דיסקלקוליה התפתחותית: הגדרה, מאפיינים, והשלכות דידקטיות

ניצה מרק-זגדון

תלמידים רבים מתקשים במתמטיקה והסיבות לכך שונות ומגוונות. אחת הסיבות, אשר זוכה לתשומת לב מעטה במערכת החינוך, היא התופעה של דיסקלקוליה התפתחותית (Developmental Dyscalculia). זאת, למרות ששכיחות התופעה בקרב תלמידי בית הספר, דומה בהיקפה לזו של דיסלקציה, ומגיעה לכ- 3.5% - 6%. בשונה מלקויות למידה אחרות, שכיחות התופעה בין בנים ובנות שווה (von Aster & Shalev, 2007).

הידע הקיים על התופעה של דיסקלקוליה התפתחותית הנו בתהליך התהוות. ההגדרות אינן חד-משמעיות וכך גם ההסבר של התופעה ותיאור האפיונים. זאת, בין השאר, לאור העובדה כי בפועל דיסקלקוליה מופיעה, במקרים רבים, יחד עם לקויות למידה נוספות, כגון: דיסלקציה (17%), ו/או בעיות קשב והיפראקטיביות (25%).

במאמר הנוכחי אתייחס להסבר המקובל לגבי התופעה של דיסקלקוליה התפתחותית - כליקוי ספציפי במתמטיקה. אציג ממצאי מחקר שנערך בארץ על תלמידים עם דיסקלקוליה התפתחותית (Mark-Zigdon, Ashkenazi & Henik, In preparation) ואתייחס להשלכות דידקטיות של התופעה.

מהי דיסקלקוליה התפתחותית וכיצד היא נגרמת?

דיסקלקוליה התפתחותית הנה מונח, השמור למקרים בהם אנשים סובלים מלקות למידה ספציפית במתמטיקה, המשפיעה על התפתחותן של יכולות בסיסיות של הבנת מספרים, ועל רכישת מיומנויות אריתמטיות בסיסיות. המאפיינים הדיאגנוסטיים של התופעה מתייחסים לתלמידים עם אינטליגנציה תקינה, שאינם סובלים מליקויים באחת ממערכות החושים, או מקשיים בשפה, בקשב וריכוז, ושהם בעלי הישגים נמוכים באופן בולט במתמטיקה. זאת בנוסף להיעדר חסך סביבתי ו/או חינוכי (Shalev & Gross-Tzur, 2001). פרופיל הלמידה של תלמידים אלה כולל הישגים לימודיים טובים במקצועות השונים, למעט במקצוע המתמטיקה, בו הם מציגים פער של שנתיים לפחות בהישגיהם, לעומת בני גילם (von Aster & Shalev, 2007).

דיסקלקוליה התפתחותית נגרמת כתוצאה מליקוי נירו-קוגניטיבי, הממוקד באזור ה- IPS (Intraparietal Sulcus) (Butterworth, 2005; Cohen Kadosh et al., 2007).

לקות זו משפיעה על תפקודי ליבה של תהליכי עיבוד מספרים, כגון: זיהוי כמויות קטנות (עד ארבע - Subitizing), אומדן כמויות (מעל ארבע), השוואה בין כמויות (חמש גדול מארבע), וזיהוי שינויים של כמויות. תפקודי ליבה אלה הינם מולדים, מאפיינים גם בעלי חיים אחרים, ואינם תלויים ביכולות אחרות, כגון שפה. תהליכים אלה מהווים את התשתית ומאפשרים את התפתחותה של ההבנה האינטואיטיבית של כמויות ושל שינויים של כמויות. הם מהווים את התשתית להתפתחותו של ה"חוש למספרים", המהווה את הבסיס ליכולות אריתמטיות גבוהות יותר. כך לדוגמה, בעוד שלרוב האנשים קיימת אינטואיציה המאפשרת להם להחליט במהירות כי 9 גדול מ- 5 או ש- 12+15 אינם שווים ל- 96, הרי שאינטואיציה זו אינה מפותחת דייה אצל אנשים עם דיסקלקוליה התפתחותית (Dehaene, 1997).

מהן ההשלכות של דיסקלקוליה על לימוד המתמטיקה בבית הספר?

ראשית לימוד המתמטיקה בבית הספר, מבוססת על לימוד המספרים הטבעיים ופעולות בהם. בכדי שילד יוכל לבצע את משימות האריתמטיקה, שתי מערכות ייצוג אמורות לפעול באופן תקין: האחת, מערכת ייצוג של מספרים, הנשענת על מערכת ייצוג מופשטת של קבוצות. השנייה, מערכת ייצוג של אופרציות אריתמטיות, הנשענת על מערכת ייצוג מופשטת של מצבי שינוי של הקבוצות (Butterworth, 2010). כאשר התשתיות של ייצוג קבוצות וייצוג פעולות על קבוצות אינן מבוססות דיין, יתגלה קושי ביכולת ללמוד מספרים ופעולות על מספרים. מצב זה מאפיין את תהליכי לימוד ראשית המתמטיקה של תלמידים עם דיסקלקוליה.

למספר, אופני ייצוג שונים. ייצוג מילולי ("שלוש"), ייצוג כמותי (☼☼☼) וייצוג סמלי ("3"). דהאן (Dehaene, 1997), טוען כי יכולתו של התלמיד לייצג את המספרים ולבצע עליהם פעולות מושפעת, בין השאר, מאיכות התפתחותו של ה"חוש למספרים" ומאיכות הקשרים שבינו ובין הייצוגים השונים של המספר. אצל ילדים עם התפתחות טיפוסית "החוש למספרים" מתפתח עם הגיל, והם יוצרים קשרים בין צורות הייצוג השונות של המספר ללא קושי. לעומתם, "חוש המספרים" של ילדים עם דיסקלקוליה אינו מפותח דיו, וקיימים קשיים ליצור את הקשרים בין אופני הייצוג השונים של המספר. קשיים אלה נשמרים לאורך שנים (Piazza et al., 2010).

למצב שתואר יש השלכות וביטויים על לימוד המתמטיקה בבית הספר, החל מהשלבים הראשונים של רכישת הידע על מספרים ופעולות החשבון. בתחום המספרים, ילדים עם דיסקלקוליה עלולים להתקשות בידיעת רצף שמות המספרים (ספירה), בהבחנה בין כמויות שונות של מספרים (קושי להבחין בין הכמות של 5 לעומת הכמות של 6), בהשוואת גודל מספרים (קושי להתאים את הסימן המתאים <,>,=, בין המספרים 5 ו- 6), ובהבנה של סדר המספרים. בתחום הפעולות, לילדים רבים עם דיסקלקוליה יש קושי בחישובים הבסיסיים, כמו, בזכירת עובדות היסוד (לדוגמה, 5+4 =?). ילדים כאלה זוכרים פחות עובדות חשבון מבני גילם ונוטים לשכוח אותן. הם משתמשים באסטרטגיות לא בוגרות ולא יעילות לפתרון תרגילים. לדוגמה, הם נשענים שנים רבות יותר מבני גילם על מניית האצבעות, ונוטים לטעות בעת המנייה (Geary, 2005). קשיים אלה מעכבים את תהליך הלימוד של פעולות במספרים גדולים יותר, ומשבשים את יכולת התפקוד עם מספרים בחיי היום-יום. מצב זה גורר כישלונות מתמשכים, אשר מעוררים תחושות חרדה ממספרים, ותחושות מסוגלות ומוטיבציה נמוכות.

תיאור מחקר על תלמידים עם דיסקלקוליה התפתחותית בישראל *

במטרה לקבל מידע על מאפייני ידע מתמטי של תלמידים בישראל, על רקע ההגדרה של תלמידים עם דיסקלקוליה, כבעלי פער של שנתיים לפחות בהישגיהם במתמטיקה, וללא קשיים בתחומי תפקוד נוספים (Shalev & Gross-Tzur, 2001), ערכנו (מרק-זגדון, אשכנזי והניק), מחקר שמטרתו הייתה לבחון מה הם הנושאים הבית-ספריים בהם באים לידי ביטוי הקשיים של תלמידים בכיתות ג ו- ד עם דיסקלקוליה התפתחותית, לעומת תלמידים עם התפתחות טיפוסית.

תהליך איתור התלמידים עם דיסקלקוליה התפתחותית

תהליך איתור התלמידים נעשה בכיתות ג ו- ד בחמישה בתי ספר בבאר שבע, בסך- הכול כ- 600

תלמידים. תהליך האיתור התבצע בשני שלבים. **שלב א**: ביקשנו מהמחנכות של הכיתות להמליץ על תלמידים, אשר יכולים, לדעתן, להשתייך לקבוצת סיכון של תלמידים עם דיסקלקוליה התפתחותית, וזאת על-פי הקריטריונים הבאים: התרשמות מיכולות למידה טובות, תלמידים בעלי הישגים טובים (מ– 80 ומעלה) בכל מקצועות הלימוד, למעט מקצוע המתמטיקה בו הם נכשלים, והיעדר עדויות על היותם בעלי לקויות למידה בתחומים אחרים. בסה"כ קיבלנו הפניות ל- 24 תלמידים. **שלב ב:** לקבוצת תלמידים זו העברנו סדרה של מבחנים: מבחני אינטליגנציה, מבחני קריאה ושפה, ומבחני קשב. תלמידים אשר התגלו כבעלי אינטליגנציה ממוצעת ומעלה, בעלי הישגים המתאימים לנורמה של בני גילם בקריאה ושפה, וללא הפרעות קשב, עברו מבדקי ידע במתמטיקה, אשר נבנו במיוחד לצורך מחקר זה, על-פי הקריטריונים של הערכה מבוססת תכנית לימודים (Curriculum Based Assessment in Mathematics - CBAM). הנושאים שנבחרו וטווח המספרים בכל רמת כיתה נקבעו על-פי דרישות תכנית הלימודים במתמטיקה לבית הספר היסודי (משרד החינוך, 2006). תלמידים מהקבוצה הנבדקת, אשר רמת ההישגים שלהם במבדק הייתה בפער של שתי כיתות לפחות מזו המצופה מבני גילם, הוגדרו כתלמידים עם דיסקלקוליה התפתחותית.

בנוסף, במטרה לבחון כישורי ליבה בתחום של עיבוד מספרים, נערך מבדק ממוחשב, שנבנה לצורך מחקר זה, אשר כלל מטלות זיהוי כמויות, ומטלות השוואת גודל מספרים.

בהתאם לקריטריונים העונים על ההגדרה של תלמידים עם דיסקלקוליה, אותרו סך הכל 14 תלמידים. לקבוצה זו הותאמה קבוצת ביקורת, אשר כללה תלמידים מאותן כיתות ואותו מין, בעלי הישגים טובים בכל מקצועות הלימוד, כולל במתמטיקה. כל התלמידים בקבוצת הביקורת עברו בהצלחה את סדרת המבדקים שצוינו למעלה, ורמת ההישגים שלהם במבדק הידע במתמטיקה הייתה בהתאם למצופה מבני גילם, על-פי תכנית הלימודים במתמטיקה.

Used with permission from Microsoft

השונה והדומה בידע של תלמידים עם דיסקלקוליה לעומת תלמידים עם התפתחות טיפוסית

במשימת זיהוי כמויות נמצא כי זמן התגובה של תלמידים עם דיסקלקוליה התפתחותית עולה החל מזיהוי כמות של שלושה אובייקטים, לעומת עלייה בזמן תגובה החל מזיהוי כמות של ארבעה אובייקטים אצל קבוצת הביקורת. במטלות של השוואת מספרים נמצאו הבדלים ברמת הדיוק בין הקבוצות. ממצאים אלה מחזקים את הטענה כי קיימים הבדלים בתפקודי הליבה של עיבוד כמויות, בין דיסקלקולים לתלמידים עם התפתחות טיפוסית (Ashkenazi et al. 2009; Piazza et al., 2010).

בתחום המספרים: התקבלו הבדלים בין הקבוצות בספירה לפנים ביחידות, ובהשלמת סדרות. לא התקבלו הבדלים בנושאים המבוססים על ידע של חוקי המבנה העשרוני, כגון: הכרת שמות ערכי הספרות על-פי מיקומן במספר (ציין היכן מקומה של ספרת היחידות, העשרות וכו'); בניית מספרים גדולים/קטנים ביותר מספרות נתונות (בנה את המספר הגדול ביותר מהספרות 4,9,2); העתקת תרגיל עם מספרים בעלי מספר ספרות לא זהה ממאוזן למאונך (העתק ממאוזן

למאונך את התרגיל הבא: 28+3+684); קריאת מספרים וכתיבת מספרים. בתחום הפעולות התקבלו הבדלים בין הקבוצות: בידיעת עובדות היסוד של ארבע פעולות החשבון; פתרון משוואות פשוטות (8=__ +5); הערכה של גודל תוצאות תרגילים (כמה הם בערך 68+32, כאשר בפני התלמיד היו ארבע תשובות אפשריות).

בפתרון תרגילים רב-ספרתיים לא התקבל הבדל בין הקבוצות בידע של פרוצדורת הפתרון (האלגוריתם של הפעולה), אולם, רמת הדיוק של פתרון התרגילים הייתה נמוכה באופן מובהק בקרב התלמידים עם דיסקלקוליה, וזאת על רקע של טעויות בחישוב עובדות היסוד, ויישום עקרונות המבנה העשרוני בעת פתרון התרגילים (לדוגמה, התלמידים ידעו את השלבים של תהליך הפתרון, אך שגו בחישוב של תוצאות עובדות היסוד בתרגיל).

הממצאים שהתקבלו מחזקים את הטענה כי פגיעה בתפקודי ליבה של מספרים, משפיעה על תפקודי למידה בסיסיים בלימוד המתמטיקה בבית הספר. לפגיעה זו השלכות על לימוד נושאים מגוונים, המבוססים על שליטה בעובדות יסוד, כמו, פתרון משוואות, וחישובים עם מספרים גדולים. לעומת זאת, נראה כי בשל יכולות החשיבה הטובות בקרב אוכלוסיית התלמידים עם דיסקלקוליה, יכולת ההבנה של חוקים נשמרת, כמו במקרה של הבנת חוקי המבנה העשרוני ויישומם בהקשרים שונים של המספר. עם זאת, יכולת זו נפגעת במצבים מורכבים יותר, כמו, פתרון תרגילים רב-ספרתיים.

השלכות דידקטיות

לממצאים אלה השלכות דידקטיות. ראשית, קיימת חשיבות רבה לטיפוח המודעות במערכת החינוך לתופעה של דיסקלקוליה התפתחותית.

בכיתה, על המורה להיות עירני לתלמידים הנתפסים כנבונים ובעלי הישגים טובים במקצועות הלימוד השונים, ובכל זאת מתקשים מאוד במתמטיקה, ואף מגלים סימני חרדה ממקצוע זה. איתור של תלמידים כאלה מחייב הפנייה לגורמים מקצועיים, לצורך ביצוע אבחנה באשר לאפשרות קיומה של דיסקלקוליה. בעקבות האבחון, חשוב לזהות את התחומים בהם התלמיד מאוד מתקשה, ולבחון האם יש תחומים בהם הוא אינו מתקשה. יש להגדיר מה מאפיין את תחומי הידע והקושי, הן מבחינה מתמטית, והן מבחינת כישורי החשיבה המאפיינים את הבנתם. חשוב להיות מודעים לכך שאצל תלמידים עם דיסקלקוליה הקשיים נובעים מליקויים הפוגעים ביכולות הבסיסיות של תובנת המספרים והחישובים האריתמטיים, לכן, חשוב לתרגל ולטפח את תהליכי עיבוד הכמויות בקרב תלמידים עם דיסקלקוליה בדרכים מגוונות, כגון, משחקי מסלול המאפשרים חזרה במלל על רצף המספרים, התאמה בין כמות (הנקודות בקובייה) והתקדמות ברצף המספרים (המסלול) וכו'.

אך יחד עם זאת, אין לעכב את המשך לימוד הנושאים המגוונים המופיעים בתכנית הלימודים, בשל היעדר שליטה במיומנויות החישוב הבסיסיות. יש לאפשר לתלמידים עם דיסקלקוליה להתקדם בנושאי הלימוד השונים במתמטיקה, תוך הישענות על יכולתם להבין עקרונות וחוקים מתמטיים, ובכך לעקוף את הקושי הקיים בעיסוק עם כמויות.

יש לזכור כי תרגול מוגזם של מיומנויות החישוב הבסיסיות, לא יועיל במקרים רבים של תלמידים עם דיסקלקוליה. להיפך, מצב זה יעורר תסכול, חוסר עניין, יגרום לאיבוד המוטיבציה, ולא יאפשר לתלמיד לממש את יכולות החשיבה שלו וליהנות מהעיסוק במתמטיקה.

Used with permission from Microsoft

מקורות

Ashkenazi, S., Mark-Zigdon, N., & Henik, A. (2009). Numerical distance effect in developmental dyscalculia. *Cognitive Development, 24,* 387-400.

Butterworth, B. (2005). Developmental dyscalculia. In J.I.D. Campbell (ed.), *The Handbook of Mathematical Cognition, Vol. 1*, (pp. 455–468). Psychology Press.

Butterworth, B. (2010). Foundational numerical capacities and the origins of dyscalculia. *Trends in Cognitive Sciences, 14,* 534-541.

Cohen Kadosh, R., Cohen Kadosh, K., Schuhmann, T., Kaas, A., Goebel, R., Henik, A., & Sack, A. (2007). Virtual dyscalculia induced by parietal-lobe TMS impairs automatic magnitud processing. *Current Biology, 17,* 689-693.

Dehaene, S. (1997). *The number sense.* New York: Oxford University Press.

Geary, D.C. (2005). Role of cognitive theory in the study of learning disability in mathematics. *Jouranl of Learning Disabilities. 38,* 305–307.

Mark-Zigdon, N., Ashkenazi, S., & Henik, A. (In preparation). Curriculum Based Assessment in Mathematics: A Tool for assessing dyscalculic children's school knowledge.

Piazza, M., Facoetti, A., Trussardi, A.N., Berteletti, I., Conte, S., Lucangeli , D., Dehaene, S., & Zorzi, M. (2010). Developmental trajectory of number acuity reveals a severe impairment in developmental dyscalculia. *Cognition, 116*, 33–41.

Price, G. R., Holloway, L., Räsänen, P., Vesterinen, M., & Ansari, D. (2007). Impaired parietal magnitude processing in developmental dyscalculia. *Current Biology, 17,* 1042-1043.

Shalev, R., & Gross-Tzur, V. (2001). Developmental dyscalculia. *Pediatric Neurology, 24* (5), 337-342.

von Aster, M.G., & Shalev, R.S. (2007). Number development and developmental dyscalculia. *Developmental Medicine and Child Neurology, 49*, 868–873.

על כותבת המאמר:

ד"ר ניצה מרק-זגדון

מרצה וחוקרת בתחום של התפתחות החשיבה המתמטית ולקויות למידה במתמטיקה, מכללת לוינסקי לחינוך.

* המחקר המוצג במאמר זה, נערך במסגרת פוסט דוקטורט במחלקה לפסיכולוגיה קוגניטיבית באוניברסיטת בן גוריון שבנגב, בהנחיית פרופ' אבישי הניק.