

מודל פדגוגי להוראת חקר מדעי באמצעות מאגר נתונים יהבית לוריא¹

לצורך הדגמה, הצגתי מספר מאגרי נתונים בנושאים שונים, באמצעותם תלמידים יכולים לבצע עבודת "חקר נתונים" בכיתות ח'-ט'. אחת הדוגמאות שהצגתי עוסקת בבחינת השפעת הציפורים הפולשות בארץ, הדררה והמינה, על מינים מקנני חורים כדוגמת הדרור, הדוכיפת והנקר, להמחשת יחסי התחרות בין מינים פולשים למקומיים. הנתונים נלקחו מסיכומי ספירת הציפורים הארצית שמתקיימת כל שנה בחודשים ינואר-פברואר באמצעות פרוטוקול ספירה זהה (תמונה 1). הסיכומים

שאלות חקר טובות ומשמעותיות ניתן לעורר בדרכים שונות. יש שאלות העולות בעקבות תצפית על תופעות (בסיוור, בהדגמה במעבדה, בסרטון); יש שאלות העולות בעקבות חשיפת התלמידים למידע חדש (בקריאת כתבה או מאמר או בצפייה בסרטון); יש שאלות העולות בעקבות חשיפת התלמידים למכשיר מדידה או שיטת מדידה מעוררי עניין.

בכנס המורים למורי מו"ט בחט"ב שהתקיים ב-20 בדצמבר 2017 חשפתי דרך נוספת להעלאת שאלות חקר מאתגרות, בעקבות חשיפת התלמידים למאגרי נתונים שונים. הצגתי מודל פדגוגי

ארגון נתונים

- בחירת הנתונים הרלוונטיים לבדיקת ההשערה
- ארגון הנתונים בגליון אלקטרוני אישי

שאלת שאלות

- שאלת שאלות עניין
- הגדרת גורמים משתנים מעוררי עניין
- ניסוח שאלת חקר והשערה לבדיקה

זיהוי תופעה

- התבוננות במאגר מעורר סקרנות
- גילוי תופעה מעניינת בנתונים (דפוס, מגמה, נתונים חריגים)

איור 1: מודל פדגוגי לתהליך חקר מבוסס נתונים (יהבית לוריא)

מתפרסמים באתר המרכז לטיפול ציפורי הבר בחצר (באדיבות שלומית ליפשיץ מהמרכז לטיפול ציפורי הבר בחצר), במדור סקרים וספירות http://www.yarbirds.org.il/free_page/65

של התהליך שאותו התלמידים עוברים: לאחר עיון במאגרי הנתונים, התלמידים לומדים לזהות בנתונים מגמות והבדלים מעניינים המעוררים שאלות מעניינות לחקר. לאחר ניסוח שאלת החקר, התלמידים אוספים מתוך מאגרי הנתונים את הנתונים שבעזרתם יוכלו להשיב לשאלה ומארגנים אותם בטבלה נפרדת.



תמונה 1: מינים פולשים ומינים מקומיים מקנני חורים

בהמשך מוצגות דוגמאות שהן פרי יוזמתם של מורים ללמידה באמצעות מאגרי מידע כפי שהוצגו בכנס המורים הארצי בשנה זו.

הם מעבדים את הנתונים בכיוונים שונים כדי לגלות הבדלים בקבוצות נתונים, קשרים בין המשתנים ואולי סיבתיות (איור 1).

¹ יהבית לוריא, מרכז ארצי למורי מדע וטכנולוגיה בחט"ב

מיכל האמוניה - מסוכן לנו או לא?

ניבוי פיזור מזהמי אוויר באמצעות סימולציית AHOLA

דותן ברמן, מורה בחט"ב אליאנס בחיפה

תמונה 2: מסך מתוך חקר מבוסס סימולציה ממוחשבת ALOHA (דותן ברמן)

ממשק להזנת נתוני מזג אוויר ונתוני מזהמים כימיים שונים, ועל בסיס זה מתבצעים חישובים שונים של הקשרים ביניהם. לאחר הזנת נתונים מסוימים לתוכנה, התלמידים יכולים לבצע ניסוי ממוחשב באמצעות הסימולציה: לבחור גורם משתנה בהקשר למזג האוויר או למזהם, לבצע בו שינוי מסוים, לצפות בתוצאות הניסוי ובאמצעותן לבנא מה יכולה להיות השפעת שינוי גורם זה על פיזור חלקיקי המזהם בקרבת ביה"ס (תמונה 2). גורם זה על פיזור חלקיקי המזהם בקרבת ביה"ס (תמונה 2). להרחבת הידע בכיתה למדו התלמידים מד"ר דבי מיר (מרצה למדעי הסביבה בפרויקט אקדמיה-כיתה) על כל אחד מהגורמים המשתנים הקשורים למזג האוויר ולמזהמי האוויר. תוך כדי למידת החקר רכשו התלמידים מיומנויות של עבודה עם סימולציה באנגלית, הגדרת גורמים משתנים, בידוד משתנים, ניתוח תוצאות בגרף והסקת מסקנות במשוב. התלמידים סיפרו שחוות ההתנסות העצמאית הייתה מרגשת. הם אהבו את הלמידה עם תוכנה מקצועית וכן שיקפו שהנושא שעסק בבעיה המתרחשת קרוב לבית הוסיף עניין. כמו כן ציינו את התמיכה המקצועית של ד"ר דבי מיר אשר סייעה להם להתמודד עם מאגר הנתונים והפעלתו.

1. השתתפות הכיתה בפרויקט "אקדמיה-כיתה" עם ד"ר דבי מיר: לימוד על מזהמים כימיים, פיזורם באטמוספירה וסיכונים בריאותיים.
2. השתתפות הכיתה בפרויקט "כתו"ם" מטעם מכון דוידסון לחינוך מדעי: מחשב אישי לכל תלמיד לקידום מיומנויות, אוריינות דיגיטלית ולמידה מתוקשבת ועצמאית בעזרת מגוון תוכנות ויישומים ללמידה בדרך אחרת.
3. שילוב למידת חקר עצמאית, של תלמידי כיתות ח'-ט'.

בתוכנית זו התלמידים לומדים לעבוד עם [סימולציה ממוחשבת בשם ALOHA](#), המיועדת לחיזוי מצבי זיהום אוויר על פי נתוני מזג האוויר והמקור שממנו מגיע המזהם. התוכנה מכילה

מה בין סוג המזון לעושר המינים?

חקר רב-שנתי של מגוון הציפורים באמצעות פעולות טיבוע לצורכי מחקר

חגי הלל, תיכון עירוני דרכא על שם רנה קסין, ירושלים

בחדר בית הספר גדלים עצי אורן וברוש ומעט מינים נוספים, ואילו בגבעת התחמושת הסמוכה לבית הספר נמצא חורש ים תיכוני מגוון עם תצורות צומח שונות, כמו עצים, שיחים ובני שיח ושטחי אחר פתוח שבהם גדלים עשבונים. מאז תחילת המעקב ועד היום נלכדו בגבעת התחמושת 19 מינים, לעומת 5 בלבד (כרבע!) שנלכדו בחדר בית הספר: דרור הבית, בולבול צהוב-שט, ירגזי מצוי, אדום חזה וסבכי שחור ראש. כל המינים שנלכדו בבית הספר נלכדו גם בגבעת התחמושת.

בדיון בכיתה מול מסד הנתונים של תוצאות הטיבועים (שמורים במרכז לחקר ציפורים ירושלים), העלינו את השאלה מה יכול לגרום להבדל כה גדול בעושר המינים בין שני האתרים. התלמידים העלו גורמים שונים שיכולים להשפיע, ולבסוף סוכם שהגורמים האפשריים הם: סביבת המחיה שבה ניתן למצוא את הציפור, סוג המזון והמעמד של הציפור בארץ (יציבה/חורפת/מקייצת/חולפת). על מנת לענות על השאלה נשלחו התלמידים לאסוף נתונים מהספרות על שלושת הגורמים הללו והזינו את המידע לטבלה שיתופית. התקבלה טבלת נתונים כיתתית ובה מידע על כל המינים. ניסינו בעזרת הטבלה לזהות מאפיינים ייחודיים של ציפורי הגבעה ומאפיינים ייחודיים של ציפורי החצר. מהטבלה עלה כי המאפיין הבולט המבדיל בין המינים הוא סוג המזון. מרבית ציפורי החצר אוכלות כל, ואילו בקרב ציפורי הגבעה ישנם מינים אוכלי כל וישנם מינים מתמחים, בעיקר אוכלי חרקים. בהמשך התבקשו התלמידים להציע שינויים אפשריים בחדר בית הספר על מנת שתוכל למשוך עושר מינים גדול יותר של ציפורים.

מחקרן זה מאפשר לתלמידים להיות שותפים במחקר השוואתי מבוסס מאגר נתונים ולהדגים דרכי פתרון של חידה ואת מארג המזון של מיני ציפורים בסביבת בית הספר והאפשרות להשפיע על עושר המינים בעיר מגוריהם.

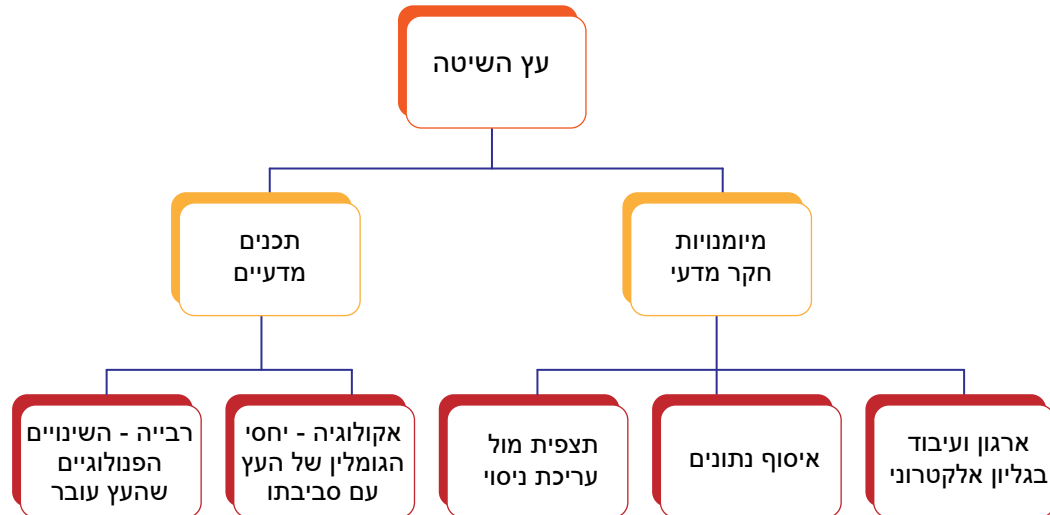
מאז שנת 2007 ביצעו תלמידי כיתות ח' בבית הספר דרכא על שם רנה קסין בירושלים, מעקב אחר עושר המינים של הציפורים בחדר בית ספרם ובגבעת התחמושת הסמוכה. המעקב בוצע בעזרת התחנה לחקר ציפורי ירושלים, פריסת רשתות ולכידת ציפורים, איסוף נתוני הציפורים וטיבוען. התלמידים למדו להכיר את מאפייני הציפורים ואת אורח חייהן ואף היו שותפים בשחרורם לחופשי, לאחר שהוצמדה להם טבעת מזהה (תמונה 3).

	שעת לכידה	רשת			מין	זויג	גיל		כנף	שומן	משקל	זנב
		מיקום	כני	מספר			קוד					
1	06:00	גבעה	אלה	5	סבכי שחור כיפה	ז	צעיר	3	74	3		61
2	06:00	גבעה	אלה	5	סבכי שחור כיפה	ז	צעיר	3	75	0		60
3	06:00	גבעה	אלה	6	אדום חזה		בוגר	4	75	3	15	61
4	06:00	גבעה	שביל	4	ירגזי	נ	צעיר	3	68	0	16	62
5	06:45	גבעה	אלה	5	סבכי שחור ראש	ז	בוגר	4	59	0	6	59
6	06:45	גבעה	אלה	5	סבכי שחור ראש	נ	צעיר	3	77	0	20	65
7	06:45	גבעה	אלה	5	סבכי שחור ראש	ז	צעיר	3	75	1	20	62
8	06:45	חצר	אשחר	2	בולבול	ז	לא ידוע	2	100	0	38	95
9	07:30	גבעה	אלה	5	סב ראש				93	0	38	82
10	07:30	גבעה	אלה	5	חלילית עצים	נ	צעיר	3	81	0	16	60
11	07:30	גבעה	שביל	4	סבכי שחור ראש	נ	בוגר	4	57	0	6	57
12	07:30	גבעה	שביל	4	בולבול	נ	צעיר	3	92	0	36	89
13	07:30	גבעה	אלה	5	סבכי שחור כיפה	נ	צעיר	3	76	3	26	64
14	07:30	גבעה	שביל	4	בולבול		לא ידוע	2	96	0	38	90
15	08:15	גבעה	אלה	5	סבכי שחור כיפה	נ	צעיר	3	79	4	28	66
16	08:15	גבעה	אלה	5	חלילית עצים	ז	צעיר	3	80	2	22	60
17	08:15	אלונים	6	בולבול		לא ידוע	2	99	0	40	93	
18	08:15	גבעה	אלה	5	סבכי שחור כיפה	ז	צעיר	3	76	3	25	61
19	08:45				חלילית עצים	נ	לא ידוע	2	78	1	20	57
20	08:45	גבעה	אלה	5	סבכי שחור כיפה	ז	צעיר	3	74	3	24	61
21	09:15	גבעה	שביל	4	סבכי שחור כיפה	נ	צעיר	3	75	1	18	61
22	09:15	חצר	אשחר	2	אדום חזה		צעיר	3	74	0	16	60
23		חצר	אשחר	2	דרור בית							
24		חצר			דרור בית	ז						
25	06:15	חצר	אשחר	2	ירגזי					0	16	
26	06:15	גבעה	אלונים	6	סבכי שחור כיפה	ז	צעיר	3	79	4	24	64
27	06:15	גבעה	אלה	5	סבכי שחור כיפה	ז	צעיר	3	78	3	25	63
28	06:45	גבעה	אלונים	6	סבכי טוחנים		צעיר	3	69	2	15	58
29	06:45	גבעה	שביל	4	סבכי שחור ראש	ז	לא ידוע	2	58	0		56
30	06:45	גבעה	אלה	5	חלילית עצים	ז	צעיר	3	82	0	13	55
31	08:00	גבעה	אלה	5	סבכי שחור כיפה	נ	צעיר	3	78	2	21	64
32	08:20	גבעה	שביל	4	עלית חורף		בוגר	4	66	0	8	55
33	08:45	גבעה	אלונים	6	סבכי טוחנים		צעיר	3	67	1	13	57
34	09:15	גבעה	אלה	5	אדום חזה					0	15	
35	09:15	גבעה	אלונים	6	חלילית עצים	נ	לא ידוע	2	75	1	17	57
36		חצר	כביש	1	דרור בית	ז	בוגר	4				

תמונה 3: מסד הנתונים שנאספו בטיבוע הציפורים (חגי הלל)

ללמוד אקולוגיה בצל השיטה לימוד יחסי גומלין בין יצורים באמצעות ניטור ארוך טווח (RETL)

עינת אברהם, ב"ס אזורי מעלה שחרות, חבל אילות



איור 2: תרשים יחידת ההוראה "ללמוד אקולוגיה בצל השיטה" כולל ניטור רב-שנתי (עינת אברהם)

חד-שנתיים ורב-שנתיים - במידה שקיימים. הנתונים נצברים אצלי בגיליון אקסל רב-שנתי משנה לשנה. בכיתה ניסיון להסתכל על התמונה הכללית שעולה מצירוף כל נתוני הכיתה ביחד. התלמידים השוו לממצאים משנים קודמות וניסו לזהות מה השתנה תוך כדי שימוש במושגים שנלמדו בכיתה. שלב זה מלווה בלימוד תוכנת האקסל לשם עיבוד הנתונים והצגתם בגרפים. לסיום, התלמידים הגישו מיני עבודת-חקר המבוססת על ניתוח הנתונים שנאספו.

דוגמאות לשאלות חקר סביבה-חברה בראייה רב-שנתית:

- < כיצד מזג האוויר משפיע על הרכב הצמחים/בעלי חיים? על התנהגות בעלי החיים?
- < האם ערמת הגזם בקצה שטח הניטור תורמת להעלאת מגוון בעלי חיים באזור?
- < מה התרומה של נקודת השאיבה לחברת הצמחים באזור? כמה מתגובות התלמידים ליוזמה:

"הכי כיף לרדת לוואדי, לומדים באווירה אחרת".

"סוף סוף משהו שקשור לחיים עצמם ולא רק לבית הספר".

"אני שמח שלמידת אותי אקסל בכיתה ח', כי היה לי יותר קל בעבודת הגמר שלי".

הניסיון להפוך את הלמידה בכיתה ח' לרלוונטית ועונה על הדרישות המגוונות של כישורי המאה ה-21, הוביל אותנו לפרויקט אס"ם ("אדם וסביבה במרחב"), בהנחיה של ד"ר נועה אבני ממרכז מדע ים המלח והערבה. בפרויקט חיברנו את לימודי האקולוגיה אל תוכנית ניטור הצומח והחי בסביבת עצי השיטים בוואדי הקרוב לבית הספר. התוכנית משיקה לתוכנית הלימודים בתוכני האקולוגיה בנושא "מערכות אקולוגיות" שנדרשים ללמד בכיתות ז' וח': גורמים אביוטיים וגורמים ביוטיים, מארג מזון, מגוון ביולוגי, יחסי גומלין בין יצורים.

עץ השיטה נבחר כמין מרכזי וכציר מארגן, המאפשר לנו לבחון את השינויים שהעץ עובר (קישור לנושא רבייה), את סביבתו (קישור לאקולוגיה בדגש על יחסי גומלין) ובעיקר מאפשר לנו להניח את היסודות לחקר מדעי (תצפית לעומת ניסוי, איסוף הנתונים, ארגון ועיבודם) (איור 2). התוכנית מתקיימת זו השנה החמישית. במסגרת התוכנית התלמידים יוצאים לשטח ליד ביה"ס כארבע פעמים בשנה ומנטרים את השינויים שנראים בשטח. התלמידים אוספים נתונים אביוטיים - טמפרטורת האוויר, לחות קרקע וחומציות קרקע וכן נתונים ביוטיים מגוונים: מצב פנולוגי של העץ (פריחה/נשירה), נוכחות בעלי חיים סביבו ונביטת צמחים