مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه درنای معمولی (*Grus grus*) در تالاب میقان اراک

امیر انصاری[1*]

۱. گروه محیط زیست، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، اراک، ایران

***مسئول مکاتبات**

a-ansari@araku.ac.ir

کد مقاله: ۱۳۹٤۰۲۰۲۳۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۲/۱۰

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۴/۲۲

این مقاله برگرفته از طرح پژوهشی است.

چکیده

منطقه شکار ممنوع تالاب میقان اراک در مرکز کشور ایران و در دالان مهاجرتی پرندگان قرار دارد. این منطقه در فصل سرما با داشتن شرایط مطلوب زیستگاهی هر ساله پذیرای تعداد زیادی پرنده مهاجر به‌ویژه درنای معمولی می‌باشد، با توجه به جمعیت زیاد درنای معمولی در تالاب میقان در فصل سرما نسبت به سایر زیستگاه‌ها، این گونه نماد تنوع زیستی منطقه معرفی شده است. این مطالعه سال ۱۳۹۳ در منطقه تالاب میقان با استفاده از روش Maxent بر اساس حداکثر آنتروپی یا نزدیک به واقعیت با ۴ متغیر شامل کاربری اراضی، عمق آب، غذا و فاصله از عوارض انسان‌ساخت (جاده های اصلی، معدن، کارخانه، روستا، شهر، فرودگاه و تصفیه‌خانه فاضلاب) و ۲۰ نقطه حضور درناها انجام شد. نتایج مطالعه نشان می‌دهد مساحت ۵۰۳۷ هکتار معادل ۲۱ درصد از محدوده منطقه شکار ممنوع تالاب میقان دارای زیستگاه مطلوب برای درناها می‌باشد، مدل ROC مشخص نمود اعتبار مدل مطلوبیت زیستگاه معادل ۰/۸۱۷ است که نشان‌گر عمل‌کرد عالی روش Maxent می‌باشد. در بین متغیرها بیش‌ترین اثرگذاری بر روی زیستگاه درنا به ترتیب مربوط به متغیر عمق آب (از ۵ سانتی متر تا ۴۰ سانتی متر)، فاصله از عوارض انسان ساخت (بیش از ۱۰۰۰ متر)، کاربری اراضی (آبگیر، دیم زار و آبی زار) و غذا (اویارسلام، جوانه‌های گندم و جو) می‌باشد. راهکارهای مناسب جهت حفظ زیستگاه درنا در این منطقه، حفاظت از لکه های مطلوب زیستگاهی موجود، جلوگیری از تغییر کاربری اراضی و عدم توسعه فعالیت های صنعتی و معدنی و تأمین حقابه تالاب میقان می‌باشد.

واژگان کلیدی: درنای معمولی، تالاب میقان، مدل سازی مطلوبیت زیستگاه و Maxent.

مقدمه

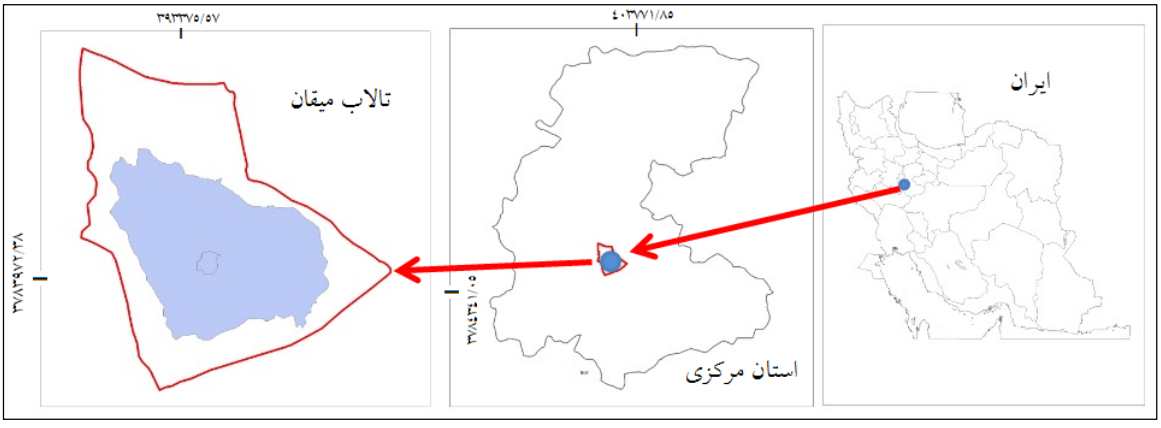
تعیین مطلوبیت زیستگاه یکی از ارکان مدیریت و حفاظت گونه‌های حیات‌وحش محسوب می‌گردد. زیستگاه مطلوب تاثیر بسزائی بر بقاء و تولید مثل گونه‌ها خواهد داشت و در امر مدیریت و حفاظت حیات‌وحش مورد توجه بیشتری قرار می‌گیرد؛ اما مشکل زمان و بودجه قابل دسترس برای مطالعه زیستگاه ها در مقیاس وسیع، به عنوان مثال در مقیاس یک استان اجرای بسیاری از مطالعات را دشوار و در مواردی غیرممکن می سازد. لذا روش‌های مدل سازی زیستگاه که از سال ۱۹۷۰ تاکنون به سرعت در مدیریت حیات‌وحش مورد استفاده قرار گرفته‌اند. ابزاری مناسب برای غلبه بر این مشکل معرفی شده اند (Mack *et al*., 1997; Anderson *et al*., 2000). با روش های مدل سازی زیستگاه می توان به یک تخمین در مقیاس وسیع از مطلوبیت زیستگاه گونه‌های حیات‌وحش بدون نیاز به جمع آوری اطلاعات از جزئیات ویژگی‌های فیزیولوژیکی و رفتاری گونه دست یافت (Morrison, 2002a). هم‌چنین مدل سازی زیستگاه می تواند در راستای شناسائی و معرفی زیستگاه‌های بالقوه به منظور معرفی گونه‌ها کاربرد با اهمیتی را ارائه نماید. امروزه برای مدل سازی زیستگاه های حیات‌وحش از روش‌های مختلفی استفاده می‌گردد. لوینس (1966) اساس انتخاب مدل مناسب برای مدل سازی توزیع جغرافیایی گونه‌ها را به سه عامل عمومیت‌پذیری، دقت و صحت مرتبط دانسته است که هم زمان می توان فقط دو عامل از عوامل فوق الذکر را بهبود بخشید. لذا بر این اساس سه نوع مدل Empirical (بر اساس

صحت و دقت) Mechanistic (بر اساس عمومیت پذیری و صحت) و Analytical (بر اساس دقت و عمومیت‌پذیری) قابل تشخیص است. مدل های توزیع گونه اساسا نیازمند دو نوع داده ورودی شامل داده‌های محیط زیستی (زمین سیمایی که گونه در آن یافت می‌شود) و داده‌های زیستی (نقاط حضور گونه) هستند (Pearson, 2007). MAXENT یکی از الگوریتم‌های بسیار رایج یادگیری ماشینی است. اصل MAXENT به حداکثر آنتروپی یا نزدیک به واقعیت بر می‌گردد. Shannon در سال ۱۹۸۴ آنتروپی را به صورت یک معیار از تعداد گزینه‌های درگیر در وقوع یک رویداد توصیف کرده است. کاربرد قاعده حداکثر آنتروپی برای توزیع گونه توسط قوانین ترمودینامیک فرآیندهای بوم‌شناختی توصیف می‌شود؛ بنابراین در غیاب تأثیر عوامل محدود کننده دیگر نسبت به محدودیت‌های اعمال شده در مدل، توزیع جغرافیایی گونه تمایل به حداکثر آنتروپی را دارد. نمودار ROC (Receiver operating characteristic) اعتبارسنجی یکی از متداول‌ترین روش‌های آماری است که به طور گسترده در مدل‌سازی توزیع گونه‌ها برای ارزیابی صحت مدل‌های پیش‌بینی شده استفاده می‌شود. سطح زیر منحنی (Area Under Curre) برابر با احتمال قدرت تشخیص میان نقاط حضور و عدم حضور توسط یک مدل است (Phillips *et al*., 2004). منطقه شکار ممنوع تالاب میقان اراک بدلیل قرار گرفتن در مرکز کشور و زاویه برخورد دو رشته کوه البرز و زاگرس و منطقه خشک و نیمه‌خشک از تنوع زیستی قابل توجهی برخوردار می‌باشد. از این‌رو این تالاب مانند نگینی بر طبیعت استان مرکزی می‌درخشد. بطوری‌که در فصل‌های پاییز و زمستان به‌دلیل برخورداری از شرایط مطلوب زیستگاهی و قرار گرفتن بین ۲۲ تالاب بین‌المللی و ۱۰۵ منطقه مهم پرندگان در کشور پذیرای تعداد زیادی پرنده مهاجر است. مطابق بررسی‌ها و مشاهدات ثبت شده این تالاب در بر گیرنده ۲۰ درصد گونه‌های پرندگان استان و ۶ درصد گونه‌های پرندگان کشور می‌باشد. این منطقه بعنوان زیستگاه زمستانه درنای معمولی از اهمیت و حساسیت و یژه‌ای در کشور برخوردار است. در قسمت آب‌گیر کویر میقان اراک به علت آب گرفتگی فاقد پوشش گیاهی می‌باشد و در قسمت حاشیه حوزه آب‌گیر کویر (مرکزی) به علت بالا بودن درصد نمک و آب پوشش گیاهی عمدتا از گونه‌های آب دوست و مقاوم به شوری زیاد از قبیل *Juncus sp* و *Alearopus litralis* تشکیل شده است (صدوق، ۱۳۷۸). بر اساس بررسی سوابق مطالعات در رابطه با درناها مشخص گردید در داخل کشور مطالعات اندکی روی درناها صورت گرفته است. مهمترین مطالعات مربوط به دام‌گاه فریدون‌کنار به‌عنوان زیستگاه زمستان‌گذرانی درنای سیبری می‌باشد که مشخص می‌نماید، این منطقه دارای بیش‌ترین نمایه مطلوبیت زیستگاهی و بیش‌ترین تعداد واحد زیستگاهی است (رهبر و همکاران،۱۳۸۶)؛ و مطالعه دیگری در رابطه با ارزیابی زیستگاه درنای معمولی در تالاب میقان اراک که نشان می‌دهد تالاب میقان بدلیل موقعیت خاص جغرافیایی در مرکز کشور و در مسیر مهاجرت درناها و همچنین برخورداری از شرایط مطلوب زیستگاهی دارای بیش‌ترین نمایه مطلوبیت زیستگاهی و بیش‌ترین واحدهای زیستگاهی می‌باشد (انصاری و همکاران، ۱۳۸۶). درنای معمولی در میان ۱۵ گونه درنای موجود در جهان بیش‌ترین میزان توزیع را داراست. مناطق تولیدمثلی این گونه از اسکاندیناوی، اروپای مرکزی و غربی، اوکراین، بلاروس، روسیه تا مناطق شمال‌شرقی و غربی چین، شمال مغولستان و روسیه شرقی گسترش دارد. سرزمین‌های زمستان‌گذرانی این درنا شامل بخش‌هایی از فرانسه، شبه جزیره‌ی ایبری، شمال آفریقا، سودان، اسرائیل، اردن، عربستان سعودی، ایران، عراق، هند، جنوب شرقی چین و اندونزی می‌باشد (Ansari *et al*., 2008). درنای معمولی در طبقه با ریسک کمتر (دارای کمترین نگرانی) IUCN و ضمیمه ۲ CITES قرار دارد از سال ۱۹۷۸ تاکنون در ۳۴ زیستگاه واقع در ۱۴ استان کشور ایران مشاهده و سرشماری گردیده است (انصاری و همکاران، ۱۳۸۶). از بزرگ‌ترین نتایج در اروپا و هند تغییر کاربری زمین، به ویژه تغییرات در روش‌های تولید محصولات کشاورزی، برای درناها نگران کننده هستند (Gole, 1993a and Prange, 1995). گیاهان کاشته شده در اواخر تابستان و برداشت شده در تابستان و گندم زمستانه سطح کمی مواد غذای برای درناها ایجاد می کند (Bishop, 1991). درناها در تعدادی از پارک‌های ملی و مناطق مدیریت حیات وحش، با بهبود شرایط زیستگاهی از طریق مدیریت آب و کاشت محصولات کشاورزی، مواد غذایی (ذرت، جو، گندم و نخود) افزایش یافته است. (Lewis, 1995b). در علفزارها برای درناها بذرها، حلزون ها، حشرات، جوندگان و سایر مواد غذایی دیگر وجود دارد (Hunt, 1987). درنای اوراسیا همه چیز خوار هستند، در زمین های خشک و تالابی طیف گسترده ای از غذاهای گیاهی و حیوانی را جستجو و تغذیه می‌کنند. در کره و ژاپن غذاهای مصنوعی عمدتا شامل برنج، گندم و دانه های غلات هرز از مواد غذایی اصلی درناها هستند (Cho and Won, 1990; Ohsako 1987). افزایش

جمعیت زمستان گذران درنای معمولی در اروپا توسط (SaÂnchez *et al*., 1998) مشاهده شده است، که این موضوع با دو عامل: در دسترس بودن مواد غذایی و آب و هوا و سایر عوامل ارتباط دارد (Bautista *et al*., 1992). تالاب میقان با جمعیت بیش از ۱۰ هزار قطعه درنای معمولی در فصل سرما یکی از بهترین زیستگاه های زمستان گذرانی درنای معمولی در مرکز کشور می باشد. (صدوق و انصاری، ۱۳۸۶). هدف اصلی این پژوهش بررسی تأثیر متغیرهای زیستگاهی و مدل سازی مطلوبیت زیستگاه درنای معمولی در تالاب میقان اراک می باشد.

مواد و روش‌ها

تالاب میقان در ۱۰ کیلومتری شمال‌شرق شهر اراک و در مجاورت شهر داودآباد قرار دارد. از نظر موقعیت جغرافیایی در حد فاصله "۰ ۴ ۰ ۴۹ الی "۰ ۲۵ ۰ ۵۰ طول شرقی و "۰ ۷۵ ۰ ۳۴ الی "۰ ۲۱ ۳۰ ۳۴ عرض شمالی واقع شده است (شکل ۱). منطقه تالاب میقان با مساحت حدوداً ۲۴۰۰۰ هکتار در پاییز سال ۱۳۸۷ برای مدت ۵ سال به عنوان منطقه شکار ممنوع از سوی سازمان حفاظت محیط زیست اعلام گردید (انصاری، ۱۳۸۹). میانگین ارتفاع در این منطقه ۱۶۶۰ متر از سطح دریاهای آزاد است. عرصه کویر به طور کلی تقریباً مسطح و شیب از سطوح غرب و جنوب به سمت مرکز (کویر نمک لان) می باشد (بهروزی راد، ۱۳۸۷). عمق آب تالاب در بعضی سال ها تا ۱۴۰ سانتی‌متر می‌رسد. میزان بارندگی متوسط سالیانه ۲۵۸ میلی‌متر است (امیرلطیفی، ۱۳۸۰). ابتدا محدوده منطقه شکار ممنوع تالاب میقان در قالب یک نقشه رستری که از n سلول هم اندازه بود تشکیل شد، سپس متغیر وابسته داده های حضور / عدم حضور گونه مورد مطالعه جمع آوری و جهت مدل سازی اقدام گردید. جهت تهیه نقشه حضور گونه طی عملیات میدانی و مشاهده گونه از اوایل پاییز تا اواخر اسفند ماه سال ۱۳۹۳ با استفاده از دستگاه (GPS) موقعیت حضور گونه برداشت شد و سایر اطلاعات محل مشاهده گونه به ویژه متغیرها در فرم بازدید میدانی ثبت گردید. در مرحله بعدی با توجه به مطالعات قبلی اهم متغیرهای بوم شناسی مستقل شامل: ۱- کاربری اراضی،۲- عمق‌آب، ۳- غذا و ۴- فاصله از عوارض انسان‌ساخت شناسایی شد؛ که مهمترین عوارض انسان‌ساخت در منطقه شامل: جاده های اصلی، معدن، کارخانه، روستا، شهر، فرودگاه و تصفیه‌خانه فاضلاب می‌باشد (انصاری، ۱۳۸۶ و رهبر، ۱۳۸۶). در این مطالعه جهت مدلسازی زیستگاه از نرم افزار مگسنت استفاده گردید. اساس کار مگسنت مقایسه ویژگی‌های بوم شناختی نقاط حضور گونه با ویژگی‌های بوم شناختی کل منطقه مطالعاتی است. جهت تجزیه و تحلیل اطلاعات در محیط نرم افزارArc GIS وMAXENT مراحل آماده سازی داده‌ها، بررسی درستی داده‌ها، بررسی همبستگی داده‌ها و نهایتا تهیه نقشه مطلوبیت زیستگاه، اعتبارسنجی مدل ها و طبقه بندی نقشه مطلوبیت زیستگاه انجام شد (Phillips *et al*., 2006).



شکل ۱: موقعیت جغرافیایی محدوده تالاب میقان در تقسیمات سیاسی کشور.

نتایج

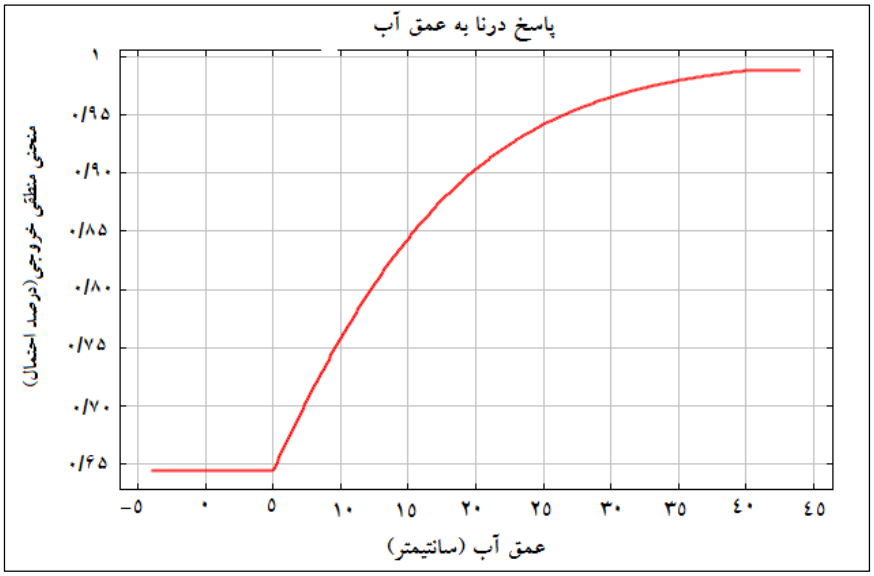
از بین متغیرهای زیستگاهی درنا، متغیر غذا و پس از آن عمق آب بیش‌ترین درصد سهم و اهمیت را در مدل دارد و کم‌ترین نیز متعلق به متغیر کاربری اراضی است (جدول ۱). با تفسیر و مقایسه تصاویر ماهواره‌ای (ETM) سال‌های ۱۹۹۲ و ۲۰۱۵ مشخص گردید در سال‌های اخیر با ورود دایمی پساب تصفیه‌خانه شهر اراک در قسمت جنوب‌غربی تالاب میقان تغییرات عمده در وضعیت زیست محیطی منطقه ایجاد شده است و باعث گسترش پوشش گیاهی اویارسلام، نی و تبدیل این قسمت تالاب از آب‌گیر فصلی به دایمی شده است و در کوتاه‌مدت زیستگاه مناسبی را برای پرندگان مهاجر به‌ویژه درناها بوجود آورده است. هم‌چنین باعث گسترش فعالیت‌های معدنی و تغییر کاربری اراضی و جاده‌سازی در داخل تالاب شده است (شکل‌های ۲ و ۳). در بررسی متغیر آب مشخص گردید با افزایش عمق آب تا ۴۰ سانتی‌متر مطلوبیت زیستگاه برای درنا افزایش می‌یابد. بیشتر درناها به‌منظور پناه و خوردن آب در این عمق مشاهده می‌گردند (شکل ۴). در بررسی متغیر غذا معلوم شد ماده غذایی ارجح برای درناها غده‌های نشاسته روی ریشه گیاه اویارسلام، دانه‌های گیاهی به‌ویژه گندم و جو، جوانه‌های گندم و جو، مابقی محصولات کشاورزی اراضی آیش گندم، جو، ذرت و سیب زمینی، دانه‌ها و کرم‌های موجود در کودهای حیوانی می‌باشد. از این‌رو بعد از اراضی تالابی، اراضی زیر کشت دیم و اراضی زیر کشت آبی به‌ترتیب دارای ارزش غذایی بالایی برای درناها می‌باشد. بر اساس مشاهدات ثبت شده از درصد و فراوانی درناها در اراضی مورد تغذیه مشخص گردید، ۳۴/۶۱ درصد درناها در اراضی تالابی، ۳۱/۷۳ درصد در اراضی کشاورزی دیم، ۲۹/۸۱ درصد در اراضی کشاورزی آبی حضور داشته اند و از این اراضی تغذیه می‌نمایند. به‌ترتیب تغذیه درناها از ریشه گیاه اویارسلام و جوانه های گندم و جو دارای مطلوبیت زیستگاه بالای می‌باشد (شکل ۵). با بررسی اراضی محدوده مورد مطالعه مشخص می‌گردد اراضی منطقه به دو بخش اراضی تالابی کویری و اراضی حاشیه تالاب تفکیک شده است. در اراضی حاشیه تالاب تغییر کاربری شدیدی صورت گرفته است به‌طوری‌که در قسمت جنوب تالاب میقان فرودگاه اراک با وسعت ۴۷۵/۳۷ هکتار، تصفیه‌خانه شهر اراک با وسعت ۱۶۹/۷۰ هکتار و در غرب حوضچه‌های پرورش آرتمیا به مساحت ۸/۸ هکتار و کارخانه املاح معدنی ایران به مساحت ۲۱/۹ هکتار و واحد معدن سولفات سدیم به وسعت ۱۵۰ هکتار با جاده‌ای به طول ۴ کیلومتر و عرض ۸ متر در مرکز تالاب وجود دارد. شدت تغییرکاربری اراضی پراکنش درناها در منطقه میقان را تحت تاثیر قرار داده است. بر اساس مشاهدات ثبت شده مشخص گردید ۹۰ درصد درناها در اراضی تالابی و اراضی کشاورزی حضور داشته‌اند؛ که به‌ترتیب اراضی آب‌گیر، دیم‌زار و آبی‌زار دارای مطلوبیت زیستگاه بالای برای درنا می‌باشد. با بررسی متغیر فاصله از عوارض انسان‌ساخت، براساس مشاهدات ثبت شده از تعداد درناها در فواصل مختلف نسبت به جاده‌های اصلی، نقاط مسکونی، صنعتی و معدنی، فرودگاه و تصفیه‌خانه در منطقه میقان مشخص گردید که بیش‌ترین فراوانی و درصد تعداد درناهای مشاهده شده از عوارض انسان‌ساخت در فاصله بیش از ۸۰۰ متر و کم‌ترین آن در فاصله کمتر از ۲۰۰ متر می‌باشد. بر این اساس با افزایش فاصله از عوارض انسان‌ساخت تا ۱۰۰۰ متر مطلوبیت زیستگاه درنا افزایش می‌یابد (شکل‌های ۶ و ۷). طبق نتایج به‌دست آمده از آزمون جک نایف مشاهده می‌گردد مهم‌ترین متغیرهای موثر بر مطلوبیت زیستگاه، عمق‌آب است که بصورت منحصر بفرد می‌باشد و پس از آن فاصله از عوارض انسان‌ساخت می‌باشد و متغیر غذا و کاربری اراضی تاثیر کمتری بر مطلوبیت زیستگاه درنا دارند. در نقشه مدلسازی مطلوبیت زیستگاه درنا در تالاب میقان، لکه‌های مطلوب و نامطلوب و پراکنش درناها نشان داده شده است (شکل‌های ۸ و ۹). نتایج اعتبارسنجی مدل مگسنت نشان می‌دهد که میزان سطح زیر منحنی ROC با انحراف معیار ۰/۰۸± برابر با ۰/۸۱۷ می‌باشد (شکل ۱۰). با توجه تأثیر متغیرها بر زیستگاه درنا و نتایج مدل سازی مشخص گردید از کل منطقه شکار ممنوع تالاب میقان مساحت ۵۰۳۷ هکتار معادل ۲۱ درصد از وسعت منطقه بعنوان زیستگاه مطلوب برای درنای معمولی می‌باشد (جدول ۲).

جدول ۱: درصد سهم و اهمیت هر یک از متغیرها در مطلوبیت زیستگاه درنا در تالاب میقان با روش مگسنت سال ۱۳۹٤.

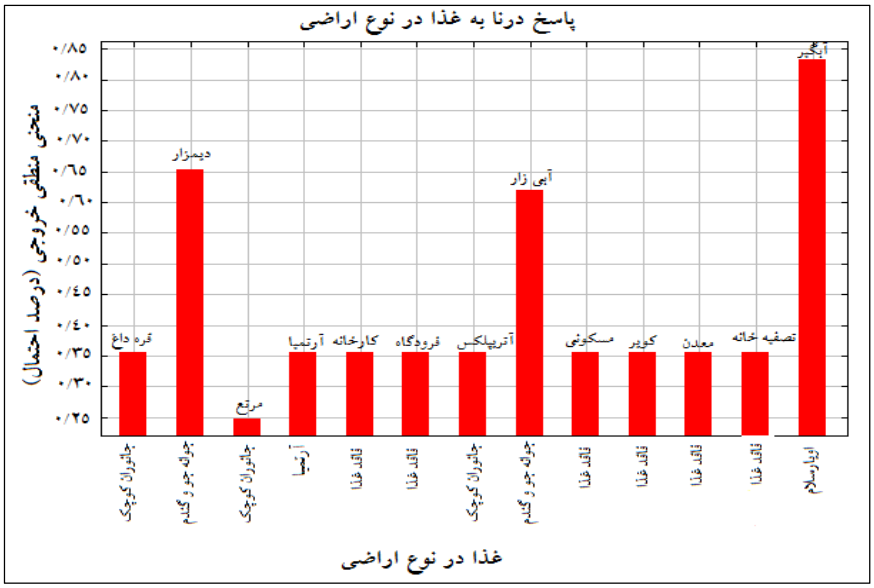
متغیر	درصد سهم	اهمیت	شرایط بهینه
غذا	۴۲	۵۳/۶	اویارسلام
عمق‌آب (سانتی‌متر)	۳۱	۳۳/۵	۴۵ سانتی‌متر
فاصله از عوارض انسان‌ساخت (متر)	۱۷	۱۳	۱۰۰۰ متر
کاربری اراضی	۹/۹	۰	آبگیر

شکل ۲: تصویر ماهواره‌ای زمستان ETM 1992 تالاب میقان (USGS).

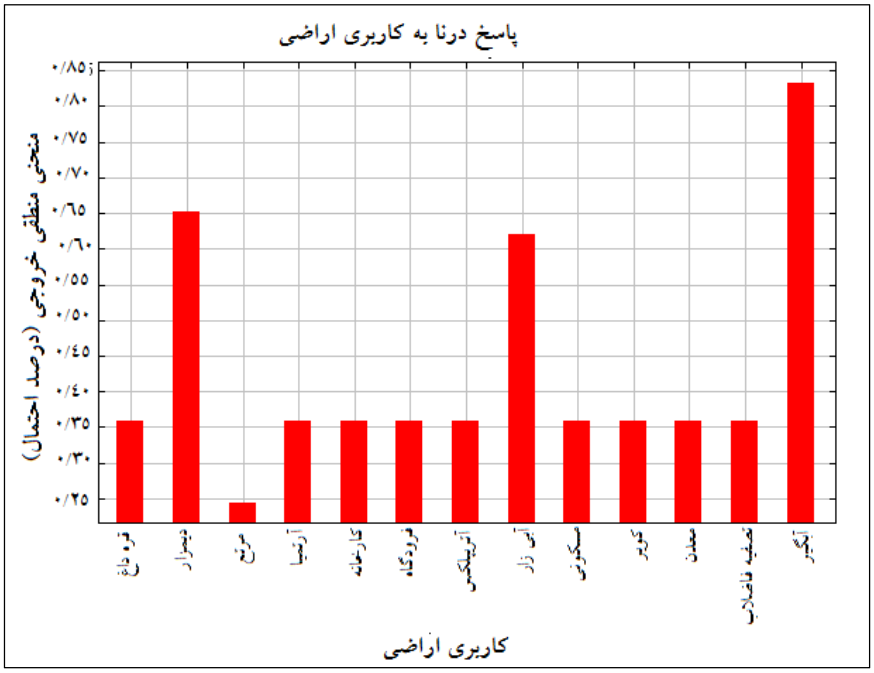
شکل ۳: تصویر ماهواره‌ای زمستان ETM 2015 تالاب میقان (USGS).



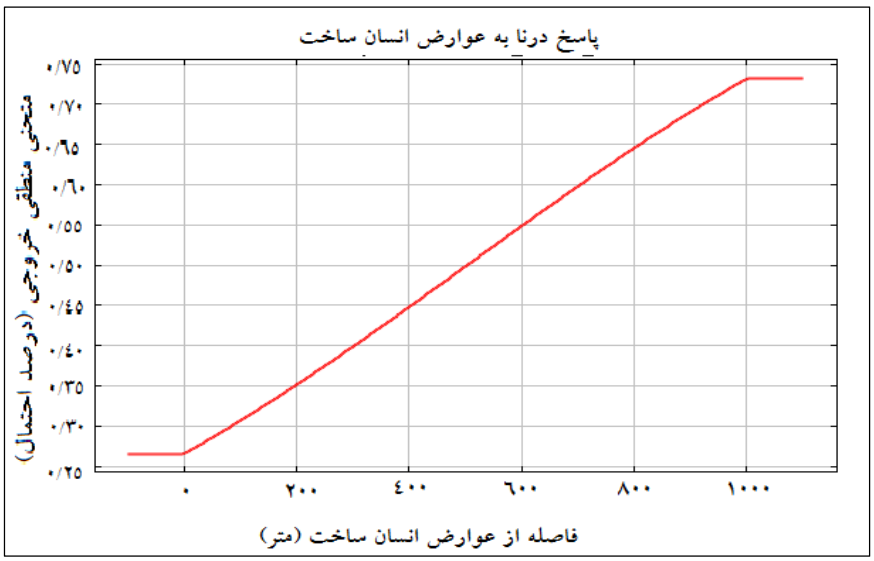
شکل ٤: منحنی پاسخ مطلوبیت زیستگاه درنا به تغییرات عمق‌آب در تالاب میقان سال ۱۳۹٤.



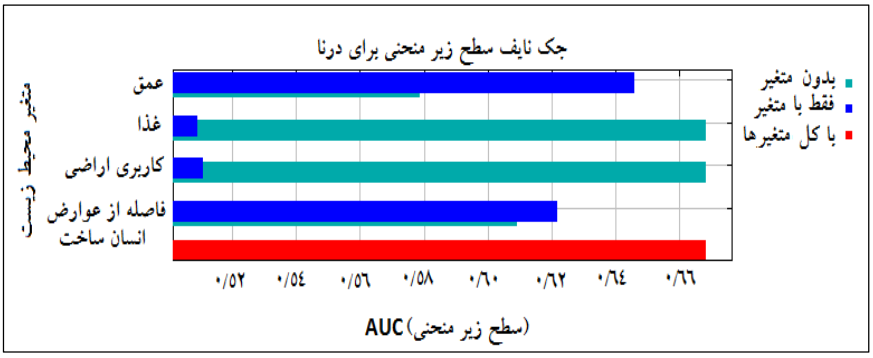
شکل ٥: منحنی پاسخ مطلوبیت زیستگاه درنا به تغییرات غذا در تالاب میقان سال ۱۳۹٤.



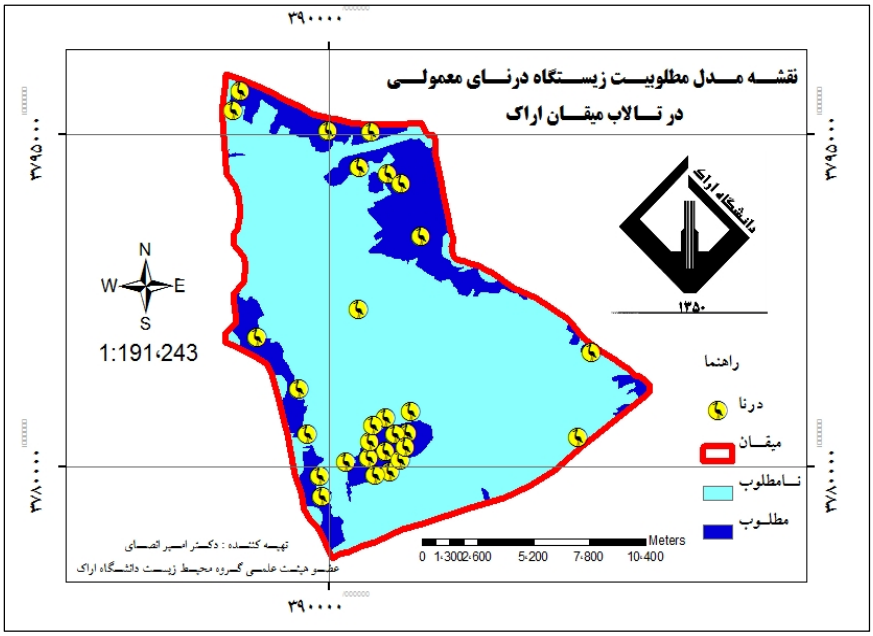
شکل ٦: منحنی پاسخ مطلوبیت زیستگاه درنا به تغییرات کاربری اراضی در تالاب میقان سال ١٣٩٤.



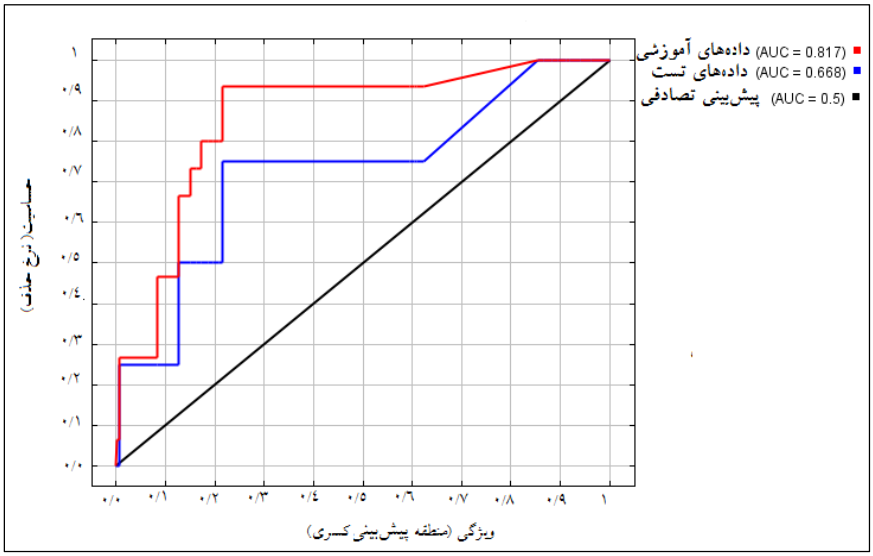
شکل ۷: منحنی پاسخ مطلوبیت زیستگاه درنا به تغییرات فاصله از عوارض انسان‌ساخت در تالاب میقان سال ١٣٩٤.



شکل ۸: نمودار جک نایف برای بررسی اهمیت هر یک از متغیرها بر مدل مطلوبیت زیستگاه در تالاب میقان سال ۱۳۹٤.



شکل ۹: نقشه مدلسازی مطلوبیت زیستگاه درنا در تالاب میقان اراک با روش MAXENT سال ۱۳۹٤.



شکل ۱۰: نمودار سطح زیر منحنی ROC برای اعتبارسنجی مدل مطلوبیت زیستگاه درنا مبتنی بر روش مکسنت در تالاب میقان سال ۱۳۹٤.

جدول ۲: مساحت و درصد مطلوبیت زیستگاه درنا با روش MAXENT در تالاب میقان سال ۱۳۹٤.

نام طبقه	MAXENT	
	مساحت (هکتار)	درصد
مطلوب	۵۰۳۷	۲۱
نامطلوب	۱۸۹۶۳	۷۹
جمع کل	۲۴۰۰۰	۱۰۰

بحث و نتیجه‌گیری

پرندگان، به‌ویژه درناها معمولاً زیستگاه‌های زمستان‌گذرانی را طوری انتخاب می‌کنند که به‌راحتی در آن تغذیه و به بقاء و حیات خویش ادامه دهند و کلیه نیازهای زیستی‌شان را در آن برطرف سازند (منصوری، ۱۳۸۷)؛ اما باید دانست فاکتورهای زیادی در انتخاب چنین زیستگاهی توسط درناها نقش دارند. بخشی از این‌ها شامل فاکتورهای غیرزیستی مانند قرار گرفتن منطقه در مسیر مهاجرت، سیمای سرزمین، وسعت دشت‌ها، عمق اراضی تالابی و کاربری اراضی هستند و بخشی دیگر شامل پارامترهایی چون ساختار و تراکم پوشش گیاهی و تنوع جانوران منطقه می‌شوند. اراضی تالابی کم عمق و اراضی کشاورزی مهمترین متغیر محیطی موثر بر انتخاب زیستگاه زمستان‌گذرانی یک درنا است (Morrison *et al.*,1992; Franco *et al.*, 2000). درنای معمولی نیز از این قاعده مستثنی نبوده یعنی برای انتخاب زیستگاه زمستان‌گذرانی خود از اراضی تالابی کم عمق در مجاور اراضی کشاورزی استفاده می‌کند، که تالاب میقان اراک دارای این ویژگی منحصر بفرد برای درناها می‌باشد (انصاری، ۱۳۸۶). نتایج مطالعه نشان می‌دهد که مساحت مطلوبیت زیستگاه درنا با روش MAXENT معادل ۵۰۳۷ هکتار برابر ۲۱ درصد و اعتبارسنجی مدل مگسنت میزان سطح زیرمنحنی ROC برابر با ۰/۸۱۷ است که بر اساس مطالعه قبلی این میزان نشان‌گر عمل‌کرد عالی مدل مگسنت می‌باشد (Giovanelli *et al.*, 2010). در این پژوهش مدل مطلوبیت زیستگاه مبتنی بر روش مگسنت است، مدل نهایی گونه مورد مطالعه از فاکتورهای آب، غذا، کاربری اراضی، فاصله از عوارض انسان‌ساخت تشکیل شده است. نتایج پژوهش حاضر مبین این است که مدل مطلوبیت

زیستگاه درنای معمولی با عمق آب و فاصله از عوارض انسان‌ساخت و نوع غذا در اراضی رابطه مثبت و با کاربری اراضی رابطه منفی دارد. بدین معنا که افزایش عمق آب تا ۴۰ سانتی‌متر و افزایش فاصله از عوارض انسان‌ساخت، تغذیه از بذرهای گندم، جو، ریشه جگن و اویارسلام و کاهش شدت تغییر کاربری اراضی بر مطلوبیت زیستگاه گونه می‌افزایند، در مورد فاکتور عمق آب باید خاطر نشان کرد که منطقه مورد مطالعه بصورت تالاب کویری بوده و نوسانات عمق آب اندک است؛ اما با توجه به نتایج حاصله از مدل مگسنت و بررسی پراکنش نقاط حضور و عدم حضور حیوان مشخص می‌گردد که این متغیر منحصر بفرد می‌باشد و مطلوب‌ترین قسمت زیستگاه در عمق بین ۱۰-۴۰ سانتی‌متر قرار گرفته است. در بین متغیرهای زیستگاهی متغیر غذا و پس از آن فاصله از عمق آب بیش‌ترین سهم را در مدل مگسنت دارد و کم‌ترین سهم نیز متعلق به متغیر کاربری اراضی است. در متغیر غذا به ترتیب تغذیه درناها از آویارسلام و جوانه‌های گندم و جو دارای مطلوبیت زیستگاه بالای می‌باشد؛ و در متغیر عمق آب با افزایش عمق تا ۴۰ سانتی‌متر مطلوبیت زیستگاه برای درنا افزایش می‌یابد. مطالعه درناها در ژاپن نشان داد که آن‌ها در زمین‌های خیس و یا در آب‌های کم‌عمق تا عمق ۴۴ سانتی‌متر و در روسیه در عمق ۲۰-۵۰ سانتی‌متر زیست می‌نمایند، (Andronov et al., 1988, Masatomi 1993). مطالعات دیگری نشان داد درنای سیبری اغلب در حال جستجوی مواد غذایی در آبگیرهای کم‌عمق (تا ۳۰ سانتی‌متر) مشاهده شده است (Sauey,1985). هم‌چنین عمق مناسب آب برای درنای سیبری بین ۶۰-۳۰ سانتی‌متر می باشد و ماده غذایی ارجح برای درنای سیبری غده‌های نشاسته‌ای روی ریشه گیاه آویارسلام است (Archibal 1996;Sauey 1985). در کولادو، پرندگان جمعیت مرکزی به طور انحصاری بیشتر از گیاهان غده‌ای، بنه، ریشه گیاهان‌آبزی (به‌خصوص جگن اویارسلام) و غذاهای حیوانی تغذیه می‌کنند (Sauey, 1985). هم‌چنین عدم حضور درناها در قسمت‌های از تالاب میقان که حاوی آب شور هست. به‌ویژه در حوضچه‌های معدنی و بخش شمالی تالاب میقان، نشان از نامطلوب بودن این نوع آب برای درناها می‌باشد، و حضور آن‌ها در آب‌های شیرین و لب‌شور به‌ویژه در قسمت جنوب غربی محل ورود پساب فاضلاب تصفیه‌خانه اراک به تالاب نشان از مطلوب بودن آن می‌باشد. مطالعه در تالاب های شمال برولگاز نشان داد که درناها از تالاب‌های عمیق، دریاچه های کم‌عمق، مراتع آب گرفته، تالاب لب‌شور و دیگر انواع تالاب‌ها استفاده می‌کنند، اما به طور کلی از تالاب های نمکی به مراتب کمتر استفاده می‌کنند (Blakers *et al*., 1984; Arnol *et al*., 1984). مهم‌ترین عوامل انسانی تأثیرگذر بر روی درناها در تالاب میقان شامل فرودگاه اراک، معدن سولفات سدیم، کارخانه شرکت معدنی املاح ایران، جاده‌ها و سکونت‌گاه‌ها است، در این متغیر با افزایش فاصله از عوارض انسان‌ساخت بیش از ۱۰۰۰ متر مطلوبیت زیستگاه درنا افزایش می‌یابد. مطالعه آرچیبالد و همکاران نشان داد درناها در طول مهاجرت در تالاب های بزرگ تکه تکه شده نشسته و تغذیه می‌نمایند. برای مثال این مناطق در چین، فاصله بین ۳-۵ کیلومتر به دور از نزدیک‌ترین روستاها می‌باشد، و مهم‌ترین تهدیدات درناها در مناطق زمستان گذرانی و تولید مثلی شامل تخریب و از دست دادن زیستگاه از طریق احداث سد، گسترش شهرنشینی و کشاورزی (از جمله تغییر در تشدید استفاده از زمین، گسترش سیستم‌های آبیاری و تبدیل اراضی سنتی به مکانیزه) می‌باشد (Meine and Archibald, 1996). مطالعه مدل‌های پیش‌بینی مطلوبیت زیستگاه بر روی درنای معمولی در یک منطقه زمستان‌گذرانی در جنوب‌پرتغال با استفاده از رگرسیون لجستیک چندگانه و سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی نشان داد که درناها از نزدیکی به روستاها، جاده ها و جنگل های متراکم بدلیل افزایش خطر شکار و کاهش دسترسی به مواد غذایی اجتناب می‌کند (Franco *et al*., 2000) ، هم‌چنین از بین کاربری‌های مختلف، کاربری تالابی و اراضی کشاورزی دیم و آبی بالاترین تأثیر را بر مطلوبیت زیستگاه گونه دارند به عبارت دیگر در منطقه اراضی که کاربری تالاب و کشاورزی وجود دارد مطلوبیت زیستگاه گونه افزوده می‌گردد و در متغیر کاربری اراضی به ترتیب اراضی آب‌گیر، دیم‌زار و آبی‌زار دارای مطلوبیت زیستگاه بالای برای درناها می‌باشد در چند سال گذشته مطالعات انجام گرفته بر روی درناها نشان داد درناها وابستگی زیادی به مناطق آبی و تالابی وسیع با عمقی به اندازه مچپا در طول سال دارند. تناسب انگشتان پا جهت تسهیل در راه رفتن و هم‌چنین منقار جهت حفاری خاک‌اشباع سازگار شده است، تالاب‌ها لازم نیست بکر باشد، ولیکن می بایست نسبتاً دست نخورده باشد. درنای سیبری در مناطق زمستان‌گذرانی در ایران، در درجه اول بر روی ریشه‌های گیاهان آبزی در شالیزارها آب گرفته و در هند آن‌ها در یک تالاب بزرگ مدیریت شده جستجو و تغذیه می نمایند (Meine and Archibald, 1996). مطالعات دیگری نشان داده‌اند که دسترسی درناها به مواد غذایی ناشی از فعالیت‌های کشاورزی

در مناطق زمستان‌گذرانی در مقیاس محلی بصورت تغییرات مرحله‌ای به شدت تحت تأثیر فعالیت‌های انسانی است (Alonso *et al*., 1994; Dı´az *et al*., 1996; Franco *et al*., 2000). مطالعه بر روی درنای معمولی در طی چند سال گذشته نشان داد که افزایش استفاده از سموم و کودهای شیمیایی در سیستم‌های کشاورزی به‌طور مستقیم از طریق قرار گرفتن در معرض آنها و توسط تغذیه و به‌طور غیرمستقیم از طریق یوتریفیکاسیون، آلودگی تالاب ها، تجمع در منابع غذایی و تغییرات در ساختار غذایی اکوسیستم بر روی درناها اثر دارد (Gole, 1989c,1993b; Kawamura, 1991; Muralidharan, 1992). پژوهش‌های دیگر که بر روی درنای معمولی انجام شده نشان می‌دهد که مواد غذایی اصلی درناها شامل دانه‌های جگن و علف، دانه‌های هرز (عمدتا گندم، جو و ذرت)، حشرات و مهره داران کوچک می‌باشد که در تالاب‌های کم‌عمق (گودال آب، کنار مخازن آبی و غیره) در دسترس درناهای زمستان‌گذران می‌باشد (Allan *et al*., 1993). درنای سیبری عمق آب بین ۳۰-۶۰ سانتی‌متر را ترجیح می‌دهد، گاهی اوقات درنای سیبری در تپه‌های خشک داخل و یا در سواحل تالاب‌ها و علفزارهای مرطوب استفاده می‌کند (Sauey, 1985). افزایش مشاهده شده در جمعیت زمستان‌گذران درناها به دو عامل در دسترس بودن مواد غذایی و آب و هوا بستگی دارد (Bautista *et al*., 1992; SaÂnchez *et al*., 1998). مطالعه دیگری بر روی درنای معمولی نشان داد برای انتخاب مکان مناسب لانه‌سازی عمق‌آب از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و نشان می‌دهد که ارتفاع پوشش گیاهی در لانه‌سازی مهم نیست بلکه عمق‌آب و نوع پوشش گیاهی اطراف لانه برای لانه‌سازی مهم می‌باشد (Green and Hiron, 1991).

به‌طور کلی نتایج این مطالعه با سایر پژوهش های مشابه در اروپا، آسیا، هند، چین، پرتغال، کره، ژاپن، روسیه، فرانسه و آلمان بر روی درناها و به‌خصوص درنای معمولی حاکی از دستیابی به نتایج مشابه می‌باشد و نشان‌دهنده آن است که عمق آب، غذا، کاربری اراضی و فاصله از عوارض انسان‌ساخت از فاکتورهای تأثیرگذار در انتخاب زیستگاه توسط این گونه می‌باشد به طورکلی، نتایج این پژوهش آشکار می‌کند که علاوه بر متغیرهای طبقه‌ای کاربری اراضی و نوع غذا، دو متغیر کمی عمق آب و فاصله از عوارض انسان‌ساخت نیز از عوامل تأثیرگذار بر مطلوبیت زیستگاه درنای معمولی در منطقه تالاب میقان می‌باشد. بر این اساس وابستگی درناها به متغیرهای عمق آب و فاصله از عوارض انسان‌ساخت وابستگی بیشتری نسبت به متغیرهای غذا و کاربری اراضی نشان می‌دهد.

راهکارهای مناسب جهت حفاظت از زیستگاه درناها در منطقه شکار ممنوع تالاب میقان شامل: ۱- حفاظت از لکه های مطلوب زیستگاه موجود ۲- جلوگیری از تغییر کاربری اراضی ۳- عدم توسعه فعالیت‌های صنعتی و معدنی ۴- تأمین حقابه تالاب ۵- تشویق کشاورزان به کشت محصولات مورد علاقه درناها ۶- جلوگیری از ورود پساب‌های آلوده به داخل تالاب می باشد.

منابع

امیرلطیفی، ه.، ۱۳۸۰. تعیین سیما و بررسی جایگاه اکولوژیکی تالاب میقان، اداره کل حفاظت محیط زیست استان مرکزی.

انصاری، ا.، ۱۳۸۷. بررسی وضعیت زیست محیطی منطقه شکار ممنوع تالاب میقان اراک، اولین همایش ملی تالاب های ایران، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز.

انصاری، ا.، ریاضی. ب، کرمی. م. و صدوق. م. ب.، ۱۳۸٦. ارزیابی اکولوژیکی تالاب کویری میقان اراک به‌عنوان زیستگاه زمستان‌گذرانی درنای معمولی در استان مرکزی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته علوم محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران.

بهروزی راد، ب.، ۱۳۸۷. تالاب‌های ایران، انتشارات سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح، چاپ اول، صفحه ۷۸۹.

رهبر، ع.، ریاضی، ب. و کرمی، م.، ۱۳۸٦. ارزیابی وضعیت زیستگاهی تالاب فریدونکنار، به‌عنوان محل زمستان‌گذرانی درنای سیبری و تهیه طرح مدیریتی برای آن، با تأکید بر مشارکت مردمی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته علوم محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران.

صدوق، م. و انصاری، ا.، ۱۳۸٦. معرفی تالاب میقان به‌عنوان تالاب بین‌المللی و منطقه مهم پرندگان IBA . فصلنامه علمی سازمان حفاظت محیط زیست، شمار ه ۴۵. صفحات ۳۱-۳۷.

صدوق، م.، ۱۳۷۸. تالاب میقان در معرض نابودی، فصلنامه علمی محیط زیست، شمار ه ۲۶. صفحات ۶-۱۵.

منصوری، ج.، ۱۳۷۸. راهنمای پرندگان ایران، انتشارات فرزانه. چاپ دوم. ۵۱۳ ص.

Allan, D. G. and Nuttall, R., 1993. South Africa the rainbow country. *World Birdwatch* 17(1): 10-13.

Alonso, J. C., Alonso, J. A. and Bautista, L. M. 1994. Carrying capacity of staging areas and facultative migration extension in common cranes. Journal of Applied Ecology 31: 212–222.

Anderson, M. C., Watts., J. M. , Freilich., J. E., Yool., S. R., Wakefield., G. I., Mccaulery, J.F. and Fahnestock, A., 2000. Regression-tree modeling of desert tortoise habitat

Andronov, V. A., Andronova, R. S. and Petrova, L. K., 1988. Distribution of Red-crowned Crane nesting territories in the Arkharinski Lowlands. *The Palearctic Cranes*:59-62. [In Russian. English translation available through ICF].

Ansari. A., Riazi. B. and Shams, B., 2008. Ecological Investigation of the Common Crane Grus grus in Mighan Wetland,Markazi Provice,Central Iran. Podoces, Wesca Wildlife Network & Bird conservation SOC Iran, C/O Abolghasem Khaleghizadh,PO Box 1336, Karaj, Iran, 31585.

Arnol, J. D., White, D. M. and Hastings, I., 1984. *Management of the Brolga* (*Grus rubicundus*) *in Victoria.* Tech. Rpt. Ser. No. 5. Victoria Fisheries and Wildlife Service, Dept. of Conservation, Forests, and Lands. 83 pp.

Bautista, L. M., Alonso, J. C. and Alonso, J. A., 1992. A 20-year study of wintering common crane fluctuations using time series analysis. J. Wildl. Manage. 56(3), 563-572.

Bautista, L. M., Alonso, J. C. and Alonso, J. A., 1992. A 20-year study of wintering common crane fluctuations using time series analysis. J. Wildl. Manage. 56(3), 563-572.

Bishop, M. A., 1988. *Factors Affecting Productivity and Habitat Use of Florida Sandhill Cranes: An Evaluation of Three Areas in Central Florida for a Non-migratory Population of Whooping Cranes.* Ph. D. diss. University of Florida, Gainesville, Fla. 190 pp.

Blakers, M., Davies, S. J. J. F. and Reilly, P. N., 1984. *The Atlas of the Australian Birds.* Melbourne University Press, Melbourne, Australia.

Cho, S.-R. and Won, P., 1990. Wintering ecology of the Hooded Crane *(Grus monacha* Temminck) in Korea. *Bull. Inst. Ornitho., Kyung Hee Univ.* 3:1-22.

Dı´az, M., Gonza´ lez, E., Mun,˜ oz-Pulido, R. and Naveso, M. A., 1996. Habitat selection patterns of common cranes *Grus grus* wintering in holm oak Quercus ilex dehesas of central Spain: effect of human management. Biological Conservation 75: 119–123.

Franco A. M. A., Brito, J. C. and Almeida, J., 2000. Modelling habitat selection of common cranes Grus grus wintering in Portugal using multiple logistic regression. Ibis 142: 351–358.

Gole, P., 1989c. Cranes of the Cloud Kingdom. Ecological Society, Pune, India. 38 pp.

Gole, P., 1993a. A Field Guide to Cranes of India. Ecological Society, Pune, India. 46 pp.

Gole, P., 1993b. On the trail of wintering Black-necked Cranes in India. *J. Ecol. Soc.* 6:7-22.

Green, R. E. and Hiron, G. J. M., 1991. The relevance of population studies to the conservation of threatened birds. In: Perrings, C.M., Lebreton, J.D. and Hirons, G.J.M. (eds) pp 594-621.Bird Population Studies, Oxford University Press, New York, USA.

Giovanelli, J. G. R., De Siqueira, M. F., Haddad, C. F. B. and Alexandrino, J., 2010. Modeling a spatially restricted distribution in the Neotropics: how the size of calibration area affects the performance of five presence-only methods. Ecological Modelling. Vol. 221, pp: 215–224

Hunt, H. E., 1987. The Effects of Burning and Grazing on Habitat Use by Whooping Cranes and Sandhill Cranes on the Aransas National Wildlife Refuge. Ph. D. diss. Texas A&M University, College Station, Texas. 173 pp.

Kawamura, N., 1991. Conservation of the Hooded Crane at Yashiro, Japan. *Proc. 1987 Intl. Crane Workshop*: 301- 303.

Levins, R., 1966. The strategy of model building in population ecology, American

30. Lewis, J. 1995b. Whooping Crane (*Grus amerlcana*). The Birds of North America, No. 153. The Academy of Natural Sciences, Philadelphia, and the American Ornithologists' Union, Washington, D. C. 28 pp.

Mack, E. L., Firbank., L. G., Bellary, P. E., Hinsley, S. A. and Veitch, N., 1997. The comparison of remotely sensed and ground–based habitat area data using species–area

Meine, C. D. and Archibald, G. W., (eds.) 1996. The cranes: Status survey and conservation action plan. – IUCN, Gland, Switzerland, and Cambridge, U.K.

Muralidharan, S., 1992. Poisoning the Sarus. *Hornbill* 1992(l):3-7.

Ohsako, Y., 1987. Effects of artificial feeding on cranes wintering in Izumi and Akune, Kyushu, Japan. *Proc. 1983 Intl. Crane Workshop*: 89-98.

Masatomi, H., Momose, K., Momose, Y. and Matsuo, T., 1993. In press a. Breeding population of the Tancho (Red- Crowned Crane) in Eastern Hokkaido, Japan in 1992 and 1993. *J. Yamashina Inst. for Ornitho.*

Morrison, M. L., 2002a. A proposed research emphasis to overcome the limits of wildlife habitat relationship studies. *Journal of Wildlife Management* 65:613–23. in the centeral Mojave desert. Ecological application, 10: 890-897. models, Applid ecology, 34: 1222-1228. scientist, 421: 421- 431.

.**Morrison, M. L., Marcot, B. G. and Mannan, R. W., 1992.** *Wildlife–Habitat Relationships: Concepts and Applications.* University of Wisconsin Press, Madison, WI.

Pearson, R. G., 2007. Species' distribution modeling for conservation educators and practitioners. American Museum of Natural History. 1-50.

Phillips, S. J., Anderson, R. P. and Schapire, R. E., 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. Ecological Modelling. 231-259.

Prange, H. 1995. Occurrence of cranes in Europe: evolution, protective measures, and future tasks. *Crane Research and Protection in Europe*: 393-415.

SaÂnchez, J. M., AvileÂs, J., Medina, F. J., SaÂnchez, A., 1998. Status and trends of the Common Crane Grus grus on the Western route. Bird Conservation International.

SaÂnchez, J. M., AvileÂs, J., Medina, F. J. and SaÂnchez, A., 1998. Status and trends of the Common Crane *Grus grus* on the Western route. Bird Conservation International.

Sauey, R., 1985. The Range, Status, and Winter Ecology of the Siberian Crane (*Grus leucogeranus*). Ph. D. diss. Cornell University, Ithaca, New York. 411 pp.