



The Effect of Urea Fertilizer and Foliar Application of Seaweed *Ulva Fasciata* Delile Extract on Some of Alfalfa (*Medicago sativa* L.) Growth Factors

Mehdi Rezvani mehr¹, Seyyed Mansour Seyyednejad², Azadeh Niroomand^{3*},
Abdolali Gilani⁴

¹ Department of Biology, Faculty of Science, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran, Email: mehdirezvanimehr@gmail.com

² Department of Biology, Faculty of Science, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran, Email: Sm.seyyednejad@gmail.com

³ Department of biology, Payame Noor University, PO BOX 19395-4697 Tehran, Iran, Email: a_niroomand@pnu.ac.ir

⁴ Department of Seed and Plant Improvement Research Department, Khuzestan Agricultural and Natural Resources Research Center, AR, Email: Gilani.abdolali@yahoo.com

Article type:

Research article

Abstract

In order to investigate the effect of urea chemical fertilizer and foliar application of *Ulva fasciata* Delile seaweed extract on growth factors of alfalfa (*Medicago sativa* L.), A Split plot study was conducted in the form of a randomized complete block design with 3 replications in Shavoor Agricultural Research Station and Plant Physiology Laboratory of Shahid Chamran University of Ahvaz in 1399-1400. The treatments for this experiment included different concentrations of 4 levels urea fertilizer (0, 40, 70 and 100% of the usual amount of urea fertilizer) and different concentrations of 4 levels ulva seaweed extract (0, 5, 10 and 15%). Different concentrations of urea chemical fertilizer were used as soil application and different concentrations of ulva seaweed extract were used as foliar application. The treated plants were examined in the reproductive phase. The results showed that use of 10% *Ulva* seaweed extract treatment caused a significant increase in the morphological and physiological growth factors of alfalfa, So the height of the plant increased by 7%, the number of stem branches by 42% the leaf area index by 55%, the photosynthetic pigments by 30%, the carbohydrate content by 81% and the soluble proteins by four times. Comparison of the mean interaction of urea fertilizer and seaweed extract showed that the application of 15% ulva seaweed extract along with 70% of the usual amount of urea chemical fertilizer leads to an increase in the desired factors compared to other treatments. In addition, malondialdehyde a level in plants treated with ulva seaweed extract were decreased. Also the interaction of urea fertilizer and seaweed extract reduced this factor. Therefore, according to the obtained results, foliar application of seaweed extract increases the reproductive growth of alfalfa forage and improves the quality of the product. Based on this, it can be said that foliar application of 15% seaweed extract has an effect almost similar to half of the usual application of urea chemical fertilizer. It is recommended in order to have the optimal effect of seaweed extract, a combination of several types of algae should be used for spraying.

Article history

Received: 01.02.2024

Revised: 18.05.2024

Accepted: 07.06.2024

Published: 22.09.2024

Keywords

Pigment photosynthetic

Soluble carbohydrates

Soluble protein

Growth traits

Cite this article as: Rezvani mehr M, Seyyednejad SM, Niroomand A, Gilani A. (2024). The effect of urea fertilizer and foliar application of seaweed *Ulva fasciata* Delile extract on some of alfalfa (*Medicago sativa* L.) growth factors. *Journal of Plant Environmental Physiology*, 19(4): 63-82.



©The author(s)

Publisher: Islamic Azad University, Gorgan branch

Doi: <https://doi.org/10.71890/iper.2024.984472>

تأثیر کود شیمیایی اوره و محلول پاشی عصاره جلبک دریایی *Ulva fasciata Delile* بر برخی فاکتورهای رشدی یونجه (*Medicago sativa L.*)

مهدی رضوانی مهر^۱، سیدمنصور سیدنژاد^۲، آزاده نیرومند^{۳*}، عبدالعلی گیلانی^۴

^۱ گروه زیست شناسی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران. رایانامه: mehdirezvanimehr@gmail.com

^۲ گروه زیست شناسی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران. رایانامه: Sm.seyyednejad@gmail.com

^۳ گروه زیست شناسی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران. رایانامه: a_niroomand@pnu.ac.ir

^۴ مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خوزستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران.

رایانامه: gilani.abdolali@yahoo.com

نوع مقاله:	چکیده
مقاله پژوهشی	به منظور بررسی تأثیر کود شیمیایی اوره و محلول پاشی عصاره جلبک دریایی <i>Ulva fasciata Delile</i> بر فاکتورهای رشدی یونجه (<i>Medicago sativa L.</i>)، پژوهشی در سال ۱۴۰۰-۱۳۹۹ به صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی و با سه تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی شاور و آزمایشگاه فیزیولوژی گیاهی دانشگاه شهید چمران اهواز به انجام رسید. تیمارهای موردنظر جهت انجام این آزمایش شامل ۴ سطح غلظت های مختلف کود شیمیایی اوره (۰، ۴۰، ۷۰ و ۱۰۰ درصد مقدار متداول مصرف کود شیمیایی اوره) و ۴ سطح غلظت های مختلف عصاره جلبکی اولوا (۰، ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد) بود. غلظت های مختلف کود شیمیایی اوره به صورت کاربرد خاکی و غلظت های مختلف عصاره جلبکی اولوا به صورت محلول پاشی مورد استفاده قرار گرفت. گیاهان تیمار شده در مرحله فاز زایشی مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج بیانگر این بود که کاربرد تیمار ۱۰٪ عصاره جلبکی اولوا سبب افزایش معنی دار میزان فاکتورهای رشدی موفولوژیکی، فیزیولوژیکی گیاه یونجه شد. به نحوی که مقدار ارتفاع بوته ۷٪، تعداد انشعابات ساقه ۴۲٪، شاخص سطح برگ ۵۵٪، وزن تر و خشک اندام های هوایی، رنگیزه های فتوسنتزی ۳۰٪، محتوای کربوهیدرات به میزان ۸۱٪ و پروتئین های محلول به میزان چهار برابر افزایش یافتند. بررسی مقایسه میانگین اثر متقابل کود اوره و عصاره جلبکی نشان داد که کاربرد ۱۵ درصد عصاره جلبکی اولوا به همراه ۷۰ درصد مقدار متداول مصرف کود شیمیایی اوره منجر به افزایش فاکتورهای موردنظر نسبت به سایر تیمارها می شود. به علاوه میزان مالون دی آلدئید در گیاهان تیمار شده با عصاره جلبکی اولوا کاهش یافت. همچنین اثر متقابل کود شیمیایی اوره و عصاره جلبکی نیز سبب کاهش این فاکتور شد. بنابراین طبق نتایج به دست آمده، محلول پاشی عصاره جلبکی باعث افزایش رشد زایشی علوفه یونجه گردیده و کمیت محصول را ارتقا می بخشد. بر این اساس می توان بیان کرد که محلول پاشی غلظت ۱۵ درصد عصاره جلبکی، اثری تقریباً مشابه با نصف میزان مصرف متداول کود شیمیایی اوره دری دارد. پیشنهاد می گردد به منظور تأثیر بهینه عصاره جلبکی از ترکیب چند نوع جلبک جهت محلول پاشی استفاده گردد.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۱/۱۲
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۲/۲۹
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۳/۱۸
تاریخ چاپ: ۱۴۰۳/۰۷/۰۱

واژه های کلیدی:

رنگیزه های فتوسنتزی
کربوهیدرات محلول
پروتئین محلول
صفات رشدی

استاد: رضوانی مهر مهدی، سیدنژاد سیدمنصور، نیرومند آزاده، گیلانی عبدالعلی. (۱۴۰۳). تأثیر کود شیمیایی اوره و محلول پاشی عصاره جلبک دریایی *Ulva fasciata Delile* بر برخی فاکتورهای رشدی یونجه (*Medicago sativa L.*). فیزیولوژی محیطی گیاهی، ۱۹(۳)، ۸۲-۶۳.

Doi: <https://doi.org/10.71890/iper.2024.984472>

ناشر: دانشگاه آزاد اسلامی، واحد گرگان

© نویسندگان.



مقدمه

نیازمندی به تأمین غذا برای جمعیت رو به رشد جهان باعث شد دانشمندان روش‌های جدیدی را جهت افزایش عملکرد محصولات کشاورزی ابداع کنند که استفاده از انواع کودها به‌ویژه کودهای شیمیایی، از آن جمله بود. اگرچه به‌واسطه‌ی استفاده از کودهای شیمیایی، تولید محصولات کشاورزی به‌طور چشمگیری افزایش پیدا کرد، اما وقوع مشکلاتی از جمله تجمع نترات و سایر مواد شیمیایی در محصولات کشاورزی و کاهش میزان کیفیت محصولات، سبب شد تغییر رویه‌ای به‌سوی استفاده از کودهای با منشأ زیستی اتفاق بیفتد که هدف آن تولید غذای سالم برای بشر است (Yaghoobi, 2020).

کشاورزی ارگانیک یک شیوه نوین است که در آن از نهاده‌های شیمیایی استفاده نمی‌شود و نتیجه این کار افزایش کیفیت محصولات کشاورزی خواهد بود (Karimi, 2017). در مقایسه با کاربرد کودهای شیمیایی، استفاده طولانی‌مدت از کودهای آلی در خاک، به بهبود چندین پارامتر خاک مانند: کربن آلی، پایداری کلی و همچنین بهبود عملکرد محصول کمک می‌کند (Brtnicky et al., 2019). از جمله کودهای آلی، کود با منشأ زیستی است که می‌توان به عصاره جلبک‌های دریایی اشاره کرد. کود دهی زیستی یک عمل کشاورزی پایدار است که شامل استفاده از کودهای زیستی برای افزایش محتوای مواد مغذی خاک، در نتیجه بهره‌وری بالاتر است (Yaghoobi, 2020). کود عصاره جلبک دریایی، غالباً به دو شکل مایع یا پودر قابل حل در آب، تولید می‌گردد که عموماً مصرف آن‌ها به‌صورت محلول پاشی یا همراه با آبیاری توصیه می‌شود (Yaghoobi, 2020).

جلبک‌ها که تقریباً در تمام محیط‌های کره زمین یافت می‌شوند؛ متمایزترین موجودات با کاربردهای بالقوه مانند کاربردهای کشاورزی به‌عنوان کودهای

زیستی و عوامل تهویه خاک برای بهبود حاصلخیزی خاک و بهره‌وری گیاه هستند.

کاروتنوئیدها، ترپنوئیدها، زانتوفیل‌ها، کلروفیل‌ها، فیکوبیلین‌ها، اسیدهای چرب غیراشباع، پلی‌ساکاریدها، ویتامین‌ها، استرول‌ها، توکوفرول و فیکوسیانیین‌ها از جمله مواد زیستی فعال تولید شده فیزیولوژیکی توسط ماکرو جلبک‌ها هستند. جلبک دریایی در سطح جهانی، به‌عنوان یک منبع مورد توجه قرار دارند (Mohammadi et al., 2022).

محلول پاشی عصاره جلبکی بر گیاه باعث افزایش بازده جذب مواد مغذی در گیاهان می‌شود (Fatriana, et al., 2020). عصاره جلبک دریایی می‌تواند منبعی غنی از عناصر پر مصرف مثل N، K و P و همچنین عناصر کم مصرف مانند Zn، Mn یا Fe باشد (Soares et al., 2020). همچنین حاوی انواع مختلفی از مواد تقویت‌کننده رشد گیاه است. آن‌هایی که شناسایی شده‌اند شامل تنظیم‌کننده‌های رشد گیاه، مواد معدنی، مولکول‌های آمونیوم کواترنر (به‌عنوان مثال بتائین و پرولین)، پلی‌اورنیدها (به‌عنوان مثال آلزیناتها و فوکوئیدانها) و مولکول‌های پایه لیپیدی مثل استرول‌ها هستند (Ghaderi ardakani et al., 2019).

از سوی دیگر با توجه به اینکه تأمین غذای جمعیت رو به رشد انسان را بخش کشاورزی عهده‌دار است، لذا بهبود خصوصیات کمی و کیفی محصولات کشاورزی امری لازم و حیاتی است که یکی از گام‌های مهم در این زمینه، تولید گیاهان علوفه‌ای است. از جمله مهم‌ترین گیاهان علوفه‌ای که در سرتاسر دنیا کشت آن‌ها بسیار رایج است، گیاهان خانواده‌ی بقولات هستند. علت این مسئله مقاومت به خشکی، قدرت سازگاری بالا، طول عمر زیاد و اثر مثبت آن‌ها بر حاصل خیزی خاک‌های ضعیف است. یونجه یا اسپست با نام علمی

Medicago sativa L. و نام انگلیسی *Alfalfa* از جمله گیاهان گل دار دولپه‌ای است و در راسته‌ی باقلاسانان و خانواده‌ی باقلاییان طبقه‌بندی شده است. این گیاه بیشترین علوفه چندساله کشت شده در سراسر جهان است (Luo et al., 2022). یک محصول علوفه‌ای چندساله لگومی، عملکرد بالا، سازگاری قوی، تحمل به خشکی و شوری-قلیایی و خوش طعمی بالا برای دام از خود نشان می‌دهد. به دلیل ارزش اکولوژیکی مهم آن در بهبود حاصلخیزی خاک، تثبیت تپه‌های ماسه‌ای و احیای اکولوژیک نقش دارد (Karimi and Amirmia, 2018).

رشد جمعیت انسانی در نتیجه افزایش تقاضا برای مواد غذایی برای حیوانات را به همراه دارد. درعین حال، کمبود منابع آب و زمین و اثرات تغییرات آب و هوایی امنیت غذایی جهان را تهدید می‌کند (Zirena vilca et al., 2022). گیاهان علوفه‌ای جزء مهمی از جیره علف خواران را تشکیل می‌دهند و در این میان گیاهان خانواده لگوم از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و در این بین یونجه اهمیت بیشتری دارد زیرا به تثبیت بیولوژیکی خاک کمک کرده و به این ترتیب نقش و میزان نیاز به کودهای نیتروژن دار را کم می‌کند. یکی از خصوصیات مهم یونجه کیفیت زیاد تغذیه‌ای آن برای حیوانات است و حاوی ۱۵-۲۲ درصد پروتئین بوده و منبع خوبی برای تأمین ویتامین‌ها و مواد معدنی محسوب می‌شود. این گیاه دارای درصد بالایی از ویتامین‌های گروه B، C، E، K و همچنین بتاکاروتن بوده و به همین دلیل به عنوان مکمل غذایی مورد استفاده قرار می‌گیرد (Najafi and Taghizadeh., 2022). در مطالعه‌ای تأثیر عصاره‌ی جلبک دریایی *Ecklonia maxima* بر عناصر پرمصرف و کم مصرف انتخابی در زیست توده‌ی بخش هوایی یونجه مورد بررسی قرار گرفت. فاکتورهای مورد تجزیه و تحلیل عبارت از غلظت عناصر پرمصرف

شامل فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم و عناصر کم مصرف شامل منگنز، روی، مس و مولیبدن بودند. نتایج نشان داد که استفاده از عصاره جلبک دریایی منجر به افزایش فسفر، پتاسیم، روی و منگنز در زیست توده هوایی یونجه شد (Sosonowski et al., 2017).

در پژوهشی که توسط نادری، با هدف بررسی تأثیر منابع کودی مختلف، شامل عصاره جلبک دریایی بانام تجاری سی پاور، کود بیولوژیک محتوی مایه تلقیح باکتری ریزوبیوم ملیلوتی، کود محتوی عناصر کم مصرف و کود اوره بر رشد و عملکرد علوفه‌ی یونجه انجام شد، نتایج نشان داد که محلول پاشی عصاره جلبک دریایی و کود محتوی عناصر کم مصرف باعث بهبود مؤلفه‌های رشدی و افزایش تولید ماده خشک شده و سبب افزایش عملکرد و افزایش کارایی استفاده از منابع در این گیاه می‌شود (Naderi, 2016).

مطالعه دیگری با عنوان استفاده بالقوه از *Ascophyllum nodosum* به عنوان یک محرک زیستی برای بهبود عملکرد رشد گیاه ماش نشان داد که عصاره جلبک تعداد برگ، سطح برگ و رنگ دانه‌های فتوسنتزی را افزایش داد و کاربرد عصاره به دو روش (یعنی کاربرد محلول پاشی گلدانی، و کاربرد ریشه گلدان) قابلیت‌های رشد را بهبود بخشید (Verma et al., 2021).

همچنین، علیزاده و همکاران (۲۰۲۲)، با بررسی تأثیر محلول پاشی عصاره جلبک قهوه‌ای *Ascophyllum nodosum* بر صفات مورفوفیزیولوژیک لوبیا (*vulgaris Phaseolus*) تحت تنش کم آبی دریافتند که عصاره جلبک دریایی آسکوفیلوم به تنهایی موجب افزایش معنی دار سطح و تعداد برگ، طول برگ، سطح و طول ریشه، وزن خشک ریشه، محتوای کلروفیل a، b و محتوای کلروفیل کل شد، درحالی که تنش کم آبی سبب کاهش

معنی دار شاخصه‌ای مورد بررسی شد.

تخمین زده می‌شود که تقریباً ۸۰ درصد از مزارع کشاورزی در سراسر جهان برای تولید علوفه برای دام استفاده می‌شود (FAO, 2020). امروزه، کشاورزی ارگانیک به عنوان درمانی برای مقابله با کشاورزی مدرن شیمیایی موفق هست و عصاره جلبک دریایی می‌تواند جایگزین جالبی باشد. بنابراین مطالعه حاضر با هدف اثر محلول پاشی جلبک دریایی *Ulva fasciata Delile* بر فاکتورهای رشدی یونجه طراحی و اجرا شد.

مواد و روش‌ها

آزمایش‌های مزرعه‌ای: این پژوهش در سال زراعی ۱۴۰۰-۱۳۹۹ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی شاوور وابسته به مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان به اجرا درآمد. این ایستگاه در ۶۵ کیلومتری شمال اهواز، در جاده اهواز-اندیمشک و در کنار روستای سد شاوور واقع شده است. مختصات جغرافیایی ایستگاه شاوور عبارت از طول جغرافیایی؛ ۴۸ درجه و ۲۷ دقیقه شرقی، عرض جغرافیایی؛ ۳۱ درجه و ۵۰ دقیقه شمالی و ارتفاع از سطح دریا ۳۲ متر، دارای آب و هوای خشک و نیمه خشک با شوری خاک ۴ دسی زیمنس بر متر بود.

تهیه عصاره جلبکی: در تحقیق حاضر از جلبک سبز *Ulva fasciata* که از منطقه ساحلی چابهار جمع‌آوری شده بود استفاده شد. برای تهیه عصاره جلبکی ۵۰ گرم پودر جلبک با ۵۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر حرارت داده شد و پس از عبور از صافی، عصاره‌ی حاصل به عنوان ۱۰۰ درصد در نظر گرفته شد. سپس غلظت‌های مختلف ۰ و ۵ با افزودن آب مقطر به عصاره‌ی ۱۰۰ درصد تهیه شد (Uthirapandi et al., 2018).

خصوصیات طرح آماری و تیمارهای آزمایش: رقم

یونجه کشت شده در این پژوهش، رقم اصلاح شده امید بود که این رقم توسط مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان معرفی شده است و مناسب مناطق گرمسیری می‌باشد. تراکم بوته‌ها در هر مترمربع ۱۵ بوته در نظر گرفته شد. آزمایش با دو نوع تیمار کود شیمیایی اوره و عصاره جلبک دریایی *Ulva fasciata* و هر کدام در ۴ غلظت مختلف و به صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و با ۳ تکرار انجام شد. هر تکرار شامل ۴ کرت اصلی و هر کرت اصلی شامل ۴ کرت فرعی به صورت زیر طراحی شد. ابعاد هر کرت فرعی ۲ × ۱/۵ متر در نظر گرفته شد. در کرت‌های اصلی غلظت‌های مختلف کود شیمیایی اوره و در کرت‌های فرعی غلظت‌های مختلف عصاره جلبکی اعمال شد.

اعمال تیمارها در دو مرحله انجام شد. مرحله اول اعمال تیمار، ابتدای فاز رویشی انجام گردید. تیمارها در این مرحله شامل کاربرد خاکی کود شیمیایی اوره با غلظت‌های ۰، ۴۰، ۷۰ و ۱۰۰ درصد و محلول پاشی کود زیستی عصاره جلبک دریایی با غلظت‌های ۰، ۱۰، ۵ و ۱۵ درصد بود. مرحله دوم اعمال تیمار، هنگام ۵۰ درصد گلدهی بوته‌ها انجام شد و فقط شامل محلول پاشی غلظت‌های ۰، ۱۰، ۵ و ۱۵ درصد عصاره جلبکی بود. نمونه برداری در مرحله‌ی شروع گل دهی انجام شد و جهت بررسی به آزمایشگاه منتقل شد.

اندازه‌گیری و سنجش صفات مورفولوژیکی

ارتفاع بوته: برای این کار از هر کرت ۳ بوته به صورت تصادفی انتخاب شد و ارتفاع آن‌ها توسط خط کش از سطح زمین اندازه‌گیری شد و میانگین اعداد به دست آمده برحسب سانتیمتر برای هر تیمار ثبت گردید.

اندازه‌گیری وزن تر کل اندام هوایی: در نمونه‌های جمع‌آوری شده در هر تیمار، با استفاده از ترازوی آزمایشگاهی با دقت ۳-۱۰ وزن هر بخش اندازه‌گیری

و گزارش شد.

اندازه‌گیری وزن خشک ساقه، برگ و کل اندام هوایی: برای تعیین وزن خشک اندام هوایی، ساقه‌ها و برگ‌ها به مدت ۴۸ ساعت درآور با دمای ۸۰ درجه سانتی پایه نگهداری و سپس وزن خشک آن‌ها با ترازوی آزمایشگاهی با دقت ۳-۱۰ اندازه‌گیری و ثبت گردید و در نهایت برحسب کیلوگرم بر هکتار محاسبه و گزارش شد.

اندازه‌گیری شاخص سطح برگ: سطح برگ‌ها توسط دستگاه ΔT -SCAN و نرم‌افزار Windias اندازه‌گیری و ثبت شد.

اندازه‌گیری و سنجش صفات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی

اندازه‌گیری رنگیزه‌های فتوسنتزی شامل کلروفیل‌ها و کاروتنوئیدها: جهت اندازه‌گیری رنگیزه‌های فتوسنتزی ازجمله کلروفیل a، b و کاروتنوئیدها از روش لیختن تالر استفاده شد (Lichtenthaler, 1987). مقدار ۰/۲ گرم ماده‌تر گیاهی را با ۱۰ میلی‌لیتر استون ۸۰ درصد تا رسیدن به یک مخلوط همگن ساییده شد. سپس حجم عصاره به ۱۵ میلی‌لیتر رسانده و همگن حاصل به مدت ۲۰ دقیقه در ۴۰۰۰ در دور دقیقه سانتریفوژ شد در مرحله بعد، محلول رویی جدا گردید و میزان جذب نوری نمونه با ها استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج‌ها ۶۴۶ و ۶۶۳ جهت تعیین مقدار کلروفیل a و b ۴۷۰ نانومتر جهت تعیین مقدار کاروتنوئید اندازه‌گیری شد. در نهایت با استفاده از فرمول‌های مربوطه میزان رنگ‌دانه‌های فتوسنتزی برحسب میلی‌گرم در گرم وزن‌تر محاسبه گردید.

استخراج و سنجش کربوهیدرات محلول: جهت اندازه‌گیری محتوای کربوهیدرات‌های محلول، ۰/۱ گرم از اندام‌های هوایی خشک‌شده گیاه به ۱۰

میلی‌لیتر اتانول ۸۰ درصد اضافه به و مدت یک دقیقه با دستگاه ورتکس به‌شدت هم زده شدند. سپس به مدت ۱۵ دقیقه در ۴۰۰۰ در دور دقیقه سانتریفوژ شدند و روشناورهای به‌دست‌آمده جدا گردید. این عمل سه بار تکرار و شد پس از تبخیر حلال، عصاره خشک باقیمانده درون ظرف با آب مقطر به حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر رسانده شد. دو میلی‌لیتر از عصاره به‌دست‌آمده از هر نمونه، با یک میلی‌لیتر محلول فنل پنج درصد به لوله‌های آزمایش اضافه و لوله‌ها به شدت تکان داده شدند و بلافاصله پنج میلی‌لیتر اسیدسولفوریک ۹۸ درصد به سطح محلول اضافه گردید. پس از گذشت مدت‌زمان ۴۰ دقیقه، جذب محلول‌ها در طول‌موج ۴۸۵ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر خوانده شد. غلظت قند موجود در محلول با استفاده از منحنی استاندارد گلوکز تعیین و نتایج حاصل برحسب میلی‌گرم در گرم وزن خشک نمونه محاسبه گردید (Dubois et al., 1956).

استخراج و سنجش پروتئین: برای سنجش میزان پروتئین‌های سیتوپلاسمی از روش لوری اصلاح‌شده انجام شد. بدین منظور یک گرم از نمونه‌تر گیاه با پنج میلی‌لیتر بافر فسفات پتاسیم ۰/۱ مولار (اسیدیته برابر ۷/۴) ایجاد یک مخلوط همگن ساییده شد. عصاره‌های پروتئینی حاصل به میکروتیوپ‌های مخصوص سانتریفوژ منتقل با و استفاده از دستگاه سانتریفوژ یخچال در دمای چهار درجه سانتیگراد با و سرعت ۱۵۰۰۰ rpm به مدت ۲۵ دقیقه سانتریفوژ شدند. برای سنجش میزان پروتئین عصاره‌های استخراج‌شده، ابتدا عصاره‌های پروتئینی به نسبت ۱:۱۰ رقیق شد. از عصاره رقیق‌شده یک میلی‌لیتر به لوله‌آزمایش اضافه شد.

جدول ۱: تجزیه واریانس اثر کود اوره و عصاره جلبکی بر برخی صفات موفولوژیکی مورد مطالعه در مرحله‌ی آغاز رشد زایشی

منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع بوته	تعداد انشعابات ساقه	وزن ترکل اندام هوایی	شاخص سطح برگ	میانگین مربعات		
						وزن خشک کل اندام هوایی	وزن خشک ساقه‌ها	وزن خشک برگ‌ها
تکرار	۲	۵/۶۴ ^{ns}	۶۱۴/۲۵۰ ^{ns}	۲۹۲۴۲/۹۳۸ ^{ns}	۰/۰۲۷ ^{ns}	۲۲۵۱۱/۲۹۷ ^{ns}	۲۳۷۰۴/۹۳۸ ^{ns}	۱۲۹/۳۹۱ ^{ns}
کود اوره	۳	۵۳/۵۰۰ [*]	۵۰۹۶۷/۶۸۸ ^{**}	۱۵۴۸۳۹۸۷/۹۲۲ ^{**}	۳/۱۶۱ ^{**}	۱۱۶۰۴۲۸/۸۱۳ ^{**}	۵۸۷۳۲۷/۵۴۷ ^{**}	۱۱۲۲۴۵/۹۲۲ ^{**}
عصاره جلبک	۳	۳۸/۵۰۰ [*]	۴۴۵۶۷/۶۸۸ ^{**}	۶۸۹۵۵۵۰/۶۷۲ ^{**}	۱/۷۱۵ ^{**}	۵۷۹۲۱۰/۸۱۳ ^{**}	۲۵۴۵۲۰/۱۷۲ ^{**}	۶۷۲۲۵/۲۹۷ ^{**}
کود اوره عصاره جلبک	۹	۹/۱۱۱ ^{ns}	۵۶۸۳/۵۲۱ ^{ns}	۵۷۹۳۵۵/۲۹۷ [*]	۰/۴۷۱ [*]	۴۹۳۹۴/۶۰۴ [*]	۲۲۴۶۹/۱۷۲ [*]	۱۳۱۴۳/۹۶۴ ^{**}
خطا	۲۴	۱۱/۱۸۸	۲۶۹۵/۴۱۷	۱۵۰۹۹۸/۹۳۲	۰/۱۶۶	۱۵۷۰۳/۲۸۱	۹۱۶۷/۴۰۶	۲۴۸۴/۷۵۰
ضریب تغییرات (%)		۳/۸۷	۱۱/۴۸	۸/۰۴	۲۱/۲۵	۱۰/۶۵	۱۱/۵۴	۱۴/۴۲

ns و * و ** به ترتیب نشان‌دهنده معنی‌دار بودن در سطح ۱ درصد، ۵ درصد و عدم معنی‌داری می‌باشد.

گرفت. مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد محاسبه شد. مقادیر میانگین سه تکرار می‌باشند.

نتایج

ارتفاع بوته: نتایج حاصل از تجزیه واریانس، میان غلظت‌های مختلف کودشیمیایی اوره و عصاره جلبکی، تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد مشاهده شد، درحالی‌که اثر متقابل هردو عامل بر ارتفاع بوته معنی‌دار نبود (جدول ۱).

طبق مقایسه میانگین‌ها کاربرد غلظت‌های مختلف کود اوره، بیشترین میزان ارتفاع بوته تحت اثر تیمار ۷۰٪ کود اوره ۵٪ افزایش نسبت به شاهد داشت. بین غلظت‌های مختلف کود اوره تفاوت معناداری مشاهده نشد. کاربرد عصاره جلبکی در تمامی غلظت‌های موردنظر سبب افزایش ارتفاع بوته نسبت به شاهد شد. طبق مقایسه میانگین کاربرد غلظت‌های مختلف عصاره جلبکی، غلظت ۱۵٪ عصاره جلبکی باعث افزایش ارتفاع بوته به میزان ۵٪ نسبت به گیاهان شاهد شد (جدول ۲).

وزن ترکل اندام هوایی: مطابق نتایج حاصل از تجزیه واریانس، میان غلظت‌های مختلف کودشیمیایی اوره و عصاره جلبکی بر وزن‌ترکل اندام هوایی، تفاوت

سپس پنج میلی‌لیتر معرف ABC به لوله‌آزمایش اضافه با و محتویات لوله کاملاً مخلوط به شد. هر لوله ۳ میلی‌لیتر از معرف فولن رقیق شده اضافه شد. در پایان نمونه‌ها به مدت ۴۵ دقیقه در دمای اتاق نگهداری شدند. پس از این مدت میزان جذب نوری آن‌ها در طول موج ۶۶۰ نانومتر خوانده شد. نهایتاً با استفاده از معادله خط منحنی استاندارد، غلظت پروتئین هر نمونه برحسب میلی‌گرم در لیتر و سپس در یک گرم‌تر وزن بافت گیاهی محاسبه شد (Lowry et al., 1951).

اندازه‌گیری مالون دی‌آلدئید: جهت سنجش میزان مالون دی‌آلدئید به یک میلی‌لیتر محلول عصاره استخراج شده، یک میلی‌لیتر محلول ۰/۵ (w/v) درصد اسید تیوباربیتوریک حاوی اسید تری کلرواستیک (w/v) ۲۰ درصد اضافه گردید، سپس مخلوط حاصل در حمام آب با دمای ۹۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳۰ دقیقه حرارت داده شد. مخلوط حاصل با دور ۴۰۰۰ به مدت ۱۵ دقیقه سانتی‌فیوژ گردید. جذب مخلوط دو در طول موج ۵۳۲ نانومتر (طول‌موج اختصاصی) و ۶۰۰ نانومتر (طول‌موج غیراختصاصی) خوانده شد و به شکل میلی‌مول بر گرم وزن‌تر محاسبه و گزارش گردید (Davy et al., 2005).

تجزیه و تحلیل آماری: نتایج حاصله از این پژوهش توسط نرم‌افزار MSTAT-C مورد تجزیه آماری قرار

سبب افزایش میزان وزن تر کل اندام هوایی نسبت به شاهد شد. طبق مقایسه میانگین ها، کاربرد غلظت های مختلف عصاره جلبکی، بیشترین مقدار وزن تر کل اندام هوایی در تیمار ۱۵٪ عصاره جلبکی که افزایش ۴۶ درصدی را نسبت به گیاهان شاهد نشان داد (جدول ۲). مقایسه میانگین اثر متقابل غلظت های مختلف کود اوره و عصاره جلبکی نشان داد که بیشترین مقدار وزن تر کل اندام هوایی در تیمار ۷۰٪ کود اوره و ۱۵٪ عصاره جلبکی مشاهده شد که بیش از دو برابر افزایش نسبت به شاهد را نشان داد (جدول ۳).

معنی داری در سطح احتمال ۱٪ مشاهده شد. تاثیر متقابل غلظت های مختلف کودشیمیایی اوره و عصاره جلبکی بر وزن تر کل اندام هوایی نیز در سطح احتمال ۵٪ معنی دار بود (جدول ۱).

طبق مقایسه میانگین کاربرد غلظت های مختلف کود اوره، بیشترین مقدار وزن تر کل اندام هوایی تحت اثر تیمار ۷۰٪ کود اوره بود که نسبت به گیاهان شاهد افزایش ۷۰ درصدی داشت میان تیمارهای ۷۰٪ و ۱۰۰٪ تفاوت معناداری به لحاظ آماری مشاهده نشد. کاربرد عصاره جلبکی در تمامی غلظت های موردنظر

جدول ۲: مقایسه میانگین کاربرد غلظت های مختلف کود شیمیایی اوره و عصاره جلبکی بر فاکتورهای مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی مرحله آغاز رشد زایشی

غلظت کود اوره	ارتفاع بوته (سانتی متر)	تعداد انشعابات ساقه در مترمربع	وزن تر کل اندام هوایی (کیلوگرم بر هکتار)	شاخص سطح برگ (مترمربع)	وزن خشک کل اندام هوایی (کیلوگرم بر هکتار)	وزن خشک ساقه ها (کیلوگرم بر هکتار)	وزن خشک برگ ها (کیلوگرم بر هکتار)
۰	۸۳/۷۵ a	۳۷۰ b	۳۴۶۴ c	۱/۴۰۱ b	۷۸۵/۹ c	۵۴۹/۳ c	۲۳۲/۴ c
۴۰	۸۵/۵۰ a	۴۳۱/۳ ab	۴۳۵۳ b	۱/۶۸۵ b	۱۰۶/۹ b	۷۷۵/۶ b	۳۱۳/۵ bc
۷۰	۸۸/۳۳ a	۴۹۶/۳ a	۵۹۱۳ a	۲/۵۹۹ a	۱۴۶۱ a	۱۰۰۰ a	۴۶۱ a
۱۰۰	۸۷/۷۵ a	۵۱۲/۳ a	۵۶۰۸ a	۱/۹۸۹ ab	۱۳۸۹ a	۱۰۱۳ a	۳۷۵/۵ b
غلظت عصاره جلبک	ارتفاع بوته (سانتی متر)	تعداد انشعابات ساقه در مترمربع	وزن تر کل اندام هوایی (کیلوگرم بر هکتار)	شاخص سطح برگ (مترمربع)	وزن خشک کل اندام هوایی (کیلوگرم بر هکتار)	وزن خشک ساقه ها (کیلوگرم بر هکتار)	وزن خشک برگ ها (کیلوگرم بر هکتار)
۰	۸۴ a	۳۷۴/۸ b	۳۷۸۵ c	۱/۳۷۲ b	۸۷۳/۶ b	۶۳۳/۹ b	۲۳۹/۸ b
۵	۸۶/۰۸ a	۴۵۶/۳ ab	۴۸۴۰ b	۲/۰۲۱ ab	۱۱۷۵ a	۸۱۳/۴ a	۳۶۱/۶ a
۱۰	۸۷ a	۴۵۵ ab	۵۱۵۷ ab	۲/۰۳۸ ab	۱۲۶۸ a	۸۹۹ a	۳۶۴/۹ a
۱۵	۸۸/۲۵ a	۵۲۳ a	۵۵۵۵ a	۲/۲۴۳ a	۱۳۸۸ a	۹۷۱/۹ a	۴۱۶/۱ a

حروف مشابه بیانگر عدم اختلاف معنی دار بین تیمارها در سطح ۵٪ می باشد

تیمار ۷۰٪ کود اوره به دست آمده آمد که افزایش ۸۵٪ نسبت به شاهد داشت و بین تیمار شاهد و ۴۰٪ کود اوره تفاوت معناداری مشاهده نشد. کاربرد عصاره جلبکی در تمامی غلظت های موردنظر سبب افزایش شاخص سطح برگ نسبت به شاهد شد. طبق مقایسه میانگین کاربرد غلظت های مختلف عصاره جلبکی، بیشترین مقدار شاخص سطح برگ در تیمار ۱۵٪ عصاره جلبکی که به میزان ۶۳٪ نسبت به شاهد افزایش نشان داد (جدول ۲). مقایسه میانگین اثر

شاخص سطح برگ: مطابق نتایج حاصل از تجزیه واریانس، میان غلظت های مختلف کودشیمیایی اوره و عصاره جلبکی بر شاخص سطح برگ، تفاوت معنی داری در سطح احتمال ۱٪ مشاهده شد و تاثیر متقابل هر دو عامل بر شاخص سطح برگ، به لحاظ آماری در سطح احتمال ۵٪ معنی دار بود (جدول ۱). بر اساس مقایسه میانگین کاربرد غلظت های مختلف کود اوره، بیشترین مقدار شاخص سطح برگ تحت اثر

متقابل غلظت‌های مختلف کود اوره و عصاره جلبکی نشان داد که بیشترین مقدار شاخص سطح برگ در تیمار ۷۰٪ کود اوره و ۱۵٪ عصاره جلبکی مشاهده شد که افزایش سه برابری نسبت به شاهد داشت (جدول ۳).

وزن خشک کل اندام هوایی: مطابق نتایج حاصل از تجزیه واریانس، میان غلظت‌های مختلف کودشیمیایی اوره و عصاره جلبکی بر وزن خشک کل اندام هوایی، تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ مشاهده شد. تاثیر متقابل هردو عامل کود اوره و عصاره جلبکی بر وزن خشک کل اندام هوایی، به لحاظ آماری در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار بود (جدول ۱).

طبق مقایسه میانگین کاربرد غلظت‌های مختلف کود اوره، بیشترین مقدار وزن خشک کل اندام هوایی تحت اثر تیمار ۷۰٪ کود اوره افزایش ۸۵ درصدی را

نسبت به شاهد نشان داد، بین تیمار ۷۰٪ و ۱۰۰٪ کود اوره تفاوت معناداری مشاهده نشد. کاربرد عصاره جلبکی در تمامی غلظت‌های موردنظر سبب افزایش وزن خشک کل اندام هوایی نسبت به شاهد شد. طبق مقایسه میانگین کاربرد غلظت‌های مختلف عصاره جلبکی، بیشترین مقدار وزن خشک کل اندام هوایی در تیمار ۱۵٪ عصاره جلبکی مشاهده شد که افزایش ۵۸ درصدی نسبت به گیاهان شاهد نشان داد. بین غلظت‌های مختلف عصاره جلبکی در این مورد، تفاوت معناداری به لحاظ آماری مشاهده نشد (جدول ۲). مقایسه میانگین اثر متقابل غلظت‌های مختلف کود اوره و عصاره جلبکی نشان داد که بیشترین مقدار وزن خشک کل اندام هوایی در تیمار ۷۰٪ کود اوره و ۱۵٪ عصاره جلبکی که نسبت به شاهد افزایش سه برابری داشته است (جدول ۳).

جدول ۳: مقایسه میانگین اثر متقابل کاربرد غلظت‌های مختلف کود شیمیایی اوره و عصاره جلبکی بر فاکتورهای مورفولوژیکی در مرحله‌ی آغاز رشد زایشی

مقایسه میانگین‌ها				عوامل آزمایش			
غلظت کود شیمیایی	غلظت عصاره جلبکی	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	تعداد انشعابات ساقه در مترمربع	وزن تر کل اندام هوایی (کیلوگرم بر هکتار)	شاخص سطح برگ (مترمربع)	وزن خشک کل اندام هوایی (کیلوگرم بر هکتار)	وزن خشک برگ‌ها (کیلوگرم بر هکتار)
۰٪	۰٪	۸۳ ^{b-d}	۳۰.۵ ^e	۲۵۹۷ ^e	۰/۸۷۳ ^{g-i}	۵۷۱ ^g	۴۳۹ ^f
۰٪	۵٪	۸۲ ^d	۳۸.۰ ^{de}	۲۹۲۲ ^e	۱/۰۷۵ ^{g-i}	۶۱۹/۵ ^{fg}	۴۳۷/۵ ^f
۰٪	۱۰٪	۸۴ ^{b-d}	۳۷.۵ ^{de}	۳۶۹۳ ^d	۱/۶۶۸ ^{e-h}	۸۲۲ ^{ef}	۵۳۵ ^{ef}
۰٪	۱۵٪	۸۵ ^{a-d}	۴۲.۰ ^{cd}	۴۶۴۴ ^{bc}	۱/۹۸۸ ^{c-f}	۱۱۳۱ ^{cd}	۷۸۵/۵ ^{cd}
۰٪	۲۰٪	۸۳ ^{cd}	۳۶.۰ ^{de}	۳۶۴۴ ^d	۱/۴۰۵ ^{f-i}	۷۶۹/۵ ^{e-g}	۵۱۹/۵ ^{ef}
۰٪	۲۵٪	۸۴ ^{b-d}	۴۴.۰ ^{cd}	۴۰۶۹ ^{cd}	۱/۵۴ ^{e-i}	۹۸۴/۵ ^{de}	۶۷۶ ^{de}
۰٪	۳۰٪	۸۶ ^{a-d}	۴۳.۰ ^{cd}	۴۸۷۹ ^b	۱/۹۷۴ ^{c-f}	۱۲۸۳ ^{bc}	۹۱۹ ^{a-c}
۰٪	۳۵٪	۸۹ ^{a-c}	۴۹.۵ ^{bc}	۴۸۲۰ ^b	۱/۸۲۲ ^{d-g}	۱۲۴۰ ^c	۹۱۰ ^{bc}
۰٪	۴۰٪	۸۵ ^{a-d}	۴۵.۰ ^{cd}	۴۹۰۰ ^b	۲/۲۱۴ ^{b-e}	۱۱۶۹ ^{cd}	۷۸۸ ^{cd}
۰٪	۴۵٪	۸۹/۳۳ ^{a-c}	۴۲.۰ ^{cd}	۶۱۰۰ ^a	۲/۶۲۶ ^{a-c}	۱۵۱۰ ^{ab}	۱۰۵۹ ^{ab}
۰٪	۵۰٪	۸۸ ^{a-d}	۵۱.۵ ^{a-c}	۶۰۱۷ ^a	۲/۴۷۴ ^{a-d}	۱۴۸۰ ^{ab}	۱۰۵۳ ^{ab}
۰٪	۵۵٪	۹۱ ^a	۶۰.۰ ^a	۶۶۳۵ ^a	۳/۰۸۲ ^a	۱۶۸۵ ^a	۱۱۰۰ ^a
۰٪	۶۰٪	۸۴ ^{b-d}	۳۸.۴ ^{de}	۴۰۰۰ ^{cd}	۰/۹۹۶ ^{g-hi}	۹۸۵ ^{de}	۷۸۹ ^{cd}
۰٪	۶۵٪	۸۹ ^{a-c}	۵۸.۵ ^a	۶۲۷۰ ^a	۲/۷۴۴ ^{ab}	۱۵۸۶ ^a	۱۰۸۳ ^{ab}
۰٪	۷۰٪	۹۰ ^{ab}	۵۰.۰ ^{bc}	۶۰۴۰ ^a	۲/۰۳۵ ^{c-f}	۱۴۸۹ ^{ab}	۱۰۸۹ ^{ab}
۰٪	۷۵٪	۸۸ ^{a-d}	۵۸.۰ ^{ab}	۶۱۲۰ ^a	۲/۰۸۱ ^{c-f}	۱۴۹۵ ^{ab}	۱۰۹۲ ^{ab}

حروف مشابه بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار بین تیمارها در سطح ۵٪ می‌باشد.

کلروفیل a: مطابق نتایج حاصل از تجزیه واریانس، میان غلظت‌های مختلف کودشیمیایی اوره و عصاره

مقایسه میانگین اثر متقابل غلظت‌های مختلف کود اوره و عصاره جلبکی نشان داد که بیشترین مقدار کلروفیل a در تیمار ۷۰٪ کود اوره و ۱۵٪ عصاره جلبکی مشاهده شد که افزایش ۶۶٪ نسبت به شاهد داشت (جدول ۶).

کلروفیل b: مطابق نتایج حاصل از تجزیه واریانس، میان غلظت‌های مختلف کودشیمیایی اوره و عصاره جلبکی بر کلروفیل b، تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ مشاهده شد. تاثیر متقابل هردو عامل بر کلروفیل b به لحاظ آماری در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار بود (جدول ۴).

جلبکی و همچنین اثر متقابل هردو عامل بر کلروفیل a، تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ مشاهده شد. اثر متقابل غلظت‌های مختلف کودشیمیایی اوره و عصاره جلبکی بر کلروفیل a، تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ مشاهده شد (جدول ۴). طبق مقایسه میانگین کاربرد غلظت‌های مختلف کود اوره، بیشترین مقدار کلروفیل a تحت اثر تیمار ۷۰٪ کود اوره مشاهده شد که یک افزایش ۲۳٪ را نسبت به گیاهان شاهد نشان داد. کاربرد عصاره جلبکی سبب افزایش کلروفیل a نسبت به شاهد شد. طبق مقایسه میانگین کاربرد غلظت‌های مختلف عصاره جلبکی، بیشترین مقدار کلروفیل a در تیمار ۱۰٪ عصاره جلبکی بود که نسبت به گیاهان شاهد ۲۰٪ افزایش نشان داد (جدول ۵).

جدول ۴: نتایج تجزیه واریانس اثر کود اوره و عصاره جلبکی بر برخی صفات بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی در مرحله‌ی آغاز رشد زایشی

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل	کاروتنوئیدها	کربوهیدرات محلول	پروتئین محلول
تکرار	۲	۰/۰۰۳*	۰/۰۰۶**	۰/۰۰۱*	۰/۰۰۲**	۸۹/۶۵۷**	۷۳/۸۳۱*
کود اوره	۳	۰/۱۹۸**	۰/۰۶۸**	۰/۴۹۶**	۰/۰۰۲**	۴۹۳/۱۴۸**	۴۰۹/۱۳۶**
عصاره جلبک	۳	۰/۰۹۶**	۰/۰۶۳**	۰/۳۱۳**	۰/۰۰۰۳۳*	۱۶۳/۶۴۷**	۲۳۶/۷۲۴*
کود اوره x عصاره جلبک	۹	۰/۰۱۵**	۰/۰۰۷*	۰/۰۴۱**	۰/۰۰۰۱۱ ns	۲۴/۶۳۱*	۱۵/۶۷۰**
خطا	۲۴	۰/۰۰۰۰۴۲	۰/۰۰۰۳۸	۰/۰۰۰۲۵	۰/۰۰۱	۱/۵۶۰	۰/۵۲۹
ضریب تغییرات (CV/%)		۰/۸۵	۳/۵	۰/۷۸	۶/۶۸	۵/۴۶	۳/۹۳

***، ** و ns به ترتیب نشان‌دهنده معنی‌دار بودن در سطح ۱ درصد، ۵ درصد و عدم معنی‌داری می‌باشد.

جدول ۵: مقایسه میانگین کاربرد غلظت‌های مختلف کود شیمیایی اوره و عصاره جلبکی بر فاکتورهای بیوشیمیایی مرحله آغاز رشد

زایشی

غلظت کود اوره	کلروفیل a (میلی گرم بر گرم وزن تر)	کلروفیل b (میلی گرم بر گرم وزن تر)	کلروفیل کل (میلی گرم بر گرم وزن تر)	کاروتنوئید (میلی گرم بر گرم وزن تر)	کربوهیدرات محلول (میلی گرم بر گرم وزن خشک)	پروتئین محلول (میلی گرم بر گرم وزن تر)	مالون آلدئید (میلی مول بر گرم وزن تر)
۰	۰/۹۱۶۱ d	۰/۳۶۶۳ d	۱/۲۸۲ d	۰/۱۳۹۶ b	۱۵/۱۷ c	۱۰/۹۱ c	۱۵/۸۶ a
۴۰	۱/۰۱۶ c	۰/۴۱۳۲ c	۱/۴۲۹ c	۰/۱۵۲۸ ab	۲۰/۱۳ b	۱۶/۹۸ b	۱۲/۶۴ b
۷۰	۱/۱۹۱ a	۰/۵۳۱۸ a	۱/۷۲۳ a	۰/۱۶۶۸ a	۲۷/۰۸ a	۲۳/۲۶ a	۹/۲۵۹ c
۱۰۰	۱/۱۶۱ b	۰/۴۹۳۹ b	۱/۶۵۵ b	۰/۱۶۸۹ a	۲۹/۰۹ a	۲۲/۹۴ a	۷/۷۰۹ d
۰	۰/۹۵۳۲ d	۰/۳۵۱۲ c	۱/۳۰۴ c	۰/۱۵۲۲ a	۱۸/۰۶ c	۱۳/۰۷ c	۱۴/۱۳ a
۵	۱/۰۵۰ c	۰/۴۴۵۳ b	۱/۴۵۹ b	۰/۱۵۱۰ a	۲۱/۹۶ b	۱۶/۷۳ b	۱۱/۷۸ b
۱۰	۱/۱۵۱ a	۰/۵۰۳۹ a	۱/۶۵۵ a	۰/۱۶۱۴ a	۲۶/۲۷ a	۲۲/۱۱ a	۱۰/۱۶ c
۱۵	۱/۱۳۰ b	۰/۵۰۵۰ a	۱/۶۳۵ a	۰/۱۶۳۵ a	۲۵/۱۸ a	۲۲/۱۷ a	۹/۴۰۶ c

حروف مشابه بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار بین تیمارها در سطح ۵٪ می‌باشد

جدول ۶: مقایسه میانگین کاربرد اثر متقابل غلظت های مختلف کود شیمیایی اوره و عصاره جلبکی بر فاکتورهای بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی در مرحله ی آغاز رشد زایشی

عوامل آزمایش								مقایسه میانگین ها-فاکتورهای بیوشیمیایی	
غلظت کود شیمیایی	غلظت عصاره جلبکی	کلروفیل a (میلی گرم بر وزن تر)	کلروفیل b (میلی گرم بر وزن تر)	کلروفیل کل (میلی گرم بر وزن تر)	کاروتنوئید (میلی گرم بر وزن تر)	کربوهیدرات محلول (میلی گرم بر وزن خشک)	پروتئین محلول (میلی گرم بر وزن تر)	مالون دآلدئید (میلی مول بر گرم وزن تر)	
۰٪	۰/۷۹۱ ^l	۰/۲۶۵ ^h	۰/۰۵۶ ^l	۰/۱۲۶ ^f	۱۳/۲۴ ⁱ	۷/۳۰۷ ^k	۱۶/۴۸ ^{ab}		
۵٪	۰/۸۵۲ ^h	۰/۳۲۴ ^g	۱/۱۷۶ ^h	۰/۱۳۲ ^{ef}	۱۲/۴۸ ⁱ	۹/۵۱۳ ^j	۱۷/۳۶ ^a		
۱۰٪	۱/۰۰۹ ^f	۰/۴۰۲۳ ^f	۱/۴۱۲ ^f	۰/۱۵۰۳ ^{de}	۱۹/۳۳ ^f	۱۲/۰۳ ⁱ	۱۵/۶۵ ^b		٪۰
۱۵٪	۱/۰۱۲ ^f	۰/۴۷۴ ^{de}	۱/۴۸۶ ^e	۰/۱۵ ^{de}	۱۵/۶۲ ^h	۱۴/۷۹ ^h	۱۳/۹۵ ^c		
۰٪	۰/۹۵۱ ^g	۰/۳۴۴ ^g	۱/۲۹۵ ^g	۰/۱۵۴ ^{b-d}	۱۷/۰۲ ^{gh}	۱۲/۲۴ ^l	۱۵/۱۹ ^{bc}		
۵٪	۱/۰۱۲ ^f	۰/۴۰۴۷ ^f	۱/۴۱۶ ^f	۰/۱۵۲۷ ^{cd}	۱۹/۰۸ ^{fg}	۱۴/۵۹ ^h	۱۲/۵ ^d		٪۴۰
۱۰٪	۱/۰۸۷ ^e	۰/۴۹۷۳ ^{cd}	۱/۵۸۴ ^d	۰/۱۴۹۳ ^{de}	۲۲/۲۳ ^e	۲۱/۴۵ ^e	۱۱/۳۱ ^{de}		
۱۵٪	۱/۰۱۴ ^f	۰/۴۰۷ ^f	۱/۴۲۱ ^f	۰/۱۵۵ ^{bd}	۲۲/۱۹ ^e	۱۹/۶۲ ^f	۱۱/۵۸ ^{de}		
۰٪	۱/۱۱۵ ^d	۰/۴۴۷ ^e	۱/۵۶۲ ^d	۰/۱۷ ^{ac}	۲۲/۸۹ ^e	۱۶/۵۵ ^g	۱۲/۴ ^d		
۵٪	۱/۰۸۴ ^e	۰/۴۹۴ ^{cd}	۱/۵۷۹ ^d	۰/۱۴۶۳ ^{de}	۲۵/۱۲ ^d	۱۸/۶۲ ^f	۱۰/۶۹ ^e		٪۷۰
۱۰٪	۱/۲۵ ^b	۰/۵۵۸ ^b	۱/۸۰۸ ^b	۰/۱۷۴ ^{ab}	۲۸/۵۱ ^c	۲۸/۱۳ ^b	۸/۲۳ ^f		
۱۵٪	۱/۳۱۲ ^a	۰/۶۲۸ ^a	۱/۹۴ ^a	۰/۱۷۸ ^a	۳۱/۸۲ ^b	۲۹/۷۳ ^a	۵/۷۳۳ ^g		
۰٪	۰/۹۵۵۷ ^g	۰/۳۴۸۷ ^g	۱/۳۰۴ ^g	۰/۱۵۸۷ ^{b-d}	۱۹/۰۸ ^{fg}	۱۶/۱۷ ^g	۱۲/۴۶ ^d		
۵٪	۱/۲۵۳ ^b	۰/۵۵ ^b	۱/۸۰۳ ^b	۰/۱۷ ^{ab}	۳۱/۱۵ ^b	۲۴/۲۱ ^d	۶/۵۶ ^g		٪۱۰۰
۱۰٪	۱/۲۵۷ ^b	۰/۵۵ ^b	۱/۸۱۱ ^b	۰/۱۷۹ ^{ab}	۳۵/۰۴ ^a	۲۶/۸۳ ^c	۵/۴۴۷ ^g		
۱۵٪	۱/۱۸۱ ^c	۰/۵۱ ^c	۱/۶۹۲ ^c	۰/۱۷۱ ^{a-c}	۳۱/۰۸ ^b	۲۴/۵۵ ^d	۶/۳۶۷ ^g		

حروف مشابه بیانگر عدم اختلاف معنی دار بین تیمارها در سطح ۵٪ می باشد.

کلروفیل کل: مطابق نتایج حاصل از تجزیه واریانس، میان غلظت های مختلف کود شیمیایی اوره و عصاره جلبکی بر کلروفیل کل، تفاوت معنی داری در سطح احتمال ۱٪ مشاهده شد. اثر متقابل هردو عامل بر کلروفیل کل، تفاوت معنی داری در سطح احتمال ۱٪ مشاهده شد (جدول ۴). طبق مقایسه میانگین کاربرد غلظت های مختلف کود اوره، بیشترین مقدار کلروفیل کل تحت اثر تیمار ۷۰٪ کود اوره بود که یک افزایش ۳۴ درصدی را نسبت به شاهد نشان داد. کاربرد عصاره جلبکی سبب افزایش کلروفیل کل نسبت به شاهد شد. طبق مقایسه میانگین کاربرد غلظت های مختلف عصاره جلبکی، بیشترین محتوای کلروفیل کل در تیمار ۱۰٪ عصاره جلبکی بود که نسبت به گیاهان شاهد ۲۶٪ افزایش داشت. بین تیمارهای ۱۰٪ و ۱۵٪ عصاره جلبکی تفاوت معناداری به لحاظ آماری

طبق نتایج مقایسه میانگین ها کاربرد غلظت های مختلف کود اوره، بیشترین مقدار کلروفیل b تحت اثر تیمار ۷۰٪ کود اوره با ۴۵٪ افزایش محتوا نسبت به گیاهان شاهد مشاهده شد. کاربرد عصاره جلبکی در تمامی غلظت های موردنظر سبب افزایش کلروفیل b نسبت به شاهد شد. طبق مقایسه میانگین کاربرد غلظت های مختلف عصاره جلبکی، محتوای کلروفیل b در تیمار ۱۵٪ عصاره جلبکی افزایش ۴۳ درصدی نسبت به گیاهان شاهد داشت. بین تیمارهای ۱۰٪ و ۱۵٪ عصاره جلبکی تفاوت معناداری به لحاظ آماری مشاهده نشد (جدول ۵). مقایسه میانگین اثر متقابل غلظت های مختلف کود اوره و عصاره جلبکی نشان داد که بیشترین مقدار کلروفیل b در تیمار ۷۰٪ کود اوره و ۱۵٪ عصاره جلبکی بود و افزایشی به میزان دو برابر نسبت به شاهد داشت (جدول ۶).

مشاهده نشد (جدول ۵). مقایسه میانگین اثر متقابل غلظت‌های مختلف کود اوره و عصاره جلبکی نشان داد که بیشترین مقدار کلروفیل کل در تیمار ۷۰٪ کود اوره و ۱۵٪ عصاره جلبکی که افزایش ۸۳٪ نسبت به شاهد نشان داد (جدول ۶).

کاروتنوئیدها: مطابق نتایج حاصل از تجزیه واریانس، میان غلظت‌های مختلف کودشیمیایی اوره بر کاروتنوئیدها، تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ مشاهده شد. تاثیر غلظت‌های مختلف عصاره جلبکی و تاثیر متقابل هردو عامل بر کاروتنوئیدها، به لحاظ آماری در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار بود (جدول ۴). طبق مقایسه میانگین کاربرد غلظت‌های مختلف کود اوره، بیشترین مقدار کاروتنوئیدها تحت اثر تیمار ۱۰۰٪ کود اوره بود که افزایش ۲۰٪ نسبت به شاهد داشت. بین تیمارهای ۷۰٪ و ۱۰۰٪ کود اوره تفاوت معناداری به لحاظ آماری مشاهده نشد، همچنین مقایسه میانگین کاربرد غلظت‌های مختلف عصاره جلبکی، بیشترین مقدار کاروتنوئیدها در تیمار ۱۵٪ عصاره جلبکی به دست آمده آمد که نسبت به گیاهان شاهد ۷٪ افزایش نشان داد. بین غلظت‌های مختلف عصاره جلبکی در این مورد تفاوت معنی‌داری از نظر آماری مشاهده نشد (جدول ۵). مقایسه میانگین اثر متقابل غلظت‌های مختلف کود اوره و عصاره جلبکی نشان داد که بیشترین مقدار کاروتنوئیدها در تیمار ۷۰٪ کود اوره و ۱۵٪ عصاره جلبکی افزایشی معادل ۴۱٪ نسبت به تیمار شاهد داشت (جدول ۶).

کربوهیدرات محلول: مطابق نتایج حاصل از تجزیه واریانس، میان غلظت‌های مختلف کودشیمیایی اوره و عصاره جلبکی بر مقدار کربوهیدرات محلول، تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ مشاهده شد. تاثیر متقابل هردو عامل بر مقدار کربوهیدرات محلول، به لحاظ آماری در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار بود (جدول ۴). طبق مقایسه میانگین کاربرد غلظت‌های مختلف کود اوره، بیشترین میزان کربوهیدرات محلول تحت

اثر تیمار ۱۰۰٪ کود اوره به دست آمد که افزایش ۹۱٪ نسبت به گیاهان شاهد را نشان داد. بین تیمارهای ۷۰٪ و ۱۰۰٪ کود اوره تفاوت معناداری به لحاظ آماری مشاهده نشد. کاربرد عصاره جلبکی سبب افزایش میزان کربوهیدرات محلول نسبت به شاهد شد. طبق مقایسه میانگین کاربرد غلظت‌های مختلف عصاره جلبکی، بیشترین میزان کربوهیدرات محلول در تیمار ۱۰٪ عصاره جلبکی دیده شد که نسبت به گیاهان شاهد افزایش ۴۵ درصدی داشت. بین تیمارهای ۱۰٪ و ۱۵٪ عصاره جلبکی تفاوت معناداری به لحاظ آماری مشاهده نشد (جدول ۵).

مقایسه میانگین اثر متقابل غلظت‌های مختلف کود اوره و عصاره جلبکی نشان داد که بیشترین میزان کربوهیدرات محلول در تیمار ۱۰۰٪ کود اوره و ۱۰٪ عصاره جلبکی به میزان دو و نیم برابر نسبت به تیمار شاهد افزایش یافت (جدول ۶).

پروتئین محلول: مطابق نتایج حاصل از تجزیه واریانس، میان غلظت‌های مختلف کودشیمیایی اوره و عصاره جلبکی و تاثیر متقابل هردو عامل بر میزان پروتئین محلول، تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ مشاهده شد (جدول ۴). مقایسه میانگین کاربرد غلظت‌های مختلف کود اوره، بیشترین میزان پروتئین محلول تحت اثر تیمار ۷۰٪ کود اوره مشاهده گردید. بین تیمارهای ۷۰٪ و ۱۰۰٪ کود اوره تفاوت معناداری به لحاظ آماری مشاهده نشد. کاربرد عصاره جلبکی در تمامی غلظت‌های موردنظر سبب افزایش میزان پروتئین محلول نسبت به شاهد شد. طبق مقایسه میانگین کاربرد غلظت‌های مختلف عصاره جلبکی، بیشترین میزان پروتئین محلول در تیمار ۱۵٪ عصاره جلبکی مشاهده شد که نسبت به شاهد افزایش ۶۹ درصدی را نشان داد. بین تیمارهای ۱۰٪ و ۱۵٪ عصاره جلبکی تفاوت معناداری به لحاظ آماری مشاهده نشد (جدول ۵). مقایسه میانگین اثر متقابل غلظت‌های مختلف کود اوره و عصاره جلبکی نشان

داد که بیشترین میزان پروتئین محلول در تیمار ۷۰٪ کود اوره و ۱۵٪ عصاره جلبکی که افزایش چهار برابری نسبت به گیاهان تیمار نشده نشان داد (جدول ۶).

مالون دی آلدئید: مطابق نتایج حاصل از تجزیه واریانس، میان غلظت‌های مختلف کودشیمیایی اوره و عصاره جلبکی بر میزان مالون دی آلدئید تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ مشاهده شد. تاثیر متقابل هردو عامل بر میزان مالون دی آلدئید در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). طبق مقایسه میانگین کاربرد غلظت‌های مختلف کود اوره، بیشترین میزان مالون دی آلدئید تحت اثر تیمار شاهد (۱۵،۸۶ میلی گرم) و کمترین میزان مالون دی آلدئید تحت اثر تیمار ۱۰۰٪ کود اوره کاهشی ۵۰/۵٪ نسبت به تیمار شاهد داشت. کاربرد عصاره جلبکی در تمامی غلظت‌های موردنظر سبب کاهش میزان مالون دی آلدئید نسبت به شاهد شد. طبق مقایسه میانگین کاربرد غلظت‌های مختلف عصاره جلبکی، بیشترین میزان مالون دی آلدئید در تیمار شاهد (۱۴،۱۸ میلی گرم) و کمترین میزان مالون دی آلدئید در تیمار ۱۵٪ عصاره جلبکی با کاهشی حدود ۳۳٪ نسبت به شاهد به دست آمد. بین تیمارهای ۱۰٪ و ۱۵٪ عصاره جلبکی تفاوت معناداری به لحاظ آماری مشاهده نشد (جدول ۵). مقایسه میانگین اثر متقابل غلظت‌های مختلف کود اوره و عصاره جلبکی نشان داد که بیشترین میزان مالون دی آلدئید در تیمار شاهد اوره و ۵٪ عصاره جلبکی (۱۷/۳۵ میلی مول بر گرم وزن تر) مشاهده شد و در تیمار ۱۰۰٪ اوره و ۱۵٪ جلبک، ۶۳٪ نسبت به شاهد کاهش نشان داد (جدول ۶).

بحث

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که استفاده از کود اوره در غلظت‌های مورد استفاده بر اساس مقدار

توصیه شده تا میزان ۷۰ درصد، سبب افزایش فاکتورهای مورفولوژیکی مورد مطالعه گردید. بیشترین میزان شاخص‌های فوق تحت اثر متقابل ۷۰٪ کود اوره و ۱۵٪ عصاره جلبکی به دست آمد که ارتفاع بوته به میزان ۷٪، تعداد انشعابات ساقه ۴۲٪، وزن تر اندام هوایی ۴۲٪، وزن خشک اندام هوایی ۴۸٪، سطح برگ ۵۵٪ را نسبت به گیاهان شاهد نشان دادند. نتایج حاصل از پژوهش تحت عنوان تاثیر مثبت کودهای شیمیایی نیتروژن دار بر فاکتورهای رشدی یونجه با نتایج گزارش شده توسط سایر پژوهشگران به ترتیب در خصوص لوبیا، ذرت، یونجه، شوید و نخود مطابقت دارد (Ghasemi, 2017).

علیزاده و همکاران بیان کردند عصاره جلبک دریایی با داشتن ترکیباتی نظیر عناصر غذایی کم مصرف Mn، Cu، Zn و Fe و پر مصرف Mg، Ca، K و N نقش مهمی در تغذیه برگ و فعال سازی برخی فرایندهای بیوشیمی دارد.

شاخص سطح برگ بیشتر در یک گیاه موجب ظرفیت فتوسنتزی بیشتر و افزایش ارتفاع بوته نشان دهنده گنجایش بیشتر ساقه گیاه به عنوان منبع ثانویه جهت ذخیره مواد فتوسنتزی است. دسترسی گیاه به میزان کافی از عناصر مغذی به ویژه عنصر نیتروژن، به واسطه تاثیر که بر تقسیم و رشد سلول‌ها دارد، در افزایش میزان ارتفاع بوته بسیار مؤثر است که این مسئله در نهایت منجر به افزایش میزان ماده‌ی تر و خشک می‌شود. در غلظت‌های پائین، نیتروژن به واسطه‌ی تحریک ایجاد گره، تحریک فعالیت آنزیم نیتروژناز و افزایش میزان رشد در گیاه یونجه، اثر تشدیدکنندگی بر میزان تثبیت نیتروژن دارد. به دنبال افزایش میزان کود نیتروژن در گیاه یونجه تا یک حد خاص، درصد نیتروژن در گیاه افزایش می‌یابد که این به علت افزایش تثبیت نیتروژن به شکل همزیستی نیست، بلکه به علت جذب کودهای نیتروژنه از ریشه گیاه می‌باشد. افزایش

بیش از حد غلظت کود نیتروژن بر تشکیل گره در ریشه تاثیر بازدارنده دارد (Majnooni, 2012). کارایی کم استفاده از کود نیتروژن و هزینه بالای آن، از اصلی ترین مسائل تولیدکنندگان یونجه به شمار می رود، لذا به حداکثر رساندن عملکرد محصول با فن آوری های مؤثر در کود دهی، بخش اساسی کشاورزی پایدار در این زمینه است.

عصاره های جلبک دریایی سرشار از ریزمغذی ها و درشت مغذی ها، پلی ساکاریدها، پروتئین ها، اسیدهای چرب غیراشباع، پلی فنول ها، فیتوهورمون ها و اسمولیت ها (بتائین، قندها و ...) هستند که در تقویت رشد گیاه نقش بی بدیلی دارند (Al-juthery et al., 2020). مطالعات متعددی در مورد اثرات مفید عصاره جلبک دریایی بر روی گیاهان زراعی مختلف و افزایش تولید، عملکرد و بهره وری آن ها منتشر شده است. ازجمله این اثرات می توان به جوانه زنی زودرس بذر، افزایش درصد جوانه زنی و استقرار بذر، افزایش رشد و بهره وری کلی گیاه، بهبود عملکرد محصول، افزایش مقاومت در برابر تنش های زیستی و غیر زیستی، افزایش جذب عناصر غذایی، افزایش رشد ریشه، افزایش ارتفاع گیاه، افزایش تعداد برگ درگاه، افزایش سطح برگه ای کل بوته، افزایش وزن تر و خشک اندام هوایی و ریشه، افزایش ماندگاری پس از برداشت و... اشاره کرد (Atzori et al., 2020). جلبک های دریایی علاوه برافزایش رشد گیاهان و ظرفیت نگهداری آب خاک، جامعه میکروبی خاک را نیز که برای رشد گیاه مفید است، افزایش می دهند، ضمناً برتری بر کودهای شیمیایی دارند زیرا کود شیمیایی باعث اسیدی شدن خاک می شود، بنابراین حاصلخیزی خاک را کاهش می دهد (Verma et al., 2020). جلبک دریایی می تواند به عنوان جایگزین کودهای شیمیایی که برای سلامتی و محیط زیست مضر هستند شناخته شود (Chbani et al., 2015).

در مطالعه ای بر روی گیاه یونجه نشان داده شد که محلول پاشی عصاره جلبک دریایی باعث بهبود مؤلفه های رشدی، افزایش تولید ماده خشک، افزایش عملکرد و افزایش کارایی استفاده از منابع در این گیاه می شود، به نظر محلول پاشی عصاره جلبکی از طریق بهبود سرعت رشد محصول به واسطه ی افزایش شاخص و دوام سطح برگ و به دنبال آن افزایش جذب تشعشعات خورشیدی و کارایی مصرف نور منجر به افزایش عملکرد یونجه می شود. به علاوه کاربرد عصاره ی جلبکی سبب بهبود جذب عناصر غذایی، افزایش تحمل نسبت به تنش ها و بهبود رابطه ی همزیستی نیز می گردد (Naderi, 2016). اعتقاد بر این است که میزان واکنش گیاهان به عصاره جلبکی نه تنها به گونه ها و واریته های آن ها بستگی دارد، بلکه به غلظت، فراوانی و مرحله رشدی آن ها نیز بستگی دارد (Alizade et al., 2022).

با توجه به نتایج به دست آمده از این پژوهش، کاربرد کودشیمیایی اوره و عصاره جلبکی اولوا همچنین اثر متقابل آن ها سبب افزایش معنی دار شاخص های بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی مورد مطالعه در گیاهان یونجه تیمار شده نسبت به گیاهان شاهد گردید.

نتایج حاکی از این می باشد که اثر متقابل غلظت های مختلف کودشیمیایی اوره و عصاره جلبکی بر کلروفیل a، تفاوت معنی داری در سطح احتمال ۱٪ داشت و مقایسه میانگین اثر متقابل غلظت های مختلف کود اوره و عصاره جلبکی نشان داد که بیشترین مقدار کلروفیل a در تیمار ۷۰٪ کود اوره و ۱۵٪ عصاره جلبکی ۲۹٪ افزایش نسبت به شاهد را نشان داد، همچنین کلروفیل b در این تیمار افزایش ۳۲ درصدی نسبت به شاهد و کلروفیل کل افزایش ۳۰ درصدی را نشان دادند. در خصوص کاروتنوئیدها افزایش ۱۸٪ نسبت به شاهد قابل مشاهده بود. عنصر نیتروژن نقش بسیار مهمی در رشد، نمو و عملکرد

گیاهان ایفا می‌کند و کمبود آن یکی از عوامل محدودکننده‌ی رشد و عملکرد گیاهان زراعی می‌باشد. با توجه به میزان پایین مواد آلی و در پی آن نیتروژن موجود در خاک، مصرف این عنصر در خاک‌های کشور ضروری می‌باشد. تولیدات گیاهی در بسیاری از اراضی خشک و نیمه‌خشک و به‌ویژه اراضی شور اغلب به دلیل کمبود نیتروژن دارای محدودیت است. افزایش دسترسی گیاه به نیتروژن کافی سبب افزایش در رشد، فتوسنتز و ذخیره مواد پروتئینی در دانه می‌گردد (Taheri et al., 2021). متوسط میزان نیتروژن در ماده خشک گیاه، ۱ الی ۲ درصد بوده که این میزان گاه به ۴ الی ۶ درصد نیز می‌رسد. به دنبال افزایش مصرف نیتروژن تا یک حد خاص، میزان سطح برگ افزایش پیدا می‌کند، که به دنبال آن، جذب تشعشعات نور خورشید افزایش یافته و این سبب افزایش فرآیند فتوسنتز و تولید کربوهیدرات در گیاه می‌گردد که در نهایت میزان تولید ماده خشک افزایش خواهد یافت (Kavian athar and Aboutalebian, 2018). گیاهان خانواده‌ی بقولات توانایی این را دارند که مقداری از نیتروژن مورد نیاز خود جهت رشد را از طریق برقراری رابطه همزیستی با باکتری‌های ریزوبیوم تأمین کنند (Ghasemi, 2017).

گزارش شده تا زمانی که ریشه این گیاهان به مقدار لازم به این باکتری آلوده نشده باشد، مصرف مقدار مناسبی از کودهای نیتروژن دار به‌عنوان استراتژی به‌منظور تحریک رشد اولیه در گیاه الزامی است. به‌عبارت دیگر این گیاهان نمی‌توانند تمام نیتروژن مورد نیاز خود را از طریق سیستم همزیستی تأمین کنند، بنابراین مصرف کودهای شیمیایی نیتروژن دار به‌صورت مکمل به‌منظور دستیابی به بیشترین پتانسیل کمی و کیفی محصول الزامی است. به همین جهت در خصوص گیاه یونجه معمولاً استفاده از میزان ۵۰ کیلوگرم اوره یا ۷۵ کیلوگرم نترات آمونیم در هکتار توصیه می‌شود (Kavian athar and Aboutalebian, 2018).

2018). ترکیب شیمیایی عصاره‌ها نشان می‌دهد که آن‌ها دارای محتوای بسیار بالایی از کربن آلی، پلی‌ساکاریدها و عناصر کم‌مصرف و مقدار کمتری از عناصر پر مصرف مانند نیتروژن، فسفر و پتاسیم هستند (Sosnowski et al., 2017). اسیدهای آمینه، آنتی‌بیوتیک‌ها، اکسینها، جیبرلین و ویتامین‌ها، دیگر مواد موجود در عصاره‌های جلبکی‌اند. کود جلبک دریایی برای افزایش جوانه‌زنی بذر و رشد گیاه و عملکرد محصول استفاده می‌شود. بسیاری از مزایای استفاده از عصاره جلبک دریایی به دلیل وجود هورمون‌های گیاهی، به‌ویژه سیتوکینینها، معتبر بوده است (Packiasamy and Govindasamy, 2018). وجود اکسین در عصاره جلبکی یک از دلایل مهم افزایش طول نمونه‌های تیمار شده با عصاره جلبکی می‌تواند باشد. اکسین می‌تواند با فعال کردن و افزایش میزان عمل پمپ‌های $H^+ATPase$ موجب اسیدی شدن فضای آپوپلاستی، افزایش فعالیت آنزیم‌های سست کننده دیواره و افزایش رشد سلول‌ها گردد (Kahkesh, 2016). نتایج حاصل از پژوهش نشان داد که اثر متقابل کود اوره و محلول پاشی عصاره جلبکی بر محتوای کلروفیل a و کل و پروتئین در سطح احتمال یک درصد و کربوهیدرات محلول در سطح احتمال ۵٪ از نظر آماری معنی‌دار بود.

سطح برگ یکی از شاخص‌های مهم رشد است که از آن به‌عنوان معیاری جهت سنجش سیستم فتوسنتزی استفاده می‌شود، این شاخص به عملکرد اقتصادی و بیولوژیکی مربوط است. نتایج Moradi et al., 2018، با اعمال کود مایع جلبکی (*Ulva fasciata* L.) در گیاهان تیمار شده کنگد نسبت به گیاهان شاهد افزایش چشمگیری داشتند، که می‌توان اثر مثبت این عصاره را به وجود ترکیبات فعال زیستی نسبت داد. این کود زیستی از یک سو با افزایش رشد ریشه و تداوم جذب آب و مواد باعث افزایش سطح برگ و در نتیجه تداوم فتوسنتز در گیاه

هستند چرا که شامل بسیاری از الفاکندهای رشد و ماکرو مغذی‌هایی از قبیل Ca، K، P و میکرومغذی‌هایی از قبیل B، Co، Mn، Mo، Fe، Cu و Zn می‌باشند (Thambiraj et al., 2012).

فتوستز و متابولیسم نیتروژن ارتباط نزدیکی باهم دارند. از آنجایی که نیتروژن نقش اساسی در تشکیل پروتئین‌های ساختاری و عملکردی کلروپلاست دارد، افزایش محتوای آن باعث افزایش سطح برگ و دوام می‌شود (Latique et al., 2013). این عنصر یکی از محدودکننده‌ترین و ضروری‌ترین مواد مغذی درشت مغذی لازم برای رشد و نمو گیاهان است (Nayomi and Rukhiya, 2021) و در ساخت ماکرومولکول‌های مختلف پروتئین، آنزیم‌ها، اسیدهای نوکلئیک و سیتوکروم‌ها نقش دارد. تحقیقات نشان می‌دهد عصاره جلبکی، محتوای کلروفیل را از طریق افزایش سنتز کلروپلاست و کاهش تجزیه کلروفیل، زیاد می‌کند این امر بر اثر افزایش بیان ژن‌های مرتبط با فتوستز، متابولیسم سلول، پاسخ تنش و متابولیسم گوگرد و نیتروژن در *Brassica napus* L. بود (Jannin et al., 2013). همچنین می‌تواند به علت وجود بتاین، اسیدهای آمینه و دیگر مواد فعال در عصاره جلبکی باشد که جلوگیری از تحلیل کلروفیل می‌کنند (Chen et al., 2021). گزارش شده بیان قابل توجه ژن‌ها در تیمارها که از لحاظ آماری اختلاف معنی‌دار با شاهد داشتند، منجر به افزایش رونویسی ژن‌ها درگیر در بیوسنتز اکسین، جیبرلین و سیتوکینین بود که شواهد احتمالی جهت القا رشد در گیاهان تیمار شده را فراهم می‌کند (Chen et al., 2021). همچنین عصاره جلبکی دارای منیزیم است که عنصر ضروری برای ساخت کلروفیل می‌باشد و افزایش آن می‌باشد (Almoradi and Eissa, 2020). پتاسیم نقش عمده‌ای در حرکات روزنه‌ها و در خشتی کردن و توازن بار الکتریکی سلول‌های گیاهی دارد همچنین تاثیر مهمی در چندین فرآیند فیزیولوژیکی و

یونجه شده است. از سویی به دلیل اینکه عصاره حاوی هورمون‌های رشد گیاهی از جمله سیتوکینین می‌باشد سبب جلوگیری از تجزیه کلروفیل از طریق کاهش فعالیت آنزیم کلروفیل‌از می‌گردد (Esmailpour et al., 2020). رابطه مثبت و قوی بین میزان نیتروژن و کلروفیل گیاه به اثبات رسیده، نیتروژن از مهم‌ترین عوامل محدودکننده تولید محصولات گیاهی است. بسیاری از مطالعات نشان می‌دهد که کاهش دسترسی به نیتروژن عملکرد کوانتومی انتقال الکترون فتوسیستم II و حداکثر کارایی آن را کاهش می‌دهد.

در مطالعه حاضر نیز به نظر می‌رسد که استعمال عصاره جلبکی، کاهش کلروفیل ناشی از کمبود نیتروژن را تعدیل کرد و باعث بهبود وضعیت رنگیزه‌های فتوسنتزی گیاه شد. کاهش مقدار کلروفیل در برگ‌های گیاهان ممکن است به دلیل تخریب بیشتر کلروفیل نسبت به سنتز آن تحت شرایط تنش باشد. اعمال کود جلبکی به همراه میزان مصرف متداول کود اوره منجر به افزایش فراوانی در رنگدانه‌های فتوسنتزی شد. طبق تحقیقات گوناگون ارزش جلبک دریایی به عنوان کود نه تنها به دلیل محتوی نیتروژن، فسفر و پتاسیم بلکه به دلیل وجود عناصر کمیاب و متابولیت‌های متفاوت آن می‌باشد. افزایش رشد گیاهان تحت تأثیر محلول پاشی عصاره جلبک دریایی به اثبات رسیده است (Gandhiyappan and Perumal., 2001). بسیاری از محققان معتقدند افشانه برگی باعث افزایش در نفوذپذیری غشاء، به وسیله افزایش در ضریب نفوذپذیری، افزایش و بهبود فعالیت مولکول‌های حامل می‌شود. همچنین مواد فعال زیستی جلبک‌های دریایی به شدت باعث افزایش جذب عناصر ضروری توسط روزنه‌ها می‌گردد. جلبک‌های دریایی از مهم‌ترین منابع دریایی جهان هستند. عصاره‌های جلبک دریایی به عنوان کود مایع و محرک زیستی

متابولیسم و سرعت جذب، تجمع قندها و رشد و نمو کلی گیاه دارد (Sattar et al., 2018). با در نظر گرفتن اهمیت پتاسیم در بسیاری از فرآیندهای فیزیولوژیک چون فعال سازی بسیاری از آنزیم ها، سنتز و تغییر ساختمانی بسیاری از هیدراته ای کربن، سنتز پروتئین ها، تنظیم تبادلات گازی از طریق کنترل باز و بسته شدن روزنه ها و همچنین جلبک دریایی حاوی عناصر پرمصرف، سیتوکینین، اسیدهای آمینه و آلجینیک می باشد (Ahmadi et al., 2019)، لذا با بهبود جذب عناصر غذایی که منجر به افزایش مواد فتوسنتزی و در نتیجه آن کربوهیدرات ها شده، و وجود تنظیم کننده های رشد، عناصر پرمصرف و ریزمغذی ها، در ترکیبات جلبک می توانند سبب تسهیل رشد، بهبود فاکتورهای رشدی و افزایش عملکرد در کاربرد با این کودها باشد. مطالعات مختلف نشان داده است که استفاده از عصاره جلبک های دریایی باعث افزایش میزان کلروفیل برگ ها و تحریک فتوسنتز و در نتیجه تولید بهتر قند و نشاسته در گیاهان می شود. گزارش شده که کاربرد کودهای زیستی همچون عصاره جلبکی به دلیل داشتن عناصر پرمصرف و کم مصرف سبب افزایش کلروفیل و سطح برگ منجر به افزایش کربوهیدرات محلول در سورگوم گردید و افزایش پروتئین های محلول به دلیل وجود نیتروژن و نقش مهم آن در ساختمان پروتئین هاست (Karimi and Amirnia, 2018).

Mohammadi و همکاران (۲۰۲۲) با بررسی تاثیر عصاره ی ماکرو جلبک سبز و قهوه ای بر بهبود رشد و ظرفیت آنتی اکسیدانی گیاه ریحان دریافتند که رقت پایین عصاره جلبک سبز و قهوه ای سبب افزایش میزان پروتئین در گیاه ریحان گردید. علت افزایش میزان پروتئین در گیاهان تحت تیمار با عصاره جلبک ممکن است به دلیل وجود هورمون های رشد، عناصر مغذی کم مصرف و پرمصرف، ویتامین ها، آمینو اسیدها

و یا فنیل استیک اسید و محرک های رشد در عصاره جلبک باشد و گزارش کردند که عصاره جلبک دریایی با افزایش فعالیت میکروارگانیسم ها باعث افزایش تثبیت نیتروژن در گیاه ریحان شده که افزایش میزان پروتئین را در پی داشته است.

در پژوهشی بر روی گیاه ذرت مشخص شد که کاربرد عصاره جلبک قهوه ای سبب کاهش میزان مالون دی آلدئید در مقایسه با تیمار شاهد شده به نحوی که کمترین میزان آن تحت اثر کاربرد ۷،۵ و ۱۰ درصد عصاره جلبکی مشاهده می شود. پایین بودن مقدار مالون دی آلدئید بیانگر پایین بودن آسیب وارد شده به غشای سلولی در اثر تنش است و نشان دهنده ی مقاومت گیاه نسبت به تنش است (Ghasemi, 2017). همچنین بیان شده که عصاره جلبک *ulva* منبعی عالی از ترکیبات فعال زیستی است. علاوه بر این، تاثیر عصاره های جلبک دریایی برای تحریک رشد و عملکرد گیاهان، افزایش تحمل به تنش های محیطی و بهبود دسترسی به مواد مغذی و جذب مواد مغذی از خاک گزارش شده است (Latique et al., 2013) که یافته های ما نیز منطبق با نتایج این پژوهش ها می باشد.

نتیجه گیری نهایی

بر اساس نتایج حاصل از این پژوهش، فاکتورهای رشدی گیاه یونجه شامل ارتفاع بوته، تعداد انشعابات ساقه، شاخص سطح برگ، وزن تر و خشک اندام های هوایی، رنگیزه های فتوسنتزی، کربوهیدرات ها و پروتئین های محلول در اثر کاربرد غلظت های مختلف عصاره جلبک دریایی *Ulva fasciata* نسبت به شاهد از خود افزایش نشان داد و با افزایش غلظت، میزان فاکتورهای مورد نظر روند صعودی به خود گرفت. بیشترین میزان فاکتورهای مورد نظر مربوط به کاربرد تیمار ۱۵ درصد عصاره جلبکی بود. همچنین کاربرد ۱۵ و ۱۰ درصد عصاره جلبکی به همراه ۷۰ درصد

پلی ساکاریدها، لیپیدها، ویتامین‌ها، آنتی‌بیوتیک‌ها، اسیدهای آمینه ضروری و بتائین در عصاره‌ی جلبکی نسبت داد. نتایج حاصل از این پژوهش نشان می‌دهد که محلول پاشی غلظت ۱۵ درصد عصاره جلبکی، اثری تقریباً مشابه با نصف میزان مصرف متداول کود شیمیایی اوره دری دارد. پس می‌توان بیان کرد که در صورت کاربرد عصاره جلبکی، مصرف مقدار کود شیمیایی اوره کاهش یابد و به علت تاثیر هم‌افزایی این دو عامل بر یکدیگر، کمیت محصول را نیز ارتقا بخشید.

تشکر و قدردانی

از همکاری و مساعدت معاونت پژوهش و فناوری دانشگاه شهید چمران اهواز تشکر و قدردانی می‌گردد.

میزان توصیه‌شده کود اوره سبب افزایش قابل توجه فاکتورهای رشدی موردنظر گردید که نشانگر تاثیر هم‌افزایی عوامل موردنظر است. در مقابل شاخص مربوط به تنش اکسیداتیو، میزان مالون دی‌آلدئید تحت اثر کاربرد عصاره جلبکی کاهش پیدا کرد. کمترین میزان مالون دی‌آلدئید مربوط به کاربرد تیمار ۱۵ درصد و ۱۰ درصد عصاره جلبکی بود. همچنین کاربرد ۱۵ و ۱۰ درصد عصاره جلبکی به همراه ۷۰ درصد میزان توصیه‌شده کود اوره سبب کاهش فاکتور موردنظر شد. این نشان‌دهنده‌ی نقش محافظتی عصاره جلبکی و تاثیر مثبت آن بر کاهش میزان تنش‌های محیطی احتمالی است که افزایش مقاومت و رشد فزاینده گیاه را در پی دارد. افزایش فاکتورهای رشدی در گیاهان تیمار شده با عصاره جلبکی *Ulva* را می‌توان احتمالاً به وجود عناصر پرمصرف و کم‌مصرف، هورمون‌های محرک رشد گیاهی از جمله اکسین‌ها، جیبرلین‌ها، سیتوکینین‌ها و همچنین

References

- Alizadeh, M. Armand, N. Rahimi, M. and Hajhashemi, Sh. (2022). Effect of foliar application of seaweed *Ascophyllum nodosum* extract on morpho-physiological characteristics of bean (*Phaseolus vulgaris*) under water stress. *Nova Biologica Reperta*. 9(1): 61-69. DOI: 10.29252/nbr.9.1.61
- Al-Juthery, H. W. Drebee, H. A. Al-Khafaji, B. and Hadi, R. (2020). Plant biostimulants, Seaweeds extract as a model (Article Review). In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 553(1): 012015.
- Almaroai, Y. A. and Eissa, M. A. (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. Doi: 10.1007/s42729-020-00195-0
- Atzori, G. Nissim, W. G. Rodolfi, L. Niccolai, A. Biondi, N. Mancuso, S. and Tredici, M. R. (2020). Algae and bioguanos as promising source of organic fertilizers. *Journal of Applied Phycology*, 32(6): 3971-3981.
- Brtnický, M. Dokulilová, T. Holatko, J. Pecina, V. Kintl, A. Latal, O. Datta, R. (2019). Long-term effects of biochar-based organic amendments on soil microbial parameters. *Agronomy*, 9(11): 747.
- Chbani, A. Majed, S. Mawlawi, H. and Kammoun, M. (2015). The use of seaweed as a bio-fertilizer: Does it influence Proline and Chlorophyll concentration in plants treated? *Arabian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*. 1(1):67-77.
- Chen, D. Zhou, W. Yang, J. Ao, J. Hung, Y. Shen, D. Jiang, Y. Haung, Z. and Shen, H. (2021). Effects of seaweed extracts on the growth, physiological activity, cane yield and sucrose content of sugarcane in china. *Journal of Front Plant Science*. 26(12):659130. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.659130>
- Davey, M.W. Stals, E. Panis, B. Keulemans, J. and Swennen, R.L. (2005). High-throughput determination of malondialdehyde in plant tissues. *Analytical Biochemistry*. 347 (2): 201-207.

- Dubois, M. Gilles, A. Hamilton, J.K. Rebers, P.A. and Smith, F. (1956). Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Analytical chemistry*. 28(3): 350-356.
- Esmaielpour, B. Fatemi, H. and Moradi, M. (2020). Effects of seaweed extract on physiological and biochemical characteristics of basil (*Ocimum basilicum* L.) under Water-deficit stress conditions. *Journal of Soil and Plant Interactions Isfahan University of Technology*. 11 (1):59-69.
- FAO. The State of Food and Agriculture. (2020). Overcoming Water-Related Challenges in Agriculture. 32 (3).
- Fatriana, F. Caronge, M. Djawad, Y. Bourgougnon, N. Makkulawu, A. and Jumadi, O. (2020). Effect of application of algae sargassum sp. extract to corn plants (*Zea mays* L.) and microbial response. Paper presented at the IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 484:012058. ([10.1088/1755-1315/484/1/012058](https://doi.org/10.1088/1755-1315/484/1/012058)) .
- Gandhiyappan, K. and Perumal, P. (2001). Growth promoting effect of seaweed liquid fertilizer (*Enteromorpha intestinalis*) on the sesame crop plant. *Seaweed Resource Utilization*. 23: 23-25.
- Ghadriardakani, F., Collas, E., Damiano, D. K., Tagg, K., Graham, N. S., and Coates, J. C. (2019). Effects of green seaweed extract on Arabidopsis early development suggest roles for hormone signalling in plant responses to algal fertilisers. *Scientific Reports*, 9(1): 1-13.
- Ghasemi, S. (2017). Evaluation of the effect of aqueous algae extract *Padina boergesenii* and urea chemical fertilizer on maize. Master's thesis in Plant Physiology. Shahid Chamran University of Ahvaz, Iran.
- Jannin, L., Arkoun, M., Etienne, P., Laîné, P., Goux, D. and Garnica, M. (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 (1): 31-52. Doi: 10.1007/s00344-012-9273-9
- Kahkesh, M. (2016). Comparison of yield of 3 cultivar of wheat in response to foliar application of *Ulva fasciata* algal liquid fertilizer. Master's thesis in plant physiology. Lorestan University, Khorramabad, Iran.
- Karimi, S. (2017). Organic farming as an opportunity for agricultural entrepreneurship. *Journal of Entrepreneurship in Agriculture*. 4(3): 23-31. DOI: 10.22069/JEAD.2018.14111.1292.
- Karimi, R. and Amirnia, R. (2018). Effects of chemical and organic fertilizer on some qualitative and quantitative characteristics of *forage sorghum* (*Sorghum bicolor* L. Var. Speed Feed) in various phenological stages. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*. 29(3):27-38.
- Kavian Athar, N. and Aboutalebian, M.A. (2018). The response of physiological indices of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) to application method of phosphate and zinc sulfate fertilizers at different amounts of starter nitrogen fertilizer. *Iranian Journal of Field Crop Science*. 50(3): 169-184.
DOI: 10.22059/ijfcs.2018.239246.654363
- Latique, S. Chernane, H. Mansori, M. and El kaoua, M. (2013). Seaweed liquid fertilizer effect on physiological and biochemical parameters of bean plant (*Phaseolus vulgaris* variety paulista) under hydroponic system. 9(30):174-191.
- Lichtenthaler, H. K. (1987). Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. *Methods in Enzymology*, 148:350-382
- Lowry, O. H., Rosebrough, N. J., Farr, A. L. and Randall, R. J (1951). Protein measurement with the Folin phenol reagent. *Journal of Biological Chemistry*. 193: 265-275.
- Luo, D., Zhang, X., Liu, J., Wu, Y., Zhou, Q., Fang, L. and Liu, Z. (2022). Drought-induce unknown protein 1 positively modulates drought tolerance in cultivated alfalfa (*Medicago sativa* L.), *The Crop Journal*. In press. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.cj.2022.05.013>
- Majnooni, M. (2012). Evaluation of the nutritional value of Hamedani alfalfa under the influence of polumus organic fertilizers and chemical fertilizers. Master's thesis agricultural engineering-Livestock sciences, Bouali Sina University, Hamedan, Iran.

- Mohammadi, R., Yousefzadi, M., Razavizadeh, R. and Nejad-Alimoradi, F. (2022). Investigation of green and brown macroalgae's extract on some physiological parameters of basil (*Ocimum basilicum* L.). *Journal of Aquatic Ecology*. 12(1): 1-16
- Moradi, F. Najafi, Sh. And Esmaeilzadeh Bahabadi, S. (2018). The effect of green algae (*Ulva fasciata* L.) extract on growth and physiological parameters of sesamum indicum. *Journal of Plant Process and Function*. 8 (33): 1-14.
- Naderi, M.R. (2016). Effect of various fertilizer sources on growth and hay yield of alfalfa. *Journal of Plant Ecophysiology*. 9(29):156-164.
- Najafi, F. and Taghizadeh, Z. (2022). The effects of gibberlic acid on certain physiological parameters in alfalfa (*Medicago sativa* L.) under cadmium stress. *Journal of plant Environmental Physiology*. 66: 163-175.
- Nayomi, J. and Rukhiya, S. (2021). A study on major plant growth promoting traits of bacteria isolated from marine environment. *Materials Today: Proceedings*. 25:269-273.
- Packiasamy, R. and Govindasamy, C. (2018). Seaweed fertilizers in modern agriculture. *International Journal of Research Publication*, 14(1): 4.
- Ahmadi, S.T., Abedy, B. and Saberali, S.F. (2019). Effect of foliar spray with a fertilizer containing amino acids and seaweed extract on quality and yield components of 'Ahmad Aghaei' pistachio. *Pomology Research*. 4(2): 95-106.
- Sattar, A., Naveed, A. M., Zahir, Z. Nadeem, S. Yaseen M. Meena, V. Farooq, M. Sing, R. Rahman, M. and Meena, H. (2018). Perspectives of potassium solubilizing microbes in sustainable food production system: A review. *Applied Soil Ecology*. 133:146-159. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2018.09.012>
- Soares, C. Švarc-Gajić, J. Oliva-Teles, M. T. Pinto, E. Nastić, N. Savić, S. Delerue-Matos, C. (2020). Mineral composition of subcritical water extracts of saccorhiza polyschides, a brown seaweed used as fertilizer in the north of Portugal. *Journal of Marine Science and Engineering*, 8(4): 244.
- Sosnowski, J. Jankowski, K. Malinowska, E. & Truba, M. (2017). The effect of *Ecklonia maxima* extract on *Medicago x varia* T. *Martyn* biomass. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 17(3): 770-780
- Taheri, F. Maleki, A. and Fathi, A. (2021). Study of different levels of nitrogen fertilizer and irrigation on quantitative and qualitative characteristics of Quinoa grain yield. *Scientific Journal of Crop Physiology, I.A.U. Ahvaz*, 13(50):135-149.
- Thambiraj, J. Lingakumar, K. and Paulsamy, S. (2012). Effect of seaweed liquid fertilizer (SLF) prepared from *Sargassum wightii* and *Hypnea musciformis* on the growth and biochemical constituents of the pulse, *Cyamopsis tetragonoloba* (L.). *Journal of Agricultural Research*. 1(1): 65-70.
- Uthirapandi, V., Suriya, S., Boomibalagan, P., Eswaran, S., Ramya, S. S., Vijayanand, N. and Kathiresan, D. (2018). Bio-fertilizer potential of seaweed liquid extracts of marine macro algae on growth and biochemical parameters of *Ocimum sanctum*. *Journal Pharmacogn. Phytochemistry*, 7: 3528-3532.
- Verma, N. Sehrawat, A. R. Pandey, D. and Pandey, B. K. (2020). Seaweed: A novel organic biomaterial. *Current Journal of Applied Science and Technology*, 39(14): 1-8. DOI: 10.9734/cjast/2020/v39i1430690
- Verma, N., Sehrawat, K.D., Mundlia, P., Sehrawat, A.R., Choudhary, R., Rajput, V.D., Minkina, T., van Hullebusch, E.D., Siddiqui, M.H. and Alamri, S. (2021). Potential Use of *Ascophyllum nodosum* as a biostimulant for Improving the Growth Performance of *Vigna aconitifolia* (Jacq.) Marechal. *Plants* 2021, 10, 2361. <https://doi.org/10.3390/plants10112361>
- Yaghoobi, S.R. (2020). Seaweed Extract: Innovation for organic agriculture. *Quarterly Scientific Journal of Technical and Vocational University*. 17(2): 23-34.
- Zirena Vilca, F., Duberly Vera Loayza, O., Edith Laura Ponce, T., Vilela Junqueira, L., Cahui G., Hortense Torres, N. and Fernan L. (2022). Presence of enrofloxacin residues in soil and its effect on carbon fixation, number of nodules, and root length of alfalfa (*Medicago sativa*). *Journal of Hazardous Materials Advances*. 7:100100. <https://doi.org/10.1016/j.hazadv.2022.100100>.