نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۴، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۱، ص. ۳۲۶-۳۱۶

Journal of Agroecology
Vol. 4, No. 4, Winter 2013, p. 316-326

اثر مقادیر مختلف کود نیتروژن و انواع بستر کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه داروئی سیر (*Allium sativum* L.)

عبداله ملافیلابی[۱]، سرور خرم‌دل[۲*] و هادی شوریده[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۱۲/۲۵
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۰۴/۳۱

چکیده

بمنظور بررسی اثر سطوح مختلف کود نیتروژن و انواع بستر کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی سیر (*Alluim sativum* L.) آزمایشی در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تربت جام در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ بصورت کرت‌های خرد شده و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار انجام شد. کود نیتروژن در سه سطح (صفر، ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) و هفت بستر کاشت (شامل ۲۰ و ۴۰ تن کود حیوانی پوسیده در هکتار، ۲۰ و ۳۰ تن شن در هکتار و پنج و ۱۰ تن کلش گندم در هکتار و شاهد) به ترتیب بعنوان فاکتور اصلی و فرعی مد نظر قرار گرفتند. صفات مورد مطالعه شامل وزن خشک برگ، تعداد حبه، عملکرد اقتصادی، عملکرد بیولوژیکی و شاخص برداشت سیر بودند. نتایج نشان داد که اثرات ساده کود نیتروژن و بسترهای کاشت بر وزن خشک برگ، تعداد حبه، عملکرد اقتصادی و بیولوژیکی و شاخص برداشت سیر معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۵) بود، بطوریکه مصرف ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن به ترتیب باعث بهبود ۱۵ و ۲۰ درصدی عملکرد اقتصادی سیر در مقایسه با شاهد شد. همچنین بالاترین عملکرد اقتصادی سیر به ترتیب با ۱۰۸۵/۴ و ۷۲۳/۵ گرم در متر مربع برای بستر کاشت ۴۰ تن کود دامی در هکتار و شاهد مشاهده شد. اثر متقابل سطوح نیتروژن و بسترهای مختلف کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد سیر معنی‌دار نبود. با توجه به وجود رابطه مثبت بین وزن برگ و تعداد حبه با عملکرد اقتصادی و بیولوژیکی سیر به نظر می‌رسد که بکار گیری عملیات زراعی که خصوصیات رویشی و تعداد حبه را بهبود دهد در نهایت افزایش عملکرد اقتصادی سیر را به دنبال دارد.

واژه‌های کلیدی: تعداد حبه، کود حیوانی، مالچ

مقدمه

سیر (*Alluim sativum* L.) گیاهی علفی از خانواده پیاز بوده که از نظر تولید جهانی در بین گیاهان پیازی پس از پیاز خوراکی رتبه 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., 2005). در منابع مختلف استفاده از این گیاه دارویی برای کاهش کلسترول خون، تنظیم فشار خون، درمان ناراحتی‌های قلبی و عروقی، سرماخورگی و آنفولانزا توصیه شده است (Shaidul Haque et al., 2002; Mirzaei et al., 2007).

عملکرد و کیفیت این محصول دارویی تنوع زیادی با اقلیم منطقه، عرض جغرافیایی، اسیدیته خاک، روش کاشت و رقم دارد (Omid Beygi, 1995; Mirzaei et al., 2007; Moravčević et al., 2011; Rosen et al., 2008; Shaidul Haque et al., 2002; Zare Abyaneh et al., 2011). اصطلاح «**انعطاف‌پذیری زیستی**[۴]» توانایی بالای این گیاه سازگار را برای کاشت در مناطق مختلف آب و هوایی نشان می‌دهد (Iciek et al., 2009). سیر قابلیت سازگاری بالایی برای کاشت در اکثر مناطق معتدل و خنک ایران را نیز دارا می‌باشد (Omid Beygi, 1995; Zare Abyaneh et al., 2011). ایران در گذشته یکی از بزرگترین صادرکنندگان این گیاه بوده است، اما امروزه سایر کشورهای جهان با عملکرد بالا و ارائه به موقع این محصول به بازار، جزء صادرکنندگان مهم آن در دنیا محسوب می‌شوند (Omid Beygi, 1995).

اگرچه ارقام تجاری متنوعی از این گیاه دارویی در سطح جهان تولید شده است، ولی نتایج برخی مطالعات بدلیل پدیده انعطاف پذیری

۱، ۲ و ۳- به ترتیب عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تربت جام، استادیار گروه زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد و دانشجوی دکتری رشته اصلاح نباتات دانشگاه تهران
(*- نویسنده مسئول: E-mail: khorramdel@um.ac.ir)

4- Biological Elasticity

زیستی، کاشت این گیاه را با استفاده از ارقام محلی توصیه کرده است (Stern, 2001). برای کاشت این گیاه نقدینه استفاده از انواع کودهای آلی و محیط دارای آفتاب ضرورت دارد. نتایج برخی مطالعات نشان داده است که 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 مالچ بعنوان نهاده‌ای آلی یکی دیگر از راهکارهای پایدار برای بهبود عملکرد این گیاه دارویی می‌باشد.

نتایج برخی مطالعات نشان داده است که استفاده از مالچ در کاشت ارگانیک سیر کاربرد گسترده‌ای دارد (Bhuiya et al., 2003; Islam et al., 2001; Lorion, 2004). مالچ به بقای زمستانی سیر در خاک کمک می‌نماید، علف‌های هرز را کنترل، رطوبت خاک را حفظ و از فرسایش خاک جلوگیری می‌کند. نتایج بررسی‌های دیگر نشان داده است که درجه حرارت بالاتر از ۳۲ درجه سانتی‌گراد باعث جلوگیری از رشد مطلوب سیر می‌شود و در نتیجه کاهش عملکرد آن را به دنبال دارد (Bhuiya et al., 2003; Lorion, 2004)، لذا بنظر می‌رسد که مالچ بتواند به عنوان عاملی خنک‌کننده از طریق خنک نگه داشتن لایه سطحی خاک در شرایط آب و هوایی گرم، عملکرد سیر را افزایش دهد. نتایج برخی مطالعات (Bhuiya et al., 2003; Lorion, 2004; Stern, 2001) نشان داده است که کاشت یولاف بهاره (*Avena sativa* L.) در اوایل شهریور ماه به عنوان مالچ در زمان کاشت سیر، می‌تواند مفید واقع شود. چنین بنظر می‌رسد که یولاف سرمازده شده مالچ ایده‌آلی برای سیر می‌باشد. بدین ترتیب، اگر چه برخی بررسی‌ها نشان داده است که مالچ کلشی راهکاری مناسب برای بهبود عملکرد سیر می‌باشد، ولی هنوز مالچ ایده آلی که باعث افزایش معنی‌دار عملکرد سیر شود معرفی نشده است (Stern, 2007).

نتایج برخی مطالعات نشان داده است که کاربرد کنجاله سویا به دلیل آزادسازی آهسته نیتروژن در طول دوره رشد گیاه، تأثیرات مثبتی بر خصوصیات رشدی و عملکرد سیر داشت. با اینوجود، بایستی مدیریت مناسب و زمان مصرف این عنصر پرمصرف را بر سیر به دقت مدنظر قرار داد. بطور مثال، مصرف نیتروژن در مرحله افزایش وزن حبه سیر، بدلیل تحریک رشد رویشی اندام‌های مختلف از جمله برگ‌ها در نهایت کاهش اندازه حبه و کاهش عملکرد را موجب می‌شود (Omid Beygi, 1997). عارفی و همکاران (Arefi et al., 2012) با بررسی اثر سطوح مختلف نیتروژن بر عملکرد موسیر (*Allium altissimum* Regel.) بیان داشتند که با افزایش نیتروژن، فتوسنتز برگ و به تبع آن عملکرد به طور معنی‌داری بهبود یافت. با این وجود از آنجا که مصرف نیتروژن بعنوان عنصری پرمصرف، تأثیر بسزایی بر رشد و عملکرد این گیاه دارویی دارد، لذا بایستی از راهکارهای مناسب برای حفظ عملکرد مناسب این گیاه نقدینه استفاده کرد (Gaviola & Lipinski, 2008; Panchal et al., 1992).

از جمله راهکارهای مناسب در این زمینه استفاده از کمپوست بعنوان نهاده‌ای آلی در بهار است (Lorion, 2004; Rosen et al., 2008). لازم به ذکر است که اضافه کردن هر گونه منبع نیتروژن به خاک از اواخر فروردین ماه به بعد به دلیل تأثیر منفی بر رشد حبه و در نتیجه کاهش عملکرد سیر، بایستی متوقف گردد. راهکاری دیگر جهت کاهش از کودهای شیمیایی نیتروژنه، محلول پاشی برگی گیاه می‌باشد (Shaheen et al., 2010). با این وجود، این عملیات نیز بایستی تا قبل از ظهور پنجمین برگ سیر در بهار انجام شود. نتایج برخی مطالعات نیز نشان داده است که بمنظور حفظ محلول بر سطح برگ‌های مومی سیر، استفاده از مواد مویان همراه با محلول پاشی برگی ضروری می‌باشد. نتایج تحقیقات انجام شده بر روی اثرات نیتروژن و فسفر بر عملکرد سیر در بهبهان نشان داد که مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار بالاترین عملکرد سیر را تولید کرد. نتایج این بررسی بطور کلی نشان داد که مصرف نیتروژن تأثیر معنی‌داری بر رشد این گیاه داشت، در حالیکه اثر مصرف سطوح مختلف فسفر بر آن معنی‌دار نبود (Rafi, 2007). همچنین نتایج بررسی‌های انجام شده در زمینه مصرف نیتروژن در زراعت سیر، کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار را برای این گیاه توصیه کرده است، ولی بایستی زمان مصرف آن را به دقت مدنظر قرار داد، زیرا مصرف کود نیتروژن از اواسط فروردین ماه به بعد باعث تأخیر در شکل‌گیری سیر می‌شود (Gaviola & Lipinski, 2008; Panchal et al., 1992).

عناصر غذایی نه تنها بر افزایش کمّیّت محصول از جمله گیاهان دارویی موثرند، بلکه کیفیت محصول را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهند. وجود خواص آنتاگونیستی و سینرژیستی بین میزان عناصر غذایی در خاک، منجر به بروز تغییراتی در میزان جذب برخی عناصر غیرضروری برای گیاه می‌شود که اغلب اوقات این عناصر برای تولید اسانس و مواد مؤثره در گیاهان دارویی، نامناسب می‌باشند. بنابراین توصیه کودی برای گیاهان دارویی، باید با در نظر گرفتن موارد فوق صورت گیرد، زیرا ممکن است اگرچه استفاده از کودهای مختلف افزایش محصول را موجب گردد، ولی میزان ماده مؤثره را کاهش دهد و یا تغییراتی در اجزای متشکله این مواد ایجاد نماید که در نهایت تأثیر نامطلوبی را بر کیفیّت این گیاهان داشته باشد (Omid Beygi, 1995).

از اینرو، با توجه به اهمیت بسزای تأثیر عملیات زراعی بر تولید کمّی و کیفی گیاهان دارویی (Omid Beygi, 1995)، این آزمایش با هدف بررسی اثر سطوح مختلف کود نیتروژن و بسترهای کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد سیر در شرایط آب و هوایی تربت جام اجراء گردید.

مواد و روش‌ها

بمنظور بررسی اثر مقادیر مختلف کود نیتروژن و کاربرد انواع بستر کاشت بر رشد، عملکرد و اجزای عملکرد سیر آزمایشی در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تربت جام (واقع در ۶۰ درجه و ۲۷ دقیقه طول جغرافیایی و ۳۵ درجه و ۱۳ دقیقه عرض جغرافیایی، با ارتفاع ۱۲۰۰-۸۹۹ متر از سطح دریا) به صورت کرت‌های خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ انجام شد. کود نیتروژن خالص از منبع کود اوره ۴۶ درصد شامل سه سطح صفر، ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار و انواع بستر کاشت شامل ۲۰ و ۴۰ تن کود حیوانی در هکتار، ۲۰ و ۳۰ تن شن در هکتار، پنج و ۱۰ تن کلش در هکتار و بدون بستر کاشت به عنوان شاهد به ترتیب به عنوان فاکتور اصلی و فرعی مد نظر قرار گرفتند. قبل از اجرای آزمایش از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر خاک نمونه‌برداری و جهت تعیین برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی به آزمایشگاه ارسال شد. نتایج برخی خصوصیات خاک قبل از شروع آزمایش در جدول ۱ نشان داده شده است.

قبل از کاشت، بمنظور آماده سازی زمین، از عملیات شخم، دیسک و لولر استفاده شد. عملیات کاشت سیرچه‌ها بصورت ردیفی در عمق چهار سانتی‌متر خاک در نیمه اول مهر ماه بر اساس تراکم ۲۵ بوته در متر مربع انجام شد. فاصله بین ردیف‌های کاشت ۲۵ سانتی-متر مربع بود. ابعاد کرت‌های کاشت ۲×۲ متر در نظر گرفته شد. بمنظور تسهیل در سبز شدن گیاهچه‌های سیر، اولین آبیاری بلافاصله پس از کاشت و آبیاری‌های بعدی به فاصله هر ۱۰ و هفت روز یکبار به ترتیب در طی فصل‌های زمستان و بهار انجام شد. کود نیتروژن در دو مرحله اول آبان و فروردین ماه همراه با آب آبیاری اعمال شد. عملیات کنترل علف‌های هرز در دو مرحله در طول فصل رشد سیر در اوایل آذر و اردیبهشت‌ماه به ترتیب بمنظور حذف علف‌های هرز زمستانه و بهاره بصورت دستی انجام شد.

عملیات نمونه‌برداری جهت تعیین صفات مورد مطالعه که شامل وزن خشک اندام هوایی (برگ)، تعداد حبه یا سیرچه و عملکرد اقتصادی و بیولوژیکی سیر بودند پس از حذف اثرات حاشیه‌ای از سطح ۰/۴ متر مربع انجام شد. لازم به ذکر است که پس از خشک شدن سیرها در سایه عملکرد در واحد سطح محاسبه شد.

جدول ۱- خصوصیات خاک مورد بررسی قبل از شروع آزمایش

Table 1- Soil properties prior to the experiment

بافت خاک Soil texture	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر) EC ($dS.m^{-1}$)	اسیدیته pH	محتوی کربن آلی (درصد) Organic carbon content (%)
لوم Loam	4.28	8.2	0.42

جدول ۲- نتایج آنالیز واریانس (میانگین مربعات) اثر مقادیر مختلف کود نیتروژن و انواع بسترهای کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد سیر

Table 2- Results of variance analysis (mean of squares) of nitrogen application rates and seedling beds on garlic yield and components yield

منابع تغییرات Source of variations	درجه آزادی df	وزن خشک برگ Leaf dry weight	تعداد حبه Bulb number	عملکرد اقتصادی Economical yield	عملکرد بیولوژیکی Biological yield	شاخص برداشت HI
تکرار Replication	3	1275.89	44.49	20551.9	395158.04	0.0046
کود نیتروژن (A) Nitrogen (A)	2	12355.74*	750.38**	16928.04*	363578.62**	120.0010*
خطای اصلی Main error	6	4524.75	57.31	2870.23	29404.64	0.0098
بستر کاشت (B) Planting bed (B)	6	4430.39*	1197.78**	7317.6*	121975.98*	114.0071*
A×B	12	833.81ns	80.68ns	3306.5ns	43604.47ns	0.0030ns
خطای فرعی Sub error	54	323.50	121.14	2842.49	42130.28	0.0075
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)		30.10	22.06	21.10	13.32	13.70

ns: غیرمعنی‌دار و * و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

ns: non-significant and * and ** are significant at 5 and 1% probability level, respectively.

داده‌های آزمایش با استفاده از نرم افـزار Mstat-C آنـالیز شـدند. بمنظور مقایسه میانگین داده‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد اسـتفاده شـد. تعیـین ضـرایب همبسـتگی و رسـم نمودارها نیز به ترتیـب توسـط نـرم‌افزارهـای Sigma-Stat و Excel انجام شد.

نتایج و بحث

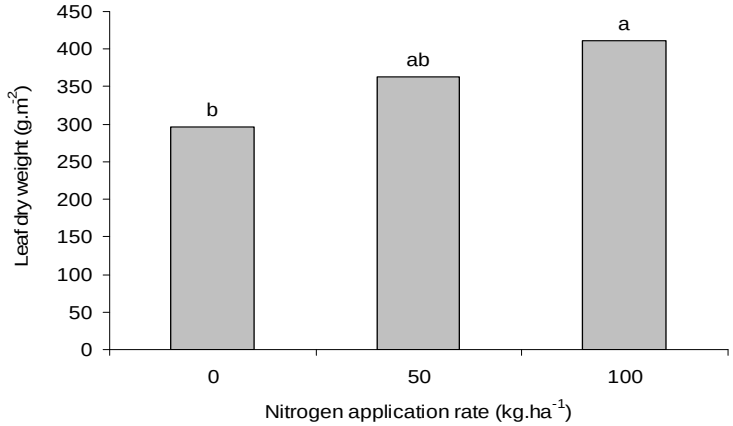
در جدول زیر نتایج آنالیز واریانس اثر کـود نیتـروژن و بسـترهای مختلف کاشت بر عملکرد، اجزای عملکـرد و شـاخص برداشـت سـیر نشان داده شده است.

الف) اثـر مقـادیر مختلـف کـود نیتـروژن بـر خصوصـیات رویشی و عملکرد سیر

وزن خشک برگ: اثر کود نیتروژن بر وزن خشک بـرگ سـیر معنی‌دار (p≤ ۰/۰۱) بود (جدول ۲). بیشترین و کمتـرین وزن خشـک برگ سیر به ترتیب با مصرف ۱۰۰ و صفر کیلوگرم نیتروژن در هکتـار با ۴۱۱ و ۲۹۷ گرم در متر مربع مشاهده شـد (شـکل ۱). بطـور کلـی، همانطور که از شکل ۱ بر می‌آید روند واکنش وزن خشک بـرگ سـیر نسبت به افزایش مصرف کود نیتروژن مثبت است.

اگرچه نتایج برخی بررسی‌ها نشان داده است که واکـنش گیاهـان نسبت به مصرف نیتروژن به عنوان یک عنصر ضروری برای رشد، بـه شرایط خاک، گونه گیاهی و میزان عناصر غذایی خـاک بسـتگی دارد (Panchal et al., 1992)، ولی از آنجا که نیتـروژن تحریـک کننـده رشد رویشی و تولید کننده سـطح بـرگ مـی‌باشـد (Sarmadnia & Koocheki, 2001)، لذا با افزایش مصرف نیتروژن وزن خشک برگ سیر نیز افزایش یافت. علاوه بر این، از آنجا که اندام رویشی این گیاه (سوخ) مورد مصرف واقع می‌شود می‌توان چنین بیان داشت که کاربرد بیشتر کود نیتروژنه متناسب با برطرف نمودن نیازهای گیـاه بـه سـایر عناصر غذایی می‌تواند منجر به بهبود سطح سبز مزرعـه شـود کـه در پایان فصل رشد نیز افزایش عملکرد گیاه را بـه دنبـال دارد. عـارفی و همکـاران (Arefi et al., 2012) نیـز گـزارش نمودنـد کـه افـزایش نیتروژن، بهبود فتوسنتز موسیر را به دنبال داشت.

تعداد حبه در واحد سطح: اثر کود نیتروژن بر تعداد حبه سیر در واحد سطح معنی‌دار (p≤ ۰/۰۱) بود (جدول ۲). بطوریکه بیشـترین و کمترین تعداد حبه در سیر به ترتیب در سطح ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن و بدون مصرف نیتروژن با ۸/۷۷ و ۷/۶۶ حبه در متر مربع مشاهده شد (شکل ۲). نتایج برخی بررسی‌ها نشان داده است که یکـی از راههـای افزایش عملکرد سیر افزایش تعداد حبه در واحد سطح اسـت (Pelter et al., 2000)، اگرچه به نظر می‌رسد که این صفت بیشتر تحت تأثیر عوامل ژنتیکی است، ولی عوامل محیطی نیز می‌تواند تأثیر مثبتـی بـر بهبود رشد عملکرد این گیاه دارویی داشته باشد. نتایج این مطالعه نیـز نشان داد اگرچه واکنش تعداد حبه سیر نسبت به مصرف کود نیتروژن نسبتاً پایین بود، ولی روند بهبود تعداد حبه در سیر همـراه بـا افـزایش مصرف کود نیتروژن مثبت بود (شکل ۲).

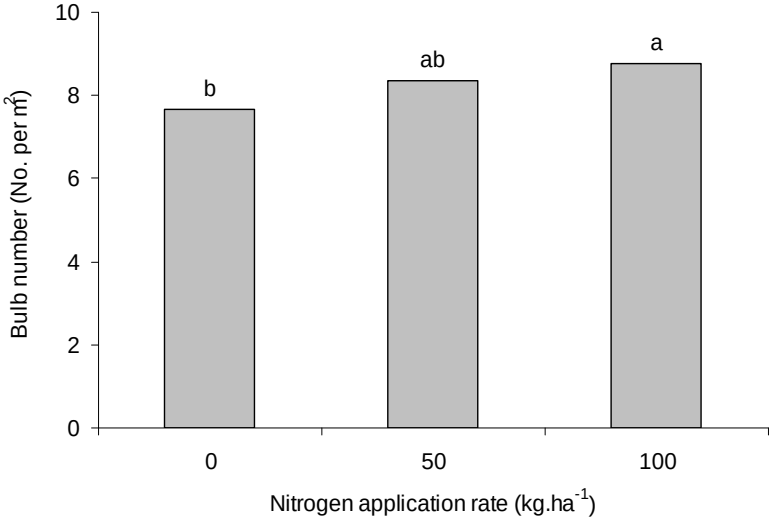


شکل ۱- اثر مقادیر مختلف نیتروژن بر وزن خشک برگ سیر

Fig. 1- Effect of different nitrogen application rates on leaf dry weight of garlic

میانگین‌های با حروف مشابه بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

Means with different letters are significantly different based on Duncan's multiple range test (α=0.05).



شکل ۲- اثر مقادیر مختلف نیتروژن بر تعداد حبه سیر

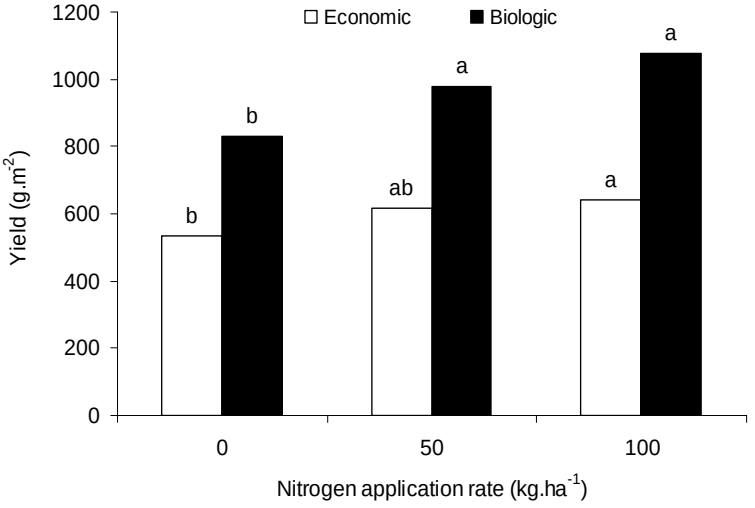
Fig. 2- Effect of different nitrogen application rates on bulb number of garlic

میانگین‌های با حروف مشابه بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

Means with different letters are significantly different based on Duncan's multiple range test (α=0.05).

علاوه بر این چنین بنظر می‌رسد که یکی از دلایل افزایش تعداد حبه در سیر همراه با افزایش مصرف کود نیتروژنه محدود بودن اندازه حبه به عنوان مخزنی برای ذخیره مواد فتوسنتزی است. این گیاه در صورت مناسب بودن شرایط محیطی برای رشد، اقدام به افزایش تجمع مواد فتوسنتزی در هر حبه می‌نماید، در این شرایط اگر گیاه از نظر تعداد حبه دچار محدودیت مخزن گردد می‌تواند مخزن خود را با افزایش تعداد حبه و در نتیجه افزایش قطر سوخ مرتفع نماید (Pelter et al., 2000). بدین ترتیب، می‌توان چنین بیان داشت که یکی از راهکارهای اصلی جهت بهبود عملکرد سیر بعد از افزایش تراکم کاشت و رعایت اصول زراعی و تغذیه‌ای برای این گیاه نقدینه، افزایش تولید حبه در سیر می‌باشد.

عملکرد اقتصادی و بیولوژیکی: اثر کود نیتروژن بر عملکرد اقتصادی سیر معنی‌دار ($p\leq$ ۰/۰۵) بود (جدول ۲). بطوریکه مصرف ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن به ترتیب باعث بهبود ۱۵ و ۲۰ درصدی عملکرد اقتصادی سیر در مقایسه با شاهد شد. بدین ترتیب، همانگونه که در شکل ۳ نشان داده شده است واکنش عملکرد سیر نسبت به افزایش مصرف کود نیتروژن مثبت بود (شکل ۳).



شکل ۳- اثر مقادیر مختلف نیتروژن بر عملکرد اقتصادی و عملکرد بیولوژیکی سیر

Fig. 3- Effect of different nitrogen application rates on economical and biological yield of garlic

میانگین‌های با حروف مشابه بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

Means with different letters are significantly different based on Duncan's multiple range test (α=0.05).

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 (Marschner, 2011)، لذا بهبود عملکرد سیر همراه با افزایش مصرف کود نیتروژن در طی دوره رشد فعال این گیاه دارویی منطقی بنظر می‌رسد. عارفی و همکاران (Arefi et al., 2012) نیز گزارش نمودند که با افزایش نیتروژن، عملکرد موسیر به طور معنی‌داری بهبود یافت. بطوریکه بالاترین عملکرد خشک و تر پیاز از تیمار ۲۱۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به ترتیب ۱۹/۱۱ و ۶۹/۲۸ گرم در بوته بدست آمد.

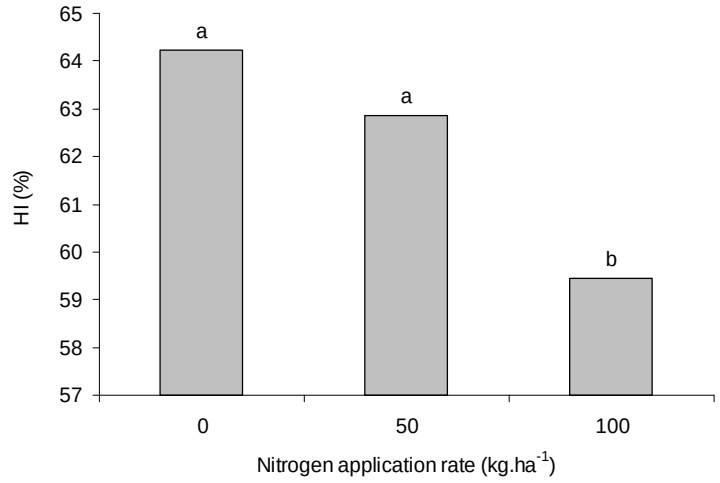
کود نیتروژن تأثیر معنی‌داری ($p\leq$ ۰/۰۵) بر عملکرد بیولوژیکی سیر داشت (جدول ۲). بیشترین و کمترین عملکرد بیولوژیکی سیر به ترتیب با ۱۰۷۵/۵ و ۸۳۱/۱ گرم در متر مربع در سطوح ۱۰۰ و صفر کیلوگرم نیتروژن مشاهده شد (شکل ۳). همانگونه که نتایج برخی بررسی‌ها (Rafi, 2007) نیز نشان داده است مصرف نیتروژن با تحریک رشد اندام‌های رویشی و در نتیجه بهبود آن تأثیر مثبتی بر افزایش عملکرد بیولوژیکی دارد. همچنین با مقایسه میزان مصرف کود نیتروژن بر عملکرد بیولوژیکی و اقتصادی سیر مشخص است که واکنش عملکرد بیولوژیکی در مقایسه با عملکرد اقتصادی نسبت به سطوح مختلف نیتروژن مثبت‌تر و بیشتر است (شکل ۳).

شاخص برداشت: اثر کود نیتروژن بر شاخص برداشت سیر معنی‌دار ($p\leq$ ۰/۰۱) بود (جدول ۲). از افزایش مصرف نیتروژن در واحد سطح، کاهش شاخص برداشت سیر را موجب شد، بطوریکه بالاترین شاخص برداشت سیر در شرایط عدم مصرف نیتروژن با ۶۴ درصد مشاهده شد (شکل ۴).

ب) اثر بسترهای مختلف کاشت بر خصوصیات رویشی و عملکرد سیر

وزن خشک برگ: اثر بسترهای مختلف کاشت بر وزن خشک برگ سیر معنی‌دار ($p\leq$ ۰/۰۵) بود (جدول ۲). اگرچه استفاده از کلیه بسترهای کاشت تأثیر مثبتی بر رشد سیر و در نتیجه بهبود وزن خشک برگ این گیاه داشت، ولی بیشترین وزن خشک برگ در شرایط استفاده از ۴۰ تن کود دامی با ۴۱۲/۷ گرم در متر مربع مشاهده شد. چنین بنظر می‌رسد که مصرف کود دامی علاوه بر بهبود خصوصیات فیزیکی (Edwards et al., 1992)، شیمیایی و بیولوژیکی خاک (Naidu, 1998; Haynes & Yin et al., 1996)، با فراهمی بیشتر عناصر غذایی قابل دسترس برای گیاه (Edwards et al., 1992) و افزایش ظرفیت نگهداری آب خاک (Haynes & Naidu, 1998) در نهایت باعث بهبود رشد رویشی و افزایش وزن خشک برگ سیر شده است.

تعداد حبه در واحد سطح: اثر بسترهای مختلف کاشت بر تعداد حبه سیر معنی‌دار ($p\leq$ ۰/۰۵) بود (جدول ۲). بیشترین و کمترین تعداد حبه سیر به ترتیب با ۹/۴ و ۵/۲ حبه در متر مربع برای ۴۰ تن در هکتار کود دامی و شاهد حاصل شد (شکل ۶). مصرف کود دامی بدلیل دارا بودن عناصر غذایی (Edwards et al., 1992) خصوصیات رشدی سیر همچون وزن برگ (شکل ۵) به عنوان اندام فتوسنتزکننده را افزایش داد که در نتیجه بهبود تولید و افزایش تعداد حبه سیر در واحد سطح را نیز موجب شد. نتایج بررسی‌های کارای و یاکیوبیو (Karaye & Yakubu, 2006) نیز اثر معنی‌دار مالچ کاه را بر بهبود تعداد حبه سیر تأیید کرده است.

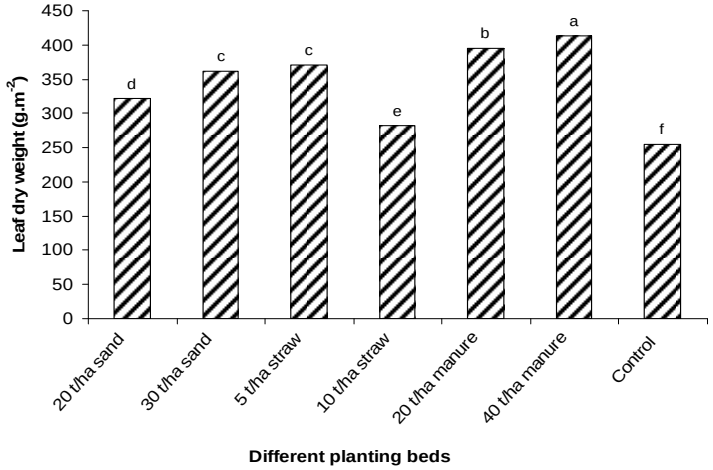


شکل ٤- اثر مقادیر مختلف نیتروژن بر شاخص برداشت سیر

Fig. 4- Effect of different nitrogen application rates on garlic HI

میانگین‌های با حروف مشابه بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

Means with different letters are significantly different based on Duncan's multiple range test (α=0.05).

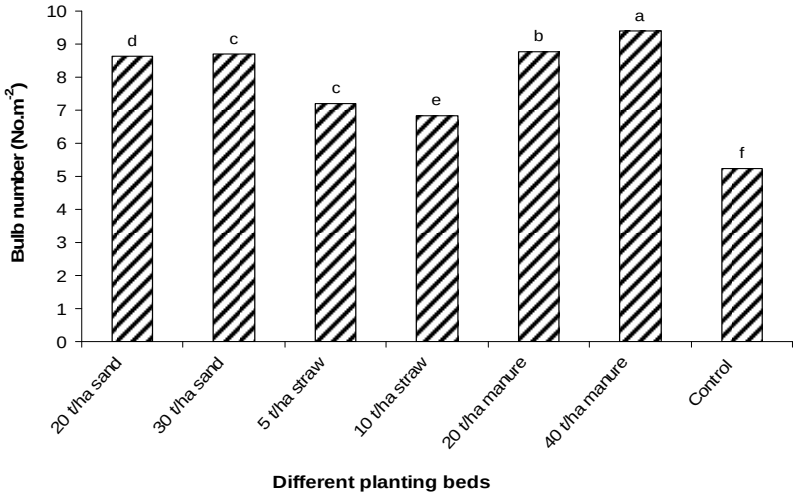


شکل ۵- اثر بسترهای مختلف کاشت بر وزن خشک برگ سیر

Fig. 5- Effect of different planting beds on garlic leaf dry weight

میانگین‌های با حروف مشابه بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

Means with different letters are significantly different based on Duncan's multiple range test (α=0.05).



شکل ٦- اثر بسترهای مختلف کاشت بر تعداد حبه سیر

Fig. 6- Effect of different planting beds on garlic bulb number

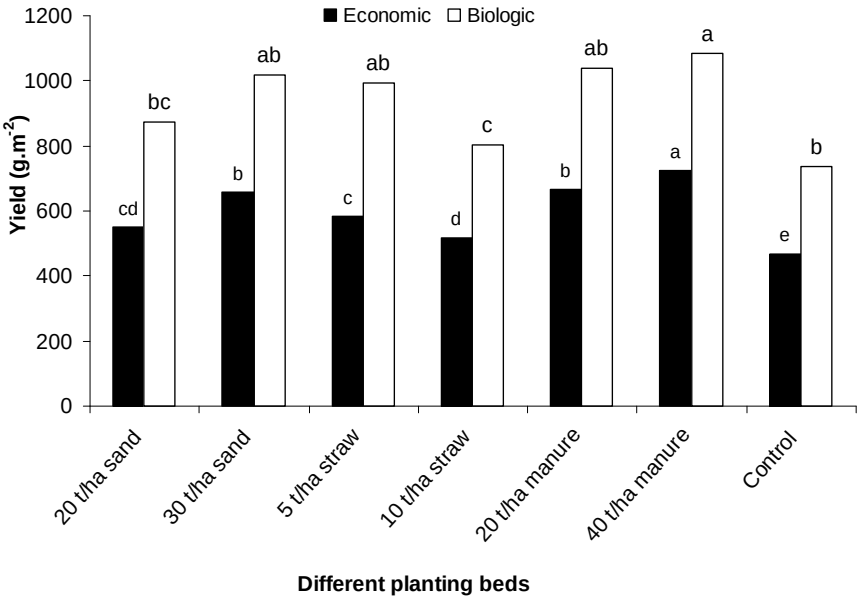
میانگین‌های با حروف مشابه بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

Means with different letters are significantly different based on Duncan's multiple range test (α=0.05).

عملکرد اقتصادی و بیولوژیکی سیر: اثر بسترهای مختلف کاشت بر عملکرد اقتصادی و بیولوژیکی سیر معنی‌دار ($p\leq$ ۰/۰۵) بود (جدول ۲). بطوریکه استفاده از بسترهای مختلف کاشت بهبود عملکرد اقتصادی و بیولوژیکی سیر را در مقایسه با شاهد موجب شد، اما بالاترین عملکرد اقتصادی سیر به ترتیب با ۱۰۸۵/۴ و ۷۲۳/۵ گرم در متر مربع برای ۴۰ تن کود دامی در هکتار و شاهد بدست آمد (شکل ۷).

مشخص است که استفاده از کود دامی به عنوان بستری برای کاشت با بهبود شرایط محیطی از جمله خصوصیات مختلف خاک و افزایش محتوی رطوبتی آب و عناصر غذایی خاک (Edwards et al., 1992; Haynes & Naidu, 1998; Yin et al., 1996) در نتیجه با افزایش رشد رویشی و وزن خشک برگ (شکل ۵) باعث افزایش عملکرد اقتصادی و بیولوژیکی سیر شد. بنظر می‌رسد که استفاده از شن بعنوان بستر کاشت با تأثیر مثبت بر خصوصیات فیزیکی خاک در نتیجه بهبود رشد و عملکرد سیر را به دنبال داشته است، ولی افزایش مصرف کاه از ۵ به ۱۰ تن در هکتار به عنوان بستری برای کاشت سیر، احتمالاً به دلیل بهبود رشد و فعالیت میکروارگانیسم‌های خاکزی و در نتیجه غیرمتحرک کردن این عنصر پرمصرف در بافت این موجودات خاکزی (Hooker & Start, 2008) نتوانست تأثیرات مثبتی بر خصوصیات رشدی و در نتیجه عملکرد این

گیاه نقدینه داشته باشد.



شکل ۷- اثر بسترهای مختلف کاشت بر عملکرد اقتصادی و بیولوژیکی سیر

Fig. 7- Effect of different planting beds on economical and biological yield of garlic

میانگین‌های با حروف مشابه بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

Means with different letters are significantly different based on Duncan's multiple range test (α=0.05).

ملافیلابی (Mollafilabi, 2005) نیز مصرف ۴۸ تن در هکتار کود دامی پوسیده را برای سیر نسبت به سایر بسترهای کاشت مناسب‌تر اعلام نمود. البته لازم است به این نکته نیز توجه شود که کود دامی بایستی پوسیده و عاری از بذر علف‌های هرز باشد، زیرا کود دامی تازه از طریق فرآیند پوسیده شدن، کاهش ناگهانی نیتروژن خاک را موجب شده و بدلیل دارا بودن بذر علف‌های هرز مشکلات فراوانی را نیز برای رشد و عملکرد گیاه بدنبال دارد. در نهایت، چنین بنظر می‌رسد که با توجه به نتایج حاصل شده از این آزمایش بهترین جایگزین بستر کاشت برای سیر، استفاده از شن به جای کود دامی می‌باشد، زیرا بستر شن علاوه بر سبک‌تر کردن بافت خاک تأثیر زیادی بر ترکیب خاک ندارد، ولی کاربرد مالچ کلش با غیرمتحرک کردن نیتروژن در خاک نمی‌تواند تأثیرات مطلوبی بر رشد گیاه داشته باشد. البته می‌توان در صورت استفاده از مالچ کلش مصرف کود نیتروژن را در خاک مد نظر قرار داد. مهدی‌پور افرا و همکاران (Mahdipour Afra et al., 2012) نیز با بررسی اثر خاکپوش‌های آلی بیان داشتند که مصرف این نهاده‌های آلی منجر به افزایش خصوصیات رشدی و عملکرد آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.) شد.

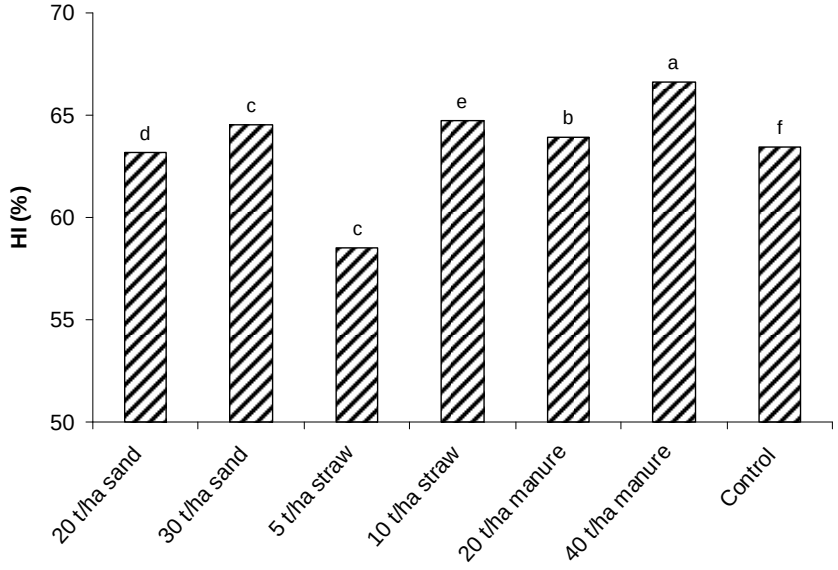
شاخص برداشت: بسترهای مختلف کاشت تأثیر معنی‌داری (p≤ ۰/۰۵) بر شاخص برداشت سیر داشت (جدول ۲). بطوریکه بیشترین و کمترین شاخص برداشت سیر به ترتیب با ۶۷ و ۶۳ درصد برای ۴۰ تن کود دامی در هکتار و شاهد حاصل شد (شکل ۸). چنین بنظر می‌رسد که تأثیر بسترهای مختلف کاشت بر عملکرد اقتصادی و بیولوژیکی سیر نسبتاً یکسان و متناسب بوده که در نهایت باعث ثابت ماندن شاخص برداشت سیر تحت تأثیر استفاده از انواع بسترهای کاشت شده است.

ج) اثر متقابل کود نیتروژن و بسترهای مختلف کاشت بر خصوصیات سیر

اثر متقابل سطوح نیتروژن و بسترهای مختلف کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد سیر معنی‌دار نبود (جدول ۱). در همین راستا، اسلام و همکاران (Islam et al., 2001) نیز با بررسی اثر مالچ و انواع کود بر سیر بیان نمودند که هیچ کدام از اثرات متقابل این تیمارها بر خصوصیات رویشی و زایشی سیر معنی‌دار نبود.

د) همبستگی بین عملکرد و اجزای عملکرد سیر

نتایج ضرایب همبستگی بین وزن برگ، عملکرد و اجزای عملکرد سیر در جدول ۴ ارائه شده است.



شکل ۸- اثر بسترهای مختلف کاشت بر شاخص برداشت سیر

Fig. 8- Effect of different planting beds on garlic HI

میانگین‌های با حروف مشابه بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

Means with different letters are significantly different based on Duncan's multiple range test (α=0.05).

جدول ٤- ضرایب همبستگی بین وزن خشک برگ، عملکرد و اجزای عملکرد سیر

Table 4- Coefficients of correlation between leaf dry weight, yield and yield components of garlic

صفات Characteristics	وزن خشک برگ Leaf dry weight	عملکرد اقتصادی Economical yield	عملکرد بیولوژیکی Biological yield	تعداد حبه Bulb number
وزن خشک برگ Leaf dry weight	1			
عملکرد اقتصادی Economical yield	0.373**	1		
عملکرد بیولوژیکی Biological yield	0.817**	0.839**	1	
تعداد حبه Bulb number	0.251*	0.503**	0.459**	1

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

* and ** are significant at the 5 and 1% probability levels, respectively.

همانگونه که در جدول ۴ ملاحظه می‌شود همبستگی مثبت و معنی‌داری بین وزن خشک برگ (r=۰/۳۷۳**)، تعداد حبه (r=۰/۵۰۳**) و عملکرد بیولوژیکی (r=۰/۸۳۹**) با عملکرد اقتصادی و بین وزن خشک برگ (r=۰/۸۱۷**) و تعداد حبه (r=۰/۴۵۹**) با عملکرد بیولوژیکی سیر وجود داشت. بنابراین وجود رابطه مثبت بین وزن برگ و تعداد حبه سیر با عملکرد اقتصادی و بیولوژیکی سیر نشان می‌دهد که بکارگیری هرگونه عملیات زراعی که بتواند خصوصیات رویشی و تعداد حبه را بهبود دهد در نهایت افزایش عملکرد سیر را به دنبال دارد. همچنین، از آنجا که بالاترین ضریب همبستگی برای عملکرد اقتصادی و بیولوژیکی سیر بدست آمد (جدول ۴)، بنظر می‌رسد که بهترین راهکار جهت افزایش عملکرد اقتصادی این گیاه نقدینه بهبود عملکرد بیولوژیکی آن با توجه به بکارگیری مدیریت مناسب در جهت افزایش رشد رویشی آن می‌باشد. علاوه بر این، از آنجا که رابطه عملکرد اقتصادی با تعداد حبه سیر معنی‌دار بود، بنظر می‌رسد که راهکار بعدی جهت افزایش عملکرد سیر، گزینش ژنوتیپ‌های با توانایی حداکثر تولید حبه می‌باشد،

بطوریکه در صورت بهینه بودن شرایط رشدی و فتوسنتز محدودیت مخزن نداشته باشند.

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج حاصله از این آزمایش مشخص شد اگر چه جهت حصول حداکثر عملکرد سیر افزایش مصرف کود نیتروژن تا سطح بالاتر از ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیز می‌تواند قابل توصیه باشد، ولی طبق بررسی‌ها و نتایج سایر محققان کاربرد نیتروژن زیاد به دلیل کاهش ماده مؤثره و یا تغییر در اجزای متشکله این مواد مناسب نیست (Omid Beygi, 1995). لذا در خصوص کاربرد مقادیر بالای کود نیتروژن بایستی شرایط خاک و میزان مواد غذایی آن را مد نظر قرار داد. اثر بسترهای مختلف کاشت بر خصوصیات مورد بررسی سیر معنی‌دار بود، بطوریکه بهترین شرایط برای مصرف ۴۰ تن کود دامی در هکتار مشاهده شد.

همچنین با توجه به وجود رابطه مثبت بین وزن برگ و تعداد حبه با عملکرد اقتصادی و بیولوژیکی سیر مشخص است که بکارگیری عملیات زراعی که خصوصیات رویشی و تعداد حبه را بهبود دهد در نهایت افزایش عملکرد سیر را به دنبال دارد. بطور کلی، بنظر می‌رسد که بهترین راهکار جهت افزایش عملکرد اقتصادی این گیاه نقدینه افزایش عملکرد بیولوژیکی با توجه به بکارگیری مدیریت مناسب در جهت افزایش رشد رویشی و گزینش ژنوتیپ‌های با توانایی حداکثر تولید حبه و عدم دارا بودن محدودیت مخزن می‌باشد.

منابع

1- Arefi, I., Kafi, M., Khazaee, H.R., and Banayan Aval, M. 2012. Effect of nitrogen phosphorous and potassium fertilizer levels on yield, photosynthetic rate photosynthetic pigments, chlorophyll content, and nitrogen concentration of plant components of *Allium altissimum* Regel. Agroecology 4(3): 207-214. (In Persian with English Summary)
2- Bhuiya, M.A.K., Rahim, M.A., and Chowdhury, M.N.A. 2003. Effect of planting time, mulch and irrigation on the growth and yield of garlic. Asian Journal of Plant Sciences 2(8): 639-643.
3- Edwards, J.H., Wood, C.W., Thurlow, D.L., and Ruf, M.E. 1992. Tillage and crop rotation effects on fertility status of a hapludult soil. Soil Science Society of America Journal 56: 1577-1582.
4- Gaviola, S., and Lipinski, V.M. 2008. Effect of nitrogen fertilization on yield and color of red garlic (*Allium sativum*) cultivars. Ciencia e Investigation Agraria 35(1): 57-64.
5- Haynes, R.J., and Naidu, R. 1998. Influence of lime, fertilizer and manure applications on soil organic matter content and soil physical conditions: a review. Nutrient Cycling in Agroecosystems 51: 123-137.
6- Hooker, T.D., and Start, J.M. 2008. Soil C and N cycling in three semiarid vegetation types: responses to an in situ pulse of plant detritus. Journal of Soil Biology and Biotechnology 40: 2678-2685.
7- Iciek, M., Kwiecień, I., and Włodek, L. 2009. Biological properties of garlic and garlic-derived organosulfur compounds. Environmental and Molecular Mutagenesis 50(3): 247-265.
8- Islam, M.J., Hossain, A.K.M.M., Khanam, F., Majumder, U.K., Rahman, M.M., and Saifur, M.R. 2001. Effect of mulching and fertilization on growth and yield of garlic at Dinajpur in Bangladesh. Asian Journal of Plant Sciences 6(1): 98-101.
9- Karaye, A.K., and 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.
10- Marschner, P. 2011. Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press 672 pp.
11- 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 Sciences.
12- Mirzaei, R., Liaghati, H., and Mahdavi Damghani, A. 2007. Evaluating yield quality and quantity of garlic as affected by different farming systems and garlic clones. Pakistan Journal of Biological Sciences 10(13): 2219-2224.
13- Mollafilabi, A. 2005. The effects of different mulches on garlic (*Allium sativum* L.) yield. National Congress of Sustainable Development for Medicinal Plants. Mashhad, Iran.
14- Mollafilabi, A., Hosseini, M., and Moosapour, S. 2005. Garlic Agronomy (*Allium sativum* L.). Didactic Issue of Jihad, Iran (In Persian)
15- Moravčević, Đ., Bjelić, V., Moravčević, M., Varga, J.G., Beatović, D., and Jelačić, S. 2011. The effect of plant density on bulb quality and yield of spring garlic (*Allium sativum*). Proceedings of 46th Croatian and 6th International Symposium on Agriculture. Opatija. Croatia, 14–18 February p. 554-557.
16- Omid Beygi, R. 1995. Approaches for Production and Processing of Medicinal Plants. Vol. 1. Tarrahan Nashr Publication, Iran 424 pp. (In Persian)
17- Omid Beygi, R. 1997. Approaches for Production and Processing of Medicinal Plants. Vol. 3. Fekrooz Publication,

Iran 283 pp. (In Persian)
18- Panchal, G.N., Modhwadia, M.M., Patel, J.C., Sadaria, S.G., and Patel, N.S. 1992. Response of garlic (*Allium sativum*) to irrigation, nitrogen and phosphorus. Indian Journal of Agronomy 37: 397-398.
19- Pelter, G.Q., Sorensen, E.J., Van Den Burgh, and 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.
20- Rafi, M. 2007. The effects of nitrogen and phosphorous on the yield and components yield of Selected garlic of Ramhormoz. 5th Congress of Horticultural Sciences of Iran, Shiraz University, Iran. (In Persian)
21- Rosen, C., Becker, R., Fritz, V., B., Hutchison, Percich, J., Tong, C., and Wright, J. 2008. Growing garlic in Minnesota. University of Minnesota Extension service. Regents of the University of Minnesota. Available at: www.extension.umn.edu
22- Sarmadnia, G.H., and Koocheki, A. 2001. Crop Physiology. Jihad Daneshgahi Publication, Mashhad, Iran 400 pp. (In Persian)
23- Shaheen, A.M., Rizk, F.A., Habib, H.A.M., and Abd El – Baky, M.M.H. 2010. Nitrogen soil dressing and foliar spraying by sugar and amino acids as affected the growth, yield and its quality of onion plant. Journal of American Science 6(8): 420-427.
24- Shaidul Haque, M.D., Sattar, A., and 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 Sciences 5(10): 1028-1031.
25- Stern, D. 2001. Director, The Garlic Seed Foundation. Personal Communication.
26- Stern, D. 2007. Director, The Garlic Seed Foundation. Telephone Conversation, January 2007.
27- Yin Y., Allen H.E., Li Y., Huang C.P., and Sanders P.F. 1996. Adsorption of mercury (II) by soil: effects of pH, chloride, and organic matter. American Society of Agronomy 25: 837-844.
28- Zare Abyaneh, H., Bayat Varkeshi, M., Ghasemi, A., Marofi, S., and 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.