

תקציר

במחקר הבינלאומי החוזר במתמטיקה ובמדעים TIMSS-R שנערך לתלמידי כיתות ח' השתתפו 38 מדינות. 26 מהן וביניהן ישראל, השתתפו גם במחקר הקודם (TIMSS), שנערך ב-1995. המחקר ב-1995 בישראל נערך רק בקרב האוכלוסייה של המגזר היהודי. למחקר החוזר היו שתי מטרות: השוואת ההישגים הלימודיים וההקשר הלימודי של ההוראת המתמטיקה והמדעים במדינות המשתתפות ובחינת השינויים שחלו בהם במדינות השונות, בין 1995 ל-1999. בישראל למעקב אחרי התפוקה הלימודית במדעים בפרק זמן זה משמעות מיוחדת, שכן זוהי התקופה שבה יושם במערכת החינוך דו"ח הררי והופעלה תכנית הלימודים במקצוע הלימוד המשולב: **מדע וטכנולוגיה לחטיבת הביניים** (פרסום תכנית הלימודים לחטיבות הביניים ב-1996) והתבססה המגמה הקוריקולרית של הקניית אוריינות מדעית וטכנולוגית - "מדע לכל", כפי שהיא נקראת בעולם.

ההישגים הלימודיים

התוצאות של המחקר החוזר במתמטיקה ובמדעים אינן מחמיאות לישראל וזה בלשון המעטה. להלן עיקריהן:

- **במתמטיקה** תופסת ישראל את המקום ה-28 מתוך 38 המדינות המשתתפות. הישגיה נופלים לא רק מאלו של המדינות המובילות בעולם: האסייניות, האירופיות, ניו-זילנד, אוסטרליה וארצות הברית אלא גם ממדינות כמו תאילנד, מולדובה, רומניה, קפריסין, איטליה וליטה. היא עולה בהישגיה רק על עשר מדינות: טוניסיה, מקדוניה, תורכיה, ירדן, אירן, אינדונזיה, צ'ילי, הפיליפינים, מרוקו ודרום אפריקה.
- ההישגים הנמוכים של ישראל במתמטיקה באים לידי ביטוי בכל אחד מחמשת תחומי התוכן שנבדקו. היא נמצאת במקום ה-3 **מתחת** לממוצע הבינלאומי ב"שברים ומושג המספר"; במקום ה-4 **מתחת** לממוצע הבינלאומי ב"אלגברה" וב"יצוג נתונים ניתוח והסתברות"; במקום ה-6 **מתחת** לממוצע הבינלאומי ב"מדידה"; במקום ה-10 **מתחת** לממוצע הבינלאומי ב"גיאומטריה".
- ישראל (מגזר יהודי בלבד) הינה אחת המדינות שהישגיה במתמטיקה **ירדו** בצורה משמעותית בין 1995 ל-1999. הירידה היא בשיעור של 1/3 סטיית תקן על סולם ציוני סבירות בין 0 ל-1000. ירידות חדות יותר חלו בתאילנד, שם נרשמה ירידה של כמחצית סטיית תקן. ברוב המדינות לא חלו שינויים או שחלו עליות. גם שמשוים את מקומה של ישראל בדרוג 26 המדינות שהשתתפו במחקר בשני המועדים נמצאה ירידה במתמטיקה ממקום 16 ב-1995 למקום 20 ב-1999. יש לסייג את ממצא הירידה שכן יתכן שהוא נובע מאומדני יתר ב-1995 עקב דגימה קטנה.
- כאשר בוחנים את הירידות בהישגים בתחומי התוכן השונים, מתייחסת ההשוואה למספר קטן של פריטים, שאינו מאפשר אומדן ציוני סבירות. כאן ההשוואה הינה בציוני אחוזים

ומתייחסת רק לפריטי העוגן שהופיעו בשני המועדים. השוואה זו מראה על ירידות מובהקות בהישגים "בשברים ומושג המספר", ב"מדידות" וב"גיאומטריה".

- לצורך השוואה נקבעו ארבעה סיפי הישג בינלאומיים – Benchmarks. אלו הם ציוני הממוצע הבינלאומי של האחוזון ה-90, ה-75, ה-50 וה-25. תלמידים שציוניהם מעל לממוצע האחוזון ה-90 הבינלאומי הם המצטיינים. לעומתם, תלמידים שציוניהם מתחת לממוצע האחוזון ה-25 הבינלאומי הינם חלשים. בישראל בולטת בשיעור נמוך - 5% בלבד, של תלמידים מצטיינים במתמטיקה על פי קריטריונים בינלאומיים. בסינגפור השוואה ישנם 46% מצטיינים ואחוז אחד בלבד של חלשים על פי קריטריונים בינלאומיים.
- בישראל (בקרוב האוכלוסייה היהודית בלבד) חלה ירידה של 3% של משיגי-עוברי האחוזון ה-90 ועלייה בשיעור התלמידים שאינם מגיעים לאחוזון ה-25 התחתון מ-8% ב-1995 ל-18% ב-1999. שיעור זה של חלשים הינו אחד מבין השיעורים הגבוהים בעולם (עולים עליו השיעורים ברומניה - 20%, תאילנד - 19%, אירן - 27%, דרום אפריקה - 86%).
- ישראל הינה אחת המדינות הבודדות שקיים בה פער הישגים גדול ומובהק במתמטיקה בין בנים לבנות, פער של 16 נקודות ציון על סולם ציונים מ-0 ל-1000 לטובת הבנים. המדינות הנוספות שבהם הפער לטובת הבנים גדול ומשמעותי הינן טוניסיה, אירן והרפובליקה הצ'כית.
- ישראל (מגזר יהודי בלבד) הינה אחת משתי מדינות בהן חלו ירידות בין 1995 ל-1999 בהישגים במתמטיקה, גם בקרב הבנות ובעיקר בקרב הבנים. (עולה עליה בירידות כאלו רק תאילנד). כתוצאה מהירידות הלא שוות אצל בנים ואצל בנות, קטן פער ההישגים ביניהם.
- בהשוואת הישגים במתמטיקה בין המגזר היהודי והמגזר הלא יהודי נמצא הבדל בממוצעים בסדר גודל של כ-0.7 סטיית תקן (כפי שחושבה על פי נתוני לומדים במשוב הארצי 1996 בכיתה ח'). ציון ממוצע כולל במתמטיקה במגזר היהודי הוא - 48% ובמגזר הלא יהודי - 31%.
- בהשוואת הישגים במתמטיקה בין המגזר היהודי והלא יהודי, בזיקה לסוג בית הספר שהתלמידים לומדים בו (יסודי שמונה שנתי או חטיבה), נמצא כי הישגיהם של תלמידים מהמגזר היהודי הלומדים בחטיבות עולים על הישגיהם של תלמידים ממגזר זה הלומדים בבתי ספר יסודיים שמונה שנתיים. במגזר הלא יהודי התמונה היא הפוכה. במגזר זה עולים ההישגים של תלמידים הלומדים בבתי הספר היסודיים השמונה שנתיים על אלו הלומדים בחטיבה.
-
- כאשר משווים הישגים בין קבוצות תלמידים בזיקה למדד הטיפוח של בתי הספר בהם הם לומדים (למרות שקיים שוני במדד זה במגזר היהודי והלא יהודי), נמצא כי פער ההישג בתוך המגזר הלא יהודי, בין תלמידים מבתי ספר מבוססים לבין תלמידים מבתי ספר לא מבוססים מבחינה סוציאקנומיות, הינו גדול יותר מזה שמצוי בין שתי קבוצות אלו במגזר היהודי, כמחצית סטיית תקן לעומת שליש סטיית תקן בלבד כפי שחושבה על פי נתוני המשוב הארצי, 1996.

- בהשוואת הישגים במתמטיקה של תלמידים במגזר היהודי הלומדים בבתי ספר של הפיקוח הממלכתי לעומת הממלכתי דתי, נמצאו פערים בסדר גודל שבין רבע לשליש סטיית תקן (המחושבת על פי נתוני המשוב הארצי 1996) לטובת תלמידים בבתי הספר הממלכתיים. הציון הממוצע הכולל במתמטיקה בבתי ספר ממלכתיים הינו 49% לעומת 44% בממלכתיים דתיים.
- כאשר משווים הישגים בין קבוצות תלמידים בזיקה למדד הטיפוח של בתי הספר בהם הם לומדים, נמצא כי ההישגים של התלמידים בבתי ספר מבוססים סוציאקונומית של הפיקוח הממלכתי דתי עולים במבחן כולו וברוב נושאים על אלו של תלמידים בבתי ספר של הפיקוח הממלכתי. אולם כאשר משווים את הישגי התלמידים בשתי קבוצות אחרות של בתי ספר: קבוצת הביניים וקבוצת בתי הספר הנמוכים על פי משתני הרקע הסוציאקונומי, עולים ההישגים של תלמידי הממלכתי על תלמידי הממלכתי דתי. ככלל, נמצא שהפערים בין הישגי התלמידים מבתי ספר מבוססים לאילו של תלמידים מבתי ספר חלשים מבחינת רקע סוציאקונומי, גדולים יותר בבתי ספר של הפיקוח הממלכתי דתי (סטיית תקן שלמה כפי שחושבה במשוב הארצי 1996) מאלו הקיימים בבתי ספר של הפיקוח הממלכתי (כשליש סטיית תקן).
- המבחן במתמטיקה כלל 162 פריטים ומתוכם 77% היו קשורים לתכנית הלימודים. הציון על פריטי המבחן במתמטיקה, המצויים בזיקה לתכנית הלימודים הישראלית, גבוה ב- 4% על סולם 0-100 מזה שעל פריטי המבחן שלא מצויים בזיקה לתכנית הלימודים הישראלית. ב"אלגברה" פער זה גדול בהרבה ומגיע ל- 16%. ב"מדידות" קיים פער בכיוון הפוך של 15%, ההישגים בפריטים לא נלמדים גבוהים מההישגים בפריטים נלמדים.

- **במדעים** תופסת ישראל מקום 26 מבין 38 המדינות המשתתפות. היא נמוכה באופן מובהק בכ- 1/5 סטיית תקן של ציוני סבירות מהממוצע הבינלאומי. מתחתיה המדינות: קפריסין, מולדובה, מקדוניה, ירדן, אירן, אינדונזיה, תורכיה, טוניסיה, צ'ילה, פיליפינים, מרוקו ודרום אפריקה.
- הישגי ישראל בתחומי התוכן השונים הינם ברוב המקרים מתחת לממוצע הבינלאומי. הם **נמוכים** במיוחד ב"לימודי סביבה", ב"מדעי החיים" וב"כימיה" (מקום תשיעי, שביעי ושביעי מתחת לממוצע הבינלאומי בהתאמה). תחומים אלו הם גם החלשים ביותר כאשר משווים אותם לממוצע הלאומי, אולי עקב דגשים שנותנת תכנית הלימודים להוראת מדעי החומר בכיתות ז' ו-ח'. ב"פיזיקה" נמצאת ישראל מתחת אך בסמוך לממוצע הבינלאומי. ב"מהות המדע", תחום מטופל בתכנית הלימודים הישראלית במדעים, מצויה ישראל במקום השלישי מתחת לממוצע הבינלאומי. במקום זה מצויה ישראל גם ב"מדעי כדור הארץ", תחום שטופל עד כה מסורתית בתכנית הלימודים בגיאוגרפיה.
- נקודות חוזק וחולשה אלו באות לידי ביטוי גם כאשר משווים את הממוצע הישראלי בכל אחד מתחומי התוכן במדעים לממוצע הלאומי הכולל. "בפיסיקה" וב"כימיה" ההישג קצת גבוה מהממוצע הלאומי. ב"מדעי החיים" ו"במדעי הסביבה" ההישג קצת נמוך מהממוצע הלאומי ובשני התחומים "מדעי כדור הארץ" ו"חקירה מדעית" ההישג דומה מאד לממוצע הלאומי.
- ישראל הינה מבין המדינות המשתתפות הבודדות שהישגיהן במדעים **ירדו** בצורה משמעותית בין 1995 ל-1999, בכרבע סטיית תקן של ציונים על סולם 0-1000, בדומה לבולגריה ולתאילנד. ההשוואה נוגעת רק למגזר היהודי. כאשר משווים את ההישגים בין שני המועדים בתחומי התוכן השונים, ההשוואה נעשית באמצעות מספר קטן יחסית של פריטים ואינה מאפשרת חישוב ציוני סבירות. כאן משווים ציוני אחוזים. רואים כי בישראל, כמעט בכל תחומי התוכן, ישנן ירידות בהישגים שאינן מובהקות סטטיסטית, למעט ב"מדעי החיים", תחום שהירידות בו הן החרירות ביותר. גם שמשווים את מקומה של ישראל בדרוג 26 המדינות שהשתתפו במחקר בשני המועדים נמצאה ירידה מתונה במדעים ממקום 19 ב-1995 למקום 21 ב-1999. יש לסייג את ממצא הירידה שכן יתכן שהוא נובע מאומדני יתר ב-1995 עקב דגימה קטנה.
- בישראל רק ל- 7% מהתלמידים ציונים העולים על ציון האחוזון ה-90 הבינלאומי במדעים (בסינגפור - 32%). ל- 28% מהתלמידים בישראל ציונים במדעים הנופלים מציון האחוזון ה-25 הבינלאומי, לעומת 5% בלבד בסינגפור. בין 1995 ל-1999 חלו בישראל ירידות של 4% בשיעור המשיגים-עוברים את חסם האחוזון ה-90 הבינלאומי וירידות של 8% בקרב עוברי חסם האחוזון ה-25 הבינלאומי. ההשוואה נוגעת למגזר היהודי בלבד. משמעות הדבר כי חלה ירידה בשיעור המצטיינים וחלה עלייה בשיעור החלשים.
- בניגוד למתמטיקה, שם לא נרשמו פערים בין בנים ובנות בממוצע הבינלאומי, במדעים יש פער מובהק סטטיסטית בממוצע הבינלאומי של 15 נקודות על סולם 0-1000 לטובת בנים. בישראל קיים פער בסדר גודל דומה, אך הוא אינו מובהק סטטיסטית. הירידות שחלו בין

1995 ל- 1999 במדעים היו גדולות יותר בקרב הבנים (מעל ל- 1/3 סטיית תקן) וכתוצאה מכך הצטמצם בישראל הפער בין בנים לבנות בפרק זמן זה (צמצום הפער לא נבע אפוא מעליית ציוני הבנות אלא מירידות גדולות יותר של ציוני הבנים). ההשוואה בין שני המועדים נוגעת רק למגזר היהודי.

- בהשוואת הישגים במדעים בין המגזר היהודי והמגזר הלא יהודי נמצא פער בסדר גודל של כסטיית תקן (כפי שחושבה במשוב הארצי בכיתה ו' ב- 1999) לטובת תלמידים הלומדים בבתי ספר במגזר היהודי. הממוצע במדעים של תלמידים במגזר היהודי - 50% ובמגזר הלא יהודי - 35%.
- בהשוואת הישגים במדעים בין המגזר היהודי והמגזר הלא יהודי, בזיקה לסוג בית הספר (יסודי - שמונה שנתי או חטיבה), חוזר על עצמו הממצא המורה על הישגים גבוהים יותר לתלמידים במגזר היהודי הלומדים בחטיבות, לעומת בתי ספר יסודיים שמונה שנתיים. היפוכו של דבר במגזר הלא יהודי, שם עולים הישגיהם של תלמידים הלומדים מדעים בבתי ספר יסודיים שמונה שנתיים על אלו הלומדים מדעים בחטיבות.
- כאשר משווים הישגים בין קבוצות של תלמידים בזיקה למדד הטיפוח של בתי ספר בהם הם לומדים, נמצא כי במגזר היהודי הישגי תלמידים בבתי ספר מבוססים ובבתי ספר שבקבוצת הביניים של מדד הטיפוח, דומים זה לזה ושונים רק בהשוואה להישגי הקבוצה החלשה סוציאקונומית. במגזר הלא יהודי ההבדלים בהישגים במדעים מתקיימים בין כל אחת משלוש קבוצות תלמידי בתי הספר. פערי ההישג בין הקבוצה המבוססת ביותר מהבחינה הסוציאקונומית לחלשה ביותר דומים בשני המגזרים ומגיעים לשלושה רבעים של סטיית תקן (כפי שנמצאה מבחני משוב במדעים בכיתה ו' 1999).
- בהשוואת הישגים במדעים (רמת לומדים) של תלמידים במגזר היהודי הלומדים בבתי ספר של הפיקוח הממלכתי, לעומת אלו בממלכתי דתי נמצאו פערים בנושאי המבחן השונים, לטובת אלו הלומדים בבתי ספר של הפיקוח הממלכתי. פערים אלו הם בגודל שבין חמישית סטיית תקן ל- 0.63 סטיית תקן (כפי שחושבה במבחני המשוב בכיתה ו' 1999). ההישג הממוצע הכיתתי במבחן במדעים בממלכתי הינו 51% ובממלכתי הדתי 45% בלבד. הפערים קיימים בכל תחומי המשנה של המבחן.
- כאשר משווים הישגים בין קבוצות של תלמידים בזיקה למדד הטיפוח של בתי הספר בהם הם לומדים, נותרים הפערים בין תלמידים בכל אחת משלוש קבוצות בתי הספר שהוגדרו על פי מדד הטיפוח, לטובת הלומדים בבתי הספר הממלכתיים. הפערים בין הישג התלמידים בבתי הספר בעשירונים הנמוכים (המבוססים) לבין אלו שבעשירונים הגבוהים (הפחות מבוססים מבחינה סוציאקונומיים), גדולים יותר בממלכתי דתי- 1.25 סטיית תקן, מאשר בממלכתי כ- 0.5 סטיית תקן (על פי נתוני משוב ארצי בכיתה ו' 1999).

- המבחן במדעים כלל 150 שאלות. רק 74 מהן הוגדרו כמשקפות את תכנית הלימודים שנלמדה בבתי הספר. הפערים בממוצעים הכיתתיים על פריטים המצויים בזיקה לתכנית הלימודים "נלמדים" לבין ממוצעים המבוססים על הישגים בפריטים זרים לתכנית הלימודים הישראלית "לא נלמדים" במדעים, נמוכים וזניחים. עם זאת ישנם תחומים בהם קיים פער גדול לטובת פריטים המצויים בזיקה לתלמי הישראלית, למשל בפיסיקה (שם רק 12 פריטים "נלמדים" ו-27 "לא נלמדים"), הפער לטובת ההישג בפריטים הנלמדים הינו של 10%. במדעי הסביבה (שם 7 פריטים מוגדרים נלמדים ו-8 לא נלמדים) הפער הינו של 6%. במדעי כדור הארץ עולה ההישג בפריטים ה"נלמדים" (3 פריטים בלבד) על ההישג בפריטים ה"לא נלמדים" (19 פריטים) והפער כאן גדול במיוחד (14%). ייתכן והגדרת הפריטים הנלמדים או שאינם נלמדים בתחום זה אינה מדויקת, שכן ייתכן והנושא נלמד בשיעורי גיאוגרפיה.

לסיכום:

- בשני המקצועות מתמטיקה ומדעים, הישגי כלל התלמידים בישראל (במגזר היהודי ובמגזרים הלא יהודיים) אינם מרשימים.
- ישראל ממוקמת בשליש התחתון של 38 המדינות המשתתפות.
- בין 1995 ל-1999 נרשמו ירידות משמעותיות יותר במתמטיקה ומתוונות יותר במדעים (השוואה נוגעת לאוכלוסיה היהודית בלבד). ירידות גדולות כפי שחלו בישראל חלו רק במדינות בודדות נוספות את הירידות בישראל ניתן אולי להסביר באומדני יתר ב-1995, כתוצאה מדגימה לא תקנית.
- פערי ההישג בין בנים לבנות לטובת בנים קיימים גם במתמטיקה וגם במדעים. הפער במתמטיקה מובהק והינו אחד מהגדולים בעולם. הפער במדעים אינו מובהק ואינו מהגדולים בעולם.
- בישראל ישנם פערי הישגים גדולים בשני המקצועות בין תלמידים של המגזר היהודי והלא יהודי לטובת המגזר היהודי, ובקרב היהודים, בין תלמידים הלומדים בבתי ספר ממלכתיים לבין תלמידים הלומדים בממלכתיים דתיים, לטובת הלומדים בבתי ספר של הפיקוח הממלכתי. פער זה נשמר בדרך כלל גם כאשר מתייחסים למדד הטיפוח של בתי הספר, למעט הישגי תלמידים במתמטיקה בבתי ספר מבוססים שבהם: במגזר הממלכתי דתי ההישגים נמצאו גבוהים במעט בהשוואה לבתי ספר דומים בפיקוח הממלכתי.
- הקיטוב בהישגים הנובע מהבדלים סוציאקונומיים, גדול יותר במגזר הלא יהודי מאשר ביהודי (באחרון אין הבדל בין תלמידים בשתי קבוצות בתי הספר המבוססים והבינוניים) וגדול יותר במגזר הממלכתי דתי לעומת הממלכתי.
- הפער בין ההישג על הפריטים המוגדרים כשייכים לתכנית הלימודים הישראלית לבין פריטים שהוגדרו כזרים לתכנית הלימודים, אינו גדול בשני המקצועות ובמיוחד במדעים.

המורים למתמטיקה

- למעלה ממחצית התלמידים בישראל לומדים אצל מורים למתמטיקה בגילאי 30-50 שנה. 78% מהתלמידים בכיתות ח' לומדים מתמטיקה אצל מורות, שיעור שהוא אחד מהגבוהים בין המדינות המשתתפות (60% ממוצע בינלאומי). הותק הממוצע של מורים למתמטיקה בישראל הינו 15 שנה.
- שיעור הלומדים אצל מורים למתמטיקה שיש להם תואר אקדמי (BA או MA) במתמטיקה או הכשרה להוראת המקצוע הינו 84%, בדומה לממוצע הבינלאומי. שיעור הלומדים אצל מורים שיש להם תעודת הוראה בישראל הינו 90% (לעומת 85% עפ"י ממוצע בינלאומי) ושיעור המורים שיש להם גם תואר אקדמי וגם תעודת הוראה בישראל הינו 77% (לעומת 73% עפ"י הממוצע הבינלאומי).
- הישגי תלמידים במתמטיקה, שלמוריהם תעודת הוראה, עולים ב- 41 נקודות על הישגי תלמידים שמוריהם חסרי תעודת הוראה. הישגי תלמידים במתמטיקה, שמוריהם התמחו במתמטיקה לתואר ראשון, עולים על הישגי תלמידים שהתמחות מוריהם היא במדעים (10-30 נקודות ציון). למידת הביטחון שיש למורה בבואו ללמד מתמטיקה יש קשר עם הישגים לימודיים. הישגי התלמידים שמוריהם נמצאים גבוה על סולם האינדקס המבטא את מידת הביטחון של מורה ללמד מתמטיקה, עולים ב- 24 נקודות ציון (על סולם 0-1000) מהישגי תלמידים שמוריהם נמצאים נמוך על אינדקס זה. נראה איפוא, כי בעוד שלמדדים אובייקטיביים של הכשרה ומוכנות מורה להוראה אין השפעה ברורה על הישגים לימודיים, לתחושות סובייקטיביות של ביטחון בהכשרה יש השפעה. עם זאת כדאי לציין כי תחושה זו הינה תלוית תרבות. בכמה מהמדינות המובילות בהישגים לימודיים, שיעור תלמידי מורים ברמות הגבוהות של אינדקס זה נמצא נמוך (יפן). מנהלים נתבקשו לדווח על המידה שבה מחסור במורים כשירים להוראת מתמטיקה מפריע להוראת המקצוע בבית ספרם. מנהלי 10% מהתלמידים בלבד ציינו כי מחסור זה מפריע במידה מסויימת או רבה. דיווח זה נראה אמין, כי אכן הישגי תלמידים בבתי ספר בהם קיים מחסור במורים כשירים, נמוכים ב- 27 נקודות ציון מהישגי תלמידים בבתי ספר בהם לא קיים מחסור כזה.

- שיעור גדול של תלמידים בישראל לומדים אצל מורים שיש להם ביטחון עצמי רב במוכנותם ללמד מתמטיקה (75%). הנושאים בהם יש שיעור נמוך יחסית של תלמידים שמוריהם חשים ביטחון רב הינם גיאומטריה: סימטריה, תנועות, וטרנספורמציות; הסתברויות פשוטות; יחידות מדידה, מכשירי מדידה ודיוק ויחסים ופרופורציות. גם בנושאים אלו שיעורי התלמידים שלמוריהם ביטחון רב הם כ- 75%-70%.

בישראל - רוב התלמידים (74%) לומדים אצל מורים המאמינים שמתמטיקה הינה בראש ובראשונה דרך פורמלית לייצג את העולם הממשי וקצת פחות מכך (68%), שהמתמטיקה הינה בראש ובראשונה מדריך מעשי ומובנה לטיפול במצבים מציאותיים. על פי הממוצעים הבינלאומיים, רוב התלמידים (84%) לומדים אצל מורים החושבים שמתמטיקה הינה בראש ובראשונה מדריך מעשי ומובנה לטיפול במצבים מציאותיים.

בעוד שביחס לאמונה הראשונה ישראל נמצאת בעמדת ביניים ביחס למדינות האחרות, באמונה השנייה היא נמצאת במקום תחתון ביחס למדינות אחרות.
- יותר תלמידים בישראל מאשר על פי הממוצעים הבינלאומיים (65% לעומת 55%) חושבים שיש ללמד מתמטיקה כקבוצות אלגוריתמים או כללים המכסים את כל האפשרויות. בישראל שיעור נמוך יותר של תלמידים מאשר על פי הממוצעים הבינלאומיים לומדים אצל מורים החושבים, שכדי להצליח במתמטיקה יש לחשוב ביצירתיות, להבין כיצד משתמשים במתמטיקה בחיי יום יום, ולזכור נוסחאות ותהליכים. שיעור גבוה יחסית של תלמידים, בהשוואה לממוצעים הבינלאומיים, לומדים אצל מורים החושבים שכדי להצליח במתמטיקה חשוב להבין מושגים, עקרונות ואסטרטגיות פתרון במתמטיקה ולנמק פתרונות.
- מספר התלמידים הממוצע בכיתות המתמטיקה בישראל 26, נמוך מהממוצעים הבינלאומיים. כמחצית מהתלמידים לומדים בכיתות שמס' התלמידים בהן בין 21 ל- 35 וכשני שלישי מהתלמידים בישראל, בהשוואה לשליש בלבד עפ"י הממוצעים הבינלאומיים, לומדים מכסת זמן גדולה יחסית, בין 3.5 ועד 5 שעות מתמטיקה בשבוע.
- הטרוגניות התלמידים בכיתה (כלכלית, שפת דיבור) וחוסר עניין של תלמידים הינם גורמים שמוריהם של כרגע עד שליש מהתלמידים מדווחים עליהם כעל גורמים המגבילים את ההוראה. אלו גם בין הגורמים המגבילים שנמצאים משפיעים ביותר על ההישגים במתמטיקה בישראל. פער ההישג במתמטיקה בין תלמידים בכיתות שמוריהם מדווחים כי הגורם אינו מגביל לבין כיתות שמוריהם מדווחים שהגורם מגביל מאוד את ההוראה, הינו כ- 0.6 סטיית תקן.

- הדגש הניתן בהוראה על חשיבה מתמטית ופתרון בעיות נמצא בישראל, וגם על פי הממוצעים הבינלאומיים, כקשור בקשר חיובי אך קטן עם הישגים לימודיים. שיעור התלמידים ברמות גבוהות של אינדקס המבטא דגש זה הינו 19% בישראל. ו- 15% ע"פ הממוצעים הבינלאומיים.
- צורות ההוראה השכיחות בשיעורי מתמטיקה כפי שדווחו ע"י התלמידים בישראל הינן:

70%	מורה מראה איך לפתור על הלוח
82%	מורה משתמש בלוח
77%	מורה נותן שיעורי בית
- צורות אלו שכיחות פחות על פי הממוצעים הבינלאומיים. הישגיהם של תלמידים בישראל בכיתות בהן צורות אלו נהוגות בשכיחות גבוהה, עולים בכמחצית סטיית תקן על הישגי תלמידים שבכיתותיכם הצורות נהוגות בשכיחות נמוכה.
- בכיתות מתמטיקה בישראל נפוצות בו זמנית כמה צורות של אירגון הוראה. כ- 40% מהתלמידים לומדים בכיתה שלמה בהנחיית מורה וכ- 40% באופן יחידני בהנחיית מורה. רק כשליש מהתלמידים לומדים בקבוצות קטנות. מבין שלוש צורות אלו, הצורה היחידה המשפיעה באורח חיובי על הישגי התלמידים הינה הצורה שבה הכיתה לומדת ככיתה שלמה בהנחיית מורה.
- בישראל בשיעורי המתמטיקה שכיח מאוד השימוש במחשבוניים ופחות שכיח השימוש במחשבים. בעוד שהקשר בין הישגי תלמידים ושכיחות השימוש במחשבוניים אינו חד משמעי, שכיחות השימוש במחשבים ושכיחות השימוש ברשת נמצאים קשורים באופן בינוני עם הישגים לימודיים. ההישגים של לומדים בכיתות בהן תדירות התקשוב גבוהה, עולים בכרבע עד שליש סטיית תקן של סולם ציוני הסבירות על הישגי תלמידים שבכיתותיהם שכיחות התקשוב נמוכה.
- בישראל שיעור גבוה של תלמידים לומדים אצל מורים השמים דגש על שיעורי בית (51%) קיים קשר חיובי בין הישגים לימודיים במתמטיקה ומתן דגש על שיעורי בית.
- מבין דרכי ההערכה הנקוטות בשיעורי מתמטיקה בישראל, שכיחים ביותר מבחני מורה סגורים ופתוחים. מורים מתבססים בהערכותיהם גם על השתתפות התלמידים בכיתה וגם על שיעורי בית. אלו גם צורות ההערכה השכיחות על פי הממוצעים הבינלאומיים.

המורים למדעים

- למעלה ממחצית התלמידים בישראל לומדים אצל מורי מדעים בגילאי 50-30. 83% מהתלמידים בישראל לומדים מדעים אצל מורות. זהו אחד השיעורים הגבוהים בין המדינות המשתתפות (58% ממוצע בינלאומי). הוותק הממוצע של המורים למדעים בישראל הוא 14 שנים.
- 95% מהתלמידים בישראל לומדים אצל מורי מדעים שיש להם תואר אקדמי (BA או MA) או שהינם בוגרי תכנית הכשרת מורים. שיעור זה הוא מהגבוהים בעולם. 91% מהתלמידים לומדים אצל מורים שיש להם תעודת הוראה ו-86% מהתלמידים לומדים אצל מורים שיש להם גם תואר אקדמי וגם הכשרה בהוראה, שיעור שאף הוא גדול בהשוואה לממוצע הבינלאומי. מכל האמור עד כה נראה שהכשרתם הפורמלית של המורים למדעים הינה טובה.
- בישראל ההישגים הלימודיים של תלמידים הלומדים אצל מורים בעלי תארים מתקדמים (MA) גבוהים רק במעט, 12 נקודות (על סולם 0-1000), משל הישגי תלמידים שמוריהם בעלי תארים אקדמיים נמוכים יותר. ההישגים של תלמידים למורים בעלי תעודת הוראה עולים אך במעט על הישגי תלמידים למורים ללא תעודת הוראה. ההישגים במדעים של תלמידים שמוריהם למדו כימיה עולים במעט על הישגי תלמידים למורים שהתמחו בביולוגיה, בפיסיקה או במתמטיקה.
- למידת הביטחון שיש למורה בבואו ללמד מדע יש קשר עם הישגים לימודיים. רק 15% מהתלמידים בישראל לומדים אצל מורי מדעים שחשים רמת ביטחון גבוהה על פי אינדקס המבטא זאת (20% על פי הממוצעים הבינלאומיים). הישגיהם של תלמידים אלו עולים ב-20 נקודות ציון (על סולם 0-1000), על הישגי תלמידים למורים הנמצאים נמוך על אינדקס זה. נראה איפוא, כי למדדים הפורמליים של הכשרה והכנת מורה להוראה אין השפעה גדולה על הישגים לימודיים ואילו לתחושת הביטחון של המורה יש השפעה מסויימת. עם זאת, תחושה סובייקטיבית של ביטחון הינה תלויה תרבות, ודווקא בכמה מהמדינות המובילות בהישגים לימודיים, שיעור תלמידים למורים ברמות גבוהות של האינדקס נמצא נמוך (לדוגמא יפן).
- כאשר משווים את שיעור התלמידים שמורי המדעים שלהם חשים ביטחון במוכנותם ללמד נושאים שונים במדעים, נמצאו שיעורי תלמידים גדולים יחסית שמוריהם חשים ביטחון במוכנותם ללמד ביולוגיה וכימיה ונמוכים מאוד בפיזיקה (אור), במדעי כדור הארץ ובלמודי הסביבה. נראה שאלו נקודות תורפה בהכשרת המורים למדעים.

• מנהלים דיווחו על המידה שבה נפגעת ההוראה בביה"ס עקב מחסור במורים הכשירים ללמד מדעים. בישראל מנהלי 42% מהתלמידים ציינו כי בבתי ספרם נפגעת ההוראה עקב חוסר בכוח אדם מיומן ללמד מדעים. בישראל הפער בין ההישגים של תלמידים מבתי ספר שבהם קיים מחסור במורים כשירים ללמד מדעים, על פי דיווח המנהלים, לבין הישגי תלמידים מבתי ספר שבהם לא קיים מחסור במורים כשירים ללמד מדעים, הינו גדול ומגיע ל- 32 נקודות ציון.

• בישראל כשלושה רבעים מהתלמידים לומדים אצל מורים החושבים שמדע הינו בראש ובראשונה דרך פורמלית לייצג את העולם הממשי וכשלושה רבעים אצל מורים החושבים שמדע הינו בראש ובראשונה מדריך מעשי ומובנה לטיפול במצבים מציאותיים. נראה איפא שמורים רבים בישראל נוטים להחזיק בשתי אמונות גם יחד.

ישראל, בהשוואה למדינות אחרות, תופסת עמדת אמצע ביחס לאמונה הראשונה ועמדה נמוכה ביותר ביחס לאמונה השנייה. אמונות אלו באות לידי ביטוי בחשיבות שמייחסים מורים לגורמים שונים, כמשפיעים על הצלחה בלימודי מדעים. כ- 86% מהתלמידים לומדים אצל מורים שחושבים שכדי להצליח במדעים חשוב מאוד להבין מושגים, עקרונות ואסטרטגיות במדע וכ- 80% חושבים שכדי להצליח במדעים צריך להבין כיצד משתמשים במדע בחיי יום. גם ההיבט הפורמלי וגם ההיבט המעשי בלימודי מדע נחשבים איפוא, כמכריעים בהצלחה לימודית במדעים.

• בישראל 28 תלמידים בממוצע בכיתות מדעים ורוב התלמידים לומדים בכיתות שבהן 21-32 תלמידים.

בישראל מוקדשות 98 שעות לימוד בשנה להוראת מדע בכיתות ח', בהן הוא נלמד כמקצוע משולב. שיעור זה נמוך מהממוצע הבינלאומי בקבוצה זאת של ארצות (120 ש). אין קשר ברור בין עליה במכסת השעות המוקצות וההישג הלימודי במדעים. שיעורי תלמידים שמוריהם תופסים גורמים שונים כמגבילים את הוראת המדעים בכיתה, נמוך בהשוואה למתמטיקה. למרות שכיחותם הנמוכה, הגורמים שנראים כמגבילים ביותר הישגים לימודיים במדעים קשורים בתלמידים: חוסר עניין, מורל נמוך ותחושת איום אישי על ביטחון מורה או תלמידים בביה"ס.

• שיעור התלמידים בישראל שמוריהם מדגישים בכל או ברוב השיעורים מתן הסברים, וייצוג וניתוח קשרים ע"י שימוש בטבלאות וגרפים, עולה על הממוצעים הבינלאומיים. בכיתות בהן יש הדגשת יתר של מטלות כאלו, ההישגים גבוהים יותר בהשוואה לכיתות בהן המטלות פחות מודגשות.

• פותח אינדקס המבטא את מידת הדגש שהמורים נותנים לפיתוח חשיבה מדעית ופתרון בעיות. מוריהם של 15% מהתלמידים בישראל מצויים ברמות גבוהות של אינדקס זה, בדומה לממוצע הבינלאומי. בישראל, בניגוד לממוצעים הבינלאומיים, הישגי תלמידים שמוריהם ברמה הנמוכה של האינדקס **עולים** על הישגי התלמידים שמוריהם ברמתו הגבוהה ב- 52 נקודות ציון.

• הדגמת ניסויים וביצוע ניסויים תופסים כרבע מזמן ההוראה במדעים, הרצאה כרבע מהזמן ועבודת תלמידים עצמית או מונחית ע"י מורה כ- 30% מהזמן. 79% מהתלמידים מעידים כי בכיתותיהם מורים מדגימים ניסויים כמעט תמיד או לעיתים תכופות ו- 56% מהתלמידים מעידים כי בכיתותיהם התלמידים מבצעים בעצמם ניסויים.

• פותח אינדקס המבוסס הן על תגובות תלמידים והן על תגובות מורים והמבטא את כל ההיבטים של עבודה חוקרנית במעבדה. בישראל רק 26% מן התלמידים לומדים אצל מורים ברמות הגבוהות של אינדקס זה. פער ההישגים בין תלמידים אלו לבין תלמידים שמוריהם ברמות הנמוכות של האינדקס הינו 47 נקודות.

• מוריהם של 81% מהתלמידים בישראל מייחסים חשיבות רבה להבנת שימושי מדע בחיי היום יום אך רק 45% מהתלמידים מדווחים כי מוריהם נוהגים כמעט תמיד או לעיתים תכופות להשתמש בנושאים מחיי היום יום בשיעורי מדע. ההישגים של תלמידים אלו **נופלים** מהישגיהם של תלמידים שבכיתותיהם ניתן דגש מועט לעניין זה ב- 29 נקודות ציון (על סולם 0-1000).

• בשיעורי מדע משתמשים המורים כנראה בכמה צורות ארגון הוראה באותו שיעור. הוראה לכיתה שלמה ניתנת לשליש או ליותר מהתלמידים. הוראה בקבוצות עם סיוע מורה ל- 29% וללא סיוע מורה ל- 10% מהתלמידים. בכיתות בהן ההוראה מאורגנת בקבוצות בשכחות רבה, ההישגים גבוהים יותר מאשר בכיתות בהן שכחות העבודה בקבוצות נמוכה. לעומתן, בכיתות בהן הכיתה לומדת בשלמותה בשכחות רבה, ההישגים נופלים בהשוואה לכיתות בהן צורת הוראה זו אינה שכיחה.

• 21% מהתלמידים בישראל מעידים כי בכיתותיהם נעשה שימוש תכוף במחשבים. זהו שיעור גבוה בהשוואה למדינות אחרות (רק בארצות הברית שיעור דומה). ל- 42% מהתלמידים יש גישה לאינטרנט מבתיים, שיעור שהוא גבוה מאוד בהשוואה לממוצע הבינלאומי- 19%.

• בישראל שיעור גבוה יחסית של תלמידים לומדים אצל מורים הנותנים שיעורי בית המבוססים על ספרי הלימוד. פותח אינדקס המתאר תכיפות מתן שיעורי הבית ומשך הזמן הנדרש לכך. 15% מהתלמידים לומדים אצל מורים ברמות הגבוהות של אינדקס זה. זוהי עמדת אמצע בהשוואה למדינות האחרות.

• משקל רב בדרכי ההערכה הנקוטות ע"י המורים בשיעורי מדע הם מבחני מורה סגורים ופתוחים, ביצועי תלמידים בעבודות פרויקט והשתתפות תלמידים בכיתה.

תכנית הלימודים

- ההחלטות הקוריקולריות מתקבלות בישראל ברמה הארצית.
 - תכנון לימודי ריכוזי מחייב מנגנוני תמיכה ובקרה. המנגנונים המופעלים בישראל כוללים: הכשרת מורים, השתלמויות, מערכת לאישור ספרי לימוד, מדריכים פדגוגיים למורה (לא במתמטיקה), חוזרי מנהל כללי, פיקוח ומפקחים, מבחני משוב.
 - תכנית הלימודים במתמטיקה הוכנסה למערכת בשנת 1990 ומאז לא הוכנסו בה שינויים מהותיים. כך המצב בשמונה מדינות נוספות: צ'ילה, קפריסין, הונג קונג, הונגריה, אירן, מקדוניה, פיליפינים ומלזיה, בהן נמצאות במערכת תכניות לימודים מאז שנות ה-80. בשאר 29 המדינות המשתתפות במחקר חלו בשנות ה-90 שינויים קוריקולריים. לעומת זאת הוכנסה בישראל תכנית לימודים חדשה במדעים בשנים 1997, 1998, ובשנת המחקר היא היתה בשלבי הפעלה ראשוניים.
 - כ-2/3 מהתלמידים לומדים מתמטיקה בין 3.5 ל-5 שעות בשבוע (ממוצע בינלאומי 34%) וכ-2/3 תלמידים לומדים מדעים בין 2 ל-3.5 שעות בשבוע (ממוצע בינלאומי 59%). במתמטיקה יש מגמה של ירידה בשיעור הזמן מכיתה ד' לח' ובמדעים עלייה בשיעור הזמן מכיתה ד' לח'.
 - במדעים נהוג בישראל לסגל את אותה תכנית לימוד לצרכי לומדים שונים בכיתה - הקבוצות בתוך הכיתה. במתמטיקה נהוג להורות את אותה תכנית, אך ברמות קושי שונות לקבוצות תלמידים שמתקבצים מכיתות שונות.
 - מפקחים נתבקשו לציין באיזו מידה ניתן בתכנית הלימודים דגש לדרכי הוראה או לגישות קוריקולריות.
- במדעים צוינו דגשים מרכזיים רבים: הבנת מושגים, שימוש במעבדות וציוד, ביצוע ניסויים, תכנון וביצוע חקירות, דיווח בכתב ובע"פ על דרכים ומתן הסברים, הוראה בגישת STS, אינטגרציה עם מקצועות לימוד אחרים בביה"ס, הוראה בגישת נושאים והפעלת גישה רב תרבותית בהוראת מדעים. דגש בינוני ניתן על פי מקור זה להקניית ידע בסיסי ולהערכת תלמידים.
- במתמטיקה צוינו רק שלושה דגשים מרכזיים: שליטה במיומנות יסוד, הבנת מושגים מתמטיים והערכת למידת הלומדים. דגש בינוני ניתן להוראת מתמטיקה בסיטואציות יום יום ולהדגשת היבטים רב תרבותיים.

תכנית לימודים מיועדת ותכנית לימודים מופעלת

דיווחי מפקחים ודיווחי מורים על כיסוי תכנים והתאמת פריטי המבחן לתכנים נלמדים מגלה את העובדות הבאות:

על פי דיווחי הפיקוח במתמטיקה -

41% בלבד מרשימת תכנים במתמטיקה ששרתו את המחקר נמצאו תואמים תכנים הנלמדים בישראל. הממוצע הבינלאומי של שיעור תכנים שנמצאו תואמים את תכניות הלימודים בעולם הינו 75%.

על פי דיווחי המורים, שיעור גבוה יותר של תכנים נלמדו עד כיתה ח' או קודם לכן. התחומים שבהם כוסו פחות מ- 2/3 מהנושאים הם במדידות- נפח; בייצוג נתונים ניתוח והסתברות- הבנת וחישוב הסתברות פשוטה; בגיאומטריה - סימטריה וטרנספורמציה, צורות תלת מימדיות.

76% מפריטי המבחן במתמטיקה תואמים תכנים שנלמדו בכיתה ח' או קודם לכן.

על פי דיווחי הפיקוח במדעים-

57% בלבד מרשימת התכנים במדעים ששרתו את המחקר נמצאו תואמים את התכנים הנלמדים בישראל. הממוצע הבינלאומי של שיעור התכנים התואמים הינו 63%. גם על פי דיווחי מורים שיעור נמוך של תכנים במדעים נלמדו בכיתה ח' או קודם לכן. בתחומים מרכזיים נלמד בהרחבה כפי הנראה תוכן אחד או שניים בלבד והשאר לא טופלו. במדעי החיים יש כיסוי לנושאים מגוף האדם, בפיסיקה יש כיסוי לנושאים העוסקים בתכונות פיסיקליות של החומר, המבנה החלקיקי, חשמל ומגנטיות, בכימיה - מיון חומרים ומבנה החומר. בסביבה ומשאבים - כיסוי נמוך ובמהות המדע כיסוי רב של כל התכנים, למעט טיפול בבעיות מדידה.

49% מפריטי המבחן תואמים תכנים שנלמדו בכיתה ח' או קודם לכן.

תואמות המבחן במדעים בתכנית הלימודים המיועדת וגם לזו המופעלת בישראל הינה נמוכה גם בהשוואה לממוצעים הבינלאומיים.