

**תודות:** עבודה זו נעשתה בשיתוף עם נעמי רייבשטיין (תיכון האקדמיה למוסיקה ולמחול, ירושלים) ולאיה יפרח (אולפנת גילה, בית שמש).

## תקציר ומבוא

פיתוח מיומנויות כתיבה מדעית הוא מטרה מרכזית בהוראת המדעים בשנים האחרונות (NRC, 2013). במחקר זה אפיינו את התהליך של כתיבה מדעית מבוססת חקר בביוולוגיה בתיכון (עבודת ה"ביוחקר") ופיתחנו סביבת למידה והוראה של כתיבה מדעית, המבוססת על שימוש במאמרי מחקר מעובדים. מאמר מחקר מעובד הוא ז'אנר ששומר על המאפיינים האוטנטיים של ספרות מדעית ראשונית ומותאם ללימודי מדע בתיכון (ירדן, 2009). סביבת הלמידה נקראת "מכ"ם לביוחקר". מהערכה ראשונית של הסביבה עולה כי שימוש בסביבה מכ"ם לביוחקר יכול לשפר את יכולות הכתיבה המדעית של התלמידים בעת כתיבת עבודת הביוחקר שלהם.

## שאלות המחקר

1. מהם המרכיבים של כתיבה מדעית איתם תלמידי ביוולוגיה בתיכון מתקשים בעת כתיבת עבודת הביוחקר שלהם?
2. כיצד שימוש בסביבת הלמידה המבוססת על מאמרי מחקר מעובדים משפיעה על יכולות הכתיבה המדעית של התלמידים?

## שיטות המחקר

### אוכלוסיית המחקר

10 כיתות יב' במגמת ביוולוגיה, 8 מורים לביוולוגיה.

### כלי המחקר

✓ מחוון להערכת כתיבה מדעית (מבוסס על Timmerman et. al., 2011)  
טיטות ראשוניות של עבודות ביוחקר נותחו באמצעות המחוון (N=76).

✓ תצפיות בכיתות והקלטות שמע של שיעורי ביוולוגיה

✓ ראיונות עם מורים ותלמידים

## תוצאות

### שאלת מחקר 1: אפיון קשיים בכתיבה מדעית

ניתוח של 76 טיטות ראשוניות של עבודות ביוחקר באמצעות המחוון לכתיבה מדעית (איור 1, א-ב עמודות כחולות), בנוסף לראיונות עם מורים ותלמידים מצביעים על כך ש:

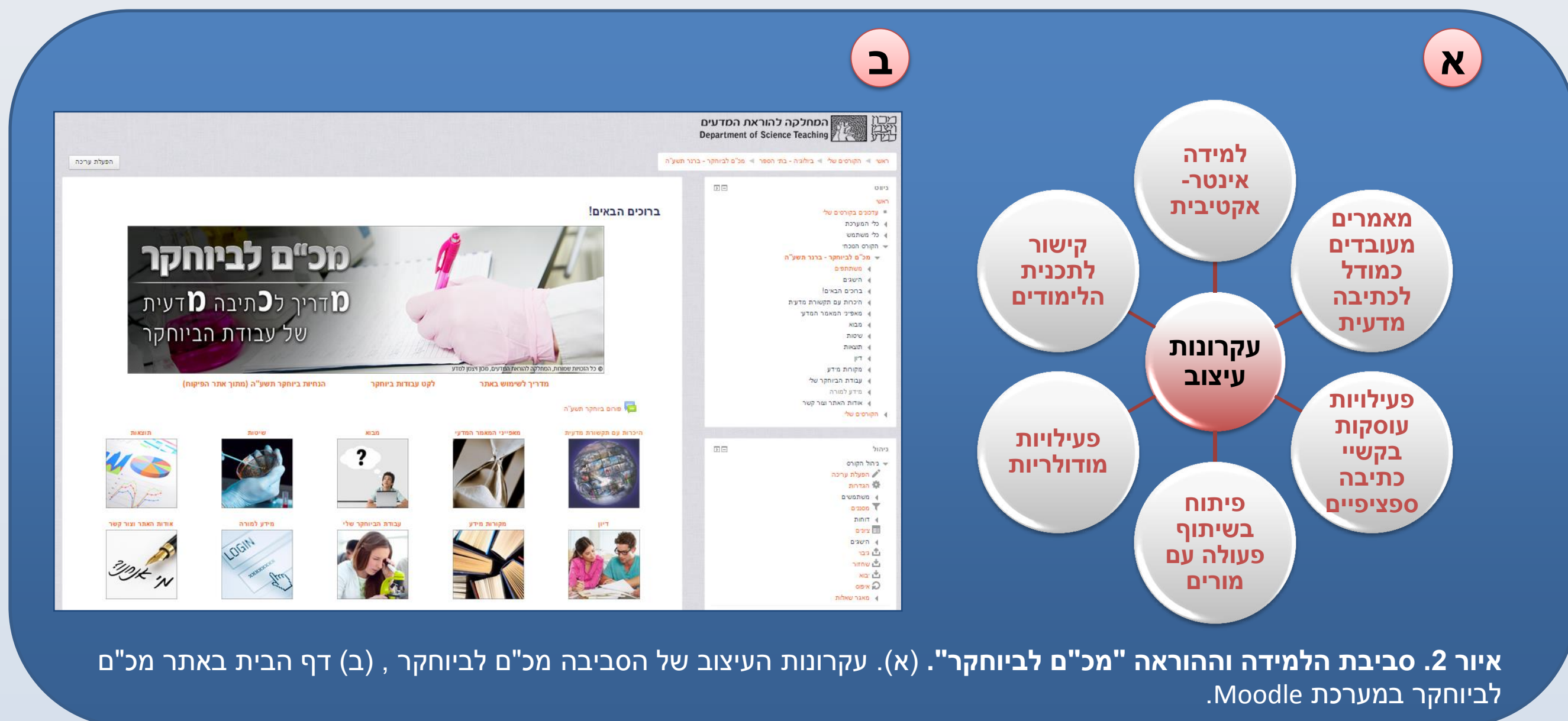
✓ המרכיבים של כתיבה מדעית שקיבלו את הציונים הנמוכים ביותר היו: מיזוג מקורות מידע וציטוטם, ביקורתיות, הצדקת החקר ובסיס ביוולוגי להשערה (איור 1ב).

✓ המרכיבים של כתיבה מדעית שקיבלו את הציונים הגבוהים ביותר היו: ניסוח שאלת החקר, ביסוס המסקנה על התוצאות ובחירת הנתונים (איור 1ב).

✓ התלמידים התקשו להבחין בין פרקים שונים בעבודה (לדוגמה: כתיבת שיטות בפרק התוצאות ולהיפך, כתיבת מסקנות בפרק התוצאות ועוד).

### עיצוב ופיתוח סביבת הלמידה מכ"ם לביוחקר

סביבת הלמידה האינטראקטיבית מכ"ם לביוחקר (גרסה 1.0) עוצבה על פי עקרונות עיצוב שהוגדרו מראש (איור 2א). הסביבה נבנתה על פי הפרקים של המאמר המדעי: מבוא, שיטות, תוצאות, דיון ומקורות מידע (איור 2ב). בכל פרק יש 2-3 פעילויות המבוססות על מאמרי מחקר מעובדים ונוגעות בקשיי כתיבה ספציפיים. תיאור פעילויות נבחרות מהסביבה מופיע בטבלה 1.



איור 2. סביבת הלמידה והוראה "מכ"ם לביוחקר". (א). עקרונות העיצוב של הסביבה מכ"ם לביוחקר. (ב) דף הבית באתר מכ"ם לביוחקר במערכת Moodle.

### שאלת מחקר 2: ההשפעה של מכ"ם לביוחקר

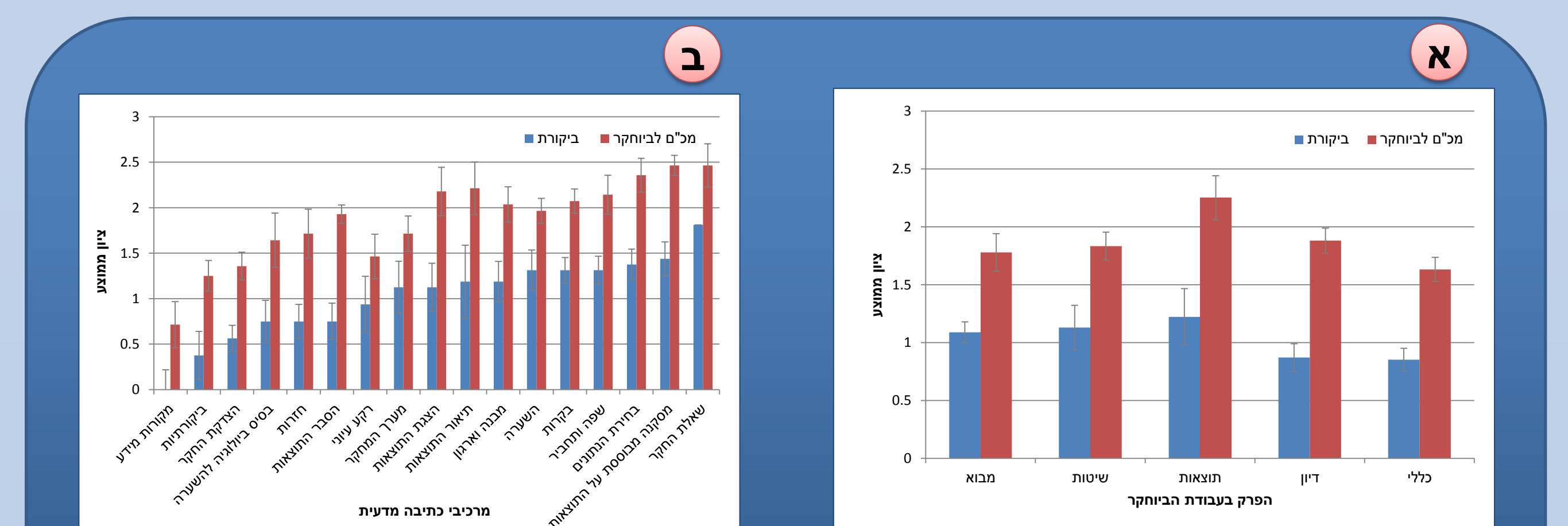
על פי הערכה ראשונית, להפעלת סביבת מכ"ם לביוחקר בכיתות (N=4) הייתה השפעה חיובית על יכולות הכתיבה המדעית של התלמידים (איור 2 א-ב, עמודות אדומות). הציונים הממוצעים של כל מרכיבי הכתיבה המדעית בעבודות הביוחקר היו גבוהים יותר בטיטות הראשונות של כיתות שהשתמשו במכ"ם לביוחקר מאשר כיתות שלא השתמשו. כמו כן, מורים דיווחו שתהליך כתיבת עבודות הביוחקר היה יותר יעיל ומהיר לאחר שהעבירו פעילויות מהסביבה בכיתותיהם.

טבלה 1. חלק מהפעילויות בסביבת מכ"ם לביוחקר והקשיים להם הן נותנות מענה.

הפעילות	תיאור הפעילות	מענה לקשיים בכתיבה
פעילות פתיחה – הכרות עם מאמר מדעי	השוואה בין כתבה פופולרית ומאמר מדעי	בעיות ניסוח
פעילות פתיחה/סיכום – מאפייני המאמר המדעי	זיהוי מרכיבים במאמר מעובד בנושא חדירות תרופות נגד סרטן לתאים.	קושי לעבור משפה מדוברת לשפה כתובה
מבוא לשיפור	תיקון מבוא "לא טוב" בנושא תסיסת שמרים	חוסר ארגון, אין רצף לוגי, מופיעות כותרות הפרדה בין שיטות ותוצאות
הכרת מרכיבי החקר	פעילות אינטראקטיבית עם משוב אוטומטי לתלמיד	המבוא כולל מידע לא רלוונטי, מבוא מפורט או תמציתי מדי, חזרה על פרטים במבוא
הצגת תוצאות ביוחקר	פעילות אינטראקטיבית לבחירת הדרך הנכונה להצגת התוצאות	חוסר ארגון, אין רצף לוגי במבוא
הכרת פרק הדיון	פעילות אינטראקטיבית להכרת מבנה פרק הדיון ומאפייניו	קושי בהבחנה בין חזרות וריבוי פריטים, קושי בהבחנה בין סוגי בקורות
		בחירת דרך הצגת התוצאות – אין התאמה בין דרך הצגת התוצאות ושאלת החקר
		קושי בביקורתיות, אין ארגון לוגי של הדיון, הכללת יתר – המסקנות הן רחבות ומוגזמות

## מסקנות

- תלמידי ביוולוגיה בתיכון מתקשים עם מרכיבים ספציפיים של כתיבה מדעית, חלקם קשורים למאפיינים מבניים של החיבור המדעי וחלקם למרכיבים של תהליך החקר.
- עיצוב סביבת הלמידה והוראה אינטראקטיבית המבוססת על מאמרי מחקר מעובדים מקדמת פיתוח של מיומנויות הכתיבה המדעית הדרושות לתלמידים לכתוב עבודות הביוחקר שלהם.



איור 1. ההשפעה של סביבת מכ"ם לביוחקר על מיומנויות כתיבה מדעית. ניתוח טיטות ראשוניות של עבודות ביוחקר שנכתבו תוך שימוש בסביבת מכ"ם לביוחקר (N=14) או בהנחייה מסורתית (ביקורת) (N=10). (א) ציון ממוצע של כל פרק בעבודת הביוחקר. (ב) ציון ממוצע של מרכיבי הכתיבה המדעית בעבודת הביוחקר. \* p<0.05, \*\* p<0.01, \*\*\* p<0.001

### ביבליוגרפיה