نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 2، شماره 3، پاییز 1389، ص. 485-474

Journal of Agroecology
Vol. 2, No. 3, Fall 2010, p. 474-485

تأثیر ورمی کمپوست در بهبود تحمل به شوری گیاهچه‌های لوبیا قرمز رقم درخشان (*Phaseolus vulgaris* L.)

عبدالله بیک‌خورمیزی[1*]، پروانه ابریشم‌چی[2]، علی گنجعلی[3] و مهدی پارسا[4]

تاریخ دریافت: 89/7/25
تاریخ پذیرش: 89/9/24

چکیده

در سال‌های اخیر تولید فزاینده زباله در نتیجه رشد جمعیت شهری و توسعه صنایع، به عنوان یک چالش جدی مطرح است. ورمی کمپوست به عنوان محصول فرآوری زباله‌های شهری با خصوصیات فیزیکوشیمیایی مناسب، می‌تواند نقش مؤثری در رشد و نمو و نیز کاهش اثرات منفی ناشی از تنش های مختلف محیطی بر گیاهان داشته باشد. برای این منظور مطالعه‌ای با هدف بررسی بر هم کنش نسبت‌های مختلف ورمی کمپوست و تنش شوری بر صفات ریخت‌زایی گیاهچه های لوبیا قرمز رقم درخشان (*Phaseolus vulgaris* L. cv. Light Red Kidney) انجام شد. این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی، شامل پنج نسبت حجمی ورمی کمپوست و ماسه (100:0؛ 90:10؛ 75:25؛ 50:50 و 25:75) و چهار سطح شوری (30، 60، 90 و120 میلی مول بر لیتر کلرید سدیم) به ترتیب معادل 2/75، 5/5، 8/25 و 11 دسی زیمنس بر متر، به همراه شاهد(صفر)، در سه تکرار مورد بررسی قرار گرفت. بذرها در گلدان‌های پلاستیکی کاشته و نمونه‌برداری از گیاهچه‌ها 28 روز پس از کاشت انجام شد. نتایج نشان داد که در محیط بدون تنش، ورمی کمپوست تأثیر معنی داری ($p \leq 0.05$) بر طول ساقه، تعداد میانگره‌ها، سطح و وزن خشک برگ، وزن خشک، سطح، قطر و مجموع طول ریشه‌ها داشت، اما تأثیر آن بر وزن خشک ساقه معنی‌دار نبود. بر هم کنش ورمی کمپوست و شوری، تأثیر معنی‌داری بر طول ساقه، تعداد میانگره‌ها، سطح و وزن خشک برگ، سطح و وزن خشک ریشه‌ها داشت، اما تأثیر آن بر وزن خشک ساقه، قطر و مجموع طول ریشه ها معنی دارنبود. بنابراین در سطوح پائین شوری تمام نسبت‌های ورمی کمپوست و در سطوح شوری بالا، نسبت‌های بالای ورمی کمپوست می‌تواند تا حدودی اثرات نامطلوب شوری را بر گیاهچه‌های لوبیا محدود نماید.

واژه‌های کلیدی: تنش محیطی، خصوصیات فیزیکوشیمیایی، صفات ریخت‌زایی، گیاهچه

مقدمه

رشد فزاینده جمعیت و الگوی زندگی مصرفی، تولید مقادیر بسیار زیادی از پسماندهای جامد را به دنبال دارد. دفع پسماندهای جامد در شهرها، به دلیل کمبود محل دفن و قوانین محیطی، مشکل‌ساز است. بنابراین محققان به دنبال مدیریت دیگری هستند که از لحاظ اکولوژیکی و اقتصادی مناسب‌تر باشد (Ashok et al., 2008). تولید ورمی کمپوست[1] می‌تواند چاره مناسبی برای دفع موثر و بهداشتی قسمت‌های آلی پسماندهای جامد باشد (Kaviraj & Sharma, 2003). تبدیل پسماندهای آلی به ورمی کمپوست سود افزوده دارد؛ چرا که از یک طرف پسماندها به تولیدات با ارزش تبدیل می‌شود و از طرف دیگر آلاینده‌هایی که پی‌آمد افزایش جمعیت، شهر نشینی و کشاورزی مفرط است را کنترل می‌کند (Kaushik & Garg, 2003). در اراضی زراعی، از کمپوست به منظور بهبود ساختمان و افزایش حاصل خیزی خاک استفاده می‌شود (Lakhdar et al., 2009). ورمی کمپوست کود آلی است که شامل یک مخلوط زیستی بسیار فعال از باکتری‌ها، آنزیم‌ها، بقایای گیاهی و پیله‌های کرم خاکی می‌باشد (Bremness, 1999). ورمی کمپوست با دارا بودن تنوع زیستی میکروبی وسیع و فعال نسبت به کمپوست‌های تولید شده در فرایند حرارتی، به عنوان پالاینده و اصلاح کننده مهم خاک به کار گرفته می‌شود (Arancon et al., 2004a). ورمی کمپوست از خلل و فرج زیاد، ظرفیت بالای تهویه، زه کشی مناسب و ظرفیت نگه‌داری آب زیادی برخوردار است (Atiyeh et al., 2001). وجود عناصر غذایی ازت، فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم در مقایسه با سایر کودهای آلی و همچنین وجود عناصر میکرو مانند آهن، روی، مس و منگنز از دیگر مزایای کود ورمی کمپوست می‌باشد (Atiyeh et al., 2000).

1، 2، 3 و 4- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد فیزیولوزی گیاهی و دانشیار گروه زیست شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشیار پژوهشکده علوم گیاهی و دانشیار عضو هیئت علمی گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: Email: abdollahbeyk@gmail.com)

5- Vermicompost

Archive of SID
www.SID.ir

Atiyeh). ورمی کمپوست رشد گیاهان را بهتر از مواد مغذی معدنی تحریک می‌کند که به دلیل اثرات مستقیم و غیرمستقیم مواد هومیکی موجود در ورمی کمپوست است که مانند تنظیم کننده‌های رشد گیاهی عمل می‌کنند (Atiyeh et al. 2000, Arancon et al. 2003). چن و همکاران (Chen et al., 1990) گزارش کردند که با افزایش غلظت مواد هومیکی، افزایش در رشد گیاه مشاهده شد. این محققان یکی از علل افزایش رشد گیاه توسط مواد هیومیکی را تأثیر این مواد بر جذب و افزایش نفوذپذیری یون‌های فلزی بیان نمودند. سوبلر و همکاران (Subler et al., 1998) با جایگزینی 10 و20 درصد ورمی کمپوست با محیط کشت، بهبود رشد و جوانه زنی گیاهان اطلسی (*Petunia hybrida* L.)، همیشه بهار (*Calendula officinalis* L.)، فلفل (*Capsicum annum* L.)، کلم تکمه‌ای (*Brassica oleracea*) و گوجه فرنگی (*Lycopersicum esculentum* L.) را گزارش کردند. همچنین با جایگزینی6، 8 و 10 درصد ورمی کمپوست با محیط کشت پیت، افزایش رشد در گوجه فرنگی،کاهو (*Lactuca sativa* L.) و فلفل (*Capsicum annuum* L.) مشاهده شد (Wilson et al,1989). بررسی‌های آرگویلو و همکاران (Arguello et al., 2006) نشان دهنده‌ی افزایش قابل توجه عملکرد گیاه داروئی سیر (*Allium sativum* L.) در اثر مصرف ورمی کمپوست بوده است. آرانکون و همکاران (Arancon et al., 2004b) در آزمایشی روی گیاه توت فرنگی (*Fragaria xananassa* Duch.) مشاهده کردند که ورمی کمپوست وزن خشک، سطح برگ، تعداد ساقه رونده و تعداد گل را نسبت به تیمار کود شیمیایی به طور معنی داری افزایش داد. بر اساس تحقیقات انجام شده در بعضی از گیاهان نظیر آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.)، ورمی کمپوست می تواند اثرات زیان‌آور شوری را کاهش دهد و سبب افزایش رشد و تولید محصول شود (Rafiq & Nusrat, 2009). بررسی‌ها نشان داده است که زیست توده تمبر هندی (*Tamarindus indica* L.) در حضور ورمی کمپوست در محیط تنش کلرید سدیم بیش از چهار برابر افزایش یافت (Oliva et al., 2008). از آنجا که لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) یک محصول با ارزش اقتصادی است و در رژیم غذایی جامعه نقش مهمی را ایفاء می‌نماید و از طرفی، به دلیل حساسیت زیاد این گیاه به شوری و کاهش شدید رشد این گیاه در حضور شوری (Dorri, 2008)، لذا تحقیق حاضر با هدف بررسی ورمی کمپوست در شرایط تنش شوری بر خصوصیات رشد رویشی لوبیا انجام شده است.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تأثیر ورمی کمپوست در بهبود اثرات منفی ناشی از تنش شوری بر خصوصیات مورفولوژیکی گیاه لوبیا، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی با سه تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد. در این مطالعه تأثیر پنج نسبت حجمی ورمی کمپوست با ماسه شامل 100:0؛ 90:10؛ 75:25؛ 50:50 و 25:75، بر رشد رویشی لوبیا قرمز رقم درخشان در چهار سطح شوری معادل 30، 60، 90 و120 میلی مول بر لیتر کلرید سدیم به همراه شاهد (صفر)، در شرایط گلخانه که دما کنترل شده بود (25-30) و رطوبت و نور طبیعی داشت، بررسی شد. لوبیا قرمز رقم درخشان نسبت به سایر ارقام معمول دارای عملکرد بالا (2700 کیلوگرم در هکتار) و مقاوم به ویروس موزائیک معمولی لوبیا می‌باشد. این گیاه با ارتفاع 60 سانتی متر، دارای تیپ رونده و بسیار زودرس است (Dorri, 2008). تیمارهای لازم از طریق مخلوط نسبت‌های حجمی ورمی کمپوست و ماسه تهیه شدند. تجزیه‌ی شیمیایی ورمی کمپوست مورد استفاده در این آزمایش، در جدول 1 نشان داده شده است. بذر های لوبیا به مدت 24 ساعت در آب خیسانده شده و سپس در چهار قسمت از گلدان‌ها کشت شدند و بر حسب ظرفیت زراعی آبیاری شدند. گلدان ها به مدت دو هفته تا سبز شدن با آب معمولی آبیاری شدند. سپس گیاهچه‌ها تنک و در هر گلدان دو گیاهچه باقی ماند. پس از این زمان، گلدان‌ها مطابق تیمارهای آزمایشی (سطوح مختلف شوری) آبیاری شدند. به منظور ثابت نگه داشتن مقدار شوری در گلدان‌ها، هدایت الکتریکی زه آب گلدان‌ها اندازه گیری و مرتباً کنترل می‌شد. پس از سپری شدن 28 روز از زمان کاشت، گلدان‌ها برداشت و پس از آن، بخش هوایی و ریشه گیاه از بذر تفکیک شدند. سپس صفات مورفولوژیکی گیاه شامل ارتفاع به وسیله خط کش اندازه‌گیری شدند، سطح برگ‌ها به وسیله دستگاه اندازه گیری سطح برگ[1]، اندازه گیری شدند و صفات مربوط به ریشه مانند طول، سطح و قطر ریشه پس از رنگ آمیزی با پرمنگنات منیزیوم و خارج کردن آب سطح ریشه، به وسیله دستگاه اندازه گیری ریشه[2] اندازه گیری شدند. به منظور تعیین وزن خشک اندام‌های فوق، ساقه، برگ‌ها و ریشه‌ها در آون 70 درجه به مدت 48 ساعت خشک شدند و وزن خشک آن‌ها با ترازویی با دقت 0/001 گرم اندازه‌گیری شد. تجزیه آماری داده ها با استفاده از نرم افزارMstat-C انجام شد و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه دانکن استفاده شد.

نتایج و بحث

ارتفاع گیاه

نتایج حاصل از مقایسه میانگین مشاهدات نشان داد که تنش شوری تأثیر معنی داری ($p \leq 0.01$) بر ارتفاع گیاه لوبیا داشت. در این آزمایش، ارتفاع گیاه در شوری های معنی داری نشان نداد.

1- Leaf Area Meter
2- Root Analyser

Archive of SID

www.SID.ir

جدول 1- خصوصیات شیمیایی ورمی کمپوست
Table 1- Chemical characteristics of vermicompost

خصوصیات Properties	نیتروژن کل (درصد) Total N (%)	سدیم (درصد) Na (%)	پتاسیم (درصد) K (%)	کربن/نیتروژن C/N	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر) EC ($dS.m^{-1}$)	ماده آلی (درصد) Organic mater (%)
ورمی کمپوست Vermicompost	1.3-1.6	0.6-0.9	0.9-1.5	12-16	8-8.5	40-60	35-40

در شوری 120 میلی مول بر لیتر کلرید سدیم، فقط در نسبت 75 درصد ورمی کمپوست ارتفاع گیاه نسبت به شاهد بدون ورمی کمپوست افزایش نشان داد، ولی این افزایش معنی دار نبود. لذا می توان نتیجه گرفت که احتمالاً نسبت‌های بالای ورمی)، گل همیشه بهار (Atiyeh et al., 2002b) و هویج (*Daucus carota* L.) (Muscolo et al., 1999) گزارش شده است. موسکولو و همکاران (Muscolo et al., 1999)، بیان داشتند که تحریک تولید موادی شبیه به اکسین در زمان مصرف ورمی کمپوست، علت افزایش ارتفاع گیاهان می باشد. همچنین از آنجا که اسید آمینه تریپتوفان پیش ماده سنتز ایندول استیک اسید می باشد و وجود عنصر روی در ساختمان این اسید آمینه ضروری است (Tsui, 1948) و نظر به این که ورمی کمپوست غنی از مواد مغذی از جمله روی می‌باشد، بنابراین این کود می‌تواند با تأثیر بر روی سنتز هورمون‌ها به ویژه اکسین باعث افزایش رشد و متعاقب آن ارتفاع گیاه شود.

تعداد میانگره‌ها

مقایسه میانگین مشاهدات نشان داد که تنش شوری تأثیر معنی داری ($p \leq 0.01$) بر تعداد میانگره های لوبیا داشت. به طوری که کمترین تعداد میانگره‌ها(1/6) در سطح شوری 120 میلی مول بر لیتر کلرید سدیم مشاهده شد که نسبت به شاهد (2/067) کاهش معنی‌دری (22 درصد کاهش) را نشان داد. در این آزمایش سطوح شوری معادل 30 و 60 میلی مول بر لیتر کلرید سدیم، تفاوت معنی داری از نظر تعداد میانگره ها با شاهد نداشتند،ولی در سطوح بالای شوری (90 و 120 میلی مول بر لیتر کلرید سدیم) کاهش معنی داری در تعداد میانگره ها نسبت به شاهد مشاهده شد.

در این آزمایش، کاهش معنی‌دار تعداد میانگره‌های لوبیا، شوری 90 میلی مول بر لیتر کلرید سدیم می باشد و با افزایش شوری تعداد میانگره‌ها کاهش یافت (جدول 2). تعداد میانگره‌ها در نسبت حجمی 75 درصد ورمی کمپوست نسبت به شاهد تفاوت معنی‌داری نداشت. در سایر نسبت های ورمی کمپوست تعداد میانگره‌ها کاهش نشان داد (جدول 3) که با ارتفاع گیاه مطابقت دارد.

جدول 2- مقایسه میانگین صفات مربوط به خصوصیات ریشه و ساقه لوبیا قرمز رقم درخشان در سطوح مختلف شوری
Table 2- Mean comparison of characteristics related to bean root and shoot features at different salinity levels

سطوح شوری Salinity levels ($mmol.l^{-1}$ NaCl)	ارتفاع گیاه (سانتی متر) Plant height (cm)	تعداد میانگره Internode numbers	سطح برگ (میلی متر مربع) Leaf area (mm^2)	وزن خشک ساقه (میلی گرم) Stem dry weight (mg)	وزن خشک برگ (میلی گرم) dry Leaf weight (mg)	مجموع طول ریشه (میلی متر) Total root length (mm)	سطح ریشه (میلی متر مربع) Root area (mm^2)	قطر ریشه (میلی متر) Root diameter (mm)	وزن خشک ریشه (میلی گرم) Root dry weight (mg)
0	8.86 a*	2.067 a	11640 a	0.15 a	0.47 a	16100 a	10960 a	0.335 c	0.296 a
30	8.83 a	2.07 a	100050 a	0.107 b	0.4 b	18070 a	9801 a	0.382 bc	0.263 ab
60	8.77 ab	1.97 ab	8032 b	0.097 b	0.33 c	8963 b	7234 b	0.42 ab	0.214 bc
90	8.3 bc	1.87 b	6512 bc	0.087 b	0.248 d	8391 bc	6772 bc	0.437 a	0.233 bc
120	8.1 c	1.6 c	5502 c	0.094 b	0.268 d	6560 c	5550 c	0.463 a	0.19 c

* در هر ستون، میانگین هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک می‌باشند، مطابق آزمون چند دامنه ای دانکن تفاوت معنی داری ندارند ($p \leq 0.05$).

* Means, in each column, followed by at least one letter in common are not significantly different statistically, using Duncans Multiple Range Test ($p \leq 0.05$).

Archive of SID

www.SID.ir

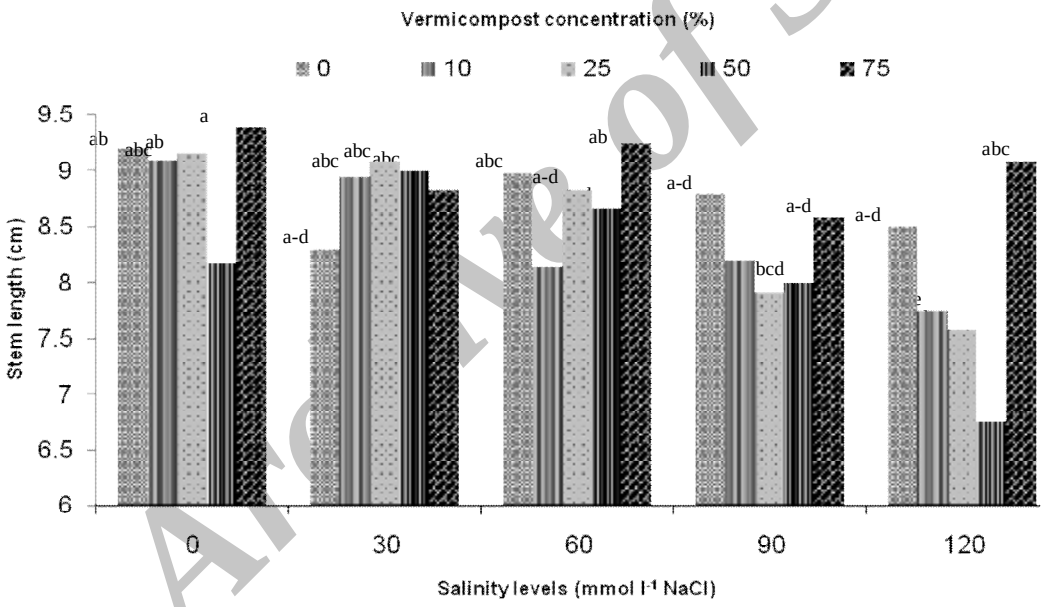
جدول 3- مقایسه میانگین صفات مربوط به خصوصیات ریشه و ساقه لوبیا رقم قرمز درخشان در غلظت های مختلف ورمی کمپوست

Table 3- Mean comparison of characteristics related to bean root and shoot features at different vermicompost concentrations

وزن خشک ریشه (میلی گرم) root dry weight (mg)	قطر ریشه (میلی متر) Root diameter (mm)	سطح ریشه (میلی متر مربع) Root area (mm^2)	مجموع طول ریشه (میلی متر) total root length (mm)	وزن خشک برگ (میلی گرم) Leaf dry weight (mg)	وزن خشک ساقه (میلی گرم) Root dry weight (mg)	سطح برگ (میلی متر مربع) Leaf area (mm^2)	تعداد میانگره Internode numbers	ارتفاع گیاه (سانتی متر) Plant height (cm)	نسبت ورمی کمپوست Vermicompost ratio
0.298 a	0.392 b	10960 a	14850 a	0.268 c	0.105a	8115 b	2.0 a	8.76 ab*	0
0.212 c	0.456 a	7515 b	9168 b	0.327 b	0.095 a	8192 b	1.83 b	8.43 bc	10
0.232 bc	0.429 ab	6910 b	9312 b	0.343 b	0.106 a	7985 b	1.83 b	8.5 abc	25
0.19 c	0.392 b	6756 b	13700 a	0.34 b	0.119 a	7569 b	1.83 b	8.12 c	50
0.263 ab	0.373 b	8173 b	11050 b	0.439 a	0.11 a	9870 a	2.07 a	9 a	75

*در هر ستون، میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک می باشند مطابق آزمون چند دامنه‌ای دانکن تفاوت معنی‌داری ندارند ($p \leq 0.05$).

* Means, in each column, followed by at least one letter in common are not significantly different statistically, using Duncans Multiple Range Test ($p \leq 0.05$).



شکل 1- اثر متقابل ورمی کمپوست و شوری بر ارتفاع گیاهچه‌های چهار هفته‌ای لوبیا

Fig. 1 – Interaction between vermicompost and salinity on the height of four weeks old seedling of bean

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک برای هر سطح کمپوست، در سطح احتمال 5 درصد، تفاوت معنی‌داری ندارند.

Means followed by similar letters for each compost level are not significantly different at 5% probability level.

بر هم کنش شوری و ورمی کمپوست بر تعداد میانگره‌ها معنی دار ($p \leq 0.01$) است. شکل 2 برهم کنش شوری و ورمی کمپوست را بر تعداد میانگره‌ها نشان می‌دهد. در شوری معادل30 و 60 میلی مول بر لیتر کلرید سدیم، تعداد میانگره‌ها در نسبت های مختلف ورمی کمپوست، مشابه و تفاوت معنی‌داری نداشتند. در شوری 120 میلی مول بر لیتر کلرید سدیم نیز تنها در نسبت 75 درصد ورمی کمپوست تعداد میانگره‌ها برابر با شاهد بدون ورمی کمپوست بود در حالی که در سایر نسبت ها ی ورمی کمپوست، تعداد میانگره ها کاهش معنی داری را نشان داد. این نتایج با یافته ها در مورد ارتفاع گیاه مطابقت دارد (شکل 1). بنابراین استفاده از ورمی کمپوست در

Archive of SID

www.SID.ir

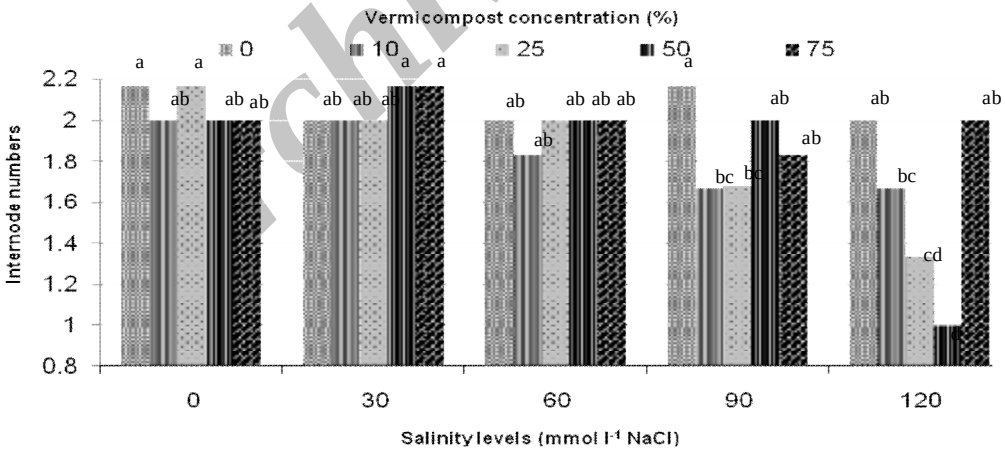
نسبت‌های بالا ممکن است بتواند اثرات منفی شوری را کاهش دهد. در سطوح میانی و بالای شوری (60، 90 و 120 میلی مول بر لیتر کلرید سدیم) احتمالاً ورمی کمپوست نیز به عنوان منبع شوری عمل نموده و اثرات کاهشی بر ارتفاع گیاه و تعداد میانگره ها دارد. ولی در نسبت‌های بالای ورمی کمپوست اثرات مفید این کود آلی بیشتر از اثرات منفی آن بوده و احتمالاً برآیند به سمت تأثیر مثبت ورمی کمپوست بوده است. همین موضوع می تواند دلیل کاهش ارتفاع گیاه در غلظت 50 درصد ورمی کمپوست نسبت به غلظت 75 درصد ورمی کمپوست باشد. تان و تانتی ویرامانوند (Tan & Tantiwiramanond, 1983) بیان کردند که با افزایش هومیک اسید به عنوان یک ماده آلی به محیط کشت، تعداد گره سویا (*Glycine max* L.) افزایش یافت. از طرفی در صورت عدم حضور سدیم در محیط، پتاسیم در تشکیل میانگره نقش اساسی دارد (Taiz & Zeiger, 2002). رناتو و همکاران (Renato et al., 2003) گزارش کرد که افزایش مقدار ورمی کمپوست باعث افزایش فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم می‌شود.

سطح برگ در بوته

مقایسه میانگین مشاهدات نشان داد که تنش شوری تأثیر معنی داری ($p \leq 0.01$) بر سطح برگ لوبیا دارد. کمترین مقدار سطح برگ (5502 میلی متر مربع) در شوری 120 میلی مول بر لیتر کلرید سدیم مشاهده شد که نسبت به شاهد (11640 میلی متر مربع)، بیش از 50 درصد کاهش نشان داد. در این آزمایش شوری معادل 30 میلی مول بر لیتر کلرید سدیم، تفاوت معنی داری از نظر سطح برگ با شاهد نداشت، ولی در سایر سطوح شوری، سطح برگ کاهش معنی داری نسبت به شاهد نشان داد (جدول 2). ورمی کمپوست تأثیر معنی داری ($p \leq 0.05$) بر سطح برگ لوبیا داشت. نتایج مقایسه میانگین نسبت-های مختلف ورمی کمپوست مؤید این است که سطح برگ در نسبت های حجمی 10، 25 و 50 درصد، تفاوت معنی داری با شاهد (بدون ورمی کمپوست) نداشت، ولی در نسبت 75 درصد، سطح برگ به صورت معنی داری (حدود 17 درصد) افزایش یافت (جدول 3). بر هم کنش شوری و ورمی کمپوست بر سطح برگ معنی دار است. شکل 3 برهم کنش تنش شوری و ورمی کمپوست را بر سطح برگ نشان می دهد.

در شوری معادل 30 میلی مول بر لیتر کلرید سدیم، سطح برگ در تمام نسبت‌های ورمی کمپوست، نسبت به شاهد (بدون ورمی کمپوست) افزایش نشان داد، اما این افزایش، تنها در نسبت 25 درصد ورمی کمپوست معنی‌دار بود.

در شوری 60 و 90 میلی مول بر لیتر کلرید سدیم، سطح برگ در تمام نسبت‌های ورمی کمپوست، نسبت به شاهد کاهش یافت، ولی این کاهش معنی دار نبود. در شوری معادل 120 میلی مول بر لیتر کلرید سدیم، سطح برگ تنها در نسبت 75 درصد ورمی کمپوست نسبت به شاهد افزایش نشان داد، اما این افزایش معنی دار نبود. بنابراین ورمی کمپوست در شوری‌های کم، احتمالاً می تواند اثرات نا مطلوب شوری بر سطح برگ لوبیا را بهبود بخشد و در سطوح شوری بالا، مقادیر بالای ورمی کمپوست می‌تواند تا حد زیادی اثرات منفی تنش شوری را محدود نماید.



شکل 2- اثر متقابل ورمی کمپوست و شوری بر تعداد میانگره های گیاهچه‌های چهار هفته‌ای لوبیا

Fig. 2 – Interactions between vermicompost and salinity on the internode numbers of four weeks old seedling of bean

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک برای هر سطح کمپوست، در سطح احتمال 5 درصد، تفاوت معنی داری ندارند.

Means followed by similar letters for each compost level are not significantly different at 5% probability level.

Archive of SID

www.SID.ir

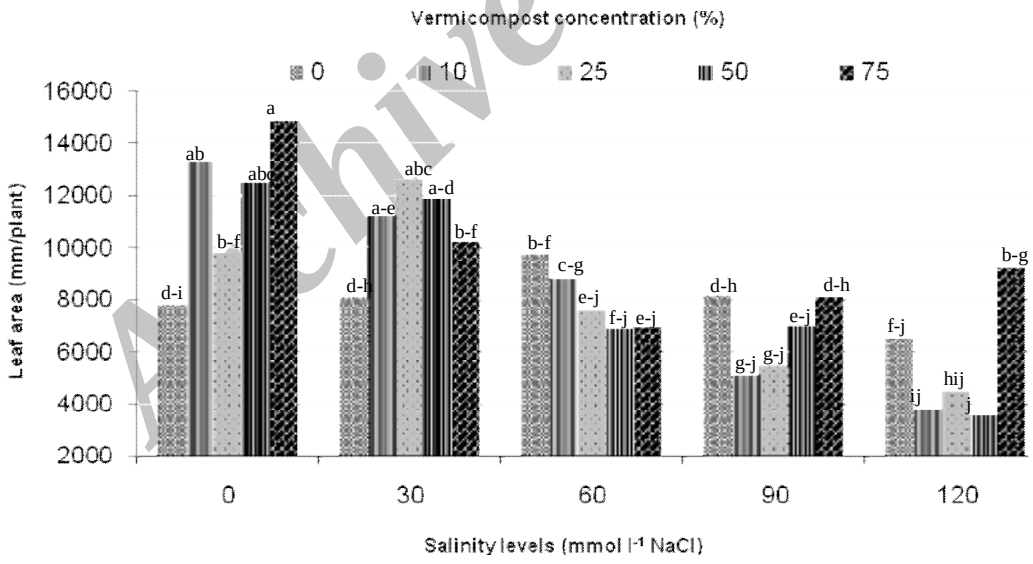
در تحقیقات دیگری نیز افزایش سطح برگ در محیط حاوی ورمی کمپوست در گیاه خیار (*Cucumis sativus* L.) (Sallaku et al., 2009)، تربچه و همیشه بهار (AngLopez & Warman, 2010) و گوجه فرنگی و خیار (Atiyeh et al, 2002a) نشان داده شده است. آرانکون و همکاران (Arancon et al., 2004b) علت افزایش سطح برگ توت فرنگی در حضور ورمی کمپوست را به دلیل افزایش جمعیت میکروبی در ورمی کمپوست، نسبت دادند.

مک جینیس و همکاران (Mcginnis et al., 2003) افزایش سطح برگ ریحان (*Ocimum basilicum* L.) در حضور ورمی کمپوست را به بهبود خواص فیزیکی محیط، افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌ها و افزایش ظرفیت نگهداری آب نسبت دادند. همچنین ادواردز و همکاران (Edwards et al., 2004) گزارش کردند که تلفیق هومات‌های استخراج شده از ورمی‌کمپوست کود خوک به محیط بدون خاک مترو میکس 360، به طور معنی داری ارتفاع و سطح برگ نشاهای گوجه فرنگی را افزایش داد.

وزن خشک ساقه در بوته

نتایج حاصل از مقایسه میانگین مشاهدات نشان داد که تنش شوری تأثیر معنی داری ($p \leq 0.01$) بر وزن خشک ساقه لوبیا داشت. در تمام سطوح شوری، وزن خشک ساقه نسبت به شاهد به صورت معنی‌داری کاهش یافت (جدول 2). ورمی کمپوست تأثیر معنی داری بر وزن خشک ساقه لوبیا نداشت. نتایج مقایسه میانگین نسبت های مختلف ورمی کمپوست نشان داد که وزن خشک ساقه، در نسبت‌های مختلف ورمی کمپوست تفاوت ها معنی داری نداشتند (جدول 3). نتایج تجزیه واریانس مشاهدات نشان داد که برهم کنش شوری و ورمی کمپوست بر وزن خشک ساقه معنی دار نیست و بنابراین پاسخ وزن خشک ساقه لوبیا در نسبت های مختلف ورمی کمپوست در سطوح مختلف شوری یکسان است (داده‌ها نشان داده نشده است). نتایج آرانکون و همکاران (Arancon et al., 2004b) در گیاه توت فرنگی، گاجالاکشمی و عباسی (Gajalakshmi & Abbasi, 2002) در بامیه (*Hibiscus esculentus* L.) و گوجه فرنگی، مؤید افزایش وزن خشک گیاهان در حضور ورمی کمپوست است.

آتیه و همکاران (Atiyeh et al., 2000) نیز، افزایش وزن گیاهان گوجه فرنگی تیمار شده با ورمی کمپوست را به دلیل تغییر در شرایط فیزیکی، شیمیایی و خصوصیات میکروبی و زیستی محیط کشت اعلام نمودند. در این راستا ادواردز و همکاران (Edwards et al., 2004) بیان کردند که وزن خشک بخش هوایی گیاهچه‌های گوجه فرنگی رشد یافته در غلظت های مختلف مواد هومیکی، نسبت به شاهد افزایش نشان داده است.



شکل 3- اثر متقابل ورمی کمپوست و شوری بر سطح برگ گیاهچه‌های چهار هفته‌ای لوبیا

Fig. 3 – Interaction between vermicompost and salinity on leaf area of four weeks old seedling of bean

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک برای هر سطح کمپوست، در سطح احتمال 5 درصد، تفاوت معنی‌داری ندارند.

Means followed by similar letters for each compost level are not significantly different at 5% probability level.

Archive of SID

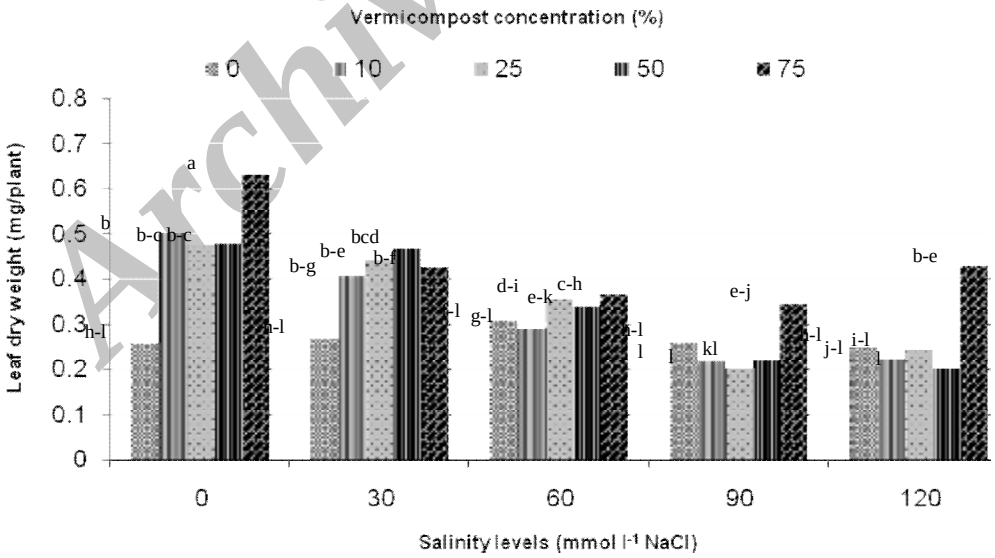
www.SID.ir

وزن خشک برگ در بوته

تنش شوری تأثیر بسیار معنی داری ($p \leq 0.01$) بر وزن خشک برگ لوبیا داشت. مقایسه میانگین مشاهدات نشان داد که وزن خشک برگ در تمام سطوح شوری نسبت به شاهد به صورت معنی داری کاهش یافت. به طوری که در شوری 120 میلی مول بر لیتر کلرید سدیم، وزن خشک برگ نسبت به شاهد حدود 43 درصد کاهش نشان داد (جدول 2). ورمی کمپوست نیز تأثیر معنی داری ($p \leq 0.01$) بر وزن خشک برگ لوبیا داشت و تیمار با ورمی کمپوست در تمام نسبت های آن، وزن خشک برگ را نسبت به شاهد به صورت معنی داری افزایش داد. بیشترین وزن خشک برگ (0/4385 میلی گرم) در نسبت 75 درصد ورمی کمپوست مشاهده شد (جدول 3) که نسبت به شاهد حدود 40 درصد افزایش داشت. برهم کنش شوری و ورمی کمپوست نیز تأثیر معنی داری ($p \leq 0.01$) بر وزن خشک برگ لوبیا داشت. همان طور که در شکل 4 مشاهده می شود، در شوری 30 میلی مول بر لیتر کلرید سدیم، وزن خشک برگ در تیمار با نسبت های ورمی کمپوست نسبت به شاهد بدون ورمی کمپوست، به طور معنی داری افزایش یافت. در شوری 60 میلی مول بر لیتر کلرید سدیم، در نسبت های 25، 50 و 75 درصد ورمی کمپوست وزن خشک برگ افزایش یافت ولی این افزایش معنی‌دار نبود. در شوری 90 و 120 میلی مول بر لیتر کلرید سدیم، تنها در نسبت 75 درصد ورمی کمپوست وزن خشک برگ افزایش نشان داد، ولی این افزایش تنها در شوری 120 میلی مول بر لیتر کلرید سدیم معنی دار بود. بنابراین در تنش‌های پایین، تمام نسبت‌های ورمی کمپوست و در تنش های بالای شوری، نسبت‌های بالای ورمی کمپوست می‌تواند اثرات نامطلوب تنش شوری را بر وزن خشک برگ محدود نماید. تحقیقات دیگر نیز افزایش وزن خشک گیاه خیار (Sallaku et al., 2009)، توت فرنگی (Arancon et al., 2004b)، سویا و یولاف (*Avena ludoviciana*) (Atiyeh et al., 2001) و اطلسی، همیشه بهار، فلفل و گوجه فرنگی (Subler et al., 1998) را با کاربرد ورمی کمپوست نشان داده است. آتیه و همکاران (Atiyeh et al., 2000) نیز، افزایش وزن گیاهان گوجه فرنگی تیمار شده با ورمی کمپوست را به دلیل تغییر در شرایط فیزیکی، شیمیایی و خصوصیات میکروبی و زیستی محیط کشت دانستند.

مجموع طول ریشه‌ها در بوته

مقایسه میانگین مشاهدات نشان داد که تنش شوری تأثیر معنی داری ($p \leq 0.01$) بر مجموع طول ریشه های لوبیا داشت. مجموع طول ریشه ها در شوری 30 میلی مول بر لیتر کلرید سدیم، تفاوت معنی داری نسبت به شاهد نشان نداد، ولی در سایر سطوح شوری با افزایش تنش شوری، مجموع طول ریشه‌ها کاهش یافت به طوری که کمترین مقدار مجموع طول ریشه‌ها (6560 میلی متر) در سطح شوری 120 میلی مول بر لیتر کلرید سدیم مشاهده گردید که حدود 60 درصد کمتر از شاهد بود(جدول 2).



شکل 4- اثر متقابل ورمی کمپوست و شوری بر وزن خشک برگ گیاهچه‌های چهار هفته‌ای لوبیا

Fig. 4 – Interaction between vermicompost and salinity on the leaf dry weight of four weeks old seedling of bean

ستون‌ها با حرف یا حروف مشترک، تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال $p \leq 0.05$ ندارند.

Columns with the same letter are not significantly different at $p \leq 0.05$ probability.

Archive of SID

www.SID.ir

ورمی کمپوست تأثیر معنی داری ($p \leq 0.01$) بر مجموع طول ریشه‌های لوبیا داشت. به طوری که در تمام نسبت‌های ورمی کمپوست، مجموع طول ریشه‌ها نسبت به شاهد کاهش یافت که این اختلاف‌ها به استثنای غلظت 50 درصد ورمی کمپوست در سایر سطوح ورمی کمپوست معنی‌دار بود (جدول 3). نتایج تجزیه واریانس مشاهدات نشان داد که برهم کنش شوری و ورمی کمپوست بر مجموع طول ریشه‌ها معنی‌دار نیست و بنابراین پاسخ مجموع طول ریشه‌های لوبیا در نسبت‌های مختلف ورمی کمپوست و شوری یکسان است (داده‌ها نشان داده نشده است). در مطالعه‌ای، طول ریشه‌های لوبیا و گیاه *Abelmoschus esculentus*، در حضور ورمی کمپوست افزایش یافت، ولی طول ریشه ذرت (*Zea mays* L.) روند خاصی را نشان نداد (Samiran et al., 2010). این محققان بیان داشتند که الگوهای متفاوت جذب موادمعدنی در گیاهان مختلف، احتمالاً دلیل اصلی واکنش‌های متفاوت گیاهان به غلظت‌های مختلف ورمی کمپوست است. در این ارتباط غلظت بالای اکسین مانع رشد ریشه است، همچنین اکسین بیوسنتز اتیلن که بازدارنده رشد ریشه است را تحریک می‌کند (Taiz & Zeiger, 2002). این هورمون و سایر هورمون‌های رشد در ورمی کمپوست وجود دارند.

سطح ریشه در بوته

تنش شوری تأثیر معنی داری ($p \leq 0.01$) بر سطح ریشه لوبیا داشت. مقایسه میانگین مشاهدات در سطوح مختلف شوری حاکی از کاهش سطح ریشه با افزایش تنش شوری است که با کاهش مجموع طول ریشه‌ها مطابقت دارد. گزارش های زیادی حاکی از همبستگی مثبت و بسیار بالای مجموع طول ریشه‌ها با سطح ریشه وجود دارد (Ganjeali et al., 2004; 2007). بیشترین (10960 میلی متر مربع) و کمترین (5550 میلی متر مربع) سطح ریشه به ترتیب در تیمار شاهد و شوری 120 میلی مول بر لیتر کلرید سدیم، مشاهده شد (جدول 2). همچنین ورمی کمپوست نیز تأثیر معنی‌داری ($p \leq 0.01$) بر سطح ریشه لوبیا داشت به طوری که سطح ریشه در تمام نسبت‌های ورمی کمپوست نسبت به شاهد کاهش معنی داری نشان داد (جدول 3) که مطابق با مجموع طول ریشه‌ها می‌باشد. برهم کنش شوری و ورمی کمپوست بر سطح ریشه معنی دار ($p \leq 0.05$) است. شکل 5 برهم-کنش شوری و ورمی کمپوست را بر سطح ریشه نشان می دهد. همان طور که از شکل پیداست در شوری معادل 30 میلی مول بر لیتر کلرید سدیم، سطح ریشه در تمام نسبت‌های ورمی کمپوست نسبت به شاهد (بدون ورمی کمپوست) کاهش نشان داد که این کاهش معنی دار نیست. در شوری معادل 60 میلی مول بر لیتر کلرید سدیم، در تمام نسبت‌های ورمی کمپوست کاهش سطح ریشه نسبت به شاهد مشاهده شد که این کاهش در غلظت‌های 25، 50 و 75 درصد ورمی کمپوست معنی دار بود. سطح ریشه در شوری 90 میلی مول بر لیتر کلرید سدیم، در تمام نسبت‌های ورمی کمپوست، به طور معنی‌داری کاهش نشان داد. در شوری 120 میلی مول بر لیتر کلرید سدیم، سطح ریشه نسبت به شاهد در نسبت‌های 10، 25 و 50 درصد ورمی کمپوست کاهش معنی داری نشان داد، ولی این کاهش در نسبت 75 درصد معنی‌دار نیست. بنابراین نسبت‌های مختلف ورمی کمپوست باعث کاهش سطح ریشه می شود. در این رابطه می‌توان گفت که احتمالاً افزایش ورمی کمپوست در محیط ریشه شرایط را برای جذب آب و عناصر غذایی، بهتر مهیا نموده است و گیاه برای دریافت عناصر غذایی و آب، انرژی کمتری را برای رشد ریشه در راستای جذب بیشتر آب و عناصر غذایی هزینه کرده است.

قطر ریشه در بوته

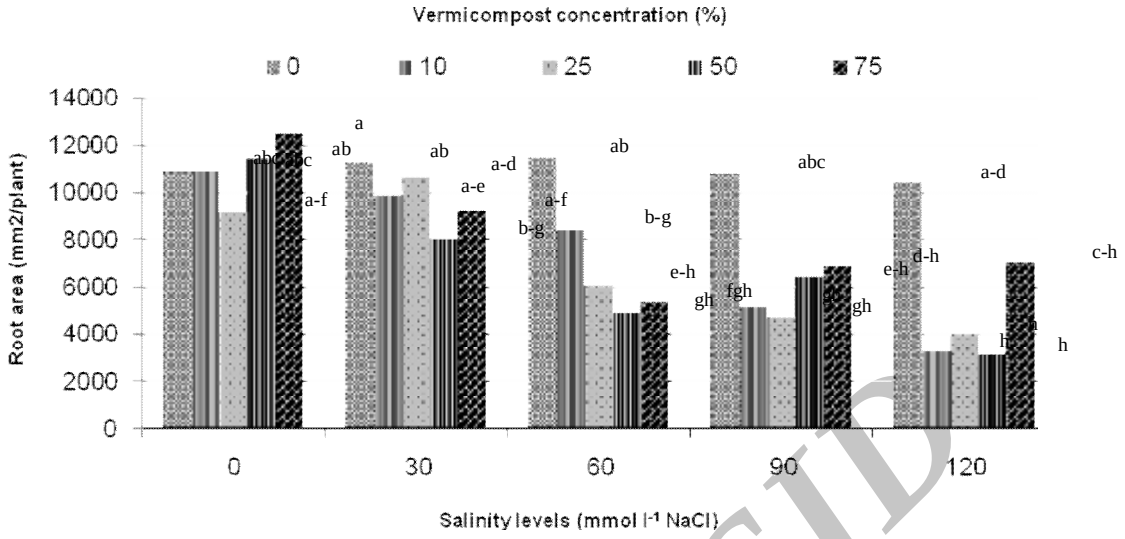
نتایج حاصل از مقایسه میانگین مشاهدات نشان داد که تنش شوری تأثیر معنی‌داری ($p \leq 0.01$) بر قطر ریشه لوبیا داشت. بیشترین (0/463 میلی متر) و کمترین (0/335 میلی متر) قطر ریشه به ترتیب در سطوح شوری 120 میلی مول بر لیتر کلرید سدیم و شاهد مشاهده شد (جدول 2). ورمی کمپوست تنها در نسبت 10 درصد، قطر ریشه را نسبت به شاهد، حدود 14 درصد افزایش داد که این اختلاف معنی‌دار بود (جدول 3). نتایج حاصل از تجزیه واریانس مشاهدات نشان داد که برهم کنش شوری و ورمی کمپوست بر قطر ریشه معنی دار نیست و نسبت‌های مختلف ورمی کمپوست نمی‌تواند اثرات نا مطلوب شوری بر قطر ریشه را محدود نماید (داده‌ها نشان داده نشده است). آتیه و همکاران (Atiyeh et al., 2001) بیان داشتند که فعالیت میکروارگانیسم‌های موجود در ورمی کمپوست سبب تبدیل نیتروژن آمونیومی به نیترات می‌شود و از جمله اثرات مثبت نیترات افزایش در قطر است.

وزن خشک ریشه در بوته

تنش شوری تأثیر معنی داری ($p \leq 0.01$) بر وزن خشک ریشه لوبیا داشت. مقایسه میانگین مشاهدات نشان داد که وزن خشک ریشه در تمام سطوح شوری به استثنای شوری 30 میلی مول بر لیتر کلرید سدیم، نسبت به شاهد کاهش معنی‌داری داشت، به طوری که کمترین وزن خشک ریشه (0/19 میلی گرم) در شوری 120 میلی مول بر لیتر کلرید سدیم مشاهده شد که نسبت به شاهد 35 درصد کاهش نشان داد. بنابراین آستانه کاهش وزن خشک ریشه لوبیا، شوری بیش از 30 میلی مول بر لیتر کلرید سدیم می باشد (جدول 2). ورمی کمپوست تأثیر معنی‌داری ($p \leq 0.01$) بر وزن خشک ریشه لوبیا داشت.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل 5- اثر متقابل ورمی کمپوست و شوری بر سطح ریشه لوبیا

Fig. 5 – Interaction between vermicompost and salinity on the root area of bean

ستون ها با حرف یا حروف مشترک، تفاوت معنی داری در سطح $p \leq 0.05$ ندارند.

Columns with the same letter are not significantly different at $p \leq 0.05$ probability.

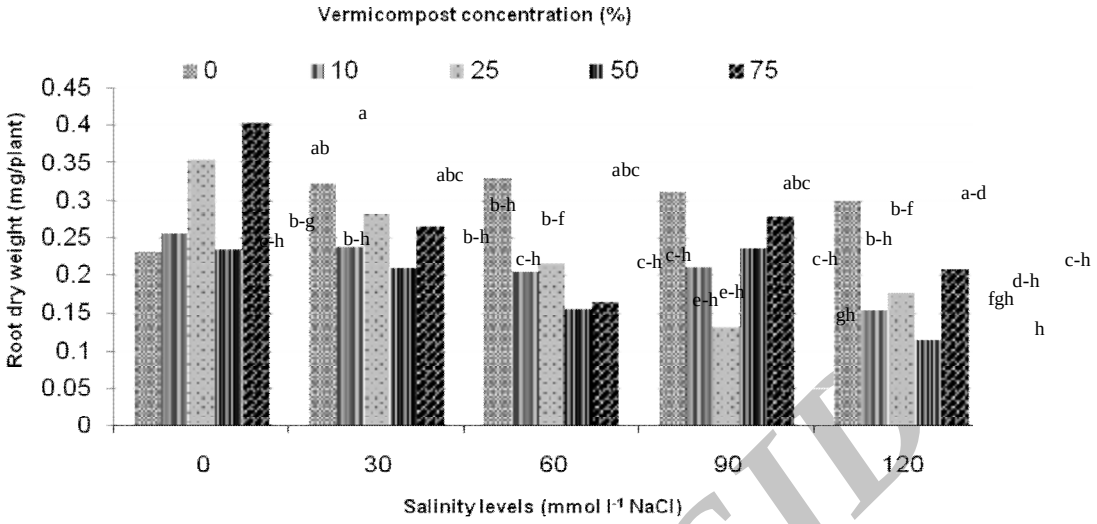
بیشترین وزن خشک ریشه (0/298 میلی گرم) مربوط بـه تیمـار شاهد بود که با تیمار 75 درصد ورمی کمپوست تفـاوت معنـی داری نشان نداد ولی نسبت به سایر نسبت‌های ورمـی کمپوسـت افـزایش معنی داری داشت (جدول 3). این یافته‌ها با نتـایج سـطح و مجمـوع طول ریشه‌ها در حضور ورمی کمپوست منطبق اسـت. بـرهم کـنش شوری و ورمی کمپوست بر وزن خشک ریشـه معنـی‌دار ($p \leq 0.05$) است. در شوری معادل 30 میلی مول بر لیتر کلرید سدیم، وزن خشک ریشه در تمام نسبت‌های ورمی کمپوست نسبت به شاهد (بدون ورمی کمپوست) کاهش نشان داد. ولی این تفاوت‌ها معنی دار نبود. در سایر سطوح شوری نیز، وزن خشـک ریشـه در تمـام نسـبت‌هـای ورمـی کمپوست نسبت به شاهد (بدون ورمی کمپوست) کاهش نشان داد که این تفاوت‌ها در شوری 60 میلی مول بر لیتر کلرید سدیم، در نسـبت های 50 و 75 درصد و در شوری 90 میلی مول بر لیتر کلرید سدیم، در نسبت 25 درصد و در در شوری 120 میلی مـول بـر لیتـر کلریـد سدیم، در نسبت های 10 و 50 درصد ورمی کمپوست معنی دار بـود (شـکل 6). پریتـام و گـارگ (Pritam & Garg, 2010)، افـزایش بیوماس ریشه گل همیشه بهار را در حضور ورمی کمپوست گـزارش کردند که با نتایج این آزمایش مطابقت ندارد که می توان به الگوهای متفاوت جذب مواد معدنی در گیاهان مختلف در حضور غلظـت‌هـای مختلف ورمی کمپوست نسبت داد.

نتیجه گیری

به طور کلی نتایج این مطالعه نشان داد که در محیطهای بـدون تنش، صفات رویشی گیاه مانند ارتفاع و سطح برگ در حضور نسبت های ورمی کمپوست افزایش می یابد. در سطوح پـائین شـوری (30 میلی مول NaCl)، تمام نسبت‌های ورمـی کمپوسـت توانسـت رشـد رویشی لوبیا را بهبود بخشد، ولی در سطوح بالاتر شوری، نسبت بالای ورمی کمپوست (نسبت حجمی 75 درصد) اثرات نامطلوب شـوری را کاهش داد. در این رابطه احتمالاً به دلیل وجود میکروارگانیسـم‌هـا از جملـه میکـوریزا و نقـش ایـن میکروارگانیسـم در افـزایش هـدایت هیدرولیکی آب در ریشه های گیـاه، افـزایش سـطح جـذب و نقـاط ورودی آب و عناصر معدنی، راندمان جذب آب توسط ریشه‌های گیاه افزایش یافته است. بدیهی است که در این شـرایط بـه دلیـل جـذب بیشتر و کارآمدتر آب و عناصر معدنی مورد نیاز، تحمل به شوری گیاه بهبود می یابد. بررسی‌ها مؤید این مطلب است که در محیطهای شور عناصری مانند کلسیم و منیزیوم جایگزین سـدیم در کمـپلکس‌هـای پیچیده شده و در نهایت جذب سدیم کاهش می‌یابـد (Lakhdar et al., 2009). بنابراین در غلظت‌های بـالای ورمـی کمپوسـت وجـود عناصر معدنی بسیار فراوان در محیط کشت گیـاه، مـی‌توانـد اثـرات نامطلوب شوری را کاهش دهد.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل 6- اثر متقابل ورمی کمپوست و شوری بر وزن خشک ریشه لوبیا

Fig. 6 – Interaction between vermicompost and salinity on the root dry weight of bean

ستون‌ها با حرف یا حروف مشترک، تفاوت معنی داری در سطح احتمال $p \leq 0.05$ ندارند.

Columns with the same letter are not significantly different at $p \leq 0.05$ probability.

منابع

1- Ashok, P., Carlos, R.S., and Christian, L. 2008. Current Developments in Solid-state Fermentation. Asiatech Publishers, INC. New Delhi. 517 pp.

2- Arancon, N.Q., Edvards, C.A., Bierman, P., Welch, C., and Metzger, J.D. 2004a. Effect of vermicompost produced from food wasters on the growth and yield of greenhouse peppers. Bioresource Technology 93: 139-143.

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

4- Arancon, N.Q., Lee, S., Edwards, C.A., and Atiyeh, R.M. 2003. Effects of humic acids derived from cattle, food and paper-waste vermicomposts on growth of greenhouse plants: The 7th international symposium on earthworm ecology. Cardiff Wales 2002. Pedobiologia 47: 741-744.

5- Arancon, N., Edwards, C., Dick, R., and Dick, L. 2007. Vermicompost tea production and plant growth impacts. Biocycle 51-52.

6- Arancon, N.Q., Edwards, C.A., Babenko, A., Cannon, J., Galvis, P., and Metzger, J.D. 2008. Influences of vermicomposts, produced by earthworms and microorganisms from cattle manure, food waste and paper waste, on the germination, growth and flowering of petunias in the greenhouse. Soil Ecology 39: 91-99.

7- Archana, P.P., Theodore, J.K.R., Ngyuen, V.H., Stephen, T.T., and Kristen, A.K. 2009. Vermicompost extracts influence growth, mineral nutrients, phytonutrients and antioxidant activity in pak choi (*Brassica rapa* cv. Bonsai, Chinensis group) grown under vermicompost and chemical fertiliser. Journal of the Science of Food and Agriculture 89: 2383–2392.

8- Arguello, J.A., Ledesma, A., Nunez, S.B., Rodriguez, C.H., and Goldfarb, M.D.D. 2006. Vermicompost effects on bulbing dynamics, nonstructural effects on bulbing dynamics, nonstructural paraguayo garlic bulbs. Horticulture Science 41: 589-592.

9- Atiyeh, R.M., Arancon, N.Q., Edwards, C.A., and Metzger, J.D. 2000. Influence of earthworm-processed pig manure on the growth and yield of green house tomatoes. Bioresource Technology 75: 175-180.

10- Atiyeh, R.M., Dominguez, J., Subler, S., and Edwards, C.A. 2000. Biochemical changes in cow manure processed by earthworms (*Eisenia rapez*) and their effects on plant-growth. Pedobiologia 44: 709-724.

11- Atiyeh, R.M., Edwards, C.A., Subler, S. and Metzger, J.D. 2000. Earthworm processed organic wastes as components of horticultural potting media for growing marigolds and vegetable seedlings. Compost Science and Utilization 8: 215.223.

Archive of SID

www.SID.ir

12- Atiyeh, R.M., Subler, S., Edwards, C.A., Bachman, G., Metzger, J.D., and Shuster, W. 2000. Effects of vermicomposts and compost on plant growth in horticultural container media and soil. Pedobiologia 44: 579-590.
13- Atiyeh, R.M., Arancon, N., Edwards, C.A., and Metzger, J.D. 2001. The influence of earthworm processed pig manure on the growth and productivity of marigolds. Bioresource Technology 81: 103-108.
14- Atiyeh, R.M., Edwards, C.A., Subler, S., and Metzger, J.D. 2001. Pig manure vermicompost as a component of a horticultural bedding plant medium: effects on physicochemical properties and plant growth. Bioresource Technology 78: 11-20.
15- Atiyeh, R.M., Arancon, N.Q., Edwards, C.A., and Metzger, J.D. 2002a. The influence of humic acids drived from earthworm processed organic wastes on plant growth. Bioresource Technology 84: 7- 14.
16- Atiyeh, R.M., Arancon, N.Q., Edwards, C.A., and Metzger, J.D. 2002b. Incorporation of earthworm processed organic wastes into greenhouse container media for production of marigolds. Bioresource Technology 81: 103-108.
17- Bremness, L. 1999. Herbs. Eyewitness Handbook, London, 176 PP.
18- Chen, Y., and Aviad, T. 1990. Effect of humic substances on plant growth. In: MacCarthy, P., Clap, C.E., Malcolm, R.L., Bloom, P.R. (Eds.), humic substances in Soil and Crop Sciences: Sellected Readings. ASA and SSSA, Madison, WI, 161-167.
19- Dorri, H.R. 2008. Bean Agronomy. Publication Series of Research Center of Bean, Khomein. 46 PP. (In Persian).
20- Edwards, C.A. 2004. Earthworm Ecology. International Standard Book Number 0-8493-1819-X. 424 PP.
21- Gajalakshmi, S., and Abbasi, S.A. 2002. Effect of the application of water hyacinth compost/vermicompost on the growth and flowering of *Crassandra undulaefolia*, and on several vegetables. Bioresource Technology 85: 197-199.
22- Ganjeali, A., Kafi, M., and Bagheri, A. 2007. The new approaches of chickpea (*Cicer arietinum* L.) root study. Iranian Journal of Field Crops Research 13: 179-188. (In Persian with English Summary)
23- Ganjeali, A., Kafi, M. Bagheri, A., and Shahriyari, F. 2004. Allometric relationship between root and shoot characteristics of chickpeas seedling (*Cicer arietinum* L.). Iranian Journal of Field Crops Research 18: 67-80. (In Persian with English Summary)
24- Kaviraj, P., and Sharma, S. 2003. Municipal solid waste management through vermicomposting employing exotic and local species of earthworms. Bioresource Technology 90: 169-173.
25- Kaushik, P., and Garg, V.K. 2003. Vermicomposting of mixed solid textile mill sludge and cow dung with epigeic earthworm Eisenia foetida. Bioresource Technology 90: 311-316.
26- Lakhdar, A., Rabhi, M., Ghnaya, T., Montemurro, F., Jedidi, N., and Abdelly, C., 2009. Effectiveness of compost use in salt-affected soil. Hazardous Materials 171: 29-37.
27- Mcginnis, M., Cookt, A., Bilderback, T., and Lorcheider, M. 2003. Organic fertilization for basil trancplant production. Acta Horticulturae 491: 213-218.
28- Muscolo, A., Bovalo, F., Gionfriddo, F., and Nardi, F. 1999. Earthworm humic matter produces auxin-like effects on *Daucus carota* cell growth and nitrate metabolism. Soil Biology and Biochemistry 31: 1303-1311.
29- Oliva, M.A., Zenteno, R.E., Pinto, A., Dendooven, L., and Gutierrez, F. 2008. Vermicompost role against sodium chloride stress in the growth and photosynthesis in tamarind plantlets (*Tamarindus indica* L.). Gayana Botanica 65: 10-17.
30- Pritam, S.V.K., and Garg, C.P.K. 2010. Growth and yield response of marigold to potting media containing vermicompost produced from different wastes. Environmentalist 30: 123–130.
31- Rafiq, A., and Nusrat, J. 2009. Demonstration of growth improvement in sunflower (*Hellanthus Annuus* L.) by the use of organic fertilizers under saline conditions. Pakistan Journal of Botany 41: 1373-1384.
32- Renato, Y., Ferreira, M.E., Cruz, M.C., and Barbosa, J.C. 2003. Organic matter fractions and soil fertility under the influence of liming, vermicompost and cattle manure. Bioresource Technology 60: 59-63.
33- Sallaku, G., Babaj, I., Kaciu, S., and Balliu, A. 2009. The influence of vermicompost on plant growth characteristics of cucumber (*Cucumis sativus* L.) seedlings under saline conditions. Journal of Food, Agriculture and Environment 7: 869-872.
34- Samiran, R., Kusum, A., Biman, K.D., Ayyanadar, A. 2010. Effect of organic amendments of soil on growth and productivity of three common crops *viz. Zea mays*, *Phaseolus vulgaris* and *Abelmoschus* esculentus. Applied Soil Ecology 45: 78-84.
35- Sinha, J., Biswas, C.K., Ghosh, A., Saha, A. 2010. Efficacy of vermicompost against fertilizers on *Cicer* and *Pisum* and on population diversity of N_2 fixing bacteria. Journal of Environmental Biology 31: 287-292.
36- Subler, S., Edwards, C., and Metzger, J. 1998. Comparing vermicomposts and composts. Biocycle 39: 63-66.
37- Taiz, L., and Zeiger, E. 2002. Plant Physiology. Sinauer Associates Publication. 0878938230. 660 PP.
38- Tan, K.H., and Tantiwiramanond, D. 1983. Effect of humic acids on nodulation and dry matter production of

Archive of SID

www.SID.ir

soybean, peanut, and clover. Soil Science Society of America Journal 47: 1121-1124.
39- Tsui, C. 1948. The role of zinc in auxin synthesis in the tomato plant. American Journal of Botany 35: 172-179.
40- Wilson, D.P., and Carlile, W.R. 1989. Plant growth in potting media containing worm-worked duck waste. Acta Horticulturae 238: 205-220.
41- Warman, P.R., and AngLopez, M.J. 2010. Vermicompost derived from different feedstocks as a plant growth medium. Bioresource Technology 101: 4479–4483.

Archive of SID

www.SID.ir