

שם התכנית: הפחתת נזקי נברנים בעמק החולה

חוקרים: עמית דולב, טיטו נתנון, ניר פלוך, שאול גרף, און רבינוביץ', ליאורה שאלתיאל, חקלאי גד"ש יפתח - חולתה (אמנון, יעקב, רודי, עופר)

רקע ותיאור הבעיה:

שיטות מודרניות של עיבוד חקלאי תורמות רבות להגדלת התנובה בשטחים חקלאיים, אך לצורך התמודדות עם מגוון מזיקים, עושות שימוש במגוון רחב של כימיקלים להעשרת הקרקע מחד ומאידך להדברת צמחים ובע"ח מזיקים (הרביצידיים/אינסקטיצידיים). מכרסמים מהווים את אחת מקבוצות המזיקים היוצרות נזקים גדולים לגידולי שדה, כשהנזק עלול להגיע עד לכ-30% מהיבול של חיטה לדוגמה (Rabiu and Rose 2004). לטווח ארוך, חומרי הדברה כנגד מכרסמים הינם בעלי יעילות מוגבלת, בעייתיים לשימוש, עלותם גבוהה והם גורמים להשפעות שליליות על הסביבה בהיבטים של: זיהום קרקע ומקורות מים, פגיעה באקוסיסטמה, גרימת העברה של חומרים רעילים לתוצר המשווק והרעלות משניות למדבירים טבעיים (אביאל וחובריו 2003).

נברן שדות כמזיק חקלאי

נברן שדות (*Microtus socialis guentheri*) הינו מכרסם הנפוץ בארץ בכל האזור הים-תיכוני שמצפון לקו נירים-רוחמה, באדמות כבדות וכבדות למחצה, בעמקי הצפון ובגולן בגיאיות שבהן אדמה עמוקה וכבדה. מכרסם זה ניזון מחומר צמחי ירוק וזרעים, מחומרי תשמורת תת-קרקעיים של צמחים, משורשים ומקמל עשבונני. 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). טווח תנועתו המוגבל של הנברן, קצב הרבייה הגבוה והיקף צריכת המזון הצמחי תורמים להגדרות של נברן השדות כאחד המזיקים הקשים בגידולי השדה. כתוצאה מכך נעשים מאמצים רבים בארץ ובעולם להפחתת נזקי הנברנים.

דרכי התמודדות עם המזיק בעבר ובהווה

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. במהלכה של "התפרצות נברנים" גדולה בתחילת שנות ה-50 נעשה שימוש נרחב בגרעינים מורעלים בתאליום בכדי להדביר את הנברנים, וכתוצאה מכך נגרמה פגיעה קשה לאוכלוסיות גדולות של אויביהם הטבעיים – עופות דורסים וטורפים ממחלקת היונקים והזוחלים (מנדלסון 1964; Mendelsohn 1973). עבודות מאוחרות של האגף להגנת הצומח במשרד החקלאות בחנו דרכי הדברה שונות של אוכלוסיות הנברנים בכדי להפחית את היקפי הנזקים שלהם בעזרת חומרים שהסיכון להרעלה משנית בהם פחות (Moran & Keidar 1994), והמלצותיהם המיושמות כיום, תומכות בתכשירים כדוגמת "רוש 80" (סודיום פלואורואצטט 1080) המפוזרים באופן ממוקד להדברת נברנים. גישה זו הינה המקובלת כיום, אולם לא אחת נעשה שימוש במינון יתר של חומר זה, ו/או בחומרים אסורים הגורמים להרעלות משנה של טורפים טבעיים (שכולם הם מינים מוגנים) לאוכלוסיות הנברנים.

מעקב אחר אירועים של התפרצויות נברנים בשטחי מרעה (Noy-Meir 1988), הראה קשר ישיר בין גובה הצמחייה לעוצמת נוכחות הנברנים. במקומות בהם הייתה רעייה חזקה והצמחייה הייתה נמוכה, לא נצפתה

פעילות רבה של נברנים. לעומת זאת בחלקות בהם הצומח היה גבוה כתוצאה מרעייה קלה או היעדר רעייה, נצפתה עוצמת פעילות של כ-1000-2000 חורים פעילים לדונם. קשר זה מרמז על חשיבותם של האזורים בעלי צומח גבוה כבסיס להתפתחות אוכלוסיות גדולות. אזורים שכאלה כוללים משאבי מזון חיוניים ומחסות מטורפים פוטנציאליים (בעיקר מעופפים).

בעשורים האחרונים נעשים מאמצים לחיפוש אחר גישות המשלבות עידוד פעילותם של אויבים טבעיים כאמצעי להפחית נזקי מכרסמים. בעמק בית שאן התבססו עבודות אלה על הקמת בתי קינון מלאכותיים לתנשמות (*Tyto alba*) ובזים מצויים (*Falco tinnunculus*) שהם חלק מן הטורפים הפוטנציאליים של נברן שדות (כחילה 1992, ארם 1999, טורס 2002, אביאל וחוברו 2003). בתי קינון אלו מוקמו בתוך שטחים חקלאיים בצפיפות של תיבה לכל כ-50 דונם. שיטות אלה הראו הצלחה רבה בהפחתת פעילות הנברנים בפרט בשטחי חקלאות אורגנית בטיפול ארוך טווח. אולם בשטחים שכללו הדברה קונבנציונאלית, אירעו במקרים רבים הרעלות של תנשמות ועופות נוספים (אביאל וחוברו 2003) ולא התאפשרה הצלחת פעילותם בהפחתת אוכלוסיות הנברנים. כמו כן הצלחתו של תהליך זה איננה מיידי, ודורשת פעילות מתמשכת להפחתת אוכלוסיות הנברנים בשטח. גישה זו אינה נותנת מענה לעלייה מהירה של אוכלוסיות הנברן בחלקות ספציפיות, דבר שעלול להוביל לשימוש מוגבר בחומרי הדברה בתקופות מסוימות.

עבודה אחרת הבוחנת את הדינאמיקה של התפרצות אוכלוסיות נברנים ודרכי הממשק המתאימות (דולב וחוברו 2008) במסגרת מחקר ארוך טווח (במימון מו"פ צפון), בחנה את הדינאמיקה של התפשטות אוכלוסיות הנברנים בשטחי מרעה. תוצאות עבודה זו הראו שנוכחותם של חסמים במרחב ו/או אזורים מועדפים (כבישים, שולי כביש עשירי צמחייה ושטחי מרעה המצויים ברעייה חזקה) עשויים להשפיע על דפוס התפשטותם של הנברנים במרחב. משמעות הדבר, ששימוש בחסמים עשוי לתעל את הנברנים לאזורים מסוימים ויקטין הסתברות חדירתם לאזורים אחרים.

דינאמיקה מרחבית של אוכלוסיות

הנחת בסיס מקובלת באקולוגיה, שאוכלוסיות אינן מפוזרות באופן אחיד במרחב. מוקדים הכוללים צפיפויות גדולות באוכלוסייה מרוכזים לרוב באזורים שבהם זמינות המזון גבוהה ורמת הפרעה לפעילותם נמוכה (טריפה, פגיעה באתרי משכן וכד'). אזורים בהם קיימת צפיפות אוכלוסיות גבוהה מהווים אזורי מקור (source), ומהם קיימת זליגה קבועה של פרטים לאזורים בפריפריה ששם צפיפות האוכלוסיות נמוכה. אזורים אלה לרוב אינם מסוגלים לקיים את האוכלוסיות לאורך זמן והם מהווים לרוב אזורי מבלע (sink). לתוכם של אזורי המבלע קיימת הגירה קבועה של פרטים מאזורי המקור, המאפשרת את קיומם.

לכאורה, שטחים חקלאיים מהווים אזורי מקור טובים לאוכלוסיות מכרסמים. הם מהווים מרחב שכמעט ואיננו מוגבל במשאבי מזון, ובמקרים רבים מהווים גם אתר מוצלח לבניית אתרי משכן (מחילות) ורבייה, ומחסה טוב כנגד איומי טריפה. נקודת התורפה בשטח חקלאי (מבחינת המכרסם) היא חוסר הקביעות שבבית הגידול. שינויים הנובעים ממשטר הגידול (עיבוד קרקע, השקיה, קציר תוצרת חקלאית וכד'), משנים תדיר את זמינות המזון, קביעות אתרי המשכן ומצבם של המחסות מטריפה. מצב זה הופך את השטח המעובד ל"אבן שואבת" לאוכלוסיות מכרסמים בתקופת זמן מוגדרת (עונת הגידול), ולאזור שאינו מאפשר קיום שלהן – בפרקי המעבר בין עיבוד אחד למשנהו. מצב זה יוצר סיטואציה מחזורית של הגירה/חדירה לשטחים מעובדים בתקופת הגידול והכחדה עם סיום הגידול והכנת השטח לעיבוד חוזר. מכאן, שקיימים אזורי מקלט מחוץ לשטחים החקלאיים שבהם נשמרים גרעיני האוכלוסיות בשלבים שבהם לא מתאפשר קיום האוכלוסייה בשטח החקלאי. מאזורים אלה מתבצעת הגירה אל השטח המעובד בשלב בו הוא יכול לספק מזון ומחסה.

בהתבסס על דינאמיקה זו, דרכי ההתמודדות עם המזיק יכולות לקבל מיקוד שונה מזה המבוצע כיום. גישת הטיפול במזיק הנהוגה כיום מתבססת על פעילות הדברה (קונבנציונאלית) בזמן עונת הגידול על פני כל המרחב המעובד. גישה זו מטפלת בסימפטומים לאחר התפרצות הנזק, תוך ניסיון למזער אותה.

גישת הטיפול המוצעת לבחינה במחקר זה, מציעה לנצל את העובדה ששטח חקלאי אינו מהווה מרחב קיום יציב עבור אוכלוסיות המזיקים (מכרסמים במקרה זה). כלומר, במצבי השפל (מבחינת המכרסם) בתקופה שבין גידול אחד למשנהו שבהם אין אפשרות לקיום אוכלוסיות של המכרסמים בשטח, נדרשת פעולה לדחיקתם המקסימאלית מהשטח החקלאי. לעומת זאת, במצבי השיא (תקופת הגידול החקלאי) יש להתמקד במניעת ההגירה וההתפשטות של אוכלוסיות המזיק (המכרסם) משולי החלקות אל תוככי החלקות (בהנחה שהם לא נותרו שם לאחר הגידול הקודם). מצב זה מגדיר מרחב התמודדות מוגדר – שולי השטח החקלאי (edge), שאליו יש למקד את הפעילות להגבלת אוכלוסיות המזיק במהלך הגידול. מידע מקדים זה, נותן בידנו את הבסיס לפיתוח גישה שתתבסס על הבנת דינאמיקת המזיק, עידוד פעילות הטורפים הטבעיים, גיבוש דרכי פעילות אגרוטכנית בשילוב של הפחתת שימוש בחומרי הדברה שתצמצם את חדירתם של מזיקים חקלאיים כנברנים לשטחים המעובדים.

היעדים אותם אמורה להשיג התוכנית:

1. פיתוח ממשק להפחתת הנזקים הנגרמים לשטחים חקלאיים ע"י נברן שדות, בעזרת גישה משולבת (אקולוגית, אגרוטכנית וקונבנציונאלית) תוך עידוד פעילותם של אויבים טבעיים.
2. הפחתת השימוש בחומרי הדברה המבוססת על דינאמיקה מרחבית של תנועה של המזיק.

מועד התחלת התכנית ומועד סיום: 12/2010 - 3/2007

עקרונות המחקר:

הנחת הבסיס העומדת בבסיסו מחקר זו הינה שמזיק קרקעי כנברן שדות, הוא בעל כושר תנועה מוגבל במרחב (טווח של עשרות מטרים ספורים), ושהשטח החקלאי לו הוא גורם נזקים, נתון לשינויים חדים בין תקופות ארוכות של עושר במזון ומקומות מחסה, ופרקי ביניים (בין עונת גידול אחת לרעותה) שבהם השטח החקלאי מהווה אזור עני במזון וחסר מקומות מחסה. במצב זה כיוון הפעולה המוצע כולל צמצום ודחיקת אוכלוסיות הנברן מהשטח החקלאי, ומיקוד המאמץ במניעת חדירתו המחודשת. במסגרת זו יבוצע מאמץ ביצירת חסמים שיקטינו את ההסתברות לחדירת אוכלוסיות הנברנים לשטחים המעובדים. מידע מקדים, מלמד על כך שדפנות התעלות בשולי השטחים החקלאיים מהווים אזורי "מקור" (source) לאוכלוסיות הנברנים, מאחר וקיים בהם צומח גבוה והם לא חשופים להפרעה (עיבוד) וטריפה. כחלק מגישה זו מוצע לפעול בשילוב של פעילות אגרוטכנית ופעילות משלימה של עידוד לחץ טריפה. טיפול ממוקד (במרחב ובזמן) יכלל כפעילות משלימה במידת הצורך, במוקדי התפרצות מקומיים של נברנים בתכשירי הדברה המאושרים לשימוש. פעילות זו אמורה להתבסס על יצירת לחץ להקטנת אוכלוסיותיו בשטחי הביניים שמחוץ לשטחים החקלאיים, בעזרת טורפים טבעיים ופעילות אגרוטכנית, וביצירת חסמים שיקטינו את ההסתברות לחדירת אוכלוסיות הנברנים לשטחים המעובדים. בחינת יעילותם של הטיפולים המשלבים גישה אקולוגית ואגרוטכנית יתבססו על ידי ניטור של המרכיבים הבאים:

אוכלוסיות מזיק – כוללות מינים של יונקים קטנים מקרב סדרת המכרסמים. המין העיקרי שמהווה את המזיק בשטחי גד"ש בצפון הארץ הינו נברן שדות, אך נמצאו עדויות לפעילותם של מינים נוספים. מאחר והצלחת הלכידה של מין זה נמוכה, מתבסס הניטור על מספר חורים פעילים של נברנים בחתכים קבועים (דולב וחובריו 2008, Moran & Keidar 1994, Bodenheimer 1949, Noy-Meir 1988).

אוכלוסיות טורפים (מדבירים ביולוגיים) – אוכלוסיות אלה כוללות מינים ממחלקות העופות והיונקים:

1. מקרב העופות מוכרת פעילותם של דורסי יום, חסידות ומינים נודדים נוספים הניזונים מאוכלוסיות הנברנים בשדות, במיוחד בתקופת הנדידה ובעת ביצוע עיבוד חקלאי. לאוכלוסיות אלה חשיבות רבה בהפחתת אוכלוסיות הנברן בפרקי הביניים של עיבוד הקרקע בין גידול אחד למשנהו, בעונה בה הם מצויים בשטח (סתי/אביב).
 2. תנשמות ובזים – בעשורים האחרונים נמצא שהצבת תיבות קינון למיני דורסים אלו מאפשרת להם לקנן ולגדל צאצאים בתוך ובסמוך לגידולים החקלאיים. צריכת המזון של מינים אלו (בזים ביום ותנשמות בלילה) מתבססת על יונקים קטנים הזמינים להם. בעונת הקינון, צריכת המזון גדלה, והתבססות על אוכלוסיות הנברן מאפשרת הגבלה משמעותית של אוכלוסיות אלה (כחילה 1992, ארם 1999, טורס 2002, אביאל וחובריו 2003), בעיקר בעונת הקינון המתרחשת בסוף האביב וראשית הקיץ.
 3. חתולי ביצות (*Felis chaos*) – יונקים קרקעיים מהווים טורף טבעי של מכרסמים ממינים שונים. במחקרה של ליאורה גלס-אלון (אצל בולוטין 2005) על חתולי הביצות מצוין שהגורם להתפשטותו של מין זה דרומה הוא התרחבות החקלאות, ועימה התרבותם של מכרסמים, שהם ממזונם של חתולי הביצות. כמו כן, בניטור ארוך טווח הנערך בעמק החולה (דולב 2008) הוברר שמין זה הינו הטורף העיקרי באזור זה, וצפיפותו מוערכת ב- 1-0.5 פרטים לק"מ (בנתיב דיגום) כאשר תזונתו מושתתת לא מעט על אוכלוסיות הנברנים באזור (מידע מתצפיות ישירות). היותו של מין זה קבוע מקום וטריטוריאלי, מדגישה את חשיבותו כמדביר ביולוגי בכל עונות השנה.
- גידול חקלאי – הערכה של השפעת אוכלוסיות המזיק על גידולים חקלאיים עונתיים (גד"ש) ע"י הערכה של היקף הפחת ביחס לפוטנציאל היבול באותו גידול. הערכה זו, לצד ניטור עוצמת פעילות המזיק, תשמש בסיס להשוואה בין טיפולים שונים בעונה נתונה.

שיטות:

בוצע שימוש ב-6 חלקות גד"ש סמוכות בעמק החולה (כ-400 דונם כ"א) בעלות קרקע דומה, המוקפות בתעלות מים זורמים היוצרות מחסום להתפשטות אוכלוסיות נברנים מחלקה אחת לחלקות סמוכות (למעט בגשרים), ולכן מהוות בסיס השוואה מתאים לטיפולים השונים. מחקר זה בחן שילוב של מספר דרכי טיפול – אקולוגיות ואגרנטיות (ושילובם), תוך הקטנת השימוש בחומרי הדברה, כבסיס להפחתת החדירה של נברנים לשטחים החקלאיים:

עיבוד מקדים - הנחת הבסיס שככל שהעיבוד המקדים לגידול עמוק יותר (עד לעומק מחילות – כחצי מטר), תהיה פגיעה קשה יותר באוכלוסיות הנברנים כתוצאה מהרס מחילותיהם וחשיפתם לטריפה (מגוון עופות ויונקים). מכאן שסוג העיבוד המקדים צפוי להשפיע על גודל אוכלוסיית הנברנים שישרוד בין גידול אחד לגידול הבא אחריו. בשנה זו נבחנו: א. זריעה ללא עיבוד קרקע (קיץ 2008). ב. עיבוד רדוד (כ-20 ס"מ) בעזרת דיסק (חורף 2008). ג. עיבוד מעמיק (כ-40 ס"מ) בעזרת משתת (פרהפלאו) (חורף וקיץ 2008).

הגברת לחץ טריפה –

בוצעה הרוויה של השטח בתיבות קינון לתנשמות ולבזים בכמות של תיבה לכל כ-30 דונם (באופן שלא יצור הפרעה לעיבודים). היותן של החלקות סמוכות זו לזו, אינה מאפשרת בחינת ההבדל בעוצמת פעילות הנברנים בין שטחים שבהם תיבות, לכאלה שאין בהם תיבות, אולם הנחת הבסיס שהרוויה השטח בטורפים צפויה להפחית את עוצמת פעילותם. במקביל, בוצע ניתוח של ראשוני של תפוסת התיבות והצלחת רבייה.

כיסוח גדות תעלה – תעלות בין חלקות חקלאיות משמשות באזורים רבים כנתיב ניקוז למניעת הצפות, כתעלות לשמירה על מפלס מי תהום ולעיתים גם כתעלות להשקיה. בגדות התעלות לא מבוצע עיבוד חקלאי, ועקב זמינות מים גבוהה, גדלה שם לרוב צמחייה עשירה המהווה מקור מזון ומחסה לאוכלוסיות הנברנים. לצורך תחזוקת התעלות מבוצע כיסוח של דפנות התעלות כחלק מממשק רגיל בתדירות של אחת ל-8 שבועות

לערך (בעמק החולה) בחודשים אפריל – נובמבר. הנחת הבסיס שככל שהצמחייה גבוהה יותר וסבוכה, מוגנים יותר הנברנים מטריפה. במסגרת טיפולי המחקר, נבחנה ההשפעה של כיסוחים בתדירות גבוהה (אחת ל-3 שבועות) ביחס לכיסוח בתדירות רגילה (אחת ל-8 שבועות) בקיץ 2008 על פעילות הנברנים, בכדי להעריך האם פעולה זו הפחיתה את חדירתם מאזורי ה"מקור" (התעלות) לשטחים המעובדים.

חסמים – גישה זו מבוססת על ההנחה שעיבוד מעמיק פוגע ביכולת התנועה תחת הקרקע (מחילות). במצב שכזה, יצירת פס חריש מעמיק עשויה להוות חסם למחצה לתנועת הנברנים ובמקביל העדר הצומח בו ייצור אזור החשוף לפעילות ציד של טורפים (תנשמות וחתולי ביצות בעיקר). במידה ולשיטה זו יש תרומה, חזרה רוטינית על פס חריש זה עשויה להגביר את עוצמת האפקטיביות של החסימה. במידה וטיפול מקדים לעיבוד, מפחית בצורה רבה את אוכלוסיית הנברנים בחלקת הגידול, כי אז טיפול שכזה יהווה מחסום למחצה ועשויה להיות לו תרומה רבה בהפחתת החדירה של נברנים מאזורי ה"מקור" – התעלות. לצורך בחינת גישה זו, בוצעו פסי חריש של עיבוד מעמיק בעזרת משתת (פרהפלאו) ברוחב של 2-3 מטרים באזורי בדיקה מתאימים (ב-8 בלוקים). פסי הפרדה אלה היו אמורים להיות מחודשים אחת לחודש במהלך עונת הגידול.

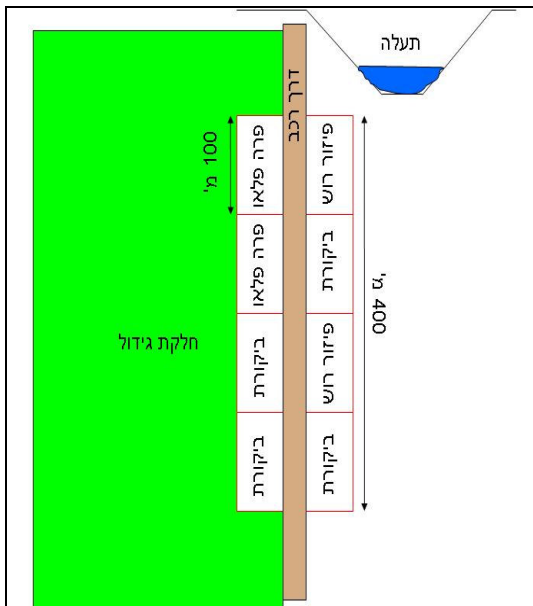
הדברה ממוקדת – מחקר זה בוחן את הכיוונים להפחתת השימוש בחומרי הדברה. כחלק מכיוון זה מוצע שטיפול של הדברה ממוקדת לא יבוצע בשטחים המעובדים, אלא יבוצע בגדות התעלות בכדי להפחית את האוכלוסייה שעלולה לחדור לשטחים המעובדים. טיפול ממוקד זה בוצע בעזרת פיזור רוש עפ"י הנחיות התווית לחורים פעילים באזורי בדיקה מתאימים ב-8 בלוקים, בשטח בו בוצע כיסוח צמחיה בשולי תעלות מיד לאחר כל כיסוח.

דיגום פעילות נברנים – ניטור של עוצמת פעילות הנברנים כתלות בסוגי הטיפול השונים יבוצע ע"י חתכים לבחינת מספר חורים פעילים של נברנים. כל חתך בוצע לאורך 100 מ' ברוחב 1 מ', ונספרו ונסתמו בו כל החורים של הנברנים. השוואה בין אזור התעלה לחלקת הדיגום תיעשה בחתכים הסמוכים זה לזה בהתאם ב-8 בלוקים.

תכנית ביצוע:

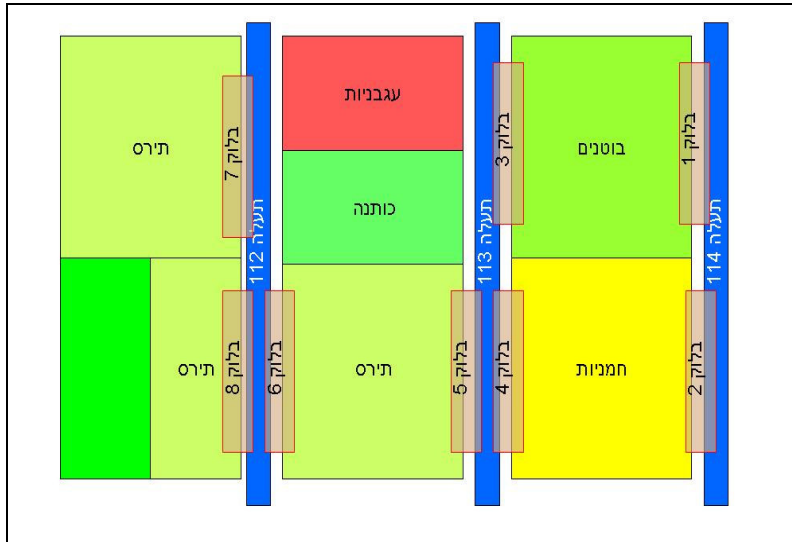
חורף 2008 - בעונת גידול זו 2008 נבחן ההבדל בעומק העיבוד המקדים בין חלקות הגד"ש השונות על עוצמת פעילות הנברנים, כאשר בוצעו החסמים סביב כל חלקות הגידול (גד"ש יפתח וגד"ש ברעם).
קיץ 2008 – בעונת גידול זו בוצעה תכנית דיגום המבוססת על 8 בלוקים שבהם נבחנו דרכי הטיפול השונות ושילוב ביניהן.

בלוקי דיגום בקיץ 2008 :



כל בלוק דיגום נקבע לאורך של 400 מ' לאורך תעלה, כאשר 4 חלקות וחתכי דיגום נקבעו בשולי התעלה ו-4 חלקות וחתכי דיגום נקבעו בשולי חלקת הגידול (איור 1). רוחב חלקות הדיגום כ- 2-3 מ' (בשולי התעלות, ובשולי חלקות הגידול). בקיץ 2008 הוגדרו 8 בלוקי דיגום בגד"ש יפתח (איור 2), כאשר בכל בלוק בוצעו כל השילובים המתוארים באיור 1, והם מהווים את חזרות הניסוי.

איור 1 – סכימה של בלוק דיגום הכולל בתוכו את מגוון הטיפולים ושילובם (פס פרה פלאו, פיזור רוש וביקורת).



בתחום של חלקות גידול אלה של
 גדי"ש יפתח (איור 2) עוברות 3
 תעלות (112,113,114). בתעלה 113
 בוצע כיסוח צומח בתעלות כל 8
 שבועות, ולעומת זאת בתעלות 112
 ו-114 בוצע כיסוח מוגבר כל 3
 שבועות.

איור 2 – סכימת חלקות גידול ובלוקי
 הדיגום השונים. בתעלות 112 ו-114
 בוצע כיסוח כל 3 שבועות, בתעלה 113
 כל 8 בסדר.

תוצאות:

הגברת לחץ טריפה

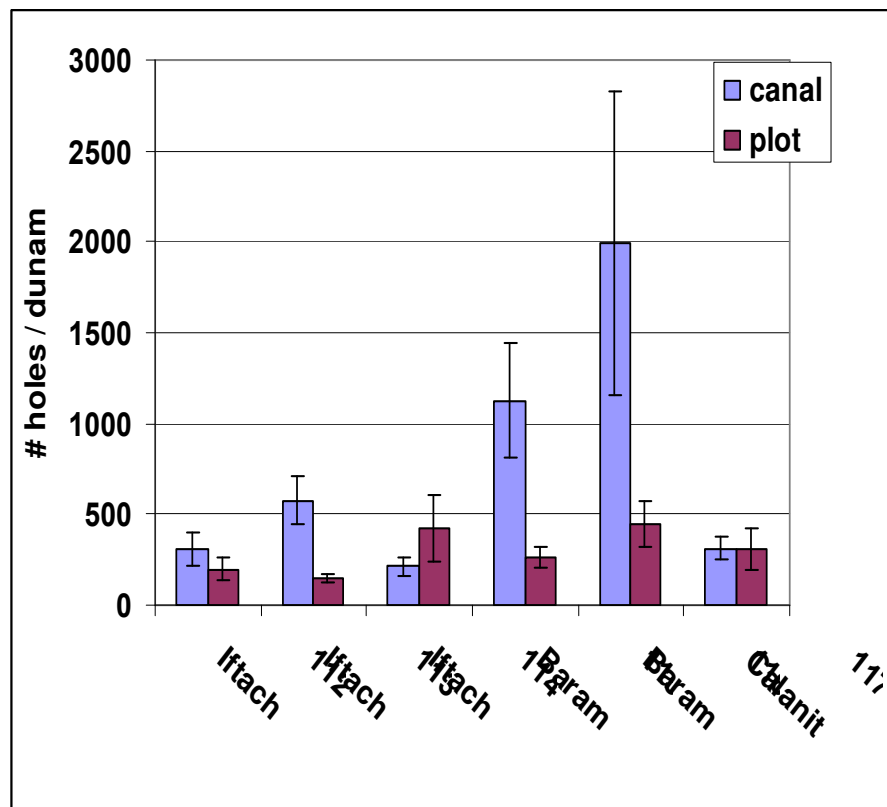
הגברת לחץ טריפה מהווה כיוון פעולה ארוך טווח, שקשה לבחון תוצאותיו בטווח הקצר. להלן ריכוז המידע שהצטבר עד כה: בשנת 2007, טרם התחלת הפרויקט, היו בחלקות יפתח 11 בתי תנשמות, שמהן 6 היו תקינים. כל ששת בתי התנשמות היו מאוכלסים בעונה זו. משמעות הדבר שבעונה זו בה היו עוצמות פעילות נברנים גבוהות (פרוט בהמשך), סביר שהכמות של בתי התנשמות היוותה גורם מגביל. לפני תחילת גידולי חורף 2008 הושלמו ותוקנו תיבות תנשמות בשטחי הניסוי בכמות של 45 תיבות לתנשמות ו- 6 תיבות לבזים. מתוכן, בשנת 2008 אוכלסו 11 תיבות (24.4%), כאשר ב-8 מהן היה גידול של גוזלים עד פריחה. 60 גוזלים הגיעו לפריחה מתיבות אלה במהלך אביב קיץ 2008. תוצאות אלה מלמדות על אכלוס מהיר של תיבות חדשות, גם כאשר רמת פעילות הנברנים לא היתה גבוהה (פרוט בהמשך).

טיפול אגרו טכניים

בשנה זו בוצע המחקר בשתי עונות גידול (חורף וקיץ), כאשר כל עונת גידול נותחה בנפרד עקב הבדלים בסוג הגידולים ובטיפולים השונים.

חורף 2008

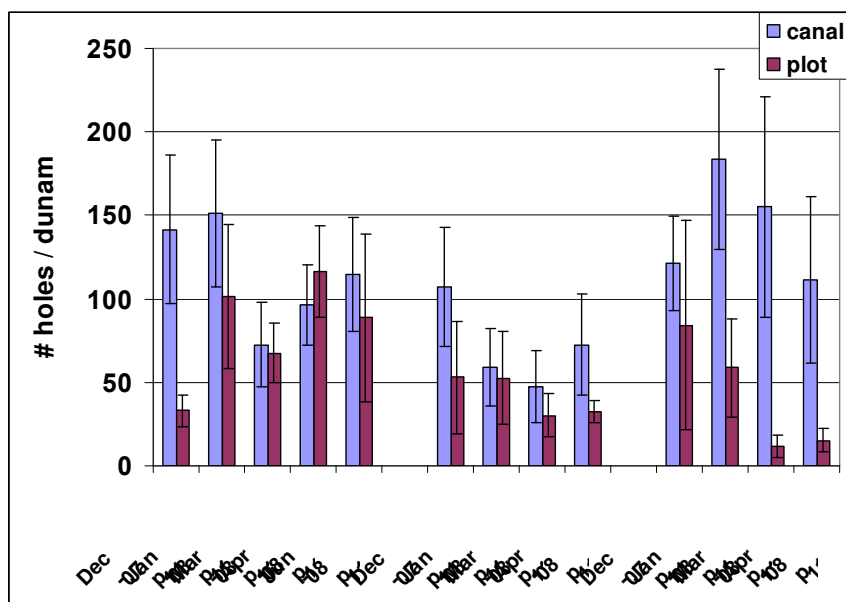
בכדי לקבל תמונה ברורה על תוצאות פעילות הנברנים בחורף 2008, נדרשה קבלת התמונה המקדימה מסוף גידולי קיץ 2007 (ראשית אוקטובר 2007), שנדגמה לפני הכנת החלקות לעיבודי החורף. בעונת גידול זו לא בוצעו עדיין טיפולים בחלקות השונות כחלק מן המחקר, והתוצאות (איור 3) מבטאות את עוצמת פעילות הנברנים שלפני גידולי חורף 2008.



איור 3 – מס' חורים פעילים (ממוצע לדונם \pm SE) בסוף עונת הגידול של קיץ 2007. תכלת - מס' החורים הפעילים בתעלות ליד החלקות, בבורדו - מס' החורים הפעילים בחלקות הגידול.

תוצאות אלה מלמדות על עוצמת פעילות נברנים ממוצעת של 150-450 חורים לדונם בחלקות הגידול ובתעלות של 210-2000 חורים לדונם. ניתן לראות שעוצמות הפעילות הגבוהות ביותר היו במדרונות התעלות הסמוכים לחלקות ברעם, כאשר גם בחלקות הסמוכות לתעלות אלה עוצמת פעילות הנברנים היתה גבוהה (מעל 400 חורים לדונם). בחלקות יפתח וכלנית היתה עוצמת פעילות הנברנים נמוכה יותר, אולם ניתן לשים לב שבחלקה

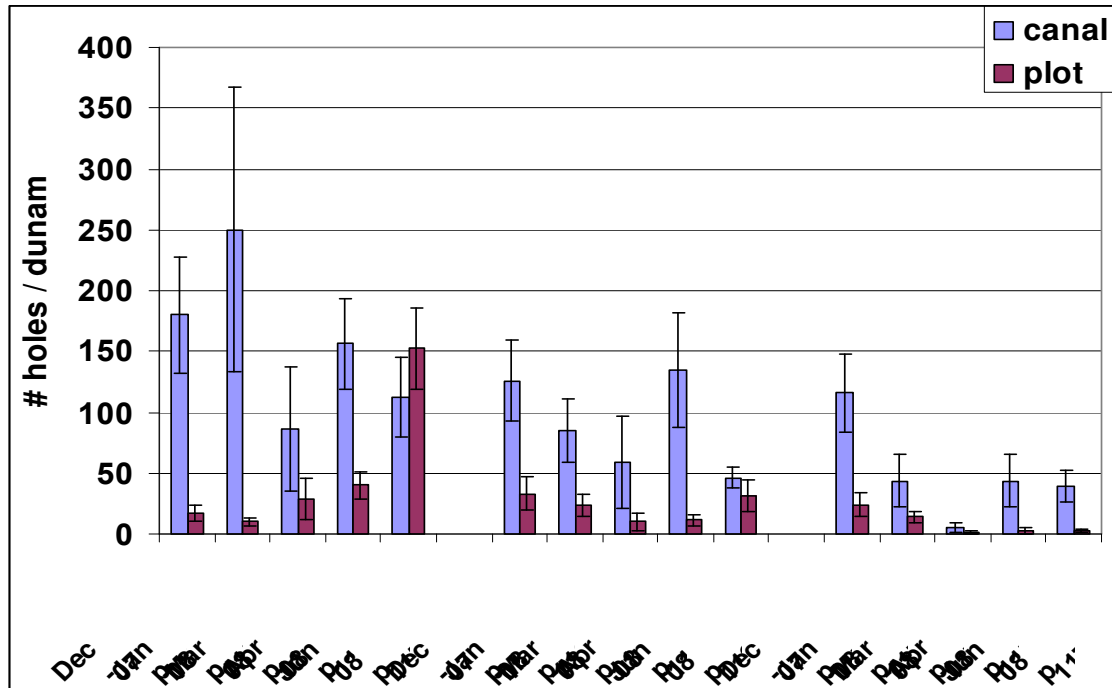
114 היתה עוצמת פעילות הנברנים בחלקות גבוהה יותר מאשר בתעלות המקיפות אותן. עיבודי הקרקע שבוצעו לקראת גידולי חורף 2008 היוו את ציר ההשוואה בין חלקות הגידול השונות. בחלקות יפתח (112,113,114) בוצע עיבוד מקדים רדוד (דיסק) בעוד שבחלקות ברעם וכלנית (115,116,117) בוצע עיבוד מעמיק (פרה פלאו ועיבודים משלימים) לפני תחילת הגידול. תוצאות הניסוי בעונת חורף 2008 (בה הגידול העיקרי היה חיטה) הצביעו על הבדלים משמעותיים בין חלקות יפתח (עיבוד מקדים רדוד) לחלקות ברעם וכלנית (עיבוד מקדים מעמיק). בחלקות יפתח (איור 4), ניכרה מגמה מעורבת לאורך העונה, כאשר עוצמת פעילות הנברנים בראשית עונת הגידול עמדה על עשרות חורים לדונם, מצב שקשור כנראה לעוצמת הפעילות בסוף עונת הגידול הקודמת. בחלקה 112 היתה עוצמת פעילות הנברנים בתעלות בחודש דצמבר גבוהה פי 4 בערך מאשר בחלקה, אולם במהלך העונה נצפתה מגמה של גידול בעוצמת פעילות הנברנים בחלקות עד לרמה דומה לזו שבתעלות (כ-100 חורים לדונם) בחודש יוני (לאחר הקציר). בחלקה 113 ניכר היה שעד חודש אפריל העונה לא היה הבדל מובהק בין התעלות לחלקה כאשר עוצמת הפעילות בסוף העונה היתה נמוכה בכ-50%. בחלקה 114, היתה עוצמת פעילות גבוהה בחלקות גבוהה בראשית העונה כמו בתעלות, אולם במהלך העונה ניכרה ירידה גדולה בעוצמת פעילות הנברנים בחלקות.



איור 4 – מס' חורים פעילים (ממוצע לדונם \pm SE) בחלקות יפתח במהלך חורף 2008 שבהם גודל חיטה. תכלת - מס' החורים הפעילים בתעלות ליד החלקות, בבורדו – מס' החורים הפעילים בחלקות הגידול.

מצב זה של כמות חורים רבה בתחילת העונה (דומה בין חלקות לתעלות) חייב את החקלאים להשתמש בחומרי הדברה בכדי להקטין הנזק של הנברנים לגידולים. פיזור רוש 80 (וחומרים אחרים) בוצע פעמיים בראשית העונה בחלקות 113 ו-114 בלבד, ואכן ניכר בתוצאות שבחלקות אלה חלה פחיתה בעוצמת פעילות הנברנים ביחס לתעלות הסמוכות. לעומת זאת בחלקה 112 בה לא פוזרו חומרי הדברה עקב עוצמת פעילות נברנים נמוכה יותר בראשית העונה, גדלה מאוד עוצמת פעילות הנברנים ולא היה הבדל בין התעלות לחלקות. במקביל, תוצאות טיפול הפס הפרהפלאו בשולי החלקות, עליהן חזרו 3 פעמים מחודש ינואר במהלך הגידול (בהפרש חודש בין טיפול לטיפול) הראו שכמעט ולא נצפו חורי נברנים בפס זה ובמקטע החלקה הסמוך לו.

בחלקות ברעם וכלנית שבהם בוצע עיבוד מקדים מעמיק ניתן לראות שבראשית העונה עמדה עוצמת פעילות הנברנים בתעלות על 120-170 חורים לדונם (איור 5), בדומה לעוצמה שהיתה בתעלות הסמוכות לחלקות יפתח. עם זאת, עוצמת פעילות הנברנים בתחילת העונה היתה נמוכה (עד כ-20 חורים לדונם) בכל החלקות. חשוב לציין שבחלקות אלה, עוצמת הפעילות בחלקות בסוף עונת גידול קודמת (איור 3) עמדה על 250-450 חורים לדונם.



איור 5 – מס' חורים פעילים (ממוצע לדונם \pm SE) בחלקות ברעם (115, 116) וכלנית (117) במהלך חורף 2008 שבהם גידול חיטה. תכלת - מס' החורים הפעילים בתעלות ליד החלקות, בבורדו - מס' החורים הפעילים בחלקות הגידול.

במהלך העונה ניתן היה לראות התפתחותם של הבדלים בין החלקות. בחלקות 115 ו-116 לא בוצעה הדברה כלל, אולם בוצע פס פרהפלאו פעם אחת בראשית פברואר. בחלקה 116 נותרה עוצמת פעילות הנברנים בהיקף של עד כ-30 חורים לדונם עד קציר החיטה. בחלקה 115 חלה עלייה גדולה בעוצמת פעילות הנברנים מחודש אפריל – יוני, עד לרמה הגבוהה מזו שבתעלות הסמוכות (מעל 150 חורים לדונם). בחלקה 117 בוצע פיזור של רוש 4 פעמים בתחילת העונה בתוך חלקת הגידול ובמדרונות התעלות הסמוכות. עוצמת פעילות הנברנים בחלקה זו פחתה מתחילת העונה עד להיקף של חורים ספורים לדונם בשלב הקציר (יוני).

מתוצאות חורף 2008 ניתן ללמוד את המידע הבא (בהסתייגות של חזרה יחידה):

1. עיבוד מעמיק תרם להפחתה משמעותית בפעילות הנברנים בחלקות הגידול. בחלקות שבהם היה עיבוד רדוד, נותרו מוקדי פעילות נברנים מעונת גידול קודמת שתמכו בגידול האוכלוסייה בתוך החלקות – דבר שחייב שימוש בהדברה (רוש-80, וחומרים אחרים) כנגד מכרסמים.
2. שימוש בחומרי ההדברה (רוש 80) – במצב בו קיימות אוכלוסיות נברנים טרם הגידול, השימוש ברוש 80 תרם להפחתת גידול אוכלוסיות הנברנים (חלקות יפתח – 113,114 וחלקת כלנית – 117), אולם הוא אינו תואם את המטרה להפחית שימוש בחומרי הדברה.
3. פסי פרה פלאו – נראה שבחלקות בהן בוצע פס פרה פלאו מספר פעמים (חלקות 112,113,114) היה מספר חורים מועט בפס זה, לעומת חלקות בהן בוצע פס זה פעם אחת בלבד (חלקות 115, 116) בהם נראו יותר ויותר חורים ככל שעבר זמן מרגע ביצוע הפרה פלאו. ייתכן שאי חזרה על פס פרהפלאו זה

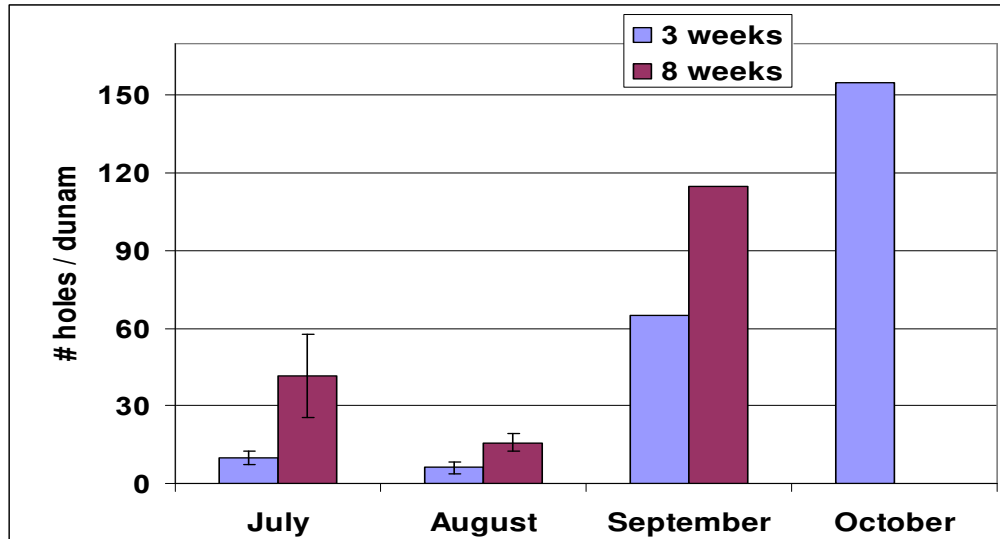
איפשרה חדירה משמעותית יותר של נברנים לחלקות הגידול (חלקה 115 לדוגמה).

קיץ 2008

בעונת גידול זה עברנו לעבודה בשמונה בלוקים בחלקות גדי"ש יפתח (פירוט בפרק שיטות), ונדגמו במקביל גם חלקות ברעם וכלנית כאזור ביקורת כללי. ניתוח התוצאות בוצע לפי סוגי הטיפול השונים:

השפעת תדירות כסוח:

השוואה זו התבססה על תוצאות דיגום פעילות הנברנים בחתכי הביקורת בתעלות (פירוט באיור 2), כאשר תעלה 112 ו-114 (בלוקי דיגום 1,2,6,7,8) עברו כיסוח כל 3 שבועות בעוד תעלה 113 (בלוקי דיגום 3,4,5) עברה כיסוח בתדירות רגילה (כל 8 שבועות).

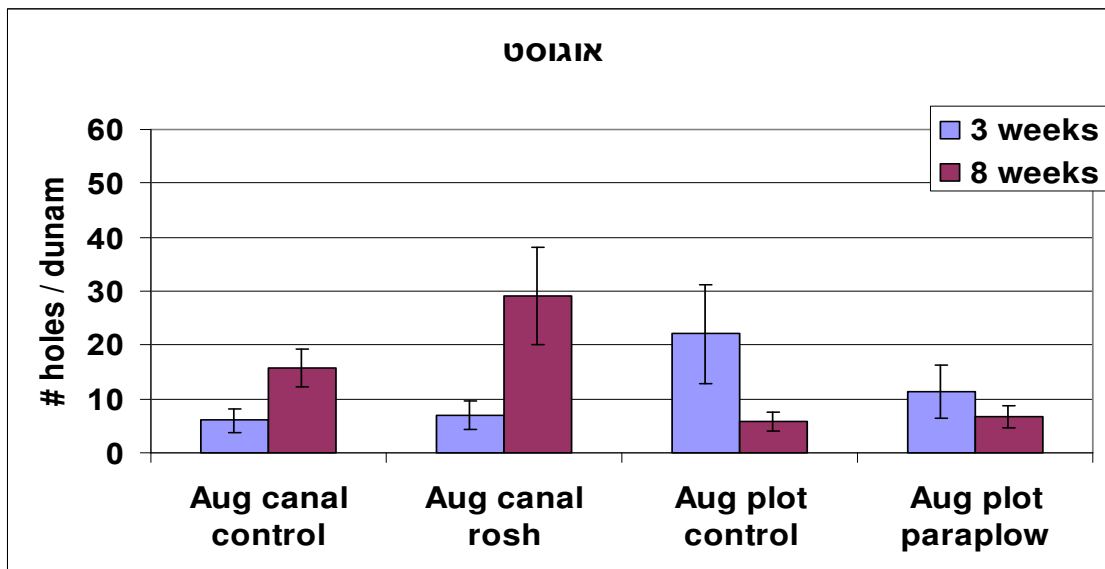
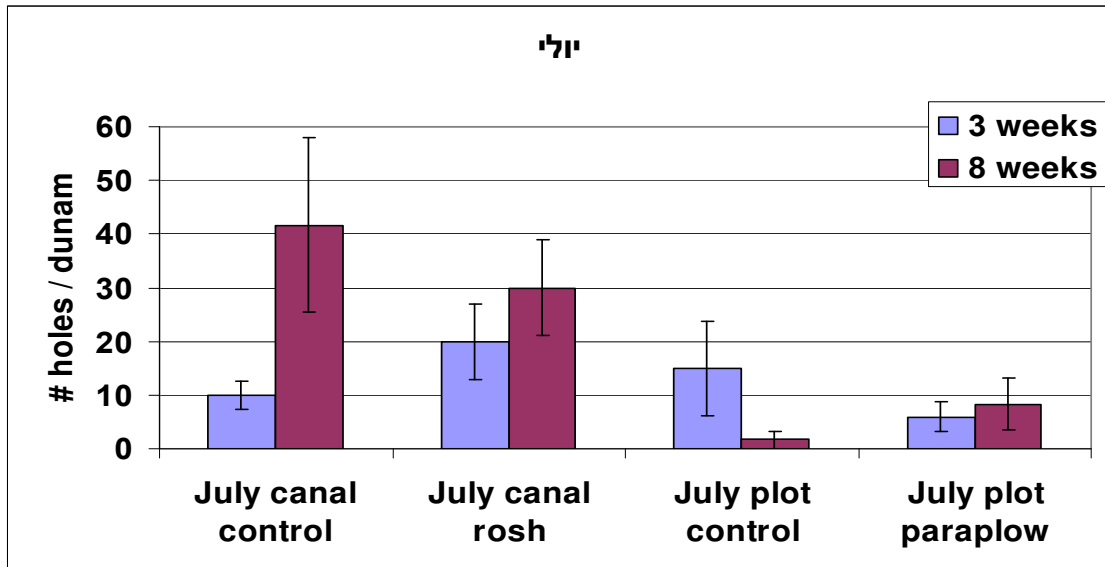


איור 6 – השפעת תדירות כיסוח תעלות כל עוצמת פעילות הנברנים - מס' חורים פעילים (ממוצע לדונם \pm SE) בחלקות יפתח. בחודשים יולי – אוגוסט היו 5 בלוקים שבהם היה כיסוח תעלות כל 3 שבועות (תכלת) ו-3 בלוקים בהם היה כיסוח כל 8 שבועות (בורדו). בראשית ספטמבר נקצר התירס במרבית החלקות, והתוצאות בספטמבר-אוקטובר מייצגות רק את החלקות בהן היו חמניות ובוטנים.

תוצאות גידולי קיץ 2008 מראות שבממשק כיסוח תעלות בתדירות גבוהה (כל 3 שבועות) בחודשים יולי - אוגוסט, כמות חורי הנברנים בתעלות היתה קטנה באופן מובהק ($p=0.025$) ונמוכה ב-62%-75. חשוב לציין, שהבדל זה התרחש בעונה בה עוצמת פעילות הנברנים היתה נמוכה יחסית. מיעוט החלקות בהם היו גידולים בהמשך העונה, לא איפשר השוואה טובה, אם בספטמבר עדיין ניכר שעוצמת הפעילות במעט החלקות שנותרו היתה עדיין נמוכה באופן משמעותי.

השפעת פיזור רוש ופסי פרהפלאו על עוצמת פעילות הנברנים:

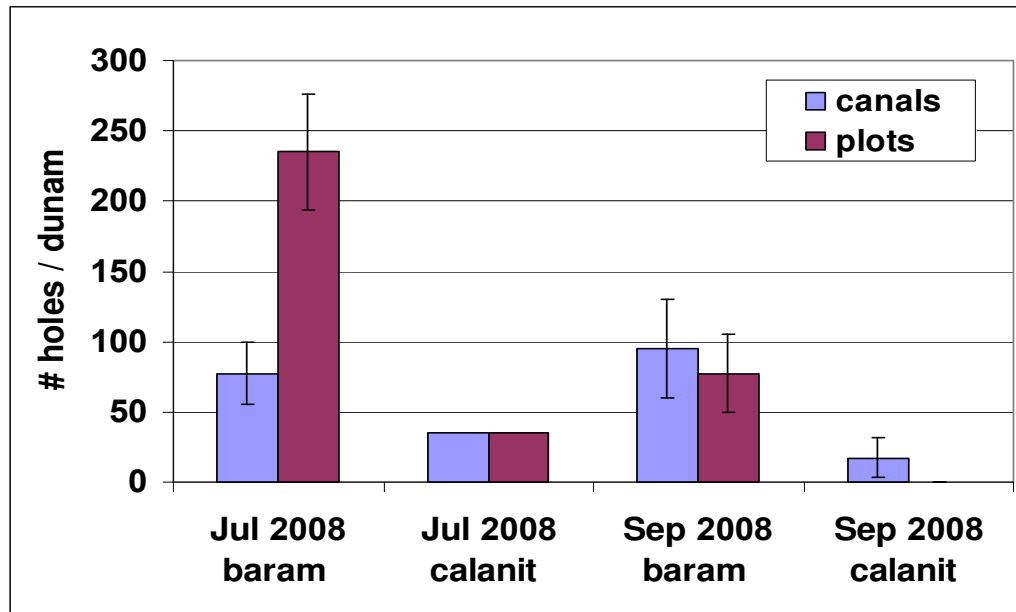
סיום גידול התירס בסוף אוגוסט, איפשר השוואה טובה עבור תקופה זו לטיפולים השונים. באיור הבא (איור 7) מבוטאות תוצאות עוצמת פעילות הנברנים בחודשים יולי - אוגוסט, כאשר התוצאות של זוג העמודות השמאלי בכל אחד מהחודשים (July/August canal control), זהות למידע המוצג באיור 6 ומשמשות כבסיס להשוואת הטיפולים השונים.



איור 7 – השפעת פיזור רוש ופסי פרה פלאו על עוצמת הפעילות של הנברנים בחלקות יפתח (112,113,114) - מסי חורים פעילים (ממוצע לדונם \pm SE).

השפעת רוש

בבחינת התוצאות של המקטעים בתעלות בהם פוזר רוש לבין מקטעי הביקורת הסמוכים באותה תדירות כיסוח (לדוגמא: השוואת שתי העמודות התכולות בתעלות, או השוואת שתי העמודות בצבע בורדו בתעלות), מתקבל שטיפול הרוש לא גרם להפחתת עוצמת פעילות הנברנים, ולעיתים אף להיפך (הבדל לא מובהק). תופעה זו קרתה גם בחודש יולי וגם בחודש אוגוסט. עם זאת חשוב לזכור שעוצמת פעילות הנברנים בתעלות היתה פחות מ-20 חורים לדונם (בממוצע) כאשר היה כיסוח כל 3 שבועות, ופחות מ-50 חורים לדונם (בממוצע) כאשר היה הכיסוח כל 8 שבועות. בדיקה של התעלות אזורי הביקורת (ברעם – חלקות 115,11; כלנית – 117, איור 8) הראתה שגם שם עוצמת פעילות הנברנים היתה נמוכה יחסית: פחות מ-80 חורים לדונם בתעלות ברעם, ופחות מ-40 חורים לדונם בתעלות כלנית (שטופלו ברוש). ייתכן שבעוצמת פעילות נמוכה של הנברנים, לרוש השפעה נמוכה על הפחתת פעילותם.



איור 8 – עוצמת פעילות הנברנים בחלקות הביקורת: גדי"ש ברעם וכלנית (ממוצע לדונם \pm SE).

השפעת פסי פרה פלאו

בדיקת השפעת פסי הפרהפלאו על עוצמת פעילות הנברנים נעשתה בעזרת חתכי דיגום שנעשו בתוך החלקה בסמוך למקטעים שנבחנו בתעלות. באיור 7 מוצגות התוצאות של פסי הפרהפלאו שבמקטע שממולם בתעלה, לא בוצע כל טיפול. מתוצאות אלו ניתן לראות שעוצמת פעילות הנברנים בחלקות (עם ובלי פרהפלאו) היתה לרוב נמוכה מ-15 חורים לדונם, ללא הבדל מובהק בין הטיפול (פרהפלאו) לביקורת, וללא הבדל בין החודשים. מצב זה מלמד שוב שבעוצמת פעילות נברנים נמוכה, לטיפולים אלה אין השפעה על פעילות הנברנים. בדיקה של עוצמת הפעילות בחלקות הביקורת באותו זמן (איור 8), מלמדת שבחלקות ברעם היתה עוצמת פעילות גבוהה של נברנים (ובתעלות דווקא נמוכה) בהיקף של מעל 200 חורים לדונם בממוצע. בחינה של הטיפול המקדים בחלקות אלה הצביעה על כך שלאחר קציר החיטה, נזרעו החלקות בתירס מבלי שבוצע בקרקע כל טיפול (לא דיסק ולא פרהפלאו, אלה זריעה על השלף). מצב זה תרם כנראה לעוצמת פעילות גבוהה של נברנים בהיקף גבוה מאוד מאזורי התעלות (שמהווים לרוב מקור לנברנים).

משמעויות

לכאורה אין השפעה של עונת גידול אחת על תוצאות עונת הגידול העוקבת, מאחר וכל אחד מהגידולים מתחיל בראשית העונה ומסתיים בסופה. עם זאת, משטר העיבודים בחלקה והמצב בתעלות הינו גורם שלו השפעה בין עונה נוכחית לבאה אחריה, וכמו כן קיימת מחזוריות בגידול אוכלוסיות הנברנים שחוקיותה טרם הובררה בשטחים חקלאיים אלה. להלן ריכוז התובנות העיקריות שהגענו אליהן בשלב זה:

1. עומק עיבוד מקדים – נראה בעל אפקטיביות גבוהה. בשטחים שבהם היה עיבוד מקדים מעמיק (ברעם וכלנית בחורף 2008, יפתח וכלנית בקיץ 2008), היתה עוצמת פעילות הנברנים נמוכה יחסית, וכמעט ולא ניכרו מוקדי פעילות בתוך החלקות. בחלקות בהן בוצע עיבוד רדוד או לא בוצע עיבוד מקדים כלל, נראתה עוצמת פעילות נברנים גבוהה יחסית, ולעיתים גבוהה אף מדפנות התעלות. מוקדים רבים היו בתוך החלקות והיוו המשך לפעילות הנברנים בעונה קודמת.

2. כיסוח תעלות (קִיץ) – נראה כי כיסוח התעלות בתדירות גבוהה (כל 3 שבועות) בעל תרומה משמעותית להפחתת עוצמת פעילות הנברנים בעונת הגידול והפחתת האוכלוסיות לעונה הבאה. נדרשת חזרה של דרך טיפול זו בשנים נוספות בכדי לגבשה לכלל המלצה לתיפעול.
3. פסי פרה פלאו – חורף 2008 הראה אפשרות שכאשר עוצמת פעילות הנברנים גבוהה, לפס זה יש תרומה בהפחתת חזירת הנברנים בחלקות. קיימת חשיבות לחדשו אחת לחודש לערך. כאשר עוצמת פעילות הנברנים נמוכה, נראה כי לפסי פרהפלאו אלה אין תרומה משמעותית. תוצאות אלה מבוססות עונת תצפית אחת, ודורשות חזרה בשנים נוספות בכדי לגבש המלצות יישומיות.
4. פיזור רוש בתעלות – בחורף 2008, נראה היה שבחלקות שבהן היתה עוצמת פעילות גבוהה (יפתח, חלקות 113,114), הייתה לרוש תרומה בהפחתת עוצמת פעילות הנברנים לעומת חלקות בהן לא פוזר רוש (112). עם זאת בחלקות בהן היה עיבוד מקדים מעמיק לא היה צורך בשימוש ברוש. בקיץ 2008 שבו עוצמת פעילות הנברנים היתה נמוכה, לא ניכרה תרומה משמעותית לפיזור הרוש.
5. הגברת לחץ טריפה – נושא זה בתהליך התפתחות, ואנו צופים שהרווית השטח בתיבות לתנשמות, תאפשר היקף איכלוס גבוה יותר בעתיד. עם זאת, התנשמות הינן אחד הטורפים, והם מסוגלות ל"הנמיך את גובה הלהבות" בהתפרצות ולא למנוע אותה.

בעיות שיש לתת להן פתרון בהמשך:

תוצאות אלה מהוות נדבך ראשון בתנאי אוכלוסיית נברנים נתונה. יש לבצע חזרות נוספות של הניסוי בשנים ועונות נוספות בכדי לגבש המלצות ממשק.

רשימת ספרות:

אביאל, ש., מוטרו, י., כחילה בר-גל, ג. ולשם, י. 2003. התנשמת כמדביר ביולוגי של מכרסמים. ארם, א. 1999. דינאמיקת אוכלוסיות מכרסמים בשטחים חקלאיים. עבודת גמר לתואר מוסמך. האוניברסיטה העברית, ירושלים.

דולב, ע., יהודה, י. והנקין, ז. 2008. התפרצויות נברנים בשטחי מרעה בגולן - "שנת נברן" או אירועים מקומיים? ידיעות לבוקרים 120 : 18-25.

טורס, ע. 2002. האם התנשמת (*Tyto alba*) היא טורף סתגלני או מתמחה. עבודת גמר לתואר מוסמך, אוניברסיטת תל-אביב.

כחילה, ג. 1992. התנשמת כמדביר ביולוגי של אוכלוסיות מכרסמים בשטחים חקלאיים. עבודת גמר לתואר מוסמך, האוניברסיטה העברית בירושלים.

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.

Mendelsohn, H. 1973. Ecological effects of chemical control of rodents and jackals in Israel. In: The Careless Technology: Ecology and International Development (ed, M.T. Farver & Milton). Natural History Press, Garden City, N.Y. pp 527-544.

Mendelsohn, H. and Yom-Tov, Y. 1999. Fauna Palaestina - Mammalia of Israel. Keter press.

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.

Rabiu, S. and Rose, K.R. 2004. Crop damage and yield loss caused by two species of rodents in irrigated fields in northern Nigeria. *International Journal of Pest Management*, 50:323-326.