

# Business Understanding Report

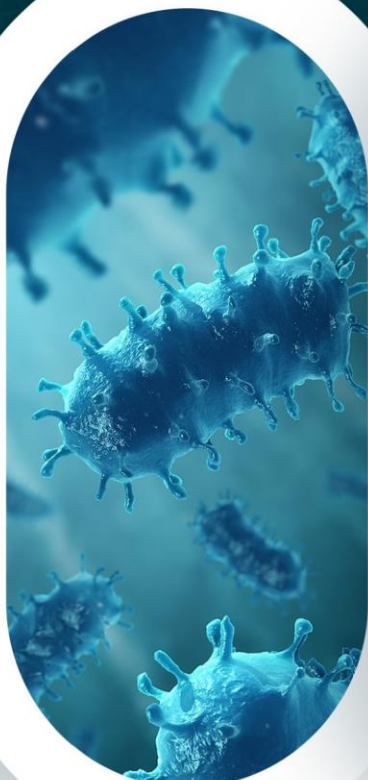
## פרויקט גמר מסמך הבנה עסקית

מערכת לחיזוי אזורים ומועדים בסיכון לחשיפה  
ולהתפרצות מחלת הכלבת והצגת מפת סיכונים.

סטודנטיות מגישות:

אל קוזלי אימאן, ת.ז 212175582

רם דניאל, ת.ז 208220509



קורס פרויקט גמר  
שנת לימודים: תשפ"ה  
תאריך הגשה: 15.12.2024  
שם המרצה: מר זכאי אב  
שם המנחה: גב' גוטפריד ג'ניה

## הקדמה

מטרת הפרויקט היא לפתח מערכת חיזוי מתקדמת שתוכל לזהות אזורים ומועדים בסיכון גבוה להתפרצות מחלת הכלבת. המערכת תתבסס על מודל מתקדם המשלב ניתוח נתונים גיאוגרפיים ודמוגרפיים יחד עם אלגוריתמים לחיזוי וזיהוי מגמות. המערכת תאפשר תחזית מדויקת על האזורים שבהם יש צורך להפעיל אמצעי מניעה, ותספק מפת סיכונים עדכנית בזמן אמת.

המודל יוטמע בדאשבורד אינטראקטיבי שיספק מפת סיכונים, ימליץ על פעולות מנע במועדים קריטיים, ויעזור בקבלת החלטות מבוססות נתונים לניהול המשאבים ושיפור הביצועים. המערכת מיועדת לשרת גורמים מוסמכים כגון משרד הבריאות, משרד החקלאות, רשויות מקומיות ובעלי מקצוע בתחום, במטרה לשפר את יכולת קבלת ההחלטות שלהם בזמנים קריטיים.

בנוסף, המערכת נועדה לצמצם את החשיפה למחלה הקטלנית, להגן על בריאות הציבור ועל בעלי החיים, ולייעל את ניהול המשאבים למניעה מוקדמת. בכך, היא מהווה כלי חיוני לניהול סיכונים ושיפור היכולת למנוע התפרצויות בעתיד.



## תוכן עניינים

1.....	שער
2.....	הקדמה
3.....	תוכן עניינים
4.....	1. רקע
4.....	1.1. קביעת יעדים עסקיים
4.....	1.2. רקע עסקי
10.....	2. מטרות עסקיות וקריטריונים להצלחה
10.....	2.1. מטרות עסקיות
12.....	2.2. קריטריונים להצלחה
13.....	3. הערכת המצב
15.....	4. מלאי משאבים
16.....	5. דרישות, הנחות ומגבלות
19.....	6. סיכונים ותוכניות חירום
20.....	7. מינוח
21.....	8. עלויות ותועלות
23.....	9. מטרות וקריטריונים למדעי הנתונים
23.....	9.1. מטרות במדעי הנתונים
25.....	9.2. קריטריונים להצלחה במדעי הנתונים
27.....	10. תכנית הפרויקט
29.....	11. הערכה ראשונית של כלים וטכניקות

## 1. רקע

### 1.1. קביעת יעדים עסקיים

מחלת הכלבת נחשבת למחלה קטלנית, מהווה איום משמעותי על בני אדם ובעלי חיים. המחלה מועברת במגע ישיר עם בעלי חיים נגועים ודורשת התערבות מהירה לצמצום הסיכון ולהגבלת התפשטותה. בשנים האחרונות חלה עלייה במקרי הכלבת בישראל, עם החמרה מאז תחילת מלחמת "חרבות ברזל" בשל חדירת בעלי חיים נגועים משטח עזה ולבנון לתוך גבולות ישראל, הובילה לעלייה חדה בהיקף המקרים. בעקבות כך החל מאוגוסט 2024, ישראל הוגדרה על ידי מדינות רבות בהן ארה"ב, כמדינה בסיכון גבוה למחלת הכלבת, מה שהביא לשינויים במדיניות בינלאומית בנוגע להעברת בעלי חיים בין מדינות שמחייבים כעת בטפסים ואישורים מחמירים נוספים.

הפרויקט נועד לפתח מערכת חיזוי מתקדמת שמראה אזורים ומועדים בסיכון גבוה להתפרצות הכלבת. המערכת תשלב ניתוח נתונים גיאוגרפיים ודמוגרפיים עם אלגוריתמים מתקדמים לחיזוי וזיהוי מגמות, ותוטמע בדאשבורד אינטראקטיבי.

יעדים עסקיים נוספים באמצעות המערכת וכלי נוסף שיאפשרו:

- מיפוי עדכני של אזורי סיכון.
- המלצות לפעולות מניעה במועדים קריטיים.
- תמיכה בקבלת החלטות מבוססות נתונים לניהול משאבים יעיל.
- הכנסת תצפית חדשה וקבלת ניתוח ותובנות עבודה.

המערכת מיועדת לגורמים כגון משרד הבריאות, משרד החקלאות, רשויות מקומיות ומומחים בתחום, ומטרתה להגן על בריאות הציבור ובעלי החיים, וכמו כן לצמצם חשיפה למחלה הקטלנית, ולייעל תהליכי מניעה מוקדמת.

### 1.2. רקע עסקי

הבנת המצב תסייע לנו בתכנון ויישום מערכת החיזוי, ישנם מספר גורמים חשובים שצריך לקחת בחשבון.

#### משאבים זמינים:

צוות מנחים במדעי הנתונים, משאבים הכוללים גישה למאגרי נתונים קיימים כמו דיווחים על מקרי כלבת מהעבר, נתונים גיאוגרפיים, דמוגרפיים, תשתיות מחשוב לניתוח ועיבוד הנתונים.

#### בעיות:

קודם כל מחלת הכלבת היא מחלה נגיפית קטלנית המשפיעה על מערכת העצבים המרכזית של יונקים, כולל בני אדם ובעלי חיים. המחלה נגרמת על ידי וירוס הכלבת (Rabies virus) ומועברת בדרך כלל דרך נשיכה או שריטה של בעל חיים נגוע, כאשר הרוק הנגוע חודר לגוף.

בישראל, מחלת הכלבת נדירה יחסית באוכלוסייה האנושית. עם זאת, בשנים האחרונות נרשמה עלייה חדה במקרי כלבת, בעיקר באזורים הסמוכים לגבולות שבהם מתרחשת חדירה של בעלי חיים נגועים במיוחד לאחר פרוץ המלחמה. אחת הבעיות הגדולות היא חוסר יכולת לנטר בזמן אמת את תנועת בעלי החיים הנגועים ולהיערך בהתאם.

## מטרות :

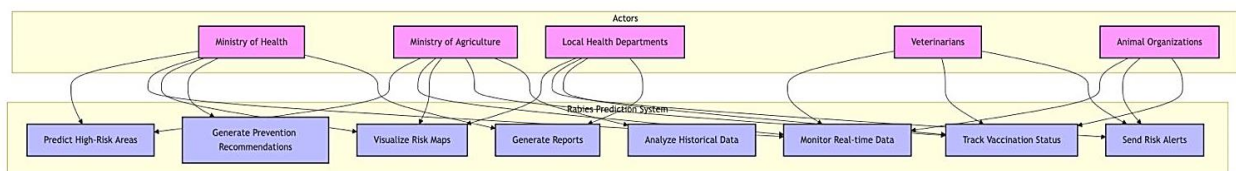
המטרה המרכזית היא פיתוח מערכת חיזוי מתקדמת שתשלב נתונים גיאוגרפיים, דמוגרפיים ותיעוד היסטורי של מקרי כלבת, עם אלגוריתמים של בינה מלאכותית, למידת מכונה ולמידה עמוקה לזיהוי מגמות וסיכונים. המערכת תספק מיפוי עדכני של אזורים בסיכון גבוה, תציג המלצות לפעולות מניעה בזמן אמת, ותשפר את היכולת של הרשויות המקומיות ומשרדי הממשלה לנהל משאבים ולהגיב במהירות לאיומים.

לסיכום, על בסיס ההבנה הזו תיבנה תוכנית העבודה. כך ניתן יהיה להבטיח שהמערכת לא רק תספק תחזיות מדויקות אלא גם תתמוך בקבלת החלטות מבוססות נתונים ותשפר את המענה לאיום הכלבת.

## משימה 1 - קביעת מבנה הארגון:

### הגדרת הארגונים הרלוונטיים:

המערכת צפויה להשפיע על מגוון רחב של יחידות עסקיות, שכן בתחום זה יש תיאום בין גופים ממשלתיים, רשויות מקומיות, וגופים/בעלי מקצוע פרטיים. השפעה זו מדגישה את חשיבות הפרויקט ככלי לשיפור תהליכי המניעה וההתמודדות עם מחלת הכלבת.



## בתוך משרדי הממשלה -

- משרד הבריאות: אחראי על בריאות הציבור מה שכולל תיאום התגובה למחלות זיהומיות וגם אחראי על מדיניות, ניהול המניעה והטיפול במחלות זיהומיות המועברות לבני אדם.
  - ◀ שימוש במערכת לצורך מעקב אחר התפרצויות הכלבת.
  - ◀ הוצאה לפועל של הנחיות מניעה לאוכלוסייה במוקדי סיכון.
  - ◀ עדכון פרטוקולי החיסונים לבני אדם במקרה של חשיפה למחלה.

- משרד החקלאות: אחראי בין היתר בפיקוח על בעלי חיים בענף החקלאות בישראל, בעלי חיים פרטיים(חיות מחמד), ובע"ח החיים בטבע בשמורות הטבע בארץ, ובגני החיות ופינות החי ועוד. המשרד קובע ומרכז גם את נושא החיסונים, וניהול תחום מחלות בקרב בעלי חיים, ומניעת מחלות המועברות מהם.
  - ◀ ניהול חיסונים לבעלי חיים באזורים המוגדרים בסיכון גבוה.
  - ◀ הגברת ניטור והסגר על בעלי חיים חשודים.

◀ תיאום מבצעי מניעה עם רשויות מקומיות ווטרינרים פרטיים.

רשויות מקומיות: רשויות כגון עיריות ומועצות אזוריות, אחראיות לתיאום בין גופי מדינה לתושבים ובעלי מקצוע פרטיים, ניהול תהליכי מניעה, התמודדות מקומית ופעולות מנע בשטח.

- ◀ ניהול תוכניות חינוך והסברה לתושבים על מניעת התפשטות הכלבת.
- ◀ טיפול בבעלי חיים משוטטים באזורי סיכון.
- ◀ הפעלת פעולות מנע כמו חיסון חיות משק וחיות פרטיות כגון כלבים, סוסים וחתולים בשטח הרשות המקומית.

ארגוני בריאות וגופי וטרינריה ציבוריים/פרטיים: מספקים שירות, מידע ותמיכה מקצועית.

- וטרינרים פרטיים: עבודה ישירה עם הציבור ובעלי החיים.
  - ◀ הסתמכות על נתוני המערכת למתן המלצות לטיפול ולחיסונים.
  - ◀ שיתוף פעולה עם הרשויות בנוגע למקרים חשודים.
- עמותות להגנה על בעלי חיים: עמותות כגון רשות הטבע והגנים, צער בעלי חיים ועוד, אחראיות בין היתר על על בריאות בעלי החיים בתחומם, מניעת פגיעה בבע"ח, פיקוח על חיות הבר ועוד.
  - ◀ עבודה צמודה עם הרשויות לאיתור וחיסון בעלי חיים נגועים, וטיפול תואם.
  - ◀ חיזוק מערך הפיקוח והבקרה באזורים בסיכון, כולל שדרוג כלים ומשאבים לניהול והתמודדות עם מקרי כלבת.

**בתוך הגופים הגדולים יש מחלקות עסקיות שרלוונטיות לפרויקט שלנו:**

#### 1. משרד הבריאות:

- מחלקת בריאות הציבור: אגף זה אחראי על ניהול בריאות הציבור ובקרה על כל גורמי הסיכון לבריאות הציבור, כולל מחלות זיהומיות. הם המומחים בניהול סיכונים בריאותיים במדינה ויכולים לספק תמיכה בנוגע למחלת הכלבת.

תפקיד:

  - הערכת סיכונים בריאותיים.
  - קביעת מדיניות מניעתית.
  - תיאום עם גופים נוספים כמו משרד החקלאות.
- מחלקת מחלות זיהומיות: המחלקה המתמחה במעקב, טיפול ומניעת מחלות זיהומיות. אחראית על ניהול התפרצות המגפה, קביעת אסטרטגיות מניעה ותגובה ולקביעת תוכניות חיסון.

תפקיד:

  - ניטור מקרי מחלות זיהומיות, כולל כלבת.
  - הכנת תוכניות למניעת התפשטות.
  - קביעת הנחיות לציבור ולגורמים מקצועיים.



- היחידה לאפידמיולוגיה: מתמקדת בניתוח נתונים ותחזיות התפשטות מחלות. הפניה אליהם יכולה לעזור במעקב אחרי התפשטות הכלבת, זיהוי אזורי סיכון והכנת חיזויים למניעת התפשטות המחלה.  
תפקיד:

- ניתוח נתונים אפידמיולוגיים.
- חיזוי אזורי סיכון ותחזיות למגפות.
- שיתוף פעולה עם משרד החקלאות ואחרים במעקב אחרי אוכלוסיית בעלי החיים.

## 2. משרד החקלאות:

- השירותים הווטרינריים: הם האחראים לניהול, פיקוח ומניעה של מחלות בבעלי חיים, מנהלים את תוכניות החיסון לבעלי חיים ומבצעים ניטור של בעלי חיים חשודים במחלה.  
תפקיד:

- פיקוח על בריאות בעלי חיים ומניעת מחלות.
- ניהול תוכניות חיסון לבעלי חיים.
- מעקב אחרי התפרצות מחלות זיהומיות בבעלי חיים.

- מחלקת פיקוח וניטור בעלי חיים: אחראית על ניטור ובקרה של תנועת בעלי חיים, כולל חיות בר וחיות משוטטות (למשל תנים וחזירי בר) ובעלי חיים שמועברים בין אזורים שונים בארץ, ומעבר בעלי חיים מישראל לחו"ל ולהפך.  
תפקיד:

- פיקוח על תנועת בעלי חיים בין אזורים גיאוגרפיים (כמו גבולות המדינה).
- מניעת חדירת בעלי חיים נגועים לאזורי מגורים.
- סגירת מעגלי ניטור ותיאום עם מחלקות וטרינריות אחרות.

## 3. רשויות מקומיות:

- מחלקת תברואה ובריאות: אחראית על שמירה על בריאות הציבור והסביבה המקומית. היא פועלת לאכיפת תקנות בריאות, מניעת התפשטות מחלות, ויישום מדיניות של מניעת מחלות זיהומיות.  
תפקיד:

- הנחיות לציבור בנוגע למניעת חשיפה לבעלי חיים נגועים.
- ניהול פעולות חירום במקרים של התפרצות מקומית של מחלת כלבת.
- פיקוח על איכות הסביבה והמזון, מניעת מפגעים תברואתיים, והבטחת תנאים בריאותיים נאותים לתושבים ולבעלי החיים בסביבה.

- מחלקת שירותים וטרינריים מקומיים: אחראית על כל הנושא של טיפול בבעלי חיים, חיסונים, ניטור בעלי חיים והעבודה השוטפת עם בעלי חיים בתיאום עם הגורמים הארציים.  
תפקיד:

- ניהול תוכניות חיסונים לבעלי חיים בסיכון גבוה.
- מעקב אחרי בעלי חיים חשודים במחלה.
- איתור בעלי חיים חולים והכוונת הציבור לחשיבות של דיווח מיידי על בעלי חיים לא מחוסנים או במצב חשוד.

#### 4. ארגונים פרטיים:

- מרפאות וטרינריות לשם ביצוע חיסונים, זיהוי בעלי חיים נגועים, וייעוץ לציבור בנוגע למניעת כלבת.
  - עמותות להגנה על בעלי חיים לצורך הגברת המודעות לציבור, חינוך בנושא כלבת, ושיתוף פעולה בהפצת מידע והכוונה לגבי מניעת התפשטות המחלה.
- שיתוף פעולה עם הארגונים יכול לסייע לנו להרחיב את טווח הפעולה של המערכת, לשפר את נגישות הציבור לשירותים וטרינריים, ולהגביר את המודעות בנושא כלבת, כל זאת בהשגת מטרות מניעה אפקטיביות.

### משימה 2 - תיאור תחום הבעיה:

תחום הבעיה: הבעיה המרכזית שנמצא בפנינו היא זיהוי ומניעת התפשטות מחלת הכלבת בקרב בעלי חיים ובני אדם. מדובר בתחום בריאות הציבור והווטרינריה, שכן הכלבת היא מחלה קטלנית המועברת בין בעלי חיים לבני אדם, וגורמת לפגיעות חמורות ואף למוות אם לא מתבצע טיפול מיידי. התחום נוגע לניהול סיכונים בתחום הבריאות הציבורית, בריאות בעלי חיים ומדעי הנתונים לצורך חיזוי מוקדם והתמודדות עם מצבים מסוכנים.

### הסיבות שמניעות את הפרויקט:

1. עלייה חדה במקרי הכלבת: השפעתה של מלחמת "חרבות ברזל" גרמה לחדירה של בעלי חיים נגועים משטח עזה ולבנון, מה שמוביל להחמרה במציאות הנוכחית ולצורך במענה מיידי ומדויק.
  2. סיכון בריאותי גבוה: כלבת היא מחלה קטלנית המהווה איום ממשי על בריאות הציבור ובעלי החיים, מה שמחייב קבלת החלטות מהירה ומבוססת נתונים.
  3. שימוש בטכנולוגיה מתקדמת: פיתוח מערכת חיזוי מבוססת נתונים יאפשר לארגונים הרלוונטיים לפעול באופן יעיל וממוקד, תוך קבלת החלטות בזמן אמת.
- איסוף נתונים גיאוגרפיים ודמוגרפיים: הצורך בנתונים על מיקומים עם סיכון גבוה להתפשטות כלבת, היסטוריית דיווחים על מקרי עבר, ונתונים על תנועת בעלי חיים.
- פיתוח אלגוריתמים מתקדמים: יצירת מודלים לחיזוי אזורי סיכון בהתבסס על נתונים גיאוגרפיים, דמוגרפיים ונתוני מקרי כלבת.
- מערכת אינטראקטיבית: פיתוח דאשבורד אינטראקטיבי שיאפשר לגורמים מוסמכים לקבל החלטות חכמות בזמן אמת.
- תיאום בין גופים שונים: שיתוף פעולה עם משרד הבריאות, משרד החקלאות, רשויות מקומיות, ועמותות להגנה על בעלי חיים.



כיום, ארגונים אינם מנצלים במלואם את מדעי הנתונים לחיזוי התפרצות מחלת הכלבת או מחלות וטרינריות אחרות. עיקר השימוש נעשה בנתונים שכבר נאספו, ללא יישום של מודלים מתקדמים לחיזוי עתיד. גישה זו מגבילה את היכולת להגיב במהירות וביעילות למקרי התפשטות אפשריים.

בפרויקט זה, הייחודיות טמונה בשילוב מדעי הנתונים לצורך חיזוי מוקדם. המערכת שתפותח תאפשר לזהות מראש אזורים וזמנים בעלי סיכון גבוה להתפרצות הכלבת, ובכך תספק לארגון כלי יעיל לנקיטת צעדים פרואקטיביים במקום להסתמך על נתוני עבר בלבד.

### **משימה 3 - תיאור פתרון קיים:**

#### **1. חיסון מונע לבני אדם:**

- חיסון לאחר חשיפה: אם אדם ננשך או נחשף לבעל חיים שנמצא בסיכון להידבקות בכלבת, יש צורך בחיסון מיידי. החיסון כולל סדרת חיסונים שניתנים בזריקות לאחר החשיפה. חיסון זה מאוד יעיל כאשר הוא ניתן בזמן הקרוב לחשיפה ויכול למנוע את התפשטות המחלה.
- חיסון מקדים: עבור אנשים שנמצאים בסיכון גבוה לחשיפה למחלת הכלבת (כגון וטרינרים, עובדים עם בעלי חיים או מטיילים לאזורים בסיכון) יש אפשרות להתחסן לפני החשיפה, מה שמפחית את הצורך בחיסון מיידי במקרה של חשיפה.

#### **2. חיסון לחיות מחמד:**

- חיסון כלבים וחתולים: חיסון חיות הבית (בעיקר כלבים וחתולים) הוא אחד הכלים החשובים ביותר במניעת התפשטות הכלבת. חיסון זה ניתן לרוב בגיל 3-6 חודשים, ונעשה לכל בעלי החיים בתדירות של אחת לשנה-שנתיים, בהתאם להמלצות הרשויות הבריאותיות.
- ברוב המדינות יש חובת חיסון לכלבים, במיוחד באזורים עם סיכון גבוה להתפשטות המחלה, אך חיסון לחתולים למשל אינו חובה בחוק, אך מומלץ לחתולים שיוצאים לחצר ולטבע מחוץ לביתם.

#### **3. חיסון לחיות בר:**

- חיסון חיות בר: במדינות עם סיכון גבוה לכלבת, ישנם פרויקטים שמטרתן לחסן חיות בר, כמו שועלים, זאבים ועורבים אשר יכולים לשמש כמפיצי המחלה. החיסון נעשה בדרך כלל באמצעות פיתיונות שמפזרים בטבע.

#### **4. טיפול לאחר חשיפה (בני אדם):**

- במקרה של חשש לחשיפה למחלת הכלבת (נשיכה או שריטה מבעל חיים), יש לפנות לטיפול רפואי מיידי, הכולל סדרת חיסונים (חיסון כלבת) ו\או טיפול בהזרקה של חיסון נגד כלבת. טיפול זה חייב להתבצע בהקדם האפשרי, שכן אם לא יינתן בזמן, הכלבת עלולה להוביל למוות.

#### **5. מניעת התפשטות המחלה:**

- הסגר ובידוד בעלי חיים חשודים: כאשר קיים חשש של בעל חיים להיות נגוע בכלבת, יש צורך בהסגר ובדיקות וטרינריות. בעלי חיים שאובחנו כנושאי כלבת מבודדים ונפגעים, ובמקרים רבים נאלצים להרדים אותם (המתת חסד) כדי למנוע את התפשטות המחלה.

## 6. ניטור ומניעה:

- רופאים וטרינריים ומומחים בתחום הבריאות הציבורית מבצעים ניטור מתמיד של אזורים בסיכון גבוה למחלה כדי לנסות ולמנוע התפשטות באמצעות חיסונים ומבצעי הסברה.
- במקרים של אזורים עם תחלואה גבוהה, נעשות פעולות מניעה כמו ניטור קפדני של בעלי חיים בתנאים מוגברים.

### חסרונות הפתרון הנוכחי לטיפול במחלת הכלבת:

1. תלות בחיסונים לאחר חשיפה:
  - טיפול לאחר חשיפה (חיסון מיידי) תלוי בהגעה מיידי לטיפול רפואי. אם אדם לא מקבל את החיסון בזמן, המחלה עשויה להתפשט ולגרום למוות.
  - לא תמיד ניתן להבחין מיד אם בעל חיים נושא את המחלה, ולכן ישנו סיכון אם לא מקבלים טיפול מיידי לאחר חשיפה.
2. קושי במניעת התפשטות בקרב חיות בר:
  - חיות בר עשויות להיות נושאות של המחלה אך קשה לשלוט עליהם או לחסן אותם בצורה יעילה, במיוחד באזורים נרחבים.
  - חיסונים באמצעות פיתיונות עשויים לא להיות אפקטיביים ב-100%, וישנה תמיד סיכון שהתפשטות המחלה תימשך.
3. עלויות:
  - החיסון יכול להיות יקר.
  - חיסון בעלי חיים דורש אכיפת חוקים, תקציבים לניהול מערכות חיסון והסברה לציבור ובמקרים מסוימים עלויות גבוהות לביצוע.
4. קושי בניהול ממוקד:
  - המערכת הנוכחית לא מתמקדת בחיזוי אזורי סיכון מראש. כל עוד הנתונים אינם זמינים בזמן אמת, התגובה היא לרוב מאוחרת, וההמלצות לפעולות מניעה לא תמיד מתבצעות בזמן.
5. תיאום בין הגורמים השונים:
  - יש קושי בשיתוף פעולה בין הגורמים השונים מה שמקשה על איסוף נתונים איכותיים ומדויקים בצורה משולבת.

---

## 2. מטרות עסקיות וקריטריונים להצלחה

### 2.1 מטרות עסקיות

תיאור הבעיה, פתרון ותועלות:

הבעיה שעליה אנחנו רוצים לתת מענה באמצעות מדעי הנתונים היא ההתפשטות של מחלת כלבת, הצורך הדחוף הוא פיתוח מערכת חיזוי שתסייע בזיהוי אזורים ומועדים בסיכון גבוה להתפרצות המחלה ולסייע בקבלת החלטות מניעה. מערכת כזו תאפשר לארגונים כמו משרד הבריאות, משרד החקלאות, והרשויות המקומיות לפעול בצורה חכמה וממוקדת, תוך ניהול סיכונים אפקטיבי.

## הפרויקט שלנו מציע:

**זיהוי סיכונים בזמן אמת:** יכולת לזהות אזורים בסיכון לפני שהתפשטה המחלה, ולהגיב במהירות.

- המערכת תספק תחזיות לאזורי סיכון מראש, דבר שיאפשר לגורמים הרלוונטיים לנקוט בפעולות מניעה לפני התפשטות המחלה.

לדוגמה, אם המערכת מזהה אזור מסוים כנתון בסיכון גבוה, ניתן להפעיל פעולות חיסון ממוקדות או לנקוט בפעולות נוספות להפחתת הסיכון.

**חיזוי מגמות עתידיות:** אלגוריתמים יכולים לזהות מגמות עתידיות בהתפשטות מחלות על פי נתונים היסטוריים.

- באמצעות המערכת, גורמים כמו משרד הבריאות ומשרד החקלאות יכולים לפרסם עדכונים מדויקים לציבור, ולפעול להסברה בזמן אמת, הדבר יכול לשפר את שיתוף הפעולה עם הציבור ועם הגורמים המקצועיים בתחום הווטרינריה.

**קבלת החלטות מונעת:** על בסיס החיזוי, ניתן ליישם פעולות מניעה בצורה אפקטיבית יותר, כמו חיסונים ממוקדים.

- אלגוריתמים מתקדמים יעזרו לגורמים המוסמכים לקבל החלטות מבוססות נתונים, ובכך לשפר את ניהול המשאבים ולקצר את זמן התגובה במצבי סיכון.
- התממשקות עם דאשבורד אינטראקטיבי תאפשר למקבלי ההחלטות לעקוב בזמן אמת אחרי המידע ולקבל החלטות במהירות.

**ייעול משאבים:** במקום להמתין לתרחישים מסוכנים ולהגיב לאחר המקרה, המערכת יכולה להמליץ על פעולות מניעה ובכך למנוע את ההתפשטות ולהפחית עלויות.

- המערכת תסייע בניהול משאבים בצורה חכמה ובהכוונת פעולות מניעה ממוקדות, במקום לפזר את המאמץ בצורה כללית שאינה מתואמת למיקומים בסיכון גבוה.
- המערכת תוכל להמליץ על פעולה ממוקדת במקום לבזבז משאבים על פעולות כלליות פחות ממוקדות.

באמצעות מדעי הנתונים, נוכל להימנע מהתפשטות של מחלת הכלבת, לחסוך בהוצאות טיפול ולנהל את המשאבים בצורה חכמה יותר תוך שיפור שיתוף הפעולה בין כל הגורמים המעורבים בטיפול ובמניעת המחלה.

## שאלות עסקיות:

1. כיצד נוכל לחזות אזורים ומועדים בסיכון גבוה למחלת הכלבת?  
- איך נוכל לאסוף נתונים גיאוגרפיים ודמוגרפיים ולשלב אותם עם נתונים על מקרים קודמים של כלבת כדי לחזות אזורים בהם יש סיכון גבוה למחלה?
2. מהם המאפיינים של אזורים בסיכון גבוה?  
- אילו משתנים משפיעים על רמת הסיכון להתפשטות הכלבת?
3. כיצד נוכל להמליץ על פעולות מניעה בזמן אמת?

- איך נוכל לספק המלצות לפעולות מניעה (חיסון בעל חיים, אכיפת חוקים, הסברה לציבור) בזמן קריטי כדי למנוע התפשטות מחלה באזורי סיכון?
- 4. מהי הדרך היעילה ביותר לניהול משאבים בזמן סיכון גבוה?
- איך נוכל לסייע לארגונים וגורמים מוסמכים לקבל החלטות מושכלות על פי ניתוח הנתונים ולמקד את המשאבים במקומות בהם יש סיכון גבוה?

### דרישות עסקיות נוספות:

1. שיתוף פעולה עם גורמים חיצוניים: שיתוף פעולה עם רשויות מקומיות, עמותות וטריבריות ומרפאות חייב להיות חלק מהתהליך, כדי להבטיח שאיסוף הנתונים יהיה עדכני ומדויק.
2. שדרוג והכשרה מתמשכים: דרישה להדריך את אנשי המקצוע בתחום הווטרינרי והבריאותי בהפעלת המערכת ובפיתוח יכולת תחזוקה לאורך זמן.
3. תמיכה בהתמודדות עם מצבי חירום: המערכת צריכה להיות מוכנה לפעול תחת תנאים של לחץ או כאשר יש אירועים בלתי צפויים, כמו גידול פתאומי במקרי כלבת בעקבות חדירה של בעלי חיים נגועים.

### תועלות צפויות במונחים עסקיים:

1. הפחתת התפשטות מחלת הכלבת: החיזוי המוקדם של אזורי סיכון יאפשר להתמקד במניעת ההתפשטות מה שיביא להפחתת מקרי הכלבת בהיקפים גדולים, ובכך ימנעו הוצאות גבוהות על טיפול במחלה.
2. שיפור קבלת החלטות מבוססות נתונים: המערכת תספק למוסדות הרלוונטיים תמונה ברורה ומדויקת של הסיכון, ותאפשר קבלת החלטות מושכלות וממוקדות בנוגע לחיסונים, טיפול ותכנון מדיניות בריאות.
3. יעול ניהול משאבים: ייתן למוסדות מידע בזמן אמת לגבי אזורי סיכון, מה שיאפשר להם להקצות משאבים בצורה מדויקת יותר ויעילה יותר, ובכך להימנע מבזבז של משאבים על פעולות שלא מביאות תועלת.
4. שיפור שיתוף פעולה בין הגורמים השונים: על ידי יצירת פלטפורמה שמאחדת את כל הנתונים הגיאוגרפיים והדמוגרפיים, יחד עם המידע הווטרינרי, תוכל המערכת להקל על שיתוף הפעולה בין הגורמים השונים ולהפוך את המידע לזמין ומועיל יותר.

## 2.2 קריטריונים להצלחה

### קריטריונים אובייקטיביים (כמותיים):

1. **דיוק תחזיות סיכון:** תחזיות מדויקות של אזורי סיכון למחלת הכלבת בזמן אמת. אחוז הדיוק של תחזיות המערכת יהיה לפחות 85%, תחזיות שגויות ייבדקו באופן שוטף ותהיה תמיכה בשדרוג אלגוריתמים בהתאם לשינויים בנתונים ובמצבים בשטח.
2. **הפחתת מקרים חדשים של כלבת:** צמצום התפשטות המחלה על ידי זיהוי מוקדם ומניעת חשיפה. הפחתה של לפחות 30% במקרי הדבקה בכלבת חדשים בשנה.

3. הפחתת עלויות טיפול במחלת כלבת: ייעול ניהול המשאבים ומניעת הוצאות מיותרות על טיפול במקרים חמורים. הפחתה של 20% לפחות בעלויות טיפול במחלת הכלבת בשנה הראשונה של יישום המערכת.

4. הגברת קצב החיסון: הרחבת מבצעי החיסון לבעלי חיים, תוך העלאת קצב החיסונים ב-50% באזורים שזוהו כאזורי סיכון על ידי המערכת.

### קריטריונים סובייקטיביים (איכותיים):

1. שביעות רצון המשתמשים (הגורמים הרלוונטיים): הגברת שביעות הרצון של הגורמים השונים (משרד הבריאות, משרד החקלאות, רשויות מקומיות, מרפאות וטרינריות). לפחות 80% מהמשתמשים במערכת יביעו שביעות רצון גבוהה מהממשק והדיוק של המערכת, לאחר תקופת ניסיון.
2. שיפור שיתוף הפעולה בין הגורמים השונים: חיזוק שיתוף הפעולה בין הרשויות המקומיות, משרד החקלאות, משרד הבריאות ועמותות וטרינריות וכו'. הערכה של פי 2 יותר קשרים ושיתוף פעולה יעיל בין הגורמים לאחר יישום המערכת, על פי משוברים שנאספים ממפגשי עבודה משותפים.
3. השפעה על קבלת החלטות מבוססות נתונים: יצירת תמונה ברורה ומבוססת נתונים שתסייע בקבלת החלטות מושכלות וממוקדות. 75% מהאנשים שמעורבים במערכת יראו שיפור משמעותי בקבלת החלטות בשדה, בזכות המידע שמערכת מספקת.
4. הגברת המודעות הציבורית: העלאת המודעות הציבורית למחלת הכלבת ולצעדי מניעה. לפחות 90% מהציבור באזורי סיכון יהיו מודעים לפעולות מניעה באמצעות פרסומים ומודעות שנעשו בעזרת המערכת.

---

### 3. הערכת המצב

#### הערכת מצב פרויקט:

##### • סוגי הנתונים הזמינים לניתוח:

- נתונים גיאוגרפיים: מיקום התפרצויות מחלת הכלבת בישראל בשנים האחרונות.
- נתונים דמוגרפיים: צפיפות אוכלוסייה, חלוקה לגילאים, ונתונים על בעלי חיים ביתיים באזורים שונים.
- נתוני תקריות כלבת: מקרי כלבת מדווחים, סוגי בעלי חיים שנפגעו ומידע על זמני ומיקומי ההתפרצויות.
- נתוני מזג אוויר: נתונים על טמפרטורה, לחות ועוצמת רוח, הנאספים ממקורות ציבוריים כמו WeatherAPI, לצורך שילוב במודל לחקר תנאי הסביבה המשפיעים על התפרצות הכלבת.
- מאגרי נתונים בינלאומיים:

- FAO (ארגון המזון והחקלאות): מספק נתונים סטטיסטיים על מחלות מדבקות בבעלי חיים, כולל כלבת, ומידע על סיכונים במדינות שונות.
- WHO (World Health Organization): הארגון מספק נתונים על כלבת, במיוחד נתונים גיאוגרפיים וסטטיסטיקות על מקרי חשיפה.

- קבצים זמינים כרגע באחסון שלנו:

- קובץ הגדרת אזורי סיכון למחלת הכלבת בישראל
- קובץ נתונים כלבת משרד החקלאות (CSV)
- קובץ נתונים מחוזות של משרד החקלאות (Excel)

#### • כוח אדם:

לפרויקט שלנו רק אנחנו השותפות (אימאן ודניאל) אחראיות על כל שלבי העבודה. בנוסף, המנחה לפרויקט גמר שמלווה אותנו בתהליך, מספקת לנו תמיכה כללית בכל מה שנוגע לפרויקט ולהתמקד בכיוונים הנכונים. אין לנו צוות נוסף מעבר לכך.

#### • גורמי הסיכון הגדולים ביותר:

1. איכות הנתונים: אם הנתונים שיגיעו לא יהיו שלמים, מעודכנים או מדויקים, איכות התחזיות תיפגע.
2. שיתוף פעולה מוגבל: ייתכן שגורמים כמו רשויות מקומיות ומרפאות וטרינריות לא ישתפו פעולה באופן מלא, או לא נצליח להשיג שיתוף פעולה כלל.
3. זמינות זמן: תהליך פיתוח אלגוריתמים, אימונם ובדיקתם עשוי לגזול יותר זמן ממה שתוכנן.
4. תיאום בין הגורמים השונים: יש קושי בשיתוף פעולה בין הגורמים השונים (משרדי הבריאות והחקלאות, רשויות מקומיות, עמותות וטרינריות...) מה שמקשה על איסוף נתונים איכותיים ומדויקים בצורה משולבת.

הצלחת המערכת תלויה במידה רבה באיכות הנתונים שנאספים. אם הנתונים אינם עדכניים, מדויקים או חסרים תחזיות המערכת עלולות להיות לא מדויקות, דבר שיכול להוביל לתוצאות לא רצויות ולפגיעה ביכולת קבלת ההחלטות. לכן, כדי להבטיח את הדיוק והיעילות של המערכת, יש צורך להיעזר בנתונים איכותיים מה שמחייב תיאום ושיתוף פעולה עם מספר גורמים שונים (רשויות מקומיות, מרפאות וטרינריות ועמותות להגנה על בעלי חיים).

#### • תוכנית חירום לכל סיכון:

1. איכות הנתונים:
  - לחפש מקורות חלופיים כמו מחקרים בינלאומיים, בסיסי נתונים ציבוריים או עמותות בעלי חיים.
  - לעבד את הנתונים כדי להשיג את הנתונים הכי טובים ולשפר אותם.
2. שיתוף פעולה מוגבל:
  - להציג את הערך המוסף של המערכת בשלב מוקדם כדי לשכנע גורמים רלוונטיים.



- לחפש שותפויות נוספות עם ארגונים בעלי אינטרס משותף.
- 3. זמינות זמן:
  - לתעדף שלבים חשובים על שלבים אחרים.
  - לקבוע לוח זמנים ברור ולוודא עמידה ביעדים קריטיים.
- 4. תיאום בין הגורמים השונים:

המערכת שלנו תהיה שיתופית אונליין שמאפשרת שיתוף בזמן אמת של הנתונים על מקרי כלבת, חיסונים, ודיווחים מהשטח. כך שזה ייצור אחדות ומעורבות של כל הגורמים, בנוסף לתת דגש על חשיבות התיאום והשיתוף פעולה לפרויקט.

#### **4. מלאי משאבים**

בפרויקט שלנו, שמטרתו פיתוח מערכת לחיזוי אזורי בסיכון להתפרצות מחלת הכלבת, ביצענו מיפוי מעמיק ומפורט של המשאבים הדרושים לצורך הצלחת הפרויקט. מיפוי זה כלל התייחסות לשלושה סוגי משאבים מרכזיים: חומרה, מקורות נתונים ומשאבי אנוש. הגדרת המשאבים בצורה מפורטת מאפשרת לנו להיערך בצורה מיטבית ולמנוע עיכובים ותקלות בלתי צפויות במהלך הפרויקט.

##### **משימה 1: משאבי חומרה**

החומרה הנדרשת לצורך ביצוע הפרויקט מתבססת על תשתיות בסיסיות המותאמות לדרישות הטכניות של הפרויקט:

- מעבד (CPU): המעבד הנדרש הוא Intel Core i3 לפחות או מקביל לו מבחינת ביצועים. במקרה הצורך, נשתמש במחשבים עם מעבדים מתקדמים יותר על מנת להבטיח יעילות בעיבוד נתונים מורכבים.
- זיכרון (RAM): לצורך ניתוח ועיבוד נתונים, אנו נדרשות לזיכרון עבודה של GB4 לפחות. עבור תהליכים מורכבים יותר, נשתמש במשאבים חיצוניים המאפשרים הרחבת זיכרון.
- אחסון נתונים: נדרש כונן SSD בנפח של GB128 לפחות, שמספק ביצועים גבוהים יותר לקריאה וכתיבה של נתונים. האחסון יתמקד גם בנתוני הביניים וגם בתוצאות המידול.
- מעבד גרפי (GPU): במידה ונדרשים חישובים מורכבים, נשתמש ב-GPU המסופק בחינם על ידי Google Colab, אשר תומך בעיבודי עומק ובמודלים מורכבים.
- אחסון ענן: הנתונים והתוצרים יאוחסנו בשירותי אחסון ענן של Google Drive, המאפשר גיבויים שוטפים וגישה נוחה מכל מקום.

##### **משימה 2: זיהוי מקורות נתונים ומאגרי ידע**

לאיסוף הנתונים, התמקדנו בזיהוי מקורות מידע זמינים, רלוונטיים ומגוונים, אשר יאפשרו לנו ליצור בסיס נתונים איכותי ועמיד:

מקורות נתונים עיקריים:

- משרד הבריאות: נתוני מחלת הכלבת ומקרי הדבקה קודמים.
- משרד החקלאות: מידע על בעלי חיים, אזורי מגורים ודיווחים רלוונטיים.
- נתוני מזג אוויר: ייאספו ממאגרים ציבוריים כדי לשלבם במודל.
- נתוני GIS: מידע גיאוגרפי ודמוגרפי ממאגרים חניניים כדוגמת OpenStreetMap.
- פורמט הנתונים: הנתונים יאוחסנו בפורמטים CSV ו-JSON, המאפשרים עיבוד קל ונוח.
- גישה לנתונים: נוודא כי גישה למאגרי המידע תתבצע באמצעות פרוטוקולים מאובטחים (HTTPS) ושימוש ב-API Keys, תוך שמירה על אבטחת מידע.
- עיבוד והעשרה של נתונים: נתונים חסרים יעברו תהליך ניקוי ועיבוד באמצעות טכניקות אוגמנטציה, בעזרת ספריות Python כמו Pandas ו-NumPy. נתונים משלימים ייאספו ממאגרים נוספים, כגון נתוני דמוגרפיה או מזג אוויר.
- בדיקות איכות: כל הנתונים ייבדקו לאיתור ערכים חסרים או שגיאות, תוך שמירה על סטנדרטים גבוהים של איכות.

### משימה 3: משאבי אנוש

כוח האדם בפרויקט כולל שילוב של הידע, הכישורים והניסיון של חברות הצוות, לצד תמיכה חיצונית במידת הצורך:

- חברות הצוות: אנו, כחברות צוות הפרויקט, נושאיות באחריות כוללת לניהולו. כל אחת מאיתנו מביאה עימה ידע טכני בתחום ניתוח הנתונים, אלגוריתמים, פיתוח מודלים, ושימוש בכלי ויזואליזציה מתקדמים כמו Power BI ו-Python Dash.
- תמיכה מקצועית: המנחה שלנו מספקת ליווי מקצועי שוטף, הכוונה והמלצות לשיפור.
- במידת הצורך, נפנה למומחים בתחומי וטרינריה, רפואה, גיאוגרפיה, מדעי הנתונים ואבטחת מידע.
- תמיכה טכנית: במידה ויתעוררו קשיים טכניים, נשקול שימוש במאגרי מידע ייעודיים או פנייה ליועצים טכניים זמינים.

לסיכום ניתוח מפורט של מלאי המשאבים מאפשר לנו לתכנן בצורה מיטבית את הפרויקט תוך שימוש במשאבים זמינים ויעילים. הגדרה מוקדמת של משאבי החומרה, מקורות הנתונים ומשאבי האנוש תסייע לנו להתמודד עם אתגרים עתידיים ולספק פתרון מקצועי, איכותי ועמיד. אנו מאמינות שהיערכות זו תאפשר את עמידתנו בלוחות הזמנים ובמטרות שהוגדרו.

## 5. דרישות, הנחות ומגבלות

בפרויקט שלנו, שמטרתו פיתוח מערכת לחיזוי אזורי הכלבת, אנו שואפות להגדיר בצורה מדויקת ומפורטת את כל הדרישות, ההנחות והמגבלות של העבודה. הגדרה זו תאפשר לנו להתנהל בצורה יעילה ולמנוע בעיות בלתי צפויות במהלך הפרויקט.

### משימה 1 - דרישות:

#### 1. דרישות אבטחה ומשפטיות:

- הנתונים שאנו מתכננות לאסוף מגיעים ממאגרים ציבוריים, ממשלתיים ומסחריים. נוודא שהשימוש בהם עומד בכל התקנות המשפטיות והרגולטוריות, כולל חוקי הגנת פרטיות כמו GDPR וכן תקנות מקומיות בישראל.
- נוודא שכל הגורמים המשתפים נתונים יספקו הרשאות מפורשות לשימוש במידע, תוך שמירה על עקרונות אבטחת המידע ועל אנונימיות הנתונים במידת האפשר.
- גישה לנתונים תתבצע באמצעות פרוטוקולים מאובטחים כמו HTTPS ו-API Keys, עם בקרה שוטפת על הגישה למאגרי המידע כדי למנוע שימוש בלתי מורשה.
- בנוסף, ייערכו מעקבים שוטפים אחר הגבלות חדשות או מתעדכנות על שימוש בנתונים רגישים, תוך קבלת ייעוץ משפטי במקרה הצורך.

## 2. דרישות לוחות זמנים:

- תוכנית העבודה שלנו מבוססת על מתודולוגיית CRISP-DM, הכוללת חלוקה ברורה של שלבים ואבני דרך. כל שלב בתוכנית מוגדר עם מטרות ברורות, משימות לביצוע ולוחות זמנים מוגדרים מראש.
- אנו נכלול מרווחי זמן (Buffer Time) בין השלבים השונים של הפרויקט. מרווחים אלו נועדו לתת מענה לעיכובים בלתי צפויים שעלולים להתעורר, כגון בעיות טכניות, זמינות נתונים, או הצורך לבצע שיפורים במודל.
- פגישות שבועיות יתבצעו עם המנחה האקדמי כדי להבטיח שהתקדמות העבודה תואמת את התוכנית שנקבעה. בפגישות אלו נדון בהתפתחויות, ננתח אתגרים ונזהה חריגות פוטנציאליות מהתוכנית בשלב מוקדם.
- בנוסף, נשתמש בכלים לניהול פרויקטים, כמו Gantt Chart, כדי לעקוב אחר התקדמות המשימות ולשמור על שקיפות בניהול הזמן והמשאבים. כלים אלו יאפשרו לנו לעקוב אחר עמידה בלוחות הזמנים ולעדכן את התוכנית במידת הצורך.
- אנו מחויבות לתהליך עבודה מתוכנן ומובנה שיבטיח עמידה בזמנים שנקבעו, תוך התחשבות בגורמים בלתי צפויים וניהול פרואקטיבי של הזמן.

## 3. דרישות להצגת התוצאות:

- בסיום הפרויקט, עלינו לבנות לוח מחוונים (Dashboard) באמצעות כלי ויזואליזציה מתקדמים, כמו Power BI, Python Dash או R Shiny. לוח המחוונים יציג בצורה אינטראקטיבית את התוצאות של המודל הנבחר, כולל סטטיסטיקות של דיוק, רגישות, ושלמות המודל.
- דרישות נוספות כוללות:
- הדמיית נתונים: הדשבורד יאפשר ניתוח חזותי של התוצאות, כולל גרפים אינטראקטיביים, מפות גיאוגרפיות (אם רלוונטי), ודוחות דינאמיים שמציגים את הביצועים של המודל.
  - הזנת תצפיות חדשות: המשתמשים יוכלו להזין תצפיות חדשות ולקבל חיזוי של משתנה המטרה בזמן אמת, תוך שמירה על חוויית שימוש נוחה ואינטואיטיבית.
  - דו"ח מסכם: נוסף על הדשבורד, נגיש דו"ח מסודר הכולל טבלאות, גרפים ותוצאות ניתוח סטטיסטי, שיוגש למנחה ולצוות הבוחנים.
- מטרתנו היא לוודא שהתוצר הסופי יהיה מקצועי, ידידותי למשתמש, ונגיש, כך שהוא יעמוד בכל דרישות הפרויקט וידגים את ההישגים של המערכת שפיתחנו.

## משימה 2 – הבהרת הנחות

### 1. גורמים כלכליים:

הפרויקט מתבצע ללא תקציב ייעודי, תוך שימוש בכלים חינוכיים כמו Power BI ו-Google Colab, Python. עם זאת, קיימת אפשרות שעלות נוספת תידרש עבור עמלות ייעוץ או פתרונות טכנולוגיים מיוחדים. במקרים כאלה, נתכנן פתרונות חלופיים ונתעדף שימוש במאגרים ציבוריים כדי לצמצם עלויות. נבחן את השפעתם של מוצרים מתחרים או פתרונות קיימים בשוק שעשויים לדרוש התאמות בפרויקט.

### 2. איכות הנתונים:

אנו מניחות שחלק מהנתונים יהיו בעלי איכות ירודה, עם ערכים חסרים או נתונים לא רלוונטיים. תהליך עיבוד הנתונים יכלול שלבים של ניקוי, תיקון ואוגמנטציה לשיפור איכותם, תוך שימוש בכלים כמו NumPy ו-Pandas. נבטיח שימוש במאגרים ציבוריים ומסחריים להשלמת נתונים חסרים ולמניעת השפעה שלילית על תוצאות הפרויקט.

### 3. ציפיות לגבי התוצאות:

אנחנו צוות הפרויקט, המנחה והסגל האקדמי מצפים שהתוצאות יוצגו בפורמט ברור ואינטראקטיבי, המאפשר הבנה קלה של ממצאי המודל. התוצאות יכללו לוחות מחוונים ויזואליים עם גרפים, מפות ודוחות אינטראקטיביים, שימקדו את המשתמשים בהשפעות ובתובנות המרכזיות. התצוגה תתמקד בפשטות ונוחות, כך שמי שאינו מתמצא בטכנולוגיה יוכל להבין את משמעות התוצאות בקלות, ללא צורך בביתוח המודל הטכני.

## משימה 3 – אימות מגבלות/אילוצים:

### 1. גישה לנתונים:

כל הגישה לנתונים תתבצע בצורה מאובטחת, תוך שמירה על עקרונות אבטחת מידע וסיסמאות מאוחדות בצורה מוגנת. נוודא שגיבוי הנתונים והמידע מתבצע בצורה שוטפת ובטוחה, תוך שימוש במפתחות API וסיסמאות מאובטחות. כל שימוש בנתונים רגישים יתבצע תחת פיקוח קפדני ובכפוף לכללי האתיקה. נוודא שיש ברשותנו את כל הסיסמאות ופרטי הגישה הדרושים לנתונים, כולל הרשאות לגישה למאגרי API ממאגרי מידע ציבוריים או פרטיים. נקפיד על שימוש בפרוטוקולים מאובטחים כמו HTTPS.

### 2. מגבלות חוקיות:

נערוך בדיקה לכל נתון שנאסוף כדי לוודא עמידה בתקנות החוק והרגולציה, כגון תקנות פרטיות כמו GDPR וחוקי פרטיות מקומיים בישראל. נוודא שכל המודלים והתוצרים הסופיים יעמדו בדרישות חוקיות, כולל מניעת שימוש בנתונים מזוהים ללא הרשאה. יבוצע פיקוח קפדני ובכפוף לכללי האתיקה לאורך כל תהליך העבודה.

### 3. אילוצים פיננסיים:

התקציב המוגבל שלנו כסטודנטיות מחייב אותנו להסתמך על כלים חינוכיים כמו Google Colab, Python ו-Power BI. נבחן חלופות יצירתיות לכל הוצאה בלתי צפויה, תוך התמקדות בצמצום עלויות ושימוש במשאבים קיימים.

לסיכום באמצעות הגדרה מפורטת של דרישות, הנחות ומגבלות, תכננו תוכנית עבודה שמטרתה להתמודד עם אתגרים צפויים ולהבטיח עמידה בלוחות הזמנים ובמטרות שהוגדרו לפרויקט. אנו מקווים שהתכנון שביצענו, לצד שימוש בכלים חינוכיים ותוכניות גיבוי מפורטות, יאפשר לנו לקדם את הפרויקט בצורה יעילה ומקצועית.

## **6. סיכונים ותוכניות חירום**

### **זיהוי סיכונים מרכזיים:**

במסגרת הפרויקט לחיזוי אזורים בסיכון גבוה להתפרצות מחלת הכלבת, יבוצע ניתוח יסודי לזיהוי סיכונים פוטנציאליים העלולים להשפיע על הצלחת הפרויקט. בהתחשב במורכבות העבודה, היעדר תקציב פורמלי, והעובדה שאנו סטודנטיות בשנה ג' המנהלות פרויקט זה לצד עומסים אקדמיים אחרים, להלן פירוט הסיכונים המרכזיים ותוכניות המענה לכל אחד מהם:

### **סיכון לוחות זמנים:**

תיאור הסיכון: הפרויקט עשוי להימשך מעבר ללוחות הזמנים שנקבעו עקב עיכובים באיסוף או עיבוד נתונים, תקלות בתהליך המידול או היקף עבודה בלתי צפוי. הדבר עלול לגרום לאי עמידה במועדי ההגשה האקדמיים.

תוכנית מגירה:

- נשלב מרווחי זמן (באפרים) בין שלבי העבודה לתמיכה בעיכובים לא צפויים.
- נבצע פגישות שבועיות עם המנחה למעקב אחר ההתקדמות ולזיהוי מוקדם של בעיות.
- נעדיף משימות קריטיות תוך דחיית משימות משניות או תוספות שאינן הכרחיות להצלחת הפרויקט.

### **סיכון כלכלי:**

תיאור הסיכון: בהיעדר תקציב ייעודי, ייתכן שנידרש להתמודד עם עלויות בלתי צפויות, כמו גישה לנתונים ייחודיים, אחסון בענן או שימוש בכלים מתקדמים בתשלום.

תוכנית מגירה:

- נשתמש בפלטפורמות וכלים חינוכיים, כגון Python, Google Colab ו-Power BI.
- נבחן נתוני מאגרי מידע ציבוריים, כמו OpenStreetMap או נתוני מזג אוויר ממשלתיים, כדי לצמצם עלויות.
- במידה ויידרשו משאבים בתשלום, נבנה תוכנית מינימליסטית עם פתרונות חלופיים ונשקול בקשת תמיכה מגורמים חיצוניים או שיתופי פעולה.

### **סיכון נתונים:**

תיאור הסיכון: איכות נתונים נמוכה, נתונים חסרים או אי-יכולת להשיג נתונים מתאימים עלולים לפגוע בביצועי המודלים וביכולת החיזוי.

תוכנית מגירה:

- נבצע עיבוד וניקוי יסודי של הנתונים באמצעות ספריות Python מתקדמות כגון Pandas ו-Numpy.

- נשלב נתונים נוספים ממאגרים ציבוריים או פרטיים, כגון נתוני דמוגרפיה, עונתיות ומזג אוויר.
- נשתמש בטכניקות אוגמנטציה (augmentation) או בסימולציות מבוססות נתונים קיימים להשלמת החסר.

### סיכון תוצאות:

תיאור הסיכון: ייתכן שהמודלים שיפותחו לא יניבו תוצאות מספקות מבחינת דיוק, רגישות ויכולת החיזוי של אזורים בסיכון. תוכנית מגירה:

- נבחן אלגוריתמים מתקדמים נוספים, כגון XGBoost ו-LSTM, ונשלב גישות חדשות לשיפור תוצאות החיזוי.
- נשלב נתונים רלוונטיים נוספים במידול, כמו נתונים סביבתיים, גיאוגרפיים ודמוגרפיים.
- נקיים חזרות מרובות על תהליך המידול, תוך שיפור מתמיד של פרמטרים והערכת ביצועים באמצעות מדדים כגון Precision, Recall ו-F1 Score.

### סיכון טכנולוגי:

תיאור הסיכון: תקלות טכניות, שגיאות בתוכנה או מגבלות בפלטפורמות העבודה (למשל נפחי נתונים גדולים) עלולות לעכב את התקדמות העבודה. תוכנית מגירה:

- נשמור על גיבויים סדירים של קוד, נתונים ותוצאות בכל שלב של הפרויקט.
- נבחן שימוש בפלטפורמות חלופיות, כגון AWS או Microsoft Azure, במידת הצורך.
- נשתמש בכלי ניטור מתקדמים לניהול עומסים ותקלות בתהליך העבודה.

### תיעוד ותכנון לכל סיכון:

#### 1. תיעוד הסיכונים:

ננהל מסמך דינמי הכולל את כל הסיכונים, רמתם, והפעולות המתוכננות להתמודדות עימם. המסמך יעודכן לאורך הפרויקט.

#### 2. תוכניות מגירה:

לכל סיכון תוגדר תוכנית חירום מפורטת הכוללת צעדים אופרטיביים, הכלים הנדרשים והגורמים האחראיים לטיפול.

**סיכום:** בנייה מוקדמת של תוכניות מגירה לכל סיכון מאפשרת לנו לנהל את הפרויקט בצורה מסודרת, שקופה ויעילה. ההיערכות המוקדמת מצמצמת את ההשפעה של אתגרים בלתי צפויים ומבטיחה עמידה בלוחות הזמנים והמטרות שהוגדרו. אנו בטוחות כי תוכניות אלו יובילו אותנו להצלחה בפרויקט ויאפשרו פיתוח פתרון מדויק ואיכותי לחיזוי התפרצות מחלת הכלבת.

---

## 7. מינוח

במסגרת המסמך הבנה עסקית של פרויקט הגמר, יצרנו מילון מונחים שמבטיח שכל חברי הצוות מדברים באותה שפה, עם הסברים למושגים טכניים ומקצועיים.



## מילון מונחים:

1. כלבת: מחלה נגיפית קטלנית המועברת דרך רוק של בעלי חיים נגועים, בדרך כלל בנשיכה.  
במקרים מסוימים עלולה לגרום לתמותה.
2. בעל חיים נגוע: חיה שנדבקה בנגיף הכלבת ומסוגלת להעבירו הלאה.
3. חיסון פוסט-חשיפה: טיפול מונע שניתן לאדם או בעל חיים לאחר חשיפה אפשרית לנגיף הכלבת, במטרה למנוע הדבקה.
4. חיסון פרה-חשיפה: חיסון הניתן לאנשים או בעלי חיים בסיכון גבוה לפני חשיפה אפשרית לנגיף הכלבת.
5. אזור סיכון: אזור גיאוגרפי שבו יש חשש גבוה להתפרצות כלבת, המבוסס על נתונים מהשטח.
6. פעולות מנע: פעולות שנועדו לצמצם את התפשטות המחלה כמו חיסונים, ניטור אזורים נגועים והסברה לציבור.
7. מקור הדבקה: בעל חיים שמהווה מאגר לנגיף שיכול להדביק חיות ואנשים ומהווה סכנה.
8. לגבי ארגונים- יש הסבר בסעיפים למעלה אבל נאגד הכל פה:
  - משרד הבריאות:
  - גוף ממשלתי האחראי על בריאות הציבור, כולל טיפול במגפות ובמחלות מדבקות.
  - משרד החקלאות ופיתוח הכפר:
  - גוף ממשלתי המטפל ברווחת בעלי החיים, במחלות וטרינריות ובפיקוח על חיות משק.
  - מחלקת תברואה ובריאות הציבור:
  - מחלקה ברשויות המקומיות האחראית על ניקיון, טיפול בבעלי חיים משוטטים ותפעול אזורי פסולת.
  - עמותות להגנה על בעלי חיים:
  - ארגונים פרטיים/ציבוריים שפועלים להצלת בעלי חיים, חיסונים וטיפול בהם במקרי חירום.

## 8. עלויות ותועלות

מכיוון שמדובר בפרויקט אקדמי, רוב העלויות הגבוהות שבדרך כלל מתלוות לפרויקטים כאלו לא רלוונטיות, ניתן להשיג רישיון אקדמי חינמי או בעלות סמלית. אנחנו יכולים לדון בעלויות אחרות כמו זמן, מאמץ, ודרישות טכניות.

### 1. איסוף נתונים

- עלות זמן:  
איסוף הנתונים דורש פנייה לגופים שונים (משרד הבריאות, משרד החקלאות, עמותות) והשגת נתונים מעודכנים. זהו תהליך שעלול להימשך ימים עד שבועות כדי להשיג את האישורים.
- עלויות טכניות:  
שימוש בתוכנות חינמיות או גישה למאגרים דרך רישיון אקדמי. אם נצטרך מנוי בתשלום זה יכול לנוע בין \$10 עד \$70.
- מאמץ פיתוח:  
יצירת מודלים לחיזוי דורשת עבודה תכנותית, ניסוי ותהייה, ואופטימיזציה.

○ משאבים טכנולוגיים:

נצטרך מחשבים חזקים שיש להם יכולת להתמודד עם מספר גדול של נתונים, אפשר להיעזר בציוד שיש במכללה במידת הצורך.

## 2. הטמעה והצגה

○ הצגה אקדמית:

הכנת הדשבורד ובתיבת הדוחות מצריכים השקעת זמן בהכנת מסמכים איכותיים, מצגות, ותיעוד מלא של העבודה.

○ אנו נשתמש ב- POWER BI בגרסה החינמית, במידה ונזדקק לתכונות מתקדמות יותר, נצטרך לעבור לגרסה "POWER BI PRO" שמחירה הינו \$10 לחודש פר משתמש.

○ במסגרת הפרויקט, תהליך הטמעת המערכת והכשרת המשתמשים יבוצע באופן ממוקד בהתאם לצרכים המקומיים. ההכשרה תכלול הדגמות ייעודיות לקבוצות יעד שעשויות להתעניין בתוצר. תהליך זה ידרוש הבנה מעמיקה, השקעה משמעותית בזמן, ומאמץ ניכר כדי להבטיח שימוש נכון ויעיל במערכת.

## תועלות צפויות מהפרויקט:

### השגת המטרה העיקרית:

המערכת תסייע במיפוי מדויק ועדכני של אזורי סיכון למחלת הכלבת, תוך מתן חיזוי מתקדם למועדים ואזורים רלוונטיים. בזכות הכלי שיפותח, הרשויות יקבלו המלצות בזמן אמת, מה שיאפשר תכנון יעיל של המשאבים, פעולות מנע ותגובה מהירה, מה שיוביל לשיפור יכולת הניהול של משאבים על ידי התמקדות באזורים המוגדרים כעת בסיכון גבוה.

### תובנות נוספות מנתוני הפרויקט:

- ניתוח הנתונים עשוי לחשוף מגמות וסיבות להתפשטות מחלת הכלבת שאינן מוכרות כיום.
- תיעוד ודירוג של גורמי סיכון מרכזיים (כגון אזורי חדירה או עונות פעילות גבוהה) שיעזרו גם במניעת מחלות נוספות.
- זיהוי אזורי סיכון נוספים שאינם מתועדים כיום.

### יתרונות אפשריים מהבנת הנתונים בצורה טובה יותר:

- המידע יאפשר תכנון אסטרטגיות מדויקות יותר למניעת מחלת הכלבת.
- הפחתת עלויות טיפול רפואי בבני אדם ובבעלי חיים על ידי מניעה מוקדמת.
- סיוע בקבלת החלטות מבוססות נתונים על ידי הרשויות.
- אפשרות להרחבת הפתרון למחלות וטרינריות נוספות וליצירת מודל כללי לחיזוי מחלות מדבקות.

## 9. מטרות וקריטריונים למדעי הנתונים

### 9.1. מטרות במדעי הנתונים

הפרויקט ישלב אלגוריתמים של למידת מכונה ולמידה עמוקה ובינה מלאכותית.

#### פתרון טכני לבעיה:

פיתוח מערכת לחיזוי אזורי סיכון למחלת הכלבת תוך שימוש במודלים מתקדמים של ניתוח נתונים. ע"י שילוב נתונים גיאוגרפיים, דמוגרפיים ומקרי כלבת קודמים במטרה לאתר מגמות וסיכונים פוטנציאליים בזמן אמת.

הסבר להתאמת הפרויקט לשלושת סוגי הבעיות: חיזוי סדרות זמן, סיווג, וחיזוי החלטות:

#### 1. חיזוי סדרות זמן (Time Series Forecasting):

הפרויקט שלנו עוסק בזיהוי מגמות ותבניות התפרצות של מחלת הכלבת באזורים שונים ובזמנים קריטיים. סוג זה של חיזוי מתאים באופן טבעי לפרויקט, שכן הוא מאפשר לחזות מתי ואיפה יש סבירות גבוהה להתפרצות, בהתבסס על נתוני עבר הכוללים מקרים מדווחים, נתוני מזג אוויר, פעילות בעלי חיים, ותנאים גיאוגרפיים.

דוגמה לשימוש: המערכת תוכל לחזות את העלייה הצפויה במקרי כלבת בעונה מסוימת או באזור גיאוגרפי מסוים על בסיס נתונים היסטוריים. תועלת: תחזיות אלו יספקו זמן התראה מספק כדי לנקוט פעולות מנע ולהפחית את התפשטות המחלה.

#### 2. סיווג (Classification):

חלק מרכזי בפרויקט שלנו הוא היכולת לסווג אזורים לפי רמת הסיכון שלהם להתפרצות מחלת הכלבת. סיווג מתאים כאשר אנו רוצים להבחין בין אזורים בסיכון גבוה, בינוני ונמוך.

דוגמה לשימוש: על בסיס נתונים דמוגרפיים, גיאוגרפיים ונתונים על בעלי חיים, המערכת תסווג אזורים לקטגוריות סיכון. תועלת: סיווג מאפשר לרשויות להתמקד באזורים בעלי עדיפות גבוהה לצעדי מנע, כגון חיסונים או התרעות לתושבים, ובכך לייעל את חלוקת המשאבים.

#### 3. חיזוי החלטות (Decision Prediction):

הפרויקט שואף לא רק לספק תחזיות, אלא גם להמליץ על פעולות מבוססות נתונים שיסייעו בקבלת החלטות. חיזוי החלטות מתאים לפרויקט שלנו, שכן הוא מאפשר להפיק תובנות ושימועות ולהנחות את הרשויות והארגונים לגבי צעדי מנע ותהליכים נוספים.

דוגמה לשימוש: המערכת תוכל להמליץ על מספר החיסונים הנדרשים באזור מסוים, מיקום אסטרטגי של מרפאות חירום, או אופן הטיפול בבעלי חיים נגועים. תועלת: המערכת תספק תמיכה החלטתית בזמן אמת, תייעל תהליכים ותסייע במניעת התפשטות המחלה. שילוב שלוש הבעיות בפרויקט:

שילוב חיזוי סדרות זמן וסיווג:

תחזית המועד והמיקום של ההתפרצות תסייע לסווג את האזורים לפי רמות סיכון.  
שילוב סיווג וחיזוי החלטות:  
לאחר סיווג האזורים, המערכת תוכל להמליץ על צעדי פעולה מדויקים ומבוססי נתונים.  
שילוב חיזוי סדרות זמן וחיזוי החלטות:  
זיהוי מגמות בזמן אמת יאפשר להציע המלצות מותאמות לכל מצב.

גרסיה עשויה להיות אופציה שימושית במקרים שבהם נרצה לחזות ערכים רציפים, כמו מספר מדויק של מקרים באזורים מסוימים או רמות סיכון מספריות. לכן, ייתכן שנשלב אותה בפרויקט ככלי משלים, בהתאם לצורך שיעלה במהלך העבודה.

סיכום:  
הפרויקט שלנו מתאים לשלושת סוגי הבעיות הללו, שכן הוא משלב ניתוח נתונים מתקדם, חיזוי מגמות וזיהוי תבניות, יחד עם מתן המלצות מבוססות נתונים שיסייעו בקבלת החלטות מושכלת. השילוב יאפשר לנו לפתח מערכת יעילה, מקיפה ויישומית שתשפר את המאבק במחלת הכלבת ותגן על בריאות הציבור ובעלי החיים.

### אופן העבודה:

#### **שלב 1: איסוף וארגון נתונים (31/01/25 – 15/12/24)**

איסוף נתונים היסטוריים על מקרי כלבת, כולל תאריכים, מיקומים וגורמים נוספים.  
שילוב נתונים גיאוגרפיים, דמוגרפיים ותנאי מזג האוויר ליצירת בסיס לניתוח סדרות זמן.  
ניהול תהליך ניקוי ועיבוד נתונים ליצירת סט נתונים איכותי לניתוח, כולל טיפול בערכים חסרים, נתונים רועשים ושגיאות אפשריות.

#### **שלב 2: ניתוח ראשוני של הנתונים (24/03/25 – 31/01/25)**

ביצוע ניתוח סטטיסטי לזיהוי מגמות, עונתיות ואזורי ריכוז במקרי הכלבת כחלק מניתוח סדרות זמן.  
יצירת גרפים ומפות להמחשת נתונים ראשונית, כולל זיהוי דפוסים חוזרים וזיהוי נקודות חריגות (Outliers).  
הכנה ראשונית לתהליך סיווג באמצעות זיהוי מאפיינים רלוונטיים שיכולים להשפיע על התפרצויות.

#### **שלב 3: פיתוח מודלים לחיזוי וסיווג (30/04/25 – 24/03/25)**

חיזוי סדרות זמן: פיתוח מודל סדרות זמן (Time Series Forecasting) המתמקד בזיהוי מגמות עונתיות וצפי לאזורים בסיכון גבוה.  
סיווג: פיתוח מודל סיווג (Classification) לזיהוי אזורים בקטגוריות של רמות סיכון שונות (נמוך, בינוני, גבוה).  
חיזוי החלטות: פיתוח מודל המסייע להחלטות מבוססות נתונים, כמו זיהוי פעולות מניעה שיתנו את הערך המקסימלי.  
אימון המודלים בעזרת הנתונים המעובדים ובדיקת דיוק, רגישות וספציפיות שלהם.

#### **שלב 4: התאמת המודלים לחיזוי עונתי והחלטות מונחות נתונים (30/04/25 – 24/03/25)**

שילוב גורמי עונתיות כמו עונת השנה, דפוסי נדידה של בעלי חיים ותנאי מזג האוויר במודל החיזוי.  
התאמת המודל לחיזוי החלטות, כולל המלצות לפעולות מנע קריטיות על בסיס נתונים היסטוריים.

הערכת תוצאות המודלים והתאמות נוספות לפי הצורך.

### **שלב 5: הערכת ביצועי המודלים (23/05/25 – 30/04/25)**

שימוש במדדים טכניים כגון דיוק (Accuracy), רגישות (Sensitivity), ספציפיות (Specificity), ושגיאת חיזוי ממוצעת (Mean Forecast Error) עבור סדרות זמן. ניתוח ביצועי המודלים על פי מטרות מוגדרות כמו מניעת התרעות שווא ושיפור זיהוי התפרצויות. תיעוד תוצאות הביצועים וניתוח פערים מהתחזיות הרצויות.

### **שלב 6: הצגת תוצאות והפקת דוח (20/08/25 – 04/08/25)**

יצירת דאשבורד אינטראקטיבי להצגת תחזיות סדרות זמן, מיקומים בסיכון גבוה, והמלצות לפעולות מניעה. הדגש על תובנות מבוססות נתונים, כולל אזורים קריטיים לעדכון ותכנון עתידי. הפקת דוח מסכם המשלב את תוצאות המודלים, ניתוחי הביצועים, והמלצות יישומיות לרשויות ולגורמים המוסמכים.

## **9.2. קריטריונים להצלחה במדעי הנתונים**

כדי להבטיח הצלחה בפרויקט שלנו לחיזוי אזורים בסיכון להתפרצות מחלת הכלבת, פיתחנו מערך קריטריונים מקיף המשלב מדדים טכניים, מדדים סובייקטיביים ומדדי פריסה. קריטריונים אלו ישמשו כמדדי הצלחה במהלך הפיתוח, הפריסה והערכת ביצועי המודל ותפקוד המערכת, תוך הבטחת הערך המוסף שהיא מספקת לרשויות ולמשתמשים.

### **שיטות להערכת המודל:**

#### **דיוק (Accuracy):**

נשאף להגיע לדיוק של לפחות 85% בתחזיות של אזורים בסיכון להתפרצות מחלת הכלבת. נחשב את אחוז האזורים שבהם התחזיות היו נכונות מתוך כלל האזורים שנבדקו.

#### **רגישות (Sensitivity / Recall):**

מדד המייצג את אחוז האזורים שבאמת נמצאים בסיכון גבוה וזהו ככאלה על ידי המודל. המטרה היא להגיע לרגישות של מעל 90%.

#### **Precision:**

מתוך האזורים שזהו ככאלה בסיכון גבוה, כמה מהם באמת היו בסיכון גבוה. נשאף ל-Precision של מעל 80%.

#### **F1-Score:**

מדד משולב המאזן בין Precision ו-Recall. המטרה היא להגיע ל-F1 גבוה מ-0.85, כדי להבטיח איזון בין זיהוי נכון של אזורים בסיכון (Recall) ומניעת התרעות שווא (Precision).

#### **ספציפיות (Specificity):**

מדד המראה את היכולת של המודל לצמצם התרעות שווא (False Positives). נדרוש ספציפיות של מעל 80%.

#### **AUC (Area Under the Curve):**

משמש להערכת ביצועי המודל בסיווג בינארי. נשאף לערך של מעל 0.85 כדי להבטיח יכולת הבחנה גבוהה בין אזורים בסיכון גבוה לאזורים שאינם בסיכון.

#### **ביצועים בזמן אמת:**

נבדוק שהמודל יכול לספק תחזיות מהירות תוך פחות מ-5 שניות עבור כל שאילתת נתונים, על מנת להבטיח יעילות בשימוש המערכתי.

#### **מדדים סובייקטיביים:**

##### **1. יכולת קבלת החלטות:**

הצלחה תימדד לפי השפעת המערכת על תהליך קבלת ההחלטות של הרשויות. נבחן האם המידע והתובנות שהמערכת מספקת תורמים לייעול ההחלטות בנוגע לפעולות מניעה באזורים בסיכון. לדוגמה, האם המערכת מסייעת לרשויות לזהות בצורה מדויקת אזורים בהם יש להגביר חיסונים או לנקוט צעדים מהירים כדי למנוע התפרצות.

##### **2. שיפור בתוצאות בשטח:**

נעקוב אחרי נתוני מקרי הכלבת ונדווח על שינויים חיוביים בתדירות המקרים בעקבות השימוש במערכת. הצלחה תוגדר כהפחתה במספר מקרי הכלבת באזורים שסומנו על ידי המערכת כמועדים לסיכון גבוה, לצד שיפור בתהליכי המניעה (כמו חיסונים וטיפול מיידי).

##### **3. שביעות רצון המשתמשים:**

נבצע סקרים ומדידות איכות בקרב משתמשי המערכת, כגון רשויות הבריאות, וטרינרים ואנשי שטח. נשאף לכך שלפחות 80% מהמשתמשים ידווחו על שביעות רצון גבוהה מהמערכת, הן ברמת קלות השימוש והן ברמת הערך המוסף שהיא מספקת. השאלות יתמקדו ביעילות התחזיות, נוחות השימוש, והתרומה לתהליכי העבודה.

##### **4. יכולת חיזוי אפקטיבית בזמן אמת:**

נבחן את יכולת המערכת לנפק תחזיות רלוונטיות ומדויקות בזמן קצר, שיאפשרו לרשויות לפעול מיידי. מדד זה יוערך לפי התאמה של לפחות 80% מהמקרים בהם ניבאה המערכת התפרצות או סיכון גבוה לתוצאות בפועל, וכן לפי זמן תגובה מהיר של התחזיות.

##### **5. שימושיות וגמישות:**

נבדוק אם המערכת גמישה ומתאימה את התחזיות למצבים משתנים, כמו תנאי מזג אוויר, עונות השנה, ונתונים ספציפיים לכל אזור. מדד זה יבחן את היכולת של המערכת לספק המלצות מותאמות אישית ולהציע גישות פעולה מגוונות לכל אזור.

##### **6. איכות הנתונים:**

נבחן האם המערכת מצליחה להתמודד עם נתונים חלקיים או לא מדויקים, ועדיין לספק תחזיות אמינות ואפקטיביות. הצלחה תוגדר לפי יכולת המערכת לנצל בצורה מיטבית נתונים משתנים ולהתגבר על מגבלות מידע.

##### **7. תרומה כללית:**



נמדוד את התרומה הכוללת של המערכת לשיפור ההתמודדות עם מחלת הכלבת. האם היא משפרת את תהליכי העבודה של הרשויות, מספקת מידע משמעותי ועוזרת למנוע התפרצות רחבה של המחלה. מדדים סובייקטיביים אלו מבטיחים הערכה מקיפה של המערכת לא רק בהיבטים טכניים, אלא גם בחוויית השימוש, הערך הנתפס על ידי המשתמשים, והתרומה הכללית לשיפור מניעת מחלת הכלבת. מטרתנו היא להבטיח שהמערכת לא רק תספק תחזיות מדויקות, אלא גם תהיה כלי אפקטיבי ואינטואיטיבי לשימוש ברשויות.

### **פריסה מוצלחת:**

אינטגרציה: הצלחה תוגדר על פי היכולת לשלב את המערכת עם תשתיות קיימות של משרד הבריאות, משרד החקלאות ורשויות מקומיות, תוך התאמה חלקה לתהליכים קיימים ולמערכות טכנולוגיות נלוות. שימוש בפועל: המערכת תיחשב מוצלחת אם תוטמע ותשמש בפועל למניעת התפרצות המחלה באזורים בסיכון. תוצאות התחזיות ייושמו בהחלטות ובפעולות של הרשויות. תמיכה טכנית ותחזוקה: נשאף להבטיח שהמערכת תעבוד בצורה רציפה עם מינימום תקלות טכניות. יתבצעו תמיכה ועדכונים שוטפים כדי לשמור על ביצועי המערכת לאורך זמן.

### **הערכת המודל:**

**הערכה אובייקטיבית:** תבוצע על ידינו (המשתתפות בפרויקט) תוך שימוש במדדים טכניים, כמו דיוק, רגישות ו-AUC, וכן ניתוח ביצועי המודל על סט נתונים חדש שלא נעשה בו שימוש במהלך ההכשרה.

**הערכה סובייקטיבית:** תבוצע על ידי המנחה והצוות האקדמי, ש-יבחנו את תרומת המערכת להערכת התחזיות ואת הערך שהיא מספקת למשתמשים הסופיים, כגון משרד החקלאות, משרד הבריאות, רשויות מקומיות וארגונים ווטרינריים.

פריסת התוצאות היא חלק מהצלחת המודל, הצלחה של המודל אינה מסתכמת רק בזיהוי תחזיות מדויקות. התוצאות חייבות להיות מוצגות בצורה יעילה וברורה, כך שהמשתמשים יוכלו להבין ולהשתמש בהן בקלות. אם התחזיות אינן מוצגות באופן נגיש, השפעת המודל והיכולת שלו להניב החלטות מדויקות יפחתו משמעותית. המערכת תכלול ממשק משתמש ידידותי ודו"חות ברורים שיתמכו בקבלת החלטות בזמן אמת.

לסיכום קריטריוני הצלחה מבוססים על שילוב של מדדים טכניים, מדדים סובייקטיביים ופריסה מעשית. הצלחת המערכת תימדד לפי יכולתה לספק תחזיות מדויקות, לשפר את תהליך קבלת ההחלטות ולהיות מוטמעת באופן אפקטיבי בתהליכי העבודה של הרשויות. אנו מאמינות כי עמידה במדדים אלו תבטיח שהמערכת תספק ערך מוסף אמיתי ותשמש ככלי יעיל למניעת מחלת הכלבת בישראל.

---

## **10. תכנית הפרויקט**

תוכנית הפרויקט היא כלי עבודה מרכזי המתווה את שלבי העבודה בפרויקט, תוך התייחסות למטרות, משאבים, סיכונים ולוחות זמנים. המסמך משמש אותנו כבסיס לתכנון, תיאום ובקרה על התקדמות העבודה, וכן להבטחת שיתוף פעולה חיובי, התכנית מיועדת לכך שכל השלבים יתבצעו בצורה מסודרת תוך שמירה על התקדמות יעילה.

### **דיון במשימות הפרויקט ובתוכנית עם כל המעורבים:**

במהלך בחירת הרעיון ותכנון שלבי הפעולה, קיימנו פגישות עם המנחה ופגישות צוות, שבהן דנו במשימות ובתוכנית העבודה. כל משימה ורעיון הועלו לדיון, והתקבלו החלטות בהתאמה למטרות הפרויקט. הפגישות התמקדו בהערכת לוחות הזמנים, המשאבים הזמינים והנתונים שברשותנו, לצד חידוד הדרישות העסקיות. המשימות העיקריות כוללות איסוף ועיבוד נתונים, בניית מודלים ובדיקת תוצאות. תהליך זה כלל גם שיתוף פעולה מתמשך לצורך שמירה על דיוק, שקיפות ומניעת שגיאות.

### **הכללת אומדני זמן מעודכנים לכל שלבי הפרויקט:**

שלבי הפרויקט תוכננו בקפידה על פי מתודולוגיית CRISP-DM, עם לוחות זמנים מוגדרים לכל שלב:

1. בחירת נושא: 23/11/24 – 03/11/24
  2. הבנת העסק: 15/12/24 – 23/11/24
  3. הבנת הנתונים: 31/01/25 – 15/12/24
  4. הכנת הנתונים: 24/03/25 – 31/01/25
  5. מידול: 30/04/25 – 24/03/25
  6. הערכת המודל: 23/05/25 – 30/04/25
  7. פריסה: 04/08/25 – 23/05/25
  8. בדיקות סופיות והגשת הפרויקט: 20/08/25 – 04/08/25
- לוחות זמנים אלו כוללים שימוש במרווחי זמן (באפרים) להתמודדות עם עיכובים בלתי צפויים. גישה זו מאפשרת התקדמות מסודרת וגמישה בהתאם לצורכי הפרויקט.

### **הכללת מאמץ ומשאבים נדרשים:**

המשאבים המרכזיים בפרויקט מחולקים לשני סוגים:

#### **משאבים אנושיים:**

אנחנו, בחברות הצוות, אחראיות על כל שלבי הפרויקט, כולל איסוף ועיבוד נתונים, פיתוח מודלים ובדיקת תוצאות. המנחה שלנו מספקת ליווי מקצועי והכוונה שוטפת.

#### **משאבים טכנולוגיים:**

הפרויקט יתבצע בסביבת Google Colab לתמיכה בענן ואימון מודלים. הכלים המרכזיים שנשתמש בהם כוללים בין היתר Python לעיבוד ובניית מודלים, Power BI להצגת תובנות ו-GeoPandas לניתוח נתונים גיאוגרפיים.

### **נקודות החלטה וסקירה:**

במהלך הפרויקט יתקיימו נקודות החלטה מרכזיות:

- לאחר איסוף הנתונים: בחינת איכות הנתונים והחלטה על הצורך בהרחבה או התאמות.
- לאחר המידול הראשוני: סקירת ביצועי המודלים במדדים כמו דיוק ו-F1 Score והחלטה אם לשפר את המודל או להמשיך לשלב הבא.
- לפני הפריסה: בדיקה סופית של המודל לוודאו מוכנותו להטמעה בסביבת היעד.

### **שלבים עם חזרות מרובות:**

- הכנת הנתונים: ניקוי ועיבוד הנתונים עשוי לכלול חזרות מרובות כדי להבטיח נתונים באיכות גבוהה.
- פיתוח המודלים: אימון המודלים יכול להתאמת, אופטימיזציה ושיפור ביצועים עד להשגת תוצאות מיטביות.
- הערכת המודלים: במקרה של ביצועים נמוכים, נחזור לשלבים קודמים לשיפור הנתונים או התאמת האלגוריתם.

לסיכום תוכנית זו נבנתה בקפידה כדי להבטיח עמידה ביעדים תוך שמירה על שקיפות, יעילות ושיתוף פעולה מלא עם המנחה. אנו מאמינות שגישה זו תסייע לנו להתמודד עם האתגרים בפרויקט, לפתח פתרון איכותי ומבוסס נתונים, ולעמוד במטרות שהצבנו.

## **11. הערכה ראשונית של כלים וטכניקות**

במהלך הפרויקט שלנו, נבחר להשתמש ב-Python ככלי המרכזי, מכיוון שהיא מציעה סט רחב ומגוון של ספריות מתקדמות התומכות בכל שלבי מתודולוגיית CRISP-DM. הבחירה ב-Python מאפשרת לנו להתמודד בצורה יעילה ומקצועית עם הדרישות המורכבות של הפרויקט, תוך גמישות גבוהה ושילוב כלים ייעודיים לכל שלב.

### **בשלבי הבנת הנתונים והכנתם:**

- נשתמש ב-pandas ו-numpy לעיבוד, סידור וניקוי הנתונים.
- נבצע ניתוח חזותי ראשוני עם matplotlib ו-seaborn כדי לזהות דפוסים ואי-התאמות.
- עבור ניתוח נתונים גיאוגרפיים, נשלב את GeoPandas או ArcGIS לעיבוד נתונים מרחביים, ולמיפוי וניתוח מרחבי של נתוני אזורי הסיכון.

### **בשלבי המידול והחיזוי:**

- ניישם מודלים בעזרת scikit-learn עבור אלגוריתמים סטנדרטיים.
- נשתמש ב-TensorFlow או Keras לפיתוח מודלים מתקדמים בלמידה עמוקה.
- XGBoost עבור חיזוי וניתוח מגמות באמצעות מודלים של Boosting.
- Shapely נשלב לניתוחים גיאומטריים מורכבים במידת הצורך.
- עבור ניתוח סדרות זמן, אלגוריתמים time series נשלב את Prophet, statsmodels, ו-LSTM (באמצעות TensorFlow) כדי לחזות מגמות עונתיות והתפרצויות עתידיות.

### **בשלבי הצגת התוצאות:**

- נשתמש ב-Power BI ליצירת דאשבורד אינטראקטיבי, שיציג את מפת הסיכונים, המגמות והתובנות בצורה נגישה ומקצועית.
- נשלב את matplotlib ו-seaborn ליצירת גרפים מותאמים אישית להצגת תובנות מעמיקות.

### **היתרונות בסביבת העבודה:**

- אנחנו נשתמש ב-Google Colab לצורך עבודה משותפת, אימון מודלים והרצת קוד בסביבת ענן. הכלי מספק גישה נוחה לנתונים, תומך במשאבי מחשוב מתקדמים כמו GPU, ומאפשר שיתוף פעולה חלק בין חברי הצוות.
- השילוב בין Python בבסיס ו-Google Colab ו-Power BI ככלים אינטגרטיביים מעניק לנו מענה כולל לכל שלבי הפרויקט. אנחנו מאמינות שהכלים שבחרנו יאפשרו לנו להתמודד בהצלחה עם האתגרים בפרויקט, לפתח מודלים מדויקים ולספק תובנות משמעותיות במערכת לחיזוי מחלת הבלבת.