بررسی مطلوبیت زیستگاهی دوکفه‌ای قو (*Anodonta cygnea*, Linnaeus, 1758) به‌عنوان یک‌گونه شاخص زیستی در بخش‌های مختلف تالاب انزلی

رحمت زرکامی* و شهره کیا

ایران، گیلان، دانشگاه گیلان، دانشکده منابع طبیعی صومعه‌سرا، گروه محیط‌زیست

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱/۱۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۹/۲۶

چکیده

دوکفه‌ای قو(*Anodonta cygnea*) یک‌گونه بزرگ آب شیرین است که به نام دوکفه‌ای رودخانه‌ای هم شناخته شده است. برای بررسی مطلوبیت زیستگاهی *A. cygnea*، شش ایستگاه از قسمت‌های مختلف تالاب انزلی انتخاب شد. در هر ایستگاه مجموعه‌ای از متغیرها در ارتباط با خصوصیات کیفی آب و ریخت‌شناسی محیط بطور همزمان با ۳۶ نمونه حضور و ۳۶ نمونه عدم حضور افراد گونه به‌صورت ماهانه در طول یک سال (۱۳۹۷-۱۳۹۶) اندازه‌گیری شد. براساس نتایج آزمون من-ویتنی اختلاف معنی‌داری در خصوص حضور و عدم حضور دوکفه‌ای مورد نظر با بیشتر متغیرها وجود داشت ($P < ۰/۰۵$) برای فسفات و مواد جامد معلق و برای بقیه عامل‌ها ($P < ۰/۰۱$). تنها استثنا دراین خصوص در مورد متغیرهای درجه حرارت آب‌وهوا مشاهده شد بطوریکه براساس نتایج آزمون، هیچ ارتباط معنی‌داری در مورد حضور و عدم حضور افراد با این دو متغیر مشاهده نشده است. براساس نتایج مدل خطی تعمیم یافته، افزایش عواملی مثل عمق آب، سرعت جریان آب، کدورت آب، هدایت الکتریکی، ارتو فسفات و نیترات ممکن است باعث کاهش احتمال حضور افراد گونه ($P < ۰/۰۱$) و برعکس افزایش غلظت اکسیژن محلول و سختی کل ممکن است باعث افزایش احتمال حضور موجود در تالاب شود ($P < ۰/۰۱$). براساس نتایج مدل خطی تعمیم یافته هیچگونه ارتباط معنی‌دار آماری بین حضور و عدم حضور گونه با دمای آب بدست نیامده است.

واژه‌های کلیدی: دوکفه‌ای قو، مطلوبیت زیستگاهی، حضور و عدم حضور، مدل خطی تعمیم یافته

* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۹۱۱۸۳۱۵۷۳۲، پست الکترونیکی: rzarkami2002@yahoo.co.uk

مقدمه

درشرایط کنونی تخریب زیستگاه آبزیان یکی از مهمترین عوامل انقراض گونه‌های آبزیان در جهان می‌باشد (۱). لذا با توجه به این مشکل، بررسی مطلوبیت زیستگاهی گونه-های آبزیان (۳و ۸) و شناسایی متغیرهای کلیدی برای زیست آنها از موضوعات اساسی برای مدیریت اصولی گونه‌ها و زیستگاه آنها می‌باشد (۲۷و ۳۵) .

یکی از خانواده‌های مهم و سودمند از جانوران آبزی کفزی، دوکفه‌ای‌ها می‌باشند. این‌گونه ها ازنظر اکولوژیک (نقش آنها در زنجیره و شبکه تغذیه) و اقتصادی (مصارف خوراکی برای انسان، ماهیان و ماکیان) اهمیت شایان توجهی در اکوسیستم‌های آبی دارند. ازجمله این‌گونه‌های باارزش، دوکفه‌ای قو *Anodonta cygnea* (Linnaeus, 1758)می‌باشد. نظر به شاخص بودن *A. cygnea* به تغییرات زیست‌محیطی (آلاینده‌های محیطی)، گونه‌ای مفید جهت مطالعات خود زیست پالایی در اکوسیستم‌های آبی محسوب می‌شود (۵) و لذا این موجودات بطور گسترده در برنامه‌های مدیریتی در اکوسیستم‌های آبی ازجمله رودخانه‌ها و تالاب‌ها به کار گرفته می‌شوند (۶).

A. cygnea عمدتاً ساکن زیستگاه‌های آبی بسته و پهنه آب‌های کوچک مانند حوضچه‌ها و تورب زارها است اما

می‌تواند در دریاچه‌ها، پایین‌دست رودخانه‌ها با جریان کند آب، کانال‌ها و مخازن سدها نیز یافت شود (۱۷). بطور کلی این‌گونه دوکفه‌ای در بسیاری از کشورها بصورت بومی زیست می‌کند (۲۰). *A. cygnea* از پرتغال در جنوب غربی اروپا تا سیبری و در سراسر بخش اروپایی روسیه گزارش‌شده است (۱۶). یکی از دشمنان اصلی *A. cygnea* گونه مهاجم دوکفه‌ای گورخری است (۱۰).

از دیدگاه بوم‌شناختی متغیرهای زیادی می‌توانند روی رشد و بقای این‌گونه اثر بگذارند. براساس گزارشاتی که در منابع علمی وجود دارد (۲۵و ۳۱) جنس بستر ازجمله متغیرهای کلیدی است که می‌تواند روی ترجیحات زیستگاهی گونه موردمطالعه تأثیر بگذارد. این موجود معمولاً بستری را برمی‌گزیند که بتواند براحتی در آن نقب بزند (۴). بنابراین اندازه ذرات تشکیل‌دهنده جنس بستر نه‌تنها در تعیین غنای گونه نقش شایان توجهی دارد (۱۴) بلکه فراوانی جمعیت صدف دوکفه‌ای‌ها تابعی از اندازه ذرات بستر خواهد بود. معمولاً تنوع و تراکم *A. cygnea* در بسترهای شنی بیشتر از بسترهای گلی و رسی می‌باشد (۹). براساس منابع علمی (۱۹) با افزایش عمق آب از فراوانی افراد گونه کاسته می‌شود چون خود این عامل می‌تواند روی متغیرهای دیگر مثل میزان نفوذ نور، اکسیژن محلول و دمای آب تأثیر بگذارد. طبق گزارش محققان (۲۹)، کاهش غلظت اکسیژن محلول در آب از عوامل مهم بازدارنده برای کاهش زیتوده موجود دوکفه‌ای و کاهش فراوانی جمعیت آنها می‌باشد (۲۲) بطوری که این‌گونه، آب‌های با میزان اکسیژن محلول بالا را ترجیح می‌دهد که این عامل موجب رشد سریع و بزرگی اندازه کفه‌های گونه می‌شود (۳۱). براساس مطالعه محققان (۲۱)، افزایش شوری نیز موجب کاهش تراکم جمعیت این موجود می‌شود. افزایش میزان کدورت در آب نیز عامل بازدارنده دیگر برای این موجود قلمداد شده است (۲۱). در مطالعات دیگر (۱۵) افزایش آلاینده‌های ناشی از مواد مغذی سبب کاهش تحمل این موجود (به‌عنوان یک شاخص زیستی) مطرح شده است.

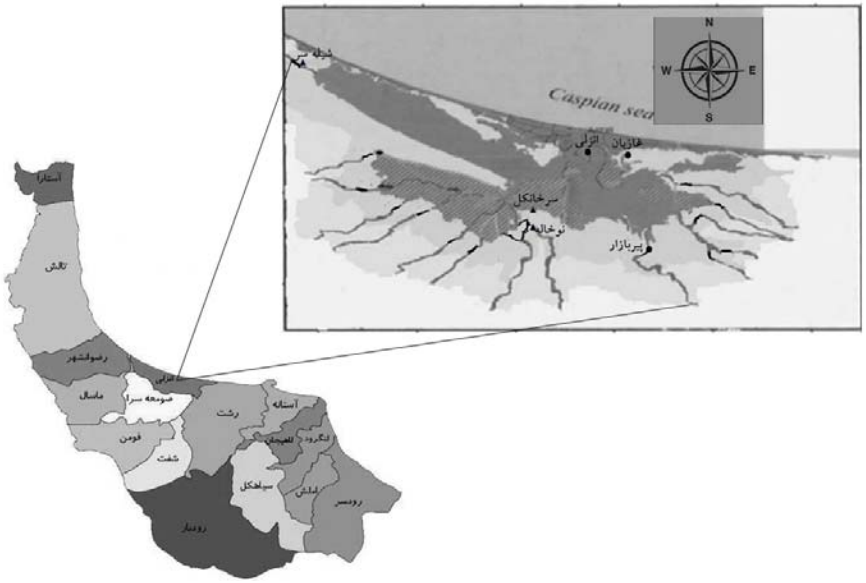
برای نیل به یک دستاورد علمی مناسب در زمینه مطلوبیت زیستگاهی آبزیان (مثل *A. cygnea*) و همچنین برای داشتن برنامه‌های صحیح مدیریتی در تالاب‌ها (۲۶) نیاز به تعیین روش‌ها و تکنیک‌های آماری مناسب (۲و ۳) و همچنین نیاز به تعیین متغیرهای تأثیرگذار برای ترجیحات زیستگاهی موجود می‌باشد (۳۶). در صورت عدم اطلاعات دقیق از خصوصیات اکولوژیکی و مطلوبیت زیستگاهی آبزیان، اهداف حفاظت و مدیریت تالاب‌ها با مشکل مواجه خواهد شد (۳۵). دلیل اصلی برای استفاده از مدل خطی تعمیم یافته در پژوهش کنونی، پیش‌بینی میزان احتمال حضور و یا عدم حضور *A. cygnea* در مناطق مختلف تالاب انزلی است. مدل خطی تعمیم یافته نوعی تعمیم رگرسیون خطی است و برای داده‌هایی که از پراکنش غیر نرمال پیروی می‌کنند استفاده می‌شوند (۲۴).

A. cygnea نقش مهمی را در زنجیره و شبکه غذایی اکوسیستم‌های تالابی ایفا می‌کند. با توجه به اینکه در سالیان اخیر جمعیت این‌گونه آبزی منحصربه‌فرد و مهم در تالاب انزلی به دلایل مختلفی ازجمله ازدیاد بیش‌ازحد آلودگی‌ها به شدت کاهش‌یافته است. همچنین از سوی دیگر مطالعات در زمینه مطلوبیت زیستگاهی این‌گونه در ایران و همچنین در جهان بسیار اندک می‌باشد لذا شناختن عوامل تأثیرگذار روی مطلوبیت زیستگاهی این‌گونه شاخص زیستی می‌تواند کمک مؤثری در مسائل مدیریتی رودخانه‌ها و تالاب‌ها کند. لذا هدف عمده این کار تحقیقی، بررسی مطلوبیت زیستگاهی *A. cygnea* براساس عوامل مهم و مؤثر (فیزیکی- شیمیایی و ساختاری محیط) روی حضور/ عدم حضور گونه در قسمت‌های مختلف تالاب انزلی می‌باشد.

مواد و روشها

مناطق موردمطالعه: برای بررسی مطلوبیت زیستگاهی *A. cygnea* در تحقیق فعلی، شش ایستگاه از قسمت‌های مختلف تالاب انزلی انتخاب شد که سه ایستگاه در رودخانه‌های ورودی به تالاب به نام های پیربازار، نوخاله و شیله سر و دو ایستگاه در قسمت‌های خروجی از تالاب به نام‌های ایستگاه‌های غازیان و مصبی تالاب انزلی و یک ایستگاه در داخل تالاب بنام سرخانکل در نظر گرفته شد (شکل ۱).

وسعت حوضه آبریز تالاب انزلی حدود ۳۷۴۰ کیلومترمربع است که در محدوده‌ی مختصاتی ۴۸ درجه و ۴۵ دقیقه تا ۴۹ درجه و ۴۲ دقیقه طولی و ۳۶ درجه ۵۵ دقیقه تا ۳۷ درجه و ۳۲ دقیقه عرضی واقع شده است (۲۳). میانگین بارش سالانه در این حوضه آبریز ، ۱۲۸۰ میلی‌متر بر آورد شده است (۷). در محدوده حوضه آبریز تالاب انزلی انواعی از آلاینده‌ها (نقطه‌ای و غیر نقطه‌ای) وارد تالاب شده که باعث تهدید تالاب می‌شود (۱۳). رودخانه‌های زیادی در حوضه آبریز تالاب انزلی جریان دارد که در اثر توسعه شهرنشینی و فعالیت‌های صنعتی و کشاورزی باعث ورود انواع آلاینده‌ها در این تالاب شده است (۲۳). رودخانه پیربازار حاصل از اتصال دو رود بزرگ زرجوب و گوهر رود است. این دو رود که از طرف شرق وارد تالاب انزلی می‌شوند، از آلوده‌ترین رودخانه‌ها هستند. رودخانه شیله سر (چافرود) تنها رودخانه ورودی به تالاب غرب (آبکنار) است. حجم آب در این رودخانه نسبتاً زیاد و از آلودگی نسبتاً کمتری برخوردار است. رودخانه نوخاله یکی دیگر از رودخانه‌های حوضه آبریز تالاب انزلی است که از رودخانه پسیخان منشأ می‌گیرد و رودخانه پسیخان از طریق رودخانه نوخاله به تالاب انزلی منتهی می‌شود. رودخانه‌های پسیخان و نوخاله از زیستگاه‌های مهم *A. cygnea* محسوب می‌شوند. مساحت تالاب سرخانکل حدود ۴۵۰ هکتار است که از شمال به رودخانه نهنگ روگاه، از شرق به رودخانه هند خاله، از غرب به رودخانه سیاه درویشان و از جنوب به اراضی کشاورزی و آب‌بندان‌ها منتهی می‌شود. درنهایت تمام این آب‌ها و آلاینده‌ها از طریق دو رودخانه خروجی به نام انزلی و غازیان به دریای خزر می‌ریزند. دراین دو قسمت از مناطق نمونه‌برداری عمق و سرعت جریان آب نسبت به ایستگاه‌های دیگر نسبتاً زیادتر است.



شکل ۱- ایستگاه‌های نمونه‌برداری برای مطالعه مطلوبیت زیستگاهی *A. cygnea* از قسمت‌های مختلف تالاب انزلی و موقعیت تقریبی ایستگاه‌ها در حوضه آبریز تالاب انزلی و موقعیت شهرستان انزلی در استان گیلان (مثلث نشان‌دهنده حضور گونه و دایره نشان‌دهنده عدم حضور گونه).

جمع‌آوری داده‌ها (محیطی و زیستی): داده‌های محیطی (مجموعه‌ای از خصوصیات فیزیکی-شیمیایی و مورفولوژیک ایستگاه‌ها) و داده‌های مربوط به زیستی (حضور و عدم حضور *A. cygnea*) در شش ایستگاه از قسمت‌های مختلف تالاب انزلی بصورت ماهانه به مدت یک سال (۱۳۹۷ – ۱۳۹۶) اندازه‌گیری شدند. در انتخاب ایستگاه‌ها حتی‌المقدور سعی شده تا ایستگاه‌های نمونه‌برداری تمام قسمت‌های تالاب (ورودی و خروجی و همچنین داخل تالاب) را در برگیرد تا این مناطق ازنظر شرایط بوم‌شناختی و ریختی و همچنین ازنظر کاربری‌های انسانی باهم یکسان نباشند. بطوری که هدف عمده این تحقیق این بوده تا داده‌های هر ایستگاه وابستگی کمتری با ایستگاه‌های دیگر داشته باشند. نمونه‌ها بلافاصله به آزمایشگاه منتقل شدند و برای به حداقل رساندن میزان خطا در انجام نمونه‌گیری، شرایط نمونه‌گیری از تمام ایستگاه‌ها در یک روز (با ۳ تکرار در هر ایستگاه) و معمولاً در اواسط هرماه (مشروط به مساعد بودن شرایط جوی) در همان موقعیت جغرافیایی قبلی انجام شد. تمام نمونه‌های آب در ظروف ویژه نمونه‌برداری و با نگهداری در جای تاریک و سرد، بی‌درنگ به آزمایشگاه منتقل شدند. روش استاندارد در آزمایشگاه برای اندازه‌گیری تمام متغیرها بکار گرفته شد (۱۱). برخی از متغیرها مستقیماً در خود ایستگاه‌ها اندازه‌گیری شدند: عمق آب (با استفاده از یک متر چوبی مدرج)، سرعت جریان آب (با مشخص کردن فاصله‌ای حدود ۱۰ متر در کنار هر ایستگاه و سپس با انداختن تکه‌ای از یونولیت به آب، مدت‌زمان طی شده در طول ۱۰ متر محاسبه و از نسبت مسافت طی شده بر زمان مقرر سرعت آب برحسب متر بر ثانیه بدست آمد)، دمای آب‌وهوا (با استفاده از یک ترمومتر دیجیتال)، اکسیژن محلول به روش وینکلر (تیتراسیون یدومتری)، اسیدیته (pH-meter, WTW) و هدایت الکتریکی (TDS-meter, WTW) ثبت شدند.

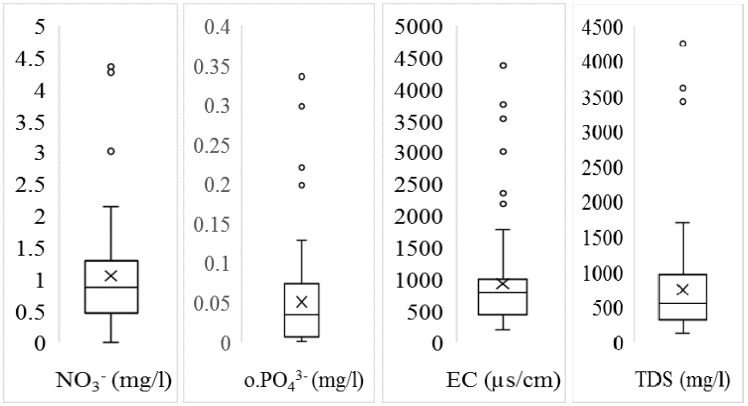
برای نمونه‌برداری از *A. cygnea* در هر ایستگاه، از امکانات نمونه‌گیری مثل قایق موتوری (در ایستگاه‌های که مورد نیاز بوده) و تور ساچوک مخصوص نمونه‌برداری و صید این دوکفه‌ای و یا حتی دستی استفاده شد. ابتدا چند نقطه به شعاع چند متری در اطراف هر ایستگاه اصلی نمونه‌برداری صورت گرفت تا به حضور/عدم حضور موجود در مکان نمونه‌برداری بطور کامل اطمینان حاصل شود. نمونه‌های جمع‌آوری شده در هر ایستگاه با آب شسته شده تا از گل‌ولای پاک شوند. سپس نمونه‌ها شمارش شده و فراوانی مطلق هرکدام آنها در ایستگاه‌ها مشخص شد و از فراوانی موجود به‌عنوان شاخصی برای حضور و عدم حضور گونه استفاده‌شده است. برای حصول اطمینان، گونه مورد نظر در آزمایشگاه توسط کار شناسان متخصص جانورشناسی شناسایی شدند. مشاهدات تحقیق فعلی نشان داده است که این موجود در تمام فصول نمونه‌برداری در مناطق سرخانکل (داخل تالاب) و نوخاله و شیله سر (رودخانه‌های ورودی به تالاب انزلی) مشاهده شده است در حالیکه براساس کاوش‌های بعمل آمده هیچگونه مشاهداتی از حضور*A. cygnea* در هیچ‌یک از فصول نمونه‌برداری در مناطق پیربازار (دیگر رودخانه ورودی به تالاب انزلی)، غازیان و انزلی (رودخانه‌های خروجی از تالاب) نشده است.

آنالیز داده‌ها: در تحقیق فعلی، اولین مرحله در مورد تجزیه‌وتحلیل داده‌ها استفاده از آمار توصیفی (با مشخص کردن حداقل، حداکثر، میانگین، میانه و انحراف معیار داده‌ها) بوده است. در گام بعدی احتمال نرمال بودن/ نبودن داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف-اسمیرنف مورد سنجش قرار گرفت (SPSS, 22). سپس، از ضریب همبستگی پیرسون (SPSS, 22) برای ارتباط بین متغیرهای فیزیکی- شیمیایی و مورفولوژیک در ایستگاه‌های مورد مطالعه استفاده شد. اجرای این آنالیز قبل از کاربرد مدل اصلی (مدل خطی تعمیم یافته در پژوهش فعلی) مرحله بسیار مهمی بوده چون نیاز بود تا متغیرها با ضریب

همبستگی بالا مشخص و حذف شوند. درمجموع متغیرهای زیادی در هر ایستگاه اندازه‌گیری شدند (جدول ۱) و از بین این‌ها، متغیرهای همبسته با قدر مطلق بالاتر از ۰/۵ برای مدل خطی تعمیم یافته در نظر گرفته نشده‌اند. لذا نه متغیر از ۱۷ مورد (بعد از حذف متغیرهای هم بسته) برای مدل خطی تعمیم یافته در نظر گرفته شده‌اند. از آزمون من- ویتنی (PAST) برای مقایسه میانه متغیرهای اندازه‌گیری شده (برای متغیرهای که دارای داده‌های غیر نرمال بودند) برحسب حضور و عدم حضور گونه انجام گرفت. مدل اصلی برای پیش‌بینی احتمال حضور و عدم حضور گونه، مدل خطی تعمیم یافته (PAST) بوده است (Link function: Logit; Distribution: binomial) که با این روش میزان احتمال حضور *A. cygnea* براساس متغیرهای کیفی آب و ریخت‌شناسی ایستگاه‌ها بررسی شده است. همانگونه که قبلاً اشاره شده از این مدل، برای داده‌هایی که پراکنش غیر نرمال داشتند استفاده شده است.

نتایج

متغیرهای محیطی: بر اساس نتایج آزمون نرمال بودن داده‌ها، مشخص شده که تمام متغیرهای مورد بررسی در ایستگاه‌های مختلف نمونه‌برداری دارای پراکنش غیر نرمال بودند ($P < ۰/۰۵$). در شکل ۲ نمودارهای ویسکرز برای داده‌های دور افتاده مربوط به متغیرهای نیترات، ارتو فسفات، هدایت الکتریکی و مواد کل جامد محلول نمایش داده شده است (این متغیرها نسبت به بقیه بیشترین داده‌های دور افتاده را داشتند).



شکل ۲- نمودارهای ویسکرز با نمایش داده‌های دور افتاده (دایره‌ها) برای مشخص کردن پراکنش داده‌های مربوط به برخی از عوامل مثل نیترات، ارتو فسفات، هدایت الکتریکی و مواد کل جامد محلول برای بررسی مطلوبیت زیستگاهی *A. cygnea* در قسمت‌های مختلف تالاب انزلی.

همانگونه که مشخص شده در تمام این متغیرها داده‌های دور افتاده به سمت بالای نمودارهای ویسکرز پراکنده‌شده‌اند که حاکی از تأثیر افزایش غلظت این متغیرها و تأثیر منفی آنها روی کیفیت زیستگاهی گونه شاخص زیستی مورد تحقیق ما در ایستگاه‌های مختلف تالاب انزلی می‌باشند. بطور کلی در جدول ۱ آمار توصیفی داده‌های برای تمام متغیرهای اندازه‌گیری شده با مشخص شدن میزان پراکنش داده‌ها (میزان حداقل، حداکثر، میانگین، میانه و انحراف معیار به همراه سطح معنی‌دار بودن آماری آنها) که در طول یک سال اندازه‌گیری شده‌اند نمایش داده شده است (همانگونه که قبلاً اشاره شد بسامد حضور افراد گونه در شش ایستگاه مختلف پنجاه درصد بوده است به این معنی که در نیمی از مناطق مورد مطالعه موجود حضور داشته و در نیمه دیگر گونه حضور نداشته است). نتایج آزمون من-ویتنی نشان داد حضور و عدم حضور *A. cygnea* با کلیه متغیرها (باستثنای دمای آب‌وهوا) ارتباط معنی‌داری دارد ($P < ۰/۰۵$ برای فسفات و کل مواد جامد معلق و $P < ۰/۰۱$ برای بقیه عامل‌ها). بطوری که طبق نتایج این آزمون تأثیر فصول مختلف سال (براساس درجه حرارت آب‌وهوا) بر حضور و عدم حضور موجود بسیار

ناچیز بوده است. براساس نتایج آزمون همبستگی پیرسون، متغیرهایی مانند فسفات کل با ارتو فسفات ($P < ۰/۰۱$, $r = ۰/۵۱$) ، سختی کل با کلسیم ($P < ۰/۰۱$, $r = ۰/۵۶$) و منیزیم ($P < ۰/۰۱$, $r = ۰/۷۰$) و دمای هوا با دمای آب ($P < ۰/۰۱$, $r = ۰/۷۸$)، هدایت الکتریکی با میزان کل مواد جامد محلول ($P < ۰/۰۱$, $r = ۰/۹۳$) و متغیرهای مثل سدیم و شوری و کدورت آب با میزان کل مواد جامد معلق ($P < ۰/۰۱$, $r = ۰/۶۱$) همبستگی مثبتی را نشان دادند بطوری که افزایش در مقادیر هرکدام از متغیرها در مناطق مورد مطالعه ممکن است در ارتباط مستقیم با افزایش متغیرهای دیگر و برعکس باشد.

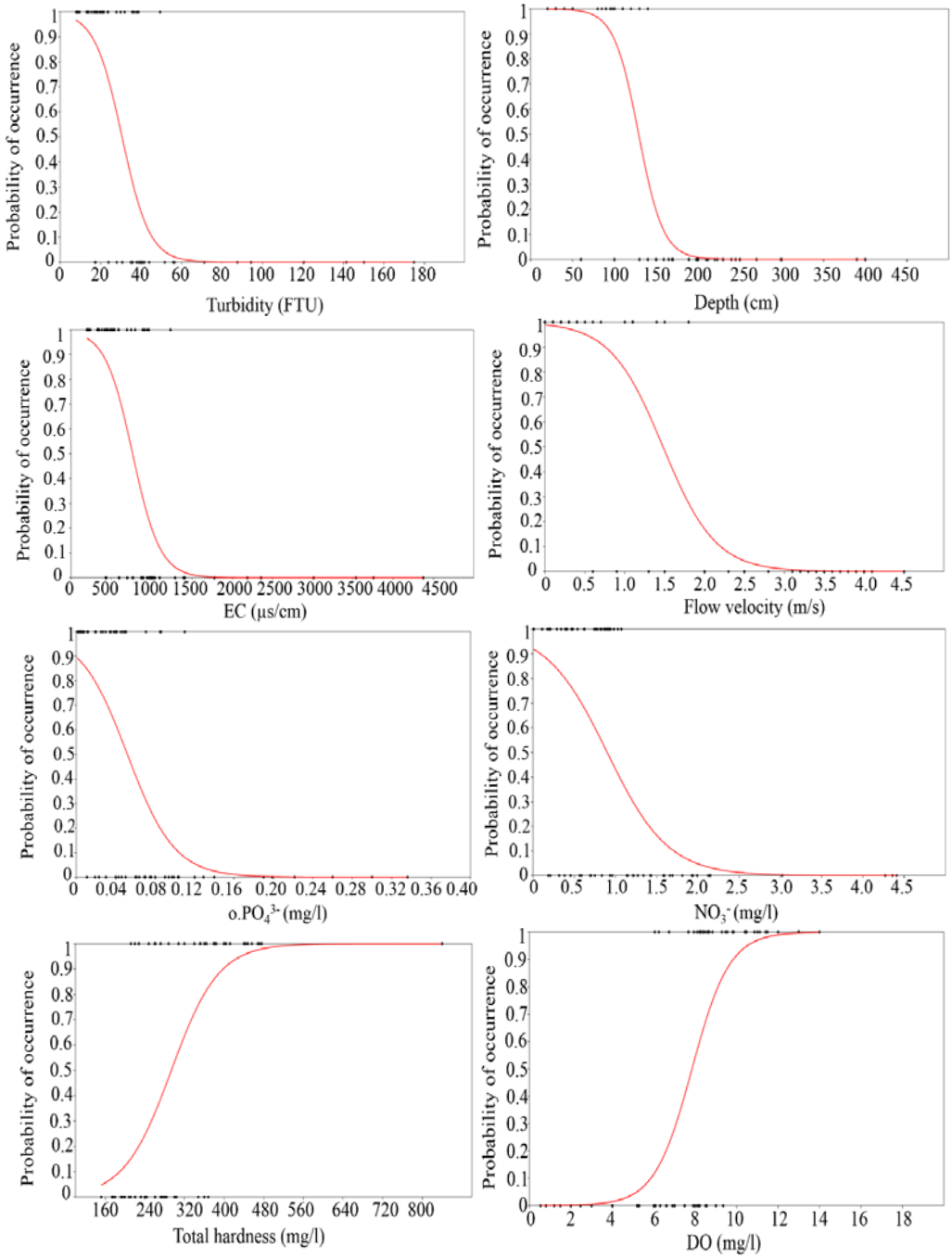
جدول ۱ -آمار توصیفی (حداقل، حداکثر، میانگین، انحراف معیار و میانه داده‌ها) متغیرهای محیطی اندازه‌گیری شده برای بررسی مطلوبیت زیستگاهی *A. cygnea* در قسمت‌های مختلف تالاب انزلی (۱۳۹۷ – ۱۳۹۶). ❋: انتخاب متغیرها پس از حذف متغیرهای هم بسته؛ *p*-value: نشان دادن سطح معنی‌دار بودن آماری برای هر جفت متغیرها از طریق آزمون من-ویتنی؛ SD: انحراف معیار؛ NS (No Significant) : عدم ارتباط معنی‌دار در سطوح آماری ۰/۰۱ و ۰/۰۵

	کل مواد جامد محلول	هدایت الکتریکی❋	اکسیژن محلول❋	کل مواد جامد معلق	فسفات کل	فسفات❋	نیترات❋	منیزیم
Min	۱۳۲/۴۰	۱۹۵/۵۰	۰/۵۴	۰/۱۴	۰/۰۰۲	۰/۰۰۱	۰/۰۱	۶/۸۱
Max	۴۲۵۰/۰۰	۴۳۷۲/۰۰	۱۴/۰۰	۱۳۱/۳۰	۱/۰۹	۰/۳۴	۴/۴۱	۱۴۱/۰۰
Mean	۷۴۴/۶۳	۹۳۰/۹۲	۷/۶۱	۱۴/۱۷	۰/۲۰	۰/۰۵	۱/۰۵	۳۲/۰۲
SD	۷۳۳/۰۴	۷۹۸/۶۱	۲/۸۵	۲۴/۲۹	۰/۲۰	۰/۰۶	۰/۹۲	۱۹/۸۳
Median	۵۵۱/۶۰	۷۸۲/۲۵	۸/۱۴	۲/۶۹	۰/۱۶	۰/۰۳	۰/۸۷	۲۷/۲۲
p-value	<۰ /۰۱	<۰ /۰۱	<۰ /۰۱	<۰ /۰۵	<۰ /۰۱	<۰ /۰۵	<۰ /۰۱	<۰ /۰۱

جدول ۱– ادامه آمار توصیفی

	سدیم	شوری	سختی کل❋	دمای هوا	دمای آب❋	عمق آب❋	سرعت جریان آب❋	کدورت آب❋	کلسیم
Min	۱۰/۰۰	۲۰/۰۰	۱۵۲/۰۰	۸/۵۰	۸/۱۰	۲۰/۰۰	۰/۰۰	۱/۵۸	۲۴/۰۴
Max	۱۷۵/۸۰	۲۰۲۲/۰۰	۸۴۰/۰۰	۳۲/۰۰	۲۸/۵۰	۴۰۰/۰۰	۴/۵۰	۳۱۵/۰۰	۱۳۴/۶۰
Mean	۵۹/۱۲	۵۰۱/۶۱	۳۰۵/۳۹	۱۹/۲۵	۱۷/۵۸	۱۴۱/۱۵	۱/۸۲	۴۷/۶۵	۷۱/۳۲
SD	۳۵/۶۵	۳۵۸/۳۳	۱۰۶/۹۱	۷/۵۲	۶/۹۳	۸۶/۶۴	۱/۶۱	۵۵/۰۳	۲۴/۹۹
Median	۵۷/۶۰	۴۸۰/۰۰	۲۷۸/۰۰	۲۱/۰۰	۱۸/۴۵	۱۲۵/۰۰	۱/۳۵	۳۰/۸۰	۶۸/۹۳
p-value	<۰ /۰۱	<۰ /۰۱	<۰ /۰۱	NS	NS	<۰ /۰۱	<۰ /۰۱	<۰ /۰۱	<۰ /۰۱

مدل خطی تعمیم یافته برای نمایش پیش‌بینی روند احتمال وقوع *A. cygnea* در ایستگاه‌های نمونه‌برداری: نتایج مدل خطی تعمیم یافته نشان داد که ارتباط معنی‌داری بین بیشتر متغیرها (عواملی که بعد از حذف متغیرهای همبسته برای مدل خطی تعمیم یافته شده در نظر گرفته شده بودند) با حضور یا عدم حضور *A. cygnea* وجود دارد ($P < ۰/۰۱$). همانند نتایج آزمون من–ویتنی، نتایج مدل خطی تعمیم یافته نیز نشان داد که هیچ ارتباط معنی‌داری ($P > ۰/۰۱$) بین احتمال حضور و عدم حضور گونه با دمای آب وجود ندارد لذا منحنی مربوط به این متغیر در اینجا لحاظ نشده است). براساس پیامدهای مدل خطی تعمیم یافته، افزایش یا کاهش در مقادیر (و یا غلظت) هرکدام از متغیرهای معنی‌دار ممکن است روی حضور و عدم حضور افراد این‌گونه در مناطق مورد مطالعه تأثیر بگذارد. نتایج مدل نشان داد افزایش در مقدار و یا غلظت عامل‌هایی مثل عمق آب، کدورت آب، سرعت جریان آب، هدایت الکتریکی، فسفات، نیترات ممکن است باعث کاهش احتمال حضور افراد در تالاب شود و برعکس افزایش غلظت اکسیژن محلول و سختی کل ممکن است احتمال حضور موجود را در تالاب افزایش دهد (شکل ۳).



شکل ۳- مدل خطی تعمیم یافته برای نمایش روند احتمال حضور و عدم حضور *A. cygnea* در مناطق مورد مطالعه بر اساس متغیرهای مهم و تأثیرگذار بعد از حذف متغیرهای همبسته (بخاطر عدم ارتباط معنی‌دار بین حضور و عدم حضور گونه با دمای آب، منحنی مربوطه نمایش داده نشده است).

بحث و نتیجه‌گیری

نظر به اینکه گونه *A. cygnea* یکی از باارزش‌ترین صدف‌های دوکفه‌ای در آب‌های شیرین جهان (ازنظر اقتصادی و بوم‌شناختی) مطرح است، لذا در تحقیق حاضر کوشش شده تا مطلوبیت زیستگاهی این موجود در برخی از قسمت‌های مختلف تالاب انزلی با استفاده از مدل خطی

تعمیم یافته ارزیابی شود. این بررسی، ازجمله اندک تحقیقاتی است که مطلوبیت زیستگاهی این‌گونه را (بر اساس حضور/عدم حضور گونه) در ارتباط با ویژگی‌های کیفی و ریختی تالاب نشان می‌دهد.

در پژوهش حاضر برای مطالعه ترجیحات زیستگاهی *A. cygnea* متغیرهای زیادی در ایستگاه‌های مختلف تالاب انزلی اندازه‌گیری شده‌اند. باتوجه به این‌که زیستگاه یک موجود بخصوص در اکوسیستم‌های آبی ممکن است تحت تأثیر عوامل زیادی قرارگیرد، اما برای ارزیابی مطلوبیت زیستگاهی گونه‌های شاخص (مثل گونه مورد مطالعه در پژوهش فعلی) باید مطلوب‌ترین متغیرها انتخاب شوند. به عبارتی، ممکن است بخاطر همبستگی زیاد بین برخی از متغیرها، تمام این عوامل همبسته برای ارزیابی ترجیحات زیستگاهی گونه‌ها ضرورت نداشته باشند و همچنین ممکن است متغیرهایی با همبستگی بالا باعث کاهش قابلیت اعتماد مدل‌ها شوند (۲۷و ۳۳و ۳۵). لذا، بعضی از این متغیرهای همبسته مثل کلسیم و منیزیم (بخاطر همبستگی بالا با سختی کل)، فسفات کل (همبستگی با ارتو فسفات)، کل مواد جامد معلق (همبستگی با کدورت)، شوری، سدیم و میزان کل مواد جامد محلول (همبستگی با هدایت الکتریکی) و دمای هوا (همبستگی با دمای آب) قبل از بکار گیری مدل خطی تعمیم یافته حذف شده‌اند. بدلیل این‌که دمای آب بهتر منعکس‌کننده ویژگی‌های آب است به‌جای دمای هوا در نظر گرفته شده است و درنتیجه این متغیرها با داشتن همبستگی بالا برای ارزیابی مطلوبیت زیستگاهی گونه مورد مطالعه در مدل بکار گرفته نشدند. در مطالعات پیشین محققان (۱۸، ۲۷، ۳۰، ۳۳و ۳۵) نیز حذف متغیرها با همبستگی بالا و عدم بکارگیری آنها در مدل‌ها (البته بسته به هدف تحقیق) به‌صراحت تأکید شده تا از این طریق بتوان قابلیت اعتماد مدل‌ها را بالا برد بدون اینکه این فاکتورهای با همبستگی بالا تأثیر منفی روی پیش‌بینی نیازهای زیستگاهی گونه‌ها داشته باشند.

با استفاده از مدل خطی تعمیم یافته مشخص شده مطلوبیت زیستگاهی این‌گونه دوکفه‌ای در قسمت‌های مختلف تالاب انزلی ممکن است تحت تأثیر مجموعه‌ای از متغیرهای کیفی آب (مثل میزان هدایت الکتریکی، فسفات، نیترات، اکسیژن محلول، کدورت آب و سختی کل) و متغیرهای ساختاری و دینامیکی (مثل عمق آب و سرعت جریان آب) قرارگیرد. باوجود این‌که برخی از این متغیرها دارای ضریب همبستگی بالای ۰/۵ بودند (مثل سرعت جریان آب با عمق آب) اما به خاطر اهمیتی که این فاکتورها ازنظر اکولوژیک برای بررسی مطلوبیت زیستگاهی این موجود دوکفه‌ای داشته‌اند (۳۴) از مدل حذف نشدند. مطالعات قبلی (۲۷و ۳۵) دراین خصوص هم پیشنهاد کرده‌اند که بعضی از متغیرها را که ممکن است به دلیل اهمیتی که ازنظر اکولوژیک برای مطالعه مطلوبیت زیستگاهی گونه‌ها و همچنین برای مدیریت اکوسیستم‌ها دارند می‌توان آنها را (حتی باوجود همبستگی زیاد با عوامل دیگر) برای مدل‌ها در نظر گرفت.

نتایج مدل خطی تعمیم یافته نشان داد که احتمال حضور موجود ممکن است با ازدیاد آلاینده‌های ناشی از مواد مغذی نظیر فسفات و نیترات در تالاب انزلی کاهش یابد. تحقیقات زیادی تأثیر منفی بار آلودگی ناشی از این آلاینده‌های مغذی (مثل فسفات و نیترات) را روی رشد و حضور *A. cygnea* در اکوسیستم‌های آبی تأیید کرده‌اند (۱۲و ۳۲). دلیل این امر این است که پر غذایی در تالاب انزلی و آلودگی ناشی آب در اثر ازدیاد این مواد می‌تواند تحمل این‌گونه دوکفه‌ای را که یک شاخص زیستی است در چنین محیط‌های آلوده کاهش دهد و لذا گونه مزبور نمی‌تواند دراین شرایط نامناسب به حیات خود ادامه دهد (۲۵). براساس منحنی مدل خطی تعمیم یافته، افزایش بیش‌ازحد بار هدایت الکتریکی در ایستگاه‌های نمونه‌برداری هم می‌تواند نقش بازدارنده برای رشد و حضور *A. cygnea* داشته باشد. دلیل این امر این است که این موجود رودخانه‌ای، آب‌های شیرین و تا حدودی

آب‌های لب‌شور را برای سکنی گزینی خود ترجیح می‌دهد لذا شوری بیش‌ازحد که خود در ارتباط با افزایش بار هدایت الکتریکی در آب است باعث کاهش تحمل این‌گونه شده و از این نظر احتمال حضور این موجود را در چنین محیط‌های کاملاً محدود می‌کند (۲۱). همچنین براساس نتایج مدل، عدم حضور موجود با افزایش کدورت آب در ارتباط است. نظر به این‌که میزان کدورت در آب در ارتباط مستقیم با مواد جامد معلق در آب است. لذا با افزایش میزان کدورت آب در ایستگاه‌های مورد مطالعه خصوصاً در عمق‌های زیاد، باعث می‌شود تا احتمال نفوذ نور در آب کاهش یابد. درنتیجه باعث کاهش میزان فروغ آمایی در آب‌شده که در میزان کاهش تراکم فیتوپلانکتون-های آب تأثیر گذاشته و لذا از فراوانی این‌گونه سودمند در آب کم کند (۱۹). سرعت جریان و عمق آب از عوامل مهم دینامیکی و ساختاری محیط در ایستگاه‌های نمونه‌برداری بوده‌اند که نقش کلیدی برای مطلوبیت زیستگاهی *A. cygnea* ایفا کرده‌اند. از پیامدهای مدل در خصوص سرعت جریان آب، می‌توان نتیجه گرفت در جاهایی از مناطق نمونه‌برداری که سرعت جریان آب نسبت به مکان‌های دیگر زیادتر است (بخصوص در مناطقی با سرعت جریان آب بیشتر از ۲/۵ متر در ثانیه) موجود نمی‌تواند در چنین مکان‌های استقرار پیدا کند. زیرا این موجود آب‌های ساکن یا آب‌های با جریان بسیار کند را برای زیستگاه خود ترجیح می‌دهد (۳۴). نتایج تحقیق فعلی همچنین یک ارتباط منطقی و معنی‌داری را در خصوص حضور/ عدم حضور موجود با عمق آب در مناطق نمونه‌برداری نشان داده است. از منحنی سینوسی این متغیر، می‌توان استنتاج نمود که با افزایش عمق تالاب از ۲۰۰ سانتی‌متر به بالا ممکن است حضور افراد گونه کم شود. لذا باتوجه به پیامدهای مدل، ازدیاد عمق در تالاب‌ها می‌تواند یک عامل محدود کننده برای رشد و بقای گونه‌های دوکفه‌ای *A. cygnea* داشته باشد. براساس منحنی مدل، مناسب‌ترین عمق برای رشد این جانور اعماق کمتر از یک متر پیش‌بینی می‌شود.

سختی کل متغیر تأثیرگذار دیگری است که ارتباط منطقی و معنی‌داری را در خصوص مطلوبیت زیستگاهی موجود نشان داده است. از منحنی سینوسی مربوط به‌سختی کل می‌توان نتیجه گرفت که با افزایش غلظت این متغیر ممکن است احتمال حضور موجود در ایستگاه‌های نمونه‌برداری افزایش یابد. سختی کل خود در ارتباط با کاتیون کلسیم و منیزیم است لذا موجود برای تشکیل پوسته خود آب‌های سخت و کلسیم‌دار (۲۸) و همچنین رسوبات غنی را بیشتر ترجیح می‌دهد (۲۵و ۳۱). مدل همچنین نشان داد که ممکن است ارتباط معنی‌داری بین افزایش احتمال حضور گونه با افزایش میزان اکسیژن محلول در مناطق مورد تحقیق وجود داشته باشد. نظر به این‌که *A. cygnea* یک‌گونه شاخص زیستی باتحمل کم در آب‌های آلوده محسوب می‌شود لذا این موجود نمی‌تواند در آب‌های آلوده زیست کند و به زیستگاهی نیاز دارد که اکسیژن محلول در آن بالا باشد بطوری که نتایج در این خصوص نیز همسو با مطالعات قبلی دیگران است (۲۵و ۳۱).

خلاصه‌ای که از نتایج این تحقیق فعلی می‌توان گرفت این است که هم عوامل کیفی آب نظیر (اکسیژن محلول و هدایت الکتریکی) و هم متغیرهای که در ارتباط با ریخت‌شناسی و دینامیک محیط هستند (مثل عمق آب، سرعت جریان آب) می‌توانند بطور همزمان در انتخاب زیستگاه گونه تأثیر بگذارند. براساس نتایج حاصله، در جاهایی که عوامل مطلوب برای زیستگاه جانور فراهم است (نظیر ازدیاد غلظت اکسیژن محلول و کلسیم) منجر به افزایش رشد، افزایش فراوانی و حضور موجود شده است. برعکس در مناطقی از تالاب که عوامل بازدارنده حکمفرما است (مثل ازدیاد عمق، ازدیاد سرعت جریان آب، ازدیاد آلاینده ناشی از پر غذایی) منجر به کاهش رشد، کاهش فراوانی و در نهایت منجر به عدم حضور

گونه می‌شود. نتیجه دیگری که از این مطالعه می‌توان گرفت این است که ارتباط چندان معنی‌داری بین حضور/عدم حضور موجود با فصول مختلف سال در ایستگاه‌های نمونه‌برداری واقع در حوضه آبریز تالاب انزلی مشاهده نشده است. براساس نتایج آزمون من- ویتنی احتمال معنی‌دار بودن آماری دمای آب‌وهوا با حضور/عدم حضور گونه در ایستگاه‌های مورد مطالعه بالاتر از ۰/۰۵گزارش‌شده است. هرچند در برخی از ایستگاه‌هایی که افراد گونه در آن همیشه حضور داشتند فراوانی موجود کمتر از بقیه بوده اما تغییرات دما در فصول مختلف سال نمی‌تواند به‌تنهایی منجر به عدم حضور کامل گونه شود. برعکس در سه تا ایستگاه دیگر که افراد گونه در هیچ‌کدام از فصول سال حضور نداشتند تغییرات دمایی در فصول سال نمی‌تواند منجر به حضور موجود شود. این بدین معنی است که حضور و عدم حضور صدف دوکفه‌ای در حوضه آبریز تالاب انزلی به شرایط دیگر وابسته است. از دیدگاه اکولوژیک پیامدهای این نوع مطالعات می‌تواند برای مطالعه ترجیحات زیستگاهی سایر صدف‌های دوکفه‌ای در تالاب‌ها و رودخانه‌ها در سرتاسر جهان که شرایط مشابه اکولوژیکی با اکوسیستم تالاب انزلی را دارند مورد استفاده قرار گیرد.

منابع

۱- زرکامی، ر.، ۱۳۹۵. گیاهان آبزی مهاجم، انتشارات حق شناس، ۱۸۴صفحه.

۲- زرکامی، ر.، و خزایی، ح.، ۱۳۹۷. ارزیابی مطلوبیت زیستگاهی گیاه پرطاووسی سنبله‌ای (*Myriophyllum spicatum* L) در برخی ازاکوسیستم‌های آبی استان مازندران و گیلان، مجله پژوهشهای گیاهی، شماره ۱، ۷۱۷-۷۰۵.

۳- زرکامی، ر.، حسامی، ه. و آق، ن.، ۱۳۹۶. بررسی مطلوبیت زیستگاهی *Artemia parthenogenetica* در تالاب میقان (استان مرکزی) با استفاده از تحلیل‌های چند متغیره، مجله پژوهشهای جانوری، شماره ۴، صفحات ۵۶۳-۵۵۲.

۴- سلیمانی راد، آ.، کامرانی، ا.، پورباقر، ه.، بهره‌مند، م.، و کشاورز، م.، ۱۳۹۵. بررسی تأثیر فاکتورهای محیطی بر ساختار جوامع دوکفه‌ای ماکروبنتیک مناطق حفاظت شده جاسک (دریای عمان) بااستفاده از آنالیز چند متغیره (RDA) نشریه شیلات (مجله منابع طبیعی) ۶۹(۱)، صفحات ۷۵-۶۳.

۵- شیری، ن.، غلامی، ج.، و پورباقر، ه.، ۱۳۹۲. بررسی آثار کوتاه‌مدت و بلندمدت دیازنون بر فعالیت کولین استرازی در بافتهای صدف بزرگ آب شیرین (*Anodonta cygnea*, Linnaeus, 1758)، نشریه محیط‌زیست طبیعی، مجله منابع طبیعی ایران، دوره ۶۶، شماره ۴، صفحات ۳۸۷-۳۷۷.

۶- صیاد قربانی شیرین، ف.، ۱۳۹۶. مطالعه امکان استفاده از صدف *Anodonta cygnea* به‌عنوان شاخص زیستی کادمیوم در تالاب انزلی، فصلنامه علمی پژوهشی زمین شناسی محیط‌زیست، سال ۱۱، شماره ۳۸، صفحات ۶۹-۸۱ .

۷- غضبان، ف.، و زارع خوش‌اقبال، م.، ۱۳۹۰. بررسی منشأ آلودگی فلزات سنگین در رسوبات تالاب انزلی (شمال ایران)، محیط‌شناسی، شماره ۵۷، صفحات ۱۲-۱.

۸- کارگر پیشبیجاری، ف.، زرکامی، ر.، ترکمن، ج.، و فرمانده بحری، ع.، ۱۳۹۶. بررسی تنوع زیستی پرندگان زمستان گذران در زیستگاه‌های مختلف پارک ملی بوجاق، مجله پژوهشهای جانوری (مجله زیست‌شناسی ایران)، شماره ۳، صفحات ۳۷۱-۳۵۸.

۹- نیکوییان، ع.، ۱۳۷۶. بررسی تراکم، پراکنش، تنوع و تولید مثل ثانویه بی‌مهرگان کفزی (ماکروبنتوزها) در خلیج چابهار، رساله دکترای بیولوژی دریا – دانشگاه آزاد واحد علوم و تحقیقات،۱۹۵ صفحه.

10- Byrne, A., Moorkens, E. A., Anderson, R., Killeen, I. J., and Regan, E. C., 2009. Ireland Red List No, 2-Non-Marin Molluscs, National Parks and Wildlife Service. Department of the Environment, Heritage and Local Government, Dublin, Ireland, PP: 53.

11- Clesceri, L.S., Greenberg, A.E. and Eaton, A.D. 1998. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 20th Edition, American Public Health Association, Washington DC.

12- Dyduch-Falniowska, A., 1992. Branchinecta Paludosa (Millier, O. F., 1788) Skrzeloptywka

Bagienna, In: Gtowacinski, Z., (Ed.) Polish red data book of animals, PWRL, Warszawa, PP: 257-259.

13- JICA (Japan International CooperationAgency). 2005. The study on integrated Management for ecosystem Conservation of the Anzali wetland in the Islamic Republic of Iran, Nipon Koei Co., LTD, PP:222.

14- Harkantra, S. N., and Parulekar, A. H., 1994. Soft sediment dwelling macro invertebrates of Rajapur bay, central west of India, Indian Journal of Marine Sciences, 23(1), PP: 31-34.

15- Hoang, T. H., Lock, K., Mouton, A., and Goethals, P. L. M., 2010. Application of classification trees and support vector machines to model the presence of macroinvertebrates in rivers in Vietnam, Ecological Informatics, 5, PP: 140-146.

16- Kantor, Y. I., Schileyko, A. A., Vinarski, M. V., and Sysoev, A. V., 2009. Catalogue of the continental mollusks of Russia and adjacent territories.PP: 330.

17- Killeen, I., Aldridge, D., and Oliver, G., 2004. Freshwater Bivalves of Britain and Ireland, FSC. PP: 114.

18- Kuhn, M., and Johnson, K., 2013. Applied predictive modelling. New York: Springer. PP: 600.

19- Lecomte, J. B., Benoit, H. P., Etienne, M. P., and Parent, B, L., 2013. Modeling the habitat associations and spatial distribution of benthic macroinvertebrates: A hierarchical Bayesian model for zero- inflated biomass data, Ecological Modelling, 265, PP: 74 – 84.

20- Lopes-Lima, M., Lima, P., Hinzmann, M., Rocha, A., and Machado, J., 2014. Selective feeding by *Anodonta cygnea* (Linnaeus, 1771): The effects of seasonal changes and nutritional demands. Limnologica-Ecology and Management of Inland Waters, 44, PP: 18-22.

21- Macia, A., Abrantes, K. G. S., and Paula, J., 2003. Thorn fish *Terapon jarbua* (Forskal) predation on juvenile white shrimp Penaeus indicus (H. Milne Edwards) and brown shrimp *Metapenaeus monoceros* (Fabricius): the effect of turbidity, prey density, substrate type and pneumatophore density. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 291, PP: 29–56.

22- Michaelidis, B., and Athanasiadou, P., 1994. Effect of reduced oxygen tension on the heart rate and the kinetic properties of glycolytic key enzymes PFK, PK and glycogen phosphorylase from the freshwater mussel *Anodonta cygnea* (L.), Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Comparative Biochemistry, 108(2), PP: 165-172.

23- Nezami Balochi, S., Khara, H., Jamalzadeh Fallah, F., and Akbarzadeh, A., 2006. Survey factors of water physical and chemical in Anzali wetland, it`s inlet and outlet rivers. Pajouhesh & Sazandegi, 73, PP: 76-83.

24- Nelder, J., and Wedderburn, R., 1972. Generalized Linear Models, Journal of the Royal Statistical Society, Series A (General). Blackwell Publishing, 135 (3), PP: 370–384.

25- Rosińska, B., Chojnacki, J. C., Lewandowska, A., Matwiejczuk, A., and Samiczak, A., 2008. Biometrics of swan mussels (*Anodonta cygnea*) from chosen lakes in the Pomeranian Region. Limnological Review, 8(1-2), PP: 79-84.

26- Sadeghi, R., Zarkami, R., Sabetraftar, K., and Van Damme, P., 2013. Application of genetic algorithm and greedy stepwise to select input variables in classification tree models for the prediction of habitat requirements of *Azolla filiculoides* (Lam.) in Anzali wetland, Iran. Ecological Modelling, 251, PP: 44-53.

27- Sadeghi, R., Zarkami, R., and Van Damme, P., 2014. Modelling habitat preference of an alien aquatic fern, *Azolla filiculoides* (Lam.), in Anzali wetland (Iran) using data-driven methods. Ecological modelling, 284, PP: 1–9.

28- Senius, K. E. O., and Lagerspetz, K. Y. H., 1978. Effects of calcium and magnesium on the thermal resistance of ciliary activity in the fresh water mussel Anodonta. Journal of Thermal Biology, 3(3), PP: 153-157.

29- Stockdale, A., Davison, W., and Zhang, H., 2008. High-resolution two- Dimensional quantitative analysis of phosphorous, vanadium and arsenic, and qualitative analysis of sulfide in a freshwater sediment, Environmental Chemistry, 5(2), PP: 143-149.

30- Wedding, L., and Yoklavich, M. M., 2015. Habitat-based predictive mapping of rockfish density and biomass off the central California coast. Marine Ecology Progress Series, 540, PP: 235–250.

31- Zając, K., 2002. Habitat preferences of swan mussel *Anodonta cygnea* (Linnaeus 1758) (Bivalvia, Unionidae) in relation to structure and successional stage of floodplain waterbodies. Ekológia (Bratislava), 21(4), PP: 345-355.

32- Zając, K., 2005. *Anodonta cygnea*. In Głowaciński, Z. and Nowacki, J. (Eds), Polish Red Data Book of Animals: Invertebrates, PP: 349-351.

33- Zhao, J., Cao, J., Tian, S., Chen, Y., Zhang, S., Wang, Z., and Zhou, X., 2014. A comparison between two GAM models in quantifying relationships of environmental variables with fish richness and diversity indices. Aquatic ecology, 48, PP: 297–312.

34- Zettler, M. L., Jueg, U., Menzel-Harloff, H., Gollnitz, U., Petrick, S., Weber, E., and Seemann, R., 2006. Die Land- und Suswassermollusken Mecklenburg-Vorpommerns, Obotritendruck Schwerin. PP: 318.

35- Zarkami, R., Moradi, M., Sadeghi, R., Bani, A., and Bani, A., 2018. Input variable selection with greedy stepwise search algorithm for analysing the probability of fish occurrence: A case study for *Alburnoides mossulensis* in the Gamasiab River, Iran. Ecological engineering, 118, PP:104-110.

36-Zarkami, R., Sadeghi, R., and Goethals, P., 2012. Use of fish distribution modelling for river management. Ecological Modelling, 230, PP: 44-49.

Study of habitat suitability of *Anodonta cygnea* (Linnaeus, 1758) as a biological indicator, in different parts of Anzali wetland, Iran

Zarkami R. and Kia Sh.

Dept. of Environment, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Somesara,, I.R. of Iran.

Abstract

The swan mussel, *Anodonta cygnea*, is a large species of freshwater mussel, an aquatic bivalve mollusc known as the river mussels. In this study, six sampling sites were selected from different parts of the Anzali wetland to examine the habitat suitability of *A. cygnea*. At each site, a set of variables in relation to water qualitative characteristics and environmental morphology were simultaneously and monthly sampled with 36 presence and 36 absence of individuals during one year study period (2017-2018). According to the results of the Mann-Whitney test, there was a significant difference between the presence and absence of *A. cygnea* and the most variables ($P < 0.05$ for orthophosphate and total suspended solids, and $P < 0.01$ for others). The only exception was for the variables of air and water temperature, of which there was no significant difference between the presence and absence of *A. cygnea* and the given variables ($P > 0.05$). Based on the results of generalized linear model (GLM), the increase in the values of water depth, flow velocity, water turbidity, electric conductivity, orthophosphate and nitrate may decrease the probability of presence occurrence of *A. cygnea* ($P <0.01$). While increase in dissolved oxygen concentration and total hardness may increase the probability of the presence of *A. cygnea* in the wetland ($P < 0.01$). Based on the results of generalized linear model, there was no any statistically significant difference between presence of absence of *A. cygnea* and water temperature.

Key words: *Anodonta cygnea*, habitat suitability, presence and absence, generalized linear model