

בקצרה



זרימת קולחים ממאגר מנדא | צילום: אריאל כהן

מקורות המים והמזהמים באגן נחל ציפורי

אריאל כהן ^[1]*, שם לוי ^[1], הגר סבטי ^[1],
שירה ניניו ^[2] ודינה פיימן ^[1]

^[1] אגף סביבה, חטיבת מדע, רשות הטבע והגנים

^[2] חקר ימים ואגמים לישראל

* arielc@npa.org.il

נחלי ישראל, ובפרט נחלי האיתן שבהם, סבלו לאורך עשורים מהזנחה מתמשכת שנבעה משאיבות יתר לצורכי חקלאות ומהזרמת שפכים וקולחים באיכות ירודה. הפגיעות האלה הובילו להתדרדרות חמורה של החי והצומח בבתי הגידול הלחים ^[3]. בשנת 2021 השיקו יד הנדיב ורשות ניקוז ונחלים קישון את התוכנית הלאומית לשיקום נחל ציפורי. מטרת העל של התוכנית היא שיקום אקולוגי של הנחל, המחייב את הסרת מקורות הזיהום וכן הבטחת זרימה איתנה שמבוססת על שפיעת מעיינות טבעית וזרימת נגר עילי בעקבות אירועי גשם. השפיעה והזרימה יוצרות קישוריות אקולוגית לאורך אגן הניקוז.

אגן נחל ציפורי, יובל מרכזי של נחל הקישון, משתרע על שטח של כ־300 קמ"ר. לאורך נחל ציפורי ויובליו נובעים מעיינות קטנים וגדולים המקיימים זרימה איתנה לאורך כ־26 ק"מ, ומהווים תשתית לקיום בתי גידול לחים. רוב מעיינות האגן מצויים בערוצי הנחלים. נפח הזרימה השנתי משלושת המעיינות המרכזיים (ציפורי, יפתחאל ויבקע) מוערך ב־2.5–3 מלמ"ק, שמהווים את זרימת הבסיס האיתנה של הנחל. כמויות המים בנחל ואיכותם משתנות מאוד לאורך השנה (איור 1, בנספח 1, באתר כתב העת). התקופה הגשומה מתאפיינת בספיקות גבוהות של גשם ונגר עירוני, התורמות בממוצע כ־5–7 מלמ"ק נוספים לשנה ^[4, 6]. נוסף על כך, מופו הזרמות של עודפי קולחים שניוניים ממט"ש כפר מנדא (כ־2 מלמ"ק לשנה), קולחים שניוניים ושלישוניים ממט"ש הסוללים (כ־0.5 מלמ"ק לשנה), תשטיפים ושפכים. הזרימה בנחל בחורף טורבולנטית ועכורה. בתקופה היבשה זרימת הבסיס בנחל מתבססת על המעיינות, לצד עודפי הקולחים. נפחי הזרימה קטנים, והזרימה איטית.

מבחינה הידרולוגית, האגן מחולק לארבעה מקטעים:

א. **מעלה האגן** – מקטע אכזב, למעט בעונת החורף, אז זורמים בנחל מים שמקורם בניקוז עירוני (של ריינה ונצרת), בנגר עילי ובנביעות קטנות בתחומי ריינה.

- ב. **עינות ציפורי** – תחילת המקטע האיתן, שזורמים בו מים מעין קסטל. נוסף על כך, מי עין שוחה זורמים בחלקם לנחל ציפורי, ובעונות היבשות נשאבים לשימושים חקלאיים בבוסתני ספוריה. למקטע זה נשטפים שפכי רעיית בקר. בשנתיים האחרונות התייבש המקטע בין הבוסתנים לבין החיבור עם נחל יפתחאל באביב ובקיץ, ונוצר קיטוע אקולוגי.
- ג. **ליבת הנחל** – אזור הזרימה המרכזי, המוזן מעין יפתחאל, עין יבקע ועינות ואדי אום חמיד (נחל רימונים). עד ראשית 2026 היה המקטע נתון להשפעה מתמשכת של הזרמת עודפי קולחים ממט"שים מנדא והסוללים. אל מקטע זה זורמים ניקוזים עירוניים (מכפר מנדא ומביר אל-מכסור) ושפכי רעיית בקר. במורד המקטע (באזור הכפר ראס עלי) מתבצעות שאיבות פיראטיות מהנחל על-ידי חקלאים, למטרת השקיה.
- ד. **מורד הנחל** – מקטע מישורי, עם זרימה איתנה שמקורה בליבת הנחל. הוא מאופיין בפעילות חקלאית אינטנסיבית המגובה במאגרים. במורד המקטע המים נשאבים לצורכי חקלאות.

מקורות הזיהום

כדי לאתר את מקורות הזיהום, לאפיין אותם ולהעריך את היקפם נערך סקר מפגעים אגני ^[4]. כמו כן, בשנים 2021–2025 בוצע ניטור מקיף בנחל ציפורי וביובליו, שנועד לאפיין את האיכות והכמות של

- בחורף. ההזרמות פסקו בראשית 2026 בזכות העברת הקולחים להשקיה באגן הקישון.
- ג. **רעיית בקר** – רעייה אינטנסיבית מתקיימת על פני כ-27% משטח האגן (**איור 21**, **בנספח 1**). כמחצית משטחי המרעה אינם מוסדרים, מה שמוביל להימצאות של בקר בתוך אפיקי הנחלים (בייחוד בנחל רימונים), הפוגעת באיכות המים ובמבנה אפיק הנחל, בצומח המים והגדות ^[1].
- ד. **מתחם חקלאות מסורתית בבוסתני ספוריה** – באזור זה זוהו זיהומים משפכי משחטות וכן משפכים סניטריים מבתים ללא תשתיות שפכים.

איכות המים

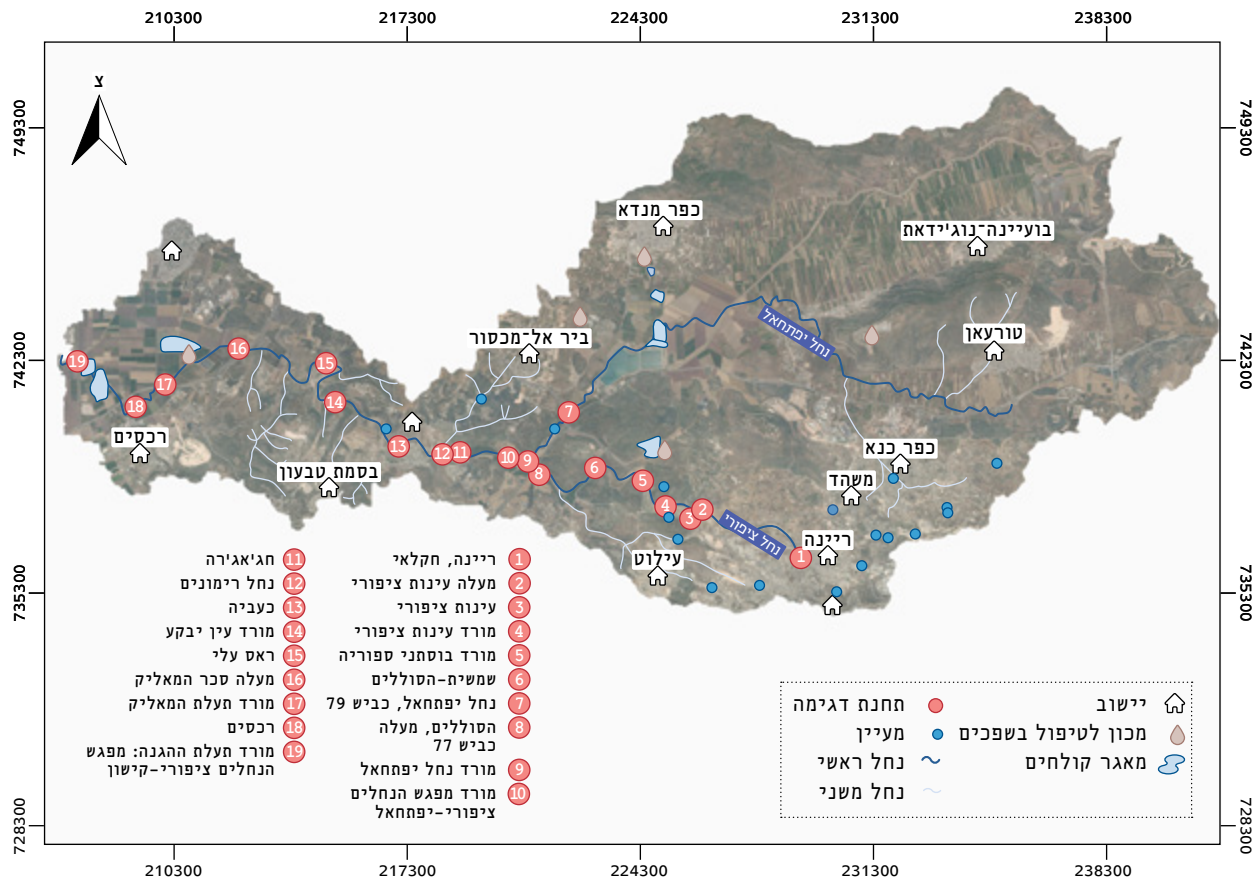
נתוני הניטור הצביעו על תנודתיות עונתית חדה באיכות המים. מדדי צריכת החמצן הביולוגי (צח"ב, BOD) והזרחה (פוספט, PO₄), המשמשים אינדיקטורים מרכזיים לזיהום מהפרשות, היו נמוכים

המים בכל מקטע ולבחון את השתנותן במרחב ובזמן ^[5]. הניטור בוצע בכ-20 תחנות דגימה קבועות לאורך הערוץ המרכזי וכן לאורך יובלים מרכזיים, כגון נחל יפתחאל ונחל רימונים (**איור 1**) ^[5]. ניטור איכות מים כלל מדדים כימיים, פיזיקליים ומיקרוביולוגיים. הניטור הכמותי סיפק מידע חיוני על אודות נפחי זרימות המים הטבעיות והמלאכותיות באגן. השילוב בין ניטור מי הנחל לסקר המפגעים שרטט תמונה מורכבת של זיהום המגיע ממספר מקורות עיקריים:

א. **תחנות שאיבה לשפכים** – באגן קיימות כ-30 תחנות שאיבה לשפכים. שש מהן פעלו באופן לא תקין, ולכן גלשו מהן שפכים לנחלים בתדירות בינונית-גבוהה, ופגעו בחברה הביולוגית בנחל ^[3].

ב. **עודפי קולחים** – מט"ש מנדא ומט"ש הסוללים הזרימו כ-2.5 מלמ"ק קולחים בשנה לנחלים ציפורי ויפתחאל. ההזרמות אירעו בשל היעדר נפחי איגום ובשל ביקוש חקלאי נמוך

איור 1. תחנות ניטור מים באגן נחל ציפורי
עיבוד ועריכה: תחום סקרים ומחקרים סביבתיים, רשות הטבע והגנים.



שימוש בטכנולוגיה מולקולרית לזיהוי מקורות הזיהום

ניתוח תוצאות צריכת החמצן הביולוגי, הזרחה והחנקן תורם להבנת הפריסה הגאוגרפית של הזיהום, אולם מקורות הזיהום בחלק מהאגן עדיין לא ברורים. לצורך הבחנה מדויקת בין זיהום ממקור אנושי לזיהום מבעלי חיים, השתמשנו באנליזה (Microbial) MST (Source Tracking). אנליזה מולקולרית זו מזהה סמנים לחיידקים ספציפיים למאכסנים שונים: לאדם, למעלי גירה ולחזירים [7]. תוצאות האנליזה, מהשנים 2024–2025, מעידות על נוכחות עקבית של שפכי אדם ובקר בכל התחנות שנבדקו, וברוב הדגימות. בשני שלישים מהדגימות (18 דגימות מתוך 27) הזיהום העיקרי (מעל 50%) הוא מבקר (איור 3). פעילות בקר נמצאה באופן מובהק כמזהם העיקרי במורד עינות ציפורי, בלב הנחל (לפני עין יבקע), במורד הנחל (סכר המאליק) ובמורד נחל רימונים. מאחר שעדרי הבקר נמצאים בתנועה, התנהגות סמן הבקר אינה אחידה במרחב. התנהגות הסמן ממקור אדם מעידה על זיהום משמעותי במורד בוסתני ספוריה, שדועך במורד הזרם.

סיכום

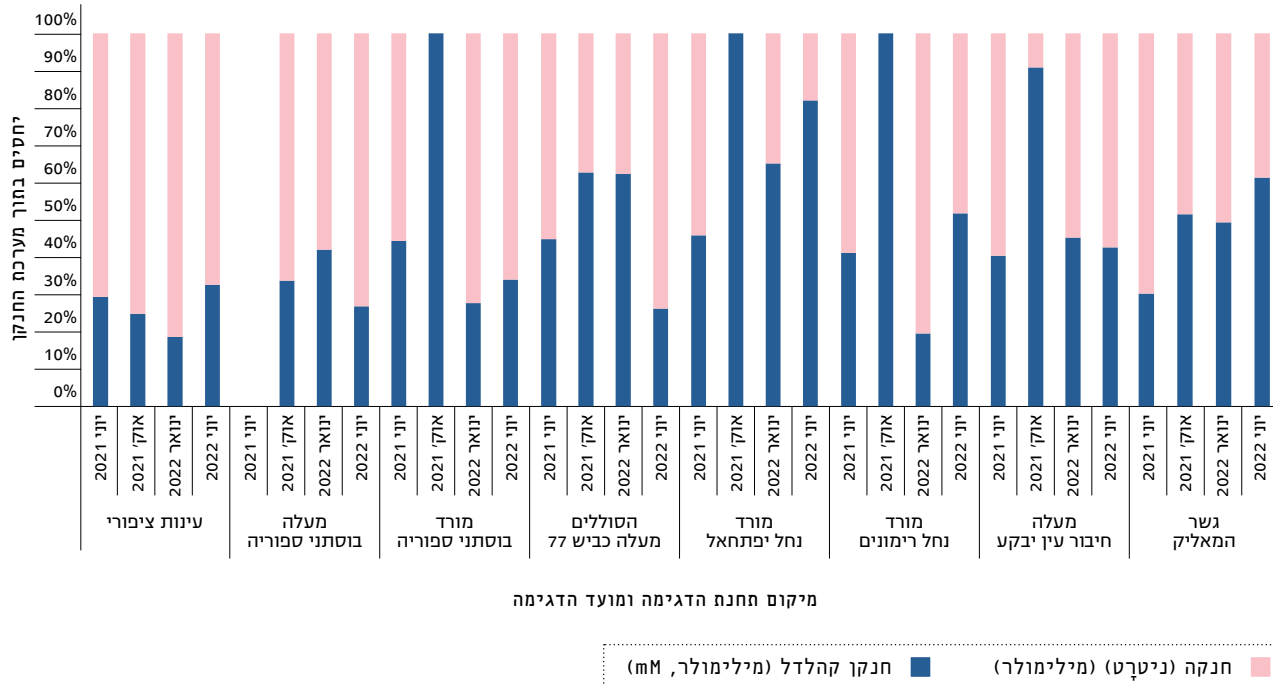
סקר המפגעים וניטור מקורות הזיהום מלמדים כי הזיהום הוא תוצר של שילוב בין כשלי תשתית במערכות השפכים והקולחים, הגורמים להזרמת שפכים וקולחים לנחלים, לבין פעילות חקלאית לא מוסדרת, בדגש על רעיית בקר. התוצאות מסייעות לעקוב אחר השתנות הזיהום בנחל והפריסה הגאוגרפית, אולם בחלק מאגן

בעונה היבשה (יוני–ספטמבר) – צח"ב: פחות מ-1.6 מג"ל; זרחה: 0–1.5 מג"ל (איור 3, בנספח 1). עם זאת, בחודשי החורף, בייחוד באזורים המושפעים מרעיית בקר ומעודפי קולחים, עלו ריכוזי הצח"ב לטווח של 5–10 מג"ל [5]. התרומה המשמעותית ביותר של זרחה היא מנחל יפתחאל, ככל הנראה תוצר של רעיית קולחים בנחל. בהמשך הנחל ישנה ירידה מתונה בריכוזים, עד לאזור ראס עלי, שם מתרחשת עלייה בחלק מהשנה, כנראה בשל רעיית בקר באזור. במערכת החנקן, היחס בין החנקן (ניטרט, המייצג את הפאזה המחומצנת) וחנקן קהלדל (הכולל אמוניה וחנקן אורגני, ומייצג את הפאזה המחוזרת) מלמד על מידת הזיהום במים (איור 2). דומיננטיות של חנקן קהלדל מעידה על ריכוז גבוה של חומר אורגני, שנובע מנוכחות מזהמים ומחוסר יכולתה של המערכת האקולוגית לפרק אותם. ממצאי הניטור הראו כי ברוב התחנות מי הנחל מחומצנים, וכן שבתחנות מסוימות, כגון הסוללים ומורד נחל יפתחאל, תועדה דומיננטיות (מעל ל-50%) של חנקן קהלדל המעידה על זיהום אורגני גבוה. עיקר זיהום החנקן מתרחש בחודשי הסתיו והחורף, למעט מורד נחל יפתחאל, שם הדומיננטיות קיימת גם בקיץ. העלייה בריכוזים ברוב תחנות הדגימה מיוני לאוקטובר מעידה על כניסות מזהמים. הירידה הקלה בתחנות במורד האגן (עין יבקע וסכר המאליק) מעידה שהנחל מצליח במידת מה להתמודד עם הזיהום הנכנס. בכל תחנות הדגימה, פרט לתחנות שבמעלה האגן, תרומת חנקן קהלדל גבוהה באוקטובר מאשר ביוני. מכאן עולה כי בספיקות נמוכות יותר השפעת הזיהום על איכות המים גבוהה יותר.

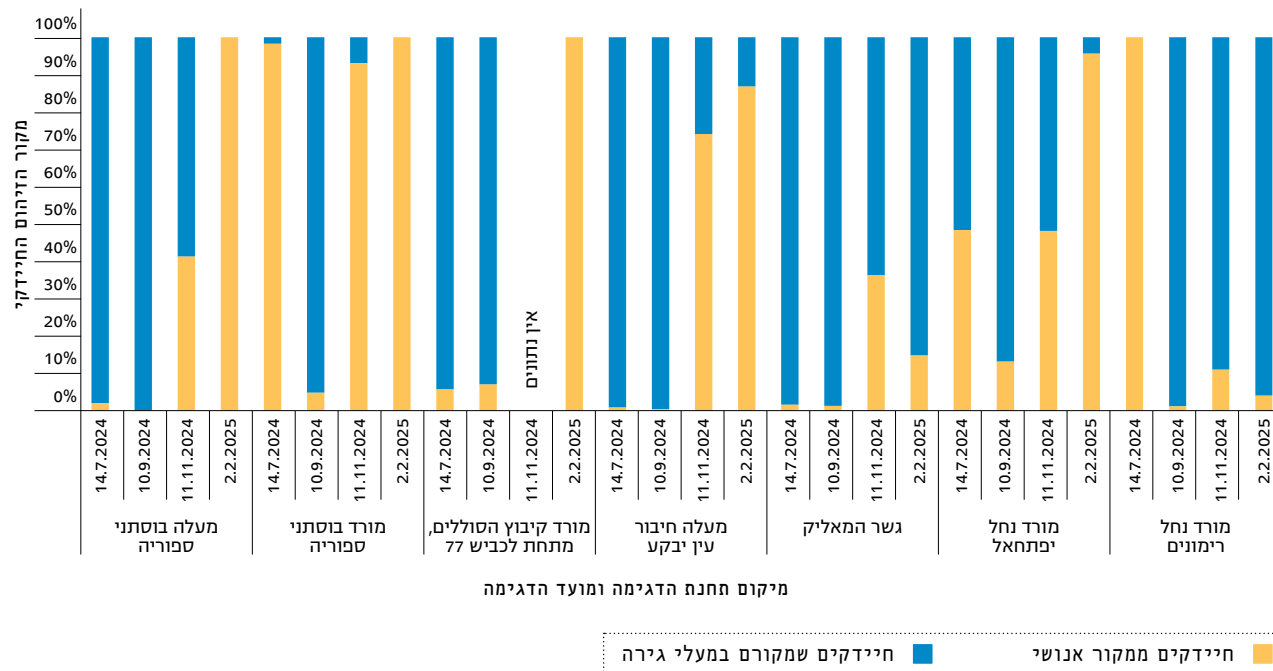


"הפסקת הזרמת עודפים קולחים ממט"ש כפר מנדא וממט"ש הסוללים, לנחל יפתחאל, בראשית 2026, היא צעד דרמטי שצפוי להפחית בצורה משמעותית את הזיהום בנחל ציפורי" | צילום: יוסף גיוני / תחרות "עיניים לנחל"

איור 2. היחסים בין החנקת (הניטרט, הפאזה המחומצנת) וחנקן קהלדל (הפאזה המחוזרת) בנחל ציפורי



איור 3. תרומה יחסית של מקורות הזיהום החיידקי בנחל ציפורי בשנים 2024-2025. האירור מציג את היחס בין זיהום ממקור אנושי ובין זיהום ממעלי גירה. בכל התחנות לא נמצא זיהום שמקורו בחזירים.



- [2] טל ע, הניגש, גסר ג ואחרים. 2024. קשרים הידרולוגיים במערכת של מעיינות ציפורי. השירות ההידרולוגי, רשות המים.
- [3] מילשטיין ד וכהן א. 2025. השפעות אקולוגיות של זרימות שפכים וקולחים ירודים בנחלים. רשות הטבע והגנים.
- [4] כהן א ולוי ש. 2022. סקר סיכונים סביבתיים – אגן נחל ציפורי. הוגש לרשות ניקוז ונחלים קישון.
- [5] כהן א, סבטי ה, לוי ש ופיימן ד. 2023. ניטור מים באגן נחל ציפורי, היבטים כמוותיים ואיכותיים, דו"ח מסכם לשנת 2021–2022. הוגש לרשות ניקוז ונחלים קישון.
- [6] מורן ייעוץ ופיתוח. 2018. סקירה רב תחומית של מרחב עינות ציפורי כבסיס מידע לתכנון. הוגש לרשות ניקוז ונחלים קישון.
- [7] ניניו ש. 2025. אנליזות MST – פרויקט ניטור מים באגן נחל ציפורי, 2024–2025.
- [8] עצמון ב ורוזנטל א. 1992. הידרוגיאולוגיה של אקוויפר האיזוקן באזור אלונים–שפרעם. משרד החקלאות והשירות ההידרולוגי.

הניקוז מקורות הזיהום עדיין אינם ברורים. הפסקת הזרמת עודפי קולחים ממט"ש כבר מנדא ומט"ש הסוללים לנחל יפתחאל בראשית 2026 היא צעד דרמטי שצפוי להפחית בצורה משמעותית את הזיהום בנחל ציפורי. עם זאת, מנתוני הניטור הכימיים והמולקולריים עולה ששיקום אקולוגי מלא יחייב טיפול שורש בהרחקת רעיית הבקר מאפיקי הנחלים ובהשלמת תשתיות הטיפול בשפכים. עבודות המיפוי והניטור מהוות תשתית מדעית לקבלת החלטות ניהוליות להסרת מקורות הזיהום באגן נחל ציפורי, שהן תנאי הכרחי להצלחת הפרויקט הלאומי לשיקום נחל ציפורי.

מקורות

- [1] הרשקוביץ י וגבריאל נ. 2022. השפעת רעיית בקר על מצבם האקולוגי של ערוצי נחלים ברמת הגולן. הוגש לרשות הטבע והגנים



חנות 'מפעל מים חנתון', ספטמבר 2024 | צילום: ניר פפאי

אבני היסוד לשיקום נחל ציפורי – התוכנית להשבת מים ולטיפול במזהמים

שמעון טל^[1] וניר פפאי^[2]*

^[1] יועץ לענייני מים ושפכים, הפרויקט הלאומי לשיקום נחל ציפורי, רשות ניקוז ונחלים קישון

^[2] מנהל הפרויקט הלאומי לשיקום נחל ציפורי, רשות ניקוז ונחלים קישון

* nir@rnkishon.co.il

מלאכת שיקום נחלים היא רבת-תחומית ומחייבת אינטגרציה בין תחומי דעת שונים ומגוונים. האיכות והכמות של המים בנחל הן במידה רבה הבסיס למלאכה זו. המענה לאתגרים האלה, בהיבט האקולוגי והציבורי, הוא בעבודה בשותפות. להלן נתאר את האתגרים והפעולות בתחומים של איכות המים, כמות המים ויצירת השותפות.

שיפור איכות המים

לאורך עשרות שנים סבל נחל ציפורי, כמו נחלי חוף רבים אחרים, מאיכות מים ירודה בשל זיהומים שונים ומתמשכים: החל משפכי חזירות, דרך גלישות 'מוסדרות' של ביוב וקולחים ממתקני טיפול בשפכים וכלה בתקלות במערכות שפכים עירוניות של יישובים באגן. לצורך טיפול בזיהום ערכה יחידת הסקרים של רשות הטבע והגנים כבר בראשית פרויקט השיקום סקר מזהמים ושפיעות

מקיף, שמיפה את גורמי הזיהום על פי חשיבותם. על בסיס הסקר נבנתה מפת דרכים לטיפול במזהמים, הכוללת שני סוגי פעולות – פעולות יזומות, שמיועדות לשנות את תמונת המצב באגן, ופעולות תגובתיות, המיועדות לתת מענה במקרה של תקלות. הפעולות היזומות המרכזיות לשיפור איכות המים הן:

- א. הקמת 'מפעל חנתון' שנועד להפסיק את הזרמת הקולחים לנחל ציפורי, והושלם לאחרונה על-ידי 'קולחי עמק יזרעאל' בסיוע רשות המים ובתמיכה של הפרויקט הלאומי לשיקום נחל ציפורי;
- ב. הקמת מאגר חירום במט"ש הסוללים כדי למנוע הזרמות וגלישות עתידיות, כחלק מהשלב השני של 'מפעל מים חנתון';
- ג. עבודה עם תאגידי המים לשיפור המצב התפעולי של שורת תחנות שאיבה לשפכים גולמיים במטרה לצמצם תקלות;