

**עיבוד המיספרי של מטפורות בגנטיקה בקרב תלמידי**

**בית ספר על יסודי**

**חיבור לשם קבלת התואר "דוקטור לפילוסופיה"**

**מאת:**

**ציפי פרנקו**

**בית הספר לחינוך**

**הוגש לסנט של אוניברסיטת בר אילן**

**אדר ב', תשע"ו**

**רמת גן**

## תקציר

**רקע:** הספרות גדושה במחקרים לגבי חשיבות שילוב והבנת מטפורות בחיי היום-יום ובהוראה (Aubusson, Harrison, & Ritchie, 2006; Baker & Lawson, 2001; Duit, 1991; Fredriksson & Pelger, 2016; Glynn, 2008; Guerra-Ramos, 2011; Niebert, Marsch, Treagust, 2012; Orgill & Bodner, 2005; Paris & Glynn, 2004; Pintrich, Marx, & Boyle, 1993). למרות זאת, נושא העיבוד הקוגניטיבי וההמיספרי של מטפורות ברמת מוכרות שונה בתחום הוראת הביולוגיה, כפי שביצענו במחקר הנוכחי, עדיין לא נחקר. מספר תיאוריות פסיכולינגוויסטיות מתייחסות לנושא עיבוד מטפורות. לפי תיאוריית "הקריירה של המטפורה" (Bowdle & Gentner, 1999, 2005), עיבוד מטפורות עם רמת מוכרות שונה (מוכרות מול לא מוכרות), מלווה בתהליכים קוגניטיביים שונים (קטגוריזציה לעומת השוואה בהתאמה). תיאוריות נוספות, כמו "תיאורית הנגישות המדורגת" (GSH - Graded Salience Hypothesis) של גיורא (Giora, 2003) הטוענת לעיבוד מטפורות לפי סדר הבולטות ויחד עם מודל הקידוד הסמנטי העדין - והגס (fine-coarse) של בימן וגיאנג-בימן (Beeman, 1998; Jung-Beeman, 2005) חוזות שוני בעיבוד ההמיספרי של מטפורות ברמת מוכרות שונה (מוכרות מעובדות בהמיספרה שמאל ולא מוכרות מעובדות בהמיספרה ימין). במחקר הנוכחי נבדקו השערות תיאוריות אלו, לראשונה על ידי מטפורות בתחום הגנטיקה. יש לציין כי הוחלט לשלב את נושא עיבוד המטפורות במוח בתחום הוראת הגנטיקה בגלל מורכבות הוראתו ולמידתו מצד אחד ומרכזיותו בלימודי ביולוגיה מצד שני (Chu & Reid, 2012; Dikmenli, 2010; Duncan, Rogat, 2005; Yarden, 2009; Duncan & Tseng, 2010; Knippels et al., 2005). לכן נראה כי חשוב לחקרו מכיוונים שלא נחקרו עד כה ובכך לנסות להבין מה קורה בזמן למידתו.

במחקר הנוכחי פותחה תוכנית התערבות של שלושה חודשים ללימוד גנטיקה עם מטפורות לפי מודל "למידה עם אנלוגיות" (TWA=Teaching With Analogies) של גלין (Glynn, 1994, 2007). בעזרת התוכנית יושם תהליך המוכרות של המטפורות ונבחנה השפעתה על העיבוד הקוגניטיבי וההמיספרי של המטפורות שנלמדו. כמו כן, נבחנה השפעת התוכנית על מדדים חינוכיים ייחודיים למדע, כמו: רמת ידע ורמת תפיסות שגויות בגנטיקה, רמת מוטיבציה ביחס ללימודי מדע ורמת חשיבה יצירתית מדעית בקרב תלמידי י"ב במגמה לביולוגיה.

**מטרות המחקר:** מטרתו העיקרית של המחקר הנוכחי היא לבחון את השפעת תוכנית ההתערבות ללימוד גנטיקה בעזרת מטפורות לפי מודל TWA על עיבוד קוגניטיבי והמיספרי של מטפורות ועל קידום מדדים חינוכיים בהוראת הביולוגיה בקרב תלמידי י"ב במגמה לביולוגיה. המחקר מתמקד בשש המטרות הבאות: 1. לבחון את השפעת תוכנית ההתערבות על העדפת מבנים לשוניים שונים (קטגוריזציה מול השוואה) בהבנת מטפורות בגנטיקה ברמת מוכרות שונה (מוכרות מול לא מוכרות). 2. לבחון את השפעת תוכנית ההתערבות על עיבוד מטפורות בגנטיקה ברמת מוכרות שונה (בעזרת מדדי זמני תגובה ואחוזי דיוק) בקבוצת ההתערבות לעומת קבוצת הביקורת.

3. לבחון את השפעת תכנית ההתערבות על עיבוד המיספרי של מטפורות ברמת מוכרות שונה המוצגות במבנים לשוניים שונים (קטגוריזציה מול השוואה) בקבוצת ההתערבות לעומת קבוצת הביקורת. במיוחד, לבדוק האם המיספרה שמאל תהיה מהירה או מדויקת יותר בעיבוד מטפורות מוכרות במבנה של קטגוריזציה ("א' הוא ב'") בקבוצת ההתערבות לעומת קבוצת הביקורת. כמו כן, לבדוק האם המיספרה ימין תהיה מהירה או מדויקת יותר בעיבוד מטפורות לא מוכרות במבנה של השוואה ("א' הוא ב'") בשתי הקבוצות באותה מידה. 4. לבחון את השפעת תכנית ההתערבות על רמת המוטיבציה של תלמידים ביחס ללימודי מדע ומרכיביה בקבוצת ההתערבות לעומת קבוצת הביקורת. 5. לבחון את השפעת תכנית ההתערבות על רמת הידע ורמת התפיסות השגויות בגנטיקה בקבוצת ההתערבות לעומת קבוצת הביקורת. 6. לבחון את השפעת תכנית ההתערבות על רמת החשיבה היצירתית המדעית ומרכיביה בקבוצת ההתערבות לעומת קבוצת הביקורת.

**שיטה:** במחקר השתתפו 214 תלמידי י"ב במגמה לביווגיה (בגילאי 17-18), דוברי שפת אם עברית, בעלי התפתחות תקינה, ללא לקויות למידה, הלומדים במגמות ביווגיות בתיכונים ממלכתיים חילוניים במרכז הארץ. במחקר נערכו שלושה ניסויים. בניסוי הראשון השתתפו 43 תלמידי י"ב שלמדו גנטיקה בעזרת תוכנית ההתערבות. לאחר ההתערבות, התלמידים ענו על שאלון העדפת צורת הקטגוריזציה להבנת מטפורות ברמת מוכרות שונה, על מנת לבדוק מעורבות של תהליכים קוגניטיביים שונים בעיבוד מטפורות בגנטיקה ברמת מוכרות שונה. בניסוי השני השתתפו 34 תלמידי י"ב בקבוצת ההתערבות ו-25 תלמידים בקבוצת הביקורת. בניסוי זה התלמידים השלימו ניסוי מטפורי ממוחשב מרכזי בו נאספו מדדי זמני תגובה ואחוזי דיוק לשיפוט סמנטי של מטפורות ברמת מוכרות שונה, על מנת לבחון עיבוד קוגניטיבי שונה שלהן בין שתי הקבוצות. בנוסף, התלמידים ענו על שאלון מוטיבציה של תלמידים ללימודי מדע (SMTSL) לפני ואחרי לימודי גנטיקה. בניסוי השלישי השתתפו 72 תלמידי י"ב בתוכנית ההתערבות ו-40 תלמידים בקבוצת הביקורת. בניסוי זה התלמידים השלימו מבחן מטפורי המיספרי ממוחשב, שהשתמש בטכניקת שדה הראייה החזוי, אשר מאפשרת לבחון צדדיות המיספרית במהלך עיבוד מטפורות ברמת מוכרות שונה המוצגות במבנים לשוניים שונים. לבסוף, תלמידים נבחנו במבחני ידע סטנדרטיים, שאלון תפיסות שגויות, ומבחן לחשיבה יצירתית מדעית לאחר לימודי הגנטיקה.

**תוצאות:** תוצאות המחקר הנוכחי מראות לראשונה בתחום הוראת הגנטיקה כי תהליכים קוגניטיביים שונים מעורבים בהבנת מטפורות בעלות רמת מוכרות שונה. מטפורה לא מוכרת מעובדת בעזרת תהליך של השוואה בעוד שבעיבוד מטפורה מוכרת מתקיים תהליך של קטגוריזציה, בקרב תלמידי י"ב במגמה לביווגיה שלמדו גנטיקה בעזרת תוכנית ההתערבות. בנוסף, נמצא כי מטפורות מוכרות עובדו באופן מהיר ומדויק יותר ממטפורות לא מוכרות בקבוצת ההתערבות לעומת קבוצת הביקורת. חשוב מכך, נראה כי רמת המוכרות של המטפורות השפיעה על מעורבות המיספרית שונה. נמצא כי בקבוצת ההתערבות, מטפורות מוכרות במבנה לשוני של קטגוריזציה עובדו באופן מהיר יותר מאשר במבנה השוואה בהמיספרה שמאל. מנגד, מטפורות לא מוכרות במבנה השוואה עובדו באופן מהיר יותר מאשר במבנה קטגוריזציה בהמיספרה ימין. בנוסף, נמצא במחקר הנוכחי לראשונה כי תוכנית ההתערבות הייחודית שפותחה במחקר הנוכחי יעילה מבחינה חינוכית בהוראת הגנטיקה. התוצאות מצביעות על כך שכל

שהמטפורות נלמדות לפי ההנחיות שפיתחנו על בסיס מודל TWA (Glynn, 1994, 2007), הן מובילות לעלייה ברמת הידע בגנטיקה מבלי להשרות תפיסות שגויות נוספות, לעלייה ברמת המוטיבציה ללימודי מדע בכללותה ובמרכיביה: מסוגלות עצמית, אסטרטגיות למידה אקטיביות ועירור הסביבה הלימודית. יותר מכך, לראשונה בהוראת הגנטיקה נמצא במחקר הנוכחי כי הן מובילות לעלייה ברמת החשיבה היצירתית המדעית בכללותה ובמרכיביה: שטף, גמישות ומקוריות, בקרב תלמידי קבוצת ההתערבות לעומת תלמידי קבוצת הביקורת.

**מסקנות וחשיבות המחקר:** התוצאות של המחקר הנוכחי מציעות שכאשר מלמדים מושגים חדשים בעזרת מטפורות, המורים צריכים להשתמש בשפה שמקדמת תהליכי השוואה (כלומר, דרך דימויים) יותר מאשר בשפה שמקדמת תהליכי קטגוריזציה. ידע זה יכול להעלות את מודעות המורה לשפה הדבורה בכיתה. יותר מכך, נראה מהתוצאות כי לימוד גנטיקה דרך חשיפה למטפורות הוביל לשינויים בעיבוד ההמיספרי של מטפורות. רואים מהממצאים כי התרחש תהליך מוכרות (קונבנציונאליזציה) של מטפורות לא מוכרות למוכרות בעזרת תוכנית ההתערבות ונוצרה תזוזה מעיבוד בהמיספרה ימין לשמאל. ממצאים אלו תומכים בהשערות התיאוריות הפסיכולינגוויסטיות: "תיאוריית הקריירה של המטפורה" (Bowdle & Gentner, 1999, 2005), "תיאוריית הנגישות המדורגת" (Giora, 1997, 2003) ו"תיאוריית הקידוד הגס והעדין" (Beeman, 1998; Jung-Beeman, 2005) לראשונה בהוראת הגנטיקה. ניתן לומר כי ממצאים אלו תורמים להבנת המנגנונים המוחיים והתהליכים הקוגניטיביים המעורבים בהבנת מטפורות במדע. כיום אין מידע בנושא זה למרות הספרות הרחבה בנוגע לעיבוד מטפורות. תוצאות אלו מספקות למורה הבנה עמוקה יותר של תהליכי חשיבה ולמידה המערבים את שתי ההמיספרות במוח התלמיד במהלך לימודי מדע עם מטפורות. מידע על המנגנון המוחי התקין בעיבוד שפה מטפורית, באוכלוסייה ללא הפרעות נוירולוגיות והתפתחותיות, יכול לעזור לאתר את המקור הנוירואנטומי לכך אצל תלמידים חריגים - הן אלו שיש להם קשיים במדעים והן בקרב מחוננים. מחקרים עתידיים יכולים לבחון אם נושאים חדשים שנלמדים בבית ספר, באוכלוסיות שונות של תלמידים בגילאים שונים, בתחילה מערבים את המיספרה ימין וכאשר הם מוטמעים בעיקר מערבים את המיספרה שמאל.

ממצאי המחקר מרחיבים גם את הידע החינוכי בנושא זה בכך שלראשונה במחקרנו הופעה תוכנית ללימוד גנטיקה בעזרת מטפורות בקרב תלמידי י"ב לאורך שלושה חודשים עם מודל TWA אשר הוביל לרמה גבוהה יותר במדדים חינוכיים הקשורים להוראת המדע (מוטיבציה ללימודי מדע, רמת ידע ורמת חשיבה יצירתית מדעית), כפי שלא נחקר עד כה. ממצאים אלו מצטרפים ומרחיבים את הידע של מחקרים שמצאו שמודל TWA יעיל פדגוגית (Glynn, & Takahashi, 1998; Paris & Glynn, 2004), ובמיוחד תומכים בחשיבות שילוב מטפורות בהוראת מדע (Aubusson et al., 2006; Baker & Lawson, 2001; Duit, 1991; Fredriksson & Pelger, 2016; Glynn, 2008; Guerra-Ramos, 2011; Niebert et al., 2012; Orgill & Bodner, 2005; Paris & Glynn, 2004; Pintrich et al.,

1993). בנוסף, הממצאים מפריכים את החשש לעלייה בתפיסות השגויות בעקבות השימוש במטפורות, כפי שעלה במספר מחקרים (Ornek & Saleh, 2012; Marcelos & Nagem, 2011).

המחקר שלנו מראה שהשילוב האינטגרטיבי לראשונה בין היבטים פסיכולינגוויסטיים ומוחיים להיבטים חינוכיים בהוראת הביולוגיה יכול להיות פרודוקטיבי. בעזרת ממצאי המחקר ניתן ללמוד ולהמשיך לפתח את תחום הוראת המדעים כסגסוגת של ידע פדגוגי משולב עם ידע פסיכולינגוויסטי.