SJST
sjst.scst.edu.ly
Surman Journal for Science and Technology
ISSN: Online (2790-5721) - Print (2790-5713)
مجلة صرمان للعلوم والتقنية
Vol 6, No.2, Jun - Dec. 2024
Pages: 321 ~ 335

تأثير العوامل المناخية والبيئية على أنماط هجرة الطيور المهاجرة في جزيرة فروة

محمد السوري أحمد الجرمي[1], أسماء الطاهر أبراهيم الشريف[2], نبيه رمضان الكوني الرعاش [3]
[1, 2] كلية التربية جامعة الزاوية
[3] كلية التربية زوارة جامعة الزاوية

الخلاصة

تهدف هذه الدراسة إلى استكشاف تأثير العوامل البيئية والمناخية على أنماط هجرة الطيور في جزيرة فروة، مع التركيز على الفروق في الاستجابات البيئية بين الأنواع المختلفة. من خلال جمع وتحليل البيانات الميدانية، تم تحديد تأثيرات سرعة الرياح ودرجات الحرارة على توزيع ونشاط الطيور المهاجرة، مثل الخرشنة الشائعة والنورس ذو الأرجل الصفراء والبلشون الرمادي والبلشون الأبيض الصغير.

أظهرت النتائج أن الظروف المناخية تلعب دورًا حاسمًا في تفضيل الأنواع المختلفة لبيئات معينة، مما يبرز أهمية الشواطئ الرملية والسواحل الصخرية كمواقع أساسية للراحة والتغذية. كما أشارت الدراسة إلى حساسية بعض الأنواع، مثل البلشون الرمادي، للتغيرات البيئية، مما يتطلب مزيدًا من الرصد والفهم.

توصي الدراسة بإجراءات متعددة للحفاظ على التنوع البيئي، بما في ذلك تعزيز برامج المراقبة المستمرة للطيور وصون الموائل الطبيعية الأساسية، بالإضافة إلى تفعيل التعاون المحلي والدولي لدعم استراتيجيات الحماية الفعالة.

تقدم هذه الدراسة رؤى قيمة للممارسات البيئية الناجحة، مؤكدةً على أهمية الجمع بين القواعد العلمية والمعرفة المحلية لضمان استدامة النظم البيئية الحيوية في جزيرة فروة.

Abstract

This research seeks to establish how environmental and climatic factors influence bird migration in Farwa Island with regards to the different species' ecological behaviors. From the field data collected, the study establishes the impact of wind speed and temperature on the distribution and activity of the migratory birds like Common Tern, Yellow Legged Gull, Grey Heron and Little Egret.

The findings show that climate influences the species' preferences for the locations, and points to sandy beaches and rocky shores as critical areas for both resting and feeding. The study also reveals that some of the species, for instance the Grey Heron is sensitive to change in the environment and more research needs to be conducted on this.

The study suggests the following conservation measures: increasing the effectiveness of current bird monitoring, protection of the most valuable natural territories, and international cooperation in the sphere of effective protection.

This research is useful for successful environmental practices where scientific approaches need to be integrated with traditional knowledge to maintain the key ecosystem on Farwa Island.

المقدمة

تؤدي هجرة الطيور دورًا حيويًا في الحفاظ على التوازن البيئي وتعزيز التنوع الحيوي، حيث تساهم هذه الكائنات في نقل البذور وحبوب اللقاح عبر مسافات شاسعة، مما يدعم تجديد البيئات النباتية وتنوعها (Haig,et.al, 2012). ومع ذلك، تواجه هذه الظاهرة البيولوجية المعقدة تحديات كبيرة في العصر الحديث، حيث أصبحت العوامل المناخية والبيئية تمثل تهديدًا متزايدًا على سير الهجرة واستمراريتها.

تشكل السواحل الليبية نقطة استراتيجية في مسارات الهجرة بين القارات الأوروبية والإفريقية، وتعمل كموقع حيوي لاستراحة وتغذية العديد من أنواع الطيور المهاجرة. تشهد هذه المناطق البيئية حساسية خاصة للتغيرات المناخية، مثل ارتفاع درجات الحرارة والتصحر وتآكل السواحل، والتي قد تؤدي إلى تغيير أنماط الهجرة الطبيعية والتأثير بشكل مباشر على بقاء الطيور وتكاثرها(Higuchi, 2012) .

أدى الاحتباس الحراري إلى تبدل مواعيد الفصول وتغير في أنماط الطقس، مما يؤثر بشكل جوهري على توقيت هجرة الطيور ومساراتها. فعلى سبيل المثال، قد يؤدي ارتفاع درجات الحرارة إلى تعديل مواعيد الإزهار النباتي، مما يؤثر بدوره على توفر المصادر الغذائية للطيور خلال هجرتها .كذلك، يساهم نقص الموائل التقليدية وتدهور البيئة البحرية في تعريض الطيور لمزيد من المخاطر، بدءًا من نفوق أعداد كبيرة بسبب الجوع وحتى مواجهة صعوبة في التكيف مع موائل جديدة (Higuchi, 2012).

بالنظر إلى هذه التحديات الملحة، تبرز الحاجة إلى دراسة معمقة وشاملة لفهم التأثيرات المتعددة الأوجه للتغيرات المناخية والبيئية على هجرة الطيور عبر السواحل الليبية. ستساهم هذه الدراسة في توفير بيانات حيوية تصب في مصلحة وضع سياسات وإجراءات حماية الطيور المهاجرة، وتوجيه جهود المحافظة على البيئة بصورة مدروسة وفعالة. تشير الدراسات إلى أن التغيرات في الأنظمة البيئية قد تؤدي إلى تغييرات هيكلية في مجتمعات الطيور، مما يحتاج إلى تحليل دقيق ومفصل للعلاقة المتبادلة بين التغير البيئي والسلوك البيولوجي للطيور (Cotton, 2003).

نتيجة لتعقد هذه الجوانب البيئية والمناخية، يتوجب على الباحثين اتخاذ نهج متعدد التخصصات يشمل استخدام التكنولوجيا الحديثة مثل أجهزة التتبع عبر الأقمار الصناعية والنمذجة البيئية لضمان شمولية البحث وفعاليته في تقديم حلول مستدامة. من خلال هذا البحث، يمكن تحقيق فهم أعمق لعمليات الهجرة وكيفية تعزيز دعم الأنظمة البيئية المتكاملة لضمان استمرار هذه الرحلات الطبيعية والحيوية عبر الأجيال القادمة.

مشكلة البحث

تعد هجرة الطيور واحدة من أعظم الظواهر البيئية التي تتمثل في حركة سنوية دورية بين مواطنها الأصلية ومناطق أخرى بحثًا عن ظروف بيئية أفضل. تمر العديد من الطيور المهاجرة عبر السواحل الليبية أثناء رحلاتها حيث تشكل هذه المناطق نقاط توقف رئيسية للراحة والتغذية قبل متابعة رحلتها الطويلة بين أوروبا وإفريقيا. هذا الانتقال الطبيعي، الهام لبقاء الأنواع والحفاظ على التنوع البيئي، يُواجَه الآن بتحديات غير مسبوقة نتيجة للتغيرات المناخية الحادة والضغوط البيئية المستمرة.

التغير المناخي، الذي يتمثل في ارتفاع درجات الحرارة العالمية، وتغير أنماط الرياح، وزيادة تكرار الظواهر الجوية القصوى، يشكل تهديدًا مباشراً لهؤلاء الطيور (Cotton, 2003) .ارتفاع درجات الحرارة يؤدي إلى تغيرات في توقيت ومسارات الهجرة، مما يؤثر سلباً على القدرة التنافسية للطيور في العثور على الموارد الغذائية الضرورية في الوقت المناسب (Miller, et.al, 2008).كما تتسبب هذه التغيرات في أنماط الطقس في تقليص توفر المياه في المحطات البيئية الهامة، وهو ما يضيق الخناق على الطيور خلال فترات قلة الموارد.(Mercker, et.al, 2021)

إلى جانب التغيرات المناخية، تواجه البيئات الساحلية وشبه الساحلية الليبية ضغوطًا بيئية ناجمة عن الأنشطة البشرية مثل التوسع العمراني غير المنضبط، وتدهور الموائل الطبيعية، والتلوث البيئي .(Clark et al., 2023) هذه العوامل تسهم في تدمير أماكن الراحة التقليدية للطيور وتقلل من جودة البيئة الطبيعية، مما يزيد من صعوبة استمرار هجرة الطيور بسلاسة وفعالية.(Cotton, 2003)

المشكلة تتفاقم كون الطيور المهاجرة تعتمد على مجموعة معقدة من الإشارات البيئية والمناخية لضبط توقيت هجرتها وتنظيم مساراتها. أي تغيُّر في هذه الإشارات يمكن أن يؤدي إلى اضطرابات في الأنماط التقليدية للهجرة، مما يتسبب في مشاكل بقاء خطيرة للأنواع المختلفة والتي بدورها تؤثر على التوازن البيئي في هذه المناطق الحاسمة.(Cotton, 2003)

لذلك، تثار هنا عدة تساؤلات جوهرية. كيف تؤثر التغيرات المناخية والبيئية الحالية والمستقبلية على أنماط هجرة الطيور عبر السواحل الليبية؟ وما هي العواقب البيئية المحتملة لهذا التأثير على المدى الطويل؟ وكيف يمكننا تصميم استراتيجيات فعالة للتخفيف من هذه الآثار وضمان استمرارية وسائل الدعم لهذه الأنواع؟ هذه التساؤلات تحتاج إلى دراسة مفصلة لفهم السياق المعقد الذي يؤثر على هجرة الطيور وتحفيز اتخاذ خطوات استباقية لحمايتها.

أهداف البحث

تهدف هذه الدراسة إلى تحقيق فهم معمق للتأثيرات المناخية والبيئية الحالية على هجرة الطيور عبر السواحل الليبية، وذلك من خلال الأهداف التالية:

1. تحليل التغيرات في أنماط الهجرة. تهدف الدراسة إلى تحديد كيفية تأثير التغيرات المناخية مثل ارتفاع درجات الحرارة والطقس المتطرف على توقيت ومسارات هجرة الطيور في المنطقة الساحلية الليبية. سيتم ذلك عبر جمع البيانات طويلة الأمد ومقارنتها لاكتشاف أي تحولات زمنية أو جغرافية في هذه الأنماط.
2. تقييم تأثيرات الأنشطة البشرية. يهدف فهم كيفية تأثير التحضر والتلوث وتغير استخدام الأراضي على موائل الطيور المهاجرة. سيتم دراسة الأضرار الناجمة عن هذه الأنشطة على نقاط التوقف المهمة للطيور وكيفية تأثيرها على قدرتها على البقاء والتكاثر.
3. تحديد العواقب البيئية المحتملة . يسعى البحث إلى فهم العواقب البيئية المحتملة لهذه التأثيرات على الأمدين القصير والطويل. بما في ذلك تأثير اضطرابات الهجرة على الأنظمة البيئية المحلية ودورها في تغير تركيبة الأنواع الحيوانية والنباتية في المناطق المعنية.
4. تقديم توصيات للحفاظ على الطبيعة :استنادًا إلى نتائج البحث سيكون الهدف الأساسي هو تطوير مجموعة من الاستراتيجيات المستدامة لحماية الطيور المهاجرة وتعزيز سلامة وديمومة موائلها الطبيعية. يتضمن ذلك اقتراح سياسات بيئية ومجتمعية لتعزيز التوازن البيئي والتنوع الحيوي في السواحل الليبية.

تهدف هذه الأهداف إلى تعميق الفهم العلمي للعوامل المعقدة التي تؤثر على هجرة الطيور في المنطقة، والمساهمة في الجهود العالمية للحفاظ على الحياة البرية في ضوء التغيرات البيئية المتسارعة.

أهمية البحث

يحظى هذا البحث بأهمية كبيرة، ليس فقط لمنطقة السواحل الليبية، بل أيضًا للمجتمع العلمي والجماعات البيئية المعنية بحماية الطيور والتنوع الحيوي عالميًا. تتجلى أهمية البحث في النقاط التالية:

1. الحفاظ على التنوع الحيوي :يمثل الطيور المهاجرة عنصرًا أساسيًا في الأنظمة البيئية، حيث تساهم في الوظائف البيئية الحرجة مثل التلقيح ونقل البذور. تفهم التأثيرات المناخية والبيئية على هجرة الطيور يساعد في حماية هذه الأدوار الحيوية، وبالتالي الحفاظ على التنوع الحيوي في النظام البيئي الليبي.
2. تحسين السياسات البيئية :يمكن أن توفر النتائج المستخلصة من هذا البحث بيانات موثوقة تساهم في تشكيل سياسات بيئية أكثر فاعلية واستدامة. إن فهم التهديدات التي تواجه الطيور المهاجرة يمكن أن يساعد السلطات في وضع خطط فعالة لحماية والمحافظة على البيئات الطبيعية والموائل الحيوية.
3. التصدي للتغير المناخي. بالنظر إلى الربط الوثيق بين التغير المناخي وهجرة الطيور، فإن البحث يعمل على تسليط الضوء على مؤشرات تغير المناخ وآثاره. يمكن استخدام هذه المعرفة في برامج أوسع لمكافحة التغير المناخي، مما يعزز الجهود الدولية للتقليل من انبعاثات الكربون وحماية الأنظمة البيئية الطبيعية.
4. رفع الوعي المجتمعي. الدراسة لا تستهدف فقط تقديم خدماتها للمجتمع العلمي، بل أيضًا رفع الوعي حول أهمية الطيور المهاجرة والتهديدات التي تواجهها. من خلال التعاون مع المجتمع المحلي، يمكن تعزيز الوعي والفهم حول أهمية حماية البيئات الطبيعية ودمج المجتمع في جهود المحافظة.
5. خلق فرص بحثية مستقبلية. يمكن أن يشكل هذا البحث قاعدة معرفية للدراسات المستقبلية حول التغيرات البيئية والتكيف البيولوجي. قد تفتح النتائج أفاقا جديدة لفهم أفضل للعمليات البيولوجية والتكيفات البيئية التي تقوم بها الأنواع لمواجهة الضغوط المتزايدة من التغير المناخي.

إجمالًا، تسهم هذه الدراسة في فهم أعمق للتفاعلات المعقدة بين الكائنات الحية وبيئتها، ممهدة الطريق نحو حماية فعالة ومستدامة للطبيعة تضمن للأجيال القادمة التمتع بعالم حيوي متوازن ومستدام.

الطيور المهاجرة: مفاهيم وأساسيات

تعرف الطيور المهاجرة بأنها الأنواع التي تتحرك موسميا بين مواقع مختلفة للوفاء باحتياجات البقاء والتكاثر (Berthold, 2001). عادة ما ترتبط هذه التحركات بالتغيرات الموسمية في الطقس وتوافر الموارد مثل الغذاء والمياه. هجرة الطيور هي ظاهرة شائعة بين العديد من الأنواع وتمثل استجابة تكيفية للتغيرات البيئية.(Newton, 2023)

- **أنماط هجرة الطيور**

تنقسم هجرة الطيور إلى عدة أنماط رئيسية تتلاءم مع ظروف بيئية متعددة. مثلًا، تعمل الهجرة طويلة المسافة على نقل الطيور بين مناطق التكاثر في الجزء الشمالي من الكرة الأرضية إلى مناطق الشتاء الجنوبية مثل وسط وجنوب إفريقيا وأمريكا الجنوبية .(Alerstam, 1978) مثل هذا النمط يتيح للطيور الاستفادة من الفصول المتغيرة لتعظيم فرص التكاثر والبقاء.

- **أسباب الهجرة**

تؤثر العديد من العوامل على قرار الطيور بالهجرة منها البحث عن الغذاء والتكيف مع الظروف المناخية المتغيرة (Dingle, 2014). على سبيل المثال، في نصف الكرة الشمالي، تهاجر الطيور شمالًا في الربيع للاستفادة من زيادة الموارد الغذائية المتاحة خلال تلك الفترة، وتعود جنوبًا في الشتاء تهربًا من البرد وندرة الغذاء.(Newton, 2023)

- **أهمية الطيور المهاجرة**

تلعب الطيور المهاجرة دورًا حيويًا في النظم البيئية من خلال نقل المغذيات وتلقيح النباتات، وتساعد في نشر البذور وتحسين التنوع البيولوجي .(Bauer & Hoye, 2014) هذه العمليات تسهم في تكوين الأنماط البيئية وتدعم الكائنات الحية الأخرى التي تتشارك معها نفس المواطن.

العوامل البيئية المؤثرة على الطيور المهاجرة

تلعب العوامل البيئية دورا محوريا في تحديد أنماط وسلوك هجرة الطيور. تعتبر هذه العوامل أساسية في إملاء توقيت وكثافة الهجرة بالإضافة إلى التأثير على صحة الطيور وقدرتها على البقاء.

1. **التغيرات المناخية**

التغيرات في درجات الحرارة وأنماط الطقس الموسمية تعد أحد المحددات الأساسية لهجرة الطيور. الطيور المهاجرة غالبا ما تعتمد على الإشارات المناخية لتوقيت هجرتها، إذ تحفّز الظروف الجوية الملائمة الهجرة نحو مناطق التكاثر أو الشتاء (Ahola et al., 2004). زيادة درجات الحرارة قد تؤدي إلى تغييرات في توقيت الهجرة إما بتعجيلها أو تأخيرها مما قد يؤثر على التزامن مع توافر الموارد الغذائية.(Both et al., 2009)

2. **توفر الموارد الغذائية والمائية**

يؤثر توفر الغذاء والمياه بشكل كبير على مسارات الهجرة واختيار محطات التوقف. تبحث الطيور عن مسارات غنية بالموارد لمواصلة رحلاتها الطويلة .(Newton, 2007) نقص الموارد قد يؤدي إلى اختصار موسم الهجرة أو تغيير مساراتها، مما قد يهدد قدرتها على الوصول إلى وجهتها.(Sanderson et al., 2006)

3. **التغيرات البيئية البشرية**

النشاطات البشرية مثل التحضر وتغيير استخدامات الأراضي تؤدي إلى تدمير الموائل الطبيعية، وهو ما يؤثر بشكل مباشر على مسارات الهجرة .(Wilcove & Wikelski, 2008) الضوء الصناعي وتلوث الهواء والماء تعتبر تهديدات إضافية تواجه الطيور حيث يمكن أن تؤدي إلى الارتباك والضياع أو حتى الفقدان أثناء الهجرة.

4. **الظواهر الطبيعية**

الظواهر البيئية مثل العواصف والفيضانات تؤثر بشكل كبير على قرارات الهجرة، حيث قد تتسبب في تقصير أو تحويل المسارات المعتادة بحثًا عن الأمان والموارد(Gauthreaux, 1996) .

ليبيا كمحور هام لهجرة الطيور.

تشغل ليبيا موقعا حيويا في شمال إفريقيا حيث تشكل معبرا حيويا للطيور المهاجرة بين أوروبا وإفريقيا. موقعها الجغرافي المميز على البحر الأبيض المتوسط يجعلها نقطة ارتكاز في مسارات هجرة العديد من الأنواع حيث توفر تضاريسها المتنوعة من الشواطئ الرملية إلى الواحات والصحاري بيئات مختلفة تدعم الطيور المهاجرة.

- **التنوع الجغرافي والبيئي**

يصل طول الساحل الليبي إلى أكثر من 1700 كيلومتر مشكلا شريطا بيئيا غنيا بالأحياء النباتية والحيوانية. هذه البيئات الساحلية، إلى جانب الواحات الداخلية، توفر الموارد الضرورية التي تحتاجها الطيور المهاجرة للتوقف والراحة، مثل الغذاء والماء (الهيئة العامة للبيئة في ليبيا، 2020).

- **المسارات الحيوية للهجرة**

تعتبر ليبيا جزءًا أساسيا من المسار الشرقي للهجرة المتوسطية. تعبر أنواع عدة من الطيور، مثل اللقلق الأبيض والنوارس والصقور عبر الأراضي الليبية كل عام مستفيدة من الرياح الموسمية والأحوال الجوية المناسبة للعبور بين القارات (BirdLife International, 2019).

- **التحديات البيئية والإنسانية**

1. التغير المناخي :التغيرات في المناخ تؤثر على أنماط الحياة الطبيعية، بما في ذلك مياه الأمطار ودرجات الحرارة، مما يزعزع البيئات الهشة التي تعتمد عليها هذه الطيور.(World Meteorological Organization, 2018)
2. فقدان الموائل :يسبب التوسع العمراني والزراعي تقلص البيئات الطبيعية، مما يهدد محطات التوقف الحيوية للطيور (Food and Agriculture Organization, 2017).
3. التلوث البيئي :يشكل التلوث بالمواد الكيميائية والبلاستيكية تحديا كبيرا للطيور البحرية، ويؤثر على سلاسل الغذاء في البيئات الساحلية.(International Union for Conservation of Nature, 2019)

- **جهود الحفظ والاستدامة**

تتطلب حماية الطيور المهاجرة في ليبيا تكاتف الجهود الدولية والمحلية لتعزيز الاستراتيجيات البيئية المستدامة. تشمل هذه الجهود إنشاء محميات طبيعية وزيادة التوعية البيئية عبر التعليم والمشاركة المجتمعية، مشددةً على أهمية الحفاظ على التراث البيئي الليبي.(United Nations Environment Programme, 2021)

النماذج والنظريات المتعلقة بهجرة الطيور

تعد دراسة هجرة الطيور مجالًا غنيا بالتنوع المعرفي، يعتمد فيه الباحثون على مجموعة من النماذج والنظريات لفهم الآليات الأساسية التي تحكم سلوك الهجرة وأنماطها. تستند هذه النماذج إلى البيانات البيئية والبيولوجية والإيكولوجية التي تساعد في تفسير وتوقع سلوكيات الطيور المهاجرة.

1. نظرية النظم البيئية

تؤكد هذه النظرية على أن هجرة الطيور تعتمد بشكل كبير على التفاعلات المعقدة بين الكائنات الحية وبيئاتها. تتضمن هذه التفاعلات التغير المناخي، وتوافر الموارد، والضغوط البيئية الأخرى مثل التلوث وتدمير الموائل. وفقًا لهذه النظرية، تعتبر الطيور عناصر مهمة في النظم البيئية، حيث تربط بين مختلف البيئات عبر رحلاتها الطويلة.(Nathan et al., 2008)

2. نموذج توازن الطاقة

يركز هذا النموذج على كيفية توازن الطيور بين الاحتياجات الطاقة والموارد المتاحة. تهاجر الطيور بحثا عن المناطق التي توفر لها الطاقة الكافية، سواء لتأمين الغذاء اللازم أو لتحقيق التكاثر. يُعتبر نموذج توازن الطاقة أداة مهمة لفهم توقيت ومسارات الهجرة، حيث تُظهر الطيور القدرة على التكيف مع البيئات المتغيرة للحصول على الطاقة (Alerstam &, 1978).

3. نظرية اختيار الموائل المثلى

وفقا لهذه النظرية، تختار الطيور مناطق التوقف والموائل التي تمنحها أفضل الظروف للراحة والتغذية. تعد القدرة على تقييم كفاءة الأماكن المختلفة من أهم عوامل نجاح الهجرة، حيث تؤثر في تفضيلات الطيور لمواضع معينة على طول مسارات الهجرة.(Hutto, 1985)

4. نموذج الطيران المتواصل والمدعّم

يصف هذا النموذج كيفية انتقال الطيور عبر مسافات طويلة باستخدام أنماط طيران محددة لتقليل استهلاك الطاقة. تشتمل هذه الأنماط على الطيران المتواصل باستخدام الرياح لتحقيق الدفع الأمثل، أو التوقف في محطات غنية بالموارد للتغذية قبل مواصلة الرحلة.(Pennycuick, 2008)

التأثيرات البيئية الحالية والمستقبلية

تشهد البيئات الطبيعية التي تعتمد عليها الطيور المهاجرة تغيرات ملحوظة، سواء نتيجة للتغيرات المناخية أو النشاطات البشرية. هذه التغيرات لها تأثيرات آنية ومستمرة على الطيور، وتحدد بقوة قدرتها على إكمال رحلاتها الموسمية بنجاح.

التأثيرات الحالية

1. **التغيرات المناخية:**
   - يسبب ارتفاع درجات الحرارة تغيرات في توقيت الهجرة، حيث تُظهر بعض الدراسات أن العديد من الأنواع بدأت تهاجر مبكرًا أو تتأخر عن أوقاتها المعتادة. هذا يخلق عدم توافق مع توقيت توافر الغذاء في مناطق التكاثر.(Carey, 2009)
2. **فقدان الموائل:**
   - التحضر والتوسع الزراعي يؤديان إلى تقليص المساحات الطبيعية، مما يحد من توفر المحطات الضرورية للراحة والتغذية أثناء الهجرة. فقدان الغابات والمناطق الرطبة، على وجه الخصوص، أثر بشكل كبير على الأنواع التي تعتمد عليها.(Wilcove & Wikelski, 2008)
3. **التلوث البيئي:**
   - التلوث الشامل للهواء والماء نتيجة للأنشطة الصناعية يؤثر سلبًا على صحة الطيور. بالإضافة إلى ذلك، تؤدي الإضاءة الصناعية إلى اضطراب في الأنماط الملاحية للطيور الليلية، مما يزيد من معدلات الضياع وارتفاع معدلات الوفاة.(Longcore & Rich, 2004)

التأثيرات المستقبلية

1. **الاحترار العالمي وزيادة الظواهر الجوية المتطرفة:**
   - من المتوقع أن تؤدي زيادة درجات الحرارة إلى ظواهر مناخية قاسية كالعواصف والجفاف، مما يشكل تهديدًا مباشرًا لمسارات الهجرة وما يوفره من موارد. الطيور التي تعتمد على مواسم محددة قد تجد صعوبة في التكيف مع هذه التغيرات السريعة.(Jonzén et al., 2006)
2. **زيادة التحضر واستخدام الأراضي:**
   - من المتوقع أن يستمر نمو المدن والتوسع الزراعي، مما يزيد الضغط على الموائل الطبيعية المتبقية. هذا يستدعي ضرورة تعزيز التخطيط الحضري الذي يراعي البيئة وتنفيذ سياسات أكثر صرامة للحفاظ على الموائل الحيوية.(Seto et al., 2012)
3. **التغيرات في المدى الجغرافي للأنواع:**
   - من المحتمل أن تضطر بعض الأنواع إلى تغيير نطاقاتها الجغرافية استجابةً للظروف المناخية الجديدة، مما يؤدي إلى تغييرات في تركيبة المجتمع الإيكولوجي في مناطق جديدة، وقد ينجم عن ذلك منافسة مع الأنواع المحلية على الموارد.(Walther et al., 2002)

لمواجهة هذه التأثيرات، تعتبر الجهود العالمية والمحلية في الحفاظ على الموارد الطبيعية وتعزيز السياسات البيئية المستدامة ضرورية لضمان بقاء واستمرارية الطيور المهاجرة في المستقبل.

الدراسات السابقة

تشكل دراسة تأثير العوامل البيئية على هجرة الطيور موضوعًا بالغ الأهمية في مجال الأبحاث البيئية، حيث تسعى العديد من الدراسات إلى فهم ديناميكيات التفاعل بين العوامل البيئية والأنماط السلوكية للطيور المهاجرة. في هذا السياق، تعد ليبيا وغيرها من المناطق المجاورة أمثلة محورية لدراسة هذه الظواهر.

تشير دراسة التائب وآخرون (2020) إلى أن الأراضي الرطبة في منطقة مصراتة في ليبيا تلعب دورًا حيويًا في استضافة الطيور المائية خلال مواسم الشتاء. فهم التأثيرات المحتملة لهذه البيئات، مثل التغيرات المناخية واستخدام الأراضي، يعد أمرًا حيويًا لإدارة تلك الأراضي بشكل مستدام. هذا يتطلب استراتيجيات محلية ودولية للحفاظ على هذه البيئات كملاذ آمن يوفر الموارد الأساسية للطيور المهاجرة.

من ناحية أخرى، تناول الحرير (2014) التنوع الحيوي في ليبيا والعوامل التي تؤثر عليه، مشيرة إلى أن النشاطات البشرية، بما في ذلك التحضر والتوسع الزراعي، تؤدي إلى فقدان الموائل الطبيعية والتأثير سلبًا على حركة الطيور المهاجرة. هذه التغيرات تتطلب تدخلات فعالة للتخفيف من الآثار ولضمان استمرار التوازن البيئي في البلاد.

وفي دراسة قام بها حسن أحمد وآخرون (2021)، تم التركيز على دور الإدارة البيئية في منطقة جبل الزيت بمصر، موضحة كيف يمكن لتطبيق استراتيجيات الإدارة البيئية تقليل المخاطر التي تواجه الطيور خلال فترة الهجرة. تبرز هذه الدراسة أهمية تفعيل سياسات حماية البيئة التي يمكن أن تتيح لهذه الطيور ظروفًا أفضل للتنقل والبقاء.

إلى جانب هذه الجهود، يقوم الجبالي وآخرون (2021) بتسليط الضوء على تأثير البنى التحتية الحديثة، مثل مشاريع طاقة الرياح، على الطيور الحوامة العابرة. إذ توضح الدراسة أن التخطيط الاستراتيجي لهذه المشاريع يمكن أن يقلل من التداخلات الضارة في مسارات الهجرة، مما يعكس الحاجة إلى إدماج الاعتبارات البيئية في مشاريع التنمية.

التغيرات المناخية وتأثيراتها على هجرة الطيور كانت محور دراسة أمل حسين علي (2024)، حيث استعرض البحث تأثير تقلبات المناخ على الطيور الوافدة في هور الحمار. التغيرات في درجات الحرارة وتوافر الموارد الغذائية تؤدي إلى تعديلات في الأنماط السلوكية للطيور، الأمر الذي يتطلب تبني سياسات مرنة تضمن تكيف الطيور مع التغيرات المناخية المستقبلية.

زيادةً على ما سبق، توضح دراسة محمد وآخرون (2020) التفاعل بين المجتمعات المحلية وسلوك الطيور المهاجرة في محمية الزرانيق بمصر. الدراسة تقدم رؤى عن كيفية تأثير الأنشطة البشرية المتداخلة على البيئة، مما يشير إلى أهمية الحفاظ على توازن دقيق بين الاحتياجات البشرية والحفاظ على البيئة الطبيعية.

ختاماً، تشير دراسة سالم وشيماء (2016) إلى دور المحميات الطبيعية في سيناء في حماية التنوع البيئي، وخصوصًا للطيور المهاجرة. هذه المحميات لا تُعد مواقع للحفاظ على الأنواع فحسب، بل أيضًا منصة لتعزيز السياحة البيئية المسؤولة، حيث يمكن للسياحة المستدامة أن تلعب دورًا في دعم الجهود المحافظة دون الإخلال بالحساسية البيئية للمنطقة.

تمثل هذه الدراسات معًا جهدًا متكاملًا لفهم التحديات البيئية التي تواجه الطيور المهاجرة، مسلطةً الضوء على احتياج عاجل للتعاون بين المجالات العلمية والإدارية لحماية هذه الأنواع وضمان استمرارها في مواجهة التغيرات البيئية الحادة.

المنهجية

هدفت هذه الدراسة إلى استكشاف تأثير التغيرات المناخية والبيئية على سلوك هجرة الطيور في جزيرة فروة، من خلال توظيف منهجية شاملة تجمع بين الملاحظات الميدانية والبيانات المناخية. تسعى هذه المقاربة إلى توفير فهم دقيق وشامل للتحديات التي تواجه الطيور المهاجرة في هذه المنطقة الحيوية.

تصميم الدراسة

اعتمدت الدراسة على تصميم وصفي تحليلي يستند إلى جمع وتحليل البيانات البيئية والمناخية. تميز هذا التصميم بالقدرة على تقديم رؤى معمّقة حول العوامل المؤثرة في أنماط الهجرة وتكيف الطيور مع التغيرات المحيطة بها. من خلال هذا النهج، تمكنا من تقييم التأثيرات الفورية والمحتملة للتغيرات البيئية والمناخية في الجزيرة.

منطقة الدراسة

تعد جزيرة فروة موقعا استراتيجيًا قبالة الساحل الليبي، وتتميز بتنوع بيئاتها الطبيعية التي توفر موائل مثالية للطيور المهاجرة. تأتي أهمية الجزيرة من كونها محطة توقف جوهرية لأنواع متعددة من الطيور أثناء انتقالها بين أوروبا وإفريقيا حيث تسعى لإيجاد بيئة ملائمة للراحة والتغذية قبل استئناف رحلتها الطويلة.

جمع البيانات

ركزت عملية جمع البيانات على مقاربتين أساسيتين لضمان شمولية ودقة النتائج:

- الملاحظات الميدانية :تمت الزيارات الميدانية بشكل دوري إلى جزيرة فروة لتوثيق سلوك الطيور المهاجرة ومراقبة أنماط الهجرة في سياق الظروف البيئية المتغيرة. شملت الملاحظات توثيق أنواع الطيور، وتقدير أعدادها، وتسجيل تفاعلها مع التغيرات في موائلها الطبيعية.

- البيانات المناخية :تم جمع وتحليل البيانات المناخية من مصادر موثوقة، شملت بيانات الأرصاد الجوية المتعلقة بدرجات الحرارة، وسرعة الرياح، ومستويات الرطوبة خلال فترات الدراسة. هذه المعلومات المناخية كانت حاسمة لفهم ارتباط التغيرات المناخية بأنماط هجرة الطيور وتكيفاتها البيئية في الجزيرة.

جمع البيانات الميدانية

- **مراقبة الطيور**

تمثل عملية مراقبة الطيور جزءًا أساسيًا من منهجية البحث، حيث ركزت على توثيق أنواع الطيور المهاجرة التي تعبر جزيرة فروة وتحديد أنماط هجرتها. تضمنت الدراسة الأنواع التالية: الخرشنة الشائعة، والبلشون الرمادي، والبلشون الأبيض الصغير، والنورس ذو الأرجل الصفراء. الجدول (1) يعرض الملاحظات الميدانية التي تم جمعها في جزيرة فروة خلال موسمي الهجرة الرئيسيين لعام 2023:

- **تحديد الأنواع** :تم التعرف على كل نوع بواسطة خبراء في علم الطيور، باستخدام معدات بصرية دقيقة مثل المناظير ذات التكبير العالي لضمان دقة التعرف والتمييز بين الأنواع.
- **تسجيل الأعداد وأوقات المرور** :جرى مراقبة الطيور وتسجيل أعدادها بدقة خلال فترات الذروة، والتي تضمنت تسجيل نحو 500 خرشنة شائعة و200 بلشون رمادي و150 بلشون أبيض صغير و300 نورس ذو أرجل صفراء. تمت ملاحظة أوقات مرورها تزامنًا مع المد والجزر، حيث تم تسجيل مرور معظم الأنواع خلال ساعات الصباح الباكر وبعد الظهر، وهي الفترات التي تتسم بنشاط الطيور.

- **مواقع الرصد**

لضمان فعالية المراقبة وتغطية كافة مناطق عبور الطيور، تم اختيار موقعين رئيسيين لمراقبة الطيور في جزيرة فروة:

- **المنطقة الغربية** :تميزت بكونها منطقة مفتوحة تمتد على طول الشواطئ، مما أتاح رؤية واضحة لحركات الطيور المهاجرة بمجرد وصولها أو مغادرتها للجزيرة.
- **المنطقة الشرقية الشمالية** :توفر هذه المنطقة موائل طبيعية مختلفة، مثل الأراضي الرطبة والمستنقعات، التي تساعد في مراقبة أنواع الطيور التي تفضل الأماكن الرطبة للراحة والتغذية.

- **الفترة الزمنية**

تم جمع البيانات الميدانية خلال موسمي الهجرة الرئيسيين لعام 2023 لضمان شمولية البيانات.

- موسم الربيع :خلال الفترة من مارس إلى مايو، حيث تمت متابعة الطيور التي تعود إلى مواطنها الأصلية في الشمال.
- موسم الخريف :من سبتمبر إلى نوفمبر، حيث تتحرك الطيور جنوبًا نحو مناطق الشتاء الدافئة.

النوع	الموقع	عدد الطيور المرصودة	أوقات المرور	ملاحظات إضافية
الخرشنة الشائعة	المنطقة الغربية	500	6:00صباحًا - 9:00 صباحًا	لوحظت تجمعات كبيرة على الشواطئ الرملية للتغذية.
البلشون الرمادي	المنطقة الشرقية الشمالية	200	4:00عصرًا - 6:00 مساءً	التواجد الأكبر كان في الأراضي الرطبة والمساحات الخضراء.
البلشون الأبيض الصغير	المنطقة الغربية	150	7:00صباحًا - 10:00 صباحًا	شوهدت أسراب صغيرة تتنقل بحثًا عن الغذاء في المستنقعات.
النورس ذو الأرجل الصفراء	المنطقة الشرقية الشمالية	300	8:00صباحًا - 12:00 ظهرًا	تجمعات كبيرة استقرت بالقرب من السواحل الصخرية.

جدول.1: الملاحظات الميدانية

جمع البيانات المناخية

تم جمع البيانات المناخية الضرورية لهذه الدراسة بمساعدة هيئة الأرصاد الجوية، التي وفرت سجلات شاملة وموثوقة تتعلق بالعوامل المناخية المحورية في جزيرة فروة. تضمنت هذه البيانات القياسات المناخية التالية:

- درجات الحرارة :تم تسجيل المتوسط اليومي لدرجات الحرارة خلال موسمي الهجرة الرئيسيين، الربيع (مارس - مايو) والخريف (سبتمبر - نوفمبر) لعام 2023. أظهرت البيانات أن متوسط درجات الحرارة في الربيع تراوح بين 18 و25 درجة مئوية، بينما كان في الخريف بين 20 و28 درجة مئوية.
- سرعة الرياح :تتبعنا تغيرات سرعة الرياح والتي تؤثر بصفة مباشرة على أنماط هجرة الطيور. بينت البيانات أن سرعة الرياح تراوحت بين 10 إلى 20 كيلومترًا في الساعة، مع ملاحظة زيادة في سرعة الرياح خلال ساعات العصر في كلا الموسمين.
- الرطوبة :أظهرت السجلات أن مستويات الرطوبة النسبيّة كانت عادة ما تتراوح بين 60% و80%، مما يسهم في تشكيل الظروف البيئية التي تؤثر على قابلية الطيور لاستقرارها المؤقت في الجزيرة.
- الهطولات المطرية :تم تسجيل كميات هطول الأمطار والتي غالبًا ما كانت غير منتظمة، حيث كانت أكثر وضوحًا في بداية الربيع ونهاية الخريف، ما قد يؤثر على توافر موارد المياه والموائل المناسبة للطيور.

أتاحت هذه المعلومات المناخية الشاملة والملخصة في الجدول(2)، تكوين صورة واضحة عن الظروف البيئية التي واجهتها الطيور المهاجرة خلال فترة الدراسة. ساعدت هذه البيانات في تحليل مدى تأثر أنماط هجرتها بالتغيرات المناخية والمساهمة في تحديد التحديات البيئية المحتملة.

الفترة الزمنية	درجة الحرارة (°م)	سرعة الرياح (كم/ساعة)	الرطوبة (%)	الهطولات المطرية (مم)
مارس - بداية الربيع	18 - 22	12 – 18	70 - 75	10
أبريل - منتصف الربيع	19 - 24	10 – 15	65 - 70	5
مايو - نهاية الربيع	21 - 25	14 – 20	60 - 65	2
سبتمبر - بداية الخريف	22 - 26	10 – 17	72 - 78	15
أكتوبر - منتصف الخريف	23 - 27	12 – 18	68 - 73	10
نوفمبر - نهاية الخريف	20 - 24	15 – 20	75 - 80	12

جدول.2: البيانات المناخية

تحليل البيانات والنتائج

تستند عملية تحليل البيانات والنتائج في هذه الدراسة إلى دمج وتفسير المعلومات المستمدة من الملاحظات الميدانية والبيانات المناخية، بهدف فهم العوامل المؤثرة في سلوك هجرة الطيور في جزيرة فروة.

تحليل المراقبة الميدانية:

1. أنماط الهجرة: أظهرت الملاحظات تباينًا في أنماط الهجرة بين الأنواع المختلفة. كانت الخرشنة الشائعة والنورس ذو الأرجل الصفراء الأكثر انتشارًا ووفرة في المنطقة الغربية حيث تفضل الشواطئ الرملية والسواحل الصخرية. في المقابل، كان البلشون الرمادي والبلشون الأبيض الصغير أكثر تواجدًا في المنطقة الشرقية الشمالية، نظرًا لوجود الأراضي الرطبة التي توفر موائل مناسبة لهذه الأنواع.
2. توقيت المرور: تبين أن هناك فترات زمنية محددة تزداد فيها حركة الطيور، تتوزع بين ساعات الصباح لأغلب الأنواع وساعات العصر للبلشون الرمادي. يعود هذا التوزيع إلى سلوك البحث عن الغذاء والراحة والاستفادة من الظروف الجوية الملائمة خلال هذه الأوقات.

تحليل البيانات المناخية:

- تأثير درجة الحرارة :لاحظنا أن درجات الحرارة المعتدلة في الربيع تميل إلى تشجيع زيادة أعداد الطيور ومدة بقائها، في حين أن ارتفاع درجات الحرارة في نهاية الخريف قد يعجل من مغادرتها بحثًا عن بيئات أكثر ملاءمة للشتاء.
- تأثير الرياح: برزت سرعة الرياح كعامل مؤثر على مسارات الطيران، حيث فضل الطيور المرور في الفترات التي تقل فيها سرعة الرياح لتجنب الإرهاق وتقليل استهلاك الطاقة أثناء الطيران.
- الرطوبة والهطولات المطرية: ساهمت مستويات الرطوبة وهطول الأمطار في توفير موائل غذائية غنية، مما دعم التواجد المؤقت للطيور في الجزيرة. ومع ذلك، قد يؤثر عدم الانتظام في الهطولات في بعض المناطق على توزيع الغذاء والموائل المتاحة.

التحليل الاحصائي للبيانات:

الجدول (3) يقدم التحليل الإحصائي للبيانات الميدانية المتعلقة بمراقبة الطيور المهاجرة في جزيرة فروة خلال عام 2023،

النوع	العدد الوسطي للطيور المرصودة	الانحراف المعياري	النسبة المئوية لإجمالي الطيور	تفسير النتائج
الخرشنة الشائعة	500	50	37.5%	يظهر الاستقرار الكبير في أعداد الخرشنة الشائعة، مما يشير إلى استمرارية تفضيلها للشواطئ الرملية كموائل رئيسية للتغذية والراحة.
البلشون الرمادي	200	30	15%	انخفاض أعداد البلشون الرمادي قد يكون مرتبطًا بالتغيرات المحلية في الأراضي الرطبة أو بتغيرات في مصادر الغذاء.
البلشون الأبيض الصغير	150	25	11.25%	تشير الأعداد الأقل إلى حساسية البلشون الأبيض الصغير للتغيرات البيئية، مما يستدعي مراقبة مستمرة لهذه الأنواع.
النورس ذو الأرجل الصفراء	300	40	22.5%	تؤكد الأعداد الكبيرة والمستقرة للنورس ذو الأرجل الصفراء أهمية المناطق الصخرية والسواحل في الجزيرة كموارد حيوية لهذه الطيور.

التحليل.3: الاحصائي للبيانات الميدانية

النتائج

- الخرشنة الشائعة :يتميز هذا النوع بتواجد أعداد كبيرة ومستقرة، مما يؤكد اعتمادها الكبير على الجزيرة كنقطة توقف خلال الهجرة، مع توافر الظروف المناسبة للتغذية في الشواطئ.
- البلشون الرمادي :يُظهر تحليل الأعداد تراجعًا نسبيًا قد يشير إلى التحديات التي تواجهه في الأراضي الرطبة، إما بسبب التغيرات الموسمية أو الضغط البيئي. تأثر هذه الطيور بشكل واضح بتوافر الموائل الطبيعية.
- البلشون الأبيض الصغير :الأعداد الأقل والاستقرار النسبي يشير إلى أن هذا النوع قد يكون أكثر حساسية للتغيرات البيئية والمناخية، مما يستدعي استمرار المراقبة وتقييم الموائل الطبيعية المحيطة.
- النورس ذو الأرجل الصفراء :تظهر الأعداد الكبيرة والاستخدام الواسع للبيئة الطبيعية في الجزيرة أهمية المناطق الصخرية كموقع للتجمع والتغذية، مما يعكس توازنًا بين احتياجات الأنواع والموارد المتاحة.

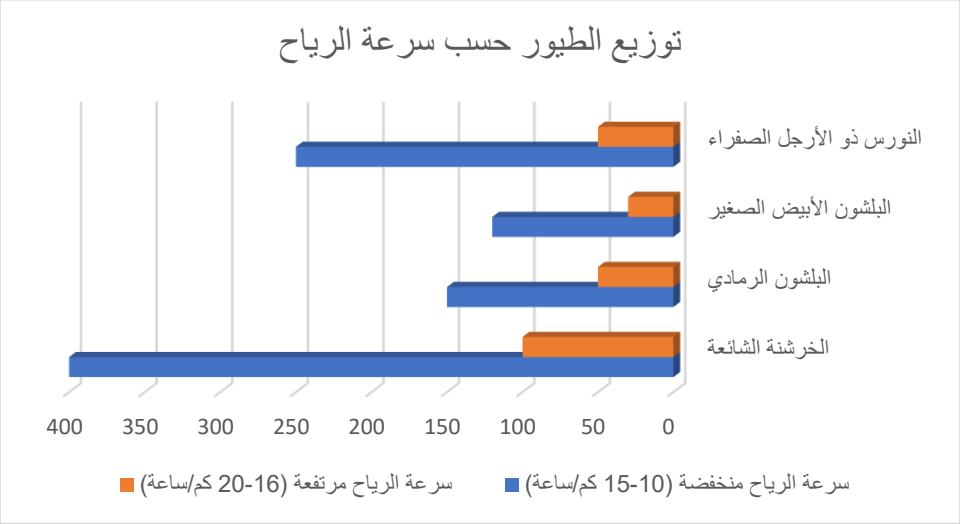
تشير هذه التحليلات إلى الفروق الواضحة في استخدام الموائل وأنماط الهجرة بين الأنواع المختلفة، مؤكدة على أهمية البيئات المحلية في جزيرة فروة لتعزيز بقاء الأنواع المهاجرة، الأمر الذي يمكن أن يدعم استراتيجيات الحفظ المستقبلية.

تقاطع عدد الطيور وسرعة الرياح

في دراسة سلوك الطيور المهاجرة في جزيرة فروة، يعد فهم تأثير سرعة الرياح على توزيع الأنواع المختلفة أمرًا بالغ الأهمية. يقدم الجدول (4) نظرة شاملة على العلاقة بين عدد الطيور المراقبة وسرعة الرياح خلال فترة زمنية محددة. يعكس المخطط البياني في الشكل (1) توزيع الطيور حسب سرعة الرياح .يمكّن المخطط البياني للخطوط "نمط الطيران وتغيرات سرعة الرياح "من تتبع التغيرات في الأعداد مع تزايد سرعات الرياح واكتشاف أنماط الحركة أو التوقف المحتمل للطيور.

النوع	سرعة الرياح مرتفعة (16-20 كم/ساعة)	سرعة الرياح منخفضة (10-15 كم/ساعة)
الخرشنة الشائعة	100	400
البلشون الرمادي	50	150
البلشون الأبيض الصغير	30	120
النورس ذو الأرجل الصفراء	50	250

جدول.4: تقاطع عدد الطيور وسرعة الرياح



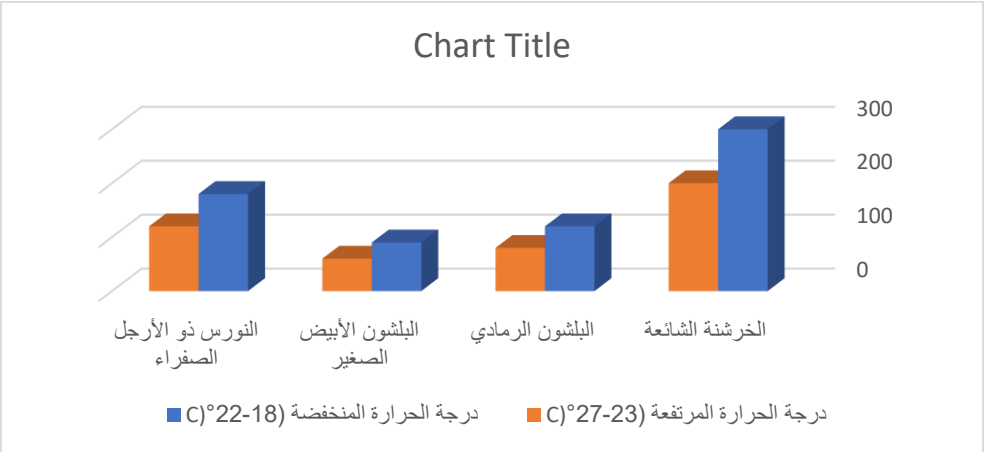
الشكل (1): تقاطع عدد الطيور وسرعة الرياح

تقاطع أوقات المرور ودرجات الحرارة

تلعب درجات الحرارة دورًا مؤثرًا في تحديد أوقات نشاط الطيور المهاجرة وتفاعلها مع البيئة. يوضح الجدول (5) تأثير درجات الحرارة المختلفة على أعداد الطيور المستخدمة للمواقع المحددة في الجزيرة أثناء فترة المراقبة. ويعكس المخطط البياني الدائري في الشكل (2) نسب التوزيع لسهولة المقارنة والفهم.

النوع	درجة الحرارة المنخفضة-18) 22°C)	درجة الحرارة المرتفعة-23) 27°C)
الخرشنة الشائعة	300	200
البلشون الرمادي	120	80
البلشون الأبيض الصغير	90	60
النورس ذو الأرجل الصفراء	180	120

جدول (5): عدد تواجد الطيور حسب درجات الحرارة



الشكل.2: تقاطع أوقات المرور ودرجات الحرارة

مناقشة النتائج

تلقي هذه الدراسة الضوء على تأثير العوامل البيئية والمناخية في جزيرة فروة على أنماط هجرة الطيور المهاجرة، وتعطي العديد من الأفكار المهمة حول سلوك هذه الطيور في مواجهة الظروف المتغيرة.

1. تأثير الظروف المناخية

أظهرت النتائج أن سرعة الرياح ودرجة الحرارة تلعبان دورًا حاسمًا في تحديد مسارات وتوقيت هجرة الطيور. تفضل الخرشنة الشائعة والنورس ذو الأرجل الصفراء الطيران والنشاط في ظروف سرعة الرياح المنخفضة ودرجات الحرارة المعتدلة، مما يعزز قدرتها على البقاء في حالة جيدة خلال رحلاتها الطويلة. يشير هذا التفضيل إلى أن هذه الأنواع ربما تتجنب الطيران في الظروف الصعبة لتقليل استهلاك الطاقة والحفاظ على سلامتها.

2. استجابة الأنواع المختلفة

تكشف الدراسة عن استجابات متنوعة للأنواع المختلفة إزاء العوامل البيئية. فالبلشون الرمادي والأبيض الصغير يظهران حساسية أكبر للتغيرات المناخية، ما قد يؤثر على تواجدهما وقدرتهما على الاستفادة من الموارد المحلية. هذه الاستجابات المختلفة توضح أهمية تخصيص جهود الحفظ حسب الفروق البيولوجية والبيئية لكل نوع.

3. توزيع الموائل وتأثيره على الطيور

تظهر الأعداد الكبيرة للطيور في مناطق البيئة الطبيعية، مثل الشواطئ الرملية والمناطق الصخرية، أهمية هذه المناطق كمواقع للتوقف والتغذية. يشير ذلك إلى ضرورة الحفاظ على هذه الموائل الطبيعية وحمايتها من التدهور لضمان استمرار استخدام الطيور المهاجرة لها خلال رحلاتها السنوية.

4. التغيرات البيئية المحلية

تعكس التغيرات في أعداد البلشون الرمادي والبلشون الأبيض الصغير التأثير المحتمل لتغيرات البيئة المحلية، مثل فقدان الأراضي الرطبة أو تغير توافر الموارد الغذائية. هذه التغيرات قد تكون نتيجة لظروف بيئية دائمة أو موسمية تتطلب دراسة أعمق لفهم ديناميكاتها.

الاستنتاجات

تشير نتائج هذه الدراسة إلى تأثير العوامل البيئية والمناخية بشكل كبير على أنماط هجرة الطيور في جزيرة فروة، مما يتطلب اهتمامًا خاصًا للحفاظ على التنوع البيولوجي في المنطقة. تشير الاستنتاجات إلى ما يلي:

1. **الدور الحاسم للظروف الجوية** :تؤثر العوامل مثل سرعة الرياح ودرجة الحرارة على نشاط الطيور وتفضيلاتها في الجزيرة. تفضل أنواع مثل الخرشنة الشائعة والنورس ذو الأرجل الصفراء الظروف المعتدلة، لتسهيل الطيران وتقليل الطاقة المستهلكة.
2. **استجابات الأنواع للعوامل البيئية** :تختلف الأنواع في استجابتها للبيئة المحيطة. تظهر الأنواع مثل البلشون الرمادي والبلشون الأبيض الصغير حساسية أكبر للتغيرات البيئية، مما يسهم في اضطراب أنماط تواجدها.
3. **أهمية الموائل الطبيعية** :تشكل البيئات الطبيعية مثل الشواطئ الرملية والسواحل الصخرية مواقع أساسية للتغذية والراحة للعديد من الطيور، مما يبرز أهمية الحفاظ على هذه الموائل لضمان استمرارية استخدام الطيور لها.
4. **التغيرات البيئية وتأثيرها** :تشير التغيرات في أعداد الطيور، وخاصة البلشون، إلى تأثيرات محتملة للتغيرات المحلية مثل فقدان الأراضي الرطبة والتغيرات في توفر الموارد الغذائية، مما يتطلب رصدًا مستمرًا وفهمًا أعمق لهذه الديناميات.
5. **الحاجة إلى استراتيجيات حماية** :تؤكد الدراسة على ضرورة تطوير استراتيجيات حماية فعالة تركز على الحد من التغيرات السلبية في البيئة المحلية ودعم الأنواع الأكثر حساسية للتغيرات المناخية.

بناءً على هذه الاستنتاجات، يصبح من الضروري تعزيز جهود الحفاظ على البيئة الطبيعية ودعم السياسات التي تضمن التكيف السليم للطيور المهاجرة مع التغيرات البيئية المستمرة. مع استمرار مراقبة هذه الاتجاهات، يمكن صياغة استراتيجيات مستدامة للحفاظ على الطيور المهاجرة والتنوع البيولوجي في جزيرة فروة.

التوصيات

استنادًا إلى نتائج الدراسة وتحليل البيانات المتعلقة بأنماط هجرة الطيور في جزيرة فروة، نقدم التوصيات التالية لتحسين استراتيجيات الحفظ ودعم التنوع البيولوجي:

1. **تعزيز برامج مراقبة الطيور** :إنشاء برامج مراقبة طويلة الأمد لجمع بيانات دقيقة عن أنواع الطيور المهاجرة وأنماط هجرتها. تساعد هذه البرامج في تحديد الاتجاهات البيئية والتغيرات المحتملة في السلوك المرتبط بالعوامل المناخية.
2. **الحفاظ على الموائل الطبيعية** :العمل على حماية البيئات المهمة مثل الشواطئ الرملية والسواحل الصخرية والأراضي الرطبة، حيث إنها تلعب دورًا حاسمًا كمواقع للراحة والتغذية. يمكن أن يشمل ذلك وضع سياسات تحد من التدهور البيئي والتوسع العمراني غير المنظم.
3. **البحث والتطوير العلمي** :دعم الأبحاث التي تدرس التأثيرات البيئية العميقة على الطيور، بما في ذلك تحليل الضغط البيئي والتغيرات المناخية، لفهم ديناميات الطيور بشكل أفضل وتطوير أساليب أكثر فعالية للتكيف.
4. **توعية المجتمع المحلي** :زيادة الوعي بين السكان المحليين بأهمية الطيور المهاجرة ودورها في الحفاظ على النظام البيئي. يمكن تنظيم ورش عمل وندوات توعوية لتعزيز التعاون بين المجتمعات المحلية وجهود الحفظ.
5. **التعاون الدولي والإقليمي** :نظراً للطبيعة المهاجرة للعديد من الأنواع، من المهم تعزيز التعاون مع البلدان الأخرى والمنظمات البيئية لتحسين الجهود التنسيقية في تتبع وحماية مسارات الهجرة عبر الحدود.
6. **إدارة الموارد والتخطيط المستدام** :تطوير استراتيجيات إدارة الموارد التي تراعي احتياجات الطيور المهاجرة وتضمن توازن الأنشطة البشرية مع الحفاظ على التنوع البيولوجي. قد يشمل ذلك توفير مناطق محمية ومخططات لاستعادة الموائل المتدهورة.

تعتبر هذه التوصيات خطوات أساسية لضمان استمرار وجود الطيور المهاجرة في جزيرة فروة والحفاظ على سلامة البيئة الطبيعية فيها، مما سيعزز من قيمتها البيئية والسياحية على حد سواء.

المراجع

1. حسن محفوظ فلمبان. (1995). التغيرات الفصلية لمجتمعات الطيور في هدى الشام بمنطقة مكة المكرمة .*اسم الناشر أو المجلة*.
2. حسن أحمد, ن., نفيسة, محمد فتحي الشحات, عبد الحميد محمد, أبو بكر, عبد اللطيف ابراهيم, و ود. (2021). أثر تفعيل دور الادارة البيئية على تقليل المخاطر التى تتعرض لها الطيور المهاجرة بمنطقة جبل الزيت بمصر .*المجلة العلمية للدراسات التجارية والبيئية, 12*(3), 276-326.
3. امل حسين علي. (2024). اثر التغيرات المناخية على الطيور الوافدة في هور الحمار . *Journal of the College of Education for Humanities, University of Thi-Qar*, 298-313.
4. محمد, ه. ن., هبه نورالدين, حسن, و مروان مصطفى. (2020). سلوك الريفيين نحو الطيور المهاجرة في محمية الزرانيق بمحافظة شمال سيناء، مصر .*مجلة الإسكندرية للتبادل العلمي, 41*(أكتوبر-ديسمبر), 597-613.
5. سالم, ش. خ., و شيماء خليل. (2016). المحميات الطبيعية بشبه جزيرة سيناء: دراسة في جغرافية السياحة .*مجلة البحث العلمي في الآداب, 17*(4), 1-16.
6. الهيئة العامة للبيئة في ليبيا. (2020). التنوع البيئي في الساحل الليبي. طرابلس :*الهيئة العامة للبيئة*.

7. Alerstam, T. (1978). Analysis and a theory of visible bird migration. Oikos, 273-349.
8. Ahola, M. P., Laaksonen, T., Sippola, K., Eeva, T., Rainio, K., & Lehikoinen, E. (2004). Variation in climate warming along the migration route uncouples arrival and breeding dates. Global Change Biology, 10(9), 1610-1617.
9. Bauer, S., & Hoye, B. J. (2014). Migratory animals couple biodiversity and ecosystem functioning worldwide. Science, 344(6179), 1242552.
10. Berthold, P. (2001). Bird Migration: A General Survey (2nd ed.). Oxford University Press.
11. BirdLife International. (2019). Egypt and Libya: Changing migratory bird flyways. BirdLife Data Zone. Retrieved from BirdLife International website.
12. Carey, C. (2009). The impacts of climate change on the annual cycles of birds. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences, 364(1534), 3321–3330.
13. Cotton, P. A. (2003). Avian migration phenology and global climate change. Proceedings of the National Academy of Sciences, 100(21), 12219-12222.
14. Dingle, H. (2014). Migration: The Biology of Life on the Move (2nd ed.). Oxford University Press.
15. Food and Agriculture Organization. (2017). Libya: Land use and agricultural expansion. Rome: FAO. Retrieved from FAO website.
16. Gauthreaux, S. A. Jr. (1996). Bird migration: Methodologies and major research trajectories (1945–1995). The Condor, 98(2), 442-453.
17. Haig, S. M., Murphy, S. P., Matthews, J. H., Arismendi, I., & Safeeq, M. (2019). Climate-altered wetlands challenge waterbird use and migratory connectivity in arid landscapes. Scientific Reports, 9(1), 4666.

18. Higuchi, H. (2012). Bird migration and the conservation of the global environment. Journal of Ornithology, 153(Suppl 1), 3-14.
19. Hutto, R. L. (1985). Habitat selection by nonbreeding, migratory land birds. In M. L. Cody (Ed.), Habitat selection in birds (pp. 455-476). Academic Press.
20. International Union for Conservation of Nature. (2019). Impacts of marine pollution on migratory birds. IUCN. Retrieved from IUCN website.
21. Jonzén, N., et al. (2006). Rapid advance of spring arrival dates in long-distance migratory birds. Science, 312(5782), 1959-1961.
22. Longcore, T., & Rich, C. (2004). Ecological light pollution. Frontiers in Ecology and the Environment, 2(4), 191–198.
23. Mercker, M., Dierschke, V., Camphuysen, K., Kreutle, A., Markones, N., Vanermen, N., & Garthe, S. (2021). An indicator for assessing the status of marine-bird habitats affected by multiple human activities: A novel statistical approach. Ecological Indicators, 130, 108036.
24. Miller Rushing, A. J., Lioyd Evans, T. L., Primack, R. B., & Satzinger, P. (2008). Bird migration times, climate change, and changing population sizes. Global Change Biology, 14(9), 1959-1972.
25. Nathan, R., Getz, W. M., Revilla, E., Holyoak, M., Kadmon, R., Saltz, D., & Smouse, P. E. (2008). A movement ecology paradigm for unifying organismal movement research. Proceedings of the National Academy of Sciences, 105(49), 343-369.
26. Newton, I. (2007). Weather-related mass-mortality events in migrants. Ibis, 149(3), 453-467.
27. Newton, I. (2023). The Migration Ecology of Birds. Academic Press.
28. Pennycuick, C. J. (2008). Modelling the Flying Bird. Elsevier.
29. Sanderson, F. J., Donald, P. F., Pain, D. J., Burfield, I. J., & van Bommel, F. P. (2006). Long-term population declines in Afro-Palearctic migrant birds. Biological Conservation, 131(1), 93-105.
30. Seto, K. C., et al. (2012). Global forecasts of urban expansion to 2030 and direct impacts on biodiversity and carbon pools. Proceedings of the National Academy of Sciences, 109(40), 16083-16088.
31. United Nations Environment Programme. (2021). Conservation efforts for migratory birds in North Africa. UNEP. Retrieved from UNEP website.
32. Walther, G.-R., et al. (2002). Ecological responses to recent climate change. Nature, 416(6879), 389–395.
33. Wilcove, D. S., & Wikelski, M. (2008). Going, going, gone: Is animal migration disappearing? PLoS Biology, 6(7), e188.