

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده‌ی منابع طبیعی

مدل‌سازی پراکنش یوزپلنگ آسیایی (*Acinonyx jubatus venaticus*) در
استان‌های اصفهان و یزد

پایان‌نامه کارشناسی ارشد مهندسی منابع طبیعی_محیط زیست

مریم بردخوانی

استاد راهنما

دکتر محمودرضا همایی

۱۳۹۳



دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده‌ی منابع طبیعی

پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته‌ی مهندسی منابع طبیعی_محیط زیست خانم مریم بردخوانی

تحت عنوان

مدل‌سازی پراکنش یوزپلنگ آسیایی (*Acinonyx jubatus venaticus*) در استان‌های اصفهان و یزد

در تاریخ..... توسط کمیته‌ی تخصصی زیر مورد بررسی و تصویب نهایی قرار گرفت.

- | | |
|--------------------------|-----------------------------|
| دکتر محمودرضا همایی | ۱. استاد راهنمای پایان‌نامه |
| دکتر مصطفی ترکش اصفهانی | ۲. استاد مشاور پایان‌نامه |
| دکتر سعید پورمنافی | ۳. استاد مشاور پایان‌نامه |
| دکتر حسین بشری | ۴. استاد داور |
| دکتر سیما فاخران اصفهانی | ۵. استاد داور |
| دکتر محمد رضا وهابی | سرپرست تحصیلات تکمیلی |

سپاس مخصوص خداوندي است که در تنهائيها همراهم، در غمها پناهگاهم و در سختيها اميدم بوده و هست.

و

سپاس پدر و مادر بهتر از جانم را که هميشه مانند نفس در کنارم بودند.

و

با تشکر از اساتيد راهنما و مشاور گرامي آقايمان دکتر همایي، دکتر ترکش اصفهاني و دکتر پورمنائي که با حسن خلق و مهرباني مرا در انجام اين پايان نامه راهنمائي کردند.

و

باتشکر از آقاي دکتر بشري و خانم دکتر فاخران اصفهاني که زحمت داوري اين پايان نامه را بر عهده داشتند.

و

سپاس ديگر عزيزاني که همکاري و راهنمائي شان در اين مسير همراه من بوده است:

- دکتر حسن اکبري هاروني
- مهندس سعیده اساعيلي
- دکتر روح الله ميرزايي
- مهندس محسن احمدي
- دکتر سونيل کومار
- مهندس زهرا رحمتي
- مهندس زهره کرمانی

**کلیه حقوق مادی مرتبط بر نتایج
مطالعات، ابتکارات و نوآوری‌های
ناشی از تحقیق موضوع این پایان نامه
(رساله) متعلق به دانشگاه صنعتی
اصفهان است.**

تقدیم به دستان پرتلاش پدرم

و گرمای وجودش که پناهگاه همیشگی ام بوده است

تقدیم به خوش قلبی مادرم

و صدای مهربانش که بهار زندگانی من است

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	چکیده.....
	فصل اول: مقدمه
۲	۱-۱ کلیات.....
۳	۲-۱- ضرورت و اهمیت مطالعه.....
۴	۳-۱- اهداف مطالعه.....
	فصل دوم: کلیات
۵	۲-۱ معرفی گونه ی یوزپلنگ آسیایی (<i>Acinonyx jubatus venaticus</i>).....
۵	۱-۱-۱ ویژگی های ظاهری.....
۶	۲-۱-۲ عادات و رفتار.....
۷	۳-۱-۲ عوامل تهدید.....
۷	۲-۲ معرفی گونه ی قوچ و میش (<i>Ovis orientalis</i>).....
۸	۱-۲-۲ عادات کلی قوچ و میش ها.....
۸	۲-۲-۲ تهدیدها.....
۹	۳-۲ معرفی گونه ی کل و بز (<i>Capra aegagrus</i>).....
۹	۱-۳-۲ ویژگی های ظاهری.....
۹	۲-۳-۲ عادات و رفتار.....
۱۰	۳-۳-۲ تهدیدها.....
۱۰	۴-۲ معرفی گونه آهو (<i>Gazella subgutturosa</i>).....
۱۰	۱-۴-۲ ویژگی های ظاهری.....
۱۰	۲-۴-۲ عادات و رفتار.....
۱۱	۳-۴-۲ تهدیدها.....
۱۱	۵-۲ معرفی گونه ی جبیر (<i>Gazella bennettii</i>).....
۱۱	۱-۵-۲ ویژگی های ظاهری.....
۱۲	۲-۵-۲ عادات و رفتار.....

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	چکیده.....
	فصل اول: مقدمه
۲	۱-۱ کلیات.....
۳	۲-۱- ضرورت و اهمیت مطالعه.....
۴	۳-۱- اهداف مطالعه.....
	فصل دوم: کلیات
۵	۲-۲ معرفی گونه ی یوزپلنگ آسیایی (<i>Acinonyx jubatus venaticus</i>).....
۵	۱-۲-۱ ویژگی های ظاهری.....
۶	۲-۱-۲ عادات و رفتار.....
۷	۳-۱-۲ عوامل تهدید.....
۷	۲-۲ معرفی گونه ی قوچ و میش (<i>Ovis orientalis</i>).....
۸	۱-۲-۲ عادات کلی قوچ و میش ها.....
۸	۲-۲-۲ تهدیدها.....
۹	۳-۲ معرفی گونه ی کل و بز (<i>Capra aegagrus</i>).....
۹	۱-۳-۲ ویژگی های ظاهری.....
۹	۲-۳-۲ عادات و رفتار.....
۱۰	۳-۳-۲ تهدیدها.....
۱۰	۴-۲ معرفی گونه آهو (<i>Gazella subgutturosa</i>).....
۱۰	۱-۴-۲ ویژگی های ظاهری.....
۱۰	۲-۴-۲ عادات و رفتار.....
۱۱	۳-۴-۲ تهدیدها.....
۱۱	۵-۲ معرفی گونه ی جبیر (<i>Gazella bennettii</i>).....
۱۱	۱-۵-۲ ویژگی های ظاهری.....
۱۲	۲-۵-۲ عادات و رفتار.....

- ۶-۲ مدل زیستگاهی چیست؟..... ۱۲
- ۷-۲ تقسیم بندی مدل های پراکنش گونه ها..... ۱۲
- ۸-۲ معرفی مدل..... ۱۳
- ۹-۲ الگوریتم مدل..... ۱۴
- ۱۰-۲ ورودی های مدل..... ۱۵
- ۱۱-۲ خروجی های مدل..... ۱۶
- ۱۱-۲-۱ شرح خروجی اصلی مدل..... ۱۶
- ۱۲-۲ مزایا و معایب..... ۱۷
- ۱۲-۲-۱ مزایا..... ۱۷
- ۱۲-۲-۱-۱ تلاش های نمونه برداری..... ۱۷
- ۱۲-۲-۱-۲ خطاهای مکانی داده های مکانی..... ۱۷
- ۱۲-۲-۱-۳ نقشه سازی برای آینده..... ۱۷
- ۱۲-۲-۲ معایب..... ۱۷
- ۱۲-۲-۲-۱ قابلیت انتقال..... ۱۷
- ۱۲-۲-۲-۲ ارزیابی مدل..... ۱۷
- ۱۳-۲ روش های ارزیابی مدل های پراکنش گونه ها..... ۱۸
- ۱۳-۲-۱ انواع خطاها..... ۱۸
- ۱۳-۲-۲ مفاهیم و سنجش های مستخرج از ماتریس خطا..... ۱۹
- ۱۳-۲-۱-۲ حساسیت و اختصاصی بودن..... ۱۹
- ۱۳-۲-۲-۲ آماره ی کاپا..... ۱۹
- ۱۳-۲-۳-۲ آماره ی TTS..... ۱۹
- ۱۳-۲-۴-۲ آماره ی AUC..... ۱۹
- ۱۳-۲-۵-۲ آماره ی ROC..... ۲۰
- ۱۴-۲ منحنی های پاسخ..... ۲۰
- ۱۵-۲ مقایسه ی مدل..... ۲۱
- ۱۶-۲ اثر اندازه ی نمونه بر کارایی مدل های پراکنش گونه ها..... ۲۴
- ۱۷-۲ مطالعات انجام شده در مورد یوزپلنگ آسیایی..... ۲۵

۲-۱۸ مطالعات انجام شده در زمینه‌ی مدل‌سازی با استفاده از مدل حداکثر آنتروپی..... ۲۵

فصل سوم: مواد و روش‌ها

- ۳-۱ منطقی‌ی مورد مطالعه..... ۲۹
- ۳-۲ مسیر کلی راه اندازی مدل مکسنت..... ۳۱
- ۳-۳ داده‌های حضور..... ۳۱
- ۳-۳-۱ داده‌های حضور یوز پلنگ آسیایی..... ۳۱
- ۳-۳-۲ داده‌های حضور طعمه‌های یوز پلنگ (کلوبز، فوج‌ومیش، جبیر، آهو)..... ۳۲
- ۳-۴ لایه‌های اطلاعات محیطی..... ۳۲
- ۳-۴-۱ متغیرهای اقلیمی..... ۳۲
- ۳-۴-۲ متغیرهای فیزیوگرافی..... ۳۳
- ۳-۴-۳ دیگر متغیرها..... ۳۴
- ۳-۴-۱-۱ لایه‌ی فاصله از جاده‌ها..... ۳۴
- ۳-۴-۲ لایه‌ی فاصله از مناطق شهری و مسکونی و زمین‌های کشاورزی..... ۳۴
- ۳-۴-۳ لایه‌ی کاربری اراضی..... ۳۴
- ۳-۴-۴ لایه‌های پوشش گیاهی..... ۳۵
- ۳-۵ تعیین متغیرهای محیطی جهت ورود به مدل Maxent..... ۳۶
- ۳-۶ مدل‌سازی پراکنش..... ۳۷
- ۳-۷ منحنی‌های پاسخ..... ۳۸
- ۳-۸ ارزشیابی مدل..... ۳۸
- ۳-۹ آزمون جک‌نایف..... ۳۹
- ۳-۱۱ بررسی اثر مقیاس بر کارایی مدل..... ۳۹
- ۳-۱۲ بررسی اهمیت انتخاب متغیرها..... ۳۹
- ۳-۱۳ بررسی اثر اندازه نمونه..... ۴۰

فصل چهارم: نتایج

- ۴-۱ نقشه‌های متغیرهای محیطی..... ۴۱
- ۴-۱-۱ متغیرهای فیزیوگرافی..... ۴۱
- ۴-۲ تعیین ورودی مدل..... ۴۵

۴-۳ مدل های پراکنش بالقوه.....	۴۷
۴-۴ ارزیابی اهمیت متغیرهای ورودی به مدل.....	۴۹
۴-۴-۱ آنالیز مشارکت متغیرها.....	۴۹
۴-۴-۲ آزمون جک نایف.....	۵۲
۴-۵ ارزیابی مدل.....	۵۵
۴-۶ منحنی های پاسخ.....	۵۷
۴-۷ بررسی اثر مقیاس بر کارایی مدل.....	۶۱
۴-۸ بررسی اهمیت انتخاب متغیرها.....	۶۱
۴-۹ بررسی اثر اندازه نمونه.....	۶۲

فصل پنجم: بحث و نتیجه گیری

۵-۱ پیش بینی پراکنش گونه ها.....	۶۳
۵-۱-۱ مقایسه ی نقشه ی پراکنش گونه ها با نقشه ی متغیرهای مهم هر مدل.....	۶۳
۵-۱-۲ مقایسه ی نقشه ی پراکنش گونه ها با نقشه ی مناطق تحت حفاظت سازمان محیط زیست.....	۶۵
۵-۲ ارزیابی صحت مدل.....	۶۸
۵-۳ منحنی های پاسخ.....	۶۹
۵-۴ آنالیز اهمیت متغیرها.....	۷۲
۵-۵ اثر اندازه نمونه.....	۷۵
۵-۶ اثر مقیاس.....	۷۶
۵-۷ بررسی اهمیت متغیرهای ورودی به مدل.....	۷۷
۵-۸ نتیجه گیری کلی.....	۷۸
۵-۹ پیشنهادات.....	۷۹
پیوست یک.....	۸۰
پیوست دو.....	۸۱
پیوست سه.....	۸۲
پیوست چهار.....	۸۳
پیوست پنج.....	۸۴
منابع.....	۸۵

فهرست شکل‌ها

صفحه	عنوان
۵.....	شکل ۱-۲ جایگاه یوزپلنگ در رده بندی تاکسونومیک.....
۶.....	شکل ۲-۲ یوزپلنگ آسیایی در زیستگاهش (<i>Acinonyx jubatus venaticus</i>).....
۸.....	شکل ۳-۲ قوچ و میش در پناهگاه حیات وحش عباس آباد.....
۹.....	شکل شماره ۲-۴: کل و بز.....
۱۰.....	شکل ۲-۵: آهوی ایرانی.....
۱۱.....	شکل ۲-۶: جیبر.....
۱۳.....	شکل ۲-۷ تقسیم بندی مدل های پیش بینی کننده ی پراکنش گونه‌ها.....
۲۲.....	شکل ۲-۸ نمودار ROC برای دو گونه ی نادر.....
۲۳.....	شکل ۲-۹ میانگین AUC برای پنج روش مدل سازی.....
۲۴.....	شکل ۲-۱۰ میانگین AUC در برابر لگاریتم تعداد نقاط حضور برای سه روش مدل سازی.....
۳۱.....	شکل ۲-۱: نقشه ی ارتفاعی محدوددهی مورد مطالعه و موقعیت آن در ایران.....
۴۲.....	شکل ۴-۱: نقشه ی طبقات ارتفاع.....
۴۳.....	شکل ۴-۲: نقشه طبقات شیب.....
۴۴.....	شکل ۴-۳: نقشه طبقات جهت های جغرافیایی.....
۴۷.....	شکل ۴-۴: نقشه پراکنش کل و بز.....
۴۷.....	شکل ۴-۵: نقشه مطلوبیت زیستگاه کل و بز.....
۴۷.....	شکل ۴-۶: نقشه مطلوبیت زیستگاه جیبر.....
۴۷.....	شکل ۴-۷: نقشه پراکنش جیبر.....
۴۸.....	شکل ۴-۸: نقشه مطلوبیت زیستگاه آهو.....
۴۸.....	شکل ۴-۹: نقشه پراکنش آهو.....
۴۸.....	شکل ۴-۱۰: نقشه مطلوبیت زیستگاه قوچ و میش.....

- شکل ۱۱_۴: نقشه پراکنش قوچ و میش..... ۴۸
- شکل ۱۲_۴: نقشه مطلوبیت زیستگاه یوزپلنگ آسیایی..... ۴۸
- شکل ۱۳_۴: نقشه پراکنش یوزپلنگ آسیایی..... ۴۸
- شکل ۱۴_۴: نمودار جکک نایف AUC مربوط به به گونه ی کل و بز..... ۵۳
- شکل ۱۵_۴: نمودار جکک نایف AUC مربوط به گونه ی جبیر..... ۵۳
- شکل ۱۶_۴: نمودار جکک نایف AUC مربوط به گونه ی آهوی ایرانی..... ۵۴
- شکل ۱۷_۴: نمودار جکک نایف AUC مربوط به گونه ی قوچ و میش..... ۵۴
- شکل ۱۸_۴: نمودار جکک نایف AUC مربوط به گونه ی یوزپلنگ آسیایی..... ۵۵
- شکل ۱۹_۴: نمودار ROC مربوط به یوزپلنگ آسیایی..... ۵۶
- شکل ۲۰_۴: نمودار Ommision مربوط به یوزپلنگ آسیایی..... ۵۶
- شکل ۲۱_۴: نمودار ROC مربوط به جبیر..... ۵۶
- شکل ۲۲_۴: نمودار Ommision مربوط به جبیر..... ۵۶
- شکل ۲۳_۴: نمودار ROC مربوط به کل و بز..... ۵۶
- شکل ۲۴_۴: نمودار Ommision مربوط به کل و بز..... ۵۶
- شکل ۲۵_۴: نمودار ROC مربوط به آهوی ایرانی..... ۵۷
- شکل ۲۶_۴: نمودار Ommision مربوط به آهوی ایرانی..... ۵۷
- شکل ۲۷_۴: نمودار ROC مربوط به قوچ و میش..... ۵۷
- شکل ۲۸_۴: نمودار Ommision مربوط به قوچ و میش..... ۵۷
- شکل ۲۹_۴: منحنی پاسخ پراکنش یوزپلنگ آسیایی نسبت به پراکنش کل و بز..... ۵۸
- شکل ۳۰_۴: منحنی پاسخ پراکنش یوزپلنگ آسیایی نسبت به پراکنش قوچ و میش..... ۵۸
- شکل ۳۱_۴: منحنی پاسخ پراکنش یوزپلنگ آسیایی نسبت به تیپ پوشش گیاهی..... ۵۸
- شکل ۳۲_۴: منحنی پاسخ پراکنش یوزپلنگ آسیایی نسبت به دامنه دمای سالانه..... ۵۸
- شکل ۳۳_۴: منحنی پاسخ پراکنش یوزپلنگ آسیایی نسبت به میانگین دمای یک چهارم سردترسال..... ۵۸

- شکل ۴_۳۴: منحنی پاسخ پراکنش کل و بز نسبت به میانگین دمای یک چهارم سردتر سال..... ۵۹
- شکل ۴_۳۵: منحنی پاسخ پراکنش کل و بز نسبت به شیب..... ۵۹
- شکل ۴_۳۶: منحنی پاسخ پراکنش قوچ و میش نسبت به شیب..... ۵۹
- شکل ۴_۳۷: منحنی پاسخ پراکنش کل و بز نسبت به میانگین دامنه دمای روزانه..... ۵۹
- شکل ۴_۳۸: منحنی پاسخ پراکنش قوچ و میش نسبت به ارتفاع..... ۵۹
- شکل ۴_۳۹: منحنی پاسخ پراکنش قوچ و میش نسبت به کاربری اراضی..... ۵۹
- شکل ۴_۴۰: منحنی پاسخ پراکنش جبیر نسبت به تیپ پوشش گیاهی..... ۶۰
- شکل ۴_۴۱: منحنی پاسخ پراکنش جبیر نسبت به شیب..... ۶۰
- شکل ۴_۴۲: منحنی پاسخ پراکنش جبیر نسبت به جهت..... ۶۰
- شکل ۴_۴۳: منحنی پاسخ پراکنش جبیر نسبت به حداقل دمای سردترین ماه سال..... ۶۰
- شکل ۴_۴۴: منحنی پاسخ پراکنش آهو نسبت به جهت..... ۶۰
- شکل ۴_۴۵: منحنی پاسخ پراکنش آهو نسبت به تیپ پوشش گیاهی..... ۶۰
- شکل ۴_۴۶: منحنی پاسخ پراکنش آهو نسبت به درصد تاج پوشش گیاهی..... ۶۱
- شکل ۴_۴۷: نقشه ی حداقل واگرایی..... ۶۲
- شکل ۴_۴۸: نقشه ی حداکثر واگرایی..... ۶۲
- شکل ۴-۴۹: نمودار تغییرات AUC در برابر تغییر اندازه نمونه..... ۶۲

فهرست جدول‌ها

عنوان	صفحه
جدول ۱-۲ ماتریس خطا برای سنجش دقت پیش‌بینی مدل‌های حضور/عدم حضور.....	۱۸
جدول ۲-۲: مثال‌هایی از انواع پاسخ گونه‌ها به شیب‌های محیطی.....	۲۱
جدول ۱-۳: متغیرهای اقلیمی.....	۳۳
جدول ۲-۳ طبقه بندی جهت‌های جغرافیایی.....	۳۴
جدول ۳-۳ طبقه بندی کاربری اراضی.....	۳۵
جدول ۴-۳ طبقه بندی تپ پوشش گیاهی.....	۳۵
جدول ۵-۳ طبقه بندی درصد تاج پوشش گیاهی.....	۳۵
جدول ۶-۳ طبقه بندی وضعیت پوشش گیاهی.....	۳۶
جدول ۷-۳ طبقه بندی AUC.....	۳۸
جدول ۱-۴ طبقات ارتفاعی و مساحت هر طبقه.....	۴۲
جدول ۲-۴ طبقات شیب و مساحت هر طبقه.....	۴۳
جدول ۳-۴ طبقات جهت و مساحت هر طبقه.....	۴۴
جدول ۴-۴ جدول درصد اهمیت نسبی متغیرهای گسسته (گونه قوچ و میش).....	۴۵
جدول ۵-۴ درصد اهمیت نسبی متغیرهای گسسته (کل وز).....	۴۵
جدول ۶-۴ درصد اهمیت نسبی متغیرهای گسسته (آهوی ایرانی).....	۴۶
جدول ۷-۴ درصد اهمیت نسبی متغیرهای گسسته (جیر).....	۴۶
جدول ۸-۴ درصد اهمیت نسبی متغیرهای گسسته (یوزپلنگ آسیایی).....	۴۶
جدول ۹-۴ نتایج آنالیز مشارکت متغیرهای مدل پراکنش کل و بز.....	۴۹
جدول ۱۰-۴ نتایج آنالیز مشارکت متغیرهای مدل پراکنش آهوی ایرانی.....	۵۰
جدول ۱۱-۴ نتایج آنالیز مشارکت متغیرهای مدل پراکنش قوچ و میش.....	۵۰
جدول ۱۲-۴ نتایج آنالیز مشارکت متغیرهای مدل پراکنش جیر.....	۵۱
جدول ۱۳-۴ نتایج آنالیز مشارکت متغیرهای یوزپلنگ آسیایی.....	۵۲
جدول ۱۴-۴ مقدار AUC در مقیاس‌های مختلف.....	۶۱

چکیده:

تجزیه و تحلیل ارتباط گونه‌ها و محیط زیست آن‌ها، همیشه موضوعی مهم در اکولوژی است. از این رو بررسی ویژگی‌های بوم‌شناختی و تعیین مطلوبیت زیستگاه گونه‌ها، یکی از ارکان اصلی مدیریت و حفاظت آن‌ها محسوب می‌گردد. یوز پلنگ آسیایی (*Acinonyx jubatus venaticus*) در رده‌ی "به شدت در معرض خطر" فهرست سرخ IUCN جای دارد. نیمه شرقی ایران به عنوان آخرین پناهگاه تعداد محدودی از جمعیت یوزپلنگ آسیایی شناخته شده است. هدف از انجام این مطالعه، مدل‌سازی پراکنش بالقوه یوزپلنگ آسیایی و طعمه‌هایش (قوچ و میش، کل و بز، آهو و جیبیر) و تعیین پارامترهای اثرگذار بر پراکنش آن‌ها است. در این مطالعه از روش حداکثر آن‌تروپی (مدل Maxent) برای تعیین پراکنش گونه‌ها استفاده گردید و به منظور بررسی اثر مقیاس و اندازه‌ی نمونه بر کارایی مدل، مدل در مقیاس‌ها و اندازه نمونه‌های مختلف اجرا و مقدار AUC آن‌ها مورد بررسی قرار گرفت. داده‌های حضور یوزپلنگ حاصل از نقاط ثبت شده‌ی دوربین‌های تله‌ای و نمایه‌های ثبت شده توسط محیط‌بانان سازمان حفاظت محیط زیست استان‌های اصفهان و یزد می‌باشد. بخشی از داده‌های حضور طعمه‌ها با توجه به گزارشات ثبت شده‌ی مکان دار از محل‌های حضور گونه و بخشی دیگر از طریق انتخاب تصادفی نقاط حضور از محدوده‌ی رسم شده از حضور گونه‌ها بر روی نقشه به دست آمد. متغیرهای محیطی مورد استفاده در مدل‌ها شامل ۱۹ متغیر اقلیمی تهیه شده از سایت داده‌های اقلیم جهانی، ۳ متغیر فیزیوگرافی حاصل از مدل رقومی ارتفاع، متغیرهای فاصله از راه و فاصله از راه‌آهن حاصل از رقومی سازی نقشه راه‌های ایران، متغیر فاصله از مناطق شهری و مسکونی و زمین‌های کشاورزی استخراج شده از لایه‌ی کاربری اراضی، متغیر کاربری اراضی، متغیرهای تیپ، وضعیت و تراکم پوشش گیاهی استخراج شده از نقشه پوشش گیاهی می‌باشند. نقشه‌های حاصل از مدل‌سازی طعمه‌ها علاوه بر دیگر متغیرها به عنوان ورودی مدل پراکنش یوزپلنگ در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد اثر گذارترین متغیرها در مدل پراکنش قوچ و میش شامل شیب و ارتفاع، در مدل پراکنش کل و بز شامل شیب و میانگین دمای یک چهارم سردتر سال، در مدل پراکنش آهو درصد تاج پوشش گیاهی و تیپ پوشش گیاهی و در مدل پراکنش جیبیر تیپ پوشش گیاهی و شیب می‌باشند. با توجه به نتایج، متغیرهای پراکنش بالقوه‌ی قوچ و میش، پراکنش بالقوه‌ی کل و بز، تیپ پوشش گیاهی و دامنه‌ی دمای سالانه مهم‌ترین متغیرهای موثر بر مدل پراکنش یوز پلنگ آسیایی می‌باشند. میانگین AUC و نمودار Omission کارایی مدل‌ها را بالا و متوسط ارزیابی کردند. همچنین مشاهده می‌شود هر چه اندازه‌ی نمونه کوچک‌تر باشد، تغییرات مقدار AUC بیش‌تر است. نتایج بررسی اثر مقیاس نشان داد که مقدار AUC در مقیاس‌های بزرگ‌تر، بالاتر می‌باشد. کارایی مدل Maxent در این مطالعه مطلوب گزارش شد.

واژه‌های کلیدی: مدل‌سازی پراکنش، Maxent، یوزپلنگ آسیایی، کل و بز، قوچ و میش، آهو، جیبیر

فصل اول: مقدمه

۱-۱- کلیات:

یکی از راه‌های تعیین مطلوبیت زیستگاه و پراکنش گونه‌ها استفاده از انواع روش‌های مدل‌سازی زیستگاه است [۹۰، ۶۷] و [۶۷]. تکنیک‌های زیادی برای مدل‌سازی آشیان اکولوژیکی گونه‌ها و پراکنش جغرافیایی آن‌ها وجود دارد که کاربردهای زیادی در زیست‌شناسی و محیط‌زیست دارند [۴۷، ۸۳]. مدل‌های پراکنش گونه‌ها به طور کلی ابتدا به شناسایی ویژگی‌های محیط‌زیستی می‌پردازند که مربوط به محل‌های وقوع گونه‌ها هستند سپس با برون‌یابی این اطلاعات به کشف دیگر مناطقی دست می‌یابند که ویژگی‌های مشابه با مناطق شناخته‌شده را دارند [۹۸] و به طور کلی بر مبنای انواع فرضیه‌هایی هستند که نشان‌دهنده‌ی چگونگی اثر فاکتورهای زیست‌محیطی در کنترل توزیع گونه‌ها و جوامع است [۴۶].

الگوریتم‌های مدل‌سازی مختلف وابستگی میان محل حضور گونه‌ها و داده‌های محیطی را برای تولید مدل‌های پراکنش گونه‌ها (SDMs)^۱ مورد پژوهش قرار می‌دهند و در نهایت نقشه‌ی جغرافیایی توزیع گونه‌ها را تولید می‌کنند [۳۳]. مکان‌های وقوع گونه‌ها و متغیرهای محیطی در منطقه‌ی مورد مطالعه برای تنظیم مدل مورد استفاده قرار می‌گیرند اما داده‌های حضور/عدم حضور با کیفیت بالا تنها برای تعداد کمی از گونه‌ها در کل جهان موجود است. در عوض داده‌های وسیعی از حضور گونه‌ها در موزه‌های تاریخ طبیعی و هرباریوم‌ها وجود دارد [۴۱]. از این رو، تکنیک‌های زیادی برای توسعه‌ی مدل‌هایی که تنها متکی بر داده‌های حضورند توسعه یافته است [۷۶، ۱۰۲، ۳۳، ۵۶].

در سال‌های اخیر مدل‌سازی اکولوژیکی به طور فزاینده‌ای مورد استفاده قرار گرفته است. علت این سرعت، در وجود نرم‌افزارهای کاربر پسند و همچنین دسترسی رایگان به پایگاه‌های داده‌ی محیط‌زیستی است [۴۰]. مدل‌سازی توزیع جغرافیایی گونه‌ها بر پایه‌ی شرایط محیطی سایت‌های شناخته‌شده، تکنیک مهمی در زیست‌شناسی محسوب می‌شود

^۱ Species distribution models

که در طرح ریزی حفاظت، اکولوژی، تکامل، همه گیر شناسی، مدیریت گونه‌های مهاجم و دیگر رشته‌ها کاربرد دارد [۷۹]. از این رو در این نوشتار به معرفی مدل حداکثر آنتروپی به عنوان یکی از شیوه‌های مدل‌سازی پراکنش و مطلوبیت زیستگاه پرداخته می‌شود و کوشش شده است کارایی آن با دیگر روش‌های مدل‌سازی زیستگاه مورد مقایسه قرار گیرد.

تجزیه و تحلیل ارتباط گونه‌ها و محیط زیست آن‌ها، همیشه موضوعی مهم در اکولوژی بوده است [۲۸]. فهم الگوهای پراکنندگی مکانی حیات وحش، گامی حیاتی به سمت شناخت روابط کلیدی میان حیات وحش و اثرات آن‌ها بر منابع طبیعی می‌باشد [۵۹، ۶۷].

۲-۱- ضرورت و اهمیت مطالعه:

در حال حاضر، حدود ۸۰ درصد از سطح سیاره‌ی زمین تحت تأثیر فعالیت‌های انسان قرار گرفته است [۳۱]. این آمار بر از دست رفتن بخش زیادی از تنوع زیستی دلالت دارد [۲۵]. از این رو بررسی ویژگی‌های بوم‌شناختی و تعیین مطلوبیت زیستگاه گونه‌ها، یکی از ارکان اصلی مدیریت و حفاظت آن‌ها محسوب می‌گردد.

وضعیت حفاظتی حال حاضر یوزپلنگ، یک مسئله‌ی بحث‌برانگیز است. چرا که یوزپلنگ گونه‌ای است که دارای پرسه زنی‌های زیاد در طول گستره‌ی خانگی بزرگ خود می‌باشد و تشخیص این که آیا گونه واقعاً کمیاب است یا صرفاً به ندرت دیده می‌شود، کاری دشوار است کما این که اخیراً به گونه‌ای کمیاب بدل گشته است [۴۴]. همچنین نیاز انرژی‌تیک بالا [۳۰]، تراکم جمعیت پایین این گونه را قوت می‌بخشد.

یوز پلنگ (*Acinonyx jubatus*) یکی از گونه‌های موجود در فهرست سرخ^۲ سازمان بین‌المللی حفاظت از طبیعت و منابع طبیعی (IUCN)^۳ است [۲۹]. سابقاً یوزپلنگ در ۴۴ کشور آسیایی و افریقایی یافت می‌شد. در حال حاضر جمعیت این گونه در ۲۹ کشور افریقایی دچار پدیده‌ی تکه‌تکه شدن می‌باشد و جمعیت‌هایی از آن در ایران و پاکستان باقی مانده است [۶۴]. زیر گونه‌ی آسیایی یوزپلنگ (*Acinonyx jubatus venaticus*) در رده‌ی "به شدت در معرض خطر"^۴ این فهرست جای دارد [۵۵]. حدود ۳۲ سال پیش تصور می‌شد که این گونه در ایران منقرض شده است اما شواهدی دال بر وجود آن به دست آمد [۹۳]. نیمه شرقی ایران به عنوان آخرین پناهگاه تعداد محدودی از جمعیت یوزپلنگ آسیایی شناخته شده است [۳۵]. به همین منظور طرح حفاظت از یوزپلنگ آسیایی^۵ از سال ۱۳۸۰ با حمایت سازمان‌های بین‌المللی در کشور در حال انجام است [۹۴]. پارک ملی کویر، پناهگاه حیات وحش و ذخیره گاه زیست کره خارتوران، پناهگاه حیات وحش نایبندان طبس، منطقه‌ی حفاظت‌شده‌ی بافق، منطقه‌ی شکار ممنوع دره انجیر یزد و پارک ملی و منطقه‌ی حفاظت‌شده‌ی سیاه کوه یزد، برخی از زیستگاه‌های یوزپلنگ آسیایی در کشور است. یکی از مناطقی که اخیراً به جرگه‌ی زیستگاه‌های یوز در ایران پیوسته است، پناهگاه حیات وحش عباس‌آباد است. این منطقه با وسعتی معادل ۴۰۰۰۰۰ هکتار در شرق استان اصفهان قرار گرفته است و از جمله زیستگاه‌های منتخب پروژه‌ی حفاظت از یوزپلنگ آسیایی است.

^۲ Red list

^۳ International union for conservation of nature and natural resource

^۴ Critically endangered (CR)

^۵ The conservation of the Asiatic cheetah project (CACP)

یوزها جانورانی هستند که در افریقا در بسیاری از مناطق مهاجرت می‌کنند و الگوی مهاجرت آن‌ها عمدتاً از الگوی مهاجرت طعمه‌ها پیروی می‌کند. شواهدی که اخیراً از داده‌های دوربین‌های تله‌ای به دست آمده نشان می‌دهد که امکان رخ دادن این پدیده در ایران نیز وجود دارد و خبر از پیوستگی زیستگاه‌های یوز در مرکز ایران می‌دهد. با توجه به این که پناهگاه حیات‌وحش عباس‌آباد نائین و پارک ملی و منطقه‌ی حفاظت‌شده‌ی سیاه کوه یزد به هم وصل هستند، احتمال دارد که مهاجرت طبیعی در این دو منطقه همواره از طریق کریدورهایی انجام شود. یکی از روش‌های کشف این گونه ارتباطات و کمک به بهبود آن‌ها مدل‌سازی پراکنش است که در این پایان‌نامه مدل‌سازی پراکنش یوزپلنگ در شرق استان اصفهان و غرب استان یزد انجام شده است.

از آن جایی که تعیین پراکنش گونه‌ها برای حفظ و مدیریت جمعیت‌ها و برنامه‌ریزی بلند مدت برای آن‌ها به ویژه در مورد گونه‌های تهدیدشده امری ضروری است، تعیین چگونگی پراکنش گونه‌ی یاد شده به عنوان یک راه‌حل عملی برای انجام این مهم مطرح است. با مدل‌سازی پراکنش این گونه می‌توان به نواحی بالقوه‌ای که ظرفیت پذیرش آن را دارا می‌باشند پی برد و از نتایج آن برای تعیین مناطق تحت حفاظت محیط زیست و یا اصلاح مرز این مناطق استفاده کرد. شایان ذکر است مدل‌سازی علاوه بر بصری کردن مناطق مطلوب، سرعت در به‌روزرسانی داده‌ها را افزایش می‌دهد و استخراج اطلاعات و تهیه‌ی نقشه‌های جدید را امکان‌پذیر می‌سازد و در پیش‌بینی شرایط به ما کمک می‌کند.

۱-۳- اهداف مطالعه:

اهداف اصلی:

۱. تعیین نقشه‌های پراکنش و مطلوبیت زیستگاه یوزپلنگ آسیایی در استان‌های اصفهان و یزد
۲. تعیین مهم‌ترین متغیرهای زیست‌محیطی موثر بر پراکنش و مطلوبیت زیستگاه یوزپلنگ آسیایی در استان‌های اصفهان و یزد
۳. بررسی منحنی‌های عکس‌العمل یوزپلنگ آسیایی نسبت به متغیرهای محیطی

اهداف فرعی:

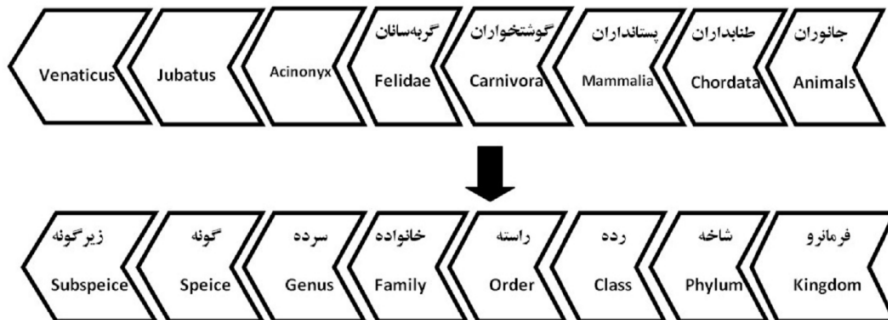
۴. تعیین نقشه‌های پراکنش و مطلوبیت زیستگاه گونه‌های قوچ‌ومیش، کل‌وبز، آهو و جبیر به عنوان طعمه‌های یوزپلنگ در استان‌های اصفهان و یزد
۵. تعیین مهم‌ترین متغیرهای زیست‌محیطی موثر بر پراکنش و مطلوبیت زیستگاه گونه‌های قوچ‌ومیش، کل‌وبز، آهو و جبیر به عنوان طعمه‌های یوزپلنگ در استان‌های اصفهان و یزد
۶. بررسی منحنی‌های عکس‌العمل گونه‌های قوچ‌ومیش، کل‌وبز، آهو و جبیر به عنوان طعمه‌های یوزپلنگ

فصل دوم: کلیات

۲-۱ معرفی گونه‌ی یوزپلنگ آسیایی (*Acinonyx jubatus venaticus*)

۲-۱-۱ ویژگی‌های ظاهری

یوزپلنگ آسیایی عضوی از خانواده‌ی گربه‌سانان است که رده‌ی پستانداران و راسته‌ی گوشت‌خواران تعلق دارد [۹] (شکل ۲-۵).



شکل ۲-۱: جایگاه یوزپلنگ در رده بندی تاکسونومیک

یوزپلنگ تنها گربه‌سانان است که از دور شباهت زیادی به سگ سانان دارد. دست و پای بلند بدن کشیده و باریک، سینه‌ی فراخ و بالای شکم او شبیه سگ تازی است. ولی بر خلاف سگ سانان سر کوچک و گرد، پوزه‌ای کوتاه و گوش‌هایی کوچک و گرد دارد. می‌توان یوز را به سگی با کله‌ی گربه تشبیه کرد. مردمک چشم گرد است. سطح بدن از خال‌های گرد، سیاه و توپر پوشیده شده است. در ناحیه‌ی صورت نوار سیاه رنگی که شبیه ریختن اشک است