Journal of
Plant Environmental Physiology
Print ISSN: 2423-7671
Online ISSN: 2783-4689
PSI
Phycological Society of Iran

Evaluation of morphophysiological reaction of *Eryngium campestre* under the influence of nitroxin, humic acid and glycine

Zeinab Nasrollahnejad ghomi[1], Khodayar Hemmati[2]*, Vahid Erfani moghadam[3], Mehrdad Babarabie[4]

[1] Department of Horticultural Science and Landscape Engineering, Faculty of Plant Production, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran, Email: znasrollahnejad@yahoo.com
[2] Department of Horticultural Science and Landscape Engineering, Faculty of Plant Production, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources,Gorgan, Iran, Email: kh_hemmati@gau.ac.ir
[3] Department of Nanobiotechnology, Golestan University of Medical Sciences, Gorgan.Iran, Email: vahid.erfani@goums.ac.ir
[4] Department of Agriculture, Minab Higher Education Center, University of Hormozgan, Hormozgan, Iran
Email: mehrdad.babarabie@hormozgan.ac.ir

Article type:
Research article

Article history
Received: 14.03.2021
Revised: 26.05.2021
Accepted: 29.05.2021
Published:20.04.2023

Keywords
Fresh weight
Intraction effect
Organic fertilizers
Phosphorus
potassium

Abstract

Eryngium campestre is a medicinal plant belonging to the Apiaceae family, which is very important in the pharmaceutical industry. The present study was conducted to investigate the effect of glycine, nitroxin fertilizer, and humic acid on morphophysiological traits of Eringum campster. The experiment was conducted in factorial based on a completely randomized design with 3 factors namely, nitroxin (0, 1, 2 $ml.l^{-1}$), humic acid (0, 1, 2 $ml.l^{-1}$), and glycine (0, 75, 150 $g.L^{-1}$) and 3 replications in the greenhouse of Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources in the autumn of 2019. The measured traits included root fresh weight, root dry weight, root length, plant height, number of leaves, leaf surface, and absorption rate of nitrogen, potassium, and phosphorus elements by leaves. Results showed that the traits measured under nitroxin, glycine, and humic acid factors separately and in combination with each other were significantly different compared to the control. In general, the results showed that the factors used in this study had the potential to improve the quantitative and qualitative traits of the Eringum campster plant and can be used in commercial production.

Cite this article as: Nasrollahnejad ghomi, Z., Hemmati, Kh., Erfani moghadam, V., Babarabie, M. (2023). Evaluation of morphophysiological reaction of *Eryngium campestre* under the influence of, Nitroxin, Humic acid and glycine. *Journal of Plant Environmental Physiology*, 69(1): 129-144.

©The author(s)
Publisher: Islamic Azad University, Gorgan branch
Doi: 10.30495/iper.2022.690260
Dor: 20.1001.1.24237671.1401.17.66.8.3

فیزیولوژی محیطی گیاهی
شاپا چاپی: ۲۴۲۳-۷۶۷۱
شاپا الکترونیکی: ۲۷۸۳-۴۶۸۹
PSI
انجمن جلبک شناسی ایران
Phycological Society of Iran
دانشگاه آزاد اسلامی
واحد گرگان

بررسی اثرات نیتروکسین، اسید هیومیک و گلایسین بر برخی خصوصیات مورفوفیزیولوژیک گیاه زولنگ (*Eryngium campestre*)

زینب نصراله‌نژاد قمی[۱]، خدایار همتی[۲*]، وحید عرفانی مقدم[۳]، مهرداد بابابربیع[٤]

۱ گروه علوم باغبانی و فضای سبز، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران، رایانامه:znasrollahnejad@yahoo.com
۲ گروه علوم باغبانی و فضای سبز، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران، رایانامه:kh_hemmati@gau.ac.ir
۳ گروه فناوری نانوبیوتکنولوژی، دانشگاه علوم پزشکی گلستان، گرگان، ایران، رایانامه: vahid.erfani@goums.ac.ir
٤ گروه کشاورزی، مجتمع آموزش عالی میناب، دانشگاه هرمزگان، هرمزگان، ایران، رایانامه: mehrdad.babarabie@hormozgan.ac.ir

نوع مقاله:
مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۲/۲٤
تاریخ بازنگری: ۱٤۰۰/۰۳/۰۵
تاریخ پذیرش: ۱٤۰۰/۰۳/۰۸
تاریخ چاپ:۱٤۰۲/۰۱/۳۱

واژه‌های کلیدی:
اثر متقابل
پتاسیم
فسفر
کودهای آلی
وزن تر

چکیده

زولنگ یا شیشاق (*Eryngium campestre*) از گیاهان دارویی متعلق به خانواده چتریان می‌باشد که در صنایع دارویی کاربرد فراوانی دارد. پژوهش حاضر به‌منظور بررسی تاثیر کاربرد مواد نیتروکسین، اسید هیومیک و گلایسین بر برخی خصوصیات مورفوفیزیولوژیک زولنگ انجام شد. آزمایش در قالب آزمایش فاکتوریل بر پایه یک طرح کاملاً تصادفی با سه فاکتور نیتروکسین (۰، ۱ و ۲ میلی‌لیتر در لیتر)، اسید هیومیک (۰، ۱ و ۲ میلی‌لیتر در لیتر)، گلایسین (۰، ۷۵ و ۱۵۰ گرم در لیتر) با سه تکرار در گلخانه دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان در پاییز ۱۳۹۸ انجام شد. صفات اندازه‌گیری‌شده شامل وزن تر ریشه، وزن خشک ریشه، طول ریشه، ارتفاع گیاه، تعداد برگ، سطح برگ، میزان جذب عناصر نیتروژن، پتاسیم و فسفر توسط برگ بود. نتایج نشان داد صفات اندازه‌گیری شده تحت فاکتورهای نیتروکسین، گلایسین و اسید هیومیک به طور جداگانه و ترکیبی دارای اختلاف معنی‌دار نسبت به شاهد بودند. به طور کلی نتایج نشان داد که فاکتورهای بکار رفته در این پژوهش، قابلیت بهبود صفات کمی و کیفی گیاه زولنگ را دارند و می‌توان در تولید تجاری از آن‌ها استفاده نمود.

استناد: نصراله نژادقمی، زینب؛ همتی خدایار؛ عرفانی مقدم، وحید؛ بابابربیع، مهرداد. (۱٤۰۲). بررسی اثرات نیتروکسین، اسید هیومیک و گلایسین بر برخی خصوصیات مورفوفیزیولوژیک گیاه زولنگ (*Eryngium campestre*). *فیزیولوژی محیطی گیاهی*، ٦۹ (۱)، ۱٤٤-۱۲۹.

Doi: 10.30495/iper.2022.690260
Dor: 20.1001.1.24237671.1401.17.66.8.3

ناشر: دانشگاه آزاد اسلامی، واحد گرگان
© نویسندگان.

مقدمه

زولنگ با نام علمی (*Eryngium campestre*) یک گیاه علفی دو یا چند ساله، مونوکارپیک و از خانواده چتریان (Apiaceae) می‌باشد (Sun et al., 2007; Nabavi et al., 2009). این گیاه به‌صورت وحشی در اراضی طبیعی رشد می‌کند و از سبزیجات برگی بومی استان مازندران و حاوی اسانس معطر است. در طب سنتی از این گیاه برای درمان بواسیر، کاهش دردها، رفع التهابات، بیماری‌های رماتیسمی، تسکین‌دهنده دل درد، تحلیل ورم‌ها، درمان سیاه سرفه و از بین بردن عفونت‌ها و سنگ کلیه استفاده می‌شود (Khoshbakht et al., 2007). دوره رشد رویشی این گیاه از مهرتا اردیبهشت و دوره رشد زایشی آن خرداد و تیر ماه می‌باشد. برگ‌های زولنگ وقتی در فاز رویشی قرار دارد رزت‌مانند هستند و قابلیت مصرف به شکل خوراکی را دارند اما وقتی در فاز زایشی قرار می‌گیرند خاردار می‌شوند و قابلیت مصرف خوراکی ندارند (Khoshbakht et al., 2007; Hashemabadi et al., 2010).

در طی چند دهه اخیر در کشاورزی استفاده از کودهای شیمیایی مشکلات زیست محیطی مختلفی را به وجود آورده است، لذا برای حل این مشکلات و کاهش اثرات ناشی از مصرف کودهای شیمیایی و افزایش حاصلخیزی خاک استفاده از کودهای زیستی و آلی به‌عنوان جایگزینی مناسب از اهمیت بالایی برخوردار شده است. نیتروکسین یک کود زیستی است که شامل موثرترین باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن از جنس ازتوباکتر و آزوسپریلیوم می‌باشد (Ahmed et al., 2010). این باکتری‌ها در محیط اطراف ریشه از طریق تولید هورمون‌های محرک رشد گیاه مانند اکسین، جیبرلین، سیتوکنین و ترشح مواد زیستی فعال باعث افزایش رشد ریشه، جذب بهتر آب و عناصر غذایی و تثبیت زیستی نیتروژن می‌شوند و با کاهش دادن سطح تولید اتیلن در گیاه رشد گیاه را بهبود می‌بخشند (Rouzbeh et al., 2009). Jahan و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند در گیاه دارویی ریحان مصرف کود زیستی نیتروکسین باعث افزایش شاخص سطح برگ و شاخص سطح سبز گیاه شد. استفاده از کود نیتروکسین در گیاه مریم گلی منجر به افزایش ارتفاع بوته، وزن تر و خشک اندام‌های هوایی این گیاه در طی دو فصل شد (Youssef et al., 2004).

اسید هیومیک نیز یک کود آلی می‌باشد که در اثر تجزیه مواد آلی، به‌خصوص با منشا طبیعی و گیاهی به وجود می‌آید و در خاک، زغال سنگ و پیت یافت می‌شود. استفاده از آن به‌علت وجود ترکیب‌های هورمونی در افزایش و بهبود تولید محصولات کشاورزی اثرات مفیدی دارد (Mackowiak et al., 2001). نتایج به دست آمده از کاربرد اسید هیومیک روی چند گونه گیاه مرتعی باعث افزایش تعداد شاخ و برگ گردید (Verlinden et al., 2010). اسید هیومیک همچنین سبب افزایش ارتفاع، شاخص سطح برگ، وزن خشک کل، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی در گیاه سیاهدانه شده است (Azizi and Safaei, 2017).

گلایسین به عنوان اسید آمینه یک ترکیب آمفوتریک (اسیدی- بازی) است که از لحاظ الکتریکی خنثی و دارای قدرت حل‌شوندگی بالا و فعالیت در pHهای متفاوت فیزیولوژیکی است (Savari et al., 2009). گلایسین در شکل‌گیری رشد رویشی و کلروفیل و بر جذب برخی

عناصر مغذی تأثیر قابل توجهی دارد (Ghasemi et al., 2016) گزارش شده استکه استفاده از ٤٥٠ پی پی ام اسید آمینه گلایسین بیشترین افزایش را در میزان رشد رویشی، مشخصه‌های گل، تولید پداژه و برخی خصوصیات شیمیایی نسبت به تیمار بدون آن در گلایول نشان داد (Khattab et al., 2016).

Gibon و همکاران (۱۹۹۷) نیز در تحقیقات خود افزایش ارتفاع گیاهان آلی تحت تیمار با گلایسین را گزارش کردند. با توجه به اینکه امروزه رویکرد تولید گیاهان دارویی به سمت کشاورزی پایدار از طریق کشت ارگانیک با هدف تولید محصول با کیفیت‌تر و سالم‌تر می‌باشد و همچنین نظر به اهمیت زولنگ به‌عنوان یک گیاه دارویی بومی و کاربرد آن در صنایع دارویی، این پژوهش به‌منظور ارزیابی کاربرد مواد نیتروکسین، اسید هیومیک و گلایسین بر خصوصیات مورفولوژیکی زولنگ اجرا شد.

مواد و روش‌ها

طرح و مکان آزمایش: این تحقیق در قالب یک آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با سه فاکتور نیتروکسین در سه غلظت (۰، ۱ و ۲ میلی‌لیتر در لیتر)، اسید هیومیک در سه غلظت (۰، ۱ و ۲ میلی‌لیتر در لیتر)، گلایسین در سه غلظت (۰، ۷۵ و ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر) با سه تکرارکه از آب مقطر به‌عنوان شاهد(غلظت صفر) استفاده شد. در گلخانه دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان در پاییز ۱۳۹۸ با میانگین دمای روزانه گلخانه ۲۰ درجه سانتی‌گراد، دمای شبانه ١٤ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ٦٧ درصد انجام شد .قبل از انجام آزمایش، خاک مورد استفاده به‌منظور اندازه‌گیری برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی به آزمایشگاه خاک منتقل شد (جدول ۱).

جدول ۱: تجزیه فیزیکوشیمیایی خاک مورد استفاده برای گیاهان مورد آزمایش

مولفه فیزیکی	اسیدیته خاک	هدایت‌الکتریکی (میلی‌موس بر سانتی‌متر)	درصد اشباع	شن (درصد)	سیلت (درصد)	رس (درصد)	بافت خاک	مواد خنثی شونده(درصد)
نتایج	۷/۸	۳/۷۳	۳۸	۵۵	۳۳	۱۲	شنی-لوم	۲۰/۲

تیمارها و مواد مورد استفاده: بذرهای گیاه زولنگ از شرکت نوآوران مهرگل تهیه و در اوایل آبان ماه در سینی‌های کشت حاوی مخلوط کوکوپیت و پرلیت کشت شدند. گیاهچه‌ها در مرحله ٤-٦ برگی در بهمن ماه، به گلدان‌هایی با قطر دهانه ۲۰ سانتی‌متر و ارتفاع ۱۸ سانتی‌متر، و در هرگلدان دو گیاهچه انتقال داده شدند. مواد نیتروکسین و اسید هیومیک از شرکت نیو اگرو و اسید آمینه گلایسین از شرکت مرک آلمان تهیه و تیمارها به صورت محلولپاشی طی ۳ مرحله رشد رویشی گیاه پس از انتقال گیاهچه‌ها به گلدان‌ها و با فاصله ۱۵ روز اعمال شد. در طی دوره رشد گیاه و در فاصله بین اعمال تیمارها، در زمان های ضروری، آبیاری و وجین علف‌های هرز صورت گرفت. پس از آخرین محلولپاشی تیمارها و قبل از گلدهی بوته‌ها در زمانی که برگ‌های گیاهان شروع به تغییر شکل دادند، برداشت و صفات مورد نظر اندازه‌گیری شد.

صفات اندازه‌گیری‌شده: صفات مورد بررسی عبارت بود از: وزن تر گیاه، وزن خشک گیاه، وزن تر ریشه، وزن خشک ریشه، ارتفاع بوته، ارتفاع ریشه، تعداد برگ، سطح برگ و میزان جذب عناصر ازت، فسفر و پتاسیم برگ گیاه.جهت اندازه‌گیری وزن تر اندام

هوایی و ریشه، یک بوته گیاه به همراه ریشه برداشت شد و با استفاده از ترازو دیجیتال اندازه‌گیری شد. جهت تعیین وزن خشک اندام هوایی و ریشه گیاه، اندام مورد نظر در آون در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ٤٨ ساعت قرار گرفت و سپس با ترازو اندازه‌گیری شد. ارتفاع گیاه و طول ریشه با استفاده از خط‌کش اندازه‌گیری شد. جهت اندازه‌گیری سطح برگ، برگ‌ها پس از جدا شدن از بوته، سطحشان با استفاده از دستگاه سطح برگ‌سنج اندازه‌گیری شد.

اندازه‌گیری عناصر غذایی: اندازه‌گیری عناصرغذایی برگ در آزمایشگاه آب و خاک محضری انجام شد، برای اندازه‌گیری میزان نیتروژن از روش کجدال استفاده شد و برای تعیین میزان فسفر، دستگاه اسپکتروفتومتر و میزان پتاسیم بوسیله دستگاه فلیم فتومتر استفاده شد. جهت اندازه گیری عناصر فوق برگ‌های یک بوته از گیاه ابتدا خشک شده و سپس پودر شده و در کوره الکتریکی سوزانده شدند تا به خاکستر تبدیل شوند، پس از سرد شدن مقداری آب مقطر همراه با ۵ میلی لیتر اسیدکلریدریک۲ نرمال به خاکستر نمونه‌ها اضافه شد، سپس نمونه‌ها به مدت نیم ساعت در حمام آب گرم با دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند، پس از گذشت این زمان محتویات با آب مقطر به حجم ۵۰ میلی‌لیتر رسانده شدند و در نهایت با کاغذ صافی صاف شدند و پس از آن برای اندازه گیری عناصر استفاده شدند (Olsen and Sommers, 1982).

روش انجام تجزیه داده‌ها: تجزیه تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS و مقایسه میانگین داده‌ها بر اساس آزمون LSD انجام شد.

نتایج

وزن‌تر اندام هوایی: بر اساس نتایج تجزیه واریانس اثر اصلی فاکتورهای مورد استفاده و همچنین اثر متقابل آنها بر وزن تر اندام هوایی زولنگ معنی‌دار شد (جدول ۲). بیشترین وزن تر اندام هوایی مربوط به اثر متقابل گلایسین ۷۵ گرم در لیتر × نیتروکسین ۲ میلی‌لیتر در لیتر بود (جدول ۳).

جدول ۲: تجزیه واریانس اثرات فاکتورهای مورد تحقیق بر صفات مورفولوژیک گیاه زولنگ.

منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن تر اندام هوایی	وزن خشک اندام هوایی	وزن تر ریشه	وزن خشک ریشه	سطح برگ
گلایسین	۲	۱۷۵/٦۱۷**	۲/۱٤۳**	۵۰/٤۰٦**	٦/۸۲۲**	۲٦۱۵/۸۲۱**
نیتروکسین	۲	۲۲۹/۱٦٦**	۳/٦۲۱**	۸۹/٤۰۲**	٤/۸٦۹**	۱۲۵۱۹۰/۰۲۰**
اسید هیومیک	۲	۳۳/۸٤۵**	۰/٤۳۰ns	۹/٤٤٦*	۲/۳۸۸**	٤٤۳۰/۲۷۰**
گلایسین×نیتروکسین	٤	۹۰/۳۸۳**	۰/۸۸٦**	۲٦/٤٦۷**	۲/٦۱٦**	٦۱۲٤/٤۱۵**
گلایسین×اسید هیومیک	٤	۵٤/۵٤۳**	۱/٤۱۸**	۲٤/۹۱۷**	۲/۲۳٦**	۱۳٦۱۵/٤۰٦**
نیتروکسین×اسید هیومیک	٤	۲۸/٤۷۷**	۰/۲٤٤ns	۱۵/۰۲۱**	۲/۱٦۵**	۲۳٦۲۹/۵۸۲**
گلایسین×نیتروکسین×اسید هیومیک	۸	۱٤۵/۰٤۰**	۱/٦۰۹**	۳۵/۲۱۷**	۲/۰۰۷**	۱٤۷۰۹/۰٦۰**
خطا	۵۲	٤/٤۵۹	۰/۱٤۷	۱/۹٦۸	۰/۱۷۹	٦/۱۰۹
ضریب تغییرات (درصد)	–	۹/۲۲٦	۱٤/۱۸۸	۱۰/۲۹۲	۱٤/٤۵٦	۰/۵۳٦

*، **، :nsبه ترتیب تفاوت معنی داری در سطح ۵٪ و ۱٪ و عدم معنی‌داری.

وزن خشک اندام هوایی: نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر اصلی فاکتورهای مورد استفاده به جز اسید هیومیک و همچنین اثر متقابل فاکتورها به جز اثر متقابل (نیتروکسین و اسید هیومیک) بر وزن خشک

اندام هوایی معنی‌دار شد (جدول ۲). بیشترین وزن خشک اندام هوایی مربوط به اثر متقابل گلایسین ۷۵ گرم در لیتر × نیتروکسین ۲ میلی‌لیتر در لیتر بود (جدول ۳).

جدول ۳: تاثیر نیتروکسین، اسیدهیومیک وگلایسین بر صفات مورفولوژیک گیاه زولنگ

فاکتور	وزن تر اندام هوایی (گرم)	وزن خشک اندام هوایی (گرم)	وزن تر ریشه (گرم)	وزن خشک ریشه (گرم)	سطح برگ
G1N1H1	۱۶/۹۱۰k	۲/۱۶۶j	۹/۷۳۶j	۲/۱۱۰h	۳۳۸/۹۹۰l
G1N1H2	۲۸/۲۸۳c	۲/۸۹۳d	۱۶/۳۴۰d	۳/۳۳۳d	۴۵۷/۴۵۰g
G1N1H3	۱۹/۲۸۳ij	۲/۲۸۰hi	۱۰/۹۳۰hi	۲/۴۹۶g	۴۶۴/۹۷۳fg
G1N2H1	۳۲/۸۰۰b	۳/۷۹۶b	۱۶/۴۹۰d	۲/۳۸۶d	۵۲۸/۸۸۰d
G1N2H2	۱۷/۸۰۳k	۲/۱۷۶j	۸/۸۷۶k	۱/۹۵۳hi	۳۵۷/۴۶۳k
G1N2H3	۲۰/۳۵۳hi	۲/۵۰۶g	۱۱/۱۲۰h	۲/۴۹۰g	۴۰۶/۷۵۰h
G1N3H1	۲۱/۰۵۳h	۲/۵۰۳g	۱۲/۸۵۶g	۲/۴۹۳g	۳۸۹/۵۴۳j
G1N3H2	۲۴/۰۲۰ef	۲/۷۶۳e	۷/۲۸۳l	۱/۳۵۳kl	۴۰۴/۲۹۰h
G1N3H3	۲۰/۸۳۶h	۲/۵۳۰g	۱۵/۷۷۰e	۳/۳۱۳d	۴۸۱/۴۵۳f
G2N1H1	۲۳/۶۳۵fg	۲/۷۰۰e	۱۲/۷۵۰g	۲/۸۰۶f	۴۰۱/۷۹۰h
G2N1H2	۱۳/۴۳۶m	۱/۶۵۰m	۷/۸۲۳l	۱/۷۷۰j	۴۱۳/۸۹۰h
G2N1H3	۲۴/۶۹۶f	۲/۷۶۰e	۱۴/۶۹۳f	۳/۱۶۰de	۴۷۷/۴۳۳f
G2N2H1	۲۶/۲۴۳cd	۳/۱۴۳c	۱۸/۳۰۳b	۳/۴۸۳cd	۴۷۵/۰۲۶f
G2N2H2	۳۳/۵۰۳b	۳/۷۰۶b	۱۷/۹۴۳c	۳/۳۷۳d	۵۱۲/۸۰۰de
G2N2H3	۲۱/۴۷۶h	۲/۶۷۰f	۱۶/۱۱۳d	۴/۲۰۶b	۵۰۸/۵۳۳e
G2N3H1	۳۸/۵۳۰a	۴/۹۰۰a	۱۷/۱۱۰c	۵/۹۶۶a	۵۲۰/۴۶۳d
G2N3H2	۲۳/۰۳۰fg	۲/۶۰۶f	۱۲/۳۸۶g	۲/۶۰۰fg	۶۲۷/۴۹۳a
G2N3H3	۲۶/۲۵۰cd	۳/۰۱۳cd	۱۶/۴۵۰d	۳/۶۱۰c	۴۲۸/۵۰۶gh
G3N1H1	۱۶/۹۹۰k	۱/۸۸۳kl	۱۱/۲۵۳h	۲/۲۰۳h	۴۸۸/۲۳۳f
G3N1H2	۱۹/۲۵۳ij	۲/۳۱۳h	۱۰/۵۲۳i	۱/۴۹۳k	۵۰۱/۹۶۶e
G3N1H3	۱۵/۸۲۰l	۱/۹۸۳k	۱۰/۷۸۶i	۲/۶۵۰f	۳۷۶/۴۶۶j
G3N2H1	۲۵/۹۶۶de	۲/۶۸۶ef	۱۲/۴۱۰j	۲/۵۳۰g	۵۹۰/۸۹۶b
G3N2H2	۲۳/۳۱۰de	۳/۰۴۳c	۱۹/۱۰۶a	۴/۳۹۰b	۴۱۸/۶۵۶h
G3N2H3	۲۷/۴۵۳c	۳/۲۲۰c	۱۴/۹۷۶f	۳/۲۰۶d	۴۶۵/۷۴۶fg
G3N3H1	۱۵/۲۵۱l	۱/۸۶۰kl	۱۴/۲۱۳f	۳/۰۹۶e	۴۳۱/۰۴۰g
G3N3H2	۱۷/۷۲۳k	۲/۴۸۶gh	۱۶/۸۶۳d	۳/۱۸۶de	۵۵۳/۹۷۶c
G3N3H3	۲۱/۷۳۳h	۲/۷۵۰e	۱۵/۲۸۰e	۳/۴۶۳cd	۴۱۰/۷۵۳h

در هر ستون، میانگین‌های با حرف‌های همسان با استفاده از آزمون LSD در سطح اختلاف ۵ و ۱ درصد معنی‌دار نیستند.

G1,2,3: به ترتیب گلایسین در غلظت‌های صفر، ۷۵ و ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر

H1,2,3: به ترتیب اسید هیومیک در غلظت‌های صفر، ۱ و ۲ میلی‌لیتر در لیتر

N1, 2, 3: به ترتیب نیتروکسین در غلظت‌های صفر، ۱ و ۲ میلی‌لیتر در لیتر

وزن‌تر ریشه: طبق تجزیه واریانس داده‌ها اثر اصلی فاکتورهای مورد استفاده و همچنین اثر متقابل اینفاکتورها بر وزن تر ریشه زولنگ معنی‌دار شد (جدول ۲). بیشترین وزن‌تر ریشه مربوط به اثر متقابل گلایسین ۱۵۰ گرم در لیتر× نیتروکسین ۱ میلی‌لیتر در لیتر × اسید هیومیک ۱ میلی‌لیتر در لیتر بود (جدول ۳).

وزن خشک ریشه: نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر اصلی و اثر متقابل فاکتورهای مورد استفاده بروزن خشک ریشه زولنگ معنی‌دار شد (جدول ۲). بیشترین وزن خشک ریشه مربوط به اثر متقابل نیتروکسین ۲ میلی‌لیتر در لیتر × گلایسین ۷۵ گرم در لیتر (جدول ۳).

سطح برگ: اثر اصلی و اثر متقابل فاکتورها ی مورد استفاده بر سطح برگ زولنگ معنی‌دار شد (جدول ۲). بیشترین سطح برگ مربوط به اثر متقابل گلایسین ۷۵ گرم در لیتر × نیتروکسین ۲ میلی‌لیتر در لیتر × اسید هیومیک۱ میلی‌لیتر در لیتر بود (جدول ۳).

تعداد برگ: بر اساس نتایج تجزیه واریانس این تحقیق مشخص شد اثر اصلی و اثر متقابل فاکتورهای مورد استفاده بر تعداد برگ زولنگ معنی‌دارشد (جدول ٤). بیشترین تعداد برگ مربوط به تیمار نیتروکسین ۱ میلی‌لیتر در لیتر (جدول ۵).

ارتفاع گیاه: نتایج نشان داد که اثر اصلی فاکتورهای مورد استفاده و همچنین اثر متقابل این فاکتورها بر ارتفاع زولنگ معنی‌دار شد (جدول ٤). بیشترین ارتفاع گیاه مربوط به اثر متقابل نیتروکسین ۲ میلی‌لیتر در لیتر× اسید هیومیک ۱ میلی‌لیتر در لیتر بود (جدول ۵).

طول ریشه: بر اساس نتایج تجزیه واریانس داده‌ها اثر اصلی فاکتورهای مورد استفاده و همچنین اثر متقابل این فاکتورها به جز اثر متقابل (نیتروکسین و اسید هیومیک) بر طول ریشه زولنگ معنی‌دار شد (جدول ٤). بیشترین طول ریشه مربوط به تیمار اثر متقابل گلایسین ۱۵۰ گرم در لیتر× نیتروکسین ۱ میلی‌لیتر در لیتر × اسید هیومیک ۱ میلی‌لیتر در لیتر بود (جدول ۵).

جدول ٤: تجزیه واریانس تاثیر نیتروکسین، اسیدهیومیک وگلایسین بر صفات مورفولوژیکی و میزان عناصر غذایی گیاه زولنگ

منابع تغییرات	درجه آزادی	تعداد برگ	ارتفاع اندام هوایی	ارتفاع ریشه	نیتروژن برگ	فسفر برگ	پتاسیم برگ
گلایسین	۲	٤٤/۱٦۰**	۱/۷۸۰ns	٤۳/٦۳۲**	۰/۲۳۹*	۰/۰۰۰۰۸**	۰/۰٤۱*
نیتروکسین	۲	۳۳/۹۳۸**	۲۹/۹۳۸**	۲۳/٤۸٤**	۰/۰۰٦ns	۰/۰۰۰۳**	۰/۱۲۵**
اسید هیومیک	۲	۵۰/۹۷۵**	٦۲/۲٤۳**	۳۹/۰۰۳**	۰/۱۰۲ns	۰/۰۰۰۱۲**	۰/۰۲۵ns
گلایسین×نیتروکسین	٤	٤۳/۸٤۵**	۵/۷۹۰*	۳۹/۸٤۵**	۰/۱۷٦*	۰/۰۰۰۱۱**	۰/۰۲٤*
گلایسین×اسید هیومیک	٤	۳۵/۵٤۹**	۱۳/۰۹۵**	٤۳/۱۵۵**	۰/۲۱۳ns	۰/۰۰۰۰۷**	۰/۰۲٤ns
نیتروکسین×اسید هیومیک	٤	۲۰/۰٤۹**	۲۰/۱۹۷**	۱۰/۰٤۹ns	۰/۲۸۰**	۰/۰۰۰۱٦**	۰/۰٤۱**
گلایسین×نیتروکسین×اسیدهیومیک	۸	٦۷/۸۷۳**	۳۹/۹۰۳**	۳٦/۰٤۹**	۰/۳۰۸**	۰/۰۰۰۱۰**	۰/۰۸٤**
خطا	۵۲	٤/٦۸۰	۱/۹۰۸	٤/۰٦٤	۰/۰۵۲	۰/۰۰۰۰۰۱	۰/۰۰۹
ضریب تغییرات (درصد)	–	۸/۳۷٦	٤/۵۰٦	۱۰/۸۱۸	۵/۹۷۳	۱/۲۸۵	٤/٦۷۵

**, *, ns: به ترتیب، عدم اختلاف معنی‌دار، اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد و ۱ درصد

جدول ۵: مقایسه میانگین تاثیر گلایسین و کودهای زیستی بر صفات مورفولوژیکی و میزان عناصر غذایی گیاه زولنگ.

فاکتور	تعداد برگ	ارتفاع اندام هوایی (سانتی‌متر)	ارتفاع ریشه (سانتی‌متر)	نیتروژن برگ	فسفر برگ	پتاسیم برگ
G1N1H1	۲۳/۳۳۳g	۲۵/۶۶۷vl	۱۴/۵۰۰p	۴/۰۲۰c	۰/۰۹۶a	۲/۱۶۶c
G1N1H2	۳۰/۶۶۶b	۳۱/۶۶۷ve	۲۴ab	۳/۴۴۰fg	۰/۰۸۶b	۲/۱۵۶c
G1N1H3	۲۳/۶۶۶g	۳۰g	۱۶/۶۶۷m	۳/۵۵۰f	۰/۰۸۶b	۲/۱۹۶b
G1N2H1	۳۹a	۳۵b	۲۰/۸۳۳g	۳/۸۶۰cd	/۰۸۶b	۲/۱۷۶bc
G1N2H2	۲۵f	۳۰/۱۶۷g	۱۶n	۳/۷۱۰de	۰/۰۹۰ab	۱/۸۸۳de
G1N2H3	۲۶/۶۶۷e	۳۱/۸۳۳e	۱۳q	۳/۸۶۰cd	۰/۰۸۶b	۲/۱۲۶c
G1N3H1	۲۹/۶۶۷bc	۲۸/۸۳۳hi	۱۹/۱۶۶hi	۳/۷۱۰de	۰/۰۸۶b	۲/۲۸۰a
G1N3H2	۲۶/۶۶۷e	۳۵/۸۳۳a	۱۶/۱۶۶mn	۳/۸۶۰cd	۰/۰۸۶b	۲/۱۲۰c
G1N3H3	۲۱h	۲۸/۸۳۳hi	۱۴/۶۶۷p	۳/۹۹۰c	۰/۰۷۶c	۲/۱۴۶c
G2N1H1	۲۱/۳۳۳h	۳۰/۸۳۳f	۲۲/۸۳۳d	۳/۷۲۰de	۰/۰۸۶b	۲/۲۰۳ab
G2N1H2	۲۱/۶۶۷h	۲۷/۳۳۳j	۱۵/۶۶۶o	۳/۷۲۰de	۰/۰۹۶a	۲/۱۷۰bc
G2N1H3	۲۵/۶۶۷ef	۲۹/۸۳۳gh	۱۶/۵۰۰m	۴/۳۱۰a	۰/۰۸۶b	۲/۰۳۶cd
G2N2H1	۲۷de	۲۸/۱۶۷i	۲۲e	۳/۸۶۰cd	۰/۰۸۶b	۱/۹۵۳d
G2N2H2	۲۵/۳۳۳f	۳۵b	۱۶/۶۶۷m	۴/۲۹۰ab	۰/۰۷۶c	۱/۷۹۰e
G2N2H3	۲۰/۳۳۳hi	۳۰/۱۶۷g	۱۸/۱۶۶j	۳/۵۵۰ef	۰/۰۸۶b	۲/۱۱۰c
G2N3H1	۲۹/۶۶۷bc	۳۶a	۲۳/۳۳۳bc	۴/۳۶۰a	۰/۰۹۶a	۲/۱۳۰c
G2N3H2	۲۷	۳۱/۱۶۷ef	۱۸/۱۶۶j	۳/۸۵۰cd	۰/۰۸۶b	۲/۱۸۰b
G2N3H3	۲۶/۶۳۷	۲۸i	۲۳/۸۳۳b	۳/۹۵۰c	۰/۰۸۶b	۲/۲۲۳a
G3N1H1	۲۷de	۲۹/۳۳۳h	۱۶/۵۰۰m	۴/۲۵۰ab	۰/۰۸۶b	۲/۲۱۰ab
G3N1H2	۲۶/۳۳۳ef	۳۳/۳۳۳c	۱۵/۶۶۶o	۳/۶۲۰de	۰/۰۷۶c	۱/۸۴۶de
G3N1H3	۲۲gh	۲۷/۳۳۳j	۱۶n	۴/۰۸۰c	۰/۰۸۶b	۲/۱۹۳b
G3N2H1	۲۱h	۳۲/۵۰۰d	۱۷/۶۶۶k	۳/۶۰۰de	۰/۰۸۶b	۲/۰۷۶cd
G3N2H2	۲۹/۳۳۳c	۳۰/۵۰۰fg	۲۴/۳۳۳a	۳/۸۶۰cd	۰/۰۷۶c	۲/۱۴۰c
G3N2H3	۲۸d	۳۰/۳۳۳g	۲۱/۶۶۶ef	۳/۹۰۰c	۰/۰۹۶a	۱/۹۰۶d
G3N3H1	۲۵/۳۳۳f	۲۷/۸۳۳ij	۲۲/۳۳۳de	۳/۸۶۰cd	۰/۰۸۶b	۱/۸۸۰de
G3N3H2	۲۳g	۳۵/۳۳۳b	۱۹/۶۶۷h	۳/۷۹۰de	۰/۰۸۶b	۲/۲۷۳a
G3N3H3	۲۵f	۲۶/۸۳۳jk	۱۷/۱۶۶kl	۳/۳۹۰g	۰/۰۷۶c	۲/۰۳۶c

در هر ستون، میانگین‌های با حرف‌های همسان با استفاده از آزمون LSD در سطح اختلاف ۵ و ۱ درصد معنی‌دار نیستند.

جذب عناصر غذایی: طبق نتایج بدست‌آمده اثر اصلی فاکتور گلایسین و اثر متقابل فاکتورهای مورد استفاده به جز اثرمتقابل(گلایسین واسید هیومیک) بر میزان نیتروژن برگ معنی‌دار شد (جدول ٤). اثر اصلی و اثر متقابل فاکتورهای مورد استفاده بر میزان فسفر برگ معنی‌دار شد (جدول ۲). اثر اصلی فاکتورگلایسین و نیتروکسین و اثر متقابل فاکتورهای مورد استفاده به جز اثر متقابل (گلایسین و اسید هیومیک)بر میزان پتاسیم برگ معنی‌دار شد (جدول۲). بیشترین میزان نیتروژن مربوط به اثرمتقابل گلایسین ۷۵ گرم در لیتر× نیتروکسین ۲ میلی‌لیتر در لیتر بود. بیشترین میزان پتاسیم مربوط به اثر متقابل گلایسین ۱۵۰ گرم در لیتر،× نیتروکسین ۲ میلی‌لیتر در لیتر× اسید هیومیک ۱میلی‌لیتر در لیتر) بود. و در رابطه با عنصر فسفر بیشترین میزان آن مربوط به تقابل گلایسین ۱۵۰ گرم در لیتر × نیتروکسین ۲ میلی‌لیتر در لیتر × اسید هیومیک ۲ میلی‌لیتر در لیتر بود (جدول ۵).

بحث

با کاربرد ماده نیتروکسین که حاوی باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن می‌باشد، این باکتری‌ها سبب بهبود زیست‌توده و بهبود ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی و زیستی خاک و انتقال مداوم و پایدار عناصر پر مصرف و کم مصرف مورد نیاز گیاه، به‌ویژه نیتروژن می‌شوند که جذب نیتروژن بیشتر، منجر به تقسیم سلولی بیشتر در گیاه شد. و در نتیجه منجر به دسترسی بیشتر به آب و باعث بالا رفتن میزان آب بافت‌های گیاه و وزن تر گیاه گردید (Mohammadi Babazeidy et al., 2013). مواد و روش ها نتایج و لب. در این راستا نتایج تحقیقات Koocheki و همکاران (۲۰۰۸) نشان داد که در گیاه دارویی زوفا کاربرد کود زیستی نیتروکسین و سوپر نیترو پلاس، وزن‌تر اندام‌های هوایی گیاه را در طی دو فصل رشد افزایش یافت. یافته‌های Dehshykh و همکاران (۲۰۱۷) حاکی از آن است که کاربرد تلفیقی کودهای زیستی وزن تر گیاه نعناع گربه‌ایی را افزایش داد. Wahbaو همکاران (۲۰۱۵) نشان دادند که مصرف اسید آمینه تریپتوفان وزن‌تر گزنه را افزایش داد. در بررسی دیگری بر روی هندوانه محلول‌پاشی‌اسید آمینه تریپتوفان در مراحل ابتدایی رشد وزن تر را افزایش پیدا کرد (Sanikhani et al.,2020). گلایسین یک اسمولیت مهم در گیاهان است که پتانسیل اسمزی را افزایش می‌دهد و زمانی که گیاه آب را جذب می‌کند، آماس در سلول‌ها افزایش می‌یابد. گلایسین با ایجاد حالت آماس تقسیم سلولی را افزایش داده و منجر به رشد بیشتر و افزایش وزن‌تر گیاه می‌شود (Kadkhodaie et al.,2014).

باکتری‌های موجود در کودهای زیستی جذب عناصرغذایی مورد نیاز گیاه مانند نیتروژن و فسفر را افزایش می‌دهند و از آنجایی که این دو عنصر در ساخت کلروفیل و پروتئین‌های دخیل در فتوسنتز نقش عمده‌ایی دارند، افزایش جذب آن‌ها منجر به افزایش فتوسنتز و به دنبال آن افزایش تولید ماده خشک کل و وزن خشک اندام هوایی می‌شود (Mehrafarin et al., 2012). Najafi و همکاران (۲۰۱٤) گزارش کردند مصرف کودهای زیستی وزن خشک اندام هوایی را در گیاهان مریم‌گلی و آویشن افزایش داد. نتایج تحقیقات Yazdiو همکاران (۲۰۱۸) نشان داد بیشترین وزن خشک اندام هوایی در گیاه مرزه با کاربرد ۱۰۰ درصدکود زیستی نیتروکسین به روش بذرمال نسبت به شاهد به‌دست آمد. در این آزمایش کاربرد گلایسین نیز وزن خشک اندام هوایی را افزایش داد که به این دلیل است که گلایسین بر روابط آبی و فعالیت فتوسنتزی گیاه اثر می‌گذارد و تولید مواد هیدروکربنه را در گیاه افزایش می‌دهد و از این طریق بر عملکرد گیاه از جمله وزن خشک اثر مثبت می‌گذارد (Weibing and Rajashekar, 1999). در تحقیقی نتایج به دست آمده نشان داد که مصرف ۲۰۰ میلی‌مولارگلایسین منجر به افزایش وزن خشک در کلزا شد (Kadkhodaie et al., 2014) که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد.

بطور کل می‌توان اظهار داشت که اسید هیومیک خاصیت شبه هورمونی دارد و با تولید هورمون‌های محرک رشد منجر به افزایش رشد و حجم ریشه می‌شود و به تبع آن با افزایش خلل و فرج خاک ناشی از افزایش رشد ریشه، منجر به بهبود تهویه خاک، جذب و نفوذ پذیری بیشتر آب می‌شود که مجموعه این عوامل به افزایش وزن‌تر ریشه کمک می‌کند (Sharif et al.,2002; Jones et al., 2004). Cordeiro و همکاران (۲۰۱۱) تاثیر اسید هیومیک را بر روی رشد ریشه ذرت مورد بررسی قرار دادند و دریافتند اسید هیومیک باعث توسعه ریشه ذرت شد و نسبت وزن‌تر و خشک ریشه را افزایش داد که با نتایج آزمایش حاضر مطابقت دارد. گزارش شده است. کاربرد

کودهای زیستی سوپر نیتروپلاس و بیوسوپر فسفات منجر به افزایش وزن‌تر و خشک ریشه ریحان شد (Rahi, 2013) آنها علت این امر را حضور باکتری‌های درون کودهای زیستی اعلام نمودند زیرا که این باکتری‌ها با تولید هورمون‌های محرک رشد گیاه، تخصیص عناصر غذایی را در گیاهان تغییر داده و رشد ریشه گیاه را افزایش می‌دهند و باعث تشکیل ریشه‌های بزرگتر، ریشه‌های فرعی بیشتر و در نهایت سطح تماس بیشتری برای جذب آب و عناصر غذایی می‌شوند که در اثر این عوامل وزن‌تر ریشه افزایش یافته است (Nikolay et al., 2006). Ali و همکاران (۲۰۰۹) گزارش کردند گلایسین وزن‌تر ریشه‌چه ذرت را افزایش داد که مشابه با نتایج ما می‌باشد. نتایج تحقیقات Nahed و همکاران (۲۰۱۰) نشان داد که کاربرد اسیدآمینه تریپتوفان وزن‌تر و خشک ریشه را در گیاه سرو بادبزنی افزایش داد.

چنین به‌نظر می‌رسد که باکتری‌های موجود در کود زیستی با تاثیر بر ترشح هورمون‌های رشد و جذب عناصر مورد نیاز گیاه به توسعه و رشد بیشتر ریشه و همچنین جذب بیشتر مواد غذایی کمک می‌کنند، در نتیجه این عوامل وزن خشک ریشه افزایش می‌یابد. به‌کار بردن کودهای زیستی نیتروکسین و بیوسفر و بیو سولفور سبب افزایش بیشترین وزن خشک ریشه در گیاه سرخارگل شد (Agha alikhani et al., 2013). همچنین یافته‌های Banchio و همکاران (۲۰۰۸) حاکی از آن است که مصرف باکتری‌های آزوسپریلیوم و سودوموناس وزن خشک ریشه آویشن شیرازی را افزایش داد. در رابطه با تاثیر مثبت اسید آمینه گلایسین بر این صفت چنین به‌نظر می‌رسد که اسیدهای آمینه به دلیل سازگاری کامل با متابولیسم گیاهان نقش تغذیه‌ای موثری دارند و کاربرد آن‌ها از طریق ریشه گیاهان را قادرمی‌سازد تا عناصر غذایی بیشتری از محیط ریشه جذب کنند، و به نوبه خود بر افزایش وزن خشک ریشه تاثیر مثبت دارند (Dakora and Phillips, 2002) گزارش شده است مصرف اسید آمینه وزن خشک ریشه فلفل و گوجه فرنگی را افزایش داد (Haghighi and Mozafarian, 2015). در آزمایشی دیگر گزارش شده است بیشترین وزن خشک ریشه در گیاه اسفرزه با کاربرد بیشترین غلظت اسید هیومیک حاصل گردید (Ebrahimi and Mirkharbasb, 2016) که با نتایج بررسی حاضر مطابقت ندارد.

کود زیستی جذب و تثبیت عنصر نیتروژن را افزایش می‌دهد و این عنصر با اثر گذاری بر فرآیندهای تقسیم سلولی و ساخت کلروفیل باعث افزایش رشد رویشی، ارتفاع گیاه و تعداد شاخه‌های جانبی و در نهایت باعث افزایش تعداد برگ در گیاه می‌گرد (Saikia et al., 2010). گزارش شده است بیشترین تعداد برگ در گیاه بادرنجبویه با کاربرد کود زیستی نیتروکسین حاصل شد (Razipour et al., 2016). نتایج بررسی دیگری روی گیاه دارویی مرزه نشان داد کود زیستی نیتروکسین تعداد برگ را افزایش داد (Yazdi et al., 2018) که همسو با نتایج ما می‌باشد. در گزارشی بیان شده است بالاترین غلظت اسید هیومیک منجر به افزایش بیشترین تعداد برگ در گیاه ریحان شده است (Fazel Tehrani et al., 2017) که با نتایج آزمایش ما مغایرت دارد.

از دلایل مهم برای تاثیر کود زیستی در افزایش ارتفاع بوته این است که میکروارگانیسم‌های موجود در این کودها به افزایش جذب و تثبیت نیتروژن کمک می‌کنند. در نتیجه افزایش نیتروژن با تاثیر بر تقسیم سلولی منجر به رشد رویشی بیشتر و افزایش فاصله میانگره در ساقه گیاه می‌شود. Earann (۲۰۰۷) اظهار داشت که ارتفاع گیاه استویا با کاربرد کود زیستی اسپرژیلوس، گلدموس، ازتوباکتر و سودوموناس در مقایسه با شاهد افزایش یافت. یافته های Akbari و

همکاران (۲۰۰۹) حاکی از آن است که در آفتابگردان مصرف کود زیستی باکتریایی (ازتو باکتر و آزوسپریلیوم) منجر به افزایش ارتفاع گیاه شد که با نتایج ما همسو می‌باشد. در را بطه با اسید هیومیک به‌نظر می‌رسد اثر تسریع‌کنندگی مواد اسید هیومیک روی رشد ساقه در مرحله اول به‌علت تاثیر بر فعالیت H^+- ATPase ریشه و توزیع نیترات ریشه و ساقه باشد که منجر به تغییرات در توزیع سیتوکنین‌ها، پلی‌آمین‌ها و ABA می‌شود. بنابراین بر رشد ساقه تاثیر مثبت می‌گذارد (Rubio et al., 2009). نتایج آزمایش در گیاه دارویی گاوزبان اروپایی نشان داد که با کاربرد باکتری حل‌کننده فسفات و نیز سطوح مختلف کمپوست ارتفاع گیاه افزایش یافت (Shaalan, 2005). گزارش شده است که کاربرد ۱۰۰میلی‌مولارگلایسین سبب افزایش ده درصدی ارتفاع گیاه شمعدانی نسبت به شاهد شد (Nayebzade et al., 2019) که با نتایج ما مغایرت دارد.

نتایج تحقیقی نشان داد طول ریشه در گیاه آلوئه‌ورا در اثر کاربرد کودهای زیستی (آزوسپریلیوم و لیپوفروم) و سودوموناس پوتیدا افزایش یافت (Khoshbakht et al., 2010). چنین به‌نظر می‌رسد در محیط ریشه گیاه این باکتری‌های موجود در کودهای زیستی با تنظیم pH خاک و کمک به ترشح هورمون‌های رشد، نحوه تخصیص عناصر غذایی را در گیاه تغییر داده و باعث بهینه‌سازی تغذیه گیاه می‌شوند و سیستم تارهای کشنده و طول ریشه را افزایش می‌دهند. مصرف کودهای زیستی نیتروکسین، بیوفسفر و بیوسولفور طول ریشه را در گیاه سرخارگل افزایش داد (Agha alikhani et al., 2013). اسید هیومیک نیز با تولید بیشتر اسیدهای نوکلئوتیک و اسیدهای آمینه تکثیر سلولی را در کل گیاه و به‌ویژه در ریشه‌ها افزایش می‌دهد و سبب افزایش سرعت طویل شدن ریشه‌ها می‌شود (Bronick and Lai, 2005). محققان دریافتند که غلظت ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید هیومیک به طور معنی‌داری منجر به رشد ریشه گیاه گلتاب درمحلول غذایی شد (Nikbakht et al., 2008). نتایج تحقیقی نشان داد که استفاده از مایکوریزا و ورمی کمپوست سبب افزایش وزن خشک ریشه، طول ریشه، و قطر ریشه شده است (Koozehgar Kaleji and Ardakani, 2017). اسیدهای آمینه بر رشد سلول های گیاهی اثر محرک دارند و پیش‌ساز هورمون‌های گیاهی و سایر مواد رشدی هستند که باعث تقویت رشد در اندام‌های گیاه می‌شوند. در گزارشی آمده است استفاده از گلایسین سبب افزایش معنی‌دار طول ریشه چه در گیاه ذرت شده است (Moradi et al., 2012) که مشابه با نتایج ما می‌باشد.

تلقیح و فعالیت بهتر ازتوباکتر و آزوسپریلیوم موجود در نیتروکسین با ریشه‌های گیاه باعث می‌شود جذب و غلظت نیتروژن در گیاه افزایش یابد (Rawia et al., 2006). گزارش شده است با کاربرد کود زیستی میزان عنصر نیتروژن در برگ گیاه دارویی سرخارگل افزایش یافت (Agha alikhani et al., 2013). در رابطه با افزایش میزان فسفر با کاربرد ماده نیتروکسین چنین به نظر می‌رسد که میکروارگانیسم‌های موجود در این کود به‌صورت کند و مداوم باعث رهاسازی فسفر از منابع آلی و معدنی که در خاک وجود دارند می‌شوند و از این طریق فسفر مورد نیاز گیاه را تامین می‌کنند (Babaei, 2011). نتایج به دست آمده از بررسی‌های گذشته نشان داد استفاده از کودهای زیستی در گیاه گندم منجر به افزایش جذب عناصر NPK شد (Alamiri and Mostafa, 2009). دلیل افزایش جذب پتاسیم در این آزمایش در اثر کاربرد تیمار کود زیستی می‌باشد که در زمانی‌که نیتروژن و فسفر قابل جذب به

اندازه کافی در خاک وجود داشته باشد گیاه به جذب بهتر پتاسیم عکس‌العمل مثبت نشان می‌دهد. زیرا سرعت رشد و گسترش ریشه زیاد می‌شود که این امر به بهبود جذب فسفر کمک می‌کند (Han et al., 2006). اسید هیومیک یک ترکیب پلیمری طبیعی است که از طریق جذب کمپلکس‌های پایدار با عناصر غذایی به افزایش جذب عناصرکمک کرده و سبب افزایش انتقال عناصر میکرو و ماکرو در گیاه شده و میزان آن‌ها در گیاهان را افزایش می‌دهد (Varanini and Pinton, 1995) گزارش شده است کاربرد اسید هیومیک در گوجه فرنگی میزان عنصر فسفر را افزایش داد (Michael, 2001). نتایج بررسی Gendy و همکاران (۲۰۱۲) نشان داد که کاربرد همزمان دو نوع کود زیستی نیتروژین و فسفورین به همراه کود دامی غلظت عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم در گیاه چای ترش را افزایش داد. همچنین علت افزایش عناصر با کاربرد اسیدهای آمینه، به دلیل بهبود جذب عناصر به وسیله ریشه با کاربرد ریشه‌ایی اسیدهای آمینه‌ای بوده است (Dakora and Phillips, 2002). Liu و همکاران (۲۰۰۸) نیز بیان کردند که مصرف آمینو آسید میزان نیتروژن را در تربچه افزایش داد. یافته‌های Garcia و همکاران (۲۰۱۱) نشان داد که استفاده از اسیدهای آمینه میزان عناصر فسفر، پتاسیم، آهن و مس را در گوجه فرنگی افزایش داد. در نهایت چنین به‌نظر می‌رسد که تیمارهای مورد استفاده با تثبیت نیتروژن، تاثیر بر pH خاک، رشد و گسترش ریشه، میزان عناصر غذایی مورد نیاز گیاه را قابل دسترس می‌سازند و سبب بهبود و افزایش جذب عناصر میکرو و ماکرو در گیاه می‌شوند و از این طریق میزان برخی عناصر در گیاه افزایش می‌یابد.

نتیجه‌گیری نهایی

نتایج این تحقیق نشان داد کاربرد تلفیقی کودها تاثیر مثبت و معنی داری بر صفات مورفوفیزیولوژیک داشت، و در بین غلظت‌های به‌کار رفته، غلظت گلایسین ۷۵ گرم در لیتر، نیتروکسین۲میلی‌لیتر در لیتر و اسیدهیومیک ۱ میلی‌لیتر در لیتر، بیشترین تاثیر مثبت را بر صفات اندازه‌گیری شده داشتند. همچنین نتایج نشان داد باکتری‌های موجود در ماده نیتروکسین همراه با اسید هیومیک و اسیدآمینه گلایسین در بهبود عملکرد گیاه تاثیر بسیار مثبتی دارند. بنابراین این کودها می‌توانند جایگزین بسیار مناسبی برای کودهای شیمیایی باشند. استفاده از این کودها می‌تواند باعث کاهش آلودگی زیست محیطی و کمک به کشاورزی پایدار شود.

References

Agha Alikhani, M., Iranpour, A. and Naghdi Badi, D. (2013). Changes in Agronomical and Phytochemical Yield of Purple Coneflower (*Echinaceae purpurea* (L.) Moench) Under Urea and Three Biofertilizers Application. Journal of Medicinal Plants. 12 (2): 121-137.

Ahmed, A.G., Orabi, S. A. and Gaballah, M.S. (2010). Effect of bio-N-P fertilizer on the growth, yield and some biochemical components of two sunflower cultivars. International Journal of Academic Research. 2: 271-277.

Akbari, P., Ghalavand, A. and Modarres Sanavi, A. (2009). Effects of different nutrition systems and biofertilizer (PGPR) on phenology period yield and yield components of sunflower (*Helianthus annuus* L.). Journal of Crop Production. 2 (3):119-134.

Alamri, S.A. and Mostafa, Y. S. (2009). Effect of nitrogen supply and Azospirillum brasilense Sp-248 on the response of wheat to seawater irrigation. Advances in Environmental Research. 6: 391-399.

Ali, S., Eslami, S.V. Behdani, M.A. and Jami Al-Ahmadi, M. (2009). Influence of exogenous application of glycinebetaine on alleviating the effect of salinity stress at germination and

early seedling growth of corn (*Zea mays* L.). Environmental Stresses in Crop Sciences, 2 (1): 53-63.

Azizi, M., and Safaei, Z. (2017). The effect of foliar application of humic acid and nano fertilizer (Pharmks®) on morphological traits, yield, essential oil content and yield of Black Cumin (*Nigella sativa L.*). Journal of Horticulture Science. 30(4): 671-680.

Babaei, B. (2011). Effect of cystocele on quantitative and qualitative characteristics of *Ocimum bosilicus L.* under drought stress. MSc dissertation. Faculty of Agriculture, the University of Zabol, Iran.

Banchio, E., Bogino, P.C., Zygadlo, J. and Giordano, W. (2008). Plant growth promoting rhizobacteria improve growth and essential oil yield in *Organum majorana* L. Biochemical Systematics and Ecology. 36: 766-771.

Bronick, E.J. and Lai, R. (2005). Soil structure and management: a review. *Geoderma*, 124:3-22.

Cordeiro, F.C., Catarina, C.S., Silveira, V. and De Souza, S.R. 2011. Humic acid effect on catalase activity and the generation of reactive oxygen species in corn (*Zea mays* L.). Bioscience, Biotechnology and Biochemistry, 75(1):70-74.

Dakora, F.D. and Phillips, D.A. (2002). Root exudates as mediators of mineral acquisition in low-nutrient environments. Plant and Soil, 245:35-47.

DehSheikh. P., Mahmoudi Sourestani, M., Zolphaghari, M. and Enayati Zamir, N. (2017) .The study on the effect of biological and chemical fertilizers and humic acid on the growth, physiological characteristics and essential oil content of catnip (*Nepeta cataria L.*). Journal of Plant Production Research, 24 (2):61-76.

Earanna, N. (2007). Response of Stevia rebeudiana of biofertilizers. Karnataka Journal of Agriculture and Science, 20(3):616-617.

Fayazi, H., Abdali Mashhadi, A. and Koochekzade, A. (2016). The effect of organic and biological fertilizers application on yield and some morphological characteristics in Coneflower (*Echinaceae purpurea* L.). Iranian Journal of Filed Crop Science, 47 (2):301-315.

Fazel Tehrani, H., Nabi Ilkaei, M. and Mostafavi, Kh. (2017). Leaf characteristics of Basilicum (*Ocimum basilicum L)* affected by different levels of humic acid and tea compost. Journal of Agronomy and Plant Breeding, 13 (4):65-73.

Garcia, A.L., Madrid, R., Gimeno, V., Rodriguez-Ortega, W.M., Nicolas, M. and Garcia-Sanchez, F. (2011). The effects of amino acids fertilization incorporated to the nutrient solution on mineral composition and growth in tomato seedlings. Spanish Journal of Agricultural Research, 9(3):852-861.

Gendy, A.S.H., Said-Al Ahl, H.A.H. and Mahmoud, A.A. (2012). Growth, productivity and chemical constituents of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) plants as influenced bycattle manure and biofertilizers treatments. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 6(5):1-12.

Ghasemi, S., Khoshgftarmanesh, A., Hadadzadeh, H. and Afyuni, M. (2013). Synthesis, characterizatiation and theoretical and experimental investigations (11)–Amino acid complexes as ecofriendly plant growth promoters and highly bioavailable sources of zinc. Journal of Plant Growth Regulator, 32:315-323.

Gibon, Y.A., Bessieres, M., and Larher, F. (1997). Is glycinebetaine a nonompatible solute in higher plants do not accumulate it? Plants Cell and Environment, 20:329-340

Haghighi, M. and Mozaffarian, M. (2014). Application of amino acids on growth and yield Tomato and bell pepper plants in the greenhouse. Journal of Vegetables Sciences, 1(1), 59-64.

Han, H.S. and Lee, K.D. (2006). Effect of inoculation with phosphate and potassium co-in solubilizing bacteria on mineral uptake and growth of pepper and cucumber. *Plant, Soil and Environ*, 52:130–136.

Hashemabadi, D., Kaviani, B., Erfatpour, M. and Larijani, K. (2010). Comparison of essential oils compositions of Eryngo (*Eryngium caucasicumTrautv*.) at different growth phases by hydro distillation method. Plant Omics Journal, 3:135-139.

Jahan, M., Nariri Mahalati, M., Amiri, M.B. and Tahami, K. (2011). Effects of biological fertilizers on oil production and yield of basil (*Ocimum basilicum* L.) in the winter cover crops. National Conference on sustainable agriculture, 1December, Islamic Azad University of Varamin-Pishva.

Jones, C.A., Jacobsen, J.S. and Mugaas, A. (2004). Effects of humic acid on phosphorus avaliability and spring wheat yield. Facts Fertilizer. 32-41.

Kadkhodaie, H., Sodaeizadeh, H. and Mosleh arani, A. (2014). The effects of exogenous application of glycine betain on growth and some physiological characteristics of Brossica napus under drought stress in field condition. Desert Ecosystem Engineering Journal, 3 (4):79-90.

Khattab, M., Shehata, A., Abou EI, E. and Hasani, K. (2016). Effect of Glycine, Methionine and Tryptophan on the Vegetative Growth, Flowering and Corms Production of Gladiolus Plant. Alexanderia Science Exchange Journal. 37: 648-658.

Khoshbakht, T., Bahadori, F., Khalighi, A. and Moez Ardalan, M. (2011). The Effect of Plant Growth Promoting Rhizobacteria on Macro Element Content and Yield of Aloe vera in Green House Conditions. Crop Physiology Journal, 2 (8):45-59.

Khoshbakht, K., Hammer, K. and Pistrick, K. (2007) Eryngium caucasicumTrautv. Cultivated as a vegetable in the Elburz Mountains (Northern Iran). Genetic Resources and Crop Evolution, 54: 445–448.

Koocheki, A., Tabrizi, L. and Ghorbani, R. (2008). Effect of biofertilizers on agronomic and quality criteria of Hyssop (*Hyssopusoff cinalis*). Crop Research Journal, 6(1):127-137.

Koozehgar Kaleji, M., Ardakani, M.R. (2017). The application of organic and biological fertilizers on quantitative and qualitative yield of spear mint (*Mentha spicata* L.). Journal of Applied Research Plant Ecophysiology, 4(1): 157-172.

Liu, X. Q., Ko, K.Y., Kim, S.H. and Lee, K.S. (2008). Effect of amino acid fertilization on nitrate assimilation of leafy radish and soil chemical properties in high nitrate soil. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 39: 269-281

Mackowiak, C.L., Grossl, P.R. and Bugbee, B.G. (2001). Beneficial effects of humic acid on micronutrient availability to wheat. Soil Science, 65: 1744-1750.

Mehrafarin, A., Naghdiabadi, H.A., Purhadi, M., Ghavami, N. and Kadkhoda, Z. (2012). Phytochemical and crop response of peppermint (*Mentha piperita* L.) to application of biological and urea fertilizers. Journal of Medicinal Plant, 10:4.107-118.

Michael, K. (2001). Oxidized lignites and extracts from oxidized lignites in agriculture. *Soil Science*, 1-23.

Miri, H. and Zamaei Moghadam, A. (2015). External application of glycine betaine to reduce the effects of drought stress on maize (*mays Zea*). Iranian Journal of Field Crops Research, 12.

Mohammad Zamani, M., Rabiyei, V. and Nejatian, M.A. (2013). Effect of Proline and Glycine Betaine Application on some Physiological Characteristics in Grapevine under Drought Stress. Iranian Journal of Horticultural Science, 43(4):393-401.

Mohammadi babazeidi, H., Falaknaz, M., Heidari, P., Hemati, M. and Farokhian, Sh. (2013). The Effect of Azosprillium Spp Bacteria, Salicylic Acid and Drought Stress on Morphological and Physiological Characteristics Of basil (*Ocimum basilicum* L.). Production of crops. 3(12):31-36.

Moradi, K., Siadat, A., Ebdali Mashhadi, A., Mirzaei, S., Hamdi Shangari, A. and Shahrajabian, M. (2012). The effect of glycine betaine treatment on germination and growth of *Zea mays* seedlings under salinity stress. Journal of Agiculture, 95:46-56.

Nabavi, S.M, Nabavi, S.F, Ebrahimzadeh, M.A. and Eslami, B. (2009). In Vitro Antioxidant Activi-ty of Pyrus Boissieriana, Diospyros Lotus, Eryngium Caucasicum and Froriepia Sub-pinnata. Journal of Rafsanjan University of Medical Sciences, 8(2):139-150.

Nahed, G., Abdel Aziz, A.A., Mazher, M. and Farahat, M.M. (2010). Response of vegetative growth and chemical constituents of Thuja orientalisL. plant to foliar application of different amino acids at Nubaria. Journal of American Science, 6:295-301

Najafi, F., Mahdavi Damghani, M., Tabrizi, L. and Nejad Ebrahimi, S. (2014). Effect of biofertilizers on growth, yield and essential oil content of thyme (*Thymus vulgaris* L.) and sage (*Salvia officinalis* L.). Journal of Essent and Oil Bear Plant, 17: 2. 237-250.

Nayebzadeh, M., Hakimi, L. and Khalighi, A. (2019). Investigating the effect of Glycine betaine and humi-forthi on morpho-physiological and biochemical properties Pelargonium graveolens under water stress. Journal of Plant Production Research, 26 (2):37-56.

Nikolay, S., Strigul, A. and Kravchenco, V. (2006). Mathematical modeling of PGPR inoculation into the rhizosphere. Enviromental Modeling and Software, 21: 1158-117

Olsen, S.R. and Sommers, L.E. (1982). Phosphorus, Methods of Soil Analysis, American Society of Agronomy, 403-430.

Rahi, A.R. 2013. The effect of super nitro plas and bio super phosphors on morphologic characteristic of (*Ocimum basilicum* L. Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture Soilless Culture Research Center, 7(26):125-135.

Rawia, A., Eid, S, Abo-sedera, A. and Attia, M. (2006). Influence of nitrogen fixing bacteria incorporation with organic and/or inorganic nitrogen fertilizers on growth, flower yield and chemical composition of Celosia argentea. World Journal of Agricultural Sciences, 2:450-458

Razipour, P., Golchin, A. and Daghestani, M. (2016). Effects of different levels of cow manure and inoculation with nitroxin on growth and performance of *Melissa officinalis* L. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants. 32 (5):807-823.

Rouzbeh R, Daneshian, J. and Aliabadi Farahani, H. (2009). Super nitro plus influence on yield and yield components of two wheat cultivars under NPK fertilizer application. Journal of Plant Breeding and Crop Science, 1 (8):293 - 7.

Rubio, V., Bustos, R., Irigoyen, M.L., Cardona-Lopez, X., Rojas-Triana, M. and Paz-Ares, J. (2009). Plant hormones and nutrient signaling. Plant Molecular Biology, 69(4): 361-73. Saikia, S.P., Dutta, S.P., Goswami, A., Bhau, B.S. andKanjilal, P.B. 2010. Role of Azospirillum in theimprovement legumes. In: Khan, M.S., Zaidi, A. and Musarrat, Javed. Microbes for Legume Improvment. Springer, London.

Sanikhani, M., Akbari, A. and Kheiry, A. (2020). Effect of phenylalanine and tryptophan on morphological and physiological characteristics in colocynth plant (*Citrullus colocynthis L.*). Plant Process and Function, 9 (35):317-327.

Savari A, Fotokian M and Barzali, M. (2009). Evaluation of glycine betaine effects on someagronomic traits of cotton (*Gossypium hirsutumL.*) cultivars under water-droughtstress. Journal of Daneshvar AgronomySciences. 1(1): 67-76.

Shaalan, M.N. (2005). Effect of compost and different sources of biofertilizers, on borage plants (*Borago officinalis*). Egypt Journal of Agriculture Recearch, 83:271.

Sharif, M., Khattak, R.A. and Sarir, M. S. (2002). Effect of different levels of lignitic coal drived humic acid on growth of maize plants. Communication in Soil Science and Plant Analysis, 33:3567-3580.

Sun, T., Xu, Z., Wu, C.T., Janes, M. and Prinyawiwatkul, W. (2007). Antioxidant Activities of Different Colored Sweet Bell Peppers (*Capsicum annuum* L.). Journal of Food Science, 72:98-102.

Tehrani. H.F., Ilkaei, M. N., and Mostafavi**,** K. (2017). Study of the humic acid and tea compost on Basilicum (*Ocimum basilicum L.*). leaf characteristics. Journal of Agronomy and Plant Breeding, 13 (4):65-73.

Varanini, Z. and Pinton, R. (1995). Humic substances and plant nutrition. In: Luttge, U.,(Ed.), Progress in Botany. 97-117.

Verlinden, G.T., Coussens, A., Vliegher, D. and Baert, G. (2010). Effect of humic substances on nutrient uptake by herbage and on production and nutritive value of herbage from sown grass pastures. Grass and Forage Science, 65(1): 133-144.

Wahba, H. E., Motawe, H. M. and Ibrahim, A. Y. (2015). Growth and chemical composition of Urtica pilulifera L. plant as influenced by foliar application of some amino acids. Journal of Materials Environmental Science, 6:499-506.

Weibing, Xing., Rajashekar, C.B., 1999. Alleviation of water stress in beans by exogenous glycine betaine. Plant Science, 148:185–195.

Yadav, R.D., Keshwa, G. L. and Yadva, S. S. (2002). Effect of integrated use of FYM, ureaand sulphur on growth and yield of is abgol (*Plant agoovata*). Journal of Medicinal and Aromatic Plant Sciences, 25:668-671

Yazdi, O., Alaei, Sh. and Rahmany, H. (2018). The effect of nitrogen biological and chemical fertilizers on savory in north of Khuzestan. Plant Ecophysiology, 10 (33):23-33.

Youssef A.A, Edris, A.E and Gomaa, A.M. A. (2004). Comparative study between some plant growth regulators and certain growth hormones producing microorganisms on growth and essential oil composition of Salvia officinalis L. Plant Annals of Agricultural Science, 9:299-311.

Zamani Moghadam, A. and Miri, H.R. (2014). The Effect of External Usage of Glycine Betaine on Corn (*zea mays* L.) in Drought Condition. Iranian Journal of Field Crops Research, 12 (4):704-717.