

Evaluation of Quantitative and Qualitative Yield of Purslane (*Portulaca Oleracea L.*) Cultivation Under the Influence of Vermicompost, Chemical Fertilizers and Nano-Fertilizers in Different Climatic Conditions

Mohsen Nori¹, Salim Farzaneh^{2*}, Raouf Seyed Sharifi², Alireza Shahriari³

Received: 07 June 2021 Accepted: 28 August 2021

1-PhD Student in Agronomy, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohagheh Ardabili, Ardabil, Iran.

2-Assoc. Prof., and Prof., Dept. of Production and Plant Genetics, Ardabil University of Mohagheh Ardabili, Ardabili, Iran.

3-Assoc. Prof., Landscape Design Engineering Dept, Geography and Environmental Planning Faculty, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran.

*Corresponding Author Email: salimfarzaneh@yahoo.com

Abstract

Background and Objective: Due to the importance of *portulaca oleracea* as a plant susceptible to cultivation in arid and semi-arid regions, this study was conducted to evaluate the productive aspect of *portulaca oleracea* cultivation under the management of different levels of vermicompost and chemical and nano fertilizers in Gorgan and Zahedan.

Materials and Methods: This study was carried out as a factorial experiment based on randomized complete block design with four replications. Application of chemical and nano fertilizers at six levels including control or non-application of fertilizers, nanoparticles of nitrogen, phosphorus and potassium (in ratios of 3, 2 and 2 g.l⁻¹, respectively) and application of chemical fertilizers of nitrogen, phosphorus and potassium (200, respectively). 100 and 150 kg.ha⁻¹) as the first factor and four different levels of vermicompost including control or non-use of vermicompost, 5, 10, and 15 tons per hectare as the second factor.

Results: In both production areas of *portulaca oleracea*, all fertilizer and vermicompost treatments had a significant effect on *portulaca oleracea* grain yield. However, the rate of *portulaca oleracea* grain yield in Gorgan region was about 36.96% higher than Zahedan region. The highest yield in both Gorgan and Zahedan regions was obtained from the application of nitrogen nanoparticles along with the application of 15 tons per hectare of vermicompost. The lowest index of grain harvest was obtained from treatment without application of fertilizer and consumption of 15 tons of vermicompost alone.

Conclusion: In general, the results of this study showed that Gorgan region was more favorable for production of *portulaca oleracea* than Zahedan. The highest seed and oil yield was obtained by applying nitrogen nanoparticles with consumption of 15 tons per hectare of vermicompost.

Keywords: Grain Yield, Harvest Index, Nano Fertilizer, Percentage of Oil, Vermicompost

ارزیابی عملکرد کمی و کیفی خرفه (*Portulaca oleracea* L.) تحت تاثیر ورمی کمپوست، کودهای شیمیایی و نانو در شرایط اقلیمی مختلف

محسن نوری^۱، سلیم فرزانه^{۲*}، رئوف سید شریفی^۲، علیرضا شهریار^۳

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۳/۱۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۶/۶

۱- دانشجوی دکتری زراعت گروه تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

۲- دانشیار و استاد گروه تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

۳- دانشیار گروه فضای سبز دانشکده جغرافیا و برنامه ریزی محیطی دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران

*مسئول مکاتبه: Email: salimfarzaneh@yahoo.com

چکیده

اهداف: با توجه به اهمیت خرفه به عنوان یک گیاه مستعد پرورش در مناطق خشک و نیمه خشک این مطالعه با هدف ارزیابی جنبه تولیدی کشت خرفه تحت مدیریت سطوح مختلف ورمی کمپوست و در شرایط استفاده از کود شیمیایی و نانو در دو شهرستان گرگان و زاهدان اجرا شد.

مواد و روش‌ها: این پژوهش به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار انجام شد. کاربرد کود شیمیایی و نانو در شش سطح شامل شاهد یا عدم کاربرد کود، نانوذره نیتروژن، فسفر و پتاسیم (به ترتیب با نسبت‌های ۳، ۲ و ۲ در هزار) و مصرف کود شیمیایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم (به ترتیب ۲۰۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار)، به عنوان عامل اول و چهار سطح مختلف ورمی کمپوست شامل شاهد یا عدم مصرف ورمی کمپوست، ۵، ۱۰ و ۱۵ تن در هکتار به عنوان عامل دوم بود.

یافته‌ها: در هر دو منطقه تولید خرفه، تاثیر تمامی تیمارهای کودی و ورمی کمپوست بر روی عملکرد بذر خرفه معنی‌دار بود با این وجود، میزان عملکرد بذر خرفه در منطقه گرگان نسبت به منطقه زاهدان حدود ۳۶/۹۶ درصد بیشتر بود. بیشترین مقدار عملکرد در هر دو منطقه گرگان و زاهدان از تیمار کاربرد نانو ذره نیتروژن همراه با مصرف ۱۵ تن در هکتار ورمی کمپوست به دست آمد. کمترین شاخص برداشت بذر از تیمار بدون کاربرد کود و مصرف ۱۵ تن ورمی کمپوست به صورت تنها، حاصل شد.

نتیجه‌گیری: به طور کلی نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که منطقه گرگان برای تولید خرفه مساعدتر از زاهدان بود. بیشترین عملکرد بذر و روغن با کاربرد نانو ذره نیتروژن همراه با مصرف ۱۵ تن در هکتار ورمی کمپوست حاصل شد.

واژه‌های کلیدی: شاخص برداشت، درصد روغن، عملکرد دانه، کود نانو، ورمی کمپوست

مقدمه

گرمسیری و نیمه گرمسیری وجود دارد^۱ (الخایات و همکاران ۲۰۰۸). گیاه خرفه بیشتر در غالب یک علف

خرفه (*Portulaca oleracea* L.) گیاهی یکساله علفی، گرمادوست و چهار کربنه از خانواده Portulacaceae است و در تمام جهان به ویژه مناطق

^۱ - Cosmopolitan distribution

۲۰۱۵). علاوه بر اثر آلوده‌کنندگی ناشی از کودهای شیمیایی، شستشو و دنیتریفیکاسیون نیتروژن، ناپایداری پتاسیم، تحرک پایین فسفر و تثبیت سریع آن و همچنین غیردسترس بودن عناصر میکرو در محدوده وسیعی از pH خاک به‌خصوص pH بالا (خاک‌های آهکی) سبب می‌گردد تا استفاده از کودهای شیمیایی کمتر مفید واقع شده و مورد توجه قرار نگیرند (سوبرامانیان و تیروناواوکاراسو ۲۰۱۷).

یکی از عناصر غذایی مهم برای رشد گیاه که در تمام دوره فعالیت آن برای تأمین احتیاجات لازم است، کودهای نیتروژن است که در بالا بردن مقدار عملکرد محصولات کشاورزی توسط اندام هوایی، تولید مواد هیدروکربنه، بیشتر از طریق افزایش سطح کربن‌گیری نقش مهمی دارند. افزایش در مقدار نیتروژن نه تنها روی رشد اثر دارد، بلکه روی الگوی اصلی مورفولوژیکی نیز مؤثر است. نیتروژن، کلیدی ترین عنصری است که باعث باروری خاک و تولید محصولات کشاورزی می‌شود و نسبت به سایر عناصر ضروری مقدار بیشتری از آن مورد نیاز است (برنگور و همکاران ۲۰۰۹). در سال‌های اخیر، استفاده از کود نیتروژن تا حد معینی باعث افزایش کمیّت و کیفیت محصولات زراعی شده است (کرتی و همکاران ۲۰۱۷). فسفر نیز در ساختمان سلولی در بسیاری از فعالیت‌های حیاتی از جمله ذخیره و انتقال انرژی شیمیایی دخالت دارد. علاوه بر این افزایش جذب فسفر می‌تواند در نهایت به بهبود شاخص برداشت در گیاه منجر شود که خود عامل مهمی در بهبود عملکرد گیاه به‌شمار می‌رود (سینگ و همکاران ۲۰۰۵). بین عناصر غذایی ضروری گیاهان، پتاسیم علاوه بر افزایش تولید و بهبود کیفیت محصول، سبب افزایش مقاومت گیاهان به شوری، کم‌آبی، انواع تنش‌های، آفات و بیماری‌ها گردیده و کارایی آب و کود را افزایش می‌دهد (رحیمی و صلاحی‌زاده ۲۰۱۵).

طی چند سال اخیر استراتژی‌های مختلف تغذیه گیاه مبتنی بر حفظ محیط زیست و دسترسی بهتر عناصر غذایی برای گیاه مورد بررسی قرار گرفته است، که یکی از مهمترین آنها استفاده از فناوری نانو می‌باشد.

هرز شناخته می‌شود با این حال، یک محصول زراعی مهم و خوش طعم نیز است که ساقه‌ها و برگ‌های لطیف و آبدار آن در بسیاری از کشورها مانند کشورهای مدیترانه‌ای، جنوب اروپا و آسیا به صورت خام و یا پخته مصرف می‌شود (پالانسیسوامی ۲۰۰۱). خرفه از لحاظ گستردگی، هشتمین گیاه متداول در دنیا می‌باشد (پیریان و پیری ۲۰۱۴) و در ایران، ایالات متحده و استرالیا به نام خرفه^۱، در انگلستان به نام علف خوک^۲، در فرانسه به نام پورپیر^۳، در سودان به نام ریگلا^۴ و در چین نیز به نام ماچی‌شیان^۵ معروف است (الخیات و همکاران ۲۰۰۸). این گیاه به دلیل داشتن اسیدهای چرب غنی از امگا ۳ و خاصیت آنتی‌اکسیدانی خود، منبعی از مزایای تغذیه‌ای را فراهم می‌کند (چن و همکاران ۲۰۱۲). همچنین در بسیاری از کشورها به عنوان داروی گیاهی به عنوان تب‌بر، ضد عفونی‌کننده، ضد باکتری (زنگ و همکاران ۲۰۰۲)، ضد زخم (کریمی و همکاران ۲۰۰۴)، ضد التهاب، آنتی‌اکسیدان (چن و همکاران ۲۰۱۲) و ترمیم‌کننده زخم (راشد و همکاران ۲۰۰۳) و غیره مورد استفاده قرار می‌گیرد. گیاه مذکور توسط سازمان بهداشت جهانی به‌عنوان یکی از پرکاربردترین گیاهان دارویی ذکر شده است و اصطلاح نوش‌دارو^۶ به آن داده شده است (خو و همکاران ۲۰۰۶). فولکلور چینی آن را "سبزیجات برای زندگی طولانی" توصیف کرده و هزاران سال است که در طب سنتی چینی مورد استفاده قرار می‌گیرد (جین و همکاران ۲۰۱۳).

در حال حاضر کشاورزی پایدار بر این عقیده است که مصرف کودهای شیمیایی نه تنها کارایی کمتری دارند، بلکه به دلیل اثرات زیست‌محیطی نامطلوبی که بر جای می‌گذارند، حیات انسان و سایر موجودات را نیز تهدید می‌کنند. بنابراین جهت حصول اهداف کشاورزی پایدار، توسعه استفاده از کودهای طبیعی دارای بنیان آلی و با کارایی مصرف بالا ضروری است (لیو و لال

1 - Purslane

2 - Pigweed

3 - Pourpier

4 - Rigla

5 - Ma-Chi-Xian

6 - Panacea

با توجه به اهمیت خرفه که در بسیاری از کشورهای دنیا برای تغذیه انسان، صنایع تبدیلی و همچنین به عنوان گیاه دارویی مورد استفاده قرار می‌گیرد ولی در ایران علیرغم وجود شرایط مستعد در بسیاری از مناطق کشور از جمله در استان سیستان و بلوچستان و استان گلستان جهت پرورش خرفه، تاکنون اطلاعات کافی در خصوص نیاز کودی این محصول وجود ندارد و کشاورزان برای تولید آن مقدار زیادی کود شیمیایی مصرف می‌کنند که این موضوع علاوه بر هدر رفت سرمایه، باعث آلودگی محیط زیست می‌گردد. بر این اساس، در راستای افزایش عملکرد و بهبود کارایی نهاده‌ها از طریق کاهش مصرف کودهای شیمیایی و استفاده از منابع پایدار، ضمن حفظ محیط زیست و مدیریت منابع آب و کود این مطالعه با هدف ارزیابی جنبه تولیدی کشت خرفه تحت مدیریت سطوح مختلف کودی (شیمیایی و نانو) در شرایط استفاده از ورمی-کمپوست، طی سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ در دو شهرستان گرگان و زاهدان طراحی و اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به منظور ارزیابی جنبه تولیدی کشت خرفه تحت مدیریت سطوح مختلف ورمی‌کمپوست و در شرایط استفاده از کود شیمیایی و نانو، طی سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ در دو شهرستان گرگان و زاهدان انجام شد. شهر زاهدان، دارای مختصات جغرافیایی ۶۰ درجه و ۵۲ دقیقه و ۲۵ ثانیه طول شرقی و ۲۹ درجه و ۳۰ دقیقه و ۴۵ ثانیه عرض شمالی و ارتفاع ۱۳۷۳ متر از سطح دریا می‌باشد. اقلیم محل اجرای آزمایش از نوع معتدل و خشک و نیمه کوهستانی و میانگین بارندگی سالانه ۷۹ میلی‌متر و میانگین حداکثر دما ۲۶/۵ درجه و میانگین حداقل دما ۹/۶ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. وجود ارتفاعات موجب شده تا زاهدان به همراه شهر خاش نسبت به دیگر شهرهای استان سیستان و بلوچستان هوای سردتری داشته باشند (سلیقه و همکاران ۲۰۰۹). شهرستان گرگان نیز در طول جغرافیایی ۲۶/۵۴ و عرض جغرافیایی ۳۶/۵۰ واقع شده و ارتفاع محل آزمایش از سطح دریا در حدود ۱۶۰ متر

فناوری نانو عبارت از هنر دستکاری مواد در مقیاس اتمی و مولکولی با هدف در دست گرفتن کنترل آن‌ها در سطح مولکولی و اتمی و استفاده از خواص آنها در این سطوح است (لیو و لال ۲۰۱۵). با توجه به مصرف بیش از حد کودهای شیمیایی و در نتیجه آلودگی آب‌های زیرزمینی و شور شدن خاک، استفاده از کودهای نانو بسیار کارآمد و مؤثر است. راوات و همکاران (۲۰۱۹) نشان دادند که کودهای نانو پتانسیل استفاده به عنوان یک محرک رشد گیاه را دارند و می‌توانند تبادل گازی گیاه و کارایی ریشه را افزایش دهند. علاوه بر این، نانو کودها، به دلیل انتشار آهسته و کنترل شده مواد مغذی، قادر به افزایش دسترسی مواد مغذی در منطقه ریزوسفر هستند (دروزا و همکاران ۲۰۱۰). استفاده از نانوکودها سبب افزایش کارایی عناصر غذایی می‌شوند، به طوری که علاوه بر رهاسازی مداوم عناصر غذایی، جذب و انتقال آنها از طریق برگ نیز به سهولت انجام می‌گیرد (چیناموتو و مورگوسا ۲۰۰۹؛ سوبرامانیان و همکاران ۲۰۱۶). از جمله ویژگی‌های جالب توجه مواد نانو، سبک و کوچک بودن آن‌ها و صرفه جویی در مواد مصرفی است (سوبرامانیان و تیروناواوکاراسو ۲۰۱۷). ورمی‌کمپوست یک کود بیوارگانیک و شامل مخلوط بیولوژیکی بسیار فعال از باکتری‌ها، آنزیم‌ها، بقایای گیاهی، کود حیوانی و کپسول‌های کرم خاکی می‌باشد که سبب تجزیه خاک و پیشرفت فعالیت‌های میکروبی در بستر کشت می‌شود. ورمی‌کمپوست دارای عناصر غذایی مانند فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم به فرمی که به آسانی برای گیاه قابل جذب و دسترس است، می‌باشد. فرآوری آن نسبت به بیوکمپوست آسانتر بوده و در مدت زمان کوتاه انجام می‌گیرد. ورمی‌کمپوست، حاوی میکروارگانیسم‌های هوازی مفید مانند ازتوباکترها بوده و از سویی عاری از میکروارگانیسم‌های پاتوژن می‌باشد. ورمی‌کمپوست از موادی پیت مانند همراه با خلل و فرج، ظرفیت هوادهی، زهکشی و ظرفیت نگهداری آب بالا ساخته شده که دارای سطوح زیاد برای جذب بالای مواد غذایی می‌باشد (عزیزی و همکاران ۲۰۰۸).

۱۰، ۱۵ و ۲۰ تن در هکتار به عنوان عامل دوم بودند. کودهای نانو از شرکت خضرا تهیه و بر اساس دستورالعمل در دو مرحله رشدی گیاه خرفه قبل از شروع گلدهی محلولپاشی شدند. کودهای شیمیایی نیتروژن از منبع اوره و در دو مرحله (یک دوم قبل از کاشت و در اوایل بهار، یک دوم پس از چین اول) به صورت سرک، فسفر از منبع سوپر فسفات تریپل و پتاسیم منبع سولفات پتاسیم تامین شدند. پیش از کاشت، نمونه‌ای مرکب از خاک مزرعه هر دو منطقه از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری به صورت تصادفی تهیه گردید و نتایج آزمون خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در جدول (۱) ارائه شده است.

می‌باشد. این منطقه از نظر هواشناسی بر اساس روش کوپن مناطقی با آب و هوای معتدل خزری یا مدیترانه‌ای و بر اساس روش آمبرژه جزو نیمه مرطوب معتدل است که بطور معمول از غرب مازندران بارش کمتری دارد و تابستان‌های آن نسبتاً گرم و شرجی است (بای و داودی ۲۰۱۰). آزمایش به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار انجام شد. کاربرد کود شیمیایی و نانو در شش سطح شامل شاهد یا عدم کاربرد کود، نانوذره نیتروژن، فسفر و پتاسیم (به ترتیب با نسبت‌های ۳، ۲ و ۲ در هزار) و مصرف کود شیمیایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم (به ترتیب ۲۰۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار)، به عنوان عامل اول و چهار سطح مختلف ورمی-کمپوست شامل شاهد یا عدم مصرف ورمی کمپوست،

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی شیمیایی خاک مزرعه مناطق مورد آزمایش

مکان	بافت	رس	سیلت	شن	کربن آلی	نیتروژن	فسفر	پتاسیم	pH	EC (dS.m ⁻¹)
زاهدان	شن لومی	۱۲	۲۴	۶۴	۰/۱۳	۰/۰۱	۳	۲۴۰	۸/۰۶	۶/۹۹
گرگان	لوم سیلتی	۳۲/۸	۴۴	۲۳/۲	۱/۵۸	۰/۱۴	۱۱/۳	۳۳۵	۷/۷۳	۱/۰۷

کرت ۳×۴ متر (۱۲ متر مربع)، فاصله بین کرت‌ها ۰/۵ متر، و فاصله بین بلوک‌ها ۳ متر در نظر گرفته شد. پس از گاو رو شدن زمین در طرفین فاروهای کشت، چاله‌هایی به عمق ۱ تا ۲ سانتی‌متر ایجاد شده و ۳ تا ۴ بذر در داخل هر چاله قرار داده و روی آن با خاک نرم مرطوب پوشانیده شد. جهت دستیابی به تراکم مطلوب، ابتدا بذر با تراکم بالا کشت شد، سپس با عمل تنک کردن در دو مرحله شش و هشت برگی، تراکم مورد نظر حاصل شد. پس از کاشت، نسبت به آبیاری هر کرت به صورت جداگانه، بصورت جوی و پشته اقدام شد. آبیاری پس از سبز شدن، طبق عرف منطقه تا پایان فصل رشد ادامه یافت. عملیات مبارزه با آفات و علف‌های هرز و سایر عملیات زراعی در طول فصل رشد بر حسب نیاز گیاه انجام شد.

بذرهای انتخابی خرفه مورد نیاز جهت کشت از شرکت پاکان بذر اصفهان تهیه شد. در نیمه دوم فروردین ماه و زمانی که دمای خاک مناسب بود، زمین زراعی با یک شخم و دو دیسک سبک عمود بر هم، آماده و با لولر تسطیح شد. زمین، بلافاصله بصورت جوی و پشته آماده شد، به طوری که عمق جوی ۵۰ سانتی‌متر و عرض جوی‌ها ۶۰ سانتی‌متر و کشت در دو طرف پشته انجام شود. جوی‌ها در جهت شیب زمین ایجاد شدند. با در نظر گرفتن شیب زمین معمولاً هر ۱۰ تا ۱۵ متر پشته بندی انجام شد تا آب بخوبی در خاک نفوذ کند.

عملیات کاشت خرفه در نیمه اول اردیبهشت ماه با دست و به صورت خشکه‌کاری در کرت‌های مذکور انجام شد. در این آزمایش فاصله بین ردیف‌ها ۵۰ سانتی‌متر و فاصله بین بوته‌ها ۲۵ سانتی‌متر اندازه هر

به رطوبت موجود در خاک، مقدار آب مورد نیاز بر اساس رابطه ۱ و ۲ برآورد و سپس با استفاده از سیستم تیپ مقدار آب محاسبه شده بطور یکنواخت وارد کرت‌های آزمایشی شد.

$$WMC (\%) = \left(\frac{FSW - DSW}{DSW} \right) * 100$$

مقدار آب مورد نیاز برای رسیدن به ظرفیت زراعی برآورد شد.

$$I_s = \left(\frac{(FC - AW) * Bd * D}{100} \right)$$

روغن، نمونه به دست آمده در دستگاه تبخیر کننده دوار قرار داده شد. پس از انجام عملیات جداسازی، وزن روغن به دست آمده اندازه گیری شد (اکوایچ و همکاران ۲۰۰۸).

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای آماری SAS v.9.4، و مقایسه میانگین تیمارها با استفاده از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد و رسم نمودارها با استفاده از نرم افزار Excel انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تاثیر منطقه تولید خرفه، تیمارهای کودی، ورمی‌کمپوست بر روی صفات وزن خشک برگ، وزن خشک ساقه، تعداد کپسول در بوته، تعداد دانه در کپسول، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، محتوی روغن و عملکرد روغن خرفه معنی‌دار بودند و همچنین اثرات متقابل منطقه تولید × تیمار کودی × ورمی‌کمپوست بر روی وزن خشک برگ، وزن خشک ساقه، تعداد کپسول در بوته، تعداد دانه در کپسول، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، محتوی روغن و عملکرد روغن خرفه از نظر آماری در سطح یک درصد معنی‌دار بودند (جدول ۲ و ۳).

نتایج مقایسه میانگین (جدول ۴) نشان داد که وزن خشک برگ و ساقه تولید شده در منطقه گرگان به طور معنی‌داری نسبت به منطقه زاهدان بیشتر بود به طوری که میانگین وزن خشک برگ و ساقه در خرفه تولید شده در منطقه گرگان نسبت به منطقه زاهدان به ترتیب

در این پژوهش برای کاهش خطا، آبیاری تمام کرت‌ها پس از تخلیه ۵۰ درصد رطوبت قابل استفاده خاک انجام گردید، به طوری که پس از فرارسیدن موعد آبیاری در هر یک از تیمارهای مورد آزمایش، با توجه

رابطه (۱)

که در آن WMC مقدار رطوبت محتوای خاک، FSW وزن خاک تر و DSW وزن خاک خشک است. پس از تعیین میزان رطوبت وزنی خاک با استفاده از رابطه ۲

رابطه (۲)

که در آن Is عمق آب برای رسیدن به ظرفیت زراعی (سانتی‌متر)، FC ظرفیت زراعی (۳۰/۹، ۲۸/۲ درصد به ترتیب در گرگان و زاهدان)، Bd وزن مخصوص ظاهری خاک (۱/۴۶ و ۱/۳۸ گرم بر سانتی‌متر مکعب به ترتیب در گرگان و زاهدان)، AW درصد رطوبت وزنی خاک قبل از آبیاری و D عمق توسعه ریشه (متر) است. در این تحقیق ظرفیت زراعی بر اساس روش تئوفیلو و مارتا (۲۰۱۰) تعیین گردید. پس از تعیین عمق آب آبیاری از رابطه بالا، با توجه به مساحت هر کرت حجم آب لازم جهت آبیاری برآورد و سپس اعمال شد.

جهت تعیین عملکرد و اجزای عملکرد دانه و عملکرد زیستی پس از حذف ردیف‌های کناری و نیم متر ابتدا و انتهای هر کرت در زمان رسیدگی فیزیولوژیک (زرد شدن ۷۰ درصد کپسول‌ها) برداشت انجام پذیرفت. بوته‌ها پس از برداشت به مدت چند روز در هوای آزاد قرار گرفت، سپس اقدام به تکاندن آنها و جمع آوری و توزین دانه‌ها شده و عملکرد و اجزای عملکرد دانه محاسبه شد. عملکرد علوفه خشک پس از جداسازی دانه، از قرار دادن اندام‌های هوایی در آون با دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد و به مدت ۷۲ ساعت و پس از توزین آنها به دست آمد. جهت محاسبه عملکرد دانه، زیست توده و علوفه خشک از میانگین مجموع عملکرد این صفات در دو مرحله برداشت (دو چین) استفاده شد.

پس از آسیاب نمودن بذرها، روغن گیری از نمونه‌ها از ۱۰ گرم بذر خرفه با استفاده از دستگاه سوکسله به مدت ۶ ساعت انجام و از هگزان به عنوان حلال استفاده شد. پس از سپری شدن مدت زمان لازم و استخراج روغن موجود در دانه‌ها، به منظور جداسازی حلال از

شده که کاربرد نیتروژن و پتاسیم در منطقه گرگان به ترتیب ۶۱ و ۲۰ درصد مهم‌ترین عوامل تاثیرگذار در خلأ عملکرد می‌باشند و رشد برگ تحت کنترل مدیریت نیتروژن می‌باشد (ترابی و همکاران ۲۰۱۱). بنابراین، تامین مطلوب نیاز نیتروژن در زمان‌های مختلف رشد و مطابق با نیاز گیاه و افزایش جذب آن می‌تواند بر روی سرعت رشد گیاه و تولید عملکرد تاثیرگذار باشد (گاستل و لمایر ۲۰۰۲). مطالعات نشان داده که محلولپاشی پتاسیم بر روی گیاه باعث افزایش رشد رویشی و عملکرد در گیاهان می‌شود (تابر ۲۰۰۶؛ حجازی و همکاران ۲۰۱۱). بهبود رشد رویشی در گیاه در اثر مصرف پتاسیم می‌تواند با نقش موثر پتاسیم در انتقال مواد قندی و مغذی در گیاه و نیز در تنظیم فشار تورگر در سلولهای گیاهی توجیه شود (حجازی و همکاران ۲۰۱۱). پتاسیم می‌تواند از طریق تأثیر بر فعالیت آنزیمهای متعدد و تولید کربوهیدرات‌ها و ساخت ترکیبات آلی مانند نشاسته و پروتئین‌ها در گیاه، باعث تحریک شاخه‌زایی و تعداد شاخه‌های فرعی گردند (حجازی و همکاران ۲۰۱۱). از نتایج استنباط می‌شود که تاثیر ورمی کمپوست در غلظت بالاتر نسبت به غلظت کمتر بر وزن خشک برگ و ساقه موثرتر بود. در بین تیمارهای مورد استفاده تیمار مصرف ۱۵ تن در هکتار ورمی کمپوست در هر دو منطقه گرگان و زاهدان از نظر وزن خشک برگ و ساقه نسبت به دیگر تیمارها برتری داشتند. گزارشهای زیادی نشان می‌دهد که اشکال مختلف ورمیکمپوست اعم از مایع یا جامد اثرات مفیدی بر محصولات گلخانه‌ای و مزرعه‌ای دارد و موجب تحریک رشد می‌شود (موسکولا و همکاران ۱۹۹۹؛ سجادی نیک و همکاران ۲۰۱۱).

نتایج مقایسه میانگین (جدول ۴) نشان داد که تعداد کپسول در بوته و تعداد دانه در کپسول در شهرستان گرگان به ترتیب معادل ۱۰/۳۲ و ۱۵/۱۵ درصد نسبت به منطقه قصرشیرین بیشتر بود. از نتایج استنباط می‌شود که تاثیر تمامی تیمارهای کودی و ورمی کمپوست بر تعداد کپسول در بوته و تعداد دانه در کپسول در هر دو منطقه کاشت موثر بود به طوری که در تمامی تیمارهای کودی و ورمی کمپوست تعداد کپسول در بوته و تعداد دانه در کپسول نسبت به شاهد بیشتر بود. در

معادل ۲۱/۴۶ و ۳/۹۰ درصد بیشتر بود. بیشترین وزن خشک برگ در شهرستان گرگان (۱۱۹۱/۳۶ کیلوگرم در هکتار) و از تیمار کاربرد نانو ذره نیتروژن همراه با مصرف ۱۵ تن در هکتار ورمی کمپوست به دست آمد. در مقابل کمترین وزن خشک برگ (۴۲۳/۲۴ کیلوگرم در هکتار) در شهرستان زاهدان و در شرایط عدم مصرف کود و ورمی کمپوست مشاهده شد. بر اساس نتایج حاصل از مقایسات میانگین اثرات متقابل تیمارها، مشاهده شد که بیشترین میزان وزن خشک ساقه در شهرستان گرگان از تیمارهای کاربرد نانو ذره نیتروژن و کود نیتروژن توأم با مصرف ۱۵ تن در هکتار ورمی کمپوست حاصل شد که به ترتیب معادل ۳۶۹۶/۸ و ۲۶۸۱/۸ کیلوگرم در هکتار بودند و در شهرستان زاهدان نیز بیشترین میزان وزن خشک ساقه مربوط به تیمار کاربرد نانو ذره پتاسیم و نانو ذره نیتروژن همراه با مصرف ۱۵ تن در هکتار ورمی کمپوست بود که به ترتیب معادل ۳۶۹۶/۸ و ۳۶۸۱/۸ کیلوگرم در هکتار بودند. در مقابل کمترین وزن خشک ساقه (۲۰۴۱/۹ کیلوگرم در هکتار) در هر دو منطقه تولید خرفه در تیمار عدم کاربرد کود و عدم مصرف ورمی کمپوست مشاهده شد (جدول ۴). در هر دو منطقه تاثیر تیمارهای مختلف کودهای نانو و شیمیایی و نیز کاربرد ورمی کمپوست بر افزایش وزن خشک برگ و ساقه موثر بود. به نظر می‌رسد اختلاف بین منطقه گرگان و زاهدان از نظر میزان وزن خشک برگ و ساقه تولید شده مربوط به شرایط آب و هوایی و ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک دو منطقه باشد به طوری که زاهدان به‌عنوان منطقه خشک و شهرستان گرگان به‌عنوان منطقه نیمه‌خشک انتخاب شده بودند. همچنین نتایج تجزیه فیزیکوشیمیایی خاک دو منطقه در جدول یک نشان می‌دهد، خاک محل کاشت خرفه در گرگان از نظر مواد آلی و عناصر غذایی غنی‌تر از خاک منطقه زاهدان بود و این دلایل می‌تواند بیشتر بودن تولید وزن خشک برگ و ساقه را در منطقه گرگان توجیه کند. در هر دو منطقه کاربرد نانو ذره نیتروژن و کود شیمیایی نیتروژن در افزایش وزن خشک برگ و ساقه مشهود بود و در منطقه زاهدان علاوه بر نانو ذره نیتروژن کاربرد نانو ذره پتاسیم نیز در افزایش وزن خشک نسبت به دیگر تیمارها مؤثر بود. در این زمینه گزارش

است که ویژگی‌های رشد رویشی اندامهای هوایی افزایش یابد.

نتایج نشان داد که وزن هزاردانه در خرفه تولید شده در گرگان و زاهدان به ترتیب معادل ۰/۳۵۰ و ۰/۳۲۷ گرم بود بنابراین وزن هزاردانه خرفه تولید شده در گرگان به طور معنی‌داری بیشتر از خرفه تولیدی در زاهدان بود (جدول ۴). بر اساس نتایج حاصل از مقایسات میانگین اثرات تیمارها در جدول ۴ مشاهده می‌شود تاثیر تمامی تیمارهای کودی و ورمی کمپوست بر روی وزن هزاردانه نسبت به شاهد معنی‌دار بودند اما در بین تیمارهای مختلف در هر دو منطقه تولید، تاثیر نانوذره فسفر بر روی وزن هزاردانه بیشتر بود به طوری که بیشترین وزن هزاردانه در منطقه گرگان و زاهدان به ترتیب معادل ۰/۴۸۰ و ۰/۳۶۰ گرم مربوط به تیمار نانوذره فسفر توام با مصرف ۱۵ تن ورمی‌کمپوست بود لازم به توضیح می‌باشد که تاثیر مصرف ورمی‌کمپوست با غلظت بالاتر نسبت به غلظت‌های کمتر در افزایش وزن هزاردانه بیشتر بود به طوری میانگین وزن هزاردانه خرفه در غلظت‌های صفر، ۵، ۱۰ و ۱۵ تن در هکتار به ترتیب معادل ۰/۳۳۰، ۰/۳۳۲، ۰/۳۴۲ و ۰/۳۵۱ گرم بود بنابراین با افزایش مقدار مصرف ورمی‌کمپوست مقدار وزن هزاردانه نیز افزایش نشان داده است. مطالعات نشان می‌دهد که فسفر مهمترین عنصر غذایی برای گیاهان زراعی می‌باشد به طوری که در منابع مختلف در مورد نقش و اهمیت آن در فتوسنتز گیاهان، گزارش شده است که در شرایط کمبود فسفر، تولید مواد پرورده به دلیل کاهش فتوسنتز کاهش یافته و در نهایت موجب کاهش وزن دانه می‌گردد (پلینیت و همکاران ۲۰۰۰). اولاد و همکاران (۲۰۰۶) در مطالعات خود روی لوبیا چشم بلبلی گزارش کردند که وزن هزار دانه با محلول پاشی فسفر به طور معنی‌دار افزایش می‌یابد. افزایش وزن هزاردانه در اثر محلول‌پاشی فسفر توسط محققین دیگر نیز گزارش شده است (موسالی و همکاران ۲۰۰۶). به نظر می‌رسد دلیل افزایش وزن هزاردانه با مصرف نانوذره فسفر، نقش فسفر در افزایش سهم مواد فتوسنتزی رسیده به هر دانه باشد.

بین تیمارهای مورد استفاده تیمار کاربرد نانو ذره نیتروژن همراه با مصرف ۱۵ تن در هکتار ورمی-کمپوست در گرگان و با داشتن ۳۳۸/۲۵ عدد کپسول در بوته و ۳۷/۲۵ عدد دانه در کپسول نسبت به دیگر تیمارها برتری داشتند و در مقابل کمترین تعداد کپسول در بوته و دانه در کپسول به ترتیب معادل ۱۶۸ و ۲۵/۲۵ عدد در شهرستان زاهدان و در تیمار در تیمار عدم کاربرد کود و عدم مصرف ورمی‌کمپوست به دست آمد (جدول ۴). در این تحقیق با وجود اینکه تاثیر تمامی تیمارهای کودی و ورمی‌کمپوست بر تعداد کپسول در بوته و تعداد دانه در کپسول در هر دو منطقه کاشت نسبت به شاهد معنی‌دار بود ولی در بین تیمارهای مختلف تاثیر تیمارهای حاوی نیتروژن بر تعداد کپسول در بوته و تعداد دانه در کپسول نسبت به دیگر تیمارها محسوس بود به ویژه نانو ذرات نیتروژن نسبت به دیگر تیمارها از نظر تعداد کپسول در بوته و تعداد دانه در کپسول برتری داشت. در آزمایشات مختلف بر روی خرفه و گیاه کنجد مشخص شده که کاربرد نیتروژن موجب افزایش تعداد کپسول در بوته و تعداد دانه در بوته می‌شود (کایماک ۲۰۱۳؛ پاپری مقدم فرد و بحرانی ۲۰۰۵). گزارشات حاکی از آن است که گیاه خرفه حتی در خاکهای سبک و فقیر نیز رشد می‌کند اما رشد آن در خاک‌های غنی از عناصر غذایی بیشتر است و گزارش شده که برای رشد مطلوب خرفه غلظت‌های زیاد نیتروژن ضروری است و همچنین اعلام شده که برای کاشت خرفه حاکی بهتر است که از نظر فسفر نیز غنی باشد (مرادی و همکاران ۲۰۱۹). نتایج نشان داد که تاثیر نانو ذرات نیتروژن در افزایش تعداد کپسول در بوته و تعداد دانه در کپسول بهتر از کود شیمیایی نیتروژن بود احتمالاً به این دلیل باشد که نانوکود نیتروژن به علت اندازه کوچک شاید به طور مؤثرتری نیتروژن را به گیاه خرفه عرضه کند چون گزارش شده که نفوذ نیتروژن در نانو کود نیتروژن به سطوح گیاهی و کانال‌های حمل و نقل بیشتر است (ماستروناردی و همکاران ۲۰۱۵). تلفیق ورمی‌کمپوست به‌عنوان یک کود آلی با کودهای نانو می‌تواند تأثیری جبرانی و مکمل را ایفا کند. در این تحقیق به نظر می‌رسد که تاثیر موثر و مفید تیمار تلفیقی ورمی‌کمپوست و نانوکودها در افزایش عرضه عناصر غذایی موجب شده

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس وزن خشک برگ، وزن خشک ساقه، تعداد کپسول در بوته، تعداد دانه در کپسول و وزن هر دانه خرفه در مناطق گرگان و زاهدان و تیمارهای مختلف کودی و ورمی کمپوست

منابع تغییر	درجه آزادی	وزن خشک برگ	وزن خشک ساقه	تعداد کپسول در بوته	تعداد دانه در کپسول	وزن هزاردانه
مکان (S)	۱	۲۵۱۵۳۱۶/۶۴**	۷۰۱۴۴۵/۱۷**	۳۱۸۲۵/۴۴**	۱۰۱۱/۵۰**	۰/۰۲۹۳**
خطا (تکرار مکان)	۶	۴۷۶۱۹/۴۳	۶۴۰۶۴/۹۲	۲۶۵/۶۲	۳/۴۲	۰/۰۰۱۳
سطوح کودی (F)	۶	۲۰۹۳۰۲/۹۹**	۲۸۶۷۹۷/۴۰**	۱۸۰۰۰/۶۰**	۳۷/۳۴**	۰/۰۰۸۲**
ورمی کمپوست (W)	۳	۱۸۰۶۶۸/۹۲**	۱۲۳۰۴۵۰۹/۳۳**	۱۰۵۸۰/۸۲**	۳۱/۷۰**	۰/۰۰۵۱**
اثر متقابل F×W	۱۸	۶۰۰۹۱/۵۱**	۱۲۱۸۳۷/۳۵**	۳۱۴۳/۷۰**	۶/۳۹ns	۰/۰۰۱۹*
اثر متقابل S×F	۶	۳۱۹۱۷/۵۱**	۱۴۶۸۶/۹۷ns	۹۸۴/۳۰**	۱۲/۳۲*	۰/۰۰۲۲ns
اثر متقابل S×W	۳	۱۰۴۶۳۲/۵۲**	۳۰۸۴۹۰/۹۰**	۷۴۲/۴۳**	۱۰/۱۵**	۰/۰۰۱۱ns
اثر متقابل S×F×W	۱۸	۳۵۶۳۹/۶۸**	۱۹۸۹۳۴/۷۵**	۶۸۱۴/۹۵**	۱۷/۹۰**	۰/۰۰۵۷**
خطا	۱۶۲	۶۰۰۹/۶۳	۵۰۹۳۶/۸۵	۱۴۳/۲۸	۱/۰۵	۰/۰۰۱۰۵
ضریب تغییرات (%)		۸/۷۹	۷/۶۸	۴/۹۳	۳/۳۹	۹/۵۹

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، محتوی روغن و عملکرد روغن خرفه در مناطق گرگان و زاهدان و تیمارهای مختلف کودی و ورمی کمپوست

منابع تغییر	درجه آزادی	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت	محتوی روغن	عملکرد روغن
مکان (S)	۱	۲۲۲۵۶۶/۵۰**	۵۸۷۳۶۰۲/۶۹**	۸۹/۳۴**	۱۱۲/۰۵**	۵۹۹۸/۰۳**
خطا (تکرار مکان)	۶	۶۸/۰۹	۱۶۰۸۶۲/۶۹	۰/۶۴۴	۰/۷۲	۵/۲۵
سطوح کودی (F)	۶	۳۳۱۷۷/۷۳**	۹۷۱۵۱۱۱/۳۳**	۱۳/۱۳**	۴۷/۱۷**	۱۰۰۹/۵۶**
ورمی کمپوست (W)	۳	۲۸۳۹۶/۰۳**	۱۵۴۵۶۰۵۶/۵۲**	۲/۴۱*	۲۲/۳۳**	۸۹۱/۸۵**
اثر متقابل F×W	۱۸	۵۰۷۸/۷۵**	۱۳۴۷۷۸/۹۰**	۳/۰۵**	۷/۹۶**	۱۳۱/۱۸**
اثر متقابل S×F	۶	۴۳۶۹/۴۹**	۱۶۰۸۶/۸۲ ^{ns}	۲/۸۳**	۴/۸۰**	۸۶/۵۸**
اثر متقابل S×W	۳	۲۳۷/۹۱ ^{ns}	۲۹۳۸۰۶/۲۸**	۲/۰۴*	۷/۸۱**	۶۷/۳۱**
اثر متقابل S×F×W	۱۸	۱۲۷۰۶/۲۵**	۲۵۱۵۹۶/۲۲**	۸/۰۸**	۱۱/۰۱**	۲۴۴/۲۴**
خطا	۱۶۲	۶۳۷/۸۵	۵۶۳۶۹/۰۲	۰/۷۶	۰/۸۷	۱۲/۳۱
ضریب تغییرات (%)		۱۲/۴۹	۶/۲۲	۱۶/۴۶	۸/۲۲	۱۴/۹۳

مقایسه میانگین عملکرد بذر در هکتار نشان داد که در هر دو منطقه تولید خرفه، تمامی تیمارهای کودی و ورمی کمپوست بر روی عملکرد بذر خرفه تاثیر معنی دار گذاشته است با این وجود، میانگین عملکرد بذر در منطقه گرگان و زاهدان به ترتیب معادل ۲۳۳/۵۷ و ۱۷۰/۵۳ کیلوگرم در هکتار بود. بنابراین میزان عملکرد در منطقه گرگان نسبت به منطقه زاهدان حدود ۳۶/۹۶ درصد بیشتر بود. نتایج مقایسه میانگین عملکرد دانه حاکی از آن است که بیشترین مقدار عملکرد در منطقه گرگان و زاهدان به ترتیب معادل ۴۸۲/۱۵ و ۲۵۸/۸۳ کیلوگرم در هکتار بودند که در هر دو منطقه از تیمار کاربرد نانو ذره نیتروژن همراه با مصرف ۱۵ تن در هکتار ورمی کمپوست به دست آمد. همچنین کمترین مقدار عملکرد در منطقه گرگان و

زاهدان به ترتیب معادل ۱۹۲/۶۰ و ۱۲۳/۱۳ کیلوگرم در هکتار بودند که در هر دو منطقه از تیمار شاهد و بدون مصرف کود و ورمی کمپوست حاصل شد. با بررسی نتایج مقایسه میانگین صفت عملکرد بذر مشاهده می شود در بین تیمارهای مختلف تاثیر ترکیب تیماری کودهای شیمیایی فسفر و پتاسیم بر عملکرد بذر نسبت به نانو ذرات نیتروژن، فسفر و پتاسیم و همچنین کود شیمیایی نیتروژن کمتر بود. به طور کلی از نتایج استنباط می شود که در هر دو منطقه تاثیر کودهای نانو بر عملکرد بذر نسبت به کودهای شیمیایی موثرتر بود. نتایج این پژوهش با گزارشات سایر پژوهشگران مطابقت دارد به طوری که طی تحقیقی مشابه در گیاه نرت گزارش شده که در مقایسه با کودهای شیمیایی، بیشترین عملکرد دانه نرت طی محلول پاشی با کود نانو

عملکرد دانه و عملکرد روغن گردیده است (بخرد و همکاران ۲۰۱۷) و احتمال می‌رود که در اثر مصرف کود نیتروژن و کود نانو فراهمی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه افزایش یافته و در نتیجه بهترین شرایط برای رشد و نمو گیاه فراهم گردیده است (بخرد و همکاران ۲۰۱۷). همچنین در این زمینه بحرانی و طهماسبی (۲۰۰۶) در تحقیقی روی کنگد گزارش کردند که کاربرد کود نیتروژن موجب افزایش سطح برگ و فتوسنتز و نیز بهبود تولید آسمیلاتها شده و در نهایت عملکرد دانه کنگد را افزایش میدهد نتایج این پژوهش نشان داد که در ترکیب‌های تیماری که میزان مصرف ورمی‌کمپوست بیشتر بود عملکرد بذر نیز در هر دور منطقه بیشتر بوده است. در مورد اثرات مفید ورمی‌کمپوست بر رشد و عملکرد گیاهان گزارشات متعددی وجود دارد.

بدست آمد (اکبری و همکاران ۲۰۱۷). گزارش شده که نانو کودها به دلیل افزایش سطح تماس و امکان انجام واکنش‌های متابولیکی در گیاه موجب بهبود فتوسنتز، افزایش تولید ماده خشک و در نهایت عملکرد می‌گردد (سینگ و همکاران ۲۰۱۷). همچنین کودهای نانو از طریق عرضه پایدار عناصر غذایی کم مصرف و پر محصول گردند (آقازاده خلخالی و همکاران ۲۰۱۵). نتایج حاکی از آن است که در بین کودهای نانو و نیز کودهای شیمیایی تاثیر کودهای نانو ذرات نیتروژن و نیز کود شیمیایی نیتروژن بر عملکرد دانه خرفه نسبت به دیگر کودها بهتر بود. طی تحقیق مشابهی در گیاه کنگد گزارش شده است که کاربرد توام کود نیتروژن و نانو موجب افزایش معنی‌دار تعداد دانه در کپسول،

جدول ۴- نتایج مقایسه میانگین صفات وزن خشک برگ... و وزن هزار دانه خرفه در مناطق گرگان و زاهدان و تحت تاثیر سطوح مختلف ورمی‌کمپوست و کود شیمیایی و نانو

تیمارهای آزمایشی	وزن خشک برگ (kg.ha ⁻¹)		وزن خشک ساقه (kg.ha ⁻¹)		تعداد کپسول در بوته		تعداد دانه در کپسول		وزن هزاردانه (g)
	گرگان	زاهدان	گرگان	زاهدان	گرگان	زاهدان	گرگان	زاهدان	
F ₁ V ₁	۶۸۶/۵۳۰۷	۴۲۳/۳۳۳	۲۰۴۱/۹۹	۲۱۶۷/۵۰۰	۱۸۱/۷۵۵	۱۶۸/۰۰	۲۹/۰۰-m-r	۲۵/۲۵x	۰/۲۸۵ k
F ₁ V ₂	۸۵۹/۸۸	۵۹۶/۵۸۳	۲۰۳۳/۰۰	۲۴۶۸/۲۱۱	۲۰۱/۷۵۵	۱۸۷/۷۵	۲۷/۲۵ tuv	۲۸/۲۵ p-u	۰/۳۰۰ h-k
F ₁ V ₃	۹۱۶/۳۳	۶۰۹/۶۰	۲۹۹۷/۶۴	۲۹۲۲/۰۰	۲۲۵/۰۰	۱۸۲/۷۵۵	۲۷/۵۰-tus	۲۸/۷۵۵-s	۰/۳۳۴ c-h
F ₁ V ₄	۱۰۰۲/۹۲	۶۰۹/۶۰	۳۳۰۶/۲۶	۳۴۵۹/۹۸	۲۰۸/۲۵	۱۸۱/۰۰	۳۲/۵۰-f-i	۲۷/۰۰-uvw	۰/۳۲۲ d-k
F ₂ V ₁	۹۷۵/۹۰	۹۳۸/۰۸	۲۷۰۶/۷۱	۲۲۹۴/۷۱	۲۱۸/۲۵	۲۳۵/۰۰	۳۲/۰۰-g-j	۲۶/۰۰-vwx	۰/۳۰۲ g-k
F ₂ V ₂	۱۰۱۲/۰۸	۹۲۵/۱۵	۲۷۰۲/۳۱	۳۰۷۳/۰۰	۳۲۵/۰۰	۲۸۱/۵۰	۲۹/۷۵-l-o	۲۸/۷۵۵-s	۰/۳۳۷ c-k
F ₂ V ₃	۱۰۹۵/۹۰	۹۲۵/۱۵	۳۳۴۱/۵۵	۳۰۶۴/۲۰	۲۷۱/۷۵	۲۶۱/۰۰	۳۴/۵۰-bcd	۳۰/۲۵klm	۰/۳۲۵ c-f
F ₂ V ₄	۱۱۹۱/۳۵	۹۰۲/۰۰	۳۶۹۶/۸۸	۳۶۸۱/۸۸	۳۳۸/۲۵	۲۶۰/۰۰	۳۷/۲۵a	۲۸/۰۰-q-u	۰/۳۵۸ cde
F ₃ V ₁	۹۷۵/۹۰	۷۶۸/۹۰	۲۱۴۲/۳۳	۲۱۸۸/۷۱	۲۴۱/۵۰	۱۸۲/۲۵	۳۲/۵۰-f-i	۲۵/۷۶-wx	۰/۳۳۰ c-k
F ₃ V ₂	۹۵۸/۴۸	۸۲۵/۱۵	۳۰۷۳/۰۰	۳۰۳۳/۰۰	۲۶۱/۵۰	۱۸۸/۲۵	۳۳/۰۰-e-h	۲۷/۷۵-r-u	۰/۳۲۵ c-i
F ₃ V ₃	۸۱۵/۰۰	۶۵۴/۹۰	۳۱۶۶/۰۰	۳۰۰۲/۵۴	۲۶۵/۲۵	۲۵۴/۰۰	۳۲/۰۰-g-j	۲۸/۷۵۵-s	۰/۳۲۵ c-f
F ₃ V ₄	۱۱۸۸/۳۰	۷۶۱/۶۸	۳۵۶۶/۴۸	۳۳۰۶/۲۶	۲۳۹/۲۵	۲۹۴/۰۰	۳۲/۲۵ghi	۲۹/۵۰-l-p	۰/۳۲۰ cde
F ₄ V ₁	۸۶۹/۴۳	۹۳۸/۱۸	۲۷۸۱/۱۳	۲۲۷۹/۲۱	۲۶۰/۰۰	۲۳۲/۲۵	۳۵/۰۰-bc	۲۷/۷۵-r-u	۰/۳۰۷ f-k
F ₄ V ₂	۱۰۹۱/۳۵	۷۷۲/۶۵	۳۲۶۶/۸۰	۲۷۰۲/۳۱	۲۷۸/۲۵	۲۴۸/۷۵	۳۲/۲۵ghi	۲۷/۷۵-r-u	۰/۳۱۷ e-k
F ₄ V ₃	۱۰۹۵/۹۰	۷۹۶/۵۸	۳۴۷۸/۳۸	۳۴۵۵/۲۶	۲۱۵/۰۰	۲۱۵/۰۰	۳۴/۲۵cde	۲۹/۰۰-m-r	۰/۳۳۷ c-g
F ₄ V ₄	۹۷۸/۲۵	۹۲۵/۱۵	۳۱۴۲/۰۰	۳۶۹۶/۸۸	۲۷۵/۰۰	۳۰۴/۷۵	۳۳/۲۵d-g	۲۹/۰۰-m-r	۰/۳۵۷ cde
F ₅ V ₁	۹۱۲/۰۸	۹۲۵/۱۵	۲۴۹۹/۹۱	۲۲۲۰/۹۱	۲۳۱/۷۵	۲۹۲/۲۵	۳۳/۷۵c-f	۲۸/۰۰-q-u	۰/۳۱۵ e-k
F ₅ V ₂	۹۶۹/۴۳	۹۰۲/۰۰	۳۰۷۳/۰۰	۳۰۷۳/۰۰	۲۴۱/۷۵	۲۵۳/۲۵	۳۳/۲۵d-g	۲۹/۰۰-m-r	۰/۳۳۷ c-g
F ₅ V ₃	۱۱۰۱/۵۰	۸۰۹/۶۰	۳۱۶۶/۱۰	۲۹۲۲/۰۰	۲۳۱/۷۵	۲۵۲/۷۵	۳۵/۷۵b	۲۸/۵۰-o-t	۰/۳۲۷ j-k
F ₅ V ₄	۱۰۵۸/۴۸	۸۲۶/۷۳	۳۶۸۱/۸۸	۳۵۶۶/۴۸	۲۱۸/۲۵	۱۸۶/۰۰	۳۳/۰۰-e-h	۳۰/۷۵ijkl	۰/۳۲۷ c-i
F ₆ V ₁	۸۱۲/۳۰	۷۲۶/۷۳	۲۲۴۱/۳۱	۲۲۵۰/۱۱	۲۵۵/۰۰	۲۰۸/۲۵	۳۱/۵۰-ijk	۲۷/۰۰-uvw	۰/۲۹۲ jkl
F ₆ V ₂	۹۲۲/۵۸	۵۱۴/۳۳	۲۸۶۶/۸۰	۲۸۶۶/۸۰	۲۴۹/۰۰	۲۱۲/۰۰	۳۵/۰۰-bc	۲۷/۰۰-uvw	۰/۳۱۷ e-k
F ₆ V ₃	۱۱۴۴/۰۰	۸۷۱/۴۷	۳۱۶۶/۰۰	۲۸۳۲/۲۱	۲۷۱/۵۰	۲۲۴/۰۰	۳۱/۷۵hij	۲۷/۰۰-uvw	۰/۳۳۷ c-g
F ₆ V ₄	۱۰۹۸/۷۸	۶۹۲/۶۸	۳۲۵۱/۴۰	۳۱۴۲/۰۰	۲۳۱/۷۵	۲۶۷/۵۰	۲۹/۲۵m-q	۳۰/۰۰-lmn	۰/۳۳۷ c-g
F ₇ V ₁	۷۸۰/۷۰	۶۰۹/۶۰	۳۳۵۰/۸۱	۲۲۲۲/۱۱	۲۵۵/۰۰	۱۷۲/۰۰	۳۰/۰۰-lmn	۲۶/۰۰-vwx	۰/۳۲۲ d-k
F ₇ V ₂	۱۰۸۱/۵۰	۸۰۲/۰۰	۲۴۶۸/۲۱	۲۸۶۶/۸۰	۲۶۰/۰۰	۲۰۳/۷۵	۳۴/۲۵cde	۲۵/۷۵wx	۰/۳۱۴ e-k
F ₇ V ₃	۸۶۴/۴۳	۸۲۵/۱۵	۳۴۸۴/۲۸	۲۹۰۷/۸۰	۲۴۹/۰۰	۲۴۲/۵۰	۲۹/۷۵l-o	۲۹/۵۰-l-p	۰/۳۲۵ c-k
F ₇ V ₄	۱۱۹۱/۳۵	۸۳۸/۰۸	۳۴۵۹/۹۸	۳۲۵۱/۵۰	۲۴۱/۷۵	۲۲۹/۲۵	۳۲/۰۰-e-h	۲۹/۵۰-l-p	۰/۳۲۷ c-k
LSD (0.05%)	۱۴۱/۵۷	۴۱۲/۷۴	۲۱/۸۸	۱/۹۱	۰/۰۵۹				

عامل اول، سطوح مختلف کودی (Fertilizer) شامل: شاهد یا عدم مصرف کود (F₁)، نانوذره نیتروژن (F₂)، فسفر (F₃)، پتاسیم (F₄) و کود شیمیایی نیتروژن (F₅)، فسفر (F₆)، و پتاسیم (F₇)

عامل دوم، سطوح مختلف ورمی‌کمپوست (Vermicompost) شامل: شاهد یا عدم مصرف ورمی‌کمپوست (V₁)، ۵ (V₂)، ۱۰ (V₃)، و ۱۵ (V₄) تن در هکتار به ترتیب

خشک گردیده است. بنابراین، افزایش ماده خشک تولیدی تحت شرایط کاربرد ترکیب‌های تیماری مورد آزمون را میتوان به خاطر توسعه بیشتر سطح جذب ریشه، سطح برگ و همچنین افزایش دوام آن دانست که با ایجاد منبع فیزیولوژیکی کارآمد و استفاده بیشتر از آب و عناصر غذایی و نیز انرژی نوری دریافتی، باعث افزایش تولید ماده خشک و عملکرد بیولوژیکی شده است. احتمالاً تولید کمتر عملکرد بیولوژیکی در تیمار شاهد به دلیل ضعف توانایی گیاه در تامین عناصر غذایی مورد نیاز و کاهش سنتز و انتقال مواد فتوسنتزی باشد که موجب کاهش تجمع ماده خشک در اندام‌های گیاه شده است. نتایج این تحقیق که نشان می‌دهد افزایش کود نیتروژن باعث افزایش عملکرد بیولوژیک شده است با گزارشات الحبشی و همکاران (۲۰۰۷) در گیاه کنجد و سلطانی‌نژاد و همکاران (۲۰۱۳) در گیاه خرفه مطابقت دارد. در این زمینه پاپری مقدم فرد و بحرانی (۲۰۰۵) در تحقیقات خود بر روی گیاه کنجد بیان کردند که افزایش نیتروژن به صورت معنی‌داری باعث افزایش ارتفاع بوته، تعداد شاخه در بوته، تعداد کپسول در بوته، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک می‌شود. کودهای نیتروژن‌دار یکی از عناصر غذایی مهم برای رشد گیاه می‌باشد و تامین آن در تمام مراحل رشد گیاه لازم است، به طوری که کودهای نیتروژن‌دار در بالا بردن مقدار عملکرد محصولات کشاورزی توسط اندام هوایی، تولید مواد هیدروکربنه، بیشتر از طریق افزایش سطح کربن‌گیری نقش مهمی دارند. افزایش در مقدار نیتروژن نه تنها روی رشد اثر دارد، بلکه روی الگوی اصلی مورفولوژیکی نیز موثر است (برنگور و همکاران ۲۰۰۹). در این تحقیق مشاهده شد که تاثیر ورمی کمپوست بویژه مقادیر بالا بر عملکرد بیولوژیک معنی‌دار بود. در این زمینه گزارشات متعددی وجود دارند که نتایج این تحقیق را تایید می‌کنند از جمله رفیعی و کونانی (۲۰۱۹) در تحقیقات خود بر روی گیاه ذرت گزارش کردند که ورمی کمپوست تولید شده از بقایای گیاهان مختلف به‌طور معنی‌دار باعث افزایش عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی شد. سجادی نیک و همکاران (۲۰۱۱) در گیاه کنجد اعلام کردند که مصرف

ورمی کمپوست به دلیل افزایش فراهمی مواد غذایی مورد نیاز و ایجاد شرایط مطلوب برای تغذیه گیاه سبب افزایش عملکرد در گیاه می‌گردد (انور ۲۰۰۵). پیردشتی و همکاران (۲۰۱۰) با مطالعه ورمی کمپوست هم به صورت تلفیق با کود و هم به صورت خالص گزارش کردند که مصرف ورمی کمپوست در سویا موجب افزایش معنی‌دار عملکرد شد.

همانطور که در جدول مقایسه میانگین (جدول ۵) مشاهده می‌شود میانگین عملکرد بیولوژیک خرفه در منطقه گرگان و زاهدان به ترتیب معادل ۲۹۹۱/۱۲ و ۲۸۷۹/۲۰ کیلوگرم در هکتار بود بنابراین عملکرد بیولوژیک در خرفه تولید شده در منطقه گرگان به طور معنی‌داری بیشتر از زاهدان بود. بر اساس نتایج مقایسه میانگین علیرغم اینکه تاثیر تمامی ترکیب تیماری بر عملکرد بیولوژیک خرفه در هر دو منطقه گرگان و زاهدان نسبت به شاهد معنی‌دار بود. با این وجود در بین تیمارهای مختلف، ترکیب تیماری نانوذره نیتروژن، نانوذره پتاسیم و کود شیمیایی نیتروژن به همراه کاربرد ۱۵ تن ورمی کمپوست، در هر دو منطقه نسبت به دیگر ترکیب‌های تیماری از بیشترین عملکرد بیولوژیک در هکتار برخوردار بودند (جدول ۵). علیرغم این نتایج، با توجه به جدول ۵ استنباط می‌شود که در بین تیمارهای مختلف ترکیب تیماری نانو ذره نیتروژن به همراه مصرف ۱۵ تن ورمی کمپوست، در مناطق گرگان و زاهدان با داشتن ۴۸۸۸/۲ و ۴۵۸۳/۸ تن از بیشترین عملکرد بیولوژیک در هکتار برخوردار بودند با بررسی جدول مقایسه میانگین ۵ مشاهده می‌شود که در این تحقیق ترکیب‌های تیماری که در آن از بیشترین مقدار ورمی کمپوست استفاده شده بود یعنی ۱۵ تن در هکتار عملکرد بیولوژیک افزایش بیشتری نشان داده است. به طور کلی عملکرد بیولوژیکی نتیجه تجمع مواد تولید شده در طی فرآیند فتوسنتز می‌باشد که در اندام‌های گیاهی مانند برگ، ساقه و ... ذخیره می‌شود. در این پژوهش به نظر می‌رسد معنی‌دار شدن اثر ترکیب‌های تیماری بر عملکرد بیولوژیکی این است که ترکیب‌های تیماری باعث افزایش فراهمی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه خرفه به‌ویژه نیتروژن و پتاسیم شده که این موجب افزایش پتانسیل تولیدی بوته‌ها در راستای تولید ماده

کود و ورمی‌کمپوست) در منطقه گرگان و زاهدان به ترتیب ۸/۳۳ و ۹/۱۶ کیلوگرم در هکتار و و درصد روغن نیز در منطقه گرگان و زاهدان به ترتیب ۶/۴۱ و ۶/۶۸ درصد بود. به این ترتیب در تیمار شاهد (بدون کاربرد کود و ورمی‌کمپوست) عملکرد روغن در هکتار و درصد روغن در منطقه زاهدان بیشتر از گرگان بود. بنابراین تاثیر ترکیب‌های تیماری مختلف بر روی عملکرد روغن در هکتار و درصد روغن در منطقه گرگان بیشتر از زاهدان بود. همانطور که در جدول ۵ مشاهده می‌شود تاثیر ترکیب‌های تیماری مختلف بر میانگین عملکرد روغن در هکتار و نیز درصد روغن در هر دو منطقه نسبت به شاهد قابل توجه و معنی‌دار بود و در بین ترکیب تیماری مختلف بیشترین عملکرد روغن در هکتار معادل ۶۷/۳۱ کیلوگرم در هکتار در منطقه گرگان و با کاربرد کاربرد نانو ذره نیتروژن همراه با مصرف ۱۵ تن در هکتار ورمی کمپوست به‌دست آمد و بیشترین درصد روغن نیز در منطقه گرگان و در تیمار نانو ذره پتاسیم توام با مصرف ۱۰ و ۱۵ تن در هکتار ورمی کمپوست حاصل شد. نتایج این پژوهش با گزارشات سایر پژوهش‌گران مطابقت دارد به‌طوری که در گیاه گلرنگ (راستگو و همکاران ۲۰۱۴) و کرچک (علی‌محمدی و همکاران ۲۰۱۱) گزارش شده که کاربرد نیتروژن موجب افزایش عملکرد روغن شده ولی درصد روغن کاهش یافته‌است دلیل این نتایج تاثیر نیتروژن بر عملکرد دانه می‌باشد که با کاربرد کاربرد نانو ذره نیتروژن همراه با مصرف ۱۵ تن در هکتار ورمی کمپوست بیشترین عملکرد حاصل شده است و با توجه به اینکه روغن در درون دانه می‌باشد بنابراین با افزایش عملکرد دانه عملکرد روغن نیز افزایش نشان داده است. در این زمینه تونچ‌تورک و یلدرم (۲۰۰۴) در گیاه گلرنگ گزارش کردند که با افزایش مصرف نیتروژن عملکرد روغن بیشترین افزایش را نشان داد ولی با افزایش مصرف نیتروژن درصد روغن کاهش نشان داد البته کاهش درصد روغن با مصرف نیتروژن در اغلب دانه‌های روغنی گزارش شده‌است (ایمایاوارامیان ۲۰۰۲). در این پژوهش کاربرد نانو ذره پتاسیم توام با مصرف ۱۰ و ۱۵ تن در هکتار ورمی‌کمپوست در منطقه گرگان بیشترین درصد روغن حاصل شد. که در این زمینه گزارشات متعدد وجود

ورمی‌کمپوست عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک را افزایش می‌دهد.

نسبتی از عملکرد بیولوژیکی که عملکرد اقتصادی را نشان می‌دهد، شاخص برداشت نامیده می‌شود و بیان کننده نسبت توزیع مواد فتوسنتزی بین عملکرد دانه و عملکرد زیستی است، بنابراین هر چه این نسبت بالاتر باشد، نشانگر کارایی بیشتر اندام تولیدکننده، در راستای حصول عملکرد بالاست. به طور کلی شاخص برداشت واقعی از نسبت وزن دانه به حداکثر وزن گیاه که در مرحله پایان رشد حاصل می‌شود، محاسبه می‌گردد. میانگین شاخص برداشت در خرفه تولیدشده در منطقه گرگان و زاهدان به ترتیب معادل ۵/۹۴ و ۴/۶۸ درصد بود و این نتیجه حاکی از برتری منطقه گرگان از نظر تولید بذر خرفه می‌باشد. همچنانکه اطلاعات مندرج در جدول ۵ نشان می‌دهد بیشترین میزان شاخص برداشت (۹/۸۸ درصد) مربوط به تیمار کاربرد نانو ذره نیتروژن همراه با مصرف ۱۵ تن در هکتار ورمی کمپوست و منطقه گرگان بود. در مقابل کمترین شاخص برداشت از تیمار بدون کاربرد کود و مصرف ۱۵ تن ورمی‌کمپوست تنها حاصل شده بود که برای منطقه گرگان و زاهدان به ترتیب معادل ۳/۷۰ و ۳/۰۷ درصد بود. با توجه به نتایج موجود در جدول ۵ دلیل نقصان شاخص برداشت در این تیمار تولید بیشتر عملکرد بیولوژیک نسبت به عملکرد اقتصادی یعنی بذر می‌باشد. در این زمینه کریمی و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند که کاربرد ورمی‌کمپوست موجب افزایش معنی‌دار در عملکرد بیولوژیک در ذرت می‌شود.

مقایسه میانگین عملکرد روغن در هکتار و نیز محتوای روغن (درصد) تحت تأثیر اثرات متقابل منطقه تولید × تیمار کودی × ورمی‌کمپوست در جدول ۵ نشان داد که بیشترین عملکرد روغن و درصد روغن در گیاهان رشد یافته در منطقه گرگان به دست آمد به‌طوری که در این منطقه عملکرد روغن در هکتار و درصد روغن به ترتیب ۲۸/۶۸ کیلوگرم و ۱۲/۰۵ درصد بود و در منطقه زاهدان میانگین عملکرد روغن در هکتار و نیز درصد روغن به ترتیب ۱۸/۳۳ کیلوگرم در هکتار و ۱۰/۶۴ درصد بود که از نظر آماری در بین مناطق تولید اختلاف معنی‌دار وجود داشت (جدول ۵). میانگین عملکرد روغن در هکتار در تیمار شاهد (بدون کاربرد

می‌شود. با توجه به وجود مواد غذایی مورد نیاز گیاه در ورمی کمپوست از قبیل عناصر ریز مغذی که عملکرد روغن ممکن است تحت تأثیر مستقیم برخی عناصر ریز مغذی باشد بنابراین می‌توان گفت که استفاده از ورمی کمپوست در افزایش مقدار روغن خرفه موثر بوده است.

دارد که حاکی از تاثیر مصرف پتاسیم در افزایش درصد روغن می‌باشد (سکاروآدیا و همکاران ۲۰۰۹؛ سلیمی و همکاران ۲۰۰۹). گزارش شده که پتاسیم نقش مهمی در فعالیتهای فیزیولوژیکی و سیستم آنزیمی گیاهی که متابولیسم مواد فتوسنتزی و تبدیل آن‌ها به روغن را کنترل می‌کنند، دارد (طاهرخانی و گلچین ۲۰۰۶). سجادی نیک و همکاران (۲۰۱۱) اعلام کردند که کاربرد ورمی کمپوست باعث افزایش درصد روغن

جدول ۵- نتایج مقایسه میانگین صفات عملکرد دانه... و عملکرد روغن خرفه در مناطق گرگان و زاهدان و تحت تاثیر سطوح مختلف

ورمی کمپوست و کود شیمیایی و نانو

عملکرد روغن (kg.ha ⁻¹)		محتوی روغن (%)		شاخص برداشت (%)		عملکرد بیولوژیک (kg.ha ⁻¹)		عملکرد دانه (kg.ha ⁻¹)		تیمارهای آزمایشی
زاهدان	گرگان	زاهدان	گرگان	زاهدان	گرگان	زاهدان	گرگان	زاهدان	گرگان	
۹/۱۶m	۸/۳۳n	۶/۶۸kl	۶/۴۱l	۴/۷۴h-s	۴/۵۲i-t	۲۷۴۵/۳w	۲۸۵۴/۳vw	۱۲۶/۱۹w-z	۱۲۹/۶۰xyz	F ₁ V ₁
۱۰/۶۱lm	۱۹/۳۳klm	۸/۴۰j	۱۲/۱۱a-f	۴/۲۲m-t	۳/۷۸q-t	۳۰۶۴/۸uvw	۳۸۹۲/۸h-o	۱۲۶/۵۸xyz	۱۴۷/۲۸u-y	F ₁ V ₂
۱۱/۲۹klm	۱۲/۸۵mn	۷/۸۳jkl	۸/۰۹jk	۴/۰۸nn-t	۴/۳۹k-t	۳۵۳۱/۶n-t	۳۹۱۳/۹h-n	۱۴۴/۳۸u-z	۱۷۱/۲۵q-v	F ₁ V ₃
۸/۹۵m	۲۲/۱۱jkl	۷/۲۰-jkl	۱۲/۹۱abc	۳/۰۷q-t	۳/۷۰-t	۴۰۶۹/۵e-l	۴۳۰۹/۱c-h	۱۲۵/۲۸xyz	۱۵۸/۹۵t-x	F ₁ V ₄
۱۸/۸۱e-i	۱۸/۳۱lm	۱۰/۷۳hi	۱۰/۷۱hi	۵/۴۲f-p	۴/۶۴i-t	۳۲۳۲/۸r-v	۳۶۸۲/۷k-q	۱۷۴/۹۷p-v	۱۷۰/۸۶r-w	F ₂ V ₁
۲۶/۴۷abc	۳۱/۸۱c-f	۱۱/۸۰e-i	۱۲/۱۳d-h	۵/۶۲d-n	۷/۱۰-b-e	۳۹۹۸/۱f-l	۳۷۱۴/۴j-q	۲۲۴/۵۸g-k	۲۶۲/۳۰c-f	F ₂ V ₂
۲۲/۸۵cde	۲۹/۸۴e-i	۱۱/۱۸ghi	۱۳/۹۳abc	۵/۱۸g-q	۴/۸۹g-s	۳۹۸۹/۳f-l	۴۳۳۷/۴b-e	۲۰۶/۷۸j-p	۲۱۴/۲۵j-m	F ₂ V ₃
۲۱/۰۷def	۶۷/۳۱a	۱۱/۸۸e-i	۱۲/۹۶ab	۳/۸۹p-t	۹/۸۸a	۴۵۸۲/۸a-d	۴۸۸۸/۲a	۱۷۸/۲۵n-v	۴۸۲/۱۵a	F ₂ V ₄
۱۵/۹۱g-j	۲۹/۸۰e-i	۱۱/۰۸ghi	۱۲/۴۵b-g	۴/۸۹g-s	۷/۷۲bc	۲۹۴۳/۴vw	۳۱۱۸/۲s-w	۱۴۳/۷۳u-z	۲۳۸/۷۵e-j	F ₃ V ₁
۱۷/۱۲f-j	۳۴/۴۰b-f	۱۱/۸۰e-i	۱۲/۴۸b-g	۳/۷۴q-t	۶/۹۰b-f	۳۸۵۸/۱i-o	۴۰۳۱/۵e-l	۱۴۴/۶۸u-z	۲۷۶/۵۸bcd	F ₃ V ₂
۲۰/۴۴d-g	۴۰/۳۰b	۱۱/۵۰f-i	۱۲/۱۵a-e	۴/۸۸h-s	۷/۷۰bc	۳۶۵۸/۴k-r	۳۹۸۱/۱f-m	۱۷۹/۳۳m-u	۳۰۶/۲۵b	F ₃ V ₃
۲۹/۸۹ e-i	۳۷/۶۹bc	۱۱/۵۰f-i	۱۴/۳۱a	۶/۳۵c-g	۵/۵۲d-n	۴۰۶۷/۸e-l	۴۷۵۴/۶ab	۲۵۸/۸۳d-g	۲۶۲/۴۳c-f	F ₃ V ₄
۱۴/۵۶i-l	۲۸/۰۵e-j	۱۱/۸۰e-i	۱۰/۸۶ghi	۳/۹۱۰-t	۷/۰۲b-d	۳۱۵۹/۱s-w	۳۶۵۰/۵l-r	۱۲۳/۱۲yz	۲۵۶/۷۸d-h	F ₄ V ₁
۱۹/۹۹d-h	۳۷/۰۱bc	۱۱/۵۰f-i	۱۲/۵۹a-d	۵/۰۲g-r	۶/۹۰b-f	۳۴۷۶/۰o-u	۳۹۵۸/۲g-n	۱۷۴/۶۳p-v	۲۷۲/۴۰b-e	F ₄ V ₂
۲۴/۵۲bcd	۲۹/۰۴e-i	۱۱/۷۰e-i	۱۴/۲۵a	۵/۵۷d-n	۴/۴۶j-t	۳۷۵۱/۸j-q	۴۱۲۰/۳e-j	۲۰۹/۲۳j-p	۲۰۲/۸۰j-r	F ₄ V ₃
۲۸/۱۰-ab	۳۶/۶۶bcd	۱۱/۰۸ghi	۱۴/۲۵a	۵/۴۷e-p	۶/۲۶c-h	۴۶۲۱/۹a-d	۴۵۷۴/۲a-d	۲۵۳/۰۲d-i	۲۵۷/۳۸d-g	F ₄ V ₄
۱۴/۷۸i-l	۲۳/۷۸h-l	۷/۸۳jkl	۱۱/۶۸e-i	۶/۰۶d-i	۵/۹۸d-k	۳۱۱۲/۸u-t	۳۴۱۱/۹p-u	۱۸۸/۷۸l-t	۲۰۳/۵۸j-r	F ₅ V ₁
۲۲/۴۹cde	۱۵/۹۵m	۱۱/۵۰f-i	۷/۷۶jkl	۴/۹۲g-s	۵/۰۹g-r	۳۹۷۵/۰f-m	۴۰۴۲/۴e-l	۱۹۵/۶۳k-s	۲۰۶/۱۵j-q	F ₅ V ₂
۱۷/۷۳f-j	۴۰/۷۴b	۱۰/۷۳hi	۱۳/۸۶abc	۴/۴۵j-t	۶/۹۲b-f	۳۷۳۱/۶j-q	۴۲۶۷/۶d-i	۱۶۶/۶۸s-w	۲۹۴/۰Ab	F ₅ V ₃
۱۷/۲۹f-j	۲۶/۶۶f-j	۱۱/۸۰e-i	۱۰/۲۲i	۲/۳۶st	۵/۵۱d-o	۴۳۹۳/۱b-f	۴۷۴۰/۳abc	۱۴۷/۲۸u-y	۲۶۰/۹۸c-f	F ₅ V ₄
۱۵/۵۹h-k	۲۶/۵۸f-j	۱۱/۸۸e-h	۱۱/۶۳e-i	۴/۲۸m-t	۸/۳۹ab	۳۰۷۶/۸uvw	۲۹۲۷/۹vw	۱۳۱/۵۳xyz	۲۲۹/۷۵f-k	F ₆ V ₁
۱۱/۳۵klm	۲۴/۸۹g-k	۷/۸۳jkl	۱۱/۵۸e-i	۴/۳۱d-m	۵/۷۴d-m	۳۳۸۱/۲q-u	۳۷۸۹/۴j-q	۱۴۴/۸۰u-z	۲۱۵/۳۰jkl	F ₆ V ₂
۱۹/۸۰e-h	۳۰/۳۰e-h	۱۱/۸۰e-i	۱۱/۶۸e-i	۴/۵۰i-t	۶/۰۳d-j	۳۷۰۲/۷j-q	۴۳۱۰/۸c-h	۱۶۶/۹۵s-w	۲۵۹/۷۸c-f	F ₆ V ₃
۲۶/۳۳abc	۲۳/۳۶i-l	۱۱/۸۰e-i	۱۱/۹۶e-h	۵/۸۹d-l	۴/۵۲i-t	۳۸۳۴/۷i-p	۴۳۵۰/۲b-g	۲۲۲/۰۵h-l	۱۹۵/۰۳k-s	F ₆ V ₄
۱۳/۳۰j-m	۲۶/۴۴f-j	۱۱/۸۰e-i	۱۲/۴۱c-g	۴/۰۹n-t	۶/۹۰b-f	۳۸۸۸/۸vw	۳۱۳۱/۵s-w	۱۱۲/۳۰z	۲۱۲/۰۵j-n	F ₇ V ₁
۱۵/۰۱l	۲۳/۶۰h-l	۱۱/۵۰f-i	۱۱/۲۶ghi	۳/۵۵rst	۵/۹۷d-k	۳۶۶۸/۸k-p	۳۵۴۹/۷m-s	۱۲۹/۹۸xyz	۲۱۰/۳۵j-o	F ₇ V ₂
۲۰/۹۰def	۲۶/۲۰f-j	۱۱/۰۸ghi	۱۱/۸۶e-h	۵/۰۵g-r	۵/۰۶g-r	۳۷۳۲/۹j-q	۴۳۴۸/۷c-g	۱۸۸/۶۰l-t	۲۲۰/۱۸i-l	F ₇ V ₃
۱۸/۹۹e-i	۳۰/۶۰d-g	۱۰/۷۳hi	۱۲/۹۸ab	۴/۳۲l-t	۴/۷۲h-s	۴۰۸۹/۵e-k	۴۶۵۱/۳a-d	۱۷۶/۶۹۰v	۲۱۹/۶۸i-l	F ₇ V ₄
۶/۴۲	۱/۷۲	۱/۵۹	۴۳۴/۳۳	۴۶/۱۵	LSD (0.05%)					

عامل اول، سطوح مختلف کودی (Fertilizer) شامل: شاهد یا عدم مصرف کود (F1)، نانوذره نیتروژن (F2)، فسفر (F3)، پتاسیم (F4) و کود شیمیایی نیتروژن (F5)، فسفر (F6)، و پتاسیم (F7)

عامل دوم، سطوح مختلف ورمی کمپوست (Vermicompost) شامل: شاهد یا عدم مصرف ورمی کمپوست (V1)، ۵ (V2)، ۱۰ (V3)، و ۱۵ (V4) تن در هکتار به ترتیب

نتیجه‌گیری

می‌باشد. تاثیر ترکیب‌های تیماری مختلف بر میانگین عملکرد روغن در هکتار و نیز درصد روغن در هر دو منطقه نسبت به شاهد قابل توجه و معنی‌دار بود. تاثیر ترکیب‌های تیماری مختلف بر روی عملکرد روغن در هکتار و درصد روغن در منطقه گرگان بیشتر از زاهدان بود. در بین ترکیب تیماری مختلف بیشترین عملکرد روغن در گرگان و با کاربرد کاربرد نانو ذره نیتروژن همراه با مصرف ۱۵ تن در هکتار ورمی کمپوست به‌دست آمد و بیشترین درصد روغن نیز در منطقه گرگان و در تیمار نانو ذره پتاسیم توام با مصرف ۱۰ و ۱۵ تن در هکتار ورمی کمپوست حاصل شد.

سپاسگزاری

از مدیریت و کارشناسان محترم پژوهشگاه گیاهان دارویی دانشگاه سیستان و بلوچستان و آقای دکتر عباس کشگر در استان گلستان بخاطر در اختیار گذاشتن زمین و امکانات مورد نیاز برای اجرای آزمایش و همچنین از پرسنل آزمایشگاه دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه محقق اردبیلی به خاطر همکاری در اجرای طرح تقدیر و تشکر می‌گردد.

با توجه به اهمیت خرفه که در بسیاری از کشورهای جهان به‌طور وسیع برای تغذیه انسان، صنایع تبدیلی و همچنین به عنوان گیاه دارویی مورد استفاده قرار می‌گیرد، متأسفانه در ایران علی‌رغم شرایط اقلیمی مستعد تولید این محصول، تحقیقات کافی در خصوص توسعه کشت این محصول صورت نگرفته است. بنابراین این تحقیق با هدف معرفی استان زاهدان به‌عنوان منطقه خشک و نیمه خشک جهت تولید گیاه خرفه و توسعه تولید آن در منطقه گرگان همچنین بهبود تولید آن با استفاده از ورمی‌کمپوست و کودهای شیمیایی و نانو انجام گرفت. به طور کلی نتایج نشان داد که میزان عملکرد در گرگان نسبت به زاهدان حدود ۳۶/۹۶ درصد بیشتر بود. نتایج مقایسه میانگین عملکرد دانه حاکی از آن است که بیشترین مقدار عملکرد در گرگان و زاهدان از تیمار کاربرد نانو ذره نیتروژن همراه با مصرف ۱۵ تن در هکتار ورمی کمپوست به دست آمد. در هر دو منطقه کمترین شاخص برداشت از تیمار بدون کاربرد کود و مصرف ۱۵ تن ورمی‌کمپوست تنها حاصل شد. با توجه به نتایج دلیل نقصان شاخص برداشت در این تیمار تولید بیشتر عملکرد بیولوژیک نسبت به عملکرد اقتصادی یعنی بذر

منابع مورد استفاده

- Aghazadeh-Khalkhali D, Mehrafarin A, Abdossi V, Naghdi Badi H. 2015. Mucilage and seed yield of psyllium (*Plantago psyllium* L.) in response to foliar application of nano-iron and potassium chelate fertilizer. *Journal of Medicinal Plants*, 14(56): 23-34. (In Persian).
- Akbari F, Mousavi SG, Seghatol eslami MJ. 2017. The effect of nano and conventional zinc and silica fertilizers spraying on yield and yield components of maize, *Journal of Crop Production Reseach*, 10(2): 153-166. (In Persian).
- Alimohammadi M, valadabadi S, daneshiyan J and aref B. 2011. 'Effects of nitrogen and planting density on yield and oil content of castor (*Ricinus communis* L.)', *Agroecology Journal*, 6(4): 57-65. (In Persian).
- Anwar M, Patra DD, Chand S and Khanuja SPS. 2005. Effect of organic manures and inorganic fertilizer on growth, herb and oil yield, nutrient accumulation, and oil quality of French basil. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 36 (13-14): 1737-1746.
- Azizi M, Rezvani F, Hasanzadeh- Khayat M, Lakzian A and Nemati H. 2008. Effects of various levels of vermicompost and irrigation on morphological characteristics and essence of chamomile (*Matricaria recutita* L.). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*. 24(1): 82-93. (In Persian).

- Bahrani A, Tahmasbi Sarvestani Z. 2006. Effects of rate and time of nitrogen fertilizer on yield, yield component, and dry matter remobilization efficiency in two winter wheat cultivars. *Journal of Agricultural Sciences*, 12(2): 369-377.
- Bay N and Davodi M. 2010. Analysis and forecasting some climatic elements of gorgan. *Geographical journal of chashmandaz-e-zagros*, 2(4): 99-114.
- Bekhrad H, Nikonam F and Hamdani B. 2017. Effects of nano fertilizer and different levels of nitrogen on grain and oil yield of sesame. *Plant Ecophysiology*, 9(28):110-122. (In Persian).
- Berenguer P, Santiveri F, Boixadera J and Lloveras J. 2009. Nitrogen fertilization of irrigated maize under Mediterranean conditions. *European Journal of Agronomy*. 30: 163-171.
- Chan K, Islam MW and Kamil M. 2000. The analgesic and anti-inflammatory effects of *Portulaca oleracea* L. subsp. *Sativa* (Haw.) Celak, *Journal of Ethnopharmacology*, 73(3): 445-451.
- Chen B, Chen H, Zhou W, Zhao W, Zhou Q and Yang G. 2012. Effects of aqueous extract of *Portulaca oleracea* L. on oxidative stress and liver, spleen leptin, PAR and FAS mRNA expression in high-fat diet induced mice, *Molecular Biology Reports*, 39(8): 7981-7988.
- Chinnamuthu CR and Murugesu Boopathi P. 2009. Nanotechnology and Agroecosystem. *Madras Agricultural Journal*, 96(1-6):17-31.
- DeRosa MC, Monreal C, Schnitzer M, Walsh R, Sultan Y. 2010. Nanotechnology in fertilizers. *Nat. Nanotechnol*, 5: 91-99.
- El-Habbasha SF, Abd El-Salam MS and Kabesh MO. 2007. Response of two sesame varieties (*Sesamum indicum* L.) to partial replacement of chemical fertilizers by bio-organic fertilizers. *Research Journal Agriculture and Biology Science*, 3(6): 563-571.
- Elkhayat ES, Ibrahim SRM and Aziz MA. 2008. Portulene, a new diterpene from *Portulaca oleracea* L. *Journal of Asian Natural Products Research*, 10(11): 1039-1043,
- Fallah, S. and B.Omrani. 2018. Substitution of inorganic fertilizers with organic manure reduces nitrate accumulation and improves quality of purslane. *Iranian Journal of Plant Physiology*, 9(1), 2651-2660. (In Persian).
- Farshi AA, Siadat H, Darbandi S, Entesari MR, Kheirabi J, Mirlatifei M, Salamat AR, and Sadat MH. 2003. On-Farm Irrigation water management. *Iranian National Committee on Irrigation and Drainage (IRNCID)*, No 76. (In Persian).
- Gastal F and Lemaire G. 2002. N uptake and distribution in crops: an agronomical and ecophysiological perspective. *Journal of Experimental Botany*, 53:789-799.
- Hegazi E, Samira S, Mohamed M, El-Sonbaty ME, Abd El-Naby SKM and El-Sharony TF. 2011. Effect of potassium nitrate on vegetative growth, nutritional status and yield and fruit quality of olive cv. "Picual". *Journal of Horticultural Science and Ornamental Plants*, 3(3): 252-258.
- Imayavaramban V, Singaravel R, Thanunathan K and Manickam G. 2002. Studies on the effect of different plant densities and the levels of nitrogen on the productivity and economic returns of sesame. *Crop Research*, 24: 314-316.
- Jin R, Lin ZJ, Xue CM and Zhang B. 2013. An improved association- mining research for exploring Chinese herbal property theory: based on data of the Shennong's Classic of Materia Medica. *Journal of Integrative Medicine*, 11(5): 352- 365.
- Karimi G, Hosseinzadeh H and Eftehad N. 2004. Evaluation of the gastric antiulcerogenic effects of *Portulaca oleracea* L. extracts in mice. *Phytotherapy Research*, 18(6): 484-487.
- Karimi H, Mazaheri D, Peighambari SA and Mirabzadeh Ardekani M. 2011. Effect of organic fertilizers and mineral fertilizer consumption on grain yield and yield components of Corn Single Cross 704. *Iranian Journal of Agricultural Science*, 13(4), 611-626. (In Persian).

- Kaymak HC. 2013. Effect of nitrogen forms on growth, yield and nitrate accumulation of cultivated purslane (*Portulaca oleracea* L.). *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 19: 444-449.
- Keerthi P, Pannu RK, Dhaka AK, Daniel J and Yogesh A. 2017. Yield, nitrogen uptake and nutrient use efficiency in Indian mustard (*Brassica juncea* L.) as effected by date of sowing and nitrogen levels in Western Haryana, India. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 6(4): 1168-1177.
- Liu R and Lal R. 2014. Synthetic apatite nanoparticles as a phosphorus fertilizer for soybean (*Glycine max*). *Scientific Reports*, 4: 5686-5691.
- Mastronardi E, Tsae P, Zhang X, Monreal C and DeRosa MC. 2015. Strategic Role of Nanotechnology in Fertilizers: Potential and Limitations. *Nanotechnologies in Food and Agriculture*. Rai, M., N. Duran, C. Ribeiro, L. Mattoso. Springer Cham Heidelberg New York Dordrecht London. Springer International Publishing Switzerland.
- Moradi S, Golchin G, Sepehr S and Vafae M. 2019. The Effect of Sodium Chloride Induced Salinity and Boron of Irrigation Water on Yield and Concentration of Macronutrients in Purslane. *Applied Soil Research*, 6(4): 97-108.
- Mosali J, Desta K, Teal RK, Freeman KW, Martin KL, Lawles JW and Raun WR. 2006. Effect of foliar application of phosphorus on winter wheat grain yield, phosphorus uptake, and use efficiency. *Journal of Plant Nutrition*, 29: 2147-2163.
- 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.
- Omrani, B. 2015. The response of production and shelf-life of purslane plant to nitrogen and phosphorus supply from different fertilizer sources. M.Sc. thesis of Agroecology. Shahrekord University. Iran. (In Persian).
- Owolade OF, Akande MO, Alabi BS and Adediran JA. 2006. Phosphorus level affects brown blotch disease, development and yield of cowpea. *World Journal of Agriculture Sciences*, 2(1): 105-108.
- Palaniswamy UR, Bible BB and McAvoy RJ. 2004. Oxalic acid concentrations in purslane (*Portulaca oleraceae* L.) is altered by the stage of harvest and the nitrate to ammonium ratios in hydroponics. *Scientia Horticulturae*, 102: 267-275.
- Papari Moghaddam Fard A and Bahrani MJ. 2005. Effect of nitrogen fertilizer rates and plant density on some agronomic characteristics, seed yield, oil and protein percentage in two sesame cultivars. *Iranian Journal of Agricultural Sciences (Journal of Agriculture)*, 36(1), 129-135. (In Persian).
- Pirdashti H, Motaghian A, Bahmanyar MA. 2010. Effect of organic amendments application on grain yield, leaf chlorophyll content and some morphological characteristics in soybean cultures. *Journal of Plant Nutrition*, 33: 485-495.
- Pirian K and Piri Kh. 2014. Callus induction in hairy roots of *Portulaca oleracea* L'. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 30(2): 231 -238. (In Persian).
- Pleenet D, Etchebest S, Mollier A and Pellerin S. 2000. Growth analysis of maize field crops under phosphorus deficiency: I: leaf growth. *Plant Soil*. 223: 117-130.
- Rafiee M and Koonani A. 2019. Effect of vermicompost and nitrogen fertilizer on quantitative and qualitative yield of corn (*Zea Mays* L.)', *Iranian Journal of Field Crop Science*, 50(1): 151-159. (In Persian).
- Rahimi MM and salahizadeh A. 2015. Effect of different levels of irrigation and potassium on qualitative and quantitative characteristics of the beans in yasooj, Iran. *European Online Journal of Natural and Social Sciences*, Česká Republika, 4(1): 50-56.

- Rashed AN, Afifi FU and Disi AM. 2003. Simple evaluation of the wound healing activity of a crude extract of *Portulaca oleracea* L. (growing in Jordan) in *Mus musculus* JVI-1, *Journal of Ethnopharmacology*, 88(2-3): 131–136.
- Rastgo B, Ebadie A and Parmoon G. 2014. Investigation the effect of using nitrogen on yield and storage compositions of Safflower grain (*Carthamus tinctorius* L.). *Crop Physiology Journal*. 6(21): 85-102. (In Persian).
- Rawat S, Adisa IO, Wang Y, Sun Y, Fadil AS, Niu G, Sharma N, Hernandez-Viezcás JA, Peralta-Videa JR, Gardea-Torresdey JL. 2019. Differential physiological and biochemical impacts of nano vs. micron Cu at two phenological growth stages in bell pepper (*Capsicum annuum*) plant. *Nano Impact*, 14: 100–161.
- Sajjadi Nik R, Yadavi A, Baloochiand HR, Faraji H. 2011. Effect comparison of chemical (urea), organic (vermicompost) fertilizers and biofertilizer (nitroxin) on quantitative and qualitative yield of sesame (*Sesamum indicum* L.). *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, 21: 87–101. (In Persian).
- Sakarvadia HL, Polara KB, Parmar KB, Babariya NB and Kumjadia BB. 2009. Effect of potassium and zinc on growth, quality parameters and nutrient uptake by cotton. *Asian Journal of Soil Science*, 4(1): 24-26.
- Saligheh M, Barimani F, Esmaeilnezhad M. 2009. Climatological regionalization on sistán and balouchestan province. *Geography and Development*, 6(12):101-116. (In Persian).
- Salimi GH, Hamedi F and Rezayi Zangene R. 2009. Effect of potassium and magnesium levels on quantitative characteristics of winter safflower. *National Conference of Oilseeds*. Isfahan University Technology. 3 pages. (In Persian).
- Singh KK, Srinivasarao C and Ali M. 2005. Root growth, nodulation, grain yield, and phosphorus use efficiency of lentil as influenced by phosphorus, irrigation, and inoculation. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 36: 1919-1929.
- Singh MD, Chirag G, Prakash PO, Mohan MH, Prakasha G, Wajith V. 2017. Nano fertilizers is a new way to increase nutrients use efficiency in crop production. *International Journal of Agriculture Sciences*, 9 (7): 3831-3833.
- Soltani Nejad F. 2013. Individual and integrated effect of urea and cow manure on cadmium accumulation and yield in medicinal herb, *Portulaca eoleracea*. Dissertation of MSc Master's degree in Agroecology, Faculty of Agriculture, Shahrekord University. (In Persian).
- Soltaninejhad F, Fallah S, Heidari M. 2013. Effect of different sources and rates of nitrogen fertilizer on the growth and biomass production of purslane (*portulaca oleracea*). *Electronic Journal of Crop Production*. 6(3):125-143. (In Persian).
- Subramanian KS and Thirunavukkarasu M. 2017. Nano-fertilizers and Nutrient Transformations in Soil. In: Ghorbanpour, M, Khanuja, M, Varma, A (Eds.). *Nanoscience and Plant–Soil Systems*. *Soil Biology*, 48: 305-318.
- Sureshbabu K, Amaresan N and Kumar K. 2016. Amazing Multiple Function Properties of Plant Growth Promoting Rhizobacteria in the Rhizosphere Soil. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 5(2): 661-683.
- Taber HG, 2006. Potassium application and leaf sufficiency level for fresh-market tomatoes grown on a Midwestern United States fine-textured soil. *Hort Technology*, 16(2): 247-252.
- Taherkhani M and Golchin A. 2006. The effects of nitrogen different rates on oil yield and seed quality and potassium and phosphorus uptake of winter canola, SLM046. *Agroecology Journal*, 2: 77-85. (In Persian).
- Theophilo B and Marta V. 2010. A variation of the Field Capacity (FC) definition and a FC database for Brazilian soils, *World Congress of Soil Science*, VOL:1-4.

- Torabi B, Soltani A, Galeshi S and Zeinali E. 2011. Analyzing wheat yield constraints in Gorgan. Journal of Crop Production. 4,1-17. (In Persian).
- Tuncturk M and Yildirim B. 2004. Effects of different forms and doses of nitrogen fertilizers on safflower (*Chartamus tinctorius* L.). Pakistan Journal of Biological Sciences, 7: 1385-1389.
- Uquiche E, Jeréz M and Ortíz J. 2008. Effect of pretreatment with microwaves on mechanical extraction yield and quality of vegetable oil from Chilean hazelnuts. Journal of Innovative Food Science and Emerging Technologies, 9: 495-500.
- Xu X, Yu L and Chen G. 2006. Determination of flavonoids in *Portulaca oleracea* L. by capillary electrophoresis with electrochemical detection. Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis, 41(2): 493-499.
- Zhang XJ, Ji YB, Qu ZY, Xia JC and Wang L. 2002. Experimental studies on antibiotic functions of *Portulaca oleracea* L. in vitro. Chinese Journal of Microecology, 14(6): 277-280.