



## סקרי צבאים

### רמת הנדיב 2003-2015: ניתוח נתונים ותובנות ראשוניות

הילה שרון, אמיר ארנון, ליאת הדר

רמת הנדיב, ינואר 2016



**תוכן עניינים**

|         |   |
|---------|---|
| 3.....  | מבוא  |
| 5.....  | שטח המחקר   |
| 5.....  | אופן ביצוע הסקר   |
| 6.....  | ניתוח תיאורי  |
| 13..... | חקר נתונים:   |
| 13..... | שיטות   |
| 14..... | שלב ראשון: ניתוח סה"כ הפרטים                                  |
| 20..... | שלב שני: ניתוח דמוגרפי  |
| 20..... | נקבות   |
| 27..... | זכרים   |
| 33..... | צעירים  |
| 36..... | העדפות תצורות צומח  |
| 36..... | שיטות   |
| 36..... | תוצאות  |
| 38..... | MAXENT – מודל לחישוב העדפת תצורת צומח ופיזור צבאים ברמת הנדיב |
| 38..... | שיטות   |
| 40..... | תוצאות  |
| 43..... | חישוב גודל אוכלוסייה- Distance sampling                       |
| 43..... | שיטות   |
| 46..... | תוצאות  |
| 53..... | זכרים   |
| 57..... | צעירים  |
| 61..... | יחס זוויגים ובוגרים/צעירים בהתאם לחישוב distance sampling     |
| 62..... | דיון  |
| 64..... | המלצות  |
| 66..... | מקורות  |
| 69..... | English summary   |

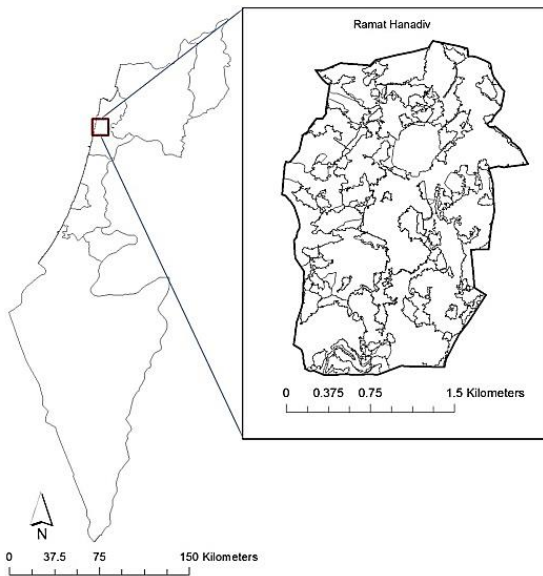
עד לאחרונה הוגדר הצבי הארץ ישראלי בספר האדום של החולייתנים כמין ש"עתידו בסכנה" (Vulnerable) (דולב ופרבלוצקי 2002). בעקבות ירידה במספר הצבאים בישראל בשלושת העשורים האחרונים הוחלט לשנות את ההגדרה של הצבי ארץ ישראלי עלתה ל"מין בסכנה" (endangered species) (Hadas et al. 2015). לכן, ישנה חשיבות לעקוב אחר אוכלוסייה זו בכדי להבין מה המנגנונים ומה הגורמים המשפיעים על דמוגרפיה ושרידות של פרטים.

ברמת הנדיב קיימת אוכלוסייה של צבי ארץ ישראלי שהוגדרה כמין בעל חשיבות למעקב בשל היותו רגיש לשינויים סביבתיים ונחשב גם כמין דגל המסייע למאמצי שמירת טבע. בשני העשורים האחרונים בוצעו מספר עבודות על אוכלוסיות הצבאים ברמת הנדיב לפני תחילת הסקר הנוכחי.

בשנת 1987-1989 נערך המחקר הביולוגי הראשון על צבאים ברמת הנדיב (Getraida and Perevolotsky 1989) כחלק ממחקר כולל באזור רמת הנדיב והסביבה המתפתחת. המחקר כלל שתי שיטות: (1) ישירה - ספירת צבאים לאורך חתכים בעזרת רכב ("חתך רכוב") והערכת צפיפות הצבאים מספירות אלו, (2) עקיפה - ספירת גללים לאורך חתכים תוך כדי צעידה ("חתך רגלי") והערכת צפיפות הגללים לצורך השוואה בין עונות ובתי גידול שונים. הערכת גודל האוכלוסייה על סמך שילוב בין שתי השיטות היתה 1989 הערכה של **95** פרטים (3.02 קמ"ר). ב-1998 רוזנפלד וגטריידה ביצעו הערכה נוספת וחישוב צפיפות של **44** פרטים (3.03 קמ"ר).

ב-1992-1993 נערך מחקר לתואר מוסמך על היבטים פיסיוולוגיים ואקולוגיים באוכלוסיית הצבי הארצישראלית ברמת הנדיב (גפן, 1996). זהו המחקר הראשון מסוגו בו בוצע מעקב באמצעות זיהוי אינדיבידואלי של נקבות. גפן מצאה כי נקבות משתייכות לקבוצות קבועות. אזורי המחיה של הקבוצות חפפו, אך נמצא כי זמני במהלך היום/עונות בין הקבוצות הפעילות בשטח נתון התחלקו (temporal partitioning). בנוסף, סקר 1997-98 שנערך ע"י רוזנפלד וגטריידה (2001) בחן את השפעת פעילות אנושית על נוכחות צבאים והעדפת בתי גידול. נוכחות הצבאים נוטרה באמצעות סקרי גללים לאורך

שבילי בע"ח ברמת הנדיב וגבעות אלונה. נמצא כי צפיפות הגללים הייתה גבוהה באזורים ללא צייד לעומת אזורים נתונים לצייד.



כל המחקרים הנ"ל היו קצרי טווח ומאמצי הדיגום היו שונים, לכן קשה להשוואות בין התוצאות. ב-2003 הוקמה תחנה ברמת הנדיב לניטור ומחקר ארוך טווח ( Long Term Ecological Research – LTER) כחלק מרשת בינלאומית לניטור ארוך טווח אשר מטרתה לעקוב אחר שינויים סביבתיים במערכות אקולוגיות שונות בכדור הארץ, וליצור שיתוף פעולה בין מדענים ממקומות שונים בעולם. במסגרת

זו הוחלט לעקוב אחר אוכלוסיות צבי ארץ ישראלי ( *Gazelle gazelle*) וחוגלת סלעים ( *Alectoris chukar*) הנחשבים רגישים לשינויים סביבתיים ויכולים להוות סמן למצב הבריאותי של מערכות אקולוגיות. בדו"ח זה מובא ניתוח לנתוני הצבאים.

**מטרת הסקר לעקוב אחר שינויים בגודל האוכלוסייה, שינויים דמוגרפיים, יכולת העמדת צאצאים, וגיוס לאוכלוסייה.** ניטור ארוך טווח וניתוח נתונים שוטף יאפשרו למקבלי החלטות להבין כיצד שינויים בשימושי קרקע ופעילויות ממשקיות (כגון רעיה או דילול יער) משפיעים על אוכלוסיות צבאים בזמן אמת וישפרו את ממאמצי השימור.

אופן סידור הדו"ח: ניתוח הסקר מחולק לפרקים. כל פרק מכיל שיטות ותוצאות.



**שטח המחקר**

פארק רמת הנדיב נמצא בקצה הדרומי של רכס הכרמל, מדרום לזיכרון יעקב.

2°55'N, 34°9435'E3

רמת הנדיב משתרעת על שטח של כ- 4.5 קמ"ר, וכוללת תצורות נוף מגוונות: גנים, בתות עשבוניות, שיחייה, וחורש אלונים/אורנים/ברושים. כמות המשקעים הממוצעת לאזור זה היא 550 מ"מ גשם בשנה, הטמפרטורה הממוצעת היא 20 מ"צ, וגובהה כמאה עשרים מטרים מעל פני הים.

**אופן ביצוע הסקר**

נבחר מסלול באורך 12150 מטרים עבור סקר צבאים וחוגלות ארוך טווח. ניתן לחלק את הסקר

לשתי תקופות בהן ביצעו אותו שני אנשי צוות שונים: בתקופה א' 2003-2011 ביל

וודלי (רכוב על סוס) ובתקופה ב' 2012-ועד היום, אמיר ארנון (רכב).

הסקר מבוצע ארבע פעמים בכל חודש, פעמיים בזריחה ופעמיים בשקיעה.

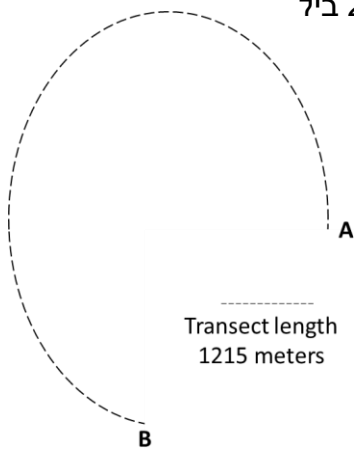
ישנה רוטציה של נקודת תחילת הסקר. פעמיים נקודת מוצא A, מצפון

ופעמיים B, מדרום (ראה אילוסטרציה). המסלול שנבחר מייצג גורמים

שעלולים להשפיע על פיזור האוכלוסייה. עבור כל התצפיות נרשמו נקודת

ציון XY ברשת ישראל החדשה, תאריך ושעה, תנאי מזג אויר, זווית, גיל

(צעיר/בוגר), ומספר הפרטים בקבוצה.



ניתוח תיאורי

סה"כ נערכו 510 ימי סקר בתקופה שבין 11.2003-12.2015. בסיס הנתונים אינו מלא עבור כל החודשים בכל השנים, מסיבות שונות כמו חופשה של הסוקר (מס' חודשים לאורך השנים 2004-2011) ובעיות בתכנה שגרמו לאבדן הנתונים במספר חודשים במהלך 2013 ו-2014.

טבלה 1: סה"כ ימי סקר שבוצעו ע"י הסוקרים.

| Observer    | Number of surveys |
|-------------|-------------------|
| Bill        | 367               |
| Amir        | 133               |
| Grand total | 510               |

טבלה 2: סה"כ ימי סקר לפי חלוקה של תנאי מזג האוויר לפי הערכת הסוקר.

NA- תיעוד חסר

| Weather            | Number of surveys |
|--------------------|-------------------|
| Clear              | 282               |
| Cloudy             | 93                |
| Drizzling          | 1                 |
| Dusty              | 8                 |
| Fog                | 4                 |
| Foggy-Clear        | 1                 |
| Rain               | 9                 |
| NA                 | 112               |
| <b>Grand Total</b> | <b>510</b>        |

**טבלה 3: סה"כ ימי סקר שבוצעו בכל חודש במהלך השנים.**

**NA – לא בוצעו סקרים.**

| MONTH<br>----- YEAR | 1         | 2         | 3         | 4         | 5         | 6         | 7         | 8         | 9         | 10        | 11        | 12        | Grand Total |
|---------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------|
|                     | 2003      |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           | 3         | 4           |
| 2004                | 4         | 4         | 4         | 4         | 4         | 4         | 4         | 4         | 2         | 4         | 4         | 4         | <b>46</b>   |
| 2005                | 4         | 4         | 4         | 4         | 4         | 4         | 4         | 4         | 4         | 4         | 4         | 4         | <b>48</b>   |
| 2006                | 4         | 4         | 4         | 4         | 4         | 4         | 4         | 2         |           |           |           | 2         | <b>32</b>   |
| 2007                | 3         | 3         | 3         | 5         | 5         | 4         | 4         | 4         | 5         | 4         | 4         | 4         | <b>48</b>   |
| 2008                | 5         | 6         | 8         | 5         | 5         | 4         | 6         | 5         | 4         | 4         | 3         | 5         | <b>60</b>   |
| 2009                | 4         | 7         | 3         | 1         | 5         | 4         | 2         | 3         | 4         | 5         | 4         | 4         | <b>46</b>   |
| 2010                | 4         | NA        | 2         | 4         | 5         | 4         | 2         | 4         | 5         | 4         | 4         | 4         | <b>42</b>   |
| 2011                | 4         | 4         | NA        | 4         | 4         | 3         | 4         | 4         | 4         | 3         | 3         | 1         | <b>38</b>   |
| 2012                | NA        | 2         | 6         | 3         | 2         | 4         | 1         | 2         | 6         | 4         | 4         | 3         | <b>37</b>   |
| 2013                | 5         | 4         | 2         | 3         | NA        | NA        | NA        | NA        | 1         | NA        | NA        | NA        | <b>15</b>   |
| 2014                | NA        | 2         | 4         | 4         | 4         | 4         | 4         | 4         | 4         | 4         | 4         | 4         | <b>42</b>   |
| 2015                | 4         | 4         | 4         | 3         | 5         | 5         | 3         | 4         | 4         | 4         | 4         | 4         | <b>48</b>   |
| <b>Grand Total</b>  | <b>41</b> | <b>44</b> | <b>44</b> | <b>44</b> | <b>74</b> | <b>44</b> | <b>38</b> | <b>40</b> | <b>43</b> | <b>40</b> | <b>41</b> | <b>43</b> | <b>510</b>  |

**טבלה 4: סה"כ ימי סקר שבוצעו בזמן עונת רעית עדר בקר בשטח רמת הנדיב ומחוץ לעונת הרעיה.**

| Cattle             | Number of surveys |
|--------------------|-------------------|
| with grazing       | 342               |
| without            | 168               |
| <b>Grand Total</b> | <b>510</b>        |

**טבלה 5: תאריכי כניסה ויציאה של עדר הבקר משטח רמת הנדיב**

| Year | Entry      | Exit       |
|------|------------|------------|
| 2003 | 2003-03-02 | 2003-06-14 |
| 2004 | 2004-02-09 | 2004-05-29 |
| 2005 | 2005-02-23 | 2005-05-28 |
| 2006 | 2006-02-26 | 2006-05-01 |
| 2007 | 2007-02-24 | 2007-06-14 |
| 2008 | 2008-03-01 | 2008-05-31 |
| 2009 | 2009-03-07 | 2009-06-20 |
| 2010 | 2010-02-13 | 2010-05-18 |
| 2011 | 2011-03-19 | 2011-06-08 |
| 2012 | 2012-02-26 | 2012-06-16 |
| 2013 | 2013-02-09 | 2013-05-15 |
| 2014 | 2014-03-01 | 2014-06-24 |
| 2015 | 2015-03-13 | 2015-07-04 |

**טבלה 6: סה"כ ימי סקר שבוצעו בזריחה (morning) ושקיעה (evening). NA - לא נרשם זמן.**

| Time category | Number of surveys |
|---------------|-------------------|
| evening       | 179               |
| morning       | 177               |
| NA            | 154               |
| Grand Total   | 510               |



טבלה 7: מספר צבאים נצפה לפי שש תצורות צומח ושנים. בתה – low open, גריגה צפופה (מעל 30% כיסוי מעוצים) - medium dense, גריגה דלילה (מתחת 30% כיסוי מעוצים) - medium sparse, חורש צפוף - tall dense, חורשה דלילה - trees sparse, חורשה צפופה - trees dense, שדות מעובדים ומחוץ לגבולות הפארק - out.

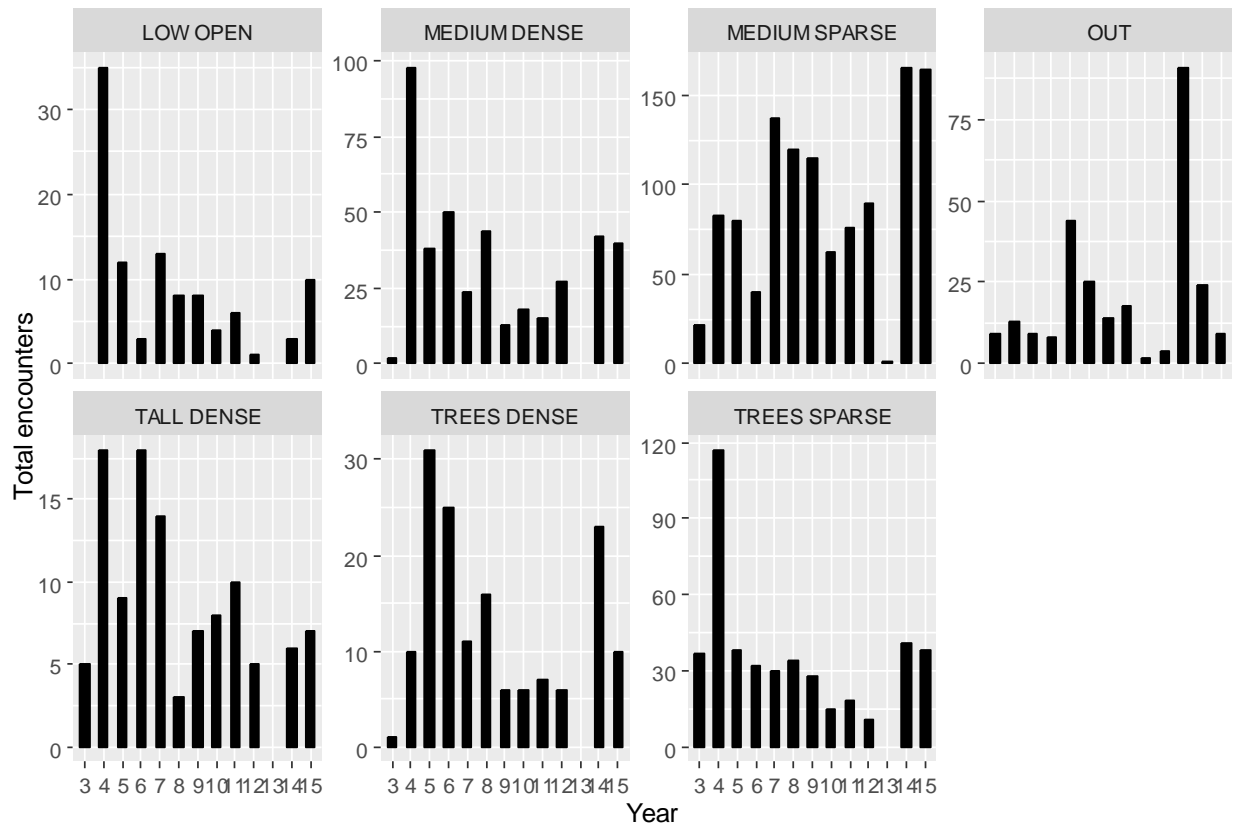
| YEAR         | LOW OPEN   | MEDIUM DENSE | MEDIUM SPARSE | OUT        | TALL DENSE | TREES DENSE | TREES SPARSE | Grand Total |
|--------------|------------|--------------|---------------|------------|------------|-------------|--------------|-------------|
| 2003         |            | 2            | 22            | 9          | 5          | 1           | 37           | 76          |
| 2004         | 35         | 98           | 83            | 13         | 18         | 10          | 117          | 374         |
| 2005         | 12         | 38           | 80            | 9          | 9          | 31          | 38           | 217         |
| 2006         | 3          | 50           | 40            | 8          | 18         | 25          | 32           | 176         |
| 2007         | 13         | 24           | 137           | 44         | 14         | 11          | 30           | 273         |
| 2008         | 8          | 44           | 120           | 25         | 3          | 16          | 34           | 250         |
| 2009         | 8          | 13           | 115           | 14         | 7          | 6           | 28           | 191         |
| 2010         | 4          | 18           | 63            | 18         | 8          | 6           | 15           | 132         |
| 2011         | 6          | 15           | 76            | 2          | 10         | 7           | 18           | 134         |
| 2012         | 1          | 27           | 90            | 4          | 5          | 6           | 11           | 144         |
| 2013         |            |              | 1             | 91         |            |             |              | 92          |
| 2014         | 3          | 42           | 166           | 24         | 6          | 23          | 41           | 305         |
| 2015         | 10         | 40           | 169           | 9          | 7          | 10          | 38           | 287         |
| <b>Total</b> | <b>103</b> | <b>411</b>   | <b>1162</b>   | <b>270</b> | <b>110</b> | <b>152</b>  | <b>439</b>   | <b>2647</b> |

איור 1: מספר תצפיות בצבאים (Encounters) לפי תצורות צומח ושנים. בתה – low open, גריגה

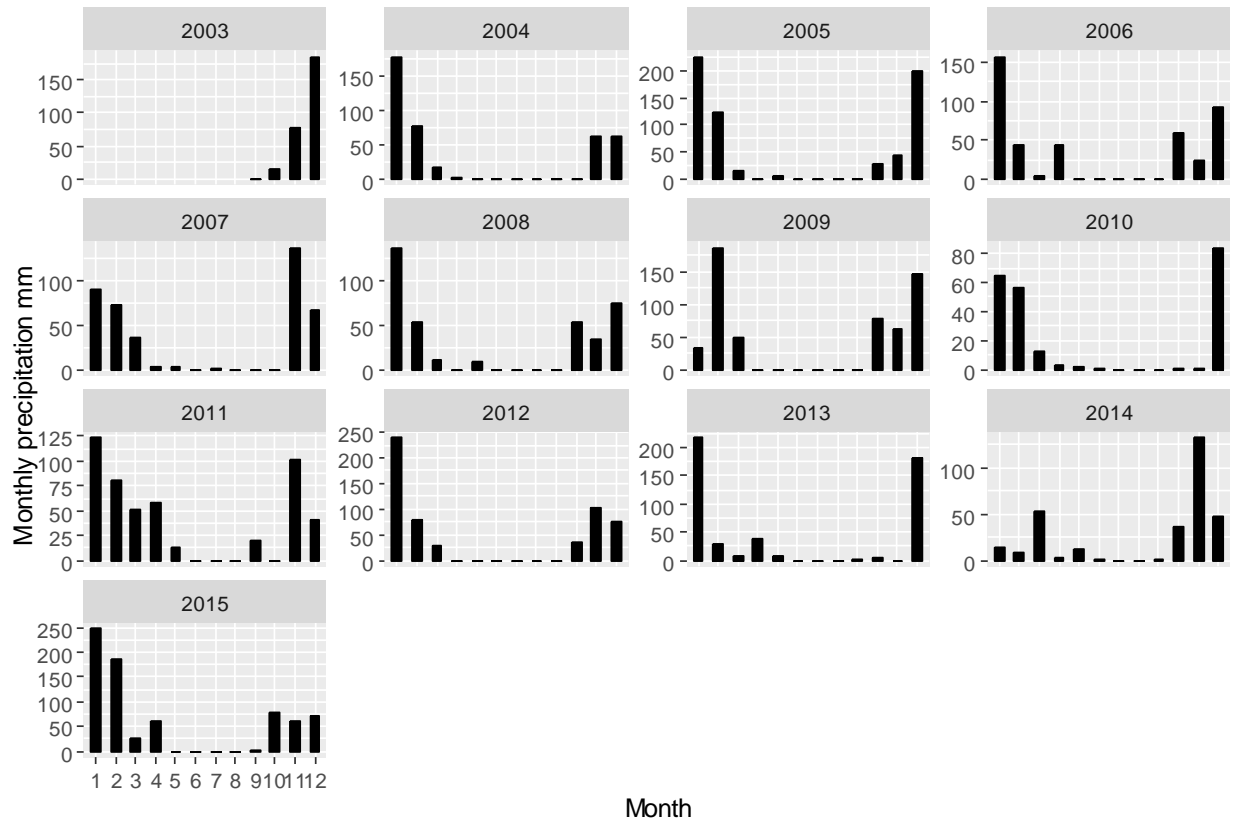
צפופה (מעל 30% כיסוי מעוצים) - medium dense, גריגה דלילה (מתחת 30% כיסוי מעוצים) -

medium sparse, חורש צפוף - tall dense, חורשה דלילה - trees sparse, חורשה צפופה -

dense, שדות מעובדים ומחוץ לגבולות הפארק - out.



איור 2: סה"כ משקעים חודשים בין השנים 2003-2015



טבלה 8: פריסה יחסית של תצורות הצומח לאורך המסלול לפי אורך החתך במטרים ושטח הכתמים

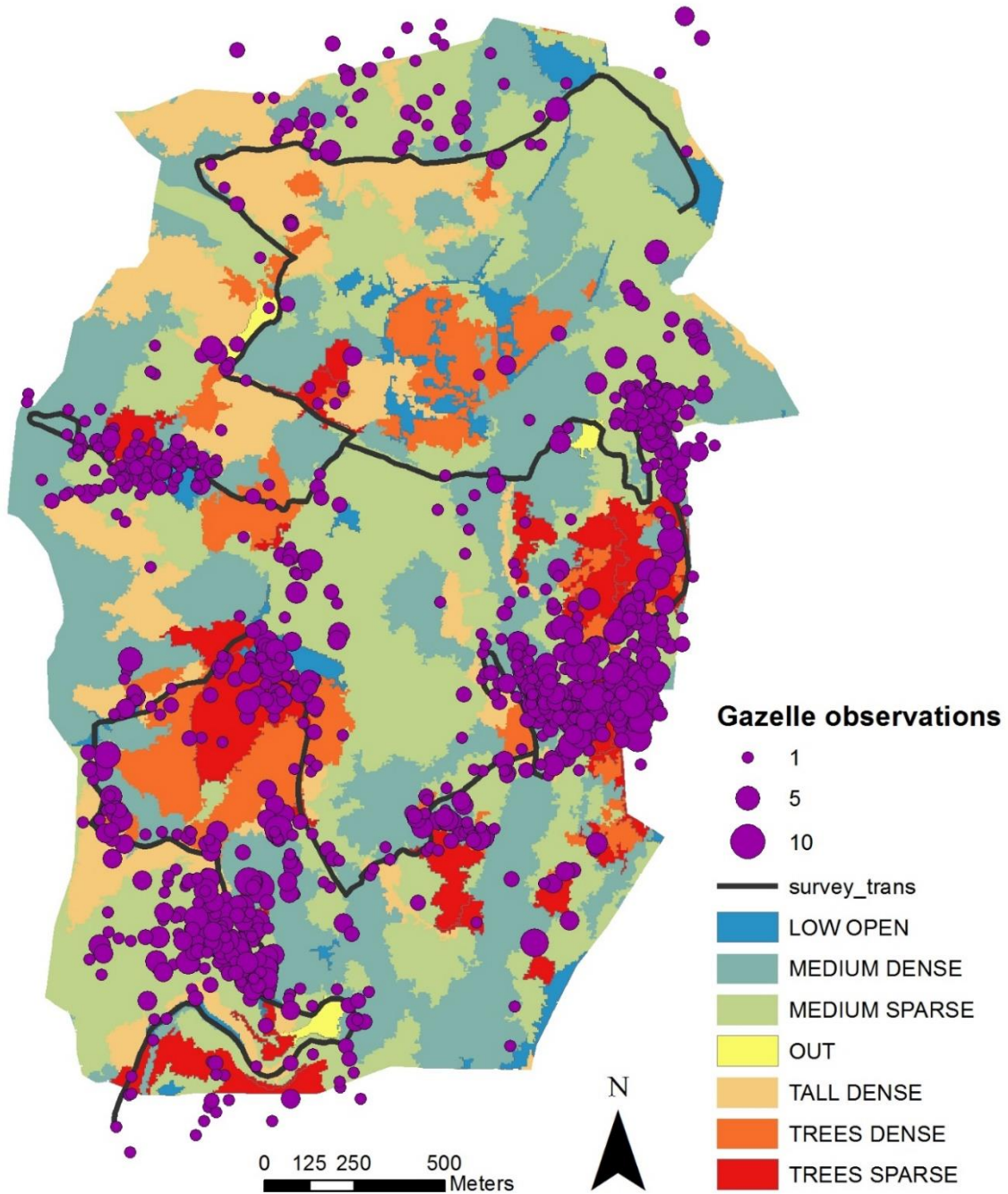
לאורך המסלול ופרופורציות שטח תצורות הצומח ברמת הנדיב. קטגוריית out אינה מוצגת וכוללת

שלושה שטחים מעובדים.

| Vegetation structure | Length meters   | Percent length | Total park area m <sup>2</sup> | Percent area/ RH |
|----------------------|-----------------|----------------|--------------------------------|------------------|
| LOW OPEN             | 695.63          | 0.06           | 156505.66                      | 0.03             |
| MEDIUM DENSE         | 2605.06         | 0.22           | 1385425.57                     | 0.30             |
| MEDIUM SPARSE        | 3853.17         | 0.33           | 1694167.07                     | 0.37             |
| TALL DENSE           | 2294.78         | 0.20           | 596256.32                      | 0.13             |
| TREES DENSE          | 937.76          | 0.08           | 390757.41                      | 0.09             |
| TREES SPARSE         | 1299.34         | 0.11           | 361129.32                      | 0.08             |
| <b>Grand Total</b>   | <b>11685.73</b> | <b>1.00</b>    | <b>4584241.34</b>              | <b>1.00</b>      |



**איור 3: מיקומי תצפיות צבאים ברמת הנדיב 2004-2015 לאורך מסלול הסקר בהתייחס לתפרוסת יחידות הצומח המרכיבות את הפארק.**





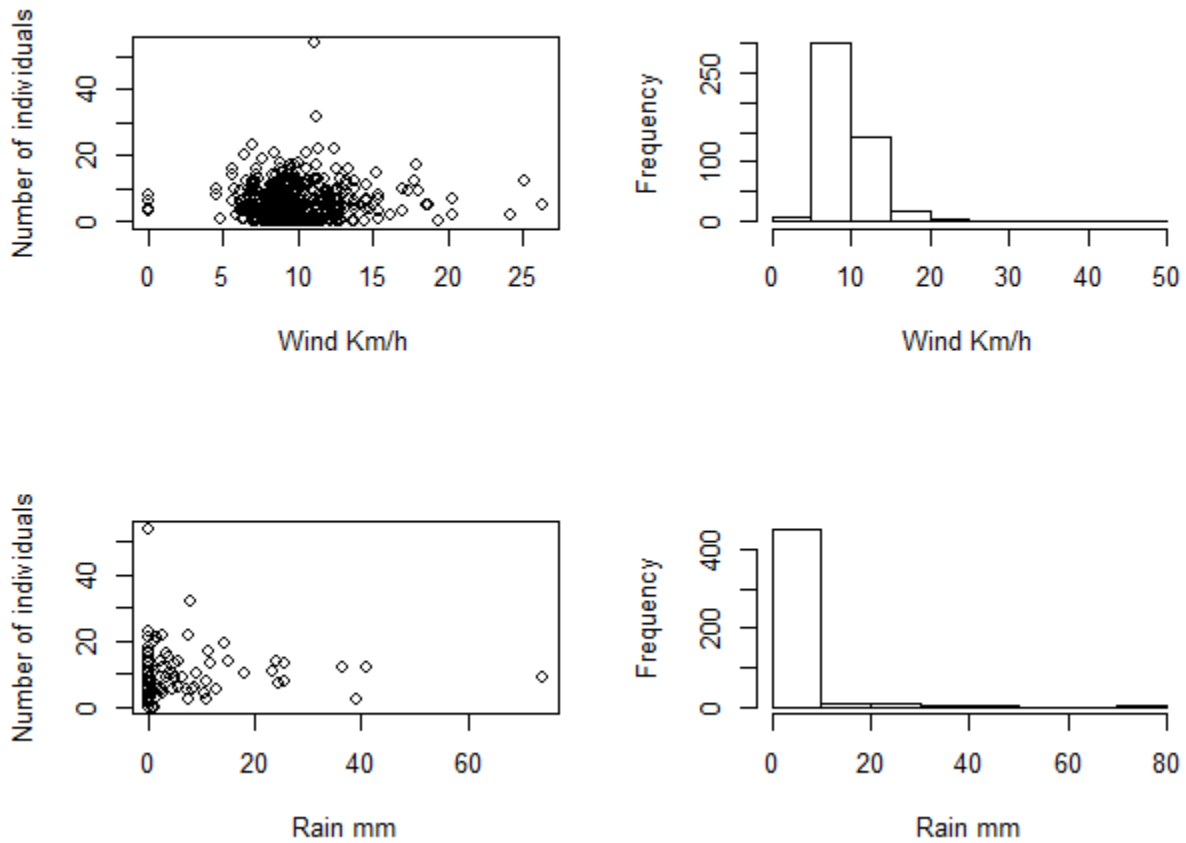
### **(GAM) GENERALIZED ADDITIVE MODEL:**

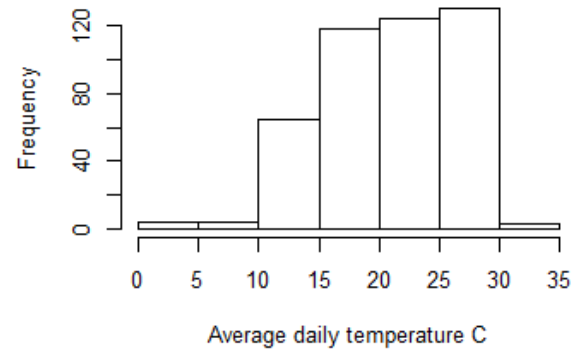
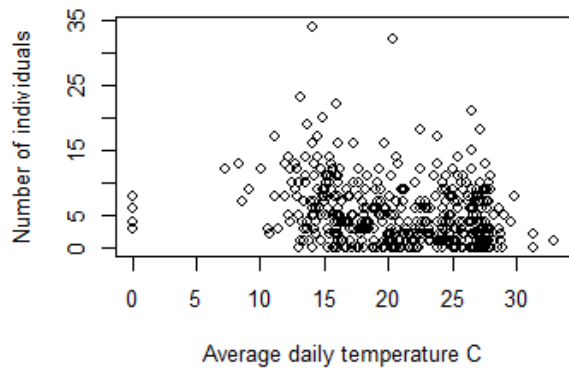
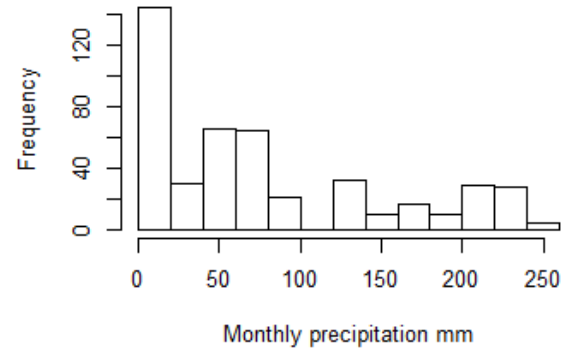
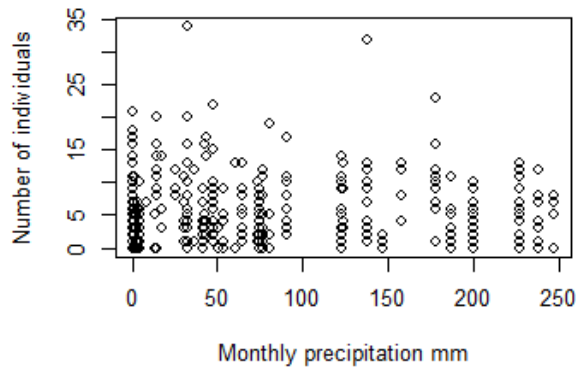
ניתוח של נתוני סקרים כמו בסקר הצבאים נעשה בד"כ באמצעות רגרסיה פואסונית (Poisson regression), במסגרת (GLM)- generalized linear models, אך השימוש בגישה זו מוגבל לעתים קרובות בגלל ריבוי של סקרים עם אפס תצפיות (Zero inflation). לכן, נבדקה האפשרות להשתמש ברגרסיה בינומית שלילית (Negative binominal regression), במסגרת Generalized additive models (GAM), שהיא הרחבה של מסגרת ה-GLM (Wood 2006). בשיטה זו משתמשים בפקטור החלקה (smoothing factor) בעזרתו ניתן להגיע לתוצאות עם התאמה יותר טובה מאשר ב-GLM (Clark et al. 2013).

בניתוח זה נמצא כי התפלגות בינומית שלילית מתאימה יותר מאשר התפלגות פואסונית או ZIP (zero inflated Poisson) על סמך ערך ה-AIC (Akaike information criterion), שהוא מדד לאיכות סטטיסטית של מודלים בהתאם לסט נתונים נתון. AIC מעריך את האיכות של כל מודל ונותן לו ערך יחסי לעומת שאר המודלים. המודל בעל ההתאמה הטובה ביותר לסט הנתונים הוא זה בעל ערך ה-AIC הנמוך ביותר.

נבחן הקשר בין סה"כ מספר התצפיות בסקר לשמונה משתנים מסבירים: שנה, חודש, עונה, מהירות רוח ממוצעת, טמפרטורה ממוצעת, כמות משקעים חודשית (מ"מ), כמות משקעים מ"מ לסקר, ועונת רעיה (מחוץ או בזמן רעיית הבקר בשטח רמת הנדיב). הניתוח בוצע לסה"כ תצפיות הצבאים (שלב ראשון) ובנפרד לנקבות, זכרים וצעירים (שלב שני). בפרק זה נותחו 2004-2014. הוחלט להשמיט שנתיים מניתוח הסקר. שנת 2003 הושמטה כוון שכוללת רק חודשיים (נובמבר ודצמבר) ושנת 2013 שנה בה אבדו מעל חצי שנת נתונים עקב תקלה באכסון. הכללת שנה זו לניתוח יכלה ליצור הטיה.

**איור 4: שמאל - משתנים מטאורולוגיים (מהירות רוח קמ"ש, כמות משקעים מ"מ/סקר, כמות משקעים חודשית מ"מ), ומספר פרטים נצפה כפונקציה של טמפרטורה יומית ממוצעת לסקר. ימין- שכיחות המשתנים המטאורולוגיים/סקר.**

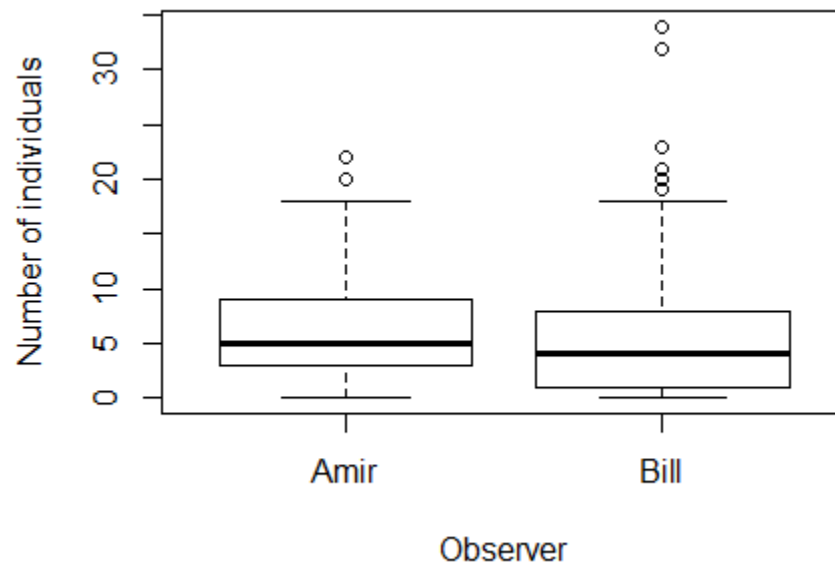




מהירות רוח נחשדה כגורם שלילי על המצאות צבאים בסקר. לפי ניתוח התוצאות נמצא כי משתנה מהירות רוח ממוצעת (קמ"ש) אינו גורם המשפיע באופן מובהק על מספר הצבאים הנצפה (Daily average wind speed coeff= 0.0053, SE=0.0143, z=0.37, p=0.711), אך יתכן וישנה הטיה בתוצאות כיוון שלרוב יבחר הסוקר לצאת לסקר במזג אויר "נוח". כמות המשקעים היומית נמצאה מובהקת לגבי מספר הפרטים הנצפה והשפעתו חיובית (Daily precipitation mm coeff=0.023, SE=0.008, z=2.901, p=0.0037). נראה כי בימים גשומים ניתן לצפות יותר בקלות בצבאים. לעומת זאת נמצא כי סה"כ המשקעים החודשים אינו משתנה מובהק (Monthly precipitation coeff=0.000187, SE=0.00068 z=0.274, p=0.784) וזאת למרות שמבחן רגרסיה לינארית למציאת

שונות בין השנים לפי סה"כ המשקעים החודשיים היה מובהק (F-stat:32.35,  $p < 2.2e-16$ , R-sq:0.412) (איור 1,2).

איור 5: Boxplot – מספר הפרטים הנצפים/סקר לפי קטגוריית סוקר.



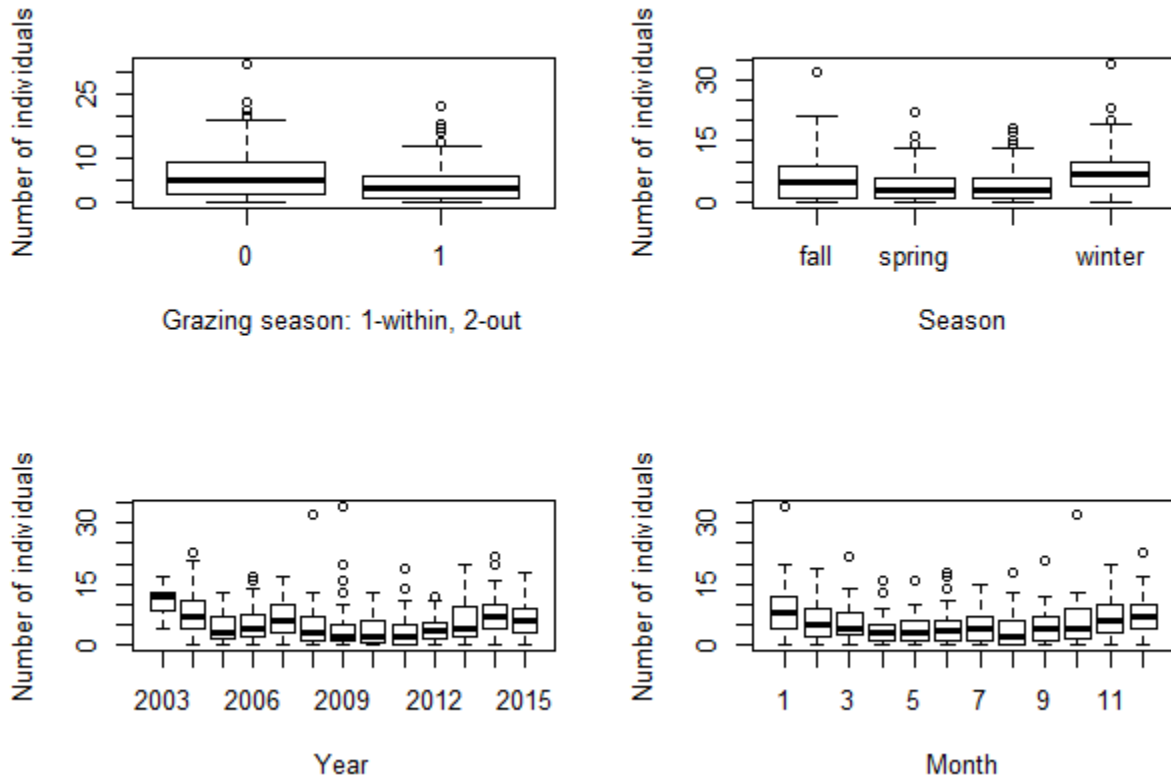
משתנה נוסף שעלול היה להשפיע על התוצאות הוא הסוקר. שני הסוקרים השתמשו בשיטה שונה. סקר רכוב על סוס בתקופה הראשונה 2003-2011 (ביל וודלי) וסקר ברכב בתקופה השנייה (2012-2015) (אמיר ארנון). תוצאות המבחן הראו כי נמצא הבדל קרוב למובהק בין הסוקרים (Observer\_bill coeff = -)

(0.2076,  $z = -1.698$ ,  $p = 0.0896$ ) (איור 4). – ניתוח זה יכול ל"התלכלך" אם באותה תקופה היה שינוי

משמעותי בגודל אוכלוסיית הצבאים בפארק



**איור 6: שמאל עליון- מספר תצפיות בסקר בזמן ומחוץ לעונת הרעה. שמאל תחתון- מספר תצפיות בסקר לפי שנים. ימין עליון- מספר תצפיות בסקר לפי עונות. ימין תחתון- מספר תצפיות בסקר לפי חודשי השנה.**



**רעית בקר:** נמצא כי נוכחות של עדר הבקר משפיעה באופן שלילי על המצאות (תצפיות) צבאים.

השפעה זו אינה מובהקת אך נחשבת גבולית ( Grazing season coeff= -0.205, SE=0.11, z=-1.78, )

(p=0.0735).

**עונות השנה:** נמצא כי לעונות הקיץ ואביב השפעה שלילית על מספר התצפיות בסקר והבדל זה נמצא

מובהק בהשוואה לערך הסתיו ( intercept) ( fall coeff= 1.74, SE=0.106, z= 16.327, p<<2e-16, )

spring coeff: -0.32, SE=0.15, z=-2.2, p=0.028, summer coeff: -0.322, SE=0.148, z=-2.175,  
 לעונת החורף השפעה חיובית על מספר (p=0.0297, winter coeff= 0.26, SE=0.1487, z=1.76, p=0.078  
 התצפיות בסקר וערך זה נמצא קרוב למובהק לעומת עונת הסתיו ( winter coeff= 0.26, SE=0.1487, )  
 (z=1.76, p=0.078

**טבלה 9: תוצאות מודל GAM – factor(MONTH) ~ number of individuals**

Signif. Codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

| MONTH           | Estimate | Std.   | z value | Pr(> z ) |     |
|-----------------|----------|--------|---------|----------|-----|
| (Intercept) JAN | 2.1941   | 0.1757 | 12.487  | < 2e-16  | *** |
| FEB             | -0.4401  | 0.2519 | -1.747  | 0.08062  | .   |
| MARCH           | -0.5185  | 0.2492 | -2.08   | 0.037483 | *   |
| APRIL           | -0.8673  | 0.2516 | -3.447  | 0.000568 | *** |
| MAY             | -0.9574  | 0.244  | -3.923  | 8.74E-05 | *** |
| JUNE            | -0.7169  | 0.2452 | -2.924  | 0.003459 | **  |
| JULY            | -0.7137  | 0.2514 | -2.84   | 0.004518 | **  |
| AUG             | -0.8504  | 0.2567 | -3.313  | 0.000924 | *** |
| SEPT            | -0.6267  | 0.2577 | -2.432  | 0.015021 | *   |
| OCT             | -0.4164  | 0.2517 | -1.654  | 0.098071 | .   |
| NOV             | -0.3592  | 0.2549 | -1.409  | 0.1588   |     |
| DEC             | -0.2004  | 0.2517 | -0.796  | 0.425851 |     |

נמצא כי בינואר מספר התצפיות היה גבוה באופן משמעותי מרוב חודשי השנה (מלבד אוקטובר-דצמבר) (טבלה 8). בחודשי האביב וקיץ נמצא כי מספר התצפיות נמוך באופן משמעותי מחודשי הסתיו וחורף. חשוב לציין כי עונת האביב והקיץ מהוות חלק עיקרי מעונת רעית הבקר ומבחן מובהקות לעונת הרעיה נמצא ערך  $p$  קרוב למובהק ( $p=0.0735$ ). כמו כן, נמצא כי קיים הבדל משמעותי בין עונות השנה (ערכים רשומים לעיל).

טבלה 10: תוצאות מודל GAM –  $\text{number of individuals} \sim \text{factor}(\text{YEAR})$

Signif. Codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

| YEAR            | Estimate | Std. Error | z value | Pr(> z ) |     | Mean number of observations |
|-----------------|----------|------------|---------|----------|-----|-----------------------------|
| (Intercept)2004 | 2.096    | 0.156      | 13.412  | < 2e-16  | *** | 8.130                       |
| 2005            | -0.587   | 0.223      | -2.629  | 0.009    | **  | 4.521                       |
| 2006            | -0.391   | 0.248      | -1.578  | 0.115    |     | 5.500                       |
| 2007            | -0.293   | 0.224      | -1.306  | 0.192    |     | 6.067                       |
| 2008            | -0.563   | 0.217      | -2.599  | 0.009    | **  | 4.630                       |
| 2009            | -0.650   | 0.228      | -2.854  | 0.004    | **  | 4.244                       |
| 2010            | -0.876   | 0.240      | -3.651  | 0.000    | *** | 3.385                       |
| 2011            | -0.861   | 0.240      | -3.592  | 0.000    | *** | 3.436                       |
| 2012            | -0.709   | 0.243      | -2.917  | 0.004    | **  | 4.000                       |
| 2014            | -0.227   | 0.259      | -0.875  | 0.382    |     | 8.026                       |

בהשוואה לשנת 2004 (Intercept) נמצא כי מספר הצבאים הנצפים בסקר יורד באופן משמעותי עד לשנת 2012 כולל. ממצא זה צוין בדוח סקר צבאים 2003-2009 בו נמצאה ירידה בגודל האוכלוסייה (פרלברג 2011). נראה כי בשנת 2014 ישנה מגמה חיובית ועליה במספר התצפיות.

שלב שני: ניתוח דמוגרפי

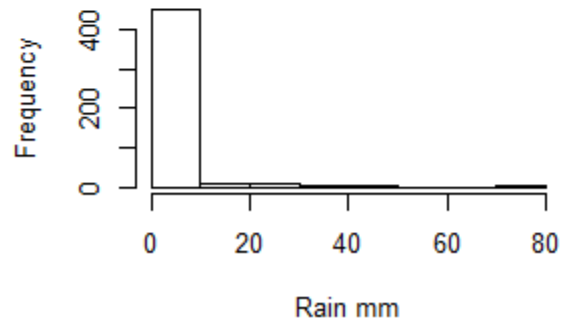
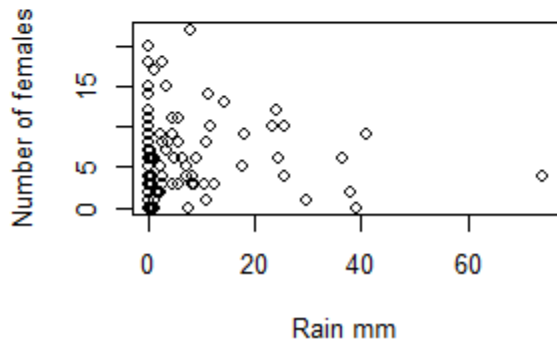
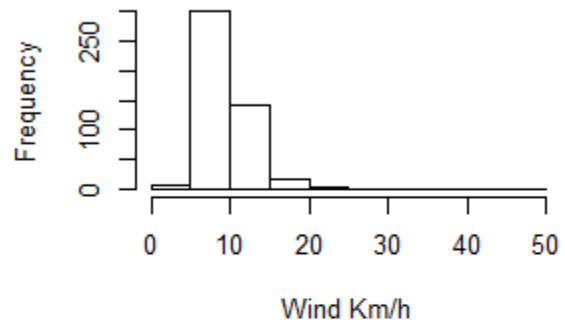
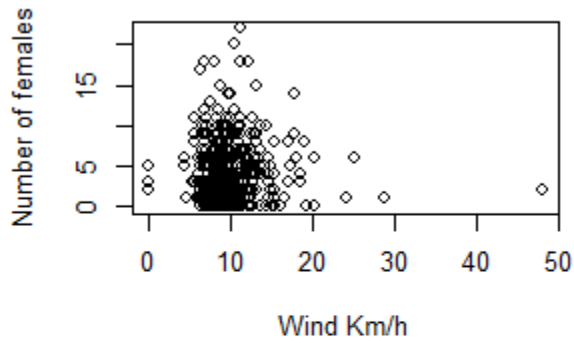
בשלב השני נותחו בנפרד נקבות, זכרים וצעירים. זאת כדי לבחון מהם הגורמים המשפיעים על כל קבוצות בנפרד.

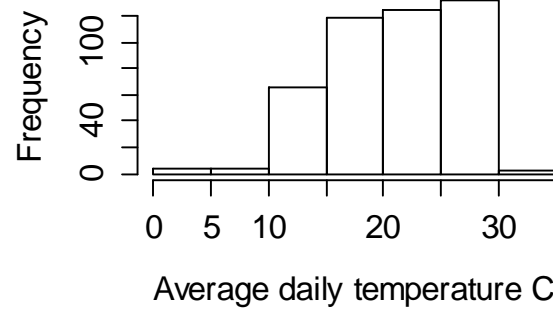
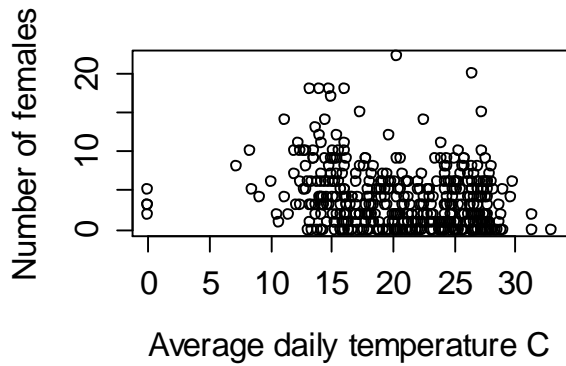
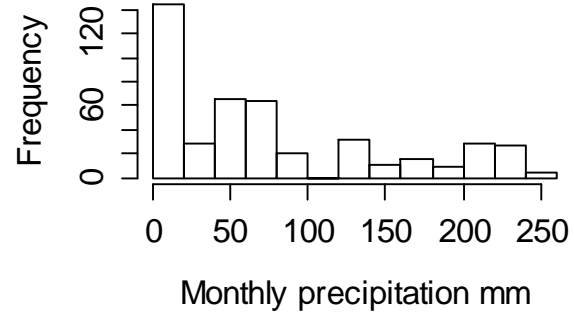
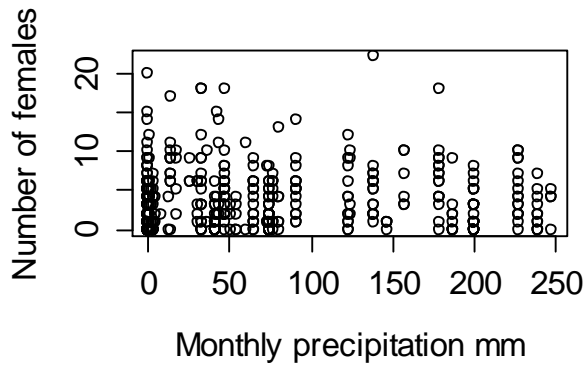
נקבות

טבלה 11: מספר תצפיות נקבות לפי חודשים ושנים

| YEAR               | 1          | 2          | 3          | 4          | 5          | 6          | 7          | 8          | 9          | 10         | 11         | 12         | Grand       |
|--------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|
| 2003               |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            | 26         | 28         | <b>54</b>   |
| 2004               | 22         | 24         | 26         | 5          | 16         | 22         | 17         | 28         | 29         | 24         | 21         | 37         | <b>271</b>  |
| 2005               | 26         | 24         | 12         | 2          | 5          | 11         | 10         | 6          | 15         | 12         | 11         | 28         | <b>162</b>  |
| 2006               | 30         | 30         | 9          | 23         | 8          | 12         | 13         | 7          |            |            |            | 7          | <b>139</b>  |
| 2007               | 27         | 10         | 12         | 12         | 11         | 13         | 21         | 17         | 18         | 15         | 19         | 16         | <b>191</b>  |
| 2008               | 18         | 9          | 14         | 9          | 10         | 11         | 4          | 8          | 13         | 37         | 11         | 21         | <b>165</b>  |
| 2009               | 53         | 2          | 5          | 2          | 5          | 3          | 3          | 5          | 3          | 8          | 18         | 22         | <b>129</b>  |
| 2010               | 19         |            | 4          | 5          | 12         | 9          | 5          | 0          | 9          | 12         | 5          | 23         | <b>103</b>  |
| 2011               | 18         | 22         |            | 11         | 8          | 4          | 0          | 0          | 2          | 7          | 22         | 2          | <b>96</b>   |
| 2012               |            | 1          | 18         | 8          | 7          | 9          | 1          | 7          | 13         | 4          | 9          | 12         | <b>89</b>   |
| 2013               | 21         | 17         | 9          | 8          |            |            |            |            | 0          |            |            |            | <b>55</b>   |
| 2014               |            | 2          | 28         | 17         | 11         | 12         | 17         | 16         | 22         | 31         | 43         | 17         | <b>216</b>  |
| 2015               | 13         | 15         | 21         | 11         | 10         | 25         | 14         | 11         |            |            |            |            | <b>120</b>  |
| <b>Grand Total</b> | <b>247</b> | <b>156</b> | <b>158</b> | <b>113</b> | <b>103</b> | <b>131</b> | <b>105</b> | <b>105</b> | <b>124</b> | <b>150</b> | <b>185</b> | <b>213</b> | <b>1790</b> |

איור 7: שמאל – מספר נקבות בסקר כפונקציה של משתנים מטאורולוגיים (מהירות רוח קמ"ש, כמות משקעים מ"מ/סקר). ימין- שכיחות המשתנים המטאורולוגיים/סקר.





**מהירות רוח:** לא נמצא קשר מובהק בין מהירות הרוח לבין מספר תצפיות נקבות בסקר ( Wind coeff=

$(0.01085, SE=0.01556, z=0.6897, p=0.486$

**כמות משקעים בסקר מ"מ:** כמות משקעים יומית נמצאה כגורם משמעותי חיובי על מספר הנקבות

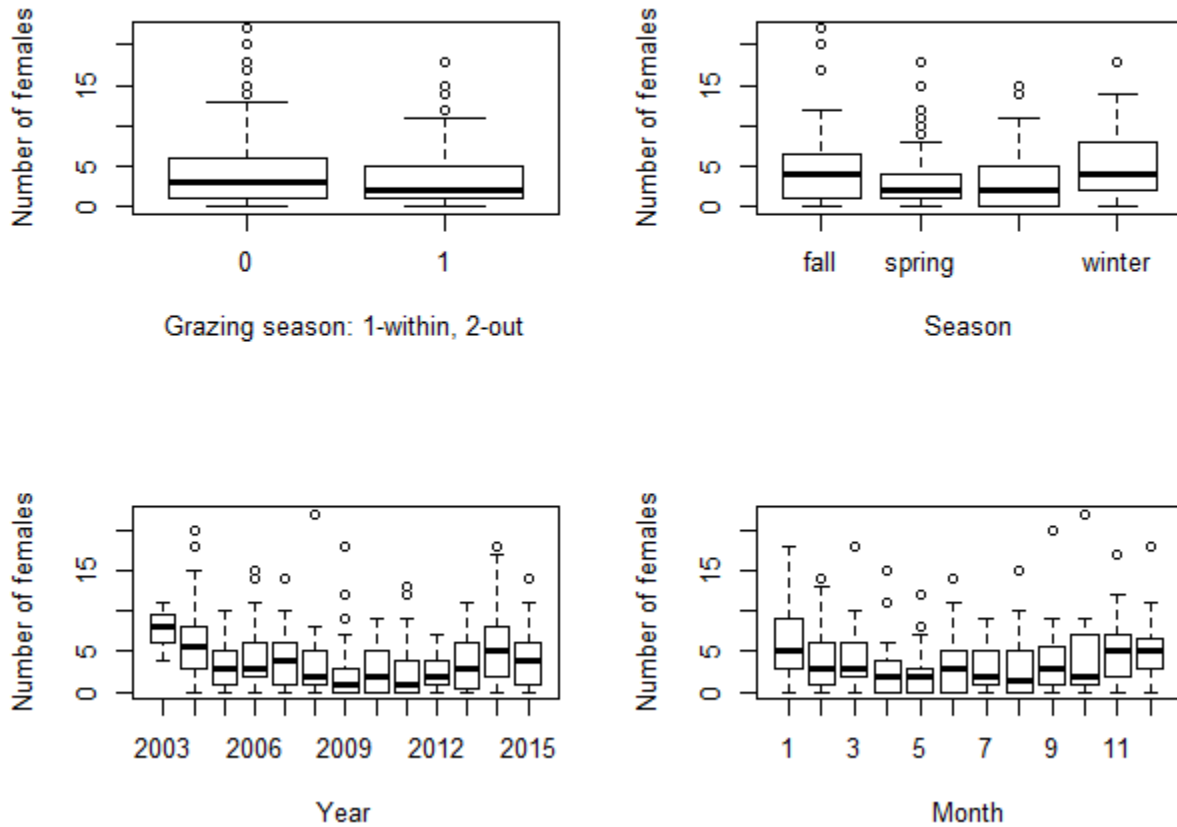
הנצפות בסקר ( Daily precipitation coeff = 0.0302, SE= 0.009, z=3.319, p=0.0009 ).

**סכום המשקעים החודשיים מ"מ:** כמות משקעים חודשית לא נמצאה כגורם המשפיעה על המצאות

נקבות (Monthly precipitation coeff= 1.9e-05, SE= 7.057e-04, z=0.027, p=0.978).

**השפעת טמפרטורה יומית C°:** נמצאה כי טמפרטורה ממוצעת יומית משפיעה באופן שלילי ומובהק על המצאות נקבות (Average temperature coeff= -0.0412, SE=0.0096, z=-4.284, p=1.8e-05).

**איור 8:** שמאל עליון- מספר נקבות בסקר בזמן ומחוץ לעונת הרעיה. שמאל תחתון- מספר נקבות בסקר לפי שנים. ימין עליון- מספר נקבות בסקר לפי עונות. ימין תחתון- מספר נקבות בסקר לפי חודשי השנה.



**עונת רעית בקר:** נוכחות בקר בשטח הפארק מהווה גורם שלילי קרוב למובהק על המצאות נקבות (Grazing season coeff= -0.212, SE= 0.11, z=-1.795, p=0.0726).

**עונות השנה:** נמצא כי לעונה יש השפעה משמעותית על מספר התצפיות בנקבות וכי בחודשי הסתיו וחורף ישנה עלייה משמעותית בתצפיות (טבלה 10).

**טבלה 12: תוצאות מודל GAM – number of females ~ factor(SEASON)**

Signif. Codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

|                  | Estimate | Std. Error | z value | Pr(> z ) |     |
|------------------|----------|------------|---------|----------|-----|
| (Intercept) fall | 1.436    | 0.1096     | 13.099  | <2e-16   | *** |
| spring           | -0.3623  | 0.1517     | -2.388  | 0.0169   | *   |
| summer           | -0.3748  | 0.1531     | -2.449  | 0.0143   | *   |
| winter           | 0.2105   | 0.1525     | 1.38    | 0.1677   |     |

**חודשי השנה:**

בחודשים אוקטובר, נובמבר, דצמבר וינואר נצפו יותר נקבות באופן משמעותי לעומת שאר חודשי השנה (טבלה 11).



טבלה 12: תוצאות מודל GAM – number of females ~ factor(MONTH)

Signif. Codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

| MONTH           | Str.     |        | z value | Pr(> z ) |     |
|-----------------|----------|--------|---------|----------|-----|
|                 | Estimate | Error  |         |          |     |
| (Intercept) JAN | 1.837    | 0.1795 | 10.237  | < 2e-16  | *** |
| FEB             | -0.4861  | 0.2592 | -1.875  | 0.06074  | .   |
| MARCH           | -0.4707  | 0.2554 | -1.843  | 0.06536  | .   |
| APRIL           | -0.8466  | 0.2596 | -3.262  | 0.00111  | **  |
| MAY             | -1.0089  | 0.2532 | -3.984  | 6.77E-05 | *** |
| JUNE            | -0.6995  | 0.2523 | -2.773  | 0.00556  | **  |
| JULY            | -0.8206  | 0.2608 | -3.146  | 0.00165  | **  |
| AUG             | -0.7666  | 0.2636 | -2.908  | 0.00364  | **  |
| SEPT            | -0.5431  | 0.264  | -2.057  | 0.03964  | *   |
| OCT             | -0.4099  | 0.2582 | -1.588  | 0.11234  |     |
| NOV             | -0.2945  | 0.2606 | -1.13   | 0.25845  |     |
| DEC             | -0.172   | 0.2573 | -0.669  | 0.50373  |     |

שנים 2004-2014:

במבחן שונות בין שנות הסקר נמצא כי היתה ירידה משמעותית בכמות התצפיות בין 2004 ו-2005. לאחר מכן נמצא כי בשנים 2006-2007 לא היה שוני משמעותי לעומת שנת 2004. משנת 2008 עד שנת 2012 שוב תועדה ירידה ובשנת 2014 עלייה במספר תצפיות נקבות (טבלה 12).



טבלה 13: תוצאות מודל GAM – number of females ~ factor(YAER)

Signif. Codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

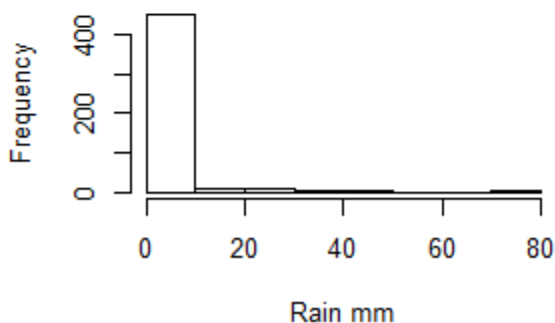
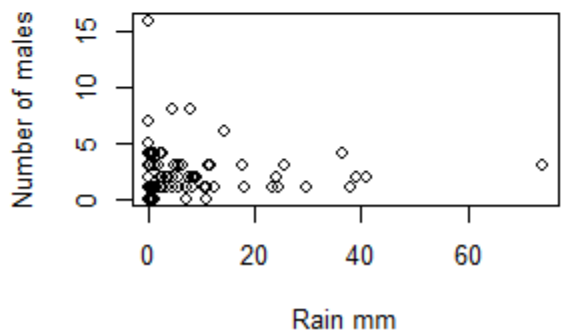
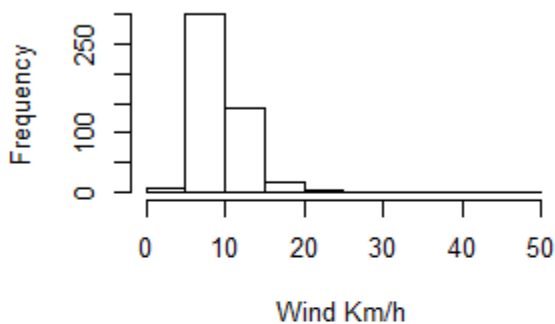
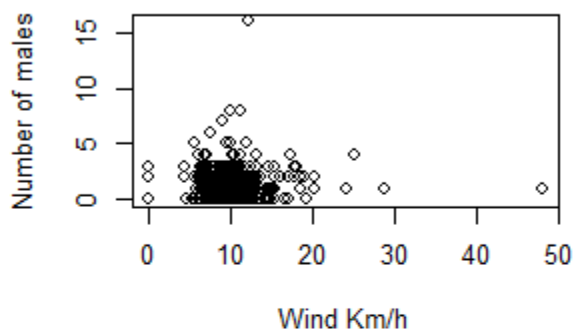
| YEAR        | Estimate | Std. Error | z value | Pr(> z ) |     | Mean number of observations |
|-------------|----------|------------|---------|----------|-----|-----------------------------|
| (Intercept) | 1.773    | 0.159      | 11.121  | < 2e-16  | *** | 5.891                       |
| 2004        |          |            |         |          |     |                             |
| 2005        | -0.557   | 0.229      | -2.433  | 0.015    | *   | 3.375                       |
| 2006        | -0.305   | 0.253      | -1.206  | 0.228    |     | 4.344                       |
| 2007        | -0.328   | 0.230      | -1.426  | 0.154    |     | 4.244                       |
| 2008        | -0.657   | 0.224      | -2.936  | 0.003    | **  | 3.056                       |
| 2009        | -0.720   | 0.235      | -3.060  | 0.002    | **  | 2.867                       |
| 2010        | -0.802   | 0.247      | -3.254  | 0.001    | **  | 2.641                       |
| 2011        | -0.873   | 0.248      | -3.519  | 0.000    | *** | 2.462                       |
| 2012        | -0.868   | 0.254      | -3.421  | 0.001    | *** | 2.472                       |
| 2014        | -0.036   | 0.237      | -0.151  | 0.880    |     | 5.684                       |

זכרים

טבלה 14: מספר תצפיות זכרים לפי חודשים ושנים

| YEAR               | 1         | 2         | 3         | 4         | 5         | 6         | 7         | 8         | 9         | 10        | 11        | 12        | Grand Total |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------|
| 2004               | 10        | 9         | 5         | 4         | 7         | 5         | 4         | 5         | 1         | 4         | 9         | 7         | 70          |
| 2005               | 9         | 3         | 4         | 4         | 2         | 3         | 3         | 1         | 1         | 2         | 1         | 5         | 38          |
| 2006               | 7         | 7         | 3         | 5         | 3         | 5         | 6         | 0         |           |           |           | 1         | 37          |
| 2007               | 5         | 3         | 2         | 2         | 4         | 4         | 5         | 4         | 9         | 2         | 8         | 8         | 56          |
| 2008               | 8         | 8         | 6         | 2         | 0         | 7         | 2         | 2         | 2         | 17        | 6         | 7         | 67          |
| 2009               | 22        | 6         | 1         | 1         | 2         | 0         | 3         | 2         | 1         | 6         | 1         | 11        | 56          |
| 2010               | 6         |           | 1         | 3         | 5         | 1         | 1         | 0         | 1         | 5         | 1         | 4         | 28          |
| 2011               | 7         | 9         |           | 6         | 4         | 0         | 0         | 2         | 0         | 1         | 8         | 1         | 38          |
| 2012               |           | 1         | 7         | 1         | 3         | 5         | 2         | 3         | 6         | 5         | 5         | 7         | 45          |
| 2014               |           | 3         | 6         | 8         | 8         | 3         | 16        | 2         | 7         | 12        | 11        | 8         | 84          |
| 2015               | 6         | 7         | 8         | 1         | 8         | 9         | 4         | 3         |           |           |           |           | 46          |
| <b>Grand Total</b> | <b>80</b> | <b>56</b> | <b>43</b> | <b>37</b> | <b>46</b> | <b>42</b> | <b>46</b> | <b>24</b> | <b>28</b> | <b>54</b> | <b>50</b> | <b>59</b> | <b>565</b>  |

איור 9: שמאל - מספר הזכרים בסקר כפונקציה של משתנים מטאורולוגיים (מהירות רוח קמ"ש, כמות משקעים מ"מ/סקר). ימין- שכיחות המשתנים המטאורולוגיים/סקר.



**מהירות רוח:** לא נמצא קשר מובהק בין מהירות הרוח לבין מספר הזכרים בסקר (wind coeff = 0.00194, SE=0.0186, z=0.104, p=0.917).

**כמות משקעים בסקר מ"מ:** כמות משקעים יומית נמצאה כגורם משמעותי חיובי על מספר הזכרים בסקר (Daily precipitation coeff = 0.026, SE= 0.0099, z=2.622, p=0.00874).

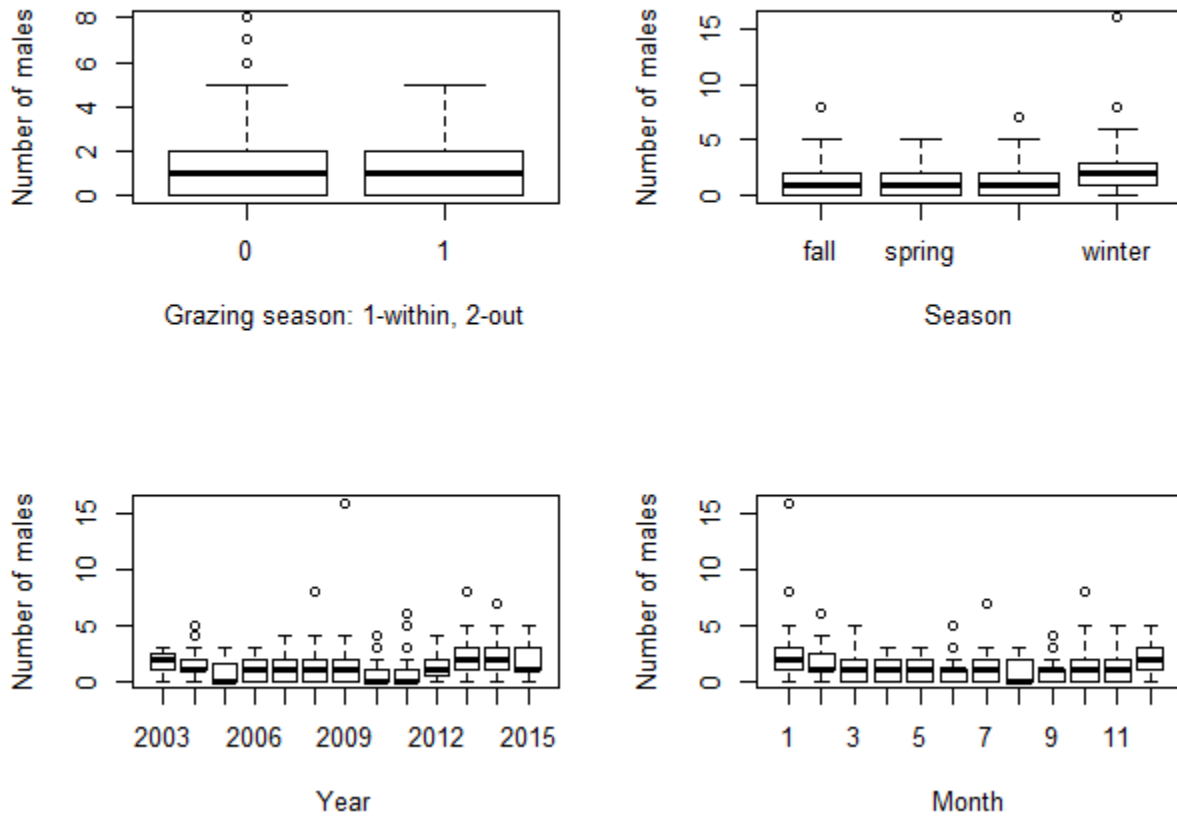
**סכום המשקעים החודשיים מ"מ:** כמות משקעים חודשית לא נמצאה כגורם המשפיעה על המצאות

זכרים (Monthly precipitation coeff= 1.9e-04, SE= 8.3e-04, z=0.236, p=0.8135).

**איור 10:** שמאל עליון- מספר זכרים בסקר בזמן ומחוץ לעונת הרעיה. שמאל תחתון- מספר זכרים

בסקר לפי שנים. ימין עליון- מספר זכרים בסקר לפי עונות. ימין תחתון- מספר זכרים בסקר לפי

**חודשי השנה.**



**עונת רעית בקר:** נמצא כי נוכחות בקר השטח אינו גורם משמעותי על המצאות זכרים (Grazing)

(season coeff= -0.158, SE= 0.143, z=-1.111, p=0.26643).

**עונות השנה:** נמצא כי בעונת החורף מספר תצפיות זכרים עולה באופן משמעותי לעומת שאר עונות השנה (Winter coeff= 0.36, SE=0.1785, Z=2.026, p= 0.0428) (טבלה 14).

**טבלה 15: תוצאות מודל GAM – number of males ~ factor(SEASON)**

**Signif. Codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1**

|             | Std.     |        |         |          |   |
|-------------|----------|--------|---------|----------|---|
|             | Estimate | Error  | z value | Pr(> z ) |   |
| (Intercept) |          |        |         |          |   |
| autumn      | 0.2481   | 0.1315 | 1.887   | 0.0592   | . |
| spring      | -0.2158  | 0.1828 | -1.181  | 0.2378   |   |
| summer      | -0.3003  | 0.1862 | -1.612  | 0.1069   |   |
| winter      | 0.3615   | 0.1785 | 2.026   | 0.0428   | * |

**חודשי השנה:**

נמצא כי בחודשים ינואר, פברואר, אוקטובר, נובמבר, דצמבר נצפו יותר זכרים באופן משמעותי לעומת שאר חודשי השנה (טבלה 15).

**טבלה 16: תוצאות מודל GAM – number of males ~ factor(MONTH)**

Signif. Codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

| Month           | Std.     |        |         |          | Pr(> z ) |  |
|-----------------|----------|--------|---------|----------|----------|--|
|                 | Estimate | Error  | z value |          |          |  |
| (Intercept) Jan | 0.7985   | 0.2007 | 3.979   | 6.93E-05 | ***      |  |
| Feb             | -0.3567  | 0.2931 | -1.217  | 0.223654 |          |  |
| Mar             | -0.6749  | 0.2997 | -2.252  | 0.024352 | *        |  |
| Apr             | -0.8512  | 0.3049 | -2.792  | 0.005241 | **       |  |
| May             | -0.7765  | 0.2902 | -2.675  | 0.007462 | **       |  |
| Jun             | -0.7985  | 0.2965 | -2.693  | 0.007074 | **       |  |
| Jul             | -0.6075  | 0.2972 | -2.044  | 0.040967 | *        |  |
| Aug             | -1.204   | 0.3312 | -3.635  | 0.000278 | ***      |  |
| Sep             | -0.9927  | 0.3247 | -3.058  | 0.002232 | **       |  |
| Oct             | -0.393   | 0.2942 | -1.336  | 0.18161  |          |  |
| Nov             | -0.4128  | 0.2995 | -1.379  | 0.16804  |          |  |
| Dec             | -0.2763  | 0.2929 | -0.943  | 0.345505 |          |  |

**שנות הסקר:**

נמצא כי בין השנים 2004 ו-2005 היתה ירידה במספר תצפיות זכרים. בין השנים 2006-2009 מספר התצפיות לא היה שונה מ-2004. ב-2010 שוב נמצאה ירידה ולאחר מכן עליה לא משמעותית עד 2014 (טבלה 16).

**טבלה 17: תוצאות מודל GAM – number of males ~ factor(YEAR)**

Signif. Codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

|             | YEAR | Estimate | Std. Error | z value | Pr(> z ) |   | Mean number of observations |
|-------------|------|----------|------------|---------|----------|---|-----------------------------|
| (Intercept) |      |          |            |         |          |   |                             |
|             | 2004 | 0.4199   | 0.1898     | 2.212   | 0.027    | * | 1.521                       |
| 2005        |      | -0.6535  | 0.2884     | -2.266  | 0.0235   | * | 0.791                       |
| 2006        |      | -0.2747  | 0.3071     | -0.894  | 0.3711   |   | 1.156                       |
| 2007        |      | -0.2012  | 0.2759     | -0.729  | 0.4659   |   | 1.244                       |
| 2008        |      | -0.2041  | 0.2636     | -0.775  | 0.4386   |   | 1.240                       |
| 2009        |      | -0.2012  | 0.2759     | -0.729  | 0.4659   |   | 51.24                       |
| 2010        |      | -0.7512  | 0.3121     | -2.407  | 0.0161   | * | 0.717                       |
| 2011        |      | -0.4458  | 0.2966     | -1.503  | 0.1328   |   | 0.974                       |
| 2012        |      | -0.1967  | 0.2933     | -0.671  | 0.5024   |   | 1.250                       |
| 2014        |      | 0.3734   | 0.2725     | 1.37    | 0.1706   |   | 2.210                       |



צעירים

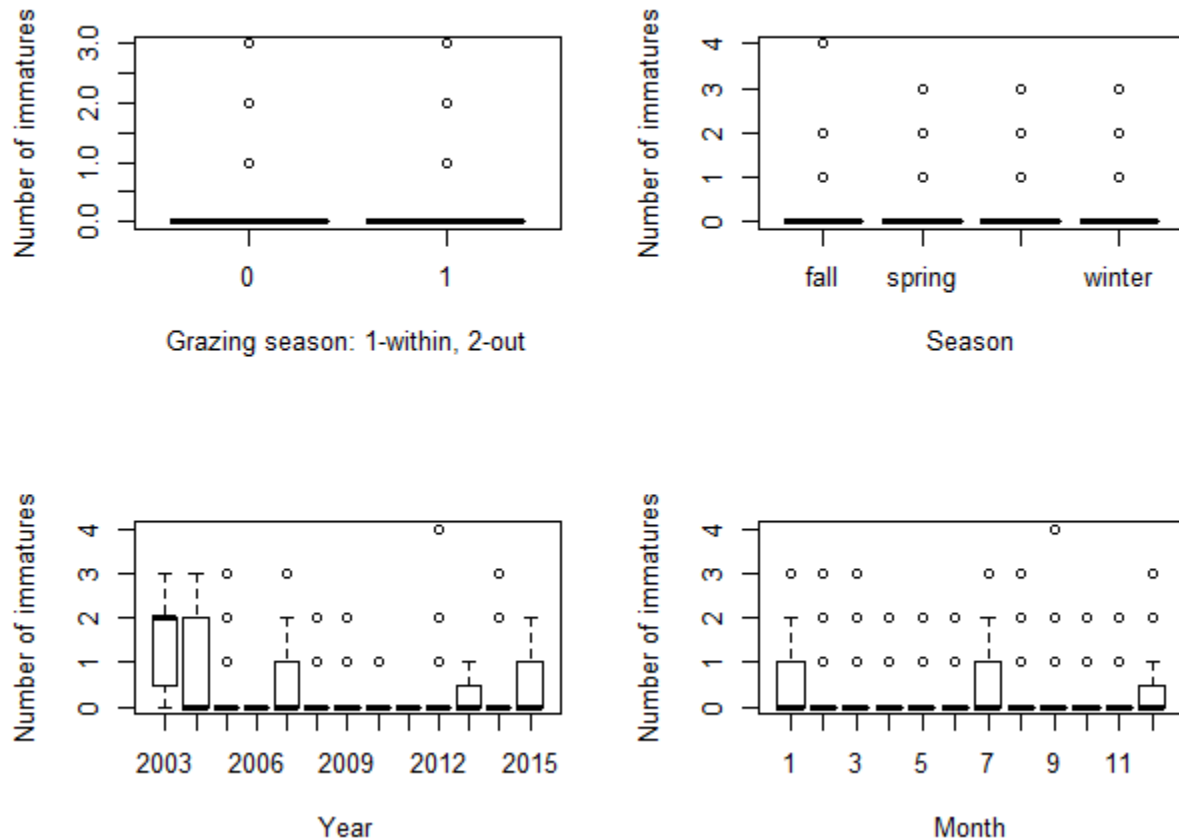
**טבלה 18: מספר תצפיות צעירים לפי חודשים ושנים.**

| Year/Month  | 1  | 2  | 3  | 4 | 5 | 6  | 7  | 8 | 9  | 10 | 11 | 12 | Grand Total |
|-------------|----|----|----|---|---|----|----|---|----|----|----|----|-------------|
| 2004        | 8  | 5  | 6  | 0 | 2 | 3  | 3  | 0 | 0  | 0  | 0  | 6  | 33          |
| 2005        | 4  | 2  | 4  | 1 | 0 | 0  | 0  | 3 | 0  | 0  | 0  | 3  | 17          |
| 2006        | 0  | 0  | 0  | 0 | 0 | 0  | 0  | 0 |    |    |    | 0  | 0           |
| 2007        | 0  | 0  | 0  | 0 | 4 | 4  | 4  | 2 | 6  | 3  | 0  | 3  | 26          |
| 2008        | 4  | 2  | 0  | 2 | 0 | 1  | 2  | 1 | 1  | 4  | 1  | 0  | 18          |
| 2009        | 0  | 0  | 0  | 0 | 0 | 0  | 3  | 1 | 0  | 0  | 1  | 1  | 6           |
| 2010        | 0  |    | 0  | 0 | 0 | 1  | 0  | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 1           |
| 2011        | 0  | 0  |    | 0 | 0 | 0  | 0  | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0           |
| 2012        |    | 0  | 1  | 1 | 0 | 0  | 0  | 0 | 4  | 2  | 2  | 0  | 10          |
| 2014        |    | 2  | 0  | 0 | 0 | 0  | 3  | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 5           |
| 2015        | 1  | 2  | 0  | 1 | 0 | 2  | 1  | 2 |    |    |    |    | 9           |
| Grand Total | 17 | 13 | 11 | 5 | 6 | 11 | 16 | 9 | 11 | 9  | 4  | 13 | 125         |

היות לא היו הרבה תצפיות של צעירים לאורך שנות הסקר הוחלט לבצע ניתוח לשוני בתצפיות לפי שנים בלבד.

ניתן להתרשם ממגמות התצפיות לעומת משתנים מטאורולוגים באיור 10.

איור 11: שמאל - משתנים מטאורולוגיים (מהירות רוח קמ"ש, כמות משקעים מ"מ/סקר) כפונקציה של מספר הצעירים בסקר. ימין- שכיחות המשתנים המטאורולוגיים/סקר.



נמצא כי בין 2004-2007 היה יציבות במספר תצפיות הצעירים בסקר. בין השנים 2008-2014 נמצאה ירידה במספר התצפיות (טבלה 18).



טבלה 19: תוצאות מודל GAM –  $\text{number of immatures} \sim \text{factor}(\text{YEAR})$

Signif. Codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

| YEAR        | Estimate | Std. Error | z value | Pr(> z ) |     | Mean number<br>of observations |
|-------------|----------|------------|---------|----------|-----|--------------------------------|
| (Intercept) |          |            |         |          |     |                                |
| 2004        | -0.332   | 0.228      | -1.456  | 0.145    |     | 0.717                          |
| 2005        | -0.706   | 0.363      | -1.945  | 0.052    | .   | 0.354                          |
| 2006        | -17.460  | 782.905    | -0.022  | 0.982    |     | 0.000                          |
| 2007        | -0.216   | 0.336      | -0.645  | 0.519    |     | 0.578                          |
| 2008        | -0.767   | 0.355      | -2.158  | 0.031    | *   | 0.333                          |
| 2009        | -1.683   | 0.491      | -3.428  | 0.001    | *** | 0.133                          |
| 2010        | -3.331   | 1.038      | -3.209  | 0.001    | **  | 0.026                          |
| 2011        | -17.460  | 709.173    | -0.025  | 0.980    |     | 0.000                          |
| 2012        | -0.949   | 0.424      | -2.237  | 0.025    | *   | 0.278                          |
| 2014        | -1.696   | 0.528      | -3.215  | 0.001    | **  | 0.132                          |

## העדפות תצורות צומח

### שיטות

כדי לבחון אם ישנה העדפה של הצבאים לתצורת צומח מסוימת בוצע מבחן chi square להבדל בין פרופורציית תצפיות צבאים לעומת פיזור אקראי במרחב. בתוך פוליגון שרוחבו 50 מטר מהחתך הרכוב (buffer 50 meters) פוזרו 100 נקודות באופן אקראי. נבחר תחום של 50 מטר היות ורוב התצפיות היו ביחידת מרחק זו. נעשתה השוואה בין פרופורציית פיזור הנקודות האקראיות הצפוי (Expected) לעומת התצפיות בפועל (Observed) לפי חלוקה לשש תצורות צומח: פתוח נמוך (Low open), גריגה צפופה (Medium dense), גריגה דלילה (Medium sparse), חורש צפוף (Tall dense), חורשה צפופה (Trees dense), וחורשה דלילה (Trees sparse).

### תוצאות

תוצאות מבחן Chi square הראו כי צבאים נצפו יותר בתצורת צומח גריגה דלילה (medium sparse) לעומת הצפוי. לעומת זאת, צבאים נצפו באופן משמעותי פחות בשטחים סבוכים: גריגה צפופה (medium dense) וחורש צפוף (tall dense). תוצאה זו נובעת כנראה משתי סיבות, הראשונה, שלא ניתן להבחין בצבאים בשטחים סבוכים ושתיים, צבאים ידועים כמין שמעדיף אזורים פתוחים. בתצורות פתוח נמוך (low open), ובחורשות (Trees sparse and dense) מספר התצפיות לא היה שונה מהצפוי, פיזור אקראי.

**טבלה 20: תוצאות מבחן X-squared להעדפות תצורות צומח של צבאים**

| Vegetation structure | Observed         | Expected         | X-squared | p-value          |
|----------------------|------------------|------------------|-----------|------------------|
| LOW OPEN             | 3.980E-02        | 3.000E-02        | 5.320E-02 | 8.176E-01        |
| MEDIUM DENSE         | <b>1.694E-01</b> | <b>3.100E-01</b> | 1.215E+01 | <b>4.800E-04</b> |
| MEDIUM SPARSE        | <b>4.429E-01</b> | <b>2.800E-01</b> | 9.697E+00 | <b>1.850E-03</b> |
| TALL DENSE           | <b>4.407E-02</b> | <b>1.000E-01</b> | 5.577E+00 | <b>1.819E-02</b> |
| TREES DENSE          | 6.718E-02        | 1.100E-01        | 2.113E+00 | 1.461E-01        |
| TREES SPARSE         | 1.630E-01        | 1.700E-01        | 2.200E-03 | 9.629E-01        |

MAXENT – מודל לחישוב העדפת תצורת צומח ופיזור צבאים ברמת הנדיב

שיטות

אנטרופיה מקסימלית (Maximum entropy) הינה שיטה לחישוב הסתברות דגם פיזור/העדפת בית גידול בשטח נתון בהינתן מגבלות של משתנים סביבתיים במרחב (Elith et al. 2011). המודל מחשב שפע יחסי בהתאם למספר הפרטים שנצפו בתא שטח ובהתאם למשתנים סביבתיים. חיסרון המודל הוא שחישוב זה מתבסס על נתוני presences only ואינו מפצה על מקרים של pseudo-absences. המשמעות של pseudo-absences היא שאין התחשבות בחישוב במקרים בהם לא נצפו צבאים אך ידוע שהם נמצאים בשטח.

מודל MAXENT בעל שני מרכיבים:

א. מרכיב מגביל: משתנים הנקראים moment constraints, המגבילים את פיזור בע"ח לפי משתנים סביבתיים (כגון משתני אקלים, צומח, שימושי קרקע).

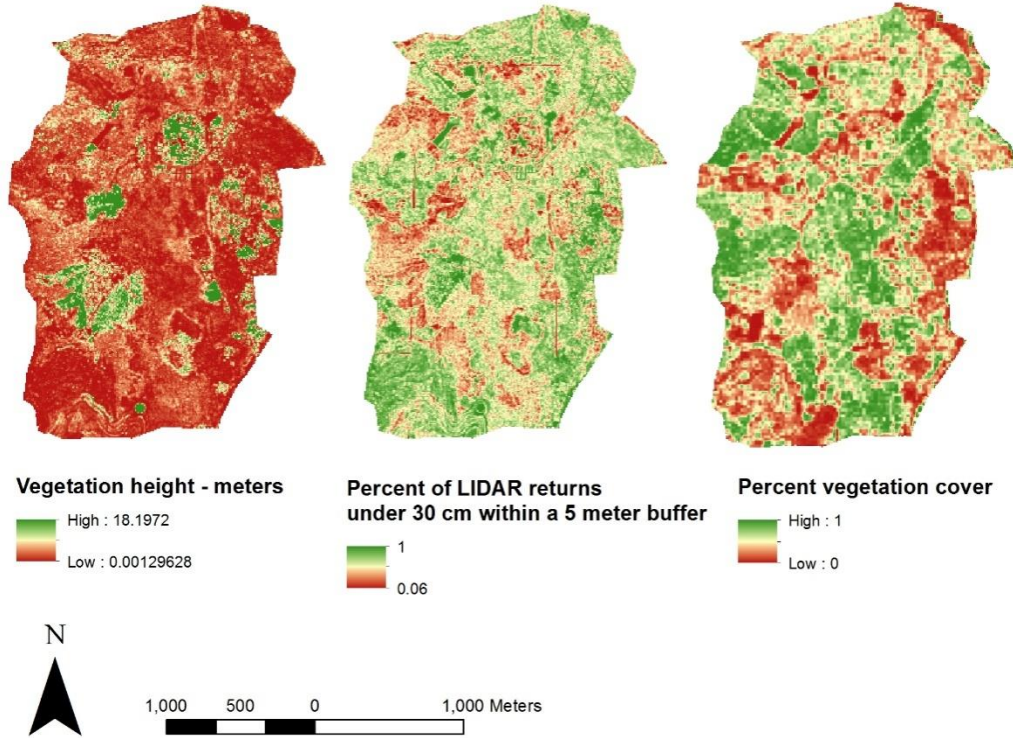
ב. מרכיב אנטרופיה: ניתן לחשב מספר רב של דגמי פיזור בהתאם למשתנים הסביבתיים.

אנטרופיה מקסימלית היא שיטה לבחור את מספר הדגמים המתאימים ביותר לסט נתונים נתון (maximum fit).

נבחרו שלושה מרכיבים מגבילים למודל (איור 12) גובה צמחייה לפי חישוב LIDAR (2012, 2) כיסוי צומח מעוצה לפי מודל random forest - 1000 עצי אפשרויות לכל קטגוריה. ארבע קטגוריות (מעוצים, צל, קרקע, מסלע) (Bosch et al. 2013). (3) אחוז החזרי LIDAR מתחת 30 ס"מ ברדיוס של חמישה מטרים. LiDAR (Light Detection And Ranging) הוא טכנולוגית חישה מרחוק המאפשרת מדידה מדויקת של מרחק ע"י הקרנת המטרה באור, בד"כ לייזר. טכנולוגיה זו מאפשרת יצרת תמונה בתלת-ממד של צומח ובכך לחשב את כיסוי וצפיפות של המעוצים בשטח נתון. בחינה של אחוז ההחזרות מתחת 30 ס"מ מלמד על מידת פתיחות בשטח סביב כל תצפית.



**איור 12: שלושה מרכיבים מגבילים במודל דגם פיזור Maxent**



תוצאות

טבלה 21 מייצגת את התרומה היחסית של כל אחד מהמשתנים המסבירים שנבחרו למודל ה-Maxent. נמצא כי לאחוז כיסוי צומח מעוצה (Percent vegetation cover) יש את מירב ההשפעה על פיזור צבאים במרחב. תרומת המשתנה השני, אחוז החזרות LiDAR מתחת 30 ס"מ ברדיוס 5 מטר (Percent LiDAR returns under 30 cm), נושקת למשתנה הראשון. משתנה זה מהווה מדד לעבירות השטח. משמע - מידת פתיחות הצומח בגובה נמוך המאפשר מעבר. ככל שאחוז החזרות גבוה יותר, המשמעות היא שהצומח פחות צפוף ויותר עביר. המשתנה השלישי הוא גובה הצומח המעוצה (Vegetation height) ותרומתו פחותה מהשנים הראשונים.

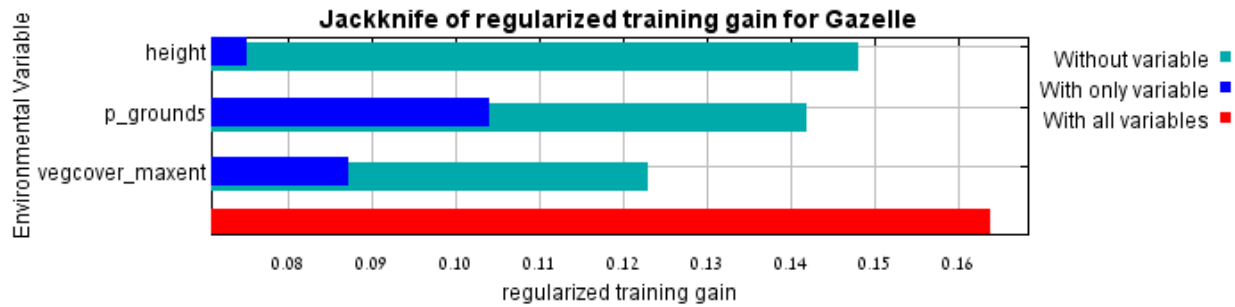
**טבלה 21: תרומה יחסית של משתנים המגבלים (moment constraint) את פיזור הצבאים.**

| Variable                          | Percent contribution | Permutation importance |
|-----------------------------------|----------------------|------------------------|
| Percent vegetation cover          | 39.6                 | 37.9                   |
| Percent LiDAR returns under 30 cm | 38.4                 | 46.8                   |
| Vegetation height                 | 22                   | 15.3                   |

איור 13 מייצג את התרומה של כל משתנה לבדו (כחול). נמצא כי גובה לצומח מעוצה אין השפעה גדולה על פיזור צבאים במרחב. לעומת זאת, למשתנה החזרות Lidar תחת 30 ס"מ (p\_ground5) היתה את התרומה המרבית. אך, נראה כי תרומתו למודל הכללי פחותה מאחוז כיסוי צמחייה (Vegcov\_maxent). ניתן לראות זאת כאשר משווים בין תרומת המודל עם המשתנה יחיד (כחול) לעומת מודל המכיל את שני המשתנים האחרים (טורקיז) ביחס למודל המכיל את שלושתם (אדום).

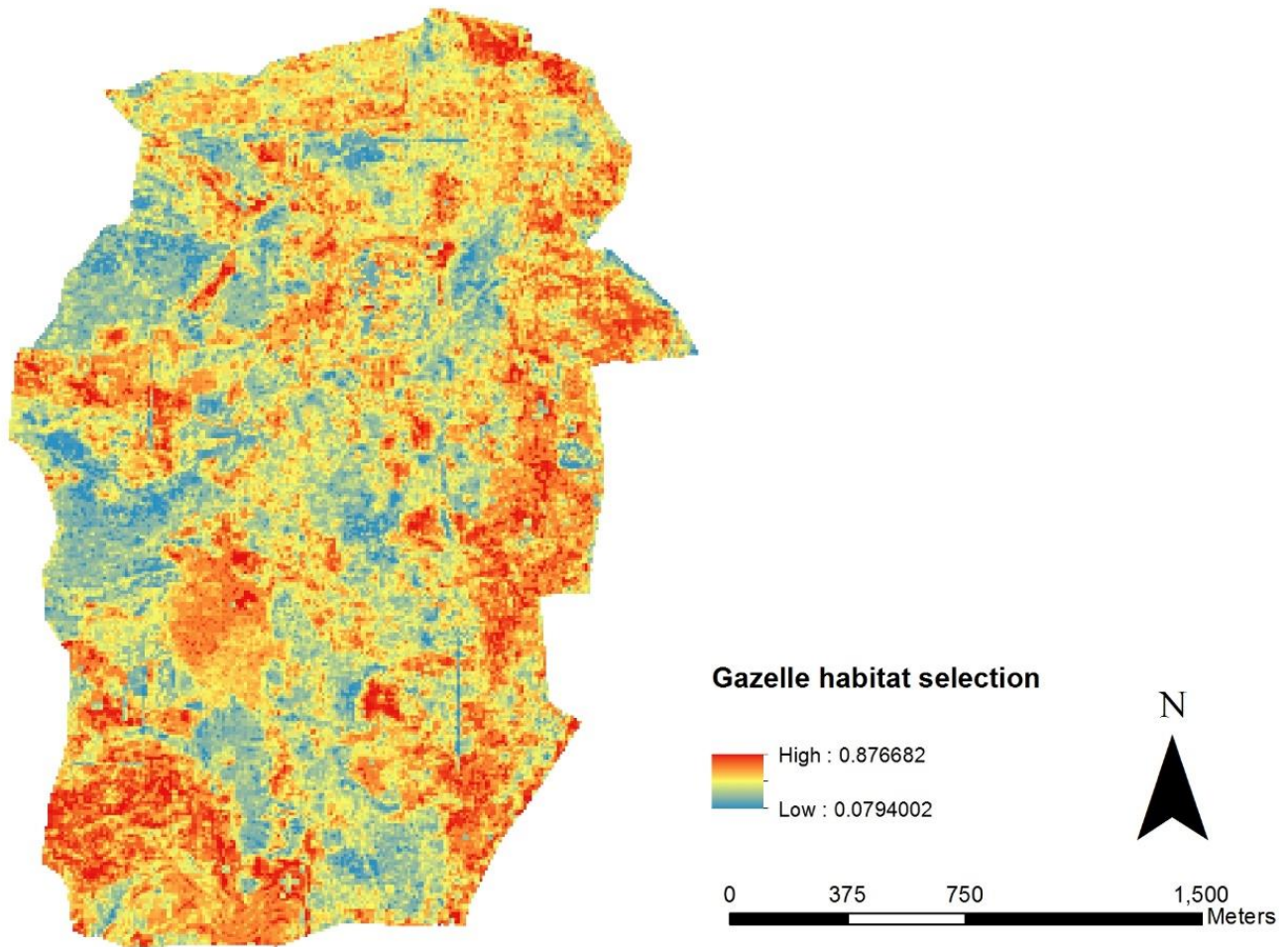


איור 13: מבחן Jackknife לתרומת משתנים מגבילים. תרומה של משתנה יחד (כחול), תרומה של המשתנים ללא משתנה ספציפי (טורקיז), תרומה של כלל המשתנים (אדום).



תוצאת המודל הסופית מובאת באיור 14, מפת פיזור צבאים ברמת הנדיב. אזורים מועדפים ומתאימים לצבאים בגוונים חמים (אדומים) ואזורים לא מתאימים בצבעים קרים (כחולים).

**איור 14: תוצאות מודל Maxent לדגם פיזור צבאים ברמת הנדיב**



חישוב גודל אוכלוסייה - DISTANCE SAMPLING

שיטות

מודל זה משמש לחישוב והבנת שינויים מרחביים ועיתיים של צפיפות אוכלוסיות (Buckland et al. 2005, Marques et al. 2013). בחבילת unmarked (ניתן להורדה מאתר CRAN) (Fiske and Chandler 2011) ניתן לחשב צפיפות אוכלוסיות באמצעות מודל *distance sampling* (Royle et al. 2014, Amundson et al. 2012, Sillet et al. 2004) השונה מהמודל של Buckland בכך שמאפשר הכנסת משתנים סביבתיים לפונקציית הסתברות גילוי של בע"ח (detected probability =  $p$ , not detected probability =  $1-p$ ) ופונקציית צפיפות אוכלוסייה.

גודל אוכלוסייה המשוער שווה ל-  $N^{\wedge}$ , מספר הפרטים שנצפו בסקר, חלקי הסתברות הגילוי,  $p^{\wedge}$ .

מודל זה נגזר ממודלים המשמשים לחישוב שרידות אוכלוסיות מסומנות (marked survival). הנתונים שנאספו לאורך חתך יקבעו את ערך המקדם C ואת הסתברות הגילוי p.

$$N^{\wedge} = Cp^{\wedge}$$

הדוגם נע לאורך מסלול שאורכו ידוע מראש, מתעד את הפרטים לאורכו (יחידים או קבוצות/עדרים), ואת המרחק האנכי מהמסלול (ראה תרשים).



מודל distance מחשב את גודל אוכלוסייה של בע"ח לא מסומנים. מרחקי התצפיות מחתך הסקר מחולקים לקטגוריות מרחק וכך מחושבת הסתברות הגלוי כאשר ישנן שתי הנחות יסוד:

1. הסתברות הגילוי של פרטים על המסלול שווה ל- $p=1$  והיא יורדת ביחס למרחק. המשמעות היא שסוקר יבחין בקלות בפרטים קרובים וככל שהמרחק גדל, כך יקטן הסיכוי לראות את בע"ח.
2. פרטים מפוזרים אקראית ביחס למיקום החתך (המקרה שלנו מסלול רכוב). פעמים רבות נקבע מסלול "נוח" שלא בהכרח מייצג את אזור המחקר.

הנחות היסוד של מודל זה מאד קשות ליישום. בע"ח, במיוחד עדרים/קבוצות של פרטים, אינם מפוזרים אקראית במרחב ויש היבט התנהגותי שלא מקבל התייחסות במודל. עפ"י דרישות המודל יש לסקור חתכים רנדומליים בשטח המחקר. דרישה זו בלתי אפשרית ליישום ברמת הנדיב. בנוסף, באזור חורש מאד מאתגר לבצע ספירה של בע"ח עקב צפיפות גבוהה של צומח. לפי כך, נעשתה חשיבה לגבי הפרת הנחות היסוד של המודל ונקבע מסלול לאורך שביל כורכר המיועד לרכבי שטח. החתך שנבחר עפ"י דעת מומחים של רמת הנדיב מייצג את תצורות הצומח המגוונות בפארק ואת השונות במרחקים ממוקדי פעילות אדם.

בשנת 2011 בוצע חישוב distance לשנות סקר 2003-2009 ונבחרה פונקציית גילוי half normal כיוון שקיבלה ציון AIC הנמוך ביותר ובנוסף מציין מנתח הסקר כי נעשה שימוש בפונקציה זו בסקרי צבאים אחרים בישראל (פרלברג 2011).

בפרק זה נותחו נתוני 2004-2015. בניתוח הנוכחי נבדקה שוב התאמתה של פונקציית גילוי באמצעות

חישוב איכות המודל עפ"י AIC. נמצא כי פונקציית hazard-rate יותר מתאימה לנתונים מאשר half

normal. אך בגלל שבניתוח הקודם ובסקרי צבאים נוספים בישראל נעשה שימוש ב-half normal הוחלט

להשתמש בפונקציה זו כדי לאפשר השוואה.

פלט החישוב הוא צפיפות לקמ"ר. גודל האוכלוסייה חושב לשטח של 4.97 קמ"ר והוא כולל את רמת

הנדיב (4.5 קמ"ר) ו-0.471 קמ"ר הכוללים את המפנה הדרומי של נחל כבארה ושטחי גריגה והבתה

בגבול המזרחי של הפארק.

משתנים תלויים של גודל האוכלוסייה – שנה כפקטור.

משתנים תלויים של פונקציית הגילוי – מרחק, טמפרטורה יומית ממוצעת ומהירות רוח יומית ממוצעת.

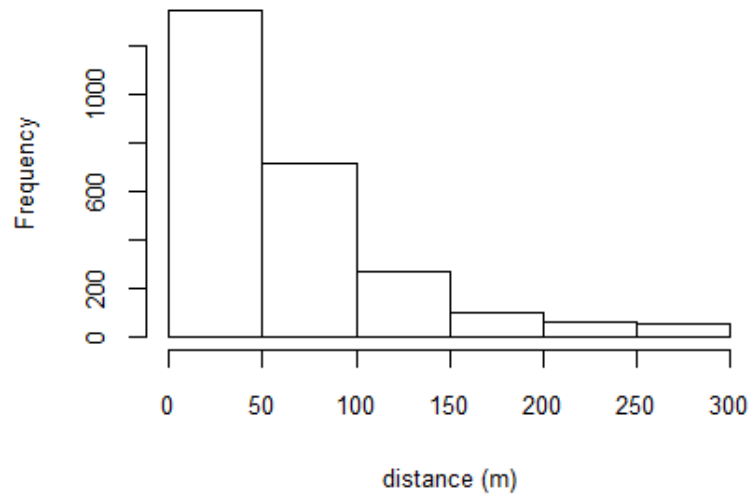
תוצאות מודל distance sampling חולקו לשני חלקים בדומה לניתוח מספר התצפיות בסקר (GAM),

חישוב לכלל האוכלוסייה וחישוב לפי קבוצות דמוגרפיות (נקבות, זכרים וצעירים).

תוצאות

חישוב גודל אוכלוסייה

איור 15: שכיחות תצפיות לפי קטגוריות מרחק (מטרים) מסלול הסקר.





**טבלה 22: תוצאות מודל אומדן לגודל אוכלוסיה בשיטה distance sampling.**

**פונקציית צפיפות אוכלוסיה (Density): עמודת Estimate – מקדם פקטור "שנה", "חודש", P- שונות**

**סטטיסטית לעומת הintercept, שנת דיגום 2004 וחודש ינואר (1).**

**פונקציית גילוי (Detectability): מקדם משתנה טמפרטורה ממוצעת יומית (Temp) ומהירות רוח**

**ממוצעת (Wind) מטר לשנייה.**

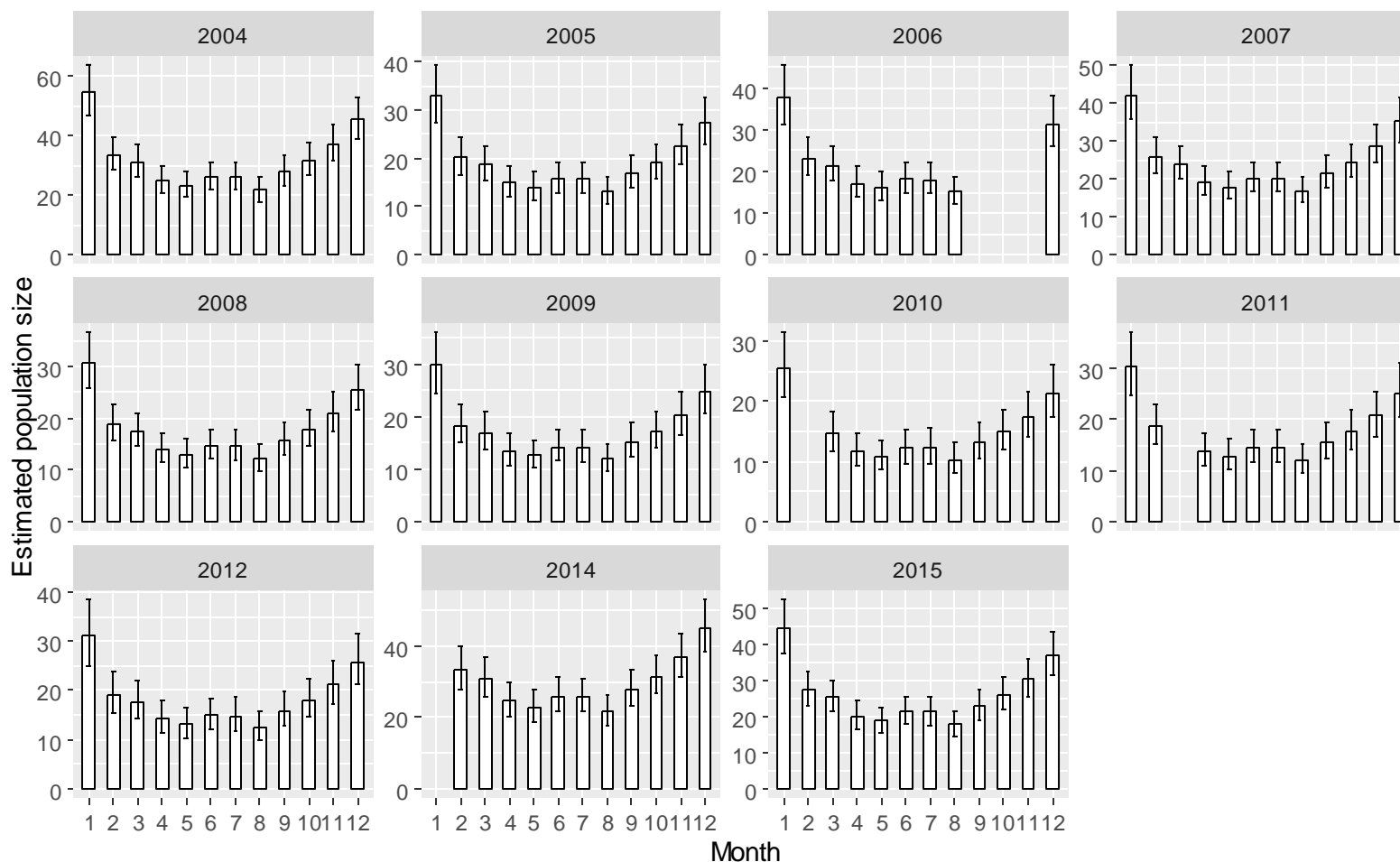
| Density:          |          |        |         |          |
|-------------------|----------|--------|---------|----------|
|                   | Estimate | SE     | z       | P(> z )  |
| (Intercept)       | 2.39504  | 0.0783 | 30.5868 | >2E-16   |
| factor(YEAR_)2005 | -0.50511 | 0.0853 | -5.9182 | 3.25E-09 |
| factor(YEAR_)2006 | -0.36796 | 0.0924 | -3.9842 | 6.77E-05 |
| factor(YEAR_)2007 | -0.25758 | 0.08   | -3.2194 | 1.28E-03 |
| factor(YEAR_)2008 | -0.57498 | 0.0842 | -6.8251 | 8.78E-12 |
| factor(YEAR_)2009 | -0.60635 | 0.0922 | -6.5749 | 4.87E-11 |
| factor(YEAR_)2010 | -0.75915 | 0.1033 | -7.3509 | 1.97E-13 |
| factor(YEAR_)2011 | -0.5869  | 0.1    | -5.871  | 4.33E-09 |
| factor(YEAR_)2012 | -0.56337 | 0.1007 | -5.5967 | 2.18E-08 |
| factor(YEAR_)2014 | -0.00739 | 0.0775 | -0.0954 | 9.24E-01 |
| factor(YEAR_)2015 | -0.2075  | 0.0774 | -2.6819 | 7.32E-03 |
| factor(MONTH_)2   | -0.48638 | 0.0914 | -5.3235 | 1.02E-07 |
| factor(MONTH_)3   | -0.56158 | 0.0933 | -6.0197 | 1.75E-09 |
| factor(MONTH_)4   | -0.7874  | 0.1031 | -7.6394 | 2.18E-14 |



|                         |                 |           |          |                   |
|-------------------------|-----------------|-----------|----------|-------------------|
| <b>factor(MONTH_5)</b>  | -0.85895        | 0.1013    | -8.4797  | 2.26E-17          |
| <b>factor(MONTH_6)</b>  | -0.73669        | 0.0995    | -7.4075  | 1.29E-13          |
| <b>factor(MONTH_7)</b>  | -0.73821        | 0.1023    | -7.2162  | 5.34E-13          |
| <b>factor(MONTH_8)</b>  | -0.91625        | 0.1086    | -8.4363  | 3.27E-17          |
| <b>factor(MONTH_9)</b>  | -0.66635        | 0.1028    | -6.4811  | 9.11E-11          |
| <b>factor(MONTH_10)</b> | -0.54108        | 0.0945    | -5.7267  | 1.02E-08          |
| <b>factor(MONTH_11)</b> | -0.38221        | 0.0904    | -4.2293  | 2.34E-05          |
| <b>factor(MONTH_12)</b> | -0.18264        | 0.084     | -2.1753  | 2.96E-02          |
| <b>Detection:</b>       |                 |           |          |                   |
|                         | <b>Estimate</b> | <b>SE</b> | <b>z</b> | <b>P(&gt; z )</b> |
| <b>sigma(Intercept)</b> | 4.39719         | 0.07146   | 61.53 0  | >2E-16            |
| <b>sigmaTemp</b>        | 0.00763         | 0.00262   | 2.92 0   | 0.00354           |
| <b>sigmaWind</b>        | 0.00719         | 0.0043    | -1.67 0  | 0.09437           |
| <b>AIC: 6554.7</b>      |                 |           |          |                   |

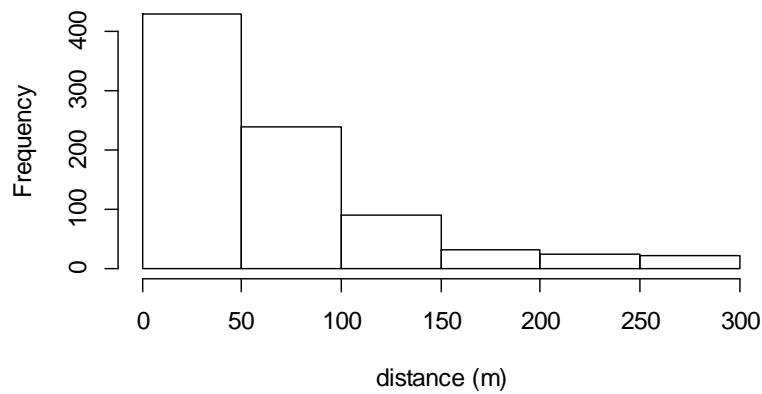


**איור 16: חישוב גודל אוכלוסיית הצבאים בשיטת דיגום distance sampling. הגרף מציג תנודות עונתיות בגודל האוכלוסייה לפי חודשים ושנים 2004-2015 (whiskers lower and upper 95% conference interval).**



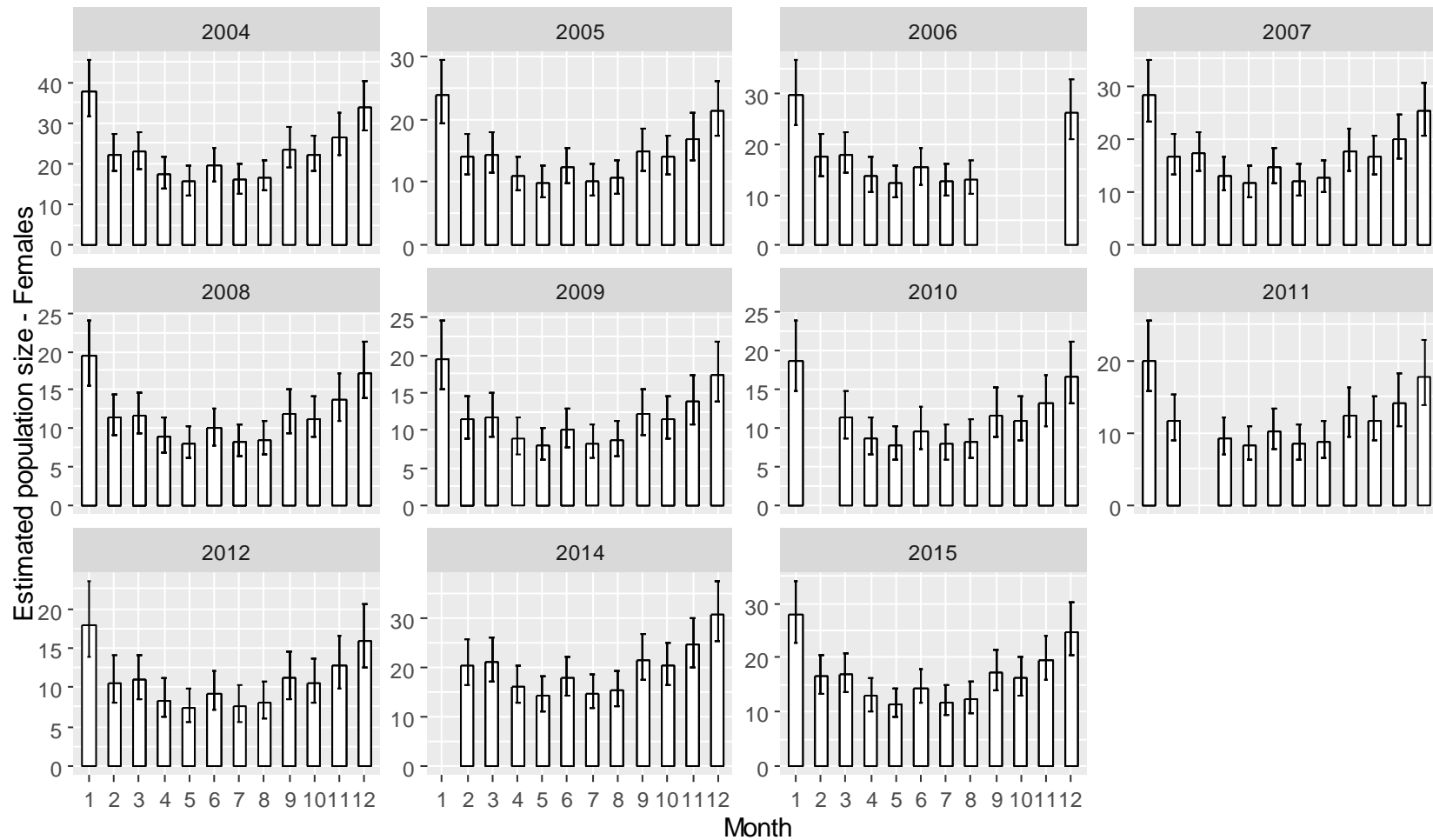
נקבות

איור 17: שכיחות תצפיות נקבות לפי קטגוריות מרחק (מטרים) מסלול הסקר.



חישוב צפיפות הנקבות לקמ"ר מובאים באיור 16 וטבלה 23. בהשוואה לשנת 2004 (intercept) נראה כי הייתה ירידה בצפיפות הצביות עד שנת 2012. בשנת 2014 נמצאה עלייה משמעותית בצפיפות הנקבות בהשוואה לשנת 2004.

**איור 18 : חישוב מספר נקבות צבאים בשיטת distance sampling. הגרף מציג תנודות עונתיות בגודל האוכלוסייה לפי חודשים ושנים. (whiskers lower and upper 95% confidence interval) 2004-2015**



טבלה 23: תוצאות מודל נקבות בשיטת distance sampling.

פונקציית צפיפות אוכלוסיה (Density): עמודת Estimate – מקדם פקטור "שנה", "חודש", P- שונות

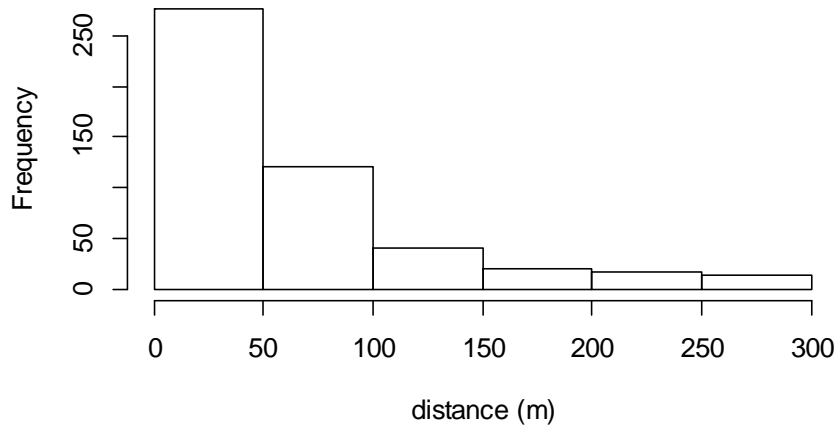
סטטיסטית לעומת הintercept, שנת דיגום 2004 וחודש ינואר (1).

פונקציית גילוי (Detectability): מקדם משתנה טמפרטורה ממוצעת יומית (Temp) ומהירות רוח

ממוצעת (Wind) מטר לשנייה.

| Density:             |          |         |        |          |
|----------------------|----------|---------|--------|----------|
|                      | Estimate | SE      | z      | P(> z )  |
| (Intercept)          | 2.03     | 0.093   | 21.829 | >2E-16   |
| factor(YEAR_)2005    | -0.463   | 0.0995  | -4.651 | 3.30E-06 |
| factor(YEAR_)2006    | -0.244   | 0.1054  | -2.315 | 2.06E-02 |
| factor(YEAR_)2007    | -0.289   | 0.0954  | -3.026 | 2.48E-03 |
| factor(YEAR_)2008    | -0.671   | 0.1026  | -6.544 | 6.00E-11 |
| factor(YEAR_)2009    | -0.664   | 0.1112  | -5.972 | 2.34E-09 |
| factor(YEAR_)2010    | -0.702   | 0.1193  | -5.883 | 4.02E-09 |
| factor(YEAR_)2011    | -0.638   | 0.1209  | -5.28  | 1.29E-07 |
| factor(YEAR_)2012    | -0.746   | 0.1258  | -5.929 | 3.05E-09 |
| factor(YEAR_)2014    | -0.085   | 0.0935  | -0.909 | 3.63E-01 |
| factor(YEAR_)2015    | -0.307   | 0.094   | -3.271 | 1.07E-03 |
| factor(MONTH_)2      | -0.529   | 0.1107  | -4.778 | 1.77E-06 |
| factor(MONTH_)3      | -0.502   | 0.1103  | -4.552 | 5.32E-06 |
| factor(MONTH_)4      | -0.773   | 0.1233  | -6.274 | 3.52E-10 |
| factor(MONTH_)5      | -0.891   | 0.1235  | -7.213 | 5.47E-13 |
| factor(MONTH_)6      | -0.663   | 0.118   | -5.618 | 1.94E-08 |
| factor(MONTH_)7      | -0.86    | 0.1282  | -6.707 | 1.99E-11 |
| factor(MONTH_)8      | -0.816   | 0.1286  | -6.344 | 2.24E-10 |
| factor(MONTH_)9      | -0.478   | 0.1193  | -4.009 | 6.09E-05 |
| factor(MONTH_)10     | -0.538   | 0.1145  | -4.702 | 2.57E-06 |
| factor(MONTH_)11     | -0.35    | 0.108   | -3.238 | 1.20E-03 |
| factor(MONTH_)12     | -0.118   | 0.0989  | -1.188 | 2.35E-01 |
| Detection:           |          |         |        |          |
|                      | Estimate | SE      | z      | P(> z )  |
| sigma(Intercept)     | 4.47111  | 0.08607 | 51.95  | 0        |
| sigmaTemp            | 0.00381  | 0.00315 | 1.21   | 0.227    |
| sigmaWind            | -0.00656 | 0.00515 | -1.27  | 0.203    |
| <b>AIC: 5280.013</b> |          |         |        |          |

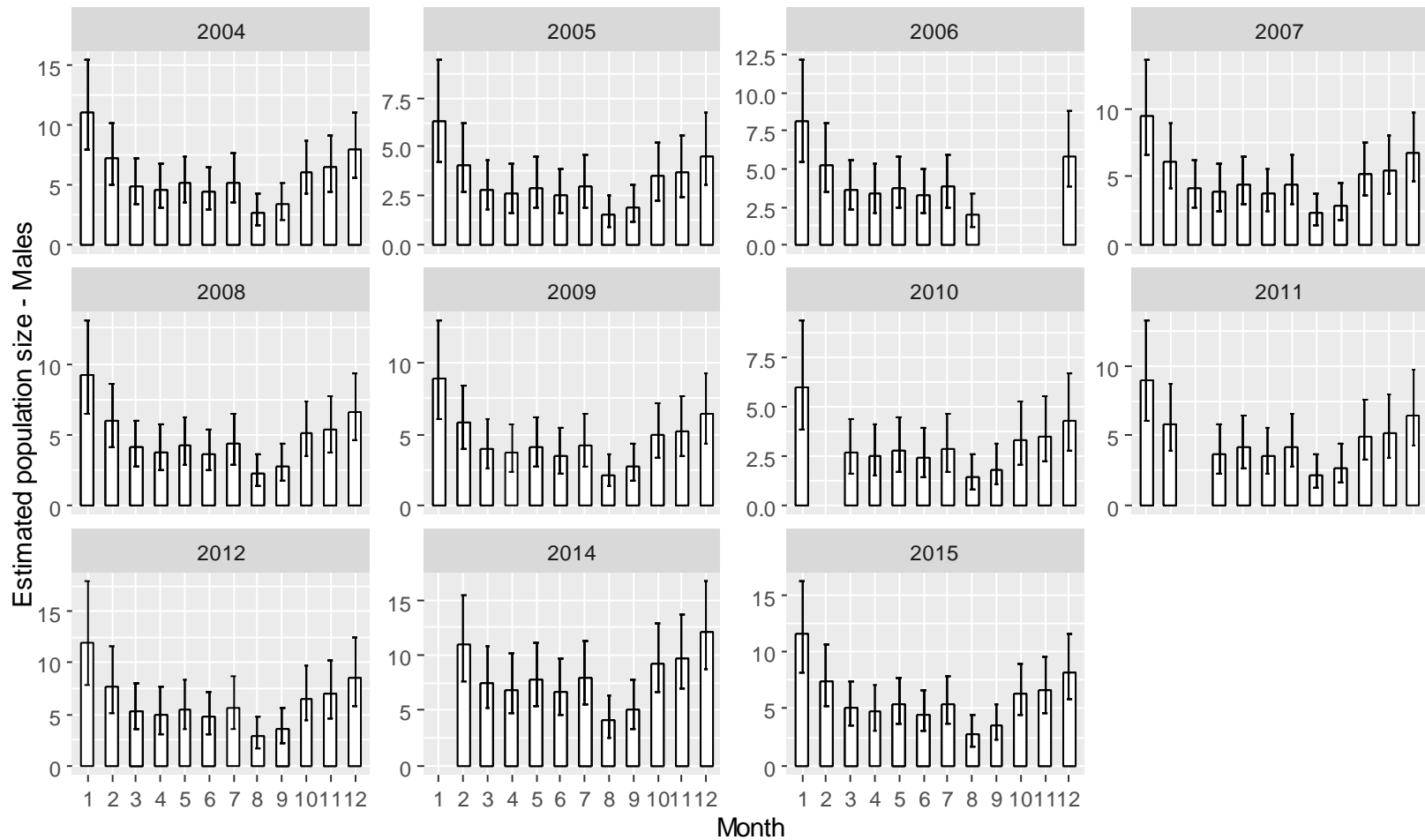
איור 19: שכיחות תצפיות זכרים לפי קטגוריות מרחק (מטרים) מסלול הסקר.



ממצאי חישוב צפיפות הזכרים מראים תמונה מעט שונה מזו של הנקבות. בשנת 2005 ו-2011-2014 חושבה ירידה משמעותית בצפיפות הזכרים. אך הירידה קטנה ונחשבת גבולית. בשנת 2015, חושבה עלייה משמעותית בצפיפות הזכרים בהשוואה לשנת 2004. בשאר שנות הסקר לא נמצא שוני משמעותי לעומת שנת 2004.

איור 20: חישוב מספר זכרים צבאים בשיטת דיגום distance sampling. הגרף מציג תנודות עונתיות בגודל האוכלוסייה לפי חודשים ושנים

(whiskers lower and upper 95% confidence interval) 2004-2015



טבלה 24: תוצאות מודל זכרים בשיטת distance sampling.

פונקציית צפיפות אוכלוסיה (Density): עמודת Estimate – מקדם פקטור "שנה", "חודש", P- שונות

סטטיסטית לעומת הintercept, שנת דיגום 2004 וחודש ינואר (1).

פונקציית גילוי (Detectability): מקדם משתנה טמפרטורה ממוצעת יומית (Temp) ומהירות רוח

ממוצעת (Wind) מטר לשנייה.

| Density:          |          |       |        |          |
|-------------------|----------|-------|--------|----------|
|                   | Estimate | SE    | z      | P(> z )  |
| (Intercept)       | 0.7986   | 0.17  | 4.709  | 2.48E-06 |
| factor(YEAR_)2005 | -0.5603  | 0.203 | -2.755 | 5.87E-03 |
| factor(YEAR_)2006 | -0.3059  | 0.208 | -1.467 | 1.42E-01 |
| factor(YEAR_)2007 | -0.1594  | 0.182 | -0.874 | 3.82E-01 |
| factor(YEAR_)2008 | -0.1864  | 0.176 | -1.058 | 2.90E-01 |
| factor(YEAR_)2009 | -0.2181  | 0.19  | -1.15  | 2.50E-01 |
| factor(YEAR_)2010 | -0.6064  | 0.228 | -2.659 | 7.83E-03 |
| factor(YEAR_)2011 | -0.2059  | 0.203 | -1.016 | 3.09E-01 |
| factor(YEAR_)2012 | 0.0762   | 0.196 | 0.39   | 6.97E-01 |
| factor(YEAR_)2014 | 0.4178   | 0.164 | 2.544  | 1.10E-02 |
| factor(YEAR_)2015 | 0.0383   | 0.17  | 0.226  | 8.21E-01 |
| factor(MONTH_)2   | -0.432   | 0.182 | -2.379 | 1.74E-02 |
| factor(MONTH_)3   | -0.8131  | 0.2   | -4.057 | 4.97E-05 |
| factor(MONTH_)4   | -0.8893  | 0.213 | -4.168 | 3.07E-05 |



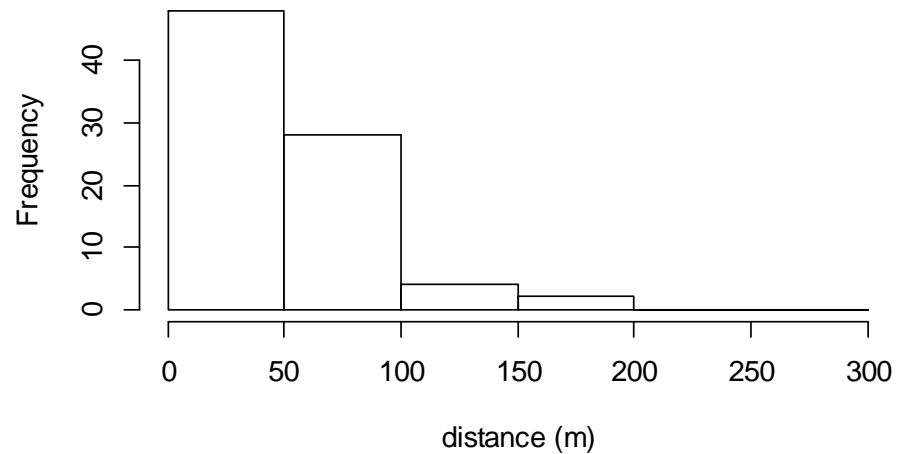
|                          |                 |           |          |                   |
|--------------------------|-----------------|-----------|----------|-------------------|
| <b>factor(MONTH_)</b> 5  | -0.7699         | 0.197     | -3.905   | 9.44E-05          |
| <b>factor(MONTH_)</b> 6  | -0.9286         | 0.209     | -4.445   | 8.77E-06          |
| <b>factor(MONTH_)</b> 7  | -0.7527         | 0.206     | -3.648   | 2.65E-04          |
| <b>factor(MONTH_)</b> 8  | -1.4169         | 0.251     | -5.643   | 1.67E-08          |
| <b>factor(MONTH_)</b> 9  | -1.1974         | 0.236     | -5.079   | 3.80E-07          |
| <b>factor(MONTH_)</b> 10 | -0.5962         | 0.191     | -3.115   | 1.84E-03          |
| <b>factor(MONTH_)</b> 11 | -0.5436         | 0.189     | -2.882   | 3.96E-03          |
| <b>factor(MONTH_)</b> 12 | -0.3337         | 0.176     | -1.897   | 5.78E-02          |
| <b>Detection:</b>        |                 |           |          |                   |
|                          | <b>Estimate</b> | <b>SE</b> | <b>z</b> | <b>P(&gt; z )</b> |
| <b>sigma(Intercept)</b>  | 4.3898          | 0.1443    | 7 30.41  | >2E-16            |
| <b>sigmaTemp</b>         | 0.011           | 0.0055    | 0 1.99   | 4.63E-02          |
| <b>sigmaWind</b>         | 0.0118          | 0.0086    | 8 -1.36  | 1.75E-01          |
| AIC: 2368.324            |                 |           |          |                   |





צעירים

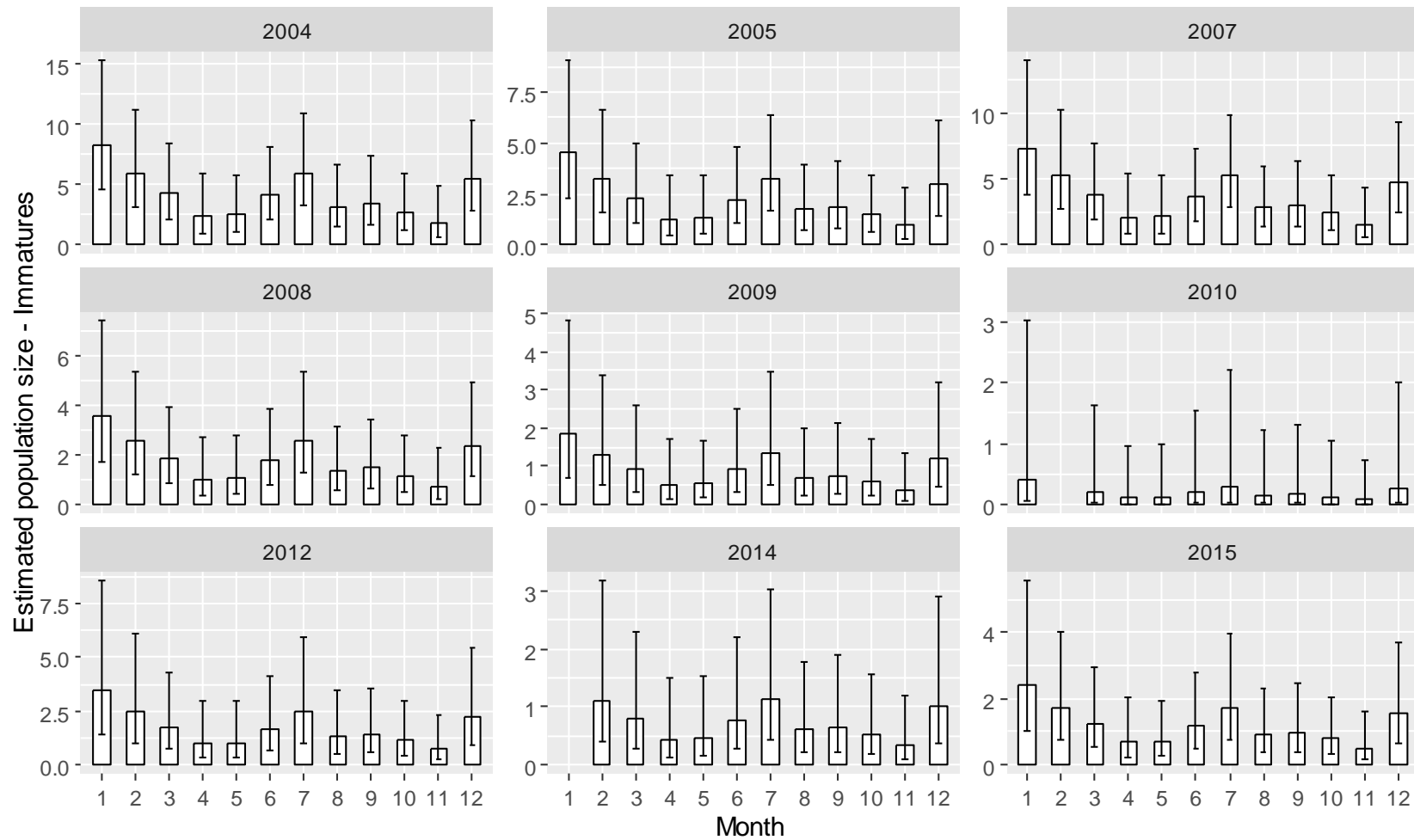
איור 21: שכיחות תצפיות צעירים לפי קטגוריות מרחק (מטרים) מסלול הסקר.



חישוב צפיפות הצעירים היא בעייתית היות והיו תצפיות בודדות לאורך שנות הסקר. למרות זאת חושבה צפיפות הצעירים כדי ללמוד מהמגמה. בשנת 2006 ו-2011 לא נצפו צעירים כלל ולכן רשומה צפיפות אפס לשנים הללו (איור 20, טבלה 25). בשנת 2005 ושנת 2007 לא נמצאה ירידה במספר הצעירים אך יש לזכור שבשנת 2006 לא נצפו כלל צעירים. משנת 2007 חושבה ירידה משמעותית במספר הצעירים ברמת הנדיב. מגמה זו יכולה להצביע על בעיית גיוס באוכלוסייה אבל גם יכולה להצביע על כך שסקר רכוב אינו מתאים למעקב אחר שרידות וגיוס של אוכלוסית הצבאים הצעירים.

**איור 22: חישוב מספר צבאים צעירים בשיטת distance sampling. הגרף מציג תנודות עונתיות בגודל האוכלוסייה לפי חודשים**

**ושנים 2004-2015 (whiskers lower and upper 95% confidence interval).**



טבלה 25: תוצאות מודל צבאים צעירים בשיטת distance sampling.

פונקציית צפיפות אוכלוסייה (Density): עמודת Estimate – מקדם פקטור "שנה", "חודש", P- שונות

סטטיסטית לעומת הintercept, שנת דיגום 2004 וחודש ינואר (1).

פונקציית גילוי (Detectability): מקדם משתנה טמפרטורה ממוצעת יומית (Temp) ומהירות רוח

ממוצעת (Wind) מטר לשנייה.

| Density:          |          |         |         |          |
|-------------------|----------|---------|---------|----------|
|                   | Estimate | SE      | z       | P(> z )  |
| (Intercept)       | 0.511    | 0.311   | 1.6453  | 0.099913 |
| factor(YEAR_)2005 | -0.608   | 0.299   | -2.0301 | 0.042343 |
| factor(YEAR_)2006 | -13.522  | 174.047 | -0.0777 | -        |
| factor(YEAR_)2007 | -0.129   | 0.263   | -0.4886 | 0.625103 |
| factor(YEAR_)2008 | -0.835   | 0.312   | -2.6726 | 0.007527 |
| factor(YEAR_)2009 | -1.501   | 0.448   | -3.3535 | 0.000798 |
| factor(YEAR_)2010 | -3.028   | 1.017   | -2.9762 | 0.002919 |
| factor(YEAR_)2011 | -13.85   | 219.165 | -0.0632 | -        |
| factor(YEAR_)2012 | -0.882   | 0.403   | -2.19   | 0.028525 |
| factor(YEAR_)2014 | -1.667   | 0.483   | -3.4529 | 0.000555 |
| factor(YEAR_)2015 | -1.243   | 0.377   | -3.2931 | 0.000991 |
| factor(MONTH_)2   | -0.34    | 0.382   | -0.8901 | 0.373393 |
| factor(MONTH_)3   | -0.666   | 0.405   | -1.6463 | 0.099709 |
| factor(MONTH_)4   | -1.269   | 0.524   | -2.4209 | 0.015483 |

|                         |                 |           |          |                   |
|-------------------------|-----------------|-----------|----------|-------------------|
| <b>factor(MONTH_5)</b>  | -1.217          | 0.495     | -2.4605  | 0.013876          |
| <b>factor(MONTH_6)</b>  | -0.709          | 0.419     | -1.6904  | 0.09096           |
| <b>factor(MONTH_7)</b>  | -0.329          | 0.39      | -0.8449  | 0.398179          |
| <b>factor(MONTH_8)</b>  | -0.964          | 0.45      | -2.1408  | 0.032294          |
| <b>factor(MONTH_9)</b>  | -0.893          | 0.45      | -1.9855  | 0.047084          |
| <b>factor(MONTH_10)</b> | -1.112          | 0.455     | -2.4441  | 0.014521          |
| <b>factor(MONTH_11)</b> | -1.573          | 0.567     | -2.7765  | 0.005494          |
| <b>factor(MONTH_12)</b> | -0.426          | 0.381     | -1.1174  | 0.263837          |
| <b>Detection:</b>       |                 |           |          |                   |
|                         | <b>Estimate</b> | <b>SE</b> | <b>z</b> | <b>P(&gt; z )</b> |
|                         |                 | 0.3558    |          |                   |
| <b>sigma(Intercept)</b> | 3.60527         | 1         | 0.1332 3 | >2E-16            |
| <b>sigmaTemp_AVG.x</b>  | 0.02215         | 0.0115    | 1.9236 5 | 4.40E-03          |
| <b>sigmaWind</b>        | 0.00121         | 0.0213    | 0.0565 9 | 5.50E-02          |
| <b>AIC: 751.1904</b>    |                 |           |          |                   |

**יחס זוויגים ובוגרים/צעירים בהתאם לחישוב DISTANCE SAMPLING**

בטבלה 26 מובאים יחסי זוויגים (זכרים-M ונקבות - F) ויחס צעירים (IMM) בוגרים (F,M). לפי יחסי צעירים: נקבות נראה כי גיוס הצעירים נמוך. נראה כי כעשירית מהנקבות מצליחות להעמיד צאצאים. בשנת 2006 ו-2011 לא נצפו צעירים כלל. ב-2010 ו-2014 היו יחסים חריגים בין נקבות וצעירים ונראה כי לא היה גיוס בשנים הללו. כפי שהוזכר בפרק distance sampling, נראה כי סקר זה לא מתאים למעקב אחר גיוס ושרידות צעירים.

**טבלה 26: יחסי זוויגים ובוגרים צעירים בין השנים 2004-2014. M- זכרים, F- נקבות, IMM- צעירים.**

| Year         | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009  | 2010   | 2011 | 2012 | 2013  | 2014  | 2015  |
|--------------|------|------|------|------|------|------|-------|--------|------|------|-------|-------|-------|
| <b>IMM:F</b> | 5.40 | 8.21 | 9.53 | NA   | 7.35 | 9.17 | 21.50 | 103.00 | NA   | 8.90 | 13.75 | 43.20 | 22.44 |
| <b>IMM:M</b> | 1.20 | 2.12 | 2.24 | NA   | 2.15 | 3.72 | 9.33  | 28.00  | NA   | 4.50 | 8.25  | 16.80 | 8.00  |
| <b>M:F</b>   | 4.50 | 3.87 | 4.26 | 3.76 | 3.41 | 2.46 | 2.30  | 3.68   | 2.53 | 1.98 | 1.67  | 2.57  | 2.81  |

עפ"י תוצאות הניתוח נראה כי בין השנים 2004-2012 הייתה ירידה בגודל אוכלוסיית הצבאים ברמת הנדיב. אך ירידה זו אינה אחידה מבחינה דמוגרפית כפי שתואר בדו"ח קודם (פרלברג 2011). נראה כי מספר הצבאים הזכרים נשאר יציב לאורך השנים והשוני היה במספר הנקבות. משנת 2012 נראה כי ישנה התאוששות באוכלוסיית הצבאים. חשוב לציין כי בשנה זו קרו שני דברים מהותיים, (1) אופן ביצוע הסקר שונה – הסוקר התחלף והסקר שונה מסקר רכוב על סוס לסקר ברכב. למרות שלא נמצא שוני משמעותי בין הסוקרים יש להתייחס לממצא זה בזהירות כי לא נכון לעשות השוואה בין שני מאמצי דיגום (שונים). (2) עד שנת 2012 פעלה תחנת האכלה לחיות בר בשטח רמת הנדיב במטרה למשוך חזירי בר ותנים וכך למזער נזקים בשטחים חקלאיים. בשנת 2012 הוחלט להפסיק את ההאכלה היות וידוע ממחקרים קודמים כי עודף מקורות מזון אנתרופוגנים גורמים לעלייה בצפיפות של חיות בר ובסופו של דבר מעלים את כמות הנזקים ולחץ הטריפה (Bino et al. 2010). נכון לעכשיו אין דרך לדעת מה גרם לעלייה בגודל האוכלוסייה היות ולא ניתן להפריד בין שני האירועים.

תנודות בצפיפות הפרטים לקמ"ר הם כנראה תוצאה של הבדלים בנראות בין חודשים לאורך השנה ושינויים בדגם פיזור במרחב של הצבאים. נקבות משנות את טווחי מרחב השוטטות בהתאם לעונת רבייה ועופרים. התנודדות שחושבו הן שילוב של האקולוגיה וביולוגיה של נקבות ובגלל שהחתך הסקר היה קבוע ולא ניתן היה לחלק את התצפיות לתת-קבוצות רנדומאליות כפי שנדרש בdistance sampling בגלל מספר תצפיות קטן.

נחזור חזרה למטרת הסקר העיקרית, מעקב אחר גודל אוכלוסיית הצבאים כסמן למצב בריאותה של המערכת האקולוגית ברמת הנדיב. השאלה העיקרית שעולה אחרי 12 שנות סקר היא אם ניתן ללמוד על מצב אוכלוסיית הצבאים מנתוני הסקר? כדי לענות על שאלה זו יש לפרוט אותה לגורמים. מצב האוכלוסייה תלוי במספר דברים: (1) העמדת צאצאים (reproduction), (2) שרידות (survival), (3) גיוס



(recruitment), (4) חיוניות (viability).

אין המשכיות לאוכלוסייה ללא העמדת צאצאים, יכולת הישרדותם וגיוסם לאוכלוסייה. הממצא המטריד ביותר שעולה מנתוני הסקר הוא מספר צעירים נמוך במיוחד. לפי עבודות קודמות, בשנים 1992-1994 ו 1997-1998, תועדו ברמת הנדיב יחסי צעירים בוגרות גבוהים מסקר זה (פרבלוצקי וגטריידה 1988, גפן 1995, רוזנפלד וגטריידה 2001). מאמצי הדיגום ואופן הניטור במחקרים קודמים היו שונים מהותית לכן לא נכון לבצע השוואה, אך חשוב להתייחס לממצאים כביקורת לסקר הנוכחי. יתכן שהסקר הרכוב אינו מאפשר לזהות ולאתר צעירים בגלל גודלם הקטן או עקב קושי להבדיל בינם לבין נקבות בשלב מאוחר יותר בגדילה. על כל פנים, אם נתייחס לממצאי הסקר הנוכחי כמשקפים מציאות, נראה כי הצבאים של רמת הנדיב אינם מצליחים להעמיד צאצאים או שאלו אינם שורדים את החודשים הראשונים לחייהם עקב בעיה כל שהיא באוכלוסייה או לחץ טריפה. תוצאה זו מדאיגה במיוחד, יתכן וגודל האוכלוסייה לא השתנה משמעותית בשנים האחרונות אך האוכלוסייה לא התחדשה. ידוע כי רוב הטריפות הן של עופרים ולא של בוגרים, לכן עולה השאלה אם אוכלוסיית הפארק נשארת יציבה ומכילה לרוב בוגרים מזדקנים?

נכון יהיה לערוך סקר נוסף בשיטה אחרת (כגון מצלמות מעקב) כדי לבחון את מהימנות הסקר הרכוב ביחס לשאלת העמדת צאצאים. בהמשך אפרט אלטרנטיבות לסקר זה.

התרבות בריאה של אוכלוסיות תלויה גם בגיוס פרטים חדשים מאוכלוסיות שכנות. ערבוב בין אוכלוסיות מגדיל את השונות הגנטית וזו הכרחית לשמירה על אוכלוסייה חיונית. הכנסת דם חדש לאוכלוסיית הפארק תלויה בחיבור מרחבי לאוכלוסיות חיוניות באזור (ממזרח לרמת הנדיב). נכון להיום ישנו איום ממשי על חיבור רמת הנדיב לסביבתה. עפ"י תכניות פיתוח לשנים הקרובות יבנו שני אזורי תעשייה (זיכרון יעקב ובנימינה) בסמוך לגבול המזרחי של רמת הנדיב. התוכניות כוללות הרחבה של הכביש 653 מכביש דו נתיבי לארבעה נתיבים. הפיתוח האזורי יקטע גנטית את אוכלוסיית רמת הנדיב מסביבתה ולפי תוצאות הסקר יתכן שכבר היום ישנה מגבלה על מעבר חומר גנטי בין רמת הנדיב לסביבתה. ממצאי הסקר מחזקים את הצורך ביצירה של מסדרון אקולוגי בממדים שיאפשרו מעבר בטוח לחיות בר

מרמת הנדיב לגבעות אלונה כבר עכשיו, לפני הפיתוח הגדול המתוכנן לשנים הקרובות. אם לא יתאפשר מעבר של פרטים חדשים לאוכלוסייה יהיה צריך להכניס פרטים באופן מלאכותי. משמע, לשחרר פרטים מאוכלוסיות אחרות ברמת הנדיב. פתרון זה אולי נשמע פשוט, אך הצלחת אקלום ושחרור צבאים לטבע נמוכה מאד (במיוחד שמדובר בפרטים שגדלו בשביה או עברו טראומה). לכן, הפתרון הרציונאלי הוא יצירת מסדרון אקולוגי.

## המלצות

לפי דעתי סקר זה אינו מהווה כלי טוב למעקב אחר האוכלוסייה בפורמט הנוכחי. היות ושטחה של רמת הנדיב קטן, לא נדרש מאמץ דיגום גדול כדי לעקוב אחר הפרטים באוכלוסייה. בקונסטלציה הנוכחית מושקעים כ-12 שעות מדי חודש לטובת הסקר, כ-144 שעות בשנה. להלן 3 אלטרנטיבות למעקב ארוך טווח אחר אוכלוסיית הצבאים בפארק.

1. ניטור באמצעות מצלמות מעקב: פיזור מצלמות בשטחים המתאימים לצבאים (לפי תוצאות Maxent). דיגום פעמיים בשנה, חורף וקיץ. חורף- מעקב אחר הפרטים ששרדו ונכנסו לחורף. קיץ (יולי)- מעקב אחר הפרטים ששרדו את החורף וגיוס חדש. ניתן לחשב את גודל האוכלוסייה עם מודל SECR (Spatially explicit capture recapture) (Efford and Fewster 2013) לפי זיהוי פרטני או N-mixture models לחישוב גודל אוכלוסייה לפי חזרות בזמן ומרחב של אוכלוסיות לא מסומנות (Royle et al. 2004).
2. ספירת צבאים לאורך החתך הרכוב כפי שבוצע בשנים האחרונות אך שינוי מאמץ הדיגום. 16 סקרים רצופים בשתי עונות, חורף וקיץ. חורף (ינואר)- מעקב אחר הפרטים ששרדו ונכנסו לחורף. קיץ (יולי)- מעקב אחר הפרטים ששרדו את החורף וגיוס חדש.
3. תצפיות ישירות על עדרי הצבאים כפי שנעשה בעובדת המאסטר של חגית גפן (גפן 1995). מיקומי העדרים בפארק ידועים. ניתן לבצע תצפיות ישירות וללמוד על יכולת העמדת צאצאים, שרידות וגיוס לאוכלוסייה.



4. במידה והוחלט להמשיך את הסקר אותו אופן יש לשנות ולחדד מספר דברים:
- 4.1. טופס הסקר: אני ממליצה לבנות טופס בו מכניסים את המשתנים האקלימיים ושעת ההתחלה, ואלו ירשמו באופן אוטומטי בכל פעם שהסוקר ירשום תצפית. דבר זה ימנע טעויות ויחסוך זמן בנייתו. בנוסף, יש להכניס ID אוטומטי לכל סקר. קרו מקרים בהם לא הוגדרה שעה וכך לא היה ניתן לזהות ימים בהם סקרו בבוקר וערב באותו יום. דבר בעייתי מאד בעת ניתוח התוצאות כוון שבחלק מהמקרים היה מאמץ כפול שלא ניתן לזהות.
- 4.2. רישום מרחק התצפית: יש להקפיד ולרשום את המרחק של כל תצפית. למיטב הבנתי היו מקרים בהם נצפו צבאים באותו הזמן מרוחקים בכמה מאות מטרים זה מזה והוכנסה רק נקודה אחת לטופס במיקום בין התצפיות. שינויים כאלה יכולים להשפיע על פונקציית הגילוי, לכן יש להכניס כל תצפית בנפרד. למען הסר ספק, במידה והסוקר איתר עדר (מספר פרטים ביחד) יש להכניס נקודה אחת עם מספר הפרטים. במידה וראה עוד פרטים במרחק מעל 30 מטר יש להכניס תצפית נוספת.
- 4.3. מד לייזר: אפשר ליעל את הסקר ובמקום שהסוקר יעריך את המרחק אפשר בקלות למדוד אותו באמצעות מד לייזר.
5. נקודה למחשבה- כפי שצוין, חיוניות האוכלוסייה ברמת הנדיב תלויה במצב הבריאותי של אוכלוסיות שכנות. לכן, שמירה על אוכלוסיית רמת הנדיב תלויה גם בניטור אוכלוסיות הקרובות לה (כגון גבעות אלונה). אם מאמץ הניטור יתפרס על שטח נרחב מעבר לגבולות רמת הנדיב יהיה ניתן לראות תמונה רחבה הכוללת השפעות אנתרופוגניות נוספות (כגון לחץ ציד, לחץ מטיילים, ופיתוח).
6. במקביל למאמצי הניטור של הצבאים, אני ממליצה להמשיך לנטר את טורפים ברמת הנדיב וסביבתה.

גפן, ח. (1995). היבטים פיסולוגיים ואקולוגיים באוכלוסיית הצבי הארצישראלית ברמת הנדיב. עבודת גמר לתואר מוסמך, אוניברסיטת תל-אביב.

דולב, ע. ופרבולוצקי, א. (2002). הספר האדום. מינים בסכנת הכחדה בישראל, רשימת המינים בסיכון-חולייתנים. רשות הטבע והגנים והחברה להגנת הטבע.

פרלברג, א. (2011). ניתוח סקרי צבאים וחוגלות ברמת הנדיב 2003-2009. רמת הנדיב.

רוזנפלד, א. וגטריידה, ש. (2001). השפעת פעילות-אנוש על הפעילות המרחבית של צבאים ברמת הנדיב ובגבעות אלונה. אקולוגיה וסביבה, 6:188-195.

Amundson, C. L., Royle, J. A., & Handel, C. M. (2014). A hierarchical model combining distance sampling and time removal to estimate detection probability during avian point counts.

*The Auk*, 131(4), 476–494. doi:10.1642/AUK-14-11.1

Bino, G., Dolev, A., Yosha, D., Guter, A., King, R., Saltz, D., & Kark, S. (2010). Abrupt spatial and numerical responses of overabundant foxes to a reduction in anthropogenic resources.

*Journal of Applied Ecology*, 47(6), 1262–1271. doi:10.1111/j.1365-2664.2010.01882.x

Bosch, A., Zisserman, A., Mu, X., & Munoz, X. (2007). Image Classification Using Random Forests and Ferns. *Computer Vision (ICCV), IEEE 11th International Conference on*, 1–8.

doi:10.1109/ICCV.2007.4409066

Buckland, S. T., Anderson, D. R., Burnham, K. P., & Laake, J. L. (2005). Distance Sampling. In *Encyclopedia of Biostatistics*. John Wiley & Sons, Ltd. doi:10.1002/0470011815.b2a16019

Clark, M. (2013). Generalized additive models. *Getting Started with Additive Models In R*, 31.

Elith, J., Phillips, S. J., Hastie, T., Dudík, M., Chee, Y. E., & Yates, C. J. (2011). A statistical explanation of MaxEnt for ecologists. *Diversity and Distributions*, 17(1), 43–57.

doi:10.1111/j.1472-4642.2010.00725.x

Hadas, L., Hermon, D., Boldo, A., Arieli, G., Gafny, R., King, R., & Bar-Gal, G. K. (2015). Wild Gazelles of the Southern Levant: Genetic Profiling Defines New Conservation Priorities.

*Plos One*, 10(3), e0116401. doi:10.1371/journal.pone.0116401

Marques, T. a., Buckland, S. T., Bispo, R., & Howland, B. (2013). Accounting for animal density gradients using independent information in distance sampling surveys. *Statistical Methods & Applications*, 22(1), 67–80. doi:10.1007/s10260-012-0223-2

Getraida, S., Perevolotsky, A. (1987-1989). The ecology and biology of the Mountain Gazelle (*Gazella gazella gazella*) in Ramat Hanadiv. Published as an independent booklet (Ramat Hanadiv Publishing, 1990).

Royle, J. A., Dawson, D. K., & Bates, S. (2004). Modeling abundance effects in distance sampling. *Ecology*, 85(6), 1591–1597. doi:10.1890/03-3127

Sillett, T. S., Chandler, R. B., Royle, J. A., Kéry, M., & Morrison, S. a. (2012). Hierarchical distance-sampling models to estimate population size and habitat-specific abundance of an island endemic. *Ecological Applications*, 22(7), 1997–2006. doi:10.1890/11-1400.1

Wood, S. N. (2006). Generalized Additive Models: An Introduction with R. *Chapman & Hall, UK*.  
doi:10.1111/j.1541-0420.2007.00905\_3.x

# Executive summary- Long term mountain gazelle driven surveys 2003-2015

Hila Shamoon<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Ramat Hanadiv Nature Park, P.O.B. 325, 30900 Zikhron Ya'akov, Israel

<sup>2</sup>Department of Zoology, Tel Aviv University, Tel Aviv 69978, Israel.

## INTRODUCTION

Up until recently, mountain gazelles (*Gazella gazella*) were categorized in the vertebrates red list as vulnerable (Dolev and Perevolotsky 2002). However, recent decrease in gazelle numbers have alerted authorities to recognize mountain gazelles as endangered and raised the importance to better understand how human driven changes effect gazelle population viability and distribution (Hadas et al. 2015). Mountain gazelles are sensitive to environmental changes and their sensitivity can be measured by their population reproductive success rates, therefore, they can be used as bio-indicator for ecosystem health. Also, gazelles are considered charismatic and can play a role as a flag species for conservation purposes.

Ramat Hanadiv has set a goal to monitor and study the park's mountain gazelle population responses to different management and anthropogenic changes within the landscape.

During the past two decades Ramat Hanadiv has funded a few studies prior to the mountain gazelle driven surveys. The first study took place during 1987-89 (Getraida and Perevolotsky 1989) within the nature park and the surroundings. The maximum density reported within an area of 2 km<sup>2</sup> was 35 individuals estimated from **driven surveys**. The average density reported was 20 individuals per 2 km<sup>2</sup> (n=15, sampling unit-day). It should be noted that significant fluctuation was recorded between seasons.

Population size estimates which took into account **fecal transacts** and the **driven counts** was 95 individuals within a 3.02 km<sup>2</sup> during 1988-89 and 44 within 3.03 km<sup>2</sup> during 1997-98 (Rosenfeld and Getraida 2001). Juvenile female ratio was 1:1.4 respectively during both studies.

A study on ecological and physiological aspects of mountain gazelle population in Ramat Hanadiv was carried out during 1992-93 (Gefen 1996). This was the first study to monitor females by individual recognition. Gefen found that females belong to fixed groups. Home-range overlap between groups was recorded, but groups were not active in the same area simultaneously, indicating on temporal partitioning behavior.

All of the mentioned above were short term studies with different methodologies, therefore, it is difficult to compare between them. In 2003 a long term ecological research (LTER) station was established in Ramat Hanadiv, part of an international LTER network which aims to monitor environmental changes in different ecosystems around the world and create a platform for research collaborations. As part of the LTER station responsibilities, a long term mountain gazelle and chukar partridge (*lectoris chukar*) survey began.

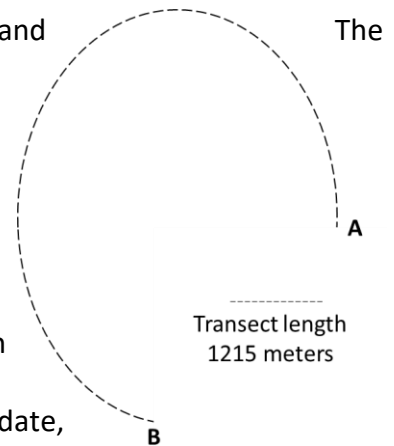
This report contains analyzed mountain gazelle survey data from 2003-2015.

The survey goals are to monitor changes within the population, demographic changes, reproduction and recruitment rates.

## METHODS

A 12150 meter transect was chosen for the long term survey. The survey can be divided into two separate time periods: 1) 2003-2011 a horse back ridden survey conducted by Bill Woodley, 2) 2012-2015 a driven survey conducted by Amir Arnon.

survey is carried out four times a month. Twice starting at sunrise and twice at sunset. The beginning point is rotated, twice beginning at the northern point (A), and twice in the southern point (B) (See illustration). The chosen transect represents different factors that may influence population distribution. Every sighting is recorded in ArcGIS online application. The surveyor fills out the coordinates, date,



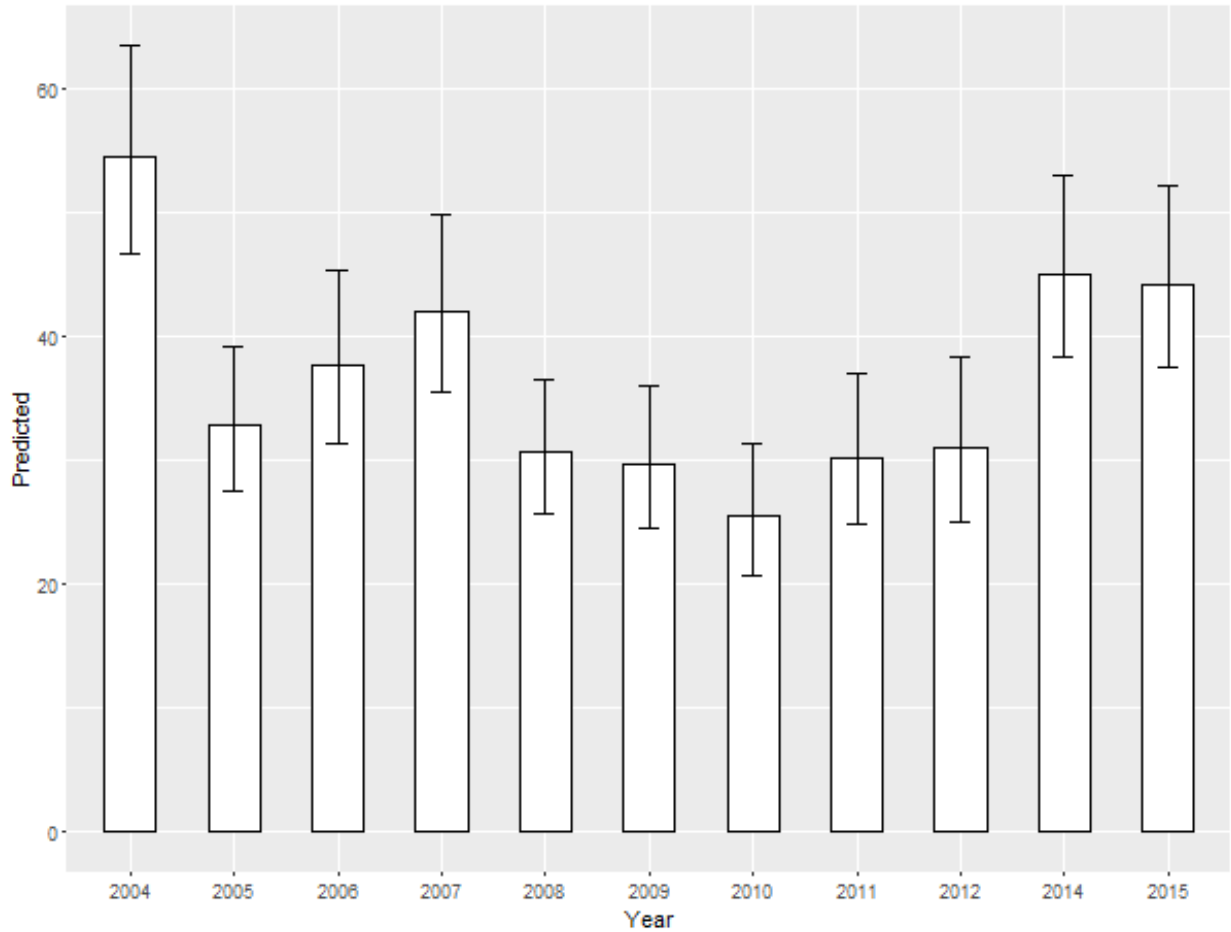
time, weather condition, sex, state.

## SHORT RESULTS

Distance sampling population size estimates indicate that between 2004 -2012 there was a decrease in population size (Fig.1). Gazelle sightings fluctuated seasonally, therefore, month was considered in the model. Maximum estimates were calculated during December and January probably due to landscape cover state, short green vegetation, which help sight gazelles and gazelle prefer grassy areas during winter. During February the estimates drop. This might be due to two reasons: 1) Seasonal vegetation growth makes it difficult to spot gazelles, 2) Cattle enters the nature park and may influence gazelle activity. Low population size estimates continue till September, and then climb up again. When the vegetation is dry it also difficult to sight individuals. Presented in the figures are the high estimates (January) so it will be easier to compare trends between years.

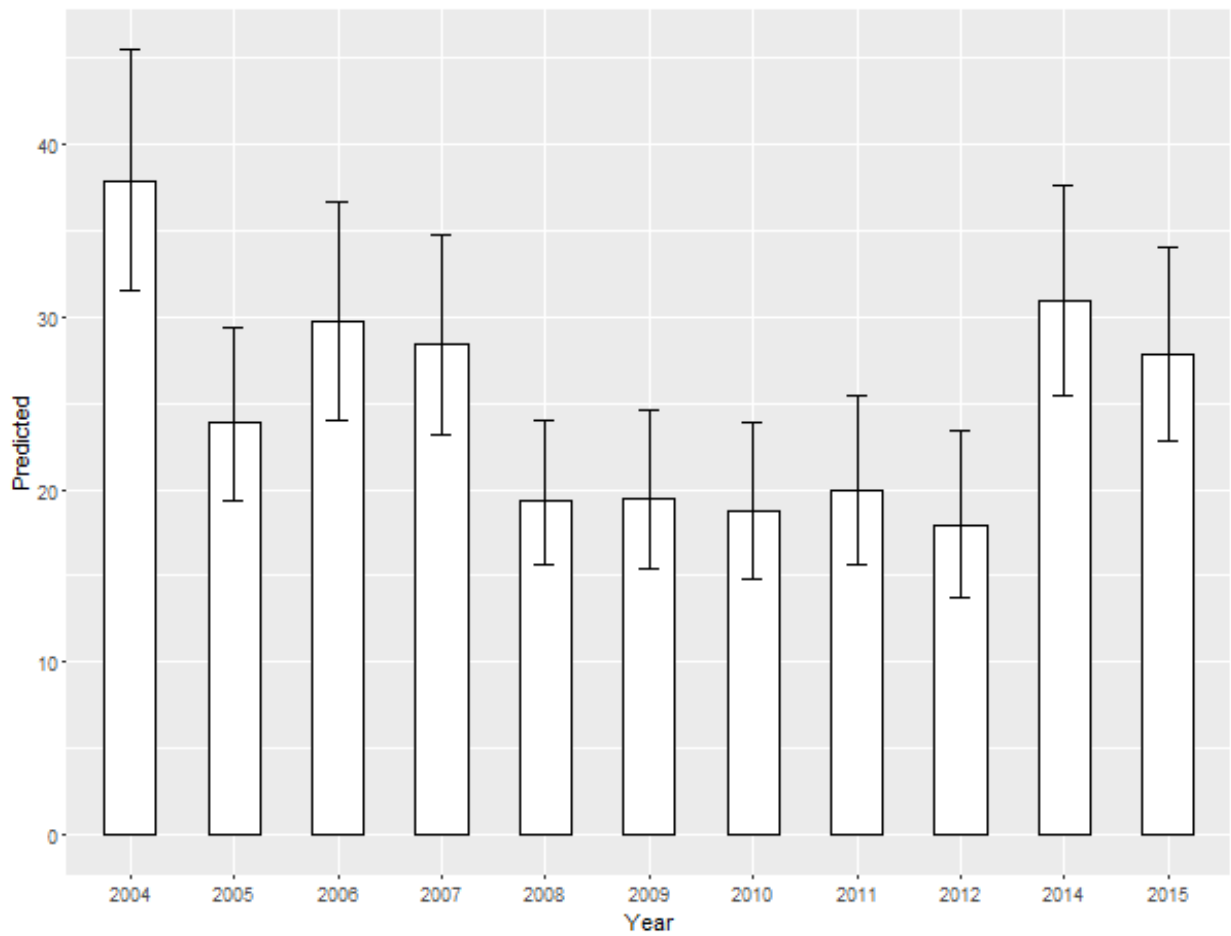
**Fig.1: Distance sampling population size estimates for 2004 -2015. Presented are the highest estimates within confidence intervals (whiskers).**



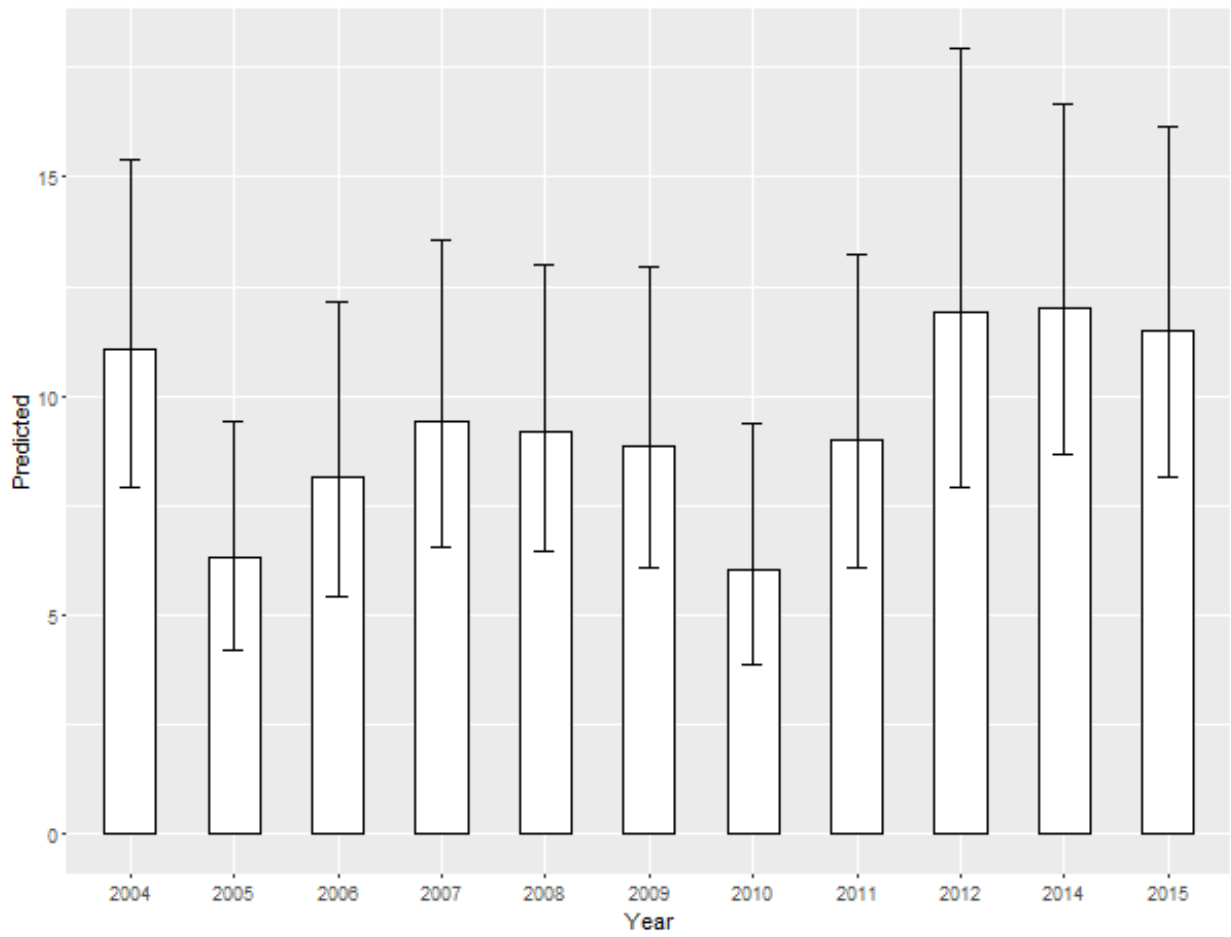


The yearly decrease between 2004 -2012 is not uniform demographically. Males appear to be more stable and the female fluctuated between years (Fig. 2, 3). Higher estimates were calculated during 2014 and 2015. High female counts are suspicious and I think this is not real population growth since juvenile counts remained low (Fig. 4). High counts might be due to a good rainy season during the winter of 2014-2015. This means more grass, and more gazelle sighting at open areas. Juvenile counts continues to plummet and this is very alarming.

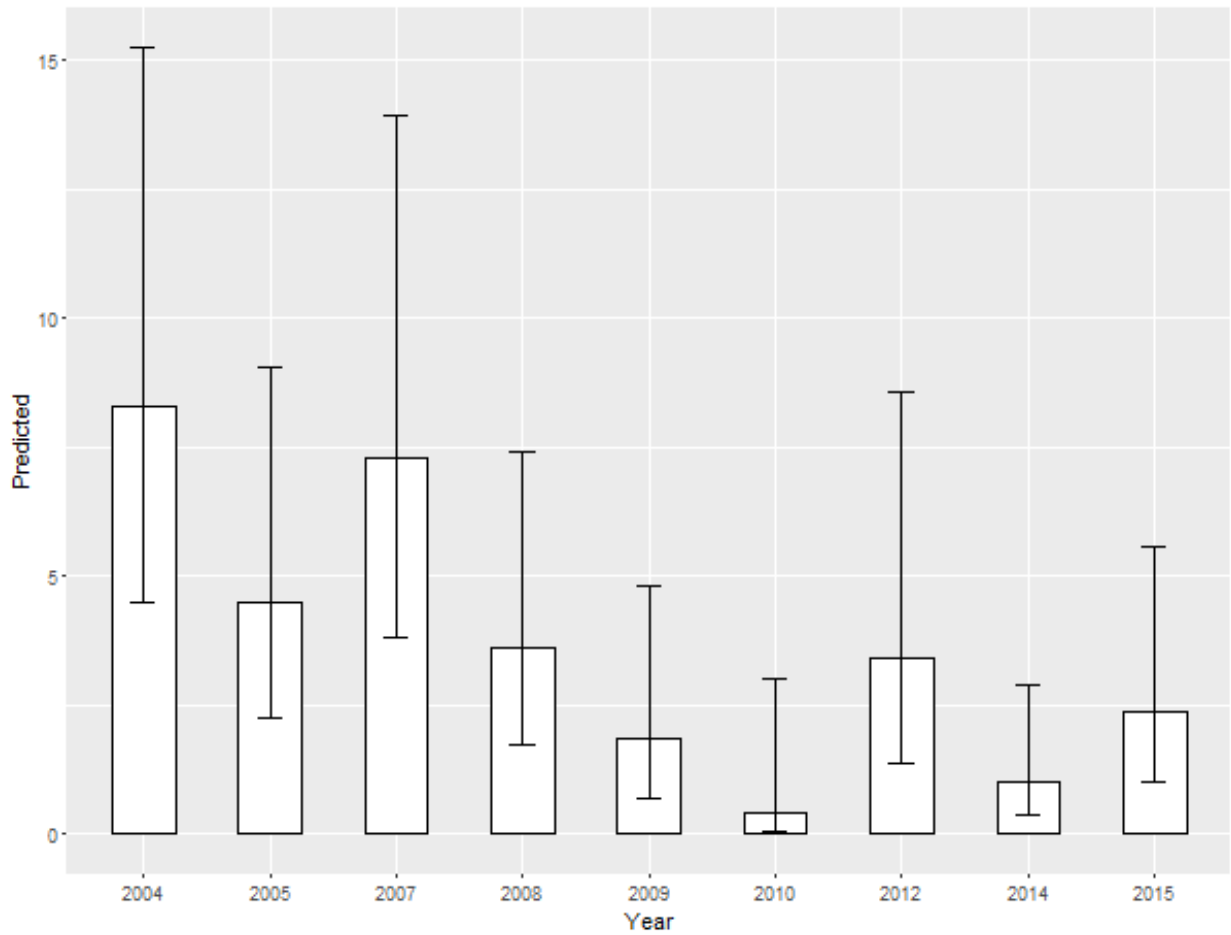
**Fig.2: Female - distance sampling predicted number of female individuals estimates for 2004 - 2015. Presented are the highest estimates within confidence intervals (whiskers).**



**Fig.3: Male - distance sampling number of individuals estimates for 2004 -2015. Presented are the highest estimates within confidence intervals (whiskers).**



**Fig.4: Juvenile - distance sampling number of individuals estimates for 2004 -2015. Presented are the highest estimates within confidence intervals (whiskers).**



## RECOMMENDATION

The main concern that raises from the analysis is low fawn and juvenile densities. This means that Ramat Hanadiv population might be a sink population which is dependent on viable connectivity to a source population (Alona Hills). Other factors that can be the cause for low juvenile densities 1) high predator densities, 2) competition on fawn hides during grazing season, 3) a genetic deformation within small populations. Therefore, I think that the first question that needs to be answered is why are fawns not successful?

Ramat Hanadiv area is small enough too able the parks personals to monitors all individuals within the population.

The driven survey takes up about 144 hours spent each year, 12 hours each month. That is a major effort that can be more productive.

Long term monitoring alternatives:

**1. Monitor with camera traps:** place a constant camera trap grid twice a year. Two seasons: winter- record individuals that enter winter, and summer- record individuals that survived winter and new recruitments. Estimate population size using SECR (Spatially explicit capture recapture) (Efford and Fewster 2013) for individual recognition, or use N-mixture models to estimate unmarked individuals (Royle et al. 2004).

**2. Continue the driven survey only change the sampling effort.** Survey twice a year, again, winter and summer. During each season to survey 16 consequent times. Record all

individuals that enter winter, and in the summer record the survivals and new recruitments.

**Direct sightings** as done by Gefen (1995). We pretty much have a good idea where all the herds (groups) are located within the park. It is possible monitor the herds by direct sighting surveys that will give good insights about population fitness.

**\*\*\* Whatever is decided, I think data should be analyzed and revisited annually for the first couple of years so you know the method chosen is appropriate.**

If it is decided to continue the driven surveys than I suggest a number of modifications:

**Survey form:** I think that date, time, and meteorological variables should be automatically be inserted to every record. This will diminish the missing values problems.

**Distance of sightings.** It has come to my attention that the real distance for the sighting was not always appropriately recorded as written in the protocol. For instance if a group of individuals was sighted but not all in the same area than the mean distance was recorded. This is a huge problem for the detection function in the distance model. The right way to record sightings should be very clear in the protocol.

For accurate distance records I suggest purchasing a **laser distance meter**.

Further points to think about:

Ramat Hanadiv gazelle population is dependent on its connection to the Alona population, .7

therefore, it is imperative to maintain a safe and suitable passage between these areas.

It is important to understanding the challenges and dynamics of the outside population by .8

**expanding the monitoring program to Alona Hills.** This will benefit the park's management decisions.

Monitoring the gazelle population alone will not explain the drivers behind its seasonal and .9

yearly fluctuations. I think it is very important to monitor potential predators and other threats alongside gazelles. Camera traps can provide this information and much more. It's moving forward from a single species to a **multiple species monitoring approach.**

Academic studies:

Gazelle estimate drop every year as soon as cattle grazing starts. Female gazelle .1  
detectability estimated from camera trap encounters was also found to be negatively  
influenced by cattle presents (Shamoon PhD 2016). I suggest to GPS tag 10-20  
individuals from the cattle herd and at the same time place a camera trap grid to study  
how **cattle effects gazelle activity.**

Evaluate **stress hormone levels** in fecal droppings to assess recreation (e.g. visitors, .2  
dogs, bikers) and land management (e.g. grazing) effects on gazelles. Compare Ramat  
Hanadiv population and Alona population.