

# הוראה מבוססת טיעון בגישת הלומד במרכז

עדנאן ג'ריביע\*

המדעים והמתמטיקה מדגישים את החשיבות של הוראה ולמידה מבוססת טיעון (Kaya, 2013; Kunnan, 2010; Simon, 2008). שיח טיעוני מרחיב את ההבנה המושגית של התלמידים ומספק להם הזדמנויות להשתמש במושגים ובתיאוריות מדעיות בעת שהם מנסים לאשש טענה כלשהי או להפריכה (Campbell et al., 2020; Kaya, 2013).

חוקרים מצאו כי שיח טיעוני תורם לפיתוח ההבנה המושגית של התלמידים בתחום המדעים ולהבנת הקשר בין המדעים ובין סוגיות חברתיות-מדעיות (Kaya, 2013). בשיעורי מתמטיקה טיעון מזמן שיח חברתי דינמי לגילוי רעיונות מתמטיים חדשים ולשכנוע אחרים שטענה מסוימת נכונה (Chepina & Cynthia, 2016). בניית טיעונים מאפשרת לתלמידים לפתח את הבנתם לגבי היווצרות עולם הידע המדעי (נר-גאון כהן, 2016). מכיוון שתלמידים צריכים לבנות טיעונים ונימוקים מבוססים, לשכנע תלמידים אחרים בטענות שלהם, להעלות ספקות ולשאול שאלות, הם מבנים את הידע האישי שלהם באופן קונסטרוקטיביסטי (Duschl & Osborne, 2002) בד בבד עם האינטראקציה החברתית שלהם בכיתה (קצביץ, 2012).

מאמר זה יתמקד בהוראה מבוססת טיעון בגישת הלומד במרכז. תחילה תובא מסגרת תיאורטית בליווי דוגמאות מתחום הוראת המתמטיקה והמדעים, ובהמשך יוצגו מספר מחקרים שנערכו בתחום זה של הוראה מבוססת טיעון.

## מסגרת תיאורטית: המודל של טולמין

טולמין (Toulmin, 1958) הרחיב את תחום העיסוק בבניית טיעונים אל מחוץ לתחום הלוגיקה, כפי שהיה מקובל לפני כן. הוא טען שבניית טיעונים היא התנהגות או פרקטיקה של האדם שקשורה לאירוע חברתי (קצביץ, 2012). טולמין פיתח מודל שמתאר את המרכיבים העיקריים של הטיעון: טענה, נתונים, הצדקה, גיבוי והפרכה (יועד, 2009; קצביץ, 2012; Kaya, 2013; Simon, 2008) (ראו תרשים 1).

**מילות מפתח:** טיעון (ארגומנטציה); המודל של טולמין; שיח טיעוני; הבנה מושגית; הנמקה

<https://doi.org/10.54301/JBRM1294>

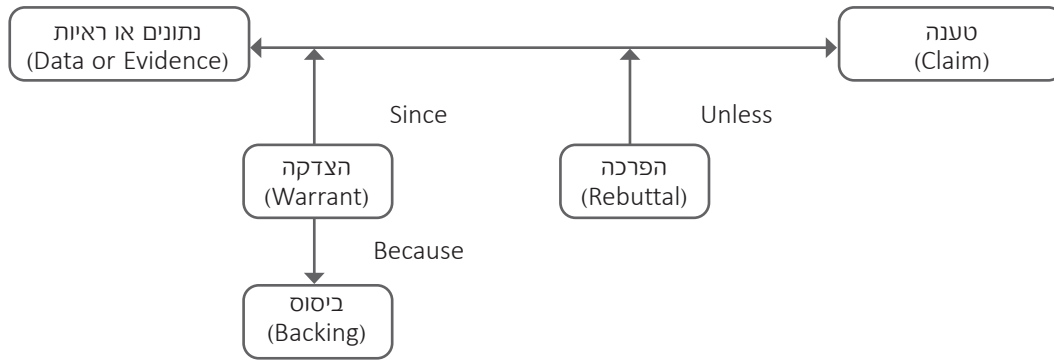
תלמידים בשתי כיתות לומדים שיעור מדעים על נפילה חופשית. בכיתה הראשונה המורה מסביר מדוע גוף כבד וגוף קל המשוחררים מאותו הגובה מגיעים יחדיו לארץ. הוא איננו מקיים דיון בנושא. לעומתו המורה בכיתה השנייה מציג את המקרה: גוף כבד וגוף קל משוחררים מאותו הגובה. הוא מבקש מהתלמידים להעלות את טענותיהם ביחס למקרה ולנמק את טענותיהם. הוא גם מבקש מהם להעלות טענות סותרות ולנמקן. למעשה שיטתו של מורה א' היא ההוראה המסורתית, ואילו שיטתו של מורה ב' היא הוראה מבוססת טיעון בגישת הלומד במרכז.

חשוב לציין כי בשיטה המסורתית ייתכנו היבטים מסוימים של הוראה מבוססת טיעון, דוגמת כתיבת הוכחה פורמאלית במתמטיקה, כאשר כל שלב בהוכחה מלווה בטענה ונימוק או הסבר מתמטי (Reuter, 2023). אך בשיטת הוראה מבוססת טיעון בגישת הלומד במרכז התלמידים חוקרים ומגלים את החוקיות, ובונים את הטיעונים שלהם על פי הכללים המקובלים (Kartika et al., 2021).

להלן דוגמה נוספת של הוראה מבוססת טיעון מתחום המתמטיקה. בכיתה שבה תלמידים לומדים את נושא חקירת פונקציות, התלמידים יודעים לגזור פונקציות, למצוא שיפועים, למצוא חיתוכים ועוד. בהתבסס על הידע הקודם של התלמידים, המורה טוען טענה: כשהנגזרת שווה לאפס, **תמיד** ישנה נקודת קיצון לפונקציה, והוא מבקש מהתלמידים להתייחס לטענה זו. לשם השוואה, בהוראה מסורתית, המורה ילמד את תלמידיו למצוא את נקודת הקיצון של הפונקציה.

הטיעון הוא הקשר בין הטענה והנתונים באמצעות הצדקה או הערכה של הטענה על ידי ראיות אמפיריות או על ידי ראיות תיאורטיות (Glassner, 2017). אנשי חינוך מתחום הוראת

\* ד"ר עדנאן ג'ריביע הוא מרצה בחוג למתמטיקה במכללה האקדמית לחינוך ע"ש קיי בבאר שבע. בעל תואר שלישי מהמחלקה לחינוך באוניברסיטת בן גוריון בנגב. בוגר המחזור הראשון של תוכנית הפוסט דוקטורט במכון מופ"ת. תחומי העניין שלו נוגעים לחינוך מתמטי, טכנו-פדגוגיה בתהליכי הוראה ולמידה, שימושים חברתיים באמצעי המדיה, ניתוח שיח כתוב ומקוון והתפתחות הזהות של פרחי הוראה.



תרשים 1: מרכיבי הטיעון - על-פי המודל של טולמן

הגדול של הנוצה עם האוויר. אילו היינו משחררים נוצה ואבן במקום ללא אוויר, למשל על הירח, הרי שהנוצה והאבן היו מגיעים יחדיו.

### הערכת רמת הטיעונים

קצביץ (2012) וחוקרים נוספים (כגון Simon, 2008) פיתחו סולם המתבסס על מספר המרכיבים השונים של הטיעון, ובאמצעותו ניתן להעריך את רמת הטיעונים.

ברמה הראשונה מצויה טענה (claim) המסומנת באות **C**. ברמה השנייה מצויים טענה ונתונים (data) המסומנים באותיות **CD**; או טענה והסבר מדעי (warrant) המסומנים באותיות **CW**. ברמה השלישית מצויים טענה, נתונים והסבר מדעי המסומנים באותיות **CDW**; או טענה נגדית (rebuttal) ונתונים המסומנים באותיות **CDR**; או טענה נגדית והסבר מדעי המסומנים באותיות **CWR**. ברמה הרביעית מצויים טענה, נתונים, הסבר מדעי והסבר ברמת העקרונות והתיאוריות (backing) המסומנים באותיות **CDWB**. ברמה החמישית מצויה הפרכה (rebuttal), הכוללת טענה, נתונים והסבר מדעי, ואלו מסומנים באותיות **CDWR**.

להלן הדגמת אופן השימוש בסולם הערכת רמת הטיעונים באמצעות ניתוח חלק משיח מתמטי של תלמידי כיתה י' במהלך שיעור שעסק בחקר הפונקציות.

- **המורה:** מהם שיעורי הקודקוד A?
- **תלמיד 1:** לקודקוד A ישנם אותם ערכים כמו לקודקוד B, כי הוא נמצא בסימטריה עם הקודקוד B.
- **תלמיד 2:** זה לא ייתכן, כי הערך של ה-X בחלק השני צריך להיות שלילי.
- **המורה:** נכון, ה-X נמצא בחלק השלילי, אך בגלל שהוא נמצא בחזקת 2 כשנציב X שלילי בפונקציה, נקבל אותו ערך של Y.
- הטיעון של תלמיד 1 ברמה השנייה, כי הוא כולל טענה והסבר

סכמת הטיעון של טולמן מורכבת מחמישה מרכיבים (קצביץ, 2012; Kunnann, 2010; Kaya, 2013):

- **טענה (Claim)** - בדרך כלל הטענה היא קביעה, דעה או עמדה, החלטה, מסקנה, השערה, או פתרון בעיה שניתן להתווכח על צדקתה, על נכונותה, על אמיתותה או על תקפותה;
- **נתונים או ראיות (Data or Evidence)** - העובדות שמגבות ותומכות בטענה. לדוגמה: תוצאות ניסוי, תוצאות חישוב, נתונים מטבלאות וספרי נתונים;
- **הצדקה (Warrant)** - הקשר בין הטענה לנתונים;
- **ביסוס (Backing)** - בדרך כלל הסבר תיאורטי המסביר מדוע העדויות תומכות בטענה;
- **הפרכה (Rebuttal)** - כל הוכחה שהטענה אינה תקפה. הפרכה יכולה לנבוע מכך שההסבר המדעי המבסס את הטיעון המקורי אינו נכון (ולכן הטענה אינה נכונה) או מכך שהעובדות שהוצגו אינן תומכות בטענה.
- נמחיש את מרכיבי הטיעון על פי המודל של טולמן באמצעות דוגמת הנפילה החופשית שבתחילת המאמר.
- **אמירת הטענה:** אם גוף כבד וגוף קל ישוחררו מאותו הגובה שניהם יגיעו יחדיו לארץ.
- **מתן ראיות המצדיקות את הטענה:** אם נשחרר מאותו הגובה אבן כבדה ואבן קלה, שתיהן תגענה יחדיו לארץ.
- **הסבר הקשר שבין הראיות לטענה:** משקל הגוף אינו משפיע על זמן הנפילה.
- **הבהרה מעמיקה יותר להסבר:** היחס שבין כוח המשיכה הפועל על שני הגופים לבין המסה שלהם זהה. כלומר תאוצת הנפילה של שני הגופים זהה.
- **התייחסות לטענות סותרות:** יש שיטענו כי הגוף הכבד יגיע לארץ לפני הגוף הקל מכיוון שאם מפילים מאותו הגובה נוצה ואבן, הנוצה תגיע מאוחר יותר. הסיבה לכך היא החיכוך

לאחר תשעה חודשים נוצרה עדות לנורמות של חקר טיעוני שבהן השתמשו התלמידים, ללא תלות בנוכחות המורה.

במחקר אחר שנערך בקרב תלמידי כיתה ד' במטרה לפתח ולקדם את כישורי הטיעון המתמטי של התלמידים (Chepina & Cynthia, 2016), החוקרות תכננו יחידת לימוד המורכבת משמונה מערכי שיעור בנושא פעולת הכפל. המטרה של יחידת הלימוד הייתה לקדם את פרקטיקות הטיעון של התלמידים וכן להעמיק את הידע המתמטי שלהם בתחום הכפל. החוקרות מצאו כי ארגומנטציה מתמטית מאפשרת שיח חברתי דינמי ותורמת לגילוי רעיונות מתמטיים חדשים ולשכנוע תלמידים אחרים בצדקת הטענות. באמצעות הוראה מבוססת טיעון התלמידים לא רק הבינו הליכים ואלגוריתמים, אלא גם פיתחו את ההבנה המושגית שלהם. התלמידים שיערו, חקרו ונימקו את הרעיונות שלהם.

מחקר עדכני יותר (Reuter, 2023), בחן את הטיעון המתמטי החקרני (EMA- Explorative Mathematical Argumentation) בקרב ילדים בני 4-5 שנים. גישת הטיעון המתמטי החקרני היא גישה המתחשבת באופי החקרני של בניית הידע של הלומדים, וכן בהיבטים המסוימים של טיעון מתמטי. במחקר נמצא כי הרעיון של הטיעון המתמטי החקרני מקדם טיעון מתמטי כמיומנות נפרדת, ובתוכו ניתן להפעיל צורות וכלים שונים של חשיבה. הטיעון המתמטי החקרני מתאים לתיאור ולניתוח תהליכי טיעון מתמטי של לומדים כבר מגיל צעיר. המחקר גם מציע שיטות לזיהוי ולניתוח תהליכי טיעון מתמטי חקרניים של לומדים.

## סיכום

המחקרים מורים על חשיבותו של השיח הטיעוני בכיתה להרחבת ההבנה המושגית של התלמידים על ידי השימוש במושגים ובתיאוריות מדעיות. לשם כך המורים נדרשים לפתח מיומנויות טיעון אצל תלמידיהם, אך בטרם יעשו זאת עליהם לשלוט במיומנויות הוראה מבוססת טיעון, לכן לשם קידום הוראה מבוססת טיעון בכיתות נדרש לפעול בשלושה מישורים:

- **פיתוח מקצועי של המורים** - יש לחשוף את המורים להוראה מבוססת טיעון ולהכשיר אותם להוראה כזו. אם המורים לא ישלטו במיומנויות הוראה מבוססת טיעון. הם לא יוכלו ליישם הוראה כזו בכיתותיהם (Pi-Jen, 2018).
- **פיתוח חומרי למידה** - לשם פיתוח יכולות/מיומנויות הטיעון של התלמידים יש ליצור ולפתח דגמי הוראה המשלבים פעילויות המעודדות טיעונים. מומלץ גם לשלב פרטי הערכה הדורשים יישום של יכולות טיעון במטרה לעודד את התלמידים ואת המורים להשתמש בשיטות מבוססות

מדעי CW. לעומתו הטיעון של תלמיד 2 ברמה השלישית, משום שהוא כולל טענה נגדית והסבר מדעי CWR. גם הטיעון של המורה ברמה השלישית, שהרי הוא כולל טענה נגדית והסבר מדעי CWR.

## הוראה מבוססת טיעון בראייה מחקרית

היתרונות של הוראה מבוססת טיעון נידונו במספר מחקרים. לדוגמה, קאיה (Kaya, 2013) בדקה את ההשפעה של הוראה מבוססת טיעון על ההבנה המושגית של נושא שיווי המשקל הכימי בקרב פרחי הוראה. ממצאי מחקרה הראו שהוראה מבוססת טיעון שיפרה באופן מובהק את ההבנה המושגית של פרחי ההוראה בנושא שיווי המשקל הכימי בהשוואה לקבוצת הביקורת שלמדה את הנושא בשיטה מסורתית 'פנים אל פנים' (פרונטלית).

יתרה מכך, נמצא שהסטודנטים שלמדו באמצעות הוראה מבוססת טיעון בנו טיעונים איכותיים יותר בהשוואה לסטודנטים בקבוצת הביקורת. בהתבסס על ממצאים אלו, ניתן להסיק כי הוראה מבוססת טיעון יעילה יותר בלימוד מושגים בחינוך המדעי, ולכן מומלץ ללמד בשיטת הוראה זו בחינוך היסודי ובחינוך העל-יסודי.

אוזדם ועמיתיה (Ozdem et al., 2013) ערכו מחקר על אופיים ומהותם של טיעונים. הם בדקו סוגי סכמות של טיעון שמשתמשים בהם פרחי הוראה (Pre-Service Teachers - PST) בחינוך המתמטי בבית הספר היסודי, בזמן שהם מבצעים משימות חקירה מדעית בתוך מעבדה. הם בדקו כיצד סכמות הטיעונים שלהם משתנות בהתאם לסוג המשימה, לסוג הניסוי ולשיח שמתעורר בכיתה. החוקרים השתמשו במודל של טיעונים וחקירה מדעית. לפי מודל זה, חקירת נושאים מדעיים נעשית בקבוצה, תוך כדי עריכת ניסויים והשתתפות בשיח כיתתי ביקורתי. ממצאי המחקר הראו שפרחי הוראה משתמשים במגוון סכמות כדי לחזק ולגבות את הטענות שלהם. סכמות הטיעון השכיחות בכל שש משימות החקר במעבדה היו - טיעון באמצעות סימן (רמז), טיעון באמצעות דוגמה, טיעון מראייה להשערה, טיעון מקשר לסיבה וטיעון מסיבה לאפקט. מכאן אפשר להסיק שסוגי הסכמות האלה שימושיים במשימות חקר שונות.

יכולת השימוש בטיעונים תקפים איננה מתפתחת באופן טבעי, אלא היא נרכשת באמצעות אימון ותרגול (Pi-Jen, 2018). מאקר ועמיתיו (Makar et al., 2015) בדקו כיצד מורים יכולים לפתח בקרב תלמידים הלומדים מתמטיקה נורמות והתנהגויות המאפיינות חקר טיעוני. ממצאי המחקר הראו כיצד המורה אבחנה בקביעות את נורמות הכיתה ובתגובה להופעתן השתמשה באסטרטגיות שונות שאפשרו לנורמות אלה להתפתח ולהתמסד.

Kaya, E. (2013). Argumentation practices in classroom: Pre-service teachers' conceptual understanding of chemical equilibrium. *International Journal of Science Education*, 35(7), 1139-1158. <https://doi.org/10.1080/09500693.2013.770935>

Kunnan, A. (2010). Test fairness and Toulmin's argument structure. *Language Testing*, 27(2), 183-189. <https://doi.org/10.1177/0265532209349468>

Makar, K., Bakker, A., & Ben-Zvi, D. (2015). Scaffolding norms of argumentation-based inquiry in a primary mathematics classroom. *Zdm: The International Journal on Mathematics Education*, 47, 1107-1120. <https://doi.org/10.1007/s11858-015-0732-1>

Osborne, J., Erduan, S., Simon, S., & Monk, M. (2001). Enhancing the quality of argument in school science. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(10), 994-1020. <https://doi.org/10.1002/tea.20035>

Ozdem, Y., Ertepinar, H., Cakiroglu, J., & Erduran, S. (2013). The nature of pre-service science teachers' argumentation in an inquiry-oriented laboratory context. *International Journal of Science Education*, 35(15), 2559-2586. <https://doi.org/10.1080/09500693.2011.611835>

Pi-Jen, L. (2018). The Development of Students' Mathematical Argumentation in a Primary Classroom. *Educação & Realidade*, 43(3), 1171-1192. <https://doi.org/10.1590/2175-623676887>

Reuter F. (2023). Explorative mathematical argumentation: a theoretical framework for identifying and analysing argumentation processes in early mathematics learning. *Educational Studies in Mathematics*, 112(3), 415-435. <https://doi.org/10.1007/s10649-022-10199-5>

Simon, S. (2008). Using Toulmin's argument pattern in the evaluation of argumentation in school science. *International Journal of Research and Method in Education*, 31(3), 277-289. <https://doi.org/10.1080/17437270802417176>

Toulmin, S. (1958). *The Uses of Argument*. Cambridge University Press.

Witherspoon, E., Miller, D., Pinerua, I., & Gerdeman, D. (2022). *Mathematical and Scientific Argumentation in PreK-12: A Cross-Disciplinary Synthesis of Recent DRK-12 Projects*. American Institutes for Research.

טיעון (Chepina & Cynthia, 2016). יש חוקרים הממליצים גם לפתח כלים טכנולוגיים ייעודיים כדי לתמוך במורים בתהליכי הוראה ולמידה מבוססת טיעון (Witherspoon et al., 2022).

• **גמישות מערכתית** - במטרה להסיר מקצת החסמים שמונעים מהמורים ליישם הוראה מבוססת טיעון בהוראת המתמטיקה והמדעים דרושה גמישות מערכתית שתפחית, בין היתר, את הלחץ מהמורים (עומס בעבודה ורצון להספיק ללמד את תוכנית הלימודים, לחץ לקראת מבחני הבגרות ועוד). גמישות זו תאפשר להם לבסס את הוראתם בכיתות על הוראה מבוססת טיעון (שחר ושוורץ, 2016).

## המקורות

איילון, מ' (2011). ארגומנטציה והוראת המתמטיקה. חיבור לשם קבלת תואר "דוקטור לפילוסופיה". מכון ויצמן למדע, רחובות.

יועד, צ' (2009). אסטרטגיות חשיבה מסדר גבוה: מסמך מנחה למתכנני תכניות לימודים ארציות ומקומיות ולמפתחי חומרי למידה. ירושלים: הוצאת משרד החינוך, המזכירות הפדגוגית.

נר-גאון כהן, א' (2016). עיון בדיון מבוסס טיעון בקבוצה הקטנה. ביטאון מכון מופ"ת, 57, 66-71. <https://doi.org/10.1108/TR-05-2015-0018>

קצביץ, ד' (2012). מעבדת הכימיה כסביבת למידה התומכת בבניית טיעונים. על כימיה, 21, 16-25.

שחר, נ' ושוורץ, ב' (2016). שילוב של דיאלוג טיעוני בהוראת היסטוריה: מתחים והזדמנויות. מגמות, 2(2), 277-314.

שכמן, ל' (2015). חשיבה מסדר גבוה בלימודי פיזיקה: פיתוח טקסונומיה של פתרון בעיות ויישומה לחקר הישגי התלמידים ודפוסי ההוראה של המורים. חיבור לשם קבלת תואר "דוקטור לפילוסופיה". אוניברסיטת בן גוריון, באר שבע.

Campbell, T., Boyle, J., & King, S. (2020). Proof and argumentation in K-12 mathematics: A review of conceptions, content, and support. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 51(5), 754-774. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2019.1626503>

Chepina, R., & Cynthia, W. (2016). Promoting Mathematical Argumentation. *Teaching Children Mathematics*, 22(7), 412. <https://doi.org/10.5951/teachchildmath.22.7.0412>

Duschl, R., & Osborne, J. (2002). Supporting and promoting argumentation discourse in science education. *Studies in Science Education*, 38(1), 39-72. <https://doi.org/10.1080/03057260208560187>

Glassner A. (2017). Evaluating arguments in instruction: theoretical and practical directions. *Thinking Skills and Creativity*, 24, 95-103. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2017.02.013>

Kartika, H., Budiarto, M. T., & Fuad, Y. (2021). Argumentation in K-12 mathematics and science education: A content analysis of articles. *International Journal of Research in Education and Science (IJRES)*, 7(1), 51-64. <https://doi.org/10.46328/ijres.1389>