

# אומדן עקום הגדילה של חיות המשק

ח. פסטורנק, המכון להנדסה חקלאית, מינהל המחקר החקלאי

ב. שלו, המחלקה לעופות, שה"מ, משרד החקלאות

ש. יוסף, המכון להנדסה חקלאית, מינהל המחקר החקלאי\*

שימוש בעקומי גדילה מאפשר חישוב בהיקף הניסויים לקביעת קצב הגדילה של בעלי-חיים בתנאי כל משק. נוסף לכך אפשר לקבל תחזית מדויקת יותר על קצב הגדילה בעתיד ועל המועד המיטבי לשיווק.

חשיבות מיוחדת לנוסחות גדילה - לגבי חקר התפתחות איברי פנים ותכולת שומן וחלבון בגילים שונים ובשיטות ממשק שונות, בייחוד כאשר הניסוי נעשה בחיות משק גדולות ויקרות וכשיש צורך בשחיטתן בגילים צעירים יחסית.

התאמת נוסחה זו לקבוצת נתונים על המשקל בגילים שונים - נעשית בעזרת רגרסיה לא ליניארית במחשב.

במסגרת עבודה זו פותחה שיטה לאומדן עקום גדילה בעזרת תוכנה פשוטה, המתאימה אפילו ל"מחשב כיס" מתוכנת.

**השימוש בשיטה זו אפשרי בתנאי המשק, ועשוי לסייע בחישוב בתשומת מזון ולאיתור מוקדם של תקלות בריאותיות**

## תיאור השיטה

נוסחת גומפרץ נתונה על-ידי המשוואה:

$$W_T = W_0 \cdot \exp[(L/K) \cdot (1 - e^{-K \cdot T})]$$

כאשר:  $W_T$  - משקל בעל-החיים בגיל  $T$ ;

$T$  - גיל (ימים);

$W_0, K, L$  - מקדמים שיש לאמוד;

$W_0$  מבטא, בקירוב, את משקל בעל-החיים בגיל יום;

בעבודה זו פותחה שיטה לאמוד עקום גדילה מסוג "גומפרץ" בעזרת מיקדמחשב או אפילו מחשבים שניתן לתכנת על. בשימוש בשיטה זו התקבלו תוצאות טובות מאוד בהתאמת עקום גדילה לנתני שדה לגבי פטמים, הודים ובקר-חלב.

## מבוא

נוסחת גומפרץ (Gompertz) לתיאור עקום גדילה של בעלי חיים - שימושית מאוד בחקר גדילה של עופות, בקר וכבשים, ובאומדן צריכת המזון שלהם ותכולת החלבון והשומן בגופם. נוסחה זו יכולה לשמש לצורך מעקב אחר קצב הגדילה של בעלי-חיים במשק החקלאי.

קצב הגדילה של בעלי-חיים, בפועל, מושפע ממחלות ומתנאי ממשק (הזנה, טמפרטורה, לחות ועוד). השימוש ב"עקום גדילה" מאפשר קבלת אומדן מדויק של תהליך הגדילה תוך ניכוי השפעת מקריית.

**בשימוש בשיטה זו  
התקבלו תוצאות טובות מאוד  
להתאמת עקום גדילה  
לנתוני שדה של פטמים, הודים ובקר-חלב**

נוסחת גומפרץ כבר משמשת לאומדן עקום הגדילה של פטמים, כפי שפורסם בחוברות ההדרכה של שה"מ.

\*פירסום של מינהל המחקר החקלאי, סדרה ה' 1992, מס' 2582.

תהליך החיפוש הסתיים לאחר 5 צעדים, כאשר המשקל הממוצע של העוף שווה למשקלו בפועל.

$$L=0.1053134, W_0=111.340, K=0.02734$$

השיטה האמורה יזשמה לאומדן עקום גרילה לפי נתוני שדה של פטמים, הודיים ובקר-חלב. בצורה הבאה. הנתונים חולקו לקבוצות של 3 תצפיות (שלישיות). לצורך זה סודרו הנתונים לפי סדר עולה של הגיל, וחולקו ל-3 קבוצות שוות ככל האפשר. הוקפד, שאף אחת מהתצפיות לא תיכלל פעמיים בשלישיות שונות. לכן, אם מספר הנתונים לא התחלק ב-3 - חלק מהנתונים (נתון אחד או שניים) לא נכללו אף באחת מהשלישיות.

לגבי כל שלישיה נאמדו המקדמים של "עקום גרילה" בעזרת השיטה המוצעת. הממוצעים הגיאומטריים של מקדמי השלישיות שימשו לאומדן המקדמים של עקום הגרילה לגבי כל אחד מבעלי החיים האמורים.

השוואת נתוני המשקל בפועל והמשקלים שנאמדו לפי עקום הגרילה מורה על התאמה טובה של מקדמי מיתאם מעל 0.99 (עיין בתרשים).

### סיכום

עקום הגרילה של בעלי-חיים נאמד כיום בעזרת רגרסיה לא ליניארית. בעבודה זו פותחה שיטה לאמוד עקום גרילה, מסוג "גומפרץ". בעזרת מיקרד-מחשב או אפילו מחשבים שניתן לתכנת עליה.

בשימוש בשיטה זו התקבלו תוצאות טובות מאוד להתאמת עקום גרילה לנתוני שדה של פטמים, הודיים ובקר-חלב. השימוש בשיטה זו אפשרי בתנאי המשק, ועשוי לסייע בחיסכון בתשומת מזון ולאיטור מוקדם של תקלות בריאותיות. המעוניינים להשתמש בשיטה ובתוכנת המחשב - מוזמנים לפנות אל המחברים.

L מבטא בקירוב את קצב הגרילה של בעלי-חיים בגיל יום; K מבטא את שיעור ההאטה בקצב הגרילה עם התבגרות בעלי החיים.

על סמך המשקלים של בעלי-חיים בשלושה גילים ניתן לחשב את הפרמטרים של נוסחת גומפרץ.

במסגרת עבודה זו הוכח, שלכל קבוצה של נתונים לגבי משקל בעלי-חיים ב-3 גילים שונים אפשר למצוא פתרון לגבי ערכי L, K,  $W_0$ . כמו כן פותחה נוסחה למציאת ערכו של K. נמצא בעזרת שיטת חיפוש, המבוססת על הצבת מספר קטן (4 - 7) של ערכי K בנסוה זו. לאחר איטור K - מחושבים ערכי L ו- $W_0$  על-ידי הצבת ערכו של K בנוסחאות מתאימות.

פותרת תוכנה למיקרד-מחשב, המחשבת את ערכי K, L ו- $W_0$  לכל קבוצה של 3 זוגות של נתונים על גיל בעלי-חיים ועל משקלו. תוכנה זו ניתנת ליישום בכל מחשב (גם במחשבים שניתן לתכנת עליה), כך שאפשר להשתמש בה בתנאי שדה.

### דוגמה

משקל פטמים ממין נקבה בגילים 14, 28, 42, 56, 70 יום היה 1545, 874, 379 גרם, לפי אותו סדר.

את שני הערכים הראשונים של K ניתן לקבוע שרירותית. דוגמה:  $K_2=0.1, K_1=0.01$

הצבת ערכים אלה יחד עם הערכים של המשקלים בגילים שונים בקלט המחשב - נותנת את התוצאות המפורטות בטבלה 1.

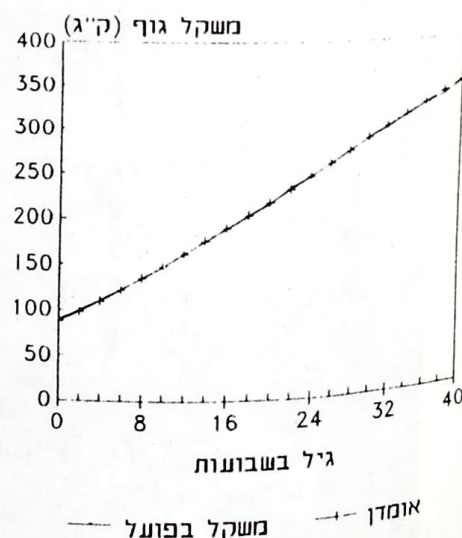
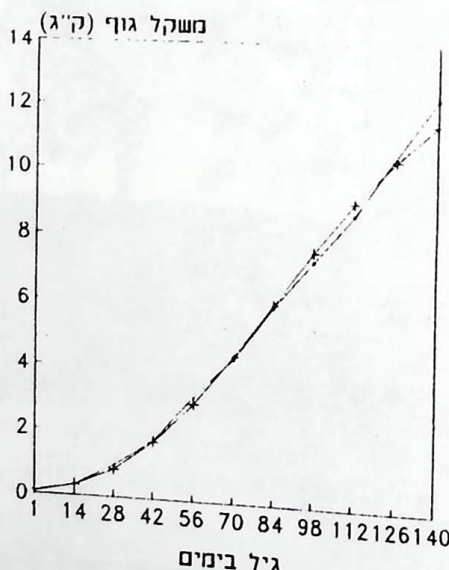
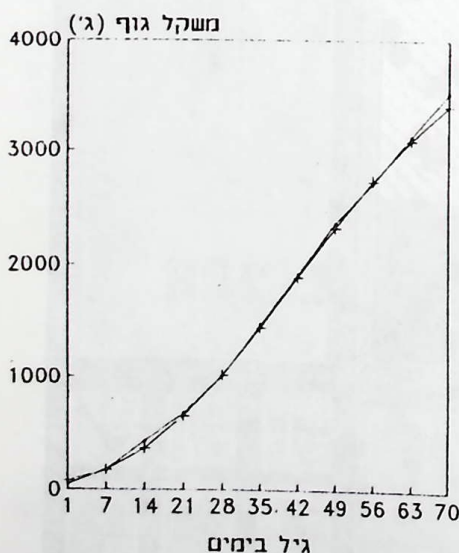
טבלה 1. משקל מחושב לפי ערכי K.

צעד	K	משקל מחושב של העוף בגיל 14 יום, גרמים
1	0.01	453.7118
2	0.1	86.7693
3	0.02832456	374.6217
4	0.0272346	379.4561
5	0.02733721	379.0006

פטמים זכרים

הודים זכרים

בקר



השוואת נתוני המשקל בפועל למשקלים שנאמדו לפי נוסחת גומפרץ ומבוססים על שלוש נקודות גרילה בלבד.