

להשיב את המים

בישוב בו גר בעז הוצבו בגינות הציבוריות, שלטים חדשים שעליהם כתוב: "הגינות מושקות במי קולחין. אין לשתות את המים!".

בעז שם לב כי המים המשמשים להשקיית הדשא הם צלולים ונטולי ריח, כמו מי השתייה שבביתו.

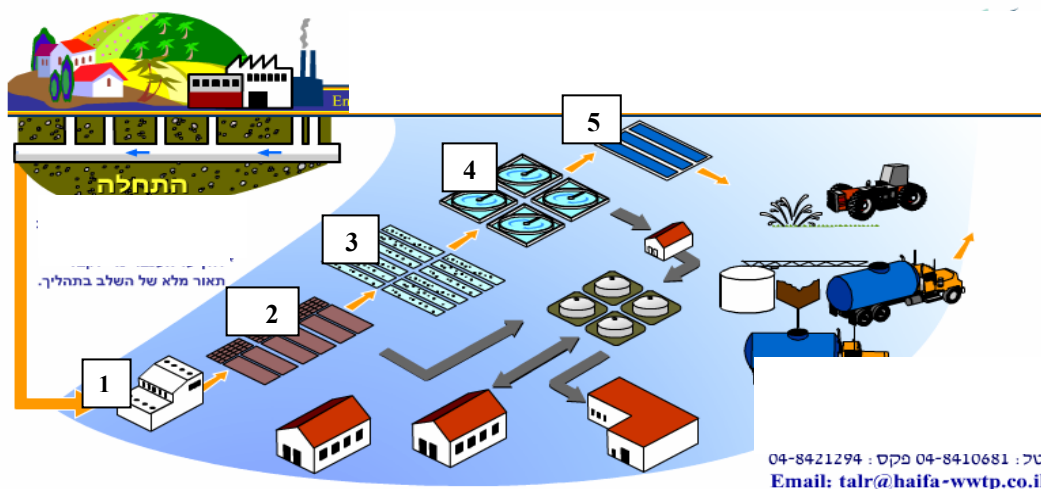
"מה הם מי קולחין? למה אסור לשתות את המים?" הוא שאל את אביו.

"כדי לדעת, עלינו לערוך סיור אל מכון טיהור השפכים" אמר האב.

במהלך הסיור קבלו בעז ואביו הסבר על תהליכי טיהור השפכים. השפכים מגיעים מבתי הישוב למכון הטיהור בצנרת הביוב. משם הם מוזרמים דרך מסננות המפרידות גופים גדולים כמו אבנים. משם מועבר הנוזל אל בריכות שיקוע ל-2-3 שעות. חלקיקי חומר אורגני כבד שוקעים בתחתית הבריכה. המשקע נקרא בוץ. הנוזל שמכיל את החומר האורגני שלא שקע מועבר לאגני אָנְרוֹר. לאגני האָנְרוֹר מוסיפים חיידקים מסוימים ומערבלים את הנוזלים ללא הפסק להחדרת אוויר לתוך השפכים. בתנאים אלו מוצאת התפתחות החיידקים שמפרקים את החומר האורגני שבמים לתרכובות אנאורגניות פשוטות. השפכים עם החיידקים נמצאים באגני האָנְרוֹר כ-12 שעות. משם הם עוברים לבריכות שיקוע נוספות בהן מושקעים רוב החיידקים ושאריות החומר האורגני, ואילו הנוזל העליון נאסף לבריכות מי הקולחין בהם משתמשים להשקיה.

שאלה 1

איור: מכון לטיהור מי שפכים. (באדיבות איגוד ערים חיפה)



א. היעזרו בפתוח ובאיור ורשמו שם לכל אחת מהתחנות במכון הטיהור המסומנות במספרים:

1 _____ 2 _____ 3 _____
4 _____ 5 _____

ב. מי הקולחין אסורים בשתייה ואין להשתמש בהם להשקיית גינות ירק או שדות תבואה. הסבירו מדוע.

שאלה 2

איכות מי הקולחין נקבעת על פי מדדים ביולוגיים וכימיים. אחד המדדים הביולוגיים הוא "צריכת חמצן ביולוגית" (צח"ב) (BOD - Biological Oxygen Demand) מדד זה מעיד על כמות החומר האורגני במים. את הבדיקה מבצעים כך:

ממלאים בקבוק במים שאת איכותם רוצים לבדוק, וקובעים את אחוז החמצן המומס בהם. אוטמים את הבקבוק כשהוא מלא עד תומו ומעמידים אותו בחושך למשך יממה. אז מבצעים שוב בדיקת חמצן מומס במים. ההפרש בין שתי בדיקות החמצן הוא הערך של צריכת חמצן ביולוגית – BOD.

במכון הטיהור ערכו בדיקת BOD לדגימה של מי שפכים שהגיעו למכון, ולדגימה של מי קולחין להשקיה. השאלות הבאות מתייחסות לבדיקות אלו.

א. מה קורה בבקבוק האטום? סמנו בעיגול את האפשרות המתאימה מבין השתיים:

מי השפכים מכילים כמות גדולה של **חומרים אורגנים/ חומרים אנאורגנים** המשמשים מזון ל**בעלי חיים/ חיידקים** הנמצאים גם הם במים. החמצן המומס במים נקלט בתהליך הפוטוסינתזה/ נשימה שמבצעים **בעלי החיים/ חיידקים**. במקרים מסוימים יש במים גם אצות מיקרוסקופיות. במשך יממה שהבקבוק נמצא בחושך האצות **מעלות/ מורידות** את ריכוז החמצן המומס במים כשהן מבצעות **פוטוסינתזה/ נשימה**. ככל שההפרש בין שתי הבדיקות בריכוז החמצן גדול יותר ניתן להסיק כי המים מכילים כמות חומר אורגני **קטנה יותר/ גדולה יותר**.

ב. סמנו את האפשרות הנכונה מבין השתיים:

1. במי השפכים BOD נמוך מאשר בקולחין.

2. במי השפכים BOD גבוה מאשר בקולחין.

ג. סמנו את ההסבר המתאים לאפשרות שסימנתם בסעיף ב:

1. כי במי הקולחין יש יותר חומרים אורגנים המנוצלים על ידי חיידקים צורכי חמצן.

2. כי במי שפכים יש יותר חומרים אורגנים המנוצלים על ידי חיידקים צורכי חמצן.

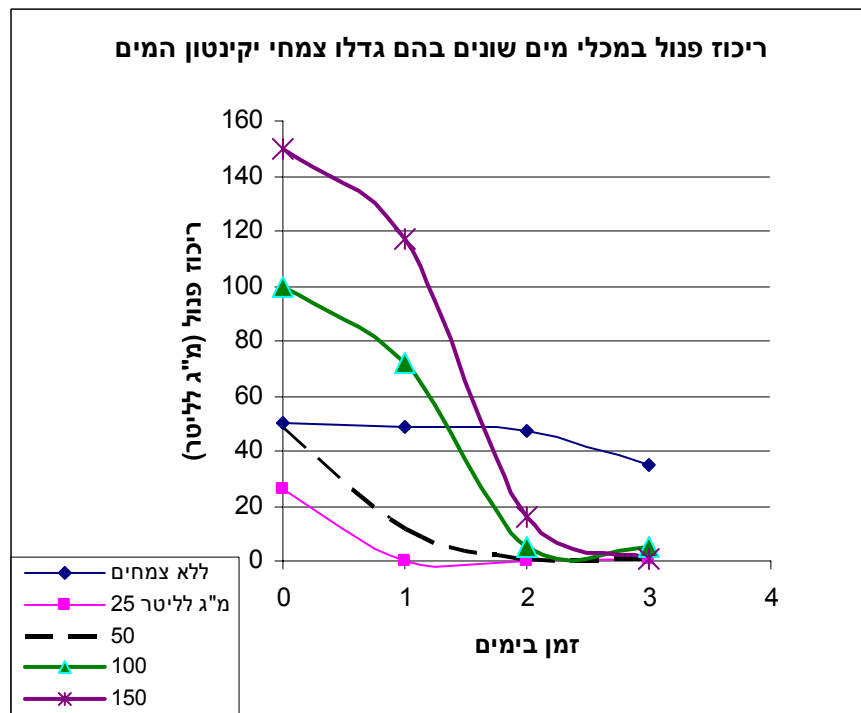
3. כי במי הקולחין יש גם אצות מייצרות חמצן.

4. כי במי הקולחין מומסת כמות גדולה יותר של חמצן.

שאלה 3

שפכים מסוימים מכילים כמויות גדולות של חומרי ניקוי (דטרגנטים) שלא מפורקים בשלמותם על ידי חיידקים במים בתהליכי טיהור השפכים. תוצר הביניים של פירוק דטרגנטים הוא פנול, שהוא חומר רעיל. ידוע כי צמחים מסוימים קולטים מהמים חומרים שונים ומרכזים אותם בתאיהם.

בטכניון נעשה ניסוי לבדוק האם הצמח יקינטון המים קולט פנול ממי הקולחין. החוקרים גידלו בקיץ צמחי יקינטון במכלים שהכילו מי קולחין שבהם ריכוזים עולים של פנול (מ-25 מ"ג לליטר עד 150 מ"ג לליטר). במכל נוסף, שהכיל פנול בריכוז של 50 מ"ג לליטר, לא גודלו צמחים. מדי יום נדגמו המים ונבדק ריכוז הפנול בתוכם (ביחידות של מיליגרם לליטר). התוצאות מתוארות בגרף הבא:



- א. מדוע כללו החוקרים בניסוי גם מכל עם מי קולחין ללא צמחים?
- ב. מה ניתן להסיק מהתוצאות שהתקבלו במכל זה?
- ג. סמנו את המשפטים המתארים מסקנה מהניסוי:
 1. יקינטון המים מסוגל להקטין ל-0 כל ריכוז של פנול במי הקולחין.
 2. צמחי מים כגון היקינטון, יעילים מאוד בסילוק חומרים אורגנים מהקולחין.
 3. הזמן הדרוש לסילוק פנול בריכוז 150 מ"ג לליטר ממי הקולחין, הוא שלושה ימים.
 4. יקינטון המים סילק פנול ממי הקולחין בכל הריכוזים עד ריכוז 150 מ"ג לליטר.
- ד. הציעו שאלת מחקר חדשה, כהמשך למחקר הנוכחי.

שאלה 4

ישנם אנשים שבנו בבתיהם מערכת כפולה של צנרת ביוב: המים מהאסלות (בתי השימוש) מובלים בצנרת אל מערכת הביוב העירונית המגיעה למכון הטיהור, בעוד המים מהכיורים ומהמקלחות מנוקזים אל מכל מיוחד בחצר, והם משמשים להשקיית הגינה. העלו נימוק אחד בעד ונימוק אחד נגד השימוש במים אלה להשקיית הגינה.

שאלה 5

הבוצה המתקבלת בתהליך טיהור מי השפכים מטופלת במכלים סגורים (מכלי ההתעכלות) ליצירה של "ביוגז" באופן הבא: ממלאים את המכל עד תומו בבוצה דחוסה ואוטמים אותו. מחממים את המכל לטמפרטורה של 55°C למשך כמה שעות. תוצרי התהליך הם חומרים אורגניים, מים ותערובת גזים (ביוגז) המכילה כ-60% מתאן CH_4 (גז הביצות) והיתר פחמן דו חמצני. את הביוגז ניתן לשרוף ולהשתמש בו כמקור אנרגיה להסקת בתים, לבישול ואף להנעה של כלי רכב.

א. נדב למד כי מהירותם של תהליכים כימיים גדלה עם עליית הטמפרטורה. הוא הציע, לפיכך, לחמם את מיכלי ההתעכלות לטמפרטורה של 100°C ובכך לקצר את משך התהליך. מנהל מכון הטיהור הסביר כי התהליך אינו מתרחש בטמפרטורות גבוהות מ- 55°C . הסבירו מדוע התהליך אינו מתרחש בטמפרטורה גבוהה יותר.

ב. תהליך הפקת הביוגז מתבצע במכלים סגורים ואטומים. מה הסיבה לכך?