نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار/ جلد ۲۷ شماره ۳/ پاییز ۱۳۹۶

بررسی اثرات تراکم بر عملکرد سوخ پیاز در کشت خالص و کشت های مخلوط پیاز خوراکی و شنبلیله

طاهره مقبلی[۱]، صاحبعلی بلند نظر[۲*]، جابر پناهنده[۲]، یعقوب راعی[۳]

تاریخ دریافت: ۹۵/۰۸/۲۰ تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۳/۱۷

۱-دانشجوی دکتری، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز
۲-دانشیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز
۳-دانشیار گروه اکوفیزیولوژی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز
*مسئول مکاتبه: E-mail: sbolandnazar@gmail.com

چکیده

به منظور بررسی تأثیر کشت مخلوط بر عملکرد و اجزای عملکرد پیاز و شنبلیله، آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی جنوب کرمان به اجرا در آمد. فاکتور اول فاصله کاشت پیاز خوراکی در تراکم های ۲۰، ۲۵ و ۳۰ بوته در متر مربع و فاکتور دوم کاشت شنبلیله در تراکم های ۱۲، ۱۵ و ۲۵ بوته در متر مربع همراه با تک کشتی های دو گونه در فواصل کشت مذکور بود. زمان برداشت تعداد و طول گیاه، وزن تر و خشک بوته ، قطر سوخ، وزن تر و خشک سوخ ، عملکرد، نسبت برابری زمین و مجموع ارزش نسبی اندازه گیری شد. نتایج نشان داد بیشترین عملکرد پیاز خوراکی (۴۳/۲ تن در هکتار) در کشت مخلوط در تراکم ۳۰ بوته در متر مربع مشاهده شد. در کشت مخلوط افزایشی تعداد برگ، طول گیاه و وزن تر و خشک بوته پیاز با کاهش تراکم بوته از ۳۰ به ۲۰ بوته در متر مربع افزایش یافتند. همچنین بیشترین وزن تر و خشک سوخ پیاز به ترتیب ۱۱/٦٤ و ١٦٧/٢ گرم از تراکم کاشت مخلوط ۲۵ بوته در متر مربع شنبلیله بدست آمد. در پیاز کشت مخلوط شنبلیله باعث افزایش تعداد برگ، طول گیاه و وزن تر و خشک بوته پیاز گردید. اگر چه کشت مخلوط شنبلیله با پیاز بر عملکرد در مقایسه با کشت های خالص تاثیر معنی داری نداشت. بالاترین نسبت برابری زمین (۱/٦٥) و ارزش نسبی (۱/۷۰) در کشت مخلوط به ترتیب در ترکیب های تیماری پیاز با تراکم ۳۰ بوته، شنبلیله با تراکم ۱۲ بوته در متر مربع و پیاز با تراکم ۳۰ بوته و شنبلیله با تراکم ۲۵ بوته در متر مربع بدست آمدند.

واژه‌های کلیدی: پیازخوراکی، شنبلیله، کشت مخلوط، عملکرد، نسبت برابری زمین

The Effect of Density on Onion Yield in Mono-Cropping and Intercropping with Fenugreek

Tahereh Moghbeli[1], Sahebali Bolandnazar[2*], Jaber Panahande[2], Yaegoob Raei[3]

Received: 10 November, 2016 Accepted: 7 June, 2017
1-PhD Student, Dept. of Horticulture, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Iran.
2-Assoc. Prof., Dept. of Horticulture, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Iran.
3-Assoc. Prof., Dept. of Plant Ecophysiology Group, College of Agriculture, University of Tabriz, Iran.
Corresponding Author E-mail: sbolandnazar@gmail.com

Abstract

In order to investigate the of effect intercropping on yield and yield components of onion (*Allium cepa* L.) and fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.), a factorial experiment was carried out based on completely randomized block design with three replications at the research field located in south of Kerman, Iran. The first factor was onion density (20- 25 and 30 plant.m^{-2}) and the second factor was fenugreek plant density (12- 15 and 25 plant.m^{-2}) and sole culture of plants with aforementioned densities were considered. After harvesting the number leaves and length of plants, fresh and dry weight, bulb diameter, fresh and dry weight of bulb, Land Equivalent Ratio (LER) and Relative Value Total (RVT) was measured. The results showed that the highest yield of onion (43.2 t.h^{-1}) was obtained from 20 plant m^{-2}. In intercropping treatment number of leaves, plant length, bulb fresh and dry weight was increased by decreasing plant density from 20 to 30 plant m^{-2}. The highest fresh and dry weigh of onion bulb (167.2 and 11.64 g) was produced in 20 plant.m^{-2}. Number leaf and length of the plant and fresh and dry weigh of onion was increased in intercropping. However intercropping fenugreek with onion had no significant effect on its yield in comparison with mono culture. The highest Land Equivalent Ratio (LER) (1.65) and Relative Value Total (RVT) (1.72) was recorded in 30 plant.m^{-2} onion and 12 plant.m^{-2} fenugreek and 30 plant.m^{-2} onion and 25 plant.m^{-2} fenugreek combination culture respectively.

Keywords: Onion**,** Fenugreek**,** Intercropping**,** Yield**,** Land Equivalent Ratio (LER)

مقدمه

رشد روزافزون جمعیت، موجب نیاز بیشتر بشر به موادغذایی گردیده است. این امر، موجب گسترش تولیدات کشاورزی وبه تبع آن، تاثیرات سوء بر خاک و منابع پایه شده است. استفاده از کود و سموم دفع آفات علاوه بر آلوده سازی خاک و منابع آب های سطحی و زیرزمینی باعث فرسایش ژنتیکی و انقراض گونه های جانوری و گیاهی نیز می شود. این فرآیندها، تعادل های زیست محیطی و بومی را به تدریج بر هم می زند (ویتری و همکاران ۲۰۱۲).

نظام کشاورزی پایدار یک نظام تولیدی است که بر شیوه های مدرن کشاورزی تکیه دارد و با استفاده از این شیوه ها و مدنظر قرار دادن مسائل زیست محیطی به اقتصادی بودن بازده تولید نیز توجه کافی دارد (ایما و

جروتو ۲۰۱۰). در این راستا، ایجاد تنوع در سیستم های زراعی، به عنوان راه حلی مناسب جهت رفع برخی از مشکلات کشاورزی مدرن پیشنهاد شده است. از جمله راهکارهای مورد نظر این نگرش، می توان به سیستم کشت مخلوط اشاره نمود (پوجیو ۲۰۰۵). کشت مخلوط یکی از روش های مناسب برای حرکت در راستای کشاورزی پایدار می باشد. در این سیستم دو یا چند گونه گیاهی به طور همزمان کشت می شوند. این سیستم سبب می شود که پوشش خاک بهتر شده و درجه حرارت خاک نسبتا پایین تر باقی بماند این شرایط از سوختن مواد آلی در خاک و کاهش مواد غذایی جلوگیری کرده و تولید یک میکروکلیما می کند که برای محصولات وابسته (کشت شده) مناسب است (ایما و جروتو ۲۰۱۰). همچنین این سیستم روشی مرسوم در بسیاری از نقاط جهان است که سبب کاهش اندازه زمین و افزایش امنیت غذایی شده (لیتورجیدیس و همکاران ۲۰۱۱) و بر کاهش رشد علف های هرز، کنترل آفات و بیماری ها و استفاده از منابع خاک تحت شرایط سیستم های کشاورزی آلی نیز تاثیر مثبت می گذارد (لیتورجیدیس و همکاران ۲۰۱۱).

این سیستم قادر است میزان و پایداری عملکرد را در مقایسه با تک کشتی به ویژه در شرایط کم نهاده بهبود ببخشد. چنین به نظر می رسد که با بهره گیری از سیستم های کشت مخلوط ضمن افزایش حاصل خیزی خاک و کاهش مصرف کودهای شیمیایی می توان انتظار افزایش عملکرد کمی و کیفی گیاهان را نیز داشت (سولیوان ۲۰۰۳). از این رو کشت مخلوط راهکار مهمی برای افزایش عملکرد محصولات زراعی بوده (گائ و همکاران ۲۰۱۰) و در افزایش کیفیت و امنیت غذایی نیز مؤثر است (کاویجلیا و همکاران ۲۰۱۱) از طرف دیگر، کشت مخلوط یکی از بهترین تکنیک ها جهت بهبود و حفظ کیفیت و افزایش کارایی منابع از جمله آب، نور و مواد غذایی می باشد (روسینم هودزی و همکاران ۲۰۱۲).

پیاز (*Allium cepa* L.) یکی از سبزی های مهم دنیا محسوب شده و این سبزی مغذی برای تولید عملکرد بالا نیازمند تغذیه کافی با عناصر معدنی می باشد زیرا به علت داشتن ریشه های سطحی و کم انشعاب کارایی پایینی در جذب املاح معدنی دارد. به میزان زیاد بوسیله علف های هرز، حشرات و بیماری ها تحت تاثیر قرار می گیرد و یکی از محصولاتی است که به میزان زیاد به مواد غذایی واکنش بالایی نشان می‌دهد و روش های تجاری کوددهی در آن وجود دارد که به افزایش عملکرد و کیفیت آن کمک می کند (آنتون و بارت ۲۰۰۳). اما اخیرا روش های مدیریتی متناوب در برخی از کشورها وجود دارد که سبب شده عملکرد در دراز مدت ثابت بماند. ثبات در تخلیه دائم حاصلخیزی خاک های بومی و کمبود چندین ماده غذایی در مزارع پیاز منجر به کمبود مواد غذایی می شود که آن یک فاکتور کلیدی است که تولید پایدار محصول را محدود می کند و در مدیریت مواد غذایی یک استراتژی تاثیرگذار است (نگولی و همکاران ۲۰۱۱). امروزه یکی از مهمترین چالش ها برای تولید پیاز، تولید محصول پیاز به روشی است که ضمن حفظ پایداری تولید در پاسخ به شرایط محیطی عملکرد آن کاهش نیابد. سیستم کشت مخلوط یکی از مهمترین این روش ها است (آدم ۲۰۰۶).

محصولات تیره بقولات از مناسبترین محصولات برای استفاده در سیستم کشت مخلوط می باشند. فواید این محصولات از طریق تثبیت بیولوژیکی نیتروژن، همزیستی گیاهان لگوم و باکتری های ریزوبیوم، کاهش فرسایش خاک و خسارت علف های هرز است (شوکتی و زهتاب سلماسی ۲۰۱۴). شنبلیله (*Trigonella foenum graecum* L.) از جمله گیاهان این خانواده می باشد، که برای خاک از طریق افزایش موادغذایی در دسترس، بهبود ساختار خاک و کاهش آفات و بیماری ها مفید می باشد (رنجبر و حاج مرادی ۲۰۱۵).

نتایج آزمایشات مختلف نشان داد کشت مخلوط پیاز با فلفل (کبورا و همکاران ۲۰۰۸) و کشت مخلوط خیار و پیاز (بلندنظر و همکاران ۱۳۹۰) سبب افزایش عملکرد پیاز شدند. همچنین کشت مخلوط پیاز و لوبیا سبز منجر به جذب تریپس به وسیله لوبیاسبز و کاهش خسارت آفت روی گیاه پیاز می شود (تردان و همکاران ۲۰۰۶).

کشت مخلوط گیاهان داروئی شنبلیله و شوید به روش افزایشی نشان داد که شنبلیله میزان روغن های ضروری و شاخص برداشت شوید را افزایش می دهد (شوکتی و قاسمی ۲۰۱۳). استفاده از سیستم کشت مخلوط شنبلیله با زیره سبب کاهش بیماری در زیره سبز و تولید محصول بدون استفاده از مواد شیمیایی شد و عملکرد را در هر دو محصول به میزان زیادی افزایش داد (رضوانی مقدم و همکاران ۲۰۱٤). با توجه به اینکه تاکنون تحقیقات چندانی در ارتباط با کاشت دو محصول سبزی در شرایط کشت مخلوط در کشور انجام نشده و نیز با در نظر گرفتن مزایای بسیار کشت مخلوط و اثرات مفید این سیستم در بهبود عملکرد گیاهان زراعی، تحقیق حاضر با هدف بررسی تأثیر این سیستم کاشت بر خصوصیات زراعی و عملکرد دو سبزی پیاز و شنبلیله در شرایط کشت خالص و مخلوط و تعیین تراکم های مناسب آنها انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به منظور بررسی تأثیر کشت مخلوط بر خصوصیات زراعی و عملکرد پیاز و شنبلیله، در پاییز سال زراعی ۹٤ در مزرعه تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی جنوب کرمان اجرا شد. این مرکز در ۸ کیلومتری شهرستان جیرفت در استان کرمان قرار گرفته و دارای ٦٥۰ متر ارتفاع از سطح دریا بوده و در بین مدارهای ۵۷ درجه و ۱٤ دقیقه طول شرقی و ۳۱درجه و ۷ دقیقه عرض شمالی قرار دارد.

آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک-های کامل تصادفی با سه تکرار پیاده گردید. فاکتور اول تراکم های ۲۰، ۲۵ و ۳۰ بوته در متر مربع پیاز و فاکتور دوم تراکم های ۱۲، ۱۵ و ۲۵ بوته در متر مربع شنبلیله به صورت کشت مخلوط همراه با تک کشتی های دو گونه در تراکم های مذکور بودند. کشت مخلوط به صورت روش سری های افزایشی بود. بذرهای پیاز رقم Rossen تولید کشور هلند در خاک لومی شنی ترکیب با کود دامی کاملا پوسیده کاشته شده و پس از رسیدن نشاها به اندازه مناسب (۳-۲ برگی) به مزرعه منتقل گردید. عملیات آماده سازی زمین شامل شخم، دیسک-زنی، تسطیح زمین و ایجاد کرت های کشت انجام شد. قبل از کاشت از خاک مزرعه نمونه مرکب تهیه و در آزمایشگاه خاکشناسی خصوصیات آنها تعیین گردید (جدول۱).

جدول ۱- خواص فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه مورد استفاده در آزمایش

بافت خاک	رس (درصد) (%)	سیلت (درصد) (%)	شن (درصد) (%)	اسیدیته خاک	هدایت الکتریکی ($dS.m^{-1}$)	فسفر ($mg.kg^{-1}$)	پتاسیم ($mg.kg^{-1}$)	نیتروژن (%)
لومی رسی	۲۵/٤۰	۲۸/۸۸	٤۵/۷۲	۷/٦	۱/۳	۱۰	۱۵۰	۰/۱

کرت ها به ابعاد ۳/۲۰ × ۲ متر و در هر کرت ۷ ردیف کاشت به فاصله ٤۰ سانتی متر از یکدیگر به صورت جوی و پشته و در جهت شرقی غربی ایجاد شد. در یک طرف پشته نشا پیاز با فواصل کاشت ۸- ۱۰- ۱۲ سانتی

متر روی ردیف برای تراکم های (۳۰- ۲۵- ۲۰) در عمق ۱/۵ تا ۲ سانتی متر و در طرف دیگر پشته نیز بذور شنبلیله رقم پاکوتاه بومی اصفهان به صورت خطی و عمق ۱/۵ تا ۲ سانتی متر کاشته شد. جهت اطمینان از استقرار یکنواخت بوته های شنبلیله کشت بذور با تراکم بالاصورت گرفت. سپس در مرحله ٤-۳ برگی در تمام کرت ها به صورت یکنواخت عمل تنک با فواصل ۲۰-۱۵-۱۰ سانتی متر روی ردیف برای تراکم های (۲۵- ۱۵- ۱۲) انجام شد.

کود های نیتروژنه، فسفره و پتاسیم دار بر اساس آزمون خاک از منابع اوره، سوپر فسفات تریپل و سولفات پتاسیم به طور یکنواخت در کلیه تیمارها اعمال گردید. میزان مصرف کود با توجه به نتایج تجزیه خاک ۲۰۰ کیلوگرم اوره، ۲۵۰ کیلو گرم سولفات پتاسیم و ۵۰ کیلو گرم سوپر فسفات تریپل در هکتار تعیین شد. ازت در سه مرحله همزمان با کشت، هنگام تشکیل کامل برگ ها و قبل از تشکیل سوخ مصرف شده و تمامی کودهای فسفردار و پتاسیم دار قبل از کشت به صورت مخلوط با خاک در تیمارها بکار برده شد. در طول دوره رویش مراقبت های زراعی از قبیل آبیاری و وجین انجام گرفت. پس از آبیاری اولیه و استقرار گیاه، آبیاری های بعدی بسته به نیاز گیاه و خاک زراعی معمولا هر هفته یکبار انجام شد. پس ازافتادگی حدود ۸۰٪ برگ های پیاز برداشت نهایی انجام گردید و در طول این فاصله زمانی شنبلیله دو مرحله(ده و پانزده هفته بعد از کاشت) برداشت شد.

پارامترهای مورد اندازه گیری

همزمان با برداشت نهایی صفات تعداد برگ (برگهای بزرگتر از۲ سانتیمتر)، طول گیاه، قطر شبه ساقه و گلو، وزن تر و خشک برگ و شبه ساقه پیاز، طول بوته، تعداد برگ، تعداد شاخه فرعی و وزن تر و خشک شنبلیله اندازه گیری شد.

عملکرد و اجزای عملکرد

اجزای عملکرد در پیاز شامل تعداد فلس، قطر سوخ، وزن سوخ و عملکرد سوخ در هکتار و اجزای عملکرد در شنبلیله شامل تعداد شاخه فرعی، وزن تر و عملکرد در واحد سطح تعیین و اندازه گیری شدند.

تندی

به منظور اندازه گیری تندی در پیازها از روش شویمر و وستون (آنتون و بارت ۲۰۰۳) استفاده شد، در آن میزان پیروات به عنوان شاخصی از میزان تندی در نظر گرفته می شود. حدود نیمی از پیاز برش داده شد (به نحوی که قسمت برش یافته شامل تمام فلس های داخلی باشد) و پس از پیچیده شدن در دو لایه توری نازک، در داخل سیر خرد کن قرار گرفته و ۲۰ میکرو لیتر از عصاره حاصل در داخل فالکون ریخته شد و به آن، ۱۰۲۰ میکرو لیتر آب مقطر و یک میلی لیتر محلول ۰/۲۵ گرم بر لیتر دی نیترو فنیل هیدرازین (DNPH) اضافه شد، سپس نمونه ها به مدت ۱۰ دقیقه در حمام آب گرم در دمای ۳۷ درجه سانتیگراد قرار گرفتند. بعد از این مدت، به هریک از نمونه ها ٥ میلی لیتر ۰/٦NaOH مولار اضافه شد و پس از مشاهده تغییر رنگ، میزان جذب توسط دستگاه اسپکتروفتومتر مدل (Tomas) UV-۳۳۱ با طول موج ٤۲۰ نانومتر قرائت گردید و میزان پیروات بر حسب µmolg-1 محاسبه شد.

نسبت برابری زمین (LER) و مجموع ارزش نسبی (RVT)

به منظور ارزیابی کارایی و سودمندی کشت مخلوط از معیار های نسبت برابری زمین و مجموع ارزش نسبی استفاده شد. شاخص های مزبور با استفاده از روابط زیر محاسبه و ارزیابی شدند. در صورتی که a و b به ترتیب پیاز و شنبلیله مورد استفاده در کشت مخلوط باشند، عملکرد نسبی آنها از رابطه زیر تعیین می شود (مظاهری ۱۳۷۳).

عملکرد گونه a در کشت خالص/ عملکرد گونه a در کشت مخلوط = RYa

عملکرد گونه b در کشت خالص/ عملکرد گونه b در کشت مخلوط = RYb

$LER = RYa + RYb$

$RVT = (a P_1 + b P_2)/a M_1$

که در آن M_1 میزان محصول تر پیاز در تک کشتی، P_1 و P_2 به ترتیب میزان محصول تر پیاز و وزن خشک شنبلیله در کشت مخلوط و a و b نیز قیمت تمام شده پیاز و شنبلیله می باشند که در این رابطه باید حالت $a M_1 > b M_2$ رعایت گردد (جوانشیر و همکاران ۱۳۷۹).

تجزیه و تحلیل داده ها

داده های به دست آمده با استفاده از برنامه آماری SAS 9.1 مورد تجزیه آماری قرار گرفتند و مقایسه میانگین داده ها نیز توسط آزمون چند دامنه دانکن انجام گرفت. نمودارها و جداول مربوطه نیز با استفاده از نرم افزار Excel ترسیم شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس صفات مورد ارزیابی نشان داد که اثرات فواصل کشت مخلوط پیاز و شنبلیله بر صفات تعداد برگ، طول گیاه، وزن تر و خشک بوته و سوخ، قطر، عملکرد، تندی پیاز و اثرات متقابل این دو تراکم روی صفات طول گیاه و وزن تر و خشک پیاز و در سطح احتمال ۰/۱ و ۰/۵ درصد معنی دار بود. مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که در کشت مخلوط افزایشی پیاز و شنبلیله میزان رشد رویشی بوته در تراکم های مختلف کشت پیاز تفاوت معنی داری داشت، بطوری که بیشترین تعداد برگ، طول برگ و وزن تر و خشک بوته پیاز هنگام برداشت در فاصله کاشت ۱۲ سانتی متر (تراکم ۲۰ بوته در متر مربع) مشاهده گردید (جدول ۲). همچنین اثر تراکم های مختلف کشت شنبلیله بر صفات طول بوته، تعداد برگ و وزن تر و خشک بوته پیاز معنی دار بودند و در تیمارهای کشت مخلوط افزایش پیدا کردند. دلیل این امر را می توان به عامل رقابت نسبت داد که با افزایش فاصله کاشت به دلیل کاهش رقابت بین گیاهان برای مواد غذایی، نور، آب، خاک و وجود فضای کافی رشد گیاه بیشتر می شود. پژوهش های پیشین کشت مخلوط پیاز و فلفل (برینتا و همکاران ۲۰۱۲) و کشت مخلوط گوجه فرنگی و سیر (دالیا و همکاران ۲۰۱۲) گزارش کردند پارامترهای رشد از جمله طول و تعداد برگ در سیستم کشت مخلوط با افزایش فاصله کاشت افزایش می یابند.

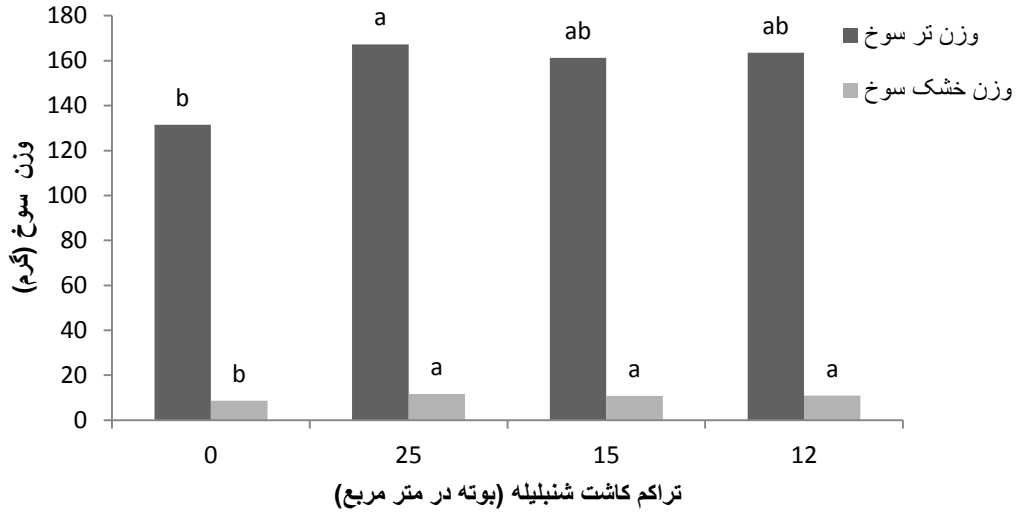
جدول۲ - نتایج تجزیه واریانس صفات تعداد برگ، طول برگ، وزن تر و خشک نهایی بوته پیاز و در کشت مخلوط پیاز شنبلیله

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات (MS)			
		تعداد برگ	طول گیاه	وزن تر گیاه	وزن خشک گیاه
تکرار	۲	۰/۵۸	۲/۰۹	۲۲/۷۵	۰/۰۷
فاصله کاشت پیاز (A)	۲	٤/۳۳ **	۷٦/۳٤**	۹۳/۵۸**	۱/۱۷**
فاصله کاشت شنبلیله (B)	۳	۱/۵۵**	۲۱/۸۹*	۲۷/۸۷*	۱/٤**
اثر متقابل (AB)	٦	۰/۳۳	٤۳/۰۱**	۵۲/۸۷**	۰/۷٤*
خطا	۲۲	۰/۲۵	٦/۸۲	۱۲/٤۱	۰/۲۲
ضریب تغییرات (%)		٦/۵۲	۷/۳۸	۱۰/۸۱	۱۵/٦۹

ns، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و۱ درصد می‌باشد.

وزن تر و خشک سوخ پیاز

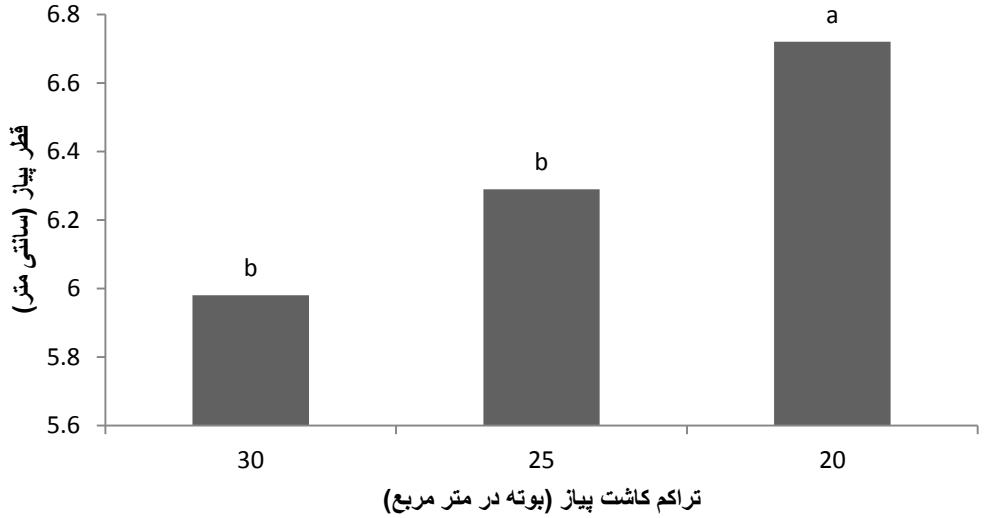
نتایج تجزیه واریانس داده ها نشان داد که بین سطوح سیستم کشت مخلوط پیاز و شنبلیله از لحاظ وزن تر و خشک سوخ اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد وجود دارد. در مقایسه با کشت خالص پیاز، کشت مخلوط افزایشی پیاز و شنبلیله باعث افزایش وزن تر و خشک سوخ گیاه پیاز گردید. به طوری که بیشترین وزن تر و خشک سوخ پیاز به ترتیب (۱۶۷/۲) و (۱۱/٦٤) گرم در کمترین فاصله کاشت ۱۰ سانتی متر (تراکم ۲۵ بوته در متر مربع) مخلوط با شنبلیله و کمترین آن در کشت خالص پیاز مشاهده شد (شکل ۱). با توجه به نتایج، در فواصل کاشت ۱۰ سانتی متر شنبلیله به صورت مخلوط با پیاز، با وجود تراکم بیشتر بوته در واحد سطح و افزایش رقابت بین گونه ای وزن تر و خشک افزایش یافت، که نشان دهنده ی تاثیر مثبت شنبلیله روی پیاز است. در کشت مخلوط شنبلیله و شوید افزایش عملکرد بیولوژیکی و روغن های ضروری شوید (شوکتی و قاسمی ۲۰۱۳) و در کشت مخلوط شنبلیله و عدس افزایش پارامترهای رشد و عملکرد بیولوژیکی عدس (شیرزادی و همکاران ۲۰۱۱) گزارش شده است آنها دلیل این افزایش ها در کشت مخلوط را تثبیت نیتروژن بوسیله شنبلیله دانسته اند. در آزمایشی که توسط (ونزو و همکاران ۲۰۰۵) صورت گرفت مشاهده شد، در کشت مخلوط ذرت و باقلا راندمان مصرف نیتروژن نسبت به تک کشتی این دو گونه بالا رفت. این استفاده بهینه از نیتروژن خاک و نیتروژن تثبیت شده توسط گره های ریشه باقلا باعث افزایش معنی دار فتوسنتز برگی و بالطبع سبب بالا رفتن عملکرد ذرت شد.



شکل ۱- مقایسه میانگین وزن تر و خشک سوخ پیاز در کشت مخلوط با شنبلیله

قطر پیاز

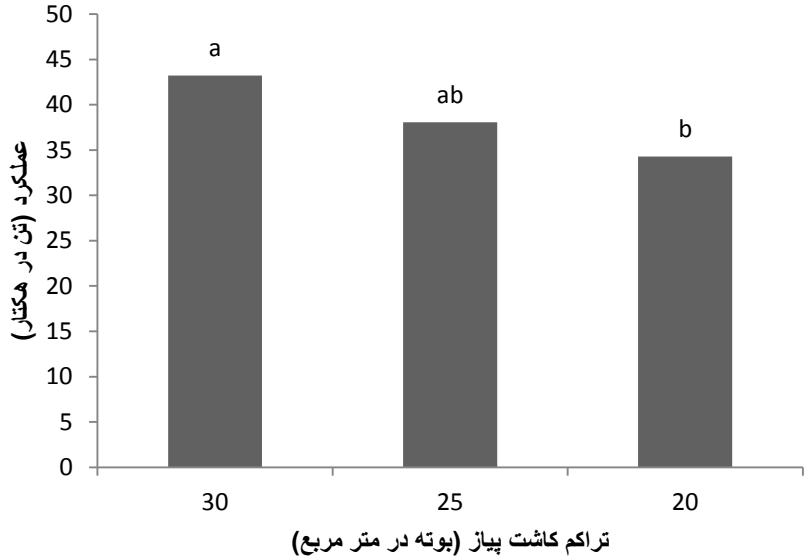
نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده ها نشان داد قطر پیاز در تیمارهای مختلف کشت اختلاف معنی داری داشت (شکل ۳). به طوری که بیشترین قطر به تیمارهای با فاصله کاشت ۱۲ سانتی متر مربوط بود. قطر بیشتر در فاصله کاشت ۱۲ سانتی متر را می توان بدلیل کاهش رقابت و وجود فضای لازم جهت پیازدهی برشمرد. (کابورا و همکاران ۲۰۰۸) در کشت مخلوط پیاز و فلفل بیان داشت بیشترین قطر پیاز در کشت خالص و فواصل کاشت ۲۰× ۱۵ سانتی متر بود علت را کاهش تراکم و وجود فضای کافی جهت رشد بیان کرد.



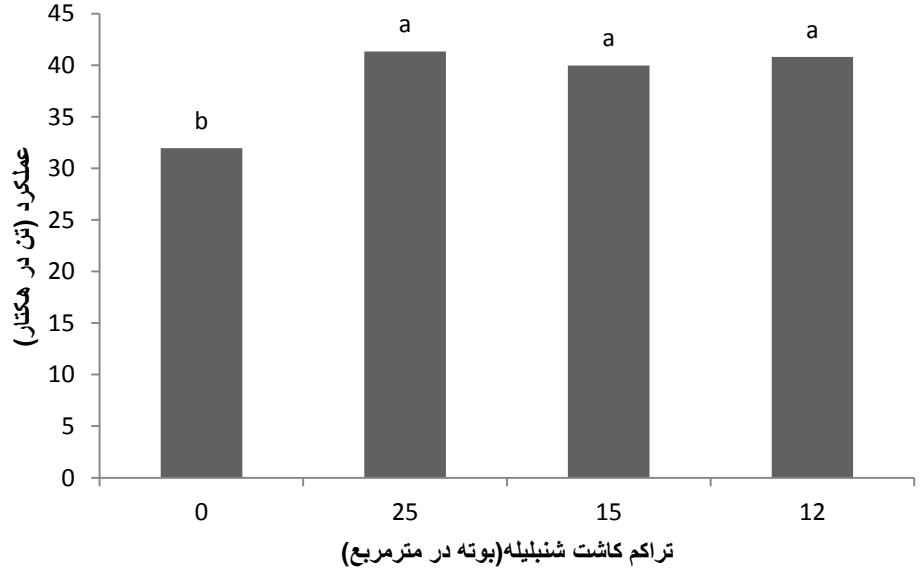
شکل ۲- مقایسه میانگین قطر پیاز در فواصل کاشت مختلف

عملکرد

برهمکنش سیستم کشت و تراکم بر عملکرد شنبلیله معنی دار نشد. مقایسه میانگین داده ها نشان می دهد کشت مخلوط افزایشی پیاز و شنبلیله نسبت به کشت خالص پیاز باعث افزایش عملکرد پیاز گردید (شکل ٤). همچنین در تیمارهای کشت مخلوط عملکرد پیاز نسبت به تیمارهای کشت خالص افزایش داشت (شکل ٥). بیشترین عملکرد پیاز به میزان ٤٣/٢ تن در هکتار از تیمار های با فاصله کاشت ٨ سانتی متر (تراکم ٣٠ بوته در متر مربع) بدست آمد. این افزایش عملکرد احتمالاً به دلیل افزایش پوشش گیاهی و نزدیک شدن آنها به تراکم مطلوب در شرایط مخلوط و استفاده بهتر از منابع محیطی می باشد. اگر چه پیازهای تولید شده در فاصله کاشت ٨ سانتی متر قطر و وزن کمتری داشتند ولی این کاهش قطر و وزن را با افزیش تراکم و با تولید پیاز های بیشتر جبران و عملکرد بیشتری را تولید کرد. کشت مخلوط پیاز و کاهو با افزایش تراکم پیاز تا ١٠٠ بوته در متر مربع اگر چه قطر پیاز کاهش یافت ولی عملکرد افزایش یافت (واگنر و همکاران ٢٠١٢). کشت مخلوط فلفل و پیاز قطر پیاز در تراکم های کمتر افزایش یافت ولی بیشترین عملکرد از تیمارهای با تراکم بیشتر بود (برینتا و همکاران ٢٠١٢). عملکرد در کشت مخلوط با شنبلیله به دلیل استفاده مؤثرتر از نور (هاگارد نیلسن و همکاران ٢٠٠١) ، اثرات آللوپاتیک بر روی علفهای هرز (پودنام و دوک ١٩٧٨) و انتقال نیتروژن تثبیت شده به گیاه مجاور (کاپور و موکرجی ٢٠٠٤) افزایش می یابد.



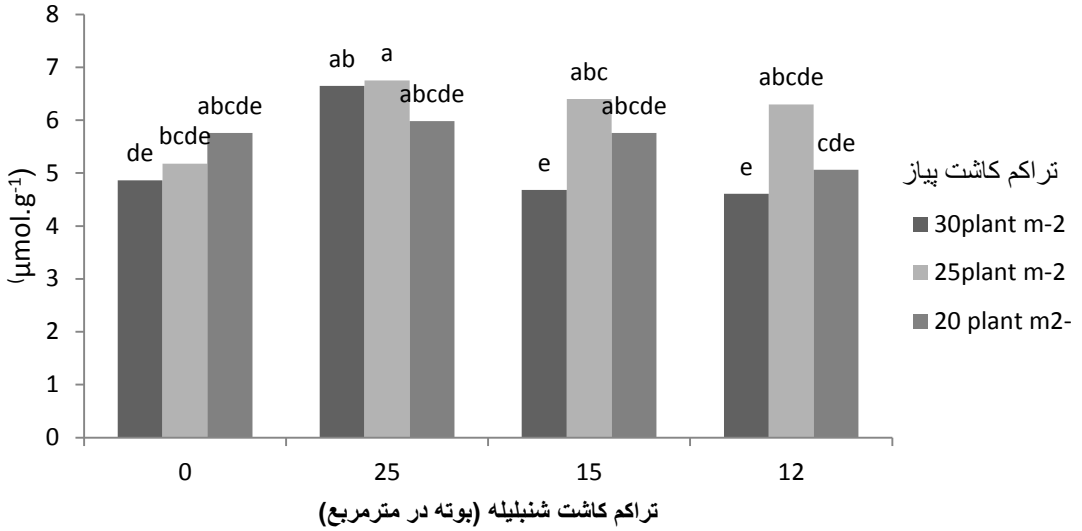
شکل ۳- مقایسه میانگین عملکرد پیاز در فواصل کاشت مختلف پیاز



شکل ۴- مقایسه میانگین عملکرد پیاز در فواصل کاشت مختلف شنبلیله

تندی

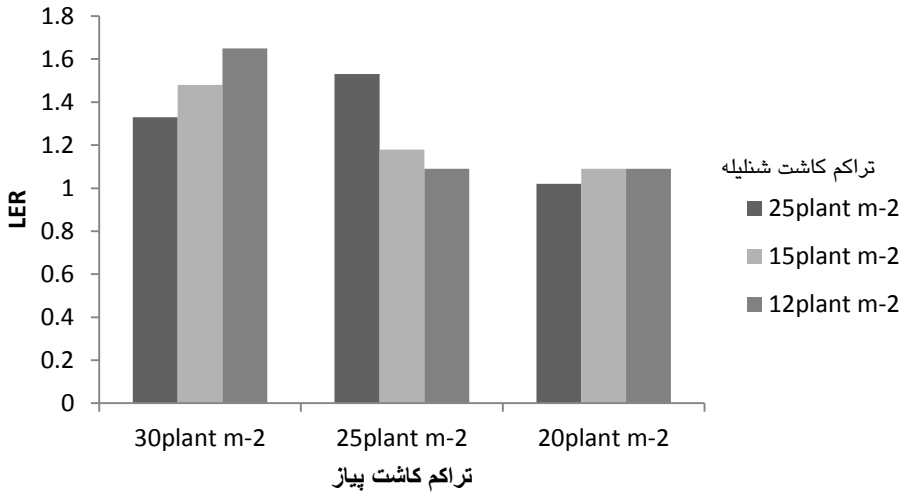
اثر متقابل کشت پیاز و شنبلیله بر میزان تندی پیاز در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار بود، به طوریکه بیشترین میزان آن به نسبت تیماری ۲۵:۲۵ بوته در متر مربع پیاز: شنبلیله و کمترین آن به ترکیبات تیماری ۱۵: ۳۰ و ۱۲: ۳۰ پیاز: شنبلیله مربوط بود (شکل ۵). پرنر و همکاران (۲۰۰۸) گزارش کردند که مقدار اسید پیرویک در پیاز خوراکی به مقدار زیادی با کاربرد نیتروژن تحت تاثیر قرار گرفته و افزایش یافت، یکی از دلایل افزایش تندی پیاز در کشت مخلوط با شنبلیله را می‌توان به افزایش نیتروژن در نتیجه تثبیت بیولوژیکی شنبلیله دانست.



شکل ۵- مقایسه میانگین تندی پیاز در کشت مخلوط با شنبلیله

نسبت برابری زمین (LER)

ارزیابی سودمندی کشت مخلوط با استفاده از شاخص نسبت برابری زمین نشان داد که LER بدست آمده در کلیه ترکیبات تیماری کشت مخلوط بالاتر از یک بود و با افزایش تراکم پیاز در هر تراکم شنبلیله از میزان این شاخص کاسته شد، به طوری که بالاترین مقدار این نسبت در کشت مخلوط پیاز با تراکم ۳۰ بوته با شنبلیله در تراکم ۱۲ بوته در مترمربع بدست آمد، به دنبال آن ترکیب تیماری ۸:۲۰ (از چپ به راست تراکم پیاز و شنبلیله) و ۱۰:۱۰ و ۸:۱۵ در رتبه های بعدی قرار گرفتند. با این حال میزان کاهش LER در هر تراکم پیاز به موازات افزایش تراکم شنبلیله بیشتر از میزان کاهش LER در هر تراکم ثابت شنبلیله به موازات افزایش تراکم پیاز بود (شکل ۵). بنابراین شدت کاهش عملکرد شنبلیله در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص آن بیشتر از شدت کاهش عملکرد پیاز در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص آن می باشد، دلیل این امر را می توان به قدرت رقابتی بالای بوته های پیاز نسبت به بوته های شنبلیله نسبت داد. در واقع می توان گفت که این دو گیاه در کشت مخلوط توانسته اند با کارآیی بیشتری از امکانات موجود بهره برداری کرده و عملکرد بیشتری تولید نمایند. نتایج حاصل با پژوهش های پژوهشگران دیگری همچون (کابورا و همکاران ۲۰۰۸) کشت مخلوط پیاز و فلفل و (یلدیریم و گاونس ۲۰۰۵) کشت مخلوط کلم و کاهو و (کیلونزو میوتیگا ۲۰۱۱) کشت مخلوط کلم و پیاز هماهنگی داشت. رقابت در کشت خالص (رقابت درون گونه ای) با افزایش تراکم زودتر به وقوع می پیوندد و شدیدتر خواهد شد. درحالی که در الگوی کشت مخلوط با توجه به نیاز متفاوت گونه ها، رقابت آنها کمتر خواهد بود و سودمندی گونه های همراه در این الگوی کاشت به میزان رقابت بین گونه ای نسبت به رقابت درون گونه ای وابسته است (ابوحسین و همکاران ۲۰۰۵).



شکل ۶- میانگین LER تیمارهای مختلف کشت مخلوط پیاز با شنبلیله

تعین الگوی کاشت محصولات زراعی بیشتر از عملکرد بر اساس ارزش اقتصادی آنها انجام می پذیرد. از این رو LER دارای دو مفهوم می باشد. 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 می گردد. بنابراین با وجود مشکلات مالی تولید کننده، کشت مخلوط باید با مطلوبترین شرایط تک کشتی دو گیاه زراعی قابل رقابت باشد. شاخصی که بوسیله آن می توان به این هدف نایل شد مجموع ارزش نسبی یا RVT است. میزان بحرانی RVT برابر یک می باشد. 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 می شود (جوانشیرو همکاران ۱۳۷۹). مجموع ارزش نسبی در تمام تیمارهای آزمایش بالاتر از یک بود و بالاترین RVT محاسبه شده در این آزمایش مربوط به ترکیب تیماری تراکم ۳۰ بوته در متر مربع پیاز به ترتیب با تراکم های ۲۵،۱۵ و ۱۲ بوته در متر مربع شنبلیله بود (جدول ۳). کشت مخلوط شنبلیله و عدس بیشترین RVT از ترکیب تیماری ۵۰:۵۰ شنبلیله و عدس بدست آمد (شیرزادی و همکاران ۲۰۱۱).

جدول۳- مجموع ارزش نسبی محاسبه شده برای تیمارهای کشت مخلوط در تراکم های مختلف

تراکم پیاز	تراکم شنبلیله	مجموع ارزش نسبی
	۲۵	۱/۷۲
۳۰	۱۵	۱/۷۰
	۱۲	۱/٦٦
	۲۵	۱/۵۰
۲۵	۱۵	۱/٤۸
	۱۲	۱/٤٤
	۲۵	۱/۳۰
۲۰	۱۵	۱/۲۸
	۱۲	۱/۲۳

افزایش محصول کشت مخلوط در مقایسه با کشت خالص را می توان به تفاوت در سیستم ریشه این گیاهان و استفاده مطلوب از شرایط محیطی نسبت داد. تثبیت بیولوژیکی نیتروژن توسط ریشه های گیاهان تثبیت کننده نیتروژن یکی دیگر از عوامل مؤثر در افزایش کارایی کشت مخلوط این گیاهان به شمار می آید. به طوری که می توان گفت گیاه پیاز در کشت مخلوط از نیتروژن اتمسفر و گیاه شنبلیله از نیتروژن موجود در خاک استفاده نموده و به این ترتیب از نظر جذب مواد غذایی به عنوان مکمل یکدیگر عمل نموده اند.

نتیجه گیری کلی

بنابراین می توان نتیجه گرفت که کشت مخلوط علاوه بر ایجاد تنوع در اکوسیستم های کشاورزی و همچنین ایجاد پایداری تولید، در افزایش درآمد اقتصادی و بهره وری استفاده از زمین های کشاورزی به طور قابل ملاحظه ای می تواند موثر باشد. با توجه به اهمیت بالای ارزش اقتصادی محصول پیاز از نظر زارعین، از نتایج این آزمایش استنباط می شود که ترکیب تیماری با تراکم ۳۰ بوته در متر مربع پیاز مناسبتر از سایر ترکیبات تیماری بوده و در کلیه ترکیبات تیماری کشت مخلوط نسبت برابری زمین بالاتر از یک بدست آمد. با توجه به اینکه بالاترین مجموع عملکرد پیاز خوراکی و شنبلیله و بیشترین میزان LER در ترکیب تیماری ۳۰:۱۲ پیاز خوراکی بدست آمد این تیمار قابل توصیه می باشد.

منابع مورد استفاده

Abou-Hussein SD, Salman SR, Abdel-Mawgoud A and Ghonarne AA, 2005. Productivity,quality and profit of sole or intercropped green bean*(Phaseolus vulgaris* L.) crop. Journal of Agronomy, 4: 151-15.

Adam BK, 2006. Organic allium production. NCAT Agriculture Specialist, 1-20.

Anthon G.E and Barrett D.M, 2003. Modified method for the determination of pyruvic acid with dinitrophenylhydrazine in the assessment of onion purgency. Journal of the Science of Food and Agriculture, 83: 1210-1213.

Brintha I and Thayamini H, 2012. Effect of intercropping chili *(Capsicum annuum* L.) with onion *(Allium cepa* L.) in sandy regosol. Bangladesh Journal Agriculture Research, 37(3): 547-550.

Bolandnazar S, Pazani Z and Mohammadi J, 2011. The study of cucumber and onion intercropping. Agricultural Science and Sustainable Production, 21(3): 135-145.

Caviglia OP, Sadras VO and Andrade FH, 2011. Yield and quality of wheat and soy-bean in sole- and double-cropping. Journal of Agronomy, 103 (4): 1081–1089.

Dalia MT and Abd El-Gaid MA, 2012. Evaluation of yield and its components of intercropped tomato – garlic in New Valley Governorate. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences, 8(2): 256-260.

Gao Y, Duan A, Qiu X, Liu Z, Sun J, Zhang J and Wang H, 2010. Distribution of roots and root length density in a maize/soybean strip intercropping system. Agriculture Water Management, 98: 199–212.

Hauggaard- Nielsen H, Ambus P and Jensen ES, 2001. Interspecific competition, N use and interference with weeds in pea – barley intercropping. Field Crops Research, 70:101-109.

Humberto FC, 2004. Response to shading in *Chenopodium album*: The effect of the maternal environment and N source supplied. Canadian Journal of Botany, 82: 1371-1381.

Javanshir A, Dabbagh Mohammadi Nasab A, HamidI A and Gholipour M, 2001. Ecology of intercropping (Translation). Publications Jihad Mashhad University.

Kabura, BH, Musa B and Odo PE, 2008. Evaluation of the yield components and yield of onion (*Allium cepa* L.)-pepper (*Capsicum annum* L.) intercrop the Sudan Savanna. Journal of

Agronomy, 7: 88-92.

Kapoor R, Giri B and Mukergi KG, 2004. Improved growth and essential oil yield and quality in (*Foenicculum vulgare* mill) on mycorrhizal inoculation supplemented with P-fertilizer, Bioresource technology, 93: 307-311.

Kilonzo Mutiga S, Gohole Land Auma E, 2011. Agronomic performance of collards under two intercrops and varying nitrogen application levels as assessed using land equivalent ratios. Journal of Agricultural Science, 3(1): 22-27.

Lithourgidis AS, Dordas CA, Damalas CA and Vlachostergios DN, 2011. Annual intercrops: an alternative pathway for sustainable agriculture. Australian Journal of Crop Science, 5(4): 396-410.

Mazaheri d, 1995. Agriculture Intercropping. Publications University Tehran.

Mollah MRA, Rahman SML, Khlequzzaman KM, Rahim MA, and Akther MA, 2007.

Performance of intercropping groundnut with garlic and onion. International Journal of Sustainable Crop Production, 2: 31-33.

Ngullie BE, Singh VB, Singh AK and Singh H, 2011. Fertilizing for sustainable onion production systems. Better Crops, 95 (1): 1-7.

Ouma G and Jeruto P, 2010. Sustainable horticultural crop production through intercropping:The case of fruits and vegetable crops: A review. Agriculture and Biology Journal of North America, 1(5): 1098-1105.

Perner H, Rohn S, Driemel G, Batt N, Schwarz D, Kroh LW and George E, 2008. Effect of nitrogen species supply and mycorrhizal colonization on organosulfur and phenolic compounds in onions. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 56(10):3538-3545.

Poggio SL, 2005.Structure of weed communities occurring in monoculture and intercropping of field pea and barley, Agriculture. Ecosystems & Environment, 109: 48-58.

Pudnam AR and Duke WB, 1978. Allelopaty in agroecosystems, Annual Review of Phytopathology, 16: 431-451.

Ranjbar M and Hajmoradi Z, 2015. A new species of *Trigonella* sect. *Ellipticae* (Leguminosae-Papilionoideae) from Iran, including cytogenetic and anatomical notes. Phytotaxa, 202 (1): 26-34.

Rezvani Moghaddam P, Moradi R and Mansoori H, 2014. Influence of planting date, intercropping and plant growthpromoting rhizobacteria on cumin (*Cuminum cyminum* L.) with particular respect to disease infestation in Iran. Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants, 1: 134-143.

Rusinamhodzi L, Corbeels M, Nyamangara J and Giller KE, 2012. Maize-grain legume intercropping is an attractive option for ecological intensification that reduces climatic risk for smallholder farmers in central Mozambique. Field Crops Research, 136: 12-18.

Shirzadia MH, Rezaei S, Hemayati SS and Abedi M, 2011. Evaluation of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) and lentil (*Lens culinaris* Medikus) intercropping. Plant Ecophysiology, 3: 53-58.

Shokati B and Ghassemi-golezan K, 2013. Effects of fenugreek and dill different intercropping patterns and harvesting times on essential oil of dill. Cercetari Agronomice in Moldova, 3 (155): 89-94.

Shokati B and Zehtab-Salmasi S, 2014. Effect of different intercropping patterns on yield and yield components of dill and fenugreek. Azarian Journal of Agriculture, 1(1): 1-5.

Sullivan P, 2003. Applying the principle of sustainable farming. ATTRA National sustainable agriculture information service. Tehran Jehad Daneshgahi Press, 45 pp. (In Persian).

Trdan S, Znidar D, Vali N, Rozman L and Vidrih M, 2006. Intercropping against onion thrips, *Thrips tabaci* Lindeman (Thysanoptera: Thripidae) in onion production: on the suitability of orchard grass, lacy phacelia, and buckwheat as alternatives for white clover. Journal of Plant Diseases and Protection, 113 (1): 24–30.

Viteri SE, Jeanneth M and Villamil JE, 2012. Verificacion de alternativas para la sostenibilidad de la produccion de cebolla (*Allium cepa* L.) en Cucaita, Boyacá. Agronomia Colombiana, 30(1): 124-132.

Wenxue L, Long L, Jianhao S, Tianwen G, Fusuo Z, Xingguo B, Peng A and Tang C, 2005. Effects of intercropping and nitrogen application on nitrate presentinthe profile of orthic an orthic anthrosolwest china. Agriculture Ecosystems and Environment, 105: 483 – 491. Yildirim E and Guvenc I, 2005. Intercropping based on cauliflower: more productive, profitable and highly sustainable. Journal of Agronomy, 22: 11–18.