

بررسی روند تغییرات جمعیت و تنوع پرندگان آبزی زمستان گذران تالابها و نوار ساحلی جنوب دریای خزر

فرهاد حسینی طایفه*^۱؛ عباس عاشوری^۲

۱- گروه تنوع و ایمنی زیستی، پژوهشکده محیط زیست و توسعه پایدار، سازمان حفاظت محیط زیست، تهران، ایران

۲- اداره کل حفاظت محیط زیست استان گیلان، رشت، ایران

(تاریخ دریافت ۰۵/۱۷/۰۰ - تاریخ پذیرش ۱۰/۲۷/۰۰)

چکیده:

در این پژوهش روند تغییرات جمعیت و شاخص‌های تنوع پرندگان آبزی زمستان گذران جنوب دریای خزر بر اساس داده‌های سرشماری نیمه‌زمستانه سی ساله ۱۹۸۸ تا ۲۰۱۷ بررسی و ارزیابی شده است. روند تغییرات جمعیت با استفاده از بسته آماری RTRIM (Trends and Indices for Monitoring Data) و شاخص‌های بوم‌شناختی تنوع زیستی با استفاده از نرم‌افزار SDR-IV (Species Diversity and Richness) محاسبه شده است. نتایج نشان داد که میانگین سی ساله تعداد پرندگان ناحیه خزری $71,073 \pm 947,853$ فرد (حداکثر = ۱,۹۳۴,۲۲۶ - حداقل = ۳۲۶,۲۸۱) است. سهم استان مازندران در بسیاری از سال‌ها همواره بیشتر از مجموع دو استان گیلان و گلستان می‌باشد. اندازه جمعیت و تعداد گونه‌های پرندگان آبزی زمستان گذران جنوب دریای خزر تا سال ۲۰۰۳ میلادی دارای نوسان است و از سال‌های ۲۰۰۴ تا ۲۰۰۹ روند جمعیت افزایشی شده ولی در طی ده سال آخر جمعیت به تدریج با شیب ۲/۷- درصد کاهش یافته است. نتایج تجزیه و تحلیل شاخص‌های تنوع گونه‌ای (شانون-وینر و سیمپسون D)، غنای گونه‌ای (مارگالف و مینهینیک) و یکنواختی گونه‌ای (پیلو و سیمپسون E) نشان داد که بالا بودن مقادیر تنوع و غنای گونه‌ای و پایین بودن مقادیر شاخص‌های یکنواختی گونه‌ای طی سال‌های ۲۰۰۹-۲۰۰۴، ناشی از افزایش تعداد گونه‌ها به دلیل انجام سرشماری‌ها با دقت و صحت بیشتر با اجرای برنامه جامع سرشماری و استفاده از پرندشناسان خارجی بوده است. نتایج این پژوهش می‌تواند در مدیریت زیست‌بومی تالابها و نوار ساحلی جنوب دریای خزر نقش کاربردی داشته باشد.

کلید واژگان: پرندگان آبزی، جمعیت، شاخص‌های تنوع، دریای خزر

۱. مقدمه

جهت حفاظت از جمعیت، تنوع گونه‌ای پرندگان و اهداف پژوهشی استفاده می‌شود (Nagy and Langendoen, 2017). کشور ایران به واسطه دارا بودن زیستگاه‌های تالابی و دریایی متنوع و شرایط اقلیمی مناسب از مناطق مهم زمستان‌گذرانی میلیون‌ها پرنده مهاجر آبی است (Scott, 2010). سرشماری پرندگان آبی در ایران از سال ۱۹۶۷ به‌عنوان بخشی از تلاش‌های جهانی جهت دستیابی به اهداف ملی و بین‌المللی هم‌زمان با سایر کشورهای پیش‌رو دنیا توسط سازمان شکاربانی و نظارت بر صید آغاز شد. در سال‌های اول سرشماری معطوف به قوها، غازها، مرغابی‌ها و چنگرها بود اما از سال ۱۹۸۷ همه پرندگان آبی و کنارآبی به فهرست سرشماری پرندگان کشورهای عضو اضافه شدند. سرشماری پرندگان آبی در ایران در مناطق (سایت) محدودی آغاز شد ولی در سال ۱۹۹۸ تعداد مناطق به ۱۹۴ عدد افزایش یافت. در حال حاضر سرشماری زمستانه پرندگان آبی در بیش از ۴۵۰ منطقه انجام می‌شود (Tayefeh et al., 2021).

در طی ۵۰ سال گذشته برنامه سرشماری در استان‌های شمالی ایران به‌عنوان مناطق اصلی سرشماری همواره مورد توجه بوده است. تالاب‌ها و نوار ساحلی جنوب دریای خزر در حوزه سه استان گیلان، مازندران و گلستان از مهمترین زیستگاه‌های زمستان‌گذرانی پرندگان آبی در ایران هستند. این سه استان با دارا بودن ۹۲ منطقه سرشماری، ۲۰٪ مناطق سرشماری ایران را به خود اختصاص داده‌اند (Ashoori ; Amini and Van Roomen, 2009) (and Abdoos, 2013).

تجزیه و تحلیل نتایج سرشماری سالانه پرندگان آبی و بررسی روند تغییرات جمعیت می‌تواند جهت تدوین

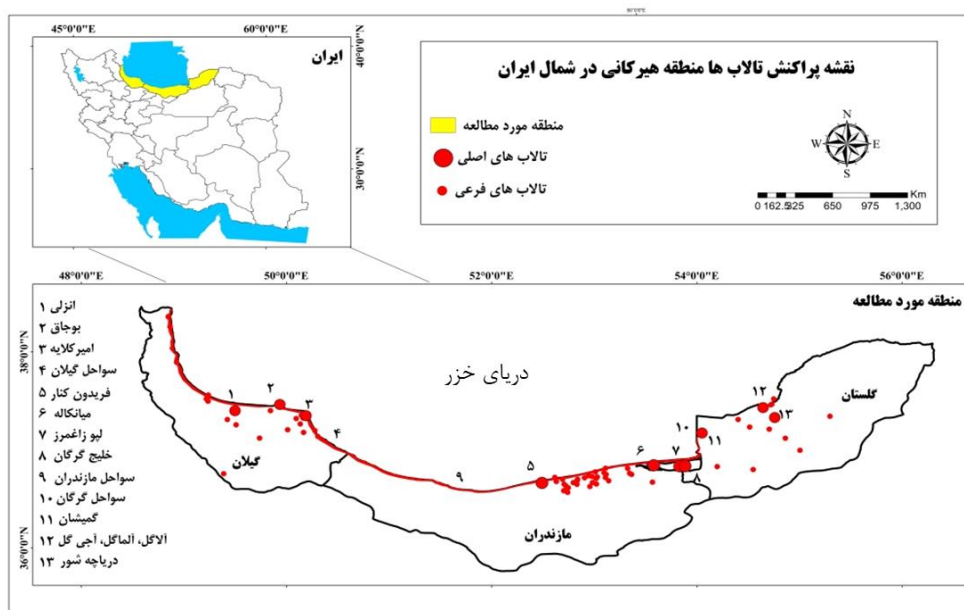
استفاده از نوسانات جمعیتی پرندگان آبی زمستان گذران به‌عنوان نشانگر تغییرات بوم‌شناختی زیستگاه‌های آبی در جهان از سابقه طولانی در مطالعات تنوع زیستی برخوردار است (Amat and Green, 2010; Nagy and Langendoen, 2020). پرندگان آبی زمستان‌گذران به‌دلیل محدودیت‌های زیستگاهی اغلب به‌صورت دسته‌ها و اجتماعات بزرگ دیده می‌شوند و عوامل طبیعی و زیستگاهی می‌تواند نقش کلیدی در اندازه جمعیت، بقاء و مهاجرت آن‌ها داشته باشند (Schreiber and Burger, 2002; Nilsson, 2008). بسیاری از مشاهده‌ها و گزارش‌های موجود نشان می‌دهد که تعداد و پراکنش بسیاری از پرندگان آبی در دهه‌های اخیر روندی کاهشی داشته است (Delany and Scott, 2006; Wetlands International, 2012, 2015; Nagy and Langendoen, 2017, 2020). با این وجود جمعیت برخی دیگر از پرندگان آبی مانند پلیکان خاکستری (*Pelecanus crispus*) در سال‌های اخیر افزایش یافته است (Ashoori et al., 2019). شناسایی و بررسی روند تغییرات جمعیت پرندگان آبی با روش‌های درست علمی می‌تواند در مدیریت و حفاظت کارآمد تنوع‌زیستی بوم‌سازگان‌های تالابی به‌ویژه پرندگان آبی در مراحل مختلف توالی تالاب‌ها مؤثر باشد (Ahmadpour et al., 2011).

سرشماری بین‌المللی پرندگان آبی (IWC)^۱ یک برنامه بلندمدت نظارت و پایش جمعیت در فصل زمستان با تاکید بر تالاب‌ها و مناطق تجمع پرندگان آبی زمستان‌گذران است و از داده‌های به‌دست آمده

^۱International Waterbird Census

اشاره نمود. بارش باران فراوان، دمای ملایم و خاک مساعد موجب پیدایش پوشش گیاهی انبوه، چمنزارهای طبیعی، رودخانه‌های دائمی و فصلی و تالاب‌های درون خشکی، دریایی/ساحلی، مصبی و مصنوعی در منطقه خیزی شده است. تالاب‌های درون خشکی از جمله تالاب امیرکلايه با پس‌روی آب دریای خزر از اواخر دوره چهارم زمین‌شناسی و پرشدن چاله‌های طبیعی توسط منابع مختلف آب شیرین به‌وجود آمد. تالاب‌های دریایی/ساحلی مانند انزلی، بوجاق و گمیشان نیز با تشکیل نوار ماسه‌ای از دریا جدا شده و همواره تحت تأثیر نوسانات آب دریا و آب شیرین وارد شده از حوزه آبخیز هستند. مجموعه تالاب‌های فریدون‌کنار، سرخورد و ازباران در شالیزارها قرار دارند. تالاب‌های مصنوعی زیادی نیز وجود دارد که از جمله آن‌ها می‌توان به استخرهای پرورش ماهی و دریاچه پشت سد و آب‌بندان‌ها اشاره کرد. هم‌چنین تنوعی از پرندگان آبی نیز به دلیل فراوانی غذا در سواحل و مصب‌ها دیده می‌شوند، زیرا مصب‌ها محل تلاقی آب شیرین و لب‌شور و از تنوع جانوران هر دو بوم‌سازگان برخوردار هستند (Ashoori and Abdoos, 2013). ناحیه خیزی به دلیل دارا بودن تالاب‌های متنوع و قرارگیری در مسیر مهاجرت پرندگان آبی از زیستگاه‌های مهم برای پرندگان در ایران و منطقه است و تنوعی از فون پرندگان مهاجر اروپا، افریقا و آسیا به‌صورت مهاجر زمستانه، جوجه‌آور و عبوری در تالاب‌های منطقه دیده می‌شوند (Ashoori et al., 2020).

برنامه‌های مدیریتی و حفاظتی توسط مدیران ارشد ستادی و استانی مورد استفاده قرار گیرد (Tayefeh et al., 2021). مرور سایر مطالعات نشان داد که تحلیل جامع و مناسبی از روند تغییرات جمعیت زمستانه پرندگان آبی در مقیاس‌های بین‌المللی (Kostiushyn et al., 2011; Nagy and Musil et al., 2020)، کشوری (Langendoen, 2020)، منطقه‌ای (Musilova et al., 2009; Liordos et al., 2005) و تالابی (Nilsson, 2014) گزارش شده است. از جمله این مطالعات می‌توان به بررسی وضعیت پرندگان آبی تالاب‌های سلکه و سیاه‌کشیم (Behrouzi-Rad et al., 2002)، پارک ملی بوجاق (Ashoori and Zolfinezhad, 2006)، ۳۸ منطقه تالابی خط ساحلی دریای خزر در هر سه استان گیلان، مازندران و گلستان (Riazi and Armandahi, 2008)، بررسی سه ساله وضعیت پرندگان آبی زمستان‌گذران در سواحل جنوب دریای خزر (Ashoori et al., 2010)، تغییرات تنوع و تراکم پرندگان آبی در یک دوره سه ساله در تالاب بین‌المللی سرخورد (Ahmadpour et al., 2011)، بررسی روند تغییرات، تنوع و فراوانی جمعیت پرندگان آبی و کنارآبی تالاب بین‌المللی گمیشان در سال‌های ۱۳۸۶ تا ۱۳۹۰ (Behrouzi-Rad et al., 2012) بررسی تنوع گونه‌ای پرندگان آبی و کنارآبی مهاجر زمستان‌گذران در تالاب بین‌المللی انزلی (Ashoori and Varasteh Moradi, 2014) و تغییرات تنوع و فراوانی پرندگان آبی زمستان‌گذران در مناطق حفاظت‌شده در مجموعه تالاب بین‌المللی انزلی (Ashoori et al., 2020)



شکل ۱- محدوده مطالعاتی واقع در جنوب دریای خزر شامل ۱۳ سایت اصلی و سایر سایتها در سه استان گیلان، مازندران و گلستان

سیبری است. این ناحیه دارای رودهای زیادی است که از کوهها سرچشمه گرفته و به دریا می‌ریزند. این رودها آبرفت‌های بسیاری را طی سالیان دراز به ساحل کشانده و جلگه‌های وسیعی را پدید آورده است. آب و هوای این ناحیه تحت نفوذ رطوبت دریای خزر از شرق و رطوبت مدیترانه از غرب و توده کم فشار سیبری است. متوسط بارندگی سالانه آن ۱۰۰۰ میلی‌متر می‌باشد که مقدار بارندگی آن از غرب به شرق کاهش می‌یابد. متوسط دمای سالانه این منطقه بین ۱۶ تا ۲۰ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی هوا بسیار زیاد و مقدار متوسط آن از ۷۶ درصد در شرق تا ۸۵ درصد در غرب در نوسان است (Jafari, 2008; Attarod et al., 2017). زیستگاه‌های تالابی شمارش شده در استان گیلان شامل ۵۹ منطقه و زیرمنطقه (زیرسایت) بوده که تالاب‌های انزلی (مجموعه‌ای از ۱۲ زیرمنطقه)، بوجاق (چهار زیرمنطقه)، سواحل گیلان (ده زیرمنطقه) و امیرکلاویه و به‌عنوان تالاب‌های اصلی و بقیه به‌عنوان سایر مناطق بررسی شده است. استان مازندران شامل ۷۲ منطقه و زیرمنطقه سرشماری پرنندگان آبی بوده که

اغلب پژوهش‌های منتشر شده از تالاب‌های واقع در سواحل جنوبی دریای خزر در بازه‌های زمانی کوتاه‌مدت است و تاکنون مطالعه جامعی از سرشماری بلندمدت پرنندگان مشاهده شده در این تالاب‌ها انجام نشده است. بنابراین هدف از این مطالعه، بررسی روند تغییرات جمعیت پرنندگان آبی زمستان‌گذران و محاسبه شاخص‌های تنوع گونه‌ای آن‌ها طی یک دوره سی ساله (از سال ۱۹۸۸ تا ۲۰۱۷) در سه استان گیلان، مازندران و گلستان است. نتایج این پژوهش می‌تواند نقش مهمی در مدیریت زیست‌بوم‌های تالابی و ساحلی ناحیه خزری داشته باشد.

۲. مواد و روش‌ها

۱-۲. محدوده مطالعاتی

محدوده مطالعاتی این پژوهش در جنوب دریای خزر در شمال ایران، در حوزه سه استان گیلان، مازندران و گلستان قرار دارد (شکل ۱). آب و هوای این منطقه معتدل خزری بوده و تحت نفوذ رطوبت دریای خزر از شرق، رطوبت مدیترانه از غرب و توده کم‌فشار

مازندران و گلستان از دفتر حفاظت و مدیریت حیات وحش سازمان حفاظت محیط زیست دریافت شد. در این پژوهش تغییرات تعداد کل جمعیت و غنای گونه‌های پرندگان آبی ایران و ناحیه خزری و سهم پرندگان آبی این ناحیه از کل پرندگان آبی زمستان گذران ایران محاسبه شده است.

۲-۳. محاسبه روند تغییرات جمعیت‌ها

بسته آماری TRIM (Trends and Indices for Monitoring Data) برای بررسی روند تغییرات و نوسانات جمعیتی پرندگان آبی کاربرد دارد (Pannekoek and Van Strren, 2005; Musil et al., 2011). در این پژوهش، نسخه جدیدی از بسته آماری TRIM با امکان کاربرد در نرم افزار R ver3.6.3 به نام RTRIM استفاده شده است. این بسته آماری رایگان با قابلیت استفاده آزاد و گسترده بازسازی شده است که شامل همان روش‌ها و مدل‌هایی است که برای داده‌های پایشی در طبیعت به- عنوان نسخه‌های اصلی TRIM ارائه می‌شود (Pannekoek and Van Strren, 2005; Bogaart et al., 2020). برای تجزیه و تحلیل در ابتدا داده‌ها با فرمت مورد نیاز و تعریف شده برای نرم افزار مرتب شدند. در این بسته آماری از روش مونت کارلو برای محاسبه شاخص‌های تغییرات گونه‌ای (MSI)^۳ استفاده شده است. با محاسبه میزان کمینه، بیشینه و میانگین عدد روند، نسبت رسم شکل تغییرات جمعیت سالانه پرندگان آبی اقدام گردید. عدد روند نشان دهنده شیب کلی رشد در مدل خطی قطعی است. همچنین شیب کلی، میانگین رشد یا کاهش رشد جمعیت در یک دوره زمانی طولانی مدت ۳۰ ساله (Overall trend) و دوره کوتاه مدت (Last 10

مهم‌ترین آن‌ها خلیج گرگان، لپوزاغمرز، مجموعه تالابی فریدون کنار، سرخرو و ازاران (پنج زیر- منطقه) و تالاب میانکاله (هشت زیرمنطقه) و سواحل مازندران (۱۴ زیرمنطقه) و بقیه به عنوان سایر مناطق هستند. در استان گلستان نیز زیستگاه تالابی حائز اهمیت برای پرندگان مهاجر آبی و کنارآبی از طریق ۳۰ منطقه و زیرمنطقه شمارش می‌شود که تالاب‌های گمیشان، تالاب‌های آلاگل، آجی گل و آلاگل (سه زیرمنطقه)، دریاچه شور و سواحل گلستان (دو زیرمنطقه) به عنوان تالاب‌های اصلی و بقیه به عنوان سایر تالاب‌ها بررسی شده است.

۲-۲. شناسایی و شمارش پرندگان آبی

سرشماری پرندگان آبی زیستگاه‌های تالابی ایران هر ساله در ماه ژانویه توسط کارشناسان اداره کل حفاظت محیط زیست استان‌ها، پرندشناسان ستادی و پرندنگرهای حرفه‌ای ایران انجام می‌شود. همچنین این مطالعات طی سال‌های ۲۰۰۴، ۲۰۰۵، ۲۰۰۷ و ۲۰۰۹ با همراهی پرندنگرهایی از کشورهای هلند و بلژیک انجام شده است (Amini and Willems, 2004; Amini and Willems, 2008; Amini and Van Roomen, 2009). برای شناسایی و شمارش میدانی پرندگان آبی از روش شمارش کل^۲ و با کمک دوربین‌های دو چشمی ۱۰×۴۲-۱۰×۴۰-۱۲×۴۵ روسی، Swarovski Zeiss و همچنین تلسکوپ‌های ۲۰×۶۰ Swarovski, Zeiss, Kowa انجام شده است. در روش شمارش کل، تعداد کل هر یک از گونه‌های پرندگان آبی ثبت می‌شود. داده‌های ۳۰ ساله (۱۹۸۸-۲۰۱۷) سرشماری پرندگان آبی مهاجر زمستان گذران در تالاب‌های استان‌های گیلان،

^۳Multi-species Indicators

^۲Total Count

شاخص سیمپسون از معنی‌دارترین و قوی‌ترین شاخص‌های تنوع گونه‌ای است (Simpson, 1949; Magurran, 2004).

$$C = \sum_i^s p_i^2 \quad p_i = \frac{n_i(n_i - 1)}{N(N - 1)}$$

S: تعداد گونه‌های مشاهده شده

n_i : تعداد افراد در گونه i ام

N: کل افراد در نمونه

برای این که با بزرگ‌تر شدن شاخص، تنوع نیز بیشتر شود از شاخصی به نام D استفاده می‌کنیم که معادله آن به این شکل است:

$$D = \frac{1}{c}$$

۵-۲. شاخص‌های غنای گونه‌ای (Species

Richness)

شاخص مارگالف (Margalef): این شاخص تعداد گونه‌ها را نسبت به تعداد کل افراد در منطقه نشان می‌دهد. بنابراین از این شاخص برای مقایسه تنوع گونه‌ای بین دو منطقه نمونه‌برداری استفاده می‌شود. معادله زیر برای محاسبه این شاخص آورده شده است:

$$D = \frac{(s-1)}{\ln N}$$

S: تعداد کل گونه‌ها

N: تعداد کل افراد

هر چه مقدار این شاخص بیشتر باشد نشان‌دهنده تنوع گونه‌ای بیشتر است.

شاخص مینهینیک (Menhinick Index): این شاخص از طریق معادله زیر محاسبه می‌شود (Whittaker, 1977):

$$Dmn = \frac{s}{\sqrt{N}}$$

N: تعداد کل افراد در نمونه

S: تعداد گونه‌ها

(years) محاسبه شده است. براساس طبقه‌بندی TRIM روند تغییرات جمعیت در شش طبقه قرار خواهد گرفت (Pannekoek and Van Strine, 2005; Musil et al., 2011):

- کاهش شدید (<5% در هر سال)
- کاهش ملایم (>5% در هر سال)
- روند پایدار
- افزایش ملایم (<5% در هر سال)
- افزایش شدید (>5% در هر سال)
- نامشخص؟

محاسبه شاخص‌های تنوع زیستی: شاخص‌های بوم‌شناختی تنوع زیستی با استفاده از نرم‌افزار SDR-IV^۴ به شرح زیر محاسبه گردید (Seaby and Henderson 2006).

۴-۲. شاخص‌های تنوع گونه‌ای

شاخص شانون-وینر (Shannon-Wiener Index)

مقدار این شاخص برای داده‌های بوم‌شناختی معمولاً بین ۱/۵ و ۳/۵ و به ندرت ۴/۵ قرار دارد. هر چه مقدار این شاخص بیشتر باشد نشان‌دهنده تنوع بیشتر است (Shannon-Wiener, 1949).

$$H = - \sum_{i=1}^s p_i \log_e p_i \quad p_i = \frac{n_i}{N}$$

H: شاخص تنوع شانون

P_i : فراوانی نسبی هر یک از گونه‌ها یعنی نسبت افراد

هر گونه به کل افراد آن جامعه

S: تعداد گونه‌ها یا به عبارت بهتر غنای گونه‌ای

n_i : تعداد افراد در گونه i ام

N: کل افراد در نمونه

شاخص سیمپسون (Simpson's Index):

⁴Species Diversity and Richness

تعداد با یک گونه متعلق به غواصیان، لک‌لک‌یان، فلامینگوویان، صدف‌خواریان و چاخ‌لق‌یان بود. بیشترین جمعیت متعلق به یلوه‌یان و گونه چنگر معمولی *Fulica atra* بود به طوری که در سرشماری سال ۲۰۰۷ میلادی تعداد ۱,۲۷۶,۲۳۸ فرد از این گونه در منطقه خزری شمارش شده است. مرغابیان به‌ویژه گونه خوتکا *Anas crecca* که در سرشماری سال ۲۰۱۳ تا ۱۹۷,۵۹۴ فرد و اردک سرسبز *Anas platyrhynchos* که در سرشماری سال ۱۹۹۱ تا ۱۸۵,۵۸۵ فرد شمارش شده و فلامینگوویان با شمارش حداکثر ۱۱۰,۶۰۱ فرد در سال ۲۰۰۹ میلادی در رتبه‌های بعدی قرار داشتند. نتایج نشان می‌دهد ناحیه خزری بیش از ۵۴ درصد جمعیت و ۸۳ درصد گونه‌های ایران را به خود اختصاص داده است. همچنین سهم سایر استان‌ها نسبت به سه استان ساحلی ایران در ده سال اول روند کاهشی داشته و در مجموع کمتر از نصف کل کشور است. در دهه سوم سرشماری‌ها، علی‌رغم کاهش ملایم جمعیت کل پرندگان آبی ایران، سهم این منطقه از کل جمعیت ایران افزایش یافته است (جدول ۱، شکل ۲ و شکل ۳). استان مازندران با دارا بودن نزدیک به ۶۸ درصد گونه‌ها و بیش از ۳۷ درصد جمعیت در بین استان‌های خزری مرتبه نخست را دارا می‌باشد. استان گلستان نیز در بین استان‌های ساحلی خزری دارای کمترین جمعیت بوده و در حدود ۸ درصد جمعیت پرندگان آبی زمستان‌گذران را به خود اختصاص داده است (جدول ۱).

تغییرات جمعیت پرندگان آبی زمستانه خزری در مجموع آمارهای ۳۰ ساله بر اساس نتایج بسته آماری RTRIM نشان می‌دهد که روند تغییرات جمعیت دارای افزایش ملایم با شیب ۳/۳ درصد در سال است

۲-۶. شاخص‌های یکنواختی گونه‌ای (Species Evenness)

شاخص پیلو (Pielou (All Sample)

مقدار این شاخص بین ۰-۱ متغیر است. هنگامی که مقدار این شاخص به یک نزدیک شود به این معنی است که یکنواختی گونه‌ها زیاد شده است. این به این معنا است که توزیع فراوانی افراد بین گونه‌ها یکنواخت‌تر بوده و تنوع افزایش می‌یابد (Pielou, 1975).

$$J = H / \log(S)$$

J: شاخص پیلو

H: شاخص تنوع گونه‌ای Shannon-Wiener

S: تعداد کل گونه‌ها

شاخص سیمپسون (Simpson's Index) E:

مقدار این شاخص مانند شاخص پیلو بین صفر (حداقل یکنواختی) و یک (حداکثر یکنواختی) متغیر است. و هنگامی که این مقدار به صفر نزدیک شود به این معنی است که یکنواختی گونه‌ها به حداقل می‌رسد. این شاخص از طریق معادله زیر محاسبه می‌شود (Simpson, 1949; Krebs, 1994):

$$E = \frac{1/D}{S}$$

D: شاخص سیمپسون

S: تعداد کل گونه‌ها

۳. نتایج

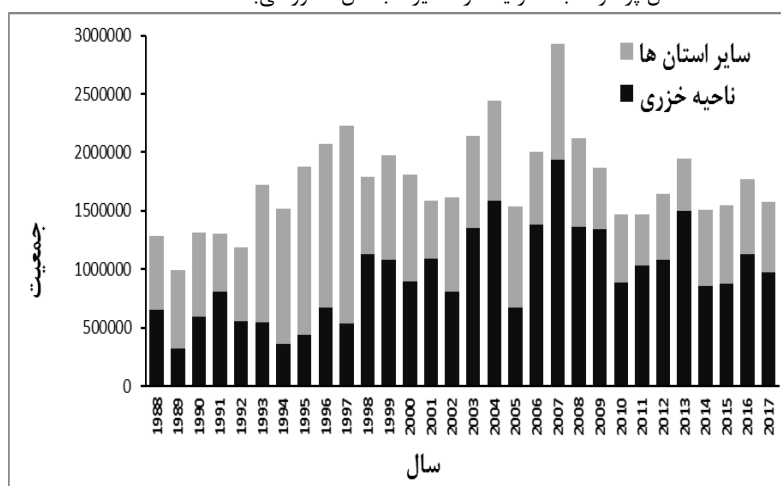
۳-۱. روند تغییرات جمعیت‌ها

آمار کلی فراوانی و غنای گونه‌های پرندگان آبی مشاهده شده در سه استان گیلان، مازندران و گلستان در بازه زمانی ۳۰ ساله (۱۹۸۸-۲۰۱۷) در جدول ۱ ارائه شده است. بیشترین تعداد گونه متعلق به خانواده مرغابیان با ۲۹ گونه (حدود ۲۴ درصد) و آبچلیکیان با ۲۷ گونه (بیش از ۲۲ درصد) و کمترین

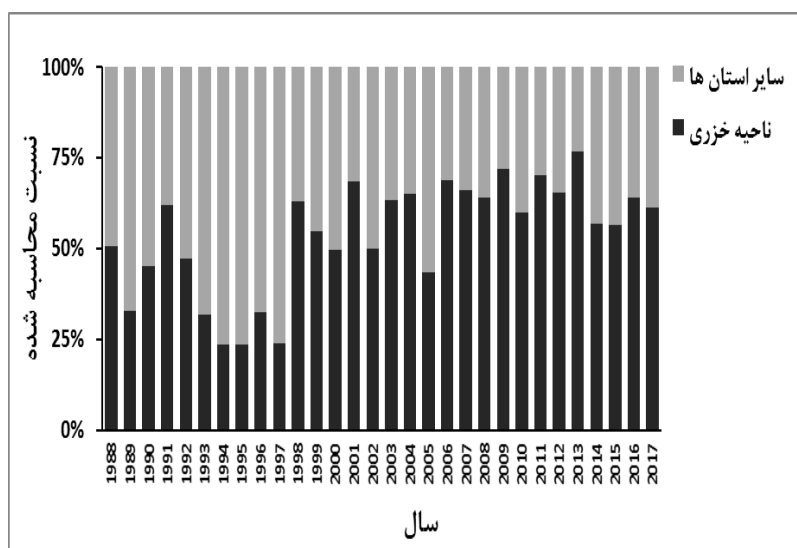
جدول ۱- جمعیت کل شمارش شده و تعداد گونه‌های پرندگان آبی در بازه زمانی سی ساله (۱۹۸۸-۲۰۱۷)

گونه	جمعیت	محدوده سرشماری
۱۷۴	۵۲,۲۷۴,۱۱۴	ایران
۱۴۵ (۸۳/۳۳٪)	۲۸,۴۵۴,۳۷۳ (۵۴/۴۳٪)	کل منطقه خزری
۱۱۹ (۶۸/۳۹٪)	۴,۷۸۵,۶۱۹ (۹/۱۶٪)	گیلان
۱۱۸ (۶۷/۸۲٪)	۱۹,۶۲۵,۹۰۴ (۳۷/۵۴٪)	مازندران
۱۱۷ (۶۷/۲۴٪)	۴,۰۴۲,۸۴۰ (۷/۷۳٪)	گلستان

• اعداد داخل پرانتز نسبت هر یک از متغیرها به کل کشور می‌باشد.



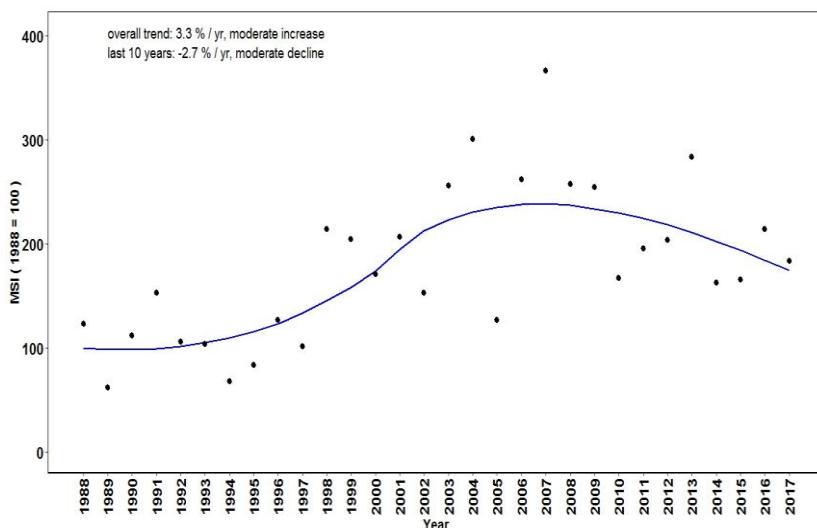
شکل ۲- جمعیت پرندگان آبی نیمه‌زمستانه پرندگان ایران (ناحیه خزری و سایر استان‌ها): ۱۹۸۸-۲۰۱۷



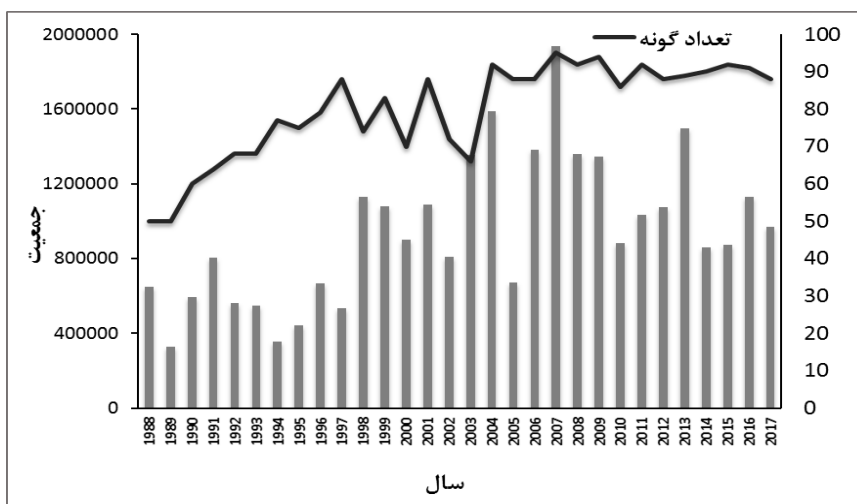
شکل ۳- سهم پرندگان آبی ناحیه خزری و سایر استان‌ها در پرندگان کل ایران: ۱۹۸۸-۲۰۱۷

پرندگان آبی کل ناحیه خزری در سی سال گذشته ۷۱,۰۷۳±۹۴۷,۸۵۳ فرد بوده است. میانگین سی ساله تعداد کل پرندگان آبی در استان گیلان ۱۱,۱۵۰±۱۵۹,۵۲۱ فرد، استان مازندران ۶۲,۶۷۶±۶۵۴,۰۳۲ فرد و در استان گلستان ۱۱,۴۸۵±۱۳۴,۳۰۰ فرد بوده است. نسبت سهم سه

ولی در ده سال اخیر کاهشی با شیب ۲/۷- درصد داشته است (شکل ۴). بیشترین تعداد جمعیت ثبت شده در سال ۲۰۰۷ با بیش از ۱,۹۳۴,۲۲۶ فرد بوده که تعداد ۱,۴۹۰,۳۰۷ فرد به استان مازندران اختصاص یافته است. کمترین تعداد هم در سال ۱۹۸۹ با ۳۲۶,۲۸۱ فرد بوده است. میانگین جمعیت



شکل ۴- روند تغییرات جمعیت پرندگان آبی سرشماری نیمه زمستانه کل ناحیه خزری از سال ۱۹۸۸ تا سال ۲۰۱۷

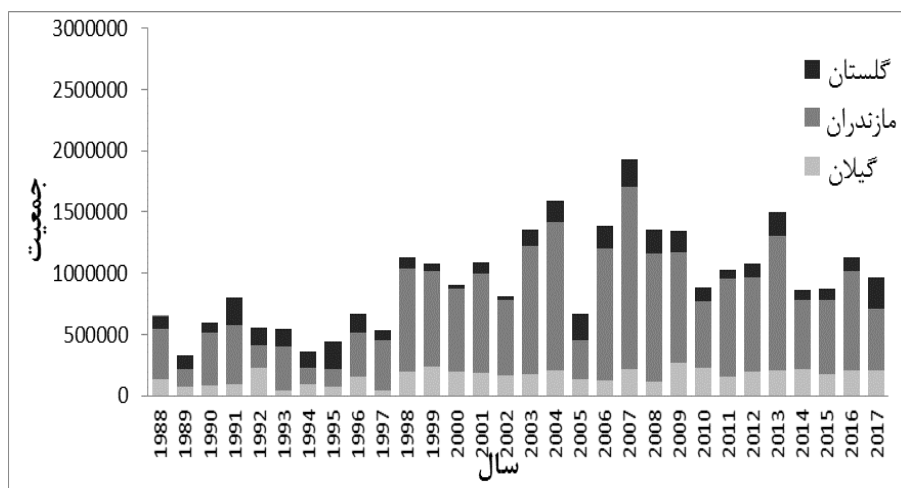


شکل ۵- تغییرات کل جمعیت پرندگان آبی زمستانه خزری و تعداد گونه‌های مشاهده شده از سال ۱۹۸۸ تا سال ۲۰۱۷

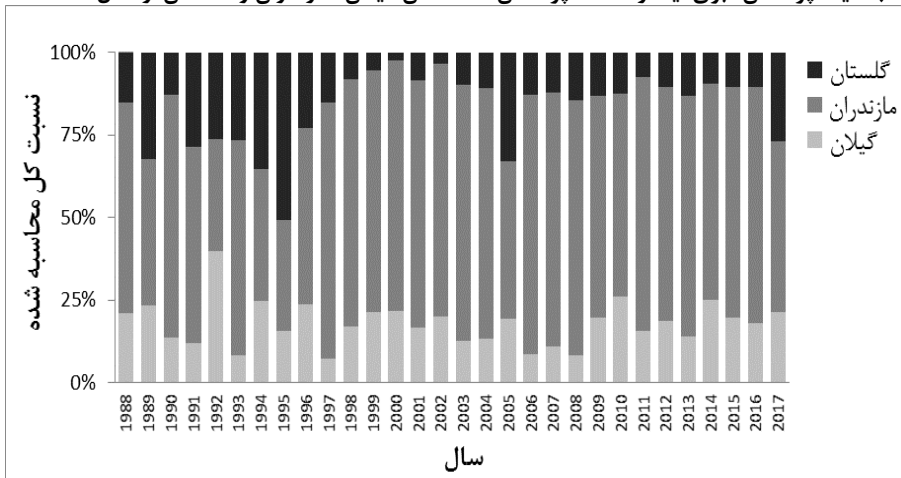
است (شکل ۵).

۲-۳. تنوع گونه‌ای پرندگان آبی منطقه خزری
 نتایج حاصل از محاسبه شاخص‌های تنوع گونه‌ای (شانون-وینر و سیمپسون D)، غنای گونه‌ای (مارگالف و مینهینیک) و یکنواختی گونه‌ای (پیلو و سیمپسون E) در جدول ۲ و شکل ۸ ارائه شده است. طبق این نتایج بالاترین مقادیر هر دو شاخص تنوع گونه‌ای شانون-وینر (۲/۷۷۵) و سیمپسون D (۹/۲۷۰) در سال ۲۰۱۷ و کمترین مقادیر مربوط به سال ۲۰۰۷ بوده است (۱/۵۳۰ = شانون-وینر و ۲/۲۲۳ = سیمپسون D). شاخص غنای گونه‌ای

استان گیلان، مازندران و گلستان در جمعیت کل استان‌های خزری (شکل‌های ۶ و ۷) نشان می‌دهد سهم استان مازندران در بسیاری از سال‌ها همواره بیشتر از مجموع دو استان دیگر بوده است. تعداد گونه‌های مشاهده شده در سی سال گذشته نشان می‌دهد در دهه اول سرشماری‌ها، تعداد گونه‌ها از ۵۰ گونه (کمترین تعداد گونه) به ۸۸ گونه افزایش یافته است. این تعداد در سال‌های ۱۹۹۸ تا ۲۰۰۳ دارای نوسان شدید بوده است. تعداد گونه‌های پرندگان آبی در سال ۲۰۰۷ به بیشترین حد خود یعنی ۹۵ گونه رسیده و پس از آن روند تقریباً پایداری داشته



شکل ۶- جمعیت پرندگان آبی نیمه زمستانه پرندگان سه استان گیلان، مازندران و گلستان از سال ۱۹۸۸ تا سال ۲۰۱۷



شکل ۷- سهم پرندگان آبی نیمه زمستانه سه استان گیلان، مازندران و گلستان در پرندگان کل خیزی از سال ۱۹۸۸ تا سال ۲۰۱۷

۴. بحث و نتیجه گیری

این مطالعه نشان داد، جمعیت پرندگان مهاجر آبی زمستان گذران در تالاب‌های واقع در جنوب دریای خزر در دوره سی ساله اخیر همواره در نوسان بوده و علی‌رغم افزایش ملایم جمعیت در درازمدت در طی ده سال اخیر جمعیت با یک روند ملایم در حال کاهش بوده است. بیشترین جمعیت در سال‌های ۲۰۰۴ تا ۲۰۰۹ شمارش شده که هم‌زمان با حضور پرندشناسان اروپایی در برنامه‌های سرشماری کشور بوده است و کمترین مقدار در سال‌های ۱۹۸۸ تا ۲۰۰۲ شمارش شده است، در این سال‌ها تعداد مکان‌های کمتری نسبت به دوره حضور پرندشناسان خارجی بررسی و شمارش شده است. بنابراین می‌توان

مارگالف طی ۱۴ سال یعنی از سال ۲۰۰۴ تا ۲۰۱۷ همواره بالای عدد شش بوده است و در ۱۶ سال قبل از آن تنها در سه سال دارای مقادیر بالای شش بوده است. این در حالی است که طی سال‌های ۱۹۸۸ تا ۲۰۰۴ تنها سه بار این شاخص بالای شش بوده است. شاخص غنای گونه‌ای منهنیک در سال‌های ۱۹۸۸ و ۲۰۰۷ به ترتیب با ۰/۰۶۷ و ۰/۰۶۸ دارای کمترین و در سال ۱۹۹۴ با ۰/۱۳۸ دارای بیشترین مقادیر بوده است. مقادیر شاخص‌های یکنواختی نشان می‌دهد که در سال ۲۰۰۷ شاخص پیلو با مقدار ۰/۳۰۷ و شاخص سیمپسون E با مقدار ۰/۰۲۳ دارای کمترین مقادیر بوده و در این سال‌ها یکنواختی گونه‌ها به حداقل رسیده است.

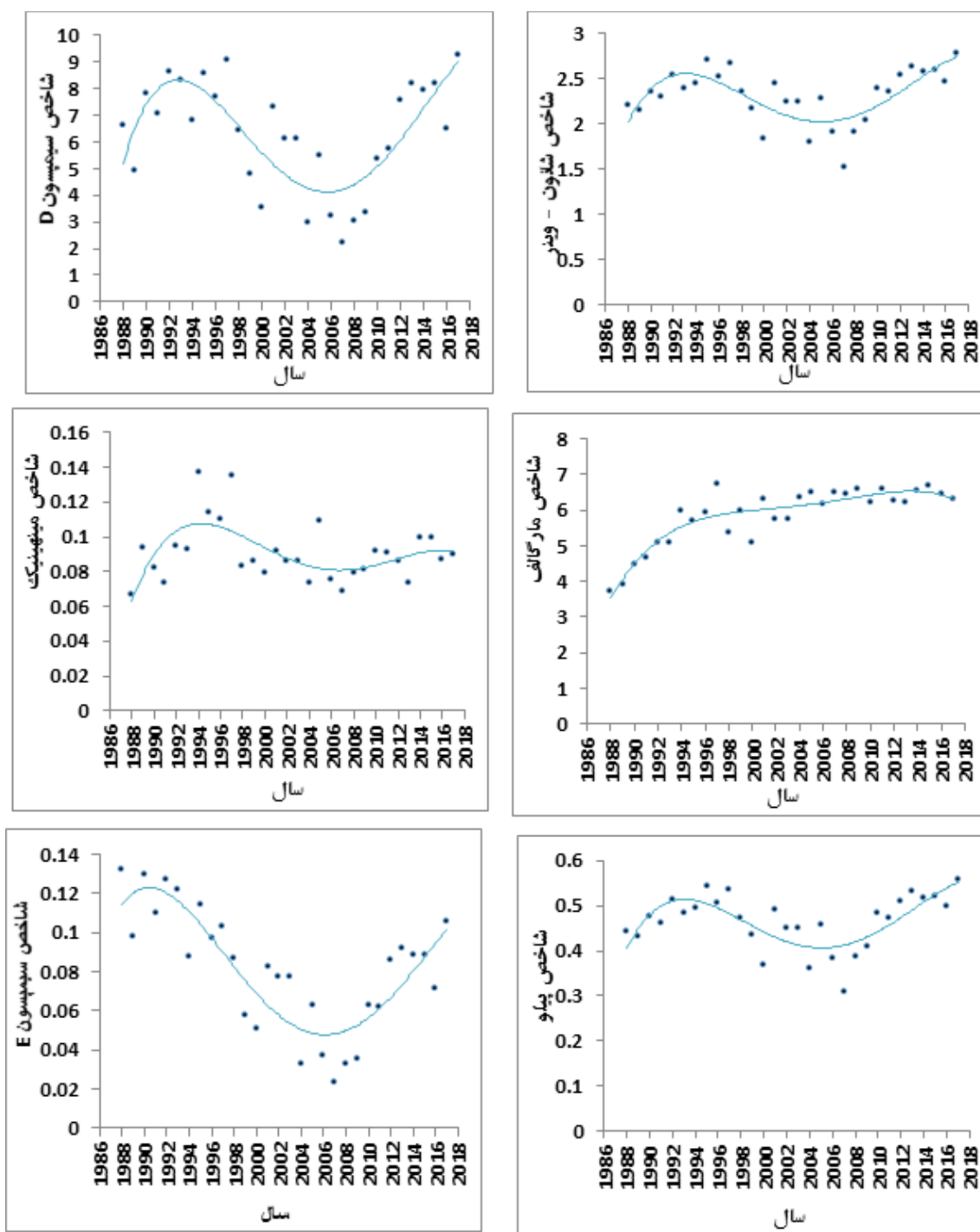
بررسی روند تغییرات جمعیت و تنوع پرندگان آبی زمستان گذران....

جدول ۲- مقادیر شاخص های تنوع، غنا و یکنواختی گونه های کل ناحیه خزری: ۲۰۱۷-۱۹۸۸

سال	شانون-وینر	سیمپسون D	مارگالف	منهینیک	پیلو	سیمپسون E
۱۹۸۸	۲/۲۰۵	۶/۶۰۵	۳/۷۰۱	۰/۰۶۷	۰/۴۴۳	۰/۱۳۲
۱۹۸۹	۲/۱۵۲	۴/۹۰۵	۳/۹۰۰	۰/۰۹۳	۰/۴۳۳	۰/۰۹۸
۱۹۹۰	۲/۳۶۳	۷/۷۹۳	۴/۴۷۳	۰/۰۸۲	۰/۴۷۵	۰/۱۳۰
۱۹۹۱	۲/۲۹۲	۷/۰۶۴	۴/۶۵۶	۰/۰۷۴	۰/۴۶۱	۰/۱۱۰
۱۹۹۲	۲/۵۴۹	۸/۶۶۷	۵/۰۹۲	۰/۰۹۵	۰/۵۱۲	۰/۱۲۸
۱۹۹۳	۲/۳۹۹	۸/۳۱۹	۵/۰۷۶	۰/۰۹۳	۰/۴۸۲	۰/۱۲۲
۱۹۹۴	۲/۴۵۵	۶/۷۸۳	۶/۰۰۶	۰/۱۳۸	۰/۴۹۳	۰/۰۸۸
۱۹۹۵	۲/۷۰۳	۸/۵۹۵	۵/۶۹۹	۰/۱۱۴	۰/۵۴۳	۰/۱۱۵
۱۹۹۶	۲/۵۱۹	۷/۷۰۴	۵/۹۳۲	۰/۱۱۰	۰/۵۰۶	۰/۰۹۸
۱۹۹۷	۲/۶۶۴	۹/۰۵۴	۶/۷۱۳	۰/۱۳۵	۰/۵۳۵	۰/۱۰۳
۱۹۹۸	۲/۳۵۷	۶/۴۱۰	۵/۳۷۶	۰/۰۸۳	۰/۴۷۴	۰/۰۸۷
۱۹۹۹	۲/۱۶۳	۴/۸۰۸	۵/۹۶۹	۰/۰۸۶	۰/۴۳۵	۰/۰۵۸
۲۰۰۰	۱/۸۴۳	۳/۵۴۸	۵/۰۸۷	۰/۰۷۹	۰/۳۷۰	۰/۰۵۱
۲۰۰۱	۲/۴۵۴	۷/۲۸۷	۶/۳۳۲	۰/۰۹۱	۰/۴۹۳	۰/۰۸۳
۲۰۰۲	۲/۲۴۷	۶/۱۰۱	۵/۷۵۴	۰/۰۸۶	۰/۴۵۲	۰/۰۷۸
۲۰۰۳	۲/۲۴۷	۶/۱۰۱	۵/۷۵۴	۰/۰۸۶	۰/۴۵۲	۰/۰۷۸
۲۰۰۴	۱/۸۰۴	۳/۰۰۵	۶/۳۸۰	۰/۰۷۴	۰/۳۶۳	۰/۰۳۳
۲۰۰۵	۲/۲۷۸	۵/۴۹۲	۶/۵۰۱	۰/۱۰۹	۰/۴۵۸	۰/۰۶۲
۲۰۰۶	۱/۹۰۹	۳/۲۶۱	۶/۱۵۶	۰/۰۷۵	۰/۳۸۴	۰/۰۳۷
۲۰۰۷	۱/۵۳۰	۲/۲۲۳	۶/۴۹۵	۰/۰۶۸	۰/۳۰۷	۰/۰۲۳
۲۰۰۸	۱/۹۱۸	۳/۰۲۹	۶/۴۴۷	۰/۰۷۹	۰/۳۸۵	۰/۰۳۳
۲۰۰۹	۲/۰۳۳	۳/۳۴۱	۶/۵۹۳	۰/۰۸۱	۰/۴۰۹	۰/۰۳۶
۲۰۱۰	۲/۳۹۹	۵/۳۸۶	۶/۲۱۴	۰/۰۹۲	۰/۴۸۲	۰/۰۶۳
۲۰۱۱	۲/۳۶۲	۵/۷۱۹	۶/۵۷۷	۰/۰۹۱	۰/۴۷۵	۰/۰۶۲
۲۰۱۲	۲/۵۳۴	۷/۵۹۳	۶/۲۷۸	۰/۰۸۶	۰/۵۰۹	۰/۰۸۶
۲۰۱۳	۲/۶۴۴	۸/۲۱۹	۶/۱۹۹	۰/۰۷۴	۰/۵۳۱	۰/۰۹۲
۲۰۱۴	۲/۵۷۱	۷/۹۳۱	۶/۵۳۹	۰/۱۰۰	۰/۵۱۷	۰/۰۸۸
۲۰۱۵	۲/۵۸۹	۸/۱۸۳	۶/۶۶۶	۰/۱۰۰	۰/۵۲۰	۰/۰۸۹
۲۰۱۶	۲/۴۷۷	۶/۵۰۷	۶/۴۷۵	۰/۰۸۷	۰/۴۹۸	۰/۰۷۲
۲۰۱۷	۲/۷۷۵	۹/۲۷۰	۶/۳۲۰	۰/۰۹۰	۰/۵۵۸	۰/۱۰۵
شاخص کل نمونه ها	۲/۳۹۹	۵/۶۰۸	۸/۴۶۱	۰/۰۲۹	۰/۴۸۲	۰/۰۳۹
خطای معیار جک نایف	۰/۰۸۳	۰/۷۱۵	۰/۳۱۰	۰/۰۰۱	۰/۰۱۷	۰/۰۰۶

نیروهای باتجربه و متخصص در تیم های سرشماری کننده و امکانات و تجهیزات مناسب برای سرشماری سبب پوشش کامل و انجام هر چه بهتر

نتیجه گرفت، ارزش گذاری بیشتر سازمان حفاظت محیط زیست بر برنامه های سرشماری نیمه زمستانه پرندگان آبی به عنوان متولی در ایران، حضور



شکل ۸- نمودار تغییرات شاخص‌های تنوع، غنا و یکنواختی گونه‌های کل ناحیه خزری: ۱۹۸۸-۲۰۱۷

با شمارش حدود یک و نیم میلیون پرنده آبی بیشترین جمعیت و در سال ۲۰۰۹ با شناسایی ۱۳۸ گونه بیشترین غنای گونه‌ای در تمام ادوار سرشماری را داشته است. از جمله مهم‌ترین دلایل افزایش جمعیت در این استان در سال ۲۰۰۷ میلادی شمارش حدود ۵۳۳.۹۵۱ فرد چنگر معمولی در

سرشماری می‌شود.

داده‌های حاصل از این بررسی نشان داد، استان مازندران با وسعت ۲۳۸۴۰ هکتار (۱/۵ درصد مساحت کل ایران)، بیش از ۳۵ درصد جمعیت پرندگان آبی ایران و ۷۱ درصد گونه‌ها را در خود جای داده است و در سال ۲۰۰۷ میلادی این استان

خلیج گرگان و در مجموع ۱,۰۷۵,۷۶۰ فرد در این استان بوده است.

صرف نظر از آمار سرشماری سال‌های ۲۰۰۲ و ۲۰۰۳ میلادی (به ترتیب ۱,۹۶۳,۳۶۸ و ۵۹۹,۱۳۵ فرد) در تالاب‌های استان گیلان که به احتمال زیاد به درستی انجام نشده است؛ زیرا در سال ۲۰۰۲ بیش از ۱۲ برابر و در سال ۲۰۰۳ بیش از ۳/۵ برابر میانگین سی ساله (۱۱,۱۵۰±۱۵۹,۵۲۱) پرندگان آبی کل گیلان بوده است. حداکثر جمعیت ثبت شده در سی سال گذشته برای این استان ۲۶۳,۵۹۳ فرد گزارش شده است.

بررسی داده‌های سرشماری زمستانه پرندگان آبی نشان می‌دهد کاهش ملایم جمعیت ناحیه خزری طی سال‌های ۲۰۱۷-۲۰۰۸ به خصوص در استان‌های گلستان و مازندران مربوط به تغییرات جمعیت در تالاب‌های گمیشان، خلیج گرگان و میانکاله بوده است. به نظر می‌رسد این تالاب‌ها به دلیل کاهش منابع آبی به ویژه کاهش سطح تراز آب دریای خزر، خشک شدن پهنه‌های آبخیز و کاهش ارزش زیستگاهی فاقد شرایط مناسب زیستگاهی برای پرندگان آبی هستند (Tayefeh *et al.*, 2021).

نتایج این تحقیق هم‌چنین نشان داد که بیشتر مکان‌های سرشماری در تالاب‌های اصلی و حفاظت‌شده قرار داشته و بخش اصلی جمعیت کل پرندگان در این زیستگاه‌های حفاظت‌شده زمستان‌گذرانی می‌کنند. نتایج مطالعات (Ashoori and Varasteh Moradi, 2014; Ashoori *et al.*, 2020) نیز تمرکز جمعیت پرندگان در مناطق با حفاظت بیشتر از جمله پناهگاه‌های حیات وحش و مناطق امن را تایید می‌نماید.

در طی سال‌های اخیر مطالعات بسیاری در خصوص

تنوع زیستی پرندگان آبی با استفاده از شاخص‌های تنوع، غنا و یکنواختی گونه‌ای در تالاب‌های کشور انجام شده است. Golshahi و همکاران (۲۰۰۹) نشان دادند در بین تالاب‌های آلاگل، آلماکل، آجی گل و گمیشان واقع در استان گلستان، تالاب گمیشان از نظر غنای گونه‌ای استاندارد شده و تنوع گونه‌ای شانون-وینر، بالاترین امتیاز را دارد. در مطالعه‌ای دیگر Ashoori و Varasteh Moradi (۲۰۱۴) تنوع گونه‌ای پرندگان آبی مهاجر زمستان‌گذران تالاب انزلی را در یک دوره هشت ساله بررسی کردند که بیشترین غنای گونه‌ای بر اساس شاخص مارگالف در آبچلیکیان و بیشترین تنوع گونه‌ای بر اساس شاخص شانون-وینر و عکس شاخص سیمپسون در مرغابیان مشاهده گردید. بیشترین غنای گونه‌ای بر اساس شاخص مارگالف در آبچلیکیان و بر اساس شاخص مینهنیک در کشیمیان مشاهده شد.

در این پژوهش مقادیر شاخص تنوع گونه‌ای شانون-وینر و سیمپسون نوسان زیادی در تالاب‌ها و سایت‌های مختلف را نشان می‌دهد. افزایش مقادیر شاخص‌های تنوع در سال ۲۰۰۷ میلادی به دلیل افزایش تعداد گونه‌ها در کل منطقه خزری است و عدم وجود روند مشخص در مقادیر شاخص‌ها می‌تواند به دلیل نوسان تعداد گونه‌ها و افراد هر گونه در جمعیت باشد که به نظر می‌رسد بیشترین سهم را می‌تواند فرایند انجام سرشماری پرندگان داشته باشد. استفاده از افراد متبخر و با تجربه و هم‌چنین برنامه‌ریزی جدید سرشماری می‌تواند بر افزایش تعداد گونه‌ها و شاخص‌های غنای گونه‌ای تاثیر داشته باشد. بیشترین تغییرات مربوط به سال‌های ۲۰۰۴-۲۰۰۹ بوده که با افزایش تجهیزات، دانش پرندنگری و برنامه‌ریزی منسجم تعداد گونه‌ها و جمعیت پرندگان

اصلی ناحیه خزری در اولویت قرار گیرد و نسبت به احیاء و بهبود وضعیت تالاب‌های در معرض خطر از جمله گمیشان، میانکاله و انزلی اقدام‌های اساسی و سریع صورت پذیرد.

تقدیر و تشکر

این پژوهش با حمایت مالی و پشتیبانی پژوهشکده محیط زیست و توسعه پایدار انجام شده است. از آقای مهندس ظهرابی معاون محترم وقت محیط طبیعی سازمان حفاظت محیط‌زیست، جناب آقای دکتر خرازیان مقدم مدیر کل محترم، جناب آقای مهندس حسینی مدیر گروه و همکاران محترم گروه پرندگان اداره کل حفاظت و مدیریت حیات‌وحش سازمان برای در اختیار قرار دادن داده‌های سرشماری نیمه‌زمستانه پرندگان آبی تشکر و قدردانی می‌گردد.

References

Ahmadpour, M., Karimi, M. H. S., Ghasempouri, S.M., Ahmadpour, M., Yaghoobzadeh, Y., 2011. A three years study of the diversity and density of waterfowl and waders in Sorkhrud International Wetland (October 2007 March 2010). Scientific Research and Essays 6(30), 6317-6324. (In Persian)

Amat, J.A., Green, A.J., 2010. Waterbirds as Bioindicators of environmental conditions, in: Hurford, C., Scheider, M. and Cowx, I. (Eds.). Conservation Monitoring in freshwater habitats. A practical guide and case studies. Springer. The Netherlands. pp: 45-52.

Amini, H., van Roomen, M., 2009. Waterbirds in Iran, January 2009. Results of a mid-winter count in the provinces of Gilan, Mazandaran, Golestan, Fars, Khuzestan, Bushehr, Hormozgan & Sistan-Baluchistan. Department of Environment, Islamic Republic of Iran & Foundation Working Group International Waterbird and Wetland Research, The Netherlands.

Amini, H., Willems, F., 2004. Waterbirds in Iran,

آبزی افزایش یافته است. این تغییرات در سال‌های پس از آن نیز تا حدود زیادی باقی مانده است زیرا با افزایش تعداد گونه و مشاهده و ثبت آن در سال‌های بعدی نیز با سهولت بیشتری امکان پذیر بوده است. برخی از نوسانات نیز به دلیل افزایش شدید تعداد گونه و یا کاهش شدید جمعیت در منطقه و یا هر دو بوده است.

در یک نتیجه‌گیری کلی می‌توان عنوان نمود، تالاب‌ها و سواحل جنوب دریای خزر از جمله مهم‌ترین مناطق برای زمستان‌گذرانی پرندگان آبی به‌ویژه مرغابیان است و علی‌رغم آسیب‌های جدی و تغییرات شدید زیستگاهی هم‌چنان از اندازه جمعیت، تنوع، غنای و یکنواختی گونه‌ای مناسب برخوردار هستند. شایسته است حفاظت مستمر و اثربخش زنجیره‌ای از زیستگاه‌های تالابی و ساحلی به‌خصوص تالاب‌های

January 2004. Results of a midwinter count in the provinces of Gilan, Mazandaran, Khuzestan, Hormuzgan & Sistan-Baluchestan, DOE, Tehran, 120 p.

Amini H., Willems, F., 2008. Waterbirds in Iran, January 2007. Results of a mid-winter count in the provinces of West-Azerbaijan, Gilan, Mazandaran, Golestan, Sistan- Baluchistan, Hormozgan, Fars, Busher & Khuzestan, DOE, Tehran, 390 p.

Ashoori, A., Naderi, S., Zolfinezhad, K., 2010. A Three-year Survey of the status of wintering migratory waterbirds in Southern shores of Caspian Sea. Forth National Seminar on Chemistry and Environment. Persian Gulf and Oman Sea Ecological Research Institute, Iran.

Ashoori, A., Abdoos, A., 2013. Important wetland habitats for the waterbirds of Gilan. Katibeh Gil, Iran. (In Persian).

Ashoori, A., Amini, H., Khaleghizadeh, A., Manolopoulos, A., Catsadorakis, G., 2019. What caused the impressive increase of Dalmatian pelicans *Pelecanus crispus* wintering in Iran in the

- period 1998-2017. *Zoology in the Middle East* 65(4), 307-318.
- Ashoori, A., Yousefi, M., Tayefeh, F.H., 2020. Changes in the diversity and abundance of wintering waterbirds within protected areas in Anzali International Wetland complex. *Experimental Animal Biology* 9(1), 29-40. (In Persian)
- Ashoori, A., Zolfinezhad, K., 2006. A three- year survey of the status of birds in Bujagh National Park. *Journal of Environmental Sciences* 11(2), 11-22.
- Ashoori, A., Varasteh Moradi, H., 2014. Diversity study of wintering waterfowls and waders in Anzali wetland, Iran. *Wetland Ecobiology* 6(2), 55-66. (In Persian)
- Attarod, P., Kheirkhah, F., Khalighi Sigaroodi, Sh., Sadeghi, M., Bayramzadeh, V., 2017. Trend analysis of meteorological parameters and reference evapotranspiration in the Caspian region. *Iranian Journal of Forest* 9(2), 171-185. (In Persian)
- Behrouzi-rad, B., Hasanzadeh Kiabi, B., Ghaemi, R., 2012. Investigation of density, Diversity and Population trend of wintering waterbirds in Golmishan in ternational wetland in Golestan Province (2007-2012). *Wetland Ecobiology* 13(4), 63-73. (In Persian)
- Behrouzi-Rad, B., Riahi, A., Khaleghizadeh, A., 2002. Survey of biodiversity changes of waterfowls and waders in Selkeh and Siah-Keshim (Espand Class) International wetlands. *Journal of Environment Studies* 29, 21-33. (In Persian)
- Bogaart, P., van der Loo, M., Pannekoek, J., 2020. rtrim. Version 2.1.1. Available from <https://github.com/markvanderloo/rtrim>. Accessed 20th April 2021.
- Delany, S., Scott, D., 2006. *Waterbird Population Estimates Fourth Edition*. 2006: Wetlands International. Wageningen. The Netherland.
- Golshahi, A., Hemami, M., Khalilipour. A., 2009. The diversity of wintering water and shore birds in Alagol, Almagol, Ajigol and Gomishan wetlands. *Journal of Wetland Ecobiology* 1(1), 18-32. (In Persian).
- Jafari, M., 2008. Investigation and analysis of climate change factors in Caspian Zone forests for last fifty years, *Iranian Journal of Forest and Poplar Research* 16(2), 314-326. (In Persian)
- Kostiushyn, V., Andryuschenko, Yu., Goradze, I., Abuladze, A., Mamuchadze, J. Erciyas, K., 2011. Wintering Waterbird Census in the Azov– Black Sea Coastal Wetlands of Ukraine, Georgia and Turkey. *Wetlands International Black Sea Programme, Ukraine*, 130 p.
- Krebs, C.J., 1994. *Ecology: The Experimental Analysis of Distribution and Abundance*, New York: Harper Collins College Publishers, 653 p.
- Liordos, V., Pergantis, F., Perganti, I. Roussopoulos, Y., 2014. Long-term population trends reveal increasing importance of a Mediterranean wetland complex (Messolonghi lagoons, Greece) for wintering waterbirds, *Zoological Studies* 53, 1-12.
- Magurran, A.E., 2004. *Measuring Biological Diversity*, Oxford: Blackwell Publishing.
- Musil, P., Musilová, Z., Fuchs, R., Poláková, S., 2011. Long-term changes in numbers and distribution of wintering waterbirds in the Czech Republic, 1966–2008 *Bird Study* 58(4), 450-460.
- Musilová, Z., Musil, P., Poláková, S., Fuchs, R., 2009. Wintering ducks in the Czech Republic: changes in their population trends and distribution, *Wildfowl Special Issue* 2, 73-85.
- Nagy, S., and Langendoen, T., 2017. Flyway trend analyses based on data from the African-Eurasian Waterbird Census from the period of 1967-2015, *Wetlands International*. The Netherlands.
- Nagy, S., Langendoen, T., 2020. Flyway trend analyses based on data from the AfricanEurasian Waterbird Census from the period of 1967-2018. Online publication. *Wetlands International*, Wageningen, The Netherlands. URL:<http://iwc.wetlands.org/index.php/aewatrends> 8.

- Nilsson, L. 2005. Long-term Trends and Changes in Numbers and Distribution of Some Wintering Waterfowl Species Along the Swedish Baltic Coast, *Acta Zoologica Lituanica* 15(2), 151-157.
- Nilsson, L., 2008. Changes in numbers and distribution of wintering waterfowl in Sweden during forty years, 1967–2006, *Ornis Svecic* 18, 135-236.
- Pannekoek, J., Van Strien, A.J., 2005. TRIM 3 Manual (TRENDS and INDICES for MONITORING DATA), Statistics Netherlands, Voorburg, The Netherlands.
- Pielou E. C. (1975) *Ecological Diversity*, New York, Wiley Inter Science.
- Riazi, B., Armandahi, A., 2008. Study on the Wintering water birds of Gilan, Mazandaran and Golestan, and ranking the wetland areas based on the bird criteria. *Journal of Environmental Studies* 46, 89-100. (In Persian)
- Schreiber, E., Burger, J., 2002. *Biology of marine birds*, Boca Raton, USA: Boca Raton, Florida, USA: CRC Press.
- Scott, D.A., 2010. Results of Mid-winter Waterbird Counts in Iran in the Early 1970s, *Podoces* 5(1), 11-28.
- Seaby, R.M., Henderson, P.A., 2006. Species Diversity and Richness version 4, Pisces Conservation Ltd., Lymington, England.
- Shannon C. E. and Weaver W., 1949. *The Mathematical Theory of Communication*, University of Illinois Press, Urbana, USA, 117 p.
- Simpson, E.H., 1949. Measurement of diversity, *Nature* 163, 688.
- Tayefeh, F.H., Izadian, M., Ashoori, A., Jolae L., Ebrahimi, E., 2021. Trends of waterbirds population changes in Fars province wetlands 1988-2018, *Environmental Sciences* 19(1), 177-196. (In Persian)
- Wetlands International, 2015. Report on the Conservation Status of Migratory Waterbirds in the Agreement Area - Sixth Edition (CSR6), UNEP/AEWA/MOP6.14. UNEP/AEWA, Bonn, Germany. URL: <http://www.unep-aewa.org/en/document/report-conservation-status-migratory-waterbirds-agreement-area-sixth-edition>.
- Wetlands International, 2012. *Waterbird Population Estimates. Fifth Edition. Summary Report*. Wetlands International. Wageningen. The Netherlands, 28 p.
- Whittaker, R.H., 1977. Evolution of species diversity in land communities. *Evolutionary Biology* 10, 1-67.