

## بررسی تنوع گونه‌ای گیاهان آبی‌زی ماکروفیت استان مازندران

شانا وثوق‌رضوی، \* حمید اجتهادی: دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده علوم، گروه زیست‌شناسی  
حبيب زارع: مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی مازندران،  
هرباریوم باغ گیاه‌شناسی نوشهر  
سمانه توکلی: دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده علوم، گروه زیست‌شناسی

### چکیده

اکوسیستم‌های آبی یکی از مهم‌ترین عرصه‌های زیستی است که دربرگیرنده مجموعه‌ای از تاکسون‌ها و گونه‌های متنوع آبی است. تخریب این اکوسیستم‌ها، باعث از بین رفتن گونه‌های گیاهی آبی‌زی و موجودات وابسته به آن‌ها می‌شود. تاکنون تحقیق جامعی در مورد تنوع گونه‌ای گیاهان آبی‌زی و عوامل مؤثر بر پراکنش آن‌ها در استان مازندران انجام نشده است. در این تحقیق، تنوع گیاهان آبی‌زی در شرق و غرب استان مازندران در مرداب‌های دائمی، مرداب‌های فصلی، باتلاق‌های جنگلی و مزارع برنج بررسی شد. ۳۰ رویش‌گاه بر روی نقشه استان تعیین گردید و با استقرار ۱۶۱ واحد نمونه‌برداری به روش سیستماتیک- تصادفی، تعداد ۱۲۶ گونه شناسایی شد و فهرست همه گونه‌ها همراه با درصد پوشش هر گونه بر اساس سطح اشغال شده در هر کوادرات یادداشت شد. محاسبه و مقایسه تنوع گونه‌ای نشان داد که تنوع گونه‌ای ماکروفیت‌های آبی‌زی در شرق و غرب تابعی از گرادیان رطوبت است. بر اساس روش دومارتن، آب و هوای غرب استان بسیار مرطوب و آب و هوای شرق مدیترانه‌ای است. بر این اساس شرایط مناسب برای رشد گیاهان آبی‌زی در غرب استان بیش‌تر است و تنوع گونه‌ای هم در مرداب‌ها و هم در مزارع غرب مقدار بالاتری را نسبت به تنوع گونه‌ای مرداب‌ها و مزارع شرق استان نشان می‌دهد. در تحقیق حاضر با روش طبقه‌بندی دن‌هارتوگ<sup>۱</sup> و ولد<sup>۲</sup> برای گیاهان آبی‌زی، تنوع گیاهان رطوبت‌دوست، گیاهان مردابی و گیاهان آبی‌زی حقیقی نیز محاسبه شد. نتایج نشان می‌دهد شاخص‌های تنوع گونه‌ای برای گیاهان رطوبت‌دوست، بالاست. گیاهان آبی‌زی حقیقی بالاترین تنوع را بعد از گیاهان رطوبت‌دوست داشتند و کمترین تنوع در مورد گیاهان مردابی مشاهده شد. نتایج نشان داد که از نظر آماری بین شاخص تنوع گونه‌ای شادن در شرق و غرب و نیز بین گروه‌های گیاهان رطوبت‌دوست، گیاهان آبی‌زی حقیقی و گیاهان مردابی تفاوت معنی‌داری وجود دارد ( $P < 0.05$ ).

### مقدمه

به‌طور کلی پوشش گیاهی هر اکوسیستم از مهم‌ترین پدیده‌های ظاهری طبیعت و بهترین راهنمای قضاوت درباره عوامل بوم‌شناختی آن اکوسیستم است. گیاهان موجودات پابرجایی هستند که در دراز مدت همه شرایط و

واژه‌های کلیدی: تنوع گونه‌ای، گیاهان رطوبت‌دوست، گیاهان آبی‌زی حقیقی، گیاهان مردابی، استان مازندران

پذیرش ۹۰/۸/۱۱

دریافت ۸۸/۲/۲۷

\*نویسنده مسئول

۱. den Hartog

۲. Veld

۱۰۴۷

رخدادهای محیط زیست را تحمل کرده‌اند و با تنش‌های زیست محیطی سازگار شده‌اند و سرانجام به وضع موجود درآمده‌اند. با توجه به این‌که اکوسیستم‌های آبی بخش بسیار مهمی از چرخه طبیعت و زیستگاه مناسبی برای گیاهان و جانوران مختلف هستند، بررسی و حفاظت از آن‌ها اهمیت زیادی دارد. توجه اخیر به حفاظت محیط‌زیست، چگونگی اندازه‌گیری تنوع جوامع گیاهی و جانوری را مورد توجه قرار داده است، زیرا تنوع، مسئله اساسی در حفاظت محیط زیست است. امروزه بررسی تنوع گیاهان آبی در اکوسیستم‌های آبی یکی از موضوعات جذاب و مهم برای اکولوژیست‌ها در سطح جهانی است. اما در کشور ما علی‌رغم وجود زیستگاه‌های آبی مهم، پژوهش‌های جامعی درباره تنوع گیاهان آبی صورت نگرفته است. یکی از مناطق مهم و مناسب رشد گیاهان آبی استان مازندران در شمال ایران، حاشیه جنوبی دریای خزر است. این استان با آب و هوای مرطوب و زمین‌های آبرفتی پست، دارای مرداب‌های فراوان آب شیرین است که محل مناسبی برای رشد گیاهان آبی به‌شمار می‌رود. هدف اصلی این تحقیق، بررسی و مقایسه تنوع گونه‌ای گیاهان آبی در شرق و غرب استان مازندران با توجه به گرادیان رطوبت است. مطالعه و بررسی تنوع گیاهان آبی بر اساس تقسیم‌بندی و تعریف دن‌هارتوگ و ولد (۱۹۸۸) برای گیاهان آبی انجام شده است. به‌طور کلی گیاهان جمع‌آوری شده، دو دسته گیاهان آبدوست و رطوبت‌دوست را تشکیل می‌دهند. و گیاهان آبدوست نیز خود به دو گروه گیاهان آبی حقیقی و گیاهان مردابی تقسیم می‌شوند [۱]، بنا بر این سه گروه گیاهان آبی حقیقی، گیاهان مردابی و گیاهان رطوبت‌دوست در این تحقیق بررسی شدند و تنوع گونه‌ای آن‌ها محاسبه شد. بر این اساس محاسبه شاخص‌های تنوع گونه‌ای در منطقه بررسی شده به‌عنوان پایگاه اطلاعاتی برای پژوهش‌های آینده نیز می‌تواند ثبت شود. از طرفی چون محل واحدهای نمونه‌برداری با کمک GPS ثبت می‌شود با تکرار نمونه‌برداری در سال‌های آینده، می‌توان مسیر تغییرات تنوع گونه‌ای را در منطقه مشاهده کرد.

پژوهش‌های انجام شده در این زمینه در ایران، بررسی فلورستیک گیاهان آبی مرداب هشیلان در کرمانشاه [۲] و جامعه‌شناسی گیاهی و تهیه نقشه رویشی جنوب غربی تالاب انزلی [۳] و بررسی اکولوژی فلور آبی دریاچه بزنگان [۴] است، اما در سطح جهانی بررسی‌های زیادی درباره تنوع گونه‌ای ماکروفیت‌های آبی انجام شده است، از جمله لاکول<sup>۱</sup> و فریدمن<sup>۲</sup> (۲۰۰۶) ارتباط بین گیاهان آبی با ویژگی‌های فیزیکی- شیمیایی را بین ۲۸ دریاچه در یک شیب ارتفاعی از نواحی گرمسیری (۷۷ متر از سطح دریا) تا آلبی بلند (۴۷۵۰ متر) در هیمالیا در نپال بررسی کردند. غنای گونه‌ای و تنوع تقریباً ارتباط کاهشی خطی را با افزایش ارتفاع نشان داد. طبق این تحقیق، قوی‌ترین اثرات غیرزیستی روی پراکنش گیاهان آبی دمای آب، کیفیت سطح بستر، ارتفاع، اسیدیته، [۵]. خدر<sup>۳</sup> و ال دمرداش<sup>۴</sup> در سال ۱۹۹۷ نشان دادند که ماکروفیت‌های شفافیت و رسانایی الکتریکی آب است برآمده از آب<sup>۵</sup>، دارای شاخص تنوع شانون بالاتری هستند و بیش‌ترین ارزش غنای گونه‌ای در گروهی که غالبیت

۱. Lacoul

۲. Freedman

۳. Khedr

۴. El-Demerdash

۵. Emergent

آن با (*Azolla filiculoides*) بود مشاهده شد [۶]. بورنت<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۰۱) نقش عوامل محیطی را در تنوع گیاهان هم در داخل آب و هم درکناره‌های رودخانه‌ها بررسی کردند. آن‌ها به این نتیجه رسیدند که رودخانه‌هایی که در معرض فرسایش سیلاب‌ها نیستند و از نظر موادغذایی بالاترند غنای بالاتر و گونه‌های منحصر به فرد کمتری دارند [۷]. در تحقیقی دیگر، هولاهان<sup>۲</sup> و فاینلای<sup>۳</sup> در سال ۲۰۰۳ اثر گونه‌های مهاجم را روی تنوع گیاهان مرداب‌های مناطق معتدل بررسی کردند. نتایج نشان داد که ارتباط بین غنای گونه‌های بومی و غیربومی مثبت است و گونه‌های خارجی و غالب هر دو اثرات به شدت منفی روی سرعت رشد جوامع بومی دارند [۸].

## مواد و روش‌ها

### منطقه بررسی شده

مازندران در فاصله بین دریای خزر و رشته‌کوه البرز قرار دارد و با ۲۳۷۵۶/۴ کیلومتر مربع وسعت، ۱/۴۶ درصد مساحت کشور را در برمی‌گیرد. این استان بین ۳۵ درجه و ۴۷ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۳۵ دقیقه عرض شمالی و ۵۰ درجه و ۳۴ دقیقه تا ۵۴ درجه و ۱۰ دقیقه طول شرقی از نصف‌النهار گرینویچ قرار گرفته است.

توقف اجباری رطوبت در دامنه‌های شمالی البرز بارندگی‌های فراوانی ایجاد می‌کند که با توجه به جهت وزش باد، ناهمواری‌ها و عرض جغرافیایی دو نوع آب و هوای معتدل مرطوب جلگه‌ای و کوهستانی را پدید آورده است. بر اساس طبقه بندی دومارتن<sup>۴</sup> نواحی غربی مازندران بسیار مرطوب، نواحی مرکزی مازندران مرطوب و نواحی شرقی مازندران مدیترانه‌ای و نواحی کوهستانی مازندران نیمه‌مرطوب است (تصاویری از مناطق نمونه‌برداری در ضمیمه ۱).

### عملیات صحرایی و جمع‌آوری گیاهان

ابتدا ایستگاه‌های مناسب از شرق به غرب بر روی نقشه استان مشخص گردید. سپس عملیات صحرایی برای نمونه‌برداری در طی سه فصل مختلف (زمستان ۸۵ و بهار و تابستان ۸۶) در ایستگاه‌های مشخص شده انجام شد. در هر ایستگاه بسته به وسعت منطقه موردنظر، تعدادی واحد نمونه‌برداری مستقر شد و موقعیت منطقه با استفاده از دستگاه GPS ثبت شد. تعداد ۱۶۱ نمونه از حدود ۳۰ رویش‌گاه گیاهان آبی انتخاب و از ۱۶۲ گونه نمونه‌برداری انجام شد. باتوجه به این‌که گیاهان آبی کوچک هستند، واحدهای نمونه‌برداری کوادرات‌های ۱×۱ انتخاب شد و با توجه به مقدار مساحتی که تاج پوشش هر گیاه از ۱۰۰٪ کل هر کوادرات را اشغال کرده بود، درصد پوشش هر گیاه در جدول‌هایی به صورت تخمینی در هر واحد ثبت شد و در تجزیه و تحلیل‌های تنوع گونه‌ای استفاده شد.

۱. Bornette

۲. Houlahan

۳. Finellay

۴. De Martonne



شکل ۱. موقعیت ایستگاه‌های نمونه‌برداری بر روی نقشه استان مازندران

## شاخص‌های تنوع

تنوع زیستی دارای سه جزء اصلی است: تنوع گونه‌ای، تنوع بین گونه‌ای و تنوع اکوسیستم‌ها. تنوع گونه‌ای در واقع تنوع در محدوده گونه‌هاست [۹]. راه‌های متفاوتی برای اندازه‌گیری تنوع پیشنهاد شده است که از آن جمله می‌توان به شاخص‌های عددی، مدل‌های وفور-گونه و شاخص‌های پارامتریک اشاره کرد. شاخص‌های عددی خود دربرگیرنده شاخص‌های غنای گونه‌ای<sup>۱</sup> و شاخص‌های عدم یکنواختی<sup>۲</sup> است. از شاخص‌های غنای گونه‌ای که اندازه‌گیری از تعداد گونه‌ها را در واحد نمونه‌برداری مشخص انجام می‌دهد شاخص‌های ساده با استفاده از ترکیب S (تعداد گونه‌ها) و N (تعداد کل افراد) است. این شاخص‌ها شامل شاخص مارگالف<sup>۳</sup> و شاخص منهینیک<sup>۴</sup>  $D_{Mn} = S/\sqrt{N}$  و  $D_{Mg} = (S-1)/\ln N$  است. دسته دوم از شاخص‌ها، اندازه‌گیری‌های تنوع و یکنواختی را دربرمی‌گیرد و برای محاسبه آن‌ها از شاخص‌های مختلف مانند، شاخص شانن-واینر<sup>۵</sup>، سیمپسون<sup>۶</sup>، مک‌اینش<sup>۷</sup> و ... استفاده می‌شود. شاخص شانن به گونه‌ای نادر در اجتماع حساس است و با استفاده

از این فرمول محاسبه می‌شود:  $H' = -\sum_{i=1}^s (p_i)(\log_2 p_i)$ . [۱۳].

$$D = \sum_{i=1}^n (n_i(n_i-1)/N(N-1))$$

فرمول شاخص سیمپسون، برای یک جامعه معین بدین صورت است:

در این جا زمانی که  $D$  افزایش می یابد تنوع کاهش می یابد، پس این شاخص معمولاً به صورت  $1-D$  یا  $1/D$  بیان می شود. با توجه به تعریف یکنواختی که عبارت از نسبت مقدار هر شاخص به حداکثر مقدار آن است، برای هر شاخص مقدار یکنواختی با استفاده از فرمول های مربوطه محاسبه می گردد. دامنه مقادیر یکنواختی برای تمام شاخص ها از صفر تا یک متغیر است. یکی دیگر از روش های اضافه شده به مقوله روش های گرافیکی، نمودار

1. Species Richness      2. Heterogeneity      3. Margalef ( $D_{Mg}$ )      4. Menhinick ( $D_{Mn}$ )  
 5. Shannon-Wiener      6. Simpson      7. MacIntosh

غالبیت کا<sup>۱</sup> است که درصد فراوانی تجمعی در مقابل لگاریتم رتبه گونه‌ها به‌کار برده می‌شود و پایین‌ترین منحنی نشان‌دهنده بیش‌ترین تنوع در جامعه خواهد بود. به‌علاوه، زمانی که داده‌های مربوط به فراوانی نسبی هر گونه در جامعه بر اساس رتبه آن یعنی از فراوانی زیاد به کم ترسیم شود، توزیع‌های خاصی مشاهده می‌شود که در چهار مدل اصلی توزیع لگاریتم نرمال<sup>۲</sup>، سری‌های لگاریتمی<sup>۳</sup>، سری‌های ژئومتری<sup>۴</sup> و مدل عصای شکسته<sup>۵</sup> بررسی می‌شوند. زمانی که نمودار فراوانی-رتبه ترسیم می‌شود این مدل‌ها به تعیین ساختار جامعه کمک می‌کنند [۱۱]، [۱۲]، [۱۳]، [۱۴].

### آنالیز داده‌ها

ابتدا داده‌ها به نرم‌افزار اکسل وارد شدند. سپس برای بررسی شاخص‌های تنوع گونه‌ای از نرم‌افزار بیودایورسیتی پرو<sup>۶</sup> [۱۵] برای رسم نمودارهای غالبیت کا و رتبه فراوانی<sup>۷</sup> و محاسبه شاخص‌های (برگر پارکر<sup>۸</sup>، مک‌این‌تاش و مارگالف) و از نرم‌افزار اکولوژیکال متودولوژی<sup>۹</sup> [۱۶] برای محاسبه شاخص‌های هتروژنیته (شانن<sup>۱۰</sup>، سیمپسون، N1 و N2 هیل<sup>۱۱</sup>) و شاخص‌های یکنواختی (کامارگو<sup>۱۲</sup>، اسمیت و ویلسون<sup>۱۳</sup>، اصلاح شده Nee) استفاده شد.

### نتایج

برای محاسبه تنوع گونه‌ای، از شاخص‌های شانن، سیمپسون، N1 و N2 هیل، برگر-پارکر و مک‌این‌تاش استفاده شد. در جدول ۱ مشاهده می‌شود که تمام این شاخص‌ها در غرب بیش‌تر از شرق مازندران است. بالاتر بودن میزان شاخص‌های N1 و N2 در غرب نشان‌دهنده بالاتر بودن غنا و غالبیت در غرب استان است. برای بررسی معنی‌دار بودن تفاوت‌ها از آزمون t استفاده شد و نتایج حاصل از این آزمون بر مبنای داده‌های موجود نشان داد در سطح ۵ درصد در مورد شاخص شانن دو رویش‌گاه، تفاوت معنی‌داری وجود دارد.

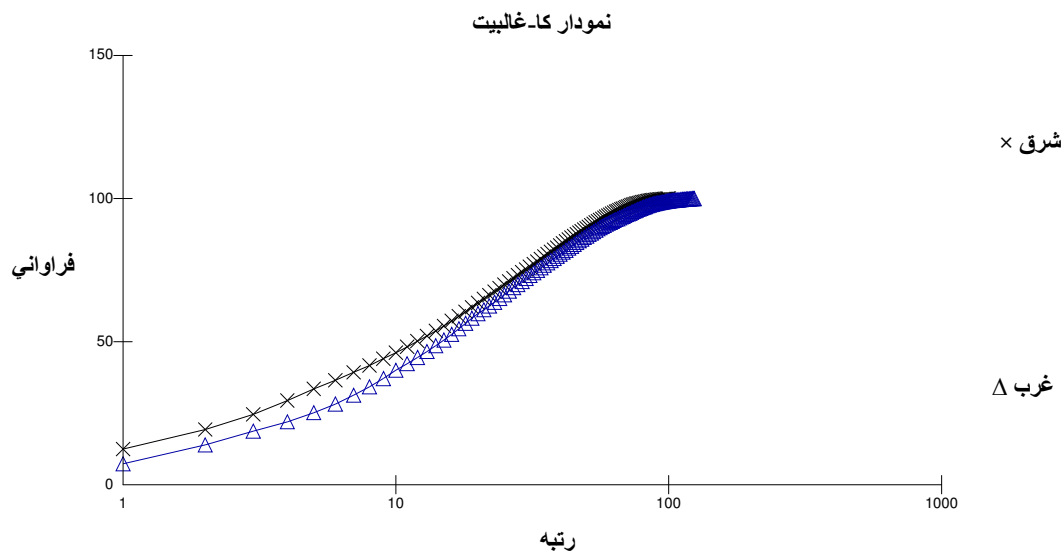
جدول ۱. محاسبه شاخص‌های تنوع ماکروفیت‌های آبی‌زی غرب و شرق استان مازندران بر اساس داده‌های پوشش

| رویش‌گاه  | شانن  | سیمپسون<br>(1-D) | N1 هیل | N2 هیل | برگر-پارکر (1/d) | مک‌این‌تاش |
|-----------|-------|------------------|--------|--------|------------------|------------|
| غرب استان | ۵/۸۹۳ | ۰/۹۷۴            | ۴۸/۵۹  | ۲۰۶/۳۹ | ۶۵۸/۱۳           | ۱/۰۰۹      |
| شرق استان | ۵/۵۹۸ | ۰/۹۶۴            | ۴۱/۴۴  | ۲۷/۶۹۷ | ۸/۰۳۶            | ۱/۰۱۲      |

### بررسی نمودار کا-غالبیت غرب و شرق استان

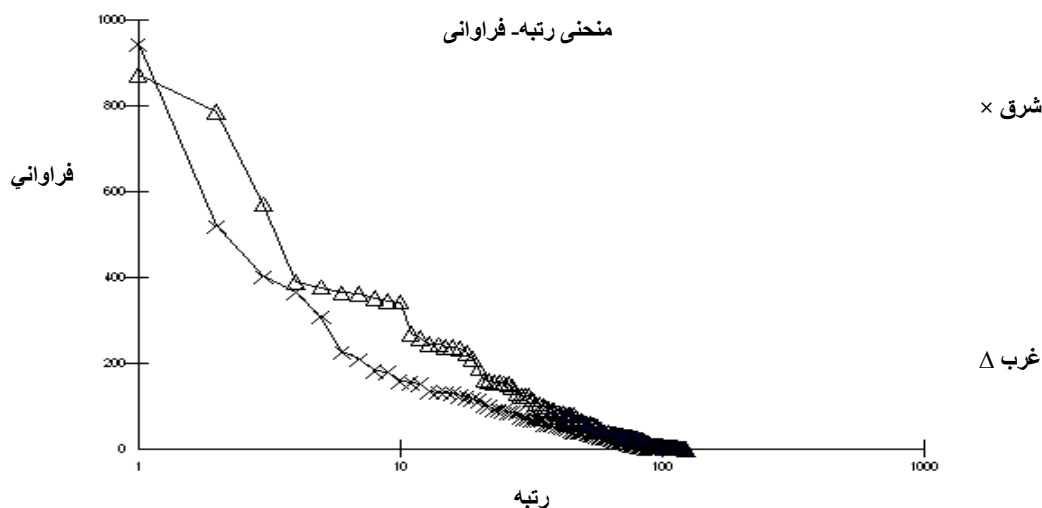
شکل ۱ منحنی کا-غالبیت را در شرق و غرب استان نشان می‌دهد. با توجه به این که نمودار مربوط به غرب استان پایین‌تر از نمودار مربوط به شرق قرار گرفته است، نتایج بیان‌گر این است که تنوع گونه‌ای گیاهان آبی‌زی (ماکروفیت‌ها) در غرب بیش از شرق استان است.

|                           |                            |                       |                     |
|---------------------------|----------------------------|-----------------------|---------------------|
| ۱. K-Dominance            | ۲. Log normal distribution | ۳. Logarithmic series | ۴. Geometric series |
| ۵. Broken- stick model    | ۶. Pro- Biodiversity       | ۷. Rank Abundance     | ۸. Berger-Parke     |
| ۹. Ecological Methodology | ۱۰. Shannon                | ۱۱. N1, N2 Hill       | ۱۲. Camargo         |
| ۱۳. Smith & Wilson        |                            |                       |                     |



### تحلیل منحنی‌های رتبه-فراوانی<sup>۱</sup> غرب و شرق مازندران

نمودار رتبه-فراوانی (شکل ۲) نشان می‌دهد تنوع گونه‌ای غرب نسبت به شرق بالاتر است، چرا که منحنی غرب در بالای منحنی شرق قرار گرفته است.



مقایسه شاخص‌های تنوع در سه گروه گیاهان آبی‌زی حقیقی، گیاهان مردابی و گیاهان رطوبت‌دوست

شاخص‌های تنوع برای سه گروه گیاهان آبی‌زی حقیقی، گیاهان مردابی و گیاهان رطوبت‌دوست محاسبه شد. نتایج نشان داد تنوع گیاهان رطوبت‌دوست نسبت به دو گروه دیگر بالاتر است، سپس گروه گیاهان آبی‌زی حقیقی تنوع بالاتر را دارند و بعد از آن گیاهان مردابی قرار می‌گیرند. در جدول ۲ شاخص‌های مختلف تنوع برای هر

<sup>۱</sup>. Rank-Abundanc

گروه محاسبه شده است. مقادیر شاخص N1 نشان می‌دهد تعداد گونه‌های مشترک با فراوانی یکسان در گروه سوم بیشتر است. شاخص برگر-پارکر که مربوط به غالبیت است نشان می‌دهد در گروه گیاهان مردابی غالبیت بالا است. شاخص N2 نشان می‌دهد تعداد گونه‌های فراوان در گروه سوم و اول زیاد است. بالابودن میزان شاخص‌های N1 و N2 در گروه سوم بالا بودن غنا و یکنواختی را در این گروه نشان می‌دهد. نتایج حاصل از آزمون t بر مبنای داده‌های موجود تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد در مورد شاخص شانان سه گروه گیاهان آبی‌زی را نشان داد.

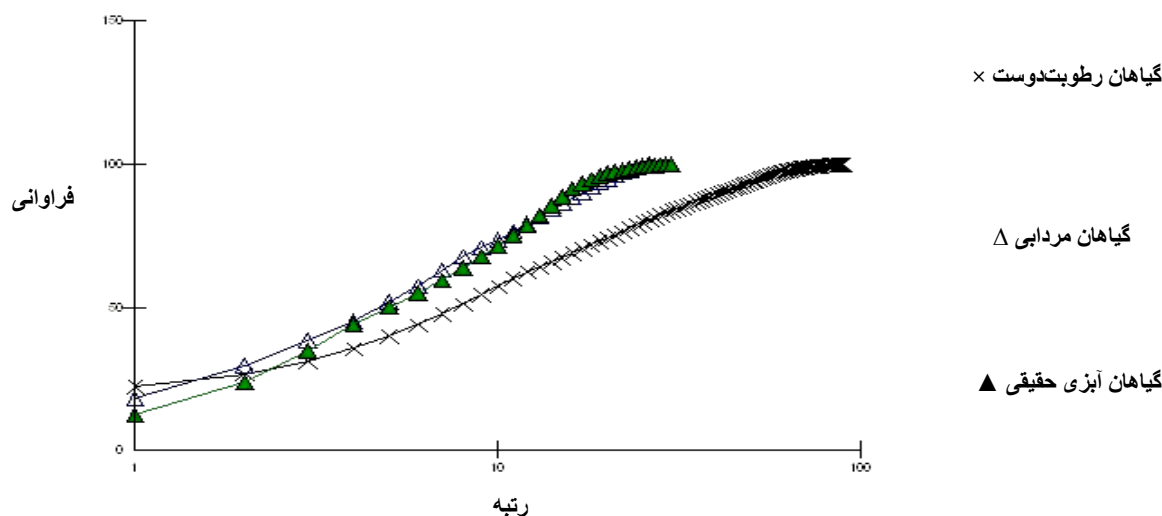
جدول ۲. مقادیر شاخص‌های تنوع در گیاهان آبی‌زی حقیقی، گیاهان مردابی و گیاهان رطوبت‌دوست

| نوع ماکروفیت | شانان | سیمسون (I-D) | N1 هیل | N2 هیل | برگر-پارکر (I/d) | مک‌اینش |
|--------------|-------|--------------|--------|--------|------------------|---------|
| آبی‌زی حقیقی | ۴/۱۸۵ | ۰/۹۳۱        | ۱۸/۱۹  | ۱۴/۳۹۲ | ۸/۰۶۷            | ۱/۰۱۵   |
| مردابی       | ۴/۱۳۳ | ۰/۹۲۲        | ۱۷/۵۵  | ۱۲/۸۰۱ | ۵/۵۲۱            | ۱/۳۱۳   |
| رطوبت‌دوست   | ۵/۰۵۶ | ۰/۹۳۲        | ۳۳/۲۷  | ۱۴/۶۷۸ | ۴/۴۹۴            | ۱/۰۱۱   |

### مقایسه و تحلیل منحنی‌کا- غالبیت گیاهان آبی‌زی حقیقی، گیاهان مردابی و گیاهان رطوبت‌دوست

منحنی گیاهان رطوبت‌دوست دو منحنی دیگر را قطع می‌کند بنا بر این قابل مقایسه با دو گروه دیگر نیست ولی دو گروه دیگر با هم تداخلی ندارند و در این شرایط هرچه منحنی پایین‌تر باشد تنوع بیشتر است (شکل ۳).

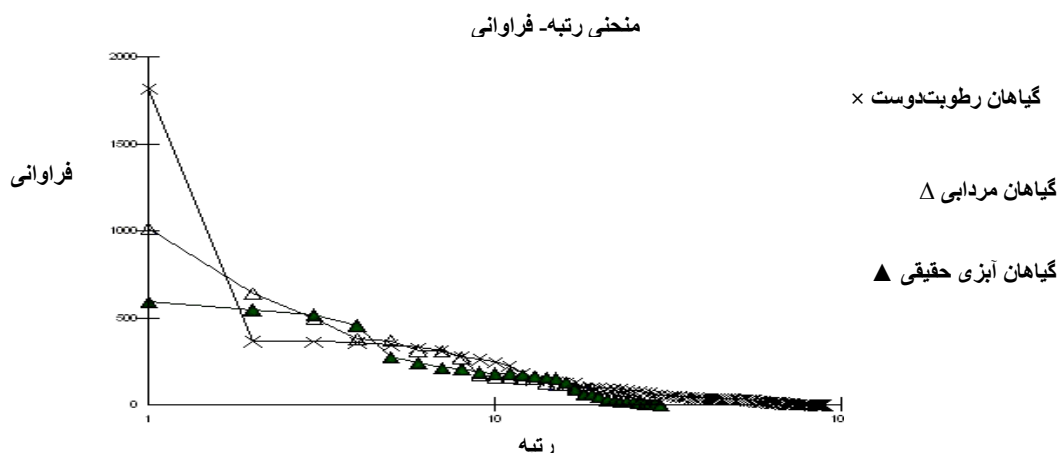
#### منحنی‌کا- غالبیت



شکل ۳. منحنی‌کا- غالبیت تقسیم‌بندی ماکروفیت‌های مازندران براساس داده‌های درصد پوشش

### مقایسه و تحلیل منحنی رتبه- فراوانی گیاهان آبی‌زی حقیقی، گیاهان مردابی و گیاهان رطوبت‌دوست

شکل ۴ رتبه- فراوانی نشان می‌دهد گیاهان رطوبت‌دوست یکنواختی کمتری دارند و غالبیت با یک گونه است و گیاهان مردابی بیش‌ترین یکنواختی را دارند، پس غالبیت در این گروه کمتر است و گونه‌ها فراوانی‌های یکنواخت‌تری دارند.



شکل ۴. منحنی رتبه- فراوانی تقسیم‌بندی ماکروفیت‌ها بر اساس داده‌های درصد پوشش

### مقایسه شاخص‌های یکنواختی ماکروفیت‌های غرب و شرق مازندران

جدول ۳ نشان می‌دهد شاخص‌های یکنواختی برای گیاهان آبی‌زی در شرق بالاتر از گونه‌های موجود در غرب مازندران است.

جدول ۳. مقادیر شاخص‌های یکنواختی ماکروفیت‌های غرب و شرق استان مازندران

| رویش‌گاه  | کامارگو | اسمیت و ویلسون | اصلاح شده نی | یکنواختی سیمسون |
|-----------|---------|----------------|--------------|-----------------|
| غرب استان | ۰/۳۶۴   | ۰/۲۵۹          | ۰/۱۱۹        | ۰/۳۱۶           |
| شرق استان | ۰/۳۹۰   | ۰/۳۱۹          | ۰/۱۳۳        | ۰/۲۸۰           |

### مقایسه شاخص‌های یکنواختی در سه گروه گیاهان آبی‌زی حقیقی، گیاهان مردابی و گیاهان رطوبت‌دوست

محاسبه مقادیر شاخص‌های یکنواختی سه گروه تفکیک شده ماکروفیت‌های آبی‌زی نشان می‌دهد گیاهان مردابی دارای یکنواختی بیش‌تری نسبت به دو گروه دیگر هستند، بعد از آن گروه ماکروفیت‌های آبی‌زی حقیقی قرار می‌گیرند و سپس گیاهان رطوبت‌دوست قرار دارند، غالبیت در این گروه با یک یا چند گونه است یعنی یک یا چند گونه بیش‌ترین درصد پوشش را در این گروه به خود اختصاص داده‌اند. جدول ۴ شاخص‌های یکنواختی را برای سه گروه نشان می‌دهد.

جدول ۴. مقادیر شاخص‌های یکنواختی گیاهان آبی‌زی حقیقی، گیاهان مردابی و گیاهان رطوبت‌دوست.

| نوع ماکروفیت | کامارگو | اسمیت و ویلسون | اصلاح شده نی | یکنواختی سیمسون |
|--------------|---------|----------------|--------------|-----------------|
| آبی‌زی حقیقی | ۰/۴۶۴   | ۰/۲۹۷          | ۰/۳۲۶        | ۰/۴۸۰           |
| مردابی       | ۰/۵۲۲   | ۰/۵۶۷          | ۰/۱۹۷        | ۰/۴۹۲           |
| رطوبت‌دوست   | ۰/۳۲۳   | ۰/۱۶۵          | ۰/۱۲۱        | ۰/۱۹۵           |

### محاسبات شاخص‌های غنای گونه‌ای

شاخص مارگالف در مورد شرق و غرب به‌ترتیب ۰/۰۲۳ و ۰/۰۲۵ و برای سه گروه گیاهی، بر اساس روش دن‌هارتوگ و ولد (۱۹۸۸)، برای گیاهان رطوبت‌دوست ۰/۰۴۱ و گیاهان مردابی و آبی‌زی حقیقی به ترتیب ۰/۰۴۰ و ۰/۰۴۱ به‌دست آمد.



مقایسه و انطباق مدل توزیع فراوانی ماکروفیت‌ها در شرق و غرب مازندران با مدل عصای شکسته<sup>۱</sup> وسری‌های لگاریتمی<sup>۲</sup>

مدل توزیع فراوانی گونه‌ها در شرق بیش‌تر با مدل عصای شکسته تطابق دارد. مقایسه مقدار  $\chi^2$  جدول با مقدار بعدست آمده بیان‌گر عدم رد فرض صفر در مورد مدل عصای شکسته و رد فرض صفر در مورد سری لگاریتمی است. یکنواختی بالا در شرق و غنای گونه‌ای بالای ماکروفیت‌های کل منطقه مطابقت این مدل را تأیید می‌کند. مدل توزیع وفور گونه‌ها در غرب با هیچ‌کدام از این دو مدل هماهنگ نبود و مقدار  $\chi^2$  جدول نشان داد که فرض صفر یعنی انطباق مدل توزیع فراوانی ماکروفیت‌ها با مدل‌های عصای شکسته و سری لگاریتمی در سطح معنی‌دار ۵ درصد رد می‌شود. احتمالاً توزیع فراوانی ماکروفیت‌ها در غرب با یکی از دو مدل لگ نرمال و یا ژئومتریك سازگار است.

## بحث

نتایج بررسی غنای گونه‌ای ماکروفیت‌های آبی‌زی مازندران نشان می‌دهد که غنای گونه‌ای و درصد پوشش آن‌ها بسیار بالاست. بررسی‌های لاکول<sup>۳</sup> و فریدمن<sup>۴</sup> (۲۰۰۶) نیز نشان داد مرداب‌هایی که در زمین‌های پست قرار دارند، با تغییرات دمایی حداکثر ۳۰ و حداقل ۱۴ با بارش نزولات فصلی فراوان که برای کشاورزی مناسبند، دارای حداکثر غنای گونه‌ای و بیومس بالایی از ماکروفیت‌های آبی‌زی هستند. به‌علاوه، در حقیقت اکثر گیاهان آبی‌زی گونه‌های مهاجمی هستند که یکی از دلایل بالا بودن غنای گونه‌ای ماکروفیت‌ها نیز در مازندران رشد گونه‌های مهاجم و معرفی شده به این استان است، به‌صورتی که هیچ گونه‌ای از ماکروفیت‌های آبی‌زی شناسایی شده در این تحقیق بومی ایران نیستند [۱۷].

هدف اصلی از این تحقیق بررسی گرا‌دیان رطوبت بر تنوع گونه‌ای ماکروفیت‌های آبی‌زی غرب با شرق استان مازندران است. دلیل بالاتر بودن تنوع غرب استان نسبت به شرق استان بیشتر بودن نزولات جوی در غرب است. بر اساس روش دومارتن نواحی غربی مازندران بسیار مرطوب و نواحی مرکزی مرطوب و نواحی شرقی مدیترانه‌ای است. به‌علت مرطوب‌تر بودن و بارندگی بیش‌تر در غرب استان و فرصت اراضی بایر برای باتلاقی شدن به‌خصوص زمین‌های رها شده و قدرت نفوذ کم‌تر این اراضی (مانند مرداب‌های مسده نزدیک به نمك آبرود)، شرایط مناسبی برای رشد گیاهان آبی‌زی فراهم آمده است. همچنین، نتایج بعدست آمده از آنالیزها و بررسی و مقایسه نتایج مرداب‌ها و مزارع نیز نشان می‌دهد مرداب‌ها (هم در غرب و هم در شرق) تنوع بیش‌تری از مزارع برنج دارند و با توجه به زیاد بودن غنای گونه‌ای مرداب‌های شرق نسبت به مزارع شرق می‌توان گفت مرداب‌ها در تنوع گونه‌ای شرق استان تأثیر بیش‌تری دارند ولی در غرب هم مزارع و هم مرداب‌ها در تنوع گونه‌ای غرب تأثیر دارند.

۱. Broken Stick

۲. Log series

۳. Lacoul

۴. Freedman

شاخص‌های تنوع در مورد سه گروه ماکروفیت‌ها تأیید می‌کند که گروه گیاهان رطوبت‌دوست بیش‌ترین تنوع را دارند. چون این گروه برای رشد نیاز به آب فراوان ندارند و در ضمن شرایط پرآبی را نیز به خوبی تحمل می‌کنند و نیز اغلب گونه‌های آن تروفیت بوده و تحمل شرایط خشک‌سالی را دارند و به صورت آفت در مزارع برنج رشد می‌کنند، با وجود یکنواختی پایین به علت داشتن غنای گونه‌ای بالا تنوع گونه‌ای بالایی را نشان می‌دهند. فراوان‌ترین گونه در کل منطقه سینودول داکتیلون<sup>۱</sup> نیز مربوط به این گروه است. با وجود تنوع بالای این گروه و این‌که از بین رفتن گونه‌های با فراوانی کم، تأثیری بر ساختار جامعه ندارد برخی گونه‌های در معرض خطر در این گروه نیاز به حفاظت دارند. در گروه گیاهان آبی حقیقی برخی گونه‌ها مانند زوسترا نولیتی هورنم<sup>۲</sup> دارای کم‌ترین درصد پوشش هستند فقط در یک محل (دریا بیشه نزدیک رامسر) دیده شدند ولی درصد پوشش بالای گیاهانی مانند آزولا فیلیکالویدس لام<sup>۳</sup> و چاراولگاریس<sup>۴</sup> غنای گونه‌ای را در این گروه افزایش می‌دهد. در گروه گیاهان مردابی که بیش‌ترین یکنواختی را دارند چون تعداد گونه‌ها کم است، تنوع گونه‌ای کاهش یافته است. این نتایج، نتایج حاصل از بررسی فلورستیکی ماکروفیت‌های آبی مازندران را که توکلی (۲۰۰۷) انجام داد، تأیید می‌کند. نتایج بررسی لاکول و فریدمن (۲۰۰۶) نیز نشان داد گیاهان رطوبت‌دوست (خانواده جگن‌ها و سپس گندمیان) بیش‌ترین گونه‌ها را به خود اختصاص دادند، سپس گیاهان غوطه‌ور، بعد گیاهان شناور و از همه کم‌تر ماکروفیت‌های با برگ‌های شناور بودند [۵]. بررسی‌های تحقیق حاضر نیز همین نتایج را نشان داد. در تحقیق حاضر نیز گیاهان رطوبت‌دوست بیش‌ترین غنا را دارند و میریوفیلوم اسپیکاتیوم ال<sup>۵</sup> و چاراولگاریس ال<sup>۶</sup> از گروه گیاهان غوطه‌ور و نیز جزء گونه‌های با بیش‌ترین درصد پوشش است و گونه‌هایی مانند لمناسپی<sup>۷</sup> و آزولا فیلیکالویدس لام از گروه گیاهان شناور بعد از گیاهان غوطه‌ور قرار می‌گیرند. بررسی شاخص شانون توسط خدر و ال دمرداش نیز نشان داد گیاهان برآمده از آب که بیش‌تر در گروه گیاهان رطوبت‌دوست قرار می‌گیرند، بالاترین میزان تنوع گونه‌ای را داشتند.

مدل توزیع گونه‌ها نیز در شرق با مدل عصای شکسته مطابقت دارد. پایین بودن غالبیت و بالا بودن غنای گونه‌ای ماکروفیت‌های آبی در کل منطقه، دلیل تطابق نمودار با مدل عصای شکسته است. بر اساس این مدل هر گونه بخشی از منبع را در جامعه مورد استفاده قرار می‌دهد و هیچ وجه اشتراکی بین گونه‌ها در استفاده از منابع وجود ندارد. در هر صورت اگر توزیع عصای شکسته مشاهده شود ما نتیجه می‌گیریم که يك فاکتور اکولوژيك مهم تقريباً به‌صورت یکنواخت بین گونه‌ها مشترك است [۱۲]، ولی در غرب توزیع فراوانی گونه‌ای با هیچ يك از دو مدل عصای شکسته و سری‌های لگاریتمی مطابقت ندارد. احتمالاً مدل توزیع فراوانی گونه‌ای در غرب با یکی از دو مدل لگ نرمال و یا ژئومتریک منطبق است.

۱. *Cynodon dactylon*

۲. *Zostera noltii* Hornem

۳. *Azolla filiculoides* Lam.

۴. *Chara vulgaris* L.

۵. *Myriophyllum spicatum* L.

۶. *Chara vulgaris* L.

۷. *Lemna* sp.

بررسی توزیع گونه‌های گیاهی موجود در شرق و غرب استان نشان داد گونه (*Sparganium erectum* L.) بیشترین درصد پوشش را در غرب داراست و گونه‌های (*Prunella vulgaris*, *Verbena officinalis* L.), *Calamagrostis epigejos* (L.) Roth., L., *Plantago major* L., *Phalaris minor* Retz., *Juncus bufonius* L., *Cynoglossum officinalis* L., کمترین فراوانی را دارند. این وضعیت نشان‌دهنده یکنواختی پایین است.

در شرق، گونه (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.) بیشترین فراوانی را دارد بعد از آن (*Potamogeton* *Chara*، *Myriophyllum spicatum* L.، *Phragmites australis* (Cav.) Trin. *crispus* L. *Plantago*، *Carex pseudocyperus* L.، *Zostera noltii* Hornem.) قرار دارند. (*vulgaris* L. *major* L. (*Pulicaria dysenterica* (L.) Bern. گونه‌های آبزی با کمترین فراوانی قرار دارند. این توزیع گونه‌ای نشان‌دهنده یکنواختی بالا در منطقه است.

بیشترین درصد پوشش در گیاهان آبی واقعی مربوطه به جلبک (*Chara Vulgaris* L.) با ۵۹۳٪ پوشش، بود. بعد از آن (*Azolla filiculoides* svos Lam.) با ۵۴۵٪ پوشش، وجود داشت که از نظر تعداد بیشترین تعداد افراد را در کل انواع گیاهان داراست و (*Myriophyllum spicatum* L.) نیز با حدود ۵۲۰٪ پوشش، بیشترین درصد پوشش را دارند و کمترین درصد پوشش مربوط به (*Zostera noltii* Hornem.) است که تنها در يك مكان (مرداب طبیعی نزدیک بابل‌سر) دیده شد.

در بین گیاهان مردابی (*Sparganium erectum* L.) با ۱۰۱۵٪ پوشش، بیشترین درصد پوشش را به خود اختصاص داده، بعد از آن (*Mentha aquatica* L.) بیشترین درصد پوشش را داراست. بقیه گونه‌های این گروه پوشش متوسط تقریباً یکسانی داشتند که همین امر دلیل بالا بودن یکنواختی در این گروه است هرچند پایین بودن تعداد گونه‌ها تنوع را کاهش داده است.

گیاهان رطوبت‌دوست بیشترین درصد را در بین ماکروفیت‌های آبی در این منطقه دارند. (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.) با ۱۸۱۷٪ پوشش، بیشترین درصد پوشش گیاهان رطوبت‌دوست را داراست. تفاوت در درصد پوشش بین گونه‌ها دلیلی برای کم بودن یکنواختی در این گروه است و به علت زیاد بودن تعداد گونه‌ها و درصد پوشش، تنوع این گروه زیاد است.

## منابع

1. C. den Hartog, S. Segal, "A new classification of the water plant communities", Acta. Bot. Neel, 13 (1988) 367-393.
2. M. Karami, B. Zehzad, M. E. Kasmani, "Dominant aquatic vegetation at Hashilan wetland", Nat. Res. J., 53 (1) (2000) 79-85.

۳. ح. دیانت نژاد، ط. افتخاری، جامعه‌شناسی گیاهی و تهیه نقشه رویشی جنوب غربی تالاب انزلی، مجله زیست‌شناسی ایران، جلد ۵، شماره ۳ و ۴ (۱۳۷۶) ۱۱۱-۱۳۴.
۴. ع. غلامی، شناسایی و مطالعه اکولوژیکی فلور حاشیه‌ای آبی دریاچه بزرگان، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه فردوسی مشهد (۱۳۸۲).
5. P. Lacoul, B. Freedman, "Relationship between aquatic plants and environmental factors along a steep Himalayan altitudinal gradient", Aquatic Botany, Elsevier, 84 (2006) 3-116.
6. A. H. A. Khedr, M. A. El-Demerdash, "Distribution of aquatic plants in relation to environmental factors in the Nile Delta", Aquatic Botany, Elsevier, 56 (1997) 75-86.
7. G. Bornette, H. Piegay, A. Citterio, C. Amoros, V. Godreau, "Aquatic plant diversity in four river floodplains: A comparison at two hierarchical levels", Biodiversity and Conservation, Springer, 10 (2001) 1683-1701.
8. J. E. Houlahan, D. C. S. Finellay, "Effect of invasive plant species on temperate wetland plant diversity", Conservation Biology, Blackwell synergy, 18 (2004) 1132-1145.
۹. م. اردکانی، اکولوژی، انتشارات دانشگاه تهران (۱۳۸۰) ۳۴۰.
10. M. Begon, J. Harper, C. Townsend, "Ecology, Blackwell Scientific Publications" (1990) 876.
11. A. E. Magurran, "Ecological diversity and its measurement", Croom Helm Ltd., London (1988) 179.
12. Ch. J. Krebs, "Ecological Methodology", 2nd ed., Benjamin/Cummings (1998) 654.
۱۳. ح. اجتهادی، ع. سپهری، ح. ر. عکافی، روش‌های اندازه‌گیری تنوع زیستی، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد (۱۳۸۸).
14. N. McAleece, "Biodiversity Professional Beta", the Natural History Museum and the Scottish Association for Marine Science 232 (1-3) (1997) 68-74.
15. J. A. Ludwig, J. F. Reynold, "Statistical Ecology", John Willey (1988) 67-103.
16. A. C. Kenney, Ch. J. Krebs, "Ecological Methodology Program Package", Version 6.0. University of British Columbia.
۱۷. س. توکلی، مطالعه فلورستیک و اکولوژیکی گیاهان آبی ماکروفیت در غرب و شرق استان مازندران، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه فردوسی مشهد (۱۳۸۶).

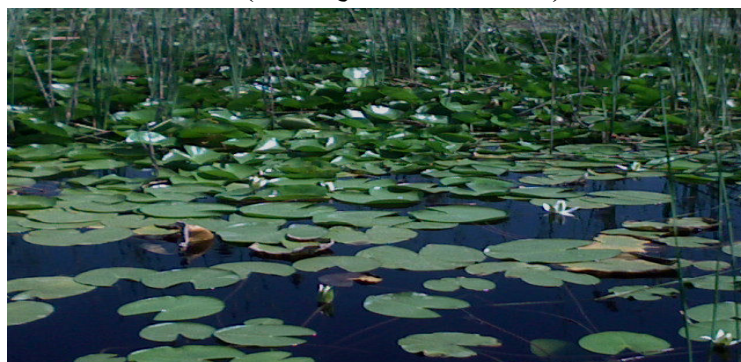
ضمیمه ۱



شکل ۱. نمک‌آبرود (مسده، آب‌بند ویلای یاران)



شکل ۲. رامسر (سادات محله، زمین برنج رها شده)



شکل ۳. ساری (آب‌بند سید محله)

ضمیمه ۲

لیست گیاهان آبی ماکروفیت استان مازندران و پراکنش جغرافیایی آن‌ها

| ردیف                  | نام علمی                                   | پراکنش جغرافیایی              |
|-----------------------|--------------------------------------------|-------------------------------|
| <b>Alismataceae</b>   |                                            |                               |
| ۱                     | <i>Alisma lanceolatum</i> With.            | PL.                           |
| ۲                     | <i>Alisma plantago-aquatica</i> L.         | PL.                           |
| <b>Apiaceae</b>       |                                            |                               |
| ۳                     | <i>Apium nodiflorum</i> (L.) Lag.          | PL.                           |
| ۴                     | <i>Centella asiatica</i> (L.) Urban.       | Euro-Sib.-Ir.-Tur.            |
| ۵                     | <i>Hydrocotyle vulgaris</i> L.             | Euro-Sib.-N. Medit.           |
| ۶                     | <i>Hydrocotyle ranunculoides</i> L. f.     | PL.                           |
| ۷                     | <i>Bupleurum marschallianum</i> C. A. Mey. | W. Ir.-Tur.                   |
| <b>Asclepiadaceae</b> |                                            |                               |
| ۸                     | <i>Periploca graeca</i> L.                 | Euro-Sib.-Medit.-W. Ir.-Tur.  |
| <b>Asteraceae</b>     |                                            |                               |
| ۹                     | <i>Eclipta prostrata</i> (L.) L.           | Euro-Sib.-Medit.-Ir.-Tur.     |
| ۱۰                    | <i>Bidens tripartita</i> L.                | Euro-Sib. (Medit.- Ir.-Tur.). |

|                         |                                                                     |                                               |
|-------------------------|---------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| ۱۱                      | <i>Pulicaria dysenterica</i> (L.) Bernh.                            | Euro-Sib.-Medit.-W. Ir.-Tur.                  |
| <b>Betulaceae</b>       |                                                                     |                                               |
| ۱۲                      | <i>Alnus glutinosa</i> (L.) Gaertn. Subsp. <i>barbata</i> Yaltirik. | Euro-Sib.                                     |
| ۱۳                      | <i>Alnus subcordata</i> C. A. Mey.                                  | Euro-Sib.                                     |
| <b>Boraginaceae</b>     |                                                                     |                                               |
| ۱۴                      | <i>Myosotis palustris</i> (L.) Nath.                                | Euro-Sib.                                     |
| <b>Brassicaceae</b>     |                                                                     |                                               |
| ۱۵                      | <i>Cardamin hirsuta</i> L.                                          | Euro-Sib.-Medit. (Ir.-Tur.).                  |
| ۱۶                      | <i>Nasturtium microphyllum</i> Boenn. ex Reichenb.                  | Euro-Sib.(W. Ir.-Tur.).                       |
| ۱۷                      | <i>Nasturtium officinale</i> (L.) R. Br.                            | Euro-Sib.-Ir.-Tur.                            |
| <b>Butomaceae</b>       |                                                                     |                                               |
| ۱۸                      | <i>Butomus umbellatus</i> L.                                        | PL.                                           |
| <b>Callitrichaceae</b>  |                                                                     |                                               |
| ۱۹                      | <i>Callitriche palustris</i> L.                                     | E. Holarctic                                  |
| <b>Caryophyllaceae</b>  |                                                                     |                                               |
| ۲۰                      | <i>Spergularia marina</i> (L.) Griseb.                              | Cosm.                                         |
| <b>Ceratophyllaceae</b> |                                                                     |                                               |
| ۲۱                      | <i>Ceratophyllum demersum</i> L.                                    | PL.                                           |
| <b>Characeae</b>        |                                                                     |                                               |
| ۲۲                      | <i>Chara vulgaris</i> L.                                            | Cosm.                                         |
| <b>Chenopodiaceae</b>   |                                                                     |                                               |
| ۲۳                      | <i>Salicornia europaea</i> L.                                       | Euro-Sib.-Medit.-Ir.-Tur                      |
| <b>Cyperaceae</b>       |                                                                     |                                               |
| ۲۴                      | <i>Carex diluta</i> M.B.                                            | Ir.-Tur.                                      |
| ۲۵                      | <i>Carex otrubae</i> Podp.                                          | Euro-Sib.-Medit.-Ir.-Tur.                     |
| ۲۶                      | <i>Carex pendula</i> Huds.                                          | Euro-Sib.-Medit.                              |
| ۲۷                      | <i>Carex pseudocyperus</i> L.                                       | Euro-Sib.-Medit.-Ir.-Tur., N. Am.             |
| ۲۸                      | <i>Carex remota</i> L.                                              | Euro-Sib.-Medit.                              |
| ۲۹                      | <i>Carex riparia</i> Curtis.                                        | Euro-Sib.-Ir.-Tur.                            |
| ۳۰                      | <i>Carex songorica</i> Kar. & Kir.                                  | Ir.-Tur.                                      |
| ۳۱                      | <i>Cyperus esculentus</i> L.                                        | Pantr.                                        |
| ۳۲                      | <i>Cyperus fuscus</i> L.                                            | Euro-Sib.-Medit.-Ir.-Tur.                     |
| ۳۳                      | <i>Cyperus longus</i> L.                                            | Medit.-Ir.-Tur.(Euro-Sib.)                    |
| ۳۴                      | <i>Cyperus rotundus</i> L.                                          | Cosm.                                         |
| ۳۵                      | <i>Eleocharis palustris</i> (L.) Roem & Schult.                     | Cosm.                                         |
| ۳۶                      | <i>Eleocharis uniglumis</i> (Link.) Schult.                         | Euro-Sib.-Ir.-Tur.                            |
| ۳۷                      | <i>Fimbristylis bisumbellata</i> (Forssk.) Bubani.                  | Medit.-Ir.-Tur., Paleotr., Austr.             |
| ۳۸                      | <i>Pycnus flavescent</i> (L.) Reichenb.                             | Euro-Sib.-Ir.-Tur.-Pantr.                     |
| ۳۹                      | <i>Schoenoplectus lacustris</i> (L.) Palla.                         | Cosm.                                         |
| ۴۰                      | <i>Schoenoplectus littoralis</i> Schrad.                            | Paleotr.                                      |
| ۴۱                      | <i>Schoenoplectus mucronatus</i> (L.) Palla.                        | Cosm.                                         |
| <b>Equisetaceae</b>     |                                                                     |                                               |
| ۴۲                      | <i>Equisetum palustre</i> L.                                        | PL.                                           |
| ۴۳                      | <i>Equisetum ramosissimum</i> Desf.                                 | PL.                                           |
| <b>Haloragaceae</b>     |                                                                     |                                               |
| ۴۴                      | <i>Myriophyllum spicatum</i> L.                                     | Borealo-Trop.                                 |
| ۴۵                      | <i>Myriophyllum verticillatum</i> L.                                | Borealo-Trop.                                 |
| <b>Hydrocharitaceae</b> |                                                                     |                                               |
| ۴۶                      | <i>Elodea canadensis</i> Michx.                                     | Origin N. Am, naturalised in Europea and Afr. |
| ۴۷                      | <i>Hydrilla verticillata</i> L. C. Rech.                            | Euro-Sib.-Ir.-Tur.                            |
| ۴۸                      | <i>Hydrocharis morsus-ranae</i> L.                                  | PL.                                           |
| <b>Hypericaceae</b>     |                                                                     |                                               |
| ۴۹                      | <i>Hypericum perforatum</i> L.                                      | PL.                                           |
| <b>Iridaceae</b>        |                                                                     |                                               |
| ۵۰                      | <i>Iris pseudoacorus</i> L.                                         | Euro-Sib.-Medit.-W. Ir.-Tur.                  |
| <b>Juncaceae</b>        |                                                                     |                                               |
| ۵۱                      | <i>Juncus acutus</i> L.                                             | PL.                                           |
| ۵۲                      | <i>Juncus articulatus</i> L.                                        | Cosm.                                         |
| ۵۳                      | <i>Juncus bufonius</i> L.                                           | Cosm.                                         |
| ۵۴                      | <i>Juncus effusus</i> L.                                            | Cosm.                                         |

|                         |                                                                               |                                         |
|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| ۵۵                      | <i>Juncus heldreichianus</i> Marsson ex Parl. subsp. <i>orientalis</i> Snoge. | Medit.-W. Ir.-Tur.                      |
| ۵۶                      | <i>Juncus hybridus</i> Brot.                                                  | PL.                                     |
| ۵۷                      | <i>Juncus inflexus</i> L.                                                     | Cosm.                                   |
| ۵۸                      | <i>Juncus maritimus</i> Lam.                                                  | Euro-Sib.-Medit.                        |
| ۵۹                      | <i>Juncus minutulus</i> Albert & Jahandiez.                                   | Euro-Sib.-Medit.-Ir.-Tur. Saharo-Arab.  |
| ۶۰                      | <i>Juncus rigidus</i> Desf.                                                   | Euro-Sib.-Medit.-Ir.-Tur. Saharo-Arab.  |
| <b>Lamiaceae</b>        |                                                                               |                                         |
| ۶۱                      | <i>Lycopus europaeus</i> L.                                                   | Euro-Sib.                               |
| ۶۲                      | <i>Mentha aquatica</i> L.                                                     | Euro-Sib & Cult.                        |
| ۶۳                      | <i>Prunella vulgaris</i> L.                                                   | Cosm.                                   |
| <b>Lemnaceae</b>        |                                                                               |                                         |
| ۶۴                      | <i>Lemna gibba</i> L.                                                         | Borealo-Trop.                           |
| ۶۵                      | <i>Lemna minor</i> L.                                                         | Borealo-Trop.                           |
| ۶۶                      | <i>Spirodela polyrrhiza</i> (L.) Schleiden                                    | Borealo-Trop.                           |
| <b>Lythraceae</b>       |                                                                               |                                         |
| ۶۷                      | <i>Lythrum salicaria</i> L.                                                   | PL.                                     |
| <b>Nymphaeaceae</b>     |                                                                               |                                         |
| ۶۸                      | <i>Nymphaea alba</i> L.                                                       | Euro-Sib.-Medit.-Ir.-Tur.               |
| ۶۹                      | <i>Nelumbium caspicum</i> Eichw.                                              | S. Asia. & N. Austr.                    |
| <b>Onagraceae</b>       |                                                                               |                                         |
| ۷۰                      | <i>Epilobium hirsutum</i> L.                                                  | PL.                                     |
| ۷۱                      | <i>Ludwigia palustris</i> (L.) Elliott.                                       | PL.                                     |
| <b>Papilionaceae</b>    |                                                                               |                                         |
| ۷۲                      | <i>Trifolium angustifolium</i> L.                                             | Euro-Sib.-Medit.-W. Ir.-Tur.            |
| ۷۳                      | <i>Trifolium repens</i> L.                                                    | Euro-Sib.-Medit.-Ir.-Tur.               |
| <b>Plantaginaceae</b>   |                                                                               |                                         |
| ۷۴                      | <i>Plantago lanceolata</i> L.                                                 | Cosm.                                   |
| <b>Poaceae</b>          |                                                                               |                                         |
| ۷۵                      | <i>Aeluropus littoralis</i> (Gouan) Parl.                                     | Medit.-Ir.-Tur.-Saha-Arab.              |
| ۷۶                      | <i>Agrostis tenuis</i> Sibth.                                                 | Euro-Sib.-Medit.                        |
| ۷۷                      | <i>Arundo donax</i> L.                                                        | PL.                                     |
| ۷۸                      | <i>Calamagrostis epigejos</i> (L.) Roth.                                      | PL.                                     |
| ۷۹                      | <i>Catabrosa aquatica</i> (L.) beauv                                          | Ir.-Tur.                                |
| ۸۰                      | <i>Coix lacrima-jobi</i> L.                                                   | Native of Tropo As.                     |
| ۸۱                      | <i>Hordeum marinum</i> Hudson.                                                | Euro-Sib.-Medit.-Ir.-Tur.               |
| ۸۲                      | <i>Hordeum murinum</i> L.                                                     | Euro-Sib.-Medit.-Ir.-Tur.               |
| ۸۳                      | <i>Paspalum dilatatum</i> Poir.                                               | Native of S. Am.                        |
| ۸۴                      | <i>Phalaris minor</i> Retz.                                                   | Medit.-Ir.-Tur.                         |
| ۸۵                      | <i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud.                            | PL.                                     |
| ۸۶                      | <i>Polypogon fugax</i> Nees ex Steud.                                         | Cosm.                                   |
| ۸۷                      | <i>Polypogon monspeliensis</i> (L.) Desf.                                     | Cosm.                                   |
| <b>Polygonaceae</b>     |                                                                               |                                         |
| ۸۸                      | <i>Polygonum hydropiper</i> L.                                                | PL.                                     |
| ۸۹                      | <i>Polygonum lapathifolium</i> L.                                             | Euro-Sib.-Medit.-Ir.-Tur.               |
| ۹۰                      | <i>Polygonum persicaria</i> L.                                                | Euro-Sib.-Medit.-Ir.-Tur.               |
| ۹۱                      | <i>Rumex crispus</i> L.                                                       | Euro-Sib.-Medit.                        |
| ۹۲                      | <i>Rumex pulcher</i> L.                                                       | Euro-Sib.-Medit.-Sah-Arab.              |
| <b>Potamogetonaceae</b> |                                                                               |                                         |
| ۹۳                      | <i>Potamogeton crispus</i> L.                                                 | PL.                                     |
| ۹۴                      | <i>Potamogeton lucens</i> L.                                                  | Euro-Sib.-Medit.-Ir.-Tur.               |
| ۹۵                      | <i>Potamogeton nodosus</i> Poir.                                              | Euro-Sib.-Medit.-Ir.-Tur., Afr., N. Am. |
| ۹۶                      | <i>Potamogeton pectinatus</i> L.                                              | Cosm                                    |
| ۹۷                      | <i>Potamogeton perfoliatus</i> L.                                             | Euro-Sib.-Ir.-Tur., N. Am.              |
| ۹۸                      | <i>Potamogeton pusillus</i> L.                                                | Euro-Sib.-Ir.-Tur., Afr., N. Am.        |
| <b>Primulaceae</b>      |                                                                               |                                         |
| ۹۹                      | <i>Samolus valerandi</i> L.                                                   | Cosm.                                   |
| <b>Ranunculaceae</b>    |                                                                               |                                         |
| ۱۰۰                     | <i>Batrachium rionii</i> (Lagger.) Nym.                                       | Medit.-Ir.-Tur.                         |

|                         |                                                                |                             |
|-------------------------|----------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| ۱۰۱                     | <i>Batrachium trichophyllum</i> (Chaix.) Bosch.                | Cosm.                       |
| ۱۰۲                     | <i>Ranunculus constantinopolitanus</i> (DC.) dUrv.             | Euro-Sib.-Medit.-Ir.-Tur.   |
| ۱۰۳                     | <i>Ranunculus dolosus</i> Fisch. & C. A. Mey.                  | End.                        |
| ۱۰۴                     | <i>Ranunculus muricatus</i> L.                                 | PL.                         |
| ۱۰۵                     | <i>Ranunculus ophioglossifolius</i> Vill.                      | Euro-Sib.-Medit.-Ir.-Tur.   |
| ۱۰۶                     | <i>Ranunculus repens</i> L.                                    | Euro-Sib.-Medit.- Sah-Arab. |
| ۱۰۷                     | <i>Ranunculus scleratus</i> L.                                 | Euro-Sib.-Medit.-Ir.-Tur.   |
| <b>Ricciaceae</b>       |                                                                |                             |
| ۱۰۸                     | <i>Ricciocarpus natans</i> (L.) Cord.                          | Cosm.                       |
| ۱۰۹                     | <i>Riccia fluitans</i> L.                                      | Cosm.                       |
| <b>Rosaceae</b>         |                                                                |                             |
| ۱۱۰                     | <i>Potentilla reptans</i> L.                                   | Euro-Sib.-Medit. (Ir.-Tur.) |
| <b>Rubiaceae</b>        |                                                                |                             |
| ۱۱۱                     | <i>Galium humifusum</i> Bieb.                                  | Medit.-Ir.-Tur.             |
| <b>Salicaceae</b>       |                                                                |                             |
| ۱۱۲                     | <i>Salix alba</i> L.                                           | Euro-Sib.-Ir.-Tur.-Afr.     |
| ۱۱۳                     | <i>Salix aegyptiaca</i> L.                                     | Euro-Sib.-Medit.            |
| ۱۱۴                     | <i>Salix excelsa</i> S. G. Gmelin.                             | Euro-Sib.-Medit.-Ir.-Tur.   |
| ۱۱۵                     | <i>Populus caspica</i> Bornm.                                  | Euro-Sib.-Ir.-Tur.          |
| <b>Salviniaceae</b>     |                                                                |                             |
| ۱۱۶                     | <i>Salvinia natans</i> (L.) Allioni.                           | PL.                         |
| ۱۱۷                     | <i>Azolla filiculoides</i> Lam.                                | PL.                         |
| <b>Scrophulariaceae</b> |                                                                |                             |
| ۱۱۸                     | <i>Veronica anagallis-aquatica</i> L. subsp. <i>oxycarpa</i> . | Cosm.                       |
| <b>Solanaceae</b>       |                                                                |                             |
| ۱۱۹                     | <i>Solanum dulcamera</i> L.                                    | Euro-Sib.-Medit.-Ir.-Tur.   |
| <b>Sparganiaceae</b>    |                                                                |                             |
| ۱۲۰                     | <i>Sparganium erectum</i> L.                                   | Euro-Sib.-Medit.-Ir.-Tur.   |
| <b>Typhaceae</b>        |                                                                |                             |
| ۱۲۱                     | <i>Typha latifolia</i> L.                                      | Borealo-Trop.               |
| ۱۲۲                     | <i>Typha laxmanni</i> lepech.                                  | Euro-Sib.                   |
| ۱۲۳                     | <i>Typha minima</i> Funck.                                     | Euro-Sib.-Ir.-Tur.          |
| <b>Verbenaceae</b>      |                                                                |                             |
| ۱۲۴                     | <i>Phyla nodiflora</i> (L.) Greene.                            | Medit.-Ir.-Tur.             |
| <b>Zannichelliaceae</b> |                                                                |                             |
| ۱۲۵                     | <i>Zannichellia palustris</i> L.                               | Cosm.                       |
| <b>Zosteraceae</b>      |                                                                |                             |
| ۱۲۶                     | <i>Zostera noltii</i> Hornem.                                  | Euro-Sib.-Medit             |