Iranian Journal of Horticultural Science
Vol 53, No 1, Spring 2022 (31-44)
DOI: 10.22059/ijhs.2021.317893.1895

علوم باغبانی ایران
دورۀ ۵۳، شمارۀ ۱، بهار ۱۴۰۱ (ص ۴۴-۳۱)

نشریه پژوهشی:

تاثیر کاربرد عصاره جلبک قهوه‌ای (*Sargassum wightii*) بر رشد و نمو گل داودی (*Chrysanthemum grandiflorum*)

فاطمه جمالی[۱]، عزیزاله خندان میرکوهی[۲*] و محسن کافی[۳]
۱، ۲ و ۳. دانشجوی دکتری، استادیار و استاد، دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، ایران
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۱/۹ - تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۶/۱۵)

چکیده

امروزه، افزایش رشد و نمو گیاهان با استفاده از مواد آلی طبیعی از جمله عصاره جلبک‌های دریایی به عنوان یک هدف دنبال می‌گردد. به منظور بررسی تاثیر عصاره جلبک قهوه‌ای سارگاسوم بر رشد و عملکرد گیاه زینتی داودی آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. عامل اول عصاره جلبلک در سه سطح (صفر آب (به عنوان شاهد)، ۱۰ و ۲۰ درصد) و عامل دوم روش کاربرد در دو سطح (محلول‌پاشی و محلول‌دهی پای بوته) بود. قلمه‌های ریشه‌دار در گلدان‌هایی که با خاک مزرعه با بافت لومی-شنی پر شده بود، کشت گردیدند. تیماردهی در هفت نوبت به فاصله دو هفته پس از انتقال قلمه‌های ریشه‌دار به گلدان اصلی انجام شد. نتایج نشان داد سطوح مختلف جلبک سارگاسوم بر اغلب صفات از قبیل وزن تر گیاه، وزن تر ریشه، تعداد برگ، طول ساقه، تعداد شاخه، تعداد گل و قطر گل، کلروفیل‌ها، کاروتنوئیدها، کربوهیدرات محلول برگ اثر مثبت و بر پراکسیداسیون لیپید و نشت یونی اثر منفی داشت. همچنین تاثیر روش کاربرد محلول‌پاشی بر رشد رویشی و زایشی بهتر از روش محلول‌دهی پای بوته بود. بر پایه نتایج این آزمایش می‌توان پیشنهاد کرد که استفاده از عصاره جلبک سارگاسوم به صورت محلول‌پاشی با غلظت ۱۰ درصد، می‌تواند باعث افزایش رشد رویشی و زایشی گل داودی گردد.

واژه‌های کلیدی: عصاره جلبک دریایی، کود مایع، محرک‌های طبیعی، مواد زیست فعال دریایی، محلول‌پاشی برگی، محلول‌دهی پای بوته.

Effect of brown seaweed (*Sargassum wightii*) extract application on growth and development of chrysanthemum (*Chrysanthemum grandiflorum*)

Fatemeh Jamali[1], Azizollah Khandan-Mirkohi[2*], and Mohsen Kafi[3]
1, 2, 3. Ph.D. Candidate, Assistant Professor and Professor, University College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran
(Received: Jan. 28, 2021- Accepted: Sept. 06, 2021)

ABSTRACT

Today, increasing the growth and development of plants by using natural organic matter such as seaweed extract is pursued as a goal. In order to investigate effect of using seaweed extract on the growth and yield of chrysanthemum a factorial experiment based on the randomized complete block design with three replications was carried out. The first factor was seaweed extract at three levels (0 (water as control), 10 and 20%) and the second factor was mothod of application at two levels (as spray and fertigation). Rooted cuttings were cultivated in the pots filled by sandy loam field soil. Treatment was performed seven times every two weeks after transferring the rooted cuttings to the main pot. The results showed that the effect of different levels of seaweed extract was positive on the most of traits such as total fresh weight, fresh weight of roots, number of leaves, stem length, number of branches, number of flowers and flower diameter, chlorophylls, carotenoids, leaf soluble carbohydrates and negative on the lipid peroxidation and ion leakage. Also, the effect of the spray application method was notable than fertigation on the vegetative and reproductive growth. Based on the results, it can be suggested that the use of seaweed extract at 10% through spray method can increase the vegetative and reproductive growth of chrysanthemums.

Keywords: Bio-stimulants, foliar application, liquid fertilizer, marine bioactive substances, plant Base injection.

* Corresponding author E-mail: khandan.mirkohi@ut.ac.ir

مقدمه

امروزه پژوهش در مورد اثرات انواع محرک‌های زیستی جهت تولید محصولات باغبانی و کشاورزی مدرن رو به گسترش است. در میان بیو استیمولیت‌ها، عصاره جلبک‌های دریایی نقش مهمی بازی می‌کنند. جلبک‌های دریایی ساکن آب‌های شور بوده و در گروه قدیمی تر از گیاهان دسته بندی می‌شوند. بیشتر آنها قرمز (۶۰۰۰ گونه)، قهوه‌ای (۲۰۰۰ گونه) یا سبز (۱۲۰۰ گونه) هستند. تاثیرات سودمند بسیاری برای استفاده از عصاره جلبک‌های دریایی گزارش گردیده است که از جمله آنها می‌توان به افزایش در عملکرد محصول، مقاومت گیاه به سرما، افزایش جذب مواد آلی از خاک، مقاومت بالا به شرایط تنش‌زا اشاره کرد (Ahmadpour *et al.*, 2017). جلبک‌ها حاوی هورمون‌های تنظیم کننده رشد (ایندول استیک اسید، سایتوکینین و ایندول بوتیریک اسید)، ریز مغذی‌ها (Fe, Cu, Zn, Co, Mo, Mn و Ni)، ویتامین‌ها و آمینواسیدها هستند (Rajarajan *et al.*, 2014). در واقع ترکیبات بسیاری در جلبک‌ها وجود دارد که در غلظت‌های مختلف بر رشد و عملکرد گیاهان هم‌افزایی دارند. از این رو جلبک‌ها را به عنوان مواد سودمند برای گیاهان مختلف معرفی می‌کنند (Fornes *et al.*, 2002). گزارش‌ها نشان می‌دهد که کاربرد عصاره جلبک باعث افزایش محتوی کلروفیل در گیاهان می‌گردد. پژوهش‌های Turan & Köse(2004) بر انگور، Mancuso *et al.* (2006) و Rathore *et al.* (2009) بر سویا نشان داده است که با کاربرد عصاره جلبک دریایی عملکرد و همچنین محتوی نیتروژن، فسفر و پتاسیم گیاه سویا و انگور افزایش یافته است. پژوهش Zodape *et al.* (2008) و Arthur *et al.* (2003) بر فلفل و نیز Zodape *et al.* (2010) بر لوبیا نشان دادند که عصاره جلبک دریایی باعث افزایش عملکرد بذر و وزن غلاف، همچنین بهبود ارزش غذایی بذر یعنی پروتئین و کربوهیدرات می‌شوند. گزارش‌ها نشان داد کاربرد عصاره جلبک در غلظت‌های ۱/۲ و ۳ گرم در لیتر باعث افزایش تمام ویژگی‌های رشد و عملکرد در هندوانه می‌شود (Abdel-Mawgoud *et al.*, 2010). در هنگام کاربرد عصاره آبی جلبک دریایی به صورت محلول‌پاشی روی شاخه و برگ گیاه کنار (*Zizyphus mauritiana*) افزایش در عملکرد و کیفیت میوه مشاهده شد (Rama, 1991). همچنین در هنگام کاربرد محلول‌پاشی جلبک اینترومورفا افزایش رشد در کنجد مشاهده شد (Gandhiyappan & Perumal, 2001). باوجود ویژگی‌های بسیار بارز جلبک‌های دریایی، استفاده از این جلبک‌ها در صنعت گلکاری بخصوص در ایران کمتر مورد توجه قرار گرفته است. از این رو در این پژوهش تاثیر عصاره جلبک سارگاسوم بر گل داودی (*Chrysanthemum grandiflorum*) به‌عنوان یک گیاه شاخص و مهم زینتی مورد بررسی قرار گرفت. جلبک سارگاسوم از شاخه Ochrophyta، رده Phaeophyceae، راسته Fucales و تیره Sargassaceae می‌باشد (Guiry in Guiry & Guiry, 2021). گل داودی یکی از مهمترین گیاهان زینتی متعلق به خانواده آفتاب‌گردان می‌باشد. این گیاه اغلب روز کوتاه بوده و به صورت طبیعی در پاییز و زمستان گلدهی دارد (Janipour *et al.,* 2017). گل‌های داودی برای اهداف مختلفی مانند گیاه باغچه‌ای، گلدانی، و شاخه بریدنی استفاده می‌شود. این گیاه به جهت رشد رویشی و گلدهی شاخص و منظم، به عنوان گیاه محک در این آزمایش انتخاب گردید. نتیجه این تحقیق می‌تواند در راستای ملاحظات زیست‌محیطی و اقتصادی در تولید محصولات زینتی مورد توجه باشد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در گلخانه‌های گروه مهندسی علوم باغبانی و فضای سبز دانشگاه تهران در سال ۹۸-۱۳۹۷ انجام شد. گل‌های داودی بصورت قلمه‌های ریشه‌دار از گلخانه‌ای در محلات تهیه شد. این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار و سه گیاه در هر کرت به‌عنوان مشاهده با شش ترکیب تیماری شامل دو روش کاربرد محلول‌پاشی و محلول‌دهی پای بوته و سه غلظت عصاره جلبک سارگاسوم (صفر، ۱۰ و ۲۰ درصد) انجام شد. برای غلظت صفر، آب (به‌عنوان شاهد) به کار برده شد. قلمه‌های ریشه‌دار گیاه در گلدان‌هایی به قطر ۳۰ سانتی‌متر پر شده با خاک مزرعه با بافت لومی- شنی کشت گردیدند (جدول ۱).

جدول ۱. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک.

Table 1. Physical and chemical properties of experimental soil.

Micro-elements (ppm)			Macro-elements (ppm)				
Mn	Cu	Fe	K	P	N	pH	Soil Texture
4.6	1.8	15.6	325	12	9	7.4	Sandy loam

گیاهان پس از سازگار شدن به محل اصلی منتقل شدند. تیماردهی در هفت نوبت پس از انتقال قلمه‌های ریشه‌دار به گلدان اصلی تا شروع گلدهی (صفر-۱۴-۲۱-۲۸-۳۵-۴۲-۴۹ روز پس از انتقال به گلدان اصلی) صورت گرفت. در روش محلول‌پاشی گیاه با عصاره آبی جلبک، تیماردهی تا زمانی ادامه یافت که عصاره از برگ‌های گیاه چکه کند. در روش محلول‌دهی پای گیاه نیز عصاره به میزان ۵۰ درصد حجم آب مورد نیاز گیاه اعمال شد. نیاز آبی هر گیاه با توجه به ظرفیت گلدانی به روش وزنی تخمین زده شد. ظرفیت گلدانی پس از اشباع شدن خاک گلدان و گذشت ۲۴ ساعت به دست آمد که مقدار آن برابر ۳۰۰ میلی‌لیتر بود (Jegadeeswaran *et al.*, 2012). صفات مورد مطالعه شامل وزن تر و خشک بوته، ارتفاع بوته، تعداد شاخه جانبی، تعداد برگ، سطح برگ، کلروفیل a، b، کاروتنوئیدهای برگ، نشت الکترولیت، کربوهیدرات و میزان پراکسیداسیون لیپیدهای غشا ثبت گردید. میزان پراکسیداسیون لیپیدهای غشا براساس تشکیل کمپلکس مالون‌دی‌آلدئید (Malondialdehyde; MDA) با تیوباربیتوریک اسید (TBA) سنجش شد و غلظت MDA با استفاده از ضریب تصحیح $۱/۵۵\times۱۰^{۵}$ M^{-1} Cm^{-1} در طول موج ۵۵۰ نانومتر اندازه‌گیری شد. نتایج حاصل از اندازه‌گیری برحسب میکرومول در میلی‌گرم وزن خشک محاسبه و ارائه شد (Heat & Packer, 1986). برای اندازه‌گیری ارتفاع گیاه از خط‌کش میلی‌متری استفاده گردید. وزن تر و خشک گیاه و وزن تر و خشک ریشه برحسب گرم با استفاده از ترازوی دیجیتال برحسب گرم اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری سطح برگ از هر تکرار بیست برگ انتخاب با استفاده از دستگاه اندازه‌گیری سطح برگ Leaf Area Meter- (ΔT-ENGLAND) برحسب میلی‌مترمربع اندازه‌گیری و میانگین آنها به عنوان سطح برگ بیان شد. محاسبه محتوای رنگدانه‌های کلروفیل شامل کلروفیل a، کلروفیل b و کاروتنوئیدها در عصاره‌های برگی تهیه شده، با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومر و روش Arnon (1967) به دست آمد. بر پایه این روش میزان نیم گرم از برگ در هاون چینی ریخته، آنگاه با استفاده از نیتروژن مایع منجمد و سپس ساییده شد. سپس ۲۰ میلی‌لیتر استن ۸۰ درصد به نمونه اضافه و در دستگاه سانتریفیوژ با سرعت ۶۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ده دقیقه قرار گرفت. عصارهٔ جدا شدهٔ رویی جهت اندازه‌گیری کلروفیل استفاده گردید. میزانی از نمونه درون کووت طیف سنج نوری (اسپکتروفتومتر) ریخته و میزان جذب به طور مستقل در طول موج‌های ۶۶۳ نانومتر برای کلروفیلa و ۶۴۵ نانومتر برای کلروفیل b و ۴۴۵ برای کاروتنوئیدها خوانده شد. در نهایت با استفاده از رابطه مرسوم میزان کلروفیل‌ها و کاروتنوئیدها بر حسب میلی‌گرم بر گرم وزن تر نمونه به دست آمد (Arnon, 1967). برای اندازه‌گیری نشت یونی، برش (دیسک)های یک سانتی‌متر مربعی از برگ‌ها تهیه گردید و درون فالکون‌های ۵۰ میلی‌لیتری قرار داد شد، آنگاه میزان ۲۵ میلی‌لیتر آب مقطر دو بار تقطیر شده به آن اضافه شد. سپس فالکون‌ها را به مدت ۲۴ ساعت در دمای اتاق روی دستگاه لرزا (شیکر) قرار داده و پس از این مدت با استفاده از دستگاه هدایت‌سنج الکتریکی، هدایت الکتریکی (EC1) آنها اندازه‌گیری شد. فالکون‌های حاوی نمونه‌ها به مدت سی دقیقه درون بن ماری با دمای ۹۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. مجددا هدایت الکتریکی نمونه‌ها که نشانگر میزان کل نشت الکترولیت ها در اثر مرگ سلول است (EC2) ثبت گردید و سپس توسط فرمول زیر محاسبه شد (Jiang & Chen, 1995).

درصد شاخص ثبات غشای سلولی =

$$\{1- (EC1/EC2)\}\times 100$$

برای تهیه عصاره آبی، جلبک سارگاسوم

(*Sargassum wightii*) از سواحل دریای خلیج فارس در استان بوشهر جمع آوری شد. پس از جمع آوری جلبک‌ها به منظور رفع آلودگی شن و دیگر مواد با آب دریا شست و شو و سپس به آزمایشگاه منتقل شد و در نهایت مجدد با آب شهری شست و شو شد. در مرحله بعد جلبک‌ها به مدت یک هفته در سایه خشک شدند. جلبک‌های خشک ابتدا توسط دست به قطعات کوچکتر تقسیم و سپس توسط دستگاه آسیاب برقی پودر شدند.

به منظور تهیه عصاره آبی از جلبک به نسبت ۱:۱۰۰ جلبک و آب مقطر اضافه و به مدت ۲۰ دقیقه در دمای ۱۲۱ درجه سانتی‌گراد اتوکلاو گردید. سپس عصاره بدست آمده توسط کاغذ واتمن شماره ۴ فیلتر شد. این عصاره ۱۰۰ درصد در نظر گرفته شد و بقیه نسبت‌ها از این عصاره تهیه گردید. سپس به منظور آنالیز ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی جلبک از دستگاه HPLC و ICP استفاده شد (جدول ۲). داده‌ها توسط نرم‌افزار SAS (نسخه ۹/۱) مورد آنالیز آماری قرار گرفت و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال خطای ۵ درصد صورت گرفت.

نتایج و بحث

نتایج نشان داد کاربرد سطوح مختلف جلبک سارگاسوم و نیز روش کاربرد بر اغلب صفات از قبیل وزن تر گیاه، وزن تر ریشه، تعداد برگ، طول ساقه، تعداد شاخه، تعداد گل و قطر گل، کلروفیل‌ها، کاروتنوئیدها، کربوهیدرات محلول برگ، پراکسیداسیون لیپید و نشت یونی در سطح احتمال خطای یک درصد اثر معنی‌دار داشت (جدول‌های ۳ و ۴).

جدول ۲. ویژگی های فیزیکی و شیمیایی عصاره جلبک سارگاسوم ویت.

Table 2. Physical and chemical properties of *Sargassum wightii* extract.

Micro-elements (ppm)				Macro-elements (ppm)				
Mn	Cu	Zn	Fe	K	P	N	pH	Color
11	4	5	80	65	3.4	12.88	7.4	Brown

جدول ۳. نتایج تجزیه واریانس اثر عصاره جلبک و روش کاربرد بر برخی صفات گل داودی.

Table 3. Results of variance analysis effect of seaweed extract and application method on some traits of chrysanthemum.

Source of variation	d.f	Mean of squares						
		Dry weight	Leaf number	Leaf surface	Shoot length	Shoot number	Flower number	Flower diameter
Replication	2	0.25ns	0.24ns	3795.9**	0.17ns	0.04ns	0.54ns	0.28ns
Treatment (T)	2	0.16ns	178.1**	1828.3ns	221.88**	5.01**	56**	15.3**
Method (M)	1	11.6**	118.6**	67299.2**	34.44**	1.79**	19.1**	28.7**
M×T	2	1.01*	504.4**	27062.4**	24.03**	0.85**	4.79**	1.13*
Error	8	0.14	1.3	490.4	0.19	0.07	0.31	0.17
C.V (%)	-	1.98	1.62	1.52	1.23	3.61	1.22	0.81

ns، * و** به ترتیب نبود تفاوت معنی دار و تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

ns, *, **: Non-significantly difference and significantly difference at 5 and 1percent of probability level, respectively.

جدول ۴. نتایج تجزیه واریانس اثر عصاره جلبک و روش کاربرد بر برخی صفات فیزیولوژیک گل داودی

Table 4. Results of variance analysis effect of seaweed extract and application method on some physiological traits of chrysanthemum.

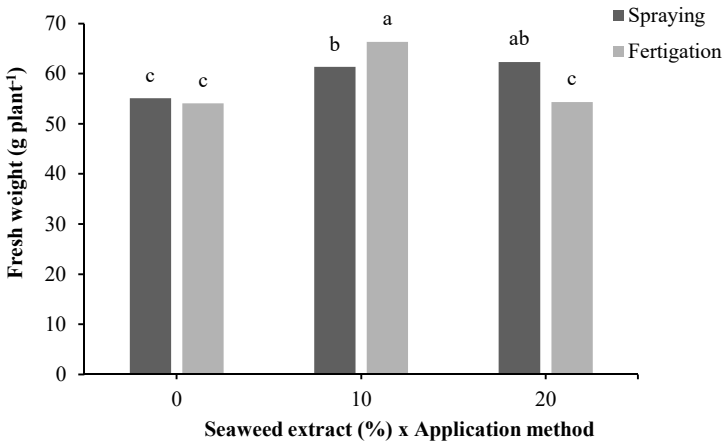
Source of variation	df	Mean of squares					
		Chlorophyll a	Chlorophyll b	Carotenoid	Carbohydrate	Lipid peroxidation	Electrolyte Ionic leakage
Replication	2	0.28ns	0.29ns	0.03ns	0.01ns	0.0000003ns	225.8ns
Treatment (T)	2	49.97**	82.28**	3.66**	0.1**	0.00009**	10170.14**
Method (M)	1	7.35**	46.33**	1.95**	0.12**	0.00002ns	61451.93**
M×T	2	2.93*	1.08ns	0.69**	0.006ns	0.000009**	16871.84**
Error	8	0.54	0.47	0.04	0.008	0.0000006	496.9
C.V (%)	-	2.25	4.26	1.19	2.55	5.62	4.88

ns، * و** به ترتیب نبود تفاوت معنی دار و تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

ns, *, **: Non-significantly difference and significantly difference at 5 and 1percent of probability level, respectively.

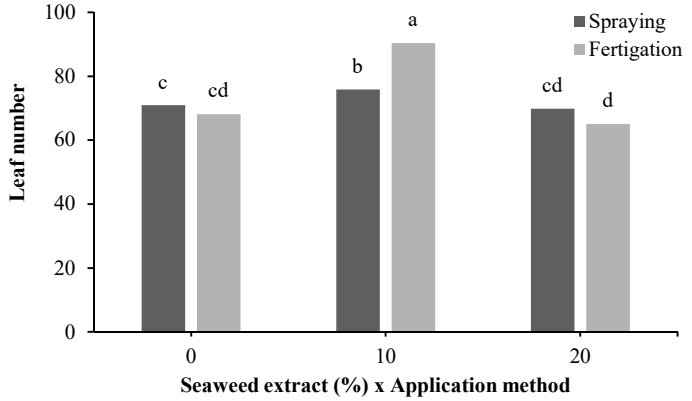
تیمار عصاره جلبک سارگاسوم در سطح ۱۰ درصد در هر دو روش کاربرد محلول‌پاشی و محلول‌دهی پای بوته باعث افزایش وزن تر بوته داودی (به ترتیب ۶۱/۳۳ و ۶۶/۳۳ گرم) نسبت به شاهد (۵۴/۱ گرم) شد (شکل ۱).

همچنین نتایج نشان داد با افزایش غلظت عصاره جلبک (۲۰ درصد) وزن تر بوته در روش محلول‌دهی پای بوته تا حدود شاهد کاهش یافت ولی در روش محلول‌پاشی هنوز روند افزایش محسوس مشاهده شد. مشاهدات حاکی از آن است که روش محلول‌پاشی تاثیر بیشتری نسبت به محلول‌دهی پای بوته در افزایش وزن تر گیاه داشت. عصاره جلبک به عنوان یک منبع غذایی مناسب برای گیاهان مطرح است (Salwa, 2013). زیرا عصاره جلبک دارای مقدار بالایی مواد ضروری مانند آمینو اسیدها، ویتامین‌ها، آنتی اکسیدان‌ها و هورمون‌های طبیعی می‌باشد (Shahira, 2015). این محلول باعث آزاد سازی آهسته مواد غذایی و افزایش محصول در گیاه می‌شود (Rama, 1991). استفاده از عصاره جلبک در افزایش تحمل گیاهان به شرایط خشکی، شوری، آفات و دیگر شرایط نامطلوب محیطی بسیار موثر است (Singh *et al.*, 2015). بعبارتی هرچه رشد و نمو گیاه در طول مرحله رشد رویشی بیشتر باشد موجب افزایش مواد مغذی در برگ شده که این امر در نهایت موجب افزایش وزن تر گیاه خواهد شد (Khan *et al.*, 2009). همچنین کاربرد عصاره آبی جلبک اینترومورفا و سارگاسوم ویتس به صورت محلول‌پاشی بر گیاه *Zizyphus mauritiana*، موجب افزایش در عملکرد، وزن تر گیاه و کیفیت میوه شد (Gandhiyappan & Perumal, 2001). طبق نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس، بین تعداد برگ در سطوح مختلف عصاره جلبک قهوه‌ای سارگاسوم و نیز در روش‌های متفاوت کاربرد از لحاظ آماری اختلاف معنی داری در سطح یک درصد مشاهده شد (جدول ۳). تیمار عصاره جلبک سارگاسوم در سطح ۱۰ درصد در هر دو روش کاربرد تزریق پایه بوته و محلول پاشی باعث افزایش تعداد برگ در بوته داودی (به ترتیب ۹۰/۳۳ و ۷۵/۸۳ عدد) نسبت به شاهد (۶۸/۱۲ و ۷۰/۹۲ عدد) شد (شکل ۲). همچنین مشاهدات نشان داد با افزایش غلظت عصاره جلبک (۲۰ درصد) در هر دو روش کاربرد، تعداد برگ کاهش یافت. روش تزریق پای بوته تاثیر بیشتری بر تعداد برگ در گیاه داشت. بررسی کاربرد عصاره جلبک در غلظت‌های ۳ و ۱/۲ گرم در لیتر در گیاه هندوانه نشان داد که عصاره جلبک باعث افزایش تمام پارامترهای رشد و عملکرد می‌شود (Abdel Mawgoud *et al.*, 2010). در واقع از آنجایی که عصاره جلبک حاوی هورمون‌های طبیعی رشد (اکسین و سایتوکینین) می‌باشد می‌تواند رشد را از طریق افزایش رخدادهای متابولیکی مانند تقسیم سلولی و بزرگ شدن سلول که به‌نوبه خود باعث افزایش تعداد برگ خواهد شد، تسریع نماید (Lall *et al.*, 2017).



شکل ۱. مقایسه میانگین اثر متقابل عصاره جلبک و روش کاربرد بر وزن تر داودی.

Figure 1. Mean comparison interaction effect of seaweed extract extract and application method on fresh weight of chrysanthemum.



شکل۲. مقایسه میانگین اثر متقابل عصاره جلبک و روش کاربرد بر تعداد برگ داودی.

Figure 2. Mean comparison interaction effect of seaweed extract extract and application method on leaf number of chrysanthemum.

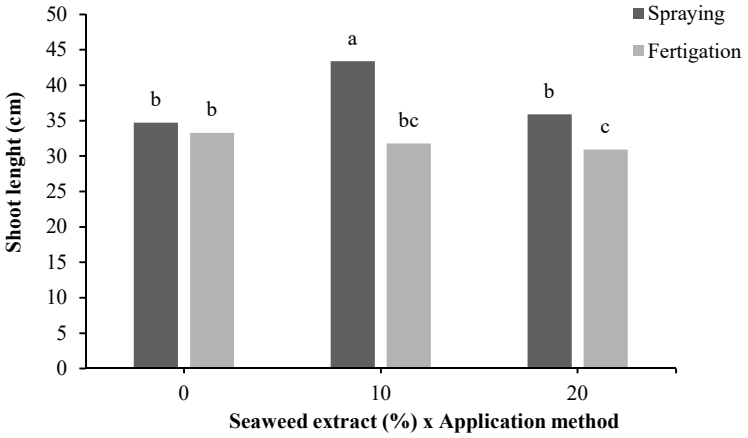
نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس نشان داد بین طول ساقه در سطوح مختلف عصاره جلبک قهوه‌ای سارگاسوم از لحاظ آماری اختلاف معنی داری در سطح یک درصد وجود دارد. همچنین روش کاربرد نیز در سطح یک درصد معنی‌دار بود. تیمار عصاره جلبک سارگاسوم در سطح ۱۰ درصد روش محلول پاشی باعث افزایش طول ساقه (۴۳/۴ سانتی متر) نسبت به شاهد و سطح ۲۰ درصد تیمار (به ترتیب ۳۴/۷۳ و ۳۵/۸۸سانتی متر) شد (شکل ۳). در روش محلول‌دهی پای بوته با افزایش غلظت تیمار طول ساقه کاهش یافت، به طوریکه طول ساقه در سطح صفر، ۱۰ و ۲۰ درصد (به ترتیب ۳۳/۲۷، ۳۱/۷۷ و ۳۰/۹۰ ۳۵ سانتی متر) بود. مشاهدات نشان داد روش محلول پاشی تاثیر بیشتری در افزایش طول ساقه نسبت به روش محلول‌دهی پای بوته داشت. افزایش در طول ساقه ممکن است به دلیل افزایش انعطاف دیواره سلولی و فسفات غنی از انرژی باشد که در نهایت منجربه تقسیم سلولی و طویل‌شدن سلول می‌شود.

همچنین گزارش شده است که محتویات هورمونی و استیمولیت‌های دیگر رشد و مواد غذایی تاثیر مثبتی بر رشد بافت ریشه و شاخه گیاه دارند و باعث تحریک رشد و محصول‌دهی در گیاه می‌شوند (Pruthvi *et al*., 2017).

جدول تجزیه واریانس نشان داد تیمار عصاره جلبک اثر معنی‌داری بر تعداد شاخه در سطح یک درصد داشت (جدول۳). همچنین روش کاربرد نیز بر این صفت در سطح یک درصد معنی‌دار بود. تیمار عصاره جلبک سارگاسوم در سطح ۱۰ درصد در هر دو روش کاربرد محلول‌پاشی و محلول‌دهی پای بوته باعث افزایش تعداد شاخه بوته داودی (۸/۳۳ و ۸ عدد) نسبت به شاهد (۶ عدد) شد (شکل ۴).

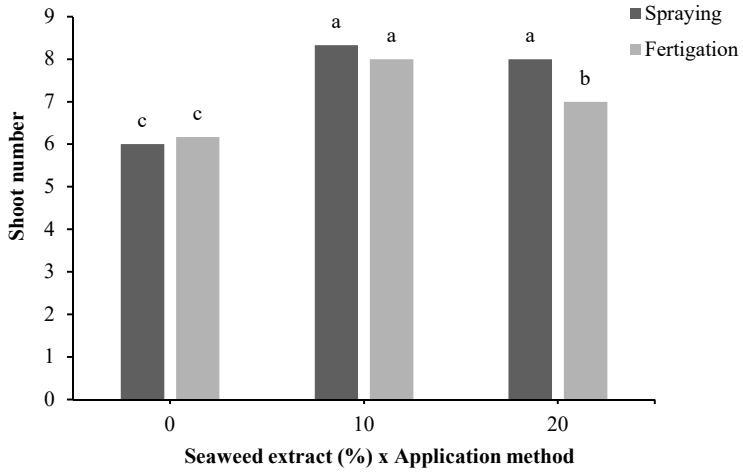
همچنین مشاهدات نشان داد با افزایش غلظت عصاره جلبک (۲۰ درصد) تعداد شاخه بوته داودی (۷ عدد) در روش محلول‌دهی پای بوته نسبت به تیمار ۱۰ درصد کاهش یافت اما این تعداد از شاهد بیشتر بود. مشاهدات حاکی از آن است که روش محلول پاشی تاثیر بیشتری نسبت به محلول‌دهی پای بوته در افزایش تعداد شاخه داشت. وجود عناصر نیتروژن و فسفر در عصاره جلبک باعث رشد حداکثری ارتفاع ساقه، تعداد شاخه و افزایش نهایی اندازه گیاه می‌شود که نتیجه آن افزایش در تولیدات فتوسنتزی و متعاقبا افزایش نسبت مطلوب کربن به نیتروژن خواهد بود. گزارشات نشان می‌دهد کاربرد عصاره جلبک سارگاسوم و گلاسیلاریا کالرپا در گیاهان نخود، ذرت و لوبیای چشم بلبلی باعث افزایش شاخه دهی می‌شود (Ananthara & Venkatesalu, 2002).

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس نشان داد بین وزن تر ریشه و تیمار عصاره جلبکی و روش کاربرد عصاره جلبک اختلاف معنی‌داری از لحاظ آماری در سطح یک درصد وجود دارد (جدول۴). تیمار عصاره جلبک سارگاسوم در سطح ۱۰ درصد در هر دو روش کاربرد محلول پاشی و تزریق پایه بوته باعث افزایش وزن تر ریشه در بوته داودی (به ترتیب ۲۰/۳۳ و ۱۹/۵۰ گرم) نسبت به شاهد (۱۶ و ۱۵ گرم) شد (شکل ۵).



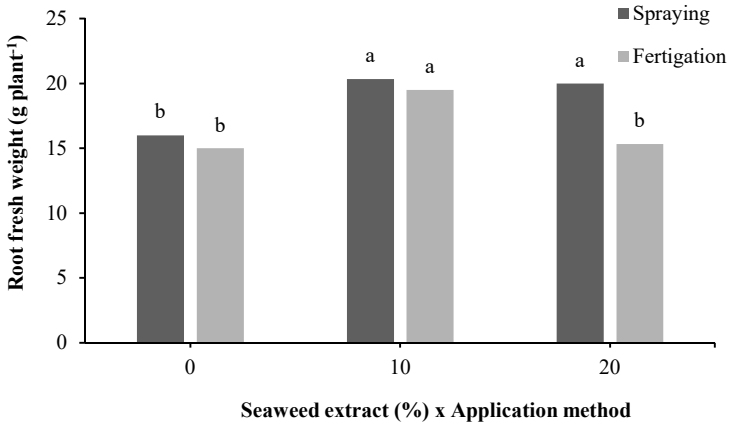
شکل ۳. مقایسه میانگین اثر متقابل عصاره جلبک و روش کاربرد بر طول ساقه داودی.

Figure 3. Mean comparison interaction effect of seaweed extract extract and application method on shoot length of chrysanthemum.



شکل ۴. مقایسه میانگین اثر متقابل عصاره جلبک و روش کاربرد بر تعداد شاخه داودی.

Figure 4. Mean comparison interaction effect of seaweed extract extract and application method on shoot number of chrysanthemum.



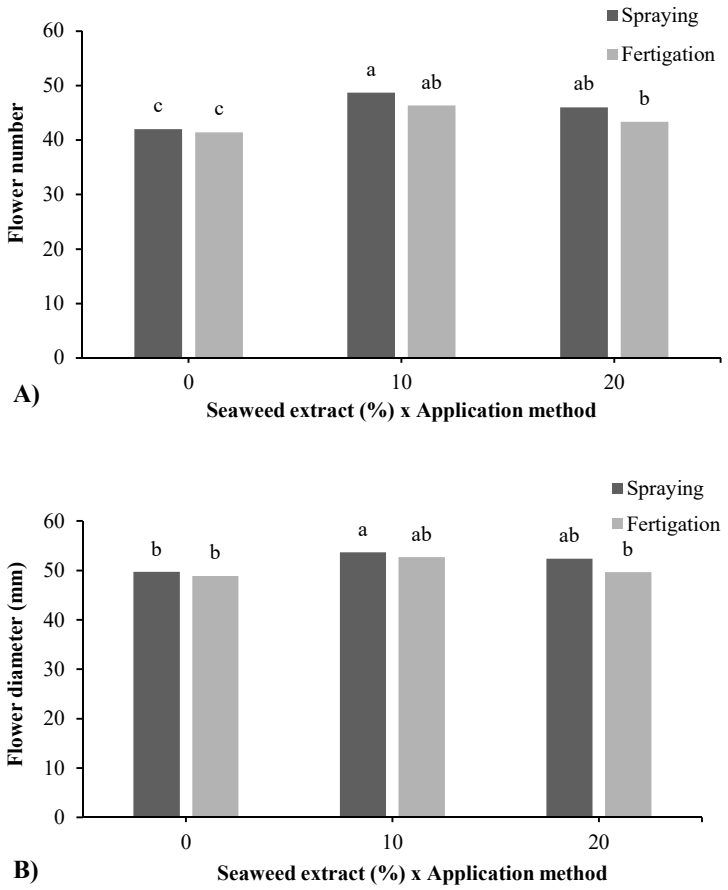
شکل ۵. مقایسه میانگین اثر متقابل عصاره جلبک و روش کاربرد بر وزن تر ریشه داودی.

Figure 5. Mean comparison interaction effect of seaweed extract extract and application method on root fresh weight chrysanthemum.

همچنین مشاهدات نشان داد با افزایش غلظت عصاره جلبک (۲۰ درصد) در روش محلول‌دهی پای بوته وزن تر ریشه کاهش یافت. روش محلول پاشی تاثیر بیشتری در افزایش وزن تر ریشه نسبت به روش محلول‌دهی پای بوته داشت. نتایج نشان داد وزن خشک ریشه تحت تاثیر تیمار عصاره جلبک سارگاسوم قرار نگرفت و از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری بین سطوح مختلف تیمار و شاهد مشاهده نشد. در واقع محتویات هورمون طبیعی اکسین می‌تواند از طریق افزایش رخدادهای متابولیکی سبب تحریک توسعه ریشه شود (Lall *et al*., 2017). اکسین تاثیر مستقیمی بر القای تولید ریشه و تاثیر تحریکی بر فعالیت منبع و انتقال اسیمیلیت‌ها به طرف انتهای ساقه دارد.

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس نشان داد صفت بین تعداد گل و قطر گل از لحاظ آماری در سطح یک درصد اختلاف معنی‌داری وجود داشت (جدول۳). همچنین روش کاربرد نیز در سطح یک درصد معنی‌دار بود. تیمار عصاره جلبک سارگاسوم در سطح ۱۰ درصد در هر دو روش کاربرد محلول پاشی و تزریق پایه بوته باعث افزایش تعداد گل و قطر گل در بوته داودی (به ترتیب ۲۰/۳۳ و ۱۹/۵۰ عدد و ۵۳/۶۸ و ۵۲/۶۸ سانتی متر) نسبت به شاهد (۴۲ عدد و ۴۸/۹۰ سانتی متر) شد (شکل ۶).

مشاهدات نشان داد با افزایش غلظت عصاره جلبک (۲۰ درصد) تعداد گل و قطر گل در هر دو روش کاربرد کاهش یافت. روش محلول‌پاشی تاثیر بیشتری نسبت به محلول‌دهی پای بوته در افزایش تعداد گل و قطر گل در بوته داودی داشت. عصاره جلبک در افزایش تحرک سایتوکینین از ریشه به اندام زایشی و افزایش سنتز سایتوکینین نقش دارد (Vijayanand *et al*., 2014).

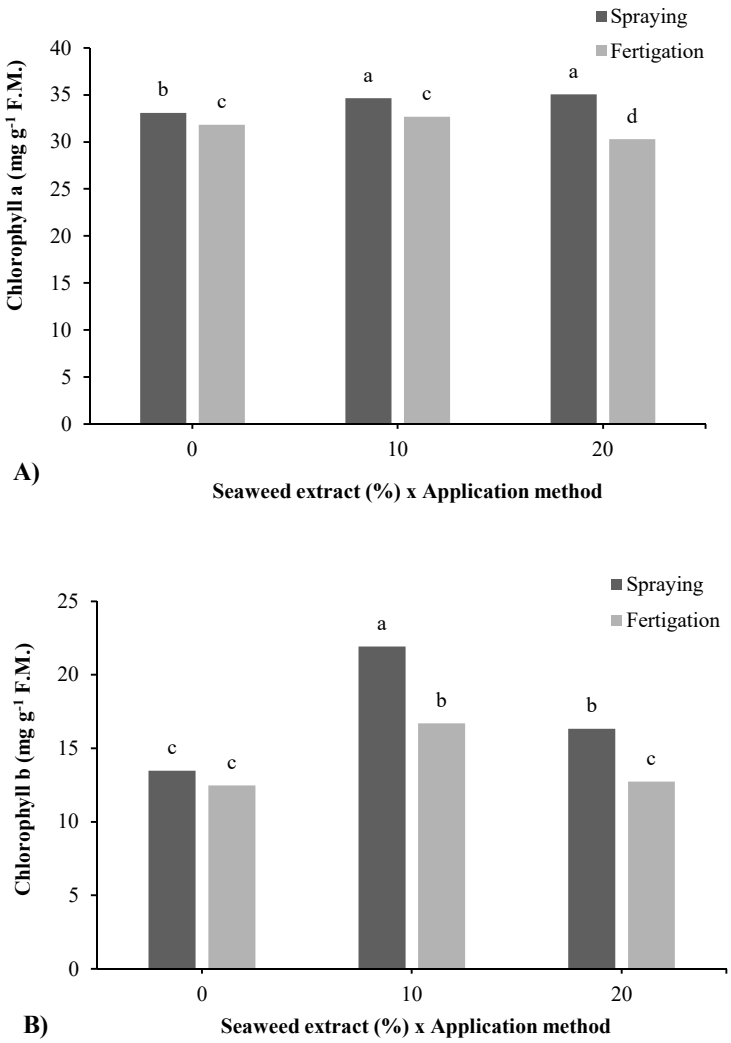


شکل ۶. مقایسه میانگین اثر متقابل عصاره جلبک و روش کاربرد بر تعداد گل (A) و قطر گل (B) داودی.

Figure 6. Mean comparison interaction effect of seaweed extract extract and application method on flower number (A) and flower diameter (B) of chrysanthemum.

این افزایش در میزان سایتوکینین در دسترس گیاه موجب شروع گلدهی و افزایش عملکرد گیاه خواهد شد. همچنین کاربرد عصاره جلبک سارگاسوم به صورت محلول‌پاشی برگی بر گیاه گوجه‌فرنگی باعث افزایش شاخص‌های رشدی مانند ارتفاع گیاه، تعداد شاخه، تعداد گل، تعداد میوه و وزن میوه شد (Kumari *et al*., 2011). عصاره جلبک احتمالا گلدهی را به وسیله شروع رشد گیاه قوی تشویق می‌کند. تعداد گل در گل جعفری تیمار شده با عصاره جلبک افزایش یافت (Khan *et al*., 2009). کاربرد عصاره جلبک بر گیاه ژربرا نیز تاثیر مثبتی بر تعداد برگ، طول ساقه، تعداد شاخه و قطر گل داشت (Sahagún *et al*., 2014). در گل کوکب غلظت پایین جلبک نسبت به غلظت بالاتر بر صفات گلدهی موثر بود (Shahira, 2015).

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس نشان داد بین غلظت کلروفیل a و b و تیمار عصاره جلبک تفاوت آماری در سطح یک درصد مشاهده شد (جدول ۴). تیمار عصاره جلبک سارگاسوم در سطح ۱۰ درصد در هر دو روش کاربرد محلول پاشی و محلول‌دهی پای بوته باعث افزایش کلروفیل a و b در بوته داودی (به ترتیب ۳۴/۶۶ و ۲۱/۹۳ میلی‌گرم بر گرم وزن تر و ۳۲/۶۷ و ۱۶/۷۰ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) نسبت به شاهد (۳۳/۰۸ و ۱۳/۴۸ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) شد (شکل ۷).

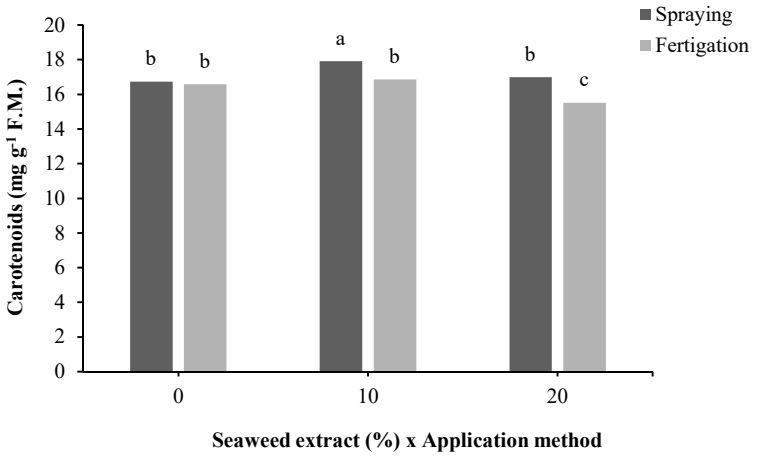


شکل ۷. مقایسه میانگین اثر متقابل عصاره جلبک و روش کاربرد بر کلروفیل a (A) و b (B) داودی.

Figure 7. Mean comparison interaction effect of seaweed extract extract and application method on chlorophyll a (A) &b (B) of chrysanthemum.

با افزایش غلظت عصاره جلبک (۲۰ درصد) در روش محلول پاشی، میزان کلروفیل a افزایش یافت اما این روند در مورد کلروفیل b کاهشی بود (شکل ۷). با افزایش غلظت در روش محلول‌دهی پای بوته، کلروفیل a و b کاهش یافتند. تاثیر روش کاربرد محلول‌پاشی بر غلظت کلروفیل نسبت به روش محلول‌دهی پای بوته بیشتر بود. در گل جعفری گیاهانی که غلظت یک درصد جلبک الوا دریافت کرده بودند دارای بیشترین ارتفاع، تعداد شاخه و غلظت رنگدانه‌های فتوسنتزی و کلروفیل بودند. افزایش در رنگدانه‌های فتوسنتزی ممکن است به دلیل حضور بتایین در عصاره جلبک، افزایش در تعداد و اندازه کلروپلاست و توسعه بهتر گرانا باشد (Manimaran *et al*., 2018). کاهش در غلظت کلروفیل در گیاهان تیمار شده با غلظت ۲۰ درصد ممکن است به دلیل کاهش پتانسیل آب در گیاه باشد (Asadi *et al*., 2020). گزارشات نشان داد آبسیزیک اسید موجود در جلبک باعث افزایش غلظت کلروفیل در برگ گیاهان تیمار شده می‌شود (Blunden *et al*., 1977; Khan *et al*., 2009). گزارش حاضر مطابق نتایج حاصل از گیاه *Sesamum indicum* است. در این گیاه عصاره جلبک اینترومورفا موجب افزایش محتوی کلروفیل شد (Gandhiyappan & Perumal, 2007). همچنین عصاره جلبک گراسیلاریا (*Gracilaria*) و کالرپا (*Caulerpa*) موجب افزایش محتوی کلروفیل در گیاه *Cyamposis* sp. شد (Thangam *et al*., 2003).

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس نشان داد از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری بین مقدار کاروتنوئیدها و تیمار عصاره جلبک و همچنین بین مقدار کاروتنوئیدها و روش کاربرد عصاره جلبک در سطح یک درصد وجود دارد (جدول۴). تیمار عصاره جلبک سارگاسوم در سطح ۱۰ درصد در هر دو روش کاربرد محلول پاشی و محلول‌دهی پای بوته باعث افزایش مقدار کاروتنوئیدها در بوته داودی (به ترتیب ۱۷/۹۲ و ۱۶/۸۶ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) نسبت به شاهد (۱۶/۷۴ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) شد (شکل ۸). با افزایش غلظت عصاره جلبک (۲۰ درصد) در هر دو روش کاربرد محلول‌پاشی و محلول‌دهی پای بوته مقدار کاروتنوئیدها کاهش یافت. روش کاربرد محلول‌پاشی تاثیر بیشتری نسبت به روش محلول‌دهی پای بوته در افزایش غلظت کاروتنوئیدها داشت. عصاره جلبک در گیاه *Cyamopsis tetragonaloba* در غلظت پایین (۲۰ درصد) باعث افزایش کلروفیل کل و کاروتنوئیدها شد (Thirumaran *et al*., 2009). این امر ممکن است ناشی از حضور مواد محرک رشد گیاه در عصاره جلبک مانند سایتوکینین، منیزیم و پتاسیم باشد که نقش حیاتی در فتوسنتز بازی می‌کنند. غلظت پایین عصاره جلبک گراسیلاریا باعث افزایش کربوهیدرات کل و کاروتنوئیدها در گیاه لوبیای چیتی شد (Lakshmi & Sundaramoorthy, 2010).



شکل ۸. مقایسه میانگین اثر متقابل عصاره جلبک و روش کاربرد بر محتوی کاروتنوئید داودی.

Figure 8. Mean comparison interaction effect of seaweed extract extract and application method on carotenoids of chrysanthemum.

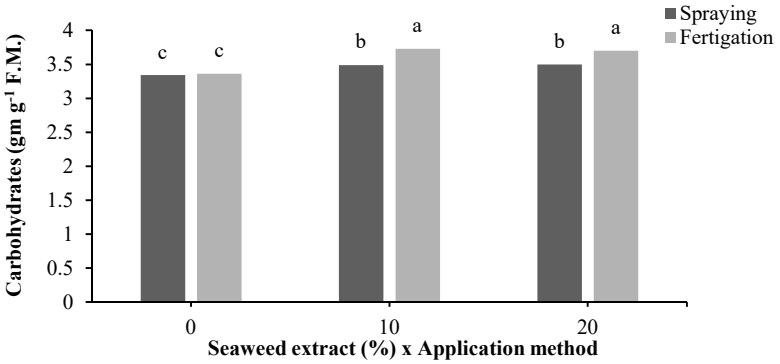
تیمار عصاره جلبک در گیاه سورگوم باعث افزایش کلروفیل a، b و کلروفیل کل تا غلظت جلبک تا ۱/۵ درصد شد و در غلظت بالاتر اثر بازدارندگی ایجاد نمود (Sridhar & Rengasamy, 2010). عصاره جلبک در غلظت پایین ۲۵ درصد باعث افزایش مواد بیوشیمیایی مانند کاروتنوئید، آمینواسید، قند محلول، فعالیت آلفا و بتا آمیلاز در ریشه و ساقه شد (Bai *et al*., 2011). بعبارتی کاربرد عصاره جلبک رنگدانه‌های فتوسنتزی را در بالاترین سطح نگهداری می‌کنند. عصاره جلبک‌ها حاوی سایتوکینین، اکسین و بتاین هستند که اینها باعث افزایش غلظت کلروفیل در برگ می‌شوند (Schwab & Raab, 2004).

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس نشان داد، بین کربوهیدرات محلول برگ در سطوح مختلف عصاره جلبک قهوه‌ای سارگاسوم از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد وجود دارد (جدول۴). همچنین تاثیر روش‌های مختلف کاربرد عصاره جلبک بر میزان کربوهیدرات محلول برگ در سطح یک درصد معنی‌دار بود. تیمار عصاره جلبک سارگاسوم در سطح ۱۰ درصد و ۲۰ درصد هر دو روش کاربرد محلول‌دهی پای بوته و محلول‌پاشی باعث افزایش مقدار کربوهیدرات محلول برگ در بوته داودی (به ترتیب ۳/۷۳ و ۳/۷۰ میکرومول بر گرم وزن خشک و ۳/۴۹ و ۳/۵۰ میکرومول بر گرم وزن خشک) نسبت به شاهد (۳/۳۴ میکرومول بر گرم وزن خشک) شد (شکل ۹). روش محلول‌دهی پایه بوته تاثیر بیشتری نسبت به روش محلول‌پاشی در افزایش میزان کربوهیدرات بوته داودی داشت. در گیاه فلفل (Arthur *et al*., 2003; Zodape *et al*., 2008) و لوبیا (Zodape *et al*., 2010) نشان داد شد که عصاره جلبک دریایی باعث افزایش عملکرد بذر و وزن غلاف همچنین بهبود پروتئین و کربوهیدرات بذر می‌شوند. همچنین میزان کربوهیدرات محلول دانه گندم در تیمار ۱۰ درصد عصاره جلبک قهوه‌ای *Nizamuddinia zanardinii* افزایش یافت و در تیمار ۲۰ درصد باعث کاهش کربوهیدرات شد (Ghaffarizadeh *et al*., 2014). در بررسی اثر سطوح مختلف (۴۰-۳۰-۲۰-۱۰-۵ درصد) عصاره جلبک قهوه‌ای سارگاسوم بر گیاه لوبیا چیتی مشاهده شد که محتوی کربوهیدارت محلول گیاهان تحت تیمار غلظت۱۰درصد عصاره جلبک به طور معنی‌داری نسبت به تیمار شاهد افزایش یافت (Sivasankari *et al*., 2006). افزایش میزان کربوهیدات ممکن است به علت افزایش میزان کلروفیل و در نتیجه افزایش میزان فتوسنتز و ساخت کربوهیدارت باشد (Sridhar & Rengasamy, 2010).

جدول تجزیه واریانس نشان داد بین صفت پراکسیداسیون لیپید و سطوح مختلف تیمار عصاره جلبک در سطح یک درصد اختلاف معنی‌داری وجود دارد (جدول۴). اما بین روش کاربرد در این صفت اختلافی معنی‌داری مشاهده نشد. بیشترین مقدار پراکسیداسیون لیپید در هر دو روش کاربرد در شاهد (۰/۰۱۷ نانومول مالون دی آلدئید بر گرم وزن تر) و کمترین مقدار پراکسیداسیون لیپید در تیمار عصاره جلبک سارگاسوم سطح ۲۰ درصد روش کاربرد محلول‌پاشی بوته داودی (۰/۰۰۸ نانومول مالون‌دی‌آلدئید بر گرم وزن تر) مشاهده شد (شکل ۱۰).

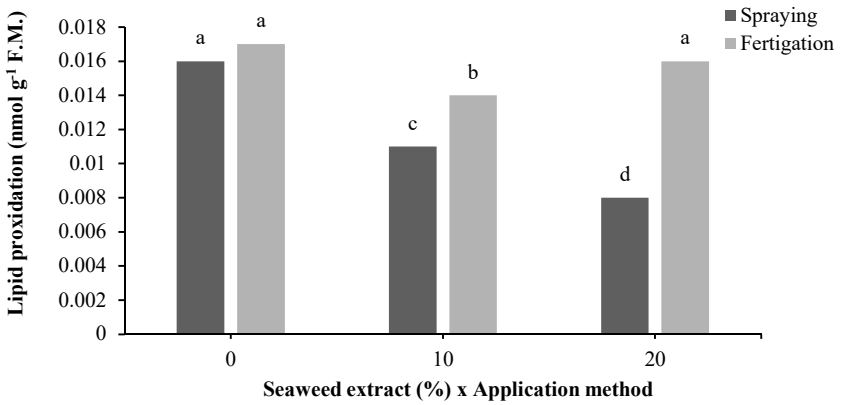
همچنین با افزایش غلظت تیمار در روش محلول‌دهی پایه بوته مقدار پراکسیداسیون لیپید افزایش یافت اما این روند در روش کاربرد محلول‌پاشی کاهشی بود. پلی ساکاریدهای موجود در جلبک‌ها آنتی اکسیدان‌های قوی هستند و برخی از آنها موجب خنثی سازی فعالیت سوپراکسید و رادیکال هیدروکسید می‌شوند و از پراکسیداسیون لیپید جلوگیری می‌کنند (Shao *et al*., 2014). همچنین بتا کاراتون b موجود در جلبک مانع فعالیت لیپیدوپراکسیداز می‌شود (Giampieri *et al*., 2014). همچنین کاهش در لیپیدوپراکسیداز در کاهو و اسفناج ناشی از حضور آنتی‌اکسیدان‌های موجود در جلبک مشاهده شد (Sandepogu, 2018).

نتایج نشان داد بین صفت نشت الکترولیت و تیمار عصاره جلبک در سطح یک درصد اختلاف معنی‌داری از لحاظ آماری وجود دارد (جدول۴). بیشترین مقدار نشت الکترولیت در هر دو روش کاربرد در شاهد (۶۳۶/۹۸ میلی‌موس بر سانتی‌متر) و کمترین مقدار در تیمار عصاره جلبک سارگاسوم سطح ۲۰ درصد روش کاربرد محلول‌پاشی بوته داودی (۳۳۳/۳۶ میلی‌موس بر سانتی‌متر) مشاهده شد (شکل ۱۱).



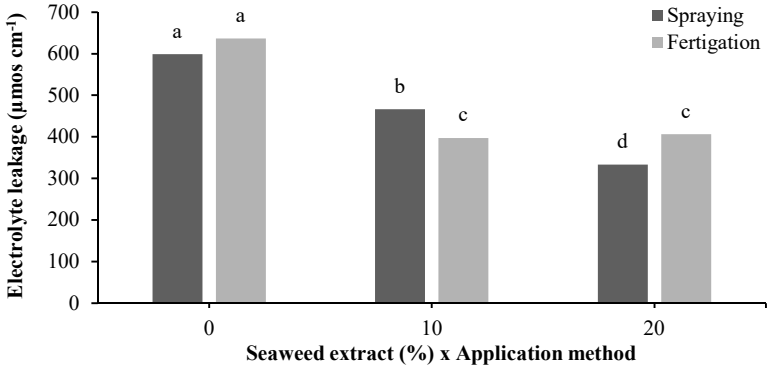
شکل ۹ مقایسه میانگین اثر متقابل عصاره جلبک و روش کاربرد بر محتوی کربوهیدرات‌های داودی.

Figure 9. Mean comparison interaction effect of seaweed extract extract and application method on carbohydrate of chrysanthemum.



شکل ۱۰. مقایسه میانگین اثر متقابل عصاره جلبک و روش کاربرد بر پراکسیداسیون لیپید داودی.

Figure 10. Mean comparison interaction effect of seaweed extract extract and application method on lipid peroxidation of chrysanthemum.



شکل ۱۱. مقایسه میانگین اثر متقابل عصاره جلبک و روش کاربرد بر نشت الکترولیت داودی.

Figure 11. Mean comparison interaction effect of seaweed extract extract and application method on electrolyte leakage of chrysanthemum.

با افزایش سطح تیمار در روش محلول‌پاشی روند تغییرات مقدار نشت الکترولیت کاهشی اما در روش کاربرد محلول‌دهی پای بوته افزایش ناچیزی مشاهده شد. عصاره جلبک حاوی مواد مختلفی از جمله عناصر مغذی می‌باشد که از جمله آنها می‌توان به کلسیم و پتاسیم موجود در عصاره جلبک اشاره کرد در واقع کلسیم در فعالیت آنزیم‌ها، طویل شدن و پایداری سلول کمک می‌کند

از اینرو پایداری بیشتر دیواره سلولی در گیاهان تیمارشده با عصاره جلبک نسبت به گیاهان شاهد مشاهده می‌شود (Pramanick *et al*., 2013).

نتیجه گیری کلی

نتایج این پژوهش نشان داد، محلول‌پاشی گیاهان با عصاره آبی جلبک منجر به بهبود ویژگی‌های کمی و کیفی گل داودی نسبت به تیمار شاهد شد. بیشترین وزن تر، تعداد برگ طول ساقه، تعداد گل، قطر گل، کربوهیدرات، محتوی کلروفیل a، b و کاروتنوئیدها مربوط به تیمار ۱۰ درصد عصاره آبی جلبک سارگاسوم بود. بطور کلی می‌توان گفت عصاره جلبک‌ها به دلیل وجود هورمون‌های موثر رشد و عناصر ماکرو و میکرو ضروری برای رشد گیاهان مورد استفاده هستند از این رو انتظار می‌رود در غلظت‌های پایین باعث افزایش رشد و عملکرد گیاهان شوند.

REFERENCES

1. Abdel-Mawgoud, A. M., Tantawy, A. S., Magda M. R., & Hoda, A. M. (2010). Seaweed extract improves growth, yield and quality of different watermelon hybrids. *Agriculture and Biological Sciences*, 6(2), 161-186.
2. Ahmadpour, R., Faraji, F., Ahmadiani, S., Hassanzadeh, J., Rajaei, F., & Mohammadi, F. (2017). Evaluation of seed dormancy failure in *Allium cepa* species by seaweed *Ascophyllum nodosum* extract under salinity stress. *International Conference on Agricultural Sciences of Medicinal Plants*. 1-7.
3. Anantharaj, M., & Venkatesalu, V. (2002). Effect of seaweed liquid fertilizer on *Vigna catajung*. *Seaweed Research Utilisation*, 23, 33-39.
4. Arnon, A. N. (1967). Method of extraction of chlorophyll in the plants. *Agronomy Journal*, 23, 112-121.
5. Arthur, G. D., Stirk, W. A., & Van Staden, J. (2003). Effect of seaweed concentrates on the growth and yield of three varieties of Capsium annuum. *South African Journal of Botany*, 69, 207 -211.
6. Asadi, W., Rasouli, M., Gholami, M., & Maleki, M. (2020). Effect of some cultivars of native grapevine as rootstocks and triachenetanol on the physiology of 'Bidaneh Sefid' grapevine scion (*Vitis vinifera* L.), under drought stress. *Iranian Journal of Horticultural Science*, 51 (2), 413-428. (in Farsi).
7. Bai, N. R., Mary Christi, R., & Christy Kala, T. (2011). Seaweed liquid fertilizer as an alternate source of chemical fertilizer in improving the yield of *Vigna radiata L. Plant Archives,* 11, 895-898.
8. Blunden, G., Jenkins, T., & Liu, Y. (1997). Enhanced leaf chlorophyll levels in plants treated with seaweed extract. *Journal of Applied Phycology*, 8,535-543.
9. Fornes, F., Sánchez-Perales, M., & Guadiola, J. L. (2002). Effect of a seaweed extract on the productivity of 'de Nules' Clementine mandarin and navelina orange. *Botanica Marina*, 45,486-489.
10. Gandhiyappan, K., & Perumal, P. (2001). Growth promoting effect of seaweed liquid fertilizer (*Enteromorpha intestinalis*) on the sesame crop plant. *Seaweed Research and Utilization*, 23, 23-25.
11. Ghaffarizadeh, A., Seyednejad, S. M., & Gilani, A. (2014). The effect of foliar application of aqueous extract of brown algae (*Nizamuddinia zanardinii*) at different levels of nitrogen on some physiological, biochemical and yield traits of wheat. *Plant Environmental Physiology*, 11 (41), 13-25.
12. Giampieri, F., Alvarez-Suarez, J. M., Mazzoni, L., Forbes-Hernandez, T. Y., Gasparrini, M., Gonzàlez-Paramàs, A. M., & Battino, M. (2014). An anthocyanin-rich strawberry extract protects against oxidative stress damage and improves mitochondrial functionality in human dermal fibroblasts exposed to an oxidizing agent. *Food & Function*, *5*(8), 1939-1948.
13. Guiry in Guiry, M.D., & Guiry, G.M. (2021). AlgaeBase. World-Wide Electronic Publication, National University of Ireland, Galway, Ireland. http://www.algaebase.org
14. Heath, R., & Packer, L. (1968). Photoperoxidation in isolated chloroplasts. I. Kinetics and stoichiometry of fatty acid peroxidation. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 196, 385-395.
15. Janipour, B., Khandan-Mirkohi, A., Jamali, F., & Khalighi, A. (2017). Influence of nitrogen nutrition in topiary of Chrysanthemum (*Chrysanthemum grandiflorum*). *Iranian Journal of Horticultural Science*, 48 (1), 237-247. (in Farsi).
16. Jegadeeswaran, P., Shivaraj, R., & Venckatesh, R. (2012). Green synthesis of silver nanoparticles from extract of *Padina tatrastromatica* laef. *Nanomaterials and Biostructures*, 7, 991-998.
17. Jiang, Y. M., & Chen, F. (1995). A study on polyamine changes and browning of fruit during cold storage of litchi fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 5, 245-250.
18. Khan, W. R., Usha, P., Sowmyalakshmi, S., Jithesh, M. N., Rayorath, P., Hodges, D. M., Craigie, J. S., Norrie, J., & Prithiviraj, B. (2009). Seaweed extracts as bio-stimulants of plant growth and development. *Plant Growth Regulator*, 28, 386-399.
19. Kumari, R., Kaur, I., & Bhatnagar, A. K. (2011). Effect of aqueous extract of *Sargassum johnstonii* Setchell & Gardner on growth, yield and quality of *Lycopersicon esculentum* Mill. *Applied Phycology*, *23*(3), 623-633.

20. Lakshmi, S., & Sundaramoorthy, P. (2010). Response of *vigna unguiculata* on liquid seaweed fertilizer. *International Journal of Current Research,* 2, 39-42.
21. Lall, D., Prasad, V., Singh, V., & Kiishor, S. (2017). Effect of foliar application of Biovita (biofertilizer) on fruit set, yield and quality of guava (*Psidium guajava* L.). *Research in Environment and Life Science*, 10(5), 432-434.
22. Manimaran, P., Lakshmi, J., & Rajasekar, P. (2018). Influence of foliar application of seaweed extract and plant growth regulators on growth and physiological attributes of *Jasminum sambac*. *Environment and Ecology*, 36, 262-264.
23. Mancuso, S., Azzarello, E., Mugnai, S., & Briand, X. (2006). Marine bioactive substances (IPA extract) improve foliar ion uptake and water tolerance in potted *Vitis vinifera* plants. *Advances in Horticultural Science*, 20, 156-161.
24. Pruthvi, P., Hemlanaik, H., Shivaprasad, B., & Beeralingappa, M. (2017). Effect of biostimulants on morphology, flowering and yield of chrysanthemum (*Dendranthema grandiflora Tzvelve*) Cv. Kolar Local under naturally ventilated polyhouse. *Biosensors and Bioelectronics*, 12(1), 273-276.
25. Pramanick, B., Brahmachari, K., & Ghosh, A. (2013). Effect of seaweed saps on growth and yield improvement of green gram. *African Journal of Agricultural Research*, 8(13), 1180-1186.
26. Rathore, S. S., Chaudhary, R., Boricha, G. N., Ghosh, A., Bhatt, B. P., Zodape, S. T., & Patolia, J. S. (2009). Effect of seaweed extract on the growth, yield and nutrient uptake of soybean (*Glycine max*) under rainfed conditions. *South African Journal of Botany*,75, 351-355.
27. Rajarajan**,** R., Selvaraju**,** S., & Vasanth**,** M. (2014). Effect of foliar spray with seaweed extract on growth and chemical constituents of *Crossandra infundibuliformis* (L.) Nees. *Advanced Research in Biological Sciences*, 1(8), 29-33.
28. Rama Rao, K. (1991). Effect of aqueous seaweed extract on *Zizyphus mauritiana* Lam. *Indian Botanical Society*, 71, 19-21.
29. Salwa, M. A. (2013). The influence of bio-stimulants composition of *Vicia faba* cv. Giza 3. *Romnan Biotechnological Letters*, 18 (2), 8061-8066.
30. Sandepogu, M. (2018). *Seaweed extract and Humic Acids Biostimulants to Imorove Growth and Post-harvest Quality of spinach and lettuce*. Ph.D. dissertation. Dalhousie University, Halifax, Nova Scotia, Canada.
31. Sahagún, M. L. G., de Luna Vega, A., Campa, C. Z., Gutiérrez, O. A. B., & Echeverría, M. S. (2014). The effect of seaweed on the development of *Gerbera jamesonii* (Asteraceae). e-Cucba, 2, 39-45.
32. Schwab, W., & Raab, T. (2004). Developmental changes during strawberry fruit ripening and physicochemical changes during postharvest storage. *South African Journal of Botany,* 75, 351-355.
33. Shahira, A. T., Iman, T., Abou Elkhamir, B., & Laila, B. (2015). Influence of foliar application of algae extract and amino acids mixture on fenugreek plants in sandy and clay soils. *Nusantara Bioscience*, 7 (1), 33-37.
34. Shao, P., Chen, X., & Sun, P. (2014). Chemical characterization, antioxidant and antitumor activity of sulfated polysaccharide from *Sargassum horneri*. *Carbohydrate Polymers*, 105, 260-269.
35. Singh, R., Kumari, P., & Reddy, C. (2015). Antimicrobial compounds from seaweeds-associated bacteria and fungi. *Applied Microbiology & Biotechnology*, 99(4), 230-239.
36. Sivasankari, S., Venkatesalu, V., Anantharaj, M., & Chandrasekaran, M. (2006). Effect of seaweed extracts on the growth and biochemical constituents of *Vigna sinensis*. *Bioresource Technology*, 97(14), 1745-1751.
37. Sridhar, S., & Rengasamy, R. (2010). Effect of seaweed liquid on the growth, biochemical constituents and yield of *Tagetes Erecta*, under field trial. *Journal of Phytology*, 2(6), 61-68.
38. Turan, K., & Kose, M. (2004). Seaweed extract improve copper uptake of grapevine (*Vitis vinifera*). *Acta Agriculturae Scandinavica,* 54, 213-220.
39. Thangam, R. T., Rani, S. M. V., & Petermarian, M. (2003). Effect of seaweed liquid fertilizer on the growth and biochemical constituents of *Cyamposis tetragonoloba* L. *Seaweed Research and Utilisation,* 25, 99-103.
40. Thirumaran, G., Arumugam, M., Arumugam, R., & Anantharaman, P. (2009). Effect of seaweed liquid fertilizer on growth and pigment concentration of Abelmoschus esculentus (I) Medikus. *European Journal of Agronomy,* 2, 57-66.
41. Vijayanand, N., Sivasangari Ramya, S., & Rathinavel, S. (2014). Potential of liquid extracts of *Sargassum wightii* on growth, biochemical and yield parameters of cluster bean plant. *Asian Pacific Journal of Reproduction*, 3(2), 150-155.
42. Zodape, S. T., Kawarkhe, V. J., Patolia, J. S., & Warade, A. D. (2008). Effect of liquid seaweed fertilizer on yield and quality of okra (*Abelmoschus esulentus* L.). *Scintific and Industrial Research*, 67, 1115-1117.
43. Zodape, S. T., Mukhopadhyay, S., Eswaran, K., Reddy, M. P., & Chikara, J. (2010). Enhanced yield and nutritional in green gram (*Phaseolus radiata* L.) treated with seaweed (*Kappaphycus alvarezii*) extract. *Scientific and Industrial Research,* 69, 468 -471.