

מכון וייצמן למדע - תכנית רוטשילד קיסריה

עבודת גמר בקורס פיתוח חומרי למידה והוראה בביולוגיה  
המחלקה להוראת המדעים

**השפעת השימוש בלמידה מרווחת ככלי  
להוראת הנושא מערכת ההובלה, על ההבנה  
והמוטיבציה של תלמידי כיתה ז'**

מגישה: עדנה חגי

ת.ז. 061985602

בהנחיית: ד"ר ענבל פלאש-גוילי

אוגוסט 2016

ויקרא אל משה - הקול הולך ומגיע לאוזניו, וכל ישראל לא שומעין .

יכול אף להפסקות הייתה קריאה ?

תלמוד לומר: וידבר, לדבור הייתה קריאה, ולא להפסקות .

ומה היו הפסקות משמשות ?

ליתן רווח למשה להתבונן בין פרשה לפרשה ובין עניין לעניין, קל וחומר להדיוט הלומד מן ההדיוט :

(שפתי חכמים, ויקרא פרק א')

## תוכן עניינים

|       |   |
|-------|---|
| 1     | מבוא למחקר  |
| 1.1   | רציונל המחקר  |
| 1.2   | רקע ספרותי  |
| 1.2.1 | התייחסות ספרותית לתוצר הלמידה הרצוי                     |
| 1.2.2 | התייחסות ספרותית ללמידה מרווחת                          |
| 1.3   | מטרות המחקר   |
| 1.4   | שאלות המחקר   |
| 2     | מתודולוגיה  |
| 2.1   | אוכלוסיית המחקר   |
| 2.2   | מערך המחקר  |
| 2.2.1 | ידע קודם הנדרש מהתלמידים                                |
| 2.2.2 | רצף ההוראה  |
| 2.3   | כלי ההערכה וקריטריונים                                  |
| 2.3.1 | כלי ההערכה  |
| 2.3.2 | קריטריונים לפיהם נותחו התוצאות                          |
| 2.4   | שינויים בין רצף ההוראה וההערכה המקורי לרצף ההוראה בפועל |
| 2.5   | חומרי הלימוד וכלי ההערכה                                |
| 2.5.1 | חומרי הלימוד  |
| 2.5.2 | כלי ההערכה  |
| 3     | תוצאות ודיון  |
| 4     | סיכום ורפלקציה  |
| 4.1   | סיכום של המחקר  |
| 4.2   | השלכות לעתיד  |
| 4.3   | דברים שלמדתי על עצמי כמורה                              |
| 20    | ביבליוגרפיה   |
| 21    | נספחים  |

# 1. מבוא למחקר

## 1.1. רציונל המחקר

מערכות מורכבות, בטבע כמו גם בחברה, מקיפות אותנו מכל עבר, והבנה שלהן נותנת מענה לסקרנות מחד, ולבעיות ברות קיימא מאידך (Shafto & Langley, 1997).

הבנת העיקרון שמכונה "התאמה בין מבנה לתפקוד" היא בעצם הבנת המנגנון המקשר בין מבנה הרכיבים במערכת מורכבת, והמבנה של המערכת בכללותה, לבין התפקוד שלהם. הגישה שעוסקת בהבנה של מערכות מורכבות כמכלול של קשרים סיבתיים ויחסי גומלין בין המבנה של רכיבי המערכת לבין ההשפעות שלהם על סביבתם, תוך שימת דגש על המנגנונים שעומדים בבסיס ההשפעות האלו, ואשר נטען כי הבנה של מערכות מורכבות באמצעותה תורמת להבנה עמוקה שלהן, מכונה SBF (Structure-Behavior-Function). גישה זו כוללת את שלושת המאפיינים: מבנה, התנהגות (שמתאים יותר להתייחס אליה בהקשר של מערכות ביולוגיות כמנגנון) ותפקוד. במדע כיום, המגמה היא לנתח תופעות טבע בגישות מערכתיות, דוגמת SBF (Ben-Zvi Assaraf, Dodick, & Tripto, 2013).

בהתאם למגמה זו, אימץ גם משרד החינוך את הגישה המערכתית וכיום ישנו דגש רב על לימוד של התאמה בין מבנה לתפקוד במערכות מורכבות, כפי שבא לידי ביטוי בעקרונות מרכזיים שהמשרד הגדיר בתכנית הלימודים לחטיבת הביניים: "נושא מרכזי: מערכות ותהליכים ביצורים חיים - התלמידים יכירו את מבנה מערכות ההובלה בצמחים ובאדם ויבינו את התאמתן לתפקודן ברמת התא, האיבר והמערכת. רעיונות והדגשים: קיימת התאמה בין מבנה לבין תפקוד במערכות, באברים ובתאים - התלמידים יבינו את הקשר בין מבנה ייחודי של תאים לבין תפקודם". אולם, למרות החשיבות הרבה של הבנה מערכתית כזו, נוכחתי לראות שההסברים של התלמידים שלי לשאלות בנושא התאמה בין מבנה לתפקוד בדרך כלל לא כוללות את רכיב המנגנון בתוכן, או שהוא דל מאד.

## 1.2. רקע ספרותי

### 1.2.1. התייחסות ספרותית לתוצר הלמידה הרצוי

כפי שהוסבר ברציונל, היכולת של תלמיד להסביר תופעה באמצעות מודל ה-SBF חשובה לצורך הבנה עמוקה של מערכות מורכבות. הבנה כזו דורשת מהתלמיד לבנות רשת של מושגים ועקרונות בנוגע לתופעה מורכבת (Hashem & Mioduser, 2011).

מערכות מורכבות נפוצות במדעי הטבע והפיזיקה, אולם הן לא תחומות בין דפי ספרי הלימוד אלא מהוות חלק בלתי נפרד מהעולם שבו כולנו חיים. עם זאת, חרף הניסיון הבלתי אמצעי והיומיומי שיש לנו עם מערכות מורכבות, הבנה שלהן היא לעיתים קרובות קשה. ראשית, ניתן להתבונן עליהן מנקודות מבט רבות ושונות, וניתוח שלהן עשוי לסתור את הידוע לנו מתוך אותו ניסיון

יומיומי, או לחרוג מגבולותיו. נוסף לכך, ישנם קשרי גומלין מבניים, מנגנוניים ותפקודיים סבוכים רבים שיש להבין (Shafto & Langley, 1997).

מאפיין נוסף של מערכות מורכבות הינו שהשלם הוא פעמים רבות גדול יותר מסך חלקיו. הבנה של מערכת מורכבת דורשת לקיחה בחשבון של אינטראקציות סיבתיות ויחסי גומלין בין חלקים במערכת ועם מערכות אחרות. הבנה כוללתית כזו מאפיינת ניתוח מדעי של מערכות מורכבות, אולם היא קשה מאד ללמידה (Shafto & Langley, 1997).

עוד ניתן ללמוד על הקושי שבהבנה של מערכות מורכבות מהאופן שבו טירונים מנתחים מערכות כאלו לעומת האופן שבו מומחים עושים זאת. האופן שבו טירונים מנתחים מערכות מתאפיין בסיבתיות פשוטה, קיום גורם שליטה מרכזי ויכולת לצפות תרחישים מראש. לעומתם, המומחים מראים חשיבה מפוזרת, רב-סיבתיות, והם עושים שימוש בתהליכים סטוכסטיים בהסברים שלהם. מכאן, שהבנה של מערכות מורכבות מערבת חשיבה על רמות ארגון רבות שתלויות זו בזו, סיבתיות לא ליניארית ותפיסות לא אינטואיטיביות שקשה לאמץ (Ben-Zvi Assaraf, Dodick, & Tripto, 2013).

ואם לא די בעצם קיומם של קשרים רבים בין רמות ארגון רבות, הרי שהסיבתיות של קשרים אלו, כלומר הקשר בין הסיבה והתוצאה באינטראקציות הללו, לא תמיד ברור או נראה לעין (Hmelo-Silver & Pfeffer, 2004). אחת הסיבות לכך היא, שלעיתים תהליך סיבתי ברמה אחת נובע מתוך אינטראקציות בין רכיבים ברמה נמוכה יותר (Vattam, et al., 2011).

אחת הגישות המוצעות כדי להתמודד עם הקשיים שבלמידה של מערכות מורכבות היא באמצעות המודל SBF. וכך מסביר גואל (Goel, Rugabe, & Vattam, 2009) את המודל:

ה"מבנה" במודל SBF מתאר את ה: "מה?" כלומר, את מבנה המערכת או רכיביה (מבחינת גודל, צורה והחומרים שמהם הם מורכבים, אם כי במערכת מורכבת מבנה עשוי להיות מופשט) כמו גם את הקשרים ביניהם. המערכת בכללותה, או רכיב מסוים במערכת, יכולים להימצא במצבים שונים, והמעבר בין המצבים מוסבר ע"י ה"מנגנון". זהו ה"איך?" כלומר, התהליכים הסיבתיים שמתרחשים במערכת ואשר מסבירים את המעברים בין המצבים המבניים של הרכיבים שלה. "תפקוד" עונה על השאלה: "לשם מה?" זוהי המטרה שמיוחסת לרכיבים ולתהליכים במערכת (Ben-Zvi Assaraf, Dodick, & Tripto, 2013).

באופן כללי, היבטים מנגנוניים של מערכות הם אלו שמבניים אותם הכי פחות, ובד"כ לא חושבים עליהם עד שמתרחשת איזו "תקלה" בהתנהגות הנורמלית של המערכת (Shafto & Langley, 1997).

היות שהבנת מערכות מורכבות דורשת הרבה פעולות קוגניטיביות ומטה-קוגניטיביות גבוהות, לתלמידים בגיל חטיבת הביניים, ואפילו תיכון, בד"כ אין מוטיבציה לגייס את המשאבים המנטליים האלו כדי לעשות זאת (Hmelo-Silver & Azevedo, 2006).

כדי לנסות ולהתגבר על הקושי של תלמידים לגייס משאבים מנטליים, בחרתי ללמד בשיטת הלמידה המרווחת.

## 1.2.2. התייחסות ספרותית ללמידה מרווחת

למידה מרווחת היא למידה בסשנים שחוזרים על עצמם, עם מרווחים בתוך הסשן ו/או ביניהם. נמצא שלמידה מרווחת יעילה יותר מאשר למידה צפופה - קצב היצירה של הזיכרון הוא מהיר יותר וזמן ההחזקה שלו ארוך יותר. התופעה הזאת נקראת spacing effect - אפקט הריווח (Gerbier & Toppino, 2015).

המנגנון/ים שעומד/ים מאחורי אפקט הריווח עדיין אינם ברורים דיים. ישנם ניסיונות רבים להסביר את התופעה הזאת, ניסיון אחד הוא באמצעות ה-deficient processing hypothesis. זוהי היפותזה לפיה יש דיכוי של פעילות נוירולית של אזור שהיה פעיל אם מנסים להפעיל אותו זמן מועט מדי לאחר ההפעלה הראשונה, והדיכוי הולך וקטן ככל שעובר הזמן עד לחזרה לרמה "רגילה", כפי שניתן לראות גם ב fMRI (Henson, 2003). כלומר, כמות העיבוד שהגירוי השני "זוכה" לה קטנה ככל שהגירויים סמוכים יותר. את אותו אפקט מראים גם מחקרים שניסו ללמד שתי מיומנויות מוטוריות בסמיכות זו לזו וראו שהלמידה של המיומנות הראשונה נפגעת במקרה כזה. הסבר אפשרי לכך הוא שהיות ומדובר בתהליכים ביולוגיים שמעריבים ביטוי של גנים ותהליכי תרגום של חלבונים, לוקח זמן עד שהשינוי ברמה הסינפטית מתייצב ונעשה עמיד לגורמים שעשויים להפריע בתהליך יצירת השינוי הזה (כמו גירוי נוסף) (Dudai, 2003).

הסבר נוסף הוא האפשרות שבכל הצגה חוזרת של גירוי מרווח ישנה שליפה מחדש של הזיכרון שנוצר באירוע הלמידה הקודם, כך שבכל חזרה מתרחש תהליך של רה-קונסולידציה. התהליך הזה לא אפשרי כאשר הלמידה היא צפופה כיוון שהזיכרון עדיין נמצא בזיכרון העבודה ואין מצב של שליפה שלו. ההשערה הזאת מקבלת משנה תוקף לאור הממצא שבהנחה שהזיכרון אכן ניתן לשליפה, אזי ככל שהוא פחות נגיש, כלומר נדרש יותר מאמץ לשלוף אותו, הלמידה שמתבצעת בהצגה השנייה שלו גדולה יותר. (מעניין לציין בהקשר הזה, שנמצא שהלמידה יעילה יותר לאחר ניסיון שליפה של המידע, גם אם הוא לא צלח). בנוסף, נמצא ששני התהליכים, קונסולידציה ורה-קונסולידציה, מעריבים סינתזה של חלבונים. כלומר, גם רה-קונסולידציה היא תהליך אקטיבי מבחינה מולקולרית שבמהלכו ישנה הטמעה של הזיכרון. כמו כן, נמצא שבלמידה מרווחת יש יותר סינתזה של חלבונים מאשר בלמידה צפופה. ייתכן שזו הסיבה שזיכרון שנלמד בלמידה מרווחת עמיד יותר (Gerbier & Toppino, 2015).

פיתוח ויישום של עקרונות הלמידה המרווחת בכיתת הלימוד נעשה בתיכון מונקסיטון, אנגליה, בין השנים 2005-2011, והם אף הוציאו מדריך למורה ("למידה מרווחת - יוצרים זכרונות שנשארים") שמתאר בקווים כלליים עקרונות ליישום השיטה בכיתת הלימוד. בכתיבת המדריך הם הסתמכו, בין היתר, על פילדס (Fields, 2005), מהמכון הלאומי האמריקאי לבריאות והתפתחות הילד, שעמד בראש קבוצה שחקרה את המנגנונים המוחיים של זיכרון ארוך-טווח. פילדס והקבוצה שלו מצאו שאורכו הכולל של הגירוי לא היה המשמעותי, אלא המרווח בין הגירויים. הם מצאו כי מרווח של 10 דקות התניע תהליכי יצירה של זיכרון ארוך-טווח. גם במחקר של קלי וווטסון (Kelley & Watson, 2013) יחידות הלמידה רווחו ע"י 10 דקות הפסקה.

התבססתי על עקרונות אלו כשתכנתי את רצף ההוראה שלי: 3 יחידות הוראה בהן ישנה חזרה על אותו חומר, מזוויות שונות, המופרות ע"י 10 דקות הפסקה שבה עושים פעילות שתפקידה הסחת

הדעת והיא אינה עוסקת בתחום הנלמד, למשל משחק בכדור או יצירה. באותו מדריך למורה זה מוגדר כך: המקטע הראשון מתמקד בהצגת המידע, השני בניסיון שליפה מהזיכרון והשלישי מתמקד בהבנת המידע.

מחקרים שנעשו בכיתות לימוד הראו שלמידה מרווחת הרבה יותר יעילה מלמידה רגילה. למשל, קלי ווטסון (Kelley & Watson, 2013) מתארים במאמר שלהם שתלמידים בני 13-15 שלמדו במשך שעה אחת של למידה מרווחת את אותו חומר שלמדו קבוצת ביקורת במשך ארבעה חודשים של למידה רגילה, השיגו במבחן מסכם תוצאות שלא היו שונות באופן מובהק מהתוצאות של קבוצת הביקורת. גם מחקר שנערך בבית הספר "ארמסינדה" בפורטוגל (מתואר באותו "מדריך למורה") הראה שתלמידים שלמדו בלמידה מרווחת השיגו תוצאות טובות יותר במבחן מסכם מאשר קבוצת הביקורת שלמדה בלמידה רגילה.

בנוסף, תלמידים מעידים שלמידה בשיטת הלמידה המרווחת נעשית באופן "לא מודע": "אני לא מנסה ללמוד, אני לא כותבת כלום ואני לא מבצעת חזרות. זה מרגיש כאילו אני צופה בסרט בתוך הראש, סרט שראיתי בעבר, והיכולת שלי להבין את המידע המוצג הופכת מדויקת יותר – בהירה יותר – כשאני רואה את המידע שוב. בזמן ההפסקות, אני מתמקדת בהנחיות לפעילות הגופנית. בסוף, אני נשארת עם סרט של השיעור בתוך הראש" (מתוך המדריך למורה).

### **1.3. מטרת המחקר**

מטרת המחקר לבדוק באיזה אופן למידה מרווחת מסייעת לתלמידים להבין את העיקרון של התאמה בין מבנה לתפקוד במערכת ההובלה. בנוסף, לבדוק האם למידה מרווחת תורמת למוטיבציה של תלמידים ללמוד מדעים והאם היא תורמת להערכה העצמית שלהם?

### **1.4. שאלות המחקר**

1. באיזו מידה תלמידים שלמדו בלמידה מרווחת מסוגלים לנתח תופעות במונחים של SBF בכדי לתאר תופעות במערכת ההובלה? ההנחה היא שצורת ניתוח כזו מעידה על הבנה מערכתית טובה של התופעה.
2. כיצד תלמידים מעריכים את ההנאה והעניין שלהם משיעורים שנלמדים במתכונת של למידה מרווחת, ובאיזה אופן הם מעריכים את המסוגלות שלהם בעקבות שיעורים כאלו?
3. מה הקשר בין ההערכה הסובייקטיבית של התלמידים את המסוגלות העצמית שלהם לבין המסוגלות האובייקטיבית שלהם?

## **2. מתודולוגיה**

### **2.1. אוכלוסיית המחקר**

בית הספר בו נערך המחקר הוא בית ספר ממלכתי, שמונה שנתי (א-ח) הממוקם בישוב קהילתי ותלמידיו הם תושבי הישוב (למעט מספר תלמידים מועט מאד שמגיעים מישובים סמוכים). הכיתה בה נערך המחקר היא כיתה ז' המונה 35 תלמידים, מתוכם 18 בנים ו 17 בנות. למרות שהמבנה הוא אותו מבנה, נעשים ניסיונות מצד ההנהלה להבדיל את תלמידי החטיבה מתלמידי היסודי באופנים שונים. שוני אחד הוא העובדה שיש מורה נפרדת למקצוע המדעים ביסודי ובחטיבה. התלמידים הם תלמידים ממוצעים, ללא מאפיינים מיוחדים. אין להם מניע חיצוני ללמידה כמו מבחני בגרות, אלא סקרנות טבעית בריאה של ילדים ועצלנות טבעית וקצת פחות בריאה של תלמידים.

## **2.2. מערך המחקר**

### **2.2.1. ידע קודם הנדרש מהתלמידים**

הנושא שנלמד במסגרת רצף ההוראה המתואר במחקר הזה הוא מערכת ההובלה. התלמידים למדו קודם על מערכת הנשימה, על מבנה התא ועל יצורים חד-תאיים ועל האופן שבו הם משיגים את צרכי הקיום שלהם. כמו כן, העיקרון של התאמה בין מבנה לתפקוד הוזכר בהקשר של מבנה התא כאשר הם למדו על המיטוכונדריון וכן בהקשר של נאדיות הריאה. כן הוזכר התפקוד של מערכת ההובלה בכללותה.

בכדי להצליח להגיע לתוצר הלמידה הרצוי בסוף ההוראה על התלמידים להכיר את המושגים: "מבנה" ו- "תפקוד" ולהבין, בגדול, את העיקרון של ההתאמה ביניהם, וכן להכיר את המבנה והתפקוד של מערכת הנשימה ואת העובדה שנאדיות הריאה עטופות בכלי דם, כדי לאפשר את ההבנה של הקשר בין מערכת ההובלה ומערכת הנשימה.

### **2.2.2. רצף ההוראה**

רצף ההוראה נבנה על-מנת ללמד את הנושא של מערכת ההובלה: מהם מרכיבי המערכת, כיצד הם בנויים, מה התפקוד של כל אחד מהם בנפרד ושל המערכת בכללותה, והקשר בין מערכת ההובלה למערכת הנשימה.

השיעור הראשון מתמקד במבנה הלב, השיעור השני מתמקד בשני מסלולי הדם והשלישי בתהליך חילופי הגזים.

על התפקוד של מערכת ההובלה בכללותה דיברתי עם התלמידים בסוף הנושא הקודם- מערכת הנשימה, כך שאת הנושא של מערכת ההובלה התחלתי כשכבר יש להם רקע מסוים אודות התפקוד שלה. היה טבעי להתמקד עכשיו בפרטים- מבנה הלב וכלי הדם ותהליך חילופי הגזים- ומשם לחזור להסתכלות רחבה יותר על מסלולי הדם כחלק מהתפקוד של מערכת ההובלה בכללותה.



בהתאם לטענה שלמידה היא יעילה יותר לאחר ניסיון שליפה של המידע, אפילו אם הוא לא צלח, עשיתי שימוש בלמידה מרווחת כיוון שרציתי לאפשר לתלמידים הזדמנויות שליפה של המידע שרכשו ביחידת ההוראה הקודמת, שליפה שמתבצעת לאחר שהמידע מגובש במהלך ההפסקה.

## **2.3. כלי ההערכה וקריטריונים**

### **2.3.1. כלי ההערכה**

היות שאחת המטרות שלי הייתה להעריך את ההבנה של התלמידים את העיקרון של התאמה בין מבנה לתפקוד כפי שהוא בא לידי ביטוי במערכת ההובלה, וזאת באמצעות הסבר של תופעות במונחים של SBF, אחד מכלי ההערכה הוא מבחן עם שאלות שבודקות את ההבנה הזו (נספח א'). השווייתי את תשובות התלמידים במבדק המסכם לתשובותיהם במבחנים "רגילים" ממהלך השנה כדי ללמוד על השינוי, אם היה, במונחים בהם הם משתמשים כדי להסביר תופעות, וכן כדי להבטיח שלימוד בשיטת הלמידה המרווחת מביא, לכל הפחות, לאותה רמת הבנה כמו למידה "רגילה".

בנוסף, רציתי לבדוק האם התלמידים נהנו ללמוד בשיטת הלמידה המרווחת והאם השיטה תרמה לתחושת המסוגלות העצמית שלהם, ולכן העברתי שאלון הנוגע לתחושות התלמידים במהלך שיעורים אלו (נספח ב'). השאלון כלל גם התייחסות של התלמידים לתחושותיהם במהלך השיעורים ה"רגילים" במשך כל השנה.

שני השאלונים הועברו לאחר ההתנסות כיוון שהתלמידים נדרשו להביע ידע שנרכש במהלך ההתנסות או תחושות שנוגעות לשיעורים שהתנסו בהם.

על השאלה השלישית הנוגעת לקשר שבין התחושה הסובייקטיבית של התלמידים לגבי מסוגלות עצמית לבין המסוגלות האובייקטיבית שלהם עניתי ע"י עיבוד והשוואה של הנתונים שהתקבלו משני השאלונים גם יחד.

### **2.3.2. קריטריונים לפיהם נותחו התוצאות**

כדי לענות על שאלת המחקר הראשונה, בדקתי כמה מתלמידי הכיתה השתמשו בתשובותיהם לשאלות לאחר ההתנסות במונחים של SBF, והשווייתי את המספר הזה למספר התלמידים שהשתמשו במונחים אלו במבחן שנערך לפני ההתנסות בלמידה מרווחת. בנוסף, הבאתי דוגמאות לניסוח של תשובות של תלמידים לשם הדגמה.

כדי לענות על שאלת המחקר השנייה חילקתי את תשובות התלמידים לפי היחס שלהם לשיעורי הלמידה המרווחת לעומת הלמידה ה"רגילה" משלושה היבטים: הנאה כללית, עניין ומוטיבציה

ותחושת מסוגלות עצמית, וחישבת את אחוז התלמידים שמחזיקים בכל אחד מהם. כמו כן, הבאתי ציטוטים מתשובות של תלמידים לשאלות שנגעו לתחושות שלהם ביחס לשיעורי הלמידה המרווחת. בנוסף, בדקתי האם תחושת המסוגלות העצמית של תלמידים מעידה בהכרח על מידת המסוגלות האובייקטיבית שלהם ע"י השוואה של ממוצע הציונים במבדק המסכם של תלמידים בעלי הערכת מסוגלות עצמית נמוכה לאלו של תלמידים בעלי הערכת מסוגלות עצמית גבוהה.

## **2.4. שינויים בין רצף ההוראה וההערכה המקורי לרצף ההוראה בפועל**

לאור הניסיון של השיעור הראשון, שבו בקושי הספקתי את מכסת השקופיות שתכננתי להציג בפרק זמן של 15 דקות, וגם לאור העובדה שרוב התלמידים לא הספיקו לסיים את המשימה השנייה בפרק הזמן שהוקצב, בשיעור השני קיצרתי את המצגת ואת המשימה ביחידת ההוראה השנייה. אני לא בטוחה שזו הייתה החלטה נכונה, כי חלק מהעניין בשיטת הלמידה הזו הוא שביחידות ההוראה הלמידה היא מאומצת, התלמידים צריכים באמת להתאמץ כדי לעקוב אחרי קצב מהיר של מידע. אבל מצד שני, אולי זו מיומנות שצריכה להתפתח בהדרגה.

לאור העובדה שהמקרה בכיתה הזו הוא לא מהטובים ביותר, והכיתה גדולה (פיזית), תלמידים יושבים רחוק מאד מהלוח), חשבתי שיתכן שזה גורם שמקשה על קליטת המידע שהמצגת שיחידת ההוראה הראשונה ולכן השיעור השלישי תוכנן להיות במתכונת שונה במקצת:

יחידת הוראה ראשונה: קטע מידע מודפס שיחולק לכל תלמיד וייקרא ביחד במליאה.

יחידת הוראה שנייה: צפייה בסרטון שעוסק במידע שבקטע הקריאה (במחשבים אישיים), וחיבור שאלות על הסרטון ע"י התלמידים.

יחידת הוראה שלישית: צפייה שנייה בסרטון ומענה על שאלות (שאני חיברתי) במהלכו.

לצערי הרב, לא היו לי עוד שיעורים עם הכיתה הזו ולא יכולתי להעביר את השיעור.

לקח נוסף שהפקתי מהשיעור הראשון לשני היה מה לעשות בהפסקות שבין יחידות ההוראה – בשיעור הראשון יצאנו החוצה בשתי ההפסקות, אבל ראיתי שהידעה שבעוד 15 דקות יוצאים החוצה מפריעה להם להתרכז במהלך יחידת ההוראה, ולכן בשיעור השני ההפסקה הראשונה הייתה פעילות אחרת, שלא קשורה לנלמד, אבל בכיתה, ורק ההפסקה השנייה הייתה בחוץ. ההתרשמות הכללית שלי הייתה שהדרך הזאת עדיפה, ואולי כדאי ששתי הפסקות יהיו בתחומי הכיתה (תלוי אולי במזג האוויר, במיקום הכיתה ביחס לחצר וכד').

המשימות ביחידות הוראה 2 ו-3 היו בזוגות כיוון שראיתי ערך בלמידה חברתית, ולא היה אכפת לי אם רק אחד מבני הזוג זכר או הבין פרט מסוים בכל פעם. הלימוד המשותף והעובדה שדיברו על זה היא בעצמה למידה משמעותית. מה גם שעצם ניסיון השליפה יש בו ערך לכשעצמו.

## **2.5. חומרי הלימוד וכלי ההערכה**

### **2.5.1. חומרי הלימוד**

שיעור ראשון :

| היחידה | זמן (דקות) | מה עושה המורה  | מה עושים התלמידים                              | חומרי הלימוד         | ציוד נדרש |
|--------|------------|--|--|----------------------|-----------|
| 1      | 15         | מסבירה לפי מצגת שקופיות על מבנה הלב                        | מקשיבים  | מצגת (נספח ג'1)      | ----      |
| הפסקה  | 10         | מסבירה את כללי המשחק ומשגיחה על התלמידים                   | משחקים "תופסת שרשרת"                           | ---                  | ----      |
| 2      | 15         | מחלקת דפי עבודה, מסבירה, עוברת בין התלמידים ועונה על שאלות | משלימים בזוגות פרטים במצגת שראו ביחידה הראשונה | דפים (נספח ג'2)      | כלי כתיבה |
| הפסקה  | 10         | מסבירה את כללי המשחק, משחקת עם התלמידים                    | משחקים "כדור שמות"                             | ---                  | כדור      |
| 3      | 15         | מחלקת דפי עבודה, עוברת בין התלמידים ועונה על שאלות         | עונים על שאלות                                 | דפי שאלות (נספח ג'3) | כלי כתיבה |

שיעור שני :

| היחידה | זמן (דקות) | מה עושה המורה   | מה עושים התלמידים | חומרי הלימוד | ציוד נדרש |
|--------|------------|-----------------|-------------------|--------------|-----------|
| 1      | 15         | מסבירה לפי מצגת | מקשיבים           | מצגת (נספח   | ----      |

|                  |                              |  |  |    |       |
|------------------|------------------------------|--|--|----|-------|
|                  | (ד'1)                        |  | שקופיות על מסלולי הדם                                      |    |       |
| מספריים          | דף להכנת שעון שמש (נספח ד'2) | מכניים שעון שמש                                | מסבירה כיצד להכין שעון שמש ועוברת בין התלמידים             | 10 | הפסקה |
| כלי כתיבה        | דפים (נספח ד'3)              | משלימים בזוגות פרטים במצגת שראו ביחידה הראשונה | מחלקת דפי עבודה, מסבירה, עוברת בין התלמידים ועונה על שאלות | 15 | 2     |
| שעון השמש שהכינו | ---                          | יוצאים החוצה לבדוק מה השעה בשעון השמש          | יוצאת עם התלמידים החוצה לבדוק מה השעה בשעון השמש           | 10 | הפסקה |
| כלי כתיבה        | דפי שאלות (נספח ד'4)         | עונים על שאלות                                 | מחלקת דפי עבודה, עוברת בין התלמידים ועונה על שאלות         | 15 | 3     |

שיעור שלישי (תוכן, אך לא התקיים בפועל עקב ביטולי שיעורים בסוף השנה ☹):

| היחידה | זמן (דקות) | מה עושה המורה   | מה עושים התלמידים              | חומרי הלימוד              | ציוד נדרש |
|--------|------------|-----------------|--------------------------------|---------------------------|-----------|
| 1      | 10         | מקריאה קטע מידע | מקשיבים ועוקבים אחרי הכתוב בדף | קטע מידע מודפס (נספח ה'1) | ----      |

|                     |                     |   |   |    |       |
|---------------------|---------------------|---|---|----|-------|
| פלסטלינה            | ----                | מכינים גינת<br>ירק<br>מפלסטלינה                   | נותנת הנחיה<br>להכין גינת<br>ירק<br>מפלסטלינה,<br>מחלקת<br>פלסטלינה,<br>מחלקת<br>מחשב לכל זוג | 15 | הפסקה |
| כלי כתיבה,<br>מחברת | סרטון (נספח<br>ה'2) | צופים בסרטון<br>בוזגות<br>ומחברים עליו<br>5 שאלות | נותנת<br>הנחיות:<br>לצפות<br>בסרטון<br>ולאחר מכן<br>לחבר עליו 5<br>שאלות                      | 15 | 2     |
| פלסטלינה            | ----                | מכינים חיות<br>מפלסטלינה                          | נותנת הנחיה<br>להוסיף לגינה<br>חיות<br>מפלסטלינה,<br>מחלקת<br>פלסטלינה                        | 10 | הפסקה |
| כלי כתיבה           | סרטון (נספח<br>ה'3) | צופים בסרטון<br>ועונים על<br>שאלות                | נותנת הנחיה<br>לצפות<br>בסרטון<br>ולענות על<br>השאלות<br>שבמהלכו,<br>עוברת בין<br>התלמידים    | 15 | 3     |

## 2.5.2. כלי ההערכה

שאלון מסכם – ידע:

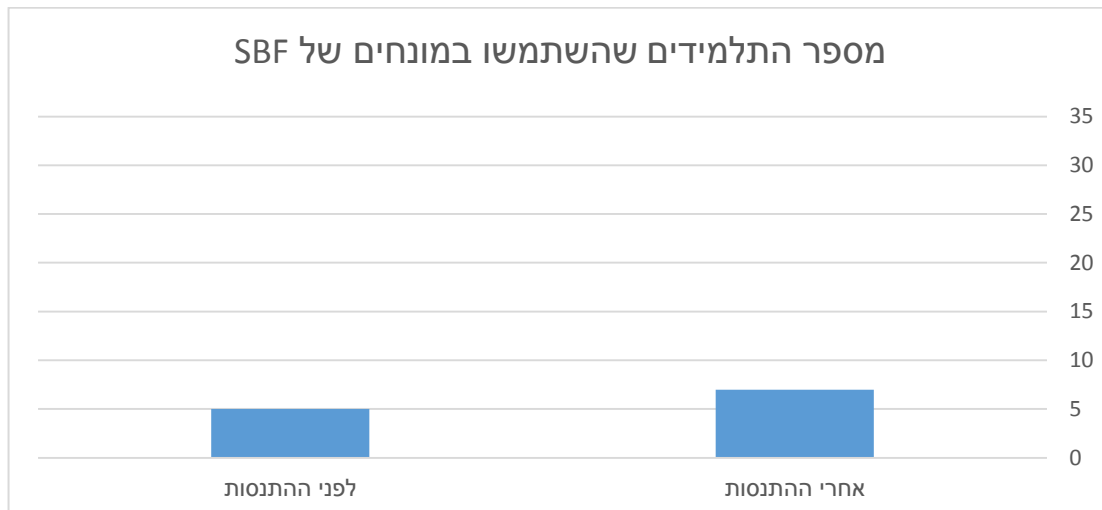


שאלון מסכם -  
ידע



### 3. תוצאות ודיון

שאלת מחקר 1: באיזו מידה תלמידים שלמדו בלמידה מרווחת מסוגלים לנתח תופעות במונחים של SBF בכדי לתאר תופעות במערכת ההובלה?



גרף 1: מספר התלמידים שהשתמשו בתשובותיהם במונחים של SBF לאחר ההתנסות לא היה שונה באופן מובהק ממספר התלמידים שהשתמשו במונחים אלו לפני ההתנסות.

מניתוח התוצאות עולה כי בקרב רוב מוחלט של התלמידים לא חל שינוי במידת השימוש שלהם במונחים של SBF בתשובותיהם לפני ואחרי ההתנסות. הסבר אפשרי לכך יכול להיות נעוץ בעובדה שבמחקר הזה לא נעשה שימוש במודל ה-SBF ככלי הוראה, כלומר לא הייתה הוראה מפורשת של רכיבי המודל ושל אופן השימוש בו תוך מתן דוגמאות וכו' כמקובל במחקרים קודמים שנעשו. במחקר הזה נעשה שימוש במודל ה-SBF ככלי אבחון, כזה שנוכחותו בתשובות התלמידים מעידה על רמת הבנה גבוהה של אופן פעולת המערכת, ולא הייתה הוראה מפורשת של המודל או של רכיביו.

עם זאת, היו מספר תלמידים שלאחר ההתנסות עשו שימוש במונחים של SBF בתשובותיהם, ואביא שני תלמידים לדוגמא:

תשובתו של יוסי (כל השמות בדויים) לשאלה שנשאלה לפני ההתנסות:

**השאלה:** הסבר בפירוט כיצד מתרחש תהליך השאיפה?

**התשובה:** בתהליך השאיפה הסרעפת מגדילה את חלל בית החזה ואוויר מבחוץ נכנס פנימה.

יוסי מתייחס בתשובתו למבנה ולתפקוד של מערכת הנשימה, אך מרכיב המנגנון נעדר מתשובתו: ישנה סרעפת (מבנה) וחלל בית החזה יכול לגדול ולקטון באמצעותה (תפקוד), אולם אין התייחסות לעובדה שהסרעפת היא שריר שיכול להתכווץ ולהתרחב וע"י כך להגדיל ולהקטין את חלל בית החזה, כלומר, אין התייחסות למנגנון שבאמצעותו מושג התפקוד. בנוסף, אין התייחסות למנגנון הפיזיקלי של השוואת לחצים שנלמד מוקדם יותר במסגרת הנושא של מודל החלקיקים ורוען בנושא מערכת הנשימה.

**תשובתו של יוסי לשאלה שנשאלה לאחר ההתנסות:**

**השאלה:** ליאור קרא בספר את הקטע שלפניכם: "לחרקים יש מערכת נשימה הבנויה מרשת מסועפת של צינורות הנקראים "טרקאות". צינורות אלה מובילים אוויר מן הפתחים שבצדי הגוף של החרק אל כל תא בגופו. כך מגיע החמצן מן האוויר שבחוץ ישירות אל תאי הגוף". על סמך הקטע הסיק ליאור שהדם של החרקים אינו אדום. הסבירו כיצד הגיע ליאור למסקנה הזו.

**התשובה:** דם של חרקים אינו אדום מפני שאין בדם שלהם תאי דם אדומים המובילים חמצן, כי כתוב שהוא מגיע בטרקאות ישירות לתאים.

בתשובתו זו, יוסי מתייחס הן למבנה של מערכת ההובלה (דם מכיל תאי דם אדומים), הן לתפקוד שלה (הובלת חמצן) והן למנגנון שבאמצעותו מתבצע התפקוד (תאי הדם האדומים יכולים לשאת חמצן).

**דוגמא נוספת לתלמידה שנעשתה מודעת יותר לרכיב המנגנון בתופעות ניתן לראות בתשובותיה של מיכל:**

**השאלה לפני ההתנסות:** הסבר מה היתרון בעובדה שהריאות מורכבות מנאדיות קטנטנות רבות ולא משני "שקי" אוויר גדולים?

**התשובה:** בסך הכל, הנפח של כל הנאדיות שווה לנפח של שני שקי האוויר, אבל בצורה של נאדיות החמצן עובר מהר יותר לדם.

בתשובתה של מיכל קיימים רכיבי המבנה (נאדיות לעומת שקים גדולים) והתפקוד (העברת חמצן לדם), אולם גם מתשובה זו נעדר מרכיב המנגנון (להרבה נאדיות יש שטח פנים גדול יותר מאשר לשני שקים בעלי נפח זהה, ולכן חילוף הגזים בין נאדיות הריאה לבין נימי הדם יהיה מהיר יותר).

**השאלה לאחר ההתנסות:** תינוקות מסוימים נולדים עם מום ובו קיים חור במחיצה המפרידה בין שני חלקי הלב-הימני והשמאלי. מדוע חשוב לתקן מום זה?

**התשובה:** אם יש חור במחיצה דם מהחלק הימני של הלב, שהוא עני בחמצן, יתערבב עם דם מהחלק השמאלי של הלב, שהוא עשיר בחמצן, ואז יגיע לתאים דם שיש בו פחות חמצן מאשר אם היה מגיע דם רק מהחלק השמאלי.

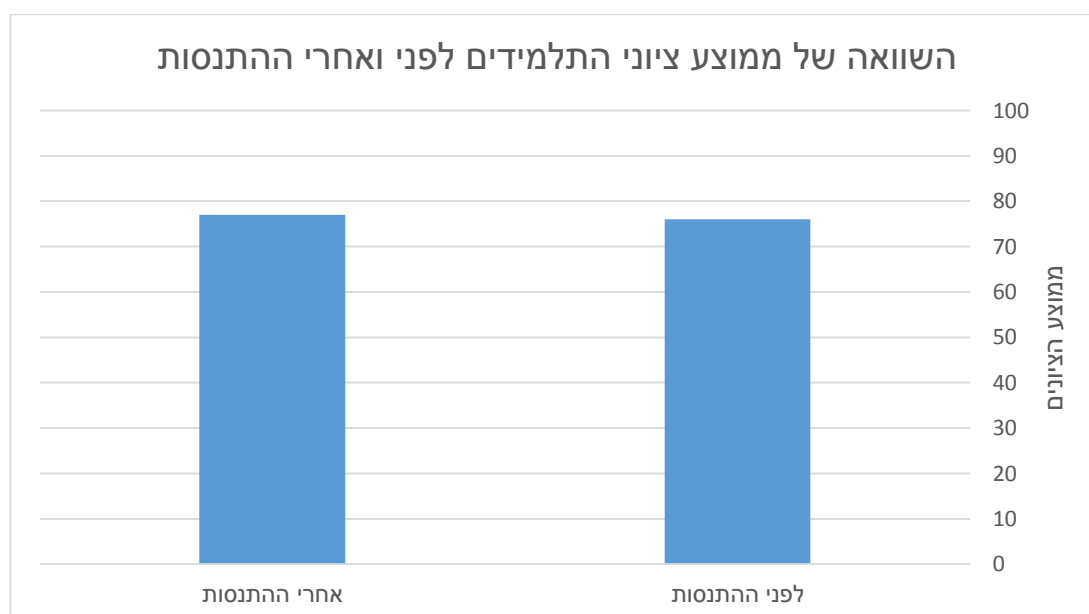
בתשובה זו נכללים כל מרכיבי ה-SBF : הן המבנה של הלב (1). מחיצה מפרידה בין שני צדדי הלב  
2. בכל צד זורם דם בעל הרכב חמצן שונה), הן התפקוד שלו (רלוונטי לכאן-העברת דם מחומצן  
לתאים), והן המנגנון (דם מהצד השמאלי, המחומצן, הוא זה שמגיע לתאים).

מדוגמאות אלו (ונוספות שלא מובאות כאן) ניתן לומר שלפחות חלק מהתלמידים מודעים יותר  
כעת, לאחר ההתנסות, גם לרכיב המנגנון בתהליכים ביולוגיים, והם משתמשים בכל מרכיבי ה-  
SBF כדי להסביר את התופעות שנשאלו עליהן.

לעומת יוסי ומיכל, תשובותיהם של רוב התלמידים האחרים, כדוגמת שי, נשאר חסרות את  
מרכיב המנגנון גם לאחר ההתנסות :

התשובה של שי לשאלה על צבע הדם של החרקים : דם של חרקים לא אדום מכיוון שהחמצן מגיע  
ישר לתאי הגוף ולא עובר בדם. שי לא מתייחסת בתשובתה לכל ההיבטים של SBF אלא רק  
לתפקוד של מערכת ההובלה : היא מבינה שהתפקוד של מערכת ההובלה הוא להוביל חמצן  
לתאים, אבל היא לא מתייחסת למבנה שלה כמכילה תאי דם אדומים, וגם לא למנגנון  
שבאמצעותו מתבצעת ההובלה הזו.

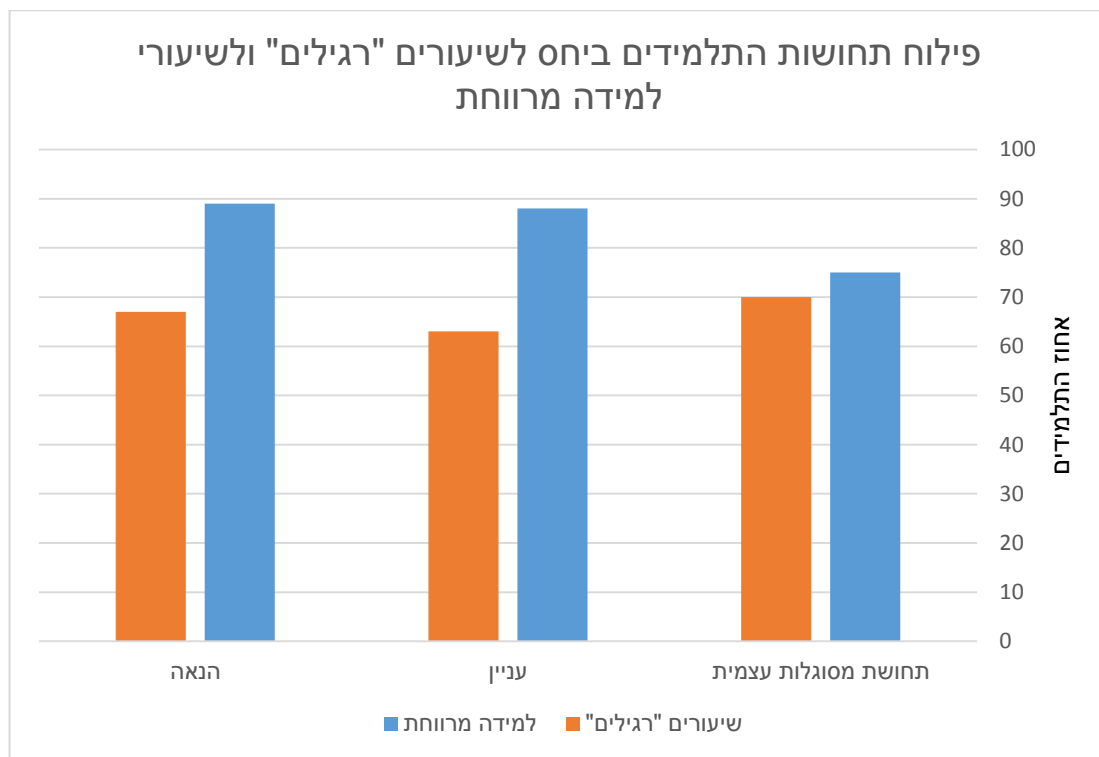
מהשוואה של ממוצע ציוני התלמידים במבדק שנערך בתום הלימוד בשיטת הלמידה המרווחת  
לממוצע ציוני התלמידים שנערך בתום יחידת לימוד בשיטת הוראה "רגילה" עולה כי למרות  
שהלימוד בשיטת הלמידה המרווחת לא הביא, ככל הנראה, להבנה מעמיקה של מערכת ההובלה  
בקרב התלמידים (אשר שימוש במונחים של SBF היה מעיד על רכישה של הבנה כזו), נראה שבכל  
זאת הושגה רמת הבנה טובה שאינה נופלת מרמת ההבנה אותה ניתן להשיג באמצעות שיטות  
לימוד "רגילות".





גרף 2: ציוני התלמידים לאחר ההתנסות לא היו שונים באופן מובהק מציוניהם במבחן לפני ההתנסות.

**שאלת מחקר 2: כיצד תלמידים מעריכים את ההנאה והעניין שלהם משיעורים שנלמדים במתכונת של למידה מרווחת, ובאיזה אופן הם מעריכים את המסוגלות שלהם בעקבות שיעורים כאלו?**



גרף 3: תלמידים מעריכים את ההנאה, העניין והמסוגלות שלהם בשיעורי למידה מרווחת לעומת שיעורים "רגילים".

מעיון בגרף עולה כי מרבית התלמידים נהנו משיעורי הלמידה המרווחת ומצאו בהם עניין רב יותר מאשר בשיעורים "רגילים". ביחס להיבט תחושת המסוגלות העצמית לא היה הבדל גדול בתחושות התלמידים בשיעורי למידה מרווחת לעומת שיעורים "רגילים".

**ציטוטים מתוך תשובות של תלמידים לשאלות שנגעו לתחושותיהם ביחס לשיעורי למידה מרווחת:**

היו תלמידים שממד ההנאה היה חיובי אצלם:

"לדעתי צריך להמשיך בלמידה מרווחת כי זה יותר כיף"

”בשיעורי למידה מרווחת הצלחתי להתרכז יותר”

”זה טוב שיש הפסקה בין כל קטע למידה משום שיש יותר זמן מנוחה וזה עוזר להתרכז יותר”

”אהבתי שיש לפעמים הפסקות ואפשר להתרענן ולנקות את הראש”

מנגד, היו תלמידים שהעומס בפרקי הלמידה הכביד עליהם:

”במהלך השיעורים אני לא כל כך נהניתי מרוב העומס”

”זה יותר מדי, אי אפשר ללמוד כל כך הרבה”

**ציטוטים מתוך תשובות של תלמידים שנגעו לתחושת מסוגלות עצמית בעקבות שיעורי למידה מרווחת:**

היו תלמידים שתחושת המסוגלות העצמית שלהם במהלך השיעור הייתה גבוהה:

”עכשיו אני מרגישה שאני יכולה להצליח”

”הרגשתי שידעתי כמעט את כל המידע שהיה צריך להשלים”

”ידעתי את רוב הפרטים”

לעומתם, היו תלמידים שבמהלך השיעור חשו לא בטוחים בידע שלהם:

”האמת שאני לא בטוחה בשאלות בכלל”

”לא הרגשתי שידעתי הכל”

”לא הרגשתי שזה בטוח שעניתי נכון”

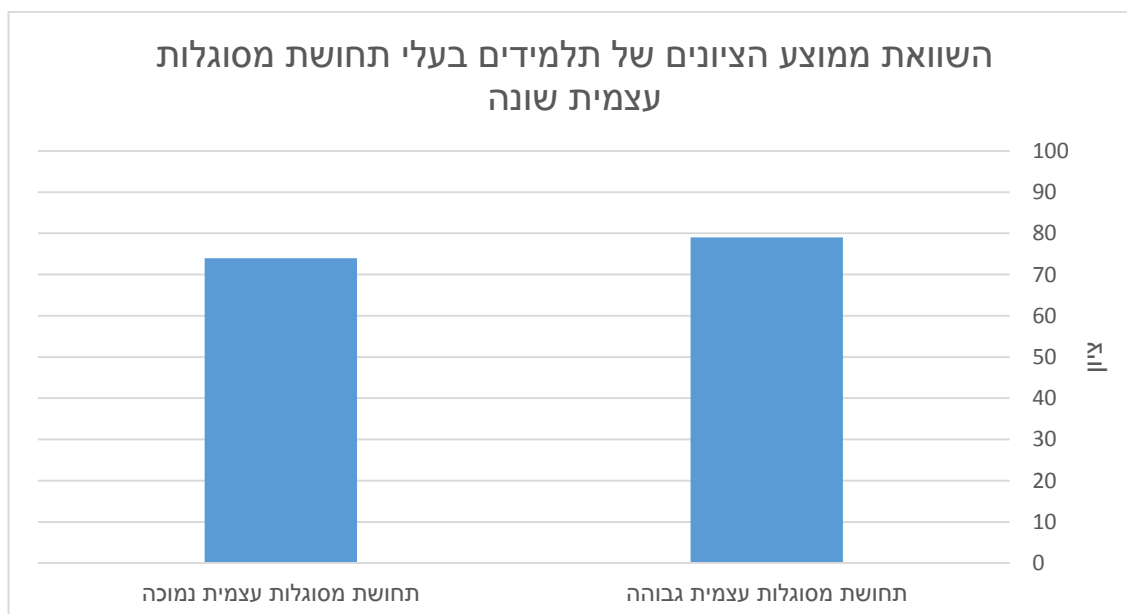
יש לציין, שממד הנאה וממד תחושת המסוגלות העצמית לא בהכרח מתחייבים זה מזה. כך, למשל, כותב ל': ”במהלך השיעור הרגשתי שיותר קל לי ללמוד והרגשתי גם יותר נוחות בשיעור, אבל אני לא בטוח שלמדתי מזה יותר דברים”.

אני מניחה שהאופי הדינמי של השיעורים והאקטיביות שנדרשה מהתלמידים לאורך כל השיעור תרמו רבות לתחושת העניין וההנאה. מצד שני, הידע נרכש בשיעורים כאלה ב”דלת האחורית”, והתלמיד פעמים רבות לא מודע לעובדה שהוא כרגע, בזמן ההפסקה, בעצם לומד, ולכן לא מפתיעה העובדה שתלמידים רבים לא חוו תחושת מסוגלות גבוהה, למרות שהמבחן המסכם העיד שהם יודעים מה שלמדו.

**שאלת מחקר 3: מה הקשר בין ההערכה הסובייקטיבית של התלמידים את המסוגלות העצמית שלהם לבין המסוגלות האובייקטיבית שלהם?**

מניתוח התוצאות עולה עוד, כי גם ממד תחושת המסוגלות העצמית וממד המסוגלות בפועל לא בהכרח מתחייבים זה מזה. כך, למשל, לא היה הבדל משמעותי בציוני המבדקים של התלמידים

שטענו שהרגישו שידעו את החומר לבין הציונים של תלמידים שהרגישו שלא ידעו (כלומר, גם תלמידים שהרגישו שלא ידעו את החומר, בעצם ידעו אותו בדיוק כמו אלו שהרגישו שכן ידעו):



גרף 4: הקשר בין תחושת המסוגלות של התלמידים לבין המסוגלות האובייקטיבית שלהם.

## 4. סיכום ורפלקציה

### 4.1. סיכום של המחקר

המטרות של המחקר הזה היו שתיים: אחת נגעה לפן התוכני- כיצד ללמד את הנושא "מערכת ההובלה", שהוא נושא מרכזי בלימודי הביולוגיה, באופן שיביא להבנה מערכתית טובה שלו ע"י התלמידים בפרק זמן קצר, והשנייה נגעה לפן החווייתי של לימודי המדעים- כיצד להעלות את מידת ההנאה והעניין של התלמידים משיעורי המדעים. בנוסף, רצינו לבדוק האם שיעורים בשיטת הלמידה המרווחת יעלו את תחושת המסוגלות העצמית של התלמידים. כלומר, הבעיות שניצבו בפניי כמורה הן כיצד לסייע לתלמידי לרכוש הבנה מערכתית טובה של מערכת ההובלה, וכיצד להעלות את המוטיבציה שלהם ללמוד מדעים.

אני חושבת שהחשיפה הראשונה שלי למקורות שנתנו לי השראה למחקר הזה הייתה בקורס נוירוביולוגיה במכון. בקורס הוזכרה, ממש במילים ספורות, השיטה של למידה מרווחת, ובחומרי ההעשרה באתר הקורס הייתה הפנייה ל"מדריך למורה" אודות השיטה. אני חושבת שכשקראתי את המדריך הזה התחלתי לחשוב שאולי השיטה הזו יכולה לתת מענה לבעיות שלי: מדובר בשיטה שמאפשרת יצירה וחיזוק של מערכות קשרים עצביות במהלך השיעור הודות להפסקות בין פרקי הלמידה. כלומר, השיטה מאפשרת למידה יעילה יותר מאשר למידה "רגילה". בנוסף, העובדה שישנן הפסקות במהלך השיעור שבהן התלמידים עושים פעילויות כיפיות, בשילוב עם גורם האתגר שנוסף לשיעור ברגע שהמשימות קצובות בזמן, היה נראה לי מתאים כדי לענות על

בעיית המוטיבציה. מה גם שבאופן כזה התלמיד חייב להיות מעורב ופעיל לאורך רוב השיעור, דבר שמתיישב עם גישת הלמידה הקונסטרוקטיביסטית שמעודדת הבניה של הידע ע"י התלמיד בעצמו ועשויה לתרום גם באופן הזה להעלאת המוטיבציה שלו.

אולם קריאה של אותו מדריך למורה בלבד לא הספיקה על מנת להבהיר לי די הצורך איך בדיוק עובדים בשיטה הזו, לאיזה סוג שיעורים היא מתאימה ומה אפשר להפיק ממנה. לכן פניתי לאפרת פירסט, שתרגמה את המדריך הזה לעברית ועוסקת בתחום, והיא סייעה לי רבות בעיבוד וליבון הרעיון שעומד מאחורי השיטה כך שיהיה יותר ברור לי (למשל, הנושא של הקשר בין זיכרון להבנה) ונתנה לי דגשים ללימוד בכיתה (כמו חשיבות השליפה, קישור לידיע קודם וכו').

גם המאמר של קלי ווטסון (Kelley & Whatson, 2013) שמתאר בי"ס שמלמד בשיטה הזו סייע לי רבות להבין הן את רוח הדברים והן את אופן ההתנהלות בפועל עם השיטה.

ולבסוף יש להזכיר כמובן את הדיונים במהלך הקורס בפיתוח חומרי למידה והערכה, הן כאלו שבהם העבודה שלי הייתה נושא הדיון והן כאלו שבהם עבודות של אחרים היו הנושא. בכל דיון כזה עלו נקודות חדשות למחשבה, זוויות חדשות להסתכלות ורעיונות אפשריים לביצוע, כמו גם ביקורת שהיוותה מנוף לשינוי והתקדמות.

באשר ליישום בפועל, למרות שההצעה למהלך השיעור כפי שהיא מופיעה באותו מדריך למורה שהזכרתי קודם לכן היא בגדר הצעה בלבד ונתונה לשינוי לפי שיקול דעתו של המורה, הרי שמכיוון שמדובר בהתנסות ראשונית שלי בשיטה הזו, החלטתי שבתור התחלה אבנה את השיעורים לפי אותה מתכונת. (לאחר שרכשתי בטחון ולמדתי מה מתאים לכיתה הספציפית שלי, תכננתי שיעור מעט שונה, אולם הוא לא יצא אל הפועל מסיבות טכניות שלא היו תלויות בי).

## 4.2. השלכות לעתיד

מניתוח התוצאות עולה כי מטרות המחקר לא הושגו במלואן. המטרה הראשונה הייתה לפתור את בעיית ההבנה של הנושא "מערכת ההובלה", אולם התלמידים לא הראו הבנה מערכתית טובה גם בסוף ההתנסות. בדיעבד, אני חושבת שמספר סיבות הביאו לכך שהבעיה לא נפתרה. אחת מהן היא מספר השיעורים המועט שלא איפשר להקיף את כל החומר, אפילו בשיטת הלמידה המרווחת. סיבה נוספת עשויה להיות הצורך בשילוב של מספר שיטות הוראה כדי להגיע להבנה מעמיקה ומקיפה של הנושא, למידה מרווחת לבד אולי לא מתאימה תמיד. וסיבה אחרונה עשויה להיות העובדה שנדרשה מהתלמידים עצמאות רבה מדי בתהליך הלמידה, לא בשיעורים עצמם, אלא במבדק המסכם - ציפיתי מהם להשתמש במונחים של SBF מבלי שלימדתי אותם איך לעשות זאת. אני חושבת שבעתיד יש מקום להורות בדרך המקובלת של שוליינות קוגניטיבית, להציג את מודל ה-SBF, להסביר מהם הרכיבים במודל ולתת דוגמאות כיצד משתמשים בהם. באופן כזה אני חושבת שיש סיכוי גבוה יותר שהתלמידים ירכשו הבנה טובה יותר של הנושא ושל האופן שבו הם יכולים להיעזר במודל כדי להבין את התופעות במערכת. יתרון נוסף בכך הוא שדרך ההערכה תהיה תואמת יותר לדרך ההוראה.

המטרה השנייה של המחקר הייתה להעלות את רמת ההנאה והעניין של התלמידים משיעורי מדעים, ולבדוק האם יש לשיעורי למידה מרווחת השפעה על תחושת המסוגלות העצמית שלהם. אני חושבת שהמטרה הזו הושגה ברובה, שכן מספר התלמידים שנהנו ומצאו עניין בשיעורי למידה מרווחת היה רב יותר ממספר התלמידים שמצאו עניין והנאה בשיעורים "רגילים". עם זאת, יש מקום לשפר את השאלונים. למשל, בשאלון שבדק את תחושות התלמידים היו חסרות שאלות סגורות, ממוקדות יותר, כדוגמת: השתמש במספרים 1-5 כדי לדרג עד כמה אתה נהנה משיעורי מדעים "רגילים" ועד כמה אתה נהנה משיעורי למידה מרווחת. שאלה כזאת הייתה מספקת לי עוד מידע לגבי עד כמה נהנו התלמידים משיעורי למידה מרווחת ביחס לשיעורים "רגילים", ולא רק לגבי מספר התלמידים שנהנו יותר מהשיעורים הללו.

### 4.3. דברים שלמדתי על עצמי כמורה

על אף שאין דבר כזה "הוראה קונבנציונלית", הרי שההתנסות הזו בשיטת לימוד שהיא כל כך שונה מכל השיטות ה"רגילות" הייתה עבורי חוויה מאד מלמדת. ראשית, בתחילת ההתנסות שיתפתי את התלמידים ברציונל וברקע המדעי שעומד מאחורי השיטה של למידה מרווחת. בכלל, מאז שהתחלתי את הלימודים נהגתי לשתף את התלמידים בידע שרכשתי, הן פדגוגי והן ביולוגי, אבל הפעם הם היו ממש שותפים למחקר וזה יצר אצלם, וגם אצלי, התלהבות והתרגשות. אני חושבת שזה מאד נכון לשתף את התלמידים במה שאני, כמורה, לומדת, ולהראות להם את המכלול המורכב הזה שנקרא "כיתה" מכל מיני נקודות מבט.

דבר נוסף שלמדתי על עצמי הוא שאם אני מאמינה במשהו, אני אעשה את כל המאמצים כדי לנסות לגרום לזה להצליח. אני לא חושבת שהייתי יכולה להיות כל כך מסורה למחקר אחר שלא הייתי מאמינה ברציונל שעומד מאחוריו. במחקר הזה הרעיון היה נשמע לי הגיוני מבחינה מדעית, ולכן התאמצתי לנסות ליישם אותו. הפספוס העיקרי שאני מרגישה כרגע הוא בכך שלא התחלתי את המחקר בתחילת השנה, כך שבפועל היו לי מעט מאד שיעורים שלימדתי בשיטה הזו. זו ממש מהפכה שגם אני וגם התלמידים צריכים להתרגל אליה, וחבל שלא הייתה הזדמנות משמעותית לעשות זאת.

קונסטרוקטיביזם, בעיניי, היא שיטת הוראה לא מודעת, שהמורה פועל לפיה בכל שאלה, דו-שיח, דיון, הנחיה וכו' ובעצם בכל אינטראקציה שיש לו עם התלמידים כיחידים ועם הכיתה כמכלול. אני חושבת שלמרות שזה לא היה הדגל במחקר הזה, אין ספק שגם השיעורים שנלמדו במתכונת של למידה מרווחת הכילו אלמנטים משמעותיים של קישור לידע קודם של התלמיד ותהליך הבניה שלו את הידע החדש שהוא רוכש ביחס לידיעותיו הקודמות.

העיקרון של שוליינות קוגניטיבית נראה לי, בדיעבד, מאד נכון ומאד חסר במחקר שלי. כל המחקרים שעוסקים במודל של SBF מדברים עליו ככלי הוראה שיש להדגים לתלמידים כיצד להשתמש בו, ואילו אני ניסיתי במחקר הזה להביא את התלמידים להשתמש בו מבלי שלימדתי אותם. זו כנראה הייתה חשיבה מוטעית, ולצערי גיליתי זאת רק כשבדקתי את תשובות התלמידים במבחן המסכם. אני חושבת שלהבא אשתמש במודל בדרך ה"קונבנציונלית", וכן יש

חשיבות לעריכת מבחני ביניים שמאפשרים "חישוב מסלול מחדש" תוך כדי המחקר ולא רק  
בדיעבד.

”למידה מרווחת - יוצרים זכרונות שנשארים”. (אין תאריך). (א' פירסט, מתרגמים)

- Ben-Zvi Assaraf, O., Dodick, J., & Tripto, J. (2013, February). High School Students' Understanding of the Human Body System. *Research in Science Education*, 33-56.
- Dudai, Y. (2003). The Neurobiology of Consolidations, Or, How Stable is the Engram? *Annual Review Of Psychology*, 51-86.
- Fields, R. D. (2005). Making Memories Stick. *Scientific American*, 74-81.
- Gerbier, E., & Toppino, T. C. (2015). The effect of distributed practice: Neuroscience, cognition, and education. *Trends in Neuroscience and Education*, 49-59.
- Goel, A., Rugabe, S., & Vattam, S. (2009). Structure, behavior, and function of complex systems: The structure, behavior, and function modeling language. *Artificial Intelligence for Engineering Design, Analysis and Manufacturing*, 23, 23-35.
- Hashem, K., & Mioduser, D. (2011). Promoting Complex Systems Learning through the use of Computer Modeling. *World Academy of Science, Engineering and Technology*.
- Henson, R. (2003). Neuroimaging studies of priming. *Progress in Neurobiology*, 53-81.
- Hmelo-Silver, C. E., & Azevedo, R. (2006). Understanding Complex Systems: Some Core Challenges. *Journal of the Learning Sciences*, 53-61.
- Hmelo-Silver, C. E., & Pfeffer, M. G. (2004). Comparing expert and novice understanding of a complex system from the perspective of structures, behaviors, and functions. *Cognitive Science*, 127-138.
- Kelley, P., & Watson, T. (2013). Making long-term memories in minutes: a spaced learning pattern from memory research in education. *Frontiers in Human Neuroscience*.
- Shafto, . G., & Langley, . (Eds.). (1997). *Nineteenth Annual Conference of the Cognitive Science Society*. Stanford University: Psychology Press.
- Vattam, S. S., Goel, A. K., Rugaber, S., Hmelo-Silver, C. E., Jordan, R., Gray, S., & Sinha, S. (2011). Understanding Complex Natural Systems by Articulating Structure-BehaviorFunction. *Educational Technology & Society*, 66-81.

