



סיור מערת הנטיפים - פעולות האדם משפיעות על התנאים במערכת האקולוגית, במודע ושלא במודע

אפרת קורן, מורה בביה"ס דוכא גדוה, לשעבר מדריכת מוט"ל וחברה במרכז הארצי למורי מוט"ל

הקדמה

נושאי סביבה שעולים על סדר היום הציבורי במידה הולכת וגוברת, מזמינים את התלמיד להיות אקטיבי בתהליך הלמידה. הוא מעורב בזיהוי הבעיה, בהבנתה ובתכנון דרכים לפתרונה. במאמר זה מוצעת פעילות למידה שבמרכזה סיור לימודי למערת הנטיפים שבהרי יהודה.

הפעילות משלבת בתוכה ידע מדיסציפלינות שונות כמו:

- איכות הסביבה - מפגעים בסביבה כגון ציד, כרייה בחול.
- ניהול סביבתי - ניהול מקום על ידי החברה להגנת הטבע על כל המשתמע מכך.
- מדעי החברה - מאפייניה של חברה העושה שימוש במשאב זה או אחר.

אחת המטרות בסיוור היא פעילות מעניינת שביסודה חשיבה ביקורתית, המקפידה על בחירת תכנים רלוונטיים לחיי התלמידים. הגישה המנחה הייתה שלימוד משמעותי של הנושא יחשוף את התלמידים לתופעות טבע ייחודיות ולדילמות סביבתיות שמאפשרות ביטוי לממד הריגושי והחברתי ובכך יכולות לסייע בהכשרת אזרחים להשתתפות אחראית בתהליכי קבלת החלטות הקשורות לסוגיות אזרחיות וסביבתיות בהקשר למעורבות נטיפים.

הדיון בדילמות הוא אינטגרטיבי ומשקף היבטים מדעיים, סביבתיים, חברתיים, כלכליים, משפטיים, טכנולוגיים וערכיים. עיקרון דידקטי שביסוד התכנית הוא שילוב בין למידת חקר בבית הספר ובסביבה לבין מעורבות ואזרחות פעילה. התכנית מעודדת קהילה לומדת, פעילה ויוזמת (משרד החינוך, תוכנית לימודים במדעי הסביבה, 2007).

הסביבה שנבחרה כסביבת לימודים היא מערת אבשלום (שורק) הנמצאת במורדות המערביים של הרי יהודה, בשוליים המערביים של הר יעלה, כ-700 מטר דרומית לנחל שורק ביציאתו מהרי יהודה, וכ-2.5 ק"מ צפונית מזרחית לבית שמש. המערה מרשימה ביופיה. במערה שלל צורות של נטיפים וזקיפים שנוצרו בתהליכים כימיים בזמנים גאולוגיים. הצורות המרהיבות של סלעי המערה אוצרים בתוכם "סודות" (אילון ומטיאס, 2010).

פעילות האדם מחוץ למערת אבשלום עלולה להשפיע על התהליכים המתרחשים במערה. הערכת השפעה זו או מידת הנזק שהיא גורמת קשה אף יותר מהערכת השפעת כניסת המבקרים למערה. השפעת הפיצוצים המסחריים הנערכים במחצבה אינם גורמים נזק ישיר למשקעי המערה, אך ייתכן כי הם משפיעים על פתיחה וסגירה של סדקים, דבר העלול להשפיע על משטר המים המגיעים למערה. משטר המים המגיעים למערה עשוי להיות מושפע גם מהידוק הקרקע על ידי מבקרים, מפריצת דרכים, מבנייה ומסלילת כבישים. אין ספק כי גם כניסת מבקרים למערה משפיעה על התהליכים המתרחשים בה. ניתן לחלק את השפעת כניסת המבקרים על התהליכים המתרחשים במערה לשני תחומים: התחום הראשון מתייחס להשפעה על התנאים האקלימיים של המערה. בתחום זה מושם דגש על הטמפרטורה, הלחות היחסית וריכוז ה- CO_2 בחלל המערה. התחום השני מתייחס לזיהומים הנגרמים, באופן ישיר או עקיף, בשל כניסת המבקרים. על זיהומים אלו נמנים מושבות אצות, חיידקים ופטטריות, וכן כתמי פיח ולכלוך.

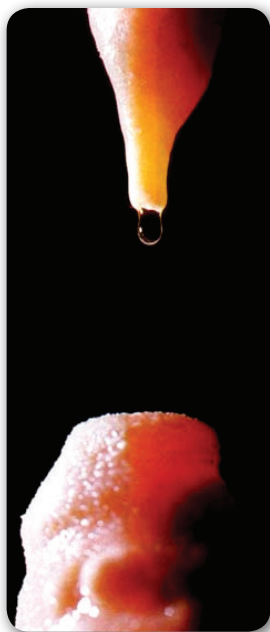
תהליכי קרסט ויצירת מערות קרסטיות

תהליכי המסה והשקעה של מסלעי גיר ודולומיט המתרחשים ביבשה נקראים תהליכי קרסט על שם חבל ארץ שלם בבלקן (בשטחה של יוגוסלביה לשעבר - סלובניה של היום). מקור השם מלמד כי תופעות קרסטיות אינן ייחודיות רק לארצנו. המסת סלעים על-ידי חומצה פחמתית יוצרת סדקים בסלעים, חריצי סדקים שהורחבו על-ידי המסה ונוף מבותר הנקרא נוף טרשים, המתאפיין בפני שטח המכוסים בגושי סלע גדולים ולא רציפים המופרדים זה מזה על-ידי כיסי קרקע. תהליך ההמסה יוצר חללים המתמלאים במי תהום או באוויר. כאשר ריכוז CO_2 באוויר הממלא את החללים נמוך מריכוזו במים המגיעים אליו, ישתחרר CO_2 , פחמן דו חמצני מומס מהטיפה לחלל. שחרור הפחמן הדו-חמצני גורם לירידה ביכולת ההמסה של המים. במקרה זה עשוי להיווצר מצב של עודף מומסים במים, המתאזן על-ידי השקעת קלציט. תהליך זה יוצר בחללים הקטנים לאורך סדקים את מגוון צורות ההשקעה המאפיין את מערות הנטיפים. תמיסת המים מחלחלת לעומק וממיסה חורים וחללים בסלע גם בעומקים של מאות מטרים מתחת לפני השטח.

נטיפים וזקיפים הם תוצר של תהליך הפוך. כאשר תמיסת המים המכילה סידן-דו-פחמתי מומס מגיעה

לחלל של מערה קרסטית, הפחמן הדו-חמצני מתנדף מטיפת המים אל חלל המערה תוך כדי השקעה של גיר. סביב הטיפה נוצרת טבעת דקיקה של גיר השוקע ממנה. לאחר זמן מגיעה טיפה נוספת תחתיה. המים מחלחלים למערה דרך סדקים שבתקרה, כך נוצרת הזנה קבועה של טיפות מים באותן נקודות ומן הטבעת הראשונית הולך ונבנה צינור התלוי מתקרת המערה, והוא הולך וגדל כלפי מטה. לצינור התלוי מתקרת המערה קוראים נטיפ. מטיפות המים הנופלות מתקרת המערה לקרקעית מתנדפת שארית הפחמן הדו-חמצני ושוקע גיר נוסף. טיפות הנופלות מקצה נטיפ מגדלות בדרך זו עמוד הצומח מן הקרקעית ונקרא זקיף (Moore & Nicholas, 1964 בר-מטיוס ואילון, 1988).

תהליך שיקוע קלציט: $H_2O + CO_2 + CaCO_3 \rightarrow 2Ca(HCO_3)_2$



איור 3: טיפת מים



איור 1: בריכת מים



איור 2: שקיעת קלציט

השפעת האדם על מערות קרסטיות והצעדים לניהולן ושימורן

פעילות האדם במערות וסביבתן

סביבות קרסט הן רגישות ופגיעות מאד ליחס לא הולם ולזיהום. למרות שקיבולת הנשיאה של סביבות טבעיות אלו הנה נמוכה, יש מגוון של פעילויות אנושיות המיושמות בסביבות קרסט, שהן בעלות השפעה על פני השטח ועל השכבות התת קרקעיות.

מחקרים מדגישים את הצורך הדחוף בניהול בר קיימא (Sustainable Management) של פעילויות המושפעות מהאדם, למשל: חציבה ופינוי אבנים, ששתיהן נפוצות מאד, הן בין ההפרעות המסוכנות ביותר לצורות הקרקע של פני שטח הקרסט ולשכבות התת קרקעיות כמו למשל באזור אפולה שבאיטליה. פעילויות אלו משנות באופן ניכר את נוף הקרסטי המקומי וגורמות להרס חלקי או מוחלט של מערות טבעיות

(Calo & Parise, 2006). דוגמה נוספת לכך בישראל היא פעילות האדם במחצבה מחוץ למערת אבשלום שעלולה להשפיע על התהליכים המתרחשים במערה. פיצוצים במחצבה אינם גורמים נזק ישיר למשקעי המערה אך יתכן כי הם משפיעים על פתיחה וסגירה של סדקים, דבר העלול להשפיע על משטר המים המגיעים למערה. משטר המים המגיעים למערה עשוי להיות מושפע גם מהידוק הקרקע על-ידי מבקרים. מפריצת דרכים, בנייה וסלילת כבישים.

בשנת 1995 נערכו בדיקות למים שנלקחו מבריכות שונות במערה. בחלק מהדגימות נמצא זיהום בריכות המים בניטרטים. זיהום מעין זה נגרם בשל חדירה של מי ביוב למי התהום. מקור הזיהום האפשרי, במקרה זה, הוא המזנון הפועל בכניסה לאתר המערה, הממוקם מעל מסלול החלחול של מי הגשמים באתר.

השפעת האדם על תהליכים בתוך מערות קרסטיות

תנאים לשמירת המערות והתהליכים החלים בהן וכן שמירה מפני זיהומים, מחייבים שמירה על תנאי הטמפרטורה, הלחות היחסית וריכוז הפחמן הדו חמצני במערה ועל מספר המבקרים במערה. ניתן לחלק את השפעת כניסת המבקרים על התהליכים המתרחשים במערה לשני תחומים.

התחום הראשון מתייחס להשפעה על התנאים האקלימיים של המערה. בתחום זה מושם דגש על הטמפרטורה, הלחות היחסית וריכוז ה- CO_2 בחלל המערה. התחום השני מתייחס לזיהומים הנגרמים, באופן ישיר או עקיף, בשל כניסת המבקרים. על זיהומים אלו נמנים מושבות אצות, חיידקים ופטיות, ראה איור 4 וכן כתמי פיח ולכלוך. חשוב לציין כי קשה להעריך את מידת הנזק הנגרם למערה. הדבר נכון הן לגבי נזק מיד, מכל סוג שהוא, והן לגבי נזק מצטבר אם לאורך זמן ואם משילוב של כמה גורמים (אוריון, בן צבי, 2012). במערת אבשלום במספר מקומות במערה ניתן להבחין בזיהומים על גבי משקעי המערה או בתקרתה. הזיהומים מופיעים בצורה של כתמים שחורים, ירוקים או צהובים. נראה כי התפתחות הכתמים נגרמת בהשפעת זיהום המשקעים בעקבות נגיעה של מבקרים ובשל השפעת התאורה. מלבד המפגע הוויזואלי, קיים חשש כי זיהומים אלו משבשים את תהליכי ההשקעה של משקעי המערה ראה איור 5.



איור 5: כתמי זיהום על נטיף במערת אבשלום (צולם ע"י אפרת קורן)



איור 4: אצות על משקעי מערה במערת אבשלום (צולם ע"י אפרת קורן)

מחקר שנעשה במערה Aracena Cueva בספרד (Pulido et al., 1997) הסיקו החוקרים כי התנאים סביבתיים החדשים שהציב האדם במערות קרסטיות (טמפרטורות גבוהות יותר, מערכות תאורה) עודדו התיישבות והתפשטות של מיקרו פלורה רבה במגזרים שונים של המערה.

מערת Cueva del Agua de Iznalloz, Granada בספרד היא מערה בעלת פוטנציאל מבקרים גדול שנשמרה במשך כ- 30 שנה תחת תנאים טבעיים. השינויים המידיים בתנאים האקלימיים במערה נגרמו על ידי המבקרים (Calaforra et al., 2003).

מערכות ניהול ושימור מערות - דרכים ומחקרים לשימור מערות



מערות שזכו להתייחסות ראויה בארץ ובעולם נמצאות בתהליכי ניהול ושימור הן ברמה התיאורטית הן ברמה המעשית. כיום מייחסים חשיבות עליונה למעורבות הציבור והרשויות המקומיות בניהול ושימור המערות. להלן מספר דוגמאות ומחקרים לניסיונות למצוא דרכים לניהול ושימור מערות:

“מערת אבשלום” - מערכת התאורה תוכננה כך שמשקעי המערה לא יוארו בעצמה מעל 500 לוקס, עוצמה שלא הייתה אמורה לאפשר התפתחות של אצות. למרות זאת, התפתחו מושבות אצות במקומות שונים במערה. במשך השנים הודברו האצות בנתרן היפוכלוריד (אקונומיקה) מספר פעמים בשנה. טיפול זה גרם להלבנת משקעי המערה. התפתחות זו מתאפשרת בשל רמות ה- CO_2 הגבוהות במערה. על מנת למנוע התפתחות אצות המתפתחות בהשפעת הלחות והתאורה במערה נערכו מספר ניסיונות בהקרנת האזורים הנגועים בקרני V.U לקטילת האצות (אוריון, בן צבי, 2012).

מערת Cueva del Agua בספרד - מערה בעלת פוטנציאל גדול לתיירות שנשמרה ותוחזקה במשך יותר משלושים שנים בתנאים טבעיים הודות לניטור וזיהוי שינויים אטמוספריים במערה ומסקנות משני ניסויי חקר של השפעת כמות המבקרים על תנאים אטמוספריים בתוך חלל המערה (Pulido et al, 1977) הקורלציה בין כמות המבקרים וסדרת הניסויים שנעשתה מאפשרים לקבוע את המשטר התרמי של המערה. לאור המסקנות מהמחקרים שנעשו, ומעקב אחרי התנאים האטמוספריים, נקבע משטר מבקרים בר קיימא המבטיח אירוח של 53 מבקרים לשעה בו זמנית למשך 4-5 שעות כך שהשינוי בטמפרטורה יהיה עד 0.1 OC מבלי לפגוע במאזן התרמי של המערה.

מערת Grotta di Castellana and Grotta Grande Del Vento באיטליה - זוהי דוגמה לתהליך ניהול מערה שנעשה בעקבות המסקנה הרווחת בקרב חוקרי מערות כי מערות “אובדות” למדע בגלל הפיכתן לאתרי אטרקציה לתיירים. המחקר של Cigna (1993) מציין כי מדידות פשוטות יכולות להפחית את ההשפעות הלא רצויות של התיירים על התנאים השוררים במערה. טמפרטורת האוויר וריכוז CO_2 הם שני המשתנים החשובים שיש להתמקד במדידה שלהם. החוקר מציין כי במערה זו משתמשים ב“מנורות קרות” לתאורה המונעות

פוטוסינתזה על מנת להפחית התפתחות אצות ופלורה, ולהפחתת ההשפעה התרמית במערה. גם קיבולת המבקרים מבוססת על-פי תוכנית שתוכננה למדידת מספר המבקרים האפשרית כך שתהיה אמצעי מועיל להכוונת תנועת המבקרים קיבולת המבקרים נקבעת בהתאם לזמן שהיחיד מבלה במערה. בנוסף מפחית את זמן שהייה של המבקרים על ידי תכנון יעיל של שבילים במערה מבלי לפגוע בחוויות הביקור (Cigna, 1993).

תיירות אקולוגית (ecotourism) ותיירות מחקר המערות (speleotourism) - בסרה דה בודוקוונה מחוז במדינת מאטו גרוסו דו סול בברזיל בו ממוקמת עיריית בוניטו. רשות זו היא התומכת העיקרית בתיירות במדינה וזהו אחד האזורים המפותחים ביותר בתחום התיירות האקולוגית (ecotourism) ותיירות מחקר המערות. תיירות זו מתוכננת להיות בת-קיימא, כלומר תיירות מבוססת על איזון, המתחשבת בסביבה הפיזית ובסביבה האנושית, תוך התייחסות לצרכים כלכליים ושמירה על מקורות הטבע המשמשים כאתרים תיירותיים, גם לדורות הבאים. חקר המקרה הזה מתמקד בהיבטים האקולוגיים בני הקיימא של תיירות הספלאוטוריזם המתקיימת כאן, בעיקר בהצעות שאומצו לגבי קיבולת נשיאת התיירים. "כושר/קיבולת נשיאת תיירות" מוגדרת על ידי ארגון התיירות העולמי כ"מספר המרבי של אנשים שיכולים לבקר יעד תיירותי באותו הזמן, מבלי לגרום להרס של הסביבה הפיסית". ממצאי המחקר מציגים הצעות לאימוץ נוסחה שונה של הקיבולת המתמקדת הן בהיבטים תפעוליים והן בהיבטים כמותיים. למשל על ידי שליטה ב"זרם" המבקרים על-ידי הגבלת מספר המבקרים או על ידי מתן אישורי כניסה מבוקרים ואחידים (Heros, 2009).

חינוך ולמידה חוץ כיתתית לשמירת נופי קרסט בדגש של שימור מערות

מהי למידה בסביבה חוץ-כיתתית?

אוריון (2003), מבחין בין למידה טבעית לבין למידה מסורתית ומתמקד בפוטנציאל החינוכי של סביבת הלימוד החוץ-כיתתית, על תהליך הלמידה הבית-ספרי ועל עולמם של הלומדים.

בבית הספר מלמדים נושאים רבים הקשורים באתרים ובמקומות ממשיים, אך התלמידים מנותקים מכל מגע אתם. גם אמצעי המחשה כגון: תמונות, סרטים וגם המחשב עשויים לסייע בתהליך הלמידה, אך אמצעים אלו אינם יכולים לשמש תחליף לעולם הממשי. למידה טבעית מתרחשת כאשר היא קשורה לחיי היום-יום של הלומדים. המטרה העיקרית של הפעילות החוץ-כיתתית היא להפגיש את הלומדים עם תופעות ותהליכים במקום התרחשותם (Orion, 2003).

סביבת למידה חוץ כיתתית מאפשרת למידה תוך התנסות, המחשה באמצעות החושים למשל: לגעת, לשמוע, לראות. הלמידה משלבת מעורבות רגשית, היבטים ערכיים כמו שמירה על איכות הסביבה, אתרי טבע, חסכון באנרגיה (Dillon et al., 2001; Orion, 1993; Rickinson et al., 2004) בתוך אלקחור וחוב' (2011) הסיור הלימודי מזמן פיתוח סקרנות ומעורבות בנושאים מדעיים וטכנולוגיים ובדילמות הנוגעות לחיי היום יום, בנושאים העומדים בסדר היום הצבורי או הנוגעים לפרט ולסביבה (אלקחור וחוב', 2011). למידה חוץ כיתתית יכולה להיות סיור כאשר הסיור כשלעצמו איננו מטרה לימודית, אלא אמצעי הוראתי. ייחודו של אמצעי יקר ומורכב זה הוא בהמחשה של מושגים, כגון תופעות, תהליכים, מצבים, אירועים, דמויות ותקופות אשר קשה יותר להמחישם באמצעי הוראה ובסביבות לימוד אחרות.

הסיור מאפשר התנסות בלתי אמצעית עם האובייקט הנלמד ומשיג בכך המחשה עמוקה ועשירה יותר של המושג הנלמד. לעיתים אירועים חוץ-כיתתיים נכשלים מבחינה לימודית, לכל היותר ניתן להצביע אז על

הישגים בתחום הריגושי, אך לא פעם גם תרומה חינוכית זו אינה מתממשת. ממצא זה מעוגן במחקר ואינו מבוסס על תחושה או על התרשמות חטופה (אוריון וגרטל, תשנ"ו).

אינטראקציה של בני אדם עם סביבות קרסט היא מוקד ברור של החינוך הספלאולוגי-חקר מערות. דרך אחת לבחון אינטראקציה זו היא באמצעות חקרי מקרה; בחירת מקרים מבין דוגמאות מקומיות היא כנראה האידיאלית. דוגמאות שכאלו מעודדות את הלומדים לחשוב על הדרכים השונות והמגוונות בהן חברות אנושיות נמצאות באינטראקציה עם סביבת הקרסט, על הערכים השונים לגמרי והמשמעויות המתקשרות לטבע, ועל הטבע הפוליטי הברור השנוי במחלוקת של הויכוח על הסביבה. מכיוון שהמעורבות האנושית עם קרסט היא בכל מקרה עתיקה, אין להגביל את הדוגמאות לאינטראקציות שכאלו למוכר ולבן זמננו. רצוי להשתמש בדוגמאות מזמנים קודמים יותר ומתרבויות שונות שמבהירות את האופי הדינאמי של מערכת יחסי האדם הסביבה, והמגוון שלה לאורך זמן ומקום.

הדגשת חוויות פיזיות בסביבת הקרסט - מעורבות פיזית של הלומדים עם הסביבה מאפשרת להם להתייחס לסביבה זו באופן חושי ורגשי כמו גם מחשבתי. ישום חקר מערות, בצורה של קורסי שטח או ביקורים במערות 'פראיות, מספק חוויות המחזקות את תחושת השייכות של הלומדים עם עולם שניתן ללמוד ולהכיר אותו (Kourampas, 2005 בתוך Zokaties, 2007).

סיור לימודי במערת הנטיפים מזמן עיסוק ברעיונות מדעיים ובדילמות חברתיות של שימור סביבתי מול פיתוח.

הרציונל בתכנון הפעילות

הסביבה שנבחרה לצורך הפעילות היא מערת הנטיפים/מערת אבשלום.

הפעילות כוללת את המטרות האלה:

1. חשיפה של התלמידים לידע זה ולמערת הנטיפים, שהיא תופעת טבע מרהיבה ביופיה, תופעה בת זמן גיאולוגי המלווה בתהליכים כימיים המושפעים מכמות המבקרים וכן מהאמצעים שמושמים לשמירה על המערה יכולה להשפיע על האוריינות הסביבתית של התלמידים.
2. חשיבה ביקורתית ויצירתית.

ללמידה זו מספר שלבים (סוארץ, 1997):

- א. מדוע קיימת בעיה?
- ב. מהי הבעיה?
- ג. מהם הפתרונות האפשריים לבעיה?
- ד. מהן התוצאות של כל פתרון ופתרון?
- ה. מהו הפתרון הטוב ביותר לבעיה?

הפעילות כוללת שלבים אלה הלכה למעשה: התלמידים נחשפים למצב מסוים, ומתוך הנתונים עליהם לזהות מהי הדילמה המוצגת בפניהם. בהמשך הם נדרשים לעבוד על פי השלבים הנ"ל, כדי להגיע לפתרון הטוב ביותר לדעתם.

למידה המבוססת על בעיות תורמת להתפתחותם של לומדים בעלי אוריינות מדעית. לומדים אלה חייבים להשתמש בחשיבה טובה ליישום הבנתם המדעית בחייהם. עליהם לזהות ידע מדעי ולהשתמש בו בצורה נאותה, כדי לפתור אל נכון וביעילות בעיות בחייהם הפרטיים והמקצועיים. יתרה מזאת: עליהם לדעת להפעיל שיקול דעת ושיפוט ביקורתי לגבי מהימנותו ודיוקו של ידע מדעי זה (סוארץ, 1997).

בפעילות עצמה מושם דגש לחשיבה ביקורתית, המכוונת לקבלת החלטות או לקביעת עמדות. חשיבה ביקורתית נחוצה על מנת להצליח בחיי היומיום, המאופיינים בחשיפה למידע רב. כאזרחי העתיד, על התלמידים לדעת כיצד להשתמש במידע זה ולשפוט אותו בהיבטים של מהימנות ואמינות. עליהם ללמוד גם את התהליך של הסקת מסקנות. שימוש בחשיבה ביקורתית יוביל לשינוי בהיבט ההתנהגותי: טיפוח חשיבה ברמה הגלובלית ויכולת פעולה ברמה המקומית. ראייה לעתיד משמעה לקיחת אחריות גם ביחס לדורות הבאים.

מטרות הסיור

1. הקניית ידע בנושא שימור מערות קרסטיות
 2. שינוי עמדות לנכונות ומודעות כלפי שימור מערות קרסטיות
 3. שינוי ההתנהגות בנושא שימור סביבה
 4. התמודדות עם הדילמה "שימור מול פיתוח"
- הקישור לפעילות כיתתית בשלושה חלקים - כולל גם מדריך מפורט למורה ונהלי סיור.

מקורות

אברמוביץ, ע. (2009). הסדנה הסביבתית: גשר בין מדעי הסביבה לבין חינוך סביבתי. חיבור על מחקר לשם מילוי חלקי של הדרישות לקבלת התואר דוקטור לפילוסופיה, המחלקה להוראת הטכנולוגיה והמדעים, הטכניון, מכון טכנולוגי לישראל.

אוריון, נ. ובן צבי, א. (2012). תהליכי השקעה והמסה במערת הנטיפים. [גרסה אלקטרונית]. המחלקה להוראת המדעים מכון ויצמן למדע.

אוריון, נ. (תשנ"ו). מימוש הפוטנציאל הלימודי של הסיור הלימודי, בתוך: בן חור, י. (מרכז). הטיול במערכת חינוך, תכנית לימודים בהכשרת מורים, מופ"ת, תל-אביב, עמ' 52-62.

אילון א. ובר-מטיוס, מ. (2010). המערה הסודית. בשביל הארץ, 35: 43-45.

אלקחר, א., במבמרגר, י., לוי.ק., לוין-פלד, ר. (2011). מחוץ לכיתה סיור לימודי כחלק מהעשייה במוט"ב מוט"ב כעת, גיליון מס' 7, תשע"א.

בר-מטיוס, מ. ואילון, א. (1988). מחקרים מנירולוגיים ופטרורגריים של משקעי מערת שורק, בית שמש (דו"ח

התקדמות). המכון הגיאולוגי, ירושלים (דו"ח GSI/3/88).

גרוסמן-קולברג.ת (2007). עמדות בשאלת איכות הסביבה בקרב בני נוער בישראל וזיקתן לפעולת מערכת החינוך והארגונים הירוקים: דוגמה מהגליל המערבי. חיבור זה הוגש כעבודת גמר לקראת התואר "מוסמך אוניברסיטה" - M.A. באוניברסיטת תל-אביב

חסון, ש. (2010). אתיקה ופוליטיקה סביבתית, האוניברסיטה העברית ירושלים.

טל ט., פלד, ע. ואברמוביץ, ע. (2010). דו"ח מחקר פיתוח מאבחנים) אינדיקטורים (לבחינת ההשפעה של פעילות בחינוך סביבתי על מודעות והתנהגות סביבתית של תלמידים בבית הספר היסודי ובתיכון. הטכניון - מכון טכנולוגי לישראל המחלקה להוראת הטכנולוגיה והמדעים.

משרד החינוך (2007). תוכנית הלימודים במדעי הסביבה, לחטיבה העליונה. ירושלים: משרד החינוך, האגף לתוכניות לימודים והפיקוח המרכז על מדעי הסביבה.