

## بررسی اثر کمپوست بر خصوصیات رشدی و غلظت عناصر غذایی پر مصرف در خیار کارلا (*Momordica charantia* L.) تحت تنش رطوبتی

وحید محصلی<sup>1</sup> و فرزاد فربود

استادیار آموزشی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران؛

v.mohasseli@areeo.ac.ir

مربی آموزشی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران؛

ffarbood43@gmail.com

دریافت: 1400/7/28 و پذیرش: 1400/9/29

### چکیده

پژوهش حاضر به منظور ارزیابی اثر کمپوست در بستر کشت بر مؤلفه‌های رشد و جذب برخی از عناصر غذایی توسط گیاه دارویی خیار کارلا (*Momordica charantia* L.) در تنش رطوبتی انجام شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در گلخانه در سال 1399 اجرا گردید. تیمارها شامل پنج سطح صفر، 15%، 30%، 45% و 60% وزنی کمپوست و سه سطح رطوبتی به صورت آبیاری به میزان 80 (شاهد)، 60 و 40 درصد ظرفیت مزرعه در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد که اعمال سطوح رطوبتی 60% و 40% ظرفیت مزرعه در مقایسه با سطح رطوبتی 80 درصد ظرفیت مزرعه (شاهد) سبب کاهش 35/8% و 60/8% در وزن خشک اندام هوایی، 30/4% و 56/3% در ارتفاع گیاه، 15/9% و 42/3% در وزن میوه، 18/1% و 27/2% در تعداد میوه، 29/4% و 46/7% در طول میوه، 13% و 30/7% در غلظت نیتروژن، 21/7% و 52/1% در غلظت فسفر و 28/2% و 36/7% در غلظت پتاسیم گیاه گردید. همچنین نتایج بدست آمده نشان داد کاربرد سطوح مختلف کمپوست به عنوان محیط کشت گیاه کارلا تأثیر معنی‌داری در سطح 1% بر شاخص‌های رشد خیار کارلا دارد بطوری که حداکثر وزن خشک اندام هوایی (94 گرم در گلدان)، ارتفاع گیاه (351/3 سانتی‌متر)، وزن میوه (23/5 گرم در گلدان)، تعداد میوه (16/4)، طول میوه (13/4 سانتی‌متر) و غلظت نیتروژن (2%)، فسفر (0/2%) و پتاسیم (2/2%) در شرایط محیط کشت با 45% کمپوست مشاهده گردید. بر اساس نتایج بدست آمده در شرایط تنش رطوبتی 60% و 40% ظرفیت مزرعه، محیط کشت حاوی 45% وزنی کمپوست سبب پایین آمدن اثرات منفی تنش‌های رطوبتی بر گیاه کارلا می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: تنش خشکی، کود آلی، گیاه دارویی

<sup>1</sup> نویسنده مسئول، آدرس: شیراز، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس

## مقدمه

در سال‌های اخیر روند رو به افزایش تخریب منابع آب، خاک و محیط زیست در اثر کاربرد بی‌رویه مواد شیمیایی در کشاورزی موجب ترغیب پژوهشگران به کشاورزی ارگانیک شده است (اویس و همکاران، 2008). در این راستا، استفاده از مواد آلی همانند کمپوست ضایعات کشاورزی و شهری به‌منظور کاهش مصرف کودهای شیمیایی گامی بلند در راستای کشاورزی پایدار تلقی می‌شود. مطالعات نشان داده است که کمپوست شامل مقادیر قابل توجهی از عناصر غذایی پرمصرف و کم‌مصرف بوده که از طریق سازوکارهای مختلف مانند تشکیل کلات، فراهمی عناصر غذایی را افزایش می‌دهند (نجفی و همکاران، 2013). اورستارازو و همکاران (2001) نشان دادند که می‌توان از کمپوست ضایعات مختلف، به‌عنوان یک بستر کشت سازگار با محیط زیست استفاده نمود. مواد آلی با بهبود شرایط ریزوسفر ریشه مانند ساختار، رطوبت و تهویه و همچنین با تأثیر بر افزایش جمعیت میکروارگانیسم‌ها، بر میزان قابلیت دسترسی عناصر غذایی بستر کشت اثر گذاشته و از این طریق موجب رشد بهتر ریشه و بدنبال آن تحریک رشد گیاه می‌گردد (شاهین و همکاران، 2007).

در آزمایشی که به منظور ارزیابی کاربرد کمپوست ضایعات شهری به‌عنوان بستر کشت گیاه صورت پذیرفت، مشاهده گردید که بیشترین وزن خشک ساقه در این نوع بستر کشت بدست آمد (گایاسینگ و همکاران، 2010). پژوهش‌ها نشان می‌دهند که کاربرد مواد آلی سبب افزایش رشد و جذب عناصر غذایی در گیاهان می‌گردد، هر چند اثر کمپوست بر رشد گیاه بستگی به منابع تهیه کمپوست، حالت فیزیکی، فرآیند تولید و درجه معدنی شدن دارد (بالداس و همکاران، 2011). تحقیقات نشان داده که کاربرد کمپوست موجب افزایش ارتفاع، تعداد برگ و گل در گیاه کروساندررا گردید که دلیل آن بالا بودن ظرفیت تبادل کاتیونی کمپوست است (گاجالاکشمی و عباسی، 2002). نتایج آزمایش حیدری و همکاران

(1398) نشان داد که تیمار بسترهای کشت تأثیر معنی‌داری بر صفات رشدی و عملکردی گیاه کارلا داشت بطوری که بیشترین ارتفاع بوته، وزن تر بوته، وزن تر ریشه، وزن خشک ریشه و تعداد میوه در بوته و عملکرد در تیمار پرلیت + ورمی کولایت و ورمی کولایت + کوکویت مشاهده گردید. یان و مورفی (2008) نتیجه گرفتند که بستر کشت کمپوست تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر روی درصد و مدت زمان سبز شدن گیاهچه دارد که دلیل آن را افزایش تخلخل محیط کشت نسبت به خاک عنوان نمودند. مطالعات لخدر و همکاران (2008) نشان داد که کاربرد کمپوست بدلیل تأثیر بر محتوای کلروفیل و پروتئین گیاه سبب تعدیل اثرات زیان‌آور تنش در گیاهان می‌گردد. کاربرد مواد آلی سبب افزایش قابلیت دسترسی عناصر غذایی جهت گیاه گردیده در نتیجه سبب بالا بردن کارایی فیزیولوژیکی و رشد گیاه و در نهایت افزایش مقاومت نسبت به شرایط تنش را بدنبال خواهد داشت (سالاکو و همکاران، 2009).

با توجه به اینکه کشور ایران دارای اقلیم خشک و نیمه‌خشک می‌باشد لذا کمبود آب از مشکلات اساسی کشاورزی بوده و از این رو وقوع تنش خشکی در طول دوره رشد گیاه امری اجتناب‌ناپذیر است. عکس‌العمل گیاهان و حتی ارقام مختلف یک گیاه نسبت به تنش خشکی متفاوت است (وییرا و همکاران، 1992). تنش‌های محیطی به طور کلی حدود 71 درصد از عملکرد گیاهان را کاهش می‌دهند که در این میان افت عملکرد اثر دمای بالا 15 درصد، دمای پایین 40 درصد، تنش خشکی 17 درصد و تنش شوری 20 درصد برآورد شده است (اشرف و هریس، 2005). گزارش‌های متعددی بیانگر کاهش رشد، عملکرد و حتی مرگ بخشی از گیاه یا تمام گیاه در نتیجه شرایط نامساعد و قرار گرفتن در شرایط تنش می‌باشد (کانساک و همکاران، 2002). خسارت ناشی از تنش‌های خشکی، شوری و دما به

رشد و جذب برخی از عناصر غذایی توسط گیاه دارویی خیار کارلا تحت تنش آبی طراحی و اجراء شد.

### مواد و روش‌ها

این پژوهش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در گلخانه‌ای واقع در شهرستان فیروزآباد استان فارس با طول جغرافیایی 52 درجه و 26 دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی 28 درجه و 49 دقیقه شمالی و 1303 متر ارتفاع از سطح دریا اجراء گردید. تیمارها شامل پنج سطح صفر، 15، 30، 45 و 60 درصد وزنی کمپوست و سه سطح رطوبتی به صورت آبیاری به میزان 80 درصد (شاهد)، 60 درصد (تنش آبی متوسط) و 40 درصد (تنش آبی شدید) ظرفیت مزرعه در نظر گرفته شد. گیاه مورد بررسی رقم محلی خیار کارلا می‌باشد که بذور آن از شرکت پاکان بذر اصفهان تهیه شد. سپس بذور به مدت 12 ساعت داخل پارچه مرطوب قرار داده شده و بعد به سینی-های کشت حاوی بستر کوکوپیت منتقل گردید و در مرحله 4 برگی به گلدان‌های اصلی انتقال داده شد. خاک مورد نیاز از عمق 0-30 سانتیمتری زمین زراعی جنب گلخانه جمع آوری شده و بعد از هوا خشک شدن و عبور از الک دو میلی‌متر برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آن با استفاده از روش‌های معمول استاندارد مورد تجزیه فیزیکی و شیمیایی قرار گرفت (جدول 1).

گیاهان زراعی در سطح جهان در مقایسه با سایر تنش‌ها بیشتر مورد توجه است (کان‌ساک و همکاران، 2002).

خیار تلخ یا کارلا (*Momordica charantia* L.) از خانواده کدوئیان، یکساله و تک پایه است که طول هر ساقه خزنده آن سالیانه تا 5 متر رشد می‌کند (رامان و لو، 1996). اسامی آن شامل کدوی تلخ، گلابی بلسان، خربزه تلخ و خیار آفریقایی می‌باشد (کریسان و همکاران، 2008). میوه نارس آن شبیه کدوی صحرائی پر از زگیل و دارای طعم تلخ می‌باشد که در زمان رسیدن به رنگ زرد و طعم شیرین تغییر می‌یابد. حضور ترکیب-های فنلی در تمام اندام‌های گیاه کارلا عامل اصلی ظرفیت آنتی‌اکسیدانی آن است (فیدریانی و همکاران، 2015). بخش دارویی این گیاه شامل میوه و برگ‌ها بوده که در درمان دیابت، رفع مسمومیت‌ها، ضد یبوست، تب، سرماخوردگی و تهیه نوعی چای استفاده می‌شود (حیدری و مباسری مقدم، 2012).

امروزه استفاده از منابع غیر آلاینده و سازگار با محیط زیست، برای تأمین بستر رشد گیاهان و روش‌های جایگزین بسترهای کشت از کاربرد و اهمیت زیادی برخوردارند. لذا با توجه به مقادیر زیاد کمپوست زباله شهری، پژوهش حاضر در راستای کشاورزی پایدار و ارزیابی اثر کمپوست به‌عنوان بستر کشت بر مؤلفه‌های

جدول 1- برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد آزمایش

منگنز	مس	روی	آهن	پتاسیم	فسفر	کربن آلی	هدایت پ-هاش		رس	سیلت (درصد)	شن	ویژگی‌ها	
							الکتریکی (dS m <sup>-1</sup> )	بافت خاک					
0/43	0/98	1/2	5/6	273/4	6/8	0/53	7/8	1/6	لومی سیلتی	21/2	62/1	16/7	مقدار

همکاران، 1982)، آهن، روی، مس و منگنز (لیندسی و نورول، 1978) در عصاره‌های حاصل اندازه گیری شدند. برای اندازه گیری پ‌هاش و شوری کمپوست از نسبت 5:1 کود به آب استفاده شد. درصد کربن آلی با استفاده از

برای اندازه گیری میزان عناصر در کمپوست، مقدار 1 گرم از آن توزین شده سپس به وسیله حرارت دهی در کوره خاکسترگیری و پس از طی مراحل مختلف عصاره آن تهیه گردید (راج‌کوچ و همکاران، 2012). عناصر فسفر (اولسن و همکاران، 1954)، پتاسیم (نادسن و

روش اکسیداسیون تر (واکلی و بلاک، 1934) تعیین گردید (جدول 2).

جدول 2- برخی ویژگی‌های شیمیایی کمپوست مورد استفاده

هدایت الکتریکی	پهاش	کربن آلی	فسفر	پتاسیم	آهن	روی	مس	منگنز
ویژگی‌ها								
( $\text{dS m}^{-1}$ )	(درصد)	(درصد)	(درصد)	(درصد)	(میلی‌گرم در کیلوگرم)	(میلی‌گرم در کیلوگرم)	(میلی‌گرم در کیلوگرم)	(میلی‌گرم در کیلوگرم)
5/4	7/6	23/1	0/25	0/14	742/6	571/8	148/3	261/5

سطح یک درصد معنی‌دار است. اثرات متقابل سطوح رطوبتی و کمپوست بر وزن، تعداد و طول میوه به ترتیب در سطح پنج و یک درصد معنی‌دار شد. بررسی نتایج این مطالعه نشان داد که سطوح رطوبتی بر وزن خشک اندام هوایی خیار کارلا تأثیر معنی‌داری در سطح یک درصد داشت به طوری که در سطوح رطوبتی 60 و 40 درصد ظرفیت مزرعه در مقایسه با شاهد (80 درصد ظرفیت مزرعه) به ترتیب به میزان 28/61 و 49/05 درصد کاهش نشان داد (جدول 4). حداقل (24/90 درصد) و حداکثر (60/83 درصد) کاهش در وزن خشک اندام هوایی گیاه در اثر تنش رطوبتی به ترتیب مربوط به سطوح 45 درصد کمپوست در شرایط تنش آبی متوسط (60 درصد ظرفیت مزرعه) و عدم کاربرد کمپوست در شرایط تنش آبی شدید (40 درصد ظرفیت مزرعه) بدست آمد. تحقیقات نشان داده است که کاهش ماده خشک در شرایط تنش آبی می‌تواند به دلیل فشار آماس سلولی ناشی از کاهش سطح برگ گیاه و همچنین کاهش میزان فتوسنتز به دلیل محدودیت‌های بیوشیمیایی ناشی از کمبود آب از قبیل کاهش رنگدانه‌های فتوسنتزی به ویژه کلروفیل‌ها باشد (لولار و کورنیک، 2002).

همچنین گزارش شده است که تنش آبی سبب کاهش سطح برگ و در نتیجه پایین آمدن جذب نور توسط پوشش گیاهی و بدنبال آن کاهش ماده خشک در گیاه گلرنگ گردیده است (رادریگس و همکاران، 2010). تنش آب از طریق تأثیر بر طویل شدن و حجیم شدن سلول‌ها (رشد) و کاهش مواد فتوسنتزی ساخته شده در

در ابتدا با توجه به تیمارهای کمپوست، خاک و کمپوست را به میزان مناسب وزن شده و پس از مخلوط نمودن آنها به داخل گلدان‌های پنج کیلوگرمی پلاستیکی منتقل شد. سپس سه عدد بوته چهار برگی به این گلدان‌ها منتقل شده و پس از دو هفته تعداد گیاهان به یک بوته در هر گلدان کاهش یافت. سطوح تنش رطوبتی (حداکثر سطح رطوبتی خاک) در طول فصل رشد با توزین روزانه گلدان‌ها و جبران کمبود آب خاک در زمان آبیاری با افزودن مقدار آب لازم به آنها اعمال شد. در طول فصل رشد در دو مرحله قبل و بعد از گل‌انگیزی با کود 20-20 محلول پاشی گیاهان صورت پذیرفت. حدود سه ماه پس از کشت گیاه و در اواخر فصل رشد ابتدا ارتفاع گیاه، تعداد میوه، طول و وزن میوه اندازه‌گیری و سپس گیاهان از محل طوقه برداشت شده و پس از توزین و شستشو با آب مقطر، نمونه‌های گیاهی در دمای 65 درجه سلسیوس به مدت 48 ساعت در آون قرار داده شد. نمونه‌های خشک شده توزین و جهت تجزیه‌های شیمیایی به آزمایشگاه منتقل و عناصر غذایی شامل نیتروژن، فسفر، پتاسیم، آهن، روی، مس و منگنز اندازه‌گیری گردید. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS صورت پذیرفت. برای محاسبه میانگین‌ها از آزمون دانکن استفاده شد و محاسبه احتمال معنی‌دار بودن تفاوت‌ها در سطح 5 درصد انجام شد.

## نتایج و بحث

### وزن خشک اندام هوایی

با توجه به جدول تجزیه واریانس (جدول 3) اثر تیمار سطوح رطوبتی و کمپوست بر اندام هوایی گیاه و میوه در

گیاه، تولید بیوماس را کاهش می‌دهد (آریافر و سیروس - مهر، 1396)

جدول 3- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر سطوح رطوبتی خاک و کمپوست بر مولفه‌های رشدی خیار کارلا

منابع تغییر	درجه آزادی	وزن خشک اندام هوایی	ارتفاع گیاه	وزن میوه	تعداد میوه	طول میوه
سطوح رطوبتی	2	10018/37**	127735/26**	285/42**	50/56**	182/71**
سطوح کمپوست	4	2176/75**	24068/65**	104/29**	140/70**	39/89**
سطوح رطوبتی × سطوح کمپوست	8	3/91ns	56/61ns	4/31*	8/00**	4/42**
خطا	30	4/85	70/27	1/62	1/53	0/74

ns، \* و \*\* به ترتیب نشان دهنده عدم معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال 5 و 1 درصد

شرایط رشد و در نتیجه افزایش عملکرد باشد. همچنین افزایش عملکرد در اثر کاربرد ماده آلی در خاک می‌تواند به دلیل اثرات مستقیم (عناصر غذایی موجود در زیست توده) و غیرمستقیم (بهبود ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک) آن باشد (ماجور و همکاران، 2010). علاوه بر این، مصرف کمپوست می‌تواند به عنوان ماده تحریک کننده رشد از طریق تولید هورمون‌های گیاهی باعث بهبود مستقیم رشد شود و از طریق غیرمستقیم نیز با فراهمی عناصر غذایی پرمصرف نظیر نیتروژن و تولید عوامل کنترل بیولوژیک علاوه بر افزایش خصوصیات رشد، افزایش مقاومت نسبت به عوامل بیماری‌زای خاکری را به همراه داشته باشد (گلیک، 2003). مطالعات احمدپور و همکاران (1397) نشان داد که در شرایط تنش خشکی، افزودن کمپوست به خاک در سطح 35 درصد وزنی منجر به افزایش معنی‌دار تمام شاخص‌های مورد بررسی گردید، لذا آنها بیان داشتند که با کاربرد کمپوست می‌توان اثرات منفی تنش خشکی در گیاه را کاهش داد. همچنین آزمایشات گرمی‌نیا و همکاران (1398) نشان داد که کمپوست بدلیل داشتن قابلیت نگهداشت آب، توانایی کاهش اثرات تنش شوری و به تبع آن تنش خشکی را دارد.

با افزایش سطوح مصرفی کمپوست، وزن خشک اندام هوایی گیاه کارلا بطور معنی‌داری افزایش نشان داد (جدول 4). به طوری که بیشترین وزن خشک اندام هوایی گیاه (121/45 گرم در گلدان) مربوط به سطح چهارم کمپوست (45 درصد وزنی) در شرایط عدم تنش آبی بدست آمد که در واقع معادل 52/38 درصد افزایش در وزن خشک اندام هوایی نسبت به شاهد می‌باشد. کمترین وزن ماده خشک اندام هوایی (31/22 گرم در گلدان) مربوط به سطح اول کمپوست (بدون مصرف کمپوست) در شرایط رطوبتی 40 درصد ظرفیت مزرعه است. حمایل و همکاران (2015) مشاهده کردند که کاربرد کمپوست سبب افزایش معنی‌داری در وزن خشک اندام‌های هوایی (13/41 درصد) و ارتفاع (13/25 درصد) گیاه خیار کارلا نسبت به تیمار شاهد شد. بر همین اساس آریافر و سیروس مهر (1396) نیز نتیجه گرفتند که بیشترین عملکرد بیولوژیک (1427/14 کیلوگرم در هکتار) با کاربرد کمپوست به میزان 30 تن در هکتار و کمترین آن (1050/60 کیلوگرم در هکتار) مربوط به تیمار شاهد بود که معادل 35/84 درصد افزایش می‌باشد. افزایش وزن خشک اندام هوایی در اثر کاربرد کمپوست می‌تواند به دلیل افزایش دسترسی عناصر غذایی در خاک و بهبود

جدول 4- اثر سطوح رطوبتی خاک و کمپوست بر وزن خشک و ارتفاع اندام هوایی خیار کارلا

میانگین	سطوح مختلف کمپوست (درصد وزنی)					سطوح رطوبتی (درصد)
	60	45	30	15	صفر	
وزن خشک اندام هوایی (گرم در گلدان)						
104/90 A	106/44 b	121/45 a	116/99 a	99/92 b	79/70 cd	80
74/89 B	76/85 d	91/21 c	85/48 c	69/79 e	51/11 fg	60
53/45 C	56/04 f	69/31 e	62/32 f	48/36 g	31/22 h	40
	79/78 B	93/99 A	88/27 A	72/69 C	54/01 D	میانگین
ارتفاع گیاه (cm)						
398/49 A	416/53 b	447/00 a	430/07 b	391/70 c	307/17 ef	80
299/48 B	319/13 e	347/13 d	325/33 e	292/27 f	213/57 i	60
214/10 C	236/13 h	260/00 g	233/40 h	206/90 i	134/07 j	40
	323/93 B	351/38 A	329/60 B	296/96 C	218/27 D	میانگین

برای هر یک از پاسخ‌های گیاهی، میانگین‌هایی که در هر ردیف و یا در هر ستون در یک حرف بزرگ و یا میانگین‌هایی که در متن جدول در یک حرف کوچک مشترک هستند، طبق آزمون دانکن در سطح پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

### ارتفاع گیاه

سطح تنش رطوبتی (40 درصد ظرفیت مزرعه) که معادل 70/01 درصد اختلاف می‌باشد بدست آمد.

بر اساس نتایج حاصل از انجام این پژوهش بیشترین میانگین ارتفاع گیاه 351/38 سانتی‌متر مربوط به محیط کشت دارای 45 درصد وزنی کمپوست بدست آمد که در واقع معادل 60/98 درصد افزایش در ارتفاع گیاه نسبت به شاهد می‌باشد (جدول 4). کمترین میانگین ارتفاع گیاه (218/27 سانتی‌متر) مربوط به سطح اول کمپوست (عدم مصرف) می‌باشد. بطور کلی محیط کشت دارای 15، 30، 45 و 60 درصد کمپوست به ترتیب سبب 36/05، 51/01، 60/98 و 48/41 درصد افزایش در ارتفاع گیاه نسبت به شاهد گردید. تحقیقات تسان و همکاران (2018) نشان داد که کاربرد کمپوست سبب افزایش ارتفاع گیاه در خیار کارلا به میزان 93/5 درصد نسبت به شاهد (بدون مصرف کمپوست) گردید. بر اساس پژوهش‌های انجام شده کمپوست بدلیل تأمین مقداری از عناصر غذایی مورد نیاز گیاه مانند نیتروژن، فسفر، پتاسیم، آهن، روی، مس و منگنز می‌تواند در رشد گیاه موثر واقع شود. همچنین کمپوست به دلیل دارا بودن عناصر غذایی، قدرت نگهداری آب و وزن حجمی پایین یکی از مواد مهم در تهیه بستر کشت گیاهان می‌باشد (ماجور و همکاران،

اعمال سطوح رطوبتی 60 و 40 درصد ظرفیت مزرعه، ارتفاع گیاه را در مقایسه با سطح رطوبتی 80 درصد ظرفیت مزرعه (شاهد) به‌طور معنی‌داری به ترتیب به میزان 24/85 و 46/27 درصد کاهش داد (جدول 4). این کاهش ارتفاع گیاه در اثر تنش رطوبتی می‌تواند به دلیل کاهش جذب عناصر غذایی مورد نیاز گیاه از خاک و همچنین کاهش جذب دی‌اکسیدکربن به دلیل بسته شدن روزنه‌ها در شرایط خشکی و در نتیجه کاهش میزان فتوسنتز و کربوهیدرات‌های تولید شده طی فرآیند فتوسنتز باشد. به‌طور عمده از اثرات اولیه تنش خشکی اختلال در جذب آب و مواد معدنی، هدایت روزنه‌ای و تولیدات فتوسنتز و کاهش رشد گیاه است (کوسوران، 2012). علاوه بر این گیاهان در تنش خشکی قادر به حفظ خود در برابر دیگر تنش‌های زیستی یا غیر زیستی نیستند در نتیجه بهره‌وری گیاه بیشتر محدود می‌شود (رامگودا و ستیل کومار، 2015).

نتایج نشان داد که بیشترین ارتفاع گیاه در سطوح مختلف رطوبتی (447/00 سانتی‌متر) مربوط به سطح چهارم مصرفی کمپوست (45 درصد) در شرایط بدون تنش رطوبتی و کمترین آن (134/07 سانتی‌متر) مربوط به سطح اول کمپوست (عدم مصرف) در شرایط بالاترین

افزایش میزان کاربرد کمپوست به عنوان محیط کشت سیر صعودی از خود نشان داد. در شاخص طول میوه مشاهده شد که بیشترین طول میوه (18/37 سانتی‌متر) مربوط به محیط رشد دارای 45 درصد کمپوست در شرایط بدون تنش رطوبتی و کمترین آن (5/43 سانتی‌متر) مربوط به محیط رشد بدون کمپوست در سطح رطوبتی 40 درصد ظرفیت مزرعه بدست آمد. بطور کلی مشاهده گردید که با بالا رفتن میزان مصرف کمپوست به عنوان محیط کشت گیاه کارلا، فاکتورهای گیاهی ذکر شده افزایش می‌یابد. به نظر می‌رسد این امر به دلیل بهبود شرایط فیزیکی محیط رشد ریشه گیاه و بالا رفتن غلظت عناصر غذایی مورد نیاز گیاه بوده است. هرچند که حداکثر میزان فاکتورهای گیاهی فوق در محیط کشت حاوی 45 درصد کمپوست حاصل شد و در سطح بالاتر (60 درصد) میزان این فاکتورها سیر نزولی نشان دادند که دلیل آن را می‌توان شوری حاصل از میزان بالای کمپوست ذکر نمود. بر اساس پژوهش‌های انجام شده حداکثر میزان وزن (گرم) و تعداد میوه در خیار کارلا به ترتیب 25/95 و 18/3 در محیط کشت حاوی کمپوست مشاهده شد که دلیل آن را به حضور عناصر غذایی پرمصرف و کم‌مصرف در کمپوست نسبت دادند (تسان و همکاران، 2018).

#### غلظت عناصر غذایی در گیاه

با توجه به جدول تجزیه واریانس (جدول 6) اثر تیمار سطوح رطوبتی و کمپوست بر غلظت عناصر غذایی پرمصرف و کم‌مصرف در سطح یک درصد معنی‌دار بدست آمد. اثرات متقابل سطوح رطوبتی و کمپوست بر غلظت عناصر غذایی به استثناء عنصر روی در سطوح پنج و یک درصد معنی‌دار شد. همانطور که در جدول هفت مشاهده می‌گردد اعمال سطوح رطوبتی 60 و 40 درصد ظرفیت مزرعه، میانگین غلظت نیتروژن در برگ گیاه را نسبت به شاهد به ترتیب به میزان 8/10 و 28/09 درصد کاهش داد.

2010). کرمی‌نیا و همکاران (1398) نیز بیان کردند که با توجه به اینکه کمپوست غنی از عناصر غذایی مورد نیاز گیاه می‌باشد و همچنین توانایی بهبود ساختار خاک از قبیل تهویه و افزایش ظرفیت نگهداشت آب و برطرف کردن نیازهای گیاه را دارد لذا می‌تواند در شرایط تنش سبب افزایش وزن تر و ارتفاع گیاه جعفری نسبت به تیمار شاهد گردد.

#### وزن، تعداد و طول میوه

نتایج بدست آمده نشان می‌دهد که اعمال تنش رطوبتی سبب کاهش در وزن، تعداد و طول میوه گیاه کارلا گردید (جدول 5). بطور میانگین وزن میوه در سطوح 60 و 40 درصد ظرفیت مزرعه نسبت به شاهد (80 درصد مزرعه) به ترتیب 20/49 و 36/31 درصد کاهش نشان داد. حداکثر کاهش در وزن میوه (42/39 درصد) در اثر تنش رطوبتی مربوط به تیمار تنش شدید رطوبتی (40 درصد ظرفیت مزرعه) در شرایط عدم مصرف کمپوست و حداقل آن (15/65 درصد) مربوط به تیمار تنش متوسط رطوبتی (60 درصد) در محیط کشت حاوی 30 درصد کمپوست مشاهده گردید. همچنین تعداد و طول میوه نیز در اثر تنش رطوبتی کاهش یافت بطوری که سطوح رطوبتی 60 و 40 درصد ظرفیت مزرعه نسبت به شاهد به ترتیب سبب 12/84 و 28/31 درصد کاهش در تعداد میوه در بوته گردید که البته این میزان کاهش در مورد طول میوه به ترتیب 22/17 و 49/68 درصد بدست آمد.

کاربرد سطوح مختلف کمپوست به عنوان محیط کشت گیاه کارلا تأثیر معنی‌داری بر وزن و تعداد میوه در بوته داشت بطوری که حداکثر وزن (29/97 گرم) و تعداد (20/67) میوه در محیط کشت با 45 درصد کمپوست در شرایط عدم تنش رطوبتی (80 درصد ظرفیت مزرعه) و حداقل آنها به ترتیب 10/60 گرم و 5/33 در تیمار تنش شدید رطوبتی در شرایط عدم مصرف کمپوست بدست آمد (جدول 5). طول میوه نیز مانند فاکتورهای ذکر شده با

جدول 5- اثر سطوح رطوبتی خاک و کمپوست بر وزن، طول و قطر میوه خیار کارلا

میانگین	سطوح مختلف کمپوست (درصد وزنی)						سطوح رطوبتی (درصد)
	60	45	30	15	صفر		
وزن میوه (گرم)							
23/96 A	25/93 b	29/97 a	24/03 b	21/47 c	18/40 cd		80
19/05 B	19/53 c	22/37 bc	20/27 c	17/60 cd	15/47 d		60
15/26 C	18/10 cd	18/33 cd	16/33 d	12/93 e	10/60 e		40
	21/19 AB	23/56 A	20/21 B	17/33 C	14/82 D		میانگین
تعداد میوه (عدد در گلدان)							
12/93 A	14/00 bc	20/67 a	13/33 c	9/33 d	7/33 de		80
11/27 B	14/33 bc	16/00 b	12/33 c	7/67 de	6/00 de		60
9/27 B	9/33 d	12/67 c	10/67 cd	8/33 d	5/33 e		40
	12/56 B	16/44 A	12/11 B	8/44 C	6/22 C		میانگین
طول میوه (cm)							
14/03 A	13/90 b	18/37 a	14/93 b	12/73 bc	10/20 c		80
10/92 B	11/00 c	14/10 b	11/40 c	10/90 c	7/20 d		60
7/06 C	6/43 de	7/97 d	7/60 d	7/87 d	5/43 e		40
	10/44 B	13/48 A	11/31 AB	10/50 B	7/61 C		میانگین

برای هر یک از پاسخ‌های گیاهی، میانگین‌هایی که در هر ردیف و یا در هر ستون در یک حرف بزرگ و یا میانگین‌هایی که در متن جدول در یک حرف کوچک مشترک هستند، طبق آزمون دانکن در سطح پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

45 درصد کمپوست در سطوح رطوبتی فوق به ترتیب 4/22 و 12/21 درصد کاهش را نشان داد که بیانگر نقش کمپوست در تعدیل نمودن اثر منفی تنش رطوبتی در کاهش غلظت این عنصر در گیاه می‌باشد.

هر چند کاهش غلظت نیتروژن در اثر تنش رطوبتی در محیط‌های کشت بدون کمپوست در سطوح 60 و 40 درصد ظرفیت مزرعه به ترتیب 13/02 و 30/73 درصد بدست آمد اما غلظت نیتروژن گیاه در محیط کشت حاوی

جدول 6- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر سطوح رطوبتی خاک و کمپوست بر غلظت عناصر غذایی در خیار کارلا

منابع تغییر	درجه آزادی	غلظت نیتروژن	غلظت فسفر	غلظت پتاسیم	غلظت آهن	غلظت روی	غلظت مس	غلظت منگنز
سطوح رطوبتی	2	1/36**	0/085**	5/67**	764/96**	485/52**	212/21**	144/73**
سطوح کمپوست	4	0/18**	0/004**	0/15*	219/50**	157/50**	106/16**	60/24**
سطوح رطوبتی × کمپوست	8	0/09**	0/001*	0/33**	43/74*	4/98ns	6/48*	6/56**
خطا	30	0/03	0	0/05	16/12	5/09	2/89	1/89

ns، \* و \*\* به ترتیب نشان دهنده عدم معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال 5 و 1 درصد

15/24 درصد مشاهده شد (جدول 7). علت این امر را می‌توان به افزایش قابل توجه میزان ماده آلی موجود در کمپوست نسبت داد (جدول 1). این موضوع در خاک‌های آهکی مناطق خشک و نیمه‌خشک که با کمبود مواد آلی و نیتروژن مواجه هستند از اهمیت بسیاری برخوردار است. نیتروژن گلوگاه رشد گیاه بوده و نقش بسیار مهمی در

نتایج اثر کاربرد کمپوست بر غلظت نیتروژن گیاه نشان داد که با افزایش مصرف کمپوست مقدار نیتروژن گیاه نیز افزایش می‌یابد بطوری که در سطوح 15، 30، 45 و 60 درصد کمپوست میزان افزایش میانگین غلظت نیتروژن گیاه نسبت به شاهد به ترتیب 8/54، 16/46، 22/56 و



رشد رویشی و افزایش تولید ایفاء می‌نماید. بنابراین، مصرف کمپوست می‌تواند یکی از منابع تأمین‌کننده نیتروژن بوده و سبب کاهش مصرف کودهای نیتروژنه گردد. حداکثر (2/27 درصد) و حداقل (1/23 درصد) غلظت نیتروژن در برگ گیاه به ترتیب مربوط به محیط کشت حاوی 15 درصد کمپوست در شرایط بدون تنش رطوبتی و همان محیط کشت در شرایط تنش رطوبتی شدید (40 درصد ظرفیت مزرعه) بدست آمد. کودهای آلی و به‌ویژه کمپوست در مقایسه با کودهای شیمیایی شامل مقادیر بالایی از ماده آلی بوده و می‌توانند منبع غنی از عناصر غذایی به‌ویژه نیتروژن و فسفر باشند که بتدریج آنها را در اختیار گیاه قرار می‌دهند (اگبال و همکاران، 2004).

اعمال تنش رطوبتی بر روی غلظت فسفر و پتاسیم گیاه نیز تأثیر معنی‌داری از نوع منفی برجای گذاشت بطوری که در سطح رطوبتی 60 درصد ظرفیت مزرعه، غلظت فسفر و پتاسیم در برگ گیاه نسبت به سطح آبیاری تا 80 درصد ظرفیت مزرعه به ترتیب 28/57 و 25/56 درصد و در سطح 40 درصد ظرفیت مزرعه نسبت به شاهد به ترتیب به میزان 53/57 و 46/24 درصد کاهش نشان داد (جدول 7).

نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که مصرف 15، 30، 45 و 60 درصد وزنی کمپوست در مقایسه با سطح صفر کمپوست به ترتیب سبب افزایش غلظت فسفر به میزان 11/76، 23/53، 35/29 و 17/65 درصد و پتاسیم به میزان 5/91، 8/06، 18/28 و 12/37 درصد در اندام هوایی گیاه کارلا گردید. افزایش فسفر و پتاسیم قابل استفاده گیاه در خاک در اثر افزودن کمپوست را می‌توان دلیل اصلی این امر ذکر نمود (مدینا و همکاران، 2012). بیشترین غلظت فسفر (0/31 درصد) و پتاسیم (3/13 درصد) در گیاه به ترتیب در سطوح مصرفی 45 و 15

درصد کمپوست در شرایط عدم تنش رطوبتی حاصل گردید. کمترین غلظت فسفر (0/11 درصد) در تیمار بدون مصرف کمپوست و محیط کشت حاوی 60 درصد کمپوست در شرایط تنش شدید رطوبتی و پتاسیم (0/87 درصد) در محیط کشت حاوی 15 درصد کمپوست و در شرایط رطوبتی 40 درصد ظرفیت مزرعه مشاهده شد. مطالعات حمایل و همکاران (2015) نشان داد که کاربرد کمپوست سبب افزایش معنی‌داری در غلظت نیتروژن (13/42 درصد)، فسفر (21 درصد) و پتاسیم (28/36 درصد) گیاه خیار کارلا نسبت به تیمار شاهد گردید.

از نظر عناصر غذایی کم‌مصرف نیز بالاترین غلظت آهن در سطوح مختلف تنش آبی مربوط به سطح رطوبتی 80 درصد ظرفیت مزرعه مشاهده گردید (جدول 8). اعمال تنش رطوبتی سبب کاهش غلظت آهن گیاه در سطح دوم و سوم به ترتیب به میزان 9/77 و 20/85 درصد گردید. از طرف دیگر کاربرد کمپوست سبب افزایش غلظت آهن گیاه گردید بطوری که محیط‌های کشت دارای 15، 30، 45 و 60 درصد کمپوست سبب بالا رفتن غلظت آهن گیاه نسبت به شاهد به ترتیب به میزان 13/73، 18/45، 24/93 و 16/88 درصد شد.

حداکثر غلظت آهن (77/40 میلی‌گرم در کیلوگرم) مربوط به محیط کشت دارای 45 درصد کمپوست در شرایط عدم تنش رطوبتی و حداقل آن (48/73 میلی‌گرم در کیلوگرم) مربوط به محیط کشت بدون کمپوست در شرایط تنش شدید رطوبتی (40 درصد ظرفیت مزرعه) می‌باشد که بیانگر 37/04 درصد افزایش است. پژوهش‌های دیگر نیز حکایت از افزایش غلظت عناصر غذایی آهن، روی، مس و منگنز در برگ خیار کارلا در اثر مصرف کمپوست دارد (حمایل و همکاران، 2015؛ شری و همکاران، 2018).

جدول 7- اثر سطوح رطوبتی خاک و کمپوست بر غلظت برخی از عناصر غذایی پرمصرف در خیار کارلا

میانگین	سطوح مختلف کمپوست (درصد وزنی)						سطوح رطوبتی (درصد)
	60	45	30	15	صفر		
غلظت نیتروژن (درصد)							
2/10 A	1/93 b	2/13 ab	2/23 a	2/27 a	1/92 b	80	
1/93 A	2/16 ab	2/04 ab	1/93 b	1/83 bc	1/67 c	60	
1/51 B	1/57 c	1/87 b	1/57 c	1/23 d	1/33 cd	40	
	1/89 AB	2/01 A	1/91 AB	1/78 AB	1/64 B	میانگین	
غلظت فسفر (درصد)							
0/28 A	0/30 a	0/31 a	0/30 a	0/26 b	0/23 c	80	
0/20 B	0/20 d	0/23 c	0/19 d	0/19 d	0/18 d	60	
0/13 C	0/11 f	0/15 e	0/14 e	0/13 ef	0/11 f	40	
	0/20 AB	0/23 A	0/21 AB	0/19 B	0/17 C	میانگین	
غلظت پتاسیم (درصد)							
2/66 A	2/50 c	2/77 b	2/53 c	3/13 a	2/37 cd	80	
1/98 B	2/30 d	2/20 d	1/80 ef	1/90 e	1/70 f	60	
1/43 C	1/47 g	1/63 fg	1/70 f	0/87 h	1/50 g	40	
	2/09 A	2/20 A	2/01 AB	1/97 BC	1/86 C	میانگین	

برای هر یک از پاسخ‌های گیاهی، میانگین‌هایی که در هر ردیف و یا در هر ستون در یک حرف بزرگ و یا میانگین‌هایی که در متن جدول در یک حرف کوچک مشترک هستند، طبق آزمون دانکن در سطح پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

معنی‌داری افزایش دهد بطوری که حداکثر میانگین غلظت روی (35/36 میلی‌گرم در کیلوگرم) مربوط به محیط کشت دارای 45 درصد کمپوست و حداقل آن (26/41) میلی‌گرم در کیلوگرم) مربوط به محیط کشت بدون کمپوست بدست آمد که 33/89 درصد افزایش را نشان می‌دهد (جدول 8). افزایش غلظت عنصر روی در گیاه در اثر کاربرد کمپوست بدلیل افزایش فراهمی این عنصر در اثر تجزیه کودهای آلی و کاهش pH خاک و از طرفی دیگر تشکیل کلات روی توسط ترکیب‌های آلی اضافه شده می‌باشد. مواد آلی کوتاه زنجیر نیز از طریق پیوند با روی، تحرک و حل‌پذیری روی در خاک و فراهمی آن را برای گیاه افزایش می‌دهند (مارشور، 1995).

همچنین اعمال تنش رطوبتی نیز بر روی غلظت مس و منگنز گیاه تأثیر منفی برجای گذاشت بطوری که در سطح رطوبتی 60 درصد ظرفیت مزرعه، غلظت مس و منگنز در برگ گیاه نسبت به شاهد به ترتیب 18/18 و 10/80 درصد و در سطح تنش شدید رطوبتی نسبت به عدم تنش آبی به ترتیب 33/47 و 19/46 درصد کاهش را

با مصرف کودهای آلی در خاک و افزایش سطح مصرف آن، از یکطرف pH خاک کاهش یافته و از سوی دیگر مقدار ترکیب‌های کلات کننده آهن و دیگر عناصر غذایی کم‌مصرف افزایش یافته و موجب افزایش زیست فراهمی این عناصر و جذب آنها بوسیله گیاه شده و در نتیجه رشد گیاه افزایش می‌یابد (نجفی و همکاران، 2013). در واقع افزودن مواد آلی به خاک می‌تواند به بهبود قابلیت جذب عناصر کم‌مصرف در خاک منجر شود که دلیل این امر را می‌توان افزایش کربن آلی خاک به دنبال کاربرد مواد آلی دانست که سبب جذب بیشتر عناصر کم‌مصرف در گیاهان می‌شود. هرچند کربن آلی یکی از مهم‌ترین منابع برای عناصر غذایی بوده و نقش اساسی در حفظ حاصلخیزی خاک و تولید محصول بر عهده دارد (پان و همکاران، 2009). مقایسه میانگین‌های غلظت روی در اندام هوایی گیاه نیز نشان داد که علی‌رغم کاهش غلظت این عنصر در اثر تنش رطوبتی اما مصرف کمپوست توانسته است میزان این عنصر را در اندام هوایی گیاه نسبت به شاهد، به صورت

کمپوست در شرایط عدم تنش رطوبتی حاصل گردید. کمترین غلظت مس (8/37 میلی‌گرم در کیلوگرم) و منگنز (21/97 میلی‌گرم در کیلوگرم) در محیط کشت بدون کمپوست در شرایط تنش شدید رطوبتی بدست آمد.

نشان داد (جدول 8). سطوح مصرفی کمپوست نسبت به شاهد سبب افزایش غلظت مس و منگنز در اندام هوایی گیاه کارلا گردید. بیشترین غلظت مس (26/17 میلی‌گرم در کیلوگرم) و منگنز (35/60 میلی‌گرم در کیلوگرم) در گیاه به‌ترتیب در سطوح مصرفی 60 و 30 درصد

جدول 8- اثر سطوح رطوبتی خاک و کمپوست بر غلظت برخی از عناصر غذایی کم‌مصرف در خیار کارلا

میانگین	سطوح مختلف کمپوست (درصد وزنی)						سطوح رطوبتی (درصد)	
	60	45	30	15	صفر			
غلظت آهن (میلی‌گرم در کیلوگرم)								
68/45 A	71/67 b	77/40 a	73/87 ab	62/33 c	57/00 d	80		
61/76 B	60/73 c	65/10 c	62/67 c	65/40 c	54/90 d	60		
54/18 C	55/33 d	58/17 d	53/73 d	54/93 d	48/73 e	40		
	62/58 AB	66/89 A	63/42 AB	60/89 B	53/54 C	میانگین		
غلظت روی (میلی‌گرم در کیلوگرم)								
36/66 A	41/53 a	42/47 a	36/57 b	31/73 c	31/00 c	80		
31/43 B	34/00 bc	35/37 bc	31/63 c	28/43 d	27/70 d	60		
25/29 C	30/37 cd	28/23 d	24/70 e	22/63 f	20/53 f	40		
	35/30 A	35/36 A	30/97 B	27/60 BC	26/41 C	میانگین		
غلظت مس (میلی‌گرم در کیلوگرم)								
22/44 A	26/17 a	25/30 a	21/97 b	20/07 b	18/70 bc	80		
18/36 B	21/73 b	19/27 bc	19/07 bc	17/50 c	14/23 cd	60		
14/93 C	17/90 c	20/30 b	15/47 c	12/60 d	8/37 e	40		
	21/93 A	21/62 A	18/83 AB	16/72 B	13/77 C	میانگین		
غلظت منگنز (میلی‌گرم در کیلوگرم)								
31/86 A	34/80 a	32/97 ab	35/60 a	29/53 bc	26/40 c	80		
28/42 B	29/27 bc	30/83 b	28/27 bc	28/60 b	25/13 c	60		
25/66 C	27/03 c	27/83 c	26/47 c	25/00 c	21/97 d	40		
	30/37 A	30/54 A	30/11 A	27/71 AB	24/50 B	میانگین		

برای هر یک از پاسخ‌های گیاهی، میانگین‌هایی که در هر ردیف و یا در هر ستون در یک حرف بزرگ و یا میانگین‌هایی که در متن جدول در یک حرف کوچک مشترک هستند، طبق آزمون دانکن در سطح پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

### نتیجه‌گیری

رشد و عملکرد شد که دلایل احتمالی این امر را می‌توان به افزایش قابلیت هدایت الکتریکی و برهم خوردن نسبت عناصر غذایی در خاک نسبت داد. بر اساس نتایج بدست آمده بهترین سطح مصرفی کمپوست در کشت گلخانه‌ای برای گیاه کارلا تحت تنش رطوبتی، محیط کشت حاوی 45 درصد وزنی کمپوست می‌باشد. به دلیل اثرات کمپوست بر ویژگی‌های خاک، در شرایط تنش کمبود آب، استفاده از کمپوست می‌تواند منجر به کاهش اثرات تنش گردد. بطور کلی می‌توان گفت که کمپوست

نتایج این پژوهش بیانگر آن است که اعمال تنش رطوبتی بر وزن خشک اندام هوایی، ارتفاع گیاه، وزن، تعداد و طول میوه و همچنین غلظت نیتروژن، فسفر، پتاسیم و عناصر کم‌مصرف در گیاه کارلا تأثیر منفی بر جای گذاشت. از طرفی دیگر کاربرد سطوح مختلف کمپوست به عنوان محیط کشت گیاه تأثیر معنی‌داری در افزایش شاخص‌های فوق در شرایط تنش رطوبتی و عدم تنش رطوبتی داشت. هر چند سطوح بالای مصرفی کمپوست (60 درصد وزنی) سبب کاهش شاخص‌های

ارگانیک می‌گردد. در کل مصرف بهینه از این گونه منبع- های آلی در بخش کشاورزی یکی از بهترین روش‌ها برای بازیافت این مواد به‌شمار آمده و گام موثری برای کشاورزی پایدار خواهد بود.

نقش مؤثری در رشد و نمو گیاه داشته و سبب پایین آمدن اثرات منفی تنش‌های رطوبتی بر گیاهان می‌گردد. از اثرات مهم کمپوست تأمین مواد غذایی مورد نیاز گیاه و همچنین حفظ رطوبت خاک می‌باشد. کمپوست به گیاه کمک می‌کند تا گیاه رطوبت بیشتری را در دوران خشکی حفظ نماید. تأثیر کمپوست بر رشد گیاه سبب کم شدن نیاز به استفاده از کودهای شیمیایی و تولید محصول سالم و

### فهرست منابع

1. احمدپور، ر.، آرمند، ن.، حسین‌زاده، س. ر. و ریگی، گ. 1397. تأثیر کود کمپوست بر برخی پارامترهای فتوسنتزی در سه مرحله رشد گیاه عدس (*Lens culinaris Medik.*) تحت تنش خشکی. مجله پژوهش‌های گیاهی. جلد 31، شماره 4، 767-780.
2. آریافر، س. و سیروس‌مهر، ع. ر. 1396. اثر کمپوست زیباله شهری بر عملکرد، درصد اسانس و برخی ویژگی‌های فیزیولوژیکی سیاه دانه تحت تنش خشکی. مجله به‌زراعی کشاورزی، دوره 19، شماره 1، 31-42.
3. حیدری، م.، اسماعیل‌پور، ب.، ترابی گیگلو، م.، شیخعلی‌پور، م.، دهدار، ب. و عدلی‌پور، م. 1398. بررسی تأثیر انواع بسترهای کشت (پرلیت، ورمی کولایت، خاک اره، کوکوپیت) بر روی رشد رویشی، عملکرد گیاه دارویی کارلا (*Momordica charantia L.*). دومین کنفرانس بین‌المللی و ششمین کنفرانس ملی کشاورزی ارگانیک و مرسوم، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.
4. کرمی‌نیا، ف.، رنگزن، ن.، نادیان، ح. و لطفی جلال آبادی، ا. 1398. اثر کمپوست مصرف شده قارچ و بیوپچار آن بر عملکرد گیاه جعفری تحت تنش شوری. تحقیقات آب و خاک ایران، دوره 50، شماره 6، 1465-1453.
5. Ashraf, M., and Harris, P. J. C. 2005. Abiotic Stresses: Plant Resistance through Breeding and Molecular Approaches. Haworth Press, New York, USA.
6. Avis, T.J., Grave, V., Antoun, H., and Tweddell, R.J., 2008. Multifaceted beneficial effects of rhizosphere microorganisms on plant health and productivity. Soil Bio. Biochem. 40: 1733-1740.
7. Crisan, S., Campeanu, G., and Halmagean, L. 2008. Study of *Momordica charantia L.* species grown on the specific conditions of Romania's western part. J. Veg. Grow. 11(3): 425-428.
8. Eghball, B., Ginting, D., and Gilley, JE. 2004. Residual effects of manure and compost applications on corn production and soil properties. Agro. J. 96: 442-447.
9. Fidrianny, I., Ramadhani, S., and Komar, R. 2015. In vitro Antioxidant capacities of three organs of bitter gourd (*Momordica charantia L.*) Form west Java-Indonesia using DPPH and FRAP assays. Inter. J. Pharma. Phyto. Res. 7(5): 1034-1041.
10. Gajalakshmi, S., and Abbasi, S.A. 2002. Effect of the application of water hyacinth compost and vermicompost on the growth and flowering of *Crossandra undulaefolia* and on several vegetables. Biotech. 85: 197-199.
11. Glick, B.R. 2003. Plant growth promoting bacteria. PP. 436-454. In: Glick, B.R. and J.J. Pasternak (Eds.), Molecular Biology- Principles and Applications of Recombinant DNA, ASM Press, Washington, DC.

12. Hamaiel, A.F., Elboraie, EL.A., and Elbiy, H.A. 2015. Effect of organic fertilization on growth, yield and quality om *Momordica charantia* under Damietta conditions. *J. Plant Produc. Mansoura Univ.* 6 (9): 1553-1570.
13. Heidari, M., and Mobaseri Moghadam, M. 2012. Effect of rate and time of nitrogen application on fruit yield and accumulation of nutrient elements in *Momordicacharantia*. *J. Saudi Soc. Agri. Sci.* 11(2): 129-133.
14. Kanasaki, Y., Suzuki, I., Allakhverdiev, S. I., Mikami, K., and Murata, N. 2002. Salt stress and hyperosmotic stress regulate the expression of different sets of genes in *Synechocystis* sp. PCC 6803. *Biochem. Biophys. Res. Com.* 290: 339-348.
15. Knudsen, D., Peterson, G. A., and Part, P. F. 1982. Lithium, sodium and potassium, pp. 225-246. *In* A. L. Page *et al.* (ed.) *Methods of soil analysis. Part II*, 2nd ed., Monograph No. 9, Am. Soc. Agron., Madision, Wisconsin.
16. Kusvuran, S. 2012. Effects of drought and salt stresses on growth, stomatal conductance, leaf water and osmotic potentials of melon genotypes (*Cucumis melo* L.). *Afri. J. Agri. Res.* 7(5): 775-781.
17. Lakhdar, A., Hafsi, C., Rabhi, M., Debez, A., Montemurro, F., Abdelly, C., Jedidi, N., and Ouerghi, Z. 2008. Application of municipal solid waste compost reduces the negative effects of saline water in *Hordeum maritimum* L. *Bioresou. Tech.* 99: 7160-7167.
18. Lawlor, D. W., and Cornic, G. 2002. Photosynthetic carbon assimilation and associated metabolism in relation to water deficits in higher plant. *Plant Cell & Environ.* 25: 249-279.
19. Lindsay, W. L., and Norvell, W. A. 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 42: 421-428.
20. Major, J., Lehmann, J., Rondon, M., and Goodale, C. 2010. Fate of soil-applied black carbon: downward migration, leaching and soil respiration. *Glob. Change. Bio.* 16: 1366-1379.
21. Marschner, H. 1995. *Mineral nutrition of higher plants*. Academic Press. New York.
22. Medina, E., Paredets, C., Bustamante, M.A., Moral, R., and Moreno-Caselles, J. 2012. Relationships between soil physico-chemical and biological properties in a soil amended with spent mushroom substrate. *Geoder.* (173-174): 152-161.
23. Najafi, N., Mardomi, S., and Oustan, S. 2013. The effect of waterlogging sewage sludge and manure on selected macronutrients and sodium uptake by sunflower plant in a loamy sand soil. *J. Water and Soil* 26(3): 619-636. (In Persian with English abstract).
24. Olsen, S. R. C., Cole, V., Watanabe, F. S., and Dean, L. A. 1954. Estimation of available phosphorus in soil by extraction with sodium bicarbonate. *USDA Cir.* 939, U.S. Government, Printing Office, Washington, DC.
25. Pan, G., Smith, P., and Pan, W. 2009. The role of soil organic matter in maintaining the productivity and yield stability of cereals in China. *Agri. Eco. Environ.* 129(1-3): 344-348.
26. Rajkovich, S., Enders, A., Hanley, K., Hyland, C., Zimmerman, A. R., and Lehmann, J. 2012. Corn growth and nitrogen nutrition after additions of biochars with varying properties to a temperate soil. *Bio. Ferti. Soils.* 48(3): 271-284.
27. Raman, A., and Lau, C. 1996. Antidiabetic Properties and Phytochemistry *Momordica charantia* (Cucurbitaceae), *Review. Phytomed.* 2: 349-362.
28. Ramegowda, V., and Senthil-Kumar, M. 2015. The interactive effects of simultaneous biotic and abiotic stresses on plants: Mechanistic understanding from drought and pathogen combination. *J. Plant Physio.* 176: 47- 54.
29. Rodrigues, J.G., Edvardo, P.M.J., Forner, B., and Angeles, F. 2010. Citrus rootstock response to water stress. *Sci. Horti.* 126: 95-102.

30. 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. *J. Food Agric. Environ.* 7: 869-872.
31. Shaheen, A., Fatma, M., Rizk, A., and Singer, S.M. 2007. Growing onion plants without chemical fertilization. *Res. J. Agri. Bio. Sci.* 3(2): 95-104.
32. Shree, S., Regar, C.L., Ahmad, F., Singh, V.K., Kumari, R., and Kumari, A. 2018. Effect of organic and inorganic fertilizers on growth, yield and quality attributes of Hybrid bitter gourd (*Momordica charantia* L.). *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci.* 7(4): 2256-2266.
33. Tsan, F.Y., Ngilah1, E.I., Gundadon1, H., Choo, C.Y., and Ahmad Nazarudin, M.R. 2018. Mango compost extract for enhancing growth and yield of *Momordica charantia*. *Sci. Lett.* 12: 1-15.
34. Urrestarazu, M., Salas, M.C., Padilla, M.I., Moreno, J., Elorrieta, M.A., and Arrasco, A. 2001. Evaluation of different compost from horticulture crop residues and their uses in greenhouse soilless cropping. *Act. Horticul.* 549: 147-152.
35. Vieira, R., TeKrony, D., and Egli, D. 1992. Effect of drought and defoliation stress in the field on soybean seed germination and vigor. *Crop Sci. Soc. Am.* 32: 471-475.
36. Walkely, A., and Black, I. A. 1934. An examination of method for determination of soil organic matter and proposed modification of chronic acid method. *Soil Sci.* 37: 29-38.
37. Yan, P.Y., and Murphy, R.J. 2008. Biodegraded cocopeat as a horticultural substrate. *Act. Horticul.* 517: 275-278.
38. Yoldas, F., Ceylan, S., Mordogan, N., and Esetlili, B.C. 2011. Effect of organic and inorganic fertilizers on yield and mineral content of onion (*Allium cepa* L.). *African J. Biotech.* 10(55): 11488-11492.

## Effect of Compost on Growth Characteristics and Macronutrients Concentration in *Momordica Charantia* L. Under Moisture Stress

V. Mohasseli<sup>1</sup> and F. Farbood

Assistant Professor, Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Shiraz, Iran; E-mail: v.mohasseli@areeo.ac.ir

Member of Scientific Board, Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Shiraz, Iran; E-mail: ffarbood43@gmail.com

Received: October, 2021, and Accepted: December, 2021

### Abstract

The present study was performed to evaluate compost effects on growth components and uptake of some macronutrients by *Momordica Charantia* L. under water stress. The greenhouse experiment was conducted in 2021 as factorial in a completely randomized design with three replications. Treatments included five levels of compost (0, 15%, 30%, 45%, and 60% by weight) and three levels of water stress (irrigation at 80% FC (control), 60%FC (moderate water stress) and 40%FC (severe water stress)). The results showed that water application at 60% and 40%FC resulted in reduction of, respectively, 35.8% and 60.8% in shoot dry weight, 30.7% and 56.3% in plant height, 15.9% and 42.3% in fruit weight, 18.1% and 27.2% in number of fruits, 29.4% and 46.7% in fruit length, 13% and 30.7% in N, 21.7% and 52.1% in P, and 28.2% and 36.7% in K concentration compared to the control. The use of different levels of compost as a culture medium for bitter melon had a significant effect on growth characteristics of the plant. Maximum shoot dry weight (93.99 g.pot<sup>-1</sup>), plant height (351.38 cm), fruit weight (23.56 g.pot<sup>-1</sup>), number of fruits (16.44), fruit length (13.48 cm), N (2.01%), P (0.2%) and K concentration (2.2%) were observed in culture medium with 45% compost. Thus, the best level of compost application was 45% by weight of compost for Bitter melon. Based on the results, culture medium containing 45% by weight of compost reduces the negative effects of water stress on bitter melon under stress conditions.

**Keywords:** Water stress, Organic fertilizer, Medicinal plant

---

<sup>1</sup> Corresponding author: Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Shiraz, Iran.