

تأثیر کاربرد انواع کود فسفوری شیمیایی و زیستی بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت و خلر در کشت مخلوط

مهدی نقی زاده^{۱*}، محمود رمرودی^۲، محمد گلوی^۲، براتعلی سیاه سر^۳، مصطفی حیدری^۴ و علی اکبر مقصودی مود^۵

۱، دانشجوی دکتری دانشگاه زابل و استادیار دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید باهنر کرمان

۲، ۳، ۴، ۵، دانشیاران، استادیار و دانشیار، دانشگاه زابل

۶، دانشیار دانشگاه شهید باهنر کرمان

(تاریخ دریافت: ۹۰/۵/۲۶ - تاریخ تصویب: ۹۱/۱/۳۰)

چکیده

به منظور بررسی تأثیر کودهای فسفوری شیمیایی و زیستی و نسبت‌های مختلف کشت مخلوط بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت و خلر، در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ دو آزمایش جداگانه در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه کرمان و مزرعه دشتکار در بردسیر کرمان اجرا شد. آزمایش در هر دو محل، به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار اجرا گردید. فاکتورهای مورد بررسی شامل چهار سطح کود فسفوری و پنج الگوی کاشت بود. تجزیه مرکب داده‌ها نشان داد که اثر مکان بر اکثر ویژگی‌های اندازه‌گیری شده معنی‌دار بود. اثر نسبت‌های مختلف کشت و کودهای فسفوری بر وزن هزار دانه، تعداد دانه در ردیف، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت ذرت معنی‌دار بود و بیشترین آن‌ها در مخلوط ۷۵:۲۵ ذرت و خلر و تیمار کودی ۵۰ درصد فسفر زیستی +۵۰ درصد فسفر شیمیایی و کمترین آن‌ها در کاشت خالص ذرت و شرایط عدم مصرف کود بدست آمد. برهمکنش نسبت‌های مختلف کشت و کودهای فسفوری بر تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت خلر معنی‌دار بود و حداکثر این پارامترها در کشت مخلوط ۲۵:۷۵ ذرت و خلر و تیمار کودی ۵۰ درصد فسفر زیستی +۵۰ درصد فسفر شیمیایی حاصل گردید. ارزیابی نسبت برابری زمین نشان داد که نسبت برابری زمین در تمام سیستم‌های کشت مخلوط بیشتر از یک بود و بیشترین آن در کشت مخلوط ۲۵:۷۵ ذرت و خلر مشاهده شد. این نشان دهنده برتری کشت مخلوط نسبت به کشت خالص است. بنابراین این نسبت کشت مخلوط همراه با مصرف ۵۰ درصد فسفر زیستی +۵۰ درصد فسفر شیمیایی در شرایط کرمان قابل توصیه می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: کشت مخلوط، فسفر زیستی، ذرت، خلر.

مقدمه

2000). لذا نیاز به طراحی و اجرای سیستم‌های برخوردار از پایداری و عملکرد به شدت احساس می‌شود (Samarajeewa et al., 2006). به عبارت دیگر علاوه بر افزایش تولیدات کشاورزی از طریق افزایش سطح زیر کشت و عملکرد در واحد سطح، باید از عامل زمان و

افزایش جمعیت جهان، تخریب منابع طبیعی و به دنبال آن نیاز مبرم به افزایش تولیدات غذایی، منجر به ایجاد فشار بر منابع طبیعی شده و پایداری سیستم‌های کشاورزی را تهدید می‌کند (Liebman and Davis,)

زراعت مخلوط انجام می‌شود (Francis & Decoteau, 1993).

در چند دهه اخیر افزایش کاربرد کودهای شیمیایی نیتروژنی موجب شده است بقولات علوفه‌ای نظیر خمر (*Lathyrus sativas L.*) که با تثبیت بیولوژیک نیتروژن به حاصلخیزی خاک کمک می‌کنند، فراموش شوند. در حالی که این گیاهان از پتانسیل بالای تولید علوفه، توان رشد در خاک‌های غیر بارور و فرسایش یافته برخوردارند و بدلیل دوره رشد کوتاه، برای تولید علوفه و مدیریت واحد زراعی مناسب می‌باشند (Lazanyi, 2000). در نیم قرن گذشته مصرف کودهای شیمیایی عملکرد بسیاری از محصولات زراعی را افزایش داده، ولی ثبات زیست محیطی ناشی از مصرف بیش از حد این کودها و عدم واکنش اغلب این محصولات به مصرف مقادیر بیشتر کودها، تولیدات مواد غذایی را در دهه‌های آینده با مشکل مواجه خواهد ساخت. توجه به کودهای زیستی به عنوان جایگزینی برای کودهای شیمیایی، به منظور افزایش حاصلخیزی خاک در کشاورزی پایدار به عنوان یک رویکرد جدید مطرح شده است (Alikhan et al., 2010). فسفر یکی از مهم ترین عناصر حیات است که به اشکال معدنی و آلی در طبیعت وجود دارد. کمبود فسفر نه تنها در میزان رشد گیاه تأثیر دارد، بلکه روی تشکیل بذر و کمیت و کیفیت آن نیز بسیار تأثیرگذار است (Piex et al., 2001).

در کشاورزی متداول از کودهای فسفاته شیمیایی برای رفع کمبود خاک استفاده می‌شود، ولی در عمل درصد بالایی از کودهای مصرفی با یون های خاک ترکیب و به صورت غیر محلول و غیر قابل جذب برای گیاه در می‌آیند (Rokhzadi et al., 2004). کاربرد باکتری‌های حل کننده فسفات، موجب افزایش حلالیت فسفر غیر محلول، افزایش جذب فسفر، افزایش محتوای نیتروژن و پتاسیم در بافت‌های گیاهی و در نتیجه افزایش عملکرد می‌گردد (Piex et al., 2001). کودهای بیولوژیک شامل انواع ریز موجودات آزادی هستند که طی فرایندهای بیولوژیک توانایی تبدیل عناصر غذایی اصلی را از فرم غیر قابل جذب به فرم قابل جذب دارند و منجر به توسعه سیستم ریشه‌ای و جوانه‌زنی بهتر بذر می‌گردند (Arpana et al., 2002). گزارش شده که

مکان در تولید محصولات زراعی، یعنی اجرای چند کشتی نیز استفاده گردد (Banik et al., 2006). نظام کشت مخلوط، با افزایش تعداد گونه در واحد سطح، به عنوان یک راه حل برای افزایش تولید در کشاورزی پیشرفته، پیشنهاد شده است (Brummer, 1998). در این راستا انتخاب گیاهانی که کمترین رقابت را در یک آشیان اکولوژیک با هم داشته باشند، قدم عمده‌ای محسوب می‌شود. بهره‌برداری بیشتر از عوامل محیطی نیازمند تیپ ایده‌آل گیاه زراعی است، که قادر باشد در کمترین زمان تمام آشیان اکولوژیک ممکن را به طور کامل اشغال کند و از منابع و امکانات محیطی استفاده بیشتری ببرد (Banik et al., 2006).

برتری کشت مخلوط بر کشت خالص این است که در اغلب موارد تولید بیشتری از آن در مقایسه، از همان مقدار زمین بدست می‌آید (Brummer, 1998). افزایش تولید در کشت مخلوط را می‌توان به کاهش رشد علف‌های هرز، کاهش خسارت آفات و بیماری‌ها و استفاده بهتر از منابع نسبت داد (Liebman & Davis, 2000). در کشت مخلوط گندمیان با بقولات، گندمیان با برخورداری از ریشه‌های افشان، ساختمان خاک را اصلاح نموده و از این طریق از فرسایش آبی خاک جلوگیری می‌کنند (Lazanyi, 2000). بقولات نیز با برخورداری از ریشه عمودی گرایش به نفوذ در اعماق خاک دارند. بنابراین وجود یک گراس همراه با یک لگوم، در حفاظت خاک نقش مهمی را ایفا می‌کند کارایی نظام کشت مخلوط با شاخص‌های عملکرد نسبی، نسبت برابری زمین و شاخص سودمندی اقتصادی ارزیابی می‌گردد (Banik et al., 2006). کشت مخلوط لگوم و گراس با بهره‌گیری از سیستم ریشه‌ای و برگی متفاوت کارایی استفاده از نور و زمین را افزایش داده و سبب افزایش عملکرد دو گیاه در کشت مخلوط می‌شود. در صورت کمبود نیتروژن در خاک لگوم‌ها با تثبیت نیتروژن میزان نیتروژن قابل دسترس را در کشت مخلوط لگوم و غلات افزایش می‌دهند (Adu-Gyamfi et al., 2007). نشان داده شده است که ذرت (*Zea mays L.*) به دلیل قدرت سازگاری بالا می‌تواند با گیاهان زیادی به صورت مخلوط کشت گردد (Yazdani et al., 2009). مثلاً ۶۰ درصد کشت ذرت در مناطق گرمسیری آمریکای لاتین به صورت

درجه حرارت در سال اجرای طرح به ترتیب ۱۵۲/۹ میلیمتر و ۱۷ درجه سانتیگراد بود. اقلیم بردسیر جزو مناطق معتدل و خشک می‌باشد و میانگین بارندگی و درجه حرارت، در طول دوره تحقیق به ترتیب ۱۶۳/۹ میلیمتر و ۱۴ درجه سانتیگراد بود (Anonymus, 2010). بافت خاک هر دو محل آزمایش (کرمان و بردسیر) لومی شنی بود. مزارع در سال قبل از آزمایش آیش بودند. هر دو آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار اجرا شدند که در هر یک توزیع تصادفی متفاوتی از ترکیبات تیماری در تکرارها بکار گرفته شد. فاکتورها شامل چهار سطح کودی (فسفر زیستی (از نوع بارور ۲)، فسفر شیمیایی (از نوع سوپر فسفات تریپل)، ۵۰ درصد فسفر زیستی + ۵۰ درصد فسفر شیمیایی و شاهد (فاقد کود فسفر اعم از زیستی و شیمیایی) و پنج الگوی کاشت به روش جایگزینی (خالص ذرت، ۷۵ درصد ذرت و ۲۵ درصد خلر، ۵۰ درصد ذرت و ۵۰ درصد خلر، ۲۵ درصد ذرت و ۷۵ درصد خلر با خالص خلر) بودند. تهیه زمین شامل شخم (تا عمق ۳۰-۲۰ سانتیمتر) و دو دیسک بهاره عمود بر هم و تسطیح زمین بوسیله لولر بود. قبل از کاشت بر اساس نتایج آنالیز خاک (جدول ۱ و ۲)، ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن از منبع اوره (در سه نوبت قبل از کاشت، مرحله ساقه رفتن ذرت و مرحله گل دهی ذرت) و با توجه به تیمارهای کود فسفری نیز به کرت‌های مورد نظر کود فسفر شیمیایی (سوپر فسفات تریپل) به میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار به زمین اضافه گردید.

استفاده از کودهای شیمیایی به همراه کودهای زیستی و آلی سبب افزایش عملکرد، تجمع ماده خشک و افزایش سطح برگ در کشت ذرت شده است (Ibeauch et al., 2007). همچنین افزایش عملکرد اقتصادی و رشد رویشی ذرت با استفاده از کودهای زیستی توأم با کودهای شیمیایی در کشت مخلوط ذرت و لگوم مشاهده شده است (Saleem et al., 2011). آسیب‌های زیست محیطی، تغییر ساختار شیمیایی، فیزیکی و زیستی خاک و مشکلات بهداشتی سبب بازگشت به کودهای آلی با تغییراتی در قالب کشاورزی ارگانیک گردید. استفاده از کودهای زیستی را باید احیای فلور طبیعی خاک و مسیری برای رسیدن به کشاورزی پایدار دانست (Das, 2006 & Bagual). این تحقیق با هدف ارزیابی تاثیر کود فسفر زیستی بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت و خلر در کشت مخلوط به اجرا درآمد.

مواد و روش‌ها

آزمایش‌ها در سال ۸۹-۱۳۸۸ به‌طور همزمان، در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان (با طول جغرافیایی ۵۷ درجه و ۱۰ دقیقه شمالی و عرض جغرافیایی ۳۰ درجه و ۲۰ دقیقه شرقی و با ارتفاع ۱۷۵۰ متر از سطح دریای آزاد) و مزرعه مجتمع اقتصادی کمیته امداد امام خمینی (ره) در دشتکار بردسیر (با طول جغرافیایی ۵۶ درجه و ۳۴ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۲۹ درجه و ۵۵ دقیقه شمالی و با ارتفاع ۲۰۴۴ متر از سطح دریای آزاد) اجرا شد. بر اساس روش اقلیم بندی کوپن، کرمان جزو مناطق خشک محسوب می‌شود و میانگین بارندگی و

جدول ۱- نتایج تجزیه خاک از عمق ۰-۳۰ سانتی متری طی سال اجرای آزمایش در کرمان

Taxture	Clay (%)	Silt (%)	Sand (%)	K _{ava} (mg/kg)	P _{ava} (mg/kg)	N _{tot} (%)	pH	Ec _e (dS/m)
Sandy loam	۱۴	۱۳	۷۳	۲۰۹	۶/۵۶	۰/۰۲۳	۷/۹	۲/۱۱

جدول ۲- نتایج تجزیه خاک از عمق ۰-۳۰ سانتی متری طی سال اجرای آزمایش در بردسیر

Taxture	Clay (%)	Silt (%)	Sand (%)	K _{ava} (mg/kg)	P _{ava} (mg/kg)	N _{tot} (%)	pH	Ec _e (dS/m)
Sandy loam	۱۲	۱۷	۷۱	۲۲۲	۱۰	۰/۰۳۴	۸/۱	۲/۵۵

هر کرت آزمایشی شامل ۸ ردیف کاشت، به طول ۶ متر و عرض ۴ متر و با فواصل ۵۰ سانتیمتر بود. بین کرت‌های آزمایشی یک متر فاصله (دو نیم متر) منظور گردید. تراکم مطلوب کشت ذرت ۱۰ بوته در متر مربع (Decoteau, 1993 & Francis) و خلر ۲۰ بوته در متر مربع در نظر گرفته شد (Lazanyi, 2000).

نسبت‌های کاشت با تغییر فاصله بوته‌ها روی ردیف کاشت اجرا شد (Dahmardeh et al., 2010). ذرت مورد استفاده سینگل کراس ۷۰۴ که یک هیبرید دو منظوره برای تولید دانه و علوفه با طول دوره رویش ۱۲۰ تا ۱۳۵ روز و خلر دانه ای رقم محلی سمیرم با طول دوره رشد ۱۰۵ تا ۱۲۰ روز بود. بذور هر دو گیاه قبل از کاشت با کود زیستی فسفات بارور ۲ (سودوموناس) با نسبت‌های مشخص (۱۰۰ گرم در هکتار) و بر اساس دستور العمل داده شده توسط شرکت سازنده (جهاد دانشگاهی واحد تهران) تلقیح شدند. به این صورت که محتوی بسته با آب مخلوط و روی بذرها اسپری و سپس بذرها در سایه خشک شدند. کاشت هر دو گیاه در تاریخ ۳۰ اردیبهشت ۱۳۸۸، با دست انجام شد. هر دو گیاه، به میزان دو برابر تراکم مطلوب کشت شد و بعد از اطمینان از سبز شدن، برای رسیدن به تراکم‌های مورد نظر، در مرحله ۳ تا ۴ برگی، بوته‌ها تنک شدند. اولین آبیاری بلافاصله پس از هر کاشت و آبیاری‌های بعدی هر هفته یکبار انجام شد. علف‌های هرز مزرعه به صورت دستی در سه مرحله (چهار برگی ذرت، ساقه رفتن ذرت و گل دهی ذرت) وجین شدند.

در زمان رسیدگی فیزیولوژیک به منظور تعیین عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت و اجزای عملکرد ذرت (تعداد ردیف در بلال، تعداد دانه در ردیف و وزن هزار دانه) و خلر (تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن هزار دانه)، از هر کرت، بعد از حذف حاشیه، ۲ مترمربع برداشت و پارامترهای مورد نظر اندازه‌گیری شدند. شاخص ارزیابی کشت مخلوط (نسبت برابری زمین) به کمک فرمول‌های زیر محاسبه شد (Banik et al., 2006):

$$LER = Y_{ab}/Y_{aa} + Y_{ba}/Y_{bb}$$

که در آن LER نسبت برابری زمین، Y_{ab} عملکرد گونه a در کشت مخلوط، Y_{aa} عملکرد گونه a در کشت خالص، Y_{ba} عملکرد گونه b در کشت مخلوط و Y_{bb} عملکرد گونه b در کشت خالص می‌باشد. داده‌ها مورد تجزیه واریانس قرار گرفتند. سپس برای دو مکان تجزیه مرکب داده‌ها انجام شد. آزمون بارتلت همگن بودن واریانس حقیقی داده‌ها را در دو مکان نشان داد. همچنین مقایسه میانگین تیمارها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد انجام شد.

نتایج

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر مکان بر وزن هزار دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت در ذرت و همچنین تعداد دانه در غلاف، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک خلر معنی‌دار بود (جدول ۳).

جدول ۳- مقادیر میانگین مربعات در تجزیه مرکب داده‌ها روی مکان‌ها برای اجزای عملکرد ذرت و خلر تحت تاثیر مکان، نسبت-

های مخلوط و انواع کود فسفوری

منابع تغییرات	df	وزن هزار دانه	تعداد ردیف در بلال	ذرت			خلر					
				عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت	تعداد غلاف در غلاف	تعداد دانه در غلاف	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت	
مکان	۱	۱۷۰۴۸/۰۴ ^{***}	۰/۰۳ ^{ns}	۳/۲۹ [*]	۲۷/۹۴ ^{***}	۱۸۳/۰۹ [*]	۱۲۸/۰۰ ^{ns}	۷۲/۰۰ ^{***}	۱۱۹۲۸/۶۶ ^{ns}	۱/۲۸ ^{***}	۱۵/۶۳ ^{***}	۱۸/۰۷ ^{ns}
تکرار در مکان	۶	۴۰۱/۱۹ ^{ns}	۱/۰۷ ^{ns}	۰/۰۹ ^{ns}	۳/۱۵ ^{ns}	۲۱/۱۱ ^{ns}	۲۲۴/۸۲ ^{ns}	۰/۵۱ ^{ns}	۱۴۳۹۸/۸۲ ^{ns}	۰/۰۸ ^{ns}	۵/۳۹ ^{ns}	۰/۸۱ ^{ns}
نسبت‌های کشت	۳	۳۱۸۲/۵۳ ^{***}	۱/۵۵ ^{ns}	۱۹۸/۳۱ ^{***}	۴/۱۰ ^{***}	۱۹۴/۳۲ ^{***}	۵۳۹۲/۸۸ ^{***}	۱/۱۴ [*]	۳۳۷۳۸/۹۳ ^{**}	۲/۰۸ ^{ns}	۴۶/۵۲ ^{***}	۱۱۵/۲۳ ^{***}
کود فسفوری	۳	۲۴۵۷/۲۲ [*]	۱/۳۴ ^{ns}	۳۴۸/۳۱ ^{***}	۴/۰۷ ^{***}	۱۸۱/۷۸ [*]	۳۲۰۲/۱۵ ^{***}	۰/۳۹ ^{ns}	۲۸۱۴۲/۹۹ ^{ns}	۰/۲۱ [*]	۶/۳۸ [*]	۲۳/۲۴ [*]
کود فسفوری * نسبت‌های کشت	۹	۹۹۰/۵۵ ^{ns}	۱/۰۷ ^{ns}	۶۱/۹۸ ^{ns}	۰/۹۳ ^{ns}	۳۵/۱۵ ^{ns}	۳۰۸۴/۵۴ ^{**}	۵/۹۴ ^{**}	۲۴۶۶۲/۷۸ ^{ns}	۱/۰۴ [*]	۱۲/۵۶ ^{***}	۳۵/۱۸ ^{**}
مکان * نسبت‌های کشت	۳	۳۱۷/۶۹ ^{ns}	۰/۲۶ ^{ns}	۷/۲۳ ^{ns}	۰/۲۲ ^{ns}	۲۲/۷۸ ^{ns}	۲۲/۷۸ ^{ns}	۰/۷۸ ^{ns}	۱۰/۶۲ ^{ns}	۰/۰۱ ^{ns}	۰/۰۸ ^{ns}	۰/۳۳ ^{ns}
مکان * کود فسفوری	۳	۲۲۸/۸۰ ^{ns}	۰/۱۷ ^{ns}	۱۶/۳۷ ^{ns}	۰/۵۷ ^{ns}	۲۵/۳۶ ^{ns}	۲۵/۳۶ ^{ns}	۰/۳۶ ^{ns}	۱۰/۶۲ ^{ns}	۰/۱۲ ^{ns}	۰/۳۰ ^{ns}	۰/۰۳ ^{ns}
مکان * نسبت‌های کشت * کود فسفوری	۹	۱۹۴/۶۹ ^{ns}	۰/۴۳ ^{ns}	۲۴/۶۹ ^{ns}	۰/۳۳ ^{ns}	۱۱/۹۹ ^{ns}	۱۱/۹۹ ^{ns}	۰/۹۹ ^{ns}	۹/۹۸ ^{ns}	۰/۲۰ ^{ns}	۰/۰۹ ^{ns}	۰/۰۹ ^{ns}
خطا	۹۰	۶۵۸/۹۹	۰/۷۱	۳۸/۳۷	۰/۶۹	۳۱/۸۴	۴۸۵/۹۳	۰/۳۵	۱۳۰۳۳/۸۲	۰/۱۸	۱/۸۹	۸/۲۸

*** و ** و * به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد ns: عدم اختلاف معنی دار.

اقلیمی کرمان برای رشد ذرت مناسب‌تر و مطلوب‌تر می‌باشد و این امر موجب حصول عملکرد بالاتر ذرت در کرمان گردیده است. از طرفی با توجه به اینکه آب و هوایی بردسیر خنک‌تر از کرمان است، در بردسیر شرایط مناسب‌تری برای رشد خلر وجود داشته و در نتیجه عملکرد بیشتری در این مکان، برای خلر حاصل شده است.

به طوری که وزن هزار دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت ذرت در کرمان به ترتیب ۱۰، ۱۹، ۱۷ و ۲۱ درصد بیشتر از آن در بردسیر بود. در مقابل، تعداد دانه در غلاف، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک خلر در بردسیر به ترتیب ۴۲، ۵ و ۷ درصد بیشتر از آن در کرمان بود (جدول ۴). با توجه به اینکه ذرت گیاهی گرما دوست می‌باشد، بنابراین شرایط

جدول ۴- مقادیر میانگین وزن هزار دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت ذرت و تعداد دانه در غلاف، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک خلر در دو مکان آزمایش

مکان	ذرت			خلر			
	وزن هزار دانه (g)	عملکرد دانه (ton/ha)	عملکرد بیولوژیک (ton/ha)	شاخص برداشت (%)	تعداد دانه در غلاف	عملکرد دانه (ton/ha)	عملکرد بیولوژیک (ton/ha)
کرمان	۲۵۳a	۸/۷۴a	۱۵/۲۱a	۶۳a	۳/۵b	۳/۷۸b	۹/۸b
بردسیر	۲۳۰b	۷/۳۲b	۱۳b	۵۲b	۵a	۴a	۱۰/۵a

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشابه هستند، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد با هم ندارند

ذرت بدست آمد. در رابطه با این صفت بین نسبت‌های مخلوط ۵۰:۵۰ و ۲۵:۷۵ ذرت و خلر، اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۵). Rezvan Bidokhti (2004) در تحقیقی که بر روی کشت مخلوط ذرت و لوبیا انجام داد به این نتیجه رسید که با جابجایی از کشت خالص به سمت کشت مخلوط ردیفی وزن هزار دانه ذرت افزایش پیدا کرد.

ذرت اثر نسبت‌های مختلف کشت و کودهای فسفوری بر وزن هزار دانه، تعداد دانه در ردیف، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت معنی‌دار بود (جدول ۳). بیشترین و کمترین وزن هزار دانه به ترتیب در مخلوط ۷۵:۲۵ ذرت و خلر و کاشت خالص ذرت

جدول ۵- تاثیر نسبت‌های مختلف کشت بر وزن هزار دانه، تعداد دانه در ردیف، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت ذرت

نسبت‌های کشت خلر : ذرت	وزن هزار دانه (g)	تعداد دانه در ردیف	عملکرد دانه (ton/ha)	عملکرد بیولوژیک (ton/ha)	شاخص برداشت (%)
۱۰۰:۰۰	۲۱۱/۷۶ ^c	۳۷/۷۷ ^b	۷/۱۸ ^c	۱۲/۶۹ ^c	۴۰/۰۱ ^c
۷۵:۲۵	۲۶۲/۳۲ ^a	۴۳/۸۰ ^a	۹/۰۳ ^a	۱۶/۶۴ ^a	۵۴/۶۴ ^a
۵۰:۵۰	۲۳۵/۲۵ ^b	۴۰/۰۴ ^b	۸/۴۳ ^b	۱۴/۵۴ ^b	۴۹/۲۶ ^b
۲۵:۷۵	۲۴۸/۴۵ ^b	۴۰/۷۳ ^{ab}	۸/۶۱ ^b	۱۴/۱۳ ^b	۴۷/۴۱ ^b

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشابه هستند، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد با هم ندارند

ذرت که یکی از مهم‌ترین شاخص‌های عملکرد می‌باشد در کشت مخلوط ۷۵:۲۵ ذرت- خلر بالاترین مقدار را دارا می‌باشد. نور یکی از مهم‌ترین عوامل برای فتوسنتز

به نظر می‌رسد در بین تیمارهای مختلف آزمایش، کشت مخلوط ۷۵:۲۵ ذرت و خلر بهترین آرایش کانوپی را برای جذب نور دارا می‌باشد، در نتیجه وزن هزار دانه

به ترتیب سبب ۵، ۶ و ۱۳ درصد افزایش وزن هزار دانه، نسبت به شاهد گردید (جدول ۶).

وزن هزار دانه در ذرت تابع توانایی گیاه در تأمین مواد پرورده برای مخزن‌ها و همچنین شرایط محیطی از قبیل رطوبت و عناصر غذایی در هنگام پر شدن دانه‌ها می‌باشد. هر چه تعداد مخازن کمتر باشد، سهم هر مخزن از مواد پرورده موجود افزایش می‌یابد و در نتیجه دانه‌ها درشت‌تر و وزن هزار دانه افزایش می‌یابد (Bagual & Daz, 2006).

می‌باشد که در دوران قبل و بعد از گلدهی تاثیر زیادی بر عملکرد دارد. Taghi Zadeh & Khochaki (1995) در تحقیقی بر روی کشت مخلوط ارقام سویا، بیشترین وزن صد دانه سویا را در تراکم‌های بالا بدست آوردند. چون در تراکم‌های بالا رقابت داخل گونه‌ای افزایش می‌یابد لذا مواد فتوسنتزی بیشتری در اختیار دانه قرار می‌گیرد و این امر موجب افزایش وزن صد دانه در سویا شده است. مصرف کود فسفر زیستی، کود فسفر شیمیایی و ۵۰ درصد کود فسفر زیستی + ۵۰ درصد فسفر شیمیایی نیز

جدول ۶- تاثیر کودهای فسفوری بر وزن هزار دانه، تعداد دانه در ردیف، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت ذرت

کود فسفوری	وزن هزار دانه (g)	تعداد دانه در ردیف	عملکرد دانه (ton/ha)	عملکرد بیولوژیک (ton/ha)	شاخص برداشت (/.)
فسفر زیستی	۲۴۰/۳۴ ^b	۳۹/۷۵ ^b	۷/۷۲ ^b	۱۶/۹۶ ^b	۵۴/۸۷ ^b
فسفر شیمیایی	۲۴۶/۱۵ ^b	۴۱/۷۶ ^b	۷/۸۸ ^b	۱۵/۲۷ ^c	۵۲/۲۷ ^b
۵۰ درصد فسفر زیستی + ۵۰ درصد فسفر شیمیایی	۲۶۰/۸۱ ^a	۴۷/۳۲ ^a	۸/۵۸ ^a	۱۷/۹۲ ^a	۶۰/۸۲ ^a
شاهد	۲۳۰/۴۸ ^c	۳۶/۵۰ ^c	۶/۸۶ ^c	۱۲/۸۵ ^d	۴۰/۰۵ ^c

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشابه هستند، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد با هم ندارند.

تعداد دانه در ردیف

تعداد دانه در ردیف تحت تاثیر نسبت‌های مخلوط ۵۰:۵۰:۷۵:۲۵ و ۷۵:۷۵:۲۵ ذرت و خلر به ترتیب ۱۵، ۶ و ۷ درصد نسبت به کاشت خالص افزایش یافتند (جدول ۵). کاربرد کود فسفر زیستی و فسفر شیمیایی اثر معنی‌داری بر تعداد دانه در ردیف نداشت، با وجود اینکه نسبت به شاهد به ترتیب ۸ و ۱۴ درصد افزایش مشاهده شد (جدول ۶). از آنجا که فسفر شیمیایی به سرعت تثبیت می‌شود و کارایی کود زیستی فسفر نیز، بدون کاربرد فسفر شیمیایی پایین می‌آید و باکتری‌های موجود در کود زیستی برای شروع فعالیت اولیه نیاز به مقداری فسفر دارند، در نتیجه کارایی کود زیستی به تنهایی، مشابه فسفر شیمیایی است. مقدار pH خاک نیز بر خارج شدن فسفر از شکل قابل جذب به شکل غیر قابل جذب تاثیر دارد (Arpana et al., 2002).

کاربرد ۵۰ درصد فسفر زیستی + ۵۰ درصد فسفر شیمیایی، بیشترین تاثیر را بر افزایش تعداد دانه در ردیف داشت و توانست به مقدار ۲۹ درصد نسبت به

شاهد آن را افزایش دهد (جدول ۶). از آنجا که شمار نهایی تعداد دانه در بلال در حدود دو یا سه هفته پس از گرده افشانی تعیین می‌شود و تعداد ردیف دانه در بلال در شرایط مختلف محیطی تقریباً ثابت است. بنابراین در دسترس بودن عناصر غذایی بویژه فسفر در افزایش تعداد دانه در ردیف مؤثر است. در

همین زمینه گزارش شده که استفاده از کود بیولوژیک توأم با کود شیمیایی، تعداد دانه در غلاف سویا را افزایش داد (Nyoc-Son et al., 2001).

عملکرد دانه

عملکرد دانه در مخلوط ۵۰:۵۰ و ۲۵:۷۵ ذرت و خلر از نظر آماری اختلاف معنی‌داری نداشتند، اگرچه در مقایسه با شاهد به ترتیب ۱۷ و ۱۹ درصد عملکرد دانه در آن افزایش یافت. بیشترین عملکرد نسبی دانه ۹/۰۳ تن در هکتار، در مخلوط ۷۵:۲۵ ذرت و خلر بدست آمد که نسبت به کاشت خالص ذرت، ۲۵ درصد افزایش داشت (جدول ۵). Tohidj Nejad et al (2004) نیز در کشت مخلوط ذرت و آفتابگردان، بیشترین عملکرد دانه

۶). در این راستا گزارش شده است که کاربرد میکروارگانسیم‌های حل‌کننده فسفات و ریز جانداران و باکتری‌های پیش‌برنده رشد گیاه، توأم با مقادیر مناسب کود شیمیایی رشد رویشی را بهبود بخشد و سبب افزایش معنی‌دار عملکرد دانه جو گردید (Mehrvarz et al., 2008).

در حضور باکتری‌های حل‌کننده فسفات میزان مصرف کودهای شیمیایی فسفات در باقلا تا ۵۰ درصد کاهش یافت (El-Habbasha, 1998).

عملکرد بیولوژیک

بیشترین و کمترین عملکرد بیولوژیک ذرت به ترتیب در مخلوط ۷۵:۲۵ ذرت و خلر و کاشت خالص ذرت، به ترتیب ۱۶/۶۴ و ۱۲/۶۹ تن در هکتار بدست آمد (جدول ۵). نسبت‌های مخلوط ۵۰:۵۰ و ۲۵:۷۵ ذرت و خلر اختلاف آماری معنی‌داری نشان نداد (جدول ۵). Tajbakhsh & Gheshm (2001) نیز در تحقیقی بر روی سویا و ذرت بیان داشتند که در ذرت بیشترین عملکرد بیولوژیک در کشت مخلوطی بدست آمد که در آن تراکم ذرت متوسط و تراکم سویا پایین بود. استفاده از کود فسفری، سبب بهبود عملکرد بیولوژیک گردید.

بیشترین عملکرد بیولوژیک (۱۷/۹۲ تن در هکتار) با مصرف ۵۰ درصد فسفر زیستی +۵۰ درصد فسفر شیمیایی، بدست آمد.

تحت تاثیر تیمارهای فسفر زیستی، فسفر شیمیایی و ۵۰ درصد فسفر زیستی + ۵۰ درصد فسفر شیمیایی، عملکرد بیولوژیک ذرت نسبت به شاهد به ترتیب ۳۰، ۱۹ و ۳۹ درصد افزایش یافت (جدول ۶). مصرف کودهای بیولوژیک علاوه بر بهبود وضعیت غذایی گیاه، سبب بهبود خصوصیات خاک می‌گردید (Mehrvarz et al., 2008).

همچنین میکروارگانسیم‌های حل‌کننده فسفات، افزایش رشد گیاه را از طریق تولید هورمون‌های گیاهی همانند ایندول استیک اسید سبب می‌شوند، به این ترتیب مراحل اولیه رشد گیاهی را تحت تاثیر قرار می‌دهند و ریشه حجم بیشتری از خاک را اشغال می‌کند و سطح جذب بالا می‌رود و به دنبال آن عملکرد بیولوژیک افزایش می‌یابد (Fankem et al., 2006).

ذرت را در مخلوط ۷۵:۲۵ ذرت و آفتابگردان گزارش نمودند. افزایش عملکرد در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص، همچنین در جو و شبدر برسیم (Rahnama & Pouri, 1995)، ذرت و لوبیا، جو و باقلا (Bagual & Das, 2006) و گندم و نخود (Banik et al., 2006) گزارش شده است.

از جمله علل افزایش محصول در زراعت مخلوط استفاده بهتر گیاهان از عوامل محیطی مانند آب، مواد غذایی و نور است. در کشت مخلوط، جامعه گیاهی در زمانی کوتاه‌تر زمین را پوشانده و بدین ترتیب جذب یا کارایی استفاده از تشعشع افزایش می‌یابد (Rajeswara, 2002). Banik et al. (2006) کشت مخلوط را به عنوان یک روش اقتصادی برای تولید بالاتر با نسبت‌های نهاده-های خارجی کمتر، مطرح کرده است. افزایش تولید در کشت مخلوط را می‌توان به کاهش رشد علف‌های هرز، کاهش خسارت آفات و بیماری‌ها، سرعت رشد بهتر و استفاده بهتر از منابع در دسترس به دلیل تفاوت گونه‌های مختلف نسبت داد (Lieberman and Davis, 2000).

افزایش عملکرد ذرت در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص، به علت توان رقابتی بالاتر ذرت در جذب منابع غذایی در مقایسه با خلر می‌باشد. Hadji chris (1973) بیان نمود که ماده خشک مخلوط‌های غلات و بقولات بطور معنی‌داری از عملکرد کشت خالص آن‌ها بیشتر است. همچنین Khazaie (1992) در تحقیقی که روی ماشک علوفه‌ای و جو اظهار داشت که یکی از فواید کشت مخلوط جو و ماشک علوفه‌ای امکان دستیابی به عملکرد بیشتر ماده خشک می‌باشد.

Sadr Abadi (1999) در بررسی کشت مخلوط گندم و ماشک گل خوشه‌ای بیان داشت که تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای مختلف کشت مخلوط در مورد عملکرد دانه وجود داشت. عملکرد دانه تحت تاثیر فسفر زیستی و شیمیایی از نظر آماری معنی‌دار نبود، ولی نسبت به عدم مصرف کود به ترتیب ۱۲ و ۱۴ درصد عملکرد دانه را افزایش دادند (جدول ۶).

بیشترین تاثیر مثبت بر عملکرد دانه با مصرف ۵۰ درصد فسفر زیستی+۵۰ درصد فسفر شیمیایی بدست آمد که نسبت به شاهد ۲۵ درصد افزایش یافت (جدول

شاخص برداشت

در بین نسبت‌های کاشت، بیشترین شاخص برداشت در نسبت ۷۵:۲۵ ذرت و خلر حاصل گردید (جدول ۵) و تحت تاثیر کاربرد کودهای فسفوری، بیشترین شاخص برداشت در تیمار ۵۰ درصد فسفر زیستی + ۵۰ درصد فسفر شیمیایی، بدست آمد. بین مصرف فسفر زیستی و شیمیایی از نظر آماری اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد و هر دو تیمار حدود ۲۰ درصد شاخص برداشت بالاتری نسبت به شاهد نشان دادند (جدول ۶).

(2009) Yazdani et al و (2008) Mehrvarz et al گزارش دادند که کاربرد میکروارگانیزم‌های حل‌کننده فسفات توأم با مقادیر مناسب کود شیمیایی سبب افزایش معنی‌دار عملکرد دانه و شاخص برداشت ذرت گردید.

شاخص برداشت ذرت در تیمارهای کشت مخلوط بیشتر از کشت خالص بود (جدول ۵). بالاتر بودن شاخص برداشت در تیمارهای مخلوط نشان می‌دهد که تخصیص مواد فتوسنتزی بین مخزن‌های اقتصادی نسبت به سایر مخزن‌های موجود در گیاه بیشتر بوده است، لذا در این سیستم‌ها نسبت عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیک بیشتر شده است (Nyoc-Son et al., 2001).

پس می‌توان نتیجه گرفت که اختلاف در اجزای عملکرد ذرت از جمله تعداد بلال در بوته، تعداد دانه در بلال و وزن هزار دانه می‌باشد که در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص بیشتر بوده است. شاخص برداشت بالاتر در تیمارهای کشت مخلوط نسبت به کشت خالص نشان از برتری این نوع کشت نسبت به کشت خالص دارد.

خلر

تعداد غلاف در بوته

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که برهمکنش نسبت‌های مختلف کشت و کود فسفوری بر تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت خلر معنی‌دار بود (جدول ۳). در کشت خالص خلر و تمام نسبت‌های مخلوط، استفاده از کودهای فسفوری سبب افزایش تعداد غلاف در بوته، نسبت به شاهد خودشان گردیدند، اما میزان این

تاثیر در نسبت‌های مختلف مخلوط متفاوت بود. به طوری که بیشترین تاثیر مربوط به مصرف ۵۰ درصد فسفر زیستی + ۵۰ درصد فسفر شیمیایی بود (جدول ۷). در کشت خالص خلر، بین مصرف کود فسفر زیستی و شاهد اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد، در حالیکه تعداد غلاف در بوته تحت تاثیر مصرف فسفر شیمیایی و ۵۰ درصد فسفر زیستی + ۵۰ درصد فسفر شیمیایی به ترتیب ۴۰ و ۶۰ درصد، نسبت به شاهد افزایش یافت. در مخلوط ۵۰:۵۰ ذرت و خلر، مصرف فسفر شیمیایی و ۵۰ درصد فسفر زیستی + ۵۰ درصد فسفر شیمیایی، تعداد غلاف در بوته را ۶۰ درصد افزایش داد. تحت تاثیر کود فسفر زیستی نیز ۲۹ درصد، این صفت افزایش یافت (جدول ۷). در مخلوط ۷۵:۲۵ و ۲۵:۷۵ ذرت و خلر نیز کاربرد تیمارهای کود فسفوری تعداد غلاف در بوته را نسبت به شاهد افزایش دادند. در مجموع مشخص گردید که بیشترین تعداد غلاف در بوته، بدون اختلاف معنی‌داری با یکدیگر در کشت خالص خلر و مخلوط ۲۵:۷۵ ذرت و خلر، تحت تاثیر کاربرد ۵۰ درصد کود فسفر زیستی + ۵۰ درصد کود فسفر شیمیایی حاصل شد (جدول ۷).

تعداد دانه در غلاف

تعداد دانه در غلاف با مصرف کود فسفر زیستی، شیمیایی و ۵۰ درصد فسفر زیستی + ۵۰ درصد فسفر شیمیایی (بدون اختلاف معنی‌داری با یکدیگر)، در کشت خالص خلر ۲۸ درصد و در مخلوط ۵۰:۵۰ ذرت و خلر ۱۰ درصد نسبت به شاهد مربوطه افزایش یافت (جدول ۷). در مخلوط ۷۵:۲۵ ذرت و خلر، تیمارهای فسفر زیستی، شیمیایی و ۵۰ درصد فسفر زیستی + ۵۰ درصد فسفر شیمیایی به ترتیب ۶، ۱۲ و ۲۵ درصد تعداد دانه در غلاف را افزایش دادند. در مخلوط ۲۵:۷۵ ذرت و خلر نیز مصرف فسفر زیستی، شیمیایی و ۵۰ درصد فسفر زیستی + ۵۰ درصد فسفر شیمیایی به ترتیب ۶، ۶ و ۱۲ درصد تعداد دانه در غلاف را نسبت به شاهد افزایش دادند. نتایج نشان داد که بیشترین تعداد دانه در غلاف خلر، بدون اختلاف معنی‌داری با یکدیگر در کشت خالص خلر و مخلوط ۲۵:۷۵ ذرت و خلر تحت تاثیر تیمارهای فسفر زیستی، شیمیایی و ۵۰ درصد فسفر زیستی + ۵۰ درصد فسفر شیمیایی حاصل گردید

(جدول ۷). باکتری‌های حل کننده فسفات، جذب فسفر تعداد دانه می‌گردند (Mehrvaz et al., 2008).
توسط گیاه را بالا می‌برند و در نتیجه سبب افزایش

جدول ۷- مقادیر میانگین تعداد غلاف، تعداد دانه در غلاف، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت در خلر در نسبت‌های مختلف کشت و کودهای فسفوری

نسبت‌های کشت خلر:ذرت	کود فسفوری	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در غلاف	عملکرد دانه (ton/ha)	عملکرد بیولوژیکی (ton/ha)	شاخص برداشت (%)
شاهد	۴۵d	۳/۵bc	۳/۷۰bc	۶/۸d	۳۷c	
زیستی	۴۸/۷۵cde	۴/۳۷a	۳/۹۴b	۷/۴bcd	۴۰/۱۰bc	
شیمیایی	۶۸b	۴/۵۰a	۴/۳۹a	۸/۶ab	۴۵ab	۰:۱۰۰
۵۰٪ زیستی + ۵۰٪ شیمیایی	۷۷a	۴/۵۰a	۴/۴۴a	۸/۳abc	۴۹/۸۵a	
شاهد	۵۲c	۴a	۳/۸۴bc	۷/۲cde	۳۷ce	

ادامه جدول ۷- مقادیر میانگین تعداد غلاف، تعداد دانه در غلاف، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت در خلر در نسبت‌های مختلف کشت و کودهای فسفوری

نسبت‌های کشت خلر:ذرت	کود فسفوری	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در غلاف	عملکرد دانه (ton/ha)	عملکرد بیولوژیکی (ton/ha)	شاخص برداشت (%)
۲۵:۷۵	زیستی	۵۷cd	۴/۲۵a	۳/۶۶bc	۷/۹abcd	۴۱/۳۰c
	شیمیایی	۸۴/۸ab	۴/۲۵a	۳/۶۹bc	۸/۶ab	۴۲bc
	۵۰٪ زیستی + ۵۰٪ شیمیایی	۹۵a	۴/۵۰a	۴/۵۷a	۸/۹a	۴۸a
	شاهد	۲۸/۶۲ef	۳/۲۵c	۳/۲۵d	۶/۵d	۳۴de
	زیستی	۳۷def	۳/۴۰bc	۳/۷۶bc	۷cde	۳۸/۴۰c
۵۰:۵۰	شیمیایی	۴۷cde	۳/۵۰bc	۳/۴۸cde	۷/۰cde	۳۸/۶۵c
	۵۰٪ زیستی + ۵۰٪ شیمیایی	۴۹cde	۳/۷۰bc	۳/۶۲bcd	۷/۰cde	۴۰/۲۶bc
	شاهد	۲۲/۲۳i	۳/۲۰c	۳/۲۲d	۶/۳e	۳۴e
	زیستی	۳۷/۰۵def	۳/۴۲bc	۳/۲۵d	۶/۸de	۳۷/۰۲d
۷۵:۲۵	شیمیایی	۴۴d	۳/۶۰bc	۳/۱۲e	۶/۹cde	۴۰/۱۷c
	۵۰٪ زیستی + ۵۰٪ شیمیایی	۴۷cde	۴ab	۳/۲۱d	۶/۸de	۴۱c

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشابه هستند، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد با هم ندارند

وزن هزار دانه

کاهش عملکرد دانه در مخلوط ۵۰:۵۰ ذرت و خلر و همچنین مخلوط ۷۵:۲۵ ذرت و خلر به ترتیب ۶۱۰ و ۹۲۰ کیلوگرم در هکتار نسبت به کشت خالص خلر بود (جدول ۷). به نظر می‌رسد کاهش عملکرد خلر در کشت مخلوط به دلیل غالبیت ذرت و سایه اندازی این گیاه روی خلر باشد که باعث کاهش رشد و کاهش تعداد غلاف و ریزش غلاف‌ها و در نهایت کاهش عملکرد خلر گردید. در واقع با افزایش ردیف‌های ذرت، نفوذ نور در کانوپی خلر کاهش یافته و سرعت رشد محصول کم شده و در نهایت عملکرد نیز کاهش پیدا کرده است. Ghaderi & Rahimian (1994) در کشت مخلوط ارقام سویا اظهار داشتند که رقم هایبیت بیشترین عملکرد را در کشت خالص تولید کرده و به ترتیب در کشت‌های مخلوط ردیفی و درهم کاهش یافته است، ولی در رقم ویلیامز، بیشترین محصول در تیمار مخلوط ردیفی حاصل شده است. همچنین در آزمایشی مشاهده شد که با افزایش نسبت ذرت (به عنوان گیاه غالب) در مخلوط

نتایج نشان داد که نسبت‌های مختلف کشت در سطح ۵ درصد تاثیر معنی‌داری بر وزن هزار دانه داشت (جدول ۳). به طوری که در مخلوط ۲۵:۷۵ ذرت و خلر وزن هزار دانه نسبت به تیمار کاشت خالص آن، ۸ درصد افزایش نشان داد. در مقابل، وزن هزار دانه در مخلوط ۵۰:۵۰ و ۷۵:۲۵ ذرت و خلر، نسبت به کاشت خالص خلر به طور میانگین ۶۰ درصد کاهش یافت (جدول ۷).

عملکرد دانه

با توجه به نتایج بدست آمده بنظر می‌رسد که رقابت بین گونه‌ای در کشت مخلوط ذرت و خلر سبب کاهش تعداد گل‌های بارور در خلر شده و از این طریق موجب کاهش عملکرد گردیده است. طبق نظر Ofori and Stern (1987) در شرایطی که کشت دو گیاه در یک زمان انجام می‌شود، رقابت برای منابع رشد شدیدتر است و لذا کاهش عملکرد دو گیاه در این گونه سیستم‌ها بیشتر به چشم می‌خورد.

کرد عملکرد ماده خشک یولاف و ماشک علوفه‌ای در کشت مخلوط کمتر از عملکرد کشت خالص یولاف است. نتایج نشان می‌دهد با تغییر از کشت خالص به سمت کشت مخلوط، عملکرد بیولوژیک کاسته شد و می‌توان این طور نتیجه‌گیری نمود که با افزایش رقابت بین گونه‌ای، رقابت بر سر آب و مواد غذایی بیشتر شده و عملکرد بیولوژیک کاهش یافته است. در کشت خالص خلر بین مصرف فسفر زیستی و شاهد اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد، در حالیکه مصرف فسفر شیمیایی و ۵۰ درصد فسفر زیستی + ۵۰ درصد فسفر شیمیایی (بدون اختلاف معنی‌داری با یکدیگر)، عملکرد بیولوژیک را ۲۵ درصد نسبت به شاهد افزایش دادند. در مخلوط ۵۰:۵۰ ذرت و خلر و همچنین ۷۵:۲۵ ذرت و خلر، بین مصرف و عدم مصرف کودهای فسفوری اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۷).

در مخلوط ۲۵:۷۵ ذرت و خلر نیز بین کاربرد فسفر زیستی و شاهد اختلاف معنی‌داری وجود نداشت، اما مصرف کود فسفر شیمیایی و ۵۰ درصد فسفر زیستی + ۵۰ درصد فسفر شیمیایی بدون اختلاف معنی‌داری با یکدیگر، به ترتیب عملکرد بیولوژیک خلر را ۱۹ و ۲۳ درصد افزایش دادند. بیشترین عملکرد بیولوژیک خلر، از کشت خالص خلر و مخلوط ۲۵:۷۵ ذرت و خلر همراه با مصرف ۵۰ درصد کود فسفر زیستی + ۵۰ درصد فسفر شیمیایی و همچنین کاربرد فسفر شیمیایی حاصل گردید (جدول ۷).

کود زیستی به واسطه تولید هورمون‌های رشد مانند دای هیدروژن، اکسین و جیبرلین، رشد اندام‌های هوایی گیاه را افزایش داد، فیتوهورمون‌ها ممکن است تکثیر ریشه را افزایش داده که در نهایت منجر به افزایش جذب ریشه و رشد قسمت‌های هوایی گیاه و در نتیجه عملکرد بیولوژیک می‌شود (Samar bakhsh et al., 2009).

شاخص برداشت

بالاترین میزان شاخص برداشت (۴۹/۸۵ درصد) در کشت خالص خلر همراه با مصرف ۵۰ درصد کود فسفر زیستی + ۵۰ درصد فسفر شیمیایی بدست آمد. کمترین میزان شاخص برداشت خلر (۳۴ درصد) نیز در مخلوط ۵۰:۵۰ و ۷۵:۲۵ ذرت و خلر، در شرایط عدم مصرف کود بدست آمد (جدول ۷).

با سویا، عملکرد دانه سویا کاهش یافت (Rahimi et al., 2002). در کشت خالص خلر بین مصرف فسفر زیستی و شاهد اختلاف معنی‌داری وجود نداشت، در حالی که مصرف فسفر شیمیایی و نیز ۵۰ درصد فسفر زیستی و ۵۰ درصد فسفر شیمیایی، عملکرد دانه را ۱۶ درصد، نسبت به شاهد افزایش داد (جدول ۷). در مخلوط ۵۰:۵۰ ذرت و خلر، بین عدم مصرف کود، مصرف فسفر شیمیایی و ۵۰ درصد فسفر زیستی + ۵۰ درصد فسفر شیمیایی، اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. در مقابل با مصرف کود فسفر زیستی عملکرد دانه ۱۵ درصد، نسبت به شرایط عدم مصرف کود افزایش یافت (جدول ۷). همچنین در مخلوط ۲۵:۷۵ ذرت و خلر نیز بین مصرف کود فسفر زیستی و شیمیایی، با شاهد اختلاف معنی‌داری وجود نداشت، اما کاربرد ۵۰ درصد فسفر زیستی + ۵۰ درصد فسفر شیمیایی عملکرد دانه را ۱۹ درصد افزایش داد.

نتایج نشان داد که بیشترین عملکرد دانه (بدون اختلاف معنی‌داری با یکدیگر) در کشت خالص خلر و مخلوط ۲۵:۷۵ ذرت و خلر همراه با مصرف ۵۰ درصد فسفر زیستی + ۵۰ درصد فسفر شیمیایی حاصل گردید (جدول ۷). افزایش عملکرد دانه تحت تأثیر ۵۰ درصد فسفر زیستی + ۵۰ درصد فسفر شیمیایی، ممکن است به توانایی باکتری‌های حل‌کننده فسفات موجود در کود در افزایش آزادسازی فسفر از منابع نامحلول فسفر نسبت داد. از آنجا که تعداد دانه در غلاف و وزن هزار دانه که از اجزای اصلی عملکرد دانه هستند، با کاربرد کود زیستی افزایش می‌یابد در نتیجه عملکرد دانه در هکتار نیز افزایش می‌یابد (Rokhzadi et al., 2004).

تحقیقات نشان می‌دهد که تلقیح بذر با باکتری، موجب افزایش معنی‌دار عملکرد و اجزاء عملکرد گردیده است (Nyoc-Son et al., 2001; Samar bakhsh et al., 2009).

عملکرد بیولوژیک

بیشترین عملکرد بیولوژیک در کشت خالص و مخلوط ۲۵:۷۵ ذرت و خلر و کمترین آن در مخلوط ۷۵:۲۵ ذرت و خلر مشاهده شد (جدول ۷). Rajeswara (2002) با بررسی و مقایسه کشت مخلوط و خالص نعنای و رز نتیجه گرفت که عملکرد بیولوژیک نعنای در کشت مخلوط کمتر بود. در این راستا Moreir (1989) بیان

نسبت برابری زمین

نسبت برابری زمین در تمام سیستم‌های کشت مخلوط بیشتر از یک گردید که این نشان دهنده برتری کشت مخلوط نسبت به کشت خالص است. بیشترین میزان آن (۲/۱۵) در مخلوط ۲۵:۷۵ ذرت و خلر حاصل شد (جدول ۸). نتایج مشابهی توسط Dahmardeh et al (2010) و Brihtha & Thyamini (2010) نیز گزارش شده است. افزایش نسبت برابری زمین در کشت مخلوط گندم- نخود (Banik et al, 2006) و ذرت- آفتابگردان (Hashemi Dezfouli, 2000) نیز گزارش گردیده است. اگر چه در کشت مخلوط غلات با لگوم، جزء غله میزان

عملکرد ترکیبی کشت مخلوط را تعیین می‌نماید و عملکرد جزء لگوم معمولاً به میزان زیادی در تراکم‌های بالای جزء غله، کاهش می‌یابد، اما بازده سیستم معمولاً از روند و تغییرات محصول جزء لگوم پیروی می‌کند. دلیل این امر این است که نسبت برابری زمین، حاصل ترکیبی از عملکردهای نسبی هر دو جزء (غله و لگوم) می‌باشد (Banik et al, 2006). هر مقدار افزایش در میزان عملکرد نسبی لگوم، تأثیر زیادی بر روی نسبت برابری زمین دارد. علاوه بر این، جزء لگوم در یک سیستم کشت مخلوط به طور معمول ارزش غذایی و ریالی بیشتری نسبت به جزء غله دارد (Hemayati et al., 2002).

جدول ۸- تاثیر نسبت‌های مختلف کشت مخلوط ذرت و خلر بر نسبت برابری زمین

نسبت‌های کشت			عملکرد نسبی
خلر:ذرت	خلر:ذرت	خلر:ذرت	
۲۵:۷۵	۵۰:۵۰	۷۵:۲۵	
۱/۱۹	۱/۱۷	۱/۲۵	ذرت
۰/۹۶	۰/۸۶	۰/۷۹	خلر
۲/۱۵	۲/۰۳	۲/۰۴	نسبت برابری زمین (LER)

نتیجه گیری کلی

نتایج تحقیق نشان داد اگرچه خلر (گونه لگوم) به طور منفی تحت تاثیر کشت مخلوط قرار گرفت، با این وجود، ذرت (گونه غله) توانست کاهش عملکرد خلر را جبران کند و بدین لحاظ نسبت برابری زمین در نسبت‌های کشت مخلوط بیشتر از یک گردید (جدول ۸) که نشان دهنده سودمندی کشت مخلوط ذرت و خلر نسبت به تک کشتی آن‌ها می‌باشد. همچنین بیشترین عملکرد ذرت و خلر با مصرف ۵۰ درصد فسفر زیستی +۵۰ درصد فسفر شیمیایی حاصل گردید. امروزه مشخص شده است که باکتری‌های حل کننده فسفات علاوه بر کمک به جذب عنصر فسفر، موجب جذب سایر عناصر، کاهش بیماری‌ها و بهبود ساختمان خاک و در نتیجه تحریک رشد و افزایش کمی و کیفی محصول می‌گردند (Arpana et al., 2002).

بدین لحاظ این باکتری‌ها از نظر علمی، محرک یا بهبود دهنده رشد گیاهان نامیده می‌شوند. نظر به اینکه منشأ این باکتری‌ها از خاک است، استفاده از کودهای زیستی را می‌توان به عنوان احیا کننده فلور طبیعی خاک و مسیری برای رسیدن به کشاورزی پایدار دانست (El- Habbasha, 1998).

ارزیابی نسبت برابری زمین نشان داد که نسبت این معیار در تمام سیستم‌های کشت مخلوط بیشتر از یک بود و بیشترین آن در کشت مخلوط ۲۵:۷۵ ذرت و خلر مشاهده شد. این نشان دهنده برتری کشت مخلوط نسبت به کشت خالص است. بنابر این این نسبت کشت مخلوط همراه با مصرف ۵۰ درصد فسفر زیستی +۵۰ درصد فسفر شیمیایی در شرایط کرمان قابل توصیه می‌باشد.

REFERENCES

1. Adu-Gyamfi, J.J., Myaka, F.A., Sakala, W.D., Odgaard, R., Vesterager, J.M. & Høgh-Jensen, H. (2007). Biological nitrogen fixation and nitrogen and phosphorus budgets in farmer-managed intercrops of maize-pigeonpea in semi-arid Southern and Eastern Africa. *J. Plant Soil*, 295, 127-136.

2. Agegnehu, G., Ghizaw, A. & Sinebo, W. (2006). Yield performance and land use efficiency of barley and faba bean mixed cropping in Ethiopian highlands. *European J. Agron.* 25, 202-207.
3. Alikhan, A., Jilani, G., Saleem Akhtar, M., Saqlan Naqvi, S. M. & Rasheed, M. (2009). Phosphorus solubilizing bacteria: Occurrence, mechanisms and their role in crop production. *J. Agric. Boil. Sci.* 1, 48-58.
4. Anonymous. (2010). [http:// weather.ir](http://weather.ir).
5. Arpana, N., Kumar, S. D. & Prasad, T. N. (2002). Effect, of seed inoculation, fertility and irrigation on uptake of major nutrients and soil fertility status after harvest of late sown lentil. *J. of Applied Biol.* 12, 23-26.
6. Banik, P., Midya, A., Sarkar, B. K. & Ghose, S. S. (2006). Wheat and chickpea intercropping systems in additive series experiment: Advantages and Somthing. *European. J. Agron.* 24, 324-332.
7. Baqual, M. F & Das, P. K. (2006). Influence of biofertilizers on macronutrient uptake by the mulberry plant and its impact on silkworm bioassay. *Caspian J. Env. Sci.* 4, 98-102.
8. Brummer, E. C. (1998). Diversity, stability, and sustainable American agriculture. *Agron. J.* 90, 1-2.
9. Dahmardeh, M., Ghanbari, A., Siah Sar B. & Ramroodi, M. (2010). Effect of planting ratio and harvest time on forage quality of maize in maize-cowpea intercropping. *Iranian Journal of Field Crop Science.* 41(3), 633-642 (In Farsi).
10. El-Habbasha, S. F., Hozay M. & Khalafallah, M. A. (2007). Integration Effect between phosphorus levels and bio-fertilizers on quality and quantity yield of faba bean (*Vicia faba* L.) in newly cultivated sandy soils. *Res. J. of Agri and Bio. Sci.* 3, 966-971.
11. Fankem, H., Nwaga, D., Deubel, A., Dieng, L., Merbach, W. & Etoa, F. X. (2006). Occurrence and functioning of phosphate solubilizing microorganisms from oil palm tree (*Elaeis guineensis*) rhizosphere in Cameroon. *African. Biotech.* 5, 2450-2460.
12. Francis, R. & R. Decoteau, D. (1993). Developing and effective southern pea and sweet corn intercropping system. *Hort. Technology.* 3, 178- 184.
13. Ghaderi, G.R., & Rahimian, H. (1994). Effect of intercropping on yield and yield components of two cultivar soyben. *Iranian Journal of Seed and Plant.* 10(1-2), 45-51 (In Farsi).
14. Gheshm, R., Tajbakhsh, W. M. (2001). Effect of planting density corn and Soyben and hedging corn on yield and yield components, Competitive production ecology in intercropping. *Iranian Journal of Agricultural Sciences and Technology.* 15(2), 65-73(In Farsi).
15. Hadjichris Todoulou, A. (1973). *Production of forage form cereals, Legumes and their mixtures under rainfed condition in Cyprus.* Agric. Res. Institute. Nicosia. Technical Bulletin, 14.
16. Hashemi Dezfouli, A., Abdi A., & Siadat, A. (2000). Study of com-sunflower intercropping ratios in different dates of planting affecting on quantitative and qualitative forage kernel yields in Ahvaz region. *Iranian Journal of crop science.* 2(2), 1-16 (In Farsi).
17. Hemayati, S., Siadat, A. & Sadegh zade, F. (2002). Evaluation of intercropping of two corn hybrids in different densities. *Iranian J. Agricul. Sci.* 25, 73-87 (In Farsi).
18. Ibeauchi, I., Faith, I.A.O., Christian, T.T. & Julius, C.O. (2007). Graded replacement of inorganic fertilizer with organic manure for sustainable maize production in Owerri Imo State Nigeria. *Sci. J.* 4 (2), 82-87.
19. Khazaie, H. R. (1992). *Effect of seed different ratios on yield and forage quality barley and vetch.* Thesis of Master of Science in Agronomy. Faculty of Agriculture. Ferdowsi University of Mashhad.
20. Lazanyi, J. (2000). Grass pea and green manure effects in the great Hungarian plain. *Lathyrus Lathyrism Newsletter.* 1, 28-30.
21. Liebman, M. & Davis, A. S. (2000). Integration of soil, crop and weed management in Low- input farming systems. *Weed Res.* 40, 27-47.
22. Mehrvarz, S., Chaichi, M. R. & Alikhani, H. A. (2008). Effect of phosphate solubilizing Microorganisms and phosphorus chemical fertilizer on forage and grain quality of Barely (*Hordeum vulgare* L.). *American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci.* 3(6), 855-860.
23. Moreir, N. (1989). The effect of seed rate and nitrogen fertilizer on the yield and nutrient value of oat-vetch mixtures. *J. Agricul. Sci. Camb.* 112, 57-66.
24. Ngoc Son, T. T., Man, V. V. & Hiraoka, H. (2001). Effect of organic and biofertilizer on quality, grain yield and soil properties of soybean under rice based cropping system. *Omon Rice,* 9, 55-61.
25. Ofori, F. & Stern, W. R. (1987). Cereal-legume intercropping systems. *Adv. Agron.* 41, 41-90.
26. Oveysi, M. (2005). *A study of the effect of intercropping and nitrogen fertilizer on agronomical and morphological traits of two corn (Zea mays L.) hybrids.* M.Sc. thesis. University of Tehran. 105 pp.
27. Peix, A., Rivas-Boyer, A. A., & Mateos, P. F. (2001). Growth promotion of Chickpea and barley by a phosphate solubilizing strain of mesorhizobium mediterraneum under growth chamber conditions. *Soil Biology and Biochemistry,* 33(1), 103-110.

28. Rahimi, M. M., Mazaheri, D., Khodabandeh, N. & Haidari Sharif Abad, H. (2002). The evaluation of yield and yield components of maize and soybean in intercropping. *Iranian Journal of Pajouhesh & Sazandegi*, 55, 45-51 (In Farsi).
29. Rahnama, A., & Pouri, A. (1995). *Effect of mixing different amounts of seed in barley- berseem clover and barley- vetch intercropping*. Information and Documentation Center, Agricultural Research Organization. 12-73, 4-110.
30. Rajeswara Rao B. R. (2002). Biomass yield, essential oil yield and essential oil composition of rose-scented geranium (*Pelargonium* species) as influenced by row spacing and intercropping with corn mint (*Mentha arvensis* L.f. *piperascens* Malinv. Ex Holmes). *Industrial Crops and Product*, 16, 133-144.
31. Rezvan Bidokhti, S.H. (2004). *Comparison of different combinations of planting corn and beans*. Thesis of Master of Science in Agronomy. Faculty of Agriculture. Ferdowsi University of Mashhad.
32. Rokhzadi, A., Asgharzadeh, A. & Drrish, F. (2004). Influence of plant Growth. Promoting rhizobacteria on dry matter accumulation and yield of chickpea. *American Eurasian, J. Agric. & Environ Sci.* 3, 253-257.
33. Sadr Abadi Haghighi, R. (1999). *Effect of supplemental irrigation and intraction of planting of wheat - vetch in low-input farming systems*. Thesis of Master of Science in Agronomy. Tehran University.
34. Saleem, R., Ahmed, Z. I., Ashraf, M., Arif, M., Azim malik, M., Munir, M. & Azeem khan, M. (2011). Response of maize – legume intercropping system to different fertility sources under rainfed conditions. *Sarhad J. Agric.* 27(4), 503-511.
35. Samarajeewa, K. B. D. P., Takatsugu, H. & Shinyo, O. (2006). Finger millet (*Eleusine corocanal* L. Gaertn) as a cover crop on weed control, growth and yield of soyabean under different tillage systems. *Soli & Tillage Research*, 90, 93-99.
36. Samarbakhsh, S., Rejali, F., Ardakani, M.R., PakNejad, F. & Miransari, M. (2009). The combined effect of fungicides and arbuscular mycorrhiza on corn (*Zea mays* L.) growth and yield under field conditions. *J. Biol. Sci.* 9, 372- 76 (In Farsi).
37. Taghizadeh, M.S., & Kochaki, A. (1995). Effect of density and seed different ratios in intercropping on yield and yield components soybean cultivars. *Iranian Journal of Agricultural Sciences and Technology*, 2(1), 33-43(In Farsi).
38. Thyamini H.S. & Brintha, I. (2010). Review on maize based intercropping. *Journal of Agronomy*, 9 (3), 135-145.
39. Tohid Nejad, E., & Mazaheri, D. (2004). Study of maize and sunflower intercropping. *Iranian Journal of Pajouhesh & Sazandegi*, 64, 39-45 (In Farsi).
40. Yazdani, M., Bahmanyar, M. A., Pirdashti, H. & Esmaili, M. A. (2009). *Effect of Phosphate solubilization microorganisms (PSM) and Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) on yield and yield components of Corn (Zea mays L.)*. Proceedings of world academy of sciences. pp: 2070-3740.