מפגש
לעבודה חינוכית-סוציאלית

גיליון מיוחד בנושא

לקויות למידה והפרעות קשב:
תאוריה, מחקר ומדיניות

עורכת-אורחת: **פרופ' מלכה מרגלית**

כרך כב • גיליון 39
תמוז תשע"ד – יוני 2014

יוצא לאור על ידי:

אפשר
עמותה לפיתוח שירותי רווחה וחינוך

בשיתוף עם:

משרד הרווחה
והשירותים החברתיים
האגף לנוער צעירים ושירותי תקון

יצירתיות בפתרון בעיות לא שגרתיות במתמטיקה והקשר עם רמת המוטיבציה ללמידה בקרב תלמידים לקויי למידה בחטיבות הביניים במגזר הערבי

סאיד בשארה

תקציר

במחקר זה נבדקו יכולתם היצירתית של תלמידים לקויי למידה בחטיבות ביניים במגזר הערבי להתמודד עם פתרון בעיות לא שגרתיות במתמטיקה בתחום הסדרות המספריות, המילוליות והצורניות, והקשר של יצירתיות זו עם המוטיבציה שלהם ללמידה.

הנחת המחקר הייתה כי לימוד תכנים מאתגרים במתמטיקה המעוררים יצירתיות ישפר את המוטיבציה ללמידה של התלמידים. הוראת מקצוע המתמטיקה לתלמידים לקויי למידה קשה במיוחד, והצורך ללמד את התכנים הנדרשים על פי תכנית הלימודים של משרד החינוך מכביד עוד יותר. מכאן מתחייב השימוש באמצעי המחשה נרחבים ובדרכי הוראה מותאמות, שיקלו על התלמידים את לימוד החומר (גזית, 2000; מרולדה ודוידסון, 2000; Geary, 2004).

במחקר השתתפו 50 תלמידים לקויי למידה מחמש כיתות שילוב בחינוך הרגיל בחטיבות ביניים במגזר הערבי. נתוני המחקר נאספו באמצעות שני כלים: (א) סדרות מתמטיות – נבדקו באמצעות דף עבודה לפתרון בעיות אתגר במתמטיקה (חכים וגזית, 2011); (ב) מוטיבציה ללמידה – נבדקה באמצעות השאלון "מוטיבציה ללמידה לתלמיד" (Roeser, Midgley & Urdan, 1996).

הממצאים אישׁשו את השערת המחקר, שקיימת שונות בין הסדרות מבחינת הישגי התלמידים: כאשר הסדרות עוסקות בתוכן מתמטי, שיעורי ההצלחה בהן גבוהים יותר מאשר בסדרות שעוסקות בנושאים מילוליים. עם זאת, שלא בהתאם להשערה, לא נמצא הבדל מובהק בין הסדרות המספריות לבין הסדרה הצורנית בשיעור התשובות הנכונות. נוסף על כך, אוששה השערת המחקר השנייה, שבמסגרתה נבדק הקשר בין שיעור התשובות הנכונות בפתרון בעיות לא שגרתיות במתמטיקה לבין רמת המוטיבציה ללמידה. הצלחה בהתמודדות בסדרות, בעיקר באלה שעניינן תוכן צורני, שנחשבות לסדרות אתגר בעיני התלמידים, קשורה לעלייה ברמת המוטיבציה ללמידה.

מומלץ להשתמש במשימות אתגר בתחום המתמטי – המילולי והצורני – תוך שימת דגש על התחום הצורני, שכן במחקר הנוכחי נמצא כי שימוש בתכנים אלו עשוי לתרום לשיפור ברמת המוטיבציה ללמידה, וכתוצאה מכך – להשליך על מגוון תופעות המתקשרות לתחום הפדגוגי, כגון: צמצום תופעת הנשירה, קידום הישגי התלמידים ושיפור יחסים חברתיים.

מילות מפתח: בעיות לא שגרתיות במתמטיקה, מוטיבציה ללמידה, תלמידים עם ליקויי למידה, בתי ספר, חטיבת ביניים, המגזר הערבי בישראל

מבוא

בהוראת מקצוע המתמטיקה ובלימודו נדרשת רמה גבוהה של התמודדות עם מגוון נושאים, בכללם שאלות מילוליות, משימות חקר, ייצוג מצבים בעזרת המחשות, ייצוג מתמטי והבנת תכונות וקשרים בין מושגים. במקצוע זה יש לשלוט היטב בשלבים הבסיסיים של החומר על מנת להבין חומר מתקדם.

תכנית הלימודים החדשה במתמטיקה (משרד החינוך, 2006) שמה דגש הן על תוצרים והן על דרכי חשיבה. מתמטיקה, אם כן, אינה רק מקצוע בעל חוקים חד-משמעיים המחייבים פתרון יחיד ודרך אחת לפתרון, אלא מקצוע רחב היקף, שבו אפשר להתמודד עם משימות באמצעות שילוב בין חשיבה אלגוריתמית לבין חשיבה יצירתית.

מכאן חשיבותה של המוטיבציה ללמידה, שהיא תהליך מכוון ומתוכנן בעקיבות לצורך השגת מטרה מסוימת (מימון, 2008; Pintrich & DeGroot, 1990). בשל החסר במידע בנוגע לקשר בין המאפיינים הייחודיים של הוראת המתמטיקה לבין מוטיבציה ללמידה בקרב אוכלוסיית התלמידים לקויי למידה, המחקר הנוכחי עסק בהגדרת יצירתיות בפתרון בעיות לא שגרתיות במתמטיקה ובדק את מידת הקשר בינה לבין מוטיבציה ללמידה בקרב אוכלוסייה זו. הגדרת ההבדלים במאפייני יצירתיות בפתרון בעיות לא שגרתיות עשויה לאפשר הבנה טובה יותר של הקשר בין מרכיבים מוסדיים לבין הישגים של התלמידים ותכנון יעיל יותר של מערכת הלימודים.

הוראת מתמטיקה: גישות ואמצעים

מקצוע המתמטיקה בישראל תופס מקום מרכזי בתכנית הלימודים, החל מגן הילדים וכלה בבית הספר העל-יסודי, והוא גם מקצוע חובה נדרש לקבלת תעודת בגרות (חן, 1998; משרד החינוך, 2006; צמיר, 1998; קלמנטס, 2000; קשתי, אריאלי ושלסקי, 1997; Eylon & Linn, 1988; Fischbein, 1997). תכנית הלימודים במתמטיקה בחינוך היסודי בנויה לפי דרגות כיתה, מכיתה א עד כיתה ו. מטרות הוראת המקצוע הן: (א) רכישת מושגים ומבנים בחשבון ובגאומטריה; (ב) פיתוח הכישורים הנדרשים בכל אחד מהנושאים (תובנה חשבונית וגאומטרית, שליטה במיומנויות מתמטיות, פתרון שאלות מילוליות, התמודדות עם משימות חקר, הבנת תכונות וקשרים בין המושגים, הכרת השפה המתמטית ושימוש נכון בה); (ג) מניעת כישלון ותחושת כישלון וחיבוב המקצוע על התלמידים. לצורך הצלחה בהוראת המקצוע יש להתחשב בתפקודו של הילד בנושאים מתמטיים שונים וגם במקצועות לימוד אחרים. חשוב לדעת אם התלמיד נכשל בכל תחומי הלימוד, בתחומים אחדים או בנושא אחד בלבד. ידיעה זו מקלה על זיהוי המקורות לקשייו (גזית, 2000).

בארצות הברית, הסתמנו החל משנת 1920 חמש גישות להוראת מתמטיקה: גישת התרגול והאימון (1920–1930), שהתמקדה בפיתוח יכולת חישובית באמצעות שינון; גישת ההוראה המשמעותית (1930–1950), שדגלה בפיתוח הבנת המושגים והפרוצדורות; גישת המתמטיקה החדשה (1960–1970)), שהדגישה את ההיבט המבני

הפורמלי של המתמטיקה; גישת החזרה למקורות (1970–1980), שהתמקדה בלמידה לקראת שליטה במיומנויות בסיסיות; גישת פתרון בעיות (1980–1990), שניסתה לפתח את יכולת הלומד לתאר בעיה באמצעות מודל מתמטי שניתן לפתרה במסגרתו. שינוי הגישות להוראת המתמטיקה נבע מחוסר שביעות רצון מרמת ההישגים. הממצאים בדבר רמת הישגים נמוכה העלו שאלות רבות, וביניהן, כיצד ניתן לשלב טכנולוגיות חינוכיות חדשות בהוראת המתמטיקה, וכיצד להדגיש את האופי המעשי-שימושי של המתמטיקה (Geary, 2004).

בעיות שגרתיות ובעיות לא שגרתיות במתמטיקה

בעיה מתמטית מורכבת מסיטואציה מילולית המכילה נתונים שונים. על פי רוב, הבעיה לקוחה מחיי היום-יום, והיא עוסקת באובייקטים מתמטיים, כמו: מספרים, צורות ומבנים החוזרים על עצמם. כדי להגיע לפתרון בעיה שגרתית, התלמיד צריך בדרך כלל לייצג את הסיטואציה והנתונים בתוך מודל מתמטי מוכר (אוסטר, 1990; גירון, 2009; תירוש וסתוי, 1998; Berg, 2010; Mann, 2006).

הצגת בעיה לא שגרתית לתלמיד מאפשרת לבדוק את יכולתו ליישם את החומר הנלמד ברמות שאינן שחזור אלגוריתם או פרוצדורה שתורגלה בכיתה. לטענת גזית (1996, 2004), השימוש בחידות ובאתגרי חשיבה בבית הספר לא רק שיועיל לפיתוח החשיבה, אלא יהווה גורם מגביר מוטיבציה ועניין עבור תלמידים בכל הרמות.

אם כך, מטרת העיסוק בבעיות לא שגרתיות היא התמקדות בתהליך הפתרון והרחבת נקודות המבט של התלמידים עבור נושאים ורעיונות מתמטיים (גירון, 2009; וינברגר וזוהר, 2005). זאת באמצעות הבעיות הבאות:

א. בעיות שמתאימים להן מגוון רחב של פתרונות

ב. בעיות המזמנות מיצוי אפשרויות ומעודדות חיפוש שיטתי

ג. בעיות המאפשרות מציאת חוקיות

ד. בעיות בנושאים שלא נלמדו בכיתה באופן ישיר

ה. בעיות המעודדות חיפוש ומציאת דרכי פתרון שונות

סדרות מתמטיות

סדרות מתמטיות הדורשות התמודדות עם אתגרי חשיבה לא שגרתיים, מעוררות שאלות שאין להן אלגוריתם קבוע מראש ואשר דורשות מידה מסוימת של שבירת מסגרות חשיבה רגילות ומעבר לחשיבה בעלת מאפיינים יצירתיים – חיפוש דגם חדש ולא ידוע של פתרון מתוך סדרת נתונים המציגה פריטים מוכרים, אך לא בהקשר ידוע מראש. הפותר נדרש להניח הנחות עצמאיות בלי דעות קדומות, לפני שיבחר את הפתרון עבור השאלה הפתוחה (Yee, 2005). הסדרות המתמטיות אשר נבדקו במחקר הנוכחי כללו סדרות מספריות וסדרות שאינן מספריות.

מבין הסדרות המספריות נפוץ השימוש בסדרת פיבונצ'י. בסדרה זו, כל איבר שווה לסכום שני האיברים שלפניו, ואפשר לחשב הפרשים ולראות שההפרש בין שני מספרים עוקבים, החל מהאיברים השני והשלישי, שווה למספר הקודם. אך בסדרה לא שגרתית, ההפרש בין האיבר הראשון לשני יכול להיות שרירותי, דבר שעשוי להקשות על מציאת חוקיות ולדרוש מהפותר לשבור דפוס חשיבה שגרתי.

בקטגוריית סדרות לא מספריות נבדקו במחקר הנוכחי סדרת אותיות, סדרה של צורות גאומטריות וכן סדרה המשלבת צורות גאומטריות עם מילים. הסדרה המשלבת צורות גאומטריות עם מילים אינה סדרה שגרתית, מאחר שאינה עוסקת במספרים, ועל מנת לפתור אותה נדרשת יציאה ממסגרת חשיבה מתמקדת לחשיבה מסתעפת, אשר מחפשת דגמים חדשים של יחסים המשלבים צורות עם מילים (חכים וגזית, 2011). ממחקרים עולה כי קיים הבדל בביצוע בין סדרות מספריות לבין סדרות שאינן מספריות (גזית ופטקין, 2009; חכים וגזית, 2011; מרקוביץ, 2003).

פתרון יצירתי של בעיות במתמטיקה

יצירתיות עוסקת בשטף, גמישות, יצירת קשרים חדשים, שימוש בדמיון ובאמצעים ושאילת שאלות. יצירתיות היא לימוד המאפשר ללומדים יכולת של חיבור בין מרכיבים שאינם קשורים, זיהוי של בעיות חשובות, שאילת שאלות סקרניות, פתיחות לרעיונות חדשים ואי-רצון לקבל נורמות מקובלות, לצד גמישות ומקוריות וסיווג וארגון מחדש של נורמות אלה (גזית ופטקין, 2009; חכים וגזית, 2011; ישראלי, 2008; Lev-Zamir & Leikin, 2011). נבו (1997) טען, כי מאחר שהתהליך היצירתי אינו גלוי לעין, אפשר רק להסיק מן התוצר על קיומו. קל יותר להצביע על מה שהתהליך איננו. מבחינה זו, התהליך היצירתי אינו זהה לתהליכי חשיבה שגרתיים ואינו זהה לתהליכים של צבירת ידע שיטתית.

יצירתיות במתמטיקה באה לידי ביטוי בניסוח עצמאי של בעיות מתמטיות לא מסובכות, מציאת דרכים ואמצעים לפתרון בעיות אלו ומציאת שיטות מקוריות לפתרון בעיות לא שגרתיות. אחת הדרכים ליצור מצבים הדורשים חשיבה יצירתית היא להציג בפני התלמידים בעיות פתוחות, שבהן אין פתרון אחד חד-משמעי. אם נשאל את התלמידים, כיצד נחלק שווה בשווה 12 תפוחים בין 3 קערות, האלגוריתם הוא חד-משמעי, ובתנאים הנתונים מתבקשת תשובה אחת. אבל אם נשאל, כיצד נחלק שווה בשווה 12 תפוחים בין כמה קערות, מבלי לציין את מספרן, אין פתרון אחד, והתלמיד צריך להניח הנחות לפני שימצא את הפתרון מתוך כמה תשובות אפשריות (Yee, 2005). פתרון בעיות מהווה את לב לבה של המתמטיקה, והוא כולל גם פתרון תרגילים שאין בהם אלגוריתם מוסכם קבוע מראש. חידה מתמטית מהווה אתגר לחשיבה, ובני אדם מחפשים אתגרים ונהנים מההתמודדות עמם (Berg, 2010; Clarke & Clarke, 2003; Duda, 2010; Mann, 2006).

מוטיבציה ללמידה

מוטיבציה היא מרכיב מרכזי בלמידה בכל הגילים ובכל הרמות, והיא נחלקת למוטיבציה פנימית, כמו: סקרנות, שליטה ותפיסה עצמית של יכולת לימודית, ולמוטיבציה חיצונית, כמו הצורך בהכרה חברתית ובקבלת משוב וסיוע מן המורה (בן-טוב, 2000). מוטיבציה ללמידה היא תהליך המעורר, מכוון ומשמר התנהגות של אנשים למען השגת מטרה מיועדת (למידה), והיא משקפת את מכלול הסיבות הגורמות לאדם להתנהג באופן מסוים במצב נתון. כך, תלמידים בעלי מוטיבציה ללמידת מתמטיקה מונעים לצורך השגת מטרה, כמו הבנת החומר הלימודי והצורך לענות על שאלות. מחקרים הראו שתלמידים שהציבו לעצמם מטרות של שליטה בחומר ותפסו את המטלה כמעניינת, כמאתגרת וכחשובה, נטו לעסוק יותר מאחרים בפעילויות מטה-קוגניטיביות, להפעיל אסטרטגיות קוגניטיביות רבות יותר ולהשקיע מאמץ בביצוע המטלה (גלובמן והריסון, 1994; מימון, 2008; Cho & Lin, 2011; Pintrich & DeGroot, 1990).

לקות למידה: הגדרות ומאפיינים

לקות למידה, כפי שהוגדרה על ידי משרד החינוך הישראלי (משרד החינוך, 2004), מבוססת על הגדרת ה-NJCLD מ-1994 וכוללת שני תנאים לאבחנה:

א. קיים פער לימודי משמעותי ומתמשך בין הישגיו הלימודיים של התלמיד לבין ההישגים המצופים ממנו על פי גילו ורמת כיתתו.

ב. קיים פער משמעותי בין הישגיו הלימודיים של התלמיד לבין הישגיו האינטלקטואליים כפי שנמצאו במבחני משכל אובייקטיביים.

באשר לפער בין ההישגים בפועל להישגים המצופים על פי הגיל ורמת הכיתה, ההישגים המצופים מפורטים בתכנית הלימודים. מכאן, שהאבחון חייב להיות מבוסס על תכנית הלימודים במתמטיקה. בהיעדר אבחון מתוקף ומתוקנן, יש להשתמש באבחון בלתי פורמלי, ובלבד שמטלות האבחון תבדוקנה עד כמה התלמיד עומד במטרות הכלליות ובמטרות הספציפיות של הנושאים המרכזיים בתכנית הלימודים, יחסית לרמת כיתתו.

באשר לפער השני שעליו מבוססת ההגדרה, הפער שבין ההישגים ליכולת, קיימת ביקורת מתמשכת ביחס להסתמכות עליו (Eylon & Linn, 1988; Fischbein, 1997; Geary, 2004). נוסף על כך, העברת מבחן יכולת לכל תלמיד מתקשה אינה מציאותית ואף אינה נחוצה מבחינת תהליך קבלת ההחלטות על תהליכים מיטביים לקידומו הלימודי של התלמיד.

חשוב להדגיש, כי חסרים אמצעי הערכה מדויקים, שבאמצעותם יהיה ניתן לבדוק את רמת ידיעותיו של תלמיד עם לקות למידה בכל נושא ונושא. בכל מקרה, יש לסייע לילד לקוי הלמידה לרכוש תחילה ידיעות בסיסיות החסרות לו, ורק בשלבים מאוחרים יותר ובמידת האפשר להקנות לו את החלק השני בתכנית הלימודים, ודבר ייעשה בהתחשב ביכולותיו ובגילו (אבישר, 2004; האוניברסיטה הפתוחה, 1992).

יצירתיות בפתרון בעיות לא שגרתיות במתמטיקה ומוטיבציה ללמידה בקרב תלמידים

בשנים האחרונות הולכת וגוברת המודעות לצורכיהם של תלמידים לקויי למידה במערכת החינוך. מודעות זו באה לידי ביטוי בהפניות לאבחונים כוללים ומקיפים ובמתן סדרה של הקלות מדורגות להתמודדות עם מבחנים. ניכר גם הצורך לרכז את כל הכוחות של הצוותים החינוכיים והטיפוליים בבית הספר לשיתוף פעולה ולניסיון להתמודד עם המקרים של ליקויי הלמידה הקשים.

נוכחות תלמידים לקויי למידה בכיתה רגילה הופכת את הכיתה להטרוגנית לחלוטין ולרב-בעייתית. המורים של החינוך הרגיל אינם מצוידים בכלים והכשרתם אינה מספקת להתמודדות עם ילדים אלה, מה שעלול להשאיר את התלמידים עם בעיותיהם האישיות ללא טיפול (גזית, 2000; פטרסון-מילר, 2000).

כאמור, הוראת המתמטיקה לילדים לקויי למידה קשה במיוחד, והצורך ללמד את התכנים הנדרשים על פי תכנית הלימודים של משרד החינוך מכביד עוד יותר. תוכני הלימוד במתמטיקה מזוהים עם כללים נוקשים, מושגים ועקרונות, והתלמידים נדרשים לזכור אותם וכן לזכור דרכי פתרון, יחסים, משפטים ונוסחאות, לעתים מבלי אפשרות להבינם.

לילד לקוי למידה יש מאפיינים ייחודיים שונים מאשר לילדים אחרים בחברה – חלקם מאופיינים בחסכים חזותיים-מרחביים, ואחרים מאופיינים בקשיים בעיבוד שמיעתי, בעיות זיכרון, לקויות מוטוריות, לקויות שפה, אפיונים חברתיים ורגשיים ואפיונים קוגניטיביים ומטה-קוגניטיביים. מכלול המאפיינים הללו מקשה עוד יותר את הוראת המתמטיקה לילד לקוי הלמידה. מכאן מתחייב השימוש באמצעי המחשה נרחבים ובדרכי הוראה מותאמות, שיקלו על התלמידים את לימוד החומר הנדרש על פי תכנית הלימודים של משרד החינוך (בורשטיין, 2006; גזית, 2000; מרולדה ודוידסון, 2000; Geary, 2004).

ילדים לקויי למידה זקוקים לשיטות הוראה מיוחדות, שבאמצעותן ניתן לאתר וליישם דרכים דידקטיות מתאימות לתיקון הליקוי או לצמצום נזקיו. שימוש בהוראה פעילה בהוראת המתמטיקה ועל פי הנושאים הנבחרים מעניק לתלמיד את היכולת לבצע אופרציות מהזיכרון ופעולות מכניות ולפתור בעיות. גישה זו גם עוזרת לתלמיד לחזק את הדימוי העצמי ואת תהליכי החברות והשיתופיות עם אחרים (צמיר, 1998; Chiu, 2009). מכאן חשיבותה של גישת הוראה לא שגרתית, כמו שימוש במשימות מאתגרות במתמטיקה, כדי לנסות להתאים ולפשט את החומר הלימודי לפי מידת יכולותיו האישיות של התלמיד ולהגביר את המוטיבציה ללמידה (ברג, 2000; גזית, 2004; פטרסון-מילר, 2000; קלארק וקלארק, 2003; Duda, 2010).

כמו כן, הוראת נושאים מתמטיים, כמו: שברים, אחוזים או צורות הנדסיות, תוך שימוש באמצעי עזר מתאימים, שבאמצעותם ניתן להמחיש את הנושא ולפענח את

התוצאה, עשויה להקל את לימוד החומר ולזרז את הבנתו והפנמתו. על המורה ליצור עבור התלמיד סביבה לימודית תומכת ומעודדת ומותאמת ליכולותיו.

כדי להביא את הלומד למיצוי היכולת היצירתית שלו במתמטיקה, על המורים להציג לתלמידים בעיות אתגר, המפתחות חשיבה יצירתית ומוליכות אליה. הצגת בעיות מסוג זה עשויה להעלות את רמת המוטיבציה של התלמיד ללימוד מקצוע המתמטיקה. פויה כתב בספרו:

> אם הוא [המורה] ממלא את הזמן העומד לרשותו בתרגול תלמידיו בפעולות שגרה, הריהו ממית את התעניינותם, מעכב את התפתחות מחשבתם ומחמיץ את אפשרויותיו. אך אם הוא מגרה את סקרנותם של תלמידיו בהציגו לפניהם בעיות בתחום הישג תפיסתם ומסייע להם לפתור את בעיותיהם באמצעות שאלות מנחות, הוא עשוי לנטוע בהם טעם וחיבה למחשבה עצמאית ולפתח אגב כך כלים לצורך זה (Polya, 1957).

לטענת גזית (2004), השימוש בחידות ואתגרי חשיבה בבית הספר לא רק מועיל לפיתוח החשיבה, אלא מהווה גורם מגביר מוטיבציה ועניין עבור תלמידים בכל הרמות. לרמת היצירתיות בפתרון בעיות לא שגרתיות במתמטיקה יש קשר הדוק עם מוטיבציה ללמידה. מוטיבציה ללמידה היא כוח שמעורר ודוחף את התלמיד להשגת המטרה, ומשפיע עליו להתנהג בצורה הולמת ותכליתית, תוך התמדה ולפרק זמן מתמשך (מימון, 2008; Chiu, 2009; Cho & Lin, 2011; Pintrich & DeGroot, 1990).

לסיכום, אתגרים רבים טמונים בהיבטים החינוכיים של הוראת מתמטיקה ללקויי למידה. נוסף לשונות באפיוני התלמידים, ישנם גם גורמים סביבתיים שונים המשפיעים על הוראת המתמטיקה לתלמידים אלו. מכאן הצורך לנסות ולקבוע, אילו שיטות עבודה יביאו לתוצאות טובות יותר בזמן הקצר ביותר. במחקר זה נבדקו המאפיינים הייחודיים של יצירתיות בפתרון בעיות לא שגרתיות במתמטיקה והקשר שלהם עם מוטיבציה ללמידה בקרב תלמידים לקויי למידה בחטיבות ביניים במגזר הערבי. ניתן היה להניח, ששימוש ביצירתיות בפתרון בעיות לא שגרתיות במתמטיקה יוביל לעלייה ברמת המוטיבציה ללמידה ולשיפור ברמת הישגי התלמידים (אבישר, 2004; בשארה, 2005; Agran & Wehmeyer, 1999; Lev-Zamir & Leikin, 2011; Margalit, 2003; Ross, 1995).

השערות המחקר

א. יימצאו הבדלים בפתרון בעיות לא שגרתיות במתמטיקה בין סדרות מספריות לבין סדרות שאינן מספריות, כגון סדרות של אותיות או של צורות הנדסיות.

ב. יימצא קשר חיובי בין שיעור התשובות הנכונות בפתרון בעיות לא שגרתיות במתמטיקה לבין רמת המוטיבציה ללמידה בקרב תלמידים לקויי למידה; כלומר ככל ששיעור התשובות הנכונות בפתרון בעיות לא שגרתיות במתמטיקה יהיה גבוה יותר, כך רמת המוטיבציה ללמידה תהיה גבוהה יותר.

הנחקרים

במסגרת המחקר נדגמו חמש כיתות שילוב (כיתות ז), בכל אחת מהן למדו כעשרה תלמידים לקויי למידה יחד עם תלמידים רגילים בחטיבות ביניים במגזר הערבי במרכז הארץ, כך שבסך הכול המחקר כלל 50 תלמידים, אשר היוו את המדגם הסופי. מתוכם, 30 היו בנים (60%) ו־20 בנות (40%). טווח הגילים של הנבדקים נע בין 12 ל-13 שנים (ממוצע 12.3 שנים, וסטיית תקן 0.45).

תלמידים אלה עברו אבחון פסיכולוגי על ידי השירות הפסיכולוגי באזור מגוריהם. במסגרת אבחון זה הפסיכולוג המאבחן קבע את סוג הלקות ואת רמת המשכל של הנבדקים, באמצעות מבחן וכסלר. נוסף לכך, התלמידים עברו אבחון דידקטי על ידי מאבחנים מוסמכים, באמצעות סוללת מבחנים בתחומי קריאה, הבנת הנקרא, מתמטיקה ואנגלית, וכן מבחנים בתחום ההתפתחות: מיומנויות ויזו-מוטוריות וחזותיות, מיומנויות שמיעתיות, מיומנויות שפתיות, מיומנויות זכירה, מיומנויות חשיבה וקשב וריכוז.

מעיון כולל בנתוניהם של התלמידים, ניתן לציין, שיכולת החשיבה שלהם הייתה בטווח הנורמה, אך הם הראו קשיים בקשב ובריכוז ופיזור דעת וכן גילו קושי ואטיות רבים בביצוע מטלות ובסיומן. ביצועיהם במהלך שתי המטלות שניתנו להם התאפיינו באימפולסיביות, מהירות, היעדר הפעלת תהליכי בקרה על התוצר והיעדר אסטרטגיות עבודה יעילות. מבחינת כישורי שפה, הם הכירו את האותיות והתנועות והיו מסוגלים לקרוא מילים וטקסטים קצרים. מנגד, אוצר המילים שלהם היה דל ומצומצם, הבנתם את הנקרא לאחר קריאה נמצאה חלקית, וגם במענה על השאלות נמצאה שליטה חלקית. במקצוע המתמטיקה הייתה הבנה טובה של המשמעות הסדרתית והכמותית. כמו כן, הייתה שליטה בהבנת המבנה העשורי והפוזיציה ובפעילות החישוב בחיבור וחיסור. עם זאת, הם התקשו בכפל ובחילוק, בפתרון תרגילים בשברים פשוטים ועשרוניים ובקריאה והבנה של בעיות מילוליות. המצב הסוציו-אקונומי של משפחות הנחקרים היה בינוני, רוב האמהות היו עקרות בית, והאבות הועסקו בעבודות שהכנסתן ממוצעת.

כלי המחקר

נתוני המחקר נאספו באמצעות שני כלים: סדרות מתמטיות, שנבדקו באמצעות דף עבודה לפתרון בעיות אתגר במתמטיקה (חכים וגזית, 2011), ומוטיבציה בלמידה, שנבדקה באמצעות השאלון "מוטיבציה ללמידה לתלמיד" (Roeser et al., 1996).

דף עבודה לפתרון בעיות אתגר במתמטיקה (ראו נספח 1)

דף עבודה זה לקוח ממחקרם של חכים וגזית (2011), והוא מבוסס על הגרסה אשר שימשה במחקר של גזית ופטקין (2009). דף העבודה מכיל חמש בעיות אתגר לא שגרתיות בתחום של סדרות, והוא נועד לבדוק את יכולתם של התלמידים בפתרון בעיות לא שגרתיות במתמטיקה. התלמידים התבקשו להשלים את האיבר הבא (a_{n+1})

בכל אחת מהסדרות, וניתנה להם אפשרות לרשום במילים או לצייר. חמש הסדרות מחולקות לארבעה סוגים:

א. סדרות מספריות

סדרה ראשונה: 3, 7, 15, 31, ______

האיבר הבא בסדרה הוא 63. זו סדרת הפרשים הגדלים פי שניים במעבר בין איברי הסדרה. בעיה זו, הנראית לכאורה שגרתית, ניתנה כבעיית ייחוס לצורך השוואה עם הסדרות האחרות. אולם גם כאן נדרש הפותר לשבור את דפוסי החשיבה הרגילים, הקיימים בסדרות בעלות הפרש קבוע או מנה קבועה, ולחפש דגם אחר של יחסים בין מספרים.

סדרה שנייה: 1, 3, 4, 7, 11, ______

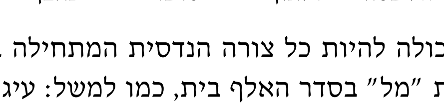
האיבר הבא בסדרה הוא 18. זו סדרה בסגנון סדרת פיבונצ'י, שבה כל איבר שווה לסכום שני האיברים שלפניו. גם בסדרה זו כמו בסדרה הראשונה, אפשר לחשב הפרשים, ולראות שההפרש בין שני מספרים עוקבים, החל מהאיברים השני והשלישי, שווה למספר הקודם. אולם בניגוד לסדרת ההפרשים שם, הרי שכאן ההפרש בין האיבר הראשון לשני הוא שרירותי, דבר שעשוי להקשות על מציאת חוקיות ולדרוש מהפותר לשבור דפוס חשיבה שגרתי.

ב. סדרת אותיות

סדרה שלישית: ר, ש, ש, ר, ח, ש, ______________________

האות הבאה בסדרה היא 'ש'. האותיות מהוות תחיליות של ימי השבוע: ראשון, שני [...] שישי והיום השביעי הוא שבת. סדרה זו כבר אינה שגרתית, מאחר שאינה עוסקת במספרים, כפי שאנחנו מורגלים. יש אמנם רק פתרון אחד, אבל סדרה זו דורשת לשנות הרגלי חשיבה המתייחסים לסדרות מספריות ולחפש דגם המתאים לאותיות. כאן נדרשת חשיבה אסוציאטיבית ברמה גבוהה – חשיבה בי-סוציאטיבית, המחפשת הקשרים רחוקים ולא שגרתיים ומזוהה עם חשיבה יצירתית.

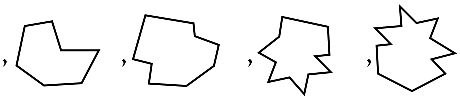
ג. סדרה המשלבת צורות גאומטריות עם מילים

סדרה רביעית:


, ________,

הצורה הבאה יכולה להיות כל צורה הנדסית המתחילה באות הנמצאת אחרי האות "מ" והאותיות "מל" בסדר האלף בית, כמו למשל: עיגול, מעוין, מרובע, מקבילית. גם זו אינה סדרה שגרתית, מאחר שאינה עוסקת במספרים, אלא בצורות גאומטריות, בשילוב שמות הצורות. הסדרה דורשת יציאה ממסגרת חשיבה מתמקדת לחשיבה מסתעפת, המחפשת דגמים חדשים של יחסים, אשר משלבים צורות עם מילים. נוסף על כך יש לסדרה זו כמה פתרונות אפשריים – מצב פתוח שמאפשר גם שטף, גיוון ומקוריות, המאפיינים חשיבה יצירתית.

ד. סדרה של צורות הנדסיות

סדרה חמישית:  ______,

האיבר הבא בסדרה הוא מצולע בן חמש צלעות, שכן בכל איבר יש שתי צלעות פחות מאשר בקודמו. סדרה זו אינה שגרתית, מאחר שאינה מציגה מספרים, אלא מצולעים, אך מצד שני יש בה מרכיב מספרי של מספר הצלעות, ההופך אותה לכאורה לשגרתית. אולם הסדרה דורשת למצוא דגם שאינו רשום בבירור, אלא מתקבל על ידי ספירה של מספר הצלעות.

שאלון מוטיבציה ללמידה לתלמיד (ראו נספח 2)
שאלון זה, הבודק מוטיבציה ללמידה ומיועד לתלמיד (Roeser et al., 1996), עובד לשפה העברית על ידי מברך, קרמרסקי וריץ. השאלון בנוי משאלות המבוססות על שליטה במשימה ומשאלות המבוססות על יכולת ביצוע ברמת הימנעות או התקרבות. הוא כולל 17 שאלות הבודקות מוטיבציה בלמידה, תוך שימוש בסולם ליקרט בן 5 דרגות (1="מאוד לא מסכים", 5="מסכים מאוד").

בבדיקת מהימנות של עקיבות פנימית (Cronbach's α) שנערכה במחקר הנוכחי לסולם הכללי ולשלושת תת-הסולמות של שאלון מוטיבציה ללמידה, נמצא כי הסולמות מהימנים: סולם כללי (פריטים 1–17) – α=.7, שליטה במשימה (פריטים 1, 4, 7, 10, 15) – α=.58, יכולת ביצוע-הימנעות (פריטים 9, 12, 13) – α=.62, יכולת ביצוע-התקרבות (פריטים 8, 11, 14, 16) – α=.58. אציין, כי בשני סולמות – יכולת ביצוע-הימנעות ויכולת ביצוע-התקרבות – הוצאו פריטים מסוימים, שכן הוצאתם הובילה להעלאת מקדמי רמת המהימנות.

בהתבסס על ממצאי בדיקת המהימנות, חושבו לכל משתתף ציוני מדדים בשאלון מוטיבציה ללמידה שתאמו את גורמי השאלון, ציון מדד כללי וכן ציוני המדדים שליטה במשימה, יכולת ביצוע-הימנעות ויכולת ביצוע-התקרבות. הציונים חושבו באמצעות חישוב ממוצע הפריטים המשתייכים לכל גורם. טווח ציוני המדדים נע בין 1 ל-5, וככל שהציון גבוה יותר, רמת המוטיבציה ללמידה גבוהה יותר.

הליך

המחקר נערך במהלך שנת הלימודים תשע"ג. החוקר הגיע לכל בית ספר בנפרד, נפגש עם התלמידים, וכל אחד מהם התבקש להשלים תחילה את הסדרות בדף העבודה, ולאחר מכן לענות על השאלון של מוטיבציה ללמידה.

ממצאים

לבדיקת הקשרים בין רמת יצירתיות בפתרון בעיות לא שגרתיות במתמטיקה לבין רמת מוטיבציה ללמידה בקרב תלמידים לקויי למידה בחטיבות ביניים בבתי ספר במגזר הערבי, חושבו ממוצעים וסטיות תקן, מבחן Cochran's Q וערכי מבחן פירסון.

הבדלים בפתרון בעיות לא שגרתיות במתמטיקה בין סדרות מספריות לבין סדרות לא מספריות

השערת המחקר הראשונה הייתה כי יימצאו הבדלים בפתרון בעיות לא שגרתיות במתמטיקה בין סדרות מספריות לבין סדרות שאינן מספריות, כגון סדרות של אותיות או של צורות הנדסיות. בלוח 1 מוצגים הממוצעים וסטיות התקן של התשובות הנכונות עבור כל אחת מחמש הסדרות.

לוח 1: ממוצעים וסטיות תקן עבור כל סדרה בנפרד (N=50)

מס׳ סדרה	אפיון הסדרה	ממוצע	סטיית תקן
סדרה 1	סדרה מספרית	0.84	0.37
סדרה 2	סדרה מספרית	0.92	0.27
סדרה 3	סדרה מילולית	0.52	0.50
סדרה 4	סדרה מילולית-צורנית	0.66	0.48
סדרה 5	סדרה צורנית	0.76	0.43

*בכל סדרה ציון 1 מבטא הצלחה וציון 0 מבטא כישלון. לפיכך הממוצעים המוצגים בלוח מבטאים את שיעור התשובות הנכונות (למשל: 0.84=84% תשובות נכונות).

מעיון בממוצעים המוצגים בלוח 1 עולה כי בסדרות המספריות (סדרות 1 ו-2), רמת הביצוע הייתה הגבוהה ביותר (טווח הממוצעים: 0.84–0.92), בסדרה הצורנית, רמת הביצוע הייתה בינונית (M=0.76, SD=0.43), ואילו בסדרות המילוליות (סדרות 3 ו-4), רמת הביצוע הייתה הנמוכה ביותר (טווח הממוצעים: 0.52–0.66).

על מנת לבדוק, האם שיעורי התשובות הנכונות שהתקבלו מתפלגים באופן שווה בחמש הסדרות, נערך מבחן Cochran's Q. מבחן א-פרמטרי זה משמש להשוואת ההתפלגות במדגמים תלויים, והוא בודק, האם ההתפלגות של הערכים זהה במשתנים דיכוטומיים תלויים. המבחן מתאים גם למשתנים בינריים, שבהם הערך 1 מבטא הצלחה והערך 0 מבטא כישלון, כפי שהיה הדבר במחקר הנוכחי. ממצאי המבחן הצביעו על כך שבהתאם להשערה, קיים הבדל מובהק סטטיסטית בהתפלגות הערכים בחמש הסדרות שנבדקו (Cochran's Q (4)=27.73, p<.001).

על מנת לבדוק באילו צירופי סדרות נעוץ ההבדל, נערכה סדרת מבחנים א-פרמטריים מסוג McNemar למדגמים תלויים, להשוואת כל צמדי הסדרות. מעיון בנתוני המבחן עולה כי בארבעה מתוך עשרת צירופי הסדרות המושוות נמצאו הבדלים מובהקים בהתפלגות התשובות הנכונות:

בסדרה 1 מול סדרה 3 (McNemar's χ^2 (1)= 8.04, p<.01)

בסדרה 2 מול סדרות 3 (McNemar's χ^2 (1) =15.04, p<.001)

בסדרה 2 מול סדרה 4 (McNemar's χ^2 (1)=6.86, p<.01)

בסדרה 3 מול סדרה 5 (McNemar's χ^2 (1)=6.05, p<.05)

כלומר, בסדרות המספריות (סדרות 1 ו-2), שיעור התשובות הנכונות היה גבוה יותר באופן מובהק, בהשוואה לסדרות המילוליות (סדרות 3 ו-4), ובסדרה הצורנית (סדרה 5), שיעור התשובות הנכונות היה גבוה יותר באופן מובהק, בהשוואה לסדרה המילולית (סדרה 3).

לסיכום, דפוס הממצאים מצביע על כך שנמצא אישוש להשערת המחקר הראשונה, שלפיה יימצאו הבדלים בין סדרות מספריות לבין סדרות שאינן מספריות בפתרון בעיות לא שגרתיות במתמטיקה. בהתאם להשערה, נמצא כי בסדרות המספריות שיעור התשובות הנכונות היה גבוה באופן מובהק מזה שבסדרות המילוליות. נוסף על כך נמצא כי בסדרה הצורנית, שיעור התשובות הנכונות היה גבוה באופן מובהק מזה שבסדרה המילולית. עם זאת, שלא בהתאם להשערה, לא נמצא הבדל מובהק בין הסדרות המספריות לבין הסדרה הצורנית בשיעור התשובות הנכונות.

קשרים בין יצירתיות בפתרון בעיות לא שגרתיות במתמטיקה לבין מוטיבציה ללמידה

ההשערה השנייה בדקה את הקשר בין שיעור התשובות הנכונות בפתרון בעיות לא שגרתיות במתמטיקה לבין רמת המוטיבציה ללמידה בקרב תלמידים לקויי למידה בכיתה ז במגזר הערבי. על פי ההשערה, ככל ששיעור התשובות הנכונות בפתרון בעיות לא שגרתיות במתמטיקה גבוה יותר, כך רמת המוטיבציה ללמידה גבוהה יותר.

על מנת לבדוק השערה זו, חושבו מתאמי פירסון (Pearson correlations)[1] בין שיעור התשובות הנכונות בכל אחת מחמש הסדרות לבין המדד הכללי של מוטיבציה ללמידה. כמו כן חושבו המתאמים בין שיעור התשובות הנכונות בכל אחת מחמש הסדרות לבין שלושת תת-המדדים של מוטיבציה ללמידה. בלוח 2 מוצגים המתאמים שהתקבלו.

לוח 2: מתאמי פירסון בין ציוני הסדרות לבין מדדי מוטיבציה ללמידה (N=50)

ציוני הסדרות	מוטיבציה ללמידה			
	מדד כללי	שליטה במשימה	הימנעות	התקרבות
סדרה 1 (מספרית)	.24	.27	.12	.22
סדרה 2 (מספרית)	.29	.23	.42***	.31
סדרה 3 (מילולית)	.36	.27	.25	.26
סדרה 4 (מילולית-צורנית)	.43***	.38**	.24	.24
סדרה 5 (צורנית)	.58***	.40**	.32	.45***

*p≤.05, **p≤.01, ***p≤ (1-tailed)

מהתבוננות במתאמים המוצגים בלוח 2 עולה כי בהתאם להשערה, נמצאו מתאמים חיוביים מובהקים בין ציוני הסדרות לבין מדדי מוטיבציה ללמידה (טווח המתאמים המובהקים .38—.58).

1 המתאם אשר חושב בין המשתנה הדיכוטומי לבין המשתנה הרציף הוא Point biserial correlation coefficient. זהו מקרה ספציפי של נוסחת מתאם פירסון, והוא אקוויוולנטי מבחינה מתמטית למתאם פירסון. נערך תיקון לפי שיטת Bonferroni

במבחן Steiger's Z לבדיקת מובהקות ההבדל בין מתאמים, נמצא כי המתאם בין סדרה 5 (צורנית) לבין המדד הכללי של מוטיבציה ללמידה ($r=.58, p<.001$) גבוה באופן מובהק מהמתאם בין סדרה 1 (מספרית) לבין המדד הכללי של מוטיבציה ללמידה – ($r=.24, p>.05$) $Z=-2.07$.

לסיכום, דפוס הממצאים מצביע על כך שנמצא אישוש להשערת המחקר השנייה. בהתאם להשערה, נמצא שככל ששיעור התשובות הנכונות בפתרון בעיות לא שגרתיות במתמטיקה גבוה יותר, כך רמת המוטיבציה ללמידה גבוהה יותר. ממצא זה נמצא במדד הכללי של מוטיבציה ללמידה ובשלושת תת-הממדים: שליטה במשימה, הימנעות והתקרבות. מן הראוי לציין כי הקשר בין הציון בסדרה הצורנית (סדרה 5) לבין המדד הכללי של מוטיבציה ללמידה היה גבוה באופן מובהק מהקשר בין הציון בסדרה המספרית (סדרה 1) לבין המדד הכללי של מוטיבציה ללמידה.

דיון וסיכום

מטרתו המרכזית של המחקר הנוכחי הייתה לבחון את הקשר בין יכולתם של תלמידים לקויי למידה להתמודד עם פתרון בעיות אתגר לא שגרתיות בתחום של סדרות מספריות מילוליות וצורניות, לבין המוטיבציה שלהם ללמידה.

השערת המחקר הראשונה גרסה כי יימצאו הבדלים בפתרון בעיות לא שגרתיות במתמטיקה בין סדרות מספריות לבין סדרות שאינן מספריות, כגון סדרות של אותיות או סדרות של צורות הנדסיות. הממצאים הצביעו על כך שנמצא אישוש להשערה הזו. בהתאם להשערה, נמצא כי בסדרות המספריות, שיעור התשובות הנכונות היה גבוה באופן מובהק מזה שבסדרות המילוליות. כמו כן נמצא כי בסדרה הצורנית, שיעור התשובות הנכונות היה גבוה באופן מובהק מזה שבסדרה המילולית. עם זאת, שלא בהתאם להשערה, לא נמצא הבדל מובהק בין סדרות מספריות לבין הסדרה הצורנית בשיעור התשובות הנכונות.

ממצאים אלה מתיישבים עם ממצאי המחקר של גזית ופטקין (2009), אשר עסק ביצירתיות בפתרון בעיות לא שגרתיות במתמטיקה בקרב מורים ופרחי הוראה. בדומה, הממצאים עולים בקנה אחד עם ממצאי המחקר של חכים וגזית (2011), אשר בדק יצירתיות בפתרון בעיות לא שגרתיות במתמטיקה בקרב תלמידי כיתות ה–ז. בשני המחקרים הללו נמצא כי בסדרה המספרית ובסדרה הצורנית, שיעור התשובות הנכונות היה גבוה יותר מזה שבסדרה המילולית, כפי שנמצא במחקר הנוכחי.

בהוראת המתמטיקה בתחום הסדרות עוסקים בדרך כלל בסדרות מספריות וצורניות, ואילו סדרות העוסקות באותיות אינן חלק משגרת לימודי המתמטיקה. אפשר לומר, שככל שהשאלה עוסקת בסדרה שגרתית, המזוהה עם החשיבה המתמטית, יש עלייה בהתמודדות ובאחוזי הצלחה, ולהפך – ככל שהשאלה עוסקת בסדרה שגרתית פחות ודורשת חשיבה פתוחה יותר, המזוהה עם חשיבה יצירתית, יש ירידה בהתמודדות ובאחוז ההצלחה. בפתרון בעיות מסוג זה יש חשיבות לחשיבה יצירתית, שבירת מסגרות חשיבה רגילה ומציאת כיוונים חדשים ודרכים מקוריות לפתרון.

גם בספרות המחקרית מציינים את חשיבות החשיבה היצירתית במתמטיקה (Yee, 2005). החוקרים חכים וגזית (2011) ציינו כי ככל שהסדרה שגרתית פחות ודורשת חשיבה יצירתית, כך יש ירידה הן בתשובות הנכונות והן בהתמודדות עם סדרות אלו. אבל בקרב תלמידים שמצליחים להגיע אל התשובה הנכונה, קיימת תחושה גבוהה של יכולת, שביעות רצון ומוטיבציה ללמידה.

השערת המחקר השנייה גרסה כי יימצא קשר בין שיעור התשובות הנכונות בפתרון בעיות לא שגרתיות במתמטיקה לבין רמת מוטיבציה ללמידה בקרב תלמידים לקויי למידה; כלומר שככל ששיעור התשובות הנכונות בפתרון בעיות לא שגרתיות במתמטיקה גבוה יותר, כך רמת המוטיבציה ללמידה גבוהה יותר. הממצאים הצביעו על כך, שנמצא אישוש להשערת המחקר הזו. בהתאם להשערה, נמצא כי ככל ששיעור התשובות הנכונות בפתרון בעיות לא שגרתיות במתמטיקה היה גבוה יותר, כך רמת המוטיבציה ללמידה הייתה גבוהה יותר. ממצא זה נמצא במדד הכללי של מוטיבציה ללמידה ובשלושת תת-הממדים: שליטה במשימה, הימנעות והתקרבות. מן הראוי לציין כי הקשר בין הציון בסדרה הצורנית (סדרה 5) לבין המדד הכללי של מוטיבציה ללמידה היה גבוה יותר באופן מובהק מהקשר בין הציון בסדרה המספרית (סדרה 1) לבין המדד הכללי של מוטיבציה ללמידה.

בספרות המחקרית מתארים את הבעיה המתמטית כדבר שמורכב מסיטואציה מילולית ומכיל נתונים שונים. בעיה עוסקת באובייקטים מתמטיים, כמו: מספרים, צורות ומבנים החוזרים על עצמם. כדי להגיע לפתרון בעיה שגרתית, התלמיד צריך בדרך כלל לייצג את הסיטואציה והנתונים בתוך מודל מתמטי ידוע. לעומת זאת, בעיה לא שגרתית מאפשרת לבדוק את יישום החומר הנלמד ברמות שאינן שחזור אלגוריתם או פרוצדורה שתורגלה בכיתה. לטענת גזית (2004), השימוש בחידות ואתגרי חשיבה בבית הספר לא רק שיועיל לפיתוח החשיבה, אלא יהווה גורם מגביר מוטיבציה ועניין עבור תלמידים בכל הרמות. המחקרים מראים כי תלמידים עם מוטיבציה גבוהה נוטים להשקיע מאמצים מוגברים ולהשתמש באסטרטגיות קוגניטיביות (מימון, 2008).

לסיכום, ניתן לומר כי ככל שהסדרה שגרתית פחות ודורשת חשיבה יצירתית רבה יותר, כך יש ירידה הן בתשובות הנכונות והן בהתמודדות. ניתן לייחס זאת בעיקר לעובדה שאין מלמדים בבית הספר די אסטרטגיות לפתרון בעיות, כדי שהתלמידים יוכלו להשתמש בהן בפתרון בעיות לא שגרתיות, כדוגמת הבעיות בסדרות. המסקנה המתבקשת היא כי יש צורך להעמיק ולהרחיב את העיסוק בפתרון בעיות לא שגרתיות בכל שכבות בית הספר ולהקדיש זמן גם לפיתוח חשיבה יצירתית. הצלחה במשימות לא שגרתיות עשויה להעלות את תחושות המסוגלות והסיפוק ולהוביל לעלייה במוטיבציה ללמידה.

המלצות והשלכות פדגוגיות

במסגרת המחקר הנוכחי נבדק הקשר בין יכולתם של תלמידים לקויי למידה בחטיבות ביניים במגזר הערבי להתמודד עם פתרון בעיות מאתגרות לא שגרתיות בתחום של סדרות מתמטיות מסוגים שונים, לבין המוטיבציה שלהם ללמידה.

אחת ההשלכות המתודולוגיות העולות ממחקר זה היא שבמחקרים הבודקים את המגוון הרחב של תוכני ההוראה במתמטיקה, יש להתייחס לאפיון תוכן הלימוד מבחינה פדגוגית, תוך הדגשת נושאים שאינם שגרתיים בפני השותפים ללמידה בכיתה, התמקדות בפעילות התלמיד יחסית למידת התקדמותו האישית ופיתוח תכניות לימודים וחומרים לימודיים גמישים ומגוונים. כל אלה אמורים לשמש גורמים מסייעים להוראת המקצוע ולפיתוח יכולות חדשות, כמו עלייה ברמת המוטיבציה ללמידה של נושאי לימוד נוספים.

כמו כן, אם ממצאי המחקר יבוססו במחקרי המשך באוכלוסיות נרחבות יותר, מומלץ להגביר את השימוש בשיטת פתרון בעיות מאתגרות בבית הספר; זאת כיוון שבמחקר הנוכחי נמצא כי שימוש בשיטה זו עשוי לתרום לשיפור ברמת המוטיבציה בלמידה, וכתוצאה מכך להשליך על מגוון תופעות המתקשרות לתחום הפדגוגי, כגון: צמצום תופעת הנשירה, קידום הישגי התלמידים ושיפור יחסים חברתיים.

מגבלות המחקר

עקב מגבלת היקפו של המחקר הנוכחי, לא נבדקו מכלול המשתנים הארגוניים שיכולים להיות קשורים אף הם עם אפיון תוכני הלימוד במתמטיקה העשויים להשפיע על מוטיבציה בלמידה. ההיקף המצומצם של המחקר התבטא גם במדגם קטן של לומדים לקויי למידה, דבר המצביע על הצורך באישוש ממצאיו במחקרי המשך שיבוצעו במדגמים גדולים יותר ובאוכלוסיות נרחבות, בכללן ילדים שאינם לקויי למידה. במחקרים עתידיים אלה, שבהם תיתוסף קבוצת ביקורת של ילדים עם התפתחות תקינה, ניתן יהיה לקבוע אם דפוס הממצאים שעלה מהמחקר הנוכחי הוא ייחודי לאוכלוסיית התלמידים לקויי למידה או שניתן להכלילו על כלל אוכלוסיית התלמידים.

זאת ועוד, עקב אילוצים הנוגעים לאפיוניה הייחודיים של אוכלוסיית הילדים לקויי הלמידה שנבדקה במחקר זה, הכלי אשר שימש לבדיקת יצירתיות בפתרון בעיות לא שגרתיות במתמטיקה היה מקוצר והכיל חמש סדרות מתמטיות בלבד. במחקרי המשך מומלץ לבדוק את הקריטריון באמצעות כלים מקיפים יותר, בעלי תוקף ומהימנות מוכחים, אשר יאפשרו יכולת הכללה נרחבת של הממצאים שעלו מן המחקר הנוכחי.

כמו כן, חסיון המידע בנוגע לתוצאות אבחון התלמידים לא אפשר לבדוק נתונים סטטיסטיים על סוגי הלקות ולפקח על השפעתם האפשרית על ממצאי המחקר. לפיכך מוצע לבדוק במחקרים עתידיים השפעות אפשריות אלה של סוגי הלקות הספציפיים על משתני המחקר, ובמידת הצורך לפקח עליהן כמשתנים מתערבים במחקר.

מגבלה נוספת של המחקר הייתה שהשיטה העיקרית שבה נעשה שימוש הייתה כמותית. מן הראוי לערב גם פן איכותני, מבוסס על ראיונות, שיאפשר בדיקה מעמיקה ומקיפה של המשתנים, של תוכני הלימוד במתמטיקה ושל המוטיבציה בלמידה בקרב תלמידים לקויי למידה וכן של תפיסותיהם האידאולוגיות בקשר למשתנים אלו.

יש צורך במחקר שישווה גם בין מגזרים שונים בחברה הישראלית, המייצגים תפיסות עולם סוציו-תרבותיות שונות במהותן. ייתכן שתפיסות אלו גם עשויות להקרין על תפיסת תוכני אתגר במתמטיקה ועל מוטיבציה בלמידה.

מקורות

אבישר, ג' (2004). הערכת צרכים ומדידות הישגים של לומדים עם מוגבלויות בכיתה המשלבת. בתוך ש' רייטר, י' לייזר וג' אבישר (עורכים), **שילובים: לומדים עם מוגבלויות במערכות חינוך** (עמ' 197–223). חיפה: אחוה.

אוסטר, ע' (1990). **מודלים חשיבתיים במתמטיקה ובמדעים אמפיריים.** עבודת מוסמך. אוניברסיטת תל-אביב.

בורשטיין, ד' (2006). **חשבון פשוט באמת.** הוד השרון: חשיב.

בן-טוב, ש' (2000). **בדיקת השפעתה של הוראת המתמטיקה בשיטת ההשבחה על יחסים חברתיים, דימוי עצמי ומוטיבציה של תלמידים.** עבודת מוסמך. אוניברסיטת בר-אילן.

ברג, ד' (2000). להפוך את המתמטיקה למציאותית, גישה רב-חושית המתכללת התפתחות חושית-קוגניטיבית עם הוראת ההליכים. **פרספקטיבה – ביטאון אורטון דיסלקסיה ישראל, 18**, 83–85.

בשארה, ס' (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' (1996). **חושבים לעניין, בעיות ואתגרי חשיבה לפיתוח מיומנויות לוגיות מתמטיות.** חולון: מסדה.

גזית, א' (2000). הוראת מתמטיקה לתלמידים דיסלקטיים – טיפול בליקויי הוראה. **פרספקטיבה – ביטאון אורטון דיסלקסיה ישראל, 18**, 44–53.

גזית, א' (2004). הוראת מתמטיקה, עניין ויופי – הילכו יחדיו ואולי לא נועדו? בתוך ש' גורי-רוזנבלט (עורכת), **מורים בעולם של שינוי – מגמות ואתגרים** (עמ' 356–389). רעננה: האוניברסיטה הפתוחה.

גזית, א' ופטקין, ד' (2009). מקומה של יצירתיות בפתרון בעיות לא שגרתיות בסדרות אצל מורים למתמטיקה בבית הספר היסודי ואצל סטודנטיות המוכשרות להוראה בתחומי דעת אחרים. **מספר חזק 2000, 17**, 16–24.

גירון, ת' (2009). תרומתן של בעיות בלתי שגרתיות. **מספר חזק 2000, 17**, 42–48.

גלובמן, ר' והריסון, ג' (1994). למידה פעילה – גישה הטרוגנית להוראה. בתוך י' ריץ ור' בן-ארי (עורכים), **שיטות הוראה לכיתה ההטרוגנית** (עמ' 55–97). אבן יהודה: רכס.

האוניברסיטה הפתוחה (1992). **סוגיות בחינוך מיוחד,** יחידה 1. תל אביב: האוניברסיטה הפתוחה.

חכים, ג' וגזית, א' (2011). מקומה של יצירתיות בפתרון בעיות לא שגרתיות בסדרות אצל תלמידי ה'–ז', בהשוואה למורי מתמטיקה בבית הספר היסודי ולפרחי הוראה בתחומי דעת אחרים. **מספר חזק 2000, 20**, 40–48.

וינברגר, י' וזוהר, ע' (2005). **פיתוח החשיבה – אתגר בהכשרת מורים.** תל אביב: מכון מופ"ת.

חן, ד' (1998). מאינטואיציה לתחום-דעת: על מהותו של החינוך המדעי והטכנולוגי. בתוך י' סתוי וד' תירוש (עורכות), **תיאוריה ומעשה בהוראת מתמטיקה, מדע וטכנולוגיה** (עמ' 21–38). תל אביב: רמות.

ישראלי, ת' (2008). **הקשר בין הערכה חלופית באמצעות משימות חקר, לבין ההניעה וההישגים במדעים בבתי-ספר יסודיים בחינוך הממלכתי-דתי.** עבודת מוסמך. אוניברסיטת בר-אילן.

מימון, ק' (2008). **השפעת אימון בפרשנות מטלה על הישגים במטלה, חוללות עצמית פדגוגית ומוטיבציה בלמידה בקרב פרחי הוראה.** עבודת מוסמך. אוניברסיטת בר-אילן.

מרולדה, מ"ר ודוידסון, פ"ס (2000). פרופילים ללימוד מתמטיקה ואסטרטגיות הוראה שונות. **פרספקטיבה – ביטאון עמותת אורטון דיסלקסיה ישראל, 18,** 24–35.

מרקוביץ, צ' (2003). **ניתוח אירועים מתמטיים בכיתה.** תל אביב: מכון מופ"ת.

משרד החינוך (2004). **חוזר המנהל הכללי.** חוזר מיוחד תשס"ד/4. ירושלים: משרד החינוך.

משרד החינוך (2006). **תכנית הלימודים למתמטיקה בבית הספר היסודי לכל המגזרים.** ירושלים: משרד החינוך.

נבו, ב' (1997). **אינטליגנציה אנושית.** רעננה: האוניברסיטה הפתוחה.

פטרסון-מילר, ס' (2000). היבטים חינוכיים של לקויות למידה במתמטיקה. **פרספקטיבה – ביטאון עמותת אורטון דיסלקסיה ישראל, 18,** 6–19.

צמיר, פ' (1998). משתנים אפקטיביים בלמידה: המקרה של חרדת מתמטיקה. בתוך ר' סתוי וד' תירוש (עורכות), **תיאוריה ומעשה בהוראת מתמטיקה, מדע וטכנולוגיה** (עמ' 167–193). תל אביב: רמות.

קלארק, ד' וקלארק, ב' (2003). **עידוד להתמדה בפתרון בעיות במתמטיקה בביה"ס יסודי.** חיפה: אוניברסיטת חיפה.

קלמנטס, ד"ה (2000). מסקנות מחקריות במתמטיקה ליישום בכיתה. **פרספקטיבה – ביטאון דיסלקסיה ישראל, 18,** 95–99.

קשתי, י', אריאלי, מ' ושלסקי, ש' (1997). **לקסיקון החינוך וההוראה.** תל אביב: רמות.

תירוש, ד' וסתוי, ר' (1998). כללים אינטואיטיביים במדע ובמתמטיקה: המקרה של "כל דבר ניתן לחצייה". בתוך הנ"ל (עורכות), **תיאוריה ומעשה בהוראת מתמטיקה, מדע וטכנולוגיה** (עמ' 139–147). תל אביב: רמות.

Agran, M., & Wehmeyer, M. (1999). Teaching problem solving to students with mental retardation. *Innovations*, *15*, 1–30.

Berg, D. E. (2010). Creative mathematics for all? A survey of preservice teachers' attitudes. *Journal of Educational Sciences*, *2*(2), 309–318.

Chiu, M. S. (2009). Approaches to the teaching of creative and non-creative mathematical problems. *International Journal of Science & Mathematics Education*, *7*(1), 55–80.

Cho, S., & Lin, C. Y. (2011). Influence of family processes, motivation, and beliefs about intelligence on creative problem solving of scientifically talented individuals. *Roeper Review*, *33*, 46–58.

Clarke, D. M., & Clarke, B. A. (2003). Encouraging perseverance in elementary mathematics: Tale of two problems. *Teaching Children Mathematics*, *10*(4), 204–209.

Duda, J. (2010). Mathematical creative activity and the graphic calculator. *International Journal for Technology in Mathematics Education*, *18*(1), 3–15.

Eylon, B., & Linn, M. C. (1988). Learning and instruction: an examination of four research perspectives in science education. *Review of Education Research*, *58*(3), 251–301.

Fischbein, E. (1997). *Intuition in science and mathematics: An educational approach*. Dordrecht, Netherlands: Reidel.

Geary, D. G. (2004). Mathematics and learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, *37*(1), 4–15.

Lev-Zamir, H., & Leikin, R. (2011). Creative mathematics teaching in the eye of the beholder: Focusing of teachers' conceptions. *Research in Mathematics Education*, *13*(1), 17–32.

Mann, E. L. (2006). Creativity: The essence of mathematics. *Journal for the Education of the Gifted*, *30*(2), 236–260.

Margalit, M. (2003). Resilience model among individuals with learning disabilities: Proximal and distal influences. *Learning Disabilities Reasearch & Practice*, *18*, 82-86.

Pintrich, P. R., & DeGroot, E. V. (1990). Motivational and self regulated learning components of classroom academic performance. *Journal of Educational Psycholoy*, *82*, 33–40.

Polya, G. (1957). *How to solve it: A new aspect of mathematical method* (2nd ed.). Princeton, NJ: Princeton University Press.

Roeser, R., Midgley, C., & Urdan, T. (1996). Perceptions of the school psychological environment and early adolescent's psychological and behavioral functioning in school: The mediating role of goals and belonging. *Journal of Educational Psychology*, *88*, 408–422.

Ross, J. A. (1995). Strategies for enhancing teachers' beliefs in their effectiveness: Research on a school improvement hypothesis. *Teachers College Record*, *97*(2), 227–251.

Yee, F. P. (2005). Developing creativity in the Singapore primary mathematics Classes: Factors that support and inhibit .*Thinking Classroom*, *6*(4), 14–46.

נספח 1: סדרות בנושא יצירתיות בפתרון בעיות לא שגרתיות במתמטיקה

השלם את האיבר הבא בכל אחת מהסדרות.

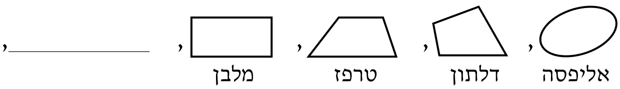
הסבר את בחירתך במידת הצורך.

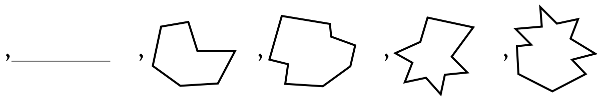
ניתן לרשום במילים או לצייר.

סדרה ראשונה: 1, 3, 7, 15, 31, ______

סדרה שנייה: 1, 3, 4, 7, 11, ______

סדרה שלישית: ר, ש, ש, ר, ח, ש, ______

סדרה רביעית: 

סדרה חמישית: 

נספח 2: שאלון מוטיבציה ללמידה

תלמיד יקר,

מפגש זה הוא לצורך מילוי שאלון שנועד לצורכי מחקר בלבד. אינך חייב להשתתף וגם אינך חייב לענות על כל השאלות, אבל נודה לך מאוד אם תשתתף במחקר.

לפניך היגדים בנוגע למוטיבציה ללמידה ולעמדות שלך לגבי מקצוע מתמטיקה.

בחר בדירוג המתאים ביותר בין 1—5 (1=מאוד לא מסכים, ו-5=מסכים מאוד).

ההיגדים	**1 מאוד לא מסכים**	**2 לא מסכים**	**3 לא מסכים ולא מתנגד**	**4 מסכים**	**5 מסכים מאוד**
1. אני אוהב לפתור בעיות במתמטיקה, שמהן אני לומד, גם אם אני עושה הרבה שגיאות					
2. אני רוצה להיות תלמיד טוב יותר במתמטיקה משאר התלמידים בכיתה שלי					
3. לא לבייש את עצמי היא סיבה חשובה, שבגללה אני מבצע את המשימות במתמטיקה					
4. סיבה חשובה לכך שאני מבצע משימות במתמטיקה היא שאני אוהב ללמוד דברים חדשים					
5. אני מרגיש שאני מצליח במתמטיקה כשאני מבצע את המשימות בכיתה טוב יותר מהאחרים					
6. חשוב לי מאוד שלא להיראות טיפש בשיעורי מתמטיקה					
7. אני אוהב במיוחד בעיות במתמטיקה שגורמות לי לחשוב					
8. אני רוצה להראות למורים שאני חכם יותר משאר תלמידי הכיתה					
9. הסיבה שאני מבצע את המשימות במתמטיקה היא שהמורים שלי לא יחשבו שאני יודע פחות מהאחרים					
10. אחת הסיבות החשובות שאני מבצע את המשימות היא שאני רוצה להבין טוב יותר					
11. חשוב מאוד עבורי להצליח במתמטיקה יותר מתלמידים אחרים בכיתה					
12. הסיבה שאני פותר את המשימות היא שאחרים לא יחשבו שאני טיפש					
13. אחת המטרות החשובות עבורי היא שלא יחשבו שאני לא יכול לפתור את המשימות					
14. אני מרגיש טוב כשאני היחיד שיודע לענות על שאלות המורה בכיתה					
15. אני פותר משימות כי הן מעניינות אותי					
16. חשוב לי שהתלמידים האחרים בכיתתי יחשבו שאני מצליח בלימודים					
17. אחת הסיבות לכך שאני לא משתתף בכיתה היא כדי לא להיראות טיפש					

תודה על שיתוף הפעולה!