

## اثر شوری، ورمی کمپوست، هیومیک اسید و تلقیح بذر با فلاوباکتريوم بر پر شدن دانه چاندم

سارا محمدی کله سرلو<sup>۱</sup>، رؤف سیدشریفی<sup>۲\*</sup>، محمد صدقی<sup>۳</sup>، حامد نریمانی<sup>۴</sup>، راضیه خلیل زاده<sup>۴</sup>

تاریخ دریافت: ۹۹/۸/۱۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱/۷

۱- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد و دکتری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، ایران

۲- استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، ایران

۳- گروه تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

\*مسئول مکاتبه: Email: raouf\_ssharifi@yahoo.com

### چکیده

هدف: شوری از مهم‌ترین تنش‌های محیطی است که رشد و عملکرد گیاهان زراعی را کاهش می‌دهد. کاربرد کودهای زیستی و آلی، رشد و عملکرد گیاهان در برابر تنش‌های محیطی مختلف از جمله شوری را، افزایش می‌دهد. بررسی نقش کاربرد ورمی کمپوست، هیومیک اسید و تلقیح بذر با فلاوباکتريوم در بهبود مؤلفه‌های پر شدن دانه و عملکرد چاندم از اهداف این پژوهش بود.

مواد و روش‌ها: آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه محقق اردبیلی در سال ۱۳۹۸ اجرا شد. فاکتورهای مورد بررسی شامل سطوح شوری (عدم اعمال شوری به عنوان شاهد و شوری ۵۰ و ۱۰۰ میلی مولار NaCl) و کاربرد کودهای زیستی (عدم کاربرد کودهای زیستی به عنوان شاهد، کاربرد ورمی کمپوست، تلقیح بذر با فلاوباکتريوم، کاربرد توأم ورمی-کمپوست و فلاوباکتريوم) و محلول پاشی هیومیک اسید (محلول پاشی با آب به عنوان شاهد و محلول پاشی دو گرم در لیتر هیومیک اسید) بود.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که کاربرد توأم ورمی کمپوست با فلاوباکتريوم و محلول پاشی هیومیک اسید در شرایط عدم اعمال شوری، غلظت کلروفیل a (۸۳/۳۸ درصد)، کلروفیل کل (۷۶/۶۱ درصدی)، کاروتنوئید (۸۹/۲۶ درصدی)، حداکثر وزن دانه (۵۳/۵۶ درصدی)، طول دوره و دوره مؤثر پر شدن دانه چاندم (به ترتیب ۱۹/۳۹ و ۵۵/۱۱ درصدی) را نسبت به شرایط عدم کاربرد کودهای زیستی و هیومیک اسید در بالاترین سطح شوری خاک افزایش داد. همچنین کاربرد توأم ورمی کمپوست با فلاوباکتريوم و محلول پاشی هیومیک اسید در شرایط عدم اعمال شوری، ارتفاع بوته، طول سنبله، تعداد دانه در سنبله، وزن صد دانه و عملکرد دانه تک بوته چاندم را افزایش داد.

نتیجه‌گیری: کاربرد کودهای زیستی و هیومیک اسید می‌تواند بواسطه بهبود غلظت کلروفیل و مؤلفه‌های پر شدن دانه، عملکرد دانه چاندم را در شرایط شوری خاک افزایش دهد.

واژه‌های کلیدی: سرعت پر شدن دانه، عملکرد، کودهای زیستی، غلظت کلروفیل

## Effects of Salinity, Vermicompost, Humic Acid and Seed Inoculation with *Flavobacterim* on Grain Filling of Triticale

Sara Mohammadi Kale Sarlou<sup>1</sup>, Raouf Seyed Sharifi<sup>\*2</sup>, Mohammad Sedghei<sup>2</sup>, Hamed Narimani<sup>3</sup>, Razieh khalilzadeh<sup>3</sup>

Received: November 9, 2020 Accepted: March 27, 2021

1,3-MSc Student, and PhD Student, Crop Physiology, Seed Science and Technology, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.

2-Prof., Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.

5-Dept. of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Urmia University, Urmia-Iran.

\*Corresponding Author Email: raouf\_ssharifi@yahoo.com

### Abstract

**Background and Objective:** Salinity is one of the most important environmental stresses that reduce the growth and yield of crops. The use of bio and organic fertilizers increases growth and yield of plants to various environmental stresses such as salinity. The purpose of this study was to investigate the role of vermicompost, humic acid and inoculation of seeds with *Flavobacterium* in improvement grain filling components and yield triticale.

**Materials & Methods:** An experiment was conducted as factorial based on randomized complete block design with three replications in greenhouse research of the Faculty of Agriculture and Natural Resources, the University of Mohaghegh Ardabili during 2020. Factors experiment were included salinity levels (non-application of salinity as control, application of 50 and 100 mM salinity by NaCl), and bio-fertilizers application (no application of bio-fertilizers as control, application of vermicompost, seed inoculation with *Flavobacterim*, both application vermicompost and *Flavobacterim*) and foliar application humic acid (foliar application with water as control and foliar application of 2 g.L<sup>-1</sup> humic acid).

**Results:** The results showed that both application of vermicompost, *Flavobacterim* and foliar application of 2 g.L<sup>-1</sup> humic acid under no salinity condition, increased chlorophyll a (83.38%), total chlorophyll (76.61%) and carotenoid (89.26%), maximum of grain weight (53.56%), grain filling period and effective grain filling period (19.39 and 55.11% respectively) in comparison with no application of bio-fertilizers and humic acid under the highest soil salinity level. Also, both application of vermicompost with *Flavobacterim* and foliar application of 2 g.L<sup>-1</sup> humic acid under no salinity condition increased plant height, ear length, the number of grain per spike, 100 grains weight and grain yield of per plant of triticale.

**Conclusion:** Application of bio-fertilizers and humic acid can increase grain yield of triticale under soil salinity conditions due to improve of chlorophyll content and grain filling components.

**Keywords:** Bio-Fertilizers, Chlorophyll Content, Rate of Grain Filling, Yield

### مقدمه

و همکاران ۲۰۰۸). این گیاه دارای خصوصیات مطلوب  
چاودار از جمله رشد سریع و قابلیت تولید در اراضی  
فقیر و کم‌بازده و از طرف دیگر دارای خصوصیات

چاندم، یک ترکیب ژنتیکی بین گندم و چاودار بوده و  
در خاک‌هایی که برای کشت گندم مناسب نیست ماده  
خشک و عملکرد بیش‌تری نسبت به گندم دارد (مارتینکا

موجب تحریک رشد گیاه می‌شوند (سیدشریفی و نامور ۲۰۱۶). چاندراسکار و همکاران (۲۰۰۵) گزارش کردند که کاربرد باکتری‌های محرک با افزایش دسترسی گیاه به نیتروژن، موجب افزایش غلظت کلروفیل می‌شود. خلیل‌زاده و همکاران (۲۰۱۷) اظهار داشتند که شوری به دلیل اختلال در انتقال کربوهیدرات به دانه، تجمع نمک‌های زیان‌بار در گیاه و همچنین برهم‌خوردن تعادل یونی موجب کاهش طول دوره پرشدن دانه می‌شود، ولی تلقیح بذر با باکتری در چنین شرایطی، با افزایش غلظت کلروفیل، موجب افزایش طول دوره پرشدن دانه و در نتیجه عملکرد دانه شد.

ورمی کمپوست‌ها نیز یکی دیگر از کودهای آلی است که به دلیل خواص و مزیت‌های مطلوب فراوان در مدیریت‌های تلفیقی کوددهی بسیار موفق ظاهر شده‌اند (پارای و همکاران ۲۰۱۳). استفاده از ورمی کمپوست علاوه بر افزایش جمعیت و فعالیت ریزجانداران مفید خاک، با فراهم کردن دسترسی گیاه به عناصر غذایی مورد نیاز مانند نیتروژن، فسفر و پتاسیم، موجب بهبود رشد و عملکرد گیاه می‌شود (آرانکون و همکاران ۲۰۰۴). تئونسن و همکاران (۲۰۱۰) گزارش کردند که ورمی کمپوست غنی از عناصر غذایی کم‌مصرف و مواد هیومیکی بوده که موجب بهبود فراهمی عناصری مانند آهن و روی می‌شود که در سنتز کلروفیل نقش اساسی دارند. جهانگیری‌نیا و همکاران (۲۰۱۶) اظهار داشتند کاربرد ورمی کمپوست با افزایش قابلیت دسترسی به عناصر غذایی و سهولت جذب آب، موجب افزایش شاخص سبزی‌نگی، سطح برگ و همچنین افزایش سرعت و طول دوره پرشدن دانه و در نهایت عملکرد دانه سویا شد.

یکی دیگر از کودهای آلی با اهمیت در گیاهان هیومیک اسید می‌باشد. هیومیک اسید، یک پلیمر طبیعی مربوط به عامل‌های اسیدی +H است که دارای موضع-های کربوکسیل بنزوئیک و فنلی (مکان‌های تبادل کاتیونی) است (سردشتی و محمدان مقدم ۲۰۰۷)،

برتر کیفی و زراعی گندم می‌باشد (سیدشریفی و خلیل‌زاده ۲۰۱۹).

شوری یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده رشد و عملکرد گیاهان به خصوص در نواحی خشک و نیمه-خشک محسوب می‌شود. این تنش از طریق ایجاد تغییرات آناتومیک، موفولوژیک و بیوشیمیایی بر جنبه‌های مختلف رشد و نمو گیاه تأثیر می‌گذارد و شدت خسارت آن بسته به طول مدت و مرحله رشدی گیاه متفاوت است (سینگرام و همکاران ۲۰۱۱). در شرایط شور افزایش بیش از اندازه نمک‌ها، به خصوص یون-هایی مانند سدیم و کلرید با ایجاد تنش اسمزی و کاهش جذب عناصر غذایی مورد نیاز گیاه، ضمن افزایش سطح هورمون اتیلن در گیاه، موجب کاهش رشد ریشه (مایاک و همکاران ۲۰۰۴)، کاهش غلظت کلروفیل، سرعت و طول دوره پرشدن دانه می‌شود (خیری‌زاده آروق ۲۰۱۶).

گیاهان جدای از سیستم حفاظت طبیعی، قادرند با همیاری تعدادی از ریزجانداران خاک نظیر کاربرد باکتری‌های محرک رشد، علائم تنش را کاهش دهند (یاو و همکاران ۲۰۱۰). برخی از باکتری‌های جداسازی شده از مناطق شور شامل آزوسپیریوم (*Azospirillum*)، آکالین‌ها (*Alcaligenes*)، فلاوباکتیریوم (*Flavobacterium*)، سودوموناس (*Pseudomonas*) و -اکتوباکتیریم (*Acetobacterium*) هستند. این گونه باکتری‌های نمک‌دوست و مقاوم به شوری، در اطراف ریشه گیاهان می‌توانند اثر تنش شوری را کاهش و حاصلخیزی خاک را بهبود بخشند (یانگ و همکاران ۲۰۰۹). کارلیداگ و همکاران (۲۰۱۱) اظهار داشتند که در شرایط شوری باکتری‌های محرک رشد از طریق محدود نمودن جذب کلر، موجب بهبود رشد گیاه می‌شوند. باکتری‌های محرک رشد گیاه به‌طور مستقیم از طریق انحلال ترکیبات نامحلول مانند فسفات‌ها، تولید اتیلن از طریق آنزیم ACC دامیناز، تولید سیدروفور، افزایش جذب آب و عناصر غذایی و تثبیت نیتروژن

### مواد و روش‌ها

آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه محقق اردبیلی در سال زراعی ۱۳۹۸ اجرا شد. فاکتورهای مورد بررسی شامل شوری در سه سطح (عدم اعمال شوری به‌عنوان شاهد و شوری ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌مولار NaCl) از نمک کلرید سدیم، کاربرد کودهای زیستی (عدم کاربرد کودهای زیستی به‌عنوان شاهد، کاربرد ورمی‌کمپوست، تلقیح بذر با فلاوباکتریوم و کاربرد توأم ورمی‌کمپوست و فلاوباکتریوم) و محلول‌پاشی اسید هیومیک (محلول-پاشی با آب به‌عنوان شاهد و محلول‌پاشی دو گرم در لیتر هیومیک اسید) بود. مقدار نمک مورد نیاز برای هر یک از سطوح شوری در خاک، با استفاده از نمک NaCl و نرم افزار Salt Calc محاسبه شد. در این نرم افزار به استناد هدایت الکتریکی خاک و درصد عصاره اشباع، مقدار نمک مورد نیاز برای هر کیلوگرم خاک گلدان محاسبه شده و به کل گلدان در دو نوبت (مرحله بعد از کاشت و مرحله ۳-۴ برگه) همراه آب آبیاری اعمال شد. محلول‌پاشی هیومیک اسید در دو نوبت (در مراحل پنجاهمی و ساقه‌دهی) اعمال شد. اولین آبیاری بعد از کاشت و آبیاری‌های بعدی بسته به شرایط محیطی و نیاز گیاه زراعی انجام شد. برای حفظ شوری در طول دوره رشد در زیر هر گلدان زیر گلدانی قرار داده شد تا بعد از هر سه تا چهار نوبت آبیاری، دوباره نمک‌های احتمالی وارد شده به زیر گلدانی در آب حل شده و به داخل هر گلدان برگشت داده شود. گلدان‌هایی با قطر ۴۰ سانتی‌متر و ارتفاع ۴۰ سانتی‌متری از خاک پر شدند. از چاندم رقم سناباد با تراکم ۴۰۰ بذر در متر مربع که تراکم مطلوب و توصیه شده برای این رقم است استفاده شد. از این‌رو ۵۰ بذر در هر گلدان کشت شد. برای تلقیح بذر با باکتری مورد نظر، از مایه تلقیحی که هر گرم آن دارای  $10^8$  عدد باکتری زنده و فعال بود به‌همراه محلول صمغ عربی به نسبت ۱۰ درصد وزنی-حجمی برای

کاربرد آن به‌صورت مستقیم در خاک و یا محلول‌پاشی بر روی اندام هوایی، موجب افزایش هورمون‌های اکسین، سیتوکنین و جیبرلین در گیاه می‌شود (عبدل موقود و همکاران ۲۰۰۷). نیکبخت و همکاران (۲۰۰۸) گزارش کردند که غلظت ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر هیومیک اسید در گیاه ژربرا (*Gerbera jamesonii*) جذب منیزیم، فسفر و آهن را به‌طور معنی‌داری افزایش داد. اسید هیومیک از نظر مواد معدنی و آلی غنی است و هر دوی این مواد برای رشد گیاه ضروری هستند. در نتیجه، عملکرد کیفی و کمی گیاه در اثر استفاده از هیومیک اسید افزایش می‌یابد (گاد و همکاران ۲۰۱۲). هیومیک اسید با قدرت کلات‌کنندگی عناصر غذایی و با کاهش تبخیر، تعرق و در نتیجه قرار دادن آب و مواد غذایی بیشتر و مناسب‌تر در اختیار گیاه، می‌تواند ساخت رنگیزه‌ها را افزایش و انتقال مواد فتوسنتزی را در گیاه آسان‌تر کند (صبوری و همکاران ۲۰۱۷). افزایش نفوذپذیری و ظرفیت نگهداری آب در خاک، کمپلکس کردن یون‌های فلزی، افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی، افزایش مقاومت گیاه به خشکی از جمله آثار هیومیک اسید است که می‌تواند به‌طور مستقیم و غیر مستقیم بر رشد گیاه موثر باشد (هیز و کلپ ۲۰۰۱). خرم قهفرخی و همکاران (۲۰۱۵) اظهار داشتند که هیومیک اسید و ورمی‌واش (عصاره ورمی‌کمپوست) با قرار دادن آب و مواد غذایی بیشتر و مناسب‌تر در اختیار گیاه و همچنین افزایش ساخت و دوام بیشتر رنگیزه‌ها، ضمن انتقال راحت‌تر مواد فتوسنتزی موجب افزایش عملکرد دانه شد.

گسترش روزافزون اراضی شور و اهمیت کاربرد کودهای زیستی و هیومیک اسید در بهبود عملکرد چاندم در شرایط شوری و بررسی‌های محدود انجام شده در خصوص برهم‌کنش توأم این عوامل، موجب شد تا اثر این عوامل بر عملکرد، مؤلفه‌های پرشدن دانه و غلظت کلروفیل مورد ارزیابی قرار گیرد.

این آزمایش ۱۰ تن در هکتار بود که از شرکت گلیدا خریداری و مشخصات فیزیکوشیمیایی آن در جدول ۱ آورده شده است.

چسبندگی بهتر مایه تلقیح به بذرها استفاده شد. این مخلوط به مدت دو ساعت در محل خشک و تاریک قرار داده شد. باکتری مورد استفاده از مؤسسه تحقیقات خاک و آب تهیه شد. مقدار ورمی کمپوست مصرفی در

جدول ۱- نتایج تجزیه کود ورمی کمپوست شرکت گلیدا در آزمایشگاه آب و خاک تحت نظارت وزارت کشاورزی

pH	EC dS.m <sup>-1</sup>	Fe	Mn	Cu	Zn	Pb	Cd	مشخصه	
		(mg.kg <sup>-1</sup> )							
۷/۶۴	۱/۱۲	۵۰۰۰	۲۷۵	۲۰	۱۱۰	۱۹	۱	مقدار	
		C/N	OC	N	P	K	Ca	Mg	مشخصه
		(%)							
		۲۱/۲۵	۳۲/۹	۱/۵۵	۰/۴	۰/۴	۲/۷۳	۰/۹۵	مقدار

مبدا است. این مدل تغییرات وزن دانه نسبت به زمان را به دو مرحله تفکیک می‌کند: مرحله اول که در حقیقت مرحله خطی پرشدن دانه است، وزن دانه تا رسیدن به حداکثر مقادیر خود در زمان  $t_0$  که در حقیقت زمان رسیدگی وزنی است، به صورت خطی افزایش پیدا می‌کند. شیب خط رگرسیون در این مرحله ( $t < t_0$ ) سرعت پرشدن دانه را نشان می‌دهد (الیس و پیتا فیلهو ۱۹۹۲). با پردازش این مدل بر کلیه داده‌ها ابتدا دو پارامتر مهم پرشدن دانه یعنی سرعت پرشدن دانه ( $b$ ) و زمان رسیدگی وزنی ( $t_0$ ) به دست آمده و سپس مقدار عددی  $t_0$  در بخش دوم رابطه قرار داده شد و  $GW$  که وزن دانه است محاسبه شد. برای تعیین دوره مؤثر پرشدن دانه از رابطه زیر استفاده شد (الیس و پیتا فیلهو ۱۹۹۲).

$$EFP = \frac{MGW}{b} \quad (\text{رابطه ۲})$$

در این رابطه  $EFP$  دوره مؤثر پرشدن دانه،  $MGW$  حداکثر وزن دانه و  $b$  سرعت پرشدن دانه است. جهت اندازه‌گیری غلظت کلروفیل و کاروتنوئید برگ از روش آرنون (۱۹۶۷) استفاده شد.  $0/2$  گرم از بافت برگ پرچم را با استون ۸۰ درصد به تدریج له کرده تا کلروفیل وارد محلول استونی شود و در نهایت حجم محلول با استون ۸۰ درصد به حجم ۲۰ میلی‌لیتر

در طول دوره رشد کنترل علف‌های هرز با دست انجام شد. گلدان‌ها در شرایط گلخانه‌ای در دمای ۲۰ تا ۳۰ درجه سلسیوس با طول دوره روشنایی ۱۶-۱۵ ساعت (با استفاده از ترکیبی از لامپ‌های معمولی و مهتابی) نگهداری شدند. به منظور تعیین مؤلفه‌های پرشدن دانه تقریباً ۲۰ روز بعد از سنبله‌دهی، در فواصل زمانی هر چهار روز یک بار، یک بوته از بین بوته‌های رقابت کننده به طور تصادفی انتخاب و پس از انتقال به آزمایشگاه، ابتدا دانه‌ها از سنبله جدا و شمارش شدند. بعد به مدت ۴۸ ساعت در آون الکتریکی تهویه‌دار در دمای ۷۰ درجه سلسیوس قرار گرفتند. سپس وزن خشک تک بذر از محاسبه وزن خشک کل به تعداد بذر برآورد شد (رونائینی و همکاران ۲۰۰۴). به منظور برآورد، تجزیه و تحلیل و تفسیر پارامترهای مربوط به پرشدن دانه از یک مدل رگرسیون خطی (دو تکه‌ای) براساس رویه  $DUD$  و دستورالعمل  $Nline$  Proc نرم افزار  $SAS$  به صورت زیر استفاده شد (سلطانی ۱۹۹۸).

$$GW = \begin{cases} a + bt_0 & t < t_0 \\ a + bt & t > t_0 \end{cases} \quad (\text{رابطه ۱})$$

در این رابطه  $GW$  وزن دانه،  $t$  زمان و  $b$  سرعت پرشدن دانه،  $t_0$  پایان دوره پرشدن دانه و  $a$  عرض از

اسپکتروفتومتر قرائت شد. غلظت کلروفیل a، b، کلروفیل کل و کاروتنوئیدها بر اساس روابط ۳ تا ۶ برآورد شدند.

$$a \text{ غلظت کلروفیل} = (19/3 \times A_{713} - 10/16 \times A_{740}) V / 100 W \quad (\text{رابطه ۳})$$

$$b \text{ غلظت کلروفیل} = (19/3 \times A_{740} - 2/6 \times A_{713}) V / 100 W \quad (\text{رابطه ۴})$$

$$\text{کلروفیل کل} = a \text{ کلروفیل} + b \text{ کلروفیل} \quad (\text{رابطه ۵})$$

$$\text{غلظت کاروتنوئید} = (100 A_{470} - 3/27 C_a - 10/4 C_b) / 227 \quad (\text{رابطه ۶})$$

رسانده شد. محلول حاصل به مدت ۱۰ دقیقه در ۴۰۰۰ دور سانتریفوژ شد و سپس جذب نوری محلول رویی در طول موج‌های ۴۷۰، ۶۴۵ و ۶۶۳ نانومتر توسط

در این روابط V حجم استون استفاده شده و W وزن نمونه گیاهی استفاده شده است. در زمان رسیدگی هشت بوته به ظاهر یکنواخت و مشابه که به طور تصادفی در هر گلدان مشخص شده بود برداشت گردید، سپس صفات مختلف مانند ارتفاع بوته، طول سنبله، تعداد دانه در سنبله، وزن صد دانه و عملکرد تک بوته اندازه‌گیری و میانگین داده‌های حاصل به‌عنوان ارزش آن صفت در نظر گرفته شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها و رسم نمودارها از نرم‌افزارهای SAS و Excel و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد استفاده شد.

### نتایج و بحث

**غلظت کلروفیل:** نتایج تجزیه واریانس نشان داد کودهای زیستی، محلول‌پاشی هیومیک اسید، تنش شوری و برهم‌کنش توأم این سه عامل بر غلظت کلروفیل a، کلروفیل کل و کاروتنوئید برگ پرچم چاندن در سطح احتمال یک درصد معنادار شد (جدول ۲)، ولی غلظت کلروفیل b فقط تحت تأثیر کودهای زیستی، محلول‌پاشی هیومیک اسید و تنش شوری به‌همراه اثر ترکیب تیماری کودهای زیستی و تنش شوری، همچنین کودهای زیستی و هیومیک اسید معنادار بود (جدول ۲).

جدول ۲- تأثیر کودهای زیستی، محلول‌پاشی هیومیک اسید و شوری بر غلظت کلروفیل و برخی صفات چاندن

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات					غلظت کلروفیل a	غلظت کلروفیل b	غلظت کلروفیل کل	کاروتنوئید	ارتفاع بوته	طول سنبله	تعداد دانه در سنبله
		غلظت کلروفیل a	غلظت کلروفیل b	غلظت کلروفیل کل	کاروتنوئید	ارتفاع بوته							
تکرار	۲	۱۶/۲۵**	۱/۳۱**	۲۶/۸۱**	۰/۴۹**	۱۰۲۲۶/۸**	۹۰/۵**	۱۹۹۳/۶**					
شوری (S)	۲	۱۱/۷۸**	۰/۲۸**	۱۵/۷۶**	۰/۳۷**	۶۲۳/۷**	۶/۴**	۳۸۲/۵**					
کودهای زیستی (B)	۳	۵/۰۶**	۰/۲**	۷/۳۱**	۰/۲۳**	۱۶۸۵/۴**	۱۱/۸**	۴۶۲/۳**					
اسید هیومیک (H)	۱	۳/۵۱**	۰/۱۶**	۵/۱۸**	۰/۰۶۱**	۷۷۹/۱**	۶/۶**	۳۰۰/۴**					
S×B	۶	۰/۱۳**	۰/۰۱۱**	۰/۱۵**	۰/۰۱۳**	۲۳**	۰/۱**	۴/۴**					
S×H	۲	۰/۱۳**	۰/۰۰۱۶ <sup>ns</sup>	۰/۱۲*	۰/۰۱**	۴۳/۳**	۰/۴**	۲/۹ <sup>ns</sup>					
B×H	۳	۰/۰۴۷ <sup>ns</sup>	۰/۰۱۴**	۰/۰۹۱ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۰۷۲ <sup>ns</sup>	۱۹/۸**	۰/۱*	۹/۱**					
S×B×H	۶	۰/۱۶**	۰/۰۰۱۳ <sup>ns</sup>	۰/۱۷**	۰/۰۰۲۴*	۲۴/۳**	۰/۳**	۵**					
خطا	۴۶	۰/۰۲۵	۰/۰۰۰۸۶	۰/۰۳۵	۰/۰۰۰۹۴	۱/۱	۰/۰۳	۱/۴					
ضریب تغییرات (%)	-	۹/۳۳	۵/۲۱	۳/۵۶	۴/۲۶	۷/۴۱	۲/۳۵	۲/۶۶					

ns، \* و \*\* به ترتیب غیر معنادار و معنادار در سطح احتمال پنج و یک درصد می باشد.

۳۳/۰۳ درصدی غلظت کلروفیل b نسبت به شرایط عدم کاربرد کودهای زیستی و هیومیک اسید شد (جدول ۵). اورابی و همکاران (۲۰۱۰) اظهار داشتند که تنش‌های محیطی از جمله تنش شوری و خشکی، به دلیل افزایش غلظت تنظیم کننده‌های رشد مانند آبسزیک اسید و اتیلن که تحریک کننده‌ی آنزیم کلروفیلاز هستند، موجب تجزیه کلروفیل می‌شوند. نئوکلئوس و واسیلاکاکیس (۲۰۰۷) کاهش مقدار رنگیزه‌های فتوسنتزی (کلروفیل و کاروتنوئید) در شرایط شوری را، به اختلال در جذب برخی عناصر ضروری در سنتز کلروفیل نظیر آهن و منیزیم، فتواکسیداسیون کلروفیل‌ها، تخریب پیش‌ماده‌های سنتز کلروفیل و جلوگیری از بیوسنتز کلروفیل‌های جدید و فعال شدن آنزیم‌های تجزیه کننده کلروفیل از جمله کلروفیلاز نسبت دادند. به نظر می‌رسد بخشی از بهبود غلظت کلروفیل در کاربرد فلاوباكتريوم می‌تواند ناشی از تأثیر باکتری در افزایش دسترسی گیاه به نیتروژن به واسطه تثبیت نیتروژن باشد (چاندراسخار و همکاران ۲۰۰۵). در این زمینه بررسی‌های اخگر و خاوازی (۲۰۱۰) نشان داد که باکتری‌های برخوردار از آنزیم ACC دآمیناز به دلیل کاهش تولید اتیلن قادر بودند ضمن کاهش اثر منفی تنش شوری بر رشد کلا، وزن اندام هوایی و شاخص سبزینگی گیاه را افزایش دهند.

نتایج نشان داد که کاربرد توأم ورمی کمپوست با فلاوباكتريوم و محلول‌پاشی هیومیک اسید در شرایط عدم اعمال شوری موجب افزایش ۸۳/۳۸، ۷۶/۶۱ و ۸۹/۲۶ درصدی به ترتیب غلظت کلروفیل a، کل و کاروتنوئید برگ پرچم چاندم نسبت به شرایط عدم کاربرد کودهای زیستی و محلول‌پاشی هیومیک اسید تحت شرایط شوری ۱۰۰ میلی‌مولار خاک شد (جدول ۳). همچنین مقایسه میانگین اثر اصلی کودهای زیستی، محلول‌پاشی هیومیک اسید و شوری نشان داد که بیش‌ترین غلظت کلروفیل b برگ پرچم در کاربرد توأم ورمی کمپوست و فلاوباكتريوم (۱/۲۹ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ)، محلول‌پاشی هیومیک اسید (۱/۲۱۹ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ) و عدم اعمال شوری (۱/۲۸۹ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ) به دست آمد (جدول ۴). همچنین اثر ترکیب تیماری کودهای زیستی در شوری و کودهای زیستی در محلول‌پاشی هیومیک اسید نشان داد که کاربرد توأم ورمی کمپوست و فلاوباكتريوم در شرایط عدم اعمال شوری موجب افزایش ۴۲/۱۲ درصدی غلظت کلروفیل b نسبت به شرایط عدم کاربرد کودهای زیستی تحت شرایط شوری ۱۰۰ میلی‌مولار خاک شد. همچنین کاربرد توأم ورمی کمپوست، فلاوباكتريم و محلول‌پاشی هیومیک اسید موجب افزایش

جدول ۳- مقایسه میانگین ترکیبات تیماری کودهای زیستی، هیومیک اسید و شوری برای غلظت کلروفیل و برخی صفات

چاندم						
ترکیب تیماری	کلروفیل a	کلروفیل کل (mg.g FW <sup>-1</sup> )	کاروتنوئید	ارتفاع بوته (cm)	طول سنبله (cm)	تعداد دانه در سنبله (عدد)
S <sub>1</sub> ×B <sub>1</sub> ×H <sub>1</sub>	۳/۶۵ <sup>ij</sup>	۴/۸ <sup>kl</sup>	۰/۷۰۴ <sup>d</sup>	۶۱/۷۱ <sup>mn</sup>	۶/۵۹ <sup>klm</sup>	۴۱ <sup>kl</sup>
S <sub>1</sub> ×B <sub>2</sub> ×H <sub>1</sub>	۴/۲۴ <sup>efg</sup>	۵/۴۱ <sup>fgh</sup>	۰/۸۰۷ <sup>c</sup>	۶۴/۷۱ <sup>l</sup>	۶/۷۶ <sup>jk</sup>	۴۴ <sup>i</sup>
S <sub>1</sub> ×B <sub>3</sub> ×H <sub>1</sub>	۵/۰۲ <sup>c</sup>	۶/۳۳ <sup>ac</sup>	۰/۹۰۱ <sup>b</sup>	۷۶/۵۵ <sup>g</sup>	۸/۸۷ <sup>fg</sup>	۴۹/۵ <sup>ef</sup>
S <sub>1</sub> ×B <sub>4</sub> ×H <sub>1</sub>	۵/۲۸ <sup>abc</sup>	۶/۶۲۵ <sup>ab</sup>	۰/۹۳۷ <sup>ab</sup>	۸۵/۱۷ <sup>c</sup>	۸/۸۵ <sup>۳a</sup>	۵۵ <sup>a</sup>
S <sub>1</sub> ×B <sub>1</sub> ×H <sub>2</sub>	۴/۶۵ <sup>d</sup>	۵/۹۱۳ <sup>d</sup>	۰/۷۱۸ <sup>d</sup>	۷۰/۰۱ <sup>j</sup>	۷/۶۵ <sup>gh</sup>	۴۷ <sup>g</sup>
S <sub>1</sub> ×B <sub>2</sub> ×H <sub>2</sub>	۵/۱ <sup>bc</sup>	۶/۴۳۶ <sup>bc</sup>	۰/۹۰۹ <sup>ab</sup>	۷۸/۵۸ <sup>f</sup>	۸/۳۹ <sup>cd</sup>	۵۱/۷۷ <sup>cd</sup>
S <sub>1</sub> ×B <sub>3</sub> ×H <sub>2</sub>	۵/۳۵ <sup>ab</sup>	۶/۶۸۹ <sup>ab</sup>	۰/۹۱۴ <sup>ab</sup>	۸۸/۶۲ <sup>ab</sup>	۸/۷۷ <sup>۳ab</sup>	۵۴/۵ <sup>ab</sup>
S <sub>1</sub> ×B <sub>4</sub> ×H <sub>2</sub>	۵/۵۲ <sup>a</sup>	۶/۹۰۲ <sup>a</sup>	۰/۹۵۲ <sup>a</sup>	۸۹/۶۳ <sup>a</sup>	۸/۹۵ <sup>۳a</sup>	۵۵/۵ <sup>a</sup>
S <sub>2</sub> ×B <sub>1</sub> ×H <sub>1</sub>	۳/۲۹ <sup>lmn</sup>	۴/۲۰۴ <sup>nop</sup>	۰/۵۲۶ <sup>f</sup>	۶۰/۴۴ <sup>no</sup>	۶/۲۴ <sup>۳n</sup>	۳۸ <sup>mn</sup>
S <sub>2</sub> ×B <sub>2</sub> ×H <sub>1</sub>	۳/۵۸ <sup>ijk</sup>	۴/۶۰۳ <sup>klm</sup>	۰/۵۴۸ <sup>f</sup>	۶۱/۳۶ <sup>mno</sup>	۶/۴۲۳ <sup>lmn</sup>	۳۹/۵ <sup>lm</sup>
S <sub>2</sub> ×B <sub>3</sub> ×H <sub>1</sub>	۴ <sup>gh</sup>	۵/۱۹۷ <sup>hi</sup>	۰/۶۹۹ <sup>d</sup>	۶۸/۰۱ <sup>k</sup>	۷/۱۶۶ <sup>i</sup>	۴۵ <sup>hi</sup>
S <sub>2</sub> ×B <sub>4</sub> ×H <sub>1</sub>	۴/۴۶ <sup>de</sup>	۵/۷۲ <sup>de</sup>	۰/۸۱۵ <sup>c</sup>	۸۰/۳۶ <sup>e</sup>	۸/۱۰۶ <sup>def</sup>	۵۱ <sup>de</sup>
S <sub>2</sub> ×B <sub>1</sub> ×H <sub>2</sub>	۳/۳۶ <sup>klm</sup>	۴/۴۰۳ <sup>mno</sup>	۰/۶۱۲ <sup>e</sup>	۶۱/۳۶ <sup>mno</sup>	۶/۵۳۶ <sup>klm</sup>	۴۲ <sup>jk</sup>
S <sub>2</sub> ×B <sub>2</sub> ×H <sub>2</sub>	۴/۰۶ <sup>fg</sup>	۵/۳۰۹ <sup>gh</sup>	۰/۶۲۸ <sup>e</sup>	۶۲/۹ <sup>m</sup>	۶/۶۹ <sup>ijkl</sup>	۴۳/۳ <sup>ij</sup>
S <sub>2</sub> ×B <sub>3</sub> ×H <sub>2</sub>	۴/۳۸ <sup>e</sup>	۵/۶۲۳ <sup>def</sup>	۰/۸۳۳ <sup>c</sup>	۷۸/۰۱ <sup>fg</sup>	۸/۰۹۶ <sup>ef</sup>	۴۹ <sup>f</sup>
S <sub>2</sub> ×B <sub>4</sub> ×H <sub>2</sub>	۵/۱۷ <sup>bc</sup>	۶/۴۹۲ <sup>bc</sup>	۰/۹۳۱ <sup>ab</sup>	۸۷/۲۵ <sup>b</sup>	۸/۵۶ <sup>bc</sup>	۵۳ <sup>bc</sup>
S <sub>3</sub> ×B <sub>1</sub> ×H <sub>1</sub>	۳/۰۱ <sup>o</sup>	۳/۹۰۸ <sup>p</sup>	۰/۵۰۳ <sup>f</sup>	۵۷/۵۸ <sup>p</sup>	۶/۱۷ <sup>n</sup>	۳۵/۴۳ <sup>o</sup>
S <sub>3</sub> ×B <sub>2</sub> ×H <sub>1</sub>	۳/۰۶ <sup>no</sup>	۳/۹۸ <sup>p</sup>	۰/۵۴ <sup>f</sup>	۵۹/۸۴ <sup>o</sup>	۶/۳۸۳ <sup>mn</sup>	۳۷/۴۲ <sup>n</sup>
S <sub>3</sub> ×B <sub>3</sub> ×H <sub>1</sub>	۳/۴ <sup>ijkl</sup>	۴/۵۰۵ <sup>lmn</sup>	۰/۶۰۵ <sup>e</sup>	۶۵/۹۱ <sup>l</sup>	۶/۹۷ <sup>ij</sup>	۳۹/۹ <sup>lm</sup>
S <sub>3</sub> ×B <sub>4</sub> ×H <sub>1</sub>	۳/۷۴ <sup>hi</sup>	۴/۹۲۴ <sup>ij</sup>	۰/۷۱۱ <sup>d</sup>	۷۳/۹۱ <sup>h</sup>	۷/۵۸۶ <sup>gh</sup>	۴۶/۶ <sup>gh</sup>
S <sub>3</sub> ×B <sub>1</sub> ×H <sub>2</sub>	۳/۱ <sup>mno</sup>	۴/۱۲ <sup>op</sup>	۰/۵۲۲ <sup>f</sup>	۶۱/۳۲ <sup>mno</sup>	۶/۴۲۳ <sup>lmn</sup>	۳۹/۴ <sup>lmn</sup>
S <sub>3</sub> ×B <sub>2</sub> ×H <sub>2</sub>	۳/۳۷ <sup>kl</sup>	۴/۳۹۸ <sup>mno</sup>	۰/۵۴ <sup>f</sup>	۶۱/۹۷ <sup>mn</sup>	۶/۶۲ <sup>klm</sup>	۴۰ <sup>l</sup>
S <sub>3</sub> ×B <sub>3</sub> ×H <sub>2</sub>	۳/۶۷ <sup>i</sup>	۴/۸۳۶ <sup>jk</sup>	۰/۶۲۵ <sup>e</sup>	۷۱/۸۱ <sup>i</sup>	۷/۵۲ <sup>gh</sup>	۴۶ <sup>gh</sup>
S <sub>3</sub> ×B <sub>4</sub> ×H <sub>2</sub>	۴/۳ <sup>ef</sup>	۵/۵۴۸ <sup>efg</sup>	۰/۷۹۸ <sup>c</sup>	۸۳/۰۵ <sup>d</sup>	۸/۲۱۳ <sup>de</sup>	۵۰ <sup>def</sup>
LSD	۰/۲۶۳	۰/۳۰۹۴	۰/۰۰۰۶	۱/۷۳۱	۰/۲۸۶	۱/۹۹۵

S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub> و S<sub>3</sub> به ترتیب عدم شوری و شوری ۵۰ و ۱۰۰ میلی مولار.

B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub> و B<sub>4</sub> به ترتیب عدم کاربرد کودهای زیستی، کاربرد ورمی کمپوست، کاربرد فلاوباكتريوم و کاربرد توأم ورمی-کمپوست و فلاوباكتريوم.

H<sub>1</sub> و H<sub>2</sub> به ترتیب عدم محلول پاشی و محلول پاشی ۲ گرم در لیتر هیومیک اسید.

میانگین‌های با حروف مشابه در هر ستون اختلاف آماری معناداری بر اساس آزمون LSD هم ندارند.



جدول ۴- مقایسه میانگین اثر اصلی کاربرد کودهای زیستی، هیومیک اسید و شوری بر غلظت کلروفیل b

غلظت کلروفیل b (mg.g FW <sup>-1</sup> )	سطوح شوری
۱/۲۸۹ <sup>a</sup>	عدم اعمال شوری
۱/۱۵۵ <sup>b</sup>	شوری ۵۰ میلی مولار
۱/۰۷۱ <sup>c</sup>	شوری ۱۰۰ میلی مولار
۰/۰۱۷۱	LSD
غلظت کلروفیل b (mg.g FW <sup>-1</sup> )	کودهای زیستی
۱/۰۴۹ <sup>d</sup>	عدم کاربرد کودهای زیستی
۱/۱۱۹ <sup>c</sup>	کاربرد ورمی کمپوست
۱/۲۲۸ <sup>b</sup>	کاربرد فلاوباکتریوم
۱/۲۹ <sup>a</sup>	کاربرد توأم ورمی کمپوست و فلاوباکتریوم
۰/۰۱۹۷	LSD
غلظت کلروفیل b (mg.g FW <sup>-1</sup> )	محلول پاشی هیومیک اسید
۱/۱۲۴ <sup>b</sup>	عدم محلول پاشی
۱/۲۱۹ <sup>a</sup>	محلول پاشی
۰/۰۱۴	LSD

میانگین‌های با حروف مشابه در هر ستون اختلاف آماری معناداری بر اساس آزمون LSD هم ندارند.

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر ترکیب تیماری کودهای زیستی در شوری، هیومیک اسید در کودهای زیستی بر غلظت کلروفیل b

تیمار	غلظت کلروفیل b (mg.g FW <sup>-1</sup> )					
	سطوح شوری			هیومیک اسید		
	عدم اعمال شوری	شوری ۵۰ میلی مولار	شوری ۱۰۰ میلی مولار	عدم محلول- پاشی		
کودهای زیستی	عدم کاربرد کودهای زیستی	۱/۲۱۱ <sup>de</sup>	۰/۹۷۸ <sup>g</sup>	۰/۹۵۹ <sup>g</sup>	۰/۹۹ <sup>e</sup>	۱/۰۳۷ <sup>de</sup>
	کاربرد ورمی کمپوست	۱/۲۵۳ <sup>bcd</sup>	۱/۱۳۲ <sup>f</sup>	۰/۹۷۴ <sup>g</sup>	۱/۱۰۸ <sup>cd</sup>	۱/۲۰۱ <sup>bc</sup>
	کاربرد فلاوباکتریوم	۱/۳۲۸ <sup>ab</sup>	۱/۲۲ <sup>cd</sup>	۱/۱۳۵ <sup>ef</sup>	۱/۲۰۶ <sup>bc</sup>	۱/۲۴۹ <sup>ab</sup>
	کاربرد توأم ورمی کمپوست و فلاوباکتریوم	۱/۳۶۳ <sup>a</sup>	۱/۲۹۱ <sup>abc</sup>	۱/۲۱۶ <sup>cd</sup>	۱/۲۶۳ <sup>ab</sup>	۱/۳۱۷ <sup>a</sup>
LSD		۰/۰۷۶۹		۰/۱۰۰۱		

میانگین‌های با حروف مشابه در هر ستون اختلاف آماری معناداری بر اساس آزمون LSD هم ندارند.

عناصر و ترکیبات موجود در ورمی کمپوست مثل تنظیم کننده‌های رشد عمل می‌کنند و با خواص شبه سیتوکینینی خود می‌توانند موجب تثبیت سبزینه برگ‌ها و جلوگیری از پیری برگ شوند. خرم‌دل و همکاران (۲۰۱۰) عنوان نمودند که کاربرد کودهای آلی نظیر هیومیک اسید به دلیل افزایش دسترسی به عناصر غذایی به خصوص نیتروژن، و یا کمک به بهبود جذب منیزیم،

بالا بودن غلظت آهن، روی و نیتروژن موجود در ورمی کمپوست مورد استفاده (جدول ۱) که از عناصر اساسی در سنتز کلروفیل محسوب می‌شوند می‌تواند از دیگر دلایل افزایش غلظت کلروفیلی تحت چنین شرایطی باشد. تتونیس و همکاران (۲۰۱۰) نیز افزایش غلظت کلروفیل را به عناصر موجود در ورمی کمپوست نسبت دادند. نردی و همکاران (۲۰۰۲) عنوان نمودند که

می‌تواند ساخت رنگیزه‌ها را افزایش و انتقال مواد فتوسنتزی را در گیاه آسان‌تر کند.

**مؤلفه‌های پرشدن دانه:** نتایج تجزیه واریانس نشان داد که کاربرد کودهای زیستی، محلول‌پاشی هیومیک اسید، تنش شوری و برهم‌کنش توأم این سه عامل بر حداکثر وزن دانه، سرعت پرشدن دانه، طول دوره و دوره مؤثر پرشدن دانه در سطح احتمال یک درصد معنادار بود (جدول ۶).

فسفر و (نیکبخت و همکاران ۲۰۰۸) موجب افزایش کلروفیل می‌شوند. همچنین اسید هیومیک با تامین نیازهای غذایی موجودات ذره‌بینی خاک، موجب افزایش آن‌ها شده و ضمن کاهش pH خاک، موجب افزایش جذب عناصر میکرو از جمله منگنز، آهن و منیزیم میشود که در سنتز کلروفیل نقش مهمی ایفاء می‌کنند (سنچولی ۲۰۰۷). صبوری و همکاران (۲۰۱۷) اظهار داشتند که هیومیک اسید با قدرت کلات‌کنندگی عناصر غذایی و با کاهش تبخیر و تعرق و در نتیجه قرار دادن آب و مواد غذایی بیشتر و مناسب‌تر در اختیار گیاه،

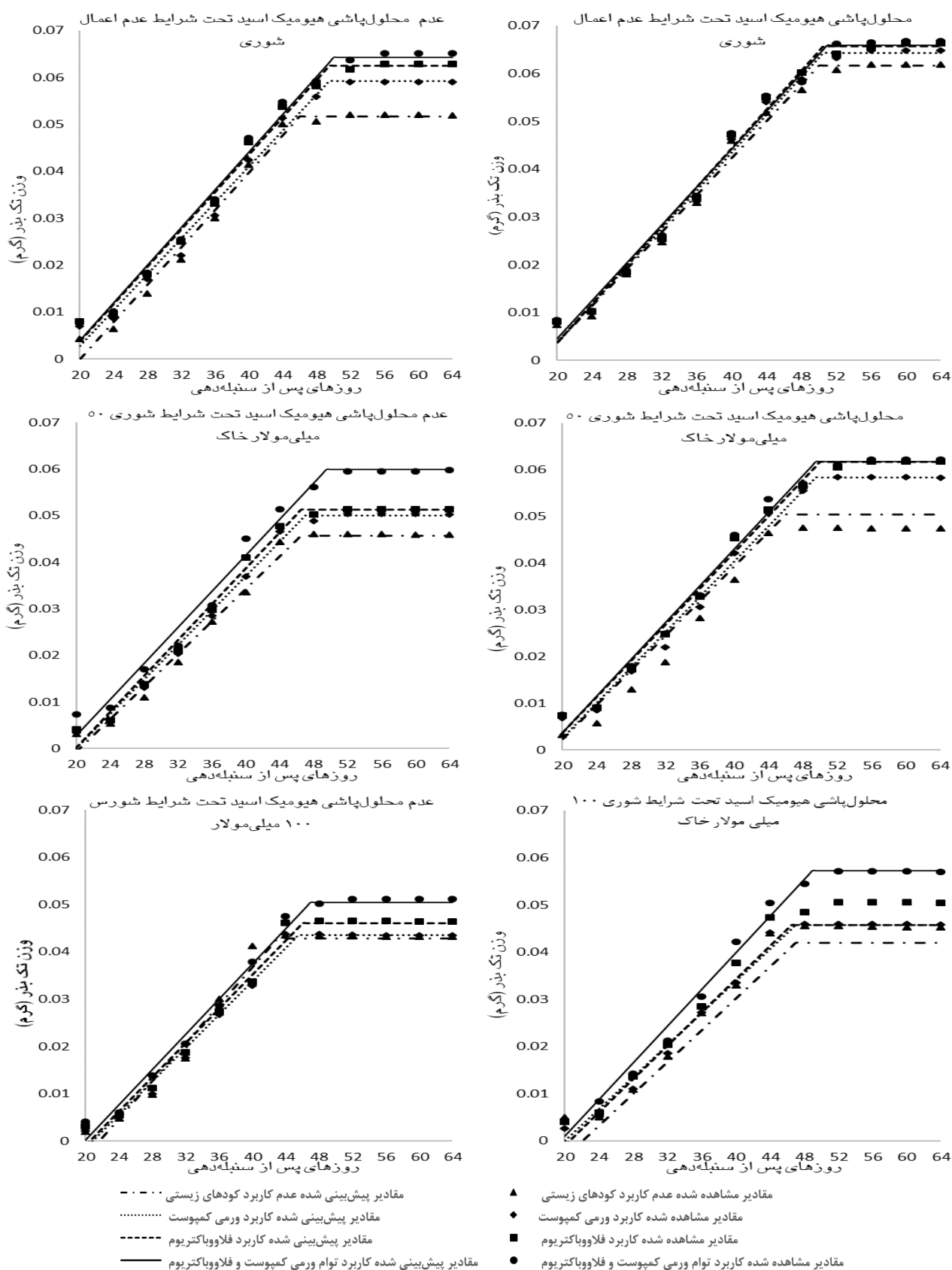
جدول ۶- تأثیر کاربرد کودهای زیستی، هیومیک اسید و تنش شوری بر عملکرد و مؤلفه‌های پرشدن دانه چاندم

منابع تغییر		درجه آزادی	میانگین مربعات			
		حداکثر وزن دانه	سرعت پرشدن دانه	طول دوره پرشدن دانه	دوره مؤثر پرشدن دانه	وزن صد عملکرد دانه
تکرار	۲	۰/۰۰۲**	۰/۰۰۰۰۰۳**	۲۲۱۳/۷**	۸۰۰/۴**	۱۸/۲**
شوری (S)	۲	۰/۰۰۱**	۰/۰۰۰۰۰۱**	۶۵/۳**	۱۶۹/۵**	۱/۳**
کودهای زیستی (B)	۳	۰/۰۰۰۳**	۰/۰۰۰۰۰۰۳**	۲۸/۷**	۶۰**	۳/۵**
اسید هیومیک (H)	۱	۰/۰۰۰۴**	۰/۰۰۰۰۰۰۰۱ <sup>ns</sup>	۴۶/۵**	۱۰۵/۱**	۲/۴**
S×B	۶	۰/۰۰۰۰۲**	۰/۰۰۰۰۰۰۰۹**	۰/۵**	۱/۴**	۰/۰۰۵**
S×H	۲	۰/۰۰۰۰۰۷ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۰۰۰۰۰۱**	۰/۲ <sup>ns</sup>	۰/۱ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۴**
B×H	۳	۰/۰۰۰۰۰۵ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۰۰۰۰۰۱**	۱/۷**	۳/۶**	۰/۰۰۶ <sup>ns</sup>
S×B×H	۶	۰/۰۰۰۰۰۲**	۰/۰۰۰۰۰۰۰۲**	۵/۴**	۱۰/۲**	۰/۰۰۴**
خطا	۴۶	۰/۰۰۰۰۰۲	۰/۰۰۰۰۰۰۰۳	۰/۱	۰/۴	۰/۰۰۰۵
ضریب تغییرات (%)	-	۲/۸۷	۰/۹۸	۰/۸۷	۲/۲۱	۲/۲۶
				۳/۱		

ns، \* و \*\* به ترتیب غیر معنادار و معنادار در سطح احتمال پنج و یک درصد می باشد.

از تغییرات چندان بر خوردار نبوده و به صورت یک خط افقی درآمد (شکل ۱).

بررسی روند تغییرات پرشدن دانه نشان داد که ابتدا وزن دانه به صورت خطی افزایش یافته و به حداکثر خود رسید (رسیدگی وزنی) پس از این مرحله وزن دانه



شکل ۱- تأثیر کاربرد کودهای زیستی و محلول‌پاشی هیومیک اسید بر روند پر شدن دانه در شرایط شوری خاک

کاربرد توام ورمی کمپوست و فلاوباكتريوم و  
محلول پاشی هیومیک اسید در شرایط عدم اعمال  
شوری موجب افزایش حداکثر وزن دانه، طول دوره و  
دوره مؤثر پرشدن دانه (به ترتیب ۵۳/۵۶، ۱۹/۳۹ و

کاربرد توام ورمی کمپوست و فلاوباكتريوم و  
محلول پاشی هیومیک اسید در شرایط عدم اعمال  
شوری موجب افزایش حداکثر وزن دانه، طول دوره و  
دوره مؤثر پرشدن دانه (به ترتیب ۵۳/۵۶، ۱۹/۳۹ و

جدول ۷- مقایسه میانگین اثر ترکیب تیماری کاربرد کودهای زیستی، هیومیک اسید و تنش شوری بر عملکرد و مؤلفه‌های

پرشدن دانه چاندم

ترکیب تیماری	حداکثر وزن دانه (g)	سرعت پرشدن دانه (g.day <sup>-1</sup> )	طول دوره پرشدن دانه (day)	دوره مؤثر پرشدن دانه (day)	وزن دانه (g)	عملکرد دانه (g.plant <sup>-1</sup> )	معادله برازش شده
S <sub>1</sub> ×B <sub>1</sub> ×H <sub>1</sub>	۰/۰۵۲ <sup>f</sup>	۰/۰۰۱۹۹ <sup>bc</sup>	۴۵/۹۴ <sup>ij</sup>	۲۶/۱۳ <sup>hi</sup>	۳/۹ <sup>i</sup>	۲/۲ <sup>hi</sup>	Y=0.00199x-0.0399
S <sub>1</sub> ×B <sub>2</sub> ×H <sub>1</sub>	۰/۰۵۹ <sup>e</sup>	۰/۰۰۱۹۱ <sup>ef</sup>	۴۹/۵۳ <sup>def</sup>	۳۰/۸۹ <sup>d</sup>	۴/۲ <sup>fg</sup>	۲/۳ <sup>fg</sup>	Y=0.00191x-0.0354
S <sub>1</sub> ×B <sub>3</sub> ×H <sub>1</sub>	۰/۰۶۲۸ <sup>bc</sup>	۰/۰۰۱۹۹ <sup>bc</sup>	۴۹/۶۴ <sup>cde</sup>	۳۱/۵۵ <sup>cd</sup>	۴/۶۳ <sup>c</sup>	۲/۵ <sup>de</sup>	Y=0.00199x-0.0361
S <sub>1</sub> ×B <sub>4</sub> ×H <sub>1</sub>	۰/۰۶۵۱ <sup>ab</sup>	۰/۰۰۲۰۱ <sup>ab</sup>	۵۰/۲۱ <sup>bcd</sup>	۳۲/۳۸۸ <sup>bc</sup>	۵/۰۱ <sup>a</sup>	۳/۸ <sup>a</sup>	Y=0.00201x-0.0363
S <sub>1</sub> ×B <sub>1</sub> ×H <sub>2</sub>	۰/۰۶۱۹ <sup>cd</sup>	۰/۰۰۱۹۳ <sup>e</sup>	۴۹/۹۱ <sup>bcd</sup>	۳۲/۰۷۲ <sup>bc</sup>	۴/۴ <sup>de</sup>	۲/۴ <sup>efg</sup>	Y=0.00193x-0.0349
S <sub>1</sub> ×B <sub>2</sub> ×H <sub>2</sub>	۰/۰۶۴۸ <sup>ab</sup>	۰/۰۰۱۹۸ <sup>bc</sup>	۵۰/۴۷ <sup>b</sup>	۳۲/۷۲۷ <sup>ab</sup>	۴/۸ <sup>b</sup>	۲/۶ <sup>cd</sup>	Y=0.00198x-0.0357
S <sub>1</sub> ×B <sub>3</sub> ×H <sub>2</sub>	۰/۰۶۶۳ <sup>a</sup>	۰/۰۰۲۰۳ <sup>a</sup>	۵۰/۳۳ <sup>bc</sup>	۳۲/۶۶ <sup>b</sup>	۵/۰۶ <sup>a</sup>	۲/۹ <sup>b</sup>	Y=0.00203x-0.0368
S <sub>1</sub> ×B <sub>4</sub> ×H <sub>2</sub>	۰/۰۶۶۸ <sup>a</sup>	۰/۰۰۱۹۸ <sup>bc</sup>	۵۱/۲۱ <sup>a</sup>	۳۳/۷۳۷ <sup>a</sup>	۵/۰۷ <sup>a</sup>	۳/۱۲ <sup>a</sup>	Y=0.00198x-0.0351
S <sub>2</sub> ×B <sub>1</sub> ×H <sub>1</sub>	۰/۰۴۶۱ <sup>gh</sup>	۰/۰۰۱۷۵ <sup>j</sup>	۴۶/۵۴ <sup>ghi</sup>	۲۶/۳۴۴ <sup>ghi</sup>	۳/۵ <sup>k</sup>	۱/۹ <sup>jkl</sup>	Y=0.00175x-0.0357
S <sub>2</sub> ×B <sub>2</sub> ×H <sub>1</sub>	۰/۰۵۰۴ <sup>f</sup>	۰/۰۰۱۸۵ <sup>h</sup>	۴۷/۱۲ <sup>g</sup>	۲۷/۲۴۳ <sup>fg</sup>	۴/۱ <sup>gh</sup>	۲ <sup>j</sup>	Y=0.00185x-0.0370
S <sub>2</sub> ×B <sub>3</sub> ×H <sub>1</sub>	۰/۰۵۱۴ <sup>f</sup>	۰/۰۰۱۹۳ <sup>e</sup>	۴۶/۳۵ <sup>hi</sup>	۲۶/۶۲۳ <sup>fg</sup>	۴/۴ <sup>de</sup>	۲/۳ <sup>efg</sup>	Y=0.00193x-0.0385
S <sub>2</sub> ×B <sub>4</sub> ×H <sub>1</sub>	۰/۰۵۹۵ <sup>de</sup>	۰/۰۰۱۹۳ <sup>e</sup>	۴۹/۴۳ <sup>ef</sup>	۳۰/۸۲۹ <sup>d</sup>	۴/۶۳ <sup>c</sup>	۲/۷ <sup>c</sup>	Y=0.00193x-0.0357
S <sub>2</sub> ×B <sub>1</sub> ×H <sub>2</sub>	۰/۰۴۷۶ <sup>g</sup>	۰/۰۰۱۸۵ <sup>h</sup>	۴۵/۹۹ <sup>ij</sup>	۲۵/۷۲۹ <sup>ij</sup>	۳/۸ <sup>i</sup>	۲/۱۷ <sup>i</sup>	Y=0.00185x-0.0347
S <sub>2</sub> ×B <sub>2</sub> ×H <sub>2</sub>	۰/۰۵۸۴ <sup>e</sup>	۰/۰۰۱۸۹ <sup>fg</sup>	۴۹/۴۲ <sup>ef</sup>	۳۰/۸۹۹ <sup>d</sup>	۴/۳۲ <sup>ef</sup>	۲/۳۱ <sup>gh</sup>	Y=0.00189x-0.0352
S <sub>2</sub> ×B <sub>3</sub> ×H <sub>2</sub>	۰/۰۶۱۸ <sup>cd</sup>	۰/۰۰۱۹۳ <sup>e</sup>	۵۰/۰۴ <sup>bcd</sup>	۳۲/۰۲ <sup>bc</sup>	۴/۵ <sup>cd</sup>	۲/۴۷ <sup>ef</sup>	Y=0.00193x-0.0349
S <sub>2</sub> ×B <sub>4</sub> ×H <sub>2</sub>	۰/۰۶۲۱ <sup>c</sup>	۰/۰۰۱۹۷ <sup>cd</sup>	۴۹/۵۶ <sup>de</sup>	۳۱/۵۲۲ <sup>cd</sup>	۵/۰۳ <sup>a</sup>	۲/۹۷ <sup>b</sup>	Y=0.00197x-0.0358
S <sub>3</sub> ×B <sub>1</sub> ×H <sub>1</sub>	۰/۰۴۳۵ <sup>i</sup>	۰/۰۰۲ <sup>abc</sup>	۴۲/۸۹ <sup>k</sup>	۲۱/۷۵ <sup>k</sup>	۳/۴ <sup>ok</sup>	۱/۸ <sup>l</sup>	Y=0.002x-0.0432
S <sub>3</sub> ×B <sub>2</sub> ×H <sub>1</sub>	۰/۰۴۳۸ <sup>hi</sup>	۰/۰۰۱۷۷ <sup>j</sup>	۴۵/۵۲ <sup>j</sup>	۲۴/۸۸ <sup>j</sup>	۳/۷ <sup>j</sup>	۱/۹۹ <sup>jk</sup>	Y=0.00176x-0.0366
S <sub>3</sub> ×B <sub>3</sub> ×H <sub>1</sub>	۰/۰۴۶۵ <sup>g</sup>	۰/۰۰۱۸ <sup>i</sup>	۴۶/۲۴ <sup>hi</sup>	۲۵/۸۳۳ <sup>ij</sup>	۴ <sup>hi</sup>	۲/۳ <sup>gh</sup>	Y=0.0018x-0.0368
S <sub>3</sub> ×B <sub>4</sub> ×H <sub>1</sub>	۰/۰۵۱۲ <sup>f</sup>	۰/۰۰۱۸۶ <sup>gh</sup>	۴۷/۲ <sup>g</sup>	۲۷/۵۲۶ <sup>f</sup>	۴/۶ <sup>c</sup>	۲/۴ <sup>ef</sup>	Y=0.00186x-0.0370
S <sub>3</sub> ×B <sub>1</sub> ×H <sub>2</sub>	۰/۰۴۵۵ <sup>ghi</sup>	۰/۰۰۱۶۹ <sup>k</sup>	۴۶/۷۹ <sup>gh</sup>	۲۶/۹۲۳ <sup>fgh</sup>	۳/۹ <sup>i</sup>	۱/۸۷ <sup>kl</sup>	Y=0.00169x-0.0337
S <sub>3</sub> ×B <sub>2</sub> ×H <sub>2</sub>	۰/۰۴۶ <sup>ghi</sup>	۰/۰۰۱۷۷ <sup>j</sup>	۴۶/۵۴ <sup>ghi</sup>	۲۶/۱۳۶ <sup>hi</sup>	۴/۱۷ <sup>fg</sup>	۲ <sup>j</sup>	Y=0.00176x-0.0361
S <sub>3</sub> ×B <sub>3</sub> ×H <sub>2</sub>	۰/۰۵۰۵ <sup>f</sup>	۰/۰۰۱۸۶ <sup>gh</sup>	۴۶/۸ <sup>gh</sup>	۲۷/۱۵ <sup>fgh</sup>	۴/۴۷ <sup>cde</sup>	۲/۴۲ <sup>efg</sup>	Y=0.00186x-0.0370
S <sub>3</sub> ×B <sub>4</sub> ×H <sub>2</sub>	۰/۰۵۷۱ <sup>e</sup>	۰/۰۰۱۹۴ <sup>de</sup>	۴۸/۸۵ <sup>f</sup>	۲۹/۴۳ <sup>e</sup>	۴/۹۸ <sup>a</sup>	۲/۵ <sup>de</sup>	Y=0.00194x-0.0378
LSD	۰/۰۰۲۶	۰/۰۰۰۰۳۰۸	۰/۶۹۱۱	۰/۰۵۱۴	۰/۱۶۲۳	۰/۱۲۲۴	-

S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub> و S<sub>3</sub> به ترتیب عدم شوری و شوری ۵۰ و ۱۰۰ میلی مولار.

B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub> و B<sub>4</sub> به ترتیب عدم کاربرد کودهای زیستی، کاربرد ورمی کمپوست، کاربرد فلاوباكتريوم و کاربرد توام ورمی کمپوست و فلاوباكتريوم. H<sub>1</sub> و H<sub>2</sub> به ترتیب عدم محلول پاشی و محلول پاشی ۲ گرم در لیتر هیومیک اسید. میانگین‌های با حروف مشابه در هر ستون اختلاف آماری معناداری بر اساس آزمون LSD هم ندارند.

همچنین بیشترین سرعت پرشدن دانه (۰/۰۰۲۰۲) گرم در روز) در ترکیب تیماری کاربرد فلاوباکتریوم و محلولپاشی هیومیک اسید در شرایط عدم اعمال شوری و کمترین آن (۰/۰۰۱۶۹ گرم در روز) در عدم کاربرد کودهای زیستی و هیومیک اسید در بالاترین سطح از شوری خاک به دست آمد (جدول ۷). تدین و امام (۲۰۰۷) اظهار داشتند که در شرایط تنش شوری، فتوسنتز گیاه در واحد سطح برگ به دلیل تبادل دی-اکسیدکربن و محدودیت گسترش برگها کاهش می‌یابد و این امر موجب کاهش مؤلفه‌های پرشدن دانه از جمله کاهش سرعت پرشدن دانه می‌شود.

به نظر می‌رسد دلیل اصلی کاهش وزن دانه می‌تواند، کاهش طول دوره پرشدن دانه باشد زیرا وزن دانه به مقدار زیادی وابسته به دوره پرشدن دانه است، بنابراین تنش‌های محیطی که موجب کوتاه شدن طول دوره پرشدن دانه شوند به‌طور معناداری وزن دانه را کاهش می‌دهند (خلیل‌زاده و همکاران ۲۰۱۷). خلیل‌زاده و همکاران (۲۰۱۷) اظهار داشتند که شوری به دلیل اختلال در انتقال کربوهیدرات به دانه، تجمع نمک‌ها زیان‌بار در گیاه و همچنین برهم‌خوردن تعادل یونی موجب کاهش طول دوره پرشدن دانه می‌شود، ولی تلقیح بذر با باکتری در چنین شرایطی می‌تواند با افزایش طول دوره پرشدن دانه، موجب افزایش وزن دانه و در نتیجه عملکرد دانه شود. توگای و همکاران (۲۰۰۸) بیان کردند که کاربرد کودهای زیستی با تولید هورمون‌های محرک رشد و افزایش قابلیت دسترسی به عناصر غذایی، ضمن افزایش طول دوره رشدی گیاه، امکان تداوم بیشتر دوره پرشدن دانه را فراهم می‌سازد.

فراهم بودن عناصر غذایی و بهبود خواص بیولوژیکی، فیزیکی و شیمیایی خاک به دلیل استفاده از ورمی کمپوست موجب می‌شود که گیاه با شرایط بهینه-ای در زمان پرشدن دانه‌ها مواجه شده و با تولید ماده

خشک بیشتر، موجب افزایش وزن دانه‌ها شود (حبیبی و مجیدیان ۲۰۱۴). جهانگیری‌نیا و همکاران (۲۰۱۶) اظهار داشتند که کاربرد ورمی کمپوست با افزایش قابلیت جذب آب و دسترسی عناصر غذایی توسط گیاه موجب افزایش شاخص سبزیگی و سطح برگ، طولانی کردن دوره انتقال مواد فتوسنتزی به دانه، افزایش سرعت و طول دوره پرشدن دانه و در نهایت عملکرد دانه سویا شد. همچنین به نظر می‌رسد هیومیک اسید با قدرت کلات‌کنندگی عناصر غذایی و با کاهش تبخیر و تعرق و در نتیجه، قرار دادن آب و مواد غذایی بیشتر و مناسب‌تر در اختیار گیاه، می‌تواند با افزایش ساخت رنگیزه‌ها و بهبود فتوسنتز و متابولیسم گیاهی، انتقال مواد فتوسنتزی را در گیاه آسان‌تر کرده و با کاهش محدودیت منبع موجب سرازیر شدن مواد پرورده به سمت دانه و افزایش وزن دانه شود (خرم قهفرخی و همکاران ۲۰۱۸ و صبوری و همکاران ۲۰۱۷). در این بررسی نیز کاربرد کودهای زیستی و محلولپاشی هیومیک اسید در شرایط تنش شوری با بهبود غلظت کلروفیل برگ پرچم (جدول ۳، ۴ و ۵) موجب بهبود مؤلفه‌های پرشدن دانه (جدول ۷) چاندم شد. نوریانی (۲۰۱۷) نیز اظهار داشت که کاربرد هیومیک اسید در کنجد با بهبود شرایط تغذیه‌ای و رطوبتی گیاه، موجب افزایش طول دوره مؤثر پرشدن دانه و نیز سنتز و انتقال مواد فتوسنتزی به دانه‌های در حال رشد شده و وزن هزار دانه را افزایش داد.

**ارتفاع بوته و طول سنبله:** نتایج نشان داد که کاربرد کودهای زیستی، محلولپاشی هیومیک اسید، تنش شوری و برهم‌کنش توأم این سه عامل بر ارتفاع بوته چاندم در سطح احتمال یک درصد معنادار بود (جدول ۲). بیشترین ارتفاع بوته و طول سنبله در کاربرد توأم ورمی کمپوست و فلاوباکتریوم با هیومیک اسید در شرایط عدم اعمال شوری به دست آمد (جدول ۳). که به ترتیب از افزایش ۵۵/۶۶ و ۴۵/۱ درصدی

نتیجه افزایش ارتفاع بوته می‌شود. با توجه به اینکه اسیدآمین‌ه‌تریپتوفان پیش ماده سنتز هورمون اکسین است، وجود عنصر روی در ساختمان این اسیدآمین‌ه ضروری است (امیری و همکاران ۲۰۱۷). از آنجایی‌که ورمی‌کمپوست مورد استفاده سرشار از مواد مغذی مانند روی بود (جدول ۱)، از این رو می‌تواند با تأثیر بر روی هورمون‌ها به‌ویژه اکسین موجب افزایش رشد و در پی آن ارتفاع بوته شود (حسین‌زاده و همکاران ۲۰۱۶). برخی محققان معتقدند ورمی‌کمپوست علاوه بر افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌های مفید خاک، در جهت فراهمی عناصر غذایی مانند نیتروژن، فسفر و پتاس محلول عمل نموده (آرانکون و همکاران ۲۰۰۴) و موجب افزایش ارتفاع بوته، طول سنبله، وزن صد دانه و عملکرد دانه گندم می‌شود (غلامعلی‌زاده آهنگر و همکاران ۲۰۱۷). هیومیک اسید نیز از طریق اثر هورمونی و با تأثیر بر متابولیسم سلول‌های گیاهی و با قدرت کلات‌کنندگی و افزایش جذب عناصر غذایی، موجب افزایش رشد و ارتفاع گیاه می‌شود (نردی و همکاران ۲۰۰۲). برخی افزایش محتوای نیتروژن با کاربرد اسید هیومیک را از دلایل اصلی افزایش رشد و ارتفاع گیاه عنوان کرده‌اند (آیاس و گولسر ۲۰۰۵). بخشی از افزایش طول سنبله در کاربرد هیومیک اسید می‌تواند با تأثیر این ماده در افزایش غلظت کلروفیل (جدول ۵) مرتبط باشد. در این رابطه بیرانوند و خورگامی (۲۰۱۸)، افزایش طول سنبله به‌واسطه محلول-پاشی هیومیک اسید را به افزایش توانایی گیاه در جهت دسترسی به عناصر غذایی و بهبود خصوصیات رشدی و غلظت سبزی‌نگی و در نتیجه افزایش کارایی فتوسنتز نسبت داده‌اند.

**تعداد دانه در سنبله و وزن صد دانه:** کاربرد کودهای زیستی، محلول‌پاشی هیومیک اسید، تنش شوری و برهم‌کنش توأم این سه عامل بر تعداد دانه در سنبله و وزن صد دانه در سطح احتمال یک درصد معنادار شد (جدول ۲ و ۶). کاربرد توأم ورمی‌کمپوست

نسبت به شرایط عدم کاربرد کودهای زیستی و محلول-پاشی هیومیک اسید تحت شرایط شوری ۱۰۰ میلی-مولار خاک برخوردار بود (جدول ۳).

بندگلو و همکاران (۲۰۰۴) اظهار داشتند که کاهش ارتفاع بوته ناشی از غلظت بالای  $Na^+$ ، به دلیل نقش آن در ممانعت از طویل شدن سلولی است که منجر به تخریب غشاء و ممانعت از تقسیم سلولی می‌شود. با افزایش سطوح شوری طول سنبله کاهش یافت. طوری که تنش اعمال شده از یک‌سو، موجب تسریع در گلدھی و کاهش طول دوره پرشدن دانه شده (جدول ۷) و از سوی دیگر موجب رشد رویشی کمتر و در نتیجه تولید مواد فتوسنتزی کمتر می‌گردد که تحت این شرایط، گیاه بقا خود را با هزینه کاهش تعداد دانه در سنبله که در نهایت به کاهش طول سنبله می‌انجامد تضمین می‌کند. کاهش تعداد دانه در سنبله (جدول ۳) ممکن است ناشی از کاهش جذب آب، کاهش فعالیت‌های متابولیک به دلیل سمیت  $Na^+$ ،  $Cl^-$  و کاهش مواد غذایی ناشی از تداخل یونی باشد (دل‌اسرادا و همکاران ۲۰۰۳) که در نهایت به کاهش طول سنبله می‌انجامد. ولی باکتری‌های محرک رشد در شرایط شوری از طریق محدود نمودن جذب کلر و سدیم، موجب بهبود رشد گیاه می‌شوند (کارلیداگ و همکاران ۲۰۱۱).

خلیل‌زاده و همکاران (۲۰۱۷) افزایش ارتفاع بوته، تعداد دانه در سنبله و طول سنبله در شرایط تلقیح بذر با کودهای زیستی را به افزایش رشد رویشی و گسترش وزن و حجم ریشه‌ای نسبت دادند که موجب افزایش دسترسی گیاه به عناصر غذایی می‌شود. کوپتا و همکاران (۲۰۰۶) اظهار داشتند که باکتری‌های محرک رشد، با تامین مقدار زیادی رطوبت قابل جذب برای گیاه، موجب افزایش رشد و ارتفاع بوته‌ها می‌شوند. عطیه و همکاران (۲۰۰۲) اظهار داشتند که ورمی-کمپوست از طریق افزایش ظرفیت نگهداری عناصر غذایی و افزایش هورمون‌های تنظیم‌کننده رشد و فعالیت ریز موجودات، موجب تجمع نیتروژن و در

کنند، که در نهایت موجب کاهش تعداد دانه در هر بوته می‌شود. به نظر می‌رسد ورمی کمپوست به دلیل برخورداری از عناصر غذایی مناسب (جدول ۱) و باکتری محرک رشد فلاوباکتريوم با تعدیل اثر شوری، شرایط مناسب‌تری را برای بهبود فعالیت زیستی داخل خاک مهیا کرده و از طریق جذب مواد غذایی توسط ریشه، ضمن بهبود میزان مواد ذخیره شده در دانه، موجب افزایش وزن صد دانه شده است (ناصری و همکاران ۲۰۱۰). در این زمینه اشرف (۲۰۰۴) گزارش کرد که افزایش جمعیت باکتری‌های مولد پلی ساکاریدهای برون سلولی در منطقه ریشه، مقدار سدیم قابل دسترس برای جذب گیاه را کاهش و در نتیجه موجب افزایش مقاومت گیاه به تنش شوری می‌شود. برخی معتقدند در شرایط شوری باکتری‌های محرک رشد از طریق محدود نمودن جذب کلر (کارلیداگ و همکاران ۲۰۱۱)، افزایش تارهای کشنده و در نتیجه افزایش سطح ریشه‌ای یا از طریق اتصال به ریشه‌ها، غلظت سدیم را در اندام هوایی گیاه محدود نموده و با نگه داشتن سطح پایین اتیلن تنشی از طریق فعالیت ACC دی‌آمیناز، رشد گیاه را تسریع می‌کنند (باست و همکاران ۲۰۱۰). در این بررسی به نظر می‌رسد کاربرد کودهای زیستی و محلول‌پاشی هیومیک اسید در شرایط شوری خاک با افزایش غلظت کلروفیل برگ پرچم (جدول ۳، ۴ و ۵) و بهبود مؤلفه‌های پرشدن دانه (جدول ۷) موجب افزایش وزن صد دانه (جدول ۷) شد.

**عملکرد دانه:** نتایج تجزیه واریانس نشان داد که کاربرد کودهای زیستی، محلول‌پاشی هیومیک اسید، تنش شوری و برهم‌کنش توأم این سه عامل بر عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد معنادار شد (جدول ۶). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیش‌ترین عملکرد دانه (۳/۱۲ گرم در بوته) در کاربرد توأم ورمی کمپوست و فلاوباکتريوم و محلول‌پاشی هیومیک اسید در شرایط عدم اعمال شوری و کم‌ترین مقدار این صفت (۱/۸۴ گرم در بوته) در عدم کاربرد کودهای زیستی و

با فلاوباکتريوم و محلول‌پاشی هیومیک اسید در شرایط عدم اعمال شوری، موجب افزایش ۵۶/۶۹ و ۴۶/۹۵ درصدی تعداد دانه در سنبله و وزن صد دانه نسبت به شرایط عدم کاربرد کودهای زیستی و هیومیک اسید در بالاترین سطح از شوری خاک شد (جدول ۳ و ۷). به نظر می‌رسد جلوگیری از ریزش یا عقیم شدن گلچه‌ها در سنبله در شرایط تنش از دلایل اصلی افزایش تعداد دانه در سنبله با کاربرد اسید هیومیک باشد. کاربرد این ماده در گیاه موجب افزایش هورمون‌های اکسین، سیتوکینین و جیبرلین در گیاه می‌شود (عبدل موقود و همکاران ۲۰۰۷)، بنابراین با افزایش این هورمون‌ها در شرایط تنش، تسهیم مواد پرورده به رشد رویشی کمتر شده و به دلیل افزایش سهم دانه‌ها از این مواد، تعداد دانه در سنبله بیشتر شده است (صداقت و امام ۲۰۱۶). نوربانی (۲۰۱۷) گزارش کرد که کاربرد هیومیک اسید با افزایش طول دوره رشدی و دوره مؤثر پرشدن دانه کنگد در اثر بهبود شرایط تغذیه‌ای و رطوبتی، و نیز سنتز و انتقال مواد فتوسنتزی به دانه‌های در حال رشد، موجب افزایش وزن هزار دانه شد.

بخشی از کاهش وزن صد دانه در شرایط تنش شوری می‌تواند ناشی از کاهش مؤلفه‌های پرشدن دانه از جمله کاهش غلظت کلروفیل (جدول ۴) و طول دوره پرشدن دانه باشد (جدول ۷). ماشی و همکاران (۲۰۰۸) اظهار داشتند که وزن دانه به مقدار زیادی وابسته به دوره پرشدن دانه است، از این رو تنش‌های محیطی که موجب کوتاه شدن طول دوره پرشدن دانه شوند به‌طور معناداری وزن دانه و به تبع از آن وزن صد دانه را کاهش می‌دهند. خلیل‌زاده و همکاران (۲۰۱۷) گزارش کردند که در شرایط شوری، افزایش میزان سدیم برگ و کاهش غلظت آب و کلروفیل a و b برگ موجب کاهش فتوسنتز و ساخت مواد پرورده و انتقال این مواد به دانه شده و به تبع از آن وزن دانه کاهش یابد. همچنین در چنین شرایطی، نه تنها تعداد گل کمتری در هر بوته تشکیل می‌شود، بلکه تعدادی از گل‌ها نیز ریزش می-

شوری خاک (شوری ۱۰۰ میلی مولار) با بهبود غلظت کلروفیل a، b، کل و کاروتنوئید برگ پرچم (جدول ۳، ۴ و ۵) با افزایش مؤلفه‌های پرشدن دانه (جدول ۷) موجب افزایش ۶۹/۵۶ درصدی عملکرد دانه چاندم (جدول ۷) شد. در شرایط شوری، فتوسنتز گیاه در واحد سطح برگ به دلیل کاهش تبادل دی‌اکسیدکربن و محدودیت گسترش برگ‌ها کاهش می‌یابد و این امر موجب کاهش مؤلفه‌های پرشدن دانه از جمله کاهش سرعت پرشدن دانه می‌شود (تدین و امام ۲۰۰۷). خلیل‌زاده و همکاران (۲۰۱۷) اظهار داشتند که شوری به دلیل اختلال در انتقال کربوهیدرات به دانه، تجمع نمک‌ها زیان‌بار در گیاه و همچنین برهم خوردن تعادل یونی موجب کاهش طول دوره پرشدن دانه می‌شود، ولی تلقیح بذر با باکتری در چنین شرایطی، با افزایش طول دوره پرشدن دانه، موجب افزایش وزن هزار دانه و در نتیجه عملکرد دانه شد.

### نتیجه‌گیری

کاربرد توأم ورمی‌کمپوست و فلاوباکتریوم و محلول‌پاشی هیومیک اسید در شرایط عدم اعمال شوری با افزایش غلظت کلروفیل a، کلروفیل کل و کاروتنوئید موجب افزایش حداکثر وزن دانه، طول دوره و دوره مؤثر پرشدن دانه چاندم شد. همچنین این ترکیب تیماری موجب افزایش ارتفاع بوته، طول سنبله، تعداد دانه در سنبله، وزن صد دانه و در نهایت عملکرد دانه چاندم نسبت به شرایط عدم کاربرد کودهای زیستی و محلول‌پاشی هیومیک اسید تحت شرایط شوری ۱۰۰ میلی مولار خاک شد. به نظر می‌رسد کاربرد کودهای زیستی و محلول‌پاشی هیومیک اسید با تعدیل اثرات تنش شوری می‌توانند در بهبود عملکرد، سرعت و طول دوره پرشدن دانه مؤثر واقع شوند.

هیومیک اسید در شرایط شوری ۱۰۰ میلی مولار خاک به‌دست آمد (جدول ۷). بخشی از افزایش عملکرد دانه در کاربرد هیومیک اسید و ورمی‌کمپوست می‌تواند ناشی از تأثیر این عوامل بر غلظت کلروفیل باشد. اسید هیومیک از طریق اثر مثبت فیزیولوژیک از جمله اثر بر متابولیسم سلول‌های گیاهی و افزایش غلظت کلروفیل برگ موجب افزایش عملکرد گیاهان می‌شود (نردی و همکاران ۲۰۰۲). برخی محققان اظهار داشتند که کاربرد هیومیک اسید با کمک به بهبود جذب منیزیم، فسفر و آهن به افزایش معنی‌دار کلروفیل و عملکرد کمک می‌کند (نیکبخت و همکاران ۲۰۰۸). از این رو بخشی از بهبود عملکرد در شرایط کاربرد هیومیک اسید می‌تواند ناشی از تأثیر این ماده در افزایش غلظت کلروفیل (جدول ۵) باشد. خرم قهفرخی و همکاران (۲۰۱۵) اظهار داشتند که هیومیک اسید و ورمی‌واش (عصاره ورمی‌کمپوست) با قرار دادن آب و مواد غذایی بیشتر و مناسب‌تر در اختیار گیاه و همچنین افزایش ساخت و دوام بیشتر رنگیزه‌ها، به دلیل انتقال راحت‌تر مواد فتوسنتزی، موجب افزایش عملکرد دانه می‌شود. استفاده از ورمی‌کمپوست علاوه بر افزایش جمعیت و فعالیت ریزجانداران مفید خاک، با فراهم کردن دسترسی گیاه به عناصر غذایی مورد نیاز آن مانند نیتروژن، فسفر و پتاسیم محلول موجب بهبود رشد و عملکرد گیاه می‌شود (آرانکون و همکاران ۲۰۰۴). به نظر می‌رسد وجود مقادیر بالای نیتروژن و دیگر عناصر ریز مغذی مانند آهن و منیزیم موجود در ورمی‌کمپوست (جدول ۱) که از عناصر ضروری در سنتز کلروفیل محسوب می‌شوند، می‌تواند از دیگر موارد مؤثر در افزایش میزان فتوسنتز و عملکرد دانه باشد.

بخشی از کاهش عملکرد در شرایط شوری را میتوان به کاهش مؤلفه‌های پرشدن دانه و غلظت کلروفیل تحت چنین شرایطی نسبت داد. ولی کاربرد توأم ورمی‌کمپوست و فلاوباکتریوم و محلول‌پاشی ۲ گرم در لیتر هیومیک اسید حتی در بالاترین سطح از



## سپاسگزاری

قدردانی خود را از زحمات تک تک همکاران ارجمند در بخش‌های مختلف دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه محقق اردبیلی اعلام دارند.

این مقاله بخشی از پایان نامه کارشناسی ارشد نویسنده اول مقاله است که در دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه محقق اردبیلی اجرا شده است. نویسندگان وظیفه خود می‌دانند مراتب سپاس و

## منابع مورد استفاده

- Abdel Mawgoud AMR, El Greadly NHM, Helmy YI and Singer SM 2007. Responses of tomato plants to different rates of humic based fertilizer and NPK fertilization. *Journal of Applied Sciences Research*, 3(2): 169-174.
- Akhgar A and Khavazi K. 2010. The roll of bacterial ACC deaminase enzyme on the alleviation of negative effects of salinity on canola growth. *Journal of Water and Soil*, 24(1): 154-165.
- Amiri H, Ismaili A and Hosseinzadeh SR. 2017. Influence of vermicompost fertilizer and water deficit stress on morphophysiological features of chickpea (*Cicer arietinum* L. cv. Karaj), *Compost Science and Utilization*, 25(3): 152-165.
- Arancon NQ, Edwards CA, Atiyeh R and Metzger JD. 2004. Effects of vermicomposts produced from food waste on the growth and yields of greenhouse peppers. *Bioresource Technology*, 93: 139-144.
- Arnon AN. 1967. Method of extraction of chlorophyll in the plants. *Agronomy Journal*, 23: 112-121.
- Ashraf M. 2004. Some important physiological selection criteria for salt tolerance in plant. *Flora*. 199:361-376.
- Atiyeh RM, Arancon N, Edwards CA and Metzger JD. 2002. The influence of humic acids derived from earthworm processed organic wastes on plant growth. *Bioresource Technology*, 84(1): 7-14.
- Ayas H and Gulser F. 2005. The Effect of sulfur and humic on yield components and macronutrient contents of spinach. *Journal of Biological Sciences*, 5(6):801-804.
- Bandeoglu E, Eyidogan F, Yucel M and Oktem HA. 2004. Antioxidant responses of shoots and roots of lentil to NaCl-salinity stress. *Plant Growth Regulation*, 42: 69-77.
- Baset MA, Shamsuddin ZH, and Maziah M. 2010. Use of plant growth promoting bacteria in banana. A new insight sustainable banana production. *International Journal of Agriculture Boilogy*, 12:459-467.
- Beiranvand H and Khourgami A. 2018. Effect of humic acid foliar application on quality and quantitative yield and agronomic characteristics of wheat plant (*Triticum aestivum* L.) in Beiranshahr region (Lorestan). *Research in Agriculture*, 10(3): 79-96. (In Persian).
- Chandrasekhar BR, Ambrose G and Jayabalan N. 2005. Influence of biofertilizer and nitrogen source level on the growth and yield of *Echinochloa frumentacea* (Roxb.) Link. *Journal of Agricultural Technology*, 1(2): 223 -234.
- Copetta A, Lingua G and Bert G. 2006. Effect of three AM fungi on growth, distribution of glandular facilitation of plant phosphate acquisition by Arbuscular mycorrhiza from enriched soil patches roots and hyphae exploiting the same soil volume. *New Phytologist*, 133(3): 453-460.
- Ellis RH and Pieta-Filho C. 1992. The development of seed quality spring and winter cultivars of barley and wheat. *Seed Science Research*, 2: 19-25.
- Gad SH, Ahmed AM and Moustafa Y. 2012. Effect of foliar application with two antioxidants and humic acid on growth, yield and yield components of peas (*Pisum sativum* L.). *Journal of Horticultural Sciences and Ornamental Plants*, 4(3): 318-328.

- Gholamalizadeh Ahangar A, Kermanizadeh B, Sabbagh SK and Sirousmehr A. 2017. Effect of Arbuscular mycorrhizal fungi and organic fertilizers application on yield components of two wheat cultivars. *Journal of Water and Soil*, 28(4): 795-803. (In Persian).
- Habibi S and Majidian M. 2014. Effect of different levels of nitrogen fertilizer and vermi-compost on yield and quality of sweet corn (*Zea mays* Hybrid Chase). *Journal of Crop Production and Processing*, 4(11): 15-26. (In Persian).
- Hayes M and Clap CE. 2001. Humic substances: consideration of composition, aspect of structure and environment influences. *Soil Science*, 166: 723-737.
- Hosseinzadeh SR, Amiri H and Ismaili A. 2016. Effect of vermicompost fertilizer on photosynthetic characteristics of chickpea (*Cicer arietinum* L.) under drought stress. *Photosynthetica*, 54(1): 87-92.
- Jahangiri nia E, Syadat SA, Koochakzadeh A, Sayyahfar M and Moradi Telavat MR. 2016. The effect of vermicompost and Mycorrhizal inoculation on grain yield and some physiological characteristics of soybean (*Glycine max* L.) under water stress condition. *Journal of Agroecology*, 8(4): 583-597. (In Persian).
- Karlidag H, Esitken A, Yildirim E, Figen-Donmez M and Turan M. 2011. Effects of plant growth promoting bacteria on yield, growth, leaf water content, membrane permeability and ionic composition of strawbwrny under saline conditions. *Journal of Plant Nutrrition*, 23: 157-174.
- Khalilzadeh R, Seyed Sharifi R and Jalilian J. 2017. Growth, physiological status, and yield of saltstressed wheat (*Triticum aestivum* L.) plants affected by biofertilizer and cycocel applications. *Arid Land Research and Management*, 1: 71-90.
- Khalilzadeh R, Seyed Sharifi R and Jalilian J. 2017. Study the interaction of cycocel and bio-fertilizers on yield and some agro-physiological traits of wheat under soil salinity condition. *Journal of Environmental Stresses in Crop Sciences*, 10(3): 425-443. (In Persian).
- Kheirizadeh Arough Y. 2016. Effects of nano zinc oxide foliar application, arbuscular mycorrhizal fungus and free living nitrogen fixing bacteria on yield and some physiological traits of Triticale under salinity and water limitation condition. Ph.D thesis, University of Mohaghegh Ardabili, Iran. (in Persian).
- Khoram ghahfarokhi A, Rahimi A, Torabi B and Maddah hosseini S. 2015 Effect of humic acid application and foliar spraying of compost tea and vermiwash on nutrient absorption and chlorophyll content of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Journal of Oil Plant Production*, 2(1): 71-84. (In Persian).
- Khoram ghahfarokhi A, Rahimi A, Torabi B and Maddah hosseini S. 2018. Effects of soil application of humic acid and foliar applications on yield, yield component and oil content of safflower (*Carthamus Tinctorius* L.). *Journal of Crop Production*, 11(1): 37-49. (In Persian).
- Khorrandel S, Amin Ghafari A, Rezvani-moghaddam P and Nassiri-Mahallati M. 2010. The effect of different irrigation levels with using biological fertilizers on seed yield, chlorophyll and RWC of Sesame (*Sesamum indicum* L.) The 1st National Conference of Sustainable Agriculture and Healthy Products. p. 83-87. (In Persian).
- Martineka P, Vinterova M, Buresova I and Vyhnaneck T. 2008. Agronomic and quality characteristics of triticale (*Triticosecale* Wittmack) with HMW glutenin subunits 5+10. *Journal of Cereal Science*, 47(1): 68-78.
- Mashi A, Galeshi S, Zeinali E and Noorinia A., 2008. Salinity effect on seed yield and yield components in four Hull-les barley. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 14: 1-10.
- Mayak S, Tirosh T and Glick BR. 2004. Plant growth promoting bacteria confer resistance in tomato plants salt stress. *Plant Physiology and Biochemistry*, 42: 565-572.
- Nardi S, Pizzeghello D, Muscolo A and Vianello A. 2002. Physiological effects of humic substances on higher plants. *Soil Biology and Biochemistry*, 34(11): 1527-1536.

- Naseri R, Syadat SA, Mirzayi A and Soleimani fard A. 2010. The effect of Azotobacter and Pseudomonas bacteria in reducing nitrogen fertilizer in safflower. National Conference on Advances in crop production plant origin, Islamic Azad University Bojnoord, 7-1.
- Neocleous D and Vasilakakis M. 2007. Effects of NaCl stress on red raspberry (*Rubus idaeus* L. "Autumn Bliss"). *Scientia Horticulture*, 112: 282-289.
- Nikbakht A, Mohseni K, Mesbah B, Xia YP, Ancheng L and Nemat E. 2008. Effect of humic acid on plant growth, nutrient uptake and post harvest life of gerbera. *Journal of Plant Nutrition*, 31: 2155-2167
- Noriani H. 2017. Effect of seed preparation on some growth physiological indices, yield and yield components of two cultivars of sesame (*Sesamum indicum* L.). *Crop Physiology Journal*, 9(33): 35-51. (In Persian).
- Orabi SA, Salman SR and Shalaby AF. 2010. Increasing resistance to oxidative damage in cucumber (*Cucumis sativus* L.) plants by exogenous application of salicylic acid and paclobutrazol. *World Journal of Agricultural Sciences*, 6: 252-259.
- Parray JA, Kamili AN, Reshi ZA, Hamid R and Qadri RA. 2013. Screening of beneficial properties of Rhizobacteria isolated from Saffron (*Crocus sativus* L) rhizosphere. *African Journal of Microbiology Research*, 7(23): 2905-2910.
- Ronanini D, Savin R and Hal AJ. 2004. Dynamic of fruit growth and oil quality of sunflower (*Helianthus annuus* L.) exposed to brief interval of high temperature during grain filling. *Field Crop Research*, 83: 79-90.
- Sabouri F, Siroosmehr AR and Gorgini Shabankareh H. 2017. Effect of irrigation regimes and humic acid solution on some morphological and physiological characteristics of Satureja hortensis. *Iranian Journal of Plant Biology*, 9(34): 13-24. (In Persian).
- Sancholi N. 2007. The effect of the ratio of manure and chemical mixture on soil characteristics, yield and corn single cross 704. MSc Thesis, Agriculture. Faculty of Agriculture, University of Zabol, Iran. (In Persian).
- Sardashti A and Mohammedan Moghadam S. 2007. Appointment the cation exchange capacity of Humic acid produced from forest soils in Nahar Khoran, of Gorgan ions of cadmium, Plumb and nickel in the water container discontinuous method. *Publication of Chemical Engineering of Iran*, 8: 3-17. (In Persian).
- Sedaghat ME and Emam Y. 2016. Effect of three growth regulators on grain yield of wheat cultivars under different moisture regimes. *Journal of Crop Production and Processing*, 6(21): 15-33. (In Persian).
- Seyed Sharifi R and Khalilzadeh R. 2019. *Cereal Crops Production*. University of Mohaghegh Ardabili press. 406 p.
- Seyed Sharifi R and Namvar A. 2016. *Biofertilizers in Agronomy*. University of Mohaghegh Ardabili press. 280 pp. (In Persian).
- Siringam K, Juntawong N, Cha-um S and Kirdmanee C. 2011. Salt stress induced ion accumulation, ion homeostasis, membrane injury and sugar contents in salt-sensitive rice (*Oryza sativa* L. spp. indica) roots under isoosmotic conditions. *African Journal of Biotechnology*, 10(8): 1340-1346.
- Soltani, A. 1998. *Application of SAS statistical analysis (in Agriculture)*. Jahad Daneshgahi Mashhad Press. 188 pp. (In Persian).
- Theunissen J, Ndakidemi P and Laubscher C. 2010. Potential of vermicompost produced from plant waste on the growth and nutrient status in vegetable production. *International Journal of the Physical Sciences*, 5(13): 1964-1973.
- Togay N, Togay Y, Cimrin KM and Turan M. 2008. Effect of Rhizobium inoculation, sulfur and phosphorus application on yield, yield components and nutrient uptake in chick pea (*Cicer arietinum* L.). *African Journal of Biotechnology*, 7: 776-782.

Yang J, Kloepper JW and Ryu CM. 2009. Rhizosphere bacteria help plants tolerate abiotic stress. Trends Plant Science, 14: 1-4.

Yao L, Zhan sheng W and Zheng Y.2010. Growth promotion and protection against salt stress by *Pseudomonas putida* Rs- 198 on cotton. European Journal of Soil Biology, 46: 49-54.