

## بررسی اثرات تراکم لوبیا سبز و سیب زمینی بر عملکرد غده سیب زمینی در

### کشت خالص و کشت‌های مخلوط

یعقوب راعی<sup>1</sup>، صاحبعلی بلند نظر<sup>2</sup> و ندا دمقوی<sup>3</sup>

تاریخ دریافت: 89/5/10 تاریخ پذیرش: 90/2/18

1- گروه اکوفیزیولوژی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

2- گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

3- دانش آموخته کارشناسی ارشد زراعت، دانشگاه محقق اردبیلی

\* مسئول مکاتبه: E-mail: [yaagoob@yahoo.com](mailto:yaagoob@yahoo.com)

#### چکیده

یکی از روش‌های مناسب برای حرکت در راستای کشاورزی پایدار و حفاظت محیط زیست، انجام کشت مخلوط می‌باشد. بر این اساس آزمایشی در سال 1387 در ایستگاه تحقیقاتی خلعت پوشان دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز اجرا شد الگوی کشت مخلوط، روش سری‌های افزایشی بود. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید، فاکتور اول شامل سطوح تیماری تراکم‌های 15، 20 و 25 بوته لوبیا در مترمربع و دومین فاکتور تراکم‌های 5، 7/5 و 10 بوته سیب‌زمینی در مترمربع همراه با تک کشتیهایی دو گونه در تراکم‌های مذکور بود. نتایج نشان داد که از نظر صفات تعداد و وزن غده و عملکرد غده در واحد سطح، در سطح احتمال 1 درصد اختلاف معنی دار وجود داشت. بیشترین تعداد غده در کمترین تراکم سیب‌زمینی و لوبیا در تراکم 5 بوته سیب‌زمینی در واحد سطح و سپس در تراکم 15 بوته لوبیا در واحد سطح مشاهده شد. بیشترین و کمترین وزن خشک غده به ترتیب در تراکم‌های 10 و 7/5 بوته سیب‌زمینی در مترمربع و در لوبیا در تراکم 15 و 25 بوته در مترمربع حاصل شد. تراکم 10 بوته در مترمربع سیب‌زمینی بیشترین عملکرد غده را بر حسب تن در هکتار تولید کرد. عملکرد غده سیب‌زمینی با افزایش تراکم لوبیا کاهش یافت. ارزیابی سودمندی کشت مخلوط با استفاده از شاخص نسبت برابری زمین نشان داد که بالاترین نسبت برابری زمین در ترکیب تیماری 5:15 سیب‌زمینی - لوبیا حاصل گردید. ترکیب تیماری 5:25 سیب‌زمینی - لوبیا بیشترین RVT (مجموع ارزش نسبی) را داشت (1/734). بنابراین با توجه به اهمیت بالای ارزش اقتصادی محصول از نظر زارعین، از نتایج این آزمایش استنباط می‌شود که ترکیب تیماری 5:25 سیب‌زمینی - لوبیا، مناسبتر از سایر ترکیبات تیماری بوده است.

واژه‌های کلیدی: کشت مخلوط، سیب‌زمینی، لوبیا و تراکم

## Evaluation of Common Bean and Potato Densities Effects on Potato Tuber Yield in Mono-Cropping and Intercropping Systems

Y Raei<sup>1\*</sup>, SA Bolandnazar<sup>2</sup> and N Dameghsi<sup>3</sup>

Received: 08 May 2011 Accepted: 01 August 2010

<sup>1</sup>Department of Plant Ecophysiology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran

<sup>2</sup>Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran

<sup>3</sup>Former M.Sc. Student of Agronomy, University Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

\*Corresponding author: E-mail: [yaegoob@yahoo.com](mailto:yaegoob@yahoo.com)

### Abstract

One of the suitable methods for the movement in regard to sustainable agriculture and environmental conservation is intercropping. On this basis, an experiment was conducted in Station Research of Agricultural Faculty of Tabriz University in 2008. Intercropping pattern was additive series method. The factorial set of treatments was arranged within Randomized Complete Block Design with three replications. The first factor comprised common bean densities of 15, 20 and 25 plants/m<sup>2</sup> and the second factor consisted of potato densities of 5, 7.5 and 10 plants/m<sup>2</sup> with the same densities of sole cropping of two species. Results showed that the traits of tuber number tuber dry weight and tuber yield per unit area were significantly affected by potato and common bean densities. The highest tuber number was observed at the lowest densities of potato and common bean, but it was higher in 5 plants/m<sup>2</sup> potato than that 15 plants/m<sup>2</sup> common bean. The highest and the lowest tuber dry weight in per plant were achieved at 10 plants/m<sup>2</sup> and 7.5 plants/m<sup>2</sup> of potato and at 15 plants/m<sup>2</sup> and 25 plants/m<sup>2</sup> of common bean. The maximum tuber yield (T/ha) was produced at 10 plants/m<sup>2</sup> of potato. Tuber yield was decreased as common bean density increased. Evaluation the advantage of intercropping using Land Equivalent Ratio (LER) showed that the highest LER was observed at 5:15 (1.643) potato – common bean densities. The treatment combination of 5:25 potato – common bean had the maximum RVT (Relative Value Total) (1.734). Therefore, in accordance with the high importance of yield economical value for farmers, it was concluded that the treatment combination of 5:25 potato–common bean was more suitable than those other treatment combinations.

**Key words:** Intercropping, potato, common bean and density

## مقدمه

سیستم‌های زراعی کمک می‌کند زیرا از فاکتورهای عمده‌ای که در زراعت‌های مخلوط بیشتر تحت تاثیر قرار می‌گیرد، عنصر پرمصرف نیتروژن است (باقری و همکاران، 1380). کشت مخلوط سیب‌زمینی با لگوم‌ها از جمله لوبیا جزو شیوه‌های معمول در اغلب نواحی گرمسیری و نیمه گرمسیری آمریکای لاتین و آسیا مرسوم است (موشاگالوسا و همکاران، 2008). کمبود مواد آلی در خاک‌های زراعی و به تبع آن کمی نیتروژن قابل جذب و همچنین توقع بالای سیب‌زمینی به کودهای نیتروژن‌دار موجب ترغیب کشاورزان به مصرف بیشتر از نیاز واقعی این کود می‌شود. این عمل علاوه بر خسارت‌های زیادی که ایجاد می‌کند موجب تجمع نیتريت و نترات در غده‌های سیب‌زمینی می‌شود که در اثر فعل و انفعالات شیمیایی به ترکیباتی با نام نیتروزآمین که از عوامل ایجاد سرطان در انسان به شمار می‌رود، تبدیل می‌شود (کلارستانی و همکاران، 1377).

نتایج آزمایش چالک (1996) نشان داد که برتری عملکرد گیاهان در کشت مخلوط نتیجه تثبیت و انتقال نیتروژن لگوم‌ها در زراعت مخلوط است. با توجه به نتایج تحقیقات انجام گرفته مشخص گردید که رقابت گیاهی در مخلوط سیب‌زمینی و ذرت کمتر از تک کشتی آنها بوده و این دو گیاه به دلیل کاهش شدت رقابت و یا همیاری دو جانبه از عوامل محیطی بهتر استفاده می‌نمایند و در نتیجه عملکرد نهایی آنها از تک کشتی بیشتر گردید (حسن پناهی و همکاران، 1387). در ارزیابی کشت مخلوط سیب‌زمینی با نیشکر در طول سالهای 1982 تا 1987 در بنگلادش مشخص گردید که عملکرد هر دو گیاه در کشت مخلوط در مقایسه با تک کشتی افزایش نشان داده است. افزایش عملکرد سیب‌زمینی تا حداکثر تراکم تست شده در کشت مخلوط ادامه داشت. این برتری عملکرد مخلوط دلیل اصلی گرایش بیشتر زار عین به این سیستم کاشت بود (امام و همکاران، 1990). در ارزیابی کشت مخلوط سیب‌زمینی با ذرت و سویا، زمانی کشت مخلوط محصول بیشتری نسبت به تک کشتی‌ها تولید می‌کند که ارقام به طور مناسب انتخاب

ازدیاد جمعیت، تخریب محیط زیست و پایین تر بودن راندمان تولید در واحد سطح، به عنوان یکی از مهمترین و نگران کننده‌ترین معضلات جامعه بشری مطرح است (تیموتی و همکاران، 2000). بنابراین بازنگری در روش‌های متداول زراعت و راهکارهای مربوط به استفاده بیشتر و بهینه از زمین و افزایش تولید، اهمیت خود را بیش از پیش نمایان می‌سازند. یکی از شیوه‌های زراعی هم راستا با اهداف اکولوژیک کشت مخلوط می‌باشد که کشت همزمان دو و یا چند محصول در یک مزرعه است که در بسیاری از مناطق دنیا اجرا می‌گردد. کشت مخلوط در مناطق و اقلیم‌های مختلف، توانسته است عملکرد کل را در واحد سطح در مقایسه با تک کشتی افزایش دهد. این سیستم علاوه بر حفظ تعادل اکولوژیک و ثبات سیستم، اهدافی نظیر بهره برداری حداکثر از منابع محیطی نظیر آب، خاک، مواد غذایی، افزایش کمی و کیفی عملکرد، کاهش خسارات ناشی از آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز و بالاخره بهبود شرایط اجتماعی نظیر ثبات بیشتر اقتصادی و تغذیه مناسب انسان را دنبال می‌کند (جوانشیر و همکاران، 1379). این نوع زراعت اغلب به طور وسیع در کشورهای به اجرا در آمده است که زمین‌های قابل کشت کمی دارند و در واقع کشت مخلوط توانسته است سهمی از تنوع زیستی و امنیت غذایی را در آنجا به خود اختصاص دهد نتیجه کشت مخلوط تا درجه زیادی به منابع قابل دسترس، شرایط تاثیرگذار بر فنولوژی و رشد در تمام گونه‌ها وابسته است (موشاگالوسا و همکاران، 2008).

سیب‌زمینی جزو گیاهان غده‌ای است که نقش مهمی در تغذیه دارد. غده سیب‌زمینی دارای کربوهیدرات (نشاسته) زیادی بوده و به دلیل عملکرد بالا، مورد توجه زیادی می‌باشد (خواجه پور، 1370). لوبیا نیز سرشار از پروتئین بوده و ترکیب مناسبی از منابع غذایی پروتئین لوبیا با کربوهیدرات (نشاسته) سیب‌زمینی می‌تواند سوء تغذیه و کمبود اسیدهای آمینه را برطرف سازد. با توجه به توانایی تثبیت نیتروژن در این گیاه، قراردادن آن در زراعت مخلوط به پایداری

نیشابوری، 1374). فاکتور اول شامل تراکم لوبیا در سطوح 15، 20 و 25 بوته در مترمربع و فاکتور دوم تراکم‌های 5، 7/5 و 10 بوته سیب‌زمینی در مترمربع همراه با تک کشتی تراکم‌های مذکور دو گونه بود. روش مورد استفاده در کشت مخلوط، روش سری‌های افزایشی بود. به همین منظور زمین در پاییز سال قبل شخم عمیق زده شده و در بهار سال بعد عملیات تکمیلی تهیه زمین شامل دیسک زنی و پشته بندی صورت پذیرفت. هر واحد آزمایشی دارای چهار ردیف کاشت به طول 6 متر و با فاصله ردیفی 80 سانتی متر بود. در این آزمایش از رقم آگریا سیب‌زمینی و رقم محلی لوبیا سبز که دارای فرم رشد نیمه رونده بود استفاده شد. غدد بذری سیب‌زمینی به وزن 40-50 گرم (در صورت نیاز تقسیم شدند) پس از ضدعفونی بوسیله بنومیل 1/5 در هزار به مدت 15 دقیقه، در وسط پشته ها در عمق 10 سانتی متری در فواصل مورد نظر بر اساس تراکم، کاشته شدند. بذور لوبیا نیز پس از خیساندن به مدت 24 ساعت، در دو طرف پشته با عمق 5 سانتی متر و با فواصل روی ردیفی متناسب با تراکم‌های مورد نظر کاشته شدند. آبیاری هر هفته یکبار صورت گرفت و علف‌های هرز بر اساس ضرورت (حداقل سه بار) به صورت دستی وجین گردیدند. بعد از رسیدگی غده‌ها و ردیف‌های ابتدا و انتهای کرت‌ها و نیم متر از طرفین ردیف‌های باقیمانده به عنوان حاشیه و بدنبال شمارش تعداد ساقه در هر بوته و ارتفاع هر بوته از حداقل 6 نمونه در هر کرت، عمل برداشت از سطح سه متر مربعی انجام گرفت. تعداد غده ها برای هر بوته تعیین گردیده و سپس غده ها به منظور تعیین عملکرد به قطعات کوچکی تقسیم شده و در آونی با دمای ثابت  $80^{\circ}\text{C}$  تا رسیدن به وزن خشک ثابت قرار داده شدند. عملکرد لوبیا سبز نیز از طریق برداشت نیام ها در سه مرحله از سطح سه متر مربعی و تعیین مجموع عملکرد آنها بدست آمد. به منظور ارزیابی مناسب کشت مخلوط از معیار LER (نسبت برابری زمین) استفاده شد (راعی، 1387).

گردیده و تراکم کل گیاهی نسبت به تک کشتی افزایش یابد (جیمینگ و میدمور، 1990). در یک پژوهش چند ساله در فیلیپین مشخص گردید که میزان عملکرد غده سیب‌زمینی در کشت مخلوط با ذرت بین 15/5 تا 19/4 تن در هکتار بود که اختلاف معنی‌داری با عملکرد آن در تک کشتی (18/6) نداشت. بنابراین هر میزان محصول برداشت شده از گیاه ذرت در مخلوط به عنوان مزیت اقتصادی این سیستم کشت می‌باشد (باتوگال و همکاران، 1990). سایم و همکاران (1998) گزارش کردند که عملکرد دو گیاه ذرت و لوبیا در کشت مخلوط آنها بیشتر از تک کشتی این دو گیاه است. برای دستیابی به حداکثر عملکرد و مکانیزه نمودن مراحل مختلف رشد گیاه، مسایل به زراعی از جمله الگوی کاشت، توزیع یکنواخت بوته‌ها در ردیف‌های نزدیک تر کاشت و استفاده موثرتر از منابع و تاخیر در زمان آغاز رقابت درون و برون گونه‌ای، بسیار تعیین کننده خواهند بود، به طوریکه این امر باعث انتشار بهتر نور در کانوپی شده و جذب خالص نور را بالا خواهد برد. برخی از محققین معتقدند که نفوذ نامتعادل نور به داخل پوشش گیاهی که ناشی از عدم توزیع مناسب گیاهان در واحد سطح می‌باشد، باعث افت عملکرد می‌شود (توحیدی، 1386). در این آزمایش سعی شده است تا از طریق ارزیابی اثرات تراکمی دو گیاه در تک کشتی و کشت مخلوط، مناسبیت کشت مخلوط دو گیاه در منطقه در سطوح مختلف تراکم در مقایسه با تک کشتی سیب-زمینی مورد ارزیابی قرار گیرد.

#### مواد و روش‌ها

آزمایش در ایستگاه تحقیقاتی خلعت پوشان دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز، واقع در 5 کیلومتری جاده تبریز باسمنج در سال 87 به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار به اجرا در آمد. محل اجرای طرح جزو اقلیم‌های نیمه خشک سرد محسوب می‌شود. ارتفاع از سطح دریا 1360 متر، طول جغرافیایی 46 درجه و 17 دقیقه و عرض جغرافیایی 38 درجه و 5 دقیقه است. خاک منطقه جزو خاک‌های لومی و شنی محسوب می‌شود (جعفرزاده و

$$LER = \frac{\text{میزان محصول سیب زمینی در کشت مخلوط}}{\text{میزان محصول سیب زمینی در تک کشتی}} + \frac{\text{میزان محصول تر لوبیا سبز در کشت مخلوط}}{\text{میزان محصول تر لوبیا سبز در تک کشتی}}$$

برون گونه‌ای اعمال شده از طرف بوته‌های لوبیا بر سیب زمینی از تعداد غده، وزن غده و عملکرد غده به طور معنی داری کاسته می‌شود. بالاترین تعداد غده در بوته در تراکم 5 سیب زمینی و کمترین آن در تراکم 10 بوته بود. این نتایج حاکی از آن است که افزایش رقابت درون گونه‌ای کاهش معنی داری را در صفت فوق ایجاد نموده است. البته نتایج بعدی (وزن خشک غده) نشان می‌دهد که هر چند افزایش تراکم سیب زمینی منجر به کاهش تعداد غده در بوته می‌گردد، اما افزایش تعداد بوته‌ها در واحد سطح این کاهش‌ها را نه تنها جبران می‌نماید، بلکه مقدار آن بیشتر از تراکم‌های پایین می‌گردد (جدول 2). بنابراین با توجه به جدول اثرات اصلی، معلوم می‌شود که با افزایش تراکم سیب زمینی و لوبیا در واحد سطح، از تعداد غده در بوته کاسته شد. این امر به دلیل افزایش رقابت درون گونه‌ای و رقابت برون گونه‌ای بوته‌های لوبیا و سیب زمینی بود که در نتیجه شدت تداخل رقابت درون گونه‌ای سیب زمینی و بین گونه‌ای بوته‌های لوبیا بر روی سیب زمینی را افزایش داد. شکل مربوط به مقایسات میانگین اثر متقابل تراکم سیب زمینی با تراکم لوبیا در تعداد غده (شکل 1- الف) نشان داد که بیشترین تعداد غده سیب زمینی متعلق به بوته‌هایی بود که در ترکیب تیماری 5:0 (به ترتیب از چپ به راست تراکم سیب زمینی و تراکم لوبیا) قرار داشتند. کمترین تعداد غده در بوته سیب زمینی نیز به گروه 10:25 تعلق داشت. همان گونه که در شکل ملاحظه می‌گردد در تراکم‌های ثابت 5 بوته سیب زمینی در واحد سطح، با وجود افزایش تراکم لوبیا از 15 به 20 و سپس 25 بوته در مترمربع عملاً اختلاف معنی داری بین تعداد غده‌های تولیدی وجود نداشت. این روند را در تراکم‌های ثابت 7/5 و 10 بوته سیب زمینی به ازای افزایش تعداد بوته لوبیا در واحد سطح، به جز ترکیب تیماری 10:25 که اختلاف آن با دو تراکم 15 و 20 بوته

فرمول بکاررفته برای مجموع ارزش نسبی یا RVT نیز به صورت زیر بود (راعی، 1377).

$$RVT = (a P1 + b P2) / a M1$$

که در آن M1 میزان محصول تر لوبیا سبز در تک کشتی، P1 و P2 به ترتیب میزان محصول تر لوبیا سبز و وزن خشک سیب زمینی (غده‌ها) در کشت مخلوط و a و b نیز قیمت تمام شده لوبیا سبز و سیب زمینی می‌باشند که در این رابطه باید حالت  $a M1 > b M2$  رعایت گردد (جوانشیر و همکاران، 1379). به منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم افزار آماری -MSTAT C و برای ترسیم گراف‌ها و نمودارها از نرم افزار EXCEL استفاده گردید. مقایسه میانگین‌ها نیز به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال 5 درصد انجام گرفت.

### نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس صفات مورد ارزیابی نشان داد که اثرات تراکم‌های سیب زمینی و لوبیا بر صفات تعداد غده، وزن غده در بوته و عملکرد غده در واحد سطح، در سطح احتمال 1 درصد و اثرات متقابل این دو تراکم روی صفات تعداد و وزن غده در بوته، عملکرد غده در سطح احتمال یک درصد و ارتفاع بوته و تعداد ساقه در بوته در سطح احتمال پنج درصد معنی دار بود (جدول 1).

تعداد غده در بوته: مقایسه میانگین‌های مربوط به اثرات اصلی تاثیر تراکم‌های سیب زمینی و لوبیا بر تعداد غده در بوته سیب زمینی نشان داد که بالاترین تعداد غده، وزن غده و عملکرد غده در تراکم 15 بوته لوبیا در مترمربع حاصل شد. کمترین مقادیر صفات فوق نیز در تراکم 25 لوبیا ملاحظه شد (جدول 2). بنابراین ملاحظه می‌شود که با افزایش تراکم لوبیا، به دلیل افزایش رقابت

های سیب‌زمینی نداشتند. اما اثر متقابل این دو عامل بر صفت ارتفاع بوته در سطح احتمال 5 درصد معنی دار بود (جدول 1). با افزایش تراکم این دو گیاه در واحد سطح، ارتفاع بوته سیب‌زمینی افزایش یافت. بیشترین ارتفاع بوته مربوط به ترکیب تیماری 10:20 بود و کمترین ارتفاع بوته به تیمار 5:15 تعلق داشت. تراکم 25 بوته لوبیا در واحد سطح در مقایسه با تراکم 20 بوته، ارتفاع بوته کمتری داشت (شکل 1-ج). دلیل این امر را می‌توان به عامل رقابت نسبت داد که باعث کاهش توان گیاه در جهت تولید بیوماس بیشتر برای افزایش ارتفاع بوته‌های سیب‌زمینی گردید. ارتفاع گیاه نیز همانند سایر صفات، علاوه بر وابستگی به ژنوتیپ، تحت تاثیر محیط نیز قرار می‌گیرد. از جمله عوامل محیطی موثر در ارتفاع یک گیاه نور است که رقابت جهت کسب آن باعث اختلافاتی در ارتفاع یک گیاه و گیاهان مجاور آن می‌شود (جوانشیر و همکاران، 1379).

از لحاظ تعداد ساقه در بوته، نتایج جدول تجزیه واریانس نمایانگر آن است که تاثیر سطوح مختلف تراکم دو گیاه بر تعداد ساقه در بوته معنی دار نبود، ولی اثر متقابل آنها، در سطح احتمال 5 درصد معنی دار گردید (جدول 1). شکل 1-د، بیانگر نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل تراکم دو گونه بر تعداد ساقه در بوته است که نشان می‌دهد در کشت‌های خالص سیب‌زمینی به موازات افزایش تراکم از تعداد ساقه در بوته کاسته می‌شود به طوری که بیشترین میانگین تعداد ساقه (2/693 عدد) مربوط به تراکم 5 بوته سیب‌زمینی بود. همانگونه که شکل نشان می‌دهد به ازای افزایش تعداد بوته لوبیا و سیب‌زمینی در کشت مخلوط، تولید ساقه در بوته کاهش یافت هرچند اختلاف بین آنها معنی دار نبود و در گروه‌های آماری جداگانه ای قرار نگرفتند. بیشترین کاهش در تعداد ساقه نیز مربوط به تیمار 10:25 بود. تعداد ساقه در بوته از صفات بسیار مهم در سیب‌زمینی به شمار می‌رود به طوری که هر قدر تعداد ساقه در سیب‌زمینی کمتر باشد وزن غده در بوته و نهایتاً عملکرد کاهش می‌یابد. در تراکم پایین سیب‌زمینی، افزایش تولید تعداد شاخه فرعی، تعداد غده و در نهایت عملکرد تک بوته زیاد، قادر نیست کاهش محصول در

لوبیا در مترمربع معنی دار بود، نیز می‌توان مشاهده کرد. این مساله نشان دهنده قدرت رقابتی بالای گیاه سیب‌زمینی در برابر افزایش تعداد بوته لوبیا در واحد سطح بود که با عدم افزایش معنی دار شدت رقابت بین گونه‌ای علی‌رغم افزایش تراکم لوبیا توانسته است از ایجاد اختلاف معنی دار بین میانگین‌ها جلوگیری نماید. نتایج بدست آمده با نتایج حاصل از ایوانگو و همکاران (2001) در کشت مخلوط ذرت و سیب‌زمینی، پژوهش‌های ماندال (1998) در کشت مخلوط ذرت و سویا، هلنیوس و جوکینن (1994) در کشت مخلوط یولاف و لوبیا و زونگ مین و گانگ (1990) در کشت مخلوط ذرت و سیب‌زمینی مطابقت دارد.

وزن غده در بوته: نتایج حاصل از مقایسات میانگین وزن غده در بوته نشان داد که همانند تعداد غده در بوته، بیشترین وزن غده در بوته در تراکم 5 سیب‌زمینی و کمترین آن در تراکم 10 بوته ملاحظه شد و تراکم 7/5 بوته وضعیت متوسطی را نشان داد. همچنین به موازات افزایش تراکم لوبیا از مقدار آن کاسته شد (جدول 2). در کلیه سطوح ثابت تراکم لوبیا، به موازات افزایش تراکم سیب‌زمینی از وزن غده در بوته به طور معنی‌داری کاسته می‌شود. این حالت به جز در تراکم 7/5 بوته در سطوح ثابت سایر تراکم‌های سیب‌زمینی نیز ملاحظه می‌شود به طوری که در سطوح ثابت سیب‌زمینی نیز با افزایش تراکم لوبیا بطور معنی‌داری از وزن غده در بوته کاسته می‌شود. این نتایج بار دیگر اثرات معنی دار افزایش تراکم‌های دو گونه را بر کاهش معنی دار وزن غده در بوته نشان می‌دهد، هر چند شدت این کاهش به موازات افزایش تراکم لوبیا کمتر از افزایش تراکم سیب‌زمینی است که این امر ناشی از بالاتر بودن قدرت رقابت سیب‌زمینی نسبت به لوبیا است (شکل 1-ب). تیزدال (1998) در مورد ذرت و مولوگتا و بریوم (2000) در مورد سویا گزارش کردند که با افزایش تراکم سویا و ذرت در شرایط حضور گیاه دیگر، عملکرد کاهش می‌یابد.

ارتفاع بوته و تعداد ساقه در بوته: تراکم‌های مختلف لوبیا و سیب‌زمینی اثر معنی‌داری بر روی ارتفاع بوته-

سطح نه تنها این مساله را جبران نمود، بلکه مقدار آن را به سطحی بسیار بالاتر از تک کشتی ها با تراکم‌های پایین رساند. بررسی کاهش وزن خشک غده در تراکم 10 بوته سیب‌زمینی به موازات افزایش تراکم لوبیا نشان می‌دهد که بیشترین کاهش متعلق به تراکم 15 بوته لوبیا است و با افزایش بعدی تراکم لوبیا از شدت کاهش وزن خشک غده کاسته می‌شود. این امر را می‌توان به افزایش رقابت درون گونه‌ای بوته‌های لوبیا نسبت داد، بدین ترتیب که اثر رقابت تک بوته لوبیا بر سیب‌زمینی به موازات افزایش تراکم لوبیا، کاسته می‌شود. راعی و همکاران (1387) نتایج مشابهی را در کشت مخلوط سویا و سورگوم گزارش نمودند. روند کاهش در افت وزن خشک سیب‌زمینی در سایر سطوح ثابت تراکم سیب‌زمینی به موازات افزایش تراکم لوبیا نیز ملاحظه می‌شود (شکل 1- ه). در تراکم پایین سیب‌زمینی، افزایش تولید تعداد شاخه فرعی، تعداد غده و در نهایت عملکرد بالای تک بوته، قادر نیست کاهش محصول در واحد سطح را جبران نماید (اشراف و همکاران، 1387). بالاترین وزن خشک در تراکم 10 بوته سیب‌زمینی با 34/95 و کمترین آن در تراکم 5 بوته با 20/4 تن ملاحظه شد (جدول 2).

واحد سطح را جبران نماید (اشراف و همکاران، 2008). تولید ساقه در هر بوته به فضای کافی، نور، رطوبت و مواد غذایی نیاز دارد لذا با افزایش تعداد بوته در واحد سطح در کشت مخلوط علاوه بر افزایش رقابت درون و برون گونه‌ای، از ایجاد ساقه‌های جدید در بوته سیب‌زمینی کاسته می‌شود. در این آزمایش تراکم 25 بوته در مترمربع لوبیا سبب کاهش تعداد ساقه در بوته سیب‌زمینی گردید. نتایج صیادی اقدم (صیادی اقدم، 1373) در کشت مخلوط یونجه و بروم گراس و هانسون و همکاران (1988) در گیاه یونجه موید این مطلب است.

وزن خشک غده (تن در هکتار): بررسی مقایسات میانگین اثرات متقابل تراکم‌های دو گونه بر وزن خشک غده نشان می‌دهد که بالاترین مقدار مربوط به کشت خالص سیب‌زمینی در تراکم 10 بوته با 43/25 تن در هکتار می‌باشد. کمترین میزان وزن خشک نیز در کشت مخلوط 5:25 سیب‌زمینی - لوبیا سبز ملاحظه گردید. در مورد کشت‌های خالص مشاهده شد که هر چند با افزایش تراکم، رقابت درون گونه‌ای بین بوته‌های سیب‌زمینی افزایش نشان داد و این امر منجر به کاهش وزن خشک تک بوته گردید، ولی افزایش تعداد بوته در واحد

جدول 1- تجزیه واریانس صفات ارزیابی شده سیب‌زمینی در کشت مخلوط با لوبیا

منابع تغییرات		درجه آزادی		میانگین مربعات صفات اندازه گیری شده	
تعداد غده در بوته	وزن غده در بوته	ارتفاع بوته	تعداد ساقه در بوته	وزن خشک غده	
2	0/044	85/815	0/728	283	تکرار
3	5/667**	34/523 <sup>ns</sup>	0/003 <sup>ns</sup>	769/174**174	تراکم لوبیا
2	25/087**	9/567 <sup>ns</sup>	0/014 <sup>ns</sup>	3861/285**	تراکم سیب زمینی
6	5/856**	75/677**	0/115*	172/683**	تراکم لوبیا × تراکم سیب زمینی
22	0/102	27/751	0/042	18/3	اشتباه آزمایشی
-	3/37	10/96	8/74	17/96	ضریب تغییرات

ns, \* و \*\* به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال 5٪ و 1٪

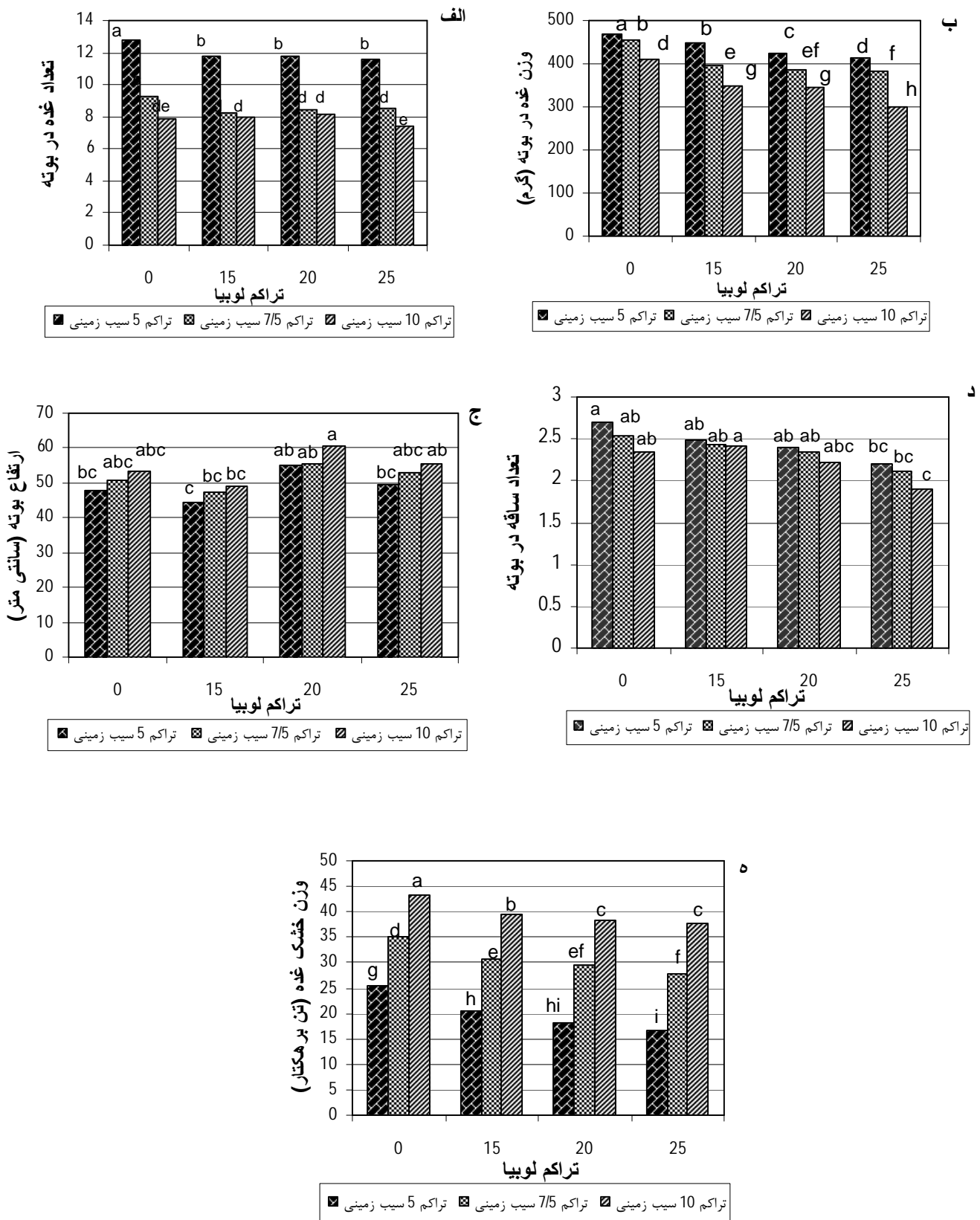
جدول 2- مقایسه میانگین صفات مورد بررسی سیبزمینی در سطوح تراکم سیبزمینی و لوبیا

تراکم لوبیا	تراکم سیبزمینی (بوته در مترمربع)	تعداد غده در بوته	وزن غده در بوته (گرم)	وزن خشک غده (تن در هکتار)
15	-	10/21 a	415/5 a	31/95 a
20	-	9/383b	406/1b	30/88b
25	-	8/847c	381/1c	28/36c
0	5	12/83a	467/6a	25/565c
0	7/5	9/237b	454/3b	35/072b
0	10	7/9c	411/3c	43/25a
-	5	11/71a	409/4a	20/40a
-	7/5	8/387b	387/9b	28/66b
-	10	8/033c	368/8c	34/95c

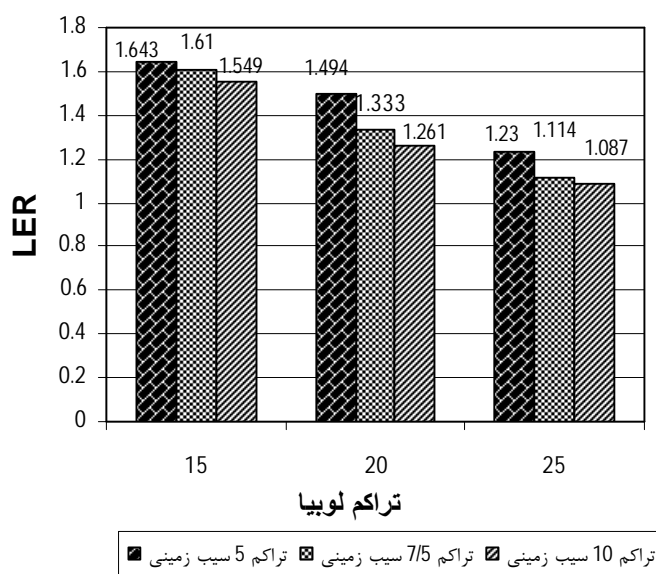
15: 10 در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند. با این حال میزان کاهش LER در هر تراکم سیبزمینی به موازات افزایش تراکم لوبیا بیشتر از میزان کاهش LER در هر تراکم ثابت لوبیا به موازات افزایش تراکم سیبزمینی بود. بنابراین شدت کاهش عملکرد لوبیا در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص آن بیشتر از شدت کاهش عملکرد سیبزمینی در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص آن می‌باشد، دلیل این امر را می‌توان به قدرت رقابتی بالای بوته‌های سیبزمینی نسبت به بوته‌های لوبیا نسبت داد. در واقع می‌توان گفت که این دو گیاه در کشت مخلوط توانسته‌اند با کارایی بیشتری از امکانات موجود بهره برداری کرده و عملکرد بیشتری تولید نمایند. نتایج حاصل با پژوهش‌های پژوهشگران دیگری همچون مظاهری و همکاران (1370) هماهنگی داشت.

محاسبه نسبت برابری زمین (LER): (LER) به عنوان یک شاخص مهم جهت ارزیابی کارایی کشت مخلوط مورد استفاده قرار می‌گیرد، به طوری که مقدار LER بزرگ تر از واحد، بیانگر مزیت کشت مخلوط نسبت به تک کشتی اجزای آن است. بدین مفهوم که کشت مخلوط در مقایسه با تک کشتی اجزای مخلوط تولید بیشتری دارد. شکل 2 نشان داد که LER بدست آمده در کلیه ترکیبات تیماری کشت مخلوط بالاتر از یک بود و با افزایش تراکم سیبزمینی در هر تراکم لوبیا از نسبت برابری زمین کاسته شد. همچنین به موازات افزایش تراکم لوبیا در هر تراکم سیبزمینی از میزان این شاخص کاسته شد، به طوری که بالاترین مقدار این نسبت در کشت مخلوط سیبزمینی با تراکم 5 بوته با لوبیا در تراکم 15 بوته در مترمربع بدست آمد، به دنبال آن ترکیب تیماری 15: 7/5 (از راست به چپ تراکم لوبیا و سیبزمینی) و





شکل 1- مقایسات میانگین مربوط به اثرات متقابل تراکم دو گونه بر صفات سیب زمینی



شکل 2- میانگین LER تیمارهای مختلف کشت مخلوط

بحرانی RVT برابر یک می‌باشد. اگر مقدار RVT بدست آمده بیشتر از یک باشد، کشت مخلوط از مزیت برخوردار خواهد بود و اگر مقدار این شاخص کمتر از یک باشد تک کشتی ترجیح داده می‌شود (جوانشیر و همکاران، 1379). بالاترین RVT محاسبه شده در این آزمایش مربوط به ترکیب تیماری 5 : 25 و سپس 25 : 7/5 و 10 : 25 بود که همگی بالاتر از یک بدست آمدند. اما سایر ترکیبات تیماری کمتر از یک حاصل شدند که نشان دهنده ارزش اقتصادی کمتر این ترکیبات تیماری در مقایسه با تیمارهای ذکر شده می‌باشند (جدول 3).

مجموع ارزش نسبی (RVT): امروزه تعیین الگوی کشت محصولات زراعی، بیشتر از عملکرد، بر اساس ارزش اقتصادی آنها انجام می‌پذیرد. از این رو LER دارای دو مفهوم می‌باشد. بدین ترتیب که LER محاسبه شده بر اساس ارزش پولی محصولات تولید شده نیز در حقیقت از روی LER محاسبه شده بوسیله عملکرد بیولوژیک تعیین می‌گردد. بنابراین، در صورت درگیری تولید کننده با مشکلات مالی، کشت مخلوط باید با مطلوبترین شرایط تک کشتی دو گیاه زراعی قابل رقابت باشد. شاخصی که بوسیله آن می‌توان به این هدف نایل شد مجموع ارزش نسبی یا RVT است. میزان

جدول 3 - مجموع ارزش نسبی محاسبه شده برای تیمارهای کشت مخلوط در تراکم‌های مختلف

تراکم لوبیا	تراکم سبب زمینی	مجموع ارزش نسبی
15	5	0/405
	7/5	0/488
	10	0/798
20	5	0/496
	7/5	0/619
	10	0/909
25	5	1/734
	7/5	1/375
	10	1/265

## منابع مورد استفاده

- اشراف ح ف، دشتی ک ح، پرویزی چایچی م و اثنی عشری ا، 1387. تاثیر غلظتهای مختلف پاکروبوتال و تراکم بر تولید مینی تیوبر در رقم سانتای سیب زمینی. چکیده مقالات دهمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات، کرج.
- باقری ا، محمودی اقلی ف، 1380. زراعت و اصلاح لوبیا، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.
- حسن پناهی ف، کوچکی ا، نصیری محلاتی م و قربانی ر، 1387. اثر سایه اندازی ذرت بر عملکرد و اندازه غده سیب زمینی در کشت مخلوط. چکیده مقالات دهمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات، کرج.
- توحیدی م، 1386. اثر الگوی کاشت و تراکم بر عملکرد و اجزای عملکرد ماش در شرایط آب و هوایی شمال خوزستان. مجله دانش کشاورزی شماره 13 صفحات 11-17.
- جعفرزاده ع ا و نیشابوری ر، 1374. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی اراضی (018000 هکتار) ایستگاه تحقیقاتی کرکج. انتشارات مدیریت پژوهشی دانشگاه تبریز.
- جوانشیر ع، دباغ محمدی نسب ع، حمیدی آ و قلی پور م، 1379. اکولوژی کست مخلوط (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.
- خواجه پور م، 1370. زراعت نباتات صنعتی. انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه صنعتی اصفهان.
- راعی ی، 1371. بررسی عملکرد کمی و کیفی کشت مختلط سورگوم و شبدر برسیم. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز.
- راعی ی، جوانشیر ع و قاسمی گلعدانی ک، 1385. ارزیابی کشت مخلوط سورگوم و شبدر برسیم. مجله دانش نوین کشاورزی. شماره 5 صفحات 19-31.
- راعی ی، قاسمی گلعدانی ک، جوانشیر ع، آلیاری ه و محمدی س ا، 1387. تاثیر تراکم گیاهی بر کشت مخلوط سویا و سورگوم. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. شماره (1) 45 صفحات 35-44.
- صیادی اقدم ن، 1373. بررسی کشت مخلوط یونجه و بروم گرس. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز.
- کلارستانی ک، علوی شهری ح و غیبی ف، 1377. بررسی همبستگی کاربرد نیتروژن با تجمع نیترات در ارقام سیب زمینی. چکیده مقالات پنجمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات، کرج.
- مظاهری د، 1370. زراعت مخلوط. انتشارات دانشگاه تهران.

- Chalk PM, 1996. Nitrogen transfer from legumes to cereals in intercropping. In: Proc. Of the Int. Work shop: Dynamics of Roots and Nitrogen in Cropping Systems of the Semi- Arid Tropics (ICRISAT). Patancheru, Andhra Pradesh, 21-25. November 1994. Pp:351-374.
- Ebwangu, M, Adipala E, Sekabembe CK, Kyamanjwa S and Bhagsari AS. 2001. Effect of intercropping maize and *Solanum* potato on yield of the component crops in Central Vganda. Africa Crop Science Journal 9: 83-96.
- Hanson AA, Barnes DK and Hill RR, 1988. Alfalfa and alfalfa imprpvmnt. Amosoc. Agr. Inc. Crop Sci. Soc. Am. Inc., and Soil Sci Soc Am Inc Madison. Wisconsin USA.
- Helenius J and Jokinen K, 1994. Yield advantages and competition in intercropped oats and common bean (*Phaseolus Vulgaris L.*). Field Crop Research. 32(2): 85-94.
- Imam SA, Delwar Hossain AHM, Sikka LC and Midmore DJ, 1990. Agronomic management of potato/sugarcane intercropping and its economic implications. Field Crop Research. 25(1, 2): 111-122.
- Jieming L and Midmore DJ, 1990. A review of potato intercropping practices in western Hubei, China. Field Crop Research. 25(1,2): 41-50.
- Mekbib F, 2002. Simultaneous selection for high yield and stability in common bean genotypes. J. Agric. Sci. 138: 249-253.
- Mondal M, 1998. Study of intercropping soybean with maize and sunflower. Agricultural Research Institute Bangladesh. Adv. Agron. 41:41-90.
- Mulugeta D and Boerboom CM, 2000. Critical time of weed removal in glyphosate resistant Soybean (*Glycin max*). Weed Sci. 48: 856-870.
- Mushagalusa GN, Ledent JF and Draye X, 2008. Shoot and root competition in potato / maize intercropping: Effect on growth and yield. Environmental and Experimental Botany. 64:180-188.
- Saime J, Willey RW and Morse S, 1998. The response of maize / phaseolus intercropping to applied nitrogen on oxisols in northern Zambia. Crop Sci. 11:45-52.
- Teasdal JR, 1998. Influence of corn population and row spacing on corn and velvet leaf yield. Weed Sci. 43:425-431.
- Timothy G, Reeves S, Rayaram M, Ginkelb V, Trethowan R, Joachim Braum H and Cassady K, 2000. New wheats for a secure, sustainable future.
- Zhongmin L and Guang W, 1990. Row-ratios and plant density in potato / maize Strip- cropping. Field Crop Res. 22(1-2): 50-55.