

تحلیلی بر فن آوری و مدیریت گیاه آذولا (*Azolla filiculoides*)

و کاربردهای مختلف آن

جلال امیدي^{۱*} و سمانه عبدالمحمدی^۲

*۱- کارشناسی ارشد، گروه علوم باغبانی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران، jalalomidi58@yahoo.com

۲- کارشناسی ارشد، گروه علوم باغبانی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران، abu_tilon@yahoo.com

*نویسنده مسئول: جلال امیدي

تاریخ دریافت: اردیبهشت ۱۳۹۹ تاریخ پذیرش: تیر ۱۳۹۹

Analysis of the technology and management of *Azolla filiculoides* and its various applications

Jalal Omid^{1*} and Samaneh Abdolmohammadi²

1*- MS.c, Department of Horticulture, University of Guilan, Rasht, Iran, jalalomidi58@yahoo.com

2- MS.c, Department of Horticulture, University of Guilan, Rasht, Iran, abu_tilon@yahoo.com

*Corresponding author: Jalal Omid

Received: May 2020 Accepted: July 2020

Abstract

The components of life are connected like a chain, and this connection allows one to examine other factors while studying. *Azolla filiculoides* is an invasive species that has grown in fish ponds, rice fields in northern Iran and Anzali International Wetland and has become an environmental problem. *Azolla* is a floating fern species that occupies large levels of aquatic ecosystems. Excessive growth of this plant in lakes, ponds, wetlands and ..., interferes with the use of water resources by humans, adversely affects the quality of water and creates ecological problems on other plant and animal species. *Azolla* was an uninvited guest who arrived in Iran in 1984 to grow rice. The unique capabilities of this plant made it uncontrollable and this plant grows widely in the north of the country and is more widely known in the wetlands and rice fields as a problem of invasive habitat and vegetation. Up to a useful plant. This fern reptile entered Iran without comprehensive research on morphology and growth, and only to increase rice production. Due to the wide distribution of azolla, rapid growth and nitrogen fixation, it is necessary to control the growth and reproduction of this plant species by taking appropriate management measures in addition to preventing disturbing the ecological balance of aquatic ecosystems of this plant for various purposes, Optimal use.

Key Words: Anzali, *Azolla*, Environment, Green manure.

فصلنامه گیاه و زیست فناوری ایران
سال ۱۳۹۹، دوره ۱۵، شماره ۱، صص ۵۶-۵۱

چکیده

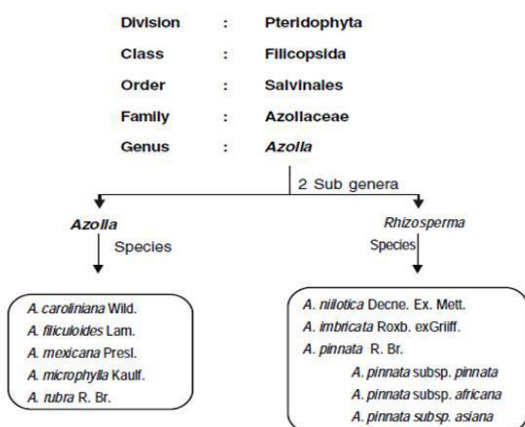
اجزای حیات مانند یک زنجیره به هم متصل است و همین اتصال باعث می شود که هنگام مطالعه، انسان به بررسی عوامل دیگر هم بپردازد. *Azolla filiculoides* یک گونه مهاجم بوده که در حوضچه های پرورش ماهی، مزارع برنج شمال ایران و تالاب بین المللی انزلی رشد کرده و تبدیل به معضل زیست محیطی شده است. آذولا یک گونه سرخس آبی شناور است که سطوح وسیعی از اکوسیستم های آبی را اشغال می کند. رشد بیش از حد این گیاه در دریاچه ها، برکه ها، تالاب ها و ... موجب دخالت در استفاده از منابع آب توسط انسان، تاثیر نامطلوب بر کیفیت آب و ایجاد مشکلات اکولوژیکی بر سایر گونه های گیاهی و جانوری می شود. آذولا مهمان ناخوانده ای بود که در سال ۱۳۶۳ برای پرورش برنج وارد ایران شد. قابلیت های منحصر به فرد این گیاه باعث شد که هیچ کنترلی بر روی آن صورت نگیرد و این گیاه به طور وسیعی در شمال کشور رشد کند و در سطح تالاب ها و مزارع برنج بیشتر به عنوان معضل زیست محیطی و گیاهی مهاجم شناخته شود تا گیاهی مفید. این سرخس آبی بدون تحقیقات جامع در مورد مورفولوژی و نحوه رشد، و فقط برای افزایش تولید برنج وارد ایران شد. با توجه به پراکنش وسیع آذولا، رشد سریع و قابلیت تثبیت ازت، ضروری است تا با انجام اقدامات مدیریتی مناسب، رشد و تکثیر این گونه گیاهی را کنترل نمود تا علاوه بر جلوگیری از برهم خوردن تعادل اکولوژیکی اکوسیستم های آبی از این گیاه جهت مصارف مختلف استفاده بهینه نمود.

کلمات کلیدی: آذولا، انزلی، کود سبز، محیط زیست.

فصلنامه گیاه و زیست فناوری ایران
سال ۱۳۹۹، دوره ۱۵، شماره ۱، صص ۵۶-۵۱

مقدمه و کلیات

زیستگاه‌های طبیعی را نیز درگیر کرده است. آزولا می‌تواند به سرعت رشد کند به طوری که زمان دو برابر شدن آن فقط دو تا پنج روز می‌باشد. بیشتر گونه‌های آزولا در هنگام استرس، افزایش درجه حرارت و یا تنش غذایی رنگدانه‌های مایل به قرمز تولید می‌کنند. قابل توجه‌ترین ویژگی آزولا همزیستی آن با سیانوباکتری آنابنا میباشد. این رابطه به شدت برنامه‌ریزی شده است و در جامعه گیاهی منحصر به فرد می‌باشد (Small and Darbyshire, 2011).



شکل ۱- رده بندی گیاهشناسی آزولا

Figure 1- *Azolla* botanical classification

در اواخر سال ۱۳۶۳ مهندس محمود اصفیا در سفری به هندوستان با این گیاه آشنایی پیدا کرده و در سال ۱۳۶۷ موفق به معرفی ارقام سازگار آزولا در گیلان، مازندران، شهریار و منطقه پل آبگینه در شهرستان کازرون شد. هدف از ورود این گیاه به کشور کنترل بیولوژیک علف‌های هرز شالیزارها و تثبیت نترورژن در این مزارع عنوان شده است. اما پس از ورود نه تنها این گیاه قادر به ایفای نقش مثبت در کنترل علف‌های هرز دیگر نبود بلکه خود به علف هرز جدیدی تبدیل شد که تا سال ۱۳۸۰ هیچ روش مناسبی برای کنترل آن معرفی نشده بود (اصفیا،

سرخس آزولا، شناور بر روی سطح آب و تقریباً مثلث یا دایره‌ای شکل است. به جز گونه *Azolla nilotica* اندازه گونه‌های دیگر آن به ندرت از ۳-۴ سانتیمتر تجاوز می‌کند. ساقه‌ها توسط برگ‌های کوچک، متناوب و پولک مانند پوشیده می‌شوند. ریشه‌های نابجا در پایین ساقه قرار دارند و به صورت عمودی در داخل آب رشد می‌کنند. سیانوباکتری آنابنا (*Anaebaena azolla*) در بالای ساقه گیاه و در داخل حفره‌های برگ جای دارد (Lejeune, 2000). گیاه آزولا دارای گونه‌ها و زیرگونه‌های متفاوتی است و بسته به شرایط محیطی رنگ و اندازه آن گسترش متفاوتی دارد (Hussner, 2012). خاستگاه اولیه این گیاه آمریکای شمالی است که برای اولین بار در سال ۱۸۷۳ میلادی توسط لامارک شناسایی شد و تاکنون هفت گونه از این گیاه در جهان به ثبت رسیده است. این نام دارای ریشه یونانی بوده و از دو واژه آزو به معنی خشک کردن و الیو به معنی کشتن اخذ گردید که در حقیقت بیانگر این مطلب می‌باشد که آزولا در اثر خشکی میمیرد. آزولا با دارا بودن نزدیک به هفت گونه، تنها جنس متعلق به خانواده (Azollaceae) می‌باشد. در واقع یک خانواده کوچک از سرخسیان است که گاهی اوقات در ترکیب با خانواده سالوینیاسه (Salviniaceae) قرار می‌گیرد (شکل ۱). آزولاها تحت شرایط مطلوب می‌توانند در چند لایه به عمق پنج سانتیمتر بر روی یکدیگر رشد کنند. آزولا بومی مناطق استوایی، زیراستوایی و همچنین مناطق گرمسیری افریقا، آسیا و امریکای شمالی می‌باشد. علی‌رغم این امتیازات، این سرخس بسیاری از

تحمیل می‌کند که اصلاً جبران پذیر نمی‌باشد. کارشناسان شیلات معتقدند رشد شناور و سرطانی آزولا در سطح تالاب‌ها، مرداب‌ها و شالیزارهای شمال باعث شده است تا اکثر گیاهان بومی منطقه به دلیل خفگی نابود شوند و نفس زندگی این اکوسیستم چندین هزار ساله به شماره افتد. هر چه هست آزولا، زیستگاه‌های آبی شمال کشور به خصوص گیلان و مازندران را شدیداً تحت فشار قرار داده است و اگر روند رشد این گیاه به همین صورت ادامه یابد معلوم نیست بر سر این اکوسیستم منحصر به فرد جهانی چه خواهد آمد (Hashemloian, 2009). اینگونه شد که آزولا در مدت زمانی اندک پوشش یکپارچه و در هم تنیده‌ای را روی منابع آبی شمال کشور گستراند (شکل ۲). اما با همه این مشکلاتی که توسط این گیاه مهاجم در محیط زیست به وجود آمده است، می‌توان با جمع-آوری آزولا از سطح شالیزارها و تالاب‌ها استفاده‌های متفاوتی از این گیاه از جمله به عنوان کود زیستی، منبع غنی از متابولیت‌های موثر در تولید مکمل‌های غذایی، کمپوست آلی، مصارف زینتی و آزولا را از یک تهدید زیست محیطی به یک فرصت تبدیل نمود. آزولا هم‌اکنون به عنوان یک نعمت خدادادی در اختیار ما قرار گرفته است. اما به دلیل عدم مدیریت صحیح در کنترل و بهره‌برداری از آن امروزه از این منبع ارزشمند به عنوان بلای زیست محیطی یاد می‌شود. با توجه به این که بهترین راه مقابله با مشکلات آزولا در شمال ایران، بهره‌برداری اصولی از آن می‌باشد. موارد مصرف متعددی برای آزولا وجود

۱۳۶۴). گیاه آزولا، به محض ثابت شدن در یک مکان، شروع به تکثیر می‌کند و ظرف مدت کوتاهی، تمام سطح آب را می‌پوشاند، بطوری که هیچ روزنه-ای برای ورود نور خورشید به درون آب، وجود نخواهد داشت. ریشه‌های معلق جلبک، تمام و یا اکثر املاح آب را جذب و صرف رشد و تکثیر خود می‌کند. طبیعی است، وقتی نور به درون آب نفوذ نکند و مواد مغذی هم که نباشد (یا کم باشد) دیگر از رشد گیاهان آبی دیگر و همچنین دیگر آبزیان مثل فیتوپلانکتون‌ها و ... خبری نیست. با توقف و یا کند شدن رشد این آبزیان مفید، در داخل آب اکسیژن تولید نخواهد شد و به همین دلیل جانوران آبی مثل ماهی‌ها و میگووارگانیسم‌ها قادر به رشد و تکثیر نبوده و سیر نابودی را در پیش می‌گیرند. در عوض سیستم‌های غیر هوازی شروع به فعالیت کرده و مرداب یا برکه را به تدریج به مکانی بد بو و غیر قابل زیست، تبدیل می‌کند. از آنطرف هم موقعی که مرداب‌ها خالی از موجودات آبی گردند، دیگر مکان مناسبی برای پرندگان مهاجر نخواهد بود. به همین سادگی اکوسیستم منظم چندین هزار ساله موجود بهم ریخته و رو به نابودی خواهد رفت (فیلی‌زاده، ۱۳۸۱). این جلبک در شالیزارها هم بعنوان یک رقیب جدی برنج در استفاده از املاح معدنی و مواد مغذی آب، قرار گرفته و از رشد مناسب برنج جلوگیری کرده و قطعاً هزینه کشت برنج را بخاطر استفاده بیشتری که باید از کود شیمیائی بشود، بالا می‌برد. علاوه بر آنکه روند افزایشی استفاده از کود شیمیائی در طولانی مدت هزینه‌های سرمایه‌ای فوق-العاده‌ای را بر مهمترین منبع حیات بشر یعنی خاک،

زیست آسیب کمتری وارد شده و در ضمن محصولات کشاورزی تولید شده سالم و ارگانیک خواهند بود (امیدی و همکاران، ۱۳۹۷).

تامین خوراک دام، اردک و ماهی: آزولا دارای ۱۳ تا ۲۴ درصد پروتئین بر پایه‌ی وزن خشک است. هر هکتار آزولا قادر به تولید ۱-۲ تن غذا است. استفاده از آزولا برای تامین خوراک دام، اردک و ماهی دارای پتانسیل بالایی است. در این صورت دیگر نیازی به مکمل‌های شیمیایی نیست و بنابراین مواد پروتئینی سالم در اختیار مردم قرار می‌گیرد (زمانی، ۱۳۸۶) (شکل ۴).



شکل ۴- آماده کردن آزولا برای خوراک دام، اردک و ماهی

Figure 4 - Preparing azolla for fodder, ducks and fish

تغذیه انسان: این گیاه برای تغذیه انسان مفید است. کاربرد این گیاه در سایر کشورها نشان می‌دهد که نه تنها این گیاه برای انسان سمی نیست بلکه اشکالات گوارشی هم برای انسان ایجاد نمی‌کند. بتاکاروتن موجود در آزولا از هویچ هم بیشتر است. همچنین به خاطر پروتئین بالایی که دارد توجه خیلی‌ها را به خود جلب کرده است. آزولا سرشار از عناصر فسفر، کلسیم، منیزیم و پتاسیم است (زمانی، ۱۳۸۶).

تامین انرژی: در کشورهای جنوب شرق آسیا از آزولا هنگامی که دیگر نتوان هیچ استفاده‌ی مفیدی کرد برای تامین انرژی استفاده می‌کنند و به این

دارد که هر کدام به صورت مستقیم و غیر مستقیم برای انسان مفید است که در زیر به آن اشاره می‌شود.



شکل ۲- فراگیر شدن آزولا در سطح آبگیرها و تالاب‌ها

Figure 2 - Azolla's ubiquity at the surface of ponds and wetlands

کاربردهای گوناگون آزولا

کشت برنج: برنج یکی از پر مصرف ترین مواد غذایی است و در واقع علت اصلی ورود آزولا به ایران کشت برنج بود. استفاده از آزولا برای کشت برنج باعث می‌شود که نشا برنج در شالی‌زار استحکام بیشتری داشته باشد و برای همین نشا کمتری از بین می‌رود. با مصرف آزولا وزن خشک، تعداد، وزن خوشه‌های برنج و میزان پروتئین دانه برنج افزایش پیدا می‌کند (رضوی‌پور، ۱۳۸۸). (شکل ۳).



شکل ۳- کاربرد آزولا در مزارع برنج

Figure 3- Application of azolla in rice fields

کمپوست و کود گیاهی: استفاده از آزولا برای تولید کمپوست و کود سبز باعث کاهش واردات بسترهای گران‌قیمت مانند پیت، کوکوپیت و ... شده و همچنین مصرف کودهای شیمیایی کاهش می‌یابد و به محیط

رشد بالا، تولید انبوه در واحد سطح، عدم نیاز به عملیات کاشت و امکان کشت همزمان و مخلوط با سایر گیاهان آبی هم چون برنج، غنی بودن از پروتئین و افزایش تقاضا برای مواد غذایی ارگانیک باعث شده تا گیاه آزولا به صورت تازه، خشک و یا سیلو شده، به عنوان خوراک دام، کود سبز، کود زیستی برای افزایش باروری خاک مورد استفاده قرار گیرد (رضوی‌پور، ۱۳۸۸). همچنین به منظور تصفیه فاضلاب و اصلاح خاک‌های شور، حذف فلزات مختلف مانند جیوه، سرب، کروم و کادمیوم از فاضلاب‌ها و حذف ترکیبات نیتروژن‌دار از آب‌های سطحی مصرف شود. در سال‌های اخیر سرخس آزولا اهمیت خاصی پیدا کرده است و به دلیل ارزش غذایی و میزان پروتئین بالا جهت مصرف انسان نیز مناسب است. کاربردهای ذکر شده می‌تواند برای تولید-کنندگان کمپوست، کشاورزان شالیکار، پرورش‌دهندگان گل و گیاهان زینتی بخش خصوصی و دولتی، پرورش‌دهندگان حیوانات اهلی مانند دام و اردک، پرورش‌دهندگان ماهی و فعالان زیست‌محیطی تعمیم یابد و در نهایت سبب استفاده مفید از پسماند کشاورزی سرخس آزولا شده و معضلات زیست-محیطی ناشی از این گیاه مهاجم را برطرف کند. با کاربردهای مختلف آزولا در هزینه‌های ریالی و ارزی جهت خریداری بسترهای کشت مانند پیت و کوکوپیت (امیدی و عبدالمحمدی ۱۳۹۹)، خوراک دام، اردک و ماهی و کودهای شیمیایی صرفه‌جویی شده و این صرفه‌جویی در نهایت سبب شکوفایی اقتصاد کشور خواهد شد.

ترتیب با کاربرد بیوگاز آزولا در مصرف سوخت‌های دیگر صرفه جویی می‌شود (زمانی، ۱۳۸۶).

تصفیه آب از طریق جذب فلزات سنگین (گیاه پالائی): پروسه کاهش فلزات سنگین پسماندها براساس خاصیت منحصر به فرد زیست‌توده آزولا است که با تمایل بالای بارهای منفی گروه‌های کربوکسیل پکتین، فسفات و تیول و گروه‌های کربوکسیل پپتیدها به یون‌های فلزی اتصال می‌یابد. پروسه اتصال یون‌های فلزی جامد به آزولا نشان‌دهنده تمایل بالای یون‌های سمی به آزولا است. بر اساس این خاصیت می‌توان از آزولا جهت حذف فلزات سنگین بهره جست (زمانی، ۱۳۸۶).

سایر کاربردهای آزولا: از آزولا استفاده‌های دیگری هم می‌شود که این کاربردها به گستردگی موارد قبل نیست مثل استفاده از آزولا به عنوان شاخص بیولوژیک برای تشخیص آلودگی در محیط، تهیه داروهای ضد سرطان و آلرژی، صنایع بهداشتی و آرایشی، تزئین استخر پارک‌ها و منازل (شکل ۵).



شکل ۵- استفاده از گیاه آبی آزولا برای تزئین آبگیر

Figure 5 - Using azolla aquatic plants to decorate the pond

نتیجه‌گیری کلی

امروزه استفاده از گیاهان آبی برای اهداف متفاوت مورد توجه خاصی قرار گرفته است. یکی از این منابع مهم گیاه آزولا است. به دلیل زیستگاه رشد، سرعت

منابع

- ۱) اصفیا، م. ۱۳۶۴. بررسی سازگاری ارقام آزولا با آب و هوای مناطق شالیکاری ایران، سازمان پژوهش‌ها و موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال بذر، طرح پژوهشی.
- ۲) امیدی، ج. عبدالحمیدی، س. کاربرد آزولا در بسترهای کشت گیاهان زیتنی. نشریه مدیریت ضایعات و پسماندهای کشاورزی، ۲، (۱): ۱-۵.
- ۳) امیدی، ج. عبدالحمیدی، س. بخشی‌پور، م و شیخ‌پور، م. ۱۳۹۷. امکان جایگزینی پیت - پرلیت - ماسه با کمپوست آزولا در بستر کشت پدیلاتتوس (*Pedilanthus tithymaloides* L.) فصلنامه علمی و پژوهشی بیولوژی کاربردی. ۸ (۳۲): ۱۳-۲۰.
- ۴) رضوی‌پور، ت. ۱۳۸۸. تهیه کمپوست از آزولا و کاه برنج. نشریه ترویجی شماره ۱۹. مدیریت هماهنگی ترویج کشاورزی استان گیلان. ۲۲ ص.
- ۵) زمانی، ح. ۱۳۸۶. مطالعه کاربردهای آزولا، پایان‌نامه کارشناسی ارشد میکروبیولوژی، دانشکده علوم زیستی، دانشگاه شهید بهشتی تهران. ۹۳ ص.
- ۶) فیلی‌زاده، ی. ۱۳۸۱. بررسی اکولوژیکی رشد بیش از اندازه آزولا در تالاب انزلی و چگونگی کنترل آن. نشریه منابع طبیعی ایران، دوره ۵۵، شماره ۱: ۶۵-۸۲.
- 7) Hashemloian, B. D. and Azimi, A. A. 2009. Alien and exotic Azolla in northern Iran. African Journal of Biotechnology, 8(2), 187-190.
- 8) Hussner, A. 2012. Alien aquatic plant species in European countries. Weed Research DOI: 10.1111/j.1365-3180.20.12.00926.x.
- 9) Lejeune, A., Peng J., Boulenge A., Larondellec, Y. and Van Hovea, C. 2000. Carotene content of Azolla and its variations during drying and storage treatments. Animal Feed Science and Technology. 295-301.
- 10) Small, E. and Darbyshire S. J. 2011. Blossoming treasures of biodiversity 35. Mosquito Ferns (Azolla species) – tiny 'super plants. Vol. 12, No. 2, June 2011, 119-128.