

מי מפחד ממתמטיקה? מהי חרדה ממתמטיקה ואיך אפשר להתגבר עליה

H. Moriah Sokolowski, Daniel Ansari*

אוניברסיטת מערב אונטריו, לונדון, אונטריו, קנדה

סוקרים צעירים

CHRISTINA
SEIX
ACADEMY
גיל: 9-10



כישורי מתמטיקה הם חיוניים, ואנחנו משתמשים בהם כל חיינו – כשאנחנו נוסעים ממקום למקום, משתמשים בכסף, או צריכים לפעול לפי לוח זמנים. לכן חשוב ללמוד את הכישורים הללו בבית הספר. למרבה הצער יש הרבה ילדים וגם מבוגרים שמרגישים לחץ ומצוקה כשהם נדרשים לעשות חישובים מתמטיים. רגשות כאלה יכולים להעיד על מה שנקרא "חרדה ממתמטיקה". זוהי בעיה שרבים סובלים ממנה, והיא קשורה ליכולת מתמטית ירודה בבית הספר ובהמשך החיים. מדענים חוקרים איך ומתי מתפתחת חרדה ממתמטיקה, מה מתרחש במוח כאשר אנשים מרגישים אותה, ואיך אפשר לעזור בצורה יעילה למי שסובל ממנה.

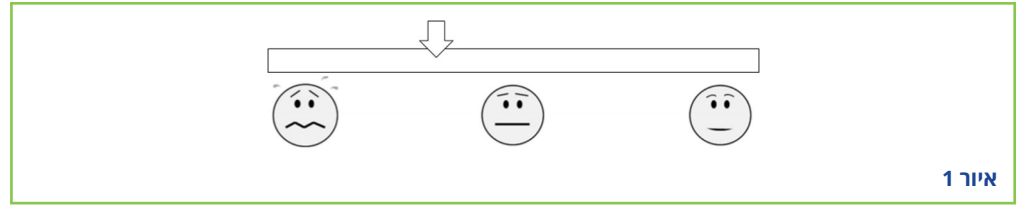
האם אי פעם הרגשתם מתח וחרדה כשביקשו מכם לענות על שאלה בשיעור מתמטיקה? או כשהכנתם שיעורים במקצוע זה? אם כן, אולי חוויתם את מה שנקרא **חרדה ממתמטיקה**. אם התחושה מוכרת לכם, אתם בחברה טובה. אנשים רבים מרגישים חרדה גדולה כשהם נדרשים לעשות חישובים בסיסיים. חרדה ממתמטיקה היא חמורה יותר ממתח פשוט. תחושת מתח היא בעצם תגובה הגיונית למצב מפחיד באמת. חרדה, לעומת זאת, היא לא תמיד הגיונית – למשל כשמישהו חש חרדה במצב שבו ברור לו שאין סיבה לפחד. לפעמים מלווים את החרדה גם תסמינים גופניים, כמו דופק מהיר או הזעה. ילדים ומבוגרים עם חרדה ממתמטיקה מאמינים

חרדה ממתמטיקה (Math anxiety)

תחושת מתח חריפה לנוכח משימות פשוטות יחסית במתמטיקה.

איור 1

הילדים שהשתתפו במחקר קיבלו דף שעליו משורטט סרגל כזה, כזה וסימנו עליו עד כמה הם חוששים ממצבים שקשורים למתמטיקה (שאלה לדוגמה: "איך אתה מרגישה כשיש לך מבחן מתמטיקה בכיתה?"). (האיור מבוסס על "שאלון לילדים על חרדה ממתמטיקה" שאותו אפשר למצוא בקישור: https://www.researchgate.net/publication/254305381_Math_Anxiety_Working_Memory_and_Math_Achievement_in_Early_Elementary_School)



בדרך כלל שהם גרועים בתחום זה, ולכן לא אוהבים אותו. הרגשות האלה גורמים להם להימנע ממצבים שבהם הם צריכים לעסוק במתמטיקה. לילדים רבים עם חרדה ממתמטיקה יש כישורי מתמטיקה ירודים [1]. מבוגרים רבים עם חרדה כזאת מתקשים להתמודד עם מתמטיקה בעבודתם ובחיי היומיום [2]. למבוגרים כאלה גם יש פחות סיכוי להתעניין, לעסוק או להצליח במקצועות בתחומי המדע, הטכנולוגיה, ההנדסה, והמתמטיקה.

מכיוון שחרדה ממתמטיקה היא בעיה המשפיעה על רבים וקשורה לכישורים מתמטיים ירודים, חשוב להבין מתי ואיך היא מתפתחת, מה קורה במוח כשמרגישים אותה, ומה הדרכים היעילות ביותר לטפל בה.

מתי ואיך מתפתחת חרדה ממתמטיקה?

עד לאחרונה חשבו מדענים ואנשי חינוך שחרדה ממתמטיקה מופיעה לראשונה כשתלמידים מתחילים ללמוד מתמטיקה מסובכת (אלגברה, למשל). אילו זה היה נכון, ילדים צעירים שעדיין לא לומדים חומר ברמה כזאת לא היו אמורים לסבול מהבעיה. אבל מחקרים שנעשו לאחרונה הראו שיש אפילו ילדים בני שש שמבטאים רגשות חרדה ממתמטיקה. קבוצת חוקרים שאלה 154 ילדים בכיתות א' ו-ב' שאלות כמו "איך אתה מרגישה/כשיש מבחן גדול בחשבון?" [3]. הילדים התבקשו לציין מה רמת החשש שלהם במצב כזה, על-ידי סימון המקום המתאים בסולם שבקצה השמאלי שלו פרצוף מתוח מאוד, ובקצה הימני פרצוף רגוע (ראו איור 1). אחר כך קיבלו הילדים מבחן קצר שבדק את היכולת המתמטית שלהם. כמעט מחצית מהמשתתפים ציינו שהם חוששים לפחות מעט מעיסוק במתמטיקה [3]. התברר גם שהילדים שהיו חרדים יותר ממתמטיקה קיבלו ציונים נמוכים יותר במבחן. מתוצאות המחקר אפשר להבין שחרדה ממתמטיקה, והקשר בינה לבין כישורי המתמטיקה, מתפתחים בגיל צעיר מאוד.

החוקרים מתעניינים גם באופן שבו מתפתחת חרדה ממתמטיקה. המחקרים אמנם הראו קשר בין חרדה גבוהה לכישורים נמוכים [1] אבל בינתיים לא הצליחו לברר מה בא קודם. כלומר, אנחנו לא יודעים אם קושי במתמטיקה גורם לחרדה ממתמטיקה, או להיפך, החרדה ממתמטיקה היא שגורמת לקושי.

יש שתי השערות לגבי האופן שבו נוצרת חרדה ממתמטיקה. לפי ההשערה הראשונה, ילדים קטנים המתקשים ללמוד מספרים עלולים לפתח חרדה ממתמטיקה כשהם מגיעים לגיל בית ספר. ההשערה הזאת טרם נבדקה במציאות. הרעיון השני הוא שילדים מפתחים חרדה ממתמטיקה כתוצאה ממצבים חברתיים שונים שמשפיעים על מחשבותיהם או רגשותיהם. כלומר, הרגשות, הדעות או ההתנהגות של הילד מושפעים ממה שאחרים אומרים או עושים. באחד המחקרים האלה, למשל, התברר שכאשר למורה מסוים יש חרדה גבוהה ממתמטיקה, הישגי התלמידים שלו בסוף השנה נוטים להיות נמוכים מהישגי תלמידים אחרים [4].

איור 2

סורק MRI הסורק מורכב ממגנט גדול ומעגלי, בדרך כלל עם "מנהרה" במרכז. הנבדק מתמקם בנוחות על שולחן נוח שאותו מכניסים לתוך המנהרה, ושוכב בלי לזוז בזמן שהסורק והמחשב מפיקים תמונות ברורות של המוח בשחור-לבן. הנבדק יכול לבצע משימות מסוימות בזמן הסריקה, כדי לבדוק אילו איזורים במוח מופעלים.



איור 2

לפי הממצאים האלה אפשר לשער שההתנהגות של המורה השפיעה באופן כלשהו על היכולת המתמטית של תלמידיו. אמנם לא ידוע עדיין מה בא קודם – הכישרים הירודים או החרדה – אבל היו כמה תגליות חשובות שמאפשרות לנו לשער מתי ואיך מתפתחת חרדה ממתמטיקה.

מה קורה במוח כאשר מרגישים חרדה ממתמטיקה?

כדי להבין טוב יותר איך חרדה כזאת מתפתחת ואיך אפשר לעזור למי שסובל ממנה, צריך להבין מה קורה במוח בזמן שאדם כזה עוסק במתמטיקה. לפי אחת ההשערות, הבעיה מתרחשת כי המוח האנושי מסוגל לעבד רק כמות מוגבלת של מידע בבת אחת. במוח יש מערכת לעיבוד מידע הנקראת **זיכרון עבודה**, והיא מאפשרת לנו לזכור ולחשוב על כמה דברים במקביל. היכולת הזאת חשובה מאוד כשעוסקים במתמטיקה. לדוגמה, אם מורה מקריאה בעיה בכיתה, התלמידים צריכים "להחזיק" במחשבתם את כל המספרים, לשקול מה הצעדים הדרושים לפתרון ולכתוב את התשובה, הכל בו זמנית. יש חוקרים המשערים כי כאשר אנשים חשים חרדה ממתמטיקה, החרדה תופסת חלק מזיכרון העבודה שלהם, כך שהוא אינו פנוי לפתרון התרגיל עצמו. ייתכן שהחלק הזה של זיכרון העבודה יכול היה לשמש לפתרון התרגיל, לולא הרגישו חרדה כזאת [3]. כלומר, לפי ההשערה הזאת, חרדה ממתמטיקה גורמת לתלמידים להשקיע מחשבה ודאגה בחששות שלהם ממתמטיקה, וכך מתבזבזים משאבים של זיכרון עבודה, שבהם יכלו להשתמש כדי לפתור את התרגילים. יש כמה מחקרים שממצאיהם תומכים בהשערה הזאת. חשוב לשים לב שלפי המחקרים, ילדים עם רמה גבוהה של זיכרון עבודה מצליחים יותר במבחני מתמטיקה מאשר ילדים עם רמה נמוכה של זיכרון עבודה.

מחקרים אחרים בדקו מה רמת הפעילות בחלקים שונים במוח כאשר תלמידים עם חרדת מתמטיקה גבוהה ותלמידים עם חרדת מתמטיקה נמוכה עוסקים בפתרון בעיות מתמטיות מאתגרות [5]. החוקרים ביקשו מקבוצה של ילדים וילדות בגילאי 7-9 חלקם עם חרדה ממתמטיקה, לפתור שאלות במתמטיקה כשהם יושבים בתוך מכשיר **MRI - דימות תהודה מגנטית** [5], כמו זה המופיע באיור 2. באמצעות מכשיר כזה אפשר למדוד עד כמה כל אזור במוח פעיל בזמן ביצוע מטלה מסוימת. כדי לעשות זאת משתמשים בכלי הנקרא **דימות**

זיכרון עבודה (Working memory)

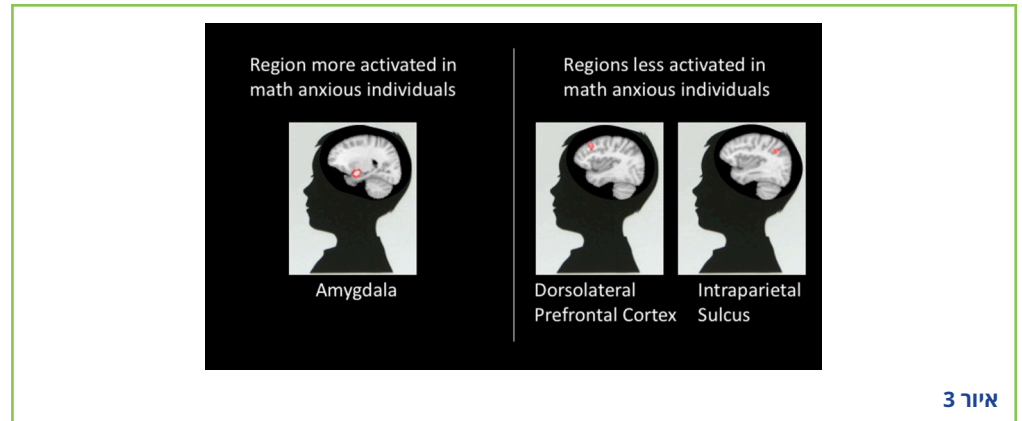
חלק ממערכת הזיכרון במוח, המשמש ל"החזקת" מידע באופן שיהיה זמין לפעילות שוטפת.

דימות תהודה מגנטית (MRI)

מכשיר MRI המייצר תמונות של המוח באמצעות מגנט חזק מאוד.

איור 3

אזורי המוח הפעילים בזמן פתרון תרגילים במתמטיקה. משמאל מסומן האזור הפעיל יותר אצל אנשים עם חרדה ממתמטיקה, ומימין – האזורים הפעילים יותר אצל אחרים.



דימות תהודה מגנטית תפקודית (fMRI)

כלי ממוחשב למדידת פעילות באזורים שונים במוח בזמן שהנבדק מבצע פעולות שונות, למשל חיבור וחיסור, כשהוא נמצא בתוך סורק MRI.

פעילות מוחית

מדידה המבטאת עד כמה אזור מסוים במוח פעיל במהלך משימה מסוימת.

התערבות (Intervention)

כלי או תכנית המאפשרים לאדם לשפר את מצבו או כישוריו בתחום מסוים.

תהודה מגנטית תפקודית (fMRI), המודד פעילות מוחית. ככל שאזור מסוים במוח מתאמץ יותר, יש בו יותר פעילות מוחית. החוקרים גילו שחלק מסוים במוח הנקרא אַמיגְדָלָה היה פעיל יותר אצל ילדים עם חרדה גבוהה ממתמטיקה. לעומת זאת, אצל ילדים אלה היתה פחות פעילות באזורים האחראיים על זיכרון עבודה ועל עיבוד מתמטי (הראשון נקרא "קליפת המוח הקדם-מצחית הגבית-צדית", והשני "החריץ התוך-קודקודי"), מאשר אצל ילדים בעלי חרדה נמוכה ממתמטיקה [5]. האַמיגְדָלָה היא מבנה קטן בצורת שקד הנמצא בתחתית החלק האמצעי של המוח, והוא משחק תפקיד חשוב בתחום של רגשות ועיבוד רגשות, כולל פחד וחרדה. קליפת המוח הקדם-מצחית הגבית-צדית היא אזור גדול יותר הממוקם ממש בחזית המוח, והוא מעורב בהתנהגויות מורכבות רבות, ביניהן תכנון וקבלת החלטות. החריץ התוך-קודקודי נמצא בחלק העליון של המוח, ליד הקודקוד, וממלא תפקיד חשוב בפעילות מתמטית ובקשב (תשומת לב). את מיקום האזורים האלה במוח אפשר לראות באיור 3. כלומר, באופן כללי אפשר לשער שכאשר ילדים פותרים בעיות מתמטיות, אלה שסובלים מרמה גבוהה של חרדה ממתמטיקה מפעילים אזורים במוח האחראיים על חרדה – בעוד שהאחרים מפעילים אזורים במוח האחראיים על פתרון בעיות מתמטיות!

איך אפשר לעזור לאנשים עם חרדה ממתמטיקה?

אחת המטרות העיקריות בחקר החרדה ממתמטיקה וההשפעה שלה על המוח היא למצוא דרכים לעזור לסובלים ממנה, ובסופו של דבר למנוע אותה. חוקרים פיתחו כמה שיטות **התערבות** שמסייעות בכך. לדוגמה, במחקרים מסוימים התברר שכתביה של מחשבות ורגשות לפני שניגשים למבחן יכולה להרגיע חששות וחרדות. מדענים פיתחו התערבויות שמבוססות על התגלית הזאת. הם שיערו שאם התלמידים יכתבו על המחשבות והרגשות שלהם לקראת מבחן במתמטיקה, המחשבות והרגשות האלה לא יתפסו מקום בזיכרון העבודה שלהם בזמן המבחן עצמו. לכן הם ביצעו התערבות: הם ביקשו מילדים עם חרדה ממתמטיקה לכתוב על הדאגות שהנושא מעלה בהם. התברר שבעקבות זאת, ההישגים שלהם במבחני מתמטיקה השתפרו [6]. מחקר אחר העלה שכשסטודנטים עם חרדה ממתמטיקה עשו תרגילי נשימה מרגיעים לפני מבחן, הם הרגישו שלווים יותר, וגם במקרה זה ההישגים במבחן השתפרו [7]. הממצאים המצטברים של מחקרי ההתערבות האלה מספקים לנו ראיות מדעיות לגבי שיטות יעילות למניעת חרדה ממתמטיקה. אלה ממצאים מעודדים מאוד, כי הם מלמדים שאנשים שסובלים מחרדה כזאת יכולים לקבל עזרה, ולא להישאר תקועים איתה לכל החיים.

סיכום

היות שחרדה ממתמטיקה משפיעה על אנשים רבים כל כך, וגורמת להם קשיים בלימודים, בקריירה ובחיי היומיום, יש צוותים רבים שחוקרים את הבעיה. ההתקדמות בתחום נמשכת. מהמחקרים התברר שחרדת מתמטיקה מתפתחת בגיל צעיר, ושהיא קשורה גם למצבים חברתיים מסוימים וגם לתהליכים מוחיים כמו זיכרון עבודה. בנוסף, אצל אנשים הסובלים מחרדה ממתמטיקה יש יותר פעילות באזורים של המוח הקשורים לרגשות שליליים, ופחות באזורים הקשורים לחשיבה מתמטית. לאחרונה החלו החוקרים גם לבדוק דרכי התערבות שככל הנראה עוזרות לסובלים מחרדה ממתמטיקה. אבל יש עוד הרבה מה לעשות – אנחנו רוצים לגלות איך מתפתחת הבעיה, מדוע סובלים ממנה בני אדם מסוימים ולא אחרים, ואיך אפשר לעזור להם. בינתיים, אם יש לכם חרדה ממתמטיקה ואם לא, כדאי לדבר על הנושא עם תלמידים אחרים ועם מורים. חשוב לשוחח על התגובות הרגשיות שלנו למתמטיקה, כי זהו הצעד הראשון לצמצום הנזקים שחרדת מתמטיקה עלולה לגרום.

מקורות

1. Wu, S. S., Barth, M., Amin, H., Malcarne, V., and Menon, V. 2012. Math anxiety in second and third graders and its relation to mathematics achievement. *Front.Psychol.* 3:1–11. doi: 10.3389/fpsyg.2012.00162
2. Ma, X. 1999. A meta-analysis of the relationship between anxiety toward mathematics and achievement in mathematics. *J. Res. Math. Educ.* 30:520–40. doi: 10.2307/749772
3. Ramirez, G., Gunderson, E. A., Levine, S. C., and Beilock, S. L. 2013. Math anxiety, working memory, and math achievement in early elementary school. *J. Cogn. Dev.* 14:187–202. doi: 10.1080/15248372.2012.664593
4. Beilock, S. L., Gunderson, E. A., Ramirez, G., and Levine, S. C. 2010. Female teachers' math anxiety affects girls' math achievement. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 107:1860–3. doi: 10.1073/pnas.0910967107
5. Young, C. B, Wu, S. S., and Menon, V. 2012. The neurodevelopmental basis of math anxiety. *Psychol. Sci.* 23:492–501. doi: 10.1177/09567976114291346.
6. Park, D., Ramirez, G., and Beilock, S. L. 2014. The role of expressive writing in math anxiety. *J. Exp. Psychol. Appl.* 20:103–11. doi: 10.1037/xap0000013
7. Brunyé, T. T., Mahoney, C. R., Giles, G. E., Rapp, D. N., Taylor, H. A., and Kanarek, R. B. 2013. Learning to relax: evaluating four brief interventions for overcoming the negative emotions accompanying math anxiety. *Learn. Individ. Differ.* 27:1–7. doi: 10.1016/j.lindif.2013.06.008

פורסם אונליין: 31 בינואר 2019

נערך על ידי: Robert T. Knight, University of California, Berkeley, USA

ציטוט: Sokolowski HM and Ansari D (2019) מהי חרדה ממתמטיקה? Front. Young Minds. doi: 10.3389/frym.2017.00057-he

תורגם והותאם:

Sokolowski HM and Ansari D (2017) Who Is Afraid of Math? What Is Math Anxiety? And What Can You Do about It? *Front. Young Minds* 5:57. doi: 10.3389/frym.2017.00057

הצהרת ניגוד אינטרסים: המחברים מצהירים כי המחקר נערך בהעדר כל קשר מסחרי או פיננסי שיכול להתפרש כניגוד אינטרסים פוטנציאלי.

COPYRIGHT © Sokolowski and Ansari 2017. זהו מאמר בגישה פתוחה שמופץ תחת תנאי רישיון Creative Commons Attribution License (CC BY). השימוש, ההפצה או ההעתקה מותרים לשימוש בפורומים אחרים ובלבד שיינתן קרדיט למחבר(ים) המקוריים ולבעל זכויות היוצרים, ושהפרסום המקורי בעיתון זה מצוטט בהתאם למקובל באקדמיה. השימוש, ההפצה או ההעתקה אינם מותרים אם הם אינם עומדים בתנאים אלה.

סוקרים צעירים**CHRISTINA SEIX ACADEMY, גיל: 9-10**

CSA הוא בית ספר עירוני עצמאי חדשני, שבו לומדים ילדים מגיל 5 עד 14. הוא שואף להקנות לתלמידים חינוך הוליסטי, חשיבה ביקורתית, וסביבת למידה מרתקת. המטרה שלנו היא להבטיח שכל תלמידינו יגיעו "מפוטנציאל להישגים", ויסיימו את הלימודים עם שאיפה לעזור גם לאחרים כפי שעזרו להם – כמו כריסטינה סייקס, מקימת בית הספר.

הכותבים**H. MORIAH SOKOLOWSKI**

אני דוקטורנטית באוניברסיטת מערב אונטריו. אני מתעניינת באופן שבו ילדים בגיל הרך לומדים מיומנויות מתמטיות בסיסיות – איך לספור, למשל, או מה משמעות המושג "שלוש". אני רוצה להבין מה קורה במוח כשילדים מתפתחים ולומדים מתמטיקה. כמו כן אני רוצה ללמוד מדוע יש ילדים שאוהבים מתמטיקה ומצליחים בה, ואילו אחרים חוששים ממנה ומתקשים בה. כשאני לא עסוקה במחקר אני אוהבת לשיר במקלה, לתרגל יוגה, ולבלות זמן עם החתול שלי.

DANIEL ANSARI

אני מתעניין באופן שבו המוח שלנו מעבד מספרים ובאופן שבו אנחנו משתמשים בהם. מספרים משמשים אותנו כל הזמן. אני רוצה לדעת איך המוח יודע להבין אותם, ומדוע יש ילדים שמתקשים בכך כל כך. מה שונה במוח שלהם, ומדוע יש אנשים שמספרים מפחידים אותם כל כך, ולעומתם אחרים שאוהבים מאוד להשתמש בהם? *daniel.ansari@uwo.ca



Hebrew version
provided by

מוזיאון המדע ע"ש בלומפילד ירושלים (נ.ר.)
متحف العلوم على اسم بلومفيلد القدس
Bloomfield Science Museum Jerusalem

