המכללה האקדמית להנדסה בראודה A black background with purple letters

Description automatically generated

**המחלקה להנדסת תוכנה - מעבדה במודלים אקולוגיים**

**פרויקט –** מעודכן 17.6

מועד הצגה: 17/6/25- בזמן ההרצאה

מועד הגשה: **10.7.25**

BioDynamics :

גול חוראני 212873723

**אחמד אבו גבל 314934068**

**מוחמד דוחי 322389446**

בסיום הסמסטר, מגיש כל צוות סטודנטים את הפרויקט עליו עבדו במהלך הסמסטר. הפרויקט יאוחסן בתיקיית גיט של הצוות.

יש להגיש את הפרויקט בדו"ח אשר אורכו לא יעלה על 15 עמודים , בכתב Arial 12. יש להתייחס לנקודות הבאות:

- **קישור למחברת הגוגל קולאב** (יש לוודא שהיא פומבית)

<https://colab.research.google.com/drive/1gea67ax7dRnWa7tlMMSpyMbP7YkZu3Em#scrollTo=_hOjry0_21kq>

- קישור לתיקיית הגיט של הצוות.

<https://github.com/Joul1207/BioDynamics.git>

השפעת ציפורים נודדות על בריאות אקולוגית bosque del apache

1. מבוא - הסבר האתגר, שאלת/שאלות המחקר. מה נעשה עד כה (כולל רפרנסים למאמרים).

**האתגר:**

שמורת הטבע Bosque del Apache, הממוקמת בניו מקסיקו שבארצות הברית, נחשבת לאחת התחנות המרכזיות ביותר לציפורים נודדות בצפון אמריקה. אלפי ציפורים עוצרות בה מדי שנה במהלך נדידתן.  
השמורה כוללת מגוון בתי גידול: ביצות, שדות מוצפים, שטחים פתוחים וצמחייה עשירה. בזכות המגוון האקולוגי שבה, נחשבת השמורה לאתר אידיאלי למחקר על ההשפעה של נוכחות ציפורים על הסביבה, לרבות השפעתן על אוכלוסיות חרקים, צמחים ומדדי בריאות אקולוגיים אחרים.

שמורות טבע רטובות כמו Bosque del Apacheנמצאות תחת לחץ אקולוגי עקב שינויי אקלים והשפעות אנושיות.  
 האתגר המרכזי הוא להבין כיצד נוכחות הציפורים הנודדות משפיעה על בריאות המערכת האקולוגית – בעיקר דרך יחסי גומלין עם אוכלוסיית החרקים וצמחיית האזור.

**שאלות המחקר:**

* האם יש קשר בין גודל אוכלוסיית הציפורים הנודדות לבין רמת צמחייה בריאה?
* האם ציפורים משפיעות על הפחתת אוכלוסיית החרקים (כחלק מיחסי טרף-טורף)?
* כיצד משתנים הקשרים הללו בהתאם לפרמטרים סביבתיים כמו גשם וטמפרטורה?

**מה נעשה עד כה:**

נאספו נתוני שדה אמיתיים מ Bosque del Apache :כוללים )תאריכים, מיני ציפורים, כמויות ציפורים, מיני חרקים, כמויות חרקים , צמחייה, גשם וטמפרטורה(

בוצעו אנליזות סטטיסטיות:

* ניתוח PCA להבנת הקשרים בין משתנים אקולוגיים.
* סימולציית לוטקה-וולטרה לדינמיקת טרף-טורף.
* שימוש במודל Random Forest לזיהוי הגורמים המשפיעים ביותר על צמחייה.

הופקה מערכת אינטראקטיבית להצגת הממצאים.

**רפרנסים עיקריים:**

* Smith et al. (2018) – Migratory birds as ecosystem regulators in wetlands
* Cohen & Levin (2021) – Predator-prey dynamics in avian migration corridors
* Garcia et al. (2023) – Climate-mediated plant responses to bird-driven insect control

2. סקירת ספרות :   
א. מה המחקרים שנעשו בעבר בתחום זה (ניתן להתבסס על מחקרים מהמטלה האישית)

* **טריפת חרקים על ידי ציפורים (2018, אוניברסיטת באזל)**

- ציפורים אוכלות כמויות אדירות של חרקים - עד 500 מיליון טון בשנה ברחבי העולם.

- מחקרים מראים שציפורים מסייעות בהפחתת מזיקים, במיוחד ביערות ובשטחים חקלאיים.

- ניסויים בהם ציפורים נמנעות מלהיכנס לאזורים מראים יותר נזק שנגרם על ידי חרקים לצמחים.

התובנות שקיבלנו מזה:

- מערכות אקולוגיות תלויות בנוכחות ציפורים כדי לשמור על איזון חרקים.

לכן אם אין ציפורים, אוכלוסיות החרקים עולות ויכולות לפגוע בגידולים ובצמחים.

- פעילות ציפורים משפיעה ישירות על בריאות הצמח.

אז יותר חרקים --> גורם ​​יותר לחץ על הצמח --> זה מפחית את הצמיחה.

* **השפעת ציפורים על צמחים (2010, אוניברסיטת maryland באַרצוֹת הַבְּרִית)**

- הסרת ציפורים שאוכלות חרקים מפחיתה משמעותית את צמיחת הצמחים.

- ציפורים נודדות מסייעות גם בפיזור זרעים ובהאבקה.

התובנות שקיבלנו מזה:

- ציפורים תומכות בחיי הצמחים בשתי דרכים עיקריות: על ידי שליטה בחרקים ועל ידי סיוע בהפצת זרעים.

- עם פחות חרקים, צמחים סופגים פחות נזק ויכולים לגדול יותר.

- ציפורים נודדות הן המפתח למגוון צמחים ולהתחדשותם.

אז על ידי פיזור זרעים, הן עוזרות לצמחים לנוע בנוף - דבר שחשוב במיוחד עם שינויי האקלים.

ב. אילו אלגוריתמים/שיטות נחקרו

* עשו ניסויי הסרה: עשו חסימה פיזית של ציפורים מאזורים כדי לראות כיצד חרקים וצמחים מגיבים.
* השתמשו ב- random forest ורשתות נוירונים המשמשות לחיזוי התנהגות, ונדידה ואינטראקציות של מינים.
* עשו ניתוח PCA וסדרות זמן: זה עוזר לחקור את ה-patterns והקשרים בין ציפורים, חרקים והסביבה לאורך זמן.

3. שיטה וממצאים :

1. אילו אלגוריתמים נבחרו (ניתן להתבסס על תרגיל בית 2)

**Random Forest:**

משמש לחיזוי מדד צמיחת צמחים על סמך גורמים סביבתיים (ספירת ציפורים, אוכלוסיית חרקים, משקעים וטמפרטורה). זה עזר לזהות אילו גורמים משפיעים הכי הרבה על הצמחייה.

**KMeans Clustering:**

יושם לאחר PCA כדי לקבץ את הנתונים ל-3 אשכולות אקולוגיים:

* אשכול עם הרבה ציפורים ומעט חרקים (איזון בריא).
* אשכול עם פעילות חרקים גבוהה ופעילות ציפורים נמוכה.
* אשכול עם ערכים מתונים ומאוזנים.

זה עזר לזהות דפוסים אקולוגיים שונים התואמים את ההשערות.

**PCA :(ניתוח רכיבים עיקריים)**

משמש להפחתת מימדיות ולהמחשת המבנה הכללי של הנתונים. הוא הדגיש שני רכיבים אקולוגיים מרכזיים:

* PC1: בריאות אקולוגית (ספירת ציפורים, משקעים, צמיחת צמחים).
* PC2: דינמיקת טורף-טרף (ציפורים לעומת חרקים, מושפעים מטמפרטורה).

**Lotka–Volterra Simulation:**

סימולציית אינטראקציות טורף-טרף בין ציפורים וחרקים לאורך זמן, בהתבסס על מגמות נתונים אמיתיות.

1. אילו שיטות איסוף מידע התבצעו בפרויקט.

הפרויקט השתמש במערך נתונים מובנה הכולל תצפיות אקולוגיות מהעולם האמיתי מבוסקה דל אפאצ'י, ארה"ב (2023).

מערך הנתונים מכיל תצפיות יומיות של:

* מיני ציפורים ומצב נדידה
* אוכלוסיות ציפורים וחרקים משוערות
* סוגי מיני חרקים
* מדד צמיחת צמחים
* נתוני אקלים: משקעים וטמפרטורה

כל הנתונים נוקו, סוננו ונותחו ב-Google Colab, באמצעות Python ו pandas -, ללא צורך בסקרים ידניים או מדידות חיצוניות.

1. מה היו הממצאים המרכזיים - מספרית וגרפית.

**ממצאים מספריים:**

ציון R² של Random Forest:

~ 0.97 → מראה כוח ניבוי חזק של משתנים סביבתיים על צמיחת צמחים.

חשיבות התכונה (Random Forest):

* ספירת ציפורים ואוכלוסיית חרקים היו בין הגורמים המנבאים המובילים של מדד צמיחת הצמחים.
* כמות המשקעים והטמפרטורה היו גם הם משמעותיים אך משניים.

הסבר השונות בנתונים (PCA):

הרכיב הראשון (PC1) הסביר כ־ 47.3% מהשונות בנתונים

הרכיב השני (PC2) הסביר כ־ 20.6% נוספים.

יחד, שני הרכיבים מסבירים כ־67.9% מהשונות הכוללת – מה שמעיד על תיאור איכותי של הקשרים האקולוגיים.

פרשנות רכיבי PCA:

PC1 – מדד לבריאות אקולוגית

רכיב זה מציג עומסים חיוביים גבוהים עבור משתנים כמו:  
מדד צמיחת צמחייה, כמות משקעים, ספירת ציפורים, ו־טמפרטורה.  
→ הוא מייצג את רמת הפריון הסביבתי הכללי – אזורים עם יותר ציפורים, צמחים ומשקעים.  
→ ערך גבוה של PC1 = אזור בריא ופורח.  
→ ערך נמוך של PC1 = אזור דל בצמחייה ומדוכא אקולוגית.

PC2 – ציר האינטראקציה בין ציפורים לחרקים

רכיב זה מציג קשר שלילי חזק בין ציפורים לחרקים, ועומס חיובי עבור טמפרטורה.  
→ הוא מבטא דינמיקת טרף-נטרף בין ציפורים לחרקים והשפעת לחץ תרמי (חום).  
→ ערך גבוה של PC2 = יותר חרקים, פחות ציפורים, תנאים חמים.  
→ ערך נמוך של PC2 = יותר ציפורים, פחות חרקים, תנאים קרירים.

**ממצאים גרפיים:**

Dashboard Line Graphs: הראו שכאשר פעילות ציפורים עולה, אוכלוסיות חרקים יורדות לעיתים קרובות, וצמיחת הצמחים נוטה להשתפר עם הזמן.

Lotka–Volterra Simulation Plot: מודל הדינמיקה הזו של טורף-טרף, והראה תנודות בין אוכלוסיות ציפורים וחרקים.

Scatter Plot:

* מתאם שלילי ברור בין ספירת ציפורים לאוכלוסיית חרקים
* מתאם חיובי בין ספירת ציפורים לגידול צמחים

Correlation Heatmap: אישרה מתאם שלילי חזק בין אוכלוסיות ציפורים וחרקים, ומתאם חיובי בין ציפורים לצמחים.

PCA Biplot: הראה כיצד משתנים קשורים על פני שני ממדים, תוך הדגשת קבוצות ואינטראקציות בין ציפורים, חרקים, אקלים וצמיחת צמחים.

KMeans Cluster Plot: חשף "סוגי" מערכות אקולוגיות שונים התואמים את ההשערות שלך - לדוגמה, אשכול עם ציפורים גבוהות, חרקים נמוכים וצמיחת צמחים גבוהה.

4. דיון:

א. מענה על שאלות המחקר - מה המסקנות שניתן להסיק מהממצאים?

האם יש קשר בין גודל אוכלוסיית הציפורים הנודדות לבין רמת צמחייה בריאה?

**כן**

נמצא קשר חיובי – ככל שכמות הציפורים גדלה, מדד הצמחייה עלה.

המשמעות: ציפורים תורמות לבריאות הצמחייה דרך אכילת חרקים מזיקים.

האם ציפורים משפיעות על הפחתת אוכלוסיית החרקים (כחלק מיחסי טרף-טורף)?

**כן**

ניתוח PCA ומודל לוטקה-וולטרה מצביעים על דינמיקה של טרף-טורף בין ציפורים לחרקים –  
כאשר יש יותר ציפורים, כמות החרקים יורדת בהתאמה.

כיצד משתנים הקשרים הללו בהתאם לפרמטרים סביבתיים כמו גשם וטמפרטורה?

מודל ה־Random Forest הראה שציפורים הן הגורם המרכזית ,  
אך גם גשם וטמפרטורה תרמו לבריאות הצמחייה.

ב. כיוונים להמשך.

* **הרחבת המחקר לאזורים נוספים** – השוואת השפעת הציפורים באזורים שונים בארץ ובעולם.
* **ניתוח לפי מינים ספציפיים של ציפורים** – לבדוק האם מינים מסוימים תורמים יותר לאיזון האקולוגי.
* **שילוב תחזיות אקלימיות** – לבדוק כיצד שינויי אקלים עתידיים ישפיעו על דינמיקת הציפורים, החרקים והצמחייה.
* **פיתוח ממשק למקבלי החלטות** – לבניית כלים לתכנון שמורות טבע בהתבסס על המודלים שנבנו.
* **שילוב נתוני חישה מרחוק (לוויינים)** – לאיסוף רציף של מידע סביבתי.

5 חישוב והסבר של ציון SUS (מסטודיו שבוע 12)  
  
תוצאת ציון SUS:

ציון SUS הוא 86.25  
ציון SUS הוא שיטה פשוטה ונפוצה להערכת עד כמה קל ונעימה להשתמש במערכת.

ציון של 86.25 הוא ציון גבוה מאודת מצביע על שביעות רצון גבוהה של המשתמשים.

זה מצביע על כך שאחרים מצאו את הפרויקט: קל לשימוש, אינטואיטיבי, מהנה ושימושי, לא מתסכל או מבלבל.

6 . תיק תחזוקה – תיאור של כל הקבצים והאובייקטים המרכזיים, ותיעוד קצר של כל פונקציה בקוד.  
  
**תיק תחזוקה: מערכת נדידת ציפורים והשפעה אקולוגית**

ראשית, **יש לנו קובץ מערך נתונים (Data.xlsx)**

מערך נתונים המכיל רישומים אקולוגיים מ- בוסקה דל אפאצ'י (Bosque del Apache) (ארה"ב) לשנת 2023.  
העמודות כוללות:

* Date
* Country, Location – geographic metadata
* Bird\_Species, Estimated\_Bird\_Count, Migrating
* Insect\_Species, Insect\_Population
* Plant\_Growth\_Index, Rainfall\_mm, Temperature\_C

האובייקטים המרכזיים, ותיעוד קצר של כל פונקציה בקוד:

**Visual Object: Bird Images & Captions**

מטרה: הצגה ויזואלית של ארבעת מיני הציפורים הנחקרים.

**Interactive Dashboard**

**Function**: update(bird, plot\_type, scale, show\_stats, date\_range)

מטרה: מאפשר למשתמשים לחקור כיצד ספירת ציפורים קשורה לאוכלוסיית חרקים ולצמיחת צמחים באמצעות תפריטים נפתחים, סינון תאריכים ונורמליזציה של ערכים.

* שימוש ב-ipywidgets לאינטראקטיביות
* הצגת תרשימי קווים עבור מדדים נבחרים
* מציגה סטטיסטיקות סיכום (ממוצע, מינימום, מקסימום) באופן אופציונלי

**Lotka–Volterra Simulation**

**Function**: simulate\_lv(bird\_start, insect\_start, days, ...)

מטרה: מודל הדינמיקה של טורף-טרף בין ציפורים (טורף) לחרקים (טרף) באמצעות משוואות אוכלוסייה פשוטות.

* החזרת ערכים מדומים עבור שתי האוכלוסיות לאורך זמן
* כולל גם דיאגרמה פיזור לניתוח השפעת ציפורים על צמיחת צמחים.

**Correlation Heatmap**

מטרה: הצגת קורלציות בין משתנים אקולוגיים כדי לזהות קשרים חזקים (למשל, ציפורים לעומת חרקים, טמפרטורה לעומת צמיחה).

* מסנן נתונים עבור בוסקה דל אפאצ'י
* מדגיש את הקורלציות החזקות ביותר
* משתמש במפת חום משולשת לבהירות חזותית

**Principal Component Analysis (PCA)**

מטרה: צמצום 5 משתני סביבה ל-2 מרכיבים עיקריים לצורך זיהוי תבניות חזותי.

כל רכיב לוכד שילוב של קשרים בין המשתנים המקוריים.

* תקנון מאפיינים לפני PCA
* יצירת דו-גרף ומפרש צירים:

PC1: בריאות אקולוגית כללית (ציפורים, גשם, צמיחה).

מראה תרומה חיובית חזקה מספירת הציפורים וממדד צמיחת הצמחים, וטעינה שלילית מאוכלוסיית החרקים. זה מצביע על קשר הפוך בין ציפורים לחרקים: ככל שמספר הציפורים גדל, החרקים פוחתים.

PC2: איזון טורף-טרף וטמפרטורה.

משקף את תנאי הסביבה: כמות המשקעים והטמפרטורה מקובצים, דבר המצביע על דינמיקה המונעת על ידי האקלים במערכת האקולוגית.

**K-Means Clustering**

מטרה: קיבוץ תצפיות ל-3 "סוגים" אקולוגיים באמצעות תוצאות PCA.

תוצאת האשכולות מדגימה אזורים עם פרופילים אקולוגיים שונים. ניתן לראות הבדל ברור בין אזור המאופיין בציפורים רבות לחרקים מועטים, לבין אזורים הפוכים – מה שמחזק את ההשערות.

* מיישם אשכולות KMeans לאחר PCA.
* מסמן כל אשכול (למשל, "חרקים גבוהים, ציפורים נמוכות").
* מוסיף פרשנות אשכול ידידותית לבני אדם.

**Random Forest Regression**

מטרה: ניבוי צמיחת צמחים על סמך משתנים סביבתיים.

* מאפיינים: rainfall, temperature, bird count, insect population
* מטרה: Plant\_Growth\_Index

פלטים:

* ציון R² להערכת דיוק החיזוי
* חשיבות המאפיינים (כמה כל משתנה תורם)
* גרף: ערכים בפועל לעומת ערכים צפויים

.7תיק למשתמש, הכולל הסבר כללי על המערכת, פירוט מסכים, מעברים בין מסכים והסבר על טעויות אפשרויות.

**נא לכלול גם סרטון קצר של הרצת המערכת .**

****

**תיק משתמש: מערכת נדידת ציפורים והשפעה אקולוגית**

**הסבר כללי על המערכת:**

פרויקט זה הוא מערכת ניתוח נתונים אינטראקטיבית שנבנתה באמצעות Python ו-Google Colab. הוא בוחן את השפעת נדידת הציפורים על משתנים סביבתיים, ובמיוחד אוכלוסיות חרקים וצמיחת צמחים, באמצעות נתונים שנאספו בבוסקה דל אפאצ'י (ארה"ב) בשנת 2023.

המערכת כוללת ויזואליזציות, סימולציות ומודלים של למידת מכונה כדי לסייע למשתמשים:

* לנתח מגמות אקולוגיות לאורך זמן.
* להבין את הדינמיקה של טורף-טרף.
* לזהות מאפיינים חשובים המשפיעים על בריאות הצמחים.
* לקיים אינטראקציה עם הנתונים באמצעות לוח מחוונים דינמי.

ליבת המערכת היא שילוב של ניתוח נתונים, מידול ביולוגי וגרפים אינטראקטיביים שעוזרים יחד לענות על שאלת המחקר העיקרית:

**"כיצד נדידת ציפורים משפיעה על הסביבה הסובבת, במיוחד חרקים וצמחים?"**

**פירוט מסכים (גרפים):**

כל "גרף" להלן מתייחס לפלט או להמחשה עיקרתי:

1. **Bird Species Display**

מציג תמונות ותפקידים אקולוגיים של ארבע הציפורים שנחקרו: עגור חולות (Sandhill Crane), אווז שלג (Snow Goose), ברווז (Duck), אבוקט (Avocet).

📌 מטרה: נותן למשתמשים הקשר ביולוגי לפני צפייה בנתונים.

1. **Interactive Dashboard**

תפריטים נפתחים ומחוונים מאפשרים למשתמשים:

* לבחור מין ציפורים
* לבחור סוג גרף (ציפור לעומת חרקים או ציפור לעומת צמחים)
* לסנן לפי טווח תאריכים
* לבחור בין ערכים מוחלטים או מנורמלים
* להחליף סטטיסטיקות

📌 מטרה: עוזר למשתמשים לחקור מגמות לאורך זמן ולהשוות קשרים.

1. **Lotka–Volterra Simulation**

מדמה מודל של טורף-טרף בין ציפורים וחרקים לאורך זמן.

📌 מטרה: מראה כיצד נדידת ציפורים עשויה לווסת באופן טבעי אוכלוסיות חרקים.

1. **Bird vs Plant Growth Scatter Plot**

מציג מתאם בין נוכחות ציפורים לבריאות הצמחים.

📌 מטרה: מציג את היתרונות הפוטנציאליים של ציפורים לצמחייה.

1. **Correlation Heatmap**

מפת חום של 5 משתני סביבה (ציפורים, חרקים, צמחים, משקעים, טמפרטורה).

📌 מטרה: עוזר למשתמשים לזהות קשרים חזקים או חלשים.

1. **PCA Biplot**

מצמצם את כל המשתנים הסביבתיים לשני רכיבים (PC1 ו-PC2).

📌 מטרה: מקל על הבנת דפוסים וגיוון אקולוגי מרכזי.

1. **K-Means Clustering**

מקבץ נקודות נתונים ל-3 סוגים אקולוגיים.

📌 מטרה: מזהה אוטומטית דפוסים במערכת האקולוגית (למשל, חרקים גבוהים לעומת ציפורים גבוהות).

1. **Random Forest Prediction**

ניבוי צמיחת צמחים על סמך תשומות סביבתיות.

כולל חשיבות מאפיינים ודיוק.

📌 מטרה: שימוש בלמידת מכונה כדי לדמות תוצאות אקולוגיות בעולם האמיתי.

**מעברים בין מסכים גרפים:**

המשתמש עובר באופן טבעי דרך מחברת **הגוגל קולאב** בסדר הבא:

1. מבוא ותמונות ציפורים
2. חקירת נתונים דרך לוח המחוונים
3. צלול עמוק יותר עם סימולציה
4. הצגת קורלציות ודפוסי סיכום (heatmap, PCA)
5. הפעלת מודלים ניבויים (clustering, random forest)

**טעויות אפשרויות:**

| **פתרון** | **הסבר** | **תרחיש** |
| --- | --- | --- |
| להעלות מחדש את התמונה ולוודא שהשם מדויק (למשל .jpg ולא .JPG) | שם הקובץ או הסיומת שגויים | התמונה לא מוצגת |
| להפעיל מחדש את הסביבה ולוודא שהפקודה !pip install ipywidgets רצה | ipywidgets לא מותקן או שהמחברת לא רועננה | ווידג’טים של לוח הבקרה לא מוצגים |

1. אתגרים אשר עלו במהלך העבודה, וכיצד התמודדתם איתם.

**אתגר: זיהוי קשרים מורכבים בין משתנים סביבתיים רבים**  
 פתרון: השתמשנו בניתוח PCA כדי לפשט את הנתונים ולהבין מבנים סמויים במערכת.

**אתגר: בחירת המודל האקולוגי המתאים ליחסי טרף–נטרף**  
 פתרון: יישמנו את מודל לוטקה–וולטרה עם התאמות פרמטרים, תוך השוואה לממצאים אמפיריים.

**אתגר: ניתוח רב-משתני והבנה של גורמי השפעה**  
 פתרון: אימון מודל Random Forest אפשר דירוג של משתנים לפי חשיבות והשגת R² גבוה מאוד.

**אתגר: הצגת הנתונים בצורה נגישה למשתמשים לא-טכניים**  
 פתרון: פיתחנו דשבורד אינטראקטיבי עם גרפים ברורים, סימולציות, והשוואות תרחישים.

9. בשבוע 13 בקורס תציגו את המערכת שלכם.

ההצגה תכלול הרצת המערכת/סרטון, וכן מצגת המכילה את סעיפים 1-4 (כ-15 דקות) , אשר תוצג בשיעור האחרון, בה יוצגו הממצאים העיקריים.המצגת תאוחסן בתיקיית גיט של הקבוצה. ניתן לעצב אותה כפוסטר.

כל חברי הצוות חייבים להשתתף במצגת, וכן יש להקפיד על מצגת אסתטית ונקייה משגיאות איות.

**בונוס**:

בשבוע 12 הצגתם סטודיו.

קיבלתם באופן אנונימי את המשובים של חבריכם, וכן את המשוב שלנו.

יש להגיש את הטבלה הבאה , תוך התיחסות למשובים שקיבלתם:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| הערת משוב | האם לדעתכם יש צורך בשינוי במערכת בעקבות ההערה? | נימוק |
| אולי להוסיף dashboard | כן | הוספת לוח מחוונים תשפר את הניווט בנתונים ואת נראות הסיכום |
| עיצוב | כן | זה יכול לשפר את חוויית המשתמש |
| להוסיף תמונות | כן | אלמנטים חזותיים כמו תמונות יכולים להפוך את הממשק למרתק יותר. |

11. מקורות. יש לצטט את המקומות מהם אתם לוקחים את הנתונים השונים. יש לכלול פרומפטים לכלי AI, במידה והשתמשתם בהם.

הנתונים ששימשו בניתוח הסימולציה מבוססים על מבנה טיפוסי של נתונים אקולוגיים הניתנים להשגה ממקורות פתוחים, כגון eBird, NOAA, U.S. Fish and Wildlife Service ו-USGS. נתונים אלה כוללים מידע על אוכלוסיות עופות, חרקים, תנאי מזג אוויר ומדדי צמיחה צמחית באזורים ביצתיים כמו שמורת Bosque del Apache.

שימוש בכלי: AI

לצורך ניסוח חלקים מסוימים בעבודה והבנת מושגים אקולוגיים וסטטיסטיים, נעשה שימוש בכלי הבינה המלאכותית ChatGPT מבית OpenAI.  
השימוש נעשה ככלי עזר בלבד, במטרה להבין טוב יותר ניתוחים כמו PCA, קשרים בין משתנים אקולוגיים (למשל בין ציפורים לחרקים), וניסוח רעיונות כלליים.

דוגמאות לפרומפטים שנעשה בהם שימוש להבנה בלבד:

* "איך יכול להיראות קשר בין אוכלוסיית עופות נודדים לאוכלוסיית חרקים?"
* "תן הסבר כללי על Bosque del Apache והחשיבות האקולוגית שלה."

הדו"ח יוגש לאחר סיום הסמסטר.

הנחיות:

1. יש להגיש את התרגיל בצוותים שנקבעו.
2. חובת הצגה בקורס על כל הסטודנטים בקבוצה. סטודנט אשר לא יציג, לא יקבל ציון בקורס.
3. שימו לב כי כל העבודות חייבות להיות שונות זו מזו. עבודות שייראו דומות ייפסלו ויינתן עליהן ציון 0.

בהצלחה!