مجله بوم شناسی آبزیان

Journal homepage: http://jae.hormozgan.ac.ir

تأثیر عصاره‌ی ماکروجلبک سبز و قهوه‌ای بر بهبود رشد و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی گیاه ریحان (*Ocimum basilicum*)

راضیه محمدی[۱]، مرتضی یوسف‌زادی[۲*]، رؤیا رضوی‌زاده[۱]، فاطمه نژادعلیمرادی[۱]

[۱] گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

[۲] گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه قم، قم، ایران

نوع مقاله:
پژوهشی

تاریخچه مقاله:
دریافت: ۱۴۰۰/۱۰/۳۰
اصلاح: ۱۴۰۰/۱۱/۱۹
پذیرش: ۱۴۰۰/۱۱/۲۰

کلمات کلیدی:
آنتی‌اکسیدان
ریحان
ماکروجلبک
محرک زیستی
Ocimum basilicum

چکیده

یکی از روش‌های کاهش مصرف کود شیمیایی بدون آسیب به تغذیه گیاه و افزایش جذب مواد مغذی در محصولات، استفاده از محرک‌های زیستی است. عصاره‌ی جلبک دریایی ازجمله محرک‌های زیستی گیاهی است که به دلیل داشتن پتانسیل برای بهبود کارایی استفاده از مواد مغذی، مقاومت در برابر فاکتورهای تنش‌زا و کیفیت محصول در سیستم‌های کشاورزی مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این تحقیق اثر عصاره‌ی آبی ماکروجلبک سبز (*Ulva flexuosa*) و قهوه‌ای (*Padina*) در پنج سطح (رقت‌های ۰، ۵، ۱۰، ۲۰ و ۴۰ درصد) و همچنین کود شیمیایی NPK در دو سطح (غلظت ۰ و ۰/۶۲۵ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر) بر رشد گیاه ریحان به مدت ۴۵ روز مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد اثر عصاره جلبک قهوه‌ای بر جوانه‌زنی چشمگیرتر بود؛ درحالی‌که رقت ۵ درصد جلبک سبز باعث افزایش طول ریشه گیاه شد. تیمار با هر دو عصاره ماکروجلبکی موجب بهبود پارامترهای بیوشیمیایی گردید. بیشترین اثر معنی‌دار عصاره جلبک قهوه‌ای بر میزان کلروفیل، کاروتنوئید و آنتوسیانین در رقت ۲۰ درصد و بیشترین اثر معنی‌دار آن بر میزان فلاونوئید، فنل کل و قدرت احیاکنندگی در رقت ۱۰ درصد مشاهده شد.

مقدمــه

ترکیبات مختلف با خواص زیستی فعال را می‌توان به‌عنوان محرک زیستی برای تقویت رشد و نمو گیاه در شرایط عادی و تنش‌زا استفاده کرد (Shahrajabian *et al*., 2021). محرک‌های زیستی به‌عنوان ترکیباتی با خواص کودی هستند که قادر به تحریک فرآیندهای تغذیه گیاه بدون توجه به محتوای مواد مغذی، با هدف بهبود کارایی مصرف مواد مغذی، تحمل به تنش غیرزیستی، بهبود صفات کیفی یا قابلیت دسترسی مواد مغذی میکرو در خاک یا ریزوسفر می‌باشند (Caradonia *et al*., 2021). محرک‌های زیستی به دو دسته میکروبی و غیرمیکروبی تقسیم می‌شوند. منبع میکروبی محرک‌های زیستی شامل مجموعه‌ای از قارچ‌ها، باکتری‌ها و قارچ‌های میکوریزی آربوسکولار (Arbuscular mycorrhizal fungi)، محصولات تخمیری، ضایعات آلی و غیره است؛ درحالی‌که محرک‌های زیستی غیرمیکروبی متشکل از محصولات گیاهی، عصاره‌های جلبک دریایی، هورمون‌های گیاهی، اسیدهای آمینه، مواد غیرپروتئینی، مخلوط‌های ژلاتین، عصاره‌های گیاهی، اسید هیومیک، اسید فولویک

* نویسنده مسئول، پست الکترونیک: morteza110110@gmail.com

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1401.12.1.1.1]

و غیره می‌باشند (Malik *et al*., 2021). طی سال‌های اخیر پژوهشگران به توسعه‌ی برخی از کودهای کم‌هزینه و سودمند پی برده‌اند که فاقد هرگونه ماهیت ایجاد اختلال در اکوسیستم طبیعت می‌باشند. بنابراین ضرورت کودهای زیستی و نقش آن‌ها در مدیریت رشد گیاه حائز اهمیت است (Youssef and Eissa, 2014). محرک‌های زیستی تأثیر حیاتی بر فرآیندهای متابولیکی و فیزیولوژیکی گیاهان دارند؛ مانند ایجاد تغییرات در مسیرهای سیگنالینگ، محافظت از دستگاه فتوسنتزی در برابر آسیب نور و تولید گونه‌های فعال اکسیژن، تأثیر مستقیم بر مکانیسم دفاعی آنتی‌اکسیدانی و افزایش سنتز ناقل‌های یونی، افزایش تشکیل و طول ریشه، افزایش جذب مواد مغذی، بهبود سرعت جوانه‌زنی دانه و استقرار بهتر محصول، افزایش تبادل کاتیونی، سم‌زدایی فلزات سنگین، مکانیسم‌های دخیل در هدایت روزنه‌ای و تعرق گیاه یا تحریک سیستم ایمنی گیاه در برابر عوامل تنش‌زا (Malik *et al*., 2021; Shahrajabian *et al*., 2021). محرک‌های زیستی هیچ‌گونه عملکرد مستقیمی علیه آفات ندارند، بنابراین در چارچوب قانونی آفت‌کش‌ها قرار نمی‌گیرند (Yousef and Eisaa, 2014).

جلبک‌های دریایی و ریزجلبک‌ها گروه بزرگی از گیاهان آبزی ماکروسکوپی و میکروسکوپی هستند که به‌عنوان منبع مواد آلی در کشاورزی استفاده می‌شوند. با توجه به محتوای ترکیبات فعال آن‌ها مانند لامینارین، فوکویدان، آلژینات‌ها و هورمون‌های گیاهی، جلبک‌های دریایی نیز مورد مطالعه قرار گرفته و به‌عنوان محرک‌های زیستی گیاهی مورد استفاده قرار می‌گیرند (Caradonia *et al*., 2021). ترکیب بیوشیمیایی عصاره جلبک دریایی به دلیل وجود ترکیباتی مانند پلی‌ساکارید، مواد معدنی، ویتامین‌ها، چربی‌ها، اسیدها، آنتی‌اکسیدان‌ها، رنگ‌دانه‌ها و هورمون‌ها پیچیده است. ازاین‌رو درک مکانیسم عمل آن‌ها بسیار پیچیده است و اغلب به رویکرد چند رشته‌ای به دلیل تعامل چندگانه بین تعداد قابل‌توجهی از ترکیب فعال زیستی موجود در عصاره نیاز دارد. جلبک‌های دریایی یا ماکروجلبک‌ها بر اساس رنگ‌دانه‌شان به سه دسته، Phaeophyta (قهوه‌ای)، Rhodophyta (قرمز) و Chlorophyta (سبز) تقسیم می‌شوند (EL Boukhari *et al*., 2020). جلبک‌های دریایی منبع ارزشمندی از ترکیبات پلی‌فنلی مانند فلوروتانین‌ها، بروموفنول‌ها، فلاونوئیدها، ترپنوئیدهای فنلی و اسیدهای آمینه شبه مایکوسپورین هستند (Cotas *et al*., 2020).

عصاره جلبک دریایی در سال‌های اخیر به‌طور گسترده در کشاورزی برای ترویج بهره‌وری محصولات زراعی استفاده شده است. چنین بهبودی از طریق تحریک فرآیندهای فیزیولوژیکی مختلف دخیل در رشد و نمو گیاه و همچنین بهبود کیفیت محصول به دست می‌آید (EL Boukhari *et al*., 2020). گزارش‌های متعددی از اثرات مفید عصاره‌ی جلبک دریایی بر رشد ساقه، ریشه و عملکرد محصول وجود دارد. همچنین تحریک جذب عناصر درشت مغذی و ریزمغذی در گیاهانی مانند کاهو، انگور، گوجه‌فرنگی، سویا و کلزا، افزایش رشد و عملکرد محصولات کشاورزی و باغبانی از قبیل گندم، کلزا، توت‌فرنگی، گوجه‌فرنگی، اسفناج، زیتون، کلم و شمعدانی گزارش شده است (Calvo *et al*., 2014). عصاره جلبک دریایی را می‌توان به خاک و یا بر روی گیاهان به‌صورت محلول‌پاشی اعمال کرد (EL Boukhari *et al*., 2020). عصاره جلبک دریایی بیش از ۳۳ درصد از کل بازار محرک‌های زیستی در سراسر جهان را تشکیل می‌دهد و پیش‌بینی می‌شود که ارزش آن در سال ۲۰۲۲ به ۸۹۴ میلیون یورو برسد. این عصاره‌ها به عنوان محرک‌های زیستی در حفظ و اصلاح خاک و میکروفلور خاک اثر مثبت دارند و می‌توانند منبعی از مواد مغذی باشند و ممکن است اثرات هورمونی از خود نشان دهند. همچنین در غلظت‌های پائین قادر به ایجاد پاسخ‌های گیاهی مانند ارتقای رشد و عملکرد گیاه، بهبود گلدهی، افزایش کیفیت محصولات، افزایش جذب مواد مغذی و افزایش تحمل گیاهان در طیف گسترده‌ای از تنش‌های زیستی و غیرزیستی (شوری، خشکی و درجه حرارت شدید) می‌باشند (Benitez Garcia *et al*., 2020).

گزارش‌های محدودی از اثرات محرک زیستی عصاره ماکروجلبک‌های دریایی سواحل خلیج‌فارس بر رشد گیاهان وجود دارد. در پژوهشی، اثر عصاره ماکروجلبک سبز *Chaetomorpha gracilis* جمع‌آوری‌شده از سواحل خلیج‌فارس بندرعباس، بر بهبود عملکرد و ویژگی‌های رشدی گیاه گوجه‌فرنگی (Sharifi Sirchi and Taheri, 2017) و افزایش عملکرد محصول بادمجان (Sharifi Sirchi and Taheri, 2018) بررسی شده است.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1401.12.1.1.1]

ریحان با نام علمی *Ocimum basilicum* L. گیاه مهم دارویی از خانواده‌ی نعناعیان (*Lamiaceae*) است که به لحاظ دارا بودن مقادیر زیادی اسانس در اندام‌های رویشی و زایشی کاربرد دارویی داشته و در طب سنتی مورد استفاده قرار می‌گرفته است (Omidbaigi, 2008; Omidbaigi, 2008). با توجه به مضرات استفاده از کودهای شیمیایی و کمبود اطلاعات در زمینه کاربرد کود زیستی عصاره جلبک‌های بومی خلیج‌فارس، هدف این پژوهش، مقایسه تأثیر کود زیستی حاصل از عصاره آبی دو نمونه ماکروجلبک سبز و قهوه‌ای و کودهای شیمیایی بر برخی پارامترهای فیزیولوژیکی و رشد گیاه دارویی ریحان می‌باشد.

مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری و آماده‌سازی عصاره آبی ماکروجلبک‌ها

ماکروجلبک قهوه‌ای *Padina* از ساحل پارک زیتون واقع در جزیره قشم و ماکروجلبک سبز *Ulva* از ساحل اسکله‌ی شیلات بندرعباس، در فاصله زمانی پائیز تا زمستان ۱۳۹۶، در زمان بیشینه جزر جمع‌آوری شد. ماکروجلبک‌های جمع‌آوری شده پس از انتقال به آزمایشگاه، با آب شرب شستشو و درون آب مقطر غوطه‌ور شدند. پس از آبکشی به‌منظور خشک شدن روی پارچه تمیزی در معرض هوای کولر و در سایه خشک شدند (شکل ۱و۲). شناسایی هر یک از نمونه‌ها با استفاده از کلیدهای شناسایی معتبر (Jha *et al*., 2009؛ Trono, 2003)، اطلس و چک‌لیست‌های موجود از ماکروجلبک‌های منطقه خلیج فارس صورت گرفت (Kokabi and Yousefzadi, 2015). برای بررسی خصوصیات مورفولوژیک نمونه‌ها از فتومیکروسکوپ Olympus مدل CX 21 (المپیوس؛ ژاپن) و فتواستریومیکروسکوپ Axiom مدلSQF 301 (Axiom؛ ایالات متحده) استفاده شد (شکل۱و۲).

برای عصاره‌گیری نمونه‌ها، ۵۰ گرم پودر جلبک آسیاب شده با یک لیتر آب مقطر، مخلوط و به مدت ۱۵ دقیقه در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت. پس از آن به مدت ۲ ساعت در تاریکی قرار گرفت تا سرد شود. سپس عصاره با کاغذ صافی واتمن شماره یک صاف شد و از آن برای رقت‌سازی استفاده گردید.

شرایط کشت گیاه و تیماردهی

بذرهای یک اندازه‌ی گیاه ریحان (*Ocimum basilicum*) خریداری شده از شرکت پاکان بذر اصفهان، پس از ضدعفونی با هیپوکلرایت سدیم ۵ درصد، در پتری‌دیش‌های ضدعفونی شده‌ی حاوی یک لایه پنبه و کاغذ صافی مرطوب شده با رقت‌های ۵، ۱۰، ۲۰ و ۴۰ درصد عصاره‌ی آبی ماکروجلبک سبز (*Ulva flexuosa*) و قهوه‌ای (*Padina*)، غلظت ۰/۶۲۵ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر کود شیمیایی NPK و آب به‌عنوان کنترل جهت مطالعه جوانه‌زنی کشت داده شدند و در اتاقک رشد با شرایط کنترل شده با دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و فتوپریود ۸/۱۶ ساعت نور/تاریکی قرار گرفتند. پس از گذشت ۶ روز، درصد جوانه‌زنی مورد ارزیابی قرار گرفت. جهت کشت گلدانی نیز پس از ضدعفونی بذرها و شستشو با آب مقطر، بذرها در گلدان‌های پلاستیکی (با قطر ۱۲ سانتی‌متر) محتوی پرلیت و در عمق ۱ سانتی‌متری کشت و به گلخانه منتقل شدند. جهت تیماردهی از روز اول کشت، گیاه ریحان توسط عصاره‌ی آبی ماکروجلبک سبز (*Ulva flexuosa*) و قهوه‌ای (*Padina*) در ۴ سطح (رقت‌های ۵، ۱۰، ۲۰ و ۴۰ درصد) و همچنین کود شیمیایی NPK در یک سطح (غلظت ۰/۶۲۵ mg/ml) در مقایسه با کنترل (آب شرب) مورد تیمار قرار گرفت. ۴۵ روز پس از کشت، پارامترهای رشد (طول ریشه و اندام هوایی) و برخی پارامترهای بیوشیمیایی (رنگیزه‌های فتوسنتزی برگ، کلروفیل‌ها، کارتنوئید، فنل، فلاونوئید، آنتوسیانین، قدرت احیاکنندگی و پروتئین) مورد بررسی قرار گرفتند.

درصد جوانه‌زنی ۱(GER): بعد از کشت بذرها در محیط کشت‌های شاهد و تیمار، در روز ششم، تعداد بذرهای جوانه‌زده با ۳ تکرار شمارش و بر اساس رابطه زیر برحسب درصد گزارش شد (Shakirova *et al*., 2003).

[1] Germination

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1401.12.1.1.1]

معادله ۲-۱ %GER= (N′/ N) 100 N′= تعداد بذرهای جوانه‌زده، N= کل بذرهای موجود

طول ریشه و اندام هوایی: پس از برداشت گیاهان، ریشه‌ها توسط آب به‌طور کامل شست‌وشو داده شد و از اندام هوایی جدا گردید. اندازه‌گیری طول اندام هوایی و ریشه به کمک خط‌کش میلی‌متری انجام گرفت و بر اساس واحد سانتی‌متر گزارش شد.

رنگیزه‌های فتوسنتزی برگ: سنجش رنگیزه‌های فتوسنتزی به روش Hiscox و Israelstam (۱۹۷۹) انجام گرفت. ابتدا ۰/۵ گرم نمونه برگی تازه در ۵ میلی‌لیتر دی‌متیل سولفوکسید به مدت ۴ ساعت در دمای ۶۵ درجه سانتی‌گراد در آون قرار گرفت. سپس جذب نوری عصاره‌های برگی در طول موج‌های ۴۸۰، ۶۴۹ و ۶۶۵ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر مدل UV-2100 ثبت شد. نتایج حاصل از اندازه‌گیری مقدار رنگیزه‌های فتوسنتزی برحسب میلی‌گرم بر گرم وزن‌تر برگ محاسبه شد (Hiscox and Israelstam, 1979).

تعیین محتوای فنل، فلاونوئید و آنتوسیانین

میزان فنل‌کل: محتوای فنلی با روش Fu و همکاران (۲۰۱۱) و با استفاده از معرف فولین- سیوکالتو برحسب میلی‌گرم اسیدگالیک بر وزن تر نمونه اندازه‌گیری شد.

میزان فلاونوئید کل: با روش رنگ‌سنجی آلومینیوم‌کلراید و طبق روش Zou و همکاران (۲۰۰۴) برحسب میلی‌گرم کوئرستین بر وزن تر نمونه اندازه‌گیری شد (Zou *et al*., 2004).

محتوای آنتوسیانین: استخراج آنتوسیانین بر اساس روش Wagner (۱۹۷۹) انجام گردید. غلظت آنتوسیانین با استفاده از ضریب خاموشی ε ε=33000 $M^{-1}cm^{-1}$ و فرمول $A=\varepsilon bc$ محاسبه و نتایج حاصل از اندازه‌گیری برحسب میلی‌مول بر گرم وزن تر ارائه گردید (Wagner, 1979).

سنجش محتوای پروتئین: محتوای پروتئین طبق روش Bradford (۱۹۷۶) مورد سنجش قرار گرفت. میزان پروتئین عصاره‌ی گیاه ریحان با سرم آلبومین گاوی به‌عنوان استاندارد مقایسه شد (Bradford, 1976).

بررسی خواص آنتی‌اکسیدانی با ارزیابی قدرت احیاکنندگی آهن (FRAP)

این آزمایش بر مبنای توان احیایی کلرید آهنIII (سه‌ظرفیتی) به کلرید آهنII (دوظرفیتی) توسط عصاره‌ی متانولی گیاه ریحان تیمار شده با عصاره‌ی آبی جلبکی که دارای قدرت احیاکنندگی است، مورد ارزیابی قرار گرفت. در این روش گرایش رنگ زرد به سبز یا آبی تیره مبنای سنجش می‌باشد. توانایی عصاره برای احیای آهن سه‌ظرفیتی طبق روش Oyaizu (۱۹۸۶) تعیین شد. در این روش غلظت‌های مختلف عصاره (۰/۳، ۰/۶، ۱/۲، ۲/۵، ۵ و ۱۰ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر) با ۱ میلی‌لیتر بافرفسفات (۰/۱ مولار، ۶/۶ =PH) و ۱ میلی‌لیتر فری‌سیانید پتاسیم (۱٪) مخلوط شد و برای ۲۰ دقیقه در حمام آب (WiseBath؛ کره جنوبی) با دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت. سپس ۲ میلی‌لیتر از محلول برداشته و به آن ۱ میلی‌لیتر تری‌کلرواستیک‌اسید (۱۰٪) و ۱ میلی‌لیتر آب مقطر و در نهایت ۰/۲ میلی‌لیتر کلرورفریک (۱٪) اضافه گردید. بلافاصله جذب نمونه‌ها در طول‌موج ۷۰۰ نانومتر به کمک دستگاه اسپکتروفتومتر خوانده شد. افزایش جذب نمونه‌ها به معنی افزایش قدرت احیاکنندگی نمونه‌ها می‌باشد. از آسکوربیک‌اسید نیز به‌عنوان استاندارد استفاده شد (Oyaizu, 1986).

تجزیه و تحلیل آماری

ایـن تحقیـق در قالـب یـک آزمایش فاکتوریل با طرح کاملاً تصادفی با چهار تکـرار جهت پارامترهای رشد و جوانه‌زنی و ۳ تکرار جهت پارامترهای بیوشیمیایی انجام شـد. داده‌های حاصل از اندازه‌گیری پارامترها، بـا اسـتفاده از نرم‌افزار SPSS تحت آنالیز واریانس یک‌طرفه (ANOVA) قرار گرفتنـد و میانگین داده‌ها با آزمون دانکن مقایسه شدند. سـطح $P\leq0/05$ به‌عنوان سطح اختلاف معنی‌دار در نظر گرفته شد.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1401.12.1.1.1]

نتایــج

سنجش درصد جوانه‌زنی و طول اندام هوایی و ریشه

نتایج حاصل از کاربرد رقت‌های مختلف عصاره ماکروجلبک‌ها و کود شیمیایی بر درصد جوانه‌زنی، طول اندام هوایی و ریشه گیاه ریحان در جدول ۱ نشان داده شده است.

درصد جوانه‌زنی: نتایج تجزیه واریانس آزمایش، حاکی از نقش مؤثر و معنی‌دار اثرات تیمارهای مورد مطالعه بر خصوصیات جوانه‌زنی و طول اندام هوایی و ریشه داشت. بیشترین میزان درصد جوانه‌زنی متعلق به کنترل و رقت‌های ۵ و ۱۰٪ عصاره ماکروجلبک قهوه‌ای است که تفاوت معنی‌داری بین آن‌ها مشاهده نگردید؛ درحالی‌که کمترین میزان درصد جوانه‌زنی مربوط به کود شیمیایی است. همچنین در مقایسه بین رقت‌های مختلف عصاره ماکروجلبک سبز اولوا، تنها رقت ۵ و ۴۰ درصد اختلاف معنی‌داری نشان داد و افزایش رقت منجر به کاهش میزان درصد جوانه‌زنی شد. رقت‌های مختلف عصاره ماکروجلبک قهوه‌ای تفاوت معنی‌داری نشان ندادند (جدول ۱).

طول اندام هوایی و ریشه: مقایسه آنالیز آماری نشان داد بیشترین طول اندام هوایی در کود شیمیایی و پس از آن در رقت ۴۰٪ عصاره ماکروجلبک سبز اولوا مشاهده شد که نسبت به کنترل در سطح ۵٪ معنی‌دار بود؛ درحالی‌که کمترین طول اندام هوایی در رقت ۵٪ عصاره‌ی ماکروجلبک‌ها مشاهده گردید. همچنین نتایج حاکی از آن است که با افزایش رقت عصاره‌ها، طول اندام هوایی افزایش یافت. بیشترین میزان طول ریشه در رقت ۵٪ عصاره ماکروجلبک سبز اولوا و همچنین در رقت ۱۰٪ عصاره ماکروجلبک قهوه‌ای به دست آمد و کمترین میزان آن نیز در کنترل مشاهده گردید (جدول ۱).

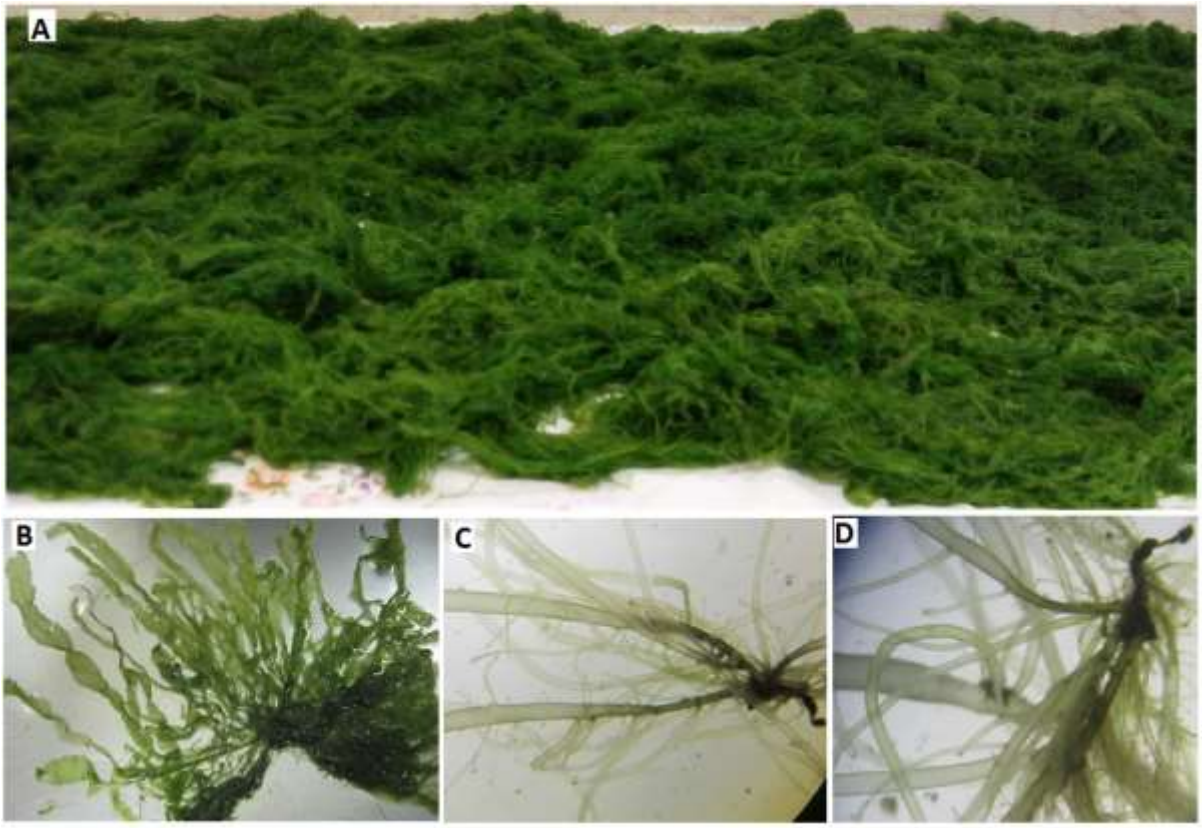
محتوای کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل و کارتنوئید: بر اساس نتایج آنالیز آماری در بین تیمارهای مختلف، بالاترین میزان کلروفیل a در رقت ۲۰٪ و پس از آن در رقت ۱۰٪ عصاره ماکروجلبک قهوه‌ای مشاهده گردید. در مقایسه بین رقت‌های مختلف عصاره ماکروجلبک سبز و تیمارهای کنترل و کود شیمیایی، اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد؛ درحالی‌که در جلبک قهوه‌ای این اختلاف معنی‌دار بود و روند افزایشی نشان داد (شکل۳).

جدول ۱. درصد جوانه‌زنی و طول اندام هوایی و ریشه در برگ‌های گیاه ریحان تحت تیمار با رقت‌های مختلف عصاره آبی ماکروجلبک سبز *Ulva flexuosa* و قهوه‌ای *Padina* sp. در مقایسه با کنترل و کود شیمیایی (CF) با غلظت ۰/۶۲۵ mg/ml. حروف غیرمشابه روی هر ستون بیانگر اختلاف معنی‌دار (P≤005) می‌باشد.

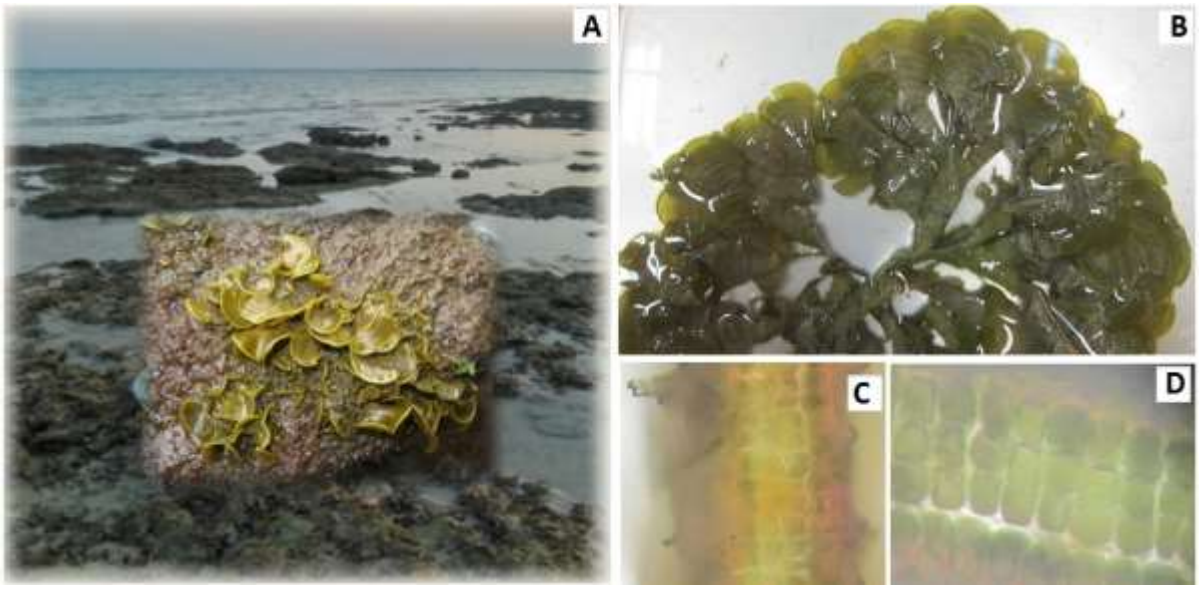
تیمارها		جوانه‌زنی (٪)	طول اندام هوایی (Cm)	طول ریشه (Cm)
کنترل		۹۳/۷±۱/۲^{a}	۱۰/۳±۰/۷۰^{cd}	۱۲/۲±۱/۱^{d}
کود شیمیایی (0/625 p.p.m)		۷۶/۳±۲/۰۳^{e}	۱۶/۵±۰/۶۰^{a}	۱۶/۴±۱^{abc}
ماکروجلبک سبز	رقت۵٪	۸۶/۳±۲/۰۳^{bc}	۸±۰/۳۵^{e}	۱۹/۲±۰/۹^{a}
	رقت۱۰٪	۸۳/۳±۲/۰۳^{cd}	۹/۶±۰/۷۳^{cde}	۱۳/۶±۰/۷^{cd}
	رقت۲۰٪	۸۱/۳±۲/۰۳^{cde}	۱۱/۵±۰/۷۰^{bc}	۱۷/۴±۰/۹^{ab}
	رقت۴۰٪	۸۰/۳±۲/۰۳^{de}	۱۳/۲±۰/۷۲^{b}	۱۸/۸±۰/۹^{ab}
ماکروجلبک قهوه‌ای	رقت۵٪	۹۵±۱/۷^{a}	۷/۵۴±۰/۴۰^{e}	۱۵/۸±۰/۴^{bc}
	رقت۱۰٪	۹۲/۳±۱/۲^{a}	۸/۶±۰/۶۰^{de}	۱۹/۴±۱^{a}
	رقت۲۰٪	۹۱/۳±۱/۲^{ab}	۹/۴±۰/۱۹^{cde}	۱۳/۴±۰/۵^{cd}
	رقت۴۰٪	۹۱/۳±۱/۲^{ab}	۱۰/۵±۰/۳۲^{cd}	۱۳/۸±۱/۱^{cd}

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1401.12.1.1.1]



شکل ۱. تصاویر ماکروجلبک سبز (*Ulva flexuosa*)، A- نمونه خشک‌شده ماکروجلبک سبز، B- ساختار نمونه تازه ماکروجلبک سبز با استریو میکروسکوپ، C وD- ساختار ماکروجلبک سبز با میکروسکوپ نوری (بزرگنمایی 10x و 40x).



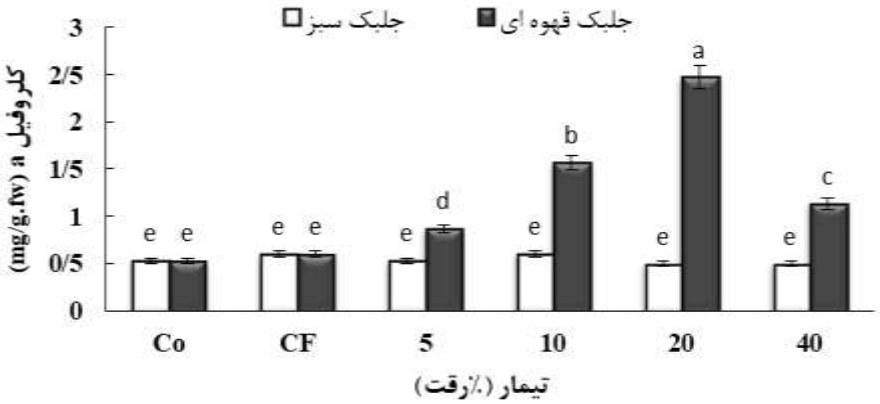
شکل ۲. تصاویر ماکروجلبک قهوه‌ای *Padina* sp.، A- ساختار ماکروجلبک قهوه‌ای در منطقه جمع‌آوری، B- ساختار نمونه تازه ماکروجلبک قهوه‌ای با استریو میکروسکوپ، C وD- ساختار ماکروجلبک قهوه‌ای با میکروسکوپ نوری (بزرگنمایی 10x و 40x).

بیشترین میزان کلروفیل b، متعلق به رقت ۲۰٪ و کمترین میزان آن متعلق به رقت ۵٪ عصاره ماکروجلبک قهوه‌ای بود. در مقایسه بین رقت‌های مختلف جلبک سبز اولوا، با افزایش رقت، کاهش میزان کلروفیل b مشاهده شد که در مقایسه با کنترل، رقت ۵ و ۱۰٪ منجر به افزایش آن گردید (شکل۴).

نتایج آنالیز آماری نشان داد که تمام رقت‌های جلبک قهوه‌ای در مقایسه با کنترل، میزان کلروفیل کل را افزایش داد و

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-25]

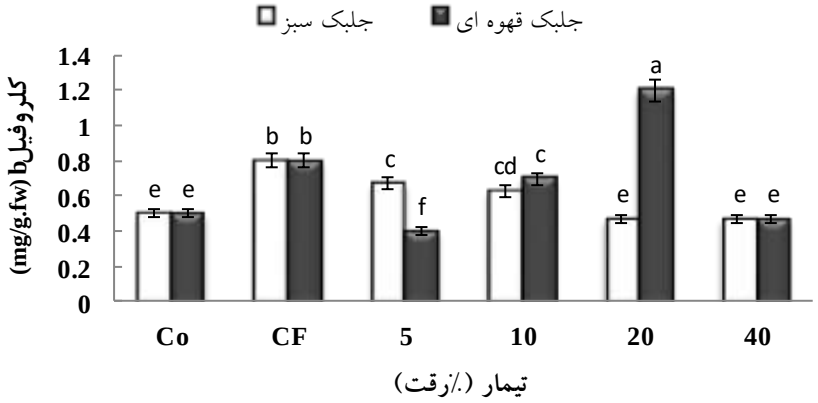
[DOR: 20.1001.1.23222751.1401.12.1.1.1]



شکل ۳. محتوای کلروفیل a در برگ‌های گیاه ریحان تحت تیمار با رقت‌های مختلف عصاره‌های آبی ماکروجلبک سبز *Ulva flexuosa* و قهوه‌ای *Padina* sp. در مقایسه با کنترل و کود شیمیایی (CF) با غلظت ۰/۶۲۵ mg/ml. حروف غیرمشابه روی هر ستون بیانگر اختلاف معنی‌دار (P≤005) می‌باشد.

بیشترین میزان کلروفیل کل در رقت ۲۰٪ و پس از آن در رقت ۱۰٪ ماکروجلبک قهوه‌ای به دست آمد. درحالی‌که در بین رقت‌های مختلف عصاره ماکروجلبک سبز اولوا نسبت به کنترل، اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید (شکل۵).

آنالیز آماری نشان داد که کاربرد تیمارهای مختلف، اختلاف معنی‌داری بر میزان کارتنوئید داشت و کود شیمیایی، رقت ۱۰٪ جلبک سبز اولوا و رقت‌های ۱۰ و ۲۰٪ جلبک قهوه‌ای منجر به افزایش آن گردید و بالاترین میزان کارتنوئید در رقت ۲۰٪ عصاره ماکروجلبک قهوه‌ای مشاهده شد (شکل۶).



شکل ۴. محتوای کلروفیل b در برگ‌های گیاه ریحان تحت تیمار با رقت‌های مختلف عصاره‌های آبی ماکروجلبک سبز *Ulva flexuosa* و قهوه‌ای *Padina* sp. در مقایسه با کنترل و کود شیمیایی (CF) با غلظت ۰/۶۲۵ mg/ml. حروف غیرمشابه روی هر ستون بیانگر اختلاف معنی‌دار (P≤005) می‌باشد.

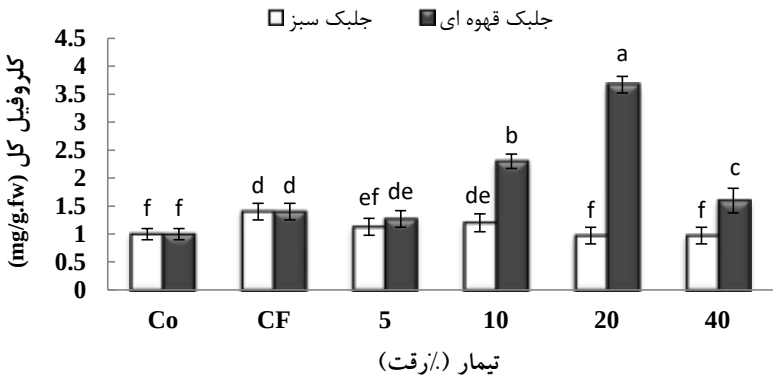
نتایج سنجش فنل، فلاونوئید، آنتوسیانین و پروتئین

محتوای فنل کل: نتایج حاصل از آنالیز واریانس داده‌ها نشان داد که محتوای فنل کل نمونه‌ها از نظر آماری در سطح ۰/۰۵ تفاوت معنی‌داری دارد. عصاره ماکروجلبک سبز اولوا در رقت ۵٪ و ماکروجلبک قهوه‌ای پادینا در رقت ۱۰٪ از بالاترین میزان فنل و غلظت ۰/۶۲۵ mg/ml کود شیمیایی (CF) از کمترین میزان فنل در مقایسه با سایر تیمارها برخوردارند و در مقایسه کلی نیز رقت ۱۰٪ عصاره‌ی ماکروجلبک قهوه‌ای پادینا از بیشترین میزان فنل نسبت به سایر تیمارها برخوردار است (شکل۷).

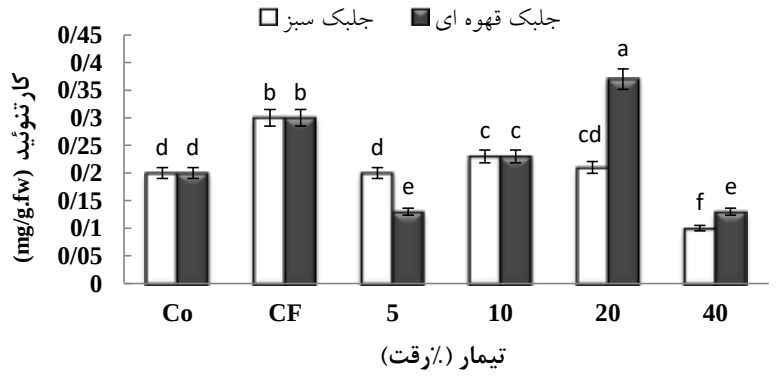
محتوای فلاونوئید: نتایج نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار تیمارها بر میزان فلاونوئید می‌باشد. عصاره‌های ماکروجلبک سبز اولوا در رقت ۵٪ و ماکروجلبک قهوه‌ای پادینا در رقت ۱۰٪ دارای بالاترین میزان فلاونوئید می‌باشند که در مقایسه بین تیمارها،

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-25]
[DOR: 20.1001.1.23222751.1401.12.1.1.1]

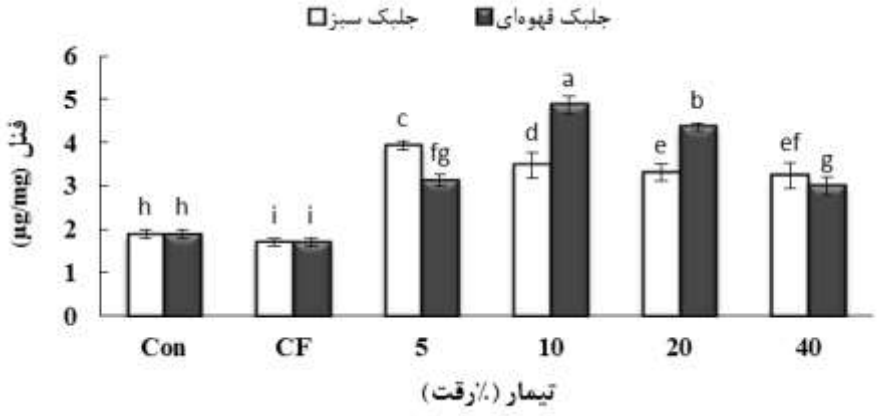
بیشترین و کمترین میزان فلاونوئید به ترتیب مربوط به رقت ۱۰٪ عصاره ماکروجلبک قهوه‌ای پادینا و غلظت ۰/۶۲۵ mg/ml کود شیمیایی (CF) می‌باشد (شکل۸).



شکل ۵. محتوای کلروفیل کل در برگ‌های گیاه ریحان تحت تیمار با رقت‌های مختلف عصاره‌های آبی ماکروجلبک سبز *Ulva flexuosa* و قهوه‌ای *Padina* sp. در مقایسه با کنترل و کود شیمیایی (CF) با غلظت ۰/۶۲۵ mg/ml. حروف غیرمشابه روی هر ستون بیانگر اختلاف معنی‌دار (P≤005) می‌باشد.



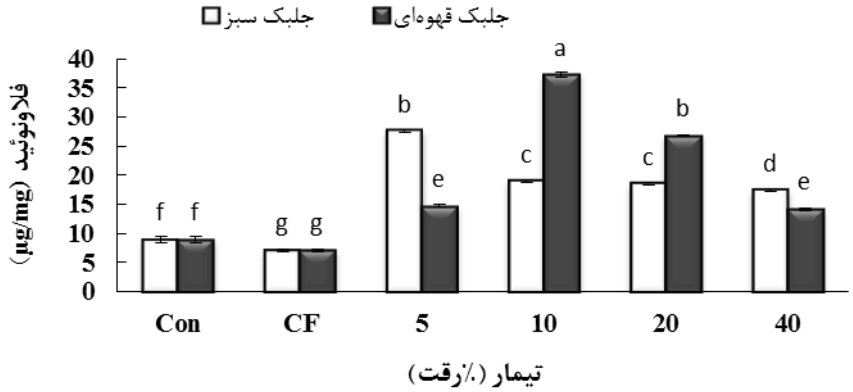
شکل ۶. محتوای کارتنوئید در برگ‌های گیاه ریحان تحت تیمار با رقت‌های مختلف عصاره‌های آبی ماکروجلبک سبز *Ulva flexuosa* و قهوه‌ای *Padina* sp. در مقایسه با کنترل و کود شیمیایی (CF) با غلظت ۰/۶۲۵ mg/ml. حروف غیرمشابه روی هر ستون بیانگر اختلاف معنی‌دار (P≤005) می‌باشد.



شکل ۷. محتوای فنل کل گیاه ریحان تحت تیمار با رقت‌های مختلف عصاره ماکروجلبک‌ها. حروف متفاوت روی هر ستون بیانگر اختلاف معنی‌دار (P≤005) می‌باشد.

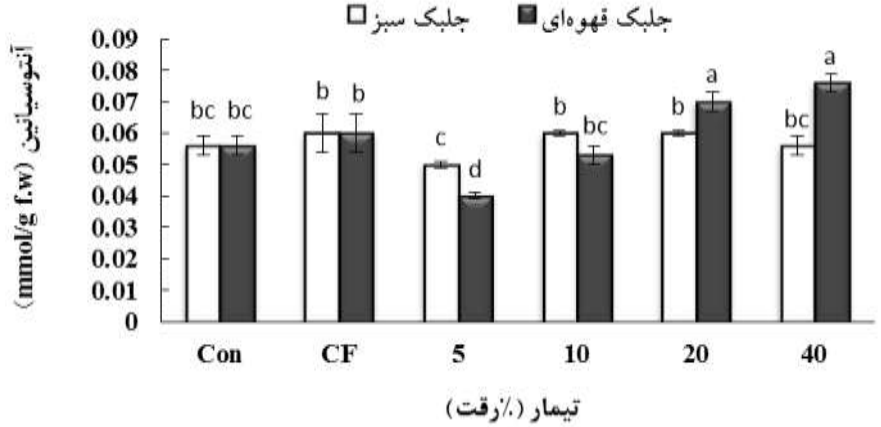
[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1401.12.1.1.1]



شکل ۸. محتوای فلاونوئید گیاه ریحان تحت تیمار با رقت‌های مختلف عصاره ماکروجلبک‌ها. حروف متفاوت روی هر ستون بیانگر اختلاف معنی‌دار دانکن ($P\leq0.05$) می‌باشد.

محتوای آنتوسیانین: با توجه به نتایج حاصل از آنالیز واریانس داده‌ها، اختلاف بین تیمارها از نظر میزان آنتوسیانین فقط در مقایسه بین رقت‌های مختلف جلبک قهوه‌ای معنی‌دار است. بیشترین میزان آنتوسیانین در رقت‌های ۲۰٪ و ۴۰٪ عصاره‌ی ماکروجلبک قهوه‌ای مشاهده شد و کمترین میزان نیز مربوط به رقت ۵٪ عصاره‌ی ماکروجلبک قهوه‌ای است. همچنین در میان رقت‌های مختلف جلبک سبز اولوا و کود شیمیایی در مقایسه با کنترل اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید (شکل۹).



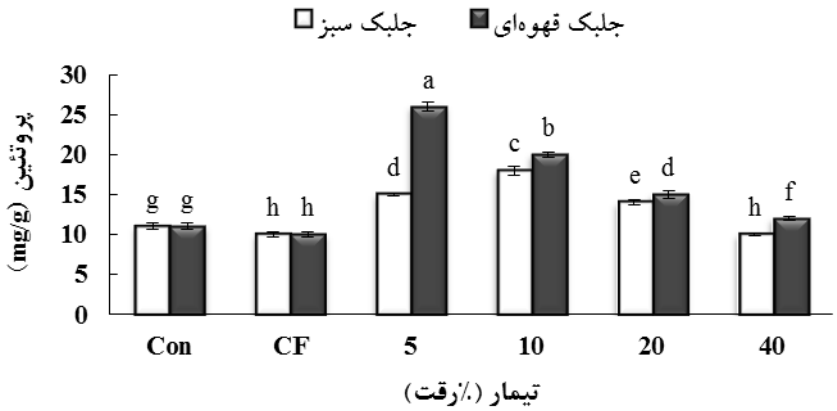
شکل ۹. محتوای آنتوسیانین گیاه ریحان تحت تیمار با رقت‌های مختلف عصاره ماکروجلبک‌ها. حروف متفاوت روی هر ستون بیانگر اختلاف معنی‌دار ($P\leq0.05$) می‌باشد.

محتوای پروتئین: نتایج حاصل از آنالیز واریانس داده‌ها نشان داد عصاره ماکروجلبک سبز اولوا در رقت ۱۰٪ و ماکروجلبک قهوه‌ای پادینا در رقت ۵٪ دارای بالاترین میزان پروتئین و رقت ۴۰٪ عصاره ماکروجلبک سبز و غلظت ۰/۶۲۵ mg/ml کود شیمیایی (CF) از کمترین میزان پروتئین در مقایسه با سایر تیمارها برخوردارند؛ درحالی‌که رقت ۵٪ عصاره ماکروجلبک قهوه‌ای پادینا دارای بیشترین میزان پروتئین است (شکل۱۰).

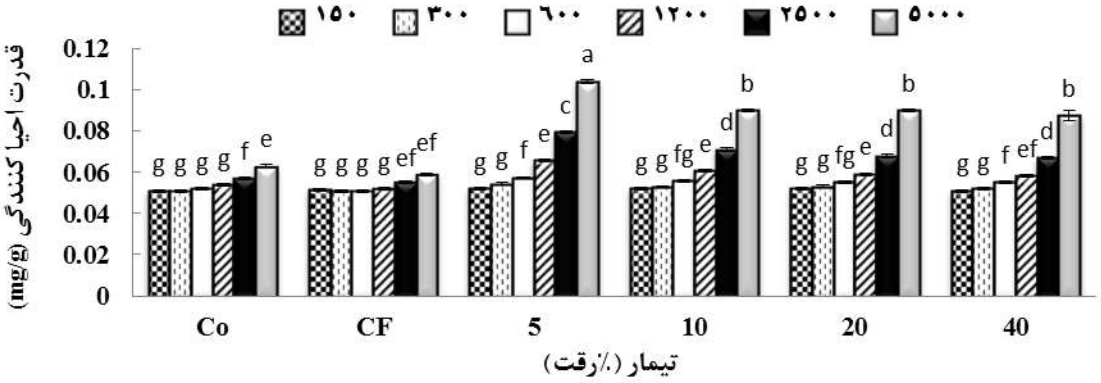
مقایسه قدرت احیاکنندگی گیاه ریحان تحت تیمار با رقت‌های مختلف عصاره‌ی ماکروجلبک سبز *Ulva flexuosa* در مقایسه با سایر تیمارها: نتایج حاصل از آنالیز آماری (شکل۱۱) نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار غلظت‌های مختلف تمام رقت‌های عصاره‌ی ماکروجلبک سبز اولوا بر قدرت احیاکنندگی است. با افزایش میزان غلظت در تمام رقت‌های عصاره جلبکی، قدرت احیاکنندگی افزایش یافت؛ به عبارتی غلظت با قدرت احیاکنندگی رابطه مستقیم دارد. در مقایسه بین رقت‌های مختلف عصاره جلبک سبز اولوا در غلظت ۵۰۰۰، رقت ۵٪ بیشترین میزان قدرت احیاکنندگی را نشان داد که این میزان قدرت احیاکنندگی نسبت به کنترل و سایر تیمارها در سطح ۵٪ معنی‌دار بود ($P\leq0/05$).

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1401.12.1.1.1]



شکل۱۰. محتوای پروتئین گیاه ریحان تحت تیمار با رقت‌های مختلف عصاره ماکروجلبک‌ها. حروف متفاوت روی هر ستون بیانگر اختلاف معنی‌دار ($P\leq0.05$) می‌باشد.



شکل۱۱. مقایسه قدرت احیاکنندگی گیاه ریحان تحت تیمار با رقت‌های مختلف عصاره آبی ماکروجلبک سبز *Ulva flexuosa* در مقایسه با کنترل و کود شیمیایی (CF) با غلظت ۰/۶۲۵ mg/ml. حروف متفاوت روی هر ستون بیانگر اختلاف معنی‌دار ($P\leq0.05$) می‌باشد.

مقایسه قدرت احیاکنندگی گیاه ریحان تحت تیمار با رقت‌های مختلف عصاره‌ی ماکروجلبک قهوه‌ای *Padina* sp. در مقایسه با سایر تیمارها: بر اساس نتایج آنالیز آماری حاصل از شکل۱۲، نتایج نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار غلظت‌های مختلف تمام رقت‌های عصاره‌ی ماکروجلبک پادینا بر قدرت احیاکنندگی است. با افزایش میزان غلظت در تمام رقت‌های عصاره جلبکی، قدرت احیاکنندگی افزایش یافت؛ به عبارتی غلظت با قدرت احیاکنندگی رابطه مستقیم دارد. در مقایسه بین رقت‌های مختلف عصاره جلبک پادینا در غلظت ۵۰۰۰، رقت‌های ۱۰ و ۲۰٪ از بیشترین میزان قدرت احیاکنندگی برخوردارند که اختلاف معنی‌داری بین آن‌ها مشاهده نگردید ($P>0/005$)؛ درحالی‌که این میزان قدرت احیاکنندگی نسبت به کنترل و سایر تیمارها در سطح ۵٪ معنی‌دار بود ($P\leq0/05$).

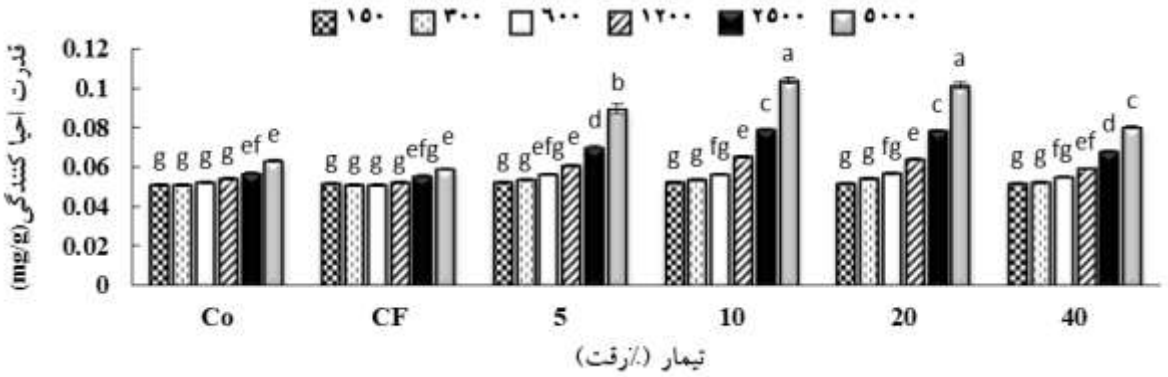
مقایسه کلی قدرت احیاکنندگی گیاه ریحان تحت تیمار با عصاره آبی ماکروجلبک سبز *Ulva flexuosa* و قهوه‌ای *Padina* sp. در مقایسه با سایر تیمارها در غلظت ۵۰۰۰ µg/ml: بر اساس نتایج آنالیز آماری حاصل از شکل۱۳، بیشترین قدرت احیاکنندگی در رقت ۵٪ عصاره آبی ماکروجلبک سبز و رقت‌های ۱۰ و ۲۰٪ عصاره آبی ماکروجلبک قهوه‌ای مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری بین آن‌ها مشاهده نگردید ($P>0/005$)؛ درحالی‌که قدرت احیاکنندگی آن‌ها نسبت به کنترل و سایر تیمارها در سطح ۵٪ معنی‌دار بود ($P\leq0/05$).

بحث

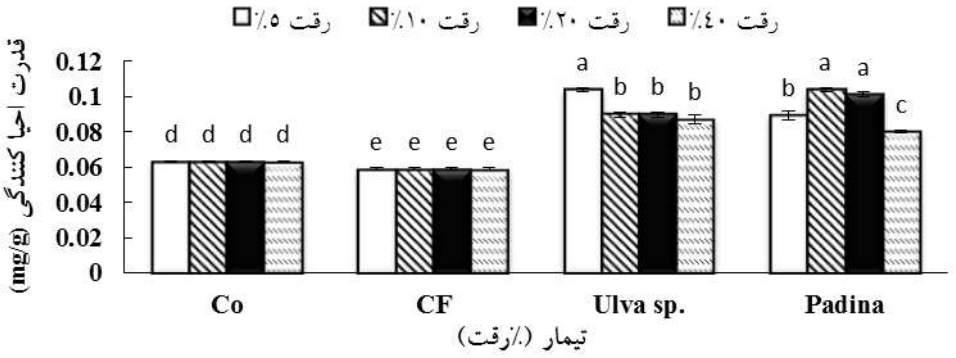
ابتدایی‌ترین مرحله برای رشد و نمو در گیاهان مرحله جوانه‌زنی است که اهمیت بسیاری دارد و باعث استمرار گیاهان برای حیات و حفظ بقا می‌شود. در این پژوهش کاربرد عصاره‌های آبی ماکروجلبک‌های سبز و قهوه‌ای نسبت به کود شیمیایی منجر

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1401.12.1.1.1]



شکل۱۲. مقایسه قدرت احیاکنندگی گیاه ریحان تحت تیمار با رقت‌های مختلف عصاره آبی ماکروجلبک قهوه‌ای .*Padina* sp در مقایسه با کنترل و کود شیمیایی (CF) با غلظت ۰/۶۲۵ mg/ml. حروف متفاوت روی هر ستون بیانگر اختلاف معنی‌دار ($P\leq0.05$) می‌باشد.



شکل ۱۳. مقایسه قدرت احیاکنندگی گیاه ریحان تحت تیمار با غلظت ۵۰۰۰ µg/ml عصاره آبی ماکروجلبک سبز *Ulva flexuosa* و قهوه‌ای *Padina* sp. در مقایسه با کنترل و کود شیمیایی (CF) با غلظت ۰/۶۲۵ mg/ml. حروف متفاوت روی هر ستون بیانگر اختلاف معنی‌دار ($P\leq0.05$) می‌باشد.

به افزایش جوانه‌زنی گیاه ریحان شد. دو جلبک سبز و قهوه‌ای تأثیر متفاوتی بر درصد جوانه‌زنی داشتند و بیشترین میزان درصد جوانه‌زنی متعلق به کنترل و رقت‌های ۵ و ۱۰٪ عصاره آبی ماکروجلبک قهوه‌ای بود؛ درحالی‌که رقت‌های مختلف جلبک سبز به‌ویژه رقت ۴۰٪ منجر به کاهش درصد جوانه‌زنی شد. علت این کاهش درصد جوانه‌زنی را می‌توان به وجود غلظت‌های بالایی از عصاره جلبکی در اطراف بذر نسبت داد که با وجود این‌که قابلیت حل شدن در آب را دارند باعث کاهش پتانسیل آب شده و جذب آب توسط بذر را کاهش داده است که به دنبال آن باعث کاهش رطوبت سلول و کاهش سنتز و ترشح آنزیم آلفاآمیلاز، لیپازها و پروتئازها می‌گردد (Selvam and Sivakumar, 2013). گزارش‌ها نشان داده است که عصاره جلبک قرمز *Gracilaria dura* بر روی گیاه ارزن (Paul and Shridevi, 2014)، عصاره جلبک *Ascophyllum nodosum* بر روی گیاه لوبیا (Carvalho *et al*., 2013) و عصاره جلبک سبز *Ulva lactuca* بر گیاه لوبیا چشم‌بلبلی درصد و سرعت جوانه‌زنی را افزایش داده است (Gireesh *et al*., 2011). نتایج این محققین با پژوهش حاضر در مورد عصاره جلبک قهوه‌ای مطابقت دارد. مطالعات بر روی گیاه کاهو و گوجه‌فرنگی تحت تیمار با عصاره‌های استونی، اتانولی و بوتانولی جلبک سبز *Ulva lactuca* نشان داده است که عصاره استونی جوانه‌زنی کاهو را مهار کرده و بر روی گوجه‌فرنگی تأثیر مهاری کمتری داشته است و این اثر مهاری به دلیل وجود ترکیب وانیلین و p کوماریک‌اسید موجود در عصاره استونی جلبک سبز گزارش شده است (Hassan and Ghareib, 2009). می‌توان بیان کرد که در این پژوهش کاهش درصد جوانه‌زنی ممکن است به دلیل این ترکیبات باشد. در پژوهش دیگری علت کاهش درصد جوانه‌زنی بذر آرابیدوپسیس (*Arabidopsis*) تحت تیمار با عصاره جلبک سبز *Ulva*، اثر بر مسیر سیگنالینگ سیتوکینین و اتیلن ذکر شده است (Ghaderiardakani *et al*., 2019).

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1401.12.1.1.1]

در این پژوهش با افزایش رقت عصاره‌های جلبکی، طول اندام هوایی افزایش یافت. بیشترین طول اندام هوایی متعلق به کود شیمیایی و پس از آن رقت ۴۰٪ عصاره آبی جلبک سبز و کمترین آن مربوط به رقت ۵٪ عصاره‌ی آبی جلبک‌ها می‌باشد. طول ریشه گیاه ریحان تحت تیمار با ماکروجلبک‌ها نیز افزایش نشان داد و بیشترین طول ریشه متعلق به رقت ۵٪ عصاره جلبک سبز و همچنین رقت ۱۰٪ عصاره جلبک قهوه‌ای و کمترین آن مربوط به گیاه کنترل می‌باشد. گزارش شده است کاربرد اسپری برگی جلبک قهوه‌ای منجر به افزایش طول ریشه‌چه گیاه *Cyamopsis tetragonolaba* شده است که این افزایش ممکن است به دلیل وجود ترکیباتی ازجمله آمینواسیدها، ویتامین‌ها، عناصر ضروری و هورمون‌های رشد مانند اکسین، جیبرلین، کینتین و زآتین در عصاره جلبکی باشد. سیتوکنین‌ها به دلیل نقش مهمی که در متابولیسم تغذیه‌ای در اندام رویشی و زایشی دارند سبب افزایش میزان دسترسی گیاه به این هورمون و افزایش عملکرد گیاه می‌شوند (Ramya *et al*., 2015). مشابه این نتایج نیز عصاره جلبکی منجر به افزایش طول ریشه و ساقه در گیاهان لوبیا (Carvalho *et al*., 2013)، ارزن (Paul and Shridevi, 2014)، گلرنگ (Sibi *et al*., 2017) و لوبیا چشم‌بلبلی (Gireesh *et al*., 2011) شده است. افزایش در تشکیل ریشه‌ی جانبی، حجم کل ریشه و طول ریشه به حضور هورمون‌های گیاهی مانند اکسین‌ها و سیتوکینین‌ها در عصاره‌های جلبک دریایی نسبت داده شده است. کاربرد عصاره‌ی جلبک دریایی همچنین جذب مواد معدنی در گیاهانی مانند کاهو، انگور، گوجه‌فرنگی، سویا و کلزا را با افزایش تجمع هر دو عناصر درشت مغذی (N، P، K، Ca، S) و ریزمغذی (Mn، Zn، Fe، Mg) تحریک کرده است (Calvo *et al*., 2014). به نظر می‌رسد به کار بردن عصاره جلبکی باعث بهبود رشد در گیاهان شده که ممکن است به دلیل استفاده بهتر گیاهان از عناصر موجود در خاک باشد.

در مطالعه حاضر تأثیر عصاره آبی ماکروجلبک قهوه‌ای بر رنگیزه‌های فتوسنتزی چشمگیرتر از عصاره آبی ماکروجلبک سبز بود. بیشترین افزایش کلروفیل b در رقت ۲۰٪ مشاهده شد. میزان کاروتنوئید گیاه ریحان نیز تحت تیمار با عصاره آبی ماکروجلبک قهوه‌ای در رقت ۲۰٪ اثر افزایش بیشتری از خود نشان داد. افزایش میزان کلروفیل و کاروتنوئید با استفاده از عصاره جلبک در گیاه توت‌فرنگی (Spinelli *et al*., 2010) و گیاه *Abelmoschus esculentus* نیز گزارش شده است و دلیل این افزایش، به وجود هورمون‌های گیاهی ازجمله سیتوکینین و ترکیباتی همچون آمینوبوتیرات، گلایسین بتائین و بتائین که در عصاره جلبک دریایی است نسبت داده شده است. سیتوکنین باعث تسریع در نمو کلروپلاست، افزایش تعداد و اندازه کلروپلاست و گسترش بهتر گرانا می‌گردد. ترکیبات گلایسین بتائین نیز از تجزیه کلروفیل جلوگیری می‌کند (Thirumaran *et al*., 2009). همچنین نشان داده شده است که استفاده از کود مایع جلبک دریایی *Ulva reticulate* باعث افزایش معنی‌داری در میزان کلروفیل a، b و کلروفیل کل گیاه *Vigna mango* شده است (Selvam *et al*., 2013).

در این پژوهش عصاره جلبک قهوه‌ای و سبز اثر افزایشی بر میزان ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی گیاه ریحان داشت. همچنین با افزایش رقت در جلبک قهوه‌ای میزان آنتوسیانین گیاه افزایش یافت؛ درحالی‌که استفاده از جلبک سبز تفاوت معنی‌داری بر این پارامتر نداشت. ترکیبات فنلی گروهی از متابولیت‌های ثانویه‌ی حاصل از مسیر فنیل پروپانوئید می‌باشند که در بافت‌های گیاهی به‌وفور یافت می‌شوند و شامل لیگنان‌ها، تانن‌ها، اسیدهای فنولیک، استیلبن‌ها، آنتوسیانین و فلاونوئیدها هستند. بالا بودن ترکیبات فنلی دلیل عمده‌ی بالا بودن فعالیت آنتی‌اکسیدانی بعضی از عصاره‌ها می‌باشد؛ بنابراین این ترکیبات با مکانیسم‌های متعددی از جمله خنثی کردن رادیکال‌های آزاد و مهار واکنش‌های زنجیره‌وار اکسیداسیون و یا قرار گرفتن به‌عنوان سوبسترای آنزیم‌های پراکسیداز، نقش آنتی‌اکسیدانی خود را ایفا می‌کنند. این ترکیبات همچنین با دادن سریع هیدروژن به رادیکال‌های لیپیدی از ادامه زنجیره پراکسیداسیون ممانعت به عمل آورده و قادرند محصولاتی با قدرت اکسیدکنندگی کمتر از ترکیبات اولیه به وجود آورند. به‌طورکلی ویژگی آنتی‌اکسیدانی ترکیبات فنلی مربوط به ساختار شیمیایی آن‌ها می‌باشد که می‌توانند به‌عنوان دهنده الکترون یا پروتون عمل کنند (Alara *et al*., 2021). در رأس بسیاری از آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی دریایی، انواع بسیار زیادی از نمونه‌های مشتق شده از ماکروجلبک‌های دریایی قرار دارد که شامل طیف وسیعی از ترکیبات زیست فعال با پتانسیل فعالیت آنتی‌اکسیدانی ازجمله ترکیبات پلی‌فنلی است. مطالعات نشان داده‌اند که پلی‌فنل‌های مشتق‌شده از ماکروجلبک‌ها، قوی‌تر از پلی‌فنل‌های مشابه به دست آمده از دیگر منابع گیاهی خشکی است که

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1401.12.1.1.1]

این امر، احتمالاً به علت حضور بیش از ۸ حلقه فنلی به هم متصل در آن‌ها است. خطوط ساحلی بندرعباس، منابع عظیمی از ماکروجلبک‌های دریایی با گستره وسیع و متنوع است. پلی‌فنل موجود در عصاره جلبک‌های دریایی نقش مهمی در جذب رادیکال‌های آزاد دارند (Zarei Jeliani *et al*, 2018). گزارش شده است فلوروتانین‌ها گروه اصلی پلی‌فنلی هستند که فقط در جلبک‌های دریایی قهوه‌ای یافت می‌شوند. از سوی دیگر، بیشترین نسبت ترکیبات فنلی موجود در جلبک‌های دریایی سبز و قرمز شامل بروموفنول‌ها، فلاونوئیدها، اسیدهای فنولیک، ترپنوئیدهای فنولیک و آمینواسیدهای شبه مایکوسپورین است (Cotas *et al*., 2020). مشابه این نتایج، عصاره جلبک دریایی در گیاهان شنبلیله (Pise and Sabale, 2010)، پنیرک (Ashour *et al*., 2020) و توت‌فرنگی (Spinelli *et al*., 2010) منجر به افزایش ترکیبات فنلی شده است. همچنین گزارش شده است عصاره جلبک دریایی قهوه‌ای به میزان قابل‌توجهی محتوای فلاونوئیدها، فنل‌ها و آنتوسیانین‌ها را در مقایسه با شاهد در برگ و ریشه گیاه تربچه قرمز افزایش داده است (Mahmoud *et al*., 2019). فعالیت‌های آنتی‌اکسیدانی در برخی از جلبک‌های سبز، قرمز و قهوه‌ای مورد مطالعه قرار گرفته و نشان داده شده که خواص آنتی‌اکسیدانی عصاره جلبک‌های دریایی مختلف با هم تفاوت دارند و متناسب با محتوای ترکیبات آنتی‌اکسیدانی آن‌هاست (Zubia *et al*., 2007).

در این مطالعه، محتوای پروتئین در رقت ۵٪ جلبک قهوه‌ای دارای بالاترین میزان و در رقت ۴۰٪ جلبک سبز و غلظت ۰/۶۲۵mg/ml کود شیمیایی دارای کمترین مقدار بود. همچنین به‌جز رقت ۵٪ جلبک سبز، با افزایش رقت میزان پروتئین کاهش یافت. به‌طورکلی کاربرد رقت پایین عصاره جلبک سبز و قهوه‌ای سبب افزایش میزان پروتئین در گیاه ریحان گردیده است. گزارش شده است غلظت‌های ۲۰، ۴۰، ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ درصدی از عصاره جلبک قهوه‌ای *Sargassum wightii* باعث افزایش میزان پروتئین در گیاه بامیه گردیده است (Jothinayagi and Anbazhagan, 2009). همچنین استفاده از کود مایع جلبکی حاوی جلبک *Sargassum wightii* و *Hypnea musciformis* باعث افزایش معنی‌دار محتوای پروتئین گیاه *Cyamopsis tetragonoloba* شده است. در پژوهش دیگری نیز گزارش شده است کود مایع جلبکی حاوی غلظت‌های ۲/۵، ۵، ۷/۵ و ۱۰ درصد، جلبک *Gracilaria edulis* و *Kappaphycus alvarezii* منجر به افزایش معنی‌داری در میزان پروتئین گیاه گندم شده است که با نتایج این پژوهش هم‌خوانی دارد. 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 (Ramya *et al*., 2015; Sridhar and Rengasamy, 2010) و یا فنیل استیک اسید و محرک‌های رشد در عصاره جلبک باشد (Jothinayagi and Anbazhagan, 2009). به نظر می‌رسد که عصاره جلبک دریایی با افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌ها باعث افزایش تثبیت نیتروژن در گیاه ریحان شده که افزایش میزان پروتئین را در پی داشته است.

در این پژوهش مشخص شد که عصاره ماکروجلبک‌ها تأثیر معنی‌داری بر فعالیت آنتی‌اکسیدانی گیاه ریحان داشته و میزان آن را افزایش داده است. مشابه با این نتایج، گزارش شده است که عصاره موجود در جلبک دریایی تأثیر معنی‌داری بر روی درصد مهارکنندگی رادیکال آزاد DPPH داشته است (Soleimani *et al*., 2016). در پژوهش دیگری نیز تأثیر عصاره جلبک *Pterocladia capillacea* بر گیاه پنیرک مورد بررسی قرار گرفت و مشخص شد که عصاره جلبک باعث افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل گیاه پنیرک شده است (Ashour *et al*., 2020). طی پیشنهادات صورت گرفته توسط Zodape و همکاران (۲۰۱۰) افزایش مهارکنندگی ممکن است به دلیل وجود ترکیبی به نام فیتوالکسین در عصاره جلبکی باشد که دارای ویژگی ضد سرطانی و آنتی‌اکسیدانی است و باعث خنثی شدن رادیکال‌های آزاد می‌گردد.

همچنین افزایش در محتوای پروتئین محلول، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی، فنول‌ها و محتوای فلاونوئید در اسفناج تحت تیمار با عصاره‌ی جلبک قهوه‌ای مشاهده شده است (Fan *et al*., 2013). عصاره جلبک‌های دریایی انواع مختلفی از تنش‌های غیرزیستی ازجمله خشکی، شوری و دمای بالا را کاهش می‌دهند. جلبک دریایی منبع مهمی از ید و منبع غنی پروتئین و ویتامین‌های گوناگون است؛ بنابراین مکمل مناسبی برای خوراک حیوانات و گیاهان آبزی به شمار می‌رود (Sharma *et al*., 2012).

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1401.12.1.1.1]

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که تیمار گیاه ریحان با هر دو عصاره‌ی آبی ماکروجلبک سبز و قهوه‌ای نسبت به کود شیمیایی باعث بهبود پارامترهای بیوشیمیایی گردید. به‌طورکلی در مقایسه دو عصاره آبی ماکروجلبک‌های مطالعه شده، ماکروجلبک قهوه‌ای پادینا (رقت‌های ۱۰ و ۲۰٪) بیشترین تأثیر را بر روی فاکتورهای فیزیولوژیکی رشد گیاه ریحان نسبت به ماکروجلبک سبز اولوا داشته است؛ بنابراین می‌توان عصاره ماکروجلبک قهوه‌ای پادینا (رقت‌های ۱۰ و ۲۰٪) را به‌عنوان یک محرک زیستی کارآمد برای بهبود بخشیدن به پارامترهای فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاهان دارویی در نظر گرفت؛ هر چند در این مسیر به تحقیقات بیشتری نیاز است.

منابـع

Alara, O.R., Abdurahman, N.H., Ukaegbu, C.I. 2021. Extraction of phenolic compounds: a review. Current Research in Food Science. 4: 200-214.

Ashour, M., El-Shafei, A.A., Khairy, H.M., Abd-Elkader, D.Y., Mattar, M.A., Alataway, A., Hassan, S.M. 2020. Effect of *Pterocladia capillacea* seaweed extracts on growth parameters and biochemical constituents of Jew's mallow. Agronomy. 10(3): 420- 438.

Ansari, A.A., Ghanem, S.M., Naeem, M. 2019. Brown alga *Padina*: a review. International Journal of Botany Studies. 4(1): 1-3. (in Persian)

Benitez Garcia, I., Dueas Ledezma, A.K., Martinez Montano, E., Salazar Leyva, J.A., Carrera, E., Osuna Ruiz, I. 2020. Identification and quantification of plant growth regulators and antioxidant compounds in aqueous extracts of *Padina durvillaei* and *Ulva lactuca*. Agronomy. 10(6): 866-879.

Bradford, M. 1976. A rapid and sensitive method for quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of "protein –dye binding". Analytical Biochemistry. 72: 248-254.

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

Caradonia, F., Ronga, D., Tava, A., Francia, E. 2021. Plant biostimulants in sustainable potato production: an overview. Potato Research. 10(3): 1-22.

Carvalho, M.E.A., Castro, P.R.C., Novembre, A., Chamma, H.M.C.P. 2013. Seaweed extract improves the vigor and provides the rapid emergence of dry bean seeds. American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences. 13: 1104-1107.

Cotas, J., Leandro, A., Monteiro, P., Pacheco, D., Figueirinha, A., Gonçalves, A.M., Pereira, L. 2020. Seaweed phenolics: From extraction to applications. Marine Drugs. 18(8): 384-431.

EL Boukhari, M.E., Barakate, M., Bouhia, Y., Lyamlouli, K. 2020. Trends in seaweed extract based biostimulants: manufacturing process and beneficial effect on soil-plant systems. Plants. 9(3): 359-382.

Fan, D., Hodges, D.M., Critchley, A.T., Prithiviraj, B. 2013. A commercial extract of brown macroalga (*Ascophyllum nodosum*) affects yield and the nutritional quality of spinach in vitro. Communications in Soil Science and Plant Analysis. 44(12): 1873-1884.

Fu, L., Xu, B.T., Xu, X.R., Gan, R.Y., Zhang, Y., Xia, E.Q., Li, H.B. 2011. Antioxidant capacities and total phenolic contents of 62 fruits. Food Chemistry. 129(2): 345-350.

Ghaderiardakani, F., Collas, E., Damiano, D.K., Tagg, K., Graham, N.S., 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.

Gireesh, R., Haridevi, C., Salikutty, J. 2011. Effect of *Ulva lactuca* extract on growth and proximate composition of *Vigna unguiculata* L. Walp. Journal of Research in Biology. 1(8): 624-630.

Hassan, S.M., Ghareib, H.R. 2009. Bioactivity of *Ulva lactuca* L. acetone extract on germination and growth of lettuce and tomato plants. African Journal of Biotechnology. 8(16): 3832-3838.

Hiscox, J.D., Israelstam, G.F. 1979. A method for the extraction of chlorophyll from leaf tissue without maceration. Canadian Journal of Botany. 57(12): 1332-1334.

Jha, B., Reddy, C.R.K., Thakur, M.C., Rao, M.U. 2009. Seaweeds of India. Springer Science and Business Media. 215 p.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1401.12.1.1.1]

Jothinayagi, N., Anbazhagan, C. 2009. Effect of seaweed liquid fertilizer of *Sargassum wightii* on the growth and biochemical characteristics of *Abelmoschus esculentus* (L.) Medikus. Recent Research in Science and Technology. 1(4): 155-158.

Kokabi, M., Yousefzadi, M. 2015. Checklist of the marine macroalgae of Iran. Botanica Marina. 58(4): 307-320. (in Persian)

Kokbi, M., Yousefzadi, M. 2017. Marine macroalgae of Iran; properties and applications. Vol 1. Tehran, Hormozgan University. (in Persian)

Koch, M., Bowes, G., Ross, C., Zhang, X.H. 2013. Climate change and ocean acidification effects on seagrasses and marine macroalgae. Global Change Biology. 19(1): 103-132.

Mahmoud, S.H., Salama, D.M., El-Tanahy, A.M., Abd El-Samad, E.H. 2019. Utilization of seaweed (*Sargassum vulgare*) extract to enhance growth, yield and nutritional quality of red radish plants. Annals of Agricultural Sciences. 64(2): 167-175.

Malik, A., Mor, V.S., Tokas, J., Punia, H., Malik, S., Malik, K., Karwasra, A. 2021. Biostimulant-treated seedlings under sustainable agriculture: A global perspective facing climate change. Agronomy. 11(1): 14-38.

Omidbaigi, R. 2008. Production and processing of medicinal plants. Astan'e Qods'e Razavi publication. Vol 3. Tehran-Iran. 397 p. (in Persian)

Oyaizu, M. 1986. Studies on products of browning reaction antioxidative activities of products of browning reaction prepared from glucosamine. The Japanese Journal of Nutrition and Dietetics. 44(6): 307-315.

Paul, J., Shridevi, S.D.K. 2014. Effect of seaweed liquid fertilizer of *Gracilria dura* (AG.) J. AG. (red seaweed) on *Pennisetum glaucum* (L.) R.Br., in Thoothukudi, Tamil nadu, India. Indo American. Journal of Pharmaceutical Research. 4(4): 2231-6876.

Pise, N.M., Sabale, A.B. 2010. Effect of seaweed concentrates on the growth and biochemical constituents of *Trigonella foenum- graecu*m L. Journal of Phytology. 2(4): 50-56.

Ramya, S.S., Vijayanand, N., Rathinavel, S. 2015. Foliar application of liquid biofertilizer of brown alga *Stoechospermum marginatum* on growth, biochemical and yield of *Solanum melongena*. International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture. 4(3): 167-173.

Selvam, G.G., Sivakumar, K. 2013. Effect of foliar spray from seaweed liquid fertilizer of *Ulva reticulata* (Forsk.) on *Vigna mungo* L. and their elemental composition using SEM–energy dispersive spectroscopic analysis. Asian Pacific Journal of Reproduction. 2(2): 119-125.

Shahrajabian, M.H., Chaski, C., Polyzos, N., Petropoulos, S.A. 2021. Biostimulants application: A low input cropping management tool for sustainable farming of vegetables. Biomolecules. 11(5): 698-721.

Sharma, S.H.S., Lyons, G., McRoberts, C., McCall, D., Carmichael, E., Andrews, F., Mellon, R. 2012. Biostimulant activity of brown seaweed species from Strangford Lough: compositional analyses of polysaccharides and bioassay of extracts using mung bean (*Vigno mungo* L.) and pak choi (*Brassica rapa chinensis* L.). Journal of Applied Phycology. 24(5): 1081-1091.

Shakirova, F.M., Sakhabutdinova, A.R., Bezrukova, M.V., Fatkhutdinova, R.A., Fatkhutdinova, D.R. 2003. Changes in the hormonal status of wheat seedlings induced by salicylic acid and salinity. Plant Science. 164(3): 317-322.

Sharifi Sirchi, Gh.R., Taheri, A. 2017. Comparing the effects of fish hydrolysate and macroalgae extract obtained from the Persian Gulf on *Solanum lycopersicum* growth characteristics. Scientific Journal of Aquatic Ecology. 7(2): 87-94. (in Persian)

Sharifi Sirchi, Gh.R., Taheri, A. 2018. The effects of fish hydrolysate and macroalgae extract obtained from the Persian Gulf on the growth characteristics of *Solanum melongena*. Scientific Journal of Aquatic Ecology. 7(4): 1-8. (in Persian)

Sibi, M., Khazaee, H., Nezami, A. 2017. Effect of concentration, time and method of consumption of seaweed extract on some morphological characteristics of root and aerial parts of safflower. Quarterly Journal of Physiology of Crops. 29:7-16.

Soleimani, S., Yousef Zadi, M., Moein, S., Amrollahi Biuki, N., Keshavarz, M., Asliyan, H. 2016. Evaluation of antioxidant activity and determination of polyphenolic content of marine tetaya *Echinometra mathaei* in Persian Gulf. Journal of Biotechnology. 6(2): 1-8. (in Persian)

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1401.12.1.1.1]

Spinelli, F., Fiori, G., Noferini, M., Sprocatti, M., Costa, G. 2010. A novel type of seaweed extract as a natural alternative to the use of iron chelates in strawberry production. Scientia Horticulturae. 125: 263-269.

Sridhar, S., Rengasamy, R. 2010. Studies on the effect of seaweed liquid fertilizer on the flowering plant *Tagetes erecta* in field trial. Advances in Bioresearch. 1(2): 29-34.

Thirumaran, G., Arumugam, M., Arumugam, R., Anantharaman, P. 2009. Effect of seaweed liquid fertilizer on growth and pigment concentration of *Cyamopsis tetrogonolaba* (L) Taub. American-Eurasian Journal of Agronomy. 2(2): 50-56.

Trono, G.C. 2003. Field guide and Atlas of the seaweed resources of the Philippines. Makati City: Bookmark. 306 p.

Wagner, G.J. 1979. Content and vacuole/extra vacuole distribution of neutral sugars, free amino acids, and Seaweed anthocyanins in protoplasts. Plant Physiology. 64: 88-93.

Youssef, M.M.A., Eissa, M.F.M. 2014. Biofertilizers and their role in management of plant parasitic nematodes. A review. Journal of Biotechnology and Pharmaceutical Research. 5(1): 1-6.

Zarei Jeliani, Z., Mashjoor, S., Soleimani, S., Pirian, K., Sedaghat, F. 2018. Antioxidant activity and cytotoxicity of organic extracts from three species of green macroalgae of Ulvaceae from Persian Gulf. Modares Journal of Biotechnology. 9(1): 59-67. (in Persian)

Zodape, S.T., Mukhopadhyay, S., Eswaran, K., Reddy, M.P., Chikara, J. 2010. Enhanced yield and nutritional quality in green gram (*Phaseolus radiata* L) treated with seaweed (*Kappaphycus alvarezii*) extract. Journal of Scientific and Industrial Research. 69(6): 468-471.

Zou, Y., Lu, Y., Wei, D. 2004. Antioxidant activity of a flavonoid-rich extract of *Hypericum perforatum* L. in vitro. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 52(16): 5032-5039.

Zubia, M., Robledo, D., Freile-Pelegrin, Y. 2007. Antioxidant activities in tropical marine macroalgae from the Yucatan Peninsula, Mexico. Journal of Applied Phycology. 19(5): 449-458.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1401.12.1.1.1]