



כתב עת אלקטרוני
בהוצאת המכללה האקדמית לחינוך ע"ש דוד ילין, ירושלים

גליון מס' 2 מרס 2012

ניתן לקריאה באתר המכללה:
<http://www.dyellin.ac.il>

**הוראת אקולוגיה בסביבת למידה עתירת טכנולוגיה: מודל
מדגים הוראה למידה פורצת דרך לאוריינות במאה ה-21**

גילה אלון

הוראת אקולוגיה בסביבת למידה עתירת טכנולוגיה: מודל מדגים הוראה-למידה פורצת דרך לאוריינות במאה ה-21

גילה אלון¹

תקציר

הקורס "אקולוגיה של הצומח בא"י בסביבה לימודית עתירת טכנולוגיה" משלב את תחום הדעת עם דרך למידה חווייתית ומגוונת בסביבה עתירת טכנולוגיה, במיוחד זו של יישומי WEB 2.0. בדרך ההוראה בקורס, חוו הסטודנטים את תחום הדעת אקולוגיה ולמדו עליו, וכצעד נלווה חזקו את המודעות לסביבה מקיימת. ייחוד הקורס הוא שהתכנים, השימוש במשאבי הלמידה הדיגיטליים ואופן העברת החומר, היו שזורים זה בזה ושימשו מודל של פדגוגיה עדכנית. המשאבים כללו יישומים לעיבוד תכנים בכל המדיה: כלים לעיבוד טקסטים ובכלל זה טקסטים במקורות ביבליוגרפיים בספרים מקוונים ובכלים לעיבוד קול, תמונה וסרט במדיה אודיו-ויזואלית. התפיסה הפדגוגית המבקשת לשלב תוכן עם משאבי למידה דיגיטליים, נעשתה לצורך בניית דגם הוראה-למידה התואם לאוריינות התקשוב של המאה ה-21 (משרד החינוך, 2009). הסביבה הטכנולוגית להוראה-למידה אפשרה למידה חווייתית משמעותית, וכך היא באה לידי ביטוי בכתיבה הרפלקטיבית של הסטודנטים בבלוגים שליוו את מהלך הקורס. עם זאת ראוי לציין שאי-אפשר להפריד בין תרומת התכנים לבין התרומה של הכלים הדיגיטליים, ולאפיין מה תרם כל אחד ללמידה החווייתית ולערך הקיימות הנלווה אליה. כדי שהשיעור יהפוך למודל, יש לערוך מחקר של הדגם המוצע בעיקר בכיוון של שיווי משקל בין תוכני תחום הדעת ובין מספר הכלים הדיגיטליים שיש לשלב במהלך קורס, ואם אפשר, יש לבדוק מה תרם כל מרכיב לסביבת הלמידה.

תאריכים: התנסויות למידה, הוראה בסיוע מחשב, אקולוגיה, שיטות הוראה

מבוא

במאמר זה אציג תהליכי הוראה-למידה של תחום הדעת אינטרדיסציפלינרי עם זיקה לעמדה מקיימת בסביבות הוראה-למידה עתידיות, עתירות טכנולוגיה. אתמקד ביחסי הגומלין שבין התכנים המדעיים, טכנולוגיות ידע ותהליכים קוגניטיביים (מיודוסר, 1995), שיבואו לידי ביטוי בשילוב בינם לבין לימודי השדה, לימודים במעבדה והלימודים העיוניים בסביבה הטכנולוגית.

א. הוראת האקולוגיה בזיקה לחיזוק המודעות לקיימות

הקורס "אקולוגיה של הצומח בא"י בסביבה לימודית עתירת טכנולוגיה" פותח במכללת דוד ילין במסגרת חטיבת לימודי "אדם וסביבה - חינוך בר קיימא" שבמסגרת החוג למדעי הטבע. התוכן האקולוגי של הקורס, תשתית תחום הדעת, משמש בסיס להבנת המשמעות של המונח אקולוגיה ותורם להעצמת הזיקה של הלומד לסביבה. חיזוק המודעות עשוי לצמצם את הפגיעה בסביבה ולשאוף להקטין את "טביעת הרגל האקולוגית". (אטינגר, 2007).

כיצד נולד הקורס המשלב אקולוגיה בסביבה לימודית מתוקשבת? במדע האקולוגיה (אקו - ביוונית בית) חוקרים את סביבת החיים, דרך ארגונה וסודות פעולתה. זוהי מערכת מורכבת הכוללת מרכיבים ביוטים,

1 ד"ר גילה אלון, מרצה במכללה ע"ש דוד ילין

מרכיבים א-ביוטים וקשרי גומלין סבוכים המתקיימים ביניהם.² מורכבות זו קשה ללמידה ולהבנה (אמיר, 1995; כהן, 1983). מניסיון קודם בהוראה נוכחתי לדעת כי הדרך השגורה להקניית מידע והפיכתו לידע עשויה להציג את המורכבות האקולוגית של תחום הדעת, אך הלומד אינו חש ומבין אותה.

ב. הוראת תחום דעת בסביבות טכנולוגיות מתקדמות

היישומים הממוחשבים מסווגים לשתי קבוצות על פי האופן שבו נדרש הלומד להגיב למשימות הלמידה (יהלום, 1997):

- ◆ כלים סגורים³ – כלים שבהם הלומד נדרש לספק תגובה מוגדרת למשימה שהוכנה בעבורו מראש. אלו הן לומדות ללמידה יחידנית ולתרגול יחידני. הן כוללות אבחון התחלתי של ידע לומד, הערכה שוטפת את ביצועיו בעת עבודתו עם הלומדה, קבלת החלטות על סמן הערכה זו לגבי קידום התלמיד, עריכת מבחנים ובדיקתם, משוב לתלמיד ולמורה. המורה עשוי להשתמש בלומדה כמו במצגת לשם מתן הסבר על מושגים ותהליכים ממוחשבים ולשם הצגתם. כלים אלה משמשים בעיקר לתרגול, לאימון ולהדרכה אישית.
- ◆ כלים פתוחים – כלים שהשימוש בהם מתבסס על בניית תגובות. בכלים אלה קיימות ארבע קטגוריות:
 - ◆ **לומדות משחקיות:** לפיתוח אינטלקטואלי של הלומד באמצעות פתרון בעיות אתגריות;
 - ◆ **תוכנות יישומיות:** שמרבים להשתמש בהן בעולם העבודה כמו תמלילן, גיליון אלקטרוני, מסד נתונים, תוכנות גרפיקה, אנימציה, הפקת צלילים ומוזיקה;
 - ◆ **הדמיות ממוחשבות (סימולציות):** לומדה שמופעל בה מודל המייצג מערכת הקיימת במציאות או מפשט אותה. זו יכולה להציג תופעות חברתיות ומדעיות, תופעות טבע, תופעות היסטוריות ועוד. הלומד יכול לבדוק שינויים שחלים בתופעה או בתהליך בעקבות שינוי פרמטרים של המשתנים. המעבדה הממוחשבת מאפשרת איסוף נתונים וניתוחם או עריכת הדמיה של ניסוי מעבדתי באמצעות מחשב. בניית מציאות אמיתית או משוערת באמצעות סביבה לימודית המאפשרת לחשוף את הסביבה האמיתית.
 - ◆ **תקשורת מחשבים:** יצירת קשר עם תלמידים או עם מאגרי מידע ביבליוגרפיים, כולל מאגרי מידע מקוונים.

סביבת הלמידה בקורס כללה את כל הקטגוריות של הכלים הפתוחים. בתהליך למידה בסביבות מתוקשבות, במיוחד באלה מסוג הכלים הפתוחים, התלמיד שותף פעיל בבניית הידע ומארגן אותו על סמך התנסויותיו הקודמות ועל סמך הבנתו את המציאות. לפי הגישה הפדגוגית של רייל (1994; Riel, יעקובסון וספירו (Jacobson & Spiro, 1995), יעקובסון ולוין (Jacobson & Levin, 1995), וסלומון (1996; 2000) דרך הוראה-למידה בסביבה עתירת טכנולוגיה (המתבססת על הגישה הקונסטרוקטיבית) מקדמת הבניית ידע משותפת. בהתאם למודל זה, הלמידה היא תהליך של עיצוב ובנייה המתרחש בעיקר כאשר הלומד בונה מוצר מוחשי בשיתוף עם עמיתים. הסביבה המתוקשבת – במיוחד זו של יישומי WEB 2.0 – מספקת כלים דיגיטליים שיתופיים היוצרים פלטפורמה לתרבות השיח. בסביבה זו באים לידי ביטוי מגוון נקודות ראות וקשת אלטרנטיבות לפתרון בעיות אותנטיות, וכערך נלווה מחזקת את האוריינטציה לקיימות. סלומון ואלמוג (1999), ציינו את התחומים שלהלן ככאלה שיש להם פוטנציאל לבוא לידי ביטוי בסביבות למידה מתוקשבות:

- ◆ **עיון פעילויות הלמידה בבעיות או במטלות מורכבות** – בניית מטלות רלוונטיות הקשורות בתפקוד יעיל. חשוב שהלומד, יבין את הרלוונטיות של המטלות שהן בדרך כלל מורכבות ונרחבות;

2 ביוטים הם האורגניזמים החיים על פני כדור הארץ. א-ביוטים הם מרכיבי הסביבה שבה חיים האורגניזמים.

3 CAI – computer assisted instruction

- ◆ **תמיכה בלומד לפתח בעלות (ownership) על המשימה הכוללת** – ניסוח שאלות או בעיות מהותיות תוך ניהול דיאלוג משמעותי עם הלומד בתהליך עיצובן;
- ◆ **עיצוב מטלה אותנטית** – בניית מטלות בעלות אתגר, העוסקות בדיון מדעי או בפתרון בעיות אותנטיות;
- ◆ **בניית מטלות וסביבות לימודיות המשקפות את מורכבות הסביבה** – בניית מטלות המבוססות על אירוע, שהן בדרך כלל אינטרדיסציפלינריות (בהשוואה לבעיות המבוססות על מודל, שבהן מחזיקים משתנים שונים כקבועים, כלומר מוציאים את המשתנים שאינם רלוונטיים למודל);
- ◆ **זימון התמודדות עם תהליך של פתרון הבעיות**
- ◆ **אתגור הלומד לחשיבה ברמות גבוהות** – הבניית הידע בידי הלומד. הצבת אתגרים שיעודדו חשיבה עצמאית בסיוע מקורות למידה מגוונים.
- ◆ **מתן הזדמנות לפיתוח למידה בקבוצה** – הבניית ידע באמצעות דיאלוג חברתי. קיום משא ומתן, דיון ודיאלוג המאפשרים לבחון את ההבנה האישית של כל אחד בקבוצה.

רונן (2004, 2008) מדגישה את חשיבות בחירת הפדגוגיה, אם רוצים להביא לשינוי גישות ועמדות. היות שהמטרה בבניית קורס "אקולוגיה של הצומח בארץ ישראל" הייתה לפתח מודעות למורכבות האקולוגיה הכוללת גם עמדות, גישות והתנהגויות כלפי הסביבה, בניתי את הקורס בסביבת הוראה-למידה מתוקשבת, על פי גישות החוקרים כפי שהוצגו לעיל.

ג. בניית הידע האקולוגי וחיזוק המודעות לקיימות כתהליך של הוראה בקורס מתקשב

הקורס משלב את תחום הדעת אקולוגיה עם דרך למידה חווייתית ומגוונת בסביבה עתירת טכנולוגיה. ייחוד הקורס הוא שהתכנים ואופן העברתם שזורים זה בזה ומשמשים מודל של פדגוגיה עדכנית. הסטודנטים התנסו בשימוש בכלים דיגיטליים להוראה-למידה בעידן המאה ה-21 וביישומם.

מהזווית התאורטית ראוי להתייחס למאמרו של פיין (Fien, 2004) בספר המוקדש לחינוך הסביבתי כתחום נלווה ללימודי האקולוגיה. פיין מנה ארבעה עמודי יסוד שתחום הדעת נשען עליהם: סביבתי, כלכלי, חברתי ופוליטי. תחום זה בא אפוא לידי ביטוי כמעט בכל מערכות החיים. הקורס "אקולוגיה של הצומח" התמקד בהיבט הסביבתי. יצרתי את סביבת הלמידה הטכנולוגית לבניית ידע מערכתית של תהליכי חיים כפי שהם מתרחשים בישראל באזוריה הבינוניים-גאוגרפיים⁴ תוך שימת דגש על הצומח. בשיעור נעשה ניסיון לבנות מודל של יחסי גומלין בין טכנולוגיות ידע ותהליכים קוגניטיביים לבין "יצירת ידע בתחום המפגש שבין ה"טכנולוגיה", ה"פדגוגיה" ולבין "תוכן הוראה" (גבעון, 2010).

הדגם המשלב את לימודי תחום הדעת עם הסביבה המתוקשבת נבנה כפיתוח של השיעור "אקולוגיה משולב משאבי למידה" שהתקיים בשנים 2007-2009 (תשס"ז-תשס"ח), יחד עם הגב' ארנה ויילר, מורה למשאבי למידה. דגם אחר של שילוב משאבי למידה בתחום דעת אקדמי מתקיים בתחום לימודי הלשון (אוסטרובסקי וויילר, 2004; 2005).

ד. מהלך הקורס

קהל היעד היה סטודנטים המתכשרים להוראה במסלולים יסודי וחטיבת הביניים. **המטרות**, כפי שהתגבשו במהלך השנתיים בקורס "אקולוגיה משולב משאבי למידה" ובמהלך השנה בקורס המשלב תקשוב הן:

4 התפוצה הגאוגרפית של אורגניזמים בבתי הגידול.

- ◆ **לימודיות** – הבניית שליטה בתחום הדעת ופיתוח מיומנויות של לומד עצמאי וסקרן.
- ◆ **ערכיות** – התנסות בהוראה חווייתית כמודל להעברה לתלמידים.
- ◆ **התנסות** – פיתוח אוריינטציה אקולוגית המחויבת לסביבה (מטרה שהתעצמה במהלך הקורס).
- ◆ **רגשיות** – חיזוק הקשר בין הלומד לבין סביבתו הקרובה. פיתוח מעורבות ומחויבות אקולוגית סביבתית.
- ◆ **הכשרת לומדים להוראה-למידה בסביבות עתידיות** – סביבות עתירות טכנולוגיה, הסביבות הדיגיטליות במאה ה-21.

בבניית הקורס ודרכי ההוראה חיפשתי דרך הוראה-למידה אחרת, שדרכה יפגוש הלומד את הסביבה ויחווו אותה אישית. כלומר, הקורס נולד מתוך ניסיון ללכוד שביב של אותה משמעות רחבה של מדע האקולוגיה, רבגוניותם, עומקם ועוצמתם של מערכות חיים וחיזוק מודעות לסביבה מקיימת.⁵ בחרתי ללמד את הקורס בשיטה המשלבת את התכנים עם דרך ההוראה. משאבי הלמידה עתירי טכנולוגיה מסייעים להטמעת התכנים האקולוגיים אך לעתים אנו עוצרים ומתמקדים על דרך ההוראה עצמה, כדי שאפשר יהיה ליישמה גם בתחומי דעת אחרים.

פתחתי את הקורס בהצגה (מצגת) של מצב הצומח העכשווי ובשאלה לדיון האם הצומח כיום משקף את התנאים האקולוגיים הטבעיים באזורים היסודיים או המדבריים של הארץ? היות שבתחילת השנה הידע של הסטודנטים היה מועט, המשכתי בהצגת ההיסטוריה של ארץ ישראל שהשפיעה על שיווי משקל אקולוגי ואילו אירועים במשך ההיסטוריה הפירו שיווי משקל זה. כדי להמחיש את הרס שיווי המשקל בידי אדם, קיימתי פעילות שעסקה בניית ממצאים מפח הזבל.⁶ תפקידה היה להמחיש את הקשר בין הזבל שהאדם יוצר לבין הפרת שיווי המשקל הסביבתי. הסטודנטים מיינו את השאריות בפח זבל בשכונת בית הכרם, שקלו ומדדו את הנפח של כל סוג, עיבדו את הנתונים וניתחו אותם. בסיום כל פעילות הם תיעדו והעלו את הנתונים לרשת האינטרנט.⁷ תרגיל בחינת ההפרה של שיווי המשקל הוביל לשאלות העוסקות במשך הזמן המאפשר למערכת אקולוגית לחזור לשיווי משקל.

כדי להדגיש אפקט זה של הפרת שיווי משקל במערכת אקולוגית, הופנו הסטודנטים לאתר עמלנט,⁸ שמאפשר לבחון את הפרת שיווי המשקל הסביבתי באורח החיים של כל אדם. החיבור לאורח החיים האישי נתפס כנקודת פתיחה לבחירת נושאים באקולוגיה שאותם ירצו לחקור (מתוך רשימת נושאים שהוצעו מראש). השיעורים הראשונים הוקדשו לשיח על הנושאים המוצעים. את הדיון ליויתי ברפלקציה אישית וברישום של התובנות והקשיים שהתעוררו אצלי במהלך ההוראה, כפי שמתועד בבלוג שלי המלווה את הקורס.⁹

במהלך ההוראה בקורס עמדה לנגד עיני גישתו של ונגר (Wenger, 1999) המאיר את ההיבט הלמידה כהליך חברתי, שנבדק חשוב בה היא הלמידה השיתופית. למידה חווייתית ושיתופית של תכנים הרלוונטיים ללומד, תורמת לחיזוק הקשר שלו לסביבתו.

5 סביבה המספקת את צורכי האנושות בהווה מבלי לפגוע ביכולת של הדורות הבאים לספק את צורכיהם בעתיד.

6 מיון סוגי הזבל בבית מגורים בשכונת בית הכרם, ניתוח ועיבוד נתוני המשקל והנפח של סוגי הזבל שאנו מייצרים.

7 הצילומים והתמונות (בתוכנת פיקסה) מצויים באינטרנט בכתובת:

#<http://picasaweb.google.com/gila04/BRXQYF?authkey=Gv1sRgCIGPvamDwvC2OQ>

עיבוד נתוני המדידות וייצוגם (בתוכנת אקסל) מצויים באתר הקורס: <http://online.dyellin.ac.il/course/view.php?id=2369>

<http://www.amalnet.k12.il/Sustainability/Design> 8

http://rotem04.blogspot.com/2010/10/blog-post_31.htm 9

פיין (Fein, 2004) מציע ארבעה עקרונות להוראה-למידה של אקולוגיה כמדע סביבתי, שמתוכם עולה הרלוונטיות ללומד:

- ◆ זיהוי שאלות, סוגיות, ובעיות בידי הסטודנטים (הלומד מזהה ובוחר במה להתמקד);
- ◆ השתתפות פעילה של הסטודנטים בלמידה משמעותית (הלומד פעיל בסביבה המתוקשבת);
- ◆ יישום טווח רחב של כישורים ויכולות של הלומדים בתחומים האינטלקטואלי, החברתי, המעשי והתקשורתי (מרב יכולות הלומד באות לידי ביטוי);
- ◆ התנסות באוריינות פוליטית וחברתית.

בקורס המשלב יישמתי את שלושת העקרונות הראשונים מתוך הארבעה שהציע פיין. הסטודנטים בחרו להתמקד בסוגיות מהתכנים האקולוגיים של החורש הים-תיכוני. הבחירה בחורש נעשתה בעזרת היישום Google Earth. קבוצות הלמידה התארגנו לפי חברות הצומח לאחר שאספו נתונים ממקורות מידע טקסטואליים ואודיו-ויזואליים באתרי שיתוף ברשת בטכנולוגיות WEB 2.0. חיזקתי את למידת תחום הדעת ואת המעורבות של הסטודנטים באמצעות לימוד חברות הצומח תוך התמקדות בסביבת מגוריהם, כך שכל קבוצה בחרה בחברת צומח אחת של החורש ובלמידת עמיתים נבנה החורש כאזור ביו-גאוגרפי. בשילוב משאבי הלמידה הושם דגש על אופן ההוראה. ההנחה היא כי ההוראה כמוה כמשולש שבקדקודיו:

- ◆ **תכנים** העונים על השאלה "מה אנו בוחרים ללמד?"
- ◆ **קהל היעד**, דהיינו "את מי אנו מלמדים?" – כדי מנת להתאים לו את דרכי ההוראה והדגשים;
- ◆ **מטרות** ההוראה הנובעות מהתכנים ומאישיות המורה, מערכיו ומדגשי ההוראה שלו.

בתווך מצויות דרכי ההוראה המספקות מענה לשלושת הקדקודים. את משולש ההוראה מוליך **מסר מרכזי** העובר כחוט השני לאורך הוראת המקצוע ותואם את אמונותיו של המורה (קרישנמורטי, 1996, 1997).

איור 1: יחסי הגומלין בין תכנון ההוראה וסביבת ההוראה-למידה



- בקורס המשלב הדגש הוא על **התכנים האקולוגיים** הללו:
- ◆ מגוון החברות ומיני צמחים של החורש הים תיכוני בישראל;
 - ◆ מארג הגורמים האקולוגיים ויחסי הגומלין ביניהם לבין הצומח;
 - ◆ התאמות צמחים וחברות צומח לתנאים המשתנים של סביבה לאורך זמן;
 - ◆ השפעת האדם על מערכות אקולוגיות ושילוב האדם בשיווי המשקל דינמי של סביבתו (המין האנושי הוא האורגניזם היחיד שאינו משתלב בתהליכי שיווי המשקל עם גורמי הסביבה) (נווה, 2004).

השיעורים התקיימו במעבדת המולטימדיה המקושרת למאגרי המידע הדיגיטליים וספרי עיון בספרייה. עבודות השדה התבצעו בספורים ובגן הבוטני של המכללה. המחשבים שמשו סביבת למידה לארגון הידע בכל המדיה, עיבודו ובנייתו.

דרכי ההוראה לקידום המטרות והעברת התכנים הן:

- ◆ התבוננות בשדה (צילום וציור) וחקר במעבדה של התאמות מורפולוגיות ואנטומיות של הצמחים להתמודדות עם תנאי בית הגידול (באמצעות שימוש בבינוקולר, ובמיקרוסקופ);
- ◆ סיורים בגן האקולוגי ובאזורי הארץ ונופיה (צילום ואיסוף מדידות של נתוני הסביבה והאורגניזמים החיים בה);
- ◆ חקר הנלמד ומיפוי (מפות מוח ומפות מושגים דיגיטליות);
- ◆ קריאת מידע, עיבוד תכנים בכל המדיה והוראת עמיתים;
- ◆ יצירה במגוון יישומים לתיעוד הנתונים: צילום תמונה ועיבודה, ציור של עבודות המעבדה, הקלטות דיבור לשקופיות הסרט ועריכת הסרט כפרויקט מסכם.

בכל הדרכים עובר כחוט השני מסר מרכזי שלפיו המארג האקולוגי הוא שלם והאנליזה לרכיבים ביוטים וא-ביוטים נערכת רק לצורך למידה. עושר הרכיבים והשפעות הגומלין ביניהם הם שמסבירים את הייחודיות של התופעות, וכי יש לראות כל פרט בהקשר הסביבתי הרחב. לדוגמה, אנו למדים כי באותה סביבת גידול מתפתחות שתי חברות צומח שונות – או יותר – בגלל שוני במרכיב סביבתי אחד (חברת אלון מצוי-אלה ארץ-ישראלית וחברת קטלב מצוי-לוטם שיעיר (רבינוביץ, 1986)).

אופני הלמידה בקורס אקולוגיה של הצומח בסביבה עתירת טכנולוגיה

אי-אפשר היה לנתק את התוכן בקורס מתהליכי ההוראה-למידה ומהסביבה הדיגיטלית. הסביבה ודרכי ההוראה תוכננו בדרך שתאפשר לסטודנטים להתנסות בתכנים האקולוגיים ובכלים הדיגיטליים בכל המדיה.

1. למידה תוך התבוננות בצילום ובעיבוד התמונות

אפשר לחיות בעולם וללמוד אותו כמו זר; לחלוף על פניו מבלי לראותו. לעבור מדי יום ליד צמחים ואורגניזמים אחרים מבלי להתבונן או להבחין במה שמייחד אותם. כדי שסטודנטים יבחינו בטבע הסובב אותם ובמגוון המינים בסביבתם, שילבתי אירועים רבים של ההתבוננות בשדה, בספורים, בגן הבוטני ובעבודה במעבדה. כל יציאה לוותה בדיאלוג ממוקד בנושא מסוים ובתיעודו. בכל יציאה עמדתי בפני דילמה האם לחייב את הסטודנטים לתעד את התופעות גם בציור וגם בצילום, או לאפשר להם לבחור בסוג התיעוד בהתאם לעיקרון שהבחירה מתוך התנסות מאפשרת לבחור את הדרך המתאימה ללמידה שלהם. לדעתי בציור מרכיבי החשיבה והלמידה להבניית ידע, גדולים מאלו שבצילום. כדי לצייר צריך לתכנן את התמונה הכוללת, וכל פרט ופרט בתוכה וכן להשקיע חשיבה בארגון הפרטים ובהשתלבותם זה בזה (סביר להניח שהציור דורש גם כישרון, אם כי ציור מדעי היא מיומנות שאפשר לרכוש). בצילום, הדגש הוא יותר על שליטה בטכניקה, כדי לקבל תמונות טובות, ולא תמיד נדרשת הבנה ושליטה בתכנים. ואכן הסטודנטים בחרו תמיד בצילום ולא הצלחתי לשכנע אותם לצייר.

דרך הצילום ניסיתי ליישם את דרכה של קירקלנד (Kirkland, 2005), שמציגה בספרה מדריך פרקטי לנוער שבו היא מיישמת את רעיון ההתבוננות בתהליך של טיול בין העצים. היוצאים לטיול מתבקשים לקחת עמם דפי ציור, להתבונן, לצייר, לרשום שאלות המעניינות אותם ולחפש פרטים שונים הממקדים את ההתבוננות

בשלם ולאסוף אותם. ברוח דומה סיירו הסטודנטים בגן האקולוגי עם מצלמה, דף ועיפרון. הם התבקשו לבחור צמחים, להתבונן בהם, ללמוד עליהם כמה שיותר מתוך התבוננות תוך כדי צילום, ואז לשלב חושים אחרים. הם עסקו בצילום הצמחים, מוללו את עליהם, הריחו אותם, התבוננו בסביבה שבה הם צומחים ושאלו שאלות על אודותיה. בדרך זו עבדו עם המסלע והקרקעות היוצרים את בית הגידול.

הדילמה בציור מול צילום ממשיכה להעסיק את מחשבותיי ואני מקווה שאמצא פתרונות שלא יגרמו סתירה בין הפדגוגיה שבחרתי לבין הצורך של הסטודנט להתנסות במגוון מנגנוני תיעוד.

הבחירה החופשית בצמחים, ההתבוננות העצמאית שאינה ממוקדת באמצעות שאלות מקדימות וצילום זוויות רבות של מרכיבי הסביבה, יצרה קשר רגשי ראשוני בין הלומד לבין הסביבה, קשר שאינו מתווך בידי מורה. הסטודנטים נקשרו לאורגניזמים שצפו בהם, המשיכו מרצונם את התצפיות גם מחוץ למועדי השעורים ותיעדו את השינויים שחלו בהם בחילופי עונות השנה. ראוי לציין שיש הסוברים כי קיימת דיכוטומיה בין רגש וקוגניציה וכי קידום הרגש פוגם ברמת הלמידה. הבחנה זו קיימת במאמרו של שפּלר (1996) ולדעתו למידה המנסה להתחבר לעולם הרגשי של התלמיד עשויה להשפיע על רמת ההפנמה של תוכני תחום הדעת.

במהלך העבודה הקבוצתית על חברות הצומח הסתבר ששוררת אי-בהירות באשר לקיומן של חברות צמחים שונות במקומות שנראים, לכאורה, זהים. הסטודנטים התבקשו לקרוא ברשת על מרכיבי המסלע והקרקע היוצרים בתי גידול נפרדים ולדון עליהם במשותף. הקריאה והדיון המשותפים, שלא במסגרת השיעור (למידה מרחוק שאינה תלויה מקום וזמן), יכלו להתבצע הודות לסביבת הרשת A.nnotate שבה אפשר להעלות את המאמר המבוקש לאתר, לקרוא אותו ביחד ולנהל דיון משותף באמצעות פתקיות.

בעקבות הקריאה והדיונים המשותפים הסטודנטים הביאו דגימות מסלע וקרקע המייצגות את אזור מגוריהם, הקרקע שהם דורכים עליה זכתה לפתע לתשומת לב. יש לה שם, צבע המעיד על הרכבה הכימית, על עושר הרכיבים האורגניים או דלותם, מבנה המצביע על יכולת לאפשר חלחול מים או אולי אטימות בפני מים. הסטודנטים התבוננו בסוגי קרקע שונים והפעילו חושים כדי להגדירה (ראה גם שניידר (2004)). הם הריחו את הקרקעות, עבדו ולשו אותם בידיים כדי לנסות לחוש במגע האם יש ההבדלים במבנה ומרקם הקרקע המשפיע על משק המים והמינרלים שהיא מספקת לצמח. כדי להתעמק בקשר שבין נימית הקרקע ומשק המים התבוננו הסטודנטים בקרקעות בבינוקולר ובמיקרוסקופ. התיעוד נעשה בציור, היות שהמעבדה עדיין איננה מצוידת בציוד מיקרוסקופי עם מצלמות. תרגום מראה העיניים לרישום, חייב אותם להתבונן היטב ולנתח טוב יותר את השונות בין החלקיקים, אותה שונות הגורמת להבדלים במשק המים והמינרלים של הצמחים בבית הגידול. הסטודנטים נדרשו להבין את ההקשרים קרקע-מים-מגוון צמחים המאפיינים מערכת אקולוגית באשר היא – דבר שעורר פליאה והשתאות על עוצמת הטבע וגיוונו.

שפּלר (1996) מציג את ההפתעה "כרגש קוגניטיבי המבוסס על ההנחה (הרלוונטית מבחינה אפיסטמולוגית) שמה שקרה סותר ציפייה קודמת". אני סבורה כי אף הפליאה בעניין זה כמוה כהפתעה. ההתבוננות באדמה בעיניים בלתי מזוינות, איננה מכינה את הציפייה לשפע השונות בין החלקיקים, שאותה חוו הסטודנטים בצפייה בבינוקולר ובמיקרוסקופ.

2. "לכל חברה בחורש יש שם" – היכרות עם קרובים ורחוקים בטבע

ההיכרות הבסיסית והראשונית עם הסביבה באה לידי ביטוי בזיהוי הצמחים והיכרות עם שמותיהם במהלך הצילום. כאשר מכירים שם, מפנים תשומת לב לבעל השם, אם כי בשלב זה המיון הבוטני למשפחות אינו מעניק מידע נוסף (היות שעדיין לא היה לסטודנטים ידע למאפייני המשפחות הבוטניות). הזיהוי נועד להצביע על קיומו וייחודו של הצמח כמופרד מכל שאר הצמחים בבית הגידול (Kirkland, 2005).

הכוונת הסטודנטים הייתה לערוך היכרות עם מגוון רחב של צמחים השייכים לחברת הצומח שעליה בחרו לעבוד. כל תלמיד קיבל עליו להציג בפני חבריו צמח ממרכיבי החברה. כדי להציג את הצמח ואת חברת הצומח שאליה הוא שייך, היה עליו לקרוא ולהציג מידע בוטני לצד אמירה אישית המחברת בינו לבין הצמח. את המידע הבוטני חיפשו הסטודנטים במקורות ספרותיים וברשת האינטרנט הכוללים מדיה טקסטואלית ואודיו-ויזואלית. כאן, נוסף למקורות הספרותיים והאינטרנטיים המקובלים, חייבתי את הסטודנטים למצוא תכנים רלוונטיים גם בספריות הווירטואליות "כותר", "פאר", "מאו"ר-מרלו". הם היו צריכים להוסיף את הספרים הרלוונטיים למדף הספרים שלהם, לארגן את התכנים בתיקיות תוכן של הספריות הווירטואליות ולהוסיף הערות ואמירות אישיות שלהם לתכנים.

עיבוד המידע הוויזואלי של שילוב הצילומים עם תמונות מהרשת נעשה בתוכנת **Photoshop** (להלן – פוטושופ). בחרתי בכלי זה על אף שפוטושופ אינה תוכנה "חינמית" (אפילו נחשבת יקרה ויחסית), מכמה סיבות:

- ◆ זו תוכנה אמינה שקיימת שנים רבות בשוק וצפויות מעט מאוד בעיות טכניות בעת השימוש בה.
- ◆ התוכנה עובדת בתיאום לתוכנת **פרימייר** שבה בנו הסטודנטים את הסרט. גם זה אפוא יסייע להמעיט את הבעיות הטכניות.
- ◆ בהצטיידות של בתי הספר (שבהם ילמדו הסטודנטים בעתיד) אפשר לרכוש במחיר מוזל את הגרסאות הקודמות של התוכנה והן בהחלט מספיקות לעיבודים הנדרשים של תוכני ההוראה-למידה.

עיבוד המידע התרבותי והאישי של הצמחים (אגדות, סיפורים, ניבים ופתגמים) נעשה ונאגר ב-Delicious (להלן – דלישס), אתר אינטרנט המאפשר לשמור את הקישורים המועדפים שנאספו במהלך החיפוש ולקטלג אותם בשיתוף עם עמיתים לפי תגיות.¹⁰ האתר מאפשר ליצור קשרים עם משתמשים אחרים, מומחים בתחום, ולקבל מהם עדכונים על אתרים מאותו תחום דעת. כדי להעריך את איכות רשימות המועדפים, אפשר להיעזר במספר החברים הרשומים בכל נושא. ככל שהמספר גבוה יותר כך גדל הסיכוי של הרשימה להיות איכותית. כמו כן מאפשרת סביבת דלישס לבקר אתרים של מומחים בתחום לפי שמותיהם (היישום כולל אפשרות למצוא תכנים מבוקשים גם לפי מומחה בתחום).

הבניית התכנים לפרויקט

לשם עריכת הפרויקט המסכם בחרתי בטכנולוגיה של בניית סרט בפרימייר. בכלי זה אפשר להגבנות למידה יצירתית וחוויתית של תכנים המורכבים מכל המדיה.

"למידה באמצעות פרויקטים" (Schneider, Krajcik, Marx & Soloway, 2002) (Project Based Learning) היא אחת הגישות לפיתוח אוריינות ללימוד מדע וטכנולוגיה. תכנון וביצוע הפרויקט זימנו ללומדים שימוש במיומנויות רבות הדרושות להוראת המדעים, כמו בחירת שאלה מובילה, מיפוי ידע, איסוף חומר רקע, עיבוד הממצאים, הסקת מסקנות והצגת הידע, תוך חיפוש מרב התובנות על אודות ההקשרים והזיקות בין המרכיבים השונים לבין הצומח. השילוב של כל אלה בא לידי ביטוי בעריכת התסריט, שכלל טבלה מסכמת של כלל התכנים ממדעי כדור הארץ ומדעי החיים. את התסריט עצבו לתוצר למידה – סרט בתוכנת פרימייר.

בתוכנה זו עבדו הסטודנטים בטכנולוגיות אלה:

- ◆ העברת מאגרי המדיה לעריכה ברצף ה-Time Line;
- ◆ התאמת הקולות לתמונות והסרטים;

10 תגיות הן מילות מפתח המשויכות לפיסת מידע באינטרנט כמו טקסט, תמונה או וידאו, המתארות את המידע. הן מאפשרות את סיווגו של המידע (classification) ומיונו ומאפשרות למנועי חיפוש להגיע לתוצאות המבוקשות גם לפי ההקשר של המילה.

- ◆ הוספת כותרות וכתוביות;
- ◆ הוספת אפקטים להדגשת ביטויי תופעות דינמיות בחורש;
- ◆ איחוד האלמנטים של המדיה וסגירתם לסרט (Rendering);
- ◆ סגירת הסרט לפורמט הצגה המתאימה לצפייה במחשב ובטלוויזיה (avi, mpeg).

הנימוקים לבחירה בתוכנת פרימייר לבניית הסרט בתור פרויקט מסכם הם אותם נימוקים לבחירה בפוטושופ שהוזכרו לעיל.

ראוי לציין כי במאמרם על תכניות הלימודים במדעי הסביבה בשלוש אוניברסיטאות בדרום קרוליינה, קלדר וקלגסטון (Calder & Clugston, 2004) ייחסו חשיבות לזיקה שבין לימודי הסביבה לבין בניית פרויקטים. נשיאי שלוש האוניברסיטאות חתמו על אמנה שאחד מסעיפיה הוא כי יש לעודד סטודנטים הלומדים מדעי הסביבה ואת סגל ההוראה לקחת אחריות על פרויקטים בזיקה לקיימות בסביבת מגוריהם.

4. למידה "דרך הרגליים" – משלבים סיורים בלימודים

שילוב סיורים בלימודי מדעי הטבע והסביבה הוא חלק אורגני מתהליך הלמידה. הסיורים נבנו בגישה המשלבת בין פיתוח מודעות והבנה סביבתית לבין אקטיביזם סביבתי למען החברה (Blumenfeld, Krajcik, Marx, Soloway, 1994). השילוב בין השניים הוביל לדיונים שכללו דילמות סביבתיות ומה אפשר לעשות כדי לצמצם את הפגיעות בסביבה ולשמור על משאביה. בדיונים הושם דגש על המארג האקולוגי הייחודי של אזור ועל פגיעת האדם במארג זה. לדוגמה אביא את הסיור לחוף דור והכרמל – שני אזורים המייצגים חברות חורש ים-תיכוני – שאותן חקרו הסטודנטים. בסיור ניסינו ללמוד את בתי הגידול השונים של החברות ולאפיינם. בבואנו לשטח מצאנו שתהליכי הפיתוח של אתרי הנופש בחוף "בלעו" שטחים רבים וגרמו לפגיעה במגוון החי והצומח שאכלסו את האזור. ההסברים על שבראשית שנות האלפיים נותרו פחות ממחצית בתי הגידול הייחודיים המייצגים את נופי החולות, הכורכר והחמרה של האזור הולידו דיונים פוריים על המשמעויות האקולוגיות של הנופים המתכלים. בעקבות האמירות שאספנו בסיורים, בגן האקולוגי ובעבודה במעבדות פתחתי "פורום תובנות". לפורום היו שתי מטרות:

- ◆ במה לדיונים בדילמות שבין הקדמה והפרת שיווי המשקל הסביבתי מן ההיבט המטה-קוגניטיבי ומן ההיבט הרגשי;
- ◆ במה לרישום אמירות אישיות בעלות משמעות שכל אחד לוקח עמו לדרך ונד בבד משתף בהן את האחרים.

החיפוש האישי אחר משמעות, עשוי לחבר את האדם למושא לימודי, בנושא שיעורנו, החיפוש האישי אחר משמעות אקולוגית עשוי לחזק את החיבור לסביבת חינו. הפעלת הפורום לא הצליחה והנושאים שהועלו בו זכו להתייחסות ערנית ואכפתית בדיונים הכיתתיים בלבד.

5. יצירת מארג מושגים

המערכת האקולוגית על תנאים א-ביוטיים וביוטיים ויחסי הגומלין ביניהם, דורשת גישה מדעית לניתוח מערכות שלמות (בהשוואה למערכות ביולוגיות הבנויות על הגישה האנליטית כמו פיזיולוגיה, גנטיקה, ביוכימיה וכיוצא באלה). בניית מארג מושגים מאפשר ל"תפור" את חלקי המידע ולארוג אותו לידע כפי שנדרש בהוראה-למידה של מדע רב-תחומי, המקיף ביותר בחקר החיים וסביבתם (פרבולצקי ופולק, 2001).
מפת מוח שיטה שהציג בוזן (בוזן, 1974) היה הכלי לארגון המארג הסבוך של התכנים. לשיטתו, איננו חושבים ליניארית, חשיבתנו מסתעפת כרשת אשר במרכזה הרעיון המרכזי וממנו מסתעפים קורים האוחזים במילות

מפתח וקשורים זה בזה לכיוונים שונים. המפה שהוא מציע כוללת דימויים חזותיים, צבעים וחצים. היא מנסה לדמות את אותו מארג הנמצא בראשו וקיים גם בתחום הדעת.

יישמתי את המארג המושגי הסבוך לשילוב מערכתי והאורגניזמים החיים בהם. **הסטודנטים למדו את המושגים האקולוגיים באופן מובחן ומופרד** (על דרך האנליזה) ורק אחר כך **חיברו בניהם** (כדי להגיע לסינתזה) – לימוד מערכת שלמה ופתרון בעיות מערכתי (ולא פירוקה לחלקים ופתרון כל חלק בנפרד) (Case, 1975).

למיפוי השתמשנו בתוכנת **Cmap** (להלן – סי-מאפ) בכמה שלבים בתהליך הלמידה:

מיפוי ראשוני קבוצתי של המושגים מערכת אקולוגית ובית גידול של חברת צומח בחורש שעליה בחרו לעבוד.

מיפוי מושכל של בתי גידול בחורש כסיכום למידה. כל קבוצה הורתה במליאה על האזור וחברת הצומח שלמדה ומיפתה.

מיפוי לסיכום הנושא: חיבור של כל המפות הקבוצתיות למפה כוללת של בתי גידול וחברות הצומח בחורש. תכננתי לעבד עם הסטודנטים גם תרשימי זרימה המשקפים תהליכים חד כיווניים כמו היווצרות מספר סוגי קרקע על אותו מסלע כתוצאה מתהליכים אקלימיים שונים, משיקולים של חוסר זמן ויתרתי.

הסיבה לבחירה בתוכנת סי-מאפ הייתה האפשרות לכתוב גם על הקווים המקשרים בין המושגים, מה שמאפשר לעמוד על ההקשרים ביניהם.

בנייה של מפות מוח ותרשימי זרימה וניתוחם מזמנים סביבה לימודית מערכתית (יהלום, 1966; כהן, 1985; סלומון, 2000) שמלבד מרכיב התוכן והמרכיב המתודי-דידקטי, יש לתת תשומת לב מרובה למרכיב הארגוני, העוסק בקשרים האפשריים בין תחומי הדעת והנושאים המרכיבים את המערכת האקולוגית. לימוד מסוג זה נעזר בכלי חשיבה וניתוח מערכתיים, התורמים להבנת תהליכים שמטפלים בנושאים על בסיס בעיות אמת, העשירות בהיבטים ובקשרים בין-תחומיים.

דרכי המארג שהופעלו בתהליכי הלמידה תרמו גם לקידום גישה מקיימת. הכלי תגבר את התובנה כי כל "חוט" (קו בתוכנת סי-מאפ) משפיע על ה"מארג" האקולוגי כולו ופגיעה ב"חוט" כלשהו פוגעת ב"מארג" כולו. כלומר המדיום של המארג החשיבתי מעביר את המסר אודות המארג האקולוגי. לדוגמא: אם נביא אדמה זרה לשכונה, נשפיע על הצמחייה, על האורגניזמים החיים בה והשפעה זו, כמו מעגלים במים, תלך ותתעצם. המודעות שלנו לכך עשויה להגביר את שימור מארג הסביבה ולצמצם פגיעה בה.

6. לוכדים תובנות ברשת

כל קבוצה פתחה בלוג. באמצעות הבלוגים ניסיתי להפוך את הלמידה לתהליך חברתי של דיונים פוריים (posting), כך שכל קבוצה תוכל ללמוד מהרשומות שלי ולהתייחס לעבודתן של קבוצות הצומח האחרות. הסטודנטים ראו בבלוג מעמסה ומטלה נוספת ולא כלי לדיאלוג כתוב. הקפדתי שהבלוג יהיה פעיל במהלך הקורס, באמצעות חזרה על תזכורות לכתוב בו וקבעתי שהכתיבה היא חלק ממטלות הקורס.¹¹

לפי אורעד (2011) לבלוגים יש פוטנציאל לתמוך בלמידה ולהגבירה באמצעות כיוון למיומנויות הדרושות במאה ה-21. בשיעור דנן הייתה תרומה מסוימת לקידום בניית הידע של הסטודנטים, ולמעקב יעיל שלי אחר תהליך למידתם. עם זאת, הם לא מיצו את הפוטנציאל הגלום בתקשורת להעלאת רעיונות, מחשבות ועמדות בתחומי

11 כתובות הבלוגים לקבוצות ששמן תואם את שמות חברות הצומח אותם חקרו הם:

קבוצת אלון-אלה: <http://alonela.blogspot.com>

קבוצת אורן-פרע: <http://orenyerush.blogspot.com>

קבוצת חרוב-אלת המסטיק: <http://haruvmelatm.blogspot.com>

קבוצת קטלב: <http://ktalav.blogspot.com>

התוכן, על אף נסיונותיי לכוון את הדיונים לתכנים אלה ולהציג קישורים רלוונטיים ברשת. עיקר תרומתם הייתה בפתרון בעיות טכניות בהפעלת הכלים הדיגיטליים שלא בזמן השיעור, בכך שאפשרו תקשורת והמחשה בכל המדיה. התיעוד בבלוגים היה אמור להיערך לאחר השיעור כל שבוע, אך בפועל בכל הקבוצות היה רק 4-5 פעמים בסמסטר.

על אף חוסר המוטיבציה לכתוב בבלוגים, הדרישה לבצע זאת כחלק ממטלות הקורס, הובילה לחשיבה רפלקטיבית ביקורתית. הסטודנטים נדרשו לתעד את עבודתם, את הדיאלוגים לחילופי הידע ביניהם, בשיעורים ומחוצה להם, את הדרכים לאיסוף הנתונים בכל המדיה ועיבודם, את הבעיות שבהם נתקלו בביצוע המטלות מחוץ לכותלי הכיתה ואת עמדותיהם ביחס ללמידה בקורס. ראוי לציין שהכתיבה הרפלקטיבית מצויה בעיקר בבלוגים הקבוצתיים ושם גם נרשמו רפלקציות אישיות.

ההיבטים הרפלקטיביים שעולים מתוך הכתיבה של הסטודנטים ניתנים לסיווג לשבעה היבטים כדלהלן:
♦ **למידה משמעותית** – היבט הזה הוזכר בידי כל הקבוצות והסטודנטים. להלן ציטוטים מתוך הבלוגים של הסטודנטים:

“נפתח ונאמר שלצערנו לא רבים הקורסים במכללה בהם אני ממש למדה באופן משמעותי... ובקורס זה הרגשתי שאני למדה באופן כזה שפתח בפני עולם שלם שנמשך הרבה מעבר לזמן השיעור והמשיך לתוך טיולי עם משפחתי ולשיטוטים רבים באינטרנט לחיפוש מידע נוסף.”

“דרך הלימוד בה בחרת מאפשרת למידה משמעותית ש”נשארתי בראש” אבל אני חושבת שהאחריות לזכור מידע חלה על הסטודנט. במקרה של תלמידי ביה”ס יסודי הדרך הזו באמת הייתה היעילה, אך במקרה של סטודנטים להוראה הגישה שונה שכן האינטרס של הסטודנט שונה, הוא רוצה ללמוד, לדעת כמה שיותר, האחריות לכך חלה על כתפיו בלבד!!!”

“התוצרים היו יפים וטובים והצפייה הייתה מהנה ומועילה להבנת הנושא.”

“היום יש לנו ידע רב על חברת אורן ירושלים ועל החברות השונות של אזור הים התיכון בזכות הסרטים בהם צפינו בכיתה.”

“הניסויים והתצפיות באמצעותם למדנו על הסלעים והקרקות היו מעניינים מאוד, הבנו כך טוב יותר את התכונות של הסלעים והקרקות ואת הקשר בין חברות הצומח ובין הקרקע עליהם נמצאת החברה. שילוב שהביא להבנה של ההקשרים הבונים מארג של מערכת אקולוגית.”

“הכנת התסריט הייתה מהנה ומשמעותית, חשבנו על מה הדבר המרכזי שאנו לוקחים איתנו מחברה זו שמייחד אותה ומבדיל אותה מחברות אחרות ובדרך זו הצלחנו לחשוב על הסמביוזה עם האורנייה שהיא ייחודית לאורן ומאפשרת דווקא לו לחיות על קרקע חרסתית כברירת מחדל.”

“המורכבות של מקצוע האקולוגיה של הצומח היא גדולה אך בסיומה של השנה אנחנו יכולות לומר שכעת אנו מבינות שצומח אינו מופרד מסביבתו, משתנה בהתאם לסוג הקרקע, לאקלים, למשקעים, לבעלי החיים באזור ולסוג היסודות והתרכובות שנמצאות בקרקע.”

"למרות זאת [...] דרך ההוראה והקשיים הטכניים] אני יוצאת בתחושה שלמדתי דברים חדשים ומשמעותיים השנה ואפילו למדתי דברים על עצמי!"
ההוראה-למידה המשמעותית באה לידי ביטוי ברכישת ידע ועקרונות הפועלים במערכות אקולוגיות והיכולת ללמוד מערכות אקולוגיות חדשות של אזורים ביו-גאוגרפיים אותם לא למדו בקורס.

◆ חשיבה רפלקטיבית ביקורתית – היבט שהוזכר בשלוש מתוך ארבע קבוצות הלמידה:
"הרגשתי במהלך הקורס שידע בסיסי, תיאורטי חסר לי מאוד וכוונתי למידע ע"ג [=לגבי] סוגי קרקעות, סוגי סלעים, חלוקה שלהם לאזורים מסוימים בארץ, גורמים משפיעים על סוגי הקרקע, סוגי צמחייה – מהי בתה? מהי גריגה? מהו חורש?
...מעין סדר בבלגן. אפילו רשימות של הגדרות עם מס' מילים לכל קטגוריה היה עוזר אם היה מחולק בתחילת הקורס כמעין אבני דרך."

"לעניות דעתי למרות הקדמה והטכנולוגיה המשגשגת שבחינו, אנחנו כמורים לעתיד היינו רוצים ללמוד גם בדרך המסורתית ולא רק דרך משימות מחשב. היה חסר לי בקורס חזרה כללית של ידע בסיסי באקולוגיה ולו הייתי יודעת שאלמד יותר ל"התעסק עם המחשב" מאשר ידע תאורטי שחסר לי, לא הייתי נרשמת לקורס."

"כעת ברור לי שהרווחתי פן אחר של הלימודים שכן כישורי המחשב שלי עלו באופן ניכר, אך הייתי שמחה לקבל במהלך הסמסטר הקרוב מעין דפי סיכום הנוגעים למושגי בסיס באקולוגיה, כמורה לעתיד, מה חובה עליי לדעת!!!"

"שילוב מחשבים היה קשה אבל נתן הרבה ידע. הלימודים היו שונים אבל היה מעניין ומאתגר."

"כלי חדשני, שימושי ללמידה. כלי זה פיתח אצלי צורת חשיבה שונה ו"פתח לי את העיניים" והבהיר לי שאנו נמצאים עידן חדש שמתקדם לעבר הטכנולוגיה."

"אני מבינה שלמרות שאני לא אוהבת להתעסק בתוכנות מחשב, בתקופה שאנו נמצאים כיום ובמיוחד כמורות זה כלי חשוב ושימושי."

"כל סביבה מגלה מידה זו או אחרת של הטרוגניות בתנאי החיים ובמשאביה ומכאן שסביבה עם יותר נישות אקולוגיות היא סביבה עם יותר בתי גידול."

החשיבה הרפלקטיבית הביאה למודעות שלי כמורה שהבניית התכנים בסביבה הדיגיטלית קשה ומורכבת אם הלומדים אינם שולטים במיומנויות הממוחשבות. ניתן היה להגיע לרמת מורכבות גבוהה יותר של התכנים אם הלומדים היו רוכשים את המיומנויות לפני הקורס.

◆ חוויות למידה – באו לידי ביטוי בכל הקבוצות בחוויות חיוביות ושליטיות:

חוויות חיוביות – "האווירה הנעימה שייצרת בכיתה, התחשבות והדאגה שלך הקלו על ההוראה-למידה בדרך שבחרת."

"יכולנו לשלב בתכנים האקולוגיים גם תכנים אומנותיים – שירים וסיפורים קצרים."

"חוויתי דרך למידה חדשה שלא הכרנו קודם במסגרת "קורס" לדעתי דרך זאת אמורה להיות מעצבת ומעניינת יותר מאשר הלמידה הפרונטלית שאנו מכירים."

"לדעתי חוויתי השנה בקורס מיוחד ומעניין, הייתה לו שיטת לימדה שונה מקורסים אחרים, השיטה הזאת הייתה מעניינת כי התחלתי לחשוב על הדברים לא רק בכיתה אלא בבית, בגינה, בטיולים ובדרכי לכפר..."

"הלימוד המדעי שנתת לנו מלווה אותנו לא רק בתוך הכיתה אלה בחיי יום יום ובכל רגע שנגעתי בקטלב או בחברת צומח אחרת תמיד התחלתי לעורר הדברים שחיפשנו וקראנו בספרים ורצינו לגלות את זה בתוך כל חברה אני רואה".

החוויות השליליות באו לידי ביטוי בעיקר בבניית התכנים בסביבת הלמידה המתקשבת והן מצוטטות בהיבט של קשיים בדרך ההוראה. החוויות החיוביות היו בלמידת התכנים האקולוגיים והחוויות השליליות נבעו בעיקר מחוסר שליטה ביישומי המחשב.

◆ קשיים בדרך ההוראה-למידה – גם היבט זה הוזכר בכל הקבוצות ובא לידי ביטוי בקשיים טכניים בשילוב התכנים בסביבת הלמידה המתקשבת.

"הכנת סרט הייתה דבר חדש עבור כל חברות הקבוצה, ולא תיארונו שייקח כל כך הרבה זמן."

"במקום להכין את הטבלה וללמוד דרך הטבלה עדיף להכין מצגת שמציגה את האינפורמציה והתמונות, כך שגם יהיה ברור יותר וגם המצגת תתרום להכנת הסרט מאוחר ותקצר את התהליך."

"קושי במציאת תמונות באיכות טובה וגיוון בתמונות. היה קושי גדול במציאת נתונים מספריים של טמפרטורה ומשקעים המאפיינים את האקלים הים-תיכוני. היה קושי בארגון הנתונים בטבלה באופן מסודר."

"רוב הבעיות שהיו בלמידה היו בעיות טכניות של תוכנת פרימייר – היו לנו בעיות בשילוב הסאונד ולאחר מכן בשילוב השיר..."

"יש לנו כמה הצעות ייעול להכנת סרט בפעם הבאה: לפני הכנת הסרט כדאי לבדוק את התנאים כיוון שנתקלנו במספר קשיים טכניים: המיקרופון שגרם לסאונד של הסרט להיות באיכות ירודה וזיכרון המחשב לא היה מספיק להכיל את הסרטים..."

"היו לנו קשיים טכניים עם התכנה אך עם עזרתכם הצלחנו להתגבר עליהם."

"זו הפעם הראשונה שאנו עובדות עם התוכנה premier pro. אנו רגילות לעבוד עם power point ואילו בתוכנה הזו מצאנו שהיא מסורבלת ולא נוחה... היינו צריכות להעביר את כל התמונות לקובץ של... קשיים נוספים היו לנו בקשר בין תוכנת power point בה ארגנו את התמונות כדי להעבירן לתוכנת הסרט ... יש קושי בהזזת התמונות בתוכנה ובמציאת מקום מתאים להן."

"...עם זאת נתקלנו בקשים רבים כגון: קשיים טכניים עם התוכנה, הלימוד היה בניסוי וטעייה, דבר שהצריך זמן רב ואף נאלצנו להגיע בזמננו החופשי לנסות ולהתקדם ולהתגבר על הקשיים הללו."

"לטעמנו התוכנה מסורבלת מדי וכתוצאה מכך התעסקויות בדברים הטכניים ופחות בתוכן הלימודי. תוכן חדש + תוכנה חדשה. למרות שקיבלנו עזרה מהצוות מרבית המשאבים הושקעו ליצירת הסרט."

"נתקלתי בהרבה קשיים ובעיקר תסכולים שנבעו מסרבול, מבעיות טכניות וחוסר זמן."

הקשיים הטכניים באו לידי ביטוי הן בגורמים שנבעו מבעיות טכניות של המחשבים והציוד ההיקפי והן בחוסר השליטה של הסטודנטים ביישומים. השילוב של השניים גרם לתסכול רב בעיקר במחצית הסמסטר הראשון. רק הודות לתמיכה ולעזרה הרבה שהגשתי לסטודנטים ביחד עם האחראית על חדר המחשבים (גב' יפה סלע), הצליחו הסטודנטים לסיים את הסרטים הקבוצתיים ולאגד אותם לסרט אחד של חברות הצומח בחורש הים תיכוני.

◆ גיוון בדרכי הוראה – למידה – היבט שהוזכר בכל הקבוצות:
"השנה הייתה מאוד מגוונת, ולמדנו בדרכים שונות ומגוונות."

"העבודה על הסרט הייתה מגוונת ומעניינת..."

"במהלך העבודה רכשנו כלי חדש לעבודה בהוראה. למדנו לעבוד עם תוכנה חדשה ליצירת סרטים, התנסונו בלמידה חדשנית, שתרמה גם ללמידה שלנו במדעים: למדנו על צמחים..."

"שילוב של מחשבים ואקולוגיה היה בהתחלה מאוד קשה. לא היה ברור האם לומדים תוכנות מחשב או נושאים של אקולוגיה. וגם כן עניין שהצטרכנו ללמוד מתחילת הסמסטר בצורה אחרת מאשר כל הקורסים אחרים. כל זה היה לא קל בהתחלה. אך במשך כל השיעורים וכל המשימות התחלנו להבין יותר ולפחד פחות. ולאט-לאט כל הלימודים קיבלו צורה מובנת ותוכן ברור ומעניין. אפשר לומר שלימודים האלו נתנו הרבה כי היינו צריכים ללמוד הרבה במהלך כל השנה."

"חווינו דרך למידה חדשה שלא הכרנו קודם במסגרת "קורס" לדעתי דרך זאת אמורה להיות מעצבת ומעניינת יותר מאשר הלמידה הפרונטלית שאנו מכירים."

הסטודנטים חוו דרך הוראה-למידה השונה מזו של קורסים אחרים שהם לומדים במכללה. הגיוון בא לידי ביטוי באיסוף, נתונים בכל המדיה, בעיבודם ובניתוחם ובשילוב שלהם לתוצר חווייתי המסכם את הנושא.

◆ **מיומנויות של ניהול עצמי: דיווח על מהלך הלמידה** – היבט שדווח רק בשתי קבוצות:

“אספנו חומר על אורן ירושלים באתרי אינטרנט וספרים שונים, יצאנו לגן הבוטני במכללת דוד ילין וצילמנו את החברה. בבתים כל אחת ישבה לחפש חומר רלוונטי נוסף. בשיעור שעבר התחלנו לבנות את הטבלה המסכמת את חברות הצומח והיום הוספנו מידע לגביי מסלע, קרקע ואקלים המתאים לחברת צומח זו.”

“לקראת סיום שנת הלימודים, לאחר שנה אינטנסיבית אפשר לומר ששיעור של אקולוגיה הכריח את כולנו לחקור הרבה נושאים וללמוד הרבה דברים. בהתחלה זה היה די קשה ולא רגיל. כי אופן הלימוד היה אחר”

מלבד השיעורים הראשונים שבהם הלמידה הייתה פרונטלית כדי שיהיה לסטודנטים בסיס ידע שעליו יוכלו לבחור את הנושאים שבהם הם רוצים להעמיק וללמוד עצמאית.

◆ **למידה שיתופית** – היבט שהוזכר בשלוש מתוך ארבע הקבוצות:

“במטלה הראשונה של יצירת טבלה של מאפייני חברת חרוב-אלת המסטיק, חילקנו את העבודה בין שלושתנו.”

“חווינו אתגרים בעבודה הקבוצתית, כקבוצה.”

“היה לי קשה להתאים את עצמי לקבוצה היו קשיים בלמידה משותפת כקבוצה.”

“אבל, לצערי הרב, אני לא ממש נהניתי מזה כיוון שלא הרגשתי שאנחנו עובדים כקבוצה אחת!”

ייתכן שיש לפתח גם דפוסי עבודה של למידה בקבוצות הדורשות התנסות ותרגול כמו מיומנויות מתוקשבות.

סיכום ודין

מאמר זה נכתב מתוך כוונה להציג גישה של הוראת תחום דעת ולמידתו בסביבה עתירת טכנולוגיה. בעת תכנון הקורס ניסיתי ליישם תפיסה פדגוגית שתתאים לשילוב בין תחום תוכן אקולוגי לסביבת למידה דיגיטלית, כדי לבנות מודל הוראה התואם את תפיסת אוריינות התקשוב של המאה ה-21 (משרד החינוך, 2009). בסביבה כזו אפשר להצביע על המאפיינים הטיפוסיים להוראה בסביבת הוראה-למידה עתירת טכנולוגיות כפי שצינו סלומון ואלמוג (1999).

להלן מפורטות נקודות אחדות שבהן יש מעין סיכום אופרטיבי של תוכן המאמר, במבט אל ההוראה בעתיד:

◆ **עיגון פעילויות הלמידה בבעיות או במטלות מורכבות** – הקורס דרש התמודדות בפועל עם מורכבות כפולה: מורכבות תכנים ומורכבות יישומים טכנולוגיים בסביבת הלמידה. איסוף הנתונים האקולוגיים, ההתבוננות באמצעות הצילום הדיגיטלי ועיבוד התמונות תוך שילוב מקורות ביבליוגרפיים להבניית הידע, אפשרו לפרק את הסביבה המורכבת לפרטיה (אנליזה של תחומי הדעת הנדרשים ללימוד מערכת אקולוגית) ולערוך סינתזה מחודשת למערכת אקולוגית שלמה תוך שימוש במושגים המדעיים שנלמדו בקורס. אפשר לציין כי

הלימוד של היישומים המרובים בפרק זמן קצר, שנדרשו לתהליכי הלמידה של המערכת האקולוגית, הקשו על הסטודנטים לבנות את הידע בצורה אופטימאלית כפי שמאפשרת סביבת הלמידה הזו. לפיכך נדרשתי לחזור, חלקית, להוראה פרונטלית וללמד בסיס ידע אקולוגי. על הבסיס הזה החלו הסטודנטים לפעול באופן מושכל לבניית הידע האקולוגי בסביבה הטכנולוגית.

- ◆ **תמיכה בלומד לפיתוח בעלות (ownership) על המשימה** – בקורס שבו עסקינן, **תמיכה בלומד לפיתוח בעלות על המשימה** באה לידי ביטוי בהקניית המיומנויות לאיסוף נתונים בכל המדיה, לעיבודם ולניתוחם. הסטודנטים רכשו שליטה במיומנויות התוכן והטכנולוגיה באמצעות אימון ותרגול מחוץ לזמן השיעורים. מעבדת המולטימדיה והאחראית עליה עמדו לרשותם בכל זמן שלא התקיימו בה שיעורים אחרים. תרגול איסוף הנתונים ועיבודם נערך הן בסיורים בשדה והן בגן הבוטני של המכללה. כל יציאה מכותלי הכיתה לוותה בהכוונה מראש לאיסוף נתונים על אודות הסביבה האקולוגית שבה ביקרו. מהלך זה הדגים את יכולתם של הסטודנטים לשלב את המקורות המדעיים היוזואליים הקיימים ברשת האינטרנט עם הנתונים המספריים המאפיינים את חברת הצומח שחקרו. הכלי "מפת מושגים ממוחשבת" – שאפשר לבנות באמצעות קישורים (hyperlinks) בין המושגים – אפשר את הבנת ההקשרים בין פרטי הידע, תוך מודעות לכך שהם יהיו נתונים להשפעות של זמן ומרחב החשובים להבנת תהליכים במדעי החיים.
- ◆ **יצירת תוצר אמנותי המבוסס על ידע מדעי שנצבר במהלך הלמידה** – בניית סרט מיישמת תהליכי למידה המחברים תכנים מדעיים עם אלמנטים אמנותיים. הסרט תרם לפן הרגשי-חוויתי שבלמידה. התכנים האקולוגיים עוצבו דרך מסנן הפרשנות האישית של התלמיד כיוצר. התוצר של מהלך הלמידה אפשר קישור בין התכנים המדעיים לבין התכנים האמנותיים שהפכו אותו לחווייתי.
- ◆ **עיצוב מטלות אותנטיות** – מטלות שיש בהן אתגר, העוסקות בדיון מדעי או פתרון בעיות אותנטיות, באו לידי ביטוי במהלך הקורס, במשימת ניתוח הרכב השיירים בפח הזבל השכונתי. בתכנון המשימה שאפתי להתקדמות בשלב נוסף בהעמקת המודעות לקיימות: לעורר יוזמות לעשייה סביבתית במעגלי חיים שונים ובכלל זה בסביבה האורבנית. תיעוד המהלך והנתונים שנאספו, הועלו לאתר הקורס. מהלך זה עורר את הסטודנטים להבנה מקרוב של מערכת אקולוגית והפרתה בידי אדם והדגים כיצד אפשר ללמוד על מערכות אקולוגיות אחרות.
- ◆ **בניית מטלות וסביבות לימודיות לשיקוף מורכבות הסביבה** – יישום טכנולוגיות דיגיטליות במהלך הקורס, אפשר קישורים ממפת המושגים למאגרי מידע, לאתרי דיונים (בלוגים ופורומים) בנושאי הלימוד, שדרשו חקר, תכנון, הבניית מושגים, שיח טיעוני, פתרון בעיות וקבלת החלטות. לסטודנטים הייתה הזדמנות ללמוד על מארג אקולוגי, ולשם כך יש לשלוט במגוון מיומנויות ביישומים טכנולוגיים, שבכל אחד מהם נערכים עיבוד וניתוח של סוג נתונים אחר, נתונים המרכיבים את המערכת האקולוגית. הבנייה המחודשת של הנתונים והצגתו בסרט, אפשרו לערוך סינתזה של הידע בסביבה הדיגיטלית.
- ◆ **זימון התמודדות עם תהליך פתרון הבעיות** – היבט זה בא לידי ביטוי חלקי במהלך הקורס. הקורס כלל מפגש עם הפרעה או עם ערעור שיווי המשקל האקולוגי במערכת האורבנית ועם השפעות אפשריות על האקולוגיה בתחום איכות הסביבה, אך הסטודנטים לא נדרשו להציע פתרונות בהתייחס לסוגיה זו.
- ◆ **אתגור הלומד לחשיבה ברמות גבוהות** – יישום התכנים בסביבה עתירת טכנולוגיות דרש חקר, תכנון, הבניית מושגים, שיח טיעוני, וקבלת החלטות בשאלה אילו מכל התכנים יש לשלב במוצר הסופי ואילו קשרים יש לכוון בין מרכיבי המערכת. נדרשה אנליזה של מרכיבי המערכת מתחומי הדעת של מדעי כדור הארץ ונדרשה סינתזה של הידע ממדעים אלה להבנה וללימוד המארג האקולוגי, להקניית משמעות לכל פרט ולחזוק התבונה שכדי לשמור על השלם אסור לפגוע בחלקיו. הטכנולוגיות הדיגיטליות המאפשרות קישורים ממפת

המושגים למאגרי מידע ולאתרי דיונים, אפשרו יישום המארג המושגי הסבוך, לשילוב מערכתי של חברות הצומח והאורגניזמים החיים בהם.

◆ **מתן הזדמנות לפיתוח למידה בקבוצה** – הניסיון להוסיף תהליך חברתי של דיונים פוריים באמצעות הבלוגים ופורום התובנות שפתחתי, לא-צלח. הסטודנטים ראו בבלוג ובפורום מטלה נוספת, מעמסה ולא כלי לדיאלוג חברתי. כאמור לעיל, הקפדתי שהבלוגים יהיו פעילים במהלך הקורס, אך מבחינת הסטודנטים הם לא היו מקור לחשיבה יצירתית, ביקורתית ומערכתית, אלא לזיהוי בעיות וליצירת פתרונות בתחומים הטכנולוגיים. הדיונים הפוריים יותר התפתחו במפגשים "פנים אל פנים" בשיעורים בכיתה, ופחות בבלוגים שפתחה כל קבוצה לחברת הצומח שעליה למדה. חלק מהסטודנטים דיווחו על אתגרים בלמידה בקבוצה ואחרים דיווחו על קשיים בהתאמה לקבוצה, עד סוף השנה. היו כאלה שבחרו לעבוד לבד.

בקורס המתואר לעיל שולב לימוד תכנים חדשים בסביבת עבודה מורכבת ולא-מוכרת. לפיכך אין להתפלא שהסטודנטים התקשו בהתמודדות עם מורכבות הסביבה. עקרונית, אפשר היה לשלב גם את תחום הרשתות החברתיות כאמצעי להגדלת החשיפה של הנלמד ולהנחת תשתית לעתיד, למעורבות הלומדים בקבוצות שעיסוקן הוא בתחום שימור הסביבה ופיתוחה. בקורס זה בחרתי לא להוסיף את היישום הזה, בשל עומס התכנים והמיומנויות שנדרשו ממילא.

יחסי הגומלין בתוך חברת צמחים הם תכנים תאורטיים שהלומדים מתקשים להבינם בדרך כלל. לתחושת, הבחירה בסביבת החיים של החורש הים-תיכוני מחד גיסא ושימוש בסביבה הדיגיטלית מאידך גיסא, עזרה להפוך את הלימוד ליסודי יותר ומפורט וגם ליותר חווייתי.

האמצעים הטכנולוגיים שבהם נעשה שימוש, נבחרו בהתחשב בשיקולי הדעת האלה: היכולת לתעד, לערוך אנליזה וסינתזה של נתונים באמצעי מדיה טקסטואליים ואודיו-ויזואליים שמאפשרים חוויה לימודית תוך כדי רכישת מושגים והמחשתם.

לסיכום, מתוך ההתנסות שלי בקורס, אני יכולה לציין כי לסביבה מתוקשבת מגוונת יש פוטנציאל גדול להעצמה של לימוד תחום דעת. מהלך כזה רצוי שיכלול טכנולוגיות תקשורת ומידע שבין מאפייניהם יהיו אלה:

- ◆ סביבות המאפשרות ארגון חומרי ההוראה ויצירת תכנים ב"מחברות אישיות" בתוך ספרים מקוונים, כך שהלומד יוכל לשלב את המידע ואת הנתונים שאסף במהלך ההוראה-למידה עם מקורות המידע הביבליוגרפים, ולארוג הכול לכדי "ידע" במחברת המקוונת.
- ◆ מערכת לניהול למידה המאפשרת למורה לחלק משימות לתלמידים או לקבוצות ולערוך מעקב ובקרה על ביצוען.

הממשק למשתמש של משאבים אלה צריך לזמן ניווט בהיר במאגר דינמי, שיוצג בו מידע עדכני בזמן אמת בכל המדיה. נכון להיום, המאגרים "כותר" ו"מאו-ר-מרלו" מאפשרים חלקית לעשות זאת, אך בעיות טכניות מקשות עדיין על השימוש בהם.

אני סבורה שהסביבה הטכנולוגית המלווה במגע עם הטבע, בעבודה בגן הבוטני וסיורים לימודיים, מאפשרת למידה חווייתית משמעותית. עם זאת, ראוי לציין שאינני יכולה להפריד בין תרומת התכנים האקולוגיים לבין תרומת הכלים הדיגיטליים, ולאפיין מה תרומתו של כל אחד מהם לחוויית הלמידה בכלל ולהבנת ערך הקיימות. תובנה נוספת היא שרצוי לערוך מחקר לבחינת המינון האופטימלי בין התמקדות בתוכני תחום הדעת ומספר הכלים הדיגיטליים שרצוי לשלב במהלך קורס כדי לנצל נכון את תרומתם ללמידה.

רשימת מקורות

- אטינגר, ל' (2007). המחיר שמשלמת החברה הצרכנית. טביעת הרגל האקולוגית. ראו באתר האינטרנט:
http://www.galilelion.org.il/upload/infocenter/info_images/02032011145941@mamar%20tviat%20haregel.PDF
 אוסטרובסקי, ר', ווילר, א' (2004). לשון וסוראליזם. בתוך ר' בורשטיין, ור' ואוסטרובסקי, (עורכות), חלקת לשון 36, 7-29
 אוסטרובסקי, ר', ווילר, א' (2005). לצון ודגדוג – דרכים להוראת לשון בהקשר באמצעות ספרי "אליס" ללואיס קרול. בתוך:
 ר' בורשטיין (עורכת), ספר איתי זמון במכללה 16-17, 437-457
 אורעד, י' (2011). בלוגים להכשרת מורים לפיזיקה – השימוש בבלוגים להכשרת מורים לפיזיקה במכללת דוד ילין. במעגלי
 החינוך, 1, 193-211
 אמיר, ר' (1995). פרקים באקולוגיה. ירושלים: המרכז להוראת המדעים, האוניברסיטה העברית בירושלים
 בוזן, ט' (1974). מדריך למשתמש בראש. תל אביב: שפע
 גבעון, י' (2010). משחקי מילים, מילות קסם ולחשים אקדמיים... הייתכן?. ראו באתר האינטרנט
<http://www.mofet.macam.ac.il/ktiva/kivunim/article24/pages/default.aspx>
 יהלום, י' (1997). הסביבה הלימודית במרחב המתקשב נקודת מבט של המשתמש. מחשבים בחינוך 43, 33-37
 כהן, א' (עורך) (1985). הנושא האינטגרטיבי. ירושלים: משרד החינוך והספורט והאוניברסיטה העברית בירושלים
 מיודוסר, ד' (1995). מציאות מדומה במערות לסקו: על יחסי הגומלין בין טכנולוגיות ידע ותהליכים קוגניטיביים. בתוך ד' חן
 (עורך), החינוך לקראת המאה העשרים ואחת (עמ' 549-564). תל אביב: רמות
 סלומון, ג' (1996). סביבה לימודית עתירת טכנולוגיה: הצעת מסגרת מושגית, בתוך נ' חטיבה ז' מברך (עורכות), המחשב
 בבית הספר (עמ' 17-38). תל אביב: שוקן
 סלומון, ג' (2000). טכנולוגיה וחינוך בעידן המידע. חיפה: אוניברסיטת חיפה זמורה ביתן. חלקים מן הספר ראו באתרי
 האינטרנט:
<http://construct.haifa.ac.il/~gsalomon/pedagogy.htm>; Books.google.com/books?id=AhmzgRxHwQoC&printsec=frontcover&hl=iw&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
 סלומון, ג' ואלמוג, ת' (1999). פסיכולוגיה חינוכית וטכנולוגיה: סיפור של יחסים הדדיים. חינוך וחשיבה 16-17, 48-59
 פרבולוצקי, א' ופולק, ג' (2001). אקולוגיה התאוריה והמציאות הישראלית (עמ' 4-6). ירושלים: כרטא.
 קרישנמורטי, י' (1996). מכתבים לבתי ספר (חלק שני, עמ' 67-83). הוצאת חברי קרן קרישנמורטי בישראל.
 קרישנמורטי, י' (1997). לגעת במהות – לקט מכתבי קרישנמורטי (עמ' 36-42). (תרגום ש' גולדשמיד). ירושלים: כתר
 רבינוביץ א"ו (1986). סלע-קרקע-צומח בגליל. תל אביב: הקיבוץ המאוחד
 רונן, ח' (2004). במעלה הסלע: כיוונים תאורטיים ויישומיים ביצירת סביבת לימוד מצמיחה. בתוך ר' בורשטיין (עורכת),
 ספר איתי זמון, במכללה 16-17, 139-1171
 רונן, ח' (2008). חינוך כיתה: "הכיתה כמערכת חברתית ולימודית" בתוך ש' צדקיהו (עורך), חינוך כיתה (עמ' 87-105), תל
 אביב: מכון מופ"ת
 שפיר, י' (1996). חינוך לחשיבה ביקורתית. בתוך י' הרפז (עורך) בשבח הרגשות הקוגניטיביים (עמ' 190-206). ירושלים:
 מגנס, האגף לתכניות לימודים של משרד החינוך, ומכון ברנקו וייס לטיפוח החשיבה
 תכנית התקשוב הלאומית, התוכנית להתאמת מערכת החינוך למאה ה-21. גף יישומי מחשב. כתובת האתר באינטרנט:
http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/MadaTech/hatamat_marechet_21/
 Blumenfeld P.C., Krajcik, J.S., Marx, R.W. & Soloway, E. (1994). Lessons Learned: How Collaboration Helped Middle Grade Science Teachers Learn Project-Based Instruction. *The Elementary School Journal* 94, 539-551

- Calder, W. & Clugston, R. (2004). "Lighting Many Fires: South Carolina's Sustainable Universities Initiative". In Corcoran, P.B., A. Wals & E.J. Kluwer (Eds). *Higher Education and the Challenge of Sustainability. Problematics, Promise, and Practice* (pp. 249-262). Dordrecht, Boston & London
- Carver, S.M., Lehrer, R., Connell T. & Erickson, J. (1992), Learning by hypermedia design: Issues of assessment and implementation. *Educational Psychologist* 27 (3), 385-404
- Cass, R. (1975). Gearing the Demands of Instruction to the Developmental Capacities of the Learner. *Review of Educational Research* 45, 59-87
- Fien, J. (2004). Education for Sustainability. In R. Gilbert (Ed.), *Studying Society and Environment: A Guide for teachers* (3rd ed., pp. 184-200). Australia: Thomson learning
- Jacobson, M.J., Levin & J.A. (1995). Conceptual framework for network learning environments: Constructing personal and shared knowledge spaces. *International Journal of Educational Telecommunications*, 1(4), 367-388.
- Jacobson, M.J. & Spiro R.J. (1995). Hypertext learning environments, cognitive flexibility, and the transfer of complex knowledge: An empirical investigation. *Journal of Educational Computing Research*. 12(5), 301-333
- Jonassen, D.H. (1996). *From Computers in the Classroom*. chapter 8, pp. 185-210.
- Kirkland, J. (2005). *Take a Tree Walk*. Lionville, PA: Stillwater Publishing
- Schneider, R.M., Krajcik, J., Marx, R.W. & Soloway, E. (2002). Performance of Students in Project-Based Science Classrooms on a National Measure of Science Achievement. *Journal of Research in Science Teaching*, 39, 410-422
- Raunkjær, C. (1934) *The Life Forms of Plants and Statistical Plant Geography*. Oxford University Press, Oxford. Ayer Co Pub., in Reprinted 1978 (F.N. Egerton Ed.), *History of Ecology Series*
- Report of the World Commission on Environment and Development. (Brundtland, 1987). http://scholar.google.co.il/scholar?q=Report+of+the+World+Commission+on+Environment+and+Development&hl=iw&as_sdt=0&as_vis=1&oi=scholart.
- Riel, M. (1994). "Educational change in a technology-rich environment". *Journal of Research on Computing in Education*. 26(4), 452-473
- Röling, N. (2004). Teaching Interactive Approaches to Natural Resource Management: A Key Ingredient in the Development of Sustainability in Higher Education. In P.B. Wals, A. E.J. & Kluwer (Eds.) *Higher Education and the Challenge of Sustainability. Problematics, Promise, and Practice* Corcoran (pp.181-197). Dordrecht, Boston & London
- Weneger, E. (1999). *Communities of practice learning, meaning and identity* (pp. 51-74) Cambridge: Cambridge University Press

תודות

המחברת רוצה להודות לגב' אורנה ויילר שהאירה את דרכה בתפיסות פדגוגיות מתקדמות ושימשה השראה לתהליכי ההוראה המתוארים במאמר זה.

Curriculum of the rate of potential ecological technology-rich learning environment: Insights to model teaching/learning breakthrough of the 21st century literacy

Gila Alon

The ecology of vegetation in Israel in a high-technological environment is a course that combined a field of knowledge with an experimental and varied high-technological environment that particularly used the implementation of WEB2.0.

In this mode of learning the students learned and experienced the field of ecology, and in addition developed their awareness in regards to a sustainable environment.

The uniqueness of the course lies in combining contents, digital learning resources and teaching.

The resources included applications for data processing in all types of media, tools for processing texts, including bibliographic references of on-line books as well as tools for processing sounds, pictures and movies in the audio-visual media.

The pedagogical concept of combining contents and digital learning resources was aimed at building a learning model that would fit computer literacy of the 21st Century (The Ministry of Education).

The technological environment of learning and teaching enabled a significant environment for learning that was demonstrated by the reflective writing of the students in the blogs that accompanied the course.

It would be impossible to separate between the contribution of the contents and the digital tools or to characterize which of the two had contributed more to the learning experience and the sustainability value that was part of it.

In order for the lesson to become a model it is necessary to conduct further research that would find the optimal balance between subject matter and the number of digital tools needed to teach and learn it.