darabi, 2008). نتایج برخی از آزمایش‌ها نشان داده است که کشت مخلوط سیب‌زمینی با یک گیاه سایه‌انداز مثل ذرت، راهکار زراعی مناسبی جهت تعدیل میکروکلیمای سیب‌زمینی محسوب می‌شود. دمای بالای هوا و خاک در اوایل فصل رشد (اوایل پاییز) باعث تأخیر در سبز شدن و استقرار ضعیف گیاه سیب‌زمینی می‌شود (Midmore *et al*., 1988; Vander Zagg and Demagante, 1990). سیب‌زمینی یک گیاه مناطق معتدله است که وقتی تحت شرایط دمای بالای خاک رشد می‌کند، رشد و عملکرد آن به شدت کاهش می‌یابد (Vander zagg and Demagante. 1988). مولا و تکالینگ (Molla and Tekaling, 2010) در ارزیابی کشت مخلوط سیب‌زمینی و سورگوم را در مناطق گرم و گرم و مرطوب در اتیوپی گزارش کردند که عملکرد سیب‌زمینی در کشت خالص ۲۱/۰۸۹ تن در هکتار بود، در حالی که عملکرد آن در کشت مخلوط با سورگوم به نسبت ۱۰۰ درصد سیب‌زمینی با ۵۰ و ۲۵ درصد سورگوم به ترتیب به ۱۴/۱۱۱ و ۱۴/۱۲۳ تن در هکتار کاهش یافت. جمشیدی و همکاران (Jamshidi *et al*., 2008) حداکثر عملکرد غده سیب‌زمینی را از نسبت مخلوط ۷۵ درصد سیب‌زمینی با کشت ۲۵ درصد ذرت به میزان ۲۰۳۹۰ کیلوگرم در هکتار و بالاترین عملکرد ذرت به میزان ۸۸۹۸ کیلوگرم در هکتار را از کشت ۵۰ درصد سیب‌زمینی و ۵۰ درصد ذرت گزارش کردند. بالاترین نسبت برابری زمین (۱/۸۷) از تراکم ۶ بوته در مترمربع با تراکم ۴۰ و ۵۰ بوته در مترمربع لوبیا گزارش شده است (Rezaei – Chianeh *et al*., 2011). دهمرده و همکاران (Dahmardeh *et al*., 2010) بالاترین عملکرد ماده خشک را ۳۰۵۱۰ کیلوگرم در هکتار از کشت مخلوط ذرت با لوبیا چشم بلبلی به نسبت‌های کشت ۱۰۰ درصد ذرت و ۱۰۰ درصد لوبیای چشم بلبلی گزارش کردند. عملکرد ۴۴ تن در هکتار غده سیب‌زمینی در کشت مخلوط سیب‌زمینی و ذرت از تراکم ۲/۳۸ بوته در مترمربع ذرت با ۴/۷۶ بوته در مترمربع سیب‌زمینی و بالاترین نسبت برابری زمین (۱/۵۵ – ۱/۴۳) برتری کشت مخلوط را نسبت تک کشتی

[DOR: 20.1001.1.15625540.1391.14.4.2.9]

نشـان داد (Al – Dalain, 2009). هوگـار و پالـد (Hugar and Palled., 2008) در ارزیابی کشـت مخلـوط ذرت با لوبیای فرانسوی نسبت برابـری زمـین را ۱/۴۸ و لوبیـای چشـم بلبلـی را ۱/۳۵ گـزارش کردنـد. یـولاه و همکاران (Ullah *et al*., 2007) این نسبت را در مخلـوط ذرت با سویا ۱/۶۲ گزارش کردند.

دارابـی (Darabi, 2004) در کشـت تـوأم ذرت علوفه‌ای و سیب‌زمینی در کشت پاییزه گزارش کرد کـه عملکرد سیب‌زمینـی در هـر دو کشـت خـالص و تـوأم بسـیار پـایین و غیـر اقتصـادی بـود. کشـت مخلـوط سیب‌زمینـی بـا گیاهـان سایه‌انـداز مثـل ذرت در نقـاط مختلفـی از جهـان توسـط کشـاورزان بـه مرحلـه اجـرا درآمـده اسـت. در اسـتان هـوبی چـین، ۸۰ درصـد سـیب‌زمینـی در مخلـوط بـا ذرت و سـویا تولیـد و سیسـتم‌هـای ۱:۱ (دهـه ۱۹۵۰)، ۱:۲ (دهـه ۱۹۶۰) و ۲:۲ (دهه ۱۹۷۰) به ترتیب ردیف‌های سیب‌زمینـی و ذرت) توسط جی مینگ و میـدمور (Jieming and Midmore, 1990) گزارش شـده اسـت. اوسـوم (Ossom, 2010) در ارزیابی کشت مخلوط سیب‌زمینی شیرین و ذرت نسبت برابـری زمـین را بـین ۰/۷۷ و ۰/۷۴ گـزارش نمـود. پراکاشـی و همکـاران (Prakashy *et al*., 2004) کـاهش ۱/۵ تا ۲۵/۸ درصدی عملکـرد غـده سیب‌زمینـی را در کشت مخلوط نسبت به تک کشتی سیب‌زمینی گـزارش کردند.

در شـرایط حاضـر کشـور، قیمـت سـیب‌زمینـی بخصوص در کشت زمستانه آن بسیار متغیـر بـوده و بـا توجه به مشخص بودن قیمت ذرت، مـی‌تـوان بـا کشـت مخلوط آن با یـک گیـاه دیگـر، خطـر نوسـانات شـدید قیمت و شرایط آب و هوایی نامناسب در برخی سـال‌هـا را تـا حـدی کـاهش داد. بـه همـین منظـور در آزمـایش حاضر اثر کشت مخلوط بر عملکـرد و اجـزای عملکـرد دو گیاه سیب‌زمینی و ذرت در کشت بهـاره در جیرفـت مورد ارزیابی قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی عملکرد دو محصول ذرت و سـیب زمینی در کشت مخلوط، آزمایشـی در دو سـال زراعـی ۹۰ – ۱۳۸۹ و ۸۹ – ۱۳۸۸ در مرکـــز تحقیقـــات کشاورزی شهید مقبلی جیرفت و کهنوج اجرا شـد. ایـن آزمایش با ۱۴ تیمار در قالـب طـرح بلـوک‌هـای کامـل تصـادفی در سـه تکـرار بـه روش جـایگزینی و روش افزایشی انجـام شـد. تیمارهـای آزمـایش شـامل: کشـت خالص ذرت (T_1)، کشت خالص سـیب‌زمینـی (T_2)، دو ردیف ذرت + یک ردیف سیب زمینی (T_3)، دو ردیف ذرت + دو ردیف سیب زمینی (T_4)، یـک ردیـف ذرت + یک ردیف سیب زمینی (T_5)، یک ردیف ذرت + دو ردیف سیب زمینی (T_6)، دو ردیـف ذرت + دو ردیـف سیب زمینی (T_7) (تفاوت T_7 با T_4 در ایـن اسـت کـه در T_4 بـرای هـر محصـول تـراکم بوتـه ۵۰ درصـد تـراکم مطلـوب در حالیکـه در T_7 بـرای هـر دو محصـول ۱۰۰ در صد تراکم مطلوب استفاده شـد)، سـه ردیـف ذرت + یـک ردیـف سـیب زمینـی (T_8)، یـک ردیـف ذرت + سـه ردیـف سـیب زمینـی (T_9)، سـه ردیـف ذرت + دو ردیف سیب زمینـی (T_{10})، دو ردیـف ذرت + سه ردیف سیب زمینی (T_{11})، دو ردیف ذرت + چهار ردیـف سـیب زمینـی (T_{12})، چهـار ردیـف ذرت + دو ردیف سیب زمینی (T_{13})، دو ردیف ذرت + دو ردیـف سیب زمینی (T_{14}) (تفاوت ایـن تیمـار بـا T_7و T_4 در ایـن اسـت کـه در ایـن تیمـار از تـراکم بوتـه ۱۰۰ در صـد مطلـوب بـرای ذرت و ۵۰ درصـد مطلـوب بـرای سـیب زمینی استفاده شـد). تـراکم مطلـوب بـرای هـر دو گیـاه ذرت و سـیب‌زمینـی ۶۶۵۰۰ بوتـه در هکتـار و تـراکم کشت‌هـای خـالص بـرای هـر دو گیـاه ۶۶۵۰۰ بوتـه در هکتار در نظر گرفته شدند. در کلیه تیمارها بجـز تیمـار، T_7= ۱۳۳۰۰۰ و T_{14}= ۹۹۷۵۰ بوتـه در هکتـار، در بقیـه تیمارها تراکم دو گیاه در مخلوط ۶۶۵۰۰ بوته در هکتار بود. خصوصیات فیزیکوشـیمیایی خـاک محـل اجـرای آزمایش در جدول یک ارائه شده است.

[DOR: 20.1001.1.15625540.1391.14.4.2.9]

جدول ۱- نتایج تجزیه خاک محل اجرای آزمایش

Table 1. Physical and chemical properties of soil

عمق Soil depth (cm)	pH	درصد اشباع SP (%)	هدایت الکتریکی Ec ($dS.m^{-1}$)	نیتروژن کل N(%)	فسفر قابل جذب P (Ava) ($mg.kg^{-1}$)	پتاسیم قابل جذب K (Ava)($mg.kg^{-1}$)	بافت خاک Texture
0 – 30	7.9	29	1.18	0.03	7	170	Sandy loam
30 – 60	8.1	25	1.02	0.03	4	140	Loamy sand

نتایج تجزیه خاک در سال دوم تقریباً مشابه سال اول بود. مصرف کودهای شیمیایی برای سیب‌زمینی به میزان ۷۵ کیلوگرم پتاس (از منبع سولفات پتاسیم)، ۴۶ کیلوگرم فسفر (از منبع سوپر فسفات تریپل) و ۲۳۰ کیلوگرم نیتروژن از منبع اوره) که تمامی کود پتاس و فسفر همزکان با کاشت و یک سوم کود نیتروژن در زمان سبز شدن حدود ۷۰ درصد بوته‌ها، مرحله دوم یک ماه بعد و یک سوم باقیمانده قبل از گلدهی به صورت سرک مصرف شد و مصرف کودهای شیمیای در ذرت تمامی کود فسفر و پتاس و یک سوم کود نیتروژن همزمان با کاشت به صورت نواری به میزان ۷۵ کیلوگرم پتاس (از منبع سولفات پتاسیم) ۴۶ کیلوگرم فسفر (از منبع سوپرفسفات تریپل) و ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار (از منبع اوره) که یک سوم کود نیتروژن در مرحله ۵ تا ۷ برگی و یک سوم باقیمانده در مرحله ظهور گل‌آذین به صورت سرک به مصرف رسید. در تیمارهای T_7 و T_{14} تراکم بوته به ترتیب دو بربار و یک و نیم برابر سایر تیمارها بود. مصرف کود نیز به همین نسبت بیشتر از بقیه تیمارها بود. رقم ذرت مورد استفاده هیبرید ۷۰۴، و برای سیب‌زمینی رقم آریندا در نظر گرفته شد. طول ردیف‌های کاشت ۶ متر، فاصله بین تیمارها یک جویچه نکاشت و فاصله بین تکرارها دو متر در نظر گرفته شد. در اوایل دی‌ماه سیب‌زمینی با توجه به خطوط در نظر گرفته در کرت‌ها کشت و مابین آنها برای کشت ذرت در ۲۰ بهمن‌ماه در نظر گرفته شد. صفات اندازه‌گیری شده در ذرت شامل ارتفاع بوته، تعداد ردیف دانه در بلال، تعداد دانه در ردیف بلال و وزن هزار دانه بودند. برای اندازه‌گیری‌ها تعداد ۵ گیاه که وضعیت کاملاً مشابهی با سایر بوته‌های کرت داشتند بصورت تصادفی انتخاب و میانگین داده‌های حاصل به عنوان ارزش آن صفت منظور گردید. صفات اندازه‌گیری شده در سیب زمینی شامل تعداد غده در بوته، میانگین وزن غده و ارتفاع بوته بودند. برای اندازه‌گیری عملکرد در کشت‌های مخلوط حداقل دو خط ذرت و دو خط سیب زمینی از سطحی معادل ۷/۵ مترمربع (پس از حذف یک متر از ابتدا و انتهای هر ردیف) برداشت شد. نسبت برابری زمین LER بر اساس تک کشتی های ذرت و سیب زمینی با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد (Mazaheri, 1998):

$$LER= Yab / Yaa+ Yba / Ybb \qquad (۱)$$

پس از جمع‌آوری داده‌ها، محاسبات آماری با استفاده از نرم افزار Mstatc به صورت مرکب دو ساله و مقایسه میانگین ها با استفاده از آزمون دانکن انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس عملکرد و اجزای عملکرد ذرت در کشت مخلوط با سیب‌زمینی در مجموع دو سال آزمایش حاکی از آن است که اثر تیمارها بر عملکرد دانه، وزن هزار دانه و ارتفاع بوته در سطح احتمال یک درصد و بر تعداد دانه در ردیف بلال در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بودند. به نظر می‌رسد که شرایط حاکم بر آزمایش لحاظ آب و هوایی و مدیریتی در دو سال اجرای آزمایش حاصل تفاوت‌ها و تغییرات ایجاد شده ناشی از اثر تیمارهای آزمایشی بود. با توجه با پایین بودن درجه حرارت در سال اول در

[DOR: 20.1001.1.15625540.1391.14.4.2.9]

جدول ۲- تجزیه واریانس مرکب عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای در کشت مخلوط با سیب‌زمینی (کشت زود هنگام بهاره) در سال‌های زراعی ۸۹ – ۱۳۸۸

Table 2. Combined analysis of variance for maize grain yield and yield components in intercropping with potato (early planting in spring) (2009 and 2010)

			میانگین مربعات (MS)				
S. O. V	منابع تغییر	درجه آزادی d.f	عملکرد دانه Grain yield	تعداد ردیف در بلال No. row.ear^{-1}	تعداد دانه در ردیف Kernal.row^{-1}	وزن هزار دانه 1000 kernal weight	ارتفاع بوته Plant height
Year	سال	1	73.041**	23.705*	4.154*	59483.5**	0.462*
Year × Replication	سال × تکرار	4	1.180	1.179	323.795	496.87	121.026
Treatment	تیمار	12	4.461**	3.788 ns	496.513*	4196.97**	2422.190**
Year × treatment	تیمار × سال	12	6.219*	1.955 ns	258.513 ns	2480.40*	120.434 ns
Error	خطای آزمایش	48	3.349	2.221	960.205	688.608	527.915

جدول ۳- تجزیه واریانس مرکب عملکرد و اجزای عملکرد سیب‌زمینی در کشت مخلوط با ذرت (کشت زود هنگام بهاره) در سال‌های زراعی ۸۹ – ۱۳۸۸

Table 2. Combined analysis of variance for potato tuber yield and yield components in intercropping with maize (early planting in spring) (2009 and 2010)

			میانگین مربعات (MS)		
S. O. V	منابع تغییر	درجه آزادی d.f	عملکرد غده Tuber yield	تعداد غده در بوته Tuber.plant^{-1}	متوسط وزن غده Mean tuber weight
Year	سال	1	4.870 ns	1.282 ns	554.900 ns
Year × Replication	سال × تکرار	4	6.465	3.133	501.505
Treatment	تیمار	12	54.797**	1.138 ns	1928.338**
Year × treatment	تیمار × سال	12	8.836**	1.649 ns	2468.217**
Error	خطای آزمایش	48	2.603	1.397	543.221

ns: Not significant

ns : غیر معنی‌دار

* and **: Significant at 5% and 1% probability levels, respectively

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

[DOR: 20.1001.1.15625540.1391.14.4.2.9]

زمان گلدهی ذرت، گرده‌افشانی به نحو مطلوب انجام و عملکرد نسبت به سال دوم افزایش داشته است. تأثیر معنی‌دار عملکرد دانه ذرت در کشت مخلوط با گیاهانی نظیر لوبیا که ارتفاع بوته کمی دارند توسط رضایی چیانه و همکاران (Rezaei Chianeh *et al.*, 2011) نیز گزارش شده است. نتایج تجزیه واریانس عملکرد و اجزای عملکرد سیب‌زمینی در کشت مخلوط با ذرت نشان داد که در مجموع دو سال اثر تیمارهای آزمایش بر عملکرد غده و متوسط وزن غده در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدل ۳). معنی‌دار شدن تیمارهای کشت مخلوط سیب‌زمینی با ذرت توسط جمشیدی و همکاران (Jamshidi *et al.*, 2008) و معنی‌دار شدن عملکرد دانه ذرت و وزن هزار دانه آن در کشت مخلوط با سیب‌زمینی توسط حسین پناهی و همکاران (Hosseinpanahi *et al.*, 2009) گزارش شده است که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. مقایسه عملکرد و اجزای عملکرد ذرت در مجموع دو سال آزمایش در مخلوط با سیب‌زمینی در کشت بهاره نشان داد که بالاترین عملکردهای دانه ذرت از تیمارهای نسبت ردیف‌های کاشت: سیب‌زمینی یک و ذرت سه (T_8)، سیب‌زمینی یک و ذرت دو (T_3)، کشت خالص ذرت (T_1)، سیب‌زمینی دو و ذرت سه (T_{10}) و سیب‌زمینی دو و ذرت چهار (T_{13})، به ترتیب به مقدار ۱۱۶۹۰، ۱۱۱۴۰، ۱۰۸۱۰، ۱۰۴۸۰ و ۸۸۴۰ (کیلوگرم در هکتار) حاصل شد (جدول ۴). عملکرد ذرت در کشت‌های مخلوط سیب‌زمینی یک و ذرت سه (T_8) و سیب‌زمینی یک و ذرت دو (T_3) بیشتر از کشت خالص ذرت (T_1) بود، هر چند این تفاوت معنی‌دار نبود. تیمار T_8 (سه ردیف ذرت با یک ردیف سیب‌زمینی) حدود ۸۸۰ کیلوگرم دانه بیشتری نسبت به کشت خالص داشت.

بالاترین تعداد ردیف در بلال (به ترتیب ۱۶/۷، ۱۶/۲)، از تیمارهای T_8 و T_3 به دست آمد. بیشترین تعداد دانه در ردیف از تیمارهای T_3، T_1 و T_{13} (به ترتیب **۴۳/۵**، **۴۳/۰** و **۴۱/۸** دانه) حاصل شد. بیشترین وزن هزار دانه از تیمار T_5، T_1، T_4، T_3 و T_{11} (به ترتیب **۳۷۸**، **۳۷۵**، **۳۷۳**، **۳۵۵** و **۳۳۷** گرم) به دست آمد. عملکرد دانه ذرت در فاصله بیشتر ردیف‌ها نسبت به تک کشتی آن افزایش پیدا کرد و در مقابل عملکرد سیب‌زمینی در اثر سایه‌اندازی بیش از حد ذرت کاهش پیدا کرد. بنظر می‌رسد که در تیمارهای کشت مخلوط، با افزایش تعداد ردیف‌های کاشت (سیب‌زمینی) ذرت از نور خورشید استفاده بیشتری کرده و از طریق افزایش تعداد ردیف دانه در بلال و تعداد دانه در ردیف بلال و وزن هزار دانه، عملکرد دانه بیشتری تولید کرد. میدمور و همکاران (Midmore *et al.*, 1988) گزارش کردند که در کشت مخلوط سیب‌زمینی و ذرت در تیمارهایی که نسبت‌های کاشت دو محصول یکسان بود، عملکرد سیب‌زمینی در اثر سایه‌اندازی ذرت به طور معنی‌داری نسبت به تک کشتی کاهش پیدا کرد، اما در تیمارهایی که تراکم ذرت بیش از ۲۰ درصد کل تراکم مخلوط نبود (نسبت‌های ۱:۴، ۱:۶، ۱:۹ و ۱:۱۱ به ترتیب تعداد ردیف‌های سیب‌زمینی و ذرت) عملکرد سیب‌زمینی مشابه با تک کشتی آن بود که دلیل آن بهبود شرایط میکروکلیمای سیب‌زمینی در اثر سایه‌اندازی ذرت اعلام شد. جمشیدی و همکاران (Jamshidi *et al.*, 2008) بالاترین عملکرد دانه ذرت را در کشت مخلوط با سیب‌زمینی حدود ۸۸۹۸ کیلوگرم در هکتار از نسبت کاشت ۱:۱ گزارش کردند که نسبت به تک‌کشتی آن برتری داشت. این موضوع با نتایج تحقیق حاضرمطابقت دارد.

مقایسه میانگین عملکرد و اجزای عملکرد سیب‌زمینی در مجموع دو سال آزمایش در کشت مخلوط با ذرت (کشت بهاره) نشان داد که بالاترین عملکرد غده سیب‌زمینی از تیمار T2 (کشت خالص سیب‌زمینی) به مقدار ۱۶۰۱۰ کیلوگرم در هکتار بدست آمد که با تیمار T9 با عملکرد غده ۱۴۶۷۰ کیلوگرم در هکتار اختلاف معنی‌داری نداشت ولی نسبت به سایر

[DOR: 20.1001.1.15625540.1391.14.4.2.9]

جدول ۴- مقایسه میانگین عملکرد و اجزای عملکرد ذرت در کشت مخلوط با سیب‌زمینی در سال‌های ۸۹– ۱۳۸۸

Table 4. Mean comparison for grain yield and yield components of maize in intercropping with potato (2009 and 2010)

Treatments	تیمارهای آزمایشی	عملکرد دانه Grain yield (kg.ha^{-1})	تعداد ردیف در بلال No. row.ear^{-1}	تعداد دانه در ردیف No. kernel.row^{-1}	وزن هزار دانه 1000 kernal weight (g)	ارتفاع بوته Plant height (cm)
Maize (sole) (T_1)	ذرت (خالص)	10810ab	14.7abc	43.0ab	375ab	245a
Potato (sole) (T_2)	سیب‌زمینی (خالص)	-	-	-	-	-
2Maize +1Potato (T_3)	دو ذرت + یک سیب‌زمینی	11140a	16.2ab	43.5a	355abc	222abc
2Maize +2Potato (T_4)	دو ذرت + دو سیب‌زمینی	9600abc	15.5abc	38.2cde	373ab	210abcd
1Maize +1Potato (T_5)	یک ذرت + یک سیب‌زمینی	7010cde	15.7abc	38.7cde	378a	203abcd
1Maize +2Potato (T_6)	یک ذرت + دو سیب‌زمینی	4630de	14.7abc	37.7cde	356abc	197bcd
2Maize +2Potato (T_7)	دو ذرت + دو سیب‌زمینی	6390cde	14.5bc	36.8de	335abc	183ab
3Maize +1Potato (T_8)	سه ذرت + یک سیب‌زمینی	11690a	16.7a	41.5abc	363abc	228ab
1Maize +3Potato (T_9)	یک ذرت + سه سیب‌زمینی	3970c	14.3bc	34.5e	339abc	207abcd
3Maize +2Potato (T_{10})	سه ذرت + دو سیب‌زمینی	10480ab	15.3abc	41.17abc	327bc	189bcd
2Maize +3Potato (T_{11})	دو ذرت + سه سیب‌زمینی	6560cde	15.2abc	39.0bcd	337abc	215abc
2Maize +4Potato (T_{12})	دو ذرت + چهار سیب‌زمینی	5390de	14.5bc	40.7abcd	322cd	194bcd
4Maize +2Potato (T_{13})	چهار ذرت + دو سیب‌زمینی	8840abc	15.5abc	41.8abc	340abc	198bcd
2Maize +2Potato (T_{14})	دو ذرت + دو سیب‌زمینی	7780bcd	13.8c	37.8cde	281d	169d

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

Means in each column followed by similar letters(s) are not significantly different at 5% probability level, using Duncan's Multiple Range Test

[DOR: 20.1001.1.15625540.1391.14.4.2.9]

تیمارها تک کشتی برتر از کشت مخلوط بود (جدول ۵). علت کاهش عملکرد در تیمارهای مخلوط را می‌توان در کاهش تعداد ردیف کشت سیب‌زمینی عنوان نمود که به کشت ذرت اختصاص داده شده است. میانگین تعداد غده در بوته معنی‌دار نبود و بالاترین متوسط وزن غده ۱۱۰/۵، ۱۰۶/۴ گرم مربوط به تیمارهای T_2 (تک کشتی سیب‌زمینی) و T_{12} (چهار ردیف سیب‌زمینی و دو ردیف ذرت) به

جدول ۵- مقایسه میانگین عملکرد غده و اجزای عملکرد سیب‌زمینی در مخلوط با ذرت در سال‌های ۸۹ - ۱۳۸۸

Table 5. Mean comparison for tuber yield and yield components of potato in intercropping with maize (2009 and 2010)

Treatments	تیمارهای آزمایشی	عملکرد غده Tuber yield ($kg.ha^{-1}$)	غده در بوته Tuber.plant^{-1}	وزن غده Tuber weight (g)
Maize (sole) (T_1)	ذرت (خالص)	–	–	–
Potato (sole) (T_2)	سیب‌زمینی (خالص)	16010a	4.2ab	110.5a
2Maize +1Potato (T_3)	دو ذرت + یک سیب‌زمینی	6260c	3.2b	78.3abc
2Maize +2Potato (T_4)	دو ذرت + دو سیب‌زمینی	8010bc	3.9ab	45.4c
1Maize +1Potato (T_5)	یک ذرت + یک سیب‌زمینی	7630bc	3.9ab	68.1abc
1Maize +2Potato (T_6)	یک ذرت + دو سیب‌زمینی	9730b	3.9ab	74.2abc
2Maize +2Potato (T_7)	دو ذرت + دو سیب‌زمینی	8130bc	4.1ab	66.1abc
3Maize +1Potato (T_8)	سه ذرت + یک سیب‌زمینی	8440bc	3.8ab	80.6abc
1Maize +3Potato (T_9)	یک ذرت + سه سیب‌زمینی	14670a	3.8ab	98.3ab
3Maize +2Potato (T_{10})	سه ذرت + دو سیب‌زمینی	7170bc	4.6ab	84.4abc
2Maize +3Potato (T_{11})	دو ذرت + سه سیب‌زمینی	8730bc	4.3ab	88.8ab
2Maize +4Potato (T_{12})	دو ذرت + چهار سیب‌زمینی	9530b	4.9a	106.4ab
4Maize +2Potato (T_{13})	چهار ذرت + دو سیب‌زمینی	6040c	4.3ab	86.6abc
2Maize +2Potato (T_{14})	دو ذرت + دو سیب‌زمینی	7040bc	3.9b	98.5ab

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

Means in each column followed by similar letters(s) are not significantly different at 5% probability level, using Duncan's Multiple Range Test

جدول ۶- نسبت برابری زمین برای عملکرد دانه ذرت و سیب‌زمینی در تیمارهای کشت مخلوط

Table 6. Land Equivalent Raito (LER) in maize and potato intercropping treatments

		نسبت برابری زمین (LER)		
Treatments	تیمارهای آزمایشی	ذرت Maize	سیب‌زمینی Potato	مجموع Total
2Maize +1Potato (T_3)	دو ذرت + یک سیب‌زمینی	1.03	0.39	1.42
2Maize +2Potato (T_4)	دو ذرت + دو سیب‌زمینی	0.88	0.50	1.39
1Maize +1Potato (T_5)	یک ذرت + یک سیب‌زمینی	0.65	0.49	1.16
1Maize +2Potato (T_6)	یک ذرت + دو سیب‌زمینی	0.42	0.63	1.06
2Maize +2Potato (T_7)	دو ذرت + دو سیب‌زمینی	0.59	0.50	1.10
3Maize +1Potato (T_8)	سه ذرت + یک سیب‌زمینی	1.08	0.52	1.60
1Maize +3Potato (T_9)	یک ذرت + سه سیب‌زمینی	0.39	0.89	1.28
3Maize +2Potato (T_{10})	سه ذرت + دو سیب‌زمینی	0.97	0.45	1.42
2Maize +3Potato (T_{11})	دو ذرت + سه سیب‌زمینی	0.68	0.54	1.15
2Maize +4Potato (T_{12})	دو ذرت + چهار سیب‌زمینی	0.50	0.59	1.09
4Maize +2Potato (T_{13})	چهار ذرت + دو سیب‌زمینی	0.81	0.37	1.19
2Maize +2Potato (T_{14})	دو ذرت + دو سیب‌زمینی	0.72	0.44	1.16

[DOR: 20.1001.1.15625540.1391.14.4.2.9]

جدول ۷- مقادیر عملکرد نسبی و نسبت برابری زمین برای عملکرد در کشت مخلوط ذرت با سیب‌زمینی

Table 7. Relative yield and yield eqivalent ratio (LER) for by yield in intercropping of maize and potato

Treatments	تیمارهای آزمایشی	عملکرد دانه ذرت Maize grain yield ($kg.ha^{-1}$)	عملکرد نسبی Relative yield	عملکرد سیب‌زمینی Potato tuber yield ($kg.ha^{-1}$)	عملکرد نسبی Relative yield	LER	معادل کل عملکرد Total equivalent yield	عملکرد نسبی کل (۱) Total Relative yield (1)	عملکرد نسبی کل (۲) Total Relative yield (2)
Maize (sole) (T_1)	ذرت (خالص)	10810	100	-	-	-	10.81	-	-
Potato (sole) (T_2)	سیب‌زمینی (خالص)	-	-	16010	100	-	16.01	-	-
2Maize +1Potato (T_3)	دو ذرت + یک سیب‌زمینی	11140	103	6260	39	1.42	17.4	160.9	108.6
2Maize +2Potato (T_4)	دو ذرت + دو سیب‌زمینی	9600	89	8010	50	1.39	17.61	162.9	109.9
1Maize +1Potato (T_5)	یک ذرت + یک سیب‌زمینی	7100	66	7630	48	1.14	14.73	136.3	92.0
1Maize +2Potato (T_6)	یک ذرت + دو سیب‌زمینی	4630	43	9730	61	1.04	14.36	132.8	89.0
2Maize +2Potato (T_7)	دو ذرت + دو سیب‌زمینی	6390	59	8130	51	1.10	14.52	134.3	91.0
3Maize +1Potato (T_8)	سه ذرت + یک سیب‌زمینی	11690	108	8440	53	1.60	20.13	186.2	125.7
1Maize +3Potato (T_9)	یک ذرت + سه سیب‌زمینی	3970	37	14670	91	1.28	18.64	172.4	116.4
3Maize +2Potato (T_{10})	سه ذرت + دو سیب‌زمینی	10480	97	7170	45	1.42	17.65	163.2	110.2
2Maize +3Potato (T_{11})	دو ذرت + سه سیب‌زمینی	6560	61	8730	54	1.15	15.29	141.4	96.5
2Maize +4Potato (T_{12})	دو ذرت + چهار سیب‌زمینی	5390	50	9530	59	1.09	14.92	138.0	93.2
4Maize +2Potato (T_{13})	چهار ذرت + دو سیب‌زمینی	8880	82	6040	37	1.19	14.88	137.6	92.9
2Maize +2Potato (T_{14})	دو ذرت + دو سیب‌زمینی	7780	72	7040	44	1.16	14.82	137.1	92.6

Total Relative yield (1): Main crop is maize

Total Relative yield (2): Main crop is potato

عملکرد نسبی کل (۱): محصول اصلی ذرت

عملکرد نسبی کل (۲): محصول اصلی سیب‌زمینی

[DOR: 20.1001.1.15625540.1391.14.4.2.9]

دست آمد. حداکثر عملکرد غده سیب‌زمینی (۲۰۳۹۰ کیلوگرم در هکتار) از نسبت‌های کشت مخلوط ۳ به ۱ (سیب‌زمینی – ذرت) توسط جمشیدی و همکاران (Jamshidi *et al*., 2008) نیز گزارش شده است.

آل- دالاین (AL – Dalain, 2009) بالاترین عملکرد سیب‌زمینی را در تیمار تک کشتی به میزان ۳۵/۵ تن در هکتار بدست آورد که با عملکرد سیب‌زمینی در کشت مخلوط ذرت و سیب‌زمینی با تراکم‌های (۲/۳۸ بوته ذرت و ۴/۷۶ بوته سیب زمینی در متر مربع) با عملکرد ۲۵/۵ تن در هکتار، تفاوت معنی‌داری نداشت. کاهش عملکرد سیب‌زمینی در کشت مخلوط با ذرت به کاهش تابش خورشیدی و کاهش سطح برگ نسبت داده شده است (Sharaiha *et al*., 2004). حسین‌پناهی و همکاران (Hossein Panahi *et al*., 2009) در ارزیابی جذب و کارایی مصرف نور در کشت مخلوط ذرت و سیب‌زمینی گزارش کردند که هر چه تعداد ردیف‌های بیشتری از سیب‌زمینی در زیر سایه‌انداز مستقیم ذرت قرار گیرد، کارایی مصرف نور بیشتر کاهش می‌یابد

نسبت برابری زمین برای هر دو گونه ذرت و سیب‌زمینی به صورت جداگانه محاسبه گردیده و مشخص شد که گیاه ذرت بر سیب‌زمینی غالب بود (جدول ۶). بالاترین نسبت برابری زمین (۱/۴۲ برای تیمارهای T_3 و T_{10} و ۱/۳۹ برای تیمار T_4) بودند. نتایج مربوط به معادل عملکرد کل و عملکردهای نسبی نشان داد در شرایطی که ذرت به عنوان گیاه اصلی در نظر گرفته شد، در تیمار T_3 حدود ۶۰ درصد و در تیمار T_{10} حدود ۶۳ درصد و در تیمار T_4 حدود ۶۲ درصد کشت مخلوط به نفع ذرت بوده و در صورتی که سیب‌زمینی به عنوان محصول اصلی در نظر گرفته شد، در تیمار T_3 حدود ۹ درصد، در تیمار T_{10} حدود ۱۰ درصد و در تیمار T_4 نیز حدود ۱۰ درصد به نفع سیب‌زمینی بود. در مجموع ترکیب‌های مختلف کشت‌های مخلوط به نفع ذرت بود (جدول ۷). آل – دالاین (AL – Dalain, 2000) گزارش کرد که کشت مخلوط ذرت و سیب‌زمینی نسبت به تک‌کشتی برتری داشت. نامبرده بالاترین مقادیر LER را (۱/۵۵ – ۱/۴۳) گزارش کرد که با نتایج حاصل از این تحقیق مطابقت دارد.

در مجموع در کشت زودهنگام بهاره کشت مخلوط ذرت و سیب‌زمینی با نسبت ردیف‌های کاشت: یک ردیف سیب‌زمینی با سه ردیف ذرت و تیمار سه ردیف سیب‌زمینی و دو ردیف ذرت همراه با تیمار یک ردیف سیب‌زمینی با دو ردیف ذرت، به علت بالاتر بودن مقادیر نسبت برابری زمین در منطقه اجرای آزمایش مناسب‌تر از سایر تیمارها بودند.

منابع مورد استفاده

Reference

Al – Dalain, S. A. 2009. Effect of intercropping of maize with potato on potato growth and on the productivity and land equivalent ratio of potato and maize. Agric. J. 4(3): 164–170.

Banik, P., A. Midya, B. K. Sarkar and S. S. Ghose. 2006. Wheat and chickpea intercropping systems in additive series experiment: Advantages and smothering. Europ. J. Agron. 24: 324–332.

Dahmardeh, M., A. Ghanbari, B. A. Syahsar and M. Ramrodi. 2010. The role of intercropping maize (*Zea mays* L.) and cowpea (*Vigna unguiculata* L.) on yield and soil chemical properties. Afr. J. Agric. Res. 5(8): 631–636.

Darabi, A. A. 2004. Intercropping of potato and forage corn in autumn planting. Sci. J. Agric. (SJA). 27(1): 169–172. (In Persian with Einglish abstract).

[DOR: 20.1001.1.15625540.1391.14.4.2.9]

Darabi, A. S. 2008. Effect of autumn and winter planting and temperate stress on total yield, marketable yield and yield components of some potato cultivars. Iran. J. Agric. Res. Seed Plant. 23(3): 373–386. (In Persian with Einglish abstract).

Francis, R. and D. R. Decteau. 1993. Developing and effective southern pea and sweet corn intercropping system. Hort. Technol. 3: 178 – 184.

HosseinPanahi, F., A. Koocheki, M. Nassiri Mohallati and R. Ghorbani. 2009. Evaluation of yield component in potato-corn intercropping. Iran. J. Field Crops Res. 7(1): 23–30. (In Persian with Einglish abstract).

Hosseinpanahi, F., A. R. Koochehi, M. Nassiri Mohallati and R. Ghorbani. 2010. Evaluation of radiation absorption and use efficiency in potato-corn intercropping. J. Agroecol. 2(1): 50–60. (In Persian with Einglish abstract).

Hugar, H. Y. and Y. B. Palled. 2008. Studies on maize vegetable intercropping systems. Karnataka J. Agric. Sci. 21: 162–164.

Jamshidi, K., D. Mazaheri and J. Saba. 2008. An evaluation of yield in intercropping of maize and potato. Desert 12: 105 –111. (online at: http://jdesert.ut.ac.ir).

Jieming, L. and J. Midmore. 1990. A review of potato intercropping practices in western Hubei, China. Field Crops Res. 25: 41–50.

Mazaheri, D. 1998. Multiple Cropping. Tehran University Press. pp. 262. (In Persian).

Midmore, D., J. Roca and D. Bearrios. 1988. Potato (*Solanum* spp.) in the hot tropics: IV. Intercropping with maize and the influence of shade on the potato microenvironment and crop growth. Feld Crops Res. 18: 141–157.

Molla, A. and A. Tekalign. 2010. Potato based intercropping with sorghum in the hot to warm moist valleys of north Shewa Ethiopia. World J. Agric. Sci. 6(5): 485–488.

Ossom, E. M. 2010. Influence of sweet potato-maize association on ecological properties and crop yield in Swaziland. Int. J. Agric. Biol. 12–4: 481 – 488.

Prakashy. E. D., A. K. Pandey and A. K. Srivastava. 2004. Relay intercropping of potato (*Solanum tuberosum*) in maize (*Zea mays*) under mid – hill condition. J. Agric. Sci. 74(2): 64 – 67.

Rezaei – Chianeh, E., A. D. Mohammadi Nassab, M. R. Shakiba, K. Ghassemi – Golezan, S. Aharizad and F. Shekari. 2011. Intercropping of maize (*Zea mays* L.) and faba bean (*Vicia faba* L.) in different plant population densities. Afr. J. Agric. Res. 6(7): 1786 –1793.

Seran, T. H. and I. Brintha. 2010. Review on maize based intercropping. J. Agron. 9(3): 135–145.

Sharaiha, R. K., H. M. Saoub and O. Kafawin. 2004. Varietal response of potato, bean and corn to intercropping. Dirasat. Agric. Sci. 31(1): 1–11.

Ullah, A., M. A. Bhatti, Z. A. Gurmani and M. Imran, 2007. Studies on planting patterns of maize (*Zea mays*

[DOR: 20.1001.1.15625540.1391.14.4.2.9]

L.) facilitating legumes intercropping. J. Agric. Res. 45: 113–118.

Vander Zagg, P. and A. C. Demagante. 1988. Potato (*Solanum* spp.) in an isohyperthermi. III. Evaluation of clones. Field Crops Res. 19: 167–181.

Vander Zagg, P. and A. C. Demagante. 1990. Potato (*Solanum* spp.) in an isohyperthermic environment. V. Intercropping with maize. Field Crops Res. 25: 157–170.

[DOR: 20.1001.1.15625540.1391.14.4.2.9]

Effect of maize and potato intercropping on yield and yield components in early spring planting in Jiroft region

Afsharmanesh, Gh. R.[1]

ABSTRACT

Afsharmanesh, Gh. R. 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).**

To determine the effect of intercropping of maize with potato on yield, yield components of two crops and land equivalent ratio (LER), a field experiment was conducted in Shahid Moghabeli Agricultural Research Center of Jiroft and Kahnooj, Iran, in 2010 and 2011 cropping seasons. The experiment was grown as early-planting in spring. The experimental treatments included; maize sole cropping (T_1), potato sole cropping (T_2) and intercropping of potato: maize with planting row ratios: 1:2 (T_3), 2:2 (T_4), 1:1 (T_5), 2:1 (T_6), 2:2 (T_7, in which 100% plant density was used for maize and 100% was used for potato), 1:3 (T_8), 3:1 (T_9), 2:3 (T_{10}), 3:2 (T_{11}), 4:2 (T_{12}), 2:4 (T_{13}), 2:2 (T_{14} in which 100% plant density was used for corn and 50% was used for potato). The experimental design was randomized complete block design with three replications. Results showed that the highest maize yield (11690 kg ha^{-1}) was obtained in treatment T_8 (1 row of potato and 3 rows of maize) which was higher than that in maize sole cropping. The highest potato tuber yield (16010 kg ha^{-1}) was produced in potato sole cropping. The highest LER was obtained in T_8 (1.61). It is concluded that potato:maize intercropping with planting row ratios of 1:3 was more suitable in early spring planting in Jiroft region in Iran.

Keyword: Sole cropping, Intercropping, Planting row ratio and Land equivalent ratio.

[DOR: 20.1001.1.15625540.1391.14.4.2.9]

Received: October, 2011 Accepted: November, 2012

1-Faculty member, Jiroft Agricultural Research Center, Jiroft, Iran (Email:afshar137@yahoo.com)