

# מימד לעולם זורמים בנחת? - תמונת מצב והצעות לשיקום אקוהדרולוגי של אגן נחל תנינים

אורי מורן<sup>1</sup> ושחר שלוח

**"הכרמל ניצב איתן / ירוק צבעו של התלתן / מימד לעולם זורמים בנחת / גם היום כמו אתמול / ימינה כביש ועץ משמאל / ורק עיניים אחרות / אני רואה בתוך המים" (נחל התנינים, אהוד מנור)**

## תקציר

בין השנים 2015 ו-2017 עסקה קבוצה של חוקרים ואנשי מקצוע באיסוף נתונים סביבתיים שונים באגן נחל תנינים לשם כתיבת מתווה תכנוני לשיקום אקו-הידרולוגי של האזור. מטרת העל של הפרויקט היא שיקום המערכת האקו-הידרולוגית באגן התנינים, תוך שילוב מגוון שימושי הקרקע המצויים בו (מרעה, חקלאות, ניקוז, אתרי מורשת, תיירות ונופש). מתווה התכנון עסק בתשתית של משאבי הטבע, ההתיישבות ומשק המים, ובנקודת המפגש בין כל אלה. מטרת המתווה התכנוני לבטא באופן מעמיק את קשרי הגומלין בין הטבע ובין הפיתוח האנושי ברצועת הנחל בעבר ובהווה. מאמר זה מציג היבטים הידרולוגיים, אקולוגיים, חברתיים-סביבתיים המעצבים את המערכת האקו-הידרולוגית באגן הנחל וסוקר את השינויים מיד אדם המאיימים על הגשמתו של המתווה התכנוני לשיקום אגן נחל התנינים.

## רקע

שירו של מנור המצוטט לעיל, שהתפרסם ב-1969, מתאר זיכרונות ילדות שחלפו בעוד שמימיו של הנחל "לעולם זורמים בנחת". כמעט יובל שנים מאוחר יותר, כתב תושב בנימינה רן לוי-יממורי שיר בעל שם דומה – "נחל שלי, נחל תנינים". בשונה ממנור, מתאר לוי-יממורי כמיהה לנחל שמימיו זורמים והוא מושך לגדותיו "ילדים צוהלים" אשר "מְשַׁתְּקִים בְּמִימָיָה הַצְּלוּלִים" אך כעת "אין קול מים, הַנַּחַל אֵלֶם". שני השירים מבטאים את משמעותו של נחל חי, זורם ומתפקד מבחינה אקולוגית עבור הקהילה השוכנת סביבו. ניסים דהן, תושב בנימינה כבן 60, צולם במסגרת פעילות ארגון "חיים למען נחל תנינים" שקם ביישובו לסרטון שבו הוא מעלה זיכרונות ילדות מהנחל ובעיקר מתרפק על הימים הרחוקים שבהם הייתה זרימה בערוץ, אפילו עד כדי סכנת טביעה.

דהן אינו משתמש במושגים כמו "זהות מקומית" או "שירותי מערכת", אך הם מרכזיים בדבריו. הוא מתאר את הנחל כאתר למפגשים חברתיים ובילוי פנאי, כולל שחייה, את השימוש שנעשה בו לקיום מצוות "תשליך" ולאיסוף ענפי ערבה לשם קיום מצוות החיבוט בעת ההקפות של הושענא רבא, ואת המפגשים הבלתי אמצעיים עם חיות הבר שבסביבת הנחל כ"גן חיות פרטי". הסרטון צולם בחורף 2015 ובולט בו הפער בין זיכרונותיו שטופי המים של דהן ובין הזרימה הרדודה בערוץ הנראית בסרט. ב-2018, כשהנחל גאה, תושבי האזור נהרו

<sup>1</sup> [ori@moran-eco.co.il](mailto:ori@moran-eco.co.il)

<sup>1</sup> אורי מורן הוא מתכנן אקו-הידרולוגי והכותב הראשי של בסיס המידע לשיקום נחל תנינים,

אליו ושיתפו את חבריהם בתמונות של הזרימה ושל שיט במורד. בזאת הוכיחו כי גם היום הנחל חי כמשאב תרבותי.

### אגן התנינים – תמונת מצב

נחל תנינים הוא אחד מנחלי החוף המנקזים את האגן המערבי של ישראל. עד לפני כ-60 שנה עדיין זרמו מים במשך כל השנה במקטעים שונים של הנחל ושימשו את תושבי האזור לצרכים שונים. מזה שנים רבות הנחל יבש, פרט למורדו (מעיינות תמסח ועד השפך לים) ולאחרונה במקטע קטן במרכזו. בזיכרונותיהם ועדויותיהם של התושבים, שנאספו במהלך כתיבת מתווה התכנון לשיקום הנחל, נותרו תמונות, סיפורים ושירים על הנחל השופע. כל אלה מעידים על שירותי המערכת האקולוגית, על חשיבותם התרבותית ועל חלקם ביצירת הזהות המקומית של תושבי אגן הנחל. הפער בין המורשת ובין מצב הנחל כיום עורר תנועה לשינוי, נכתבה תכנית בשם "דרך המים" וקמה עמותת "חיים לנחל תנינים"; בבקעת הנדיב הוכשרה הקרקע להכנת תכנית שיקום לנחל.

ההתערבויות במערכות הטבעיות באגן נחל תנינים, אלה שהביאו בהדרגה למצבו הנוכחי, נפרשות על פני דורות רבים והעדויות להן עדיין ניכרות בשטח ולעיתים אף משמשות כמוקד משיכה תיירותי וכמקור להנאה אסתטית – החל בסכר הרומי המרשים המצוי בתחומי שמורת נחל תנינים בפאתי ג'סר אל-זרקא, דרך מפעלי שאיבה והטיית המים וכלה בבריכות הדגים של מעגן מיכאל ותחנות הסניקה לשפכים, התורמות לזיהום שפך הנחל (גורן, הלוי ודסה-טויטו, 2005; עופר, 2010). חלק מההתערבויות האלו גם מושכות מגוון גדול של עופות מים ואיתם גם חובבי טבע וצפרות. התערבויות אחרות, הרסניות לא פחות, כוללות את הסדרת הנחל, כלומר יישור פיתוליו, חיפוי חלקים מהנחל באבן, איחוז מעיינות ועוד. התערבויות אלה, כפי שמלמד מתווה התכנון לשיקום נחל תנינים, משפיעות על המאזן האקו-הידרולוגי (מאזן בין המרכיבים הפיסיים למרכיבים הביולוגיים) באגן הנחל וכתוצאה מכך על המגוון הביולוגי ועל שירותי המערכת. מאפיין נוסף של ההתערבויות מהעשורים האחרונים הוא שהן בוצעו על ידי רשויות המדינה, ולא על ידי הקהילה החיה באזור וחווה באופן ישיר את השינוי בתפקודו של הנחל, במראה נופיו ובשירותי המערכת שהוא מספק. בשנים האחרונות חלה בקרב כמה קהילות החיות באגן התנינים תנועה של "חזרה אל הנחל", המתייחסת אל הנחל כאל משאב חברתי וסביבתי.

תחילתו של נחל תנינים ברמת מנשה בגובה של כ-400 מטר מעל פני הים, ולאחר כ-25 ק"מ הוא נשפך לים התיכון בין מעגן מיכאל וג'סר אל-זרקא. יובלי הנחל במעלה (רז, תנינים, חלמית, ספלול, נילי), מוליכים את מי הגאיות ומי המעינות בחורף מרמת מנשה ומתאחדים לערוץ אחד בתחילתו של עמק מאור, המשתרע מערבה מאזור מושב עמיקם עד אזור מושב אביאל, אליו נשפכים יובלים נוספים (אלונה, צברין, חורשן וסנונית), הגולשים מגבעות אלונה ומרכס הר חורשן לכיוון בקעת הנדיב. לאחר שנחל תנינים חוצה את תוואי הנוף הרחב והמישורי בבקעת הנדיב, הוא חולף דרך מעבר צר, כשמצפוניו התרוממות חוטם הכרמל על מצוקיו, ומדרומו רכס הכורכר הנמוך של בנימינה. במעבר זה מתלכדים אל הערוץ הראשי יובלים נוספים (שוני ותעלת התמסח), המזרימים מי גאיות ונגר עירוני מאזור זיכרון יעקב ובנימינה. הנחל ממשיך צפונה במרזבה המישורית של בקעת כבארה, שם הוא מתמלא במי עיינות תמסח. במערב האגן, במעבר הצר של רכס הכורכר

ולאחר המעבר בסכר הרומי, מצטרף תנינים לנחל עדה המנקז אגן דומה בגודלו. שני הנחלים זורמים יחד בשפך הנחל בין גבעות הכורכר ובריכות הדגים עד לים התיכון. שטח אגן הניקוז של הנחל כ-99 קמ"ר, ויחד עם אגן הניקוז של נחל עדה - כ-190 קמ"ר.

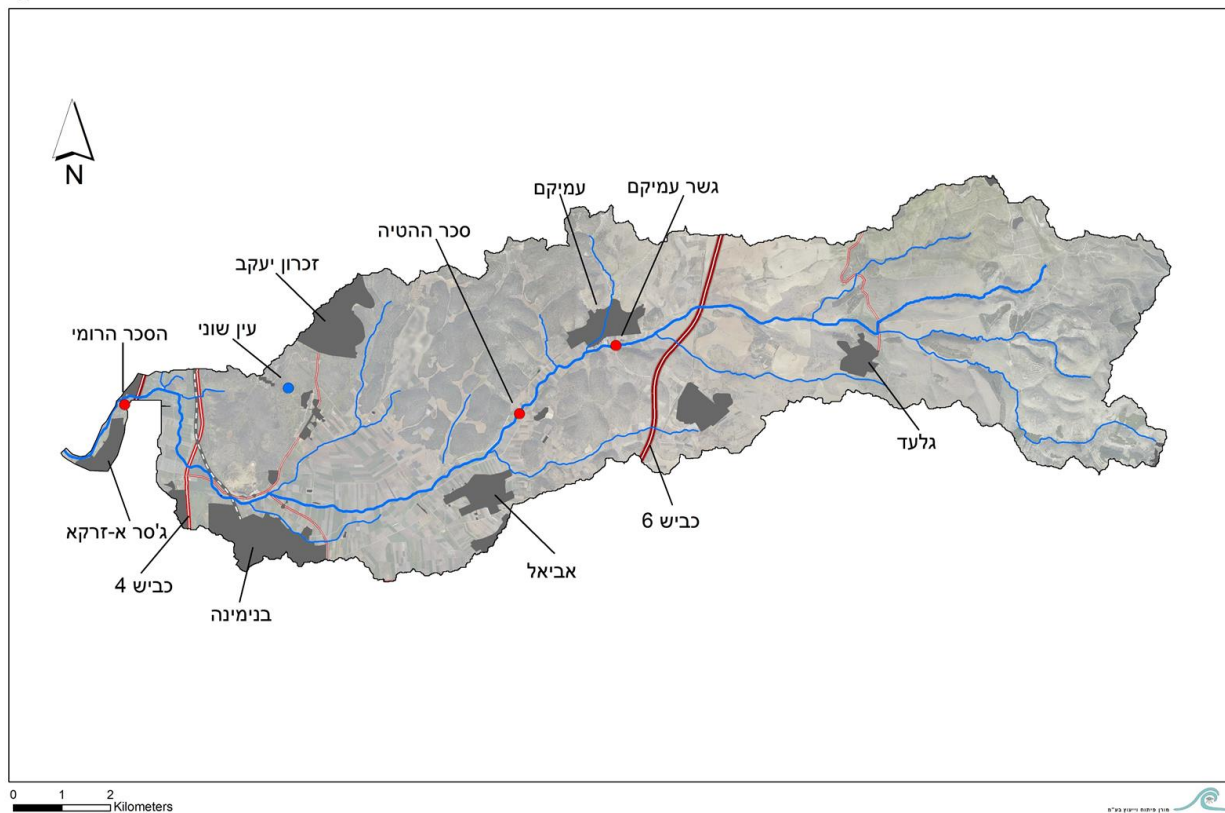
למשטר הזרימה ולאיכות המים משמעות רבה בעיצוב בתי הגידול באגן הנחל, המאופיינים בעיקר בחגורות של רמת לחות המשתנה מהאפיק עד ראש הגדות ופשטי ההצפה. אולם הגורמים המשפיעים על הזרימה העילית בנחל תנינים, בעיקר במורד האגן, אינם שייכים דווקא לתחום האגן, אלא מושפעים ממשקעים ומשכבות של מחשופי סלע חדירים הנמצאים במורדות המערביים של הרי השומרון, מחלחלים כמי תהום אל תחום אגן התנינים וקולחים כזרימה עילית במעינות בחלקו התחתון של נחל תנינים. באותו אופן משקעים היורדים ברמת מנשה במעלה אגן התנינים עושים את דרכם, באופן חלקי, אל תחום אגנים אחרים כגון אגן נחל עדה וחדרה ומים המחלחלים ברמת הנדיב בתחום אגן נחל תנינים עשויים למצוא את דרכם אל התחום של אגן נחל דליה. התמונה המתגלה היא בין-אגנית ומשלבת בין משקעים, מי נגר, מים עיליים ובין מי תהום. אם כן, הגורמים המשפיעים על שפיעת מעיינות התנינים אינם מצויים דווקא בתחום האגן אלא בשטח רחב הרבה יותר. ב (אקוויפר ירקון – תנינים). באופן פרדוקסלי, מעורבות האדם במחזור ההידרולוגי המתקיים באזור הביאה אף היא להרחבת ההשפעה של הזרימה העילית באגן התנינים לשטח רחב הרבה יותר ע"י הטיית מי הנחל ואספקתם כמי שתיה הרחק מאגן נחל התנינים (מאגרי מנשה בחולות קיסריה).

נוף רצועת הנחל מיובליו ועד השפך הוא חקלאי בעיקרו. חציו של שטח האגן מנוצלים לשימוש חקלאי - גידולים עונתיים בשטח ההררי ושילוב של מטעים, כרמים וגידולים עונתיים בבקעות הנדיב ובבקעת כבארה ובריכות דגים בצדו הצפוני בדרכו אל הים. בשטחי הגבעות באזור רמת מנשה, הר חורשן, גבעות אלונה וחוטם הכרמל פרוסים שטחי מרעה לבקר. כ-24% משטח האגן מוגדרים כחורש ים-תיכוני טבעי. הישוב באגן הנחל מפוזר ומגוון וכולל קיבוצים, מושבים, מושבות וכפרים, המאוגדים ברשויות מקומיות ומועצות אזוריות. אוכלוסיית אגן נחל תנינים מונה כ-26,000 תושבים. את אגן הנחל חוצה רשת תשתיות גז, דלק, מים, חשמל ורשת תחבורה הכוללת את מסילת הרכבת, כביש 6, כבישי החוף ורשת כבישים פנימית. שמורות הטבע באגן הנחל ספורות ומצומצמות בשטחן וכוללות את שמורת יער חורש בוריקה, שמורת עינות תמסח, שמורת שפך נחל תנינים, שמורת מצוקי חוטם הכרמל, ושטח רמת הנדיב, שאינו מוכרז כשמורת טבע אך מתקיים בו ממשק בעל מרכיבים דומים.

על אף ההתערבויות המרובות בו נחל תנינים הוא השמור ביותר, בין נחלי החוף בישראל, מפני זיהום מימיו. שני גורמים עקיפים אחראים לכך: הקפדה על איכות מי הגאות המוטים מהנחל ומוחדרים לאקווה בחולות קיסריה לצורך שאיבה ואספקת מים שפירים באיכות גבוהה; והחשש מחדירת זיהום ממי הנחל אל האקווה שמעליהן הוא זורם בחלקו התחתון. ביתרונם זה של נחל תנינים טמון הפוטנציאל לשיקומו. בהמשך יפורטו מרבית החסמים והאיומים המאתגרים את שיקום הנחל והמבדילים בין מערכת אקו-הידרולוגית בריאה ויציבה ובין מערכת אקו-הידרולוגית פגועה, בלתי מאוזנת ומאוימת.

## גורמי סיכון למערכת האקו-הידרולוגית בנחל תנינים

אחד מתוצריו המרכזיים של המתווה לתכנון השיקום של נחל תנינים הוא מיפוי ו"קטלוג" גורמי הסיכון המאיימים על המערכת האקו-הידרולוגית באגן הנחל. חלק מהגורמים האלה הם הפרעות קיימות המשפיעות על המערכת באופן רציף, חלק אחר מוגדר כאיום העלול לפגוע במערכת בדרגות חומרה משתנות. גורמי הסיכון מחולקים לשלוש קטגוריות עיקריות: גורמי זיהום, קיטוע בתי גידול והגבלת הקישוריות ההידרולוגית.



איור 1 - אגן נחל תנינים – מפת התמצאות

### 1. גורמי הזיהום במערכת האקולוגית באגן נחל תנינים

**א. שפכים** - שפכים גולמיים ומי קולחין מכילים ריכוזים גבוהים של חומר אורגני וחומרי הזנה, המזהמים את מי התהום ופוגעים במערכת האקולוגית בנחלים. בנוסף מכילים מי שפכים וקולחין רכיבים רבים המסוכנים לבריאות הציבור. באגן נחל תנינים הזיהום בשפכים נגרם מכמה מקורות עיקריים:

- קווי איסוף וסניקה - פינוי הביוב למט"ש (מכון טיהור שפכים) מתבצע באמצעות קווים כבידתיים (גרואיטציוניים) המובילים לתחנת הסניקה וממנה בקווי סניקה למט"ש. האיום הפוטנציאלי מתחנות אלה הוא גלישת ביוב לרצועת הנחל וזיהום מי תהום. מערכות סניקה נוטות לכשלים הנדסיים רבים יותר מאשר מערכות כבידתיים.

- בריכות שיקוע וחמצון מקומיות - הקיבוצים גלעד ועין השופט מטפלים בשפכים, כולל שפכי רפת, לצורך טיפול ראשוני באמצעות בריכות שיקוע וחמצון. תקלות גלישה בבריכות השיקוע או בקווי ההולכה למאגרים מאיימים על המערכת האקולוגית בנחל.
- בורות ספיגה - שפכי אזור התעשייה "כרמל" וחלק ממערכות הביוב בג'יסר אל זרקא מפונים אל בורות ספיגה מקומיים העלולים לזהם את האקווה. שפכי התעשייה מכילים חומרים רעילים בעלי פוטנציאל פגיעה חמורה בסביבה. סעיף א' – פירוט יתר.

ב. השקיה בקולחין - תמ"א 34-ב-4, 2007, מגדירה את האזור מדרך יפו ומערבה כבעל פוטנציאל גבוה לפגיעה במי תהום. אף על פי כן, איכות המים המטוהרים המסופקים באזור היא שניונית בלבד, וכ-18,000 דונם של חלקות חקלאיות בשטחי בנימינה-גבעת עדה מושקים היום במים מושבים שטופלו במט"ש חדרה. נוסף על כך קיימת כוונה להרחיב בקרוב את השטחים המושקים בקולחין שניוניים. במרחב נחל תנינים מספר מאגרי קולחין המשמשים להשקיית שטחים חקלאיים, כולם בבחינת איום נקודתי לזיהום.

ג. תחנות דלק - במרחב נחל תנינים פועלות יותר מ-10 תחנות דלק, רכיבי הדלק ותוספיו הם חומרים נדיפים ונדיפים-למחצה ומוגדרים בחלקם כחומרים רעילים ואו מסרטנים (המשרד להגנת הסביבה, 2016). קרבתן של תחנות הדלק לערוצי הזרימה באגן נחל תנינים ויובליו מציבה אותן כבעלות פוטנציאל גבוה לזיהום נקודתי של הנחל (רשות המים, 2012).

ד. מפעלים ואזורי תעשייה - באגן נחל תנינים קיים מיעוט יחסי של אזורי תעשייה. הם ממוקמים באור עקיבא, מזרח זכרון יעקב ובבנימינה. בעבר זוהם קידוח שוני בחנקות, כנראה מנגר עילי ממפעל ח"ן הסמוך. אזור התעשייה הצפוני של בנימינה-גבעת עדה ופיתוח תעשיות חקלאיות המתוכננות בשכונת פארק היין בזכרון יעקב עלולים, בהסתברות גבוהה, לפלוט מזהמים ישירות לאגן נחל שוני.

ו. חומרי הדברה - פעולות הדברה מבוצעות בכל מרחב אגן נחל תנינים באופן תדיר על ידי רשויות שונות, חקלאים ומשקי בית. ההדברה עלולה לגרום לזיהום קרקע, מי תהום ומקווי מים וכתוצאה מכך להביא לפגיעה חמורה ומתמשכת במערכות אקולוגיות טבעיות דרך הרעלות ישירות של בע"ח או הרעלות משניות הפוגעות בחיות בר (בס-ספקטור ופידלמן, 2012). לרוב מקור הזיהום בחומרי הדברה אינו נקודתי. לדוגמה, זיהום במעלה האגן עשוי להתפשט לאורך נתיב הזרימה ולהגיע לחלקו התחתון. נוסף לחומרי ההדברה שחדירתם לנחל עלולה לפגוע במארג האקולוגי וביציבותו, כך גם חומרי הדישון שאינם מנוצלים על ידי הצמחים בשטחי החקלאות נספחים אל סדימנטים ומוסעים כנגר עילי או בחלחול אל אפיק הזרימה של הנחל ואל האקוות המקומיות.

חנקה שמקורה העיקרי הוא מדישון חקלאי היא המזהם המשמעותי ביותר את מי התהום בארץ. חלק ניכר מהחנקן המשמש לדישון בשטחים חקלאיים מחלחל כחנקה מתחת לבית השורשים, ומשם דרך התווך הלא-רווי העמוק אל האקווה (שפירא וקורצמן, 2013). חומרי ההזנה הנשטפים אל המערכת האקוויטית עלולים לגרום לעומס חומרי הזנה ולהפרה של המארג האקולוגי. אזור השפך של נחל תנינים (במורד הגשר הרומי) מועשר בחומרי הזנה שמקורם מהחקלאות (מגידולים צמחיים וגידול דגים), הגורם לפריחת אצות, עלייה

בעכירות ויצירת תנאים של ריכוז חמצן מומס נמוך, המביא לפגיעה קטלנית בכל המערכת הביולוגית (גפני וחובי, 2016).

ח. משק חי – ארבעה ענפי משק חי משפיעים על המערכת האקולוגית בנחל תנינים :

- רפתות חלב - ענף הבקר לחלב נחשב במשך שנים רבות לענף המזהם ביותר מבין ענפי החקלאות. כיום כמעט כל הרפתות עומדות בדרישות מודל "רפת בועה", כלומר רפת בעלת תשתיות למניעת חלחול מזהמים וניצול ההפרשות לדישון (צדיקוב, 2012).
- בקר - לגידול בקר לבשר מאפיינים שונים מאלה של רפת החלב, מכיוון שבעלי החיים בענף זה משוטטים בשטחי רעייה נרחבים. במעלה הנחל שני עדרים גדולים. העדר השייך לקיבוץ גלעד רועה במרחבי הנחלים יובלים חלמית, סבכי, ספלול, רז ותנינים. העדר השני שייך למושב עמיקם. הפרות נוטות להתקבץ באזורים מוצלים שבהם יש מים, כגון עין כפר ומעיינות נוספים באזור או באזור עין צברין, מעל מושב עמיקם. שטחי בקר נוספים נמצאים ברמת הנדיב, אחו בנימינה, במרזבה של בקעת כבארה. פעילות בקר באזורים הסמוכים למעיינות ולנחלים היא מרכיב משמעותי בין הגורמים המזהמים מקורות מים טבעיים (דולב וחובי, 2013). רפת קטנה יותר נמצאת בסמוך לתעלת התמסח, ועדר הבקר שבה שוהה תכופות בתוך האפיק ובסמיכות לו. הימצאותם של ראשי בקר בתוך אפיקי הנחלים בכלל, ובתוך מעיינות בפרט, עלולה להביא לעומס של הפרשות ולזיהום בנחל בעת הגשמים. כאשר הקרקע מופרת תדיר על ידי עדרי הבקר, מפוררים תלכדי הקרקע ושיעור החומר הדק בה עולה, מה שמשפיע על יבולי הנגר (D'Odorico et al., 2013), כך שבאירוע גשם עוצמתי באזור מעלה הנחל, בו השיפועים עולים על 10%, גובר הסיכון להגדלת הספיקות הסגוליות באגן הניקוז, להגברת העכירות של מי השיטפון ולכניסת חומרים מזהמים משטחי המרעה אל הערוצים.
- לול - ענף הלול מאיים על הנחל בזיהום בחומר אורגני, זרחן ותרופות, כאשר תשטיפים מגיעים אל הנחל באופן ישיר ועלולים להביא לזיהום בו.
- מדגה - ענף המדגה מציב שני גורמי איום על המערכת האקולוגית בנחל: שאיבת מים מהנחל ושפיכת מי פלט מזהמים בהפרשות, תרופות וחומרים נוספים אל הנחל. לאחרונה, בעקבות הרפורמה בענף המדגה, זיהום השפך במי ברכות הדגים אמור להצטמצם באופן משמעותי.

ט. נתיבי תחבורה וקווי תשתית – לכבישים, מסילות רכבת ולקווי תשתית, כדוגמת קווי מתח גבוה עילי, השפעות מגוונות על הנחל: נגר ותשטיפים - הכביש הוא מקור להסעת מזהמים מתשטיפים המצטברים עליו אל סביבת הנחל. חומרים כימיים רבים מצטברים על כבישים במהלך נסיעות כלי רכב והם מוסעים לנחלים על ידי מי הנגר בעת גשמים. קביעת יסודות נתיב התחבורה בתוך הערוץ או בסמוך לו ועצם חציית ערוץ הנחל פוגעים במערכת האקולוגית של הנחל והמרחב. חומרת הפגיעה עולה ככל שרבות נקודות המגע והקרבה של הכביש לנחל או לגדותיו. נחל תנינים, מהמעלה ועד לשפך, נחצה על ידי נתיבי תחבורה שונים - דרכים חקלאיות, כבישים ומסילות ברזל - בעשרות מעברים מסוגים שונים המאיימים על המערכות הטבעיות לאורכו.

י. פסולת - סביבת נחל תנינים משופעת באתרים נקודתיים שבהם פסולת חקלאית שעיקרה ערימות גזם, שנמצאות פעמים רבות על גדות הנחל ואף בתוך האפיק. הערימות הן מפגע סביבתי ונופי ומזיקות לנחל גם בעת שיטפון, כשענפים נסחפים וחוסמים את זרימת המים התקינה. גם הטיפול בשריפת ערימות הגזם מאיים על צמחיית הגדות ועל בעלי החיים ברצועת הנחל. מכלים ריקים של חומרי ריסוס והדברה ופסולת מטיילים המושלכים בצד חלקות חקלאיות אף הם מקור לזיהום. סילוקם לאתרים מוסדרים הכרחי לשם שמירה על הנחל.

## 2. קיטוע בתי גידול

תשתיות קוויות קרקעיות, כמו כבישים, מסילות ברזל, תעלות מבוטנות וגדרות, ותשתית עיליות כמו קווי מתח גבוה, גורמות לקיטוע ולחסימת הרצף הקרקעי או האווירי בשטחים פתוחים ובמסדרונות אקולוגיים. תשתיות אורכיות הן ממד צר וארוך בנוף היוצר את אחד האיומים הגדולים מצד האדם על הטבע (רותם וחוב', 2015). קיטוע בית הגידול מגביל את חילוף הגנים בין אוכלוסיות בעלי חיים, גורם לצמצום אפשרות התנועה בהתאם להשתנות המשאבים במרחב ובזמן, ובשל כך לירידה בחוסנה ויציבותה של האוכלוסייה. קיטוע בית הגידול במרחב אגן התנינים מתבטא בעיקר בחלקו המרכזי ובמורד, בעוד שבמעלה הנחל (אזור רמת מנשה), קיימים רצפים ארוכים של בתי גידול בלתי מקוטעים. להלן גורמי הקיטוע האזורי העיקריים במרחב אגן נחל תנינים.

א. נתיבי תחבורה - נתיבי תחבורה הסמוכים למסדרונות אקולוגיים מצרים את רוחב המסדרון הפוטנציאלי. גם אם המתקן אינו מתוכנן בתחום המסדרון, יש לו השפעות כגון רעש, תאורה, ריח ורטט, העלולות לפגוע בסביבתו (לביא-אפרת, 2016; רותם, 2016).

ב. מחסומים פיזיים - לאורך מרחב הנחל נבנו עם השנים מתקנים מסוגים שונים באופן שאינו מאפשר את רציפותם הפיזית של בתי הגידול. שני מבנים בולטים בשטח הם גדר הרשת הסמוכה למסילת הרכבת ומונעת מעבר אל המסילה וחצייתה ומבנה תעלת הבטון הבנויה מסכר ההטיה על נחל תנינים למרגלות מדרון ההר. קירות הבטון של התעלה פועלים כמחסום כפול: הם גבוהים מדי עבור בעלי חיים שאינם יכולים לעבור אותם ובכך נמנעת מהם התנועה החופשית (למעט מספר מעברים הקיימים במקומות שבהם התעלה בנויה על עמודים); התעלה עצמה הופכת למלכודת לבעלי חיים שחדרו לשטחה ואינם מסוגלים למצוא את דרכם החוצה. בהמשכה בקטע החפור בצד כביש 654 תחומה תעלת ההטיה בגדרות.

ג. קווי מתח גבוה - רשת של כבלים עיליים ועמודי ברזל גבוהים עלולה להיות עצם שעופות מתנגשים בו, בעיקר תוך כדי תעופה המתרחשת בחשכה או בתנאי ראות מוגבלים ונפוצה אצל עופות מתלהקים בעלי מוטת כנף גדולה, בעיקר עופות מים. עמודי החשמל עצמם עלולים לגרום להתחשמלות. עופות רבים מתייחסים אל העמודים כאל עצים והם משמשים אותם ללינה, לקינון, למנוחה ולתצפית. ההתחשמלות נגרמת כאשר הם נוגעים ברזמנית בכנפיהם בשני חוטים שאינם מבודדים (הצופה, 2015). את בקעת הנדיב חוצה מדרום לצפון רצועה ברוחב של כ-100 מטר ובה שלושה נתיבי הולכה של חשמל על גבי תשתית עילית של עמודים וכבלים. אלמנט זה מפריע לבעלי כנף מקומיים ומסכן אותם מאחר שהם עלולים להיתקל ברצועת הכבלים ולהיפגע.

### 3. קישוריות הידרולוגית מוגבלת

נחלים משמשים כצירי זרימה המקשרים את אזורי היווצרות הנגר העילי ואת הנביעות העונתיות והקבועות עם אגם או חוף ים. לקישוריות זאת כמה צורות :

קישוריות אורכית – באגן נחל תנינים מופרת הקישוריות האורכית על ידי סכר ההטיה של מפעל נחלי מנשה, החוסם את נתיב זרימת המים בעת גאות ואת הזרימות העונתיות (הקלה בחסימת הזרימה העונתית התאפשרה לאחר יוזמה של רט"ג לקידוח פתחים מפולשים בקוטר של כ-50 ס"מ בסכר), ועל ידי הסכר הרומי במורד הנחל. חסימות אלה מחלקות את הנחל למקטעים ומצמצמות זרימה שיטפונית, שתפקידה לקשר בין המעלה ובין המורד, לספק משקעים לחידוש הקרקע וחומר ריבוי צמחי, ואף לארגן מחדש, כחלק מההתפתחות הפלוביאלית של הנחל, את בתי הגידול ברצועת האפיק. מבחינה אקולוגית הסכרים מונעים מעבר של שוכני מים כמו חסרי חוליות גדולים ודגים וקוטעים בין אוכלוסיות של בעלי חיים בין המורד והמעלה.

קישוריות רוחבית – במקומות שבהם הועמק ערוץ הזרימה והורחב, נמנעת מהנחל האפשרות להתפשט על ציר הרוחב בעת גאות. מניעה זו אינה מאפשרת לפשטי ההצפה לשמש כווסת להאטת זרימה, להגדלת חידור מים לקרקע המגביר את הלחות ברצועת הנחל, להרבדה של סדימנטים ולהתפתחות של בית גידול לח עונתי בפשטי ההצפה. דוגמה לכך ניתן לראות במעלה גשר עמיקם ובמעלה סכר ההטיה.

חידור לקרקע – העלייה האנכית של המים בעת גאות והתפשטותם לרוחב רצועת הנחל יוצרות ציר תנועה נוסף - חידור לקרקע. בהעדר יכולת של התפשטות הנחל נמנעת גם תנועת חידור מי הגאות לעומק הקרקע. בנוסף לכך חיפוי הגדות בבטון או באבן, בהן אין כמעט התפתחות של צומח טבעי, גורמת להורדת כושר החידור של המים לקרקע. דוגמה לכך ניתן לראות במעלה גשר עמיקם ובתעלת התמסח. בנוסף לכך צמצום רצועות צומח לאורך הנחל אינו מאפשר האטת זרימה, שיקוע סדימנטים והרטבת עומק הקרקע בגדות.

### מערכות אקולוגיות והקהילה

שירותי המערכת האקולוגית הם התנאים וההתהליכים שבאמצעותם מערכות אקולוגיות טבעיות והמינים אשר יוצרים אותן מסייעים לקיום חיי אדם מלאים ועשירים (Daily, 2003, 2). שירותי מערכת חיוניים לקיומה של חברה אנושית, אינם ניתנים לחלופה המיוצרת באמצעים הנדסיים מלאכותיים והם כוללים בין היתר אספקת מים נקיים, ויסות הצפות, יצירת אדמה ומניעת סחף, האבקת יבולים, יצירת בתי גידול לאוכלוסיות דגים (Postel et.al., 1997). נוסף על מוצרים חומריים, שירותי המערכת תורמים לרווחתו הרוחנית של האדם תודות לחשיבותם התרבותית, הדתית ולהזדמנויות שהם מספקים לנופש ולהנאה מהטבע (Haines-Young & Potschin, 2010). דוגמה מוחשית לחיי תרבות וקהילה המתעוררים מחדש סביב נחל משוקם מהווה נחל הירקון.

לצד שירותי המערכת, ספרות מחקרית ענפה עוסקת בקשרים הרגשיים של האדם ל"מקום", והם מוצגים באמצעות מושגים רבים, למשל "שורשיות", "שייכות" ו"תחושת המקום" (Giuliani, 2003). תחושת המקום מתוארת בדרך כלל בספרות החברתית כמורכבת משלושה יסודות: סביבה פיזית, התנהגויות אנושיות

ותהליכים חברתיים ו/או פסיכולוגיים (Stedman, 2003). סטדמן סבור שמרכיבי הנוף תומכים הן בזיקה למקום והן בשביעות הרצון ממנו. במחקר כמותני שביצע באזור האגמים בצפון מדינת ויסקונסין מצא סטדמן שעבור תושבים ותיקים, שזהותם מבוססת על חקלאות ויערנות, הגעתם של תושבים חדשים, פיתוח כלכלי ותיירות מאתגרים את תחושת המקום, מאחר שהם מייחסים משמעויות חדשות ועושים שימושים חדשים בנוף (שם). במחקרה של אילנה ארז (2013), שעסק במרחב הביוספרי מגידו, נמצא שהגנת טבע או שימור מערכות אקולוגיות אינם עומדים בראש סדר העדיפויות של התושבים בבואם להגדיר לאילו מטרות יוקצו שטחי המרחב, וכי לתחושת זהות ושייכות לקהילה כפרית היה מקום נכבד יותר בקבלת ההחלטות הקשורות לעתיד השטחים הפתוחים. במחקרם של רון ואלון (2018) על שירותי התרבות שמספקת המערכת האקולוגית של נחל תנינים נמצא שהתועלות העיקריות אותן העריכו תושבי בנימינה היו תועלת פנאי ונופש, תועלת אסתטית ותועלת חברתית. תושבים אלה יתמכו בהגנה על ערכי טבע כל עוד הדבר מתיישב עם זהותם. ממצאים דומים עולים ממחקרה התרבותי-סביבתי של שלוח (2018) שבוצע בעמק יזרעאל ובו נמצא שחקלאים אימצו פרקטיקות סביבתיות כמו מינימום פליחה, הגנה על עופות נודדים ואיסוף פסולת מהשטחים הפתוחים מאחר שהדבר עולה בקנה אחד עם עבודת הזהות שלהם ותורם למיצובם החברתי, אף שהקפידו לא להציג עצמם כ"ירוקים".

לוקדווד (Lockwood, 1999) מבהיר באופן ספציפי את הפער שבין תחושת המקום ובין שמירת טבע בחברה חקלאית. הוא מציע שבקשר שבין ערכים אנתרופוצנטריים ובין תחושת המקום, החקלאות ממלאת תפקיד מרכזי. לדבריו החקלאות מהווה בסיס איתן לפיתוח תחושת משמעות וקשר עמוקה כלפי מקום או נוף. לחקלאות יש פוטנציאל עצום ליצירת ערכים רגשיים, אסתטיים ורוחניים שבסופו של דבר מתווים את הפעולות שלנו. היחסים הקבועים והתלות ההדדית בין בני אדם ובין קרקעות חקלאיות, מעודדת קישור חזק שמתעלה על הזיקה שלנו לשטחי הטבע הפראי. אגן נחל תנינים הוא מרחב שבו גם הנחל וגם החקלאות המאיימת עליו הם גורמים הממלאים תפקיד בזהות המקומית. לאור הממצאים האקו-הידרולוגיים שיובאו להלן ולאור הממצאים הסביבתיים-חברתיים שצוטטו לעיל, אנו סבורים ששיקום מוצלח של אגן נחל תנינים תלוי בין היתר במציאת האיזון בין טבע וחקלאות וכן בחיזוק וחינוך הקשר בין תושבי האזור ובין הנחל.

במורד התנינים מתקיימות כמה התארגנויות המבטאות קשר זה. בולטת ביניהן התארגנות מקומית של תושבי בנימינה הנקראת "חיים לנחל תנינים", שאינה רואה בנחל רק אתר נופש ולמידה, אלא מבקשת לקדם בו שיקום אקו-הידרולוגי שאינו "קוסמטי" בלבד. ד"ר נירית לביא אלון, תושבת בנימינה וחברה בקבוצת הפעילים, הגדירה זאת כך בראיון שקיימנו אתה: "אנחנו רוצים לראות נחל מתפתל, זורם, רחב, עם חתך כמו שלנחל צריך להיות". יוזמת "חיים לנחל תנינים" מקיימת פעילות שניתן לחלקה לשני סוגים עיקריים, גם אם חופפים: האחד הוא אקטיביזם למען שיקום הנחל; והשני הוא אירועי תרבות, קהילה וחינוך על גדות הנחל, כאשר הנחל משמש כמרכיב תוכן (למשל הקמת ספסל מפוסל בצורת תנין, התכנסות של כל בתי הספר היסודיים בבנימינה בט"ו בשבט) או כתפאורה (למשל פיקניקים קהילתיים) או שניהם גם יחד (צעדה לזכרו של אהוד מנור). פעילות קהילתית רב-שנתית נוספת סביב הנחל במסגרת "השותפות לקיימות אזורית" היא "שכנים לנחל - גיראן אל וואדי", תכנית חינוכית של בית הספר "אלונה" בעמיקם ובית ספר "אל וואדי" בג'סר אל-זרקא. במפגשים המשותפים, הדו-לשוניים, עוסקים התלמידים בחקר הנחל תוך הקניית ערכים של שמירת טבע ושכנות טובה בין יהודים ובין ערבים החולקים ביניהם ערך טבע שהוא חלק מזהותם המקומית.

המחקרים והדוגמאות שצוטטו לעיל מלמדים שעל מנת שסביבה טבעית תמשיך לתפקד כגורם המלכד סביבו קהילה, עליה להמשיך לספק שירותי מערכת אקולוגית ודעיכה של הראשונה עלולה להוביל לדעיכתה של השנייה.

## **תכנון השיקום: מאיסוף ידע למימוש בשטח**

### **מתווה לתכנון השיקום האקו-הידרולוגי**

כדי ללמוד את בעיות שיקום נחל תנינים בפועל, הוחלט לבצע שיקום בשני מקטעי פיילוט – מגשר עמיקם עד סכר ההטיה, ומעין שוני ועד כביש 4. במסגרת תכנון הפיילוטים בראייה אקו-הידרולוגית, נחקרו נתיבי הקדום והקיים של נחל תנינים במגוון תחומים; תוואי וחתך הנחל הקדום, מאפיינים גיאומורפולוגיים, משטר הזרימה והקישוריות ההידרולוגית והמערכת האקולוגית ברצועת הנחל (רצועת הנחל – האפיק והאזורים הצמודים לשני גדות הנחל).

הנתיב הקדום מוגדר כתוואי הנחל וכחתך הנחל לפני ההסדרה (שהתרחשה בשנות ה-50 של המאה הקודמת). חקירת התוואי הקדום נעשתה בעזרת חומר ארכיוני, מפות ותצלומים קדומים (כולל מפת תכנון הניקוז של הביצה ע"י קובלנוב 1930). וחקירה הידרו-גיאולוגית שבוצעה במורד מסילת הברזל ועד כביש 4 לצורך אפיון תת-הקרקע וזיהוי תשתית ציר הזרימה של הנחל הקדום (עד 1950). ממצאי הסקר הגיאומורפולוגי לאפיון אזורי הסחיפה, אזורי ההשקעה ואזורי העברת חומר הסחף, יחד עם אפיון תשתית הנחל אפשרו לקבוע את דגם הערוץ ואת שלבי התפתחותו הצפויה מבחינה גיאומורפולוגית כבסיס לתכנון התוואי והחתך (Rosegen, 1996 על פי). מבנה הנחל, הדגם הטבעי שלו, שונה על ידי רשות הניקוז (הסדרה) ונותר ללא פיתוליו בין עמיקם ועד קרוב לאזור השפך. להפיכת תצורתו הטבעית של תוואי הנחל לתעלה ישרה השפעות רבות ודרמטיות גם בהיבט ההידרולוגי, ביניהן קיצור ציר הזרימה, העלאת השיפוע ועקב כך הגדלת מהירות הזרימה וכוחות הסחיפה עד לכדי פגיעה בתהליכים אבולוציוניים בנחל, קריסת גדות, העמקת הערוץ, והגדלת התחתרות של ערוצי צד, המשפיעים לרעה על שימור הקרקע על פני האגן וגורמים לאיבוד של הקרקע כמשאב החקלאי. זהו מצב פרדוקסלי, מאחר שמטרתו הראשונית של יישור התוואי היתה יצירת שטחים חקלאיים רציפים ובעלי מבנה גיאומטרי נוח לעיבוד. הרחבת החתך והעמקתו גרמו לניתוק של הנחל מפשט ההצפה ולהעדר וויסות טבעי של הספיקה ומהירות הזרימה והשקעת קרקע על פשטי ההצפה.

משטר הזרימה באגן נחל תנינים, מאופיין בשלושה דגמים עיקריים: נחל אכזב המאופיין בזרימה גואה שלעיתים אף גולשת מגבולות האפיק אל פשטי ההצפה ונמשכת מספר שעות עד ימים. נחל עונתי המאופיין בזרימה בגובה של עד 30-40 ס"מ, הנמשכת עד שמונה חודשים בשנה. נחל איתן המאופיין בזרימת מים קבועה בגובה הנע מ-10 ס"מ במעלה באזור אביאל ועד כ-1.5 מטר באזור הכבארה. אזור השפך הינו אסטואר-מפגש בין זרימות הנחל ומי הים המאופיין בהעדר זרימה משמעותית. עומק המים מגיע במקומות מסוימים עד כ-6 מטר. למשטרי הזרימה משמעות מכרעת על עיצוב הרכב בתי הגידול לאורך הנחל.

בחינת הקישוריות ההידרולוגית מגלה שני קיטועים משמעותיים ברצף הזרימה המשפיעים גם על הקישוריות האקולוגית מהמורד למעלה ולהיפך. הקיטועים הם: הסכר הרומי במורד האגן וסכר מנשה (סכר ההטיה של מפעלי מנשה) במרכז האגן. הסכר הרומי (מהתקופה הרומית המאוחרת) המצוי בתחום שמורת התנינים

במורד הנחל, גרם, באמצעות האטת הזרימה, להשקעת חומר חרסיתי על פני בקעת כבארה, ועקב כך גבה בסיס הסחיפה של הנחל, השיפוע האורכי של הנחל התמתן, מהירות הזרימה הואטה והושקע עוד חומר דק-גרגר על פני האפיק הקדום, שתרם אף הוא למיתון השיפוע. כך נוצר תהליך המחזק את עצמו, ששינה לחלוטין את אופי הנחל ובהתאם לכך את המערכות האקולוגיות לאורכו. בשנות ה-60 נבנה בצד מושב אביאל, במסגרת מפעלי מנשה, סכר מבטון על מנת להטות את זרימת הבסיס וחלק קטן מהזרימה השיטפונית לצרכי אספקת מים. הפרעה זו בזרימה מנעה כמעט לחלוטין את משטר השקעת הגרופת (החומר האבני) במורד הסכר והנחל. גרמה לשינוי משמעותי במבנה תשתית הנחל, במאפייני הזרימה בנחל ועל ובמערכות האקולוגיות. הסכר הרומי וסכר מנשה הביאו לניתוק הידראולי בין מקטעי הנחל ובין הים וכן בין המורד ובין המעלה ובכך מנעו תנועה אורכית של מטען גנטי המוסע במים לאורך הנחל. ויצרו הפרעה לדגים וליונקים לנוע בין המורד למעלה. מעשי ידי אדם שינו את האופי הגיאומורפולוגי של הנחל בכמה דרכים, שהבולטות ביניהן הן בניית סכרים והסדרה פיזית.

חקירת המאפיינים הגיאומורפולוגיים, התוואי הקדום ומשטר הזרימה אפשרו את התכנון של התוואי המשוקם ומבנה החתך הטופוגרפי של הנחל, תוך התחשבות בהנחיות תכנית המתאר הארצית לניקוז (תמ"א 34/ב3) למניעת הצפות בהתאם להסתברויות השגה ובהתאם לשימושי הקרקע על גדות הנחל.

התכנון האקו-הידרולוגי מבוסס במהותו על הבנת הקשר בין תנועת המים ומשטרי הזרימה באגן לבין היווצרות בתי גידול לאורך הנחלים כולל בפשטי ההצפה. הסדרת נחל תנינים, שינוי במשטר הזרימה בשל איחוז מעיינות, שאיבה והטית המים פגעו בבתי הגידול בנחל ובשכבת הצומח במערכות האקולוגיות לאורכו. כיום, במקטעים רבים בנחל תנינים חברת הצומח מאופיינת בצומח באשה ובצומח סגטאלי (צומח של מעוזבות, שדות מוברים ועשבים שוטים). פעולה של הסדרת הנחל גורמת לפגיעה בחברת הצומח העומדת בבסיס המערכת האקולוגית הגורמת בשל כך לירידה באיכות האספקה של שירותי ויסות ושירותי תרבות. לצומח ובעיקר לצומח הגדות, תפקיד משמעותי ביצרנות הראשונית של המערכות ובשירותי הוויסות של המערכת הטבעית כגון בשימור קרקע, ויסות הזרימה ויצירת בתי גידול. באזור עמיקם ובנימינה קטעים מהנחל חופו בסלעים שטוחים אשר מגדילים את מהירות הזרימה בנחל. בעקבות ההסדרה התקרבו שטחי החקלאות עד גדת הנחל באופן שכמעט ולא הותיר חייץ של צומח טבעי בין החקלאות האינטנסיבית לבין המערכת האקולוגית באפיק הנחל. שינוי חברת הצומח גרם לירידה בתפקוד האקולוגי של הנחל שאמור לשמש כווסת אקלימי המספק לחות ומושך אליו בעלי חיים. חברת צומח מקומי מאפשרת גם וויסות של אוכלוסיות חרקים, מאביקים ועטלפים כולל כאלה הטורפים מזיקים משטחי החקלאות הסמוכים. הסדרת הנחל, שנעשתה בין היתר על מנת ליצור משבצות חקלאיות נוחות לעיבוד פגעה בשירותי מערכת מהסוג העשוי לשרת את החקלאים: מניעת סחף קרקע, ויסות שיטפונות וויסות אוכלוסיית החרקים המזיקים. הסקר הבוטני המפורט שבוצע במקטע הפיילוט מעין שוני עד כביש 4, אפיין את מבנה הצומח וחברות הצומח הקיימות בשטח כבסיס לאפיון חברת הצומח העתידית בנחל המשוקם. אחת ממטרותיו החשובות של הסקר הייתה הבנת הקשר בין מיקומם של מינים והרכבם ובין אופי המשטר ההידרולוגי בנחל. מטרת נוספת של הסקר הבוטני הייתה הבנת הקשר בין הקרבה לשטחי חקלאות ובין עושר המינים באזור (להבדיל מהמגוון הביולוגי שלוקח בחשבון גם את גודל האוכלוסיות, כלומר מתייחס גם למספר הפרטים).

הסדרת הנחל ואיחוז המעינות משפיעים גם על שירותי התרבות שמספקת המערכת האקולוגית הנחלית. נראה כי השינויים המלאכותיים גרמו להתייחסות שונה אל הנחל - ממקום של השתוקקות אליו (אלון ורנן 2018), הוא הפך ל"חצר אחורית". נחל תנינים הפך לציר הנחה של תשתיות, כולל תשתיות הביוב, כמו קו הביוב של בנימינה שדולף ומזהם את הערוץ. הנחת הקו לאורך הנחל נעשתה כנראה משיקולי תועלת מאחר שהמקום היה "פנוי", אך בלי להתייחס לאיומים על הנחל.

### **מתווה תכנוני לשיקום אקו-הידרולוגי – דרכי פעולה**

שחזור או שיקום התוואי הקדום והחתך יחד עם שחזור המשטר ההידרולוגי ולו באופן חלקי, יהוו בסיס שיאפשר שיקום בתי הגידול בדומה למתרחש בנחלים באזור שלא עברו הסדרה ושינוי של המשטר ההידרולוגי (לדוגמא מעלה נחל דליה, ומעלה נחל השופט). עיצוב מחדש של חתכי הנחל כבעלי מורכבות מבנית כולל רצועות חייץ ישמש כקו מנחה לפעולות הפיזיות של השיקום. מטרת המורכבות המבנית היא יצירת תנאים א-ביוטיים מגוונים כתשתית לתגובות ביולוגיות מגוונות, כלומר יצירת בתי גידול או בהם יתאפשר אכלוס על ידי מינים שונים של צומח, חסרי חוליות, דו-חיים ודגים. השונות מתבטאת במרחב, בזמן ובמרכיב הקישוריות ההידראולית. החתכים יבוצעו באמצעים הנדסיים.

לצורך יצירת חתך מורכב יהיה צורך להרחיב את אפיק הנחל על פי רוב על חשבון השטח החקלאי. (איור 2 מציג חתך לדוגמא). קידום התכנון יחייב לפעול בו זמנית בארבעה מישורים: א. מיפוי בעלויות על הקרקע, ושיח עם החקלאים המעבדים על מוכנותם להרחיב את האפיק ורצועת הנחל על חשבון צמצום השטח החקלאי הגובל באפיק הנחל ב. בחינה של התפקוד האקולוגי באותה רצועה וביצוע של הערכה למידת הגידול בשירותים ובתועלות שמספקת המערכת האקולוגית, שתיווצר לאחר פעולת ההרחבה. התובנה שרצועת הנחל מגוונת הן מבחינה אקוהידרולוגית והן מבחינת שימושי הקרקע החקלאיים והאחרים, מחייבת לנקוט בחינה ושיקול דעת כולל מידת רצף השטחים בהם יתבצעו פעולות השיקום. ג. גיבוש מדיניות ומנגנון לפיצוי החקלאים שיאפשרו את הרחבת הנחל בתחומם ד. זיהוי מקטעי הנחל בהם קיים חשש לזיהום ופגיעה במערכת האקוויטית בשל קרבתה של החקלאות את הנחל וזליגה של מזהמים אל הנחל. מקטעים אלו יקבלו עדיפות במאמץ להרחבת החתך ע"י יצירה של רצועת חייץ צמחית בין השטח החקלאי המהווה מקור לזיהום לבין המערכת האקוויטית. השיקום הצמחי מבוסס על הסקרים המוקדמים ועל השוואת הרכב המינים המתוכנן לאתרי ייחוס כגון בשמורת התמסח בכבארה ובמעלה נחל השופט ונחל דליה המאופיינים בעיקר במינים חובבי לחות מקומיים.

לשם שחזור פשטי הצפה ומסדרונות של גדות וחיץ, לרבות יצירת קישוריות אקולוגיות בין מקטעים נפרדים של בתי גידול, בוצע ניתוח ראשוני של פשטי הצפה היסטוריים וקיימים באמצעות תצלומי אוויר. בניתוח זהו מספר אפשרויות לשיקום פשטי הצפה הממוקמים על שרידי הערוץ ההיסטורי. גם במקרה זה יש להעריך פעילויות חקלאיות הממומשות בפשטי הצפה על מנת לשקול שינוי אפשרי בשימושי הקרקע. זיהוי אזורים פוטנציאליים לשיקום פשטי הצפה באמצעות יצירה של קישוריות הידראולית בין האפיק ומישור הפשט, סקר אקולוגי של האפיק ורצועת החייץ; חקר מורפולוגי של הערוץ - זיהוי תיחום ערוץ מדויק בהשוואה לערוץ ההיסטורי, הערכת יחס הפיתוליות הנוכחי והקדום, הערכת מימדי השינוי שבוצע בתוואי ובחתך הנחל עקב ההסדרה.

פועל יוצא מהבנת הקשר בין תוואי הנחל, משטר הזרימה והקישוריות ההידרולוגית הוא שילוב השיקום של המשטר ההידרולוגי בנחל כחלק בלתי נפרד מהשיקום האקו-הידרולוגי.

במרכז המתווה לשיקום הנחל עומדת האפשרות להשבת זרימת המים בערוץ, בעיקר מעין שוני עד כביש 4. פעולה זו יכולה להתרחש באמצעות מספר חלופות להזרמת מים באיכויות ובנפחים שונים. האפשרויות העיקריות הן: א. הזרמת מים שפירים ממקור חיצוני (ממערכת אספקת המים האזורית) לאזור עין שוני; ב. הזרמת מי שאיבה מקידוחי שוני + מים שפירים מהמערכת הארצית במורד נחל שוני ובהמשך למורד נחל תנינים; ג. הזרמת מי מעינות התמסח בצינור כלפי מעלה הנחל ואז שחרורם לאפיק הנחל על פני חלק ממקטע הפיילוט ממחצבת בנימינה למורד; ד. הזרמת כמויות קטנות של מים שפירים (ממערכת אספקת המים האזורית) על מנת לשחזר את זרימת המים מעין ספרא, הפעלת תחנת הקמח אבו נור ושחזור מערכת ההשקיה וההצפה מראשית ההתיישבות (פיק"א, 1920). פעולות נוספות שיאפשרו שיקום של המשטר ההידרולוגי הוא פתיחה/הסרה של סכר מנשה והגדלת הפתח בסכר הרומי.

לשם השבת מים לנחל תנינים יש לבחון כל אחד ממבני השליטה על המים, למשל סכרים ומתקני שאיבה, ולקבוע האם הם עדיין הכרחיים לאור האפשרות של קבלת מים זמינים ממקורות מושבים ומהתפלה והאם ניתן לבטלם. מים שיישארו בנחל ולא יוטו לשימושים אחרים ישפרו את התפקוד הגיאומורפולוגי הטבעי לנחל, ישפרו את תפקוד בתי הגידול באגן ויהוו בסיס להרחבת שירותי המערכת, בעיקר שירותי התרבות שמספק הנחל.

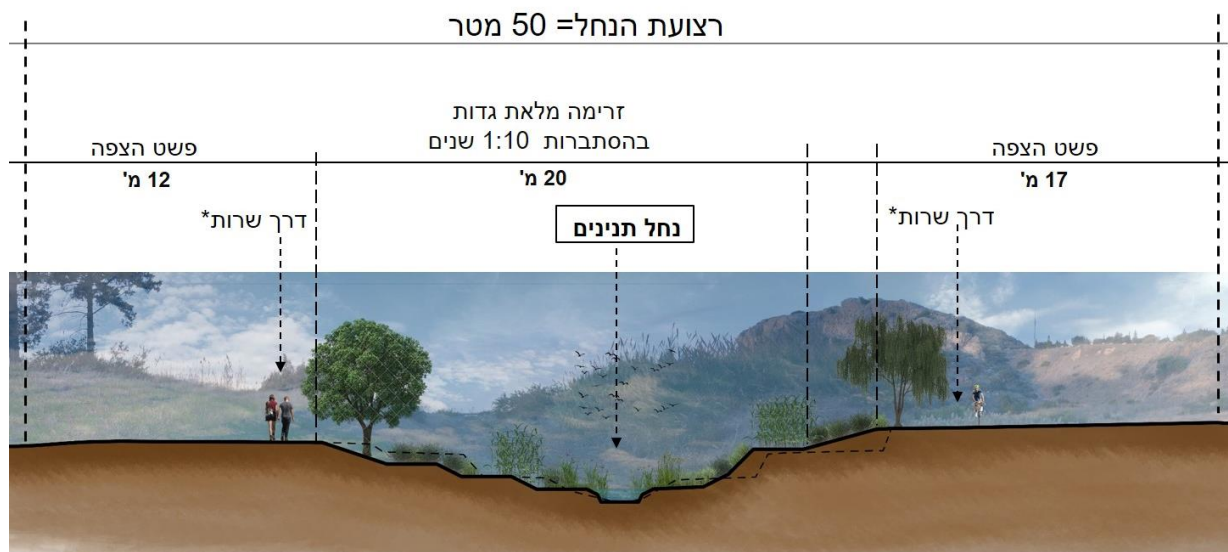
על מנת להבטיח את איכות המים בנחל, יש לעבוד במשותף עם האחרים על טיהור המים ועם נציגי המועצות המקומיות והאזוריות כדי למצוא פתרונות להקטנת הזרמת ביוב לנחל.

שיקום הנחל יחייב פיתוח אסטרטגיות אפקטיביות לניהול ושיפור מצב המערכת האקולוגית, למשל על ידי הוצאת מינים פולשים או הורדת עומס נוטריינטים, לדוגמה בנחל שוני הזדמנויות נוספות לשיקום קיימות היכן שמצויות קרקעות מוברות או מדולדלות לדוגמה בפשטי הצפה. באזורים אלו התועלת בעיבוד נמוכה וקיימת בהם הזדמנות להרחבת רצועת הנחל ולשיקום פשטי הצפה. לדוגמה, באזור מקטע ג' - מסכר ההטיה של מפעלי מנשה עד דרך יפו. לאורכו של רוב המקטע זורם נחל איתן עם זרימת בסיס המוזנת מעינות אביאל ועין אלונה. במקטע זה קיים פוטנציאל לשיקום כ- 300 דונמים, לשיפור התפקוד האקולוגי ולפיתוח אזורי פנאי.

בנוגע לפיתוח משאבי פנאי מציע מתווה התכנון לשיקום פיתוח מרכז מבקרים עם אמצעי מולטימדיה בשמורת הטבע נחל תנינים, בניית טיילת ושבילי מטיילים לאורך מקטעי הנחל כדי לאפשר פעילויות כגון הליכה, רכיבה על אופניים, צפרות, שיט, וסיורים חינוכיים לקבוצות. עוד צוין כי תחרויות זיהוי ציפורים עשויות להגביר את המודעות למשאבי טבע ולעודד שימושי פנאי. פעילויות של צפרות כבר מתקיימות מעת לעת באזור בנימינה ביוזמתם של פעילי "חיים לנחל תנינים".



## חתך מס' 3 – בסמוך לעין ספרא-תמסח



### איור מס' 2 : דוגמה לחתך מוצע בנחל תנינים כחלק מתכנית שיקום אקו-הידרולוגי

מתווה התכנון מדגיש את חשיבותה של הערכת שירותי המערכת האקולוגית בנחל: בתי גידול באפיק, בגדות ובחייץ מספקים שירותים למערכות האקולוגיות ולמערכות אנושיות ומלמדים על בריאותה של המערכת האקולוגית (Holmes et al., 2004). הבנת שירותי המערכת ותועלותיהם תסייע בהגדרה ותיעדוף של אזורי השיקום במסגרת אסטרטגיה ניהוליות של הנחל המשתקם ותתמוך בשיקום המשלב באופן מאוזן בין צרכים כלכליים (בעיקר של המגזר החקלאי), חברתיים ותרבותיים ובין "צרכי" המערכת הנחלית הטבעית.

### מתווה תכנוני לשיקום אקו-הידרולוגי – תכנית ניטור והערכה

לאחר סיום הביצוע הפיסי של תכנית השיקום, תתבצע תכנית ניטור שמטרתה: בחינה של הצלחת השיקום עפ"י מדדים ואבני דרך שיקבעו מראש, מתן היזון חוזר לצורך יישום של ממשק אדפטיבי ע"י מנהלי השטח, אפשרות להערכה של רמת שירותי המערכת האקולוגית ותועלותיה ככלי לאיזון תהליכי פיתוח במרחב הנחל.

תכנית הניטור תחלק את בתי הגידול ברצועת הנחל באגן לקטגוריות ברות השוואה, לדוגמא קטגוריה של בית גידול ריפארי עם משטר זרימה דומה, או עם רמת מוליכות דומה וכך הלאה. באופן זה ההשוואה בין מקטעים בודדים תהיה מדויקת יותר. קביעה של אתרי ייחוס תאפשר הערכה מדויקת יותר של מצב אקולוגי ושיקוף מדויק יותר של השפעת פעולות ניהול פוטנציאליות על המערכת.

1. הערכה חזותית שתבוצע לעיתים תכופות ע"י כוח אדם בעל היכרות עם הנחל וסביבתו בעונות השנה. על מנת לספק מידע אקו-הידרולוגי אשר ישפר את הבנת מצב הנחל.
2. סקירה ומדידה שיבוצעו בתדירות נמוכה יחסית (עלות גבוהה יחסית).

הערכה חזותית תכלול: את מצב היציבות של גדת הערוץ, משטר זרימת המים, פגיעה בבתי גידול והערכת עכירות המים; מדידות שדה של איכות המים בכל המקטעים (ניתן לבצע מדידה ידנית בעלות נמוכה ובהשקעת זמן קטנה יחסית).

סקירה ומדידה יבוצעו באבני דרך שנקבעו מראש ויכללו מספר קטגוריות לבחינה: חקר הידרולוגי של מאפייני משטר הזרימה – מדידת ספיקות בעונות השונות, חישוב מהירויות הזרימה, הערכת התפקוד של פשט ההצפה, מיפוי חסמים הידראוליים, זיהוי ומעקב אחר הרכב תשתית הנחל והתפלגות גודל הגרגר, מעקב אחר התחתרות וקריסת גדות, מעקב אחר תהליכי השקעה של סחף, מיפוי של הרכב הקרקע בחתך הגדה, בחינה של משטר הלחות בגדה, הערכת כושר הנימיות בחתך הגדה; חקר של איכות המים והסחופת - ביצוע דיגום מקיף של איכות מים כולל ספיחת מזהמים בחומרי הסחופת. במערכות מימיות תחומי הזיהום הגדולים ביותר יתקיימו בדרך כלל בשטחי השקעה, כך שיש לכוון לשטחים אלו בתכנית הדגימה. שטחי השקעה מאופיינים לרוב בזרימה איטית המאפשרת למשקעים להצטבר (למשל אזורי בריכות ועיקולים בנחל). חשוב לציין כי משקעים משמשים הן כ"בנק זיכרון" של אירועי זיהום בעבר והן כמקור מתמשך של תרכובות אנאירוביות ותרכובות רעילות (Bar Or, 2000). איסוף וניתוח מים עיליים אמורים להיעשות בתוך כל אחד ממקטעי הנחל. רצוי לבצע את האיסוף מספר פעמים באותה שנה כדי ללמוד על ההשפעות העונתיות על איכות המים. נתונים אלו יאפשרו מדידה והערכה של אסטרטגיות ניהול עתידיות ושל שינויי בשימושי הקרקע. חקר אקולוגי של האפיק, הגדות ורצועת החיץ - זיהוי ומיפוי של סוג בתי גידול ברצועת הנחל (בית גידול זרימתי, טללה - riffel, ברכת, ליטורלי, ריפארי ויובשני). בחינה של הרכב המינים ויחס השפיעה בכל בית גידול בקבוצה הביולוגית של חסרי חוליות מימיים גדולים, שהוכחו כאינדיקטורים משמעותיים לבריאות אקולוגית של הנחל, איתור מינים זרים ופולשים. סקירה של , פרוקי רגליים, חרקים, דו חיים, זוחלים, בעלי כנף ויונקים (כולל עטלפים), בתחום רצועת הנחל.

חקר בוטאני - יכלול מספר מדדים ושיטות; עושר ומגוון מינים ואחוז כיסוי של הצומח משמשים כמדדים למצבם של בתי גידול בנחל, בגדות ובאזור החיץ, יחד עם הרכב צורות הגידול של הצמחייה ורוחבה, אורכה ורציפותה של רצועת חיץ קיימת. אחוז המינים הפולשים. אחוז העצים והשיחים המצלים על הנחל הוא מדד חשוב. הצללת הנחל תורמת לשמירת קרירות המים ומגבילה התפתחות של אצות. ריכוז החמצן המומס במים קרירים גבוה יותר מאשר במים חמים. במקרים רבים, כאשר עצים על שפת נחל מוסרים, הזרם חשוף להשפעות ההתחממות של השמש, וטמפרטורת המים עולה לפרקי זמן ארוכים יותר בשעות היום ובמשך יותר ימים במהלך השנה. שינוי זה בעוצמת האור והטמפרטורה גורם לירידה במספרם של מינים מסוימים של דגים, חרקים, חסרי חוליות, וצמחי מים ומעלה מנגד את ריכוז האצות החוטיות. תכנית הניטור מציעה להעריך את הצל במהלך הערכת צמחיית הגדות ואזור החיץ.

חקר אגרואקולוגי - זיהוי ומיפוי מיני צומח צופניים המשמשים למאבקים, מיני צומח המשמשים כפונדקאים לחרקים ופרוקי רגליים המועילים כמדבירים ביולוגיים בשטחי החקלאות הסמוכים, או לחלופין כמוקדי משיכה אטרקטיביים למזיקים חקלאיים שונים. מעקב אחר התפתחות שירותי התרבות של הנחל – תנועת נופשים בחיק הטבע, היקף הפעילות החברתית בשעות הפנאי, פעולות חינוך ומדע, מעקב אחר מצב התודעה של הקהילות

## אל איזה עתיד זורם נחל תנינים?

מתווה התכנון לשיקום נחל תנינים נסמך על ממצאים אמפיריים שנאספו על ידי חוקרים מתחום מדעי כדור הארץ ומדעי החיים, אך הוא מביאה בחשבון גם תובנות שמקורן במחקרי סביבה וחברה (אלון ורון 2018). גרטצין דיילי, חוקרת הסביבה עטורת הפרסים מאוניברסיטת סטנפורד, טוענת כי "איננו מגנים על מה שאיננו מעריכים. במשך אינספור דורות, נטייתם של בני האדם הייתה ליחס חשיבות מועטה יחסית להגנה על המערכות הטבעיות הסובבות אותם, במידה רבה מכיוון שלא הבינו או לא העריכו את חשיבותן" (Daily, 2003, xix). באותה הרוח, הציעו פיקרט ברקרט וקרל פולקה את תפיסת העמידות (resilience) בהצביעם על כך שההפרדה בין מערכות חברתיות ובין מערכות טבעיות היא מלאכותית ושרירותית (Berkes & Folke, 1998; Folke, 2006), שכן אנשים וחברות אנושיות ימשיכו לעצב את הביוספרה ולהתעצב על ידיה. בשנים האחרונות גדולה והולכת ההכרה בצורך בגישות פיתוח שלוקחות בחשבון את התלות ההדדית בין רווחת האדם ובין יסודותיה של הביוספרה (Folke et al., 2016).

אף ששירותי התרבות נפגעו, נחל תנינים עדיין משמש כגורם המארגן מסביבו קהילה, בין אם במסגרת פעילות לשימור הנחל ובין אם כספק שירותי מערכת. נחל הוא עמק השווה. הוא מאפשר לאנשים מזהויות שונות למצוא מכה משותף ללא התערבות מלאכותית. לאורך נחל תנינים שוכנות אוכלוסיות מגוונות מבחינת דת, צורת היישוב, אשכולות סוציו-אקונומיים. כמו הקשר בין גוף ונפש, מתקיים הקשר בין המערכת האקולוגית ובין תרבות. כאשר מדובר במקור מים, הכמיהה אליו מבטאת את משיכתה הטבעית של נפש האדם אל מים, מקור החיים. אנו מקווים ששיקומו של נחל תנינים, תוך התחשבות מרבית במאפייניו האקולוגיים, התרבותיים והחקלאיים, יוביל להתחדשות הנחל כערך טבע ונוף המתפקד כבית גידול ביולוגי וחברתי, ושמיימו לעולם יזרמו בנחת.

## תודות

אנו רוצים להודות לאנשי צוות המחקר שהשתתפו בכתיבת חלק א' של פרוגרמת שיקום אגן נחל תנינים: ד"ר אורה משה, הערכה אקולוגית; ד"ר ירון הרשקוביץ, סקר חסרי חוליות גדולים, ד"ר אלדד אלרון, סקר דו-חיים ודגים; אסף בן דוד, סקר מכרסמים; אסף מרוז, ייעוץ בנושא בעלי כנף; ד"ר הילה שמון, סקר יונקים גדולים ובינוניים; יובל לוריג, GIS; יוחאי ברנאי, סקרי גיאומורפולוגיה והידרולוגיה; אנו מבקשים להודות גם להוגו טראגו מנכ"ל רמת הנדיב, נעמי אפל מנהלת השותפות לקיימות אזורית, משה יזרעאלי מנכ"ל רשות ניקוז ונחלים כרמל. תודה מיוחדת לפרופ' אבי פרבולוצקי על תמיכתו ועזרתו בעריכת המאמר ולאבי אוזן על השותפות בכתיבת הפרוגרמה

## מקורות

ארו, א. (2013). מה לנו ולשטחים הפתוחים? שיתוף הציבור בהכרזה על מרחב ביוספרי רמת מנשה; היבטים תרבותיים ואקולוגיים. עבודת גמר (תיזה) לצורך "מוסמך אוניברסיטה" אוניברסיטת ת"א.

בס-ספקטור, ש., פידלמן, א. (2012). השימוש בחומרי הדברה בקרבת מקורות מים בישראל, הכנסת, מרכז המחקר והמידע. נדלה מאתר הכנסת ב-1.2.1017.knesset.gov.il

גורן, מ., הלוי, א., דסה-טויטו, נ. (2005). שימור דגי מערכת נחלי החוף כקבוצת בוחן למצבה הסביבתי של המערכת - האיכטיופאונה של נחל תנינים כמודל לבחינת הצרכים הסביבתיים של דגי נחלי החוף. דוח שנתי שלישי - מסכם. המחלקה לזואולוגיה, אוניברסיטת תל אביב. מוגש למשרד להגנת הסביבה.

גפני ש., סוארי י., יהל ג., (2016) שיקום מקרואסטוארים לאורך החוף של ישראל, הוצג בכנס שיקום נחלים ברמת הנדיב 2016, בית הספר ללימודי הים, המרכז האקדמי רופין.

גרינשטיין, ד., הר-גיל, ג. (2000). נחל תנינים - תכנית אב. משרד לאיכות הסביבה/קק"ל/איגוד ערים חדרה.

דולב, ע., הנקין, ז., יהודה, י., כרמל, י. (2013). הקטנת עומס הפרשות בקר בקרבת מעיינות וערוצי נחלים באמצעות אספקת מים, מזון וצל. *אקולוגיה וסביבה*, 4 (3): 231-239.

המשרד להגנת הסביבה (2016). תחנות דלק. נדלה מאתר המשרד להגנת הסביבה ב-2.5.2017. [www.sviva.gov.il](http://www.sviva.gov.il).

מוס אלון, ט., רונן, ג. (2018), קהילות נחל תנינים עושים מקום ומפה, דו"ח נקודת חן

מלול, י. (2014). אגנים ירוקים במעגן מיכאל פתרון אפשרי לנושא השפכים. *מוסף הרפת והסביבה*, 369, 61-59.

עופר, א. (2010). מי פלט בריכות הדגים. צנובר - עובד גובי - קבוצת תכנון בע"מ: דוח לעמותת צלול.

צדיקוב, א. (2012). ירידה משמעותית בזיהום הודות לרפורמה ברפתות. *אקולוגיה וסביבה*. 3 (3): 215-217.

רשות המים (2012) דו"ח מצב מקורות המים. נדלה מאתר רשות המים ב-1.5.1017. [www.water.gov.il](http://www.water.gov.il).

שלוח, ש. (2018). לא מחבקים עצים: פעילות וזהות סביבתית בקיבוץ בעמק יזרעאל. עבודת גמר (תיזה) לצורך "מוסמך אוניברסיטה" אוניברסיטת ת"א.

שפירא, ר., קורצמן, ד. (2013). הפחתת שטפי חנקה למי תהום מתחת לפרדסים על-סמך הדמיות דיסון במודלים מכוילים. *אקולוגיה וסביבה*. 4 (1): 55-50.

Bar Or, Y. 2000. Restoration of the rivers in Israel's coastal plain. *Water, Air, and Soil Pollution*, 123: 311-321.

Berkes, F., & Folke, C. (1998). Linking social and ecological systems for resilience and sustainability. *Linking social and ecological systems: management practices and social mechanisms for building resilience*, 1(4).

Clinton, P. J., D. R. Young, D. T. Specht, and H. Lee. 2007, A Guide to Mapping Intertidal Eelgrass and Nonvegetated Habitats in Estuaries of the Pacific Northwest USA, U.S. Environmental Protection Agency, Washington, D.C., EPA/600/R-07/062, 2007

Daily, G. (2003). What are ecosystem services. *Global environmental challenges for the twenty-first century: Resources, consumption and sustainable solutions*, 227-231.

D'Odorico, P., Bhattachan, A., Davis, K. F., Ravi, S., & Runyan, C. W. (2013). Global desertification: drivers and feedbacks. *Advances in Water Resources*, 51, 326-344.

Giuliani, M. V. (2003). Theory of attachment and place attachment. In M. Bonnes, T. Lee M. Bonaiuto (Eds.), *Psychological Theories for Environmental Issues* (pp. 137-170). Aldershot, England: Ashgate..

- Folke, C. (2006). Resilience: The emergence of a perspective for social–ecological systems analyses. *Global environmental change*, 16(3), 253-267.
- Folke, C., Biggs, R., Norström, A. V., Reyers, B., & Rockström, J. (2016). Social-ecological resilience and biosphere-based sustainability science. *Ecology and Society*, 21(3).
- Haines-Young, R., & Potschin, M. (2010). The links between biodiversity, ecosystem services and human well-being. *Ecosystem Ecology: a new synthesis*, 1, 110-139.
- Holmes, T.P. Bergstrom, J.C., Huszar, E., Kask, S.B. and Orr, F. III. 2004. Contingent valuation, net marginal benefits, and the scale of riparian ecosystem restoration. *Ecological Economics*, 49: 19-30.
- Lockwood, J. A. (1999). Agriculture and biodiversity: finding our place in this world. *Agriculture and Human Values*, 16(4), 365-379.
- Postel, S., Bawa, K., Kaufman, L., Peterson, C. H., Carpenter, S., Tillman, D., ... & Matson, P. A. (2012). Nature's services: *Societal dependence on natural ecosystems*. Island Press.
- Rosgen, D. L. (1996). *Applied river morphology*. Wildland Hydrology.
- Stedman, R. C. (2003). Is it really just a social construction?: The contribution of the physical environment to sense of place. *Society Natural Resources*, 16(8), 671-685.