بررسی رشد و عملکرد خیار (*Cucumis sativus* L.) و بامیه (*Abelmoschus esculentus* L.) در روش کشت مخلوط

روح‌اله نادری[1]، عبدالکریم کاشی[2] و مرتضی سام دلیری[3]

چکیده

به منظور بررسی اثر متقابل کشت مخلوط خیار و بامیه، آزمایشی به مدت یکسال زراعی(۱۳۸۷) در شهرستان نوشهر، به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار اجرا شد. تیمارهای الگوی کشت در چهار سطح: کشت خالص خیار یا بامیه، کشت بامیه داخل ردیف خیار، کشت بامیه بین ردیف‌های خیار و الگوی کشت بامیه بین و داخل ردیف‌های خیار و تیمارهای تراکم در سه سطح (فاصله کشت بین بوته ۲۰، ۳۰ و ۴۰ سانتی‌متر) بودند. صفات رویشی و عملکرد، غلظت عناصر پتاسیم، فسفر، کلسیم و نیتروژن در تیمارهای آزمایشی مورد مقایسه قرار گرفتند. نتایج آزمایش نشان داد که در بوته‌های خیار،کشت مخلوط باعث افزایش غلظت عناصر کلسیم (۱۹٪)، پتاسیم (۱۲٪)، عملکرد (۱۲٪) و کاهش غلظت نیتروژن (۱۲٪)، تعداد شاخه فرعی (۲۳٪) و سطح برگ (۱۵٪) شد. برای بامیه، کشت مخلوط باعث افزایش غلظت عناصر فسفر (۳٪)، نیتروژن (۱۶٪)، سطح برگ بوته (۴۱٪)، وزن‌تر بوته (۲۶٪) و کاهش غلظت کلسیم (۸٪) نسبت به کشت خالص شد. اثر متقابل الگوی کشت و تراکم بر روی عملکرد و اجزای عملکرد خیار معنی‌دار بود، ولی تنها بر روی اجزای عملکرد بامیه اثر معنی‌داری داشت. نسبت برابری زمین در همه تیمارهای کشت مخلوط، بزرگ‌تر از یک بوده و بالاترین نسبت برابری زمین (۲/۱۵) در تیمار کشت مخلوط بامیه بین بوته و ردیف‌های خیار، با تراکم متوسط به‌دست آمد. نتایج این تحقیق نشان داد که بین دو گیاه خیار و بامیه نوعی سازگاری و هماهنگی وجود دارد که می‌تواند حاصل ویژگی‌های فیزیولوژیکی وگیاه‌شناسی و عوامل مساعد اکولوژیکی باشد که باعث افزایش عملکرد در دو گیاه شده است.

واژه‌های کلیدی: **بامیه، خیار، کشت مخلوط، غلظت عناصر، نسبت برابری زمین.**

تاریخ دریافت مقاله: ۸۸/۵/۲۰ تاریخ پذیرش: ۸۹/۲/۱۳

۱. عضو باشگاه پژوهشگران جوان دانشگاه آزاد اسلامی واحد چالوس

۲. عضو هیأت علمی دانشگاه تهران

۳. عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد چالوس

مقدمه و بررسی منابع

کشت مخلوط یعنی، کاشت و برداشت همزمان یا با فاصله، بیش از یک گیاه در یک قطعه زمین و در یک دوره کاشت. کشت مخلوط، یکی از روش‌های الهام گرفته از طبیعت است که علاوه بر حفظ تعادل اکولوژیک و ثبات آن، فواید زیادی از جمله افزایش جذب عناصر غذایی خاک، کاهش رشد علف‌های هرز و افزایش عملکرد محصول را شامل می‌شود (Mazaheri, 1994). به‌طور کلی موفقیت در کشت‌های مخلوط، بستگی زیادی به انتخاب گیاهان اصلی و همراه و هم‌چنین روش‌های کشت آن‌ها به صورت مخلوط دارد در این رابطه باید صفات مرفولوژیکی و فیزیولوژیکی گیاهان اصلی و همراه مورد توجه قرار گیرد (Kashi, 1992). تراکم کاشت از جمله عواملی است که به طور مستقیم عملکرد و اجزای عملکرد محصول را تحت تأثیر قرار می‌دهد. تراکم بوته مطلوب ، تراکمی است که در نتیجه آن کلیه عوامل محیطی به‌طور کامل مورد استفاده قرار گرفته و در عین حال رقابت درون بوته‌ای و برون بوته‌ای در حداقل باشد، تا حداکثر عملکرد با کیفیت مطلوب به‌دست آید (Khajehpour, 1997). مونیک و اندوکو (Muoneke and Ndukwe, 2008) گزارش نمودند که کشت مخلوط بامیه با تراکم بالای آمارانتوس باعث کاهش رشد و عملکرد هر دو گیاه در مقایسه با کشت خالص می‌شود. اودلی و همکاران (Odeleye *et al.*, 2005) گزارش دادند که افزایش تراکم بوته بامیه از ٤١٦٦٧ بوته در هکتار به۱۲۵۰۰۰بوته در هکتار باعث کاهش تعداد شاخه فرعی، تعداد برگ در هر بوته و سطح برگ بامیه شده است. میری (Miri, 2006) گزارش داد که افزایش تراکم بامیه باعث افزایش ارتفاع بامیه می‌شود ایشان بهترین فاصله بین بوته‌های بامیه را فاصله ۳۰ سانتی‌متر بیان نمود.

هم‌چنین آرایش بوته‌ها در داخل یک تراکم معین نیز حایز اهمیت می‌باشد، به طوری که استقرار تراکم مطلوبی از بوته‌های سالم در مناسب ترین الگوی آرایش بوته‌ای، اساس یک سیستم موفق تولید زراعی است. آرایش بوته‌ها یا وضعیت هندسی بوته‌ها را می‌توان با تغییر عرض ردیف و فاصله بین بوته‌های روی ردیف تغییر داد. از لحاظ نظری، انتخاب ردیف‌های باریک و افزایش فاصله بوته‌ها روی ردیف سبب استفاده مؤثرتر از منابع و تأخیر در زمان آغاز رقابت درون گونه‌ای خواهد شد یزدی صمدی و پوستینی (Yazdi-Samadi and Postini, 1993). قنبری و طاهری (Ghanbari and taheri, 2003) گزارش دادند که آرایش کاشت تأثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه در لوبیا قرمز داشته است و کاهش فاصله ردیف‌ها و افزایش فاصله بوته‌ها روی ردیف باعث افزایش عملکرد دانه شده است. کاشی (Kashi, 1993) گزارش داد که بهترین الگوی کشت مخلوط خیار با بادمجان الگوی کشت بادمجان بین ردیف‌های خیار با نسبت برابری زمین ۱/۷۸ و بهترین الگوی کشت برای کشت مخلوط خیار با فلفل دلمه‌ای کشت مخلوط فلفل دلمه‌ای بین بوته و ردیف‌های خیار با نسبت برابری زمین ۱/٦۱ می‌باشد. مونیک و اسیگبو (Muoneke and Asiegbu, 1997) بالاترین نسبت برابری زمین (۱/۳۵) را در الگوی کشت بامیه بین ردیف‌های ذرت با تراکم۲۸۰۰۰ بوته بامیه در هکتار به‌دست آوردند. افسو و لیمبانی (Ofosu-Anim and Limbani, 2007) گزارش دادند که کشت مخلوط بامیه با خیار باعث افزایش ارتفاع و عملکرد بامیه، افزایش تعداد میوه و عملکرد خیار شده است. آن‌ها بهترین الگوی کشت مخلوط بامیه با خیار را الگوی کشت یک ردیف بامیه با یک ردیف خیار با نسبت برابری زمین۲/٤ و الگوی کشت دو ردیف بامیه با یک ردیف خیار با نسبت برابری زمین ۲/۲ عنوان نمودند. مونیک و امبا (Muoneke and Mbah, 2007) گزارش دادند که، افزایش تراکم بامیه در کشت مخلوط باعث افزایش رقابت درون گونه‌ای و برون گونه‌ای برای کسب فضا و نور شده که در نتیجه باعث افزایش ارتفاع بامیه و کاهش عملکرد در بامیه می‌شود. خیار و بامیه از جمله سبزی‌های میوه‌ای مهم در کشور می‌باشند. از این‌رو این تحقیق در راستای دست یابی به شناخت بهتر اثر متقابل کشت مخلوط این دو گیاه حایز انجام گردید.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال ۱۳۸۷ به منظور بررسی اثر متقابل کشت مخلوط خیار و بامیه، در مزرعه‌ای واقع در شهرستان نوشهر انجام گرفت. این شهرستان با طول جغرافیایی۵۱ و۳۲ درجه شرقی و عرض جغرافیایی ۳٦ و ۳۹ درجه شمالی و ارتفاع حدود ۲۰/۹- متر ازسطح دریا در استان مازندران واقع شده است. بافت خاک محل آزمایش رسی لومی و pH آن تا عمق گسترش ریشه ۷/۷ بوده است. آزمایش، به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی، در چهار تکرار انجام گرفت. فاکتور الگوی کشت در چهار سطح (کشت

خالص خیار یا بامیه)، کشت بامیه بین بوته‌های خیار (داخل ردیف‌های خیار)، کشت بامیه بین ردیف‌های خیار و کشت بامیه بین بوته و ردیف‌های خیار) و تراکم در سه سطح فاصله کشت بین بوته (۲۰ ،۳۰ و۴۰ سانتی‌متر) مورد بررسی قرار گرفت (شکل۱). پس از آماده کردن زمین و قبل از کاشت بذر، کود پایه به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار فسفر (سوپر فسفات تریبل)، ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار پتاسیم (سولفات پتاسیم) و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن (اوره) استفاده شد که۱/۳ از کل نیتروژن قبل از کاشت بذر و بقیه نیتروژن در دو نوبت در طول دوره رویش به زمین داده شد. طول و عرض کرت‌های آزمایشی ۴/۵ متر و هر واحد آزمایشی دارای سه ردیف کاشت بوده که، ردیف وسط به عنوان خط اصلی آزمایش جهت یادداشت برداری منظور شد. بذر خیار رقم سوپر دامینوس در تاریخ ۸۷/۱/۳۱ و بذر بامیه رقم کلمسون اسپینلس۳۰۲[1] در تاریخ ۸۷/۳/۱۹ در مزرعه کشت شد. یادداشت برداری از صفاتی نظیر سطح برگ، وزن‌تر بوته، ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی، درصد ماده خشک برگ، تعداد و وزن میوه در هر بوته، عملکرد و غلظت عناصر پتاسیم، فسفر، کلسیم و نیتروژن در میوه به عمل آمد. اندازه‌گیری پتاسیم، از طریق هضم به روش سوزاندن خشک و ترکیب با اسید پرکلرید و اندازه‌گیری با فلم فتومتر، میزان فسفر کل موجود در میوه، با استفاده از معرف بارتن و با روش مولیبدات – وانادات از طریق هضم نمونه‌ها در اسید پرکلرید و به وسیله دستگاه اسپکتر وفتومتر اندازه‌گیری شد. نیتروژن نیتراتی میوه نیز با روش شیمیایی سولفوسالیسیلیک اسید بوسیله دستگاه اسپکتروفتومتر با طول موج ۴۱۰ نانومتر اندازه‌گیری شد (Ghazanshahi, 1997). اندازه‌گیری سطح برگ بامیه با استفاده از دستگاه سنجش سطح برگ دیجیتالی مدل ADC ساخت شرکت (Biosientic-Ltd) صورت گرفت. تجزیه آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار Mstatc، مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن و ارزیابی کشت مخلوط با روش نسبت برابری زمین[2](LER) صورت گرفت. نسبت برابری زمین براساس فرمول زیر به‌دست آمد. که Y_i مقدار محصول یک گونه در کشت مخلوط (در واحد سطح) و Y_{ii} حداکثر محصول همان گونه در کشت خالص می‌باشد. نسبت برابری زمین در صورت برتری کشت مخلوط، بیشتر از یک و در حالت برتری کشت خالص کمتر از یک خواهد بود و اگر مساوی با یک باشد محصول زراعت تک کشتی و مخلوط یکسان است. معادل عملکرد کل از مجموع عملکرد دو گیاه در کشت مخلوط به‌دست می‌آید (Mazaheri, 1994).

$$LER = \sum_{n=1}^{m} \frac{y_i}{y_{ii}}$$

نتایج و بحث

تأثیرکشت مخلوط بر صفات رویشی خیار

بر اساس نتایج به‌دست آمده هیچ یک از صفات رویشی تحت تأثیر اثرمتقابل الگوی کشت × تراکم کاشت قرار نگرفتند (جدول ۱). الگوی کشت در سطح احتمال ۵ و۱ ٪، به ترتیب تعداد شاخه فرعی و وزن‌تر بوته‌های خیار را تحت تأثیر قرار داد. هم‌چنین تراکم در سطح احتمال ۱ ٪ بر روی تعداد شاخه فرعی و وزن‌تر بوته خیار اثر معنی‌دار داشته است. براساس نتایج مقایسه میانگین اثر اصلی در جدول (۲) الگوی کشت خالص خیار با ۴/۴۹ عدد شاخه فرعی و ۲۶۱/۵ گرم وزن‌تر بوته بیشترین تعداد شاخه فرعی و وزن‌تر بوته را داشته و کمترین تعداد شاخه فرعی در الگوهای کشت مخلوط به‌دست آمده و کمترین وزن‌تر بوته در الگوی کشت بامیه داخل ردیف (۲۰۶/۸ گرم) به‌دست آمده است. دارابی (Darabi,1996) در کشت مخلوط خیار با گوجه‌فرنگی بیشترین وزن‌تر بوته در هر دو گیاه را در کمترین تراکم به‌دست آورد. از نظر فاکتور تراکم کشت نیز بیشترین تعداد شاخه فرعی (۴/۱۵ عدد) و بیشترین وزن‌تر بوته (۲۶۰/۷ گرم) در تراکم کم و کمترین تعداد شاخه فرعی (۲/۸۵ عدد) و وزن‌تر بوته (۲۰۰/۶ گرم) در تراکم زیاد به‌دست آمده است. این نتایج مطابق با یافته های عبدالحکیم (Abdolhakim, 1995) در بررسی اثر تراکم بر رشد و عملکرد خیار می‌باشد. الگوی کشت و هم‌چنین تراکم در سطح احتمال ۵ ٪ بر روی میزان سطح برگ خیار تأثیر معنی‌دار داشته است (جدول۱). بیشترین میزان سطح برگ در بوته‌های خیار از نظر فاکتور الگوی کشت در الگوی کشت بامیه بین ردیف‌های خیار با ۳۰۳۷ سانتی‌متر مربع و کمترین میزان سطح برگ در الگوی کشت بامیه داخل ردیف خیار با ۲۵۸۰ سانتی‌متر مربع به‌دست آمده است. از نظر فاکتور تراکم،

1. Clemson-Spineless302
2. Land Equivalent Ratio

جدول۱- تجزیه واریانس غلظت عناصر و صفات رویشی خیار در کشت مخلوط

Table 1. Analysis of variance for elemental concentration and vegetative characteristics of cucumber at intercropping system

		MS				میانگین مربعات				
						concentration (ml/100gr)		غلظت (ml/100gr)		
منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	تعداد شاخه فرعی No. branches plant^{-1}	سطح برگ Leaf area (cm^2)	وزن تر بوته fresh weight of plant	درصد ماده خشک برگ Percent dry matter of leaves (gr)	ارتفاع بوته Plant height (cm)	نیتروژن Nitrogen	فسفر Phosphor	کلسیم Calcium	پتاسیم Potassium
تکرار Replication	2	0.79	0.426	1379.68	0.406	758.9	0.002	0.43	0.005	0.003
الگوی کشت (A) Plant pattern	3	2.603*	2.76*	5424.79**	0.594ns	264.83ns	0.014**	2.75**	0.146**	0.098**
تراکم کشت (B) Planting density	2	6.104**	8.15*	10032.56**	1.88ns	299.27ns	0.023**	8.14**	0.029**	0.024**
A*B	6	0.68ns	5.85ns	1719.79ns	1.39 ns	97.15ns	0.008**	5.85**	0.108**	0.033**
خطا Error	21	0.78	1.055	975.38	0.611	542.88	0.001	1.05	0.001	0.001
ضریب تغییرات C.V	---	% 23.97	% 3.43	% 13.51	% 8.14	% 9.79	% 0.28	% 3.43	% 0.32	% 2.82

*,** and n.s: Significant at the 1% and 5% levels of probability and nonsignifcant, respectively.

*،** و n.s به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد، ۱ درصد و غیر معنی‌دار.

بیشترین سطح برگ (۳۲۳۱ سانتی‌متر مربع) در تراکم کم و کمترین سطح برگ (۲٤۰۰ سانتی‌متر مربع) در تراکم زیاد حاصل شد (جدول۲).

عملکرد و اجزای عملکرد خیار

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر الگوی کشت و تراکم و اثر متقابل الگوی کشت × تراکم بر روی تعداد میوه در هر بوته خیار در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بوده است (جدول۲). میانگین تعداد میوه در هر بوته خیار در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص به‌طور متوسط ۱٦درصد افزایش یافته است هم‌چنین میانگین وزن میوه در هر بوته درکشت مخلوط به‌طور متوسط ۱۳درصد بیشتر از کشت خالص خیار بوده است. نتایج مقایسه میانگین‌های جدول ٤ نشان می‌دهد که با کاهش تراکم، تعداد و وزن میوه در هر بوته به‌طور معنی‌داری افزایش پیدا کرده است. حداکثر تعداد و وزن میوه در هر بوته در تراکم کم و در الگوی کشت بامیه داخل ردیف های خیار به‌دست آمده است. افسو و لیمبانی (Ofosu-Anim and Limbani, 2007) در کشت مخلوط بامیه و خیار بیشترین تعداد میوه در هر بوته خیار را در الگوی کاشت یک ردیف بامیه با یک ردیف خیار با تراکم کم به‌دست آوردند. الگوی کشت و تراکم و اثر متقابل الگوی کشت × تراکم بر روی عملکرد خیار درسطح احتمال ۱ ٪ معنی‌دار بود. مقدار عملکرد در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص ۱۲ درصد افزایش داشت. مقایسه میانگین‌ها نشان داد (جدول ٤) که عملکرد خیار در همه الگوهای کشت مخلوط نسبت به کشت خالص افزایش یافته است. بیشترین میزان عملکرد در خیار برابر با ۱۵/۳٦ تن درهکتار مربوط به الگوی کشت بامیه بین ردیف‌های خیار با فاصله بین بوته ۲۰ سانتی‌متر بود و کمترین عملکرد (۱۱/۳٤ تن در هکتار) نیز در الگوی کشت خالص خیار با فاصله بین بوته ٤۰ سانتی‌متر به‌دست آمد. افسو و لیمبانی (Ofosu-Anim and Limbani, 2007) بیشترین عملکرد خیار، را در الگوی کشت مخلوط یک ردیف بامیه با یک ردیف خیار به‌دست آوردند. کاشی (Kashi, 1991) بیشترین عملکرد خیار در کشت مخلوط با بادمجان را در الگوی کشت بادمجان بین ردیف‌های خیار به‌دست آورد. در تیمار کشت بامیه بین ردیف‌های خیار با تراکم زیاد به دلیل اثر بادشکنی بامیه (Kashi, 1991) و تراکم بالا و هم‌چنین کاهش رقابت برون گونه‌ای، عملکرد محصول نسبت به بقیه تیمارها افزایش معنی‌داری داشته است.

صفات رویشی بامیه

اثر متقابل الگوی کاشت × تراکم کاشت تنها بر وزن‌تر بوته‌های بامیه در سطح احتمال ۱ درصد اثر معنی‌دار داشته و بر روی سایر صفات اثر معنی‌داری نداشت (جدول ۵). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که به موازات افزایش تراکم و کاهش فضای در اختیار گیاه، وزن‌تر بوته نیز کاهش پیدا کرده (جدول ٤)، به‌طوری‌که بیشترین وزن‌تر بوته (۲۳۸۳ گرم) در الگوی کشت بامیه بین ردیف‌های خیار با تراکم کم و کمترین وزن‌تر بوته (۹۷٤ گرم) در کشت خالص بامیه با تراکم متوسط به‌دست آمد. ارتفاع بوته بامیه تحت تأثیر الگوی کشت در سطح احتمال ۵ ٪ و تراکم در سطح احتمال ۱ ٪ قرار گرفت (جدول ۵). بر اساس الگوی کشت، بیشترین ارتفاع بوته (۱٦٤/۷ سانتی‌متر) در الگوی کشت خالص و کمترین ارتفاع بوته (۱٤٦/۹۱ سانتی‌متر) در الگوی کشت بامیه داخل ردیف‌های خیار به‌دست آمد. از نظر فاکتور تراکم، بیشترین ارتفاع (۱٦٦/۷٤ سانتی‌متر) در تراکم زیاد و کمترین ارتفاع (۱۵۱/۰۲ سانتی‌متر) در تراکم کم حاصل شد (جدول ٦). تعداد شاخه فرعی در هر بوته در سطح احتمال ۱ درصد تحت تأثیر تراکم قرار گرفت (جدول۵)، به‌نحوی که با افزایش تراکم، ارتفاع بوته افزایش یافته و از تعداد شاخه فرعی در هر بوته کاسته شد. بیشترین تعداد شاخه فرعی (۳/۹۹ عدد) در تراکم کم و کمترین تعداد شاخه فرعی (۱/۸۵ عدد) در تراکم زیاد حاصل شد (جدول۲). اودلی و همکاران (Odeleye *et al.*, 2005) گزارش دادند که افزایش تراکم بوته باعث افزایش ارتفاع بوته، کاهش تعداد شاخه فرعی و سطح برگ بامیه شده است.

الگوی کشت در سطح احتمال ۵ ٪ سطح برگ و درصد ماده خشک برگ و تراکم در سطح احتمال ۱ درصد سطح برگ بامیه را تحت تأثیر قرار داد (جدول ۵). بیشترین درصد ماده خشک برگ بامیه (۱۹/۰۲ گرم) در الگوی کشت خالص بامیه و کمترین درصد ماده خشک برگ (۱۸/۱۸ گرم) در الگوی کشت بامیه بین و داخل ردیف‌های خیار به‌دست آمد. از نظر فاکتور الگوی کشت، بیشترین سطح برگ (۲۳٤٦۰ سانتی‌متر مربع) در الگوی کشت بامیه بین ردیف‌های خیار و از نظر فاکتور تراکم نیز بیشترین میزان سطح برگ (۲۵٦۰۰ سانتی‌متر مربع) در تراکم کم حاصل شد.

جدول ۲- مقایسه میانگین اثرات اصلی روی برخی صفات مورد ارزیابی خیار و بامیه در کشت مخلوط

Table 2. Means comparison of main effects for some characteristics of cucumber and okra in intercropping system.

صفات Trait / تیمار Treatment	سطح برگ Leaf area (cm2)		تعداد شاخه فرعی No. baranches plant^{-1}		وزن تر بوته Fresh weight of plant (gr)	عملکرد Fresh fruit yield (t ha^{-1})	درصد ماده خشک برگ Percent dry matter of leaves (gr)	فسفر بامیه Phosphor of okra (ml/100gr) fruits
الگوی کشت Planting pattern	بامیه Okra	خیار Cucumber	بامیه Okra	خیار Cucumber	خیار Cucumber	بامیه Okra	بامیه Okra	بامیه Okra
کشت خالص Monoculture	14130 ^{b}	2848 ^{b}	3.08 ^{a}	4.49 ^{a}	261.5 ^{a}	3.15 ^{ab}	19.02 ^{a}	25.58 ^{b}
داخل ردیف خیار Within cucmber rows	18040 ^{ab}	2580 ^{d}	2.68 ^{a}	3.36 ^{b}	206.8 ^{b}	2.85 ^{ab}	18.95 ^{a}	26.62 ^{a}
بین ردیف خیار Between cucumber rows	23460 ^{a}	3037 ^{a}	3.47 ^{a}	3.36 ^{b}	240.6 ^{ab}	2.55 ^{b}	18.59 ^{ab}	25.54 ^{b}
بین و داخل ردیف خیار Cucumber rows between and within	18530 ^{ab}	2749 ^{c}	2.64 ^{a}	3.56 ^{b}	215.7 ^{b}	3.83 ^{a}	18.18 ^{b}	26.98 ^{a}
تراکم کاشت Planting density								
۲۰ سانتی‌متر (۲۰ cm)	13450^{b}	2400 ^{c}	1.85 ^{c}	2.85 ^{b}	200.6 ^{c}	3.30 ^{a}	18.77 ^{a}	26.15 ^{b}
۳۰ سانتی‌متر (۳۰ cm)	16560^{b}	2780 ^{b}	3.09 ^{b}	4.08 ^{a}	232.1 ^{b}	2.94 ^{a}	18.71 ^{a}	26.61 ^{a}
٤۰ سانتی‌متر (٤۰ cm)	25600^{a}	3231 ^{a}	3.99 ^{a}	4.15 ^{a}	260.7 ^{a}	3.05 ^{a}	18.64 ^{a}	25.80 ^{b}

در هر ردیف، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی‌دار ندارند.

Means followed by the same letter in each row are not significantly different at %5 probability level (Duncan's new multiple range test).

جدول ۳- تجزیه واریانس صفات عملکرد و اجزای عملکرد خیار در کشت مخلوط

Table 3. Analysis of variance for yield and yield components of cucumber at intercropping system.

		میانگین مربعات MS				
منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	تعداد میوه در هر بوته No. fruits plant^{-1}	وزن میوه در هر بوته Fesh fruit weight (g) plant^{-1}	وزن متوسط هر میوه Average fresh fruit weight (gr)	درصد ماده خشک میوه Percent dry matter of fruit (gr)	عملکرد Fresh fruit yield (t ha^{-1})
تکرار Replication	3	0.074	1746.83	24.87	0.048	0.303
الگوی کشت (A) Planting pattern	3	3.37**	11791.57**	9.07 ns	0.103 ns	7.119**
تراکم کشت (B) Planting density	2	126.27**	440699.48**	47.65*	0.34 ns	8.190**
A*B	6	2.98**	16321.97**	28.43*	0.18 ns	6.102**
خطا Error	32	0.418	1003.15	11.51	0.26	0.577
ضریب تغییرات C.V	--	% 7.09	% 5.41	% 5.26	% 12.65	% 5.77

*، ** و ns به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد، ۱ درصد و غیر معنی‌دار.

*,** and ns: Significant at the 1% and 5% levels of probability and nonsignifcant, respectively.

اولاسانتان (Olasntan, 2001) در کشت مخلوط بامیه با کاساوا در تراکم بالای بامیه با افزایش ارتفاع، کاهش تعداد شاخه فرعی و سطح برگ بامیه مواجه شد.

عملکرد و اجزای عملکرد بامیه

نتایج به‌دست آمده از تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۷) نشان داد که تأثیر الگوی کشت و تراکم و اثر متقابل الگوی کشت×تراکم کشت برروی وزن و تعداد میوه در هر بوته در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بوده است. مقایسه میانگین‌ها در (جدول ٤) نشان می‌دهد که با افزایش تراکم بر تعداد میوه در هر بوته کاسته شده است. بیشترین تعداد میوه در هر بوته (۳۳/٤٤ عدد) و وزن میوه در هر بوته (۱۹۱/٤ گرم) در الگوی کشت بامیه داخل ردیف های خیار با تراکم کم و کمترین تعداد میوه در هر بوته (۱۰/۰٤ عدد) و وزن میوه در هر بوته (۵۷/٤ گرم) در الگوی کشت خالص بامیه با تراکم زیاد حاصل شد. کاهش تعداد و وزن میوه در هر بوته در تراکم زیاد می‌تواند به‌خاطر افزایش رقابت درون و برون گونه‌ای برای کسب منابع مورد نیاز برای رشد و نمو باشد که در تراکم های کم این رقابت کمتر شده است (Ofosu-Anim and Limbani, 2007)، (Muoneke and Mbah, 2007) و (Olasantan and Bello, 2004) . براساس نتایج مقایسه میانگین‌ها، بیشترین عملکرد بامیه مربوط به الگوی کشت بامیه داخل و بین ردیف‌های خیار با میانگین عملکرد ۳/۸۳ تن در هکتار و کمترین میزان عملکرد نیز مربوط به الگوی کشت بامیه بین ردیف‌های خیار با میانگین عملکرد ۲/۵۵ تن در هکتار بود (جدول ۲). افسو و لیمبانی (Ofosu-Anim and Limbani, 2007) بیشترین عملکرد محصول در بامیه را در الگوی کشت دو ردیف بامیه با یک ردیف خیار با تراکم زیاد به‌دست آورند و افزایش عملکرد در این تیمار را به‌خاطر افزایش تراکم بوته در واحد سطح دانستند.

غلظت عناصر در میوه خیار و بامیه

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که الگوی کشت و تراکم و اثر متقابل الگوی کشت × تراکم در سطح احتمال ۱ ٪ بر غلظت عناصر پتاسیم، فسفر، کلسیم و نیتروژن در میوه خیار و غلظت نیتروژن و کلسیم میوه بامیه اثر معنی‌دار داشته است (جداول ۱ و ۵). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد (جدول ٤) که بیشترین غلظت فسفر در خیار (۳۱/۷۱ $^{ml/100gr}$) در تیمار کشت خالص خیار با با تراکم متوسط و کمترین غلظت فسفر ($^{ml/100gr}$۲۶/۶۹) در تیمار کشت بامیه بین بوته و ردیف‌های خیار با تراکم زیاد به‌دست آمده است. در بامیه غلظت فسفر تنها تحت تأثیر الگوی کشت و تراکم (سطح احتمال ۱ ٪) قرار گرفت (جدول۵) بر اساس مقایسه میانگین‌ها از لحاظ فاکتور

جدول ٤- مقایسه میانگین اثر اصلی برخی صفات مورد ارزیابی در خیار و بامیه در کشت مخلوط

Table 4. Means comparison of interaction effects for some characteristics of cucumber and okra in intercropping system

صفات Character / تیمار Treatment	وزن تر بوته Fresh weight of plant(gr)		وزن میوه در هر بوته Fresh fruit weight (gr plant^{-1})		تعداد میوه در هر بوته No. fruits plant^{-1}		عملکرد Fresh fruit yield (t ha^{-1})	LER	نیتروژن Nitrogen		فسفر Phosphor	کلسیم Calcium		پتاسیم Potassium
	بامیه Okra	خیار Cucumber	بامیه Okra	خیار Cucumber	بامیه Okra	خیار Cucumber			خیار Cucumber	بامیه Okra	خیار Cucumber	خیار Cucumber	بامیه Okra	خیار Cucumber
Cu20	---	400.8 ^{f}	---	6.13 ^{f}	---	13.06 ^{cde}	---	---	0.317 ^{i}	---	29.19 ^{ab}	0.784 ^{i}	---	1.14 ^{c}
Cu30	---	532.7 ^{e}	---	8.07 ^{e}	---	11.82 ^{ef}	---	---	0.464 ^{a}	---	3171 ^{a}	0.913 ^{j}	---	1.01 ^{d}
Cu40	---	686 ^{cd}	---	10.7 ^{cd}	---	11.34 ^{f}	---	---	0.369 ^{c}	---	29.78 ^{ab}	0.768 ^{g}	---	1.04 ^{d}
Ok20	1117 ^{cd}	---	57.40 ^{c}	---	10.04 ^{d}	---	---	---	---	0.297 ^{e}	---	---	0.659 ^{k}	---
Ok30	974 ^{d}	---	67.04 ^{c}	---	0.24 ^{cd}	---	---	---	---	0.319 ^{e}	---	---	1.45 ^{b}	---
Ok40	1699 ^{bc}	---	79.01 ^{c}	---	14.6 ^{d}	---	---	---	---	0.264 ^{f}	---	---	1.24 ^{d}	---
Cu+O20 m1	1624 ^{bcd}	417.4 ^{f}	78.20 ^{c}	6.28 ^{f}	12.81 ^{d}	13.89 ^{abc}	1.75	0.353 ^{e}	0.315 ^{e}	30.05 ^{ab}	1.18 ^{b}	1.42 ^{c}	1.28 ^{b}
Cu+O30 m1	1661 ^{bc}	522.6 ^{e}	126.4 ^{b}	8.31 ^{e}	23.13 ^{b}	11.68 ^{ef}	1.63	0.322 ^{h}	0.361 ^{c}	30.85 ^{ab}	0.854 ^{h}	0.677 ^{j}	1.28 ^{b}
Cu+O40 m1	1502 ^{bcd}	859.1 ^{a}	191.4 ^{a}	13.55 ^{a}	33.44 ^{a}	14.34 ^{abc}	1.94	0.297 ^{k}	0.334 ^{d}	28.44 ^{b}	1.12 ^{a}	1.54 ^{a}	1.30 ^{b}
Cu+O20 m2	1394 ^{bcd}	453.2 ^{f}	86.40 ^{c}	6.63 ^{f}	14.65 ^{d}	15.36 ^{a}	1.93	0.227 ^{l}	0.312 ^{e}	30.42 ^{ab}	0.753 ^{k}	1.05 ^{e}	1.17 ^{c}
Cu+O30 m2	1817 ^{b}	663 ^{cd}	87.31 ^{bc}	9.86 ^{d}	15.44 ^{d}	14.74 ^{ab}	1.64	0.340 ^{f}	0.301 ^{e}	29.91 ^{ab}	1.16 ^{c}	0.907 ^{g}	1.17 ^{c}
Cu+O40 m2	2383 ^{a}	744.7 ^{b}	171.5 ^{a}	12.51 ^{b}	30.04 ^{a}	12.40 ^{def}	1.7	0.330 ^{g}	0.409 ^{a}	31.42 ^{a}	0.635 ^{l}	0.899 ^{g}	1.05 ^{d}
Cu+O20 m3	1121 ^{cd}	396.8 ^{f}	58.61 ^{c}	6.47 ^{f}	10.48 ^{d}	13.38 ^{bcd}	2.06	0.359 ^{d}	b	26.69 ^{c}	1.14 ^{d}	0.818 ^{i}	1.28 ^{b}
Cu+O30 m3	1319 ^{bcd}	642.7 ^{d}	90.92 ^{bc}	9.81 ^{d}	14.88 ^{d}	14.23 ^{abc}	2.15	0.453 ^{b}	0.305 ^{e}	30.53 ^{ab}	1.01 ^{e}	0.859 ^{h}	1.6 ^{d}
Cu+O40 m3	1589 ^{bcd}	706.9 ^{c}	106.5 ^{bc}	11.22 ^{c}	19.05 ^{c}	11.86 ^{ef}	1.84	0.307 ^{j}	0.333 ^{d}	30.58 ^{ab}	0.952 ^{f}	0.995 ^{f}	1.43 ^{a}

Means followed by the same letter do not differ significantly at %5 probability level (Duncan's new multiple range test).

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در هر ستون با همدیگر در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی‌دار ندارند.

Cu,Ok,M1,M2,M3 به‌ترتیب کشت خالص خیار،کشت خالص بامیه، کشت بامیه داخل ردیف خیار، کشت بامیه بین ردیف خیار، کشت بامیه بین و داخل ردیف خیار

Cu,Ok,M1,M2,M3 : Sole cucumber,Sole okra,within cucumber rows, between cucumber rows, between and within cucumber rows, respectively.

جدول ۵- تجزیه واریانس غلظت عناصر و صفات رویشی در بامیه در کشت مخلوط

Table 5. Analysis of variance for elemental concentration and vegetative characteristics of okra at intercropping system.

		MS میانگین مربعات								
						Concentration (ml/100gr) غلظت (ml/100gr)				
منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	تعداد شاخه فرعی No. branches plant^{-1}	سطح برگ Leaf area (cm^2)	وزن تر بوته Fresh weight of plant (gr)	درصد ماده خشک برگ Percent dry matter of leaves (gr)	ارتفاع Height (cm)	نیتروژن Nitrogen	فسفر Phosphor	کلسیم Calcium	پتاسیم Potassium
تکرار Replication	2	0.408	568313.6	161709.16	0.009	270.61	0.002	0.096	0.001	0.004
الگوی کشت (A) planting pattern	3	1.3 $^{n.s}$	126389423.5*	617178.24**	1.33*	416.7*	0.005**	4.78**	0.197**	0.002 $^{n.s}$
تراکم کشت (B) planting density	2	12.44**	402727191.7**	620015.16**	0.08 $^{n.s}$	1374.1**	0.001**	1.68**	0.119**	0.003 $^{n.s}$
A*B	6	0.9 $^{n.s}$	61673203.9 $^{n.s}$	208078.89*	0.547 $^{n.s}$	369.9 $^{n.s}$	0.006**	0.50 $^{n.s}$	0.357**	0.001 $^{n.s}$
Error خطا	21	1.386	63004601.7	78546.35	0.314	168.13	0.001	0.277	0.001	0.002
C.V	--	% 39.61	% 42.82	% 18.48	% 3.00	% 8.29	% 0.25	% 2.01	% 1.43	% 8.27

*,** and n.s: Significant at the 1% and 5% level of probability and nonsignifcant, respectively.

*، ** و ns ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد، ۱ درصد و غیر معنی‌دار.

جدول ٦- تاثیر کشت مخلوط خیار و بامیه بر روی ارتفاع بوته بامیه طی ۱۲ هفته بعد از کاشت.

Table 6. The effect of intercropping cucumber and okra on the height (cm) of okra, until 12 weeks after planting.

تیمار Treatment	هفته ۲ Week 2	هفته ۳ Week 3	هفته ٤ Week 4	هفته ٥ Week 5	هفته ٦ Week 6	هفته ۷ Week 7	هفته ۸ Week 8	هفته ۹ Week 9	هفته ۱۰ Week 10	هفته ۱۱ Week 11	هفته ۱۲ Week 12
الگوی کشت Planting pattern											
کشت خالص Monoculture	6.9 a	11.28 a	15.61 b	20.87 b	30.38 a	58.26 a	72.89 a	94.64 a	110.52 a	135.72 a	164.7 a
داخل ردیف خیار Within cucmber rows	7.8 a	12.67 a	17.57 ab	22.83 ab	33.32 a	54.4 a	72.39 a	86.65 a	99.97 a	122.38 a	146.91 b
بین ردیف خیار Between cucumber rows	7.9 a	12.31 a	19.04 a	24.79 a	37.94 a	59.01 a	75.2 a	90.19 a	105.94 a	125.03 a	155.45 ab
بین و داخل ردیف خیار Between and within cucumber rows	8.14 a	12.11 a	16.89 ab	23.12 a	35.36 a	59.22 a	77.32 a	93.40 a	109.37 a	130.42 a	158.02 ab
تراکم کاشت Planting density											
۲۰ سانتی‌متر (۲۰ cm)	7.5 a	12.30 a	17.91 a	23.10 a	38.15 a	62.18 a	78.34 a	98.85 a	113.94 a	134.18 a	166.74 a
۳۰ سانتی‌متر (۳۰ cm)	7.7 a	11.87 a	16.97 a	32.25 a	34.62 b	55.5 b	72.34 a	87.26 b	102.38	125.49 a	151.27 b
٤۰ سانتی‌متر (٤۰ cm)	8.1 a	12.12 a	16.94 a	23.36 a	33.72 b	55.49 b	72.68 a	87.55 b	103.03 b	134.18 a	151.02 b

در هر ستون میانگین‌های دارای حرف مشترک اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ٥٪ ندارند.

Means followed by the same letter do not differ significantly at %5 probability level (Duncan's new multiple range test).

جدول ۷- تجزیه واریانس صفات عملکرد و اجزای عملکرد بامیه در کشت مخلوط

Table 7. Analysis of variance for yield and yield components of okra at intercropping system.

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	تعداد میوه در هر بوته No.fruits plant^{-1}	وزن میوه در هر بوته Fresh fruit weight (gr plant^{-1})	وزن متوسط هر میوه Average fresh fruit weight (gr)	درصد ماده خشک میوه Percent dry matter of fruit (gr)	عملکرد Fresh fruit yield (t ha^{-1})
تکرار Replication	3	2.031	168.52	395276.55	1.46	0.32
الگوی کشت(A) planting pattern	3	269.87**	9334.45**	387892.66 $^{n.s}$	0.23 $^{n.s}$	3.51**
تراکم کشت(B) planting density	2	620.92**	18495.79**	389059.96 $^{n.s}$	0.537 $^{n.s}$	0.440 $^{n.s}$
A*B	6	66.27**	2256.10**	392947.02 $^{n.s}$	0.530 $^{n.s}$	0.898 $^{n.s}$
Error خطا	32	13.93	430.98	408053.66	0.66	0.58
ضریب تغییرات C.V	---	% 21.24	% 20.75	% 661.57	% 6.55	% 24.64

*،** و n.s به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ ٪، ۱ ٪ و غیر معنی‌دار.

*,** and n.s: Significant at the 1% and 5% level of probability and nonsignifcant, respectively.

الگوی کشت (جدول ۲)، بیشترین غلظت فسفر در بامیه (۲۶/۹۸$^{ml/100gr}$) مربوط به الگوی کشت بامیه داخل و بین ردیف‌های خیار و کمترین غلظت فسفر(۲۵/۵۴$^{ml/100gr}$) مربوط به الگوی کشت بامیه بین ردیف و از نظر فاکتور تراکم بیشترین غلظت فسفر (۲۶/۶۱$^{ml/100gr}$) مربوط به فاصله بین بوته ۳۰ سانتی‌متر و کمترین غلظت (۲۶/۱۵$^{ml/100gr}$) مربوط به فاصله بین بوته ۴۰ سانتی‌متر بود. اینال و همکاران (Inal *et al.*, 2007) دلایل افزایش غلظت فسفر در شاخه‌های ذرت و جو را کاهش PH ریزوسفر گیاه و افزایش فعالیت آنزیم فسفاتاز در خاک و ریشه این دو گیاه در کشت مخلوط بیان نمودند. الگوی کشت خالص خیار با تراکم متوسط که بیشترین غلظت نیتروژن میوه خیار (۰/۴۶۴$^{ml/100gr}$) را دارد از لحاظ غلظت پتاسیم، کمترین غلظت (۱/۰۱$^{ml/100gr}$) را داشته است (جدول ٤). تیمار کشت بامیه داخل و بین ردیف‌های خیار با تراکم کم نیز که بیشترین غلظت پتاسیم در میوه خیار (۱/۴۳$^{ml/100gr}$) را دارد، غلظت نیتروژن کمی را داشت. هم‌چنین تیمار کشت بامیه داخل ردیف با تراکم کم که بیشترین غلظت کلسیم در خیار (۱/۱۲$^{ml/100gr}$) را دارد، دارای غلظت پتاسیم کمی بود. در بامیه نتایج مقایسه میانگین‌ها (جدول ٤) نشان داد که تیمار کشت بامیه داخل ردیف‌های خیار با تراکم کم، بیشترین غلظت کلسیم (۱/۵٤$^{ml/100gr}$) را داشت و تیمار کشت خالص بامیه با تراکم زیاد کمترین غلظت کلسیم (۰/۶۵۹$^{ml/100gr}$) را نشان داد. بیشترین غلظت نیتروژن در بامیه (۰/٤۰۹$^{ml/100gr}$) در الگوی کشت بامیه بین ردیف‌های خیار با تراکم کم و کمترین غلظت نیتروژن (۰/۲٦٤$^{ml/100gr}$) در کشت خالص بامیه با تراکم کم به‌دست آمد. اینال و همکاران (Inal *et al.*, 2008) در کشت مخلوط بادام زمینی با ذرت علت افزایش غلظت پتاسیم در دو گیاه و کاهش غلظت کلسیم را اثرات آنتاگونیسمی بین پتاسیم و کلسیم عنوان نمودند.

ارزیابی کشت مخلوط

بر اساس محاسبه نسبت برابری زمین (جدول٤)، مشخص شد که در همه تیمارهای کشت مخلوط، استفاده بهتری از منابع خاک و آب به‌عمل آمده و زمین مورد کشت در این تیمارها بازده عملکرد بیشتری داشته است. بر این اساس تیمار کشت بامیه داخل و بین ردیف‌های خیار با تراکم متوسط با نسبت برابری زمین ۲/۱۵ و سودمندی ۱۱۵درصد به عنوان مطلوب‌ترین تراکم و الگوی کشت مخلوط برای این دو گیاه معرفی می‌شود. جان و مینی (John and Mini, 2005) در

کشت مخلوط بامیه با خیار و بامیه با لوبیا چشم بلبلی با به‌دست آوردن LER به ترتیب۲/٦۹ و ۲/۲٤، سودمندی کشت مخلوط این دو گیاه را ثابت کردند. به عقیده مظاهری (Mazaheri,1994) افزایش محصول در کشت مخلوط زمانی به‌دست می‌آید که یا گیاهان از نظر مرفولوژیک با هم تفاوت داشته که در نتیجه آن، فضاهای هوایی و زمینی متفاوتی را اشغال و نیازهای خود را از مکان‌های متفاوتی تأمین می‌کنند، یا گیاهان از نظر مدت زمان رویش با یکدیگر اختلاف داشته که سبب می‌شود تا گیاهان مواد مورد نیاز خود را در زمان‌های متفاوتی تأمین کنند. دراین آزمایش نیز خیار و بامیه هم از نظر مرفولوژیکی تفاوت دارند و هم اختلاف دوره رویش آن‌ها نیز قابل ملاحظه می‌باشد. هم‌چنین به‌نظر می‌رسد عواملی مانند اثرات بادشکنی بامیه بر عملکرد خیار(Kashi,1991)، کنترل رشد علف‌های هرز و حفظ رطوبت و تعدیل دمای خاک در افزایش عملکرد در کشت مخلوط بامیه و خیار موثر بوده است.

منابع

Abdelhakim EA (1995) Response of cucumber to plant density. Journal of King Saud University. Agricultural Science 7(2): 199-208.

Darabi A (1996) Tthe study of intercropping cucumber and tomato. M.Sc. Thesis, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran. [In Persian with English Abstract].

Ghanbari A, Taheri M (2003) Effects of planting arrangement and weed control on yied and yield components of red bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cv. Akhtar. Seed and Plant Journal 19:1. [In Persian with English Abstract].

Ghazanshahi J (1997) Soil and plant analysis. Motarjem Publications.

Inal A, Gunes A, Zhang F, Cakmak I (2007) Peanut/maize intercropping induced changes in rhizosphere and nutrient concentrations in shoots. Journal of Plant Physiology and Biology 45: 350-356.

Inal A, Gunes A (2008) Interspecific root interaction and rhizosphere effects on salt ions and nutrient uptake between mixed grown peanut/maize and peanut/barley in original salin-sodic–boron toxic soil. Journal of Plant Physiology 165: 490-503

John SA, Mini C (2005) Biological efficiency of intercropping in okra (*Ablemoschus esculentus* (L.) Monech). Journal of Tropical Agriculture 43: 33-36.

Kashi A (1991) The study of intercropping cucumber, tomat and pepper. Iranian Journal of Agricultural Science 23: 23-34. [In Persian with English Abstract].

Khajehpour M (1997) Principles and fundamentals of crop production. Isfahan University Publications. [In Persian with English Abstract].

Mazaheri D (1994) Intercropping. Tehran University Publication. [In Persian with English Abstract].

Miri Kh (2006) Effects of sowing date and density on yield and components of okra, *Abelmoschus esculentus*. Moench in Iranshar. Seed and Plant Journal 22 (3): 36-45.

Muoneke CO, Mbah EU (2007) Productivity of cassava with okra intercropping systems as influenced by okra planting density. African Journal of Agricultural Research 2(5): 223-231.

Muoneke CO, Asiegbu JE (1997) Effect of okra planting density and arrangement in intercrop with maize on the growth and yield of the component species. Journal of Agronomy and Crop Science 179: 201-207.

Muoneke CO, Ndukwe O (2008) Effects of plant population and spatial arrangement on the productivity of okra/Amaranthus intercropping system. Agronomy Science 7 (1): 54-66.

Odeleye FO, Odeleye OMO, Dada OA, Olaleye AO (2005) The response of okra to varying levels of poultry manure and plant population density under sole cropping. Journal of Food, Agriculture and Environment 3(3&4): 68-74.

Ofosu-Anim J, Limbani NV (2007) Effect of intercropping on the growth and yield of cucumber (*Cucumis sativus* L.) and Okra (*Abelmoschus esculentus* L.). International Journal of Agriculture and Biology 8: 594-597.

Olasantan FO (2001) Optimum plant population for okra in a mixture with cassava and its relevance to rainy season–based cropping system in southwestern Nigeria. Journal of Agricultureal Science 136: 207-214.

Olasantan FO, Bello NJ (2004) Optimum sowing dates for okra in monoculture and mixture with cassava during the rainy season in the southwest of Nigeria . The Journal of Agricultural Science 142: 42-58.

Yazdi-Samadi B, postini K (1993) Principles of arable crop production. Tehran University Publications. [In Persian with English Abstract].