زیست سپهر

Biosphere

پژوهشی

شناسایی و بررسی وضعیت سنبل آبی (*Eichhorniacrassipes*) در تالاب بین المللی انزلی

عباس عاشوری[1*]

[1] اداره کل حفاظت محیطزیست استان گیلان

نویسنده مسئول: عباس عاشوری

Abbasashoori67@gmail.com

چکیده

سنبل آبی بدترین علف هرز آبی در دنیا لقب گرفته است. این گیاه آبزی قادر است در مدت زمان کوتاهی کل سطح پهنه‌های آبی را بپوشاند و مشکلات عدیده‌ای برای بوم‌سازگان‌های آبی و ذی نفعان ایجاد نماید. سنبل آبی برای اولین بار در مرداد ۱۳۹۴ در تالاب بین‌المللی انزلی شناسایی گردید و در کمتر از سه ماه، ۳۱۹ هکتار از وسعت تالاب بین المللی انزلی (۱/۶ درصد از مساحت این تالاب) راآلوده نمود. با توجه به اینکه سه روش: میکانیکی، شیمیایی و بیولوژیکی برای مقابله با این گیاه در دنیا استفاده شده است؛ به نظر می‌رسد با توجه به اینکه مدت زمان طولانی از ورود سنبل آبی به این تالاب نمی‌گذرد، جمع‌آوری میکانیکی (دستی) مداوم و در درازمدت، بهترین راهکار مقابله با این گیاه مهاجم در تالاب بین المللی انزلی است.

کلمات کلیدی: سنبل آبی،گونه مهاجم، تالاب انزلی

مقدمه

گونه‌های غیر بومی، گونه‌های هستند که به طور طبیعی در فون جانوری و فلور گیاهی یک کشور وجود ندارند و تاریخ تکامل آنها در منطقه دیگری سپری شده است (ملکیان و همامی، ۱۳۹۱). گستره جغرافیایی این گونه‌ها محدود است و بسیاری از آنها به طور طبیعی قادر به گذشتن از موانع جغرافیایی نیستند و انسان با جابجا کردن گونه‌ها در سراسر جهان این الگو را بر هم زده است (ملکیان و همامی، ۱۳۹۱). این گونه‌ها قادرند به انسان و زیستگاه‌های طبیعی خسارت وارد کنند یا اثر بدی بر کارکرد اکوسیستم‌های طبیعی داشته باشند. امروزه گونه‌های مهاجم یک تهدید مهم برای تنوع زیستی به شمار می‌آیند (Wilcove *et al* .,1998) و زیان‌های اقتصادی بسیاری به بار می‌آورند (Pimentel *et al*., 2005).

سنبل آبی یکی آسیب زننده‌ترین علف‌های هرز آبی - به اکوسیستم‌های آبی-در دنیا است (Holmn *et al* 1977). این گیاه آبزی برگ شناور، سریعا رشد می‌کند (Penfound and Earle, 1948) و توده‌های بزرگ و عظیمی تشکیل می‌دهد که کل سطح پهنه‌های آبی را می‌پوشاند و سدهای غیر قایل نفوذی ایجاد می‌کند که حتی مانع از تردد قایق‌ها و کشتی‌ها می‌شود (Gowanloch and Bajkov, 1948 : Zeiger, 1962). دریاچه‌ها، استخرها، کانال‌ها و رودخانه‌ها زیستگاه مناسب رشد و انتشار این گونه هستند.

سنبل آبی بومی کشورهای آمریکای جنوبی خاصه برزیل و اکوادور است و به دلیل زیبایی گل‌هایش از اواخر قرن ۱۹ و اوایل قرن ۲۰ به تعدادی از کشورهای دنیا معرفی گردیده و امروزه در بیش از ۵۱ کشور دنیا از هر ۵ قاره برده شده است. این گیاه مشکلات عدیده‌ای را در این کشورها ایجاد نموده است و کیفیت بوم سازگان‌های آبی را کاهش داده و از این جهت «شیطان زیبا» یا «بدترین علف آبی دنیا» لقب گرفته است. این گیاه سریعا در افریقا در حال انتشار است و سبب تغییر روش زندگی به علاوه محیط زیست و فرهنگ مردم شده است (Cock et al., 2000).

این گیاه احتمالا از چند سال پیش برای نگهداری و پرورش در استخرها و حوض‌های خانگی وارد ایران شده است و از حدود ۴ سال پیش در استخر عینک شهرستان رشت دیده شد و در مدت کوتاهی کل سطح این تالاب را پوشانید. از اوایل مرداد ۱۳۹۴ این گیاه در بخش‌هایی از تالاب بین المللی انزلی مشاهده شدو پس از مدت کوتاهی بخش‌های از این تالاب به این گیاه آلوده گردید.

تالاب انزلی با وسعت ۱۹۳۰۰ هکتار مشتمل بر چهار بخش: مرکزی، غربی، شرقی و سیاه‌کشیم است و در استان گیلان، محدوده شهرستان‌های انزلی، صومعه‌سرا و رشت قرار دارد. این تالاب علاوه بر قرارگیری در فهرست کنوانسیون رامسر، از زیستگاه مهم برای پرندگان آبزی در منطقه است و تاکنون ۲۴۳ گونه پرنده در این تالاب شناسایی شده است. تالاب انزلی در فهرست تالاب‌های در معرض تهدید (فهرست مونترو (Montreux Record)) قرار دارد. ورود حجم زیاد رسوبات، فاضلاب‌های صنعتی و خانگی، افزایش حجم گیاهان آبزی و ورود گونه‌های مهاجم از جمله آزولا و کپور کراس از جمله تهدیدات عمده آن هستند (عاشوری و عبدوس، ۱۳۹۱).

با توجه به مشکلات عدیده تالاب بین‌المللی انزلی، بی شک ورود این گیاه نیز روند خشک شدن این تالاب، نابودی گیاهان آبزی بومی و کاهش سطح پهنه‌های آبی مناسب برای پرندگان آبزی را به دنبال خواهد داشت. از این رو پیش از حضور و انتشار سنبل آبی لازم است اقدام‌های مدیریتی منسجم و مناسبی جهت مقابله با این گیاه انجام پذیرد تا از بروز مشکلات‌گسترده بر تنوع زیستی و ذی نفعان جلوگیری به عمل آید.

سنبلآبی

سنبل آبی (Water Hyacinth) یک گیاه چند ساله و برگ شناور است و به Pontederiaceae که یک تیره از گیاهان تک لپه است، تعلق دارد. این تیره ۶ جنس و ۳۰ تا ۳۵ گونه دارد (Eckenwalder and Barrett, 1986). همه هفت جنس Eichhornia به جز *Eichhornianatans* بومی آمریکا هستند. این گیاه ۶ تا ۱۰ برگ نامتجانس و ساقه افراشته و استولون دارد. برگ‌های شناور آن در اندازه و شکل ظاهری با یکدیگر تفاوت دارند. دمبرگ‌های تغییر شکل یافته آن که شبیه پیاز اند باعث شناور ماندن و رشد عمودی گیاه می‌شوند. این گیاه تا ۱/۵متر هم رشد عمودی دارد (Center and Spencer, 1981). گل‌های این گیاه (با طیفی از رنگ‌های بنفش، صورتی و ارغوانی) ممکن است کوتاه. متوسط یا دراز باشند، چرخه گل دهی آن ۱۴ روز است و پس از پلاسیده شدن، دانه‌های آن در آب می‌ریزند (Kohji *et al* 1995). دانه‌ها در رسوبات برای ۱۵ تا ۲۰ سال زنده باقی می‌مانند (Mattews, 1967: Gopal , 1987) و بر روی

رسوبات مرطوب یا در آب‌های کم عمق گرم جوانه می‌زنند (Haigh, 1936: Hitchcock et al., 1950). گل‌ها ۱۰ تا ۱۵ هفته پس از جوانه زدن بذرها نمایان می‌شوند (Barrett, 1980). سنبل آبی در PH طبیعی رشد می‌کند اما قادر است PH ۴- ۱۰ را نیز تحمل کند. دماهای گرم (۲۸ تا ۳۰ درجه سانتی گراد) برای رشد این گیاه مناسب است (Haller and Sutton ,1973) و تا دمای ۱۰ درجه سانتی گراد را تحمل می‌کند (Ueki 1978). سرمای زیاد و طولانی مدت زیر ۵ درجه سانی گراد این گیاه را می‌کشد اما دانه‌های آن تا دوره گرمای بعدی زنده می‌مانند (Owens & Madsen, 1995). رشد آن در دمای آب بالای ۳۳ درجه سانتی گراد متوقف می‌شود (Knipling et al., 1970). رشد و انتشار سنبل آبی بیشتر تحت تاثیر استولون‌ها است و استولون‌ها پس از کمی رشد تشکیل میان گره و گیاه جدید می‌دهند (Watson and Cook 1982, 1987). این گیاه بر روی رسوبات مرطوب می‌تواند برای چندین ماه زنده بماند (Parija 1934).

تهدیدات و خطرات بوم شناختی سنبل آبی

با توجه به برخی خصوصیات بوم شناختی سنبل آبی، این گیاه قادر است؛ تهدیدات جدی بر بوم سازگان‌های آبی تحمیل نماید که از جمله آنها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱- توده‌های انبوه سنبل آبی، رشد گیاهان غوطه‌ور (Submerged plants) را محدود و مقدار اکسیژن را برای جوامع آبزی (Aquatic Communities) کاهش می‌دهد (Ultsch ,1973).
۲- سبب از بین رفتن فیتو پلانکتون‌ها می‌شود (McVea and Boyd, 1975).
۳- ترکیب جوامع بی مهرگان را تغییر می‌دهد (o' Hara, 1967: Hansen et al 1971)
۴- ضمن رقابت با سایر گیاهان، زیستگاه و محل تغذیه حیات وحش را تغییر می‌دهد (Gowanloch, 1944).
۵- بر فعالیت‌های صیادی و ماهیگیری تاثیر می‌گذارد.
۶- سبب نابودی گیاهان آبزی بومی می‌شود.
۷- سبب افزایش رسوبات تالاب و لجن می‌شود.
۸- سنبل آبی فرایند تبخیر را بسیار بیشتر از میزان آن در سطح پهنه‌های آبی آزاد افزایش می‌دهد (اغلب سه برابر تبخیر پهنه‌های آبی) و در نتیجه باعث از دست رفتن میزان قابل توجهی از آب تالاب می‌شود.

با توجه به کاهش حجم و عمق آب تالاب بین المللی انزلی در فصل تابستان که مطابق با حداکثر میزان دوره رشد این گیاه می‌باشد، همچنین قدرت بالای مقابله این گیاه با سایر گیاهان آبزی و توانایی آن در رشد و تکثیر در خاک‌ها و رسوبات مرطوب، بی شک در صورت عدم مقابله در زمان مناسب، این گیاه قادر خواهد بود توده‌های بزرگی در تالاب انزلی تشکیل دهد و مشکلات عدیده‌ای برای تالاب، حیات وحش و جوامع محلی ایجاد نماید.

مشاهده سنبل آبی درتالاب بین المللی انزلی

در تاریخ ۴ مرداد ۱۳۹۴ در بخش انتهایی رودخانه مرغک در محدوده منطقه حفاظت شده سیاه‌کشیم و روستای چکوور این گیاه آبزی برای اولین بار در تالاب بین المللی انزلی مشاهده

گردید. بررسی حدود ۴ کیلومتر از طول رودخانه نشان داد که این گونه در کل طول رودخانه‌ی پراکنش دارد و در مناطقی که سطح آب کم و راکد است؛ توده‌هایی از این گونه تشکیل شده است. در این تاریخ در این منطقه بوته‌هایی به همراه گل دیده شد (شکل ۱). در تاریخ ۹ مرداد توده‌های این گیاه در رودخانه مرغک مجددا پایش گردید و بوته‌های بیشتری به همراه گل دیده شدند. تا اوایل آذر، بوته‌هایی از این گیاه به همراه گل در تالاب انزلی مشاهده می‌شد. مشاهدات میدانی حاکی از آن بود که روند پوسیده شدن این گیاه در تالاب انزلی نسبت به استخر عینک رشت دیرتر آغاز شده است. در اواخر آذر و دی ماه کلیه بوته‌های سنبل آبی در تالاب انزلی پلاسیده شدند اما باقیمانده‌های آن همچنان بر روی سطح آب شناور بودند و امکان تردد در منطقه همچنان بسیاردشواربود.

شکل۱- سنبل آبی – رودخانه مرغک- منطقه حفاظت شده سیاه‌کشیم. ۱۳۹۴/۵/۹. (عکس از ا. حسین زاده).

بر اساس برخی اظهار نظرهای اهالی روستای چکوور شهرستان صومعه سرا، این گیاه چند سالی است که توسط اهالی در کانال‌ها و صنوبرکاری‌های این روستا ریخته شده است و بررسی‌های ما در طول رودخانه نیز نشان داد؛ سرمنشاء آلودگی این بخش از تالاب انزلی، مناطق ذکر شده است. کانال‌ها و رودخانه چکوور پوشیده از این گیاه آبزی بود اما این گیاه در آب‌های جاری (رودخانه مرغک) نتوانسته بود؛ توده‌های بزرگ تشکیل دهد و فقط در حواشی این رودخانه دیده می‌شد. در مصب رودخانه مرغک - که کم عمق بود- توده‌های بزرگی از این گیاه مشاهده گردید. در تاریخ ۲ شهریور ۱۳۹۴ توده‌هایی از این گیاه در طول رودخانه بهمبر (خروجی آب منطقه حفاظت شده سیاه‌کشیم به رودخانه سیاه‌درویشان) مشاهده گردید و با شروع بارندگی‌های شهریور ماه، این گیاه به همراه شدت جریان آب به سرتاسر بخش مرکزی تا مصب تالاب انزلی برده شد.

بررسی‌های بیشتر نشان داد؛ بخشی از غرب تالاب بین المللی انزلی در حوزه منطقه سنگاچین نیز

آلوده به این گیاه آبزی است و این گیاه توانسته در این منطقه نیز توده‌های انبوه تشکیل دهد اما منشاء آلودگی آن منطقه با منطقه حفاظت شده سیاه‌کشیم و بخش مرکزی متفاوت بود.

وضعیت سنبل آبی در تالاب بین المللی

تا پایان آبان ۱۳۹۴ چهار محدوده آلوده به سنبل آبی در تالاب بین المللی انزلی شناسایی گردید. این مناطق شامل: سیاه‌کشیم – رودخانه نهنگ روگا (۲۱۱ هکتار)، منطقه سنگاچین (۸۴ هکتار)، دهانه رودخانه مرغک و رودخانه مرغک – چکوور مجموع دو منطقه اخیر ۲۴ هکتار هستند (نقشه ۱) در مجموع ۳۱۹ هکتار از وسعت تالاب بین المللی انزلی (بیش از ۱/۶ درصد) تا پایان آبان ۱۳۹۴، آلوده به سنبل آبی شد (نقشه ۱)

نقشه ۱– پراکنش سنبل آبی در تالاب بین المللی انزلی تا پایان آبان ۱۳۹۴، با رنگ قرمز نشان می‌دهد.

اما در اواسط آذر ۱۳۹۴ توده‌هایی از این گیاه در سراسر ضلع شمالی و جنوبی، غرب تالاب انزلی (لاگون) نیز مشاهده شد. این امر حاکی از آلودگی تمام بخش غربی تالاب انزلی به این گیاه مهاجم است. زیرا میلیون‌ها بذر این گیاه در این مناطق ریخته شده است و می‌توان نتیجه گرفت در بهار سال آینده بیش از ۱۳۰۰۰ هکتار از تالاب انزلی در خطر تهاجم سنبل آبی قرار دارد (نقشه ۲).

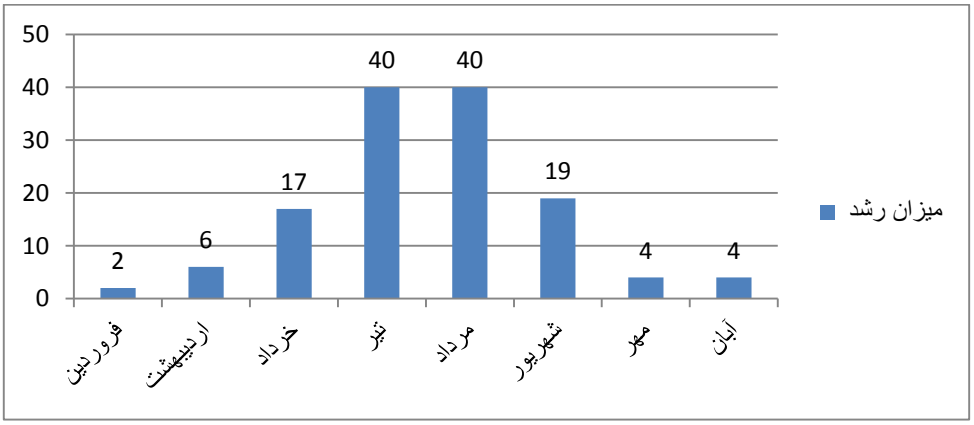
نقشه ۲– محدوده قرمز، محدوده آلوده به گیاه سنبل آبی در تالاب بین المللی تا آذر ۱۳۹۴ را نشان می‌دهد.

چگونه می‌توان با گیاه مهاجم سنبل آبی مقابله کرد؟

تجربیات و فعالیت‌های انجام گرفته در بسیاری از کشورهای دنیا نشان می‌دهد؛ سه روش برای کنترل گیاه مهاجم آبزی سنبل آبی در دنیا استفاده شده است:

۱- روش میکانیکی

بهترین اما گران‌ترین روش مقابله با سنبل آبی، روش میکانیکی (جمع‌آوری دستی) است. در این روش می‌توان به کمک قایق موتوری مناسب و استفاده از نیروی کارگری به همراه یک نفر راننده قایق، اقدام به جمع آوری و معدوم سازی این گیاه نمود. دربخش‌های کم عمق تالاب و در کانال‌ها، قایق چوبی مناسب به همراه نیروی کارگری می‌تواند مناسب باشد. بی شک جمع آوری تمام نمونه‌ها در یک مرحله امکان پذیر نخواهد بود.



نمودار ۱- میزان رشد گیاه مهاجم سنبل آبی استان اوکایاما ژاپن را نشان می‌دهد (Tomihisa, 1988).

نمونه‌ها پس از جمع‌آوری می‌توانند در مکان مناسب جمع آوری و دپو گردند؛ تا تبدیل به کود شوند. پیشنهاد می‌شود: مکان جمع آوری در منطقه آلوده به سنبل آبی انتخاب گردد و این مکان باید کاملا در بالای سطح آب قرار داشته باشد تا در زمان‌های سیلاب، سنبل های آبی جمع آوری شده به همراه جریان آب مجددا وارد تالاب نگردند.

به منظور جلوگیری از ورود سنبل آبی از کانال‌ها، رودخانه‌ها و مناطق بالا دست به داخل پهنه‌های

۱-۲ –نصب توردر رودخانه‌ها و کانال‌ها

باید برنامه‌های جمع آوری به طور مکرر و هفتگی انجام پذیرد و ادامه یابد. بذرهای این گیاه قادرند ۱۵ تا ۲۰ سال در خاک و رسوبات زنده بمانند و در زمان مناسب شکوفا شوند. بنابراین باید برنامه‌های جمع آوری برای سال‌های متمادی ادامه یابد و در ماه‌های اسفند تا آذر بر شدت جمع آوری و پایش افزود. زیرا:

۱- میزان رشد این گیاه با بالا رفتن دمای آب و محیط افزایش می‌یابد.
۲- میزان رشد سنبل آبی در خلال تیر و مرداد ۴۰ برابر می‌شود (نمودار ۱)
۳- میزان رشد پوشش گیاهی سنبل آبی در استان اوکایاما – که شرایط آب و هوایی آن تقریبا مشابه استان گیلان است – در مجموع بهار و تابستان ۲۴/۰۰۸/۰۰۰ است (Tomihisa, 1988).

زمانی پرکاربرد خواهد بود که گونه مهاجم توانسته توده‌های بزرگ تشکیل دهد و امکان حذف میکانیکی آن وجود ندارد. این در حالی است که این گیاه تازه وارد تالاب انزلی شده و هنوز توده‌های بسیار بزرگ تشکیل نداده است. در ایالت متحده آمریکا از برخی از حشرات از تیره: Curculionidae و Pyralidae برای مقابله با این گیاه استفاده شده است.

تاثیر سنبل آبی بر جانوران و گیاهان تالاب بین المللی انزلی

بررسی‌های میدانی و اظهار نظرهای آب‌بندان‌داران در تالاب انزلی نشان می‌دهد: در مناطق آلوده به گیاه مهاجم سنبل آبی میزان صید ماهیان کاهش پیدا کرده است. همچنین میزان حضور پرندگان آبزی نیز در این مناطق به کمترین مقدار نسبت به سال‌های گذشته رسیده است. مشاهدات پس از پاک‌سازی چند منطقه از گیاه مهاجم سنبل آبی از جمله: محدوده سنگاچین، حاکی از آن بود؛ گونه‌های مختلف پرندگان آبزی از جمله: باکلان کوچک، حواصیل خاکستری، اگرت بزرگ و اگرت کوچک مجدداً در این مناطق مشاهده شده‌اند. با توجه به اینکه این گونه‌ها شاخص و بیواندیکاتورهایی برای سلامت اکوسیستم می‌باشند (عاشوری، ۱۳۸۸). به نظر می‌رسد؛ سنبل آبی علاوه بر حیات تالاب، تهدید جدی برای مهره‌داران و بی مهرگان تالاب‌ها نیز می‌باشد.

مشاهداتی از مصرف این گیاه در برخی مناطق به خصوص در بخش‌هایی که توده‌های کوچک و پراکنده از این گیاه وجود داشت؛ مشاهده گردید. بررسی‌های بیشتر نشان داد: چنگر نوک سرخ تمایل زیادی به تغذیه از دمبرگ‌های این گیاه دارد و در موارد کمتر، از برگ‌های آن نیز تغذیه

تالاب انزلی باید از تورهای مناسب به تعداد کافی استفاده شود. این تورها باید در مکان‌های مناسب نصب گردند. همچنین پیشنهاد می‌شود: تمامی نقاط آلوده به این گیاه پس از پاک‌سازی – در محل اتصال با مناطق پاک- توسط تور مهار گردند.

۲- روش شیمیایی

با توجه به تاثیرات منفی استفاده از سموم بر بوم سازگان، گیاهان و جانوران آبزی و همچنین عدم وجود
علف کش‌های اختصاصی، استفاده از علف کش‌های شیمیایی جهت مقابله با گیاه مهاجم سنبل آبی در تالاب انزلی توصیه نمی‌شود. شاید در برخی موارد محدود و در برخی مناطق خاص- همچنانکه فائو نیز پیشنهاد کرده است- به توان از برخی سموم خاص استفاده کرد که در این راستا نیاز است با کارشناسان و متخصصین مشورت و پاره‌ای مطالعات در مقیاس کوچک نیز انجام پذیرد. از سموم شیمیایی برای مقابله با این گیاه در در برخی از مناطق دنیا استفاده شده است.

۳- مقابله بیولوژیکی

مقابله بیولوژیکی را می‌توان یکی از راهکارهای محیط زیستی مقابله با گونه‌های مهاجم و بیگانه معرفی نمود اما در خصوص استفاده از این گونه‌ها باید مطالعات زیادی انجام پذیرد زیرا ممکن است این گونه‌ها خود در آینده تبدیل به آفتی غیر قابل کنترل برای تالاب گردند. در صورت استفاده از برخی گونه‌های وارداتی جهت مقابله بیولوژیکی، مطالعه ارزیابی اثرات زیست محیطی (EIA) بهترین راهکار جهت بررسی اثرات سوء زیست محیطی این قبیل گونه‌ها است. هر چند روند انجام آن ممکن است؛ طولانی شود. همچنین

می‌کند. به نظر نمی‌رسد بتوان از این گونه جهت مبارزه بیولوژیک علیه سنبل آبی -که قدرت تکثیر زیادی دارد- استفاده کرد. در یک تیمار نیز مقداری سنبل آبی برای مرغ‌ها و اردک‌های خانگی ریخته شد. آنها نیز به طور کامل از بخش سبز گیاه تغذیه کردند. این در حالی است که برخی منابع معتبر (Gopal, 1987) مقدار پروتئین این گیاه را اندک و بین ۸۷ تا ۹۶ درصد توده سنبل آبی را، آب ذکر کرده‌اند.

در خصوص استفاده از گیاهان آبزی بومی از جمله مریم آبی (*Hydrocotyleranunculoides*) جهت مقابله با این گیاه، مشاهدات میدانی حاکی از آن بود که هیچ یک از گیاهان آبی غوطه‌ور و شناور در تالاب با توجه به نحوه تکثیر این گیاه (از طریق استولون) قادر به مقابله با این گیاه نیستند و سنبل آبی سبب حذف آنها خواهد شد. در برخی از موارد نیز مشاهده شد که این گیاه علیرغم تازه وارد شدندش در منطقه، تا بیش از یک متر در میان توده‌های مریم آبی نفوذ کرده است.

سپاسگزاری

بدینوسیله از اداره کل حفاظت محیط زیست گیلان، آژانس همکاری‌های بین المللی ژاپن (جایکا) و کلیه جوامع محلی که یاریگر ما در مطالعات میدانی، همچنین مقابله با گیاه مهاجم سنبل آبی در تالاب بین المللی انزلی بودند؛ کمال تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

منابع

عاشوری، ع.، ۱۳۸۸. پرندگان در خطر انقراض و حمایت شده استان گیلان. کتیبه گیل. ۱۱۲ صفحه.

عاشوری، ع. و عبدوس، ا.، ۱۳۹۱. زیستگاه‌های تالابی مهم پرندگان آبزی گیلان. کتیبه گیل. ۲۶۰ صفحه.

ملکیان.م .همامی.م.ر.، ۱۳۹۱ .مبانی زیست شناسی حفاظت .انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

Barrett, S. CH and Forno, I.W .1982. Style morph distribution in New World populations of *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms-Laubach (water hyacinth). Aquatic Botany 13: 299–306.

Center, T.D and Spencer, N.R .1981. The phenology and growth of water hyacinth (*Eichhorniacrassipes* (Mart.) Solms) in a eutrophic Northcentral Florida lake. Aquatic Botany 10: 1–32.

Eckenwalder, J.E. and Barrett, S. CH .1986. Phylogenetic systematics of Pontederiaceae. Systematic Botany 11: 373–391.

Gopal, B .1987.Water Hyacinth. Elsevier, Amsterdam.

Hansen ,K.L, Ruby, E.G and Thompson, R.L .1971. Trophic relationships in the water hyacinth community. Quarterly Journal of the Florida Academy of Science 34 (2: Journal of the Florida Academy of Science 30 (1): 73–80.

Haller, W.T. and Sutton, D.L. , 1973. Effect of pH and high phosphorus concentration on growth of Water Hyacinth. Hyacinth contr.J.11.11:59-61.

Haigh, J.C., 1936. Notes on the Water Hyacinth (*Eichhorniacrassipes*) in Ceylon. Ceylon Journal of Science, 12: 97-108.

Hitchcock, A.E., Zimmerman, P.W., kirkapartrick Jr., H. and Earle, T.T. 1950. Growth and reproduction of Water Hyacinth and alligator weed and their control by means of 2.4-D. Contributions of the Boyce Thompson Institute, 16, 91-130.

Knipling, E.B., West, S.H. and Haller, W.T. 1970.Growth characteristics, yield potential and nutritive content of Water Hyacinths. Proc. Soil Crop Soc. Fla., 30: 51-63.

McVea ,C and Boyd ,C.E .1975. Effects of water hyacinth cover on water chemistry, phytoplankton, and fish in ponds. Journal of Environmental Quality 4 (3):375–378.

Owens, C.S and Madsen, J.D .1995. Low temperature limits of waterhyacinth. Journal of Aquatic Plant Management 33: 63–68.

Pimentel, D. 2005. Environmental and economic costs of the application of pesticides primarily in the United States. Environment, Development, and Sustainability 7: 229-252.

Penfound, W.T. and Earle, T.T., 1948. The Biology of water hyacinth, *Ecol. Monogr.*, 1: 92-101.

Tomihisa, Y., 1988. Ecology of Water Hyacinth and its control.Weed Research, VOL. 34(24) 112-117.

Ueki ,K and Ito, M and Oki Y . 1976. Water Hyacinth and Its Habitats in Japan.Proceedings of 5th Asian Pacific Weed Science Society Conference, Tokyo (JP).

Ultsch, G,R . 1973. The effects of water Hyacinth (*Eichhorniacrassipes*) on the microenvironment of aquatic communities. Archiv fuer Hydro biologie 72: 460–473.

Zeiger, C.F. 1962. Hyacinth obstruction to navigation, *Hyacinth control J.* 1: 16-17.