

## יכולת ומתמטיקה: מהפכת דפוס החשיבה שמעצבת מחדש את החינוך

ג'ו בולר<sup>1</sup>

בשנת 2006 פרסמה קרול דווק (Dweck) את הספר *Mindset: the new psychology of success* ("כוחה של נחישות"), ובו סקירה של ממצאים מרכזיים מהמחקר שערכה על אופיים והשפעתם של דפוסי חשיבה שונים. הספר הפך במהרה לרב מכר של הניו יורק טיימס, כיכב בחדשות הבי.בי.סי ותורגם ליותר מ-20 שפות. בספר סיכמה דווק את ההוכחות ממחקרה בן עשרות השנים, המעידות על כך שכאשר תלמידים מפתחים 'דפוס חשיבה מתפתח' (*Growth Mindset*) הם נשענים על האמונה שאינטליגנציה היא גמישה ומתפתחת. לדפוס חשיבה זה השלכות עמוקות – תלמידים המאופיינים בדפוס חשיבה מתפתח מתרגלים ולומדים באופן יעיל יותר ומפגינים רצון להתמודד עם אתגרים ועמידות לנוכח כישלון. לעומתם, אלו בעלי 'דפוס חשיבה מקובע' (*Fixed Mindset*) סבורים שאינטליגנציה היא תכונה קבועה - 'או שאתה חכם או שלא'. כאשר תלמידים בעלי דפוס חשיבה מקובע נכשלים או טועים, הם סבורים שהם פשוט לא חכמים דיים ומרימים ידיים. תלמידים כאלה נמנעים תכופות מאתגרים, ומעדיפים לבצע במקומם משימות עבודה קלות יותר שבהן הם יודעים שיצליחו.

מחקרה של דווק מראים שלכ-40% מהתלמידים בארה"ב דפוס חשיבה מתפתח, ל-40% דפוס חשיבה מקובע, ואילו 20% הנותרים מאופיינים בדפוסי חשיבה מעורבים. כאשר תלמידים עוברים מדפוס חשיבה מקובע לדפוס חשיבה מתפתח, הם נוטים להפגין ביצועים ברמות גבוהות יותר בבית הספר. תוכנית ההתערבות שפותחה עבור התלמידים במסגרת מחקרה של דווק היא תוכנית מקוונת המיועדת לתלמידי חטיבת הביניים (גילאי 11-13), המציגה להם את הפוטנציאל של גמישות של המוח ואת השפעת התרגול על התפתחות האינטליגנציה.

מחקרים רבים הוכיחו את השפעתן של התערבויות לשינוי דפוס החשיבה על הישגי תלמידים בכל הגילאים. הוכחות ממחקרים שנאספו במשך העשור האחרון הובילו להבנות חדשות לגבי גמישות המוח, ואלו משליכות על אופן תפיסת היכולות והפוטנציאל של תלמידים, בייחוד על דרכי הפעולה והעברת המסרים לתלמידים.

הארצות המצליחות ביותר בעולם מבססות את גישתן החינוכית על עידוד דפוס החשיבה המתפתח, ומעבירות לתלמידים את המסר לפיו הלמידה דורשת זמן והיא תוצר של מאמץ.

---

<sup>1</sup> ג'ו בולר ([joboaler@stanford.edu](mailto:joboaler@stanford.edu)) היא פרופסור להוראת מתמטיקה באוניברסיטת סטנפורד. בתפקידיה הקודמים היא כיהנה כפרופסור להוראת מתמטיקה באוניברסיטת סאסקס, ועבדה כמורה למתמטיקה בבתי ספר מקיפים בלונדון וכחוקרת בקינג'ס קולג'.

במדינות רבות באסיה נהוגות שיטות חינוך המבוססות על הרעיון שלמידה היא תהליך הנקבע על פי מאמץ ולא על פי תפיסות מקובעות לגבי יכולת. הרעיון של הפרדת התלמידים לרמות שונות נחשב בלתי רצוי. כך למשל ביפן רואים את החלוקה להקבצה על פי יכולת כאי-שוויונית באופן אינהרנטי. כמו כן הורים ומורים יפנים נוטים להאמין שלהקבצה על פי יכולת תהיה השפעה שלילית חמורה על הדימוי העצמי של הילדים ועל דפוסים חברתיים..

אולם בארצות אחרות, שבהן הציונים במבחנים הבינלאומיים נמוכים יותר, לרבות אנגליה וארה"ב, משתיתים תכופות את דרכי הפעולה על תפיסות לגבי יכולת שהוכחו כשגויות. בשעה שהמחקרים מוכיחים את גמישות המוח ואת היכולת של תלמידים לפתח תבונה באמצעות עבודה קשה ואתגרים, בחלק מבתי הספר ממטירים על התלמידים מסרים לפיהם היכולת היא קבועה ורק חלק מהתלמידים ניחנו בכישרון ובאינטליגנציה, בעוד שהאחרים לא. הפער הזה בין ההוכחות המחקריות לפרקטיקה משתקף בצורה ברורה ביותר בהנהגת הקבצות על בסיס יכולת בבתי הספר, שבהן מועבר לתלמידים המסר שיכולתם קבועה, ובכך מתחילים להטביע בהם את האמונות המזיקות של דפוס חשיבה מקובע, שהמחקר הראה כי הן פוגמות בהזדמנויות הלמידה של התלמידים לאורך כל חייהם.

פיתוח בתי ספר המצמיחים דפוס חשיבה מתפתח

ההבנה שהיכולת שלנו היא גמישה וכי עלינו לעודד דפוס חשיבה מתפתח היא בעלת השלכות עמוקות על ההוראה. מחויבות אמתית להעברת מסרים לעידוד דפוס חשיבה מתפתח דורשת בחינה של כל היבטי ההוראה. אפילו המטלות שהמורים בוחרים לתת לתלמידים מהוות הזדמנויות שונות להעברת מסרים לתלמידים. כך למשל במתמטיקה, אם התלמידים מקבלים שאלות קצרות הדורשות פתרונות בחירה בסגנון נכון או לא נכון, והם טועים תכופות בפתרונות, יקשה עליהם לחשוב שיוכלו להגיע להישגים אם רק ישקיעו ויתאמצו. כשהמטלות פתוחות יותר ומציעות הזדמנויות ללמידה, התלמידים מסוגלים לראות את האפשרות להשתפר ולהצליח יותר.

טעויות ומתמטיקה

המחקר מראה שטעויות הן הזדמנויות חשובות ללמידה ולצמיחה, אולם בדרך כלל תלמידים מתייחסים לטעויות כמדדים ליכולתם הנמוכה כביכול. טעויות הן היבטים של למידה שבהם המחקר והפרקטיקה אינם מיישרים קו ביניהם. לטענת דווק, בכל פעם שתלמיד טועה בפתרון במתמטיקה נוצרים במוחו אזורי מפגש חדשים בין תאי עצב. כאשר התלמידים חושבים על הסיבות לשגיאה, נוצרים קשרים חדשים של אזורי מפגש בין תאי עצב ש'מחזקים' את המוח. מכאן עולה כי על התלמידים והמורים להעריך את טעויותיהם ולשנות את ההתייחסות אליהן - מכישלונות בלמידה להישגים בלמידה.

הטמעת דפוס החשיבה המקובע הובילה לכך שכיום תלמידים רוצים רק לפתור נכונה את השאלה. אבל אם הם רק פותרים נכונה את השאלות, אזי מוחותיהם לא מתחזקים וכך הם מחמיצים הזדמנויות להתפתחות וללמידה. בשל כך, תלמידים זקוקים למטלות מאתגרות שמביאות לטעויות; יש להעריך את הטעויות שלהם כהזדמנויות המאפשרות התפתחות למוח וללמידה.

בעבודתם של המורים עליהם למצוא דרכים להתבונן וללמוד מטעויות בפתרונות מתמטיים בכיתות; הציונים שהם מעניקים לא צריכים להסתכם באיקס על טעות, אלא בכוכב זהב או בסמיילי, בצרוף ההערה 'נפלא שטעית'; זאת הזדמנות חשובה ללמוד, ואשמח לראות שתחשוב על הטעות'.

הקבצה על בסיס יכולת

בכל מקום שבו מתבצעת חלוקה של תלמידים להקבצות על בסיס יכולת – בין אם הדבר נאמר לתלמידים על ההקבצה והשלכותיה ובין אם לא – משתנות אמונותיהם של התלמידים לגבי הפוטנציאל שלהם. בחלק מבתי הספר סבורים ששמות ניטרליים לקבוצות שונות, כגון 'אדום' ו'כחול', עשויים להסוות את המשמעות של החלוקה לקבוצות. אולם התלמידים מודעים היטב לנוהג של הקבצות לפי יכולת בכל גיל שבו זה קורה, והם מקבלים מהן מסר ברור מאד – שחלק מהתלמידים חכמים וחלקם לא.

התפיסה של יכולת מקובעת מזיקה לכל התלמידים; היא מועברת באמצעות החלוקה להקבצה על בסיס יכולת, גם כאשר המסר המועבר הוא שחברי הקבוצה הם חכמים. דווקא מצאה שנערו השגיות הן הנפגעות במידה הרבה ביותר מאמונות על יכולת קבועה. תלמידות כאלה קיבלו לרוב שבחים על מטלות הלימוד שלהן מגיל צעיר, שבחים שדווקא הוכיחה כי הם מזיקים וממקדים את תשומת הלב ברעיון של היותן פקחיות או חכמות. דפוס החשיבה המקובע של שבחים הוא בעייתי, מפני שברגע שהתלמידות נכשלות במטלה כלשהי הן מסיקות שהן בעצם לא חכמות אחרי הכול.

בנות הישגיות המוצבות לרוב בהקבצה עליונה סובלות תכופות מהרעיון שהן חכמות ומהצורך לשמר דימוי זה, מצב המוביל לפחד מאתגרים ולא יכולת להתמודד עם כישלון. באחד המחקרים שבוצע בקרב תלמידים בכיתה ה', נמצא שהבנות חוו קושי גדול יותר כשהגיעו לציונים גבוהים בבחינות IQ, ואילו בקרב הבנים ההיפך היה הנכון. במחקר אחר נמצא שהבדלים מגדריים בביצועים מתמטיים התקיימו רק בקרב תלמידים שדפוס החשיבה שלהם היה מקובע. המחקרים הללו מעידים כי בנות במיוחד ניזוקות ממסרים של יכולת מקובעת, שמהם משתמע כי חלק מהתלמידים חכמים וחלק לא, מצב התורם למספרים הנמוכים של נשים הממשיכות בלימודי המתמטיקה והמדעים.

מחקרים רבים על ההשפעה של הקבצות על פי יכולות שונות הוכיחו שכאשר בית הספר זונח את ההקבצות ועובר לקבוצות הטרונגניות, ההישגים וההשתתפות בכיתה משתפרים. כך למשל

בארה"ב השוו חוקרים בין שש קבוצות שנתיות של תלמידי חטיבת ביניים. בשלוש השנים הראשונות של המחקר התלמידים למדו בהקבצות של כיתות, כאשר רק תלמידי ההקבצה הגבוהה למדו לפי תכנית לימודים מתקדמת. בשלוש השנים שלאחר מכן, כל התלמידים בכיתות ז' עד ט' למדו בכיתות הטרוגניות לפי תכנית הלימודים המתקדמת, וכל התלמידים בכיתות ט' למדו קורס באלגברה מואצת. החוקרים בחנו את ההשפעה של ההתנסויות השונות הללו בחטיבות הביניים השונות על הישגי התלמידים ועל סיום הקורסים בלימודי התיכון שלהם, באמצעות ארבעה מדדי הישגים, לרבות ציונים בבחינות לחשבון דיפרנציאלי ואינטגרלי בכיתות יב'. הם גילו שהתלמידים מהכיתות ללא הקבצות למדו בשיעורים מתקדמים יותר, ציוני העובר שלהם היו גבוהים יותר במידה משמעותית, והם עברו את הבחינות שנה מוקדם יותר מהמוצא במדינת ניו יורק. ההצלחה המוגברת מהיעדר ההקבצות הייתה תקפה לגבי תלמידים לאורך כל טווח ההישגים – מאלו בעלי ההישגים הנמוכים ביותר עד לבעלי ההישגים הגבוהים ביותר.

באנגליה עקבו חוקרים אחרי 14,000 ילדים בגילאי 4-6, והשוו את התלמידים שלמדו בהקבצות עם אלה שלמדו בקבוצות הטרוגניות במשך תקופה של שנה. הם מצאו שהחלוקה להקבצות חיבלה בהתקדמות של התלמידים, וכי אלה שלמדו בכיתות הטרוגניות הצליחו יותר בבחינות לבדיקת חשיבה מתמטית. מחקר אחר אף מצא כי ההקבצה עלולה להשפיע לרעה על חלק מהתלמידים מבחינה חברתית ואישית. עוד זיהו החוקרים שמורים בכירים בוחרים לערוך הקבצה לילדים על פי יכולת, משום שהם סבורים שיוכלו להציע להם תרגול מתאים יותר כשהם בקבוצות כאלה. אולם בפועל נמצא שהקצאת תלמידים לקבוצות היא עניין שרירותי אשר לרוב תלוי בגורמים שאינם קשורים להישגים. כן נמצא שלמרות העובדה שמורים סבורים כי הם נותנים לילדים בקבוצות הנמוכות תרגול מתאים יותר, תלמידים רבים סבורים כי המטלות הניתנות להם אינן מתאימות, ולרוב הן קלות מדי.

הקבצות בדרך כלל מפחיתות את הישגי התלמידים, בשל שתי סיבות: ראשית – החלוקה להקבצות מצמצמת את הוראת התוכן ברמה גבוהה רק לחלק מהתלמידים ומגבילה את ההזדמנויות להצלחה של התלמידים האחרים; שנית – עצם החלוקה להקבצות מעבירה לתלמידים מסר מרפה ידיים לתלמידים, לפיו רק לחלקם הישגים גבוהים והיכולת שלהם הינה קבועה. זאת ועוד, במחקרי אורך שבוצעו בקרב תלמידים שלמדו בהקבצות הטרוגניות נמצא שביצועיהם היו בדרך כלל גבוהים יותר בהשוואה לתלמידים שלמדו בהקבצות לפי מקצוע מסוים או בהקבצות של כיתות שלמות. התלמידים שלמדו בקבוצות הטרוגניות השיגו גם תוצאות שוויוניות יותר. במחקר מעקב כעבור כשמונה שנים, התברר כי המבוגרים שלמדו בבית ספר שהנהיג הקבצות על פי יכולת השיגו פחות משרות מקצועיות, והמבוגרים שרואיינו קישרו את המגבלות בסיכויי העבודה שלהם לחלוקה להקבצות.

הקבצה על פי יכולת נסמכת על אמונות של דפוס חשיבה מקובע. היא מתבצעת על ידי בתי ספר ומורים שבעצמם מחזיקים באמונות מקובעות אודות למידה ופוטנציאל, והיא מעבירה לתלמידים אמונות מזיקות בדבר יכולת קבועה. אולם בפועל קשה למורים יחידים להשתנות,

גם לאלה המודעים להשפעה השלילית של הקבצות על פי יכולת, והנוקטים בשיטות לעידוד דפוס חשיבה מתפתח.

מסקנות

מחקרים שבוצעו בעשור האחרון בתחומי החינוך בתחומי הלמידה והמוח יחד עם מחקרים במדע של המוח ומערכת העצבים מעלים ממצאי בעלי חשיבות רבה לבתי הספר:

- הגמישות של המוח: היכולת והאינטליגנציה גדלים עם מאמץ ותרגול
- החשיבות של דפוס החשיבה של התלמידים ללמידה: כשהתלמידים מאמינים שהיכולת של כולם יכולה לגדול, הישגיהם משתפרים במידה משמעותית
- החשיבות של דפוס החשיבה של המורים לגבי ההוראה: כשהמורים מאמינים שהיכולת של כולם יכולה לגדול, והם מעניקים לכל התלמידים הזדמנויות להגיע לרמות גבוהות, התלמידים מגיעים להישגים ברמות הגבוהות
- ההשפעות של החלוקה להקבצה: דרכי הפעולה של הקבצות מעבירות לתלמידים אמונות מזיקות אודות דפוס חשיבה מקובע

הממצאים הללו הם הבסיס של 'מהפכת דפוס החשיבה', המשפט האופטימי המופיע בראש מאמר זה. עם זאת, יש לומר שקשה מאד לשנות אמונות תרבותיות מושרשות ומעוררות מחלקות לגבי למידה ולגבי המשמעות של להיות 'חכם'. מסיבה זו ההתקדמות לעבר הישגים גבוהים יותר של כל התלמידים הייתה איטית מאד בארצות מסוימות. ואולם, לא ניתן עוד להתעלם מהממצאים שהוצגו כאן בקצרה, ואשר נתמכים בהוכחות מדעיות שנאספו במשך עשור; עליהם לעמוד במרכז של כל יוזמה לשיפור בבתי הספר.

אמונות של דפוס חשיבה מקובע תורמות לאי-שוויון בחינוך, מפני שהן מזיקות במיוחד לתלמידים בני מיעוטים ולבנות; הן גם תורמות להשתתפות נמוכה בכיתה ולהישגים נמוכים בדרך כלל. על בתי הספר לעודד את דפוס החשיבה המתפתח כעניין בעל דחיפות. הדבר ידרוש מבתי הספר לעבור לדרכי פעולה שלא מעבירות לתלמידים מסרים שליליים, ולגישות הוראה שמעריכות את המאבקים המחשבתיים ואת דרכי הלימוד השונות של כל התלמידים.

Translated and published by the Trump Foundation with permission from Prof. Jo Boaler and FORUM.

This translated work is based on Jo Boaler (2013) "[Ability and Mathematics: the mindset revolution that is reshaping education](#)", FORUM, 55(1), 143-152.

- Alexander, R (Ed.) (2010) *Children, their World, their Education Final Report and Recommendations of the Cambridge Primary Review*. London: Routledge.
- Aronson, J., Fried, C.B. & Good C. (2002) Reducing the Effects of Stereotype Threat on African American College Students by Shaping Theories of Intelligence, *Journal of Experimental Social psychology*, 38, 113-125. <http://dx.doi.org/10.1006/jesp.2001.1491>
- Bellock, S. (2011) *Choke: what the secrets of the brain reveal about getting it right when you have to*. New York: Free Press.
- Black, P. & Wiliam, D. (1998) Inside the Black Box: raising standards through classroom assessment, *Phi Delta Kappan*, October, 139-148.
- Blackwell, L.S., Trzesniewski, K.H. & Dweck, C.S. (2007) Implicit Theories of Intelligence Predict Achievement across an Adolescent Transition: a longitudinal study and an intervention, *Child Development*, 78(1), 246-263. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1467-8624.2007.00995.x>
- Blatchford, P., Hallam, S., Kutnick, P. & Creech, A. (2008) *Classes, Groups and Transitions: structures for teaching and learning*. Primary Review Research Survey 9/2. Cambridge: University of Cambridge.
- Boaler, J. (1997) When Even the Winners are Losers: evaluating the experiences of 'top set' students, *Journal of Curriculum Studies*, 29(2), 165-182. <http://dx.doi.org/10.1080/002202797184116>
- Boaler, J., William, D., & Brown, M. (2000) Students' experiences of ability grouping – disaffection, polarization and the construction of failure, *British Educational Research Journal*, 26(5), 631-648. <http://dx.doi.org/10.1080/713651583>
- Boaler, J. (2005) The 'Psychological Prison' from which They Never Escaped: the role of ability grouping in reproducing social class enequalities, *FORUM*, 47(2-3), 135-144. <http://dx.doi.org/10.2304/forum.2005.47.2.2>
- Boaler, J. (2010) *The Elephant in the Classroom: helping children learn and love maths*. London: Souvenir Press.
- Boaler, J. (2013) Ability Grouping in Mathematics Classrooms, in S. Lerman (Ed.) *Encyclopedia of Mathematics Education*, Heidelberg: Springer.
- Boaler, J., Wiliam, D. & Brown, M. (2000) Students' Experiences of Ability Grouping – disaffection, polarization and the construction of failure, *British Educational Research Journal*, 26(5), 631-648. <http://dx.doi.org/10.1080/713651583>
- Bracey, G (2003) Tracking, by Accident and by Design, *Phi Delta Kappan*, December, 332-333.
- Bunge, S & Wallis, Jonathan D. (2007) *Neuroscience of Rule-Guided Behavior*, New York: Oxford University Press.
- Burris, C., Heubert, J. & Levin, H. (2006) Accelerating Mathematics Achievement using Heterogeneous Grouping, *American Educational Research Journal*, 43(1), 103-134. <http://dx.doi.org/10.3102/00028312043001105>
- Dweck, C.S (2006a) *Mindset: the new psychology of success*. New York: Ballantine Books.
- Dweck, C.S. (2006b) is Math a Gift? Beliefs that Put Females at Risk, in S.J. Ceci & W. Williams (Eds) *Why Aren't More Women in Science? Top Researchers Debate the Evidence*. Washington DC: American Psychological Association.
- Dweck, C.S. (2012) Personal Communication, Teaching Mathematics for a Growth Mindset

workshop, Stanford, CA, July.

Good, C., Aronson, J. & Inzlicht, M. (2003) Improving Adolescents Standardized Test Performance: an intervention to reduce the effects of stereotype threat, *Applied Developmental Psychology*, 24, 645-662. <http://dx.doi.org/10.1016/j.appdev.2003.09.002>

Hallam, S. & Toutounji, I. (1996) What Do We Know about the Grouping of Pupils by Ability? A Research Review. London: University of London Institute of Education.

Linchevski, L. & Kutscher, B. (1998) Tell Me With Whom You're Learning and I'll Tell You How Much You've Learned: Mixed-ability versus same-ability grouping in mathematics, *Journal for Research in Mathematics Education*, 29, 533-554. <http://dx.doi.org/10.2307/749732>

Marks, Rachel (2013) 'The Blue Table Means You Don't Have a Clue': the persistence of fixed-ability thinking and practices in primary mathematics in English Schools, *FORUM*, 55(1), 29-42.

Nunes, T., Bryant, P., Sylva, K. & Barros, R. (2009) Development of Maths Capabilities and Confidence in Primary School (Research Report DCSF-RR118). London: Department for Children Schools and Families.

Porter, A.C. & Associates (1994) Reform of High School Mathematics and Science and Opportunity to Learn. New Brunswick: Consortium for Policy Research in Education.

Sahlberg (2011) Finnish Lessons: what can the world learn from educational change in Finland? (Series on School Reform). New York: Teachers College Press.

Slavin, R.E. (1990) Achievement Effects of Ability Grouping in Secondary Schools: a best evidence synthesis, *Review of Educational Research*, 60(3), 471-499.

Steele, C. (2011) Whistling Vivaldi: how stereotypes affect us and what we can do. New York: W.W. Norton & Company.

Stigler, J.W & Hiebert, J. (1999) The Teaching Gap. New York: Free Press.

Vorderman, C. Budd, C., Dunne, R., Hart, M., & Porkess, R. (2011) A World Class Mathematics Education for All Our Young People. London: The Conservative Party.

<http://www.tsm-resouces.com/pdf/VordermanMathsReport.pdf>