Iranian Journal of Horticultural Science
Vol 49, No 2, Summer 2018 (429-442)
DOI: 10.22059/ijhs.2017.229513.1207

علوم باغبانی ایران
دورهٔ ۴۹، شمارهٔ ۲، تابستان ۱۳۹۷ (ص ۴۴۲-۴۲۹)

تأثیر کودهای آلی و شیمیایی بر برخی صفات زراعی و ویژگی‌های کیفی گیاه دارویی سیر

علیرضا ترابی[۱]، غلامعلی اکبری[۲*] و علی‌اکبر تجلی[۳]
۱ و ۳. دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و دانشیار، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شهر ری
۲. دانشیار، گروه علوم زراعی و اصلاح نباتات، پردیس ابوریحان دانشگاه تهران
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۲/۲۰ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹٦/٤/۲۰)

چکیده

روش‌های مختلف تغذیهٔ گیاه، از جمله مهم‌ترین عامل‌هایی است که در بیشتر مرحله‌های رشد گیاهان زراعی و باغی باعث افزایش رشدونمو و دستیابی به عملکرد بالا می‌شود. به‌منظور بررسی تأثیر سطوح مختلف کودهای دامی و شیمیایی بر ویژگی‌های کمی و کیفی بوتهٔ سیر در شرایط آب‌وهوایی همدان، آزمایشی در سال زراعی ۹۱-۹۰ در مزرعه‌ای زراعی در همدان انجام گرفت. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی به‌صورت کرت‌های یک‌بار خردشده و در سه تکرار به اجرا در آمد. تیمارهای آزمایش سطوح مختلف کود دامیِ گوسفندی در چهار سطح متفاوت شامل: ۰، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ تن در هکتار، به‌عنوان عامل اصلی و همچنین سطوح متفاوت کود شیمیایی نیتروژنه به‌صورت اوره در چهار سطح مختلف شامل: ۰، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار به‌عنوان عامل فرعی بودند. صفات زراعی مورد بررسی شامل: عملکرد سیرچه‌های بذری کشت‌شده، میانگین قطر کل پیاز و شمار سیرچه‌های آن بودند و پس از آن ویژگی‌های کیفی سیر از نظر اسید پیرووبک کل، سفتی بافت و درصد اسانس سیرچه، اندازه‌گیری شده و روند تغییرپذیری کیفی آن‌ها بررسی شد. بنا بر نتایج این پژوهش، تیمار مخلوط ۳۰ تن کود دامی به همراه ۱۵۰ کیلوگرم کود نیتروژن، بالاترین میزان عملکرد سیرچه‌های بذری کشت‌شده معادل ۱۳۲۹۰ کیلوگرم در هکتار را داشت و تیمار مخلوط ۱۰ تن کود دامی به همراه ۱۰۰ کیلوگرم کود شیمیایی، بالاترین مقدار پیرووبک اسید به میزان ۱۱٤ میکرومول بر گرم و بیشترین درصد اسانس سیرچه را معادل ۲/۹۷ درصد به دست آمد.

واژه‌های کلیدی: **حاصل‌خیزی خاک، سیر، کود ارگانیک، گیاهان دارویی، ویژگی‌های کیفی.**

Effects of manure and chemical fertilizers on some of the agronomic traits and quality characteristics of Garlic (*Allium sativum* L.)

Alireza Torabi[1], Gholam-Ali Akbari[2*] and Ali-Akbar Tajalli[3]
1, 3. Former M.Sc. Student of Agronomy and Associate Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding Sciences, Islamic Azad University, Shah-E-Rey Branch, Tehran, Iran
2. Associate Professor, Agronomy and Plant Breeding Department, Abureyhan Campus, University of Tehran, Iran
(Received: Mar. 10, 2017 - Accepteed: Jul. 11, 2017)

ABSTRACT

Plant nutrition various methods, are the most important factor which positively affects the plant growth and crop productivity. In order to evaluate effects of different levels of animal and chemical fertilizers on quality and quantity characteristics of Garlic in Hamadan climatic conditions, an experiment was conducted in the growing seasons of successive years of 2011- 2012 at the agronomical farms of Hamadan. The experiment was performed as split plot layout based on a randomized complete block design with three replications. The main factor was the four levels of animal fertilizer (0,10,20 and 30 ton per ha) and sub factor was four levels of nitrogen fertilizer (0, 50, 100 and 150 kg in ha). The agronomic traits that studied in this research consisted of yield and yield components, total bulb diameter and clovlet number. Then, the quality characteristics of garlic such as total pyrovic acid, texture hardness and essential oil percentage were measured and investigated. Results showed that the intermediate treatment of 30 ton per hectare, of manure mixed with 150 kg nitrogen per ha, produced the highest amount of bulb yields with 13290 kilo per hectare. Also, the experiment showed that the intermediate treatment with 10 ton per hectare, of animal fertilizer mixed with 100 kg nitrogen per ha of chemical fertilizers produced the highest amount of total pyrovic acid with 114 (micro mol/gr) and essential oil of 2/97 percent.

Keywords: Garlic, medicinal plants, organic fertilizer, quality characteristics, soil productivity.

* Corresponding author E-mail: gakbari@ut.ac.ir

مقدمه

سیر با نام علمی (*Allium sativum* L.) گیاهی علفی از خانوادهٔ پیاز بوده که از نظر تولید جهانی در بین گیاهان پیازی پس از پیاز خوراکی رتبهٔ دوم را به خود اختصاص داده است. برخی از محققان منشأ این گیاه دارویی را به آسیای مرکزی نزدیک مغولستان یا افغانستان مرتبط می‌دانند که پس از آن توسط مهاجرین اولیه به شرق اروپا و آسیا منتقل شده است (Mollafilabi *et al*., 2005b). در منبع‌های مختلف استفاده از این گیاه دارویی برای کاهش کلسترول خون، تنظیم فشارخون، درمان ناراحتی‌های قلبی و عروقی، سرماخوردگی و آنفولانزا توصیه شده است (Mirzaei *et al*., 2007; Shaidul *et al*., 2002). سیر با ۱۲ میلیون تن تولید، چهاردهمین محصول مهم زراعی جهان است و افزون بر خواص دارویی در صنایع غذایی هم کاربرد فراوان دارد (FAO., 2016). عملکرد و کیفیت این محصول دارویی تنوع زیادی با اقلیم منطقه، عرض جغرافیایی، اسیدیتهٔ خاک، روش کاشت و رقم دارد (Moravčević *et al*., 2011; Omidbaigi 1997; Rosen *et al*., 2008; Shaidul *et al*., 2002; Zare Abyaneh *et al*., 2011). این گیاه دارویی برای کاشت در مناطق مختلف آب و هوایی، توانایی بالایی دارد (Iciek *et al*., 2009). سیر قابلیت بالایی برای کاشت در بیشتر مناطق معتدل و خنک ایران را نیز دارد (Omidbaigi, 1997; Zare Abyaneh *et al*., 2011). سطح زیر کشت سیر در استان همدان نزدیک به ۱۹۰۰ هکتار بوده و میانگین عملکرد آن در حدود ۱۳ تا ۱۴ تن در هکتار است و این استان با تولید حدود ۳۸ درصد سیر کشور یکی از مهم‌ترین قطب‌های کشور درزمینهٔ تولید این محصول است (Motalebifard, 2016). ایران در گذشته یکی از بزرگ‌ترین صادرکنندگان این گیاه بوده است، اما امروزه دیگر کشورهای جهان با عملکرد بالا و ارائهٔ به‌هنگام این محصول به بازار، جزء صادرکنندگان مهم آن در جهان به‌شمار می‌آیند (Omidbaigi, 2010). از دلایل کاهش صادرات سیر ایران می‌توان به افت کیفیت سیر اشاره کرد که عامل‌های زیادی از جمله ناآشنایی با نیازهای تغذیه‌ای این گیاه، از مهم‌ترین آن است (Mollafilabi *et al*., 2013; Motalebifard, 2016). اگرچه رقم‌های تجاری گوناگونی از این گیاه دارویی در سطح جهان تولید شده است، ولی نتایج بیشتر بررسی‌ها، کاشت این گیاه را با استفاده از رقم‌های محلی توصیه کرده است (Omidbaigi, 1997; Stern, 2001; Stern, 2007).

برای کاشت این گیاه دارویی استفاده از انواع کودهای آلی (ارگانیک) ضرورت دارد. نتایج برخی بررسی‌ها نشان داده است، استفاده از انواع مواد آلی در خاک به دلیل بهبود خلل و فرج و ظرفیت نگهداری رطوبت در خاک، افزایش عملکرد سیر را موجب می‌شود (Islam *et al*., 2001). استفاده از کود دامی به‌عنوان نهاده‌ای آلی یکی دیگر از راهکارهای پایدار برای بهبود عملکرد این گیاه دارویی است. نتایج برخی بررسی‌ها نشان داده است، استفاده از کود دامی در زراعت ارگانیک سیر کاربرد گسترده‌ای دارد (Bhuiya *et al*., 2003; Islam *et al*., 2001;Lorion, 2004). کود دامی به بقای زمستانی سیر در خاک کمک می‌کند، علف‌های هرز را مهار (کنترل)، رطوبت خاک را حفظ و از فرسایش خاک جلوگیری می‌کند (Abraha *et al*., 2015). نتایج بررسی‌های دیگر نشان داده است، دماهای بالاتر از ۳۲ درجهٔ سلسیوس باعث جلوگیری از رشد مطلوب سیر می‌شود و در نتیجه کاهش عملکرد آن را به دنبال دارد (Bhuiya *et al*., 2003; Lorion, 2004). لذا به نظر می‌رسد که کود دامی بتواند به‌عنوان عاملی خنک‌کننده با خنک نگه‌داشتن لایهٔ سطحی خاک در شرایط آب و هوایی معتدل عملکرد سیر را افزایش دهد (Mollafilabi, 2005a; Mollafilab *et al*., 2005b).

با توجه به بررسی‌های انجام شده، استفاده از کودهای شیمیایی به‌عنوان سریع‌ترین راه برای جبران کمبود عنصرهای غذایی و حاصل‌خیزی خاک لازم است. از سوی دیگر هزینه‌های بالای مصرف کودهای شیمیایی و آلودگی خاک و آب و کاهش در کیفیت تولیدهای کشاورزی در نتیجهٔ استفاده از کودهای شیمیایی باعث ایجاد مسائل بغرنج از جمله نبود ترکیب‌های مناسب غذایی در تولید شده است (Omidbaigi, 2010; Saalaardini, 1987). بااین‌حال به یک‌باره نمی‌توان کودهای شیمیایی را از انظام‌های زراعی حذف کرد، زیرا لازمهٔ پایداری در کشاورزی،

اطمینان از درآمد کافی و امنیت غذایی است. در این رابطه استفادۀ بهینه از مواد تجدیدشونده و طبیعی با منشأ آلی به همراه کودهای شیمیایی اهمیت زیادی در حفظ باروری و ساختمان خاک، فعالیت زیستی (بیولوژیک)، ظرفیت تبادل و نگه‌داری آب و درنهایت اصلاح ساختار فیزیکی و شیمیایی خاک دارد. در مقابل، نتایج برخی بررسی‌ها نشان داده است، اگرچه کاربرد کود نیتروژنه به دلیل آزادسازی آهستۀ نیتروژن در طول دورۀ رشد گیاه، تأثیر مثبتی بر ویژگی‌های رشد و عملکرد سیر داشت، با این وجود، بایستی مدیریت مناسب و زمان مصرف این عنصر پرمصرف را برای سیر به‌دقت مورد نظر قرار داد. به‌طور مثال، مصرف نیتروژن در مرحلۀ افزایش وزن حبۀ سیر، به دلیل تحریک رشد رویشی اندام‌های مختلف از جمله برگ‌ها درنهایت کاهش اندازۀ حبه و کاهش عملکرد را موجب می‌شود (Omidbaigi, 1997). در سال‌های اخیر سازمان خواروبار کشاورزی (فائو)[1] طرح توسعۀ روش‌های تلفیقی مواد غذایی را پیشنهاد کرده است (FAO, 2016; Omidbaigi, 2010).

بنابر تحقیقات انجام شده تلفیق کودهای شیمیایی به همراه منابع آلی و زیستی نتایج مطلوبی در افزایش بازدۀ تولید محصولات کشاورزی دارد که خود می‌تواند راهی به‌سوی زراعت ارگانیک و درنهایت کشاورزی پایدار باشد (Barmody *et al*., 1993; Abdel-Sabour & Abo-seoud, 1996). در بسیاری از آزمایش‌هایی که توسط محققان در رابطه با کشاورزی ارگانیک انجام شده به‌طورمعمول توجه کمتری به کیفیت تولید در این‌گونه زراعت‌ها شده است (Francis *et al*., 2000). Arefi *et al* (2012) با بررسی تأثیر سطوح مختلف نیتروژن بر عملکرد موسیر (*Allium altissimum regel.*) در نتایج بررسی‌های خود بیان داشتند، با افزایش نیتروژن، نورساخت (فتوسنتز) برگ و در پی آن عملکرد، به‌طور معنی‌داری بهبود یافت. با این وجود ازآنجاکه مصرف نیتروژن به‌عنوان عنصری پرمصرف، تأثیر بسزایی بر رشد و عملکرد این گیاه دارویی دارد، لذا بایستی از راهکارهای مناسب برای حفظ عملکرد بهینۀ این گیاه دارویی استفاده کرد (Gaviola & Lipinski, 2008; Panchal *et al*., 2002). نتایج تحقیقات Rafi (2007) در مورد بررسی تأثیر نیتروژن و فسفر بر عملکرد سیر در بهبهان نشان داد، مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار بالاترین عملکرد سیر را تولید کرد. نتایج این بررسی به‌طورکلی نمایان ساخت که مصرف نیتروژن تأثیر معنی‌داری بر رشد این گیاه داشت، درحالی‌که تأثیر مصرف سطوح مختلف فسفر بر آن معنی‌دار نبود. همچنین نتایج بررسی‌های Gaviola & Lipinski (2008) و Panchal *et al.* (2002) درزمینۀ مصرف نیتروژن در زراعت سیر، کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار را برای این گیاه توصیه کرده است، ولی بایستی زمان مصرف آن را مورد دقت قرار داد، زیرا مصرف کود نیتروژن از اواسط فروردین‌ماه به بعد باعث تأخیر در شکل‌گیری سیر می‌شود. همچنین می‌توان به پژوهش Mollafilab *et al.* (2013) و Hore *et al.* (2014) اشاره کرد که محققان در نتایج بررسی‌های خود گزارش کردند، مصرف نیتروژن باعث افزایش معنی‌دار ویژگی‌های رشدِ سیر مانند ارتفاع گیاه، شمار برگ، شمار و وزن سیرچه‌ها شده و این عامل‌ها باعث شدند که رشد رویشی تقویت شود و عملکرد سیرچه‌های بذری کشت‌شده نیز افزایش پیدا کند.

کیفیت تولید در گیاهان دارویی اهمیت بسزایی دارد. محصول تولیدی یک گیاه دارویی از نظر اقتصادی زمانی مقرون به‌صرفه است که مقدار متابولیت‌های اولیه و ثانویۀ آن به حد مطلوب رسیده باشد و ازآنجایی‌که بوم‌نظام (اکوسیستم)های زراعی نقش تعیین‌کننده‌ای در زیست‌ساخت (بیوسنتز) متابولیت‌های ثانویه دارند، لذا همواره بررسی تأثیر شرایط یک بوم‌نظام بر تولید متابولیتی گیاهان اهمیت فراوانی دارد (Golmohammadzade *et al*., 2015). در سال‌های اخیر توجه زیادی به امکان افزایش مواد مؤثرۀ گیاهان دارویی از طریق افزایش زیست‌تودۀ گیاه شده است. در این رابطه Lange *et al.* (2013) در نتایج بررسی‌های خود اظهار داشتند، نمی‌توان رابطۀ روشنی بین محصول و مقدار مواد مؤثره در گیاهان دارویی تشخیص داد. عنصرهای غذایی نه‌تنها بر افزایش کمیت محصول از جمله گیاهان دارویی مؤثرند، بلکه کیفیت محصول را نیز تحت تأثیر

1. Food & Agriculture Organization (F.A.O)

قرار می‌دهند. وجود خواص متفاوت بین میزان عنصرهای غذایی در خاک، منجر به تغییرهایی در میزان جذب برخی عنصرهای غیرضروری برای گیاه می‌شود که اغلب اوقات این عنصرها برای تولید اسانس و مواد مؤثره در گیاهان دارویی، نامناسب می‌باشند. بنابراین توصیهٔ کودی برای گیاهان دارویی، باید با در نظر گرفتن موارد بالا صورت گیرد، زیرا ممکن است اگرچه استفاده از کودهای مختلف افزایش محصول را موجب شود، ولی میزان مادهٔ مؤثره را کاهش داده و یا تغییرهایی در اجزای متشکلهٔ این مواد ایجاد کند که درنهایت تأثیر نامطلوبی را بر کیفیت این گیاهان داشته باشد (Omidbaigi, 2010).

از این‌رو، با توجه به اهمیت بسزای تأثیر عملیات زراعی و به‌ویژه روش‌های مختلف تغذیهٔ گیاه به‌صورت استفاده از نهاده‌های آلی، شیمیایی و تلفیقی، بر تولید کمی و کیفی گیاهان دارویی، این آزمایش با هدف بررسی تأثیر سطوح مختلف کودهای آلی و نیتروژن بر گیاه دارویی سیر در شرایط آب و هوایی همدان اجرا شد، تا افزون بر عملکرد کمی، میزان تغییرپذیری پیرووِیک اسید، مقدار سفتی بافت و درنهایت درصد اسانس و کیفیت تولید نیز ارزیابی شود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به‌منظور بررسی تأثیر سطوح مختلف کودهای دامی و شیمیایی بر ویژگی‌های کمی و کیفی بوتهٔ سیر در سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰ در شرایط آب‌وهوایی همدان انجام گرفت. این منطقه با ارتفاع ۱۷۵۷ متر از سطح دریا در عرض جغرافیایی ۳۴ درجه و ۵۳ دقیقهٔ شمالی و طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۳۳ دقیقهٔ شرقی واقع است. خاک منطقه از نوع لومی است. بر پایهٔ آمار هواشناسی بلندمدت دما در گرم‌ترین روز سال ۴۰ درجهٔ سلسیوس و در سردترین روز سال ۳۳/۷- درجهٔ سلسیوس است. میانگین بارندگی منطقه نیز ۳۳۵ میلی‌متر در سال گزارش شده است. پیش از انجام آزمایش (اوایل آبان ماه سال ۱۳۹۱)، نمونه‌ای از نقاط مختلف خاک مزرعه با استفاده از روش شبکه‌بندی تصادفی و از عمق ۰ تا ۳۰ سانتی‌متری به‌منظور تعیین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک منطقه برداشت شد. به‌گونه‌ای که ده نقطهٔ فرضی به‌صورت تصادفی در مزرعه انتخاب و نمونه‌برداری از این نقاط انجام شد، به صورتی که از هر نقطهٔ انتخابی، پس از کنار زدن لایه‌ای از خاک سطحی، ۱ کیلوگرم خاک برداشت و با هم مخلوط شد. سپس از این مخلوط ۱۰ کیلوگرمی یک نمونهٔ نهایی ۱ کیلوگرمی تهیه شد که پس از کوبیدن و آسیاب کردن و الک کردن با منافذ ۲ میلی‌متری، برچسب‌گذاری و به آزمایشگاه منتقل شد که اطلاعات مربوط به این فرآیند در جدول ۱ خلاصه شده است.

همان‌طور که در جدول مشخص است خاک مزرعهٔ مورد آزمایش دارای بافت لومی و اقلیم منطقه سرد است. ازآنجایی‌که سیر با بیشتر خاک‌ها در آب‌وهوای سرد سازگاری دارد (Singh *et al*., 2015)، لذا محدودیتی از نظر نوع خاک و شرایط آب و هوایی پاییز و زمستان برای گیاه وجود ندارد و حتی چنین بافتی در حفظ رطوبت خاک برای جوانه‌زنی نقش دارد (Ghadami Firouz Abadi *et al*., 2013).

آزمایش به‌صورت کرت‌های یک‌بار خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و در سه تکرار اجرا شد. عامل اصلی سطوح مختلف کود دامی گوسفندی پوسیده شامل: ۰، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ تن در هکتار و عامل فرعی مقادیر کود شیمیایی نیتروژنه به‌صورت اوره شامل: ۰، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار بود که این سطوح کودی با توجه به پیشینهٔ تحقیق و نیز مرور منابع علمی در نظر گرفته شدند (Abraha *et al*., 2015; Bernath, 2000; Damse *et al*., 2014; Hore *et al*., 2014; Omidbaigi, 2010; Singh *et al*., 2015).

جدول ۱. ویژگی‌های خاک مورد بررسی پیش از انجام آزمایش

Table 1. Soil properties prior to the experiment

Soil depth (cm)	Soil texture	Saturation percent (%)	Electrical conductivity ($dS.m^{-1}$)	pH	Disinfectant (%)	Organic matter content (%)	Organic carbon content (%)	N (%)	P ($^{mg}/_{Kg}$)	K ($^{mg}/_{Kg}$)
0-30	(Loam)	68	0.58	7.91	8	2.36	0.48	0.21	5.83	310

جدول ۲. ویژگی‌های کود دامی
Table 2. Animal Fertilizer properties

N (%)	P (%)	K (%)	Organic carbon (%)	pH	Electrical conductivity ($dS.m^{-1}$)
2.27	0.78	3.1	42.2	7.9	17.9

هر واحد آزمایشی شامل یک کرت به مساحت ۱۲ مترمربع و مشتمل بر شش پشته به فاصلهٔ ۵۰ سانتی‌متر، طول ۴ متر و عرض ۳ متر بود. در آغاز تیمارهای آزمایشی، به‌صورت تصادفی در هر بلوک قرار گرفتند و درمجموع آزمایش شامل سه بلوک با فاصلهٔ ۴/۵ متر بود به‌گونه‌ای که در فاصلهٔ بین دو بلوک دو نهر حفر شد، که یکی به‌منظور گردآوری فاضلاب بلوک پیشین و دیگری برای آب‌رسانی به بلوک بعدی در نظر گرفته شد. فاصلهٔ هر کرت فرعی با کرت مجاور، با نکاشت گذاشتن یک پشته به میزان ۵۰ سانتی‌متر و فاصلهٔ پلات‌های اصلی از یکدیگر معادل عرض ۴ پشته (حدود ۲ متر) در نظر گرفته شد.

پیش از انجام عملیات کاشت در مزرعهٔ مورد بررسی، به دلیل اینکه در طول فصل زراعی پیشین زمین به‌صورت آیش رها شده بود، اقدام به آماده‌سازی زمین، با انجام عملیات شخم‌زنی، همراه با دیسک و زدن فاروئر شد. در این آزمایش پیازچه‌های تهیه‌شدهٔ سیر سفید همدان به‌عنوان بذر روی ردیف‌های کاشت به فاصلهٔ ۵۰ سانتی‌متر و در عمق ۵ سانتی‌متری با فاصلهٔ ۶ سانتی‌متر از یکدیگر کشت شدند، به‌طوری‌که میانگین وزن سیرچه‌های مورد استفاده در هر واحد آزمایشی در حدود ۱/۶ کیلوگرم بود. عملیات کاشت در اواخر نیمهٔ اول آبان یعنی در روزهای یازدهم و دوازدهم آبان ماه سال ۱۳۹۱، به‌صورت دستی و به کمک نیروی انسانی انجام شد.

بنابر بررسی‌های انجام شده در منطقه مشخص شد، کشاورزان منطقه بیشتر کودهای شیمیایی را برای مزارع خود به کار می‌برند و کود دامی به مقدار بسیار کمتری در مزارع مصرف می‌شود. به همین دلیل برای تقویت حاصل‌خیزی خاک از کود دامی گوسفندی استفاده شد. برای این منظور پیش از کاشت و همراه با دیسک و زدن فاروئر، کل کود دامی گوسفندی به تفکیک مقادیر توصیه شده در هر تیمار، دو هفته پیش از کاشت به واحدهای آزمایشی اضافه شد، به‌صورتی‌که در آغاز از یک تودهٔ کود دامیِ مورد استفاده، نمونه‌گیری به‌صورت تصادفی به‌عمل‌آمده و پس از تجزیه و مشخص شدن ویژگی‌ها و میزان عنصرهای موجود در آن، با مقادیر مختلف و بر پایهٔ تیمارهای مربوطه به زمین داده شد و سپس با شن‌کش با خاک سطحی مخلوط شد.

استفاده از کود شیمیایی نیتروژنه که به‌عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شده بود با مراجعه به منابع علمی موجود صورت پذیرفت (Abraha *et al*., 2015; Bernath, 2000; Damse *et al*., 2014; Hore *et al*., 2014; Omidbaigi, 2010; Singh *et al*., 2015). به‌گونه‌ای که کود نیتروژنه در چهار سطح ۰، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار، به تفکیک هر تیمار برای هر یک از کرت‌های فرعی و اصلی از منابع کود اوره تأمین شد. در طی فصل رشد همزمان با اِعمال تیمارهای مختلف کودی، مراقبت‌های زراعی لازم مربوط به تیمارهای آزمایش انجام گرفت به‌ویژه با آفت‌ها، بیماری‌ها و علف های هرز احتمالی مبارزه شد. به‌گونه‌ای که علف‌های هرز موجود در سطح مزرعه دو بار و به‌صورت دستی در طول فصل رشد یعنی ۲۰ فروردین و ۱۵ اردیبهشت‌ماه سال ۱۳۹۱ مدیریت و مهار شدند.

بی‌درنگ پس از کاشت سیرچه‌ها (اواخر نیمه اول آبان ماه) اقدام به آبیاری نشتی شد، تا رشد ریشه در سیرچه‌ها تحریک‌شده و ریشه‌های آن‌ها به‌خوبی در خاک استقرار یابد و آبیاری‌های بعدی برابر عرف منطقه و با توجه به شرایط آب و هوایی، میزان بارندگی، شرایط خاک و دمای محیط به زمین داده شد . به‌گونه‌ای که پس از انجام آبیاری اول در آبان ماه، با توجه به شرایط آب و هوایی منطقه تا اردیبهشت‌ماه آبیاری انجام نشد، و آبیاری‌های بعدی بنابر عرف منطقه از هفتهٔ اول اردیبهشت‌ماه آغاز گشته و تا هفتهٔ اول تیرماه، (یعنی حدود یک ماه پیش از برداشت محصول) در پنج نوبت و به فاصلهٔ هر ده روز یک‌بار انجام شد. در تیرماه به دلیل جلوگیری از سیاه شدن و پوسیده شدن بوته‌ها و پیازچه‌ها آبیاری قطع شد. (بر پایهٔ تجربه‌ای که کشاورزان

محلی منطقه طی سال‌ها کشت و کار به آن دست‌یافته بودند و بر این باورند که به‌کارگیری این نوع روش آبیاری سبب جلوگیری از پوسیدگی و همچنین افزایش عملکرد و بازارپسندی محصول خواهد شد). پس از مشاهدهٔ نشانه‌های رسیدگی در بوته‌ها، و خشک شدن کامل اندام‌های هوایی، برداشت نهایی در روزهای یازدهم و دوازدهم مردادماه سال ۹۱ به‌صورت دستی صورت پذیرفت. به‌منظور اندازه‌گیری صفات زراعی مورد نظر و برای حذف اثر حاشیه‌ای، برداشت پیازها از دو ردیف وسط در هر واحد آزمایشی صورت گرفت. برای اندازه گیری میزان عملکرد، همهٔ پیازهای برداشت‌شده از دو ردیف وسطی در هر کرت توزین شد و درواقع عملکرد محصول قابل‌عرضه به بازار اندازه‌گیری شد. برای اندازه گیری قطر کل پیاز و شمار سیرچه در هر پیاز، بیست عدد پیازِ برداشت‌شده از دو ردیف میانی در هر واحد آزمایشی به‌صورت تصادفی انتخاب و اندازه‌گیری‌ها روی آن‌ها انجام شد.

برای تعیین ویژگی‌های کیفی از هر واحد آزمایشی مقدار ۲۰۰ گرم سیرچه به‌صورت تصادفی انتخاب و ویژگی‌های زیر روی آن‌ها اندازه‌گیری شد.

اسید پیرورویک

اسید پیرورویک به‌عنوان شاخصی برای بیان ترکیب‌های عطروطعم‌دهندهٔ سیر، با استفاده از روش Ketter & Randle (1998)، و با در نظر گرفتن مشاهده‌های Nosrati & Bayaat (2009) اندازه‌گیری شد. به‌منظور انجام آن، مقدار ۲۵ گرم سیرچه همراه با ۵۰ میلی‌لیتر آب، درون مخلوط‌کن به‌طور کامل مخلوط و یکنواخت شد و پس از عبور از کاغذ صافی واتمن ۴۲، غلظت نمونه‌های آزمایشی با معرف دی‌نیتروفنیل هیدرازین، ۰/۰۱۲۵ درصد و در حضور محلول‌های استاندارد ۰/۰۱، ۰/۰۲۵، ۰/۰۵، ۰/۱ و ۰/۲ میکرومول بر میلی لیتر پیرووات سدیم، در طول‌موج ۴۲۰ نانومتر با دستگاه طیف‌سنج نوری (اسپکتروفتومتر) مدل Novaspec II، ساخت کشور انگلستان اندازه‌گیری شد.

درصد اسانس

برای استخراج اسانس در آغاز ۱۰۰ گرم از سیرچه‌های گیاه که در شرایط مناسب از لحاظ دما، رطوبت و نور قرارگرفته بودند، آسیاب شد. آنگاه به مدت ۴ ساعت با استفاده از روش تقطیر با آب و نیز استفاده از دستگاه کروماتوگراف گازی (GC)، اسانس‌گیری شده و درصد آن تعیین شد.

سفتی بافت

سفتی بافت سیرچه یکی از ویژگی‌های کیفی این گیاه دارویی بوده که در دورهٔ انبارداری مهم است و به‌عنوان شاخصی برای بیان قابلیت نگهداری و کیفیت انبارمانی پیازها (پس از برداشت محصول) بیان می‌شود (Barrios *et al.*, 2006; Cantwell *et al.*, 2003; Nosrati & Bayaat, 2009). سفتی بافت با دستگاه بافت‌سنج مدل Hounsfield ساخت کشور انگلستان اندازه‌گیری شد. به این منظور از روش Cantwell *et al.* (2000, 2003)، استفاده شد، به‌گونه‌ای که پیازهای برداشت‌شده از هر واحد آزمایشی برای مدت سه ماه در شرایط دمای اتاق در تورهای سیمی قرار داده شدند تا عمل التیام در پیازها انجام شود و پس از آن قسمت پوسیده و باقی‌مانده اندام‌های هوایی از پیازها جدا شد و درواقع عمل آرایش روی پیازها انجام شد. سپس سیرچه‌هایی با ضخامت متوسط ۱۸ تا ۲۰ میلی‌متر و با شکل تا حد امکان یکنواخت، انتخاب شدند و با استفاده از دستگاه بافت‌سنج، نیروی مورد نیاز برحسب نیوتون برای نفوذ پروب به قطر ۳/۲ میلی‌متر و با سرعت ۲۰ میلی‌متر در دقیقه (به‌منظور جابه‌جایی به میزان ۵ میلی‌متر) به درون بافت سیرچه‌ها اندازه‌گیری شد.

در پایان داده‌های به‌دست‌آمده از آزمایش توسط نرم‌افزار آماری SAS نسخهٔ ۹، تجزیه‌وتحلیل آماری شد و جدول‌های تجزیهٔ واریانس و مقایسهٔ میانگین‌ها بر پایهٔ روش حداقل تفاوت معنی‌دار یا آزمون LSD برآورد و تعیین شدند.

نتایج و بحث

نتایج به‌دست‌آمده از تجزیهٔ واریانس داده‌ها نشان داد، تفاوت بین سطوح مختلف کودی برای بیشتر صفات مورد بررسی معنی‌دار بود. در جدول ۳ نتایج تجزیهٔ واریانس تأثیر کودهای دامی و نیتروژن بر صفات زراعی و ویژگی‌های کیفی سیر نشان داده شده است.

جدول ۳. نتایج تجزیهٔ واریانس تأثیر سطوح مختلف کود دامی و نیتروژن بر ویژگی‌های کمی و کیفی بوتهٔ سیر
Table 3. Analysis of variance of different levels of animal and nitrogen fertilizers on quality and quantity characteristics of garlic

Source of variation	df	Clove let yield	Total bulb diameter	Clove let number	Pyruvic acid	Texture hardness	Essential oils percent
Block	2	600220*	33.141*	0.103	9.2	0.17	0.013
Manure	3	605748*	2.846	0.0389*	4551**	34.98**	**1.53****
E (a)	6	137235	0.363	0.0260	9.63	0.23	0.005
Nitrogen	3	2799717**	20.42	0.1965**	79.66**	2.049**	0.819**
M × N	9	142455**	1.800	0.1843**	104.73**	1.733**	**0.089****
E (b)	18	1556037.7	8.957	0.02334375	6.920	0.218	0.007
C.V	-	6.11	2.54	3.80	2.95	3.26	3.52

*, **: Significant at the 5% and 1% probability levels, respectively. * و **: معنی‌دار در سطح احتمال ۵درصد و ۱درصد.

عملکرد سیرچه

اثر متقابل سطوح مختلف کودهای دامی و نیتروژن بر عملکرد سیرچه‌های بذری کشت‌شده در هر هکتار، در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود و بالاترین میزان عملکرد سیرچه‌ها در واحد سطح به میزان ۱۳۲۹۰ کیلوگرم در هکتار بوده و به تیمار مخلوط ۳۰ تن کود دامی به همراه ۱۵۰ کیلوگرم کود شیمیایی اختصاص داشت. در همین راستا، Islam *et al.* (2001) نیز با بررسی تأثیر خاکپوش (مالچ) و انواع کود بر سیر بیان کردند که اثر متقابل این تیمارها بر ویژگی‌های رویشی و زایشی سیر تفاوت معنی‌داری نشان داد.

کارایی مصرف کود معیاری مناسب در مدیریت مزرعه و اقتصادی کردن فعالیت‌های کشاورزی است که در رشد بهتر و تولید بیشتر محصول نقش مهمی دارد. با توجه به نتایج بررسی‌های Edwards *et al.* (2002)، Yin *et al.* (1996)، Haynes & Naidu (1998)، چنین به نظر می‌رسد که مصرف کود دامی افزون بر بهبود ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک، با فراهمی بیشتر عنصرهای غذایی قابل دسترس برای گیاه، و افزایش ظرفیت نگهداری آب خاک، باعث بهبود رشد رویشی و بالا رفتن وزن سیرچه‌ها و درنهایت افزایش عملکرد سیر شده است. بیشتر محققان کارایی مصرف کود را معادل افزایش عملکرد محصول به ازای آب و مواد غذایی مصرف‌شده می‌دانند (Abraha *et al*., 2015; Damse *et al*., 2014; Golmohammadzade *et al*., 2015; Hore *et al*., 2014; Zaki *et al*., 2014).

اگرچه نتایج بررسی‌های Panchal *et al.* (2002) نشان داده است، واکنش گیاهان نسبت به مصرف نیتروژن به‌عنوان یک عنصر ضروری برای رشد، به شرایط خاک، گونهٔ گیاهی و میزان عنصرهای غذایی خاک بستگی دارد، ولی ازآنجاکه نیتروژن تحریک‌کنندهٔ رشد رویشی و تولیدکنندهٔ سطح برگ است، لذا با افزایش مصرف نیتروژن عملکرد سیرچه نیز افزایش یافت. Sabbahi *et al.* (2006) در پژوهش خود سه تیمار کود شیمیایی ۰، ۸۰ و ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار از منبع اوره را روی گیاه سیر بررسی کرده و بیشترین عملکرد در تیمار ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌دست آمد. Motalebifard (2016) به نقل از Zaman *et al.* که در نتایج بررسی‌های خود گزارش کرد، مصرف نیتروژن تا ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار عملکرد و اجزای عملکرد سیر را افزایش داد. Arefi *et al.* (2012) نیز در نتایج بررسی‌های خود بیان داشتند، افزایش نیتروژن، بهبود نورساخت موسیر را به دنبال داشت.

افزون بر این ازآنجاکه اندام رویشی این گیاه (سوخ) مورد مصرف واقع می‌شود، می‌توان چنین بیان داشت، کاربرد بیشتر کود نیتروژنه به همراه کودهای آلی، متناسب با برطرف کردن نیازهای گیاه به دیگر عنصرهای غذایی می‌تواند منجر به بهبود سطح سبز مزرعه شود که در پایان فصل رشد نیز افزایش عملکرد گیاه را به دنبال دارد (Mollafilabi *et al*., 2013; Panchal *et al*., 2002). دیگر محققان نیز در نتایج بررسی‌های خود گزارش دادند، استفاده از کودهای آلی و شیمیایی باعث تغییر در عملکرد کمی سیر می‌شود (Damse *et al*., 2014; Golmohammadzade *et al*., 2015; Hore *et al*., 2014; Zaki *et al*., 2014).

بنابراین احتمال دارد تیمارهای کودی مورد استفاده در آزمایش با افزایش سطح جذب عنصرهای غذایی از ریشه سبب افزایش عملکرد محصول شده‌اند.

قطر کل پیاز

بررسی قطر کل پیازها نیز نشان داد، تیمارهای۱۰، ۲۰ و ۳۰ تن کود دامی در هکتار تفاوت معنی‌داری در مقایسه با شاهد داشتند، و بالاترین میزان قطر کل پیاز مربوط به تیمار ۳۰ تن کود دامی در هکتار به میزان ۳۶/۲ میلی‌متر و کمترین مقدار قطر کل پیاز مربوط به شاهد به میزان ۳۵/۲ میلی‌متر بود. مشخص است که استفاده از کود دامی به‌عنوان بستری برای کاشت با بهبود شرایط محیطی از جمله ویژگی‌های مختلف خاک و افزایش محتوای رطوبتی آب و عنصرهای غذایی خاک، درنهایت با افزایش رشد رویشی و وزن خشک برگ باعث افزایش میزان قطر کل پیاز شد (Edwards *et al*., 2002; Haynes & Naidu, 1998; Yin *et al*., 1996).

جدول ۴. میانگین اثر اصلی سطوح مختلف کودهای دامی و نیتروژن بر قطر کل پیاز سیر

Table 4. Means of effect of different levels of animal and nitrogen fertilizers on total bulb diameter of garlic

	Treatments	Total bulb diameter (mm)
Different levels of Manure	0	35.2 b
	10 ($^{ton}/_{h}$)	36.2 a
	20 ($^{ton}/_{h}$)	36.2 a
	30 ($^{ton}/_{h}$)	36.2 a
Different levels of Nitrogen	0	35 ab
	50 ($^{kg}/_{h}$)	34.7 a
	100 ($^{kg}/_{h}$)	36.5 ab
	150 ($^{kg}/_{h}$)	37.5 a

میانگین‌های با حرف‌های همسان بر پایهٔ آزمون LSD تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

Means with different letters are significantly different based on LSD test (0.05).

در مورد تأثیر سطوح مختلف کود شیمیایی بر صفت قطر کل پیاز، بیشترین میزان مربوط به تیمار ۱۵۰ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار به مقدار ۳۷/۵ میلی‌متر و کمترین میزان مربوط به تیمار ۵۰ کیلوگرم کود شیمیایی در هکتار به مقدار ۳۴/۷ میلی‌متر بود. نکتهٔ قابل‌توجه اینکه در آغاز با کاربرد تیمار ۵۰ کیلوگرم در هکتار میزان قطر کل بوته‌ها نسبت به شاهد کاهش نشان داد و پس از آن با افزودن دوبارهٔ کود شیمیایی این مقدار افزایش یافت که با استناد به نتایج بررسی‌های Marschner (2011) و Sabbahi *et al.* (2006) علت این پدیده را می‌توان ناشی از افزایش شمار ریشهٔ سیر به دلیل بهبود شمار روزنه‌های زیستی و همچنین ناشی از کاهش زیست‌تودهٔ علف‌های هرز دانست. با توجه به این مطلب که عملکرد سیر تابع رشد اندام‌های رویشی گیاه بوده و مصرف کود نیتروژن بهبود رشد رویشی گیاهان و از جمله سیر را به دنبال دارد، لذا بهبود عملکرد سیر همراه با افزایش مصرف کود نیتروژن در دورهٔ رشد فعال این گیاه دارویی منطقی به نظر می‌رسد (Marschner, 2011). در همین رابطه Arefi *et al.* (2012) نیز در نتایج بررسی‌های خود بیان داشتند، با افزایش نیتروژن، عملکرد موسیر به‌طور معنی‌داری بهبود یافت. به‌طوری‌که بالاترین عملکرد قطر کل پیاز از تیمار ۲۱۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمد. همان‌گونه که نتایج بررسی‌های Rafi (2007) نیز نشان داده است، مصرف نیتروژن با تحریک رشد اندام‌های رویشی و در نتیجه بهبود آن تأثیر مثبتی بر تغییر قطر پیاز دارد. اثر متقابل سطوح مختلف کودهای دامی و نیتروژن بر قطر کل پیازها تفاوت معنی‌داری را نشان نداد. در همین راستا، Islam *et al.* (2001) نیز با بررسی تأثیر خاکپوش و انواع کود بر عملکرد سیر بیان کردند که اثر متقابل این تیمارها بر ویژگی افزایش قطر کل پیاز سیر، تفاوت معنی‌داری نشان نداد و بیشتر با افزایش وزن تک سیرچه‌ها سبب افزایش عملکرد در واحد سطح شد.

شمار سیرچه در هر پیاز

ارزیابی شمار سیرچه‌ها در هر پیاز مشخص کرد، اثر متقابل کودهای دامی و نیتروژن بر شمار سیرچه‌ها در هر پیاز معنی‌دار بود و نشان داد، بیشترین شمار، مربوط به تیمار مخلوط ۲۰ تن کود دامی به همراه ۱۰۰ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار به میزان ۵/۸۱ عدد بود. بر پایهٔ مشاهده‌های Edwards *et al.* (2002) مصرف کود دامی به دلیل داشتن عنصرهای غذایی، ویژگی‌های رشد سیر همچون وزن برگ به‌عنوان اندام نورساخت‌کننده را افزایش داد که در نتیجه بهبود تولید و افزایش شمار حبهٔ سیر در واحد سطح را نیز

موجب شد. نتایج بررسی‌های Karaye & Yakubu (2006) نیز تأثیر معنی‌دار کود حیوانی را بر بهبود شمار حبهٔ سیر تأیید کرده است. نتایج بررسی‌های Pelter *et al*. (2000) نشان داده است، یکی از راه‌های افزایش عملکرد سیر افزایش شمار حبه در واحد سطح است. اگرچه به نظر می‌رسد که این صفت بیشتر تحت تأثیر عامل‌های ژنتیکی است، ولی عامل‌های محیطی نیز می‌تواند تأثیر مثبتی بر بهبود رشد عملکرد این گیاه دارویی داشته باشد. نتایج این پژوهش نیز نشان داد، اگرچه واکنش شمار حبهٔ سیر نسبت به مصرف کودهای دامی و نیتروژن به نسبت پایین بود، ولی روند بهبود شمار حبه در سیر همراه با افزایش سطوح مختلف کودی مثبت بود. افزون بر این‌چنین به نظر می‌رسد که یکی از دلایل افزایش شمار حبه در سیر همراه با افزایش مصرف کود دامی و نیتروژنه محدود بودن اندازهٔ حبه به‌عنوان مخزنی برای ذخیرهٔ مواد نورساختی است. نیاز به عنصرهای غذایی موجود در کودهای آلی به همراه نیتروژن در مرحله‌های مختلف رشدونمو گیاه متفاوت است و مصرف مناسب آن‌ها می‌تواند از کاهش شدید عملکرد در شرایط رشد متفاوت جلوگیری کند (Damse *et al*., 2014; Zaki *et al*., 2014). بنابراین به نظر می‌رسد، با استفاده از نهاده‌هایی مانند کودهای دامی و شیمیایی که رشد اندام‌های هوایی و ویژگی‌های رویشی را در سیر تقویت می‌کنند، می‌توان عملکرد اقتصادی را افزایش داد. این گیاه در صورت مناسب بودن شرایط محیطی برای رشد، اقدام به افزایش تجمع مواد نورساختی در هر حبه می‌کند، در این شرایط اگر گیاه از نظر شمار حبه دچار محدودیت مخزن شود می‌تواند مخزن خود را با افزایش شمار حبه و در نتیجه افزایش قطر سوخ مرتفع سازد (Pelter *et al*., 2000). بدین ترتیب می‌توان چنین بیان داشت، یکی از راهکارهای اصلی برای بهبود عملکرد سیر پس از افزایش تراکم کاشت و رعایت اصول زراعی و تغذیه‌ای برای این گیاه نقدینه، افزایش تولید حبه در سیر است. بنابراین به‌کارگیری هرگونه عملیات زراعی که بتواند ویژگی‌های رویشی و شمار حبه را بهبود دهد درنهایت افزایش عملکرد سیر را به دنبال خواهد داشت.

مقدار اسید پیرووبک کل

مقایسهٔ میانگین‌های مقادیر اسید پیرووبک حاصل از سیرچه‌ها، نشان داد که تیمارهای مختلف کودی با یکدیگر اختلاف معنی‌داری را در سطح ۱ درصد داشتند. اثر متقابل سطوح مختلف کودهای دامی و نیتروژن بر میزان اسید پیرووبک حاصل از سیرچه‌ها در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود و بیشترین مقدار به تیمار مخلوط ۱۰ تن کود دامی به همراه ۱۰۰ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار و به مقدار ۱۱۴ میکرومول برگرم تعلق داشت. اِعمال تیمارهای متفاوت کودی در شرایط مزرعه‌ای سبب اختلاف در مقدار پیروات سیرچه‌ها شد به‌طوری‌که عنصرهای غذایی موجود در کودهای دامی و شیمیایی با تولید متابولیت‌های فعال مانند ویتامین‌ها و آمینواسیدها، باعث بهبود ویژگی‌های کیفی گیاه شده و درنهایت سبب تغییرپذیری در میزان پیروات پیازهای سیر شد (Rezvani *et al*., 2015). این نوسان‌ها به‌گونه‌ای رقم خورد که در آغاز با افزودن کود نیتروژن میزان اسید پیرووبک افزایش داشت ولی در ادامه با افزودن مقادیر بیشتری از کود نیتروژن دوباره میزان اسید پیرووبک سیرچه‌ها کاهش یافت که این کاهش اختلاف معنی‌داری را با شاهد نداشت.

بنابراین با افزودن مقادیر مختلف کود نیتروژن مقدار ترکیب‌های عطر و طعم‌دهنده کاهش و پیرووات ناشی از تجزیهٔ آن‌ها افزایش یافت. با توجه به این یافته‌ها، تغییر اسید پیرووبک نمایان ساخت که با افزودن کودهای دامی مقدار اسید پیرووبک نسبت به کاربرد کود نیتروژن خالص، کاهش چشمگیری داشت که علت این موضوع کاهش فعالیت آنزیم آلی‌ایناز روی پیش‌ماده‌های عطروطعم‌دهندهٔ سیر بر اثر فرآیند کوددهی دامی بود که سبب کاهش مقدار ترکیب‌های ناشی از تجزیهٔ آن‌ها از جمله اسید پیرووبک شد که این نتایج همسان یافته‌های Pezzutti & Crapiste (1997) است. تشکیل اسید پیرووبک در سیر تازه واکنش بین آنزیم‌های آلکیل، آلی‌ایناز و پیش ماده‌های عطروطعم‌دهندهٔ سیستئین سولفوکسید لیاز را نشان می‌دهد (Nosrati & Bayaat, 2009). افزایش میزان اسید پیرووبک در نتیجهٔ افزودن کود نیتروژن نیز به معنی کاهش پیش ماده‌های عطروطعم‌دهندهٔ سیر و

تخریب و تجزیهٔ آن‌هاست که با نتایج به‌دست‌آمده از بررسی‌های دیگر محققان ازجمله Ceci *et al.* (1991)، Jeong & Park (1994) و Cantwell *et al.* (2003)، هماهنگ است. از سوی دیگر نیتروژن به همراه کودهای آلی از عنصرهای مهم در تغذیهٔ سیر و دیگر محصولات زراعی بوده و نقش زیادی در فعالیت‌های پرشمار سوخت‌وسازی (متابولیکی) داشته و مقدار آن‌ها به‌طور مستقیم در ساخت (سنتز) پروتئین‌ها، کاروتنوئیدها، متابولیت‌های ثانویه و درنهایت افزایش ویژگی‌های مختلف کیفی گیاه تأثیر بسزایی دارد (Motalebifard, 2016; Rezvani *et al.*, 2015). اندازه‌گیری اسید پیرووِیک به‌عنوان محصول جانبی واکنش یادشده به‌خوبی با ترکیب‌های عطروطعم‌دهندهٔ سیر همبستگی دارد (Ketter & Randle, 1998; Nosrati & Bayaat, 2009).

سفتی بافت

کاهش سفتی بافت سیرچه‌ها یک عامل نامطلوب در کیفیت محصول سیر است. هنگامی‌که سفتی بافت سیرچه‌ها کم می‌شود میزان مقاومت آن‌ها نیز پس از فرآوری کاهش یافته و از بازارپسندی محصول کاسته می‌شود. نتیجهٔ کاربرد کودهای دامی و شیمیایی بر تغییرپذیری سفتی بافت بیانگر این حقیقت بود که تأثیر دو جانبهٔ سطوح متفاوت کودهای دامی و نیتروژن بر میزان سفتی بافت سیرچه‌ها در سطح ۱ درصد معنی‌دار بوده و بیشترین مقدار به تیمار مخلوط ۳۰ تن کود دامی به همراه ۱۰۰ کیلوگرم کود شیمیایی در هکتار و به مقدار ۱۴/۳۷ نیوتن اختصاص داشت. به نظر می‌رسد که استفادهٔ توأم از کود دامی و نیتروژن با افزایش سرعت تجزیهٔ مواد آلی و فراهمی عنصرهای غذایی مورد نیاز از طریق افزایش میزان دسترسی گیاه به مواد غذایی و جلوگیری از آلودگی به عامل‌های بیماری‌زای گیاهی، باعث بروز اثر هم‌افزایی این عامل‌ها شده و در نتیجه با تأثیر مثبت بر ویژگی‌های کیفی گیاه، میزان مقاومت و سفتی بافت سیرچه‌ها بهبود یافت. در برخی بررسی‌ها به تأثیر مثبت استفاده همزمان از کودهای آلی و شیمیایی بر کیفیت تولید گیاهان اشاره شده است (Allievi *et al.*, 1993; Bernath, 2000; Bhonde *et al.*, 1997; Golmohammadzade *et al.*, 2015; Gvozdanovic *et al.*, 2004).

Barrios *et al.* (2006) نیز در نتایج بررسی‌های خود بیان داشتند، بهبود سفتی بافت و قابلیت انبارمانی پیازها به رقم، شرایط آب و هوایی در فصل رشد، زمان و روش برداشت، مقدار و زمان کوددهی، آبیاری، تنظیم‌کننده‌های رشد (مالئیک هیدرازید، اتفون و عصاره‌های گیاهی) و شرایط نگهداری در انبار بستگی دارد که روی کیفیت، جوانه‌زنی، ریشه زنی و شدت تنفس آن‌ها اثر می‌گذارد.

جدول ۵. میانگین اثر متقابل سطوح متفاوت کودهای دامی و شیمیایی بر صفات زراعی و ویژگی‌های کیفی بوتهٔ سیر

Table 5. Means of interaction of the effect of different levels of animal and chemical fertilizers on agronomic traits and quality characteristics of garlic

Treatments	Clove let yield ($^{gr}/_{plant}$)	Clove let number (number)	Pyruvic acid ($^{micro\ mol}/_{gr}$)	Texture hardness (new ton)	Essential oils percent (percent)
$A_1 \times N_1$	7345 f	5.236 eh	99.99 c	8.58 m	2.18 ef
$A_1 \times N_2$	7755 f	5.460 ef	108.7 b	9.10 l	2.39 c
$A_1 \times N_3$	8812def	5.606 ad	109 b	8.43 n	2.72 b
$A_1 \times N_4$	10325 bc	5.780 ab	106 b	9.57 k	2.54 cd
$A_2 \times N_1$	7713 f	5.15 h	107 b	9.92 j	2.44 d
$A_2 \times N_2$	8142 ef	5.263 eh	101 c	10.26 h	2.64 bc
$A_2 \times N_3$	11188 b	5.436 dh	114 a	10.97 f	2.97 a
$A_2 \times N_4$	10842 bd	5.713 abc	93.9 d	10.14 i	2.06 f
$A_3 \times N_1$	8080 ef	5.213 fgh	84.65 e	10.78 g	1.76 h
$A_3 \times N_2$	8530 def	5.520 be	86.31 e	11.11 e	2.04 f
$A_3 \times N_3$	9693 bf	5.813 a	77.05 f	10.95 f	2.16 ef
$A_3 \times N_4$	10358 bc	5.156 gh	70.86 g	10.76 g	1.69 h
$A_4 \times N_1$	8814 def	5.450 cg	62.44 h	12.46 c	1.65 h
$A_4 \times N_2$	9306 cf	5.776 ab	68.76 g	12.17 d	2.09 ef
$A_4 \times N_3$	10274 bd	5.290 eh	66.78 gh	14.37 a	2.24 e
$A_4 \times N_4$	13290 a	5.386 dh	67.25 g	13.90 b	1.91 g

میانگین‌های با حرف‌های همسان بر پایهٔ آزمون LSD تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

Means with different letters are significantly different based on LSD test (0.05).

A=animal fertilizer
1, 2, 3, 4=0, 10, 20, 30 ton per ha.

N= nitrogen fertilizer
1, 2, 3, 4=0, 50, 100, 150 Kg in ha.

به نظر می‌رسد بر پایهٔ یافته‌های به‌دست‌آمده از اندازه‌گیری سفتی بافت می‌توان بیان کرد که استفادهٔ ترکیبی از کودهای دامی و نیتروژن، در شرایط خاص ممکن است سبب افزایش سفتی بافت سیرچه‌ها و درنهایت بالا رفتن میزان دوام و ماندگاری و بهبود ویژگی‌های انبارمانی و بازارپسندی محصول شود. بنابراین استفاده از نهاده‌های آلی و شیمیایی به‌عنوان یکی از راهکارهای اساسی در جهت توسعهٔ پایدار گیاهان دارویی و به‌ویژه بهبود ویژگی‌های کیفی این گیاهان مطرح می‌شود (Omidbaigi, 2010).

درصد اسانس سیرچه

بنابر نتایج به‌دست‌آمده، کاربرد تیمارهای مختلف کودی بر مقدار اسانس در گیاه مؤثر بود. اثر متقابل سطوح مختلف کودهای دامی و نیتروژن بر میزان اسانس استخراج‌شده از سیرچه‌ها در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود و این نکته را نمایان ساخت که تیمار مخلوط ۱۰ تن کود دامی به همراه ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن، بیشترین میزان اسانس سیرچه را معادل ۲/۹۷ درصد تولید کرد. نتایج تحقیقات نشان می‌دهد، کودهای آلی نقش عمده‌ای در کیفیت مواد مؤثره و متابولیت‌های ثانویه گیاهان دارویی دارد (Omidbaigi, 2010). برخی محققان نیز مصرف کود دامی پوسیده را برای بهبود ویژگی‌های کمی و کیفی سیر نسبت به دیگر بسترهای کاشت مناسب‌تر اعلام کردند. البته لازم است به این نکته نیز توجه شود که کود دامی بایستی به‌طور کامل پوسیده و بدون بذر علف‌های هرز باشد، زیرا کود دامی تازه از طریق فرآیند پوسیده شدن، کاهش ناگهانی نیتروژن خاک را موجب شده و به دلیل داشتن بذر علف‌های هرز مشکلات فراوانی را نیز برای رشد و عملکردهای کمی و کیفی گیاه و اسانس تولیدی به دنبال دارد (Bernath, 2000; Mollafilabi, 2005a).

دستیابی به عملکرد بالا در سیر، به‌ویژه مقدار اسانس تولیدی، کاربرد گستردهٔ نهاده‌های دخیل در تولید را دارد، لذا به نظر می‌رسد حتی درصورتی‌که عملکرد این گیاه در نتیجهٔ استفاده از کودهای آلی کمتر و یا برابر با عملکرد آن در نتیجهٔ مصرف کودهای شیمیایی باشد تولید آن با استفاده از نهاده‌های آلی و زیستی به همراه نهاده‌های شیمیایی، راه‌حل مناسبی برای تولید داروهای گیاهی سالم باشد. با افزودن کودهای شیمیایی، درصد اسانس، در آغاز افزایش و سپس کاهش داشت. این مسئله ممکن است به‌نوعی بیان‌کنندهٔ محدودیت بوتهٔ سیر در استفاده از کودهای شیمیایی برای افزایش درصد اسانس باشد. Gvozdanovic *et al.* (2004)، در نتایج بررسی‌های خود نشان دادند، کود نیتروژنه باعث افزایش درصد اسانس شد. آن‌ها زمان و مقدار کود دهی را بر میزان اسانس مؤثر دانستند. Mirzaei *et al.* (2007)، نیز در نتایج بررسی‌های خود گزارش همسانی ارائه کردند.

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از این آزمایش مشخص شد اگرچه برای دستیابی به بیشترین عملکرد سیر افزایش مصرف کود نیتروژن تا سطح بالاتر از ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیز می‌تواند قابل توصیه باشد، ولی بنابر نتایج این بررسی و نتایج دیگر محققان کاربرد نیتروژن زیاد به دلیل افت ویژگی‌های کیفی و کاهش مادهٔ مؤثره و یا تغییر در اجزای متشکلهٔ این مواد مناسب نیست (Bernath, 2000; Omidbaigi, 2010). لذا درزمینهٔ کاربرد مقادیر بالای کود نیتروژن بایستی شرایط خاک و میزان مواد غذایی آن را مورد نظر قرار داد. با جایگزینی کود دامی و کاهش تدریجی کودهای شیمیایی، میزان اسانس در محدودهٔ مشخصی افزایش یافت که احتمال دارد به دلیل شرایط مناسب تغذیه‌ای برای گیاه باشد. با مصرف کودهای آلی همراه با نیتروژن فراهمی عنصرهای غذایی در خاک افزایش‌یافته و جذب آن‌ها توسط گیاه افزایش می‌یابد که برای تولید اسیدهای آمینه، آنزیم‌ها و ساخت سبزینه (کلروفیل)ها مصرف می‌شود و نقش مؤثری در بهبود ویژگی‌های کیفی گیاه دارد.

دیگر محققان نیز در نتایج بررسی‌های خود گزارش کردند، وجود کودهای آلی در خاک، باعث بهبود وضعیت فیزیکی، شیمیایی، زیستی و حاصل‌خیزی خاک شده و درنهایت موجب افزایش عملکرد کمی و در مواردی نیز باعث افزایش کیفیت تولید می‌شود. در همین رابطه تأثیر سودمند کودهای آلی بر افزایش تولید، توسط بیشتر پژوهشگران گزارش

شده است (Francis *et al*., 2000; Lopez *et al*., 1996). نتایجی هم در مورد افزایش یا کاهش درصد اسانس استخراج‌شده با اِعمال تیمارهای مختلف کودی گزارش شده است (Golmohammadzade *et al*., 2015; Lange *et al*., 2013)، که به نظر می‌رسد به دلیل شرایط متفاوت آزمایش‌ها، نوع محصول، زمان، مقدار و ترکیب‌های متفاوت کوددهی و شرایط آب و هوایی محل اجرای پژوهش باشد.

نتیجه‌گیری کلی

می‌توان بیان داشت که کودهای آلی و شیمیایی مکمل یکدیگر بوده و تلفیق این دو منبع تغذیه، نه‌تنها باعث بهینه شدن شرایط تغذیهٔ گیاه و بهبود حاصل‌خیزی خاک می‌شود بلکه باعث بهبود شرایط فیزیکی و زیستی خاک نیز شده و افزایش تولید را به دنبال خواهد داشت. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از این بررسی مشخص شد، استفاده از مقادیر بالایی از کودهای شیمیایی خالص، نه‌تنها تأثیر محسوسی را بر عملکردهای کمی ایجاد نکرد، بلکه باعث کاهش کیفیت در اسانس تولیدی نیز شد. این در حالی است که استفاده از روش‌های تغذیهٔ تلفیقی نه‌تنها موجب افزایش عملکردهای کمی شد، بلکه افزایش درصد اسانس و بهبود کیفیت آن را نیز به دنبال داشت. با در نظر گرفتن کارایی روش‌های کوددهی ترکیبی در گیاه می‌توان نتیجه گرفت که کودهای آلی و شیمیایی مکمل همدیگرند و نه‌تنها بین آن‌ها تضاد و تأثیر منفی وجود ندارد، بلکه این دو منبع تغذیه کاستی‌های یکدیگر را رفع می‌کنند. در شرایطی که امکان افزایش عملکرد به‌وسیلهٔ کودهای شیمیایی وجود ندارد، با اصلاح وضعیت فیزیکی و شیمیایی خاک توسط کود دامی، می‌توان به افزایش عملکرد بیشتر دست یافت. البته درجهٔ این مشارکت و تکمیل آن، بسته به منبع‌های موجود و شرایط بوم‌نظام‌های زراعی متفاوت خواهد بود.

به‌نظر می‌رسد برای دستیابی به بیشترین عملکرد در محصول سیر مصرف ۳۰ تن کود دامی همراه با ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن، مناسب باشد و با این ترکیب از کوددهی عملکرد محصول سیر به بیشترین میزان می‌رسد. ولی اگر هدف استخراج بیشترین مقدار اسانس از گیاه باشد، ممکن است بهترین تیمار مصرف ۱۰ تن کود دامی به همراه ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن باشد و پیشنهاد می‌شود دیگر مسائل مدیریتی مزرعه پیرامون گیاه سیر، مانند واکنش رقم‌های مختلف سیر، تأثیر میزان و دور آبیاری و تنش خشکی، در صورت امکان، حجمِ کود موجود در فاضلاب خروجی در تیمارهای متفاوت کودهای دامی و شیمیایی، و به‌ویژه غلظت نیتروژن و میزان تجمع نیترات در اندام‌های هوایی و غده، بررسی و ارزیابی شود.

REFERENCES

1. Abdel-sabour, M. F. & Abo-seoud, M. A. (1996). Effects of organic waste compost addition on sesams growth yield and chemical composition, *Agro ecology Journal*, 6, 157-164.
2. Abraha, G. A., Solomon, H. M. & Yirga, W. A. (2015). Effects of inorganic and organic fertilizers on growth and yield of Garlic crop (*Allium sativum*) in northern Ethiopia. *Journal of agricultural Science*, 7(4), 80-86.
3. Allievi, L., Marchesini, M, Salardi, C. Piano, V. & Ferrari A. (1993). Plant quality and soil residunal fertility six years after compost treatment. *Agriculture Technology Journal*, 85-89.
4. Arefi, I., Kafi, M., Khazaee, H. R. & Banayan Aval, M. (2012). Effect of nitrogen phosphorous and potassium fertilizer levels on yield, photo synthetic rate photosynthetic pigments, chlorophyll content, and nitrogen concentration of plant components of *Allium altissimum* Regel. *Agro Ecology Journal*, 4(3), 207-214. (in Farsi with English Summary)
5. Barmody, R. G., Foss, J. E., Mcintosh. M. & Wolf, D.C. (1993). Municipal sewage sludge compost-amended soils: some spatiotemporal treatment effects. *AUAL Plant and Soil Journal*, 12, 231-236.
6. Barrios, M. E., Lopez, G., Silva, E., Tostado, E. & Gonzalez, F. (2006). Study and prediction of quality changes in Garlic cv. Perla stored at different temperatures. *Science of Horticulture Journal*, 108(2), 127-132.
7. Bernath, J. (2000). Medicinal and aromatic plants. *Mezo. Pub1. Budapest.* Pp; 667. (in Hungarian)
8. Bhonde, S. R., Sharma, S. B. & chougule, A. B. (1997). Effects of bio fertilizer in combination with nitrogen through organic and in organic sources on yield and quality of onion. *NHRDF News Letter*, 17(2), 10-13.

9. Bhuiya, M. A. K., Rahim, M. A. & Chowdhury, M. N. A. (2003). Effect of planting time, mulch and irrigation on the growth and yield of garlic. *Asian Journal of Plant Science*, 2(8), 639-643.
10. Cantwell, M., Voss, R., Hanson, B., May, D. & Rice, B. (2000). Water and fertilizer management for Garlic: productivity, nutrient and water use efficiency and postharvest quality. *Proceeding of the California ASA/plant and soil conference*, 20 January: 16.
11. Cantwell, M. I., Hong, G., Kang, J & Nie, X. (2003). Controlled atmospheres retard sprout growth, affect compositional changes, and maintain visual quality attributes of Garlic. VIII international controlled Atmosphere Research Conference. *ISHS Acta Agriculture Journal*, 23(2), 600.
12. Ceci, L. N., Curzio, A. & Pomilio, A. B. (1991). Effects of irradiation and storage on the flavor of garlic bulbs cv. '*RED' Journal of Food Science*, 56(1), 44-46.
13. Damse, D. N. Bhalekar, M. N. & Pawar, P. K. (2014). Effect of integrated nutrient management on growth and yield of garlic. *Thebioscan Journal*, 9(4), 1557-1560.
14. Edwards, J. H., Wood, C. W., Thurlow, D. L. & Ruf, M. E. (2002). Tillage and crop rotation effects on fertility status. *Soil Science Society of American Journal*, 56, 1577-1582.
15. FAO. (2016). FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nation. Available in: http: // faostat.fao.org/country profiles/.
16. Francis, C. A., Bulter, F. C. & King, L. D. (2000). *Sustainable agriculture in temperate zones*. New York: John Wiley and Sons, U.S.A., 487 p.
17. Gaviola, S. & Lipinski, V. M. (2008). Effect of nitrogen fertilization on yield and color of red garlic (*Allium sativum*) cultivars. *Ciencia e Investigation Agraria Journal*, 35(1), 57-64.
18. Ghadami Firouz Abadi, A. Nosrati, A. E. & Zare abyane, H. (2013). The effect of trickle and furrow irrigation systems on yield and water use efficiency of Garlic population of Hamadan. *Agronomy Journal*, 94, 60-67. (in Farsi)
19. Golmohammadzade, S., Ghanbari, S., Hosseini, R. & Hasannia, H. (2015). Impact of Vermicompost and Chemical Fertilizer on Yield, Growth and Essential oil of Garlic (*Allium sativum* L.). *International Journal of Life Science*, 9(4), 44-48.
20. Gvozdanovic, J., Vasic, M. & Bugarski, D. (2004). Effects of Chemical and environment factors on yield and quality of winter garlic. *Journal of Maksima Gorkog, Science*. University of Novisad, Serbia and Montenegro, 63, 21-29.
21. Haynes, R. J. & Naidu, R. (1998). Influence of lime, fertilizer and manure applications on soil organic matter content and soil physical conditions: a review. *Nutrient Cycling in Agro ecosystems*, 51, 123-137.
22. Hore, J., Ghanti, K. S. & Chanchan, M. (2014). Influence of nitrogen and sulphur nutrition on growth and yield of Garlic *(Allium sativum L.). Journal of Crop Weed*, 10(2), 14-18.
23. Iciek, M., Kwiecień, I. & Włodek, L. (2009). Biological properties of garlic and garlic-derived organosulfur compounds. *Environmental and Molecular Mutagenesis Journal*, 50(3), 247-265.
24. Islam, M. J., Hossain, A. K. M. M., Khanam, F., Majumder, U. K., Rahman, M. M. & Saifur, M. R. (2001). Effect of mulching and fertilization on growth and yield of garlic at Dinajpur in Bangladesh. *Asian Journal of Plant Science*, 6(1), 98-101.
25. Jeong, Y. C. & Park, K. W. (1994). Effects of variety and bulb size on the quality changes during storage of garlic. *Journal of the Korean Society for Horticultural Science*, 35(2), 131-138.
26. Karaye, A. K. & Yakubu, A. I. (2006). Influence of intra-row spacing and mulching on weed growth and bulb yield of garlic (*Allium sativum* L.) in Sokoto, Nigeria. *African Journal of Biotechnology*, 5(3), 260-264.
27. Ketter, C. A. T. & Randle, W. M. (1998). Pugency assessment in onions. 177-196, In: Karcher, S.J. (ed). In: Proceeding of *the 19th Workshop/Conference of the Association for Biology Laboratory Education (ABLE).* University of Georgia, 177-196.
28. Lange, O., Nobel, P. S., Osmand, C. B. & Ziegler, H. (2013). *Physiological plant ecology IV*. Berlin: Springer, Verlag, Germany.
29. Lopez, D., Siegret, G. & Rodriguez, J. V. (1996). Competive adsorption of phosphate with malate and Oxalate by tropical soils. *Soil Science Journal*, 50, 140-1464.
30. Lorion, R. M. (2004). *Rock phosphate, manure and compost use in garlic and potato systems in a high intermontane valley in Bolivia*. Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science in Soil Science. Washington State University Department of Crop and Soil Science.
31. Marschner, P. (2011). *Mineral nutrition of higher plants*. Academic Press 672 pp.
32. Mirzaei, R., Liaghati, H. & Mahdavi Damghani, A. (2007). Evaluating yield quality and quantity of garlic as affected by different farming systems and garlic clones. *Pakistan Journal of Biological Science*, 10(13), 2219 2224.
33. Mollafilabi, A. (2005a). The effects of different mulches on garlic (*Allium sativum* L.) yield. *National congress of sustainable development for medicinal plants*. Mashhad, Iran.

34. Mollafilabi, A., Hosseini, M. & Moosapour, S. (2005b). *Garlic agronomy (Allium sativum L.)*. Didactic Issue of Jihad, Iran. (in Farsi)
35. Mollafilabi, A., Khorramdel, S. & Shuride, H. (2013). Effects of different level of nitrogen and mulching on yield and yield components of Garlic. *Agro ecology Journal*, 4(4), 316-326. (in Farsi)
36. Moravčević, Đ., Bjelić, V., Moravčević, M., Varga, J. G., Beatović, D. & Jelačić, S. (2011). The effect of plant density on bulb quality and yield of spring garlic *(Alliumsativum). Proceedings of 46th Croatian an 6th International Symposium on Agriculture.* Opatija. Croatia, 14-18 February p. 554-557.
37. Motalebifard, R. (2016). Evaluate effects of water use efficiency and nitrogen fertilizer on yield and yield components of Garlic. *Research of water in agriculture Journal*, 29(4), 466-482. (in Farsi)
38. Nishio, M. & Kusano, S. (1980). Fluctuation patterns of microbial numoerous in soil applied with compost. *Soil Science and Plant Nutrition Journal*, 26, 581-593
39. Nosrati, A. E. & Bayaat, F. (2009). The effect of harvesting time and drying at natural and artificial conditions on the storability of white garlic population of Hamadan, *Medicinal and aromatic plants Journal*, 25(1), 49-63. (in Farsi)
40. Omidbaigi, R. (1997). *Approaches for production and processing of medicinal plants*. Vol.3. Fekrooz Publication, Iran 283 pp. (in Farsi)
41. Omidbaigi, R. (2010). Approaches for Production and Processing of Medicinal Plants. Vol. 4. *Behnashr Publication*, Iran 424 pp. (in Farsi)
42. Panchal, G. N., Modhwadia, M. M., Patel, J. C., Sadaria, S. G. & Patel, N. S. (2002). Response of garlic *(Allium sativum*) to irrigation, nitrogen and phosphorus. *Indian Journal of Agro ecology*, 37, 397-398.
43. Pelter, G. Q., Sorensen, E. J., Van DenBurgh & Hannan, R. W. (2000). Effect of scape removal on bulb yield and quality of garlic grown in Central Washington. In: Proceedings of *the 3rd International Symposium on Edible Alliaceae*, Athens, Georgia,.29th October to 3rd November.
44. Pezzutti, A. & Crapiste, G. H. (1997). Sorptional equilibrium and drying characteristics of Garlic. *Food and nutrition Journal*, 31(1), 113-123.
45. Rafi, M. (2007). The effects of nitrogen and phosphorous on the yield and components yield of Selected garlic of Ramhormoz. *5th Congress of Horticultural Science*, Shiraz University, Iran. (in Farsi)
46. Rezvani, P., Amiri, M. B., Noruzian, A. & Ehyaee, H. R. (2015). Evaluation of tow Mycorrhiza species and Nitroxin on yield and yield components of Garlic (*Allium sativum* L.) in an Ecological Agro ecosystem. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 13(3), 435-447. (in Farsi)
47. Rosen, C., Becker, R., Fritz, V., Hutchison, B., Percich, J., Tong, C. & Wright, J. (2008). Growing garlic in Minnesota. University of Minnesota Extension service. Regents of the University of Minnesota. Available at: (www.extension.umn.edu)
48. Sabbahi, H., Minuyi, S. & Liaaghati, H. (2006). A Comparison between summer cover crop and inorganic nitrogen on Garlic yield and the condition of weeds. *Environmental Science Journal (Shahid Beheshti University, Tehran)*, 13, 23-32. (in Farsi)
49. Saalaardini, A. A. (1987). Soil fertilization, Tehran University, press, 441 p. (in Farsi)
50. Shaidul Haque, M. D., Sattar, A. & Pramanik, M. H. R. (2002). Dry matter accumulation and partitioning and growth of garlic as influenced by land configuration and cultivars. *Pakistan Journal of Biological Science*, 5(10), 1028-1031.
51. Singh, D., Nainwal, R. C., Katiyar, R. S. & Tewari, S. K. (2015). Integrated nutrient management on growth and yield of Garlic under sodic wasteland conditions. *Indian Journal of Horticulture Science*, 72(3), 434-437.
52. Stern, D. (2001). Director. The Garlic Seed Foundation. *9th International Symposium on Agriculture*. Washington State University. August 2001.
53. Stern, D. (2007). Director. The Garlic Seed Foundation. *Telephone Conversation*, January 2007.
54. Yin, Y., Allen, H. E., Li, Y., Huang, C. P. & Sanders, P. F. (1996). Adsorption of mercury (II) by soil: effects of pH, chloride, and organic matter. *American Society of Agricultural Journal*, 25, 837-844.
55. Zaki, H. E. M., Toney, H. S. H. & Abdel Raouf, R. M. (2014). Response of two garlic cultivars (*Allium sativum* L.) to inorganic and organic fertilization. *Journal of Nature and Science*, 12(10), 52-60.
56. Zaman, M. S., Hashem, M. A., Jahiruddin, M. & Rahim, M. A. (2011). Effect of nitrogen for yield maximization of Garlic in old Brahmapurta flood plain soil. *Bangladesh Journal Agriculture Research*, 36(2), 357-367.
57. Zare Abyaneh, H., Bayat Varkeshi, M., Ghasemi, A., Marofi, S. & Amiri Chayjan, R. (2011). Determination of water requirement, single and dual crop coefficient of garlic (*Allium sativum*) in the cold semi-arid climate. *Australian Journal of Crop Science*, 5(8), 1050-1054.