دانش بیماری‌شناسی گیاهی (شاپای ا: ۶۲۹۰-۲۵۸۸، شاپای چ: ۹۲۷۰-۲۲۵۱)
سال نهم، جلد ۱، پاییز و زمستان ۱۳۹۸
Plant Pathology Science (eISSN:2588-6290, pISSN:2251-9270)
Vol. 9(1), 2020

Extensional Article

Application of seaweeds in plant disease management

ALI ASGHAR DEHGHAN, REZA GHADERI✉
Department of Plant Protection, School of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran

Received: 02.01.2020 Accepted: 02.03.2020

Dehghan AA, Ghaderi R (2020) Application of seaweeds in plant diseases management. Plant Pathology Science 9(1):101-107. DOI: 10.2982/PPS.9.1.101.

Abstract

Algae are the most important plant growth stimulants due to their high content of minerals, amino acids, vitamins and growth regulators such as auxin, cytokinin and gibberellin. Use of these stimuli in crops can improve rooting, yield, photosynthetic capacity and their resistance to pathogens. Application of algae (mainly seaweeds) against various plant diseases including bacterial, fungal, viral and nematode diseases as well as pests has been proven. Seaweeds are used as a powder or extract mixed with soil, or foliar spray to control of plant diseases. They are usually involved in controlling plant pathogens by inducing plant resistance, antagonistic activity by induced activity of other microorganisms, and enhancing plant growth. In general, seaweeds can be applied as biofertilizers, biostimulators and soil amendments in integrated plant diseases management programs.

Key words: Disease, Macroalgae, *Enteromorpha*, *Xanthomonas*, *Meloidogyne*

✉ rghaderi@shirazu.ac.ir

مقاله ترویجی

کاربرد جلبک‌های دریایی در مدیریت بیماری‌های گیاهی

علی اصغر دهقان ، رضا قادری✉
بخش گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

دریافت: ۱۳۹۸/۱۰/۱۲ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۲/۱۲

دهقان ع ا، قادری ر (۱۳۹۸) کاربرد جلبک‌های دریایی در مدیریت بیماری‌های گیاهی. دانش بیماری‌شناسی گیاهی ۹(۱): ۱۰۷-۱۰۱. DOI: 10.2982/PPS.9.1.101.

چکیده

جلبک‌های دریایی به دلیل دارا بودن مقادیر زیادی از مواد معدنی، اسیدهای آمینه، ویتامین‌ها و تنظیم‌کننده‌های رشد همانند اکسین، سیتوکینین و جیبرلین از مهم‌ترین محرک‌های رشد گیاهان محسوب می‌شوند. استفاده از این محرک‌ها در گیاهان زراعی موجب افزایش ریشه‌زایی، بهبود عملکرد، افزایش فعالیت فتوسنتزی و مقاومت در برابر بیمارگرها می‌شود. کاربرد جلبک‌های دریایی بر علیه بیماری‌های مختلف گیاهی شامل بیماری‌های باکتریایی، قارچی، ویروسی و نماتدی و همچنین آفتها به اثبات رسیده است. این جلبک‌ها به صورت پودر مخلوط با خاک، عصاره و یا محلول‌پاشی برگ برای مبارزه با بیماری‌های گیاهی استفاده می‌شوند. جلبک‌های دریایی معمولاً از طریق القای مقاومت در گیاه، خاصیت تعارضی به‌واسطه افزایش فعالیت ریزجانداران دیگر و افزایش رشد گیاه، در مدیریت بیمارگرهای گیاهی نقش دارند. به طور کلی، در برنامه‌های مدیریت تلفیقی بیماریها، جلبک‌های دریایی قابلیت کاربرد به عنوان میکرب‌کش، کود زیستی، محرک زیستی و تقویت‌کننده خاک را دارا هستند.

واژگان کلیدی: بیماری، Macroalgae ، *Enteromorpha* ،*Xanthomonas* ، *Meloidogyne*

مقدمه

مدیریت بیمارگرهای گیاهی به‌ویژه بیمارگرهای خاکزاد از جمله نماتدهای انگل گیاهی به دلیل پیچیده بودن فرآیند آن به طور فزاینده‌ای به استفاده از سموم شیمیایی وابسته بوده است (Baloch et al. 2013). از طرف دیگر در سال‌های اخیر به دلیل بروز برخی مشکلات از قبیل اثرات مخرب زیست محیطی، باقیمانده سموم در محصولات کشاورزی و بروز مقاومت، پژوهش‌های زیادی برای یافتن روش‌های جایگزین و متناسب با کشاورزی پایدار صورت گرفته است (Ngala et al. 2016). یکی از روش‌های مؤثر و ایمن در کنترل بیمارگرهای گیاهی، استفاده از جلبک‌ها و به‌ویژه جلبک‌های دریایی می‌باشد. این جلبک‌ها انواع متابولیت‌های ثانویه از قبیل فلانوییدها، آلکالوئیدها، ساپونین‌ها، فنول‌ها، ترپنوئیدها و تانن‌ها را دارا هستند (Hamouda and El-Ansary 2013). تاکنون بیشتر مطالعه‌های صورت گرفته در رابطه با کاربرد جلبک‌ها در زمینه‌های پزشکی بوده و البته در حوزه کشاورزی نیز بسیار امیدبخش بوده و به تدریج مورد توجه قرار گرفته‌اند.

✉ rghaderi@shirazu.ac.ir

پژوهش‌های بسیاری نشان می‌دهد که جلبک‌های دریایی قادرند در کشاورزی ارگانیک در نقش روشی سازگار با محیط زیست و جایگزین سموم شیمیایی عمل نمایند (Hamed et al. 2018).

۱-پراکنش و زیستگاه جلبک‌ها

جلبک‌ها جان‌داران شبه گیاه هستند که ساختمان درونی ساده‌ای داشته و معمولاً در مناطق ساحلی یافت می‌شوند. به طور کلی جلبک‌ها به دو گروه ریزجلبک‌ها (Microalgae) و درشت‌جلبک‌ها یا جلبک‌های دریایی (Macroalgae or seaweeds) تقسیم می‌شوند. گروه دوم خود شامل انواع جلبک‌های سبز (Chlorophyta)، قهوه‌ای (Phaeophyta)، قرمز (Rhodophyta)، طلایی (Chrysophyta) و سبز-آبی (Cyanophyta) است (Hamed et al. 2018, Sohrabipour and Rabiei 2017). جلبک‌های دریایی به عنوان تولیدکنندگان اصلی اکوسیستم‌های آبی در دریاها و اقیانوس‌ها که ۷۱ درصد سطح زمین را در برمی‌گیرند از اهمیت بالایی در محیط زیست برخوردار هستند. سواحل جنوبی ایران با داشتن مرزهای گسترده با آب‌های خلیج فارس و دریای عمان از ظرفیت زیستی ارزشمندی از جمله جلبک‌های دریایی برخوردار است. با بررسی‌های صورت گرفته در سال‌های اخیر، بالغ بر ۳۴۷ گونه از انواع جلبک‌ها در سواحل دریایی جنوب کشور شناسایی شده که شامل ۱۶۷ گونه جلبک قرمز، ۷۹ گونه جلبک سبز، ۸۰ گونه جلبک قهوه‌ای، ۱۵ گونه جلبک سبز-آبی و شش گونه دیاتومه است (Sohrabipour and Rabiei 2017).

۲-اهمیت جلبک‌های دریایی در کشاورزی

جلبک‌های دریایی به دلیل دارا بودن مقادیر زیادی از مواد معدنی، اسیدهای آمینه، ویتامین‌ها و تنظیم کننده‌های رشد همانند اکسین، سیتوکینین و جیبرلین از مهم‌ترین محرک‌های رشد گیاهان محسوب می‌شوند (Senn 1987). استفاده از این محرک‌ها در گیاهان زراعی موجب افزایش ریشه‌زایی، بهبود عملکرد، افزایش فعالیت فتوسنتزی و مقاومت در برابر بیمارگرهای مختلف از جمله قارچ‌ها، باکتری‌ها و ویروس‌ها می‌شود (Sharma et al. 2014). به علاوه این ترکیبات باعث افزایش قابلیت جذب مواد غذایی، ظرفیت نگهداری آب، آنتی‌اکسیدان‌ها، متابولیسم و تولید کلروفیل در گیاهان می‌شوند (Khan et al. 2009).

۳-اهمیت جلبک‌های دریایی در مدیریت بیماری‌های گیاهی

کاربرد مؤثر جلبک‌های دریایی و عصاره‌های آنها بر علیه بیماری‌های مختلف گیاهی تاکنون شامل بیماری‌های باکتریایی، قارچی، ویروسی و نماتدی و همچنین آفات به اثبات رسیده است. این جلبک‌ها به صورت پودر مخلوط با خاک، عصاره و یا محلول‌پاشی برگ برای کنترل بیماری‌های گیاهی استفاده می‌شوند (Paracer et al. 1987, Hamed et al. 2018). جلبک‌های دریایی و عصاره‌های آنها به خودی خود سطح قابل قبولی از کنترل را فراهم نمی‌آورند، بلکه معمولاً از طریق القای مقاومت در گیاه، خاصیت تعارضی به‌واسطه افزایش فعالیت ریزجانداران دیگر و افزایش رشد گیاه، در مدیریت بیمارگرهای گیاهی نقش دارند (Wu et al. 1998).

۳-۱- تاثیر جلبک‌های دریایی بر بیماری‌های باکتریایی

خاصیت ضدباکتریایی جلبک‌های دریایی عمدتاً به دلیل وجود گروه‌های مختلف اسیدهای چرب زیست‌فعال می‌باشد (Ibraheem et al. 2017). خاصیت ضدباکتریایی اسیدهای چرب غالب (اسیدهای پالمتیک) جدا شده از جلبک سبز *Enteromorpha flexuosa* علیه باکتری بیماریزای گیاهی *Xanthomonas oryzae*

pv. *oryzae* عامل سوختگی نواری برنج ثابت شده است (Kumar et al. 2008). عصاره استونی و اتانولی حاصل از گونه‌های مختلف جلبک‌های قهوه‌ای روی طیف وسیعی از باکتری‌های بیمارگر گیاهی مانند *Pectobacterium carotovorum* و *Pseudomonas syringae* و همچنین باکتری بیماری‌زای انسانی *Escherichia coli* مؤثر بوده است (Kumar et al. 2008, Borbón et al. 2012).

۳-۲- تاثیر جلبک‌های دریایی بر بیماری‌های قارچی

نقش جلبک‌های دریایی در محافظت از گیاهان در برابر طیف وسیعی از بیمارگرهای قارچی به اثبات رسیده است (Hamed et al. 2018). ترکیبات فنولی، فلاونوییدها، پلی‌ساکاریدها و کربوهیدرات‌های ذخیره‌ای از جمله مانیتول و مانوز جلبک‌ها نقش مهمی در ذخیره‌سازی کربن و انرژی، تنظیم کوآنزیم‌ها، تنظیم فشار اسمزی و افزایش مقاومت کلی گیاه در برابر قارچ‌ها دارند (Hernandez-Herrera et al. 2014a, 2014b). همچنین جلبک‌ها با القای مسیرهای دفاعی گیاه از جمله اسید سالیسیلیک و اسید جاسمونیک در مقاومت گیاه علیه بیماری‌های قارچی نقش دارند (Ramkissoon et al. 2017). به طور مثال القای مقاومت گیاه انگور توسط جلبک‌ها در برابر بیماری‌های کپک خاکستری و سفیدک کرکی نشان داده شده است (Aziz et al. 2003). علاوه بر این جلبک‌ها می‌توانند در سرکوب مستقیم طیف وسیعی از بیمارگرهای قارچی دخیل باشند (Galal et al. 2011, Baloch et al. 2013).

۳-۳- تاثیر جلبک‌های دریایی بر بیماری‌های ویروسی

بسیاری از ترکیبات ضدویروسی شامل پروتیین‌ها، پلی‌ساکاریدها، آلکالوئیدها، فلانوییدها و پلی‌فنول‌ها در جلبک‌ها کشف شده است (Zhao et al. 2017). پلی‌ساکاریدها به‌ویژه پلی‌ساکاریدهای سولفاته حاصل از جلبک‌های قهوه‌ای با مسدود کردن جذب ویروس ایکس سیب‌زمینی توسط غشای سلولی نقش به‌سزایی در کاهش آلودگی سیب‌زمینی به این ویروس دارند. گفته می‌شود که این ترکیبات با اشغال کردن گیرنده‌های ویروس در سطح سلول، مانع از اتصال ویروس به میزبان و جذب آن می‌گردند (Feldman et al. 1999, Pardee et al. 2004). در خصوص جلبک‌های قرمز دریایی، کاپا/بتا کاراژینان‌های استخراج شده از *Tichocarpus crinitus* باعث سرکوب ویروس موزاییک توتون (TMV) در توتون شده است (Nagorskaia et al. 2008).

۳-۴-کاربرد جلبک‌های دریایی در مدیریت نماتدهای انگل گیاهی

جلبک‌های دریایی در حکم منابع مهم نماتدکش مطرح هستند (Hamed et al. 2018) و بیشتر بررسی‌های صورت گرفته در مورد تاثیر آنها بر نماتدهای غده ریشه بوده است. سمیت جلبک‌های دریایی برای این نماتدها تا حدودی برابر با سمیت نماتدکش کاربوفوران در شرایط گلخانه و مزرعه بوده است (Sultana et al. 2012). سیتوکنین‌ها، ۱-آمینوسیلیکوپروپان-۱- اسید کربوکسیلیک و پیش‌سازهای بیوسنتز اتیلن در جلبک‌های دریایی وجود دارند و می‌توانند مقاومت گیاهان نسبت به نماتدهای غده ریشه را بهبود بخشند. اصلاح خاک توسط جلبک قهوه‌ای *Spatoglossum schroederi* در غلظت‌های ۰/۵ و یک درصد به طور قابل توجهی سبب کاهش آلودگی ریشه گوجه‌فرنگی به نماتدهای *Meloidogyne incognita*، *M. javanica* و *M. arenaria* می‌شود (Paracer et al. 1987). مایه‌زنی خاک با محرک‌های زیستی از جمله جلبک‌های دریایی توانسته است نفوذ، تهاجم و دوام لاروهای سن دوم نماتدهای *M. javanica* و

M. incognita را در گوجه‌فرنگی کاهش دهد (Wu et al. 1998). مخلوط کردن خاک با پودر حاصل از جلبک‌های دریایی *Spatoglossum variabile*، *Polycladia indica* و *Melanothamnus afaqhusainii* به طور قابل ملاحظه‌ای آلودگی گیاه هندوانه و بادنجان را به *M. incognita* کاهش می‌دهد (Baloch et al. 2013). عصاره‌های دو جلبک قهوه‌ای *Ascophyllum nodosum* و *Ecklonia maxima* روی نماتدهای *M. chitwoodi* و *M. hapla* نشان داد که در معرض قرار گرفتن کیسه‌های ژلاتینی تخم این نماتدها در عصاره‌های قلیایی ۵۰ و ۱۰۰ درصدی حاصل از این جلبک‌ها به طور معنی‌داری درصد تفریخ نهایی تخم‌های آن‌ها را کاهش می‌دهد. به علاوه لاروهای سن دوم این نماتدها تمایل کمتری به تغذیه از ریشه‌های گوجه‌فرنگی آغشته به *A. nodosum* داشتند (Ngala et al. 2016). جلبک‌های سبز-آبی *Anabaena oryzae* و *Scenedesmus obliquus* طیف گسترده‌ای از متابولیت‌های ثانویه از جمله پپتیدها، آلکالوییدها، استامید، هگزامتیل، اکسیم متوکسی فنیل، فنول‌ها و دیگر ترکیبات را رهاسازی می‌کنند که برای نماتدهای غده ریشه سمی هستند (Hamouda and El-Ansary 2013).

بررسی‌های دیگری نیز در مورد تأثیر جلبک‌های دریایی بر سایر نماتدهای انگل گیاهی صورت گرفته است. در پژوهشی مشخص شد که مخلوط کردن یک گرم پودر جلبک سبز *Chlorella vulgaris* با خاک گلدان، اثر تحریک‌کننده قوی بر افزایش رشد قلمه‌های انگور دارد و همچنین دارای اثر مهارکننده روی نماتد انگل سطحی *Xiphinema index* است (Bileva 2013). در پژوهشی دیگر نشان داده شد که عصاره آلکالوییدی جلبک قهوه‌ای *A. nodosum* می‌تواند موجب کاهش معنی‌دار تعداد نماتدها و افزایش وزن نهال‌های مرکبات آلوده به نماتد *Radopholus similis* در مقایسه با نهالهای شاهد شود (Radwan *et al*. 2012). همچنین *A. nodosum* به طور مؤثر موجب کاهش جمعیت نماتد *Belonolaimus longicaudatus* در چمن پس از گذشت یک ماه گردید (Morgan and Tarjan 1980) و عصاره غلیظ جلبک قهوه‌ای *Ecklonia maxima* موجب کاهش تولیدمثل نماتد *Pratylenchus zeae* روی ریشه ذرت شده است (De Waele and Jordaan 1988).

نتیجه‌گیری

جلبک‌ها، به‌ویژه جلبک‌های دریایی منابع زیستی بسیار مهمی در ابعاد مختلف زمینه‌های کشاورزی محسوب می‌شوند. جلبک‌های دریایی با تولید مجموعه‌ای وسیع از ترکیبات زیستی فعال باعث از بین رفتن بسیاری از بیمارگرهای گیاهی می‌شوند. تأثیرجلبک‌های دریایی بر بیماری‌های گیاهی به‌واسطه القای مقاومت گیاه، خاصیت تعارضی ناشی از فعالیت سایر ریزجانداران و تأثیر مستقیم در رشد گیاه می‌باشد. همچنین این جلبک‌ها ممکن است موجب تحریک ریزجانداران مفید و متعارض بیمارگرها در خاک شوند و رشد آن‌ها بر میزان تجمع بیمارگرهای خاک‌زاد تأثیر بگذارد. به طور کلی، در برنامه‌های مدیریت تلفیقی بیماریهای گیاهی، جلبک‌های دریایی قابلیت کاربرد به عنوان میکرب‌کش، کود زیستی، محرک زیستی و تقویت‌کننده خاک را دارا هستند. بنابراین کاربرد جلبک‌های دریایی و مشتقات حاصل از آن‌ها، گامی مهم در راستای کشاورزی ارگانیک و پایدار محسوب می‌شود.

منابع References

1. Aziz A, Poinssot B, Daire X, Adrian M, Bézier A, Lambert B, Pugin A (2003) Laminarin elicits defense responses in grapevine and induces protection against

Botrytis cinerea and *Plasmopara viticola*. Molecular Plant-Microbe Interactions 16:1118-1128.

2. Baloch GN, Tariq S, Ehteshamul-Haque S, Athar M, Sultana V , Ara J (2013) Management of root diseases of eggplant and watermelon with the application of asafoetida and seaweeds. Journal of Applied Botany and Food Quality 86:138-142.
3. Bileva T (2013) Influence of green algae *Chlorella vulgaris* on infested with *Xiphinema index* grape seedlings. Journal of Earth Science Climate Change 4:136-138.
4. Borbón H, Herrera JM, Calvo M, Trimino H, Sierra L, Soto R , Vega I (2012) Antimicrobial activity of most abundant marine macroalgae of the Caribbean coast of Costa Rica. Journal of Asian Scientific Research 2:292-299.
5. De Waele D, Jordaan EM (1988) Plant-parasitic nematodes on field crops in South Africa. 1. Maize. Revue de Nématologie 11:65-74.
6. Feldman SC, Reynaldi S, Stortz CA, Cerezo AS , Damonte EB (1999) Antiviral properties of fucoidan fractions from *Leathesia difformis*. Phytomedicine 6:335-340.
7. Galal HRM, Salem WM, Nasr El-Deen F (2011) Biological control of some pathogenic fungi using marine algae. Research Journal of Microbiology 6:645-57.
8. Hamed SM, El-Rhman AAA, Abdel-Raouf N , Ibraheem IB (2018) Role of marine macroalgae in plant protection and improvement for sustainable agriculture technology. Journal of Basic and Applied Sciences 7:204-210.
9. Hamouda RA, El-Ansary MSM (2013) Biocontrol of root knot nematode, *Meloidogyne incognita* infected banana plants by Cyanobacteria. Egyptian Journal of Agroentomology, 12:113-129.
10. Hernandez-Herrera RM, Santacruz-Ruvalcaba F, Ruiz-López MA, Norrie J, Hernández-Carmona G (2014a) Effect of liquid seaweed extracts on growth of tomato seedlings (*Solanum lycopersicum* L.). Journal of Applied Phycology 26:619-628.
11. Hernandez-Herrera RM, Virgen-Calleros G, Ruiz-López M, Zañudo-Hernández J, Délano-Frier JP, Sánchez-Hernández C (2014b) Extracts from green and brown seaweeds protect tomato (*Solanum lycopersicum*) against the necrotrophic fungus *Alternaria solani*. Journal of Applied Phycology 26:1607-1614.
12. Ibraheem BMI, Abdel-Raouf N, Mohamed HM, Yehia R, Hamed SM (2017) Impact of the microbial suppression by using the brown alga *Dictyota dichotoma* extract. Egyptian Journal of Botany (The 7th International Conference on Plant and Microbial Biotechnology), 205-214.
13. Khan W, Rayirath UP, Subramanian S, Jithesh MN, Rayorath P, Hodges DM, Prithiviraj B (2009) Seaweed extracts as biostimulants of plant growth and development. Journal of Plant Growth Regulation 28:386-399.
14. Kumar CS, Sarada DV , Rengasamy R (2008) Seaweed extracts control the leaf spot disease of the medicinal plant *Gymnema sylvestre*. Indian Journal of Science and Technology 1:1-5.

15. Morgan KT, Tarjan AC (1980) Management of sting nematode on centipede grass with kelp extracts. Proceedings of the Florida State Horticultural Society 93:97-99.

16. Nagorskaia VP, Reunov AV, Lapshina LA, Ermak IM , Barabanova AO (2008) Influence of kappa/beta-carrageenan from red alga *Tichocarpus crinitus* on development of local infection induced by tobacco mosaic virus in Xanthi-nc tobacco leaves. Izvestiia Akademii nauk Seriia biologicheskaia 3:360-364.

17. Ngala BM, Valdes Y, Dos Santos G, Perry RN , Wesemael WM (2016) Seaweed-based products from *Ecklonia maxima* and *Ascophyllum nodosum* as control agents for the root-knot nematodes *Meloidogyne chitwoodi* and *Meloidogyne hapla* on tomato plants. Journal of Applied Phycology 28:2073-2082.

18. Paracer S, Tarjan AC, Hodgson LM (1987) Effective use of marine algal products in the management of plant-parasitic nematodes. Journal of Nematology 19:194-200.

19. Pardee KI, Ellis P, Bouthillier M, Towers GH , French CJ (2004) Plant virus inhibitors from marine algae. Canadian Journal of Botany 82:304-309.

20. Radwan MA, Farrag SAA, Abu-Elamayem MM , Ahmed NS (2012) Biological control of the root-knot nematode, *Meloidogyne incognita* on tomato using bioproducts of microbial origin. Applied Soil Ecology 56:58-62.

21. Ramkissoon A, Ramsubhag A , Jayaraman J (2017) Phytoelicitor activity of three Caribbean seaweed species on suppression of pathogenic infections in tomato plants. Journal of Applied Phycology 29:3235-3244.

22. Sharma HS, Fleming C, Selby C, Rao JR, Martin T (2014) Plant biostimulants: a review on the processing of macroalgae and use of extracts for crop management to reduce abiotic and biotic stresses. Journal of Applied Phycology 26:465-490.

23. Sohrabipour J, Rabiei R (2017) Algal vegetation in southern coastline of Iran. Iran Nature 2:62-68.

24. Sultana V, Baloch GN, Ara J, Ehteshamul-Haque S, Tariq RM , Athar M (2012) Seaweeds as an alternative to chemical pesticides for the management of root diseases of sunflower and tomato. Journal of Applied Botany and Food Quality 84:162.

25. Wu Y, Jenkins T, Blunden G, von Mende N, Hankins SD (1998) Suppression of fecundity of the root-knot nematode, *Meloidogyne javanica*, in monoxenic cultures of *Arabidopsis thaliana* treated with an alkaline extract of *Ascophyllum nodosum*. Journal of Applied Phycology 10:91.

26. Zhao L, Feng C, Wu K, Chen W, Chen Y, Hao X, Wu Y (2017) Advances and prospects in biogenic substances against plant virus: A review. Pesticide Biochemistry and Physiology 135:15-26.