יום עיון בנושא:

השפעות פעילות חקלאית על משאבי מים



המכון למדעי הקרקע, המים והסביבה
מרכז וולקני, בית דגן

ט״ז חשון, תשע״ג
1/11/2012

<u>סדר היום</u>

8:30 – 9:00: התכנסות וכיבוד קל

<u>9:00 - 9:20 – מושב א':</u> <u>ברכות</u> - יו"ר דני קורצמן - מרכז וולקני

מני בן-חור – מנהל המכון למדעי הקרקע, המים והסביבה - מרכז וולקני

שרה אלחנני - מנהלת האגף לאיכות מים – רשות המים

יורם קפולניק – ראש מנהל המחקר החקלאי

<u>9:20 – 12:00 מושב ב':</u> השפעת איכות מי השקיה וממשקי דישון והדברה על מקורות המים ואיכותם - יושבי ראש מני בן-חור - מרכז וולקני וגיא רשף - רשות המים.

9:20 - 9:40	**סוגיות בהסעת מזהמים באזור הלא-רווי** מרצה: דוד רוסו - מרכז וולקני. ***תקציר בעמוד 2***
9:40 - 10:00	**שטפי חנקה ומליחות מתחת לפרדסים מעל אקוויפר החוף** מרצה: דני קורצמן – מרכז וולקני. ***תקציר בעמוד 3***
10:00- 10:20	**השפעת חקלאות אינטנסיבית בבתי צמיחה על דליפות חנקה למי תהום: ממשקים אורגניים וקונבנציונאליים** מרצה: עפר דהן - אוניברסיטת בן גוריון. ***תקציר בעמוד 4***
10:20 -	**הפסקת קפה**
10:40 - 11:00	**ניטור חומרי הדברה ומזהמים אורגניים באגן ההיקוות של הכנרת** מרצה: זאב גרסטל - מרכז וולקני. ***תקציר בעמוד 5***
11:00 – 11:20	**ממצאי ניטור חומרי הדברה במי תהום** מרצה: גיא רשף - רשות המים. ***תקציר בעמוד 6***
11:20 – 12:00	**<u>דיון</u> בנושאים הקשורים למושב** בהנחיית יושבי הראש

12:00 – 12:30 ארוחת צהרים קלה

<u>12:30 – 15:10: מושב ג':</u> השפעות שימושי קרקע, משק החי, ומיחזור פסולות בשטחים חקלאיים על משאבי המים – יושבי ראש אורי מינגלגרין, מרכז וולקני ושרה אלחנני - רשות המים.

12:30 – 12:50	**על הקשר בין בריכות אגירה לשפכי רפתות וזיהום מי התהום: חנקות, המלחה והורמונים, תצפיות מתחת לרפת באזור באר טוביה** מרצה: שחר ברעם - אוניברסיטת בן גוריון. ***תקציר בעמוד 7***
12:50 – 13:10	**פיזור מבוקר של שפכי בתי בד על הקרקע – היבטים חיוביים וסיכונים פוטנציאליים למקורות מים** מרצה: יעל לאור – מרכז מחקר נווה יער. ***תקציר בעמוד 8***
13:10 – 13:30	**מחזור בוצות שפכים וזבלים בחקלאות כתחליף דשן ללא סיכון למקורות המים** מרצה: פינחס פיין – מרכז וולקני. ***תקציר בעמוד 9***
13:30 –	**הפסקת קפה**
13:50 – 14:10	**השפעת שימושי קרקע שונים על נגר עילי, סחף קרקע ותנועה עילית של מזהמים** מרצה: מני בן-חור – מרכז וולקני. ***תקציר בעמוד 10***
14:10 – 14:30	**בחינת תהליכי שחרור זרחן אל מי הקרקע ובחינת אפשרות זליגת זרחן אל תעלות הניקוז בעמק החולה עקב שינויי ממשק** מרצה: משה שנקר – האוניברסיטה העברית. ***תקציר בעמוד 11***
14:30– 15:10	**<u>דיון</u> בנושאים הקשורים למושב** בהנחיית יושבי הראש.

<u>15:10 – 15:25: סיכום הסדנא</u> – מני בן-חור - מרכז וולקני ושרה אלחנני - רשות המים

סוגיות בהסעת מזהמים באזור הלא-רווי

דוד רוסו[1]

בשיתוף עם **דני קורצמן**[1]**, רועי שפירא**[1]* **ואשר לאופר**[1]

[1]*המכון למדעי הקרקע, המים והסביבה, מינהל המחקר החקלאי, מרכז וולקני, בית דגן, 50250.*

**עבשיו בתה"ל מהנדסים יועצים בע"מ, דרך מנחם בגין 154, תל אביב 64291.*

דואר אלקטרוני של המרצה: vwrosd@agri.gov.il

סימולציות נומריות תלת- מימדיות (3-D), מפורטות, שימשו לניתוח של זרימת מים והסעה של כלוריד, חנקה, ונותב בקרקע הטרוגנית עם רטיבות משתנה בפרדס המושקה בקולחים מטופלים (TSW), תוך התחשבות בתכונות מציאותיות של המערכת קרקע- מים- צמח- אטמוספרה. תוצאות הניתוח מראות שבתנאים של השקיה ארוכת-טווח ב-TSW, עקב קליטת החנקה ידי שורשי העצים, האזור הלא- רווי של הקרקע עשוי להקטין באופן משמעותי את עומס החנקה במי התהום, אך להקטין באופן מוגבל בלבד את עומס הכלוריד במי התהום.

תוצאות הסימולציות התלת- מימדיות שימשו להערכת תוצאות המבוססות על סימולציה דטרמיניסטית, חד- ממדית (1-D), אנכית, ועל דיגום קרקע מוגבל. תוצאות הערכה זו מראות שהמידע שמתקבל מקידוח קרקע אנכי יחיד, (הממוקם בקרבת האזור הפעיל בקליטת מים על ידי שורשי העצים), או מתוצאות הסימולציה החד- מימדית, אנכית, אינו מספיק לתיאור כמותי של התגובה של מערכת הזרימה התלת- מימדית המורכבת. הניתוח החד- מימדי, אנכי, עשוי לתת הערכת- חסר ניכרת לגבי ההסעה והפיזור של הנותב באזור הלא-רווי, ולגבי סכנת הזיהום של מי התהום ע"י החנקה, ובעיקר על ידי הכלוריד, הנעים כלפי מטה דרך האזור הלא- רווי של הקרקע.

תוצאות הניתוח מראות שדיגום הקרקע בעזרת קידוח אנכי נוסף, הממוקם מחוץ לאזור הפעיל בקליטת מים על ידי שורשי העצים, עשוי לשפר באופן ניכר את התיאור הכמותי של תגובת מערכת הזרימה התלת- מימדית המורכבת.

שטפי חנקה ומליחות מתחת לפרדסים מעל אקוויפר החוף

קורצמן ד.[1], **שפירא ר.**[1*], **פיין פ.**[1], **ברטל א.**[1] **ורוסו ד.**[1]

[1] *המכון למדעי הקרקע, המים והסביבה, מינהל המחקר החקלאי, מרכז וולקני, בית דגן, 50250.*
**עכשיו בתה"ל מהנדסים יועצים בע"מ, דרך מנחם בגין, 154 תל אביב 64921*
דואר אלקטרוני של המרצה – daniel@volcani.agri.gov.il

ב- 1918 קיבל הכימאי היהודי-גרמני פ. האבר פרס נובל בכימיה, על מציאת שיטה פשוטה לייצור אמוניה מחנקן אטמוספרי. החנקן המינראלי (אמון, חנקה) הזול, היה פריצת הדרך המשמעותית ביותר במהפכת החקלאות האינטנסיבית שהביאה להעשרת התפריט של רוב בני האדם (כולל זמינות של מוצרי בשר וחלב) והיוותה גורם משמעותי בהכפלת אוכלוסיית העולם בפחות מ-100 שנה. בצורה בלתי נמנעת, במאה ה-21, זיהום מקורות מים בחנקה הוא הבעיה הראשונה במעלה מבין בעיות זיהום המים הקשורות בפעילות חקלאית בעולם. בישראל כמחצית ממקורות המים הנפסלים לאספקת מי שתייה מסיבה כלשהי, נפסלים בשל חריגה מתקן החנקה. מבין אלה בולטים קידוחי מים לאקוויפר החוף באזורים חקלאיים על קרקעות חמרה.

עבודה זו מבוססת על קידוחי דחיקה ישירה בתווך הלא רווי מתחת לפרדסים בשרון (עדין גידול דומיננטי בקרקעות האזור ~ 30% מהשטח המעובד). ריכוזי כלוריד וחנקן-חנקתי ממוצעים במי הנקבובים של האזור הלא רווי מתחת לבית השורשים הם גבוהים, ובעלי שונות גבוהה (300 – 1500, מג"ל ו- 25 – 150 מג"ל בהתאמה). קרובי מצב-תמידי לשטפי מילוי חוזר וחנקה למי התהום מתחת לפרדסים שהתקבלו נעים בתחום 90 – 330 מ"מ לשנה ו- 5 – 22 ק"ג, חנקן-חנקתי לדונם לשנה, בהתאמה. בוצע כיול של מודלים משתנים בזמן של זרימה, הסעה וגורל-חנקן בתווך הלא רווי לפרופילים נבחרים (קרוב סיפרתי של משוואות ריצ'רדס ואדבקציה- דיספרסיה חד ממדיות הכוללות אברי מבלע ומקור). הכיול חייב הגבלה של קליטת החנקן ע"י השורשים, כך שברמות גבוהות של חנקן מינראלי בבית השורשים (בעיקר חנקה), חלק לא מבוטל מהחנקן הזמין לא ייקלט בשורשים. נתונים בלתי תלויים מניסוי ליזימטרים מבוקר, בו נוטרו מים וחנקן בכניסה וביציאה ממיכלים בני 200 ליטר בהם עצי אשכולית למשך 3.5 שנים, תומכים בפונקצית קליטת חנקן מהצורה שהתקבלה מכיול המודלים לנתוני השדה.

הדמיות שבוצעו בעזרת המודלים המכוילים, בהם יושמו מחצית מכמויות הדשן החנקני המיושמות כיום (לא כולל הפחתה בחנקן שבמי ההשקיה) גרמו להפחתה של יותר מ- 70% בשטף החנקה למי התהום לעומת ירידה קטנה יחסית בקליטת החנקן ע"י השורשים. בהתחשב בחנקן הזמין שבמי ההשקיה רמות יישום אלה דומות לרמות המומלצות להדרים (20 – 25 ק"ג חנקן לדונם לשנה). ברמות אלה של ישום חנקן, יורד הריכוז הממוצע של חנקה במי הנקבובים של התווך הלא רווי העמוק, אל מתחת לריכוז התקן לחנקה במי שתייה. שיטה זו של כיול מודלים והדמיית רמות יישום שונות, יכולה לשמש ככלי שממנו יגזרו רמות דישון מיטביות מבחינה חקלאית והידרולוגית, באזורים בהם יש מקור מים שמושפע מהפעילות החקלאית. יש לשאוף לתשומות חקלאיות שיביאו לירידה מריכוז התקן במי הנקבובים של התווך הלא רווי העמוק באזורים אלה תוך כדי התחשבות בשימושי הקרקע השונים באגן ההידרולוגי (כלומר חריגה מהריכוז התקני מתחת לשימושי קרקע מסוימים בתנאי שהיא מפוצה על ידי ריכוז נמוך בתווך הלא רווי מתחת לשימושי קרקע אחרים סמוכים).

השפעת חקלאות אינטנסיבית בבתי צמיחה על דליפות חנקה למי תהום: ממשקים אורגניים וקונבנציונאליים

דהן ע*.[1], באב"ד א.[1], טורקלטאוב ט.[1,3] לזרוביץ נ.[2] וקורצמן ד.[3]

[1] *מכון צוקרברג לחקר המים, אוניברסיטת בן-גוריון בנגב*

[2] *המכון לחקלאות וביוטכנולוגיה של אזורים צחיחים, אוניברסיטת בן-גוריון בנגב*

[3] *המכון למדעי הקרקע, המים והסביבה מרכז וולקני, מינהל המחקר החקלאי*

**דוא"ל של המרצה: odahan@bgu.ac.il*

בתי צמיחה בהם מתקיים ממשק גידול אינטנסיבי ישירות על פני הקרקע עלולים להוות מקור מתמשך של זיהום העשוי לפגוע במי התהום. במסגרת פרויקט העוסק בבחינת השפעת חקלאות בבתי צמיחה על מי התהום הותקנו מתחת לשדות חקלאיים מערכות ניטור לתווך לא רווי המאפשרות מדידה רציפה של התנאים ההידראוליים והכימיים השוררים בין פני השטח ועד פני מי התהום. המערכות הותקנו מתחת לבתי צמיחה המשמשים לגידול ירקות בממשק אורגני וקונבנציונאלי באזור זיקים.

אנליזה מתמשכת של מי ההשקיה, מי התווך הלא רווי, ומי התהום העליונים לאורך תקופת המחקר מראה כי ריכוז הניטראט במי התווך הלא רווי מתחת לבית הגידול האורגאני גדול באופן מהותית מזה המצוי מתחת לבית הגידול הקונבנציונאלי. מתחת לבית הגידול האורגאני ממוצע ריכוז הניטראט עומד על כ-430 מ"ג לליטר עם ריכוזי שיא של עד 870 מ"ג לליטר בעומק של 2.5 מ', ואילו מתחת לבית הגידול הקונבנציונאלי ממוצע ריכז הניטראט עומד על ערך של 37 מ"ג לליטר עם ערך שיא של 300 מ"ג לליטר בתוך בית השורשים. בחינה ההרכב האיזוטופי של הניטראט מתחת לשני בתי הצמיחה מצביע של שני מקורות שונים בתכלית. בעוד שההרכב האיזוטופי של הניטראט מ-4 המטרים עליונים של החתך מתחת לבית הצמיחה האורגאני אופייני לזה של קומפוסט וחומר אורגאני טבעי, נראה כי ההרכב האיזוטופי של הניטראט ב-4 המטרים העליונים של בית הצמיחה הקונבנציונאלי אופייני למקורות טבעיים ותעשיתיים. תבנית ריכוז הניטראט בתווך הלא רווי מראה כי קיימות מגמות הפוכות של ריכוזי השיא. פרופיל הריכוזים מתחת לבית הגידול הקונבנציונאלי מראה ריכוזים גבוהים באזור בית השורשים, מצב רצוי מבחינה חקלאית, וירידה דרמתית עם העומק, מצב רצוי מבחינה הידרולוגית. לעומת זאת בפרופיל הריכוזים של בית הגידול האורגאני קיים מחסור קבוע בחנקן זמין בבית השורשים, מצב לא רצוי מבחינה חקלאית, ועליה דרמתית בריכוזים עם העומק, מצב לא רצוי מבחינה הממצאים מבתי הצמיחה בהם בוצע ניטור מתמשך לאורך תקופה של כשנתיים אומתו בבדיקות שבוצעו בארבעה בתי צמיחה נוספים באזור (סה"כ שלושה בתי צמיחה אורגאניים ושלושה קונבנציונאליים השייכים למגדלים שונים), והראו שבבתי צמיחה הנסמכים על שימוש בדשן מוצק כקומפוסט וגואנו יש שטיפה מהותית וגבוהה יחסית של ניטראט אל עומק התווך הלא רווי.

ניטור חומרי הדברה ומזהמים אורגניים באגן היקוות הכנרת

זאב גרסטל[4*], גיא גסר[1], דורון מרקל[2], אירנה פנקרטוב[1], עובדיה לב[3], שרונה הניג[1], שרה אלחנני[5], יגאל בר-אילן[6]

[1] המעבדה לניטור מים של רשות המים והמכון למדעי המים, הקרקע והסביבה, בית דגן
[2] יח' ניטור כנרת, רשות המים
[3] מכון לכימיה, האוניברסיטה העברית בירושלים, ירושלים
[4] המכון למדעי הקרקע, המים והסביבה, מרכז וולקני, מינהל המחקר החקלאי, בית דגן
[5] אגף איכות מים, רשות המים
[6] המחלקה לכימיה אנליטית, מעבדות מילודע-מיג"ל, קרית שמונה
דואר אלקטרוני של המרצה – zgerstl@agri.gov.il

אגם הכנרת הינו אחד ממקורות המים העיקריים בישראל, ממנו מנותבים מים לכל אזורי הארץ מהפעלת המוביל הארצי בשנת 1964. לפיכך, מפעילה רשות המים מערך ניטור באגם ובאגן שמטרתו אפיון וטיפול במזהמים שונים לשם שמירה על איכות המים באגם. הפעילות החקלאית הקיימת באזור מחייבת שימוש בחומרים כימיים כדוגמת חומרי הדברה פסטיצידיים והרבצידיים. יישומם של חומרים אלו עלול לפגוע באיכות המים של הכנרת אם יגיעו שאריות מחומרים אלו לאגם. תשטיפי חומרי הדברה מפעילות חקלאית מהווים את אחד המזהמים הבעייתיים באגן היקוות הכנרת.

במסגרת מערך הניטור הכולל בכנרת ובאגן ההיקוות מתבצע מדי שנה ניטור חומרי הדברה באגן ההיקוות. אנו מדווחים כאן על ממצאי הניטור של חומרי הדברה, וחומרים אורגניים כלליים באגן היקוות הכנרת בשנים 2008-2010 בהשוואה לניטור משנים קודמות יותר. המסקנות העיקריות הם:

1. חומרי הדברה – התגלו מספר מועט של חומרים בריכוז נמוך ולכן ניתן לקבוע כי הזיהום ע"י חומרי הדברה המיושמים באגן היקוות הכנרת אינו מהווה בעיה אקוטית לאיכות המים באגם.השוואה לממצאי הניטור בשנים קודמות מלמדת על ירידה במספר החומרים ובריכוזי חומרי ההדברה שהתגלו, תצפית המעידה על שיפור במערכת הטיפול והמניעה של דליפות תשטיפי חומרי הדברה. עיקר הממצאים היו בתחנות הניטור באזור החולה בחודשי החורף. לפיכך, מוצע לשקול דיגום תדיר יותר בחודשי החורף ובעת אירועי הגשם המשמעותיים.

2. חומרים אורגניים כלליים –במירב התחנות לא נמצאו כלל ערכים חריגים של חומרים אנתרופוגנים (PCPP או מעכבי בעירה או קפאין) להוציא אירוע בודד של שטפון ב 3/3/2009. ממצאים המעידים על מקור זיהום אנתרופוגני (כולל הורמונים בריכוז נמוך מאוד) נמצאו ב-2008 וב- 2009 בתעלת יסוד המעלה. ממצאים אלו תואמים את הידע הקיים ברשות המים לפיו בשנים אלו גלש ביוב מתחנות הסניקה של היישוב עד להסדרת תחנות סניקה חדשות ב 2010.

ממצאי ניטור חומרי הדברה במי תהום

רשף ג. [1]

[1] *אגף איכות מים, רשות המים*

דואר אלקטרוני של המרצה – guyr20@water.gov.il

על משקים חקלאיים שעוסקים בגידול צומח ובעלי-חיים יש איום מתמיד מצד מפגעים טבעיים, כגון מזיקים ביולוגיים (חרקים, חיידקים, פטריות ונגיפים) ופגעי מזג-האוויר. לעתים קרובות נאלצים החקלאים להילחם במפגעים אלו בדרכים שונות כדי להגן על התנובה החקלאית ולשמור על רווחיות המשק שלהם. אחת מהדרכים הנפוצות ביותר להגנה על הסביבה והתנובה החקלאית מפני מזיקים היא שימוש בחומרי הדברה. חומרים אלו נמצאים בשימוש גם לצורך ניקוי צמחייה על ידי החברה הלאומית לשירותי דרכים, רשויות ניקוז, עיריות וכ"ו.

בישראל נעשה שימוש באלפי טונות של חומרי הדברה מדי שנה בשנה. ברשימת התכשירים המורשים לשימוש יש כ-1,000 מוצרים לחקלאות קונבנציונלית ועוד כ-200 תכשירים לחקלאות אורגנית. מחקרים אפידמיולוגיים מראים בבירור שחשיפה לחומרי הדברה עשויה להשפיע לרעה על בריאות האדם. השימוש בחומרי הדברה בחקלאות, בשטחים פתוחים ובמבנים עלול להביא לפגיעה חמורה במערכות אקולוגיות, בצמחים ובבעלי-חיים, וכן עלול לגרום לנזק לאיכות הקרקע, המים והאוויר.

ניטור חומרי הדברה במדינת ישראל מתבצע במקורות מים המשמשים לשתייה על פי תקנות בריאות העם, בתקנות הישנות נבדקו 16 חומרים ובתקנות החדשות שיכנסו לתוקף בקרוב יבדקו 29 חומרים שבחלקם חלה החמרה בתקן. רשות המים מבצעת גם סקרים ייעודיים לבדיקה של חומרי הדברה בקידוחי הפקה שאינם משמשים לשתייה. כמו כן, נבדקים חומרי הדברה במים עיליים על ידי המשרד להגנת הסביבה ורשות המים.

תוצאות בדיקות רב שנתיות של משרד הבריאות משנת 2000-2008 מראות כי מתוך 16 החומרים שנבדקו, מרבית החומרים לא נמצאו כלל במקורות המים או נמצאו עד 1% ממקורות מי השתייה. מתוך מערך המידע של רשות המים עולה כי עד שנת 2012 לא השתנתה תמונה זו, החומרים אטרזין, סימזין ואתילן די ברומיד נמצאו ב 15%, 12% ו 3.6% , בהתאמה, בקידוחים, כולם באגן החוף. ריכוזי אטרזין וסימזין לא עברו במרבית המקרים את רף ה 30% מהתקן הקיים, אתילן די ברומיד הוא החומר היחיד שבמרבית הבדיקות נמצאו ריכוזים קרובים או גבוהים יותר מתקן מי שתייה ולכן נסגרו בעבר 18 קידוחי הפקה מלספק מי שתייה. ריכוזים מאוד גבוהים של אתילן די ברומיד (2 סדרי גודל מעל התקן) נמצאו בקרבה לבית אריזה ברחובות, שכנראה השתמש בחומר לחיטוי פרי.

ריכוז גבוה של קידוחים שנמצא בהם אטרזין וסימזין נמצא בקרבה לאתרי החדרה של מים עיליים באגן נחלי מנשה ושקמה, בניטור של רשות המים במי שיטפונות באגנים אלו נמצאו ריכוזים הגבוהים מתקן מי שתייה, לאחר תהליך החילחול ומיהול במי התהום, הריכוז בקידוחים לא עולה על 30% מהתקן. בעקבות ממצאים אלו ובהתאמה לתקינה האירופאית נאסר לאחרונה בארץ השימוש בתכשירים המכילים סימזין והשימוש בתכשירים המכילים אטרזין מוגבל לאזורים לא רגישים הידרולוגית בלבד.

על הקשר בין ברכות אגירה לשפכי רפתות וזיהום מי תהום: חנקות, המלחה והורמונים, תצפיות מתחת לרפת באזור באר טוביה

ברעם ש.[1], **קורצמן ד.**[2], **רונן ז.**[1], **דהן ע.**[1]

[1] המכון לחקר המים על שם צוקרברג, המכונים לחקר המדבר על שם בלאונשטיין, אוניברסיטת בן גוריון בנגב, מדרשת בן גוריון, 84990.

[2] המכון למדעי הקרקע, המים והסביבה, מינהל המחקר החקלאי, מרכז וולקני, בית דגן, 50250.

דואר אלקטרוני של המרצה – baramsha@post.bgu.ac.il

מוקדי חקלאות אינטנסיביים כגון רפתות מהווים מקור פוטנציאלי לזיהום מקורות מים בחנקות, מלחים, חומרים אורגניים ופתוגניים. בישראל פוטנציאל הזיהום של מקורות המים משפכי רפתות שווה ערך לפוטנציאל הזיהום משפכי כלל האוכלוסיה. אי לכך, בין השנים 1999 ל- 2007 משק החלב עבר רפורמה במהלכה אוחדו רפתות רבות וייושם מודל "רפת בועה" על פיו נבנו תשתיות למניעת חלחול מזהמים הן מאזור הרפת והן מנגירה בלתי מבוקרת של זבל, תשטיפים ושפכים לסביבה. תשומת לב ניתנה גם למניעת זיהום של מי גשם בסביבת הרפת ולאצירה מסודרת של הזבל במאצרות תוך מציאת פתרון קצה מסודר לשפכים. מטרת מחקר זה הינה לבחון את השפעתן של בריכות אגירה לשפכי רפתות על איכות מי התהום בסביבתן תוך התמקדות בתהליכים הביו-גיאו-הידרולוגיים הקובעים את גורל המזהמים. המחקר שיוצג מתבסס על ניטור מתמשך של הרכבם הכימי של מקורות המים המחלחלים (שפכי רפת ונגר מקומי בעת גשם), מי הנקבים בתווך הלא רווי (עד לעומק של 30 מ) ושל מי התהום מתחת לרפת, וכן על ניטור שינויים בתכולת הרטיבות של הסדימנט לאורך התווך הלא רווי. תוצאות מחמש שנות ניטור הראו כי סביבת בריכת האגירה של שפכי הרפת מהווה מקור זיהום נקודתי למי התהום; כאשר המים הנעים בתת הקרקע ומעשירים את מי התהום בסביבה זו עשירים בחנקות (700 מג"ל), במלחים (6000 מג"ל כלוריד) ובהורמונים טבעיים (120 ננוג"ל אסטרוגן). על אף שפעילות מיקרוביאלית בתת הקרקע הובילה להסרה של 90% ממסת החנקן המחלחלת, ריכוז הניטרט במי התהום מתחת לבריכה הגיע ל- 250~ מג"ל, ריכוז הגבוה פי שש מהריכוז הממוצע במי התהום באזור. מערכת סדקי הכיווץ בקרקע החרסיתית הטבעית באזור מוליכה נגר מקומי, בעת אירועי גשם, וכן שפכי רפת, בעת אירועי גלישה, במהירות (מטר שעה$^{-1}$) ישירות אל התווך הלא רווי העמוק (>10 מטר) תוך מעקף של שכבת הקרקע העליונה בה מתרחשת מרבית הפעילות הביו-גיאו-מיקרוביאלית. מערכת סדקי הכיווץ מגבירה את אוורור תת הקרקע ומאפשרת חמצון אמוניה גם בתכולות רטיבות קרובות לרוויה. גרדיינטים תרמליים יומיים בין טמפרטורת האויר בתוך סדקי הכיווץ לבין טמפרטורת האויר על פני השטח מובילים ליצירת זרימת אוויר קונווקטיבית בתוך סדקי הכיווץ, וכתוצאה לאידוי מים מתת הקרקע, עד לעומק של לפחות 3 מטר. אידוי זה מעלה את מליחות מי הנקבובים בעומק התווך הלא רווי (מ-1600 מגכ"ל בתמיסות המחלחלות למעל 10,000 מגכ"ל בעומק 7 מטר). נמצא כי ייבוש בריכות השפכים לא צפוי להאיץ את תהליכי הזיהום בחנקות, וכן עשוי להאט ולהפחית את תהליך ההמלחה מתחת לבריכות. קיים חשש כי ייבוש הבריכות יוביל להסעה מוגברת של הורמונים מתת הקרקע הרדוד אל תת הקרקע העמוק בעת אירועי חלחול מועדף. בסך הכל נראה כי ייבוש בריכות השפכים ומניעת נגירה בלתי מבוקרת של תשטיפים מסביבת הרפת אכן יסייע לשמור על איכות מי התהום.

פיזור מבוקר של שפכי בתי בד על הקרקע – היבטים חיוביים וסיכונים פוטנציאליים למקורות מים

לאור, י.[1], רביב, מ.[2], סעדי, א.[1], איזנברג, ח.[3]

[1]המכון למדעי הקרקע, המים והסביבה, מינהל המחקר החקלאי, מרכז מחקר נוה יער, רמת ישי, 30095.
[2]המכון למדעי הצמח, מינהל המחקר החקלאי, מרכז מחקר נוה יער, רמת ישי, 30095.
[3]המכון להגנת הצומח, מינהל המחקר החקלאי, מרכז מחקר נוה יער, רמת ישי, 30095.

דואר אלקטרוני של המרצה – laor@agri.gov.il

שפכי בתי בד גולמיים (עקר) מתאפיינים ב pH חומצי, עומס אורגני גבוה מאוד וריכוזים גבוהים של מלחים אנאורגניים, שאריות שומנים, פוליפנולים ושאר חומרים אורגניים שחלקם רעילים לצמחים ולמיקרואורגניזמים. למרות רעילותו, פיזור מבוקר של עקר על הקרקע מקובל ומומלץ במדינות הים התיכון לרבות ישראל כאלטרנטיבה כלכלית לסילוקו. במרבית העבודות לא נמצאה פגיעה באיכות הקרקע כתוצאה מהפיזור ובמקרים רבים נמצאה עלייה ביבול בזכות הערך הדישוני של העקר (בעיקר אשלגן וזרחן). עבודות אחדות הצביעו גם על פוטנציאל השימוש בעקר כקוטל עשבים ידידותי ומורשה בחקלאות אורגנית. המשרד להגנת הסביבה בישראל ממליץ על פיזור של כ- 5 מ״ק לדונם לשנה, בכל עונה שנייה. המלצות אלה מתבססות על עבודות שנעשו באירופה, בתנאי קרקע ואקלים שונים. בישראל נעשו עבודות אחדות בחלקות מחקר בנוה יער שבעמק יזרעאל (קרקע גרומוסול) ומדידות בחלקת מטע מסחרית ברביבים שברמת הנגב (קרקע לס). בנוה יער הממצאים מעידים על הגברה משמעותית אך קצרת מועד של הפעילות המיקרוביאלית ועלייה בתכולת הפנולים וברעילות הקרקע סמוך למועדי הפיזור. במטע מסחרי ברביבים בו הפיזור אינו מבוקר במידה מספקת נמצאו עדויות לנדידה של חומר אורגני מסיס ופנולים לעומק הקרקע. פוטנציאל השימוש בעקר כקוטל עשבים הודגם בחלקות ניסוי בנווה יער. העקר נמצא יעיל בהדברת מינים שונים של עשבים ויעילותו גברה כאשר החומר שפוזר הוחדר לעומק 10 ס״מ על ידי פעולת תיחוח. על מנת לבסס את ההמלצות לגבי פיזור עקר בישראל יש להשלים פערי ידע הנוגעים להשפעות קצרות וארוכות טווח על תכונות הקרקע ופוטנציאל הנדידה של חומרים שמקורם בעקר או חומרים שמשתחררים מהקרקע כתוצאה מהיישום. בשנה האחרונה הושקו שני פרויקטים גדולים בנוה יער ובגילת (על ידי כותבי התקציר ושותפים נוספים) שבוחנים מגוון רחב של השפעות על הקרקע, הצמח והסביבה.

מיחזור בוצות שפכים וזבלים בחקלאות כתחליף דשן אפשרי ללא סיכון למקורות המים

פיין פ׳, בוסק א׳, בריוזקין א׳, סוריאנו ש׳, רבאח א׳, מרקוביץ׳ ט׳, ואח׳.

המכון למדעי הקרקע, המים והסביבה, מרכז וולקני, מנהל המחקר החקלאי
דואר אלקטרוני של המרצה – finep@volcani.agri.gov.il

בדקנו אפשרות להשיא את התמורה ממרכיב הדשן בבוצה ע״י התאמת עומס יישום הבוצה לפי הרכבה, סוג הגידול והתנאים האגרוטכניים. הדבר מחייב הכרה של התנהגות הבוצה בקרקע, וקביעת מקדמי הזמינות לצמח של מרכיבי העיקריים. בוצה יכולה להחליף חלק ניכר מתשומת הדשנים תוך שמירת היבול ואיכותו (כולל הזנה ביסודות קורט), בלי להגדיל את זיהום הקרקע ותת-הקרקע בחנקות, תוך הפחתה של עוצמות הנגר (וסחף הקרקע). הבדיקות נעשו בניסויים שונים במעבדה, בחממה ובשדה.
התכולה של יסודות הזנה וקורט בבוצות שפכים, זמינות לגידולים חקלאיים, ואפשרות דליפתם מתחת לבית השורשים, תלויה מאד בטיפול בבוצה במט״ש עצמו ובהמשך. לדוגמה, זמינות חנקן הבוצה למינרליזציה (מעבר מצורה אורגנית לצורה מינרלית) פוחתת הן כתוצאה מייצוב בעיכול אל-אווירני (במט״ש) ועוד יותר כתוצאה מקומפוסטציה. אולם בבקומפוסט בשל יש ריכוזים גבוהים של חנקה. קומפוסטציה מפחיתה גם את זמינות הזרחן ואת זמינות יסודות הקורט והמתכות הכבדות.
חיטה גודלה בחממה במשך שנתיים במכלים בחמרה קלה ביישום בוצה לא מטופלת ובוצה מעוכלת (1-5 טון ח״י/ד׳/שנה) וקומפוסט בוצה (6-18 טון ח״י/ד׳/שנה). היישום חזר מידי שנה. ההשקיה בשנה השנייה הייתה במי-קולחים (N = 32-76 mg/l). חנקן הגביל את היבול בכל טיפולי העונה הראשונה ובטיפולי הקומפוסט והבוצה המעוכלת בעונה השנייה. בשתי השנים היו עודפי זרחן זמין בקרקע במרבית הטיפולים. ריכוזי מתכות כבדות ויסודות קורט רעילים בצמחים היו בד״כ בתחום התקין בשתי השנים.
ניסויי שדה בוצעו בקיבוץ רבדים (קרקע חרסיתית) בשנים האחרונות בגידול מספוא, תירס ובחיטה (כגידול חורפי עוקב). בוצות (מעוכלת, קומפוסט, מיוצבת בסיד) יושמו על בסיס תוספת 50≈ ק״ג N כללי/ד׳. ההשקיה הייתה במי-קולחים (N < 15 mg/l). הבוצות החליפו את הדישון ביסוד (חנקן, זרחן ואשלגן). יבול התירס (גידלו ראשון אחרי הזיבול) עלה (לא מובהק) בהשוואה לדישון המסחרי. ההבדל היה גדול יותר ביבול החיטה (עונה שנייה, ללא דישון נוסף). ס״כ כמויות החנקן, הזרחן והאשלגן שנקלטו בצמחים במהלך העונה בטיפולי הבוצות היו גבוהים ב- 8-16% בהשוואה לממשק המסחרי (לא מובהק), וכמות החנקן הייתה כ- 33-34 ק״ג\ד׳ לעומת 28 ק״ג\ד׳, בהתאמה. יבולי החיטה בטיפולי הבוצות בעונה השנייה היו גבוהים ב- 50 עד 100 ק״ג (15-30% יותר; בד״כ לא מובהק) מהיבולים בטיפולי הדישון (כולל בדישון המלא). ריכוזי הזרחן ויסודות הקורט (ברזל, מנגן, נחושת, אבץ, מוליבדן) בצמחים (גרגרים ונוף) בטיפולי הבוצה (ובעיקר הבוצה המטופלת בסיד) היו גבוהים יותר מאשר בצמחי ההיקש. ריכוזי המתכות הכבדות הלא-חיוניות בחלקי הצמח היו דומים (ונמוכים) בכל הטיפולים.
לא נצפתה כל דליפה של חנקה (או זרחן) מתחת לבית השורשים בכל טיפולי הזיבול והדישון. ריכוזי החנקה בעומק 60-90 ס״מ לאחר 100 יום (סוף גידול התירס) היו ריכוזי הרקע (בממוצע, כ-10 מ״ג N/ק״ג קרקע). כלקח מהניסוי לעיל, מבוצע עתה ניסוי שדה נרחב (16 טיפולי דישון ובוצות) בקיבוץ רבדים, בו נבחן שילוב עם דישון ראש בחלק מטיפולי הבוצה, וכן מתן מנה של 3 שנים ביישום אחד.
נראה תוצאות גם מניסוי שדה אחר ביישום בוצות (מעוכלת בהשוואה לקומפוסט) בו נמצאה דליפה רבה של חנקן וזרחן בחלק מהטיפולים כתוצאה מיישום יתר של הבוצות.

המחקרים נעשו (נעשים) במימון קרן המנהל, מינהל המחקר החקלאי ; המדען הראשי במשרד החקלאות ; מנהלת אפר הפחם.

השפעת שימושי קרקע שונים על נגר עילי, סחף קרקע ותנועה עילית של מזהמים

מני בן-חור

המכון למדעי הקרקע, המים והסביבה, מרכז וולקני

דואר אלקטרוני של המרצה – meni@agri.gov.il

האקלים בארץ מאופיין בחורף קצר וגשום ובקיץ ארוך ויבש. בתנאים אלה הישרדות של צומח בר רב שנתי היא קשה, כיוון שהיא מחייבת התגברות על העונה היבשה. מכאן, שהמערכת האקולוגית הצמחית בארץ רגישה מאוד לשינויים ולהפרות בתנאי הסביבה, המחלישים מאוד את יכולת הצומח הטבעי הרב שנתי לשרוד. החקלאות הישראלית מבוססת ברובה על השקיה בעונה היבשה, וחלקה מבוסס על גידולי בעל (גידולים ללא השקיה) בעיקר חיטה. בעשורים האחרונים, עקב העלייה בצפיפות האוכלוסייה וברמת החיים, שאיבת יתר ממקורות המים הטבעיים (מקורות מים שמקורם ממשקעים) ושימוש מוגבר במי קולחים להשקיה ובבוצות שפכים בשדות החקלאיים, חלים שינויים משמעותיים בשימושי ובממשקי קרקע, בתכסית הצמחית ובאיכות מקורות המים בארץ. שינויים אלו מתבטאים בכך, שבשטחים הפתוחים הטבעיים ישנה ירידה בהיקף של החורש הטבעי הצפוף ומעבר לצמחייה עשבונית עונתית, שבה פני הקרקע חשופים מרבית השנה כולל בתחילת עונת הגשמים. בשטחים החקלאיים לעומת זאת, ישנה פחיתה מסוימת בהיקף השטח המעובד, שינוי בסוגי הגידול וביריד באיכות ופוריות הקרקע.

באזורים צחיחים וצחיחים-למחצה כמו ישראל, שיעורי הנגר העילי וסחף הקרקע במהלך הגשמים הם, בדרך כלל, גבוהים, כאשר לנגר העילי ולסחף הקרקע השפעות שליליות מבחינה סביבתית, חקלאית והנדסית. שיעורי הנגר העילי וסחף הקרקע הגבוהים בארץ נובעים בעיקר עקב, (i) התכונות האופייניות של קרקעות ישראל, כגון - תכולה גבוהה יחסית של מינראלי חרסית תופחים, תכולה נמוכה של חומר אורגני וערכי ניתרון גבוהים יחסית בקרקע, המחלישים את המבנה שלן ; (ii) עוצמות גשם גבוהות בעיקר בסתיו המאפיינים את האקלים באזורים אלו ; (iii) כיסוי צמחי דליל של פני הקרקע.

בהרצאה הנוכחית יוצגו נתוני נגר וסחף ותנועה עילית של מזהמים אי אורגניים במי הנגר שנאספו מחלקות שדה מאזורים שונים בארץ עם שימושי וממשקי קרקע שונים, כגון – שטחי בור עם ובלי עשבייה עונתית, שטחי מטע ושטחים עם גידולי בעל לאחר עיבודים ותוספת של בוצות שפכים שונות. כמויות הנגר והסחף שהתקבלו בקרקעות בור או מעובדת חשופות בתנאי גשם טבעיים היו גבוהות, כאשר תכסית של עצים ירוקי עד מנעו את היווצרות הנגר וסחף הקרקע מהאזורים שאותם חיפו העצים. השפעת צמחים עונתיים, כגון חיטה ועשבייה, בהפחתת הנגר הייתה, על פי רוב, קטנה ולא מובהקת. השפעה זו הייתה תלויה בעיקר במועד נביטת הצמחים, כאשר מניעת הנגר והסחף לא הייתה משמעותי בצמחים שנבטו מאוחר יחסית. לעומת זאת, לצמחים העונתיים הייתה השפעה מובהקת בהקטנת הסחף. הצמחים הקטינו את מהירות הזרימה של הנגר העילי ואף שימושו כמסנן ביולוגי, שלכד את חלקיקי הקרקע הנעים עם הנגר. תוספת בוצות שפכים לאחר טיפולים שונים הפחיתה את כמויות הנגר והסחף כתוצאה מעלייה ביציבות תלכידי הקרקע. ריכוז מקרו-מזהמים, במיוחד NO_3 ו- PO_4, ומיקרומזהמים, כגון בורון ומתכות כבדות עלו במי הנגר כתוצאה מיישום הבוצות. אולם, כמותם הכוללת במי הנגר פחתה בטיפולים מסוימים של תוספת בוצות.

בחינת תהליכי שחרור זרחן אל מי הקרקע ובחינת אפשרות זליגת זרחן אל תעלות הניקוז בעמק החולה עקב שינויי ממשק

<u>שנקר משה</u>

המחלקה לקרקע ומים, הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה ע"ש רוברט ה. סמית, האוניברסיטה העברית בירושלים, רחובות 76100

דואר אלקטרוני של המרצה – shenker@agri.huji.ac.il

עקב ניקוז עמק החולה וייבוש האגם והביצות בשנות החמישים של המאה הקודמת נחשפו שטחי כבול נרחבים (כ-18,000 דונם) אשר משמשים מאז כשטחים חקלאיים אינטנסיביים. תהליכי חמצון ופירוק מואצים של הכבול גורמים מאז הייבוש לירידה מתמדת בתכולת החומר האורגני בקרקעות הכבול מרמה של כ-70-80% טרם הייבוש עד לתכולה של 30-50% ואף פחות מכך כיום. תהליכים אלו התבטאו בירידה מתמשכת של מפלס הקרקע, שחרור חנקות אל מי תעלות הניקוז והירדן, הרס מערכת הניקוז, הרס מבנה הקרקע וירידת פוריותה.

הזרחן המשתחרר תוך פירוק החומר האורגני בקרקעות הכבול המנוקזות, בניגוד לחנקה המאופיינת בניידות גבוהה בקרקע, נוטה ליצור תרכובות קשות תמס ולהיספח בחוזקה למרכיבי קרקע שונים. לכן, בניגוד לחנקה המשתחררת ומודחת אל מחוץ לשדה, הזרחן המשתחרר נוטה להישאר ברובו המכריע בתוך שטחי הכבול המתפרק. מעבר לכך, עקב תצפיות שהראו תגובה דרסטית ליישום רמות גבוהות מאד של זרחן לגידולי שדה באדמות הכבול המתדלדלות, מקובלת בעמק פרקטיקה של דישון זרחני כבד (5 ק"ג זרחן צרוף לדונם לשנה ואף יותר), גם בחלקות אשר בהן רמת זרחן-אולסן הינה בגבולות של 20-40 מ"ג\ק"ג, הרבה מעל הרמה המקובלת כרמת סף למחסור. גורמים אלה מביאים להעשרה מתמשכת של הקרקעות בזרחן.

כדי לעצור במידת מה את תהליכי הדלדול וירידת פני השטח, וכדי למנוע תרומה של החנקות המשתחררות מאגן החולה לתהליכי אאוטרופיקציה של אגם הכינרת, הוחלט להציף מחדש חלק קטן משטחי הכבול הפחות פוריים, וב-1994 הוקם אגם רדוד על שטח של כ-1000 דונם מקרקעות אלו. בשנים העוקבות להצפה נצפתה עליה ניכרת ברמת הזרחן במים, עד כ-400 מיקרו-גרם\ל, רמה זו גבוהה פי 10 ויותר מרמות הזרחן המסיס שנמצאו קודם לכן במי הירדן במוצא העמק וגבוהה פי 20 מערכי הסף העלולים להביא לתהליכי אאוטריפיקציה של גופי מים המוגבלים ע"י זרחן.

התהליכים המביאים לשחרור הזרחן ובדיקת תגובת הזרחן המשתחרר עם הפאזה המוצקה של הקרקע, וכן תנועת הזרחן עם המים המתנקזים מהקרקע, אופיינו בניסויי מעבדה מבוקרים וכן במדידות ישירות בשדה ובניסויי זרימה בין השדה לתעלות. על רקע ניסויים אלה יוצגו התהליכים הגורמים לעליית ריכוזי הזרחן בתמיסת הקרקע, ההשלכות האפשריות של תהליכים אלה והאפשרות של זליגת זרחן מקרקעות עמק החולה אל תעלות הניקוז ואל הירדן.