



מכון הנרייטה סאלד
המכון הארצי למחקר במדעי ההתנהגות

**תכנית PBL - פתרון בעיות
בתחומי מדע וטכנולוגיה
בבתי ספר בצפון הארץ
קדימה מדע – World Ort
סיכום ממצאי הערכה
תשע"ו**

2016

ד"ר עידית מני-איקן, ציפי בשן וענת מרמור

תוכן עניינים

4	מגמות עיקריות
8	רקע
8	מבוא
9	מטרות התכנית
9	מטרות ההערכה
10	אוכלוסיית המחקר
10	כלי המחקר
	סיכום הממצאים
11	א. אופן יישום מטרות תכנית PBL
12	ב. עמדות כלפי הלמידה בתכנית PBL
12	1. הזמן המוקצב לתכנית
12	2. העבודה בקבוצות
14	3. בחירת הבעיה שנחקרה והסיבות לבחירתה
15	4. רכישת מיומנויות המאה ה-21
19	5. עמדות כלפי השימוש בפורטל
20	6. עמדות כלפי תרומת התכנית
	ג. הערכת התלמידים
24	1. הערכת ידע מדעי – מושגים מדעיים
25	2. הערכת התוצר
26	ד. תפקיד המורה
26	ה. קהילת מורים לומדת
27	ו. מדריכים/מנחים חיצוניים – מכללת תל חי
27	1. מודל העסקה תשע"ו
28	2. עמדות המורים – נקודות עיקריות
29	3. עמדות התלמידים – נקודות עיקריות
30	4. עמדות המדריכים – נקודות עיקריות
34	ז. קשיים, אתגרים והמלצות
37	ח. סיכום התהליך שעברו המורים – דוגמאות מהשדה
38	מקורות

כל היופי בתכנית שלא צריכים ללמד אותנו איך לחקור. אנחנו צריכים ללמד את עצמנו ועם הצוותים שלנו, וכל אחד עם המוח שלו שילמד בעצמו איך לחקור... נחשפים להמון עולמות. דרך הלימוד הרבה יותר טובה כי כיף לי ללמוד, זה נושא שאני בחרתי ללמוד אותו! כשיש לי את חופש הבחירה תמיד יהיה לי כיף יותר ללמוד (תלמידים בית ספר 5)

בחויה שלי זאת ההוראה... זו הייתה חוויה מאוד מאוד משמעותית מבחינת הילדים – החופש, היצירתיות, התרגול בעולם של הגדולים, חשיבה חזאת של פתרון בעיות היא באמת חשיבה שאתגרה אותם... הדרך הזו של הלמידה וההנחיה אפשרה ממש מגע אישי עם התלמידים... אני חושבת שהיה שווה להשקיע עם הילדים גאים, יש תוצר (מורה בית ספר 6) –



מגמות עיקריות

א. עמדות כלפי הלמידה בתכנית PBL

1. הזמן המוקצב לתכנית

מרבית התלמידים (כ-68%, $n=120$) ציינו כי הזמן שהוקצב לעבודה בתכנית היה מספק ו-21% ($n=38$) ציינו כי הזמן היה קצר מדי.

2. העבודה בקבוצות

יותר משליש מהתלמידים (37%, $n=66$) ציינו כי קבוצות העבודה מנו שלושה תלמידים, כרבע מהם (28%, $n=51$) – ארבעה תלמידים וכרבע (24%, $n=43$) – שני תלמידים; 79% ($n=141$) ציינו כי הרכב הקבוצות נקבע לרוב על פי החברויות בין התלמידים.

3. בחירת הבעיה הנחקרת והסיבות לבחירתה

מרבית התלמידים (74%, $n=132$) ציינו כי הבעיה שבה בחרו להתמקד בעבודתם נבחרה לרוב על ידם ולעיתים (17%, $n=30$) הם נעזרו במורה, ובודדים ציינו כי הבעיה נבחרה על ידי המורה.

מרבית התלמידים (64%, $n=115$) ציינו כי הבעיה שאותה הם בחרו קשורה לחיי היומיום שלהם, יותר משליש (38%, $n=69$) ציינו את העניין שבמצאית פתרון לבעיה וכשליש (31%, $n=55$) – החשיבות של תרומה לאנושות.

4. רכישת מיומנויות המאה ה-21

על פי התלמידים המיומנויות העיקריות שאותם רכשו במידה רבה בתכנית כללו חיפוש מקורות מידע (66%), תכנון ניסויים ועריכתם (כ-60%), ניסוח בעיה (56%) והכנת פוסטרים (51%). מיומנויות שכיחות פחות הן בעיקר הכנת סרטים (6%) ועבודה עם מדפסת תלת ממדית (10%), הצגה בפני הכיתה (28%) ומתן משוב לחבריהם (23%) וכן שימוש בתוכנת אקסל (כ-25%).

תשובות המורים דומות לתשובות התלמידים, והם ציינו כי המיומנויות העיקריות שרכשו התלמידים במידה רבה בתכנית כללו: ניסוח בעיה (14 מורים), חיפוש מקורות מידע וסיכום המידע ($n=13$), תכנון ניסויים ועריכתם ($n=13$), למידת מושגים חדשים ($n=10$). מיומנויות שכיחות פחות הן הכנת סרטים (מורה אחד) ועבודה עם מדפסת תלת ממדית – אף אחד מהמורים.

תוצר סופי: מחצית מהמורים ($n=8$) ציינו שמחצית מקבוצות התלמידים ומעלה הגיעו לתוצר סופי, ומחציתם ($n=8$) ציינו שכרבע מהקבוצות ומטה.

השוואה בין תשע"ו לתשע"ה

בהשוואה בין תשע"ו לתשע"ה נמצא כי קיים הבדל מובהק סטטיסטית שמשמעותו ירידה ברכישת המיומנויות בתחום המדעי (בסולם מ-1-5): תכנון ניסוי – ממוצע 3.5 בתשע"ו לעומת 4.0 בתשע"ה; עריכת ניסוי – 3.5 בתשע"ו לעומת 3.9 בתשע"ה; שימוש בתוכנות שונות – ממוצע 3.1 בתשע"ו לעומת 3.5 בתשע"ה; סיכום ממקורות מידע וניתוח נתונים – ממוצע 2.8 בתשע"ו לעומת 3.2 בתשע"ה והכנסת נתונים לאקסל – ממוצע 2.3 בתשע"ו לעומת 2.7 בתשע"ה. בד בבד ניכרת עלייה במיומנויות בתחום הטכנולוגי ובניית התוצר (בסולם מ-1-5): בניית אב טיפוס – ממוצע 3.1 בתשע"ו לעומת 2.2 בתשע"ה; הכנת סקיצה למוצר – 3 בתשע"ו לעומת 2.3 בתשע"ה וכן בשימוש במסמך שיתופי – ממוצע 3.0 בתשע"ו לעומת 2.6 בתשע"ה והכנת מצגות – ממוצע 2.7 בתשע"ו לעומת 2.2 בתשע"ה.

5. עמדות כלפי השימוש בפורטל

מרבית המורים ($n=11$) השתמשו בפורטל, שלושה מורים השתמשו בו מעט או רק בתחילת השנה, מורה אחת השתמשה באתר האישי שלה ומורה אחד כלל לא השתמש.

שמונה מורים ציינו כי כל התלמידים השתמשו בפורטל, שישה – מעל למחציתם, ושני מורים ציינו כי כמחצית מהתלמידים ומטה השתמשו בו.

רוב התלמידים (68%; $n=119$) ציינו כי הם השתמשו בפורטל, כרבע מהם (28%; $n=49$) לא השתמשו בו ושבעה תלמידים השתמשו באתר אחר.

כמחצית מהתלמידים (54%; $n=96$) סברו שתרומת השימוש בפורטל היא מעטה עד לא קיימת, 22% ציינו כי תרומתו בינונית ו-21% סברו שתרומתו רבה.

6. עמדות כלפי תרומת התכנית

עמדות התלמידים: שניים מבין מאפייני התכנית נמצאו כתורמים במידה הרבה ביותר – בחירת הבעיה על ידי התלמידים: העלאת רעיונות (65%) ומציאת פתרונות לבעיה (67%), והעבודה בקבוצות – ההנאה שבעבודה בקבוצה (67%) והמסוגלות לעבוד בקבוצה (65%). עוד נראה כי רוב (49%) התלמידים אינם משתעממים בשיעור.

דברים דומים עלו גם בשביעות רצונם של התלמידים מרכיבי התכנית, שבאה לידי ביטוי במידה רבה בעיקר מהעבודה בקבוצה (57%), הבעיה שנבחרה על ידם (51%), בחירת הפתרון לבעיה (55%) וחופש הפעולה בלמידה (51%) וכן, סיוע המורה (50%).

שביעות רצון פחותה נמצאה בסיוע של מנחה חיצוני (37%), בתכנים המדעיים שנלמדו (37%) ובהתנסות בתחום הטכנולוגי (34%).

עמדות המורים: גם מתשובות המורים ניכר כי שניים מבין רכיביה של התכנית נמצאו כתורמים במידה הרבה ביותר – רוב המורים ($n=15$) ציינו כי לתלמידים הייתה הזדמנות להעלות רעיונות



ולפתרון בעיות ($n=14$) והם עודדו אותם לשאול שאלות ($n=14$). ובנוסף, העבודה בקבוצות – המסוגלות לעבוד בקבוצה ($n=12$) וההנאה שבכך ($n=12$).

על פי המורים נראה כי גם הם וגם והתלמידים נהנו מהתכנית וממאפייניה – היא עודדה סקרנות ($n=10$), יצירתיות ($n=10$), עבודה עצמית ($n=9$) וקבלת משוב ($n=10$), והם גאים להשתתף בה ומקווים להמשיך וללמד בשיטה זו ($n=11$).

השפעת ההשתתפות בפרויקט על כוונת התלמידים לבחור במגמות מדעיות בתיכון: רוב התלמידים ציינו כי השתתפותם בתכנית לא תשפיע על בחירתם במגמות מדעיות ($n=114$; 64%) וכרבע מהם ($n=28$; 16%) טענו כי ההשתתפות בתכנית דרבנה אותם לבחור במגמה מדעית. מאידך, מיעוט ($n=8$; 5%) ציין כי בעקבות ההשתתפות בתכנית החליט לא לבחור במגמה מדעית בתיכון.

הערכת התלמידים

התלמידים שהשתתפו בתכנית הצליחו במידה בינונית עד רבה, באופן ממוצע, בכל התחומים הקשורים **בבחינת הידע המדעי** (בסולם מ-1-5), במיוחד בתחומים של הכרת מושגים (3.7), הכרת כללי טבע (3.6) ויכולת העברת ידע (3.6). בנוסף, ניכרת הצלחה במידה רבה, באופן ממוצע, בתחום של **הערכה תוצר**, ובעיקר במידת העצמאות בהכנתו (4.5), במידת המענה לבעיה (4.2), במקוריות (4.0) ובאיכות התוצר (4.0).

ב. תפקיד המורה

על פי **התלמידים** המורה משמש בתפקיד של מנחה-מנטור המלווה את תהליך הלמידה ולומד בעצמו מושגים חדשים. האחריות על הלמידה מוטלת על התלמידים, ומתחזקת האינטראקציה בין המורה לתלמידים.

על פי **המורים** תפקידם הוא בעיקר הנחיה ועזרה לתלמידים, הקניית מיומנויות והרגלי למידה, העברת האחריות ללמידה לתלמידים.

ג. קהילת מורים לומדת

משאלון המורים נמצא כי מרביתם ($n=11$) השתתפו במפגשים, שלושה השתתפו רק לעיתים ושני מורים לא השתתפו כלל.

כל המורים ציינו כי המפגשים משמשים כר פורה ללמידה וקבוצות חשיבה. תרומת המפגשים באה לידי ביטוי בדרכים שונות, ביניהן: שיתוף בהצלחות ובקשיים, סיעור מוחות והיחשפות לרעיונות חדשים, בניית כלים ייחודיים וכן בתחושה של חוויה חברתית.

ד. מנחים חיצוניים – מכללת תל חי

מרבית המורים ($n=12$) נעזרו בשני מדריכים ממכללת תל חי, שניים מהם – במדריך אחד ושניים כלל לא הסתייעו בהנחיה חיצונית.

רוב התלמידים ציינו כי הם נעזרו במומחים, מבית הספר או מחוצה לו, בנוסף למורה למדעים. 37% ($n=80$) מהם ציינו כי המנחים הועילו להם במידה גבוהה, 24% ($n=42$) – במידה בינונית ו- 29% ($n=50$) – במידה נמוכה.

ה. קשיים ואתגרים

- **רכיבי התכנית** – התכנית עמוסה במטרות ומשלבת רכיבים רבים, דבר הדורש מהתלמידים מיומנויות מגוונות והכנה רבה עוד לפני ההגעה לכיתה ט' – לעיתים מיומנויות שלא עסקו בהן מספיק בז'נ'ח'.
- **קישור לתכנית הלימודים ואיזון בינה לבין תכנית ה-PBL** – חלק מהמורים חשו שהתכנית באה על חשבון הזמן שצריך להיות מושקע בתכנית הלימודים.
- **חוסר מומחיות המורה בתחום הטכנולוגי** – רוב המורים המלמדים בתכנית באים מתחום המדע ולא מתחום הטכנולוגיה, ועליהם להתמודד עם רעיונות טכנולוגיים הנבחרים על ידי התלמידים, כאשר המורים לא תמיד בקיאים בהם. הדבר גורם להם לתסכול, לחוסר ביטחון ולבזבוז זמן.
- **חוסר שליטה של המורה בכיתה וקשיי התמודדות עם קבוצות התלמידים** – התמקדות המורה בקבוצה מסוימת יכולה לגרום לבעיות משמעת ולתחושה שלא כל הקבוצות מקבלות את מלוא תשומת הלב.
- **החדרת מוטיבציה ומעורבות פעילה בקרב חלק מהתלמידים** והניסיון לגרום להם לסקרנות לאורך זמן.
- **קשיים טכניים-פיזיים** – פניות המעבדה, פיזור התלמידים במרחבי למידה שונים ותיאום ימי העבודה של המדריכים.

ו. המלצות המורים בנוגע לתכנית

- קיצור תכנית PBL ומיקודה.
- התארגנות יעילה יותר וקביעת לוח זמנים תחום יותר.
- יצירת איזון (נכון יותר) בין התכנית לבין תכנית הלימודים (שיקצה יותר מקום להוראה על פי תכנית הלימודים).
- הגדרה מחדש של התחום הטכנולוגי והתאמתו למערכת הבית-ספרית כך שהמורים יוכלו להיות בו שותפים יותר.
- קיום שיחות משוב עם התלמידים במהלך התכנית באופן סדור ולא רק בעת משברים.



מבוא

בשיטת למידה במודל של PBL (problem based learning) מתמודדים התלמידים עם בעיות עמומות (Ill structured challenges) הדורשות מהם להשתמש בידע שלהם בכדי למצוא להן פתרון (Feinstein, Allen & Jenkins, 2013). לפי בארי (2012) הלמידה נעשית מתוך מצבים המדמים התרחשויות אותנטיות, מערבת נושאי תוכן מתחומים שונים, עוסקת בבעיות שיש להן מספר פתרונות ומתמקדת במיומנויות שונות כגון חשיבה ביקורתית, יכולת הצגה, עבודה שיתופית ואיתור מידע וארגונו. שיטה זו מבוססת על עקרונות הוראה-למידה הכוללים למידה ממוקדת תלמיד, למידה בקבוצות קטנות, מורה כמדריך, שימוש בבעיה ככלי להקניית ידע ומיומנויות חקר ולמידה אוטונומית (Barrows, 1996). למידה בדרך זו נמצאה כתורמת להבנה מעמיקה וליצירת העברה (transfer) של המיומנויות שנרכשו (Pellegrino & Hilton, 2012).

בשנת הלימודים תשע"ד השיקה קדימה מדע תכנית על פי מודל של PBL – Problem Based Learning – אשר יוצרת סביבה לימודית לתמיכה בגישה פדגוגית הנשענת על מיומנויות המאה ה-21 ואמורה לשים דגש על למידה אותנטית ורלוונטית הנובעת מעולמו של התלמיד.

בתכנית לוקחים חלק שישה בתי ספר בצפון הארץ והיא מיועדת לתלמידי כיתות ח'-ט' במסגרת לימודי מדע וטכנולוגיה. במהלך השיעורים התלמידים אמורים להעלות בעיות אותנטיות, לדון בפתרונות אפשריים להן, לבחור פתרון, לתכנן מוצר שיתרום לפתרון זה ולבצע חקירה בכלים מדעיים כדי להפיק מידע הנדרש לצורך הפתרון. בסיום התכנית מתקיים "יום שיא" בו מציגים התלמידים את עבודתם. הנחיית התלמידים מתבצעת על ידי מורי בית הספר במסגרת שיעורי מדע וטכנולוגיה ומנחים חיצוניים ממכללת תל חי.

מטרות התכנית¹

מטרת התכנית הינה הקניית מושגים מדעיים מתוך תכנית הלימודים במדע וטכנולוגיה באמצעות עבודות תלמידים שיהיו מבוססות בעיות אוטנטיות (PBL) במדע וטכנולוגיה. הפתרונות המוצעים יבואו מתוך עולם התוכן של מדע, טכנולוגיה ומתמטיקה (STEM). בנוסף, תיווצר קהילת מורים משותפת לכל בתי הספר המשתתפים בתכנית אשר תהווה קבוצה מקצועית מתפתחת.

וביתר פירוט, המטרות הן (במהלך שלוש שנות הפיתוח של התכנית):

1. למידה של תכנים מדעיים וטכנולוגיים.
2. הערכת ההטמעה של תכנים מדעיים וטכנולוגיים באמצעות מחוון משותף לכל בתי הספר שבתכנית.
3. תהליך למידה שמקורו בבעיה אותנטית ורלוונטית עבור התלמידים.
4. הגעה לפתרון בצורה של תוצר (מינימלי ברמת תכנון אך בשאיפה להגיע לאבטיפוס).
5. רכישת מיומנויות המאה ה-21 (בדגש על חקירה מדעית ועבודה שיתופית).
6. יצירת קהילת מורים לומדת.
7. חשיפת התלמידים למומחים בתחומי המחקר/קשר עם מומחים מהאקדמיה.
8. יצירת תשתית להרחבת הפעילות לאוכלוסיות נוספות בהיבטים הבאים:
 - לקחים ותובנות לגבי הכשרת מורים נוספים בעתיד
 - מתודולוגיה להנחיית מורים המלמדים בעזרת PBL
 - יצירת מאגר לחומרי לימוד
 - הכשרת קהילת מורים שיוכלו לשמש מנחים לתהליך PBL בעתיד

מטרות ההערכה

המטרות של מחקר ההערכה הן לעקוב אחר הפעלת התכנית בבתי הספר החל בשנה"ל תשע"ד בכדי להעריך את:

1. יישום והצלחת התכנית בהתאם למטרותיה המוצהרות ובהן:
 - א. תהליך הלמידה של התלמידים – עדויות על למידה של תכנים מדעיים וטכנולוגיים, יציאה מבעיה אוטנטית ורלוונטית והגעה לתוצר ורכישה של מיומנויות חקר ולמידה שיתופית.
 - ב. תהליך יצירת קהילת מורים לומדת ומתפתחת.

¹ על בסיס מסמכי התכנית שנמסרו למכון סאלד



אוכלוסיית המחקר ומאפייניה

במחקר בתשע"ו השתתפו מרכזת התכנית, שישה מורים מובילים מששת בתי הספר שבתכנית, 16 מורים המלמדים בתכנית ו-179 תלמידים – 113 תלמידי כיתות ט' ו-66 תלמידי כיתות ח'.

על השאלון לתלמידים השיבו 179 תלמידים המשתתפים בתכנית.

על השאלון למורים השיבו כל 16 המורים המלמדים בתכנית.

מספר המורים	שכבת הגיל שבה מלמדים המורים	מספר המורים	שנת ההצטרפות לתכנית
1	ט גוונים	6	תשע"ד
1	ח מצטיינים	4	תשע"ה
2	ח רגילה	6	תשע"ו
3	ט מצטיינים		
8	ט רגילה		
1	מלווה את הפרויקט		

כלי המחקר

1. שיחות עדכון טלפוניות עם רכזת התכנית וריאיון מסכם.
2. ראיונות טלפוניים עם מורים מובילים – במהלך השנה נערך ריאיון טלפוני עם המורים המובילים בששת בתי הספר שבמחקר בנושא השינויים העתידיים בתכנית לאור המסקנות משנת הלימודים תשע"ה.
3. שאלון לתלמידים – השאלון כלל דיווח עצמי על התהליך שעברו התלמידים במהלך הלמידה בתכנית, על המיומנויות שרכשו, עמדותיהם כלפי התכנית, אופן הפעלתה והצעות לשיפור.
4. קבוצות מיקוד לתלמידים שהשתתפו בתכנית בשלושה בתי ספר – הריאיון כלל שאלות על חוויות הלמידה של התלמידים בתכנית.
5. ראיונות מורים בביקורים בבתי ספר – נערכו ראיונות עם המורים המובילים בשלושה בתי ספר בעת פעילות PBL בשיעור מדע וטכנולוגיה.
6. קבוצת מיקוד עם מדריכי תל חי – בסוף שנה"ל נערכה קבוצת מיקוד עם ארבעה מדריכים. הריאיון כלל שאלות על מהות תפקידם, אתגרים וקשיים עמם התמודדו והמלצות להמשך.
7. השתתפות וירטואלית במפגשים של קהילת המורים.
8. השתתפות במפגש מורים ומדריכים.
9. השתתפות ביום השיא של התכנית – יום סיכום הפעילות בתכנית והצגת עבודות התלמידים בפוסטרים ותוצרים טכנולוגיים.

סיכום הממצאים

א. אופן יישום מטרות תכנית PBL

בכל אחד מבתי הספר יישמו המורים את מאפייני תכנית ה-PBL ומטרותיה – שילוב בין התחום המדעי והטכנולוגי, בחירת הבעיה על ידי התלמידים, הקניית מיומנויות המאה ה-21 והגעה לתוצר טכנולוגי שיהווה פתרון לבעיה:

1. יצירת תכנית לימודים אינטרדיסציפלינרית המשלבת מדע וטכנולוגיה ועוסקת בתהליך חקר מדעי ותיכון.

אנחנו אומרים להם... תחשבו על משהו שמטריד אתכם מהחיים האישיים שלכם, מבעיה שנתקלתם – ברור שזה צריך להיות קשור באיזו שהיא צורה למדעים – ואנחנו הולכים לבנות על זה חקר ובעקבות זה אחר כך גם נבנה מוצר וניתן לזה מענה טכנולוגי – כלומר, יש שאלה מחקרית ושאלה טכנולוגית (מורה בית ספר 1).

כל צוות ילמד את המושגים שהוא צריך לעבודה שלו לפי תכנית הלימודים (מורה בית ספר 5).

2. תהליך למידה שמקורו בבעיה אותנטית ורלוונטית עבור התלמידים והגעה לפתרון בצורה של תוצר

אני מתכוונת להגיע לתוצר טכנולוגי... למרות שאני יודעת שחלק מהפרייקטים אני לא בטוחה שאני אצליח מבחינה טכנית – הילדים לקחו דברים שבעיניי הם מדהימים והחלטתי שאני לא משנה את הרעיונות שלהם... על דברים שמעניינים אותם. בגלל הרעיונות שלהם, טכנית אני לא בטוחה שנצליח... מה שלי חשוב שזה משהו שמעניין את התלמידים (מורה בית ספר 5).

אצל כולם הבעיות שנבחרו מובילות לתוצר כי מראש אמרנו להם שהם עושים גם שאלה מדעית וגם שאלה טכנולוגית... חלקם הגדול מתלהבים ועושים... מבחינת תוצר לחלק מהתלמידים הרעיון של הדגם, למה הם רוצים להגיע, כבר מצויר. אם נגיע לאב טיפוס – זה בסדר (מורה בית ספר 1).

3. רכישת מיומנויות

אני חושב שאני נותן איזו שהיא מיומנות חשובה, גם אם הוא לא ימשיך במדעים אני נותן מיומנות לחיים – איך לפתור בעיה, איך להתמודד אתה – אני מראה להם איזו שהיא דרך ויכול להיות שלעתיד זה יותר נכון מאשר ללמוד עוד איזה שהוא פרק ב... (מורה בית ספר 1).

מתחילת השנה עשינו כמה ניסויים פתוחים וקצת לימדנו רקע של המחקר המדעי הטהור רגיל, להסתכל על גרפים, משתנה תלוי ובלתי תלוי, השוואת תוצאות, הבחנה בין מסקנה לתוצאה, ותוך כדי בצענו ניסויים פתוחים... ואז תהליך התיכון – החקר המדעי המשולב טכנולוגי ומה מיוחד בו, העלאת כל האפשרויות השונות והבחירה של הפתרון האולטימטיבי (מורה בית ספר 4).



ב. עמדות כלפי הלמידה בתכנית PBL

בחלק זה יוצגו עמדות המורים והתלמידים כלפי מאפייני הלמידה בתכנית PBL, בשנים תשע"ה-תשע"ו.

1. הזמן המוקצב לתכנית

בתשע"ו מרבית התלמידים (כ-68%, $n=120$) ציינו בשאלון כי הזמן שהוקצב לעבודה בתכנית היה מספק ו-21% ($n=38$) ציינו כי הזמן היה קצר מדי. גם בתשע"ה ציינו מרבית התלמידים (כ-71%, $n=82$) כי הזמן היה מספק.

בקבוצות המיקוד התייחסו לכך **התלמידים** בהיבטים שונים, החל מחוסר זמן ועד לצורך בקיצור התהליך:

הייתי נותנת יותר שעות מרוכזות כי עד שהתחלנו ללמוד בריכוז הזמן לאותו יום נגמר והייתי רוצה יותר זמן באותו יום; לפי מה שאני רואה אנחנו לא עומדים בזמן, יש לנו רק שבועיים ויש לנו עוד הרבה מה לעשות. אנחנו צריכים לשפר את התוצר... אין מספיק זמן לתכנית כי עשינו הרבה יחסית וכל שיעור עבדנו (תלמידים בית ספר 6); הזמן מספיק... איסוף המידע, זה מה שלקח לנו את רוב הזמן והתכנון. הניסוי לקח רק 2-3 שיעורים; זה היה ארוך מדי. צריך שהתהליך יהיה יותר קצר ויותר ממוקד. צריך למקד אותנו – שנדע מה אנחנו צריכות לעשות כל פעם שאנחנו מגיעות. היו המון שיעורים שלא עשינו כלום (תלמידים בית ספר 4).

גם המורים התייחסו בראיונות לזמן המוקצב לתכנית ולארגון הזמן:

אמרתי שכל השנה נטפסף ונבנה, ניתן לזמן להתבשל, ואני חושבת שזה הוכיח את עצמו... הפסקנו ללמוד הזנה ופיזיקה והכול ועשינו רק את זה (מורה בית ספר 4); השנה זה נמרח לי נורא, בשלב הזה אני אמורה להיות במקום יותר מאורגן ומסודר. זה נובע מחוסר התארגנות שלי, חוסר עבודה יעילה שלי... זה לא צריך לקחת יותר מ-15 מפגשים אם עובדים מתוכננים, שמים לב ללוח זמנים (מורה בית ספר 5); אנחנו התחלנו רק בחנוכה... וזה נכנס לתוך ארבע שעות ההוראה הרגילות... היה ברור שאני נכנסת להרפתקה מאוד מאתגרת כי זה דורש המון זמן (מורה בית ספר 6).

2. העבודה בקבוצות

בלוחות שלהלן מובאים מאפייני הקבוצות – מספר התלמידים בקבוצה והרכבן – על פי שאלוני התלמידים:

לוח 1: הרכב הקבוצות לפי מספר התלמידים

תשע"ו		תשע"ה		
מספר התלמידים	באחוזים	מספר התלמידים	באחוזים	
N=179		N=118		
3	2%	4	4%	עבדתי לבד
43	24%	28	24%	2 תלמידים
66	37%	54	47%	3 תלמידים
51	28%	28	24%	4 תלמידים
15	8%			אחר

לוח 2: קביעת הרכב הקבוצות

תשע"ה		תשע"ו		
מספר התלמידים N=118	באחוזים	מספר התלמידים N=179	באחוזים	
82	85%	141	79%	לפי חברים
4	4%	19	11%	לפי תחומי המחקר
10	10%	12	7%	המורה קבע את הרכב הקבוצה
		16	9%	אחר

יותר משליש מהתלמידים **בתשע"ו** ($n=66$, 37%) ציינו כי קבוצות העבודה מנו שלושה תלמידים, כרבע מהם ($n=51$, 28%) – ארבעה תלמידים, וכרבע ($n=43$, 24%) – שני תלמידים; 79% ($n=141$) ציינו כי הרכב הקבוצות נקבע לרוב על פי החברויות בין התלמידים. נתונים דומים נמצאו גם **בתשע"ה** – רוב התלמידים ($n=54$, 47%) ציינו כי הקבוצות מנו שלושה תלמידים, וכרבע מהם ($n=28$, 24%) – שני תלמידים, ומספר דומה – ארבעה תלמידים. 85% ($n=82$) ציינו כי הרכבן נקבע לרוב לפי החברויות בכיתה.

בקבוצות המיקוד תארו **התלמידים** כיצד התגבשו לקבוצות וציינו את היתרונות שבעבודת צוות:

אני חושב שפרויקט שהוא בקבוצות שהן לא גדולות מדי ועם חברים, **תמיד יתרון ללמידה על התנהלות קבוצתית**, אתה יודע איך לפנות לכל חבר שלך, אתה יודע מה זה להיות חלק מקבוצה, **איך הרבה חלקים קטנים יכולים ליצור שלם אחד ומושלם... למדתי ואני עדיין לומד את המיומנויות של התנהלות בקבוצה** (תלמידים בית ספר 5).

כל אחת תרמה לצוות במה שהיא טובה בו. החלוקה הייתה באופן טבעי. **כולנו דחפנו ביחד ודוחפות גם אחת את השנייה**; בעבודת צוות **לפעמים צריך ללכת קצת אחורה ולתת לאחרים גם לעשות...** זה דברים שנפגשים בהם ביום יום בין חברים (תלמידים בית ספר 4).

שלושתנו חברים טובים ואמרנו **שם נעבוד ביחד שאנחנו באים מעולמות שונים**, כל אחד והתחביבים שלו, אז **נגיע לאיזה שהוא שילוב מעניין**. התגבשנו, חשבנו על משהו שעניין את שלושתנו, והגענו לבעיה שמעסיקה את שלושתנו ביום-יום. **התחלנו לעבוד במחקר שהוא לגמרי קבוצתי...** וכל אחד מעלה רעיונות משלו ודעות משלו... **יש חילוקי דעות לפעמים אבל הוויכוחים תורמים**; אני יודע שלעבוד בצוות הרבה יותר שווה מאשר לעבוד לבד כי תמיד **יש את השותף שיתמוך בך**; בקבוצות בדרך כלל זה עוזר, אבל זו הפעם הראשונה שלקחתי אחריות ובאתי ואמרתי שאני רוצה להקים קבוצה. **זה מרגש לראות איך אתה מתחיל להקים קבוצה...** יש בינינו שיתוף... אני לא מרגיש שאני המוביל אלא שאני **היוזם אבל לא הייתי יכול לעשות את זה בלעדיהם...** ניסינו בהתחלה לחלק תפקידים אבל אז החלטנו שיותר כיף לעבוד בקבוצה, כולם ביחד, כולם מחליטים... נדון ונחליט (תלמידים בית ספר 5).

והיו גם תלמידים שסברו אחרת:

הייתי משפרת את זה שאפשר לעבוד לבד מי שרוצה ולא מחייב לעבוד בקבוצה כי **ממש לא היה לי נוח כשאחד לא רוצה לעבוד** או לא נותן לי להגיד את דבריי (תלמיד בית ספר 5).



3. בחירת הבעיה הנחקרת והסיבות לבחירתה

בלוחות שלהלן מוצגים מאפייני הבעיה הנחקרת – בחירתה והסיבות לבחירה זו – על פי שאלוני התלמידים:

לוח 3: בחירת הבעיה הנחקרת

תשע"ה		תשע"ו		
באחוזים	מספר התלמידים N=118	באחוזים	מספר התלמידים N=179	
12%	13	1%	2	המורה
62%	69	74%	132	התלמידים
27%	30	17%	30	שילוב של המורה והתלמידים
		8%	14	אחר

מרבית התלמידים **בתשע"ו** (74%, $n=132$) ציינו כי הבעיה שבה בחרו להתמקד בעבודתם נבחרה לרוב על ידם ולעיתים (17%, $n=30$) הם נעזרו במורה, ובודדים – שני תלמידים – ציינו כי הבעיה נבחרה על ידי המורה.

בתשע"ה ציינו רוב התלמידים 62% ($n=69$) כי הבעיה נבחרה על ידם, כרבע (27%, $n=30$) – בעזרת המורה ו-13 תלמידים (12%) ציינו כי המורה בחר עבורם את הבעיה.

נראה כי **בתשע"ו** פחתה מעורבות המורה בבחירת הבעיה וניתנה יד חופשית לתלמידים, והדבר בא לידי ביטוי גם בראיונות שהתקיימו עם **התלמידים**:

בהשוואה לתכניות אחרות זה העובדה שבאמת **לתת את שלך, יכולים לתת כל רעיון שבא לכם... יש לנו יד חופשית ברעיונות**, במוצר – איך לייצר אותו... **נותנים חופש ביטוי, רעיונות...** אף אחד לא הציע, אנחנו חשבנו על זה בעצמנו. **זה נתן לנו הרגשה טובה שיש לנו רעיון טוב שלא מורה הציע אותו אלא חשבת עליו בעצמך, אתה מרגיש מרוצה... זה הקפיץ לי את האגו** (תלמידים בית ספר 5).
זו החלטה שלנו במה לעסוק ואז **זה מעניין אותנו, אתה אחראי וזו עבודה שלך** ואתה יכול לקחת את זה **לכל כיוון שאתה רוצה** ולעשות עם זה כל דבר; כשבאו והסבירו לנו על התכנית ממש התלהבנו וחילפשו רעיונות... היה לנו **נורא כיף לחפש רעיון ולחשוב על איך** (תלמידים בית ספר 4).

דברים דומים עולים גם מהראיונות שנערכו עם **המורים**:

אם אני לא אצור מצב שכל תלמיד יבחר משהו מתחום העניין שלו... **אני לא יודע אם תהיה להם מוטיבציה**. אם הם לא ממש נפגשים עם משהו מהבית, מהמשק החקלאי שלהם או מתחום החיים שלהם – זה לא יהיה מספיק טוב למרות שזה קושי עצום (מורה בית ספר 1); זה שהם **התחברו למה שמעניין אותם** ולמה שהם בחרו, כל מה שעלה להם – זה פתח להם דברים (מורה בית ספר 4); הם בחרו את הבעיה והתחילו מהבעיה... **הרעיונות שלהם היו כל כך יצירתיים אז אמרתי להם שאני הולכת אתם לכל מקום שהם רוצים...** ואמרתי להם שגם אם לא יהיה תוצר בסוף גם מזה אני לא מפחדת, עברתם תהליך, למדתם, אתם מבינים – מבחינתי עשיתם תהליך וזה מה שחשוב (מורה בית ספר 5); כל תלמיד יכול לבחור נושא שמעניין אותו, מצד שני **זה מאתגר מאוד** בהנחיה (מורה בית ספר 6).

לוח 4: הסיבות לבחירת הבעיה הנחקרת

תשע"ו		
מספר התלמידים N=179	באחוזים	
115	64%	הבעיה קשורה לחיי היומיום שלי
69	38%	עניין אותי למצוא פתרון לבעיה
55	31%	הפתרון יכול לתרום לאנושות
12	7%	רציתי ללמוד את התחום הטכנולוגי שקשור לבעיה
11	6%	רציתי ללמוד את התחום המדעי שקשור לבעיה

מרבית התלמידים (n=115, 64%) ציינו כי הבעיה שאותה הם בחרו קשורה לחיי היומיום שלהם, יותר משליש (n=69, 38%) ציינו את העניין שבמצאת פתרון לבעיה וכשליש (n=55, 31%) – תרומה לאנושות.

4. רכישת מיומנויות המאה ה-21

בפני התלמידים הוצגו מיומנויות בתחומים שונים והם נשאלו באיזו מידה הם יושמו במהלך הפעילות בתכנית. תשובותיהם (בחלוקה ל-3 דרגות הסכמה) מוצגות בלוח שלהלן:

לוח 5: עמדות התלמידים לגבי מיומנויות שיושמו במהלך הלמידה בתכנית – תשע"ו (N=179)

הסכמה במידה רבה (5-4)		הסכמה במידה בינונית (3)		הסכמה במידה מעטה (2-1)		
אחוז	תדירות	אחוז	תדירות	אחוז	תדירות	
66%	114	18%	31	16%	27	חיפוש מקורות מידע (למשל בספרים, באינטרנט)
61%	105	24%	42	15%	25	תכנון ניסוי
59%	101	22%	38	19%	33	עריכת ניסוי
56%	96	25%	43	19%	33	ניסוח בעיה
51%	89	16%	27	33%	58	הכנת פוסטרים
47%	80	17%	30	36%	62	שימוש במסמך שיתופי
46%	80	15%	26	39%	68	בניית אב טיפוס/מודל/דגם למוצר
41%	72	29%	51	30%	52	שימוש בתוכנות שונות (כגון: וורד, פאואר פוינט, אקסל)
41%	71	33%	57	26%	45	למידת מושגים מדעיים חדשים
40%	69	24%	41	36%	63	הכנת סקיצה למוצר
37%	63	26%	44	38%	65	ניתוח נתונים
36%	62	20%	35	44%	76	הכנת מצגות



הסכמה במידה רבה (5-4)		הסכמה במידה בינונית (3)		הסכמה במידה מעטה (2-1)		
35%	59	30%	50	36%	60	סיכום ממקורות מידע שונים
28%	48	21%	36	51%	89	הצגת העבודה בפני הכיתה ובפני פורומים שונים
27%	47	29%	50	44%	75	הכנת כמה טיוטות לפני הגשת העבודה לבדיקה
25%	44	24%	41	51%	88	הכנת גרפים
24%	41	19%	32	58%	99	הכנסת נתונים לאקסל
23%	39	18%	31	59%	102	מתן משוב לחברים על עבודתם
10%	18	3%	6	86%	150	עבודה עם מדפסת תלת ממדית
6%	10	5%	9	89%	153	הכנת סרטים

■ הסכמה במידה רבה/רבה מאוד - מעל 50% מהתלמידים

■ הסכמה במידה מועטה/לא מסכים - מעל 50% מהתלמידים

מתשובות התלמידים נראה כי המיומנויות העיקריות שהם רכשו במידה רבה בתכנית בשנה"ל תשע"ו כללו חיפוש מקורות מידע (66%), תכנון ניסויים ועריכתם (כ-60%), ניסוח בעיה (56%) והכנת פוסטרים (51%). מיומנויות שכיחות פחות הן בעיקר הכנת סרטים (6%) ועבודה עם מדפסת תלת ממדית (10%), הצגה בפני הכיתה (28%) ומתן משוב לחבריהם (23%) וכן שימוש בתוכנת אקסל (כ-25%).

גם בשאלון המורים הוצגו אותן מיומנויות, והם נשאלו באיזו מידה הן יושמו במהלך הפעילות בתכנית. תשובותיהם (בחלוקה ל-3 דרגות הסכמה) מוצגות בלוח שלהלן (לפי מספר המורים):

לוח 6: עמדות המורים לגבי המיומנויות שיושמו במהלך הלמידה בתכנית – תשע"ו (N=16)

הסכמה במידה רבה (5-4)	הסכמה במידה בינונית (3)	הסכמה במידה מעטה (2-1)	
14	2	0	ניסוח בעיה
13	2	1	חיפוש מקורות מידע (למשל בספרים, באינטרנט)
13	3	0	תכנון ניסוי
12	3	1	עריכת ניסוי
10	6	0	למידת מושגים מדעיים חדשים
9	3	4	הכנת מצגות
9	4	3	הכנת פוסטרים
9	4	3	הצגת העבודה בפני הכיתה ובפני פורומים שונים
8	6	2	שימוש בתוכנות שונות (כגון: וורד, פאואר פוינט, אקסל)
8	8	0	סיכום ממקורות מידע שונים
8	4	4	הכנת סקיצה למוצר

הסכמה במידה רבה (5-4)	הסכמה בינונית (3)	הסכמה במידה מעטה (2-1)	
7	6	2	הכנסת נתונים לאקסל
7	7	2	ניתוח נתונים
7	4	5	שימוש במסמך שיתופי
7	4	5	בניית אב טיפוס/מודל/דגם למוצר
7	4	5	הכנת כמה טיוטות לפני הגשת העבודה לבדיקה
7	4	5	מתן משוב לחברים על עבודתם
6	9	1	הכנת גרפים
1	2	13	הכנת סרטים
0	1	15	עבודה עם מדפסת תלת ממדית

הסכמה במידה רבה/רבה מאוד - מעל מחצית מהמורים הסכמה במידה מועטה/לא מסכים - מעל מחצית מהמורים

תשובות המורים דומות לאלו של התלמידים, והם ציינו כי המיומנויות העיקריות שרכשו התלמידים במידה רבה בשנה"ל תשע"ו כללו: ניסוח בעיה ($n=14$), חיפוש מקורות מידע וסיכום המידע ($n=13$), תכנון ניסויים ועריכתם ($n=13$), למידת מושגים חדשים ($n=10$). מיומנויות שכיחות פחות הן הכנת סרטים (מורה אחד) ועבודה עם מדפסת תלת ממדית – אף אחד מהמורים.

המורים התייחסו לנושא המיומנויות גם בראיונות:

יש קבוצות שהתפקוש הידע המדעי. ברגע שיש את העשייה שהעסיקה אותם מאוד זה משך את תשומת הלב יותר מהמדעי, אבל הם גם למדו בזה, שזה לא פחות חשוב בעיניי, גם התמדה וגם השקעה, וגם להיות פתוח ללמידה, אחריות ורצינות, עבודת צוות ביניהם – זה לא פחות חשוב בעיניי מהמושגים המדעיים, אפילו זה יותר חשוב. אני חושבת שהם קיבלו כאן שיעור לחיים, ובעיניי זה משהו שלא הייתי יכולה לייצר בחקירה המדעית הטהורה (מורה בית ספר 4).
התכנית דורשת המון מיומנויות אינטלקטואליות, המון מיומנויות של כתיבה... פה זה אתגר לכתוב במסמך שיתופי... אני חושבת שהתלמיד לומד הרבה מאוד לא רק ברמת התכנים... אבל ברמה של המיומנויות, ברמה של החשיבה, ברמה של הכלים גם המחשבתיים (מורה בית ספר 6).

תוצר סופי: מחצית מהמורים ($n=8$) ציינו שבתשע"ו מחצית מקבוצות התלמידים ומעלה הגיעו לתוצר סופי, ומחציתם ($n=8$) ציינו שכרבע מהקבוצות ומטה:

לוח 7: כמות קבוצות התלמידים שהגיעו לתוצר סופי – על פי המורים

מספר המורים	
3	כ-80% מהקבוצות
2	כל הקבוצות
2	כרבע מהקבוצות
3	מחצית מהקבוצות
6	פחות מרבע



לוח 8: השוואה ממוצעים בין תשע"ו לתשע"ה
מיומנויות שיושמו במהלך הלמידה בתכנית PBL - על פי התלמידים

גודל אפקט ²	תשע"ה (N=113)		תשע"ו (N=179)		
	ממוצע	סטיית תקן	ממוצע	סטיית תקן	
	3.7	1.34	3.6	1.34	חיפוש מקורות מידע (למשל בספרים, באינטרנט)
בינוני (-0.41)	4	1.13	**3.5	1.29	תכנון ניסוי
בינוני (-0.30)	3.9	1.24	**3.5	1.35	עריכת ניסוי
	3.7	1.19	3.4	1.29	ניסוח בעיה/ השערה
	3.2	1.62	3.2	1.52	הכנת פוסטרים
בינוני (-0.31)	3.5	1.27	**3.1	1.26	שימוש בתוכנות שונות (כגון: וורד, פאואר פוינט, אקסל)
משמעותי (0.57)	2.2	1.55	**3.1	1.6	בניית אב טיפוס למוצר
	3.4	1.34	3.1	1.31	למידת מושגים מדעיים חדשים
אין אפקט (0.24)	2.6	1.6	*3	1.64	שימוש במסמך שיתופי
בינוני (0.46)	2.3	1.47	**3	1.54	הכנת סקיצה למוצר
בינוני (-0.31)	3.2	1.21	**2.8	1.37	ניתוח נתונים
אין אפקט (-0.28)	3.2	1.4	*2.8	1.4	סיכום ממקורות מידע שונים
בינוני (0.35)	2.2	1.4	**2.7	1.4	הכנת מצגות
	2.7	1.39	2.6	1.36	הכנת כמה טיוטות לפני הגשת העבודה לבדיקה
	2.8	1.37	2.5	1.35	הכנת גרפים
	2.4	1.27	2.5	1.36	הצגת העבודה בפני הכיתה ובפני פורומים שונים
אין אפקט (-0.28)	2.7	1.42	**2.3	1.37	הכנסת נתונים לאקסל
	2.5	1.51	2.3	1.34	מתן משוב לחברים על עבודתם
	1.5	1.1	1.5	1.21	עבודה עם מדפסת תלת ממדית
	1.2	0.64	1.3	0.94	הכנת סרטים

* הבדל בין ממוצעים מובהק ברמת מובהקות 0.05 ** הבדל בין ממוצעים מובהק ברמת מובהקות 0.01
■ הבדל מובהק לטובת תשע"ה ■ הבדל מובהק לטובת תשע"ו

בהשוואה בין תשע"ו לתשע"ה נמצא כי קיים הבדל מובהק סטטיסטית שמשמעותו ירידה ברכישת המיומנויות בתחום המדעי (לדוגמה, תכנון ניסוי – ממוצע 3.5 בתשע"ו לעומת 4 בתשע"ה; עריכת ניסוי – 3.5 בתשע"ו לעומת 3.9 בתשע"ה). בד בבד ניכרת עלייה במיומנויות בתחום הטכנולוגי ובניית התוצר (לדוגמה, בניית אב טיפוס – ממוצע 3.1 בתשע"ו לעומת 2.2 בתשע"ה; הכנת סקיצה למוצר – 3 בתשע"ו לעומת 2.3 בתשע"ה). הדבר מעיד על תהליך התפתחות התכנית ושילוב רב יותר של התחום הטכנולוגי.

² עד 0.3 אין אפקט
0.3-0.5 אפקט בינוני
0.5-0.9 אפקט משמעותי
מעל 0.9 אפקט משמעותי מאוד

5. עמדות כלפי השימוש בפורטל

בשנה"ל תשע"ו שודרג הפורטל – סביבת הלמידה המתקשבת של קדימה מדע – שאמור לשמש את המורים ואת התלמידים בשלבים השונים של התכנית:

עשינו שיפור ממש גדול בפורטל על פי בקשת מורים – גם מבחינת ההיבט הטכנולוגי שהכניסה היא יותר פשוטה, ששליטת המורה יותר פשוטה, וגם מבחינת התוכן שהמסמך שבו הם אמורים לתעד הכול נהיה יותר מפורט עם הרבה פרטים והסברים בתוכו. הצד הבעייתי שמבחינה טכנולוגית המון בעיות בכל בית ספר וזה לא זורם חלק (רכזת התכנית).

עמדות המורים

משאלון המורים נמצא כי מרביתם ($n=11$) השתמשו בפורטל, שלושה מורים השתמשו בו מעט או רק בתחילת השנה, מורה אחת השתמשה באתר האישי שלה ומורה אחד כלל לא השתמש.

שמונה מורים ציינו כי כל התלמידים השתמשו בפורטל, שישה – מעל למחציתם, ושני מורים ציינו כי כמחצית מהתלמידים ומטה השתמשו בו.

נושא היתרונות בשימוש בפורטל והחסרונות שבו עלה הן בשאלון המורים (שאלה פתוחה), הן בראיונות עמם והן במפגשי קהילת המורים:

יתרונות

- **משמש כמסגרת לעבודה ולארגון שלביה:** "התבנית מאוד מובנית והשלבים ברורים; מגדיר את המשימות וממסגר את התלמידים; מובנה בהנחיה של השלבים ועוזר בשלבי הסיכום והכנת הפוסטר; מכון בצורה טובה את התלמידים; מקום מרוכז עם כל הידע, גישה קלה ומסמכים משותפים; ארגון ותיעוד הפעילות שנעשתה" (משאלוני המורים).
- **חומרי הלמידה זמינים ונגישים ומאוחסנים באופן מרוכז:** "חומרי הלמידה זמינים לתלמידים ולמורה 24/7, המיקום ידוע ומוכר לתלמידים מהלמידה השוטפת, אין צורך בסיסמה; ריכוז החומרים ותיעודם; נח, מרכז את החומר, מאפשר חזרה לתוכן. מאפשר תיעוד מסודר; מקום מצוין לאחסון וריכוז חומרים ולהנחיות עבודה" (משאלוני המורים).
- **מקנה מיומנויות תקשוב:** "מצריך מהם לתרגל מיומנויות אוריינות מחשב ואיסוף מידע בצורה טובה" (משאלוני המורים).
- **שליטה ומעקב של המורה:** "אני המורה מנהלת אותו לכולם; בעיקר – מקום נוח להתבונן בעבודת התלמידים, לעקוב בזמן שנוח לי ולהיות עם אצבע על הדופק" (משאלוני המורים).
- **אינטראקציה בין המורה לתלמיד:** "מאפשר תקשורת מורה-תלמיד; אמצעי תקשורת פתוח ונגיש גם להורי התלמידים ולמחנכים" (משאלוני המורים).
- **עבודה שיתופית בין התלמידים יחד עם המורה:** "יש הרבה מצגות כמו כן התלמידים יכולים לעבוד בצורה שיתופית וגם אני יכול לעזור ולשתף" (משאלוני המורים).



- **ארוך, מסורבל ולא ידידותי למשתמש:** "ארוך מאוד, ישנם סעיפים שאינם רלוונטיים או שניתן לקבץ אותם לסעיף קצר אחד. כדאי שיהיה בו פחות מלל... יותר ממוקד; המסמכים ארוכים מדי ודורשים סבלנות בעבודה עם המחשב למשך שיעורים רבים מדי" (משאלוני המורים); "אפשר לקצר אותו, הוא עמוס, דבר ועוד דבר, עמוס בהסברים.... להיכנס לשיעור ולקרוא חצי עמוד ואז לכתוב איזו שורה זה התיש אותם" (מורה בית ספר 4).
- **קשיים טכניים – זמינות אינטרנט, מחשבים זמינים, הצורך בסיסמה:** "מצריך שימוש במחשב ולא תמיד יש מחשבים פנויים; חיסרון הפורטל של קדימה מדע זה הצורך בסיסמה – מקשה על הכניסה. נדרשנו לתמיכה בעבודה עם הסביבה והתמיכה היא חיצונית ולא זמינה תמיד; זמינות אינטרנט, בעיות טכנולוגיות של גישה חוזרת לפורטל אחרי כיבוי המחשב" (משאלוני המורים).
- **הצורך במיומנויות תקשוב:** "זו סביבה וירטואלית נוספת שגם המורה וגם התלמידים צריכים להכיר; הפורמט של פורפוינט בעייתי בגרסה ברשת, וכאשר מורידים אותו לפורמט של המחשב צריך לעשות הגהה, בעיה נוספת בבית הספר שלי שהתלמידים לא עובדים עצמאית וכמעט לא עובדים ממוחשב" (משאלוני המורים).
- **חוסר אתיקה בעבודה במסמכים שיתופיים:** "רבו המקרים בהם תלמידים נכנסו לפרויקטים של קבוצות עמיתות, שינו, מחקו וכדומה. תלמידים נטו למחוק חומרים שנבדקו ונמצאו כלא נכונים/מתאימים, דבר שגרר להצגה חסרה של מלוא היקף פעילות הלמידה והחקר שנעשתה בפועל" (משאלוני המורים).

עמדות התלמידים

רוב **התלמידים** (68%; n=119) ציינו כי הם השתמשו בפורטל, כרבע מהם (28%; n=49) לא השתמשו בו ושבעה תלמידים השתמשו באתר אחר.

כמחצית מהתלמידים (54%; n=96) סברו שתרומת השימוש בפורטל היא מעטה עד לא קיימת, 22% ציינו כי תרומתו בינונית ו-21% סברו שתרומתו רבה:

האתגרים והקשיים שבשימוש בפורטל עלו גם בראיונות שנערכו עם **התלמידים**:

בשלב כלשהו **נמאס לנו** לכתוב בפורטל... היה לנו נורא כיף לחפש רעיון ולחשוב על איד וכשהתחילה העבודה שצריך לכתוב ולמלא דרישות לא אהבנו את זה; אני לא הרגשתי שזה עוזר; הוא רק **עיכב אותנו**, היינו צריכים לעבוד עליו במקום על הפרויקט; עשינו כבר הכול בפורטל... ונמחק לנו כל הפורטל. נמחק לנו חצי מהעבודה והתחלנו להתחלה (תלמידים בית ספר 4).

6. עמדות כלפי תרומת התכנית

בפני התלמידים הוצגו היגדים המתארים מאפיינים שונים בלמידה בתכנית PBL והם התבקשו לדרג את מידת הסכמתם עמם. תשובותיהם (בחלוקה ל-3 דרגות הסכמה) מוצגות בלוח שלהלן:

לוח 9: עמדות התלמידים כלפי תרומת התכנית – תשע"ו (N=179)

הסכמה במידה רבה (5-4)		הסכמה במידה בינונית (3)		הסכמה במידה מעטה (2-1)		
אחוז	תדירות	אחוז	תדירות	אחוז	תדירות	
67%	117	21%	36	13%	22	הייתה לי הזדמנות לחשוב על פתרונות לבעיה
67%	118	19%	33	14%	25	נהניתי לעבוד בקבוצה
65%	114	20%	36	15%	26	הייתה לי הזדמנות להעלות רעיונות משלי
65%	113	18%	31	17%	29	למדתי שאני מסוגלת לעבוד בקבוצה
49%	84	27%	47	23%	40	המורה היה/הייתה פנוי/ה לעזור לי
48%	85	31%	54	21%	37	למדתי שאני מסוגלת לעבוד באופן עצמאי
47%	83	32%	56	21%	36	המורה עודד/ה אותי לשאול שאלות
46%	81	28%	49	26%	46	נהניתי לעשות את העבודה במסגרת שיעורי מדע
46%	79	22%	38	32%	56	אני גאה להיות חלק מהכיתה שלומדת בשיטה זו
43%	75	25%	44	32%	57	הייתי רוצה להמשיך וללמוד בדרך זו
42%	74	27%	47	31%	54	קיבלתי משוב אישי מהמורה על ההתקדמות שלי
41%	71	25%	43	34%	60	הלמידה תוך פתרון בעיות מתאימה לי
40%	69	27%	46	34%	58	למדתי דברים שמסקרנים ומעניינים אותי
39%	68	26%	46	34%	60	העבודה תרמה לי להיות יצירתי/ת יותר (ליזום/ליצור/לחשוב קצת אחרת)
38%	66	28%	48	34%	60	הדברים שלמדתי קשורים לנושאים חשובים בחיים שלי
30%	53	21%	37	49%	85	השתעממתי ברוב השיעורים שבהם עבדתי במסגרת התכנית
30%	52	24%	42	46%	81	למדתי נושאים אקטואליים חשובים
22%	39	23%	41	54%	95	הזמן שהוקדש לתכנית היה קצר מדי
19%	34	35%	61	46%	80	הלמידה תוך פתרון בעיות מתאימה לכל התלמידים

 הסכמה במידה רבה/רבה מאוד - מעל 50% מהתלמידים
 הסכמה במידה מועטה/לא מסכים - מעל 50% מהתלמידים

מתשובות התלמידים ניכר כי שניים מבין מאפייני התכנית נמצאו כתורמים במידה הרבה ביותר – בחירת הבעיה על ידי התלמידים: העלאת רעיונות (65%) ומציאת פתרונות לבעיה (67%), וכן העבודה בקבוצות: ההנאה שבעבודה בקבוצה (67%) והמסוגלות לעבוד בה (65%). עוד נראה כי רוב (49%) התלמידים אינם משתעממים בשיעור והזמן שהוקדש לתכנית לא היה קצר מדי (54%).



תרומת התכנית **לתלמידים** באה לידי ביטוי גם בראיונות שנערכו עמם :

זה היה ממש כיף ושונה מאשר בדרך כלל. זה היה מעניין ואנחנו בחרנו במה להתעסק ובמה לעבוד וגם בסוף הצגת הפרויקט היה מאוד מעניין וגם מאוד עזר. הייתי לומדת כך גם שנה הבאה. זו הייתה חוויה. זה מפתח ומלמד לעבוד בצוות ולהציג. זה שלבים שעוזרים וצריך אותם גם בחיים (תלמידים בית ספר 4); הפרויקט הזה הוא בעצם פרויקט שהדרך מהנה ממש... זה גם המחקר, הסקרנות, עבודה עם תוצרים, אתה עובד עם משהו פיזי שאתה יצרת. יש תמיכה של המורים (תלמידים בית ספר 5).

• הנאה ומוטיבציה בעקבות ההתנסות בלמידה פעילה

זה היה ממש מיוחד, זו הייתה חוויה איכותית; יותר מעניין, אפשר יותר להתנסות במה שלומדים, יותר מאשר לכתוב דברים במחברת, להתנסות פיזית; הרעיון מזהים ומלמד הרבה וגורם לך להיכנס לשיעורים יותר; בהתחלה זה כיף ואחר כך מתחיל להסתבך... בכללית זה טוב אבל מייאש (תלמידים בית ספר 4); שיעור שאתה מפתח את עצמך – פיתוח עצמי; פה אני יכול להישאר מרוכז ובשיעורים רגילים לא. כשאומרים לי תחשוב, תפעל לבד, תקבל החלטות לבד – זה נותן לי הרגשה טובה, זה מעשי (תלמידים בית ספר 5).

• התנסות בלמידה עצמאית

יזמנו והיינו אחראים על משהו, התמדנו בו, באנו בהפסקות להדביק דברים... אתה בונה, מחפש באינטרנט דברים; משהו שיותר יעסיק אותך במקום מישו שיעמוד מעליך וידבר במילים שאתה לא כל כך מבין, עדיף משהו שאתה תחפש, שתרגיש שיצאת עם משהו (תלמידים בית ספר 4).

• יצירתיות והתנסות בהעלאת רעיונות של התלמידים

זה מאוד מפעיל את הצד היצירתי, לפתוח את הראש ופחות לעשות דפים או ללמוד חומר ולענות על שאלות – זה לגמרי אתה ואתה יכול להביא את זה לאיפה שאתה רוצה (תלמידים בית ספר 4); הפרויקט הזה הוא אחלה הזדמנות לפתח את היצירתיות ולחשוב על רעיונות משלך וסטרט-אפים, ולהפוך אותנו ליזמים צעירים (תלמידים בית ספר 5).

שביעות רצון התלמידים מרכיבי התכנית

התלמידים התבקשו גם לציין את מידת שביעות רצונם מרכיבי התכנית וממאפייניה. תשובותיהם (בחלוקה ל-3 דרגות הסכמה) מוצגות בלוח שלהלן :

לוח 10: שביעות רצון התלמידים מרכיבי התכנית

סטיית תקן	ממוצע	הסכמה במידה רבה (4-5)		הסכמה במידה בינונית (3)		הסכמה במידה מעטה (1-2)		
		אחוז	תדירות	אחוז	תדירות	אחוז	תדירות	
1.20	3.7	57%	100	26%	46	16%	28	העבודה בקבוצה
1.15	3.6	55%	94	28%	49	17%	29	הפתרון שנבחר לבעיה
1.14	3.6	51%	88	33%	57	17%	29	הבעיה שבחרת
1.16	3.5	51%	89	30%	52	19%	33	חופש הפעולה בלמידה
1.27	3.4	50%	87	27%	47	23%	41	הסיוע של המורה
1.28	3.3	47%	82	27%	47	26%	46	תוצר אליו הגעת
1.27	3.3	45%	78	26%	45	28%	49	באופן כללי מהתכנית למידה תוך פתרון בעיות
1.36	2.9	37%	65	23%	41	39%	69	הסיוע של המנחה החיצוני
1.14	3.1	37%	64	33%	57	30%	53	התכנים המדעיים שלמדת
1.28	3.0	34%	59	32%	55	34%	59	ההתנסות בתחום הטכנולוגי

הסכמה במידה רבה/רבה מאוד - מעל 50% מהתלמידים

מתשובות **התלמידים** נמצא כי הם היו שבעי רצון במידה רבה בעיקר מהעבודה בקבוצה (57%), בחירת הפתרון לבעיה שנבחרה על ידם (55%) וחופש הפעולה בלמידה (51%). שביעות רצון פחותה נמצאה בסיוע של מנחה חיצוני (37%), בתכנים המדעיים שנלמדו (37%) ובהתנסות בתחום הטכנולוגי (34%).

התלמידים התבקשו גם לציין האם ההשתתפות בפרויקט תשפיע על כוונתם לבחור במגמות מדעיות בתיכון. רובם ציינו כי לא תהיה לכך השפעה כלשהי (n=114 ; 64%) וכרבע (n=28 ; 16%) טענו כי ההשתתפות בתכנית דרבנה אותם לבחור במגמה מדעית. מאידך, מיעוט (n=8 ; 5%) ציין כי בעקבות ההשתתפות בתכנית החליט לא לבחור במגמה מדעית בתיכון.

גם בשאלון **המורים** הוצגו אותם היגדים. תשובותיהם (בחלוקה ל-3 דרגות הסכמה) מוצגות בלוח שלהלן (על פי מספר המורים):

לוח 11: עמדות המורים כלפי תרומת התכנית – תשע"ו (N=16)

הסכמה במידה רבה (4-5)	הסכמה במידה בינונית (3)	הסכמה במידה מעטה (1-2)	
15	1	0	לתלמידים הייתה הזדמנות להעלות רעיונות משלהם
15	1	0	עודדתי את התלמידים לשאול שאלות
14	2	0	לתלמידים הייתה הזדמנות לחשוב על פתרונות לבעיה
12	3	1	התלמידים למדו שהם מסוגלים לעבוד בקבוצה
11	4	1	התלמידים נהנו לעשות את העבודה במסגרת שיעורי מדע
11	2	3	אני מקווה שגם בשנה הבאה אמשיך ללמד בשיטה כזו
11	1	4	אני גאה להיות חלק מהמורים המלמדים בשיטה זו
10	5	1	התלמידים נהנו לעבוד בקבוצה
10	4	2	התלמידים למדו דברים שמסקרנים ומעניינים אותם
10	6	0	העבודה תרמה לתלמידים להיות יצירתיים יותר
10	6	0	נתתי לתלמידים משוב אישי על התקדמותם
9	6	1	התלמידים למדו שהם מסוגלים לעבוד באופן עצמאי
9	3	4	הדברים שהתלמידים למדו קשורים לנושאים חשובים בחייהם
6	5	5	התלמידים למדו נושאים אקטואליים חשובים
5	4	7	הייתי פנויה יותר לעזור לתלמידים
4	4	8	התלמידים השתעממו ברוב השיעורים שבהם עבדו במסגרת התכנית

■ הסכמה במידה רבה/רבה מאוד - מחצית מהמורים ומעלה

■ הסכמה במידה מעטה/לא מסכים – מחצית מהמורים ומעלה



גם מתשובות המורים ניכר כי שניים מבין רכיביה של התכנית נמצאו כתורמים במידה הרבה ביותר - רוב המורים ($n=15$) ציינו כי לתלמידים הייתה הזדמנות להעלאת רעיונות ולפתרון בעיות ($n=14$) והם עודדו אותם לשאול שאלות ($n=14$). ובנוסף, העבודה בקבוצות: המסוגלות לעבוד בקבוצה ($n=12$) וההנאה שבכך ($n=14$).

על פי המורים נראה כי גם הם וגם והתלמידים נהנו מהתכנית וממאפייניה – סקרנות ($n=10$), יצירתיות ($n=10$), עבודה עצמית ($n=9$) וקבלת משוב ($n=10$), והם גאים להשתתף בה ומקווים להמשיך וללמד בשיטה זו ($n=11$). מחצית מהמורים ($n=8$) ציינו כי התלמידים לא השתעממו בשיעורים.

מראיונות המורים בהקשר של תרומת התכנית לתלמידים:

הפרויקט הזה הוא מאוד חשוב לחיים כי אני בעצם מכין אותם, איזו שהיא מיומנות של מביעה לפתרון אמיתי ולא משהו תיאורטי, זה נותן להם כלי שעכשיו אולי לא יזכרו אותו אבל זה יצוץ להם במוח עוד 5 או 10 שנים ואולי עוד שנה שנתיים. זה מיומנות לחיים מה שאנחנו עושים (מורה בית ספר 1).

אני מאוד מאמינה בתכנית הזאת... של למידה מתוך פתרון בעיות... זה לא קל לכל התלמידים אבל אני מאמינה שבצורה הזאת התלמידים לומדים הכי טוב והם גם זוכרים. הם עוסקים, ובעצם יש פה יצירתיות של ילדים שאני מודה שהם פרחו למקומות שאני לא מבינה בהם (מורה בית ספר 5).

ניגש אליי ילד... ואמר: המורה, אני רוצה להגיד לך שמאז שאנחנו בפרויקט, כל הזמן המוח שלי חושב על בעיות טכנולוגיות ואיך לפתור אותן. אני שיניתי הסתכלות, אני מסתכל עכשיו ככה על העולם – זו הסתכלות מאוד בוגרת (מורה בית ספר 6).

ג. הערכת התלמידים

1. הערכת ידע מדעי – מושגים מדעיים³

הערכת הידע של התלמידים בוצעה על ידי המורים המלמדים בתכנית בכל אחד מבתי הספר, על פי מחוון שנבנה בשיתוף פעולה בין רכזת התכנית, המורים ומכון סאלד. המחוון כלל מדדים בהתאמה למאפייני התכנית ולמטרותיה, כמופיע בלוח שלהלן, ונע בסולם שבין 1-5. את המחוון מילאו המורים על תלמידיהם:

לוח 12: הערכת הידע המדעי של התלמידים

ממוצע	ידע מדעי – כלל בתי הספר
3.7	רמה בהכרת מושגים
3.6	רמה בהכרת כללי טבע
3.6	רמה בהעברת ידע
3.5	רמה בשימוש במושגים להסבר
3.3	הרחבה והעמקה בידע

³ הערכת ידע התלמידים התקבלה משמונה מורים שלימדו בתכנית בתשע"ו
מכון הנרייטה סאלד – המכון הארצי למחקר במדעי ההתנהגות

2. הערכת התוצר

במסגרת יום השיא שנערך במכללת תל חי הוערך התוצר הסופי של קבוצות התלמידים במסגרת התכנית על ידי שופטים מהמכללה, בסולם הנע בין 1-5. הערכה בוצעה על פי מחוון שכלל מדדים בהתאמה לעיקרי התכנית, המופיעים בלוח שלהלן:

לוח 13: הערכת תוצרי התכנית על פי קבוצות ובתי ספר⁴

ממוצע	הערכת התוצר – כלל בתי הספר
4.5	עצמאות בפתרון
4.2	מענה לבעיה שהוגדרה
4.0	תוצר מקורי
4.0	איכות התוצר
3.9	ביסוס התוצר על חקירה מדעית
3.8	בחינת התוצר עצמו והערכתו
3.7	איכות החקירה המדעית

מהלוחות ניתן לראות התלמידים שהשתתפו בתכנית הצליחו במידה בינונית עד רבה, באופן ממוצע, בכל התחומים הקשורים **בבחינת הידע המדעי** (בסולם מ-1-5), במיוחד בתחומים של הכרת מושגים (3.7), הכרת כללי טבע (3.6) ויכולת העברת ידע (3.6). בנוסף, ניכרת הצלחה במידה רבה, באופן ממוצע, בתחום של **הערכה תוצר**, ובעיקר במידת העצמאות בהכנתו (4.5), במידת המענה לבעיה (4.2), במקוריות (4.0) ובאיכות התוצר (4.0).

⁴ תלמידי בית ספר 3 לא נכחו ביום השיא

ד.תפקיד המורה

בחלק זה יובאו ממצאים מקבוצות המיקוד עם התלמידים ומראיונות המורים, המתייחסים לתפקיד המורה בתכנית.

על פי התלמידים – המורה משמש בתפקיד של מנחה-מנטור המלווה את תהליך הלמידה ולומד בעצמו מושגים חדשים. האחריות על הלמידה מוטלת על התלמידים, ומתחזקת האינטראקציה בין המורה לתלמידים.

במקום מורה שממש מלמד אותך איך ללמוד, הוא מדריך שלך, הוא המנטור שלך, הוא מלווה אותך לאורך הדרך. גם המורה לומד הרבה במהלך הדרך. המורה לא יודע הכול אנחנו לומדים הרבה דברים. הפרויקטים זה לא משהו שכל בן אדם יודע ואז גם המורים לומדים תוך כדי... אני מרגיש שאני בעצמי תוך כדי לומד גם איך ללמד, איך לגשת לאנשים ולהעביר להם מידע בצורה שתהיה נכונה. גם את ההדרכה הזאת אנחנו מקבלים לאורך הדרך מהמורים (תלמידים בית ספר 5); היא מאוד עזרה לנו והתאהבה בזה שאנחנו חזק בזה, היא הלכה אתנו לקריית שמונה לקנות דברים. גם קודם היינו מחוברים אבל זה חזק את זה; היינו קרובות אליה גם לפני אבל החקר קרב יותר (תלמידים בית ספר 4).

על פי המורים – הנחיה ועזרה לתלמידים, הקניית מיומנויות והרגלי למידה, העברת האחריות ללמידה לתלמידים.

אם נותנים לתלמידים את הכלים ואת האחריות שהם כן יכולים להתקדם ולסמוך על עצמם אז לפעמים אני מסתובבת בכיתה ואף אחד לא צריך אותי... אני רואה את עצמי כמישהי שמנחה אותם, עוזרת להם להתפתח. לא אני מקור הידע, לא אני מקור הרעיונות, אני מקנה מיומנויות, אני מקנה הרגלים, אני מספרת להם איפה אפשר למצוא את המידע, אבל אני המון שואבת מהם ושואלת אותם מה הם רוצים, אני הולכת אתם... אני פה בשבילכם אבל אני לא עושה במקום ילדים. זו עבודה לא פשוטה, מורה צריך להחליט שהוא לוקח כי זה עומס מאוד גדול על המורה. זה אומץ לא להבין בכל הנושאים ולהודות שלא מבינים ושלומדים יחד עם התלמידים. צריך לא לפחד לאבד שליטה (מורה בית ספר 5).

הן המורים והן התלמידים ציינו את השינוי בתפקיד המורה המלמד בתכנית – מנחה, מדריך ומלווה. בנוסף כולל תפקידו של המורה הקניית מיומנויות ללמידה עצמית ועידוד ללקיחת האחריות על הלמידה על ידי התלמידים.

ה. קהילת מורים לומדת

יצירת קהילת מורים לומדת הינה אחת ממטרותיה של תכנית PBL, ואחד מהדברים המיוחדים אותה. קהילת המורים נפגשה במהלך השנה במסגרת תכנית השתלמות שנבנתה עבורם. במפגשים, שחלקם התקיימו בבתי הספר המשתתפים בתכנית וחלקם היו וירטואליים, השתתפו לרוב המורים המובילים. המפגשים לוו על ידי רכז מטעם קדימה מדע, על ידי נציגים ממכללת תל חי ועל ידי נציגה מטעם המכון הדמוקרטי. במהלך המפגשים הועלו דעות ורעיונות בנושא תהליך הטמעת התכנית וכן קשיים ואתגרים.

משאלון המורים נמצא כי מרביתם ($n=11$) השתתפו במפגשים, שלושה השתתפו לעיתים ושני מורים לא השתתפו.

כל המורים ציינו כי המפגשים משמשים כר פורה ללמידה וקבוצות חשיבה. תרומת המפגשים באה לידי ביטוי בדרכים שונות, ביניהן: שיתוף בהצלחות ובקשיים, סיעור מוחות והיחשפות לרעיונות חדשים, בניית כלים ייחודיים וכן בתחושה של חוויה חברתית.

מדברי המורים

בעיניי זה הדבר **שמוביל אותי ומחזק אותי**... המפגשים... היו מאוד מוצלחים ואנחנו כל הזמן מדברים על התוצר ומה אנחנו רוצים והמדדים לבדוק אותו. יש לנו דיון ערכי וחינוכי ממדרגה ראשונה (מורה בית ספר 4); הפגישות מאוד תורמות, שומעים התלבטויות, שומעים רעיונות של אחרים, כיוונים – זה מאוד עוזר לא לעבוד לבד, עבודת צוות מאוד עוזרת (מורה בית ספר 5); ההשתלמות/המפגשים שטלי מובילה הם מאוד משמעותיים בשבילי ולכן אני מקפידה להגיע ואני גם נעזרת המון... אני באה לכל מפגש ואני לומדת מזה. בעיניי זה מאוד משמעותי, אני לא לבד. יש משהו בהנחיה בפרויקט חקר שאתה מאוד לבד, ויש משהו שמשאיר אותך ביחד. במפגש הקודם שהועלו קשיים הבנתי שאני לא לבד וזה לא רק הקשיים שלי... הקהילה מאפשרת לראות עוד כמה זוויות (מורה בית ספר 6).

ו. מדריכים/מנחים חיצוניים – מכללת תל חי

1. מודל העסקה תשע"ו

בנושא העסקת מדריכים/מנחים חיצוניים חל שינוי בשנה"ל תשע"ו ונבנה מודל העסקה בשיתוף עם מכללת תל חי (אוקטובר 2015):

השנה מקדימה מדע הייתה פנייה שכל נושא מדריכים/מנחים שעובדים עם המורים בכיתה יהיה יותר ממוקד... שאומר שכל בית ספר יקבל את המנחים מתל חי – שניים, אחד שיותר מתמצא בתחום המדעי של הניסוי ואחד שהוא יותר בכיוון הטכנולוגי, שיש לו רעיונות ויכול להציע כל מיני דברים (רכזת התכנית).

המדריכים יכנסו וינהלו על ידי המורים בכיתה... הרעיון שמורה מכיר את כל הפרויקטים בכיתה, הוא מכיר את מה שקורה אצל התלמידים, הוא בונה את תכנית העבודה לכל מפגש של המדריכים. כשמדריך מגיע בתום מפגש הדרכה, מתקיימת שיחה, והמורה גם אומר שהוא מבקש שבפעם הבאה יפגוש את התלמידים האלה והאלה ויעבוד אתם כי הם צריכים קידום בנושא זה או אחר. בניגוד לשנה שעברה, המדריך לא צמוד לקבוצה מסוימת אלא הוא מנוהל על ידי המורים בין הקבוצות בהתאם למה שצריך, ואנחנו מכניסים מדריך שהוא מאוד חזק בצד הטכנולוגי.. ויכול לעזור בצדדים הטכנולוגיים בעבודה מול הקבוצות גם בתחום ההיתכנות של המוצר... וגם צריך לנהל את הצד של החקירה המדעית. נכנסים שני אנשים בפרופילים גבוהים, אתם תצטרכו להגיד להם מה הם עושים – אני חושבת שזה הדבר המאוד שונה משנה שעברה. היעד הגדול הוא להגיע למוצרים (מנהלת המרכז האקדמי לנוער במכללת תל חי).



2. עמדות המורים – נקודות עיקריות

משאלון המורים נמצא כי מרביתם ($n=12$) נעזרו בשני מדריכים ממכללת תל חי, שניים מהם – במדריך אחד ושניים כלל לא הסתייעו בהנחיה חיצונית.

המורים התייחסו לשיתוף הפעולה עם המנחים החיצוניים וצינו את תרומתם לתכנית ואף את האתגרים והקשיים עמם התמודדו במהלך השנה.

• צורת העבודה – באופן כללי

אנחנו עובדים כולם ביחד אבל אני המורה של הכיתה, הם לא משנים לילדים נושאים, הם לא מקבלים החלטות מהותיות בלי התייעצות אתי ובעצם עובדים כולם ביחד. במפגשים הראשונים היינו נפגשים לפני השיעור כדי לראות איפה כל אחד נמצא או בסוף שיעור, כדי להגיע למצב שלא משנים דברים ולא עושים דברים שאני לא מודעת להם, הכול בתיאום ובעבודה משותפת ביחד כשברור שאני זאת שאחראית ומנהלת את הכיתה (מורה בית ספר 5).

• קשר רציף ועזר למורה

אני מודה ומתוודה שהמדריכים מתל חי הם עזרה גדולה – גם הניסיון שלהם וגם מתקיים איזה שהוא שיח מדעי, גם עם הילדים וגם בינינו בצוות. זה כל הזמן משאיר את זה על סדר היום וגם התחושה שאתה לא לבד וכולנו כצוות עובדים על זה... **הפריה ממש מוצלחת בתוך בית הספר עצמו... בעיניי הם היו מצוינים מעצם זה שהם יצרו קשר והילדים סמכו עליהם מאוד, הם היו נינוחים ונגישים לילדים.** בימי ראשון יש לנו ישיבות צוות של צוות מדעים והזמנו... את המדריכים, ועברנו על כל אחת מהעבודות וכתבנו מה צריך ומה לא צריך, איפה הילדים צריכים עזרה, מה אנחנו חושבים – האם זה ייתכן או לא, איך אנחנו יכולים להפוך את זה למציאות... היה שיתוף פעולה מצוין בעיניי (מורה בית ספר 4).

מבחינת ההדרכה – המדריכות אצלנו היו מקסימות. היו שתי מדריכות... אחת יותר בתחום החקר והשנייה יותר בתחום עיצוב המוצר. הם עשו עבודה בלתי רגילה. **היה בינינו קשר מדהים מקצועי.** כשהם באו הם ידעו בדיוק מה הן עושות, היה דיבור יום לפני זה או פגישה לפני זה או סיכום אחרי פגישה. תמיד ישבתי אתם עוד ועברנו קבוצה קבוצה ודברנו על מה צריך לעשות ואיך מתקדמים. היה קשר רציף (מורה בית ספר 1).

• תוספת כח אדם לשיעור ומענה למספר גדול של תלמידים

מענה למספר גדול יותר של תלמידים בשיעור; עוזר כאשר יש קבוצה גדולה של תלמידים עם מגוון גדול של נושאים, מאפשר עזרה למספר קבוצות בו זמנית (מורים); מכיוון שאני... לא עומדת בעומס, אמרתי להן שאני צריכה את עזרתן שייקחו 2-3 קבוצות ויובילו אותן לתוצר (מורה בית ספר 5).

• תחומי ידע נוספים ומומחיות בתחומים מגוונים

מביאים עולם ידע חדש; עוד צוות חשיבה, בעלי יכולות טכניות וידע שהיו חסרים רק למורה בודד; נתינת מענה מקצועי לתחומים שאני לא בקי בהם; מסתכל מזווית מבט קצת שונה ומרקע שונה (מורים).

- **מקור נוסף לרעיונות**

היו להם רעיונות טובים לביצוע תהליך החקר ואף את האמצעים לביצוע זאת; יש עוד מקור ידע לרעיונות ובחינת אופציות; סיוע בסייעור מוחות; המדריכים היו שותפים לחשיבה על הפרויקטים השונים, הציעו רעיונות לתלמידים שנתקעו, תרמו מהידע שלהם בתכנים ובמיומנויות (מורים).

אתגרים וקשיים – על פי המורים

- **תפיסת התכנית והבנת מאפייניה – חוסר הלימה בין המורים למדריכים**

הם היו פחות מנוסים, בקיאים, מבינים מאתנו בתהליך חקר הפ.ב.ל ולדעתי זה היה פספוס (מורים); אני חושבת שהם צריכים לעבור הכשרה ולהיות חלק מההשתלמות שלנו... יש פער עצום בין מה שאני מבינה מה זה פתרון בעיות לבין מה שהם מבינים ומה שקורה בשטח – פער עצום (מורה בית ספר 4); לא תמיד הייתה הלימה בין מה שאנחנו אמרנו לבין מה שהם העבירו מסר לתלמידים, וקרה לי לפחות בשתי קבוצות שגם כשכבר הגעתי אתם לאיזו שהיא הבנה שהרעיון בסדר ואפשר להתקדם ואפשר לעשות, ואז באו ופשוט אמרו להם – לא, זה לא יעבוד, זה לא ילך... התסכול של הילדים היה מאוד גדול, ולגייס אותם שוב להתחיל מחדש היה מאוד קשה (מורה בית ספר 5); דרוש תאום ציפיות והגדרת תפקידים ברורה עם המדריכים החיצוניים; הגדרות לא לחלוטין ברורות לגבי ההתנהלות, התוכן, הציפיות מתלמידים וכד' (מורים).

- **זמינות המדריכים והזמן המוקצה להם**

עבודה משותפת אינטנסיבית דורשת תיאום שבא על חשבון זמן פרטי; הם פחות זמינים להתייעצות בין לבין – רק במהלך המפגשים עצמם; הצורך בתיאומים גוזל זמן שלא תמיד נמצא; יש צורך ברפלקציה שוטפת ולא תמיד היה את הזמן לקיים אותה; תיאומים והשקעה רגשית שלמורים וגם למדריכים אין זמן לכך (מורים); מעופפים, לא מחוברים לכיתה, לא מגיעים לכל השיעורים; לעיתים אין חיבור לתלמידים; הייתה אפשרות ליחס יותר אישי (מורים).

3. עמדות התלמידים – נקודות עיקריות

רוב התלמידים ציינו כי הם נעזרו במומחים, מבית הספר או מחוצה לו, בנוסף למורה למדעים (ר' לוח 14). 37% (n=80) מהם ציינו כי המנחים הועילו להם במידה גבוהה, 24% (n=42) – במידה בינונית ו-29% (n=50) – במידה נמוכה.

לוח 14: המומחים בהם נעזרו התלמידים

נעזרתי בתכנית ב...	מספר	אחוזים
מורה מומחה בתחום מבית הספר	69	38%
מומחה בתחום מחוץ לבית הספר	59	33%
מנחה בתחום המדעי	48	27%
מנחה בתחום הטכנולוגי	32	18%
לא נעזרתי באף אחד	26	14%
אחר	21	12%



מראיונות התלמידים

בדומה לדברי המורים, ציינו גם התלמידים את תרומת המדריכים בעזרה בגיבוש רעיונות, בהקניית מיומנויות ובמתן האפשרות למורה להתפנות לצרכי התלמידים:

הם ממש עזרו לנו... לבנות את הניסוי, לתכנן, לשרטט... הביאו לנו חומרים (תלמידים בית ספר 4);
המדריכים עוזרים כי המורה לא יכולה להשתלט על 25 ילדים ולעזור לכולם בכל דבר... המדריכות עובדות ממש מעולה, הן עוזרות לנו... אפילו בזמן קצר של שני שיעורים שזה לא הרבה לדבר הזה, עוזרות לכמה שיותר תלמידים. **אם הם לא היו פה לכל אחד היה יותר קשה כי הרבה מהרעיונות הן עזרו לנו, והרבה מהפתרונות;** אני מרגיש שהיא נותנת לי את החופש שלי, לא מתנהגת כמו מורה אלא כמו מבוגרת שעוזרת לך (תלמידים בית ספר 5).

היו גם תלמידים שסברו אחרת וציינו שהיו מדריכים שלא התייחסו בכבוד לתלמידים, שינו את יוזמת התלמידים בגיבוש רעיונות ואף העדיפו קבוצות מסוימות על פני האחרות:

מדריך אחד בהתחלה היה אתנו, הוא כל פעם בא והתחיל לשנות דברים, בא עם רעיונות.... בהתחלה כל דבר שהעלינו הם פסלו אותו כי לא היה בזה חקר (תלמידים בית ספר 4); אני חושב שלנו הם לא עזרו בכלל, הם עוזרים לקבוצות אחרות, המדריך הולך לקבוצה עם ה... ולא זו מהם. ביקשנו עזרה; הייתי מביאה מנחה חיצוני שיכבד אותי וידבר אליי בצורה מכבדת, חבל שזה לא קרה (תלמידים בית ספר 6); שלא יביאו רק לקבוצה אחת מנחה אישי שמבין בפתרון שלהם; צריכה להיות הזדמנות לכל הקבוצות ולא רק למי שהרעיון שלו לפי דעת המורים טוב יותר (תלמידים בית ספר 2).

4. עמדות המדריכים – נקודות עיקריות

בסוף שנת הלימודים התקיימה קבוצת מיקוד עם ארבעה מדריכים מתחומי המדע והטכנולוגיה. בין המדריכים התנהל שיח בנושא אחוז התלמידים שהם הצליחו להגיע אליהם בפרויקט:

כל הפרויקט הזה הוא מאוד מאוד תלוי מורה ותלוי תלמידים. היו לנו מורים שאמרו שלפני שנה הכול עבד יופי והנה השנה פחות עבד (מדריך 3); באחוזים אנחנו לא עוברים את ה-5%. אם לעשות סטטיסטיקה של כל התלמידים שהיינו אתם מי לקח את מה שאמרנו לו וכאילו צעד עם זה – זה פחות מ-5%... (מדריך 2); שליש מהכיתה (מדריך 1).

במהלך הריאיון ציינו המדריכים בעיות שונות שאתם התמודדו במהלך השנה. לעיתים המדריכים לא היו מודעים במידה מספקת לתפקיד שאותו עליהם למלא וחשו "כמו שדה קרב, זורקים אותך לקרב, רצים ולא יודעים מה התפקיד. לא אמרו לי מה התפקיד" (מדריך 2).

עם זאת, לעיתים נוצר שיתוף פעולה המבוסס על אמון בין מורה ומדריך:

המורה הוא המוביל אבל יש ללמוד לעבוד ביחד ובשיתוף. מורה שהיא מובילה ידעה לשחרר וליהנות מאתנו... ברמה של מעבירה את השליטה. גם מול הקבוצות, תיאומים, היינו מעבירות רשימות בינינו מה הסטטוס שלהם ואיזה כיוון אנחנו חושבות והלאה. אני חושבת שמצאתי את החופש כי קשה לי לא לקחת את החופש. כשאתה מביא את האימפוט שלך ולא נלחם על אותה משבצת .. אני חושבת שצריך לקבל אמון, צריך מדריכים איכותיים בשביל זה ושנותנים משהו שלהם [למורים] אין אז יותר קל להם לקבל אני חושבת של[מדריך ה]מדעי פה יש קצת יותר קושי (מדריך 1).

- **מטרת התכנית בעיני המדריכים**

כל המטרה שלשמה התכנסנו, שלשמה הפרויקט הזה חי וקיים – זה כדי ללמד את הילדים משהו חדש, ללמד אותם לחשוב באופן עצמאי ולנסות לייצר איזה שהוא תהליך. בעיני פחות חשובה התוצאה. כמובן שילדים עובדים קשה ואין להם תוצאה אז זה אוי ואבוי, אבל עדיין מה שחשוב פה זה הלמידה, רכישת מיומנויות למידה. אני לא מדבר על תכנית הלימודים – זה בנוסף (מדריך 4).

- **חוסר בהירות לגבי תפקיד המדריך**

מה היה התפקיד שלי שם? – לעזור להם לפתח חשיבה אחרת, יצירתית, חשיבה לא שבלונית... התפקיד שלי כאחת שמביאה להם משהו אחר, משהו שהמורה שלהם לא יכול, ואני משלימה משהו שאין אותו – אני חושבת שזה התפקיד העיקרי שלנו, כי המורים, רובם במדעים, יודעים לעשות ניסוי חקר, אבל מה האימפוט שלנו כאנשים שבאים מתחומים אחרים, מתפיסה אחרת, ולא תמיד המורים מבינים שזה גם יכול להיות התפקיד שלנו – לשחרר ולתת... והמורה בתחום מאוד מוגבל כי אתה מורה כבר 20 שנה, מדריכה יכולה להביא מהמרכז האקדמי תפיסה אחרת, מהאישיות שלה, ממה שהיא למדה, מההתנסויות שלה בחיים, ולא תמיד זה מתבטא (מדריך 1); אתה נוחת בשדה קרב. יש הגדרות בומבסטיות – להמציא אב טיפוס שלא היה קיים (מדריך 2); אני באתי לתת להם העשרה מדעית איך בונים ניסוי בצורה נכונה בתור מדריך מדעי, ולפחות מההתנסות האישית שלי, אני לא הגעתי לזה עם אף קבוצה. עזרתי לקבוצות פה ושם בצורה נקודתית – עזרתי עם הניסוי, עזרתי עם התכנון – איפה שהיה צריך סגרתי את החור... אבל בנוסף ציפיתי לשיעורים של איך לנסח שאלת מחקר, מהי השערת מחקר, איך ניגשים בכלל לנושא חדש, איך מחפשים חומר... נראה שההגדרות של התפקיד שלי לא היו לי ברורות (מדריך 4).

- **הצורך בהגדרת שלבי העבודה בפרויקט**

אני חושבת שזה תלוי בשלב אבל ביחס גם לאמביציה שלו ולדד-ליין. אם מגדירים להם שהם לא יכולים לצאת למודל לפני שלב מסוים של ניסוי חקר-ניסוי מדעי, אז הם פתאום נלחצים, אז יש לחץ בשבועיים-שלושה האלה, אבל כל שלב למידת המחקר של התחום, שהוא בעיני אחד הדברים החשובים, מאוד מאוד קשה (מדריך 1); אני חייבת לציין שאני בהרגשה... שהפילו אותנו בתוך כיתה, לא היה ברור, לא היו יעדים ברורים מתי מסיימים כל דבר, וכל כיתה התנהלה בהתאם למורה שלה וזרמה לאורך השנה... והן היו שונות בין בית ספר לבית ספר (מדריך 3); חודשיים אחרונים הם פתאום לוקחים את זה, חייבים להפיק משהו. במהלך השנה רגוע ואז שמים גז, ואז יוצאים גם תוצרים פחות טובים. כל העבודה פחות טובה. (מדריך 4).

- **הרגלי למידה, מוטיבציה ומיומנויות של התלמידים**

הנושא של הרגלי למידה שהם לא מבינים את צורת הלמידה הזאת – ממש לא! למידה עצמאית, אמביציה, מיומנויות למידה שבעיני הן מאוד מאוד חסרות, הם רגילים שיורים עליהם את החומר. זה אחד הקשיים כי מי שאין לו איזו שהיא אמביציה קצת מעבר, מאוד מאוד קשה לו לשתף פעולה, כי מה שאני מייצרת זה דיון עם קבוצה. אני לא אומרת להם מה לעשות או מה לחשוב, אני מפתחת דיון והם לא משתפים פעולה עם דיון כי הם לא יודעים איך. מאוד מאוד קשה. היו קבוצות מדהימות שידעו לעבוד לבד ורצו, אבל זה מאוד אישיותי (מדריך 1).

- **שיתוף הפעולה מצד כל התלמידים**

הרבה פעמים תלמידים שיושבים אתם היו בוהים בי, במיוחד בהתחלה. הקבוצות החזקות נהנו מאתנו והיו שלבים שביקשו שאבוא לשבת אתם. יש כאלה שאיך שהיינו נכנסים לכיתה היו אומרים: היום את אתנו. הם ידעו ליהנות מזה ויש כאלה שלא מעניין אותם ולא משנה חוץ מדד-



ליין של מורה הם לא יעשו כלום וזה מה שהיה עם חצי מהקבוצות שאני לימדתי, לא 10%... תלמידים ישבו במשך שיעור שלם מול משחקי המחשב שלהם ושיחקו ולא עניין אותם הפרויקט (מדריך 1); זה לא עניין אותם. למשל, בנות מצאו רעיון ואתה בא, אחרי שני משפטים, אפילו שזה היה רעיון שלהם – עזוב אותי אל תדבר אתי, אני לא מבינה מה אתה רוצה ממני. כאילו **אטימות מצד התלמידים** (מדריך 2); **היו שיעורים שהרגשתי שאני לחלוטין מיותרת, הגעתי, ותלמידים באו לא ברצון לעבוד**, עסוקים במשחק מחשב שהעלו באותו זמן באינטרנט, חלקם הטריחו את עצמם להסתובב ולדבר אתי כשבאתי לדבר אתם ולשאול מה קורה, חלקם אפילו את זה לא עשו (מדריך 3); קצת התאכזבתי שכמו שחבריי המדריכים אמרו **היו מפגשים שהרגישו מיותרים**, שאני הרגשתי מיותר והיו מפגשים שהרגשתי שאין לי מספיק זמן, שאני חייב לתת פתרונות להרבה מאוד קבוצות (מדריך 4).

• השימוש במדפסת תלת-מימד

איפה שיכולתי **לחצתי על המערכת שיעשו שיעור מיוחד להדפסה תלת-ממדית**, לתת להם כלי שהוא עכשווי ויש אותו בכל בתי הספר. מי שלקח את זה בשתי ידיים נהנה מזה והתלמידים נהנו מזה. ... התלמידים הוציאו תוצרים בהדפסה תלת ממדית ואז כל ההתעסקות עם הקרטון מיותרת כי זה כל כך פשוט לעבוד עם זה. בבתי ספר אחרים לא היה מספיק שימוש... מה שביקשתי שחלק מהמערכת יהיה שיעור מיוחד של שעתיים. הם יכולים לקבל כלי ואחר כך הם יכולים לבנות כמעט לבד... זו הבנה של המורים לגבי הכלים הטכנולוגיים – הכלים קיימים, וגם איך להתגמש. אני רואה את זה מאוד אישיותי – **מורה שרצתה דאגה שזה יהיה** (מדריך 1).

• שעות עבודת המדריכים ושכרם

כל הנושא של צורת הפעלת המדריכים היא בעייתית מאוד... **לא מוגדר לזה זמן ותקצוב של כסף**, משלמים כל כך מעט למדריכים וכל כך לא אחיד, כי אם אני צריכה לנסוע להר וגיא (שעה הלוך חזור), שעה וחצי בבית ספר ואחרי זה לנסוע לעמק החולה – יום שלם... השנה הורדתי משרה והחלטתי לא לעבוד הרבה וזאת הייתה לי התנסות. היום כשאני עובדת משרה מלאה אני לא יכולה לקפוץ מבית ספר לבית ספר... (מדריך 1); העניין של להגיע לבתי הספר, בטח כשזה תפן, סאסא – יש פה איזו שהיא בעיה. **אני מגיעה לשעתיים ואני נוסעת כמעט שעתיים, ושלא נדבר על זה שאני מיותרת שם באותו יום**... אני לא יכולה לתאם עם המורים פגישה כי אני חושבת על בזבז הזמן ואני גם לא מתוגמלת על הזמן הזה. אי אפשר להיפגש לפני השיעור או אחריו כי הם מלמדים לפני ומלמדים אחרי (מדריך 3).

המלצות המדריכים בנוגע לתכנית

• קביעת מועדים קבועים להצגת המהלכים בפני הכיתה ולא רק בסוף התכנית

אמרנו שבשיעור הרביעי אתם עם הגדרת בעיה אחרי שלמדתם וחקרתם קצת מה אתם הולכים ללמוד בתחום. **להראות מצגת של חמש דקות מול הכיתה**. זה גם כלי ואני חושבת שצריך לעשות את זה (מדריך 1); צריך לתת להם **עוד דד-ליין בדרך** (מדריך 3).

• גיוס התלמידים לביצוע הפרויקט

בעצם מה האינטרס של הילדים לעשות את הפרויקט הזה – ציון לא מעניין אותם כמעט... אצלי היו כאלה שלא עניין אותם. אני חושב שאנחנו פה היינו צריכים להוסיף את הכלי ההישרדותי – לתת להם פרופגנדה ממש, **להראות להם מה חשיבות הפרויקט הזה**. אני לא חושב שהכינו אותם. הסבירו להם מה חשיבות הפרויקט? מה התרומה?... מה שקורה בכל הפרויקט הזה אנחנו רוצים שהם יעשו דברים עם השראה ואין להם שום מגנט – למה אני צריך לעשות את זה? (מדריך 2).

- **הצגת תהליכי העבודה בפני הכיתה**

שיתוף והעלאת רעיונות... זה גם חלק מללמוד... העניין של ההצגה זה החברים שלי – אני מקבל את ההערות שלהם, הם יודעים איך לתת הערות... הם לומדים איך להגיב לאחרים. אני חושבת שההפסד הכי גדול של כל הפרויקט הזה זה שתלמידים לא ידעו מה חברים שלהם עושים... זה שכל קבוצה עובדת עם עצמה ולא יודעת מה החברים שלה עושים זה פספוס אדיר וזה גם איזה שהוא דרייב של תחרותיות ביניהם (מדריך 3).

- **גיוס מומחים ממפעלים בסביבת בית הספר**

אחד המדריכים הציע שזה יבוא דרך המפעלים, שהמפעל ישלח אנשים ללמד, למשל בסאסא יש מפעל ויש בו אין סוף מהנדסים שאני מכירה שיכולים לעזור ולהיות חלק מהמערכת הזאת, חלק מהשילוב של התעשייה בפרויקט. שהמרכז האקדמי יגייס דרך המפעלים, לפנות למשאבי אנוש. אני חושבת שצריך להסתכל כמערכת והשאיפה שלנו שהתלמידים יכירו בתעשייה ושהתעשייה תשתלב בחינוך... וזו דרך מעולה להכניס מהנדסים שעובדים ופעילים בתעשייה (מדריך 1).

- **הדרגתיות בהכנסת הפרויקט**

אני חושבת שלהכניס אותם מתחילת הפרויקט לעבודה עצמית לגמרי הוא בעייתי והם לא יודעים להתמודד עם זה, צריך תרגילים שמאמנים אותם או לעשות את התהליך הדרגתי (מדריך 3)

- **בחירת הבעיה על ידי התלמידים**

אני לא נבהלת מזה שאנחנו צריכים ללמוד ולחשוב לכיוונים אחרים כי זה מפתח גם אותנו וזה גם מראה להם שאני לא יודעת ואני הולכת ולומדת, ללכת לחנות ולבדוק ממה עשויים מכנסיים, לאינטרנט לראות חומרים, מה ההרכב של החומרים, מה התכונות המכניות שלהם ומתוך זה להבין למה משתמשים בזה שם (מדריך 1).

- **בחירת מדריכים שיתמידו לטווח ארוך**

בסיכום המפגש ציינו המדריכים כי כנראה שלא ימשיכו להדריך בפרויקט, כל אחד מסיבות אחרות, וכדברי אחד המדריכים :
זה משהו שצריך לטפל בשיטת העבודה, זה שמדריכים לא ממשיכים זה לדעתי מינוס מאוד מאוד גדול. השקיעו במדריך ועד שהוא למד ומבין את התכנית והוא בתוך זה (מדריך 3).



ז. קשיים, אתגרים והמלצות

בחלק זה יוצגו דברי **המורים** בנושא הקשיים והאתגרים אתם הם התמודדו במהלך הפעלת התכנית, החל מרכיבי התכנית, קשייהם כמורים בתכנית וקשיים בהתמודדות עם התלמידים.

- **רכיבי התכנית** – התכנית עמוסה במטרות ומשלבת רכיבים רבים, דבר הדורש מהתלמידים מיומנויות מגוונות והכנה רבה עוד לפני ההגעה לכיתה ט' – לעיתים מיומנויות שלא התעסקו איתן מספיק בז'נ'ח'.

אחת הבעיות העיקריות היא שזה מאוד מאוד עמוס, הם צריכים לעשות המון דברים, המון מיומנויות ב-ט' כשהם לא התעסקו אתם מספיק ב-ז'ח' – השילוב של עבודה מול מחשב וחיפוש חומר... להוציא נכון את החומר ולסכם אותו ולתכנן ניסוי, לחשוב על שאלת חקר, לחשוב על כל הדברים מסביב – זה המון עבודה והם משקיעים המון המון אנרגיה בחלק הראשון עוד לפני שהם יוצאים לדרך (מורה בית ספר 2).

- **קישור לתכנית הלימודים ואיזון בינה לבין תכנית ה-PBL** – חלק מהמורים חשו שהתכנית באה על חשבון הזמן שצריך להיות מושקע בתכנית הלימודים.

מאוד מתסכל אותי זה שזה המון פעמים בא על חשבון חומר לימוד שאני חושב שהוא גם לחיים טוב... אני רואה כן פגיעה בתכנית הלימודים שהייתי מאוד רוצה שהם יעברו אותה (מורה בית ספר 1).

- **חוסר מומחיות המורה בתחום הטכנולוגי** – רוב המורים המלמדים בתכנית באים מתחום המדע ולא מתחום הטכנולוגיה, ועליהם להתמודד עם הרעיונות הנבחרים על ידי התלמידים, שלא תמיד הם בקיאים בהם, דבר הגורם להם תסכול, חוסר ביטחון ובזבוז זמן.

לי באופן אישי היו המון המון תסכולים בדרך כי הרגשתי שזה לא נושאים שאני מתחבר אליהם... ובדרך זה יצר קושי מאוד עצום, ואני חושב שבגללי גם איזה שהוא בזבוז זמן. אני לא מאשים רק אותם אלא גם אותי (מורה בית ספר 1).

לגבי הטכנולוגיה – לא התעסקנו בהיבטים הטכנולוגיים, התעסקנו במחקר, בשאלת חקר, מגיעים לנושא של הטכנולוגיה של איך לבנות את זה ולא היו שם מספיק דגשים ומספיק כניסה לנושא הזה גם בגלל חוסר ידע שלנו (בית ספר 2).

אנחנו מאוד חזקים בכל תהליך החקר המדעי אבל אנחנו צריכים מאוד להשתפר בכל ההיבט הטכנולוגי... אנחנו אוכלים חצץ והתהליך מאוד קשה ומורים מרגישים חוסר ביטחון מאוד גדול בחלק הטכנולוגי שצריך לראות איך פותרים את זה – זה מה שמאוד מאתגר (מורה בית ספר 3).

אחד הדברים שנשברתי... ואמרתי: מה אתם רוצים ממני? תביאו סדנה, תביאו אנשי מקצוע, אין לי מושג, אין לי ידע, אני לא יודעת להחזיק מברג, אין לנו כאן סדנאות, יצירות. בית הספר לא ערוך לזה. באיזה שהוא מקום זה מאוד תסכל אותי (מורה בית ספר 4).

אני... שברתי את הראש איך אני אשיג את זה, ואיך אהיה יצירתית כדי למצוא ולשלב את הטכנולוגיה בצורה אמיתית ולא מלאכותית (מורה).

- **חוסר שליטה של המורה וקשיי התמודדות עם קבוצות התלמידים** – התמקדות המורה בקבוצה מסוימת יכולה לגרום לבעיות משמעת ולתחושה שלא כל הקבוצות מקבלות את מלוא תשומת הלב.

ברמה האישית בכיתה שלימדתי, זו כיתה שלא הכרתי לפני, אז היו לי גם קשיי משמעת שם – עבדו בקבוצות והייתי צריכה להתפנות או לתת מענה לקבוצה מסוימת, האחרים לא ממש תפקדו והיה קושי לנהל אותם, גם אם אמרתי להם שיש להם משימות, ברגע שלא ישבתי להם על הראש ולא היו לי מדריכים בכיתה שיכולים להיות אתי, אז היה קצת הקשה. זו אחת הסיבות שגם חלק מהתלמידים בסופו של דבר נשרו (בית ספר 5).

יש המון עבודה והמון קבוצות (13)... אצלי יש גם זוגות – אבל אני לומדת, זה גם עניין של מיומנות איך לנהל את המרחב הזה. (מורה בית ספר 6).

- **החדרת מוטיבציה ומעורבות פעילה בקרב חלק מהתלמידים והניסיון לגרום להם לסקרנות.**

בניסיון לחפש את החדווה הזאת של ללמוד, אני מרגישה שזה משהו שעוד לא מיציתי אותו... גם של התכנית וגם שלי, ככלי שמאפשר ונותן להם את הכלים האלה... איך לסקרן אותם ולהשאיר אותם כל הזמן בתהליך של למידה – זו עבודה סזיפית של המורה. (מורה בית ספר 4)

- **קשיים טכניים-פיזיים** – פניות המעבדה, פיזור התלמידים במרחבי למידה שונים ותיאום ימי העבודה של המדריכים.

המדריכים באים כל יום ראשון. יש פה בעיה טכנית כי ביום ראשון אין לי את המעבדה ורציתי שהם יבואו ביום רביעי כשיש לי את המעבדה אבל הם בבית ספר אחר, וזו בעיה להחליף את המעבדות... אנחנו עובדים בכוח (חדר קטן), חלק הולכים לספרייה – זה אתגר. ילד שאני לא רואה אותו, שעף לי מבין העיניים – יש פה מחירים (מורה בית ספר 6).

המלצות המורים בנוגע לתכנית

- **קיצור התהליך ומיקודו**

כל התהליך צריך להיות הרבה יותר קצר וממוקד ולא למרוח אותו, אבל זה לא פשוט... (מורה בית ספר 1); צריך למצוא דרך שזה יהיה יותר קצר ויותר ממוקד (מורה בית ספר 2).

- **התארגנות ולוח זמנים תחום**

גם אנחנו בהתברברות... בהתחלת השנה לא תחמתי, לימדתי אותם חקר וחקר טכנולוגי ומה ההבדל ביניהם, איך שואלים שאלת חקר. אחר כך נכנסנו לפורטל ועוד פעם לפורטל, וכשאתה תוחם ומסדר לך שלך זה ברור, להם זה עוד יותר ברור... אני מרגישה שיש לי רצון, שמחה ותשוקה לראות איך אני משתפרת במקום של לתת לוח זמנים, (מורה בית ספר 4).

- **איזון בין התכנית לבין תכנית הלימודים**

אני חושב שאנחנו צריכים למצוא את האיזון הנכון [בין תכנית ה-PBL לבין תכנית הלימודים] (מורה בית ספר 1).



- **הגדרה מחדש של התחום הטכנולוגי והתאמתו למערכת הבית-ספרית**

אני חושבת שאת העניין הטכנולוגי אנחנו צריכים להגדיר מחדש – מה הדרישות. זה מאוד יפה ברעיון, החקירה המדעית בדרך כלל ניתנת ליישום וההיבט הטכנולוגי אני מרגישה שידי קצרה והרבה פעמים צריך להוריד את הציפיות ולהתאים את זה ליכולות של בית הספר... אני חושבת שזה שילוב נכון אבל צריך להתאים את ההיבט הזה ליכולות של בית הספר (מורה).

- **קיום שיחות משוב עם התלמידים במהלך התכנית**

לעשות את שיחות המשוב לא אחרי שיש משבר אלא לפני שיש משבר... בואו נעשה שיחה, כל אחד ישתף בקשיים שלו, כל אחד יגיד מה עם העבודה שלו, מה שעשינו... כמה פעמים כשהיה משבר, הפסקתי את כולם, עשינו סבב וכל אחד סיפר מה הקשיים שלו, ואז הם גם הגיבו אחד לשני, ובגלל שלכולם היו קשיים הם רצו לשמוע... והם יצאו עם רעיונות חדשים איך להמשיך... עשינו את הכינוס... בכיתה אבל הזזנו את הכיסאות, שברנו שגרה בהכול, דיברנו ושוחחנו... רציתי לתת את המקום שלהם – של הכיתה... מה שחשוב בעיניי, שגם אם היו משברים, ברגע שאתה מייצר את הפיקים האלה הם הולכים עם הגאווה ואז הם נכנסים גם בלי לשים לב לתוך העניין (מורה בית ספר 4).

- **חשיבות בהקניית מיומנויות טכניות לבניית מוצר**

זו גם איזו שהיא נגיעה טכנולוגית שנראית לי צורך אדיר... ילדים בכיתה ט' לא יודעים לעבוד עם סרגל ועיפרון, הם לא יודעים לגזור במספריים, הם בטח לא יודעים לעבוד עם פטיש ומסמרים או עם איזה ציוד קצת יותר מתוחכם, הם יודעים רק להחליק על מסך הפלאפון. גם הסדנה הזאת של עבודת כפיים נראית לי חיונית מאוד וזה מזמן, אפילו מי שעשה הכול מקרטון ולא הגיע לשום דבר אמיתי, היה צריך לגזור את הקרטון מדויק ולראות שזה הגיוני ולחבר (מורה בית ספר 2).



ח. סיכום התהליך שעברו המורים – דוגמאות מהשדה

חלק מהמורים ציינו, הן בראיונות והן במפגשי קהילת המורים, שהם עוברים תהליך בתכנית – למידה תוך פתרון בעיות – ונמצאים עדיין בשלב למידת התכנית, הכרתה והטמעתה בכיתה. חלקם הבינו שצריך לתת לתלמידים את הזמן להתחבר לתכנית ולרעיונות שלהם כדי להקל על כל שלבי התהליך במטרה להגיע לחוויית למידה אחרת:

אני מרגישה שאני בעצמי עוד צריכה הרבה ללמוד את הנושא הזה של למידה תוך פתרון בעיות... אני מצליחה חלק מהצוות שלי לסחוף אחריי, לא את כולם, והכי חשוב זה את הילדים – היה להם קשה למצוא את הנושא אבל ברגע שהם מצאו את הנושא הם היו שם לאורך כל הדרך. הייתה **חווייה השנה מאוד טובה בהתקדמות שלנו**... זו השנה השנייה שלי ואני מרגישה גם ברמה האישית וגם ברמה הצוותית שמאוד מאוד התקדמנו, גם להבין מה רוצים ממני ב-PBL... והיתרון העיקרי שאני הרגשתי במיוחד השנה בצורה חזקה, זה באמת **שהילדים עד שהם מתחברים לוקח זמן**, אבל כשהם מתחברים למשהו שהוא מתוך העולם שלהם, מתוך הצרכים שלהם, מתוך התשוקה שלהם – זה הופך את הכול הרבה יותר קל יחסית כי אחר כך הפורטל קצת הכביד. אני ממש מרגישה שזה מה שנכון לעשות... זה ממש תהליך מורכב. אני מוצאת את עצמי חושבת עליו המון ומדברת עליו המון עם הילדים – מה עבר עליהם, מה קרה להם, מה הם חשבו, מה יצא להם מזה. אני לא בטוחה שיש להם את התובנות שלי כמובן, ואני **בהחלט חושבת שזה לעומת שנים קודמות, בכל תהליך שהוא, התשואה יותר משמעותית** (מורה בית ספר 4).

מורים אחרים ציינו כי למרות שנות הוותק הרבות והניסיון בעבודת חקר, בפרויקט זה השתנה תפקידם כמורה. בנוסף, יש נושאים שהם לא בקיאים בהם ונדרשו מהם מיומנויות שונות:

למרות שאני 20 שנה מורה, עדיין להנחות תהליכי חקר צריך כל דקה נתונה לקבל החלטות... למדתי שאני לא מתביישת לשאול אם יש משהו שאני לא בטוחה, ואני גם אומרת לתלמידים – מה שאנחנו לא יודעים אנחנו שואלים... זה משהו חדש למרות שאני מורה הרבה שנים והנחיתי תהליכי חקר... התכנית מתחברת לבית הספר, כל תלמיד יכול לבחור נושא שמעניין אותו, מצד שני זה מאתגר מאוד בהנחיה... יש לזה יתרונות מאוד גדולים... ואני חושבת שיש משהו מאוד יפה בהוראה בדרך הזאת, והלמידה באמצעות פרויקטים בעיניי היא מאוד מתחברת לדבר הזה. מצד שני היא דורשת המון מיומנויות אינטלקטואליות, המון מיומנויות של כתיבה... אני למדתי לשחרר, לסמוך על המדריכים, להאמין שהמורה לטכנולוגיה יוכל ויתפנה ויהיה בסוף תוצר ושנגיע לדבר הזה כי זה באמת נראה היה מאוד רחוק (מורה בית ספר 6).



בארי, ט. (2012). **תהליכי למידה תוך פתרון בעיות אותנטיות**. עבודת דוקטור, חיפה: הטכניון.

Barrows, H.S. (1996). Problem-based learning in medicine and beyond. In L. Wilkerson and W.H. Gijselaers (Eds.), *Bringing problem-based learning to higher education: Theory and practice. New directions for teaching and learning* (no. 68, pp. 3-13). San Francisco: Jossey-Bass.

Feinstein N. W., Allen S. & Jenkins E. (2013). Outside the Pipeline:
Reimagining Science Education for Nonscientists. *Science*, 340, 314-317.

Pellegrino J. W. & Hilton M. L. (Eds.) (2012). *Education for Life and Work: Developing Transferable Knowledge and Skills in the 21st Century*. Washington: The National Academies Press.