

עמית דולב¹, יהודה יהודה¹ וזלמן הנקין²
¹ מו"פ צפון – מיג"ל, ת.ד. 831 קריית-שמונה 11016
² מנהל המחקר החקלאי, נווה יער.
amit_dol@zahav.net.il

הקדמה

נברן שדות (*Microtus socialis guentheri*) הינו מכרסם הנפוץ בארץ בכל האזור הים-תיכוני שמצפון לקו נירים-רוחמה, באדמות כבדות וכבדות למחצה, בעמקי הצפון בגולן ובגיאיות שבהן אדמה עמוקה וכבדה. מכרסם זה ניזון מחומר צמחי ירוק וזרעים, מחומרי תשמורת תת-קרקעיים של צמחים, משורשים ומקמל עשבוני. עיון במידע ביולוגי על מין זה מלמד שהוא מאופיין בחברתיות גבוהה, כאשר לכל משפחה מוקד פעילות הכולל עד כ- 10 חורים. כושר הריבוי של הנברן גבוה מאוד ונקבה מגיעה לבגרות מינית בגיל חודש לערך, כשמשך ההיריון 21 יום ובסופו נולדים בממוצע 9 גורים. סמוך לתקופת ההמלטה מתעברת הנקבה שוב, והיא עשויה להגיע ל-7 מחזורי המלטה בשנה (בתנאי תזונה טובים). כמו כן, טווחי התנועה של הנברן במרחב מוגבלים עד עשרות מטרים ספורים, כאשר עיקר הפעילות העל-אדמתית נעשית בשעות הלילה. בגלל רבייתו המהירה, עשויות אוכלוסיות הנברן להגיע לצפיפויות גבוהות מאוד של מאות פרטים לדונם. בצפיפות שכזו כרסום עלוות הצומח, אכילה ואגירה של זרעים בשלים וכרסום קמל זמין, עלול לגרום לנזקים כבדים לגידולי שדה ולשטחי מרעה (Mendelsohn & Yom-Tov 1999).

השפעתן של אוכלוסיות הנברן על שטחי חקלאות בישראל נחקרה במשך כחצי יובל ע"י Bodenheimer (1949) בעמק יזרעאל. שינויים חדים בצפיפות אוכלוסיות הנברנים נרשמו בין השנים 1930 ל- 1950, כאשר הסתמן שיא באוכלוסיות הנברן כל כעשר שנים ושיא משני לאחר כחמש שנים. ב"שנות השפל" פחתה פעילות הנברנים, עד שכמעט ולא ניכרה בשטחים המעובדים. בשנת 1985 דווח לראשונה על נזקים כבדים של נברנים לשטחי מרעה בהיקף של מאות אלפי דונם, בעיקר בגולן. התברר שבשנה זו הגיעה אוכלוסיית הנברנים באזור זה לשיא שכמותו לא נרשם קודם (1000 - 2000 חורים לדונם), במיוחד בחלקות סגורות מרעה בגליל ובגולן, או בחלקות מרעה בהן הייתה רעיה קלה בלבד במשך תקופה ארוכה (Noy-Meir 1988). במקומות אלה הושמדו כליל הדגניים החד-שנתיים הגבוהים ושעורת הבולבוסין ובמקומם התכסה השטח בחד-שנתיים דו פסיגיים, בעיקר צמחים ממשפחות מצליבים ומורכבים שערכם התזונתי נמוך. בקיץ וסתיו 1985 פחתה מאוד צפיפות אוכלוסיות הנברנים בשטחי המרעה בגולן מבלי שהופעלה הדברה כל שהיא, ונשארה ברמה נמוכה גם בעונת הירק 1985/86 (צוק-רמון ולוריא, מידע שלא פורסם). לאחר נפילת האוכלוסייה בשנה זו, נפסק זמנית המעקב ולא נבחנו בשלב זה הנזקים לטווח הארוך לשטחי המרעה.

באביב 1996 נצפה שוב גידול ניכר בפעילות נברנים בשטחי מרעה בגליל ובגולן ונראה כי האוכלוסיות התרבו והתפשטו במהירות לשטחים שכנים. בקיץ 1996 נערך סקר נזקים והתברר כי במשקים רבים נגרם שוב נזק כבד למאגר הקמל המיועד לרעה בעונה זו. בסיוורים שנערכו בסתיו 1996 ניכרה עדיין פעילות רבה של נברנים במרבית שטחי המרעה שנפגעו ואף היו מוקדים חדשים שהתפתחו. במצב זה, היה חשש כבד כי נפגע מאגר הזרעים של הדגניים בשטח וכתוצאה מכך יהיה ייצור המרעה בעונת הירק הבאה דל. סיומה של התפרצות נברנים שכזו (שכונתה "שנת נברן") כפי שנצפתה ב-1985 ו-1996, אופיינה בקריסת אוכלוסיות הנברנים תוך כשנה, כנראה עקב הידלדלות מקורות המזון. הנזקים החמורים לשטחי המרעה הובילו לצורך להתחקות אחר מאפייני התפרצויות הנברנים בעזרת מערך של תחנות ניטור וזאת בכדי לפתח שיטות ממשק מתאימות להתמודדות עם התופעה.

תוצאות קודמות של אירועי התפרצות נברנים (Bodenheimer 1949; Noy-Meir 1988) ציינו קיומה של מחזוריות בהתפרצות נברנים בתדירות של כל עשור לערך. הבנת התופעה מחייבת בחינה של המנגנון המאפשר סנכרון של אירועי התפרצות במימד הזמן (עונות שנה) ובמרחב. לצורך כך נדרשת הבנה מעמיקה של דינאמיקה של אוכלוסיות הנברן, ולהלן השערות אפשריות:

1. דינאמיקה מקומית במימד הזמן - המידע על הדמוגרפיה של הנברן, מלמד שרצף של מחזורי רבייה מוצלחים באזור נתון עלול לגרום לגידול אוכלוסייה מעריכי. הבנה מקדימה שתנאי תזונה טובים מהווים בסיס להצלחת רבייה גבוהה, נותנת בסיס להשערה ששילוב של עונת ירק (חורף + אביב) ארוכה ועונת יובש (קיץ + סתיו) קצרה עלולים לתמוך במספר מחזורי רבייה עוקבים רב של נברנים שיכול להוביל לאירוע של התפרצות. על בסיס אותה הנחה, ניתן לשער שעונת יובש ארוכה צפויה לתרום להפחתת הצלחת הרבייה ולירידה בסיכויי השרידה ובכך לסיום של אירוע התפרצות.

2. דינאמיקה מרחבית של התפרצות נברנים – אירועי התפרצות נברנים במרחב גדול יכולים להתקיים בשתי צורות:

א. אירוע רחב תפוצה על פני כל המרחב במחזוריות מוגדרת (סירווגיות), שלו מנגנון סנכרון שניתן להסבירו (לדוגמה, אירועי אקלים).

ב. אירועי התפרצות מקומיים המתרחשים בהופעת תנאים מתאימים ולאחריהם תהליך של התפשטות קרקעית מעגלית מאזור אחד למשנהו.

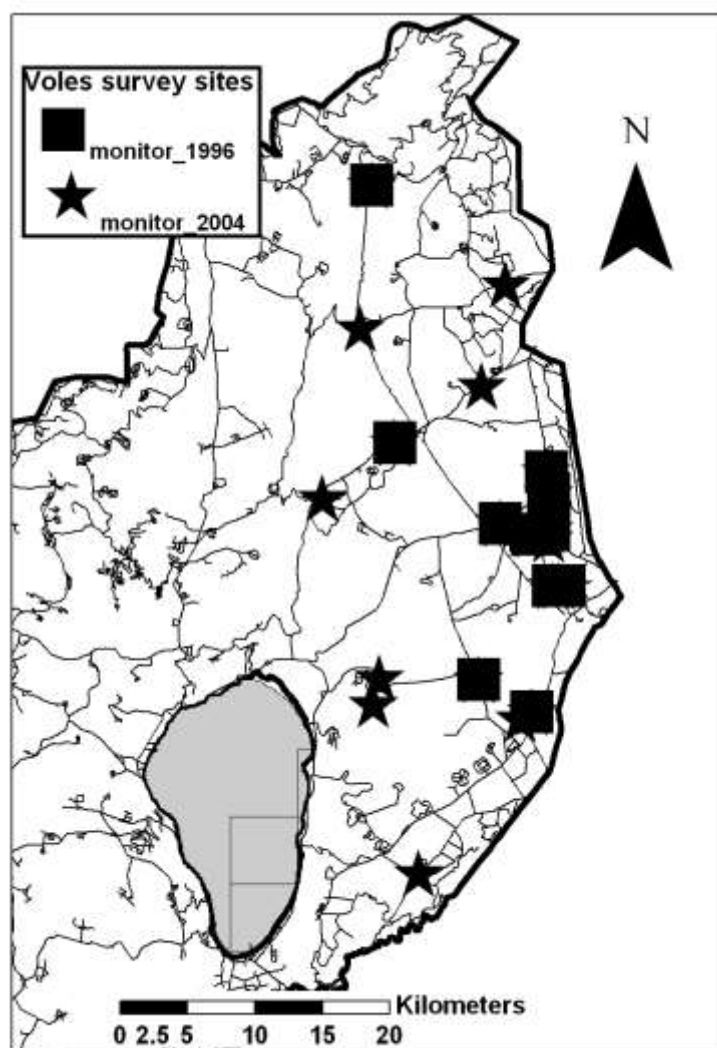
שיטות עבודה

קיים קושי רב ללכוד את נברן השדות במלכודות מכרסמים רגילות ולאמוד את גודל אוכלוסיותיו. אי לכך, פותחו במהלך השנים דרכים לאמוד את עוצמת פעילותו כמפורט מטה. דיגום עוצמת פעילות נברנים - מספר חורים פעילים של נברנים הינו מדד להערכת עוצמת פעילותם של הנברנים בזמן נתון (Bodenheimer 1949; Moran & Keidar 1994). דיגום זה בוצע בכל חלקת ניסוי ב- 4 חתכים קבועים באורך של 50 מ' וברוחב של מטר אחד (כיסוי של 200 מ"ר). בשיטה זו

מבוצעת ספירה של כל חורי הנברנים הפעילים בחתכי הדיגום וסתימתם. מדד זה מהווה אינדקס לעוצמת פעילות הנברנים בחלקה.

פיזור מרחבי של חתכי דיגום – בשנת 1996 מוקמו 11 חתכי דיגום קבועים בחלקות מרעה שבהן הייתה התפרצות נברנים (איור 1, ריבוע שחור). מרביתן היו בחלק המזרחי-מרכזי של רמת הגולן. בשנת 2004 הוספו חתכים נוספים ברמת הגולן (איור 1, סימון כוכב) בכדי לשפר את הפיזור המרחבי של הניטור. בשנת 2007 הוספו חתכי דיגום מחוץ למרבית חלקות המרעה הנדגמות, בכדי לקבל תמונת מצב מקומית של פעילות הנברנים מחוץ ובתוך שטחי המרעה.

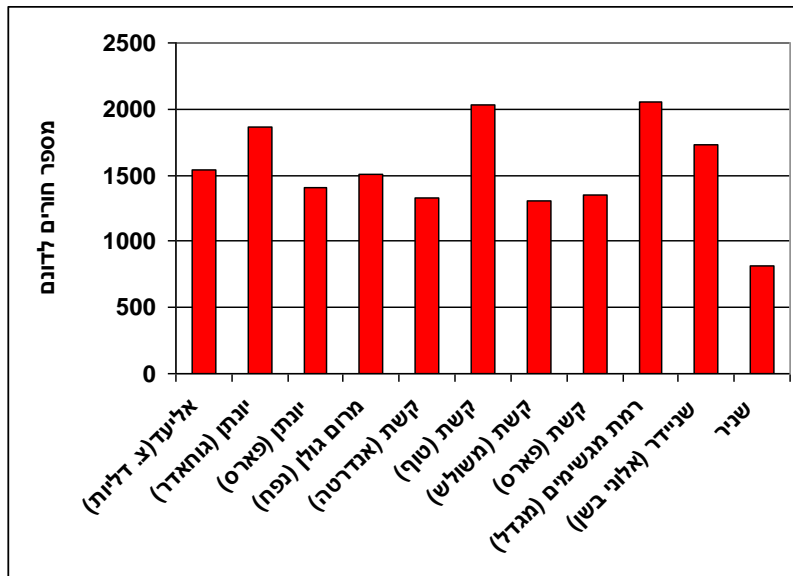
התפשטות מוקדי נברנים - באירועים שבהם היה חשד להתפרצות נברנים ב-2007, בוצע סקר במספר אתרי דיגום נרחב סביב אזור ההתפרצות המשוער, שכלל סיור רגלי לאורך של כ-100 מ' בסביבת נקודת הדיגום. במידה ונמצאו במקום מוקדי פעילות רבים של נברנים, הוגדר האתר כ"חיובי". במידה ולא נמצאו מוקדים של חורי נברנים, למעט מספר מועט של חורים בודדים, הוגדר האתר כ"שלילי".



איור 1 – פיזור מרחבי של חתכי הדיגום של נברנים ברמת הגולן. באתרים המסומנים בריבוע בוצע ניטור משנת 1996 (לאחר התפרצות הנברנים). האתרים המסומנים בכוכב הוספו לתוכנית הניטור בשנת 2004.

תוצאות

דיגום של עוצמת פעילות הנברנים בגולן החל בשלהי ההתפרצות בשנת 1996. ממועד זה והלאה בוצע הדיגום בתדירות של 3-10 פעמים בשנה, במהלך השנים 1996-2007. בסתיו 1996 נבחנה עוצמת פעילות הנברנים ב-11 חלקות דיגום שבהן זוהתה ההתפרצות, ונאמדה בממוצע של 1539 ± 110 (SE) חורים לדונם (איור 2, פירוט לפי חלקות). הפגיעה הייתה קשה ביותר ברמת הגולן המרכזית והמזרחית בשטחי המרעה של קשת, יונתן, רמת מגשימים, מבוא חמה, אלי-עד ומרום גולן, כן נמצאה פעילות נברנים מוגברת באזור בית המכס ובמורדותיה המערביים של הרמה. פיזורם המרחבי של חתכי הדיגום הללו התמקד בעיקר באזורים אלו במזרח-מרכז רמת הגולן (איור 1, ריבוע שחור).

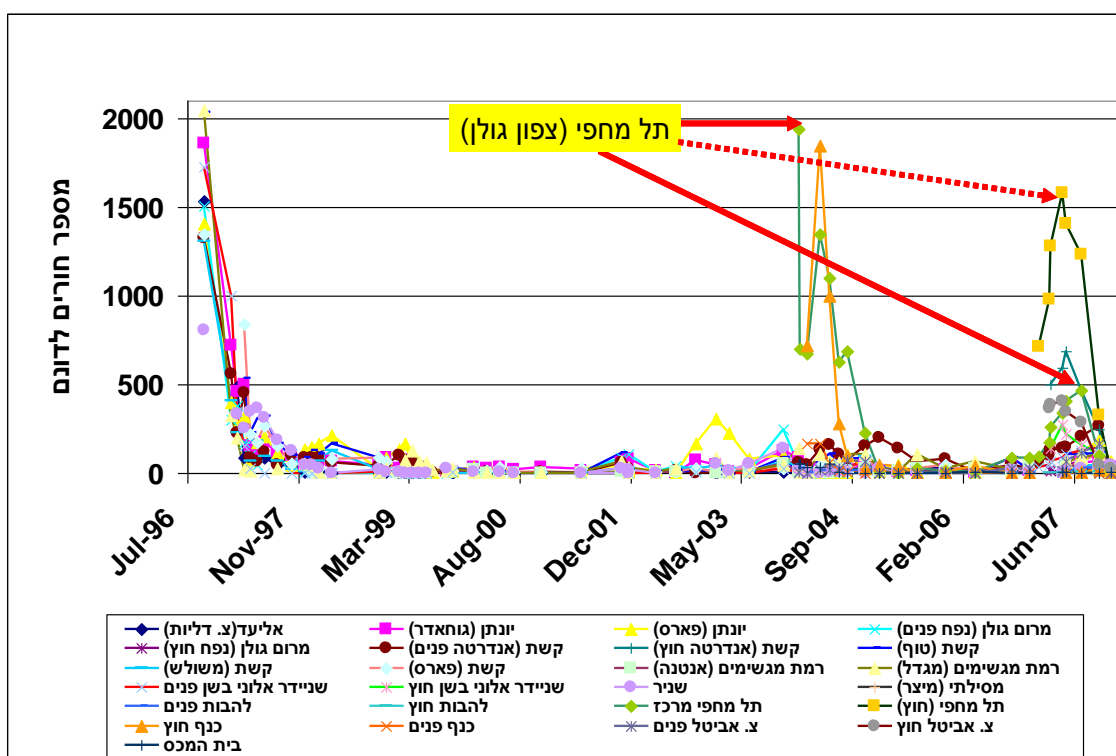


איור 2 – עוצמת פעילות הנברנים (מספר חורים לדונם) בחלקות הדיגום בגולן בשנת 1996.

דינאמיקה של התפרצויות נברנים בזמן

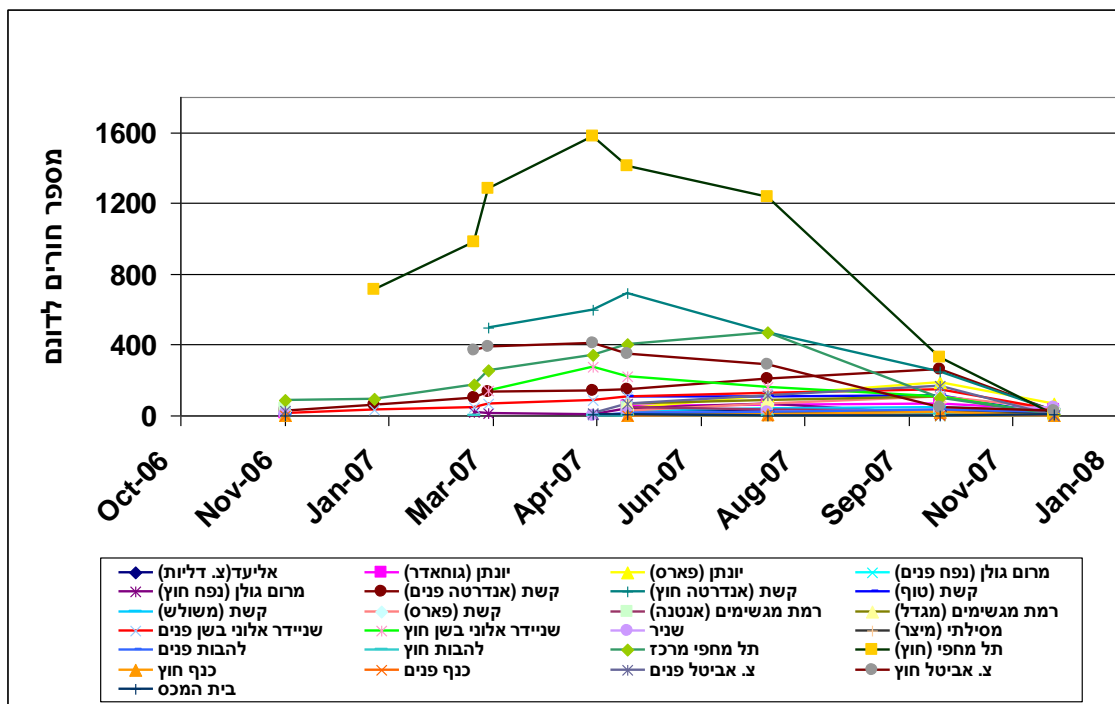
ניטור רציף אחר חלקות דיגום אלה במהלך העשור האחרון הראה שתוך חודשים ספורים קרסה פעילות הנברנים מאלפי חורים לדונם להיקף של עשרות בודדות (איור 3). במשך 11 שנות מעקב (1996-2007) בכל אחת מחלקות הדיגום שנבחרו בתחילה, נצפתה כמות של עד עשרות בודדות של חורים פעילים של נברנים לדונם. במקרים ספורים עלתה הכמות מעבר לכך (200 – 300 חורים), אולם בדיגום העוקב נמצאה ירידה לרמת פעילות נמוכה (איור 3). בשנת 2004 נוספו חלקות דיגום (איור 1), ובשתיים מהן (חלקת כנף שבדרום הגולן וחלקת תל-מחפי שמצפון לקוניטרה) נמצאו יותר מ-1,500 חורים לדונם המעיד על התפרצות ברמה מקומית (איור 3). בדומה למצב ב-1996, גם כאן נצפתה קריסה בפעילות הנברנים עד לאפס חורים לדונם תוך חודשים ספורים. בכל שאר חלקות הדיגום אחריהן בוצע ניטור ארוך טווח מההתפרצות הקודמת, לא נראתה כל עדות לתהליך שכזה. ההתפרצות בחלקת תל-מחפי ובחלקות כנף (שזוהתה ב-2004) שכחה ופעילות הנברנים ירדה עד לרמה של אפס חורים לדונם תוך פחות משנה (עד תחילת 2005), וזאת ללא הפעלת ממשק רעייה כלשהו.

בספטמבר 2006 זוהתה עליה בכמות החורים הפעילים לדונם בחלקת תל-מחפי, וכתוצאה מכך הומלץ לבוקר ל"הגביר לחץ רעייה" באזור. בסוף נובמבר 2006 נצפתה המשך מגמת העלייה בחלקה זו. בשאר החלקות בגולן נמשכה פעילות נברנים נמוכה בדומה לעבר. לאור מצב זה הוחלט לנסות ולהתחקות אחר דינאמיקת ההתפשטות של ההתפרצות ולרכז מאמץ סביב אזור זה. בינואר 2007 הוחל בביצוע הדיגום הממוקד שכלל הצבה של 14 חתכים חדשים בטווחים מתרחקים מחלקת תל-מחפי עד לטווח בו לא נמצאו עדויות להתפרצות הנברנים האחרונה. במטעים סמוכים נראו חורים רבים ונצפה חיגור של עצים צעירים כתוצאה מפעילות הנברנים. מעקב זה הצביע על שלבים מתקדמים בהתפתחותה של ההתפרצות באזור זה (איור 3, תל-מחפי דרום). חשוב לציין שאתר זה היה האזור היחיד בו אובחנה התפרצות חוזרת במהלך 11 שנות מעקב, כאשר ההפרש בין שיאי ההתפרצות היה של כ- 3 שנים.



איור 3 – עוצמת פעילות הנברנים (מספר חורים לדונם) בכלל חלקות הדיגום בגולן בין השנים 1996-2007. בשנת 2007 נצפה אירוע התפרצות שמרכזו באזור תל-מחפי, בו הייתה התפרצות ב-2004 (קו רציף – בתוך חלקת המרעה, קו מקוקו – מחוץ לחלקה).

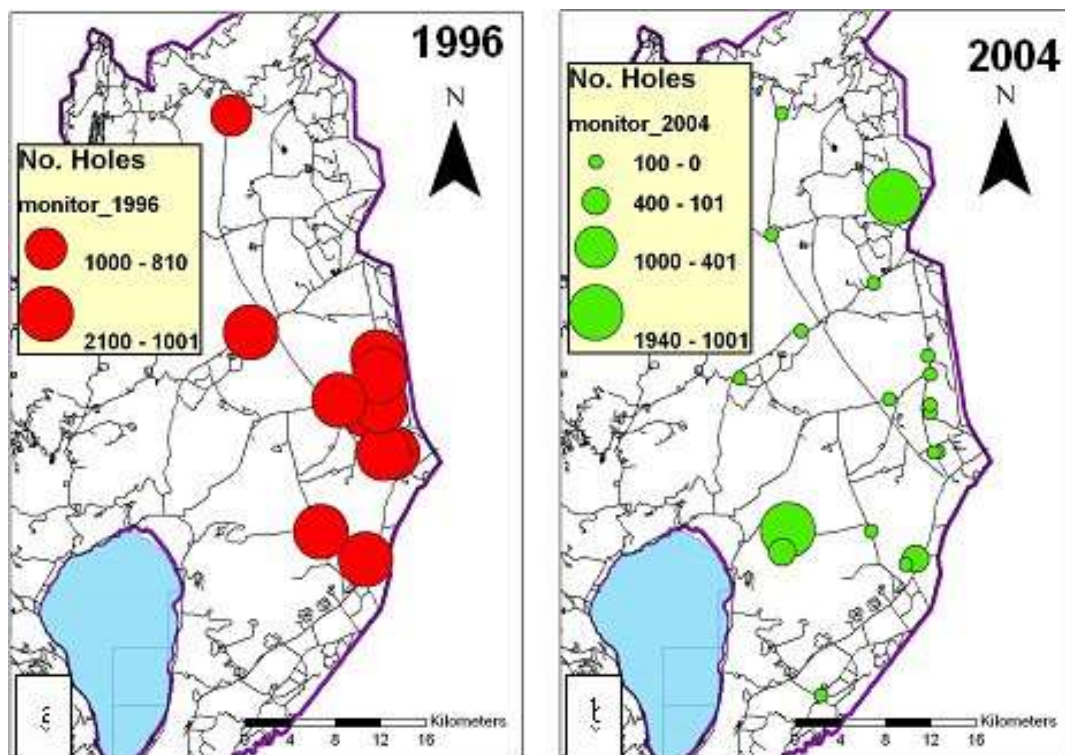
זיהוייה של התפרצות הנברנים בשלב מוקדם יחסית איפשרה להתחקות אחר תהליך העלייה והקריסה של פעילות הנברנים במימד הזמן (איור 4). חלקת תל-מחפי דרום מייצגת את אזור מרכז ההתפרצות, בה ניתן לראות מגמה של עלייה רציפה מראשית החורף עד לשיא במהלך חודש אפריל, ומשלב זה ניכרת ירידה רציפה עד לקריסה בעוצמת הפעילות בדצמבר 2007. כמו כן, נמצאה עלייה בעוצמת פעילות הנברנים בחלקות נוספות בצפון הגולן (שיפוע מתון יותר), כשמרבית החתכים שעוצמת הפעילות בהם גבוהה יותר, מצויים מחוץ לחלקות המרעה. כמו כן, נראה ששיא הפעילות בחלקות אלה התאחר במספר שבועות ביחס לזה של תל-מחפי. ייתכן והדבר מרמז על תהליך התפשטות מאזור אחד לאזורים הסמוכים.



איור 4 – שינוי בעוצמת פעילות הנברנים (מספר חורים לדונם) בכלל חלקות הדיגום בגולן במהלך 2007. ניכרת עלייה בעוצמת פעילותם מראשית החורף ועד לאמצע אפריל. משלב זה ניכרה ירידה רציפה עד לסיומה של ההתפרצות בסוף 2007.

דינאמיקה של התפרצויות נברנים במרחב

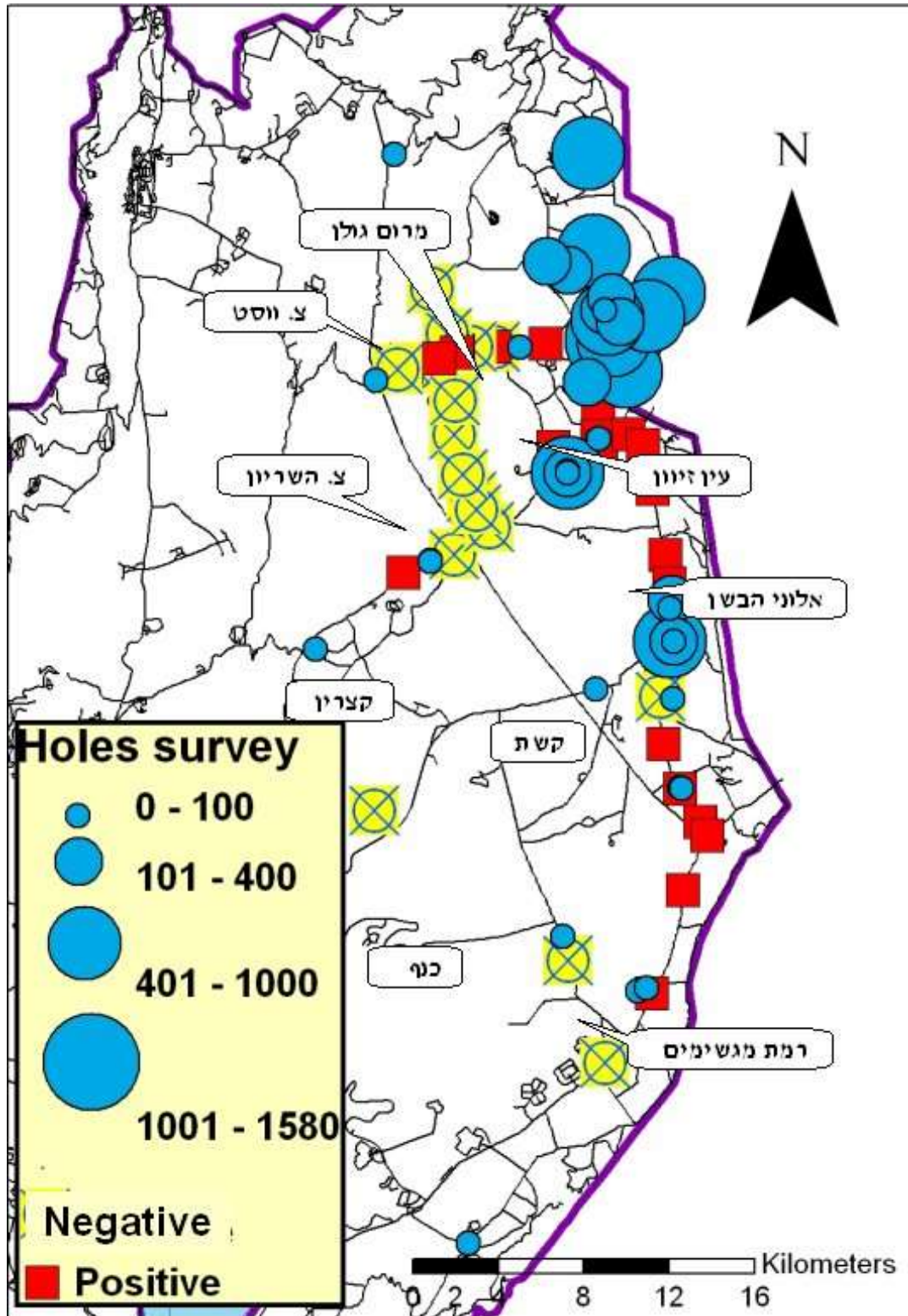
בחינה מרחבית של חלקות המרעה בהם אירעו התפרצויות נברנים (איור 5), מלמדת שבשנת 1996 מרבית האתרים שבהם אירעה התפרצות נמצאו במרכז-מזרח הגולן (איור 5a). אין בידנו מידע לגבי עוצמת פעילות הנברנים באזורים אחרים בגולן. תוצאות הניטור משנת 2004 (איור 5b) מלמדות על שני מוקדים שבהם נמצאה התפרצות נברנים, האחד בצפון הגולן (תל-מחפי), והשני במרכז-דרום הגולן (כנף). עוצמת פעילות נמוכה בכל שאר אתרי הדיגום, תומכת בהערכה שלא הייתה תנועה דיפוזית של נברנים בין מוקדים אלה, אלא הייתה התפרצות בשני מוקדים שאינם תלויים זה בזה.



איור 5 – דגם הפיזור המרחבי של התפרצויות הנברנים בגולן. גודל הכתם בכל אתר דיגום נקבע לפי עוצמת פעילות הנברנים בו. a – אתרי הדיגום בשנת 1996. בכל החתכים תועדה עוצמת פעילות המוגדרת כהתפרצות נברנים. b – אתרי הדיגום בשנת 2004. בשניים מהם תועדה התפרצות נברנים.

זיהויה של התפרצות נברנים ב-2007 באזור תל-מחפי הוביל לריכוז מאמץ דיגום בכל המרחב שמסביב למרכז ההתפרצות. מאמץ דיגום זה כלל חתכי דיגום נוספים בטווחים מתרחקים מאזור מרכז ההתפרצות, והוספת אתרים נוספים שבהם בוצע סקר "התפשטות מוקדי נברנים". תוצאות דיגום זה (איור 6) הראו שמרכז אזור ההתפרצות (רדיוס כ- 5 ק"מ מתל-מחפי) כלל את המרחב התחום בהר אביטל והר בן טל ממערב, קיבוץ עין זיוון מדרום וגדר הגבול עם סוריה ממזרח ובצפון - קו מטעי התפוחים הסמוכים לכפרים הדרוזיים (מצפון לחרמונית). בכל אתר שנבדק במרחב זה, נמצאה פעילות נברנים מוגברת וניכרה פגיעתם הקשה של אוכלוסיות הנברנים בצומח המרעה ובחלקות חקלאיות באזור. מעבר לטווח זה, נמצא שבכיוונים דרום-מערב (צ. השריון), מערב (צ. ווסט) ודרום-מזרח (אלוני הבשן) קיימים מוקדי התפרצות נוספים. מוקדים אלו היו ממוקמים בעיקר בשולי כבישים ומחוץ לשטחי מרעה, בעוד שבשטחי מרעה הסמוכים לא נמצאה פעילות נברנים חריגה. כמו כן נמצא כי מעבר לטווח זה לא נמצאו עדויות לעלייה בפעילות נברנים. בנוסף, לאורך כביש 978 (מקשר בין צ. ווסט לצ. השריון) לא נמצאה פעילות נברנים חריגה, למרות שבשני כבישי האורך המתרחקים מאזור ההתפרצות, נמצאה פעילות לטווחים מרוחקים יותר. עם זאת, טווח ההתקדמות של ההתפרצות היה מוגבל, ותהליך ההתפשטות נעצר בנקודה מסוימת בכל אחד מצירי ההתקדמות. הימצאותם של אתרים חיוביים ושליילים לאורך הכביש מצ. פורן לצ. ווסט, ומרחק גדול יחסית בין מוקדים שנמצא במהלך הדיגום, יכול להעיד על התקדמות "מהירה" לאורך מסדרון והעצרות בנקודות מסוימות הגורמות השארת חללים פנויים (כמו בתהליך היתפסותם של כסאות באוטובוס, קודם כל אחד תופס ספסל, ולאחר מכן מתמלאים הכיסאות הפנויים).

לקראת סתיו 2007 נצפה תהליך של הפחתה במספר החורים הפעילים של נברנים במרבית האתרים, ובסוף שנה זו הסתיימה התפרצות הנברנים וחזרה להיקפים מינימאליים בכל האתרים שבהם התרחשה ההתפרצות. דיגום שבוצע בראשית 2008 הראה שבכל חתכי הדיגום ברחבי הגולן לא נותרו מוקדי התפרצות של נברנים.



איור 6 – דגם הפיזור המרחבי של התפרצויות הנברנים בשנת 2007. באתרים המסומנים בעיגול, בוצעו חתכי דיגום. גודל הכתם בכל אתר דיגום נקבע לפי עוצמת פעילות הנברנים בו. באתרים המסומנים בריבוע (positive) בוצע סקר חורים ונמצאו מוקדי פעילות נברנים, ובאתרים המוגדרים כ-negative לא נמצאו מוקדי פעילות נברנים.

אקלים והתפרצויות נברנים

המידע על הדמוגרפיה של הנברן מלמד על הקשר שבין זמינות המזון להצלחת הרבייה (Mendelsohn & Yom-Tov 1999). עבודות קודמות הראו שעלוות צומח עשבוני מהווה מזון מועדף (יואב מוטרו, מידע אישי). במקביל, מהווה עלוות הצומח והקמל שלאחריה, מסתור מועדף לנברנים מפני טורפים. מכאן שלמשך "עונת הירק" שבה קיימת עלווה ירוקה, צפויה להיות השפעה על שיעור הצלחת הרבייה של הנברנים, ועל הפוטנציאל להתפרצויות של אוכלוסיותיהם. מתוך הבנה זו ניתן לצפות שב"עונת היובש" בה זמינות המזון העשבוני ואתרי המסתור בקמל פחותים, יקשה על אוכלוסיית הנברנים להתרבות וסביר שאוכלוסיותיהם ייחשפו לעלייה בשיעור התמותה. משמעות הנחות בסיס אלו היא, שבכדי לבדוק את הקשר בין התפרצויות נברנים לתנאי אקלים, רצוי לבחון את הגורמים העשויים להשפיע ביותר על משך "עונת הירק" ומשך "עונת היובש".

עבודות קודמות בחוות כרי דשא מצביעות על הופעתה של עלוות צומח כשלושה שבועות לאחר גשם משמעותי ראשון (מעל 5 מ"מ), וכי קמילת הצומח מתרחשת כשלושה שבועות לאחר גשם משמעותי אחרון (רקפת שפרן, מידע אישי). מכאן שניסיון להתחקות אחר משך "עונת הירק", צריך להתבסס בעיקר על משך הזמן שבין גשם ראשון וגשם אחרון ופחות על כמות הגשם שירדה באותה שנה. משך הזמן בין גשם אחרון לגשם הבא אחריו, מבטא אם כן את משך "עונת היובש".

תוצאות המשקעים בגולן נלקחו משתי תחנות מטאורולוגית בגולן. האחת מייצגת את תנאי הגשם בדרום הגולן - חוות אבני איתן (טבלה 1) והשנייה את התנאים בצפון הגולן - חוות פיכמן בבקעת קוניטרה (טבלה 2). בחינת השנים שקדמו להתפרצויות הנברנים המתועדות (1985 ו-1996), מצביעה שבכל אחד מן המקרים, בשנה שקדמה להתפרצות הנברנים בדרום הגולן, גשמי חורף החלו מוקדם והסתיימו מאוחר וגשמי הסתיו העוקבים החלו מוקדם. משמעות הדבר שהחורף בשנה שקדמה להתפרצות ("עונת הירק") היה ארוך ו/או הסתיים בכמות משקעים רבה, והגשמים הראשונים של החורף הבא החלו מוקדם ו/או בכמות משקעים רבה. מצב זה חזר על עצמו בשנים 1984-5 ובשנים 1995-6 (מודגשות). מצב זה תרם ל"עונת יובש" קצרה, שאיפשרה כנראה שיעור תמותה פחות של הנברנים.

Year/Month	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep
1980	47	98	236	147	148	155	77		2			
1981	18	4	164	208	147	73	50					
1982		62	22	91	141	70	10		5			
1983	2	86	74	224	188	143	33	19				
1984		106	22	140	62	141	178					
1985	39	59	76	85	222	19	33					
1986	15	30	54	118	109	19	13	17				
1987	37	184	130	128	57	157	11					
1988	20	22	183	107	144	104						
1989	6	46	124	50	28	67						
1990	7	67	43	93	77	127	22					
1991	17	29	44	141	64	154	80	8				
1992	5	116	299	208	334	43	2	30				
1993	3	70	225	90	73	52	122					
1994		18	25	172	131	74	10					
1995	7	165	149	41	129	36	29	5				
1996		99	38	177	38	149	101					
1997	37	18	82	69	169	86	28	7				
1998	33	23	101	142	46	155	16	9				
1999	5		77	116	53	59	10					
2000	1	6	42	272	100	59						
2001	40	10	86	54	128	6			18			
2002	3	33	160	159	64	190	63					
2003	3	37	248	68	313	196	20	19				
2004		40	97	252	99	8						
2005	13	131	37	93	136	22	13					
2006	17	57	94	99	98	17	47					
2007	65	23	32	88	168	55	14	10				

טבלה 1 – טבלת משקעים חודשית בחוות אבני איתן, דרום הגולן. הערכים המודגשים מציינים את "עונת הירק" שתחומה בין גשם אפקטיבי ראשון (מעל 5 מ"מ) לגשם אחרון. השנים המוקפות בעיגול מציינות את התקופה שקדמה להתפרצות נברנים באזור זה.

בחינת נתוני המשקעים מצפון הגולן - חוות פייכמן (טבלה 2) מלמדת על מצב דומה בשנים 2006-2007. חורף 2006 היה ארוך והסתיים בכמות משקעים רבה וגשמי הסתיו בראשית חורף 2007 החלו מוקדם ובעוצמה רבה. בחינת נתוני המשקעים בשנים 7-1996 שבהם תועדה התפרצות גדולה בגולן, לא מעידים בהכרח שבאזור זה הייתה התפרצות נברנים באותה עת.

Year/Month	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep
1993	n.d.	n.d.	160	92	104	16	57		2			
1994	6	73	36	276	198	77	23		2			1
1995	198	211	92	116	61	36		5	1			
1996	3	102	46	230	65	201	44					2
1997	26	n.d.	n.d.	83	259	149	95	18				4
1998	13	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.				
1999	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.				
2000	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.				
2001	34	0	172	87	183	18	1	14				1
2002	27	101	158	253	125	132	96		5	88		9
2003	10	n.d.	n.d.	n.d.	369	301	33		1			
2004	4	60	180	492	160	13	20		3			
2005	1	185	44	215	270	42	22	20				1
2006	35	102	167	168	135	38	135			1	1	1
2007	45	34	0	69	355	105	34	13		1		8
2008	2	72	61	132	102	22		0				

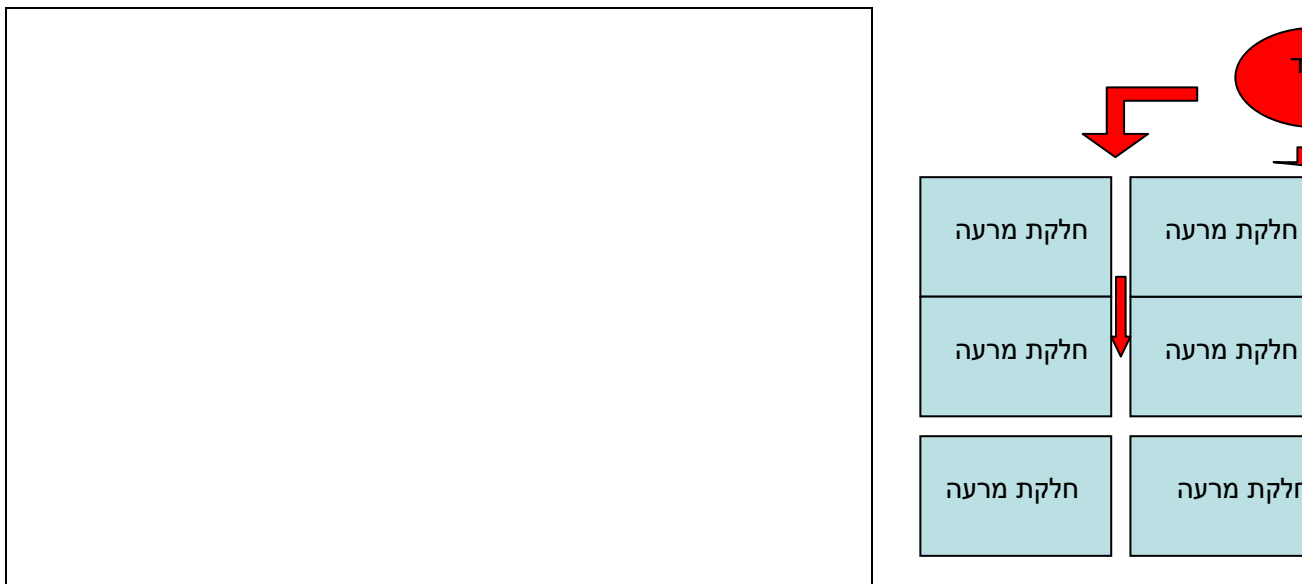
טבלה 2 – טבלת משקעים חודשית בחוות פיכמן, צפון הגולן. הערכים המודגשים מציינים את "עונת הירק" שתחומה בין גשם אפקטיבי ראשון (מעל 5 מ"מ) לגשם אחרון. השנים המוקפות בעיגול מציינות את התקופה שקדמה להתפרצות נברנים באזור זה. n.d. (no data) סומן בתקופות בהן היה חסר מידע.

דיון ומסקנות

מחזוריות והתפשטות מרחבית של התפרצויות נברנים

בחינה ארוכת טווח של עוצמת פעילות הנברנים מלמדת שאירועי התפרצות שתועדו בשנים האחרונות (2004 ו-2007) לא הובילו להתפרצות מסונכרנת על פני כל המרחב של רמת הגולן. כמו כן, במרבית חתכי הניטור ארוך הטווח לא היה שינוי משמעותי בהיקף פעילות הנברנים לאורך כל תקופת המעקב (1996-2007). מכאן שניתן להעריך שאירועי התפרצות נברנים הינם אירועים מקומיים ורק בשנים בהן קיים צרוף של תנאים מתאימים במרחב כולו יכול הדבר להראות כ"שנת נברן". לדוגמא, חשוב לשים לב שגודל המרחב בו תועדה התפרצות הנברנים ע"י Bodenheimer (1949, שטחים מעובדים במרכז עמק יזרעאל), והמרחב בו תועדה התפרצות הנברנים ע"י Noy-Meir (1988, מרכז-מזרח הגולן) הינו מוגבל בשטחו, מבלי שיש בידנו עדויות לגבי היקף פעילות הנברנים באזורים שכנים. מכאן שתנאי בסיס ייחודיים עלולים לגרום להתפתחות של אוסף אירועי התפרצות מקומיים במרחב רחב, באופן שהם ייראו כהתפרצות כלל אזורית כדוגמת התפרצות הנברנים ב-1985 ו-1996.

נראה שדינאמיקת ההתפשטות של התפרצות נברנים הינה התפשטות דיפוזית במעגלים מתרחקים מאזור ההתחלה ושקיימים "נתיבי זרימה" מועדפים להתקדמות האוכלוסייה, שבהם תנאי המזון והמסתור משופרים. דפוס התפשטות מהיר לאורך מסדרון תנועה נעשה בעיקר לאורך שולי כבישים ומשם קיימת חדירה לשטחי מרעה סמוכים. ההיעצרות של התקדמות הנברנים התרחשה כנראה במצב של חסר במשאבי מזון ומסתור וירידה בכושר הריבוי - הגעה לעונת היובש. כמו כן קיימת אפשרות שרצף שטחי מרעה מהווה חסימה למחצה להתפשטות של הנברנים, לעומת שולי הכבישים המהווים מסדרונות תנועה להתקדמותם. תהליך שכזה יכול להסביר את העדר הימצאותם של מוקדי פעילות נברנים בכביש 978 (שעל). סכימה אפשרית לדגם התפשטות שכזה מוצג באיור 7.



איור 7 – סכימה אפשרית לדגם ההתפשטות של אוכלוסיות נברנים בשטחי מרעה דרך "מסדרונות" המיוצגים במרחב כשולי כבישים, ומצב של עיכוב התפשטות הנברנים דרך חלקות מרעה רציפות הנתונות ללחץ רעייה.

תנאים להופעת התפרצות נברנים ולקריסתה

ניתוח התוצאות מעלה חשד סביר לקשר שבין רצף אירועי גשם התורמים להארכת עונת הירק, לתנאי התחלה הטובים להתפרצות נברנים. עבודה שנעשתה באוסטרליה מראה מצב דומה של קשר בין התפרצות אוכלוסיות עכברים לדפוס ירידת הגשם בשדות תבואה (Brown and Singleton 1999). הניתוח שלהם הצביע על כך שהתפרצויות של אוכלוסיות עכברים באות בעקבות תקופה גשומה, ואילו ירידה באוכלוסיותיהם מתרחשת לאחר מיעוט בגשמים. תקופה ללא התפרצות עכברים מתרחשת כאשר גידול אוכלוסיות העכברים איננו תואם את העלייה בגשמים. לאחר קריסתם של אוכלוסיות העכברים מאירוע של התפרצות, קיימת תקופת התאוששות של כשנתיים שבהן האוכלוסיות אינן מגיבות לשינויים בירידת הגשמים. מצב זה של מעין "זיכרון ביולוגי" יכול לעזור בהבנת תהליכי ההתפרצות שלהם ובהכוונת ממשק מתאים.

ניתן להעריך שמצב דומה התרחש גם באוכלוסיות הנברנים בארץ כאשר תנאי בסיס לתחילת התפרצות הוא שילוב בין עונת ירק ארוכה (מזון) ועונת יובש קצרה לפני התפרצות. משך ההתפרצות והקריסה של האוכלוסייה נמשך כנראה שנה עד שנתיים. קריסתה של האוכלוסייה צפויה להתרחש כאשר תהיה עונת יובש ארוכה. מצב זה הוא מעין מנגנון סנכרון שבו כל האוכלוסיות שנחשפות לתנאים אלו נמצאות במרחב גדול יחסית וכתוצאה מכך תקטן הצלחת רבייתם. מתוך התוצאות שהשתקפו בצפון הגולן ומתוך עבודתם של Brown and Singleton (1999), ניתן להעריך שלאחר אירוע של התפרצות תהיה תקופת התאוששות שבה לא יהיו התפרצויות נברנים במשך שנתיים לפחות. אירועי אקראי של תנאי גשם מתאימים צפויים להיות זרז לתחילת התפרצות נוספת. מתוך כך, להערכתנו, ככל שהאקלים באזור נתון יובשני יותר (דרום הגולן לדוגמה) ההסתברות להתפרצות חוזרת נמוכה יותר לעומת אזור קריר יותר ועתיר בגשמים ומזון עשבוני (צפון הגולן לדוגמה).

המלצות לבוקרים

1. רצוי לבצע מעקב תקופתי אחר התפתחותם של מוקדי נברנים חדשים מחוץ לחלקות המרעה (שולי כבישי, שדות מוקשים).
2. ניתן לצפות שתנאי אקלים (פיזור גשמים וטמפרטורה) שעשויים לתרום לעונת ירק ארוכה, ישפיעו על גידול עוקב של אוכלוסיית הנברנים.
3. ממשק של הפחתת מקורות מזון ומסתור לנברנים ניתן לביצוע ע"י הגברת לחץ הרעייה בשטח נתון.
4. במצב של התפרצות נברנים אין צורך בפעולות הדברה לצמצום אוכלוסייתם – הם יקרסו לבד תוך מספר חודשים במהלך העונה יבשה.
5. בחלקה בה קיימים מוקדי פעילות נברנים בסתיו, מומלץ ליצור לחץ רעייה מוגבר בכדי להפחית את אוכלוסיית הנברנים לפני תחילת החורף.
6. בחלקה שבשוליה קיימים מוקדי פעילות נברנים רבים, מומלץ להגביר לחץ רעייה שיפחית את ההסתברות של הנברנים לחזור לחלקה.

תודות

מחקר זה נתמך וקודם ע"י מו"פ צפון. ברצוננו להודות לעמנואל נוי-מאיר שיזם וקידם עבודה זו. תודה מיוחדת ניתנת לבוקרי רמת הגולן על שיתוף הפעולה, המעורבות והדחיפה לקבלת תובנות והמלצות שיוכלו לתרום להתמודדות עם אוכלוסיות נברנים במרעה.

רשימת ספרות:

- Bodenheimer, F.S. 1949. Problems of Vole Populations in the Middle East. Report on the Population Dynamics of the Levant Vole (*Microtus guentheri* D. et A.). The Research Council of Israel, Jerusalem.
- Brown, P.R. and Singleton, G.R. 1999. Rate of increase as a function of rainfall for house mouse *Mus domesticus* population in a cereal-growing region in southern Australia. *Journal of Applied Ecology* 36: 484-493.
- Mendelsohn, H. and Yom-Tov, Y. 1999. Fauna Palaestina - Mammalia of Israel. Keter press, Jerusalem.
- Moran, S. and Keidar H. 1994. Assessment of toxic bait efficiency in field trails by counts of burrow openings. Proceedings of the 16 Vertebrate Pest Conference, University of Nebraska – Lincoln.
- Noy-Meir, I. 1988. Dominant grasses replaced by ruderal forbs in a vole year in undergrazed Mediterranean grassland in Israel. *Journal of Biogeography* 15: 579-587.