

לוח זמנים ואסופת תקצירים של יום עיון במחקרי נחל אשלים

יום חמישי, 27 בינואר 2022

ובאינטרנט בקישור <https://tau-ac->

[il.zoom.us/j/89843976659?pwd=czVXQXNLTTEptUmhjS25JMlFoOCtjdz09](https://tau-ac-il.zoom.us/j/89843976659?pwd=czVXQXNLTTEptUmhjS25JMlFoOCtjdz09)



המארג

התכנית הלאומית להערכת מצב הטבע



תוכן עניינים

2..... לוח זמנים ליום העיון.

תקצירים

4..... איפיון שכבת הזיהום בקרקע החולית ותהליכי הסעה עיקריים בנחל אשלים.

6..... ניטור הידרומורפולוגי של נחל אשלים.

8..... שטח הפנים של הקרקע

10..... ניטור השפעת שפך חומצתי ומתכות כבדות בנחל אשלים על נביטת בנק זרעים טבעי.

12..... ניטור חברות הצומח של נחל אשלים.

14..... ניטור ערוץ נחל אשלים ואגם הברבורים באמצעות חישה מרחוק.

16..... סטטוס קוו מזוהם – שנה רביעית של ניטור פרוקי רגליים בנחל אשלים.

18..... השפעת זיהום נחל אשלים על שיחים ובני שיח שליטים.

20..... ביואקומוולציה של פלואור בעקרבים.

22..... ניטור חולייתנים ומארג מזון בנחל אשלים.



לוח זמנים ליום העיון

תוכן	דוברים
08:30 דברי פתיחה	ד"ר איתי רנן המארג, מוזיאון הטבע ע"ש שטיינהרדט, אוניברסיטת תל אביב
ד"ר יהושע שקדי חטיבת המדע, רשות הטבע והגנים	
08:45 סטטוס תכנית הניטור לאחר ארבע שנים	ד"ר רייל הורביץ המארג, מוזיאון הטבע ע"ש שטיינהרדט, אוניברסיטת תל אביב
09:00 הידרוגיאוכימיה	ד"ר אורי נחשון ¹ , ד"ר איתי גבריאלי ² מינהל המחקר החקלאי, מכון וולקני ² המכון הגיאולוגי לישראל
גיאומורפולוגיה	ד"ר רועי אגוזי התחנה לחקר הסחף, משרד החקלאות ופיתוח הכפר
קרומים ביולוגיים	ד"ר אלי צעדי מינהל המחקר החקלאי, מרכז מחקר גילת
בנק זרעים	ד"ר עינב מייזליש-גתי בנק הגנים הישראלי, מינהל המחקר החקלאי
10:00 הפסקת קפה	
10:15 צומח	ד"ר אופיר כץ מו"פ מדבר וים המלח
ניטור צומח בחישה מרחוק	עידו ליבנה המארג, מוזיאון הטבע ע"ש שטיינהרדט, אוניברסיטת תל אביב
פרוקי רגליים	גלעד בן צבי המעבדה האנטומולוגית לאקולוגיה יישומית, מוזיאון הטבע ע"ש שטיינהרדט, אוניברסיטת תל אביב
ביואקומולציה ברקמות צומח	פרופ' שמעון רחמילביץ' מכונים לחקר המדבר, אוניברסיטת בן-גוריון בנגב
11:15 הפסקת קפה	
11:30 ביואקומולציה בעקרבים	יורם צביק ^{1,2} , ד"ר אפרת גביש-רגב ² דוכיפת, מרכז צפרות ואקולוגיה ² אוסף העכבישנים הלאומי, האוניברסיטה העברית בירושלים



פרופ' נגה קרונפלד-שור בית הספר לזואולוגיה, אוניברסיטת תל אביב	ביואקומולציה במארג המזון	
ד"ר רייל הורביץ המארג, מוזיאון הטבע ע"ש שטיינהרדט, אוניברסיטת תל אביב	סינתזה, סיכום ודין	12:00
	סיום	13:00

**מוזיאון
הטבע**
שטיינהרדט
המרכז הלאומי לחקר המגוון הביולוגי



המארג

התכנית הלאומית
להערכת מצב הטבע



אסופת תקצירים

איפיון שכבת הזיהום בקרקע החולית ותהליכי הסעה עיקריים בנחל אשלים

אורי נחשון¹, רועי קציר¹, גלית שרעבי² ואיתי גבריאלי²

¹המכון למדעי הקרקע, המים והסביבה – מכון וולקני, ראשון לציון

² המכון הגיאולוגי לישראל, ירושלים

רקע. הזיהום בנחל אשלים אשר נגרם כתוצאה מזרימה של חומצה עם תרחיף של פוספוגבס מהבריכה של מפעל כיל רותם לווה בהצטברות מזהמים שונים על גבי ובפרופיל הקרקע. חלקו העליון של הנחל, הקרוב למוקד הזיהום, מאופיין בערוץ חולי, רחב ורדוד. מפלס החומצה שזרמה בנחל היה גבוה משמעותית ממפלס הזרימה האופייני לאירועי שיטפון טבעיים. כתוצאה מכך, גדות הנחל והטרסות שמעבר לתעלת הזרימה המרכזית נחשפו גם הם לזיהום. בעוד שתעלת הזרימה המרכזית נחשפת לאירועי שיטפון טבעיים וכתוצאה מכך, צפויה להישטף מן המזהמים, השטח המזוהם מחוץ לערוץ המרכזי כמעט שאיננו נחשף לתהליכי שטיפה טבעיים. עבודה זו בוחנת במעבדה את תהליכי ההמסה של המזהמים מן הקרקע החולית בערוץ הזרימה ומעבר לו בדגש על המורפולוגיות השונות בהן מצוי הפוספוגבס ושאריות החומצה, את תנועת המזהמים לאורך פרופיל הקרקע בטרסות חוליות בתנאי שטח, וכן עוקבת אחר הרכב המים באירועי שיטפון.

שיטות. קרקעות חוליות מנחל אשלים המזוהם נאספו מחלקו העליון של הנחל, וכביקורת - נאספו קרקעות דומות מנחל גמלים, הצמוד לנחל אשלים מצפון. במעבדה, בוצעו ניסויי מיצוי מתגלגלים של המסה במים לבחינת שיחרור מתכות כבדות ומזהמים עיקריים מהקרקע. סדרת המיצויים בוצעה על 8 דוגמאות פני שטח ונבחן הצימוד בין שיחרור מתכות כבדות למזהמים עיקריים. בשדה, נדגמו תחנות נגר לאחר אירועי גשם ונלקחו דוגמאות קרקע עד לעומק של 50 ס"מ, לאפיון תנועת המזהמים לפני ואחרי אירועי גשם ובמשך תקופות יובש ארוכות. בנוסף, נאספו דוגמאות מים מהתחנות ההידרומטריות במקטע החולי והאלוביאלי שהועברו למדידת יונים ראשיים.



המארג

התכנית הלאומית להערכת מצב הטבע





המארג

התכנית הלאומית להערכת מצב הטבע



תוצאות. נתוני המיצויים החוזרים מעידים על נוכחות מזהמים, בהם גופרית, זרחן ופלוואור ברמה גבוהה יחסית בדוגמאות מהיחידה החולית, במיוחד במורפולוגיית הפוספוגבס. נמצא כי ביחס לקרקע הייחוס מנחל גמלים יש העשרה בזמינותן של מתכות כבדות, ביניהן בולטות בהעשרה קדמיום, מנגן, מוליבדן וניקל שדווחו בעבר כמועשרות ברקמות בעלי חיים שנאספו באתר. ה-pH של מי השטיפה של קרקעות אשלים נשאר נמוך ביחס לקרקע הביקורת גם לאחר 9 מחזורי שטיפה ביחס מים סדימנט של 1:1. פרופילי המלחים לעומק עמודות הקרקע בחלקות הנגר הראו דינאמיקה עונתית בריכוזים, אך ללא שינוי משמעותי על פני שנה. האנליזה הכימית של מי השיטפונות מעידים על המשך שיחרור של המזהמים מהיחידה החולית, ובכללם ריכוזים גבוהים של סולפאט ופלוואור יחסית לצפוי במי נגר בקרקע חולית.

דיון ומסקנות. מדידות השדה מעידות על המצאות מזהמים בריכוזים גבוהים בקרקע העליונה של המקטע החולי, כפי שנידון בעבר. משילוב נתוני המעבדה והשדה עולה כי המזהמים משתחררים לאט וצפויים להישאר בקרקע גם לאחר מספר רב של אירועי הרטבה ושיטפונות. מנגוני ההסעה והסתירה שלהם מוגבלים בשל אופי השטח המדברי בו כמות המים מוגבלת, אירועי יובש משמעותיים וקצב שיחרור איטי.

ניטור הידרו-מורפולוגי של נחל אשלים

רועי אגוזי, אריאל נחליאלי, אלון רונן, אוהד הרמן ומתן בן יונה
התחנה לחקר הסחף, אגף לשימור קרקע וניקוז, משרד החקלאות ופתוח הכפר



המארג

התכנית הלאומית
להערכת מצב הטבע



רקע. הילוך הגאות של האירוע באפיק הראשי של נחל אשלים אינו ברור, כיוון שלא היה רישום בתחנת המדידה ההידרומטרית בתעלת אשלים ובגלל האפקט המווסת של מעוק אשלים. כמו כן, לא ברור קצב התהליכים הגיאומורפולוגיים של הסעה / השקעה של סדימנטים (גרופת) אשר עשויים לסייע בתהליך השיקום הטבעי של המערכת הנחלית בדגש על מעלה הנחל (המקטע החולי). צוות הניטור ההידרו-מורפולוגי פעל במהלך השנה האחרונה במטרה לסייע בברור פערי מידע. **שיטות.** 1. מדידות חתכי רוחב בוצעו בשני מקטעי נחל ביחידה החולית בהם סמני שיא הזרימה ברורים. על סמך המדידות חושבה ספיקת שיא לפי שיטת העבר שיפוע. בנוסף בוצע ניתוח באמצעות ממ"ג במטרה להרחיב את החקירה לקטעי נחל נוספים ולהדגים את השינויים ברוחב האפיק ובכיסוי הצמחיה. 2. בוצע ניתוח הידרולוגי של אירועי גאות מדודים ואומדנים של אירועי גאות ביחס לאירוע הפריצה בבריכה 3. 3. בוצע ניתוח חוזר של יחסי רום-שטח-נפח בבריכות אגירת שפכים תעשיתיים 3 ו 4 על סמך תצלומי לוויין וניתוח של נתוני מודל שריג גבהים דיגיטלי. 4. נמדד פילוג גודל הגרגר בשני מקטעי נחל: ביחידה החולית וביחידה האלוביאלית על סמך דיגום תפזורת מייצגת של תשתית האפיק. נדגמו מעל 120 ק"ג של סדימנטים בכל אחד מהמקטעים. הדגימות נופו בשטח עבור גדלים גסים והועברו להמשך ניפוי במעבדה. על סמך הנתונים חולצו אינדקסים המייצגים את התשתית בשני מקטעי הנחל וחושבו קצבי הגרופת (סדימנט גס) בעת אירוע פריצת בריכה. 5. חישוב הקישוריות ההידרוגיאומורפולוגית על סמך ניתוח הגיאומורפומטרי של שריג גבהים דיגיטאלי (DTM) את השטחים התורמים נגר עילי וסדימנטים אל היובלים הראשיים.

תוצאות. נפח השפכים שזרם מבריכה 3 מוערך ב 330 אלף מטר קוב. נפח השפכים שנאגם בבריכה 4 ושתי הברכות הקטנות הצמודות לה מוערך ב-50 אלף מטר קוב. מכאן שבנחל זרמו כ-270 אלף מטר קוב של שפכים בנחל. פענוח



המארג

התכנית הלאומית להערכת מצב הטבע



תמונות רחפן שצולמו ע"י הרט"ג מייד לאחר האירוע מצביע על ניקוז מהיר של בריכה 3 כולל הסרה של משקע מתוך הבריכה. גל הגאות בשיא הספיקה מוערך בין 80 ל-100 מקש"נ ומהירות זרימה של למעלה מ 2 מטר / שניה. התקדמות מהירה זו של גל גאות השפכים באפיק הראשי גרמה להרחבה משמעותית של אפיק הזרימה הפעיל ולהסרה של צמחייה רב שנתית שהתבססה בחלקי אפיק יציבים. חישוב ספיקת הסדימנט מעלה כי בשיא הזרימה במעלה האגן (יחידת הנוף החולית) הוסעו כ 1.3 טון סדימנט לשנייה (שווה ערך למשאית פול-טריילר כל 30 שניות). ניתוח של הקישוריות ההידרוגיאומורפולוגית מצביע על כך שמרבית האגן מתאפיין בקישוריות ההידרוגיאומורפולוגית נמוכה לאפיק המרכזי. יחד עם זאת, מרגע שהשפכים התחילו זרימתם באפיק הם צפויים להגיע לכביש 90 תוך 2.78 שעות (אורך ערוץ 22792 ושיפוע של 0.031). התצפית בכביש 90 של גל השיטפון תועדה בין 4 ל-5 שעות לאחר פריצת הסוללה. כלומר קטעי המעוק וויסתו את הגעת גל השפכים בשעה וחצי לפחות.

דיון ומסקנות. גל הגיאות של השפכים מבריכה 3 היה חריג בעוצמתו ביחס למשטר הזרימות הטבעי ביחידה החולית של אגן נחל אשלים וזאת מבלי להתייחס כלל לאיכות מי השפכים. אנו סבורים שהצלחנו להוסיף פרטים לגבי אירוע הפריצה של בריכה 3 ולאשש הערכות קודמות לגבי נפח השפכים בברכה 3. הצלחנו לדייק את מהלך גל גאות השפכים והסדימנט אולם נותרו פערי ידע כגון: נפח המים שנאגם ונשאב מהמעוק הרדוד והעמוק.

הדינמיקה של מבנה חברת הקרומים הביולוגיים בקרקע מדברית רוויה בחומצה והשפעתה על תכונות שטח הפנים של הקרקע

אלי צעדי, היאם אבו גליון, טל כרם, שמשון שוקר ואילון אטיה
המחלקה למשאבי טבע, מינהל המחקר החקלאי, מרכז מחקר גילת

**מדיאון
הטבע**
שטיינהרדט
המרכז הלאומי לחקר המגוון הביולוגי



המארג

התכנית הלאומית
להערכת מצב הטבע



רקע. קרום קרקע ביולוגי (קק"ב) מכסה את פני הקרקע באזורים צחיחים ברחבי העולם. הקק"ב מורכב מחברת אורגניזמים זעירים הכוללת חיידקי הקרקע, אורגניזמים פוטו-אוטוטרופיים, אצות כחוליות (ציאנובקטריות), אצות קרקע ירוקיות, חזזיות וטחבים. יכולתם של אורגניזמים אלה לגדול באזורים דלים במים מאפשרת להם לאכלס את פני הקרקע באזורים צחיחים. הקק"ב נוצר כתוצאה מיחסי גומלין בין אורגניזמים פוטוסינטיים לבין גרגרי הקרקע. הם משמשים כמדד לבריאות המערכת האקולוגית ומהווים מהנדסי סביבה במערכות דלות-גשמים, מונעים סחף על ידי המים והרוח, מעשירים את הקרקע בחומר אורגני ובחנקן קשור ומהווים יצרן ראשוני באזורים ארידיים, ויחד עם קליטת אבק איאולי תורמים להעשרת הקרקע בנוטריינטים. מטרת המחקר הן לבחון את השפעות הזיהום בנחל אשלים על קרומי הקרקע הביולוגיים, בשני אתרי המחקר השונים לאורך הנחל ואת טיפולי השיקום.

שיטות. נבחרו שני אתרים שנפגעו באירוע בחלק החולי העליון ובחלק האלוביאלי של הנחל. מולם נבחרו שני אתרי ביקורת בנחל גמלים מול המקטע החולי ובמדף אלוביאלי שלא נפגע מהזיהום בסמוך לאתר שנפגע. כביקורת נוספת נבחר אתר נחל ימין. בשלושת אתרי הביקורת קיימים קרומי קרקע ביולוגיים טבעיים מפותחים המהווים מקרים מייצגים של קרומי הקרקע מקומיים. בארבעת האתרים הראשונים מבוצעים חמישה טיפולים המיועדים לנטר ולשקם את הקק"ב. בכל ארבעת אתרים בוצעה שורה של בדיקות פיזיקליות, כימיות וביולוגיות.

תוצאות. כלל תוצאות הניטור והמחקר מצביעות על פגיעה בקרום הקרקע הביולוגי בנחל אשלים, הן בתכונות הפיזיקליות והכימיות והן בביולוגיות שנבדקו. לאחר שלוש שנות המחקר הפגיעה עדיין נוכחת, בייחוד בחלקו העליון - החולי



של הנחל. לעומת זאת, בחלקו האלזוביאלי של הנחל ניכר שיפור בחלק מהמדדים שנבדקו.

דיון ומסקנות. המרחב בו כיסוי קרום הקרקע הביולוגי הוא המשמעותי ביותר בנחל אשלים הוא המרחב החולי שגם מהווה את אגן הניקוז המרכזי של הנחל והוא זה שנפגע ביותר. חוסר גורמי ריבוי של הקק"ב וחומר אורגני מהווה חסם לשיפור המצב. נמצא, לפי תוצאות הטיפולים שנערכו לשיקום, כי טיפולי הוספת גורמי ריבוי של הקק"ב והעשרה בחומר אורגני טחון, כמקור פחמן וחנקן מביאים להשפעה מטיבה, אשר יש להמשיכה ולנטרה ונראה וכי ניתן יהיה להמליץ על טיפולים אלה כאמצעי לזירוז הליך השיקום. קיים צורך להמשיך ולנטר את הטיפולים אלה על מנת לאמוד את קצב שיקום קרום הקרקע הביולוגי באתרים שנפגעו.



המארג

התכנית הלאומית להערכת מצב הטבע



ניטור השפעת שפך חומצתי ומתכות כבדות בנחל אשלים על נביטת בנק

זרעים טבעי

עינב מייזליש גתי, עופר כהן, דקלה ליפשיץ, סיון גולן, לין חגי, תומר פארג' ואלון זינגר

בנק הגנים הישראלי, מנהל המחקר החקלאי, מכון וולקני

רקע. הניטור שנערך בניסוי זה, הוא המשך לניטור בנק הזרעים שנערך בשנים קודמות וכן בחינת איכות הקרקע בהקשר של נביטת זרעים. בניסויים קודמים בקרקעות שנאספו ביחידות אקולוגיות שונות בנחל אשלים בסוף שנת 2018, נמצא כי בהשוואה לקרקעות שנאספו ביחידות מקבילות בנחלי הביקורת באיזור, קצב הנביטה, כמות הנבטים וכן מגוון הנבטים של בנק הזרעים הטבעי בנחל אשלים קטן משמעותית. בהמשך, נמצא כי הקרקע עצמה מאפשרת נביטה תקינה של זרעים טריים ולכן הוצע שבנק הזרעים הטבעי בנחל אשלים הופר בעקבות שטיפת מי התהליכים באירוע בקיעת הסוללה. בניטור הנוכחי, נבחנת השתקמות בנק הזרעים הטבעי בנחל אשלים כשלוש שנים לאחר הבחינה הראשונית.

שיטות. דוגמאות קרקע נאספו מהיחידה הגיאומורפולוגית החולית בנחל אשלים וכן ביחידות מקבילות בנחלים גמלים וימין. מיד לאחר איסוף הקרקעות הן נפרסו במגשי הנבטה מעל מצע תערובת שתילה. מעל הקרקעות פוזרה שכבת רמיקוליט לשמירת הלחות. נביטה בכל מגש תועדה מידי כמה ימים והנבטים נספרו. לאחר הפסקת הנביטה למשך כשבוע נעקרו הנבטים וצולמו כדי לאפשר זיהוי ברמת הסוג לבחינת המגוון הצמחי. הניסוי יועמד בשתי חזרות בלתי תלויות וביום עיון זה יוצגו תוצאות החזרה הראשונה.

תוצאות. ממצאי הניטור עד כה מראים כי לא קיים הבדל בקצב הנביטה ובמספר הנבטים בין הנבטת הקרקעות שנאספו בנחל אשלים לבין הנבטת הקרקעות שנאספו בנחל גמלים. עם זאת, קרקעות נחל ימין לא נבטו (או באחוזים נמוכים מאוד של 1-2 נבטים במגש). הסוג הנפוץ במגשי השתילה בשני האזורים (אשלים וגמלים) היה זוגן עם עשרות רבות של נבטים מסוג זה בכל מגש. סוגי צומח אחרים נבטו במגשים במופעים בודדים. סה"כ ניצפו במגשי אשלים 6 סוגים ובמגשי גמלים



15 סוגים שהתבטא גם במדד מגוון המינים עם ערכים גבוהים בקרקעות גמלים יחסית לקרקעות אשלים.

דיון ומסקנות. התוצאות שהתקבלו בניטור ראשוני זה מראות שיפור ניכר בבנק הזרעים הטבעי בנחל אשלים מבחינת נביטה וקצב נביטה אך עם פגיעה מסוימת במגוון הצומח הפוטנציאלי. עם זאת, כיוון שמדובר בשני אזורים שונים לחלוטין וכן בהתחשב בהעדר הנביטה בקרקעות נחל ימין, יש לבחון את התוצאות בשילוב עם סקרי הצומח הנערכים באזור ולבחון את התוצאות שהתקבלו תוך הסתכלות מערכתית על מספר גורמים.

מדיאון הטבע
שטיינהרדט
המרכז הלאומי לחקר המגוון הביולוגי



המארג

התכנית הלאומית
להערכת מצב הטבע



ניטור חברות הצומח של נחל אשלים

אופיר כץ^{1,2}

¹מו"פ מדבר וים המלח, גן לאומי מצדה, הר מצדה

²אוניברסיטת בן-גוריון בנגב, קמפוס אילת, אילת

מדיאון הטבע
שטיינהרדט
המרכז הלאומי לחקר המגוון הביולוגי



המארג

התכנית הלאומית להערכת מצב הטבע



רקע. זרימת השפך התעשייתי בנחל אשלים גרמה לפגיעה רבה בצומח בנחל. צמחים רב-שנתיים רבים נעקרו. גם אלה ששרדו, וכן מינים חד-שנתיים, מושפעים מהשינויים בהרכב הכימי של הקרקע. ניטורים קודמים הראו כי מספר מינים חד-שנתיים ורב-שנתיים מהווים סמנים טובים למצב נחל אשלים, מכיוון שתפוצתם או שכיחותם בנחל אשלים גבוהה או נמוכה יותר מאשר בנחלי הביקורת. כמו-כן תצפיות שבוצעו בשנים קודמות העלו כי הרתמים בנחל אשלים אינם פורחים או פורחים משמעותית פחות מאשר הרתמים בנחלי הביקורת.

שיטות. עקב ריבוי ארועי שרב במהלך האביב, קמילת הצמחים הקדימה באופן בלתי-צפוי, וביצוע סקר צומח מקיף וכמותי לא התאפשר. במקום זאת בוצעו תצפיות כלליות על הצומח בשטח, תוך התמקדות בצמחים זוהו כסמנים בסקרים הקודמים. סקר הרתמים כלל 15 פרטים בנחל אשלים ו-15 פרטים בנחלי הביקורת. בוצעה הערכה איכותנית של מצב העלווה, הערכה כמותית-למחצה של צפיפות ענפים נושאי-פרחים/פירות, והוערכה צפיפות הפרחים/פירות במקטע באורך 20 מ"מ על הענף בעל הצפיפות המקסימלית בכל שיח.

תוצאות. ביחידה האלוביאלית של נחל אשלים (ושל נחלי הביקורת) נצפו פרטים רבים, גדולים ובריאים של פגוניה רכה, מין שזוהה כסמן חיובי יציב בשנים הקודמות. לא נראו פרטים של מוצנית קטנת-פרחים, סמן שלילי יציב בשנים האחרונות. הרתמים בנחל אשלים ירוקים יותר מאשר בנחלי הביקורת, אך יש להם פחות פרחים ופירות.

דיון ומסקנות. יש עדויות להמשך מגמת ההתאוששות בנחל אשלים, ובפרט ביחידה האלוביאלית, המתבטאת בהופעת מינים סמנים חיוביים והיעדרות של מין סמן שלילי. ההבדלים הפנולוגיים של שיחי הרוותם מצביעים על עקה שבה נתונים



שיחי הרוחם בנחל אשלים; הם מסוגלים להוריק אך לא מנצלים את תוצרי הפוטוסינתזה האלה לצורך רבייה, אלא ככל הנראה לצרכים אחרים ומיידיים יותר.

מדיאון הטבע
שטיינהרדט
המרכז הלאומי לחקר המגוון הביולוגי



המארג
התכנית הלאומית
להערכת מצב הטבע



ניטור ערוץ נחל אשלים ואגם הברבורים באמצעות חישה מרחוק

עידו ליבנה

המארג, מוזיאון הטבע ע"ש שטיינהרדט, אוניברסיטת תל אביב

**מוזיאון
הטבע**
שטיינהרדט
המרכז הלאומי לחקר המגוון הביולוגי



המארג

התכנית הלאומית
להערכת מצב הטבע



רקע. במהלך שנת הניטור 2021 הוצבו שתי מטרות ניטור בהיבט של חישה מרחוק: 1. מעקב אחר מגמת השינוי בכיסוי צומח מעוצה במקטעי הנחל השונים, עם השוואה במרחב ובזמן: נחל אשלים אל מול נחלי הביקורת וכלל הנחלים (אשלים והביקורת) לפני ואחרי הזיהום. 2. מעקב אחר שינויים בפריחת האצות באגם הברבורים אשר במורד הנחל, כולל חלוקה למקטעים בתוך האגם, השוואה לתקופה שלפני הזיהום ובחינת השינויים כפונקציה של משקעים וזרימות בנחל אשלים.

שיטות. נתונים גולמיים: חומרי החישה מרחוק התבססו על נתוני סנטינל-2: לוויין מולטיספקטראלי ברזולוציה בינונית (10-20 מ"מ/פיקסל) אשר חולף אחת לחמישה ימים מעל אזור העניין נתוני משקעים נלקחו מתחנת סדום, הממוקמת כ-4.5 ק"מ בקו אווירי מאגם הברבורים ובאותו אזור גיאוגרפי. נתוני שיטפונות בנחל אשלים נלקחו מהשירות ההידרולוגי. אלגוריתמים – חישה מרחוק: 1. אינדקס צמחייה – Normalized Difference Vegetation Index: NDVI – מאפשר מעקב אחר בריאות הצמחייה בהתאם ליחס בין האות האדום והתת אדום שמוחזר מהצמח לחיישן. 2. אינדקס לזיהוי אצות – Normalized Difference Chlorophyll Index: NDCI. מאפשר מעקב אחר פריחת אצות בהתאם ליחס בין האות האדום לאות באורך גל 710-720 ננומטר שמוחזר לחיישן.

תוצאות. צומח בערוץ הנחל: המגמה של שיפור במדדי הצומח בנחל נמשכת גם בשנת הניטור הנוכחית. בהמשך לנתונים משנים קודמות, פגיעה משמעותית נצפתה רק ביחידה החולית, בעוד במורד הנחל, ביחידה האלוביאלית, לא נצפתה מגמה כלשהי של שינוי. ביחידה החולית, בשנים 2016-2017 ערכי ה-NDVI בנחל אשלים היו דומים לערכים בנחלי הביקורת, אולם בשנת 2018 חל שינוי שהתבטא בירידה בערכים לעומת נחלי הביקורת. החל משנת 2019 רואים מגמה של התאוששות, כאשר בשנת 2021 המדדים כבר קרובים מאוד למצב בשנת





המארג

התכנית הלאומית להערכת מצב הטבע



2017. פריחת אצות באגם הברבורים: לא נמצא קשר בין אירוע הזיהום לאירועי פריחת אצות, עם זאת נמצא מתאם הפוך גבוה בין כמות המשקעים השנתית בתחנת סדום לבין פריחת אצות (מעט משקעים=פריחה מרובה). לא נמצא מתאם דומה לאירועי שיטפונות בערוץ הנחל.

דיון ומסקנות. 1. מדדי הצומח בנחל הגיעו בשנה זו לרמה דומה לרמתם טרום אירוע הזיהום. 2. העובדה ששינוי במדדי הצומח נראה רק ביחידה החולית, אין בה כדי להצביע על כך שבשאר השטח הכל כשורה. יש להתחשב במגבלות הרזולוציה המרחבית של צילומי הלווין ובמגבלות של נתונים מולטיספקטראליים לתת אינדיקציה מלאה ומדויקת על מצב הצומח. 3. לא נמצא קשר בין פריחת אצות באגם הברבורים לבין אירוע הזיהום, אולם נמצא מתאם עם כמות המשקעים השנתית. שאיבה מהאגם היא גורם בלתי ידוע עם פוטנציאל השפעה משמעותי. 4. מחסור בנתונים מרחביים מדויקים על משקעים ובנתונים היסטוריים ברזולוציה גבוהה מעלה את רמת אי הוודאות של התוצאות.

סטטוס קוו מזוהם - שנה רביעית של ניטור פרוקי רגליים בנחל אשלים
גלעד בן צבי, אחיקם גרא, עדי רמות, יעל מיארה, כרמל הרולד, איתי נמיר ואלה פישמן
המעבדה האנטומולוגית לאקולוגיה יישומית, מזיאון הטבע ע"ש שטיינהרדט, אוניברסיטת תל אביב



המארג
התכנית הלאומית להערכת מצב הטבע



רקע. פרוקי רגליים הם קבוצה עשירה ביותר מבחינת שפע פרטים, עושר מינים ומגוון תפקודים במערכת האקולוגית, ניטורם מספק שפע נתונים ותוצאות חזקות סטטיסטית, ולכן השימוש בהם כביואינדיקטורים מתבקש ומתרחב בשנים האחרונות. ניטור פרוקי רגליים קרקעיים מתקיים בנחל אשלים מאז אביב 2018, האביב הראשון לאחר אירוע זרימת השפכים.

שיטות. חברות פרוקי הרגליים הולכי הקרקע ביחידה העליונה (החולית) וביחידה התחתונה (האלוביאלית) של נחל אשלים נוטרו באביב 2021 בעזרת מלכודות נפילה תוך השוואה לנחלים לא מזוהמים שכנים. בכל אחד מ-4 הטיפולים (חולי/אלוביאלית X מזוהם/ביקורת) נדגמו 4 חלקות, בכל חלקה 25 מלכודות נפילה. החרקים שנדגמו מוינו במעבדה לרמת ה-morphospecies. ניתוח הנתונים נערכה השוואה בין החלקות המזוהמות וחלקות הביקורת, ובנוסף הושו הנתונים לאביבים של שנים קודמות, על מנת ללמוד על קצב והיקף התאוששות החברה. ההתמקדות היתה בשפע, בעושר, במגוון ובהרכב של כלל חברת פרוקי הרגליים, ובנוסף בקבוצות אינדיקטוריות - גילדות תזונתיות ומינים שידוע שמושפעים מזיהום או שנמצאו בעלי העדפה ברורה לחלקות המזוהמות או לביקורת.

תוצאות. שפע הפרטים ביחידה החולית המזוהמת נמוך במובהק מאשר בביקורת, והמגמה לא משתנה. הרכב החברה המזוהמת היה שונה ב-2018 בשתי היחידות מהביקורת באופן מובהק, אבל החל מ-2019 נעלמה המובהקות ביחידה האלוביאלית ונותרה רק בחולית. גילדת אוכלי הזרעים נעלמה מהיחידה החולית המזוהמת ועדיין לא חזרה. גילדת מוצצי המוהל, שהתרבתה ביחידה האלוביאלית המזוהמת ב-2018, חזרה וירדה ב-2019 לשפע דומה לביקורת,

זזה המצב גם כיום. המינים האינדיקטוריים שהראו העדפה לביקורת או למזוהם ביחידה האלוביאלית ב-2018 מיתנו בשנים שלאחר מכן את העדפתם, ואילו ביחידה החולית רובם שימרו את עוצמת העדפתם.

דין ומסקנות. ניתוח תוצאות דיגום חברת פרוקי הרגליים מצביע על פגיעת הזיהום בכל חלקי נחל אשלים, ועל פגיעה קשה במיוחד ביחידה החולית. העלמות גילדת אוכלי הזרעים מעידה על פגיעה בבנק הזרעים ביחידה החולית. העלייה והירידה בגילדת מוצצי המוהל מעידה כנראה על זיהום פלואור זמני ברמה בינונית ביחידה האלוביאלית. השיקום שונה מאוד בקצבו בין שתי היחידות: בעוד ביחידה האלוביאלית ניכרת מגמת השיפור משנה לשנה, נראה שהיחידה החולית לא משתקמת.



המארג

התכנית הלאומית להערכת מצב הטבע



השפעת זיהום נחל אשלים על שיחים ובני שיח שליטים

נטלי דה פלקו, שמעון רחמילביץ' וטימאה יגנת
המכונים לחקר המדבר המחלקה לביוטכנולוגיה של אזורים צחיחים על שם אלברט כץ,
אוניברסיטת בן גוריון בנגב

**מדיאון
הטבע**
שטיינהרדט
המרכז הלאומי לחקר המגוון הביולוגי



המארג

התכנית הלאומית
להערכת מצב הטבע



רקע. צמחים יכולים להיפגע באופן ישיר משאריות יסודות כימיים דוגמת זרחן, סולפט ופלואור שנותרו בקרקע לאחר הזיהום בנחל אשלים ובעקיפין משינוי מאפייני הקרקע. מטרת הניטור הנוכחי היא לבחון את השפעת הזיהום בשמורת אשלים על שיחים ובני שיח שליטים לאורך זמן. נכון לעכשיו אספנו נתונים באוקטובר 2019, בדצמבר 2020 ונובמבר 2021.

שיטות. על מנת לבחון את השפעת הזיהום על גידול השיחים והשיחים בשמורת נחל אשלים, נבדקו הבדלים במצב הפיזיולוגי, בחתימה הספקטרלית ובריכוזם של יסודות שונים (מתכות כבדות ופלואור) בין מיני צמחים המצויים בערוצים מזהמים לעומת ערוצים לא מזהמים לכאורה בקרבת מקום. נעשה מעקב אחר שני בתי גידול (חול ואלוביאלי) וסה"כ נדגמו 3 מיני צמחים: מלוח קיפח (*Atriplex halimus*), יפרוק המדבר (*Anabasis articulata*) ורותם המדבר (*Retama raetam*). נמדדו פיגמנטים (כלורופיל a ו-b וקרונואידיים) ונאספו דגימות מחלקי עלווה ומקרקע ליד השורשים כדי להשוות בין צמחי רותם, יפרוק ומלוח. גם הצמחים וגם דגימות הקרקע עברו עיכול חומצה רטובה באמצעות מערכת העיכול במיקרוגל Milestone Ethos Up. לאחר מכן, נבדקו הדגימות בעזרת Inductively coupled plasma (ICP) על מנת למדוד את ריכוז הפלואור, דגימות של עלים ואדמה עברו מיצוי מים והדגימות נבדקו. כל הנתונים הושאו גם לנתוני חתימה ספקטרלית.

תוצאות. תוצאות הניטור של 2021 הראו שבבית הגידול החולי, עלים וקרקע באזור המזהם היו בעלי ריכוז מתכות כבדות וריכוז פלואור גבוהים יותר ביחס לאזור הביקורת. נמצאו הבדלים מובהקים בריכוזים בעלים של המינים השונים. בנוסף, נמדדו הבדלים משמעותיים במדדי עקת המים, ובמדדים פיזיולוגיים וספקטראליים נוספים בין אזור הביקורת לאזור המזהם. לעומת זאת, בבית



הגידול האלוביאלי, הקרקע באזור הביקורת הינה בעלת ריכוז מתכות כבדות גבוה יותר ביחס לאזור המזוהם. באזור המזוהם נמדדו בקרקע ריכוזי פלואור גבוהים יותר מאשר באזור הביקורת. לא נמצאו הבדלים משמעותיים בריכוזי המתכות הכבדות והפלואור בעלים. בדומה לבית הגידול החולי, נמדדו הבדלים משמעותיים במדדים הפיזיולוגיים והספקטריים בין אזור הביקורת לאזור המזוהם.

מדיאון הטבע
שטיינרדט
המרכז הלאומי לחקר המגוון הביולוגי



המארג

התכנית הלאומית
להערכת מצב הטבע





ביואקומולציה של פלואור בעקרבים

יורם צביק^{1,2}, אפרת גביש-רגב¹, רייל הורביץ³, נטל דה פלקו⁴ ושמעון רחמילביץ⁴

¹ אוספי הטבע הלאומיים, האוניברסיטה העברית בירושלים

² המעבדה לחקר עקרבי ישראל, עמותת דוכיפת לצפרות ואקולוגיה, ירוחם

³ המארג, מוזיאון הטבע ע"ש שטיינהרדט, אוניברסיטת תל אביב

⁴ המכונים לחקר המדבר המחלקה לביוטכנולוגיה של אזורים צחיחים על שם אלברט כץ,

אוניברסיטת בן גוריון בנגב

רקע. הזיהום שזרם לנחל אשלים בקיץ 2017 גרם, על-פי תוצאות מבדיקות שונות, לריכוזים גבוהים יחסית של חומרים רעילים במים, בקרקע ובצומח. קיימת אפשרות כי חומרים אלו עלולים לעבור במעלה מארג המזון ולהצטבר ברקמות אורגניזמים שונים. אחד החומרים שנמצא בריכוזים גבוהים יחסית היה פלואור ונגזרותיו. עקרבים הם מרכיב חשוב במערכות אקולוגית מדבריות, הן מבחינת שפע וביומסה והן מהיותם צרכנים שניונים הניזונים בעיקר מפרוקי-רגליים אוכלי צומח או מטורפים. בניטור שנערך בנחל אשלים בעקבות הזיהום האחרון, נמצא שהמין עקצן צהוב (*Leiurus hebraeus*) היה העקרב הנפוץ ביותר בחלקות הדיגום בחלק החולי של הנחל ונמצא גם בחלקות הביקורת ובחלקות האלוביום. ההשערה שלנו שעקצן צהוב, בהיותו טורף שניוני, עשוי לצבור ברקמות גופו חומרים מזהמים ובהתאם, להוות ביואינדיקטור להצטברותם במארג המזון.

שיטות. בכדי לבדוק את השערת המחקר אנו עורכים ניסוי מעבדה לבדיקת מעבר והצטברות של נתרן פלואורי במארג-המזון. ניסויי ההאכלה כולל שלוש רמות טרופיות: יצרנים (חיטת הלחם (*Triticum aestivum*)), צרכנים ראשוניים (חגבים מהמין (*Schistocerca gregaria*) וצרכנים שניוניים (עקרבים מהמין עקצן צהוב (*Leiurus hebraeus*)), עם השקיה במים עם נתרן פלואורי כטיפול, והשקיה במים מזוקקים כביקורת. בבדיקה מקדימה השונו את ריכוז הנתרן הפלואורי בחיטה לאחר השקיה בארבעה ריכוזים שונים של נתרן פלואורי. לאור בדיקה זו בחרנו להשתמש בריכוז של 150 מ"ג לליטר ושלוש השקיות של 200



המארג

התכנית הלאומית להערכת מצב הטבע



מ"ל מים מזוקקים בניסוי. השקיית החיטה בוצעה פעם בשלושה ימים בתמיסת הטיפול או במים המזוקקים (ביקורת). שמונים חגבים גודלו בתנאי מעבדה החל מדרגת התפתחות ראשונה או שנייה של החגבים ועד לדרגת תת-בוגר, מחציתם הואכלו במשך 15 ימים בחיטה המטופלת ומחציתם בחיטת הביקורת. ארבעים עקרבים גודלו בתנאי מעבדה, מחציתם קיבלו חגב תת-בוגר אחד לכל עקרב, שגדל על חיטה מטופלת, פעם בשבועיים במשך חודש וחצי, ומחציתם קיבלו עקרב שגדל על חיטת הביקורת. בתום הטיפול, עשרה פרטים מכל רמה טרופית נשלחו לבדיקת רמת הפלואור ברקמות. שאר הפרטים הושארו להמשך מעקב למקרה של הופעת תסמינים בעקבות הניסוי.

תוצאות. בניסוי מקדים שערכנו, נמצא ריכוז פלואור של 1mg/kg בחיטת הביקורת שהושקתה במים מזוקקים, לעומת ריכוז של $127\text{mg/kg} - 14\text{mg/kg}$ בטיפולים של חיטה שהושקתה בריכוזים שונים של תמיסת פלואור. דגימות החיטה שקיבלה שלוש השקיות בתמיסת 150mg/l , הכילו ריכוז פלואור גבוה ביותר - 127mg/kg , ולכן החלטנו להשתמש בריכוז זה. הניסוי עדיין בעיצומו, בימים הקרובים יתקבלו תוצאות ריכוז הפלואור בחגבים שנדגמו, ובמקביל מתבצעת האכלת העקרבים בחגבים.

דיון ומסקנות. עד כה נראתה הצטברות מזהמים ברמת היצרנים.

ניטור חולייתנים ומארג מזון בנחל אשלים

מרווה סאם¹, אלה פסטרנק², פרנק וון היפל³ ונגה קרונפלד-שור¹

¹בית הספר לזואולוגיה, אוניברסיטת תל אביב

²מרכז יונקים, החברה להגנת הטבע

³אוניברסיטת אריזונה, ארה"ב



המארג

התכנית הלאומית
להערכת מצב הטבע



רקע. בשנים הראשונות למחקר מדדנו את השפעת פריצת ברכת הגבס של מפעל רותם אמפרט על חולייתנים (נוצות מציפורי שיר ופרווה ממכרסמים) בנחל. החל מהשנה שעברה הוספנו דגימות שונות שנאספו מקבוצות העבודה האחרות, כולל דגימות קרקע, צמחיה, צרכנים ראשוניים (פרוקי רגליים כולל חיפושיות, נמלים, חגבים, זחלי פרפרים וכדומה), וצרכנים שניוניים/טורפים (עקרבים ועכבישים).

שיטות. אנליזות המזהמים נעשו במעבדתו של פרופסור פרנק וון היפל באוניברסיטת אריזונה. העופות נדגמו ב"אגם הברבורים" פעם בשנתיים: 2018 ו-2020. המין ממנו נלכדו מספר מספק של פרטים בשתי השנים הוא קנית אפריקנית (יציבה), והנתונים נבחנו על מין זה בלבד. הציפורים שנלכדו ב 2018 חולקו לשתי קבוצות גיל (ביקורת פנימית): ציפורים בוגרות ופרחונים. הנחת היסוד היא שנוצותיהם של פרחונים גדלו בנוכחות הזיהום ולכן רמות המזהמים בהן צפויות להיות גבוהות יותר. בשנת 2020 העופות לא חולקו לקבוצות גיל והנחנו שהנוצות של כולם גדלו בנוכחות הזיהום. מכרסמים נדגמו (איסוף פרווה) פעמיים בשנה בשני אתרים בנחל אשלים ובאתרי השוואה, באזור אלוביאלי ואזור חולי. פרט לאיסוף הפרווה נרשמו גם המשקל, הגיל והמצב הרבייתי.

פרוקי רגליים וצמחים מקבוצות טקסונומיות שונות נאספו על ידי קבוצות המחקר השונות, נותחו בשלב זה רק בהשוואה בין אתרי הזיהום והביקורת לפי רמה טקסונומית (ללא התייחסות לשנה ולבית הגידול). הצמחים נאספו ב 2019 וכללו את יפרוק המדבר, רותם המדבר, מלחית מבאישה ויפרוק זיפני.

תוצאות. עופות: בשנת 2018 נמצא שרמות הנחושות בצעירים גבוהות משל הבוגרים. רמות הנחושות בבוגרים בשנת 2020 עלתה באופן מובהק. בשנת 2018 רמות הכרום בצעירים הייתה גבוהה במובהק משל הבוגרים. רמות הכרום בבוגרים ירדו באופן מובהק בשנת 2020. בשנת 2018 לא היה הבדל בין צעירים



המארג

התכנית הלאומית להערכת מצב הטבע



לבוגרים ברמות ונדיום ומוליבדן. רמות הונדיום והמוליבדן בבוגרים עלו בשנת 2020 באופן מובהק. בשנת 2018 לא היה הבדל בין צעירים לבוגרים ברמות הטיטניום. רמות הטיטניום בשנת 2020 עלו באופן קרוב למובהק ($p=0.07$). בכל שאר המתכות: מנגן, קדמיום, ניקל, ארסן, אבץ, וסטרוניום לא נמצאו הבדלים מובהקים. מכרסמים: במהלך 2018-2020 נלכדו 46 מכרסמים מחמישה מינים שונים: 26 קוצנים מצויים, 12 גרבילי סלעים, 6 יפי זנב, עכבר אחד וגרביל ערבה אחד. באתרי הביקורת נלכדו 14 קוצנים מצויים בוגרים וארבעה צעירים, באשלים נלכדו 7 בוגרים ושני צעירים. בשל רמות גבוהות של מתכות שנמדדו גם באתר הביקורת, נוספה קבוצת ביקורת נוספת מעין גדי. משקל הבוגרים בנחל אשלים נמוך ב 20% בממוצע מהביקורת ($p<0.01$). גרבילי סלעים נלכדו בשטח החולי בלבד, שלושה בביקורת ותשעה באשלים (מתוכם ארבעה צעירים). לא נמצא הבדל במשקל הבוגרים. רמות הנחושת בפרוות הקוצנים שנלכדו באתרי הביקורת גבוהה במובהק משל הקוצנים שנלכדו באתרי הניסוי. לא נמצאה השפעה של שנת הלכידה. סטרונציום וטיטניום: בפרוות הקוצנים נמצאה ירידה מובהקת ברמות הסטרונציום והטיטניום בין 2019 ל 2020. ונדיום ומוליבדן: בכל הקוצנים נמצאה עליה מובהקת ברמות ונדיום ומוליבדן מ-2019 ל-2020. בהשוואה בין כל קוצני הביקורת שנלכדו במהלך המחקר לקבוצה חיצונית שנלכדה בעין גדי, נמצא כי בכל המתכות בהן נמצא הבדל מובהק (מנגן, סטרונציום, טיטניום, ניקל, ארסן ובצורה קרובה למובהקת בכרום), רמות המתכות בפרוות הקוצנים הייתה גבוהה במובהק (לפעמים בסדרי גודל) בקוצני הביקורת. פרוקי רגליים: בפרוקי רגליים טורפים רמות סטרונציום, כרום ואלומיניום גבוהים במובהק באתרי הזיהום. רמות מנגן גבוהות כמעט במובהק (0.07) באתרי הזיהום. בצמחוניים כמעט ולא נמצאו הבדלים בין אתרי הביקורת ואשלים, ורמות ונדיום ומנגן גבוהות במובהק כמעט באתרי הביקורת מאשר באשלים. צמחים: רמות אבץ, טיטניום, כרום, ניקל, קדמיום וארסן גבוהות במובהק בצמחים מאתר הזיהום בהשוואה לאתר הביקורת. דיון ומסקנות. בעופות רמות הנחושת, ונדיום ומוליבדן בנוצות עלו בצורה מובהקת בין 2018-2020, ורמות הטיטניום עלו בצורה כמעט מובהקת. רמות הכרום בלבד ירדו בצורה מובהקת. נראה שהעופות ממשיכים להיחשף לרמות גבוהות של

מתכות, הנצברות בגופן. במכרסמים נמצא שרמות הונדיום והמוליבדן עלו בצורה מובהקת מ 2019 ל-2020 בדומה למצב בעופות, רמות הנחושת לא השתנו אך הן עדין גבוהות במובהק באזור אשלים בהשוואה לביקורת, וברמות סטרונציום וטיטניום בפרווה נמצאות במגמת ירידה. מסת הגוף הנמוכה של הקוצנים מאזור אשלים מעידה כי לחשיפה לזיהום יש עדין השפעה פיזיולוגית מובהקת. עם זאת, שימוש בקבוצה חיצונית נוספת מצביעה על כך שהקוצנים בכל האזור, כולל אתרי הביקורת הסמוכים, נחשפים לרמות גבוהות של מתכות המצטברות בגופן, ומשפיעות על בריאותם. תוצאות אלו אינן מפתיעות כשבוחנים את רמות המתכות שנמצאו בצמחים ובפרוקי רגליים שנמצאו באשלים בהשוואה לאתרי הביקורת. בכל המקרים בהם נמצא הבדל מובהק בין האתרים, רמות הזיהום היו גבוהות יותר באשלים. מהתוצאות שהתקבלו אין ספק כי המזהמים שמקורם בזרימת מי הגבס ממשיכים להצטבר בגופם של החולייתנים, ובחלקם השפעת הזיהום אפילו התגברה. לפחות בקוצנים, נראה שיש לזיהום השלכות פיזיולוגיות, המתבטאות במסת גוף נמוכה במובהק בנחל אשלים.



המארג

התכנית הלאומית להערכת מצב הטבע

