نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 8، شماره 1، بهار 1395، ص. 46-33

Journal of Agroecology
Vol. 8, No. 1, Spring 2016, p. 33-46

ارزیابی شاخص‌های رشدی کرچک (*Ricinus communis* L.) تحت تأثیر تیمارهای مختلف کودی

افسانه امین غفوری[1]، پرویز رضوانی مقدم[2*]، مهدی نصیری محلاتی[2] و سرور خرم دل[3*]

تاریخ دریافت: 1391/11/23
تاریخ پذیرش: 1392/04/28

امین غفوری، ا.، رضوانی مقدم، پ.، نصیری محلاتی، م.، و خرم دل، س. 1395. ارزیابی شاخص‌های رشدی کرچک (*Ricinus communis* L.) تحت تأثیر تیمارهای مختلف کودی. نشریه بوم‌شناسی کشاورزی، 8(1): 46-33.

چکیده

کاربرد کودهای زیستی در تولید گیاهان دارویی در نظام‌های کشاورزی پایدار با هدف حذف یا کاهش مصرف نهاده‌های شیمیایی و افزایش کیفیت و پایداری عملکرد از اهمیت زیادی برخوردار می‌باشد. به منظور مطالعه اثر کودهای بیولوژیکی و ورمی‌کمپوست بر رشد گیاه دارویی کرچک (*Ricinus communis* L.)، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در سال زراعی 88-1387 اجرا شد. تیمارها شامل کودهای بیولوژیک نیتروکسین، باکتری حل‌کننده فسفات، ورمی‌کمپوست و شاهد بودند. ورمی‌کمپوست به میزان 10 تن در هکتار همزمان با عملیات آماده‌سازی زمین به خاک اضافه شد. تلقیح بذر با کودهای بیولوژیک قبل از کاشت انجام گردید. صفات مورد مطالعه شامل ارتفاع بوته و حداکثر میزان آنالیزهای رشد شامل شاخص سطح برگ، تجمع ماده خشک، سرعت رشد گیاه و سرعت اسیمیلاسیون خالص و قرائت کلروفیل‌متر کرچک بودند. نتایج نشان داد که تیمارهای مختلف کودی باعث افزایش معنی‌دار ($p\leq0/05$) ارتفاع گیاه و حداکثر میزان آنالیزهای رشدی شامل شاخص سطح برگ، میزان تجمع ماده خشک و سرعت رشد گیاه و قرائت کلروفیل‌متر در مقایسه با شاهد شد. ارتفاع گیاه در ورمی‌کمپوست نسبت به سایر تیمارهای کودی بیشتر بود. حداکثر و حداقل شاخص سطح برگ در 125 روز پس از سبز شدن به ترتیب برای تیمار ورمی‌کمپوست و شاهد برابر با 2/2 و 0/9 به دست آمد. بیشترین و کمترین مقادیر سرعت رشد محصول در 85 روز پس از سبز شدن به ترتیب در تیمار ورمی‌کمپوست و شاهد برابر 16/5 و 7/6 گرم در مترمربع در روز به دست آمد. به طور کلی، تیمارهای کودی با افزایش فراهمی عناصر غذایی و محتوی رطوبتی خاک باعث بهبود خصوصیات رشدی کرچک شد.

واژه‌های کلیدی: باکتری حل‌کننده فسفات، شاخص سطح برگ، نیتروکسین، ورمی‌کمپوست

مقدمه

از مجموع 1700 گونه گیاه دارویی و صنعتی شناخته شده در کشور به علت عدم شناخت کافی، در حال حاضر حدود 300-200 گونه مورد مطالعه بررسی قرار گرفته و سایر گونه‌های رویش یافته در عرصه‌های طبیعی بدون آن‌که کوچکترین استفاده‌ای از این سرمایه-های بیکران خدادادی صورت پذیرد، در حال نابودی هستند (Omid Beygi, 2005). بنابراین، لازم است سیستم‌های کشاورزی از طریق وارد کردن گیاهان فراموش شده در الگوهای مختلف کاشت زمینه را برای افزایش ثبات تولید و امنیت غذایی بشر فراهم سازند. این گیاهان هنوز می‌توانند منابع بالقوه بسیار ارزشمندی برای آینده باشند. از جمله این گیاهان می‌توان به کرچک (*Ricinus communis* L.) اشاره کرد.

کرچک گیاهی دارویی و چندساله است که به عنوان یک گیاه روغنی از خانواده فرفیون[4] دارای سابقه تاریخی طولانی می‌باشد

1، 2 و 3- به ترتیب دکتری بوم‌شناسی زراعی، استاد و استادیار گروه زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: (Email: rezvani@um.ac.ir

4- Euphorbiaceae

(Scarpa, 1972). دانه‌های این گیاه حاوی 40 تا 55 درصد روغن (Medd, 1985)، 27-23 درصد فیبر، 16-12 درصد پروتئین، 7-3 درصد هیدرات کربن، 5-2 درصد فنل و دو درصد خاکستر است (Brigham, 1993). دانه این گیاه دارای خاصیت پاک‌کنندگی عروق و مقوی اعصاب می‌باشد. استفاده از این گیاه برای درمان سردرد، فلج، رعشه و بیماری‌های ناشی از سردی، تنگی نفس، سرفه‌های سرد، دندان درد، سل و رفع دردهای مثانه توصیه شده است (Omid Beygi, 2005).

آگاهی روزافزون از پیامدهای زیست‌محیطی ناشی از مصرف بی-رویه کودهای شیمیایی به منظور افزایش عملکرد محصولات مختلف در کوتاه مدت و هزینه بالای تولید این کودها موجب ترغیب کشاورزان نسبت به مصرف کودهای آلی و زیستی شده است. از طرفی، تمایل به تولید گیاهان دارویی و معطر و تقاضا برای محصولات طبیعی به خصوص در شرایط مدیریت اکولوژیک در جهان رو به افزایش می‌باشد (Carrubba, 2002). کشت اکولوژیک گیاهان دارویی، کیفیت آن‌ها را تضمین کرده و احتمال اثرات منفی روی کیفیت دارویی و عملکرد را کاهش می‌دهد (Griffe, 2003). بدین ترتیب، مشخص است که مدیریت کودی عاملی مهم در کشت موفقیت‌آمیز گیاهان دارویی محسوب می‌شود. استفاده از کودهای زیستی برای بهبود تولید کمی و کیفی گیاهان دارویی از جمله رازیانه (*Foeniculum vulgare* L.) (Moradi, 2009)، سیاهدانه (*Nigella sativa* L.) (Khorramdel, 2008)، بابونه آلمانی (*Matricaria recutita* L.) (Fallahi, 2009)، شوید (*Aniethum graveolens* L.) (Kapoor, 2002)، افسنطین (*Artemisia absinthium* L.) (Kapoor, 2007) در برخی از منابع علمی گزارش شده است. خرم‌دل و همکاران طی مطالعات مختلف (Khorramdel et al., 2008; Khorramdel et al., 2010) اظهار نمودند که کاربرد کودهای بیولوژیک موجب بهبود شاخص‌های رشدی و عملکرد گیاه دارویی سیاهدانه شد. از جمله فواید همزیستی با این میکروارگانیسم ها می-توان به تولید انواع هورمون های محرک رشد گیاه (نظیر اکسین (Lambrecht et al., 2004)، جیبرلین (Bashan & Holguin, 1997)، سیتوکینین (Cacciari et al., 1989)، ترشح مواد بیولوژیکی فعال مانند ویتامین‌های گروه ب، اسید نیکوتینیک و پنتوتینیک و بیوتین (Kader, 2002)، بهبود توسعه سیستم ریشه‌ای، افزایش جذب آب و عناصر غذایی (Kravchenko et al., 1994) و تثبیت بیولوژیکی نیتروژن (Ishizuka, 1992) اشاره کرد.

استفاده از کودهای آلی نه تنها مقدار کاربرد کودهای شیمیایی را کاهش می‌دهد، بلکه به ذخیره انرژی و کاهش آلودگی محیط کمک خواهد نمود (Belde et al., 2000). برخی محققین عقیده دارند که مصرف ورمی‌کمپوست از طریق بهبود فراهمی عناصر غذایی و محتوی رطوبتی در خاک افزایش رشد را به دنبال دارد. تحقیقات آرانکون و همکاران (Arancon et al., 2005) نشان داد که اثرات مثبت ورمی‌کمپوست بر فعالیت میکروارگانیزم‌های مفید خاکزی باعث فراهمی عناصر غذایی پرمصرف و کم‌مصرف می‌شود. عزیزی و همکاران (Azizi et al., 2008) هم اظهار نمودند که مصرف ورمی کمپوست در مقایسه با کود شیمیایی، سبب بهبود خصوصیات کمی و کیفی بابونه (*Matricaria recutita* L.) شد.

لذا با توجه به مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی، تأثیر این کودها بر کاهش کیفیت گیاهان دارویی (Omid Beygi, 2005)، افزایش آلودگی‌های زیست‌محیطی، همچنین نظر به اهمیت کرچک به عنوان یک گیاه دارویی و صنعتی فراموش شده و نیز عدم وجود اطلاعات مستند و جامع در خصوص واکنش شاخص‌های رشدی این گیاه نسبت به مصرف تیمارهای مختلف کودی، این مطالعه با هدف ارزیابی اثر انواع کودهای آلی بر خصوصیات و آنالیزهای رشدی کرچک در شرایط آب و هوایی مشهد طراحی و اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش با هدف ارزیابی شاخص‌های رشدی کرچک تحت تأثیر مصرف نهاده‌های آلی، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد واقع در 10 کیلومتری جنوب شرقی مشهد (با طول جغرافیایی 59 درجه و 15 دقیقه تا 60 درجه و 36 دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی 35 درجه و 43 دقیقه تا 37 درجه و هشت دقیقه شمالی و ارتفاع 985 متری از سطح دریا) در سال زراعی 88-1387 به اجرا در آمد. قبل از انجام آزمایش، به منظور تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، نمونه‌برداری به صورت تصادفی از عمق 30-0 سانتی‌متر خاک محل اجرای آزمایش انجام شد. خصوصیات شیمیایی ورمی‌کمپوست نیز قبل از اضافه شدن به خاک تعیین شد که نتایج این خصوصیات در جدول 1 نشان داده شده است.

جدول 1- خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک و ویژگی‌های شیمیایی ورمی‌کمپوست

Table 1- Soil physical and chemical characteristics and chemical traits of vermicompost

	بافت Texture	نیتروژن کل Total nitrogen	پتاسیم قابل دسترس Available K	فسفر قابل دسترس Available P	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر) EC ($dS.m^{-1}$)	اسیدیته pH
خاک Soil	لومی - سیلت Loamy-silt	15.5 ppm	117 ppm	13.2 ppm	1.1	7.76
ورمی‌کمپوست Vermicompost	-	1.5%	1.2%	1.5%	8.2	8.1

تیمارهای آزمایش شامل نیتروکسین، باکتری‌های حل‌کننده فسفات، ورمی‌کمپوست و شاهد (عدم مصرف کود) بودند. بر اساس نتایج حاصل از تجزیه خاک، 10 تن در هکتار ورمی‌کمپوست همزمان با عملیات آماده‌سازی به خاک اضافه و تا عمق 15 سانتی‌متر خاک به طور کامل مخلوط شد. بذر مورد نیاز جهت کاشت به میزان 170 کیلوگرم در هکتار از باغ گیاهان دارویی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد تهیه گردید. جهت تسهیل در چسبیدن مایه تلقیح کودهای بیولوژیک با بذرها، سطح بذرها توسط محلول آب و شکر (10 گرم شکر در 100 گرم آب) خیس شد. پس از اطمینان از خیس شدن بذرها با محلول آب و شکر، در مایه تلقیح خیسانده شده و سپس جهت خشک شدن به مدت دو ساعت در محیط تاریک و خنک قرار داده شدند. عملیات کاشت کرچک در نیمه دوم اردیبهشت ماه روی هفت ردیف چهار متری با فاصله بین و روی ردیف به ترتیب 70 و 50 سانتی‌متر انجام گرفت. اولین آبیاری بلافاصله بعد از کاشت و آبیاری‌های بعدی به فاصله هر هفت روز یکبار تا آخر فصل رشد (به روش لوله‌ای) انجام شد. به منظور جلوگیری از اختلاط اثر تیمارها با یکدیگر، آبیاری کرت‌ها به طور جداگانه انجام گرفت. بوته‌ها در مرحله چهار تا شش برگی، برای حصول دستیابی مناسب (28571 بوته در هکتار)، تنک شدند. علف‌های هرز طی دو مرحله پس از سبز شدن تا قبل از مرحله رشد سریع از طریق وجین دستی کنترل شدند. ضمناً در طول فصل رشد، گیاه با هیچ‌گونه آفت و بیماری رو به رو نشد و در نتیجه هیچ‌گونه سم یا آفت‌کشی نیز مورد استفاده قرار نگرفت.

نمونه‌برداری‌های تخریبی به منظور اندازه‌گیری شاخص سطح برگ (LAI)[1] و وزن خشک گیاه از 45 روز پس از سبز شدن، به فاصله هر 21 روز یک‌بار، با حذف اثرات حاشیه‌ای به صورت تصادفی از سطح 1/4 مترمربع انجام شد. در نهایت، شش نمونه‌برداری در طول فصل رشد انجام گرفت. سطح برگ توسط دستگاه سطح برگ‌سنج (مدل Delta-T) تعیین گردید. برای تعیین وزن خشک ابتدا برگ‌ها از ساقه جدا و به صورت جداگانه درون پاکت‌های کاغذی قرار داده شدند. سپس به مدت 48 ساعت در درون آون و دمای 75 درجه سانتی‌گراد قرار داده شده و پس از آن وزن خشک هر نمونه با استفاده از ترازو (دقت 0/01 گرم) تعیین شد.

به منظور محاسبه سرعت رشد محصول (CGR)[2] و سرعت اسیمیلاسیون خالص (NAR)[3] به ترتیب از معادلات (1) و (2) استفاده شد (Sarmadnia & Koocheki, 2007).

$$CGR = \frac{W_2 - W_1}{t_2 - t_1} \quad (1)$$

$$NAR = \frac{CGR}{LAI} \quad (2)$$

در این معادلات، CGR: سرعت رشد گیاه (گرم بر مترمربع در روز)، NAR: سرعت جذب خالص گیاه (گرم بر مترمربع در روز)، t_1: زمان نمونه‌برداری اول (روز)، t_2: زمان نمونه‌برداری دوم (روز)، W_1: وزن خشک گیاه در هنگام نمونه‌برداری اول (گرم در مترمربع) و W_2: وزن خشک گیاه در نمونه‌برداری دوم (گرم در مترمربع) می‌باشد.

جهت تعیین عدد کلروفیل‌متر، پنج نمونه‌برداری از 45 روز پس از سبز شدن به فاصله 30 روز یک‌بار در طول دوره رشد انجام شد. بدین منظور، عدد کلروفیل‌متر از قسمت وسط جوان‌ترین برگ توسعه یافته با استفاده از دستگاه کلروفیل‌متر SPAD Minolta-502 قرائت و ثبت شد.

برای تجزیه آماری داده‌ها از نرم‌افزار SAS 9.1 استفاده شد. مقایسه میانگین‌ها در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار انجام گردید.

1- Leaf area index

2- Crop growth rate

3- Net assimilation rate

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف کودی بر بیشترین مقادیر شاخص‌های رشدی کرچک به ترتیب در جدول‌های 2 و 3 نشان داده شده است.

همان‌گونه که در جدول 2 نشان داده شده است بیشترین میزان ارتفاع ساقه اصلی و آنالیزهای رشدی کرچک شامل شاخص سطح برگ، میزان تجمع ماده خشک و سرعت رشد گیاه کرچک به طور معنی‌داری تحت تأثیر تیمارهای مختلف کودی قرار گرفتند ($p\leq0/05$).

ارتفاع بوته: بررسی روند تغییرات ارتفاع ساقه اصلی کرچک در پاسخ به کودهای آلی در طول فصل رشد نشان داد که ارتفاع بوته کرچک در اثر استفاده از کودهای آلی نسبت به شاهد افزایش معنی‌داری یافت (جدول 2)؛ به طوری‌که در 125 روز پس از سبز شدن بیشترین و کمترین ارتفاع بوته به ترتیب برای تیمار ورمی‌کمپوست و شاهد برابر با 130/8 سانتی‌متر و 77/3 سانتی‌متر به دست آمد (شکل 1). میزان افزایش ارتفاع بوته در شرایط تلقیح با نیتروکسین و باکتری‌های حل‌کننده فسفات به ترتیب برابر با 17 و 37 درصد در مقایسه با شاهد بود (جدول 3).

جدول 2- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) بیشترین مقادیر شاخص‌های رشدی کرچک تحت تأثیر تیمارهای مختلف کودی

Table 2- ANOVA results (mean of squares) for the effects of different fertilizers on the maximum amounts for growth indices of castor bean

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	ارتفاع بوته Plant height	شاخص سطح برگ Leaf area index	میزان تجمع ماده خشک Dry matter accumulation	سرعت رشد گیاه Crop growth rate	قرائت کلروفیل‌متر SPAD reading
بلوک Replication	2	42.71	0.010	187.99	0.678	7.86
تیمار Treatment	3	7952.50**	0.0904*	37213.46**	32.29**	192.96**
خطا Error	6	30.29	0.004	783.97	1.016	9.918
کل Total	11	-	-	-	-	-

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

* and **: Are significant at 5 and 1 percent probability levels, respectively.

جدول 3- مقایسه میانگین بیشترین مقدار شاخص‌های رشدی کرچک تحت تأثیر تیمارهای مختلف کودی

Table 3- Comparison means for the maximum amounts for growth indices of castor bean under different fertilizers

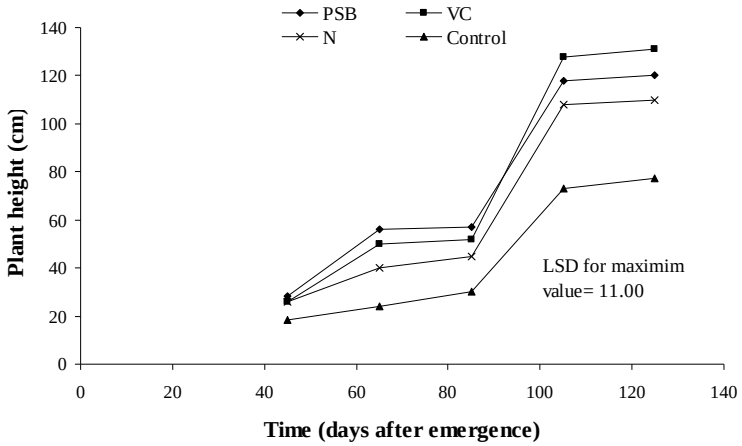
تیمار Treatment	ارتفاع بوته (سانتی‌متر) Plant height (cm)	شاخص سطح برگ Leaf area index	میزان تجمع ماده خشک (گرم در مترمربع) Dry matter accumulation ($g.m^{-2}$)	سرعت رشد گیاه (گرم در مترمربع در روز) Crop growth rate ($g.m^{-2}.day^{-1}$)	قرائت کلروفیل‌متر SPAD reading
نیتروکسین Nitroxin	90.47c*	1.63b	529.83b	10.91b	56.38b
حل‌کننده فسفات Phosphate suloblizing	106.00b	1.65b	533.58b	11.08b	59.59ab
ورمی‌کمپوست Vermicompost	130.84a	2.15a	693.32a	16.45a	60.34a
شاهد Control	77.25d	0.88c	459.00b	7.63c	48.87c

* میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، بر اساس آزمون دانکن تفاوت معنی‌داری ندارند ($p\leq0/05$).

* Means with the same letters in each column haven't significant difference at the 5% probability level ($p\leq0.05$).

از آن‌جا که فرآیند رشد گیاه به میزان زیادی وابسته بـه محتـوای رطوبتی خاک است، لذا چنین به نظر مـی‌رسـد کـه مصـرف ورمـی-کمپوست با افزایش ظرفیت نگهـداری رطوبـت در خـاک (Singer, 2007) باعث ایجاد شرایط مناسب‌تر از نظر ذخیره رطوبتی در مقایسه با سایر تیمارها برای رشد کرچک شده کـه در نهایـت ارتفـاع بوتـه را بهبود بخشیده است. منـابع متعـددی (Atiyeh, 2002; Gutiérrez-Miceli, 2008) نیز به نقش بهبود دهنده ورمی‌کمپوسـت در ذخیـره آب در خاک اشاره کرده‌اند. همچنین به نظر می‌رسد که باکتری‌هـای تحریک کننده رشد از طریق ترشح هورمون‌های مختلـف گیـاهی بـا تأثیر بر نفوذپذیری سلول‌های ریشه، مقاومت روزنه‌ای، روابـط آبـی و سرعت رشد گیاه را در مقایسه با شاهد بهبود بخشیده‌انـد (Bashan, 2005). عزیزی (Azizi, 2008) بیـان کـرد کـه اثـر کـاربرد سـطوح مختلف ورمی‌کمپوست بر ارتفاع ریحـان (*Ocimnm basilicum* L.) معنی‌دار بود. نتایج مطالعه شـالان (Shaalan, 2005) نشـان داد کـه ارتفاع گیاه گیاه دارویی گاوزبـان اروپـایی (*Borago officinalis* L.) تحت تأثیر کاربرد باکتری حل‌کننده فسفات و کمپوست افزایش یافت. نتایج مطالعه رضوانی‌مقدم و همکاران (Rezvani Moghaddam et al., 2013) نشـان داد کـه بـالاترین ارتفـاع گیـاه دارویـی مـرزه (*Satureja hortensis* L.) برای تیمار ترکیبی نیتراژین، نیتروکسین، ورمی‌کمپوست برابر با 51 سانتی‌متر مشاهده شد.

شاخص سطح برگ (LAI): در تیمارهای مختلف روند افـزایش شاخص سطح برگ کرچک تا 65 روز پس از سبز شدن کند بود و بعد از آن تا 85 روز پس از سبز شدن روند افزایشی یافت؛ سپس در پایـان فصل رشد به دلیل زرد شدن و ریزش برگ‌ها کاهش یافت. همچنـین زمان رسیدن به حداکثر شاخص سطح برگ در طول فصل رشد بـرای تمامی تیمارها نسبتاً همزمان بود که پس از مرحله گلـدهی بـه وقـوع پیوست؛ به طوری‌که بیشترین و کمترین شاخص سطح برگ کرچـک در 125 روز پس از سبز شدن به ترتیـب در تیمـار ورمـی‌کمپوسـت و شاهد با 2/2 و 0/9 مشاهده شد (شکل 2). همچنـین حـداکثر میـزان تجمع ماده خشک در این زمان بـرای دو تیمـار دیگـر کـودی شـامل تلقیح با نیتروکسین و باکتری‌های حل‌کننده فسفات به ترتیب برابر بـا 85 و 88 درصد بالاتر از شاهد بود (جـدول 3). از آن‌جـا کـه شـاخص سطح برگ بیان‌کننده میزان تشعشـع فعـال فتوسـنتزی جـذب شـده توسط پوشش گیاهی بوده و سـطح زیـر منحنـی LAI بیـانگر دوام و ماندگاری سطح برگ و در نهایت، نشان‌دهنـده مـدت زمـان فتوسـنتز می‌باشد (Sarmadnia & Koocheki, 2007)، بنابراین، با توجه بـه شکل 2 چنین بر می‌آید کـه تیمارهـای مختلـف کـودی بـا افـزایش فراهمی عناصر غذایی برای رشد گیاه در نتیجه موجب بهبود رشد گیاه شده که در نهایت، افزایش سطح برگ را موجب شده است.



شکل 1- روند تغییرات ارتفاع بوته کرچک تحت تأثیر تیمارهای مختلف کودی در طول فصل رشد

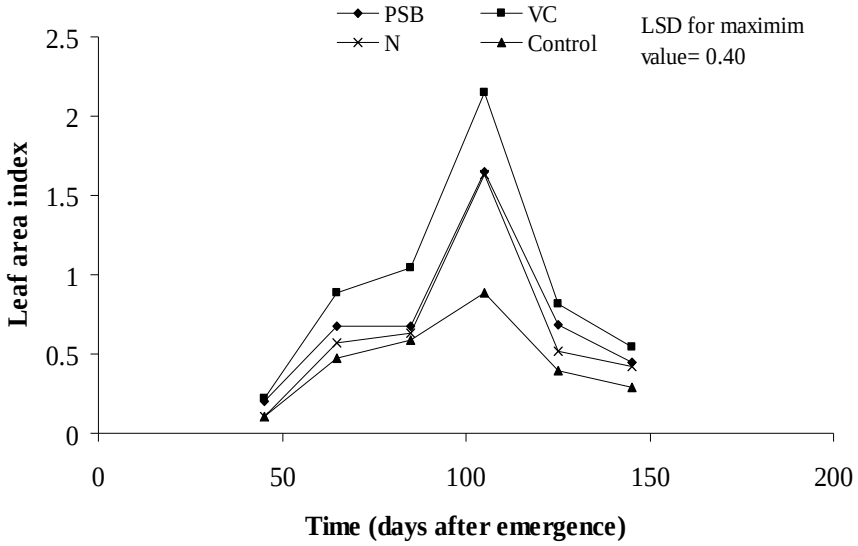
Fig. 1- Trend for plant height of castor bean under different fertilizers during growing season

VC، PSB و N: به ترتیب ورمی‌کمپوست، باکتری‌های حل‌کننده فسفات و نیتروکسین

VC, PSB and N: Are vermicompost, phosphate suloblizing bacteria and nitroxin, respectively.

مقادیر حداکثر میانگین‌ها که تفاوت آن‌ها کمتر از LSD می‌باشد، بر اساس آزمون LSD تفاوت معنی‌داری ندارند ($p\leq 0/05$).

Means $_{max}$, that the difference between them is lower than the LSD value are not significantly different LSD test ($p\leq 0.05$).



شکل 2- روند تغییرات شاخص سطح برگ کرچک تحت تأثیر تیمارهای مختلف کودی در طول فصل رشد

Fig. 2- Trend for leaf area index of castor bean under different fertilizers during growing season

VC، PSB و N: به ترتیب ورمی‌کمپوست، باکتری‌های حل‌کننده فسفات و نیتروکسین

VC, PSB and N: Are vermicompost, phosphate suloblizing bacteria and nitroxin, respectively.

مقادیر حداکثر میانگین‌ها که تفاوت آن‌ها کمتر از LSD می‌باشد، بر اساس آزمون LSD تفاوت معنی‌داری ندارند ($p\leq 0/05$).

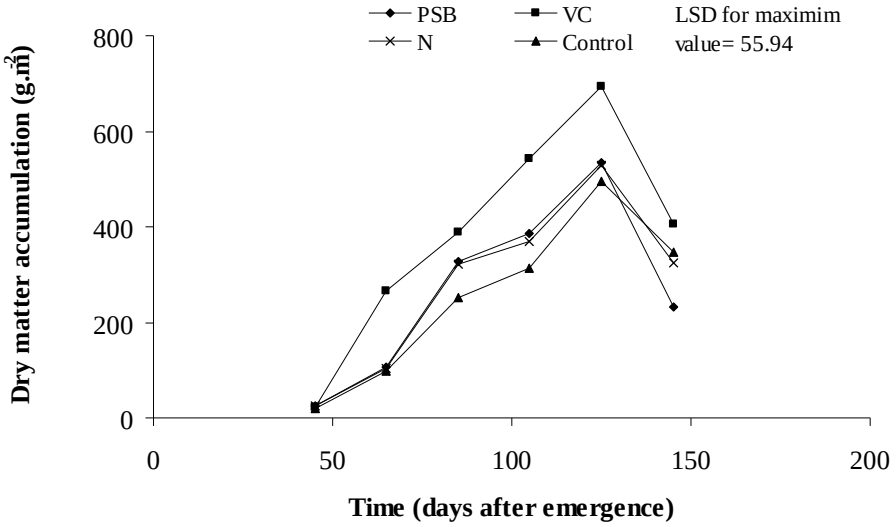
Means $_{max}$, that the difference between them is lower than the LSD value are not significantly different LSD test ($p\leq 0.05$).

قاسمی و موسوی نیک (Ghasemi & Moussavi Nik, 2014) با بررسی اثر باکتری‌های محرک رشد و کودهای نیتروژنه و گوگردی بر رشد و عملکرد کرچک در منطقه سیستان گزارش نمودند که بیشترین سطح برگ برای اثرات متقابل نیتروکسین+گوگرد حاصل شد. گیوتیرز- میسلی و همکاران (Gutiérrez-Miceli et al., 2008) با انجام آزمایشی مشاهده کردند که کاربرد ورمی‌کمپوست سبب افزایش تعداد و سطح برگ در مقایسه با شاهد شد که دلیل این امر را به بهبود فراهمی عناصر غذایی و تحریک رشد رویشی مربوط دانستند. آزاز و همکاران (Azzaz et al., 2009) در رازیانه مشاهده کردند که کاربرد کود بیولوژیک نیتروکسین نسبت به کودهای شیمیایی بالاترین خصوصیات رویشی را تولید نمود. نتایج مطالعه آسری (Aseri, 2008) نشان داد که تلقیح با باکتری‌های حل‌کننده فسفات و *آزوسپیریلوم* باعث افزایش سطح برگ شد. دی-سیلوا و همکاران (De Silva et al., 2000) اظهار داشتند که سطح برگ نشاهای تلقیح شده با باکتری‌های حل‌کننده فسفات نسبت به شاهد افزایش یافت. خرم‌دل و همکاران (Khorramdel et al., 2008) گزارش نمودند که بیشترین شاخص سطح برگ سیاهدانه در 82 روز پس از سبز شدن برای تیمار تلفیقی میکوریزا+ *آزوسپیریلوم* مشاهده شد که 68 درصد بالاتر از شاهد بود.

روند تجمع ماده خشک (DM)[1]: روند تغییرات ماده خشک کرچک تا 125 روز پس از سبز شدن برای تمام تیمارهای کودی به صورت افزایشی بود و پس از آن در تمام تیمارها به دلیل ریزش برگ‌ها، بذرها (تحت تأثیر شکوفا بودن کپسول‌ها) و سایر اندام‌ها کاهش یافت. بیشترین و کمترین میزان تجمع ماده خشک در طول فصل رشد حدود 125 روز پس از سبز شدن به ترتیب برای ورمی‌کمپوست (693/3 گرم بر مترمربع) و شاهد (495 گرم بر مترمربع) به دست آمد که مقدار محاسبه شده نسبت به شاهد 40 درصد بالاتر بود. تلقیح با نیتروکسین و باکتری‌های حل‌کننده فسفات به ترتیب موجب افزایش 15 و 16 درصدی میزان تجمع ماده خشک در 125 روز پس از سبز شدن در مقایسه با شاهد شد (جدول 3). همچنین اختلاف معنی‌داری بین تیمار ورمی‌کمپوست با سایر تیمارهای کودی مشاهده شد (جدول 3). با توجه به این مطلب که تجمع ماده خشک شاخصی از میزان تجمع مواد فتوسنتزی در گیاه بوده و نشان دهنده توان جذب عناصر توسط گیاه می‌باشد، چنین به نظر می‌رسد که استفاده از حاصلخیزکننده‌های خاک مانند ورمی-

1- Dry matter accumulation

کمپوست از طریق افزایش درصد ماده آلی و بهبود ساختمان خاک باعث بهبود رشد ریشه، بالا بردن توان جذب و قابلیت نگهداری آب در خاک شده و از این طریق باعث افزایش عناصر قابل جذب و بهبود توان فتوسنتزی گیاه شده که را در نتیجه بهبود تجمع ماده خشک در گیاه را به دنبال داشته است. بچمن (Bachman, 2000) گزارش کرد که کاربرد 10 درصد حجمی ورمی‌کمپوست میزان تولید ماده خشک را افزایش داد. مال و پاتیدار (Mal & Patidar, 2004) بیان داشتند که تیمار *آزوسپیریلوم* و حل‌کننده فسفات به دلیل تأثیر مثبت بر رشد گیاه باعث افزایش وزن خشک اندام هوایی شد. نتایج مطالعه خرم‌دل و همکاران (Khorramdel et al., 2008) نشان داد که کاربرد کود بیولوژیک (میکوریزا+ *آزوسپیریلوم*) باعث بهبود 72 درصدی میزان تجمع ماده خشک سیاهدانه در مقایسه با شاهد شد.



شکل 3- روند تغییرات میزان تجمع ماده خشک کرچک تحت تأثیر تیمارهای مختلف کودی در طول فصل رشد

Fig. 3- Trend for dry matter accumulation of castor bean under different fertilizers during growing season

VC، PSB و N: به ترتیب ورمی‌کمپوست، باکتری‌های حل‌کننده فسفات و نیتروکسین

VC, PSB and N: Are vermicompost, phosphate suloblizing bacteria and nitroxin, respectively.

مقادیر حداکثر میانگین‌ها که تفاوت آن‌ها کمتر از LSD می‌باشد، بر اساس آزمون LSD تفاوت معنی‌داری ندارند ($p\leq0/05$).

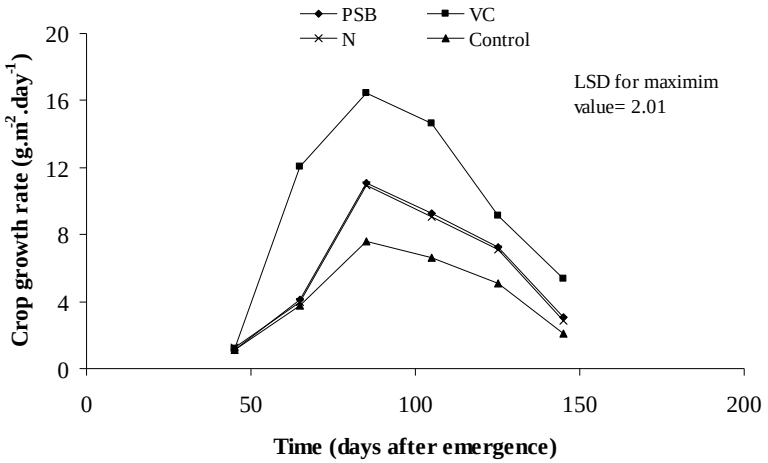
Means $_{max}$, that the difference between them is lower than the LSD value are not significantly different LSD test ($p\leq0.05$).

سرعت رشد گیاه (CGR): سرعت رشد گیاه شاخصی است که میزان تجمع ماده خشک را در واحد زمان و سطح زمین نشان می‌دهد (Sarmadnia & Koocheki, 2007). شاخص سرعت رشد کرچک در مراحل اولیه رشد به دلیل کامل نبودن پوشش گیاهی و جذب درصد کمی از نور خورشید، به طور نسبی پایین بود و با گذشت زمان و افزایش سرعت نمو، توسعه سطح برگ بهبود یافت که این امر احتمالاً کاهش تلفات نوری را به دنبال داشته است. روند افزایش CGR، در تمام تیمارها تا 85 روز پس از سبز شدن افزایش و سپس با نزدیک شدن به مراحل رسیدگی و زرد شدن اندام‌های فتوسنتزی و تخصیص مواد فتوسنتزی به مخازن زایشی کاهش یافت (شکل 4). بیشترین و کمترین میزان CGR کرچک در 85 روز پس از سبز شدن به ترتیب برای ورمی‌کمپوست و شاهد برابر با 16/5و 7/6 گرم بر مترمربع در روز مشاهده شد. میزان سرعت رشد کرچک در شرایط تلقیح با نیتروکسین و باکتری‌های حل‌کننده فسفات به ترتیب برابر با 43 و 45 درصد بالاتر از شاهد بود (جدول 3). به نظر می‌رسد که بالاتر بودن سرعت رشد کرچک در تیمار مصرف ورمی‌کمپوست احتمالاً به علت بالاتر بودن شاخص سطح برگ (شکل 2) و متعاقب آن بالاتر بودن میزان تجمع ماده خشک (شکل 3) در مقایسه با سایر تیمارهای کودی باشد. همچنین خواص شیمیایی هیومیک اسید موجود در ورمی‌کمپوست، از طریق افزایش فراهمی عناصر غذایی و تحریک تولید هورمون‌های تنظیم‌کننده رشد (Arancon et al., 2004; Tomati et al., 1987) باعث افزایش فعالیت

میکروارگانیسم‌های خاکزی (Arancon, 2004) شده که به دلیل افزایش تجمع نیتروژن توسط گیاه، در نتیجه بهبود سرعت رشد را به همراه داشته است. بررسی‌های آرانکون و همکاران (Arancon et al., 2005) نشان دادند که ورمی‌کمپوست از طریق تأثیرات مثبتی که روی فعالیت میکروارگانیزم‌های مفید در خاک می‌گذارد امکان دسترسی مطلوب به عناصر غذایی پرمصرف و کم‌مصرف را فراهم می‌سازد. دکا و دیلیپ (Deka & Dileep, 2002) نیز طی تحقیقات خود افزایش سرعت فتوسنتز گیاهان را تحت تأثیر تلقیح با باکتری‌های حل‌کننده فسفات و *آزوسپیریلوم* گزارش کردند. آن‌ها دلیل این افزایش را به تولید هورمون‌های محرک رشد و بهبود جذب عناصر غذایی به ویژه نیتروژن توسط این میکروارگانیسم‌ها نسبت دادند که در نتیجه افزایش سرعت فتوسنتز گیاهان تلقیح شده را به دنبال داشته است. خرم‌دل و همکاران (Khorramdel et al., 2008) بهبود 10 درصدی سرعت رشد سیاهدانه تحت تأثیر تلقیح با کود بیولوژیک میکوریزا+ *آزوسپیریلوم* در مقایسه با شاهد را گزارش نمودند.

سرعت اسیمیلاسیون خالص (NAR): روند تغییرات سرعت اسیمیلاسیون خالص کرچک در تیمارهای کودی تا حدود 65 روز پس از سبز شدن افزایشی و پس از آن مرحله رسیدگی و نزدیک شدن به پایان فصل رشد و مرحله پیری با کاهش سرعت رشد گیاه تحت تأثیر به صورت کاهشی بود؛ به طوری‌که بیشترین و کمترین میزان NAR به ترتیب برای ورمی‌کمپوست برابر با 17/3 گرم در مترمربع در روز و شاهد برابر با 7/6 گرم در مترمربع در روز به دست آمد. میزان NAR کرچک تحت تأثیر تلقیح با نیتروکسین و باکتری‌های حل‌کننده فسفات به ترتیب برابر با 71 و 86 درصد در مقایسه با شاهد افزایش یافت (شکل 5). چنین به نظر می‌رسد که با افزایش رشد، به دلیل افزایش تعداد برگ‌های گیاه، سایه‌اندازی افزایش یافته که این امر در نهایت، کاهش سرعت جذب خالص را موجب گردیده است. همچنین، با افزایش سن برگ سرعت فتوسنتز خالص کاهش یافته که این امر نیز افزایش شیب نزولی سرعت جذب خالص را به دنبال داشته است.

قرائت کلروفیل‌متر: از آن‌جا که میزان نیتروژن قابل جذب برای گیاه ارتباط مستقیمی با غلظت کلروفیل برگ‌ها دارد (Bredemeier, 2005)، لذا می‌توان با اندازه‌گیری کلروفیل برگ، وضعیت گیاه را از نظر میزان نیتروژن مورد ارزیابی قرار داد. نتایج این آزمایش نیز نشان داد که قرائت کلروفیل‌متر به مراحل رشد گیاه و میزان فراهمی عناصر غذایی قابل دسترس به خصوص نیتروژن بستگی دارد. در اثر کمبود نیتروژن در گیاه و نزدیک شدن به مرحله پیری، زرد شدن برگ‌ها تحت تأثیر تخریب کلروپلاست افزایش یافته که باعث کاهش قرائت کلروفیل‌متر شده است. به همین دلیل کمترین قرائت کلروفیل‌متر در کل مراحل رشد به تیمار شاهد (فاقد نیتروژن) اختصاص داشت (شکل 6).



شکل 4- روند تغییرات اثر تیمارهای مختلف کودی بر سرعت رشد کرچک در طول فصل رشد

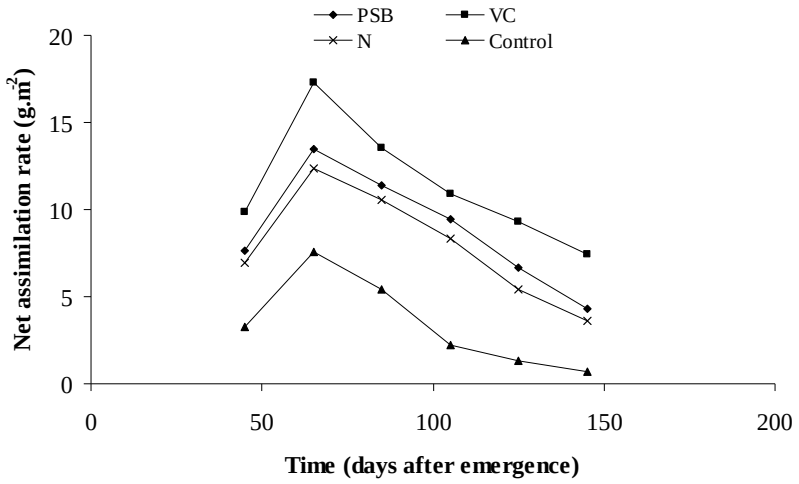
Fig. 4- Trend for plant height of castor bean under different fertilizers during growing season

VC، PSB و N: به ترتیب ورمی‌کمپوست، باکتری‌های حل‌کننده فسفات و نیتروکسین

VC, PSB and N: Are vermicompost, phosphate suloblizing bacteria and nitroxin, respectively.

مقادیر حداکثر میانگین‌ها که تفاوت آن‌ها کمتر از LSD می‌باشد، بر اساس آزمون LSD تفاوت معنی‌داری ندارند (p≤0/05).

Means $_{max}$, that the difference between them is lower than the LSD value are not significantly different LSD test (p≤0.05).



شکل 5- روند تغییرات اثر تیمارهای مختلف کودی بر سرعت جذب خالص کرچک در طول فصل رشد

Fig. 5- Trend for net assimilation rate of castor bean under different fertilizers during growing season

VC، PSB و N: به ترتیب ورمی‌کمپوست، باکتری‌های حل‌کننده فسفات و نیتروکسین

VC, PSB and N: Are vermicompost, phosphate suloblizing bacteria and nitroxin, respectively.

مقادیر حداکثر میانگین‌ها که تفاوت آن‌ها کمتر از LSD می‌باشد، بر اساس آزمون LSD تفاوت معنی‌داری ندارند ($p\leq 0/05$).

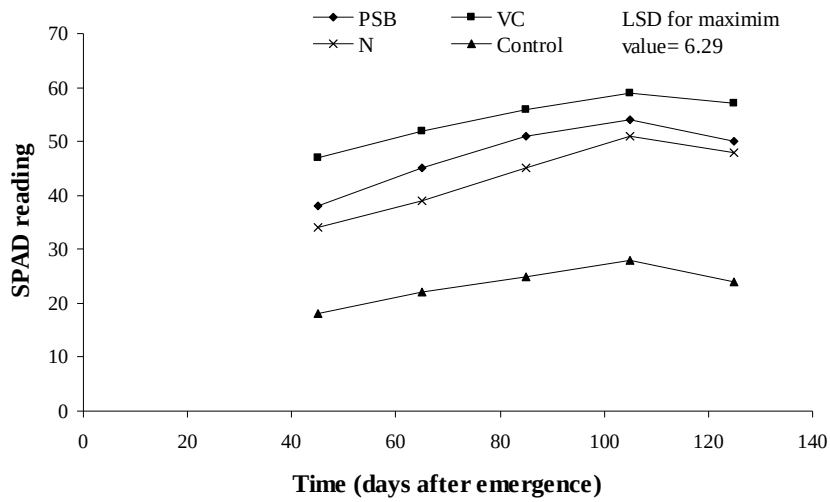
Means $_{max}$, that the difference between them is lower than the LSD value are not significantly different LSD test ($p\leq 0.05$).

در تمامی تیمارها بیشترین میزان قرائت کلروفیل‌متر در مراحل اولیه رشد گیاه مشاهده شد. بیشترین میزان قرائت کلروفیل‌متر برای تیمار ورمی‌کمپوست در 105 روز پس از سبز شدن برابر با 59 مشاهده شد که بیش از 100 درصد بالاتر از شاهد بود. میزان این شاخص برای تیمارهای تلقیح با نیتروکسین و باکتری‌های حل‌کننده فسفات به ترتیب برابر با 82 و 93 درصد بالاتر از شاهد بود. بعد از گذشت 105 روز از سبز شدن گیاه، قرائت کلروفیل‌متر به دلیل نزدیک شدن به مرحله پیری و احتمالاً تخریب کلروفیل‌ها روند کاهشی یافت (شکل 6). نتایج برخی آزمایشات (Wolf, 1988) نشان داده است که همبستگی بالایی (r^2=0/86) بین ظرفیت فتوسنتزی برگ‌ها با محتوی نیتروژن طی مراحل رشدی وجود دارد. لذا به نظر می‌رسد که کاهش ظرفیت فتوسنتزی تحت تأثیر کم شدن محتوی نیتروژن طی مرحله پیری باعث کاهش قرائت کلروفیل‌متر شده است. علاوه بر این، محتوی کلروفیل و میزان نیتروژن نیز همبستگی بالایی (r^2=0/80) دارند. نتایج این مطالعه همچنین نشان داد که کمبود نیتروژن، کاهش 50 درصدی درصد نیتروژن، محتوی کلروفیل و ظرفیت فتوسنتزی گیاه را به دنبال داشت. بردمیر (Bredemeier, 2005) گزارش نمود که افزایش محتوی نیتروژن گیاه، افزایش قرائت کلروفیل‌متر را موجب گردید و با کاهش آن، قرائت کلروفیل‌متر نیز کاهش یافت. از طرفی، از آن‌جا که کمبود فسفر باعث محدودیت انتقال نیتروژن و متابولیسم آن می‌شود (Bredemeier, 2005)، لذا چنین به نظر می‌رسد که جذب نیترات تحت کمبود فسفر تغییر می‌کند. آلام (Alam, 2001) نیز با بررسی اثر کودهای بیولوژیک بر خصوصیات گیاه برنج (*Oryza sativa* L.) اظهار نمود که تلقیح با کودهای بیولوژیک *ازتوباکتر* و باکتری‌های حل‌کننده فسفات به دلیل تأثیر مثبت بر بهبود محتوی نیتروژن و جذب نیترات، موجب افزایش محتوای کلروفیل برگ و بهبود ظرفیت فتوسنتزی گیاه شد. بدین ترتیب، از آن‌جا که ریشه مرکز ثقل گیاه در خاک محسوب می‌شود (Leithy et al., 2006)، می‌توان با تغییر مدیریت حاصلخیزی خاک تحت تأثیر مصرف نهاده‌های آلی نظیر ورمی‌کمپوست و تلقیح با کودهای بیولوژیک علاوه بر بهبود خصوصیات رشدی، پایداری بوم‌نظام‌ها را تحت تأثیر مصرف این نهاده‌های آلی تضمین نمود.

نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه نشان داد که تیمارهای مختلف کودی بیشترین مقادیر شاخص‌های رشدی کرچک را تحت تأثیر قرار دادند. به طوری‌که مصرف ورمی‌کمپوست با افزایش فراهمی عناصر غذایی، تحریک تولید هورمون‌های تنظیم‌کننده رشد، افزایش درصد ماده آلی، بهبود ساختمان خاک باعث بهبود رشد ریشه، افزایش قابلیت نگهداری آب در خاک منجر به بهبود آنالیزهای رشدی در مقایسه با شاهد

گردید. بنابراین، چنین به نظر می‌رسد که کاربرد کودهای آلی مناسب، ضمن کاهش خطر آلودگی‌های زیست‌محیطی، مـی‌توانـد در افـزایش شاخص‌های رشدی گیاه دارویی کرچک مؤثر باشد.



شکل 6- روند تغییرات اثر تیمارهای مختلف کودی بر قرائت کلروفیل‌متر کرچک در طول فصل رشد

Fig. 6- Trend for SPAD reading of castor bean under different fertilizers during growing season

VC، PSB و N: به ترتیب ورمی‌کمپوست، باکتری‌های حل‌کننده فسفات و نیتروکسین

VC, PSB and N: Are vermicompost, phosphate suloblizing bacteria and nitroxin, respectively.

مقادیر حداکثر میانگین‌ها که تفاوت آن‌ها کمتر از LSD می‌باشد، بر اساس آزمون LSD تفاوت معنی‌داری ندارند ($p\leq0/05$).

Means $_{max}$, that the difference between them is lower than the LSD value are not significantly different LSD test ($p\leq0.05$).

منابع

1- Alam, M.S., Cui, Z.J., Yamagishi, T., and Ishii, R. 2001. Grain yield and related physiological characteristics of rice plants (*Oryza sativa* L.) inoculated with free-living rhizobacteria. Plant Production Science 4: 126-130.

2- Arancon, N., Edwards, C.A., Bierman, P., Welch, C., and Metzger, J.D. 2004. Influences of vermicomposts on field strawberries: 1. Effects on growth and yields. Bioresource Technology 93: 145-153.

3- Arancon, N.Q., Edwards, C.A., Bierman, P., Metzeger, J.D., and Lee, S. 2005. Effect of vermicompost on growth and marketable fruits of field–grown tomato, peppers and strawberries. Bioresource Technology 47: 731-735.

4- Aseri, G.K., Jain, N., Panwar, J., Rao, A.V., and Meghwal, P.R. 2008. Biofertilizers improve plant growth, fruit yield, nutrition, metabolism and rhizosphere enzyme activities of pomegranate (*Punica granatum* L.) in Indian Thar Desert. Scientia Horticulturae 117: 130-135.

5- Atiyeh, R.M., Lee, S., Edwards, C.A., Arancon, N.Q., and Metzger, J.D. 2002. The influence of humic acids derived from earthworm-processed organic wastes on plant growth. Bioresource Technology 84: 7-14.

6- Azizi, M., Rezwanee, F., Hassanzadeh Khayat, M., Lackzian, A., and Neamati, H. 2008. The effect of different levels of vermicompost and irrigation on morphological properties and essential oil content of German chamomile (*Matricaria recutita*) C.V. Goral. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants 24(1): 82-93. (In Persian with English Summary)

7- (In Persian with English Summary)

8- Azzaz, N.A., Hassan, E., and Hamad, E.H. 2009. The chemical constituent and vegetative and yielding characteristics of fennel plants treated with organic and bio-fertilizer instead of mineral fertilizer. Australian Journal of Basic and Applied Sciences 3: 579-587.

9- Bachman, G.R., and Davis, W.E. 2000. Growth of *Magnolia virginiana* liners in vermicompost- amended media. Pedo Biologia 43: 579-590.

10- Bashan, Y. 2005. Fresh-weight measurements of roots provide inaccurate estimates of the effects of plant growth promoting bacteria on root growth: a critical examination. Soil Biology and Biochemistry 37: 1795-1804.
11- Bashan, Y., and Holguin, G. 1997. *Azospirillum*-plant relationships: environmental and physiological advances (1990–1996). Canadian Journal of Microbiology 43: 103-121.
12- Belde, M., Matteis, A., Sprengle, B., Albrecht, B., and Hurle, H. 2000. Long- term development of yield affecting weeds after the change from conventional to integrated and organic farming. In: Proceeding 20 German Conference on weed Biology and Weed Control 17: 291-301.
13- Bredemeier, C. 2005. Laser-induced chlorophyll fluorescence sensing as a tool for site-specific nitrogen fertilizer evaluation under controlled environmental and field conditions in wheat and maize. PhD Thesis. Technical University of Munich, Germany 219 pp.
14- Brigham, R.D. 1993. Castor: Return of an old Crop. In: New Crops. Wiley New York p. 380-383.
15- Cacciari, I., Lippi, D., Pietrosanti, T., and Pietrosanti, W. 1989. Phytohormone-like substances produced by single and mixed diazotrophic cultures of *Azospirillum* and *Arthrobacter*. Plant and Soil 115: 151-153.
16- Cakmakc, R.I., Dönmez, F., and Sahin, F. 2006. Growth promotion of plants by plant growth-promoting rhizobacteria under greenhouse and two different field soil conditions. Soil Biology and Biochemistry 38: 1482-1487.
17- Carrubba, A., La Torre, R., and Matrtanga, A. 2002. Cultivation trials of some aromatic and medicinal plants in a semi-arid mediterranean environment. Proceedings of an International Conference on MAP, Acta Horticulture (International Conference on Medicinal and Aromatic Plants. Possibilities and Limitations of Medicinal and Aromatic Plant Production in the 21st Century)
18- De Silva, A., Petterson, K., Rothrock, C., and Moore, J. 2000. Growth promotion of highbush blueberry by fungal and bacterial inoculants. Horticultural Science 35: 1228-1230.
19- Deka, B.H.P., and Dileep, K.B.S. 2002. Plant disease suppression and growth promotion by a fluorescent Pseudomonas strain. Folia Microbiology 47: 137-143.
20- Fallahi, J., Koocheki, A., and Rezvani Moghaddam, P. 2009. Effects of biofertilizers on quantity and quality yield of Chamomile (*Matricaria chamomilla*) as a medicinal plant. Iranian Journal of Field Crops Research 7(1): 127-135. (In Persian with English Summary)
21- Ghasemi, S., and Moussavi Nik, S.M. 2014. Effect of plant growth promoting rhizobacteria, Nitroxin and sulfur on quantity and quality of caster bean (*Ricinus communis* L.) in Sistan region. Journal of Agroecology 6(2): 275-289. (In Persian with English Summary)
22- Griffe, P., Metha, S., and Shankar, D. 2003. Organic Production of Medicinal, Aromatic and Dye-Yielding Plants (MADPs): Forward, Preface and Introduction. FAO.
23- Gutiérrez-Miceli, F.A., Moguel-Zamudio, B., Abud-Archila, M., and Dendooven, L. 2008. Sheep manure vermicompost supplemented with a native diazotrophic bacteria and mycorrhizas for maize cultivation. Bioresource Technology 99: 7020-7026.
24- Ishizuka, J. 1992. Trends in biological nitrogen fixation research and application. Plant and Soil 11: 197-209.
25- Kader, M.A. 2002. Effects of *Azotobacter* inoculant on the yield and nitrogen uptake by wheat. Journal of Biological Science 2: 259-261.
26- Kapoor, R., Chaudhary, V., and Bhatnagar, A.K. 2007. Effects of arbuscular mycorhiza and phosphorus application on artemisinin concentration in *Artemisia annua* L. Mycorrhiza 17: 581-587.
27- Kapoor, R., Giri, B., and Mukeji, K.G. 2002. *Glomus macrocarpum*: a potential bioinoculant to improve essential oil quality and concentration in dill (*Anethum gravolens* L.) and carum (*Trachyspermum ammi* (Linn.) Sprague). World Journal of Microbiology and Biotechnology 93: 307-311.
28- Khorramdel, S., Koocheki, A., Nassiri Mahallati, M., and Ghorbani, R. 2008. Application effect of biofertilizers on the growth indices of black cumin (*Nigella sativa* L.). Iranian Journal of Field Crops Research 6(2): 285-293. (In Persian with English Summary)
29- Khorramdel, S., Koocheki, A., Nassiri Mahallati, M., and Ghorbani, R. 2010. Effect of biofertilizer on yield and yield components of black cumin (*Nigella sativa* L.). Iranian Journal of Field Crops Research 8(5): 758-766. (In Persian with English Summary)
30- Kravchenko, L.V., Leonova, E.I., and Tikhonovich, I.A. 1994. Effect of root exudates of non-legume plants on the response of auxin production by associated diazotrophs. Microbial Releases 2: 267-271.

31- Lambrecht, M., Okon, Y., Vande Broek, A., and Vanderleyden, J. 2000. Indole-3-acetic acid: a reciprocal signaling molecule in bacteria-plant interactions. Trends in Microbiology 8(7): 298-300.
32- Leithy, S., El-Meseiry, T.A., and Abdallah, E.F. 2006. Effect of biofertilizer, cell stabilizer and irrigation regime on rosemary herbage oil quality. Journal of Applied Sciences Research 2: 773-779.
33- Mal, A.L., and Patidar, M. 2004. Effect of farmyard manure, fertility levels and bio-fertilizers on growth, yield and quality of sorghum (*Sorghum bicolor*). Indian Journal of Agronomy 49: 117-120.
34- Medd, R.E., Auld, B.A., Kemp, D.R., and Murison, R.D. 1985. The influence of wheat density and spatial arrangement on annual ryegrass competition. Journal of Agriculture Research 36: 361-370.
35- Moradi, R., Rezvani Moghaddam, P., Nassiri Mahallati, M., and Lakzian, A. The effect of application of organic and biological fertilizers on yield, yield components and essential oil of fennel (*Foeniculum vulgare*). Iranian Journal of Field Crops Research 7(2): 625-635. (In Persian with English Summary)
36- Omid Beygi, R. 2005. Approaches to Production and Processing of Medicinal Plants. Vol. II. Tarrahan Nashr Publication. Tehran, Iran 438 pp. (In Persian)
37- Rezvani Moghaddam, P., Aminghafori, A., Bakhshaie, S., and Jafari, L. 2013. The effect of organic and biofertilizers on some quantitative characteristics and essential oil content of summer savory (*Satureja hortensis* L.). Agroeology 5(2): 105-112. (In Persian with English Summary)
38- S. Ghasemi; S. M. Moussavi Nik
39- Sarmadnia, G.H., and Koocheki, A. 2007. Crop Physiology. Jihad-e-Daneshgahi Publication 400 pp. (In Persian)
40- Scarpa, S., and Guerci, A. 1982. Various uses of the castor oil plant (*Ricinus communis* L.) a review. Journal of Ethnopharmacology 5: 117-137.
41- Shaalan, M.N. 2005. Effect of compost and different sources of biofertilizers, on borage plants (*Borago officinalis*). Egypt Journal of Agriculture Research 83: 271-286.
42- Singer, W.J., Sally, S.D., and Meek, D.W. 2007. Tillage and compost effects on corn growth, nutrient accumulation, and grain yield. Agronomy Journal 99: 80-87.
43- Tomati, U., Grappelli, A., and Gall, E. 1987. The hormone-like effect of earthworm castson plant growth. Biology and Fertility of Soils 5: 288-294.
44- Wolf, D.W., Henderson, D.W., Chsiao, T., and Alvino, A. 1988. Interactive water and nitrogen effects on senescence of maize: I. Leaf area duration nitrogen distribution, and yield. Agronomy Journal 80: 859-864.

Journal of Agroecology
Vol. 8, No. 1, Spring 2016, p. 33-46

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 8، شماره 1، بهار 1395، ص. 46-33

Effects of Oganic and Biofertilizers on Growth Indices of Castor Bean (*Ricinus communis* L.)

A. Amin Ghafori[1], P. Rezvani Moghaddam[2*], M. Nassiri Mahallati[2] and S. Khorramdel[3]

Submitted: 11-02-2013
Accepted: 19-07-2013

Amin Ghafori, A., Rezvani Moghaddam, P., Nassiri Mahallati, M., and Khorramdel, S. 2016. Effects of organic and biofertilizers on growth indices of castor bean (*Ricinus communis* L.). Journal of Agroecology 8(1): 33-46.

Introduction

Castor plant, *Ricinus communis* L. is a species of flowering plant in the spurge family; *Euphorbiaceae*, which contains a vast number of plants mostly native to the tropics. It belongs to a monotypic genus *Ricinus*. The name *Ricinus* is a latin word for tick. The plant is probably named because its seed has markings and a dump at the end that resemble certain ticks (NCRI, 2014).

Castorbean is an industrial oil seed crop containing about 45-58 percent oil, which has tremendous application in petrochemicals, pharmaceuticals, cosmetics, textiles, chemicals, soap, leather, paints, varnishes, ink, nylon and plastic. Castor oil is traditionally associated with medicine and veterinary use in the fields of obstetrics, dermatology. It is also used as laxative. Presently, its utilization as bio-diesel has magnified its importance. Its oil does not freeze even at high altitudes and it is one the best lubricants for jet engines. This 100% castor-based product, has numerous applications in industry such as rotating glass car-wipers, ski boots fixatives, and for use in air-brake systems on trucks. Many new uses, based on the biodegradability of castor oil derived products, are expected in the future (Labalette et al., 1996). The shell of the castor bean is used as an organic termite control agent and its seed cake as manure in the soil.

Medicinal plants are valuable resources in a wide range of natural resources that scientific identification, cultivation, development and proper utilization of them can have an important role in community health, employment and non-petrol exports.

Quality of medicinal plants is more important than other crops. One of the most important factors determining the yield of castor bean is fertility. Integrated supply of nutrient to plants through combinations of organic and inorganic sources is becoming an increasingly important aspect of environmentally sound agriculture. Reports showed that the application of manure on bean has improved yield and growth index.

Materials and methods

In order to study the effects of biofertilizers and vermicompost on the growth indices of castor bean (*Ricinus communis* L.), a field experiment was conducted during the growing season of 2009 at the Agricultural Research Station, College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran. A randomized complete block design with three replications was used. Treatments included: Nitroxin biofertilizer, Phosphate suloblizing bacteria and Vermicompost and Control (without any fertilizer). The results indicated that uses of organic and biofertilizer significantly increased plant height, leaf area Index (LAI), Total Dry Matter (DM), Crop Growth Rate (CGR) compared with control. The areas of green leaves were measured using a Delta-T leaf area meter (Delta-T Devices, Cambridge, England). Then the samples, including stems and leaves were dried in a forced-air oven at 80 ^{oC} for 48 h and after the witch total dry matter (TDM) was measured. The leaf area data were divided into ground area and the leaf area index (LAI) was obtained. The LAI data were fitted to the Gaussian equation to predict the LAI of common bean in growth season. The sigmoid equation was fitted to the TDM data and by derivation from this equation, the crop growth rate (CGR) and relative growth rate were obtained. The analysis was performed using SAS 9.1 and the graphs were prepared using Excel.

Results and discussion

1, 2 and 3- PhD in Agroecology, Professor and Assistant Professor in College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran, respectively.
(*- Corresponding author Email: rezvani@um.ac.ir)

The study results indicated that uses of organic and biofertilizer significantly increased plant height, leaf Area Index (LAI), Total Dry Matter (DM) and Crop Growth Rate (CGR) compared to control. The highest and lowest leaf area index was observed in vermicompost (2.15) and control (0.88) treatments, respectively. The maximum and the minimum amounts of dry matter were recorded in the vermicompost treatment with 693.32 $g.m^{-2}$ and control with 495 $g.m^{-2}$, respectively. Crop growth rate reached to its peak in 85 days after emergence, the height and the lowest was observed in the vermicompost treatment with 16.45 $g.m^{-2}.d^{-1}$ and control with 7.63 $g.m^{-2}.d^{-1}$, respectively. Assimilation rate also reached to its maximum and minimum in vermicompost treatment (17.31 $g.m^{-2}.d^{-1}$) and control (10.91 $g.m^{-2}.d^{-1}$), respectively.

Conclusion

The results showed that integrated biofertilizer and Vermicompost are good choices for decreasing chemical fertilization application.

Keywords: Leaf Area Index, Nitroxin, Phosphate suloblizing bacteria, Vermicompost

References

Labalette, F., Estragnat, A. and Messéan, A. 1996. Development of castor bean production in France. 340-342. In: J. Janick (Eds.), Progress in new crops. ASHS Press, Alexandria, VA.).

Maiti, S., Hegde, M.R. and Chattopadhyay, S.B. 1988. Hand book of oilseed crops. Oxford & IBH publishing co. pvt. Ltd. New Delhi.

NCRI. 2014. Castor Breeding, National Cereal Research Institute, Nigeria. Report of castor germplasm collections and stakeholder identificati