

**לימוד וחיזוי מסלולי נדידת הסתיו והאביב  
של העופות הדואים מעל ישראל,  
והשפעתם של הגורמים האקלימיים על הנדידה**

**חיבורו לשם קבלת התואר "דוקטור לפילוסופיה"**

**מאת  
יוסי לשם**

**הוגש לסנאט של אוניברסיטת תל אביב**

**נובמבר 1991**

תוכן העניינים

ט'ב

<b>תקציר</b>	
<b>מבוא</b>	1.
הרקע למחקר .....	1.1
הנקים החמורים בעבר למוטסי חיל-האוויר מציפורים נודדות 1970 - 1983 .....	1.2
מטרות המחקר וחשיבותו .....	1.3
<b>שיטות מחקר .....</b>	2.
12. משך המחקר, עוגנות המעבד ואופן תפעולו .....	2.1
13. פירוט שיטות המעבד במחקר .....	2.2
13. רשות הצופים הקרןאים .....	2.2.1
17. מעקב בעזרת מטוס קל .....	2.2.2
19. מעקב בעזרת דאון ממונע .....	2.2.3
24. מעקב בעזרת מזלי"טים .....	2.2.4
27. מעקב בעזרת מכשירי מכ"ם .....	2.2.5
38. אינטגרציה בין חמש שיטות מחקר .....	2.3
<b>תוצאות ודיון .....</b>	3.
42. כמויות הופעת המינים השונים בהתבסס על נתוני רשות הצופים הקרןאים .....	3.1
43. נדידת הסטי .....	3.1.1
44. נדידת האביב .....	3.1.2
49. דיוון: האם ניתן לאמדוד גודל אוכלוסיות עולמיות באורי "צואר בקבוק" בנדידה .....	3.1.3
58. דגט זמני הופעת המינים השונים בהתבסס על נתוני רשות הצופים הקרןאים והמכ"ם .....	3.2
59. נדידת הסטי .....	3.2.1
60. נדידת האביב .....	3.2.2
65. השוואת מרעת אורך גל ההופעה של המינים השונים בנדידת הסטי והאביב .....	3.2.3
72. התפלגות עצמת הנדידה היומית והשוואת נתוני המכ"ם לנוטני הצופים הקרןאים .....	3.2.4
79. דיוון: למשמעות ההתלהקות במינים השונים, והבדלי הופעתם בסטי ובאביב .....	3.2.5
92. דגט נתיבי הנדידה בחוץ אופקי בהתבסס על נתוני הצופים, הדאון המונגע, המזלי"ט והמכ"ם השונים .....	3.3
92. נתיבי הנדידה האופקיים בהתבסס על סקרי הצופים .....	3.3.1
96. נתיבי הנדידה האופקיים בהתבסס על נתוני המטוס הקל והמזלי"ט .....	3.3.2
99. נתיבי הנדידה האופקיים בהתבסס על נתוני הדאון המונגע .....	3.3.3
108. נתיבי הנדידה האופקיים בהתבסס על המכ"מים השונים .....	3.3.4
111. דיוון: מיפוי נתיבי הנדידה כИНטגרציה של חמישה שיטות מחקר .....	3.3.5

3.4	<b>תגודות ביציר הנדייה האופקי בחותכים שונים.</b>	114.
3.4.1	תגודות ביציר הנדייה האופקי בחותך יומי, בהתבסס על נתוני הצופים ומכ"ם הגישה בתב"ג	115
3.4.2	תגודות ביציר הנדייה האופקי בחותך עונתי, בהתבסס על נתוני הצופים, לפי המינימ השוניים	127
3.4.3	תגודות ביציר הנדייה האופקי בחותך שניתי, לפי המינימ השוניים השוואת אביב ובסטיו . . .	129.
3.5	<b>דגם נתיבי הנדייה ומהירותה בחותך אנגבי, בהתבסס על נתוני הדאון הממונע . . .</b>	138.
3.5.1	דגם גובה הנדייה ברשותה המינימ השוניים באביב ובסטיו . . .	140.
3.5.2	חישוב כעה ההתקדמות היומי והעונתי, בהתאם לחישוב תלת-MONTHLY (חללי)	144.
3.5.3	חישוב כצב ההתקדמות העונתי . . .	146.
3.6	<b>השפעת התנאים האקלימיים על נזידות העופות הדזומים . . .</b>	149.
3.6.1	הגורם האקלימי העיקרי המשפיעים על נזידות העופות הדזומים ואופן אישוש הנתונים במחקר . . .	149.
3.6.2	השפעת הגורמים האקלימיים על ציר זמן ההופעה וההעלמות של העופות הדזומים . . .	156.
3.6.3	השפעת הגורמים האקלימיים על נתיבי הנדייה . . .	161.
3.6.4	השפעת הנורמים האקלימיים על גובה ומהירות הנדייה . . .	172.
4.	<b>ישות ותוצאות המחקר בחיל-האוויר והשלכותיו בתחוםים נוספים</b>	181.
4.1	mphota Am'atz (אזור מוכחה ציפורים) ונווה Am'atz . . .	181.
4.2	הקמת "מרכז ציפורים" להזרמה שיטית של הטראות זמן אמיתי ויישום תוצאות המחקר בחיל האוויר . . .	181.
4.3	השפעת הריפגויות מציפורים נודדות בחיל האוויר לפני ואחרי המחקר וניתוח כלכלי של התוצאות . . .	183.
4.4	<b>השלכות המחקר בתחוםים נוספים</b>	184.
4.4.1	רוח כלכלי בקידום תיירות פנים וחוץ . . .	184.
4.4.2	המשמעות החינוכית לציבור הרחב בرمות השונות . . .	184.
4.5	<b>השלכות עתידיות של המחקר . . .</b>	185.
4.5.1	השלכות בשמרות והגנתם של העופות הנודדים . . .	185.
4.5.2	נושאים למחקר עתידי . . .	185.
5.	<b>רשימתביבליוגרפיה</b>	187.
6.	<b>נספחים</b>	196.
7.	<b>תקציר (אנגלית)</b>	I-IX.

עבודה זו נעשתה בהדריכת

פרופ' יורם יומ-טוב



**המִבְּנַתְךָ יָאָבֵר נֶצֶח  
יְפֹרֹשׁ בְּנֶצֶחָ לְתִימָן**  
(איוב, ל'ט, כ"ו)

## דברי תזודה

למעלה מ-500 איש היו קשורים באופן ישיר באיסוף הנתונים בסקרים הנדייה, ליד מסך המכ"ם, בדאו המונע, ובתפעול המערכת הרחבה בשודה של מחקר זה. קצירה הירעה מפרט את שמות כולם. תודתי, והערכת העומקה, לכל המשתתפים, חלקם הגדול בהתנדבות מלאה, שפלו צוות מגוש ומלמד, וראו בהצלחת המחקר יעדו משותף.

תודתי המינוחית נטוונה:

לפרופ' יוסט-טוב, מנהה המחקר, שגישתו המדעית, הדרכתו המסורה, ודלותותיו הפתוחות תמיד - תרמו רבות בכל שלבי העבודה.

לפרופ' ה. מנדרסון, פרופ' א. זהבי ופרופ' ל. פישלזון, שעוזדוני לאורך כל הדרך ועזרו בייעוץ ובמתן כיווני חשיבה.

לד"ר Newton I. ופרופ' א. ספריאל - על השיחות והדיאלוגים הפוריים.

תודתי לחיל-האוויר הישראלי, שהירה השובין הראשי הנו כשותף מלא במימון המחקר, הנו בפיתוחו לאורך כל הדרך, ולבסוף בישומו המוצלח במערכת הלחיל. הערכה מיוחדת מובעת לנצחני חיל-האוויר הרבים שלקחו חלק פעיל בקידום המחקר - החל מפקד החיל, מפקד ייחיות הבקירה, קצינו והמוסכמות, אך בעיקר לרישי מפק"א, לרישי ענף בטיחות טישה וצוות קציניתם, שהתחלפו במשך שנים המחקר. דבקותם במשימה, ומקצועיהם הגבוה, יצרו דוגמא קלאסית לשיתוף פעולה הדוק ופורה בין גורם צבאי ואזרחי. מגבלות ביטחון שדה לא אפשרו, לצערי, לנקוב בשמות כלום. תודתי לצוותי ונצחני המזלת"ט מחייב המודיעין.

לאחד דברת, הנחשון שבחברה, ולצפרים המינויים: דן אלון, הדורט שיריחי, ירון בר, אריאל צובל, רון באր, קובי מירום, שי בלייצבלאו, ואחרים, שער המקום מהזיכרים, ששהפו, בהתלהבותם לנושא, עשרה מתנדבים מדי עונה - למעקב אחרי הנדייה.

לטייסי הדאון הממוגע המסורים: אלי פרץ - מנהל חברת "עיט", מיכאל פינקוס, עדי גリンברג, שחר גולדברג, רינה לוינסון ואחרים, שיחדיו בilyino מאות שעות טיסה בדאייה משותפת עם העיפורים הנודדים.

למשרד המדע והטכנולוגיה, שהוא שותף במימון המחקר לאורך כל הדרך, ובמיוחד לשדר המדע פרופ' יובל נאמן ולקודמו מר עיזר וייצמן, למנכ"ל המשרד מר תנחות גרייזט, לד"ר מרית ולזמן, לאבי ענגי ולפריזה הסופר,colm סיביו ועודדו והביעו התעניינות מתמודת במחקר ובתוצאתו.

לקראן לאקוולוגית (הימנותא) על חלקה במימון המחקר.

לרשויות שיזות-התעופה, שהעמידה לרשותנו באופן קבוע את השימוש בשידת המכ"ם בנתב"ג, למטרות עומס העבודה בחדר הבדיקה; לצוות רשות שיזות-התעופה בתפקידיו השונים: אורי עובד, מוטי דבי, צביקה פרנק, אליאט צטאט, אורי אורלב ואיריה גלעד. ובמיוחד לצוות פקחי המגדל - על סובלנותם הרבה.

לפנינו מגור, אשר פריזמן, רון טלמור, איתי סיידי ואיזי צ'אנזו - על הריכוז והטיפול במוכ"מות. לאילנה אגט - על העזרה בשלבים הראשונים המכ"ם נתב"ג.

לקיבוצים שאירחו את מתנדבי הסקרים בחום: צאלים, משאבי שדה, עינת, שדה בוקר, יגור, גבת, ניגר, מזראע, דברת, עין חרוד, תלי-יוסף, גבע, שלוחות, מסילות, גשר, מעוז חיים וכפר רופין.

למנהל חברת מטא-סק, המתאורולוגים ריצ'רד אברמסקי וד"ר נח וולפסון, שERICAO את כל נושא הקלדרה הנתונים ועיבודם, הניתוחים הסטטיסטיים והניתוח המתאורולוגי במקצועיות גבוהה, ובאוורית עבודה חמה ויוצאת-דין, וכן לגוריית הדס - על עבודות המחשב המימונת, וליעל וילוזני - על הקלדרת-הנתונים.

לשירות המתאורולוגי - על איסוף הנתונים, והאפשרות להשתמש בהם.

לחנוך לבנה, מנהל שיווק, ולחברה **Mapping Technologies Limited**, על תרומות האדיבה במיפוי התלת-ממד של טיסות הדאון הממונה, ולאלברט אנדור (MTL) על עובdotו המקצועית בהכנות המפות.

לMRI שמידע ולורד אידלמן - על הכנות האירוסים והמפות בעבודה זו, ולתנחות אבגר על ההגחות והערכת הלשונית.

לחברה להגנת הטבע, שמיינה חלק חשוב מהמחקר, ולעובדייה הרבים, שגילו עניין רב בקיום העבודה ועזרו לפתחה בדרכים רבות ומגוונות, תוך הושחתה עזה בכל נושא שנתקבשו.

תודה מיוחדת לצוות מרכז מידע על עופות דורסיט, שנרגם כולם להצלחת העבודה: למיכל נתן ואלי חקו על הדפסת העבודה, לחיץ אלףיה, לעופר בהט, לתמר ורון פרומקין, ליותם רגב, לשלו מיה גרינגולדות, למריי גלעט, לין לפיד ועוד כחמשה-עשר עובדים מסורדים מאוד, שלעיתים קרובות נאלצו לעבוד בקצב של זורסיטים וזורסיליליה כאחד...

תודה אחרונה וחביבה, לאשתי היקחה רבקה, ולחמשת ילדי, שבדרך כלל, זכו "לצפות" بي רק לזמן קצר, בכציפור נודדת, על הסבלנות הרבה, העיוז, והתמייה החמה, שבלעדיה לא הייתה מצליחה להמריא !

## תלכיזר

למרות שטחה המצומצם של מדינת ישראל, היא ממוקמת בנקודה יוצאת דופן, המהווה מפגש של שלוש יבשות. אי-לכז, מהויה ישראל "צואר-בקבוק", אליו מתנקזים באביב ובסתיו חלקיים נכבדים של האוכלוסייה העולמית, או כולה, של מספר מיליון של עופות דו-איס. השילוב של המיקום המייחד והשתה הקטן של ישראל מאפשר לחקר מספר תופעות יסוד הקשורות לנדייה, שלא ניתן לעקוב אחריהן באזורי הקינון או החריפה. לתופעה יהודית זו, קיימת רק עוד מקבילה אחת בעולם לישראל - פנמה.

למרות שבוצעו מספר סקרים נדייה עד לתחילת שנות ה- 80, התגלו פערים גדולים בידע הקיים להבנת נושא הנדייה. הסקרים התקיימו במספר מקומות נקודתיים בהם צפו באמצעות אופטיים קוונציאנליים בלבד, כך שנמצתה רק חלק מפרקטיות הנדייה בחוץ אנכי ואפקטי. לא הייתה כל התיחסות סיסטמטית לנושא האקלים והשפעתו על הנדייה.

התנקזות מסווגת כה גדולה של עופות דו-אים בנוף האויר המצומצם של ישראל, יצרה בעיות בטיחות טישה חמורה ביותר למוטסי חיל-האוויר ולהיו טיסיו. ניתוח שיעורי והיפגניות מציפורים בין 1972-1983 לימד, כי אירעו מאות תאונות, عشرות מתוכן חמורות (בנזק של מעל מיליון דולר), מספר מוטסים התרסקו, וטייס אחד נהרג. 74% מהתאונות אירעו בחודשי הנדייה. הנזקים הגיעו ליותר מיליאוני דולרים.

מטרת המחקר הייתה לבדוק, האם קיימות חוקיות שנתית ועונתית בכמות הופעת הציפורים, בזמן הופעתן, ובמשך אורך גל נדיותן מעל ישראל. האם קיימות חוקיות בתיב ובגובה נדיותן היומי, העונתי והשנתי, וכן ב מהירות נדיותן. כיצד משפייעים גורמים אקלימיים וביולוגיים על השונות במערכת זו, והאם ניתן לחזות את השינויים. ולבסוף, בהתאם לתוצאות המחקר, ליישם את המסקנות בחיל-האוויר, למנוע פגיעה בחיי טיסים, ולהשוך כסף רב לתקציב הביטחון הלאומי.

במחקר הופעלו 5 שיטות איסוף נתונים:

1. **רשות צופים לקרקע** - במחקר זה, נפרשה, לראשונה בעולם, רשות צופים בחזית רחבה: 25 עמדות צפיפות מקבילות לרוחב כל המדינה, לאורך של כשבעים קילומטרים, במשך מספר עונות נדייה מתמשכות, בהן לקחו חלק למעלה מ- 150 צפרים, שביצעו כ- 224,000 שעות צפה.

2. **מעקב נטוט כל** - היווה כלי מחקר טוב לאיתור נתיבי נדייה עיקריים, גובהם ומספרה להקות ליחידת זמן וליחידות מרחק. עיל בימי "נדידת שיא". כן בוצעו عشرות יעפים לאיימות כושר ההפרדה של המכ"ם (סעיף 5). בוצעו 29 ימי טיסה בסך של 83:40 שעות.

3. **דאו ממונע** - אפשר לטוס ברכיפות עד 11.5 שעות עם אותה להקה, ולמפותה במדויק את נתיב הנדייה, גובהה, קבוע התקדמות הלהקה, טיפוס וגלישה בתרכיקות. בוצעו 173 ימי טיסת מעקב בסך של 967 שעות. המעקב בדאו ממונע אחר הנדייה בוצע לראשונה במזרח התיכון. עד כה לא בוצע מחקר בדאו ממונע שבו עקבו באופן סיסטמטי אחר להקות נודדות לפחות לפרק זמן כה ארוכים הן בשעות הטיסה, והן במספר ימי המעקב.

4. **מטוס עיר ללא טיש (מוול"ט)** - אפשר לעקוב אחר להקה בודדת כ- 150 קילומטרים תוך תיעוד רצוף של הלהקה בצילמות וידאו. בוצעו 19 טיסות מעקב. ככל הידוע, זהו המחקר הביאולוגי הראשון בעולם, המנצל כלי צבאי זה למטרות מחקר.

5. **מבחן מד"ט** - במכ"ם הגיעו של נמל-התעופה בן-גוריון הועמדה לרשות המחקר שידת מכ"ם קבועה למשך כל עונות המחקר, שאפשרה מעקב רצוף במשך כל שעות היום. מכ"ם עננים של חברת שח"ס בוגב עקב אחר הנדידה הקבועה רק בעונת נדידה אחת. השימוש בו הופסק בגלל בעיות טכניות. טה"כ בוצעו 5128 שעות מעקב במכ"ם. זהו מחקר ראשון במטרה התיכון בכלל, ובישראל בפרט, בו עוקבים אחר נדיבות העופות הדואים במכ"ם.

רוב החוקרים שעקבו אחר הנדידה, הצטמצמו בשיטת מחקר אחת, ומייעוטם שילבו שתי שיטות במקביל כמו שילוב מכ"ם וצופים (Evans & Lathbury, 1973) או מטוס קל ומכ"ם (Pennycuick, 1979, Larsson & matsrel, 1980). במחקר זה, פיתחנו, ככל הידוע לנו לראשונה, מחקר המתבסס על **חפש שיטות מקבילות** לאיסוף נתונים מסוימת מערכת נדידה, ככל שיטה משלימה, לפחות חלקית, את חסרונותיה של השיטה המקבילה, ובמקביל מאמתת חלק מהנתונים שנאספו על-ידי השיטות האחרות. פיתוח מספר שיטות מחקר מקבילות, אפשר שילוב אינטגרטיבי בין השיטות השונות: המכ"ם, למשל, החליף את הדאון הממושע לפרק זמן מוגבל במעקב, כדי לאפשר תדוק ומנוחה ומיד שוב "מיירט" את הדאון להמשך מעקב עם אותה להקת העופות וכדי.

כל העיבודים הסטטיסטיים המוצגים במחקר מתבססים בנדיבות הסטיי על 9 שנים מעקב אחר דורותים וארבע שנים מעקב אחר חסידות וسكنאים. בנדיבות האביב - שעונות מעקב אחר זורסים באילת וארבע שנים מעקב אחר חסידות בוגר המערבי (טבלאות 3, 4).

השוואת נתוני המחקר לנatoi הספרות מוכיחה, כי למינים שרבי או כל אוכלוסיותם עוברת באורי "צואר-בקבוק" ניתן לקבל מיידן אמין יחסית על אומדני גודל האוכלוסייה המיגינימלי, כשהחומרות שניצטו בנדידה נבותות לעתים בסדר גודל מהנתונים בספרות (טבלה 9).

מבדיקת אחוז השינויים הרב-שנתיים בכמות החולפת של המינים המתלהקים בסטיי ובאביב, לעומת הממוצע הרב-שנתי של אותם המינים, עולה, כי בסטיי סטיטי התקן הממוצע של כל המינים מגיעה ל- 19.8% ± ובסטיי ל- 46.0% ± (טבלה 7). ההבדל הבולט, נובע מהיחסוי הייעיל לרוחב כל המדינה בסטיי (עם גיבוי המכ"ם), לעומת כיסוי חלקו של 3-4 עדמות בלבד בחלק הצר של הרי אילית, שבקבותיו חלק מהלהקות לא נצפות, במיוחד בימים שבהם יש תנודות אקלימיות המסייעות את ציר הנדידה. במחקר מקביל בפנמה (Smith, 1985) נפרשו פחות עדמות צופים מאשר באילת והנתונות הרב-שנתיים מהממוצע עלו בהתאם ל- 64.5% ± (טבלה 8). مكان המשקנה, שאורי "צואר-בקבוק" עולמים כמו ישראל ופנמה לא יכולים לתמוך מובהקת על גודל אוכלוסיות עולמיות והשתנותן הרב-שנתית. עם זאת, שילוב של מכ"ם במקביל עם רשת צופים רחבה יכול לקבל תמונה אמינה יותר גם בחוץ רב-שנתי בנדיבות האביב.

במטרה לבזוק האם קיימת קביעות רב-שנתית בהופעת המינים הבולטים בנדידה, חישוב يوم הופעה הממוצע המשוקל לכל השנים, התאריך שבו חלפה מחצית האוכלוסייה בשמי ישראל, יום השיא הממוצע ואחוז ההגעה הממוצע של המין ביום השיא. מהנתוצאות עולה, כי בסטיי ניתן לחזות את ימי הופעת מיני הדורסים השונים בדיק שגע עבורם בין  $1.35 \pm 3.12$  ימים, ובאביב בדיק של  $1.92 \pm 4.92$  ימים ( $P < 0.001$ ). חסידות נחותה בדיק של  $3.78 \pm 5.46$  ימים בסטיי לעומת  $5.46 \pm$  באביב. גם יתר הנתונים שנבדקו נמצאו מובהקים, אך בחלוקת במשרעת ימים רחבה יותר (ראה טבלאות 10, 9). مكان המשקנה, כי ניתן לחזות את זמני הופעת המינים השונים.

מהשווה את אחוז ההגעה ביום השיא של מספר מיני דורסים עולה, כי אחוז המעבר ביום השיא של המינים המתלחקים בסטיו, גדול לעומת המינים שאינם מתלחקים בעונה זו (30.1%-17.1% לעומת 9.0%-15.6% בהתקופה). באביב, ההבדלים בין המתלחקים ללא מתלחקים גדול עוד יותר: 46.0%-27.7% לעומת 8.3%-12.0% בהתקופה. בהשוואה זו מינית נראת, כי חלק גוזל מהמינים האחוז ההגעה ביום השיא גבורה באביב לעומת הסטיו (ראה טבלה 11). מדובר, כמובן, באוכלוסייה הבוגרת המהירה לשוב לאחר הקינון באביב ולכן געה בגלים מרוכזים יותר. בהתאם, נראה גם יחס הפוך בין אחוז ההופעה ביום השיא לעומת גיל ההגעה לבוגרות מינית: נז' קצר-אכבעות המגע לבוגרות מינית בשנותיה הראשונות – חולפים ביום השיא ממוצע 46% מהאוכלוסייה, לעומת עיט העARBות המגע לבוגרות מינית בגיל 5, חולפים רק 17.7% ביום השיא. תופעה מקבילה נראה גם במקרים שלא מתלחקים, אם כי במשערת קטנה יותר (טבלה 11).

נבדקה גם החקיות במשערת אורך גל החליפה של כל מין מעל ישראל (טבלאות 13, 12): מייבוד הנטים עולה, כי דווקא המינים החולפים בכמותות גדולות, הם גם המינים המתלחקים, וחולפים בפרק הזמן הקצרים ביותר: 90 אחוז מਆוכלוסיית 5 מיני הדורסים המתלחקים בסטיו, חולפים בין 13-20 ימים, ולעומתם 5 הדורסים שלא מתלחקים חולפים בין 24-35 ימים. יוצא הדופן היחידים מכל המינים המתלחקים, הם השכניםים, שגל נידחותם אורך (בסטיו, 114 ימים) למרות היותם מין מתלהק מובהך. הסיבה נראית קשורה לעצם היותם מין מתלהק גם בעונת הקינון, הנפוץ על שטח קינון נרחב (קו אורך 22-85), ולכן סביר כי רוב מושבות הקינון מגיעות כל אחת כיחידה עצמאית. זהה כנראה הסיבה שהמין המתלהק היחיד, שאין לו ימי שיא העולים על 50% מהאוכלוסייה, ושיום ההגעה המשוקל שלו הוא הפחות מובך מבין כל המתלחקים (12.39 ימים).

עם זאת, גם המינים שלא מתלחקים, למרות הנדיודה הארכוכית יותר, יום ההגעה הממוצע המשוקל מדויק מאוד ונע במשערת של 1.8 עד 2.85 ימים בלבד. בכלל ארבעת המינים שלא מתלחקים, שנסקרו בעבודה זו (עיט גמד, חיוייאי, רחם וזרון סוף). ארבעה מינים אלו מגיעים גם בחיפוי זמן מאד גבורה באביב ובסטיו (ראה איור 12), וייתכן שקיים כאן תופעת התלותות בין-מינית של מינים לא מתלחקים (נצחו גם נודדים בטכניקות משותפות).

gal הנדיודה באביב אורך יותר מгал הנדיודה בסטיו ברוב מיני הדורסים והחסידות. חלק גוזל מהמינים זמן המעבר באביב כמעט כפול מזה של הסטיו (טבלאות 2, 13). הרשו מינים מתלחקים ולא מתלkehims החולפים בישראל – לפי אורי חrifתם וסוג מזונם (טבלה 14). מהטבלה עולה, כי כל תשעת המינים המתלkehims, החולפים בנדיותם מעל ישראל, נודדים אל מדרום לסהרה, וחלק מהמינים המתלkehims מגיע עד לדרום-אפריקה. כל המינים המתלkehims ניזונים מטרף בעל "דם קר" לפחות חלק מתפריט מזונם. 3 מתוך 4 המינים שלא מתלkehims אך נפוצים יותר – עיט גמד, רחם וחיוייאי – גם הם ניזונים מטרף בעל "דם קר" ונודדים מדרום לסהרה, ורק זרון הסוף מהו "מין-בניים", החורף גם מדרום וגם מצפון לסהרה, והוא אכן ניזון מציפורים ויונקים. מספר מינים הניזונים מטרף בעל "דם חם" אכן לא מתלkehims, ולא נודדים בהתאם, מדרום לסהרה. תופעה זו מקבילה גם לדורסי העולם החדש (Mindell, 1985).

השווה יומם ההגעה המשוקל של המינים השונים לפי סדר הופעתם הכרונולוגי בסתיו, מראה חוקיות ברורה בסדר הגעתם בהתאם לסוג מזונם - אוכלי חרקים לאוחלים - לדגים - ולבסוף לאוכלי יונקים. בנדידת האביב התמונה מתהפכת, וראשוני חלפים הניאנים מטרף הומיואורתמי ואחרונים אוכלי חרקים (טבלה 15). התופעה מראה את הקשר החזק והטלות בין זמן הנדידה לזמן המזון הנטרף שפעלו משתנה בהתאם לשינוי מזג-האוויר, כשהפיזיולוגיים נעלמים ראשוניים בסתיו וחוזרים לאחרוניים לפועלות באביב.

ככל שהמין המתלהק מגיע משטח קינון מצומצם יותר, הוא חולף בפחות ימים מעל ישראל, וככל שאזרוי וחריפה קטנים מאזור הקינון, גלי הנדידה הגודולים באביב מרווחים יותר מאשר בסתיו.

בחינת דגם התפלגות ההופעה הרב-שנתית של מספר מיינים להקטאים מראה בבירור על מספר שיאי נדידה המופיעים באופן קבוע מדי שנה (איורים מס' 9, 10, 11) ומוחשיים בחלוקת להופעה של אוכלוסיות מקור קינון שונה, ובחלוקת לגיל עיריים ובוגרים המופיעים בנפרד (גרני, 1989).

בחינת עצמת נדיבות הדורסים מדי יום במשך הסתיו והאביב מראה (אייר 15), כי רק ב-24-25 אחוז מרים מוגיעה מתרחשת נדידה בעוצמה חזקה (10,000-200,000 ציפורים ליום), 16.8-12.1 אחוזים - נדידה בעוצמה בינונית (5,000-10,000 ציפורים ליום) ו- 58.9-58.1 אחוזים הנדידה חלהה (0-5,000 ציפורים ליום). לחסידות, מספרימי עצמת שיא נמכים מהדורסים (13.8-13.7 אחוזים) ואצל השכנים אין כללימי נדידה בעוצמה חזקה. לנוטנים אלו יש חשיבות גבוהה ליישום תוצאות המחקר בחיל-האוויר, המאפשרים למטוסי הקרב לטוס בגובה נמוך ביום דילוי נדידה, גם בשיא עונת הנדידה. במחקרדים שונים, שנערכו בעולם בעורצת שילוב מכ"ם וצופים, הגיעו כל החוקרים למסקנה, שהצופים רואים את פרקציית הנדידה הנמוכה, והמכ"ם את פרקציית הנדידה הגבוהה (Evans & Lathbury, 1973, ואחרים), ואי-לכך אי-אפשר לסמוך על צופים קרקעיים הרואים רק חלק מהכמות החולפת. מהשווות נתוני עצמות הנדידה כפי שנצפו במכ"ם נתביג לעומת רשות הצופים בסתיו ובאביב, עולה, כי קיים מתחם גובה מסוים בין נתוני המכ"ם לצופים הון בסתיו והן באביב (איורים 16, 17). המתחם הגבוה בין המכ"ם והצופים נובע מכך, שהוא פרקציית הנדידה חולף על המורדות המערביים של הרי יהודה ושומרון בגובה שלא עולה על 2000 מטרים מעל לפני השטח (נושא שאותם בטיסות הדאון הממנע).

מהאינטרציה של 5 שיטות המחקר, שאחת השלימה את רעותה, התקבלה תמונה של 3 נתיבי נדידה מרכזיים הנדידה בסתיו את ישראל (מפה 16).

1. הנתיב המערבי - הנע בעיקר לאורך השוליים המערביים של שדרות ההר המרכזית (תמונה מכ"ם 20, אייר 20, מפות 6, 7, 9, 10, 11).

2. הנתיב המזרחי - הנע בעיקר בקעת הירדן, ובחלק מהו חוצה את גב ההר ומצטרף בסתיו לנתיב המערבי, ובחלק אחר ממשיך בדרך ים המלח באזימות מקביל לעבר סיני (תמונה מכ"ם מס' 11, מפות 8, 13, 14, 16).

3. הנתיב הדרומי הרי אילת - (מפות 12, 16)

התמונה באביב מראה מעין תמונה ראי לנתיב הסתיו, ונעה באזימות הפוך ב-180°, עם שינויים קלימים.

למבנה הגיאומורפולוגי של ישראל, בו מחלוקת שדרות ההר המרכזית את ישראל באופן גס לשלש חטיבות נורם בולטות, יש תפקיד מרכזי ביצירת אופי הנדידה שתואר לעיל. (מפה 15, 15א).

בהתבסס על נתוני רשות הצופים הקרקעיים, הדאוון הממוני, ורცף תМОנות המכ"ם בנתב"ג (תמונה 26, 27, 28), עולה, כי בתויב המערבי מושט ציר הנדידה בתחילת היום מזרחה למערב במשרעת שבין 10-25 קילומטרים בהתאם לתנאים האקלימיים ומקום הלינה של הלהקות. לקרה שעה 10:00-11:00 מתחילה להשפיע הבריאה הימית הנושבת מן הים, וציר הנדידה מושט את חזרה מזרחה (איורים 21, 22). בגל השינויים במבנה הטופוגרפי, משרעת התندזה למערב, וחזרה למזרח, רחבה יותר בנתוני סקר העמקים הצפוניים, וchezre יותר בסקר חוצה שומרון (איור 19).

תנדזה מקבילה מתרכשת בעיר המזרחי בסתיו. הציר מתקדם בשעות הבוקר לדרום-מערב על המורדות המזרחיים של שדרת ההר, מעל למפנה הקולט את הקרה הישרה מהשמש, ויוצר תנאי דאייה טובים. לקרה שעות ה策וריים המאוחרות, עת מגיעה הבריאה מן הים, הציר נсхף מזרחה לקו הבקעה (מפיה 8).

בהר יאלת יש לזרימות הרוחות תפקיד דומה, אך בغال המבנה הטופוגרפי של דרום הערבה, המשנה את ציוני הרוחות, נע הציר משך היום בתנודה מכיוון צפון - לדרום (מפה 12).

במקביל לתנודות הציר בחתק יומי, נראית תנזה בולטת של הציר בחתק עונתי: בנדיות הסתיו, נראה באופן ברור יחס הפוך בין זמן הופעת מין העוף הדואה והמרקח הממוצע שלו מקום החוף. החסיות המופיעות ראשונות נזדדות בעיר המזרחי ביותר, והשכניםים המטיימיים את עונת הנדידה בעיר המזרבי ביותר, כאשרבעת מני הדורותים

המתלחקים בסתיו, מחלקים ביניהם את מגמת המעבר מזרח-מערב בהתאם לזמן הופעתם בעונה (איור 25).

התנדזה נורמת, כנראה, בעקבות האינורסיה המרינית, שלא מאפשרת התפתחות תנאי דאייה נוחים במישור החוף בחודש אוגוסט (איור 34). בטפטמבר, הבדלי הטמפרטורה בין הים והיבשה קטנים, השפעת האינורסיה קטנה הדרגתית ונעלמת כליל באוקטובר.

השווות עצמת הופעת הדואים מעלה ישראל בנדיות הסתיו לעומת האביב מראה בחלק מהמיןנים הבדלים משמעותיים ביותר (טבלאות 20, 21). לדוגמה: בגוש הרי יאלת, חולף בנדיות הסתיו רק מין אחד (עיט ערבות), לעומת תנוצה מסוימת מסיבית ביותר של שלושים מינים באביב. החסיות חולפות בסתיו רק בעיר הבקעה, ובאביב חולפת כמחצית האוכלוסייה גם בשוליים המערביים של שדרת ההר. האיות חולפות בסתיו בכמותות גדולות בעיר המזרבי, מתנקחות באביב, רובן ככלון, לגש הרי יאלת וכך. הסיבה להבדלים בהופעת המינים השונים קשורה לנטיibi נדיותם הגלובליים, בין מקומות הקינון למקומות החריפה, יחסית לים-סוף, שהוא מטה מלחצאות, ובהתאם מצעדים נתיבים שונים בסתיו ובאביב (איור 27). תפירות אורי קינונים של המינים השונים יחסית למיקומה של ישראל (קו אורכי 35) מהוות גורם נוסף לקביעת נתיב נדיותם בחלוקת השוינים של ישראל אביב ובסתיו (איור 29).

בעזרת הדאוון הממוני מיפויו את גובהו הטיסה של הלהקות השונות, כשןמדו בסיס וגג כל תרמיקה, וכך ניתן היה למפות את הנפח האוורי בו נזדדות הצליפורים (Height Band). מעיבוד הנתונים עולה, כי הגובה הממוצע של הנדידה מתרכז ברצועה שנעה במשרעת גבהים ממוצעת שבין 344-323-311 מטרים. רצועת גובה הנדידה משתנה בהתאם למינים השונים ובהתאם לשינוי בשעות היום, כפונקציה ישירה של תנאי היוצרים התרמיות (טבלאות 22, 23).

במקביל לחישוב הגבהים, חושבה מהירות ההתקדמות הממוצעת של הלהקות, והיא נעה בין 29.2 קמ"ש בממוצע (שכנאים) עד ל מהירות של 50.9 קמ"ש בממוצע (עיטי חורף). מהירות ההתקדמות הממוצעת תלויות באופן הזרק בגובה הלהקות, ובמיוחד לתנאים האקלימיים: בתנאים יציבים (אינוורסיה, למשל) קצב ההתקדמות מועט ל- 13-17 קמ"ש בלבד, ואילו בתנאי אי-יציבות מפותחת באטמוספירה יכולם הדוזים להגיע עד ל- 60 קמ"ש (טבלה 23).

לכל טישה חושב המרחק האווירי מנקודת היציאה לנקודת הסיום (מרחק חド-ممדי). המרחק המישורי, שהלהקה עברה בפועל יחסית לפני השיטה (מרחק דו-ممדי), והמרחק שהלהקה חלפה תוך טיפוס בתרמיקות והגילה בינהן (מרחק חללי), כן חושב המרחק שהלהקה חלפה תוך הסחרור בכל תרמיקה.

בהתבסס על המהירות הממוצעת של כל מין, מספר התרמיקות לשעה, מספר שעות נדיתו ביום, וחישובי המרחק החללי והמשורי שנמדדו בדאוון, חושב בכמה קילומטרים בממוצע מארך כל מין דואה בפועל את מסלול נדיתו: מהחישובים עולה, כי 4 המינים שנבדקו, מאריכים את מסלולם המקורי ב-57.0-91 אחוזים, המתגבעת באלפי קילומטרים לмин', כל זאת במטרה לבצע נדידה פאסיבית, שהיא כה חסכונית באנרגיה (טבלה 24).

למבנה האטמוספירה והשתנות התנאים האקלימיים במשורר הזמן והמרחב תפקיד מרכזי בקביעת אופי נדיותם של הרופות הדוזים, והיכולת לחזות שינויים בהתנהוגותם.

כל הנתונים שנאספו בחמש שיטות המחקר חולקו ל- 3 קטגוריות: נתוניים המתאימים לממוצע הרב-שנתי (כגון: כמות ההפעה, גובה הטישה, מהירות התקדמות, הנטייב וכד'), אירועים שסטו במעטה מ- 20% מהממוצע, ואירועים שסטו למטה מ- 20% מהממוצע. נבדקו 33 אירועים חריגים בזמן ההפעה של המינים השונים, ובו- 26 מקרים באביב ובסתיו נמצאה סיבה ברורה לחירגה - הקדמה או איחור - בziej הזמן עקב תופעות אקלימיות כמו:

1. קיומם של שקעים סינופטיים שאינם מאפשרים התפתחות תרמיקות ומעכבים את הנדידה לתקופות שענות בין שעות ספורות לימים בודדים. העיכוב גורם לעיתים להופעה של גל נדידה גדול לאחר הייעלמות השקע.

2. חלק מהמרקם, כשהתפתח למשל אפיק ים סוף לפרק זמן ארוך, מושט ציר הנדידה המרכזי, והרופות הדוזים עוקפים את הארץ, וכך נצפות לעיתים כמות גבהות או נמוכות, באורח ממשמעותי, מהממוצע, בהתאם להסטת הציר.

3. תנודות עונתיות בשינוי הרוחות ועוצמתן גורמות להסטה מקומית של ציר הנדידה: שקעים חמיסיניים הנוצרים בצפון אפריקה, מלאוים בקדמתם, ברוחות דרום- מזרחיות חזקות, יבשות וחמות, המסייעות את ציר הנדידה מערבה (תמונה 31-34). גם אפיק ים-סוף, המואפי בדרך כלל במזג-אוויר נוח, גורם לעיתים לרוחות מזרחיות חזקות, המסייעות את ציר הנדידה לעתים למספר ימים. לעיתים קיימת סטייה בהשפעת הרוחות רק ברמת המיקרו, בחבל ארץ מקומי (איור 35). בהרי אילת יש לשינוי בכיוון הרוחות הנפוצות מצפונות לדרוםויות השפעה משמעותית על הסטת הציר, לעיתים, בעשרות קילומטרים צפונה.

בימים שבהם יש במשורר החורף תנאים יציבים (אינוורסיה, למשל), וברכסים ההר תנאי דאייה משופרים יותר, הלהקות תס廷נה מזרחית במהלך נדידותן, כדי לנצל את התנאים המשופרים יותר (מפה 19). לביראת הים השפעה בהסתת ציר הנדידה מזרחית במקביל לחזית התקדמות הביראה.

לגורם האקלימי, הקובע את התפתחות התנאים הכלכליים הנדיות, יש השפעה מרכזית על הגובה ובמקביל על מהירות הנדיות: בשעות הבוקר ואחה"צ המאוחרות אין תנאים טובים דיים להתפתחות תרמיות, ובהתאם - הנדיות מתקיימת לרוב בגובה נמוך ובקצב איטי. בימים שבהם שוררת יציבות באטמוספירה, שלא מאפשרת התפתחות תרמיות - גובה הנדיות יהיה נמוך, ובהתאם קצב נדיות איטי, לעתים קרובות כ- 1/2-1 ממהירות המוצעת. לעומת זאת, בימים שקיימת אי-יציבות גבוהה באטמוספירה, לאורך כל הארץ או רק בחלקים ממנה, העופות הדואים יכפילו את גובה נדיותם, ובהתאם את מהירות ההתקדמות המוצעת (מפות 23, 24).

המסקנה הנובעת היא, כי עיבוד מתאים של כל נתוני האקלים מאפשר לחזות מראש בתנאים רגילים את מיקום נתיבי הנדיות, גובהה, קצב התקדמות זמן הגעתה, ובתנאים גורועים מוגרם - לחזות את העיקוב בזמן הגעת הציפורים, ולנבأ את גובה וקצב התקדמותם בהתאם לתנאים שנוצרו, ולהלפין, בתנאים טובים מוגרם - לנבأ את גובה ומהירות הנדיות החזיות בהתאם לתנאים המשופרים. מסקנות המחקר יושמו כבר בשנות המחקר הראשונות בחיל-האוויר: הוטבע מושג חדש בחיל-האוויר - אמ"ץ (אזור מוכה ציפורים). הוגדרו נתיבי הנדיות העיקריים וגובהם, הוזפסו מפות אמ"ץ, שהן הוגדרו נוהלי טישה מדוקים לטיסים כיצד לתוכנן טיסות, היכן ומתי אסור לטוס בגובה נמוך. המפות הופצו בטיסות חיל-האוויר, ולאחר מכן סוף המחקר עודכנו סופית.

בהתאם לתוצאות נתיבי הנדיות הוגדרו משך העונה زمنי סגירה שונים לטיסה, וכך התאפשר למטוסי הקרב להתאמן בגובה נמוך, לפחות חלק מאזרוי המדינה. ליד שידות מכ"ם נתב"ג הוקם "מרכז ציפורים", שהחל להזרים באופן שיטתי לכל מערך חיל-האוויר מידע בזמן אמיתי על מקום המזאות הלוחות, הזרמו התראות שוטפות לבסיסי חיל-האוויר על הלוחות החלפות מעליות ובקרבנות, ובמקביל, נקלט כל המידע בנושא הציפורים מרשת הצפרים מהמטוסים ומהוואן, ומיחידות הבקרה. בימים שבהם הייתה נדייה בעוצמה נמוכה או שרו בזמן אמיתי טיסות בגובה נמוך, וכך התאפשר לחיל-האוויר לבצע אימונים בגובה נמוך גם בשיא עונת הנדיות.

מסיכום נתוני ההיגיון מזמן שהתחלנו ליישם את תוכנות המחקר בחיל-האוויר עולה, כי אחוז ההיגיונות ירד ב- 81%. מספר התאותות החמורות ירד מעתורות תאונה חמורה בודדות בשש השנים האחרונות. לא נפל אף מטוס קרב מפגעה בציפור נודדת, מאז שהחלו הנהלים, ועלות הנזק השנתי ירד ב- 88%. מחישוב עלויות מטוס הדור החדש בחיל-האוויר (F-15, F-16) עולה, כי אם לא היו מושם מסקנות המחקר בחיל-האוויר הנזק השנתי המוגרם היה מגיעה ל- 30 מיליון \$ ובעשר שנים ל- 300 מיליון \$. המחקר הועז במספר כנסים ביןיל העוסקים בנושא, וזכה להערכתה רבה (ראה חוות-הදעת של אלף אביהו בן נון, מפקד חיל-האוויר - (נספח א'), חוות-דעת של Major Merritt Drs. Luit Buurma, מפקד צוות טיפול בנושא מטוסים וציפורים של חיל-האוויר האמריקאי (נספח ב') מרכז הנושא בחיל-האוויר ההולנדי (נספח ג').

בעקבות המידע שנცבר במחקר, ופרסום פופולרי נרחב בארץ ובחוליל, שיומתי בשיתוף עם גורמי תיירות, עלה ישראל על מפת התיירות העולמית כמרכז לצפייה בציפוריים נודדות וכ- 10,000 צפרים מגיעים מדי שנה לצפות בנדיות מרחבי העולם. בעמדת התצפית בסתו הגיעו לשודות כפר קאסם כ- 35,000 ישראלים מדי שנה, שבאו לצפות בתופעת הטבע הייחודית.

פותחה מערכת חינוכית עניפה בבתיה-ספר וביחידות צה"ל שהగירה באופן משמעותי ביוטר את זיקת הציבור לנושא.

טיוטת העבודה הוצאה באוניברסיטת אוקספורד, ואושרה לפרסום בספר מדעי על-ידי Oxford University Press (נספח ד').

"...גַּתְיֵב לֹא-יִדְעֹ עִיט  
וְלֹא שָׁפְתָג עַיִּן אֵיה..."  
(איוב כ' ח')

## 1. מבוא

### 1.1. הרקע למחקר

כבר קדמונינו הבחינו בתופעה המרשימה של נדיות הציפורים החולפות באביב ובסתיו בשמי ישראל ("גַם חֲסִידָה בְשָׁמִים יִדְעָה מַעֲדִיה, וְתוֹר וְסִיס וְעֹגֶר שְׁמָרוּ עַת בָּוָאָה" - ירמיהו ח', ז'). מיקומה של ישראל ב צומת שלוש ישות - אירופה, אסיה ואפריקה - גרם לכך שהיא מהווה ציר מעבר בעל חשיבות בינלאומית של עופות דורסים ועופות דואים גדולים כחסידות ושקנאים, בנדיות הסתיו והאביב כאחד (Leshem, 1985).

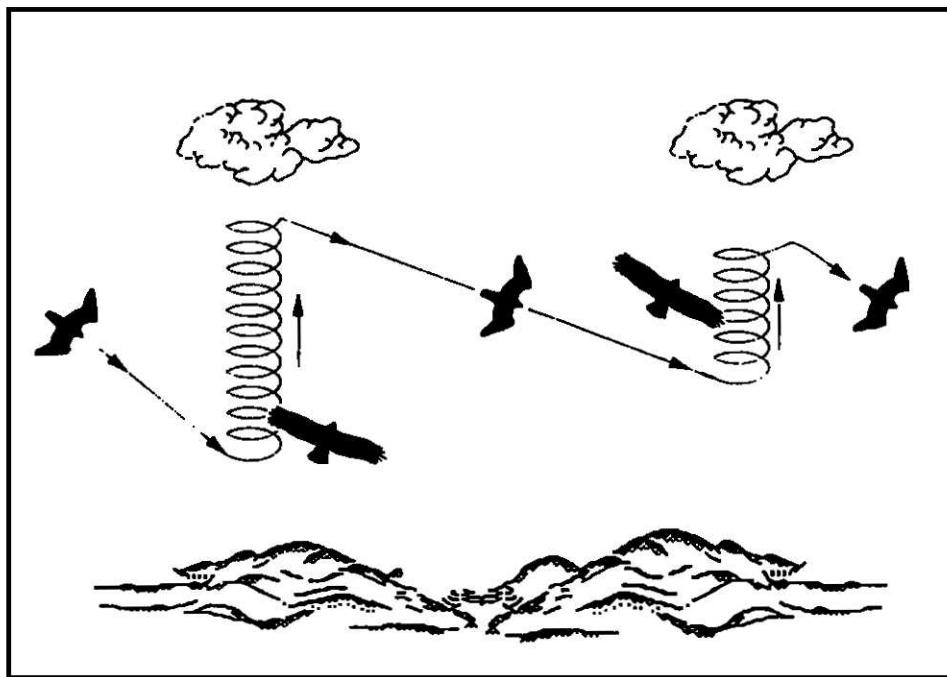
ניתן לחלק את הציפורים הנודדות לשתי קבוצות עיקריות: ציפורים הנודדות בתופעה אקטיבית וציפורים המתבססות על כושר הדאייה שלהם (תעופה פאסיבית). ההבדל בין שתי הקבוצות נובע משינוי ביחס בין גידול המשקל העולה בחזקה לשיטת לעומת שטח הכנף העולה בחזקה שנייה. לכן, ככל שעולה משקל הציפור, קשה לה יותר ליצור עילוי בתופעה אקטיבית על-ידי כוח שריריהם בלבד. המעבר בין שתי הקבוצות אינו חד, וקיים רצף בין המאפיינים האקטיביים הקטנים לדואים גדולים יותר, המגיעים עד למשקל של כ-50 גרם. מעל משקל זה - אין עופות מעופפים. עם הקבוצה הראשונה נמנעות רוב הציפורים, כמו סדרת ציפור-השיר (Passeriformes), החופמאים (Charadriiformes) וסדרות רבות נוספות. הן מתקדמות במשך כל זמן הנדייה בעזרת חבטות-כנף מהירות המשך שעות ארוכות. עופות אלו נקראים גם "חווצי-ים", מכיוון שהם מסוגלים לחצות בתופעתם האקטיבית ימים גדולים (כגון הים התיכון), בתופעה רצופה במשך שעות ארוכות, ולא כל מנוחה. כדוגמא, נציג את השלי (Axiochous coturnix), המתרכז לקראת הנדייה בחלקים הדורמיים של אירופה: בdrooms תורכיה, drooms חצי-האי האנגאי וואיטליה. לקראת חסיכה, יוצאים השלווים בדרך, כדי לחצות בתופעה רצופה במשך לילה אחד את הים התיכון, ולהשוך בכך עקיפה ארוכה של מאות קילומטרים.

עבור רוב העופות הדואים מהווים מכשולי מים גדולים, כגון הים התיכון, הים הכספי או הים השחור, מחסומים שיש לעוקפם בדרכים מסאסיה ומאירופה, וזאת מאחר שאין זרמי אויר עולים (תרמיות) מעל משטחי מים. לכן מתנקזות אוכלוסיות מערב אירופה למצרי היגרלטוט (Cramp & Simmons, 1980; Bernis, 1980). חלק קטן מאוכלוסיות הדואים של מרכז אירופה חוזה את הים התיכון בנקודותיו הצרות (Thake, 1983) (וראה מפה מס' 1) ורובה הגדול של אוכלוסיות צפון אירופה, מרכזה ומצרתה, וכן חלקים ניכרים מאוכלוסיות מערב אסיה והקווקז, מגיעים לאורץ המסלול הקצר ביותר, העוקף את הים התיכון, ומתנקזים לשם לבנון וישראל, בדרך לAfrika.

לא בצד, מאריכים חלק מהדורסים את מסלול תעופתם במאות קילומטרים, רק כדי לעקוף את הים התיכון וכי להתקדם בנתיב ארוך יותר, אך תוך כדי חיסכון מירבי באנרגיה.

רוב הדורסים גדולים, אליהם ניתן לצרף גם את החסידות ואת השקנאים, הם בעלי משקל גוף גדול ומוות כנפיים רחבה וארוכה, המותאמת היטב לתעופת דאייה. בכלל משקלם הגדל, עופות אלה אינם מסוגלים להתקדם במשך ימים שלמים בתופעה אקטיבית, תוך חבטות-כנף רצופות, כדוגמת ציפור-השיר; לכן הם חייכים לנצל ציר תעופה מעלה אゾרים גיאוגרפיים, שבהם נוצרים תנאים דאייה נוחים, בעיקר בעזרת זרמי אויר חם העולים כלפי מעלה. נדיות הדורסים מתנקזות אפוא לביקורת צרות וארוכות, לאזורים מוצקאים ולשרשרות הרים ארוכות, שלאורך מתרחכים תנאים דאייה אידיאליים.

בעזרת כנפיים הארוכות והרחבות, מתרומותיהם העופות הדואים כלפי מעלה, כשם טונקים סביב ציר נעלם בשמיים, כמעט بلا להנידן, עד לנובה שבו מפסיק גוש האויר החם להתוורם. לנובה זה הם מתחילה נגלוש, ותוך כדי הגלישה הם מאבדים גובה (ראה איור מס' 1), עד איתורה של התרמיקה הבאה בעזרת חוש הראייה (רואים קבועות של דורים או של חסידות המתרוממות בתרמיקה "שכנה"), או בעזרת רגישותם הגבוהה (בכנפיים ובגוףם) לכל שינוי בזרמי האוויר.



**איור מס' 2: שיטת הנדידה של העופות הדואים המתבססת על ניצול תרומות**

הדויסים "מודגנים" מתרמיקה לתרמיקה ובכך עוברים מסלול של אלפי קילומטרים ללא לבזבז כמעט אנרגיה על תעופה. לאחר שתרמיקות נוצרות רק בשעות היום, הדויסים נודדים רק בשעות היום, כשהאויר המתחמס עולה כלפי מעלה, ולפנות ערב הם נוחתים ללילה הלילה.

על מנת העלווה לבנת הבطن (*Phylloscopus bonelli*), השווה את אסטרטגיית הנדידה של החסידה, כמייצגת עוף דואה טיפוסי, היחס הוא 1:2.4 בלבד, וכך יש משמעות כה נזולה לתעומה הפיסיונית של העופות הדואים הנזולים.

שרשרות הרים, המתמככות לאורך חופי ימים או אגמים גדולים, يولדים תנאים אידיאליים להיווצרות זומי אויר עולים. משום כך עוברים ציר נדידה חשובים בצפון אמריקה לאורך שלושה רכסי הרים גבוהים, המתמקדים במקביל לרצועת החוף המזרחי, (1975; Kerlinger, 1989; Heintzelman). רכסי הרים גבוהים, הקיימים במקביל לרצועת החוף המזרחי, הוא מיקומה הגיאומורפולוגי: השבר הסורי-יתרונה של מדינת ישראל, כנטיב אידיאלי לדויסים, הוא מיקומה הגיאומורפולוגי: השבר הסורי-אפריקאי, העובר לכל אורכה של המדינה, מהויה חמה אידיאלית להיווצרות תרמיקות עולות, זאת כיון שבמקומו זה רוחבו מועט והפרש הגבהים מגיעים לעיתים למאות מטרים במקץ העתקים, הנגרמים להתחומות אדיابتית של האוויר. שיולובם של המזוקים הגבוהים, אליהם מתחתרים ואדיות עם קניונים צרים, עם הטמפרטורה הממוצעת הגבוהה לאורך השבר, יוצר מסלול נדידה קלסטי לדויסים ולהחסידות.

קו הרי הלבנון, רכסי השופ, הרי הגליל והשומרון והרי יהודה, מתחמש כמעט במקביל לקו החוף, ועובדתו זו יוצרת, אף היא, תנאים נוחים להיווצרות זומי אויר עולים, המקילים מאוד על העופות הדואים בנדידותם.

**מהסיבות שפורטו, ניתן לסכם שהנזדים בתעופה אקטיבית:**

1. נזדים בלילה וביום. 2. נזדים ברוב המקרים במקומות ישרים וקצרים יחסית מארוי הקינון לאזרוי החריפה. 3. מבצעים נזירות מעל גוףם מים גדולים. 4. התעופה האקטיבית כורכת אנרגיה גבוהה, מהchiahet אגירת שומן לפני היציאה לדרך. 5. הנזדים האקטיביים מתקדמים "בחזית רחבה" ולא מתנקזים לציריים מוגדרים וצרים.

**ניתן לסכם, כי הנזדים "בתעופה הפאסיבית":**

1. נזדים רק בשעות היום. 2. מאריכים את מסלול נזירותם לנטיibus ארוכים יותר בהם יש משטר רוחות ותרמיקות מתאימים. 3. מנעים מלחצות גוףם מים גדולים. 4. התעופה הפאסיבית חסכונית מאוד באנרגיה, ולכן לא מהchiahet אגירת שומן ברמה גבוהה כמו המיעופפים האקטיביים. 5. נעים בנתיבים מוגדרים וקבועים יחסית.

סיכום תוצאות המעקב אחר נזירות העופות הדואים בשלושת העשורים האחרונים, זה בעולם היישן (Kerlinger, 1975; Porter & Beaman, 1987; Bijlsma, 1987) והן בעולם החדש (Heintzalman, 1975) מאשר את הנאמר לעיל, ומציג ריכוזים גדולים של עופות דואים המתנקזים במערכות ימיים כדי להימנע מלחצות גופם מים זה בעולם היישן והן בעולם החדש.

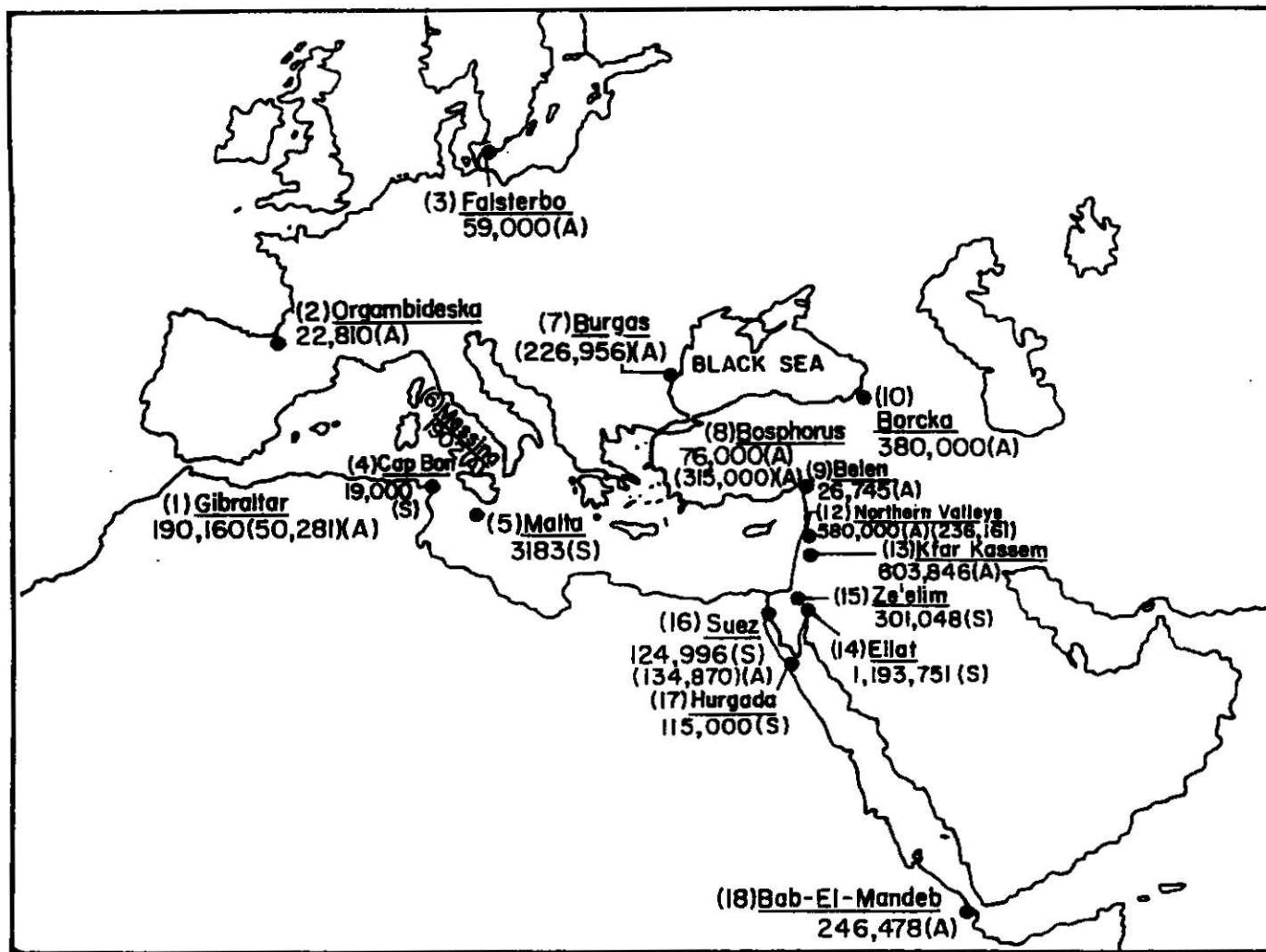
**צילום מס' 1:** תנוצה אופיינית לנזדים אקטיביים" כפי שצולמו על מסך מכ"ם הגישה בתב"ג, 10.10.88 (חשיפה 10 דקות). הקו החוצה את מסך המכ"ם מצפון לדרום הוא קו החוף של מדינת ישראל (המספרים האדומים מסביב למסך מסמנים את האזימוט). בצילום נראה מאסה גדולה של ציפורים המגיעות: 1. בלילה. 2. בלילה. 3. מהים התיכון (קריפיסון ?) וחוזות את קו החוף ממערב-מזרח לדרום-מזרח. החזית בין איזמות 260 ל-360, ורוחבה 43 קילומטרים !

במונה מס' 1 מוצגים סיכומי נזירות העופות הדואים באטרי הנזירה החשובים, שנחקרו באירופה ובארץ התיכון, ונקודות-פתח עיקריות מהווים אטרי "צואර-בקבוק" כמו מצרי גיברלטר, הבוספורוס, הדרדנלים, מצרי בון, פלטרבו, מפרץ אילת, סואץ ובאב אל מנדב.

התנקזות ל"צוארי-בקבוק" מוגדרים היotta יתרון גדול במחקר הנזירה, ואפשרה ללמידה נושאים מגוונים כמו מרעת זמן הופעתם של המינים השונים, מעקב רב-שנתי אחר השונות כמות המעבר של כל מין וכד'.

**מפה מס' 1: אטריות הנדידה העיקריים של העופות הדוזאים באגן הים התיכון והאזור המזרחי**

**Fig. 1 Principal migrating areas of soaring birds in the Mediterranean Basin and the Middle East. The number in parentheses is the bibliographical reference. A – autumn, S – spring, numbers – birds of prey, numbers in parentheses – storks.**



ליד כל אתר ציינו את סה"כ העופות הדוזאים שנצפו בנדידה, והמספר בסוגרים מצין את המקור הספרותי  
ממנו נshawב המידע. (S)-המחקר נערך בנדידה אביב, (A)-נדידה סתיו. (החסידות מופיעות בסוגרים).

- |                                                                    |                                                    |
|--------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| 1. Gibraltar – Bernis (1980)                                       | 10. Borcka – Andrews et al (1981)                  |
| 2. Orgambideska – Sagot & Tanguy (1984)                            | 11. Northern Valleys – This work                   |
| 3. Falsterbo – Rosen (1966)                                        | 12. Kfar Kassem – This work                        |
| 4. Cap Bon – Thiollay (1975)                                       | 13. Elat – Shirihiel (1987)                        |
| 5. Malta – Beaman & Galar (1974)                                   | 14. Ze'elim – This work                            |
| 6. Massina – Dimarca & Lapichino (1984)                            | 15. Suez – Bijlsma (1982) Wimpfheimer et al (1983) |
| 7. Burgas – Michev & Profirov (1988)                               | 16. Hurgada – Schteloef (1987)                     |
| 8. Bosphorus – Porter & Willis (1968),<br>Beaman & Jacobson (1973) | 17. Bab el Mandeb – Welch & Welch (1989)           |
| 9. Belen – Sutherland & Brooks (1981)                              |                                                    |

נדידת העופות הדוזיים בעולם היא רחבה ומשתנה באופיה: מתחזק 285 המינים בסדרת דורסי-היום (Falconiformes) לפחות 133 (46.7%) נזדירים ברמה כלשהי: נזידה חלקית היא הנפוצה ביותר (91 מינים), נזידה מקומית ושותות על-ידי 24 מינים, ונזידה שלמה רק על-ידי 18 מינים. נזידה שלמה מוגדרת, כמובן, שבה כל האוכלוסייה העולמית של המין עוברת מיבשת ליבשת. בנדידה חלקית חלק מהאוכלוסייה נשאר באותה היבשת. אוכלוסיות מוגדרות משותות, כשהן נשארות באותה היבשת ונעות רק מספר קווי-רוחב או אורך (Kerlinger, 1989). הנזידה מתבצעת בקווי-אורך גיאוגרפיים, קווי-רוחב גיאוגרפיים ובגרדי-אנטיגובה. החסידות מביצועים נזידה שלמה והשנאים נזידה חלקית.

מעט, יחסית, ידוע על נזידת העופות הדוזיים מחוץ לנגולות אירופה וצפון אמריקה. בשני העשורים האחרונים חלה התקדמות משמעותית בלימוד תופעת נזידת הדורסים מעלה ישראלי. תכיפות ראשונות על נזידת הדורסים באילת נעשו על-ידי ספרייאל (Safriel, 1968). ספירה כמותית המשך כל העונה באביב פורסמה בעבודתם של הצפרים הדומים בהרי אילית ובסיני בשנים 1969-1978 (Christensen et al, 1981; 763,737 דורסים נצפו באביב 1977 מעל לגוש הרי אילית. להערכות, חולפים מדי שנה מיליון זורסים מעלה דרום ישראל בנזידת האביב (Christensen et al, 1981).

עבודות הצפרים הדומים הציגו לראשונה את חשיבותה של ישראל כ"צואר-בקבוק" בינלאומי בנזידת העופות הדורסים.

במקביל למשך נזידה באילת, גילתה אחד דברת, בשנת 1977, ציר נזידה מרכזיו נסף בתקופת הסתיו, העובר בשדות כפר קאסם לאוריך המזרזות המערביים של הרי שומרון (דברת 1982 1980, ב-1977 ספר דברת, בכוחות עצמו, 2200 דורסים במשך העונה. בשנת 1978 נמנו 7,417 דורסים בערתת 2 צופים, ב-1979 נמנו 18,019 דורסים בערתת 4 צופים, ובשנת 1980 נמנו 36,537 דורסים בערתת 8 צופים. העלייה הליניארית במספר הדורסים שנצפו במקביל להגדלת מספר ימי התכיפה, ובעיקר הרוחבת חזית עמדות התכיפה, הביאה בשנת 1981 את מרכזו המידע על עופות זורסים לרצץ את הטיפול בסקרים הנזידה בסתיו.

דברת ולשם הצלicho לגייס מתנדבים רבים, שאפשרו לפROSS חזית רחבה של עדמות תכיפה, ובשנת 1981 נמנו, במהלך נזידת הסתיו, בערתת 24 צופים, 149,331 דורסים (דברת, 1982). תוצאות ראשוניות אלו הוכחו, בעלייל, כי השיטה החדשה של פריסת חזית רחבה של צופים עשויה לתת תמונה אמינה יותר של הנזידה בסתיו בציר המערבי והלא מוכר.

הנתונים החדשים, שנאספו בסקרים הסתיו בכפר קאסם, נתנו תואנה לקבוצות צפרים נוספות, שפתחו עדמות תכיפה מקבילה לרוחבה של ישראל: כך החל שיריהו, בשיתופו עם מרכזו מידע על עופות דורסים, להמשיך את העבודה הצפרים הדומים בנזידת האביב באילת, ועם הקמת מרכז הצפרות באילת הנושא מוסד, ואפשר להפעיל עשרה מתנדבים למשך רב-שנתיים אחר נזידת האביב (Shirihiel, 1987; Shirihiel & Yekutiel, 1991).

עזר חדד, יצחק בן הרוש וחיים מויאל עקבו אחר נזידת החסידות והדורסים באזור בית שמש (חדד ומיאל, 1985); משה קשי קיים סקר נזידת דורסים באזור עפולה והעמקים הצפוניים (קשי, 1985); אלי בן זוהר - באזור באר שבע (בן זוהר, 1985), וקדמן צפה ב-1980-1981-1982 בנזידות הדורסים בראש פינה (קדמן, 1981). בעקבות מלחמת שלום הגליל החלו להגעה תכיפות קבועות גם מלכונן, ואריה חסון ספר בזמן שירותו הצבאי בג'יבל ברוך בסתיו 1983 - 42,121 דורסים נזדדים (חסון, 1984).

במקביל להתעניינות הגבורה, שהחלה להתרחב בישראל בנושא נזידת העופות הדורסים, החלו להתבצע סקרים נוספים גם באורי "צואר-בקבוק" מקבילים בסואץ, במצרים (et al, Wimpfheimer 1982; Michev & Burgas 1982; Baha, 1981; Bijlsma 1982), הרגדה בים סוף (Sorensen, 1982; Profirov, 1988).

בסקי הנדידה הוברר, כי לעתים מגע ריכוז גבוה במיוחד של עופות דורסים תוך יום-יומיים. לדוגמה: ב-10-11 בספטמבר 1982 נמנו תוך יומיים בעיר כפר קאסם 241,676 אוית צרעים שהיוו 75.6% מכל איות הצרעים שנמנו במשך כל נדידה הסתיו בשנה זו (דברת, 1983). ב-5-6 במאי עברו למעלה מ-200,000 פרטים מאותו מין בגוש הררי אילת (לשם, 1984). ב-29.9.83 חלפו תוך תוך שלוש וחצי שעות 46,579 עיטי חורף (*A. pomarina*) בעיר כפר קאסם (דברת, 1984).

כמות עצומה זו של עופות, המתכנסים משטחים של מיליון קמ"ר כדי לעبور תוך ימים ספורים מעל ישראל, עוררו את השאלה מהו הגורם המכונס אותם בתיאום כה גדול.

#### למרות המידע הרב שנცבר בתחום שנות ה-80, התגלו פערים גדולים בידע הקיים להבנת נושא הנדידה

##### של העופות הדואים מעל ישראל מהשיבות הבאות:

א. הסקרים שנערכו התקדו במספר מקומות נקודתיים, או על פני ציר שלא עולה ברוחבו על 10-20 קילומטרים, והתמונה הכללית על כמות נדידת העופות הדואים מעל כל שטח ישראל לקתה בחסר.

ב. המעקב בסקרים אפשר לקבל מידע על מני הזרוסים החולפים בנדידה, כמותם וזמן הופעתם, אך נייחות עמדות התצפית לא מאפשרת במדויק את נתיבי הנדידה לאורכה ורוחבה של ישראל, ואת קצב התקדמות הציפורים.

ג. המידע שנცבר התבסס כלו על אמצעים אופטיים קונבנציונליים בתצפיות מהקרקע (משקפות וטלסקופים בלבד). Evans & Lathbury (1973) ערכו אחר הנדידה בגיברלטר בעזרת צופים מן הקרקע ובמקביל במכשיר מכ"ם. החוקרים הגיעו למסקנה חד-משמעות, כי הצופים מן הקרקע רואים רק את הפרקציה הנוכחית של הנדידה, והמכ"ם את הפרקציה הגובה, ובעקבות זאת אי-אפשר להסתמך רק על רשות צופים קרקעית במיעקב סיסטמי אחר הנדידה.

הבדלים הגדולים בכמות הזרוסים שנצפו מדי שנה באותה גירה, בסקרים הנדידה הראשונים בכר קאסם, הביאו למסקנה מקבילה לתוצאות בגיברלטר. נוצר צורך למצוא שיטות מחקר חדשות כדי לאתר את אותן הציפורים שלא נצפו מן הקרקע. מסקירת ספרות בנושא מנקב אחר נדידה בעזרת מכ"מים הוברר, כי למרות עצמת הנדידה הגובה, והחשיבות הבינלאומית לישראל בנושא הנדידה, לא בוצע עד כה כל מנקב סיסטמי אחר נדידת העופות הדואים בעזרת מכ"ם, במטרה התיכון בכלל, ובישראל בפרט.

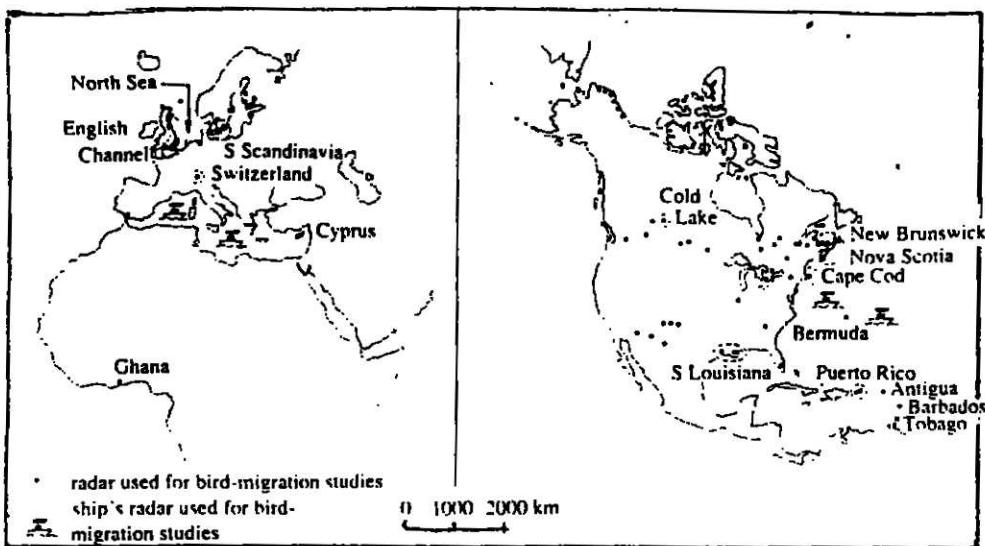
ד. לא היה בידינו כל מידע בסיסיאמין על גובה נדידת העופות הדואים. הערכת הגבהים השתמכה על אומדן גס של הצופים, ולא במידידה אמפירית מדויקת, שנitin להסתמך על תוצאותיה.

בעקבות זאת, בחלק מהימים שבהם לא נראה זורסים במקומות שאיתרו, לא יכולנו לוודא אם הזרוסים הנודדים הוסטו מערבה או מזרחה מה策יר, או חלפו בגבהים שלא ניתן לאתרם בעזרת המכשור האופטי המוגבל שעמד לרשותנו.

ה. מסקירת הספרות בנושא, הוברר, כי ניתן להשלים את המידע החלקי של חוליות הצופים הקרקעיות בעזרת מנקב אחר גלי הנדידה בעזרת דאון ממונע. מנקב מסווג זה נעשה באמצעות ראנון על-ידי (1971 Pennycuick), שנקב אחרי נשרים ושננים מושוטטים בקניה וטנזניה ופותח בהמשך על-ידי אותו חוקן גם למינים נוספים (Pennycuick, 1973). מנקב בדאון ממונע אחר זורסים נודדים בוצע גם באלה"ב (Hopkins, per Com.). בשבדיה בוצע מנקב בעזרת מכ"ם ובמטוס קל - פיפר - אחר עגורים (*Grus grus*) (Pennycuick, Alerstam & Larsson, 1979).

הוגדר הצורך לאותר כל-טיס מתחאים בישראל, שיוכל להציג אל הלהקות הנודדות ולמפות במדויק את נתיב נדידתן, גובה התעופה וקצב התקדמות הלהקות.

איור מס' 2 - מקומות המחקר המרכזים בעולם שבהם ערכו בעזרת מכ"ם אחר נדידת הציפורים עפ"י Alerstam (1990).



ו. לא ניתן לבצע מחקר נדידה בסיסי, בלי להתייחס להשפעתו המרכזית של האקלים על השונות בנדידה בציר הזמן, נתיב הנדידה וגובהה. מספר מחקרים בסיסיים ו- Reviews הצביעו היטב את תפקידו המכריע של מג-האוויר במשטר הנדידה. (Lack, 1960; Haugh, 1972; Kerlinger, 1989; Richardson, 1982; Alerstam, 1978; ואחרים).

במחקר חיוויי כמות נדידות דורסים ברכסי האפלצ'ים בצפון אמריקה הראו Titus & Mosher (1982) את הקשר בין שינוי תנאי האקלים לכמויות הדורסים הנראות בנקודות צפייה שונות לאורך הרכס. בכל העבודות הפורה-למינריוט לא הייתה כל התיחסות סיסטטמית לנושא האקלים והשפעתו המרכזית על הנדידה. לכן נוצר הצורך למדוד את השפעת מג-האוויר על מרכיביה השונים של הנדידה.

**لتיאוף:** ישראל ממוקמת בנקודות- מפתח בעלת חשיבות בינלאומית בנושא נדידת העופות הדואים. בשני העשורים האחרונים חלה עלייה משמעותית במספר המחקרים שנעשו במטרה התקין בכלל, ובישראל בפרט, בנושא נדידת העופות הדואים. עם זאת, המידע היה מוגבל וחלקי עקב חוסר פיתוח שיטות מחקר מקבילות שתאמתנה את הנתונים שנאספו על-ידי צופים בלבד, ותפותרנה מספר שאלות-יסוד בסיסיות להבנה התופעה. בעקבות זאת, בוצע המחקר הנדון.

## 2.1 הנזקים החמורים בעבר למטוסי חיל-האוויר מציפורים נודדות (1983-1970)

התנקות של מסה כה גדולה של עופות דואים, שחלקם מגעים בגלוי נדייה של עשרה אלפי פרטם ליום, ולעתים גם מאות אלפי פרטים ליום, וכל זאת מעל לנפח האווירי המצוומצם של ישראל, יוצרת בעית בטיחות טיסה חמורה ביותר למטוסי חיל-האוויר, ולהכי טיסיו.

הבעיה החמורה באופן משמעותי עם החזרת סיני לידי המצרים, באפריל 1982, כשפעילות חיל-האוויר הוצטמה לגבולות הצרים יותר של המדינה.

ניתוח שיעורי ההיפגעות מציפורים, במערכות מטוסי-הקרב של חיל-האוויר בין השנים 1972-1982, מלמד על 5 עובדות חשובות ביותר:

א. בשנים אלו אירעו מאות תאונות כתועאה מפוגעות ציפורים.

ב. הפוגעות הרבות אירעו בחוששי הנזירה העיקריים - באביב: אפריל - מאי, ובסתתי: ספטמבר - אוקטובר.

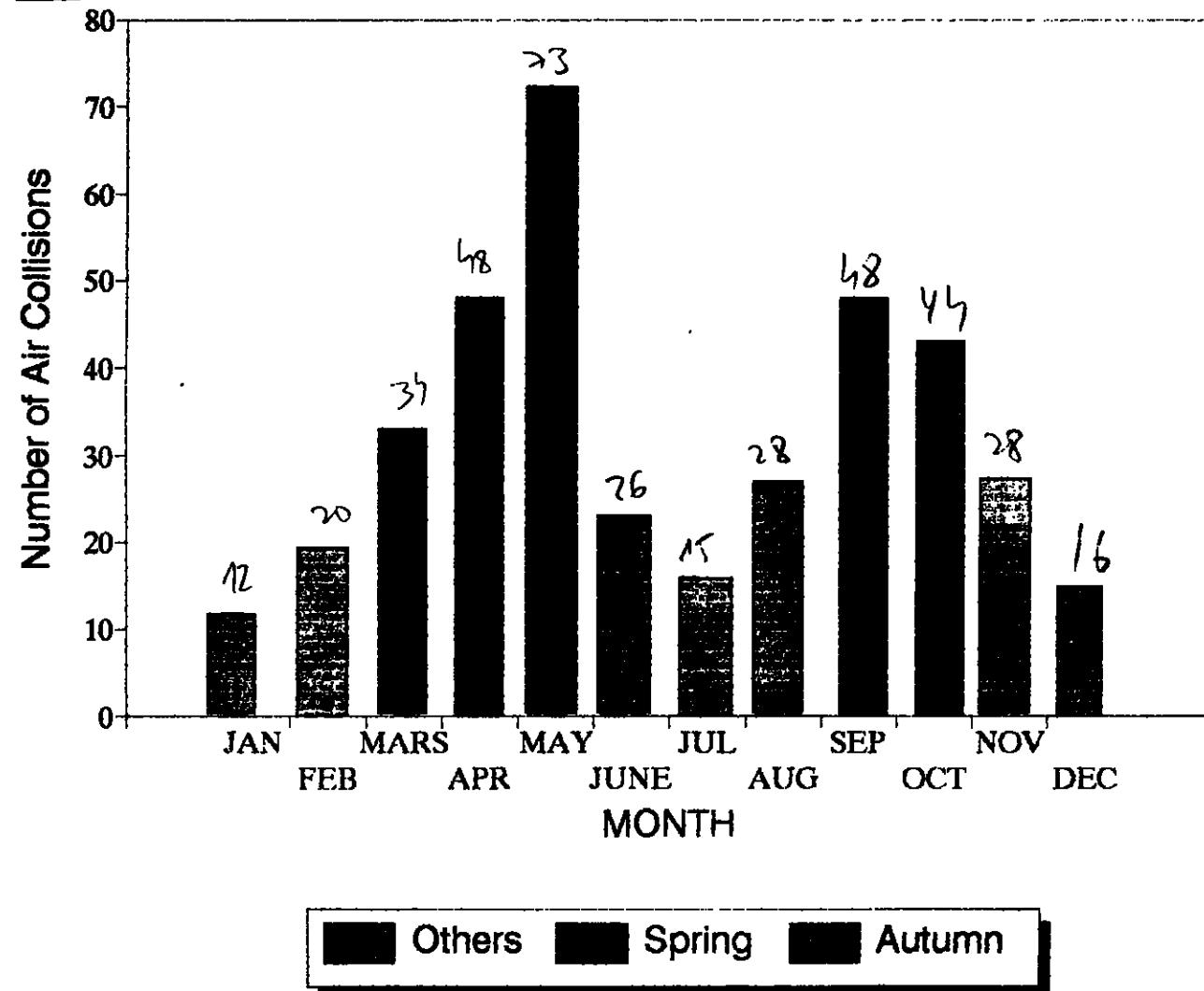
ג. 74% מהתאונות החמורות ביותר, בהן התרסק מטוס או שנגרם נזק כבד (מעל מיליון דולר) אירעו בחודשי הנזירה.

ד. הנזקים מציפורים נודדות בעשר השנים עלו עשרות מיליון דולר.

ה. טיס קרב נהרג מפוגעת שקנאי נודד.

**איור מס' 3: סך-כל ההיפגעות מציפורים בחוששי שונים בשנים 1972-1982 במערכות הקרב של חיל-האוויר**

**Fig. 3. Total number of bird-aircraft collisions in the Israel Air Force 1972-1982**



כדי להדגיש עד כמה מסוכן המפגש בין עופות נודדים למוטס-קרב, מובאים להלן נתונים, הממחישים זאת.  
\* עורב שמשקלן 450 גרם, הפגע בשמשת מכונית הנוסעת ב מהירות 80 קמ"ש, ינפץ את השמשה בכוח של 151 ק"ג.

- \* אותו עורב המתגש במוטס-קרב, הטע ב מהירות 800 קמ"ש, יפגע בו בכוח של 100,151 ק"ג.
- \* דיה, משקלה כ-900 גרם, תפגע בכוח של 500,722 ק"ג.
- \* נשר, משקלו כ-5 ק"ג, יפגע בכוח של כ-50 טון.
- \* שכנאי, משקלו למעלה מ-7 ק"ג, יפגע בכוח של 100 טון.

תאונות מוטסים הנגרמות על-ידי ציפורים הן בעיה בינלאומית, אך כאמור, בגל מיקומה הגיאוגרפי המיעוד של ישראל, היקף הבעיה חריף במיוחד למרות שטחה המצומצם.

אימוני חיל-האוויר על מאות מוטסים בנפה האוירי כה מצומצם, העמוס במשך ששה חודשים בשנה מיליון ציפורים נודדות, הביא בהכרח למספר הפיגועיות גבוה, ונזק כספי ממשועתי ביותר למערכת הביטחון, שלא לדבר, כמובן, על סיכון חי הטיסים. עד לשנת 1983, לא התמודד חיל-האוויר באופן בסיסי בניסיון לפתרור בעיה זו. החזרת סיני לידי המצריים באביב 28', שהקטינה באופן ניכר את הנפה האוירית לאימוני חי'א, החריפה מאוד גם את הקונפליקט עם הציפורים הנודדות.

במרץ 1983 פנית לייעוץ לטיסה בחיל-האוויר, בבקשת להיעזר במוטס "צסנה", במטרה לעקוב אחר נתיבי הנדידה העיקריים וגוביהם.

במפגש הראשון עם קציני חיל-האוויר הובהרו לנו, לפטע, הנזקים החמורים מהציפורים הנודדות. בעקבות מפגשי עבודה ראשונים אלו, עבדה הצעת מחקר משותפת לחיל-האוויר, לחברה להגנת הטבע ולאוניברסיטת תל-אביב, שהייתה גם מסגרת מחקר לתואר שלישי. תכננתי לבצע מחקר, שמסקנותיו יושמו באופן מבצעי בפעולות האימונים של מוטס-חיל-האוויר, במנמה להקטין באופן ניכר את הסתבותות הפיגועיות מוטס-חיל-האוויר מהציפורים הנודדות.

למרות שמפקד חיל-האוויר הקודם הגדר בתקופה זו את הגברת בטיחות הטיסה באימונים כאחד מיידי חיל-האוויר המרכזיים, לא נכנסה הצעת החוזה המשותף לפעולות מיידית עקב מגבלות תקציביות קשות, שהיו על חיל-האוויר בתקופה זו בשל האינפלציה הדזהרת.

בנדידת אביב 1983 – בשבוע נדיות השיא של איות ה策עים (3.5.83), עת חולפים כ-3/4 מיליון דורסים תוך ימים ספורים בלתקות ענק בשם ישראל – כ-5 בiami, פגעה אחת מאות ה策עים ב"סקיהוק", שטס בנתוט בגובה נמוך מזרחית לחברון, חזרה לחופה ומצא שהיא מפעילה את CIS-A-HMPFLT, שוברת לטיסות חוליה בצוואר, ומוטס-קרב נוסף נמזהה ממעצת חיל-האוויר. הטיס צנחה מעלה, וניצל בנס. בעקבות איירוע זה החליט חיל-האוויר להיכנס באופן ממושך למחקר המשותף.

2 הצלומים של אל"ם ע., מפקד ביה"ס לטיסה בחיל-האוויר, שנפגע לפני מספר שנים מציפור שחדרה לחופתו, ממחישים היטב את הסכנה הרבה מהציפורים, למרות שאירוע זה התרחש "בנימוק החופה בלבד", ופגיעה קלה בצוואר.



למעלה: חוף מטוס, שהתרסקה  
מפגיעה חסידה לבנה.

מימין: אל"ם ע. לאחר פגיעה החסידה  
שחדרה למטוס ופגעה בצווארו.



## 3.1 מטרות המחקר וחשיבותו

### A. מטרות המחקר

1. האם קיימת חוקיות שנתית ועונתית (סתיו ואביב) בכמות הופעת הציפורים.
2. האם קיימת חוקיות שנתית ועונתית בזמני הופעת הציפורים ובמשך אורך גל הנדייה.
3. האם קיימת חוקיות בתיבי הנדייה מעל ישראל (המישור האופקי) – בחותך יומי, עונתי ושנתי.
4. האם קיימת חוקיות בגובה הנדייה (המישור האנכי) ובמהירותה.
5. כיצד משפיעים גורמים אקלימיים וביוולוגיים על השונות במערכת זו.
6. האם ניתן לחזות את השינויים במאפייני הנדייה ולישם בחיל-האוויר.

### B. חשיבות המחקר

למרות שטחה המצומצם של מדינת ישראל, היא ממוקמת בנזוזה יוצאת-זוף, המהווה מפגש של שלוש יבשות. אי-לכז, מהוות ישראל "צואר-בקבוק", אליו מתנקזים באביב ובסתיו חלקים ניכרים של האוכלוסייה העולמית, או כולה, של מספר מינים של עופות דואים. השימוש של המיקום המיחוץ והשתח הקטן של ישראל מאפשר לחקור מספר תופעות-יסוד הקשורות לנדייה, שלא ניתן לעקוב אחריהן באזורי הקינון או החירפה. לתופעה יהודית זו, קיימת רק עוד מקבילה אחת בעולם לישראל – פנמה, מעלה חולפות אוכולסיות ענק של עופות דואים בין צפון ודרום אמריקה.

הרכיב הגבוה של עופות דואים נודדים בנפח האויר המוגבל של ישראל, גרם לנזקים חמורים ביותר לחיל-האוויר הישראלי. למדוד החוקיות בנדיות העופות הדואים, יאפשר לישם את תוכניות המחקר בחיל-האוויר – למנוע פגיעה בחיי טיסים, ולהשוך عشرות מיליון דולרים לשנה מתקציב הביטחון.

במקביל, יאפשר הידע, שנוצר במחקר, לפתח ענף כלכלי וחינוכי חדש בתעשייה חזק ופנימי, שיחשוף בפניו כ-10 מיליון חובבי-ציפורים המתעניים בעולם, את יהודה של ישראל בנושא, כאשר תצפית בעל חשיבות בינלאומית.

## 2 שיטות המחקר

### 2.1 משך המחקר, עונות המקבב ואופן תפעולו.

#### משך מחקר:

המחקר החל בשלוש שנים תצפית ראשוניות, בין השנים 1982 – 1984, בהן נפרסו חוליות צופים קרקעיות לרוחב ציר נديث הסטיו: כפר קאסם – חוצה שומרון, ובאביב 1983 בהרי אילת. בשנת 1985 הוקדשה לבחינת שיטות מחקר חדשות במקביל לרשות הצופים, בוגמה לבסס עליהם, במידה ותוכננה את עצמן, את עבודת הדוקטורט. בחנו את כושרו של מכ"ם הגישה בנמל-התעופה בן-גוריון לאותות להקות של עופות וזאים. בחנו אפשרות מעקב סיסטמי אחר להקות ציפורים באמצעות קל ("יצנרה"), ואפשרות שילוב ואיימות המידע מרשת הצופים הקרקעית (שנפרש באילת, באביב, ובאזור חוצה שומרון, בסטיו) עם המכ"ם והמטוס. בسنة 1985 פרסנו, לראשונה באביב, רשות חוליות צופים בדבר יהודה, ובמקביל במוצבים לאורק קו הפרודה המצרי, כדי לקבל תמונה רחבה יותר על ציר הנديث באביב. בעקבות תוצאות ארבע שנות המחקר הראשוני, התחיל המחקר לתואר שלישי באביב 1986 והסתיים בסטיו 1986, סך-הכל 4 עונות נديث אביב ו-4 עונות נديث סטיו. בהתבסס על הנתונים הראשוניים, הוגדרו חודשי נديث האביב: מרס-אפריל-מאי (באילת, גם מלחית שנייה של פברואר) וחודשי נديث הסטיו: אוגוסט-ספטמבר- אוקטובר-נובמבר, ובהתאם המשכה בעבודת השדה במשך שבעה חודשים מדי שנה.

#### שיטות איסוף הנתונים:

במחקר הופעלו 5 שיטות איסוף נתונים שהופעלו, בחלקן, במקביל, הלימנו ואיימו זו את זו: רשות צופים קרקעיות, מטוס קל, דאון ממונע, מטוס זעיר ללא טיס (מזל"ט) ומכ"מים. שיטת מחקר זו העלה מספר בעיות לוגיסטיות ובעיות שליטה קשות:

- א. פרישה של עשרה צופים על שטחים גדולים ברחבי המדינה, לעיתים בשני אזוריים גיאוגרפיים שונים.
- ב. בעבודת שדה ממושכת בכל עונה, שנמשכה לעיתים עד ארבעה חודשים רצופים.
- ג. שליטה במספר מערכות מחקר, השונות לחלוון באופין, אך חייבות לעבוד בו-זמנית במקביל.
- ד. תיאום בין גורמים רבים, חלקם הגודל צבאיים, שהיו צריכים לאשר דרכי מחקר לא שגרתיות (כמו למשל: טיסות מעקב באזורי אסורים לטיסה, שימוש אזרחי במתקנים בייחוניים מסווגים וככ').

כדי להתגבר על הבעיה שפורטו, הופעלו במחקר בו-זמנית בין 6 – 10 עזרי-מחקר בשכר, כשל אחד ריכז תחומי מסוימים מן המחקר: כך, למשל, ריכזו קצין מילואים מיחידת הבקעה של חיל-האויר את המקבב המסור במכ"ם בעורת 2 – 4 מוכ"מות שסיפק לנו חיל-האויר. 2 – 4 צפירים מנוסים חלקו בינהם גזרות אחראיות לעמדות תצפית רבות שאישו על-ידי רשות המתנדבים, טיס דאון ממונע ריכזו את השיבוץ החודשי של הטיסים והלוגיסטיקה סביב הטיסות וכו'.

עובדות הכנה מזוקחת בין עונות המחקר אפשרה לתפעל את המערכת הרחבה בזמן הנديث באופן ייעיל.

החוקר תכנן וארגן את כל המערכת הלוגיסטית שתוארה, ואת כל התיאומים בין גורמי המחקר המקבילים. בנוסף, השתתף החוקר אישית ב-63% מטיסות הדאון הממושע, ב-47% טיסות המטוס הקל ובכל טיסות המזוליט היה פיזית בקרון הבקרה. יתר הזמן בשזהו הוקדש לשהייה במכבים ועובדת עם צוותי הצופים הקרים.

## 2.2 פירוט שיטות המעקב במחקר

### 2.2.1 רשות הצופים הקרים

מעקב אחר נדיות דורותים בעזרת צופים מן הקרים החל כבר במאה הקודמת, אך זהה לתנופה גדולה של איסוף נתונים סיסטמטי בין השנים 1950-1970 (Fuller & Mosher, 1986; Heintzelman, 1970, 1981).

בתקופות-פתחות רבות החלו לצפות בצפון אמריקה בנדיות הדורותים, בעיקר לאורך ובכשה רכסיים, שבחלקים נאספו נתונים משך יותר מ-45 שנים, כדוגמת Hawk Mountain ברכס האפלאצ'ים (Cape Kochenberger & Dunne, 1985; May, 1977), Nagy, 1986 (Hough, 1980; Bernis, 1980; Safriel, 1973; Evans, 1973; Porter & Willis, 1968), אילת (1968) ואחרים. ברוב-רובם של מחקרים אלו, עדין בדרך כלל מספר צופים בודדים בנדיות-הפתחה שאיתרו נדיות מעבר השיא, ואיסוף הנתונים היה נקודתי, או התבسط על לא יותר מ-2-3 עמדות. (ראה מפה מס' 1).

הבעיה הראשונה שעמדה לפנינו, הייתה לאתר את צירי הנדייה. לצורך זה פרסנו רשות צופים קרעים בחזית רחבה מואוז, במנגמה לרכז מידע על אחוז שטחיים יוטר של הנדייה, ולאחר מכן ציר הנדייה שלעיתים משתנים לאורך שנות היום.

בנדידת הסטיו הצלחנו להגיע למכב, בו כוסתה מדינה ישראל לכל רוחבה (~70 ק"מ) במעטה מ-20 חוליות צופים קרעים וכך התקבלה תמונה מצב אמינה יותר בהשוואה למחקרים קודמים במקומות אחרים: דברת (1984, 1985, 1986, 1990, 1990) לשם (1986, 1989, 1989).

שיטת זו התבسطה על פרישת חוליות צופים במרחקים ממוצעים של 2-3 קילומטרים בין עמדה לעמדה, כשהרצף העמדות יוצר קו מאונך לכיוון התקדמות חזית הנדייה: בנדיות הסטיו נפרסו העמדות בקו מערב-מזרח, ובנדידת האביב, הן באילת והן בנגב המערבי, בקו צפון-מערב לדרום-מזרח בהתאם לחזית כניסה העיפורים מסיני.

בסקרי נדיות הסטיו נפרסה רשות הצופים בעיר צומת מורשה - כפר-קאסם - כביש חוצה שומרון עד למלחה אפרים במצרים, וזאת בהתבסס על סקרים ראשוניים שארגן דברת בנדיות הסטיו בין השנים 1977-1981 (דברת 1981).

החל משנת 1988 נאלצנו להעביר את קו הסקר כ-80 קילומטרים צפונה, וזאת בעקבות אירוע האינטיפאדה, שלא אפשרנו לפזר שירות צופים ללא אבטחה על ציר חוצה שומרון. חוליות הצופים נפרסו החל מסתיו 1988 לרוחב המדינה בעיר ירושלים - עמק בית שאן (ראה מפה מס' 3).

בנדידות האביב, התבסטו באילת על נתוני הסקרים הראשונים של Christensen et al (1981) וספריאל (1968) ופרנסו חוליות צופים במשך 5 שנים: שנת הצפיפות ראשונית ב-1983, ו-4 שנים נוספות 1985-1988 (שירichi, 1986, 1987, 1990). התוצאות נפרשו בשלוש עמדות צפיפות קבועות ושתי עמדות ניידות ברכב בהתאם לתוצאות הער בעשות היום (ראה מפה מס' 2).

בשנת 1985, פורסנו שני סקרים ראשוניים במטרה לאתר את צירי הנדידה ממערב לאילת לרוחב הנגב ומדבר יהודה: סקר אחד נערך לאורך מוצבי צה"ל בכו ה הפרדה המצרית וסקר מקביל שנערך לרוחב מדבר יהודה באורך מצוקי דרגות, התבסס על שתי עמדות קבועות ועמדת שלישית ברכב נייד. לאחר איתורו מקום המרכז של ציר נדיות החסידות המערבי בין קו קצינות לצומת רעים, הוחלט להתמקד במקבב סיטטמטי בציר זה, ובציר המקביל בהרי אילת. חוסר יכולת לוגיסטית לנחל ציר מעקב שלישי בנגב ובמדבר יהודה, והקשיים להלין במוצבים של צה"ל מוגבלים מחו"ל, הביאו להחלטה, לוותר במחקר זה על אזור המקבב השלישי.

בהמשך, נפרשו בין השנים 1986-1990 4 חוליות צפיפות בציר הנגב המערבי, בו התקנו רוב נדיות החסידות (ראה מפה מס' 2).

למעלה מ-150 צפירים מתנדבים, מ-17 מדינות שונות, בעלי ניסיון בסקרים קודמים, לקחו חלק בסקרי האביב באילת ובנגב, ובשתיו בעמקים הצפוניים, ובחוצה שומרון, שכונותיהם ישראליים מנהלים את עבודותם: (לשם, 1986; דברת, 1987; שירichi, 1987).

כל אחת מעמדות הצפיפות אוישה ב-1-3 צפירים בהתאם לאמינות האנשים בשיטה. בכל עמדה נמצא לפחות צפר בכיר ומונשה שרכש ניסיון קודם בספירת עופות דו-אים. הczprim הפחות מנוסים רשמו את הנתונים, ועזרו באיתור הלהקות ובספירה.

הספרה בוצעה בזמן שהעופות הדואים נטשו את התרכימה והחלו לגלוש, כשהזופה מונה את הציפורים החוץות קו קבוע מוגדר בשמיים. כשבוצמת הנדידה חלשה – נספרו הציפורים אחת לאחרת, כשהנדידה התעצמה למאות פרטיהם, שחלו תוך כמה דקות, נספרו העופות הדואים בкопולות של 10, ובהתאם לגודל עצמתה הנדידה בкопולות של 100 או 1000.

מסתיו 1985, היה בכל עמדות צפיפות מכשיר קשר. מכשירי הקשר סופקו על- ידי חיל-האוויר לסקר חוצה שומרון, הרי אילת ונגב מערבי. סך-הכל 30 מ.ק. 77. חיל-האוויר הקצה גם תדר נפרד לסקרי הנדידה שאיפשר לדבר באופן חופשי וליעיל את ניהול המקבב. למכשירי הקשר היה תפקיד חשוב הרן בשליטה על המערכת והן במניעת כפליות בספירת להקות בין התחנות הסמוכות.

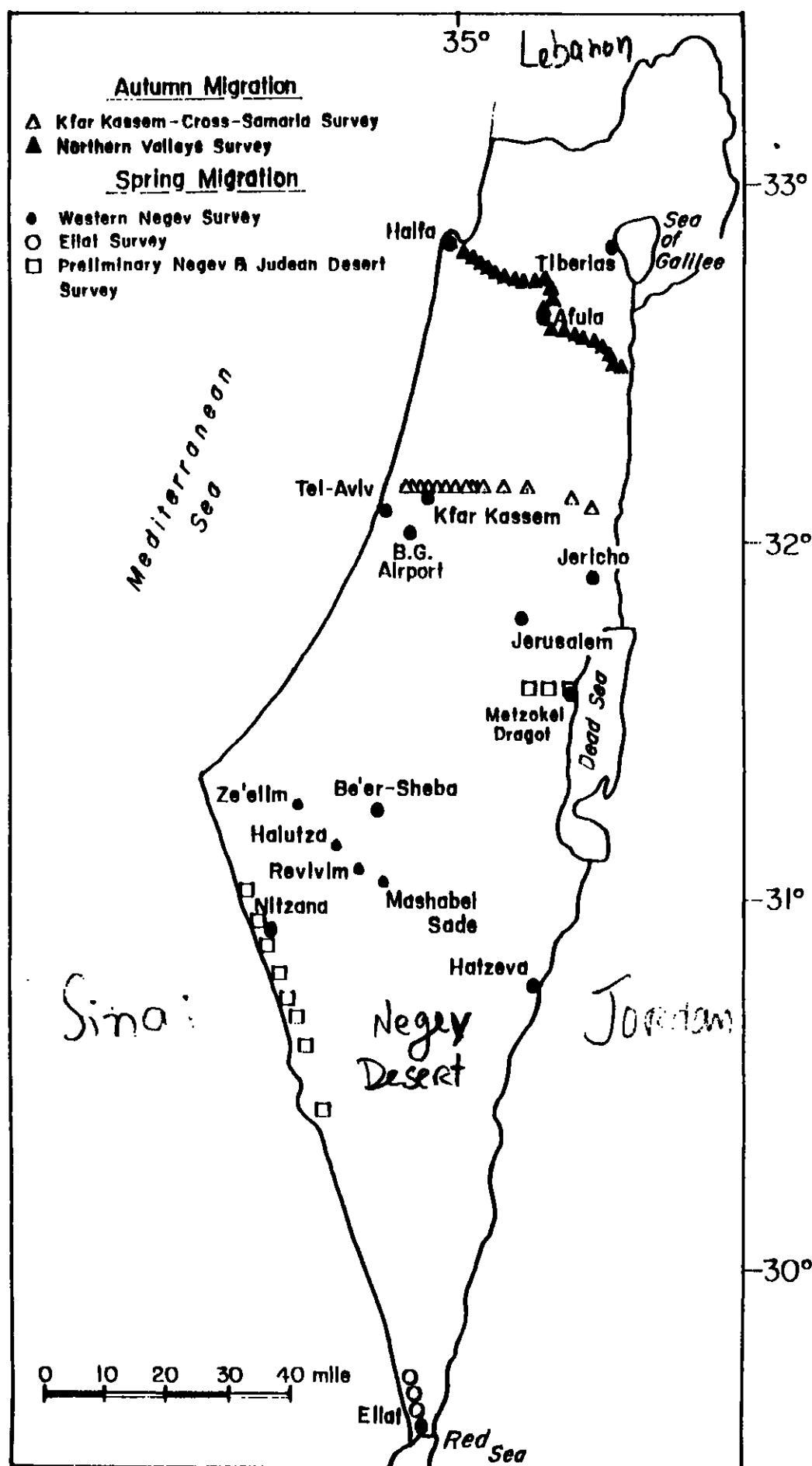
רכיבי הסקר נעו ברכב בין העמדות, ובהתאם לדיווחי הצופים בקשר, יכולו להתמקם בזמן אמיתי בעמדות בין התחנות, שבהן גולה במשך היום עצמת הנדידה. בסקרי הסתיו בעמקים הצפוניים הגענו לנצח, בו חולק רוחב המדינה לשולש גזרות, כשבכל גזרה נע רכו אורי עם רכב ומכשיר קשר, וכן הפעלה מערכת הצפיפות באופן יעיל ביותר.

שיטת הסקר רב-העמדות שפיתחנו, עלולה לגרום לכפליות בספירה, למרות שרשת הצופים פוארה על חזית אחת בלבד: דורסים שהתרוממו בבורר מלינת הלילה בMOTECH, עפים לעתים ישירות מערכה על מרדות השומרון כדי להתכנס לנטיב, ועלולים לחלו על מספר עמדות ולהיספר פעמים אחוות. תעופת להקות לכיוון דרום-דרום-מערב עלולה לחלו ליד עצמה אחת ממערב-מערב, וליד שכנהה מדרום-דרום ולחיספר בטעות פעמים.

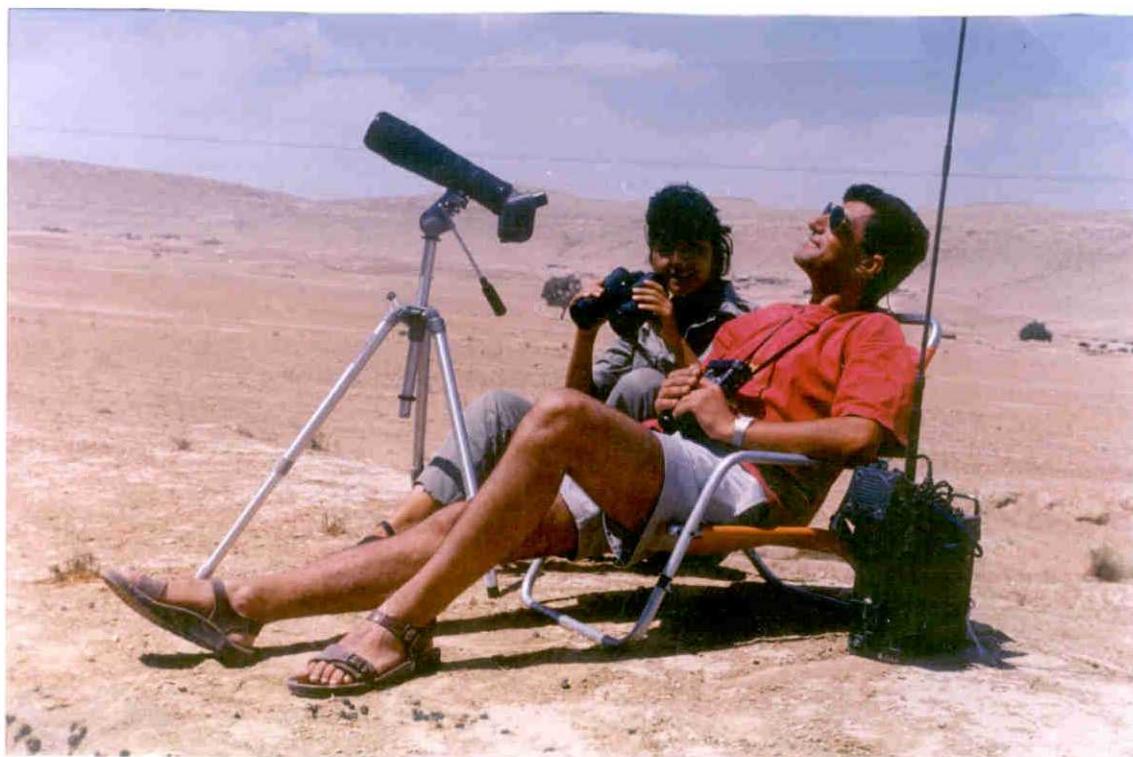
בימי נדיות שיא, יש לעיתים "שורץ" מתמשך של דורסים לאורך של עשרות קילומטרים, העול בغال רוחות צפון-מערבית להיסחף מארחה, כך שחלק מהציפורים תעבורנה 2-4 עמדות ותגוננה שוב לכפליות. חלק מהצופים, שמעל עמדותם לא מתרחשת נדייה, יש נטייה לחפש ולספור להקות רוחקות העוברות בעמדות המקבילות.

מפה נא, 2: אפרות הסקירות השונות של רשות הוצאות הקרקעים

**Map 2: Distribution of the Ground Observer Network in the Various Survey observation posts**



תמונה מס' 2: עמדת תצפית בסקר נגב



תמונה מס' 3: עמדת תצפית בסקר הרטיאו: כפר-קאסם 5 1985 (חצופית מימין: ראשון, רביעי ושביעי – אורחים)



כל חוליות צופים קיבלה דפי רישום סטנדרטיים, שבהם נרשמה שעת התצפית, המין, הנקודות, כיוון התעופה, המרחק של הלקה מעמדת התצפית, גובה משוער, שחיפה וכל מידע רלוונטי אחר. בדיקה מדויקת של דפי התצפית על-ידי מרכז הסקר אפשרה להפחית את הcpfilioות שנרשמו. במקביל, היה גם למשרדי הסקר תפקיד נכבד במניעת cpfilioות.

מתברר, כי אחוז גובה של cpfilioות נרשם בימי גלי השיא של איזות הזרעים (*Pernis apivorus*) ועיטי החורף (*Aquila pomarina*). באיזות הזרעים הגיעו לעיתים אחוזי cpfilioות ל-15%-42% ובעיתים החורף אף גבוהים יותר. בטבלה מס' 3 ציינו את הסכום הכללי של נתוני הסקר, את הנקודות ואחוז cpfilioות שבוטלו בכלל ספירות כפולות בכל שנה.

בסק-הכול בוצעו במחקר 28,800 שעות תצפית של צופים קרקעיים לשנה (הערכה לפ: 30 צופים בסתיו X 10 שעות תצפית ליום X 60 ימים; אביב: 12 צופים X 10 שעות X 90 ימים). ובממוצע 4 שנות המחקר ו-4 שנות התצפית הראשונית - 224,000 שעות תצפית.

## 2.2.2 מעקב בעזרת מטוס קל

שיטת מעקב זו באה להשלים את המידע שנאוסף בעזרת הצופים מן הקרקע. הצורך בתצפית מן האוויר נובע מכך שהתצפיות מן הקרקע מבוססות בעיקר על נקודות-תצפית נייחות, ובאמצעים אופטיים קובנוציונליים, המידע שנאוסף מוגבל לקויה החתך שנבחרו על-ידי מארגני המחקר, ולא מאפשר לקבל מיפוי מפורט של נתיבי הנדידה לאורכה של הארץ. המידע על גובה הלகאות הנודדות שנצפה על-ידי הצפרים מהקרקע מבוסס על אומדן גס שאינואמין די. המගבלות האופטיות של העין, מנעו מלהצופים לאתר להקות, גם בעזרת מכשירים אופטיים, מעל לגובה של שני קילומטרים (תלו בגודל הלקה) (Sattler & Bart 1985).

לראשות המחקר הועמד על-ידי חיל-האוויר מטוס קל מסוג Cesna 206, בעל מנוע אחד של 500 כוחות סוס. במטוס 5 מקומות ישיבה (טייס+4). במטרה לקבל סטנדרטיזציה של התוצאות ורכישת מויינות גבוהה של איתור הלקאות, הוקם צוות טסים קבוע שהtabביס על טיס "ৎסה" מחיל-האוויר, שהוא גם צפר מנוסה, החוקר, טיס נספ שרכיב את נושא בטיחות הטיסה והציפוריים בחיל-האוויר, ועוד 1-2 צפירים מנוסים מוחלוות הסקר שהתחלפו ביניהם.

הצופים (מלבד הטיס) איתרו את הלקאות בעין, או בעזרת משקפת-שדרה וגיליה. התצפיות הוקלטו בזמן הטיסה ברשmekol מנהלים מדוגמ "סוני", וועבדו לאחר-מכן. בשנת המעקב הראשונה (1985) המראנו ביום שבת הייתה צפיה נזירה חזקה, ובאופן אקראי ניסינו לאתר באוויר להקות נזירות ולקובב אחריהן.

התברר, כי השיטה אינה עילה דיה ולעתים בזבזו שעות טיסה יקרוות תוך איתור להקות בודדות וקטנות שלא אפשרו מעקב מסודר. בעקבות זאת, שונתה השיטה, ובשנת 1986 הועמד המטוס בכוונות ביום שבת ציפינו לנזירה גדולה, ועם קבלת דיווח מוחלוות הצופים בזמן אמיתי על הופעת להקות גדולות, המראנו לאוויר, והצטרפנו להקות.

בשלב ראשון, ניסינו להצטוף בעזרת ה"ৎסה" להקה מוגדרת, ולטוס אליה במשך שעות ספורות תוך רישום הנתיב וגובה הנדידה. התברר, כי רعش המנוע מפחיד את להקות הציפוריים ומפזרן לכל עבר. מהירות הטיסה של ה"ৎסה" הייתה גבוהה מדי לעקוב ברכזיות אחר להקה אחת מוגדרת וגם רזיזס הסיבוב הגדל יחסית של המטוס ביטל את האופציה למעקב מסוג זה.

מאוחר יותר התגלתה ה"צסנה" ככלי מעקב יעיל בימי שיא של נזירה: פיתחנו שיטה, בה כדי לא להפחיד את הציפורים טסו במקביל ומעט מעל הציפורים הנודדות בטוחים של מאותם עד שלוש מאות מטרים מהלהקה. בזמן הגילה מהתרמיקה, כשהתפחוו "שורcis", איתרנו את איזמות ההתקומות, ובהתאם "עקבנו" את הלהקה בגלל מהירותנו העדיפה, עד שאיתרנו להקה חדשה. בשיטה זו הצלחנו לעקוב אחר נתיבי הנזירה העיקריים ולמפותם. כן נשפו נתונים לפי מז-גובהה של המטוס על גובה בסיס וגג התרמיקות. השיטה פעלת היטב גם בטיסה הפוכה ב-180°, כנגד ציר ההתקומות של הציפורים, אך בשיטה זו המהירות היחסית לציפורים גדולה, ופחות נוח למפות את הנתיבים.

שיטות המעקב בעזרת המטוס הקל אפשרה לקבל גם אומדן טוב על מספר הלהקות וגודלם ליחיות מרחק וליחיות זמן.

הטיסות במטוס הקל אפשרו גם תשובה שלילית על הימצאות או אי-הימצאות ציפורים באורבים בהם לא הייתה ברורה לנו תמונה הנזירה.

סך-הכול בוצעו 29 טיסות במטוס הקל ("צסנה") בסך של 40:43:8 שעות טיסה.  
למרות שה"צסנה" לא התאימה למעקב רצוף אחר להקה מוגדרת, היא היוותה כלי מחקר טובiae לאיתור נתיבי נזירה עיקריים לקבלת תמונה כללית על נתיבי הנזירה, בעיקר בימי שיא הנזירה.

המטוס הקל בהשוואה לדאון אפשר למסות שטחים גדולים יותר בפרק זמן מוקצב, ובנוסף, מטיס + צופים לעומת אחד בדאון, ולכן ה"צסנה" עדיפה לאיתור ומיפוי צירי נזירה.  
המטוס ביצעה שירות ייעודי לאימונות כושר ההפרדה של המכ"ם, וזיהוי המינים הנודדים לפי הכוונת המכ"ם.

**תמונה מס' 4: מטוס ה"צסנה" הצבאי בו השתמשנו למעקב.**



## 2.2.3 מעקב בעזרת דאון ממונע

מגבלה המטוס הקל לא אפשרו לנו לטוס באופן רצוף עם להקה בודדת של עופות דואים במטרה למפות את נתיבי הנדידה המדויקים, גובה התעופה בתרכיקות השונות וקצב התקדמות הליהקה. אי-לכז נאלצנו לחפש קל-טיס אלטרנטיבי שיווכל לתקדם באופן איטי, המקביל لكצב התקדמותם של העופות הדואים ובלא להפחידם.

בשנת המחקר הראשונית (1985) נבדקו שני קל-טיס נוספים:

**א. גלשן-רווח (Hang Glider):** זהו קל-טיס פאסיבי המתבסס על זרמי אויר עולמים ותרמיקות. טיסים רבים במעוזו הדואיה של גלשנ-רוות, דיווחו על דאייה משותפת בתרכיקות עם דורסים וחסיזות. הבדיקה העתיה, כי בכלל התלות המוחלטת של הגלשנים בתרכיקות ובאתרי המראה נקודתיים קבועים, לא ניתן לבצע מעקב סיסטמטי ממושך עם להקה בודדת, והגשן מתאים למעקב רק אחריו תנועה מקומית של להקת ציפורים. רק בימים עם תנאי דאייה אידיאליים (ימים בודדים בשנה), מתאפשר לדאות עם להקה למרחק של עשרות קילומטרים בודדים וכן נפלט קל-טיס זה.

**ב. גלשן-רווח ממונע (Ultralight):** נבדקו ביצועי גלשן-רווח ממונע בעל מושב כפול לצפר ולטיס. יתרונו הנדול של הגלשן הממנע הוא ביכולתו להמריא ממנחת עפר קצר של 300 מטרים בלבד, וכיימים מוגבלים רבים ככלא ברחבי הארץ. גם הימצאותם של עורות טיסי גלשנים ממונעים בישראל, המחששים נושאים רב-אתגר כמו מחקר הנדידה הנזון, היווה יתרון. בזיקת הגלשן הממנע נתנה גם היא תוצאות שליליות, מכיוון שהמנע שלו מריעש מאוד ומפחיד את העופות הנודדים, מכל הזילק מאפשר שעתיים טישה בלבד וייחד עם זמן התזהה למנחת, מאפשר רק כשעה וחצי טישה נטו עם להקות הציפורים. הגלשן הממנע מתנקשה מאוד בטיסה יציבה מעל אזורי הררים ומצוקים וסובל לעתים קרובות מתחותות (הכוחות המעלים ומוירדים את המטוס שלא בשליטת הטיס), העולמים לס肯 את חייו הטיס. מכיוון שהקל נכבד מהנדידה חולף באזורי הררים, נפלט גם השימוש בкл-טיס זה במחקר.

רק באביב 1986 הצליחו למצאו קל-טיס שהתאים ביותר לשיטות המחקר שחויפשנו: בשדה תימן, שמצפון מערבית לבאר-שבע, איתרנו דאון ממונע ייחיד מסוגו בארץ השיך לאלי פרץ, והוא פעיל במסגרת 'מרכז הדואיה בנגב'.

הדאון הממנע הוא מודגム SZD-45A OGAR מתוצרת PZL, פולין. לדאון ממונע תעופתי בנפח 1700cc, כוחות-טוט מותוצרת LIMBACH, גרמניה. הממנע ממוקם מאחוריו הכנף, ומאפשר לדאון יכולת המראה והתעופה עצמאיות.

**מוסת הכנף - 17.70 מטרים, אורך הגוף - 7.95 מטרים. גובה הגוף - 1.72 מטרים. מהירות מקסימלית - 225 קמ"ש. מהירות מינימלית (עם מנוע) - 82 קמ"ש.** בדאון שני מקומות ישיבה הממוקמים בחזית, במקביל זה לזה. החופה רחבה ביותר. המדף ממוקם מאחוריו החופה, וכך מossible שודה-ראייה נרחב לשני הצופים, באוזיות גדולות באופן משמעותי בהשוואה למטוס כל. יכולת ההטענה של הדאון מוגבלת ל-250 ק"ג, ומאפשרת, בהתאם, נשיאת משקל טיס וצפר (180 ק"ג), דלק (25 ק"ג).



**תמונה מס' 5: הדאון המטוגן מדגט OGAR בו השתמשנו למחקר**

לדאון מכל דלק בקיבולת של 30 ליטר. תצורת הדלק (בהתאם למחרות הטיסה) נעה בין 8.92-6.05 ליטר לשעה. בחישוב של 30 דקות רזרבי, הדאון יכול לשוחט באוויר למשך מ-4 שעות רצופות, ולהגיע לטווח של 398 ק"מ. כדי להכפיל את טווח השהייה באוויר עם להקות הציפורים התקנו בדאון המטוגן, כבר בעונת המחקר הראשונה, מכל דלק רזרבי, המכיל 30 ליטר ובצמוד לו משאבה חשמלית שאפשרה לתזולק את עצמו תוך כדי טישה. כך הגיעו לאפשרות טישה מעל ל-8 שעות רצופות עם מנע, ובשילוב שעות הדאייה הגיעו עד ל- 10 שעות טישה רצופות.

מכשורי הטישה של הדאון אפשרו לנו למדוד את מהירות הטישה של הלהקות, את גובה הלהקה מרגע כניסה לתוך התרמיקה, ואת גובהה עת נטשה את התרמיקה והחללה לגלוש. מד שיעור הנסיקה והגילה של הדאון אפשר למדוד במקביל את נתוני הציפורים. בעזרת מצלם הדאון נמדדה זווית ההתקדמות של הלהקות בגלישה.

תיעוד הנתונים נעשה באמצעות רשם קול מדוגם "סוני", או באמצעות מילוי טופסי רישום סטנדרטיים שהוכנו מראש. בכל כניסה מגילה לתרמיקה חדשה נרשמה נקודת הציון של התרמיקה, הזמן של כניסה ראשוני הציפורים לתרמיקה והגובה. כשראשמי הציפורים נטשו את התרמיקה והחלו לגלוש נרשם רשם הזמן שני, הגובה ונקודת-הציון החדשה (במידה שבग התרמיקה הייתה סחיפה אופקית יחסית לנקודות בסיס התרמיקה).

**תמונה מס' 6: צילום של מכשירי הטיס בדאון, שאפשרו לאסוף נתונים גובה, מהירות, שיעור נשיקת גלישה וזמן התתקדמות**



הלהקות תועדו בעזרת 2 מצלמות: NIKON SP2 2000 ו-Nikon 2000, ומערכת של עדשות (25 מ"מ, זום 70-210 מ"מ, 400 מ"מ). במקביל, תועדו عشرות שעות במכשיר וידאו NATIONAL-3M-FLA-פון כדי מלבד מכשירי הקשר התעופתיים של הדאון התקנו בדאון, בשנת המחקר השנייה, מכשיר פלא-פון כדי ליעל באופן משמעותית את אפשרות שליטת החוקר בגורמי המחקר האחרים (המכנים השונים, הצלופים הקרקעיים, גורמי חיל-האוויר וכו'). פלא-פון היה תפקיד מרכזי בייעול זרימת המידע בזמן אמיתי ולא להפריע למיכנירים הקשר האויריים של הדאון, המכילים דיבור תמצתי ורך בנושאי אויריות והטסת הדאון. בנוסף, הצלינו במכשיר קשר אלחוטי מדגם "מוטורולה", לייצור קשר עם חוליות הצלופים שכיוונו אל הלהקה בבוקר, בבקעת הירדן, עמק בית שאן ובנגב. קליטת הפלפון מהקרע מוגבלת באזוריים אלו. השימוש במשקפת (ZEISS 40X10) נעשה רק כדי להזות פרטים יוצאי-דין, כמו מינים לא מזוהים של דורים שהצטרפו להקה, חיפוש אחר טבעות על רגלי הצלופים, זיהוי של להקה על הקרקע וכו'. כן היו ברשותנו, בטיבוסת המחקר, מפות טופוגרפיות, מפות נתיבי טיסה אויריות ומפות שטחי אש. איתור הלהקה למשך בשתי שיטות: בעזרת הצלופים הקרקעיים עבר קודם, או בזמן אמיתי על-ידי מכ"ם נתב"ג.

אחד מרכזי חוליות הצלופים ביצע מדי ערב סריקה בעזרת רכב המחקר, במטרה לאתר לינהليلת של להקת חסידות, שכנים או עופות דורסים. מניסיון שהצטרף עם השנים, אותרו שטחי לינה מועדפים: בנזידת האביב, למשל, נמצאו בשדות קיבוץ רביבים, בצעלים, באורבים ובנחל הבשור ריכוזי לינה חסידות כמעט מדי עבר.

שמורת החולה, מאגר כפר ברוך ועמק זבולון היו אתרי לינה מעודפים לשקנאים בוגדים הטעויו, וחורשות אורנים נטועות באורך גבעת המורה, נצרת וכות, אתרי לינה מעודפים לאיות צרעים ועיטי חורף. מדי ערב הועבר דיווח לחוקר,バス אוטרה להקה הגדולה מ-500 פרטים ובהתאם לכך בוצעה למחזר טיסת המקבב. עם אור ראשון היה רכב ה挫פִים נעמד אל הלהקה, כדי לעקוב אחריה ב민זה שתעבור לשדה סמוך לתזואה, או ב민זה שלදאון תחיה תקללה או עיקוב אישורי טישה. ניתן היה להימצא להקה בעוזרת הרכב בשעת הנזירה הראשונה ולכונן את הדאון המתאזר שיצטרף להקה. שעوت ההתרומות הצעודה (כדי לחסוך בדלק), בהתאם לכך, היינו משבטים להגעה עם הדאון רק כרבע שעה לפני שעת ההתרומות הצעודה (כדי לחסוך בדלק), לחוג מעלהם, תוך יצירת קשר עם ה挫פִים, ולהצטרכו להקות מרגע המראתן בבורק עד לרגע שבו יעצבו את הגבול הבינלאומי של ישראל, בסתיו בגבול מצרים, עם חדריהם לסייני, ובאביב בגבול הלבנון. עם ההצטרפות להקה, שחרנו את ה挫פִים להמשך משימות הספירה הקרויה וANO המשכנו בצדד להקות הנזירות.

בחלק מהימים המתונו עם הדאון בשדה-תעופה עטרות, בנtab'ג, או בשודה וב, ועם איתור להקה נזירות על-ידי מכ"ם נתב'ג, המראנו, והבקר כיוון את הדאון אל הלהקה. מכיוון שעמדות המכ"ם בנtab'ג אוישה תמיד גם בקצין בקרה (מייל') של חיל-האוויר, המנוסה בהכנות מטוסים לקרים אויר, הצלחנו בקלות רבה לחבר אל הלהקה, ועם היוזמות קשר העין תוך דקota של ספורות החולנו במקבב המסודר.

עופות דורסים אפשרו לנו מיד בהתחלה לטוס קרוב מאוד אליהם, החסיזות והתרגלו לנוכחות הדאון לאחר כ- שעה ראשונה של תעופה משותפת, רק השקנאים לא השתימו עם נוכחות הדאון, פחדו מנוכחותו, ואילצו אותנו לטוס בטוחים של כ-100-50 מטרים מהלהקה, כדי לעקוב אחריהם בהתנהגות הטבעית.

ברגע שהצטרכנו להקה הדואה בתרמיקה, ביום שבו תנאי דאייה סבירים עד טובים, זומם הטיס את המנווע כדי לגרום להפרעה מינימלית לציפורים הנזירות. בחלק נכבד מהימים דאיינו יחד עם הציפורים, כשהמנוע פועל בסיבובי-סרק בלבד, כך שאם צרך את עזרת המנווע בטישה בגובה נמוך, ניתן לעשות זאת ללא כל חשש בטיחותי, או לטפס לעתים בתרמיקה בעזרת המנווע, כשהדאון "פיגר" אחר ביעוריהם המשופרים יותר של העופות הדורסים או החסיזות.

בנוסף למעקב אחר נתבי הלהקות, גובהן וקצב התקדמותן, היה הדאון כל' מחקר אידיאלי לבדיקה ואימונות כושר הגליוי של המכ"מים השונים, שנבחנו בטיסות יכול שביצעו, הכוונה הדאון אל להקות שנילה המכ"ם. החוקר ספר את מספר הפרטים בהקה, שצלמה המכ"ם, וכן הצלחנו לאחר עשרות טיסות יכול המכ"ם, לקבל אומדן טוב יחסית של מספר פרטיטים בהקה, כפי שמלגה המכ"ם, וכן לאמת את מספר הפרטים המינימי שמכ"ם נתב'ג מצליח זהות.

בשיטת המקבב עם הדאון המmono אחר להקות הציפורים, לאורכה של כל המדינה, נאלצנו להתמודד עם מספר בעיות שהקשרו מאוד על מהלך הטיסות השוטף ובחلك מהמרקם, אף לא אפשרו את ביצוען:

**A. נתבי טישה מאושרים:** התעבורה האוירית בישראל, כמו גם בכל מדינות העולם, מתנהלת בתניבים מוגדרים וברורים בחותך אופקי ואנכלי אחד. הבעיה חמורה במיוחד בישראל בגל הנפה האוירית המזועמת, בו מתנקזת תעבורה אוירית מאוד צפופה, בעיקר עקב גודלו וכמות אימוני של חיל-האוויר. כל סטייה מנתיב הטיסה המוגדר עלולה להסתיים באסון אויר. בהתאם לכך, יש הקפדה חמורה מאוד על נהלי הטיסה של מנהל התעופה האזרחית, רשות שדות-התעופה וחיל-האוויר, וכל עבירה עלולה לגרוםavit מיטול מיידי של אישור הטיס. כבר בטיסת המחקר הראונה בדאון המmono (21.3.86), נאלץ הדאון לנוטש את להקת החסיזות אחרי 80 קילומטרים של המקבב, מכיוון שהחסיזות, שלו על-ידי הדאון, יצאו מנתיבי התעבורה המוגדרים, והבקר לא אישר לדאון לטוס בעקבותיהם.

טיסות נוספות בוטלו כבר בשלביון הראונים, מכיוון שהציפוריים הנזירות לא "התחשבו" בנתיבי התעבורה של ישראל. בעקבות זאת, פנו לسان מפקד חיל-האוויר בבקשת לקבל אישור חריג לטיסה חופשית בשם המדינה עם הדאון המmono, כשהטייעו העיקרי התבאס על כך, שמדובר של דאון המחקר מהווה מערכת התראה בזמן אמיתי לחיל-האוויר על הימצאות להקת ציפורים גוזלה המסקנת את מטוסיו.

לאחר בדיקה אושר הנושא, ומלבד אתרים נקודתיים רגשיים קיבלנו אישור טישה חופשי בכלשמי המדינה. יתרה מזאת, מיקום הדאון היווה אוצר אסור לטישה גם למוטס-הקרב המהירים. בעקבות נוהל חדש זה, מערכת הבדיקה של חיל-האוויר והבקרה האזרחית אפשרו לדאון לטוס חופשי בשמי המדינה, כשהן "מפנות" לו את דרכו, על-ידי סיולוק מטוסים אחרים מנטיב הח齐יה עם הציפורים. בכך שנות המחקר הפך אותן הבדיקות של הדאון בקשר - GMB (גולף-מייק-בראוו) - למושג מוכר, שזהה אוטומטית עם הציפורים הנודדות. אין כל ספק, שאילולא היה לחיל-האוויר עניין מרכזי במחקר הנדיזה, לא היה מוגדר נוהל יוצא-זופן זה, ומהמחקר לא יכול היה להגיע לידי מימוש.

ב. מרשה טישה וטחי אש - כל טישה למרחב האויר של ישראל יש לתכנן מראש, לקבל אישור של יומם מראש לנטיב המתכנן (מרשה), תוך התחשבות באימוני חיל-האוויר, טחוי אש פעללים וכו'. בכלל אופיו המיוחד של המחקר, לא ניתן היה לחזות מראש את נתיב הטישה שהיא תלוי במיקום לינת הלילה של הלתקה שאורתה, תנאי אקלים שהכתנוו את מסלולה וכו'. גם בעיה זו נפתרה ביחסי אמון מתמשכים עם הנורם המשער, מודיעין טיס וחיל-אוויר, אם כי בחלק מימי הטישה, כשלתקת ציפורים חלפה בגובה נמוך מעל שטח אש פעיל יחסית של שרין או תותחים, לא נותרה כל ברירה, ובחלק מהמקרים נאלכנו לנטוש את הלתקה ולבטל את הטישה באמצעות המעקב.

לעתים הצלחנו לחשב לפי מהירות ההתקדמות והازימות את הנתיב, עקפנו את שטח האש ופגשו את הלתקה בנקודות מפגש משוערת.

ג. תקלות טכניות והגורם האנושי - למורות שהדאון זכה לטיפול טכני ברמה גבוהה וראוי לציון, בהיוותו כלי בישראל, נוצרו לעיתים תקלות שלא אפשרו מחקר רצוף, כמו למשל שעות טישה רבות, שחיבבו פתיחת מנוע וניקוי ראש בשיא עומת הנדיזה (שבוע עיכוב), מכסה זלק שלא נסגר כראוי, ובהמראה נכנס למדוח ורישקו. מדוח חדש הגיע מגרמניה רק אחרי שבוע, בשיא העונה, וכו'. גם תקלות במכשור קשר אוירינו או בקשר של הצופים הקרקעים הביאו לביטול מספר טיסות או להפסנתן. גם הגורם האנושי עיכב לעיתים: אישור בהתקינות טיס, עיקוב אישור טישה לפני המראה על-ידי פקידה במרחב תאים וכו' הביאו לכך, שאחזר הגיע לאזור הלתקה ב-50 דקות ומעלה, לא אפשר תמיד לאתר מחדש את הלתקה שכבר יצאה בדרך.

ד. הגורם האקלימי: בימים בהם הייתה עונת נמוכה או ערפילי בוקר כבדים, לא ניתן היה להמראיה או לעקוב אחר הלתקות (הdãoן חייב קשר-עין עם הקרקע וכן לו אישור לטיסות מכשורים). בימים של חמשינים וטמפרטורות גבוהות, לאחר מספר שעות טישה, התהמס מאוד מנוון הדאון מהמאיץ ולעתים נאלכנו לנטוש את הלתקה שליוינו בגל בעיות בטיחות טישה.

לסיבוט: תיאום يوم טישה מותנה במספר גדול יחסית של גורמים שונים הקשורים אחד לשני באופן חזק (כמשמעות-עשרי). תקלה באחד מהם (טכנית או אנושית כאחת) גורמת מיידית לכישלון ובזבוז יום מחקר. להערכתנו, כ-53 מהימים נגעו לצורך זה או אחרת מאחד הגורמים שהוזכרו.

סך-הכל בוצעו 173 טיסות מעקב בדאון הממוני ובסך של 720:49 שעות טישה.

## 2.2.4 מעקב בעזרת מזל"ט

משמעות זעיר ללא טיס (מזל"ט) הוא חלק מערכת צבאיות שפותחה בישראל על ידי התעשייה האווירית וחברת תוריאן, שהקימו בהמשך חברת ייצור משותפת - מזל"ט בע"מ. (MAZLAT LTD, MINI RPV SYSTEMS).

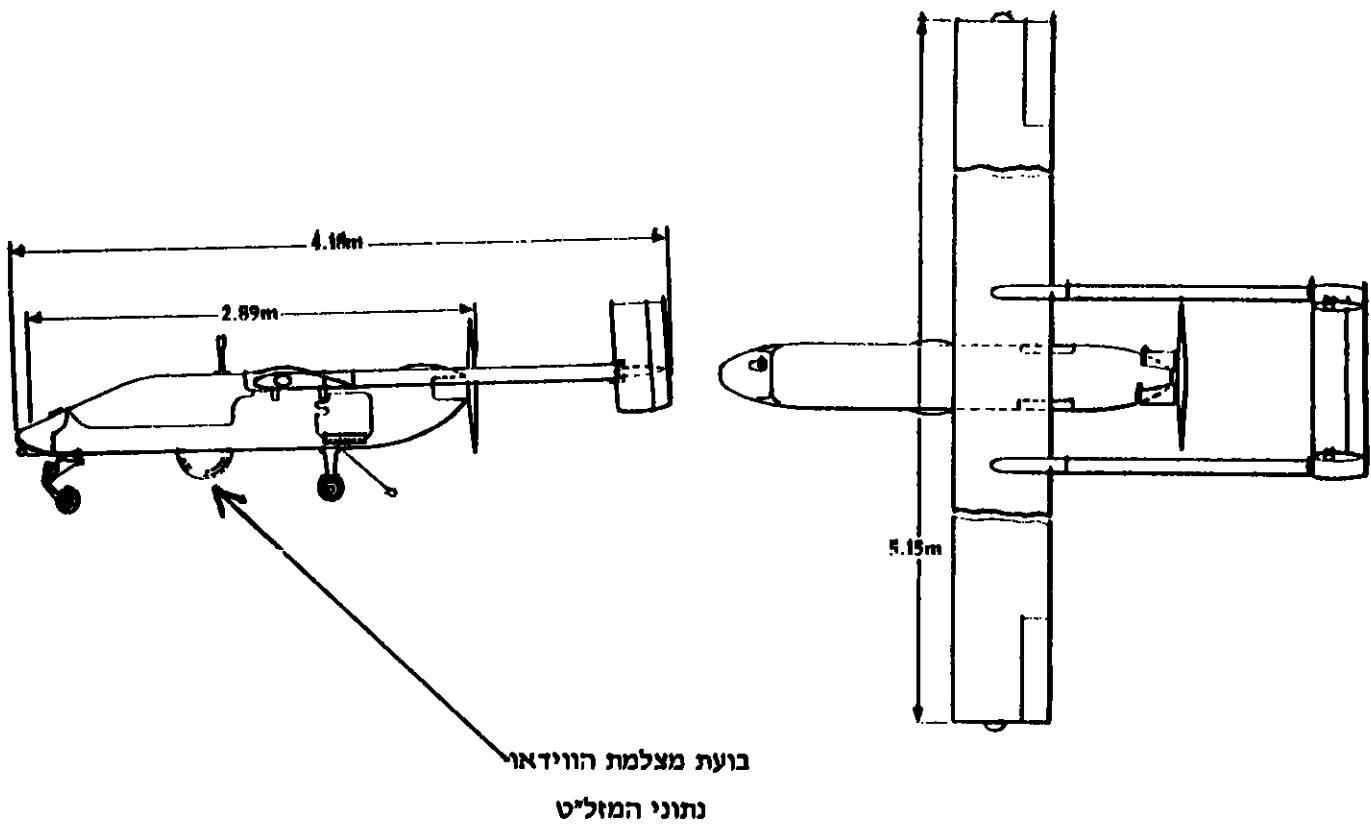
המערכת נקראת גם MRPV (MINI REMOTELY PILOTED VEHICLE SYSTEMS).

הטסת המזל"ט מתבצעת בשלט-רחוק מערכת קרקעית, הממוקמת בtruck קרון הבקעה Ground Control Station (GCS). שני מפעילים זרים יכולים כדי להטיס את המערכת: אחד מטיס את המזל"ט והשני את ציוד הפלטפורמה הרב-גונית שהמזל"ט יכול לשאת: מצלמת וידאו משוכללת, מערכת לראיית לילה, מערכות ללחימה אלקטרוניות, מערכות קשר וממסר, מד טווח לייזר ומערכת הנחיתה לייזר.

הazel"t יכול לטוס לטווח של כ-200 קילומטרים, לשעות רצופות ומהירות טיסתו מגיעה עד 60 קמ"ש. המזל"ט יכול להמריא מסלול טיסה או דרך עפר באורך 250 מטר בלבד, או להיות משוגר ממשגר פניאומטי מרכיב או מאונייה, הנחיתה יכולה להתבצע על מסלול נחיתה, או לחlopen ניחן לכלו את המזל"ט בראשת.

בעזרת מצלמת הוויידאו מסוגל המזל"ט לשדר תמונה עד לטווח של 200 ק"מ מקרן הבקעה. המזל"ט זכה להצלחות מבצעיות רבות במערכות המודיעין וחיל-האוויר של צה"ל ויוצא למספר גודל של מדינות ברוחבי העולם.

מערכת מצלמת הוויידאו המשוכללת, עם ZOOM מצוין, המותקנת בגחונו של המזל"ט, יחד עם תכונות טיסתו האיטית, יכולתו לשחות מספר שעות רצופות באוויר, תוך צילום רצוף של הנעשה מתחתיו, ויכולתו לטוס לגובה של 6000-7000 רגל ולצלם את העופות הנודדים כמו אלפי רגל מתחתיו ללא להטירוזים כלל, עשו את המזל"ט לכלי מחקר פוטנציאלי טוב.



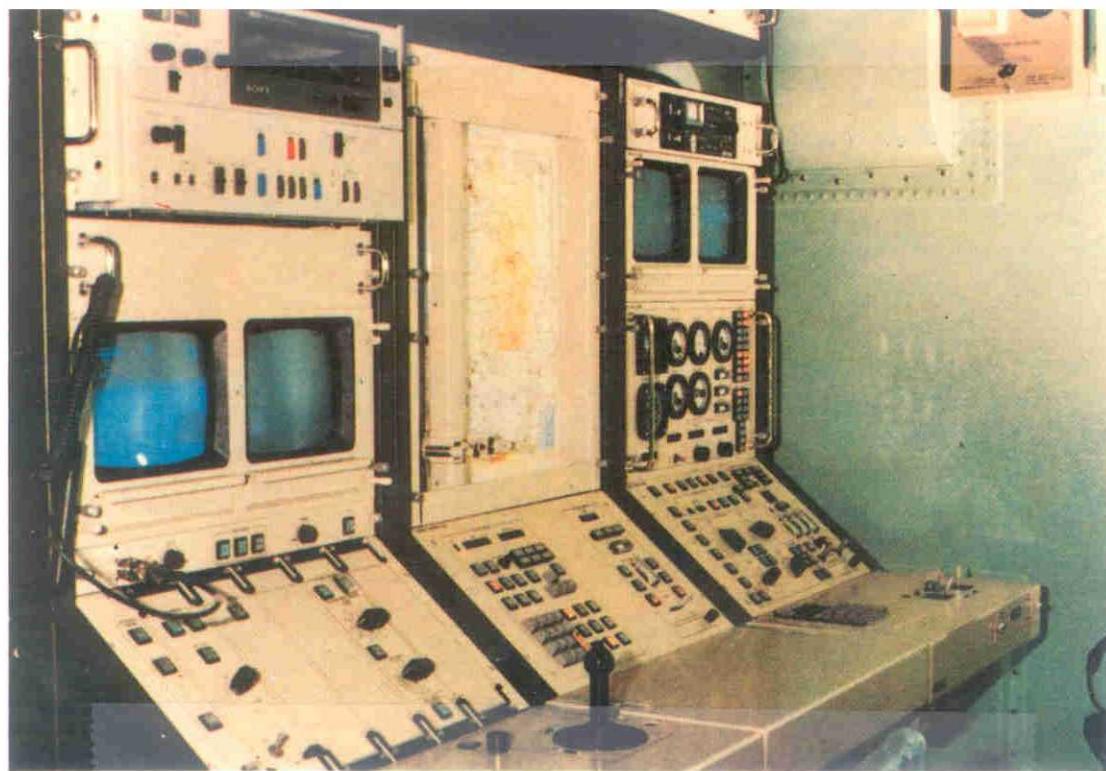


למعلות: תמונה מס' 7: צילום המזול"ט - מצלמתו הווידאו נראית מתחתי לחוף

**Photo 7: The drone. The video recorder can be seen on the underside**

למטה: תמונה מס' 8: קרון הבקרה, שביעורתו מופעל המזול"ט בשלט-רחוק

**Photo 8: The control car which flies the drone by remote control**



בבדיקה ראשונית שנעשתה על-ידי סגן נ.ס. צפר ואיש מודיעין, הוא העלה לאתר בסתיו 88' להקה של 50 שכנים מעל הכרמל, כשהמוליט טס בגובה 5000 רגל והשכנים נזקנו של גובה 500-1000 רגל. נ.ס. העלה לעקב אחריהם באורח סדר ורץ בעוזת המוליט עד לטירת צבוי, מרחק של כ-50 ק"מ. שם נאלץ לנוטש, כי לא קיבל אישור צבאי להמשיך. לאחר תיאומים מקדימים עם אנשי המודיעין אושר לבצע טיסות מעקב אחר נדיות עופות דו-אים בעוזת מוליטים, שתוכנו במקביל קטיסות הדרכה ואיימו לצוותים.

בשיטתה מקבילה לדאון הממוני, איתרו חוליות הצפרים עבר קודם להקט חסידות, שכןינים או דורותים שנחו ללילה, ובעקבות זאת וואמה למחרת טיסת מוליט - החוקר ישב עם אנשי המודיעין בקרון הבקרה, המוליט כוון אל הלהקה, כשהחצופים הקרקעיים, בעוזת רכבים וסדין לבן באורך של מטר וחצי, סימנו את אתר הלינה, כדי להקל את איתור מקום הלהקה. מהניסיון שהציבור, התברר, שלמפעלי המוליט קל לאתר ציפור בתעופה שכניפה פרוסות, אך בעמידה, על רקע השדות, קשה יותר לאתר את הציפוריים, אם הן לא עומדות בלהקה נזולה וצפומה. עם הרマーאה, נצמד המוליט להקה והתקדם יחד אליה, כשכל המסלול מתועד בויזאו ובמקביל מצירע על מפה ממוחשבת בקרון הבקרה.

המוליט וקרון הבקרה שלו, נחשבו כioms כאחת המערכות האלקטרוניות המתוחכמתות ביותר בעולם: המערכת זו הייתה, כאמור, נתונים אידיאליים למעקב מתמשך אחר הנזירה:

1. שהות של מספר שעות גדול באוויר (כiom חמיש שעות, וב妣וחים מתקדמים עד 24 שעות רצופות באוויר).

2. מצלמת וידאו עם ZOOM משוכלל, המאפשר קיום מעקב רצוף אחר הלהקה, תוך אפשרות לצלם את כול, או חלקים קטנים שלו, עד להפרדה של ציפורים בודדים ואפשרות לתעד ולנתח את אופי התנהנת הלהקות באופן קבוע ומתרשם, וזאת שלא ניתן לבצע ידנית מהדאון הממוני.

3. הצלום הרצוף בויזאו מאפשר לנתח נושא תעופה נוספים שלא ניתן לאוטפס ולעבדם בשיטות הקונבנציונליות.

4. כושר טיסה איטי (40 ק"ש), המתאים במיוחד למעקב אחר עופות דו-אים.

5. טישה בגובה של אלפי רגל מעל הלהקות, נשא המבטיח שלא תיגרם כל הטרזה לעופות הנזדים ו渴בלת נתונים אמינים יותר בהתאם.

6. זמינות המערכת מצהיל, למרות מחיר הגבוה, ללא כל צורך לממן הוצאות תפעול (הטיסות שלובו קטיסות אמינים למפעלי המערכת).

7. לא מוגבל כמעט כלל בטישה בגל תנאי מג-אוויר.

מחקרנו בעוזת מוליט, הוא, ככל היידוע לנו, המבחן הבילוני הראשון מסגו בעולם בו נעשה שימוש בכלים מחקר חדשני זה. למרות הפוטנציאלי המחקרי הגבוה שתואר לעיל, ולמרות תחכומו הרב, הוביל לנו, תוך כדי המעקב, כי למוליט מספר חסרונות שהגבילו מאוד את השימוש המבטיח בו:

1. המוליט חייב לעקוב באופן רצוף אחר הלהקה הנזירה. איבוד הלהקה למשך דקות ספורות, בגל חוסר ריכוז של המפעיל או כל סיבה אחרת, מקטין מאוד את הסיכוי לאתר את הלהקה שנית.

2. בהתאם לנאמר לעיל, לא ניתן לבצע מעקב רצוף בעוזת המוליט ביוםים שבהם יש יותר מ-8/3 עננים. לאחר מספר ימי עבודה מבזבזים, כשלמדו את הנושא, לא המראנו יותר את המוליט ביוםים מעוננים.

3. המוליט לא מסוגל לתת תנומי גובה, למרות שבאופן עקיף, בהשוואה לאובייקטים בשטח, כמו למשל השוואת גודל מכונית נתון לגודל מوطת כנפי הציפור, כפי שנצפתה בקלטת, ניתן לחשב את גובה בדיקת טוב יחסית (אך לא משותה למדידה ישירה בדאון).

4. התיאומים לטיסות מסווגים, מחייבים להתאים לימי ההזרכה של צוות המוליט, וקשרים למערכת אימונים צבאיות, המסייעים מאוד את התפעול השוטף.

## 2.2.5 מעקב בעזרות מכשירי מכ"ם

מכשירי המכ"ם פותחו לצרכים צבאיים לשילוחה בתעבורה אוירית וגלי מטוסים. הגלים האלקטרומגנטיים המשודרים לחיל מוחזרים גם מעננים, טיפות גשם, ציפורים ואפלו'ן חרקים. הגוף הנשוף מפריעים, מחד, לעובדה שלמטרתה פותח המכ"ם, ומайдן, מהווים כלי מחקר ראשון במעלה במעקב אחר תנועת ציפורים (Eastwood, 1967). יתרונו הנדול של המכ"ם מבוסס על יכולתו לאזהות נזירהليلית ויומיית אחד, ולעקב אחר נזירה בגבאים, שעון הצופים מן הקרן לא מצליח לאתר. בעקבות זאת, פורסמו בשערם האחרונים עבודות של מספר חוקרים רב, שעסקו במחקר הנזירה בעזרת מכ"מים: (Able, 1973; Gauthreaux, Kerlinger, 1970; Richardson, 1975; Eastwood, 1967; Bruderer, 1989; Buiurma & Kerlinger, 1990).

לכל גוף הנע באטמוספירה יש שטח חתימת מכ"ם (שח"ם). השח"ם מבוסס על מספר גורמים כמו מסת הגוף, שטח פניו, החומרים מהם עשוי הגוף וככ'.

מתברר, שציפורים מחזירות הד מכ"ם בגל מולקולת המים בקוטביות גבוהה שהגוף מורכב מהן (ולכן רוב החזר המכ"ם בא מגוף העיפור ולא מכונפה) (Edwards and Houghton, 1959).

בגל מסת הגוף הנדולה שלהן, הדי מכ"ם טובים, יחסית לציפורים אחרות. למורות מקומה המייחד של ישראל בנזירת העופות הדואים ויתרונו הנדול של המכ"ם במחקר הנזירה לא בוצע עד כה אף מחקר נזירה בעזרת מכ"ם בישראל.

במסגרת מטרות המחקר שהוגדרו, חיפשנו לפתח שיטה, בה נוכל להזרים לחיל- האויר מידע בזמן אמיתי על הימצאות הציפורים הנודדות למרחב האויר של ישראל. המכ"ם עשוי להיות כלי מחקר ומעקב ראשון במעלה. הבעיה המרכזית הייתה עלות הגוף ביותר של מכשירי המכ"ם, שהגבילה אותה כבר מლכתחילה למכ"מים שכבר קיימים בישראל.

כבר בשלב הפרה-למיוני הוברר לנו, כי מכ"מי הבקרה הנדולים של חיל- האויר, המכסים את המרחב האויר של ישראל ושכנותיה, לא מתאימים למחקר ציפורים, מכיוון שהם מכונים למחירו מטוסים גבוהות מהירות התקדמות העיפורים, וזאת כדי להימנע מרושים מיותרים במערכת הבקרה. בעקבות זאת בדקנו מספר מכ"מים אלטרנטיביים קיימים:

1. מכ"ם בנמל-התעופה בן-גוריון, המשמש לביקורת גישה ותעבורה אוירית מסוג 8-ASR.

2. מכ"ם מזג-אוויר נייד של שירות חיזוי מטאורולוגי (שח"ם) באורך ניצנה מסוג 2/77 Model WR100-2/77 Enterprise Electronics Corporation EEC.

3. מכ"ם מזג-אוויר של חברת שח"ם הממוקם בנטב"ג (חברה משותפת ל"מקורות" והשירות המטאורולוגי ועוסקת בהורזות גשם מלאכוטי). המכ"ם מאותו דגם של המכ"ם בניצנה.

4. מכ"ם PAR לזיהוי מטרות של סוללות הוק.

5. מכ"ם בקרת גישה מסוג GCA, הממוקם בסיסי חיל-האויר.

6. מכ"ם רמיית לאייתור מטרות של מערך הנ"ט.

7. מכ"ם מדגם TPS-43, השיך למערך הבקרה של חיל-האויר.

8. מכ"ם חוף של חיל הים מדגם דגון, תוצרת ELTA.

למרות שבכל המכ"מים שנבדקו הצלחנו לאתר להקות ציפורים, המכ"מים שצוינו בסעיף 3-8, לא סיפקו את רמת ציפותינו הבסיסית, לאור גם להקות של מספר ציפורים. מכ"מים אחרים, בהתאם למפורט להלן, לא הצלחנו לתפעל באופן שוטף, בגל בעיות טכניות או בעיות מבצעיות של חיל-האויר. אי-לכ' בפרק זה יציגו נתוניהם של המכ"מים שנבדקו ובפרק התוצאות יפורטו רק שני המכ"מים שנתנו תוצאות של ממש.

## 1. המחקר במכ"ט הגישה בנתב"ג

מכ"ם הגישה מוצב משנת 1983 בunnel-התעופה בין גוריון ומשמש לבקרה תעבורת וגישה לנחיתות והטראות של שדה התעופה הבינלאומי של מדינת ישראל (אוויר ה-TMA).

המכ"ם הוא תוצרת מפעל Texas Instruments Incorporated, דלאס, ארה"ב. והוא מכ"ם שפותח במיוחד לבקרים גישה של שדות-תעופה ומכאן שמו ASR-8 (Airport Surveillance Radar).

המכ"ם יצא לשוק ב-1976 ומהווה פיתוח של מכ"מים ישנים יותר מודגמים מקבילים (ASR-5-5) והוא המכ"ם המצוין ביותר בשדות-תעופה בארץ (למעלה ממהה). המכ"ם נחשב עם ייצור לטוב מסונן, והוא פורץ דרך מושלת ארה"ב במספר חידושים טכנולוגיים כמו: טווח מוגדל, תדרים משתנים משדר קליסטרון רב-עוצמה, מערכת MTI מתקדמת (Moving Target Indicator) ומערכת עיבוד נתונים של 10. האנטנה עם 2 צלחות המקטינות אוניות צד, פוליזציה מתקדמת, ומערכת מתקדמת לעובודה בתנאי מזג-אוויר משתנים.

**טבלה מס' 5: מספר נתוני טכני של מכ"ט ASR-8**

<u>Antenna beam shape</u>	<u>FAN</u>
<u>Beam width</u>	<u>1.35/4.8</u>
<u>אורך גל (cm) ג</u>	<u>10</u>
<u>pt (kw)</u>	<u>1400</u>
<u>Efective pulse Length</u>	<u>80 m</u>
<u>Range (max)</u>	<u>200 KM</u>
<u>PRF (khz)</u>	<u>1.0</u>

### 2. סיבובי אנטנה בדקה

בשיטו 1985 בוצעה בדיקה ראשונית לבדיקת כושרו של המכ"ם לאזהות להקות ציפורים. הבדיקה נעשתה על ידי החוקר, פנחס מגור, בעל ניסיון רב בעבודה על מסך מכ"ם, ואילנה אגט מרשות שטאות-הטע. כבר ביוני התצפית הראשונית, בשיטו 1985, אותרו להקות ציפורים על מסך המכ"ם. באביב 1986 בוצעו עוד מספר ימי מעקב במכ"ם הגישה, כשהഫעים הצלחנו לאמת באופן סופי, בעזרה הדואן הממונה וצופים מן הקרקע, כי מכ"ם הגישה בנתב"ג אכן מזהה ריבוע להקות נודדות, אך הרישום והמעקב לא היו עכביים.

לקראת סיטו 1986 הוכנה תוכנית עבודה מפורטת מראש יחד עם אנשי רשות שדות-תעופה המפעלים את חדר הבקרה והפיקוח: מתוך 3 שידות המכ"ם הוקצתה שידה אחת (PPI) עבור המחקר למשך כל נדיות הסתיו, חיל-האוויר הקצה 2 חילופים מוכ"מות לכל עונת הנזירה, שיישבו במשך כל שעوت היום מול המסך, וכל 15-20 דקות צילמו תמונה מצלם פולרוואיד, סרט רגיש ASA 3000. חשיפת התמונה משך 6 שניות, ובמקביל צילום צוירה תמונה מצלב ידנית, ובבה פורטו נתוני רוח וכיוון, עצמות הנזירה ומיקום הציפורים (ראה נספח מס' 7).

במשך כל עונות המחקר ביצעו המוכ"מות עבודת תיעוד שוטפת, וקבעו הבקרה של חיל-האוויר או החוקר פיקחו על התיעוד ועל הנחיית המוכ"מות.

משנת 1988 התחלו לצלם במצלמה PENTAX SP2 עדשה mm 52mm סרט ASA 100, שנותן תוצאות טובות כמו הפולרוואיד, וועלות הסרטים כ-1/4 מחיר מסרטוי פולרוואיד. במקביל לצלומים, אימנו המוכ"מות עם מטוסים חולפים או הדואן את גובה הלהקות וכיונן.

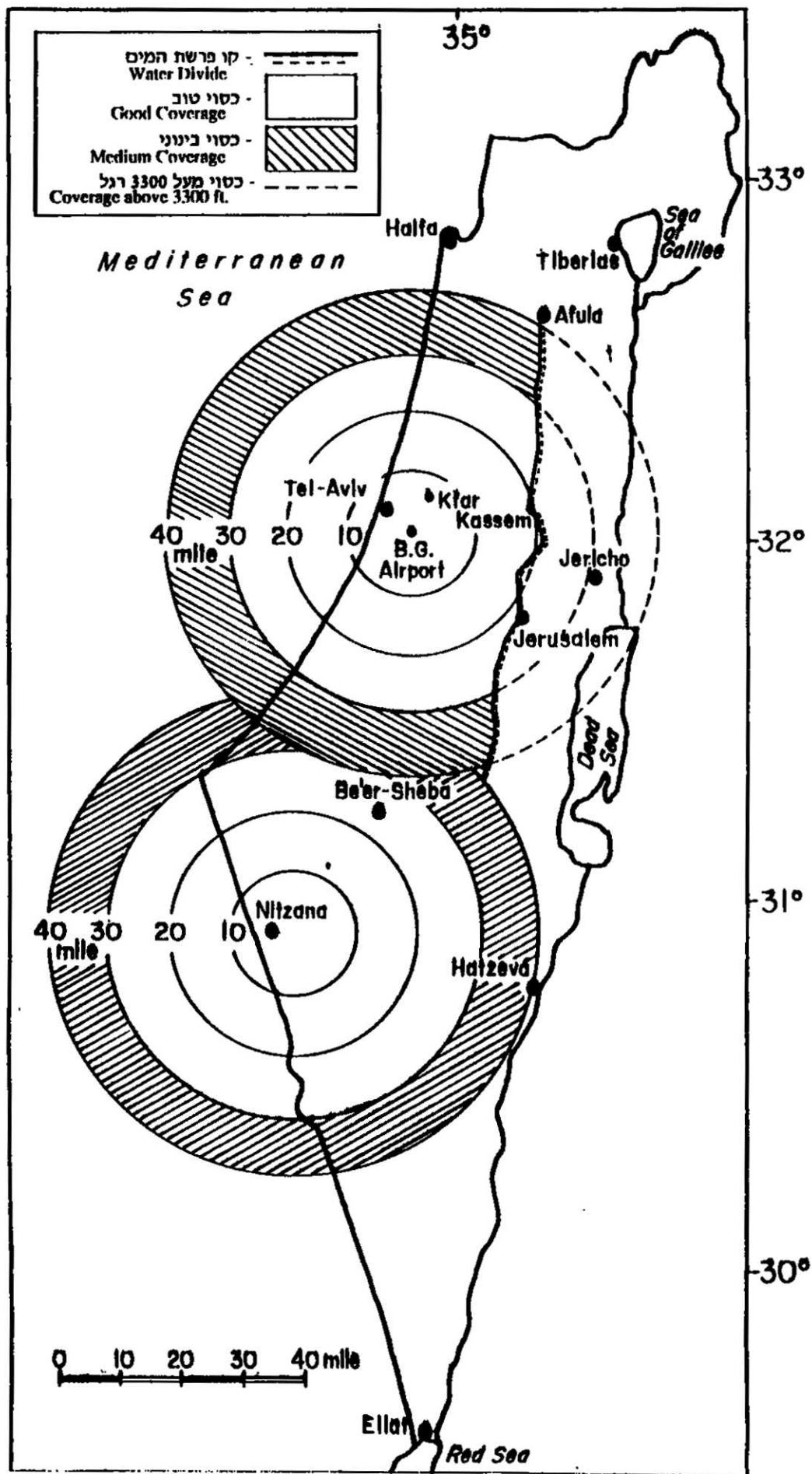
**טוווח גילוי וכייסוי המכ"ם:** בהתאם לגודל להקות העופות הדזאים ניתן לאתר להקות בגודל של כ-1000 פרטים ומעלה מטווח של כ-40 מייל (כ-37 קילומטרים). בימים בהם היו תנאי דאייה טובים, והלהקות על לגובה מעל 5000 רגל, איתרנו להקות גם בטווחים של 50 מייל. את רוב הלהקות ניתן היה לאתר ברוב הימים מטווח של כ-30-35 מייל. טווחים אלו אפשרו למטיים לעקוב אחר להקות נודדות מהקו שבין מעגן מיכאל - עופלה בצפון המדינה, ועד לקו עזה - בית קמה בדרום המדינה. וכך לעקוב באופן סיסטמטי אחר כל הלהקות של העופות הדזאים, החולפות מערבית לקו פרשנות המים של שדרת ההר המרכזית של ישראל.

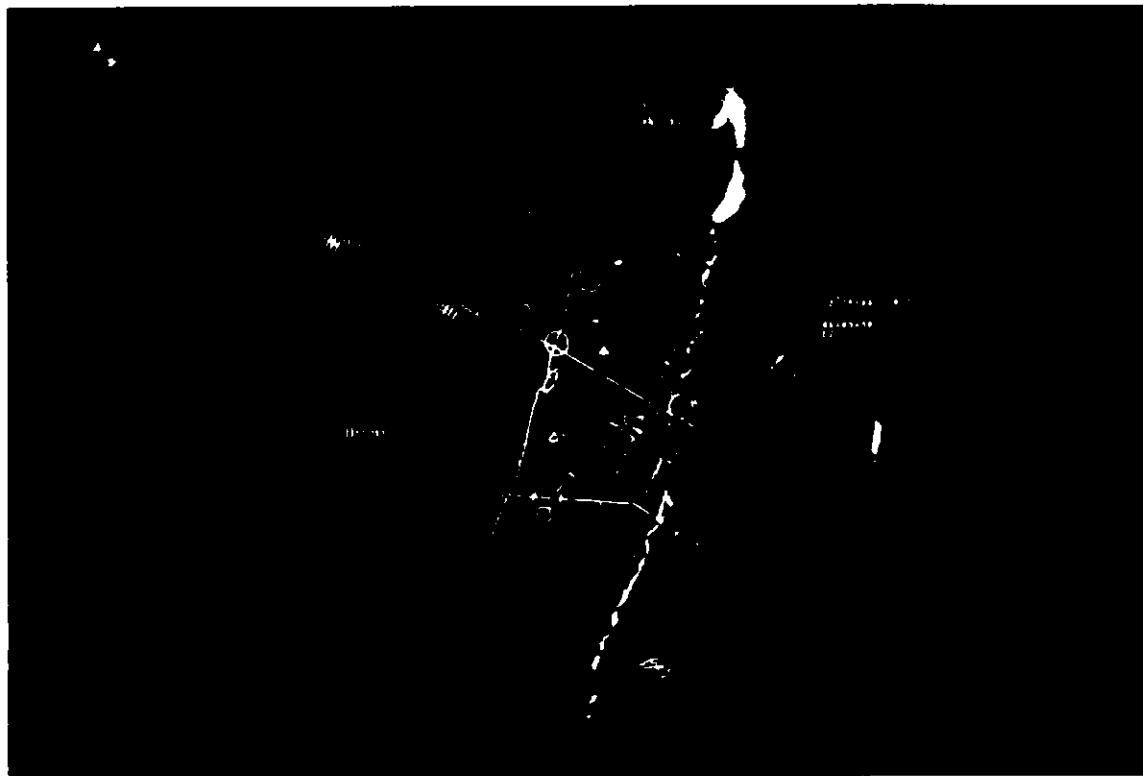


**תמונה מס' 9:** עמדת המפקב אחר ציפורים במפ"ט הגישה בנמל-התעופה בן-גוריון. שתי מוכנות'ת חיל-האוויר עוקבות אחר הנדידה.

מפה מס' 3: מפת פיתוי של מכ"ט הנישה בנתב"ג ומכ"ט מזג-אוויר נייד באזרע ניצנה

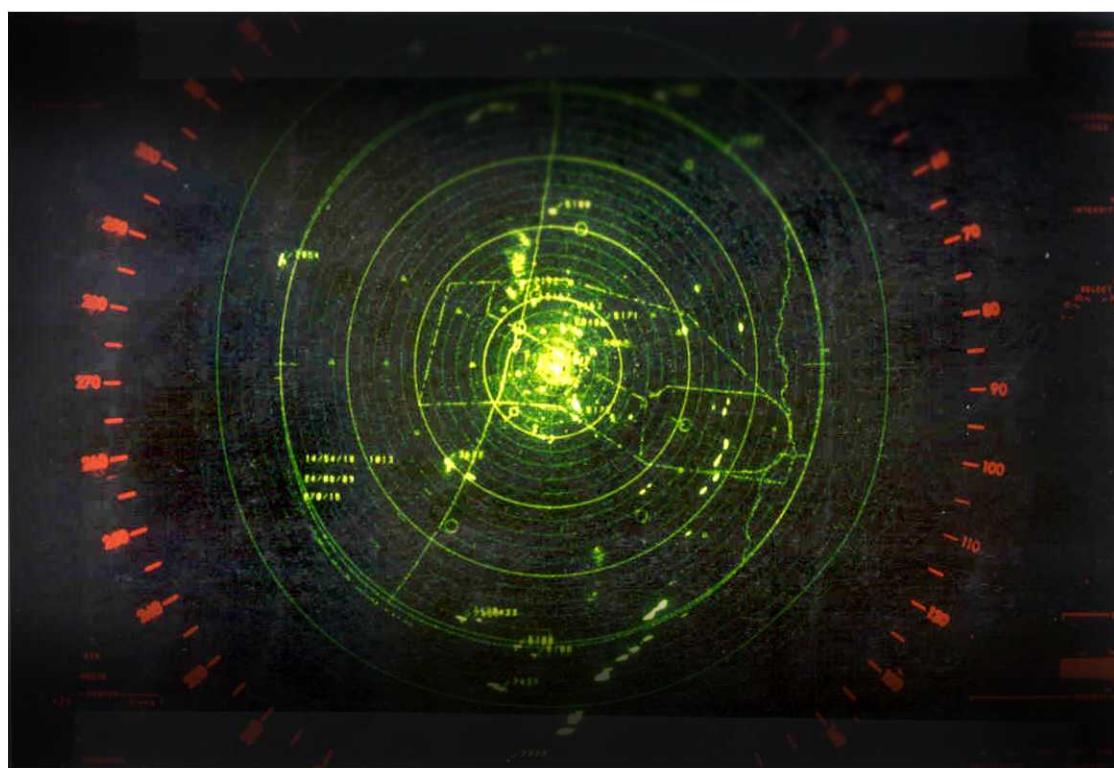
**Map 3: Coverage Map of the Approach Radar at the Ben-Gurion International Airport and the Weather Radar in the Nitzana Area**





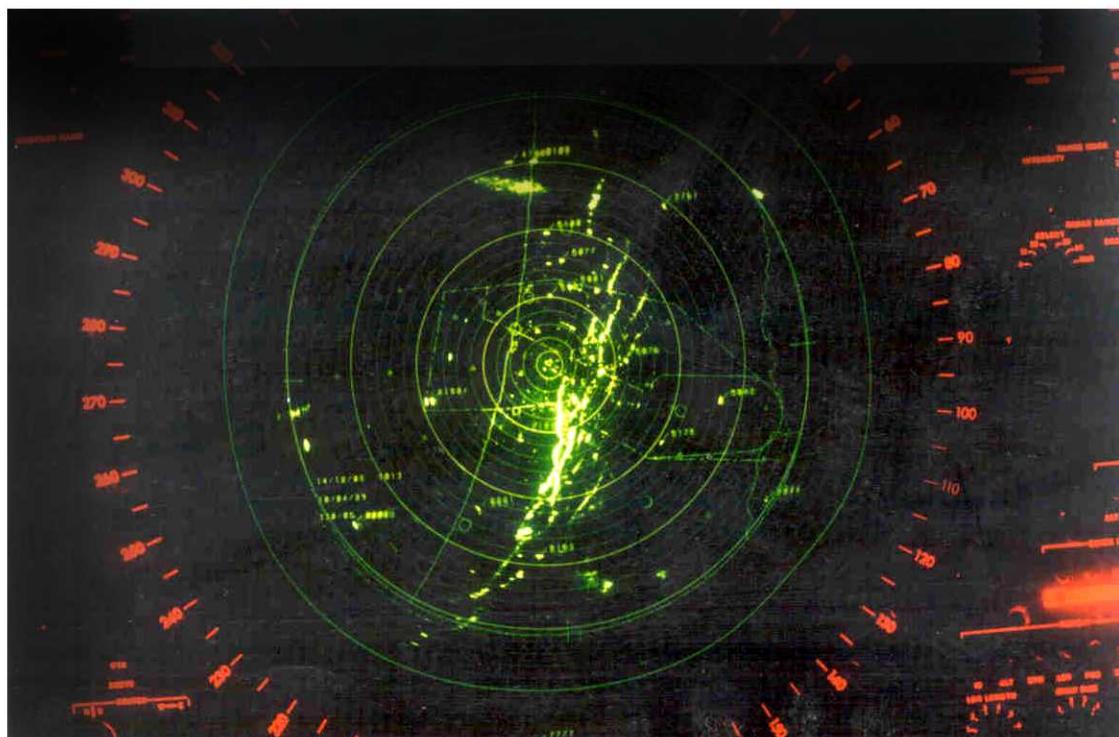
**תמונה מס' 10:** 6.9.88, שעה 11:43, דוגמא לתמונה נדידה ביום נדידה אופייני של איות ערעים, כפי שהיא נראית על מסך מכ"ם הגישה בתב"ג. התמונה על טווח של 30 מייל והלהקה המזולמת באורך של 50 מייל (כ- 91 ק"מ). הקו הוק החוצה את הצילום מצפון לדרום במרכז התמונה הוא קו החוף של ישראל; מזרח לו, כ-10 מייל, הכתמים הבהיירים מצפון לדרום הן הציפורים הנודדות. הטרפז המזולק הוא סימן אורי הגישה לנtab"ג עבר המטוסים הנוחתיים, ובחלקו הימני העליון מופיעים שעת הצילום, התאריך וכיון ומהירות הרוח. (המספרים באדום - איזומות מהצפון במעלה).

מפעיל שידת המכ"ם יכול לקבל על הצג, בהתאם לרצונו, תמונה מכ"ם בטוחים של 60 מייל, 30 מייל, 20 מייל או 10 מייל, לצורך את להקות הציפורים מטווחים נדולים או לבדוק באופן מפורט יותר להקה מסויימת, בשעל צג המכ"ם מופיעה להקה בטוחה של 10 מייל בלבד. בגלל המבנה הטופוגרפי של ישראל, רכס שורט הרי שומרון והרי יהודה, המגיעים לגובה שבין 700-1000 מטרים, לא מאפשרים המכ"ם לנtab"ג לעקוב אחר רוב פרקיות הנדידה המתרכשת בבקעת הירדן, שגובהה כ-400 (-) מטרים ומוסתרת על-ידי רכס ההרים. רק בימים שבהם יש תנאים אקלימיים משופרים, והתרמיות עלות מעל לגובה קו פרשנות המים, ניתן לראות בعزيزת המכ"ם בתב"ג גם נדידה לציר המזרחי המקביל מעלה לקו פרשנות המים או קו הבקעה, החל מגובה של 3300 רגל מעלה לפני הים (ראה תמונה 11, ומפה מס' 3).



**תמונה מס' 11:** צילום יווא-זופן של נזירה מסיבית בציר המזרחי בבקעת הירדן: 14:42, 24.8.89  
חוליות תצפית בעלה אדומים צפתה בהתקה של 24,000 חסידות: כל עיגול במכ"ם מצין טווח של 50 מיל. בטווח של 35 מייל, באזimuth  $501^{\circ}$ - $125^{\circ}$  רואים את ים המלח, ובטווח 26 מייל מנתב"ג ומצפון לים המלח נראה הקצה הצפוני של הלתקה המתמשכת לאורך של 68 מייל (125 ק"מ) עד לאזimuth  $56^{\circ}$ - $175^{\circ}$ , מייל מזרום לנtab"ג ! הקצה הדרומי של הלתקה מצוי באזור המכטש הנגול.

**תמונה מס' 12:** גם בנדיבות האביב יש לעיתונים "ימי-הצפרה", שביהם קולט המכ"ם את כל להקת הענק. בצילומים נראהות להקת ענק של חסידות שחלפה ב- 10.4.89, בשעה 14:18. הקצה הדרומי של הלתקה נראה בטווח של 46 מייל באזimuth  $210^{\circ}$  (אזור הנגב המערבי, קיבוץ גבולות). הלתקה פרוסה לאורך המרומות של הרי יהודה ושומרון. הקצה הצפוני נראה 36 מייל מצפון לנtab"ג באזור קיבוץ דליה בכרמל. אורך הלתקה בתצלום 86 מייל (156.5 ק"מ!). ככל היידוע לנו, לא תועדו עד כה להקות ענק כאלה של דורותים וחסידות על טווחים כה גודלים.



## איתור הלהקות הנודדות

איתור הלהקות הקטנות יותר על שידות המכ"ם נעשה בעזרת סמן אלקטרוני (CURSOR), אותו שמים על המטרה, ובווקים את קצב ואיזמות התקדמות הלהקה במשך 5 דקוט. לאחר שנכדיתו רוב-רובן של הלהקות נודדות דרומה, דרום-דרום-מערב ובאביב באיזמות הפוך ב-<sup>ט</sup> 0,081, וקצב התקדמות של הלהקות שנלמד מטיסטות הדאון נע בממוצע בין 30 - 50 קמ"ש, ניתן בקלותיחסית לאתר כל הלהקה, ולאחר מעט ניסיון מצטבר, הלהקות מאוחרות כמעט מיד על המסך. בנוסף לכך, יש לכל המטיסטים סימן מספר זיהוי אלקטרוני, המוצג על המסך, וכן כל הזמן יחד עם המטיסט, והוא מקל על הבחנה מיידית בין מטיסט ולהקות ציפורים.

## טיסות כיול לבדיקת כושר ההפרזה של המכ"ם וגודל הלהקות הנודדות

כדי לבדוק את אמינותו של המכ"ם ואת רמת יכולתו לאתר להקות ציפורים קטנות, ביצענו בסתיו 1986 למעלה מ-40 טיסות בעזרת הדאון הממנע וה"צסנה". קצין הבקרה סייע את החוקר בדאון אל הלהקות הקטנות ביותר באמצעות הלהקה, ספכנו את מספר הפרטיטים בלהקה. במקביל, קצין הבקרה הערכה לנודל הלהקה, לפי גודל החזר המכ"ם (Kop).

לאחר שביצענו למעלה מ-250 יעפים ב-40 הטיסות, ובמה כוון הדאון אל להקות בגודלים שונים, התברר מהבדיקה, שהמכ"ם מאתר באופן ודאי להקות של דזורייפ בודדים מגודל של איטת צראים ומעלה, אך שאמינותו של ה-8-ASR למשך אחר העופות הדוזאים נבואה ביותר. המגבלה העיקרית של מכ"ם זה מתבטאת בחוסר יכולתו לחתן גובה מדויק של הלהקה, נתנו אותו נאלצנו לאסוף בעזרת הטיסות הרבות בדאון וב"צסנה".

בכמה מטיסטות הcoil הרבות שביצענו, הצליחנו להגיע לרמה בה מתקבל אומדן טוב יחסית של גודל הלהקה לפי גודל החזר המכ"ם. הצליחנו להציג את גודל הלהקה בסדרי גודל של בין 5-10 (בודדים), בין 10-50, בין 50-200 בין 200-1,000, בין 1,000-5,000, ובין 5,000-20,000. למורות שהנתונים אומנתו מספר פעמים רב בעזרת הדאון הממנע, האומדן בעזרת המכ"ם לא מזוויק דיין לקבל מספרים מוחלטים, אלא רק סדרי גודל, כפי שתואר.

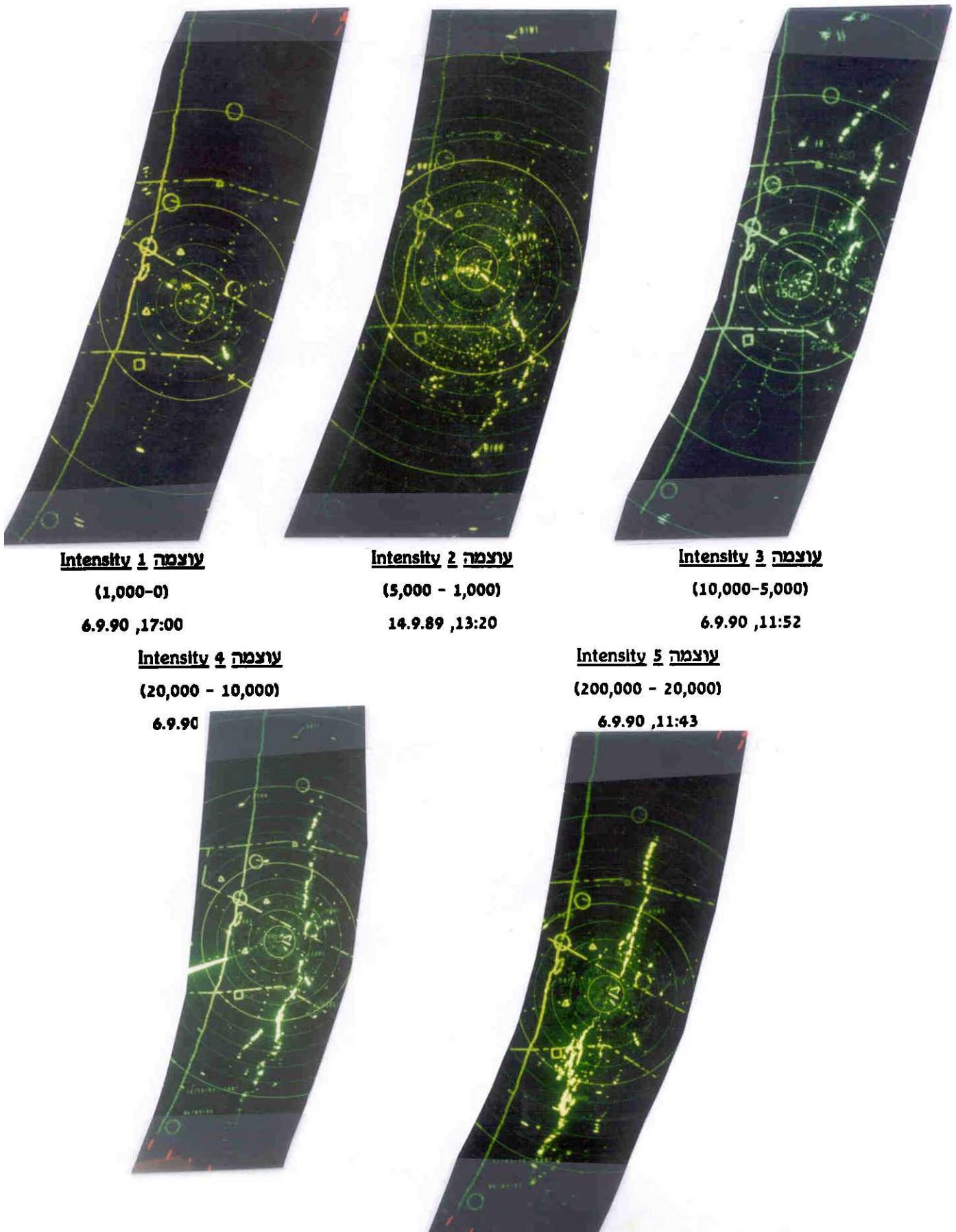
בהתאם לזאת, חילקנו כל יום נזירה במכ"ם, בהתקבש על טירות הצלומים, ל-5 רמות נזירה לפי הפרוט ולהלן:

דרגה 1	-	-	1,000	ציפורים / ליום
דרגה 2	-	-	5,000	ציפורים / ליום
דרגה 3	-	-	10,000	ציפורים / ליום
דרגה 4	-	-	20,000	ציפורים / ליום
דרגה 5	-	-	200,000	ציפורים / ליום

נתונים אלו הושו לנתחי רשת הצופים הקרקעית.

**תמונה מט' 13-17:** מספר רמות עוצמה של נזירות להקות עופות דואים, כפי שנראו במכ"ם הגישה  
בנתב"ג: איות צרעים (נגזר הקטע הרלוונטי בצלום המסלך)

**Photos 13-17: Soaring bird migration magnitude levels as seen on the Ben-Gurion Airport Approach Radar (*P. apivorus*)**



מאביב 1986, במקביל לתיעוד הנדייה במכ"ם נתב"ג, התחלנו גם להזרים באופן שוטף התראות לבסיסי חיל-האוויר ליחסות הבקרה ולוגרמים נוספים בחיל-האוויר על התקנות הנזדות לבסיסים, ולשוחרי אימונים בגובה נמוך, כדי להפחית את ההיפגעות הרבות של חיל-האוויר מציפורים נזדות.

סך-הכל בוצעו במחקר C-25 1625 שעות מעקב במכ"ם בכל שנה, לפי ממוצע של 12 שעות מכ"ם ביוםמה, 65 שעות בשבוע. לא בוצע מעקב בשבתו וחגים. בערבי חג ובימי ישיבת התקיים מעקב עד שעה 03:12. באربع שנות המחקר ובחנה הפרה-למינרית בוצעו C-25 8125 שעות מעקב במכ"ם.

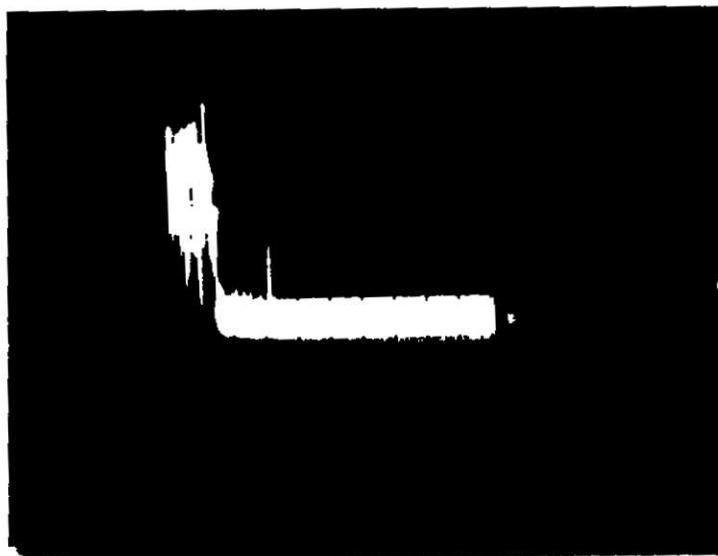
## 2. מעקב בעזרת מכ"ם מזג-אוויר ניצנה

באזור ניצנה, השתמשנו במכ"ם מזג-אוויר ניזד, המשמש את חברת שח"ס לצלצלים מטאורולוגים. למכ"ם מסוג 2/77WR100 EEC MODEL Enterprise היו נתוניים טכניים מתאימים למעקב אחר נדיות הציפורים. מקומו ואזור כיסויו (ראה מפה מס' 3) היו בעלי פוטנציאל חשוב יותר למעקב הנדייה בצפון ומרכז הנגב, בשיטה מקבילה לעבודות הצופים בנדיות הסתיו בסקר כפר קאסם עם מכ"ם נתב"ג. המכ"ם המטאורולוגי הוא . C-Band

### טבלה מס' 2: מספר נתונים בסיסיים של המכ"ם:

<u>Frequency</u>	<u>5600 to 5650 MHz</u>
<u>אורך גל ג</u>	<u>5.4 cm</u>
<u>Magnetron Type</u>	<u>Coaxial</u>
<u>Pulse Width</u>	<u>2.0 Microseconds</u>
<u>Antenna Assembly Type</u>	<u>Elevation over azimuth</u>
<u>Azimuth Travel</u>	<u>360° continuous</u>
<u>Elevation Travel</u>	<u>-60 + 2°</u>
<u>Type</u>	<u>Horn-fed parabolic</u>
<u>Diameter</u>	<u>8 feet, solid</u>
<u>Beamwidth</u>	<u>1.5° maximum (-3dB points)</u>
<u>Sweep Ranges</u>	<u>100 '230' and 450 Kilometers</u>

לאחר קבלת אישורי חברת שח"ס לשימוש במכ"ם, ביצע החוקר, יחד עם עוזרת-מחקר ושתי מוכ"מות חיל-האוויר, במשך 3 חודשים בני 5 ימים בחודש ספטמבר 1987 ( 15-9-9.87, 6-2-9.87, 29-27.9.87 ), מעקב אחר הנדייה עם מכ"ם זה. למכ"ם זה היה במקביל לשידות ה-PPC, אוסצילוסקופ, שאפשר לוודא, במקביל, אם להקות המזוהות בשידיה הן אכן להקות ציפורים: המכ"ם מכון ידנית לאזימוט הלהקה ועל האוסצילוסקופ מופיע באופן בולט "בליפ" (במידה שמדובר בהתקנת ציפורים). קצב התקדמותן בעיר ה-X של האוסצילוסקופ מאמת שאכן מדובר בצעורים. בעורת מספר טיסות יכול עם הדאון הממוני ועובדות המכ"ם, התגברר כי המכ"ם מادرר היטב להקות עד לטווחים הנעים בין 35-35 מייל, ומתאים היטב לצורכי המחקר.



תמונה מס' 17א: 15.9.87 שעה: 12:26 ב-PII נתגלו באזימות ° 338 – עד ° 10 להקות ציפוריים בטוח של 25 ק"מ: באוציאילוסטוקוף נראית אחת הלהקות באופן ברור קצר ימינה לרביעו השלישי משמאל (כל ריבוע-8 ק"מ, סך-הכל טוח של 25 ק"מ). "הרושים" בקילומטרים הראשונים מאונות צד ומהפרעות אחרות.

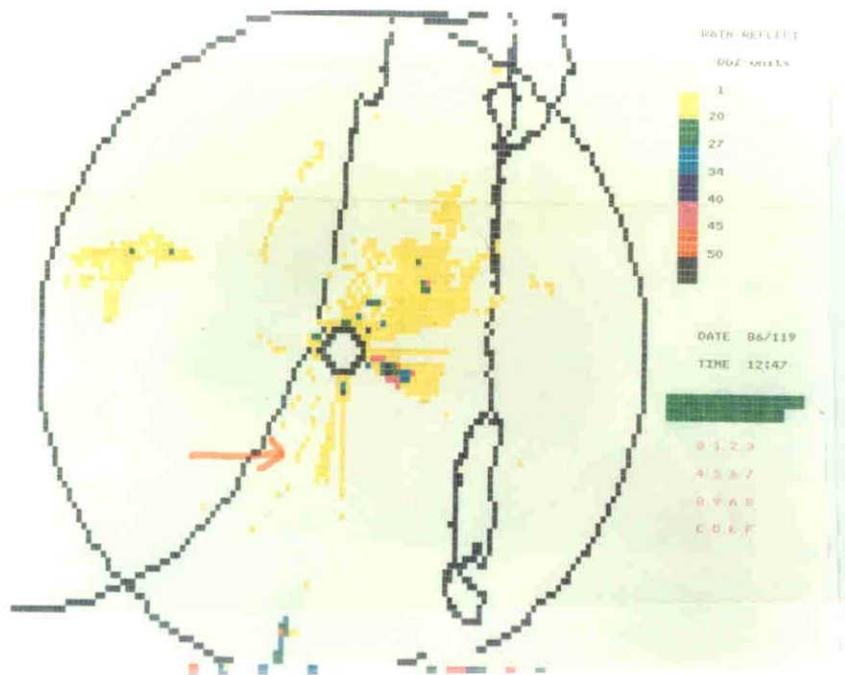
ב-29.9.87, עת חלף הגל הגדול של עיטי החורף, אחד מהסיבובים היוניים של האנטנה עבר להקות עיטי חורף, נשבר ציר האנטנה. המכ"ם הושבת, ובעקבות זאת, לא יכולנו לנצל את המכ"ם באופן קבוע למחקר.

### 3. מכ"ם מג-האויר של חברות שח"ט, נתב"ג

למכ"ם מג-האויר של חברת שח"ט מוגם 77/2-WR100-A (טוצרת Enterprise) יש נתונים טכניים טובים למעקב אחר עופות דודים. חברת שח"ט גם התקינה מערכת ממוחשבת טובה, המעלת במשך כל הזמן את הנתונים על סרט מגנטי, המאפשר לקבל את תמונה העננות והציפורים בצעבים שונים בהתאם לגובה. בבדיקה פורה-למינרית, שביצעו בסתיו 1986, השווינו את נתוני המכ"ם העננים לנawy מכ"ם הגישה בתב"ג. הוביר לנו, כי בשפלת החוף, המכ"ם רואה היטב את הלהקות הנודדות, אך הווי הקruk של רכס הרי יהודה ושומרון לא מאפשרים לראות את הציפורים. קבלת התמונה החלקית של הנדייה רק בשפלת החוף ולא מעל רכסיו ההרים לא סייפה אותנו. בנוסף לכך, גם בתמונה המחשב לא ניתן להבדיל באופן חד וברור בין עננים וציפוריים, כמו למשל בדוגמה המצורפת, (11.9.86, שעה 45:12). כשעבר גל גדול של איות צראים כ-15 ק"מ מזרחית לקו החוף, הקו נראה בבירור מדרום לתב"ג (קו ריבועים צחובים מקבילים לקו החוף) אך נבעל בעננים הנמוכים מצפון לתב"ג, ובלי הרשוואה של נתב"ג, לא ניתן היה להחליט בוודאות גם על קו הנדייה הדרומי. בעקבות זאת, החלטנו לא להשתמש במחקר במכ"ם זה.

מפה מט' 5: מכ"ט הענינים בנתב"ג: החץ האדום מורה על קו הנזירה של איזות הצערים מזרחת לכו  
החוות מדרות לנtab"ג. מצפון לנtab"ג לא רואים את הציפורים הנבלעות בענינים.

**Map 5: Cloud radar at the Ben-Gurion Airport – the red arrow shows Honey Buzzard migration' 11.9.1986' 12:47**



#### 4. מכ"ט PAR ליזיה מטרות של סוללות הוק

בתאריכים: 8-4.4.87, 8-6.5.87, 8-12.5.87 בוצעו 3 מחוזרי תצפית לבדיקת כושר זיהוי להקות ציפורים במכ"ם המתקפים מסווג PAR של סוללות הוק בנגב. טווח המכ"ם מגע ל-110 קילומטרים, ועל-פי נתוני הטכניים הוא אמרור להקות ציפורים. בבדיקה הראשונית התברר, כי מכ"ם ה-PAR מצליח לאתר להקות נודדות עד לטווחים של כששים קילומטריים. לאחר שהבדיקה נעשתה בטוללת הוק מבצעית, מסך המכ"ם מאושך כל הזמן, ולא אפשר עבוזה סיסטמית של עוד חוקר ומוכ"מת ציפורים. הפעולות המבצעית לא מאפשרת כוונון ספ"ס גילוי המכ"ם מהירות הנמנעות יחסית של הציפורים, ולכן נאלצנו יותר גם על מכ"ם PAR.

יש לציין, כי במרכז הבדיקה של סוללות הוק קיים מסך טלויזיה של מכשיר תצפית ארוך-טווח "עין הנץ", המאפשר לזיהות בעין, במקביל למכ"ם, את הלהקות המתגלו במסך ה-PAR, וכך לוודא באילו מיני ציפורים נודדות מדובר. בבדיקה שערכנו זיהו בוודאות להקות נודדות של חסידות ואיזות צראים שחלופו בטווחים מספיק קרובים לזיהוי.

#### 5. מכ"ט בקרות גישה GCA

בבסיסי חיל-האוויר מוצבים מכ"מי בקרות גישה (GCA). בתאריכים 18.9.87 ו-21.9.87 בוצעה בדיקה ראשונית באחד מבסיסי חיל-האוויר הממוקם בלב ציר הנזירה. בימים אלו הייתה נזירה טובה. התגלו היבט להקות ציפורים בטווחים של עד 8 מייל מהבסיס, אך לא למעלה מכ". טווח מוגבל זה לא הספיק לדירישות המחקר, ולכן לא המשכנו לתפעל גם את המכ"ם ה-GCA. עם זאת, מכ"ם ה-GCA יכול לשמש היבט שודות-תועפה של חיל-האוויר להתרעה בזמן אמיתי באורי הגישה והקרובים של הבסיס כולל קבלת גובה הלהקה.

#### 6. מכ"ם רמיית של מערך הנ.ג.ט.

בבדיקה שנעשתה בשני מכ"מי רמיית בדקנו את כושר זיהוי הרמית, כשבגוש ذן נעזרנו במכ"ם הגישה של נתב"ג כנקודות ייחוס והשוואה לאיתור וזיהוי להקות. לאחר שתמונות המכ"ם הרמית מסוניות, ובגלל בעיות מבצעיות הפסיקו את השימוש במכ"ם זה.

#### 7. מכ"ם 43 TPS, של מערך הבקרה של חיל-האוויר

בין התאריכים 28.9.87-30.3.88, ימי השיא של נזידת עיטי החורף, נבדקו שני מכ"מים אלו בהשוואה לתמונה המתקבלת בנתב"ג. עם כל זיהוי להקה בנתב"ג התקשרנו ליחidot הבקרה, שם בדקנו אם הם מסוגלים לאთ את הלהקה שאותרה בנתב"ג. מבדיקה ראשונית או הסתר, שאת הגלים הגוזלים המכ"ם ראה היטב עד לטוחחים של כ-90 קילומטרים, את הלהקות הקטנות המכ"מים לא הצליחו לזיהות, ובעקבות זאת לא המשיכו לעבד עם מכ"מים אלו.

#### 8. מכ"ט חוף-דגון של חיל-הים

המכ"ם מדגם 7-2216 EL/M נזהה היטב להקות ציפורים בים אך מזרחית מקו החוף, על היבשה, לא ניתן לראות כל תנועה בגלל חוסר ב- Moving Target Indicator (MTI), ולכן לא התאים למחקר נזידה של עופות דואים הנמנעים ברובם מלחצוט את הים. המכ"ם יכול לשמש כמכשיר מחקר טוב לנזידות חופמאים, ברזווים, ומיני ציפורים אחרות החוצות בנזידות את הים.

### **3.2 אינטגרציה בין חמש שיטות המחקר**

רוב החוקרים שעקבו אחר הנזידה העצטמעמו, ברוב המקרים, בשיטת מחקר אחת, על יתרוניותה וחסרונותיה: כך, למשל, Pennycuick (1970), פיתח את שיטת המעקב בדיון ממונע (1971) Bruderer (1971) Eastwood (1971), ואחרים, פיתחו מUCK בעזרת סוגים שונים מכ"ם שונים אחר הנזידה. רבים עקבו באופן סיסטמטי אחר נזידת עופות דורסים רק בעזרת צופים מן הקרקע כמו (Bernis, 1980; Dunne & Sutton, 1986).

חלק קטן יותר של החוקרים הצליחו לשלב עבודה של שתי שיטות במקביל, בעיקר שילוב והשוואת נתונים של צופים קרקעיים ומכ"מים (Alerstam & Ulfstrand, 1974; Evans & Lathbury, 1971; Gauthreaux, 1973). שילוב של מטוס קל ומכ"ם בוצע רק במחקר אחד ובמספר טיסות בודדות ב układ אחר נזידות ענורות בשודיה (Pennycuick, Alerstam & Larsson, 1979).

במחקר זה, פיתחנו, ככל הידוע לנו לראשונה, מערכת מחקר נזידה, המtabסת על חמש שיטות מקבילות לאיוסף נתונים באותה מערכת נזידה (ראה סעיפים 2.2.1-2.2.5).

כל שיטה משלימה, לפחות חלקית, את חסרונותיה של השיטה המקבילה, ובנוסף, אפשרו לנו השיטות השונות לאמת חלק מהנתונים שנאספו במקביל על-ידי השיטות האחרות.

נושא נוסף, שזכה כאן לראשונה לפיתוח חדשני, היה השימוש האינטגרטיבי בין שיטות המחקר השונות: תוך כדי מהלך המחקר, הצלחנו ליעיל ולילישם את יתרונותיה של שיטה אחת לקבלת ביצועים טובים יותר של שיטה שנייה מקבילה, וכך לרכז תוצאות טובות יותר בפרק הזמן והתקצבים המוגבלים של המחקר:

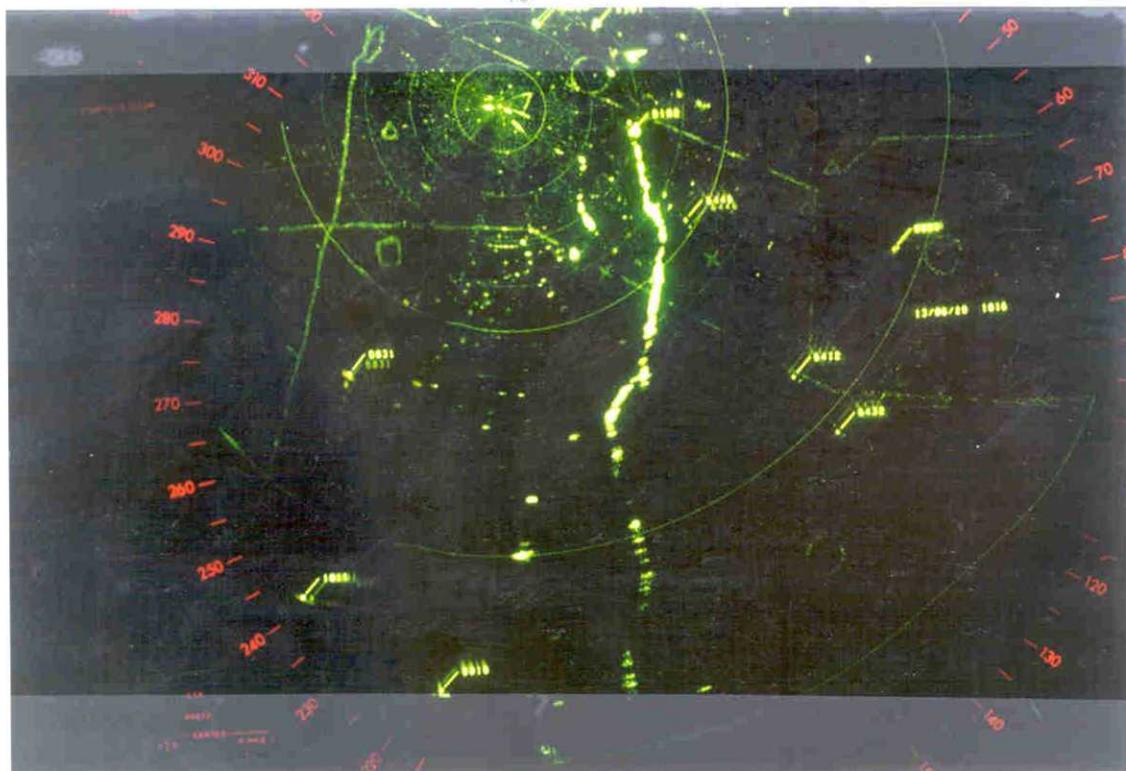
**א. шиЛОв дAон-МР":** לאחר שמכ"ם הגישה בתב"ג לא אפשר לקבל נתוני גובה של הלהקות, אפשר הדאון המmono, שטס בקצב להקות, למפות במדוק את גובהן. בתחילת המחקר ניסינו לאתר להקות מעקב בדאון באופן אקרי בימי השיא של הנזירה, ולייטים בזבונו שעות טיסה יקרות بلا אתר כל להקה המתאימה למעקב. תוך כדי המחקר בשנה הראשונה, שלמדונו כי המכ"ם מאתר היבט גם להקות קטנות של דורותים בודדים, עמד הדאון בכוונות על הקרקע והמריא לאוויר רק עם אישור להקה על-ידי המכ"ם, כאשר הבקרה כיוון את הדאון תוך הלהקה. בתב"ג קיבלנו אישור לחנות עם הדאון ליד מגדל הפיקוח, כך שהחוקר יכול היה לבדוק אישית המכ"ם עם אייזו להקה הוא בוחר לטוס, להנחות את קצין הבקרה, ומיד להמריא ולהצטראף אליה. בטיסות המוצלחות ביוטר, בהן ליווינו להקות נודדות מרגע המראתן ועד לעזיבתן את הנבול הבינלאומי, הענו לעיתים לשבע עד אחת-עשרה שעות טיסה רצופות;

השיהיה הרצופה בדאון המmono מספר כה גדול של שעות, כשהיא הטישה צר וקטן, יכולת התאזה מוגבלת, והטפרוטורה מגיעה לעיתים לעמלה מ-40° (החופה הגדולה מפיברגלס משמשת כחמה מצוינה), ומאמץ הטישה הרצוף והקשה של הטיש, אילצו אותנו לחפש שיטה, שתאפשר לקיים הפסקה קלה, במחזיות יום הטישה: הצורך בריכוז מקסימלי ומושך, כדי לרשום ולתעד נתונים, ולא לאבד את הלהקה, ה比亚 אותנו לפיתוח שיטה, בה הצליחו בשלב מעקב אחר הלהקה על-ידי הדאון והמכ"ם: חלק גrol מהימים, אחרי 2-4 שעות טישה, הן בנזירות הסטייה והן בנזירות האביב, עת התקרב הדאון לאוזר והיא של התב"ג, התקשרנו בפלפון לказין הבקרה שלנו ויידנו שיש לו קשר-עין טוב הן עם הדאון והן עם הלהקה, נטשנו את הלהקה, נחתנו בתב"ג, כשהמכ"ם ממשיך לעקוב באופן רצוף אחרי הלהקה תוך ציון טווחים, איזומוטים וצלום הלהקה.

הפסקה של כמחזיות השעה אפשרה לטיש ולהזקן לכט לשירותים, לבצע תרגילי התעמלות לשחרור השירותים, לשנות כוס קפה, לתדלק את הדאון - ולצאת שוב בדרך בכוחות רעננים. עם ההמראה, כוון שוב הדאון לאויה להקה במקומה החדש, והמעקב המשיך עד לסיום הים.

**ב. "צסנה"-МР":** השילוב בין הדאון למכ"ם עבד היטב גם בהכנות ה"צסנה" אל להקות נודדות, ושימוש ב"צסנה" לבודיקות רמת הרולציה של המכ"ם.

**ג. дAон- "цснa":** במעקב אחר להקות נודדות, בעיקר של חסיזות ואוות בסתיו, שער הנזירה שלhn חלף בבקעת הירדן, לא יכולים לבצע את שיטות שילוב החילופין בין המכ"ם והדאון, מכיוון שהמכ"ם לא מזהה את הלהקות ברוב הימים בבקעת הירדן (ראה סעיף 2.2.5). בעקבות זאת פותחה שיטה נוספת, בה עמד מטוס קל של חברת "נשר" בכוונות בשדה-תעופה עטרות שמצפון לירושלים. כשהגענו עם הדאון והלהקה לאוזר הר בעל חzuור (כ-15 ק"מ צפונית-מזרחית לעטרות), התקשרנו בפלא-פון לחברת נשר, המטוס הקל הווזק, וכוכן על-ידיינו באוויר אליוינו ואל הלהקה. שנוצר קשר-העין בין המטוס להקה נטשנו את הלהקה לפרק זמן של כחצי שעה בנהר דומה כמו עם המכ"ם התב"ג. לאחר התדלק והמנוחה, כיוון אותנו הטיש להקה, וברגע שנוצר קשר-העין, המטוס הקל חזר לעטרות. בדרך כלל ההצלפות ארעה בכו בית-לחם - בית-شم. ברוב הטיסות התחלה בזעעה עם מטוס קל מודגס "סקיפר", המסוגל להגיע למהירות טיסה נמוכה יחסית (עם מדפים פתוחים, כ-45 מיל בשעה) וכך לשמר על קשר-עין הדוק עם הלהקה.



**תמונה מס' 18:** 4.4.90, שעה 13:00. הדאון הממוני בראש להקה של 15,000 חסידות (איזמות 75°, טווח 6 מייל ממכ"ם נתב"ג), כפי שצולם ע"י המכ"ם. הדאון מצוין בראש הלהקה בקו עדין מימין ומספר לזהרו אלקטרוני שלו – ע"י מכשיר זעיט (זיהוי עמידת טורף F).  
בשלב זה הדאון נטש את הלהקה לנחיתה בנtab"ג, והמכ"ם ממשיך לעקב אחריה לכחצי שעה. הדאון שמש כלייעיל ביותר לביקורת רמת הרוזלציה של המכ"ם (ראה סעיף 2.2.5). בחלקימי המעקב בדאון, עת נכנסו איות הצרעים לסיני, והדאון נאלץ לנטווש, הצליח המכ"ם בניצנה להמשיך ולעקב אחר הדורסים כ-40 ק"מ נוספים.

ד. **צופית-דאון:** כבר בשנת המחקר הראשונה, ויתרנו על הניסיונות האקראיים לאתר להקות גודדות באוויר בעזרת הדאון הממוני. באזוריים שבהם לא היהCisco מכ"ם, כמו הגבול המצרי באביב ושמורת החולה ונגבול הצפון, בנדידת הסתיו, התבאססו רק על חוליות הצופים הקרהויות שאיתרו להקות וכיונו בובוקר את הדאון אליו (ראה סעיף 2.4). ללא פיתוח השיטה של שילוב הצופים והדאון, לא היו מצליחים לבצע את המתקבים ביעילות מתמשכת כפי שבוצעה בפועל.

ה. **צופית-מזל"ט:** איתור הלהקות ערבית קודם על-ידי הצופים אפשרו את טיסות המUNK בעזרת המזל"ט. בחישוב אקראי של להקות על-ידי המזל"ט, הסיכוי לאתר להקה מתאימה בובוקר הוא אפסי בגלל מנבלות המזל"ט (ראה סעיף 2.5), ולכן לצופים תפקיד מרכז בהצלחת טיסות המזל"ט.



**תמונה מס' 19:** 7.4.87, 13:08: לאחר 5 שעות רצופות באוויר עם הדאון, מצטראף מטוס מודגם "סקיפר" להתקת החסידות, מצפון לירושלים, והדאון חזר לנחיתה ותדלק בעטרות. (צילום מהדאון הממונהן : יוסי לשם).

ו. **צופים-מכ"ם:** לאחר שבעזרת מכ"ם הגיעו בנטב"ג ניתנו לאתר היטב להתקות אך לאລוחות את המינים, שכרנו בשנת המחקר השנייה מכשיר פלאפון בכדי לרכז רשות הצופים בziej חוצה שומרון, ובעזרתו סיינו המוכ"מות את הרכבים להתקות הצופים ורשמו זיהויים ואיתמו את נתוני גודל הלתקה, כפי שנעשה עם הדאון הממונהן. שילוב הקשר בין הצופים למכ"ם הוכח מאד, ובחלוקת מהמרקמים, כשהחדר כוח אדם לרשות צופים גדולה, ניתן, בעזרת המכ"ם ורכיב צופים, לכונן את הצופים אל שיא הנדייה בשעות הימים השונות, וכן ליעיל באופן ממשמעותי את עבודות הצופים הקרקעיים.

השילוב בין כל גורמי המחקר שתוארו, אפשרו לנו לפתח, במקביל, שיטת התרעעה בזמן אמיתי לחיל-האוויר על הימצאות הלתקות במרחב האווירי של ישראל, ולהזרים את המיזע בזמן אמיתי לגורם הרלוונטיים בחיל-האוויר (פירוט ראה סעיף 4.2, 4.1).

### 3. תוצאות ודיוון

#### 3.1 **כמויות הופעת המינים השונים בתבסט על נתוני רשות הרים הקרים:**

סיכום ועיבוד נתוני נדידת הסתיו של העופות הדורסים מתבסס על 9 שנים תצפית רצופות: שושנים (1982-1987) בסקר כפר קאסם - חוצה שומרון, ושלוש שנים (1988-1990-1991) בסקר העמקים הצפוניים.

מהחר שחלק ניכר מהחסידות הנודדות חולף בבקעת הירדן כבר במחצית אוגוסט, לפני גלי הדורסים הנודדים, עיבדנו רק את נתוני 4 השנים האחרונות (1987-1990), שהן פרשנו רשות צופים בעמק בית שאן ובבקעת הירדן מתחילה עונת נדידת החסידות ועד תומה. ויתרנו על הנתונים של השנים הקודמות שהיו חלקיים.

במקביל, ניתנו רק 4 שנים נתוני נדידת השכנים (1987-1991), מכיוון שה问问 אחר הדורסים הנודדים הסתיים בכל השנים בין 15-20 באוקטובר, ואילו השכנים ממשיכים לנודד חודש נוסף, כך שהנתונים שנאספו בעת סקרים הדורסים היו חלקיים.

באربع השנים האחרונות הצליחו לאסוף נתונים סיסטמטיים על נדידת השכנים עד לסוף חודש נובמבר, משמרות החולה במזרח ועד לשמרות אפק במערב, וכך השתמשו רק בנתונים אלו.

בנדידת האביב, התבפסנו על נתוני 6 שנים מעקב אחר נדידת הדורסים באילת: שנת 1977-1981 נתונים שנאספו על ידי קבוצת החוקרים הדנים (Christensen et al 1981, al 1991), וח'ר 5 השנים בסקרים שאורגנו על-ידי Shirihai & Yekutiel (1991). במעטב אחר נדידת החסידות באביב, התבפסנו רק על נתוני 1987-1990, לאחר שלמדו היכן עבר ציר הנדידה המערבי. הנתונים משניהם מושגים מושגים ולא הוכנסו לחישובים. לא נאסף מידע סיסטמטי על נדידת השכנים באביב, וזאת מאחר שחלק נכבד מהשכנים הנודדים חולף באביב במקביל לקו החוף מעל לרצועת עזה, אך לא יכולנו לפרק צופים באופן קבוע לרוחב רצועת עזה. לכן נמנעו שימוש בנתונים שנאספו באופן לא סדרי.

**LATIFOT:** כל העיבודים הסטטיסטיים המוצגים במחקר על נדידת הסתיו מtabssim, לפיכך, על 9 שנים מעקב אחר דורסים ו-4 שנים מעקב אחר חסידות ושכנים.

בנדידת האביב התבפסנו על 6 שנים נתון דורסים באילת, 1-4 שנים נתון חסידות בציר המערבי בלבד.

בדיונים המסתמכים (פרק 3.4.3) תוצג הערכה לננתונים החלקיים שנאספו במקומות החסרים.

\* דיוון מפורט בתוצאות מופיע בסוף פרק בנושא רלוונטיים, וחומרה ושיטות לאיסוף הנתונות האקלימיות הוצעו יחד עט המבוא האקלימי בפרק 3.6, כדי ליצור רצף אחד מובן, לנושא שאינו ביולוגי.

**טבלה מס' 3: סך הכל והופות שניספרו בסקרי נדידת עופות דו-שנתיים סתיו, 1989-1982**

**Table 3: Summary of Soaring Bird Migration Surveys. Autumn 1982-1990**

סקר עמקים צפוניים Northern Valleys			סקר כפר קאסם - חוצה שומרון Kfar Kasse m- Cross Samaria						סוג חיציפור	
1990	1989	1988	1987	1986	1985	1984	1983	1982		
3819	2492	3008	7288	8045	7005	7399	7697	7142	C. gallicus	
78	66	52	39	79	61	49	50	48	P. haliaetus	
83701	56533	74198	81429	114446	108873	88210	141868	89239	A. pomarina	
214	156	224	456	265	411	368	234	296	A. nipalensis	
3	18	9	37	13	37	22	9	24	A. heliaca	
30	50	42	85	74	79	67	41	33	A. clanga	
811	842	622	1304	1973	1498	1127	1267	1176	H. pennatus	
25	62	43	24	13	32	57	20	18	B. rufinus	
1952	2166	934	461	517	352	139	303	80	B. vulpinus	
3	6	5	42	30	29	22	13	16	B. buteo	
437432	300972	347397	379672	419164	390612	380576	133621	319660	P. apivorus	
1734	1131	1063	1195	1051	759	447	293	313	M. migrans	
161	284	124	301	346	474	265	242	301	N. percnopterus	
62	39	76	27	73	32	39	52	16	G. fulvus	
1516	1534	751	1236	1237	801	587	476	398	C. aeruginosus	
9	1	4	15	21	21	17	6	6	C. cyaneus	
55	103	47	34	12	51	20	16	12	C. pygargus	
26	46	12	33	23	57	46	32	21	C. macrourus	
446	661	215	642	496	469	287	341	340	C. pyg/macro	
1429	2495	1584	1974	3418	3377	2916	2677	2923	Un identified	
41722	41237	40560	28708	44653	37896	29255	25316	21983	A. brevipes	
868	1150	620	1317	1761	592	813	513	385	A. nisus	
17	12	15	2	18	20	8	12	15	F. peregrinus	
15	8	17	22	17	34	15	37	44	F. eleonorae	
19	15		40	55	59	42	29	29	F. subbuteo	
4200	4942	2836	1833	5752	2820	1514	1097	631	F. vespertinus	
200	52		460	294	305	355	197	168	Falco sp.	
580617	417073	474458	508676	603846	556756	514662	316459	445317	Total	
אנו נתונינו זמינים			102818	123112	147440	111294	62207	62714	32378	Double Count/Eliminated
זמינים			24.7%	21.9%	24.4%	22.1%	12.1%	19.8%	7.3%	Double Count (%)

\* מיון לא מדווה

1990	1989	1988	1987	1986	1985	Species	סוג חיציפור
236161	146904	176322	202935	54683*	63896*	C. ciconia	חסידה לבנה
68539	76523	76909	65569	31165*		P. onocrotalus	שכנאי מצוי

\* ספירה חלקית בלבד

**טבלה מס' 3: סך הכל והופות שניספרו בסקרי נדידת עופות דו-שנתיים סתיו, 1989-1982**

**Table 3: Summary of Soaring Bird Migration Surveys. Autumn 1982-1990**

סקר עמקים צפוניים Northern Valleys			סקר כפר קאסם - חוצה שומרון Kfar Kasse m- Cross Samaria						סוג חיציפור	
1990	1989	1988	1987	1986	1985	1984	1983	1982		
3819	2492	3008	7288	8045	7005	7399	7697	7142	C. gallicus	
78	66	52	39	79	61	49	50	48	P. haliaetus	
83701	56533	74198	81429	114446	108873	88210	141868	89239	A. pomarina	
214	156	224	456	265	411	368	234	296	A. nipalensis	
3	18	9	37	13	37	22	9	24	A. heliaca	
30	50	42	85	74	79	67	41	33	A. clanga	
811	842	622	1304	1973	1498	1127	1267	1176	H. pennatus	
25	62	43	24	13	32	57	20	18	B. rufinus	
1952	2166	934	461	517	352	139	303	80	B. vulpinus	
3	6	5	42	30	29	22	13	16	B. buteo	
437432	300972	347397	379672	419164	390612	380576	133621	319660	P. apivorus	
1734	1131	1063	1195	1051	759	447	293	313	M. migrans	
161	284	124	301	346	474	265	242	301	N. percnopterus	
62	39	76	27	73	32	39	52	16	G. fulvus	
1516	1534	751	1236	1237	801	587	476	398	C. aeruginosus	
9	1	4	15	21	21	17	6	6	C. cyaneus	
55	103	47	34	12	51	20	16	12	C. pygargus	
26	46	12	33	23	57	46	32	21	C. macrourus	
446	661	215	642	496	469	287	341	340	C. pyg/macro	
1429	2495	1584	1974	3418	3377	2916	2677	2923	Un identified	
41722	41237	40560	28708	44653	37896	29255	25316	21983	A. brevipes	
868	1150	620	1317	1761	592	813	513	385	A. nisus	
17	12	15	2	18	20	8	12	15	F. peregrinus	
15	8	17	22	17	34	15	37	44	F. eleonorae	
19	15		40	55	59	42	29	29	F. subbuteo	
4200	4942	2836	1833	5752	2820	1514	1097	631	F. vespertinus	
200	52		460	294	305	355	197	168	Falco sp.	
580617	417073	474458	508676	603846	556756	514662	316459	445317	Total	
אנו נתונינו זמינים			102818	123112	147440	111294	62207	62714	32378	Double Count/Eliminated
זמינים			24.7%	21.9%	24.4%	22.1%	12.1%	19.8%	7.3%	Double Count (%)

\* מיון לא מדווה

1990	1989	1988	1987	1986	1985	Species	סוג חיציפור
236161	146904	176322	202935	54683*	63896*	C. ciconia	חסידה לבנה
68539	76523	76909	65569	31165*		P. onocrotalus	שכנאי מצוי

\* ספירה חלקית בלבד

**טבלה מס' 4: סך הכל העופות שנספרו בסקורי ויזידת עופות דורסים, אביב 1977, 1983, 1985-1988**

(אילת)

**Table 4: Summary of Soaring Bird Migration Surveys, Eilat, Spring 1977, 1983, 1985-1988**

1988	1987	1986	1985	1983	1977		
10922	7	22762	75073	23318	19288	A. chrysaetos	עיט סלעים
12	17443	47	35	61	95	A. nipalensis	עיט ערבבות
21	67	58	74	40		A. heliaca	עיט שמש
5	4	6	5	11		A. pomarina	עיט חורף
429139	380441	465827	225460	109493	315767	A. clanga	עיט צפראדים
28	29	47	105	34		B. vulpinus	עקב מזרחי
31774	313363	24728	28834	27039	26770	B. rufinus	עקב עיטי
52	102	76	138	468	155	M. migrans	דיה שחורה
21380	49836	17034	905	2556	5958	A. nisus	נץ מצוי
67	59	151	345	183	220	A. brevipes	נץ קצר אצבעות
150	105	109	140	147	175	C. gallicus	חויאי
2	5	1	6	4		H. pennatus	עיט גמד
73	96	64	49	87	122	H. fasciatus	עיט ניצי
263	308	385	541	252	802	P. haliaetus	שלץ
71	171	93	242	371	125	N. percnopterus	רחם
11	88	17	113	52		C. aeruginosus	זרון סוף
10	14	13	41	44		C. macrourus	זרון שדות
188914	293658	341777	851598	265775	225952	P. apivorus	זרון פס
	143	42	144		1360	Accipiter sp.	איתן צרעים
	3775		6460		149264	Buteo/Milvus	נץ*
	31	17	1111		9083	Aquila sp.	עקב/דיה*
63	146		83		8601	Falco sp.	עיט*
4	2		17	3		Gyps fulvus	כז*
	1		3	1		A. gentilis	נץ גדול
	30		58	160		Circus sp.	זרון*
	9		16	1		F. eleonorae	בז חוטפים
	34		13	54		F. naumannni	בז אדום
	3	2	7	1		F. biarmicus	בז צוקים
	4		4			F. peregrinus	בז נודד
	54		20	35		F. subbuteo	בז עצים
	203		2138			F. cherrug	בז צירדים
						Unidentified	לא מזוהים
688659	778224	873388	1193751	474127	763737	Total	סה"כ

המין לא זורה

סה"כ חסידות אביב 1990-1986 Total Ciconia ciconia				
1990	1989	1988	1987	1986 *
219191	248822	301048	294754	132251 *

\* נתוני חלקיים, לא הוכנסו לחישובים

35 מינים שונים מסדרת דורסי-היום Falconiformes בנדידת הסתיו והאביב בישראל. יחד איתם חולפות חסידות לבנות (*Ciconia ciconia*), חסידות שחורות (*C. nigra*), שקנאי מצוי (*Pelecanus onocrotalus*), שקנאי מסולסל (*P. crispus*) ועגורים (*G. grus*).  
חילקנו את הופעתם לפי 4 קטגוריות שונות לפי עוצמת נדידתם, בנדידת האביב והסתיו:

- |                               |                                                     |         |
|-------------------------------|-----------------------------------------------------|---------|
| 1. up to 1 million per season | - גָּדוֹל מְאֹוד עד ל- 1,000,000 פרטימ בעונת נדידה. | 1. ++++ |
| 2. up to 10,000 per season    | - גָּדוֹל עד ל- 10,000 פרטימ בעונת נדידה.           | 2. +++  |
| 3. up to 1,000 per season     | - נְדִיר עד ל- 1,000 פרטימ בעונת נדידה.             | 3. ++   |
| 4. up to 100 per season       | - נְדִיר מְאֹור עד ל- 100 פרטימ בעונת נדידה.        | 4. +    |

**טבלה מס' 5: חלוקת מיני העופות הדואים לפי עוצמת הנדידה**

**Table 5: Distribution of Soaring Bird Species According to the Intensity of Migration**

הערות	נדידת האביב	נדידת הסתיו	המין	
יתכן (1) ובבקרה מגיע יותר בסתיו	+ + + +	+ + + +	<i>Pernis apivorus</i>	1 קבוצה 1 (8 מינים) Group 1
	+ + + +	(1 + +	עקב חורף מזרחי ( <i>Buteo vulpinus</i> )	2
הערכה בלבד אין נתונים (2)	+ + + +	+ + + +	עיט ערבות ( <i>Aquila nipalensis</i> )	3
	(2 + + + +	+ + + +	עיט חורף (A. pomarina)	4
	+ + + +	+ + + +	נץ קדר-אצבעות ( <i>Accipiter brevipes</i> )	5
3) לעיתים בין 2000-1000	+ + + +	(3 + +	דיה שחורה (Milvus migrans)	6
	+ + + +	+ + + +	חסידה לבנה (Ciconia ciconia)	7
הערכה בלבד אין נתונים (4)	(4 + + + +	+ + + +	שקנאי מצוי (P. onocrotalus)	8
	(5 + + +	+ + +	חיויאי (Circaetus gallicus)	9 קבוצה 2 (5 מינים)
5) בנגב מאות	(5 + +	+ + +	עיט גמדי ( <i>Hieraetus pennatus</i> )	10
נוספים	—	+ + +	כץ ערב (Falco vespertinus)	11
6) הערכה בלבד אין נתונים סיסטמטיים	(6 + + +	(6 + + +	חסידה שחורה (C. nigra)	12 קבוצה 2 Group 2
	(6 + + +	(6 + + +	עגור אפור (Grus grus)	13
	+	+ +	בז מצוי (F. tinnunculus)	14 קבוצה 3 (6 מינים)
	+	+ +	בז אדום (F. naumanni)	15
לעיתים מעל 1000 (7)	+	(7 + +	נץ מצוי (A. nisus)	16
	+	+ +	עקב חורף (B. buteo)	17 Group 3
8) בנגב מאות נוספים	(8 + +	+ +	רhom (Neophron percnopterus)	18
לעיתים מעל 1000 (9)	+	(9 + +	זרון סוף ( <i>Circus aeruginosus</i> )	19

הערות	נדידת האביב	נדידת הסתיו	המין	
	+	+	שלץ ( <i>Pendion haliaetus</i> )	20
	+	+	עיטם לבן-זנב ( <i>H. albicilla</i> )	21
	+	+	דיה אדומה ( <i>M. milvus</i> )	22
	+	+	נץ גדול ( <i>A. gentilis</i> )	23
	+	+	עקב עיטי ( <i>B. rufinus</i> )	24
	+	+	עיט ניצי ( <i>H. fasciatus</i> )	25
	+	+	עיט סלע ( <i>A. chrysaetos</i> )	26
	+	+	עיט שמש ( <i>A. heliaca</i> )	27
	+	+	עיט צפראדיים ( <i>A. clanga</i> )	28
	+	+	עוזנית שחורה ( <i>A. monachus</i> )	29
	+	+	נשר ( <i>G. fulvus</i> )	30
	+	+	זרון תכול ( <i>C. cyaneus</i> )	31
	+	+	זרון שדות ( <i>C. macrourns</i> )	32
	+	+	זרון פס ( <i>C. pigargus</i> )	33
	+	+	בז צירדים ( <i>F. cherrug</i> )	34
	+	+	בז צוקים ( <i>F. biarmicus</i> )	35
	+	+	בז נודד ( <i>F. peregrinus</i> )	36
	+	+	בז חופים ( <i>F. eleonorae</i> )	37
	+	+	בז גמדי ( <i>F. columbarius</i> )	38
	+	+	שכנאי מסולסל ( <i>P. crispus</i> )	39

קבוצה 4  
Group 4

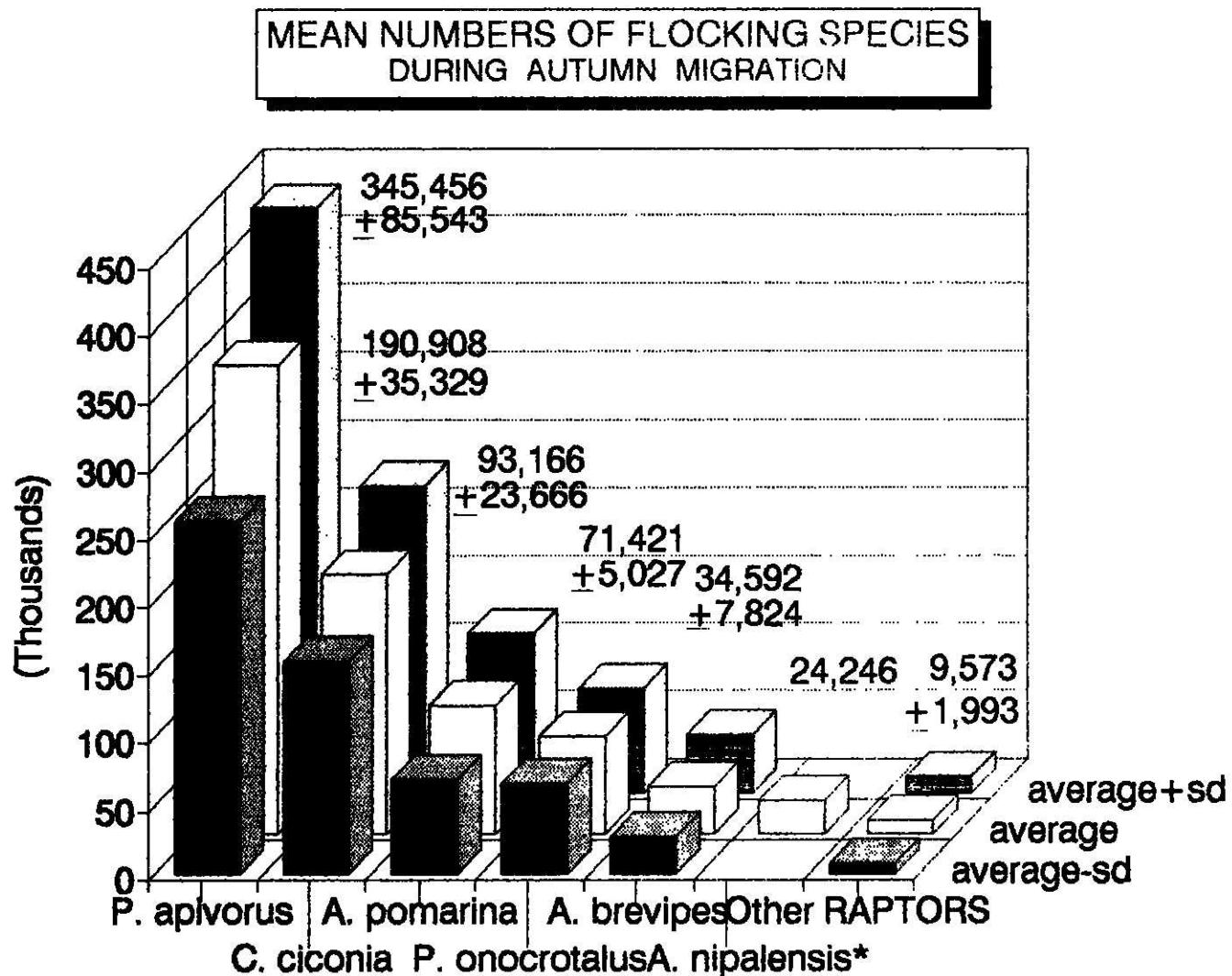
מהנתונים בטבלה נראה, כי מתוך 35 מיני דורסי-היום, 17.1% מהמיןנים מגיעים בכמותות גדולות מאוד, 8.6% מגיעים בכמותות עד 10,000 לעונה, ו-17.1% בכמותות של עד 1000 פרטים לעונה. 57.2% מהמיןנים נדרים בהופעתם (פחות מ-100 פרטים לעונה).

בעיבוד נתוני הממחקר, התמקדנו רק במינים מקבוצת הנפוצים מאוד והנפוצים, המהווים את עיקר עוצמת הנדידה, ואת עיבוד הנתונים של קבוצת הנדרים והנדירים מאוד השטטו לחלוטין. רק במספר מקרים, בהם השווינו את אורך גלי ההגעה של המיןנים השונים, הושפנו גם את הרחם וזרון הסוף כנציגים של שני סוגים שונים נוספים מקבוצת הנדרים.

כדי לקבל תמונה מסקנת של עצמת הנדידה באביב ובסתיו, מובאים להלן ממוצעים רב-שנתיים לכל עונה של המיןנים הבולטים בנדידה (עם סטיית התקן). (איורים מס' 6, 5)

**איור מס' 5: סיכום נזידות עופות דואים בשטיו מעל ישראל**

(כמות רב-שנתית ממוצעת וסטיית התקן)

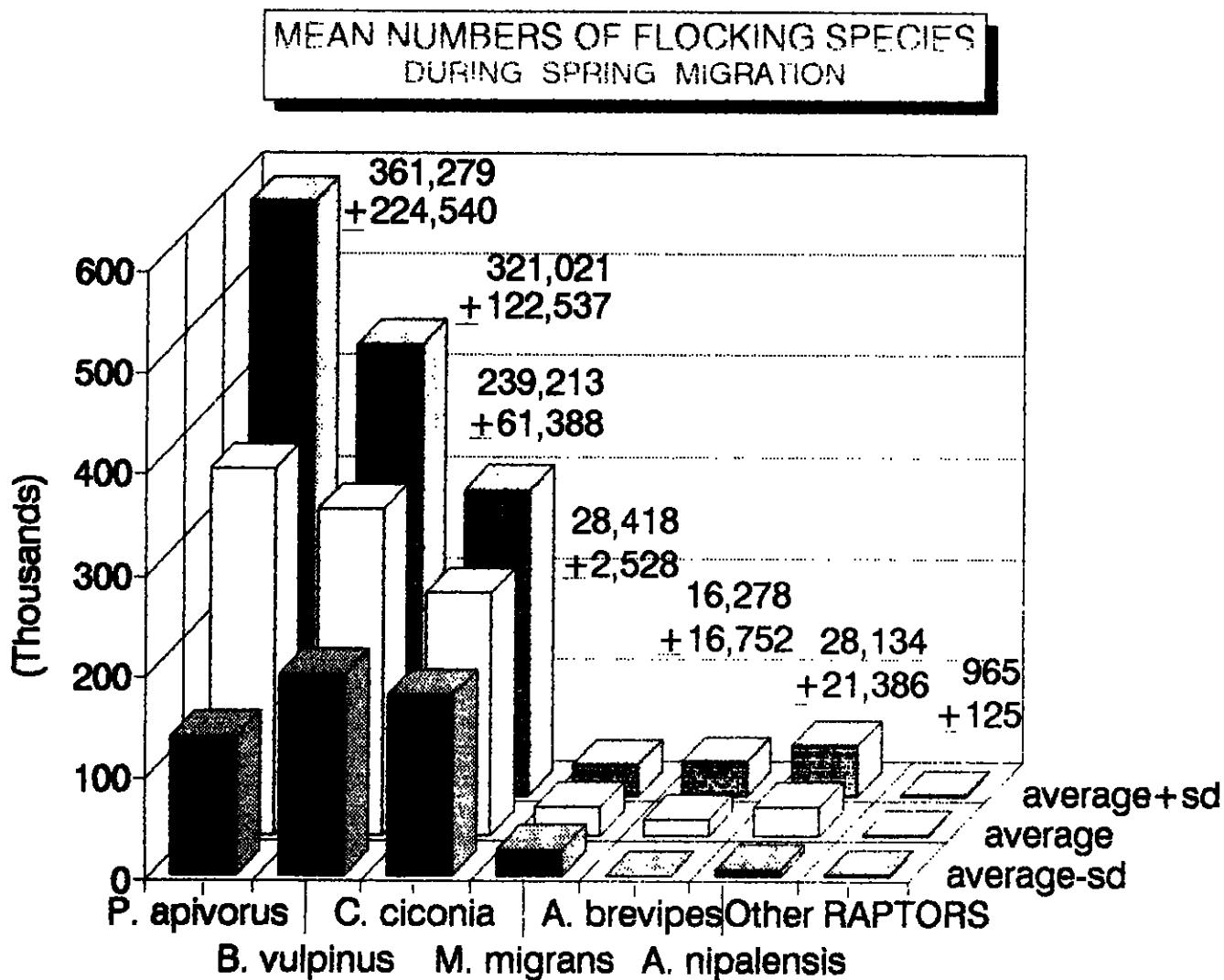


\* נתונים רק מעונת סתיו אחת (1980).

Data – 1 year only (1980).

איור מס' 9: סיכום נזירות עופות דואים באביב מעל ישראל

(כמות רב-שנתית ממוצעת וסטיית התקן)



### 3.1.3 דיוון: האט ניתן לאמוד גודל אוכלוסיות עולמיות באזורי "צוואר-בקבוק" בנדיידה

אחד השאלות המעניינות, המתבקשת במחקר נדיידת העופות הדואים במקומות יוצא-דופן כמו ישראל, אלה מתנקזים מספר מינים, שרובם, או כל אוכלוסייתם העולמית, חולפת תוך זמן מוגדר פעמיים בשנה, היא: האס ניתן לחשב באופן אמין את גודל האוכלוסייה העולמית של מינים אלו? תשובה חיובית לשאלת זו תאפשר ללמידה על שינויים רב-שנתיים בגודל האוכלוסייה העולמית ולנסות להבין את הגורמים לשינויים, להשוות בין גודל האוכלוסייה לפני חיריפתה באפריקה ואחרי שובה מאפריקה, וכן ללמידה איך מצלחים המינים השונים לשורוד בזמן החירפה, וכו'?

בבדיקה התנודות הרבע-שנתיים בגודל האוכלוסייה החולפת של המינים הבולטים באביב ובסתו (ראה איור מס' 5, 6), מגיעות התנודות הרבע-שנתיים לרמות גבוהות יჩשית:

**טבלה מס' 7: מספר מינים מייצגים לאחו השינויים הרבע-שנתיים בכמות החולפת באביב ובסתו לעומת הממוצע הרבע-שנתי** (CV) Coefficient of Variation in numbers flying over in spring and autumn for a number of representative species

(Spring)	אביב (Autumn)	SPECIES	הציפור
± 62.1%	± 24.7%	Pernis apivorus	איית צראעים
± 25.6%	± 18.5%	Ciconia ciconia	חסידה
—	± 25.4%	Aquila pomarina	עיט חורף
± 99 %	± 22.6%	Accipiter brevipes	נץ קצר-אצבעות
—	± 7.0%	Pelecanus onocrotalus	שכנאי מצוי
± 38.1%	—	Buteo vulpinus	עקב חורף מזרחי
± 8.8%	—	Milvus migrans	דיה שחורה
± 76 %	—	A. nipalensis	עיט ערבות
± 12.9%	± 20.8%	Other Raptors	דורסים אחרים
± 46.0%	± 19.8%	Survey Yearly Totals	סה"כ נודדים

מהנתונים עולה, כי בנדיידת הסטייה הסטטיסטית (Coefficient of variation) הגבוהה ביותר במינים המופיעים בגלים הגדולים מגיעה ל-25.4% ובממוצע, בין 6 המינים המוצגים, הסטייה מגיעה ל-19.8%. לעומת זאת, בנדיידת האביב, מתוך 7 מינים שהוצעו, הסטייה הנזולה ביותר מגיעה ל-99% והממוצע בין 7 המינים הוא 46%.

מספר גורמים עשויים לקבוע את גודל התנזיות הרב-שנתית בכמות הציפורים הנספרות בנזידה:

- א. **שינויים רב-שנתיים בהצלחות גייזול הגזולים בהתאם לגורמים סביבתיים שונים כמו מזון זמן, כמות משקעים, טמפרטורה וכו'** (Newton, 1979).
- ב. **שינויים בתנאי סביבה הפוגעים בזכיריות באורי החיריפה והנדידה: כמו ציד, הרעלות, מגבלות בטרף זמין וכו'** (Newton, 1979).
- ג. **התנות רב-שנתית ברמת המוונות של שיטת הסקר, הן ברמה האישית של הצופים עצם והן בפריסתם בשטח.**
- ד. **שינויים רב-שנתיים בתנאים האקלימיים, העשויים להשפיע את העופות הנזדים מנתיב הנדידה בו פרוסים הצופים, או להעלות לגובה שלא ניתן לצפות בהם מהפרק.**

א. במחקרים שנעו על אוכלוסיות מקננות גזولات של זורסים שונים לפרקי זמן העולים על 10 שנים, נמצא, כי מספר האזנות המקננים נשאר באופן אבסולוטי קבוע, או השתנה במעט בשיעור של פחות מ- 15% (Newton, 1979). במקביל, הוכח במחקרים רבים, כי גודל התטולה של מינים רבים משתנה בהתאם לזרימות המואן בשטח, והדבר בולט במיוחד במינים כמו עקבים הניאונים המכרסמים. תנוזות גודל התטולה משתנות בהתאם לשנת התפרצויות המכרסמים (Mebs, 1964; Rockenbach, 1975) ואחרים. לאור האמור לעיל, ניתן, לדעתנו, ליחס חלק ניכר מהתנזיות הרב-שנתיות של האוכלוסייה הנזוצה בסטייה להבדלים בהצלחת הקינון, אך לאחר שחלק ניכר מהאוכלוסיות החולפות בישראל מגיעות מושתחים גדולים יותר (למשל: עד 12 מיליון קמ"ר אצל איזור הצרעים), לא ניתן לאמת נתונים אלו באופן סיסטמטי.

ב. **למרות שיש מידע רב על פגיעה במינים הנזדים במסלולי הנדידה והחריפה, למשל, בישראל: הרעלות - (מנדלסון, 1964), לבנון ציד: - (Leshem, 1983), התחלמות - (שם, 1985) וכו'**, הרי המידע המפורסם על-ידי החוקרים מתואר תופעות אך לא נאותו נתונים כמוותיים ברמה גlobלית, שתאפשר למדוד את עצמת ההשפעה על אוכלוסייה עולמית.

ג. מאחר שבנדידת הסטייה פרייסת הצופים נערכה על חזית רחבה מאוד, ובכל עמדת תצפית היה לפחות צופה אחד מיום, נראה לנו, כי רוב האוכלוסייה הנזוצה נצפתה, למرات שאין ספק, כי חלק מהימים בהם לא נפתחה עמדת תצפית, או שהצופיםஇ אחיו להגעה לעמזה מסיבה כל שהיא, ניתן היה להפסיד ביום שיא אלפי ציפורים נזדות ליום, ולעיתים, עשרות אלפי ציפורים.

לדעתי, זו הסיבר העיקרית לכך, שבנדידות האביב סטיטית התקן גודלה באופן מאוד משמעותי מזו של הסטייה. בחלק מהמינים הבולטים מגיעה הסטיטה לערך של ± 62% (איית צרעים), 76% (עיט ערבות), ואפילו 99% (נץ קצר-אצבעות). בעוד שבסטיו היה כיסוי רשות צופים קרוב לאידיאלי, באביב התבessa התצפיות על 2-3 עמדות ברוב ימי הנדידה: אי-פתיחה עמדה אחת מתוך 3 ביום השיא, יכולה להוריד מיד את נתוני הצופים ב-33%.

ד. **לדעתי, הייתה לשינויי האקלים השפעה משמעותית יותר על תוכאות המרקע באביב לעומת סתיו.** (פירוט ודיון מפורט בנושא השפעת האקלים על תוצאות הנתיב במישור האופקי והאנכי ראה להלן בפרק .(3.6)

בימים שבהם נשבה, למשל, בהרי אילת רוח דרוםית או רוח דרומית-מזרחתית במקומות הרוח הצפונית הרגילה בימי שיא נדייה האית, כמו באביב 1980, נסחפה רוח מאסת האיות צפונה למרכז הנגב, והצופים איתרו כמות פחותה בהרבה מה ממוצע הרוב-שנתי.

לפרישה המוגבלת של הצופים באביב לעומת הסתי, השפעה משמעותית במיוחד במינים העוברים בגלים גדולים בפרק זמן קצרים: הנץ קזר-האצבעות מהוZA זוגמא מצוינת: 90% מהמין חולפים באביב בהרי אילת תוך 9 ימים בלבד. מין זה נודד בלהקות ענק, הנעות בענן צפוף ומרוכז ולעתים בגובה שקשה להוותם בגל נודלים הקטן יחסית לדורסים אחרים, וכן מספיק שבשניהם-שלושה ימי השיא חלפו הניצים בגובה רב או נסחפו צפונה או שעלוар מעני הצלופים, והתוצאה שהתקבלה באביב 1985 הייתה 90 ניצים בלבד -  
לעומת 49,836 באביב 1987 !

מהנתונים המתකבים בטבלה 7, בה מוצגות סטיות רב-שנתיות באביב מה ממוצע הרוב-שנתי בהשוואה לנtones טבלה מס' 13, בה מוצגת משערת אורך הגל של אוטם המינים, עולה, כי קיים מתאם הפוך בין משערת זמן המעבר של המין לעומת סטיית התקון שלו, וכן, ככל שמשערת גל המעבר קצרה יותר, ההסתברות לטיעיות גדולות - גדולה בהתאם. ( $P<0.04$ ,  $z=2$ )

במחקרים מקבילים, שבהם עקבו מספר שנים אחר כמות הנודדים מנוקודות- תצפית קבועות, כמו, למשל, סיכום 5 שנות תצפית בנדידת הסתיו בשמורה Hawk Mountain (Hough, 1986) הושוו הנתונים השנתיים של נדיות 2 מיני העקבים הנפוצים (*Buteo lineatus*, *B. Jamaicensis*) (Buteo lineatus, B. Jamaicensis). ניתן לראות שבחנויות 1946-1960, שבן היה אוכלוסייה יציבה, לפני שנגעה מההרעלות, ההבדלים השנתיים בכמות שנסקרו נעו בין 10%-25%. השוואת נתוני 8 שנות תצפית בנדיות דורסים בפרץ Braddock ניו-יורק (Moon & Moon, 1985) - מראה כי ההבדלים הרוב-שנתיים בין המינים הבולטים מגיעים עד ל-50%.

נראה, כי את המקבילה הטובה ביותר לישראל לשאלת השאלה האם ניתן לאמוד גודל אוכלוסיות עלמיות באורי "צואר-בקבוק" מוהוים מחקריו של N. Smith (1980, 1985) שעקב במשך שנים אחר נדיות דורסים במיצר פנמה, לשם מתកנות כמות ענק של מספר מינים בנדיותם מצפון לדרום אמריקה. כמותי דורסי העולם החדש, שנספרו בפנמה, מקבילות לנtones שנאספו באילת. פנמה וישראל מホות כיום את שתי נקודות-המפתח, בהן נספרו כמותי נודדות המשמעותיות ביותר על פני כדור הארץ.

מתוצאות 9 שנות תצפית בנויזות הסתיו בפנמה (Smith, 1985) מתקבלת התמונה הבאה:  
4 המינים הדומיננטיים, שנמנו בין השנים 1970-1982, הראו גם הם סטיות תקן גדולות בכמות הרוב-שנתית שנכפתה:

1. <i>Buteo platypterus</i>	$243,901 \pm 135,139$
2. <i>Buteo swainsoni</i>	$210,652 \pm 98,392$
3. <i>Chatartes aura</i>	$191,242 \pm 88,251$
4. <u><i>Ictinia mississippiensis</i></u>	<u><math>12,122 \pm 13,379</math></u>
<u>Total</u>	$659,889 \pm 305,231$

**טבלה מס' 8:** השוואת אחוז התנוזות הרב-שנתיות בין פנמה וישראל בסתיו של 4 מינים מתלhnkit, שהתנהגות דומה בעולם הישן ובעולם החדש.

**Table 8:** Comparison of annual fluctuations between Panama and Israel for 4 flocking species with similar behaviour patterns in the Old and New Worlds.

המין פנמה Species Panama	סתיו (Autumn)	סתיו Autumn)	המין ישראל Species Israel
Buteo platypterus	±55.4%	± 24.7%	איית צרעים ( <i>Pernis apivorus</i> )
B. swainsoni	±46.7%	± 22.6%	נץ קזר-אצבעות ( <i>Accipiter brevipes</i> )
Cathartes aura	±46.1%	1 year Data	עיט ערבות ( <i>Aquila nipalensis</i> )
Ictinia mississippiensis	±110%	25.4%	עיט חורף ( <i>Aquila pomarina</i> )
Total כלל האוכלוסייה	±64.5%	±19.8%	כלל האוכלוסייה (Total)

טבלה מס' 8 נראית, כי בפנמה המשרעת בתנוזות הרב-שנתיות בכמות סך-כל המינים שנספרו גבוהה יותר מאשר בישראל בסתיו. מהשוואת סך-כל האוכלוסיות שנספרו בסתיו בפנמה, לעומת המתוגדים בסתיו ובאביב בישראל, עולה, כי בפנמה התנודה גדולה פי 3.54 מספירות הסתיו בחוץ שומרון ובעמקים הצפוניים. בישראל, לעומת זאת, בפנמה התנודה קטנה פי 1.54 במספרים שהוזכרו בטהامة.

הסיבה להבדלים נועצה, לדעתנו, בכך שבחזיות הספירה ומספר הוצאות שנפרשו בשיטה: בסקרי הסתיו הייתה הפרישה הטובה והרחבה ביותר ולכן התנוזות הרב-שנתיות היו הנמוכות ביותר - באילת פרישה פחותה וולכה התנוזות היו גבוהות יותר. בפנמה, בה היה מספר הוצאות מצומצם ביותר, היו התנוזות הגבוהות ביותר, היחסים בתנוזות בין 2 הסקרים שהוזכרו 1:3.54 בטהامة.

מכאן, אנו מגיינים למסקנה חד-משמעות, כי לא ניתן לאמוד באופן מובהק את הרשתנות הרב-שנתית והעונתית של האוכלוסיות העולמיות, בהתבסס על נתוני צופים קרקעיים, גם במקומות המהווים "צוארי-בקבוק"משמעותיים.

מайдן, מהווים "צוארי-בקבוק" בנדידה כמו ישראל בעולם הישן ופנמה, בעולם החדש, אליהם מתנקזות חלק מהמינים כל או רוב האוכלוסיה העולמית בפרק זמן מוגדר, מקומות אידיאליים לקבלת ואימוט מידע, לפחות על "סדרי גודל" של האוכלוסיות העולמיות שהמידע לגבין חלקי או מוגבל. חלק מהמינים החולפים בישראל מתנקזים משתחי קינון רחבים באירואסיה, המגיעים לעיתים למאות אלפי קמ"ר ואף מיליון קמ"ר, כשבחלק ניכר מהאזורים, בעיקר ב拊ש המזרחי, המידע מוגבל, ומסתמך על הערכות גסות, המבוססות על מידע שהצטבר על ידי חוקרים בשטחים קטנים ומוגבלים (1980, Cramp & Simmons). בנוסף לכך, חלק מהמינים המתלhnkitים מנקנים באורי עיר וחורש (כמו, למשל, עיט החורף, איית הצלעים, נץ קזר-אצבעות) ולכן קשה מאוד לקבל אומדן מדויק של האוכלוסייה באורי הקינון בגל הקושי באיתור הקינים נחבים בעצים על שטחים כה נרחבים, והסיכוי לקבל אומדן אוכלוסייה מדויק קלוש מאוד.

בutable מס' 9 מובאים נתוני Cramp & Simmons (1980), Gensbol (1984), Newton (1979) Bijleveld (1979) ואחרים, ובה סיכמו את גודל האוכלוסיות של המינים המתלקרים והמינים הבולטים בנדיבות הסתיו והאביב מעל ישראל, כפי שסוכמו בספרות העדכנית. לsicום לא הוכנסו נתונים נטווי ארצות מערב-אירופה, שאוכלוסייתן נודדת דרך גיברלטר או חוצה את הים התיכון במקומות כמו סייציליה וכרתים וכך. כן מתבססים רוב הנתונים על האוכלוסיות הפלארקטיות ואין מידע מספק עדכני על מערב אסיה.

**utable מס' 9: גודל אוכלוסיות מינים מתלהקיט, החולפים בנזיה מעל ישראל בהשוואה לנטווי ספרות על מספר זוגות מוכרים בארצות הקינון**

**Table 9: Population Size of Flocking Species Migrating Over Israel Compared to Data on Number of Known Pairs in Breeding Areas (according to (1)(2)(3))**

1. All Raptors: Cramp & Simmons (1980), Gensbol (1984), Newton (1979)

2. Storks: Rheinwald et al. (1989), Schulz (1988) Salathe (1991)

3. Pelicans: Crivelli et al. (1991)

המין	מספר זוגות מקננים לפי הספרות הספרות (Literature)	גודל האוכלוסייה שנצפתה study במחקר זה ± סטיית תקן
איית צרעים ( <i>pernis apivorus</i> )	± 21,750	345,456 ± 85,543 (סת'ו) 361,279 ± 224,540 (אביב)
נץ קזר-אצבעות ( <i>Accipiter brevipes</i> )	500 ± ברוב ארצות הקינון המידע מאוד מוגבל	34,592 ± 782.4 (סת'ו) 28,134 ± 21,386 (אביב)
עיט חורף ( <i>Aquila pomarina</i> )	850 ± אין נתונים בחלוקת ניכר מאזרוי הדגירה (רוסיה)	93,166 ± 23,666 (סת'ו)
עיט ערבות ( <i>A. nipalensis</i> )	אין נתונים כמותיים	24,246 (1 year) 28,134 ± 21386 (אביב)
עקב חורף מזרחי ( <i>Buteo b. vulpinus</i> )	54,950 - 43,840	321,021 ± 122,537 (אביב)
דיה שחורה ( <i>Milvus migrans</i> )	12,350 - 8,300	28,418 ± 2,528 (אביב)
בז ערב ( <i>Falco vespertinus</i> )	± 1,150	2,847 ± 1,783 (אביב)
חסידה לבנה (2) ( <i>Ciconia ciconia</i> , Eastern Population)	206,060 Breeders 261,000 Nonbreeders 467,060 (2 )	117,201 (1984) 239,213 ± 6,388 Total 416,414 = סה"כ (מזרחה) (מערב)
שכנאי ( <i>Pelecanus onocrotalus</i> )	10,500-7,345	71,421 ± 5127 (3)

מהutable עולה, בבירור, כי המידע על גודל האוכלוסיות המקנות, וברתאמם לכך גודל האוכלוסיות כולל בארצות הקינון, בחלוקת מהמין, שגוי, ולעתיתות שגוי בסדר גודל ואך לעילו מכך: המידע הבסיסי על שלושה מתוך חמישת הדורסים המתלקרים בסתיו מעל ישראל, נץ קזר-אצבעות, עיט החורף ועיט הערבות הוא אפסי, ומהשווות הנתונים בולטות לעין העבודה שהערכתות Cramp & Simmons (1980) ואחרים, לגודל האוכלוסייה המקנת, שגויות בסדר גודל.

מהנתונים על נזירות עיטי החורף ונץ קצר-אכבעות באורים מקבילים במרווח התיכון (ראה פרק 3.4.3) נראה, כי כל האוכלוסייה העולמית של הנץ קצר-האכבעות חולפת בסתיו ובאביב מעל ישראל ואוכלוסיית עיטי החורף חולפת כולה בסתיו מעל ישראל, ובאביב המידע מוקטן עדין ולא ברור. רק כשליש מאוכלוסיית עיט הערבות שנפטרה באורי "צואר-בקובך" באילת, סואץ ובא-אל-מנדב חולפת בנדית הסתיו מעל הרי אילת (Shirihai, 1982). הנתונים מtabססים, אמנם, על סקר של עונת סתיו אחת בלבד (1980), אך בשנות תצפית באביב החלו עיטי הערבות בכמותות שונות בין 75,073 (בשנת 1985) ל-10,922 בשנת (1988), מידע המצביע שציר הנדידה של עיטי הערבות חוצה לעיתים את הרי אילת לכיוון סעודיה וירדן ממערב, ובעיקר מזרום, לאזור הסקרים.

שינוייםכה גדולים בכמותות לא אפשרים לקבל, אמנם, הערכה לנודל אוכלוסייה מובהק אך מליינים על משערת והערכתה בסיסית לנודל אוכלוסייה של מין, שהמידע הכתומי אודוטיו בארץ הקינון אפסי. דיוון מפורט בנידון, ראה בפרק התואה השנתית (3.4.3).

אימות מוצין להערכת גודל האוכלוסייה מהווים סקרים מקבילים באורי "צואר-בקובך" במרווח התיכון כמו נתוני Welch & Welch (1989) מסkr נזירות סתיו שביצעו מגיבוטי מול מצרי בא-אל-מנדב, שם החלו בעונה אחת 5,586 עיטי ערבות במקביל לשיא באביב 58' באילת, ובמקביל לסקר נזירה שערך Bijlsma (1983) בסואץ, שם החלו בסתיו 1981 – 64,880 עיטי ערבות.

נתוני מספרי הנודדים של עקב החורף והזיה השורה מתאים יותר לנזוני מספרי המKENIM שנאספו מאורי הקינון. בנתוני כמות הנדידה הממוצעת של זו הערב חל מטות הפוך, ומהם מתקבלת תמונה, בה כמות הבזים הממוצעות שנגפו בסקרים נמוכות מגודל האוכלוסייה הכללית. לאחר שבז הערב יזע כדורס נודד "חווצה-יס", נראה, שرك חלק קטן מהאוכלוסייה הנודדת נעה במישור החוף של ישראל. חלק מהפרטים נעה ישרות, כשהם מגעים מתחוץ הים לחופי ישראל. בהתאם לכך, במינים חוותיים כמו זו הערב, ישראל לא מהוות "צואר-בקובך" ולא ניתן כלל לאמוד את גודל האוכלוסייה של המין.

האומדנים של גודל האוכלוסייה המKENIM של החסידה הלבנה, באורים שעודדים דרך הציר המזרחי עבר המזרח התיכון, גם הם קטנים מהנצהפה בנדית האביב מעל ישראל, שבזה חולפת רוב-רובבה של האוכלוסייה באביב. אמנם באביב, הנתונים הרוב-שנתיים הם רק מהציר המערבי ובציר המזרחי המקביל (בבקעת הירדן) נערכ סקר מكيف רק שנה אחת (1984) (אודר וחורין, 1987), אך סיכום הממוצע הרוב-שנתי ממזרח ונזוני המזרח מעדים על אוכלוסייה ממוצעת של 416,414 חסידות, המעידת על כמות מקננת גבוהה יותר מהמתוארה בספרות.

רק נתוני הקינון המעודכנים של השkanai המצרי כפי שסוכמו על-ידי Crivelli et al (1991)都说 אוכולוסיותו הפליארכטית חולפת בסתיו מעל ישראל, מתאים לנזוני הסקרים שערכנו. נתוני מצביעים על 13,600 זוגות מקננים ובסקורי הסתיו נספרו בממוצע 5,027 ± 5,421. ההבדלים הרוב-שנתיים באוכלוסיות השkanais הם גם הנמוכים ביותר מכל הנודדים המתלהקים (平淡), ומוכיחים על יציבות מסוימת בגודל האוכלוסייה הנודדת, ועל אמינות שיטת המUCK. השkanai מגע לבגרות מינית בגיל שבין 5-7 שנים (אין מידע אמין די באוכלוסיות המKENIM) ומצליח להביא להכנה בממוצע 0.9 גוזלים לזוג/לשנה.

למרות שאין ערכי תמותה מכל גיל (Rate of Mortality), שיופיעו לחשב Life table כפי שהוצע (1972) Krebs, באומדן שאורך חייו שkanai מגע לגיל 10-15 שנים, נראה כי גודל האוכלוסייה הנודדת מתאים היבט למספר הפרטים המKENIM.

ማחר שעלה חלק ניכר מהמינים המתלהקים החולפים מעל ישראל חסר מידע בסיסי כמו אורך חיים, הצלחות בהכנה לזוג/לשנה, ואפילו על מינים נפוצים כמו איתת צראים, אין מידע מדויק על גיל בגרות מינית – לא ניתן לחשב במידוק גודל אוכלוסיות מקננות.

**לקיצופן:** הسطירה הנדולה בכמותות הרב-שנתיות מה ממוצע של המינים המתלחקים לא מאפשרת לאמוד כמה פרטיהם שרדו באביב לאחר השהייה באורי החರיפה לעומת הסתיו, מהי גודלה המדויק של האוכלוסייה המקננת בהתבסס על הכמותות הנודדות, או לאמוד שינויים רב-שנתיים בגודלי האוכלוסייה בהתבסס על "צוארי-בקבוק" עולמיים כמו פנמה או ישראל.

עם זאת, הצבורות מידע רב-שנתי ב"צוארי-בקבוק" מאפשרת לקבל מידע כללי על גודל האוכלוסיות המינימלי, שקשה לקבלו באורי הקינון. לישראל יש, לפיכך, חשיבות ביןלאומית, כאשר "צוארי-בקבוק" ראשון במעלה.

הسطירה מראה ממוצע בכמות הרב-שנתית, שנפטרה בסתיו, קטנה יותר בהשוואה לאביב (ממוצע בין המינים 49.8%, לעומת 46% באביב), אך זאת בעיקר בגלל שיטת עבודה עילית יותר בסתיו. נתוני הסתיו יכולים, לפיכך, לתת ממד אמין יותר על גודל האוכלוסיות בהשוואה למונחי האביב. עם פיתוח שיטת עבודה מושלבת למכים וצופים גם באורי אילת באביב, אמינות המידע הנאנט תעליה, ללא ספק, באופן משמעותי (ראה סעיף .3.2.5, 3.2.4).

תמונה מסכמת לכמות החולפות סך-הכל בסתיו ובאביב, יחד עם המידע מסקרים מקבילים אחרים, מוצגת באירוסים מס' 8,7: המינים שבם התבטטו על נתונים רב-שנתיים מופיעים באירור בצעע אחד והמינים שלגביהם יש נתונים חד-שנתיים, או משוערים, מופיעים בצעע מוקוקו, ומהווים ל-PIE (הוזגשו עם "טוכנית").

#### **בנדידת האביב**

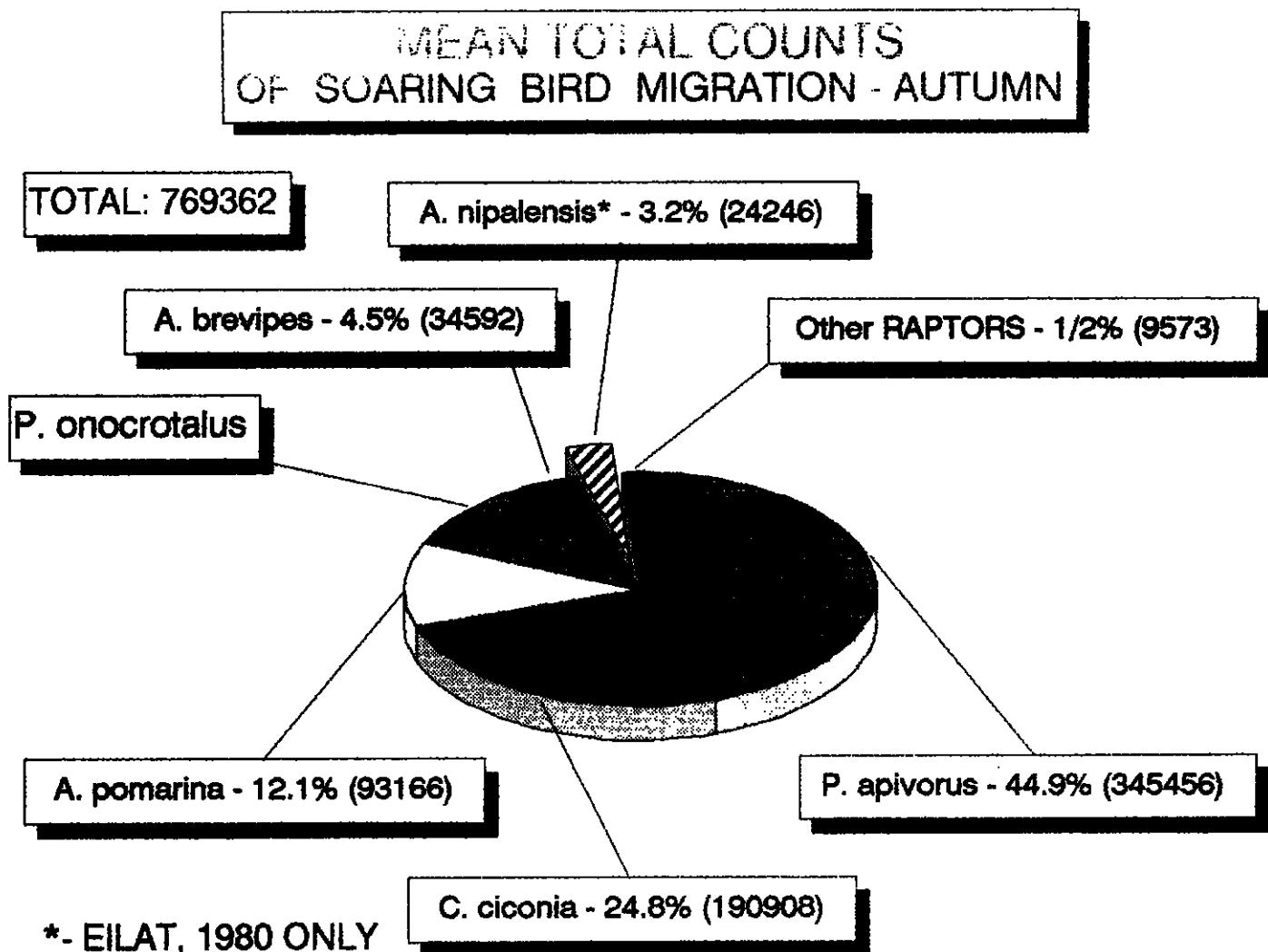
א. **נתוני סקר דורסים** (1985) בדבר יהודה - שם בוצע סקר רק שנה אחת והופסק, עקב חוסר יכולת טכנולוגית לבצע סקרים בו-זמנית באילת, בנגב המערבי ובמדבר יהודה.

ב. **נתוני החסידות** - צייר המזרחי בקעת הירדן - נאספו מסקרים שבוצעו חד- פעמיים באביב 1984 בעמק בית שאן (חוירין, אדר, 1986) וננתן תמונה ראשונית על גודל האוכלוסייה העוברת במרח, במקביל לצייר המערבי שהחדרו עקבנו באופן שיטתי.

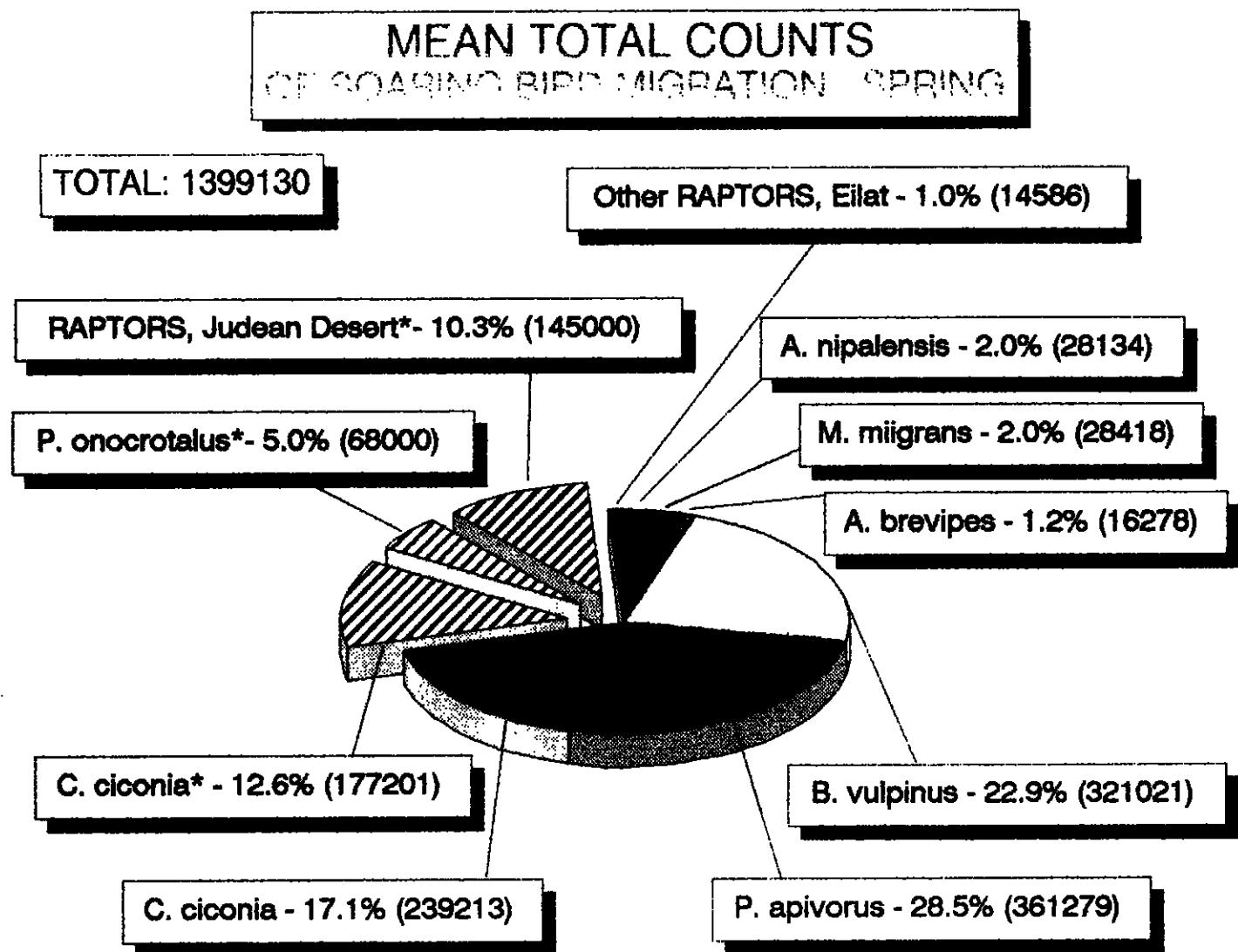
ג. **נתוני שכנים באביב** - שאחריהם, כאמור, לא עקבנו באופן סיסטמטי והמספר מוערך בלבד, בהתבסס על נתוני הסתיו.

**בנדידת הסתיו** - הוספנו רק את נתוני עיט הערבות באילת מסקר חד-שנתי שנעשה בסתיו (1987, 1980).

**איור מס' 7: סיכום טז-הכול נזידת עופות דואית בטחיו מעל ישראל, (כולל סקרים אחרים)**  
(כמות רב-שנתית ממוצעת של כל מין באחוזים מכל האוכלוסייה הנודדת של כל המינים,  
ובמספרים מוחלטים)



**איור מס' 8: סיכום טז-הכל נדידות עופות דואים באביב מעל ישראל (כולל סקרים אחרים)**  
(כמות רב-שנתית ממוצעת של כל מין באחוזים מכל האוכלוסייה ובמספרים מוחלטים)



- **Raptors Judean Desert** – data collected during one year only, spring 1985.

נדידת דורסים במדבר יהודה - שנת תצפית בודדת (אביב 1985)

- **P. onocrotalus** – estimated data based on autumn migration

הערכתה בלבד למספר שכנאים בהתבסס על סקר סתיו

- **C. ciconia** – Eastern route – Rift Valley – data collected during one year only (1984)

נתונים משנת תצפית בודדת (1984), סקר חסידות אביב عمק בית Shan, חורין אדר (1986).

### 2.3 דגם זמני הופעת המיניות השונות בהתאם על גורמי רשות האזופיט הקרקעית והטפ"ט

מטרה מטרתית לבדוק את הקביעות הרב-שנתית של זמני הופעת המיניות השונות בישראל, חשוב יומן הרופעה הממוצע של כל מין עבור כל שנה בה נערך הסקר. חישוב יומן הרופעה נעשה באופן משקלל, כך, ככל יום לוקח בחשבון את מספר העיפורים אשר נמנעו בכל יום ויום. כל יום בשנה הקלנדרית קיבל מספר מס' 1-365 כאשר עבור שנים מעוברות ניתנו מספרים מס' 1-366.

יום הרופעה הממוצע, המשקלל, של כל מין ומיון חשוב, כאמור, במקרה עבור כל שנה משנה הסקר והוא ניתן

$$\bar{N}_K = \frac{\sum_{k=1}^K N_k \cdot n_k}{\sum_{k=1}^K n_k} \quad \bar{N}_k = \frac{\sum_{i=1}^{n_k} N_k \cdot n_k}{\sum_{i=1}^{n_k} n_k}$$

כאשר  $\bar{N}_K$  - היום הממוצע המשקלל בו הופיע המין בשנה K.

N - מספר הימים בשנה.

ה - מספר העיפורים ביום מסוים.

1 - אינדקס הרץ מהרים הראשון עד האחרון בו נצפתה נזידות כל מין.

במסגרת הנדרש המעניין הוא יומן ההגעה הממוצע עבור כל השנים.

גודלו נתון על-ידי:

$$\bar{N} = \frac{\sum_{k=1}^K N_k}{K}$$

על מנת לבזוק את מובהקות החישובים של יומן הממוצע  $\bar{N}$  לאחר שכל  $\bar{N}_k$  הינו מעיריך של  $\bar{N}$ , ניתן למצאו את הרוח בר-סמן של ההערכה על-ידי:

$$CL = \frac{\sigma}{\sqrt{K}}$$

כאשר  $\sigma$  הינו סטיית התקן של  $\bar{N}$  סביבה N. (Cochran, 1977).

במקביל, חשוב N על-ידי לκייחות נתוני כל השנים ביחד וشكلלים ייחודי. נתונים אלו מופיעים בטבלה מס' 10, החשוב הוכפל X 3 כדי להגיע לרמת בטוחן של 0.99.

במקביל לחישוב N דלעיל, מובא עבור כל מין ומין יומן החציוון - קרי היום אשר עדיו חלפה בשמי הארץ 50% מהאוכלוסייה, יומן שיא הנזידות, וחילק יומן זה בכלל הנזידות (באחוזים). כמו כן חשובו מובהקות יומן השיא באופן זומה אשר פורט לעיל, וכן עוצמת יומן השיא כפונקציה של שנות הסקר.

**טבלה מס' 9: סיכום תאריכים ממוצעים של הופעת המינים העיקריים, יופ חציוון, יופ שיא ממוצע,**  
**ו-%** **הגעה ביום שיא ממוצע בנדירות השנתי**

**Table 9: Summary of Mean Dates and confidence Limit' Median Day and Peak Migration Day for the Main Species Migrating in Autumn**

confid- ece limit	% Apper- eance day	Confid - ece limit	Peak Day	Confid- ece limit	Median Day	Confid- ece limit	Mean Appereance Day	Species
								מין חציוון
								יום הגעה ממוצע
								חישום בשנה תאריך
								כר - סמך
								(בתחום 0.99) חישום שיא (בתחום 0.99)
								רוווח % חגעה
								רוווח בר-סמן גאריך סמן יום (בתחום 0.99)
								רוווח בר-סמן גאריך סמן יום (בתחום 0.99)
± 7.29	24.1	± 4.98	07/09	± 2.19	07/09	± 1.86	07/09	251
± 3.60	17.1	± 3.60	21/09	± 1.68	21/09	± 1.75	20/09	264
± 6.90	21.6	± 3.09	01/10	± 2.10	28/09	± 2.76	29/09	273
± 1.68	9.8	± 3.21	28/09	± 1.38	28/09	± 1.8	23/09	267
± 6.6	15.6	± 5.49	20/09	± 2.10	19/09	± 1.62	19/09	263
± 3.9	11.8	± 6.69	24/09	± 1.98	23/09	± 1.8	23/09	267
± 1.2	9.0	± 2.79	23/09	± 1.89	21/09	± 1.35	22/09	266
± 2.46	17.5	± 17.49	21/08	± 2.70	23/08	± 3.78	29/08	242
± 1.03	10.0	± 2.1	26/10	± 5.7	20/10	± 12.39	14/10	287
± 10.8	26.4	± 4.98	03/10	± 3.69	02/10	± 3.09	02/10	275
± 10.5	20.4	± 8.10	09/09	± 3.90	11/09	± 2.58	14/09	257
—	30.1	± —	23/10	± —	23/10	—	23/10	296
								יעיס ערבוט * A. nipalensis

\* חישוב ליום בשנה כולל עיבור \*\* נתוניים רק מסתיו 1980

**טבלה מס' 10: סיכום תאריכיות ממוצעת של חופהות המיניות העיקריים ביום חzionו, יום שיא ממוצע, ו-%**  
**חגעה ביתם שיא ממוצע בנדירות ואביב**

**Table 10: Summary of Mean Dates and Confidence Limit, Median Day and Peak Migration Day for the Main Species Migrating in Spring**

confid- ence limit	% Apper- eance day	Confid- ence limit	Peak Day	Confid- ence limit	Median Day	Confid- ence limit	Mean Appereance Day	Species
כ- 0.99 בטעות 0.99	רוחות כ- 0.99 בטעות 0.99	רוחות כ- 0.99 בטעות 0.99	יום שיא כ- 0.99 בטעות 0.99	רוחות בר- סמן כ- 0.99 בטעות 0.99	יום האריך (בטעות (0.99	רוחות בר- סמן כ- 0.99 בטעות 0.99	יום חגעה ממוצע חישום נשנה תאריך	מיון חיפויו
± 7.95	17.7	± 16.53	10/03	± 4.77	05/03	± 4.17	10/03 69	עיט ערבות <i>A. nipalensis</i>
± 5.25	19.5	± 6.60	31/03	± 2.91	02/04	± 2.73	03/04 93	עקב חורף מזרחי <i>B. vulpinus</i>
± 31.8	35.5	± 4.65	29/03	± 3.54	29/03	± 3.21	30/03 89	דיה שחורה <i>M. migrans</i>
± 16.53	46.0	± 3.30	24/04	± 3.30	24/04	± 3.63	24/04 115	נץ צד-אכבעות <i>A. brevipes</i>
± 24.27	37.0	± 4.65	09/05	± 1.71	07/05	± 2.28	07/05 128	איה צרעים <i>P. apivorus</i>
± 4.56	14.0	± 14.52	28/03	± 8.07	01/04	± 5.46	02/04 93 *	חסידה לבונה * <i>C. ciconia</i>
± 4.89	10.8	± 10.80	09/04	± 2.55	08/04	± 1.92	10/04 100	עיט גמד <i>H. pennatus</i>
± 6.84	12.0	± 21.90	12/04	± 11.01	07/04	± 3.81	11/04 101	זרעו סוף <i>C. aeruginosus</i>
± 3.06	8.3	± 10.65	05/04	± 4.65	28/03	± 4.92	01/04 91	רחם <i>N. percnopterus</i>

\* ציר מערבי בלבד

מבחן הtorsion בutable מס' 9 (השוואת 9 עוגנות תצפית) נראה, כי בנדידת הסתיו ניתן לחזות את יום ההגעה הממוצע של כל הזורשים בדיקת הנע בין  $1.35 \pm 3.12$  ימים ( $p < 0.01$ ). מוגנים החסימות קטן יותר, ומארבע שנות המעקב עולה, כי את ימי ההגעה של גלי החסימות ניתן לצפות בדיקת של  $3.78 \pm 0.01$  ימים, והשכנאים, הנודדים על פרק הזמן הארוך ביותר (114 ימים), ניתנים לחיזוי ברוחות בר-סמן של  $\pm 12.39$  ימים בלבד ( $p < 0.01$ ).

בדיקת רוחות בר-סמן של יום החzionו הממוצע בסתיו של כל מיני הזורשים, המובאות נעה בין  $1.38 \pm 3.90$  ימים ( $p < 0.01$ ). **יום השיא** - הממוצע של רוב המינים פחות קבוע בהשוואה ליום ההגעה, ויום השיא נע בין  $2.79 \pm 6.69$ .

בדיקת אחוז ההופעה ביום השיא נראה, כי התוצאות ברוחות בר-סמן הן הגזولات ביותר ומוגינות למשרעת שבין  $1.2 \pm 10.5$  ( $p < 0.01$ ).

מהטבלה עולה, כי כל המינים המתלבקים בסתיו, חולפים ביום השיא מ- $\approx 17$  מכלל האוכלוסייה ביום אחד (נץ קצר-אצבעות) ועד  $\approx 24\%$  (כרבען) מהאוכלוסייה ביום השיא הממוצע (איית צרעים). לעומתם, הדורסים שלא מתלבקים חולפים ביום השיא רק בין  $9\%-15.6\%$ . מעניין לציין, כי הדיה השחורה, שהיא מין מתלבק באביב, ובסתיו מגיעה בכמותות קטנות, גם היא, חולפת בסתיו ביום השיא, בכמות של  $20.4\%$ , ומתחילה רק כבוצה של הדורסים המתלבקים.

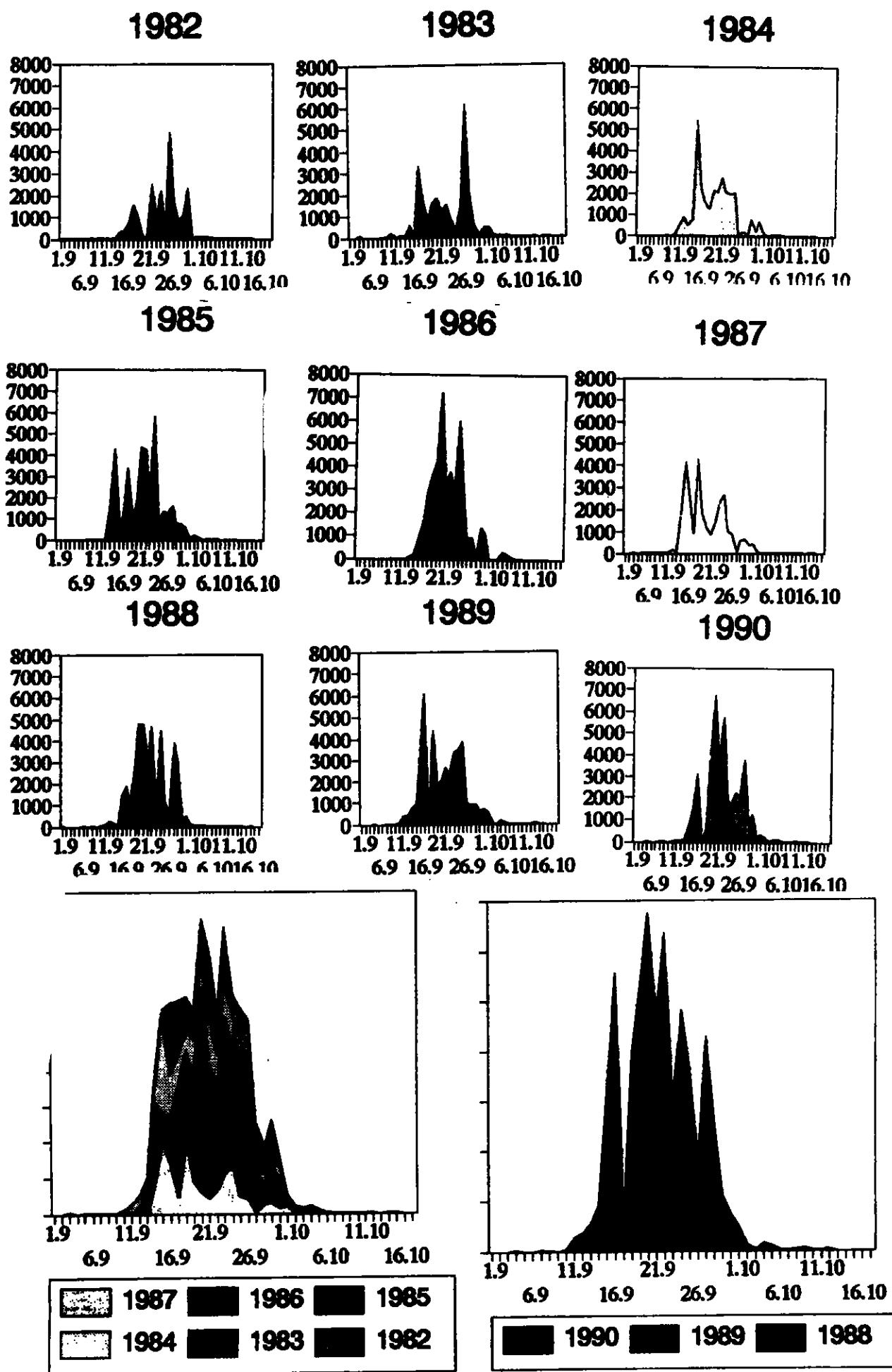
בנדידת האביב (6 עונות תקופית) נראה, כי המובקות-חייאות יום ההופעה הממוצע של המינים קטן יותר בהשוואה לסתוי והרווה בר-סמן משתנה במיני הדורסים בין  $1.92 \pm 4.92$  ( $p < 0.01$ ). גם מובקות הופעת החסיזות מגיעה ל-  $5.46 \pm 3.78$  (לעומת  $3.78 \pm$  בסתיו).

בדיקת רוח בר-סמן ביום החציו באביב נעים הערכים בין  $1.71 \pm$  (איית צרעים) -  $11.01 \pm$  (זרון סוף), והמובקות נמוכה יותר באביב לעומתם עלות הסתיו. גם יום השיא הממוצע באביב פחות קבוע בהשוואה לסתוי, והערכים נעים באביב בין  $3.3 \pm$  עד  $21.9 \pm$  (בבדיקה רוח בר-סמן). תופעה דומה גם באחווי הגעה הממוצע ביום השיא: בבדיקה רוח בר-סמן ערכי נעים בין המינים השונים מ- $3.06 \pm$  עד  $31.8 \pm$  ( $p < 0.05$  עד  $10.5 \pm$  בסתיו). במינים המתלבקים ביום השיא באביב עוברות כמותות גדולות יותר מכל האוכלוסייה בכל המינים בהשוואה לסתוי ורערך הנעים בין  $17\%-46\%$  (לעומת  $24\%-24\%$  בסתיו).

במגמה להמחיש את המובקות הגובלה בהופעת המינים ובהעלמותם, בחרנו להציג את דגם ההופעה של הנץ קצר-האצבעות (A. brevipes), כפי שהוא נראה בכל אחת מ-9 שנים המחקר בנדידת הסתיו: הعلاאת 6 שנים סקר כפר קאסם (1982-1987) על ציר ימי ההופעה שנה מעלה שנה, ובמקביל 3 שנים סקר העמקים (1988-1990), ממחישה היטב את החפיפה הגוזלה בהופעת הניצים ובהעלמותם מדי שנה וכן את ההתאמה בגלוי ההופעה בתוך העונה. בהתאם לרשות המובקות של המינים השונים מוצטירת תמונה דומה לרוב המינים האחרים, כדוגמת הנתונים המוצגים של הנץ קצר-האצבעות.

אייר פס' 9: השוואת 9 שנים גזירה כתום של נץ דר-מנדער (A. brevipes)

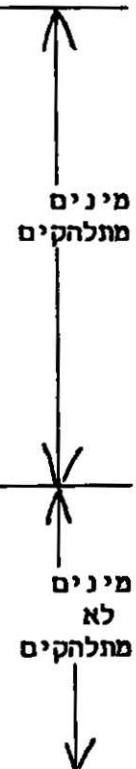
Fig. 9: Comparison of 9 years of Levant Sparrowhawk autumn migration



**טבלה מס' 11: השוואת אחוז ההגעה ביום השיא של מספר מינים מתלתקים בסתיו ובאביב, וניל ההגעה לבוגרות מינית**

**Table 11: Comparison of arrival percentages of several flocking species in autumn and spring**

Age of Maturity of	90% Population (spring)	Percentage of Mean Arrival on a Peak Day-Spring	Percentage of Mean Arrival on a Peak Day-Autumn	Species
הופעת גיל הגעה של האוכלוסייה הבוגרת מינית	90%	אחוז הגעה ממוצע ביום שיא – אביב	אחוז הגעה ממוצע ביום שיא – סתיו	המין
1	9	46.0 ( $\pm 16.5$ )	17.1 ( $\pm 3.6$ )	נץ קצר-אצבעות ( <i>A. brevipes</i> )
(?) 2	11	37.0 ( $\pm 24.2$ )	24.1 ( $\pm 7.2$ )	איית צרעים ( <i>P. apivorus</i> )
3	21	35.5 ( $\pm 31.8$ )	20.4 ( $\pm 10.5$ )	דיה שחורה ( <i>M. migrans</i> )
3	-	—	21.6 ( $\pm 6.9$ )	עיט חורף ( <i>A. pomarina</i> )
(?) 5	33	17.7 ( $\pm 7.95$ )	30.1 (נתון של שנה בודדת)	עיט ערבות ( <i>A. nipalensis</i> )
3	39	10.8 ( $\pm 4.8$ )	9.0 ( $\pm 1.2$ )	עיט גמד ( <i>H. pennatus</i> )
3	62	12.0 ( $\pm 6.8$ )	11.8 ( $\pm 3.9$ )	זרון סוף ( <i>C. aeruginosus</i> )
5	57	8.3 ( $\pm 3.0$ )	15.6 ( $\pm 6.6$ )	רחם ( <i>N. percnopterus</i> )

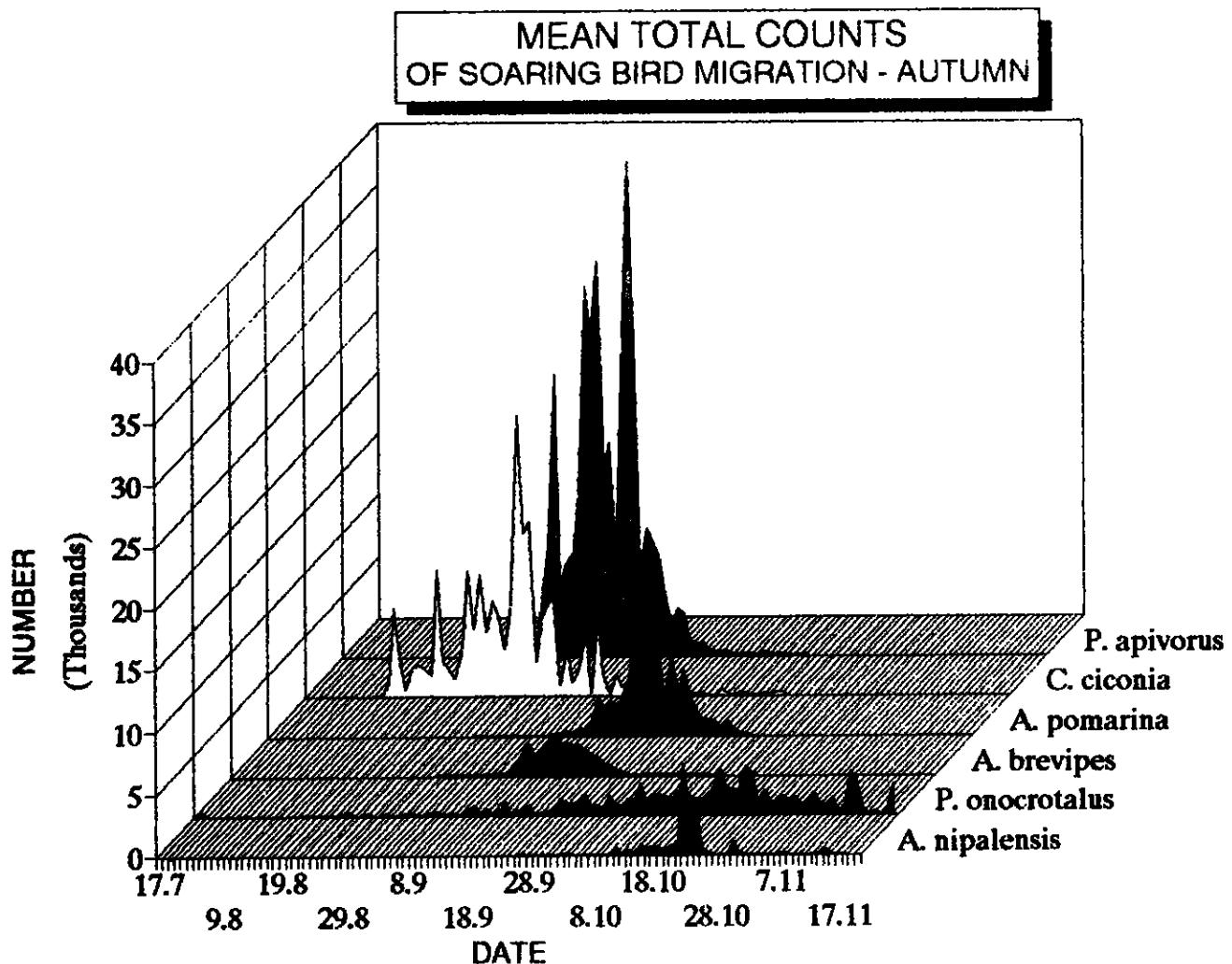


במינים המתלתקים, האחוז הגובה באביב מרשים במיוחד בהשוואה לנידיות הסתיו, וייתכן שמדובר בעיקר באוכלוסיית הבוגרים, הממהרים לשוב לאורי הקינון באביב, ולכן התעופה המרוכזת עיליה ומהירה יותר. המשרעת הגדולה יותר באביב, לעומת זאת נובעת כנראה מפרטים צעירים שלא ממהרים לחזור לאורי הקינון.

גורם נוסף, עשוי להשפיע על ההבדלים המשמעותיים, הם שטחי חריפה מרווחים יותר בהשוואה לשטחי הקינון, שמאפשרים לדורותים החורפים לחזור ייחודי משלחנות מצומצמים יותר באופן עיל. לעומת זאת המינים המתלתקים, בולטים הערכיהם הדומים בסתיו ובאביב של המינים שאינם מתלתקים.

השוואת אחוז ההגעה הממוצע ביום השיא וגודל המשרעות של הופעת 90% של הפרטים באביב, לעומת זאת גיל הגעה לבוגרות מינית של המינים בטבלה מס' 10, מראה יחס הפוך בין אחוז ההופעה לעומת משך זמן הבוגרות המינית. נושא זה ניתן להסביר לאור העובדה, שבאוכלוסיות של מינים המגיעים מהר לבוגרות מינית – אחוז הצעירים באוכלוסייה נמוך בהשוואה למינים המגיעים בגיל מאוחר לבוגרות מינית, שהם יש אחוז גובה יותר של צעירים באוכלוסייה. אי-ככך, אוכלוסיות הנץ קצר-הצבעות, המגיע כבר בשנה ראשונה לבוגרות מינית, מרכיבת ברובה מבוגרים המהרים לחזור לאורי הקינון ולכנן ביום השיא עובר בממוצע האחוז הגובה ביותר של פרטיהם (46%), וגם גל המעבר של 90% מהאוכלוסייה הוא הקצר ביותר (9 ימים), לעומת זאת עיט הערבות, המגיע רק בגיל 5 לבוגרות מינית ובאוכלוסייה שפע מתבגרים, ובהתאם, ביום השיא חולפים ממוצע רק 17.7% אחוז וגם גל המעבר של 90% מהאוכלוסייה הוא הארוך ביותר (33 ימים). תמונה דומה מוצגת גם במקרים שלא מתלתקים, אם כי במשרעת קטנה יותר (טבלה 11).

**איור מס' 10: סיכום ממוצע רב-שנתי של 6 המינים המתלחקים המופיעים בכמותות הגודלות בנדיות הסתיו, כפי שהפתרסיט לאורך העונה, תוך השוואת הכמותות המוחלטות של המין השוני.**

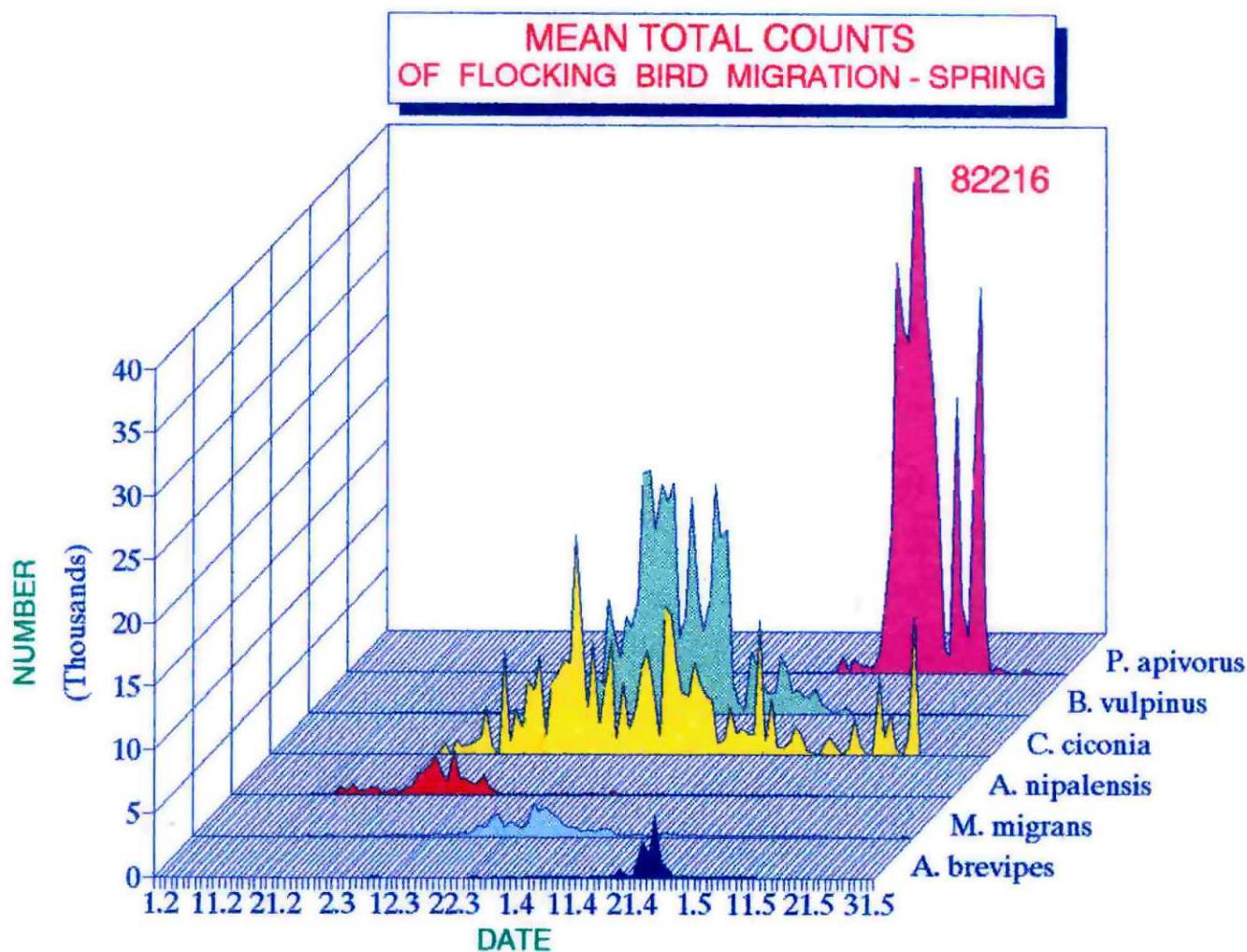


מהאיור המסכם ניתן ללמוד, כי איות הצרעים, למשל, מופיעות בסתיו בשלושה גלים בולטים: הגל הראשון והקטן יותר בסוף אוגוסט - תחילת ספטמבר, הגל השני בין ה-4-8 בספטמבר וגל אחרון - במחצית ספטמבר. החסיזות פותחות את עונת הנדיות והשכנאים מסיימים את נדיות האביב, כשמשרה התופעות נמתנת על עונה ארוכה יותר, ובניגוד לאיות הן לא מופיעות בשיאם בולטים וחדים.

קיים אפשרות, כי שלושת הגלים הבולטים בהופעת האיות, או 3-4 גלים בולטים, החוזרים על עצם כמעט שנה בנדיות הנץ קצר-האכבעות (ראה איור 9), מייצגים אוכלוסיות שונות של המין: ההתפרשות כמעט מזיההה של השכנאים עם שיאים מותנים יותר מייצגים אולי את מושבות הקינון השונות הנודדות בנפרד. ניתן להוכיח את הנושא רק בשימוש במשדרים נקלטי-לוויין.

בעוד שבסתיו איות הצרעים פותחות את עונת הנדיות, באביב הן מסיימות את העונה. עיטי הערות, המגניעים אחרוניים בסתיו, חזרים ראשונים באביב. גלי ההופעה של הנץ קצר-האכבעות קצריים וחדים לעומת החסידות הלבנות הנודדות במשך חודשים.

**איור מס' 11: סיכום ממוצע רב-שנתי של 6 מינים – המתלהקים בנדידת האביב – (מספרית מוחלטת)**



### 3.2.3. השוואת שרעת אורך גל ההופעה של המינים השונים בנדידת הסתיו והאביב

בנוסף לשאלת האם ניתן לחזות באופן מובהק את הופעת והיעלמות המינים השונים, בדקנו גם האם קיימת חוקיות בshruttet אורך הנג של כל מין והאם קיימת חוקיות בהופעתם של מספר מינים ב的日子里 מרוחקים מאוד (מינים מתלהקים), לעומת חלק מהמינים המופיעים בshruttet זמן ארוכות יחסית (מינים לא מתלהקים). ניסינו לבדוק כמה זמן אורך לאוכלוסייה לחלו' מעל ישראל: חישבנו בכמה אחוזים מצטברים נדלה האוכלוסייה מדי יום, החל מיום הופעתה הראשון ועד שהאחוזים הצטברו ל-100% (יום הופעה האחרון). לאחר שהתפלגות האוכלוסייה החולפת היא אלהתפלגות ~~פראקטי אובייקטיבית~~, ולעתים קרובות 5 הראשונים ו-5 האחרונים מתפרטים על טווחי זמן ארוכים יחסית, חילקו את תאריכי הרגעה של כל מין ל-3: 5 הראשונים, הופעת 90% של האוכלוסייה והופעת 5% האחרונים.

בשיטה זו, יכולנו להשוות את אורך גל המעבר העיקרי (90%) בין המינים השונים.

20.10.2011  
ז'נ'ר

**טבלו מס' 12: אורך מושעת אורך כל אוכלודה הממוצע של מטר מינימום בנדידה הדרומי**

**Table 12: Wave Length of Several Prominent Species During Autumn Migration: Appearance of initial 5%' Appearance of 90% of the Population' Appearance of Final 5%. Total Wave Length.**

Total Wave Length	Final 5%	90% Of Population	The Initial 5%	Mין חיפוי SPECIES
סה"כ ימי אורך הנגל	(בסטגררים מופיע אורך ימי הנגל)			
	הופעת % 5% אחרוניים	הופעת % 90% של האוכלוסייה	הופעת % 5% ראשונים	
63	15/9-15/10 (31)	30/08-14/09 (16)	17/08-29/08 (16)	1. איה צרעים <i>P. apivorus</i>
47	27/09-17/10 (21)	14/09-26/09 (13)	01/09-13/09 (13)	2. נץ קדר-אצבעות <i>A. brevipes</i>
56	06/10-17/10 (12)	21/09-05/10 (15)	22/08-20/09 (29)	3. עיט חורף <i>A. pomarina</i>
51	10/10-19/10 (5)	15/09-09/10 (25)	29/08-14/09 (17)	4. חיוני <i>C. gallicus</i>
50	30/09-17/10 (18)	06/09-29/09 (24)	29/08-05/09 (8)	5. רהט <i>N. percnopterus</i>
56	07/10-17/10 (11)	07/09-06/10 (30)	22/08-06/09 (15)	6. זרזן סוף <i>C. aeruginosus</i>
57	02/10-15/10 (15)	08/09-01/10 (24)	21/08-07/09 (18)	7. עיט גמד <i>H. pennatus</i>
75	13/09-31/10 (32)	16/08-12/09 ((28))	01/08-15/08 (15)	8. חסיזה לבנה <i>C. ciconia</i>
114	08/11-20/11 (13)	18/09-07/11 (51)	17/07-17/09 (50)	9. שקנאי <i>P. onocrotalus</i>
47	13/10-19/10 (5)	13/10-25/09 (18)	01-09-24/09 (24)	10. בז ערבי <i>F. vespertinus</i>
53	05/10-13/10 (9)	31/08 -04/10 (35)	22/08-30/08 (9)	11. דיה שחורה <i>M. migrans</i>
64	02/11-29/11 (27)	13/09-01/11 (20)	26/09-12/10 (17)	12. עיט ערבות * <i>A. nipalensis</i>

\*\* נתונים רק משנתו 1980.

**טבלה מס' 13: השוואת מטרעת אורך גל הנזירות הממוצע של מספר מינים בנדיזות האביב**

**Table 13: Wave Length of Several Prominent Species During Spring Migration**

Total Wave Length	Final 5%	90% Of The Population	Initial 5%	Species
(בסוגרים מופיע אורך ימי הגל)				מיון הציפור
סה"כ ימי אורך הנל	הופעת % 5 אחרוניים של האוכלוסייה	הופעת % 90% של הראשונים של האוכלוסייה	ראשוניים של האוכלוסייה	
93	28/03-17/05 (51)	23/02-27/03 (33)	14/02-22/02 (9)	1 עיט ערבות <i>A. nipalensis</i>
90	16/04-24/05 (40)	22/03-15/04 (25)	25/02-21/03 (25)	2 עקב חורף מזרחי <i>B. vulpinus</i>
92	11/04-31/05 (52)	21/03-10/04 (21)	02/03-20/03 (19)	3 דיה שחורה <i>M. migrans</i>
71	27/04-18/05 (22)	18-04-26/04 (9)	09/03-17/04 (40)	4 נץ קצר-אצבעות <i>A. brevipes</i>
36	13-05-25/05 (13)	02/05-12/05 (11)	20/04-01/05 (12)	5 אית צרעים <i>P. apivorus</i>
82	26/04-21/05 (26)	14/03-25/04 (43)	01/03-13/03 (13)	6 חסידה לבנה* <i>C. ciconia</i>
87	03/05-21/05 (19)	25/03-02/05 (39)	24/02-24/03 (29)	7 עיט גמד <i>H. pennatus</i>
100	11/05-25/05 (15)	10/03-10/05 (62)	15/02-09/03 (23)	8 זרון סוף <i>C. aeruginosus</i>
102	04/05-31/05 (29)	08/03-03/05 (57)	20/02-07/03 (16)	9 רחם <i>N. percnopterus</i>

\* ציר מערבי בלבד.

מהטבלה המסתממת את מטרעת אורך גלי הנזירות בסתיו ובאביב של המינים השונים נראה, כי ניתן

לחולק את העופות הדוזאים לשולש קבוצות:

א. זורסים מתלתקים      ב. זורסים לא מתלתקים      ג. חסידות ושקנאים

מהנתונים עולה, כי חמשת מיני הזורסים הנודדים בסתיו, המגיעים בכמותות הגודלות ביותר ומתלתקים, הם דזוקא אלו שחולפים בפרק הזמן הקצרים ביותר: 90% מאוכלוסיית הנץ קצר-האצבעות חולפת תוך 13 ימים, עיטי החורף תוך 15 ימים ואיתות הצרעים תוך 16 ימים. המין הרביעי, בז הערב, חולף בסוף העונה תוך 18 ימים (90%), והמין החמישי מבין הזורסים שמתלתק, הוא עיט הערבות, שחולף בכמותות משמעותית רק באיזור אילת, והוא המין החמישי בגודלו באורך הנל הקצר שלו, וב-20 ימים חולפים 90% מאוכלוסייתו (הנתונים משנת תעפיות בודד, סתיו 1980).

5 מיני הזורסים שלא מתלתקים, 90% מאוכלוסיותיהם חולפת במהלך זמן כמעט כפול מה של המינים המתלתקים ונעה בין 24-35 ימים (ראה טבלה).

הנקוצה המעניינת היא, שגם המינים שלא מתלתקים כמו רחם, זרון סוף, עיט גמד וחיויאי, המגיעים בפרק זמן ארוכים יותר באופן משמעותי מהתלתקים בסתיו, מגיעים באופן מובהק באותו הימים מדי שנה (ראה איור מס' 12).

בזיקת הרוחה בר-סמרק מצביעה על כך, שדווקא המינים המגעים כבודדים בסטיו, מובהקות יותר מהתגונת השנתית הממוצעת של 4 המינים נעה בין  $1.8 \pm 1.85$ , בהשוואה לשולשת המינים: עיט החורף, איהת הצרעים ונץ קצר-אצבעות, שבאים בגלים מרוכזים - בפחות ימים ומובהקותם נמוכה יותר (אם כי טוביה) ונהה בין  $1.86 \pm 3.09$ .

המינים שלא מתלקרים (עיט גמד, חייאי, זרון סוף ורחם) חולפים בפרק זמן מקבילים הן בנדידת הסטיו והן בנדידת האביב (בסטיו מובהק יותר). ב-2 האירוס מוצגים המינים בסטיו ובאביב (באביב, החייאי מופיע בנסיבות אפסיות באילת לעומת השולשת בכפר קאסם, ולכן השטנו אותו באביב) הדיה השחורה מתלהקת באביב ולכן צירפנו אותה לנגר' המינים המתלקרים).

morphosotaat שני האירוס של המינים הלא-מתלקרים (אייר מס' 21), וכן השוואת נתוני הטבלה המשכמת את היום הממוצע, يوم החצינו ויום השיא של 4 המינים, מתגבשת תמונה, שהנדידה של 4 מינים אלו מתרחשת בהקללה כה גבוהה בזמן, וכן העפיה בהם בנדידה משותפת בתרכזיות עשויה להציג על כך שהתפונה מה צבע של "סמי-התלהקות" בין-מיןית של מינים לא מתלקרים.

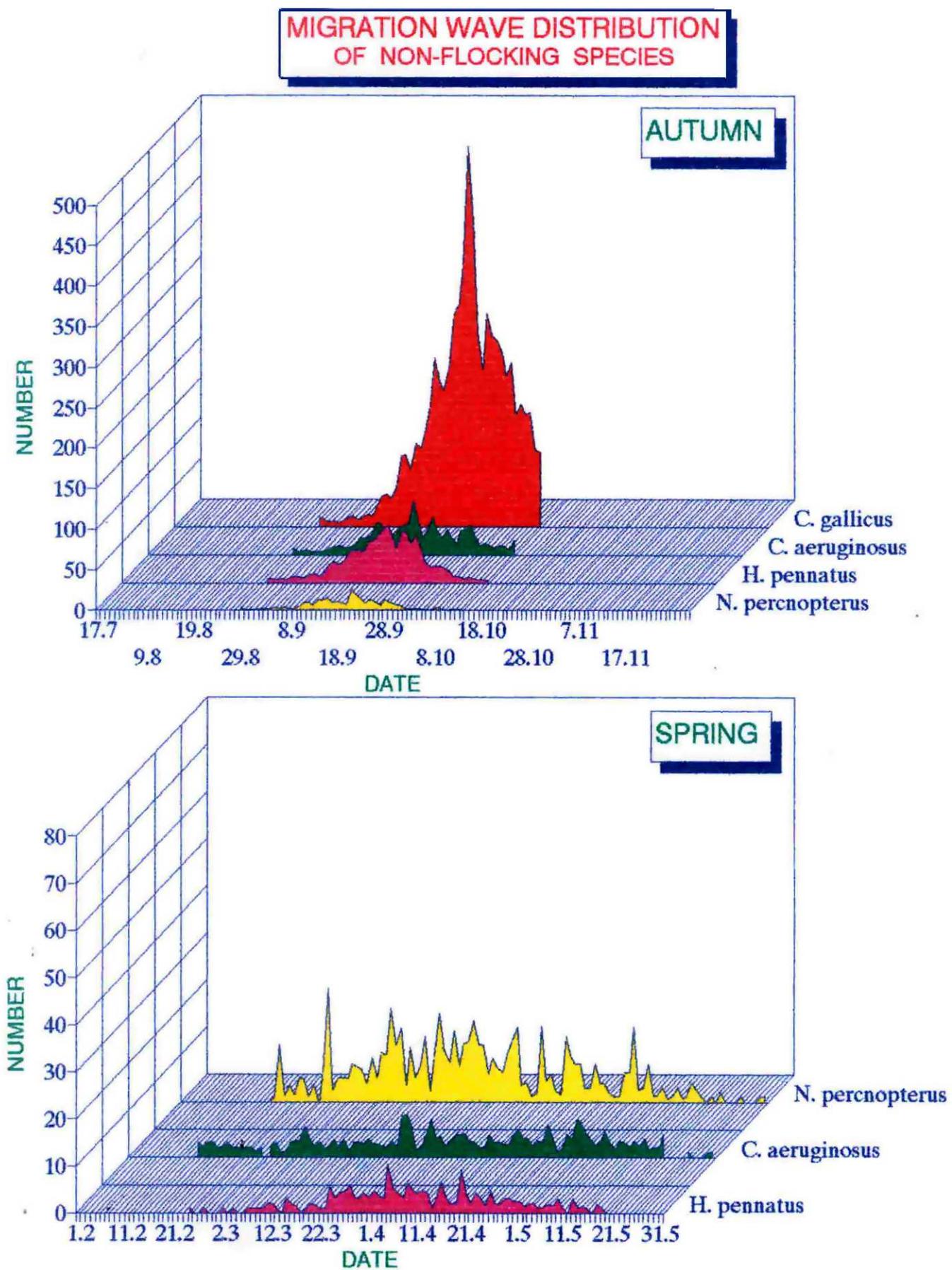
החסידה והשכנאי הם קבועה של עופות דו-אים, המותאיינית גם היא בהתלהקות מובהקת, אך בغالנדידה ארוך יותר מהודרים. בעוד שאוכלוסיית החסידות הלבנות חולפת בסטיו במשך 25 ימים מעלה ישראל, 90% מהאוכלוסייה חולפים תוך 28 ימים. השכניםים, לעומת זאת, חולפים במשך 114 ימים, ו- 90% מהאוכלוסייה חולפים במשך 51 ימים, והם מהווים, למעשה, את העופות הדו-אים שנודדים במשך הזמן הנדולה ביותר בסטיו.

morphosotaat הנתונים של נדיות הסטיו לעומת נדיות האביב עולה, כי ככל גל הנדייה באביב ארוך יותר מגןדייה בסטיו, וברוב המינים סך-הכול הופעת 100% של המין ארוך באביב מאשר בסטיו. גם בהשוואה למשרעת המעבר של 90% מהאוכלוסייה החולפת, רוב המינים חולפים בפרק זמן ארוך יותר באביב לעומת לעומת הסטיו, בלבד 3 מינים יוצאי-דופן: איות הצרעים - 11 באביב לעומת 16 בסטיו, נץ קצר-אצבעות - 9 באביב לעומת 13 בסטיו ודיה השחורה - 21 באביב לעומת 35 בסטיו. ניתן שהסתיבה להיפוך התופעה בנץ קצר-אצבעות ובאיית הצרעים קשורה לכך, שאלו 2 המינים המוגעים לבגירות המינית המהירה ביותר (שנה ראשונה ושניתה בהתאם), וכן באביב אחוז הבוגרים באוכלוסייה גדול משמעותית, ובהתאם ממהרים יותר לחזר לשטחי הקינון אחוז גדול יותר באוכלוסייה, בלבד מתקצר זמן המעבר. המין השלישי יוצאי-דופן, הדיה השחורה, לא יכול להיכנס לחישובים, כי בסטיו חולפים רק שולי האוכלוסייה מעלה ישראל, וקשה לקבל תמונה מהימנה על חלקה העיקרי של האוכלוסייה מושלים זנחים אלו.

כדי להמחיש את ההבדלים באורך משךzeitzeit גלי נדיות הסטיו לעומת נדיות האביב, בחרנו להציג את גלי נדיות החסידה הלבנה, תוך השוואת האביב לעומת הסטיו: באיר מס' 13 מוצגים נתונים 4 שנות נדיות 1987-1990. באירוס נראית בבירור ההבדל המשמעותי החוזר על עצמו במשך השנים, כשהסטיו 95% מאוכלוסיית החסידות חולפים תוך 28 ימים, ובאביב ב-43 ימים. (ראה אייר מס' 13).

**לסיום:** מוצג אייר מס' 14, המסכם את ההבדל בין הסטיו לאביב בששות המינים המתלקרים הבולטים. הצגת אחוז הופעת המין כל יום מתוך כלל האוכלוסייה מדגישה את המינים שבהם עוברים ביום השיא אחוזים ניכרים מכל האוכלוסייה.

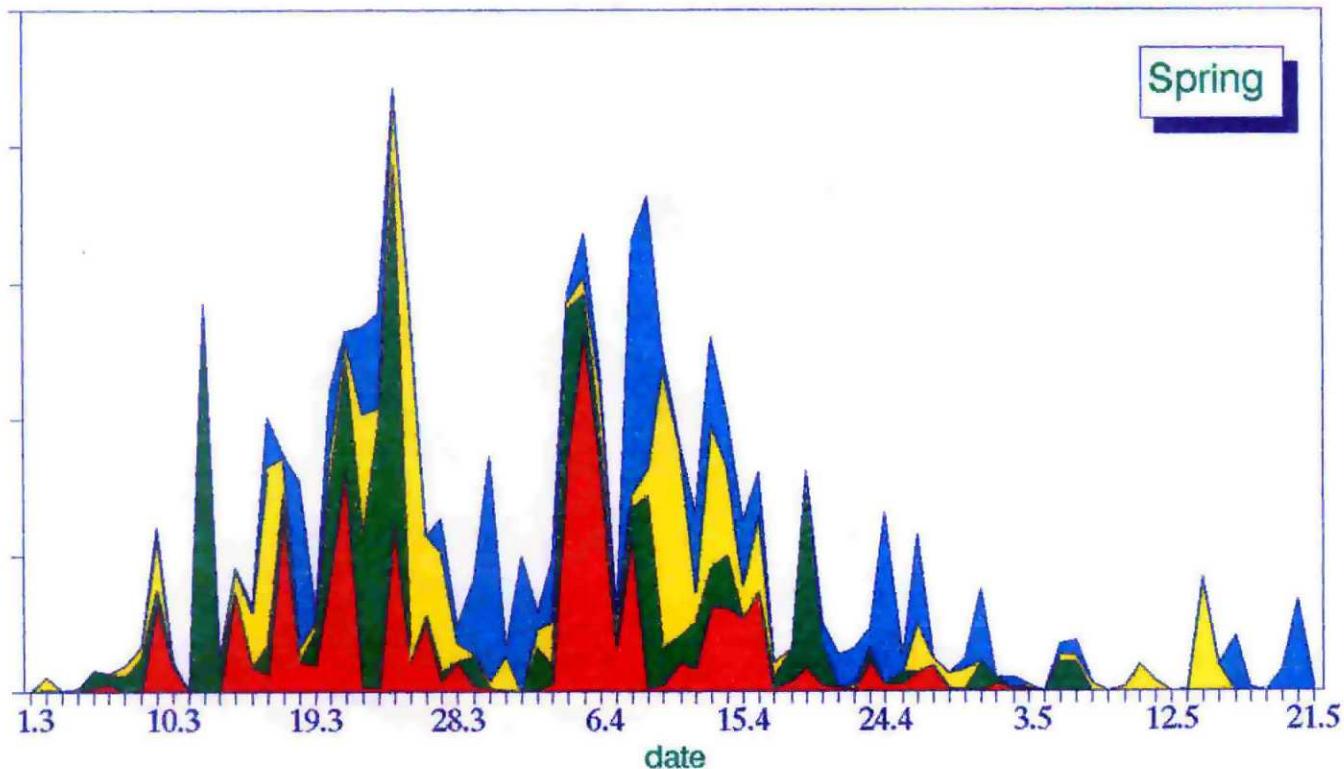
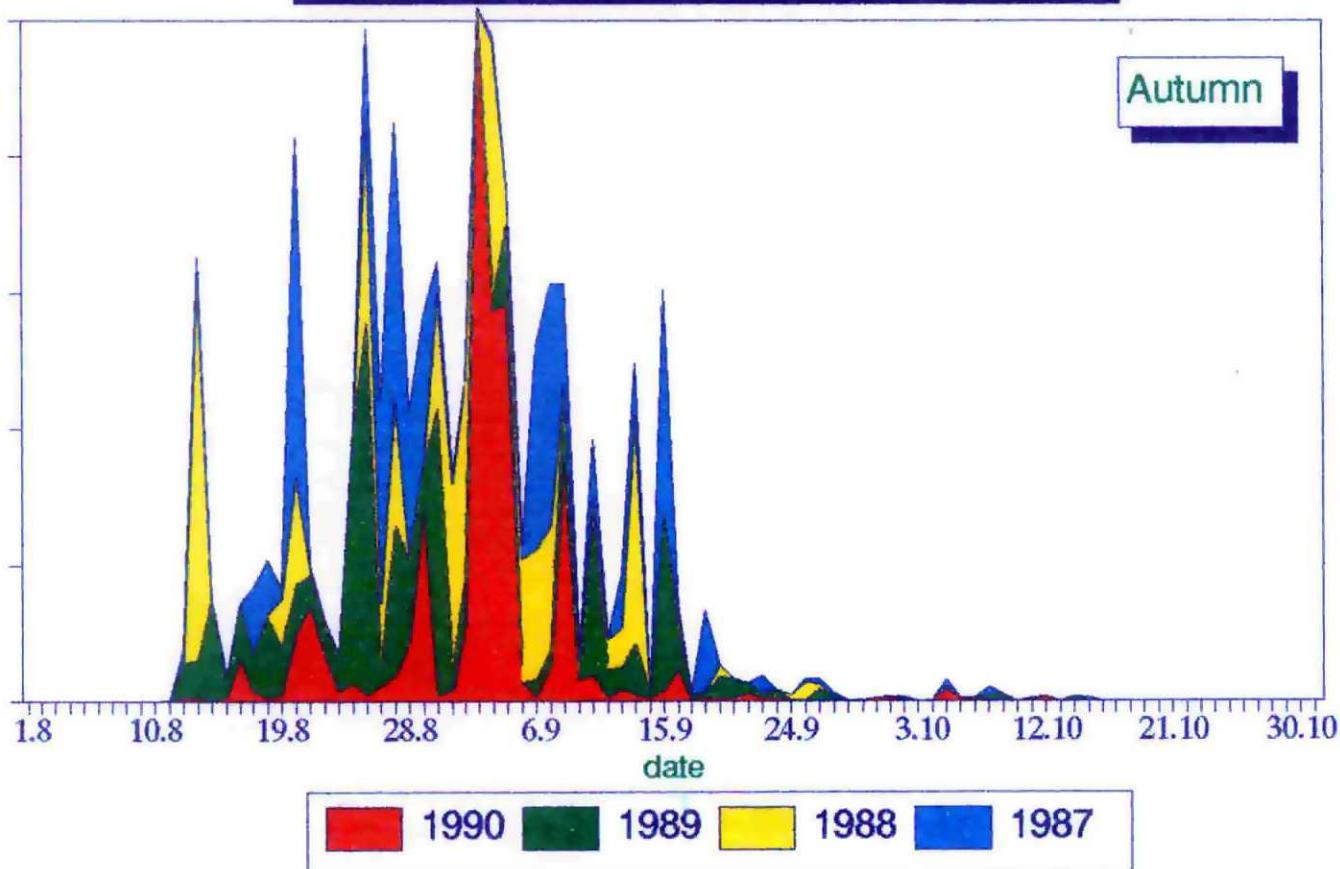
איור מס' 12: השוואות גלי נדידה ממוצעים באביב ובסתיו של מספר מינים לא מתלחקים



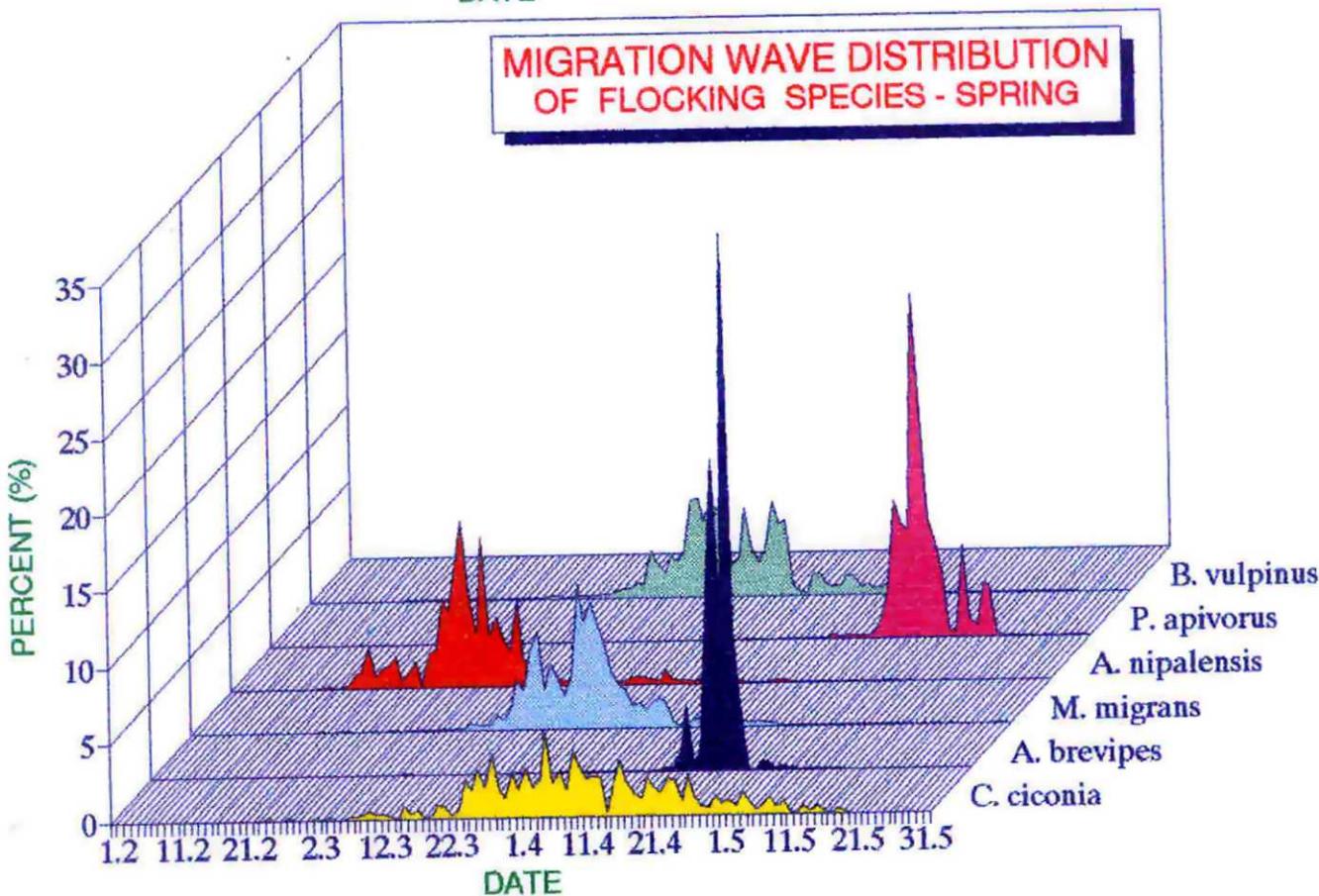
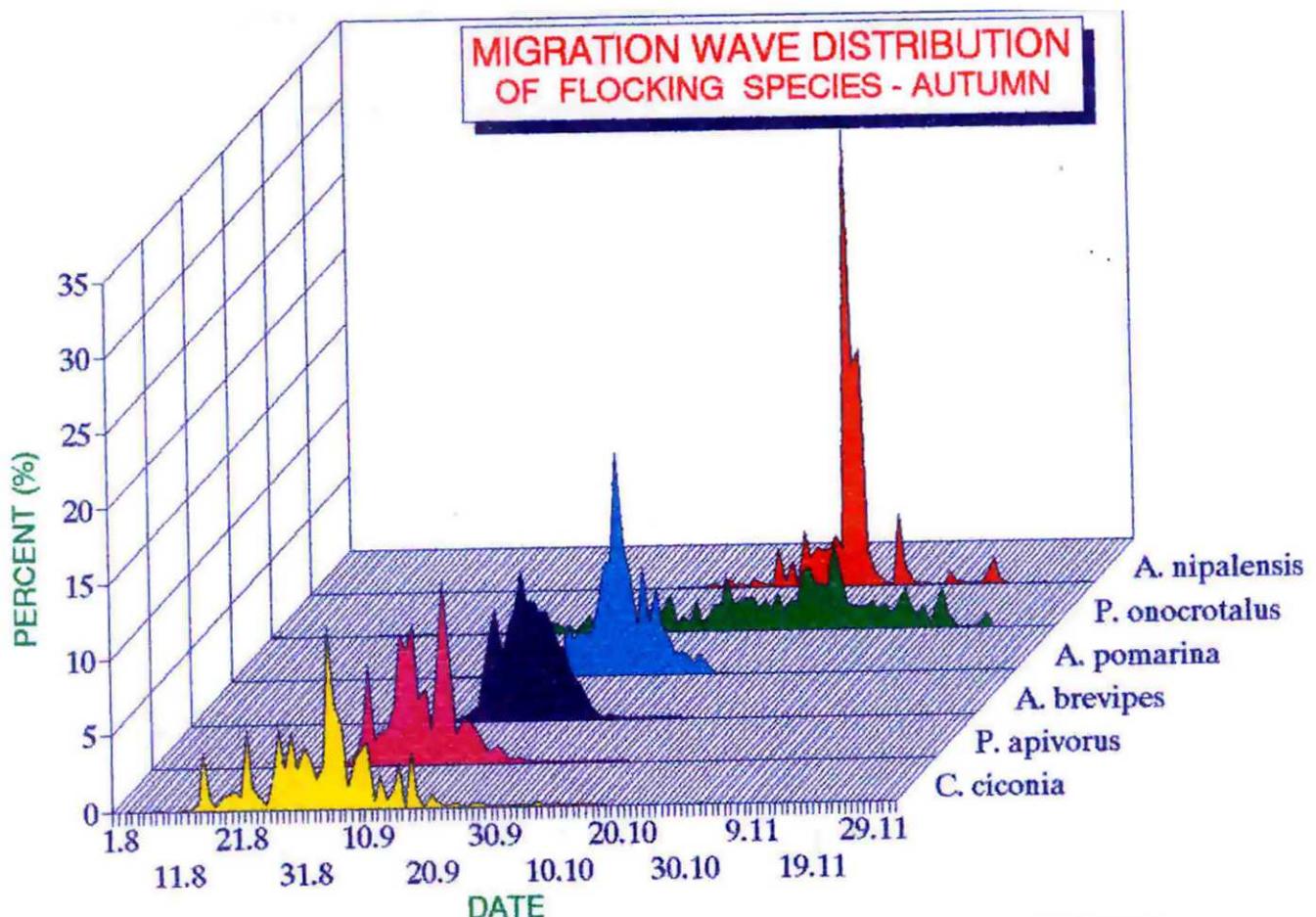
**איור מס' 13: השוואת מושיעת גלי נדידות החסידה הלבנה (*C. ciconia*) ב-4 שנות אביב וסתיו**

**לטעה: סתיו**      **לטעה: אביב**      **לטעה: 1990-1987:**

### C. ciconia Migration Wave Length Comparing Spring & Autumn 1987-1990



**איור מס' 14:** הציגת אחוריו המעבר היומי מתוך כל האוכלוסייה של כל מין מטלח, כדי לקבל תמונה  
פסיפמת על חלוקת המיניות המטלחות בצייר הזמן באביב ובסתיו לפחות



### 3.2.4 התפלגות עצמת הנדידה היומית והשוואות נתוני המכ"ס לנטיי הצלפים הקרים

במחקר נדידה רבים הוכת, כי עצמת הנדידה משתנה לאורך ציר הזמן במקומות נתון בהתאם לגורםים ביולוגיים וסבירתיים שונים. הגורמים העיקריים הם טווח הנדידה ממנו מגיעה האוכלוסייה החולפת, גילאים שונים של האוכלוסייה ושינויי מג-אוויר כמו מעבר חיותם קרות, הגורמות לגלי הופעה והעלמות של מינים שונים וככ" (Richardson, 1979; Kerlinger, 1989; Alerstam, 1990; ואחרים).

בהתאם על נתוני המעקב הרב-שנתי על-ידי רשות הצלפים הקרים, ובמקביל, המעקב במכ"ם, בדקנו כיצד מתפלגת עצמת הנדידה היומית ממשך עונת המעקב באביב ובסתיו. נתוני הנדידה היומיים חולקו לחמש קטגוריות עצמה, כສיכום נתוני הצלפים הקרים מتبasseל על הנסיבות שנספרו מדי יום, ונתוני המכ"ם מتبasseלים על הערכת גודל הלחות לפי גודל שטח החזר המכ"ם כפי שצולם מדי 20 דקות, וכן באזור הדאון וה"צננה" (ראה פרק 2.2.5).

להלן מוצג סכום נתוני 9 שנים תכנית בעונת דורותים בסתיו, 6 שנים נזידת דורותים באביב. בנוסף, מוצג עיבוד של 4 שנים נזידת חסידות החולפות באביב (בציר המערבי בלבד, המכוסה על-ידי המכ"ם) וכן סיכום נתוני 4 שנים הנדידה של השכנים ושל החסידות בסתיו.

#### נתוני איר מס' 15 מצטיירת התמונה הבאה:

א. מהשוואת אחוזימי הנדידה בעונת הסתיו, שבם עוברות כמויות נמוכות יחסית של דורותים (עצמה 1: 0-1000 ליום, עצמה 2: 1000-5000 ליום) לעומת אחוזימי הנדידה, שבם עוברות כמויות גדולות (עצמה 4-5: 5,000-10,000 ליום) עולה, כי במוצע ב-58.9% מהימים אחוז הנדידה נמוך יחסית וב-24.2% מהימים בלבד מתרחשת נדידה בעוצמה גבוהה. נדידה בינונית (עצמה 3: 10,000-5,000 דורותים ביום) מתרחשת ב-16.8% מהימים.

ב. נתוני התפלגות נזידת הדורותים באביב עולה, כי ההבדלים חריפים עוד יותר, וב-68.1% מהימים מתרחשת נדידה בעוצמות הנמוכות (1-2) לעומת בעוצמות הגבוהות (4-5). יחס העוצמה הבינונית (3) בין הסתיו לאביב דומות יחסית (16.8% לעומת 12.1% בהתאם).

ג. השוואת יחס התפלגות בעוצמות הנמוכות (1-2) בין האביב לשתיו מראה יחס של (68.1/58.9%) 1.15:1 ובउוצמות הגבוהות (4-5) יחס הפוך של 24.2/13.8% (1:0.57).

התמונה המצטיירת מתאימה היטב לתמונה שהוצגה בסעיף 3.2.4, ובה הראיינו כי באביב ימי השיא של המינים המתלקקים גבוהים יותר לעומת העברות ביום השיא בסתיו, ובמקביל התמונה שהוצגה בסעיף 3.2.3, בה הראיינו ששיעור הנדידה באביב ארוכה יותר מאשר בסתיו.

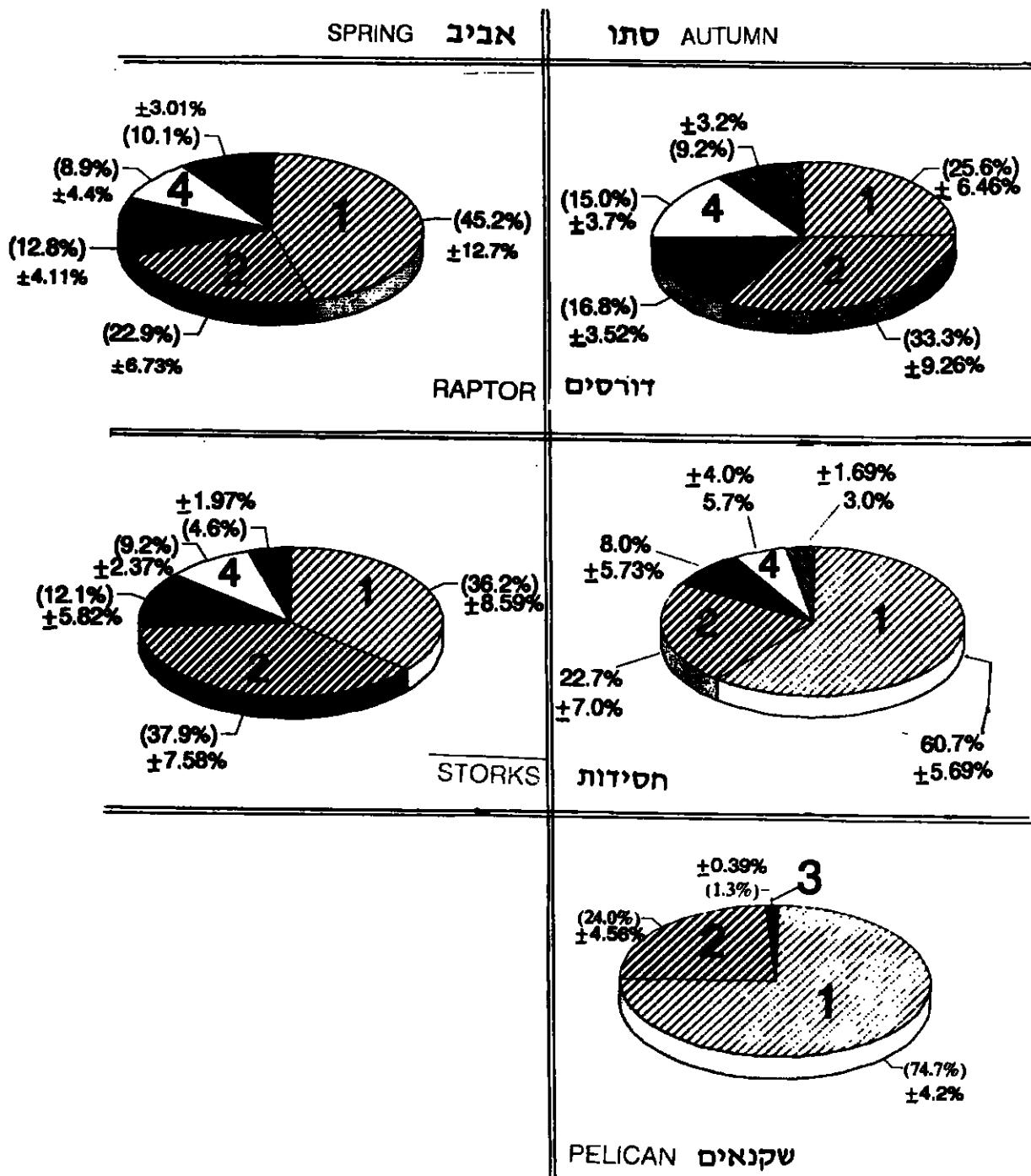
ד. לחסידות, בהשוואה לדורותים, עצמה 2+1 גבוהה יותר הן בסתיו (83.2% לעומת 58.9%) והן באביב (74.1% לעומת 68.1%). הסיבה לכך תלויות, לדעתנו, בשיעור הגל של החסידות, שהיא ארוכה יותר בהשוואה לכל הדורותים המתלקקים, ולכן יש יותר ימים עם עצמה גבוהה נמוכה. עם זאת, אצל החסידות ניכרת מגמה הפוכה מזו של הדורותים, ובסתויו העוצמות הנמוכות (1-2) גבוהות יותר מבאביל (83.2% לעומת 74.1% בהתאם), וזאת מהסיבה שבסתויו חולפת מעל ישראל רק מחצית מהאוכלוסייה לעומת האביב, ולכן העוצמות הנמוכות גדולות יותר בסתיו, והעוצמות הגבוהות (4-5) (בהתאם) גבוהות יותר באביב לעומת הסתיו (13.8% לעומת 8.6% בהתאם).

אזור מס' 15: חתולנות ממוצע ווגעת הזדמנות תיירית בזאת גודל חאנטן

**Fig 15: Mean Total Migration Intensity per Day – Autumn Compared to Spring**

ולוקט דרגות המigration

1-0-1000 2-1000-5000 3-5000-10000 4- 10000-20000 5- 20000-200000



יתכן כי הסיבה למספר גובה יותר של ימי שיא בנדידת החסידות לעומת שיטת הפעצה רוחב יותר באורי חריפה של החסידות לעומת הדורסים. לחסידות, שטחי חריפה המהווים לעומת שטחי הקינון. ההערכה של שטח הקינון מגיעה ל-6 מיליון קמ"ר, לעומת אורי חריפה המשתרעים בהערכה נסה על 20 מיליון קמ"ר (Cramp & Simmons, 1980). אצל רוב מיני הדורסים המתלהקים הופכת, שטח החריפה קטן משטח הקינון. יתרון גם שמודובר במספר אוכלוסיות נפרדות של החסידות החזירות בנפרד לאורי הקינון. בריכוזים גבוהים, וכן מופיעים יותר ימי שיא אצל החסידות בהשוואה לדורסים.

ה. מהתפלגות הממוצע היומי של נציגות השכניםים באביב עולה, כי בוגרום לכל המינים המתלהקים, השכניםים נודדים במרחב האורך ביותר הן בהשוואה לחסידות והן בהשוואה לדורסים המתלהקים והלא-מתלהקים. במקביל לגיל הארץ, אין לשכניםים כלל ימי נדידה בעוצמה 5,4.

מלבד החסיבות הביוולוגית - להבחין במתכונת הנדידה של הקבוצות השונות (שכניםים, חסידות ודורסים) - יש להתפלגות עצמת הנדידה הימית משמעותית רבה ביותר ביחס למסקנות המחקר בחיל-האויר: חיל האויר פיתח בעקבות המחקר נורת א.מ.ב. (אזור מוכחה ציפורים, ראה פרק 4.2, 4.1), האוסר על מטוסי הקרב לטוס בגובה נמוך בעונת הנדידה. מהתפלגות עצמות הנדידה עולה, כי חיל-האויר יכול לטוס בגובה נמוך גם בלב עונת הנדידה בימים שבהם עצמת הנדידה 1, או עם סיכון מוחש גם בעוצמה 2. מנתונים שהוצעו עולה, כי בסתיו יכולים מטוסי הקרב של חיל-האויר לטוס בהתאם לגובה נמוך בין 25.4%-58.9%, מכלל הימים של הנדידה ובאביב בין 42.5%-68.1% מכלל הימים של הנדידה: לאחר שנדיות העופות הדואים נשחת כשה עד שבעה חודשים בשנה, יש לנו שא זה חשיבות ממציאות גבוהה ביותר לחיל-האויר.

### השוואת נתוני הצופים הקרקעיים

הקרקע: האם יש קשר בין מספר הצופים במספר הדורסים הנצפים ומה הטוחחים הנדרשים בין עמדות התצפית כדי לצפות במרחב הנדידה. (הראו, כי הצופים מן הקרקע סופרים כמותות שונות בהתאם לגודל המינים החולפים ורכום בליה, ומסקנכם, כי ברוב המקרים הצופים הקרקעיים צופים רק כ-70% מהכמות החולפת).

ובירLINGER (1989) ואחרים הראו, כי גובה הנדידה משתנה בהתאם לתנאי מזג-האוויר: שינוי בכיוון רוח ובכיסוי העננים, בהתאם לשעה ביממה ובהתאם לנדייה מגיעה לעיתים לגבהים שהצופים לא יכולים לצפות בהם. (1984 Kerling & Gauthreaux) כיילו בעזרת מכ"ם את הגובה הנitin לצפייה בעזרת צופים מן הקרקע ללא משקפות (Visual Index) והגיעו למסקנה שהגובה מוגבל ל-900 מטר ומטה.

חלק מהחוקרים הגיעו למסקנה, כי נתוני צופים קרקעיים מוגבלים, שגויים ואי-אפשר להתבסס עליהם בבדיקה כמותית (Kerlinger, 1989).

מעקב בעזרת מכ"ם וצופים קרקעיים כאחד בוצע במספר מחקרים, ואפשר לתת תשובה טובה יותר לאמינות יכולתם של הצופים. Evans & Lathbury (1973) עקרו בין השנים 1967-1970 אחר נדיות הדורסים בגיברלטר בעזרת תצפיות מושולבות של מכ"ם וצופים. מתצפיותיהם עולה, כי נדיות בוקר מסיבית נפתחה על-ידי המכ"ם בלבד, ולעומת זאת בשעות אחדות אחדות הדורסים מנמיכים ונראים היטב על-ידי הצופים ולא על-ידי המכ"ם. החוקרים התבססו גם על תצפיות מכ"ם קודמות בגיברלטר של Houghton (1964). לדוגמה, הדורסים ניצלו "ಗלים עומדים" של רוחות מזרחיות וDAO "אלפי מטרים" מעל צוק gibralter בגובה שלא אפשר לצפות בהם בעזרת צופים מן הקרקע ונראו היטב על-ידי המכ"ם, בהתאם הגיעו למסקנה שהתצפיות הקרקיעיות רואות רק חלק מפרקציית הנדידה.

Buurma et al (1986), עקרו גם הם אחר נדיות ציפור-שייר במכ"ם ועל-ידי צופים קרקעיים בשעות היום והגיעו למסקנה שהמכ"ם ראה ציפורים מ-40 מטרים ומעלה והצופים ראו את ציפור-השייר מגובה הקרקע ועד 50 מטר וכן השילוב בין הצופים למכ"ם החלים את המידע.

Kerlinger & Gauthreaux (1985) עקבו אחר נדיות דורסים בטקסס ארה"ב בעזרת צופים ומצלמים. regnultreK & elbA (Bognam) עקבו בניו-יורק, ארה"ב, אחר נדיות הדורסים בעזרת צופים ומצלמים ומשני החוקרים הגיעו החוקרים למסקנה כי מעקב המתבסס על צופים מן הקרן דוגם רק את הנדידה בגובה נמוך ורק שילוב של המכ"ם והצופים מאפשר לקלוט תמונה אמינה. Richardson (1975) הגיעו למסקנה דומה במחקריו אחר נדיות הדורסים באונטריו, קנדה, בשילוב של מכ"ם וצופים. גם Jacoby (1983) הראה, כי במפרץ רינה בלטביה, הצופים רואים את פרקי כויה הנדייה הנמוכה (0-500 מטרים) והמכ"ם מאתר, במקביל, פרקי כויה גובהה יותר 400-1500 מטרים.

בעקבות הפרה-למייני שבענו בנדיות הסטיי בעזרת רשות הצופים הקרקעאים (1982-1985) התקבלו הבזלים ורב-שנתיים גבוהים בכמותות שנספרו.

בקבוצת החוקרים בגיילט'ר (1973, Evans & Lathbury), הגיעו למסקנה, כי אחת הסיבות להבדלים בכמותות הרוב-שנתיים קשורה לתנאים האקלימיים, כמו במערב אנגליה, המעלים את הדורסים לגבהים שלא נצפים על-ידי רשות הצופים הקרקעאים. בעקבות זאת, פנו לרשויות שדות-התעופה, כדי להיעזר במכ"ם הגישה בתב"ג למעקב אחר הנדידה. המכ"ם בנתב"ג מכסה היטב את שטח הסקר העיקרי, וכך קיוינו להשלים את המידע החסר, כדוגמת החוקרים המקבילים שצוטטו לעיל.

במטרה ללמידה מהו ההבדל בימולת המעקב אחר הנדידה של הצופים לעומת המכ"ם, השווינו את עצמת הנדידה היומיית לפי 5 דרגות העוצמה שנקבעו לצופים והוציאו לעיל. השתמשנו בתנאים שנאספו במשך 4 עונות אביב ו-4 עונות סתיו (1987-1990). בשנת 1986 הייתה שנת מעקב ראשונה במכ"ם, בה ציילנו את העוצמות, אך לא ביצעו מעקב רצוף לאורך כל העונה, ולכן לא השתמשו בתנאים אלו להשוואה. הצופים אישו את עדמות התצפית באופן רצוף כל העונה (כולל שבתוות וחגים). לעומת זאת, כפי שתואר בפרק השיטות (2.2.5), התציפות במכ"ם נערכו רק 6 ימים בשבוע ושבתוות העמדה לא אוישה. אי-כך, השווינו את תנויי המכ"ם והצופים רק 6 ימים בשבוע, וגם ימי החגים לא נכללו בהשוואה.

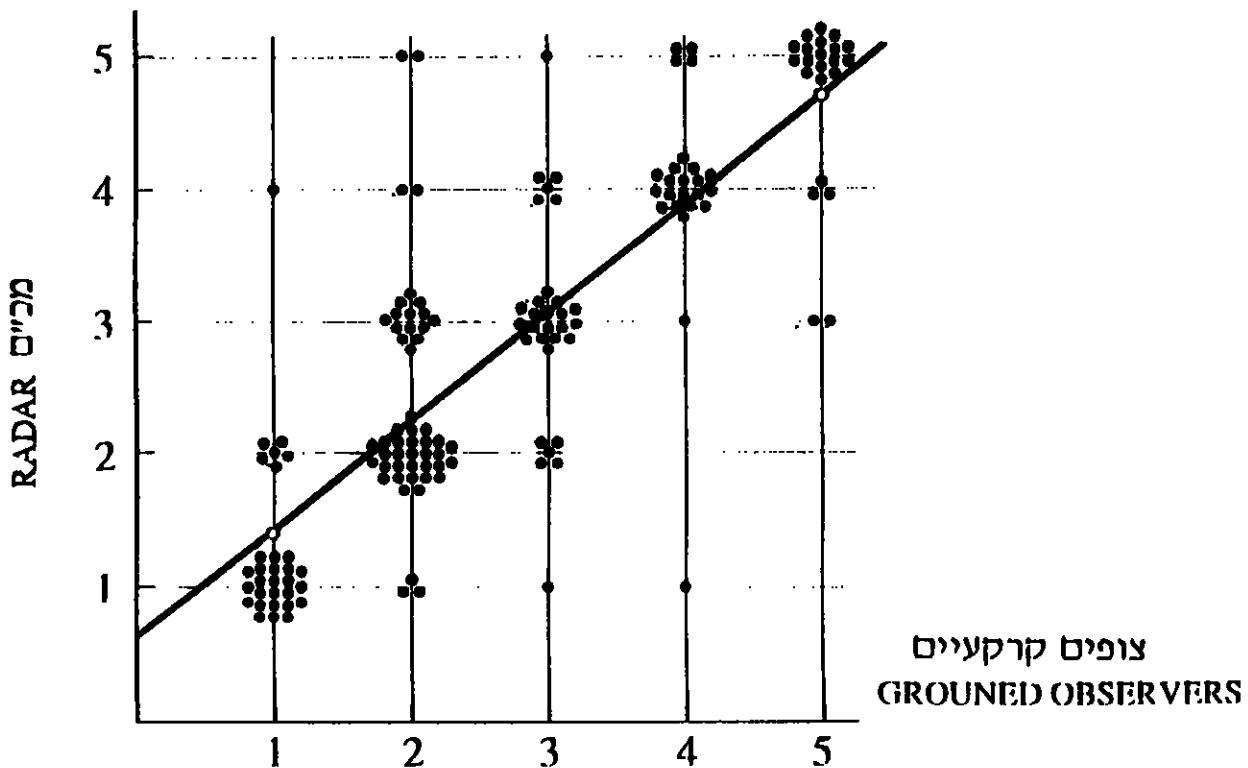
נתוני הרשוואה בסטיי התבססו על סקר כפר קאסם-חווצה שומרון בקטועי תצפית חופפים וסקר העמקים הצפוניים ש丑פם בנדייה כשבתוות לפני המכ"ם. נתוני האביב התבססו על נתוני סקר החסיזות בגב המערבי. באזורי הכספי של מכ"ם נתב"ג, החלפה מרבית פרקי כויה הנדייה 2-3 שעות אחרי שהציפורים החלפו בגב באור שכוסה על-ידי הצופים.

#### פרוט החלוקת לעוצמות הנדייה (1-5) לפי הנקודות שנצפו:

1-0-1000 2-1000-5000 3-5000-10000 4- 10000-20000 5- 20000-200000

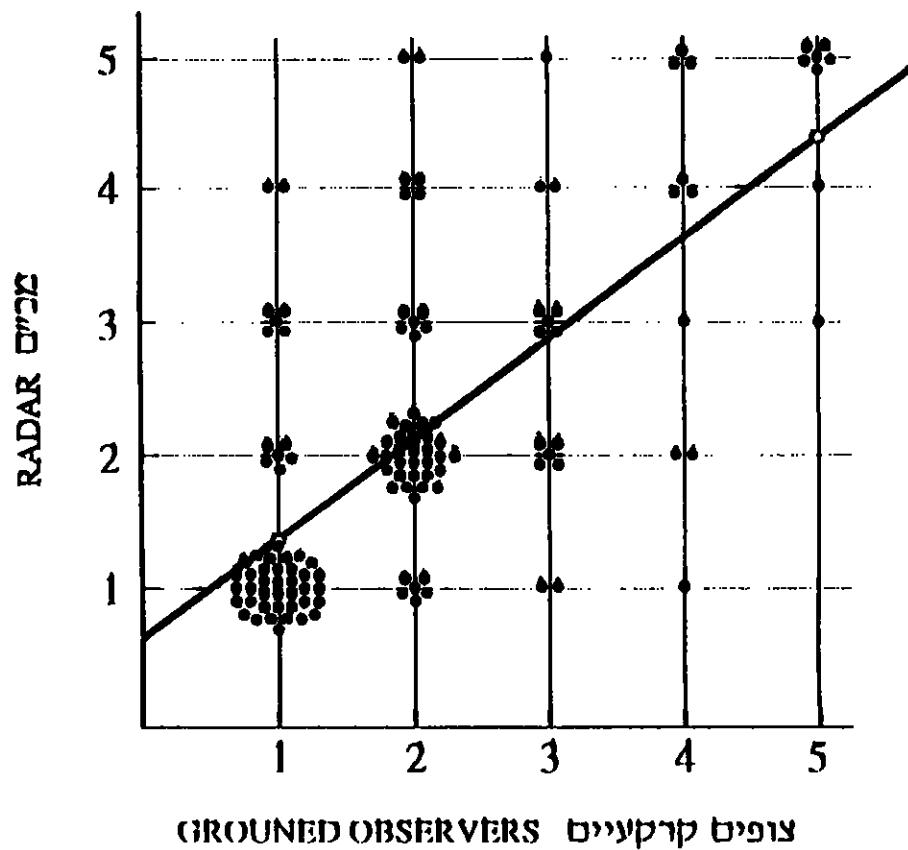
**איור מס' 16:** קו רגסיה להשוואת נתונים המפ"ט בסטיו לעומת נתונים חצופים תקרעוויט בסטיו לפי עוצמת הנזירה הימית (דרגות 1-5)  $y=0.82x+0.62$

**Fig 16: Regression line comparing radar and ground observer data in autumn according to magnitude of daily migration (degrees 1-5)  $y=0.82x+0.62$**



**איור מס' 17:** קו רגסיה להשוואת נתונים המפ"ט באביב לעומת נתונים חצופים באביב (חטיזות) לפי עוצמת הנזירה הימית (דרגות 1-5)  $y=0.73x+0.71$

**Fig 17: Regression line comparing radar and ground observer data in spring according to magnitude of daily migration (degrees 1-5)  $y=0.73x+0.71$**



מהנתונים המוצגים באירועים מס' 16,17,18 עולה, כי קיימת קו רלוונטי בין נתוני המכ"ם ותצפיות הצופים הקרים ע"פ הנזק הסטטיו ( $R^2 = 0.67$ ,  $P < 0.0001$ ), והן בנדיקת האביב ( $R^2 = 0.44$ ,  $P < 0.0001$ ). המתאים גבויו יותר בנדיקת הסטטיו לעומת נזק האביב; בבדיקה אי-התאמות בין הצופים למcy'ם, העולות על 2 דרגות עצמה (מתוך הסកала הרשוואתית 1-5, נראה, כי בסטטיו נרשמו 12 אי-התאמות ובאביב 19).

נראה, כי אי-התאמאה קטנה יותר בסטטיו מהשובה שהוזכרה בפרקם הקומטים: בסטטיו היה כיסוי יעל יותר של צופים לרוחב הארץ, לעומת סקר נזק החסידות באביב, שכיסה רק קטע מסוים של כ-40 Km בגנג, ולכן ההסתברות לאי-התאמאה קטנה באביב.

מלל עונות הסטטיו, במהלך המחקר, הייתה התאמאה הגבואה ביותר ( $R^2 = 0.78$ ,  $P < 0.0001$ ) בין הצופים למcy'ם בשנים 1986-1987, עת הושוו נתונים המכ"ם לנזקי הצופים שנפרשו בכו מקביל למקום המכ"ם (סקר כפר קאסם - חוצה שומרון). בשנים אלו היו רק שתי אי-התאמות גבוחות בין המכ"ם לצופים מדי שנה. לעומת זאת, בסקרים הצפוניים יותר, שנפרשו בעיר רוחב כ-60 Km ממערב למקומות המכ"ם ולא בכו מקביל, היו ממוצע 2.66 אי-התאמות גבוחות לשנה, ל-3 שנים הסקר (1988-1990).

בשלושת ימי אי-התאמאה בין נתוני הצופים למcy'ם - 15.9.89, 5.9.88, 19.9.88 - נשבו רוחות מזרחיות ודרומי-מזרחיות שהסיטו את הנזקה מערבה לכו החוף ועד לכו של כביש ק"מ מזרחיות לכו החוף: ברצועה זו לא פרנסנו צופים, כי ברוב-רובם של הימים לא נצפת שטח נזקה כל (לאחר שוויידאנן את הנושא בבדיקות ראשוניות, שנערכו בשנים 1980-1985). בהתאם, ראה המכ"ם 2-3 עוצמות גבוחות יותר מהצופים. תופעה דומה התרחשה בנדיקת האביב בתאריכים 24-23.3.89, 24-23.3.89, בהם נרשמו הבדלים גדולים בין נתוני הצופים והמכ"ם: ביום אחד נשבו רוחות מזרחיות ודרומי-מזרחיות שהסיטו את הנזקה לכו החוף ולטוק הים (ראא פירוט בפרק 3.6.3), והסתות הציר תועדה היטב במcy'ם. הצופים בסקר הנגב, לא יכולו לספור את הכמות הגבואה שנשחפה מעלה רצועת עזה, ולכן רשמו בתצפיותיהם עוצמה 2 לעומת עוצמה 5 שנרשמה במcy'ם (ב-23.3.89-24). מרימנות נתוני המכ"ם אומתה ב-23.3.89 בעוזרת הדאון הממנע, שהצטרכו לחסידות ודהה יחד איתן עד 4 מייל מערבית לכו החוף באוצר אשדוד עד פלמחים, ובמקביל, על-ידי 4 צופים בלתי-תלויים, שלא השתתפו בסקר: ב-23.3.89-24 צפה אסף מרוז בחוף פלמחים "בלמעלה מ-15,000 חסידות", שנראו חודרות לכו החוף מותק הים (ידע אישי), עדנה אברהם ספרה, ב-40,000, 24.3.89, 24.3.89 חסידות שחלו תוך שעתיים מעלה הגן האזולגי באבו כביר (ידע אישי), ובמקביל דוחה מצפוניות חיל-האוור בשודה דב, שצפו "בענן חסידות ענק" שחוף מעליון בצהרים בגובה נמוך מדרום לצפון (ידע אישי). ב-17.3.90 ספר שי בליקבלאו, מדריך בית-ספר שדר מעגן מיכאל (ידע אישי), 14,287 חסידות שחלו מעלה קו החוף, ומעל בית-ספר שדה תוך 4 שעות (11:00-15:00), עוצמה 4, בעוד שהצופים בסקר צפו רק ב-3,760 חסידות (עוצמה 2).

במספר ימים, בהם נראית עוצמה של 2-3 דרגות גבואה יותר על-ידי הצופים לעומת המכ"ם (5.3.90, 24.4.87, 8.9.87, 13.4.88, 4.9.89), הוברר, כי היו חסרים צילומים בגל בעיות טכניות בהפעלת המצלמה, או בעיות כוח אדם ויש לייחס חלק מאין-התאמות לבעה זו בהתאם. במספר ימים נוספים באביב נראה, כי ציר הנזקה של החסידות נסחף מזרחה לכיוון הבקעה, כבר בכו באר שבע או בכו בית גוברין: לאחר שהמכ"ם מוגבל מאוד במקבב אחר הנזקה בבקעה, התקבלו חלק מהימים עוצמות גבוחות יותר על-ידי הצופים במקבב.

מהנאמר לעיל עולה, כי במקרה זה, בניגוד למסקנות Jacoby (1983) Kerlinger (1983) ואחרים, בנדיקת העופות הדזאים בשוליים המערביים של הרי יהודה ושומרון קיימת התאמאה מובהקת בין נתוני המכ"ם והצופים. חלק ניכר מאין-התאמאה נובע מסתיה אופקית בנתיב הנזקה, ועם כיסוי רחוב יותר של רשות הצופים הקרים, התאמאה הייתה גדולה.

בניגוד למסקנות החוקרים האחרים, לא קיימת הפרואה אנטית ברווח בין הגבאים הנצפים על-ידי הצופים והגבאים הנצפים על-ידי המכ"ם. (מלבד ביום אחד וויצו-אי-זופן).

נתונים אלו אומתו, במקביל, על-ידי טיסות הדאון הממנע (ראה פרק 3.5.1), בהן הראיינו כי רוב מסאות הנזקה חולפת בגבאים שלא עולים על 1000 מטר מעל לפני השטח.

גם לדעת החוקרים Kockenberger & Dunne (1989) Kerlinger (1983) ואחרים, הצלופים מסוגלים לצפות היבט בנזיה עד לגבהים אלו, ובמיוחד לאור העובדה שחלק נכבד מהלהקות הן של זורסים, חסידות וסקנאים, עם מוטת כנף מעל 1.40 מטר ובלתקות מעל 50 פרטיהם, המשפרים את כושר האיתור (Kochenberger & Dunne, 1985).

לדעתיו, חלק מהמחקרים שצוטטו, בהם הושו נתונים מכ"ם וצלופים - השתמשו רק בצלופים בודדים לאיומות נתונים המכ"ם, והתבוססו רק על 2-3 עמדות צפית לכל היוטר. לכן, חלק מהמקרים שבהם הייתה סטייה אופקית בציר הנזיה, הצלופים לא דיווחו על הנזיה: פרישת רשות צופים בחזיות רחבה, כפי שבוצע בנזיה הסטייה בישראל, הייתה מעלה, לדעתיו, את אחוז הצפיה על-ידי הצלופים בגיןוד למסקנותיהם של Evans & Lathbury (1973) בתוצאות באגן המערבי של הים התיכון.

**לשיפוף:** מהנתונים שנאספו בישראל אנו מגיעים למסקנה, כי שיLOB של רשות צופים מיומנים בחזיות רחבה, הפרוסה על ציר המכוסה במקביל על-ידי מכ"ם אמין, ושיLOB של מערכת קשר יעילה בין כל החוליות למכ"ם, שתאפשר לווזא בזמן אמיתי הימצאות או אי-הימצאות להקות, תביא למוגן גובה יותר של נתונים צופים ומכ"ם, ולכיסוי פרקייה גובהה יותר של הנזיה.

### **3.2.5 דיוון: למשמעות ההתלקות במיניהם השוניים, והבדלי הופעתם בסתיו ו>vbabib**

## 1. היתרונות האפשריים בצדידה להקטית

להתלהקות של ציפורים יש יתרונות אדפטיביים שונים כמו יכולת איתור טוביה יותר של טורפים (Lack, 1954), עילוות גבוהה יותר באיתור מקורות מזון מזדמנים בשוטטות להקטית כמו אצל הנשרים (& Pulliam, 1982), ומוכר מידע למקורות מזון במינים שמתגברים ייחודי רק ללילהليلת משותפת (Ward & Millikan, 1982). מינים רבים, המתלהקים במושבות קינון, מגיעים גם לטינכرون גובה בגיזול הגוזלים, ובמחקרים רבים הוכח, כי ההתלהקות והסינכרון בזמן הקינון מהווים יתרון אדפטיבי בשיעורי הצלחת גיזול האפרוחים בהשוואה לקינון פרטניים בודדים (Ward, 1965 ;Yom-Tov, 1975 ;Emlen, 1956) ואחרים.

בתקופות הנדיות יש להתלהקות ציפורים יתרוניות אדפטיביים נוספים כמו שיפור הניות וההתמצאות בנדידה (Keeton, 1970; Thake, 1980). במיניהם הדואים, ההתלהקות עוזרת באיתור יעיל ומהיר יותר של תרמייקות, ובהתאם, לחיסכון משמעותי באנרגיה (Kerlinger, 1989), (Pennycuick, 1972), (Kerlinger & Gauthreaux, 1985).

התיאוריה, של התלותות יש יתרון כזרה בכיוון וניווט פחות משכנית, מעמס העבודה, שהערים הינו צריכים, לפיכך, להימנע לבוגרים הנודדים כדי להיעזר בניסיונים. בפועל, במקרים רבים הבדלי משרעת נידית הבוגרים והצעירים נעים בין 2-4 שבועות. لكن נראה, כי לתלותות יש משמעות בעיקר באיתור וניצול הטרםיקות, והוא הגורם המרכזי בתלות העופות הדואים הנודדים. לאחר שתעופה אקטיבית בזבוגיות באנרגיה לעומת דאייה וגלישה, העופות הדואים ישאפו להימנע ככל יכולתם מתעופה אקטיבית לאורך כל הורד, בין השאר בגל גודלים, וככל שמשקלם עולה, שטח נגיפיהם קטן יחסית לגודלם. (O'mally & Evans, 1982).

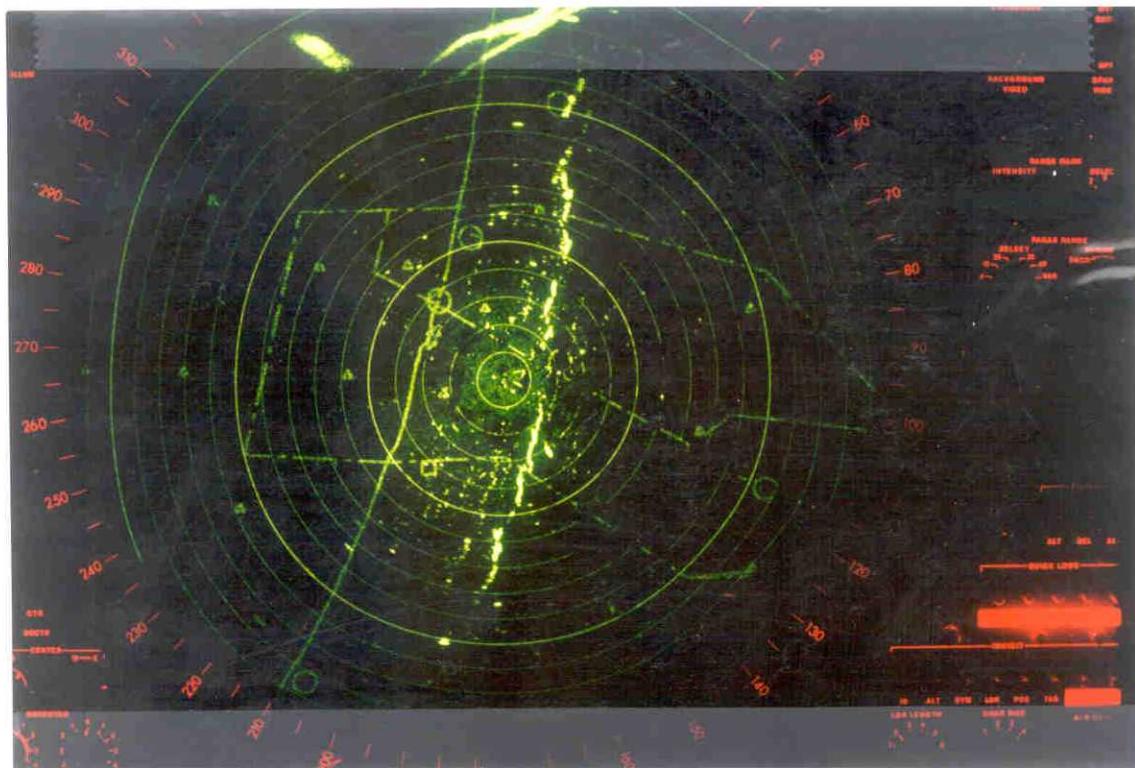
המינים הנודדים לטוחים גדולים חייבים להקפיד ולשמור על נתיב הנדידה המרכזי ולא לסתות ממנו; על-ידי התבוננות מתמדת בדוואים, שהקדימו אותם וכבר איתרו תרמייקה ומסתורוררים בה, קל לנודד הדואה לחצרך לנתייב הלהקה שלפנינו ללא לבזבז אנרגיה וזמן מיותרים על איתורו תרמייקות. ככל שתהיינה יותר להקות באותו ח tack זמן על נתיב הנדידה (ראו תמונה מס' 20), התנועה האינדייביזואלית תהיה קצרה יותר בזמן ובמרקם האופקי והאנכי בהשוואה לנודדת פרט בודד. בעזרת המcis' בתב'ג, תיעדנו ביום שייא הנדידה קוי נדידה מוגדרים הנמשכים לאורך של 156 קילומטרים (ראו תמונה מס' 11, 12) ובאזור הדואן המmonoע והמטרוס הפלטסנו לאירוד נתיבים מתמשכים שהגינו עד לכ-200 קילומטרים בו-זמנית.

מבנה התרמייקות לא תמיד אחיד, כשלעתים המיקום המדויק של הציפור (או הדאון) בתרמיקה קבוע את שיור הנסיקה הייעיל שלו. בתרמייקות בגיןיות וחלשות, מיקום לא נכון עשוי להביא לצורך לנוטשה, ובעקבות זאת לאבד גובה. הלהקתיות מאפשרת לעוף הדואה, המctrופ להקה בתרמיקה, למקס את עצמו בהתאם לתנועת הלהקה במקום המועד מבחןינו. עוף בוודח חייב לבצע חיפוש תרמיקה בשיטות הניסוי והטעה, שהיא יותר בזכנית בזמן ובאנרגיה.

עם נטישת התרכזיקה, השקנאים הנודדים נפרסים בחזית רחבה, המגיעה, בלהקות גדולות, לרוחב העולה לעתים על קילומטר. להקה של שקנאים המונה 3000-3000 פרטיהם והייתה מוקובצת כגוף אחד בתרכזיקה, נפרשת לעשרות ראשי-חץ מקבילים, המתקדמים בחזית רחבה במישור האופקי והאנכי כאחד, כשכל ראש-חץ נעים בין 150-10 פרטים.

הפרישה בחזית רחבה מאפשרת "לדגום" באופן אקראי את אי-היציבות באוויר וראש-החץ הראשון שמאפשר תרמיקה ומתחילה להסתחרר ולצבור גובה, מרכז אליו במהירות את עשרות ראש-החץ, וכך מתבצעת ההתកדמות ביעילות, כשהלהקה מתבדדת בגלישה ומרתיכאות שנייה בתרמיקה. (ראו תמונות מס' 21-24). בהתאם לכך, ככל שהלהקה גדלה, תגדל יעילות התרמייקות בגלישה.

**תמונה מס' 20:** 27.09.88, שעה: 23:11, קו נדידה מוגדר של עיטי חורף באורך של כ-59 קילומטרים על מורדות השומרון והרי יהודה כפי שצולם במכ"ט הגישה בנתב"ג.

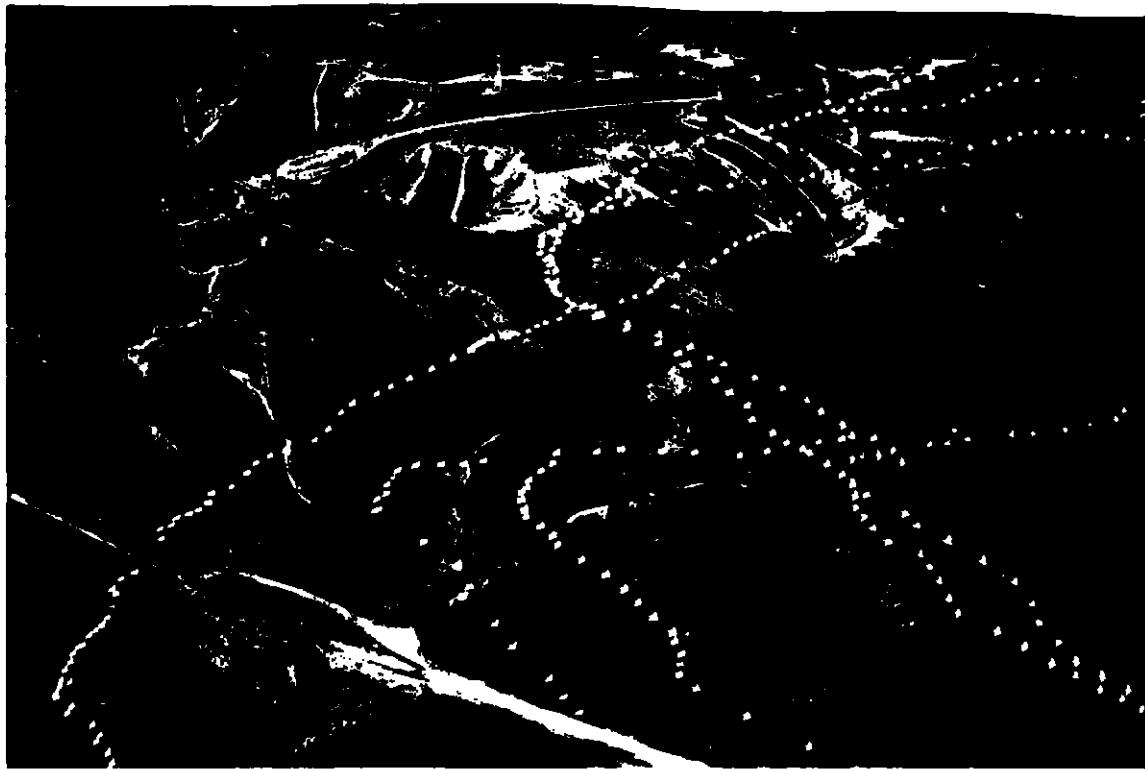


**תמונה מס' 21:** 25.10.10:10 א. מבט מהדאון הממוגע, הטס מעל להקת שכנאיות החוצה את הרכמל בಗישה בתחילת היום רחבה עד מספר ראי-חץ לאיתור תרמיות נופאות.



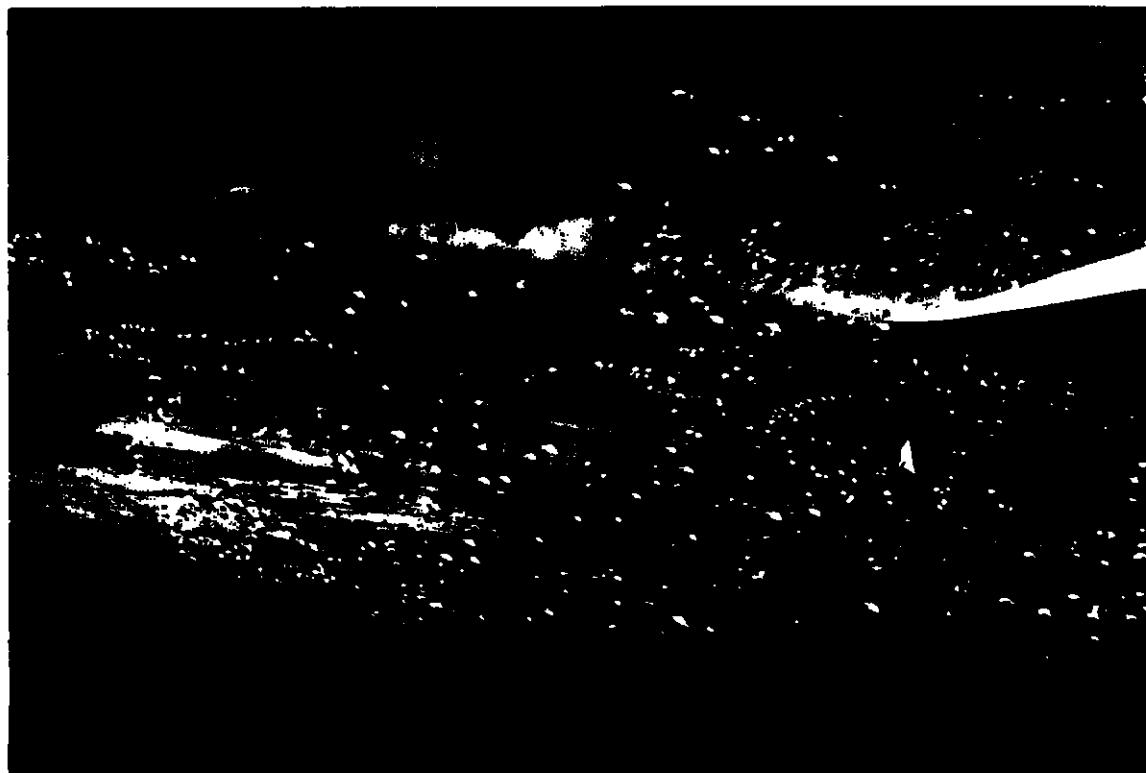
תמונה מס' 22: ב. מבט מהצדון הממונע על אותה התקה שקבעה הולשת בחזיות רחבה גם באזורי הנגב

המערבי (אגט זוהר) בטוף חיות 16:05, 25.10.87



תמונה מס' 23: ג. אותה התקה במבט צידי גולשת בחזיות רחבה במישור אופקי ואנכי כאחד.

(אזור יבנה, מזרחית לקו החוף)



**תמונה מס' 24:** ד. אotta הלהקה מתכונת יכולה לתרםיקה אחת (צולט מהזיאון הממוצע)  
(צילום רצף התמונות: יוסי לשב)



התופעה המתוארת בולטות במיוחד בשכנאים, הנודדים בהקה מקובצת בודדת מדי ים. בוגר לשקנאים, הדורסים והחסידות, הנעים בזרמים המתמשכים לאורך עשרות קילומטרים, וחוסכים לעצם את התהפרשות בגלישה לחיזית רחבה, עקב יתרונם לאטת התרמייקה הבאה בסורה, תוך כדי נסיקה בטרמייקה בה הם נמצאים. (הסיבה להבדלים שתוארו מופיעה בתת-נושא ד' בפרק זה).

מעקב אחר מספר מיני דורסים מתלהקים בעולם החדש בעדרת מכ"ם וצופים קרקעיים (Kerlinger, 1989) מראה, כי בצפון אמריקה, במדינת ניו-יורק, מספר הפרטיטים ברוב הלהקות שנבדקו (נ"ח 1798) נע בין 3-50 פרטים בלהקה. לעומת זאת, בטקסס, דרומה יותר, נע גודל הלהקות הממוצע בין 300-1000 פרטים ומעלה, ובכפנה, במצרים שבין צפון ודרום אמריקה מגיעות הלהקות לעשרות אלפי פרטים (Smith, 1985A). תופעה המקבילה בעולם היישן - בישראל.

מסיכום נתוני נדירות העופות הדואים מעלה ישראל, עולה (ראה פרק 3.1) כי רק 7 מתוך 35 מיני הדורסים (20%) החולפים בנדיקת האביב והסתוי מתלהקים באופן מובהק, (איית צראים, עקב חורף מזרחי, עיט ערבות, עיט חורף, נץ קצר-אצבעות, דיה שחורה ובז ערבי). יתר 28 המינים (80%) לא מתלהקים מובהקים. בנוסף, לסדרת דורסי-היום, מתלהקים באופן מובהק גם חסידות לבנות וחסידות שחורות, שknani מצוי ועגור אפור.

## 2. הרכב המזון ויעד הנזקינה

במטרה לבדוק האם קיימת חוויה בהתלהקות מינים מסוימים לעומת אי-התלהקות של מינים אחרים, נציג את נתוני של Newton (1979) שחקל את 40 מיני דורסי-הים המכנים באוזר הפליארקטי ל-3 קבועות:

א. 17 מינים - הנשאים באירופה גם בחווף, או שלא חוזים בנדיזותם את החלק הדורמי של אגן הים התיכון.

ב. 13 מינים - החורפים כלם באפריקה מדרום לסהרה.

ג. 10 מינים - שחקל מאוכלוסיותם נודד לזרום אירופה וחלק אחר נודד לאפריקה.

מבדיקת שלוש קבועות העופות הדואים, לפי תנועתם הגיאוגרפית והשוואת רישומי המינים המתלהקים ושאים מתלהקים, עולה, כי **לסוג המזון הזמני לדורך יש תפקיד מרכזי בחוויה הנזקינה**, כפי שהראה חסוט Newton (1979, 1979).

1. מינים הניזונים מטרף פוקילוטרמי ("דם קר"): חרקים, זוחלים דגים ודו-חיים, נודדים בצהורה מוחלטת יותר לאפריקה בהשוואה למינים הניזונים בעיקר מטרף הומיאותרמי ("דם חם"): עופות ויונקים, שחקלים נשאים באירופה, או בdrooms אגן הים התיכון.

2. מינים הניזונים מטרף "דם קר" נודדים מאזורים צפוניים יותר - לאורי חריפה דרוםניים יותר. רוב המינים אמריכיים בטוחי הנזקינה מכנים באופן ראשון בקווי-רוחב ממוגנים, ונעים לאזורים טרופיים לקו-המשווה ודרומה לו.

3. למינים שנודדים לטוחים ארוכים יש יתרון רב בהתלהקות גוזלה בהשוואה למינים הנודדים לטוחים קצריים יותר. (ראה פרק 3.2.5, א (1)).

לכן נראה, כי רוב המינים שמתלהקים ניזונים מטרף "דם-קר", והמינים שלא מתלהקים - מטרף "דם-חם". מינים הניזונים מטרף "דם חם", כמו עיט ערבות ועיט חורף (חלקי) באורי הקינון, משנים את דיאטת מזונם באורי החריפה ל"דם קר" (לפחות באופן חלק) וגם הם מתלהקים.

**טבלה מס' 14: השוואת מינימל מתחזקיות ולא מתחזקיות החולפיות בישראל לפי אזור חירופתם**

וטע מזונם (לפי נתונים חלקיים 1979 (Newton, 1979)

**Table 14: Comparison of a number of flocking and non-flocking species which fly over Israel – according to wintering area and food (partly from Newton, 1979)**

אזור חירפה					
צפון לסהרה North of Sahara	דרום לסהרה South of Sahara	מזון עיקרי Main food		המין (Species)	
-	+	חרקים		אית צרעים ( <i>Pernis apivorus</i> )	1
-	+	יונקים, ציפורים, זוחלים דו-חיים חרקים		עקב חורף מזרחי ( <i>Buteo vulpinus</i> )	2
-	+	יונקים, חרקים		עיט ערבות ( <i>Aquila nipalensis</i> )	3
-	+	יונקים, חרקים, זוחלים, דו-חיים		עיט חורף ( <i>A. pomarina</i> )	4
-	+	עופות, זוחלים, חרקים		נץ קצר אצבעות <i>Accipiter brevipes</i> )	5
-	+	דגים, פגרים, חרקים, יונקים		דייה שחורה ( <i>M. migrans</i> )	6
-	+	חרקים, דו-חיים, זוחלים יונקים		חסידה לבנה ( <i>Ciconia ciconia</i> )	7
-	+	דגים		שכנאי מצוי ( <i>P. onocrotalus</i> )	8
-	+	חרקים וyonקים		כץ ערב <i>Falco vespertinus</i> )	9
-	+	זוחלים		חיוויאי <i>Circaetus gallicus</i> )	10
-	+	yonקים, ציפורים		עיט גמד <i>Hieraetus pennatus</i> )	11
-	+	פגרים, זוחלים		רחם ( <i>N. percnopterus</i> )	12
+	+	yonקים, ציפורים		זרון סוף ( <i>C. aeruginosus</i> )	13
+	+	yonקים, ציפורים		עקב חורף ( <i>B. buteo</i> )	14
+	-			נץ מצוי (א. <i>nisus</i> )	15
+	-			כץ נודד ( <i>F. perearinus</i> )	16
+	-	ציפורים, יונקים		זרון תחול ( <i>C. cyaneus</i> )	17
+	-	ציפורים, יונקים		כץ צוקים ( <i>F. biarmicus</i> )	18

חוקיות זו, הבולטת בנדיזות העופות הדואים בעולם הישן, קיימת גם בעולם החדש, ומינים כמו (*Ictinia mississippiensis*, *Mississippi Kite*) הניזונים מחרקים, מזוחלים ומו-חיים, או (*Elanoides forficatus*, *Swallow-tailed Kite*) הניזונים בלהקות גדולות לדורות אמריקה (Mindell, 1985). שני מינים נוספים נספחים לאלו שהוזכרו, ולא קשורים לסוג המזון, נראים במינים מתלhnkis: 4. מינים הנודדים ב"ציפורות מערבי" קבועים ולא בחזית רחבה - מתלהקם.

5. מינים מתלהקם הם מינים המצויים לרוב בכמות מסוימת גדולה, לפחות חלק מאורי הקינון או החריפה. מין שהוא נדר או פורס על שטחים גדולים באורי הקינון, לא ינזר בלהקות גדולות, אך עשוי להציגם למינים אחרים בנזיהה. חלק מהמינים מתלהקם בנזיהה, אך לא מצויים במספר ענק, הם מינים המKENNIS במושבות, כמו בז חופים (Kerlinger, 1989).

בטבלה מס' 14, השווינו מינים מתלהקם ולא מתלהקם החולפים בישראל - לפי אורי חריפותם וסוג מזונם.

טבלה מס' 14 עולה:

1. כל תשעת המינים מתלהקם, החולפים בנזיהם מעל ישראל, נודדים אלדרום לשירה, (חלק מהמינים המתלהקם מגיע עד לדרום-אפריקה).

2. כל המינים מתלהקם ניזונים מטרף בעל "דם קר", לפחות חלק מתפריטם זונם.

3. 3 מתוך 4 המינים שלא מתלהקם אך נפוצים יותר: עיט גמד, רחם וחיויאי גם הם ניזונים מטרף בעל "דם קר" ונודדים מזרום לשירה, ורק צורן הסוף מהו "מין-בניינים", החורף גם מזרום וגם מצפון לשירה והוא אכן ניזון מציפורים ויונקים.

4. מספר מינים מייצגים (מס' 14-18 בטבלה) הובאו להשוואה כמינים ניזונים מטרף בעל "דם חם" והם אכן לא מתלהקם, ולא נודדים בהתאם, מזרום לשירה.

חלק מהמינים הנודדים משנים את תפריטם מזומנים בעונת החריפה: עיטי-הערבות, למשל, ניזונים בעונת הקינון בעיקר מסנאי קרקען (*Citellus ks*), ואילו באורי החריפה הם מתלהקם וניזונים מטרמייטים ומגוזלי אורגנים (*Quelea*) ומפגרים חלק ניכר מתלהקם הנזולים ניזונים מוחץ לעונת הקינון מחרקים, ומתלהקם גם באורי החריפה. לאחר שרכיבי החרקים כמו להקות ארבה או טרמייטים לא ניתנים לחיזוי מדויק בזמן ובמקום החריפה, יש יתרון גדול בהתקנות הדורותים לאייתור עיל יוטר של הטרפם המזדמן. תופעה דומה נפתחה גם בדורשי העולם החדש: *Buteo swainsoni*, למשל, מתלהק באורי החריפה ומשוטט בלהקות ממוקם למקום בניסיון לאתר להקות חרקים (Kerlinger, 1989).

גם מינים כמו בז חופים ובז שחור משנים באורי החריפה את מזונם: בעוד שבונת הקינון הם ניזונים בעיקר מציפורים, באורי החריפה במדagascar הם ניזונים מחרקים, וכך הם גם מתלהקם בשני צדי הארץ, ככל מין בצד אחר של מדガסקר. ההשערה היא, שהחלוקת מונעת תחרות על אותן מקורות מזון. (Newton, 1979).

**לסיבופ:** מהנתונים שהוצעו נראה, כי קיים קשר חזק בין שלושה גורמים: ההתקחות, המרחק הגיאוגרפי אליו נודדות הציפורים, ומזון. המינים הנודדים דרומה לשירה הם בעלי נטיית התקאות גבוהה יותר מהמינים שנודדים מצפון לשירה. במקביל, אוכלי טרפ "דם קר", באופן מלא (או חלק), ولو רק באורי החריפה) מגלים נטייה חזקה יותר להתקאות מאוכלי טרפ בעל "דם חם".

#### **ב. השוואת זמני הופעת המינים בסתיו ובאביב**

במטרה לבדוק האם קיימת חוקיות בזמן הופעת המינים מתלהקם השונים מעל ישראל בנזיהה הסתיו והאביב, ולהבין את סיבותיה, הצגנו בטבלה משותפת את יום ההגעה הממוצע המשוקל של המינים המתלהקם והנפוצים בנזיהה הסתיו והאביב לפי תאריך הופעתם הcronologique (טבלה מס' 15).

טבלה מס. 15: השוואת יום הגעה ממוצע בטהו ובאביב של תמייניות המתלקלקות והנפוצות לפי סדר

הופעתם הcronologית

**Table 15: Comparison of the mean arrival dates in autumn and spring of a number of common flocking species – according to chronological order of appearance**

יום הגעה ממוצע אביב (Average arrival day - spring)	המין (Species)	יום הגעה ממוצע סתיו (Average arrival day - autumn)	* סוג המזון (Food)	המין (Species)	
10/03	עיט ערבות (A. nipalensis)	29/08	I R A M	חסידה לבנה (C. ciconia)	1
29/03	דיה שחורה (M. migrans)	07/09	I	איית צרעים (P. apivorus)	2
01/04	רחם (N. percnopterus)	14/09	I C F M	דיה שחורה (M. migrans)	3
02/04	חסידה (C. ciconia)	19/09	R C	רHAM (N. percnopterus)	4
03/04	עקב חורף (B. vulpinus)	20/09	I R B	נץ קזר אצבעות (A. brevipes)	5
10/04	עיט גמד (H. pennatus)	22/09	M B	עיט גמד (H. pennatus)	6
10/04	זרון טוף (C. aeruginosus)	23/09	M B	זרון טוף (C. aeruginosus)	7
24/04	נץ קזר אצבעות (A. brevipes)	23/09	R	חיוויאי (C. gallicus)	8
07/05	איית צרעים (P. apivorus)	29/09	M R I A	עיט חורף (A. pomarina)	9
		02/10	M I	בז ערב (P. vespertinus)	10
		14/10	F	שכנאי (P. onocrotalus)	11
		23/10	M C	עיט ערבות (A. nipalensis)	12

**C – Carrion the food; ZO – Chiroptera, B – Birds, M – Mammals, A – Amphibia**

**, M – Mammals, F – Fish, I – Insect+others, A – Amphibians, ZO – Chiroptera, B – Birds, M – Mammals, A – Amphibia**

**.R – Reptiles**

מנתוני הטבלה עולה, כי לשוג המזון הנדרש יש תפקיד מרכזי בקביעת זמן הגעת המינים השונים בנדידות מעיל ישראל:

מינים, שחלק עיקרי מותפירים הם החרקים, עוזבים מוקדם יותר את אורי הקינון באירואסיה (כמו איית הצערים והחסידה), אחריהם מגיעים המינים הניאונים מוחלטים (כמו החיויאי), או מנגנון של חרקים-אוחליים-דו-חיים-יונקים ועופות (כמו הנץ קזר-האכבעות והדיה השחורה).

אחריהם מגיעים מינים הניאונים מיונקים ותערובת של חרקים, אוחליים ודו-חיים (כמו עיט החורף ובו הערב), אחר-כך אוכלי הדגים (השכנאי) ולבסוף עיט הערבות הניזון באורי קינונו בעיקר מיונקים (Citellus ds) ופגרים.

הקשר הרווק שמצוג בטבלה מס' 50 בין סוג המזון וקביעת זמן ההגעה של העופות הדואים, נובע בעיקרו מהشيخויים החלים במזג-האוויר, ובעיקר ירידת הטמפרטורות: הראשונים שנעלמים עם ההתקרותם הם החרקים, בעקבותיהם נעלמים בעלי החוליות הפוקילוטרמיים היבשתיים-האוחליים, ובעקבותיהם הדו-חיים. מאוחר יותר בעונה, עם ירידת הטמפרטורות מתחת ל-5 מעלות, עת קופאים שפכי הנחרות והלגנות, נפסקת, בהתאם, זמינותם של הדגים לשכנאים. האחרונים שמאפסים את פעילו הם החולייתנים ההומיאו-טורמיים, המסוגלים לווסת את חום גוףם גם בתנאים קשים יותר. חלקם מבלה את החורף בתודעה, ואילו מכרסמים רבים פעילים תחת כיסוי שלג ואינם זמינים לדורסים.

כאמור, בהתאם להיעלמות המזון הזמין, נעלמים, במקביל, גם המינים השונים בהתאם לשוג מזונם: מינים אופורטוניים, כדוגמת עיט החורף, למשל, הניאונים מנגנון רחב יותר של מזון (ראה טבלה 50) יכולים לנוטש את אורי הקינון מאוחר יותר ממינים הניאונים בלבד מחרקים או אוחליים. שני המינים שלא מתאימים לסדר ההופעה הכרונולוגי בהתאם לשוג מזון הם העיט הגמד וזרון הסוף, הניאונים בעיקר מיונקים ומציפורים ומופיעים למרות זאת לפני ה-~~הענינג~~, עיט החורף ובו הערב. נראה, כי לגבי שני מינים אלו, קיים שילוב של סוג המזון עם גודל הגוף- צריכת מזון יחסית). מין קטן צורך (יחסית למשקל גופו) יותר מזון ממין גדול, וכך, כנראה, מופיעים שני מינים אלו לפני החיויאי ועיט החורף.

בנדידת האביב, התמונה מתהprecת ועיט הערבות הוא זה שהוחזר ראשון לאורי הקינון, ואיית הצערים היא זו שמסימנת את נדידת האביב (ראה השוואת הנתחנים המציגים את גלי נדידת האביב והסתו באופן תלת-מדי, איור מס' 14,15). למורת שהטמונה המצטיירת לא חד משמעות, המגמה הכללית נראית בבירור. גורמים נוספים הנקנים לתמונה, מושתשים מעט את התוצאות כמו, למשל, החסידה שmaguaה לפני איות הצערים, למורת שהיא לא ניזונה רק מחרקים. הסיבה לגל הארוך של החסידה בהשוואה לגל נדידות הדורסים היא שהצערים של החסידה יוצאים בדרך שלושה שבועות לפני הבוגרים, لكن הגל נמשך לזמן ארוך והחסידה מקדימה את גל האיות המרכז.

במידה שנשווה 2 מינים "קיצוניים": איית הצערים, הניאונה באופן בלבד מחרקים (בעיקר מסדרת Hymenoptera) לעומת עיט הערבות, הניאון בתקופת הקינון בעיקר מיונקים (סנאי קרקע), היא נאלצת לנוטש מוקדם מאוד את אורי הקינון (מחצית אוגוסט), עת נעלם מקור מזונה, ולהזור מאוחר מאוד לפחות (סוף מאי), עת שוב פעילים נציגי סדרת ה-*Hymenoptera*, וכך היא נמצאת בפועל רק כשלשה חוותיים באור קינונה, ותשעה חוותיים היא מבלה בנדידה ובאזור החוריפה. לעומת זאת, עיט הערבות יוצא לדרך רק במחצית אוקטובר, כשהם היונקים נעלמים, ובשבוע האחרון של מרץ הוא כבר מגע לאורי הקינון, כשהיונקים שוב פעילים, ובפועל מבלה בנדידה ובאזור החוריפה רק כחמשה חודשים, ובאזור הקינון כשבעה חוותיים.

#### ג. מושיעת אורך גל הנדידה של המינים השונים בנדידות הסתיו והאביב

מסיכום עיבוד נתוני הטבלאות, שבחן הצגנו את אורכי גלי ההופעה של המינים השונים בסתיו ובאביב (טבלאות מס' 12, 13), עולה מספר מסקנות:

א. מושעת הופעת כל מיני הדורסים קצרה בנדידות הסטי (47-64 ימים) לעומת מושעת נדידות האביב (36-102 ימים).

ב. מושעת הופעת המינים המתלחקים קצרה בכל המינים, לעומת מושעת המינים שאינם מתלחקים הן בסטי והן באביב:

90% מאוכלוסיית המינים המתלחקים בסטי חולפים בין 13-20 ימים, לעומת 24-35 ימים במינים שאינם מתלחקים. 90% מאוכלוסיית המינים המתלחקים באביב חולפים בין 9-33 ימים, לעומת 39-62 ימים במינים שאינם מתלחקים.

ג. תופעה מקבילה נצפית גם בהופעת החסידה הלבנה, בה גל הופעת 90% מהאוכלוסייה קצר יותר בסטי (28 ימים) לעומת האביב (49 ימים), וגם מושעת מעבר כל האוכלוסייה בסטי קצר יותר (25 ימים) לעומת מושעת האביב (82 ימים).

ד. קיימת הקבלה טובה בגל הופעת המין השיא לעומת מושעת המינים המתלחקים הן באביב והן בסטי, הן בימי מעבר הגל כולו, והן בימי שיא הגלים, המאפשרת למינים שונים אלו לנצל ביחד תרמייקות (קשרים בין מינים).

ה. בהשוואה אחדו הופעת המין ביום השיא לעומת מושעת המינים המתלחקים בשאר כל העונה עולה כי:

1. אצל המינים המתלחקים אחדו הופעתה ביום השיא גבוהה משמעותית לעומת מושעת המינים המתלחקים: בסטי 17.1% - 24.1% במתלחקים לעומת 9% - 15.6% ללא-מתלחקים, ובאביב 17.7% - 46.0% במתלחקים לעומת 8.3% - 12% ללא-מתלחקים.

2. כמות הדורסים המתלחקים, המופיעה ביום השיא באביב, גבוהה בהשוואה לכמותם של מינים המתלחקים, אם כי באופן פחות מובהק.

במטרה לבדוק האם קיימת חוויה בהשוואה אורך מושעת הגעתם מינים הדורסים המתלחקים לעומת מושעת שתווי הקינון שלהם הם נזודים, הצגנו את הנתונים בטבלה מס' 16:

נתוני המוגנים בטבלה 16 עלות הנקודות הבאות:

1. קיים יחס ישיר בין גודל השטח של אורי הקינון בהשוואה למושעת אורך גל ההגעה (90% מעבר האוכלוסייה):

כל שהמין המתלך מגע משטח מצומצם יותר, הוא חולף בפחות ימים. ( $r=0.0651$ ,  $p=0.7$ ).

יש לציין כי נתוני עיט הערבות בסטי משנת מעבר אחת בלבד (אלית 1980) ושאר המינים ממוצע של 9 שנים (1980-2012) צפויות.

2. מבדיקת תפוצת הקינון של חמינים המתלחקים לפי קווי-הרוחב בהשוואה לאורך מושעת זמן ההגעה, עולה, כי קיים מתאם מובהק, ב-3 המינים הדומיננטיים בסטי (נכ' קצר-אכבעות, עיט חורף, איית צרעים) ( $r=0.387$ ,  $p=0.04$ ), אך לעומת זאת, בז הערב ועיט הערבות לא מתאימים לקו של 3 המינים הדומיננטיים. נראה, כי בז הערב, הנודד בחזיות רחבה, חוצה ים וועבר רק בחלק מזרחי מאוכלוסייתו מעל ישראל, לא יכול להיכל בהשוואה. גם עיט הערבות, המבצע נדידה שונה בכיוון מזרח - מערב, וחולף באורך שונה למינים האחרים (באילת), לא יכול להיכל בהשוואה זו. ניתן שהמפרק הרוב שעובר מין זה מאורי קינונו לישראל, ממזרח למערב, (קו אורך 40°-40°E) גורם לכך שהוא נפרש במושעת הימים הגדולה ביותר (20 ימים) לעומת שהוא מוקן על רצועת רוחב צרה יחסית (22°).

3. לא נמצאה התאמה מובהקת בין משך תקופת הקינון (מהטלה ביצה להכנפה) ואורך מושעת זמן ההגעה לישראל. ( $r=0.331$ ,  $p=0.58$ ).

**טבלה מס' 16:** אורך זטן הופעת %6 של המין, % ההגעה ביתו השיא כתוארכומטר-שע שטחי הקינון, וטן הגעת להכפות, גיל הגעה לבגרות מינית ותפוצה גיאוגרפית

**Table 16: Breading Area Sizes as a Function of Arrival Time** (9 years data, *A. nipalensis* 1 year only)

4. לא נמצאה התאמה מובהקת בין גיל ההגעה לבגרות מינית ואורך מרעת ההגעה בסתיו, ( $r = 0.265$ ). לעומת זאת באביב, נמצא מתאם הופך בין אחוז ההגעה הממוצע ביום השיא לבין גיל ההגעה לבגרות מינית ( $r = 0.997$ – $r = 0.041$ ). עיט העARBOT, המגיע בגיל 5 לבגרות מינית, ובהתאם, רק  $\sim 17.7\%$  מכלל האוכלוסייה חולפים ביום השיא. אצל איטת צראים, המגיעה בגיל שנתיים ( $\approx 2$ ) לבגרות מינית, קיימים פחות צעירים באוכלוסייה ולכן מופיעים יותר בוגרים המהרים לאורי הקינון ביום השיא ( $\approx 27$ ). בכך קצר-האכבות, המגיע כבר בשנה הראשונה לבגרות מינית, הכמות היחסית הקטנה ביותר של צעירים באוכלוסייה, ובהתאם חולפים ביום השיא  $\approx 46\%$  מכלל האוכלוסייה.

5. מבדיקת אחוז ההגעה ביום השיא הממוצע בסתיו עולה יחס הופך: ככל שהשטח גדול יותר, אחוז ההגעה ביום השיא עולה (במקומות קטנים לקטן, צפוי) ( $r = 0.0445$ – $r = 0.8$ ). לא הצלחנו למצאו סיבה שתסביר את היחס ההפוך שנמצא.

6. התופעה באה ליידי בייטוי בולט עוד יותר בנדידות האביב, עת חולפים ביום השיא של המינים המתלחקים כמיות גוזלות בהשוואה לימי השיא בסתיו: נץ קצר-אכבות  $\approx 17\%$  בסתיו לעומת  $\approx 46\%$  באביב, איטת צראים  $\approx 24.1\%$  לעומת  $\approx 37\%$ , דיה שחורה  $\approx 20.4\%$  לעומת  $\approx 35.5\%$ .

המידע המדויק על גודל שטחי החריפה באפריקה מוגבל, ובחALK מהמינים, כמו נץ קצר-אכבות, כלל לא ידוע. Newton (1979) מצין, כי בחלק גדול של המינים החורפים, הן בעולם החדש והן בעולם הישן והণיזונים מחרקים – שטחי החריפה מצומצמים באופן משמעותי בהשוואה לשטחי הקינון. כאמור, מינים אלו מתלחקים באזורי החריפה וייתכן שכך יכולם לצוד באופן יעיל יותר חרקים.

בהתאם לכך, נראה לנו, כי מערכם הרתתקחות וחריפה בשטחים מצומצמים יותר חולפים מינים כמו נץ קצר-אכבות באביב תוך ימים לעומת 13 ביום השיא גדלה ( $\approx 46\%$  לעומת  $\approx 17\%$ ). תופעה מקבילה נצפית באית הצערים (ראה טבלה מס' 1). אצל המינים המתלחקים האחרים, אחוז ים השיא גבוה באביב לעומת הסתיו, ולעומת זאת מרעת המעבר של האוכלוסייה יכולה ארוכה יותר באביב לעומת הסתיו. התופעה קשורה בעצם העובדה, שהבוגרים באוכלוסייה ממחרים באביב לחזר לאורי הקינון, ומגעים בחלקים משטחי חריפה מצומצמים יותר לעומת שטחי הקינון, וכך גלי ים השיא באביב גוזלים בהשוואה לסתיו.

עם זאת, מרעת  $\approx 90\%$  המעבר וכן מעבר כל האוכלוסייה ארוך יותר באביב, מכיוון שבאביב הציערים והמתבגרים שלא מנקנים לא מהרים לחזר ולכך המרעת באביב ארוכה יותר (גורני, 1989). למרות שהמידע מתחזקויות ישירות של הצופים לא מספיק מפורט כדי להציג הבדלי צעירים-בוגרים באופן מובהק (מלבד במינים שקל לזהות את ההבדלים ביניהם בשדה כמו למשל: עיטי ערבות, רחמים וזורונים), נתוני מחקר מקבל, שבתו  $\approx 21$  מיני זורסים נודדים במשך 5 שנים באילת (גורני, 1989), הראו באופן מובהק שקדום חלפו הבוגרים ואחר-כך נלכדו הצעירים, כמשמעות המעבר הממוצע בין בוגרים וצעירים מגיעה לעתים ל-3–7 שבועות.

מנתוני הטיבוע של גורני באילת עולה, כי בשבועיים הראשונים של מרס נלכדו רק עקבי חורף בוגרים, ובמשך העונה הייתה ירידה הדרגתית באחו הבודרים, ובכל חודש Mai נלכדו רק כ-10 אחוזים בוגרים ו-90 אחוזים צעירים. תופעה מקבילה הוראתה גורני (1989) גם לגבי זורן הסוף והנץ קצר-האכבות, אם כי במרעת צעירים. ההבדלים בין גלי הנזירה של הצעירים והböגרים בולטים במיוחד אצל החסידה הלבנה, זמינים מרוכזות יותר. ההבדלים בין גלי הנזירה של הצעירים והböגרים בולטים במיוחד אצל החסידה הלבנה, שבסתיו מגעים גלי ענק של צעירים בשלושת השבועות הראשונים של אוגוסט. ( $25,000$  פרטים ב- $20.8.87$ ,  $13,550$  פרטים ב- $15.8.88$ ,  $24,063$  פרטים ב- $23.8.89$ ). רק אחר-כך מגיעה האוכלוסייה הבוגרת. באביב חל תהליך הופך: קודם מגעים גלי הböגרים וממחצית אפריל עד מחצית מאי גלי הצעירים. לאחר שבסקרים לא נספרו סיסטטנית ההבדלים בלהקות בין הצעירים והböגרים, לא ניתן להציג כמותית את הנתונים. בכלל ההבדל הגדול בזמן ההגעה בין גלי הböגרים והצערים, נראה לנו, שאורך מרעת נזירת החסידות גדול יותר מזה של רוב מיני הזורסים המתלחקים. עם זאת, גם אצל החסידה, נזירת האביב ארוכה מזו של הסתיו כדוגמת הזורסים (ראה איור 13).

## חלוקת לאוכלוסיות שונות

בחינת דגש התפלגות הופעה של מספר מינים להקטינים מראה בבירור כי קיימים מספר שניים, המופיעים באופן קבוע מדי שנה: כך, למשל, לאיית הצרעים 3 שיאים בזרורים בנדיות הסטיו, שנעים בין התאריכים 8.9-12.9, 9-12.9 וכניל' בנדיות האביב, שיא גודל שגע בדרך כלל בין 3.5-8, ושיא שני או שני שיאים נוספים בין 5.5-18. לאחר שלא נאפסו, כאמור, נתונים סיסטמטיים על הבDALי גיל של המינים השונים, קשה לנתח את נתוני הגלים הקבועים המוצגים בתוצאות, אך קרוב לוודאי שמדובר באוכלוסיות מקורן קיון שונה בחלק מהগלים, ובחלק אחר, בגלים של צעירים שמופיעים בפרט מגלי הבוגרים. כדי לבירר במדויק את הנושא יש לקיים מחקר נוסף.

### ד. אופי נדיות השקנאות

יעצאי-זופן מכל המינים המתלחקים של העופות הדואים הם השקנאים: הם לא מותאים למגמה שהוצאה במחקר, שככל שהוא מתלהק הוא חולף בפרק זמן קצר יותר: בנדיות הסטיו, גל הנדיות של מין זה הוא הארוך ביותר (110 ימים) מכל העופות הדואים, ובאביב מצטיירת תמונה דומה (למרות שאין נתונים סיסטמיים, להקות השקנאים נצפו בזמן המחקר מתחילה מרס ועד לסוף חודש מאי). למרות היותם העופות הדואים המשוכלים ביותר, ובניגוד לחסידות ולרוב מייניו הדורסים, המתלהקים רק בנדייה ובחוריפה, השקנאי הוא עוף מתלהק מובהק במשך כל השנה, והוא בקיונו והן בנדייה ובחוריפה. תלותם של השקנאים בתרמיקות בתקופת הנדייה כמעט מוחלטת, ובמקביל, תלותם בהקטיות מוחלטת גם בגל אופי שיטת ציד הדגנים.

הסיבה העיקרית לאופי הנדייה יעצת-זופן של השקנאי טמונה, לדעתנו, בעובדה שבגונדו רוב המינים שתוארו, תפוצת השקנאי לא רציפה והוא מתרכז במספר מושבות קיונו בשפכי נהרות וגימות, ובתוך גיאוגרפי רחב ביותר מיוון במערב ועד לאגן Balkhash במרכז (קוּ-רחוב 22, במערב, עד קוּ-רחוב 85, במזרח).

מאחר שאצל השקנאי בולט במיוחד הקשר להקטוי לאורך כל השנה, נראה שהלהקות מגיעות מאזורים קיינו שונים, נודדות באופן עצמאי, ורק בחלק מהמרקירים מצטרפים פרטיהם ממושבות קיינו אחיזות וכן הם מגיעים במקביל יהדיו לקרה סוף אוקטובר. סביר, כי מושבות הקיון הקרובות יותר לישראל, כמו אלו שמקינות בתורכיה או בגבול רומניה בשפך הדנובה, מגיעות לפני הלהקות שmaguitות מהטוחנים הארכיים יותר כמו למשל בימת אראל, או שהמצב הפוך, ודוקא האוכלוסיות הצפוניות נודדות קודם בגל הקור המוקדם. הנושא יאותה רק עם ביצוע טיפול סיסטמטי של אוכלוסיות השקנאים באתרי קיונו.

בהתאם לכך, נראה בנדיות הסטיו (ראה אייר מס' 10) מרעת ארוכה של ימי נדייה עם שפע של שיאים נוכחים יחסית שנעים בין 200 - 6000 פרטים ובניגוד לנדייה של נץ קצר-אצבועות, למשל, שחולף בגל מואוד מרוקו. לכן, אצל השקנאים ביום השיא בסטיו, עוברת רק 10% מהאוכלוסייה, והוא מותאים "לכוארה" למינים שלא מתלהקים, למרות אופיו המובהק כמתלהק.

זו, כמובן, גם הסיבה שモגהקות הופעתו של השקנאי ביום ההגעה המשוקל היה הנמוכה ביותר בהשוואה לכל המינים הדואים (12.39 ± ימים).

עם זאת, השקנאי מותאים היטב להציג הקשר בין זמני הופעה לבין המזון, וכי שニアן באופן בלעדי רק על טרי בעל "דם קר" (דגים) היום המשוקל של הופעתו מצוי בין אוכלי החרקים (שנעלים ראשונים) ואוכלי היונקים (שנעלים אחרונים).

מסיבה זו, גם טכניקת הגלישה של השקנאי בין התרמיקות שונה באופן מואז של דורסים וחסידות, מכיוון שלתקת שקנאים שמתקדמת מדי יום לא יכולה לסמוך על הקות מקבילות שתגgesch על ציר הנדייה, ובגלישה, הלהקה מתפלגת לתת-יחידות שתפקידן לאתר תרמיקות כפי שכבר תואר.

### 3.3 דגם נתיבי הנזירה בחוף אופקי, בהתבסס על נתוני הצופים, הדאון הממווע, המזל"ט והמ"מ' מים השוניים

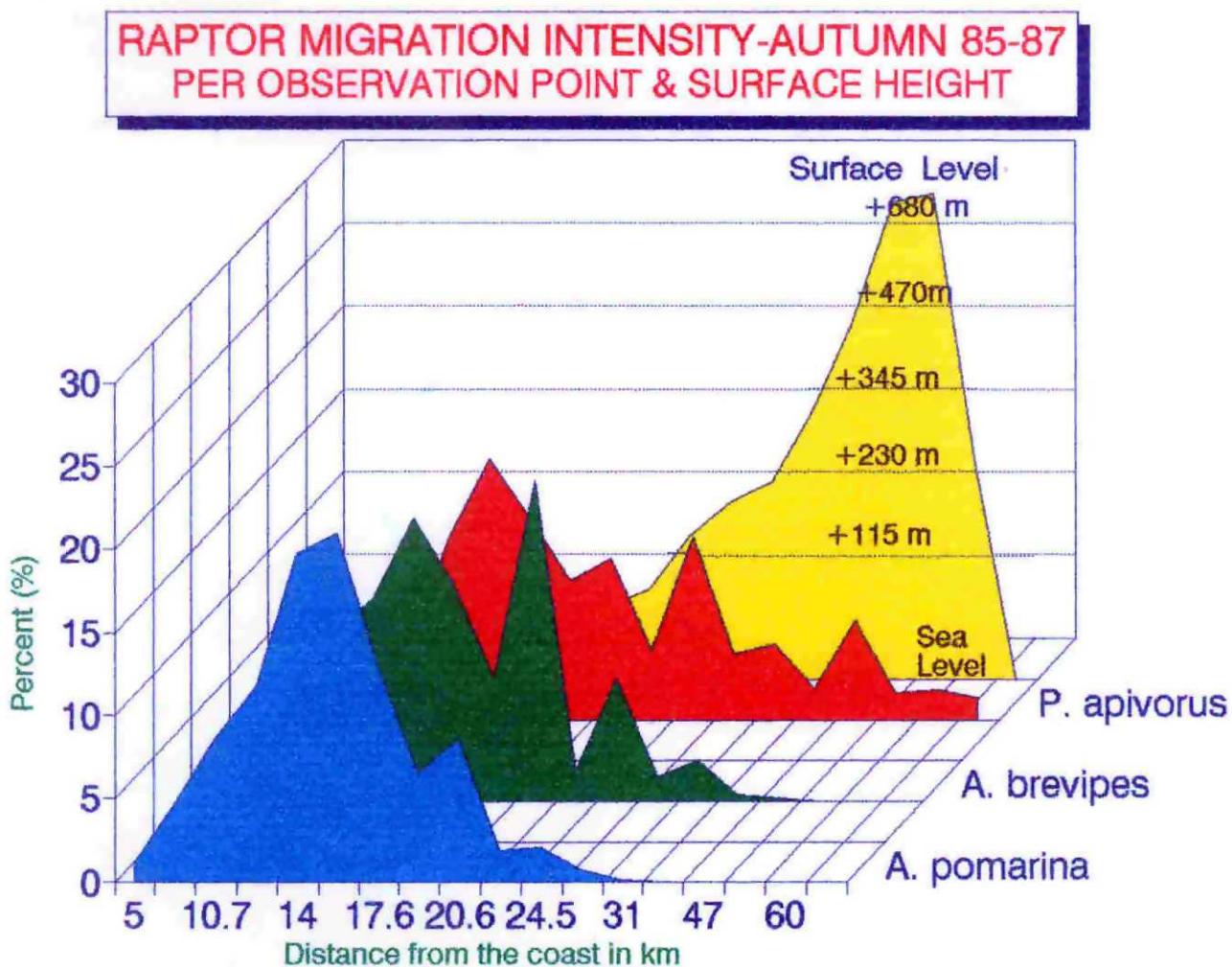
#### 3.3.1 נתיבי הנזירה האופקיים, בהתבסס על סקרים הצופיים

##### א. נזירות השטוי

מסיכם נתוני התפלגות נזירות העופות הזרוסים בסקר חוצה שומרון - כפר קאסם בהתאם למיקום עמדות התצפית לרוחב החיר (או, לחלופין, מרחקים בקילומטרים מן הים) עולה, כי  $87.3\% \pm \pm 5.5$  מכלל המינים (35-ח) חולפים בממוצע רב-שנתי בסתיו ברכואה ברוחב של 20.3 קילומטרים בין עמדות התצפית שמקמו 10.7 ק"מ - 31.0 ק"מ מזרחית לקו החוף. ריכוז שני של  $\pm 7.2\% \pm 3.0$  חולף בקטעה שבין 37.5 ק"מ - 60 ק"מ מזרחית לקו החוף. יונר הזרוסים חולפים בקטיעים הנתרים לרוחב ישראל, המגיע בציר הסקר לכ-70 קילומטרים, בין הים התיכון - לירדן.

עוצמת הנזירה הגבוהה ביותר חולפת ביוטר שנות כפר קאסם (16 ק"מ מזרחית לקו החוף). מעל העמדה החלפו בממוצע רב-שנתי  $16.8\% \pm 4.2\%$  מכלל האוכלוסייה החולפת בסתיו. לעומת זאת נזירות הזרוסים, החלפו החסויות בסתיו ב- $\pm 8.2\%$  מהאוכלוסייה, ברכואה צרה, בין 52-70 קילומטרים מזרחית לקו החוף (ציר בקעת הירדן), ורק  $11.8\%$  מהחסידות החלפו מערבה לרצעה זו. מאחר שסקר כפר קאסם - חוצה שומרון הסתיים בכל השנים בין ה-15 - 20 באוקטובר, לא התקבלה תמונה מלאה על נזירת השקנאים, המשיכים לנודד עד לסופי נובמבר, ולכן הצגנו את נתוני השקנאים רק בתוצאות סקר העמקים הצפוניים, שם המשכנו לעקב אחר נזירות השקנאים עד לסופי חודש נובמבר. באIOR מס' 18 מוצגת תמונה מסכמת לעוצמת הנזירה של 3 המינים המרכזיים הנודדים בסתיו בסקר כפר קאסם - חוצה שומרון: איות הערעים, נץ קצר-אצבעות ועיט החורף, כפי שהם מתחלקים לפי עמדות התצפית ויחסית לטופוגרפיה ולגובה של הרי השומרון.

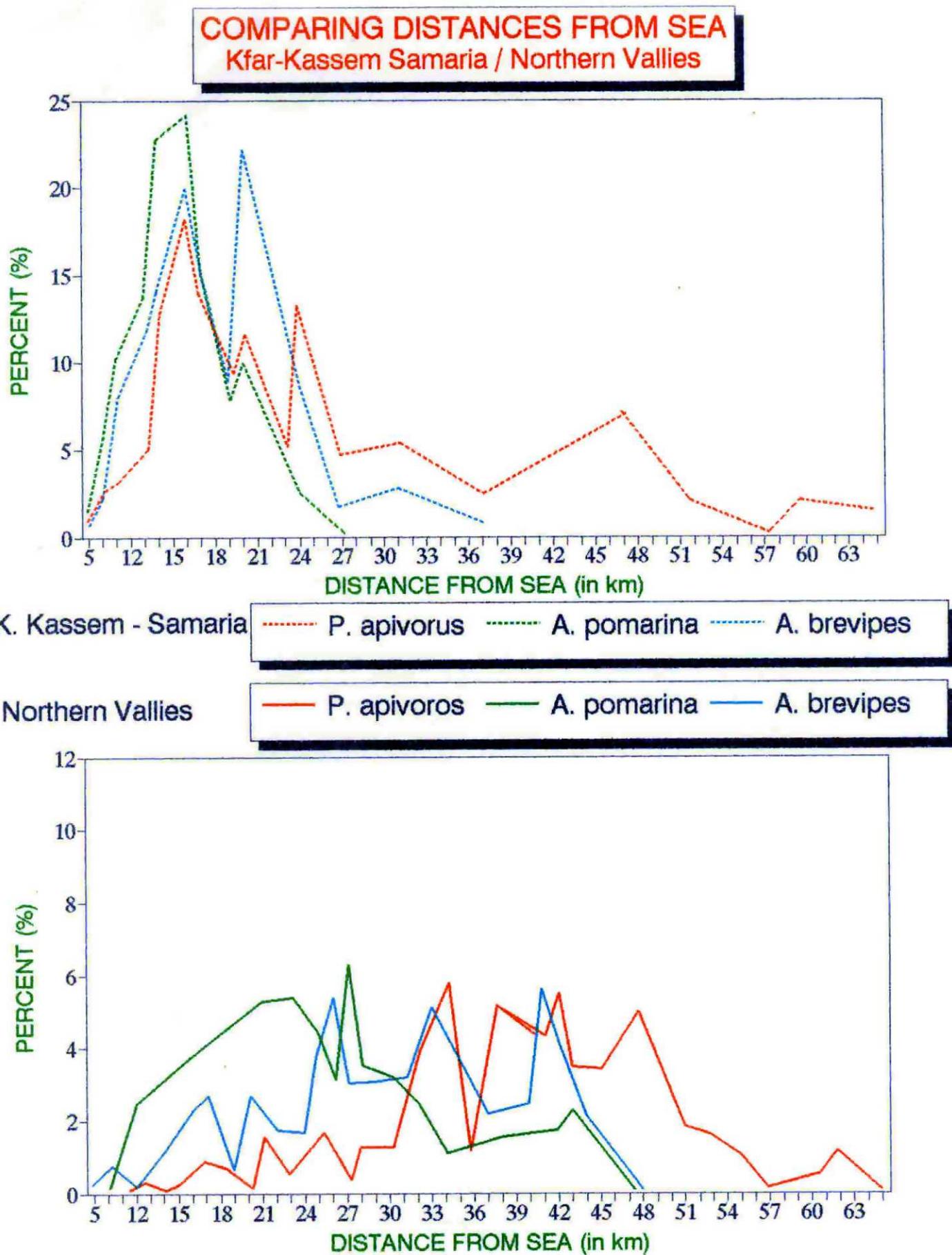
**אייר מס' 18:** עוצמת הנדידה בסטיו, בעיר חוצה שומרון - לפי מרחקים מהייט ב-3 המינים המתלהקים בחשווה לגובה פני השטח.



עם העתקת הסקר 60 קילומטרים לצפון המדינה לעמק יזרעאל - עמק בית שאן (בין השנים 1988-1990-1990), התקבלה תמונה שונה מזו שהוצאה בסקר חוצה שומרון: נדירות הדורסים התפרסה על חזית רחבה יותר ופחות מוגדרת מזו שהוצאה בסקר חוצה שומרון. המאסה העיקרית של איות הצרעים  $79.7\% \pm 3.0\%$ , חלפה בין הק"מ ה-30 ועד הק"מ ה-51, המאסה העיקרית של הנץ קצר-האצבעות  $76.0\% \pm 6.1\%$  חלפה בין הק"מ ה-24 לק"מ ה-44, והמאסה העיקרית של עיטי החורף  $69.7\% \pm 4.0\%$  בין הק"מ ה-14 ל-ק"מ ה-28. באיר מס' 19 השווינו את הנתונים הממוצעים של מעבר מיני הדורסים הבולטים בשני הסקרים בסטיו, בהם נראה בכירור ההבדל בין ציריו המעבר.

את הסיבות להבדלים בין 2 הסקרים המקבילים בסטיו, ניתן לייחס לשוני במבנה הטופוגרפי של מדינת ישראל (ראו להלן פרק 3.3.5): בצד העמוקים, בכלל המבנה הגיאומורפולוגי, חולפים הדורסים בחזית רחבה יותר, ובהתאם לכך רכס הרי נצרת, התבור וגבעת המורה הם חולפים בזווית רחבה יותר, ההולכת ומצטמצמת עת מתנאים הדורסים בנדיותם דרומה לעבר השוליים המערביים של הרי השומרון, או במקביל לפרקהיה המזרחית, לעבר בקעת הירדן. הטיסות ב"צטנה" ובדאון אימתו השערות אלו (ראו מפה מס' 6).

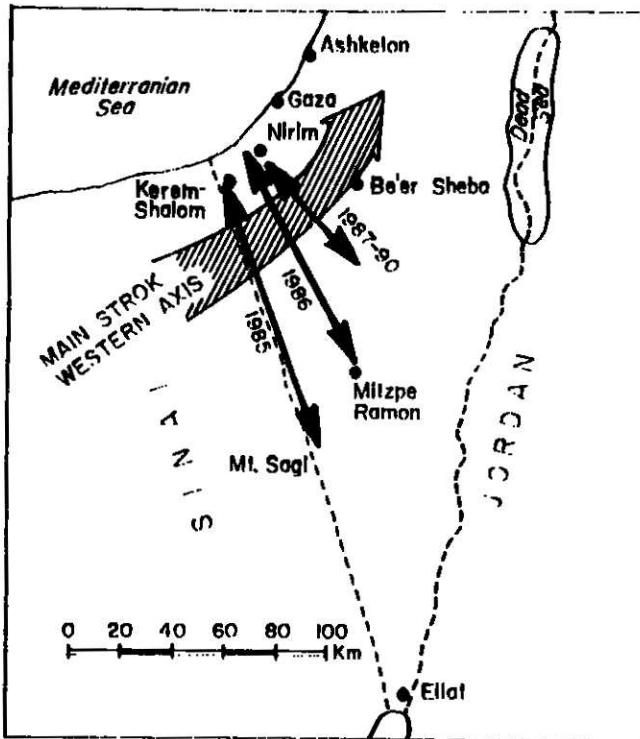
**איור מס' 19:** - השוואת ציר מעבר 3 מיני הדורסים הדומיננטיים בשטח - בטקר חוצה עמקית (א)  
לעומת טקר חוצה שומרון (ב):



**ב. נזירות האביב**

באחד משני הסקרים הפהה-למינריים שביצעו באביב 1985, פורסנו במשך שבוע וחצי חוליות צופים במצבי קו הגבול המערבי בין הר שני, בדורות-מזרחה, לבין כרם שלום, בצפון-מערב, כדי לאתר את ציר החדרה העיקרי מס' 20.

תגונת החסידות המאסיבית ביוטר נפתחה בקו ארכיטיים-קציעות-כרם שלום. בהתאם לתוצאות הסקר הראשון ב-1985 פורסנו בשנת 1986 18 חוליות בקו מקביל, מזרחי יותר, מצפה רמון ועד לצומת רעים בצפון, ושוב העלווה להגדר ולצמצם את קו נזירות החסידות העיקרי בין צומת משאבי שדה לצומת מעון, לרוחב של 50 קילומטרים. גם בנתיב זה הובילו, בעיקר מסת החסידות חלפת בין צומת גבולות לחורבות חלוצה, ברוחב של 27.5 ק"מ. 4 חוליות הסקר (אחד מהן נזירת) פעלו בהתאם לאיתור ציר הנזירה, ובעיקר ספירה באתרי הלינה הקבועים בשטח המתוואר. ציר זה אומת היבט בהמשך בעורת המכ"ס, הדאון הממוני והמולטיים. עקב מגבלות כוח אדם לא עקנו בסקר רב-שנתי אחר הציר הדורי-מזרחי.



**איור מס' 20:** שלבי הגדרת ציר הנזירה המערבי של החסידות בשנת המחקר הראשונה (1985) בקו המועבטים על הגבול המערבי, בשנת המחקר הראשונה (1986) ולבטוף ב-4 שנות המעבר, שנתנויהן הוגזו במחקר זה (1987-1990). בציר המזרחי, הוכנס לישראל כ-40 ק"מ מזרום לניצנה ופונה לעבר דרום ים המלח, לא קיימו רשות מעקב רב-שנתי עם צופים מהפרק.

**Fig. 20: Changes in survey area.** 1985 – preliminary survey along the Egyptian demarcation line. 1987–1990 – The survey area where research data was gathered and the main passage route.

מיקום הצופים בסקרים באילת, התבסס על נתוני Cheristensen (1981), Safriel (1968). בغالל מחסור בכוח אדם, הוגבל המעקב ל-3 עדיפות תצפית ניירות ואחת עד שתי עדיפות ברכב שאיפשרו חלק מהימים (אך לא באופן שיטתי) לעקוב אחר ציר הנדידה ש"ברוח" צפונה ביום של שינוי מזג-אוויר. הנדידה נصفה, רובה כולה, בקו שבין מפרץ אילת - הר יואש - ועין נטפים.

### 2.3.3. **מייפוי נתיבי הנדידה האופקיים בהתבסס על נתוני המטוס הקל והמזל"ט**

#### a. מייפוי בעזרת מטוס קל

בעזרת מטוס קל של חיל-האוויר מדגם "צנסה" 206 בוצעו 20 ימי מעקב, ותשעה ימים נוספים בעזרת מטוסים אזרחיים שנשכו למטרת זו. סך-הכל בוצעו 83:40 שעות טיסה, שנעו בין 6:30-20:12 שעות, ובממוצע 2:53 שעות.

בטיישה עצמאית לגלי הנדידה הגולים הצלחנו למפות חלק נכבד מהנתיבים המרכזיים של הנדידה, תוך חזרה סיסטמית אחר להקות בזמןים שונים ביום ובחודש.

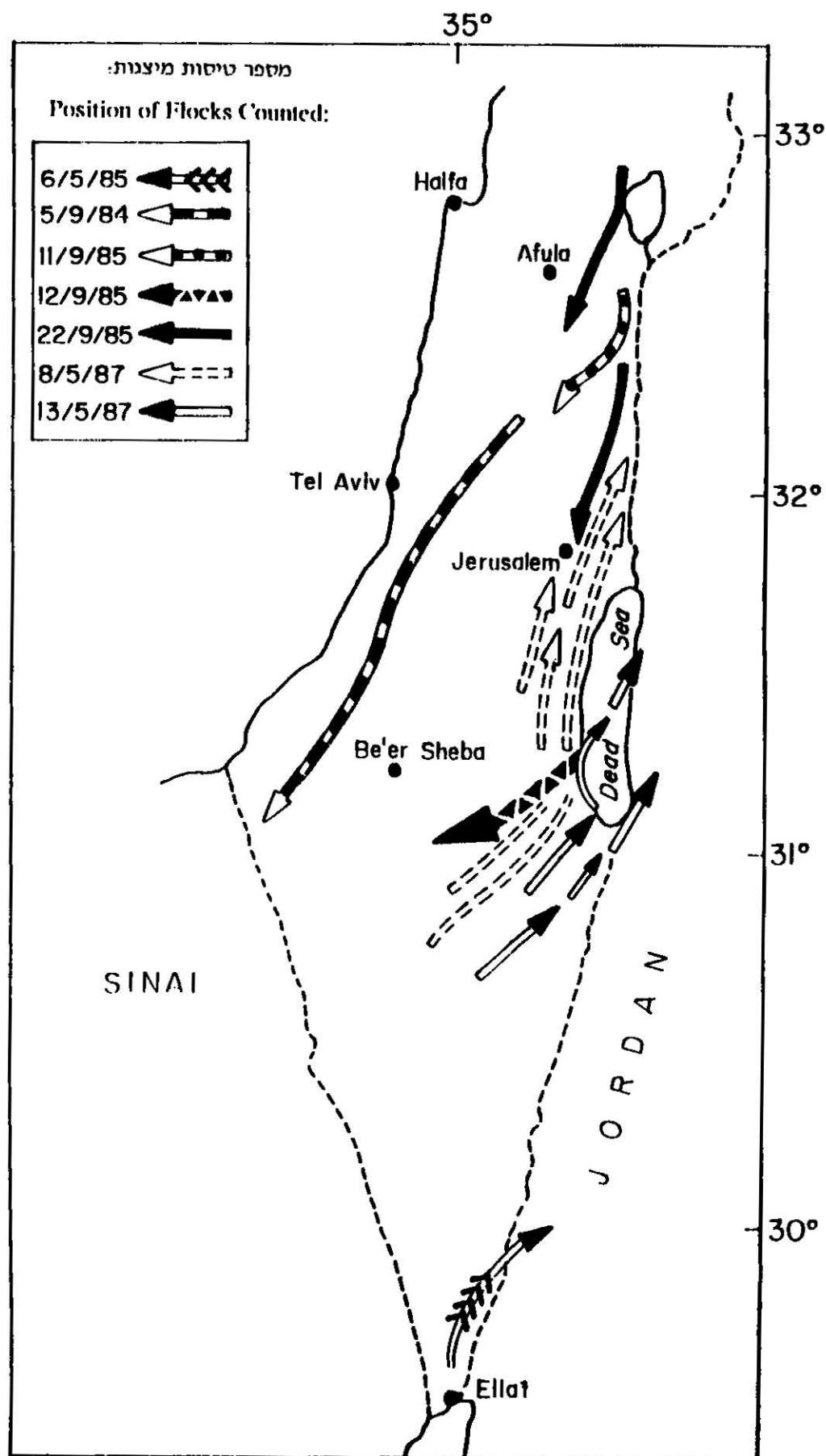
כך, למשל, הצלחנו ב-5.5.85, ביום בו חלפו בהרי אילת כ-145,000 איות צרעים, להוכיח לראשונה בודדות, שככל מסת הדורותים הגדולה נעה צפונה-צפון-מזרחה לאורך הרי אילת, ובאיור גרופית - צומת קטורה "שוברות" כל הלהקות העצומות לכיוון צפון-מזרחה לתוך שטח ירדן. ב巡视ות במטוס הקל לאורך הערבה (מצומת גروفית עד לחצבה) לא נצפתה כמעט כל נדידה, ורוב המאסה הנדידה החודרת להרי אילת מסיני, חוצה לירדן מצומת גروفית ודרומה. רק ביום שבת משתנות רוחות צפוניות לדרוםיות, נסחות חלק מהלהקות צפונה וחודרות לירדן לאורך "הנהלים הגולים" (צדוגמת חיון וצניפים), ולעתים אף צפונה עד לקו מצפה רמון - דרום ים המלח.

כך איתרנו לראשונה ב-19.9.85 ציר נדידה חדש ממזרח הגלבוע, דרומית לחפזי-בה עד לטובס - גל של עשרה אלפי איות שהתרחש לאורך 28 קילומטרים רצופים עד לגובה של 5200 רגל, ובהמשך אומת הנתיב בטיסות נוספות בדאו הממונה וב"צנסה".

במפה מס' 6 מפורטים מספר מסלולי נדידה כפי שמופיע בעזרת המטוס הקל. המעקב במטוס הקל אפשר ללמוד על מספר הלהקות הנודדות, גודלן, גובהו ורכיבן ליחידת שטח ויחידת זמן: לדוגמה: בטיישה ב-5.5.85 נספרו בין 8:10-10:10 27-08:08 להקות שונות של איות צרעים, שנודלן נס' בין 3 פרטיטים ועד ל-5000-6000 בלהקה אחת. רוב מסת הנדידה נעה בין הגבהים 300-3300 רגל. בטיישה אחרת במשור החוף, בתאריך 5.9.84, נספרו בין השעות 10:37-06:56 55 להקות של איות צרעים בקו שבין שדרות (ראה מפה). גודל הלהקות נס' בין 20-650 פרטים בלהקה, ובגהבים בין 3200-4000 רגל.

מפה מס' 6: מעקב בטופוס כל אחר מטף צויר נדידה מייצגית, באביב ובסתו.

**Map 6: Several Representative Tracking Routes Mapped by Light Aircraft (Cessna).**



**ב. מיפוי נתיבי נדידה בעזרת מזל"ט**

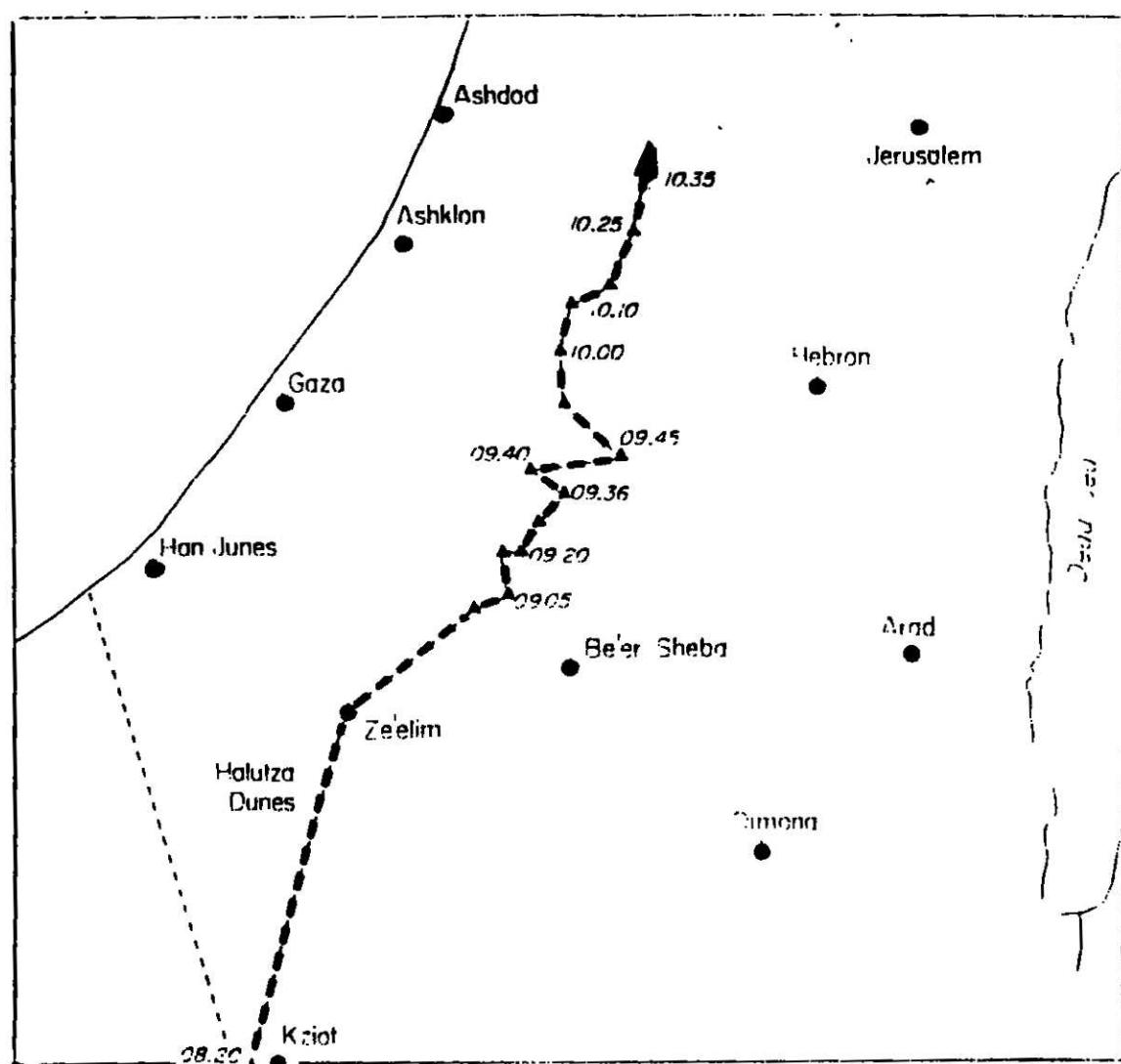
במשך 5 עונות נדידה (סתיו 1987 - סתיו 1989) בוצעו 19 טיסות מעקב אחרי חסידות, שכנים ואוות צרים.

במפה מס' 7 מוצג נתיב נדידה מייצג של להקת חסידות שאותה ערבות קומות, ב-16.4.87, באתר לינה ליד קיבוץ צאלים, בעזרת הצופים הקרים. לאחר מכן, נערכ מעקב רצוף אחר הליהקה מרוגע המראתה, בשעה 08:55 ועד לשעה 10:35, עת ניטשה הליהקה ממערב לכפר מנחם לאחר 100 דקות. במשך זמן זה, עברה הליהקה 70 קילומטרים, בנתיב המוצג במפה, ובמהירות ממוצעת של 42 Km/h. כל הטיסה, כמו גם הטיסות האחרות, תועדו במדויק וידאו, כשהמזל"ט מופעל בשלט-רחוק מקרון הבקרה, וטס בין 4000-6000 רגל מעל הליהקות הנודדות.

בעקבות הנאמר בפרק 2.2.4 על יתרונותיו וחסרונו של המזל"ט, לא ניתן מספר רב של טיסות כדי שתוכנו בתבילה, והעדפנו לנצל באופן בסיסי יותר למחקר דוקא את הדאון הממוגן, שלמרות פשטותו הפעלו וחסרו תחכומו נתן תוצאות טובות יותר מהמזל"ט.

**מפה מס' 7: מסלול מעקב אחר להקת חסידות 16.4.87 בעזרת המזל"ט**

**Map 7: Tracking storks by Drone' 16.4.87**



### 3.3.3 נתיבי הנדידה האופקיים, בהתבסס על נתוני הדאון הממוני

באربع שנות המהקר (1986-1989) בוצעו 170 טיסות מעקב אחר נדיות העופות הדואים בעוזת הדאון הממוני. סך-הכל בוצעו 30:30 7 שעות מעקב, ובממוצע 4:47 שעות לטיסה. משך הטיסה המינימלי עם להקת ציפורים היה 0.15 שעות (תקלה בדאון) והמקסימלי 30:11 שעות. במספר ימים בודדים, שעקבנו אחריה, לא הספיקה לעזוב את הגבול הבינלאומי של ישראל ונחתה בסוף היום בשטח ישראל, חזרנו למחמתם עם הדאון והמשכנו במעקב עד לנטיית שטוח ישראל (ראה, לדוגמה: מפה מס' 8, ליווי להקות שקנאים, 25.10.87, שהמריאו בבוקר 10/25 מעמק זבולון, נחתו בסוף היום באגם אורה, מערבית לكريת גת, וב-10.26, לאחר כשעתים וחצי, נטשו את ישראל ברכועת עזה).

#### א. מיפוי נתיבי נדיות הטוטו – נתיב מזרחי

לאיתור להקות במעקב בעוזת הדאון הממוני, התבססו בסתיו, בצפון המדינה, על חוליות הצופים הקריםיים, שאיתרתו עבר קודם להקות שנחותו. העדפנו להטרף להקה הגדולה ביותר שאותרה עבר קודם-לכן (ראה פרק 2.2.3). בשיטה זו, התחלנו לעקוב מסוף חדש אוגוסט אחר להקות חסיזות, הפותחות את עונת הנדידה במערב המדינה (ראה פרק 3.2.3), ובהמשך הטרפנו גם להקות איות צראים, שנדרדו בעיר בקעת הירדן.

ב-22.9.87 נטשנו להקה גוזלה של חסיזות עמוקה בבית שאין כדי להctrף ל-45 חסיזות שחורות ולמפות יום לטישה אחד גם של מין דואה זה.

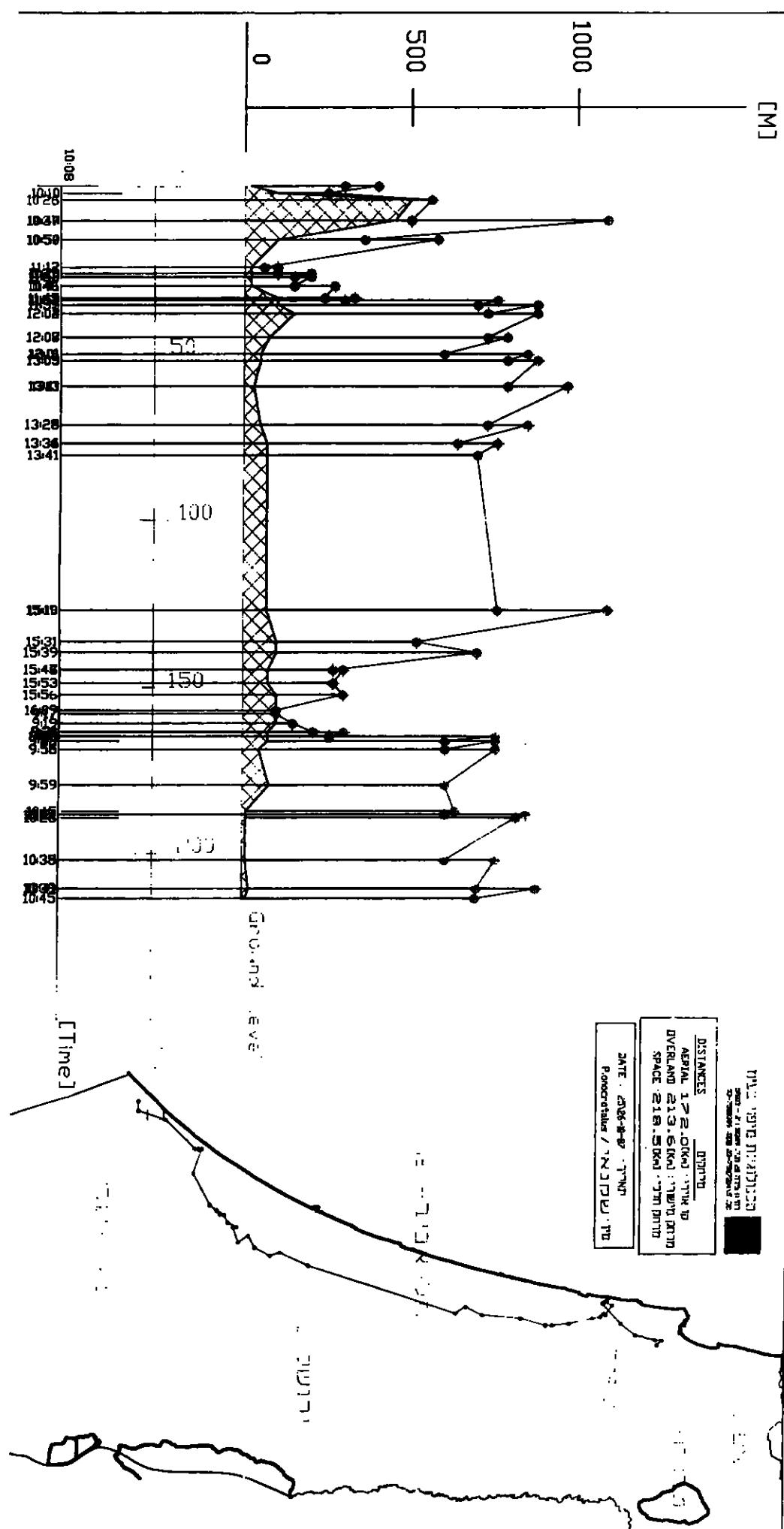
במפה מס' 8א מוגנות מספר טיסות אופייניות של חסיזות לבנות, חסיזה שחורה ואיות צראים, שמוטו בצד הנדידה המזרחי. כל יום טישה מוצג בצעע שונה. כל תרמייה, שמופתת בנקודה אזרחית. מיובוד נתוני טיסות הדאון הממוני עולה, כי קיימים נתיב מזרחי הנע בשעות הבוקר זרומה לגלבוע וולעך בית שאין, על השוליים המערביים של בקעת הירדן, על המורדות המערביים של השבר הסורי-אפריקאי. באזור מעלה אפרים פונה בכו מקבילuko החוף כ-60 ק"מ מזרחה מהם התיכון לכיוון ציר הרוחב: כוכב השחר - והר בעל חצורה ומשם בצד רוחב שבין מעלה אדומים-ירושלים-בית שמש לעבר ציר רוחב: חברון - קריית גת. שם הוא מצטרף לציר הנדידה המערבי, המקבילuko החוף בשוליים המערביים של הרי יהודה וחברון.

נתיב זה מהווה המשך ישיר להקות דורים וחסיזות המגיעים מהבקעה לבנון כפי שנצפו לאחר מלחמת שלום הגליל ע"י חסן (1984), מ. אדר, ע. חדד, ג. לשם ואחרים (ידע איש) וכן מתכניות של 6 שנים 1985-1990 SMBIZOT UL-YDI D. ישראלי באזור חניתה, וудין לא פורסמו (ידע איש). קו נדידה זה משיך דרך עמק החולה דרומה, כשאליו מתנקזות בהמשך להקות חסיזות ודורים המגיעים דרך רמת הגולן, ובעיקר מהרוכד בדרום הכנרת. נתיבים אלו אומתו בטיסות הדאון הממוני וה"צסנה".

**מפה מס' 8:** דוגמא למעקב של שני ימיטים רפואיים (26-25.10.87) אחר אותן

להקת של שגנאיות

**Map 8: Following 2 days with the same flock of Pelicans**



**טבלה מס' 17: התפלגות מיפוי נתבי הנדידה לפי המינים השווים בעזרת הדיאון הממונע**

**Table 17 :Distribution of migration route mapping according to species'  
by motorized glider**

סה"כ טיסות מעקב / שעות (Total flight/hours)	מספר שעות מעקב (No. of flight hours)	מס' ימי מעקב (No. of flight days)	המין (Species)	
77 טיסות מעקב  380:12 שעות מעקב	290:00	60	נדידה אביב (Spring)	חסידה לבנה ( <i>Ciconia ciconia</i> )  1
	90:12	17	נדידה סתיו (Autumn)	
1 טיסת מעקב 6:45 שעות מעקב	6:45	1	נדידה סתיו (Autumn)	חסידה שחורה ( <i>C. nigra</i> )  2
31 טיסות מעקב  170:28 שעות מעקב	16:40	3	נדידה אביב (Spring)	שכנאי מצוי ( <i>Pelecanus onocrotalus</i> )  3
	153:48	28	נדידה סתיו (Autumn)	
38 טיסות מעקב  139:39 שעות מעקב	46:14	13	נדידה אביב (Spring)	איתן צרעים ( <i>Pernis apivorus</i> )  4
	93:25	25	נדידה סתיו (Autumn)	
12 טיסות מעקב  39:30 שעות מעקב	6:50	1	עיט חורף ( <i>Aquila pomarina</i> )	עיט חורף  5
	32:40	11	נדידה סתיו (Autumn)	
4 טיסות מעקב 8:30 שעות מעקב	8:30	4	עקב חורף מזרחי ( <i>Buteo vulpinus</i> )	6
1 טיסת מעקב 2 שעות מעקב	2:00	1	נץ קצר אצבעות ( <i>Accipiter brevipes</i> )	7
6 טיסות 18:25 שעות		6	טיסות כלליות לאיתור נתיבי להקות עכורים ח"א	8

<b>סה"כ ימי טישה</b>	<b>170</b>
<b>סה"כ שעות טישה סתיו</b>	<b>382:56</b>
<b>סה"כ שעות טישה אביב</b>	<b>377:34</b>
<b>סה"כ שעות טישה</b>	<b>760:30</b>

לקראת שעות הצהרים ואחר-הצהרים נע ציר הנדידה מזרחית (ראה להלן 3.4.1) ואז נראים החסידות והדורסים לאורך הבקעה, מעלה הירדן ורמת מדבר יהודה. עם ערב, נוחות הלהקות על מצוק ההעתקים למרגלותיהם או על רמת המדבר מעליו. הלהקות שהגיעו לעת ערב לאזרע יריחו ועד לדרום ים המלח מתרכמות עם בוקר וממשיכות בקו מקביל לציר שתואר לעיל (ראה טיסות מייצגות, 27.8.87-28, מפה מס' 8א') וגעות בציר עין גדי - מצדה - ערד - דימונה - שדה בוקר וחדרות לסיני באזור שבין הר חורשה להר חריף-שגיא.

רוחב שני חלקים ציר הנדידה המזרחית שתוואר, נع בין 15-20 קילומטרים, ומשרעת התנועה בו משתנה בהתאם לשינויים האקלימיים ומשטר הרוחות היומי (ראה פרק 3.6.3).

### **ב. מיפוי נתיבי נזירות טטטי - נתיב מערבי**

לאיתור הלהקות בציר המערבי, התבسطנו גם על חוליות הצופים שאיתרו להקות שנחו בצדונם ללילהليلת לילה (שכנאים, איות ועיטי חורף), ובמקביל, השתמשנו במכים הגישה בנtab'ג, שיירט את הדאון אל להקות נודדות מקו חדרה - נתניה ומזרחה.

שבציר המערבי בוצעו הטיסות מתחילה ספטמבר ועד לתחילת נובמבר.

במפה מס' 9 מוצגות מספר טיסות מייצגות שבוצעו עם עיטי חורף ואיות צרים. מעיבוד הנתוני הטיסות בדאון, עולה, כי בכ-~58 מהטיסות נדדו הלהקות בציר מוגדר, שרוחבו נع בין כ-10-30 קילומטרים מזרחית לקו החוף של מדינת ישראל.

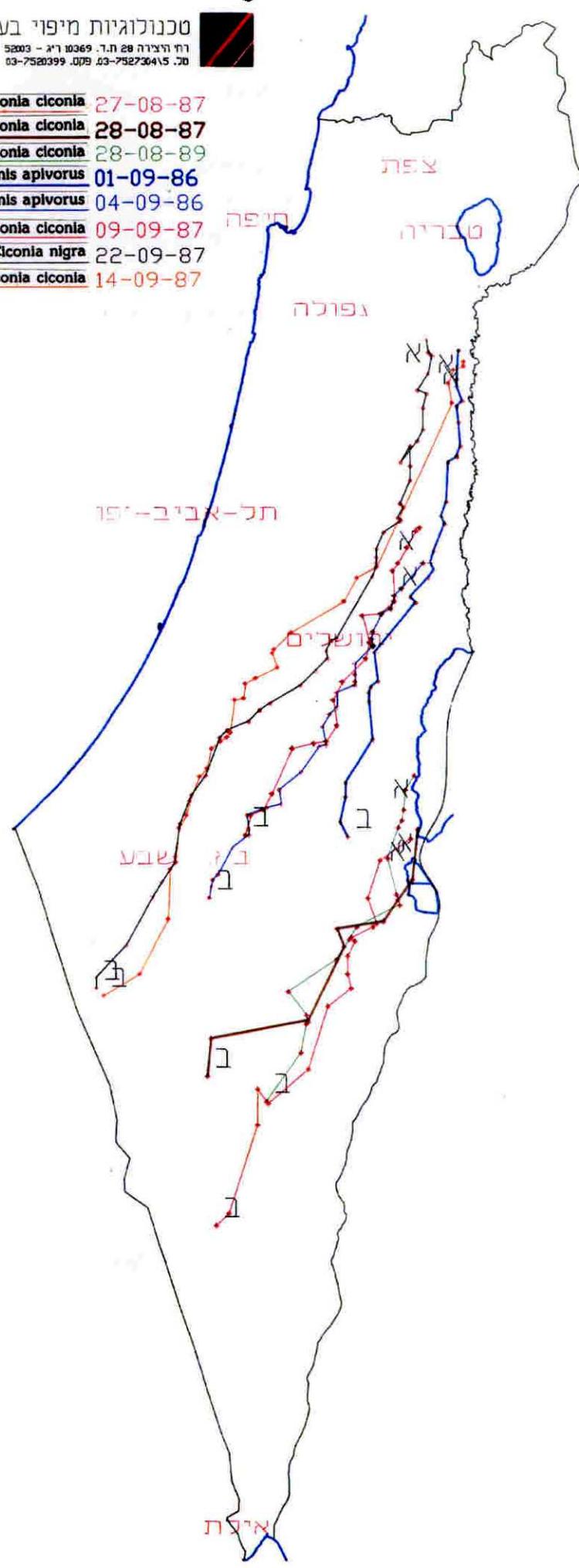
הציר נע על מדרונות הרי השומרון והר-חברון, וחודר לסיני, ברצועה שבין כרם שלום לבארותיים, כשרוב הלהקות חוץות בנזירה את חולות חלווה-עגור-שונרה, וחודרות סביב לאזרע קצעות למכרים. גם כאן מותנית משרעת ת祖ות הלהקות בציר המערבי בשינויים האקלימיים (ראה פרק 3.6.3).

בניגוד לדורים, הנודדים בציר המערבי בין 10-30 ק"מ מזרחית לקו החוף, נודדים השכניםים בקו מערבי מעט יותר: בעוד שהדורסים חולפים ברובם צפונית-מזרחית לכרכמל וממשיכים מיד אל מדרונות השומרון, נוטים השכניםים, הלנים ערבי קודם בחוללה, במאג'ר כפר ברוך או בעמק זבולון, לחצות את רכס הכרמל, ולנדוד בקו של 8-20 קילומטרים מזרחית מקו החוף. עם הגיעם למשור החוף, נראה כי הם שומרים על קשר- עין רצוף עם קו החוף של הים התיכון ומדרום לרחבותם המשנים כיוון ונצדדים עוד יותר לקו החוף, וברוב המקדים חוצים את הגבול למצרים מעל לרצעת עזה - כ-40-50 ק"מ צפונית-מערבית למקומות החציה לסיני של הדורים והחסידות.

במפה מס' 10 מוצגות 5 טיסות מייצגות, שתיים מתוכן (16.10.87, 25.10.87) נחקרו מהנתיב בגל השפעת מזג-האוויר (ראה פרק 3.6.3), ונתיבם המוגדר של יתר הלהקות בולט לעין. הנתיבים בקו יש מדרונים בתל-אביב נובעים מהעובה, שבקטע זה המכ"ם עקב אחר הלהקה בזמן שהדאון נחת לתדלק בנtab'ג, ולכן קיימים רק מעקב ללא מיפוי התרמייקות ות祖ות הנתיב המזמין.



- Ciconia ciconia* 27-08-87  
*Ciconia ciconia* 28-08-87  
*Ciconia ciconia* 28-08-89  
*Pernis apivorus* 01-09-86  
*Pernis apivorus* 04-09-86  
*Ciconia ciconia* 09-09-87  
*Ciconia nigra* 22-09-87  
*Ciconia ciconia* 14-09-87



מפה מס' 8א: מיפוי מסוף נתיבי נדידה מיצוקית בזרם המזרחי בנדידות השנתית

Map 8a: Mapping of several representative migration routes on the  
Eastern Axis

#### ג. מיפוי נזירות נזירות האביב - ציר מערבי

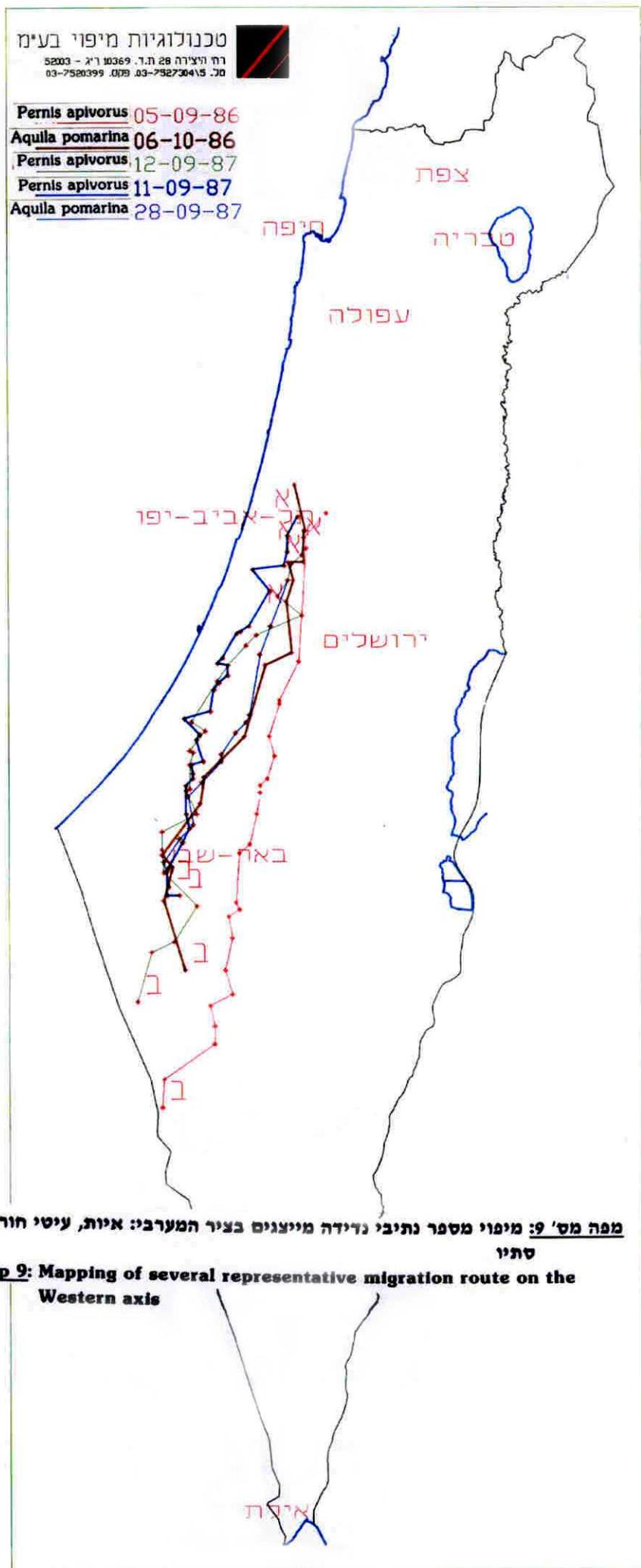
בציר המערבי מתרכשת באביב תנועה של זורסים ושקנאים, אך בולטת הנזירה המאסיבית של החסידות. לפחות מחצית מהאוכלוסייה של מין זה נודדת באביב לאורך השוליים המערביים של שדרות הרח (239,123 ± 61,388). למרות שהציר עובר בחלקו מעל מקומות יישוב רבים, הוא לא היה מוכר קודם-לכן, ובפרנסומים שונים (פז, 1983, et al 1986), התייחסו לציר הנזירה לאורך הבקעה כציר העיקרי. אל הלகאות הנודדות שנעמדו במערב התיכון כליהות שנשחפו מהציר העיקרי. יחד עם החסידות חולפים עשרות אלפי זורסים, אך בהשוואה לנזירות הסטיות הכטמות קטנה ללא ספק בסוד גודל אחד לפחות. נתיב החסידות באביב מקביל בעיקרו לניב הזורסים בסטי, מלבד העובדה שהן ממשיכות לעתים מזמנות לאחר חציית עמק יזרעאל בכו ישר צפונה, בניגוד לכו הזורסים בסטי, המגיע מעפון מזרח. במפה מס' 11 מוצגות מספר טיסות מייצגות של נתיב החסידות המערבי באביב, המראה חפיפה גוזלה לניב הזורסים בסטי.

בתבבסט על מספר טיסות מזמנות של הדאון עם השקנאים באביב, ושרות תצפיות אקריאיות של צופים, גם השקנאים מבצעים נזירה חופפת באביב ובסטי, אך כפי שפורסם בפרק 2.2.1, באביב לא יכולו לקבל התראה סיסטematית על הימצאות השקנאים מהצופים בכלל מגבלותיה של רצועת עזה.

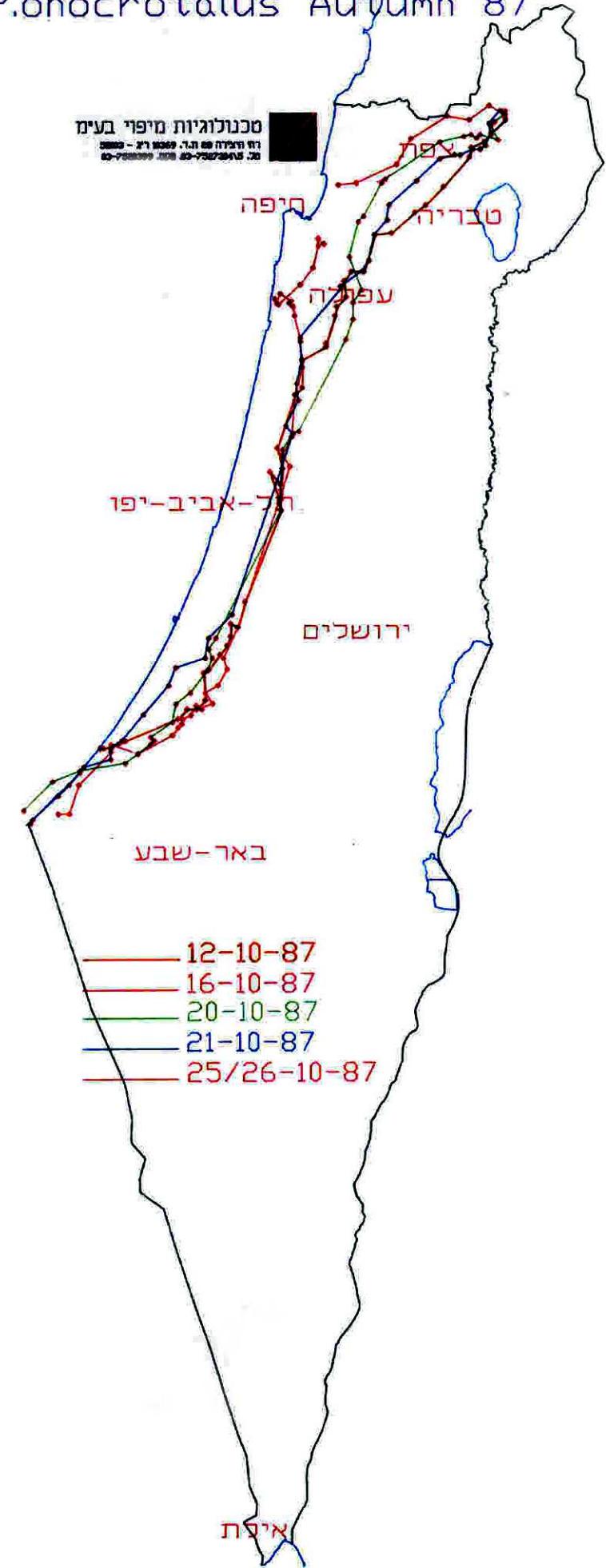
#### ד. מיפוי נזירות האביב באילת

המעקב אחר נזירות הזורסים באילת בוצע ב-3 שבועות מרוכזים: 30-23.3.87, 10-5.5.87, 10-5.5.88. הטיסות בדאון באילת, באו במטרה להשלים את התמונה הראשונית שהצטירה בעזרת הצופים וה"צטנה". בעזרת הדאון ביקשו למפות לבדוק את הנתיבים של איות הצעדים ועקביו החורף בתקופת גלי השיא, ולהאר ולאמת את תצפיות ה"צטנה", שכן רוב הלקאות לא נודדות לאורך כל הערכה, כפי שרואה הדעה בעבר (Safriel, 1968).

במפה מס' 12 מובאים מספר נתיבי מעקב מייצגים, המאמתים את ממצאי המטוס הקל: בתנאי מזג-אוויר רגילים באילת, הלקאות נזירות צפונה לאורכם של הרי אילת, במדרגוניותם המזרחיים, וחודרות לירדן בין מפרץ אילת בדרום וצומת גروفית בצפון. מקום הפניה לצפון-מזרח משתנה בהתאם לשעה ביום ובהסתמך לתנאים האקלימיים (ראה פרק 1, 3.6.3, 3.4.1, ומפה 12).



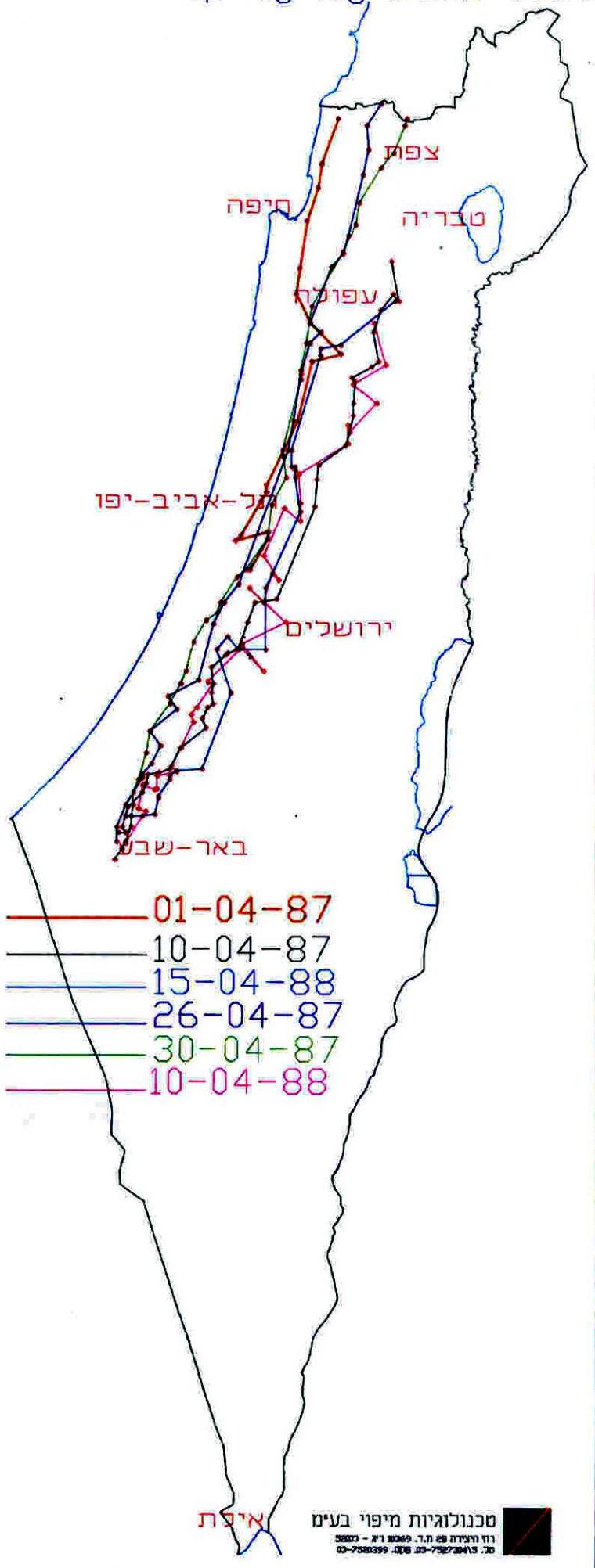
P.onocrotalus Autumn 87



מפה מס' 10: מיפוי של מספר נתבי נדיבי ניזונה מיצוקים של שקנאים (שתוי)

**Map 10: Mapping of several representative pelican migration routes in autumn**

### C.ciconia-Spring Migration-West

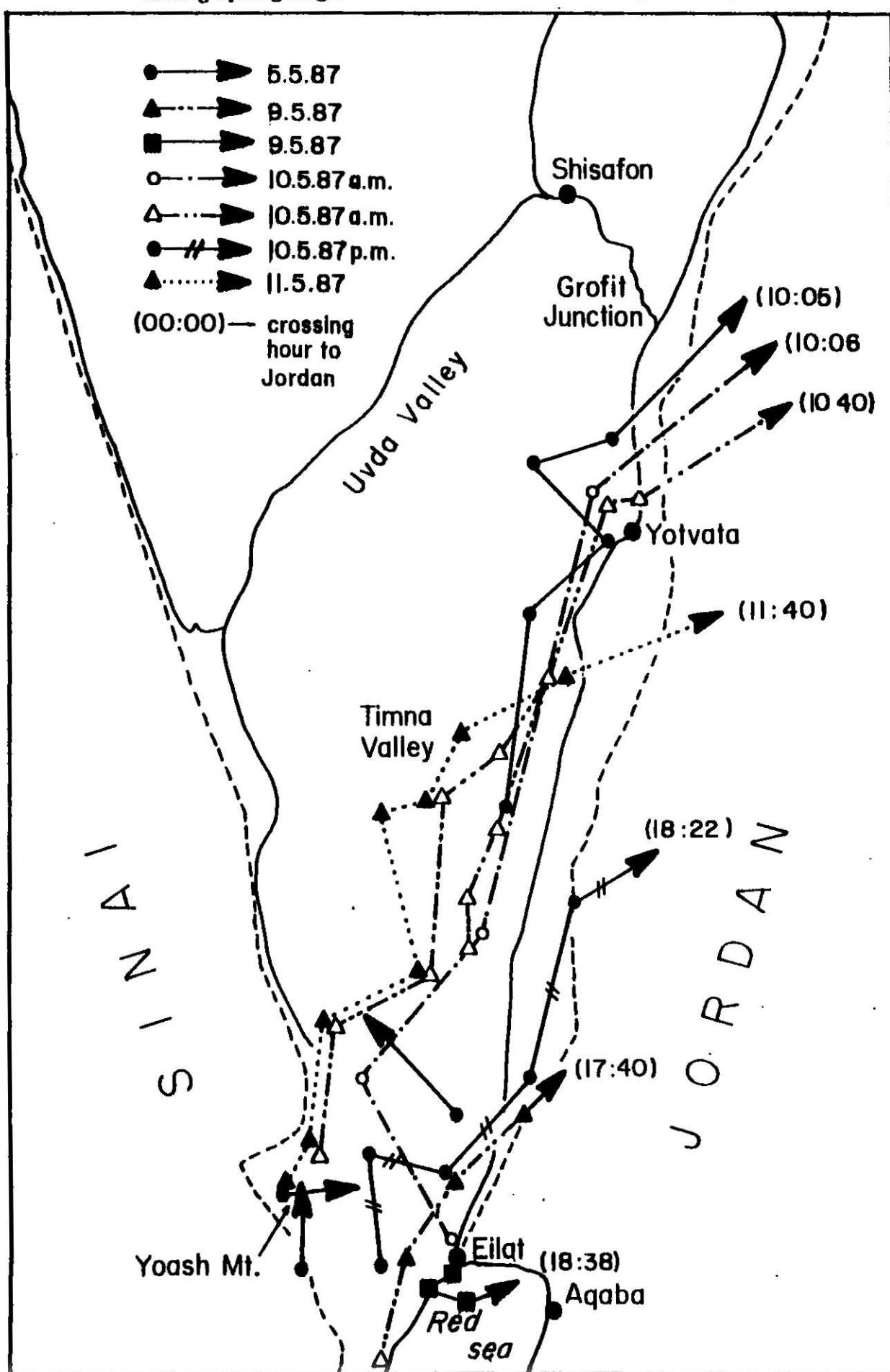


صفحتה 11: מספר טיסות מייצגות של מעקב אחר חסידות בזר חם מערבי נאביב

Map 11: Several representative tracking flights of storks on the Western Axis in spring

מפה מ-12: מסלול טיסות מייצגות בדרכו הממושע, דריית אביה, הר אילת  
(איוות צרעות)

**Map 12: Several representative tracking flights by motorized glider  
during spring migration in the Eilat Mountains. (Pernis apivorus)**



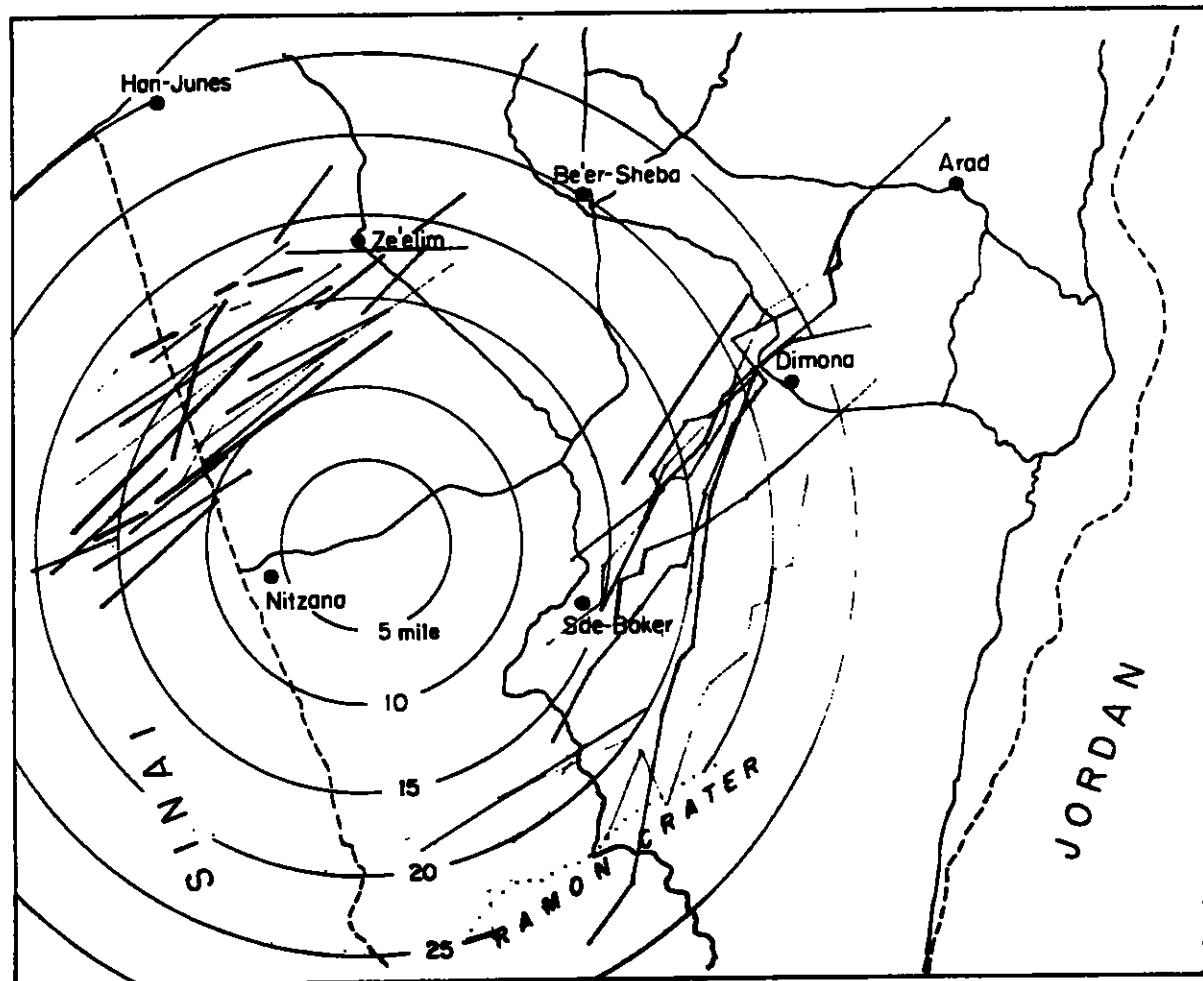
### א. מ"מ מזג-אוויר נייד של חברת שח"ט באזור ניצנה

מכ"ם נייד מזג 77 WR100-2, תוצרת Enterprise, המשמש את חברת שח"ט לאיתור עננים, הוכח כמכ"ם מתאים למחקר (ראה פרק שיטות 2.2.5). לروع המזל, נשבר ציר האנטנה על-ידי אחת המוכ"מות שלנו, כבר לאחר שבועיים עבודה, ולכן לא ניתן לנו להמשיך במחקר. עם זאת, ב-15 ימי המחקר הפרה-למינרי העלהנו לבצע מעקב סיסטמטי אחר מאות להקות, כולל מספר אימוחים עם הדאון הממושע.

להלן מובאות 2 מפות אזורCisco המכ"ם בניצנה בטוויה האפקטיבי למעקב בניזה, עליון העלינו נתיבים כפי שנצפו במכ"ם.

מפה מס' גז: מופיע נתיבי ניזה מייצנים שני ניזה של אוות גראיט, כפי שנצפו במכ"ם מזג-אוויר בניצנה, 13-12.9.87.

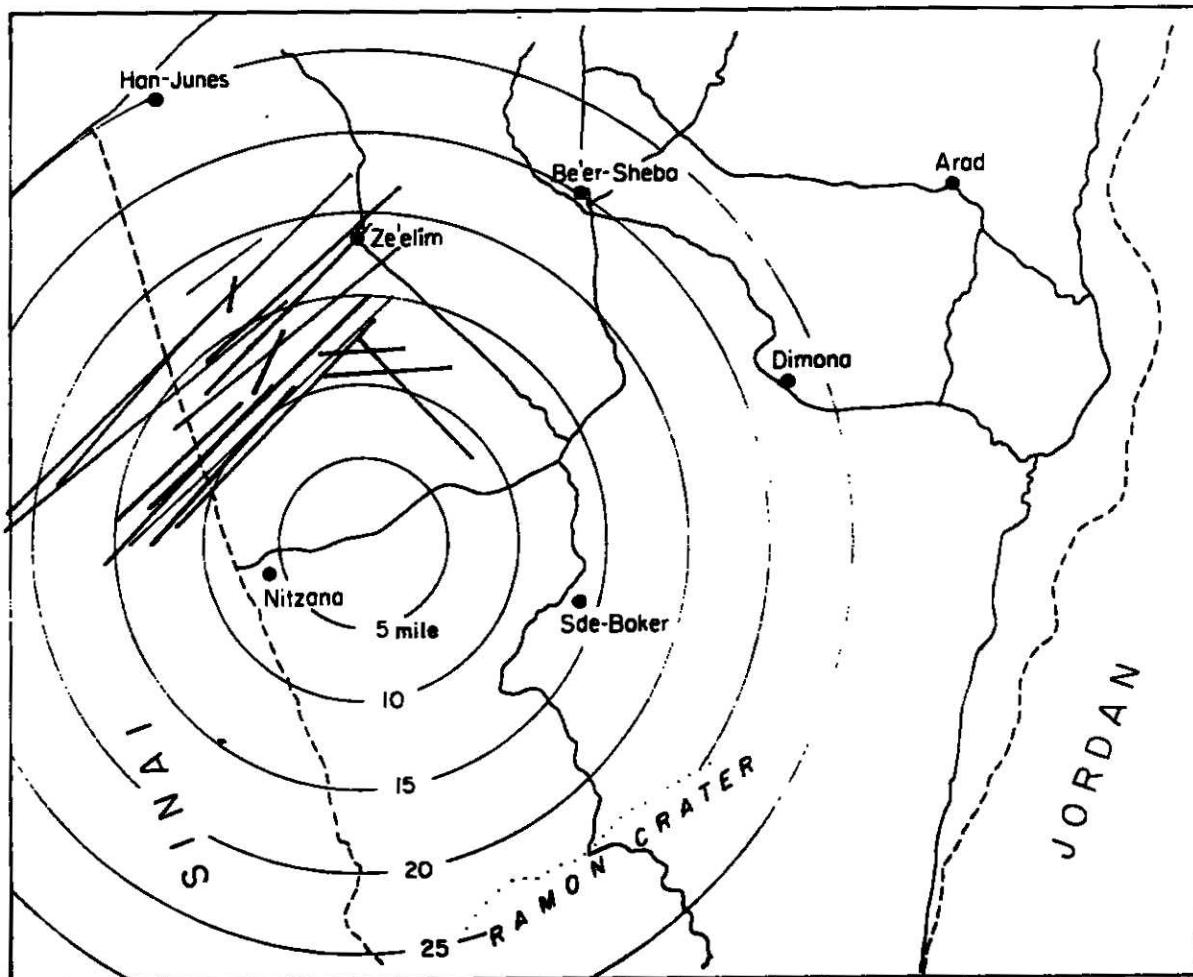
**Map 13: Several Representative Migration Routes from Two Days of Honey buzzard Migration, as seen on the Weather Radar at Nitzana, 12-13.9.87**



**מפה מס' 14: מטפר נזיבי נדידה מייצגים מיעוט נדידת שיא של עיטי חורף, כפי שנצפו במק"ט מזג-האוויר**

בניצנה, 28.9.87.

**Map No. 14: Several Representative Migration Routes from a Peak Migration Day of Lesser-spotted Eagles (Aquila pomarina), as seen on the Weather Radar at Nitzana, 28.9.87**



**ב. מכ"ט בקרת גישה, 8, נתב"ג**

מתוך אלפי התמונות שצולמו,בחרנו באופן אקראי להקר מיצגת אחת מדי שעה – בחalk יומי ועונתי, ומדכנו את מרחקה (בקילומטרים) מקו החוף, ואיזמות ציר התקדמות הליהקה. מסיכום המדידות (n=1,400) מתברר, כי נתיב הנדידה המערבי בסתיו, כפי שנצפה על ידי מכ"ם נתב"ג, נع בציר מרכזי שרוחבו  $14.4 \pm 31.0$  ק"מ, למרחק של  $42.0-11.2$  ק"מ מקו החוף. איזמות התקדמות הליהקות בסתיו  $= 13.1 \pm 195.5$ . נתיב הנדידה המערבי באביב (700-n) נע בציר מרכזי, שרוחבו  $9.4 \pm 25.6$  ק"מ, למרחק של  $38.1-12.5$  ק"מ מקו החוף. איזמות התקדמות הליהקות באביב  $= 14.2 \pm 18.14$ .

מנתוני המכ"ם נראה, כי ציר הנדידה המערבי באביב ובסתיו חופפים כמעט לחלוטין. יש להדגש כי המדידות נערכו בגזרה של 60 מייל מנtab"ג (20-30 מייל ממוצע עד 20-30 מייל מדרום).

### 3.3.5. דיוון: מיפוי נתיבי הנדידה כאינטגרציה של 5 שיטות המחק

מסיקום עיבוד הנתונים שנאספו בעזרת חמש שיטות המחק והוצעו בסעיפים 3.3.1-3.3.4, כי חמש שיטות המחק מאמנות ומשלימות באופן ברור מאוד אחת את תוצאות רעותה: אם ניקח, לדוגמא, את נתוני מכ"ם מזג-האוויר בניצנה נראה, כי נתיבי הנדידה שמוו בעזרת מכ"ם זה, לא כל קשר לנטיי ה"צסנה", הדאון, הצופים ומכ"ם נתב"ג, הגדרו באופן ברור את אותה התמונה שהתקבלה על-ידי גורמי המחק האחרים: שני נתיבי נדידה מקבילים: הציר המערבי, החודר לשני בקע צללים, וחובבו המוצע 34 קילומטרים (לעומת 30.3 קילומטרים שנמדדו על-ידי רשות הצופים הקרקעית) והוא נع במקביל לקו החוף באותו אפיק בדיק כפי שנמדד באופן בלתי-תלוי 110 קילומטרים צפונה על-ידי המכ"ם בנtab'ג. (ראה מפות מס' 13,14)

במקביל לציר המערבי, מופה ציר שני, בו נצפו עשרות להקות (ראה מפה מס' 13-14) בצד ערדר - דימונה - שדה בוקר, בתיב מחזיק לנטיי הדאון הממוני שטס בתאריכים שונים, ועם להקות אחרות שנעו בדיק מוחלט בנטייב המערבי והמזרחי שמווה על-ידי מכ"ם מזג-האוויר בקציעות. שני הנתיבים המקבילים מהווים המשך רצוף לנתיבים שמייפינו עם ה"צסנה" והדאון בבקעת הירדן ובקו החוף. באופן שבו תיארנו את התאמת מכ"ם מזג-האוויר בניצנה לשיטות המחק המקבילות, ניתן להשוות כל שיטת מחקר אחרת באזורי אחר בארץ כפי שהציגו במפות בפרקם הקווים, הן במערב הארץ, הן במדבר, והן בגוש הרי אילת.

שני תמונות המכ"ם בנtab'ג, שהוצגו בפרק 2.2.5 (מס' 11, 12), ובהן צולמו בימי שייא להקות ציפורים באורך 125 ק"מ בנדיות הסתו בבקעה, ולהקה של 156.5 ק"מ בנדיות האביב במערב המדינה, מאמנות היטב את נתיבי הנדידה כפי שמווה על-ידי ה"צסנה", הדאון הממוני, המזל"ט והצופים הקרקעים. התאמת ורשותת התמונה על-ידי גורמי המחק השונים והבלתי-תלויים מאמנים בהתאם את אמינות התוצאות. מהאינטגרציה של 5 שיטות המחק מתתקבלת תמונה של שלושה נתיבי נדידה מרכזיים, החוצים בנדיות הסטיוא את ישראל (ראה מפה מס' 16):

1. הנתיב המערבי, הנע בעיקרו לאורך השוליים המערביים של שדרות ההר המרכזיות. (ראה תמונה מכ"ם מס' 12).

2. הנתיב המזרחי, הנע בעיקרו לאורך בקעת הירדן, ובחלק מהוים חוצה את גב ההר ומצטרף לנטייב המערבי, ובחלק אחר ממשיך בנטייב דרום-ויתר באותו האיזומות לעבר סיני. (ראה תמונה מכ"ם מס' 11, ומפה מס' 16).

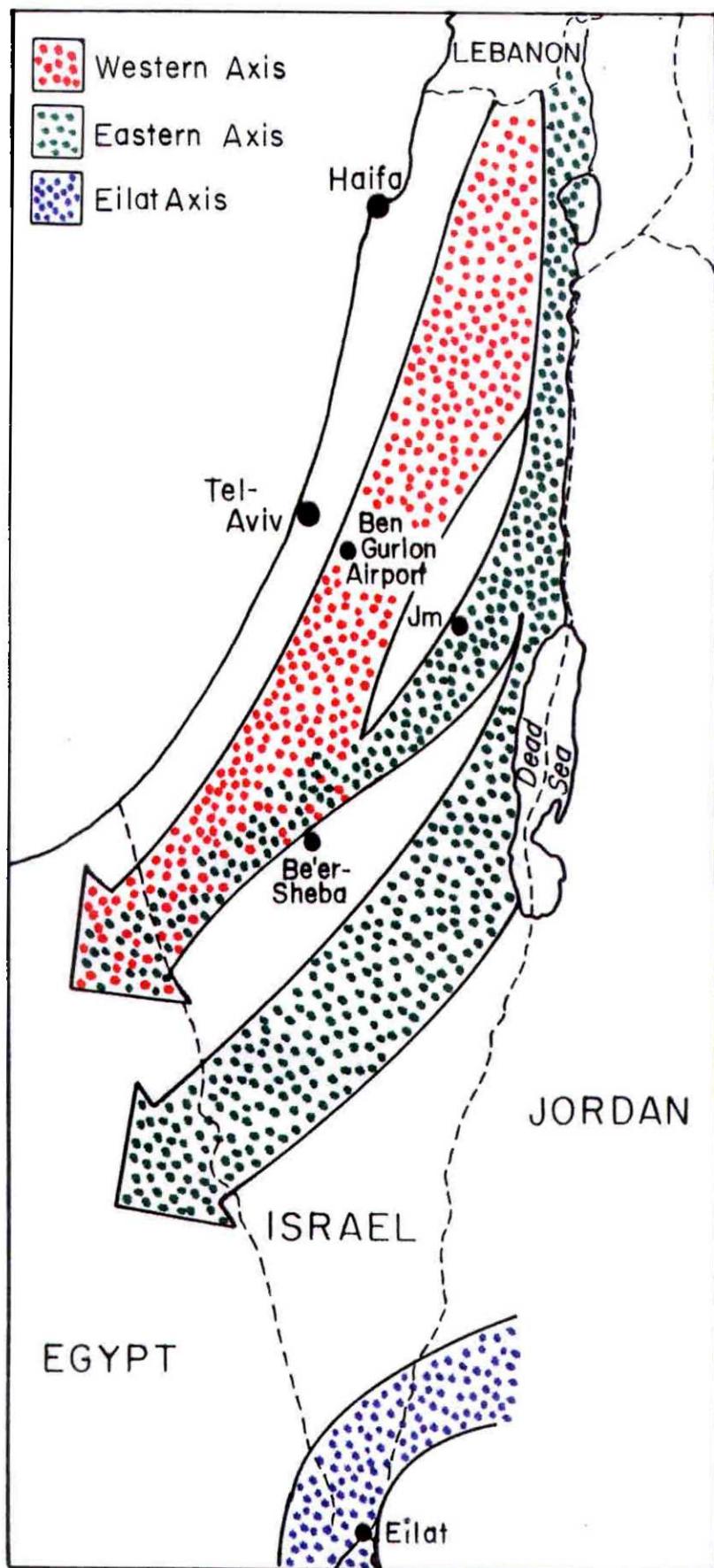
3. נתיב הרי אילת, הגיע ממצרים ומדרום-מזרחה וחוצה את ישראל בגוש הרי אילת, בקו שבין צומת קוטורה - ועד למפרץ אילת עצמו.

התמונה באביב מהויה מעין תמונה ראי ונעה באיזמות הפוך ב-180, אם כי באביב החצייה של הנתיב המזרחי מתבצעת בעיקרה בחלקים הדורומיים והצפוניים יותר, ופחות על גב הרי חבורן כמו בסתיו. כמו כן, באביב, הכניסה לבנון מערבית יותר בהשוואה לנדיות הסטיוא.

יש להזכיר כי הנתיבים שצוינו מתחדים בתוכם גם את התנודה היומית מערב-מזרחה, או צפון - דרום באילת והtnודה העונתית והשנתית (שיפורטו להלן בפרק 3.4), אך לא כוללים ימים יוצאי-דופן כהוועאה משינויים אקלימיים המסייעים לעתים את נתיבי הנדידה ממשולם הקבוע (ראה פרק 3.6.3).

**מפה מס' 16: מפה סכמטית של שלושת נתיבי הנדידה העיקריים בנדידת הסתיו  
מעל ישראל**

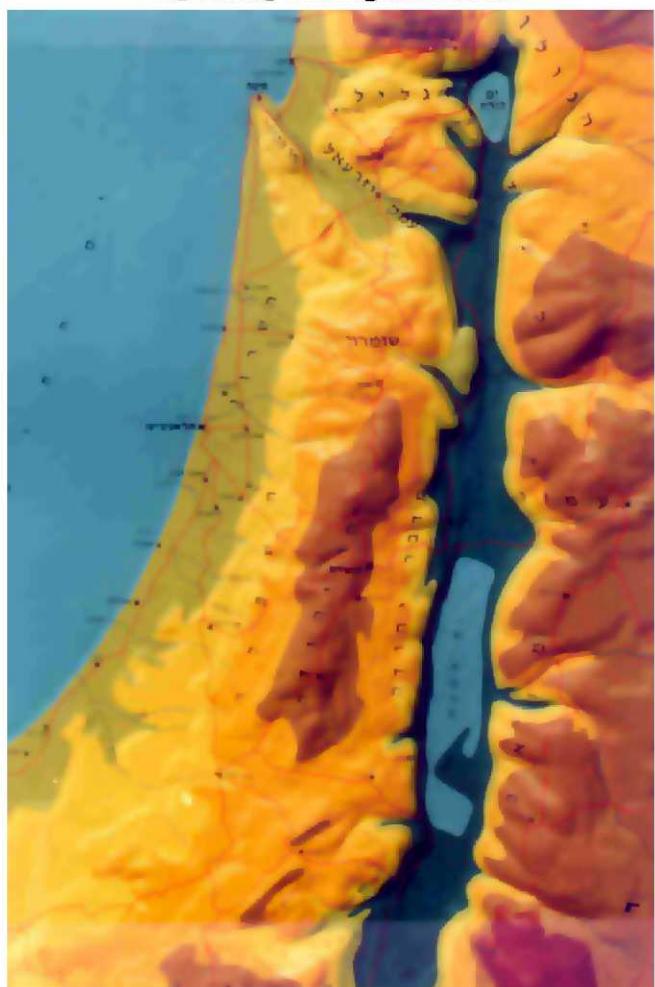
**Map 16: Schematic map of the three principal autumn migration routes over Israel**



**מפה מס' 15:** המבנה הגיאומורפולוגי של ישראל כגורם מרבי בקביעת נתיבי נדיזת העופות הרזואים.

**Map 15: The geomorphological structure of Israel as a factor in determining soaring bird migration routes**

<b>Height Index</b>	<b>Meters</b>	<b>מרקם גובה</b>
green	עד 0 (-)400	ירוק כהה
pale green	0 עד 100	ירוק בהיר
yellow	100 עד 300	צהוב
orange	300 עד 600	כתום
pale brown	600 עד 900	חום בהיר
brown	900 עד 1200	חום כהה



**מפה מס' 15א:** חתך גיאולוגי לרוחב המדינה, המציג את החלוקה לשני ציריו נדייה עיקריים (מתוך):

מזרק ואוריון, מכון ויצמן למדע, ע"פ א. אידלמן, 1980).

מהתבוננות במבנה הגיאומורפולוגי של מדינת ישראל ניתן להבין היטב את אחות הסיבות העיקריות (מלבד הנושא האקלימי שיפורט בהמשך) לאופי הנזירה המיוחד בישראל: למורת "מושגיה הצרים" של מדינת ישראל, המגיעים בחתחך רוחב ממוצע לכשבעים קילומטרים בלבד בין קו הים התיכון לגבול הירדן, מחלוקת שדרת ההר המרכזית את מדינת ישראל באופן גס לשולש חטיבות גיאומורפולוגיות מרכזיות: שפלת החוף - שדרת ההר - בקעת הירדן (השבר הסורי-האפריקאי) (ראו מפה מס' 15).

מבנה מיוחד זה מחלק את נתיבי הנזירה ל-2 נתיבים ברורים: חלקה נع לאורך השולים המערביים של הרי השומרון ויהודה, ומנצל את השימוש המיוחד של רכס ההר הנמשך במקביל לקו החוף, ובהתאם יכולם העופות הדואים לנצל היטב את הבריאה מן הים וזרמי האויר העולים על מורדות ההרים כתוצאה ממנה (וראה פירוט בפרק האקלימי 3.6.3). במקביל, עובר קו נזירה שני בבקעת הירדן, המנצל את הבדלי הגבהים הבולטים (עד 1200 מטרים) לאורך קו העתק השבר הסורי-אפריקאי ומדרוןתו ומנצל זרמי האויר הנוצרים כתוצאה מההתחרמות האדיابتית של האויר. אז, קרובה לוודאי, הסיבה, לשינוי תנאים ה策יר המזרחי לעבר סיני לאורך קו המכתרים מדורם לבקעת באר-שבע, המאפשר להם תנאים אידיאליים בתנועת הנזירה הפסיבית. (ראו מפה גיאולוגית, מפה מס' 15, ואירור מס' 15א).

**לסייע:** שימוש שיטות מחקר שהוצעו בפרק זה, באמצעות אחות רעותה, ומאפשרות להגדיר באופן ברור את נתיבי הנזירה של העופות הדואים מעל ישראל.

### 3.4 תנודות策יר הנזירה האופקי בחתכים שונים

למורת שבפרק הקודם (3.3) איפיינו נתיבי נזירה מוגדרים שאומתו על-ידי שיטות המחקר השונות, יש להציג כי מערכת הנזירה, כמו כל מערכת ביולוגית אחרת, היא מערכת "נישמת" המשפעת מתנאים ביוטיים - וא-ביוטיים. בפרק זה נציג תנודות策יר הנזירה בחתכים בשלוש רמות: יומית, עונתית ושנתית. את ההתייחסות והדינון באחד הפקטורים הא-ביוטיים המרכזים הגורמים לתנודות בכל הרמות - הגורם האקלימי - נציג בפרק 3.6, שבו רוכאו כל ההיבטים של השפעת התנאים האקלימיים על הנזירה.

### 3.4.1. תנודות בציר הנדידה האופקי בחתך יומי בהתבסס על נתוני מכ"ס נתב"ג, הצופים והדאון הממוני

#### א. מכ"ס נתב"ג

כמפורט בפרק 2.2.5, בימים של נדידה חזקה, צולמו במכ"ס נתב"ג תנונות רצף בתדרות גבוהה יותר מה ממוצע הרגיל כדי ללמידה על תנודות השונות עיריה הנדידה באופן עדין יותר.

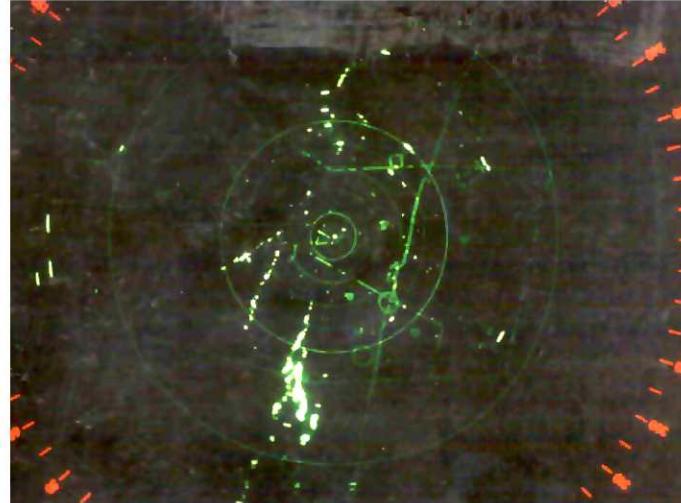
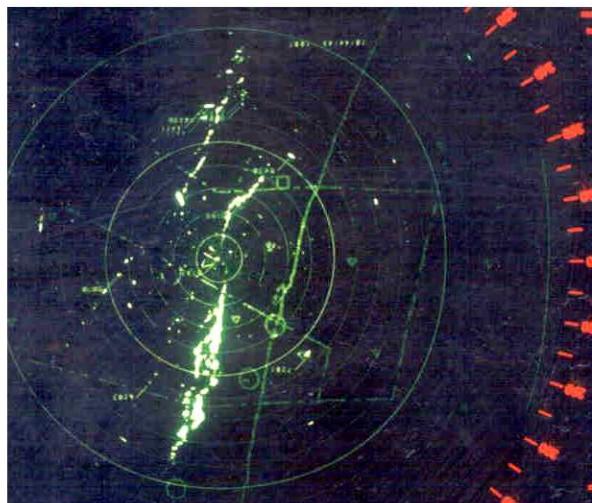
מעיבוד נתוניהם של צילומי המכ"ס של המינים המתלҳקים עולה, כי חלק מהימים נראה תזוזה של ציר הנדידה מזרחה- למערב - ובמהשך ממערב למזרח במשך שעות היום.

להלן מוצגים 3 רצפי צילומים של המכ"ס בחתך יומי: אחד בנדיות הסתו של איות הצערים (5.9.88), השני בנדיות הסתו של עיטי חורף (27/9/88), והשלישי בנדיות האביב - חסידות לבנות (25/3/88). יש להזכיר, כי התנודה המוגעת מתרחשת בזווית גבולות הנתייחס, שהוגדרו בפרק 3.3 ור' במקרים יוצאי דופן הציג נטחן מחוץ לנטיibus שתוארו בהשעת גורמים אקלימיים (ראה פרק 3.6.3).

רצף תנונות מס' 26 (1-6): תנודה יומית מזרחה-מערב-מזרחה בנדיות הסתו של איות הערעריט

(5.9.88) *P. apivorus*

Photo sequence no. 26 (1-6): Daily west-east movements of Honey-buzzard autumn migration (5.9.88)

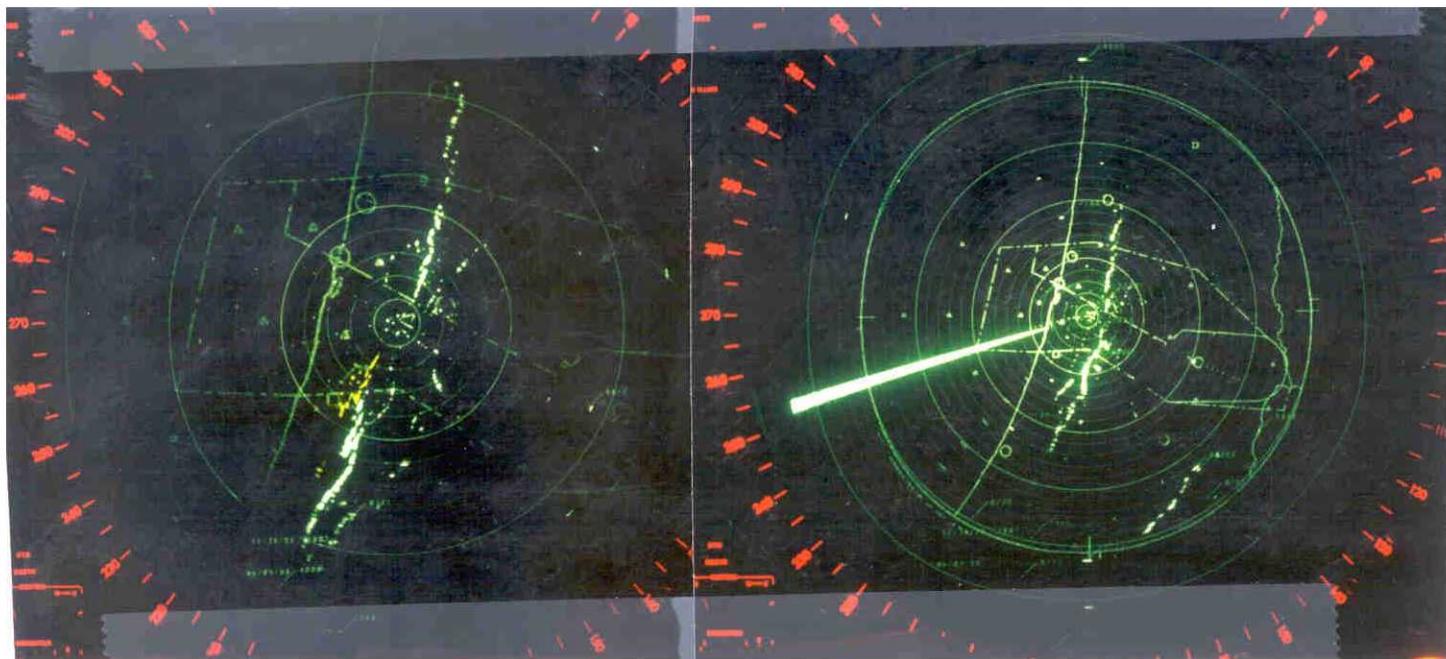


תמונה מס' 1: 10:01 - האיות באות מצפון

ומצחפון-מזרחה לדרום ודרום-מערב  
מאזimuth  $20^{\circ}, 40^{\circ}, 60^{\circ}$  ובטווחים של 14.0 ק"מ,  
21.1 ק"מ, 24.6 ק"מ מהחומר בהתאם

תמונה מס' 2 - האיות בכו מערבי, 9.3 ק"מ

מקום החורף - 10:44



תמונה 3: 11:38, האיות נסחות מזרחה,  
15.2 ק"מ מזרחית לקו החוף.

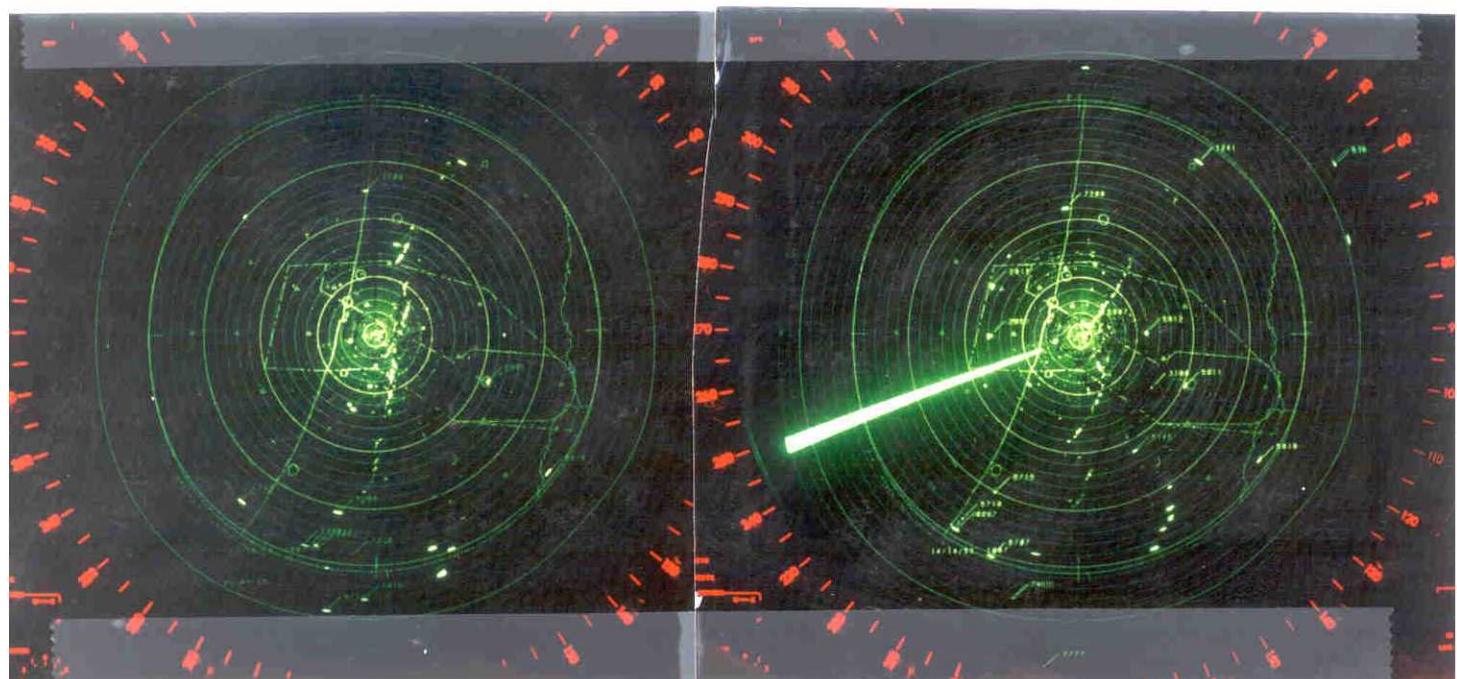
תמונה 4: 12:38, האיות נסחות מזרחה,

17 ק"מ מזרחית לקו החוף.

שים לב: בעיר המקביל (המזרחי) מתרחשת,

במקביל, נזירה חזקה בין איזומות ° 160-130

18.8 ק"מ מער' לים המלח, ובקו מקביל לקו  
החוף בטוח 56.3 ק"מ מזרחית לקו החוף.



תמונה 5: 13:39, האיות נסחו דרום-מזרחית  
21.1 ק"ם  
מזרחית לקו החוף.

תמונה 6: 14:15, האיות נסחו דרום-דרום-מזרחית  
לנתב"ג, 24.6 ק"ם מזרחית מקו החוף.

מהרצף המוצג נראה, כי איות הציעים נסחו בבויקר 15.3 ק"מ מערבה ואחר-כך נסחו תוך 3:30 שעות 15.3  
קילומטרים מזרחה.

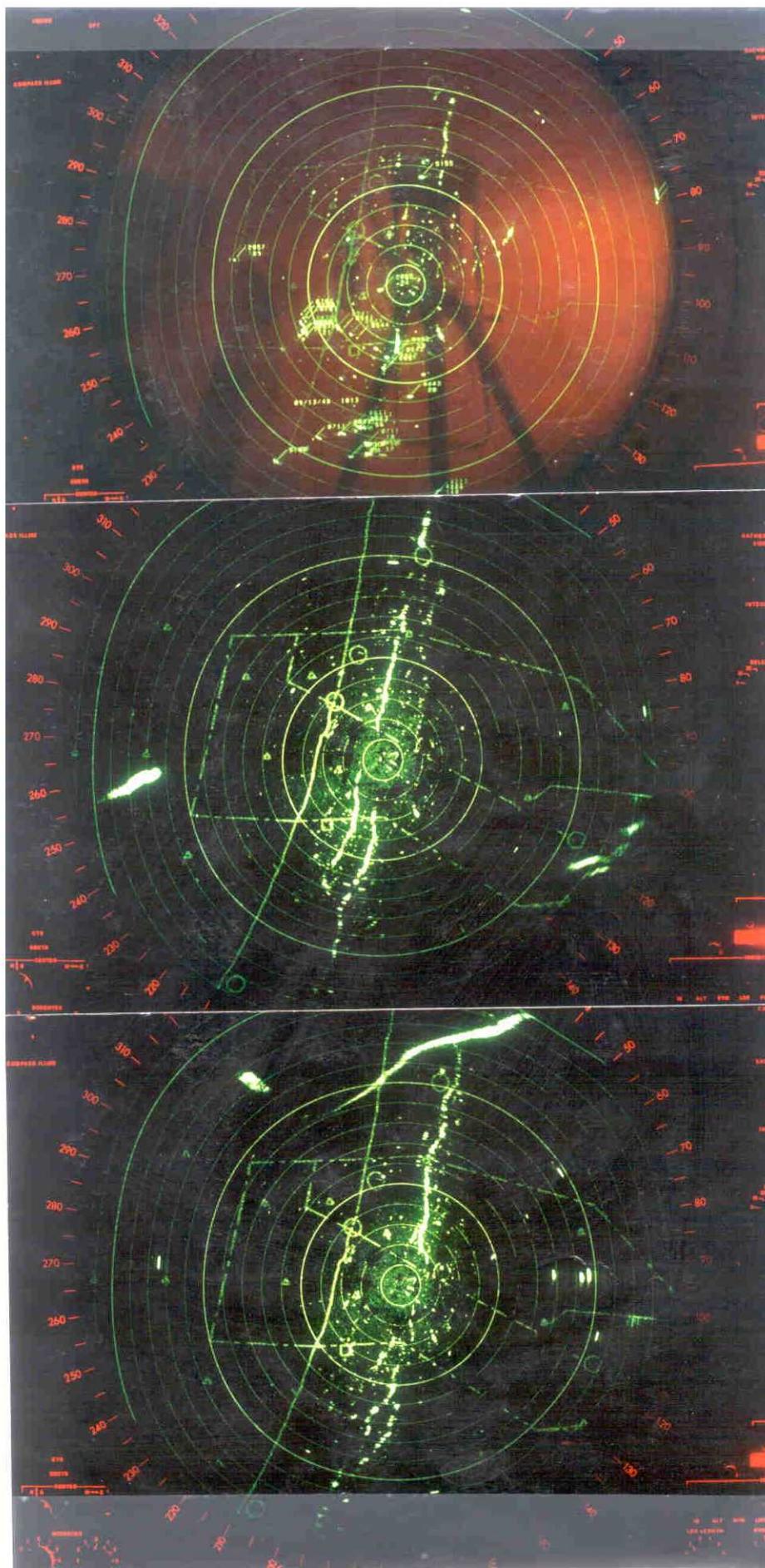
**ריצף תמונות מס' 27 (1-6) : תנודה יומית מערב-מזרח בנדידת הסתיו (27.9.88) עיטי חורף (A. pomarina)**

**Photo sequence no. 27 (1-6) – Daily east movements of Lesser Spotted Eagle autumn migration (27.9.88).**

**תמונה 1: 09:13, עיטי החורף לאחר**

**התרוממות מלאת לילה למרחק 14**

**ק"מ מזרחית לקו החוף.**



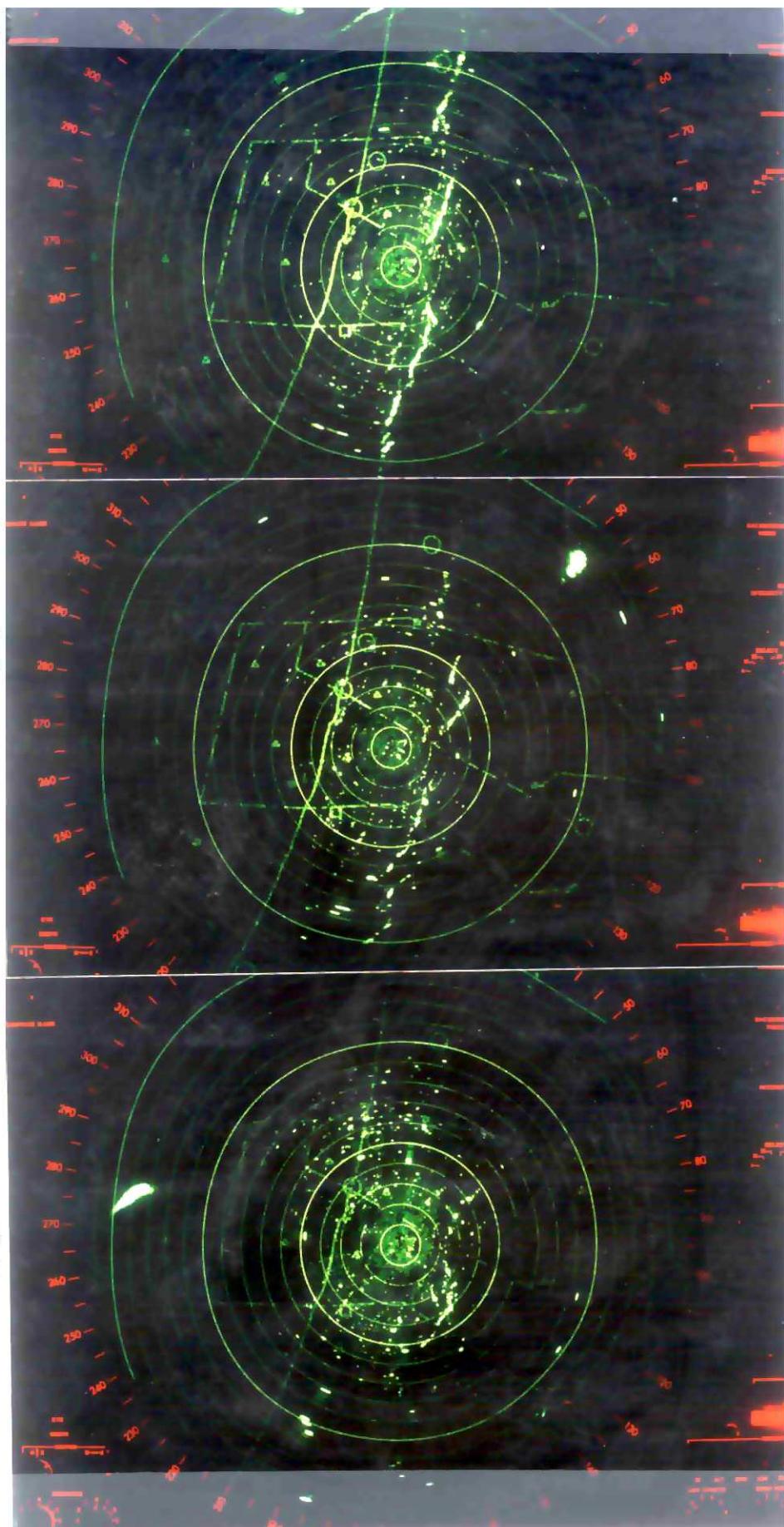
**תמונה 2: 10:50, עיטי החורף בקו**

**המערבי 8.5 ק"מ מזרחית לקו החוף.**

**תמונה 3: 11:35, עיטי החורף**

**סחפו 13 ק"מ מזרחית לקו החוף.**

תמונה 4: 12:06, עיטי החורף  
נסחפו 19.3 ק"מ מזרחית לכו החורף.

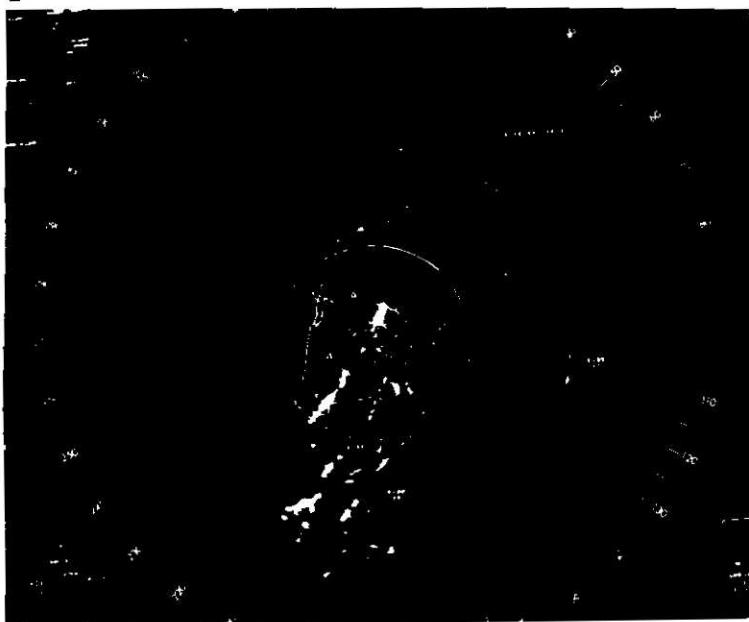


תמונה 5: 13:34, עיטי החורף  
נסחפו 20.4 ק"מ מזרחית לכו החורף.

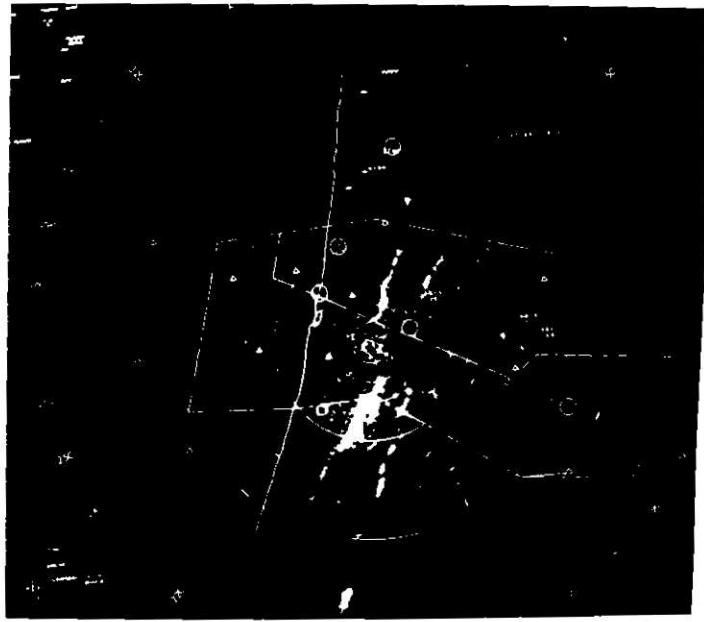
מהרצף המוצג נראה, כי ציר נזירות עיטי החורף בנזידות הסטיי נסחף במרודות הרוי יהודה ושומרון תוך 1:37 שעות 5.5 קילומטרים מערבה, ובהמשך החל להישטף מזרחה, לטווח של 14.8 קילומטרים, תוך 2:23 שעות.

**רצף תמונות 28: תנודת יומית מערב - מזרח בנדיזת האביב של חסידות לבנות (25.3.88)**

**Photo sequence no 28 – Daily east-west movements of White Storks (C. ciconia) during spring migration (25.3.88)**



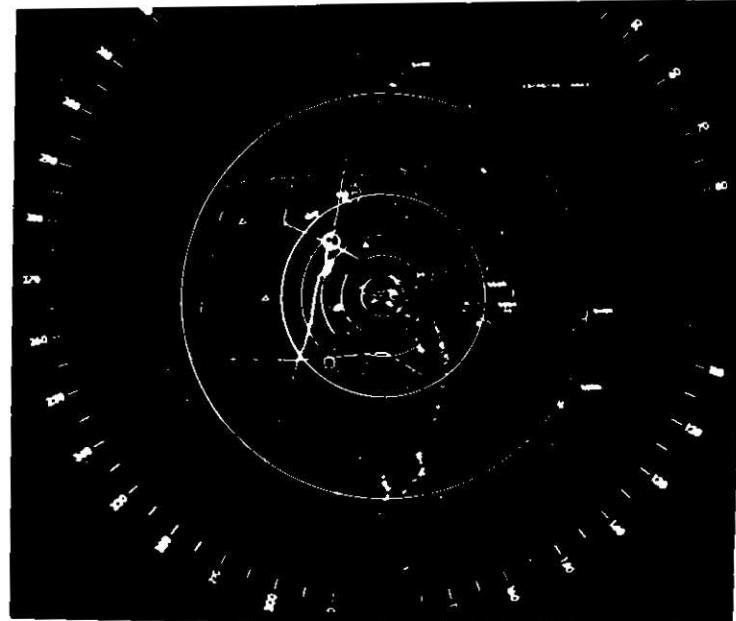
**תמונה 1: 10:48, החסידות 8.4 ק"מ  
מזרחת לכו החוף (נמדד 6 מייל, דר'-מע').**



**תמונה 2: 11:17, החסידות 14 ק"מ  
מזרחת לכו החוף.**



**תמונה 3: 12:20, החסידות 19.6 ק"מ  
מזרחת לכו החוף.**



**תמונה 4: 13:47, החסידות 28 ק"מ  
מזרחת לכו החוף.**

מהרצף המוצג נראה, כי גם באביב, כמו בסתיו, חלה במורדות הרי יהודה וشומרון סחיפה מזרחית בערך הזמן, ותוך 3 שעות, נטחו החסידות 19.6 קילומטרים מזרחיה. באביב, בניגוד לסתיו, אין סחיפה מערבית מכיוון שברוב המקרים, החסידות מגיעה לאזור גילוי מכיס נתב"ג בשעתיהם – שלוש מרגע ההתרומות בוקר באוזר הנגב המערבי.

מתוך אלף צילומי המכ"ם שבוצעו, נלקחה מרוי שעה, באופן אקראי, תמונה של להקה אחת מייצגת, בה מודנו את מרחק הלהקה מהים (נמדד ממרכז הלהקה) ואזימוט התקדמות הלהקה. המדידות בוצעו בתאריכים הידועים כימי שיא של 3 מינים דומיננטיים (בנדידת הסתיו - איות הצערים ועיטי חורף, ובנדידת האביב - קסידות). לכל שעת נדידה (7 שעות ביום) נמדדו 100 צילומים, ובסק-הכל לשושלת המינים נמדדו בהתאם 2100 צילומי מכ"ם (לפני 9:00 ואחריו 16:00 לא נראות כמויות המאפשרות עיבוד סטטיסטי).

**טבלה מס' 18: סיכום נתוני המעקב במכ"ם נתב"ג אחר אזימוט התקדמות הלהקות לפי השעות ביום (כולל חטיה).**

**Table 18: Summary of Ben-Gurion International Airport radar data progress azimuth of the flocks during the day (with standard deviation)**

Hour	א. נדידת הסתיו A. Autumn migration		ב. נדידת האביב B. Spring migration	
	עיט חורף ( <i>Aquila pomarina</i> )	אית הצערים ( <i>Pernis apivorus</i> )	חסידה לבנה ( <i>Ciconia ciconia</i> )	Azimuth (n = 700)
השעה	זמן התקדמות (מעלות)	זמן התקדמות (מעלות)	זמן התקדמות (מעלות)	זמן התקדמות (מעלות)
9-10	195±2.16	207±12.6	25.6±9.6	
10-11	195±4.15	200.6±8.6	18.0±15.4	
11-12	209.5±2.8	201.6±32.2	16.7±11.3	
12-13	200.7±9.7	197.8±14.1	17.7±12.0	
13-14	195.5±6.5	199.1±9.1	18.7±10.8	
14-15	195.8±1.6	206±25.5	24.1±8.0	
15-16	200.6±10.8	199.7±11	22.2±16.1	
ממוצע יומי Daily Average	198°±10.1°	201°±16.1°	18.14°±14.2°	

מנתוני טבלה מס' 18 עולה, כי אזימוט התקדמות הממוצעת של עיטי החורף במדרון הררי שומרון והרי יהודה הוא  $10.1 \pm 10.1$ , ואזימוט איות הצערים לא שונה משמעותית ( $10.16 \pm 10.2$ ). מהטבלה עולה, כי גם באביב אזימוט התקדמות דומה לסתיו, אך במוגמה הפוכה ב- $-180^\circ$ : בסתיו האזימוט הממוצע של האיות היה  $18.1$  מערבית לציר צפון-דרום, ועיטי החורף  $18^\circ$  מערבית לציר זה. החסידות באביב - הוא באזימוט ממוצע  $18.1^\circ$  מזרחית לציר דרום-צפון. כפי שהוצג בפרק 3.3.1 - משערת הנדידה של עיטי החורף צרה יותר מזו של אית הצערים, הן בעמקים והן בחוץ שומרון, ובאופן כללי, משערת התנודה בעמקים הצפוניים רחבה יותר מזו של חוץ שומרון. (וראה איור 19).

### **איות צרעים - סקר חוצה שומרון, כפר קאסם**

איות הצרעים לנוט בלילה במטעני זיתים בהרי שומרון בצד שבין תפו לעמק המכמתת בשכם, על גב ההר ובשפוליים המזרחיים והמערביים הקרובים לרכס גב ההר, לאורך ציר מרכזי ברוחב של כ-54 קילומטרים מזרחית מקו החוף. נשא זה איטרנו בעורף הצלפים הקרים בתחלת שנות ה-80, כשהרכב הסקר סרק לפנות ערבות במשך עשרות ימים את הרי השומרון, ואיתר ירידתו לילות לילה של עשרות אלפי איות צרעים בצד שתוואר, (ידע אישי, דברת, 1982).

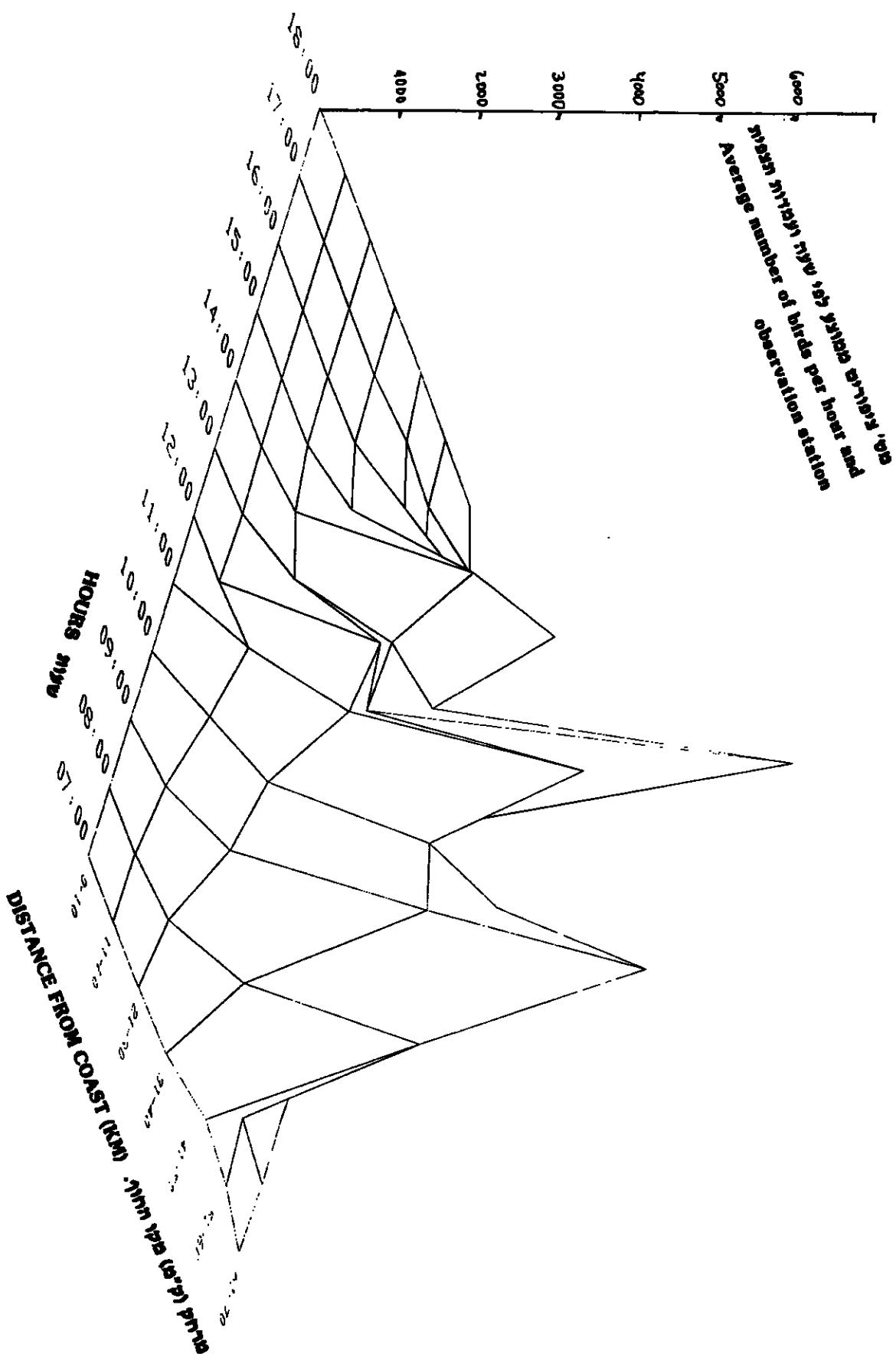
איות הצרעים שלנו בעיר המזרחי של הסקר, (47 עד 60 ק"מ מזרחית לקו החוף), מתרומות כבר בין 06:00-07:00 בבוקר ונועת לכיוון דרום-מערב. האיות שנחטו במקביל בצפון השומרון, ובאזור שכם, נועת במקביל לכיוון דרום-מערב, ומגיעות בין 09:00-11:00 לאזור סקר חוצה שומרון לחלקים המערביים בין 5-16 ק"מ מהחוף. בין 11:00-15:00 מתחיל הצד לנעו אט-אט מזרחה, בהשפעת הבריזה מן הים (ראה פרק 3).

תמונה מקבילה לתמונה שתוארה בסקר כפר קאסם - חוצה שומרון מצטיירות גם בסקר חוצה עמקים צפוניים, אם כי בסטייה מסוימת: בנזידת איות הצרעים בעמקים נראית בין 7:00-11:00 סטייה חזקה יותר מערבה וرك אז מתחילה הסטייה מזרחה. להערכتنا, נבע השינוי מהסיבה שהציגו בפרק 3.3.1 (איור מס' 19), בו הראינו כי בעמקים הצפוניים ציר הנזידה של כל מיני הדורסים המתלחקים הוא מזרחי יותר בהשוואה לכפר קאסם בגל המבנה הגיאומורפולוגי של ישראל, וכך יש תנודה בחזית רחבה בין 55 ק"מ מהים עד 15 ק"מ מזרחה מהים ואזשוב מזרחה.

בעקבות זאת נראה, כי מגמת התנוזות בעמקים זומה בדיק למגמה בסקר קאסם, אך משערת התנוזה גדולה יותר מערבה ומזרחה, הן אצל איות הצרעים והן אצל עיטי החורף. בגל המגמה המערבית יותר של נזידת עיטי החורף לעומת האיות, הבדליםՓחות משמעותיים במיון זה לעומת האיה, בהשוואה בין השומרון לעמקים (ראה טבלה מסכמת מס' 19). באיזור מס' 21 נראית היטב תזאת ציר הנזידה של האיות. בשעה 7:00 בבוקר מתנקזת בעיקר במערב (40-50 ק"מ מהחוף). עד לשעה 11:00 נע הצד מערבה עד ל- 10-15 ק"מ מהחוף, ולאחר-מכן עם תנוזת הבריזה מהים, נע הצד מזרחה. תמונה מקבילה נראית באיזור מס' 22 בתנועת עיטי החורף אך משערת הרבה יותר צרה.

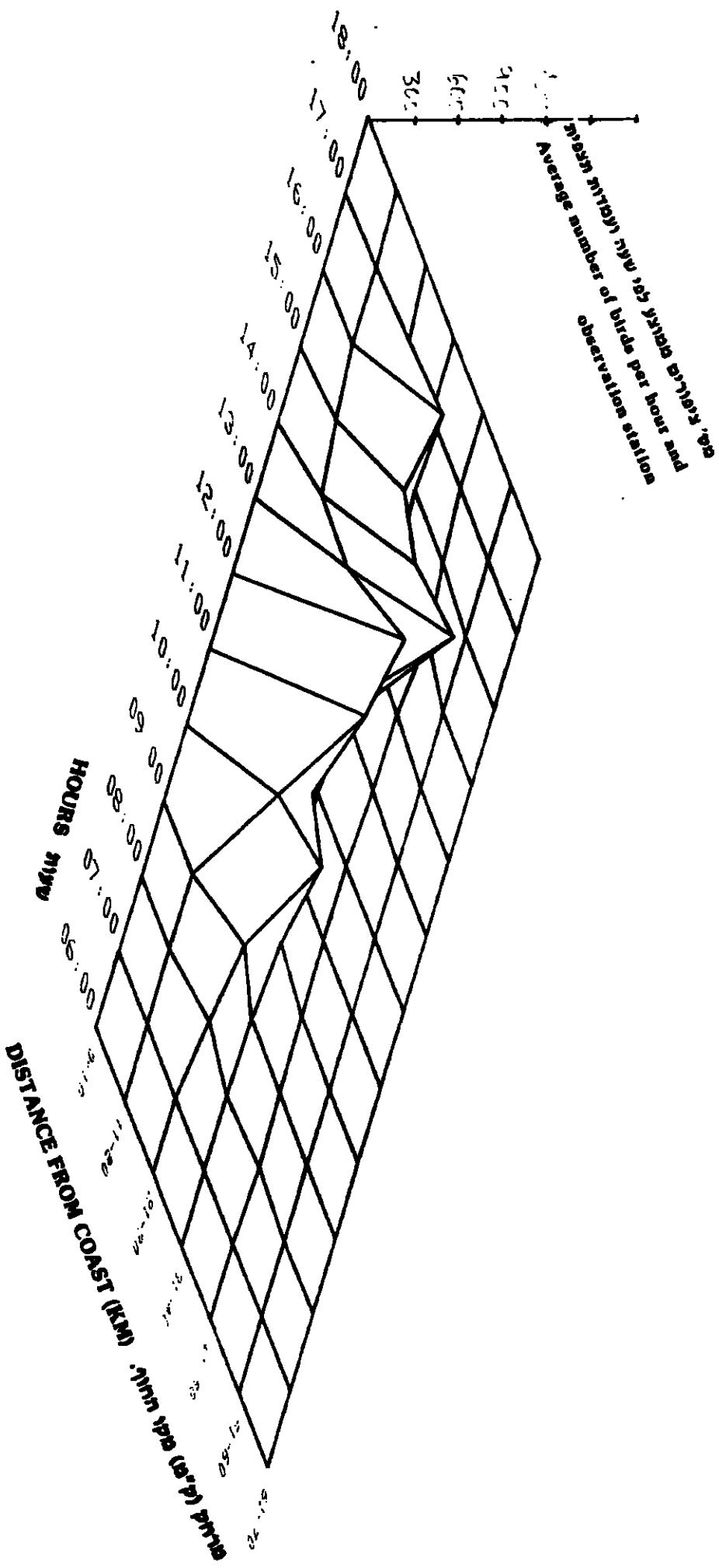
איור פק' 11: "מיון ברוחות" איות הדרעיף גזר עפקים צפוניים - נגידת שמיין

באיר התגלת-טמדי העלינו את הממוצע הימי של 29 ימי תצפית בהםם עברה כמות נבראה של איות צרעים בשלוש שנים הסקר (1988-1990) - בחלוקת לפי כמות המעבר (ציר Z) בעמודות השונות לרוחב המדינה (הפרק מוהים - ציר Z) ולפי החלקה בשעות היום בכל עמדה (ציר X).



מיור נס' 22: "אמברוג" ימי חוף בDIRI רדיפה צפונית - ציון דרכו

Fig. 22: Lesser-spotted Eagle Movement on the Northern Valleys route

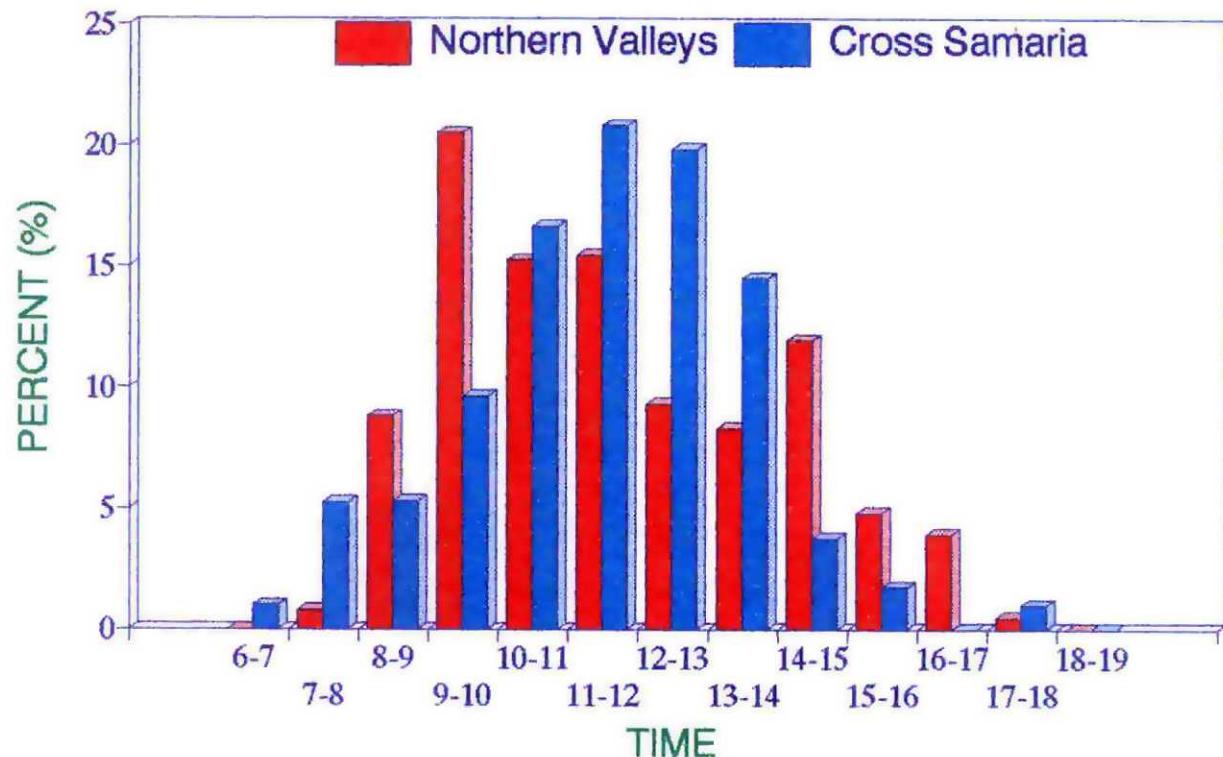


### תגוזות הנזירה בציר היומי בחלוקת לפי שעות היום

במגמה ללמידה על חלוקת עצמת הנזירה לפי השעות השונות ביום, בחרנו בשני המינים הבולטים בנדידת הסתיו: איות החרעים ועיטי החורף, והשווינו את התפלגות אחזו המעבר של האוכלוסייה בשעות השונות ביום.

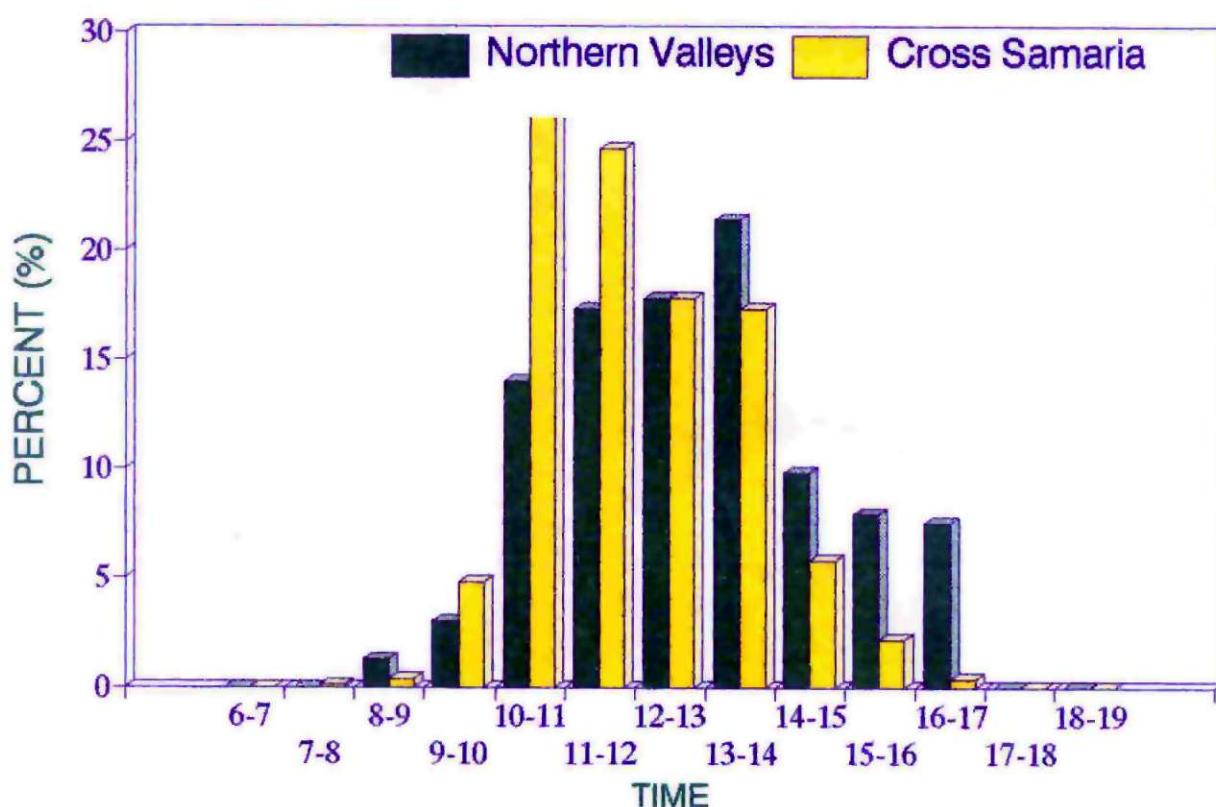
**איור מס' 23:** התפלגות מעבר איות צרעים לפי שעות היום: סקר עמוק צפוניים לעומת סקר כפר קאסט

**Fig 23:** P. apivorus—passage per hour.



**איור מס' 24:** התפלגות מעבר עיטי חורף לפי שעות היום סקר חוצה שומרון – כפר קאסט לעומת סקר צפוניים

**Fig 24:** A. pomarina passage per hour.



מהנתונים המוצגים באירועים מס' 23,24 עלה:

1. בין 06:00-07:00 לא נצפתה כל תנועה של נזידה מלבד איות צרעים בסקר חוצה שומרון (אך מהאוכלוסייה). תנועה זו נצפתה בקטע המזרחי (במרחיק 47-52 ק"מ מרים). בשעה השנייה (07:00-08:00) נצפתה תחילת תנועה של איות בעומקים (0.8%).
- 1-2.5. בסקר חוצה שומרון – שוב, בעיקר בקטע המזרחי שבין 47-52 ק"מ, באזור ישראל. עיטי החורף עדין לא בתנועה בשעה זו.
2. נתונים אלו מאמתים את תלותם של הדורסים הנזדים בתרמיקות: האיות, שמשקלן קטן יותר, מתחילה לעיתים, את נזירות הבוקר בתעופה אקטיבית חלקית. לעומת זאת, עיטי החורף, שמשקלם גדול יותר, תלויים יותר בהיווצרות התרמיקות, וההמרה מתחילה כשעה-שעתיים אחרי האיות (08:00-09:00).
- הפרטים הראשונים של איות הצרעים, שיוצאים בדרך, הם הפרטים שלנים מזרחת לכו פרשת המים, שם מתחפות תרמיקות מוקדם יותר בוקר בגל צוית המשמש במזרח. לעומת מוגעות האיות מאוחר יותר לאחר שהתרוממו מההרים שמצפון לעמקים.
3. בין 14:00-15:00 יש עדין תנועה ערxa של איות בעומקים (מעבר 11.9% מהאוכלוסייה), אך בסקר חוצה שומרון התנועה כבר ירידת משמעותית (3.9%). מגמה זו נשמרת עד להפסקת הנזירה לחולטיין בין 18:00-19:00. גם בעיטי החורף נראית תמונה דומה והતנועה בחוצה שומרון מתחילה להידלדול בין 14:00-15:00. בין 14:00-17:00 חלפו רק 8.4% מהאוכלוסייה, לעומת זאת בעומקים חלפו בין 14:00-17:00 25.3% מהאוכלוסייה (פי שלושה).
4. עם זאת, נראה בבירור, שהעיתים, בהשוואה לאיות הצרעים, מתחילה לנודד מאוחר יותר בוקר ו郿יקים לנזוד מוקדם יותר אחר-הצהריים, הן בעומקים והן בסקר חוצה שומרון. הסיבה תלולה, לדעתי, בשני גורמים מרכזיים:
  - (א) תלותם הרבה יותר של עיטי החורף בתרמיקות בהשוואה לאיות הצרעים, (עקב משקל גופם) כפי שכבר הסביר.
  - (ב) יום הגעה הממוצע המשוקל של עיטי החורף הוא 29.9 לעומת יום הגעה הממוצע של איות הצרעים, המתרחש ב-7.9. האיחור ב-22 ימים מתבטא באופן משמעותי בהתקשרות אורק היום בכשרים דקוט, וכן הוא גם קבוע בחלוקת את איחור ההתרומות והקדמת הנחיות בסוף היום.
5. שעת השיא של האיות בעומקים מתרחשת בין שעות 09:00-10:00, 1-50% מהאוכלוסייה חולפים בין 09:00-12:00. לעומת זאת, שעת השיא של האיות בסקר חוצה שומרון מתרחשת שעתיים מאוחר יותר, בין 11:00-12:00 (מעבר של 20.8%), 1-55% מהאוכלוסייה חולפים גם הם בין השעות 11:00-14:00. המרחק בין שני הסקרים מגיעה לכ-80 קילומטרים, ועל-פי מרירות ההתקדמות הממוצעת של האיות (ראה פרק 3.6.5) נראה כי מדובר באותו האוכלוסיות.
- לעומת האיות, שעת השיא של עיטי החורף בסקר שומרון מוקדמת יותר (10:00-11:00) בהשוואה לעומקים, שם מתרחשת שעת השיא בין 13:00-14:00. 50.8% מהאוכלוסייה בשומרון חולפים בין 10:00-12:00, ואילו בעומקים חולפים 56.5% בין 11:00-14:00. יתרון, שבחוזה שומרון השיא מוקדם בגל אתרי לינה סמוכים לכו הסקר, אך, כאמור, בעומקים הנזירה ארוכה יותר, 1-15.4% חולפים בין השעות 17:00-15:00, עת חולפים בחוצה שומרון רק 2.6%. יתרון שפרטים אלו ממשיכים עד לאתרי הלינה באזור יער קולה-נחשונים, שם נראות הגעות מאוחרות ללילה (ידע אישי).

**טבלה מס' 61 פיקופ:** עיבוד תנודות מעבר האוכלוסיות של איות הצלעים ועיטי החורף בהשוואה בין העמקים הצפוניים לחוצה שומרון:

	המין	סקר עמקים צפוניים	סקר חוצה שומרון
שעות מעבר 90% מהאוכלוסייה	איות צרעים ( <i>P. apivorus</i> )	16:00-08:00 (8 שעות)	14:30-07:00 (7.5 שעות)
	עיטי חורף ( <i>A. pomarina</i> )	17:00-10:00 (7 שעות)	15:00-09:30 (5.5 שעות)
טוחני נזירה 90% מהם - של 4% מהאוכלוסייה (בקילומטרים)	איות צרעים ( <i>P. apivorus</i> )	50-20	40-18
	עיטי חורף ( <i>A. pomarina</i> )	30-12	15-10

מהטבלה עולה:

1. כי מושעת גל נזירות עיטי החורף בעיר זמן הנזירה ביום קצר יותר.
2. בסקר חוצה שומרון מגמת הנזירה מערבית יותר ב-2 המינים לעומת מערב העמקים **בגלו המבנה הטופוגרפי של ישראל.**

#### ג. נזורי הדאון והטמונגע

מטריסות המעקב בנזירות הסטיו בעיר המזרחי (ראה מפה מס' 8א') עולה, כי ציר הנזירה של העופות הדואים נע בשעות הבוקר לכיוון דרום-מערב ולקראת הצהרים מתחילה לנوع חורה מזרחית לעבר בקעת הירדן. התופעה קשורה למשטר הקרינה וההתפתחות התרמייקות בבוקר ובಹמשך לבירזה הימית (הסביר מפורט ראה בפרק 3.6.3).

תזואה יומית נפתחה, במקביל, גם בגוש הרי אילת, כשבאזור זה ציר התנוזות מתהפק ב-60°, ונע צפון-דרום-מזרח בהתאם למשטר הרוחות (ראה פרק 3.6.3): בטיסות הדאון, שנברן ליוינו להקות של איות, התברר כי בבוקר חוריו הלהקות לירדן באורך צומת גראפיט, כחמיישים קילומטרים מצפון למפרץ אילת, ולקראת אחר-הצהרים החזיה לירדן התרחשה דורמה יותר, ועד לקו חזיה שמעל חלקו הצפוני של המפרץ (ראה מפה מס' 12, בה ציינו את שעות החזיה השונות ביום, בהתאם לטווח החזיה מצפון למפרץ אילת).

## 2.3.4. תנודות בעיר הנדידה האופקי בחתק עונתי, בהתבסס על נתוני הצופים לפי המינימום השונים

בפרק 3.3.1, הצגנו את אייר 18, המסכם את עצמת נרידת 3 מיני הדורסים המתלבקים בסטיו, לפי המרחק מן הים, בסקר כפר קאסם - חוצה שומרון. מהתבוננות נוספת באיר, ניתן לראות, כי קיימת גם תנודה עונתית בעיר האופקי: איות הצערעים, המופיעות ראשוניות מבין 3 הדורסים המתלבקים בסטיו (יום הגעה ממוצע 7.9, מעבר %90 מהאוכלוסייה 14.9-30.8), חולפות בקטיעים המזרחיים ביותר, מבין 3 המינימום, וחלק נכבד מאוכלוסייתן חולף במרחך 22-60 ק"מ מזרחית לקו החוף.

הנץ קצר-האצבועות, המגיע שני מבין המתלבקים ביום הגעה ממוצע 20.9, מעבר %90 מהאוכלוסייה (26.9-14.9) חולף מערבית יותריחס לאית הצערעים, ואוכלוסייתו מתרכזת בין 5-40 ק"מ מזרחית לקו החוף.

המין המתלבק האחרון, עיט החורף (יום הגעה ממוצע 29.9, ומעבר %90 מהאוכלוסייה 21.9-10.5) חולף רק במערב, ורוב אוכלוסייתו חולפת בין 5-22 ק"מ מזרחית לקו החוף.

תמונה בולטת עוד יותר מעצירית בתנודות ציר הנדידה האופקי בחתק עונתי, בסקר הסטיו בעמקים הצפוניים, שם נאספו בין השנים 1987-1990 תנומות גם על מעבר החסידות והשכנאים לאורך כל עונת הסטיו. באיר מס' 25 מוצגת תפוקת הופעת ששת המינימום המתלבקים לפי החלקה לעמדות התצפית לרוחב המדינה.

מחתירה, הוענו לכל מין תاريכי מעבר %90 מאוכלוסייתו, ביום השיא הממוצע שלו.

מהנתונים עולה באופן ברור, כי קיים יחס הפוך בין זמן ההופעה של מין הציפור המתלבק, והמרחק הממוצע שלה מקו החוף: החסידות המופיעות ראשוניות נודדות בעיר המזרחי ביותר, ובהתאם לאיור בזמן ההופעה נע ציר הנדידה מערבה אל קו החוף. השכניםים, המופיעים אחרוניים, נודדים בקו המערבי ביותר. מנתוני המקבב בדוון עולה, כי חלוקת תנודות השכניםים בחתק דרומי יותר בקו כפר קאסם - חוצה שומרון, ובಹמשך בקו דרומי עוד יותר ברציפות עאה, מתנקז כלו רק למערב לטוחים עד 5-10 קילומטרים מהחוף. בעיר העמקים מופיעות הלהקות, שמתנקזות לקו החוף משמרות החולה במאורת, או מהמאגרים במרכז (כפר ברוך, צלמון וכד'), ולכן תמנת המשרעות שלהן, הנראית רחבה יותר, מוגבלת רק לחלק הצפוני של ישראל.

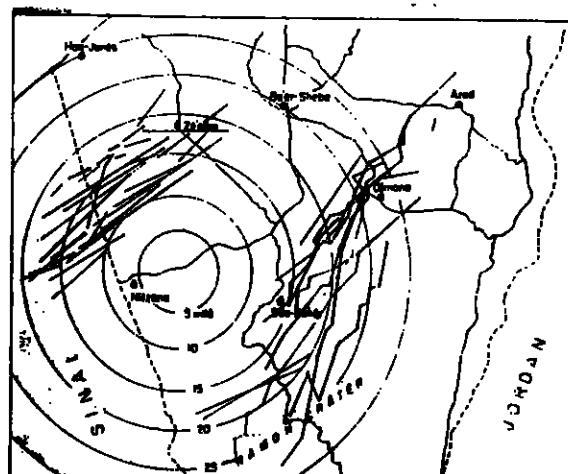
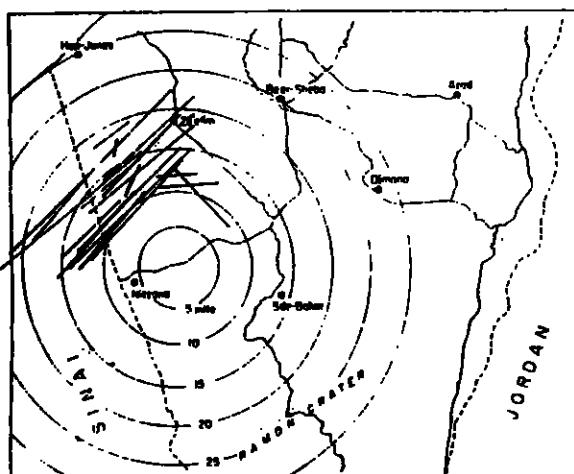
ברוב חלקי הארץ השכניםים צמודים כמעט לאלוון לשפלת החוף.

אימות בלתי-תלוי נוספת העונתיות שתוארו להלן התקבל מWARDEDות המקבב במקומות מג-האויר בינוינה, הממוקם 200 קילומטרים דרומה לעיר העמקים: באיר מס' 26, הצגנו את מיפוי הליהקות במקומות ניצנה בתאריכים 13-12.9.87, המראה בבירור את שני צירי הנדידה המקבילים של איות הצערעים במערב, ובאזור שילוב של איות ערעים (וחסידות). 7 ימים מאוחר יותר, ב-29.9.87, עת החלפו בנדידה בעיקר עיטי החורף - הנתיב כלו במערב - ובאזור לא נראה אפילו להקה אחת במשך כל יום המקבב. תוצאות המכ"ט בנייננה מאמותות את התצפיות בעפון, כי התנודה מערבה קיימת גם בדרום.

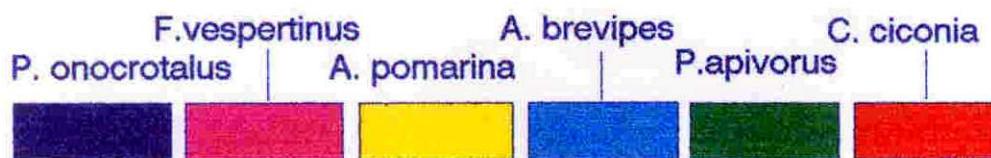
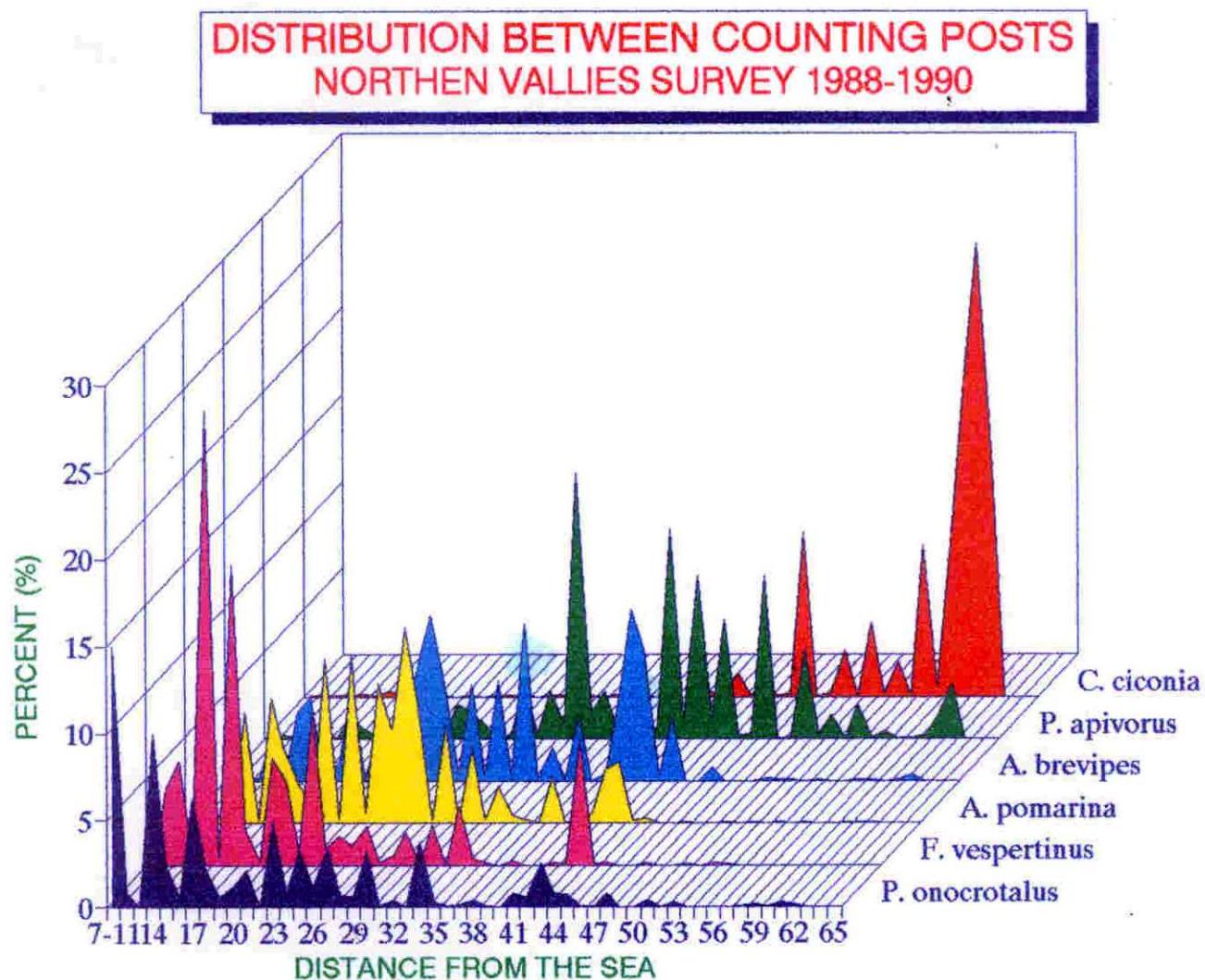
אייר 26: מכ"ט ניצנה - השוואת שני ימי נדידה

29.9.87 - ציר אחד בלבד

12-13.9.87 - 2 צירי נדידה מקבילים



**איור מס' 25: תנודות בציר הпродיפה האופקי בחותך עונתי – לפי מינים – סקר סתיו עמקים צפוניים**



6	5	4	3	2	1	
7/11-18/9	13/10-25/9	5/10-21/9	26/9-14/9	14/9-30/8	12/9-16/8	תاريichi מעבר מהאוכלוסייה (Appearance 90% population)
26/10	3/10	1/10	21/9	7/9	21/8	יום שיא ממוצע (Mean peak day)

### **3.4.3 תנודות בציר הנזירה האופקי בחותך שניי לפי המינים השונים השוואת בין אביב לסתויו**

בטבלה מס' 20, חילקו את הופעת מיני העופות הדואים לפי עוצמת הנזירה מעל ישראל. בנדידת האביב לעומת נזירות הסתיו בולטות מיד השונות בכמות ההפעה של מספר מינים. ההבדלים הגזולים בכמות שעצפו באביב לעומת הסתיו, מצביעים על הבדלים בתניבי נזירה אופקיים בין האביב לסתויו. במטרה להציג את ההבדלים בין המינים הבולטים, מוגנות הכמות הרב-שנתיות המוגעות וסתית התקן שנספרו בישראל. בחלק מהמינים הוסףנו נתונים חלקיים שהיו בידי מוזרים אחרים.

#### **א. תנודות בין אביב לסתוי בשיטה ישראלי**

סיכום נתונים טבלה 20 מוגדים בטבלה נוספת (21), המשווה את אחוז מעבר המינים השונים בסתיו ובאביב בשלושת הניבים העיקריים בישראל, כSSH-הכל הכמות המוגעת שעבורה בעונה הגבוהה יותר חשובה כ-50% להופעת המין בישראל.

#### **טבלה 20 וטבלה 21 עלות המסקנות הבאות:**

1. רק מין אחד (עיט ערבות) חולף בנדידת הסתיו מעל אילת. יתר המינים, שלא חולפים בשוליים המערביים של שדרת הרור והבקעה, נודדים מזרחה מישראל ורק שולי האוכלוסייה הנזירה חולפת בישראל.
2. רק מין אחד (חסידה לבנה) חולף באופן מובהק בסתיו רק בעיר המזרחי בקעה-נגב ולא בערים האחרים (ראה פרק 3.4.2). כ-45.7% מהאוכלוסייה חולפים בעיר המזרחי, ויתר האוכלוסייה חולפת, קרוב לוודאי, בירדן, מזרחה לישראל (ראה איור 28).
3. מין נוסף (איית הערעים) חולף בסתיו, כ-20 בעיר המזרחי, וכ-80 בעיר המערבי. יתר ארבעת המינים המתלחקים (עיטי חורף, נץ קצר-אצבעות, שקרניים ובז ערב) חולפים באופן מלא בעיר המערבי.
4. מבין המינים שאינם מתלחקים, נראה, כי חלק ניכר מהאוכלוסייה של החיוואי, מרכזו אירופה ומזרחה, חולף בנדידת הסתיו מעל ישראל בעיר המערבי. באביב נצפתה רק כ-20 מהכמות החולפת בסתיו בישראל. חסרים עדין נתונים על ציר הנגב והבקעה, בנדידת האביב, וסביר כי אוכלוסיית החיוואי החולפת בסתיו חוזרת באביב בעיר הנגב.
5. זורן הסוף, העיט הגמד והרחים הם מינים לא מתלחקים, הנודדים בחיזית רחבה יותר, ושני המינים הראשונים (ויתכן גם הרחים) הם חוציאים. יש להניח כי זו הסיבה לכך, שנצפו בסתיו כמותות לא משמעותיות של מינים אלו, ובנדידת האביב הכמות אף נמוכות בהרבה בהשוואה לסתויו. להנחתנו, סביר כי גם מינים אלו חוזים בחלקים בעיר הנגב והבקעה, בעיר שלא נחקר די.
6. תמונה דומה מצטיירת גם לנבי עיט-החורף, שככל אוכלוסيته חולפת בסתיו בעיר המערבי, ולא נצפית כלל באילת (מלבד عشرות פרטים באביב). תציפות רבות בלகאות של עורות – מאות פרטיהם נצפו בנגב ובבקעה (ידע אישי). באביב 1990 צפה ד. ישראלי (ידע אישי) בתאריכים 1.4-25.3, ב-19,311 עיטי חורף ועוד 4 ימים באורך עמוק – כפר גלעדי. נתונים אלו מרמזים על כך, שאוכלוסיית עיטי החורף חולפת בלה בנגב ובבקעה, אך יש לבחון את הנושא בסקרים נוספים.
7. בז ערב הוא המין היחיד שנצפה רק בנדידת הסתיו ולא נצפה כלל באביב. מנתוני הספרות (& Cramp & Simmons, 1980) ידוע, כי בז הערב שייכים לקבוצת "חוציאים" והאוכלוסייה חוצה את הים התיכון מדרום לטורקיה, כשהפרקציה המזרחתית של האוכלוסייה חולפת ממערב לישראל. דרכם של בזים הערב חזרה לאתרי הקינון, מדרום-מערב אפריקה, חוצה את הים התיכון בחיזית מערבית יותר, בין אלג'יר למרוקו, (1981, Lindhahli), ולכן הם לא נראים כלל באביב.
8. 5 מינים מתלחקים מתנקזים באופן בולט באביב להרי אילת: עקב חורף מזרחי, דיה שחורה, עיט ערבות, איית צרעים ונץ קצר-אצבעות.

**טבלה 20: השוואת עוצמות הופעת עופות דואים בנדידות אביב לעומת עוצמות נדידות סתיו, אילות**

**Table 20: Comparison of the magnitudes of appearance of soaring birds during autumn and spring migration**

המיון	סקרי סתיו (9 שנים)	סקרי אביב (6 שנים)	
1	ע肯 חורף מזרחי ( <i>Buteo vulpinus</i> )	767 ( $\pm 774$ )	321,021 ( $\pm 112537$ ) ציר מערבי - 10,000 ± (הערכה) מ. יהודה- 57,684 (לשם 1985)
2	איית צרעים ( <i>Pernis apivorus</i> )	345,456 ( $\pm 85,543$ )	361,279 ( $\pm 224,540$ )
3	עיט ערבות ( <i>Aquila nipalensis</i> )	291 ( $\pm 100$ ) אלת 24,246	28,134 ( $\pm 21,386$ ) מ. יהודה 4323 (לשם, 1986)
4	נץ קזר אצבעות ( <i>Accipiter brevipes</i> )	34,592 ( $\pm 7,824$ )	16,278 ( $\pm 16,752$ )
5	עיט חורף ( <i>A. pomarina</i> )	93,166 ( $\pm 23,666$ )	אלת: עשרות כובוזות, מ. יהודה-גבב: אלפיים (ידע אישי) מנרה: 19,311, ישראלי (ידע אישי)
6	בז ערב ( <i>Falco vespertinus</i> )	2847 ( $\pm 1783$ )	-----
7	דיה שחורה ( <i>Milvus migrans</i> )	887 ( $\pm 477$ )	28,418 ( $\pm 2,528$ )
8	רחתם ( <i>N. percnopterus</i> )	277 ( $\pm 101$ )	נגב/זכר יהודה - מאות (ידע אישי) אלת: 425 ( $\pm 213$ )
9	חוויאי ( <i>Circaetus gallicus</i> )	5988 ( $\pm 2208$ )	170 ( $\pm 106$ )
10	זרון סוף ( <i>C. aeruginosus</i> )	948 ( $\pm 439$ )	178 ( $\pm 112$ )
11	עיט גמד ( <i>H. pennatus</i> )	1180 ( $\pm 405$ )	137 ( $\pm 26$ )
12	חסידה לבנה ( <i>Ciconia ciconia</i> )	190,908 ( $\pm 35,329$ )	239,213 ( $\pm 61,388$ ) מזרחי 177,201
13	שכנאי ( <i>P. onocrotalus</i> )	71,421 ( $\pm 5,027$ )	אין נתונים No Data
	Total. - all Soaring Species	490,872 ( $\pm 89619$ )	795,314 ( $\pm 236,927$ )

**טבלה מט' 21: השוואת כמות המעבר של העופות הדזאים בישראל – לפי עונות וציריך נסיעה,**

**באתרי מנוח סך הכל הכמות הממוצעת לכל מין שעובר בישראל בשתי או באחד.**

**Table 21: Comparison of numbers of soaring birds overflying Israel in % of the highest average number for each species – according to migration season and route.**

אביב (Spring) (ב - %)			סתיו (Autumn) (ב- %)			המין (Species)
ציר מזרחי שפלה החוף	ציר מזרחי נגב – בקעת הירדן	ציר מזרחי הר-אלת	ציר מזרחי הר-אלת	ציר מזרחי בקעה-נגב	ציר מזרחי שפלה החוף	
5 (לשם 1990-1986)	16 (לשם, 1986)	79	—	0.3	0.1	עקב חורף מזרחי ( <i>B. vulpinus</i> )
מאות פרטים	5 (לשם, 1986)	95	—	20	80	איית צרעים ( <i>P. apivorus</i> )
כודדים (ידע אישי)	13.5 (לשם, 1986)	86.5	98	1	1	עיט ערביות ( <i>A. nipalensis</i> )
—	100 – לאורך הארץ צפונה עד עמק החולות	—	—	—	100	נץ קצר אצבעות ( <i>A. brevipes</i> )
5 (הערכת גסה)	95 (הערכת גסה אין נתוניים)	0.05	—	—	100	עיט חורף ( <i>A. pomarina</i> )
—	—	—	—	—	100	בז ערב ( <i>F. vespertinus</i> )
5 (ידע אישי)	12 (לשם, 1986)	83	—	1.5	1.5	דריה שחורה ( <i>M. migrans</i> )
—	70	30	—	—	100	רחם ( <i>N. percnopterus</i> )
5 (ידע אישי)	10 (ייתכן יותר, ידע אישי)	5	—	—	100	חיוויאי ( <i>C. gallicus</i> )
ערשרות פרטים	—	15	—	—	100	זרון סוף ( <i>C. aeruginosus</i> )
ערשרות פרטים	10 (ייתכן יותר, ידע אישי)	8	—	—	100	עיט גמד ( <i>H. pennatus</i> )
59.9	40.1	להקות בוגדות	—	45.6	—	חטיזה לבנה ( <i>C. ciconia</i> )
100 (הערכתה, אין נתוניים)	להקות בוגדות	—	להקות בוגדות	—	100	שכנאי מצוי ( <i>P. onocrotalus</i> )

האוכלוסייה של 3 מתוך 5 מינים אלו (איית צרים, עיט ערבות ודייה שחורה) עוברת, רובם ככלות, בהרי אילת ופונה מטה למזרח - צפון-מזרח לעבר אורי הקינון. כ-20% מאוכלוסיות עקבי החורף נודדות באביב, במקביל, לאלת, בעיר הנגב ובקעת הירדן, ובאזור המערבי בשפלת החוף. 13.5% של אוכלוסיות עיטי הערבות ו-12% של אוכלוסיות הדיות השוחרות חולפות בעיר נגב-בקעה, וייתכן שסקר מסודר ייאטר אחזים גבויים יותר. הנץ קער-האצבעות הוא הדורס היהודי המבצע באביב ניזית דרום-צפון וממשיך מайлט צפונה לאורך הערבה - בקעת הירדן - עמק החולה, (תציפות של אלפי רבים בתאריכים שונים בעין יהב, עין גדי, יריחו ונחל עמוד (ידע אישי). ניתן להבין את התנוזות, בין האביב לשתיו, בתניבי הנזידה וברמותה רק בבחינת הנושא ברמה הגלובלית.

## **ב. תנוזות הנזידה בין האביב לשתיו ברמה הגלובלית**

חלק ממיני העופות הדורסים, כמו גם נציגים של סדרות רבות אחרות כדוגמת חופמאים, ציפור-שריר, סנוניתים ואחרים נודדים במסלולים שונים החלוטין בנזידת השתיו ובנדיזת האביב (; Alerstam, 1990; Cramp & Simmons, 1980; Lindahl, 1981; Kerlinger, 1989; Mead, 1983 ואחרים).

אפי זה של נזידה, שלא חוזרת על אותו הנתיבים באביב ובסתיו, הוגדרה ע"י חלק מהחוקרים C-Loop .  
Migration

ההבדל בתניבי הנזידה באביב לעומת השתיו מעורר את השאלה, מהו הוא נובע - שהרי הציפורים עפות בנזידתן למקום קינון, שהוא מקום קבוע בצפון למקום החורפה הקבוע בדרום, וכן מסללי הנזידה השונים נראים לכואורה לא מובנים.

מתברר, כי השוני בתניבי הנזידה באביב ובסתיו קשור למספר גורמים כמו: משטר אקלים ורווחות שונות, המאפשרות נזידה יעילה יותר בתניבים שונים (Kerlingler, 1989) ומעקב אחר מקורות מזון זמין לאורך ציר ה- "loop" (Alerstam, 1990).

כיוון מחשבה שונה לסיבות בהבדלי נתיבי הנזידה באביב ובסתיו של העופות הדורסים מעל ישראל והמזהה התיכון הוצע על-ידי et al (1981), Christensen (1988), Yom-Tov (1983).

לדעת חוקרים אלה, הדורסים מתגברים את עצם בנזידת האביב צפונה לאורך חוף המערבי של ים סוף, כדי להימנע מלחצות אותו. חציית ים סוף עלולה לבזבז אנרגיה מיותרת בתעופה אקטיבית, בהעדר תרמיקות מעל הים.

עם הגיעם להרי אילת, בקצחו הצפוני של המפרץ, הם ממשים נתיבים לצפון-מזרח, אל מקומות הקינון (ראה איור מס' 27).

מצב הפוך קיים כנראה בסתיו: הדורסים מתקדמים בדרך הקטרה זרומה-זרום-מערבה, עם הגיעם לים סוף הם מתרכזים יותר ויוטר לאורך חוףיו המזרחיים עד הגיעם לנקודה הצרה ביותר בה ניתן לחצות את המפרץ: מיצר באב אל מנדב. מחקרים של Welch & Welch (1984), שפכו בנזידת השתיו באיזור זה מאמתים היטב השערה זו.

ישראל וmps אילת מוקמים בקו-אורך 35. מעיין בתווני טבלה 20, המשווה את השונות באחוז המעבר של המינים השונים בסתיו ובאביב מעל ישראל, נראה, כי למיקום הגיאוגרפי של אורי הקינון של כל מין ישסית לקו אורך של ישראל יש תפקיד נכבד בקביעת נתיב נזידתו בסתיו ובאביב (ראה איור מס' 29).

1. **עיט החורף** - 95% משטח קינוו מוצי מערבית לקו האורך של ישראל, וכן נזdot כנראה בסתיו כל האוכלוסייה העולמית של מין זה, מעל שטח ישראל - ובנתייב המערבי בלבד (לאורך המזרdot המערביים של שדרת ההר). באביב חזרות כנראה האוכלוסייה יכולה בנתיב הנגב-בקעת הירדן (אם כי המידע בנושא מוגבל, כפי שכבר פירטנו). בכלל מקרה, מין זה לא חולף בגוש הרי אילת (מלבד עשרות נזdot בשנה).

2. **נץ קצר-אגבעות** - אזור תפוצתו מוגבל בין קווי-האורך<sup>6</sup> 52° – 52°, כך שקו-האורך של ישראל חוצה בדיקת את אמצע אזור תפוצתו. בהתאם לכך נראה, כי גם כל האוכלוסייה העולמית של מין זה חולפת בנדיותה מעל ישראל, כשהקו נזdot הכללי הוא בקו ישר. צפון-דרום : בהתאם למשטר האקלימי בסתיו (ראו פרק 3.6.3) ופירות תנוזות נתיב הציר בסתיו (פרק 2 (3.4.2) חולפת האוכלוסייה יכולה במרdot המערביים של שדרת ההר.

לעומת זאת, באביב, חולפת האוכלוסייה יכולה בהרי אילת (מלבד שנים יוצאות-דין בהשפעת אקלים (ראו פרק 3.6.3). בוגר לכל המינים הנודדים באילת, נעה האוכלוסייה בקו ישר צפונה לעבר אורי הקינון, לאורך הערבה, בקעת הירדן ועמק החולה (ראו פרק 3.4.2). גם הכמות החולפות בסתיו ובאביב מתאימות מאוד למאה שהועց (בסתיו 34,592 ± 4,287, ובאביב 16,278 ± 16,752). סטיית התקן הגבוהה יותר באביב נובעת משייטות עבודה טובות יותר בסתיו (כפי שפורט בפרק 3.1.3). המספרים המוחלטים הגבוהים בסתיו לעומת אביב מתחאים גם להנחה, שבאזור החריפה פוחתת הכמות, בעיקר של הצעירים בשנה הראשונה.

איומות להנחה זו של מסלול הנדרזה מתקובל באופן עקיף מנתוני הסקרים בסואץ הן בסתיו והן באביב (1987, 1984, Welch & Welch) והן מנוטוני (Bijlsma, 1987) בסתיו גניובוטי (מול באב אל מנדב), שבהם נצפו عشرות פרטימ בלבד ממין זה.

3. **חסידות לבנה** - אזור תפוצת האוכלוסייה הנודדת דרך אגן הים התיכון מצוי בין קו-אורך 11° – 50°, כשורב האוכלוסייה מוגנת מערבית לקו האורך 35°. בהתאם לכך נראה, כי כל האוכלוסייה הנודדת לאגן המזרחי של הים התיכון חולפת באביב מעלה ישראלי. בסתיו, לעומת זאת, בגל תנוזות הציר בהשפעת האקלים (ראו פרקים 3.6.3, 3.4.2). כ-45.6% מהאוכלוסייה נודדת מעלה בקעת הירדן בישראל ו-54.4% מעלה שטח ירדן (האחו מעלה ירדן הוא בבחינת השערה, לא נודד, והסתמך על נתוני האביב). מרכיביו הצפויות נוספת מלבד נתוני הסקרים עולה, כי חלק ניכר מאוכלוסיית החסידות הנודדת בסתיו בירדן חודרת לישראל במספר ציריים מקבילים במרכז ובדרום הארץ (ידע אישי). להלן מספר דוגמאות:

א. 26.8.87 – נצפו בלינה בין חוף קליה עד ל-4 ק"מ צפונית לעין גדי – 15 חסידות שלא נצפו בסקר עמוק בית שאן, וכן חודרו לישראל בגין דרוםית לבית שאן- ועד קליה.

ב. 20.7.87: חזו בצהרים במעלה האדומים תוך שעה וחצי 25 חסידות. ערב קודם נצפו ע"י צופי הסker רק רך 10,000 חסידות, שחודרו מירדן באור כפר רופין (ולנו בגיאון הירדן), 15,000 הנתרות חדרון, קרוב לוודאי, בשעות הבוקר בין כפר רופין לארגמן, (גיפטליק), ממש עובר הנתיב לעבר מעלה האוזמים.

ג. בתאריכים 2-2.9.90 – נערך ע"י החוקר ומונדיבים סקר מקביל בגין סקר העמקים הצפוניים בין צומת הערבה (מדרום לסdom) בקו מערבה לצומת צפת ועד 50 ק"מ צפון מערבית לדימונה. בתאריכים אלו נמנעו בסקר הדרומי 143,572 חסידות לעומת 112,96 חסידות שנצפו בסקר העמקים. הכמות בגין עולה ב-49.3% על הכמות שנעפtha בעמקים ומאותת שוב את השערתנו: ב-3.9.90 נעפtha ב03:06 בוקר להקת ענק של 20,000 חסידות, שנחיתה בלינהليلת באור מרכז ספריר בערבה, וחדרה כנראה מזרום לים המלח. (מנחים עבדי, ידע אישי).

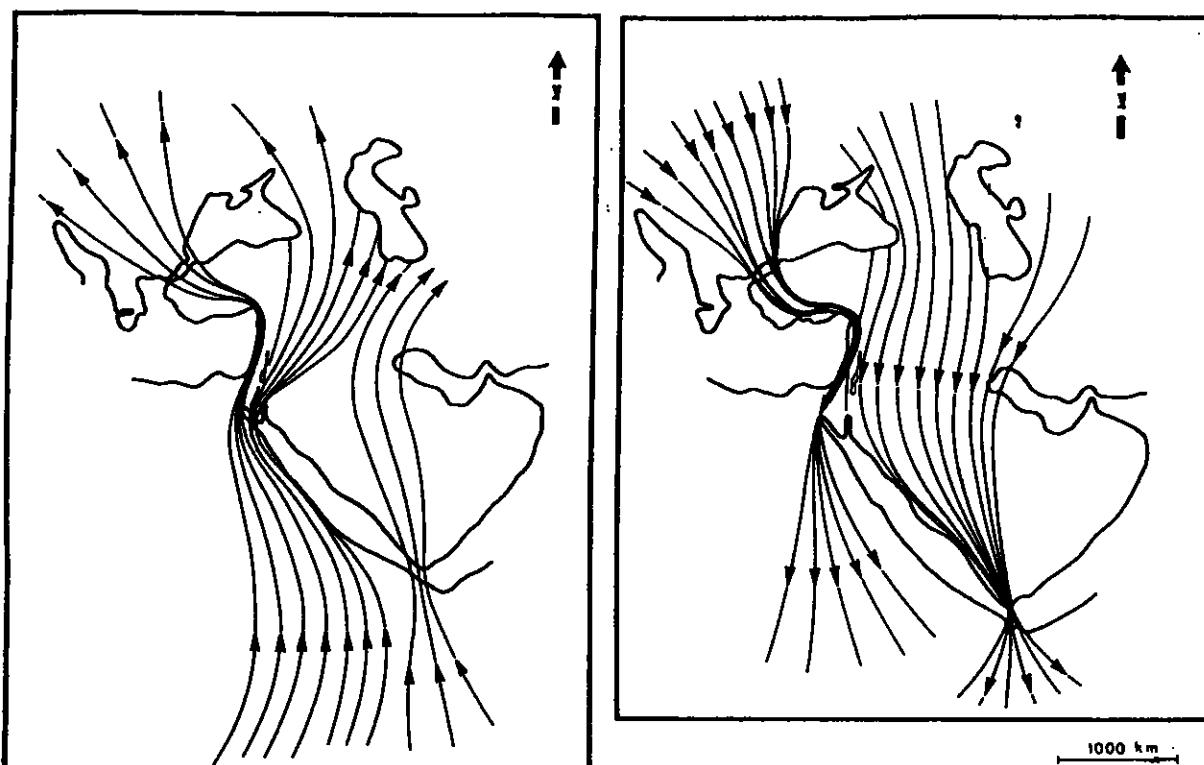
ד. ב-15 באוגוסט 1988 דיווח טיס-קרב של חיל- האויר על החת ענק של חסידות (אומדן גס של עשרות אלפיים, לא נרכחה ספירה) שנראתה חוצה בנהל פארן מצפון-מזרח, לדרום-מערב, איומות נוספת להשערה של הקות החסידות חוץ את שטח ישראל מתחומי ירדן.

**איור מס' 27: תיאור סכמטי של זרימת הנדידה בסתיו ובאביב מתחום (Yom-Tov, 1984)**

**Fig. 27: Migration flow scheme in spring and autumn (Yom-Tov, 1988)**

**ב. נדידת האביב**

**א. נדידת הסתיו**



**4. שקנאי מצוי** - אזור קינונו מוגבל בין קו-אורק $^{\circ} 22$  –  $62$ . האוכלוסייה שבין קו-אורק $^{\circ} 65$  –  $70$  מאגס Barkhaszt נודדת דרומה להודו: בדומה לנץ קצר-האצבעות, מתנקזות כל האוכלוסייה הפלארקטית יחד עם אוכלוסיית אзор Turgat מזרחית לקו אורק $^{\circ} 22$  לעבר ישראל וחולפת hon בסתיו והן באביב במקביל לקו החוף (באביב לא קומם, כאמור, סקר סיסטמטי).

**5. איית צרעים** – תפוצת האוכלוסייה הנודדת דרך האגן המזרחי של הים התיכון נרחבת מאוד: מתחילה בקו-אורק $^{\circ} 15$  –  $20$ , ונמשכת עד בקו-אורק $^{\circ} 90$ . בעקבות מפת התפוצה הרחבה נראה, כי רק חלק מהאוכלוסייה העולמית נודד בסתיו מעל ישראל בצד המזרחיים והמזרחיים של שדרת ההר אחד. באביב, מתנקזות רוב רובה של האוכלוסייה הנודדת להרי אילת ומשם פונה צפון-מזרחית לעיקר אורי תפוצתה. בשנת 1985 עברה באילת הכמות הגדולה ביותר של איית צרעים (851,598). בהתאם לנiton זה אפשר להגית, כי הכמות הממוצעת הרבע-שנתית, העוברת בישראל בסתיו ובאביב ( $461,279 \pm 540,422$ ,  $345,456 \pm 543$  בהתחמה), מהוות בהערכת גסה כ-3/1-2/1 מהאוכלוסייה העולמית, והיא מתאימה גם לתפרוסת האוכלוסייה בין קווי-האורק שצוינו.

**6. בז ערבי** – תפוצתו בין קווי אורק $^{\circ} 15$  –  $120$ . בז זה נחשב כמין "חויצה ים" הנודד בחזיות רחבה. לפי (Lindahl, 1981), ישראל מצויה בשוליים המזרחיים של קו הנדידה של המין החוצה את הים התיכון דרומה בחלקו המזרחי, וחוזר באביב דרך חלקו המערבי של הים התיכון. לכן נראהים בזים רק בנדיות הסתיו בקו החוף, ובאביב לא נראים כלל.

7. עקב חורף מזרחי ודייה שחורה - תפוצתם בין קווי-האורך  $5^{\circ}$  –  $145^{\circ}$  לבין קווי-האורך  $5^{\circ}$  –  $140^{\circ}$  בהתאם. נראה, כי מרכז הכוח של שתי האוכלוסיות מצוי מזרחית לישראל, ולכן נודדת גם רוב האוכלוסייה לאפריקה, מזרחית לישראל, ורק אחוזים בודדים מהאוכלוסיות החלפות באביב עוברות בשתיו מעלה ישראל (ראה טבלה 18). בהתאם לתאוריות Tsv-Yom (1984), אחוז גבורה שני המינים אכן חולף באביב מעלה הרי אילית ומשם פונה צפון-מזרחית לעבר אזורי הקינון ברוסיה. (79%, 16% ב佞מה) ועוד כ-5% של שני המינים בציג המערבי. הנדידה אלו חולף בציג המזרחי נגב בקעה (12%, 16% ב佞מה) ועוד כ-5% של שני המינים בציג המערבי. הנדידה בסך של 17%, 12% ב佞מה, בשני הציגים מחוץ לאיילת מצביעה על כך, שגם האוכלוסייה החוזרת לאזורי הקינון ממערב לקו האורך  $5^{\circ}$  של מדינת ישראל, והפרופראציית בהתאם לקווי-הרוחב מתאימות.

8. עיט ערבות - אזור קינונו מוגבל בין קו אורך  $41^{\circ}$  –  $22^{\circ}$  והוא המין היחיד שתפוצתו מצויה ככל מהירות לקו-האורך של ישראל. בנוסף לכך, אזור תפוצתו הוא דרומי יותר בהשוואה לאוכלוסיות המזרחיות של הדידה השחורה ועקב החורף המזרחי – ונמצא בין קו-ירוחב  $30^{\circ}$  –  $5^{\circ}$  לעומת  $45^{\circ}$  –  $5^{\circ}$  של הדידה השחורה. בהתאם לאזור תפוצתו המזרחי והדרומי, מבצע עיט הערות נדידה בעלת אופי שונה לעומת שאר המינים, והוא נודד בציג מזרח-מערב מסיפה לאפריקה. זו הסיבה לכך, שמן זה הוא היחיד המגיע בנדיות הסטייל לאיילת, וממשיך מצפון לאיילת מערבה לעבר סואץ, שם נמנו בשתיו 1981 ע"י Bijlsma (1987), 64,880 עיטים, ובשתיו 1984, ע"י al. Van Dijelen et prep. (2017).

תנועת עיטי הערות תלויות בשינויים האקלימיים (ראה פרק 3.6.3) ונראה, כי בחלק מהשנים מתנקזות רוב האוכלוסייה דרך איילת-סואץ לאפריקה ובחלק מהשנים דרךباب אל מנدب, שם נmeno על-ידי Welch (1988), בשנת 1985, 67,586 עיטים, ובשנת 1987 – 60,897 עיטי ערבות. מנתוני הסקרים בסואץ ובבאב אל מנدب נראה, כי באילת חולפת בממוצע כ-1/3 מהאוכלוסייה הנודדת דרך המזרח התיכון הנה באביב (42,134 ± 12,386) והן בשתיו (24,246).

שנת שיא בnoddot שהיתה באביב 1985 באילת, ובה עברו 75,073 עיטי ערבות, מאמת את הנסיבות שנצפו בסואץ ובבאב אל מנدب.

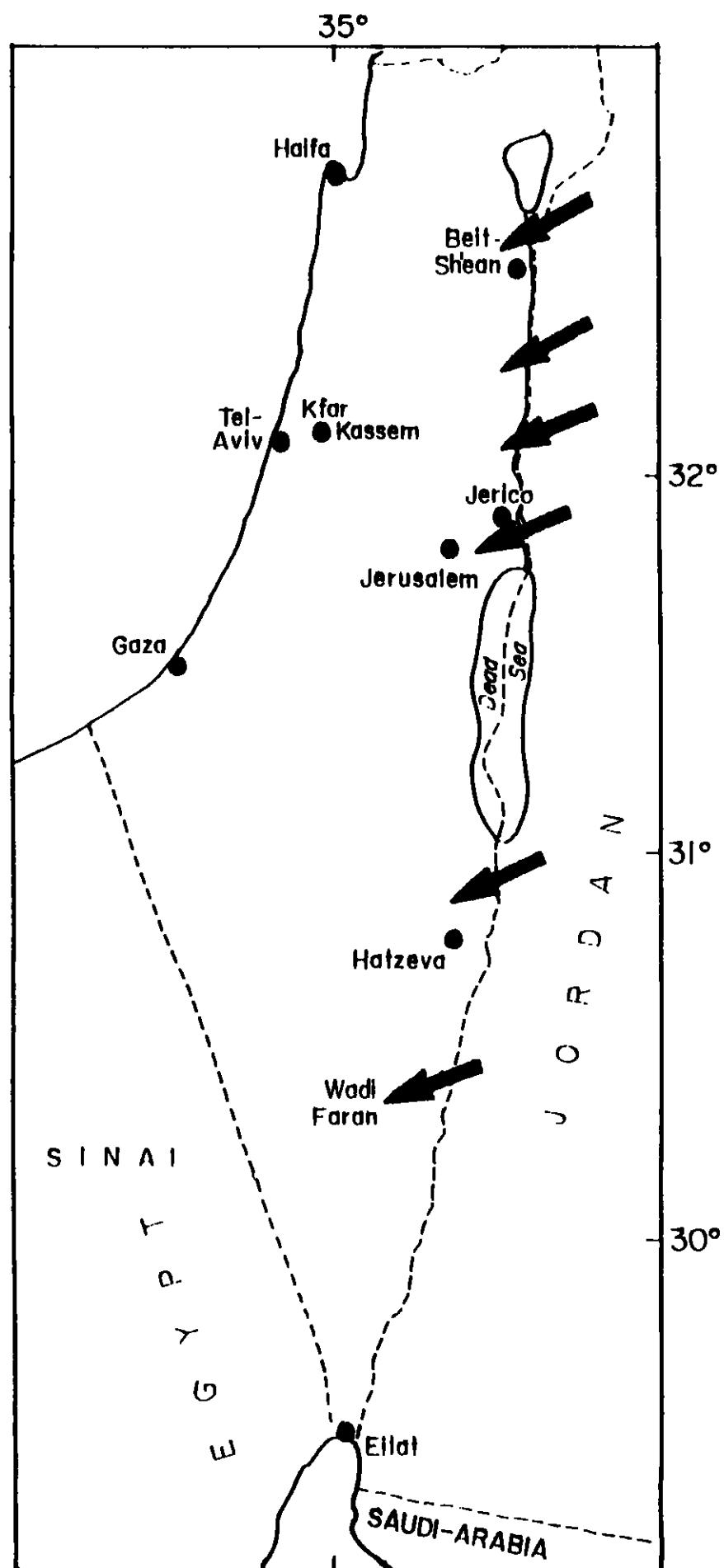
באביב, נודדים 13.5% מהאוכלוסייה בציג נגב-בקעה וכנראה מגיעים לתחומי התפוצה המערביים של המין (בין קווי-האורך  $41^{\circ}$  –  $60^{\circ}$ ).

9. ארבעת המינים שלא מתלתקים - מבין המינים הלא מתלתקים 2 מינים: הרחם והחיויאי מופיעים מאורי קינון דומים ומוגבלים יותר, בין קווי-האורך  $20^{\circ}$  –  $80^{\circ}$ . לעומתם, 2 המינים האחרים, העיט הגמד פרוס בין קו-אורך  $20^{\circ}$  –  $25^{\circ}$ , וזרון הסוף בין  $15^{\circ}$  –  $45^{\circ}$ . הפיזור על שטחי הקינון הרחבים, ואופי נדידתם הלא-متלתק, גורם לפיזור מרעת הופעה גדול למספרים הנומכים המופיעים בנדידה (ראה פרק 3.2.3).

לסיכום, מובא איור 29, המציג את התפזרות הגיאוגרפיה של המינים השונים יחסית לקו-האורך של ישראל ומפרק איילת, ובהתאם לדיוון, נראות התנודות בהופעתם בשתיו האביב והסתוי בציג נדידה שונים בישראל. האирור מאפשר להבין את החלוקה הגלובלית השונה של המינים, בהתאם לקווי-האורך של אורי תפוצתם, נודדים בתנאים שונים בשתיו ובאביב מעלה ישראל.

איור מט' 28: מילוי סכימת חציית חסידות בנדיבות הסתיו מירדן לעבר שמי דרך ישראל.

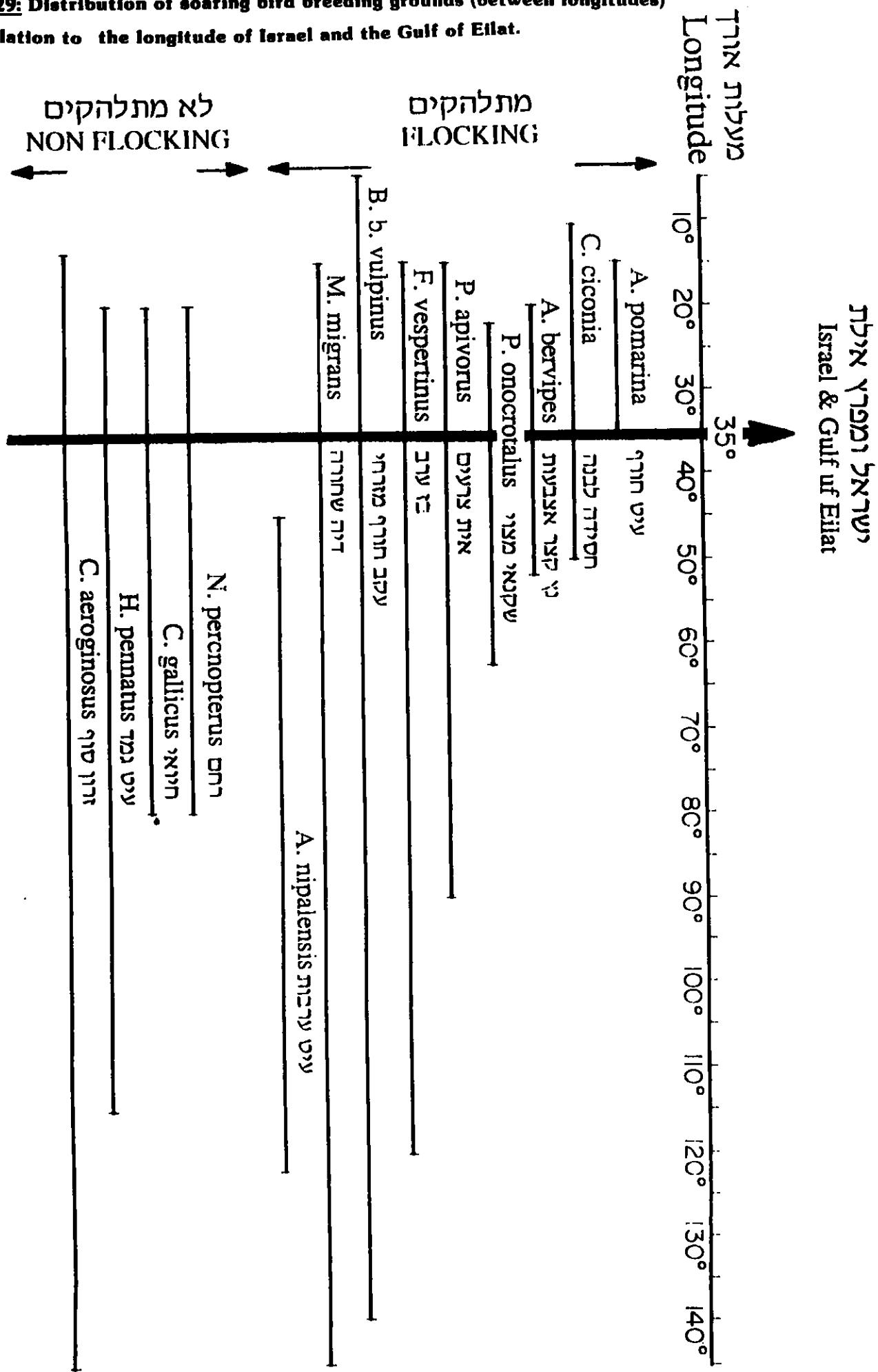
Fig. 28: Scheme of stork flocks crossing from Jordan to Sinai via Israel in autumn



**איור מס' 29: תפוזות אゾורי הקינון של העופות הדואים (בין קווי-האורך) ביחס לקו-האורך של ישראל**

**Fig. 29: Distribution of soaring bird breeding grounds (between longitudes)**

In relation to the longitude of Israel and the Gulf of Eilat.



## 3.5 דגם נתיבי הנזירה ומהירותה בחalk אנכי בתבסט על נתוני הדאון הממוני

### 3.5.1 דגם גובה הנזירה בשוואות המינים השונים באביב ובסתיו

גורמים אחודים קובעים את גובה הנזירה של העופות:

Bruderer & Steidlinger (1972) העלו את הגורם לששתנות גובה הנזירה כתלי בכוונים האופטימליים של נשיבת הרוחות, Torre Bueno (1978) העלה את הצורך בעינון הגוף באופן אופטימלי כגורם העיקרי בבחירה גובה הנזירה, Tucker (1970) טען, כי גובה הנזירה נקבע בהתאם לכמות החמצן האופטימלית לעוף הנודד. Kerlinger (1989) הראה במחקריו בעזרת מכ"ם גובה, כי הגורמים המשפיעים על גובה הנזירה קשורים במקום הגיאוגרפי, כמו הציפור (או קבוצת מינים), בקצב הטופוגרפי (מעל ים, יבשה, לאורך חופים ורכסי הריים וכו') בזמן (לילה, יום, והשתנות השעות) מזג אוויר, והградת אופי התעופה (עופות וזואים נגד מעופפים אקטייביים).

Able (1973) מצא, כי 75% מציפוריו השיר נודזות בגובה נמוך מ-900 מטרים. Gauthreaux (1970) מצא, בעזרת מכ"ם, כי ציפורו שיר שנדזו מעל מפרק מקסיקו נדזו בלילה מתחת ל-490 מטרים וביום טיפסו מעל ל-1000 מטרים. עד לשנת 1980 נאסף המידע על גובה נזירות העופות הדואים בעיקר על ידי צופים קרקעאים, ומהימנות אומדני הגובה הוטלה בספר (Kerlinger, 1989). רוב החוקרים לא צינו גודל מוגם, ממוצע או שונות בגובה בהתאם לשינויי אקלים, שעות היום והעונה.

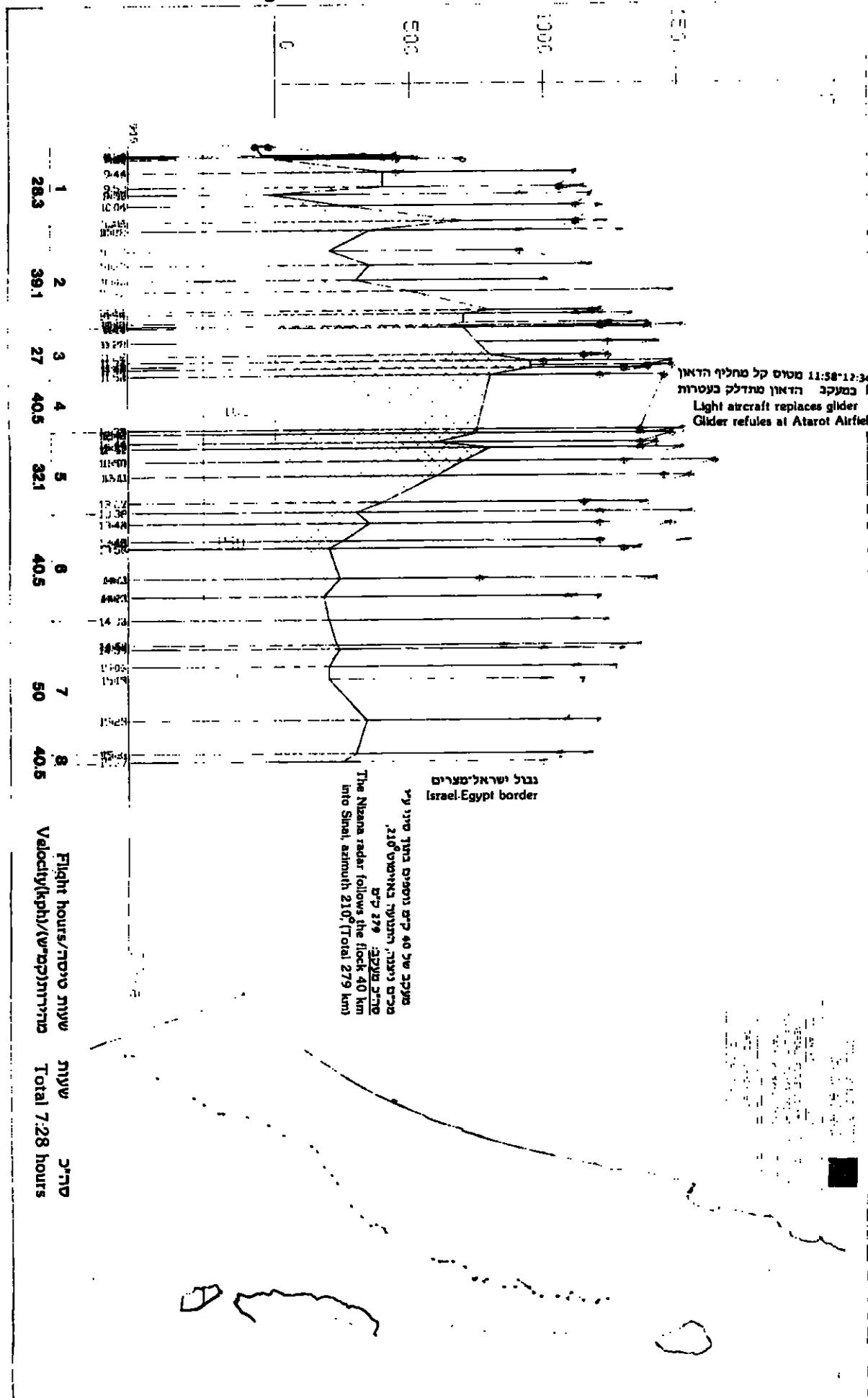
Hopkins et al (1975) נתן אומדן גובה, במעקב לדאון ממוני, לששה מינים של זורסים נודדים, אך רק מספר מוגבל של עשרות קריאות. Pennycuick (1972A) מגד גובה של להקות ונשרים משוטטות לאזור מזון, אך לא נעשה עבודה רב שנתית בנזירות סתיו ואביב באיזור מוגדר. המידע העיקרי על גבהי נזירה של עופות וזואים ושינויים בהתאם לגורמים שפורטו לעיל נאסף בעזרת מכ"מים שונים על-ידי Kerlinger (1984); Evans & Lathbury (1985A, 1985B); Kerlinger & Gauthreaux (1973).

בישראל לא נערך עד כה אף מחקר שיטתי שיופיע את גובה הנזירה והשתנותה בהתאם לגורמים שונים שיפורטו להלן.

הנתונים על גובה הנזירה נאספו בעזרת המטוס הקל, המזיל"ט והדאון הממוני. מכיוון שהמטוס הקל לא עקם באופן שיטתי אחר להקה בודדת לאורך זמן, לא עובדו נתונים גובה שנאספו בעזרתו. נתונים הגובה של המזיל"ט לא נמדו ישירות, אלא חושבו על ידי השוואת גודל הציפור לעצמים על פני השטח, והזיהוק בקביעת הגובה לא מספק, ולכון לא הוכנסו גם נתונים המזיל"ט בחישובי הגובה למרות המעקב הרצוף אחר אותה להקה. מכיוון שגם נתונים מוגבלים לתתקauf גובה מזוקיקות (1000רגל) הווה הדאון הממוני כל' המחבר האמין והמדויק ביותר לאיסוף נתונים גובה של הלהקות הנודזות, אליהן היצרפנו לטיסות ממושכות. הנתונים השונים שנאספו לדאון (ראה פרק 2.2.3) עובדו במחשב, ובעזרת תוכנת CAD-AUTO, הוצגה כל טישה בשני תחכים מקבילים: חalk אופקי וחalk אנכי. במאפיין מס' 17 מוצגת דוגמא לפטל מחשב לטיסת חסידה לבנה (4.9.87). מימין, מוצג חalk אופקי של נתיב הטישה, כשקודה א' מצינית את תחילת הטישה ונקודה ב' את סופה. כל נקודה אדומה על נתיב הטישה מצינית טרמיקה שנמודזה במהלך הטישה לדאון. משמאלי מוצגת אותה הטישה בחalk אנכי, כשתיב הטישה סומן גם הוא בצעע כחול והטרמיקה בעגול בצעע אדום. ברוב הטרמיקות מופיעים 2 עיגולים: התיכון למדידת בסיס הטרמיקה, והעליון למדידת גג הטרמיקה. השיטה המרושת בגונו ירוק מתחת נתיב הטישה מציג את גובה פניו השיטה בחalk נתיב הטישה.

**מפה מס' 17: דוגמה לפلت מחשב, שבעזרתו ניתןו לנתחו הנגוניות שנאספו בעזרת הדיאון הממושג**

**Mape No 17: Sample computer printout used for analyzing data gathered by motorised glider**



בבסיס האיוור מופיעים 3 קווים נוספים נספחים: העליון (Km) מצין את המרחק המישורי שעברה הליהקה מתחילה המקבב ועד לסיומו, מתחתיו (Time) מצוינות השעות שנרשמו הכנאות והיציאות לטרמיקות. בסיס האיוור חשוב המרחק המישורי שעברה הליהקה מיידי שעלה (בהתבסס על המרחק והזמן) וכן מהירות התקדמות הליהקה. בין שני החתכים מוצגת טבלה המסכם את **המרקח האורי** בין נקודת ההתחלת (א') לנקודת הסיום (ב'), **המרקח המישורי** שבוצע בפועל על ידי הליהקה הנודדת. וושבו גם מרחקי הטיפוס והגילה בין הטרמיקות - **המרקח החלי** (בלא לחשב את המרחק הנוסף שעוברות הציפורים תוך סחרור בטרמיקה עצמה).

### 3.5.1 דגם גובה הנדידה בהשוואת המינים השונים בסטיו ובאביב

#### א. גובה נדידה ממוצע מעל פני השטח

כדי ללמד על הגובה הממוצע מעל לפני השטח בו נזרו המינים השונים לאורך כל שנות המחקר, סיכמנו את נתונים כל הטרמיקות, בחותך לפי המינים שאחריהם עקבו בדאון באביב ובסטיו. לא הוכנסו תרמיקות שנרשם לגיבין נתון חלק או שהוא ספק ברישום.

**טבלה מס' 22: סיכום גובה ממוצע יומי לכל מין ומהירות התקדמות ממוצעת יומית**

**Table 22: Average daily altitudes for each species and average daily progress velocity**

	שכנים מזוי <i>P. onocrotalus</i>	חסידה לבנה <i>C. ciconia</i>	חסידה שחורה <i>C. nigra</i>	עיט חורף <i>A. pomarina</i>	אית צדעים <i>P. apivorus</i>	
Base of thermal (m)	גובה ממוצע יומי ובסיס תרמיקה (מ')	344±175	463±209	542±265	567±201	836±211
Roof of thermal (m)	גובה ממוצע יומי גג תרמיקה (מ')	562±186	713±221	836±162	871±184	1123±225
height band (m)	הפרש בין גג ובבסיס התרמיקה	218	250	294	304	287
Average velocity (KPH)	מהירות התקדמות ממוצעת יומית (קמ"ש)	29.2±9.1	38.7±9.6	37.1 (טישה אחור)	50.9±6.7	45.2±9

#### ב. שינוי בגובה הנדידה לפי השעה ביתום

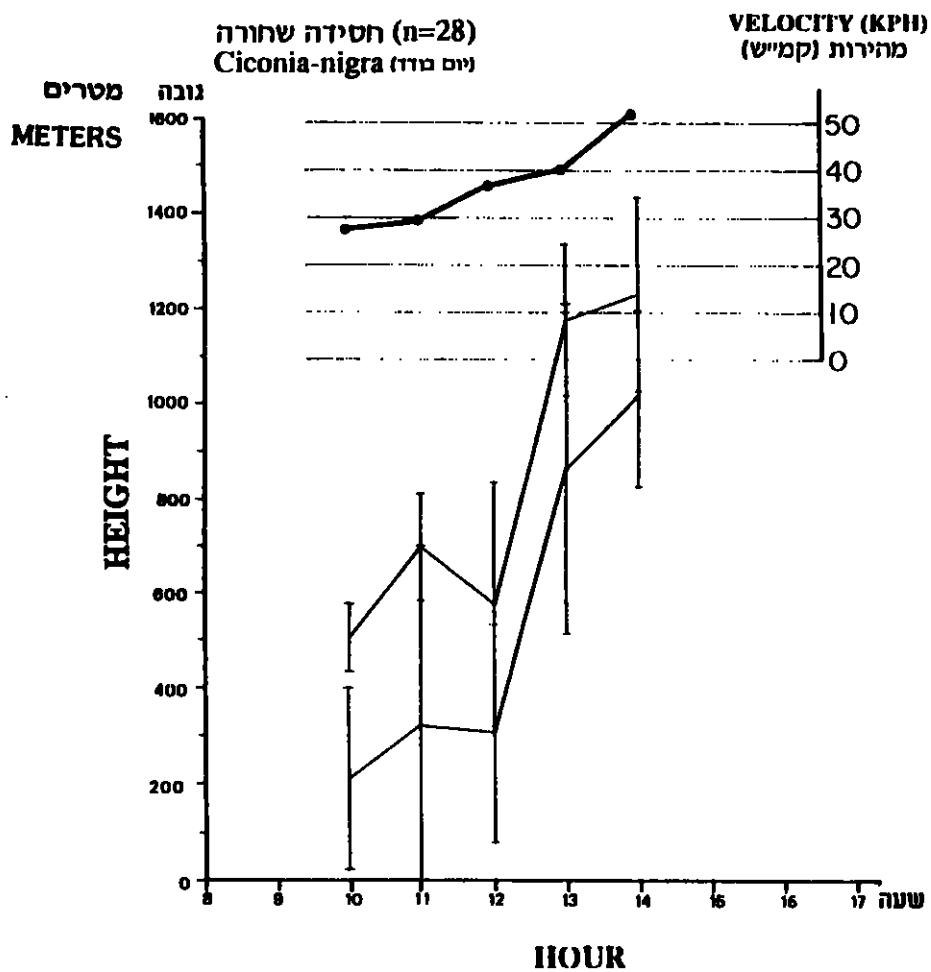
1986(, Kerlinger & Gauthreaux) Schmid, Steuri & Bruderer , (1985) Kerlinger, Bingman & Able (1985a, 1985b) הראו את הקשר בין השונות בגובה הנדידה בהתאם לשעות היום. בלילה ובשעות המוקדמות של הבוקר אין הוזרות טרמיקות, בהתאם, אין גם נדידה. עם התחלמות הקruk מתרחשות ב מהירות טרמיקות המגיעות לזרגה מקסימלית בין 11:00-16:00 (Kerlinger, 1989).

גובה נדידת העופות הדזאים, התלויים באופן כמעט מוחלט בטרמיקות משתנה בהתאם לשעות היום (ראה פירוט בפרק 3.6.4), הערך בו משתנה הגובה בשעות היום משתנה מיום ליום בהתאם לשוני בתנאי הוזרות הטרמיקות.

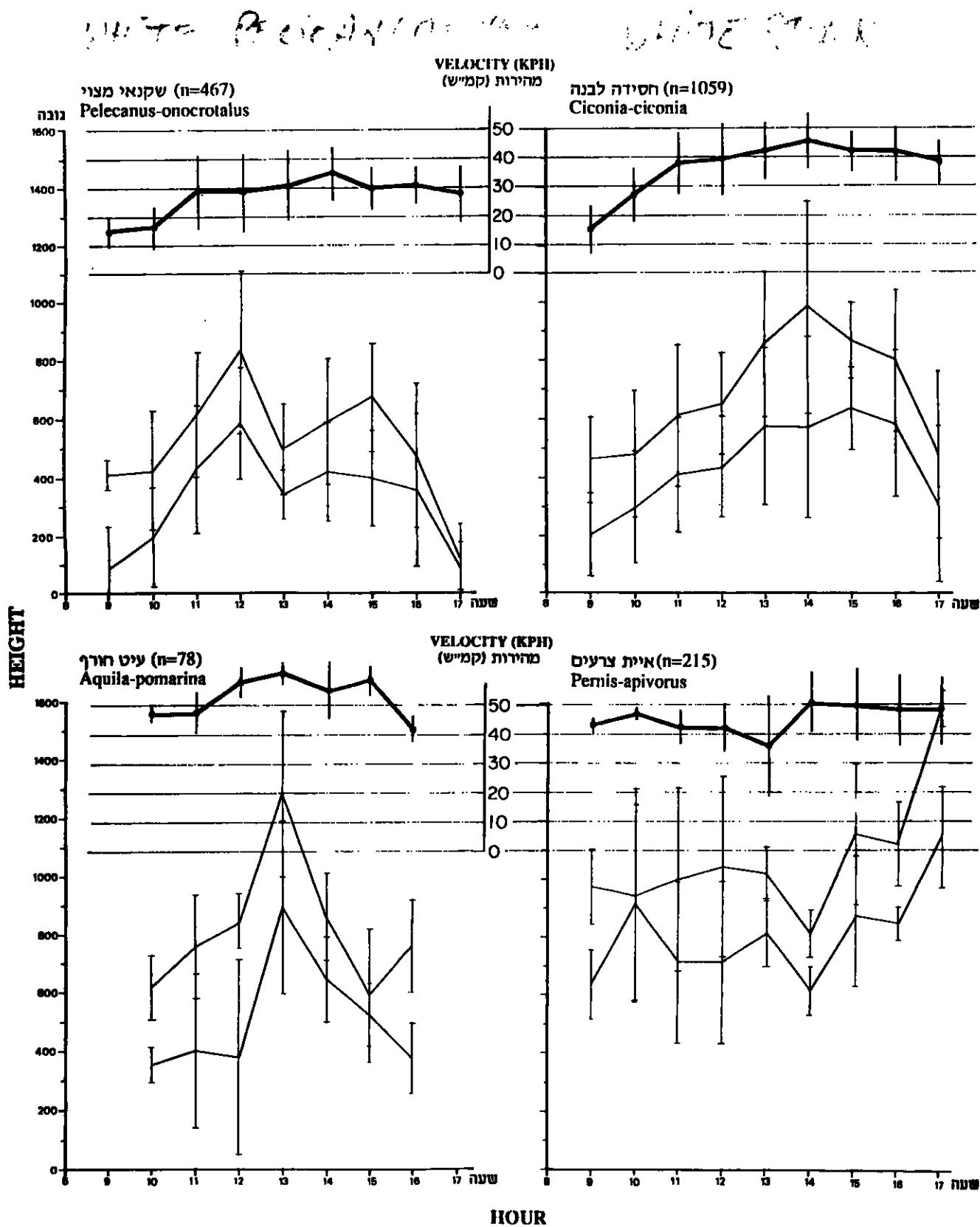
ממעקב אחר שינוי הגובה בשעות היום בעזרת מכ"ם וצופים, הראו (1985 , Kerlinger, Bingman able כי גובה הנדרידה של הדזאים המשתנה בין השעות 7:00-8:00 מ-0-100 מטרים, ובהמשך הגיע ל- 850 מטר מעל לפני השטח, ומשעה 13:00-14:00 החלשוב לרזרת. נמצא מתאם מובהק בין גובה הטרמיקות והציפורים והשתנותם בשעות היום (Kerlinger 1989).

**איור מס' 29א:** חתך גובה ממוצע ( $\pm$  S.D.) של בסיס וגג התרמיקה, היוצרים את "חגורת גובה הנזירה" ("height band"), בחלוקת לפי שעות היום, ובמקביל, מהירות והתקומות הממוצעות ( $\pm$  S.D.) בכל שעה (החלוקת לפי מספר ימי טיסה ושעות מעקב בדואן המופיע לכל מין, ראה טבלה מס' 17).

**Graph 29A:** Distribution of the average altitudinal section ( $\pm$  S.D.) between the thermal base and top (the "height band") during the hours of the day, and the average progress velocity ( $\pm$  S.D.) during each hour. (For the distribution according to the number of glider flight days and tracking hours for each species, see table 17.)



מסיכום נתוני איור מס' 29א עולה, כי הגובה הממוצע משתנה בכל המינים שנבדקו בהתאם לשינוי בשעות היום וכפונקציה ישירה של תנאי הווערות התרמיות (ראה להלן בפרק 3.6.4). בבדיקה המתאמת בין מהירות התקומות הממוצעת לשעה, לבין גובה הנזירה (בסיס לגג התרמיקה – height-band) עולה, כי בשקנאים קיים קשר בין הגובה למהירות הנזירה ( $r=0.66$ ,  $P<0.05$ ). בחסיזה הלבנה, קיימים מתאימים מובוקן בין גובה בסיס התרמיות למהירות הנזירה ( $r=0.84$ ,  $P<0.01$ ), וכן בין גג התרמיות למהירות ( $r=0.75$ ,  $P<0.01$ ). בעיטוי החורף ובאזור הצרעים לא נמצא מתאימים מובוקן בין הגובה למהירות. לכל מין חושבה מהירות התקומות ממוצעת לשעה, ובהתאם לשעות הטישה היומיות הממוצעות ולפי רישום המראות והងיות של המינים השונים, וימי המעקב הרצופים (בוואן) חושבו טוחוי הטישה ליום ממוצע של כל מין (טבלה 22). חישובים אלו אפשרו לנו לחזות את מיקום הלהקות לפי קצב התקדמותן גם באזורי שמהוץ לטוח מכיס נתביג, ובהתאם לנוף התראות לבסיסי חיל-האויר על התקרובותן, נתונים שהוכחו כנכונים. חישובים אלו אפשרו, לעיתים, לאתר חדש להקות שאיבדנו תוך כדי מעקב בדואן, או שנאלענו לניטש בגל כניסה לשטח אש פעיל, ובהתאם לחישוב קצב התקומות איתרנו אותן שנית מחוץ לשטח האש.



LESSER - 1300

למשקל העוף הדואה, למומת כנפיו ולשחון, ולהיחס בין המשקל לשטח הכנף (-עומס כנף, Wing loading) יש משמעות רבה בביוצו הדאייה והטיפוס בטרמיקות של העופות הדואים:

**טבלה מס' 23: השוואת נתוני הדאון הממוני וארבעת המינים העיקריים שעקבתי אחריהם במחקר עזרת הדאון הממוני**

**Table No. 23 : Comparism of 4 soaring species and motorised-glider data**

עומס כנף Kg/M <sup>2</sup> WING LOADING	שטח כנף (M <sup>2</sup> ) WING AREA (M <sup>2</sup> )	LENGTH OF WINGSPAN (M) WING SPAN (M)	מומת כנף (מ"ר) MASS (Kg)	משקל SPECIES	המיון SPECIES
30.2	22.50	17.70	680	MOTORISED -GLIDER, OGAR, SZD-45	דאון ממוני, -GLIDER, OGAR, SZD-45
8.4	1.25	3.10	10.5	שַׁקְנָאֵי מָרוֹי <i>P. onocrotalus</i>	שַׁקְנָאֵי מָרוֹי <i>P. onocrotalus</i>
6.29	0.54	2.00	3.4	חֲסִידָה לְבָנָה <i>Ciconia ciconia</i>	חֲסִידָה לְבָנָה <i>Ciconia ciconia</i>
4.37	0.32	1.50	1.4	עֵיט חֻורֶף <i>Aquila pomarina</i>	עֵיט חֻורֶף <i>Aquila pomarina</i>
3.03	0.26	1.35	0.79	איית צְרוּעִים <i>Pernis apivorus</i>	איית צְרוּעִים <i>Pernis apivorus</i>

מהשוואת גובה הנדידה בין המינים שנבדקו (ראה טבלה 22), עולה, כי השקנאי, לו עומס הכנף הגדול ביותר, נודד ברכזעת הגובה הממוצעת הנמוכה ביותר (562-344 מ'), ובהתאם במהירות ההתקדמות הממוצעת הנמוכה ביותר (29.2 קמ"ש) בשל עומס הכנף הגדול. זמן הטיפוס הממוצע בטרמיקה הוא הארוך ביותר (4.63 דקות) ובהתאם גם מספר הטרמיקות בשעה הקטן ביותר (4.6), ראה טבלה 24.

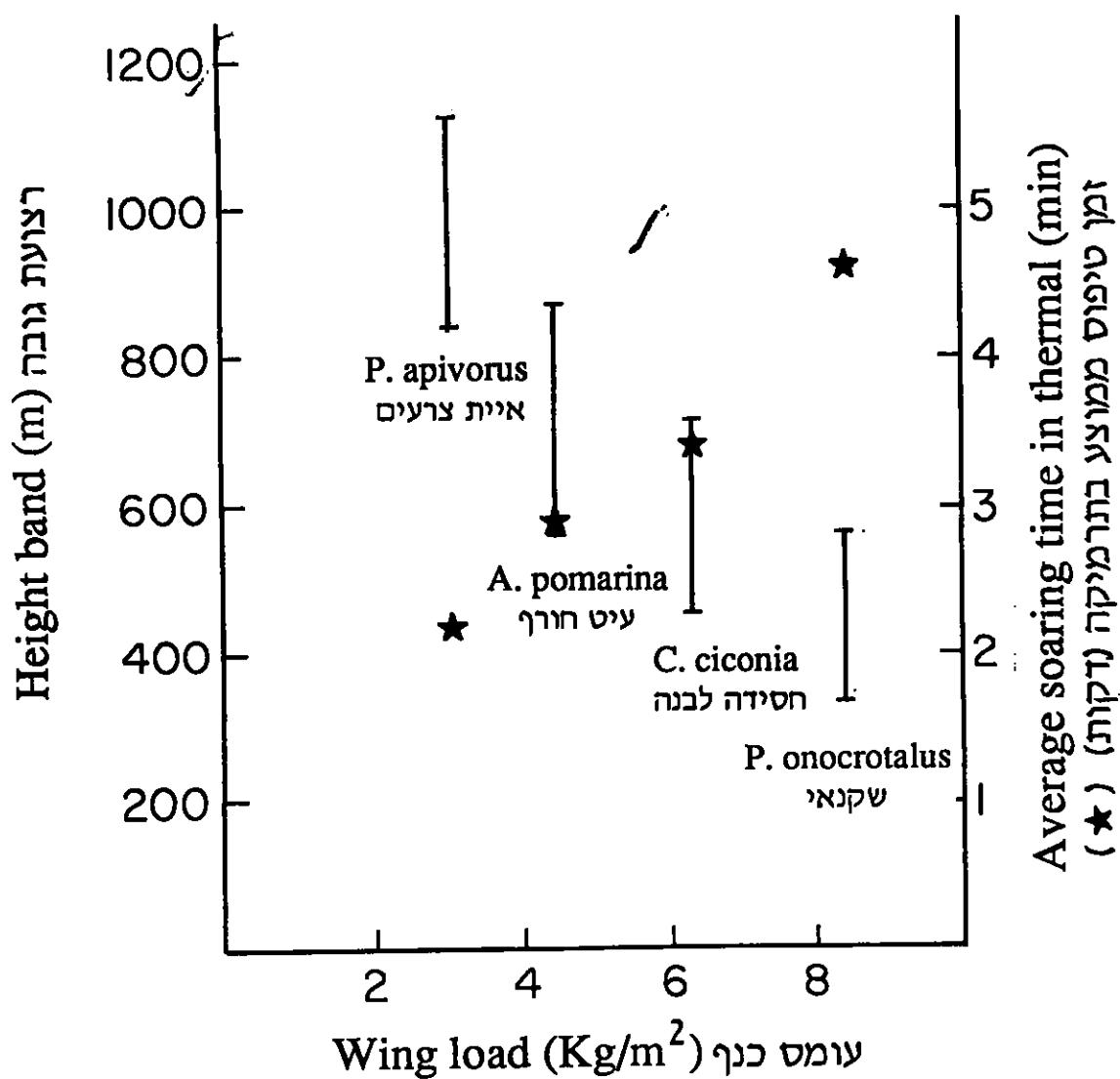
לחסידה, שהיא בעלת עומס כנף קטן מהשקנאי, גובה הנדידה הממוצע גובה יותר משל השקנאי (713-463 מ'), ובהתאם גם מהירות הנדידה גבוהה יותר (38.7 קמ"ש). זמן הטיפוס בטרמיקה קצר יותר (3.4 דקות) ומספר הטרמיקות בשעה גדול יותר (5.6).

עיט החורף נודד ברכזעת הממוצעת הגבוהה מהחסידה (871-567 מ'), מהירותו הממוצעת גבוהה יותר (50.9 קמ"ש), ואיית הצראים, שהיא בעלת עומס הכנף הקטן ביותר, נודדת ברכזעת הגובה ביותר (836-1,123 מ'), מטפסת בזמן הקצר ביותר בטרמיקות (2.2 דקות) ומצטעת את מספר הטרמיקות הממוצעות הרבה ביותר (5.7). יתכן והגתו על מהירות הממוצעת של עיט החורף מוגיעה, בשל מדגם קטן מדי של עיט החורף (78-ח), וכי מהירות הנדידה של מין זה גבוהה מזו של האיה.

מכיוון שהמינים שהושו לא נודדים בתקופות נדייה מקבילות, בהם התנאים התרטמיים שווים, לא נכנסנו לפירוט גדול יותר של השוואת הביצועים של העופות הדואים השונים, אך נראה, כי רוחב רצעת הנדידה הממוצע (height band) של כל המינים נע בין 314-218 מטרים, וההבדל בין המינים השונים נובע מעיקרו מהשינוי בגובה בסיס הטרמיקות.

**איור 29ב:** סיכון הקשר בין עומס הכנף, רצועת גובה הנדידה הממוצעת וזמן הטיפוס הממוצע בתרמיקה

**Graph 29b:** The connection between wing-load, average height band and average climbing time in the thermals



### **3.5.2 חישוב קצב התקדמות יומי ממוצע בהתאם לחישוב תלת ממדית (חללי)**

לעופות דודים בפרט ולעופות בכלל, קיים קשר תרמון נרחב לבחירת מהירות תעופה משתנה בגלל המבנה האירודינמי של הגוף (Pennycuick, 1989; Kerlinger, 1989). העוף הדואה חייב למצוא את מהירות התקדמות האופטימלית, ובוחור בין מהירות גבולה מדי שעוללה לרוקן את רזיבות האנרגיה שלו ולגרום להתחממות רבה של הגוף, לבין מהירות איטית מדי, שלא מאפשר להשלים את מסלול נידוחו בזמן. נודדים בתעופה אקטיבית "משלמים" על תעופה מהירה בביבאו רב של אנרגיה, ולעומתם נודדים פאסיביים "משלמים" בדאיותם הפסיבית באיבוד מהיר של גובה, לצורך טיפוס חזרה בטראםיקות, הכרוך באיבוד זמן יקר.

בחירה קצב התקדמות האופטימלי של העופות הדואים נעה בין המגמה לחיסכון באנרגיה לבין האפשרות להשגת מקסימום מרחק בזמן נתון.

Pennycuick (1969, 1975, 1978, 1978) חישב את קצב התקדמות כיחס בין מהירות התקדמות לעומת הכח המושך הנדרש לתעופה. מהירות והתקדמות הגלישה בין התרミニות של העופות הדואים (או הדואן) תלויות בערך הגלישה (ראה הסבר להלן) של כל מין ובעוצמת זרמי האוויר העולים בין התרミニות באוויר יציב. העוף הדואה יעבור את התווחה הגדולה ביותר על ידי גלישה בערך הגלישה הגבוה ביותר שלו:

ערך הגלישה-D/L (כש-L-מרחק אופקי שהעוף עובר ביחידת זמן, D-המרחק האנכי שהעוף עובר באותה יחידת זמן, או לחלופין אבוד גובה). ערך הגלישה של דואן המחקר למשל, הוא 18:1 (על כל התקדמות אופקית של 18 מטרים, הדואן שוקע מטר). כשים זרמיים עולים חזקים, העוף הדואה יגלוש מהר יותר בהשוואה לתנאים יציבים. כשערך הטיפוס בתרמיקה הוא גובה, הדואה יבצע פחות זמן בתרמיקה ויורר זמן בגלישות לעבר מטרתו.

בטבלה מס' 22 ו-23 מוצגת מהירות התקדמות הממוצעת לשעה בחלוקת לפי שעות היום לכל אחד מהמינים שעקבנו אחריהם בעזרת הדואן הממוני. בmph מס' 18 מובאות לדוגמא יום טיסה מייצג של להקת שקנאים מצויים בנדידת הסתיו (12.10.87) מרוגע הרמראה (08:44) ועד לשעה 16:58, עת נחטו ליליתليلת על הרים. סביר כי חלפו השקנאים ביום טיסה זה 241 ק"מ (מרחק מישורי) תוך 8:14 שעות. בתרחיתת האIOR מוצג השינוי ב מהירות בהתאם לשעות ביום.

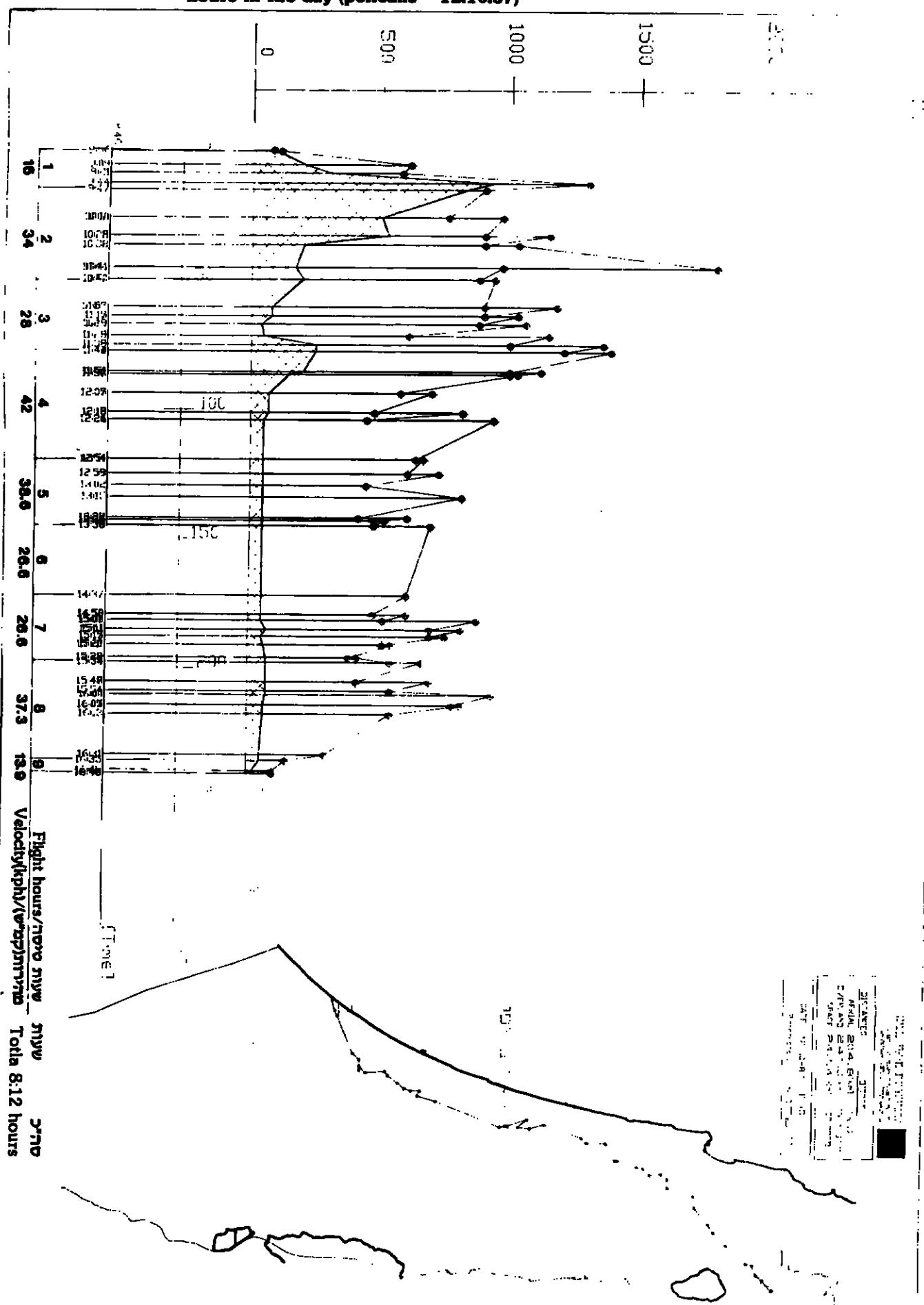
Pennycuick (1972) עקב בעזרת דואן ממונע אחר להקות של חסידות לבנות חורפות בטנזניה. בשיטות מעקב, בין 16.12.70-1.1.71 הצליר החוקר להקות משוטטות בטוחות שבין 22.5-22.0 ק"מ. מנתוני המיעקב עולה, כי מהירות הממוצעת של החסידות הגיעה ל-43.9 קמ"ש, ומהירות היהת קבועה עם סטיית תקן של 1.2 קמ"ש בלבד. נתוני של Pennycuick (1972) גובהם מהנתונים שנאספו בישראל ( $9.6 \pm 7.83$  קמ"ש) ב-13.4%. הסיבה לכך נעוצה, לדעתי, בכך העובדה ש-Pennycuick הצליר להקות שאוותרו על-ידי אופן אكري, באמצעות הרים, והוא לא מدد את קצב התקדמות האיטי יותר בשעות הרמראה בבוקר. אין נתונים על קצב התקדמות של השקנאים, מלבד נתוני של Pennycuick (1972), שביצע רק טיסה בודדת עם להקת שקנאים במשך 2:27 שעות לטוחה של 110 ק"מ, ב מהירות ממוצעת של 45 קמ"ש. אי לכך לא ניתן להשוות נתונים טישה בודדת במשך שעתיים וחצי לנawy מחקרנו (31 טיסות מעקב אחרי שקנאים במשך 170:28 שעות, ב מהירות ממוצעת של 33.3 קמ"ש).

לא נמצא בספרות כל נתונים להשוואה עם העולם הישן אחר קצב התקדמות לשעה וליום של עופות דורסים, מלבד נתונים של Pennycuick (1972), שעקב בדואן הממוני אחר קצב התקדמות של 4 מיני נשרים יציבים באזור אפריקה.

בעולם החדש עקבו al Hopkins et al (1987) אחר נדיות דורסים בדואן ממונע ומדדו את קצב התקדמותם של מספר דורסים נודדים. במקביל מודד Kerlinger (1989) את מהירות הגלישה של 9 מיני דורסים נודדים בין התרミニות בעזרת מכ"ם. בשמורה הלאומית Hawk Mountain בפנסילבניה, נמדד קצב הנדייה של מספר דורסים נודדים על ידי מדידת זמן המעבר בין שתי נקודות במרחב של 800 מטרים אחת מהשניה (Kerlinger, 1989).

(שלגיאם, 12.10.87)

**Map No 18: A representative flight for the change in daily progress rate according to hours in the day (pelicans - 12.10.87)**



בדאון הממוני בוצעו 6 טיסות לטוחים שבין 40-150 קילומטרים, עם להקות של 'Broad-winged Hawks' (Buteo platypterus) ונדוד צגב של 44-37.5 קמ"ש. ל- (Buteo Jamaicensis) Red-tailed Hawk מהקרע מהירות ממוצעת של 55.2 קמ"ש לעומת ממוצע של 44.2 קמ"ש שנמדדוה לאית הצערים בישראל מכיוון שבנתונים שנמדדוה באלה"ב המדידות בוצעו לאורך רכסיים, שבהם שולבה הנדידה בחבותות כנף בחלק מהזמן, השיגו הדורסים מהירות ממוצעת גבוהה יותר, ולא ניתן להשוות את הנתונים לאלו שנאספו בישראל לשינויי האקלים יש השפעה משמעותית בשינויו טווח התנועה היומי (ראה פרק 3.6.4).

### 3.5.3 חישוב צגב התקדמות העונתי

בהתבסס על הנתונים התלת-ימידיים שנאספו בעזרת הדאון הממוני ניתן לחשב את המרחק שציפור נודדת עוברת בפועל ביום, ולהעירך בהתאם את המרחק הגלובלי שהוא עוברת מאזור הקינון לאזורי החריפה. א. לכל טישה **חוسب המרחק בכו אורי** מנקודת יציאה (א) לנקודות הסיום (ב) (-מרחק צד-ימידי). ב. **חוسب המרחק המשורי**, המהווה סכום של המרחקים האופקיים שנמדדוו בין טרמייקה לתרמייקה, ומהווה סכום לנטייב האופקי שהלכה עברה בפועל יחסית לפני השטח (מרחק צו-ימידי). ג. **חוسب המרחק החללי**, המסכם את הנטייב שהלכו הנקודות בטיפוס ובגילה בין הטרמייקות (מרחק תלת-ימידי, או מרחק חללי). חושב רק המרחק האנכי מבסיס לגג הטרמייקה.

חלוקת המרחק המשורי במרקח האורי בכל יום טישה, הבירה בכמה אחוזים הוארכה הזרק שעשו הלחות בפועל. חלוקת המרחק החללי במרקח המשורי הבירה בכמה אחוזים הוארכה הזרק עקב הטיפוס והגילה בטרמייקות. בנוסף לכך חשוב לכל להקה בכמה טרמייקות היא טיפה בכל שעה, ובהתאם, בכל יום טישה. כן נמדד שיעור הטיפוס (rate of climb) של כל להקה בטרמייקה. הפרשי הזמן מרגע הראשון הפרטימם בהתקה החלו להסתחרר בטרמייקה (בטיס טרמייקה) ועד לרגע שבו נטוו ראשוני הפרטימם בהתקה את הטרמייקה (גג טרמייקה) והחלו לגלוש לעבר הטרמייקה הבאה. במקביל, נמדד בעורת מוד הגובה של הדאון המרחק האנכי בין בסיס וגג הטרמייקה. חלוקת המרחק האנכי (במטרים) בזמן הטיפוס (בשניות) נותן את שיעור הטיפוס של ההתקה במטרים לשניה (MPS).

בהתבסס על נתוני טבלה 24 ניתן לחשב בכמה קילומטרים מריך עוף דואה את מסלול נדידתו מאזור הקינון לאזורי החריפה: הארכת הזרק עקב המבוצעת בפועל נגרמת משלוב של מספר מרכיבים:  
א. הארכת הזרק עקב עקיפת הים ובחירה מסלול ארוך יותר מעלה היבשה.  
ב. הארכת הזרק עקב התקדמות 'בקו מישורי' ולא 'בקו אורי' (ראה טבלה 24).  
ג. הארכת הזרק עקב הטיפוס והגילה בטרמייקות ('קו חללי').  
ד. הארכת הזרק עקב הסחרור והטיפוס בתרמייקה עצמה, עת העוף הדואה צובר גובה, אך במישור האופקי התקדמותו = 0.

לאربעת המינים, אחריהם עקבנו בדאון הממוני, נמדד המרחק האורי (קו ישר) ממרכז אזור הקינון למרכז אזור החריפה (המרקח נמדד מנקודת החציוון בין שני קווי הארץ הקיצוניים של אזור הקינון והחריפה), ובמקביל המרחק בנטיב הנדידה הידוע שהמן עושה בפועל (1980 Crampton & Simmons) ובהתאם חושב (لسעיף א') אחוז ההארכה של הזרק (נתון מקורב). נתוני סעיף ב/ג' חושבו בטבלה 24. חושבה הארכת הזרק עקב הסחרור בזמן הטיפוס בטרמייקה לפי זמן הטיפוס בטרמייקה X מהירות הטיסה של הציפור בטרמייקה. נתוני מהירות הדואה בטרמייקה של המינים ניתנים לקבל מהטיפות (1989 Kerlinger; 1975 Pennycuick) ובאותם מקורב מושווה ל מהירות הדואה של הדאון בתרמייקה וחישוב בכמה סיבובים טיפסו הדואים בטרמייקה לעומת הדאון.

אי לכך, החסידה הדזאה בתרמיקה ב מהירות ממוצעת של 30 קמ"ש ומטפסת בתרמיקה בממוצע 3.4 דקות, לעומת בתרמיקה דרך של 1699 מטרים. מנתון זה יש להפחית את גובה התרמיקה שחוشب ככבר במרחב החללי, ולהכפיל במספר הטרמייקות שהלכה ביצעה באותו יום, וכך לקבל את תוספת הדורך. בטבלה מס' 21 חושבה הארכת הדורך עקב השחרור בתרמייקות והיא התבססה על חישוב זמן ממוצע של שהה בתרמיקה X מהירות ממוצעת של הציפור בתרמיקה. במקביל, חושב הממוצע הרוב שניי במספר הטרמייקות לכל מין בשעה, שהוכפל במספר שעות הנדייה הממוצעות ליום. בהתאם ניתן לקבל את סך הארכת המרחק ליום נדייה עקב השחרור בתרמיקה (כשיעורך או הוחסר הגובה הממוצע של כל הטרמייקות שחוشب כבר במרחב החללי).

חישוב מספר שעות הנדייה של כל מין ליום, התבسط על סיכום התוצאות של הטעפים הקרקעיים והדאון המונע בזמןי ההמראות והנחיות של המינים השונים. (ראה איור 23, 24), מהתוצאות אלו עולה:

1. **אית צרעית** - המראות בין 06:30-7:30, נჩנות בין 16:30-17:30, **סה"כ 10 שעות נדייה בממוצע.**
2. **חסידות לבנות** - המראות בין 07:30-8:30, נჩנות בין 16:30-17:30, **סה"כ 9 שעות נדייה בממוצע.**
3. **עיטי חורף** - המראות בין 08:00-09:00, נჩנות בין 15:30-16:30, **סה"כ 7.5 שעות נדייה בממוצע.**
4. **שכנאי מצוי** - המראות בין 08:30-09:30, נჩנות בין 16:00-17:00, **סה"כ 7.5 שעות נדייה בממוצע.**

השניי במספר שעות הנדייה ליום מושפע בין היתר שלושה גורמים עיקריים: הראשון והחשוב הוא הגורם האקלימי (יפורט בפרק 3.6.2), הגורם השני הוא אורך היום והגורם השלישי הינו עומס הכנף. מינים המגיעים מוקדם בעונה והם בעלי עומס כנף נמוך כמו אית הצעיר נודדים 10 שעות, ומינים המגיעים מאוחר ובעלי עומס כנף גבוה כמו השקנאים נודדים רק כ-7.5 שעות עקב תלותם הגובה יותר בתרמייקות.

החסידה הלבנה מבצעת בממוצע רב שניתי טיפוס של 3.4 דקות בתרמיקה, בממירות 30 קמ"ש, וכן Übertragung בתרמיקה אחת בממוצע מרחק של 1699 מטרים. מנתון זה הופחת הגובה האנכי של טרמיקה ממוצעת של החסידות (250 מטר), שכבר חושב קודם בגובה החללי, כך שה"כ עשו חסידה בתרמיקה 1449 מטרים נוספים. החסידות מטפסות בממוצע 5.6 טרמייקות בשעה, וביום נדייה ממוצע של 9 שעות 50.4 טרמייקות. בהתאם מתבצעת הארכת דרך ממוצע של 37 ק"מ נוספים. מהירות ממוצעת מישורית של חסידות ליום היא 38.7 קמ"ש, כך שבימים ממוצע מבצעת החסידה נדייה של 348 קילומטרים. הטיפוס בתרמייקות מוסיף בהתאם עוד 20.9% למסלול הנדייה.

Michev & Profirov (1988) עקו בין השנים 1979-1983 אחר נדיות הסטי של החסידות לאורך החוף הבולגרי של הים השחור, בעזרת רשת צופים קרקעיים ומכ"ם. מנתוניהם עולה, כי קצב הנדייה ממוצע של החסידות מעלה היבשה מגע ל-8.29.8 קמ"ש, נתון זהה כמעט למהירות של 38.79.6 קמ"ש שנמדדה בישראל. מהתוצאות נודדות החסידות בממוצע יומי 8:48 שעות, ומ恣יפותנו 9 שעות. בהתאם לכך חישבו החוקרים הבולגרים טווח תנואה יומי של 336 ק"מ לעומת 348 ק"מ שהושבו בעבודה זו בישראל. הבדלי הנתונים בין בולגריה לישראל מוגעים ל- 1.3%, 2.3%, 3.5% בהתאם, ומאמנים את תוצאות העבודה זו. בישראל הנתונים משלבים נדיות סטי וואב, ובבולגריה נדיות סטי בלבד.

מהחישובים שהוצעו בטבלה 24 עולה, כי העופות הדואים מאריכים את דרכם, באופן משמעותי ביוטר, בין 48.1%-51.9%, בהשוואה למעופפים אקטיביים המבצעים קו טיסה ישיר מאזור הקיון לאזור החריפה. למרות הארכת הדורך באלפי קילומטרים לכל מין, נחסכת אנרגיה רבה (כפי שפורט במאובא), והפסד האנרגיה היחסי הנוסף שלא נלקח בחישובים הוא הגדלת בלאי הנוצאות כתוצאה מהארכת הדורך. נראה, כי הבלאי מתכוון בהשוואה לבלאי הגובה יחסית של התעופה האקטיבית לעומת התעופה הפסיבית.

**טבלה מ' 24:** חישוב הארכת מסלול הנזירה (כיוון אחד) של 4 מיני עופות דואים ממרכז איזור הקינון אל מרכז איזור המרחב.

**Table 24:** The extention of the migration route (one direction) from the breeding grounds to the wintering grounds center for 4 soaring bird species

#### a. Calculation of the daily progress scope

א. חישוב טווח התקדמות יומי (ראה פירוט בטקסט)

b. Calculation of seasonal progress scope:

ב- מישור אונומטיקה אונומטי:

14 סה"כ הארכת דרך משוערת בקילומטרים (ובאתזוזים)	13 הארכת הדרך עקב הסחרור בטרמייקות (ב-%)	12 הארכת הדרך עקב התקרומות בקו מישורי (ב-%)	11 הארכת הדרך עקב התקרומות בקו אופייני (ב-%)	10 קו הנזירה שמבווצע בפועל - (Cramp & Simmons, 1980 Mead 1979) (ב-%)	9 הקו האופייני מרכז אזור הקיינון למרכו אזור חיריפה (Cramp & Simmons 1980) (ב-%)
8,192 ק"מ (91.1)	29.1	2.4	25.6	+ 1330 ק"מ (+34%) 34.2	* 3885 * (?) אזור חיריפה משוערים שKENAI P. onoc-
11,080 ק"מ (66.3)	20.9	3.4	12.5	+ 1440 ק"מ (+16.6%) 11,6	= 111X60° ק"מ 6660 C. ciconia חסידה לבנה
10,002 ק"מ (48.1)	9.3	2.5	10.7	+ 1665 ק"מ (+25.6%) 6500	A. pomarina עיט חורף
13,759 ק"מ (57.2)	6.5	5.5	22.2	+ 1920 ק"מ (+23%) 8325	P. apivorus אית צרעה

- |                                                                                                               |                              |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| <b>1. Average number of migration hours per day</b>                                                           | נופים והדאון הממונע          |
| <b>2. Average progress velocity (k.p.h)</b>                                                                   | (סיט)                        |
| <b>3. Average number of thermals per hour</b>                                                                 | טבלה 23                      |
| <b>4. Average daily distance covered (km).</b>                                                                | חווד נתוני האביב והסתורן     |
| <b>5. Number of migration days –estimated</b>                                                                 | תקבל מהכפלת סעיף 1 בסעיף 2   |
| <b>6. Average soaring time in thermals –minutes</b>                                                           | קובל: מסעיף 9+10 חלקו סעיף 4 |
| <b>7. Gliding velocity in thermals (k.p.h)</b>                                                                | ה 23                         |
| <b>8. Aerial distance from breeding ground center to wintering ground center (Cramp &amp; Simmons, 1980).</b> |                              |
| <b>9. Aerial distance actually covered (Cramp &amp; Simmon, 1980; Mead 1979).</b>                             |                              |
| <b>10. Distance increase due to flight along the surface.</b>                                                 |                              |
| <b>11. Extension of distance due to progress along the surface line (in %).</b>                               |                              |
| <b>12. Extension of distance due to progress in space (in %).</b>                                             |                              |
| <b>13. Extension of distance due to spinning in thermals (in %).</b>                                          |                              |
| <b>14. Total estimate of distance covered in absolute numbers and %</b>                                       |                              |

### **3.6 השפעת התנאים האקלימיים על נסידת העופות הדואים\***

**3.6.1\* מבוא: הגורמים האקלימיים העיקריים המשפיעים על זמן, עוצמה, נתיב וגובה נדיות העופות הדואים, ואופן איסוף הנתונים במחקר.**

למבנה האטמוספירה והשתנות התנאים האקלימיים במישור הזמן והמרחב תפקיד מרכזי בקביעת אופי נזירותם של העופות הדואים, והיכולת לחזות שינויים בהתחנה שלהם. מספר סקרים ספורות ממוצוא מסכימות את השפעת האקלים על הנדידה: Alerstam, 1978A; Richardson, 1978; Kerlinger & Moore, 1989; Hough, 1960; Lack, 1960; Heintzelman, 1975;

**ניתן ללמידה על תלות הנדידה בשינוי מג-האויר בשתי רמות שונות:**

**א. המישור הגלובלי, או המקרו (Mesoscale):** כיצד משפיעים שינויים אקלימיים גלובליים באוריינט, החריפה ולארוך נתיב הנזידה על אופני נזידות העופות הדואים במשור הזמן והמרחב. על פני כדור-הארץ קיימים, כיוון, שלושה גושי אוויר עיקריים: שני הגושים הפלוריים והגוש הטרופי. אזור המפגש ביניהם הוא אזור "החזית", שלאורכו מתפתחות הഫראות הנזילות - קלומר, האפיקים והשקעים. באורם הים התיכון קיימת חזית מפגש בין אוויר קר מאירופה ואוויר חם מאפריקה, הנורמת להעתקן וחיזוקן של המערכות הסינופטיות. נוצרת זרימה סיבובית של שקעים וחזיות קרות באחוריו השקע (מערבה) וחזיות חמה בקדמת השקע (מזרחו). שינוי התנאים הסינופטיים - הTEMPERATURE, הלחות היחסית, הלחץ והרוח - יוצרים תנאים העשויים להשפיע על הנזידה לאורך מאות ואף אלפי קילומטרים (Kerlinger, 1989). חוקרים רבים הראו מתאים בין תנועה חזקה של גלי נזידות עופות דואים במקביל למעבר חזיות קרות ואזור לחץ ברומטרי נמוך (Heintzelman, 1975; Millsap & Zook, 1983; Broun, 1961; Hough, 1972).

הטופעה אוביינית בעיקר בנדידות הסטיוי, עת אוצר לחץ ברומטרי נמדד מטרון לאזרר בו נמצאות הציפורים מזרז את יציאתו לדרך. המעבר של חזיות קרות עוזרות לעופות הנודדים על-ידי יצירת רוחות צפונ-מערביות היוצרות תנאים מועדפים לאורמי אויר עולים לאורך רכסיו הרריים. באביב, לעומת זאת, רוחות דרום-מערביות חממות, המלוות באורי לחץ נמוך, יוצרות תנוצה חזקה של עופות זורסים כי רוחות דרום-מערביות חממות, המלוות באורי לחץ נמוך, יוצרות תנוצה חזקה של עופות זורסים (Hough Able & Moon, 1965 Moon & Able, 1982). בקיץ, כי מרכיבי מג'ה אויר המועדף בצפון אמריקה, בנידות האביב, הפוכים לנידות הסטיוי. הקטע באטמוספירה בעל חשיבותו הגדולה בנידות עופות דואים כולן את החלקים התحتיים של הטורופוספירה, ורוב שכבות הערבול שמעל לפניה השטח, בגובה של� ברוב המקרים על קילומטר עד קילומטר וחצי.

**ב. המישור המקומי (Microscale):** בגיןוד להשפעות מג'הויר הגלובליות, היכולות להשפיע על אופי הנזיפה למשך מספר ימים רצופים, קיימת שורה של גורמים אקלימטיים מקומיים בעלי משרעת השפעה בטנית יותר. ולפרקי זמן מוגבלים יותר.

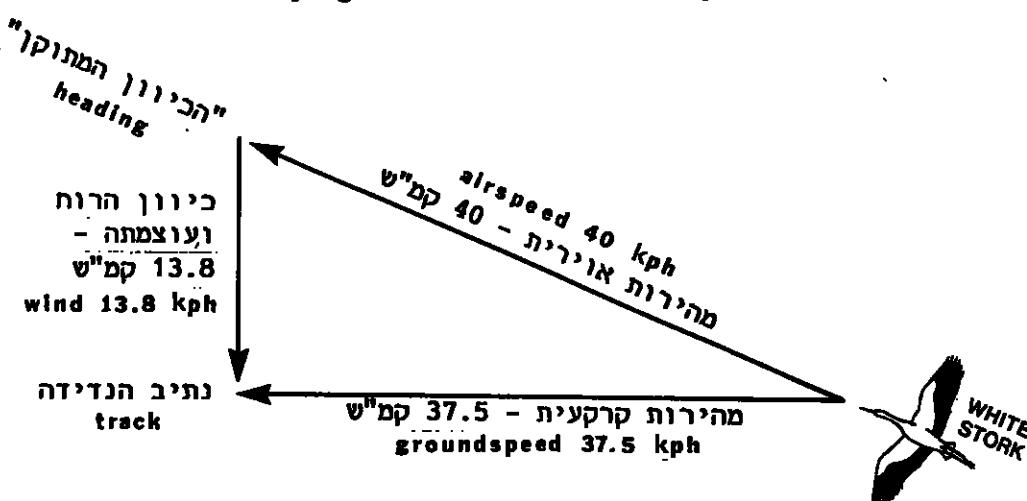
\* פרק זה הוצגו החומרים והשיטות בתוך הפרק לפני התוצאות, כדי ליצור רצף אחד מובן לנושא שאינו ביולוגי.

רוב החוקרים, שבדקו את השפעות מג-האוויר על הנדידה, התייחסו לתופעות במשור המקרו, ומיעוטם במשור המקרו (Kerlinger, 1989). למספר גורמים חשובות משמעותית בקביעת אופי הנדידה:

**ב. כיוון ועוצמת הרוח** - לרוח תפקיד חשוב בעיצוב אופי הנדידה: כיוון נשיבת הרוח ועוצמתה קובעים את מהירות הקרקעית של התקדמות הציפורים. עוף דואה, המתקדם ב מהירות אויר מסוימת, מוסט מתיב נדיות בהתאם לכיוון ולעוצמת הרוח. בהתאם, משתנה קצב התקדמות הקרקעית של העוף הדואה כפי שמודגים אייר מס' 30. העוף הנודד "מתוך" בהתאם לכיוון ולעוצמת הרוח את כיוון התקדמותו, כך שבפועל ינוע בתיב התקדמות "המתוכנו", במידה שימסר על זוויות התקדמות קבועה לכיוון נשיבת הרוח.

### אייר מס' 30: השפעת הרוח על מהירות וכיוון התקדמות

**Fig. 30: Effect of wind on flock progress direction and velocity**



בדוגמה המוצגת, מהירות הקרקעית הופחתה ב-6% מכיוון שקוסינוס 20 שווה 0.94. מאחר שבמעקב בדאו המונע לא ניתן למזרז את כיוון ועוצמת הרוח באופן שיטתי לאורך כל נתיב הנדידה, מהירותות המוצגות הן תמייד מהירות הקרקעית שנמדזה על-פי הזמן שעברו העופות הדואים בין שתי נקודות גיאוגרפיות שמעליהם חלפנו בפועל יחד עם הציפורים הנודדות. הרוח במקומות נתון מושפעת מהטופוגרפיה, המגב האקלימי המקומי, והתurbulencies הנוצרות מהתחומות הקרקע. בעקבות זאת ברור, שהנודדים חיברים לעבור כל הזמן דרך שדות כיווני רוח ועוצמה משתנים, במקום ובזמן נתון, בהתאם לנינוי היבר (Gauthreaux, 1978).

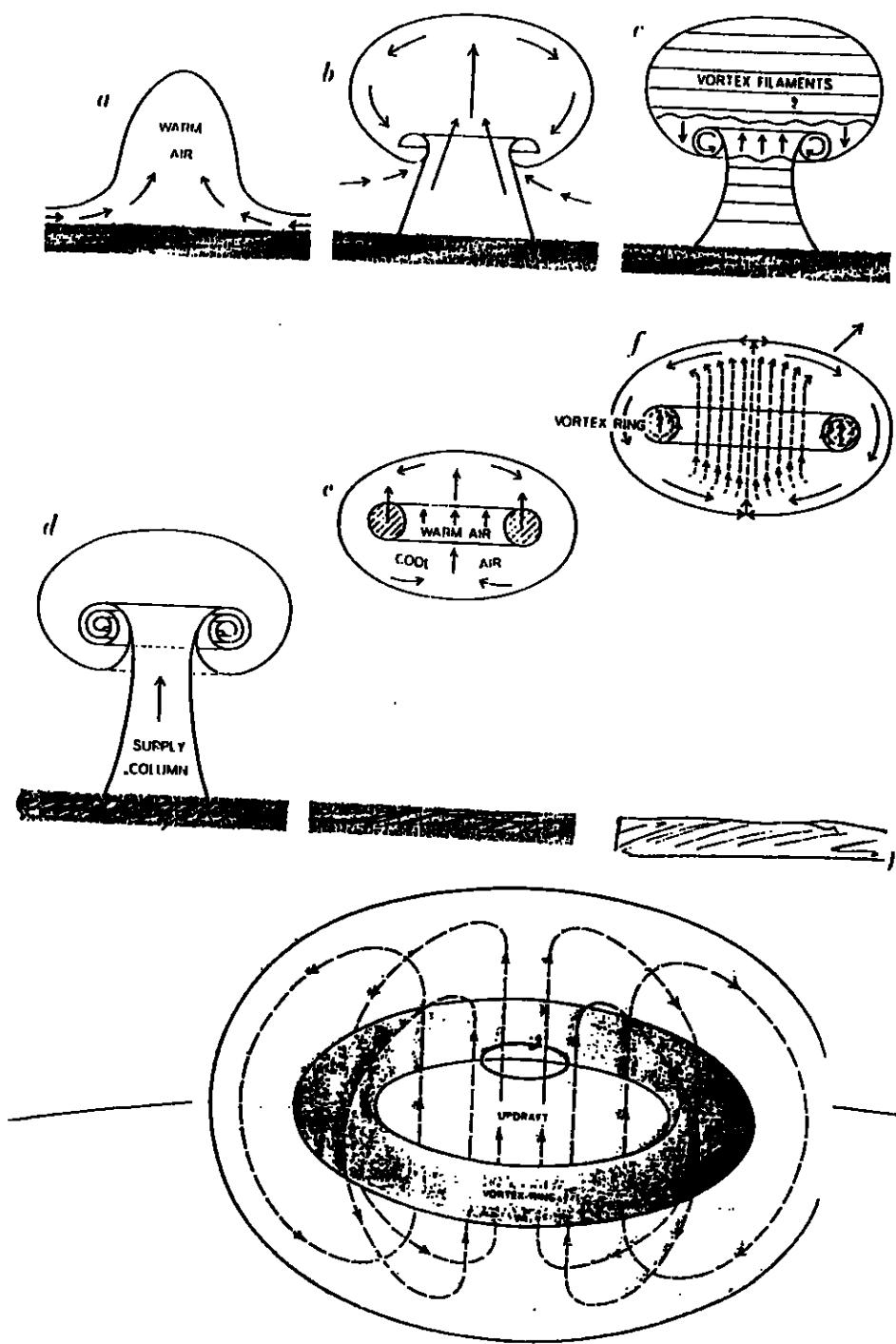
**2. זרימת אויר אנכית** - שני סוגים עיקריים של זרמי אויר עלולים להשפיע על אופי נדיות העופות הדואים: הולכת חום לאטמוספירה הנוצרת מחימום צדור-הארץ (-קונוקציה, היוצרת את התרכימות), וזרמי אויר אופקיים, המостиים כלפי מעלה כתוצאה מגעה ברכסי הרי, עציים וכד' (Deflective updrafts). למרות שני הסוגים מנוצלים בנדידה, לגרום הראשון תפקידי מרכזי בנדידת העופות הדואים, (Heintzelman, 1975). תרמיקה נוצרת לאחר שאנרגיית השמש נקלטה בזוהר על פני השטח. כתוצאה מחימום השטח מתחמס גם האויר מעל לפני השטח. מפל החום (Z) ומפל הלחץ (P) גורמים לאויר החם להתרומות (a), ובמקומו חודר אויר קר - נוצרת בועה (b). זרימות על פני הבועה יוצרות שכבות של טבעת מערבולות פנימיות (c,d). הבועה מתרוממת, והואיר קר ממשיך לחדר מלמטה (e) עד שהבועה מתפוגגת ונעלמת (f). הדורס מסתחרר על המערבולות החמה, המוקפת בזרמי אויר קרims (g).

תאוריה מקבילה לזו שתוארה, מצינית עמוד מתמשך של אויר חם מפני הקרקע ומעלה. תמונות מכ"ם מאשרות את הימצאות העמוד המתמשך, (Kerlinger, 1989), וכן תוצאות מהדאון ממונע המראות המשיכות של הנקות מצטרפות בתרמיקה לרוחב כל תרמיקה כל חלקן, ומשתלבות זו בזו. גוש האויר החם עולה לגובה של מאות מטרים, רוחב עד לגובה של כ-5 קילומטר ולעיטים יותר. באוויר שבו מפל הטמפרטורה נחלש התרמיקה נעלה. עוצמת התרמיקה וגובה משתנים בהתאם למספר גורמים כמו המפנה שבו נוצרה התרמיקה (צפוני או דרומי), עוצמת הרוח האופקית, חיריפות מפל הטמפרטורה עם העלייה בגובה, כיסוי העננים, מיקום גיאוגרפי, אופי פני השטח הסופח חום (albedo) ואופי ההחזרה שלו. קיימים הבדלים גדולים בנושא בין שלג, ים, חול וכד' (Oke, 1978).

איור 31: שלבי הייצורות התרמייה:

**Fig. 31: Stages in the formation of thermals**

(C. D. Cone (1962) The Soaring Flight of Birds' Scientific American : מตอนך)



בשעות הבוקר המוקדמות, טמפרטורות פני השטח נמוכות. לעיתים קרובות, האוויר מעל פני השטח במאה המטר הראשונים חם יותר מפני הקרקע, ונוצרת אינורסיה עם שכבת אוויר יציבה שלא מאפשרת יצירת תרמיות. עם התחלמות הקרקע משתנה הטמפרטורה בין הקרקע לאוויר, נוצרת אי-יציבות ותחילת התרמיות. בין 3-5 שעות אחרי הזריחה מתפתחות תרמיות חזקות. Rowland (1973) עקב בעזרת מטוסים ומכ"ם אחר קצב התפתחות התרמיות בוירגיניה, ארה"ב, ומצא כי בין 06:35-10:20 גובה התרמיות עלתה באופן לiniاري בקצב של 228 מטר לשעה (3.8 מטר לדקה), והגעה בממוצע לגובה של 5000 מטר מעל פני השטח. Konrad (1970) מצא, בעזרת מכ"ם, שיעור עליית תרמיות בין 07:00-08:00 - 2 מטר לדקה, בין 10:00-11:30 עלה הקצב ל-6.1 מטר לדקה עד לטיפוס של כ-1600 מטר. Konrad (1970) מצא, כי התרמיות עד 9:00 היו בקוטר של 100-200 מטר, ולקראת הצהרים הקוטר הגיע לעיתים עד ל-1000 מטרים.

גובה התרמיקות משתנה בהתאם למספר גורמים כמו עונות השנה, אווית השימוש מעל האופק, אורך היום, ואופי CISIO הקרקע (שלג, צמחיה, וכו'). ככל שהימים מתאריכים, נוצרות יותר תרמיקות בעלות עצמה, ולקראת סוף אפריל התרמיקות חזקות ונפוצות. בימים של שמיים בהירים, בהם עבר אוור קר מעלה יבשה מוחוממת, תיווצרנה תרמיקות חזקות במיוחד.

#### ג. גורמי אקלים נוספים:

לחץ ברומטרי, טמפרטורה, ולהחות יחסית הם גורמים אקלימיים הקשורים לעיתים קרובות אחד לשני ולשינוי כיוון הרוח. עליה בטemptatorה, ירידה בלץ ברומטרי ועליה בלחות קשורה לעלייה, במקביל, בנזידת עופות דואים (1970, Richardson). למראה שמספר חוקרים הראו מתאם בין עליה באחד הגורמים עם עלית מספר הנודדים (למשל, טמפרטורה), הרי שההתמונה לא ברורה לחלוtinן עקב העובדה שמספר גורמים נוספים קשורים בשינוי הנזידה, כמו התפתחות תרמיקות וכו'.

גשם, עננות וראות מוגבלת. מספר חוקרים, שעקבו בעוזרת מכ"ם וצופים אחר הנזידה, הראו באופן מובהק ירידה משמעותית במספר הציפורים הנודדות בנים או בשלג (Alerstam, 1978; Hussell, 1985; Gauthreaux, 1984). הנושא אומת גם בעוזרת מעקב רדיו-טלמטריה (Wege & Raveling, 1983). ימי גשם מאחרים את שעת ההמראה בימיה שהנודדים יוצאים בכלל לדרך (Kerlinger & Gauthreaux, 1981) (1981) סיכם, כי רוח וגשם הם גורמי מג-האזור המרכזים המשפיעים על הנזידה. עננות וחוסר ראות הם גורמים נוספים, המפחיתים את עוצמת הנזידה במיוחד אצל עופות דואים, שעקב השילוב של חוסר תנאים פיזיקליים מתאימים, וחוסר רמזים להסתמצאות בניות הנטייה ימנעו מלבאת לדרך (Richardson, 1989).

#### מערכות אקלים בעונת הנזידה באזור המתקב:

אחד הגורמים העיקריים העיקריים, המעציבים את אוזרנו, הינו הרמות הסובטרופיות השוכנות בקווי-רחוב 25-30. בקי' הרמה הסובטרופית מצינה, משטרעת על פני צפון אפריקה והאזור התיכון, וגרמת למוג-האזור יבש, חסר גשמי. בחורף הרמה מדירימה ומאפשרת לשקעים צפוניים קרים לפקד אזור האור, בליווי חייזות ונשמיים. גורם אקלימי חשוב נוסף, המשפיע, אמנם בעקבין, על האור הינו המונסון. תופעות המונסון אין מתרחשות בארץ, אך השפעתו של המונסון מגיעה הן מרחבי אסיה והן מקרון אפריקה. בקי', האפיק הפרסי, שמוצאו במונסון היהודי, מגיע לאוזרנו מהמזרח. בחורף, הרמה הסיבירית מגיעה לעיתים מזפון-מזרחה, ובעונת המעבר שולט בארץ אפיק ים-סוף, שהינו שלוחה של השקע הסודי.

תופעה אקלימית חשובה, יהודית לאזור זה, הינה השקע החמשיני. חוף צפון אפריקה מהווים אזור מפגש בין שני גושי אוויר שונים מאוד זה מזה - אוויר חם ויבש מהדרום ואוויר קר ולח מהצפון. מצב זה הינו ציגלונטי (- מצב אקלימי היוצר השקעים) ומוליך השקעים חמימים, הנעים מזרחה. השקעים, המכונים חמיסינים, נפוצים בעונות המעבר (בעיקר באביב).

מערכות סינופטיות בחודשי מרץ - מאי - תקופה אביב או מתאיינט, במיוחד בתחילתה, בתחוםות מג-האזור. השקעים החורפיים הקרים עדין פוקדים את האור, אך עם הזמן מפנים את מקומם לשקעים החמשיניים החמים. בין זה זה שולט באזור אפיק ים-סוף.

מערכות סינופטיות בחודשי אוגוסט - אוקטובר - בחודש אוגוסט שורר במזרח התיכון האפיק הפרסי (שמקורו במונסון היהודי). האפיק הפרסי משתרע דרך ארין ועירק לעבר סוריה וטורקיה ומשתלב באוזרנו עם הרמה הסובטרופית, המתפשט מזפון אפריקה לעבר ישראל. בספטמבר מתחילה נסיגת הדרגנית של האפיק הפרסי, ואפיק ים-סוף עולה במקומו מהדרום. חדש אוקטובר נתון לשילוטו של אפיק ים-סוף, שנופרע לעיתים על-ידי השקע חמיסיני או השקע קר.

להלן מובא תיאור סכמטי של תופעות מזג-האוויר בכל אחד ממחבבים הסינופטיים שהוזכרו לעיל (ראה גם איור מס' 23).

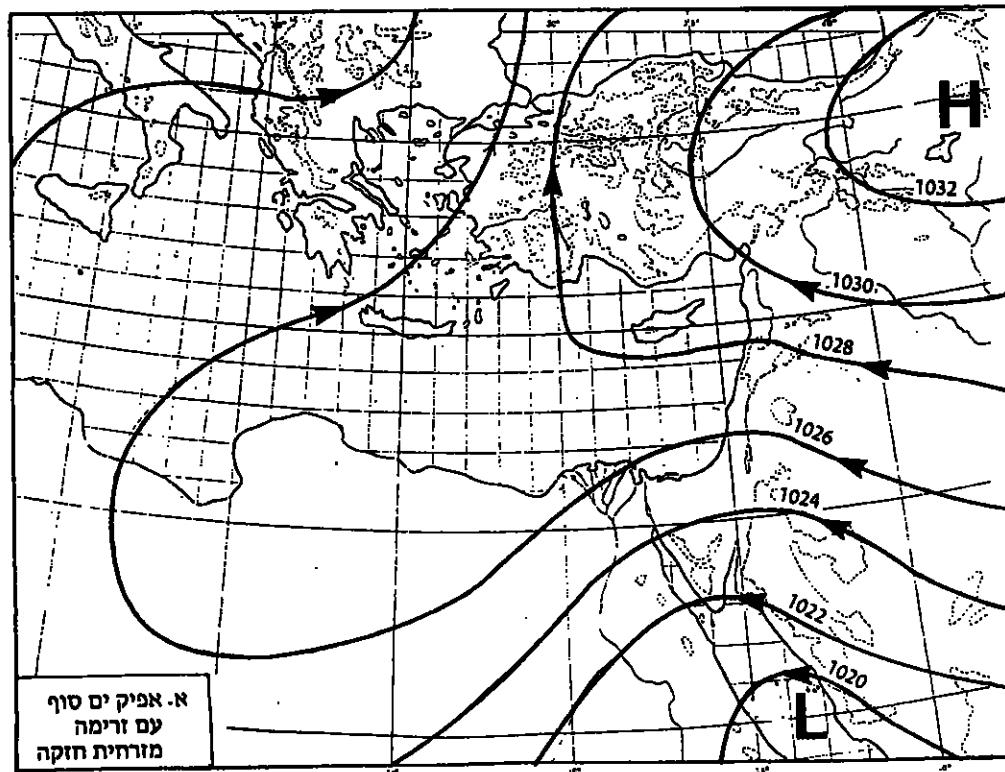
**אפיק ים-סוף** - בדרך כלל הוא מתופיע במזג-האוויר נוח, אך לעיתים גורם לרוחות מזרחיות חזקות וסופות חול (סעודיה, ירדן), אף מביא מזג-האוויר סוער בעל אופי סובטרופי (אפיק ים-סוף "פעילי"). אפיק ים-סוף מגלה התמדה רבה ולעיתים שווה באורך סודה רצופה של עשרה ימים ויותר.

**שקע קר** - גורם למזג-האוויר מעונן וגשם, המלווה לרוב ברוחות חזקות הנשבות מכיוון דרום-מערב עד צפון-מערב. לעיתים, באזורי מדבריים, משתוללות סופות חול. שקע קר עוזב את האזור בדרך כלל תוך יומיים - שלושה.

**שקע חמיסיני** - שקע חמיסיני נוצר בצפון אפריקה ומתקדם מהר לעבר ישראל. מלבד החום הגבוה והיבש, השקע חמיסיני מלאה ברוחות דרום-מזרחיות עד דרום-מערביות עזות, הגורמות לסופות חול קבועות, מזג-האוויר מגיע לשיא עצמו עם "شبירות" החמסין, כשהרווח חנה לצפון-מערב. לרוב, שקע חמיסיני חולף את האזור תוך יום-יומיים, לעיתים החמסין נמשך זמן ארוך יותר.

**אפיק פרסי** - האפיק המגיע בקיצ' מאזור המפרץ הפרסי נושא בתוכו אויר חם ויבש, אלם בהגיעו לים התיכון אויר מתקרר וצובר לחות. אויר מקורו זה חודר לחופי ישראל עם הרוח הנשבת מים. בוגל תופעת הבריזה, הרוח הימית מתעצמת בשעות הצהרים וחודרת עמוק יותר לתוך היבשה.

האוויר הימי הקriger יוצר אינורסיה במפל הטמפרטורה עם הגבה, המכונה אינורסיה מרינית. מזג-האוויר באורך כולה הינו נאה וחסר גשמיים במשך כל עונת הקיץ.



**איור מס' 32: 4 מפות מייצגות למצבים סינופטיים בעונות המעבר:**

**Fig. 32: Four representative synoptic maps from migration seasons**

a(1) Developed Red Sea trough

b.Cold depression with a cold front

c."Hamsin" (hot air) depression

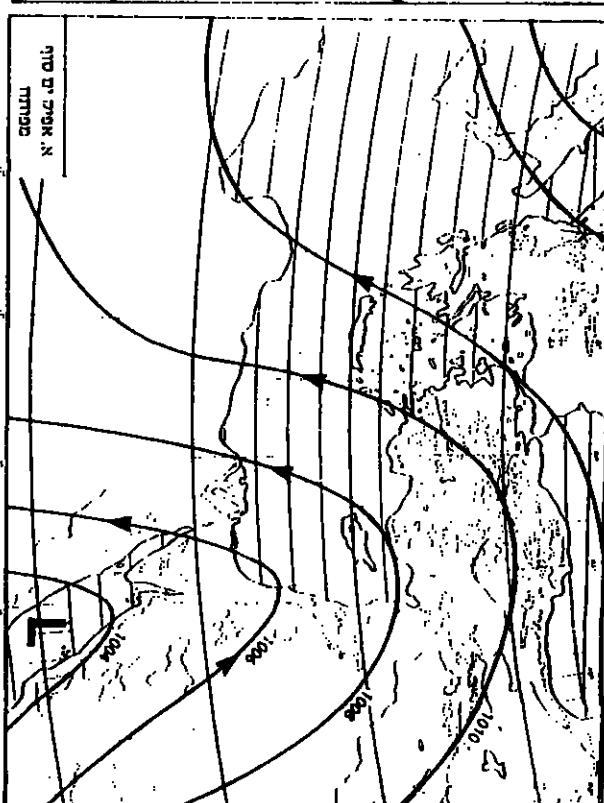
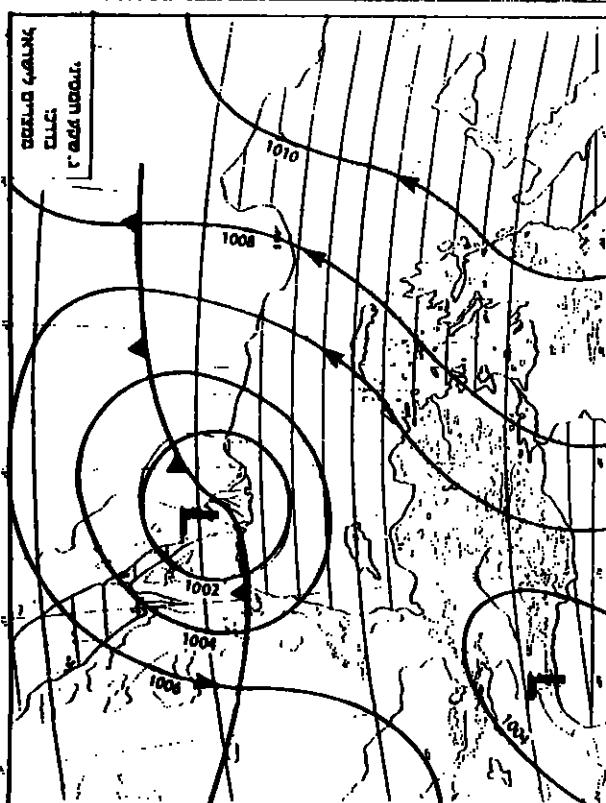
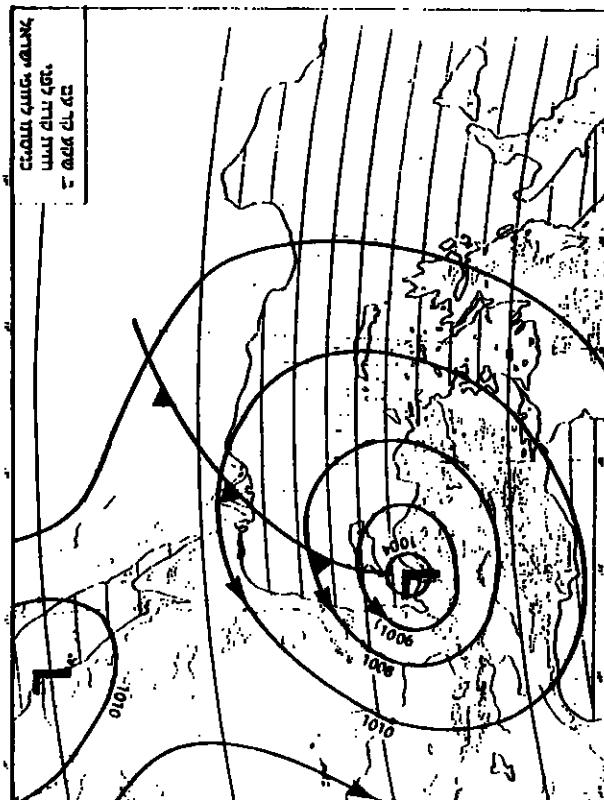
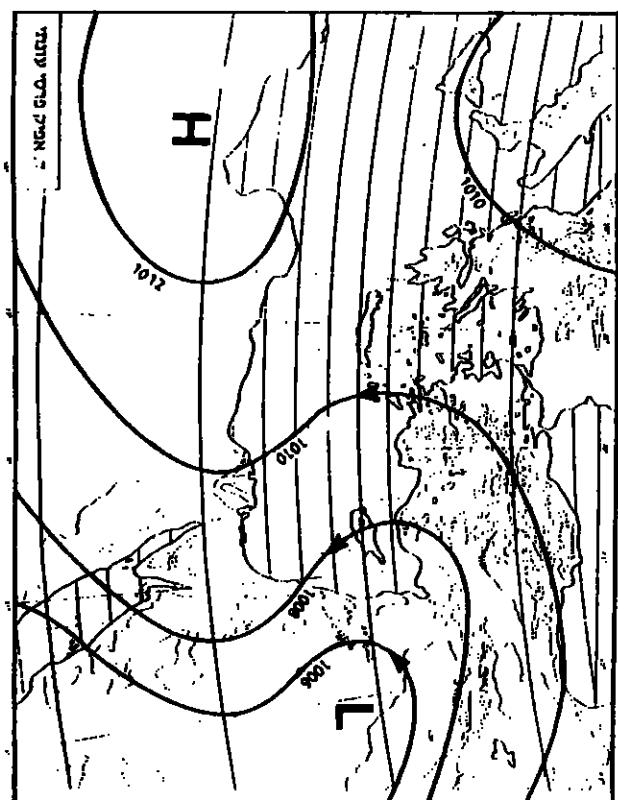
d.Seasonal Persian trough

א(1). אפיק ים-סוף מפותח

ב. שקע קר עם חזית קרה לפני כניסה לחופי ישראל.

ג. שקע חמسيני בדרךכו ממצרים לישראל.

ד. אפיק פרסי עונתי



## שיטות איסוף הנתונים האקדמיים ועיבודם:

**א. איסוף נתונים בשדה** – בזמן הטיסות בדאו המטונע נרשמו כל שער נתוני המהירות וכיוון הרוח כפי שנמשרו בקשר למגדל-הפיוקו הקרוב למקום הדאון (ברוב המקרים מגדלי-הפיוקו של בסיסי חיל-האוויר). במקביל, נרשמו כל שעתיים נתוני מזג-אוויר שנצפו בדאון וכללו: סוג העננים, אחוז כיסוי העננים (ב-8/1) וגובה בסיס הענן. כן נרשמו אירופי מזג-אוויר בולטים כמו: אובך, גשם, ערפליים ועוד'. במקביל, נרשמו במכ"ם הגישה בתב"ג, مدى שעה, נתוני הרוח ועוצמתה.

**ב. איסוף ועיבוד נתונים אקלימטיים בשירות המטאורולוגי** – הנתונים שנאספו בסעיף א' היו חלקיים, וננתנו תמונות מצלב מוגבלת מאוד, ולכן נעזרתי בנתונים שנאספו באופן שיטתי על-ידי השירות המטאורולוגי ועל-ידי חיל-האוויר. עיבוד הנתונים המטאורולוגיים התבצע בעזרת המטאורולוג סאל (AMIL) ריצ'רד אברמסקי, שהיה במשך מספר שנים מפקד מרכז המטאורולוגיה של חיל-האוויר ומנהל יחד עם ד"ר נח ולפסון את חברת מטאו-סק, שירות מטאורולוגיה בחו"ם.

נתוני המחקר שנאספו בעזרת 5 שיטות מקבילות (ראה פרק 2.2.5) עובדו למאגר נתונים משותף, שהולך לשבעה קרייטריונים בנידות הסטיי והאנבי:

1. זמן ההופעה של המינימום השוניים (לפי יומם משוקל, يوم חציוון ויום שיא). 2. כמות ההופעה של המינימום השוניים. 3. נתיב הנדידה האופקי. 4. נתיב הנדידה האנכי. תנודות בעיר הנדידה האופקי בשלושה חתכים שונים: 5. חתך יומי. 6. חתך עונתי. 7. חתך שנתי.

לכל נושא נבדקה החוקיות הרב-שנתית ומובוקותה. את התוצאות שהתקבלו משבעת החתכים שצינו חילקו שלוש קבוצות:

**א. נתונים מעקב המתאים לממוצע הרב-שנתי**: (לדוגמא: כל טיסות המקבב שברן התקדמו העופות הדואים בגובה ממוצע, ב מהירות ממוצעת ובנתיבים שהוגדרו כנתיבי הנדידה המרכזיים).

**ב. נתונים מעקב מתחת לממוצע הרב-שנתי או בסטייה מהנתני**: כל האירועים שבהם אופיין גובה טישה נמוך ב-20% מהממוצע הרב-שנתי (ראה טבלה 23), מהירות התקדמות איטית ב-20% מהממוצע הרב-שנתי (ראה טבלה 23), כמות פרטיטים קטנה ב-20% מהממוצע הרב-שנתי (ראה איורים 5-6), איחור של 3 ימים בהופעה מהימים הממושעים, המשוקלים (ראה טבלה מס' 9-10) ועוד'.

**ג. נתונים מעקב מעל לממוצע הרב-שנתי**: כל האירועים שבהם אובייחנו גובה דאייה גבוהים ב-20% מהממוצע הרב-שנתי (גם בחלק מהימים),ימי טישה או שעوت טישה גובהים מהממוצע הרב-שנתי ב-20% (ראה טבלה 23), שנים שברן הופעה סך-הכול כמות גדולה ב-20% של מין מסוים מהממוצע הרב-שנתי (ראה איור 5-6), או אפילו ימים בודדים שבהם הופיעו כמותות גדולות ב-20% בהשוואה לימים מקבילים מהממוצע הרב-שנתי ועוד'.

שלוש הקטגוריות שצינו, רוכזו נתוני המכ"ם, הדאון, הצופים הקרקעיים, המזלי"ט והמטוס הקל, והן נבחנו בשתי רמות:

**1. רמת המקרו** – כל האירועים שבהם נראו הבדלים משמעותיים, עשויים לנבוע מגורמים ברמת המקרו. (לדוגמא: הופעה של 75,031 עיטי ערבות באביב 1985 לעומת ממוצע רב-שנתי של 134,28. או, לחופין,

הופעה של 509 ניצים קצר-אצבועות בלבד באותו אביב, לעומת ממוצע רב-שנתי של 2,278,16 ועוד').

בכל האירועים ברמת המקרו רוכזו כל הנתונים האקדמיים הזמינים באזורי הקינון, החירפה או הנדידה הרלונטיים לנבדקו, ונבדק האם ניתן למצוא התאמה בין השינויים האקדמיים לשינויי הנדידה.

**2. רמת המיקרי** – בכל הנתונים שנראו בהשפעה מקומית (לשיקול המטאורולוג או החוקר), נבדקו בשירות המטאורולוגי ובחיל-האוויר נתונים מטאורולוגיים רלונטיים (לדוגמא: בכל תמנות המכ"ם במרכז הארץ, שהן נראו הנתיבים מוסטים מהנתיב הממוצע שהוגדר, נבדקו הנתונים האקדמיים המקומיים).

### 3.6.2 השפעת הגורמים האקלימיים על ציר זמן ההופעה וההיעלמות של העופות הדודאים

מניתו נטווני התאריכים של הופעת המינים השונים בחטף רב-שנתי (ראה טבלה מס' 10,9) עולה, כי קיים דיקוגרף גבורה בזמן ההפעה. בחלק גדול מהמינים יום הגעה הממוצע בתשע שנות המקבב בנדידת הסתיו נע במשערת של  $1.35 \pm 2.76$  ימים בלבד. הדיקוגרף הרוב בזמן הופעת הדודאים נבע מיכולת הציפורים להתבסס על השינוי באורך היום כשרכיב העיקרי המשנה את זמני ההפעה הם התנאים האקלימיים (Alerstam, 1990; Mead, 1983; Berthold, 1990; Kerlinger, 1989).

ניתן לבדוק את השפעת השינויים האקלימיים על ציר הזמן בשתי רמות:

- א. במקרו - בעזרת בדיקת מערכות הלוח, המוכרות והמודגמות יום-יום על מפות מטאורולוגיות, הקוויות גס "מערכות-סינופטיות". גודלו הינו אלף קילומטרים (או הקטנות יותר - מאות ק"מ) ובעזרתו נבדקו והושוו ימי הגעה ממוצעים לעומת ימים שבהם איחרו או הקדימו להגעה המינים השונים בחטפים רב-שנתיים.
- ב. במייקרו - בדיקת התופעות המקומיות והשפעתן על ציר הזמן. מהנתונים שנאספו במחקר, נבדקו 83 אירועי זמן חריגים בנדידת הסתיו והאביב בעזרת המפות הסינופטיות, הטפיגרמות ונתוני הרות, וב-76 מקרים נמצאה סיבה ברורה לציר הזמן עקב תופעות אקלימיות. להלן מספר אירועים מייצגים שנבדקו בנדידת הסתיו ובנדידת האביב של מספר מינים שונים.

#### א. גוזיאות השפעת האקליט במקרו - בנדידת הסתיו

שינויים אקלימיים עלולים לגרום לעיכוב הנדידה למספר ימים, ומאידך, לגרום להופעת גלי נדידה גדולים מה ממוצע הרוב שנתי. להלן מובאות מספר דוגמאות מתוך עשרה הסתיות שנבדקו, המייצגות מחד גיסא עיכוב נדידה בעקבות שקע (עיטי חורף), ומאידך, הנברת נדידה מאותו השקע (בז' ערבי), ובמקביל הגברת הנדידה של עיטי חורף ואירוע חריגים כתוצאה משינוי אקלימים אחרים.

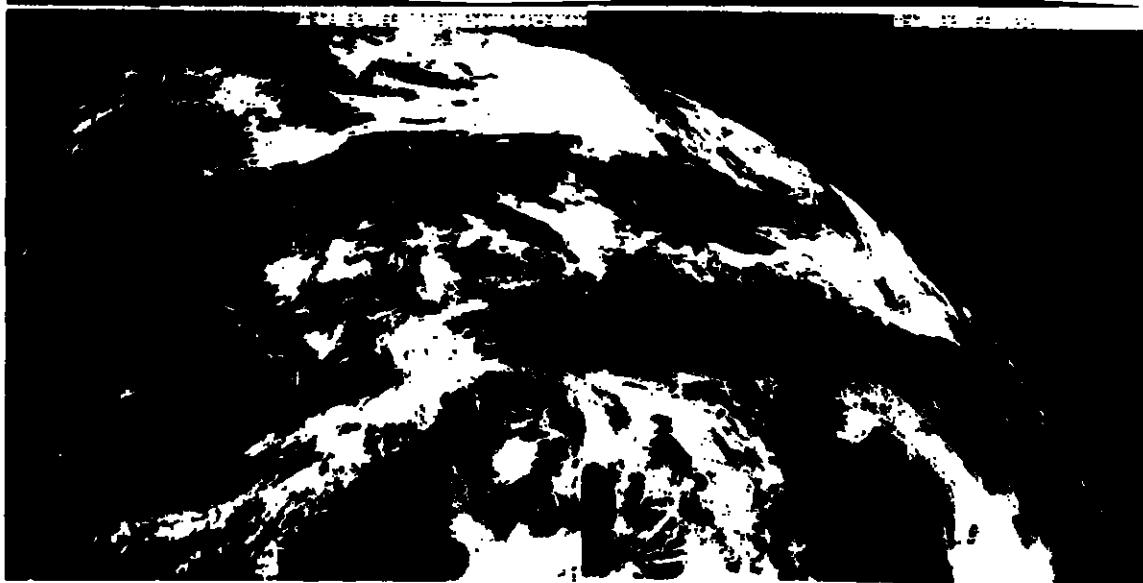
#### 1. עיפוב בנדידות עיטי החורף - סתיו 1986

שבוע סוף ספטמבר - תחילת אוקטובר הוא שבוע השיא בנדידת עיטי החורף. מהשוואה נתוני סתיו 1985-1986 רואים שבשלושת הימים הראשונים של אוקטובר 1986 ירד באורך קיצוני מספר העיטים החולפים, בהשוואה לשנת 1985:

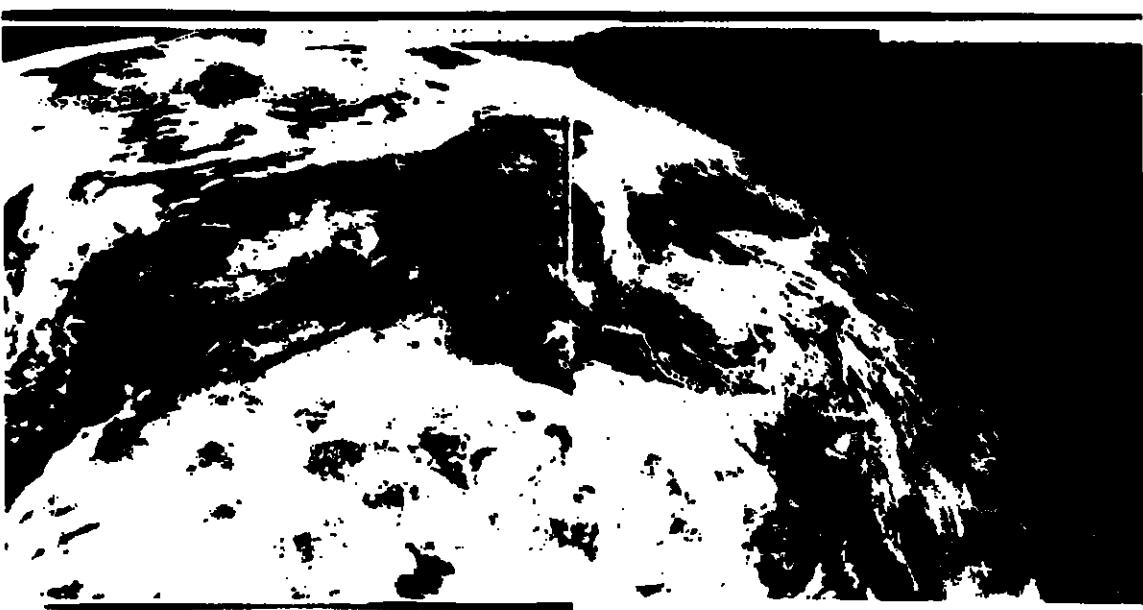
השוואה בין מספר עיטי החורף - סתיו 1986/1985							
שנה/תאריך	3/10	2/10	1/10	30/9	29/9	28/9	27/9
סתיו '85	24767	7373	2877	8301	4716	11133	7006
סתיו '86	3407	160	187	12559	26553	15584	17859

בדיקת התמונה הסינופטית באירופה ובאגן הים התיכון מראות, כי שקע שנע מרוסיה לעבר אוזרנו חל באותו זמן, וכנראה עיכב את הנדידה בין 1-3 באוקטובר. צילומי לוון Meteosat מציגים היטב את התופעה:

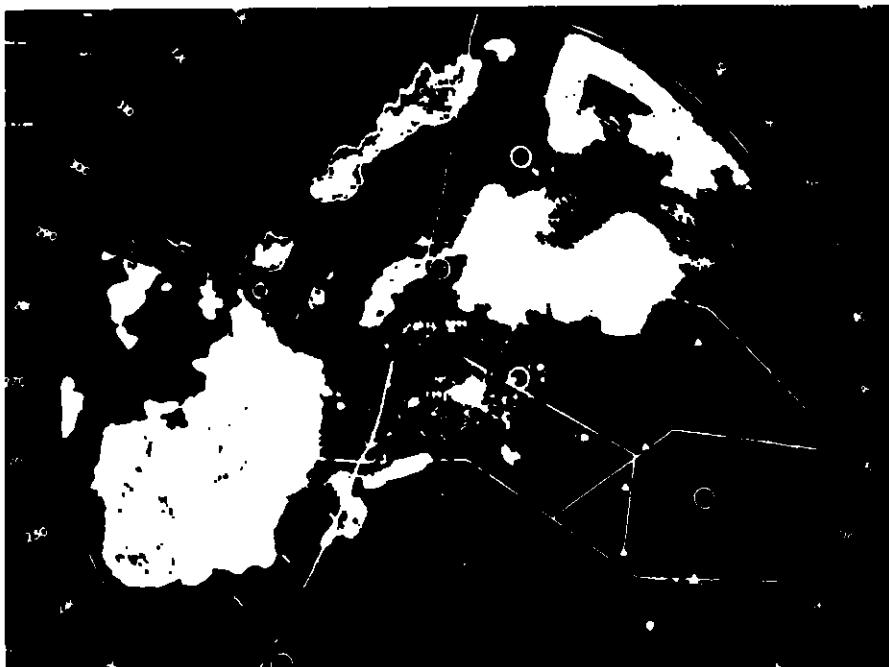
**תמונה מס' 29:** 29/9/86, 09:30, תמונה לוין המראה את השקע הברומטרי מעל רוסיה, איטליה, יוון וצפון טורקיה - מתקרב לאוֹרֶט. מרכז ודרום טורקיה, לבנון וישראל נקיים מעננות, ובהתאם נזיה חקרה באזורנו (26,553 עיטי חורף חלפו ביום זה).



**תמונה מס' 29א':** שלושה ימים מאוחר יותר, 2/10/86, 12:30, השקע נע מעל טורקיה, לבנון וישראל. כמוות המשקעים שירדה יחד עם הרוחות העזות והעגנים המפוחתים, עיכבו לשלוטן את הנדידה (עילומי הלווין - באדיבות השירות המטאורולוגי).



**תמונה מס' 30:** צולמה במכ"ם הגישה בתב"ג במקביל לתמונה הלוין, 2.10.86 (שעה מאוחר יותר - 13:35), מאמת את נתוני הCEFים הקרקעיים, כשל מטן המכ"ם נראים רק ענני הגשם ולא נראה אף להקה בלבד נידזה.



ה. שיריחי (ידע אישי), שהגיע בתאריכים אלו לצלם עיטי חורף בעיר כוח (זר-מי' לפתח תקוה) צפה ב-1.10.86 ב- 300 עיטי חורף שלא המריאו ועמדו על עמרות העצים. בין 10:00-11:00 ניסו העיטים להמריא אך נחתו מיד חזרה עקב הרוחות והגים (בנתב"ג נמדדו משבים של רוח מערבית 30 קש"ר). ב-3.10.86 החלף השקע, ובהמשך, בין 4-8 באוקטובר 86', החלפו 151,22 עיטי חורף שעוכבו בגל השקע לאורך מסלול נדידה בין טורכיה-לבנון לישראל (לעומת 15,11 עיטי חורף שחלו בתקופה מקבילה ב-1985).

## 2. ריבוי הופעה של בז' ערבות, סתיו 1986

בסתיו 1986 הופיעו ב-3.10. 1059 בז' ערבות, ב-4.10. 2246 בז' ערבות, וב-5.10. 1176 בז' ערבות. סך-הכל הופיעו תוך שלושה ימים 4481 בזים, שהיו 77% מכלל האוכלוסייה שחלפה בסתיו 1986. בז' הערב נחשב לאחד המינים האופייניים "צוחציים". ישראל נמצאת בגבול הנדידה המזרחי של בז' הערבות, ורק אחוז אפסי מהאוכלוסייה חולף בסתיו בשפלת החוף. בימים של רוחות מערביות חזקות, המלווה בשקעים, נסחפים הבזים מזרחית, ונראים בשפלת החוף. השקע שתואר בסעיף 1 בתווית אוקטובר, והשפיע על נדידת עיטי החורף, סחף את בז' הערבות מהICON לחופי ישראל, ועם היעלמ'ינו, ב-3.10.1986, נראו תוכאותיו בשלושת הימים הבאים, בכמות הגבואה יחסית של בז' ערבות שנשחטו לחוץ מזרחה לים התיכון.

## 3. ריבוי גדור בהופעת איות צרעיפ - סתיו 1982

ב-22.10.1982 החלפו ביום אחד 117,635 איות צרעיפ ולמחרת, ב-11.9.82, החלפו 124,041. סך-הכל עברו תוך יומיים 241,676 איות צרעיפ, שהיו 75.6% מכלל אוכלוסיית איות הצרעיפים שחלפה בסתיו 1982 בשם ישראל.aho ריכוז יוצא-דווף בהשוואה לימי שייא מקבילים בתשע שנות המעקב בסתיו. בדיקת האפואות הסינופטיות הראותה מערכות מג-אוויר פעילות ביום 1-15 בספטמבר עם ענני גשם (קומולוניבוס, סב) באורך שבין הימים הכספיים לים השחור ומזרח טורקיה. מג-אוויר זה עיכב את הנזירה המאסיבית של האיות. ב-7-8 בספטמבר היו שני ימי הפוגה, שאפשרו לאיות, שהתעכבו במשך מספר ימים ורוכזו מאוריות נרחבות, להמשיך ולנדוד, וכך להגיע ב-10-11 בספטמבר, לאחר שעוכבו ברכובים גבוהים במיוחד בישראל. חישוב קצב התנועה של איות הצרעיפים (ראה פרק 3.5.3) מאמת את הנתונים המטאורולוגיים והמרקם שעברו בימי הפוגה עד לישראל.

#### 4. ריכוז גבוח של עיטי חורף בשני ימי נדידה, סתיו 1983

בתאריך 29.3.83 חלפו משך يوم אחד 46,579 עיטי חורף, ולמחרת 29,967. משך יומיים חלפו 76,546 76 עיטים, שהיוו 53.9% מכלל העיטים שחלו בסטיו 1983. ריכוז כה גבוה לא עבר באף אחת מתשע השנים המקבילות בסתיו.

החל מה-9.9.83 היה מג-אויר סוער במיוחד במילוי מהים הבלטי דרך מזרח-אירופה ליוון, כתוצאה משקע מעלה הים האגאי לכיוון פינלנד. התנאים הסוערים נשכו עד 25.9.83, עם הפסכות קלות בשנות הימים, שאפשרו לעיטי החורף לצאת בדרך אך לא בתעופת דאייה רציפה, ונגרמו לנראה להתרכזות גודלה של העיטים באזור מצרי הבוספורוס.

בין ה-25-26 בספטמבר השתפרו מאוד התנאים האקלימיים (עד ל-30 לסתפטמבר) אפשרו לעיטים שהתרכו ליצאת לדורך. הנטייב בין הבוטסרים מזרח וטורקיה עד לאלאסנדורטה, ומשם דרומה לקו כפר קאסם, הוא כ-14 מעלה (אורך ורוחב) - וככפלת 111 ק"מ לעלה נוספת מרחק של 1554 ק"מ (מרחק משוער). לפיו החישובים שהוצעו בפרק 3.5.3 עובר עיט חורף בנדידה يوم ממוצעת 381 ק"מ. בהתאם לחישובים אלו, על עיטי החורף לעبور את המרחק ב-4.07 ימים, ולהופיע בישראל בין 29-30 בספטמבר, כפי שאכן נצפה ואומת בסקר חוצה שומרון.

#### ב. תוצאות השפעת האקלים במקורה - נדידות האביב:

מובאות מספר דוגמאות המיצגות הגברת או הפסקות נדידה בנדידות האביב, כתוצאה משקעים רבים.

#### 5. כמות משולשת של עיטי הערבות, אביב 1985

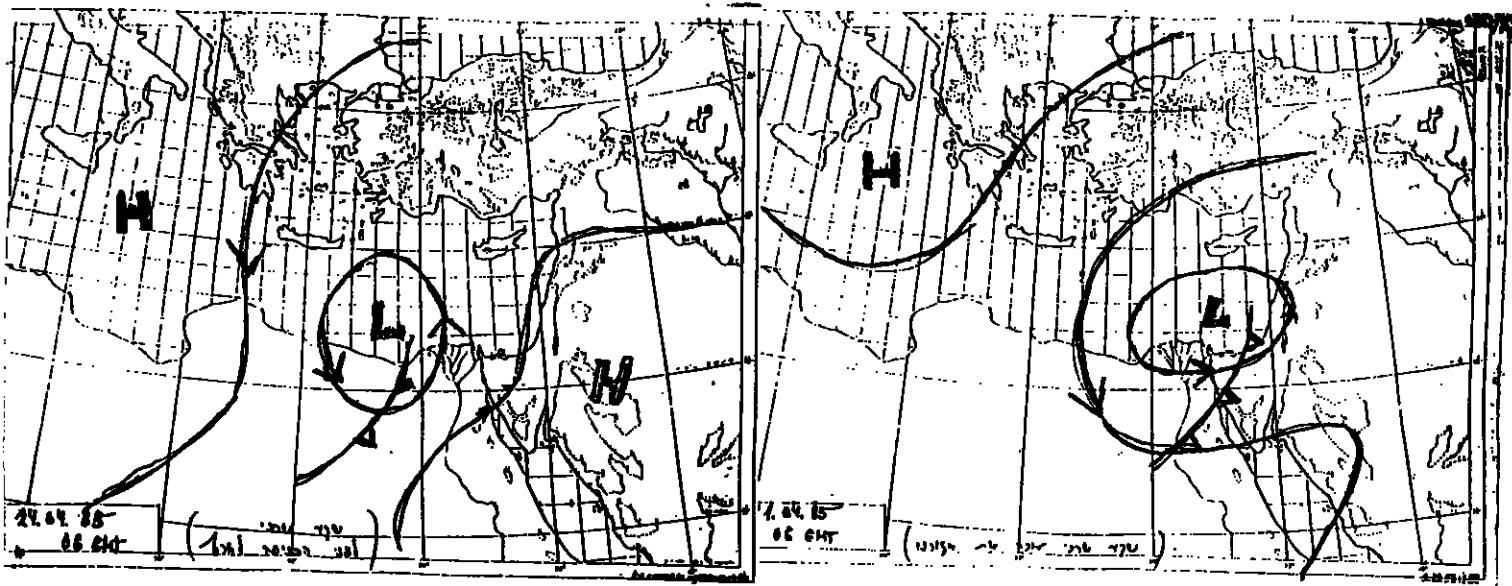
באביב 1985, חלפו 75,063 עיטי ערבות, מספר העולה כמעט פי 2.66 על הממוצע הרב-שנתי (28,134). בתאריכים 5.3, 9.3, 8.3, 7.3, 6.3, 5.3, 4.128, 14,164, 11,613, 11,578, 2,391, עיטים בהתאם (סך-הcole 43,874 43,874 עיטים). בהשוואה לתאריכים מקבילים שונות הסקר האחריות חלפו בימים אלו ב- 1986 - 1987 1273 - 7814, 1988 - 1978, 1207 - 1977, 1983 - 636 עיטי ערבות.

בעונה זו, התפתח מצב אקלימי יוצאי-דופן, בו התפתחה אפיק ים סוף בפרק זמן ארוך יחסית בין 3-19 במרס. האפיק התפתח לגובה של לפחות 1600 מטרים, עם זרימות דרום-מזרחיות בחוף מזרחי של ים סוף, לעיתים חזקות מאד. בין 1-6 במרס הייתה פעילות אינטנסיבית מעל צפון ים סוף, כולל ענני קומולוניים/אלטוקומולוס פעילים. נראה כי תמונה מצב טינופטיה זו הסיטה חלק ניכר מעיטי הערבות החוצים את סיני בחזית מערב - מזרח - צפונה לעבר אילת, וחולקה העיקרי של אוכלוסיית עיטי הערבות עברו מעלה הרי אילת, בנגד לממוצע הרב-שנתי (ראה פרק 3.3.).

#### 6. תנודות קיזוגיות בנדידת נץ קצר-אכבעות בהרי אילת

באביב 1985 חלפו רק 905 ניצים קצר-אכבעות במשך כל העונה לעומת ממוצע רב-שנתי של 16,278. בדיקת תנאי האקלים בתאריכים שבהם עוברים 90% מהאוכלוסייה (ראה טבלה 13) מראה, כי בין 21-26 באפריל, בשיא גל נדידת הניצים קצר-האכבעות, היו שני אירופי מג-אויר יוצאי-דופן: בתחילת היום בין מקרים - לסעודיה רוחות חזקות וסופות-חול, ובהמשך, החל מ-24 באפריל, שקע שרבי חריף ביותר מעלה דלתת הנילוס ובסיני ובמצרים רוחות חזקות וסופות-חול. בתנאים אלו כמעט שבתי-אפשרות תנעות עופפות דואים. מאוחר שניצים לא נראו לאחר שהשתפרו התנאים ב-27 באפריל, סביר, שהgel הגודל עקף את האזור הביעיתי ממזרח (ו) מעלה ערבית הסעודית או מעלה ירדן.

לעומת זאת, חלפו בתקופה מקבילה, באביב 1987, 49,386 ניצים קצר-אכבעות, בכמות הנ拙לה פי 3 מהממוצע הרב-שנתי. מעלה سعودיה נצפה שקע במשך זמן ממושך (כ-9 ימים), האויר רווי חול וב- 26.4-25.4 רוחות חזקות מאוד מכיוון צפון-מערב בעקבות פינוי הקרקע. ייתכן מאוד כי תנאים אלו ניקאו את כל האוכלוסייה העולמית של הנץ קצר האכבעות מעלה הרי אילת.



**איור מס' 33:** 2 מפות סינופטיות (24.4.85, 21.4.85) המציגות את 2 השקעים השרביים, עשויים להיות גורם להיעלמות הניצים קצרי-האצבועות.

#### 7. שינוי בעוצמת הנזיפה של איטת הצערעים

בין ה-3-7 במאי חולף מדי שנה גל גדול של איות. באביב 1987 חלפה רק כשליש מהכמות בשנים מקבילות: ב- 6.5.87 התפתח שרב וטמפרטורות מעל 40 מעלות מעל מצרים וסיני, שגרמו לתנאי נזיפה גורעים. ב- 7.5 היה שרב כבד גם מעל ישראל, ב- 8.5 – השרב עבר לטהודיה ולירדן, ונשבר השרב בארץ. ב- 9.5 – התקرار במצרים עילית, ובסעודה החלו שוב רוחות צפון-מערבית ובעקבותיה התאחדה הנזיפה החזקה.

#### ג. תוצאות השפעות האקליפט על ציר הזמן – במיקרו

בפרק 3.5.3 חשב קצב ההתקדמות היומי של מספר מינים מייצגים של עופות דו-אים. חישובים אלו התבססו על מהירות ההתקדמות הממוצעת כפי שנמדדה בדאוון הממוני – 207 טיסות מעקב. בהתאם לקצב היומי, חישבנו גם את מספר הימים הממוצע הדורש כדי להשלים את מסלול הנזיפה כולה. (ראה טבלה מס' 24 א, ב). כאמור, החישובים התבססו רק על הימים שבהם בוצעו הטיסות בפועל, וכוללים אמנים את התנאים המשתנים המקומיים ברמת המיקרו של מזג-האוויר (הבדלים בעוצמת וכיון הרוח, שינוי בכיסוי עננות, אינורסיות וכו'). מطبع הדברים, שלא הוכנסו בחישובים אלו ימים, שבהם היו תנאים מקומיים גורעים, בהם העופות הדו-אים לא הגיעו כלל, או שהעופות התחילה לנדוד מאוחר יותר או נחטו מוקדם יותר.

התנאים המקומיים עלולים לעכב את הנזיפה בשעות בודדות, בהתאם להקטין את מספר שעות הנזיפה הממוצעות ליום. הנסיבות של מספר ימים אלו לאורך ציר הנזיפה עלול להאט את קצב ההתקדמות לשעה, ליום ולעונה בעשרות אחוזים.

כדוגמה, נציין את טיסות המעקב בדאוון ב- 2.11.86, שתוכננה עם להקה של כ- 500 שknאים בשמורת החולה. רוב להקות השknאים מתרומות משמרות החולה בין 15:00-9:15:00. בתאריך זה, היה בעמק החולה יום גשום, וענני קומולוס אפורים, גובה בסיס ענן 500 מטר מעל לפני השטח. בשעה 9:40 התרכמו 96 שknאים ובמשך 15 דקות ניסו לצבור גובה. לאחר שלא הצליחו נחטו. ב- 10:10 חלה הת躬מות נוספת, הפעם נעמדה להקה למורנות הרי נפתלי ממערב לשמורה. שוב ניסו לצבור גובה לאורך המדרונות ולאחר 20 דקות פנו דרומה בחבשות-כני אקטיביות לגובה 500 מטרים מעל לפני השטח. עד לשעה 11:15 עקבנו אחריהם עד להר עקיביה, מדרום לראש פינה, שם נעלמו בתעופה אקטיבית דרומה. בגלל מגבלות בטיחות טיסה, לא יכולנו לעקוב אחריהם בתוך הענן. בכל מקרה, בשעה 11:15 היו עדין השknאים בטוחה של 15 קילומטרים בלבד דרומית לנקודת הלינה בשמורה, לעומת זאת עיכובים בימים מקבילים עם תנאים אקלימיים משופרים יותר. נראה, כי התנאים האקלימיים מעכבים לעיתים את העופות הדו-אים בשעות מספר עד לימים בודדים.

טיסות הדאון המmono היו מוגבלות ליום מעקב בודד עם כל להקה בגל המוגבלות הפליטיות שלא אפשרו לחצות את הגבול הבינלאומי ולהמשיך עם אותה להקה מספר ימים, כדי למדוד על השטנות קצב ההתקדמות היומי בהתאם לשינויי אקלים מקומיים. טיסות המעקב במטוס קל או בדאון, שנעשו במקומות אחרים בעולם, לא עלו ברוב המקרים על מעקב רצוף מעל 50 קילומטרים. רק שני חוקרים (Pennycuick, 1972; Hopkins, 1975; 1975) הצליחו להגיע לימי טישה בודדים בלבד, בהם עקבו אחר אותה להקה 100-150 קילומטרים רצופים.

תשובה מהימנה יותר להשפעת תנאי האקלים המקומיים על נזירות העופות הדואים ניתן למצוא במחקר של Cochran (1972, 1975, 1985), שהיבור משדרים למספר רב של זורסים נודדים ועקב אחריהם במטוס כל במשך מספר ימים רצופים. מעקב אחר מספר Bizums נודדים ממושדרים עליה, כי הם נדדו בממוצע 225-302 קילומטרים ביום, אך חלק מהימים לא נדדו כלל או נדדו רק חלק מהימים ולבן הממוצע הכללי לכל הציפוריים שימושדרו הגיע רק ל-185 ק"מ ליום ממוצע. בMITTED, שעות הטיסה היומיית הסתכמו רק ב-5.5 שעות ליום. גם משדרעת קצב ההתקדמות לשעה נעה בין 16-47 קמ"ש, בהתאם לכיוון ועוצמת הרוח המקומית. Cochran (1975) הצליח לעקוב אחר צכר צער של בז נודד במשך 15 ימים רצופים לטוחה של 2,620 קילומטרים (ממוצע של 175 ק"מ ליום). בימים של רוחות נגדיות חזקות פסקה הנדידה כבר בשעה 12:00.

Harmata (1984) חיבר משדרים לעיטם המקריה (*Haliaeetus leucocephalus*), והצליח לעקוב אחר פרט בודד 1968 קילומטרים. העיט עבר תוך 15 ימים בממוצע 220 קילומטרים ביום, ושלשה ימים התעכבר בגל מג אויר מקומי. אחד הפרטים חזר על עקבותיו 145 ק"מ (reverse migration) לאחר שנתקל בסופת שלג-מקומית.

השפעה מפורטת נוספת של תנאי מיקרו מקומיים על הנדידה מוצגת בפרק 3.6.3 Kerlinger (1989) מסכם את הרשעות המקומיות על קצב הנדידה, בחלוקת למינים הנודדים לטוחים ארוכים ומתקלים כדוגמת אית הצערים או עיט החורף, להם יש נטייה לנודד יותר שעות בגל הייעולות באיתור תרמיות (בין 6-10 שעות ביום) ולכנן מתעכבים פחות בגל תנאים מקומיים, לעומת המינים הנודדים לטוחים קצרים יותר, כמו הבז הנודד או העיטם המקריה. הנודדים כבוזדים מושפעים יותר מتنאים מקומיים, ולכנן נודדים פחות שעות ליום – עד שש שעות בממוצע. נראה כי הנודדים לטוחים קצרים מגיבים מהר יותר לתנאים משתנים בהפסקת נדידה.

### 3.6.3 השפעת הגורמים האקלימיים על נתיבי הנדידה

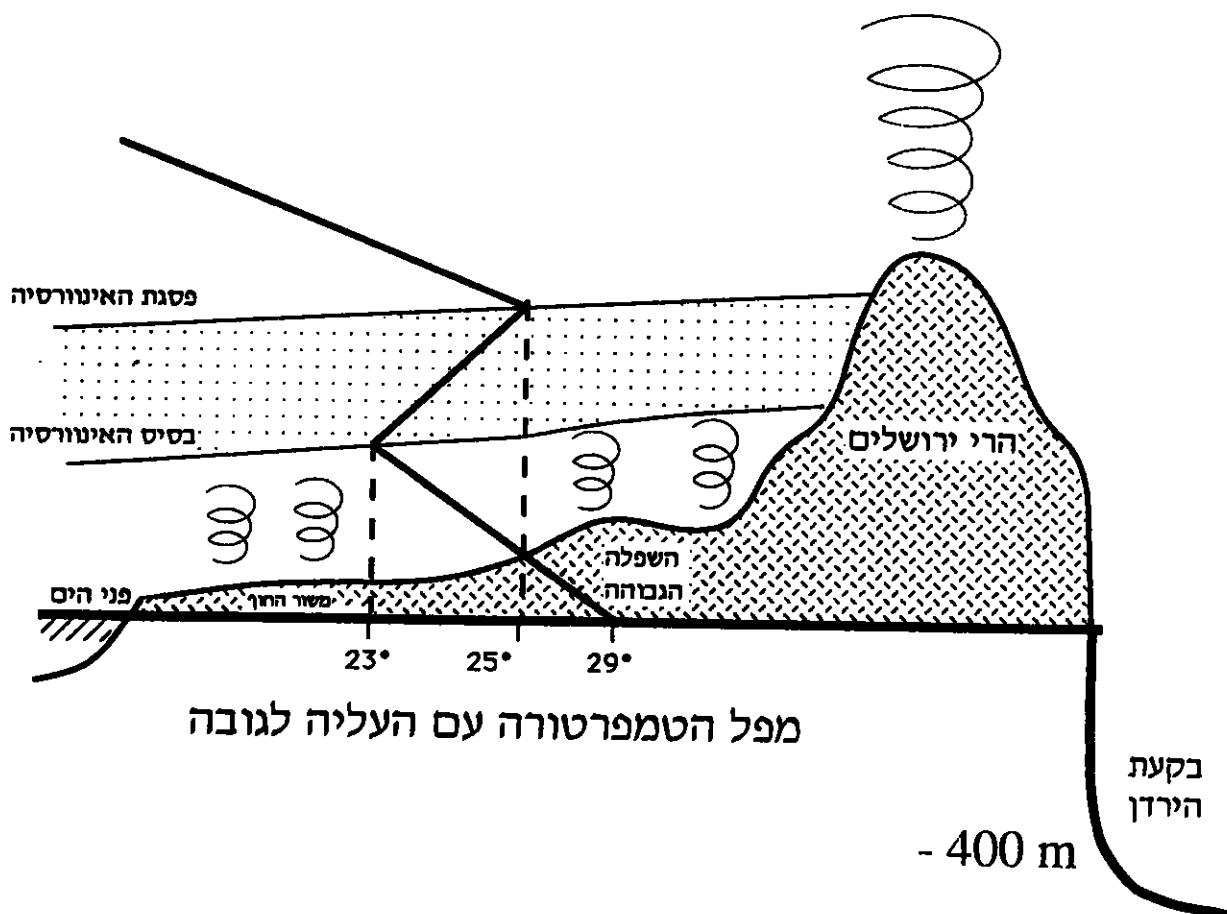
#### a. תנודות עונתיות בהשפעת האינוורסיה

בפרק 3.4.2 הוצגה תנודת ציר הנדידה העונתי, המתחילה בחודש אוגוסט במצרים (חסידות) ובסיומו של דבר חולף הציר בעיקר במערב המדינה (עיטי חורף, בז ערבי ושקנאים). תנועת הציר ממזרח למערב, בהתאם לעונה, סוכמה באIOR מס' 25. לאקלים יש השפעה מרכזית בקביעת התנודות העונתיות:

משטר האקלים בקיז' נשלט על-ידי רמה סובטרופית, השולטת על כל חופה של אפריקה עד לאזורי (הרמה האזוריית), ומשתלבת בחלקו הדרומי של האפיק הפרסי. האויר המגיע מההפרץ הפרסי חם וייש, אך עם הגיעו לים התיכון מתקרר וצובר לחות. האויר הימי הקרים יוצר אינוורסיה במפל הטמפרטורה עם הגובה, המכונה אינוורסיה מרינית.

האינוורסיה גורמת לכך שנוצרת שכבה יציבה, בה מפל הטמפרטורה עולה עם העלייה בגובה במקום לרזות ( $5^{\circ}$  לכל 150 מטר). בעקבות זאת לא מתחתמים תנאים טובים לתרmixות, וכך שנראה בתיאור הסכמטי, האזור המזרחי יותר מתאים לנדידה ולכנן מתנקות באוגוסט כל הנדידה באזור.

איור מס' 34: תיאור סכמטי של מצב האינוערסייה בחולק מערב-מזרח (בשעת הצהרים - אוגוסט)



הקו העבה, האלכסוני, מצין את מפל הטמפרטורה עם העלייה לגובה

בחודש ספטמבר מתחילה נסיגת הדרגתית של האפיק הפרש, ואפקים ים טוף עולה במקומו מהדרום. הבדלי הטמפרטורה בין הים והיבשה קטנים, והשפעת האינוערסייה קטנה הדרגתית ובאקטובר נעלמת כליל. במקביל לכך, חלה תזוזה בצד הנדיודה ממזרח למערב, במקביל לציר הזמן (ראו טבלה 25). במקביל לכך, נראה, כי כמחצית מאוכלוסיית החסידות החווורות באביב בחודשים מרץ-אפריל, כשהעדין אין משטר קיצי, ואין אינוערסייה, אכן נודדת בצד המערבי לאורך המדרונות המערביים של רכס ההר (בניגנו לסתו, שאין חסידות בעקב).

#### ב. תנודות עונתיות בהשפעת הרוח

הרוחות הדומיננטיות בנדיות האביב והסתויו הן רוחות דרום-מערבות, המשנות לרוחות צפון-מערבות, היוצרות תנאי נזירה מועדפים בנתיבים הקבועים. השונות המערכות הסינופטיות גורמת לשינוי בכיוון הרוחות: שקע חמיסיני, הנוצר בצפון-אפריקה, מלאה בקדמתו מלבד בחום הגובה וביבוש גם ברוחות דרום-מערבות חזקות. מצב סינופטי זה מסיט את הלהקות מנתיבן. גם אפיק ים טוף, המופיע בדרך כלל במזג-אויר נוך, גורם לעיתים לרוחות מזרחיות חזקות וסופות-חול מסעודה וירזון. מצב זה שורר לעיתים מספר ימים רצופים. להלן מובאים מספר אירועים מייצגים מתוך عشرות שנבדקו:

#### בג) הסטת נתיב הנזירה מערבה

בימים, שבהם נשבות רוחות מזרחיות וזרום-מזרחיות חזקות, המלות בשרב, נספיה סטיה של ציר הנזירה מערבה. הסטיה נשפחה במספר אירועים במקביל על-ידי רשות החופים הקרהית, המכבים בתבוג' והדואן הממוני:

**23.3.89:** רוחות מזרחיות חזקות בעוצמה של 15-30 קשי'ר שחפו ב- 23.3.89 אף חסידות לחוף הים עד לטוח של 7 קילומטרים מערבית לקו החוף. בשעה 9:54 ה策ר הדואן הממוני להקה של כ-2000 חסידות שהתקדמה בשילוב של תעופה אקטיבית ודאייה 5.4 ק"מ מערבית לקו החוף מול אשדוד, בגובה ממוצע של 330 מטרים מעל לפני הים.

בעזרת מכ"ס נתביג תועך רצף ההתקדמות של החסידות משך היום, תוך שהן מבזבזות אנרגיה רבה הון בחבאות-הכנף והן בניסיון לתקן ולהזור לנטי'ם המקורי.

חסידות שנשחפו מול קו החוף והם נצפו על-ידי צופים שונים בתל אביב, בשודה דב ובחוף פלמחים.

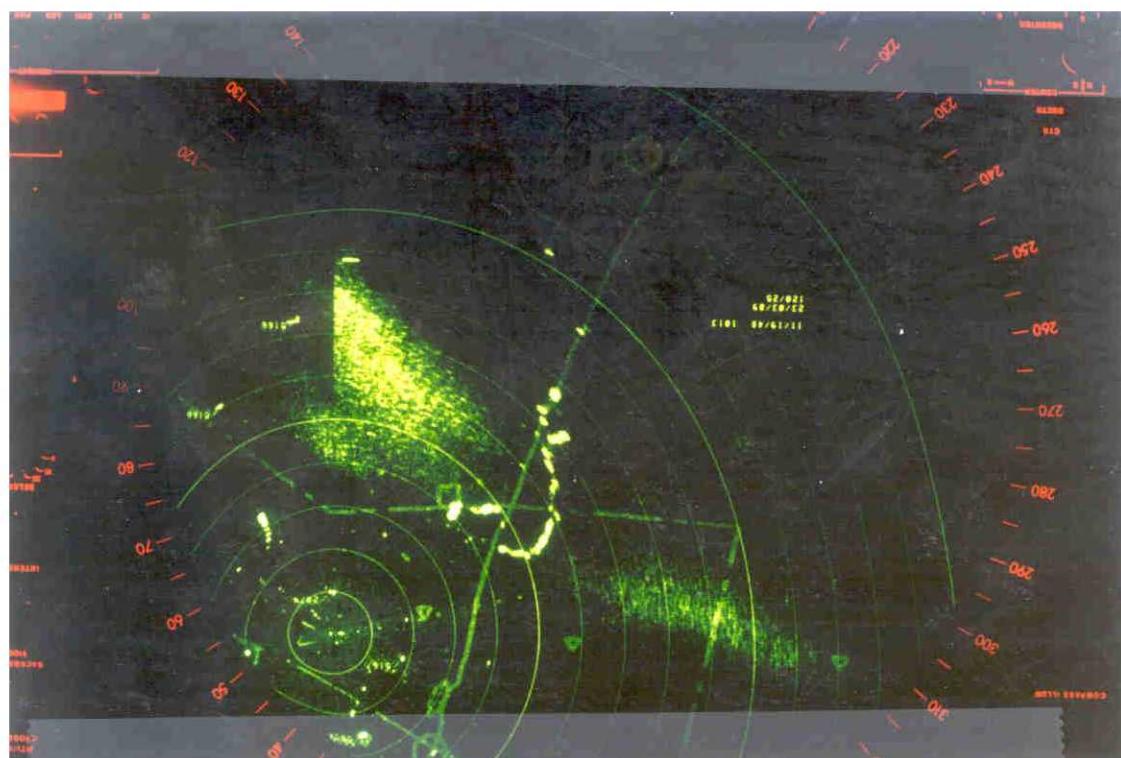
(ראה פרק 3.2.4)

מרכז תמננות המכ"ס ב-23.3.89 עולה, כי משעה 11:30-12:00 החלו החסידותשוב לניזוד בנתיב ובօפי הנזירה הרגיל, בבדיקה המטאורולוג נמצא, כי הרוח השתנתה בצהרים לרוח מערבית-צפון-מערבית, השרב נשבר, והתנאים חזרו לתנאים רגילים.

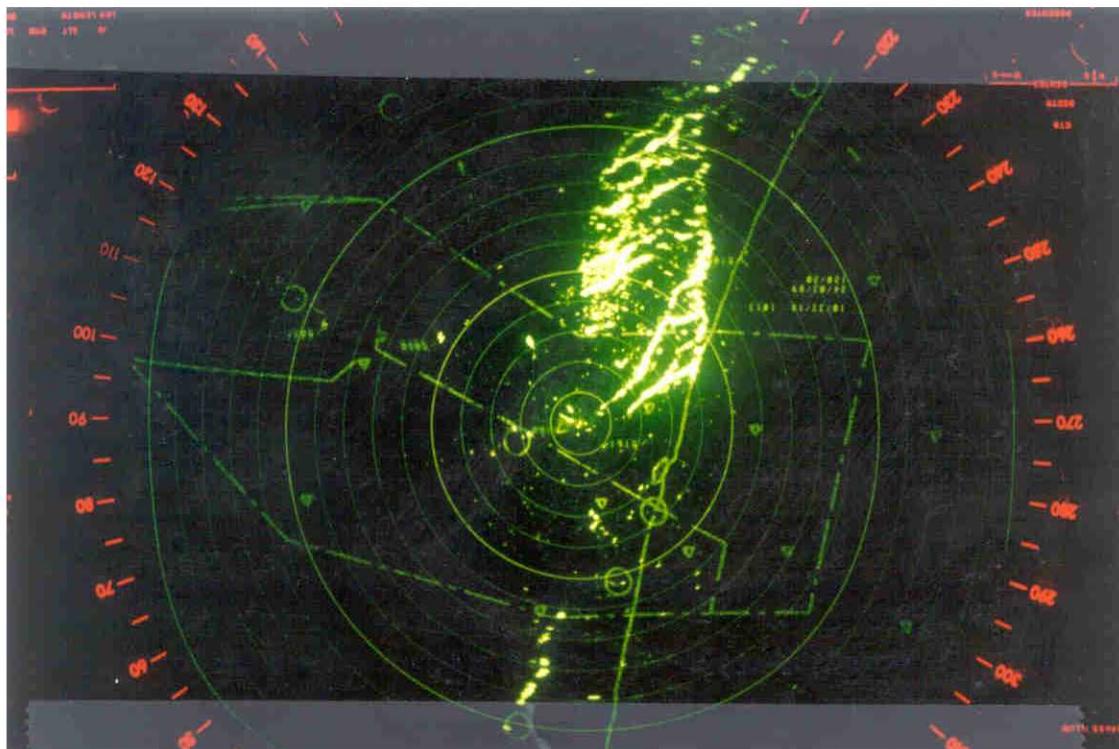
תופעות מקבילות שתיארנו בפרק,קרו ב- 21-20.3.90; 18-17.3.90, עת נשפפו עשרות אלפי חסידות לקו החוף ולתווך הים. שי בלבבלאן, (ידע איש) ספר בקו החוף ובגען מיכאל 43,593 חסידות בימים אלו. בחלק מהימים שבהם ריו משבים עזים במיוחד נמצאו עופות דואים מוטלים מותשים על קו החוף: למשל, במחצית אפריל 1980 נאספו תוך ימים ספורים 3,323 פגרים של 14 מיני עופות דורסים וכן 75 חסידות לבנות (או-ארץ ולשם, 1980).

לעומת זאת, באירוע נספ', בו נמצאו בין 90-8 למעלה מ-350 שכנים מותשים ומתרים על חוף הים בין מגן מיכאל וחוף דור הבונים, לא נמצא כל מתאם למזג-אוויר יוצא-זוף בתאריכים אלו.

**תמונה מס' 23.3.89:** 23.3.89, שעה 11:11: להקת החסידות כ-3.5 קילומטר בטוח הים, מול חוף פלמחים. הרוח איזימות 120, 25 קשי'רים. שים לב לתנאי השרב והאובן), הנראית על מסך המכ"ס כ'משולש' הנשחף גם בהמשך להקת החסידות, כ-30 קילומטרים לטוח הים, ומאמת את כיוון הרוח ועוצמתה החזקה.



**תמונה מס' 32:** 24.3.89, שעה 10:30. עוצמת הרוח עדין 20 קשר באזימוט 120. להקת ענק של 35,000 חסידות נסחפת לכיוון החוף מערבית לנטייב הנזודה הקבוע, מזרחתית לכיוון החוף. שים לב לחסידות המתקדמות במקביל - באזימוט בין 40-90 כדי לתכנן את הסחיפה מערבה, ולהזור לנטייב המקורי. עקב זאת, רוחב חזית התקדמות של החסידות מגע באאר המקסימלי ל- 16.4 קילומטרים (!) - פי 10 מהממוצע הרגוני!



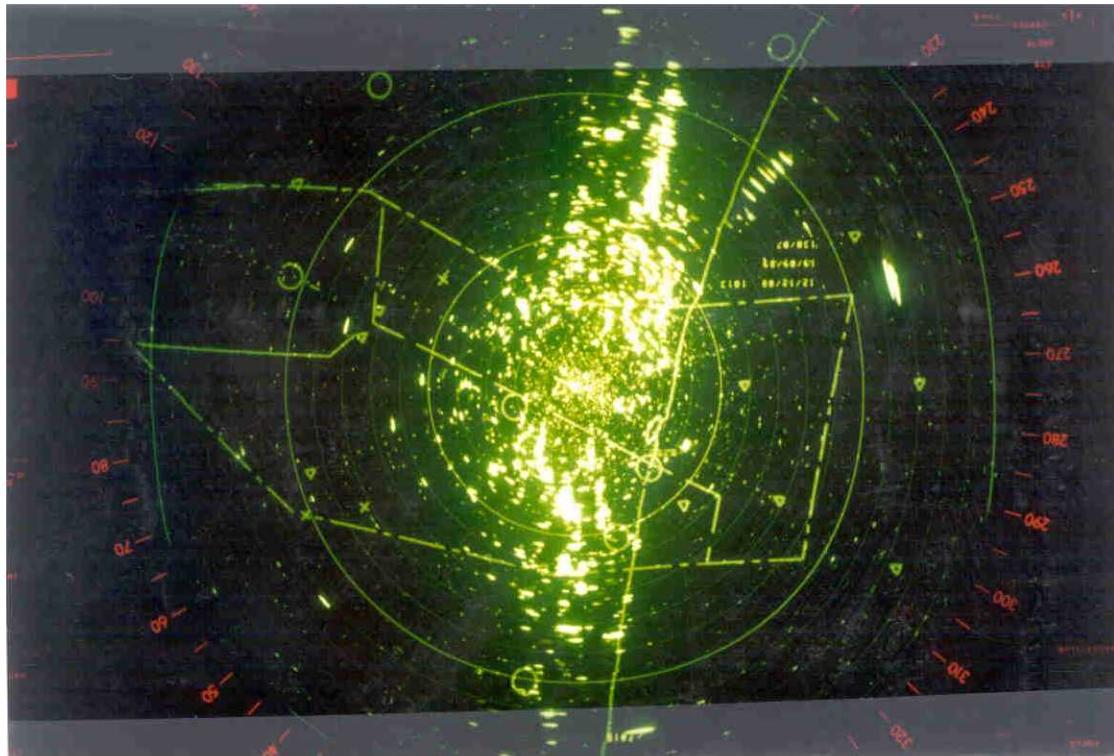
**תמונה מס' 33:** חלק מאלפי החסידות שנטחו לכיוון החוף ולתוך הים במרץ 1990 בתעופה אקטיבית. (צילום שי בליךבלאו)



תופעות מקבילות לשטית הנתיב מערבה באביב מתרכחות גם בסתיו.

כמקרה מייצג בחרנו יום שיא בנידית איות הצרעים ב- 19.9.89, עת נסחפו עשרות אלפי איות מערבה לנתיב המוגדר בסתיו. ביום זה היה חמישין עם רוחות מזרחיות בלתי-סדירות ולעתים משבים חזקים: התופעה תועדה ברכף של צילומי מכ"ם נתב"ג:

**צילום מס' 34:** 19.9.89, שעה 12:12 – אלפי איות צרעים נסחפו מערבה لكו החוף וחלקו אף לתוכם. שים לב כי בHINGOR לתמונה מס' 10 (6.9.88), בה מתקדמות האיות בניב המוגדר וצר לרוחב של כקילומטר אחד, בצלום זה האיות פרוסות על חזית רחבה של עד 23 קילומטרים(!)



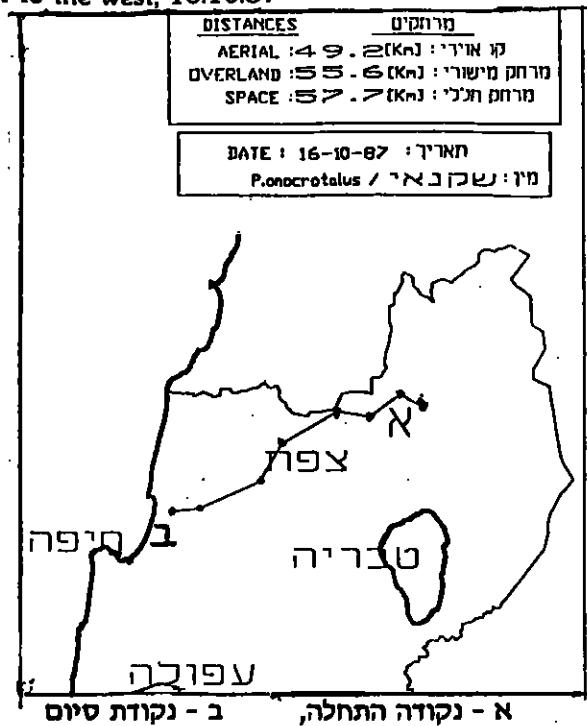
יש להזכיר, כי השפעת הרוחות המקומיות על נתיבי הנידיה לא הייתה לובא לידי ביטוי במקביל לכל אורך של המדינה כמו בדוגמאות שהוצעו לעיל: לעיתים נראה השפעה של רוח מקומית המסייעת את החסיזות מהניב הקבוע. דוגמא לאירוע מקומי ניתן לראות במפה מס' 11 (בפרק 3.3.3), בה הוצגו מספר טיסות בניב המערבי. ב- 1.4.87 נעו החסיזות בעיר קבוע. כ-15 ק"מ דרוםית لكו-הרוחב של עפולה החלו לנשוב רוחות דרום-מזרחיות שצפונה יותר עברו למשבים חזקים, בעוצמה של 25 ק"ש, שהשפעתם נראית היטב: החסיזות נסחפו צמוד لكו החוף וחדרו לבנין בסמוך לחניתה.

הסתויות מערבה מתרכחות לא רק בצעיר לאורך השוליים המערביים של שורת ההר – והשפעתה ניכרת גם בצעיר המזרחי לאורך השבר הסורי: ב- 16.10.87 בוצעה טיסת דאון עם 200 שכנים משמרות החוללה. במחניים נשבה רוח באזימוט 150 ובעוצמה של 14 קשר. (כיסוי ענינים: 1/8 – אלטוקומולוס, 7/8 – צירוס בגובה רב). בשיחה עם חזאי השירות דווח על רוח מזרחית 12 קשר בגובה 1200 מטר, ובגובה 1800 מטר 4-5 קשר. השכנים המריינו בשעה 08:50, ב- 08:50 תפסו תרמיקה ראשונה ותווך 5 דקות טיפסו לגובה 660 מטרים (1.95 מטר/שנייה). ב- 09:00 היו בגובה 1500 מטר – כשבימים מקבילים, כשאין לשכנים רוחות מזרחיות שנשבו לעבר רכס נפתלי, הטיפוס לגובה זה אורך כשעה עד שעה וחצי.

במקומות להתקדים בניב הרגיל (ראה מפה מס' 10) עפו השכנים עקב הרוח המזרחית – מערבה, ותוך 1:45 שניות הגיעו לעומק זבולון, שם נחוו בשדה חrosso בצד שמאל להקה של כמה מאות שכנים נוספים שלנו בלילה בשזה של יין קיבוץ עין המפרץ. נראה כי השכנים, ששוו בלילה בעומק זבולון, לא יצאו בדרך בגל הרוחות המזרחיות והאובך. השכנים בעומק החוללה, שלא הצליחו להתקדים במגמה הקבועה לדרום-מערב, ונסחפו מערבה, ויתרו לאחר 1:45 שניות על ניסיונותיהם והצטרפו לחנייה אל הלהקה המקבילה.

**איור מס' 35': סחיפה נתיב תעופה של השכניםים מערבה, 16.10.87**

**Fig. 35: Pelican flight drift to the west, 16.10.87**



**ב2) הסטת נתיב הנדידה צפונה:**

הסטת הנתיב מערבה, שתוארה בסעיף ב2) כ途 צאה מרוחות דרוםית-מזרחית המלווה בשרב, פועלת בהרי אילת ברכיב הסיטה צפוני. מנתוני שעונות הסקר בהרי אילת עולה, כי השתנות הרוחות הצפוניות לדרוםית או דרוםית-מזרחית גורמות "להיעלמות", גלי הנדידה מהרי אילת. לאחר שאין בעובדה או CIS מכים להרי אילת, בוצע ב-1985, ביום יוצאי-הදוף, מעקב בעוזרת שני כל-רכב, שהחלו לנעו צפונה לאורך קו הפרדה המצרי (Shirihai, 1987). מהמעקב הממנע התבරר, כי ציר הנדידה אכן מוסט צפונה, צפון-מערבה, והזרסים חוצים את חלקה הדרומי של ישראל בין סיני לירדן במקומות בין מפרץ אילת לבין צומת גורפת - לאורך הנחלים הגדולים חיוון-צניפים, ולעתים מוסט הציר צפונה עד לציר המכתיים, כמאה קילומטרים צפונו למפרץ אילת.

**ב3) הסטת נתיב הנדידה מזרחית**

בתנאי אקלים חריגים, ניתן לבדוק במוגנות סטייה מזרחית מהנתיב המערבי הקבוע: מספר אירועים מייצגים של סטיית נתיב הנדידה מזרחית בנידחת האביב מוצגים במפה מס' 19:  
**3.4.88** – מעל משור החוף תנאים גרוויים שלא אפשריים כמעט הפתחות תרמיות: המצב האינורסיוני חריג, ופסגת האינורסיה נמוכה מאוד בתנאים אלו, גובה התרמיות נמוך ובהתאם קצב ההתקדמות איטי. החסידות התקדמות עד לשעה 12:00 ב ממוצע 28.2 קמ"ש, שהם 64% בלבד מקצב ההתקדמות הממוצע של החסידות. מזרחית לכו פרשת המים תנאים מצוינים, ואין יציבות. ענני קומולוס בגובה של כ-8000 רג'ן בולטים למרחוק. באזורי בית שמש החסידות "קלטו" את ההבדל בתנאים, פנו צפון-מזרחית לאזור הר בעל חצור – והצליכו מיד לעלות פי-4-5 יותר גובה, ובהתאם לבצע מהירות התקדמות כפולה (ראה גם פרק 3.6.4, מפה מס' 23)

**3.4.87** – הייתה אי-יציבות חזקה במיוחד עד גובה 2400 מטרים המלווה ביובש. בתנאים אלו, נוצרים עננים בגובה רב יחסית, בעיקר מעל ההרים במערב. הפתוח קו עננות בולט מעל הרי מואב, שאוצר כנראה על-ידי החסידות, ובאופן יוצא-דופן פנו מעל ירושלים צפון-מזרחית, וצפונית לארגמן בבקעה, חדרו לירדן עבר הרי מואב.

**12.4.87** – יום קודם (11.4.87) שררו תנאי שרב כבדים. לפנות בוקר נשרב השרב, שבקבוקתו חלה התהממות בשכבות התחתונות של האטמוספירה, שגרמה לאינורסיה וליציבות רבתה בגובה נמוך. הלילה הנורצת, שלוותה על-ידי הדאון, התקדמה בהתאם בקצב איטי במיוחד (10.5 קמ"ש בשעה הראשונה, 19.3 קמ"ש בשעה השנייה, וב-05:10 חלק מהלקה הנורצת חוג כמעט בגובה אפס מעל פני השטח).

לקראת הצהרים התקרכו השכבות העליונות של האטמוספירה, מפל הטמפרטורה חזר להיות בלתי-יציב, ובהתאים פנו הלהקות מזורתה. רוח זרום-מזורתית קלה, ורוח דרום-דרום-מזורתית (20/170) גרמו לתנאים יציבים בעיר המערבי ואי-יציבות במזורתה. החסידות פנו מזורתה לאזור תנאי הדאייה המשופרים יותר. בשעות הצהרים השנתנה הרוח למערבית-דרום-מערבית חזקה (מעל 20 קש"ר), שהסיטה בסופו של דבר את החסידות גם מעל הכרמל.

#### (ג) שינויי נתיב הנדידה בתנודה יומית

בפרק 3.4.1 הוצגה השתנות דגם הנדידה היומי, שהתבססה על נתוני המכ"ם, הצלפים והדאון הממוני. השתנות הוצאה בשלושה צירי נדידה שונים: בצד המערבי להרי שומרון והרי יהודה, בצד הבקעה וברוי אילת. בפרק זה נציג את השפעת הגורמים האקלימיים על התנודה היומית, שהוצעו בפרק 1.3.4.1.

#### ג1) השפעת הבריאה מן הים על תנודות ציר הנדידה מזורתה

התופעה של תחזורת רוחות ים-יבשה מקורה בקיבול החום השונה של היבשה והים. זו נן קצר לאחר הזריחה מתחמת היבשה וייחד עמה האויר שמעליה, בעוד שאוויר מעלה פניו שטח הים הסמוך מתחמס בקצב איטי בהרבה. מעלה היבשה המתחמת מורמים המשטחים האיאובריים והتوزאה היא זרימה קלה בכיוון הים ברום. זרימה זו גורמת לחץ נמוך יותר בפני הקרקע וללחץ גובה מעלה פני הים, גרדיאנט לחץ זה מעורר בשכבות הנמוכות זרימת אויר בכיוון היבשה – רוח ים. בתחילת מוגבלת התחזורת לאזור מצומצם של החוף. עם הגברת ניגודי הטמפרטורה במשך היום, מתפתחת התחזורת הן בעוצמתה והן במנדיה. לשיא עצמה היא מגיעה בערך בערך בשעות 4:00-3:30 אחר-צהרים ולאחר-מכן היא הולכת ושותכת (מרר, 1974; ביטן, 1984; צנלסון, 1966; Mahrer, 1982; Bitan, 1982).

גובהה אליו מנעה בריאות הים משתנה. בהתאם לסוגי האקלימים השונים יכול להגיע ל-1000 עד 2000 מטרים, ומizio בחתך הגבהים המשמעותי לעופות הדואים הנודדים.

מרחק החדרה מהים נע בין 15-60 קילומטרים ונע במהירות שבין 10-18 קמ"ש. הבריאה מן הים מגיעה לאזור ים המלא בין 16:00-17:00 (ביטן 1984).

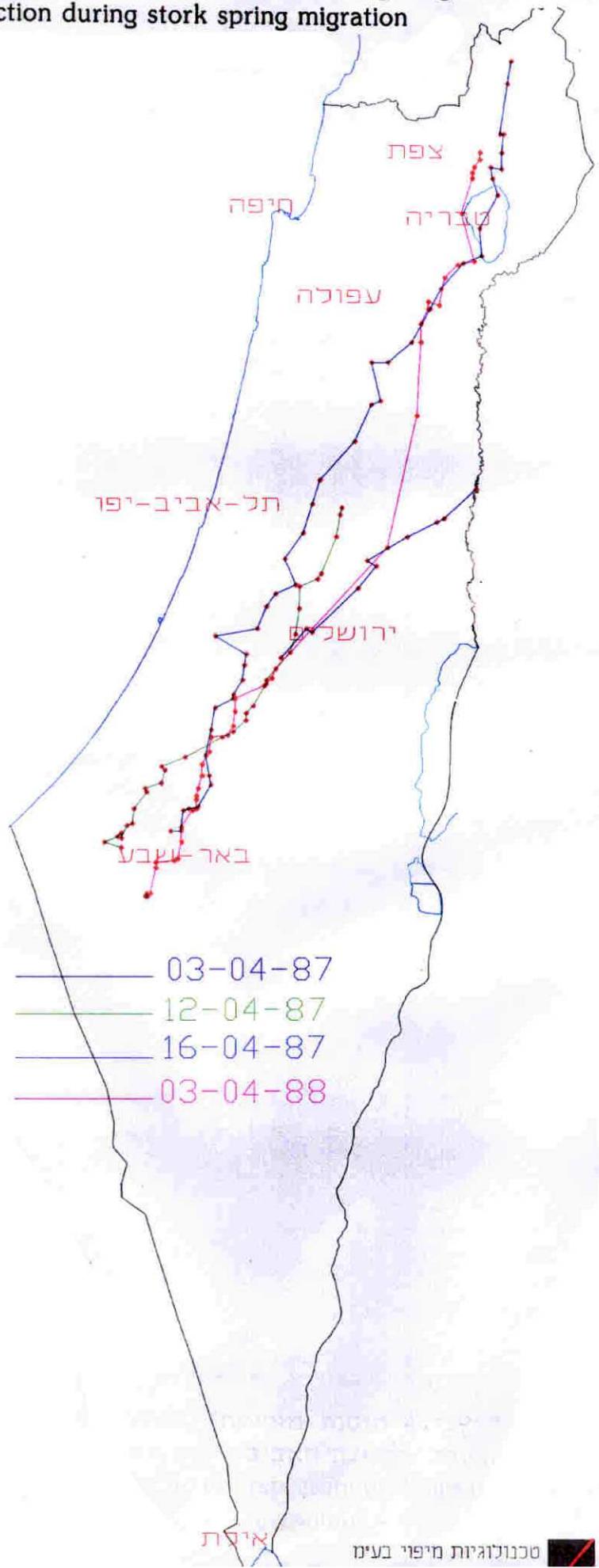
לבריאות הים תפקיד חשוב ביצירת חזית התקומות, המאפיינת על-ידי שינוי כיוון ועוצמת הרוח, "השוברת" לעיתים את מצב האינורסיה ויוצרת שכבות ענני קומולוס. חזית או מהויה קו יצרת תרמיות טובות, המתאימות היטב לנדיות העופות הדואים.

התקדמות הבריאה מזורתה משפיעה על תנודה מקבילה של קו הנדידה של העופות הדואים הנעים במנגמת מערב-מזרח בין 10:00-10:00 (ראה איור מס' 23, 24 ורץ' תמונות מס' 26, 27, 28).

#### ג2) תנודה יומית בתויב הנדידה בצד הבקעה

כמפורט בפרק 3.4.1(ג), מטייסות המעקב, בעוזת הדאון הממוני בנדיות הסתו, עולה, כי קיים דגם נדידה מוגדר המצביע בבודק על מגמת נדידה לעבר המדרונות המזוריים של מדבר שומרון ומדבר יהודה. לקראת שעות הצהרים נסחף ציר הנדידהchorה מזורתה לעבר הבקעה עצמה. מטייסות המעקב שבוצעו אחר חזיות לבנות, חזיה שחורה ואיות צרעים, עולה, כי להקות שננו בלילה עמוק בית שאן וצפון הבקעה, עפו בבודק לכיוון דרום-דרום-מערב בערך מעלה אפרים – ירושלים – חברון או מעלה אפרים – מעלה אדומים והשולאים המזוריים של מדבר יהודה (ראה מפה מס' 8).

**מפה מס' 19:** 4 טיסות מייצגות לסתייה מזרחתית מנתיב הנזירה המרבי בנדיזת האביב של החסידות  
**Map. 19:** Four flights representing migration route deflection during stork spring migration



הסיבה לכך, שהעופות הדואים נוטשים את ציר הבקעה ונמשכים לשוליים המזרחיים של רכס ההר, קשורה, קרובה לוודאי, במשמעות הקרים של השימוש: מיקומה של ישראל באזורי הסובטרופים הצפוניים חשוב אותה לקרים חזקה של שמש: מייעוט העוננות ואורך היום באוגוסט – מחצית ספטמבר (בזמן נדיית החסידות והאיות) גורם לכך, שהשוליים המזרחיים של ישראל מגיעים לערכי מקסימום של קרים על כדור הארץ ועל שטח מואון של מיר נופלת קרים של 7.5 מיליון קלוריות קטנות ליום (אשבל, 1974). עם הזיהה, בוקר, נקלות מרבית הקרים על המדרונות המזרחיים של רכס ההר, הפונים אל השימוש, וכן שם נוצרות התרכזיות הראשונות, המושכות אליו את הדואים הנודדים.

אישור לכך הועג באיר מס' 23: בסקר חוצה שומרון יוצאות כ-6% מאיות הערעים לדרכם בשעה מוקדמת יחסית (בין 00:00-6:00) – רק באוכליות שחוז, בלילה, במרודות המזרחיים של מדבר שומרון, שם התחילו התרכזיות בשעה עד שעה וחצי לפני המדרונות המערביים, ובהתאם גם החלת הנזירה מוקדם יותר – במרודת. במקביל, בשעות אחר-הצהריים המוקדמות, מגיעה הבריאה הימית, שחצתה את גב הרי יהודה והשומרון, ומתקדמת בעוצמה גדולה יותר על המדרונות המזרחיים, לעבר הבקעה במורדות ממוצע של 30-40 ק"מ<sup>2</sup>, ולעתים במשבים של 50-60 ק"מ<sup>2</sup> (Bitan, 1982). שיLOB שנייני כיון הקרים והבריאה מסיט את ציר הנזירה לעבר הבקעה עצמה, ואכן הלהקות שנעפו לאורך הבקעה בשעות אחר-הצהריים נודדות רוכן לציר הבקעה ולעת ערבית נוחות בין צומת קליה – יריחו – עד לעין גדי – מזרח, על שפת מצוק העתקים או על מדרונותיו (להקות בודדות לנוט גם בין קליה לעמק בית שאן). עם בוקר, מתקדמת הלהקות בмагמה דרום-מערבית דומה לא שתוארה לציר בית שאן-מעלה אפרים, ונעות לכיוון ערד-דימונה (ראה 3 טיסות מייצגות במפה מס' 8).

#### ג) תנודה יומית בתניב הנזירה בהרי אילת:

פרשא בפני עצמה היא משטר הרוחות בדרכים הערבה והרי אילת. לכאורה, ניתן היה להניח, כי גוף מים גדול כמו מפרץ אילת, שהוא ארוך ורחב מים המלח, ייצור לו, כדוגמת ים-המלח, משטר מקומי של רוחות ים ויישה. הנתונים שנמדדו בחלקים בראשם רוח אוטומטי (כצנלסון, 1966) מראים, כי 86% מכיווני הרוח במשך השנה הם צפוניים (צפוניים-מזרחיים) ורק 9% הם דרומיים. שתי "החותמות" הגבות, הרי הנגב במערב והרי אדום במרודת, הן המדריכות את הרוח בכיוון צפון או דרום (רק 2% רוחות מערביות ו-4% רוחות מזרחיות). מגמת הרוח הצפונית נובעת גם מכך, שקיים מפל לחץ שנתי ממוצע מבאר שען לאילת של 2.4 מיליבר, ותנאים אלו מחייבים נשיבת רוחות צפוניות. בעונות השונות ובשעות השונות ביוםמה, משתלבים גורמים נוספים בקביעת שכיחות ציווני הרוח: לקראת הצהריים גוברת מוגמה דרוםית ולקראת הערב מוגמה מערבית-צפון-מערבית.

במקביל לכיווני הרוחות, נראית תנודה קבועה במוגמת החזיה של הנודדים לירדן מצומת גروفית בוקר – לעבר מפרץ אילת בשעות אחר-הצהריים והערב (ראה מפה מס' 12), המציגת תנודות חזיה בצומת גروفית בשעה 10:05, באזור בקעת תמנע 11:40, וצפונית לאילת בין 17:30-18:30.

הרוחות הצפוניות חזקות במיוחד בוקר וначלות בשעות הצהריים והערב.

### 3.6.4 השפעת הגורמים האקלימיים על גובה ו מהירות הנזידה

בפרק 3.5 הוצגו השינויים בגובה ובמהירות הנזידה במינימ השוניים בהתאם לשעה ביום. בפרק 3.6.1

נסקרו הגורמים האקלימיים המרכזיים במקור ובמיוחד, המשפיעים על אופי נזידות העופות הדואים.

מכלול הגורמים האקלימיים הרחב שהוצעו כבעלי השפעה על אופי הנזידה, עולה, כי מספר גורמים משנים קשורים באופן הדוק אחד לשני וייחדו משפיעים על אופי הנזידה (כמו, למשל: לחות יחסית, טמפרטורה ועננות). לגורמים אחרים השפעה דומיננטית יותר כמו עוצמת וכיון הרוח. נראה, כי לגבי קבועות גובה ומהירות הנזידה נבחנת בעיקר התרומה היחסית של כל גורם אקלימי להתקשות התנאים הקונוקטיים האידיאליים, שיאפשרו לעופות הדואים להתקדם במקומות מרחק, במינים זמן ובמינים אנרגיה. ככל שהעופות הדואים יכולים לטפס מהר יותר וגבוה יותר בתרמיקות ובמקביל לבצע גישות ארוכות או מהירות יחסית, יכולים להגיע לעודם בקצב מהיר, תוך השקעת אנרגיה מזערית.

כפי שהוצג בפרקם הקודמים, קיים יחס ברור בין גובה הטיפוס בתרמיקה ומהירות התקדמות, ולכן לתנאים האקלימיים התפקיד המרכזי הקובע את גובה וקצב הנזידה. גובה נזידה נזוז והתקדמות איטית בעקבותיו יכולים להיקבע על-ידי גורמי אקלים מקבילים שונים לחלווטין: תנאי אינורסיה, ומואידך שקע או עוננות נזוצה מאוד שלא מאפשרים התקפות תנאי קונוקטיה. שני הגורמים האקלימיים השונים לחלווטין באופיים יכולים, בסופו של דבר, להביא לאותם גבהים ומהירות בנזידה.

כדי להבהיר את התלות המכטט-מוחלטת של גובה ו מהירות הנזידה בתנאים האקלימיים המגוננים, מובאים מספר יעודי טישה ואקלים מייצגים להבارة הנושא, מתוך עשרות האירועים שנבדקו:

(א) **איות צרעיט:** במספר מס' 20 מוגנות 2 טיסות מקבילות של איות צראים בנזידת הסטיוי בנתיב המזרחי, בהבדל של 3 ימים. כפי שנראה בחalk האופקי, הלהקות נזוזו בתנאים מקבילים כמעט לחלווטין. התנאים האקלימיים היו דומים מלבד גורם אחד – עוצמת הרוח: בעוד שב- 4.9.86 רוח בין 0-5 קשר (עד לרוח של 1200 מטרים), הרי שב- 1.9.86. והיתה הרוח 10-13 ג' קשר. ההבדל הממוצע בעוצמת נשיכת הרוח היה 9 קשרים בלבד: מהתבוננות בחנק הגובה של 2 הטיסות עולה, כי ב- 1.9.86 מתחת לגובה של 1000 מטרים נאספו 6 נתונים של בסיס/נג' תרמיקה, ואילו ב- 4.9.86 נאספו 28 נתונים (פי 4.6) המעידים על נזידה גבוהה יותר ב- 1.9 לעומת 4.9. לעומת זאת המהירות הממוצעת 48.3 קמ"ש וב- 4.9.86. קמ"ש.

מן נתונים עולה, כי הבדל ממוצע בעוצמת הרוח של 9 קשר בלבד, הعلاה את גובה הנזידה ובהתאם להתකדמות ב- 12.5% (6+ קמ"ש). בהתבסס על חישובי קצב התקדמות יומי (ראה פרק 3.5.3), הבדל אקלימי קטן זה מאפשר לאיות לנזוזו 60 קילומטרים נוספים ביום.

(ב) **טיסות אביב – (אילת), איות צרעיט (10.5.87, 8.5.87, 5.5.87):**

בין ה-3-8 במאי חולף ברוב השנים הגדול של איות צראים בהרי אילת. בשנת 1985 חלפו בימים אלו 723,264 איות. בשנת 1987 ירדנו עם הדאון הממען להרי אילת בתאריכים 5.5.87-10 כדי לעקוב אחר גל הנזידה הנזוז. ב-5 במאי התקפטו תנאי שרב כבדים. נשבו רוחות זרומות במקום הצפוניות הרגילות, שלא אפשרו התקפות רגילה של תרמיקות. בהתאם לכך החלו בתאריכים אלו בהרי אילת 73,537 איות בלבד (10.1% בהשוואה לכמות שחלפה ב- 1985). לקרה ה-8 במאי נשבר השרב והחלו לנשוב רוחות צפוניות וצפון-מערביות, ובעקבותיהם החלושוב לזרים איות הצראים. בעוד שב-5 החלו רק 55 איות, ב- 8.5 חלפו 19,992, ב- 9.5 – 10.5 – 32,762 – 70,987 – ובסך הכל 1,70,987 –

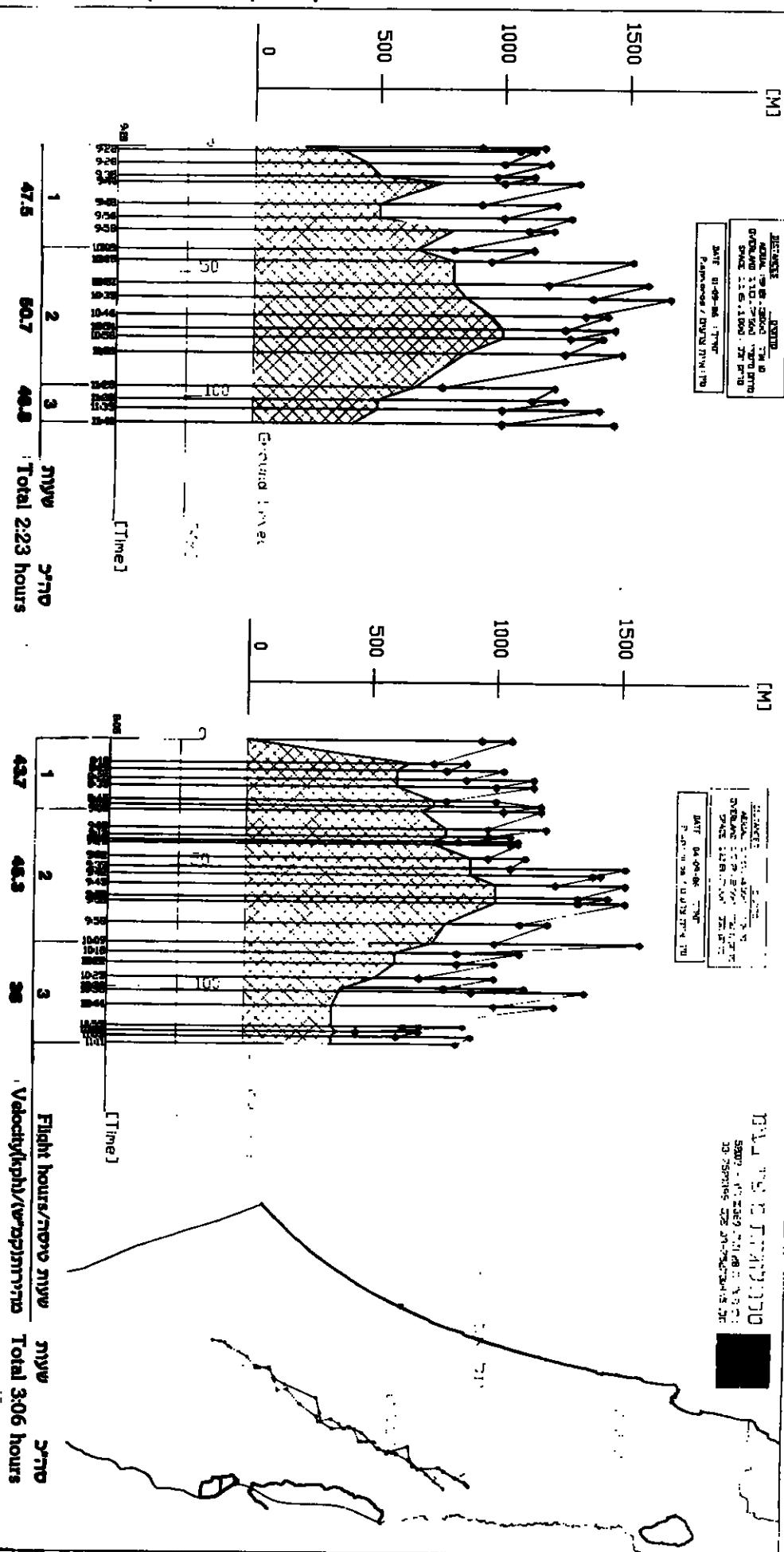
במספר מס' 21 נראה באופן בולט ההבדל בגובה ובמהירות התקדמות ב-3 ימים מייצגים: 5.5.87 – בתקופה שיא הרשב, התקדמות האיות צמוד מאוד לפני המדרון ובהתאם מהירות התקדמותו הייתה 19 קמ"ש בלבד.

**מפה מס' 20: השוואת 2 ימי נדידה של איות צרעים, סתיו**

1986

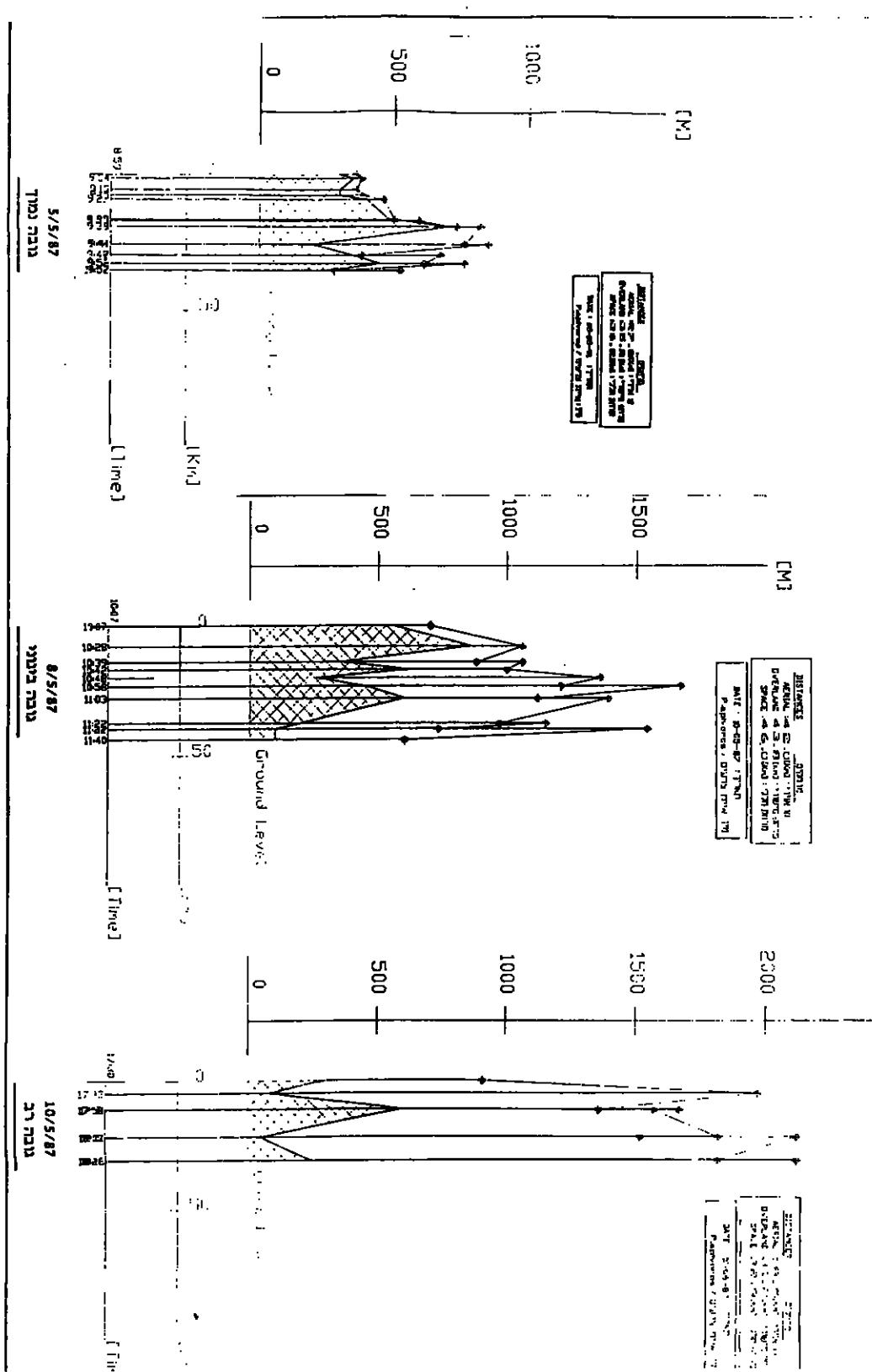
1986

**Map. 20:** Two Honey Buzzard migration days, Autumn  
1986 (Eastern Route)



**מפה מס' 21:** השוואת של 3 טיסות עם איות צרעים בדואן  
הmemnon, אביב 1987.

**Map 21:** Three motorised glider flights with Honey Buzzards, spring 1987.



ב- 8.5.87 - החל להישבר השרב, ובשלבי השבירה המאוחרים החלו להשתפר התנאים, ונג' התرمיקה המומצע של האיות עלה לגובה של 820 מטרים מעל פני השטח. האיות התקדמו בהתאם ב מהירות של 36 קמ"ש. ב- 10.5.87 - עת התפתחה אי-יציבות חזקה, ובעקבותיה תנאי דאייה אידיאליים, טיפסו האיות בגג התرمיקה לגובה ממוצע של 1565 מטרים מעל לפני השטח, ובמהירות ממוצעת של 46.4 קמ"ש.

(ג) **טישת המעקב**, שbowuta בתאריך 17.5.87 עפ' להקה של 164 שkanaiot, מהוות זוגמא מצוינת לתלות המוחלטת של עופות דו-אים אלה בתנאים אקלימיים: ביום אחד התנאים גרוועים במיוחד, משקיעים העופות הדואים ארגניה מיותרת רבה, וקצב התקדמותם היומי מעוכב ממשמעותית: בתאריך זה הייתה אינורסיה חזקה במיוחד עד לגובה של 900 מיליבר (~1000 מטרים), ומעל האינורסיה גוש אויר יציב עד לגובה של 1500 מטרים. הרוח בגובה 600-1000 מטרים הייתה דרוםית-מזרחת קלה (105/04). תנאים אלו יוצרים מאד, וכמעט שלא אפשרים התפתחות תרמיות.

התמונה המתוארת מוצגת היטב **בשפיגרומה** באירור מס' 36: הטפיגרומה מהוות כלי-עזר מעולמת למטאורולוג לעיבוד וניתוח תמונות מצב אקלימי. שפיגרמות עוזרו לנו רבות בעיבוד וניתוח הנתונים האקלימיים בהשוואה לנינוי הנדייה שנאספו.

השפיגרומה מציגה, בין היתר, את מפל הטמפרטורה עם העלייה בגובה: הקווים האלכסוניים (היווצים באזווית של כ- 45 מציגי ה-X, ונמשכים עד לחלק העליון של ציר ה-Y (הסקלה יורדת מ- 1000 עד 20) הם **קווי מפלסי הלחץ** (בAMILIBER). הקווים האנכיים הם הטמפרטורה (מ- 90 עד ל- 40+). הקווים האופקיים (המקבילים לציר ה-X) מבטאים את הטמפרטורה הפטונציאלית, או את המפל האדיابتטי היבש. הקשותות המקבילות, היוצאות מהמשולש הימני של ציר ה-X, מבטאות את קווי המפל האדיابتטי הלח.

נתוני השפיגרומה מושגים מהפרחת רדי-סונדה לאטמוספירה. חיבור נקודות הנתונים השונים שהזוכרן, הנאספים בgregatorים השונים, יוצר את הגרפ' המוצג באירור. מבדלים בין 3 משבים עיקריים: (א) יציבות, (ב) אי-יציבות, (ג) אי-יציבות על תנאי. שיפוע הגרפ' נמדד ביחס ל-2 קוויים מונדרים - קו אדיابتטי יבש וקו המפל הלח: במידה שקו הגרפ' נמצא מתחת לקו אדיابتטי יבש, אז בשכבה זו האטמוספירה בלתי יציבה. במידה שקו הגרפ' מעלה קו אדיابتטי לה, בשכבה זו האטמוספירה יציבה. במידה שהקו נמצא ביןיהם - קיימת אי-יציבות על תנאי, כשהנתוני מונדר כרוויה של האויר באדי מים (לחות).

בשפיגרומה מתאריך ה- 17.5.87 (AIR מס' 36) רואים Tamona מצב, בה מפל הטמפרטורה האמור לרוץ עם העלייה בגובה - עולה באזורי הקרוב לפני הקרקע. מצב זה יוצר את האינורסיה הנורמת ליציבות חזקה מאוד באטמוספירה, וחוסר יכולת ליצירת תרמיות. מהשפיגרומה נראה, כי בעלייה מגובה פני הקרקע (~1510 מיליבר) קיים מפל טמפרטורה **הפוך** של ~2 (מ- 13 ל- 25), שהיא האינורסיה החရיפה. מעליה יש שכבה יציבה נוספת 850 מ"ב - 970 מ"ב (~1500 מטר) מהקודקוד של המשולש האדום (הימני) (~1500 ± מטר). המפל הפוךשוב לבלת-ייציב, ומתפרק.

הקטע השמאלי (האדום), המשנה זוויתו של ~90 בapon חריף הוא האזור שבו נגמרה הטרופוספירה ומחילה הסטרטוספירה. אזור המעבר נקרא הטרופופאוזה.

במהשך לתיאור Tamona המצב של התנאים האקלימיים הגורעים שנוצרו לנדייה, פורט يوم טישה מייג' צוגמא להשפעתו המרכזית של האקלים על תנאי הנדייה בשלושה מישורים עיקריים: (א) גובה הנדייה (כולל פירוט נחיות בינויים), (ב) מהירות הנדייה, (ג) נתיב הנדייה האוירי לעומת המישורי.

**א. השפעת האקלים על גובה הנדייה:** ב- 16.5.87 נחתה להקה של 3000 חסידות בנחל הבשור ליד קיבוץ צאלים בגב המערבי. ב- 17.5.87, המתו לחסידות באוויר עם הדאון המונגע משעה 10:08. בשעה 08:20 התרוממו מחזיות מהחסידות. לאחר ניסיונות ראשוניים כושלים לתפוס תרמיות, הן נחתו לאחר 21 דקות, בשעה 08:41.

יחד אתנו איתרנו גם להקה של 164 שknאים, שאלייהם החלטו להציגו: לאחר מספר דקות המראeo שנית, וב-14:09 נחתו שנית, לאחר שלא הצלחו לצבור גובה. לאחר 2 דקות התرومמו בשלישית, התקדמו, ובשעה 07:10, כשהחלפו באוזר שוקה, נחתו פעם שלישייתו) בגין החמצון של שוקה, לאחר 3 דקות המראה רביעית.

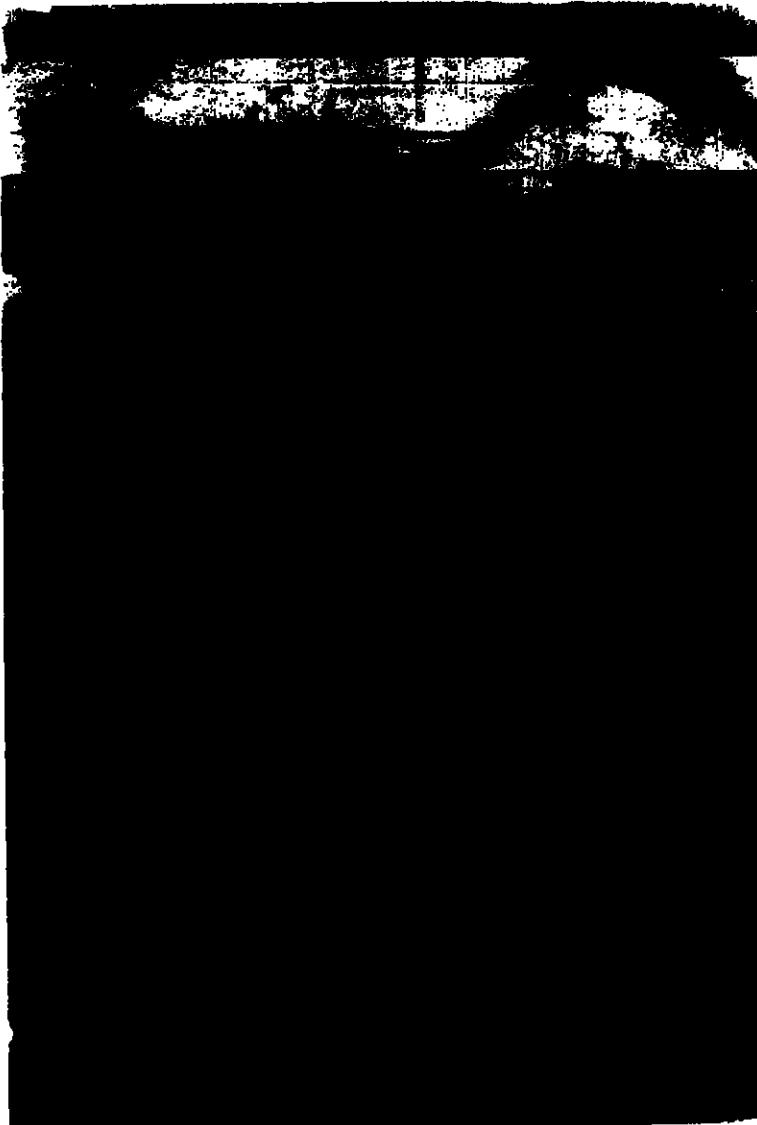
**במפה מס' 22** מוצגת טיסת הדאון והשknאים בחתקן אנכי ואופקי, ובה נראות 3 הנחיות. 3 נתיות וווך 1:50 1:50 שעות מהוות בזבוז אנרגיה גדול לשknאים הנאלעים בחבותות-כ奴 אקטיביות לצבור שוב גובה ראשוני לדאייה.

עד לשעה 12:00 לא הצלחו השknאים במשך 3:40 שעות להתרוםם מעל ל-390 מטרים מעל לפני השטח בגל האינורסיה החזקה, כפי שנראה במפה מס' 22, רוב התרמיות עד לשעה זו היו בגובה הנופל מ-250 מטר מעל לפני השטח.

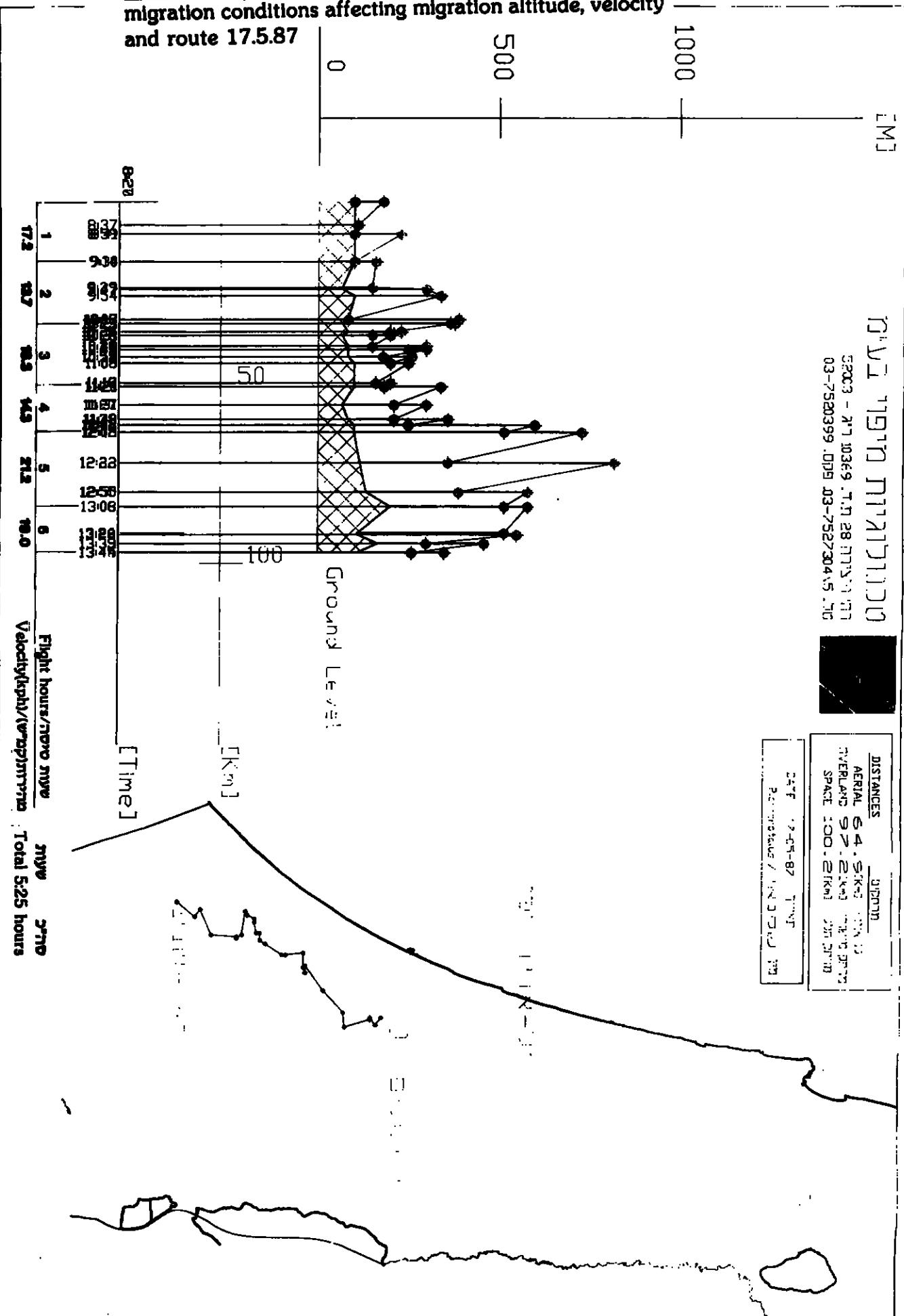
שעה 00:12:00 באוזר קריית גת השתפרו התנאים, ובהתקדים, הצלחו השknאים לטפס גובה יותר לשעה אחת בלבד, ושוב חזרו התנאים הגורעים הקודמים.

**איור מס' 36:** טפיגרמה (17.5.87) באדיבות מרכז מטאורולוגיה של חיל-האוויר (פרוט ראה בטקסט)

**Fig. 36:** Tepigram (17.5.87) describing the inversion development (courtesy of IAF)



**מפה מס' 22:** טיסה מייצגת לתנאי נזירה גורועים במיוחד  
המשפיעים על הגובה, המהירות והנתיב (שכנאים, 87  
**Map. 22:** A representative flight for unfavourable  
migration conditions affecting migration altitude, velocity  
and route 17.5.87



**ב. השפעת האקלים על מהירות הנדידה:** כפי שפורסם בתחילת הפרק, קיים קשר חזק בין גובה הנדידה ובין מהירות ההתקדמות של העופות הדואים, כשבתנאים גורעים הקשר בולט במיוחד: בבדיקה צבע ההתקדמות הממוצע,علاה, כי בטיסט מעקב זו, ליוינו את הלכה במשך 5:25 שעות, כשהמהירות ההתקדמות הממוצעת הגיעו ל-**19.95 ק"מ/ש בלבד**, כאשר הגיעו ל-**50.9%** מהמהירות הממוצעת הרב-שנתית שנמדזה לכל טיסות השכניםים.

בהתאם לחישובינו, השכניםים חולפים ביום נדידה ממוצע 250 קילומטרים. בנסיבות אקלימיים כדוגמת טישה זו, הם יכולים לבצע ביום הנדידה רק 127 קילומטרים. בmph מס' 22 מופיע הפירוט לכל שעת טישה, המראה בבירור את הקצב האיטי, כשק間に 00:00-12:00,13:00, כשהשכניםים הצליחו להתרום קצר יותר גובה, הם הצליכו במקביל להתקדם מעל 20 ק"מ/ש, כל יתר שעות הטיסה הערכים היו נמכרים יותר. (16.3,  
14.3, 17.2, 19.0, 13.7 ק"מ/ש בהתאם)

**ג. נתיב הנדידה האופקי והמשורי:** בטבלה מס' 21 מוצגים נתונים הארכת הדרך של המינים השונים כתוצאה מהתקדמות בתניב משורי ולא אוויר. מהתבלה עולה, כי השכניםים הארכו בממוצע של 25.6% את דרכם המשורי, המהווה את הריך הגובה בין כל העופות הדואים שנבדקו. בטישה זו (ראה mph מס' 22) היה היחס בין המרחק האויר (64.9 ק"מ) לבין המרחק המשורי 97.2 ק"מ – הארכה של 51.8%, המהווה מרחק כפול מהממוצע. נראה בבירור היחס בין המהירות הנמוכה והגובה הנמוך. במפה האופקית נראה היטב הארכת הדרך "המיותרת". בחלק מהימים, שבהם התנאים עוד יותר קיצוניים, השכניםים מוחדרים כמעט על היציאה לדרכם ומתייגרים לתנאי מג-אוויר משופרים, כדוגמת ה-23.10.88, שבו גם כפר ברוך שהוא כ-2000 שכניםים. לאחר ניסיון בודד, שבו חנו השכניםים מספר דקות באוויר ונוכחו שכן כל תנאי דאייה (שילוב של אינורסיה ואובך), הם נשארו במקומם לפחות עד לשעת הצהריים, עת נטה הדאון את האוזר לאחר 4 שעות טיסת "המתנה באוויר".

**ד. שינוי גובה ו מהירות הנדידה מתנאים גורועים לתנאים משופרים:** בפרק 3.5.2 הוגן השינוי בגובה ובמהירות הנדידה במקביל לשינוי שעות היום עם השיפורות תנאי הקונוקציה. בפרק 3.6.3 הוגן שינוי בתניב הנדידה בהשפעת התנאים האקלימיים: להלן מובאות שתי דוגמאות מייצגות, בהן שינוי העופות הדואים את נתיבם, שנראה כי המטרה העיקרית הייתה לעבור לאורי קונוקציה מועדפים, שבהם יוכל העופות הדואים לצבור גובה רב יותר בהשיקת אנרגיה מינימלית, ובהתאם, להתקדם בקצב מהיר יותר: א- דוגמא אחת תוכנן מיום מעקב אחר להקט חסידות לבנות בנדידת האביב בתניב המערבי (3.4.88). ב- דוגמא נוספת מוסף מעקב אחר להקט חסידות שחורות בנדידת הסטיו בתניב המזרחי (22.9.87):

א. כמו כן בטבלה מס' 23, ארבע שעות הנדידה הראשונות היו תנאי אקלים גורועים (ראה פירוט בפרק 3.6.2 ב3). בעקבות זאת לא טיפסו החסידות מעלה 200-250 מטרים מעל פני השטח. בהתאם, היה גם קצב ההתקדמות הממוצע לשעה (28.7 ק"מ/ש) נמוך ב-34% ממה ממוצע הרב-שנתית של החסידות ארבע שעות הטיסה הראשונות.

באזור בית שמש פנו החסידות לצפון-מזרחה (ראה פרק 3.6.2 ב3), מזרחית לקו פרשת המים של שדרות ההר, שם התפתחו ענוי קומולוס בגובה של 8000 רגל. החסידות, שראו כנראה את קו העננים בmorning, התקדמו עבר התנאים המשופרים, והتوزאות בשינוי היו מיניות: מגובה של 200-250 מטר מעל לפני השטח, הצליחו החסידות לטפס לגובה של 550 מטר מעל לפני השטח, ובהתאם השתנה קצב ההתקדמות הממוצע של 28.2 ק"מ/ש ב-4 השעות הראשונות ל-56.9 ק"מ/ש (החסידות הצליכו להכפיל את מהירותן). תוך 72 דקות הצליחו החסידות לחצות את כל השומרון, ב-2 גליות אורכות במילוי; הראשמה של 36 ק"מ (מרחק בין 2 תרמיות) והשנייה של 19.4 ק"מ. בהמשך הדרך, מעלה עמוק יזרעאל ועמק החולה, הן חזרו לגובה וקצב ההתקדמות רגילה.

גlijשות לטוחים כה ארכוכים, שלא נצפו לעיתים תדירות בנזירה מעל ישראל, מקבילים לתופעה שתוארה על-ידי Kerlinger (1989) ועל-ידי Smith (1985) כ- "רחובות ענן" (Cloud streets): התופעה מתפתחת בזרך-כלל באזורי המתאים לההתפתחות בריזות-ים, בהם יש שרשרת הרים במקביל לקו החוף. קו הбрיאה מוסט בתנאים מתאימים על-ידי הרוח ויוצר "חזית-תרמלית" - קו רצוף המאפשר, במידה שהוא מקביל לקו הנזירה, להתקדם לאורכו בגלישות ארכוכות בלי לגלוש ולטפס בין התרמיקות לטוחים קצריים. בתנאי לחות מתאימים מאופיין קו הבריאה בהיווצרות קו מקביל של ענני קומולוס. התופעה נראית, למשל, באזור Cape May בחוף המזרחי של ארה"ב (Kerlinger, 1989), לאורך חיפוי האגמים הנדולים בעפונן ארה"ב (Hough, 1974).

מתמונות לוין נראים לעיתים "רחובות-עננים" באורך של 500-800 קילומטרים רצופים. "רחובות-עננים" ממוקמים בדרך-כלל בגובה הגודל בפאקטור של 2.8-2.0 מגובה התרמיקות הרגילה: התנאים שתוארו מתאימים בדיק לティーור במפה מס' 23 (ב-3.4.88), ומתחאים היטב לתופעת "רחובות-הענן", ולגלישות יוצאות הדופן של החסיזות שתוארו להלן.

תופעה מקבילה לו שтворה נصفה גם ב-10.4.88, עת ליוינו להקת חסיזות בנתיב המערבי. לקרהת הצהריים איתור המכ"ם קו רצוף של נזירה, 5 ק"מ מזרחית לקו פרשת המים. במקורה זה, נטהנו את המעקב הרצוף של להקות החסיזות לאמוד את גודל הנתיב שאיתר המכ"ם: לאורך קו של 500 קילומטרים רצופים - מIDDEN-מזרחית לבאר-שבע ועד לקו מצפון-מזרחית לשכם - נמשך קו נזירה רצוף, שנע ברצועת גובה שבין 1800-2300 מטרים על קו בסיס ענני קומולוס שהפתחו על ציר זה. (ראה צילום מס' 35). לאורך הנתיב המתווך ספרנו 25,000 ± חסיזות לבנות, אף עקב חורף מזרחיים ומאות עיטי חורף ודיזיות שחורות. לא ניתן היה לבצע ספירה שיטית מכיוון שטסנו נגד כיוון הנזירה במוגמה לאתר את כל אורך הנתיב. העופות הדואים נראו ונכנסים ויוצאים לבסיסי העננים ומחתרם באופן רצוף.

**תמונה מס' 35:** תמונה לוין, המתארת היטב את "רחובות-הענן" שנוצרו כחוצאה מבריזות-ים, והיו קו נזירה אידיאלי לעופות דואים. קו העננות נראה מצפון-מערב לים המלח מעל רכס הרי יהודה-שורמו.

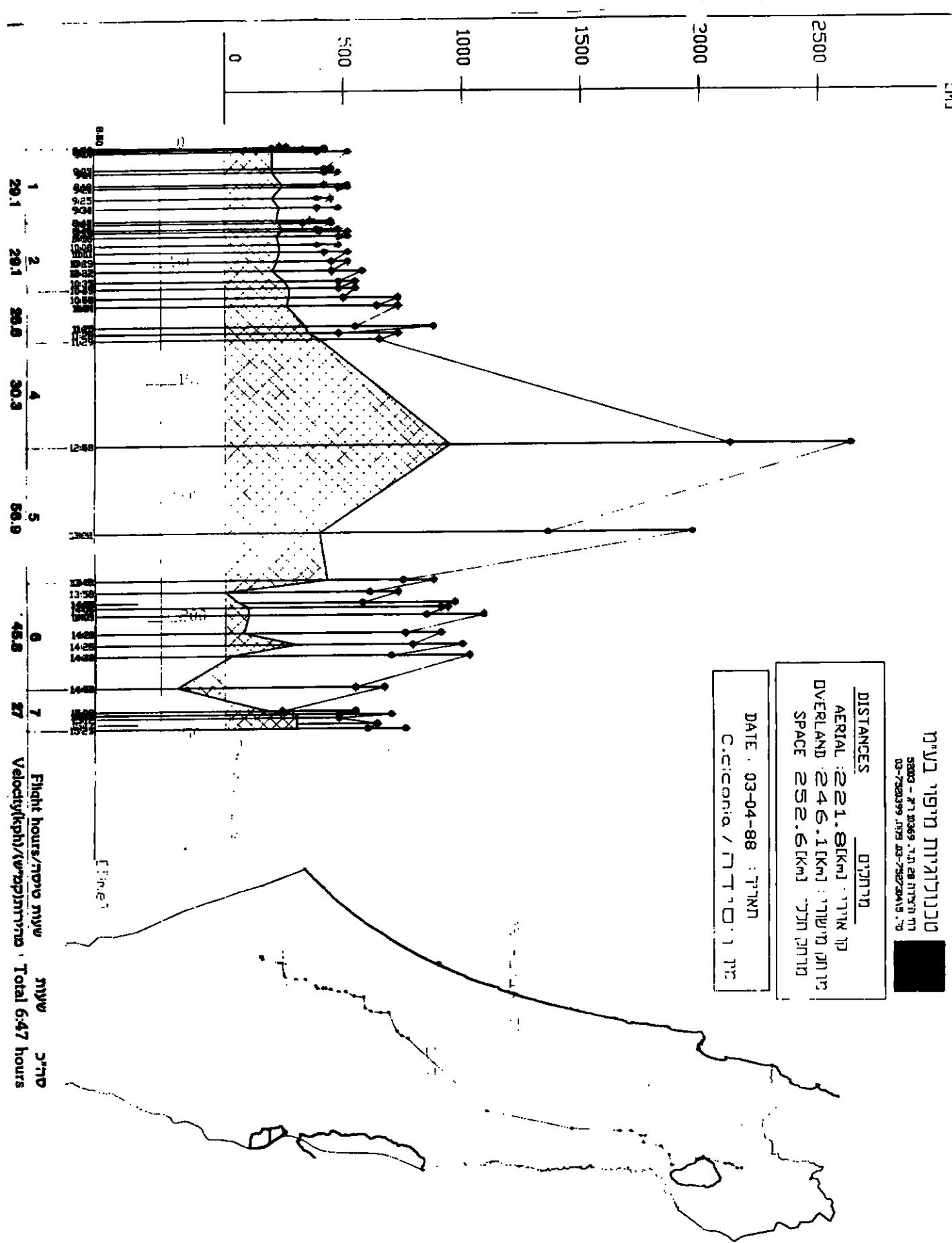


תופעה מקבילה נصفה גם ב-14.5.88 בנתיב הנזירה המערבי בין באר שבע - למדרונות המערביים של שדרות ההר ועד לגבול הצפון. בתנאים שהפתחו, נפלו עופות דואים בגובה של עד 3000-3000 מטרים, לאורך כל הנתיב (רפ' לוסקי, ידע איש).

בימים בהם נוצרים תנאי "רחובות-ענן", מהווים גם ימי דאייה ימים אידיאליים לדואונים, המשוגלים לדאות לטוחים ארכוכים במיוחד.

ב. במפה מס' 24 מובאת טיסה מייצגת של חסידות שחורות בנזידת השטוי בבקעת הירדן, בזוגמא לשינוי בנתיב ובגובה הטישה. החסידות השחורות התרוממו ב-40:09 (באיחור של שעה) עקב התנאים היציבים והתקדמו בשלוש השעות הראשונות בגובה נמוך ובמהירות של 29 קמ"ש, 28.3 קמ"ש, 36.1 קמ"ש, בהתקדמותם. לקרבת השעה הרביעית וחמישית נטשו החסידות את ציר הבקעה, ועברו מערבה לעבר המדרונות המזרחיים של רכס הרי יהודה והרי חברון, ובאופן בולט הצליכו מיד לשפר את גובה הנזידה ל- 1500 מטרים מעל לפני השטח. בהתאם הגבירו את מהירות ההתקדמות ל-39.7 קמ"ש, ובהמשך ל-2.2 52 קמ"ש (ראה מפה מס' .(24)

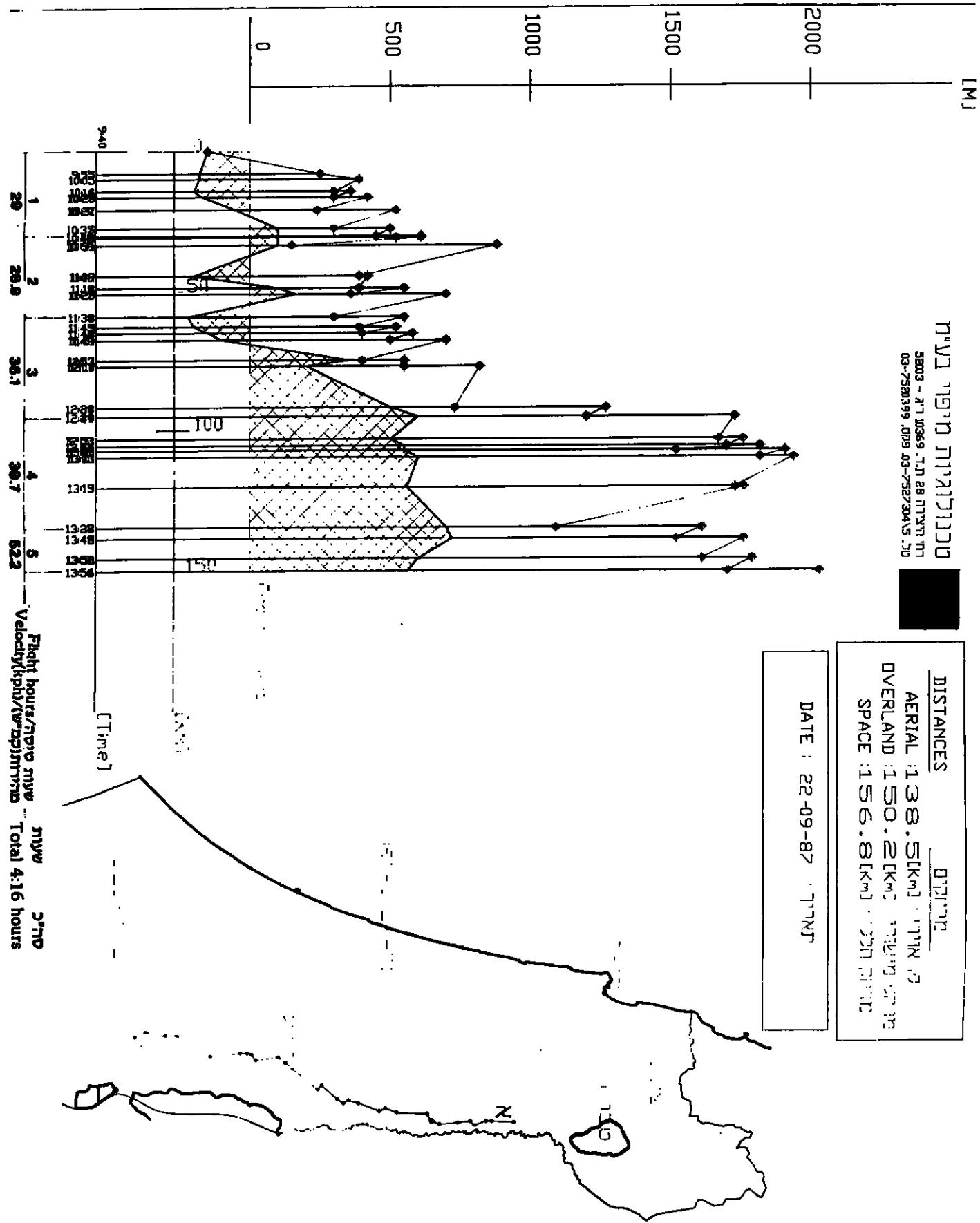
**מפה מס' 23:** דוגמא מייצגת לשינוי גובה ומהירות נתיב נדידות חסידות לבנות (3.4.88) בмагמה להשיג גובה ומהירות עדיפים.



**Map. 23:** Representative sample of change in migration altitude, velocity and route of White Storks (3.4.88) in order to obtain ideal altitude and velocity.

**מפה מס' 24:** טיסה מייצגת בנדידת הסטוק של החסידות השגורות לשינוי גובה ומהירות עם שינוי הנטייה (22.9.87).

**Map 24:** Representative flight during autumn Black Stork migration showing change in altitude and velocity in relation to route change.



## 4. יישום תוצאות המחקר בחיל-האוויר והשלכותיו בתחוםים נוספים

### 4.1 מפות אמ"צ (אזור מוכח ציפורים) ונורלי אמ"צ

כפי שפורט במבוא (פרק 2.1), הנזקים לחיל-האוויר מהציפוריים הנזdot, ובעיקר מהעופות הדודאים, היו חמורים ביותר, ומרקם אחד גרם למות טיס. בעקבות זאת, תוכנו מטרות המחקר והאספקטים היישומיים כבר בשלבים ההתחלתיים של המחקר:

עם סיום שנת המחקר הראשונה, ובהתבסס על הנתונים הפרה-למינריים שנאספו, הוגדרו נתיבי הנזdot העיקריים על מפות, ובאזורים אלו נארסה הטישה לגובה נמוך. לטיסים הוגדרו נחלים ברורים כדי לתכנן טיסות בעונות הנזdot ויכעד להתנהג במקורה של פגיעת ציפור. הוטבע מושג חדש בחיל-האוויר – אמ"צ (אזור מוכח ציפורים) והמפות שהופצו בכל הטויסות הוגדרו כמפאות אמ"צ.

במשך שנות המחקר עודכנו המפות מדי שנה, בהתאם לנtíונim החדשניים שנאספו, בהתבסס על תוצאות המכ"ם וטיסות הדאון הממושע, שאפחו למפות במודוק הן את הנתיבים והן את גובה הנזdot. עם סיום המחקר הופקו מפות אמ"צ סופיות לנזdot הסטייל ולנדיזט האביב, המחייבות את כל מטוסי הקרב של חיל-האוויר לטוס בהתאם למפות האמ"צ שהופקו מנתוני המחקר.

מנתוני המחקר עליה, כי רוב מסת הנזdot חולפת בין 5 ל-1000 מטרים מעלה לפני השטה, ובהתאם לכך הוגבלו נתיבי הטישה באזורי האמ"צ לגובה של 1000 מטרים מעלה לפני השטה. (באזור השפלת, לדוגמא, הוגבלה הטישה לגובה 1000 מטרים ובאזור נב ההר לגובה 2000 מטרים מעלה לפני הים). בהתאם, יש למפות האמ"צ שלושה ממדידות – ממדית.

מהחר שחלק נכבד משמי המדינה מוגבל בעונות הנזdot, הוגדרו זמני פתיחה וסגירה שונים של נתיבי האמ"צ בהתאם לזמן הופעת הציפורים שהוגדרו במחקר (תואת ציר עונתית ראה פרק 3.4.2) וראה איור מס' 34, גוון יrox – אזור א', גוון כחול – אזור ב'). באופן זה, התאפשר למערך הקרב של חיל-האוויר להתאמן יותר ימים בגובה נמוך, לפחות חלק מאזורי המדינה.

### 4.2 הקמת "מוקד ציפורים" להזרמה שיטתיות של התראות זמן אמיתי, ויישום תוצאות המחקר בחיל-האוויר:

מכ"ם הגישה בתב"ג הוכח כייל לגילוי ציפורים. חלק חשוב מבסיסי חיל-האוויר מצוי בתוך אזורי האמ"צ ובתוך מתחאים להתראות בזמן אמיתי. פותח במהלך המחקר נוהל, בו הזרמו באופן שוטף התראות לבסיסים הרלוונטיים על התקשרות להקות ציפורים לאזור הבסיס, המהווה נקודה רגישה להיפגעות מעופות נודדים בהמראות ובניהנות.

ליד שידת המכ"ם בתב"ג הוקם "מוקד ציפורים", שתפקידו להעלות את כל גורמי חיל-האוויר על "רשות אחת", שתבטיח זרימה חופשית ומהירה של כל המידע הרלוונטי על תנועת הציפורים למרחב האווירי של ישראל, ויישמו המידע בזמן אמיתי של המידע הרלוונטי.

במשך 7 חודשים בשנה משבצות 4 מוכ"מות של חיל-האוויר ייחד עם קצין בקרה (מילואים), המפקח על התפעול השוטף של המערכת. הוחק הועבר לשורתAMILAIS בחיל-האוויר, והמשיך לרכז את כל הטיפול בנושא הנזdot בחיל-האוויר.

### הפעלת אמ"ץ בזמן אמיתי:

עוננות הנדידה בסטיוי ובאביב נמשכות כחצי שנה. הגבולות האמ"ץ על שטחים נרחבים, יחסית, עלולות לפגוע ברמת האימונים של חיל-האוויר בגובה נמוך. מהמחקר התרברר, כי ב-35%-45% מימי הנדידה כמוות הציפורים היא דלילה (ראה איור מס' 15), ומאפשרת לטוס בגובה נמוך ברמת סיכון נמוכה.

בעקבות זאת פותח נוהל, המאפשר למוטסים לדודת גם בעונות הנדידה לגובה נמוך בימים דילי-נדידה (אזור ב-ג, ראה איור מס' 17). בנדיות הסטיוי נפרשת רשות צופים קרקעית לרוחב כל המדינה בעפומן, בין יגור לכפר רופין, ובתיואום עם המכ"ס בנתב"ג מאשרים טיסות בגובה נמוך ערבית קודם - בימים דילי-נדידה. בימייה שהצופים או המכ"ס מאטירים להקות בשעות היום, הנהל מתבטל. זה שלוש שנים שהנהל אפשר טיסות נמוכות בשליש מימי האמ"ץ, וכך, למרות ההגבלה, להתאמן (לפחות חלקית) בגובה נמוך גם בתקופות הנדידה. מערכת זו של הצופים, המכ"ס והדוון הממושע, מאפשרת גם להתחיל ולסיים את עונת האמ"ץ בזמן אמיתי.

**איור מס' 17:** מפת אורי אמ"ץ שהופקה על-ידי חיל-האוויר, והופצה לכל הטיסות, והתבססה על מסקנות המחקר



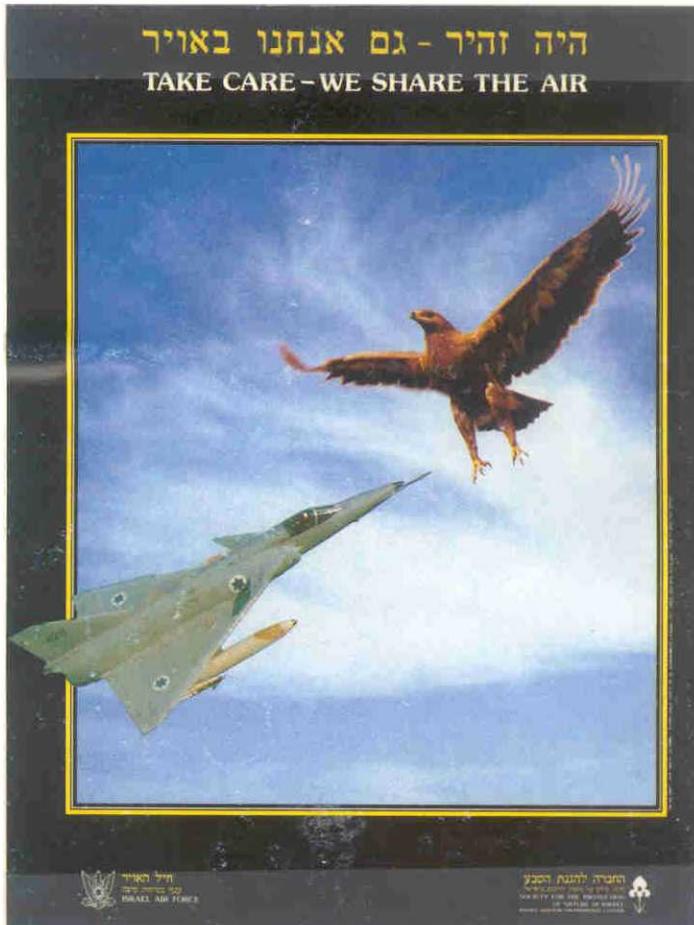
### הגברת המודעות לנושא בטיסות ויחידות חיל-האוויר:

מהחר שנושא האמ"ץ והציפוריים היה נושא חדש בחיל-האוויר, הוכנה תכנית משותפת לחוקר ולענף בטיחות טיסה, במטרה להטמע את הנושא וחשיבותו בין טיסי וגורמי חיל-האוויר. הוקן 'ensus-שיוק' תחת הסיסמה: "היר זהיר - גם אנחנו באוויר" (We Share the Air).

mdi שנה יצאו כרוזות-ცבע שהופצו בטיענות, סרטוי וידיאו, מודבקות, מאמרם בפרסומי חיל-האוויר, הריצאות בלינויים סרטיים ושקופיות בכל הטיענות, ותערוכה ניידת בנושא, שעבירה בבסיסי החיל. אין ספק, כי התקיפה "בחזית רחבה" של הנושא, הצליחה להטמע את חשיבות הנושא בחיל-האוויר.

**איור מס' 38:** דוגמא לכרצה שהופקה ביוזמת החוקר על-ידי חיל-האוויר בשיתוף עם החברה להגנת הטבע

**Fig. 38:** Poster produced jointly by the IAF and the SPNI



### 4.3 השוואת ההיפגויות מציפורים נודדות בחיל-האוויר – לפני ואחרי המחקר – ניתוח כלכלי של התוצאות

כאמור, נוהלי האמ"ץ יושמו בחיל-האוויר כבר בשלבי המחקר הראשוניים ובמשך השנים הם שוכלו, תוך פיתוח מערכות התראה בזמן אמיתי.

מסיכום נתוני ההיפגויות מציפורים נודדות, מאז שהחל נוהל האמ"ץ (1986-1991) בהשוואה להיפגויות לפני הנהלים (וראה פרק 2.1), עולה, כי מספר ההיפגויות ירד באופן וראסטי כתוצאה מיישום תוכניות המחקר:

- עלקב מגבלות ביטחון-שדה, לא ניתן להציג את המספרים המוחלטים, ויוצגו רק אחוזי ההבדל.
- (1) בין 1970-1984 נמחו מספר מטוסים ממערך הקרב כתוצאה מהפגיעה צימור נודדת ונרגט טיס. מאז הפעלת הנהול לא נפל אף מטוס בעונת הנדרידה, ולא הייתה פגיעה בנפש.
- (2) בין 1970-1984 קרו עשרות תאונות בנזקים חמורים (מעל מיליון דולר לתאונה). מאז המחקר, קرتה בשש שנים תאונה חמורה אתה בלבד.

(3) בין 1970-1984 היו **מאות אירז'ים**, בהם נפגו מטוסים מציפורים נודזות בנזקים קלים יותר (ו עד 20,000 \$ לאירוע). מאז הפעלת הנהל ירד אחוז ההיפגעות הקלות ב- 81.1 **אחוזים**.

(4) חישוב הנזק השני, לפני הפעלת הנהל האמ"ץ, הגיע לשיעור ממוצע של \$3,205,000 בשנה. מאז הפעלת הנהלים הגיע הנזק בחודשי הנדייה ל- \$387,000. מנתונים אלה משתמש, כי ישום תוצאות המחקר הקטין את הנזק השני ב- 88 אחוזים, הן מבתינה כספית והן מבתינה מספר האירועים שקרו.

(5) יש להזכיר, כי כמות התאונות הנזולות שהוצאה במבוא (1.2) אירעה בתקופה בה התאמן חיל-האוויר בעיקר בשטחי האימון הנרחבים בסיני. עם החזרת סיני, נאלצו מאות מטוסי-הקרב להתכנס לנוף אוורי מצומצם באופן משמעותי, ולא פיתוח נהלי האמ"ץ הסתברות לנזק היה גלה ממשמעותית.

(6) ההשוואה בין נתונים 1982-1970 נשתנה במספרים מוחלטים של הנזק, בשל מתיחושים כל לנזק-פתח משמעותית נוספת - שההתאונות החמורות הרבות ונטישות המטוסים, נגעו כולם למוטס' הדור-הישן בחיל האוויר, כשלות מירז' או סקייוק מגיעה ל מיליון זולרים בלבד. בעשור האחרון מוחווים מטוסי "דור-חדש" (F-15, F-16) את חוט-השדרה של חיל-האוויר עלותם גדולה כמו מונחים מטוסי העשור הקודם (F-16 - 45 מיליון \$ - 25 מיליון \$). במידה שלא היו מיושמים לכך המחקר בחיל-האוויר עלולים היו נזקי הציפורים הנדידות להגעה (בהתבסס על היפגויות העבר) ממוצע שנייה של 30 מיליון \$, ובעشر שנים ל-300 מיליון \$. (חישוב זה נעשה בשיתוף גורמי חיל-האוויר והמחבר).

באربع שנים המחקר, מטעם משרד הביטחון במחקר 55,000 שקל, המהווה אחוז אפסי לעומת החיסכון שהושג

## 4.4 השלכות המחקר בתחוםים נוספים:

### 4.4.1 רוח כלכלי בקידום תיירות פנים וחוץ:

הנתונים הפרה-למיינרים, יחד עם נתונים המחקר, העבינו על כך, שישראל מהווה את אחד המקומות הטובים בעולם, אם לא הטוב שבהם, לתצפית בנדיבות העופות הדוזאים. במקביל למחקר, ארנון החוקר שני כנסים בינלאומיים של מנהלי ארגוני הצפרות המוביילים בעולם, וכנס של קבוצת העבודה על עופות זורסים של ארגון ה- ICBP, יחד עם שפע פרטומים פופולריים בעיתונות הבינלאומית בעשור האחרון, העלו את ישראל על מפת התיירות העולמית כמוקד לצפיה בזכיריות נודזות. המשיכה העיקרית הייתה אילית. בשיתוף עם גורמי תיירות פותח מסלול מיוחד באילת, ובשלוש השנים האחרונות הגיעו (באומדן מוקרב) כ-10,000 חובבי-ציפורים צפיפות בנדידה - לעומת עשרות שהגיעו מדי שנה בעשור הקודם. בעזרת פרסומי נרחב על-ידי החברה להגנת הטבע במדיה המקומית, הצלחנו למשוך לעמדות התצפית המרכזיות בשנות כפר קאסם כ-35,000 ישראליים מדי שנה, כיתות בתי-ספר, חיילים ומוגברים שבאו לציפות בתופעת- הטבע המיוחדת. במקומות הוקמה כיתת לימוד בשודה עם אביזרי הדרכה מגוונים, שוכנה להצלחה רבה. ב-1988 עברה התנהנה, בעקבות האינטיפאדה, לעופלה.

### 4.4.2 המשמעות החינוכית לציבור הרחב ברמות השונות:

להערכתנו, הגיעו עד כה כ-150,000 איש לצפות בנדידה בעקבות מערכת המחקר ותחנת התצפית שהוקמה. יהודו של נושא הנדייה, המנקז למדינה כה קטנה כמו שהיא גדולה של עופות נודדים - מרתך את התעניינות הציבור הרחב, ומאפשר לציבור הרחב ליצור קשר בלתי- אמצעי לטבע ולנוף, ובעקבותיו מגביר את זיקת הציבור לחשיבות נושא שמירת הטבע והארץ. הכל וrebbe נשף, לראשונה, בעזרת המחקר, לתצפית בעיט או בחסידיה נודדות. תוך כדי המחקר פותחה מערכת הדרכה לכיתות בתי-ספר, יחידות של חיילים ומוגברים בשודה. ביוזמת החוקר פותחו שפע של אביזרי הדרכה כמו ספרים, חוברות, קלטות-וידיאו וскопיות, לשימוש בתתי- הספר, והנושא צבר תאוצה גבואה ביותר.

## 4.5 השלכות עתידיות של המחקר

### 4.5.1 ההשלכות בשמירתם והגנתם של העופות הנודדים:

אוכלוסיות של חלק נכבד מהעופות הדואים מצויים בירידה וחלקים בסכנת הכחדה. לימוד הנושא ב"צואר-בקבוק" כמו ישראל, בה עוברות האוכלוסיות העולמיות של מספר מינים, מאפשר למדוד על שינויים רב-שנתיים בגודל האוכלוסיות (תוך שיפור שיטות המעקב). שילוב הנושא המחקרי עם הנושא החינוכי והנושא הכלכלי - יכול להיות דגם חיקוי מוצלח לארצות מפותחות על ציר הנדידה, שתנצלנה משאב תיירותי זה, ובעקבותיו תפסקנה לפוגע בעופות הנודדים. 6-7 מיליון חובבי-ציפוריים, המטיילים ברחבי העולם, מהווים מקור כספי ומוסרי להגנתם של המינים הבעייתיים.

### 4.5.2 נושאים למחקר עתידי

#### א. חישובי אנרגטיקה

במחקר זה נאספו נתונים רבים מארך נטיי הנדידה במימד המשורי, האנכי והחללי, וביחס למחריות הנדידה של המינים השונים. נתונים אלה, יחד עם נתונים על מג-האויר והנתונים המצויים על עומס כנף, יכולים לאפשר בניית מודלים אנרגטיים של נזידות עופות דואים במבט גלובלי. בעבודה זו לא עובד הנושא, אך במסגרת נאספו הנתונים לפיתוח המודל.

#### ב. קונורganציה בין דורותים נודדים בעולם היישן והחדש

מעיבוד הנתונים שנאספו במחקר, עולה, כי ניתן לחלק את העופות הדואים לשתי תת-קבוצות: נודדי "התווחה הארוך" - המינים שנודדים מדרום לסהרה, המתאפיינים בנטיגות להתקלה בקבוצות גדולות, לעבור בפרק זמן קצר יחסית, ולהיאzon בעיקר מטרף בעל "זרם-קר" (לפחות חלק ממזונם). מינים אלו נודדים יותר שעות ביום, ובהתקאם, מושפעים פחות משינויי מג-האויר, ובמיוחד בנדידת האביב עת נוטים הבוגרים למלר ולשוב לאורי קינון.

נודדי "התווחה הקצר" - הם המינים שנודדים עד לקו שמאפון לסהרה; לא מתלהקים בקבוצות גדולות, חולפים בפרק זמן ארוך, משמעותית לעומת נודדי "התווחה הארוך", נודדים פחות שעות ביום, ומושפעים משינויי מג-האויר, הגורמים להתעכבותם לימים או לשעות בודדות (1975, Cochran). נודדי "טווח קצר" נוטים להתעכב ולהיאzon מטרף מזדמן, ומתבססים ברובם על טרפ' בעל "דם-חם".

מהשוואת נתוני מחקרים לנוני חוקרים בעולם החדש (Mindell 1985 , Smith 1980 , Kerlinger 1989) עולה, כי תופעות רבות שאופיינו לנודדי "התווחה הקצר" לנודדי "התווחה הארוך" מקבילות לחלוتين בין הדורסים בעולם היישן לעומת הדורסים בעולם החדש, ומצוינות על קונורganציה חזקה בין שני חצאי הכוורת.

קונורganציה דומה הוצאה על-ידי Storer (1960) בין קבוצות ציפורים ימיות בחצי הצדור הצפוני (אלקות, אוריות וchapifs), לבין קבוצות ציפורים מקבילות בחצי הצדור הדרומי (יסעורוניים ופנגוניים). נושא זה יתל להיות בסיס למחקר מרתק נוסף.

## 5.ביבליוגרפיה

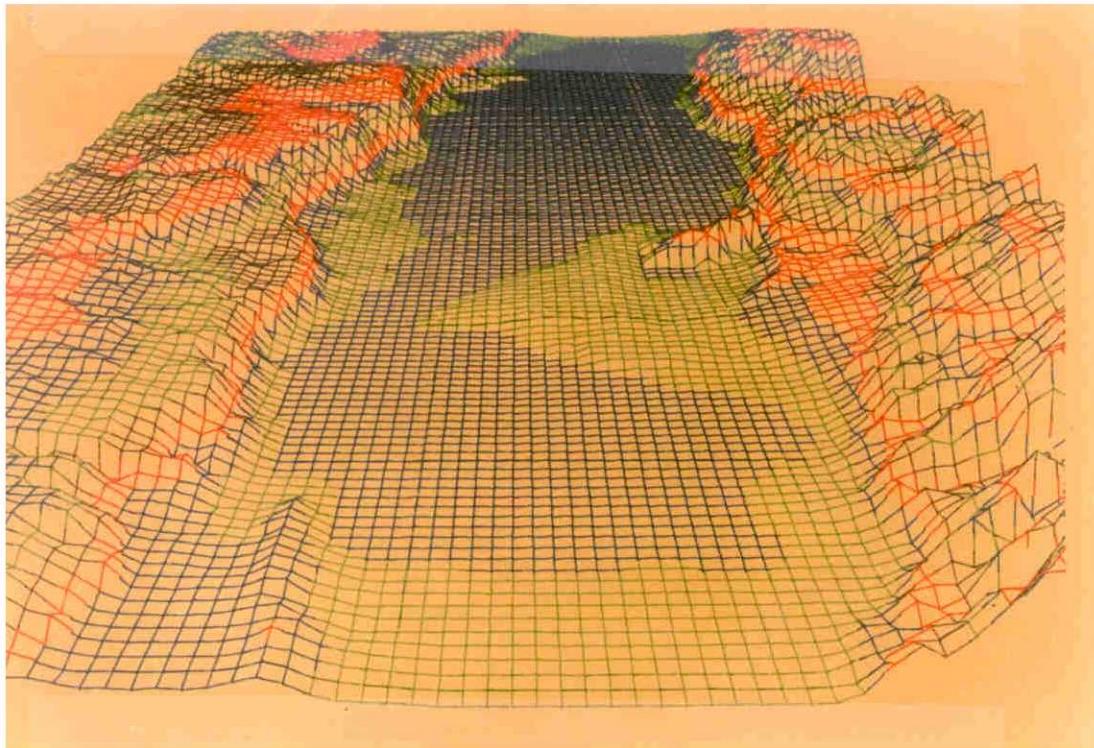
- אטلس ישראל 1987. הוצאת מוסד ביאליק.
- אשבל, ד. 1924. אקלימנו של המזרח הקרוב (ב) האוניברסיטה העברית ירושלים.
- באהא, ש. 1981. תכפיות בנדיות דורסים בסואץ, העזינה 2:29-2.
- ... . 1981. נדיות דורסים מעל סואץ, אביב 1981. העזינה 3:24-22.
- ביתן, נ. 1984. השווה והשונה במרחב הרוחות באגמים הפנימיים בישראל. מתוך: ארץ ישראל מחקרים 37-23:12.
- בן זוהר, א. 1985. סקר נדיות דורסים באזורי באר שבע, סתיו 1984. העזינה 10:88-82.
- גורני-לבינגר, ע. 1989. הבטים אקליניים בנדיות אביב של עופות דורסים עם דגש מיוחד על עקב חורף (*Buteo swainsoni*), בעובדה Msc. אוניברסיטת תיאסוס, 1989, נס. 1, 32:1-42.
- דברת, א. 1982. סכום סקר נדיות דורסים בכפר קאסם - סתיו 1981, העזינה 4:117-63.
- ... . 1983. סקר נדיות דורסים בכפר קאסם - סתיו 1982. העזינה 6:60-84.
- ... . 1984. סכום סקר נדיות דורסים בכפר קאסם, סתיו 1983, העזינה 8:63-26.
- ... . 1985. סקר נדיות דורסים בעיר כפר-קאסם חוות שומרון, סתיו 1981. העזינה 10:28-60.
- ... . 1986. סיכום סקר נדיות דורסים בכפר-קאסם-חווצה שומרון, סתיו 1985. העזינה 12:63-105.
- דברת, א. בן דב א. לשם י. 1984 - נדיות העופות הדרומיים - חוברת הדרכה לתכפיות בהוצאת החברה להגנת הטבע, מרכז מידע על עופות דורסים.
- דוידוביץ, ג. לשם י. (1981). סקר נדיות דורסים באילת ועין גדי, אביב 1981 העזינה 3:16-9.
- הצופה, א. 1989. לכידות חוות של עופות דורסים בישראל, העזינה 2:13-5.
- שירות המטאורולוגי הישראלי. מדינת ישראל, משרד התעשייה. ממצאים אקלימיים רב-שנתיים. או-ארץ ש., לשם י. 1980. הימ- מלבדות לעופות דוים, העזינה 3:17-20.
- חדר, ע. 1981. סקר נדיות דורסים באזורי בית שמש, אביב 1981, העזינה 3:20-17.
- ... . 1985. סקר נדיות דורסים באזורי בית שמש, סתיו 1984. העזינה 10:81-66.
- ... . 1988 סקר נדיות דורסים באזורי בית שמש, סתיו 1985. העזינה 12:105-96.
- חרוני, ע. אדר, מ. 1986. נדיות החסידה הלבנה בישראל אביב 1984. צופית 4:38-17.
- חיל-הօיר, ר. 1983 נזקי מטוסים מהפגימות צפורות - סכום נתוני 1972-1982, מפקדת חיל אויר, מבק"א.
- (מסווג)
- חסון, א. 1984. נדיות דורסים בגבול ברוך-לבנון-סתיו 1983. העזינה 8:75-71.
- יום טוב, י. 1983. צפורות מעלה אילת, טבע וארץ כ"ה/5:13-12.
- צנலסון, י. 1966. אקלים ארץ ישראל לאזורייה. אנציקלופדיה לחקלאות א:62-27.
- криיסטנסן, ס. אולוף, ל. ולמוס, מ. מרטון 1982. נדיות האביב של העופות הדרומיים בדרום ישראל וסיני. העזינה 4:4-62.
- שם, י. 1983. - קטל מסיבי של עופות לבנון - טבע וארץ כ"ה/6:33-34.
- ... . 1984. איי כמוקד עולמי בנדיות העופות הדרומיים. ספר זאב וילנאי: הוצאת אריאלה:367-376.
- ... . 1984. מסלולים בשמיים - נדיות הסתיו של העופות הדרומיים, טבע וארץ כ"ט/5:29-36.
- ... . 1986. לעוף עם הצפורים. טבע וארץ כ"ח/5:26-29.
- ... . 1987. לעוף עם הצפורים (ב). טבע וארץ כ"ט/3:36-39.
- ... . 1988. נדיות הציפורים ופעילות מטוסים, עימות או זו-קיים בשלום, בהוצאת מבק"א, מפקדת חיל האויר:3-13.
- ... . 1988. מסע מים לים - בעקבות השקנאים בדאון ממונע. טבע וארץ כ"א/2:18-29.

**ג. פיתוח מערכת ממוחשבת לחיזוי נזיפה**

שיכלול נוסף של מערכת חיזוי הנזיפה בהתאם לשינויים במזג-האוויר ובטופוגרפיה של ישראל, יהיה אפשר על-ידי הקמת מערכת ממוחשבת ואמינה, שתוכל לחזות מראש את השינויים בנזיפה במהלך הזמן, הגובה, הנטייה והמהירות. הדבר יוכל להישנות על-ידי תוכנת Geographic Information System (GIS). בתוכה או מזויה מפה טופוגרפית תלת ממדית של ישראל, שהוכנה על-ידי חיל-האוויר. הכללת נתונים הנזיפה שנאספו במחקר זה, יחד עם הנתונים האקלימיים שעובדו במקביל, יאפשרו חיזוי מפורט של שינוי נתיב הנזיפה, גובהה ומהירות התקדמותה, בהתאם לשינויים האקלימיים.

יישום הנושא בחיל-האוויר דורש מחקר נוסף, שהצעה למשומו כבר הוגשה לדיוון ראשוני לחיל-האוויר על-ידי החוקר.

**איור מס' 39:** מיפוי תלת ממדי של אזור ים המלח, כפי שבוצע בתוכנת GIS של חיל-האוויר.



- מילכטיך, י. 1988. התזואה היומית של ציר נדידת איות הצרעים דרך דרום מערב השומרון. העוגיה  
מרר, י. 1974. דינמיקה של רוחות ים-יבשה: חשובים נומריים. חיבור לקבלת תואר PhD האוניברסיטה  
פז, ע. 1986. החיים והצומח של ארץ ישראל, אנציקלופדיה שימושית, מאורית, כרך 6:עופות, משרד הבטחון  
פרי, ד. גל, ש. 1972. נדידת שknאים בעמק החולה, סיכום תצפיות שנעשו בסתיו 1971. סלעית: 114-116.  
קדמון, א. 1982. נדידת הסתיו של הזרעים מעלה ראש פינה - עבודות גמר לבגרות - משרד החינוך  
והתרבות.  
קשי, מ. 1984. סקר נדידת זורסים בעמק יזרעאל - גוש גבעת המורה. העוגיה 8: 65-70.  
... . 1985. סקר נדידת הזרסים בעמק יזרעאל גוש בקעת המורה. העוגיה  
ה שיריחי, ה. 1982. נדידת צפירים באילת, סתיו 1980, בהוצאת החברה להגנת הטבע.  
... . 1987. אילות - ציר בינלאומי לנדידת זורסים. העוגיה 13: 36-93.  
... . 1988. נדידת זורסים באילת 1985. העוגיה 14: 14-47.

Able, K.P. 1973. The role of weather variables and flight direction in determining the magnitude of nocturnal bird migration. *Ecology* 54:1031-1041.

Able, K.P. V.P. Bingman. P. Kerlinger. and W. Gergits 1982. Field studies of avian nocturnal migratory orientation, 2. Experimental manipulation of orientation in White-throated Sparrows (*Zonotrichia albicollis*) released aloft. *Anim. Behav.* 30:768-773.

Alerstam, T. 1978. Analysis and a theory of visible bird migration. *Oikos* 30:273-349.

... . 1979. Optimal use of wind by migrating birds: Combined drift and overcompensation. *J. Theor. Biol.* 79:341-353.

... . 1981. The course and timing of bird migration. In *animal migration*, ed. D.J. Aldley, pp. 9-54. Society for Experimental Biology Seminar Series 13. New York: Cambridge University Press.

... . 1990. *Bird Migration*. Cambridge Univ. Press, Cambridge.

X Alerstam, T. and S. Ulfstrand. 1972. Radar and field observations of diurnal bird migration in south Sweden, autumn, 1971. *Ornis Scandinavica* 3:99-139.

Baker, R.R. 1978. *The evolutionary ecology of migration*. New York: Holmes and Meiers.

Beaman, M. and C. Galea. 1974. The visible migration of raptors over the Maltese Islands. *Ibis* 116(4):419-431.

... . P. Fisher. P. Round. A. Hereward. M. Heubeck. and R.F. Porter. 1979. The Migration of raptors and storks through northeast Turkey. *Sandgrouse* 1.

X Bernis, F. 1975. Migration of Falconiformes and Ciconia sp. through the Straits of Gibraltar. Part 2. *Ardeola* 21:489-580.

... . 1975a. Migracion de Falconiformes y Ciconia spp. por Gibraltar. IV. Avance sobre recuentos en el verano-otoño 1974. *Ardeola* 21 (special): 581-594.

Berthold, P. 1990. *Vogelzug*. Eine Kurze, Aktuelle, Gesamtübersicht. Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Germany.

Bijlsma, R.G. 1983. The migration of Raptors near Suez, Egypt Autumn 1981. *Sandgrouse* 5:19-44.

... . 1987. Bottleneck areas for migratory birds in the Mediterranean Region. ICBP Report. 135 pages.

.45-37:14

- Bingman, V.P., K.P. Able, and P. Kerlinger. 1982. Wind drift, compensation, and the use of landmarks by nocturnal bird migrants. *Animal Behavior* 30:49-53.
- Bitan, A. 1982. The Jordan Valley Project - A Case Study in Climate and Regional Planning. *Energy & Buildings* 4:1-9.
- Brooke, R.K. 1974. The African southern limits of the Steepe Eagle in winter. *Bull. Brit. Ornithol. Club* 94:62.
- . . . . . 1974a. The migratory Black Kite Milvus migrans migrans (Aves: Accipitridae) of the Palearctic in southern Africa. *Durban Museum Novitates* 10:53-66.
- . . . . . R.K. J.H. Grobler, M.P.S. Irwin, and P. Steyn. 1972. A study of the migratory eagles Aquila nipalensis & A. pomarina (Aves: Accipitridae) in southern Africa, with comparative notes on other large raptors. *Occ. Pap. Natl. Mus. Rhod.* B5(2):65-114.
- Broun, M. and B.V. Goodwin. 1943. Flight-speeds of hawks and crows. *Auk* 60:487-492.
- Bruun, B. 1985. Spring migration of raptors at Suez compared with Eilat. *Dutch Birding* 7:6-11.
- Brown, L.H. and D. Amadon. 1968. *Eagles, hawks and falcons of the world*. Vol. 1. Country Life Books, London.
- Bruderer, B. and J. Joss. 1969. Methoden und Probleme der Bestimmung von Radauerschnitten frei fliegender Voegel. *Rev. Suisse Zool.* 76:1106-1118.
- Bruderer, B. and P. Steldinger. 1972. Methods in quantitative and qualitative analysis of bird migration with a tracking radar. *NASA Spec. Publ. SP-262*:151-167.
- X Buurma, L.S. 1987. Patterns of high bird migration over the North Sea area in October. *Limosa* 60:63-74.
- Buurma, L.S. and B. Bruderer. 1990. The application of radar for bird strike prevention. Compiled for BSCE, radar working group. The Hague.
- Cameron, R.A.D. 1967. The migration of raptors and storks through the Near East in autumn. *Ibis* 109(4):489-501.
- Cameron, R.A.D., L. Cornwallis, M.J.L. Percival, and A.R.E. Sinelan. 1966. The migration of raptors and storks through The Near East in Autumn. *Ibis* 109:490-501.
- Casment, B.M. 1963. Migration of white stork across the Gulf of Suez. *Vogelwarte* 22:27-28.
- . . . . . 1966. Migration across the mediterranean observed by radar. *Ibis* 108:461-491.
- X Christensen, S. O. Lou. M. Mueller, and H. Wohlmuth. 1982. The spring migration of raptors in southern Israel and Sinai. *Sandgrouse* 3:1-42.
- Cipriano, R. and P. Kerlinger. 1985. Estimating the altitude of hawk migration. In *Proceedings of the Fourth Hawk Migration Conference*, ed. M. Harwood, pp. 67-73. Rochester, NY: Hawk Migration Association of North America.
- Clark, W.S. and B. Wheeler. 1987. *Hawks: A field guide to the hawks of North America*. Peterson Field Guide series. Boston: Houghton Mifflin.
- Cochran, W.W. 1972. A few days of fall migration of a sharp-shinned Hawk. *Chalk* 11:39-44.
- . . . . . 1975. Following a migrating peregrine from Wisconsin to Mexico. *Hawk Chalk* 14:28-37.
- . . . . . 1985. Ocean migration of Peregrine Falcons: Is the adult male pelagic? In *proceedings of the Fourth Hawk Migration Conference*, ed. M. Harwood. pp. 223-237. Rochester, NY: Hawk Migration Association of North America.
- Cochern, 1977. *Sampling Techniques*. Y. Wiley & Sons. 428,27.
- Cone, C.D. Jr. 1962A. Thermal soaring of birds. *Amer. Sci.* 50:180-209.

- Cramp, S. and K.E.L. Simmons. 1980. *The Birds of the Western Palearctic*, Oxford Univ Press. vol 1,2.
- Crivelli, A.J. Y. Leshem. T. Mitchev. and H. Jerrentrup. 1991. Where do Palearctic Great White Pelicans Presently Overwinter? *Revue d'Ecologie*. 46:145-171.
- Dunne, P.J. and W.S. Clark. 1977. Fall hawk movement at Cape May Point, New Jersey - 1976. *New Jersey Audubon* 3:114-124.
- Dunne, P.J. D.A. Sibley. and C.C. Sutton. 1988. *Hawks in flight: Flight identification of North American migrant raptors*. Boston: Houghton Mifflin.
- Eastwood, E. 1967. *Radar Ornithology*. London: Menthuen & Co. Ltd. London.
- Elkins, N. 1983. *Weather and Bird Behaviour*. T & A.D. Poyser, Calton.
- Emlen, S. 1975. Adaptive significance of synchronisation in a colonial bird. A new hypothesis. *Sience* 188:1029-1031.
- Evans, P.R. and G.W. Lathbury. 1973. Raptor migration across the straits of Gibraltar. *Ibis* 115:572-585.
- Fleming R.L. 1980. An East-West Aquila eagle migration in the Himalayas. *Jour. Bombay Nat. His Soc.* 80:58-62.
- Fuller, Mr and J.A. Mosher, 1981. Methods of detecting and counting raptors:a Review. *Studies in Avian Biology* 6:235-246.
- Galea, C. and B. Massa. 1985. Notes on raptor migration across the central Mediterranean. In *Conservation studies on raptors*, ed. I. Newton and R.D. Chancellor, pp. 257-262. ICBP Technical Publication 5. Thessaloniki: International Council for Bird Preservation.
- Galushin, V.M. 1974. Synchronous fluctuations in populations of some raptors and their prey. *Ibis* 116:127-134.
- Gauthreaux, S.A. Jr. 1970. Weather radar quantification of bird migration. *BioScience* 20:17-20.
- ..... 1971. A radar and direct visual study of passerine spring migration in southern Louisiana. *Auk* 88:343-365.
- ..... 1978. The influence of global climatological factors on the evolution of bird migratory pathways. *Proc. Int. Ornithol. Congr.* 17:517-525.
- Gensbol, B. 1984. Rovfnglene: Europa G.E.C GAD., Kopenhagen.
- Gyllin, R. 1974. Spring migration of Raptors over East Turkey and North west Iran. *Die Vogelwarte* 27:243-247.
- Harmata, A.R. J.E. Toepfer. and J.M. Gerrard. 1985. Fall migration of Bald Eagles produced in northern Saskatchewan. *Blue Jay* 43:232-237.
- Haugh, J.R. 1972. A study of hawk migration in eastern North America. *Search* 2:1-60.
- ..... 1974. Large aggregation of soaring birds: The influence of weather and topography. In *Proceedings of the Conference on the Biological Aspects of the Bird/Aircraft Collision Problem*, ed. S.A. GAuthreaux, Jr. pp. 235-260. Clemson, SC: Air Force Office of Scientific Research.
- ..... 1986. *Raptors in Migration*. Raptor Research Report No 5. PRF 35-48.
- Heintzelman, D. 1975. *The Migration of Hawks*. Indiana Univ. Press.
- Hofslund, P.B. 1973. Do hawks feed during migration? *Raptor Res.* 7:13-14.
- Hopkins, D.A. G.S. Mersereau. and W.A. Welch. 1975. *The Report of The Smirnof Hawk Patrol*. Connectiant Audubon Council inc.
- Hough, J.R. 1986. *Raptors in Migration*. Raptor Research Report No 5:35-48.

- Houghton, E.W. 1964. Detection, recognition and identification of birds on radar. Proc. Radar Meteor. Conf. (Boulder), 11:14-21.
- . . . . . 1971. Spring migration at Gibraltar. Memorandum 2593. Malvern, Worcester, UK. Royal Radar Establishment.
- Hussell, D.J.T. 1985. Analysis of hawk migration counts for monitoring populations levels. In Proceedings of the Fourth Hawk Migration Conference ed. M. Harwood, pp. 234-254. Rochester, N.Y. HAMANA.
- X Jacoby, V.E. 1983. Radar and visual observations of spring mass migration of sea ducks on the western coast of Estonia. *Ornis Fennica*, Supp.3:44-45.
- Keast, A. and E.S. Norton. 1980. Migrant birds in the Neotropics. Washington, DC: Smithsonian Institution Press.
- Kerlinger, P. 1985A. Daily rhythm of Hawk migration, noonday lulls, and counting bias: A review. In Proceedings of the Fourth Hawk Migration Conference, ed. M. Harwood, pp. 259-266. Rochester, NY: Hawk Migration Association of North America.
- . . . . . 1985B. A theoretical approach to the function of flocking among soaring migrants. In Proceedings of the Fourth Hawk Migration Conference, ed. M. Harwood, pp. 41-50. Rochester, NY: Hawk Migration Association of North America.
- X . . . . . 1989. Flight Strategies of Migrating Hawks. Univer. Chicago Press.
- X . . . . . S.A. Gauthreaux, Jr. 1984. Flight behaviour of Sharp-shined Hawks during migration over land. *Anim. Behav.* 32:1021-1028.
- X . . . . . and S.A. Gauthreaux. . 1985a. Seasonal timing, geographic distribution, and flight behavior of Broad-winged Hawks during spring migration in south Texas: A radar and visual study. *Auk* 102:735-743.
- . . . . . and S.A. Gauthreaux. 1985b. Flight behavior of raptors during spring migration in south Texas studied with radar and visual observations. *J. Field Ornithol.* 56:394-402.
- . . . . . and F.R. Moore. 1989. Atmospheric structure and avian migration. Current ornithology, Vol. 6, ed. D. Powers. New York: Plenum Press.
- Kerlinger, P. V.P. Bingman. and K.P. Able. 1985. Comparative flight behaviour of migrating hawks studied with tracking radar during migration in central New York. *Can. J. Zool.* 63:755-761.
- Keeton, W.J. 1970. Comparative orientational and homing performance of single pegions and small flocks. *Auk* 87:797-799.
- X Kochenberger, R. and P.J. Dunne. 1985. The effects of varying observer numbers of raptor count totals at Cape May, New Jersey. In Proceedings of the Fourth Hawk Migration Conference, ed. M. - Harwood, pp. 281-293. Rochester, NY: Hawk Migration Association of North America.
- Konrad, T.G. 1970. The dynamics of the convective process in clear air as seen by radar. *J. Atmos. Sci.* 27:1138-1147.
- Krebs, c. 1972. Ecology. The experimental analysis of distribution and abundance.
- Kuroda, N. 1960. The influence of weather on passerine migration: A review. *Auk* 77:171-209.
- Lack, D. 1954. The Natural Regulation of Animal Numbers. Clarendon Press, Oxford.
- . . . . . 1960. The Influence of weather on passerine migration. A review. *Auk* 77:171-209.
- Lathbury, G. 1968. Autumn migration of raptors across the Straits of Gibraltar. *Ibis* 110:210-211.
- Leshem, Y. 1984. Report on the "Masacre of the innocent" in Lebanon. *Bull. W.W.G. Birds of Prey (ICBP) No. 2.*

- .... 1985. Trails in the Sky—Fall Migration of Raptors over Israel ILAN 10(2):70–77.
- .... 1986. Air Space Co-existence is not Only for the Birds. ILAN 11(2):89–91.
- .... 1986/87. Following the Migration of Soaring Birds, Using a Motorized Glider and Radar, Israel Journal of Zoology Proceedings of the 23rd meeting, 34:101–102.
- .... 1987. Wings Over Isreal, BBC Wildlife, 5(1):31–34.
- .... 1987a. Gliding With the Birds. ILAN 12(3):94–99.
- .... 1988. Following Soaring Bird Migration From the Ground, Motorized Glider and Radar at a junction of Three Continents. Proceedings of the 19th Meeting Bird Strike Committee of Europe (BSCE) 193–214.
- .... 1989. Following the Raptor Migration From the Ground, Motorized Glider and Radar at a junction of Three Continents: Raptors in the Modern World: Proceedings of the 3rd World Conference on Birds of Prey, Eilat 1987:43–52.
- .... 1989a. Odyssey from lake to sea: Flying With Pelicans, ILAN 15(1):22–31.
- .... 1989. Predicting the Migration of Soaring Birds by Horizontal and Vertical Section and In time, and Application of this predictions in the Israel Air-Force. Proceedings of 26th Zoological Society of Israel. Israel Jour. of Zool. Vol 36:152–153.
- .... 1990. The Development of Bird Migration Real-Time Warning System for the Israeli Air-Force Utilizing Ground Observers, Radar, Motorized Glider and Drones: and Preliminary Report on the Use of the Transmitters Received by Satellite as a New Method. Proceedings of the 20th BSCE Meeting. Helsinki, Finland. W.P. 12:93–102.
- Lindhal, K.C. 1981. Bird Migration in Africa. Academic Press vol. 1–2.
- Mahrer, Y. 1985. A Numerical Study of the Effects of Sea Surface Temperature on the Sea and Land Breeze Circulation. Israel Journal of Earth Science. 34:91–95.
- Mead, C. 1973. Bird Migration. Facts On File Publications N.Y.
- Mebs, T. 1964. Zur Biologie und Populationsdyanamik des Mausebussards (*Buteo buteo*) J. Orn. 105:247–306
- Millsap, B.A. and J.R. Zook. 1983. Effects of weather on Accipiter migration in southern Nevada. Raptor Res. 18:10–15.
- Mindell, D.P. 1985. Biogeography of New World migrant raptors: A review. In Proceedings of the Fourth Hawk Migration Conference, ed. M. Harwood, 369–385. Rochester, NY: Hawk Migration Association of North America.
- Michev, T. 1984. Okologische Untersuchungen über Verbreitung und Herbstzug der Segelnden Wasser-vogel in Bulgarien. Phd Dissertation 253 pp.
- Michev, T. and L. Profirov. 1988. Der Herbstzug des Weißstorchs (*Ciconia ciconia*) Entlang Der Bulgariscen Schwarzmeerküste. Proceedings of International Symposium of the White Stork, Walsrode, brd pp. 281–296
- Michev, T. and P. Simeonov 1981. Beitrag zur Erforschung des Herbstzuges einiger Wasser-und Greifvogel bei Buegas (13–23.9.1978). Ökologie 8:43–48.
- Moon, N.S. and L.W. Moon. 1985. Raptor counts at Braddock Bay, New York: The effects of observer coverage at auxiliary sites. In Proceedings of the Fourth Hawk Migration Conference, ed. M. Harwood, pp. 295–305. Rochester, NY: Hawk Migration Association of North America.
- Moreau, R.E. 1952. The place of Africa in the palearctic migration system. Journal of Animal Ecology. 21:250–271.

- .... 1972. The Palearctic-African bird migration system. New York: Academic Press.
- Mueller, H.C. and D.D. Berger. 1967. Wind drift, leading lines and diurnal migration. *Wilson Bulletin* 79:50-63.
- X Nagy, A.C. 1977. Population trend Indices based on 40 years of autumn counts at Hawk Mountain sanctuary in north-eastern Pennsylvania. pp. 243-253 in R.D. Chancellor, ed. World Conference on birds of prey, Vienna 1975. International Council for bird Preservation.
- Neuman, J. and Y. Mahrer. (1971). A Theoretical Study of the Land and Sea Breeze Circulation. *Jour. of the Atmos. Scie.* 28:532-542.
- Newton, I. 1979. Population Ecology of Raptors. T. & A.D. Poyser. Calton.
- Nisbet, I.C.T. 1962. Thermal convection and trans Saharan migration. *Ibis* 104:431.
- Nisbet, I.C.T. P.R. Evans. and P.P. Feeny. 1961. migration from Marroco into south west Spain in relation to weather. *Ibis* 103a:349-372.
- Oke, T.R. 1978. Boundary layer climates New York: John Wiley.
- O'malley, B.J., and R.M. Evans. Flock formation in White Pelicans *Can. J. Zool.* 60:1024-1031.
- Patreanu, D. and S. Abbady. 1988. It's a bird, it's a plane, it's a problem. *IDF Journal* 14:14-17.
- Pennycuick, C.J. 1969. The mechanics of migration. *Ibis* 111:525-556.
- .... 1971a. Gliding flight of the White-backed Vulture *Gyps africanus*. *J. Exp. Biol.* 55:13-38.
- .... 1972. Animal flight. Eswrd Arnold, U.K.
- .... 1972a. Soaring behaviour and performance of some East African birds observed from a motorglider. *Ibis* 114:178-218.
- .... 1972b. Animal flight. London: Edward Arnold.
- .... 1975. Mechanics of flight. In *Avian Biology*, vol. 5 (ed. D.S. Farner and J.R. King), 1-75. Academic Press, New York.
- .... 1978. Fifteen testable predictions about bird flight. *Oikos* 30:165-176.
- .... 1989. Bird Flight Performance. Oxford Univ. Press Oxford Pennycuick, C.J., T. Alerstam. and B. Larsson. 1979. Soaring migration of the Common Crane *Grus* observed by radar and from an aircraft. *Ornis Scand.* 10:241-251.
- X Porter, R.F. and I. Willis. 1968. The autumn migration of soaring birds at the Bosphorus. *Ibis* 110(4):520-536.
- Pulliam, H.R. and G.C. Millikan, 1982. Social Organization in the non-reproductive season. In *Avian biology*. ed. D.S. Farner, J.R. King and K.C. parkes, 6:169-198. New York Academic Press.
- Reed, C.A. and T.A Lovejoy. 1969. The Migration of the White Stork in Egypt and Adjacent Areas. *The Condor* 71:146-154.
- Rheinwald, G. J. Ogden., and Schulz (Ed). 1989. White Stork - Status and Conservation. Proceeding of the 1st International Stork Conservation Symposium, 1985.
- X Richardson, W.J. 1975. Autumn hawk migration in Ontario studied with radar. In *Proceedings of the North American Hawk Migration Conference*, 1974, pp. 47-58. Syracuse, NY: Hawk Migration Association of North America.
- .... 1978. Timing and amount of bird migration in relation to weather: A review. *Oikos* 30:224-272.
- .... 1979. Radar techniques for wildlife studies. *National Wildlife Federation Scientific Technical Series*. 3:171-179.
- Ritzel. 1980 Der Durchzug von Greifvögeln und Storchen über den Bosphorus im Frühjahr 1978. Die Vogelwarte 30(3): 149-162.

- Roberts, J.L. 1979. Observations on the migration of raptors and other large soaring birds in Bulgaria 1975–1978. *Ibis* 121:301–312.
- Rockenbucht, D. 1975. Zwölfjährige Untersuchungen Zur Ökologie des Mausebussards (*Buteo buteo*) auf der Schwäbischen Alb. *J. Orn.* 116:39–54.
- Rowland, J.R. 1973. Intensive probing of clear convective field by radar and instrumented drone aircraft. *J. Atmos. Sci.* 12:149–158.
- Salathe, T. 1991. Agreement for the conservation of the White Stork. ICBP Report.
- Safriel, U. 1968. Bird migration at Eilat, Israel. *Ibis* 110(3):283–320.
- Sattler, G. and J. Bart. 1985. A Technique for Evaluating Observer Efficiency In Raptor Migration Counts, In: Proceedings of Hawk Migration Conference IV Ed. Harwood, M. pp. 275–280. Rochester, N.Y., HAMANA.
- Schmid, H., T. Steuri, and B. Bruderer. 1986. Zugverhalten von Mausebusard (*Buteo buteo*) und Sperber (*Accipiter nisus*) in Alpenraum. *Orn. Beob.* 83:111–134.
- Schulz, H. 1988. Weissstorchzug, ökologie, gefährdung und schutz des Weissstochts in Afrika und Nahost WWF–Umweltforschung (3) Verlag Josef Margret.
- Schuz, E., M.B. Casement, D. Cottage and H. Seilkopf. 1963. Weisser Storch: Weitere Falle von Suezgolf – Querung und Sinai Zug. *Vogelwarte* 22:26–30.
- Shirihai, H. 1983. The Autumn migration of Steppe Eagles at Eilat Israel Sandgrouse, 4:108–110.
- .... 1987. Eilat – an International Highway for Migrating Raptors. International Birdwatching Center Eilat. pp. 23–80.
- Simmons, K.E.L. 1951. Raptor migration in the Suez area: autumn 1949 – spring 1950. *Ibis* 93:402–406.
- Smith, N.G. 1973. Spectacular Buteo Migration over Panama Canal Zone. *Amer. Birds* 27:3–5.
- .... 1980. Hawk and vulture migrations in the Neotropics. In *Migrant birds in the Neotropics*, ed. A. Keast and E.S. Morton, pp. 50–61. Washington, DC: Smithsonian Institution Press.
- .... 1985a. Dynamics of transisthmian migration of raptors between Central and South America. In *Conservation studies of birds of prey*, ed. I. Newton and R.D. Chancellor, pp. 271–290. ICBP Technical Publication 5. Thessaloniki: International Council for Bird Preservation.
- .... 1985b. Thermals, cloud streets, trade winds, and tropical storms: How migrating raptors make the most of atmospheric energy in Central America. In *Proceedings of the Fourth Hawk Migration Conference*, ed. M. Harwood, pp. 51–65. Rochester, NY: Hawk Migration Association of North America.
- .... 1985c. Counting migrating raptors in *In Proceedings of the Fourth Hawk Migration Conference*, ed. M. Harwood, pp. 239–242. Rochester, NY: Hawk Migration Association of North America.
- .... 1980. Hawk and vulture migrations in the neotropics. In A. Keast, and E.S. Morton, eds. *Migrant birds in the Neotropics: Ecology, Behavior, Distribution and Conservation* Smithsonian Institution Press. Washington, DC: pp. 56–65
- Smith, N.G., D.L. Goldstein and G.A. Bartholomew. 1986. Is long-distance migration possible for soaring hawks using only stored fat? *Auk* 103:607–611.
- Stelof, K. 1987. Massenzug des Weissstorch (*Ciconia*) bei Hurghada/Egypten. *Vogelwarte* 34:100–106.
- Storer, R.W. 1960. Evolution in the diving birds. *Proceedings XII International Ornithological Congress*, 1960. Helsinki; 5–7 VI, 1988: 694–707.

- Thake, M.A. 1980. Gregarious behaviour among migrating Honey Buzzards (*Pernis apivorus*). *Ibis* 122:500–505.
- Thiollay, J.M. 1977. Importance des populations de rapaces migrateurs en Méditerranée occidentale. *Alauda* 45:115–121.
- Torre-Bueno, J.R. 1978. Evaporative cooling and water balance during flight in birds. *J. Exp. Biol.* 75:231–236.
- Tucker, V.A. 1968. Respiratory physiology of House Sparrows in relation to high-altitude flight. *J. Exp. Biol.* 48:55–66.
- Ulfstrand, S. 1958. The annual fluctuations in the migration of the Honey Buzzard (*Pernis apivorus*) over Falsterbo. (English summary) *Fagelvarld* 17:118–124.
- .... 1960. Some aspects on the directing and releasing influence of wind conditions on visible bird migration. *Proc. Int. Ornithol. Congr.* 12:730–736.
- Wallington, C.E. 1961. Meteorology for Glider Pilots. John Murray, London.
- Ward, P. 1965. The breeding biology of *Quela quela* in Nigeria. *Ibis* 107:326–349.
- Ward, P. and A. Zahavi. 1973. The importance of certain assemblages of birds as "information centers" for food-finding. *Ibis* 115:517–534.
- Welch, B. 1987. Hawks at My Wingtip. North Country Press.
- Welch, G. and H. Welch. 1988. The Autumn migration of raptors and other soaring birds across the Bab-el Mandeb Straits. *Sandgrouse* 10:26–50.
- Wege, M.L. and D.G. Raveling. 1983. Factors influencing the timing, distance and path of Canada Geese. *Wilson Bull.* 95:209–221.
- Williams, T.C. 1988. Bias in radar data recording techniques. *J. Field Ornithol.* 59(1):63–66.
- Wimpfheimer, D., B. Bruun, S.M. Bahá el Din and M.C. Jennings 1983. The Migration of Birds of prey in the Northern Red Sea Area. H.I.C.F. New York.
- Yekutiel, D. (Ed.) 1991. Raptors in Israel. Passage and wintering population. I.B.C.E. Eilat.
- Yom Tov, Y. 1975. Synchronisation in breeding in carrion crow. *The Auk* 92:778–785.
- .... 1988. Bird Migration in Israel In: *The Zoogeography of Israel*. W. Junk Publishers Dordrecht Beston Manchester: 497–514.
- Zuckerbrot, Y., U.N. Safriel and U. Paz. 1980. Autumn migration of Quail (*Coturnix coturnix*) at the north coast of Sinai Peninsula. *Ibis* 122:1–4.



## 7. נספחים

נספח א'.

### מפקוד חיל האוויר

4500                          חא-102  
טווי אדר                          תשנ"א  
29                                  פברואר 1991

לכבודו:  
יהודת אנגל  
מוסכיר ועדת השופטים  
לפרס בטחונו ישראל ע"ש גולמבר תשנ"א 1991

#### הנדון: המלצה בהצעת מועמדות לפרס בטחונו ישראל ע"ש גולמבר תשנ"א מר. יוסי ליטם

1. ח"א נפגע בעבר באופן חמוץ מהציפורים הנודדות, כולל מספר מטוסי קרב שנמחו מהסדר"כ ועשירות תאונות בנזקים גבוהים.
2. בעקבות מחקר משותף של ח"א והחברה להגנת הטבע, פותח נוהל אמ"ץ (אוור מוכחה צפוריים) המתריע בזמן אמיתי על המזאות הצפוריים. הנווהל הפחתה באופן משמעותית את הפגיעהיות מערכ קרב מהציפורים הנודדות.
3. הצלחת המחקר ויישומו המיידי בחיל האוויר, זכתה להערכה בינלאומית גבוהה מחילילות האוויר המערביים, הרואים במחקר ובישומו רגס לחוקי.
4. בנושא נזקי הציפורים למטוסים, שהחריף מאוד עם החזרת סיני למצרים באפריל 82, הוחל התטיפול בשנת 1983. תוך שנים ספורות נפתחה הבעיה באופן מרשים תודות לעבודת צוות מצוינת של ענף בטיחות טיסה והחברה להגנת הטבע.
5. חלק ניכר מצלחת הפרויקט נזקף לזכותו של מר. יוסי ליטם שביכולת יוזמתו, מחשבתו המקורית, מרצו והתמדהו ללא אותה הצלחה להגיע בכוחות מסוימים לתוצאות אלו.
6. החסכו הכספי לח"א, ובמקביל הגברת בטיחות הטיסה באמצעות מערכ קרב, תרמו משמעותית למערכת הבטחון ולכון המלצה שכינרו.
7. לידיעתך.

אבייהו בן-נון, אלוף  
מפקד חיל האוויר

אבן/דנה



**DEPARTMENT OF THE AIR FORCE**  
 HEADQUARTERS AIR FORCE ENGINEERING AND SERVICES CENTER  
 TYNDALL AIR FORCE BASE FL 32403-6001

. 'ב נס

Yossi Leshem  
 Director, Israel Raptor Information Center  
 Har Gilo, Doar Na Zfon Yehuda  
 90907 Israel

22 February 1991

Dear Yossi,

I hope this letter finds you safe and in good health. Thank you so much for the bird migration information you provided us these past few months. We missed seeing you at the IOC in Christchurch, New Zealand. During the sessions on applied ornithology and the round table discussion on bird hazard reduction efforts around the world, we often spoke of your outstanding program in Israel.

It is amazing how rapidly your efforts have evolved into what must be considered as one of the most aggressive and technologically advanced programs in the world. Your system of integrating ground observers with radar units, civil and military aircrew observations, remote sensing and motorized glider operations, provides Israel with the most comprehensive bird avoidance network in the world. I often use your program as an example of excellence when teaching at our flight safety officer's school at Norton AFB, California.

Probably the most spectacular aspect of your program is the way in which you have been able to motivate both military and civilian participants. Your incredible videotape, "Flying with the Birds", was successful in raising the awareness of bird hazards to aviation worldwide. I know how difficult it is to "sell" safety programs, and your efforts have been extraordinary. We have just completed a videotape project and should have it ready for international release soon. I look forward to hearing your comments.

Thank you, again, for your help in gathering the migration information. I look forward to seeing you soon.

Sincerely,

RONALD L. MERRITT, MAJ, USAF  
 Chief, Bird Aircraft Strike Hazard Team

198



KONINKLIJKE LUCHTMACHT  
BINCKHORSTLAAN 135  
2516 BA DEN HAAG  
TEL: 070- 3493591  
FACS: 070- 349....

ROYAL NETHERLANDS AIRFORCE  
BINCKHORSTLAAN 135  
2516 BA THE HAGUE  
PHONE: 31-70- 3493591  
FACS: 31-70- 3492347

## FACSIMILE TRANSMISSION SHEET REG. NUMBER :

0515

Uw brief

Uw kenmerk

Ons nummer

Datum

Onderwerp

27 Febr 91

Dear Mr. Leshem,

On behalf of the Chief of Flight Safety of the Royal Netherlands Air Force I take the opportunity to emphasize how much your bird migration project has served as a classic example of a preventive flight safety measure. The merits of the project in terms of saving aircraft has been acknowledged worldwide indeed. But there is more. Through the direct operational spin-off also the research part of your work receives full appreciation of pilots, which in turn helps to further refine the package of measures against bird strikes. Another important spin-off of your project is the film "Flying with the birds", which, apart from being shown three times on Dutch TV, became incorporated in the education of our aspirant pilots. For these reasons we, here in the safety branch of the Dutch Air Force, hope that the annual prize on Israel's Independence Day will be awarded to you.

May I add a few more personal words in favor of the nomination. Probably the most powerfull part of your project is it's educational impact. Care for the survival of Israel parallels care for your beloved flying creatures, the magnificent birds of prey. You attracted birdwatchers from all over the world and let them enjoy the impressive migration over your beautiful country, while at the same time you let those volunteers spend their days amidst a human population struggling for life. They take home the memory of a nation that incorporated nature protection as a vital condition for survival. This, I think, is a cultural achievement more than worth to defend!

des L. S. Buurma  
Head Section Ornithology

Bijlagen

Bezoekadres  
Binckhorstlaan 135  
's-Gravenhage

Doorkiesnummer

## DEPARTMENT OF ZOOLOGY

Edward Grey Institute of Field Ornithology

Director  
Dr. C.M. Perrins, L.V.O.South Parks Road  
Oxford OX1 3PSTelephones  
Office 44-(0) 865-271275  
Library 271143  
FAX 310447; Direct line 271169

גפיה ר'

26th September 1991

Yossi Leshem  
 Israel Raptor Information Centre (SPNI)  
 Har Gilo  
 D.N. Zfon  
 Yehuda 90907  
 Israel

Dear Yossi

You will remember that we spoke about your work when you were over here, since you were planning to go on to Judith May at Oxford University Press about it. Since then, Judith has lent me the video of your studies which is very impressive.

I am writing to enquire about the progress with your plans. As you will know, OUP is now producing an ornithology series of books and I can see the possibility of a book from your material. Obviously, these books are supposed to be academic as opposed to popular, but the material that you have obviously includes a great deal of novel material and I would be interested in pursuing the possibility of it becoming a book in the series.

I realise that you are presently concentrating on completing the material for your thesis. However, I would be grateful if you could let me know what your long term plans are at some stage. Have you got anywhere further with having the idea of Ian Newton as some sort of co-author?

Best wishes

Yours



Dr. C.M. Perrins.

cc Judith May, OUP  
 Ian Newton

**STUDY AND FORECAST OF FALL AND SPRING MIGRATION  
OF SOARING BIRDS OVER ISRAEL  
AND THE EFFECT OF CLIMATE FACTORS ON MIGRATION**

**THESIS SUBMITTED FOR THE DEGREE "DOCTOR OF PHILOSOPHY"**

**BY  
YOSSI LESHEM**

**SUBMITTED TO THE SENATE OF TEL-AVIV UNIVERSITY**

**NOVEMBER 1991**

**THIS WORK WAS CARRIED OUT UNDER THE SUPERVISION**

**OF PROF. Y. YOM-TOV**



# Table of Contents

	PAGE
<b>Summary (in Hebrew)</b>	
<b>1. Introduction</b>	1
<b>1.1 Background.</b>	1
<b>1.2 Serious damage caused in the past to Israel Air Force aircraft by migrating birds 1970–1983 .</b>	8
<b>1.3 The objectives of the study and its importance .</b>	11
<b>2. Methods</b>	12
<b>2.1 Duration of research period' tracking seasons and methods of operation .</b>	12
<b>2.2 Methods of Research .</b>	13
<b>2.2.1 Ground observers network .</b>	13
<b>2.2.2 Light aircraft tracking .</b>	17
<b>2.2.3 Motorised glider tracking.</b>	19
<b>2.2.4 Unmanned aircraft tracking (drones).</b>	24
<b>2.2.5 Radar tracking.</b>	27
<b>2.3 Integration of the five research methods.</b>	38
<b>3. Results and Discussion.</b>	42
<b>3.1 Appearance numbers of different species based on data from the ground observers network.</b>	42
<b>3.1.1 Autumn migration.</b>	43
<b>3.1.2 Spring migration.</b>	44
<b>3.1.3 Discussion: The possibility of estimating world population from migration "bottlenecks"</b>	49
<b>3.2 Appearance time patterns of different species based on data from the ground observers network and radar.</b>	58
<b>3.2.1 Autumn migration.</b>	59
<b>3.2.2 Spring migration.</b>	60
<b>3.2.3 Comparison of the appearance wave length of different species during spring and autumn migration.</b>	65
<b>3.2.4 Distribution of daily migration magnitude and comparison of radar and ground observers network data.</b>	72
<b>3.2.5 Discussion: The significance of flocking in different species, and variation in appearance in autumn and spring .</b>	79
<b>3.3 Migration route patterns on a horizontal section based on data from observers' motorised glider' unmanned aircraft and various radars.</b>	92
<b>3.3.1 Horizontal migration routes based on observer surveys .</b>	92
<b>3.3.2 Horizontal migration routes based on light and unmanned aircraft data .</b>	96
<b>3.3.3 Horizontal migration routes based on motorised glider data .</b>	99
<b>3.3.4 Horizontal migration routes based on various radar data .</b>	108

<b>3.3.5</b>	<b>Discussion: Migration route mapping by integration of the five research methods . . . . .</b>	<b>111</b>
<b>3.4</b>	<b>Horizontal migration axis fluctuations on different sections . . . . .</b>	<b>114</b>
<b>3.4.1</b>	<b>Horizontal migration axis fluctuations on a daily section based on observer and Ben-Gurion Airport approach radar data . . . . .</b>	<b>115</b>
<b>3.4.2</b>	<b>Horizontal migration axis fluctuations on a seasonal section based on observer data for different species . . . . .</b>	<b>127</b>
<b>3.4.3</b>	<b>Horizontal migration axis fluctuations on a yearly section for different species – comparison between spring and autumn . . . . .</b>	<b>129</b>
<b>3.5</b>	<b>Migration route pattern and velocity on a longitudinal section based on motorised glider data . . . . .</b>	<b>138</b>
<b>3.5.1</b>	<b>Comparison of migration altitude patterns of different species in spring and autumn . . . . .</b>	<b>140</b>
<b>3.5.2</b>	<b>Daily and seasonal progress rate according to three-dimensional calculations (in space) . . . . .</b>	<b>144</b>
<b>3.5.3</b>	<b>Calculations of seasonal progress rate . . . . .</b>	<b>146</b>
<b>3.6</b>	<b>Influence of weather conditions on the migration of soaring birds . . . . .</b>	<b>149</b>
<b>3.6.1</b>	<b>Principle climatic factors influencing migration of soaring birds . . . . .</b>	<b>149</b>
<b>3.6.2</b>	<b>The influence of climatic factors on the appearance and disappearance time axis of soaring birds . . . . .</b>	<b>156</b>
<b>3.6.3</b>	<b>The influence of climatic factors on migration routes . . . . .</b>	<b>161</b>
<b>3.6.4</b>	<b>The influence of climatic factors on migration altitude . . . . .</b>	<b>172</b>
<b>4.</b>	<b><u>Implementation of the study results in the Air Force and their implications in additional fields . . . . .</u></b>	<b>181</b>
<b>4.1</b>	<b>Bird plagued zone (B.P.Z.) maps and regulations . . . . .</b>	<b>181</b>
<b>4.2</b>	<b>Establishment of "bird centres" for the methodical flow of real-time warnings system, and implementation of the study results and their assimilation into the Air Force . . . . .</b>	<b>181</b>
<b>4.3</b>	<b>Comparison of damage from migrating birds in the Air Force, before and after the study and an economic analysis of the results . . . . .</b>	<b>183</b>
<b>4.4</b>	<b><u>Implications of the study in other fields . . . . .</u></b>	<b>184</b>
<b>4.4.1</b>	<b>Economic gains in promoting tourism from within and without the country . . . . .</b>	<b>184</b>
<b>4.4.2</b>	<b>The educational significance to the general population on different levels . . . . .</b>	<b>184</b>
<b>4.5</b>	<b>Future implications of the research . . . . .</b>	<b>185</b>
<b>4.5.1</b>	<b>Implications in conservation and protection of migrating birds . . . . .</b>	<b>185</b>
<b>4.5.2</b>	<b>Subjects for future research . . . . .</b>	<b>185</b>
<b>5.</b>	<b><u>Bibliography . . . . .</u></b>	<b>187</b>
<b>6.</b>	<b><u>Appendices . . . . .</u></b>	<b>196</b>
<b>7.</b>	<b><u>Summary (In English) . . . . .</u></b>	<b>I-X</b>

<b>3.3.5</b>	<b>Discussion: Migration route mapping by integration of the five research methods . . . . .</b>	<b>111</b>
<b>3.4</b>	<b>Horizontal migration axis fluctuations on different sections . . . . .</b>	<b>114</b>
<b>3.4.1</b>	<b>Horizontal migration axis fluctuations on a daily section based on observer and Ben-Gurion Airport approach radar data . . . . .</b>	<b>115</b>
<b>3.4.2</b>	<b>Horizontal migration axis fluctuations on a seasonal section based on observer data for different species . . . . .</b>	<b>127</b>
<b>3.4.3</b>	<b>Horizontal migration axis fluctuations on a yearly section for different species – comparison between spring and autumn . . . . .</b>	<b>129</b>
<b>3.5</b>	<b>Migration route pattern and velocity on a longitudinal section based on motorised glider data . . . . .</b>	<b>138</b>
<b>3.5.1</b>	<b>Comparison of migration altitude patterns of different species in spring and autumn. . . . .</b>	<b>140</b>
<b>3.5.2</b>	<b>Daily and seasonal progress rate according to three-dimensional calculations (in space). . . . .</b>	<b>144</b>
<b>3.5.3</b>	<b>Calculations of seasonal progress rate. . . . .</b>	<b>146</b>
<b>3.6</b>	<b>Influence of weather conditions on the migration of soaring birds . . . . .</b>	<b>149</b>
<b>3.6.1</b>	<b>Principle climatic factors influencing migration of soaring birds. . . . .</b>	<b>149</b>
<b>3.6.2</b>	<b>The influence of climatic factors on the appearance and disappearance time axis of soaring birds . . . . .</b>	<b>156</b>
<b>3.6.3</b>	<b>The influence of climatic factors on migration routes. . . . .</b>	<b>161</b>
<b>3.6.4</b>	<b>The influence of climatic factors on migration altitude. . . . .</b>	<b>172</b>
<b>4.</b>	<b><u>Implementation of the study results in the Air Force and their implications in additional fields . . . . .</u></b>	<b>181</b>
<b>4.1</b>	<b>Bird plagued zone (B.P.Z.) maps and regulations. . . . .</b>	<b>181</b>
<b>4.2</b>	<b>Establishment of "bird centres" for the methodical flow of real-time warnings system, and implementation of the study results and their assimilation into the Air Force . . . . .</b>	<b>181</b>
<b>4.3</b>	<b>Comparison of damage from migrating birds in the Air Force, before and after the study and an economic analysis of the results . . . . .</b>	<b>183</b>
<b>4.4</b>	<b><u>Implications of the study in other fields . . . . .</u></b>	<b>184</b>
<b>4.4.1</b>	<b>Economic gains in promoting tourism from within and without the country . . . . .</b>	<b>184</b>
<b>4.4.2</b>	<b>The educational significance to the general population on different levels . . . . .</b>	<b>184</b>
<b>4.5</b>	<b>Future implications of the research . . . . .</b>	<b>185</b>
<b>4.5.1</b>	<b>Implications in conservation and protection of migrating birds . . . . .</b>	<b>185</b>
<b>4.5.2</b>	<b>Subjects for future research. . . . .</b>	<b>185</b>
<b>5.</b>	<b><u>Bibliography . . . . .</u></b>	<b>187</b>
<b>6.</b>	<b><u>Appendices . . . . .</u></b>	<b>196</b>
<b>7.</b>	<b><u>Summary (In English) . . . . .</u></b>	<b>I-X</b>

3. **Motorised Glider** – This method enabled constant flying, up to 11.5 hours, with the same flock, as well as exact mapping of the migratory route, altitude, flock progress rate, climbing rate and gliding between thermals. One hundred and seventy-three flights totalling 720 hours were carried out. This was the first time motorised glider migration tracking was used in the Middle East. No study using a motorised glider to systematically follow migrating flocks for such long periods of time had been done up to now, both in the number of flight hours and the number of tracking days.

4. **Unmanned Aircraft (Drones)** – This method enabled tracking single flocks for about 150 kilometers with constant documentation of the flock by video camera. Nineteen flights were held. To the best of our knowledge, this is the first biological study ever to make use of this military instrument for research.

5. **Radar** – A radar screen at the Ben-Gurion International Airport approach radar was permanently available during all migration seasons. This enabled constant tracking during all hours of the day. The cloud radar of the Shaham Company followed migration regularly only during one season. Its use was terminated due to technical problems. A total of 8125 radar tracking hours were carried out. This is the first time radar was used to follow soaring bird migration in the Middle East in general, and in Israel specifically.

Most migration research has been limited to one method, and only a minority combined two methods simultaneously, such as a combination of radar and ground observers (Evans & Lathbury, 1973) or light aircraft and radar (Pennycuick, Larsson & Alerstam, 1979). In our study, we have developed, for the first time, to the best of our knowledge, research based on a combination of five methods for data gathering from one migration system, with each method complementing, at least partially, the deficiencies of one of the others. At the same time this enabled confirmation of data gathered by one method by another method. The development of several parallel research methods allowed for integration between them. The radar could, for example, take over from the motorised glider for a short period of time, to enable refuelling and rest; it could then direct the glider to the exact position of the flock it had left to continue tracking. The statistical analysis in this research is based on 9 autumn migration seasons for raptors and 4 for storks and pelicans. During spring migration raptors were followed in Eilat for 6 years and storks for 4 years in the western Negev (Tables 3 and 4).

The comparison of our results to the data in the relevant literature, proves, that the data for species whose total population or most of it passes through "bottleneck" areas, is reliable relative to minimal population size estimates. The numbers counted during migration are sometimes higher by an **order of magnitude** than data from existing studies (Table 9). Annual variations in the numbers of flocking species passing over in autumn and spring, compared to the annual averages of those same species, show that the average standard deviation of all species reaches  $\pm 19.8\%$  in autumn and  $\pm 46.0\%$  in spring (Table 7). This conspicuous difference is a result of the efficient coverage of the breadth of the country in autumn (backed up by radar), as opposed to the partial coverage of only 3–4 stations in the narrow part of the Eilat mountains in spring.

As a result some of the flocks were missed, especially on days when weather conditions caused deviations in the migration axis. In a similar study in Panama (Smith, 1985) even fewer observation stations were set up than in Eilat, and the annual standard deviation from the average rose accordingly to  $\pm 64.5\%$  (Table 8). This leads to the conclusion that "bottleneck areas such as Israel and Panama, cannot provide a statistically significant estimate of world population sizes and their annual fluctuations. A more widespread ground observer network combined with radars would provide a more reliable long-term picture in spring.

In order to examine long-term regularity in major migrating species appearance, the weighted average day of arrival was calculated for all the years of the study, as well as the date by which half of the population had passed by over Israel, the average peak day and the average arrival percentage for each species on the peak day. The results show that in autumn it is possible to predict the appearance days of various raptor species with a precision of  $\pm 1.35$  to  $\pm 3.12$  days, and  $\pm 1.92$  to  $\pm 4.92$  days in spring ( $P<0.001$ ). The arrival of storks can be predicted with a precision of  $\pm 3.78$  days in autumn and  $\pm 5.46$  days in spring. The rest of the data examined was found to be statistically significant, but for some the time span was broader (see tables 9 and 10), and the conclusion reached is that it is possible to predict appearance times of the various species.

Comparison of arrival percentages on the peak day for a number of raptor species shows, that the passage percentages in autumn for flocking species are greater than for non-flocking species (17.1%–30.1% and 9.0%–15.6% respectively). In spring, the difference between flocking and non-flocking species is even greater: 27.7%–46.0% and 8.3%–12.0% respectively. Intra-specific comparison shows, that for many of the species the arrival percentage on the peak day is higher in spring than in autumn (see table 11). This is, probably, the adult population, hurrying to return to its breeding grounds in spring, therefore moving in more concentrated waves. Thus an inverse relation between the arrival percentage on the peak day and age of sexual maturity is found: 46% of the Levant Sparrowhawk population, which reaches sexual maturity in its first year, passes over during the peak day compared to 17.7% of the Steppe Eagle population, which reaches sexual maturity at age 5. In non-flocking species the situation is similar, although in less concentrated waves (table 11).

The regularity of the passage time period length was examined in each of the species migrating over Israel (tables 12 and 13). Analysis of the data shows, that those species flying over in large numbers tend to flock and pass over during the shortest time periods. Thus, 90% of the populations of the five species which flock in autumn, pass over during 13–20 days, compared to five non-flocking species which pass over during 24–35 days. The only exception to this rule is the White Pelican, whose passage time period is long (114 days in autumn), despite it being a true floker.

The reason seems to be that this species flocks during the breeding season as well, populating very broad breeding grounds (between 22°–85°), with each breeding colony reaching its nesting sites as independent units. Accordingly, we find, that this is the only flocking species that has no peak days on which more than 10% of the population fly over. This is also the reason that the weighted average day of arrival of pelicans is the least statistically significant of all flocking species ( $\pm 12.39$  days).

Despite all the above, in non-flocking species, which have a longer passage time period, the weighted average arrival day is very exact, within a span of  $\pm 1.8$  to  $\pm 12.85$  days only, in the 4 non-flocking species analysed in this study (Booted Eagle, Short-toed Eagle, Egyptian Vulture and Marsh Harrier). These four species also arrive with a high time overlap in autumn and spring (see fig. 12), and there is a possibility that what we see here is inter-specific flocking of non-flocking species (they were also observed migrating in communal thermals).

The spring migration wave is longer than the autumn one in most birds of prey and storks. In many of the species passage time in spring is almost double that in autumn (tables 12 and 13).

Flocking and non-flocking species passing over Israel were compared according to their wintering grounds and type of food (table 14). The data shows, that all nine flocking species overflying Israel, migrate south of the Sahara and some of them reach South Africa. They feed at least partially on heterothermic prey. Three of the 4 non-flocking species which are commoner: Booted Eagle, Egyptian Vulture and Short-toed Eagle also feed on heterothermic prey and migrate south of the Sahara. Only the Marsh Harrier is an "intermediary species", wintering both north and south of the Sahara, and feeding accordingly on birds and mammals. A number of species feeding on homeothermic prey do not flock, and accordingly do not migrate south of the Sahara. This phenomenon is paralleled in New World raptors (Mindell, 1985).

Comparison of the weighted arrival day of different species according to their chronological appearance in autumn, shows distinct regularity in their order of arrival according to the type of prey they feed on – from insect eaters to reptiles, fish and finally mammal eaters. During spring migration the picture is reversed, and the first to pass are those feeding on homeothermic prey and the last the insect eaters (table 15). This phenomenon shows the close relation and dependence between migration times and the availability of prey, whose activity varies with changes in weather, with heterotherms disappearing first in autumn and returning first in spring.

The smaller the breeding area of a flocking species, the shorter the time period it passes over Israel. When wintering areas are much smaller than breeding areas, the large spring migration waves are more concentrated than in autumn.

Examination of the annual arrival distribution pattern in several flocking species clearly show several migration peaks appearing regularly yearly (figures 9,10 and 11). These are attributed to the appearance of populations from different breeding grounds, and partially to waves of juveniles and adults appearing separately (Gorney, 1989).

Examination of daily raptor migration magnitude during autumn and spring (figure 15) shows, that only in 19% and 24% of the days respectively is there high magnitude migration (10,000–200,000 birds per day), in 12.1% and 16.8% of the days medium magnitude migration (5,000–10,000 birds per day) and in 58.9% and 68.1% of the days migration is sparse (0–5,000 birds per day). Storks show less days with peak magnitude than raptors (13.7% and 13.8%), and pelicans have no days with heavy migration. This data is important for implementing the results of this study in the Israel Air Force in order to enable fighter aircraft to fly at low altitudes during sparse migration days, even at the height of the migratory season.

Other studies done with a combination of radar and observers all concluded that the ground observers see the low fraction of migration and the radar the high fraction (Evans & Lathbury, 1973 and others). Therefore ground observers cannot be relied on, since they see only part of the numbers flying over. Comparison of migration magnitude data as seen on the Ben-Gurion International Airport radar and ground observer data, shows a strong correlation between both types of data in autumn and in spring (figures 16 and 17). The high degree of agreement between radar and observers results from the fact that the major fraction of migration passes over the western slopes of the Judean and Samarian Mountains, at an altitude not surpassing 1200 m. above the ground, (this was confirmed by motorised glider flights). At sites such as Gibraltar, where the mass of migration passes over at significant altitudes, there could possibly be discrepancies between observer and radar data.

The integration of 5 research methods, each complementing each other, provides a picture of 3 principal migration routes crossing Israel in autumn (map 16).

1. **The Western Route** – lies mainly along the western edge of the central mountain range (radar photo 12, figure 20, maps 6,7,9,10 and 11).
2. **The Eastern Route** – lies mainly along the Jordan Valley, crossing over the eastern side of the mountains during part of the day joining the Western Route. During the rest of the day it continues along the southern Dead Sea on a parallel direction towards Sinai (radar photo 11, maps 8, 13, 14 and 16).
3. **The Southern-Eilat Mountains Route** – (maps 12 and 16).

The situation in summer is an approximate mirror image, lying on a 180° direction, with small variations.

The geomorphological structure of Israel, with a central mountain range dividing the country into three rough landscape units, plays a central role in creating the type of migration described (maps 15 and 15a). This is especially interesting considering the small size of the country.

Based on data from the ground observer network, the motorised glider and thousands of radar photo sequences from the Ben-Gurion International Airport approach radar (photos 26,27 and 28), it may be seen that the Western Route migration axis in autumn is deflected at the beginning of the day from east to west for 10–25 kilometers, depending on weather conditions and flock roost locations. Towards 10:00–11:00 the daily breeze blowing from the sea influences the migration axis, which is slowly deflected back to the east (figures 21 and 22). The length of the west–east drift is broader in the data of the Northern Valleys Survey and narrower in the broader Cross-Samaria Survey due to variations in topography (figure 19).

A parallel deflection of the migration axis occurs on the Eastern Route in autumn. The route moves southwest over the eastern slopes of the central mountain range during the morning hours, over the slope which absorbs direct radiation from the sun, creating good soaring conditions. Towards late afternoon, when the breeze from the sea starts, the axis is deflected east, to the Jordan Valley (map 8).

In the Eilat Mountains the wind flow plays a similar role, but due to the topography of the southern Arava Valley, which causes a change in wind direction, the axis moves during the day in a north–south direction (map 12).

In addition to the axis movement on a daily scale, there is also seasonal deflection of the migration axis. During autumn migration there is a distinct inverse relation between a soaring bird species appearance time and its average distance from the coastline. White Storks appear first migrating along the most easterly axis, with White Pelicans closing the season along the most westerly axis. The four raptor species which flock in autumn, divide the east–west passage trend according to their appearance times (figure 25).

This fluctuation is probably caused as a result of the a marine inversion which does not allow the formation of optimal soaring conditions along the coastal plain during August (figure 34). In September, temperature differences between the sea and land decrease, the marine inversion influence gradually declines, disappearing completely in October.

Comparison of the appearance magnitudes of soaring birds over Israel in autumn and spring shows significant differences between some of the species (tables 20 and 21). For example: only one species (the Steppe Eagle) flies over the Eilat Mountains in autumn, compared to massive migration of more than 30 species in spring; in autumn White Storks pass over only along the Jordan Valley axis, whereas in spring about half the population also passes over the western edge of the central mountain range; Honey Buzzards fly along the Western Route in large numbers in autumn, while concentrating almost totally in the Eilat Mountains in spring, and so forth. The reason for the variation in different species appearance is related to their global migration routes, between breeding and wintering grounds, in relation to the Red Sea which they avoid crossing, thus following different routes in autumn and spring (figures 27 and 29). The breeding grounds range of different species in relation to the location of Israel ( $35^{\circ}$  longitude) is an additional factor determining different migration routes over Israel in spring and autumn (figure 29).

The motorised glider enabled us to map flight altitudes of different flocks, which were measured from the base and top of thermals. Thus it was possible to map the airspace occupied by the migrating birds (height band). Analysis of the data shows, that the average migration altitude concentrates along a strip over an average vertical distance span of 344–1123 meters. The migration altitude strip varies according to the different species and the time of day, as a direct function of the thermal forming conditions (tables 22 and 23).

Along with altitude calculations, average progress velocity of flocks was calculated, and it was found to be anywhere between an average of 29.2 k.p.h. (White Pelicans) to 50.9 k.p.h. (Lesser Spotted Eagles). Average progress velocity is closely related to flock altitude and especially to climatic conditions: in stable conditions (such as an inversion), progress velocity decreased to a mere 13–17 k.p.h., whereas in unstable atmospheric conditions soaring birds can reach up to 60 k.p.h. (table 23).

The **aerial distance** from the departure point to the arrival point for each flight was calculated (one-dimensional distance). The **horizontal distance** the flock actually covered in relation to the ground (two-dimensional distance), and the "**space-distance**" covered by the flock while climbing in thermals and gliding between them (three dimensional distance), as well as the distance covered by the flock while circling in thermals was also calculated.

Based on the average velocity for each species, the number of thermals per hour, the numbers of migration hours per day and the horizontal and space distances measured by the glider, the number of kilometers each species actually adds to its migration route was calculated. The results of these calculations show, that 4 species checked, lengthen their original route by 57.2–91.0%, which is expressed in thousand of kilometers per species. All this is done by the birds, in order to migrate passively, thus saving energy (table 24).

The atmospheric structure and variations in weather conditions in time and space, play a central role in determining the character of soaring birds migration and the ability to predict changes in their behaviour. The data gathered by the five research methods was divided into three categories: data that agreed with the annual average (such as numbers passing over, flight altitude, progress velocity, route, etc.), occurrences deviating by more than 20% from the average and those deviating by less than 20%. Eighty-three unusual cases of appearance times for various species were examined. In 76 of the cases in spring and autumn a distinct reason was found for the discrepancy on the time scale as a result of climatic phenomena: synoptic depressions interfere with the formation of thermals and delay migration for periods lasting from several hours to several days, sometimes causing large migration waves after the depression dissolves, as a result of the migration delay.

In some of the cases, when, for example a Red Sea current develops for a long time, the main migration axis is deflected and soaring birds circumvent the area. As a result, significantly larger or smaller numbers than the average are seen, depending on the direction of the deflection. Seasonal fluctuations in the variations of wind direction and strength cause local deflections of migration axes: Hamsin depressions formed in North Africa, are preceded by strong, dry, hot southeasterly winds which deflect the migration axis to the west (figures 31–34).

The Red Sea current, which is usually characterised by fair weather, can also sometimes cause strong easterly winds which deflect the migration axis for several days. Sometimes deflections are caused by winds only on a micro scale, in a certain region (figure 35). In the Eilat Mountains there is a significant influence on the migration axis, by changes in wind direction from north (the usual wind direction) to south. These changes can sometimes cause axis deflections of dozens of kilometers to the north.

On days when weather conditions on the coastal plain are stable (inversion, for example), and soaring conditions on the mountains are ideal, flocks will deviate to the east while migrating, to take advantage of these improved conditions (map 19). The sea breeze tends to move the migration axis east parallel to the breeze front progress.

The climatic factor determining the ideal convection conditions has a strong influence on migration altitude and velocity: during the morning and late afternoon conditions are not good enough for thermal development. Accordingly, migration is usually slow and at low altitudes. On days when the atmosphere is stable, interfering with thermal formation – migration altitude will be low and progress slow, sometimes even 1/2–1/3 of the average velocity. On the other hand, on days when there is great instability in the atmosphere, along the whole or part of the country, soaring birds can double their flight altitude and accordingly their average progress velocity (maps 23 and 24).

In conclusion, correct analysis of all climatic data can enable prediction of migration route location, altitude, rate of progress and time of arrival, under normal conditions. When conditions are below average, it is possible to predict the delay in arrival time of the birds, and the altitude and rate of progress, according to the conditions existing. The opposite is true for better than average conditions, with the same predictions possible, this time according to the improved conditions.

The results of this research have been applied in the Israel Air Force since the early years of the study: a new term has been coined in the Air Force – BPZ – Bird Plagued Zone. The principal migration routes and their altitudes were determined, BPZ maps printed with specific flight regulations on how flights should be planned, where and when they should avoid flying at low altitudes. The maps were distributed to all flight squadrons, and towards the end of the study were printed in their final, corrected version.

During the migration seasons, according to the movements of the migration axis, certain time periods have been defined as closed for flight. Thus, fighter aircraft are able to fly at low altitudes, at least over certain areas of the country. At the Ben-Gurion International Airport control tower, a "bird centre" has been established, which methodically passes on real-time information to the Air Force on flock locations, as well as continuous instructions to Israel Air Force bases on positions of flocks flying above them or nearby. At the same time the centre receives and coordinates information on migrating flocks from the ground observer network, aircraft, glider and radar.

On days when there is low magnitude migration, real-time permission is given for low altitude flights, thus allowing the Air Force to perform low-altitude military exercises, even during peak migration.

Since the Air Force has started implementing the recommendations of this study, **damage to aircraft and pilots has decreased by 81.8%**. Not one fighter plane has crashed as a result of collision with a migrating bird since the BPZ regulations have been in force. The **yearly cost of damage has decreased by 88%**. Considering the cost of one of the new generation fighter planes (F-15, F-16), had the conclusions of this study not been implemented in the Air Force, the **average annual damage would reach 30 million dollars' and in ten years reach 300 million dollars.**

The results of this research have been presented at several international conferences on this subject, and been very well received. (See remarks by General Avihu Ben-Nun, Commander of the Israeli Air Force (appendix a), remarks by Major Merritt, commander of the BASH Team, in the US Air Force (appendix b) and by Drs. Luit Buurma, Head Section Ornithology in the Dutch Air Force (appendix c).

As a result of the information accumulated in this study and widespread publication in Israel and abroad, which I initiated with the tourist industry, Israel is now known as one of the best places in the world to watch migrating birds. Every year some 10,000 birdwatchers arrive from all over the world to watch migration. When the Kfar Kassem observation station was active in autumn, more than 35,000 Israelis came each year to watch the unique phenomenon of migrating soaring birds.

We have also developed a broad educational program in schools and army units, which has significantly increased public interest in the subject.