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

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 mehr [1], Seyyed Mansour Seyyednejad [2]
Azadeh Niroomand [3*], Abdolali Gilani [4]

[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

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

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 Shavour 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.

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): 65-85.

©The author(s)
Doi: 10.83078/iper.2024.984472
Publisher: Islamic Azad University, Gorgan branch

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

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

مهدی رضوانی مهر[1]، سیدمنصور سیدنژاد[2]، آزاده نیرومند[3]*، عبدالعلی گیلانی[4]

[1] گروه زیست شناسی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران. رایانامه: mehdirezvanimehr@gmail.com

[2] گروه زیست شناسی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران. رایانامه: Sm.seyyednejad@gmail.com

[3] گروه زیست شناسی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران. رایانامه: a_niroomand@pnu.ac.ir

[4] 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:
مقاله پژوهشی

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

واژه‌های کلیدی:
رنگیزه‌های فتوسنتزی
کربوهیدرات محلول
پروتئین محلول
صفات رشدی

چکیده

به‌منظور بررسی تاثیر کود شیمیایی اوره و محلول‌پاشی عصاره جلبک دریایی *Ulva fasciata Delile* بر فاکتورهای رشدی یونجه (*Medicago sativa L.*)، پژوهشی در سال ۱۴۰۰-۱۳۹۹ به‌صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و با سه تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی شاوور و آزمایشگاه فیزیولوژی گیاهی دانشگاه شهید چمران اهواز به انجام رسید. تیمارهای موردنظر جهت انجام این آزمایش شامل ٤ سطح غلظت‌های مختلف کود شیمیایی اوره (۰، ٤۰، ۷۰ و ۱۰۰ درصد مقدار متداول مصرف کود شیمیایی اوره) و ٤ سطح غلظت‌های مختلف عصاره جلبکی اولوا (۰، ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد) بود. غلظت‌های مختلف کود شیمیایی اوره به‌صورت کاربرد خاکی و غلظت‌های مختلف عصاره جلبکی اولوا به‌صورت محلول‌پاشی مورد استفاده قرار گرفت. گیاهان تیمار شده در مرحله فاز زایشی موردبررسی قرار گرفتند.. نتایج بیانگر این بود که کاربرد تیمار۱۰٪ عصاره جلبکی اولوا سبب افزایش معنی‌دار میزان فاکتورهای رشدی موفولوژیکی، فیزیولوژیکی گیاه یونجه شد. به‌نحوی‌که مقدار ارتفاع بوته ۷٪، تعداد انشعابات ساقه ٤۲٪، شاخص سطح برگ ۵۵٪، وزن‌تر و خشک اندام‌های هوایی، رنگیزه های فتوسنتزی ۳۰٪، محتوای کربوهیدرات به میزان ۸۱٪ و پروتئین‌های 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 می‌شود. به‌علاوه میزان مالون دی آلدئید در گیاهان تیمار شده با عصاره جلبکی اولوا کاهش یافت. همچنین اثر متقابل کودشیمیایی اوره و عصاره جلبکی نیز سبب کاهش این فاکتور شد. بنابراین طبق نتایج به‌دست‌آمده، محلول‌پاشی عصاره جلبکی باعث افزایش رشد زایشی علوفه یونجه گردیده و کمیت محصول را ارتقا می‌بخشد. بر این اساس می‌توان بیان کرد که محلول‌پاشی غلظت ۱۵ درصد عصاره جلبکی، اثری تقریباً مشابه با نصف میزان مصرف متداول کود شیمیایی اوره دری دارد.. پیشنهاد می‌گردد به‌منظور تاثیر بهینه عصاره جلبکی از ترکیب چند نوع جلبک جهت محلول‌پاشی استفاده گردد.

استناد: رضوانی مهر مهدی ، سیدنژاد سیدمنصور ، نیرومند آزاده ، گیلانی عبدالعلی. (۱٤۰۳). تاثیر کود شیمیایی اوره و محلول‌پاشی عصاره جلبک دریایی *Ulva fasciata Delile* بر برخی فاکتورهای رشدی یونجه (*Medicago sativa L.*). *فیزیولوژی محیطی گیاهی*، ۱۹(۳)، ۸۵-٦۵.

ناشر: دانشگاه آزاد اسلامی، واحد گرگان
Doi: 10.83078/iper.2024.984472
© 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 نیترات 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، درنتیجه بهره‌وری بالاتر است (Yaghoobi, 2020).

کود عصاره جلبک دریایی، غالباً به دو شکل مایع یا پودر قابل‌حل در آب، تولید می‌گردد که عموماً مصرف آن‌ها به‌صورت محلول‌پاشی 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 فیکوسیانین‌ها ازجمله 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).

محلول‌پاشی 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 پرمصرف مثل N ، K و P و همچنین عناصر کم‌مصرف مانند Zn ، Mn یا Fe باشد (Soares et al., 2020). همچنین حاوی انواع مختلفی از مواد تقویت‌کننده رشد گیاه است. آن‌هایی که شناسایی‌شده‌اند شامل تنظیم‌کننده‌های رشد گیاه، مواد معدنی، مولکول‌های آمونیوم کواترنر (به‌عنوان‌مثال بتائین و پرولین)، پلی اورونیدها (به‌عنوان‌مثال آلژیناتها 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* ازجمله گیاهان گل‌دار دولپه‌ای است و در راسته‌ی باقلاسانان و خانواده‌ی باقلاییان طبقه‌بندی‌شده است. این گیاه بیشترین علوفه چندساله کشت‌شده در سراسر جهان است (Luo et al., 2022). یک محصول علوفه‌ای چندساله لگومی، عملکرد بالا، سازگاری قوی، تحمل به خشکی و شوری-قلیایی و خوش‌طعمی 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 Amirnia, 2018.).

رشد جمعیت انسانی درنتیجه افزایش تقاضا برای مواد غذایی برای حیوانات را به همراه دارد. درعین‌حال، 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 دراین‌بین یونجه اهمیت بیشتری دارد زیرا به تثبیت بیولوژیکی خاک کمک کرده و به‌این‌ترتیب 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 به‌عنوان مکمل غذایی مورداستفاده قرار می‌گیرد (Najafi and Taghizadeh., 2022).

در مطالعه‌ای تاثیر عصاره‌ی جلبک دریایی Ecklonia maxima بر عناصر پرمصرف و کم‌مصرف انتخابی در زیست‌توده‌ی بخش هوایی یونجه مورد بررسی قرار گرفت. فاکتورهای مورد تجزیه‌وتحلیل عبارت از غلظت عناصر پرمصرف شامل فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم و عناصر کم‌مصرف 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 زیست‌توده 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 کم‌مصرف و کود اوره بر رشد و عملکرد علوفه‌ی یونجه انجام شد، نتایج نشان داد که محلول‌پاشی عصاره جلبک دریایی و کود محتوی عناصر کم‌مصرف باعث بهبود مؤلفه‌های رشدی و افزایش تولید ماده خشک‌شده و سبب افزایش عملکرد و افزایش کارآیی استفاده از منابع در این گیاه می‌شود (Naderi,2016).

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

همچنین، علیزاده و همکاران (۲۰۲۲)، با بررسی تأثیر محلول‌پاشی عصاره جلبک قهوه‌ای Ascophyllum nodosum بر صفات مورفوفیزیولوژیک لوبیا (Phaseolus vulgaris) تحت تنش کم‌آبی دریافتند که عصاره جلبک دریایی آسکوفیلوم به‌تنهایی موجب افزایش معنی‌دار سطح و تعداد برگ، طول برگ، سطح و طول ریشه، وزن

خشک‌ریشه، محتوای کلروفیل a، b و محتوای کلروفیل کل شد، درحالی‌که تنش کم‌آبی سبب کاهش معنی‌دار 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 به‌عنوان درمانی برای مقابله با کشاورزی مدرن شیمیایی موفق هست و عصاره جلبک دریایی می‌تواند جایگزین جالبی باشد. بنابراین مطالعه حاضر با هدف اثر محلول‌پاشی 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 ٦٥ کیلومتری شمال اهواز، در جاده اهواز-اندیمشک و در کنار روستای سد شاوور واقع شده است. مختصات جغرافیایی ایستگاه شاوور عبارت از طول جغرافیایی؛ ٤٨ درجه و ٢٧ دقیقه شرقی، عرض جغرافیایی؛ ٣١ درجه و ٥٠ دقیقه شمالی و ارتفاع از سطح دریا ٣٢ متر، دارای آب‌وهوای خشک و نیمه‌خشک با شوری خاک4 دسی زیمنس بر متر بود.

تهیه عصاره جلبکی: در تحقیق حاضر از جلبک سبز *Ulva fasciata* که از منطقه ساحلی چابهار جمع‌آوری‌شده 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 به‌عنوان 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 کشت‌شده در این پژوهش، رقم اصلاح‌شده 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 هرکدام در ٤ غلظت مختلف و به‌صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و با ۳ تکرار انجام شد. هر تکرار شامل ٤ کرت اصلی و هر کرت اصلی شامل ٤ کرت فرعی به‌صورت زیر طراحی شد. ابعاد هر کرت فرعی ۲ ×۱/۵ متر در نظر گرفته شد. در کرت‌های اصلی غلظت‌های مختلف کودشیمیایی 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، ٤٠، ۷۰ و ۱۰۰ درصد و محلول‌پاشی کود زیستی عصاره جلبک دریایی با غلظت‌های ۰، ۱۰،۵و ۱۵ درصد بود. مرحله دوم اعمال تیمار، هنگام ۵۰ درصد گلدهی بوته‌ها انجام شد و فقط شامل محلول‌پاشی غلظت‌های ۰، ۱۰،۵و ۱۵ درصد عصاره جلبکی بود. نمونه‌برداری در مرحله‌ی شروع گل‌دهی انجام شد و جهت بررسی به آزمایشگاه منتقل شد.

اندازه‌گیری و سنجش صفات مورفولوژیکی:

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

اندازه‌گیری وزن‌تر کل اندام هوایی: در

نمونه‌های جمع‌آوری‌شده 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 ٤٨ 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 رنگیزه های 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 ٤۰۰۰ 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 ٦٤٦ و ٦٦٣ جهت تعیین مقدار کلروفیل a و bو ٤٧۰ نانومتر جهت تعیین مقدار کاروتنویید اندازه‌گیری شد. درنهایت 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 ٤۰۰۰ در دور دقیقه سانتریفیوژ 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 میلی لیتر رسانده شد. دو میلی‌لیتر از عصاره به‌دست‌آمده از هر نمونه، با یک میلی‌لیتر محلول فنل پنج درصد به لوله‌های آزمایش اضافه ولوله‌ها به شدت تکان داده شدند و بلافاصله پنج میلی‌لیتر اسیدسولفوریک ۹۸ درصد به سطح محلول اضافه گردید. پس از گذشت مدت‌زمان ٤۰ دقیقه، جذب محلول‌ها در طول‌موج ٤۸۵ 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 ۷/٤ ایجاد یک مخلوط همگن ساییده شد. عصاره‌های پروتئینی حاصل به میکروتیوپ‌های مخصوص سانتریفیوژ منتقل با و استفاده از دستگاه سانتریفیوژ یخچال در دمای چهار درجه سانتیگراد با و سرعت ۱۵۰۰۰ rpm به مدت ۲۵ دقیقه سانتریفیوژ 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 سپس پنج میلی‌لیتر معرف ABC به لوله‌آزمایش

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

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		ارتفاع بوته	تعداد انشعابات ساقه	وزن ترکل اندام هوایی	شاخص سطح برگ	وزن خشک کل اندام هوایی	وزن خشک ساقه‌ها	وزن خشک برگ‌ها
تکرار	۲	۵/٦٤٦ ns	٦١٤/٢٥٠ ns	٢٩٢٤٢,٩٣٨ ns	۰/۰۲۷ ns	٢٢٥١١/٢٩٧ ns	٢٣٧٠٤/٩٣٨ ns	١٢٩/٣٩١ ns
کود اوره	۳	۵۳/۵۰۰*	۵۰۹٦٧/٦٨٨**	١٥٤٨٣٩٨٧/٩٢٢**	۳/۱٦۱**	١١٦٠٤٢٨/٨١٣**	۵٨٧٣٢٧/٥٤٧**	١١٢٢٤٥/٩٢٢**
عصاره جلبک	۳	۳۸/۵۰۰*	٤٤٥٦٧/٦٨٨**	٦٨٩٥٥٥٠/٦٧٢**	١/٧١٥**	٥٧٩٢١٠/٨١٣**	٢٥٤٥٢٠/١٧٢**	٦٧٢٢٥/٢٩٧**
کود اوره عصاره جلبک	۹	۹/۱۱۱ns	٥٦٨٣/٥٢١ ns	٥٧٩٣٥٥/٢٩٧ *	۰/٤٧١ *	٤٩٣٩٤/٦٠٤*	٢٢٤٦٩/١٧٢ *	١٣١٤٣/٩٦٤**
خطا	٢٤	۱۱/۱۸۸	٢٦٩٥/٤١٧	١٥٠٩٩٨/٩٣٢	۰/١٦٦	١٥٧٠٣/٢٨١	٩١٦٧/٤٠٦	٢٤٨٤/٧٥٠
ضریب تغییرات (CV٪)		۳/۸۷	۱۱/٤٨	۸/۰٤	٢١/٢٥	١٠/٦٥	۱۱/٥٤	١٤/٤٢

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

اضافه با و محتویات لوله کاملاً مخلوط به شد. هر لوله ۳ میلی‌لیتر از معرف فولن رقیق‌شده اضافه شد. در پایان نمونه‌ها به مدت ٤٥ دقیقه در دمای اتاق نگهداری شدند. پس از این مدت میزان جذب نوری آن‌ها در طول‌موج ٦٦٠ نانومتر خوانده شد. نهایت 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 دی آلدئید: جهت سنجش میزان مالون دی آلدئید به یک میلی‌لیتر محلول عصاره استخراج‌شده، 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 ٤٠٠٠ به مدت ۱۵ دقیقه سانتریفیوژ گردید. جذب مخلوط دو در طول‌موج ۵۳۲ نانومتر (طول‌موج اختصاصی) و ٦٠٠ 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 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).

وزن‌تر کل اندام هوایی: مطابق نتایج حاصل از تجزیه واریانس، میان غلظت‌های مختلف کودشیمیایی اوره و عصاره جلبکی بر وزن‌تر کل اندام هوایی، تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ مشاهده شد. تاثیر متقابل غلظت‌های مختلف کودشیمیایی اوره و عصاره جلبکی بر وزن‌تر کل اندام هوایی نیز در سطح

احتمال ۵٪ معنی‌دار بود (جدول ۱).

طبق مقایسه میانگین کاربرد غلظت‌های مختلف کود اوره، بیشترین مقدار وزن‌تر 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 غلظت‌های موردنظر سبب افزایش میزان وزن‌تر کل اندام هوایی نسبت به شاهد شد. طبق مقایسه میانگین ها، کاربرد غلظت‌های مختلف عصاره جلبکی، بیشترین مقدار وزن‌تر کل اندام هوایی در تیمار ۱۵٪ عصاره جلبکی که افزایش ٤٦ درصدی را نسبت به گیاهان شاهد نشان داد (جدول ۲). مقایسه میانگین اثر متقابل غلظت‌های مختلف کود اوره و عصاره جلبکی نشان داد که بیشترین مقدار وزن‌تر 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).

شاخص سطح برگ: مطابق نتایج حاصل از تجزیه واریانس، میان غلظت‌های مختلف کودشیمیایی اوره و عصاره جلبکی بر شاخص سطح برگ، تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ مشاهده شد و تاثیر متقابل هر دو عامل بر شاخص سطح برگ، به لحاظ آماری در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار بود (جدول ۱). بر اساس مقایسه میانگین کاربرد غلظت‌های مختلف کود اوره، بیشترین مقدار شاخص سطح برگ تحت اثر تیمار ۷۰٪ کود اوره به‌دست‌آمده آمد که افزایش ۸۵٪ نسبت به شاهد داشت و بین تیمار شاهد و ٤٠٪ کود اوره تفاوت معناداری مشاهده نشد. کاربرد عصاره جلبکی در تمامی غلظت‌های موردنظر سبب افزایش شاخص سطح برگ نسبت به شاهد شد. طبق مقایسه میانگین کاربرد غلظت‌های مختلف عصاره جلبکی، بیشترین مقدار شاخص سطح برگ در تیمار ۱۵٪ عصاره جلبکی که به میزان ٦٣٪ نسبت به شاهد افزایش نشان داد (جدول ۲). مقایسه میانگین 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

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

غلظت کود اوره	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	تعداد انشعابات ساقه در مترمربع	وزن‌تر کل اندام هوایی (کیلوگرم بر هکتار)	شاخص سطح برگ (مترمربع)	وزن خشک کل اندام هوایی (کیلوگرم بر هکتار)	وزن خشک ساقه‌ها (کیلوگرم بر هکتار)	وزن خشک برگ‌ها (کیلوگرم بر هکتار)
۰	۸۳/۷۵ a	۳۷۰ b	۳٤٦٤ c	۱/٤۰۱ b	۷۸۵/۹ c	٥٤۹/۳ c	۲۳۲/٤ c
٤۰	۸٥/٥۰ a	٤۳۱/۳ ab	٤۳٥۳ b	۱/٦۸٥ b	۱۰٦/۹ b	۷۷٥/٦ b	۳۱۳/٥ bc
۷۰	۸۸/۳۳ a	٤۹٦/۳ a	٥۹۱۳ a	۲/٥۹۹ a	۱٤٦۱ a	۱۰۰۰ a	٤٦۱ a
۱۰۰	۸۷/۷٥ a	٥۱۲/۳ a	٥٦۰۸ a	۱/۹۸۹ ab	۱۳۸۹ a	۱۰۱۳ a	۳۷٥/٥ b
غلظت عصاره جلبک	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	تعداد انشعابات ساقه در مترمربع	وزن‌تر کل اندام هوایی (کیلوگرم بر هکتار)	شاخص سطح برگ (مترمربع)	وزن خشک کل اندام هوایی (کیلوگرم بر هکتار)	وزن خشک ساقه‌ها (کیلوگرم بر هکتار)	وزن خشک برگ‌ها (کیلوگرم بر هکتار)
۰	۸٤ a	۳۷٤/۸ b	۳۷۸٥ c	۱/۳۷۲ b	۸۷۳/٦ b	٦۳۳/۹ b	۲۳۹/۸ b
٥	۸٦/۰۸ a	٤٥٦/۳ ab	٤۸٤۰ b	۲/۰۲۱ ab	۱۱۷٥ a	۸۱۳/٤ a	۳٦۱/٦ a
۱۰	۸۷a	٤٥٥ ab	٥۱٥۷ ab	۲/۰۳۸ ab	۱۲٦۸ a	۸۹۹ a	۳٦٤/۹ a
۱٥	۸۸/۲٥ a	٥۲۳ a	٥٥٥٥ a	۲/۲٤۳ a	۱۳۸۸a	۹۷۱/۹ a	٤۱٦/۱ a

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

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 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

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

عوامل آزمایش		مقایسه میانگین‌ها						
غلظت کود شیمیایی	غلظت عصاره جلبکی	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	تعداد انشعابات ساقه در مترمربع	وزن‌تر کل اندام هوایی (کیلوگرم بر هکتار)	شاخص سطح برگ (مترمربع)	وزن خشک کل اندام هوایی (کیلوگرم بر هکتار)	وزن خشک ساقه‌ها (کیلوگرم بر هکتار)	وزن خشک برگ‌ها (کیلوگرم بر هکتار)
٪۰	٪۰	۸۳$^{b-d}$	۳۰۵^{e}	۲۵۹۷^{e}	۰/۸۷۳٤^{i}	۵۷۱^{g}	٤۳۹^{f}	۱۳۲^{i}
	٪۵	۸۲^{d}	۳۸۰^{de}	۲۹۲۲^{e}	۱/۰۷۵$^{g-i}$	٦۱۹/۵^{fg}	٤۳۷/۵^{f}	۱۸۲^{hi}
	٪۱۰	۸٤$^{b-d}$	۳۷۵^{de}	۳٦۹۳^{d}	۱/٦٦۸$^{e-h}$	۸۲۲^{ef}	۵۳۵^{ef}	۲٦۹$^{f-h}$
	٪۱۵	۸۵$^{a-d}$	٤۲۰^{cd}	٤٦٤٤^{bc}	۱/۹۸۸$^{c-f}$	۱۱۳۱^{cd}	۷۸۵/۵^{cd}	۳٤٦/۵$^{d-f}$
٪٤۰	٪۰	۸۳^{cd}	۳٦۰^{de}	۳٦٤٤^{d}	۱/٤۰۵$^{f-i}$	۷٦۹/۵$^{e-g}$	۵۱۹/۵^{ef}	۲۵۰^{eh}
	٪۵	۸٤$^{b-d}$	٤٤۰^{cd}	٤۰٦۹^{cd}	۱/۵٤$^{e-i}$	۹۸٤/۵^{de}	٦۷٦^{de}	۳۱۰/۵$^{e-g}$
	٪۱۰	۸٦$^{a-d}$	٤۳۰^{cd}	٤۸۷۹^{b}	۱/۹۷٤$^{c-f}$	۱۲۸۳^{bc}	۹۱۹$^{a-c}$	۳٦۳/۵$^{c-e}$
	٪۱۵	۸۹$^{a-c}$	٤۹۵^{bc}	٤۸۲۰^{b}	۱/۸۲۲$^{d-g}$	۱۲٤۰^{c}	۹۱۰^{bc}	۳۳۰$^{e-g}$
٪۷۰	٪۰	۸۵$^{a-d}$	٤۵۰^{cd}	٤۹۰۰^{b}	۲/۲۱٤$^{b-e}$	۱۱٦۹^{cd}	۷۸۸^{cd}	۳۸۱,۳$^{c-e}$
	٪۵	۸۹/۳۳$^{a-c}$	٤۲۰^{cd}	٦۱۰۰^{a}	۲/٦۲٦$^{a-c}$	۱۵۱۰^{ab}	۱۰۵۹^{ab}	٤۵۱^{bc}
	٪۱۰	۸۸$^{a-d}$	۵۱۵$^{a-c}$	٦۰۱۷^{a}	۲/٤۷٤$^{a-d}$	۱٤۸۰^{ab}	۱۰۵۳^{ab}	٤۲۷$^{b-d}$
	٪۱۵	۹۱^{a}	٦۰۰^{a}	٦٦۳۵a	۳/۰۸۲^{a}	۱٦۸۵^{a}	۱۱۰۰^{a}	۵۸۵^{a}
٪۱۰۰	٪۰	۸٤$^{b-d}$	۳۸٤^{de}	٤۰۰۰^{cd}	۰/۹۹٦٤^{hi}	۹۸۵^{de}	۷۸۹^{cd}	۱۹٦^{hi}
	٪۵	۸۹$^{a-c}$	۵۸۵^{a}	٦۲۷۰^{a}	۲/۷٤٤^{ab}	۱۵۸٦^{a}	۱۰۸۳^{ab}	۵۰۳^{ab}
	٪۱۰	۹۰^{ab}	۵۰۰^{bc}	٦۰٤۰^{a}	۲/۰۳۵$^{c-f}$	۱٤۸۹^{ab}	۱۰۸۹^{ab}	٤۰۰$^{c-e}$
	٪۱۵	۸۸$^{a-d}$	۵۸۰^{ab}	٦۱۲۰^{a}	۲/۰۸۱$^{c-f}$	۱٤۹۵^{ab}	۱۰۹۲^{ab}	٤۰۳$^{c-e}$

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

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 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).

کلروفیل a: مطابق نتایج حاصل از تجزیه واریانس، میان غلظت‌های مختلف کودشیمیایی اوره و عصاره 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 (جدول٤). 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).

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 (جدول٤).

طبق نتایج مقایسه میانگین‌ها کاربرد غلظت‌های مختلف کود اوره، بیشترین مقدار کلروفیل b تحت اثر تیمار ۷۰٪ کود اوره با ٤۵٪ افزایش محتوا نسبت به گیاهان شاهد مشاهده شد.کاربرد عصاره جلبکی در تمامی غلظت‌های موردنظر سبب افزایش کلروفیل b نسبت به شاهد شد. طبق مقایسه میانگین کاربرد

جدول ٤ : 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	مالون دی آلدئید
تکرار	۲	۰/۰۰۳*	۰/۰۰٦ **	۰/۰۰۱ *	۰/۰۰۲ **	۸۹/٦۵۷**	۷۳/۸۳۱ *	۲۹/٤۹۱*
کود اوره	۳	۰/۱۹۸**	۰/۰٦۸**	۰/٤۹٦**	۰/۰۰۲ **	٤۹۳/۱٤۸**	٤۰۹/۱۳٦**	۱۵۸/۵۳٤**
عصاره جلبک	۳	۰/۰۹٦**	۰/۰٦۳**	۰/۳۱۳**	۰/۰۰۰۳۳ *	۱٦۳/٦٤۷**	۲۳٦/۷۲٤*	۵۲/۵۰۳**
کود اوره × عصاره جلبک	۹	۰/۰۱۵**	۰/۰۰۷ *	۰/۰٤۱**	۰/۰۰۰۱۱ ns	۲٤/٦۳۱ *	۱۵/٦۷۰**	٦/۵۰۸ *
خطا	۲٤	۰،۰۰۰۰٤۲	۰،۰۰۰۳۸	۰،۰۰۰۲۵	۰،۰۰۱	۱،۵٦۰	۰،۵۲۹	۰،٦٤۸
ضریب تغییرات (CV٪)		۰/۸۵	۳/۵	۰/۷۸	٦/٦۸	۵/٤٦	۳/۹۳	٦/۰۸

** ، * 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 (میلی‌گرم بر گرم وزن‌تر)	کلروفیل b (میلی‌گرم بر گرم وزن‌تر)	کلروفیل کل (میلی‌گرم بر گرم وزن‌تر)	کاروتنوئید (میلی‌گرم بر گرم وزن‌تر)	کربوهیدرات محلول (میلی‌گرم بر گرم وزن خشک)	پروتئین محلول (میلی‌گرم بر گرم وزن‌تر)	مالون آلدئید (میلی مول بر گرم وزن‌تر)
۰	۰/۹۱٦۱ d	۰/۳٦٦۳ d	۱/۲۸۲ d	۰/۱۳۹٦ b	۱۵/۱۷ c	۱۰/۹۱ c	۱۵/۸٦ a
٤۰	۱/۰۱٦ c	۰/٤۱۳۲ c	۱/٤۲۹ c	۰/۱۵۲۸ ab	۲۰/۱۳ b	۱٦/۹۸ b	۱۲/٦٤ b
۷۰	۱/۱۹۱ a	۰/۵۳۱۸ a	۱/۷۲۳ a	۰/۱٦٦۸ a	۲۷/۰۸ a	۲۳/۲٦ a	۹/۲۵۹ c
۱۰۰	۱/۱٦۱ b	۰/٤۹۳۹ b	۱/٦۵۵ b	۰/۱٦۸۹ a	۲۹/۰۹ a	۲۲/۹٤ a	۷/۷۰۹ d
غلظت عصاره جلبک	کلروفیل a (میلی‌گرم بر گرم وزن‌تر)	کلروفیل b (میلی‌گرم بر گرم وزن‌تر)	کلروفیل کل (میلی‌گرم بر گرم وزن‌تر)	کاروتنوئید (میلی‌گرم بر گرم وزن‌تر)	کربوهیدرات محلول (میلی‌گرم بر گرم وزن خشک)	پروتئین محلول (میلی‌گرم بر گرم وزن‌تر)	مالون آلدئید (میلی مول بر گرم وزن‌تر)
۰	۰/۹۵۳۲ d	۰/۳۵۱۲ c	۱/۳۰٤ c	۰/۱۵۲۲ a	۱۸/۰٦ c	۱۳/۰۷ c	۱٤،۱۳ a
۵	۱/۰۵۰ c	۰/٤٤۵۳ b	۱/٤۵۹ b	۰/۱۵۱۰ a	۲۱/۹٦ b	۱٦/۷۳ b	۱۱،۷۸ b
۱۰	۱/۱۵۱ a	۰/۵۰۳۹ a	۱/٦۵۵ a	۰/۱٦۱٤ a	۲٦/۲۷ a	۲۲،۱۱ a	۱۰،۱٦ c
۱۵	۱/۱۳۰ b	۰/۵۰۵۰ a	۱/٦۳۵ a	۰/۱٦۳۵ a	۲۵/۱۸ a	۲۲،۱۷ a	۹،٤۰٦ c

مقایسه میانگین اثر متقابل غلظت‌های مختلف کود اوره و عصاره جلبکی نشان داد که بیشترین مقدار کلروفیل a در تیمار۷۰٪ کود اوره و ۱۵٪ عصاره جلبکی مشاهده شد که افزایش ٦٦٪ نسبت به شاهد داشت (جدول ٦).

جدول ٦ : مقایسه میانگین کاربرد اثر متقابل غلظت‌های مختلف کود شیمیایی اوره و عصاره جلبکی بر فاکتورهای بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی در مرحله‌ی آغاز رشد زایشی

عوامل آزمایش		مقایسه میانگین‌ها-فاکتورهای بیوشیمیایی						
غلظت کود شیمیایی	غلظت عصاره جلبکی	کلروفیل a (میلی‌گرم بر گرم وزن‌تر)	کلروفیل b (میلی‌گرم بر گرم وزن‌تر)	کلروفیل کل (میلی‌گرم بر گرم وزن‌تر)	کاروتنوئید (میلی‌گرم بر گرم وزن‌تر)	کربوهیدرات محلول (میلی‌گرم بر گرم وزن خشک)	پروتئین محلول (میلی‌گرم بر گرم وزن‌تر)	مالون دآلدئید (میلی مول بر گرم وزن‌تر)
٪۰	٪۰	۰/۷۹۱^{l}	۰/۲٦٥^{h}	۱/۰٥٦^{l}	۰/۱۲٦^{f}	۱۳/۲٤^{i}	۷/۳۰۷^{k}	۱٦/٤۸^{ab}
	٪٥	۰/۸٥۲^{h}	۰/۳۲٤^{g}	۱/۱۷٦^{h}	۰/۱۳۲^{ef}	۱۲/٤۸^{i}	۹/٥۱۳^{j}	۱۷/۳٦^{a}
	٪۱۰	۱/۰۰۹^{f}	۰/٤۰۲۳^{f}	۱/٤۱۲^{f}	۰/۱٥۰۳^{de}	۱۹/۳۳^{f}	۱۲/۰۳^{i}	۱٥/٦٥^{b}
	٪۱٥	۱/۰۱۲^{f}	۰/٤۷٤^{de}	۱/٤۸٦^{e}	۰/۱٥^{de}	۱٥/٦۲^{h}	۱٤/۷۹^{h}	۱۳/۹٥^{c}
٪٤۰	٪۰	۰/۹٥۱^{g}	۰/۳٤٤^{g}	۱/۲۹٥^{g}	۰/۱٥٤$^{b-d}$	۱۷/۰۲^{gh}	۱۲/۲٤^{l}	۱٥/۱۹^{bc}
	٪٥	۱/۰۱۲^{f}	۰/٤۰٤۷^{f}	۱/٤۱٦^{f}	۰/۱٥۲۷^{cd}	۱۹/۰۸^{fg}	۱٤/٥۹^{h}	۱۲/٥^{d}
	٪۱۰	۱/۰۸۷^{e}	۰/٤۹۷۳^{cd}	۱/٥۸٤^{d}	۰/۱٤۹۳^{de}	۲۲/۲۲^{e}	۲۱/٤٥^{e}	۱۱/۳۱^{de}
	٪۱٥	۱/۰۱٤^{f}	۰/٤۰۷^{f}	۱/٤۲۱^{f}	۰/۱٥٥^{bd}	۲۲/۱۹^{e}	۱۹/٦۲^{f}	۱۱/٥۸^{de}
٪۷۰	٪۰	۱/۱۱٥^{d}	۰/٤٤۷^{e}	۱/٥٦۲^{d}	۰/۱۷^{ac}	۲۲/۸۹^{e}	۱٦/٥٥^{g}	۱۲/٤^{d}
	٪٥	۱/۰۸٤^{e}	۰/٤۹٤^{cd}	۱/٥۷۹^{d}	۰/۱٤٦۳^{de}	۲٥/۱۲^{d}	۱۸/٦۲^{f}	۱۰/٦۹^{e}
	٪۱۰	۱/۲٥^{b}	۰/٥٥۸^{b}	۱/۸۰۸^{b}	۰/۱۷٤^{ab}	۲۸/٥۱^{c}	۲۸/۱۳^{b}	۸/۲۳۱^{f}
	٪۱٥	۱/۳۱۲^{a}	۰/٦۲۸^{a}	۱/۹٤^{a}	۰/۱۷۸^{a}	۳۱/۸۲^{b}	۲۹/۷۳^{a}	٥/۷۳۳^{g}
٪۱۰۰	٪۰	۰/۹٥٥۷^{g}	۰/۳٤۸۷^{g}	۱/۳۰٤^{g}	۰/۱٥۸۷$^{b-d}$	۱۹/۰۸^{fg}	۱٦/۱۷^{g}	۱۲/٤٦^{d}
	٪٥	۱/۲٥۳^{b}	۰/٥٥^{b}	۱/۸۰۳^{b}	۰/۱۷^{ab}	۳۱/۱٥^{b}	۲٤/۲۱^{d}	٦/٥٦^{g}
	٪۱۰	۱/۲٥۷^{b}	۰/٥٥^{b}	۱/۸۱۱^{b}	۰/۱۷۹^{ab}	۳٥/۰٤^{a}	۲٦/۸۳^{c}	٥/٤٤۷^{g}
	٪۱٥	۱/۱۸۱^{c}	۰/٥۱^{c}	۱/٦۹۲^{c}	۰/۱۷۱$^{a-c}$	۳۱/۰۸^{b}	۲٤/٥٥^{d}	٦/۳٦۷^{g}

حروف مشابه بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار بین تیمارها در سطح ٥٪ می‌باشد.

غلظت‌های مختلف عصاره جلبکی، محتوای کلروفیل b در تیمار ۱٥٪ عصاره جلبکی افزایش ٤۳درصدی نسبت به گیاهان شاهد داشت. بین تیمارهای ۱۰٪ و ۱٥٪ عصاره جلبکی تفاوت معناداری به لحاظ آماری مشاهده نشد (جدول ٥). مقایسه میانگین اثر متقابل غلظت‌های مختلف کود اوره و عصاره جلبکی نشان داد که بیشترین مقدار کلروفیل b در تیمار ۷۰٪ کود اوره و ۱٥٪ عصاره جلبکی بود و افزایشی به میزان دو برابر نسبت به شاهد داشت (جدول ٦).

کلروفیل کل: مطابق نتایج حاصل از تجزیه واریانس، میان غلظت‌های مختلف کودشیمیایی اوره و عصاره جلبکی بر کلروفیل کل، تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ مشاهده شد. اثر متقابل هردو عامل بر کلروفیل کل، تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ مشاهده شد (جدول٤). طبق مقایسه میانگین کاربرد غلظت‌های مختلف کود اوره، بیشترین مقدار کلروفیل کل تحت اثر تیمار ۷۰٪ کود اوره بود که یک افزایش ۳٤ درصدی را نسبت به شاهد نشان داد.کاربرد عصاره جلبکی سبب افزایش کلروفیل کل نسبت به شاهد شد. طبق مقایسه میانگین کاربرد غلظت‌های مختلف عصاره جلبکی، بیشترین محتوای کلروفیل کل در تیمار ۱۰٪ عصاره جلبکی بود که نسبت به گیاهان شاهد ۲٦٪ افزایش داشت. بین تیمارهای ۱۰٪ و ۱٥٪ عصاره جلبکی تفاوت معناداری به لحاظ آماری مشاهده نشد (جدول ٥). مقایسه میانگین اثر متقابل غلظت‌های مختلف کود اوره و عصاره جلبکی نشان داد که بیشترین مقدار کلروفیل کل در تیمار ۷۰٪ کود اوره و ۱٥٪ عصاره جلبکی که افزایش ۸۳٪ نسبت به شاهد نشان داد (جدول٦).

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 ٤). 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 به‌دست‌آمده آمد که نسبت به گیاهان شاهد ۷٪ افزایش نشان داد. بین غلظت‌های مختلف عصاره جلبکی در این مورد تفاوت معنی‌داری ازنظر آماری مشاهده نشد (جدول ۵). مقایسه میانگین اثر متقابل غلظت‌های مختلف کود اوره و عصاره جلبکی نشان داد که بیشترین مقدارکاروتنوئیدها در تیمار ۷۰٪ کود اوره و ۱۵٪ عصاره جلبکی افزایشی معادل ٤۱٪ نسبت به تیمار شاهد داشت (جدول ٦).

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 ٤). 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 ٤۵ 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 ٦).

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 ٤). 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 ٦۹ 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 ٦).

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 دی‌آلدئید در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ٤). طبق مقایسه میانگین کاربرد غلظت‌های مختلف کود اوره، بیشترین میزان مالون دی آلدئید تحت اثر تیمار شاهد (۱۵٫۸٦ میلی‌گرم) 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 (۱٤٫۱۸ میلی‌گرم) 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 اثرمتقابل 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 میلی‌مول بر گرم وزن‌تر) مشاهده شد و در تیمار ۱۰۰٪ اوره و ۱۵٪ جلبک، ٦۳٪ نسبت به شاهد کاهش نشان داد (جدول ٦).

بحث

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که استفاده از کود اوره در غلظت‌های مورداستفاده بر اساس مقدار توصیه‌شده 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 ٤۲٪، وزن‌تر اندام هوایی٤۲ ٪، وزن خشک اندام هوایی ٤۸٪، 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 گزارش‌شده 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 کم‌مصرف Mn، Cu، Zn وFe و پرمصرف Mg، Ca، K و N نقش مهمی در تغذیه برگ و فعال‌سازی برخی فرایندهای بیوشیمی دارد.

شاخص سطح برگ بیشتر در یک گیاه موجب ظرفیت فتوسنتزی بیشتر و افزایش ارتفاع بوته نشان‌دهنده گنجایش بیشتر ساقه گیاه به‌عنوان منبع ثانویه جهت ذخیره مواد فتوسنتزی است. دسترسی گیاه به میزان کافی از عناصر مغذی به‌ویژه عنصر نیتروژن، به‌واسطه‌ی تأثیری که بر تقسیم و رشد سلول‌ها دارد، در افزایش میزان ارتفاع بوته بسیار مؤثر است که این مسئله درنهایت منجر به افزایش میزان ماده‌ی تر و خشک می‌شود. در غلظت‌های پائین، نیتروژن به‌واسطه‌ی 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 بیش‌ازحد غلظت کود نیتروژن بر تشکیل گره در ریشه تاثیر بازدارنده دارد (Majnooni, 2012). کارایی کم استفاده از کود نیتروژن و هزینه بالای آن، از اصلی‌ترین مسائل تولیدکنندگان یونجه به شمار

می‌رود، لذا به حداکثر رساندن عملکرد محصول با فن‌آوری‌های مؤثر در کود دهی، بخش اساسی کشاورزی پایدار در این زمینه است.

عصاره‌های جلبک دریایی سرشار از ریزمغذی‌ها و درشت مغذی‌ها، پلی ساکاریدها، پروتئین‌ها، اسیدهای چرب غیراشباع، پلی‌فنول‌ها، فیتوهورمون‌ها و اسمولیت‌ها (بتائین، قندها و ...) هستند که در تقویت رشد گیاه نقش بی‌بدیلی 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 بهره‌وری آن‌ها منتشر شده است. ازجمله این اثرات می‌توان به جوانه‌زنی زودرس بذر، افزایش درصد جوانه‌زنی و استقرار بذر، افزایش رشد و بهره‌وری کلی گیاه، بهبود عملکرد محصول، افزایش مقاومت در برابر تنش‌های زیستی و غیر زیستی، افزایش جذب عناصر غذایی، افزایش رشد ریشه، افزایش ارتفاع گیاه، افزایش تعداد برگ درگاه، افزایش سطح برگه‌ای کل بوته، افزایش وزن‌تر و خشک اندام هوایی و ریشه، افزایش ماندگاری پس از برداشت و... اشاره کرد (Atzori et al., 2020). جلبک‌های دریایی علاوه برافزایش رشد گیاهان و ظرفیت نگهداری آبِ خاک، جامعه میکروبی خاک را نیز که برای رشد گیاه مفید است، افزایش می‌دهند، ضمناً برتری بر کودهای شیمیایی دارند زیرا کود شیمیایی باعث اسیدی شدن خاک می‌شود، بنابراین حاصلخیزی خاک را کاهش می‌دهد (Verma et al., 2020). جلبک دریایی می‌تواند به‌عنوان جایگزین کودهای شیمیایی که برای سلامتی و محیط‌زیست مضر هستند شناخته شود (Chbani et al., 2015).

در مطالعه‌ای بر روی گیاه یونجه نشان داده شد که محلول‌پاشی عصاره جلبک دریایی باعث بهبود مؤلفه‌های رشدی، افزایش تولید ماده خشک، افزایش عملکرد و افزایش کار آیی استفاده از منابع در این گیاه می‌شود، به نظر محلول‌پاشی عصاره جلبکی از طریق بهبود سرعت رشد محصول به‌واسطه‌ی افزایش شاخص و دوام سطح برگ و به دنبال آن افزایش جذب تشعشعات خورشیدی و کار آیی مصرف نور منجر به افزایش عملکرد یونجه می‌شود. به‌علاوه کاربرد عصاره‌ی جلبکی سبب بهبود جذب عناصر غذایی، افزایش تحمل نسبت به تنش‌ها و بهبود رابطه‌ی همزیستی نیز می‌گردد (Naderi, 2016). اعتقاد بر این است که میزان واکنش گیاهان به عصاره جلبکی نه‌تنها به گونه‌ها و واریته‌های آن‌ها بستگی دارد، بلکه به غلظت، فراوانی و مرحله رشدی آن‌ها نیز بستگی دارد (Alizade et al., 2022).

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از این پژوهش، کاربرد کودشیمیایی اوره و عصاره جلبکی اولوا همچنین اثر متقابل آن‌ها سبب افزایش معنی‌دار شاخص‌های بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی موردمطالعه در گیاهان یونجه تیمار شده نسبت به گیاهان شاهد گردید.

نتایج حاکی از این می‌باشد که اثر متقابل غلظت‌های مختلف کودشیمیایی اوره و عصاره جلبکی بر کلروفیل a، تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ داشت و مقایسه میانگین اثر متقابل غلظت‌های مختلف کود اوره و عصاره جلبکی نشان داد که بیشترین مقدار کلروفیل a در تیمار۷۰٪ 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 کاروتنوییدها افزایش ۱۸٪ نسبت به شاهد قابل‌مشاهده بود. عنصر نیتروژن نقش بسیار مهمی در رشد، نمو و عملکرد گیاهان ایفا می‌کند و کمبود آن‌یکی 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 دردانه می‌گردد (Taheri et al., 2021). متوسط میزان نیتروژن در ماده خشک گیاه، ۱ الی ۲ درصد بوده که این میزان گاها به ٤ الی ٦ 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 افزایش‌یافته و این سبب افزایش فرآیند فتوسنتز و تولید کربوهیدرات در گیاه می‌گردد که درنهایت میزان تولید ماده خشک افزایش خواهد یافت (Kavian athar and Aboutalebian, 2018). گیاهان خانواده‌ی بقولات توانایی این را دارند که مقداری از نیتروژن موردنیاز خود جهت رشد را از طریق برقراری رابطه همزیستی با باکتری‌های ریزوبیوم تأمین کنند (Ghasemi, 2017).

گزارش‌شده تا زمانی که ریشه این گیاهان به مقدار لازم به این باکتری آلوده نشده باشد، مصرف مقدار مناسبی از کودهای نیتروژن دار به‌عنوان استارتر به‌منظور تحریک رشد اولیه در گیاه الزامی است. به‌عبارت‌دیگر این گیاهان نمی‌توانند تمام نیتروژن موردنیاز 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 نیترات آمونیم در هکتار توصیه می‌شود (Kavian athar and Aboutalebian, 2018). ترکیب شیمیایی عصاره‌ها نشان می‌دهد که آن‌ها دارای محتوای بسیار بالایی از کربن آلی، پلی‌ساکاریدها و عناصر کم‌مصرف و مقدار کمتری از عناصر پرمصرف 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 محلول‌پاشی عصاره جلبکی بر محتوای کلروفیل a و کل و پروتئین در سطح احتمال یک درصد و کربوهیدرات محلول در سطح احتمال ۵٪ ازنظر 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 کنجد 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 یک‌سو با افزایش رشد ریشه و تداوم جذب آب و مواد باعث افزایش سطح برگ و درنتیجه تداوم فتوسنتز در گیاه

یونجه شده است. از سویی به دلیل اینکه عصاره حاوی هورمون‌های رشد گیاهی ازجمله سیتوکینین می‌باشد سبب جلوگیری از تجزیه کلروفیل از طریق کاهش فعالیت آنزیم کلروفیلاز می‌گردد (Esmaielpour 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 به‌عنوان کود نه‌تنها به دلیل محتوی نیتروژن، فسفر و پتاسیم بلکه به دلیل وجود عناصر کمیاب و متابولیت‌های متفاوت آن می‌باشد. افزایش رشد گیاهان تحت تأثیر محلول‌پاشی عصاره جلبک دریایی به اثبات رسیده است (Gandhiyappan and Perumal., 2001). بسیاری از محققان معتقدند افشانه برگی باعث افزایش در نفوذپذیری غشاء، به‌وسیله افزایش در ضریب نفوذپذیری، افزایش و بهبود فعالیت مولکول‌های حامل می‌شود. هم‌چنین مواد فعال زیستی جلبک‌های دریایی به‌شدت باعث افزایش جذب عناصر ضروری توسط روزنه‌ها می‌گردد. جلبک‌های دریایی از مهم‌ترین منابع دریایی جهان هستند. عصاره‌های جلبک دریایی به‌عنوان کود مایع و محرک زیستی هستند چرا که شامل بسیاری از القاکننده‌های رشد و ماکرو مغذی‌هایی از قبیل Ca، P K و میکرومغذی‌هایی از قبیل B، Co، Mn، Mo، Fe، Cu و Zn می‌باشند (Thambiraj et al., 2012).

فتوسنتز و متابولیسم نیتروژن ارتباط نزدیکی باهم دارند. ازآنجایی‌که 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 سیتوکروم ها نقش دارد. تحقیقات نشان می‌دهد عصاره جلبکی، محتوای کلروفیل را از طریق افزایش سنتز کلروپلاست و کاهش تجزیه کلروفیل، زیاد می‌کند این امربر اثر افزایش بیان ژن‌های مرتبط با فتوسنتز، متابولیسم سلول، پاسخ تنش و متابولیسم گوگرد و نیتروژن در *Brassica napus L.* بود (Jannin et al., 2013). همچنین می‌تواند به علت وجود بتایین، اسیدهای آمینه و دیگر مواد فعال در عصاره جلبکی باشد که جلوگیری از تحلیل کلروفیل می‌کنند (Chen et al., 2021). گزارش‌شده بیان قابل‌توجه ژن‌ها در تیمارها که ازلحاظ 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 منیزیوم است که عنصر ضروری برای ساخت کلروفیل می‌باشد و افزایش آن می‌باشد (Almoradi and Eissa, 2020). پتاسیم نقش عمده‌ای در حرکات روزنه‌ها و در خنثی کردن و

توازن بار الکتریکی سلول‌های گیاهی دارد همچنین تاثیر مهمی در چندین فرآیند فیزیولوژیکی و متابولیکی در گیاه ازجمله فتوسنتز، رشد گیاه، 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 فعال‌سازی بسیاری از آنزیم‌ها، سنتز و تغییر ساختمانی بسیاری از هیدراته‌ای کربن، سنتز پروتئین‌ها، تنظیم تبادلات گازی از طریق کنترل باز و بسته شدن روزنه‌ها و همچنین جلبک دریایی حاوی عناصر پرمصرف، سیتوکینین، اسیدهای آمینه و آلجینیک می‌باشد (Ahmadi et al., 2019)، لذا با بهبود جذب عناصر غذایی که منجر به افزایش مواد فتوسنتزی و درنتیجه آن کربوهیدرات‌ها شده، و وجود تنظیم‌کننده‌های رشد، عناصر پرمصرف و ریزمغذی‌ها، در ترکیبات جلبک می‌توانند سبب تسهیل رشد، بهبود فاکتورهای رشدی و افزایش عملکرد در کاربرد با این کودها باشد. مطالعات مختلف نشان داده است که استفاده از عصاره جلبک‌های دریایی باعث افزایش میزان کلروفیل برگ‌ها و تحریک فتوسنتز و درنتیجه تولید بهتر قند و نشاسته در گیاهان می‌شود. گزارش شده که کاربرد کودهای زیستی همچون عصاره جلبکی به دلیل داشتن عناصر پرمصرف و کم‌مصرف سبب افزایش کلروفیل و سطح برگ منجر به افزایش کربوهیدرات محلول در سورگوم گردید و افزایش پروتئین‌های محلول به دلیل وجود نیتروژن و نقش مهم آن در ساختمان پروتئین‌هاست (Karimi and Amirnia, 2018).

Mohammadi و همکاران (۲۰۲۲) با بررسی تأثیر عصاره‌ی ماکروجلبک سبز و قهوه‌ای بر بهبود رشد و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی گیاه ریحان دریافتند که رقت پایین عصاره جلبک سبز و قهوه‌ای سبب افزایش میزان پروتئین در گیاه ریحان گردید. علت افزایش میزان پروتئین در گیاهان تحت تیمار با عصاره جلبک ممکن است به دلیل وجود هورمون‌های رشد، عناصر مغذی کم‌مصرف و پرمصرف، ویتامین‌ها، آمینواسیدها و یا فنیل استیک اسید و محرک‌های رشد در عصاره جلبک باشد و گزارش کردند که عصاره جلبک دریایی با افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌ها باعث افزایش تثبیت نیتروژن در گیاه ریحان شده که افزایش میزان پروتئین را درپی داشته است.

در پژوهشی بر روی گیاه ذرت مشخص شد که کاربرد عصاره جلبک قهوه‌ای سبب کاهش میزان مالون دی‌آلدئید در مقایسه با تیمار شاهد شده به‌نحوی که کمترین میزان آن تحت اثر کاربرد ۷,۵ و ۱۰ درصد عصاره جلبکی مشاهده می‌شود. پایین بودن مقدار مالون دی‌آلدئید بیانگر پایین بودن آسیب واردشده به غشای سلولی در اثر تنش است و نشان‌دهنده‌ی مقاومت گیاه نسبت به تنش است (Ghasemi, 2017). همچنین بیان‌شده که عصاره جلبک *ulva* منبعی عالی از ترکیبات فعال زیستی است. علاوه بر این، تاثیر عصاره‌های جلبک دریایی برای تحریک رشد و عملکرد گیاهان، افزایش تحمل به تنش‌های محیطی و بهبود دسترسی به مواد مغذی و جذب مواد مغذی از خاک گزارش‌شده است (Latique et al., 2013) که یافته‌های ما نیز منطبق با نتایج این پژوهش‌ها می‌باشد.

نتیجه‌گیری نهایی

بر اساس نتایج حاصل از این پژوهش، فاکتورهای رشدی گیاه یونجه شامل ارتفاع بوته، تعداد انشعابات ساقه، شاخص سطح برگ، وزن‌تر و خشک اندام‌های هوایی، رنگیزه‌های فتوسنتزی، کربوهیدرات‌ها و پروتئین‌های محلول در اثر کاربرد غلظت‌های مختلف عصاره جلبک دریایی *Ulva fasciata* نسبت به شاهد از خود افزایش نشان داد و با افزایش غلظت، میزان فاکتورهای موردنظر روند صعودی به خود گرفت.

بیشترین میزان فاکتورهای موردنظر مربوط به کاربرد تیمار ۱۵ درصد عصاره جلبکی بود. همچنین کاربرد ۱۵ و ۱۰ درصد عصاره جلبکی به همراه ۷۰ درصد میزان توصیه‌شده کود اوره سبب افزایش قابل‌توجه 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 دی آلدئید 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 تیمارشده با عصاره جلبکی *Ulva* را می‌توان احتمالاً به وجود عناصر پرمصرف و کم‌مصرف، هورمون‌های محرک رشد گیاهی ازجمله اکسین‌ها، جیبرلین‌ها، سیتوکینین‌ها و همچنین پلی‌ساکاریدها، لیپیدها، ویتامین‌ها، آنتی‌بیوتیک‌ها، اسیدهای آمینه ضروری و بتائین در عصاره‌ی جلبکی نسبت داد. نتایج حاصل از این پژوهش نشان می‌دهد که محلول‌پاشی 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.

References

Alizadeh, M. Armand, N. Rahimi, M. and Hajihashemi, 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 bioguano as promising source of organic fertilizers. Journal of Applied Phycology, 32(6): 3971-3981.

Brtnicky, M. Dokulilova, 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⟩ .

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.

Ghaderiardakani, 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 (*Phaesolus 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., Rosebroiugh, 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 pohumus 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 frommarine 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.