گیاه و زیست فناوری ایران
Iranian Journal of Plant & Biotechnology (IJPB)
واحد گرمسار

نوع مقاله: پژوهشی

اثر برخی محرک‌های زیستی و حجم بستر کشت بر صفات مورفوفیزیولوژیک نشاء فلفل دلمه‌ای (*Capsicum annuum*)

سرور رحیمی‌بقا[۱]، مرجان دیانت (نویسنده مسئول)[۲*]، راهله ابراهیمی[۳]
۱- دانشجوی کارشناسی‌ارشد، گروه علوم و مهندسی کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران، samadi.acn@gmail.com
۲- دانشیار، گروه علوم و مهندسی کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران، ma_dyanat@yahoo.com
۳- استادیار، گروه علوم و مهندسی کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران، rebrahimi85@yahoo.com

تاریخ دریافت: اردیبهشت ۱۴۰۴ تاریخ پذیرش: تیر ۱۴۰۴

Effect of some biological stimuli and the volume of culture medium on the morphophysiological traits of sweet pepper (*Capsicum annuum*) seedlings

Soroor Rahimibagha[1], Marjan Diyanat (Corresponding author)[2*] and Raheleh Ebrahimi[3]
1- M.Sc Student, Department of Agricultural Science and Engineering, SR. C., Islamic Azad University, Tehran, Iran, samadi.acn@gmail.com
2- Associate Professor, Department of Agricultural Science and Engineering, SR. C., Islamic Azad University, Tehran, Iran, ma_dyanat@yahoo.com
3-Assistant Professor, Department of Agricultural Science and Engineering, SR. C., Islamic Azad University, Tehran, Iran, rebrahimi85@yahoo.com

Received: May 2025 Accepted: July 2025

Abstract
Cocopeat is the most widely used culture medium in Iran, but the increase in its price in recent years has made it necessary to review the reduction of the volume of this type of culture medium for the production of seedlings. A factorial experiment was conducted in the form of a completely randomized design with 12 treatments and three replications. The factors include biostimulant at four levels (no biostimulant, amino acid 1 in a thousand, seaweed extract 1 in a thousand, amino acid 1 in a thousand + seaweed extract 1 in a thousand) and the volume of culture medium in three levels (40, 80 and 120 cc). The results showed that the interaction effect of biological stimulus and the volume of culture medium on the traits of seedling height, leaf area, fresh and dry weight of shoots and roots, chlorophyll a, b and total, chlorophyll index and carotenoids were significant at the level of 1%. The highest fresh weight of aerial parts in treatment of combined use of amino acid biostimulants and algae extract with a bed volume of 120 cc and the lowest fresh weight of aerial parts in control treatment with a bed volume of 40 CC was obtained. Based on the results of this research, the combined application of amino acid and seaweed extract in a bed volume of 120 cc had the best effect in improving the morphophysiological characteristics of bell pepper seedlings.

Key words: Biological stimulus, Chlorophyll, Morphophysiological traits, Soluble carbohydrate

Iranian Journal of Plant & Biotechnology
Spring 2025, Vol 20, No 1, Pp 53-67

چکیده
کوکوپیت پرمصرف‌ترین بستر مورد استفاده در ایران است، اما افزایش قیمت آن در سال‌های اخیر، نیاز به بازبینی در کاهش حجم این نوع بستر جهت تولید نشاء را ضروری ساخته است. به‌منظور بررسی تاثیر برخی محرک‌های زیستی و حجم بستر کشت بر صفات مورفوفیزیولوژیک نشاء فلفل دلمه‌ای در شرایط گلخانه، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۱۲ تیمار و سه تکرار انجام شد. فاکتورها شامل محرک زیستی در چهار سطح (بدون محرک زیستی، اسید آمینه یک در هزار، عصاره جلبک دریایی یک در هزار، اسید آمینه یک در هزار به همراه عصاره جلبک دریایی یک در هزار) و حجم بستر کشت در سه سطح (۴۰، ۸۰ و ۱۲۰ میلی‌لیتر) بودند. نتایج نشان داد که اثر متقابل محرک زیستی و حجم بستر کشت بر صفات ارتفاع نشاء، سطح برگ، وزن تر و خشک اندام هوایی و ریشه، کلروفیل a، b و کل، شاخص کلروفیل و کاروتنوئیدها در سطح یک درصد معنی‌دار شد. بیشترین وزن تر اندام هوایی در تیمار کاربرد ترکیبی محرک‌های زیستی اسید آمینه و عصاره جلبک با حجم بستر ۱۲۰ میلی‌لیتر و کمترین وزن تر اندام هوایی در تیمار شاهد با حجم بستر ۴۰ میلی‌لیتر به‌دست آمد. براساس نتایج این تحقیق کاربرد ترکیبی اسید آمینه و عصاره جلبک دریایی در حجم بستر ۱۲۰ میلی‌لیتر بهترین تاثیر را در بهبود صفات مورفوفیزیولوژیکی نشاء فلفل دلمه‌ای داشت.

کلمات کلیدی: صفات مورفوفیزیولوژیک، کربوهیدرات محلول، کلروفیل، محرک زیستی

فصلنامه گیاه و زیست فناوری ایران
بهار ۱۴۰۴، دوره ۲۰، شماره ۱، صص ۶۷-۵۳

مقدمه و کلیات

فلفل شیرین (*Capsicum annuum* L.) از خانواده Solanaceae و یک محصول مهم اقتصادی است. که به آن فلفل دلمه ای یا فلفل سبز نیز می‌گویند. فلفل دلمه‌ای از جمله اصلی‌ترین گیاهانی است که در شرایط گلخانه‌ای کشت می‌شود (Nwokeji *et al.*, 2022). عطر و طعم و رنگ فلفل از مهم‌ترین ویژگی‌های این محصول است. این سبزی سرشار از عناصر معدنی نظیر پتاسیم، ویتامین‌های A، C، آنتی اکسیدان‌ها مانند لیکوپن، کاروتنوئیدها، مواد فنولیک و فیبر غیرمحلول است (نظری و همکاران، ۱٤۰۱). میـــوه فلفل دلمه‌ای منبع خوبی برای تعـدادی از ترکیبات آنتی‌اکسیدان است. به طوریکـه مصـرف یـک عـدد فلفل متوسط، دو برابر نیاز روزانه به ویتامین ث بـدن را تامین می‌کند. فلفل دلمه‌ای دربرگیرنده الگوی پلی‌فنولیک قوی شـامل هیدروکمیلی لیترنامیدها (Hydroxycinnmates)، فلاونـــول‌هـــا و فلاون‌ها می‌باشد (Aslani *et al.*, 2014). استفاده بی‌رویه و نامتعادل کودهای شیمیایی در کشاورزی رایج سبب افزایش هزینه‌ها، تخریب خاک، از بین رفتن میکروارگانیسم‌ها، کاهش تنوع زیستی، نامتعادل شدن pH خاک و در نهایت تهدید ثبات و پایداری بوم نظام‌ها و سلامت انسان شده است. به همین دلیل، متخصصان تلاش دارند تا جایگزین‌های بوم سازگاری را به منظور جایگزینی با کودهای شیمیایی به کشاورزان و دست اندرکاران تولیدات کشاورزی معرفی نمایند (Azarpira *et al.*, 2018). هرگونه پیشرفت در سیستم کشاورزی که منجر به تولید و عملکرد بالاتر می‌شود، باید تأثیر منفی زیست محیطی کشاورزی را کاهش داده و پایداری سیستم را تقویت کند. یکی از این روش‌ها استفاده از محرک‌های زیستی است که می‌تواند اثر بخشی کودهای معدنی معمولی را تقویت کند (Abou El Magd, 2019). محرک‌های زیستی محصولات ارگانیکی هستند که از پپتیدها، اسیدهای آمینه، پلی‌ساکاریدها، اسیدهای هیومیک و یا فیتوهورمون‌ها و غیره برای جذب فوری و در دسترس بودن در گیاه تشکیل شده‌اند. جذب آنها به فعالیت فتوسنتزی بستگی ندارد، زیرا مستقیماً توسط گیاه جذب می‌شوند و در نتیجه مصرف انرژی کمتری دارند. هدف این محصولات تامین مواد مغذی نیست، بلکه بیشتر به منظور حمایت و تحریک متابولیسم گیاه، کاهش تنش گیاه و غیره است. همچنین ادعا می‌شود که آنها رشد و عملکرد محصول را از طریق یک سری مکانیسم‌های بسیار متنوع از جمله فعال‌سازی فعالیت میکروبی خاک و ارتقا یا افزایش فعالیت آنزیم‌های حیاتی خاک یا هورمون‌های رشد گیاهی افزایش می‌دهند (Parrado *et al.*, 2008). به‌نظر می‌رسد که استفاده از محرک‌های زیستی بهترین وسیله برای رفع نیاز فوری به روش‌های آلی جایگزین مبتنی بر مواد فعال بیولوژیکی جدید، سازگار با محیط زیست و ایمن باشد (Posmyk and Szafrańska, 2016). در زیست‌شناسی، اسیدهای آمینه نقش حیاتی در زندگی سلولی دارند. اسیدهای آمینه از مهم ترین متابولیت های اولیه در سلول‌های گیاهی هستند. با این حال، آنها اغلب به عنوان متابولیت‌های ثانویه، به ویژه در مورد اسیدهای آمینه پرولین، گلیسین و بتائین در نظر گرفته می‌شوند. بسیاری از ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی سلول‌های گیاهی، بافت‌ها و اندام‌ها تحت تأثیر حضور اسیدهای آمینه قرار می‌گیرند. آنها واحدهای سازنده پروتئین‌ها هستند، به‌عنوان جزء اصلی سلول‌های زنده که نقش حیاتی در بسیاری از واکنش‌های متابولیک سلولی دارند. علاوه بر

این، اسیدهای آمینه عملکردهای بیولوژیکی مهم مختلفی در سلول‌های گیاهی از جمله سم‌زدایی از سموم و فلزات سنگین، بهینه سازی جذب، جابجایی و متابولیسم مواد مغذی، بیوسنتز ویتامین، تحریک زیستی رشد، ایجاد تحمل بالاتر در برابر تنش‌های محیطی مانند خشکی، شوری و شرایط سرما و همچنین در سنتز و تولید کودهای آمینوکلات دارند (Noroozlo *et al.*, 2019). کاربرد ترکیبات حاوی اسیدهای آمینه آزاد می‌تواند با افزایش درصد نیتروژن محتوی گیاهی موجب افزایش پروتئین دانه شود (محمودی و خشنود، ۱۳۹۳). این ترکیب‌ها در بیوسنتز متابولیت‌های ثانویه و هورمونی نقش مهمی دارند. به طورکلی اسیدهای آمینه موادی هستند که باعث تحریک سوخت و ساز (متابولیسم) و فرآیندهای سوخت وسازی (متابولیکی) در جهت افزایش کارایی گیاهان می‌شوند. از اثرگذاری‌های مثبت اسیدآمینه بر گیاهان می‌توان به بهبود شاخص‌های فیزیولوژیک و ترکیب‌های بیوشیمیایی چای، افزایش عملکرد کمی و کیفی در بابونه و افزایش شمار دانه در خوشه‌ی گندم اشاره کرد (رضاخانی و حاج سیدهادی، ۱۳۹٦). اسید آمینه هم به‌صورت خاکی و هم به‌صورت محلول‌پاشی، استفاده می‌گردد (حقیقی و مظفریان، ۱۳۹٤). محلول‌پاشی آمینو اسید باعث بهبود کارایی جذب نیتروژن از خاک می‌گردد و در نتیجه سبب کاهش هدر روی نیتروژن می‌شود. گیاهان با کاربرد آمینو اسید از طریق ریشه قادر خواهند بود تا عناصر غذایی بیشتری از محیط ریشه جذب کنند (حقیقی و مظفریان، ۱۳۹٤). عصاره جلبک دریایی، به دلیل دارا بودن طیف وسیعی از تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی و هورمون‌ها اهمیت ویژه‌ای تغذیه گیاهان دارد. سایتوکینین که یکی از مهم‌ترین تنظیم کننده‌های رشد گیاهی است، در عصاره حاصل از جلبک‌های دریایی، به شکل مشتقات trans-zeatin وtrans zeatin riboside و همچنین سایتوکینین آروماتیک بنزیل مینوپورین وجود دارد. عصاره جلبک دریایی دارای مقادیر زیادی اکسین و ترکیبات شبه اکسینی نیز می‌باشد. برای مثال، گونه آسکوفیلوم نودوسوم دارای ۵۰ میلی‌گرم اسید ایندول استیک در هر گرم ماده خشک می‌باشد (یعقوبی، ۱۳۹۹). کاربرد عصاره جلبک باعث افزایش تشکیل میوه، تاخیر در پیری برگ و بهبود مقاومت به تنش‌های محیطی از قبیل خشکی، شوری و درجه حرارت و افزایش کمیت و کیفیت میوه می‌شود (بیگ‌زاده و همکاران، ۱۳۹۹). محلول‌پاشی جلبک‌های دریایی هم برای افزایش رشد گیاه و هم برای تحمل در برابر تنش‌های محیطی مانند سرمازدگی، خشکی، شوری و برای بهبود فعالیت فتوسنتزی استفاده می‌شود (Rafi *et al.*, 2021). این اثرات جلبک دریایی توسط مکانیسم‌های فیزیولوژیکی، بیوشیمیایی و مولکولی پشتیبانی می‌شوند (Wang *et al.*, 2014). یکی دیگر از ترکیبات موجود در عصاره جلبک دریایی، بتائین و ترکیبات شبه بتائین است که در گیاه، نقش مقاومت به تنش شوری و افزایش مقدار کلروفیل برگ را به عهده دارد. افزایش کلروفیل به واسطه تأثیر بتائین موجود در عصاره جلبک دریایی، باعث افزایش عملکرد گیاه زراعی یا باغی می‌گردد (یعقوبی، ۱۳۹۹). در بررسی اثر کودهای با منشأ بیولوژیک شامل عصاره جلبک دریایی، کودهای حاوی اسیدآمینه و مخلوط آنها بر پنج رقم گوجه فرنگی گلخانه‌ای نتایج نشان داد که کاربرد کودهای حاوی اسیدآمینه اثرهای مثبت بیشتری را نسبت به عصاره جلبک دریایی بر میزان عملکرد گیاه گوجه فرنگی داشت. نوع رقم گوجه فرنگی نیز بر نحوه واکنش گیاه به کود مورد استفاده تأثیرگذار بود، به طوری که

میانگین طول و قطر و وزن میوه در ارقام گوجه فرنگی با میوه‌های ریز (Golden cherry، Sweet million و M09) در مقایسه باگوجه فرنگی‌های با اندازه میوه درشت (EDU و Guiza) تحت تأثیر کاربرد کودهای حاوی اسیدآمینه و عصاره جلبک دریایی قرار نگرفته یا بسیار کم تحت تأثیر قرار گرفتند (عالی‌فر و همکاران، ۱۳۸۹). اهمیت پیت به‌عنوان بخشی از مواد تشکیل دهنده بستر کشت مربوط به خصوصیاتی است که مهم‌ترین آنها ظرفیت نگهداری آب، ظرفیت نگهداری هوا، وزن حجمی کم (که هزینه‌های جابجایی را کاهش می‌دهد) و ظرفیت تبادل کاتیونی بالای آن است (Prasad, 2022). محققین در پژوهشی به بررسی تأثیر کود مایع جلبک دریایی بر عملکرد و رشد فلفل دلمه‌ای پرداختند. غلظت‌های مختلف شامل ۱۰، ۲۰، ۳۰، ٤٠ و ٥٠ درصد از کود مایع جلبک دریایی با استفاده از آب مقطر تهیه شدند. تیمار کودی با غلظت ۲۰ درصد حداکثر جوانه‌زنی بذر، وزن تر، وزن خشک، طول ریشه و ساقه‌چه، تعداد شاخه، سطح برگ، تعداد غلاف و محتوای کلروفیل کل، پروتئین، کربوهیدرات و لیپید را نشان داد. بنابراین، می‌تواند به عنوان یک کود زیستی جایگزین عمل کند، زیرا سازگار با محیط زیست، مقرون به صرفه است و مزایای اقتصادی و زیست محیطی قابل توجهی را برای کشاورز به ارمغان می‌آورد (Vijayakumar *et al*., 2019). بستر کوکوپیت در حال حاضر بهترین و پرمصرف‌ترین بستر مورد استفاده در ایران است، اما به دلیل اینکه نهاده‌ای وارداتی است، افزایش قیمت این بستر در سال‌های اخیر، نیاز به بازبینی در کاهش حجم این نوع بستر جهت تولید نشاء و کشت هیدروپونیک سایر محصولات با کیفیت ضروری به نظر می‌رسد. بنابراین، این پژوهش با هدف مطالعه اثر برخی محرک‌های زیستی و حجم بستر کشت بر صفات مورفوفیزیولوژیکی نشاء فلفل دلمه‌ای (به عنوان یکی از مهم‌ترین محصولات گلخانه‌ای در ایران) انجام شد.

فرآیند پژوهش

این تحقیق در گلخانه‌ای واقع در گرمدره‌ی کرج در سال ١٤٠١ انجام شد. در این آزمایش از بذر گیاه فلفل دلمه‌ای (*Capsicum annuum*) رقم عنبری که از شرکت عنبری ایران تهیه شده بود، استفاده گردید. برای انجام این آزمایش سینی‌های نشاء در سه اندازه تهیه شدند و با بستر کشت ٥٠٪ کوکوپیت و ٥٠٪ پرلیت از نوع فاین، پر شدند. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۱۲ تیمار در سه تکرار انجام شد. فاکتورها شامل محرک زیستی در چهار سطح (عدم کاربرد محرک زیستی M_1، اسید آمینه یک در هزارM_2 ، عصاره جلبک دریایی یک در هزار M_3 و اسید آمینه یک در هزار به همراه عصاره جلبک دریایی یک در هزار M_4) و حجم بستر کشت در سه سطح (٤٠ ، ٨٠ و ۱۲۰ میلی‌لیتر) بودند. ابتدا در هر حفره سینی کشت یک عدد بذر فلفل دلمه‌ای در عمق یک سانتی‌متری از سطح بستر کشت گردید و بلافاصله آبیاری شدند. در مرحله بعد سینی‌های نشاء در فضایی تاریک با دمای ۲۲ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۷۰ درصد قرارداده شدند و به محض مشاهده نخستین شواهد جوانه‌زنی در۹۰ درصد از حفره‌های کاشت، سینی‌های نشاء به فضای گلخانه منتقل شدند. در طی رشد نشاء، دمای روزانه گلخانه ٢٤ درجه سانتی‌گراد و دمای شبانه ۱۹ درجه سانتی‌گراد بود. زمان شروع اعمال تیمارها از مرحله ظهور برگ‌های لپه‌ای بود. نحوه تیمار نشاها با محرک زیستی به‌صورت محلول‌پاشی و هفته‌ای دوبار بود. عصاره جلبک دریایی با برند BIOALGAX و اسید آمینه با برند MAFA استفاده

شدند. محلول اسید آمینه مورد استفاده دارای اسیدهای آمینه فنیل‌آلانین، آرژنین، آسپارتیک اسید، گلوتامیک‌اسید، گلیسین، لیزین، متیونین، آلانین، پرولین، تریپتوفان-هیستیدین، لوسین، ایزولوسین، تیروزین و والین بودند. طی آزمایش نشاءها هفته‌ای یک بار هم از طریق کود NPK (با نسبت ۲۰-۲۰-۲۰) تیمار شدند. پس از اعمال تیمارها صفات مورد نظر شامل ارتفاع گیاه، قطر ساقه، سطح برگ، وزن تر و خشک اندام هوایی و ریشه، میزان کربوهیدرات‌های محلول (Irigoyen *et al.*, 1992)، کلروفیل a، b و کل و کاروتنوئیدها (Arnon, 1967) اندازه گیری شدند. داده‌های حاصله با نرم‌افزار SPSS (نسخه ۱۶) تجزیه و تحلیل و میانگین‌ها با آزمون چنددامنه‌ای دانکن مقایسه شدند و برای رسم نمودارها از نرم‌افزار اکسل استفاده شد.

نتایج و بحث

صفات مورفولوژیک: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل محرک زیستی و حجم بستر کشت بر صفات ارتفاع نشاء، سطح برگ، وزن تر و خشک اندام هوایی و ریشه در نشاء فلفل دلمه‌ای در سطح یک درصد معنی‌دار شد. اما اثر متقابل محرک زیستی و حجم بستر کشت ساده بر صفت قطر ساقه معنی‌دار نبود (جدول ۱).

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر محرک زیستی و حجم بستر کشت بر صفات مورفولوژیکی نشاء فلفل دلمه‌ای

Table 1- Variance analysis of the effect of biostimulant and cultivation medium volume on morphological traits of bell pepper seedlings

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		ارتفاع نشاء	قطر ساقه	سطح برگ	وزن تر اندام هوایی	وزن خشک اندام هوایی	وزن تر ریشه	وزن خشک ریشه
محرک زیستی	3	47.27**	5.37**	9644050.47**	12.31**	0.12**	0.48**	0.005**
حجم بستر کشت	2	0.71**	0.06**	20800.58**	0.52**	0.007**	0.03**	0.001 ns
محرک زیستی× حجم بستر کشت	6	0.16**	0.003 ns	3420.36**	0.06**	0.001**	0.004**	0.001*
اشتباه آزمایش	24	0.004	0.004	66.33	0.002	0.001	0.001	0.001
ضریب تغییرات (٪)	-	0.75	2.24	0.27	1.44	3.09	2.52	5.07

****، * و ns به ترتیب نشان دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد، پنج درصد و عدم تفاوت معنی‌دار**

****, * and ns indicate significant difference at the probability level 1% and 5% and no significant difference, respectively**

با توجه به نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثر متقابل محرک زیستی و حجم بستر کشت، بیشترین ارتفاع نشاء در تیمار کاربرد ترکیبی محرک‌های زیستی اسید آمینه به همراه عصاره جلبک و حجم بستر کشت ۱۲۰ میلی لیتر با میانگین ۱۲/۵۷ سانتی‌متر و کمترین ارتفاع نشاء در تیمار شاهد و حجم بستر ۴۰ میلی لیتر با میانگین ارتفاع ۶/۸۶ سانتی‌متر به دست آمد (جدول ۲). ارتفاع نشاء از صفات و معیارهای مهم سنجش کیفیت نشاء می‌باشد. گزارش شده که کاربرد عصاره جلبک دریایی در پیاز (Hidangmayum and Sharma, 2017) و در فلفل شیرین (Marhoon and Abbas, 2015) باعث افزایش ارتفاع بوته شد. در

مطالعات انجام شده روی گیاه فلفل محلول‌پاشی جلبک دریایی روی شاخساره، افزایش قابل توجهی در ارتفاع گیاه و درصد کلروفیل کل را نشان داد (Mohammed, 2013; Demir *et al.*, 2006). عصاره جلبک دریایی مانند هورمون‌های رشد طبیعی (اکسین‌ها و سیتوکینین‌ها) از طریق افزایش تعدادی از رویدادهای متابولیکی، تقسیم سلولی و بزرگ شدن سلول باعث رشد گیاه و افزایش ارتفاع گیاه می‌شود (Gollan *et al.*, 2006; Prasad *et al.*, 2010). این یافته‌ها با نتایج سایر محققان در گیاه خیار هم‌خوانی دارد (Abdulraheem, 2009). نتایج مشابه با این تحقیق نشان داد که محلول‌پاشی گیاهان با اسید آمینه باعث افزایش چشمگیر در ارتفاع گیاه کرفس وحشی شد (Shehata *et al.*, 2011).

جدول ۲- مقایسه میانگین صفات مورفولوژیکی نشا فلفل دلمه‌ای تحت تاثیر اثر متقابل محرک زیستی و حجم بستر کشت

Table 2- Mean comparison of morphological traits of bell pepper seedlings under the interaction effect of biostimulant and cultivation medium volume

تیمار		میانگین						
محرک زیستی	حجم بستر کشت (میلی‌لیتر)	ارتفاع نشاء (سانتی‌متر)	سطح برگ (سانتی‌متر مربع)	وزن تر اندام هوایی (گرم)	وزن خشک اندام هوایی (گرم)	وزن تر ریشه (گرم)	وزن خشک ریشه (گرم)
عدم کاربرد محرک زیستی	40	6.86 h	19837.67 l	2.07 l	0.21 h	0.68 g	0.07 b
	80	6.92 h	1912.67	2.17 k	0.22 gh	0.74 f	0.07 b
	120	6.85 h	2066.0 j	2.29 j	0.23 gh	0.73 fg	0.07 b
اسید آمینه یک در هزار	40	7.21 g	2491.33 i	2.47 i	0.25 fgh	0.84 e	0.08 b
	80	7.58 f	2522.33 h	2.71 h	0.27 efg	0.87 e	0.08 b
	120	7.85 e	2565.67	2.87 g	0.29 def	0.88 e	0.09 ab
عصاره جلبک دریایی یک در هزار	40	8.81 d	3313.67 f	3.29 f	0.32 cde	0.96 d	0.09 ab
	80	9.23 c	3367.67 e	3.38 e	0.33 cd	0.97 d	0.09 ab
	120	9.31 c	3414.0 d	3.52 d	0.35 c	1.09 c	0.10 ab
اسید آمینه یک در هزار به همراه عصاره جلبک دریایی یک در هزار	40	11.75 b	4336.67 c	4.51 c	0.45 b	1.20 b	0.12 ab
	80	11.76 b	4356.0 b b	4.78 b	0.48 b	1.24 b	0.12 ab
	120	12.57 a	4383.33 a	5.31 a	0.54 a	1.35 a	0.14 a

در هر ستون میانگین های دارای حروف مشابه با یکدیگر تفاوت معنی داری ندارند

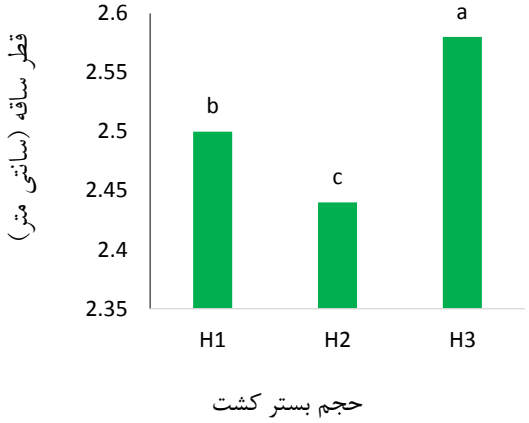
In each column, means with the same letters are not significantly different from each other

نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثر ساده محرک زیستی نشان داد بیشترین قطر ساقه نشاء در تیمار با محرک زیستی مخلوط اسید امینه و عصاره جلبک با میانگین ۳/۵۸ میلی متر و کمترین میزان قطر ساقه در تیمار شاهد با میانگین ۱/۸۳ میلی متر بود (شکل ۱). بیشترین قطر ساقه در حجم بستر ۱۲۰ میلی لیتر با میانگین ۲/۵۸ میلی‌متر و کمترین میزان قطر ساقه در حجم بستر ۸۰ میلی لیتر با میانگین ۲/٤٤ میلی‌متر بود (شکل ۲). با مصرف غلظت‌های مختلف عصاره جلبک دریایی در گیاه گلرنگ قطر ساقه تحت تأثیر قرارگرفت، به نحوی که با افزایش غلظت مصرف، قطر ساقه نیز روندی افزایشی را نشان داد (سیبی و همکاران، ۱۳۹۵). در

کاربرد اسیدهای آمینه بر روی گیاه مرزه گزارش شد که تمام پارامترهای رشدی از جمله قطر طوقه با افزایش غلظت اسیدهای آمینه افزایش یافت (Abdel Aziz *et al.*, 2010).

شکل ۱- مقایسه میانگین اثر محرک زیستی بر قطر ساقه در نشاء فلفل دلمه‌ای (حروف M_1، M_2، M_3 و M_4 به‌ترتیب نشان دهنده شاهد و محرک‌های زیستی اسید آمینه، جلبک و اسید آمینه × جلبک به نسبت یک در هزار است)

Fig 1- Comparison of the average effect of biostimulants on stem diameter in bell pepper seedlings (letters M1, M2, M3, and M4 represent the control and the biostimulants amino acid, algae, and amino acid × algae in a ratio of one in a thousand, respectively)



شکل ۲- مقایسه میانگین اثر حجم بستر کشت بر قطر ساقه در نشاء فلفل دلمه‌ای (حروف H_1، H_2 و H_3 به‌ترتیب نشان دهنده حجم بستر کشت در سه سایز ۴۰، ۸۰ و ۱۲۰ میلی‌لیتر است)

Fig 2- Comparison of the average effect of the volume of the growing medium on the stem diameter in bell pepper seedlings (the letters H1, H2 and H3 indicate the volume of the growing medium in three sizes of 40, 80 and 120 cc, respectively)

بیشترین سطح برگ در تیمار کاربرد ترکیبی محرک‌های زیستی اسید آمینه و عصاره جلبک و حجم بستر کشت ۱۲۰ میلی لیتر با میانگین ۴۶۶۰/۵۸ میلی‌متر مربع بدست آمد و کمترین سطح برگ در تیمار شاهد و حجم بستر ۴۰ میلی لیتر با میانگین سطح برگ ۱۹۸۳/۶۷ میلی‌متر مربع به دست آمد (جدول ۲). محققین با مطالعه روی تأثیر جلبک بر صفات انگور گزارش کردند که استفاده از ترکیب عصاره جلبک و نانوکود تأثیر مثبتی بر شاخص سطح برگ داشت (Sabir *et al.*, 2014). در مطالعاتی اسیدهای آمینه با تسریع در جذب آب و مواد غذایی و افزایش رشد رویشی، باعث افزایش تعداد برگ گیاه نعناع شدند (Dinoo *et al.*, 2009). به نظر می‌رسد افزایش سطح برگ در تیمار اسید آمینه و جلبک دریایی به علت افزایش جذب عناصر غذایی و تنظیم کننده‌های رشد باشد که باعث انتقال شیره خام با کیفیت به برگ‌ها شده و موجب تقسیم سلولی و رشد بهتر برگ‌های گیاه شده است. نیتروژن موجود در اسیدهای آمینه، موجب افزایش تغذیه نیتروژنی گیاه شده و به رشد برگ کمک شایانی می‌کند (تراب احمدی و همکاران، ۱۳۹۸). بیشترین وزن تر اندام هوایی در تیمار کاربرد ترکیبی محرک‌های زیستی اسید آمینه و عصاره جلبک

با حجم بستر ۱۲۰ میلی لیتر با میانگین ۵/۳۱ گرم بود و کمترین وزن تر اندام هوایی در تیمار شاهد با حجم بستر ٤۰ میلی لیتر با میانگین وزن ۲/۰۷ گرم به دست آمد (جدول ۲). نقش عصاره‌های جلبکی در افزایش وزن تر اندام هوایی در گیاه گوجه فرنگی (Di Stasio *et al*., 2020) تحت تنش شوری و در پیاز در شرایط تنش خشکی (Almaroai and Eissa, 2020) گزارش شده است. استفاده از عصاره جلبک دریایی به دلیل وجود هورمون‌های رشد موجود در آن و اثر آنها بر روند جذب و حرکت مواد مغذی در گیاهان موجب افزایش مواد مغذی در برگ شده، در نتیجه موجب افزایش وزن گیاه می‌شوند (Agarwal *et al*., 2021). بیشترین وزن خشک اندام هوایی در تیمار کاربرد ترکیبی محرک های زیستی اسید آمینه و عصاره جلبک با حجم بستر ۱۲۰ میلی لیتر با میانگین ۰/٥٤ گرم بود و کمترین وزن خشک اندام هوایی در تیمار شاهد با حجم بستر ٤۰ میلی لیتر با میانگین وزن ۰/۲۱ گرم به دست آمد (جدول ۲). در تحقیقی اثر عصاره جلبک در افزایش وزن خشک اندام هوایی در پیاز در شرایط تنش خشکی گزارش شد (Almaroai and Eissa, 2020). محققین اعلام کردند که افزایش وزن خشک اندام هوایی و ریشه در پی استفاده از عصاره جلبک ممکن است به دلیل افزایش رشد رویشی باشد که بدلیل افزایش فتوسنتز و افزایش دسترسی به مواد مغذی آلی ایجاد می‌شود (Spinelli *et al*., 2010). بیشترین وزن تر ریشه در تیمار کاربرد ترکیبی محرک‌های زیستی اسید آمینه و عصاره جلبک با حجم بستر ۱۲۰ میلی لیتر با میانگین ۱/۳۵ گرم بود و کمترین وزن تر ریشه در تیمار شاهد با حجم بستر ٤۰ میلی لیتر با میانگین وزن ۰/٦۸ گرم به دست آمد (جدول ۲). در پژوهشی که روی گیاه برنج انجام شد، استفاده از عصاره جلبک *Ascophyllum nodusum* موجب افزایش ۲۹/۷۷ درصدی وزن ریشه شد (Sunarpi *et al*., 2011). پژوهش‌ها نشان داده که محلول‌پاشی عصاره جلبک دریایی منجر به بهبود توسعه ریشه در گونه های مختلفی مانند ذرت، گوجه فرنگی، انگور و توت فرنگی شده است (Calvo *et al*., 2014). بیشترین وزن خشک ریشه در تیمار کاربرد ترکیبی محرک‌های زیستی اسید آمینه و عصاره جلبک و حجم بستر کشت ۱۲۰ میلی لیتر با میانگین ۰/۱٤ گرم بود و کمترین وزن خشک ریشه در تیمار شاهد با حجم بستر ٤۰ میلی لیتر با میانگین وزن ۰/۰۷ گرم به دست آمد (جدول ۲). در پژوهشی گزارش شد که بیشترین وزن خشک ریشه با مصرف دو لیتر در هکتار عصاره جلبک دریایی در مرحله رشد رویشی گلرنگ به دست آمد (سیبی و همکاران، ۱۳۹۵). با افزایش غلظت مصرف عصاره جلبک دریایی در مرحله‌ی رشد رویشی گیاه، گستردگی ریشه گیاه در خاک به خوبی صورت گرفته و در نهایت افزایش وزن خشک ریشه را به دنبال داشت (Sunarpi *et al*., 2011).

صفات فیزیولوژیک: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل محرک زیستی و حجم بستر کشت بر صفات کلروفیل a، b و کل، محتوای کلروفیل و کاروتنوئید در نشاء فلفل دلمه‌ای در سطح یک درصد معنی‌دار شد. اما اثر متقابل محرک زیستی و حجم بستر کشت ساده بر صفت کربوهیدرات‌های محلول معنی‌دار نبود (جدول ۳). با توجه به نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثر متقابل محرک زیستی و حجم بستر کشت

بیشترین محتوای کلروفیل a، b و کل در نشاء فلفل دلمه‌ای در تیمار کاربرد ترکیبی محرک‌های زیستی اسید آمینه و عصاره جلبک و حجم بستر ١٢٠ میلی لیتر به ترتیب با میانگین ١/٩٠، ٠/٨٦ و ٢/٩٦ میلی‌گرم بر گرم وزن تر بود و کمترین میزان کلروفیل a، b و کل در تیمار شاهد با حجم بستر ٤٠ میلی لیتر به ترتیب با میانگین ١/٠٩، ٠/٤٦ و ١/٧٦ میلی‌گرم بر گرم وزن تر به دست آمد (جدول ٤). محققین گزارش کردند که تیمار بوته‌های گوجه فرنگی با عصاره جلبک دریایی باعث افزایش کلروفیل کل در برگ‌ها شد (Zodape *et al.*, 2011). محتوای کلروفیل برگ به‌عنوان یک عامل مهم در تعیین ظرفیت فتوسنتزی برگ محسوب می‌شود. افزایش غلظت کلروفیل در اثر استفاده از عصاره جلبک دریایی در گیاهان مختلف همچون انگور (Sabir *et al.*, 2014) گزارش شده است.

جدول ٣- تجزیه واریانس اثر محرک زیستی و حجم بستر کشت بر صفات فیزیولوژیکی نشاء فلفل دلمه‌ای

Table 3- Variance analysis of the effect of biostimulant and cultivation medium volume on physiological traits of bell pepper seedlings

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل	کربوهیدرات‌های محلول	شاخص کلروفیل	کاروتنوئید
محرک زیستی	3	0.12**	0.73**	1.43**	2.91**	35.13**	0.13**
حجم بستر کشت	2	0.02**	0.04**	0.11**	0.06**	0.28**	0.01**
محرک زیستی× حجم بستر کشت	6	0.002**	0.002**	0.006*	0.002 ns	0.01**	0.003**
اشتباه آزمایش	24	0.0001	0.001	0.002	0.002	0.002	0.001
ضریب تغییرات (٪)	-	2.41	1.51	1.91	1.27	0.57	2.76

****، * و ns به ترتیب نشان دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد، پنج درصد و عدم تفاوت معنی‌دار**

****, * and ns indicate significant difference at the probability level 1% and 5% and no significant difference, respectively**

نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثر ساده محرک زیستی نشان داد بیشترین میزان کربوهیدرات‌های محلول در تیمار کاربرد ترکیبی محرک‌های زیستی اسید آمینه و عصاره جلبک با میانگین ٣/٨٢ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک و کمترین میزان کربوهیدرات‌های محلول در تیمار شاهد با میانگین ٢/٤٧ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک بدست آمد (شکل ٣). بیشترین میزان کربوهیدرات‌های محلول در حجم بستر ١٢٠ میلی لیتر با میانگین ٣/١٦ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک و کمترین میزان کربوهیدرات‌های محلول در حجم بستر ٤٠ میلی لیتر با میانگین ٣/٠٢ میلی گرم بر گرم وزن خشک بدست آمد (شکل ٤).گزارش شده که محلول-پاشی ریحان با عصاره جلبک دریایی کاراجینان در غلظت یک گرم بر لیتر تحت تنش زیستی، مقدار کل قندهای محلول را افزایش داده است (Mousavi *et al.*, 2017). حضور مولکول‌های آلی نظیر اسیدهای آلی، متیونین و حتی پلی‌آمین‌ها در عصاره جلبک دریایی موجب افزایش جذب مواد معدنی بوسیله

اتصال به این مولکول‌ها شـده و تولیـد بیشـتر کربوهیدرات را در پی دارد (Jannin *et al*., 2013).

جدول ٤- مقایسه میانگین صفات فیزیولوژیک نشا فلفل دلمه‌ای تحت تاثیر اثر متقابل محرک زیستی و حجم بستر کشت

Table 4- Mean comparison of physiological traits of bell pepper seedlings under the interaction effect of biostimulant and cultivation medium volume

تیمار		میانگین				
محرک زیستی	حجم بستر کشت (میلی لیتر)	کلروفیل a (میلی‌گرم بر گرم وزن تر)	کلروفیل b (میلی‌گرم بر گرم وزن تر)	کلروفیل کل (میلی‌گرم بر گرم وزن تر)	شاخص کلروفیل	کاروتنوئید (میلی‌گرم بر گرم وزن تر)
عدم کاربرد محرک زیستی	40	1.09 j	0.46 j	1.76 i	6.18 k	0.42 g
	80	1.16 i	0.56 i	1.93 h	6.22 k	0.53 f
	120	1.20 hi	0.60 hi	2.01 g	6.40 j	0.55 f
اسید آمینه یک در هزار	40	1.22 gh	0.61 ghi	2.05 g	6.86 i	0.57 ef
	80	1.27 fg	0.65 fgh	2.13 f	6.97 h	0.58 ef
	120	1.30 f	0.66 efg	2.18 f	7.13 g	0.61 de
عصاره جلبک دریایی یک در هزار	40	1.41 e	0.70 def	2.32 e	8.51 f	0.66 cd
	80	1.44 e	0.71 de	2.34 e	8.66 e	0.67 c
	120	1.51 d	0.72 cd	2.44 d	8.76 d	0.67 c
اسید آمینه یک در هزار به همراه عصاره جلبک دریایی یک در هزار	40	1.70 c	0.77 bc	2.69 c	10.47 c	0.76 b
	80	1.81 b	0.81 ab	2.83 b	10.73 b	0.78 ab
	120	1.90 a	0.86 a	2.96 a	10.93 a	0.82 a

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشابه با یکدیگر تفاوت معنی‌داری ندارند

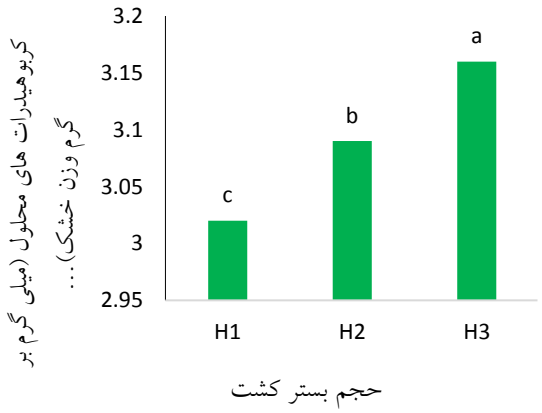
In each column, means with the same letters are not significantly different from each other

بیشترین شاخص کلروفیل در کاربرد ترکیبی محرک‌های زیستی اسید آمینه و عصاره جلبک با حجم بستر ۱۲۰ سی سی با میانگین ۱۰/۹۳ بود و کمترین شاخص کلروفیل مربوط به تیمار شاهد با حجم بستر ٤٠ میلی لیتر با میانگین ٦/١٨ به دست آمد (جدول ٤). طی پژوهشی کاربرد عصاره جلبک دریایی در گیاه نیشکر باعث بهبود شاخص کلروفیل شد (Gomathi *et al*., 2017). پژوهش‌گران طی تحقیقی نشان دادند که اسیدهای آمینه با افزایش میزان نیتروژن، پتاسیم و فسفر در گیاه، باعث افزایش میزان رنگیزه‌ها (کلروفیل) شده که به دنبال توانایی جذب نور خورشید، تولید مواد فتوسنتزی و در نهایت باعث بهبود رشد و عملکرد گیاه می‌شود (آذرپیرا و همکاران، ۱۳۹۸). همچنین طی مطالعه‌ای کاربرد اسیدهای آمینه منجر به افزایش کلروفیل شد (Faten *et al*., 2010). پژوهش‌گران نشان داده اند که کاهش حجم سلول سینی نشاء از طریق محدود کردن رشد ریشه و درنتیجه کاهش جذب آب و مواد غذایی باعث کاهش معنی‌دار شاخص کلروفیل در نشاء می‌شود (Nair and Carpenter, 2016). بیشترین میزان کاروتنوئید در تیمار کاربرد ترکیبی محرک‌های زیستی اسید آمینه و عصاره جلبک با حجم بستر ۱۲۰ میلی لیتر با میانگین ۰/۸۲ میلی‌گرم بر گرم

وزن تر بود و کمترین میزان کاروتنوئید در تیمار شاهد با حجم بستر ٤٠ سی سی با میانگین ٠/٤٢ میلی‌گرم بر گرم وزن تر به دست آمد (جدول ٤). در تحقیقی گزارش شد که با مصرف عصاره جلبک مقدار کاروتنوئید در برگ شنبلیله به طور قابل توجهی افزایش یافت که با نتایج تحقیق حاضر هم‌خوانی دارد (مفاخری، ١٣٩٦). گزارش شده که میزان کاروتنوئید گلبرگ زعفران به طور معنی‌داری تحت تاثیر کود محرک زیستی حاوی عصاره جلبک می‌باشد (Khandan Deh Arbab *et al.*, 2019). در اثر استفاده از اسیدهای آمینه برخی از گیاهان مثل هویج، در یک سال از سه سال آزمایش، مقدار قندهای محلول و کاروتنوئیدها افزایش و نیترات، کاهش یافت (Grabowska *et al.*, 2012).

شکل ٣- مقایسه میانگین اثر محرک زیستی بر کربوهیدرات‌های محلول در نشا فلفل دلمه‌ای (حروف M_1، M_2، M_3 و M_4 به‌ترتیب نشان‌دهنده آب و محرک‌های زیستی اسید آمینه، جلبک و اسید آمینه × جلبک به نسبت یک در هزار است)

Fig 3- Comparison of the average effect of biostimulants on soluble carbohydrates in bell pepper seedlings (letters M1, M2, M3, and M4 represent water, amino acid, algae, and amino acid × algae biostimulants at a ratio of one in a thousand, respectively)



شکل ٤- مقایسه میانگین اثر حجم بستر کشت بر کربوهیدرات‌های محلول در نشا فلفل دلمه‌ای (حروف H_1، H_2 و H_3 به‌ترتیب نشان دهنده حجم بستر کشت در سه سایز ٤٠، ٨٠ و ١٢٠ میلی‌لیتر است)

Fig 4- Comparison of the average effect of growing medium volume on soluble carbohydrates in bell pepper seedlings (letters H1, H2, and H3 indicate the growing medium volume in three sizes of 40, 80 and 120 cc, respectively)

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این تحقیق نشان داد که محلول‌پاشی محرک‌های زیستی به کار رفته یعنی عصاره جلبک و اسید آمینه توانستند سبب بهبود رشد رویشی و صفات مورفوفیزیولوژیک نشاء فلفل دلمه‌ای گردند. افزایش حجم بستر نیز منجر به افزایش معنی‌دار شاخص‌های مورفوفیزیولوژیک نشاء فلفل دلمه‌ای گردید. در این مطالعه با افزایش حجم بستر تا ١٢٠ میلی‌لیتر صفاتی مانند ارتفاع نشاء، قطر ساقه، سطح برگ، وزن تر و خشک اندام هوایی، وزن تر ریشه، کلروفیل a، b و کل، کربوهیدرات‌های محلول و محتوای کاروتنوئیدها افزایش معنی‌دار داشتند، اما وزن خشک ریشه معنی‌دار

نبود. کاربرد همزمان دو محرک زیستی عصاره جلبک و اسید آمینه نسبت به عملکرد این محرک‌ها به تنهایی، نتیجه‌ی بهتری در میزان بهبود صفات داشتند. در میان تیمارهای مورد استفاده بهترین نتیجه در صفات اندازه-گیری شده مربوط به تیمار حجم بستر ۱۲۰ میلی‌لیتر و کاربرد ترکیبی محرک‌های زیستی اسید آمینه یک در هزار و عصاره جلبک یک در هزار مشاهده شد. اثر عصاره جلبک نسبت به اسید آمینه در بهبود صفات نشاء فلفل دلمه‌ای بهتر بود.

منابع

۱) آذرپیرا، ا.، فتحی، ش.، شرفی، ی و. ش، نجفیان .۱۳۹۸. تأثیر برخی محرک‌های زیستی بر پایه اسیدهای آمینه روی گیاه نعناع سبز دارویی (*Mentha spicata* L.) تحت تنش شوری. نشریه علمی تغذیه گیاهان باغی، ۲(۲): -۱۵٤ ۱۷۳.

۲) بیگ زاده، س.، ملکی، ع.، میرزایی‌حیدری، م.، رنگین، ع و. ع، خورکامگی. ۱۳۹۹. ارزیابی کاربرد اسید سالیسلیک و عصاره جلبک دریایی (*Ascophyllum nodosum*) بر برخی صفات فیزیولوژیکی لوبیا سفید (*Phaseolus lanatus* .L) در شرایط تنش خشکی. نشریه علمی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، ۲(٥٤): -۱۹۳ ۲۱٦.

۳) تراب احمدی، ص.، عابدی، ب و. ف، صابرعلی. ۱۳۹۸. اثر کودهای حاوی اسیدهای آمینه و عصاره جلبک دریایی بر اجزاء عملکرد پسته رقم احمد آقایی. پژوهش‌های میوه‌کاری، ٤(۲): ۹٤-۱۰٥.

٤) حقیقی، م و. م، مظفریان. ۱۳۹٤. کاربرد آمینو اسید بر رشد و عملکردگوجه فرنگی و فلفل دلمه‌ای گلخانه‌ای. دوفصلنامه علوم سبزی‌ها، ۱(۲): ٦٤-٥۹.

٥) رضاخانی، ا و. م ر، حاج سیدهادی. ۱۳۹٦. تاثیر کود دامی و محلولپاشی اسیدهای آمینه بر ویژگی‌های رشدی، عملکرد دانه و میزان اسانس گیاه دارویی گشنیز (*Coriandrum sativum* .L). نشریه علوم گیاهان زراعی ایران، ٤۸(۳): ۷۷۷-۷۸٦.

٦) سیبی، م.، خزایی، ح ر و. ا، نظامی. ۱۳۹٥. اثر غلظت، زمان و نحوهی مصرف عصاره جلبک دریایی بر برخی ویژگی‌های مرفولوژیک ریشه و اندام هوایی گیاه گلرنگ، فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی، ۸ (۲٥): -٥ ۲۱.

۷) عالی‌فر، ن.، محمدی قهاره، ا و. ن، هنرجو. ۱۳۸۹. اثر نوع بستر کشت بر عملکرد و جذب برخی عناصر غذایی به وسیله خیار گلخانه‌ای در کشت بدون خاک. علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای، ۱(۱): ۱۹-۲٤.

۸) مامی، ی.، پیوست، غ ر و. ح، سمیع زاده لاهیجی. ۱۳۸۷. تعیین بسترهای مختلف کاشت گوجه فرنگی در سیستم کشت بدون خاک. علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)، ۲۲(۲): ٤۸-۳۹.

۹) محمودی، ح و. خ، علیزاده. ۱۳۹۳. تاثیرکاربرد اسیدهای آمینه آزاد بر عملکرد کمی و کیفی ماشک رقم گل‌سفید (*Vicia panonica*)

درشرایط دیم. زراعت دیم ایران، ۳(۲): ۱۱۵- ۱۲٦.

۱۰) نظری، م.، خلیلی، ف.، ابراهیمی، ر.، مستوفی، ی و. م، جعفرپور.۱٤۰۱. تأثیر پرتودهی UV-C و تیمار دیفنیلیودونیوم یدید (DPI) بر برخی خصوصیات بیوشیمیایی میوه فلفل دلمه‌ای (*Capsicum annuum* var. Nirvin) طی دوره پس از برداشت. فرآیند و کارکرد گیاهی، ۱۱(٤۷): ۳۲۱-۳۰۱.

۱۱) یعقوبی، س ر. ۱۳۹۹. عصاره جلبک دریایی، دستاوردی برای کشاورزی ارگانیک. فصلنامه علمی- پژوهشی کارافن، ۱۷(۲): ۳۱-۲۳.

12) Abdulraheem, S.M. 2009. Effect of nitrogen fertilizer and seaweed extracts on vegetative growth and yield of cucumber. *Diyala Agricultural Science Journal*. 1: 134-145.

13) Abou, E. and M.M, Magd. 2019. Foliar application of amino acids and seaweed extract on the growth and yield of some cruciferous crops. *Middle East Journal of Agriculture Research*, 8(3): 782-787.

14) Agarwal, P.K., Dangariya., M. and P, Agarwal. 2021. Seaweed extracts: Potential biodegradable, environmentally friendly resources for regulating plant defence. *Algal Research*, 58, p.102363.

15) Almaroai, Y.A. and M.A. Eissa. 2020. Role of marine algae extracts in water stress resistance of onion under semiarid conditions. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition* 20: 1092-1101.

16) Arnon, A.N. 1967. Method of extraction of chlorophyll in the plants. *Agronomy Journal*, 23: 112-121.

17) Beigzadeh, S., Maleki, A., Mirzaee, M., Rangin, A. and A, Khorgami. 2020. Effects of Salicylic Acid and Seaweed (*Ascophyllum nodosum*) Extracts Application on some Physiological Traits of White Bean (*Phaseolus lanatus* L.) under Drought Stress Conditions. *Journal of Crop Ecophysiology*, 53: 21-44.10.30495/jcep.2020.671639.

18) Calvo, P., Nelson, L. and J.W, Kloepper. 2014. Agricultural uses of plant biostimulants. *Plant and soil*, 383(1-2): 3-41.

19) DEMİR, A., Dural, B. and K, Yildirim. 2006. Effect of seaweed suspensions on seed germination of tomato, pepper and aubergine. *Journal of Biological Sciences*, 6(6).

20) Dinoo, Y.S., N. Boodina, and C. Sembhoo. 2009. Effects of naturally occurring amino acid stimulants on the growth and yield of hot peppers (*Capsicum annuum* L.). *Journal of Animal and Plant Sciences*, 5 (1): 414 - 24.

21) Di Stasio, E., Cirillo, V., Raimondi, G., Giordano, M., Esposito, M. and A, Maggio. 2020. Osmo-priming with seaweed extracts enhances yield of salt-stressed tomato plants. *Agronomy*, 10(10): 1559-1562.

22) Faten, S., Abd El-Aal, F.S., Shaheen, A.M., Ahmed, A.A. and A.R, Mahmoud. 2010. Effect of foliar application of urea and amino acids mixtures as antioxidants on growth, yield and characteristics of squash. *Agriculture and Biological Sciences*, 6: 583-588.

23) Gollan, J.R. and J.T, Wright. 2006. Limited grazing pressure by native herbivores on the invasive seaweed *Caulerpa taxifolia* in a temperate Australian estuary. *Marine and Freshwater Research*, 57(7): 685-694. DOI:10.1071/MF05253.

24) Gomathi, R., Kohila, S. and K, Ramachandiran. 2017. Evaluating the effect of seaweed formulations on the quality and yield of sugarcane. *Madras Agricultural Journal*, 104: 161-165.

25) Grabowska, A., Kunicki, E., Sękara, A., Kalisz, A. and R, Wojciechowska. 2012. The effect of cultivar and biostimulant treatment on the carrot yield and its

vegetative and anatomical characters of two sweet pepper (*Capsicum Annuum* L.) cultivars. International *Journal of Research Studies in Agricultural Sciences,* 1(1): 35-44.

33) Mohammed, G.H. 2013. Effect of Seamino and ascorbic acid on growth, yield and fruits quality of Pepper (*Capsicum Annuum* L). *International Journal of Pure and Applied Sciences and Technology*: 17(2), 9.

34) Mousavi, E.A., Nasibi, F., Manouchehri Kalantari, K. and H, Oloumi. 2017. Stimulation effect of carrageenan on enzymatic defense system of sweet basil against *Cuscuta campestris* infection. *Journal of Plant Interactions,* 12(1): 286-294.

35) Nazari, M., Khalili, F., Ebrahimi, R., Mostofi, Y. and M, Jafarpour. 2023. Effect of postharvest UV-C irradiation and DPI treatment on some biochemical characteristics of sweet pepper fruits (*Capsicum annuum* var. Nirvin) during storage. *Plant Process and Function,* 11 (47): 301-321.

36) Nair, A. and B, Carpenter. 2016. Biochar rate and transplant tray cell number have implications on pepper growth during transplant production. *Hort Technology,* 26(6): 713-719.

37) Noroozlo, Y.A., Souri, M.K. and M, Delshad. 2019. Stimulation effects of foliar applied glycine and glutamine amino acids on lettuce growth. *Open Agriculture,* 4(1): 164-172.

38) Nwokeji, E.M., Ogwudire, V.E., Okere, S.E., Anyanwu, P.C., Obianigwe, J.K. and G.O, Ihejirika. 2022. Effect of Moringa (*Moringa oleifera*) Plant Parts Extracts on Cercospora (Frogeye) Disease of Sweet (Bell) Pepper (*Capsicum annuum* L). *Asian Research Journal of Current Science,* 313-319.

39) Parrado, J., Bautista, J., Romero, E.J., García-Martínez, A.M., Friaza, V.and M, Tejada. 2008. Production of a carob enzymatic extract: potential use as a biofertilizer. *Bioresource technology,* 99(7): 2312-2318.

quality. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research,* 77(1): 37-48.

26) Hidangmayum, A. and R, Sharma. 2017. Effect of different concentrations of commercial seaweed liquid extract of *Ascophyllum nodosum* as a plant bio stimulant on growth, yield and biochemical constituents of onion (*Allium cepa* L.). *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry,* 6(4): 658-663.

27) Irigoyen, J.J., Emerich, D.W. and M, Sanchez-Diaz. 1992. Water stress induced changes in concentrations of proline and total soluble sugars in nodulated alfalfa (*Medicago sativa*) plants. *Physiologia lantarum,* 84: 55-60. https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.1992.tb08764.x

28) Jannin, L., Arkoun, M., Etienne, P., Laîné. P., Goux, D., Garnica, M., Fuentes, M., Francisco, S.S., Baigorri, R., Cruz, F. and F, Houdusse. 2013. Brassica napus growth is promoted by *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jol. seaweed extract: microarray analysis and physiological characterization of N, C and S metabolisms. *Journal of plant growth regulation,* 32: 31-52.

29) Khandan Deh Arbab, S., Amini Fard, M.H., Falahi, H.R. and H, Kaveh. 2019. The effect of different levels of growth stimulating fertilizer containing algae extract and mother corm weight on antioxidant activity and effective substances of saffron. *Plant Products,* 43(2): 213-226.

30) Mafakheri, S. 2016. The effect of the use of some organic and chemical fertilizers on the morphological and biochemical characteristics of the medicinal plant fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.). *Plant Products,* 40(3): 27-40.

31) Mami, Y., Pivost, G., Bakhshi, D. and H, Samiazadeh Lahiji. 2007. Determining different substrates for planting tomatoes in the soilless cultivation system. *Horticultural sciences,* 22(2): 39-48.

32) Marhoon, I.A. and M.K, Abbas. 2015. Effect of foliar application of seaweed extract and amino acids on some

40) Prasad, K., Das, A.K., Oza, M.D., Brahmbhatt, H., Siddhanta, A.K., Meena, R., Eswaran, K., Rajyaguru, M.R. and P.K, Ghosh. 2010. Detection and quantification of some plant growth regulators in a seaweed-based foliar spray employing a mass spectrometric technique sans chromatographic separation. *Journal of Agricultural and Food chemistry*, 58(8): 4594-4601.

41) Prasad, 2022. Review of the use of Peat Moss in Horticulture. *Technical Report*, 1-114.

42) Posmyk, M.M. and K, Szafrańska. 2016. Biostimulators: a new trend towards solving an old problem. *Frontiers in plant science*, 7: 748.

43) Sabir, A., Yazar, K., Sabir, F., Kara, Z., Yazici, M.A. and N, Goksu. 2014. Vine growth, yield, berry quality attributes and leaf nutrient content of grapevines as influenced by seaweed extract (*Ascophyllum nodosum*) and nanosize fertilizer pulverizations. *Scientia Horticulturae*, 175: 1-8.

44) Shehata, S.M., Abdel-Azem, H.S., Abou El-Yazied, A. and A.M, El-Gizawy. 2011. Effect of foliar spraying with amino acids and seaweed extract on growth chemical constitutes, yield and its quality of celeriac plant. *European Journal of Scientific Research*, 58(2): 257-265.

45) Spinelli, F.S., Fiori, G.K., Noferini, M.L., Sprocatti, M.D. and G.R, Costa. 2010. A noveltype of seaweed extract as a natural alternative to the use of iron chelates in strawberry production. *Journal of Scientific Horticulture*, 125 (6): 263–269.

46) Sunarpi, S., Jupri, A., Kurnianingsih, R., Julisaniah, N.I. and A, Nikmatullah. 2011. Effect of seaweed extracts on growth and yield of rice plants. *Asian Journal of Tropical Biotechnology*, 2(2): 73-77.

47) Vijayakumar, S., Durgadevi, S., Arulmozhi, P., Rajalakshmi, S., Gopalakrishnan, T. and N, Parameswari. 2018. Effect of seaweed liquid fertilizer on yield and quality of *Capsicum annuum* L. *Acta Ecologica Sinica*, 39(5): 406-410.

48) Zodape, S.T., Gupta, A.S.C., Bhandari, U.S., Rawat, D.R., Eswaran, K. and J, Chikara. 2011. Foliar application of seaweed sap as biostimulant for enhancement of yieldand quality of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Journal of Scientific and Industrial Research*, 70: 215-219.