

تأثیر کاربرد ورمی کمپوست و محلول پاشی پوتریسین بر برخی صفات بیوشیمیایی و خصوصیات زایشی خیار گلخانه‌ای

کبری عبدلهی^۱، بهروز اسماعیل پور^۱، سرور خرم دل^۲، ساسان راستگو^۳ و قاسم پرمون^۴

^۱گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه محقق اردبیلی، آگروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد،
^۲گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه خلیج فارس بوشهر و ^۳گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه محقق اردبیلی
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۴/۲۱، تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۹۴/۱۱/۰۶)

چکیده:

به منظور بررسی کاربرد همزمان ورمی کمپوست و پوتریسین بر خصوصیات زایشی و برخی صفات بیوشیمیایی خیار گلخانه‌ای رقم یلدا، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار در گلخانه دانشگاه محقق اردبیلی در سال ۱۳۹۳ انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل، بسترهای کشت حاوی درصدهای مختلف ورمی کمپوست (صفر، ۲۰، ۴۰ و ۶۰ درصد حجمی) و غلظت‌های مختلف پوتریسین (صفر، ۰/۵، ۱ و ۱/۵ میلی مولار) بود. نتایج نشان داد که اثر متقابل ورمی کمپوست و محلول پاشی پوتریسین به جز بر تعداد میوه و تعداد روز تا گل دهی بر بقیه صفات در سطح ۱ درصد معنی دار بود. با افزایش درصد ورمی کمپوست محیط کشت، شاخص‌های مورد بررسی نسبت به شاهد به طور معنی داری افزایش یافتند به طوری که بیشترین میزان عملکرد در تیمار ۴۰ درصد ورمی کمپوست و محلول پاشی با ۱ میلی مولار پوتریسین مشاهده شد ولی در محیط کشت حاوی ۶۰ درصد ورمی کمپوست به دلیل اثرات شوری ناشی از مصرف زیاد مواد آلی عملکرد کاهش یافت. بیشترین کلروفیل برگ در گیاهان پرورش یافته درون بستر بدون ورمی کمپوست به دست آمد که با غلظت‌های ۰/۵ میلی مولار پوتریسین محلول پاشی شده بودند. محلول پاشی با ۱ میلی مولار پوتریسین از طریق افزایش میزان پروتئین، پروتئین و قندهای محلول، کاهش رشد را تا حدودی جبران کرد.

کلمات کلیدی: پروتئین، پروتئین، شاخص سبزیگی.

مقدمه:

B_6 ، B_2 ، B_1 ، املاح معدنی و اسیدهای آلی بوده که ارزش تغذیه‌ای زیادی به این گیاه داده است (پیوست، ۱۳۸۸).
افزایش جمعیت جهان و افزایش نیاز به تولید غذا در دهه های اخیر موجب افزایش فشار به محیط زیست برای تأمین غذا شده است. امنیت غذایی کشورهای در حال توسعه بیشتر از سایر کشورها تحت تأثیر افزایش جمعیت قرار می‌گیرد. ایران یکی از کشورهای در حال توسعه است که روز به روز

خیار (*Cucumis Sativus*) یکی از گیاهان تیره کدویان و از محصولات سالادی و تازه‌خوری می باشد که در رژیم غذایی مدرن امروزی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. خیار از نظر اقتصادی در بین سبزی‌های مهم، م بعد از گوجه‌فرنگی، کلم و پیاز مقام چهارم را دارا است. خیار دارای حدود ۹۶ تا ۹۷ درصد آب و مقادیر فراوانی از ویتامین‌هایی نظیر A، C

*نویسنده مسئول، نشانی پست الکترونیکی: behsmaiel@yahoo.com

نیاز به تولید و تأمین غذا در آن افزایش پیدا می‌کند. مساحت اراضی زیر کشت در ایران حدود ۱۸/۲ میلیون هکتار می‌باشد که هم شامل زمین‌های قابل کشت (۱۶/۱ میلیون هکتار) و هم مناطق زیر کشت گیاهان دائمی (۲/۱ میلیون هکتار) می‌باشد (کافی و همکاران، ۱۳۸۸). تأمین غذای مورد نیاز برای جمعیت رو به رشد از طریق افزایش سطح زیر کشت و افزایش تولید در واحد سطح امکان پذیر می‌باشد. به دلیل محدود بودن زمین‌های مناسب برای کشاورزی و منابع تولید مانند آب و نهاده‌های کشاورزی، اکثر فعالیت‌ها و تحقیقات انجام شده در جهت بهبود تولید محصول بر افزایش تولید در واحد سطح متمرکز شده است (هاشمی عباس‌آبادی و همکاران، ۱۳۹۱).

تولید عملکرد بالا و تولید محصولات خارج از فصل در سیستم‌های کشت گلخانه‌ای نسبت به سیستم‌های کشت سنتی موجب استقبال روز افزون تولیدکنندگان به خصوص تولیدکنندگان سبزی از این سیستم‌ها شده است (خانجانی، ۱۳۸۸). استفاده از کودها و سموم شیمیایی در سیستم‌های کشت گلخانه‌ای به منظور تولید محصول زیاد و با بازارپسندی مناسب، رواج فراوانی یافته است که این امر موجب شده تولیدکنندگان بدون هیچ محدودیتی از انواع کودها و آفت‌کش‌ها و سموم شیمیایی استفاده کنند و فقط به افزایش راندمان محصول خود در کوتاه مدت بمانندیشند. با افزایش آگاهی مردم از خطرات این محصولات، تمایل به استفاده از محصولاتی که به روش ارگانیک و بدون استفاده از کودها و سموم شیمیایی تولید شده باشد گسترش پیدا کرده است (عبداللهی و همکاران، ۱۳۹۰). در همین راستا استفاده از کودهای آلی رویکردی مناسب در جهت افزایش تولید و عملکرد در واحد سطح می‌باشد. استفاده از کودهای آلی از قبیل کودهای حیوانی یا کمپوست در کشاورزی جذبه خاصی را بین مشتاقان کشاورزی پایدار ایجاد نموده است که از یک سو از مزایای این مواد بازیافت شده طبیعی در جهت افزایش بهره‌وری پایدار از مزارع خویش بهره‌مند شوند و از سویی دیگر دغدغه‌های آنها در رابطه با تجمع ضایعات و ایجاد مخاطرات محیطی کاهش یابد (Anwar et al., 2005; Shaalan, 2005).

ورمی کمپوست یک کود آلی است که در اثر فعالیت مشترک کرم‌های خاکی و ریز جانداران، تولید شده و در راستای افزایش حاصلخیزی خاک و بهبود وضعیت و خصوصیات فیزیکی آن از کارایی بالایی برخوردار می‌باشد (صالح راستین، ۱۳۸۰). کاربرد ورمی کمپوست در خاک، یک عمل مدیریتی مناسب در هر سیستم تولیدی کشاورزی می‌باشد. زیرا با تحریک فعالیت میکروبی خاک، باعث معدنی شدن مواد غذایی مورد نیاز گیاهان شده در نتیجه حاصلخیزی خاک را افزایش می‌دهند (Arancon et al., 2006). در مطالعه - ای دیگر مشخص شد که کاربرد ورمی کمپوست در گیاه سورگوم باعث بهبود عملکرد بیولوژیک شده است. ورمی کمپوست به طور غیرمستقیم از طریق تأثیر بر میکروفلور خاک، رشد گیاهان را تحت تأثیر قرار می‌دهد. برای مثال اضافه کردن ورمی کمپوست به محیط رشد حاوی پیت، میزان تشکیل کلونی میکوریزا را افزایش می‌دهد (Cavender et al., 2003).

Arancon و همکاران (۲۰۰۴) و Sainz و همکاران (۲۰۰۸) آزمایش‌هایی را برای تعیین اثر ورمی کمپوست روی میزان رشد، عملکرد و ویژگی‌های فیزیولوژیکی توت‌فرنگی انجام دادند. نتایج آن‌ها نشان داد که ورمی کمپوست باعث افزایش سطح برگ و عملکرد میوه در این گیاه شده است. همچنین مطالعه آنها نشان داد که ورمی کمپوست می‌تواند روی هورمون‌های رشد گیاهی تأثیرگذار باشد. بررسی‌ها نشان دادند که ورمی کمپوست فعالیت بیولوژیکی را به صورت پیوسته بالا می‌برد و می‌تواند در گیاهان برای جوانه‌زنی بذور، گل‌دهی، رشد و عملکرد بهتر در مقایسه با محیط‌های کشت تجاری که فاقد مواد غذایی قابل استفاده می‌باشند، استفاده شود (Atiyeh et al., 2000). Speir و همکاران (۲۰۰۴) نشان دادند تحریک فعالیت ریز موجودات در مواد آلی در حضور کرم‌های خاکی باعث تولید مقدار قابل ملاحظه‌ای از تنظیم کننده‌های رشد گیاهی مانند اکسین‌ها (IAA)، جبریلین‌ها و سیتوکینین‌ها می‌شود. ورمی کمپوست دارای آنزیم‌ها و هورمون‌های رشد بوده و بر افزایش عملکرد محصولات مختلف از جمله ذرت و برنج دارای نقش بسزایی می‌باشد (Rigi, 2003).

نیاز به تولید و تأمین غذا در آن افزایش پیدا می‌کند. مساحت اراضی زیر کشت در ایران حدود ۱۸/۲ میلیون هکتار می‌باشد که هم شامل زمین‌های قابل کشت (۱۶/۱ میلیون هکتار) و هم مناطق زیر کشت گیاهان دائمی (۲/۱ میلیون هکتار) می‌باشد (کافی و همکاران، ۱۳۸۸). تأمین غذای مورد نیاز برای جمعیت رو به رشد از طریق افزایش سطح زیر کشت و افزایش تولید در واحد سطح امکان پذیر می‌باشد. به دلیل محدود بودن زمین‌های مناسب برای کشاورزی و منابع تولید مانند آب و نهاده‌های کشاورزی، اکثر فعالیت‌ها و تحقیقات انجام شده در جهت بهبود تولید محصول بر افزایش تولید در واحد سطح متمرکز شده است (هاشمی عباس‌آبادی و همکاران، ۱۳۹۱).

تولید عملکرد بالا و تولید محصولات خارج از فصل در سیستم‌های کشت گلخانه‌ای نسبت به سیستم‌های کشت سنتی موجب استقبال روز افزون تولیدکنندگان به خصوص تولیدکنندگان سبزی از این سیستم‌ها شده است (خانجانی، ۱۳۸۸). استفاده از کودها و سموم شیمیایی در سیستم‌های کشت گلخانه‌ای به منظور تولید محصول زیاد و با بازارپسندی مناسب، رواج فراوانی یافته است که این امر موجب شده تولیدکنندگان بدون هیچ محدودیتی از انواع کودها و آفت‌کش‌ها و سموم شیمیایی استفاده کنند و فقط به افزایش راندمان محصول خود در کوتاه مدت بمانندیشند. با افزایش آگاهی مردم از خطرات این محصولات، تمایل به استفاده از محصولاتی که به روش ارگانیک و بدون استفاده از کودها و سموم شیمیایی تولید شده باشد گسترش پیدا کرده است (عبداللهی و همکاران، ۱۳۹۰). در همین راستا استفاده از کودهای آلی رویکردی مناسب در جهت افزایش تولید و عملکرد در واحد سطح می‌باشد. استفاده از کودهای آلی از قبیل کودهای حیوانی یا کمپوست در کشاورزی جذبه خاصی را بین مشتاقان کشاورزی پایدار ایجاد نموده است که از یک سو از مزایای این مواد بازیافت شده طبیعی در جهت افزایش بهره‌وری پایدار از مزارع خویش بهره‌مند شوند و از سویی دیگر دغدغه‌های آنها در رابطه با تجمع ضایعات و ایجاد مخاطرات محیطی کاهش یابد (Anwar et al., 2005; Shaalan, 2005).

کشاورزی دانشگاه محقق اردبیلی اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل افزودن جایگزینی درصدهای مختلف ورمی کمپوست در چهار سطح (صفر، ۲۰، ۴۰ و ۶۰ درصد حجمی) به بستر کشت و محلول پاشی برگه پوتریسین در چهار سطح (صفر (شاهد)، ۰/۵، ۱ و ۱/۵ میلی مولار) بود. در این آزمایش به منظور تولید نشاء، بذرها قبل از کاشت به مدت ۳ روز خیسانده شده و سپس در گلدانهای کوچک محتوای پیت ماس و پرلایت کشت شدند. به منظور تولید نشاءهای با کیفیت، گلدانهای کوچک به اتاقکهای کشت با دمای ۲۸ درجه سانتیگراد منتقل شدند و در مرحله ۴-۳ برگه به گلدانهای با ارتفاع ۶۰ سانتی متر و قطر ۴۵ سانتی متر که حاوی بستری با ۰، ۲۰، ۴۰ و ۶۰ درصد حجمی ورمی-کمپوست انتقال یافتند. محیط کشت پایه در این آزمایش شامل ۷۰ درصد خاک و ۳۰ درصد ماسه بود. خاک گلدانها قبل از انتقال نشاءها مورد تجزیه قرار گرفت که نتایج آن در جدول ۱ آمده است. دو هفته پس از انتقال نشاءها به گلدانهای اصلی، گیاهان با غلظت‌های مختلف پوتریسین شامل آب مقطر (شاهد)، ۰/۵، ۱ و ۱/۵ میلی مولار محلول پاشی شده و این عمل برای دو بار تکرار شد. در طی مراحل رشد، عملیات داشت از جمله آبیاری، وجین علف‌های هرز، مبارزه با آفات، هدایت گیاهان به صورت عمودی به وسیله ریسمان و حذف شاخه‌های جانبی انجام شد. در پایان فصل رشد صفات اندازه‌گیری شده شامل میزان پرولین، قندهای محلول، پروتئین، شاخص سبزی‌نگی، قطر میوه، روز تا گل‌دهی، تعداد برداشت و عملکرد بود.

برای اندازه‌گیری میزان پروتئین ۰/۵ گرم نمونه‌تر برگه در هاون چینی کوبیده و سپس ۳ میلی‌لیتر بافر استخراج که شامل ۵ میلی‌لیتر تریس-اسید کلریدریک یک مولار، ۲۰۰ میکرولیتر Na₂EDTA یک مولار و ۰/۰۴٪ (v/v) -۲- مرکاپتو اتانول می‌باشد مخلوط شده و مخلوط حاصل به مدت ۲۱ دقیقه با سرعت ۱۱۵۰۰ دور در دقیقه در دمای ۴ سانتی‌گراد سانتریفیوژ شد. سپس برای خارج کردن ناخالصی‌های موجود در نمونه قسمت بالایی داخل لوله مجدداً به مدت ۲۰ دقیقه در ۴۰۰۰

پلی‌آمین‌ها ترکیباتی شبه هورمونی هستند که غلظت آن‌ها در سلول‌های گیاهی خیلی بیشتر از تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی بوده و وجود آنها جهت انجام واکنش‌های بیولوژیکی لازم می‌باشد (Crozier et al., 2000). از این رو پوتریسین به عنوان یکی از پلی‌آمین‌ها نقش مهمی در افزایش رشد و عملکرد و ایجاد مقاومت به تنش‌های محیطی در گیاهان دارد. مهم‌ترین پلی‌آمین‌ها شامل: اسپرمیدین (تری‌آمین)، اسپرمین (تترا‌آمین) و پیش‌ساز آن‌ها پوتریسین (دی‌آمین) هستند. اسپرمین و اسپرمیدین قادر هستند از غشاء در طول زمان تنش محافظت کنند (Abu-Kpawoh et al., 2002). پوتریسین یک واکنشگر سریع برای مقاومت در برابر تنش اسمزی می‌باشد. به طوری که مشخص شده است میزان پوتریسین درونی برگ در اثر تنش اسمزی ناشی از پلی‌اتیلن گلیکول به سرعت افزایش می‌یابد (Christos et al., 2014). همچنین در هنگام بروز تنش غرقابی مقدار پوتریسین درونی افزایش یافته و صدمات ناشی از تنش غرقابی را کاهش می‌دهد (Jinn-Chin et al., 2009). Zaller و همکاران (۲۰۰۷) نشان دادند که کاربرد خارجی پوتریسین نتایج سودمندی بر جوانه‌زنی و رشد لویا تحت شرایط تنش ناشی از سدیم کلرید دارد.

با توجه به اینکه کاربرد سطوح بالای ورمی کمپوست در بستر کشت نیز سبب تجمع املاح شده و به نحوی تنش اسمزی را برای برخی محصولات حساس به شوری از جمله خیار ایجاد می‌نماید. با توجه به مطالب بیان شده هدف از اجرای این مطالعه انتخاب بستر و کود زیستی مناسب در جهت افزایش راندمان تولید خیار (رقم یلدا) در شرایط گلخانه و همچنین بررسی تأثیر پوتریسین به عنوان یک تنظیم‌کننده رشد گیاهی در بسترهای آلی حاوی ورمی کمپوست جهت ایجاد پتانسیل بالای تولید در این گیاه و کاهش اثرات تجمع املاح و شوری ناشی از آن در گیاه خیار بود.

مواد و روش‌ها:

این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار در بهار و تابستان ۱۳۹۳ در گلخانه دانشکده علوم

جدول ۱- نتایج تجزیه بستر مورد استفاده برای کاشت.

سطح ورمی کمپوست (درصد)	EC (dS/m)	pH	نیترژن کل (%)	فسفر قابل دسترس (%)	پتاسیم قابل دسترس (%)	کلسیم (%)	سدیم (%)
۲۰	۱/۴	۷/۲۲	۰/۲۳۸	۰/۸۲	۲/۱۲	۳/۳۷	۲/۱۳
۴۰	۲/۵	۷/۳۵	۰/۲۸	۰/۹۸	۲/۸۲	۴/۶۸	۱/۸۱
۶۰	۲/۸۱	۷/۵	۰/۴۶۲	۱/۱۶	۴/۰۵	۴/۴۹	۱/۷۴
شاهد (خاک)	۴/۰۴	۷/۸۴	۰/۵۳۹	۲/۷۲	۴/۴۸	۴/۴۳	۲/۱۷

دور بر دقیقه سانتریفیوژ و ۵۰۰۰ میکرولیتر از محلول برادفورد و ۲۹۰ میکرولیتر بافر استخراج و ۱۰ میکرو لیتر عصاره استخراج را مخلوط کرده و بعد از ورتکس میزان جذب در طول موج ۵۹۵ نانومتر قرائت شد. لازم به ذکر است که پس از قرائت منحنی استاندارد با استفاده از پروتئین BSA رسم سپس جذب نمونه ها با این منحنی مقایسه گردید (Bradford, 1976)

اندازه گیری میزان پرولین برگ نیز با استفاده از روش Bates و همکاران (۱۹۷۳) صورت گرفت. برای این منظور یک گرم بافت برگی در ۱۰ میلی لیتر سولفوسالیسیلیک اسید ۳/۳ درصد سائیده و همگنای حاصل پس از عبور از کاغذ صافی با سرعت ۴۰۰۰ دور در دقیقه در دمای ۴ سانتی گراد به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ گردید. سپس به دو میلی لیتر از عصاره حاصل، دو میلی لیتر معرف نین هیدرین دو میلی لیتر اسید استیک گلاسیال خالص اضافه گردید. لوله ها به مدت یک ساعت در حمام آب گرم قرار داده شد و سپس چهار میلی لیتر تولوئن به هر یک از لوله ها و پس از تشکیل دو فاز جداگانه، فاز بالایی رنگی، با دقت جدا و جذب آن با دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل یو وی ۲۱۰۰ ساخت یونیکو امریکا) با طول موج ۵۲۰ نانومتر قرائت شد. پس از رسم منحنی استاندارد با استفاده از غلظت های مختلف پرولین، جذب نمونه ها با این منحنی مقایسه گردید.

اندازه گیری قندهای محلول به روش ایریگوئن و همکاران (Irigoyen et al., 1992) انجام شد به این ترتیب که ۰/۵ گرم از بافت تر برگ را در ۵ میلی لیتر اتانول ۹۵٪ ساییده و به مدت ۳۰ ثانیه ورتکس شد. سپس رو شناور (مایع رویی) جدا و به لوله ی دیگری منتقل شد. دو بار و در هر بار ۵ میلی لیتر اتانول

۷۰٪ به بخش جامد باقی مانده اضافه و کاملاً شستشو گردید و بخش رویی به لوله آزمایش منتقل شده و در نهایت ۱۵ میلی لیتر از عصاره به دست آمده به مدت ۱۵ دقیقه با سرعت ۳۵۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شد. در پایان ۰/۱ میلی لیتر از عصاره با افزودن سه میلی لیتر آنترون به مدت ۱۰ دقیقه در حمام آب جوش قرار داده شد. پس از خنک شدن نمونه ها میزان جذب نمونه ها در طول موج ۶۲۵ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر خوانده شد و با منحنی استاندارد رسم شده حاصل از غلظت های مختلف گلوکز مقایسه گردید.

شاخص سبزینگی به وسیله دستگاه کلروفیل متر (مدل CCM200 ساخت آمریکا) اندازه گیری شد. بدین منظور سه برگ از قسمت بالای گیاه به صورت تصادفی انتخاب و از هر برگ ۳ نقطه به منظور قرائت میزان کلروفیل مورد استفاده قرار گرفت و میانگین اعداد به دست آمده به عنوان شاخص سبزینگی مد نظر قرار گرفت. علاوه بر این برخی از خصوصیات زایشی نظیر روز تا گل دهی، تعداد دفعات برداشت از هر بوته، قطر میوه و عملکرد نیز اندازه گیری شدند. داده های حاصل از آزمایش به وسیله نرم افزار SAS تجزیه شد. مقایسه میانگین ها با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن و در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

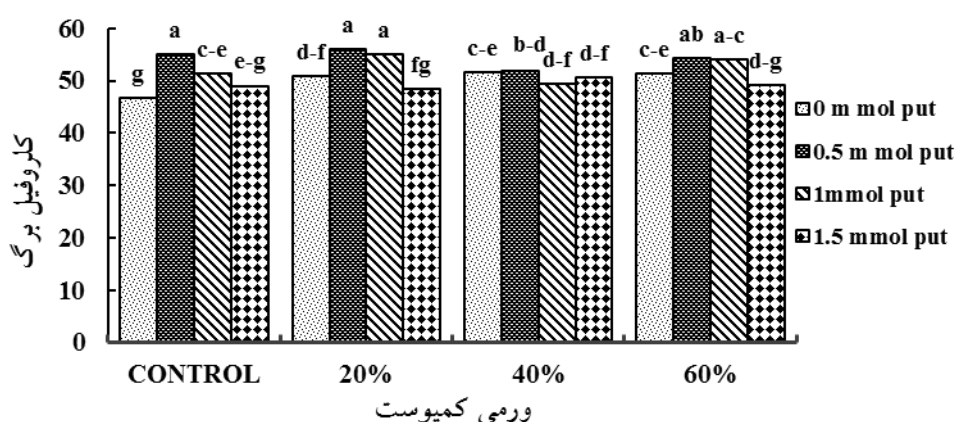
نتایج و بحث:

شاخص سبزینگی: نتایج تجزیه واریانس داده ها نشان داد، شاخص سبزینگی در سطح ۱ درصد تحت تأثیر اثرات اصلی ورمی کمپوست، پوتریسین و اثرات متقابل ورمی کمپوست در پوتریسین قرار گرفت (جدول ۲). مقایسه میانگین اثرات متقابل

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس اثر ورمی کمپوست و پوتریسین بر صفات بیوشیمیایی مورد بررسی در این مطالعه.

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		کلروفیل برگ	پروترین	پروترین	قندهای محلول
ورمی کمپوست	۳	۲۲/۲۸**	۱/۱۷۲**	۵/۶۲۲**	۰/۷۰۱**
پوتریسین	۳	۶۱/۹۱**	۰/۷۹۵**	۲/۳۳۴**	۰/۱۸۹**
اثرات متقابل	۹	۱۷/۰۱**	۰/۷۴۷**	۱/۹۲۷**	۰/۰۶۵**
خطا	۳۲	۲/۸۳	۰/۰۲۱	۰/۷۲۷	۰/۰۰۰۴
ضریب تغییرات	-	۱/۴۴	۱۹/۷۶	۷/۳۵	۲/۹

ns، * و ** به ترتیب غیره معنی دار، معنی داری در سطح ۱ و ۵ درصد.



شکل ۱- برهمکنش ورمی کمپوست و پوتریسین بر شاخص سبزیگی برگ خیار گلخانه‌ای. میانگین‌هایی که دارای حروف مشترکی می‌باشند اختلاف معنی داری در سطح ۵٪ بر اساس آزمون دانکن ندارد.

نشان داد، مصرف ورمی کمپوست موجب افزایش مقدار سبزیگی گیاه شده که مقدار تغییرات این صفت در تیمارهای مختلف پوتریسین متفاوت بود. کاربرد ۰/۵ میلی مولار پوتریسین در تمام مقادیر ورمی کمپوست موجب افزایش شاخص سبزیگی شده ولی مصرف مقادیر بیشتر این ماده موجب کاهش شاخص سبزیگی شد. همچنین مشاهده شد در سطوح بالای ورمی کمپوست از تأثیرات پوتریسین کاسته شده به طوری که در ۴۰ درصد ورمی کمپوست بین مقادیر صفر، ۰/۵ و ۱ میلی مولار اختلاف آماری مشاهده نشد. بیشترین کلروفیل برگ در گیاهان پرورش یافته درون بستر بدون ورمی کمپوست به دست آمد که با غلظت‌های ۰/۵ میلی مولار پوتریسین محلول پاشی شده بودند که با ۲۰ درصد ورمی کمپوست و غلظت‌های ۰/۵ و ۱ میلی مولار پوتریسین اختلاف

معنی داری نشان نداد. همچنین کمترین میزان کلروفیل نیز مربوط به شاهد بدون محلول پاشی با هورمون پوتریسین بود هرچند که بین تیمار شاهد ۱/۵ میلی مولار، ۲۰ درصد ورمی کمپوست و ۱/۵ میلی مولار پوتریسین و ۶۰ درصد ورمی کمپوست و ۱/۵ میلی مولار پوتریسین اختلاف معنی داری مشاهده نشد (شکل ۱).

در این آزمایش استفاده از درصدهای مختلف ورمی کمپوست به خوبی رشد رویشی و صفات زایشی را تحت تاثیر قرار داد به طوری که بستر کشت حاوی ۴۰ درصد ورمی کمپوست بهترین محیط کشت برای کشت خیار گلخانه‌ای معرفی شد که احتمالاً به دلیل وجود مواد غذایی کافی در این بستر کشت بود. علاوه بر این وضعیت تغذیه‌ای خوب ورمی کمپوست با تغییر در وضعیت فیزیکی خاک سبب افزایش

مشاهده نشد (شکل ۱).

در این آزمایش استفاده از درصدهای مختلف ورمی کمپوست به خوبی رشد رویشی و صفات زایشی را تحت تاثیر قرار داد به طوری که بستر کشت حاوی ۴۰ درصد ورمی کمپوست بهترین محیط کشت برای کشت خیار گلخانه‌ای معرفی شد که احتمالاً به دلیل وجود مواد غذایی کافی در این بستر کشت بود. علاوه بر این وضعیت تغذیه‌ای خوب ورمی کمپوست با تغییر در وضعیت فیزیکی خاک سبب افزایش

کاهش pH خاک شد. خاک‌های تیمار شده با ورمی‌کمپوست به طور معنی‌دار EC بیشتری در مقایسه با کرت‌های شاهد داشت. البته این نکته را باید اضافه کرد که ورمی‌کمپوست اگرچه حاوی مقادیر زیادی از مواد آلی می‌باشد اما از ویژگی‌های آن دارا بودن مقادیر زیاد نمک است که باعث افزایش هدایت الکتریکی و شوری خاک می‌شود. (Srikanth *et al.*, 2003). بسترهای حاوی ۶۰ درصد ورمی‌کمپوست اگرچه دارای مواد غذایی زیادی می‌باشند اما همین مقادیر زیاد مواد غذایی باعث کاهش رشد گیاهان شده است. اتیه و همکاران (Atiyeh *et al.*, 2002) دریافتند که بهترین نتیجه از اضافه کردن ورمی‌کمپوست به محیط‌های کشت گلدانی زمانی به دست آمده است که نسبت اختلاط ورمی‌کمپوست تنها ۱۰ الی ۴۰ درصد حجمی باشد و نسبت‌های بیشتر معمولاً افزایشی را در رشد و تولید به دنبال ندارد. علت این امر ممکن است شوری زیاد ناشی از اضافه کردن مقادیر زیاد ورمی‌کمپوست باشد. سطوح بالای ورمی‌کمپوست سبب ایجاد شوری در بستر کاشت می‌گردد؛ بنابراین مصرف مقادیر مناسب برای جلوگیری از این مشکل نیز ضروری می‌باشد (Arancon *et al.*, 2002)..

استفاده از پوتریسین علاوه بر افزایش رشد گیاه، می‌تواند یک راهکار مناسب برای کم کردن اثرات منفی ناشی از غلظت زیاد عناصری مانند سدیم و کلر در خاک‌های شور باشد (شیخی و رونقی، ۱۳۹۲)، پوتریسین با تجمع در بافت گیاه در طی دوران تنش سبب ایجاد مقاومت گیاه در برابر تنش‌های غیرزنده از جمله شوری می‌شود (Abu-Kpawoh *et al.*, 2002). پلی‌آمین‌ها با جلوگیری از کاهش کلروفیل سبب تاخیر در پیری می‌شود و پوتریسین یکی از موثرترین پلی‌آمین‌ها در جلوگیری از کاهش کلروفیل است (Abel and Mackenzie, 2007). پلی‌آمین‌ها نقش کلیدی در طی تنش ایفا کرده و مقاومت گیاه در برابر تنش‌های زنده و غیر زنده را بهبود می‌بخشند (Gupta *et al.*, 2013) در طی چند سال اخیر محققین توجه خود را بر روی نقش پلی‌آمین‌ها در مواجهه با تنش‌های محیطی از جمله شوری متمرکز کردند (Christos *et al.*, 2013). پوتریسین یک واکنشگر سریع برای مقاومت در برابر تنش اسمزی می‌باشد.

گسترش و رشد ریشه‌ها می‌شود. این افزایش می‌تواند به دلیل بهبود ساختمان خاک و در نتیجه افزایش ظرفیت نگهداری آب خاک، تهویه و زهکشی مناسب باشد (Saleh *et al.*, 2003). نتایج آزمایش‌های متعدد نشان داده‌اند که تأثیر ورمی‌کمپوست تنها به دلیل تأمین و تغییر شکل و افزایش عناصر غذایی نیست. نتایج پژوهش‌های مختلف، افزایش ماده آلی خاک را در اثر کاربرد کودهای آلی نشان داده است افزایش ماده آلی خاک سبب بهبود ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک شده و رشد گیاه را افزایش می‌دهد. (شریفی و همکاران ۱۳۸۹). سینگ و همکاران (Singh *et al.*, 2008) آزمایشی را برای تعیین اثر ورمی‌کمپوست روی میزان رشد، عملکرد و ویژگی‌های فیزیولوژیکی توت فرنگی انجام دادند. برای این منظور، چهار سطح از ورمی‌کمپوست شامل: ۲/۵، ۵، ۷/۵، ۱۰ تن در هکتار استفاده شد. نتایج نشان داد که ورمی‌کمپوست باعث افزایش سطح برگ به میزان ۲۳/۱٪، وزن خشک ۲۰/۷٪ و عملکرد میوه ۳۲/۷٪ شد. بهترین نتایج نیز در نسبت ۷/۵ تن در هکتار بدست آمد. آرنکون و همکاران (Arancon *et al.*, 2004)، اثرات ورمی‌کمپوست را روی رشد و عملکرد توت فرنگی مزرعه ای، (*Frogaria ananasa*) مورد بررسی قرار دادند. در این آزمایش ورمی‌کمپوست در نسبت‌های ۵ و ۱۰ تن در هکتار مورد استفاده قرار گرفت. کاربرد ورمی‌کمپوست‌ها رشد و عملکرد گیاه توت‌فرنگی را به طور معنی‌داری افزایش داد. همچنین کاربرد این ترکیب سبب افزایش سطح برگ تا ۳۷٪، جوانه‌زنی در گیاه ۳۷٪، افزایش تعداد گل‌ها تا ۴۰٪ و تولید میوه به میزان ۳۵ درصد شد. آذرمی و همکاران (Azarmi *et al.*, 2008)، اثرات ورمی‌کمپوست روی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی را در مزرعه گوجه فرنگی ارزیابی کردند. آزمایشات در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با چهار تکرار انجام شد. نتایج نشان داد افزودن ورمی‌کمپوست به میزان ۱۵ تن در هکتار به طور معنی‌داری ($P < 0/05$) مقدار کل کربن آلی خاک، کل نیتروژن، فسفر، پتاس، کلسیم، روی، منگنز خاک، رشد و عملکرد را به طور قابل ملاحظه‌ای در مقایسه با کرت‌های شاهد افزایش داد. افزودن ورمی‌کمپوست در خاک منجر به

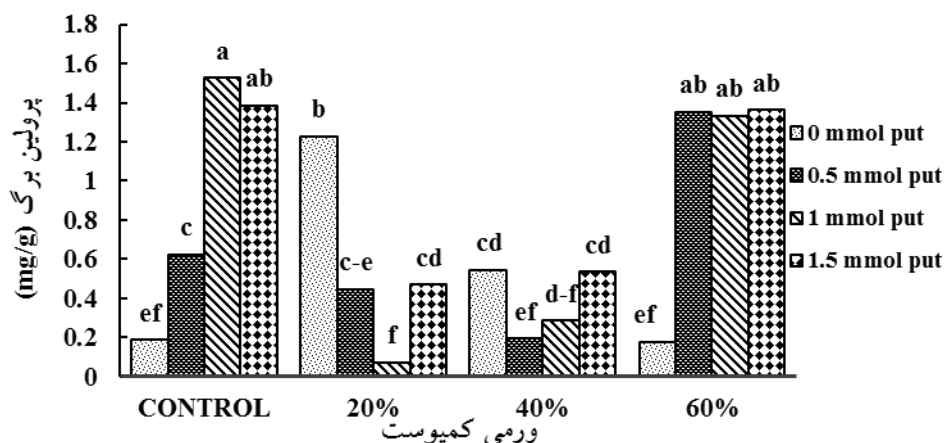
(Christos *et al.*, 2013). She و همکاران (۲۰۰۸) آزمایشی بر روی خیار به منظور تعیین نقش پوتریسین در محافظت از گیاه در برابر تنش شوری انجام دادند و متوجه شدند که پوتریسین اثرات محدود کننده سدیم کلرید بر رشد و توسعه ریشه را از طریق کاهش جذب NaCl و افزایش تجمع پتاسیم در ریشه کاهش می‌دهد.

پرویلین برگ: میزان پرویلین برگ‌های خیار تحت تاثیر اثرات اصلی ورمی کمپوست و پوتریسین و اثرات متقابل آن‌ها در سطح ۱ درصد قرار گرفت (جدول ۲). مقایسه میانگین اثرات متقابل ورمی کمپوست و پوتریسین نشان داد، کاربرد مقادیر پایین ورمی کمپوست موجب کاهش میزان پرویلین برگ‌ها شده ولی با رسیدن مقدار به ۶۰ درصد میزان پرویلین مجدداً افزایش پیدا کرد. استفاده از پوتریسین در شرایط عدم استفاده از ورمی کمپوست موجب افزایش مقادیر پرویلین شده ولی با افزایش یافتن مقادیر ورمی کمپوست تغییرات متفاوت شد. بیشترین میزان پرویلین برگ مربوط به تیمار محیط کشت بدون ورمی کمپوست و محلول پاشی شده با ۱ و ۱/۵ میلی‌مولار پوتریسین با میانگین‌های ۱/۵۲ و ۱/۳۸ میلی‌گرم بر گرم بود ولی این تیمار اختلاف معنی‌داری با تیمار محیط کشت حاوی ۶۰ درصد ورمی کمپوست و محلول پاشی شده با غلظت‌های مختلف پوتریسین نداشت (شکل ۲).

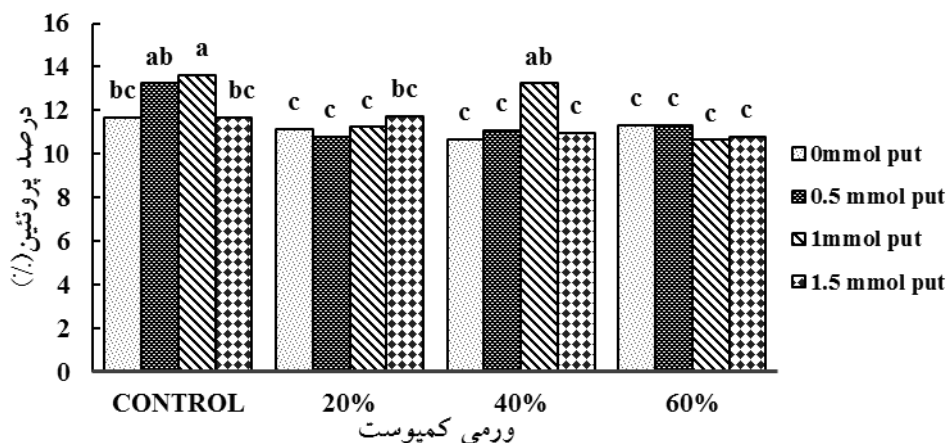
تجمع پرویلین در گیاهان فقط بخشی از سیستم دفاعی متابولیک بر علیه تنش غیر زنده می‌باشد (Turkan, 2011). این ماده علاوه بر این‌که به عنوان وسیع‌ترین اسمولیت انباشته شده در شرایط تنش شناخته شده، یک حفاظت‌کننده اسمزی بوده و به عنوان ذخیره‌کننده انرژی برای تنظیم پتانسیل‌های اکسید و احیاء عمل می‌کند (Kavikishor *et al.*, 2005). یکی از مهم‌ترین نقش‌های این ترکیب در پایداری پروتئین‌ها تحت شرایطی است که احتمال دارد پروتئین‌ها حالت طبیعی خود را از دست دهند (Bolen and Baskakov, 2001). تجمع پرویلین در طی تنش، نقش محافظتی چندگانه داشته و برای یک زمان طولانی، پرویلین به عنوان یک اسمولیت طبیعی از ساختارهای سلولی محافظت نموده و منجر به پایداری آنزیم‌ها می‌گردد

(Kavikishor *et al.*, 2005). در برخی از گیاهان در مراحل اولیه تنش کم‌آبی چندین اسیدآمینو افزایش می‌یابد که با ادامه کم‌آبی تنها تجمع و ذخیره‌ی پرویلین مشاهده شده (Rajinder, 2001) و در اثر تجمع پرویلین، پتانسیل اسمزی سلول کاهش می‌یابد. کاهش پتانسیل اسمزی بافت‌های گیاهی، واکنش‌های بیوشیمیایی را محدود نکرده بلکه منجر به حفاظت سلول‌ها در برابر اثرات نامطلوب تنش می‌گردد؛ بنابراین، می‌توان بیان کرد که پتانسیل اسمزی پایین در بافت‌ها می‌تواند ناشی از تجمع پرویلین باشد (Çiçek and Çakırlar, 2002) ولی بدون محلول پاشی با پوتریسین مقدار پرویلین به شدت کاهش یافت که کم‌ترین اختلاف معنی‌دار با محیط کشت حاوی ۶۰ درصد ورمی کمپوست و محلول پاشی شده با آب مقطر (شاهد) بود که بیان‌کننده نقش پوتریسین در تحریک تولید پرویلین می‌باشد در نتیجه گیاه با تجمع پرویلین در برابر تنش ایجاد شده مقاومت نشان می‌دهد (Hong *et al.*, 2000). همچنین کم‌ترین میزان پرویلین برگ در محیط‌های کشت حاوی ۲۰ درصد ورمی کمپوست و محلول پاشی شده با ۱ میلی‌مولار پوتریسین بود.

پروتئین برگ: برهمکنش ورمی کمپوست و پوتریسین بر میزان پروتئین نیز تاثیر گذار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین اثرات متقابل نشان داد، استفاده از ورمی کمپوست موجب کاهش میزان پروتئین‌های برگ شده و محلول پوتریسین در سطوح مختلف ورمی کمپوست نتایج متفاوتی داشت. در شرایط عدم کاربرد ورمی کمپوست استفاده از غلظت‌های پایین پوتریسین موجب افزایش پروتئین شده ولی با مقادیر ورمی کمپوست نتایج متفاوت تری مشاهده شد. بالاترین مقدار پروتئین (۱۳/۶۶ درصد) در بسترهای خاک بدون ورمی-کمپوست و محلول پاشی شده با ۱ میلی‌مولار پوتریسین بود ولی این تیمار اختلاف معنی‌داری با محیط کشت حاوی ۴۰ درصد ورمی کمپوست و محلول پاشی شده با ۱ میلی‌مولار پوتریسین و هم‌چنین خاک بدون ورمی کمپوست و محلول-پاشی شده با ۰/۵ میلی‌مولار پوتریسین نداشت و کم‌ترین میزان پروتئین (۱۰/۶۰ درصد) نیز مربوط به ترکیب تیماری محیط کشت حاوی ۶۰ درصد ورمی کمپوست و محیط کشت حاوی



شکل ۲- تاثیر ورمی کمپوست و پوتریسین بر میزان پرولین برگ خیار گلخانه‌ای. میانگین‌هایی که دارای حروف مشترکی می‌باشند اختلاف معنی‌داری در سطح ۵٪ بر اساس آزمون دانکن ندارد.



شکل ۳- تاثیر ورمی کمپوست و پوتریسین بر درصد پروتئین برگ خیار گلخانه‌ای. میانگین‌هایی که دارای حروف مشترکی می‌باشند اختلاف معنی‌داری در سطح ۵٪ بر اساس آزمون دانکن ندارد.

پروتئین‌های به‌هم پیوسته تشکیل شده و افزایش سرعت تجزیه پروتئین‌ها ممکن است از نتایج شرایط بروز تنش باشد (Bolen and Baskakov, 2001). همچنین گزارش شده است که مکانیزمی که قندها برای ایجاد محافظت از سلول‌ها در طی تنش کم‌آبی استفاده می‌کنند، شامل جایگزینی گروه هیدروژن قندها به عنوان قسمت آب دوست بوده و تاثیر متقابل بر پروتئین‌ها و غشاء سلولی در طی از دست رفتن آب دارد به این ترتیب کربوهیدرات‌ها به وسیله تاثیر متقابل با پروتئین‌ها و غشاءها از طریق پیوند هیدروژنی، از غیرطبیعی شدن پروتئین‌ها جلوگیری می‌کنند (Al- Rumaih and Al- Rumaih, 2007).

قند محلول برگ: قندهای محلول نیز در سطح ۱ درصد تحت تاثیر اثرات اصلی و برهم‌کنش ورمی کمپوست و

۲۰ درصد ورمی کمپوست و محلول‌پاشی شده با آب مقطر (شاهد)، ۰/۵ و ۱ میلی مولار پوتریسین و هم چنین محیط کشت حاوی ۴۰ درصد ورمی کمپوست و محلول‌پاشی شده با آب مقطر (شاهد)، ۰/۵ و ۱/۵ میلی مولار پوتریسین بود. ولی اختلاف معنی‌داری بین این تیمارها و محیط کشت فاقد ورمی کمپوست و محلول‌پاشی شده با آب مقطر (شاهد) و ۱/۵ میلی مولار پوتریسین و محیط کشت حاوی ۲۰ درصد ورمی کمپوست و محلول‌پاشی شده با ۱/۵ میلی مولار پوتریسین وجود نداشت (شکل ۳).

شرایط نامطلوب محیطی مانند دمای بالا، شوری یا کم‌آبی می‌تواند دومین و سومین ساختار پروتئین‌ها و نسبت پروتئین‌های فعال به غیرفعال را تغییر دهد. پروتئین‌های غیرطبیعی از

کمپوست و پوتریسین بر قطر میوه خیار گلخانه‌ای نشان داد که بیشترین قطر میوه مربوط به تیمار محیط کشت فاقد ورمی کمپوست و محلول پاشی شده با ۱ میلی‌مولار پوتریسین و کم‌ترین قطر میوه نیز مربوط به تیمار محیط کشت حاوی ۶۰ درصد ورمی کمپوست و محلول پاشی شده با آب مقطر (شاهد) بود. به طور کلی گیاهان محلول پاشی شده با پوتریسین قطر میوه بزرگتری نسبت به گیاهان محلول پاشی شده با آب مقطر (شاهد) داشتند (شکل ۵). افزایش قطر میوه‌ها در ورمی کمپوست و پوتریسین را می‌توانه به بهبود جذب عناصر غذایی و سیستم فتوسنتزی نسبت داد. بستر مناسب از طریق دست رسی مطلوب گیاه به عناصر غذایی، موجب بهبود رشد و افزایش میزان تولید و در نهایت عملکرد بالاتر است (Sharma, 2002; Hazarika et al., 2000).

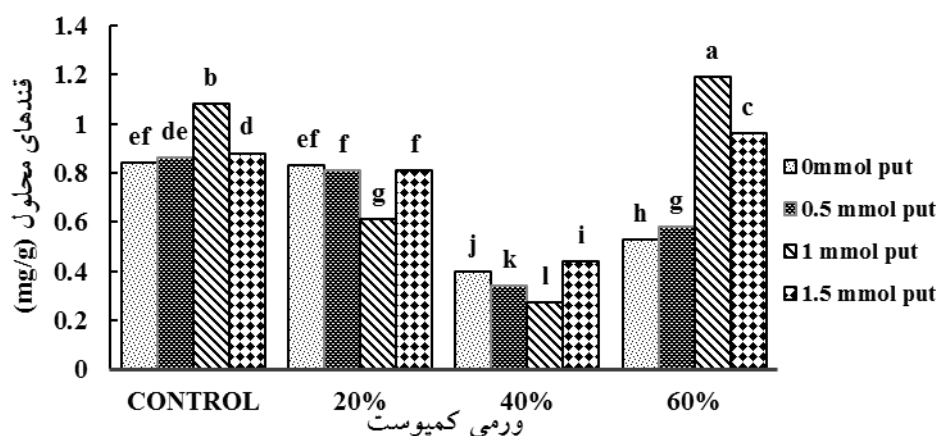
تعداد روز تا گلدهی: تعداد روز تا گل‌دهی تنها تحت تاثیر اثرات اصلی ورمی کمپوست قرار گرفت (جدول ۳). ورمی کمپوست موجب افزایش دوره گل‌دهی خیار شد. زودترین گل‌دهی در محیط‌های فاقد ورمی کمپوست و دیرترین گل‌دهی در محیط کشت حاوی ۶۰ درصد ورمی کمپوست مشاهده شد ولی بین این محیط کشت و محیط کشت حاوی ۲۰ درصد ورمی کمپوست اختلاف معنی‌داری از نظر آماری مشاهده نشد (جدول ۴). فاخری و همکاران (۱۳۹۰) نیز در مطالعه خود گزارش کردند که کاربرد ورمی کمپوست موجب افزایش تعداد روز تا گل‌دهی در گیاه دارویی بادرشبی (*Dracocephalum moldavica*) زیستی در سیستم‌های کشاورزی پایدار ضمن بهبود ساختار و فعالیت میکروارگانیسم‌های مفید خاک، موجب تأمین مطلوب آب و عناصر غذایی ماکرو و میکرو گردیده که این مسئله به افزایش عملکرد گیاهان در مقایسه با سیستم کشت متداول منجر می‌گردد (Ratti et al., 2001).

تعداد برداشت: ورمی کمپوست بر تعداد برداشت خیار تاثیر گذار بود، به طوری که مصرف ۲۰ و ۴۰ درصد ورمی کمپوست موجب افزایش تعداد برداشت میوه این گیاه شد، ولی با رسیدن مقدار به ۶۰ درصد تغییرات تعداد برداشت روند

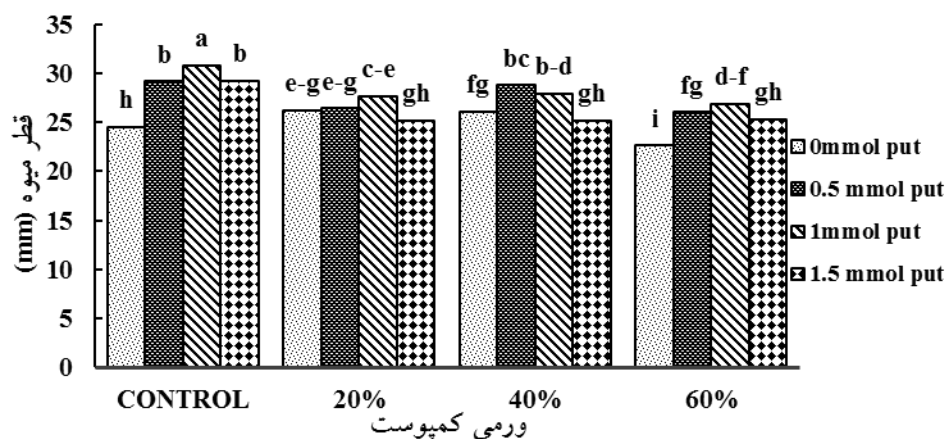
پوتریسین قرار گرفت (جدول ۲). مقادیر پایین ورمی کمپوست موجب کاهش مقدار قندهای محلول در برگ شده ولی با رسیدن مقدار ورمی کمپوست به ۶۰ درصد قندهای محلول افزایش یافت. استفاده از پوتریسین موجب افزایش مقدار قندهای محلول شد. بیشترین مقدار قندهای محلول برگ مربوط به ترکیب تیماری ۶۰ درصد ورمی کمپوست و محلول پاشی با ۱ میلی‌مولار پوتریسین بود و در محیط کشت بدون ورمی کمپوست نیز بیشترین میزان قندهای محلول در تیمار ۱ میلی‌مولار پوتریسین مشاهده شد. در صورتی که با محلول-پاشی گیاهان کشت شده با آب مقطر در این دو بستر مقدار قندهای محلول به شدت کاهش یافت. این نتیجه بیانگر این است که با محلول پاشی گیاهان کشت شده در محیط‌های کشت فاقد ورمی کمپوست و حاوی درصدهای بالای ورمی کمپوست، قندهای محلول در گیاه تجمع می‌یابند، میزان پایین قندهای محلول در محیط‌های کشت حاوی درصدهای پایین ورمی کمپوست در همه غلظت‌های پوتریسین و همچنین محلول پاشی با آب مقطر (شاهد) مشاهده شد که نشان دهنده تنش‌های محیطی کمتر در این بسترها است (شکل ۴).

قندهای محلول به عنوان محافظت کننده‌های اسمزی در تنظیم اسمزی سلول نقش داشته و در پاسخ به تنش‌های محیطی تجمع می‌یابند. بنابراین تعیین میزان قندهای محلول ممکن است روشی مفید در بیان مقاومت گیاه به تنش‌های شوری و خشکی باشد (Pagter et al., 2005). Bajji و همکاران (۲۰۰۱) افزایش معنی‌دار پرولین و قندهای محلول در گیاهان تحت تنش را نسبت به گیاه شاهد گزارش کردند. ایشان بیان کردند که در شرایط تنش، قندها اصلی‌ترین محلول‌های آلی هستند که در تنظیم اسمزی شرکت دارند. کربوهیدرات‌ها و پرولین قادرند که نقش سیگنال‌های متابولیکی را ایفا کرده، بنابراین بر روی پاسخ فیزیولوژیک و تنظیم متابولیکی به شرایط تنش تاثیر می‌گذارند (Turkan, 2011).

قطر میوه: قطر میوه خیار نیز علاوه بر اثرات اصلی تحت تاثیر اثرات متقابل ورمی کمپوست در پوتریسین قرار گرفت (جدول ۳). نمودار مقایسه میانگین اثرات متقابل ورمی



شکل ۴- تاثیر ورمی کمپوست و پوترسین بر قندهای محلول برگ خیار گلخانه‌ای. میانگین‌هایی که دارای حروف مشترکی می‌باشند اختلاف معنی‌داری در سطح ۵٪ بر اساس آزمون دانکن ندارد.



شکل ۵- تاثیر ورمی کمپوست و پوترسین بر قطر میوه خیار گلخانه‌ای. میانگین‌هایی که دارای حروف مشترکی می‌باشند اختلاف معنی‌داری در سطح ۵٪ بر اساس آزمون دانکن ندارد.

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در این مطالعه.

میانگین مربعات				درجه آزاد	منابع تغییر
عملکرد	تعداد برداشت	روز تا گلدهی	قطر میوه		
۱۴۲۲۱۲۹/۲۷**	۱۸/۲۲**	۲۲/۸۶**	۲۱/۳۵**	۳	ورمی کمپوست
۱۷۱۰۹۵۷/۱۵**	۱/۲۷ ^{ns}	۱/۸۳ ^{ns}	۲۸/۰۴**	۳	پوترسین
۲۹۹۱۷۰/۲۹**	۵/۶۱ ^{ns}	۲/۵۷ ^{ns}	۵/۱۷**	۹	اثرات متقابل
۳۵۲۴۱/۳۵	۶/۱۴	۲/۳۵	۰/۶۷۹	۳۲	خطا
۱۰/۲۳	۲۰/۸	۵/۷۷	۳/۰۷	-	ضریب تغییرات

ns، * و ** به ترتیب غیره معنی‌دار، معنی‌داری در سطح ۱ و ۵ درصد.

برداشت نیز با میانگین ۲۱/۸۳ بار در محیط کشت حاوی ۶۰ درصد ورمی کمپوست مشاهده شد ولی با این وجود اختلاف

نزولی پیدا کرد. بیشترین تعداد برداشت با میانگین ۳۱/۵ بار در محیط کشت حاوی ۴۰ درصد ورمی کمپوست و کم‌ترین تعداد

جدول ۴- تاثیر ورمی کمپوست بر صفات زایشی خیار گلخانه‌ای رقم یلدا

تعداد برداشت	تعداد روز تا گلدهی	تیمارها
۲۴/۸۳ ^b	۲۵/۰۸ ^c	۰ درصد (شاهد)
۲۳/۳۳ ^b	۲۶/۰۴ ^{bc}	۲۰ درصد
۳۱/۵ ^a	۲۶/۱۹ ^b	۴۰ درصد
۲۱/۸۳ ^b	۲۸/۳۳ ^a	۶۰ درصد

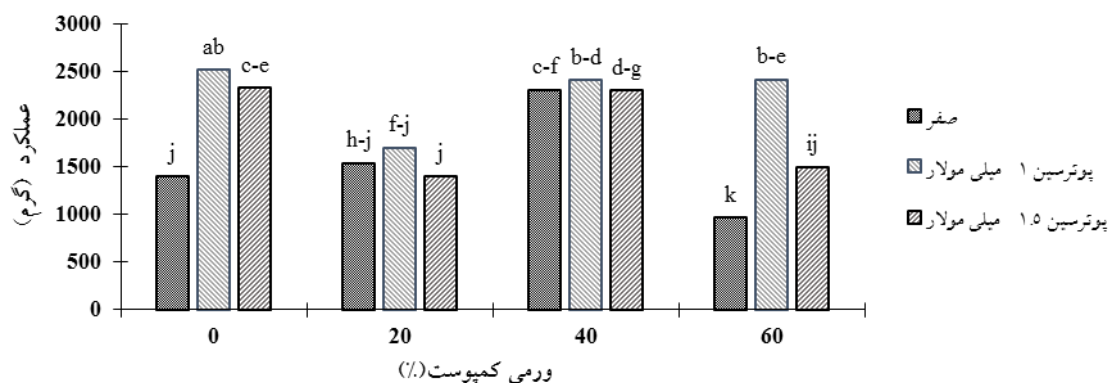
میانگین‌هایی که دارای حروف مشترکی می‌باشند اختلاف معنی‌داری در سطح ۵٪ بر اساس آزمون دانکن ندارد.

کم‌ترین عملکرد (۶۹۸ گرم) مربوط به محیط کشت حاوی ۶۰ درصد ورمی کمپوست و محلول‌پاشی با آب مقطر (شاهد) بود (شکل ۶).

Nazari و همکاران (۲۰۰۶) بیان کردند که انواع کودهای آلی باعث افزایش رشد و عملکرد گیاه ذرت می‌شوند. آنکون و همکاران (Arancon *et al.*, 2004)، اثرات ورمی کمپوست را روی رشد و عملکرد توت فرنگی مزرعه ای، (*Frogaria ananasa*) مورد بررسی قرار دادند. در این آزمایش ورمی-کمپوست در نسبت‌های ۵ و ۱۰ تن در هکتار مورد استفاده قرار گرفت. کاربرد ورمی کمپوست‌ها رشد و عملکرد گیاه توت‌فرنگی را به طور معنی‌داری افزایش داد. همچنین کاربرد این ترکیب سبب افزایش سطح برگ تا ۳۷٪، جوانه‌زنی در گیاه ۳۷٪، افزایش تعداد گل‌ها تا ۴۰٪ و تولید میوه به میزان ۳۵ درصد شد. نتایج افزایش عملکرد ناشی از مصرف ورمی کمپوست در مقایسه با سایر کودهای آلی مربوط به مقادیر بالای تنظیم‌کننده‌های رشد در ساختار کود ورمی کمپوست است که نسبتاً پایدار بوده و روی سطح هوموس جذب شده و نقش مهمی را در اتصال ذرات هوموس دارد که این ذرات با افزایش فراهمی عناصر غذایی باعث رشد و نمو گیاه و به دنبال آن باعث افزایش عملکرد محصول است. Narender و همکاران (۲۰۰۱) نیز نشان دادند که کاربرد کود ورمی کمپوست در مقایسه با کود دامی بیشترین تاثیر را بر عملکرد سیب‌زمینی داشته است. این محققان عنوان نمودند که ترکیبات کلاتی ورمی کمپوست برای جذب عناصر غذایی نسبت به کود دامی دارای پایداری بیشتری است و از طرف دیگر میزان غلظت عناصر غذایی در واحد وزن ورمی کمپوست بیشتر از کود دامی

معنی‌داری بین این محیط کشت و بسترهای حاوی ۲۰ درصد ورمی کمپوست و بستر کشت فاقد ورمی کمپوست مشاهده نشد (جدول ۴). نتایج مطالعات نشان داد، ورمی کمپوست و دیگر کودهای زیستی موجب افزایش رشد زایشی در گیاهان مختلف شد (Atiyeh *et al.*, 2002; Mahbub Khamami, 2009). ورمی کمپوست علاوه بر اصلاح ویژگی‌های فیزیکی خاک از جمله بالا بردن ضریب حفظ رطوبتی خاک، در تشدید عطر و اسانس گیاهان و گل‌های معطر موثر است (Atiyeh *et al.*, 2002). همچنین گزارش شده است که از کل نیتروژن موجود در کود حیوانی، ۴۰ درصد نیتروژن آلی آن طی سال اول معدنی شده و به مصرف می‌رسد که این می‌تواند بر تعداد برداشت و عملکرد تاثیر گذار باشد (Abbasi *et al.*, 2002).

عملکرد: عملکرد میوه خیار نیز تحت تاثیر برهم‌کنش ورمی کمپوست و پوتریسین قرار گرفت (جدول ۳). نمودار مقایسه میانگین اثرات متقابل ورمی کمپوست و پوتریسین نشان داد، استفاده از سطوح پایین و متوسط ورمی کمپوست موجب افزایش عملکرد شده ولی با رسیدن مقدار به ۶۰ درصد عملکرد کاهش یافت. همچنین محلول پاشی پوتریسین تا غلظت ۱ مولار افزایش عملکرد را سبب شد ولی بعد از این غلظت عملکرد روند نزولی داشت. تأثیرات پوتریسین در سطوح کمی متفاوت بود به طوری که در ۲۰ و ۶۰ درصد ورمی کمپوست محلول پاشی ۱ میلی‌مولار پوتریسین بهترین تیمار بوده ولی در ۴۰ درصد، ۰/۵ میلی‌مولار پوتریسین نتیجه بهتری نشان داد. به طور کلی بیشترین عملکرد (۲۷۶۰ گرم) مربوط به ترکیب تیماری محیط حاوی ۴۰ درصد ورمی-کمپوست و محلول‌پاشی شده با ۰/۵ میلی‌مولار پوتریسین و



شکل ۶- تأثیر ورمی کمپوست و پوتریسین بر عملکرد میوه خیار گلخانه‌ای. میانگین‌هایی که دارای حروف مشترکی می‌باشند اختلاف معنی‌داری در سطح ۵٪ بر اساس آزمون دانکن ندارد.

نقش پوتریسین روی رشد و اجزای عملکرد ممکن است ناشی از نقش محافظتی خاص آن باشد که سبب سازگار شدن گیاهان به محیط خارجی می‌شود (Iman et al., 2010).

نتیجه‌گیری:

نتایج نشان داد، کاربرد ورمی کمپوست موجب بهبود برخی صفات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی و عملکرد خیار شد. در بین سطوح مختلف استفاده شده، ورمی کمپوست ۴۰ درصد در مقایسه با بقیه تیمارها نتایج بهتری نشان داد. سطوح بالای ورمی کمپوست می‌تواند سبب ایجاد شوری در بستر کاشت گردد و کاهش عملکرد را موجب شود. در این مطالعه نیز مشاهده شد ۶۰ درصد ورمی کمپوست عملکرد را کاهش داد. کاربرد پوتریسین نیز نقش مثبتی بر صفات مورد بررسی داشت. پوتریسین با تجمع در بافت گیاه می‌تواند سبب ایجاد مقاومت در گیاه در برابر شرایط نامساعد محیطی شود. در بین غلظت‌های مورد استفاده از پوتریسین مصرف ۱ میلی مولار نتیجه بهتری نشان داد که می‌تواند جهت افزایش عملکرد خیار در سطح وسیع قابل توصیه باشد.

بود. ورمی کمپوست به‌طور غیرمستقیم از طریق تأثیر بر میکروفلور خاک، رشد گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد. برای مثال اضافه کردن ورمی کمپوست به محیط رشد حاوی پیت، میزان تشکیل کلنی میکوریزا را افزایش می‌دهد (Cavender et al., 2003). Amin و همکاران (۲۰۱۱) در بررسی اثر پوتریسین و گلوتامین بر میزان عملکرد پیاز دریافتند که بیشترین میزان عملکرد و کیفیت مطلوب پیاز با محلول پاشی ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر پوتریسین این تیمار اثر معنی‌داری بر میزان عملکرد اعمال نموده‌اند که با نتایج حاصل از این پژوهش مطابقت دارد. Singh و Malik (۲۰۰۶) دریافتند که پلی‌آمین‌ها در بهبود اجزای عملکرد گیاه گندم بسیار موثر هستند. در طی تنش‌های اسمزی به ویژه شوری با افزایش غلظت املاح، فشار اسمزی محلول خاک زیاد می‌شود، در نتیجه مقدار انرژی که گیاه باید صرف جذب آب از خاک نماید افزایش می‌یابد که این عمل باعث کاهش جذب آب، افزایش تنفس و کاهش ارتفاع و عملکرد گیاه می‌شود (Branson et al., 2007). پوتریسین در تولید بسیاری از گیاهان مانند نخود فرنگی (Gharib and Hanafy Ahmed, 2005) و بادنجان (El-Tohamy et al., 2008) نقش تنظیم‌کنندگی دارد.

منابع:

اکبری نیا، ا.، فلاوند، ا.، سفید کن، ف.، طهماسبی، ز.، شریفی، ا. و رضایی، م. (۱۳۸۱) بررسی عملکرد و ماده موثره زنیان در سیستم‌های کشاورزی متداول- ارگانیک و تلفیقی. چکیده مقالات هفتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. کرج موسسه

- تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر. ص ۵۲.
- پیوست، غ. (۱۳۸۸) سبزیکاری. انتشارات دانش پذیر، چاپ پنجم، ص ۳۳۸.
- خانجانی، م. (۱۳۸۸) آفات سبزی و صیفی ایران. انتشارات دانشگاه بوعلی سینا، چاپ چهارم، ص ۲۶۷.
- درزی، م. ت.، قلاوند، و رجالی، ف. (۱۳۸۸) تأثیر مصرف کودهای بیولوژیک بر روی جذب عناصر K, P, N و عملکرد دانه در گیاه دارویی رازیانه. تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران ۲۵: ۱۹-۱.
- درزی، م. ت.، قلاوند، و رجالی، ف. (۱۳۸۷) بررسی اثر کاربرد میکوریزا، ورمی کمپوست و کود فسفات زیستی بر گلدهی، عملکرد بیولوژیک و همزیستی ریشه، در گیاه دارویی رازیانه. مجله علوم زراعی ایران ۱۰ (۱): ۱۰۹-۸۸.
- درزی، م. ت.، قلاوند، رجالی، ف. و سفید کن، ف. (۱۳۸۵) بررسی کاربرد کودهای زیستی بر عملکرد و اجزاء عملکرد گیاه دارویی رازیانه. تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران ۲۴: ۲۹-۲۷۶.
- شیخی، ج. و رونقی، ع. (۱۳۹۲) اثر شوری و کاربرد ورمی کمپوست بر غلظت عناصر غذایی و عملکرد اسفناج (رقم ویروفلی) در یک خاک آهکی، مجله علوم و فنون کشت گلخانه‌ای ۹۲: ۴-۸۱.
- صالح راستین، ن (۱۳۸۰) کودهای بیولوژیک و نقش آنها در راستای نیل به کشاورزی پایدار. مجموعه مقالات ضرورت تولید صنعتی کودهای بیولوژی کشور، ص ۵۴.
- عبداللهی ک. و عبداللهی، ع. (۱۳۹۰) اهمیت قارچ ریشه‌ها (مایکوریزا) در حاصلخیزی خاک و تولید محصولات کشاورزی. مجله زیتون، شماره ۲۲۱، ص ۶۲.
- کافی، م.، برزونی، ا.، صالحی، م.، کمندی، ع.، معصومی، ع. و نباتی، ج. (۱۳۸۸) فیزیولوژی تنش‌های محیطی در گیاهان. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، چاپ اول، ص ۵۰۲.
- هاشمی عباس آبادی، م. و میردهقان، س. ح. (۱۳۹۱) استفاده از اسانس‌ها به منظور حفظ کیفیت پس از برداشت فرآورده‌های تازه. مجله زیتون، شماره ۲۲۸، ص ۳۱.
- مفاخری، س.، امید بیگی، ر.، سفید کن، ف. و رجالی، ف. (۱۳۹۰) تأثیر کاربرد کودهای زیستی بر برخی فاکتورهای فیزیولوژیکی، مورفولوژیکی و مقدار اسانس گیاه دارویی بادرشبی (*Dracocephalum moldavica*). مجله علوم باغبانی ایران ۴۲: ۲۵۴-۲۴۵.
- Shi, K., Huang, Y. Y., Xia, X. J., Zhang, Y. L., Zhou Y. H. and Yu, J. Q. (2008) Protective role of putrescine against salt stress is partially related to the improvement of water relation and nutritional imbalance in cucumber. *Journal of Plant Nutrition* 31: 1820-1831.
- Abbasi, P.A., Al-Dahmani, J., Sahin, F., Hoitink, H.A.J. and Miller, S. A. (2002) Effect of compost amendments on disease severity and yield of tomato in conventional and organic production systems. *Plant Disease* 86: 156-161.
- Abel, G. H. and Mackenzie, A. J. (2007) Salt tolerance of soybean varieties (*Glycine max* L. Merrill) during germination and later growth. *Crop Science* 4: 157-161.
- Abu-Kpawoh, J. C., Xi, Y. F., Zhang, Y. Z. and Jin, Y. F. (2002) Polyamine accumulation following Hot-water dips influence chilling injury and decay in friar plum fruit, *Food Chemistry and Toxicology* 67: 2649-2653.
- Al-Rumaih, M. M. and Al-Rumaih, M. M. (2007) Physiological response of two species of datura to uniconazole and salt stress. *Journal of Food Agriculture and Environment* 5: 450-453.
- Amin, A. A., El-Abag, H. M. and Korkar, H. M. (2011) Physiological response of onion plants to foliar application of putrescine and glutamine. *Scientia Horticulturae* 129: 353-360.
- Arancon, N. Q., Edward, C. A. and Bierman, P. (2006) Influence of vermin composts on field strawberries: Effect on soil microbiological and chemical properties. *Bio resource Technology* 97: 831-840.
- Arancon, N., Edwards, C. A., Bierman, P., Welch, C. and Metzger, J. D., (2004) Influences of vermin composts on field strawberries: Effects on growth and yields. *Bio resource Technology* 93: 145-153.
- Arancon, N. Q., Edwards, C. A., Bierman, J. D. Metzgar, S., Lee, and Welch, C (2002) Effect of vermicomposts on growth and marketable fruits of field grown tomatoes, peppers and strawberries, *Pedobiology*, 44:579-290.
- Atiyeh, R. M., Subler, S., Edwards, C. A., Bachman G., Metzger, J. D. and Shuster, W. (2000) Effects of vermin composts and composts on plant growth in horticultural container media and soil. *Pedobiologia* 47: 741- 744.

- Atiyeh, R.M., Arancon, N., Edwards, C.A., and Metzger, J. D. (2002) Influence of earthworm-processed pig manure on the growth and yield of greenhouse tomatoes. *Bioresource Technology* 75: 175-180.
- Atiyeh, R. M., Arancon, N. Q. C., Edwards, A. and Metzger, J.D. (2002) the influence of earth-worm-processed pig manure on the growth and productivity of marigold. *Bio resource Technology* 81: 103-108.
- Azarmi, R. Sharifi, P. Satari, MR. (2008). Effect of vermicompost on growth, yield and nutrition status of tomato (*Lycopersicum esculentum*). *Plant Sciences* 6:425-430.
- Bajji, M., Lutts, S. and Kinet, J. (2001) water deficit effect on solute contribution to osmotic adjustment as a function of leaf ageing in three wheat cultivars performing differently in arid conditions. *Plant Science* 160: 669-681.
- Bates, L. S., Waldren, R. P. and Teare, I. D. (1973) Rapid determination of free proline for water stress studies. *Plant soil* 39: 205-208.
- Bolen, D. W. and Baskakov, I. V. (2001) the homophobic effect: Natural selection of a thermodynamic force in protein folding. *Journal of Molecular Biology* 310 (5): 955-963.
- Bradford, M. (1976) A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Annual Review of Biochemistry* 72: 248-254.
- Branson. F.A., Miller, R. F. and Mcquee, J. S. (2007) Geographic distribution and factors affection the distribution of salt desert shrub sin the United State. *Journal of biology* 78: 741-752.
- Cavender, N. D., Atiyeh, R. L. and Knee, M. (2003) Vermi compost stimulates mycorrhizal colonization of roots of sorghum bicolor at the expense of plant growth. *Pedobiologia* 47: 85-89.
- Cavender, N. D., Atiyeh, R. L. and Knee, M. (2003) Vermicompost stimulates mycorrhizal colonization of roots of sorghum bicolor at the expense of plant growth. *Pedobiologia* 47: 85-89.
- Christos, K., Eleftheria, T., Konstantinos, T, Charalambos, O., Nikolaos, E. and Kiriakos, K. (2014) Putrescine, a fast-acting switch for tolerance against osmotic stress. *Journal of Plant Physiology* 171: 45-81.
- Çiçek, N. and Çakırlar, H. (2002) the effect of salinity on some physiological parameters in two maize cultivars. *Bulgarian Journal of Plant Physiology* 28: 66-74.
- Crozier, A., Kamiya, Y., Bishop, G. and Yokota, T., (2000) Biosynthesis of hormones and elicitor molecules. In: *Biochemistry and molecular biology of plants*. (Eds. Buchanan B. B.; Gruissem W.; Jones R. L.,) Pp. 850-929. Waldorf: American Society of Plant Physiologist
- El-Bassiouny, H. M., Mostafa, H. A., El-Khawas, S. A., Hassanein, R. A., Khalil, S. I. and Abd El- Monem, A. A. (2008) Physiological responses of wheat plant to foliar treatments with arginine or putrescine. *Australian Journal of basic and applied sciences* 2:1390–1403.
- El-Tohamy, W. A, El-Abagy, H.M. and El-Greadly, N. H. M. T (2008) Studies on the effect of putrescine, yeast and vitamin c on growth, yield and physiological responses of eggplant (*Solanum melongena* L.) under sandy soil conditions. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences* 2: 296-300.
- Gharib, A.A. and Hanafy Ahmed, A.H. (2005) Response of pea plants (*Pisum sativum* L.) to foliar application of purecine, glucose, folia feed D and silicon. *Journal Agriculture Science Mansoura* 30: 7563-7579.
- Gupta, K., Dey, A., and Gupta, B. (2013) Effects of polyamines on chlorophyll and protein content, photochemical activity, and chloroplast ultrastructure of barley leaf discs during senescence. *Acta Physiology Plant* 35: 2015-36
- Hazarika, D. K., Taluk Dar, N. C., Phookan, A. K., Saikia, U. N., Das, B.C. and Deka, P. C., (2000) Influence of vesicular arbuscular mycorrhizal fungi and phosphate solubilizing bacteria on nursery establishment and growth of tea seedlings in Assam. *Symposium no. 12, Assam Agricultural University, Jorhat- Assam, India, 7-12 December: 379.*
- Hong, Z., Lakkineni, K., Zhang, Z. and Verma, D. P. (2000) Removal of feedback inhibition of delta (1)-pyrroline-5-carboxylate synthetize results in increased proline accumulation and protection of plants from osmotic stress. *Plant Physiology* 122: 1129-1136.
- Iman, m., Talaat, A. and laila, K. (2010) Physiological Response of Sweet Basil Plants (*Ocimumbasilicum* L.) to Putrescine and Trans-Cinnamic Acid. *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences* 8: 438-445.
- Irigoyen, J. J., Emerich, D. W. and Sanchez-Diaz, M. (1992) water stress induced changes in concentrations of proline and total soluble sugars in nodulated alfalfa (*Medicago sativa* L.) plants. *Plant Physiology* 84: 55-60.
- Jinn-Chin, Y., Lao-Dar, J., Denise, Y., Tan, F., Cheng, W. L., and Sheng, J. W. (2009) Exogenous putrescine reduces flooding-induced oxidative damage by increasing the antioxidant properties of Welsh onion. *Scientia Horticulturae* 120: 306-314.
- Kavikishor, P. B., Hong Z. and Miao G. H. (2005) Overexpression of Pyroline-5-carboxylate synthetase increases proline production and confers some tolerance in transgenic plants. *Plant Physiology* 108: 1387-1394.
- Mahbub Khamami, A. (2009) The Effects of Kind and Rate of Vermin compost in Pot Medium on the growth of *Ficus bengamina*. *Journal of Seed and Plant* 24: 333-346.
- Malik, A. and Singh, Z. (2006) Improved fruit retention, yield and fruit quality in mango with exogenous application of polyamines. *Scientia Horticulturae* 110:167–174.

- Narender, P., Malik, T. P. and Mangal, J. (2001) Effect of FYM and vermicompost on potato. Program supplement. Horticulture Art and Science for life XXVI the International Horticulture congress. Toronto. CANADA.
- Nazari, M. A., Shariatmadari, H., Afyuni, M., Mobli, M. and Rahili, S. (2006) Effect of utilization leachate and industrial sewage sludge on concentration of some nutrient and yield of wheat, barley and corn. Journal of Science and Technology of Agricultural and Natural Resources 10: 3.97-110.
- Pagter, M., Bragato, C. and Brix, H. (2005) Tolerance and physiological responses of phragmites australis to water deficit. Aquatic Botany 81: 285-299.
- Rajinder, S. D., (2001) Glutathione status and protein synthesis during drought and subsequent dehydration in *Torularulis*. Plant Physiology 83: 816-819.
- Ratti, N., Kumar, S., Verma, H. N. and Gautama, S. P. (2001) Improvement in bioavailability of tricalcium phosphate to *Cymbopogon martinii* var. Motia by rhizobacteria, AMF and *Azospirillum* inoculation. Microbiological Research 156:145-149
- Rigi, M. R., (2003) Study of greenhouse effect three type of vermin compost and nitrogen on yield and chemical composition of corn and rice. Msc Thesis. University of Shiraz, pp: 5-7.
- Sainz, M. J., Taboada-Castro, M. T. and Vilarino, A. (2008) Growth mineral nutrition and mycorrhizal colonization of red clover and cucumber plants grown in a soil amended with composted urban wastes. Plant and soil 205: 85-92.
- Saleh, A.L., Abd El-Kader, A.A., and Hegab, S.A.M (2003) Response of onion to organic fertilizer under irrigation with saline water. Egyptian Journal of Applied Science 18: 707-716.
- Sharma, A.K., (2002) Biofertilizers for sustainable agriculture. Agrobios, India, 407p.
- Singh, R., Sharma, R.R., Kumar, S., Gupto, R.K., and Patil, R.T (2008) Vermicompost substitution influences growth, Physiological disorder, fruit yield and quality of strawberry (*Fragaria ananassa* Duch). Bioresource Technology. 99: 8507-8511
- Speir, T.w., Horswell, J., Van Schaik, A.P., McLaren, R.G. and Fietje, G. (2004) Compostsdbiosolids enhance fertility of a sandy loam soil under dairy pasture. Biology Fertility Soil 40: 349-358.
- Srikanth, K., Srinivasa Murthy, C. A., and Siddamarappa, V. R. (2000) Direct and residual effect of enriched compost, vermicompost and fertilizerz on properties of an Alfisol. Journal of Indian Society of Soil Science 48:496-499.
- Tomati, U., Grappelli, A. and Galli, E. (1988) the hormone- like effect of earthworm casts on plant growth. Biology Soils 5: 288-294.
- Turkan, I. (2011) Plant responses to drought and salinity stress, Development in a post-Genomic era. Advances in Botanical Research 593p.
- Zaller, J. G. (2007) Vermicompost as a substitute for peat in potting Media, effects on germination, Biomass allocation, yields and fruit Quality of three tomato varieties Quality of three tomato varieties. Scientia Horticulturae 112: 191-199.

