

# התפתחות מקצועית של מורים בהקשר ל"למידה באמצעות פרויקטים" (לב"פ): קידום תרבות המחקר בבתי הספר\*

רוזנפלד, ש. לוריא, י. שרץ, ז. א. בריינר,  
רוזנפלד, מ., כרמלי, מ., שאלתיאל, ל., פיטרס, א. ואלון, ב.ש.

המחלקה להוראת המדעים

מכון ויצמן למדע,

רחובות

בשיתוף

מיג"ל

האגודה לקידום הוראת המדעים בגליל

קרית שמונה

## תקציר ארבעת המאמרים:

אחד המכשולים הניצבים בפני ההכרה ביתרונותיה של הלמידה באמצעות פרויקטים (לב"פ), הוא נושא התמיכה במורים ובבתי הספר העומדים ליישם את לב"פ. מהם האתגרים העיקריים וכיצד יש להיענות להם? מהו סוג התמיכה שיש להציע, על ידי מי, ובאלו תנאים? שאלות אלו יידונו בארבעה מאמרים שכל אחד מהם עוסק בלב"פ מהיבט אחר. ארבעת ההיבטים הם:

1. **פיתוח מודל מעשי המבוסס על מחקר.** בהתבסס על ניתוח של המטרות והקשיים של ארבעה סוגי האוכלוסיה העוסקים בלב"פ (תלמידים, צוותי מורים, מורים מובילים ומורי מורים), ובהתייחסות אל סוג התמיכה הנדרשת לכל אחד מסוגי האוכלוסיה האלו - אנו מציעים שלוש "לולאות משולבות" של תמיכה. בהתבסס על מודל זה, מוצגות הנחיות לייסוד מרכז לב"פ.
2. **שילוב בין מיומנות לב"פ לידע תכני.** המתח שבין למידת תכנים ללמידת מיומנויות מציב אתגר רציני בפני המורים. מחקר פעולה בנושא לב"פ הראה כי למרות שלמידה והוראה בשיטת לב"פ הניבו תוצאות מוצלחות רבות, הרי המורים והתלמידים שעבדו בשיטת לב"פ התקשו לעמוד ב"עומס הקוגניטיבי" שנוצר בתהליך של פיתוח מיומנויות לב"פ, וכתוצאה מכך הוזנח הידע התכני.
3. **הקשר בין לב"פ לבין סגנונות למידה.** מחקר חלוץ מציע כי תלמידים שהפתיעו את עצמם ואת מוריהם בהצלחתם בלב"פ, הם בעלי סגנונות למידה המותאמים פחות להוראה הרגילה בכיתות, בעוד שתלמידים אשר אכזבו את עצמם ואת מוריהם בלב"פ, הם בעלי סגנונות למידה המתאימים יותר להוראה הרגילה בכיתות ופחות לסביבות לב"פ. במאמר מוצעות השלכות להתפתחות מקצועית של מורים.
4. **פיתוח סביבה ממוחשבת ללב"פ.** פותחה סביבה ממוחשבת עשירה ("דרך המלך") המבוססת על המטאפורה של "מסע מודרך" ומציעה מבנה משותף של משימות. מחקרים מראים כיצד יש להשתמש בתוכנה כדי לתמוך בהתפתחות מקצועית של מורים וביישום לב"פ בכיתה.

---

\*המאמר הוצג בשפה האנגלית בסימפוזיון בכנס של EARLI (האגודה האירופאית למחקר על למידה והוראה) שנערך בשבדיה באוגוסט 1999.  
תרגום: תמר יחיאלי

מאמר ראשון:

## מודל של "לולאות משולבות"

לתמיכה בהתפתחות מקצועית של מורים ובהחדרת שינוי לבתי הספר

בהקשר ל"למידה באמצעות פרויקטים" (לב"פ).

רוזנפלד, ש., לוריא, י. שרץ, ז. ואלון, ב.ש.

המחלקה להוראת המדעים

מכון וייצמן למדע,

רחובות

בשיתוף

מיג"ל

האגודה לקידום הוראת המדעים בגליל העליון

קרית שמונה

### מטרות

הפוטנציאל החינוכי של "למידה באמצעות פרויקטים" (לב"פ) שבה את דמיונה של הקהילה החינוכית בשנים האחרונות. לעומת זאת, הצטבר גוף מחקר גדל והולך המראה כי ללא תשומת לב מיוחדת לנושא התמיכה בהתפתחות המקצועית של המורים ובשינוי המתרחש בבתי הספר, מיצוי פוטנציאל זה יישאר בגדר חלום (לדוגמא: Marx et al. 1997).

מיקדנו את תשומת הלב שלנו בהיבט זה על ידי פיתוח מודל מעשי המבוסס על מחקר, כדי לתמוך בצרכיהם ובקשייהם של ארבעה סוגי המשתתפים בלב"פ (תלמידים, צוותי מורים, מורים מובילים ומורי מורים). בהתבסס על מחקר פעולה, זיהינו את הצרכים והקשיים העיקריים של כל אחד מארבעה סוגי האוכלוסיה, ופיתחנו דגמי תמיכה ספציפיים וחומרי תמיכה ספציפיים כדי להתמודד עם הקשיים והצרכים הללו. במאמר זה יתואר המודל ותידון המשמעות החינוכית שלו.

### רקע

המחלקה להוראת המדעים במכון וייצמן למדע ומיג"ל - האגודה לקידום הוראת המדעים בגליל העליון, הם חלק מיוזמה לאומית לשיפור הלמידה וההוראה של מדע וטכנולוגיה בבתי ספר ישראליים. חלקנו ביוזמה זו הוא ניסיון לשלב ולקדם את ההוראה והלמידה של תכנים מדעיים וטכנולוגיים, עם מיומנויות של מחקר ופיתוח, באמצעות לב"פ.

### רקע תיאורטי ומתודולוגיה

עבודתו מבוססת על מחקר קודם בהקשר להתפתחות מקצועית של מורים (Rosenfeld, Scherz, Orion & Eylon, 1997), שבמהלכו נוצר "מודל צומח" של התפתחות מקצועית של מורים. בהתבסס על עבודה זו, פיתחו מורי מורים בשלב הראשון, תכנית של לב"פ להתפתחות מקצועית של מורים ולתמיכה בבתי הספר. כדי להרחיב את מסגרת מאמץ זה, פותחה תכנית נוספת בלב"פ שיועדה למורים מובילים.

המתודולוגיה בה השתמשנו לפיתוח המודל שלנו לתמיכה בלב"פ, כללה תצפיות לעומק על נציגים מכל ארבעת סוגי האוכלוסיות המשתמשים בלב"פ, וכן ראיונות ושאלונים עם נציגים אלו. הנתונים למחקר נאספו במשך 5 השנים האחרונות על ידי חוקרים משני המוסדות (מכון וייצמן ומיג"ל).

### תוצאות

בטבלה 1 מוצגים ארבעה סוגי האוכלוסיות מבחינת המטרות העיקריות, הקשיים, מסגרת התמיכה, צוות התמיכה וחומרי התמיכה בלב"פ מבחינתם.

**התלמידים** צריכים ללמוד מיומנויות לב"פ אבל מתעוררים אצלם קשיים בפיתוח ידע ומיומנויות של לב"פ.

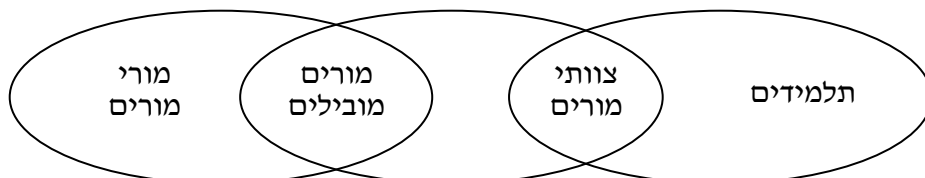
**לצוותי מורים** יש מטרות הנובעות מכך שהמורים מתפקדים כלומדים של מיומנויות לב"פ, ומטרות אחרות הנובעות מכך שמורים אלו מלמדים בשיטת הלב"פ, ומטרות נוספות הנובעות מכך שהם חלוצים בהכנסת הלב"פ לבתי הספר. יש להם קשיים בפיתוח ידע ומיומנויות של לב"פ, בהפעלת פדגוגיה של לב"פ, וביישום לב"פ בבית ספרם.

**למורים המובילים**, בעבודתם עם מורים אחרים, יש מטרות הקשורות להתפתחות מקצועית של מורים, לתמיכה בהוראה בכיתה ולתמיכה בהכנסת לב"פ לבתי הספר. מתעוררים אצלם קשיים בהקשר לדרך הטובה ביותר להעברת הידע והמיומנות שלהם למורים עמיתים.

**למורי המורים**, המעצבים ומנחים את מסגרת הלב"פ, יש מטרות הכרוכות במחקר ובפיתוח, בהתפתחות מקצועית של מורים ובתמיכה ארגונית. הקשיים שלהם נובעים מהשאלה כיצד להציב מטרות ושיטות ללמידה ולהוראה בשיטת הלב"פ, בהתחשב במציאות הקיימת בבתי ספר, למשל: הפרקטיקה הבית-ספרית. כמו כן הם נתקלים בקשיים הנובעים מהרחבת מעגל מכניסי החידושים לבתי הספר.

כדי להתמודד עם המטרות והקשיים הללו, המודל שלנו מציג שלוש מערכות תמיכה המשולבות זו בזו:

1. התלמידים מונחים על ידי צוותי מורים.
  2. צוותי מורים מונחים על ידי מורים מובילים.
  3. מורים מובילים מונחים על ידי מורי מורים.
- ניתן לייצג מערכות תמיכה אלו באמצעות לולאות משולבות (איור 1).



#### איור 1: שלוש לולאות משולבות של תמיכה בלב"פ.

ארבעת סוגי המשתתפים בלב"פ מחוברים ביניהם על ידי שלוש מערכות תמיכה: צוותי מורים תומכים בתלמידים (תוך כדי השתתפותם בתהליך של לב"פ). 2. מורים מובילים תומכים בצוותי מורים (בהשתלמויות ובהנחיה בית-ספרית), 3. מורי מורים תומכים במורים המובילים (בסמינריונים ובהנחיה אישית).

בפועל, האינטראקציות בין ארבעת סוגי המשתתפים בתהליך הן יותר גמישות מהמתואר באיור זה. כמו כן, עשויים להשתתף בתהליך התמיכה משתתפים נוספים (מנהלים, הורים, מומחים ועוד).

### השלכות חינוכיות

המודל שפיתחנו היה לנו לעזר רב באינטגרציה של תיאוריה, מחקר ופרקטיקה בהקשר לשיטת ה"למידה בעזרת פרויקטים". אינטגרציה כזו היא מטבעה קשה מאד לביצוע, אפילו בתנאים מיטביים, בשל הסוגים השונים של המשתתפים בתהליך כזה: תלמידים, מורים, הורים, מנהלים, נציגי הקהילה, אדמיניסטרטורים, מורי מורים וחוקרי חינוך. הואיל ולעיתים קרובות יש למשתתפים שונים אלו סדר יום (agenda) שונה וסדרי עדיפויות שונים, הרי בדרך כלל אין תאום בין גורמים שונים אלו בהקשר למטרות, לשיטות, לפעילויות ולסדרי העדיפויות. זיהוי המטרות העיקריות, הקשיים העיקריים ומערכות התמיכה הרצויות לכל אחת מארבעת סוגי המשתתפים בתהליך של לב"פ, עשוי לתרום לאיחוד של מטרות ומאמצים. בהתבסס על המודל שפיתחנו, אנו מציעים להקים מרכז ל"למידה באמצעות פרויקטים" במדע וטכנולוגיה (איור 2). המודל שלנו והמרכז שיקום בעקבותיו, יסייעו בידינו לקדם את שיטת ה"למידה באמצעות פרויקטים" אצל מורים ובתי ספר, לא כאופנה חולפת אלא כשגרה חינוכית ארוכת טווח.



### מקורות

Loucks-Horsley, S., Hewson, P. W., Love, N. & Stiles, K. E. (1998). *Designing Professional Development for Teachers of Science and Mathematics*. Thousand Oaks, CA: Crowin Press.

Marx, R., Blumenfeld, P., Krajcik, J. & Soloway, E. (1997). "Enacting Project-Based Science" *Elementary School Journal*, 97, (4), 341-358.

Rosenfeld, S., Scherz, Z., Orion, N. & Eylon B. (1997). "An Evolving Model for Long-Term Teacher Development". In: Vosniadou, S. et al. *Conference Proceedings for the*

	א. התלמידים	ב. צוותי מורים	ג. מורים מובילים	ד. מורי מורים
1. מטרות עיקריות	לעסוק בלב"פ כלומד	א. לב"פ כלומדים ב. לב"פ כמורים ג. לב"פ כמכניסי חידושים לבתי הספר	א. התפתחות מקצועית של מורים ב. תמיכה בכיתה ג. תמיכה בבית הספר	א. מחקר ופיתוח התפתחות מקצועית של מורים ג. תמיכה ארגונית.
2. קשיים עיקריים	פיתוח ידע ומיומנויות הכרוכים בלב"פ	פיתוח ידע ומיומנויות בהקשר ל: א. לב"פ. ב. פדגוגיה ג. הכנסת חידושים לבתי הספר	פיתוח ידע ומיומנויות בהתפתחות מקצועית של מורים בהקשר ל: א. לב"פ ב. פדגוגיה ג. תמיכה בית ספרית	א. הצבת מטרות ושיטות ללב"פ ב. פיתוח מודלים להתפתחות מקצועית של מורים, פרקטיקה כיתתית, פרקטיקה בית-ספרית ג. בעיות הנובעות מקנה המידה. של הפעלת לב"פ
3. סביבות תמיכה	הכיתה	א. השתלמויות ב. כיתה ג. בית הספר	א. השתלמויות ב. כיתה ג. בית הספר	א. השתלמויות ב. כיתה ג. בית הספר
4. צוות תמיכה	מורי הכיתות	מורים ומובילים ומורי מורים	מורי מורים	מורי מורים אחרים ואנשי מקצוע רלבנטיים
5. חומרי תמיכה	מדריכים לתלמיד, סרטי וידאו, סביבות לב"פ ממוחשבות	מדריכים למורה בלב"פ, סרטי וידאו למורים וסביבות לב"פ ממוחשבות למורים	דוגמאות וניתוחים של עבודות של תלמידים בלב"פ; מערכי שיעור בלב"פ	דיווחים על מחקרים ועל התנסויות בלב"פ במקומות אחרים בעולם

**טבלה 1: ארבעה סוגי המשתתפים בתהליך לב"פ ומאפייניהם בהקשר לתהליך זה.**

בטבלה מוצגים מאפייניהם של ארבעת סוגי המשתתפים הללו (תלמידים, צוותי מורים, מורים מובילים ומורי מורים) בהקשר לסביבת עבודתם, המטרות העיקריות שלהם, הקשיים העיקריים בהם הם נתקלים, האנשים התומכים בהם, וחומרי הלמידה. מערכות התמיכה בארבעת סוגי המשתתפים הללו מוצגות לעיל באיור מספר 1.

מאמר שני :

## שילוב תכנים ומיומנויות:

### חקר מקרה של מורים מארבעה בתי ספר

רוזנפלד, ש., שרץ, ז., בריינר, א. וכרמלי, מ.

המחלקה להוראת המדעים

מכון וייצמן למדע,

רחובות

#### רקע ומטרות

אחד האתגרים המרכזיים הניצבים בפני מפתחים ומורים של שיטת ה"למידה באמצעות פרויקטים" (לב"פ), הוא מציאת הדרך האופטימלית לשילוב בין פיתוח מיומנויות תלמידים בהקשר ללב"פ, לבין פיתוח הבנתם של התלמידים את ידע התוכן הדיסציפלינרי (או האינטרדיסציפלינרי) הרלבנטי. כדי לחקור נושא זה, ביצענו מחקר פעולה במסגרת השתלמות מורים רב שנתית. בהתבסס על מחקר זה, אנו יכולים להבין טוב יותר את טבעו של האתגר הכרוך בשילוב של תכנים ומיומנויות בלב"פ, וכן יש בידינו להציע אסטרטגיות להתמודדות מוצלחת עם אתגר זה.

#### מתודולוגיה

מחקר הפעולה שלנו התבסס על עבודה עם 27 מורים למדע ולטכנולוגיה בחטיבת הביניים שהשתתפו בהשתלמות מורים רב שנתית (בערך 180 שעות לשנה לאורך 3 שנים) שהתקיימה במכון וייצמן. מורים אלו (בערך 2/3 מהם מורים למדע 1/3) מהם מורים לטכנולוגיה) לימדו במשותף בערך 1000 תלמידים ב-4 בתי ספר.

בכל בית ספר נלמדה יחידת תוכן אחר במדע וטכנולוגיה (למשל, חושים וחיישנים, עולם של מים). יחידת תוכן זו היתה הבסיס לעבודה בלב"פ. הצוות של כל בית ספר הונחה על ידי שני סוגי מורי מורים: אלו עם מומחיות בתחום התוכן הרלבנטי, ואלו עם מומחיות במיומנויות לב"פ. המורים נפגשו באופן סדיר בהשתלמויות ובישיבות צוות בבתי הספר. הם גם קיבלו סיוע במהלך היישום של לב"פ בבתי הספר שלהם.

בעבודתנו היו שלושה שלבים:

1. הנחיית מורים בפיתוח מיומנויות לב"פ - מורים ביצעו בעצמם "מיני פרויקט" בשיטת הלב"פ בנושא משותף לכולם (למשל: ביולוגיה של התא), בהנחיית מורי מורים. במסגרת זו הם למדו כיצד לפתח מיומנויות של לב"פ, כגון: שאלת שאלות, מיון שאלות, כיצד לקרוא מאמר מדעי, כיצד לכתוב הצעת מחקר וכדומה.

2. הנחיית מורים בשילוב בין תכנים קוריקולריים לבין מיומנויות לב"פ - לאחר ביצוע המיני-פרויקט שלהם, המורים קיבלו הנחייה שמטרתה היו:

1. להרחיב את הידע שלהם אודות פדגוגיה של לב"פ.

2. ללמוד את התוכן המדעי והטכנולוגי של היחידות הקוריקולריות שנבחרו כמסגרת להפעלת לב"פ בכיתותיהם.

3. לתכנן כיצד לשלב פדגוגיה של לב"פ עם ידע קוריקולרי תכני

4. הפעלת לב"פ בכיתותיהם.

בעמודה 2' של טבלה 1 להלן, מוצגת רשימה של מיומנויות לב"פ.

3. **חקירת המתרחש במהלך עבודתם של תלמידים בלב"פ** - נתונים נאספו לפני עבודתם של התלמידים בלב"פ, במהלך עבודתם וכן לאחר העבודה. הנתונים כללו: ראיונות עומק עם תלמידים ומורים, תצפיות בכיתות במהלך לב"פ, ניתוח תוכן של תלקיטי (portfolio) תלמידים ופרוייקטים של תלמידים, פרוטוקולים של ישיבות צוות של המורים וישיבות צוות של מורי המורים, וניתוח תוכן של סרט וידאו שתיעד כנס של חצי יום לסיכום עבודתם של המורים בלב"פ בבתי הספר.

#### **תוצאות**

בארבעת בתי הספר היו ללב"פ השלכות חיוביות רבות הן על התלמידים והן על מוריהם: עליה במוטיבציה של התלמידים והיווצרותן של תחושות של סיפוק ושל שביעות רצון, שיפור ביחסי מורים-תלמידים, הגברתה של תחושת "גאוות יחידה" בית-ספרית, שיפור עבודת צוות (כולל שיפור שיתוף הפעולה בין מורי המדעים לבין מורי הטכנולוגיה) וכן הגברתה של מעורבותם של ההורים בפרט ושל הקהילה בכלל, בעבודתם של התלמידים. העדויות להשלכות חיוביות אלו הן מאד חזקות. בכל זאת, למרות מאמצים אינטנסיביים שנעשו כדי לשלב בין התכנים לבין המיומנויות, לא היו המורים וכן מורי המורים מרוצים מחוסר האיזון בין התכנים הקוריקולריים לבין המיומנויות. בפועל, הושם דגש גדול מאד על פיתוח מיומנויות תלמידים בלב"פ, ותשומת לב מועטת יותר הוקדשה לידע התכני. כתוצאה מכך, בחלק מהפרוייקטים שביצעו התלמידים התגלתה שטחיות מבחינת התוכן.

נראה לנו כי ההסבר לאי-איזון זה בין התכנים והמיומנויות נובע מה"עומס הקוגניטיבי" הרב שהיה מוטל על המורים ועל תלמידיהם הן בהשתלמויות והן בבתי הספר, בהתחשב במסגרת הזמן המצומצמת שעמדה לרשותם. לדוגמא: המורים הפגינו רמה גבוהה של חוסר בטחון בהקשר ל:

1. פיתוח מיומנויות הלב"פ שלהם.

2. פיתוח מיומנויות הלב"פ של תלמידיהם.

3. למידת התוכן הקוריקולרי הספציפי.

4. תכנון השילוב בין התכנים לבין המיומנויות.

5. הפעלת התכנית בכיתותיהם.

בהתחשב בלחץ העצום שהיו נתונים בו, העדיפו המורים לנצל את הזמן בכיתה לפיתוח מיומנויות לב"פ על חשבון פיתוח הידע הקוריקולרי התכני.

#### **השלכות חינוכיות**

בהקשרים חינוכיים רבים משתנה תפקידם המסורתי של המורים מ"מוסרי ידע" (באמצעות שיעורים פרונטליים ומשימות המופיעות בספרי הלימוד), ל "מנחים" ו"מאמנים" של התלמידים כלומדים עצמאיים (באמצעות התנסויות כמו לב"פ).

המחקר שלנו התמקד באחד האתגרים המרכזיים בתהליך שינוי תפקידים זה - מציאת האיזון בין העיסוק במיומנויות לב"פ לבין העיסוק בידע התכני.

ממחקרנו עולות שלוש מסקנות:

1. רצוי ללמד את הידע התכני הבסיסי הרלבנטי לתחום מסויים לפני שהתלמידים עוסקים בלב"פ בתחום זה.

2. רצוי לפתח את מיומנויות הלב"פ במהלך שיעורים כיתתיים "רגילים", אפילו לפני שהתלמידים מתחילים בביצוע הפרוייקטים שלהם.
3. הואיל והשילוב בין תכנים לבין מיומנויות לב"פ יוצר "עומס קוגניטיבי" רב הן על המורים והן על התלמידים, יש להקדיש זמן רב יחסית לתהליך למידה זה ואולי "למתוח" אותו לאורך תקופה ארוכה יותר.
- עדות לתמיכה במסקנה זו ניתן למצוא בעובדה שבשנה השניה בה הפעילו מורים לב"פ בכיתותיהם, הם הצליחו במידה רבה יותר מאשר בשנה הראשונה, לשלב בין תכנים לבין מיומנויות לב"פ.
- לדעתנו, יש לשאוף לפתח מיומנויות של לב"פ כחלק אינטגרלי של כל יחידת לימוד, אפילו אם אין מלווים את הוראת היחידה בהכנת פרוייקטים.

#### מקורות:

Klein, J. (1990). *Interdisciplinarity: History, Theory and Practice*. Detroit: Wayne State University Press.

Tretten, R. & Zachariou, P. (1998). " Assessing PBL: Results and Strategies. " Paper presented at the Autodesk Foundation's Sixth Annual Conference on Project-Based Learning. San Francisco: California.

2. הפעלת לב"פ בבתי הספר		1. השתלמות בלמידה באמצעות פרוייקטים		
ב. מיומנויות לב"פ	א. יחידות תוכן	ב. כל הקבוצה יחד	א. צוותי מורים (4 צוותים)	
שאלת שאלות	נקבעו על ידי כל צוות	הערכה חלופית	שאלת שאלות ומיון שאלות	16.2.98
מיון שאלות	"	סגנונות למידה	יחידות תוכן	23.2.98
כיצד לקרוא מאמר מדעי		לא התקיימה השתלמות		2.3.98
סגנונות למידה ולב"פ	"	הצעות מחקר	ידע תכני (X4)	9.3.98
בחירת שיטת המחקר		לא התקיימה השתלמות		16.3.98
הצעת מחקר	"	הערכת עמיתים	הנחיה בעבודת לב"פ	23.3.98
הערכת הצעת המחקר ע"י עמיתים	"	הנחיה בעבודת לב"פ	הנחיה בעבודת לב"פ	30.3.98
חופשת פסח				1-20.4.98
ניתוח נתונים		חופשת פסח		20.4.98
כתיבת דו"ח	"			27.4.98
הרצאות בכיתה	"	לאחר חופשת הפסח, ההשתלמות בלב"פ		4.5.98



11.5.98	עברה לארבעת בתי הספר	"	הצגת הפרוייקטים
---------	----------------------	---	-----------------

טבלה 1: לוח הזמנים להשתלמות ולהפעלה של "למידה באמצעות פרויקטים" (לב"פ).

**מאמר שלישי:**

**הבנת ה"הפתעות" המתגלות ב"למידה באמצעות פרויקטים":  
חקירת סגנונות הלמידה של מורים ושל תלמידיהם**

**רוזנפלד, מ.**

המחלקה פסיכולוגיה  
אוניברסיטת טיבורג  
טיבורג, הולנד

**רוזנפלד, ש.**

המחלקה להוראת המדעים  
מכון וייצמן למדע,  
רחובות, ישראל

**רקע ומטרות:**

צופים ותיקים בתהליכי ה"למידה באמצעות פרויקטים" (לב"פ), הבחינו זה מכבר בתופעה שלעיתים בתהליך זה מזומנת למורים "הפתעה", בכך שתלמידים הידועים כחלשים מבחינה לימודית-אקדמית מגיעים לרמה גבוהה של ביצוע פרויקט מחקר. מטרתו של מחקר חלוץ זה, היתה להבין טוב יותר את טיבן של "הפתעות" אלו. שתי שאלות הנחו את מחקרנו:

1. מהם המאפיינים של התלמידים המגיעים להישגים אקדמיים נמוכים במצבי הוראה קונבנציונליים ולהישגים טובים בלב"פ?
2. מה מאפיין את המורים המופתעים מרמת הביצוע הגבוהה של תלמידים אלו?

החלטנו לחקור תופעה זו כפונקציה של סגנונות הלמידה של המורים ושל תלמידיהם (Pask, 1988). שיערנו כי:

- א. תלמידים המגיעים להישגים נמוכים מבחינה אקדמית, יעדיפו תהליכי למידה יישומיים, חקרניים, טכניים או יצירתיים.
- ב. בניגוד לכך, מוריהם המופתעים יהיו בעלי סגנונות למידה בכיוון של העדפת רכישה מסודרת של ידע עובדתי.

**המתודולוגיה**

המחקר התבצע בשלוש כיתות ח' שהיו מעורבים בלב"פ במהלך שיעורי המדע והטכנולוגיה. ביקשנו ממוריהם של כיתות אלו לזהות את התלמידים שהפתיעו אותם בביצועיהם בלב"פ. המורים זיהו 11 תלמידים כאלו. כל אחד מ-11 התלמידים הללו רואיין על ידינו. כמו כן, המורים וכן כל אחד מתלמידים אלו ענו על שני שאלונים בהקשר לסגנונות למידה. הראיונות התמקדו בשאלת דרך הלמידה המועדפת על ידי התלמידים, וכן בדברים המתסכלים תלמידים אלו בבית הספר. השאלונים אודות סגנונות למידה היו MAT4- של מקרתי (McCarthy, 1980) ו-LCI (Learning Combination Inventory) של ג'ונסטון (Johnston, 1996). אחרי שניסינו למצוא התאמה בין הנתונים שהתקבלו מהמורים לבין הנתונים שהתקבלו מתלמידיהם, חיפשנו דגמים שיוכלו להסביר את התופעה הנחקרת.

## תוצאות

העדויות שאספנו תמכו בהשערותינו. התלמידים אשר זוהו כ"הפתעות נעימות" היו בעלי מיקום גבוה על הסקלות של למידה יישומית ולמידת חקר (כפי שנמדדו באמצעות MAT-4), וכן למידה טכנית ולמידה תהליכית (כפי שנמדדו באמצעות LCI). תלמידים אלו התבטאו, למשל, באופן הבא:

" אני אוהב מאד להיות יצירתי. אם יתנו לתלמידים לעשות דברים מעניינים - הם יבינו את החומר טוב יותר."

"אני בדרך כלל מצליח במבחנים, אבל באמצעות הפרוייקטים, אני לומד יותר לעומק וזה יותר מעניין. מה שמתסכל אותי במשימות רגילות הניתנות בבית הספר, הוא שצריך לעבוד מהר, רק לכתוב, ללא יצירתיות, ללא זמן מספיק, ומבלי שיהיה משהו מעניין או מושך את העין."

כחוקרים ציפינו רק ל"הפתעות נעימות" והופתענו מאד מממצא בלתי צפוי: מלבד "הפתעות נעימות" זיהו המורים גם "הפתעות מאכזבות". אלו היו תלמידים שבדרך כלל הגיעו להישגים גבוהים מבחינה אקדמית, אך הגיעו להישגים נמוכים בביצוע הפרוייקטים, או שלא ביצעו כלל את הפרוייקט שהוטל עליהם. תלמידים אלו הגיעו לציון גבוה על הסקלה של למידת עובדות (כפי שזו נמדדת באמצעות MAT-4). במהלך הראיונות, התבטאו תלמידים אלו, למשל, כך:

" בפרוייקטים, אני מרגיש שאני מבזבז את הזמן. מדוע אין המורה פשוט אומר לי מה שעלי לדעת? הייתי לומד יותר בדרך זו."

" אני מעדיף מבחנים משום שהם קלים יותר ואני מצליח בהם יותר. לא הגשתי פרויקט משום שזה מסריח."

מתברר שתלמידים שהמורים הגדירו אותם כ"הפתעה נעימה" בלב"פ, הם בעלי העדפה לסגנונות למידה אשר אינם באים לידי ביטוי בהוראה המסורתית הממוקדת בהעברת ידע. סגנונות הלמידה שלהם באים לידי ביטוי טוב יותר בסביבת לב"פ.

בניגוד לכך, תלמידים שהמורים הגדירו אותם כ"הפתעה מאכזבת", הם בעלי העדפה לסגנונות למידה המוצאים ביטוי רב יותר במסגרת ההוראה המסורתית וביטוי מועט יותר בסביבת לב"פ (ראה דגמים #2 ו-4# בטבלה 1).

מובן שההשערה שלנו איננה מסבירה את כל השונות שהתגלתה במחקר; האופי האנושי הוא מורכב מדי ודינמי מדי מכדי שיהיה אפשר למיין אותו לקבוצות המובחנות באופן מדויק. לדוגמא, תלמידים רבים עם אוריינטציה ללמידת עובדות מגיעים להישגים גבוהים גם בלב"פ, ולא כל התלמידים המדורגים במקומות גבוהים בסקלה של סגנון הלמידה היישומי, למידת החקר ולמידה טכנית, מצליחים בלב"פ. מחקר החלוץ שערכנו מציע נקודת מבט חדשה על לב"פ ודרכים למחקר עתידי.

### השתמעויות תיאורטיות וחינוכיות

אנשים נוטים להאמין בקורלציות דמיוניות (Sternberg, 1997, p. 83). לכן, אנשים נוטים להאמין באופן שגוי שאם תלמיד נכשל בכיתה קונבנציונלית, הוא בודאי ייכשל גם בלב"פ. במקום זאת, אנו מציעים בעקבות המחקר שלנו, שתלמיד עלול להיכשל בלימודים לא משום שהוא בעל יכולת נמוכה, אלא בגלל שיש חוסר התאמה בין סגנון הלמידה לבין הקונטקסט הלימודי והסביבה הלימודית. אנו סבורים כי תחושת ההפתעה של המורים נבעה מהאמונה החד-ממדית לפיה התכונה של "להיות חכם" היא בלתי תלויה בהקשר הלימודי.

מסקנותינו הן שעל המורים לחשוף את תלמידיהם להקשרים של לב"פ כדי:

1. לספק לתלמידים שחוו כישלונות בלימודיהם אפשרות להגיע להישגים לימודיים גבוהים יותר.
  2. לעודד תלמידים חזקים לפתח מיומנויות חשובות אחרות.
- בנוסף לכך, הואיל ומורים בכיתות קונבנציונליות נוטים לטפח סוג אחד של לומד, ומתעלמים מסגנונות למידה אחרים (Sternberg, 1997), יש צורך להכשיר את המורים להכיר ולכוון את ההוראה שלהם גם לתלמידים עלי סגנונות למידה אחרים. כדי לתקף את ממצאינו הראשוניים, אנו מציעים לערוך מחקר בקנה מידה גדול, תוך שימוש בכלים נוספים לבחינת סגנונות למידה, כמו לדוגמא "סגנונות חשיבה" של סטרנברג (Sternberg, 1997) ו"מודל האישיות בעל חמשת הפקטורים" של קוסטה ומקרה (Costa & McCrae, 1985).

### מקורות

- Costa, P. T. Jr. & McCrae, R. R. (1985). *The Neo Personality Inventory Manual*. Odessa, Fl: Psychological Assessment Resources.
- Johnston, C. & Dainton, G. (1996). *The Learning Combination Inventory*. Thousand Oaks, Calif: Corwin Press, Sage.
- McCarthy, B. (1980). *The 4-MAT system of Teaching to Learning Styles With Right and Left Modes*. Barrington, Ill: Excel Inc.
- Pask, G. (1988). "Learning Strategies, Teaching Strategies and Conceptual or Learning Style" in Schmeck, R. R., *Learning Strategies and Learning Styles* (pp. 83-100). N. Y.: Plenum Press.

**טבלה 1: דגמים ותחזיות.**

כל אחד מ-6 הדגמים הוא צירוף של סגנון למידה של תלמיד, סגנון למידה של מורה ושל הקשרים לימודיים. דגמים אלו מוצגים כניבויים של הישגי תלמידים ותגובות של מורים. הנתונים של המחקר תומכים בדגמים #2 ו-4. יש להניח כי דגמים #1 ו-3, שלא התגלו במחקר, קיימים גם הם באוכלוסיה. בהתבסס על התיאוריה המוצגת במאמר זה, אנו מניחים כי גם דגמים #5 ו-6 קיימים באוכלוסיה.

משתנים תלויים (ניבויים)		משתנים בלתי תלויים (דגמים)			
תגובות של מורים	הישגי תלמידים	ג. ההקשר של הלמידה	ב. פרופיל סגנון הלמידה של התלמיד	א. פרופיל סגנון הלמידה של התלמיד	
אין למורים הפתעות	נמוכים	מבחינים עם אוריינטציה כלפי עובדות	אוריינטציה כלפי עובדות	יישום, גילוי, טכני ומיזוג	1.
"הפתעות נעימות"	גבוהים	למידה באמצעות פרוייקטים	אוריינטציה כלפי עובדות	יישום, גילוי, טכני ומיזוג	2.
אין למורים הפתעות	גבוהים	מבחינים עם אוריינטציה כלפי עובדות	אוריינטציה כלפי עובדות	אוריינטציה כלפי עובדות	3.
הפתעות מאכזבות	נמוכים	למידה באמצעות פרוייקטים	אוריינטציה כלפי עובדות	אוריינטציה כלפי עובדות	4.
אין למורים הפתעות	נמוכים	מבחינים עם אוריינטציה כלפי עובדות	יישום, גילוי, טכני ומיזוג	יישום, גילוי, טכני ומיזוג	5.
אין למורים הפתעות	גבוהים	למידה באמצעות פרוייקטים	יישום, גילוי, טכני ומיזוג	יישום, גילוי, טכני ומיזוג	6.

**מפתח לטבלה 1:**

אוריינטציה כלפי עובדות: "מה אומרים המומחים?" = מרובע 2 (4-MAT).

אוריינטציה כלפי יישומיות: "כיצד זה עובד?" = מרובע 3 (4-MAT).

אוריינטציה כלפי גילוי: "מה יקרה אם?" = מרובע 4 (4-MAT).

טכני: "להצליח באמצעות הידיים שלי". (LCI).

מיזוגי: "להיות ייחודי ויצירתי". (LCI).

מאמר רביעי:

**פיתוח תוכנה המיועדת לתמוך במורים ובתלמידים  
בתהליך של "למידה באמצעות פרויקטים" (לב"פ):  
"דרך המלך"**

לוריא, י. , שאלתיאל, ל., פיטרס, א.

מיג"ל

האגודה לקידום הוראת המדעים בגליל העליון

קרית שמונה

בשיתוף עם

רוזנפלד, ש.

המחלקה להוראת המדעים

מכון וייצמן למדע,

רחובות, ישראל

**רקע ומטרות:**

במהלך 5 השנים האחרונות, עבדנו עם מורים כדי להחדיר "למידת חקר" ו"למידה באמצעות פרויקטים" (לב"פ) לשיעורי המדע והטכנולוגיה שלהם (ראה למשל: Navon, D. & Eylon, B., 1995; Rosenfeld, Pundak & Loria, 1995). למדנו מנסיונו כי כדי שמורים יצליחו בלב"פ, יש צורך לספק להם תמיכה כדי להיענות לצרכים פדגוגיים הנובעים מלב"פ. כדי להיענות לצרכים אלו, פיתחנו יחד עם עמיתינו את "דרך המלך": סביבה ממוחשבת לתמיכה בלמידה באמצעות פרויקטים במדע וטכנולוגיה". במאמר זה, נציג את עקרונות העיצוב של "דרך המלך" וכן נתאר את טיב הסביבה הלימודית הזו. נסיים בדיון בתוצאות של מחקר, ובהשלכות החינוכיות של עבודתנו.

**עקרונות העיצוב**

עיצבנו את הסביבה הממוחשבת בהתאם לעקרונות עיצוב המתייחסים לצרכים הפדגוגיים של מורים. באופן ספציפי עיצבנו את התוכנה כדי:

1. להמחיש את התהליך והתוצרים של לב"פ, המשותפים לתחומי תוכן רבים ושונים.
2. לבנות פעילויות מונחות ברמות שונות.
3. להציע הזדמנויות שונות ללומדים שונים.
4. לספק משוב והערכה במשך התהליך.
5. לעזור למורים לטפל באופן סימולטני בפרוייקטים שונים של תלמידים שונים.

פיתחנו את התוכנה בשלושה מעגלים של מחקר ופיתוח, במהלך שלוש השנים האחרונות. בכל שלב של מחקר ופיתוח, ניסינו את התוכנה על אוכלוסיית מטרה של מורים ותלמידים.

### עיצוב התוכנה

למטפורה יש תפקיד חשוב בעיצוב תוכנות (Laurel, 1990; Winograd, 1996). המטפורה שנבחרה עבור לב"פ היא מטפורת "המסע המודרך". תלמידים ומורים מוזמנים לבחור לעצמם ולהביא ל"מסע" - תחום תוכן (או תחומי תוכן) במדע וטכנולוגיה. בהתחשב בתוכן הנבחר, הם משתתפים בתהליך של לב"פ, על ידי "צעידה" בנתיבי משימות לפי בחירתם (ראה טבלה 1). כל נתיב מאורגן סביב מבנה משותף, כפי שמוצג בטבלה 2. מבנה זה מבוסס על העיקרון של "אימון" (coaching), כלומר, שיפור התהליך והתוצרים המצופים, כתוצאה מקבלת משוב וביצוע רפלקציה לגבי ביצועים ספציפיים של התלמידים.

לדוגמא: נתיב משימות אחד הוא "כיצד לשאול שאלה מנחה?". בנתיב זה יש 2 משימות. במשימה הראשונה מתבקשים התלמידים להעלות כמה שיותר שאלות מעניינות. משימה זו מוצגת לתלמידים כבקשה "להכין בנק של לפחות 10 שאלות שמעניינות אותך". לתלמידים ניתנת דוגמא ולאחר מכן הם לומדים להשתמש בכלים מיוחדים למשימה זו, כגון "גלגל הנושאים" כדי ליצור תרשים המכונה "מפת שמש" שמכיל את האסוציאציות שמעלה בראשם השאלה הנבחרת. לתלמידים ניתן "מדריך שאלות" שבעזרתו הם יכולים להעלות שאלות רבות הקשורות לכל אחת מאסוציאציות אלו. אם מתעורר הצורך בכך, התלמידים יכולים להשתמש בכלים נוספים כדי להעלות שאלות נוספות. במסגרת המשימה השניה מתבקשים התלמידים לבחור "שאלה מנחה" עבור הפרוייקט שלהם. הם מתבקשים למיין את בנק השאלות שלהם לפי דוגמא הניתנת להם. אם מתעורר צורך, הם יכולים להשתמש בכלי המכונה "מכשיר לקבלת החלטות", שביסודו הינו טבלה עם קריטריונים ספציפיים, שהתלמידים יכולים לדרג בעצמם ובדרך זו לבחור את השאלה המנחה. מאפייני עיצוב נוספים של החומרה מוצגים בטבלה 2.

### תוצאות המחקר:

באחד המחקרים שלנו, שבוצע ב-9 בתי ספר (עם 10 מורים ו-80 תלמידים) מצאנו כי:

1. התלמידים הפנימו את ה"שפה" של התוכנה והרגישו נוח איתה.
2. מורים פיתחו מודעות גוברת והולכת של הצורך להבנות את פיתוח מיומנויות לב"פ אצל תלמידיהם.
3. למרות שביעות הרצון הרבה מתוכנת הלב"פ, רוב התלמידים שעסקו בלב"פ, הרגישו עדיין צורך בהנחייה נוספת מצד המורים שלהם (טבלה 2).

אנו מסכימים עם התלמידים כי התוכנה איננה יכולה להוות תחליף להנחייה האישית על ידי המורה. יתרה מזאת, התנסויות במחקר ובפיתוח שיכנעו אותנו ש"דרך המלך" מתאימה בראש ובראשונה לעזור למורים ורק אחר כך לעזור לתלמידים. במילים אחרות, מבלי התפתחות של מורים והנחייה של תלמידים על ידי המורים, התוכנה לבדה לא תהיה לעזר לתלמידים בתהליך לב"פ.

## השתמעויות חינוכיות

למרות שללב"פ יש פוטנציאל גדול מאד, הרי ברור לנו שלב"פ מציב בפני תלמידים דרישות מאד רציניות, כמו למשל "ידע סביר, מאמץ, נחישות, והכוונה עצמית". כמו כן לב"פ מציב קשיים משמעותיים בפני המורים, אשר "זקוקים לעזרה בתחום התוכן, דרכי הוראה חדישות, ובהפעלה וארגון של הפרוייקטים" (Bloomenfeld et. Al., 1991).

פיתוח "דרך המלך" מייצג מאמץ להיענות לצרכים אלו ולקשיים אלו. הניסיון שלנו מראה כי על המורים לפתח כתנאי לשימוש יעיל ומוצלח ב"דרך המלך":

א. מודעות של האתגרים האופייניים והקשיים הכרוכים בסביבות לב"פ.

ב. מוטיבציה להתמודד עם אתגרים וקשיים אלו.

בתנאים אלו, ובתנאי שתהליך השימוש ב"דרך המלך" יהיה מלווה בהשתלמויות ארוכות טווח המכוונות להתפתחות של מורים ושל צוותי מורים, אנו מאמינים כי "דרך המלך" יכולה לתרום באופן משמעותי לשיפור איכות הלב"פ בבתי הספר.

## מקורות

Blumenfeld, P., Soloway, E., Marx, R., Krajcik, J., Guzdial, M. & Palincsar, A. (1991).

"Motivating Project-Based Learning: Sustaining the Doing, Supporting the Learning." *Educational Psychologist*, 26 (3 & 4), 369-398.

Laurel, B. (1990). *The Art of Human-Computer Interface Design*. New York: Addison-Wesley.

Navon, D. & Eylon, B. (1995). "Learning How to Ask Questions in the Natural Sciences: a Basic Step in Developing the Scientific Thinking of Teachers through Creative Pedagogy". In: Loedwijks et al., *Learning to learn and teaching How to Learn: Conference Proceedings of the 5<sup>th</sup> European Conference for Research on Learning and Instruction*. University of Nijmegen, Netherlands.

Rosenfeld, S., Pundak, D. & Loria, Y. (1995). "Preparing Teachers to Cultivate Student Learning and Research in the Natural Sciences". In: Loedwijks et al., *Learning to learn and teaching How to Learn: Conference Proceedings of the 5<sup>th</sup> European Conference for Research on Learning and Instruction*. University of Nijmegen, Netherlands.

Winograd, T. (1996). *Bringing Design to Software*. New York: Addison-Wesley.

הבעת תודה:

ברצוננו להודות לעמיתינו, למורים ולתלמידים שהגישו לנו עזרה משמעותית בעיצוב ובפיתוח של התוכנה.

שלב במסע	נתיבי משימות
• בחירת כיוון ושאלה	<ul style="list-style-type: none"> <li>• כיצד לבחור כיוון מעניין?</li> <li>• כיצד להרחיב את הידע האישי בתחום?</li> <li>• כיצד לשאול שאלה מנחה?</li> <li>• כיצד לזהות בעיות מעניינות?</li> </ul>
• חיפוש מידע ותכנון	<ul style="list-style-type: none"> <li>• כיצד לאסוף ולארגן אינפורמציה?</li> <li>• כיצד לבחור בשיטות מתאימות?</li> <li>• כיצד לתכנן פרוייקט?</li> <li>• כיצד להכין הצעת מחקר?</li> </ul>
• הפעלה	<ul style="list-style-type: none"> <li>• כיצד לאסוף נתונים?</li> <li>• כיצד לבנות מודל או אב טיפוס?</li> </ul>
• ניתוח נתונים והסקת מסקנות	<ul style="list-style-type: none"> <li>• כיצד לנתח את הנתונים?</li> <li>• כיצד להגיע למסקנות?</li> </ul>
• הצגת הפרוייקט	<ul style="list-style-type: none"> <li>• כיצד לסכם?</li> <li>• כיצד להציג את הפרוייקט?</li> </ul>
• הערכה	<ul style="list-style-type: none"> <li>• כיצד להעריך את התהליך ואת התוצר?</li> </ul>

#### טבלה: המסע של הלמידה באמצעות פרוייקטים.

מסע הלב"פ מורכב משלבים שונים, שכל אחד מהם נתיב משימות אחד או יותר. למרות ש-6 השלבים מאורגנים באופן לוגי, הרי המשתמשים מצופים להשתמש בנתיבי המשימות השונים לפי הצורך, ולא בסדר ליניארי. כל נתיב משימה מכיל משימות אחדות, הכוללות תוצר המצופה מן התלמיד בכל שלב וכן משוב הניתן לתלמיד בכל שלב. בתוכנה, כל משימה מוצגת במבנה משותף (ראה טבלה 2 וכן תיאור בטקסט של נתיב המשימה, "איך לשאול שאלה מנחה?").

עמדה המובעת בשאלון	אחוז התלמידים שהסכים עם עמדה זו (N=80)
1. אני אוהב לעבוד עם תוכנת הלב"פ משום שאני אוהב לעבוד עם יישומי מחשב.	84
2. אני אוהב לקרוא את ההוראות על מסך המחשב.	80.7
3. אני מעדיף לקבל הוראות מהמחשב בגלל הקישורים המהירים והגרפיקה.	77.3
4. אני מעדיף לקרוא הוראות בחוברת.	27.3
5. אני מעדיף לקבל הוראות באופן ישיר מהמורה.	29.7
6. במהלך העבודה על הפרוייקט שלי בעזרת התוכנה של לב"פ, אני זקוק להנחייה נוספת מהמורה.	86

#### טבלה 3: עמדות של תלמידים אודות לב"פ בסביבה ממוחשבת

למרות שהתלמידים המשתתפים בלב"פ מרגישים טוב בהשתמשם בסביבה הממוחשבת (עמדות 1-3). ומעדיפים שלא לקבל הוראות מחוברת או ישירות מהמורה (עמדות 4-5), הם מסכימים שהם זקוקים להנחייה נוספת מהמורים שלהם (עמדה 6).



## עקרונות עיצוב הסביבה הממוחשבת "דרך המלך"

### • מפת ניווט של תהליך הלב"פ

מפת ניווט של תהליך הלב"פ.  
התוכנה מבוססת על מטפורת ה"מסע".  
המפה מציגה את השלבים והנתיבים של מסע הלב"פ.

### • מרכז מבקרים

לפני תחילת המסע, המבקרים יכולים לקבל תצפית כוללת של תהליך הלב"פ וכן של התוכנה מנקודות מבט שונות, כולל "סיפורי לב"פ", גלריית צילומים, מיני-פרוייקטים כיתתיים ומבט-על על המפה.

### • 6 שלבים עיקריים של תהליך הלב"פ

שלבים אלו הם :

1. בחירת כיוון ושאלה.
2. חיפוש מידע ותכנון.
3. יישום.
4. ניתוח נתונים ומסקנות.
5. הצגת הפרוייקט.
6. הערכה.

### • 15 נתיבי משימות

כל שלב עיקרי מקושר ל"נתיב משימה" אחד או יותר.  
ראה פירוט בטבלה 2.

### • מילון מושגים

התוכנה כוללת 3 מילוני מושגים נפרדים אשר מקושרים לאתרים המתאימים בנתיבי המשימות, למשל: מושגים בלב"פ, דגם המחקר וסטטיסטיקה, וטכנולוגיה.

### המבנה של כל משימה:

- הצגת המשימה
- דוגמאות של התוצר הרצוי
- ביצוע מונחה
- בדיקה עצמית (בקרת איכות)
- המלצות וכלים לשיפור
- הצגות התוצר הרצוי על ידי תלמידים
- משוב ורפלקציה

### טבלה 2: עקרונות עיצוב של התוכנה

לכל אחד מ"נתיבי המשימות" המוצגים בטבלה 1, יש מבנה משותף, כפי שמוצג לעיל ומתואר בטקסט. עקרונות עיצוב נוספים של התוכנה מוצגים בטבלה זו.