

# ידע מטא־קוגניטיבי, מוקד שליטה והבנת בדיחות מתמטיות בהוראת מתמטיקה בקרב תלמידים עם לקויות למידה ובקרב תלמידים ללא לקויות למידה

סאאיד בשארה ואביקם גזית

## תקציר

מחקר זה בחן את הקשר בין ידע מטא־קוגניטיבי למוקד שליטה ולהבנת בדיחות מתמטיות בהוראת מתמטיקה בקרב תלמידים עם לקויות למידה ובקרב תלמידים ללא לקויות למידה. במחקר נדגמו 60 תלמידים בכיתות ט': 30 תלמידים שאובחנו עם לקויות למידה ו-30 תלמידים ללא לקויות למידה. התלמידים נבדקו באמצעות שלושה כלים: שאלון ידע מטא־קוגניטיבי, שאלון מוקד שליטה ושאלון הבנת בדיחות מתמטיות. ממצאי המחקר הורו על קשרים מובהקים בין שלושת המשתנים: ידע מטא־קוגניטיבי, מוקד שליטה והבנת בדיחות מתמטיות. כמו כן בכל המדדים שנבדקו, תלמידים עם לקויות למידה הפגינו יכולות נמוכות מהיכולות שהפגינו תלמידים ללא לקויות למידה. עקב הפערים הניכרים בין שתי אוכלוסיות המחקר, חשוב לטפח את אוכלוסיית התלמידים עם לקויות הלמידה במדדים שנבדקו – ידע מטא־קוגניטיבי ומוקד שליטה – לקידומה הן במערכת החינוך הן באוכלוסייה הרחבה. קידומה יכול להשפיע על תופעות אחרות הקשורות לתחום הפדגוגי, כגון צמצום תופעת הנשירה, שיפור הישגי התלמידים במקצועות לימוד מגוונים ושיפור היחסים החברתיים.

**מילות מפתח:** ידע מטא־קוגניטיבי; מוקד שליטה; בדיחות מתמטיות; לקויות למידה.

## מבוא

אחד הנושאים החשובים בחקר מדעי המוח כיום הוא בדיקת ידע מטא־קוגניטיבי, מוקד שליטה והמערכת הנוירולוגית של האדם. ידע מטא־קוגניטיבי מעיד על יכולת חשיבה ברמה גבוהה בפיקוח על מיומנויות חשיבה כגון תכנון, הבנה והערכה. הוא מעיד גם על הידע של האדם על תהליכי הכרתו – חשיבה על החשיבה ומודעות אליה (קרמרסקי ואחרים, 1997). מוקד שליטה משמעו האופן שבו האדם מבין את יכולתו או את אייכולתו לשלוט באירועים. אדם בעל מוקד שליטה פנימי ברמה גבוהה מאמין שיש לו יכולת לשלוט באירועים ולהשפיע עליהם. ואילו אדם בעל מוקד שליטה חיצוני ברמה גבוהה מאמין כי לגורמים חיצוניים הנמצאים מחוץ לשליטתו, כגון מזל, גורל וקושי, יש השפעה על האירועים (Abouserie, 1994).

בשנים האחרונות נמצא שידע מטא־קוגניטיבי ומוקד שליטה הם משתנים פוטנציאליים לקידום הישגים במתמטיקה ומנבאים יכולות פתרון בעיות (Chytrý et al., 2020; Villa & Sebastian, 2021). נמצא גם כי שילוב בדיחות מתמטיות בהוראה הוא היבט חשוב באסטרטגיות ההוראה היעילות. הוא מביא לידי פיתוח יכולות הבנת הבדיחות, יצירת

אווירה חיובית בכיתה וכן הפחתת המתח ושיפור התקשורת בין המורים לתלמידים (Tonkovich, 2020).

מטרת המחקר הזה היא לבחון את הקשר בין ידע מטאקוגניטיבי למוקד שליטה ולהבנת בדיחות מתמטיות בהוראת מתמטיקה בקרב תלמידים עם לקויות למידה ובקרב תלמידים ללא לקויות למידה. לקות למידה היא הפרעה שיש לה השפעה ניכרת על חייהם של המתמודדים עימה, והיא מתבטאת בתחומי חיים רבים, לרבות התחום הלימודי בבית ספר, התחום החברתי ותחום התעסוקה. לקות למידה היא הפרעה נוירוהתפתחותית הפוגעת בתפקודי למידה יסודיים, כגון קריאה, כתיבה ולימוד מתמטיקה, והיא פוגעת ביכולתו של הפרט לרכוש מיומנויות ברמה המצופה ממנו לפי גילו ולפי מנת המשכל שלו (American Psychiatric Association, 2013).

חוקרי החינוך המתמטי מסכימים שידע מטאקוגניטיבי ומיומנויות של מוקד שליטה מתאימים לדרישות החברה העכשווית, המשתנה במהירות בדרישותיה ליכולת ללמוד עצמאית ולהסתגל למשימות למידה חדשות כל העת (Chytrý et al., 2020). מיומנות חשובה ללימודי המתמטיקה היא היכולת לחשוב חשיבה ביקורתית ולפתור בעיות ביצירתיות. היכולת הזאת הכרחית להצלחה בחיים. עם זאת, לימוד מתמטיקה אינו קל בעבור תלמידים רבים (Villa & Sebastian, 2021). בשל חשיבותן הרבה של המתמטיקה ושל המיומנויות הכרוכות בה לעתיד התלמידים יש לזהות את המשתנים שיכולים לקדם ולשפר אותן, כדוגמת אלו המוצעים במחקר זה. לכל זאת חשיבות יתרה לתלמידים עם לקויות למידה המתקשים קושי רב בלימודי המתמטיקה והישגיהם בתחום נמוכים.

הבנת הקשרים בין ידע מטאקוגניטיבי למוקד שליטה ולהבנת בדיחות מתמטיות בהוראת מתמטיקה בקרב תלמידים עם לקויות למידה ובקרב תלמידים ללא לקויות למידה, תורמת לתכנון יעיל של מערכת הלימודים בהוראת המתמטיקה בעבור כלל התלמידים. הבנת הקשרים יכולה גם לסייע בזיהוי מוקדי קשיים במערכת החינוך ומתוך כך לסייע בפיתוח תוכניות התערבות בעבור תלמידים עם לקויות למידה אשר מתקשים בשיעורי המתמטיקה.

יתרה מזו, הממצאים יכולים לסייע בהטמעת המלצות אלו בעבודתו של היועץ החינוכי המדריך ומלווה צוותי חינוך והוראה, אשר יעודד שילוב ידע מטאקוגניטיבי ומוקד שליטה בהוראת המתמטיקה, הן בחינוך הרגיל הן בחינוך המיוחד. כך היועצים החינוכיים בבתי הספר יכולים לסייע בקביעת מדיניות ההתערבות הנדרשת ולהנחות אנשי מקצוע במערכת החינוך כיצד ליישמה ולהטמיעה. תהליך זה מחייב את היועץ החינוכי ואת מערכת החינוך לעבוד בשיתוף פעולה הדוק וביחסי גומלין מתמשכים. בית הספר יכול לאתר קשיים בתחום ההוראה ובתחום הלמידה. תפקידו של היועץ החינוכי יהיה להפנות לאבחון כדי לקבוע את דרגת החומרה של הקשיים ולהתוות את רמת ההתערבות. בכך יממש היועץ את תפקידו ביצירת תהליכים מקדמי צמיחה המותאמים לצורכיהם הייחודיים של התלמידים המתקשים בלמידה. היועץ גם יקבע את אפיוניה של ההתערבות הממוקדת ויעקוב אחר התגובה להתערבות.

## סקירת ספרות

### מטאקוגניציה

מטאקוגניציה זוכה לתשומת לב מחקרית רבה בעשורים האחרונים, בפרט בהקשר החינוכי. פלאבל (Flavell, 1976) טבע את המונח והוא עוסק במודעותו העצמית של הפרט לתהליכי הקוגניציה שלו. ידע זה מורכב מהידע של הפרט על עצמו, על המשימות העומדות לפניו ועל רכיביהן הייחודיים שעליו להביא בחשבון טרם ביצוען ועל האסטרטגיות הקוגניטיביות שעליו להפעיל כדי לבצע משימות אלו; אפשר להגדירה 'מערכת' על חשיבתית של הלומד (קרמרסקי ואחרים, 1997; Garrett et al., 2006).

משתני ידע הקשורים ללומד עצמו הם מאפייני אישיות, אמונות בדבר יכולת ומסוגלות, מגבלות וחולשות, תחומים המעוררים הנעה, השקפת עולם שנוסדה על ידע מצטבר ועוד. חוסר ידע או ידע מועט של הלומד על עצמו עלול להיות מגבלה ללמידה משום שהלומד אינו יודע לזהות את נקודות החוזק ואת נקודות החולשה שלו, ובשל כך מתקשה לוותר תהליכי למידה ולהסתגל בעילות למצבים מגוונים. זאת ועוד, לתהליך הקוגניטיבי נלוות חוויות פנימיות אישיות, שגם אליהן נדרשת מודעותו של הלומד כדי לתרום לידע המטא-קוגניטיבי ולהכוונתו העצמית (Garrett et al., 2006). ידע על אודות המשימה עוסק בידע על מאפייני המשימה שעל הלומד לבצע. הפרט לומד כי משימות הן ברמת קושי משתנה ובשל כך נדרשות גם אסטרטגיות קוגניטיביות (Kramarski & Mizrachi, 2006). כך למשל לומד המתמודד עם קשיים בשליפה עלול להתקשות במבחנים פתוחים הדורשים זיכרון יותר ממשיתקשה במבחנים סגורים רבי-רירתיים. ידע על אודות האסטרטגיה הנדרשת למילוי משימה עוסק בידע של הלומד על אסטרטגיות קוגניטיביות ומטאקוגניטיביות יעילות שבהן יש לנקוט, היכרות עימן ועם השימוש בהן. כל זאת משתנה על פי המשימה שעליו למלא. אם כן, הלומד בוחר את טיב המשימה שמולו ובוחר את האסטרטגיה המתאימה לה (Martini & Shore, 2008).

הספרות מדגישה שוויסות עצמי של תהליכים קוגניטיביים הוא מאפיין עיקרי של מטא-קוגניציה. ויסות עצמי זה מוגדר תהליך שבו הלומד אחראי להתפתחותו העצמית, מתוך שימוש ב"מחשבות, רגשות ופעולות הנובעים מן האדם עצמו, המתוכננים ומותאמים באופן מעגלי לשם השגת מטרותיו" (Zimmerman, 2000, p. 14). אסטרטגיות לויסות עצמי מופיעות בשלושת שלבי ביצוע המטלה: לפני המטלה, בזמן ביצוע המטלה ולאחריה. בשלב שלפני המטלה האסטרטגיות עוסקות בעיקר בקביעת מטרות על פי המטלה ועל פי הרקע האישי של הלומד (כגון גישתו למקצוע); בשלב של ביצוע המטלה האסטרטגיות הן משלושה סוגים עיקריים: אסטרטגיות קוגניטיביות, אסטרטגיות מטאקוגניטיביות (תכנון, ויסות ובקרה) ואסטרטגיות הקשורות ללומד, אשר נחלקות לפנימיות (תכנון זמן והקצאת קשב) ולחיצוניות (היעזרות במומחה); ובשלב שלאחר המטלה האסטרטגיות עוסקות בעיקר במשוב וברפלקציה, בהערכת תוצאות המאמץ שהושקע וביישום המסקנות בניסיונות למידה בעתיד (Perels et al., 2009; Zimmerman, 2000).

מחקרים מצאו כי רגשות הם מנבאים חשובים בהכוונה עצמית של לומדים ובהישגיהם (Ahmed et al., 2013; Mega et al., 2014). לפי צימרמן (Zimmerman, 2000) תחושת חרדה ותפיסת מסוגלות עצמית נמוכה עלולות לפגוע ביכולת הלומד להשתמש בתהליכים של

שליטה ושל בקרה עצמית. הדבר נכון בייחוד בקרב תלמידים עם לקויות למידה, אשר קושרים את כישלונם ליכולתם הנמוכה ואת הצלחתם למשתנים חיצוניים, כמו רמת קושי נמוכה של המשימה.

### הקשר בין מטאקוגניציה ובין תפקוד אקדמי

הספרות המחקרית מלמדת על קשר חיובי בין יכולת מטאקוגניטיבית ובין הצלחה אקדמית (Bransford et al., 1999; Chytrý et al., 2020; Thomas & Barksdale-Ladd, 2000; Veenman et al., 2006). כך למשל בתחום הקריאה נמצא כי ידע מטאקוגניטיבי מאפשר ללומד לתכנן את פעולותיו, לארגן ולהעריך מידע, לבחור אסטרטגיות מתאימות ולשפר את תהליכי הלמידה והזכירה שלו. האסטרטגיות המטאקוגניטיביות יכולות לפצות על חוסר מיומנות בתחום. לכן על אנשי החינוך לשלב הקניית אסטרטגיות מטאקוגניטיביות בהוראת המקצוע (Haidar & Al Naqabi, 2008; Martini & Shore, 2008; Perels et al., 2009). ממצאים דומים עלו בתחומי ידע אחרים, דוגמת כימיה, אוריינות מדעית ומטלות פסיכרוטוריות, אשר הורו על קשר של ניבוי בין יכולות מטאקוגניטיביות ובין הצלחה אקדמית. תלמידים שקיבלו הוראה שעודדה שימוש במיומנויות מטאקוגניטיביות, כגון תכנון, פיקוח, הערכה או שימוש באסטרטגיות לפני ביצוע משימות, בביצוען ולאחריהן, שיפרו את הישגיהם בידע של התחום ובמודעות המטאקוגניטיבית. זאת לעומת קבוצת הביקורת, שלמדה ללא הוראה מטאקוגניטיבית (Michalsky et al., 2009).

בתחום המתמטיקה נמצא כי מיומנויות מטאקוגניטיביות, דוגמת ויסות עצמי ופיקוח על הלמידה, נחוצות לפתרון מוצלח של בעיות מתמטיות וגם למילוי משימות אינטלקטואליות אחרות, כגון קריאה וכתובה. בדרך כלל מיומנויות אלו חסרות בקרב תלמידים חלשים במתמטיקה (קרמרסקי, 2000; Villa & Sebastian, 2021).

### מוקד שליטה

המונח 'מוקד שליטה' (locus of control) עוסק באמונתו של הפרט באשר לסיבות להתרחשויות בחייו, כלומר לאופן שבו הפרט מבין את יכולתו או את אייכולתו לשלוט באירועים בחייו. מוקד שליטה נע על מקשתת: מוקד שליטה חיצוני מבטא אמונה בכוחות חיצוניים, כגון גורל, מזל או קושי המטלות; מוקד שליטה פנימי מתאפיין בקבלת אחריות ובתחושה שיש לפרט שליטה בתוצאות ובכוחו להשפיע על אירועים בחייו (Abouserie, 1994; Boss & Taylor, 1989).

לפי התפיסה המסורתית של מוקד שליטה יש לפרט מאפיין יחיד של מוקד שליטה. אולם לפי התפיסה המורכבת של מונח זה הפרט יכול להיות בו בזמן בעל מוקד שליטה פנימי גבוה ובעל מוקד שליטה חיצוני גבוה, או לחלופין, בעל סוג אחד של מוקד שליטה חיצוני ברמה גבוהה, כמו מזל, וסוג אחר ברמה נמוכה, כמו סמכות (Abouserie, 1994). תפיסה זו יוצרת הבחנה פנימית נוספת בתוך המוקדים: הבחנה בין 'חיצוני אמיתי', 'לחיצוני הגנתי', ובין 'פנימי אמיתי' ל'פנימי הגנתי'. אדם בעל מוקד 'חיצוני אמיתי' מאמין כי משתנים חיצוניים משפיעים על מעשיו. אדם בעל מוקד 'חיצוני הגנתי', לעומתו, טוען כי הוא מאמין בהשפעת הגורמים החיצוניים בעיקר להגנה מפני כישלון צפוי, אך למעשה הוא בעל צורך עז להצלח; אדם בעל מוקד 'פנימי אמיתי' הוא פרט בעל תפיסה פנימית

אמיתית של אחריות למעשיו ולהתנהגותו. אדם בעל מוקד פנימי הגנתי לעומתו הוא פרט הטוען שהוא בעל מוקד שליטה פנימי בעיקר עקב רצייה חברתית גבוהה (פינגר, 2010).

מעבר להבחנות הפנימיות יש לציין כי בספרות המחקרית מוקד שליטה הוא משתנה במקשת. בקצה אחד ניצבים בעלי מוקד שליטה פנימי ובקצה השני בעלי מוקד שליטה חיצוני. בתווך נמצאים פרטים הקושרים כמה מהסיבות לאירועים לעצמם וכמה מהם למשתנים חיצוניים, קרי פרטים המשלבים את שני המוקדים (משקלסיני, 2003; פינגר, Jegede et al., 1999; 2010). כמו כן יש חוקרים הסוברים כי מוקד השליטה אינו אחד בכל התחומים, אלא תלוי בסיטואציה או בתחום חיים מסוים. כך למשל הפרט יכול לראות עצמו אחראי להצלחותיו ולכישלונותיו בתחום אחד, כמו מקום העבודה שלו, ובו בזמן לראות במשתנה חיצוני את האחראי לתוצאת התנהגותו בתחום אחר, כמו לימודיו. פרט זה מאופיין בפרופיל לא אחד של מיקוד שליטה בשלוש רמות: כללית, תלוית תוכן וספציפית. בדרך כלל אפשר לנבא את התנהגותו של הפרט על פי כיוון מוקד השליטה שלו – חיצוני או פנימי – אולם בנסיבות מיוחדות ולא שגרתיות הוא יכול לחרוג מדפוס ההתנהגות האופייניים לו (להב, 1993; רוזנולד, 2000).

פרטים נבדלים זה מזה בעוצמתו של מאפיין אישיותי זה. התפתחות האישיות מלווה במצבי למידה המעצבים את עמדתו של הפרט בעניין היותו שולט בנסיבות או נשלט. עמדה זו נעשית בהדרגה מאפיין אישיותי קבוע בהתנהגותו ונשאר יציב לאורך זמן (Mooney et al., 1991). התפתחות מוקד השליטה לכיוון פנימי או חיצוני מושפעת מניסיונות מצטברים של מצבי למידה. למעשה, עיצוב מוקד שליטה הוא תהליך קוגניטיבי המיוסד על עקרונות למידה, ונוצרת בו 'ציפייה מוכללת' בעניין הקשר שבין התנהגות לתוצאה סופית. כלומר זוהי דרך נלמדת המקשרת בין סיבות לתוצאות (פינגר, 2010).

אפשר לראות במוקד שליטה תחושת יכולת; אולם יש לשים לב כי הוא מצומצם ממנה משום שמוקד שליטה מתאר הערכה עצמית נסיבתית של הפרט בתפקיד סיבתי במצב מסוים, ואילו תחושת יכולת היא כללית ורחבה יותר. בעל מוקד שליטה פנימי מאשים את עצמו בכישלונותיו וזוקף לזכותו את הצלחותיו. לעומתו בעל מוקד שליטה חיצוני אינו מאשים את עצמו בכישלונותיו ואינו זוקף לזכותו את הצלחותיו. אומנם בכך נמנעת ממנו ההתמודדות עם רגשות שליליים, אך נמנעות ממנו גם תחושות של סיפוק ושל הישגיות (רוזנולד, 2000; Katz, 1994).

אם כן, פרט בעל מוקד שליטה פנימי מגלה עצמאות, הישגיות, חריצות, יוזמה, יצירתיות, אייקונופורמיות ורמות מחויבות ואחריות אישית גבוהות, וכן חשיבה מקדימה, יכולת יעילה של מציאת חלופות, השקעת מאמצים כדי לשלוט בנסיבות ולשנותן בעת הצורך ולמידה לצורך שיפור התפקוד בעתיד. לעומתו, לפרט בעל מוקד שליטה חיצוני, המתאפיין בשמרנות, רמת חרדה גבוהה למדי, סבילות, מידת אחריות אישית נמוכה למדי, קושי בהתמודדות עם הסביבה ונטייה להתגוננות (פינגר, 2010; רוזנולד, 2000). זאת ועוד, פרט בעל מוקד שליטה פנימי בדרך כלל מסתגל היטב לסביבתו משום שהוא מבין שביכולתו להפעילה. לעומתו, פרט בעל מוקד שליטה חיצוני חושש מקשיים הקשורים לסביבה ובדרך כלל אינו מיומן בהסתגלות יעילה (רוזנולד, 2000; Mooney et al., 1991).

## הקשר בין מוקד שליטה ובין תפקוד אקדמי

במחקרים נמצא קשר בין מוקד השליטה ובין מגוון התנהגויות המגבירות את ההסתברות להצלחה לימודית וכן נמצא קשר בינו ובין הישגים לימודיים גבוהים (מעין, 1999; Anderson, 1990; Villa & Sebastian, 2021). מחקרה של מעין (1999) הדגישה את ההבדל בין מוקדי השליטה בתהליך הלמידה. מוקד שליטה פנימי מחייב איסוף נתונים מפני שידע מקנה תחושת שליטה ומתווה את הדרך לפתרון. כמו כן במצב של כישלון יש צורך בחשיבה סיבתית כדי לנתח את סיבות הכישלון וללמוד ממנו. לאורך זמן, חשיבה זו תורמת לניסיון מצטבר בלמידה וכן למיומנויות למידה אשר נשענות על איסוף נתונים ועל קבלת החלטות, החינויים לשיפור הישגים ולהתייעלות. אם כן, אפשר להניח כי לפינמיים סכמות מורכבות ומפותחות של איסוף מידע, עיבודו ואחסונו, והדבר משפיע על יעילותם. לעומת זאת, סכמות הלמידה של 'חיצוניים' אינן מבוססות ומפותחות באותה מידה; כאשר הם חווים הצלחה הם אינם מסוגלים לשחזר אותה, וכך גם אינם מסוגלים לשחזר למידה ולהתייעל לאחר כישלון. 'חיצוני' אין צורך להשקיע מאמץ באיסוף נתונים או לבחון את הסיבות להצלחותיו או לכישלונותיו. להשקפתו, אותם משתנים חיצוניים שהשפיעו על תוצאות פעולתו בהווה ישפיעו גם על תוצאות פעולתו בעתיד, ולו עצמו אין חלק בכך.

גם במחקרה של פינגר (2010), נמצא קשר חיובי בין מוקד שליטה פנימי ובין הישגים לימודיים: ככל שמוקד השליטה פנימי, כך ההישגים הלימודיים גבוהים. עוד נמצא כי בעלי מוקד שליטה פנימי מחפשים מידע ומשתמשים בו טוב יותר מבעלי מוקד שליטה חיצוני. מיומנות זו נחוצה לתפקוד אקדמי מיטבי. ניכר כי בעלי מוקד שליטה פנימי מניעים את עצמם ללמידה עצמאית ואינם מטילים את האחריות לאי-הצלחתם על אחרים. ממחקרים על סטודנטים שניהלו את למידתם בעצמם עולה כי הם בחרו אסטרטגיות מתאימות להשגת מטרותיהם והיו מסוגלים לפתור בעיות שהתעוררו בדרכם למטרה. הם התאפיינו במוטיבציה גבוהה ללמידה וביכולת להתמודד עם המשימות הלימודיות שהציבו לעצמם. הלומד העצמאי מאמין שהלמידה היא תהליך שיטתי ונשלט (קניאל, 2006).

## לקות למידה ומתמטיקה

מדריך האבחון הסטטיסטי להפרעות נפשיות DSM-5 מגדיר לקות למידה 'הפרעת למידה ספציפית' (specific learning disorder), ועניינה בשלושה תחומים אקדמיים מובחנים: א. הפרעת למידה ספציפית עם לקות בקריאה; ב. הפרעת למידה ספציפית עם לקות בהבעה בכתב; ג. הפרעת למידה ספציפית עם לקות במתמטיקה (American Psychiatric Association, 2013; Tannock, 2013). ה-DSM-5 קובע קריטריונים לאבחון הלקות, הנשענים על קידוד מיומנויות. הפרעת למידה ספציפית עם לקות בקריאה יכולה להתבטא בחוסר דיוק, באיטיות או בהשקעת מאמץ רב בקריאת מילים. למשל, קריאת מילים בקול בשגיאות או באיטיות ובהססנות, ניחוש מילים וקושי בהשמעת מילים בקול או בהגייתן, קושי בהבנת הרצף, היחסים, המסקנות או המשמעות העמוקה של התכנים הנקראים ועוד. הפרעת למידה ספציפית עם לקות בהבעה בכתב יכולה להתבטא בכתב יד קשה לקריאה, בהשקעת מאמץ רב בכתובה, בקושי בארגון הפסקאות, בריבוי שגיאות כתיב, תחביר או פיסוק. הפרעת למידה ספציפית עם לקות במתמטיקה יכולה להתבטא בקשיים

הנוגעים למיומנויות מתמטיות, כגון הבנת מספרים, שליפת עובדות או חישובים מתמטיים, יישום מושגים, עובדות או פרוצדורות חשבוניות בפתרון תרגילים ועוד (American Psychiatric Association, 2013).

הגדרתה של הלכות הפרעת למידה ספציפית, חידוש שהופיע לראשונה ב-DSM-5, מלמדת על הצורך בהגדרה ממוקדת של הקושי על פי הפירוט המופיע בקידוד. הדרישה לספציפיות משקפת את ההתקדמות שחלה בחקר לקויות הלמידה ומכאן גם בהתמודדות עימה, משום שהגדרה ספציפית של הלכות מאפשרת התערבות ממוקדת (American Psychiatric Association, 2013; Tannock, 2013). עוד מאפיינים שהוגדרו ב-DSM-5 בעניין לקות מלמדים כי מקורה של לקות הלמידה הוא נוירולוגי-קוגניטיבי ואינו נובע ממאפייני הסביבה. כך גם הפרעות חושיות, הפרעות רגשיות, מגבלות פיזיות ופיגור שכלי, אינם גורמים ללקות. יתר על כן הפערים הניכרים בין מנת המשכל של התלמיד ובין הישגיו הלימודיים נדונים. זאת ועוד, אפשר להבחין בין לקות למידה התפתחותית ובין לקות למידה אקדמית. לקויות למידה התפתחותיות מתגלות בגיל הגן ובכללן עיכובים במיומנויות יסוד, כגון קשב, זיכרון ושפה, לקות תפיסתית, לקות מוטורית והפרעות חשיבה. לקויות למידה אקדמיות הן לקויות במיומנויות הנרכשות בשלבי הלמידה הראשונים בבית הספר: קריאה, כתיבה, כתיב ומתמטיקה (הכנסת, 2008; שרונייצחק, 1998; American Psychiatric Association, 2013).

בישראל ההגדרה הספציפית של ה-DSM-5 היא המנחה את משרד החינוך, הקובע שני תנאים להכרה בלקות: התנאי הראשון הוא פער ניכר ומתמשך בין הישגיו הלימודיים של התלמיד ובין הישגים המצופים ממנו על פי גילו ועל פי רמת כיתתו; התנאי השני הוא פער ניכר בין הישגיו הלימודיים של התלמיד ובין כישוריו האינטלקטואליים כפי שנמצאו במבחני משכל אובייקטיביים (משרד החינוך, 2009).

עוד מאפיין של תלמידים עם לקות למידה הוא חסך בתהליכי עיבוד מטאקוגניטיביים (Miller & Mercer, 1997). תלמידים עם לקות למידה משתמשים בחשיבה מטא-קוגניטיבית לפתרון בעיות פחות מתלמידים ללא לקויות למידה. נמצא כי לתלמידים עם לקות למידה יש חסכים בתכנון עבודתם, בבדיקתה, בפיקוח עליה ובהערכתה. כמו כן נמצא כי קושי במיומנויות מטאקוגניטיביות הוא מנבא חזק ללקות למידה (Garrett et al., 2006).

לקות הלמידה משפיעה על חייו של הפרט בהיבטים רבים ואינה מוגבלת לעניין הלימודי. עם זאת, היא עלולה לעורר קשיים עצמיים דווקא בלימודים בבית הספר. מחקרים מלמדים שמתמטיקה היא מקצוע שבו תלמידים עם לקויות למידה חווים קשיים ניכרים (בשארה, 2005; שרונייצחק, 1998). יש המתמודדים עם לקויות המכבידות על יכולתם ללמוד מתמטיקה. כך לדוגמה, לקות ביכולת ההפשטה פוגעת במיומנויות מתמטיות כגון היכולת להסקת מסקנות עצמאית, היכולת להכללה מתוך תרגיל יחיד ולהפך, ופוגעת ביכולת היישום של כלל מתמטי על תרגיל יחיד ועוד. עוד דוגמה היא לקות בהתמצאות מרחבית, אשר עלולה להקשות על הבחנה בין גדלים, על הבנת מושגים מרחביים ועל היכולת להתמודד עם בעיות גיאומטריות. לקות בהבחנה החזותית ובתכלול חזותי-שמיעתי עלולה להקשות על הלומד להבין המחשות ולקשר בין מודל ובין סכמה מופשטת.

לקות בתפיסת רצף משפיעה על תפקוד חשבונני, על קריאת מספרים וכתבתם ועל זכירת רצף פעולות חשבונניות (Montague, 2005).

### **ידע מטאקוגניטיבי, מוקד שליטה ובדיחות מתמטיות בקרב תלמידים עם לקויות למידה**

הקשר בין ידע מטאקוגניטיבי למוקד שליטה ולשילוב בדיחות מתמטיות לא נחקר בקרב אוכלוסיית תלמידים עם לקויות למידה. כמה מחקרים הורו על קשר בין מטאקוגניציה ובין הצלחה במתמטיקה. המחקרים שבחנו את ההשפעה שיש להוראה ישירה של מיומנויות מטאקוגניטיביות על שיפור הישגים במתמטיקה הראו כי חשיפה לגישה מטאקוגניטיבית ואימון במיומנויות מטאקוגניטיביות תרמו לפיתוח המוטיבציה ההישגית של התלמידים וכן לפיתוח חשיבתם המתמטית והאוריינות המתמטית שלהם. בשל ההתערבות המטאקוגניטיבית התלמידים הראו יכולות טובות בביצוע פרוצדורות, בפתרון בעיות, ביכולת לבקרה עצמית בלמידה וביכולת לנמק קשיים אופייניים ולהתמודד עימם (Kramarski & Mizrahi, 2006).

קרמרסקי ועמיתיה (1997) מצאו שאימון בוויסות עצמי באמצעות שאילת שאלות עצמאיות קידם הישגים במתמטיקה בקרב תלמידי כיתה ג' בעלי הישגים נמוכים במקצוע זה. הוא גם הגביר את יכולתם להשתמש באסטרטגיות מטאקוגניטיביות ואף סייע בהפחתת רמת החרדה שלהם ממתמטיקה. על פי מחקר זה אימון בהכונה עצמית בלמידה, ובו שימוש במאפיינים קוגניטיביים ומטאקוגניטיביים, מפתח בתלמיד תחושת מסוגלות עצמית גבוהה, אשר בעזרתה הוא יכול לפקח על חשיבתו, לפתור בעיות מילוליות ולבצע סוגי העברה. שמיץ ופרלס בחנו את הקשר בין הוויסות העצמי ובין הצלחה במתמטיקה. במחקר תלמידים התבקשו למלא יומן אשר בו שאלות הנוגעות לוויסות ולבקרה לפני הכנת שיעורי בית במתמטיקה ואחריה. ממצאי המחקר הראו כי התלמידים הפגינו עלייה בהישגיהם במבחנים במתמטיקה (Schmitz & Perels, 2011).

פרלס ועמיתיו (Perels et al., 2009), בחנו קשר זה באמצעות מחקר התערבות, אשר ניתנה בו הוראה ישירה למטאקוגניציה ולוויסות עצמי בשיעורי המתמטיקה. נמצא כי התלמידים אשר קיבלו הוראה מטאקוגניטיבית כללית בשיעורי המתמטיקה הראו עלייה בהישגים במבחן שלאחר הניסוי, לגבי הישגיהם במבחן שקדם לו, ואילו תלמידים אשר לא קיבלו הוראה מטאקוגניטיבית לא הפגינו שיפור.

מחקרים רבים הראו שמוקד שליטה פנימי והערכה עצמית גבוהה קשורים להתמדה במשימות, ליכולת ללמוד בתנאי לחץ, ולמידת הנכונות לקבל סיוע והדרכה בלימודים (Abouserie, 1994; Maqsud, 1993; Mooney et al., 1991). לכן ככל שהתלמיד יחוש שליטה, כך יתמיד במאמציו ויצליח. הלומד היעיל הוא לומד פעיל. אסטרטגיות ההתנהגות של תלמידים עם לקויות למידה מאופיינות בלמידה סבילה, באמונות המיוחסות למשתנים חיצוניים ובחוסר אונים נרכש. הן האמונות השגויות הן הגישה הסבילה פוגעות ביכולתם ללמוד וגורמות לבעיות אקדמיות, לחוללות עצמית נמוכה, לחוסר תקווה ולחוסר מוטיבציה (ברוך, 2011; מרגלית, 1995, 2004).

יש הסוברים כי חסך במיומנויות מטאקוגניטיביות הוא מנבא חזק ללקות למידה. למשל, בתחום הקריאה נמצא כי קוראים חלשים או קוראים עם לקויות למידה ידעו פחות מעמיתיהם על משימות הקריאה, פיקחו פחות מעמיתיהם על הבנת הנקרא שלהם



והשתמשו ביעילות פחותה מהם באסטרטגיות כדי לפצות על הקושי. יתר על כן נמצא שגם אם הקורא החלש הכיר אסטרטגיות מגוונות, הוא לא השתמש בהן לפתרון בעיות (Mokhtari & Reichard, 2002). סוגיית ההתערבות המטאקוגניטיבית בקרב אוכלוסיית תלמידים עם לקויות למידה נחקרה אף היא, ונמצא כי הוראה ישירה של מיומנויות מטא-קוגניטיביות סייעה לתלמידים אלו להפוך ללומדים עצמאיים. נמצא גם כי תלמידים עם לקות למידה שזכו להתערבות ישירה בהוראת מיומנויות מטאקוגניטיביות העלו את רמת ביצועיהם במתמטיקה (Fuch et al., 2008).

במחקר אשר ביקש לבחון את הקשר בין מוקד שליטה למטאקוגניציה ולביצועים אקדמיים נבדקו 712 סטודנטים, אשר נבחרו על פי רמת הישגיהם. הסטודנטים ענו על שאלונים שעסקו בהרגלי הלמידה ובהעדפות הלמידה שלהם. מתוך המחקר נמצא קשר חיובי בין שימוש בתהליכים מטאקוגניטיביים למוקד שליטה פנימי בקבוצת בעלי הביצועים הגבוהים, ונמצא קשר שלילי בין שימוש בתהליכים מטאקוגניטיביים למוקד שליטה חיצוני בקבוצת בעלי הביצועים הנמוכים (Jegade et al., 1999). המחקר התמקד באוכלוסיית סטודנטים, ובמחקר הזה נבדקה יכולת ההכללה של ממצאיו על אוכלוסיית תלמידים עם לקויות למידה בחטיבות ביניים.

שילוב בדיחות בהוראה נחשב היבט חשוב באינטראקציות חברתיות אפילו בגיל צעיר, ומסייע בהתפתחות הקוגניטיביות של הילדים. שימוש במגוון ניסוחים מילוליים מורכבים, ובהם שימוש בבדיחות והבנתן, מפתח יכולות קוגניטיביות, מעלה את רמת הידע המטאקוגניטיבי ומפתח מוקד שליטה פנימי (Jackson et al., 2021). מחקר אחר מדגיש את היתרונות הרבים של שילוב בדיחות והומור בהוראה. שילובם יוצר אווירה חיובית בכיתה, מפחית מתח, משפר את הזיכרון ומשפר את התקשורת בין המורים לתלמידים (Tonkovich, 2020).

מכאן חשיבותו של המחקר הזה, אשר בודק את הקשרים ואת ההבדלים בין ידע מטא-קוגניטיבי למוקד שליטה ולהבנת בדיחות מתמטיות בהוראת מתמטיקה בקרב תלמידים עם לקויות למידה ובקרב תלמידים ללא לקויות למידה. זאת ועוד, חוקרי החינוך המתמטי מסכימים שידע מטאקוגניטיבי ומיומנויות של מוקד שליטה מתאימים לדרישות החברה העכשווית, המשתנה במהירות בדרישותיה ליכולת ללמוד עצמאית ולהסתגל למשימות למידה חדשות כל העת (Chytrý et al., 2020). מיומנות חשובה ללימודי המתמטיקה היא היכולת לחשוב חשיבה ביקורתית ולפתור בעיות ביצירתיות. היכולת הזאת הכרחית להצלחה בחיים. עם זאת, לימוד מתמטיקה אינו קל בעבור תלמידים רבים (Villa & Sebastian, 2021). בשל חשיבותן הרבה של המתמטיקה ושל המיומנויות הכרוכות בה לעתיד התלמידים יש לזהות משתנים שיכולים לקדם ולשפר אותן, כדוגמת אלו הנבדקים במחקר זה. לכל זאת חשיבות יתרה לתלמידים עם לקויות למידה המתקשים קושי רב בלימודי המתמטיקה והישגיהם בתחום נמוכים.

## שאלות המחקר

1. האם יש קשר בין ידע מטאקוגניטיבי ובין רמת מוקד שליטה בקרב שתי קבוצות המחקר?

2. האם יש קשר בין ידע מטא־קוגניטיבי ובין הבנת בדיחות מתמטיות בהוראת מתמטיקה בקרב שתי קבוצות המחקר?
3. האם יש קשר בין מוקד שליטה ובין הבנת בדיחות מתמטיות בהוראת מתמטיקה בקרב שתי קבוצות המחקר?
4. האם יש הבדל ברמת ידע מטא־קוגניטיבי, ברמת מוקד שליטה ובהבנת בדיחות מתמטיות בהוראת מתמטיקה בין שתי קבוצות המחקר?

### השערות המחקר

- א. יימצא קשר בין ידע מטא־קוגניטיבי במתמטיקה ובין סוג מוקד השליטה. ככל שרמת הידע המטא־קוגניטיבי במתמטיקה גבוהה, כך יגבר השימוש במוקד שליטה פנימי, וככל שרמת הידע המטא־קוגניטיבי במתמטיקה נמוכה, כך יגבר השימוש במוקד שליטה חיצוני.
- ב. יימצא קשר בין ידע מטא־קוגניטיבי במתמטיקה ובין הבנת בדיחות מתמטיות בהוראת מתמטיקה. ככל שרמת הידע המטא־קוגניטיבי גבוהה כך רמת הבנת בדיחות מתמטיות בהוראת מתמטיקה תעלה, וככל שרמת הידע המטא־קוגניטיבי נמוכה כך רמת הבנת בדיחות מתמטיות יפחת.
- ג. יימצא קשר בין סוג מוקד השליטה ובין הבנת בדיחות מתמטיות בהוראת מתמטיקה. ככל שרמת השימוש במוקד שליטה פנימי תגדל, כך רמת הבנת בדיחות מתמטיות בהוראת מתמטיקה תעלה, וככל שרמת השימוש במוקד שליטה חיצוני תגדל, כך רמת הבנת בדיחות מתמטיות בהוראת מתמטיקה יפחת.
- ד. יימצא הבדל בין קבוצות המחקר ברמת הידע המטא־קוגניטיבי, בסוג מוקד השליטה ובהבנת בדיחות מתמטיות בהוראת מתמטיקה. בקרב תלמידים ללא לקויות למידה, רמת הידע המטא־קוגניטיבי תהיה נמוכה, רמת השימוש במוקד השליטה הפנימי תהיה נמוכה, רמת השימוש במוקד השליטה החיצוני תהיה גבוהה, ורמת הבנת בדיחות מתמטיות בהוראת מתמטיקה תהיה נמוכה.

## שיטה

### משתתפים

במחקר השתתפו 30 תלמידי כיתות ט' עם לקויות למידה שלמדו בכיתות שילוב בבתי ספר רגילים ו־30 תלמידי כיתות ט' מהחינוך הרגיל. בהם 37 בנים (61.7%) ו־23 בנות (38.3%). תלמידים אלו אובחנו באבחון פסיכולוגי של השירות הפסיכולוגי באזור מגוריהם. באבחון זה הפסיכולוג המאבחן קבע את סוג הלקות ואת רמת המשכל של הנבדקים באמצעות מבחן וכסלר. התלמידים עברו אבחון דידקטי אצל מאבחנים מוסמכים באמצעות סוללת מבחנים בקריאה, בהבנת הנקרא, במתמטיקה ובאנגלית, וכן מבחנים בתחום ההתפתחות: מיומנויות ויזומוטוריות וחזותיות, מיומנויות שמיעתיות, מיומנויות שפתיות, מיומנויות זכירה, מיומנויות חשיבה וקשב וריכוז.

## כלי המחקר

איסוף הנתונים נעשה באמצעות שלושה כלים: שאלון עמדות מטאקוגניציה, שאלון עמדות מוקד שליטה ושאלון עמדות כלפי הבנת בדיחות מתמטיות בהוראת מתמטיקה.

1. **שאלון עמדות מטאקוגניציה:** קרמרסקי ואחרים (1997) פיתחו את השאלון, ומטרתו היא בדיקת ידע מטאקוגניטיבי כללי של תלמידים בפתרון בעיות מתמטיות. בשאלון מופיעים 29 היגדים העוסקים באמונות על לימוד מתמטיקה ובאסטרטגיות לפתרון בעיות במתמטיקה. על הנשאל להביע את מידת הסכמתו עם ההיגדים בסולם ליקרט המדורג מ'1 ("מאוד לא מסכים") עד 5 ("מסכים מאוד"), לדוגמה: "אני מחפש תחילה את המבנה המתמטי של הבעיה". השאלון בודק סוגים של אסטרטגיות ואמונות מטאקוגניטיביות לפתרון בעיה במתמטיקה: א. אסטרטגיות לפני פתרון בעיה במתמטיקה (פריטים 1–6, 16), לדוגמה: "אני מדמיין בראש את סיפור הבעיה"; ב. אסטרטגיות בזמן פתרון הבעיה במתמטיקה (פריטים 7–12, 20), לדוגמה: "אני מארגן את הנתונים בטבלה"; ג. אסטרטגיות לאחר פתרון הבעיה במתמטיקה (פריטים 13–15, 17, 19), לדוגמה: "כאשר אני מקבל תשובה לא הגיונית, אני מנסה לפתור בדרך אחרת"; ד. אמונות בפתרון בעיות במתמטיקה (פריטים 18, 21–29), לדוגמה: "לבעיה במתמטיקה יש דרך אחת לפתרון".

הציונים חושבו בעריכת ממוצע של דירוגי הפריטים. ככל שהציון גבוה, כך רמת האסטרטגיה או האמונה גבוהה. מהימנות הכלי נבדקה במחקר הזה והיא  $\alpha = .73$ . מהימנות הגורמים: נמצא כי באסטרטגיות לפני פתרון בעיות במתמטיקה המהימנות היא  $\alpha = .86$ ; באסטרטגיות בזמן פתרון בעיות במתמטיקה המהימנות היא  $\alpha = .72$ ; באסטרטגיות לאחר פתרון בעיות במתמטיקה המהימנות היא  $\alpha = .63$ ; ובאמונות בפתרון בעיות במתמטיקה המהימנות היא  $\alpha = .85$ .

2. **שאלון עמדות מוקד שליטה** (Katz, 1994): מטרת השאלון היא לבחון את עמדות התלמידים בהיבטים התלויים במשתנה חיצוני או פנימי. בשאלון מופיעים 24 היגדים. 14 מהם בודקים מוקד שליטה חיצוני (דוגמה: "זה עניין של מזל בלבד, אם דברים נעימים קורים לי"), ועשרה בודקים מוקד שליטה פנימי (דוגמה: "כאשר מישהו מתרגז עליי, בדרך כלל אני יכול לעשות משהו בענייני"). על הנשאל להביע את מידת הסכמתו עם ההיגדים בסולם ליקרט המדורג מ'1 ("בהחלט לא מסכים") עד 5 ("מסכים בהחלט"). מהימנות הכלי היא  $\alpha = .63$ .

הציונים למוקד שליטה פנימי חושבו בעריכת ממוצע של דירוגי הפריטים – ניקוד גבוה שיקף מוקד שליטה פנימי, ואילו ניקוד נמוך שיקף מוקד שליטה חיצוני. הציונים למוקד שליטה חיצוני חושבו בעריכת ממוצע של דירוגי הפריטים – ניקוד גבוה שיקף מוקד שליטה חיצוני, וניקוד נמוך שיקף מוקד שליטה פנימי. כך דיווח על מקדם מהימנות גבוה –  $\alpha = .81$  (Katz, 1994). במחקר הזה נמצאה מהימנות מוקד שליטה פנימי  $\alpha = .84$  ומהימנות מוקד שליטה חיצוני  $\alpha = .91$ .

3. **שאלון הבנת בדיחות מתמטיות בהוראת מתמטיקה:** גזית (2011) פיתח שאלון בדיחות מתמטיות, ומטרתו בדיקת ההבנה של הנבדקים את הבדיחות המתמטיות המופיעות בשאלון. בשאלון מופיעות שמונה בדיחות בכמה רמות קושי, ועל הנבדק

להביע את מידת הבנתו את הבדיחה בסולם ליקרט המדורג מ-1 (במידה מועטה) עד 5 (במידה רבה מאוד).

הציונים שהתקבלו חושבו בעריכת ממוצע של דירוגי הפריטים. ניקוד גבוה שיקף רמה גבוהה של הבנת הבדיחות ואילו ניקוד נמוך שיקף רמה נמוכה של הבנת הבדיחות. במחקר הזה נמצאה מהימנות של שאלון בדיחות מתמטיות  $\alpha = .88$ .

## הליך המחקר

השאלונים הועברו לתלמידי כיתות ט' עם לקויות למידה וללא ללקויות למידה בבתי ספר בתיאום עם צוותי בתי הספר. המשתתפים במחקר ענו של שלושת השאלונים: שאלון לבדיקת ידע מטא־קוגניטיבי, שאלון לבדיקת מוקד שליטה ושאלון לבדיקת הבנת בדיחות מתמטיות. הוסבר לתלמידים שמילוי השאלונים הוא אנונימי, ושאין תשובה אחת נכונה, אלא על כל אחד לבחור את התשובה המשקפת ביותר את עמדתו כלפי כל היגד. כל משתתף התבקש לציין את גילו, את מינו ואת הכיתה שהוא לומד בה. ההיגדים והבדיחות הוקראו בקול רם, והתלמידים סימנו את תשובותיהם.

## שיטת עיבוד הנתונים

בעיבוד הנתונים חושבו ממוצעים וסטיות תקן בכל קבוצות המחקר. הקשרים בין משתני המחקר נבדקו באמצעות מתאמי פירסון. ההבדלים ברמת הידע המטא־קוגניטיבי, ברמת מוקד השליטה ובהבנת בדיחות מתמטיות נבדקו באמצעות מבחני  $t$  למדגמים בלתי תלויים. כל העיבודים נעשו בתוכנת SPSS גרסה 25.

## ממצאים

בניתוח מקדים נבדקה סטטיסטיקה תיאורית של משתני המחקר. בלוח 1 מוצגים הממוצעים וסטיות התקן של מדדי ידע מטא־קוגניטיבי, מדדי מוקד שליטה ומדדי בדיחות מתמטיות בקרב קבוצות המחקר.

לוח 1: ממוצעים וסטיות תקן של מדדי ידע מטא־קוגניטיבי, מוקד שליטה ובדיחות מתמטיות בקרב קבוצות המחקר (N=60)

SD	M	
		<b>מדדי ידע מטא־קוגניטיבי</b>
.53	3.57	לפני פתרון בעיות במתמטיקה
.60	3.83	בזמן פתרון בעיות במתמטיקה
.64	3.66	לאחר פתרון בעיות במתמטיקה
.42	3.86	אמונות בפתרון בעיות במתמטיקה
		<b>מדדי מוקד שליטה</b>
.60	3.56	פנימי
.81	3.34	חיצוני
		<b>בדיחות מתמטיות</b>
.64	3.78	הבנת בדיחות מתמטיות

טווח ציוני המדדים הוא 1-5. ציון גבוה מלמד על רמה גבוהה של ידע מטאקוגניטיבי, רמה גבוהה של מוקד שליטה ורמת הבנה גבוהה של בדיחות מתמטיות.

מהתבוננות במומצעים המוצגים בלוח 1 עולה כי רמת מדדי ידע מטאקוגניטיבי הייתה יותר מבינונית (טווח הממוצעים הוא 3.57 עד 3.86), רמת מדדי מוקד שליטה פנימי ומוקד שליטה חיצוני הייתה יותר מבינונית (טווח הממוצעים הוא 3.34 עד 3.56) ורמת מדד הבנת בדיחות מתמטיות הייתה יותר מבינונית ( $M=3.78$ ,  $SD=.64$ ). על פי מדדי Skewness התפלגות המדדים נורמלית וסימטרית בקירוב (טווח ערכי Skewness הוא -1 עד +1).

### קשר בין ידע מטאקוגניטיבי ובין רמת מוקד שליטה

לבדיקת השערת המחקר הראשונה חושבו מתאמי פירסון בין מדדי ידע מטאקוגניטיבי ובין רמת מוקד שליטה בכל המדגם ובכל אחת משתי קבוצות המחקר בנפרד. המתאמים מוצגים בלוח 2.

לוח 2: מתאמי פירסון בין מדדי ידע מטאקוגניטיבי ובין מדדי מוקד שליטה, בכל המדגם, בקרב תלמידים עם לקויות למידה ( $N=30$ ) ובקרב תלמידים ללא לקויות למידה ( $N=30$ )

כל המדגם ( $N=60$ )		ללא לקויות למידה ( $N=30$ )		עם לקויות למידה ( $N=30$ )		
מוקד שליטה חיצוני	מוקד שליטה פנימי	מוקד שליטה חיצוני	מוקד שליטה פנימי	מוקד שליטה חיצוני	מוקד שליטה פנימי	מדדי ידע מטאקוגניטיבי
-.33**	.158	-.35	.161	-.30*	.155	לפני פתרון בעיות במתמטיקה
-.35**	.28*	-.37*	.29*	-.31*	.25*	בזמן פתרון בעיות במתמטיקה
-.22	.36**	-.23	.39*	-.20	.35*	לאחר פתרון בעיות במתמטיקה
-.66**	.55**	-.67*	.57*	-.61*	.52*	אמונות בפתרון בעיות במתמטיקה

\* $p<.05$ , \*\* $p<.01$ , \*\*\* $p<.001$

מהמתאמים המוצגים בלוח 2 עולה כי בהתאם להשערה, נמצאו מתאמים מובהקים חיוביים בין מדדי ידע מטאקוגניטיבי ובין מוקד שליטה פנימי (פרט למדד 'לפני פתרון בעיות במתמטיקה' שלא נמצאה בו מובהקות) בקרב שתי קבוצות המחקר ובכל המדגם. כמו כן בהתאם להשערה, נמצאו מתאמים שליליים מובהקים בין מדדי ידע מטאקוגניטיבי ובין מוקד שליטה חיצוני (פרט למדד 'לאחר פתרון בעיות במתמטיקה' שלא נמצאה בו מובהקות) בקרב שתי קבוצות המחקר ובכל המדגם. דפוס הממצאים מלמד שככל שמדדי הידע המטאקוגניטיבי גבוהים, כך רמת מוקד השליטה הפנימי גבוה. וככל

שמדדי הידע המטאקוגניטיבי נמוכים, כך רמת מוקד השליטה החיצוני גבוה. דפוס הקשרים דומה מאוד בשתי קבוצות המחקר בכל המדדים.

### קשר בין ידע מטאקוגניטיבי ובין הבנת בדיחות מתמטיות

לבדיקת השערת המחקר השנייה חושבו מתאמי פירסון בין מדדי ידע מטאקוגניטיבי ובין רמת הבנת בדיחות מתמטיות בהוראת המתמטיקה בקרב שתי קבוצות המחקר. המתאמים מוצגים בלוח 3.

לוח 3: מתאמי פירסון בין מדדי ידע מטאקוגניטיבי ובין מדד הבנת בדיחות מתמטיות, בקרב תלמידים עם לקויות למידה (N=30) ובקרב תלמידים ללא לקויות למידה (N=30)

הבנת בדיחות מתמטיות			מדדי ידע מטאקוגניטיבי
כל המדגם (N=60)	ללא לקויות למידה (N=30)	עם לקויות למידה (N=30)	
.50**	.52**	.50*	לפני פתרון בעיות במתמטיקה
.39**	.40*	.36*	בזמן פתרון בעיות במתמטיקה
.23	.25	.21	לאחר פתרון בעיות במתמטיקה
.63**	.64*	.61*	אמונות בפתרון בעיות במתמטיקה

\*p<.05, \*\*p<.01, \*\*\*p<.001

מהמתאמים המוצגים בלוח 3 עולה כי בהתאם להשערה נמצא מתאם חיובי מובהק בין מדדי ידע מטאקוגניטיבי ובין מדד הבנת בדיחות מתמטיות (פרט למדד 'לאחר פתרון בעיות במתמטיקה' שלא נמצאה בו מובהקות) בקרב שתי קבוצות המחקר ובכל המדגם. דפוס הממצאים מלמד שככל שמדדי הידע המטאקוגניטיבי גבוהים, כך רמת הבנת בדיחות מתמטיות גבוהה. דפוס הקשרים דומה מאוד בשתי קבוצות המחקר בכל המדדים.

### קשר בין רמת מוקד שליטה ובין הבנת בדיחות מתמטיות

לבדיקת השערת המחקר השלישית חושבו מתאמי פירסון בין מדדי מוקד השליטה ובין רמת הבנת בדיחות מתמטיות בהוראת המתמטיקה בקרב שתי קבוצות המחקר. המתאמים מוצגים בלוח 4.

לוח 4: מתאמי פירסון בין מדדי מוקד שליטה ובין מדד הבנת בדיחות מתמטיות, בקרב תלמידים עם לקויות למידה (N=30) ובקרב תלמידים ללא לקויות למידה (N=30)

בדיחות מתמטיות			מדדי מוקד שליטה
כל המדגם (N=60)	ללא לקויות למידה (N=30)	עם לקויות למידה (N=30)	
.62**	.64*	.60*	פנימי
-.81**	-.83**	-.79*	חיצוני

\*p<.05, \*\*p<.01, \*\*\*p<.001

מהמתמאים המוצגים בלוח 4 עולה כי בהתאם להשערה נמצא מתאם חיובי מובהק בין מוקד שליטה פנימי ובין מדד הבנת בדיחות מתמטיות, ומתאם שלילי מובהק בין מוקד שליטה חיצוני ובין מדד הבנת בדיחות מתמטיות בקרב שתי קבוצות המחקר ובכל המדגם. דפוס הממצאים מלמד שככל שרמת מוקד השליטה הפנימי גבוה, כך רמת הבנת הבדיחות המתמטיות גבוהה. וככל שרמת מוקד השליטה החיצוני גבוה, כך רמת הבנת הבדיחות המתמטיות נמוכה. דפוס הקשרים דומה מאוד בשתי קבוצות המחקר בכל המדדים.

### הבדלים בידע מטאקוגניטיבי, מוקד שליטה והבנת בדיחות מתמטיות לפי קבוצות המחקר

לבדיקת השערת המחקר הרביעית חושבה סדרת מבחני t למדגמים בלתי תלויים. הממצאים מוצגים בלוח 5.

לוח 5: ממוצעים, סטיות תקן וערכי מבחן t של מדדי ידע מטאקוגניטיבי, מוקד שליטה והבנת בדיחות מתמטיות, בקרב תלמידים עם לקויות למידה (N=30) ובקרב תלמידים ללא לקויות למידה (N=30)

t(58)	תלמידים ללא לקויות למידה (N=30)		תלמידים עם לקויות למידה (N=30)		
	SD	M	SD	M	
					<b>מדדי ידע מטאקוגניטיבי</b>
4.23**	.24	3.63	.33	3.51	לפני פתרון בעיות במתמטיקה
5.26**	.30	3.87	.34	3.79	בזמן פתרון בעיות במתמטיקה
4.86**	.21	3.69	.41	3.61	לאחר פתרון בעיות במתמטיקה
6.12**	.19	3.91	.44	3.81	אמונות בפתרון בעיות במתמטיקה
					<b>מדדי מוקד שליטה</b>
					פנימי
9.28**	.22	3.60	.45	3.52	
18.82**	.17	3.28	.51	3.40	חיצוני
					<b>בדיחות מתמטיות</b>
14.83**	.98	3.91	.96	3.65	רמת הבנת בדיחות מתמטיות

\*p<0.05, \*\*p<0.01, \*\*\*p<0.001

טווח ציוני המדדים הוא 1-5. ציון גבוה מורה על רמה גבוהה של ידע מטאקוגניטיבי, של מוקד שליטה פנימי ושל הבנת בדיחות מתמטיות.

מהתבוננות בערכי מבחן t המוצגים בלוח 5 עולה כי בקרב תלמידים עם לקויות למידה ממוצע המדדים של ידע מטאקוגניטיבי, מוקד השליטה הפנימי והבנת בדיחות מתמטיות נמוך באופן מובהק לעומת תלמידים ללא לקויות למידה. ממוצע מוקד השליטה החיצוני

היה גבוה במובהק לעומת תלמידים ללא לקויות למידה. לפי ההשערה, בקרב תלמידים עם לקויות למידה, רמת מדדי הידע המטאקוגניטיבי נמוכה, רמת מוקד השליטה הפנימי נמוכה, רמת מוקד השליטה החיצוני גבוהה ורמת הבנת בדיחות מתמטיות נמוכה.

## דיון וסיכום

מטרת המחקר היא לבחון את הקשר בין ידע מטאקוגניטיבי למוקד שליטה ולהבנת בדיחות מתמטיות בהוראת מתמטיקה בקרב תלמידים עם לקויות למידה ובקרב תלמידים ללא לקויות למידה. לכן נבחנו דפוסי הקשרים האפשריים בין שלושת המשתנים: ידע מטאקוגניטיבי, מוקד שליטה ובדיחות מתמטיות. כמו כן נבדקו הבדלים בין שלושת המשתנים בשתי קבוצות המחקר.

### קשר בין ידע מטאקוגניטיבי ובין רמת מוקד שליטה

השערת המחקר הראשונה הייתה כי יימצא קשר בין ידע מטאקוגניטיבי במתמטיקה ובין סוג מוקד השליטה: ככל שרמת הידע המטאקוגניטיבי במתמטיקה גבוהה, כך יגבר השימוש במוקד שליטה פנימי, וככל שרמת הידע המטאקוגניטיבי במתמטיקה נמוכה, כך יגבר השימוש במוקד שליטה חיצוני. ממצאי המחקר איששו השערה זו בקרב שתי קבוצות המחקר.

הממצאים מתיישבים עם ממצאי מחקרים קודמים המורים כי יש קשר בין ידע מטאקוגניטיבי ובין רמת מוקד שליטה. כפי שהוצג בסקירה, הספרות מציעה הסבר לקשר שבין מוקד שליטה ובין תפקוד אקדמי באמצעות הידע המטאקוגניטיבי של הלומד ובאמצעות האסטרטגיות שהוא נוקט. לומדים בעלי מוקד שליטה פנימי מגלים רמה גבוהה של הישגיות, של חריצות, של יוזמה, של יצירתיות, של חשיבה מקדימה, של יעילות במציאת חלופות, של מאמץ להשגת יעדים, של השקעה במטלות, של למידה לצורך שיפור תפקוד בעתיד ושל מאמץ לשליטה בנסיבות ולשינוי בעת הצורך. כמו כן לומדים בעלי מיקוד שליטה פנימי מציגים הישגים גבוהים ותפקוד אקדמי יעיל. לעומת זאת לפרט בעל מוקד שליטה חיצוני, המתאפיין בשמרנות, רמת חרדה גבוהה למדי, סבילות, מידת אחריות אישית נמוכה למדי, קושי בהתמודדות עם הסביבה ונטייה להתגוננות (מעין, 1999; פינגר, 2010; רוזנולד, 2000; Mooney et al., 1991).

כאמור, ייתכן כי קשר זה בין מוקד שליטה פנימי ובין תפקוד אקדמי יעיל מוסבר באמצעות ידע מטאקוגניטיבי של הלומד ובאמצעות השימוש שלו באסטרטגיות מטאקוגניטיביות בתהליך הלמידה.

יתרה מזו, במחקרם של ארסלן ואקין (Arslan & Akin, 2019) נטען כי שני המשתנים המוטביציוניים החשובים ביותר להצלחה אקדמית הם מטאקוגניציה ומוקד שליטה. הן מטאקוגניציה הן מוקד שליטה קשורים לתפיסות הפרט את עצמו. תפיסותיו יכולות להיות משאבים תוך-אישיים שהפרט יוצר התורמים לתפיסתו את עצמו ולאינטראקציה שלו עם סביבתו. אם כן, אפשר להניח כי מטאקוגניציה ומוקד שליטה חשובים להצלחה אקדמית. ואכן, ממצאי המחקר העלו כי מוקד שליטה פנימי מנבא מטאקוגניציה ניבוי חיובי, ואילו מוקד שליטה חיצוני מנבא ניבוי שלילי.



ממצאי המחקר הזה על אודות הקשר בין רמה גבוהה של ידע מטאקוגניטיבי במתמטיקה ובין מוקד שליטה פנימי תומכים בספרות ומחזקים אותה.

### **קשר בין ידע מטאקוגניטיבי ובין הבנת בדיחות מתמטיות**

השערת המחקר השנייה הייתה כי ימצא קשר בין ידע מטאקוגניטיבי במתמטיקה ובין הבנת בדיחות מתמטיות: ככל שרמת הידע המטאקוגניטיבי גבוהה כך רמת הבנת בדיחות מתמטיות תעלה, וככל שרמת הידע המטאקוגניטיבי נמוכה, כך רמת הבנת בדיחות מתמטיות תפחת. ממצאי המחקר איששו השערה זו בקרב שתי קבוצות המחקר, והם עולים בקנה אחד עם ממצאי מחקרים קודמים, שמלמדים כי יש קשר בין ידע מטאקוגניטיבי ובין הבנת בדיחות מתמטיות.

במחקר עדכני נטען כי שילוב בדיחות בהוראה מסייע בהתפתחות הקוגניטיבית של התלמידים. שימוש במגוון ניסוחים מילוליים מורכבים, ובהם שימוש בבדיחות והבנתן, תורם לפיתוח יכולות קוגניטיביות, לעלייה ברמת הידע המטאקוגניטיבי ולפיתוח מוקד שליטה פנימי (Jackson et al., 2021). לפי ריילי (Reilly, 2006) הומור בתהליך תקשורת של למידה תורם לחשיבה יצירתית. ההומור מפתח מיומנויות חשיבה מתקדמות ומטאקוגניטיביות, בפרט בהתמודדות התלמיד עם מטלה לימודית מורכבת בתחום המתמטיקה.

### **קשר בין רמת מוקד שליטה ובין הבנת בדיחות מתמטיות**

השערת המחקר השלישית הייתה כי ימצא קשר בין סוג מוקד השליטה ובין הבנת בדיחות מתמטיות בהוראת מתמטיקה: ככל שרמת מוקד השליטה הפנימי תגדל, כך רמת הבנת בדיחות מתמטיות בהוראת מתמטיקה תעלה, וככל שרמת מוקד השליטה החיצוני תגדל, כך רמת הבנת בדיחות מתמטיות בהוראת מתמטיקה תפחת. ממצאי המחקר איששו השערה זו בקרב שתי קבוצות המחקר.

הממצאים תומכים בספרות העוסקת בקשר בין מוקד שליטה ובין הבנת בדיחות מתמטיות בהוראת מתמטיקה. כך למשל במחקר שנערך בקרב סטודנטים נמצא כי סטודנטים בעלי מוקד שליטה פנימי חייכו והביעו שמחה עם הבנת ההומור והבדיחות בזמן לימודיהם יותר מסטודנטים בעלי מוקד שליטה חיצוני. הם נהנו גם משיפור בהישגיהם הלימודיים, מלחץ פנימי מופחת ומיחסים חברתיים תקינים עם הזולת (Lefcourt et al., 1974).

ממצאי שלוש ההשערות שהוצגו עד כה והתבונות העולות מהם רלוונטיים הן לתלמידים ללא לקויות למידה הן לתלמידים עם לקויות למידה. המחקר מלמד כי הוראה ישירה של מיומנויות מטאקוגניטיביות סייעה לתלמידים עם לקויות למידה להפוך ללומדים עצמאיים וכן נצפתה עלייה ברמת ביצוע המטלות במתמטיקה (Fuch et al., 2008). ממצאי המחקר מוסיפים על הממצאים בספרות בתחום, שכן הקשר בין ידע מטאקוגניטיבי למוקד שליטה ולשילוב בדיחות מתמטיות לא נחקר עד כה בקרב אוכלוסיית תלמידים עם לקויות למידה.

## הבדלים בידע מטאקוגניטיבי, במוקד שליטה ובהבנת בדיחות מתמטיות לפי קבוצות המחקר

השערת המחקר הרביעית היא כי ימצא הבדל ברמת הידע המטאקוגניטיבי, במוקד השליטה ובהבנת בדיחות מתמטיות לפי קבוצות המחקר: בקרב תלמידים עם לקויות למידה רמת הידע המטאקוגניטיבי תהיה נמוכה, מוקד השליטה החיצוני יהיה גבוה, מוקד השליטה הפנימי יהיה נמוך והבנת בדיחות מתמטיות תהיה נמוכה לעומת תלמידים ללא לקויות למידה. ממצאי המחקר מלמדים כי בהתאם להשערה, בקרב תלמידים עם לקויות למידה מדדי הידע המטאקוגניטיבי נמוכים, רמת מוקד השליטה הפנימי נמוכה, רמת מוקד השליטה החיצוני גבוהה ורמת הבנת בדיחות מתמטיות נמוכה.

כאשר מתמקדים באוכלוסיית התלמידים עם לקויות למידה ובוחנים אותה על פי הספרות שהוצגה עד כה עולות כמה תובנות. ראשית, נראה כי אוכלוסייה זו מציגה במקרים רבים רמה נמוכה של תהליכים מטאקוגניטיביים, ובכללם היבטים הקשורים למוטיבציה ולרגש. נמצא כי רגשות מנבאים הכוונה עצמית והישגים (Ahmed et al., 2013; Mega et al., 2014). לפי צימרמן (Zimmerman, 2000) תחושת חרדה ותפיסת מסוגלות עצמית נמוכה עלולות לפגום ביכולת הלומד להשתמש בשליטה ובבקרה עצמית. כך תחושת חרדה עקב תרגיל מתמטי מורכב, או תפיסת מסוגלות נמוכה עקב ניסיון העבר, עלולות להכשיל את התלמיד המתמודד עם לקות למידה. הדבר נכון בייחוד אצל תלמידים עם לקויות למידה, אשר קושרים את כישלונם ליכולתם הנמוכה ואת הצלחתם לגורמים חיצוניים, כמו רמת הקושי הנמוכה של המשימה.

הספרות מלמדת גם כי אצל תלמידים עם לקות למידה תהליכי עיבוד מטאקוגניטיביים אינם מפותחים (Miller & Mercer, 1997). תלמידים עם לקות למידה משתמשים בחשיבה מטאקוגניטיבית לפתרון בעיות פחות מתלמידים ללא לקויות למידה. תכנון עבודתם, בדיקתה, פיקוח עליה והערכתה לקויים. כמו כן נמצא כי קושי במיומנויות מטאקוגניטיביות הוא מנבא חזק ללקות למידה (Garrett et al., 2006). ידע מטאקוגניטיבי ושימוש באסטרטגיות מטאקוגניטיביות יכולים לפצות על חוסר מיומנות. בדרך כלל לקות הלמידה מציבה את התלמיד המתמודד עימה בעמדה נמוכה בלימודיו לעומת תלמידים ללא לקויות למידה, אשר נעזרים בידע מטאקוגניטיבי וביכולותיהם כדי לפצות על קשיים ולשפר את הישגיהם. למעשה, נוצר מעין 'חסך כפול' בקרב תלמידים עם לקויות למידה. מיומנויות מטאקוגניטיביות נחוצות בייחוד במקצוע המתמטיקה ואכן נמצא שהן חסרות בקרב תלמידים המתקשים במקצוע (קרמרסקי, 2000).

נראה כי לקות הלמידה הקשורה לרמות נמוכות של תהליכים מטאקוגניטיביים חוברת למוקד שליטה חיצוני במצבי קושי וכישלון עקב תפיסת הלומד את יכולתו במתמטיקה, יכולת אשר בדרך כלל נמוכה בשל מורכבות המקצוע.

ייתכן כי ניסיונותיו הקודמים של תלמיד עם לקות למידה המתקשה במתמטיקה עיצבו אצלו תפיסה יציבה של מוקד שליטה חיצוני גבוה ומוקד שליטה פנימי נמוך – הוא חש שנסיונות חיצוניות שולטות בו. כפי שהוצג בסקירה, עיצוב מוקד שליטה הוא תהליך קוגניטיבי הנשען על עקרונות למידה. נוצרת בו 'ציפייה מוכללת' בעניין הקשר שבין התנהגות לתוצאה הסופית. כלומר זוהי דרך נלמדת המקשרת בין סיבות ובין תוצאות. האדם נוטה לתור אחר קשרים סיבתיים בין התנהגותו ובין תוצאותיה ומתוך הכללות של ניסיונו באירועים בעבר הוא מפתח את ציפיותיו מאירועים בעתיד. ציפייה זו שנבנתה

בתהליך הלמידה מוכללת ממצב מסוים למערכת מצבים דומים. היא מתפתחת ונעשית למשתנה אישיותי המשפיע על התנהגות הפרט במגוון מצבים (פינגר, 2010). תובנות אלו נתמכות גם במחקר קודם שמצא קשר חיובי בין שימוש בתהליכים מטאקוגניטיביים ובין מוקד שליטה פנימי בקבוצת בעלי הביצועים הגבוהים וקשר שלילי בין שימוש בתהליכים מטאקוגניטיביים ובין מוקד שליטה חיצוני בקבוצת בעלי הביצועים הנמוכים (Jegede et al., 1999).

לבסוף, כפי שהוצג בדיון בהשערה השנייה לעיל, שילוב בדיחות בהוראה מסייע בהתפתחות קוגניטיביות של תלמידים. שימוש במגוון ניסוחים מילוליים מורכבים, ובכללם שימוש בבדיחות והבנתן, תורם לפיתוח יכולות קוגניטיביות, לעלייה ברמת הידע המטאקוגניטיבי ולפיתוח מוקד שליטה פנימי (Jackson et al., 2021). במחקר הזה נבדקו מתאמים ולכן אפשר להתבונן במשוואה מצידה השני: רמת הבנה נמוכה של בדיחות מתמטיות קשורה לרמת ידע מטאקוגניטיבי נמוכה ולמוקד שליטה חיצוני, כפי שנמצא במחקר זה.

### מסקנות והשלכות פדגוגיות

למחקר זה יכולה להיות תרומה תאורטית ומעשית ניכרת. מבחינה תאורטית, המחקר יכול לסייע בהעמקת הידע בתחום ובהבנת דפוסי הקשרים המבניים בין רמת ידע מטאקוגניטיבי למוקד שליטה ולשילוב בדיחות מתמטיות בהוראת מתמטיקה בקרב תלמידים עם לקויות למידה ובקרב תלמידים ללא לקויות למידה. המחקר יכול לתרום להרחבת נקודות המבט של השיח המדעי והמחקרי בתחום הידע המטאקוגניטיבי ומוקדי שליטה בקרב אוכלוסיות מגוונות. מבחינה מעשית, המחקר מעודד שימוש בידע מטאקוגניטיבי ובמוקד שליטה פנימי, המסייעים בשיפור יכולת הלמידה של הלומד עם לקות הלמידה. המחקר מכוון מורים, תלמידים ואנשי מקצוע להשתמש בידע מטאקוגניטיבי ובמוקד שליטה פנימי בבית הספר. כמו כן מבחינה פדגוגית, מומלץ לפתח תוכניות התערבות המותאמות לאוכלוסיית תלמידים עם לקויות למידה. תוכניות אלו יתמקדו בהקניית מיומנויות לשימוש בידע מטאקוגניטיבי ובמוקד שליטה פנימי ויתרמו לשיפור יכולת הלמידה של הלומד ולשיפור הישגיו במתמטיקה ובמקצועות לימוד אחרים. ממצאי המחקר יכולים לסייע בהטמעת המלצות אלו בעבודתו של היועץ החינוכי המדריך ומלווה צוותי חינוך והוראה. היועץ החינוכי יעודד שילוב ידע מטאקוגניטיבי ושימוש במוקד שליטה פנימי בהוראת המתמטיקה, הן בחינוך הרגיל הן בחינוך המיוחד.

היועצים החינוכיים בבתי הספר יכולים לסייע בקביעת מדיניות ההתערבות הנדרשת בעבור אוכלוסיית תלמידים עם לקויות למידה וללא לקויות למידה ולהנחות אנשי מקצוע בתוך מערכת החינוך כיצד ליישמה ולהטמיעה. תהליך זה מחייב את היועץ החינוכי ואת מערכת החינוך לעבוד בשיתוף פעולה הדוק ומתמשך. בית הספר יכול לאתר קשיים בתחום ההוראה ובתחום הלמידה, ותפקידו של היועץ החינוכי יהיה להפנות למאבחים המתמחים בתחום כדי לקבוע את דרגת החומרה של הקשיים ולהתוות את רמת ההתערבות.

זאת ועוד, ירידה ברמת ההישגים יכולה להיות קשורה ליכולת נמוכה של שימוש בידע מטאקוגניטיבי ובמוקד שליטה פנימי, ויכולה לשמש סמן לזיהוי ילדים הנמצאים בסיכון לפיתוח בעיות התנהגות. מכאן עולה הצורך בפיתוח מיומנויות אלו בעת הלמידה, דבר

אשר יכול לתרום לשיפור יכולת התכנון, הגמישות המחשבתית וזיכרון העבודה של התלמידים. בכך יממש היועץ את תפקיד ביצירת תהליכים מקדמי צמיחה המותאמים לצורכיהם הייחודיים של התלמידים המתקשים בלמידה. היועץ גם יקבע את אפיוניה של ההתערבות הממוקדת ויעקוב אחר התגובה להתערבות.

### מגבלות המחקר והצעות למחקרי המשך

במחקר זה, כמו במחקרים רבים מסוגו, יש כמה מגבלות. המחקר בדק את דפוס הקשרים בין רמת ידע מטא־קוגניטיבי למוקד שליטה ולהבנת בדיחות מתמטיות בהוראת המתמטיקה. מעניין לבדוק את דפוס הקשרים בין המשתנים האלה ובין משתנים אחרים, כגון כישורים ניהוליים, מסוגלות עצמית, דימוי עצמי ועוד.

המחקר התמקד בחקר תלמידים בלבד. לא נבדקו משתנים אחרים במערכת החינוך, כגון הורים, מפקחים, עובדי הוראה בבתי הספר, או מנהלי מחלקות חינוך ברשויות המקומיות. כדאי לבדוק אם יש למשתנים אחרים השפעה על התפתחות הידע המטא־קוגניטיבי, על מוקד שליטה פנימי או חיצוני ועל הבנת בדיחות מתמטיות.

השיטה העיקרית ששימשה במחקר הנוכחי היא כמותית. על כן יש צורך בעירוב שיטת מחקר איכותנית, כגון ראיונות עם תלמידים ועם מוריהם. מחקר איכותני יאפשר ראייה מקיפה ותורם לתיקוף הממצאים העולים ממחקרנו על הקשר בין ידע מטא־קוגניטיבי למוקד שליטה ולהבנת בדיחות מתמטיות בהוראת המתמטיקה. מומלץ גם לפתח תוכניות התערבות המותאמות לאוכלוסיות תלמידים עם לקויות למידה. התוכניות יתמקדו בפיתוח ידע מטא־קוגניטיבי ובהקניית מיומנויות לשימוש במוקד שליטה פנימי. כל אלו יתרמו לרמת הלמידה ויעודדו שילוב הומור בהוראת המתמטיקה.

### רשימת מקורות

ברוך, ד' (2011). **השפעת פעילות עם ספר אלקטרוני חינוכי המלווה בהכוונה מטא קוגניטיבית על המוכנות למתמטיקה של ילדי גן בסיכון ללקות למידה** [עבודת מוסמך]. אוניברסיטת בר־אילן.

בשארה, ס"ח (2005). **מאפיינים של בית הספר ושיפור בהישגים בתחומי למידה בסיסיים בהבנת הנקרא ובמתמטיקה של תלמידים בחינוך המיוחד במגזר היהודי והערבי** [עבודת דוקטור]. אוניברסיטת בר־אילן.

גזית, א' (2011). הומור בהוראת מתמטיקה – יש חיה כזאת? **החינוך וסביבו, לג', 47–57**. הגליליזויל, ש' (2008). **הקשר בין סגנון קוגניטיבי, מודעות מטא קוגניטיבית והישגים בקרב לקויי למידה** [עבודת מוסמך]. אוניברסיטת בר־אילן.

הכנסת. (2008). **חוק זכויות תלמידים עם לקות למידה במוסדות על־תכונניים, תשס"ח-2008**. [https://www.nevo.co.il/law\\_html/law01/999\\_941.htm](https://www.nevo.co.il/law_html/law01/999_941.htm)

להב, צ' (1993). סמכותנות. בתוך ור' בייט-מרום (עורכת), **אישיות, תיאוריה ומחקר: כרך ג יחידה 6. מחקר האישיות** (עמ' 116–151). האוניברסיטה הפתוחה.

מעין, צ' (1999). **הקשר בין יעילות למידה, שיפוטי ביטחון ותחושת ידיעה לבין מוקד שליטה כללי ואקדמי והערכה עצמית** [עבודת מוסמך]. אוניברסיטת בר־אילן.

- מרגלית, מ' (1995). מגמות פיתוח בחינוך המיוחד: קידום התמודדות עם בדידות, קשרי חברות ותחושת קוהרנטיות. בתוך ד' חן (עורך), **החינוך לקראת המאה העשרים ואחת** (עמ' 489–501). רמות.
- מרגלית, מ' (2004, 5 בדצמבר). **חקר התקווה, המאמץ והמוטיבציה בלקות למידה** [הרצאה בכנס]. יום עיון באגודת ניצן, "עשה שאדעי" – ההתמודדות והתקווה", תל אביב, ישראל.
- משקל'סיני, מ' (2003). **הבדלים במאפיינים אישיותיים בין "מנהיגים" ל"לא מנהיגים בחינת ההבדלים במסוגלות עצמית כללית, מוקד שליטה, חרדה תכונתית, סגנון התקשרות ואופטימיות** [עבודת מוסמך]. אוניברסיטת חיפה.
- משרד החינוך. (2009). **תכנית הלימודים למתמטיקה בבית הספר היסודי לכל המגזרים**. פינגר, ר' (2010). **הקשר בין מיקוד שליטה ומשמעותיות המורה לבין הישגים לימודיים: השוואה של תלמידים ישראלים בני העדה האתיופית ותלמידים אחרים** [עבודת מוסמך]. אוניברסיטת בר-אילן.
- קניאל, ש' (2006). **ספר האסטרטגיות ללמידה: ללמוד איך ללמוד**. מטח – המרכז לטכנולוגיה חינוכית.
- קרמרסקי, ב' (2000). מטאקוגניציה ופיתוח היכולת לפתור בעיות מתמטיות המוצגות בסיטואציה מוחשית ובסיטואציה מופשטת. **מגמות**, 40(4), 660–685.
- קרמרסקי, ב', ריץ, י', מברך, ז' וליברמן, א' (1997). **השפעת תהליכים מטאקוגניטיביים על המוטיבציה ההישגית וחשיבה מתמטית אצל תלמידים בחט"ב**. אוניברסיטת בר-אילן.
- רוזנולד, מ' (2000). **הקשר בין מסגרת חינוכית חטיבה צעירה במגזר הערבי, לבין משתנים אישיותיים של התלמיד – מוקד שליטה פנימי, דימוי עצמי (חברתי ולימודי), רמת חרדה מצבית** [עבודת מוסמך]. אוניברסיטת בר-אילן.
- שרוניצחק, ו' (1998). **מדריך נבוכים למחנכים והורים של הילד בעל לקוי למידה**. רכס.
- Abouserie, R. (1994). Sources and levels of stress in relation to locus of control and self-esteem in university students. *Educational Psychology*, 14(3), 323–330. <https://doi.org/10.1080/0144341940140306>
- Ahmed, W., van der Werf, G., Kuypers, H., & Minnaert, A. (2013). Emotions, self-regulated learning, and achievement in mathematics: A growth curve analysis. *Journal of Educational Psychology*, 105(1), 150–161. <https://doi.org/10.1037/a0030160>
- American Psychiatric Association. (1994). *DSM-IV: A diagnostic and statistical manual of mental disorder* (4th ed.).
- American Psychiatric Association. (2013). *DSM-V: A diagnostic and statistical manual of mental disorder* (5th ed.).

- Anderson, J. R. (1990). *Cognitive psychology and its implications* (3rd ed.). W H Freeman/Times Books/ Henry Holt & Co.
- Arslan, S., & Akin, A. (2014). Metacognition: As a predictor of one's academic locus of control. *Educational Sciences*, 14(1), 33–39. <http://dx.doi.org/10.12738/estp.2014.1.1805>
- Boss, M. W., & Taylor, M. C. (1989). The relationship between locus of control and academic level and sex of secondary school students. *Contemporary Educational Psychology*, 14(4), 315–322. [https://doi.org/10.1016/0361-476X\(89\)90018-0](https://doi.org/10.1016/0361-476X(89)90018-0)
- Bransford, J., Brown, A. L., & Cocking, R. R. (1999). *How people learn: Brain, mind, experience, and school*. National Academy Press.
- Chytrý, V., Řičan, J., Eisenmann, P., & Medová, J. (2020). Metacognitive knowledge and mathematical intelligence – Two significant factors influencing school performance. *Mathematics*, 8(6), 969–987. <https://doi.org/10.3390/math8060969>
- Flavell, J. H. (1976). Metacognitive aspects of problem solving. In L. B. Resnick (Ed.), *The nature of intelligence* (pp. 231–236). Lawrence Erlbaum.
- Fuchs, L. S., Seethaler, P. M., Powell, S. R., Fuchs, D., Hamlett, C. L., & Fletcher, J. M. (2008). Effects of preventative tutoring on the mathematical problem solving of third-grade students with math and reading difficulties. *Exceptional Children*, 74(2), 155–173. <https://doi.org/10.1177/001440290807400202>
- Garrett, A. J., Mazzocco, M. M., & Baker, L. (2006). Development of the metacognitive skills of prediction and evaluation in children with or without math disability. *Learning Disabilities Research & Practice*, 21(2), 77–88. <https://doi.org/10.1111/j.1540-5826.2006.00208.x>
- Haidar, A. H., & Al Naqabi, A. K. (2008). Emiratii high school students' understandings of stoichiometry and the influence of metacognition on their understanding. *Research in Science & Technological Education*, 26(2), 215–237. <https://doi.org/10.1080/02635140802037393>
- Jackson, M. L., Nuñez, R. M., Maraach, D., Wilhite, C. J., & Moschella, J. D. (2021). Teaching comprehension of double-meaning jokes to young children. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 54(3), 1095–1110. <https://doi.org/10.1002/jaba.838>
- Katz, Y. (1994). Self-image, locus of control and computer related attitude. In R. Lewis & P. Mendelsohn (Eds.), *Lessons from learning* (pp. 105–109). Elsevier Science Publishers.

- Kramarski, B., & Mizrachi, N. (2006). Online discussion and self-regulated learning: Effects of instructional methods on mathematical literacy. *The Journal of Educational Research*, 99(4), 218–230. <https://doi.org/10.3200/JOER.99.4.218-231>
- Lefcourt, H. M., Sordoni, C., & Sordoni, C. (1974). Locus of control and the expression of humor. *Journal of Personality*, 42(1), 130–143. <https://doi.org/10.1111/j.1467-6494.1974.tb00561.x>
- Maqsud, M. (1993). Relationships of some personality variables to academic attainment of secondary school pupils. *Educational Psychology*, 13(1), 11–18. <https://doi.org/10.1080/0144341930130102>
- Martini, R., & Shore, B. M. (2008). Pointing to parallels in ability-related differences in the use of metacognition in academic and psychomotor task. *Learning and Individual Differences*, 18(2), 237–247. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2007.08.004>
- Mega, C., Ronconi, L., & De Beni, R. (2014). What makes a good student? How emotions, self-regulated learning and motivation contribute to academic achievement. *Journal of Educational Psychology*, 106(1), 121–131. <https://doi.org/10.1037/a0033546>
- Michalsky, T., Mevarech, Z. R., & Haibi, L. (2009). Elementary school children reading scientific texts: Effects of metacognitive instruction. *The Journal of Educational Research*, 102(5), 363–374. <https://doi.org/10.3200/JOER.102.5.363-376>
- Mokhtari, K., & Reichard, C. A. (2002). Assessing students' metacognitive awareness of reading strategies. *Journal of Educational Psychology*, 94(2), 249–259. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.94.2.249>
- Montague, M. (2005). *Math problem solving for primary elementary students with disabilities*. The access center.
- Mooney, S. P., Sherman, M. F., & LoPresto, C. T. (1991). Academic locus of control, self-esteem, and perceived distance from home as predictors of college adjustment. *Journal of counseling and development*, 69(5), 445–448. <https://doi.org/10.1002/j.1556-6676.1991.tb01542.x>
- Jegede, O. J., Fan, R. Y., Chan, M. S., Yum, J. C., & Taplin, M. L. (1999, October 14–17). *Locus of control and metacognition in open and distance learning: A comparative study of low and high achievers* [Paper presentation]. The 13th Annual Conference of the Asia Association of Open Universities (AAOU) held at the China Central Radio & TV University, Beijing, People Republic of China. <https://www.academia.edu/45316874/>

Locus\_of\_control\_and\_metacognition\_in\_open\_and\_distance\_learning\_  
A\_comparative\_study\_of\_low\_and\_high\_achievers.

- National Joint Committee on Learning Disabilities (NJCLD). (1994). Learning disabilities issues on definition. In *Collective Perspectives on Issues Affecting Learning Disabilities* (pp. 61–66). PRO-ED
- Perels, F., Dignath, C., & Schmitz, B. (2009). Is it possible to improve mathematical achievement by means of self-regulation strategies? Evaluation of an intervention in regular math classes. *European Journal of psychology of education, 24*(1), 17–31. <https://doi.org/10.1007/BF03173472>
- Reilly, R. C. (2006). Humor as a social lubricant in an expert thinking system. *The International Journal of Learning, 13*(2), 149–158. <https://doi.org/10.18848/1447-9494/CGP/v13i02/48236>
- Schmitz, B., & Perels, F. (2011). Self-monitoring of self regulation during math homework behaviour using standardized diaries. *Metacognition & learning, 6*(3), 255–273. <https://doi.org/10.1007/s11409-011-9076-6>
- Tannock, R. (2013). Specific learning disabilities in DSM-5: Are the changees for better or worse? *The International Journal for Research in Learning Disabilities, 1*(2), 2–30.
- Thomas, K. F., & Barksdale-Ladd, M. A. (2000). Metacognitive processes: Teaching strategies in literacy education courses. *Reading Psychology, 21*(1), 67–84. <https://doi.org/10.1080/027027100278356>
- Tonkovich, A. (2020). Teaching note, telling, not being the joke. *The Radical Teacher, 116*, 90–92.
- Veenman, M. V. J., Van Hout-Wolters, B. H. A. M., & Afflebach, P. (2006). Metacognition and learning: Conceptual and methodological considerations. *Metacognition and Learning, 1*(1), 3–14. <https://doi.org/10.1007/s11409-006-6893-0>
- Villa, E. A., & Sebastian, M. A. (2021). Achievement motivation, locus of control and study habits as predictors of mathematics achievement of new college students. *International Electronic Journal of Mathematics Education, 16*(3), Article em0661. <https://doi.org/10.29333/iejme/11297>
- Zimmerman, B. J. (2000). Attaining self-regulation: A social cognitive perspective. In M. Boekaerts, P. R. Pintrich, & M. Zeidner (Eds.), *Handbook of self-regulation* (pp. 13–39). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-012109890-2/50031-7>



## נספח 1 – שאלון עמדות: מטאקוגניציה

גיל: \_\_\_\_\_ מין: \_\_\_\_\_ כיתה: \_\_\_\_\_

הקף בעיגול את המספר בעמדה המתאימה ביותר לדעתך (שאלות הפוכות: 17, 18, 23, 24, 27)

מסכים מאוד	מסכים	לא מסכים ולא מתנגד	לא מסכים	מאוד לא מסכים		
<b>לפני שאני פותר בעיה במתמטיקה:</b>						
5	4	3	2	1	1	אני נוהג לקרוא את הבעיה מספר פעמים.
5	4	3	2	1	2	אני מבהיר לעצמי את סוג הבעיה.
5	4	3	2	1	3	אני מדמיון בראש את "סיפור הבעיה"
5	4	3	2	1	4	אני נוהג לחזור על תוכן הבעיה במלים שלי.
5	4	3	2	1	5	אני משער אלו פעולות יש לבצע.
5	4	3	2	1	6	אני מתרכז ב"סיפור הבעיה".
<b>כאשר אני פותר בעיה במתמטיקה:</b>						
5	4	3	2	1	7	אני מחפש תחילה את "המבנה המתמטי" של הבעיה.
5	4	3	2	1	8	אני מנסה לראות במה היא שונה או דומה לבעיות אחרות שפתרתי.
5	4	3	2	1	9	אני מארגן את הנתונים בטבלה.
5	4	3	2	1	10	אני מציג את הפתרון באמצעות גרף.
5	4	3	2	1	11	אני מציג את הפתרון באמצעות ציור.
5	4	3	2	1	12	אני מסביר באופן מילולי את הבעיה.
<b>אחרי שאני פותר בעיה במתמטיקה:</b>						
5	4	3	2	1	13	אני בודק אם התשובה הגיונית.
5	4	3	2	1	14	אני בודק אם התשובה תואמת את השאלה.
5	4	3	2	1	15	אני מנסה להציג את פתרון הבעיה בעזרת ייצוגים שונים.
5	4	3	2	1	16	כשאני קורא בעיה במתמטיקה, אני שואל את עצמי מה הקשר בין הנתונים השונים.

5	4	3	2	1	17	כשאני פותר בעיה במתמטיקה, אני לא בודק כל שלב, אלא רק את התוצאה הסופית.
5	4	3	2	1	18	אינני מנסה לפתור בעיה במתמטיקה בדרכים שונות.
5	4	3	2	1	19	כאשר אני מקבל תשובה לא הגיונית אני מנסה לפתור את הבעיה בדרך אחרת.
5	4	3	2	1	20	בפתרון בעיות במתמטיקה עם "סיפור דומה" אני בודק האם "המבנה המתמטי" דומה/שונה.
5	4	3	2	1	21	כיף לפתור במתמטיקה ש"סיפור הבעיה" שלהם מוכר מחיי יום-יום.
5	4	3	2	1	22	בפתרון בעיות במתמטיקה אין חשיבות ל"סיפור הבעיה"
5	4	3	2	1	23	לבעיה במתמטיקה יש דרך אחת לפתרון.
5	4	3	2	1	24	כדי להצליח במתמטיקה צריך זיכרון טוב.
5	4	3	2	1	25	אני אוהב לפתור בעיות במתמטיקה בשיתוף עם חברי.
5	4	3	2	1	26	כשאני משוחח עם חבר על הבעיה, קל לי יותר להבין אותה.
5	4	3	2	1	27	לדעתי עבודה משותפת עם חבר מעכבת את הלמידה.
5	4	3	2	1	28	כשאני מבקש עזרה מחברי, בפתרון בעיה, אני מבקש הסבר מפורט ולא רק את התשובה הסופית.

## נספח 2 – שאלון עמדות: מוקד שליטה

שאלון זה אינו בודק את ידיעותיך או את הישגיך. השאלות הבאות מיועדות לברר מהי הרגשתם של תלמידים בגילך לגבי עניינים מסוימים. אין כאן תשובות נכונות או בלתי נכונות. אחדים מכם יעשנו על שאלה מסוימת ב"כף" בזמן שאחרים יענו על אותה שאלה ב"לא". התשובה תלויה בהרגשתך האישית ביחס לאותה שאלה. סמן/י בעיגול את התשובה המתאימה בכל שאלה (פנימי: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 21, 22); חיצוני: 2, 3, 4, 5, 6, 9, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 21, 22)

מסכים מאוד	מסכים	לא מסכים ולא מתנגד	לא מסכים	מאוד לא מסכים		
5	4	3	2	1	1	כאשר מישהו מתרגז עליי, בדרך כלל אני יכול לעשות משהו בעניין זה.
5	4	3	2	1	2	הצלחה היא יותר עניין של מאמץ מאשר עניין של מזל.
5	4	3	2	1	3	בעצם אין לי ברירה בבחירת החברים שלי
5	4	3	2	1	4	זה עניין של מזל בלבד, כאשר דברים נעימים קורים לי.
5	4	3	2	1	5	אני מרגיש שאין בידי מה לעשות בזמן שחברי מתרגזים עליי
5	4	3	2	1	6	נראה לי שילדים אחרים מעולם אינם מבינים את רעיונותיי וכי בלתי אפשרי להסביר להם.
5	4	3	2	1	7	לדעתי, ילד בגילי יכול בדרך כלל לעשות מה שהוא רוצה.
5	4	3	2	1	8	לדעתי, חשוב לתכנן מה שאהיה לכשאגדל.
5	4	3	2	1	9	כשאנשים מתייחסים אליי רע, אני מרגיש שאני הגורם ליחסים זה.
5	4	3	2	1	10	אם מישהו עומד להכותי, בדרך כלל אני יכול לעשות משהו בנדון.
5	4	3	2	1	11	לפעמים אני מנסה להתיידד עם ילד אחר, אפילו אם הוא אינו מעוניין בכך.
5	4	3	2	1	12	כשאני נכנס לוויכוח או מריבה, זה לעתים באשמתי.
5	4	3	2	1	13	נדמה לי שאחרים מעולם אינם עושים את הדברים אשר אני רוצה שיעשו אותם.

5	4	3	2	1	ילדים בגילי יכולים להשפיע על בחירת מקום מגורי המשפחה.	14
5	4	3	2	1	אני יכול בדרך כלל להשפיע על אחרים שיחבבו אותי.	15
5	4	3	2	1	קשה לי להביא אחרים לידי כך שיעשו דברים כלשהם, אפילו אם אבקש מהם.	16
5	4	3	2	1	אני חושב שאין לילד בחירה ביחס למה שהוא יהיה לכשיגדל.	17
5	4	3	2	1	אני חושב שלא משנה מה שיהיה, אין באפשרותי לשנות את המצב.	18
5	4	3	2	1	ילדים בגילי יכולים לשנות דברים בעולם.	19
5	4	3	2	1	בדרך כלל אני יכול להשפיע על אחרים להשתתף בפעולות בהן אני מעוניין.	20
5	4	3	2	1	אני מרגיש שאין לי סיכוי להגיע להחלטות עצמאיות.	21
5	4	3	2	1	בדרך כלל אחרים גורמים לכך שאעשה דברים שהם רוצים בהם.	22
5	4	3	2	1	בדרך כלל אני יכול לעצור אחרים ממעשים שהם עושים שאינם לפי רוחי.	23
5	4	3	2	1	אני יכול להשפיע על אחרים שישתמשו ברעיונות ובהצעות שלי.	24

### נספח 3 – שאלון עמדות כלפי הבנת בדיחות מתמטיות בהוראת המתמטיקה

לפניכן 8 בדיחות מתמטיות. לכל בדיחה תתבקשו לסמן V בסולם של 5 דרגות, כאשר 1 (מובנת במידה מעטה מאוד) עד 5 (מובנת במידה רבה מאוד). אפשר להוסיף הערות.

#### הבדיחות המתמטיות

1. הרוח מעיפה כדור פורח שיושביו אינם יודעים את מיקומם. פתאום הם רואים מבעד לעננים איש עומד על הדשא ומתבונן בהם. הם צועקים לעברו: "היכן אנחנו?" והוא לא עונה. כעבור כמה דקות הוא צועק לעברם: "אתם בדיוק מעליי". אומר אחד היושבים לחבריו בכדור: "האיש הזה הוא כנראה מתמטיקאי" משלוש סיבות: 1. תשובתו באה באיחור; 2. תשובתו מדויקת; 3. תשובתו לא מעשית...

במידה: 5 רבה מאוד      4 רבה      3 בינונית      2 מעטה      1 מעטה מאוד

הערות:

2. מורה למתמטיקה רוכבת על אופניה ועוצרת ברמזור. היא שמה לב למכונית המרצדס שלידה ומזהה תלמיד לשעבר שלמד בכיתה. היא פונה אליו לשלום ובזכרה שלא היה מהמצטיינים שאלה: "איך הגעת למכונית כזו, כי אני לא זוכרת שהצטיינת במתמטיקה?"

עונה לה הבחור: "הכול בזכותך מורתי היקרה. אני קונה עטים בשקל מוכר בשני שקלים ומרוויח רק 10%..."

במידה: 5 רבה מאוד      4 רבה      3 בינונית      2 מעטה      1 מעטה מאוד

הערות:

3. מספר מדענים נשאלו מהי המכפלה של  $2 \times 2$ ?

המהנדס הוציא את סרגל החישוב שלו(לפני המצאת המחשבון....) הזיז קדימה ואחורה עד שהגיע לתוצאה 3.99; הפיזיקאי השתמש בנוסחה, הכניס מספרים למחשב הנייד והכריז שהתוצאה נמצאת אי שם בין 3.98 ל-4.02; המתמטיקאי הרהר קמעה ואז אמר: "אינני יודע את התשובה אבל אני בטוח שהיא קיימת!"; הפילוסוף חיך ושאל: "אבל למה באמת אתם מתכוונים ב- $2 \times 2$ ?"; הסוציולוג אמר: "אני לא יודע אבל היה נעים לשוחח על זה"; הסטודנט לרפואה אמר: "4". כל האחרים הסתכלו אליו בפליאה: "איך אתה יודע?" והסטודנט ענה: "זכרתי את זה..."

במידה: 5 רבה מאוד      4 רבה      3 בינונית      2 מעטה      1 מעטה מאוד

הערות:

4. מספר מדענים התבקשו להוכיח שכל מספר אי זוגי גדול מ-2 הוא מספר ראשוני אמר המתמטיקאי: "3 – ראשוני, 5 – ראשוני, 7 – ראשוני ועל ידי אינדוקציה כל מספר אי זוגי הגדול מ-2 הוא מספר ראשוני."  
 אמר הפיזיקאי: "3 – ראשוני, 5 – ראשוני, 7 – ראשוני, 9 – שגיאת ניסוי, 11 – ראשוני, 13 – ראשוני אבל כדי להיות בטוח ננסה כמה מספרים שנבחר באקראי: 17 – ראשוני, 23 – ראשוני..."  
 אמר המהנדס: "3 – ראשוני, 5 – ראשוני, 7 – ראשוני, 9 – קרוב למספר ראשוני, 11 – ראשוני, 13 – ראשוני..."  
 אמר הביולוג: "3 – ראשוני, 5 – ראשוני, 7 – ראשוני, 9 – תוצאות הבדיקה עדיין לא התקבלו..."  
 אמר הפסיכולוג: "3 – ראשוני, 5 – ראשוני, 7 – ראשוני, 9 – ראשוני אבל מנסה להדחיק את זה..."  
 שאל הכימאי: "מה זה מספר ראשוני?"

במידה: 5 רבה מאוד 4 רבה 3 בינונית 2 מעטה 1 מעטה מאוד  
 הערות:

5. מישהו אנונימי אמר שמתמטיקה מבוססת על 50% נוסחאות, 50% הוכחות ו-50% דמיון...

במידה: 5 רבה מאוד 4 רבה 3 בינונית 2 מעטה 1 מעטה מאוד  
 הערות:

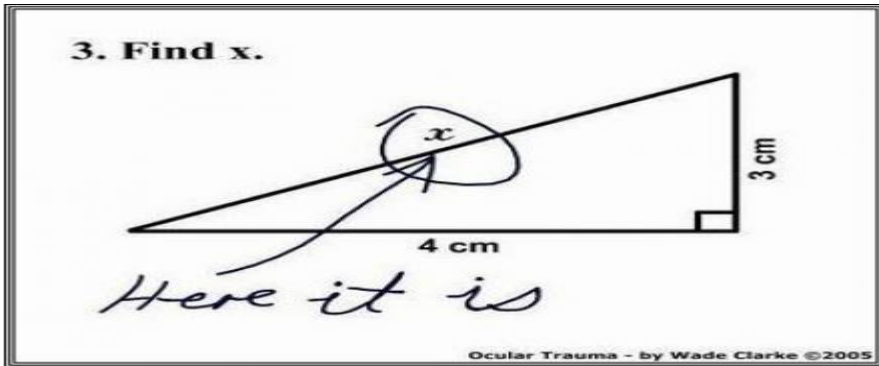
6. מהנדס, פיזיקאי ומתמטיקאי מטיילים סביב סקוטלנד ברכבת ורואים מבעד לחלון 3 פרות שחורות בשדה. אומר המהנדס: "כל הפרות בסקוטלנד שחורות"; אומר הפיזיקאי: "זה לא מדויק. אפשר לומר שבסקוטלנד יש לפחות שלוש פרות שחורות"; הוסיף המתמטיקאי: "גם זה לא מדויק. אפשר לומר שבסקוטלנד יש לפחות שלוש פרות צד אחד שחור..."

במידה: 5 רבה מאוד 4 רבה 3 בינונית 2 מעטה 1 מעטה מאוד  
 הערות:

7. שני מתמטיקאים נפגשים. אומר האחד: "היה לי אתמול חלום מפחיד ובו אני מינסו אחד ויושב בתוך סימן השורש". שואל חברו: "אז מה עשית?" עונה לו: "קפצתי החוצה וצעקתי אִי"

במידה: 5 רבה מאוד 4 רבה 3 בינונית 2 מעטה 1 מעטה מאוד  
 הערות:

.8



1 מעטה מאוד

2 מעטה

3 בינונית

4 רבה

5 רבה מאוד

הערות:

תודה רבה על שיתוף הפעולה!