

**הכנס המדעי ה-13**  
**מחקר, עיון ויצירה באורנים – תשע"ב**

**הוראת מתמטיקה**

**יו"ר: צביה מרקוביץ**



## תפיסות מורים באשר ליצירתיות בהוראת המתמטיקה

## Teachers' conceptions of creativity in Mathematics teaching

נקודת המוצא למחקר זה היא האמונה שפיתוח יצירתיות מתמטית בקרב תלמידים צריכה להיות אחת המטרות החשובות של החינוך המתמטי. ההנחה היא, שיצירתיות אצל המורה הינה הבסיס להשגת המטרה. הוראה יצירתית תתרום למוטיבציה של התלמיד, תעודד תהליכי הבניית ידע ותטפח תלמיד יצירתי.

המחקר המתואר הינו חלק ממחקר מקיף המנתח תפיסות של מורים באשר להוראת המתמטיקה ומציע מודל לניתוח תפיסות מורים על יצירתיות בהוראת המתמטיקה. המודל שפותח בעקבות המחקר, עשוי להועיל בניתוח תפיסות מורים על יצירתיות בהוראת המתמטיקה ולהוות כלי שרת עבור מורים למתמטיקה בעת תכנון הוראה המכוונת לטיפוח יצירתיות מתמטית בקרב תלמידיהם. בנוסף, עשוי להוות כלי יעיל עבור אנשי החינוך המתמטי המכוונים לשלב מאפייני יצירתיות במסגרות של תכניות המיועדות להתפתחות מקצועית של מורים.

מטרת המחקר היא הצגת מודל של תפיסות מורים על יצירתיות בהוראת המתמטיקה כדי לאפשר לנתח באמצעותו תפיסות מורים אודות היצירתיות בהוראת המתמטיקה.

במחקר השתתפו שמונה מורים המלמדים מתמטיקה בבית ספר יסודי (כיתות ד-ו) ושלושה מורים המלמדים מתמטיקה בחטיבת הביניים (כיתות ז-ח). כל המורים נחשבים למורים מובילים בבתי הספר שלהם, כולם הוכשרו להוראת מתמטיקה במסגרת אקדמית או במסגרות להשתלמויות מורים.

מאגר המידע נאסף תוך שימוש בפרדיגמת המחקר האיכותני באמצעות: (א) ריאיון מובנה למחצה אשר התבצע עם המורים באופן יחידני; (ב) תצפית על שיעורים. הראיונות התקיימו לפני כל שיעור שנצפה ומיד לאחריו. בסך הכול נצפו 48 שיעורים והתקיימו 107 ראיונות. המידע תועד באמצעות צילום והקלטה ולאחר מכן תועתק. במחקר זה מוצג המידע שנאסף.

בעקבות ניתוח הראיונות עם המורים והדגמות השיעורים, נבנה מודל לניתוח תפיסות מורים באשר ליצירתיות בהוראת המתמטיקה. למודל המוצע כוח תיאורי (descriptive power) וכוח פרשני (explanatory power). המודל מתבסס על שלושה מאפייני יצירתיות מספרות המחקר הכללית אודות היצירתיות האנושית: גמישות, מקוריות והרחבה כתמות ראשיות של המודל. מעבר לכך, תת-קטגוריות שעלו בהתבסס על גישת המחקר המעוגנת בשדה, המאפשרת להציע קטגוריות נוספות לתמות אלה. המודל שפותח, מציג שתי הבחנות עיקריות: (א) הבחנה בין תפיסות של מורים באשר ליצירתיות מכוונת מורה (Teacher-Directed conception of creativity) לבין תפיסות של מורים באשר ליצירתיות מכוונת תלמיד (Student-Directed conception of creativity); (ב) הבחנה בין תפיסות מורים אודות יצירתיות מתמטית ויצירתיות פדגוגית.

**מילות מפתח:** מאפייני יצירתיות, תפיסות מורים, יצירתיות מכוונת מורה, יצירתיות מכוונת תלמיד

## פתרון בעיות גיאומטריות בדרכים שונות

## כמנוף להתפתחות הידע והיצירתיות בגיאומטריה\*

Solving geometry problems in different ways as a way of promoting  
the development of geometric knowledge and creativity

הספרות המקצועית בתחום החינוך המתמטי ממליצה על פתרון בעיות מתמטיות בדרכים שונות אך כמעט שלא נערכו מחקרים בנושא. המחקר המוצג בחן את היעילות של פתרון בעיות בדרכים שונות ( Multiple Solution Tasks להלן MST) בתחום הגיאומטריה ככלי דידקטי בהקשר של למידת גיאומטריה. יש לציין ש-MST הינו משימות מתמטיות הדורשות במפורש הצגה של יותר מפתרון אחד לאותה בעיה מתמטית. המחקר בוחן את תרומת ה-MST לידע של התלמידים בגיאומטריה וליצירתיות שלהם אשר נמדדת בקריטריונים של שטף (מספר הפתרונות המוצעים), גמישות (מידת השוני בין הפתרונות המוצעים) ומקוריות הפתרונות שהם מציעים לבעיות בגיאומטריה.

המחקר המוצג מתמקד בבחינת השינויים החלים אצל התלמידים, הקשורים ביישום שיטתי של MST בגיאומטריה תוך התמקדות במידת ההצלחה בפתרון בעיות גיאומטריות, בקשרים המתמטיים הנוצרים וביצירתיות.

יישום הכלי המחקרי המוצג חושף את היחסים שבין ידע מתמטי ויצירתיות, כמו גם את היחסים הפנימיים שבין היצירתיות ומרכיביה השונים: שטף גמישות ומקוריות. המחקר מאמת את היתרונות של שימוש ב-MST ככלי דידקטי.

במחקר השתתפו 303 תלמידי שכבת י' מ-14 כיתות מתמטיות משישה בתי ספר. תשע מהכיתות למדו מתמטיקה ברמת 5 יחידות לימוד (יח"ל), והיתר ברמת 4 יח"ל. הכיתות חולקו לקבוצות ניסוי וביקורת. התלמידים בקבוצת הניסוי למדו גיאומטריה לפי גישה המאופיינת בשימוש שיטתי ב-MST בגיאומטריה הן במהלך השיעורים והן בשיעורי הבית. קבוצת הביקורת למדה גיאומטריה ללא התערבות מיוחדת. במטרה לבחון את התפתחות הידע המתמטי והיצירתיות בקבוצות הניסוי והביקורת, נערכו שני מבחנים. מבחן מקדים בתחילת שנת הלימודים ומבחן מסיים בסוף שנת הלימודים. כל אחד מהמבחנים כלל שתי בעיות הוכחה בגיאומטריה, שעבורן התבקשו הנבדקים למצוא פתרונות רבים ככל האפשר.

במבחן המסיים נמצאו הבדלים מובהקים בין קבוצת הניסוי לקבוצת הביקורת בקישוריות של ידע התלמידים, בשטף הפתרונות ובגמישותם. בממדים אלו בקרב חברי קבוצת הניסוי נצפה שיפור רב יותר. לא נמצא הבדל מובהק בין קבוצת הניסוי לקבוצת הביקורת בקריטריונים של נכונות ומקוריות.

ההתמקדות בפתרונות המקוריים ביותר שניתנו במבחן המסיים מצביעה על כך, שפתרונות אשר קבלו ציון מקסימאלי על מקוריות בכל הקבוצות שבהן התגלו, היו בלעדיים לתלמידי רמת 5 יח"ל מקבוצת הניסוי. הממצאים מראים שפתרון בעיות בדרכים שונות בגיאומטריה מפתח קישוריות של ידע, גמישות ושטף של הפתרונות. מקוריות הינה אולי סגולה שפחות ניתנת לפיתוח, אך סביבה לימודית מתאימה תורמת להתפתחותה בקרב אותו מיעוט בעל סגולה זו.

\*העבודה מתבססת על מחקר שנערך במסגרת עבודת דוקטורט בהנחיית פרופ' רוזה לייקין, אוני' חיפה.

**מילות מפתח:** פתרון בעיות בדרכים שונות, גיאומטריה, ידע מתמטי, יצירתיות

## שיתוף תלמידים בכתיבת מבחן במתמטיקה: נקודת המבט של מורים

### Students-teacher collaboration in designing mathematics tests:

#### The teachers' perspective

במערכת החינוך קיימת נטייה להתעלם מדעותיהם ומתפיסות עולמם של התלמידים, ולהתייחס אליהן כאל פחות לגיטימיות מדעותיהם של המורים. כתוצאה מכך, רק לעתים רחוקות נשאלים תלמידים לדעתם בכל הנוגע להוראה ולהערכה שלהם. התלמידים עצמם מודעים היטב למצב זה, ולעתים קרובות חשים תרעומת בנוגע לכך שקיים חוסר התחשבות בדעתם בנושאים שהם בעלי השפעה מכרעת על חייהם.

בשנים האחרונות מרבים לדון ברפורמות חינוכיות שמטרתן לשפר את הישגי התלמידים. בניגוד לארגונים בהם נעשים שינויים תוך הקשבה לקולו של קהל היעד, במערכת החינוך אין לכך כל ביטוי.

כיום, התלמידים הם צרכני מידע אקטיביים, אסרטיביים מבעבר ומרבים להתבטא. מתבגרים מסרבים לקבל חינוך פסיבי, רוצים להבין מדוע ואיך הדברים נעשים, ומעוניינים להשמיע את קולם ולהיות מעורבים. לפיכך, מורים צריכים להכיר בכך שהתלמידים מצפים לקיומו של דיאלוג בנוגע ללמידה ולהערכה שלהם, תוך הפיכתם לשותפים בקבלת החלטות.

בשנים האחרונות נעשו מחקרים שהתמקדו בתרומה של הקשבה לקולות הלומדים (student voice) במסגרת המערכת הבית ספרית, הן מנקודת המבט של התלמידים עצמם, והן מנקודת המבט של מוריהם. הממצאים מצביעים על כך שכאשר תלמידים חשים שיש להם השפעה, הם מפתחים עמדות חיוביות יותר כלפי בית הספר, מרגישים מחויבות גדולה יותר ללמידה והישגיהם עולים. המורים יוצאים אף הם נשכרים מהתהליך. הם מגלים התלהבות מחודשת כלפי ההוראה, ומפתחים תובנות עמוקות יותר בנוגע למה עשוי לתרום להצלחת תלמידיהם.

במטרה לחשוף מורים למתמטיקה לרעיון של הקשבה לקולות התלמידים, במסגרת הקורס 'הערכת תהליכים ותוצרים' הנלמד כחלק מתוכנית התואר השני M.Ed. בהוראת המדעים, התבקשו המורים לתכנן מבחן במתמטיקה בשיתוף עם תלמידיהם. כל מורה היה רשאי לבחור את הדרך המועדפת עליו לצורך כך. המורים התבקשו לנהל יומן למידה שבו תיעדו את תהליך העבודה, את מחשבותיהם ותחושותיהם, את תגובות תלמידיהם, ועוד. עם סיום התהליך חיבר כל מורה שאלון משוב לתלמידיו. לסיכום, הגישו המורים עבודה המתעדת את התהליך ואת תגובות התלמידים, ובצעו רפלקציה על התהליך.

המחקר הנוכחי התמקד בדרך שבה בחרו המורים לשתף את תלמידיהם בכתיבת מבחן, ואת תרומת התהליך להתפתחותם המקצועית של המורים.

מתוך הממצאים עולה כי בתחילה היו מרבית המורים ספקניים בנוגע לרעיון של שיתוף תלמידים בכתיבת מבחן, מתוך תפיסה שתפקיד זה הינו נחלתו הבלעדית של המורה, והנחה שהתלמידים אינם מסוגלים להיות שותפים למהלך מסוג זה. המורים, רובם ככולם, הופתעו לגלות כי בעת הצגת הרעיון לתלמידיהם הביעו התלמידים חוסר אמון בכנות כוונותיהם. עם סיום התהליך דיווחו המורים על תרומתו בהיבטים הבאים:

א. תלמידים : שיפור ביחס התלמידים למקצוע, עלייה במוטיבציה ללמידה וברצון להצליח, עלייה בביטחון העצמי של התלמידים, הפחתת חרדת המבחנים, ובחלק מן המקרים אף עלייה משמעותית בציוני התלמידים במבחן.

ב. שינוי בתפיסת תפקידו של המורה : הבנת החשיבות של תהליך ההוראה-למידה כתהליך שיתופי ולא כתהליך חד-כיווני, ותרומת ההדדיות למוטיבציה ללמידה.

ג. שיפור ביחסי מורה-תלמידים : שיפור הקשר עם התלמידים, גילויי אמון מצד התלמידים, תחושה של התלמידים שהמורים קשובים, הוגנים, ונכונים לתמוך ולעזור.

אף שהתנסות המורים הייתה קצרה, כולם הביעו רצון לאמץ את הרעיון של שיתוף התלמידים בכתיבת מבחן גם בשנים הבאות, ולאורך זמן, והרחבתו לכדי שיתוף התלמידים בכתיבת מחוון ובהערכת פתרונות.

## השפעתה של תכנית התואר השני בהוראת המדעים

### על ההתפתחות המקצועית של המורים (ממצאים ראשוניים)

### The influence of a Science Education M.Ed. Program

### on teachers' professional development (preliminary findings)

הלימודים לתואר שני בהוראת המדעים באורנים נועדו להעצים את יכולתם המקצועית של המורים בבית הספר. הלימודים משלבים רכישת ידע עדכני, תובנות מעמיקות ומיומנויות למידה והוראה אפקטיביות. השינוי הנדרש בהוראת המדעים בבתי הספר מתייחס אמנם לתכני הלימוד, אך לא פחות למבנה הלמידה וההוראה וארגונם, כולל הנחיית עבודות גמר, דרכי הוראת חקר ושילוב המחשב בתהליכי האיסוף והחקר. הדגש מושם יותר ויותר על סביבת למידה קונסטרוקטיביסטית, המאתגרת את המורה ליצור לעצמו ולתלמידיו הזדמנות לחשוב ולחקר, על למידה שיתופית לצד למידה יחידנית, על תהליכים של פתרון בעיות אוטנטיות בהיבט רב-תחומי.

מטרת המחקר המוצג היא לעקוב אחרי המורים שהתקבלו לתכנית ולברר האם וכיצד השתתפותם בה השפיעה על עבודתם בבית הספר בתחומים אותם התכנית רוצה לקדם ועל תפיסתם את מקצוע ההוראה.

אוכלוסיית המחקר כוללת מורים הלומדים בתכנית ה-M.Ed. בהוראת המדעים אשר התחילו את לימודיהם בשנת תשע"א. במחקר נוטלים חלק 11 מורים (7 נשים, 4 גברים; 5 מורים למתמטיקה, 4 לביוגיה ו-2 לפיזיקה; 7 דוברי עברית ו-4 דוברי ערבית). המחקר הינו מחקר איכותני שעוקב באמצעות ראיונות ותצפיות אחרי משתתפי המחקר במשך שתי שנות הלימוד שלהם בתכנית. כלי המחקר הם: (1) אפיון המורים המתמחים (נתונים מתוך מחקר ההערכה שملווה את התכנית); (2) שאלונים פתוחים שהועברו למרצים בתכנית; (3) שלושה/ארבעה ראיונות עם המורים המתמחים בתכנית במהלך השנתיים; ו- (4) שלוש תצפיות בשיעורים שמלמדים המורים המתמחים בתכנית (שימוש ב-RTOP). בשנה הראשונה בוצעה תצפית אחת אצל כל מורה בתחילת השנה, חלקם בחטיבה העליונה וחלקם בחטיבת הביניים. בשנה השנייה מתוכננות שתי תצפיות נוספות בתחילת השנה ולקראת סופה.

ממצאים עיקריים:

1. רוב המרצים בתכנית טוענים שהם מלמדים את הסטודנטים לפי הגישה הקונסטרוקטיביסטית, בתקווה שהסטודנטים יפנימו דרך זאת וישמו אותה בכיתותיהם.
2. בראיונות, רוב המורים (הסטודנטים) מעידים על כך שהם מלמדים בשיטות מסורתיות בהן ה"מורה במרכז". ממצא זה הוצלב עם התצפיות, דבר המעיד על אמינות המורים בדיווח העצמי שלהם.
3. תוצאות התצפיות נעות בין ציון 29 (הוראה בה "מורה-במרכז" והתלמידים משתתפים בלמידה לעתים רחוקות) ועד 67 (עבודה קבוצתית מסודרת של תלמידים בכיתה), עם ממוצע של 37.3 וסטיית תקן של 11.3.
4. נמצא שאין מתאם בין ציוני ה-RTOP לבין שנות הוותק בהוראה.
5. נמצא שהגורם המשפיע ביותר על ציוני ה-RTOP הוא מקצוע ההוראה, למורי הביולוגיה הציון הממוצע הגבוה ביותר ולמורי הפיזיקה הממוצע הנמוך ביותר.
6. ישנה התאמה כמעט מלאה בין מה שהמורים מעידים על עצמם (מה שהם אומרים בראיונות) לבין הוראתם בפועל (ציוני ה-RTOP).

7. נמצא הבדל בין השיח של המורים בריאיון הראשון (תחילת התכנית) לשיח בריאיון השני (תחילת שנת הלימודים השנייה).

בשנת תשע"ב המורים המשתתפים במחקר ירואיינו פעמים נוספות ויבוצעו שתיים/שלוש תצפיות אצל כל אחד מהם.

**מילות מפתח :** התכנית לתואר שני בהוראת המדעים, מורים למדעים בבתי ספר על יסודיים, התפתחות מקצועית, הוראה קונסטרוקטיביסטית, RTOP