

**השפעת מודל דעיכה (Fading) לשיפוט מטה-קוגניטיבי
בפתרון בעיות מתמטיות אצל תלמידים בעלי לקות למידה
מתמטית ותלמידים ללא לקות מתמטית**

חיבור לשם קבלת התואר "דוקטור לפילוסופיה"

מאת

סטלה גידלביץ

בית הספר לחינוך

הוגש לסנט של אוניברסיטת בר-אילן

כסליו

רמת-גן

תשע"ה

תקציר

פתרון בעיות מילוליות נחשב אחד הנושאים הקשים ביותר להבנה על ידי תלמידים ומוגדר סטנדרט חשוב להשגה (NCTM, 2014). המחקרים הבין-לאומיים PISA (2012) ו-TIMSS (2011) מתמקדים בפתרון בעיות מתמטיות מורכבות הדורשות מהלומד שימוש במגוון של מיומנויות קוגניטיביות (TIMSS, 2007; 2011) לפי רמות חשיבה עולות: שליטה בעובדות ובפרוצדורות; פתרון בעיות שגרתיות (Solve Routine Problems); ופתרון בעיות לא שגרתיות (Solve Non-routine Problems). נוסף על כך, חוקרים מדגישים את החשיבות של פיתוח מיומנויות חשיבה מסדר גבוה, כגון **העברה** (transfer) לנושאים שלא נלמדו ויכולת של **שימור ידע לאורך זמן** (Jitendra, Griffin, Haria, Leh, Adams, & Kaduvetoor, 2007). מיומנויות אלה קשות לרוב התלמידים, ובמיוחד לתלמידים בעלי לקות למידה מתמטית.

תלמידים בעלי לקות למידה מתמטית מתקשים בהיבטים שונים של הלמידה: שליטה בעובדות היסוד, יישום של אלגוריתמים, ושימוש נכון בשפה מתמטית. נוסף על כך, הם מתקשים בהבנת המשמעות של הטקסט בבעיות מילוליות (Garnett, 1998). במחקרים נמצא גם כי רמת השליטה של תלמידים בעלי לקות למידה מתמטית בכלים מטה-קוגניטיביים מתאימה לרמתם של תלמידים צעירים יותר (Desoete & Roeyers, 2005). תלמידים בעלי לקויות למידה משולבים על פי רוב בכיתות רגילות, ובכך הופכים את הכיתות לכיתות הטרוגניות שבהן לומדים יחדיו תלמידים רגילים, תלמידים בעלי לקות למידה, וכן תלמידים בסיכון לכישלון במתמטיקה. תלמידים בסיכון לכישלון במתמטיקה הם תלמידים המציגים הישגים סבירים, אך מתקשים בהערכה עצמית מדויקת של ביצועיהם (Labuhn, Zimmerman, & Hasselhorn, 2010).

הקשיים הרבים הכרוכים ברכישת מיומנויות של פתרון בעיות תובנה מספרית מעלים את הצורך בהתאמת פיגומים בהוראת מתמטיקה.

מודל הדעיכה (Fading) מוגדר בספרות שלב משמעותי במדרג התמיכות הניתנות ללומד. מודל זה מתבסס על הפחתה מדורגת של התמיכה כשלב בהכנת הלומדים לפעילות עצמאית (Puntambekar & Hubscher, 2005). ברוב המקרים של שימוש במודל הדעיכה, הפעילות השלבית מכוונת לתכנים לימודיים (מתמטיקה, מדעים, הנדסת החשמל) ולא לתהליך החשיבה של פתרון הבעיה שבו התלמיד מווסת את תהליך הפתרון בסיוע שאלות עצמיות, כגון: **מה** הוא בסיס הידע הנחוץ (לשוני, מתמטי ואסטרטגי)?; **אילו** אסטרטגיות כדאי לבחור?; **מתי ומדוע** יש ליישם אותן בתוך תהליך הפתרון?; ולבסוף, **איך** לחשוב על כל התהליך? כל אלה מהווים תמצית ההכוונה העצמית במהלך פתרון בעיות תובנה מספרית המבוססת על טיפוח מנגנון **הכוונה עצמית בלמידה**.

בהכוונה העצמית בלמידה (SRL – Self-Regulated Learning) הלומד מציב לעצמו מטרות, וכמו כן מתכנן, מפקח ומעריך את עבודתו תוך התייחסות למרכיב הקוגניטיבי, למרכיב המטה-קוגניטיבי ולמרכיב המוטיבציוני-רגשי (Pintrich, Wolters, & Baxter, 2000). הספרות הענפה בתחום ההכוונה המטה-קוגניטיבית מוכיחה את תרומתה הרבה הן בתחום התוכן והן במיומנויות של הכוונה עצמית בלמידה בקרב לומדים צעירים ובוגרים (Kramarski, Weiss, & Sharon,)

2013). תמיכה מטה-קוגניטיבית על ידי מתן רמזים לתלמידים היא דרך יעילה לעידוד למידה פעילה. אחת הדרכים לתמיכה מטה-קוגניטיבית היא מתן רמזים הפועלים על תהליכים מטה-קוגניטיביים של הפרט באמצעות שימוש בשאלות עצמיות (Schoenfeld, 1985).

טרם ניתנה תשובה חד-משמעית באשר לעיתוי הרצוי למתן רמזים מבחינת שלבי הפתרון השונים: לפני הפתרון, במהלכו או אחריו. התמיכה לפני הפתרון מכוונת לתכנון מעמיק, ואילו התמיכה הניתנת לאחר הפתרון מכוונת לבקרה ולרפלקציה. נמצא שרפלקציה היא אסטרטגיה חשובה ויעילה במהלך פתרון בעיות.

אחד המאפיינים של המטה-קוגניציה הוא שיפוט מטה-קוגניטיבי, המוגדר יכולת מתפתחת של הלומד להעריך את הנכונות של תשובתו במשימה נתונה (Goldsmith & Koriat, 2008). תהליך השיפוט מאפשר ללומד לפקח על האסטרטגיות שאותן הוא הפעיל, לבדוק את יעילותן ולווסת את הביצועים שלו בכל שלבי הפתרון: לפני הביצוע, במהלכו או אחריו.

ייחודו של המחקר הנוכחי בשילוב של התחומים השונים שאותם הוא בודק: פתרון בעיות טובנה מספרית, הכוונה עצמית בלמידה, התאמת פיגומים לפי מודל הדעיכה, התייחסות לשונות הלומדים בכיתה ואימון לשיפוט מטה-קוגניטיביים, תוך התייחסות לתלמידים בגילים הצעירים. במחקר פותחו ארבע תכניות התערבות ייחודיות המבוססות על מתן רמזים מטה-קוגניטיביים שונים בפתרון בעיות טובנה מספרית תוך טיפוח שיפוט מטה-קוגניטיביים בשלבים שונים של פתרון הבעיה: לפני הפתרון או אחריו. בשתיים מתכניות ההתערבות הרמזים ניתנו לפי מודל הדעיכה (Fading), ואילו בשתי התכניות האחרות נעשה שימוש בתמיכה קבועה.

לאור זאת, מטרת המחקר הן:

- א. חקר ההשפעה של שימוש במודל הדעיכה על יכולת הפתרון של בעיות טובנה מספרית ועל ההכוונה העצמית בלמידה בשלב שלפני פתרון הבעיה ובשלב שאחרי הפתרון בהשוואה למתן אותם רמזים באופן קבוע (ללא דעיכה).
- ב. הערכת היעילות של כל אחת מתכניות ההתערבות על יכולת הפתרון של בעיות טובנה מספרית ועל ההכוונה העצמית בלמידה באמצעות כלים המתמקדים בהצהרת הלומד (שאלונים) ובבדיקת תהליך הלמידה בזמן אמת (פתרון בקול ושיפוט עצמי), וכן, הערכת היעילות של התכניות על שימור הנלמד ועל יכולת העברה לאורך זמן.
- ג. הערכת היעילות של כל אחת מתכניות ההתערבות בקרב תלמידים בעלי לקות למידה מתמטית, בקרב תלמידים בסיכון לכישלון מתמטי ובקרב תלמידים ללא לקות למידה.

ארבע תכניות ההתערבות שנבדקו במחקר מטפחות מיומנויות של הכוונה עצמית בלמידה דרך הכוונה מטה-קוגניטיבית מפורשת, ונבדלות זו מזו בשני אפקטים: אפקט עיתוי ההופעה של השאלות המטה-קוגניטיביות (לפני הפתרון או אחרי הפתרון) ואפקט הדעיכה (מתן רמזים לפי מודל הדעיכה או מתן תמיכה קבועה). בשתי תכניות ההתערבות שפעלו לפי מודל הדעיכה הרמזים המטה-קוגניטיביים הוסרו בהדרגה לצורך הפנמה ויישום עצמאי של הלומדים, ואילו בתכניות ההתערבות שפעלו ללא דעיכה, הרמזים ניתנו באופן קבוע במהלך ההתערבות. השפעתן של ארבע תכניות אלו נבדקה תוך השוואתן להשפעה של התכנית בקבוצת ביקורת אשר נחשפה להוראה אסטרטגית על פי תכנית הלימודים החדשה במתמטיקה.

המדגם כלל 373 תלמידים בכיתות ד' משישה בתי-ספר בחיפה ובמחוז צפון, אשר חולקו באופן אקראי לחמש קבוצות מחקר, בהתאם לתכניות ההתערבות. תכניות התערבות נמשכו כחודשיים, וכללו 18 שעות הוראה. כלי המחקר כללו מבחנים לבחינת היכולת פתרון בעיות תובנה מספרית בשלושה תחומים של מיומנויות קוגניטיביות (TIMSS), שאלונים בתחום ההכוונה העצמית, וסרגלים לשיפוט עצמי אשר הועברו בשלוש נקודות זמן: לפני ההתערבות, מיד לאחריה ושלושה חודשים מתום ההתערבות. כמו כן, לאחר ההתערבות תועד בזמן אמת תהליך של פתרון בקול של בעיה בקרב 10% מהנבדקים בכל אחת מקבוצות המחקר. תלמידים אלה גם רואיינו על תכנית ההתערבות. נוסף על כך, שלושה חודשים מתום ההתערבות, רואיינו 10 מתוך 15 המורות שהשתתפו בתכנית, במטרה לבדוק את אפקט השימור וההעברה של עקרונות התכנית לאורך זמן.

להלן ממצאי המחקר המרכזיים:

מודל הדעיכה. נמצאה השפעה חיובית של שימוש במודל על הישגי התלמידים בעת פתרון בעיות תובנה מספרית ועל תהליך ההכוונה העצמית בלמידה. השפעה זו ניכרת בהשוואה לתמיכה קבועה ללא דעיכה וכן בהשוואה לקבוצת הביקורת. כמו כן נמצא שהשימוש **במודל הדעיכה אחרי הפתרון** יעיל במיוחד בפתרון בעיות לא שגרתיות מיד בתום ההתערבות, ביכולת העברה לנושא חדש ובהעברה לאורך זמן בתחום זה. כמו כן, נמצא שתכנית התערבות זו יעילה בטיפול תובנה בתהליכי חשיבה מסדר גבוה, דבר שבא לידי ביטוי בהעלאת דרכים ייחודיות ויצירתיות לפתרון תוך שימוש בשפה מתמטית נאותה. נוסף על כך, הנבדקים בקבוצה זו השתמשו בשכיחות גבוהה יותר מאשר הנבדקים בשאר הקבוצות בהיגדים מטה-קוגניטיביים (ידע, בקרה ושיפוטים) בעת פתרון בקול של בעיה לא שגרתית.

סוגי אוכלוסייה. נמצא שהתכנית שבה **תמיכה קבועה אחרי הפתרון** היא היעילה ביותר עבור תלמידים **בעלי לקות** מתמטית, ואכן היא תרמה לשיפור בהישגיהם בפתרון בעיות תובנה מספרית ובשליטה בידע מטה-קוגניטיבי. כמו כן, תכנית זו הייתה יעילה גם עבור **תלמידים בסיכון לכישלון במתמטיקה** הן מבחינת הידע המתמטי והן מבחינת מרכיבי ההכוונה העצמית בלמידה (בקרה של הקוגניציה, שיפוטים מטה-קוגניטיביים ומוטיבציה). לעומת זאת, התלמידים **ללא לקות למידה** יצאו נשכרים דווקא מהתכניות המשלבות את **מודל הדעיכה**.

למחקר תרומה בתחום התיאורטי, המתודולוגי והיישומי.

בתחום התיאורטי, המחקר מחדש באשר לשימוש במכלול מרכיבי ההכוונה העצמית תוך טיפוח יכולת שיפוטים מטה-קוגניטיביים בקרב תלמידים צעירים. ממצאי המחקר שופכים אור על שימוש במודל הדעיכה בהתאם לאפקט העיתוי במתן רמזים מטה-קוגניטיביים במהלך פתרון בעיות תובנה מספרית.

בתחום המתודולוגי, במחקר נעשה שימוש במגוון רחב של כלי מדידה כמותיים ואיכותניים (Mixed methods). כמו כן הממצאים תוקפו בעזרת **טריאנגולציה** (שאלונים, ראיונות עם נבדקים ועם מורות ובדיקת התהליך בזמן אמת) של כלי מחקר לצורך הצלבת מידע ממקורות איסוף שונים. המחקר הנוכחי מחדד אפוא את החשיבות של שימוש בכלים מגוונים ובפרט בתהליכים איכותניים-תהליכיים בזמן אמת.

בתחום היישומי, מורים יכולים להשתמש בתכניות ההתערבות המוצעות במחקר תוך התייחסות למגוון הרחב של יכולות התלמידים השונים בכיתה ההטרוגנית. התכניות יכולות ליצור בסיס לטיפול יחידני או קבוצתי לפי רמות הומוגניות שונות של תלמידים בכיתה. נוסף על כך, התכניות ניתנות להתאמה לגילים אחרים מאלה שנבדקו במחקר ולהעברה לנושאים מתמטיים מגוונים.