

עקות חמצן מתמשכות באסטואר של נחל אלכסנדר

מעובד על פי: סוארי, י., שיש ל., גפני ש., עמית ט., גלבוע מ., ברוקוביץ' ע.

ויהל ג. (2017), עקות חמצן מתמשכות באסטואר של נחל אלכסנדר, אקולוגיה וסביבה 8 (3) : 44-52

תקציר

באזור המפגש של נחלי החוף עם הים, חודרים מי הים המלוחים והצפופים למעלה הנחל. באותו זמן זורמים מעליהם לכיוון הנגדי מים מתוקים וצפופים פחות. אזור המפגש נקרא "אסטואר" והוא מתאפיין בשינויים קיצוניים בתכונות שלו, כגון מליחות, טמפרטורה וריכוז חמצן, במרחב (כלומר לאורך הנחל ולעומק), ולעתים גם בזמן (בעונות השונות ולאורך היום). באסטואר מגוון בתי גידול בשטח מצומצם יחסית וחשיבות סביבתית בהיותו אזור שיקוע וסינון ביולוגי של מי הנחל, אזור גידול של דגים צעירים, וכן אתר נופש וביולוגי לבני האדם.

המחקר המוצג כאן מתמקד באסטואר של נחל אלכסנדר מתוך מטרה להבין את מאפייניהם הייחודיים של האסטוארים בישראל ולאפשר ניהול מבוסס מדע. במסגרת המחקר מבוצעות דגימות חודשיות ממעלה האסטואר ועד מוצאו לים, שנמדדים בהן מדדים כימיים, פיזיקליים וביולוגיים. נוסף על כך, שתי תחנות ניטור קבועות אוגרות רצף נתונים של טמפרטורה, חמצן, מליחות ועומק.

מתוצאות המחקר עולה כי מי העומק באסטואר מאופיינים בתנאים של מיעוט חמצן ב-71% מהזמן, ומי פני השטח נמצאים בתנאים כאלה ב-56% מהזמן. כמו כן, אסטואר נחל אלכסנדר סובל מתקופות מתמשכות של היעדר חמצן. המחסור בחמצן נגרם בין היתר מעומס חומרים אורגניים (שמקורם בעיקר בשומרון) הגורמים להתפתחות מיקרואצות במי האסטואר, דבר שמגביל את חדירת האור למי העומק וגם גורם לעליה בצריכת חמצן ביולוגית. על פי הממצאים, הזרמה נרחבת של קולחים גרמה לירידה בריכוזי החמצן ולעליה בריכוז הכלורופיל ובריכוזי הזרחות והחנקות.

מילון מונחים

מיעוט חמצן/ מחסור בחמצן – נהוג להגדיר חוסר חמצן בשתי רמות: מיעוט חמצן - מחסור מתון, שבו ריכוז חמצן נמוך מ-2 מג"ל (מיליגרם לליטר mg/L) וחוסר חמצן – מחסור חמור שבו ריכוז החמצן מתחת לריכוז של 0.5 מג"ל.

זרחות – זרחות הן תרכובות זרחן מחומצנות ($PO_4/3^-$). תרכובות אלו מצויות בטבע אבל נפלטות בכמויות גדולות בתעשיית מזון וכימיקלים, בטיפול בשפכים ובפסולת, כתוצאה מפעילות חקלאית ושימוש בדשנים וחומרי הדברה. כמות גבוהה של זרחן במקורות המים

עלולה לגרום לריבוי של מזהמים במערכת אקולוגית של מים ולקריסה של המערכת הביולוגית. תוספת רבה של זרחן גורמת לגידול באוכלוסיית האצות, הצורכת כמויות גדולות מהחמצן המומס במים ועלולה כתוצאה מכך לגרום לירידה בזמינות החמצן לאורגניזמים אחרים ולהתמוטטות שרשרת המזון.

חנקות – החנקות (ניטראטים) הן תרכובות חנקן מחומצנות (NO_3 , NO_2), תוצרי חימצון של חנקן אורגני ואמוניה, המופיעים שניהם בריכוז גבוה בשפכים ובחומרי דשן. הריכוז המותר לחנקות בארץ – 70 מג"ל (באירופה ובארה"ב – 45 מג"ל). חנקות בריכוז גבוה יכולות לגרום לבעיות בריאותיות שונות. הימצאות חנקות במים מעידה, בדרך כלל, על זיהום אורגני של המים.

לפני שמתחילים

1. נכיר את נחלי החוף

התחלקו לקבוצות. כל קבוצה תבחר נחל אחד מתוך נחלי החוף שברשימה, תחפש עליו מידע באינטרנט (למשל באתר המשרד להגנת הסביבה > שיקום נחלים) ותציג לשאר הקבוצות במצגת שיתופית. ניתן להיעזר בשאלות המוצעות.

הנחלים: נחל נעמן, נחל קישון, נחל תנינים, נחל חדרה, נחל אלכסנדר, נחל פולג, נחל ירקון, נחל שורק, נחל לכיש, נחל שקמה, נחל הבשור.

א. אודות הנחל - היכן ראשיתו? מה אורכו? מה מסלולו? מה שטח אגן הניקוז שלו?

ב. סמנו על גבי המפה שבצד את מסלול הנחל עד השפך שלו לים. כמה יובלים (נחלים הזורמים לתוכו) מסומנים במפה ומי הם היובלים המרכזיים של הנחל?

ג. האם הנחל מזוהם? מהו מקור הזיהום? ניתן להיעזר [במפת מקורות זיהום נחלים באתר המשרד להגנת הסביבה](#)

ד. אם הנחל מזוהם - כיצד טיפלו בזיהום? האם הנחל עבר שיקום?



מפת נחלי החוף. מקור האיור: מט"ח, הספרייה החינוכית

2. זיהום נחלים. ברצונכם לבחון אם נחל מזוהם ומהן השפעות הזיהום.

א. מהם המדדים אותם הייתם בודקים על מנת לזהות זיהום?

ב. תכננו ניסוי הבחון השפעת זיהום הנחל. מהו הגורם הבלתי תלוי בניסוי ומהו הגורם התלוי? כיצד תמדדו אותם?

3. מחקר אסטוארים בנחלים

צפו בסרטון הבא על המחקר https://youtu.be/A4OuA_6MrDc וענו על השאלות:

א. מהו אסטואר?

ב. אלו מדדים בודקים במחקר המתואר בסרטון?

ג. מהי מטרת המחקר? מה ניתן ללמוד ממנו?

מבוא

בישראל ובעולם נעשה מאמץ לשיקום נחלים והמערכות האקולוגיות שלהם. עד היום התמקדו עיקר מאמצי שיקום הנחלים בארץ במקטעי הנחל העליונים והמרכזיים, בעוד שמקטעים התחתונים, הנקראים אסטוארים, בהם הנחלים חוברים לים ומי הנחל הופכים לתערובת של מים מתוקים ומי ים, נותרו מחוץ לתחום.

אסטואר הינו אזור מעבר בין סביבה ימית לסביבה יבשתית ולכן משמש כמערכת אקולוגית דינמית, מגוונת ויצרנית והינו רגיש מאוד להשפעות סביבתיות.

האסטואר מוגדר כשטח מחוף הים עד לנקודה במעלה הנחל שבה מי הים אינם מתערבבים עוד במי הנחל המתוקים. הוא מתאפיין במפלים (מדרגים) חדים של מליחות: א. מפל ריכוזים אופקי - ממי ים במליחות גבוהה באזור השפך של הנחל לים, למים במליחות נמוכה במעלה הנחל.

ב. מפל ריכוזים אנכי - ממים מתוקים בפני השטח, כלומר בחלק העליון של המים בנחל, למים מלוחים וצפופים בחלק התחתון. שכבת מים מלוחים בקרקעית הנחל יכולה למנוע ערבול מי עומק ומים מפני השטח ולהגביר את חוסר החמצן בקרקעית. צורת המפלים ומידת הערבוב בין מים מתוקים למלוחים משתנים בין אסטוארים שונים, והן דינמיים מאוד גם בתוך האסטואר.

חומר אורגני הוא מצע להתפתחות אוכלוסיות חיידקים אירוביים (=צורכי חמצן) ולכן מים שעשירים בחומר אורגני חשופים יותר למחסור בחמצן מומס. בנוסף עומס חומרי דשן אנאורגניים (בעיקר חנקות וזרחות) מעודד התפתחות מיקרו-אצות המגדילות את ריכוז החומר האורגני ומונעות חדירת אור. בעוד שבמהלך היום יוצרות המיקרו-אצות חמצן בעומקים שהאור חודר אליהם, בלילה צורכת נשימת האצות והחיידקים חמצן רב מהמים. יתרה מכך, חלק מהאצות שוקעות לקרקעית, ומעלות את העומס האורגני במים העמוקים ואיתו את קצב צריכת החמצן הביולוגית (צח"ב). גורמים אלה מביאים למחסור בחמצן במים העמוקים. תהליך זה מוגדר כהעתרה (איטרופיקציה). מחסור בחמצן מוביל לתמותת דגים וחסרי חוליות, מקטין את

התאמת בית הגידול למגוון של בעלי חיים, מוביל לצמצום גודל אוכלוסיות ולירידה בעושר המינים ובמגוון המינים. שינויים אלה גורמים לירידה ביציבות ובתפקוד של המערכת האקולוגית, ובהמשך לירידה באספקת שירותי המערכת, כמו מים נקיים, אזור לרחצה וסילוק מזהמים.

מילון מונחים :

חמצן מומס במים: החמצן המומס במים משמש לצרכי נשימתם של אורגניזמים שונים. חוסר חמצן מומס מעיד על זיהום חריף במקווה המים. לעומת זאת, מקווי מים בהם כמות החמצן גבוהה, נחשבים למערכות אקולוגיות יציבות ובריאות. חמצן מומס במים יכול להגיע מהאוויר המעורבל במים ומצמחיה מימית בתהליך הפוטוסינתזה, מאידך הוא נצרך על ידי חיידקים, אצות, צמחים ובעלי-חיים מימיים (כמו דגים) הצורכים חמצן לנשימתם. כמות החמצן המינימלית הדרושה להבטחת קיומם של חיים במים, ולקיומה של מערכת מאוזנת ואיכות מים נאותה, היא 3 מיליגרם חמצן בליטר מים.

עונים לאחר הקריאה

4. שערך – מדוע התמקדו מאמצי השיקום במעלה הנחלים ולא בשפך שלהם?
5. מדוע המחסור בחמצן גורם לתמותה?
6. מדוע מחסור בחמצן צפוי יותר במים העמוקים של הנחל בהשוואה לפני השטח של הנחל?
7. מה הקשר בין מליחות המים באסטואר לריכוז החמצן בו?

נחל אלכסנדר

נחל אלכסנדר הינו נחל איתן גדול בישראל ואורכו כ-44 ק"מ. מאז קום המדינה מנוצלים כל מי המעיינות שזרמו לנחל אלכסנדר ומועברים לצורכי האדם, ובמקומם הוזרמו לנחל שפכים וקולחים ברמות שונות של טיפול.

האסטואר של נחל אלכסנדר ארוך יחסית (6.5 ק"מ), ומשתרע מחוף הים לכיוון מזרח, עד לכביש 4, ליד קיבוץ מעברות. באזור זה נע רוחבו של הנחל בין 10 ל 35 מטרים, ועומקו נע בין מטר לשניים וחצי מטרים. בנקודת המפגש של האסטואר עם קו החוף קיים שרטון חול דינמי, המגביל את קצב תחלופת המים בין האסטואר לים.

המזהם העיקרי של נחל אלכסנדר כיום הוא שפכים מהרשות הפלסטינית שמגיעים ממט"ש (מתקן טיפול שפכים) טול כרם וממט"ש דיר שרף הממוקם ממערב לשכם. השפכים מטופלים

בצורה חלקית ביותר במט"ש החירום ביד חנה, וקולחים מוזרמים להשקיה בעמק חפר. כשהמליחות בשפכים המגיעים אל המט"ש עולה לרמה שאינה מתאימה לשימוש חקלאי, הקולחים מוזרמים ישירות לנחל שכם, ומשם הם מגיעים לנחל אלכסנדר.

בשל הבצורת של חורף 2013-2014 נשאבו רוב הקולחים שהוזרמו ממט"ש יד חנה לנחל אלכסנדר והופנו להשקיה, ולאסטואר הגיעו כמויות מים מועטות. לעומת זאת, בשנת 2015 עקב הצטברות עודפי קולחין במט"ש חדרה, הוזרמו ממנו לנחל אלכסנדר כמויות גדולות מאוד של מי קולחים מטופלים.

מטרת המחקר היא לתאר את גורמי העקה העיקריים במערכת האקולוגית של נחל אלכסנדר ולבחון את יעילות הזרמת קולחים ככלי לשיפור המערכת האקולוגית.

מילון מונחים:

שרטון חול - שרטון הוא שטח בקרקעית ים או חוף, הבולט לגובה מעבר לסביבותיו. הוא נוצר על ידי זרמי מים המניעים וסוחפים חול המצטברים ונערמים עד שנוצר שטח יבשתי חדש, הבולט מתוואי הקרקע המקורי. הוא דינמי משום שזרמים, גלים או רוחות יכולים לשנות אותו.

שפכים – מים שהושפעו מגורמים אנתרופוגניים (אנושיים). שפכים כוללים תוצרי פסולת נוזליים ביתיים, עירוניים, חקלאיים או תעשייתיים ויכולים להכיל מספר רב של ריכוזים מזהמים.

קולחין – שפכים מטופלים שעברו תהליכי טיהור וסינון במתקן טיפול בשפכים (מט"ש). רמת הטיפול בשפכים יכולה להיות ברמה גבוהה ואז ניתן לעשות בהם שימוש חוזר לחקלאות או השבה לנחלים, אולם לעיתים חלות תקלות או שהמים אינם מטופלים ברמה הראויה ואז מי הקולחין עלולים לזהם.

עקה – דחק/לחץ (stress) או קושי בהתמודדות הנובע מיציאה ממצב של איזון.

עונים לאחר הקריאה:

8. שפכים ומי קולחין הם מים שמכילים ריכוזים גבוהים של חומר אורגני. מה תהיה ההשפעה של הוספתם לנחל?

9. שערך – מה לדעתכם היה מצב הנחל בין השנים 2013-14 לעומת שנת 2015?

10. מה יכולה להיות השפעת שרטון החול על מדדי המים באסטואר בנחל?

שיטות המחקר

על מנת לבדוק את מי הנחל הוקמו תחנות דיגום לאורך האסטואר:

א. דגימות רציפות – בשתי תחנות, בראש האסטואר (מתחת לכביש 4) ובמורד האסטואר (מתחת לגשר בכביש במוביל ליישובי מכמורת), הועמדו חיישנים בפני השטח ובסמוך לקרקעית. החיישנים מדדו מליחות וחמצן בתדירות של כל חמש דקות.

ב. דגימות חודשיות - אחת לחודש בוצעו דגימות בחמש תחנות ממעלה האסטואר ועד מוצאו (במרחקים של 0, 0.5, 3, 5.5 ו-6 ק"מ מקו החוף). בכל נקודה נבדקו בעומקים שונים הטמפרטורה, מליחות, חמצן, עכירות וגורמים נוספים. בכל נקודה נלקחו גם דגימות מים בפני השטח וסמוך לקרקעית (כשעומק המים אפשר זאת) למדידת איכות המים לפי ריכוז כלורופיל, צח"ב (צריכת חמצן ביולוגית), ריכוזי חנקות מומסים (חנקן אי אורגני כללי DIN מתייחס לסכום של חנקן, חנקית ואמוניה) וריכוזי זרחות.

כמו-כן נעשה שימוש בנתונים חיצוניים שנמסרו ממט"ש יד חנה וסיפקו מידע על הזרמות מי קולחים לנחל (כמות מים במטר מעוקב) וריכוזי הזרחה והחנקן האי-אורגני במים. השוואה בין חומרים ביציאה ממט"ש יד חנה לחומרים בכניסה לאסטואר אפשרה להעריך את קצב צריכת חומרי הדשן במעלה הנחל.

עונים לאחר הקריאה

11. במחקר נבדקו מליחות וחמצן בשני סוגי דגימות - בדגימות רציפות ובדגימות חודשיות. מהם עשויים להיות היתרונות והחסרונות של כל צורת דגימה?

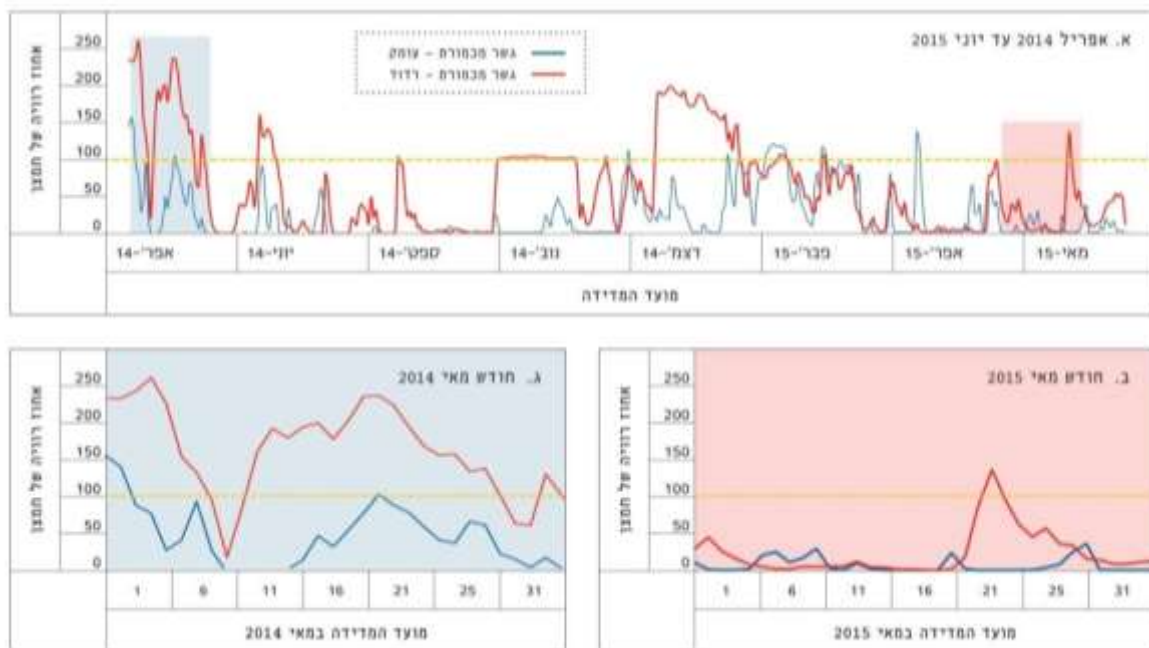
12. מדוע מדדו את ריכוז הכלורופיל במי הנחל?

תוצאות המדידות הרציפות - ריכוז החמצן במים

תוצאות המדידות הרציפות במורד האסטואר, בגשר מכמורת (איור 2א) מראות כי האסטואר של נחל אלכסנדר סובל ממיעוט חמצן בקרקעית לפרקי זמן ארוכים של ימים עד שבועות (71% מהזמן). מיעוט החמצן מתפשט לעתים תכופות עד פני השטח (56% מהזמן). בנוסף נמצא כי תנאי חוסר חמצן שררו בתכיפות סמוך לקרקעית (61% מהזמן) ואף בפני השטח, ונמשכו לעתים מספר ימים רצופים (איור 2א). עם זאת, הנתונים מראים גם פרקי זמן ממושכים של ריכוזי חמצן גבוהים בפני השטח ואף במים העמוקים (איור 2ב,ג). לעיתים נצפו גם ריכוזי חמצן בעומק שגבוהים מהריכוז בפני השטח. בפני השטח, ובעיקר בקיץ, תועדו תנודות יממיות חדות

בריקוז החמצן, שנעות לעתים בין 200% רוויה ביום ל-0% רוויה בלילה. תנודות אלה נגרמות מיצרנות ראשונית גבוהה בשעות האור לעומת צריכה (נשימה) בשעות הלילה (איור 2ב).

בחורף 2014 (ינואר-מרץ) ריקוז החמצן במי האסטואר כולו היה קרוב ל 100% רוויה. באביב (אפריל-יוני 2014) פחתה חדירת מי ים לאסטואר והתחילה להיווצר שכבת מים ענייה בחמצן סמוך לקרקעית. בקיץ 2014 (יולי-ספטמבר) התגבר המחסור בחמצן. בסתיו 2014 (אוקטובר-דצמבר) רוב מי האסטואר היו מעוטי חמצן. בחורף 2015 החלה עלייה ברוויית החמצן, מי גשם נכנסו ממעלה הנחל, גברה גם כניסת מי הים.



עונים לאחר הקריאה:

13. התבוננו באיור 2א –

א. מה ניתן להסיק ממנו על השתנות ריקוזי החמצן המומס לאורך עונות השנה? שערך - מהם הגורמים המשפיעים על השתנות זו?

ב. האם ניכר הבדל באחוז החמצן בין המים העמוקים (בכחול) למים הרדודים (באדום)? מהו ההבדל ובאלו חודשים הוא בולט במיוחד?

14. עיינו באיורים 2ב ו 2ג - מהם ההבדלים הניכרים באחוז החמצן בין מאי 2014 למאי 2015?

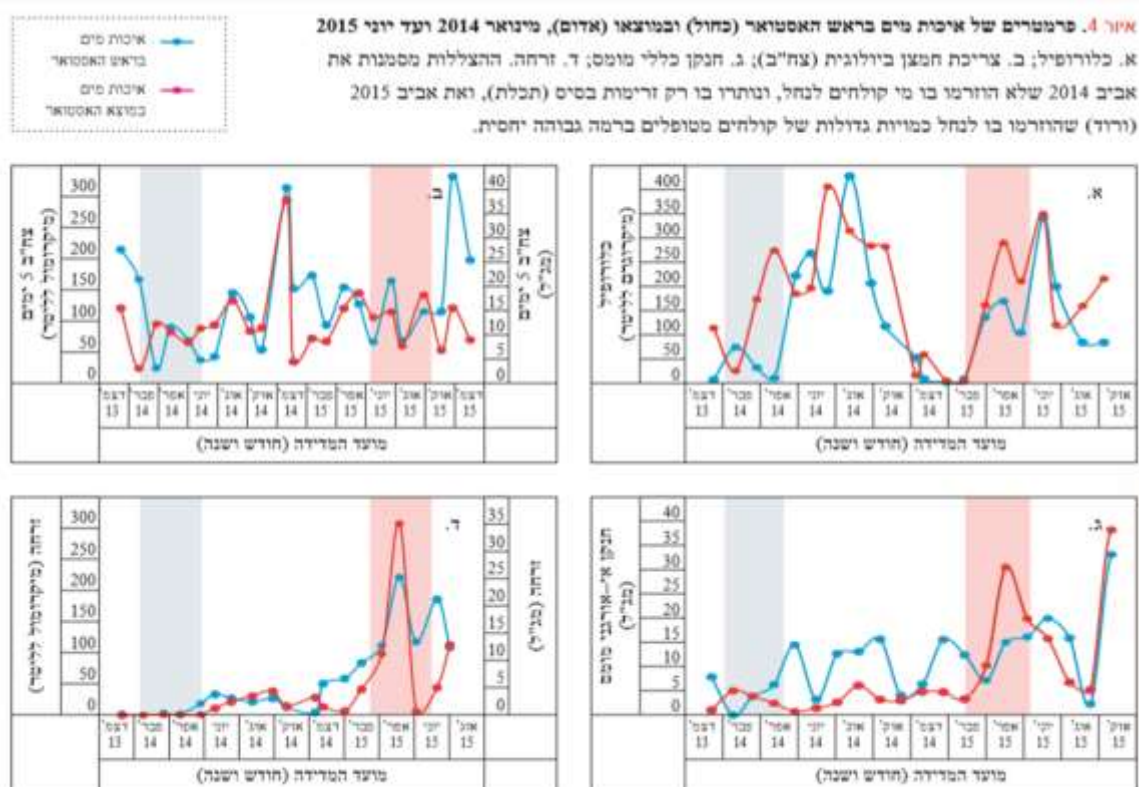
15. שערך - מהם הגורמים להבדלים אלו בין מאי 2014 למאי 2015 ?

תוצאות המדידות החודשיות – פרמטרים של איכות מים:

באזור 4 מוצגת השוואה בנתונים בין ראש האסטואר למוצא האסטואר מינואר 2014 ועד יוני 2015 בארבעה מדדים שונים של איכות מים:

א. כלורופיל - ריכוזי הכלורופיל במי האסטואר גבוהים ביותר (איור 4א), ומראים השתנות עונתית - פריחה באביב ובתחילת הקיץ וירידה בריכוזי הכלורופיל מאמצע הקיץ לסוף החורף. הריכוזים הגבוהים מלמדים על בעיה באיכות המים.

ב. צריכת חמצן ביולוגית - גם השתנות הצח"ב (איור 4ב) מצביע על קשר עונתי. בשתי השנים (2014 ו-2015) נמדדו ערכי הצח"ב הגבוהים ביותר בחורף, והירידה בצח"ב הייתה מהירה. הערכים בראש האסטואר (בכחול, באיור 4ב) גבוהים יותר משל הערכים במוצא לים (באדום). ג. ריכוזי חנקן אי אורגני DIN (איור 4ג) וזרחה (איור 4ד) היו בדרכ כלל גבוהים יותר במעלה האסטואר לעומת מוצאו לים.



עונים לאחר הקריאה:

16. מתוך הגרפים המוצגים באיור 4 – מה ניתן ללמוד על איכות המים בראש האסטואר לעומת המוצא (בהתאם למדדים המוצגים: כלורופיל, חמצן, זרחה, וחנקן אי-אורגני)? נסו לשער את הסיבות להבדלים אלו

17. במדדים של כלורופיל וחמצן ניכרים שינויים עונתיים. מה הם הגורמים המשפיעים על השינויים במדדים של זרחות וחקנות?

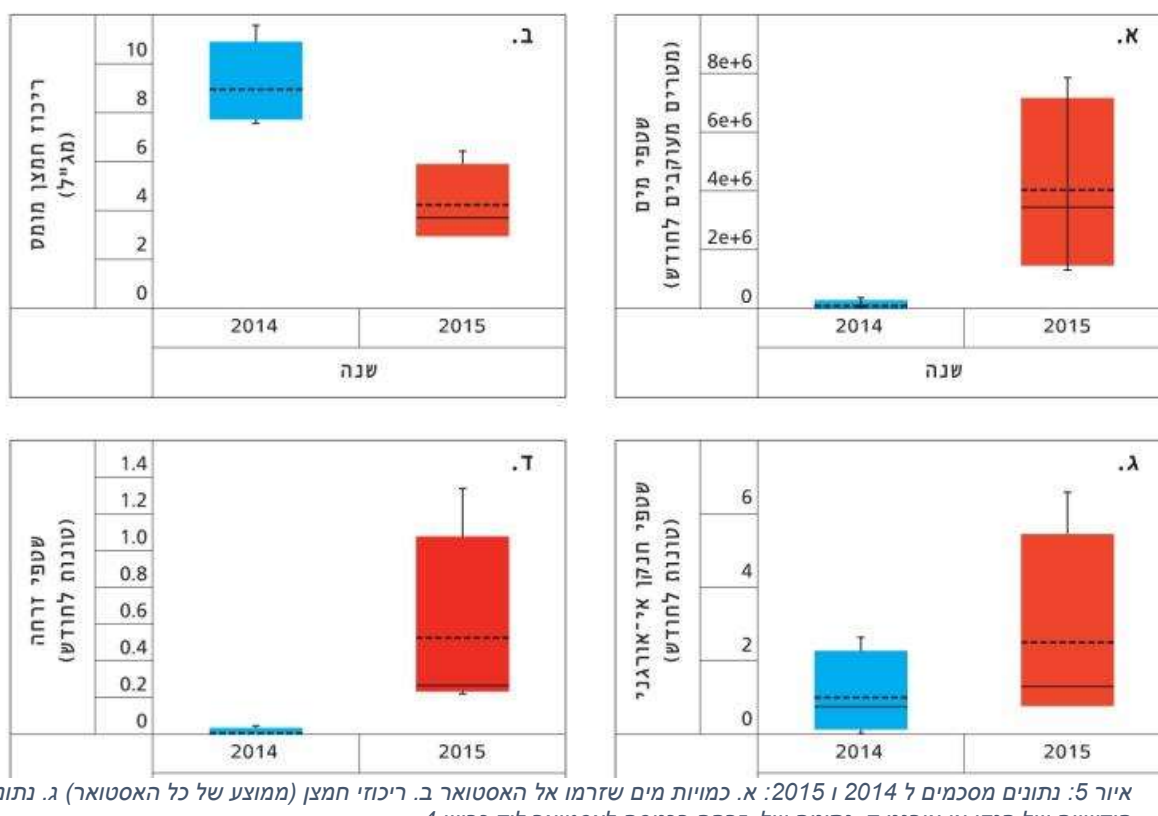
18. באביב 2015 הוזרמו כמויות גדולות של קולחין לנחל – מה היו ההשלכות של הזרמה זו?

השוואה בין תקופה עם מעט הזרמת קולחין להרבה קולחין

באזור 5 ניתן לראות נתונים המסכמים את שנת 2014 לעומת שנת 2015. כאמור, בחודשים פברואר ומרץ 2015 הוזרמו לנחל אלכסנדר (אזור 5) כמות גדולה של מי קולחים מטופלים ברמה שניונית (רמה בינונית) ממט"ש חדרה. כמות זו נוספה למי הקולחין המוזרמים ממט"ש יד חנה ולזרימות המים הרגילות (זרימת בסיס).

בשנת 2014 נעה כמות החנקן האי אורגני בין 0.1 ל-2 טונות לחודש, ואילו בשנת 2015 בין 6 ל-11 טונות בחודש (אזור 5). כמויות הזרחן בשנת 2014 היו נמוכים מ-100 ק"ג לחודש ואילו בשנת 2015 נעו בין 200 ל-1300 ק"ג לחודש (אזור 5).

בשנת 2015 חלה ירידה בריכוזי החמצן באסטואר (אזור 5) - בעוד שריכוזי החמצן הממוצעים באסטואר נעו בין 8 ל-12 מ"ג חמצן לליטר באביב 2014 ואירועי מיעוט חמצן וחוסר חמצן היו נדירים, עם הגדלת הקולחין המוזרמים ב-2015 ירדו הריכוזים בצורה ניכרת (3 ל-6 מ"ג לליטר) ואירועי חוסר חמצן נעשו שכיחים.



דיון ומסקנות

העתרה אורגנית נגרמת בדרך כלל בעקבות פעילות אדם ונחשבת לאחת הסיבות העיקריות להתפתחות מצבים של מיעוט חמצן ושל חוסר חמצן מתמשכים באסטוארים ברחבי העולם. נמצא כי ניתן לשפר מצב זה על ידי הפחתת עומסים של זרחות וזרחות ושל חומר אורגני דרך טיפול מתקדם יותר בקולחים המוזרמים לאסטוארים. גם גורמים פיזיקליים משפיעים על ריכוז החמצן המומס במים – גלי הים והשטפונות בחורף גורמים לזרימה דו כיוונית מהירה יותר בין הנחל לים ולשבירה של שרטון החול המעכב את תחלופת המים ולפיכך לעליה בריכוז החמצן המומס, למרות קצב צריכה גבוה של חמצן. בקיץ קצב תחלופת המים יורד באסטואר וריכוז החמצן יורד עד למצב של עקת חמצן.

ממחקר זה עולה כי הטיפול במצבים של מיעוט חמצן ומחסור בחמצן הינו על ידי הזרמת מים עשירים בחמצן והפחתת העומס האורגני על המערכת, בעיקר בקיץ.

נחל אלכסנדר, שהפך למוביל שפכים לא מטופלים וקולחים, מתאפיין במים עניים בחמצן ועומסים בזרחות וזרחות. לכן ניתן להעריך שהאסטואר מתקשה בקיום מערכת אקולוגית בריאה ומאוזנת. ייתכן שכניסת מי הים הרוויים בחמצן מאפשרת קיום תהליכים חיוניים תלויי חמצן. אף על פי כן, כשכניסת הים נעצרת (למשל בקיץ), מי האסטואר נמצאים במצבי עקת חמצן מתמשכים שעשויים להוביל לתמותת בעלי חיים.

לסיכום, מטרת המחקר הייתה לבחון את גורמי העקה העיקריים במערכת האקולוגית בנחל אלכסנדר ולבדוק האם שימוש בהזרמת קולחין יכול לשפר את תנאי המערכת האקולוגית. תוצאות המחקר מלמדות שניתן לשפר את תנאי חוסר החמצן על ידי הזרמה גדולה יותר של מים עשירים בחמצן באיכות טובה, או באמצעות קישור טוב יותר בין האסטואר לים, מהלך שיביא לכניסת מים מלוחים ועשירים בחמצן מהים, בעיקר בהשוואה למצב בחודשי הקיץ כיום. החוקרים מציעים לבחון פתיחה יזומה של שרטון החול כצעד ממשקי בתקופות של עקת חמצן חמורה. על בסיס ההשוואה בין 2014 ל-2015, בנוסף להפחתת ריכוזי המזהמים הנכנסים למים, מוצע להפחית את כמות המים המטופלים המוזרמים לנחל, גם אם מטופלים ברמה גבוהה יחסית. צעד זה יוביל לירידת עומסים, לעלייה בריכוזי החמצן המומס במים ולשיפור בתפקוד המערכת האקולוגית.

עונים לאחר הקריאה:

19. מהן הדרכים לטיפול בעקת החמצן בנחל אלכסנדר?

20. הציעו רעיונות נוספים לטיפול בעקת החמצן בנחל

21. התמניתם ליועצים בוועדה לשיקום נחל, עליכם להציע פתרונות לבעיית הזיהום בנחל. האם תציעו הזרמה של מי קולחין מטוהרים ברמה גבוהה? תנו נימוק בעד ונימוק נגד. מה דעתכם האישית בנושא?

סיור בנחל הקישון:

הכנה לסיור: עיינו באתר רשות נחל קישון [/http://kishon.org.il](http://kishon.org.il) וענו על השאלות הבאות:

- היכן זורם נחל קישון? מהן גבולותיו?
- מהו אירוע הזיהום הנקשר לנחל קישון? למה גרם זיהום זה?
- כיצד שוקם נחל קישון?

סיור בנחל אלכסנדר: מסלול חוף בית ינאי –גן לאומי נחל אלכסנדר

א. הכנה לסיור: היעזרו במקורות הבאים : <https://www.parks.org.il> ;

www.rnsharon.org.il וענו על השאלות הבאות:

- היכן זורם הנחל? מהו מוצאו ואורכו? להיכן הוא נשפך?
- מהו מקור הזיהום בנחל?
- האם וכיצד שוקם הנחל?
- אילו בעלי חיים נצפה לראות בנחל?