



פרויקט לימודי - חקר מי-הירקון

נורית דקלו*

צילום: ניר דרום

הוא ההגד המופיע בכריכת הספר: "מתלמידים חוקרים לאזרחים פעילים".

בהיותי מורה לכימיה בבית חינוך "ירקון", השייך לחינוך ההתיישבותי, והממוקם בקרבת נחל הירקון, רציתי לנצל משאב זה כאמצעי ליישום חקר הסביבה בעזרת המיומנויות הנלמדות במבנית "יש לי כימיה עם הסביבה".

נחל הירקון זכה בשנים האחרונות לתשומת לב סביבתית בהיותו נחל בתהליכי שיקום. לשמחתי, בחרה מנהלת בית חינוך "ירקון", הגב' חנה צוקרמן, לעודד את המעורבות הסביבתית של תלמידי בית הספר על ידי "אימוץ" נחל הירקון כנושא מרכזי בית ספרי, כשהדגש העיקרי הוא על לימוד קיימות בירקון בשכבת כיתות י' בשילוב תהליכים בני קיימא בלימודי מדעים וגיאוגרפיה. בנוסף לכך, מעודדת הנהלת בית החינוך מעורבותם של מקצועות נוספים

פרויקט לימודי - חקר מי הירקון

מטרתה של יחידת הלימוד "יש לי כימיה עם הסביבה" היא לחבר את עולמם הפרטי של התלמידים לנושאים מרכזיים בחברה, בעזרת התנסות מודעת בנושאים סביבתיים ואגב שימת דגש על הרכיבים המדעיים של נושא איכות הסביבה. באמצעות התנסות זו ודרך הוראת מדע, השאיפה היא לחנך אזרחים משכילים ומשפיעים, המודעים לכך, שהידע הכימי הוא כוח שבו יוכלו להשתמש כדי לשפר את איכות חייהם ולהשפיע על איכות הסביבה שבה הם חיים. מתוך פתח הדבר של יחידת הלימוד "יש לי כימיה עם הסביבה" מאת דפנה מנדלר, אסנת אהרוני ומלכה יאיון: בשנת הלימודים תש"ע התחלתי בהוראת המבנית "יש לי כימיה עם הסביבה" כשאחד הקווים המנחים אותי

* נורית דקלו, מורה לכימיה, בית חינוך ירקון, מועצה אזורית דרום השרון.

נטו להתייחס בשאלותיהם לרכיבים ביוטיים ולא להתמקד ברכיבים הכימיים הנבדקים בנחל.

אחת הדרישות הייתה להתאים את השיטה האנליטית, בה מבצעים את הניסוי, לשאלת החקר שנשאלה. התנסות זו הייתה חדשה לתלמידים, שכן במרבית המעבדות ישנה שיטת עבודה אחת ורק השאלה משתנה.

חלקו השני של הניסוי בוצע ביום ניסויים מרוכז שקדם לו יום סיור לירקון, במהלכו אספו הקבוצות דגימות מים לצורך ביצוע ניסויי החקר.

עם סיום הניסויים, בשלב עיבוד הנתונים וכתובת הדו"חות, חשפתי בפני התלמידים נתוני מדידות שנעשו על ידי רשות נחל הירקון באזור בו נדגמו דגימות הניסויים. התלמידים השוו בין התוצאות שקיבלו בקבוצתם, לתוצאות של קבוצות אחרות שעבדו בשיטות שונות וכן לנתוני הרשות. לדברי תלמידי הם נהנו מאוד מהעבודה בפרויקט מחקרי זה.

אחת הקבוצות השתתפה בתחרות "כימיה תעשייה וסביבה בראי החברה והפרט" וזכתה במקום השלישי.

להלן תיאור הפרויקט והדרישות אותן נדרשו התלמידים למלא. זוהי הצעה אחת מתוך רבות אחרות שניתן לבצע, תוך שימוש במיומנויות האנליטיות והתיאורטיות אותן רוכשים התלמידים במהלך הלימוד של היחידה "יש לי כימיה עם הסביבה".

בפרוייקט זה.

רבים מהמורים המלמדים את המבנית "יש לי כימיה עם הסביבה" מעלים את השאלה: כיצד ניתן לנצל את הניסויים ברמה I המבוצעים בפרק א' של המבנית לצורך חקר מתקדם, ברמה II, כחלק מהדרישות של יחידת מעבדת החקר בכימיה?

לאור הנאמר והודות לעזרתן של אוטיליה רוזנברג, פנינה שפירא ודפנה מנדל, הצעתי רעיון לשילוב מיומנויות הכימיה האנליטית המובאות בפרק א' של המבנית "יש לי כימיה עם הסביבה".

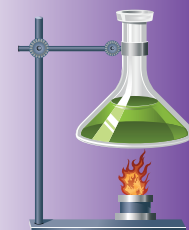
המעבדה שהצעתי - מעבדת חקר רמה II מלא שבה החלק של הניסוי המקדים/צפייה בתוצאה, מורכב משלושת הניסויים בכימיה אנליטית המובאים בפרק א':

- קביעת קשיות מי שתייה על ידי טיטרציה קומפלקסומטרית עם EDTA;
- קביעה וולומטרית של ריכוז יוני כלור במי שתייה (שיטת Fajans);

• קביעה ספקטרופוטומטרית של ריכוז יוני כלור במי שתייה. לאחר סיום שלוש הניסויים (וכתיבת דו"חות רמה I) התבקשו התלמידים לשאול שאלות חקר בהקשר לנחל הירקון ולהתמקד בשלוש נקודות לאורכו.

בשלב זה היה עלי לשים לב לאופי השאלות שנשאלו, ולכוון את התלמידים לניסוח שאלות חקר מתאימות. מספר תלמידים, בעיקר התלמידים הלומדים ביולוגיה,





מדידת מרכיבים כימיים במי הירקון

ניסוי חקר רמה II

מבוסס על "יש לי כימיה עם הסביבה" פרק א'.

נחל הירקון



בית חינוך "ירקון"

נחל הירקון תמיד היווה מקור מים להשקיית גידולי שדה, מטעים ופרדסים ובעבר אף להשקיית עדרים ולהנעת טחנות קמח שהוקמו לאורכו. אם בעבר זרמו בו מי מעיינות בלבד, הרי שמאז שנות ה-50 המצב השתנה, כמותית ואיכותית.

בעבר זרמו בו כ-25,000 מ"ק לשעה של מי מעיינות, 220 מיליון מ"ק לשנה, ואילו כיום אין שפיעה כי מפלס מי התהום נמוך מרום הנביעה. מצב זה הוא תוצר של שאיבות יתר מהאקוויפר. בתכנית האב של נחל הירקון נקבע כי רק מים שפירים יזרמו בקטע שבין המעיינות למפגש נחל קנה. נציבות המים הקצתה 200 מ"ק לשעה מים שפירים כדי לשמור על החי והצומח באפיק.

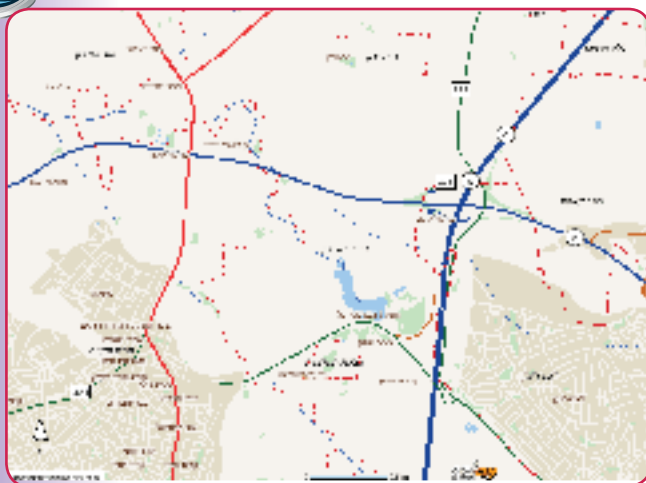
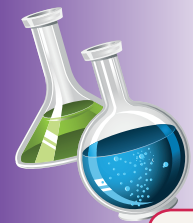
כיום מתחלק הירקון לשלושה חלקים: בשבעת הקילומטרים העליונים זורמים מים נקיים פרי מאמצי השיקום, בשישה עשר הקילומטרים התיכונים זורמים עדיין מים מזוהמים, ואילו בארבעת הקילומטרים התחתונים זורמים מים. מקורות הזיהום הינם ביוב ביתי ושפכים תעשייתיים.

סכר המדידה של נציבות המים - אזור מרכז המבקרים אתר מעיינות הירקון, ראש העין

באמצעות טרפז הקבוע בסכר הבטון, ניתן לעקוב אחר גובה המים ולחשב את ספיקת המים בנחל. תוצר לוואי של הסכר הנו מפל מים. זהו המקום הכמעט יחיד בשטח הפארק בו ניתן לראות "מים גועשים". זרימת המים והתערבולתם מוסיפה חמצן רב למי הירקון, לרווחת בעלי החיים והצמחייה. בסמוך לסכר ניתן לראות עץ מיוחד רם וענף בשם ברוש הביצות.

שביל העץ וברכת הנופרים

מן הפשפש שתחת גשר הרכבת, מוביל שביל עץ אל ברכת הנופרים. בדרך ניתן להבחין בצמחיית הנחלים העשירה: עצי ערבה, חגורות קנה מצוי ופטל קדוש, עליהם מטפסים צמחי הלוביה המצרית, הניכרת בפרחיה הצהובים. ברכת הנופרים היא ברכה טבעית, בה גדלים צמחי הנופר הצהוב. הנופר הוא צמח מים הרגיש מאוד לזיהומים. הוא בעל קנה שורש מעובה, הנאחז בקרקע ושולח אל פני המים עלים ופרחים. העלים הצעירים הם טרפים מגולגלים השרויים בתוך המים. עם התבגרותם הם מתיישרים וצפים על פני המים בעזרת הפטוטרת הארוכות וחללי האוויר שהם. הנופר פורח באביב ובקיץ, בחודשים מרץ - יולי.



בהמשך לחלק א', במהלכו נכיר שיטות למדידת רכיבים שונים במים, נסייר לאורך הירקון ונאסוף דגימות מים מארבעה מקורות שונים. להלן מפה המתארת את האזור בו נסייר:

ניסויים בכימיה סביבתית בשיטות של כימיה אנליטית

בניסויים 1-3 בפרק א', במבנית "יש לי כימיה עם הסביבה", נאסוף מידע על רכיבים שונים בדגימת מים שנביא למעבדה. ניתן להשתמש במי ברז/מים מינרלים/דגימת מים שהובאה מהבית.

בניסויים אלה נלמד את השיטות האנליטיות הבאות לאיסוף מידע מדגימות מים:

1. קביעת קשיות מים כוללת.

2. קביעת ריכוז יוני כלוריד בשיטה וולומטרית.

3. קביעת ריכוז יוני כלוריד בשיטה ספקטרופוטומטרית.

שיטות אלה וההשוואה בין ממצאי הבדיקות בדגימות המים השונות הן הבסיס לניסוי החקר שלהלן.

בהמשך לחלק א', במהלכו נכיר שיטות למדידת רכיבים שונים במים, נסייר לאורך הירקון ונאסוף דגימות מים מארבעה מקורות שונים:

- מי מעיינות - מי הירקון באזור "מקורות - מרכז המבקרים, מעיינות ראש העין";
- ברכת הנופרים;
- סכר נווה ירק;
- מי ברז (בית חינוך "ירקון").

הנחיות כלליות

• חובה להרכיב משקפי מגן.

• לפני תחילת הניסוי, קראו היטב את כל ההנחיות.

• הקפידו לעבוד על פי ההנחיות בכל שלבי הניסוי.

• בדקו שנמצאים ברשותכם כל הציוד והחומרים הדרושים לביצוע הניסוי.





מהלך הניסוי

חלק א' - הכרות עם התופעה

בצעו את ניסויים 1-3 תוך שימוש בדגימות המים בהן בחרתם.
הקפידו על...

- מילוי מדויק אחר ההנחיות לביצוע שלב א'.
- איסוף תצפיות רבות ככל האפשר.
- דיווח ברור ומאורגן על התצפיות.
- שיתוף כל חברי הקבוצה בביצוע המשימות השונות.
- שימוש בשפה מדעית נכונה ומדויקת לכל אורך החקר.

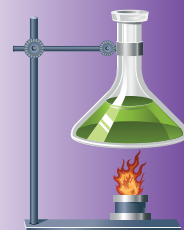
חלק ב' - מהלך החקר

1. א. נסחו **לפחות** 5 שאלות רלוונטיות ומגוונות שמתעוררות בעקבות הניסוי שביצעתם, התצפיות שערכתם וחומר הרקע שקראתם.

שליבים להכנת מפת שאלות:

1. רשמו את שם הניסוי המדויק.
2. במחקר העליון רשמו את המומחים, גנאי הניסוי והציוד הלאונטיים אלאו המחקר (היעזרו בשאלה המקדים - היכנוג עם הגופעה).
3. במחקר הגמגון רשמו את הגהאיכים שהגישו.
4. פירוט כל אחד מהקורמים הרשומים בשני המחקרים על ידי הוספת קורמים אשר נגן אשנה.
הפירוט במחקר העליון - המשגנה הבאלי גאוי;
הפירוט במחקר הגמגון - המשגנה הגאוי.
5. נסחו שאלות חקר רבות ככל האפשר אך שימוש במילואה השאלה המתאימות מ"בנק השאלות", אדנחה:
מהי השפעה _____ על _____ ?
כיצד קורם השינוי ה- _____ א- _____ ?
כיצד _____ קורם א- _____ ?
האם וכיצד שינוי ה- _____ קורם אשינוי ה- _____ ?
כאשר: המשגנה הבאלי גאוי - מהמחקר העליון והמשגנה הגאוי - מהמחקר הגמגון.

ניסוי חקר רמה II - נחל הירקון



הכינו מפת שאלות בהתאם למפורט להלן:

ב. בחרו שאלה אחת מהשאלות שהעליתם.

ג. נסחו שאלה זו כשאלת חקר בצורה בהירה, ובמידת האפשר כקשר בין שני משתנים, כאשר המשתנה התלוי והמשתנה הבלתי תלוי מוגדרים היטב.

ד. נסחו בצורה בהירה ועניינית השערה מתאימה לשאלה שבחרתם לחקור.

ה. נמקו את השערתכם בצורה מעמיקה על בסיס ידע מדעי רלוונטי ונכון.

2. **בחירת בדיקות מעבדה:** בחרו בשיטה אנליטית אחת המתאימה לבדיקת שאלת החקר ששאלתם. נמקו מדוע בחרתם בשיטה זו.

שימו לב! להתאמת שיטת המדידה לחומר הנמדד נודעת חשיבות רבה! לא כל שיטה מתאימה למדידת חומרים המצויים בריכוזים נמוכים במים.

3. **בחירת דגימות המים:** פרטו בדיוק מהן דגימות המים שיבדקו בניסוי החקר שהנכם מציעים. זכרו שניסוי חקר כולל 4 מערכות לפחות, כולל הבקרה. הקפידו על שמירת גורמים קבועים. **שימו לב!** דגימות הנלקחות מאזורים שונים מהוות מערכות ניסוי שונות.

4. **תכנון ניסוי** שיבדוק את השערתכם:

א. תכנונו ניסוי שיכלול מספר מערכות (לפחות 4 מערכות, כולל הבקרה) שיאפשר ניתוח אמין של התוצאות.

ב. הגדירו את המשתנה התלוי ואת המשתנה הבלתי תלוי.

ג. פרטו את צורת המדידה של המשתנה התלוי.

ד. ציינו את הגורמים הקבועים.

ה. הגדירו בקרה מתאימה לניסוי, וציינו האם זוהי בקרה פנימית או חיצונית, נמקו קביעתכם.

ו. פרטו את כל שלבי הניסוי בסדר לוגי, כולל שלב הבקרה.

ז. התייעצו במורה ושנו במידת הצורך.

ח. הכינו רשימה מפורטת של חומרים וציוד הדרושים לביצוע הניסוי המתוכנן.

ט. קבלו את אישור המורה למהלך הניסוי שהצעתם.

י. העבירו ללבורנט/ית את רשימת הציוד והחומרים.

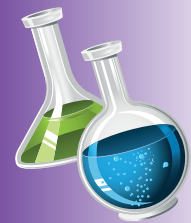
5. **בצעו** את הניסוי שהצעתם כפי שאושר על ידי המורה.

א. עשו שימוש נכון בכלי המעבדה ו/או במכשירי המדידה.

ב. שמרו על סדר וניקיון בשולחן העבודה.

ג. **הציגו** את התצפיות ואת התוצאות בצורה מאורגנת ובאופן ברור (טבלה, תרשים, גרף וכו').

ד. **עבדו** את התוצאות (במידת האפשר) באמצעות גרף מתאים שבנוי על פי הכללים (גרף ממוחשב/גרף ב-Excel/גרף ידני).





- ה. תארו את מגמת השינויים המוצגים בטבלה או בגרף.
- ו. נתחו את התוצאות והסבירו אותן תוך התבססות על ידע מדעי, רלוונטי ונכון.
- ז. הסיקו מסקנות רבות ככל האפשר על סמך כל תוצאות הניסוי.
- ח. התייחסו למידת התמיכה של המסקנות בהשערה.

הקפידו ארסס את טענותיכם, אלוך כן ש"כ נעוה העוצ"א, הסקת המסקנות והדיון, על ידע מדעי רלוונטי ונכון, הכולל ניסוחי גיבוי והתרחשות הש"כ השונים!!!

6 בדין המסכם הקבוצתי:

- א. התייחסו בביקורתיות לתוצאות הניסוי (מבחינת דיוק הנתונים, מגבלות הניסוי וכו').
 - ב. התייחסו בביקורתיות לתוקף המסקנות (מידת ההתאמה בין המסקנות להשערות, מידת ההשפעה של תכנון הניסוי ו/או ביצוע הניסוי על המסקנות).
 - ג. במידת הצורך הצביעו על השינויים הרצויים בתהליך החקר (בניסוח ההשערה, בתכנון הניסוי וכו').
 - ד. רשמו שאלות נוספות שהתעוררו בעקבות הניסוי כולו (2 שאלות לפחות).
7. הכינו דוח בכתב, הכולל את כל שלבי הפעילות ואת הרקע המדעי המתאים.
- א. גישו דו"ח מאורגן, אסתטי וקריא.
 - ב. השתמשו בשפה מדעית, מדויקת ונכונה בכל חלקי הדו"ח.
 - ג. כתבו בצורה עניינית ובעברית תקינה.
 - ד. הכינו את סיכום ניסוי החקר של קבוצתכם להצגה בפני הכיתה.

עבודה נעימה!!

