

## معرفی کاوشگر جلبک‌های دریای خزر

کاظم دادخواهی پور

مؤسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

algae.of.caspian@gmail.com

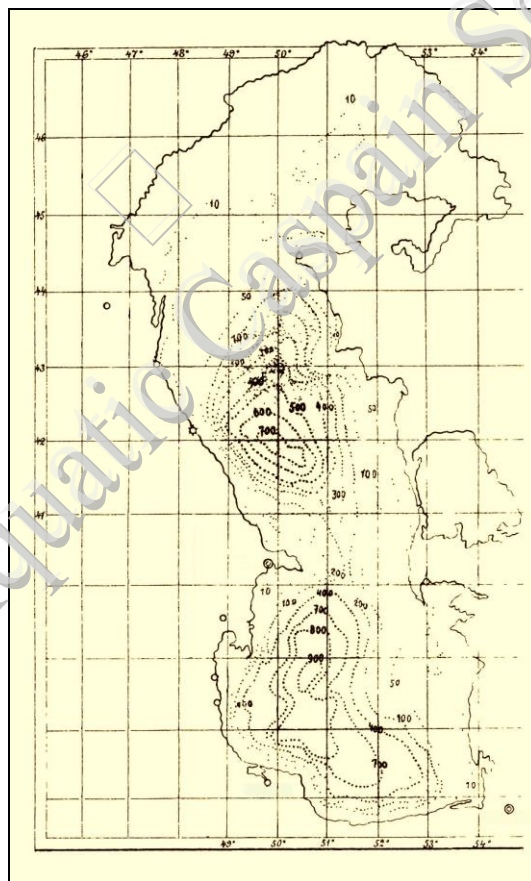
### چکیده

جلبک‌ها در پهنه دریای خزر از لحاظ تولید زی‌توده و همچنین ثبات زیست‌بوم نقش اساسی دارند. از سوی دیگر، با توجه به شرایط خاص چنین منطقه‌ای، مطالعه جامع تنوع زیستی انواع جلبک‌ها اجتناب ناپذیر می‌باشد. در این پژوهش، با استفاده از فناوری برنامه نویسی در محیط VB.net یک نرم‌افزار کاربردی با عنوان « کاوشگر جلبک‌های دریای خزر » طراحی و تدوین گردید. با بررسی اطلاعات طی دو دهه اخیر، تعداد ۱۰۲۹ گونه جلبک با ۱۱۹ وارسته و ۴۶ فرم به همراه نام‌های مترادف آنها متعلق به ۴ سلسله شامل ۱۳ شاخه، ۲۶ رده، ۶۹ راسته، ۱۴۰ تیره و ۲۸۶ جنس استخراج گردید. از لحاظ فرم رویشی، تعداد ۱۴۱ گونه ماکروفیت و تعداد ۸۸۸ گونه فیتوپلانکتون می‌باشند. رویشگاه هریک از گونه‌ها اعم از آبهای شیرین، لب شور، شور و تعدادی نیمه‌هوای نیز مشخص شدند. علاوه‌براین، در این الگوریتم منشا انتشار، وضعیت و نقاط مختلف پراکنش برحسب میزان تراکم نسبی تنوع گونه‌ها در هر مرحله از پردازش، قابل محاسبه و ترسیم روی نقشه می‌باشد. این نرم‌افزار در سیستم‌های عامل متداول نظیر Windows قابل اجرا می‌باشد و نسخه‌ای ویژه از آن جهت آشنایی بیشتر و دانلود در بخش نتایج این مقاله معرفی شده است. بدین ترتیب، با توجه به اهمیت مدیریت اطلاعات تنوع و پراکنش جلبک‌ها در دریای خزر، قابلیت‌هایی نظیر تسهیلات روزآمدسازی اطلاعات، فرایند جستجو برای انواع اقتصادی، امکان استفاده در شرایط میدانی، قابل استفاده حتی برای افراد غیرمتخصص، امکان تلفیق داده‌های گوناگون، ارائه گزارش‌های علمی، همگن سازی مستندات، ترویج بومی‌سازی دانش فنی و توسعه برای اطلاعات سایر آبزیان دریای خزر با رویکرد بین‌المللی، در چنین افزازی قابل تامل می‌باشد.

**واژه‌های کلیدی:** تنوع زیستی، جلبک، دریای خزر، فناوری اطلاعات، گیاه‌شناسی الکترونیک، نرم‌افزار، نقشه پراکنش

## مقدمه

پهنه دریای خزر دارای سواحل و سرزمین‌های مرتبط در مجموع به وسعت ۲۱,۹۹۶,۶۰۰ کیلومتر مربع می‌باشد و ژرفای آن که گاهی تا ۷۸۸ متر (عمدتاً در بخش میانی) می‌رسد، زیست‌بوم منحصر بفردی محسوب می‌گردد و در ابعاد گوناگون، شگفتی‌های زیادی دارد (Zonn *et al.*, 2010). جلبک‌ها در این منطقه از لحاظ تولید زی‌توده و ثبات محیط طبیعی، نقش بسیار مهمی دارند. بر اساس اسناد علمی معتبر، پیشینه مطالعات پیرامون بررسی تنوع جلبک‌های دریای خزر با قدمتی بیش از یک قرن وجود دارد (Henckel, 1909) و نمونه‌ای از نقشه مورد مطالعه در آن زمان در شکل ۱ نشان داده شده است. در حال حاضر، بررسی تنوع زیستی بطور وسیع و طی برنامه‌های گسترده انجام می‌شود (Aladin *et al.*, 2017).



شکل ۱- نمونه‌ای از قدمت بررسی جلبک‌های دریای خزر (Henckel, 1909)

طی دو دهه اخیر تحقیقات پیرامون فیتوپلانکتون‌ها در حوضه جنوبی دریای خزر انجام شده است و برای مثال می‌توان به مطالعه ترکیب و تنوع گونه‌ها (Tahami *et al.*, 2012)، توزیع فصلی در شش ایستگاه نزدیک سواحل استان‌های گیلان و

مازندران (Ganjian *et al.*, 2010)، نوسانات زمانی و مکانی جلبک‌های سبز-آبی (تهامی و همکاران، ۱۳۹۵)، وضعیت ثبات و اغتشاش در اکوسیستم در آبهای ساحلی (نصراله‌زاده ساروی و همکاران، ۱۳۹۴) و ارزیابی جلبک‌ها در ارتباط با شاخص‌های کیفیت آب (Ganjian *et al.*, 2009)، اشاره نمود.

## مواد و روش کار

در این پژوهش، با توجه به اهمیت تلفیق و همچنین بازیابی اطلاعات گوناگون پیرامون تنوع و پراکنش جلبک‌ها (دادخواهی‌پور، ۱۳۹۱) و با استفاده از قابلیت‌های برنامه‌نویسی VB.net (Halvorson, 2013) و همچنین الگوریتم مناسب جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها اعم از نوشتاری، توصیفی و محاسباتی (Dadkhahipour, 2017) یک نرم‌افزار کاربردی طراحی و تدوین گردید. بخش عمده‌ای از اطلاعات پایه برای تنوع فیتوپلانکتون‌ها از چک‌لیست گزارش نهایی برنامه جامع محیط زیست CEP (Caspian Environment Program) به نگارش گگورف جلبک‌شناس روسی فراهم شد (Gogorev, 2017) و برای جلبک‌های ماکروفیت نیز از اطلاعات تدوین شده توسط ژاکوا استفاده گردید (Zhakova, 2017). علاوه بر این، منابع اشاره شده در بخش پیشین کمک شایانی در تکمیل و تطبیق برخی از داده‌ها بویژه آندسته از جلبک‌های بخش جنوبی دریای خزر داشتند. بدین ترتیب، با ساماندهی اطلاعات پایه، مرحله مهم بازنگری و اصلاح داده‌ها و روزآمد سازی آنها فراهم گردید. در این مرحله با استفاده از سامانه تخصصی پایگاه داده جلبک‌ها (www.AlgaeBase.org) بسیاری از نام‌های مترادف و همچنین رده‌بندی آنها مشخص گردید (Guiry and Guiry, 2017).

## نتایج و بحث

با استفاده از افزار و شیوه‌های متناسب با گیاه‌شناسی الکترونیک (Electrobotany) یک نرم‌افزار کاربردی جامع با عنوان: «کاوشر جلبک‌های دریای خزر» طراحی و تدوین گردید. نمای عمومی این نرم‌افزار مطابق شکل ۲ دارای ۱۰ بخش اصلی به شرح ذیل می‌باشد (شماره برجسب برای هریک از بخش‌ها روی شکل ۲ مشخص شده است):

۱- عنوان و مشخصات شناسنامه‌ای نرم‌افزار.

۲- فهرست تنوع و اسامی علمی برای انواع جلبک.

۳- فهرست درختی انواع گزینه‌های فرعی با قابلیت انتخاب چندگزینه‌ای.

۴- عنوان گونه فراخوانده شده.

۵- نمایی از تصویر و همچنین نقشه منطقه دریای خزر با امکان تبدیل به یکدیگر با یک کلیک.

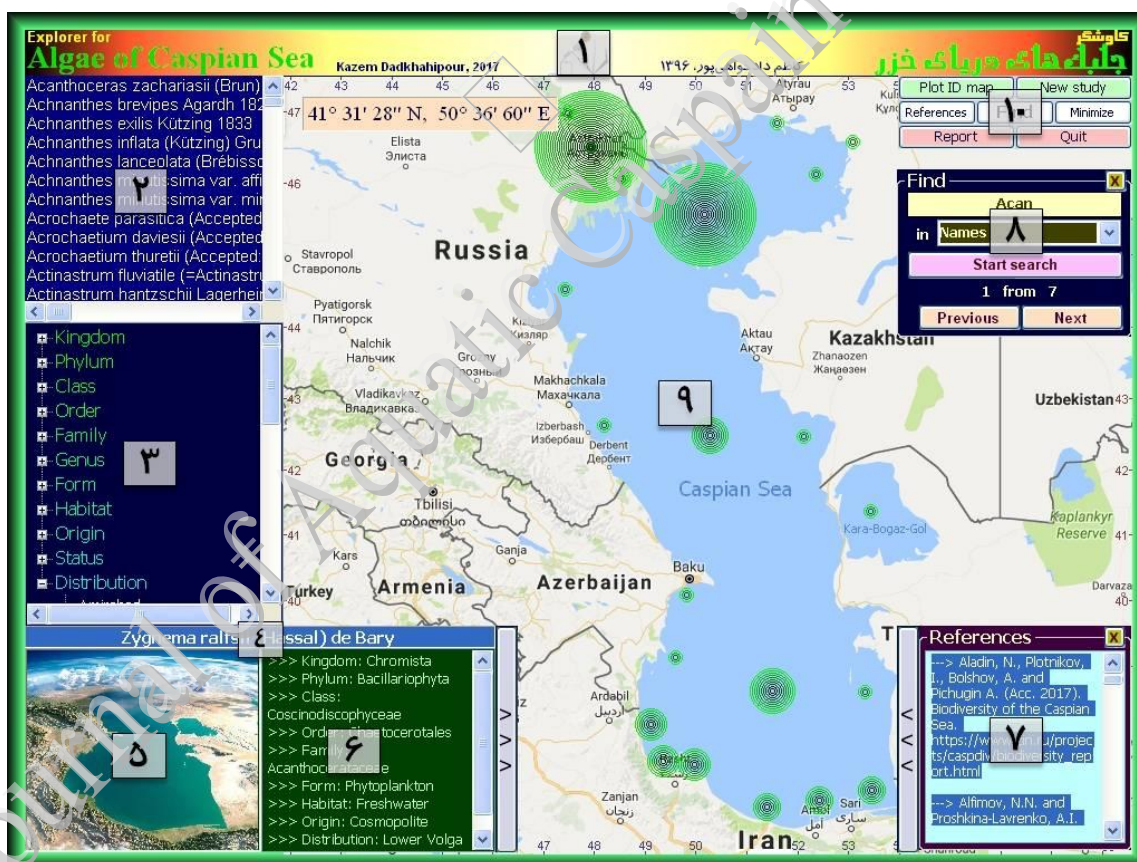
۶- شرح نوشتاری اطلاعات طبقه‌بندی شده برای گونه فراخوانده شده.

۷- فهرستی از منابع علمی معتبر.

۸- ابزاری ویژه جهت کاوش برای واژه‌هایی در فهرستگان اسامی و یا منابع علمی.

۹- نقشه دریای خزر با قابلیت نمایش خودکار مختصات جغرافیایی برحسب درجه، دقیقه و ثانیه.

جعبه ابزار با هفت کلید فرمان شامل: ۱- سرآغاز مطالعه جدید، ۲- ترسیم نقشه پراکنش برای هر شناسه با قابلیت تنظیم مدت زمان برای نمایش خودکار انواع انتخاب شده در فهرست تنوع (ردیف ۲)، ۳- تبدیل نمای کوچک صفحه نمایش، ۴- فعال‌سازی ابزار کاوش واژه‌ها (بخش ۸)، ۵- فراخوان مرورگر منابع علمی (بخش ۷)، ۶- تنظیم و ارایه یک گزارش فنی و تحلیلی با ترسیم نقشه پراکنش برای فهرست انواع جلبک فراخوان شده و بالاخره، ۷- پایان اجرای نرم‌افزار.



شکل ۲- نمای عمومی نرم‌افزار «کاوشگر جلبک‌های دریای خزر»

این نرم‌افزار دارای راهنمای فعال می‌باشد یعنی با حرکت مکان‌نما در هر بخش از صفحه نمایش، توضیحات مربوطه ظاهر می‌شوند و کاربر از فرایند پردازش، اطلاعات لازم را به سهولت دریافت می‌کند. این برنامه در سیستم‌های عامل متداول نظیر Windows (نسخه XP و بالاتر) قابل اجرا می‌باشد. علاقمندان می‌توانند جهت آشنایی بیشتر، نسخه‌ای ویژه قابل اجرا را از نشانی زیر [دانلود](https://drive.google.com/open?id=0B5MK8UE3jnUIenPLYjIOakwzT2M) نمایند:

<https://drive.google.com/open?id=0B5MK8UE3jnUIenPLYjIOakwzT2M>

در این پژوهش، مشخصات رده‌بندی تعداد ۱۰۲۹ گونه با ۱۱۹ وارسته و ۴۶ فرم به همراه نام‌های مترادف آنها مورد مطالعه و بازنگری قرار گرفت. از لحاظ فرم رویشی، تعداد ۱۴۱ گونه ماکروفیت و تعداد ۸۸۸ گونه فیتوپلانکتون می‌باشند. در این مجموعه، تعداد چهار سلسله (Chromista, Eubacteria, Plantae, Protozoa) شامل ۱۳ شاخه، ۲۶ رده، ۶۹ راسته، ۱۴۰ تیره و ۲۸۶ جنس استخراج گردید. در همین راستا، اطلاعات رده‌بندی برای هریک از واحدهای تاکسونومیک در نرم‌افزار فراهم شد بطوری‌که به ازای انتخاب هر سطحی از رده‌بندی، عناوین سطوح بالاتر (تا سلسله) و پایین‌تر (تا گونه) قابل بازیابی می‌باشند. بدیهی است که ارایه فهرستی برای تمامی تاکسون‌ها با توجه به حجم زیاد جداول (بیش از ۴۰ صفحه!) امکان‌پذیر نمی‌باشد ولی بدلیل استفاده عمده از نام جنس جلبک‌ها در کاوش‌های گوناگون، اسامی تعداد ۲۸۶ جنس موجود در این مجموعه ضروری به‌نظر می‌رسد و به‌همین دلیل، فهرست الفبایی آنها به‌شرح ذیل تنظیم شده است:

*Acanthoceras, Achnanthes, Acrochaete, Acrochaetium, Actinastrum, Actinocyclus, Acutodesmus, Amphora, Anabaena, Anabaenopsis, Aneumastus, Ankistrodesmus, Ankyra, Aphanizomenon, Aphanocapsa, Aphanothece, Arthrospira, Ascocyclus, Asterionella, Asterocytis, Aulacoseira, Bacillaria, Bangia, Biddulphia, Binuclearia, Blidingia, Botryococcus, Bumilleriopsis, Callithamnion, Caloneis, Calothrix, Campylodiscus, Carteria, Centritractus, Ceramium, Ceratium, Chaetoceros, Chaetomorpha, Chantransia, Chara, Chlamydomonas, Chlorella, Chlorhormidium, Chlorogonium, Chlorobion, Chloromonas, Chromulina, Chroococcus, Chroomonas, Chrysococcus, Chrysochloris, Cladophora, Closteriopsis, Closterium, Cocconeis, Codonella, Coelastrum, Coelomoron, Coelosphaerium, Coenochloris, Coenococcus, Coenocystis, Coenolamellus, Coscinodiscus, Cosmarium, Cosmoastrum, Crucigenia, Crucigeniella, Cryptomonas, Cuspidothrix, Cyanothece, Cyclorella, Cylindrospermum, Cylindrotheca, Cymatopleura, Cymbella, Dactyliosolen, Dactylococcopsis, Dermatolithon, Desmatriactum, Desmodesmus, Diatoma, Dicellula, Dictyochlorella, Dictyosphaerium, Didymocystis, Dinobryon, Diploneis, Diplopsalis, Dolichospermum, Ebria, Ectocarpus, Ectochaete, Elakatothrix, Emergosphaera, Enteromorpha, Entocladia, Entomoneis, Entonema, Epicladia, Epithemia, Eudorina, Euglena, Eunotia, Eutreptia, Exuviaella, Fragilaria, Franceia, Geitlerinema, Geminellopsis, Glenodiniopsis, Glenodinium, Gloeocapsa, Gloeocapsopsis, Gloeomonas, Gloeotheca, Golenkinia, Golenkiniopsis, Gomontia, Gomphonema, Gomphosphaeria, Gonatozygon, Goniochloris, Gonium, Gonyaulax, Gonyostomum, Grammatophora, Gymnodinium, Gyrosigma, Hantzschia, Heterocapsa, Heteroleibleinia, Hildenbrandia, Hyalodiscus, Hyaloraphidium, Hydrodictyon, Jaaginema, Johannesbaptistia, Kephyrion,*

*Kirchneriella, Koliella, Komarekia, Korshikoviella, Kylinia, Lagerheimia, Lamprothamnium, Lamprothamnus, Laurencia, Laurenciocolax, Lepocinclis, Leptolyngbya, Licmophora, Limnoraphis, Limnothrix, Lingulodinium, Lithoporella, Lobomonas, Lophosiphonia, Lychnothamnus, Lyngbya, Mallomonas, Martyana, Mastogloia, Melobesia, Melosira, Merismopedia, Micractinium, Microcoleus, Microcrocis, Microcystis, Microspogium, Monomorpha, Monoraphidium, Monosiphon, Monostroma, Mougeotia, Navicula, Neidium, Nephrochlamys, Nephroselmis, Nitella, Nitellopsis, Nitzschia, Nodularia, Ochromonas, Oedogonium, Oocystis, Ophiocytium, Oscillatoria, Ostreobium, Pandorina, Pediastrum, Peridiniella, Peridiniopsis, Peridinium, Phacus, Phaeostroma, Phlebothamnion, Phormidium, Pinnularia, Planctococcus, Planktolynghya, Planktothrix, Pleurocapsa, Pleurocladia, Pleurosigma, Podosira, Polyedriopsis, Polysiphonia, Porphyrosiphon, Preperidinium, Pringsheimiella, Proboscia, Prorocentrum, Protoperidinium, Pseudanabaena, Pseudokephyrion, Pseudo-nitzschia, Pseudosolenia, Pseudotetrastrum, Pteromonas, Pylaiella, Pyrophacus, Quadrigula, Raphidocelis, Rhabdogloea, Rhizoclonium, Rhizosolenia, Rhodomonas, Rhoicosphenia, Rhopalodia, Rivularia, Scenedesmus, Schizothrix, Schroederia, Scrippsiella, Scytonema, Selenastrum, Siderocelis, Siderocystopsis, Skeletonema, Snowella, Sorastrum, Spermatozopsis, Sphaerellopsis, Sphaerocystis, Sphaerodinium, Sphaerospermopsis, Spirogyra, Spirulina, Staurastrum, Stauridium, Staurodesmus, Stauroneis, Stephanodiscus, Stigeoclonium, Streblonema, Strombomonas, Stypocaulon, Surirella, Synechocystis, Synedra, Synura, Tetradismus, Tetraedron, Tetrapedia, Tetraselmis, Tetrastrum, Thalassionema, Thalassiosira, Tolypella, Tolypothrix, Trachelomonas, Treubaria, Tribonema, Trichocoleus, Trichodesmium, Trochiscia, Ulnaria, Ulothrix, Ulva, Ulvella, Uronema, Urospora, Westella, Zygnema.*

شایان ذکر است که تعداد هشت گونه از جلبک‌ها که فاقد شناسایی کامل بوده و فقط در سطح جنس گزارش شده‌اند (*Chlorella, Codonella, Dinobryon, Mougeotia, Ochromonas, Oedogonium, Stigeoclonium, Tetrapedia*) همچنین، در پایگاه داده‌ها تعداد چهار گونه از جنس *Hyaloraphidium* به شرح ذیل وجود دارد که در حقیقت، شبه قارچ محسوب می‌شوند.

*Hyaloraphidium arcuatum* Korschikoff

*Hyaloraphidium contortum* var. *contortum* Pascher et Korschikoff

*Hyaloraphidium contortum* var. *tenuissimum* Korschikoff

*Hyaloraphidium rectum* Korschikoff

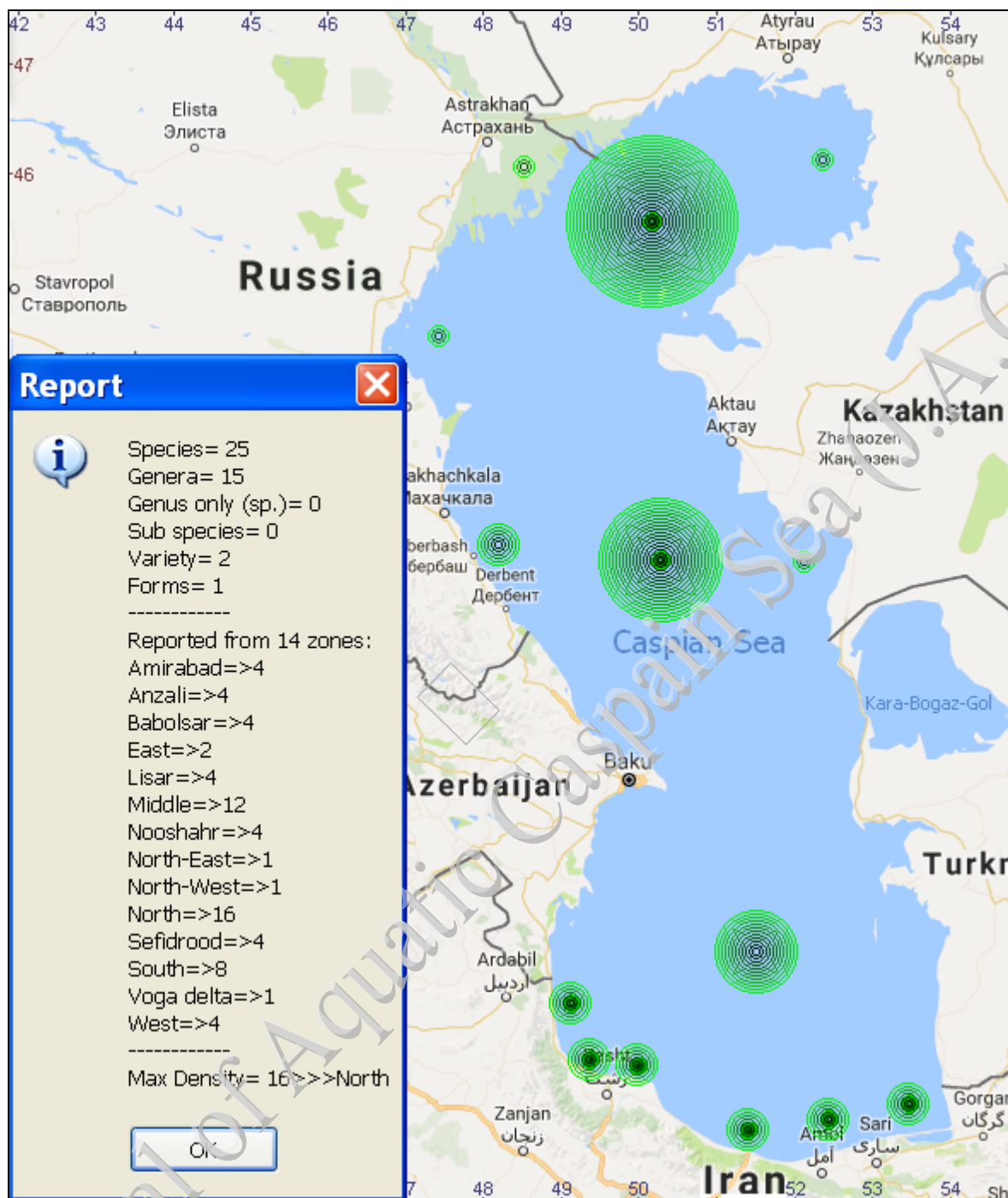
رویشگاه هریک از گونه‌ها اعم از آبهای شیرین، لب شور، شور و برخی نیمه‌هوازی، مشخص شده‌اند. علاوه‌براین، در این الگوریتم منشا، وضعیت و نقاط مختلف پراکنش برحسب میزان تراکم نسبی تنوع گونه‌ها در هر مرحله از پردازش، قابل محاسبه می‌باشد.

در مطالعات کلاسیک جستجوی موضوعی خاص مورد نیاز می‌باشد و فهرست گزینه‌ها این امکان را فراهم می‌نماید که یک یا چند گزینه انتخاب شوند. فهرست انتخابی شامل ۱۱ عنوان به همراه تعدادی عنوان فرعی به شرح ذیل می‌باشد:

1. **Kingdom:** Chromista\Eubacteria\Plantae\Protozoa\
2. **Phylum:** Bacillariophyta\Charophyta\Chlorophyta\Ciliophora\Cryptophyta\Cyanobacteria\...

3. **Class:** Bacillariophyceae\Bangioiphyceae\Charophyceae\Chlorodendrophyceae\Chlorophyceae\...
4. **Order:** Achnanthes\Acrochaetiales\Aulacoseirales\Bacillariales\Bangiales\Batrachospermales\...
5. **Family:** Acanthocerataceae\Achnanthaceae\Acinetosporaceae\Acrochaetiaceae\...
6. **Genus:** Acanthoceras\Achnanthes\Acrochaete\Acrochaetium\Actinastrum\Actinocyclus\...
7. **Form:** Macroalgae\Phytoplankton
8. **Habitat:** Brackish water\Freshwater\Marine water\Parasite\Subaerophytic\...
9. **Origin:** Cosmopolite\Endemic\In America\In Eurasia\In Europe\Limited\Northern area\...
10. **Status:** All over the Sea\Common\Not rare\Not very common\Numerous\Often\Rare\...
11. **Distribution:** Amirabad\Anzali\Azerbaijan coastal reservoirs\Babolsar\East\Emba delta\Kara-Bogaz-Gol\...

برای مثال، چنانچه بخواهیم گونه‌های بومی دریای خزر را مطالعه نماییم، با انتخاب Endemic از گزینه Origin در ردیف ۹ در فهرست گزینه‌ها و سپس درخواست گزارش فنی از صفحه فرامین، تعداد ۲۵ گونه بومی مطابق شکل ۳ مشاهده خواهد شد. در اینجا، علاوه بر مشخص کردن موقعیت پراکنش، میزان تراکم گزارش نیز با تعداد دایر مشخص می‌گردد.

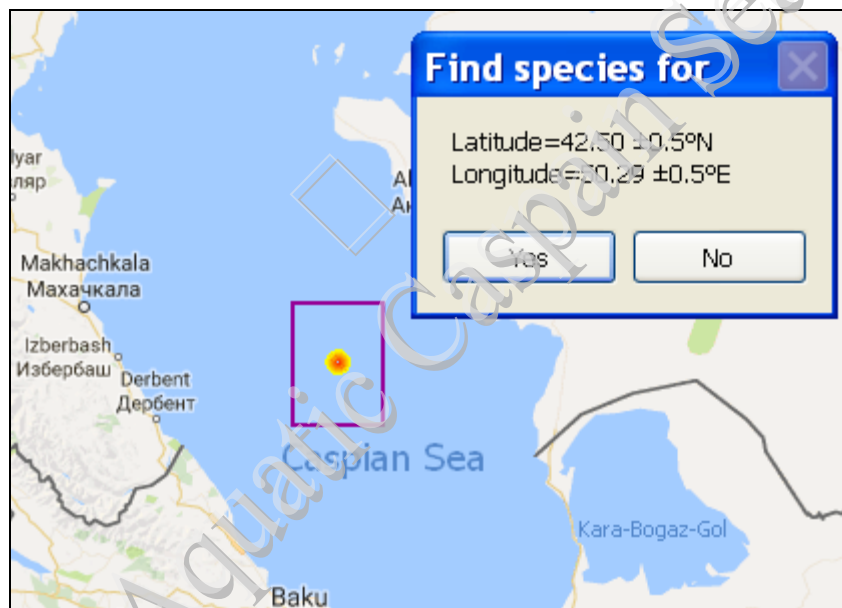


شکل ۳- تنوع و نقشه پراکنش جلبک‌های بومی دریای خزر

بسیاری از ابزارهای مورد استفاده در این نرم‌افزار، متناسب با نیازها و همچنین به‌منظور سرعت بخشیدن به فرایند تجزیه و تحلیل داده‌ها طراحی شده است. بنابراین، ویژگی کاربر دوست بودن برای این دستاورد، دارای اهمیت زیادی می‌باشد. برای مثال، هنگامی که روی نقشه حرکتی انجام پذیرد، محاسبات همان نقطه بطور خودکار انجام شده و همانند دستگاه GPS مختصات را برحسب درجه و دقیقه و ثانیه در قسمت بالای نقشه نشان می‌دهد. چنین تسهیلاتی بویژه هنگام بررسی نقاط پراکنش برای مناطق خاص روی نقشه، کاربرد فراوانی دارد. یکی دیگر از تسهیلات نرم‌افزار، امکان جستجو با حرکت روی



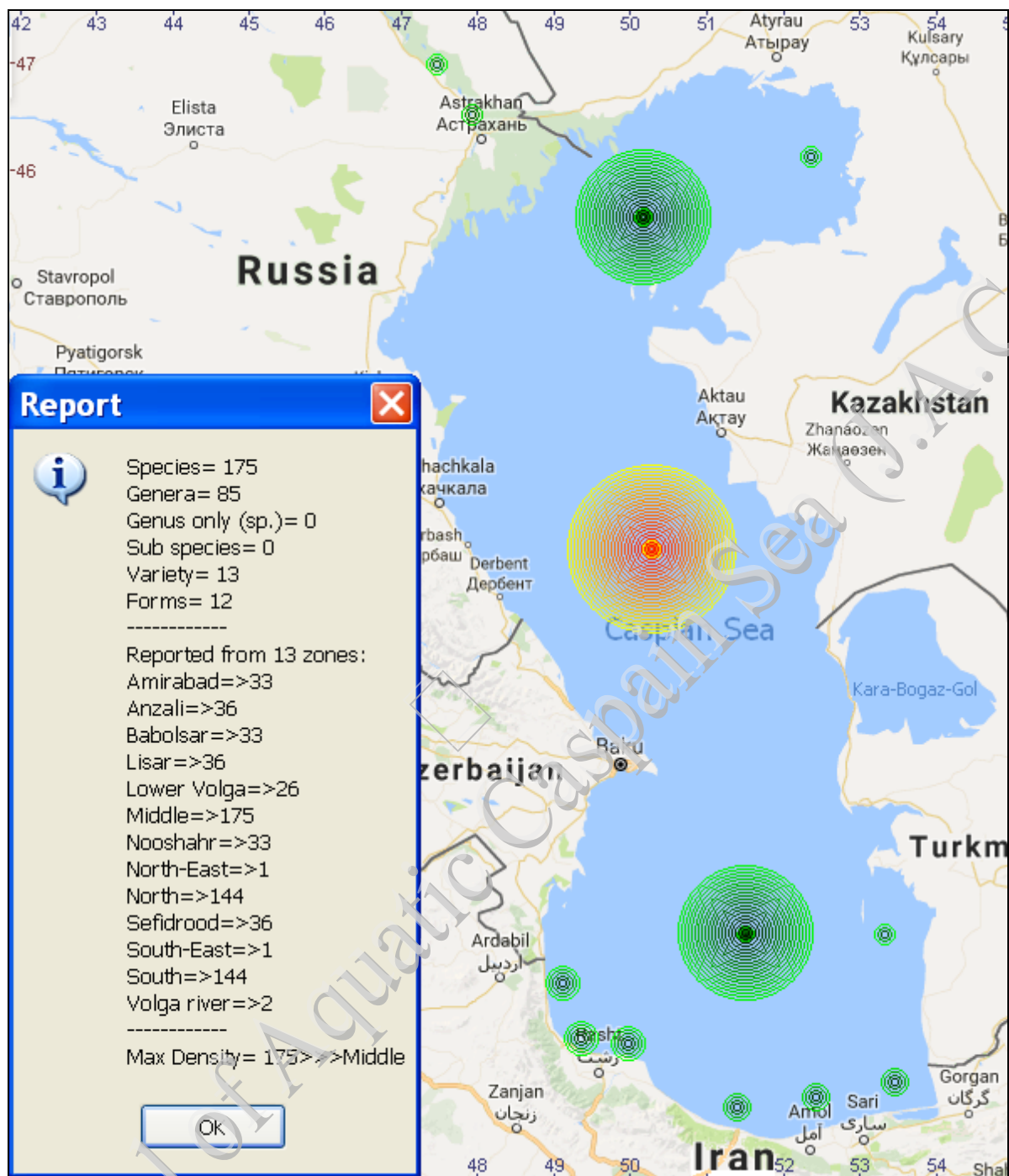
نقشه می‌باشد بطوری که با کلیک کردن روی نقشه، ضمن مشاهده مختصات جغرافیایی می‌توان فهرستی از گونه‌ها را در آن منطقه با ترسیم یک محدوده چهار گوشه که مرکز آن دارای اختلاف نیم درجه در طول و عرض جغرافیایی نقطه مورد نظر می‌باشد، پیدا نمود. برای مثال، چنانچه مطابق شکل ۴ بخواهیم وضعیت تنوع جلبک‌ها را در بخش میانی دریای خزر بدانیم کافیست در مختصات مکان‌ما بخش میانی نقشه کلیک کرده و در فهرست گزینه‌ها، گزینه Middle را از عنوان اصلی Distribution انتخاب نمود. در چنین انتخابی، فهرستی از ۱۷۵ گونه برای محدوده مذکور فراخوان می‌شوند.



شکل ۴- کاوش تنوع جلبک‌ها در بخش مرکزی دریای خزر

چنانچه فرمان گزارش در این مرحله داده شود، ترسیم نقشه پراکنش برای منطقه مورد نظر و با فراوانی نسبی در سایر نقاط با تعداد دواير ترسیم می‌گردد (شکل ۵). همانطور که در شکل مشاهده می‌شود، رنگ متمایز (زرد و نارنجی) در بخش میانی نقشه پراکنش بدلیل انتخاب و تاکید بر نام مکان می‌باشد و چنانچه مکان‌های دیگری نیز همزمان انتخاب شوند مشابه همین رویه در خروجی حاصل از پردازش داده‌ها رخ خواهد داد. بدین ترتیب، با چنین ساختاری به‌سهولت امکان تجزیه و تحلیل موضوع‌های گوناگون از لحاظ توصیفی و همچنین رقومی برای مفاهیم تنوع و پراکنش فراهم می‌گردد.

شایان ذکر است که ترسیم نقشه پراکنش یکی از تسهیلات مهم و کاربردی در این نرم‌افزار محسوب می‌گردد. با انتخاب هر یک از گونه‌ها، تجزیه و تحلیل داده‌ها بطور خودکار آغاز شده و برای هر یک از شناسه‌ها، شرح گونه به همراه عناوین کلیدی همچون اسلایدهای پی در پی در صفحه نمایش (نقشه پراکنش) ظاهر می‌شوند. میزان توقف هر یک از این صفحه‌ها ابتدا با پرسش از سوی سیستم برحسب ثانیه تعیین می‌گردد. ابعاد آموزشی چنین ابزاری بویژه در بررسی‌های تطبیقی اهمیت فراوانی دارد.



شکل - بررسی تطبیقی تنوع جلبک‌های منطقه میانی با سایر نقاط دریای خزر

## یافته پژوهشی

انگیزه اصلی در این پژوهش، طراحی و تدوین یک ابزار تحقیق ساده ولی توانمند جهت انتقال یافته‌ها پیرامون تنوع زیستی جلبک‌ها در دریای خزر می‌باشد. بنابراین، با توجه به اهمیت فناوری اطلاعات جلبک‌ها در این منطقه، قابلیت‌هایی نظیر تسهیلات روزآمدسازی، فرایند جستجو برای انواع اقتصادی، امکان استفاده در شرایط میدانی، قابل استفاده حتی برای افراد غیرمتخصص، امکان تلفیق داده‌های گوناگون، ارایه گزارش‌های علمی، همگن سازی مستندات، ترویج بومی‌سازی دانش فنی و امکان توسعه برای سایر آبزیان دریای خزر، کاربرد چنین افزاری قابل توصیه و ترویج در ابعاد آموزشی و پژوهشی و حتی اجرایی مراکز ذیربط با رویکرد در سطح بین‌المللی می‌باشد.

## منابع

- تهامی، ف.س.، رحمتی، ر.، اسلامی، ف. و رضایی، م.، ۱۳۹۵. نوسانات زمانی و مکانی جلبک‌های سبز-آبی (Cyanophyta) در حوضه جنوبی دریای خزر. فصلنامه آبزیان دریای خزر، دوره ۱، شماره پیاپی ۲، صفحه ۶۹-۵۸.
- دادخواهی‌پور، ک.، ۱۳۹۱. اهمیت بررسی تلفیقی تنوع و پراکنش جلبک‌های ایران. فصلنامه علوم محیطی، ویژه‌نامه بهار ۱۳۹۱، صفحه ۲۸-۱۷.
- نصراله‌زاده ساروی، ح.، مخلوق، آ.، رحمتی، ر.، تهامی، ف.س.، کیهان‌ثانی، ع. و گل‌آقایی، م.، ۱۳۹۴. مطالعه وضعیت ثبات و اغتشاش در اکوسیستم دریای خزر (سواحل ایران) بر اساس الگوی ساختاری فیتوپلانکتون. مجله علمی پژوهشی زیست‌شناسی دریا، دوره ۷، شماره پیاپی ۲۶، صفحه ۴۴-۲۷.
- Aladin, N., Plotnikov, I., Bolshov, A. and Pichugin A., 2017. Biodiversity of the Caspian Sea. [https://www.zin.ru/projects/caspdiv/biodiversity\\_report.html](https://www.zin.ru/projects/caspdiv/biodiversity_report.html). Cited 2 Apr, 2017.
- Dadkhipour, K., 2017. Simple algorithm to assess the diversity and distribution for algae of Iran. *Rostaniha* 17(2): 196-197.
- Ganjian, A., Maznah, W.O., Khairun., Y. Najafpour, Sh., Najafpour, Gh.D. and Roohi, A., 2009. The assessment of biological indices for classification of water quality in southern part of Caspian Sea. *World Applied Sciences Journal* 7(9): 1097-1104.
- Ganjian, A., Maznah, W.O., Yahya, K., Fazli, H., Vahedi, M., Roohi, A. and Farabi, S.M.V., 2010. Seasonal and regional distribution of phytoplankton in the southern part of the Caspian Sea. *Iranian Journal of Fisheries Sciences* 9 (3): 382-401.

- Gogorev, R., 2017. Check-list for Caspian Sea phytoplankton. Caspian Sea Biodiversity Project under umbrella of Caspian Sea Environment Program. [http://www.zin.ru/projects/caspdiv/caspian\\_phytoplankton.html](http://www.zin.ru/projects/caspdiv/caspian_phytoplankton.html). Cited 12 Mar, 2017.
- Guiry, M.D. and Guiry, G.M., 2017. Algae Base. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <http://www.algaebase.org>. Cited 11 Apr, 2017.
- Halvorson, M. 2013. Microsoft Visual Basic 2013 Step by Step. Microsoft Press, 671 pp.
- Henckel, A.G. 1909. Materialy k fitoplanktonu Kaspiyskogo moria [Materials to the phytoplankton of the Caspian Sea]. Scripta Botanica Horti Universitatis Imperialis Petropolitanae 27: 1-246, 36 pls.
- Tahami, F.S., Mazlan, A.G., Negarestan, H., Najafpour, Sh., Lotfi, W.W.M. and Najafpour, G.D., 2012. Phytoplankton combination in the southern part of Caspian Sea. World Applied Sciences Journal 16(1): 99-105.
- Zhakova, L.V., 2017. Check-list for Caspian Sea macroalgae. Caspian Sea Biodiversity Project under umbrella of Caspian Sea Environment Program. [http://www.zin.ru/projects/caspdiv/caspian\\_macroalgae.html](http://www.zin.ru/projects/caspdiv/caspian_macroalgae.html). Cited 12 Mar, 2017.
- Zonn, I.S., Kostianoy, A.G., Kosarev, A.N. and Glantz, M.H. 2010. The Caspian Sea encyclopedia. Springer-Verlag, 522 p.