



הכנסת

מרכז המחקר והמידע

## החינוך למדעים ולטכנולוגיה

מוגש לוועדת המדע והטכנולוגיה

ג' בשבט תש"ע

18 בינואר 2010

**כתיבה: רועי גולדשמידט**

אישור: שרון סופר, ראש צוות

עריכה לשונית: מערכת "דברי הכנסת"

הכנסת, מרכז המחקר והמידע

קריית בן-גוריון, ירושלים 91950

טל': 02 - 6408240/1

פקס: 02 - 6496103

[www.knesset.gov.il/mmm](http://www.knesset.gov.il/mmm)

## תמצית

מסמך זה נכתב לקראת דיון בוועדת המדע והטכנולוגיה של הכנסת ב-19 בינואר 2010 בנושא "החינוך למדעים ולטכנולוגיה". המסמך מציג בתמצית את מצב לימודי המדעים בבתי-הספר העיוניים,<sup>1</sup> בהתייחסות למספר שעות הלימוד, תוכני הלימוד, שיעור הלומדים, הישגיהם וכוח ההוראה. נושא לימודי המדעים הוא נושא רחב היקף, ולצורך מסמך זה התמקדנו בלימודי פיזיקה, כימיה, ביולוגיה, מדע וטכנולוגיה בחברה (מוט"ב) ומדעים וטכנולוגיה, אף-על-פי שבמשרד החינוך קיימות עוד כמה תוכניות ומגמות לימוד הקשורות לתחומי המדעים.

### מהמסמך עולים, בין היתר, הממצאים האלה:

- מסגרת השעות המומלצת ללימודי מדעים וטכנולוגיה בבתי-הספר היסודיים על-פי תוכנית הלימודים היא: 3–4 שעות שבועיות (להלן ש"ש) בכיתות א'–ב'; 4–5 ש"ש בכיתות ג'–ד'; ו-5–6 ש"ש בכיתות ה'–ו'. על-פי תוכנית הליבה, תלמידי בתי-הספר היסודיים בכל המגזרים אמורים ללמוד לא פחות מ-3 ש"ש בכל כיתה בכיתות א'–ו'. היקף הלימודים בפועל משתנה בין המגזרים ובין זרמים בחינוך היהודי (חינוך דתי לעומת חינוך חילוני) ובחלק מן המקרים היקף השעות איננו הולם אף את תוכנית הליבה, בין השאר בשל מחסור בשעות הוראה. על-פי תוכנית הלימודים שיעורי מדע וטכנולוגיה אמורים להתקיים, מכיתה ג' ואילך, בחדר מעבדה. לא נתקבלו ממשרד החינוך נתונים על מידת יישום הנחיה זו.
- ועדת הררי המליצה כי היקף לימודי המדע והטכנולוגיה (מו"ט) בחטיבות-הביניים יהיה כ-6 ש"ש, וכך גם הוגדר בתוכנית הלימודים. על-פי חוזר מנכ"ל, מכסת השעות המינימלית המחייבת בלימודי מדע וטכנולוגיה בחטיבות-הביניים היא 4 ש"ש בכיתה ז' ו-5 ש"ש בכל שנה בכיתות ח'–ט'. כיום, במקום 6 השעות השבועיות שיועדו למקצוע זה, נלמדות לכל היותר 4 שעות שבועיות בכל אחת מהכיתות ז'–ט', ובמקרים רבים אף הרבה פחות מזה.
- לפי תוכנית הלימודים אמורים כלל תלמידי התיכון ללמוד בכיתה י', כחלק מלימודי החובה, 9 שעות שבועיות בתחומי המדעים (פיזיקה, כימיה וביולוגיה). בפועל, בחלק ניכר מבתי-הספר אין לימודי מדעים בכיתות י', למעט לתלמידי המגמות המדעיות.
- בניגוד להמלצות דוח "מחר 98" (דוח הררי) כי כל תלמיד שאינו לומד במגמת מדעים ילמד בתיכון לימודי מדע וטכנולוגיה בחברה (מוט"ב), בפועל אין כיום חובת לימודי מוט"ב.
- כיום אין חובת לימודי מעבדה בכימיה, עקב בעיה של אי-תגמול המורים על העבודה הנוספת – בניגוד לחובת לימודי מעבדה בפיזיקה וביולוגיה.
- בין 10% ל-15% מכלל הניגשים לברגות ניגשים לברגות בכל אחד מתחומי המדעים (פיזיקה, כימיה וביולוגיה). רוב הניגשים בוחרים ברמה הגבוהה (5 יח"ל).
- שיעור העוברים בהצלחה את בחינות הברגות במדעים מכלל הניגשים אליהן גבוה, ושומר על יציבות בשנים תשס"ו–תשס"ח: 99% בביולוגיה, 97%–98% בפיזיקה וכ-97% בכימיה.
- ציוני בחינות המיצ"ב ומבחנים בין-לאומיים משקפים פערים עמוקים במערכת החינוך בין תלמידים ממגזרים שונים ובין תלמידים מרקע חברתי-כלכלי שונה.

<sup>1</sup> למרות האמור, נתוני מבחני הברגות במדעים כוללים גם שיעור ניכר של תלמידים בבתי-ספר טכנולוגיים.



- שיעור לימודי המדעים, באחוזים, מכלל שעות החובה בישראל, בהשוואה למדינות נבחרות, גבוה במעט מממוצע מדינות ה-OECD ודומה למדינות אחרות בקרב גילאי 9-11, אך נמוך מן השיעור המקובל באותן מדינות בקרב גילאי 12-14.
- **מספר המורים במקצועות המדעיים פיזיקה, כימיה וביולוגיה בחטיבה העליונה קטן עם השנים:** בפיזיקה, מ-967 מורים בשנת 1996 ל-827 מורים ב-2008; בכימיה, מ-794 מורים ב-1996 ל-660 מורים ב-2008 ובביולוגיה, מ-1,141 מורים ב-1996 ל-1,117 מורים ב-2008. **גילם הממוצע של המורים למדעים בחטיבה העליונה עלה. בשנת 2008 היה הגיל הממוצע של מורי הפיזיקה 47.6, של מורי הכימיה 46.2 ושל מורי הביולוגיה 44.8. גילם הממוצע בשנת 2006: 43.2 בפיזיקה, 41.5 בכימיה ו-41 בביולוגיה.**

## 1. רקע

יש שתי מטרות מרכזיות ללימודי מדעים בבתי-הספר. על-פי הראשונה, הבסיסית והכללית ביותר, **החינוך המדעי הוא אמצעי להקניית ידע וכלים הכרחיים לאזרח במאה ה-21.** לימודי המדע בבתי-הספר על-פי גישה זו הם צורך בסיסי, ללא קשר הכרחי לעיסוק האקדמי או המקצועי העתידי של התלמיד. על-פי השנייה, **החינוך המדעי בבתי-הספר הוא הכנה לעתיד בצבא, באוניברסיטה ובתעשייה.** הצבא עושה כיום, עוד יותר מבעבר, שימוש בטכנולוגיות עתירות ידע, ונזקק לחיילים בעלי ידע בסיסי במקצועות המדעיים. ככל שרמת הידע של המתגייסים לצבא נמוכה יותר, הצבא נזקק למשאבים גדולים יותר ולזמן רב יותר בהליך ההכשרה של המתגייסים. בדומה לכך, תלמידי המדעים העתידיים באוניברסיטאות נדרשים גם הם לידיע שיהווה בסיס לידיע המתקדם שירכשו באוניברסיטה. נוסף על כך, בכל הנוגע ללימודים גבוהים, היעדר ידע כזה עשוי להגביל מראש את תחום העניין של הסטודנטים ולכן להקטין את מספר הלומדים מקצועות אלה, אשר הם בסיס הידע של המחקר בתחומי המדעים המדויקים.

השכלה איננה מתחילה באוניברסיטאות אלא בבתי-הספר. שיפור רמת ההישגים בבתי-הספר ועידוד רכישת ידע מדעי בסיסי באמצעות לימודים במגמות מדעיות צפויים להשפיע לחיוב הן על המשך המצוינות האקדמית והן על הכלכלה הישראלית, התלויה רבות בכוח-אדם איכותי, עתיר ידע. מחקרים שונים מצביעים על קשר ברור בין השכלה ומוביליות חברתית וזהו עוד נימוק לחשיבותם של לימודים בית-ספריים ברמה נאותה. לימודים אלה ידגישו את המסוגלות של התלמיד ויובילו אותו לבחור להמשיך ולהעשיר את ידיעותיו על-ידי לימודים מתקדמים.

בנובמבר 1990 מונתה על-ידי שר החינוך והתרבות דאז זבולון המר ז"ל ועדה לבדיקת מצב לימודי המדעים. **דוח הוועדה העליונה לחינוך מדעי וטכנולוגי – "מחר 98"** (המכונה גם "דוח הררי", על שם יו"ר הוועדה, פרופ' חיים הררי, שהיה אז נשיא מכון ויצמן למדע) **הוגש באוגוסט 1992** לשרת החינוך דאז שולמית אלוני. בין ההמלצות המרכזיות בדוח זה:

- מדע וטכנולוגיה לכול: יש להקנות חינוך מדעי ודרכי חשיבה מדעית לכל התלמידים מגן הילדים ועד החטיבה העליונה, ובכלל זה תלמידים שאינם ניגשים לבחינות הבגרות במדעים ותלמידים בנתיב הטכנולוגי.
- יש להנהיג מקצוע משולב של מדע וטכנולוגיה בהיקף רחב של 6 ש"ש לתלמיד בכל אחת מכיתות חטיבת-הביניים.



בעקבות המלצות הוועדה הוכנה תוכנית חדשה למקצוע המשולב בחטיבת-הביניים: מדע וטכנולוגיה. תוכנית זו נשענה ביסודה על התוכניות בביולוגיה ובפיזיקה-כימיה שגובשו בשנות ה-80 אך נוספו בה נושאים נוספים וכן פרקים בטכנולוגיה. תוכנית זו היא בין-תחומית, כלומר היא מאפשרת למורה חופש ליצור רצף בין מקצועות הלימוד המדעיים (על מאפיין זה של התוכנית מושמעת כיום ביקורת מצד אנשי מדע, כפי שיפורט להלן).

בחטיבה העליונה השינוי העיקרי היה בהנהגת מקצוע חדש: מוט"ב – מדע וטכנולוגיה בחברה המודרנית. הכוונה היתה למקצוע שילמדו בכל בתי-הספר, בנתיבים העיוניים והטכנולוגיים, התלמידים שאין בכוונתם להמשיך בלימודים בכיוון מדעי-טכנולוגי, ואשר יקנה לתלמידים אלה מיומנויות בסיסיות של חשיבה מדעית.

## 2. תוכנית הלימודים ושעות הלימוד

על-פי מבנה לימודי המדעים כיום, מגיל הגן ועד לסיום חטיבת-הביניים התלמידים לומדים מקצוע מאוחד הנקרא "מדע וטכנולוגיה", ובגיל התיכון יכולים התלמידים לבחור בין מגמות שונות ותחומי התמחות בהיקפים שונים, כפי שיובהר להלן.

### 2.1. לימודי מדע וטכנולוגיה בבית-הספר היסודי<sup>2</sup>

תוכנית הלימודים בבתי-הספר היסודיים, לימודי מדע וטכנולוגיה, אמורה לספק לתלמידי בתי-הספר ידע בסיסי ואינטגרטיבי בנושאי מדע, טכנולוגיה וחברה. לבד מן הידע הנדרש אמורים הלימודים לפתח מיומנויות חשיבה ולמידה. אופי הלימודים יוצר במכוון חזרה על נושאים במסגרת הרב-שנתית, בדגשים שונים, בהתאם לתחום הספציפי שבו עוסק הלימוד ובהדגשת הרלוונטיות של הנושא לחיי התלמידים ולמציאות כיום.

תוכנית הלימודים מעוגנת במסמך סטנדרטים, שמוגדרים בו היעדים והמטרות של הלמידה: מה על התלמידים לדעת ומה הם אמורים להיות מסוגלים לבצע.

**מסגרת השעות המומלצת על-פי תוכנית הלימודים היא 3–4 ש"ש בכיתות א'–ב'; 4–5 ש"ש בכיתות ג'–ד'; 5–6 ש"ש בכיתות ה'–ו'. על-פי תוכנית הליבה, תלמידי בתי-הספר היסודיים בכל המגזרים אמורים ללמוד לא פחות מ-3 ש"ש, בכל כיתה בכיתות א'–ו'.**

מבדיקה אקראית ולא מייצגת עולה כי היקף הלימודים בפועל משתנה בין מגזרים ובין זרמים בחינוך היהודי (חינוך דתי מול חינוך חילוני), ובחלק מן המקרים היקף השעות איננו הולם אף את תוכנית הליבה, בין השאר בשל מחסור בשעות הוראה. יצוין כי על-פי תוכנית הלימודים, אין חובה שמורים למדע ולטכנולוגיה בכיתות א'–ב' יהיו בעלי הכשרה ספציפית בתחום. לעתים קרובות מורים אלו הם מחנכי הכיתה שלהם מעט הכשרה ייעודית בתחום המדעים.

**על-פי תוכנית הלימודים שיעורי מדע וטכנולוגיה אמורים להתקיים, מכיתה ג' ואילך, בחדר ייעודי למטרה זו (מעבדה). לא נתקבלו ממשד החינוך נתונים על מידת יישום ההנחיה.**

### 2.2. לימודי מדע וטכנולוגיה בחטיבות-הביניים

<sup>2</sup> הגב' שושי כהן, מפמ"רית מדע וטכנולוגיה, משרד החינוך, שיחת טלפון, 14 בינואר 2010.



כאמור, לימודי המדע והטכנולוגיה (מו"ט) המונהגים כיום בחטיבות-הביניים הם פועל יוצא של המלצות דוח ועדת הררי. בדוח הומלץ על "איגום כל שעות המדע, האומנויות ומלאכות בחטיבת-הביניים לכלל מקצוע משולב אחד, שייקרא מדע וטכנולוגיה". ועדת הררי המליצה כי היקף הלימודים יהיה כ-6 ש"ש, וכך גם הוגדר בתוכנית הלימודים.<sup>3</sup>

בפועל תוכנית זו איננה מיושמת ולא יושמה גם בעבר. על-פי מחקר שפורסם ב"הד החינוך",<sup>4</sup> כבר בעת יישום הפרויקט הוקצו 3 ש"ש בלבד בכיתה ז', 3 ש"ש בכיתה ח' ו-5 ש"ש בכיתה ט'. על-פי חוזר מנכ"ל מאפריל 2009,<sup>5</sup> מכסת השעות המינימלית המחייבת בלימודי מדע וטכנולוגיה בחטיבות-הביניים היא 4 ש"ש בכיתה ז' ו-5 ש"ש בכל שנה בכיתות ח'–ט' – כפי שנקבע במפורש בתוכנית הליבה לחטיבות-הביניים. **כיום במקום 6 השעות השבועיות שעליהן המליצה ועדת הררי ועל אף היקף השעות שנקבע בחוזר מנכ"ל, נלמדות לכל היותר 4 שעות שבועיות בכל אחת מהכיתות ז'–ט', ובמקרים רבים אף הרבה פחות מזה.**

**יש לציין כי מבקר המדינה התייחס לנושא בדוח שפורסם במאי 2009, וציין כי מקצוע המדעים והטכנולוגיה אינו נלמד בבתי-הספר היסודיים ובחטיבות-הביניים בהיקף השעות שקבע משרד החינוך (זהו אחד מ-26 המקצועות שלגביהם מצא המבקר ממצא כזה).<sup>6</sup>**

לדברי מפמ"רית מדע וטכנולוגיה, הגב' שושי כהן, סקר שנערך בכל חטיבות-הביניים על-ידי מינהל מדע וטכנולוגיה מעלה כי אכן חלק מחטיבות-הביניים אינן מקיימות את הנחיות משרד החינוך, והנושא מצוי בטיפול.<sup>7</sup>

בתשובת ד"ר ויניק – עד לאחרונה מנהלת מינהל מדע וטכנולוגיה במשרד החינוך – על פניית מרכז המחקר והמידע של הכנסת ביוני 2009, נמסר כי במסגרת הגדרת היעדים הנוכחיים של משרד החינוך נקבע כי תתוגבר הקצאת שעות הלימוד למקצועות היסוד, ובתוך כך למקצוע המדעים בחטיבות-הביניים. על-פי החלטה זו, משנת הלימודים הנוכחית, תש"ע (2009/10), יוקצו בהדרגה שעות לימוד לתגבור לימודי המדע והטכנולוגיה בכיתות ז'–ט': תחילה יוקצו שעות לשם הבטחת לימודים בהיקף של 4 ש"ש בכל כיתות ז' במערכת החינוך, ולאחר מכן, בשנים תשע"א–תשע"ב, יוקצו שעות לימוד לשם הבטחת לימודים בהיקף של 5 ש"ש בכיתות ח' ובכיתות ט'.<sup>8</sup>

**כל שיעורי מו"ט בחטיבת-הביניים אמורים, על-פי תוכנית הלימודים, להתקיים בחדר מדע וטכנולוגיה (מעבדה). לא ברור מהי מידת יישומה בפועל של הנחיה זו.**

לבד מסוגיית מספר שעות הלימוד, הועלו ביקורות בנושאים שונים על תוכנית הלימודים ועל יישומה. **לטענתו של פרופ' גלילי, יו"ר ועדת המקצוע בפיזיקה, מקצוע המדע והטכנולוגיה הנלמד כיום**

<sup>3</sup> הגב' שושי כהן, מפמ"רית מדע וטכנולוגיה, משרד החינוך, שיחת טלפון, 14 בינואר 2010.

<sup>4</sup> דיוויד פורטס, רוני מועלם ותמי לוי נחום, "מחר '98", **הד החינוך** (יוני 2009), באתר האינטרנט של הסתדרות המורים: <http://www.itu.org.il/Index.asp?ArticleID=13581&CategoryID=1526&Page=1>, כניסה: 13 בינואר 2010.

<sup>5</sup> חוזר מנכ"ל תשס"ט/8(א), תוכנית היסוד (הליבה) לחטיבות-הביניים בחינוך העל-יסודי, 1 באפריל 2009.

<sup>6</sup> מבקר המדינה, **דוח שנתי 59 לשנת 2008 ולחשבונית שנת הכספים 2007**, מאי 2009, עמ' 784.

<sup>7</sup> הגב' שושי כהן, מפמ"רית מדע וטכנולוגיה, משרד החינוך, שיחת טלפון, 14 בינואר 2010.

<sup>8</sup> ד"ר חנה ויניק, מנהלת מינהל המדע והטכנולוגיה, משרד החינוך, שיחות טלפון, 14 ו-15 ביוני 2009, בתוך: מרכז המחקר והמידע של הכנסת, לימודי המדעים בחינוך העל-יסודי: מצב לימודי הפיזיקה, כתב יובל וורגן, 15 ביוני 2009. <http://www.knesset.gov.il/MMM/data/docs/m02296.doc>, כניסה: 13 בינואר 2010.



בחטיבות-הביניים אינו מיושם באופן אינטגרטיבי כפי שתוכנן, בין היתר משום שרבים מהמורים המלמדים אותו הוכשרו כמורים לביולוגיה ונטייתם הטבעית היא ללמד את התחום שבו הם בקיאים יותר, על חשבון תחומים אחרים.<sup>9</sup>

במחקר שפורסם ביוני 2009 ב"הד החינוך"<sup>10</sup>, והוזכר לעיל, צוין כי תמונת המצב היום היא ש"ההוראה ברוב המקרים דיסציפלינרית ומתמקדת בידע מדעי ולא במו"ט". בין הסיבות שמונים מחברי המחקר ליישום החלקי מאוד של המלצות ועדת הררי בנושא: עמימות המושג טכנולוגיה ודגשים שונים שניתנו ליישומם בלימודים; מחסור בשעות לימוד; סגירת מרכזי התמיכה האזוריים שעסקו בהכשרת מורים והסתבתם למרכזי פסג"ה (פיתוח סגלי הוראה), שלהם אפקטיביות נמוכה יותר, וקיצוצים בשעות ההשתלמות למורים.

בסוף המאמר כותבים מחבריו כך: "אם משתמשים בהמלצות של ועדת הררי כמדדים להערכת המשקעים שנתרו מפרויקט 'מחר 98' במסגרת הוראת מו"ט בחטיבת הביניים, המסקנה קשה: מעט מאוד נשאר בשטח". בין הסיבות שמונים מחברי הדוח לכך: אין בתחום זה תוכניות לטווח ארוך – יש ניסיונות להוביל שינוי באמצעות רפורמות תכופות, אשר לעתים קרובות סותרות זו את זו, וציפייה לשינוי ללא אורך הרוח הנדרש; משרד החינוך אינו ארגון לומד – משרד החינוך אינו יוזם תהליכי הפקת לקחים מפרויקטים קודמים שלו (דוגמת "מחר 98"); בניגוד לשינוי התכוף בהנהלת המשרד (שר ומנכ"ל), חל שינוי מועט יחסית בדרג מנהלי הביניים.<sup>11</sup>

### 2.3. לימודי מדעים פיזיקה, כימיה, ביולוגיה ומוט"ב בתיכונים

לפי תוכנית הלימודים אמורים כלל תלמידי התיכון ללמוד בכיתה י', כחלק מלימודי החובה, 9 ש"ש (שעות שבועיות) בתחומי המדעים (פיזיקה, כימיה וביולוגיה); בפועל, בחלק ניכר מבתי-הספר לא נלמדים לימודי מדעים בכיתות י'.<sup>12</sup>

לדברי מפמ"רית כימיה, ד"ר ניצה ברנע, למרות ההחלטה לחייב לימודי מדעים בהיקף של לפחות 6 ש"ש בכיתה י', אין כיום חובת לימודי מדעים בכיתה י' ורוב התלמידים אינם לומדים מדעים בכיתה י'. תלמידים הבוחרים מגמת לימוד מדעית לבגרות מתחילים את לימודי המגמה בכיתה י' ומי שאינם לומדים מגמת מדעים או מוט"ב (ראו בהמשך) על-פי רוב אינם לומדים כלל מקצועות מדעיים בתיכון.<sup>13</sup> המגמות המדעיות בנויות באופן מודולרי, כך שניתן לסיים יחידת לימוד אחת (להלן יח"ל), בכיתה י' – יחידה זו מספקת ידע בסיסי בתחום הנלמד; 3 יח"ל ו-5 יח"ל אפשר לסיים ב-3 שנות לימוד, כמפורט בטבלה להלן:

<sup>9</sup> בתוך: מרכז המחקר והמידע של הכנסת, לימודי המדעים בחינוך העל-יסודי: מצב לימודי הפיזיקה, כתב יובל וורגן, 15 ביוני 2009.

<sup>10</sup> דיוויד פורטס, רוני מועלם ותמי לוי נחום, "מחר 98", הד החינוך (יוני 2009).

<sup>11</sup> שם.

<sup>12</sup> חוזר מנכ"ל תשנ"ז/9, בסעיף "לימודי חובה במקצועות המדע במסלול העיוני". בתוך: מרכז המחקר והמידע של הכנסת, לימודי המדעים בחינוך העל-יסודי: מצב לימודי הפיזיקה, כתב יובל וורגן, 15 ביוני 2009.

<sup>13</sup> ד"ר ניצה ברנע, מפמ"רית כימיה, משרד החינוך, שיחת טלפון ודוא"ל, 14 בינואר 2010.



## היקף שעות הלימוד במגמת מדעים (פיזיקה או כימיה או ביולוגיה) במסלול עיוני

5 יחידות לימוד		3 יחידות לימוד		1 יחידת לימוד		שעות הכיתה
שעות שנתיות	שעות שבועיות	שעות שנתיות	שעות שבועיות	שעות שנתיות	שעות שבועיות	
90	3	90	3	90	3	י"
360	12	180	6			י"א-י"ב
450	15	270	9	90	3	סה"כ

יו"ר ועדת המקצוע בפיזיקה, הפרופ' יגאל גלילי, ציין בדיון בוועדת החינוך כי בניגוד להגדרות הרשמיות, היקף הלימודים בפועל קטן בכ-100-150 שעות שנתיות, כך שבמקום ללמוד 450 שעות לומדים התלמידים בפועל כ-300-350 שעות בכלל לימודי המגמה המדעית.<sup>14</sup>

על שאלת מרכז המחקר והמידע אשר למספר שעות המעבדה ועל השאלה אם יש חובה ללמוד לימודי מעבדה כחלק מלימודי המגמות המדעיות (פיזיקה, כימיה וביולוגיה), השיבה מפמ"רית כימיה, ד"ר ניצה ברנע כי כיום לימודי המעבדה בכימיה אינם חובה עקב בעיה של אי-תגמול המורים על העבודה הנוספת. למרות האמור, רוב תלמידי הכימיה הניגשים לבגרות לומדים בין 0.5 יח"ל ל-1 יח"ל במעבדה. ברנע גם ציינה כי עקב גודלן המוגבל של המעבדות אפשר ללמד בהן עד 20 תלמידים בלבד בשיעור, ולכן בכיתות רבות יש צורך לפצל את הכיתה כדי לקיים שיעור במעבדה.<sup>15</sup>

### לא ברור כיצד מקצוע מדעי ניסויי דוגמת כימיה אמור להילמד ללא חובת לימודי מעבדה.

לדברי מפמ"רית ביולוגיה, הגב' רותי מנדלוביץ, לימודי המעבדה בביולוגיה הם חובה עבור תלמידי המגמה ונלמדים בהיקף של כ-2 ש"ש בכיתה י"א ו-2 ש"ש בכיתה י"ב.<sup>16</sup>

לדברי מפמ"ר פיזיקה מר צביקה אריכא, לימודי המעבדה בפיזיקה הם חובה בהיקף של 1 יח"ל מתוך 5 יח"ל, חובה שמשמעה 90 שעות שנתיות, המתפרסות על פני 3 שנות הלימודים. גם תלמידי 3 יח"ל חייבים בלימודי מעבדה.<sup>17</sup>

נוסף על לימודי הפיזיקה, הכימיה והביולוגיה יש בתיכונים לימודי מדע וטכנולוגיה בחברה (מוט"ב), שמטרתם הקניית מיומנויות בסיסיות של חשיבה מדעית לתלמידים שאינם בוחרים במגמה מדעית-עיונית או טכנולוגית. גם תלמידי מוט"ב מתחילים את לימודיהם בכיתה י'. תוכנית לימודים זו הוקמה כחלק מיישום מסקנות דוח "מחר 98" (דוח הררי). תלמידי מוט"ב לומדים בין 2 ל-3 יח"ל לבגרות, ובהתאמה – בין 6 ל-9 ש"ש בכל שנה משנות התיכון. לדברי מפמ"רית המקצוע, ד"ר מיכל נחשון, בשנת תשס"ט נבחנו במקצוע 2,424 תלמידים. לטענתה, תוכנית מוט"ב, שהוקמה בעקבות דוח הררי, היא המסגרת המערכתית הראשונה מאז קום המדינה שנותנת מענה על הצורך בלימודי מדעים בתיכון לתלמידים שאינם לומדים מגמת מדעים. לדבריה, בניגוד להמלצות דוח הררי שכל תלמיד שאינו לומד

<sup>14</sup> פרוטוקול דיון בוועדת החינוך, התרבות והספורט, של הכנסת, בנושא: בוגרי תיכון בורים במדעים, 16 ביוני 2009.

<sup>15</sup> ד"ר ניצה ברנע, מפמ"רית כימיה, משרד החינוך, שיחת טלפון ודוא"ל, 14 בינואר 2010.

<sup>16</sup> רותי מנדלוביץ, מפמ"רית ביולוגיה, משרד החינוך, דוא"ל שהתקבל מד"ר ניצה ברנע, 17 בינואר 2010.

<sup>17</sup> צביקה אריכא, מפמ"ר פיזיקה, משרד החינוך, שיחת טלפון, 18 בינואר 2010.



במגמת מדעים ילמד לימודי מוט"ב, בפועל אין כיום חובת לימודי מוט"ב. עוד ציינה נחשון, כי בניגוד להתחייבות של המזכירות הפדגוגית לערוך מבחן חיצוני לתלמידי מוט"ב, את המבחן כיום מחבר המפמ"ר ואין חובת בחינה במוט"ב למי שאינו ניגש לבגרות בתחום.<sup>18</sup>

## 2.4. שעות לימודי מדעים – השוואה בין-לאומית

שעות הוראה לפי נושא וגיל – שיעורן מכלל שעות החובה (2007)<sup>19</sup>

גילאים 14-12					גילאים 11-9					
אחר	שפה זרה	מדעים	מתמטיקה	קריאה*	אחר	שפה זרה	מדעים	מתמטיקה	קריאה*	
48%	15%	9%	14%	14%	43%	11%	9%	18%	19%	ישראל
46%	13%	12%	13%	16%	45%	8%	8%	16%	23%	OECD
35%	18%	14%	13%	20%	40%	9%	8%	17%	26%	דנמרק
43%	14%	17%	13%	13%	42%	9%	10%	18%	21%	פינלנד
55%	10%	11%	11%	13%	53%	5%	10%	13%	19%	קוריאה
52%	10%	11%	11%	16%	39%	13%	9%	17%	22%	ספרד

\*קריאה כתיבה וספרות

כפי שניתן לראות בטבלה, שיעורם של לימודי המדעים מכלל שעות החובה בישראל, בהשוואה למדינות נבחרות, גבוה במעט מממוצע מדינות ה-OECD ודומה למדינות אחרות בגילאי 9-11 אך נמוך מן השיעור המקובל במדינות המוצגות בגילאי 12-14. עם זאת, יש לסייג השוואה זו, כיוון שכפי שעולה מן המסמך, בישראל יש פער ניכר בין שעות הלימוד כפי שהן מוגדרות בתוכנית הלימודים לשעות הלימוד בפועל.

## 3. נתונים על תלמידי המדעים

הנתונים על שיעור הניגשים לבגרות כפי שיוצגו להלן מספקים אינדיקציה טובה לשיעור הלומדים ולרמת ההישגים שלהם.

### 3.1. שיעור הניגשים לבגרות בפיזיקה, בכימיה ובביולוגיה<sup>20</sup>

על-פי משרד החינוך, שיעורם של הניגשים לבגרות במקצועות הבחירה המדעיים הוא נמוך. להלן נתונים על השנים האחרונות.<sup>21</sup>

<sup>18</sup> ד"ר מיכל נחשון, מפמ"רית מוט"ב, משרד החינוך, שיחת טלפון, 14 בינואר 2010.

<sup>19</sup> EAG2009, Tables D1.2a, D1.2b, pp. 367-368, בתוך: רות קלינוב, מערכת החינוך בישראל בראייה השוואתית בין-לאומית על-פי Education at a Glance 2009, ספטמבר 2009.

[http://cms.education.gov.il/NR/rdonlyres/EDA87690-2ECD-435E-89B7-F8AF85BB0091/101165/EAG\\_09Klinov\\_updated.doc](http://cms.education.gov.il/NR/rdonlyres/EDA87690-2ECD-435E-89B7-F8AF85BB0091/101165/EAG_09Klinov_updated.doc), תאריך כניסה: 18 בינואר 2010.

<sup>20</sup> משרד החינוך, נתוני בחינות בגרות תשס"ח 2008, ירושלים, אוגוסט 2009.

<sup>21</sup> שם, עמ' 96.



הכנסת

מרכז המחקר והמידע



**מספר הניגשים לבגרות בפיזיקה, בכימיה ובביולוגיה ושיעורם מכלל הניגשים לבגרות, תשס"ו-  
תשס"ח**

ביולוגיה		כימיה		פיזיקה		
15%	12,344	10%	8,689	13%	10,637	תשס"ו
15%	12,756	11%	9,100	13%	11,067	תשס"ז
15.5%	13,021	11%	9,362	13%	11,273	תשס"ח

כפי שניתן לראות בטבלה לעיל, בשנים תשס"ו-תשס"ח לא חל שינוי ניכר במספר הניגשים לבגרות בתחומי המדעים (כימיה, פיזיקה וביולוגיה) ושיעורם מכלל הניגשים לבגרות. כיוון שבנתונים המפורסמים על-ידי משרד החינוך לא מצוין מהו שיעורם של הלומדים יותר ממגמה מדעית אחת, אין מקום לחבר את שיעורי הניגשים לבגרות לשם קבלת תמונה כוללת על שיעור הניגשים לבגרות במדעים. עם זאת, אפשר לומר ששיעור כלל הניגשים לבגרות במדעים דלעיל אינו עולה על 38% מכלל הניגשים.

לדברי ד"ר ניצה ברנע, מפמ"רית כימיה, לימודי הכימיה הפכו לפופולריים בקרב תלמידים דוברי ערבית. לדבריה כ-50% מתלמידי הכימיה לבגרות הם מהמגזר הערבי, המגזר הדרוזי והמגזר הבדואי. אף-על-פי שלא ניכר שינוי במספרם הכולל של הלומדים, מסתמן שינוי שלילי ביחס למקצוע בקרב האוכלוסייה היהודית, ולעומת זאת חל שינוי חיובי ביחס זה בקרב האוכלוסייה הערבית.<sup>22</sup>

מכלל הניגשים לבגרות בתחומי המדעים, רוב הניגשים בוחרים ברמה הגבוהה (5 יח"ל): 85%-87% בביולוגיה, 69%-73% בפיזיקה ו-74%-79% בכימיה. על אף שיעורים גבוהים אלו מדובר במספר מועט של תלמידים. לדברי הפרופ' בת שבע אלון ממכון ויצמן, אם בוחנים את מספרם של מי שעמדו בהצלחה בבחינה ב-5 יחידות פיזיקה, לדוגמה – תנאי סף ללימודים גבוהים במקצועות ההנדסה – הרי שבשנת תשס"ח היו רק כ-7,700 תלמידים העומדים בתנאי סף זה. אלה אמורים להוות את תשתית ההון האנושי לפיזיקה ולמקצועות ההנדסה.<sup>23</sup>

### 3.2. הישגים<sup>24</sup>

- שיעור העוברים בהצלחה את בחינות הבגרות במדעים, מכלל הניגשים אליהן, גבוה ושמר על יציבות בשנים תשס"ו-תשס"ח: 99% בביולוגיה, 97%-98% בפיזיקה וכ-97% בכימיה.
- בין הניגשים לבגרות במדעים ברמה הגבוהה (5 יח"ל) כמחצית או יותר מצטיינים (ציון של 85 ומעלה) בבחינה (49% בביולוגיה, 57% בפיזיקה ו-58% בכימיה); בין הניגשים לבגרות ברמה

<sup>22</sup> ד"ר ניצה ברנע, מפמ"רית כימיה, משרד החינוך, שיחת טלפון ודוא"ל, 14 בינואר 2010.

<sup>23</sup> פרופ' בת שבע אלון, ראש המחלקה להוראת המדעים, מכון ויצמן למדע, שיחת טלפון, 17 בינואר 2010.

<sup>24</sup> משרד החינוך, נתוני בחינות בגרות תשס"ח 2008, ירושלים, אוגוסט 2009.



הרגילה (1 יח"ל ו-3 יח"ל) כשליש מצטיינים בבחינה (29% בביולוגיה, 28% בכימיה ו-36% בפיזיקה).

#### 4. כוח ההוראה

מלבד בחינת מספר השעות המוקצות במערכת החינוך להוראת מדעים, כדי לעמוד על מצב לימודי המדעים חשוב לבחון את היקפו של כוח ההוראה הקיים ולברר אם היקף זה עונה על צורכי המערכת. לדברי ד"ר עופר רימון, מנהל המינהל למדע ולטכנולוגיה במשרד החינוך, בסיס המידע של משרד החינוך בנושא כוח ההוראה חסר.<sup>25</sup> למרות בקשת מידע של מרכז המחקר והמידע בכנסת, עד מועד סיום כתיבת מסמך זה לא נתקבלו נתונים סדורים ממשרד החינוך על היקף כוח-האדם העוסק בהוראת מדעים, גילו והכשרתו.

בהקשר זה יש לציין כי בדוח מבקר המדינה ממאי 2009, שבחן את עבודת המפמ"רים, נכתב כך: "מהתשובות לשאלונים עולה, כי לא אחת 'יש קושי בקבלת נתונים של המשרד', 'המידע איננו עובר למפמ"רים באופן רוטיני', ו'יש חוסר נגישות למידע שקיים במשרד ואינו זמין למפמ"רים. המפמ"רים הביאו לדוגמה חוסר במידע על כוח-האדם בהוראה או נתונים סטטיסטיים על התלמידים הלומדים את המקצוע שעל הוראתו הם מפקחים או מקצועות דומים".<sup>26</sup> (ההדגשות אינן במקור).

ד"ר רימון ציין כי מאז החודש האחרון לומדים 380 מורים בתחומי המתמטיקה והמדעים והם מיועדים ללמד בחטיבות-הביניים ובתיכונים החל משנת הלימודים הבאה.<sup>27</sup>

#### מורים למדע ולטכנולוגיה בחטיבות העליונות, 1995–2008<sup>28</sup>

תחומי המדע והטכנולוגיה					מדעי המחשב	1995
ביולוגיה	כימיה	מתמטיקה	פיזיקה	1996		
1,141	794	2,525	967	654	1995	
1,181	801	2,619	944	734	1996	
1,190	799	2,772	929	828	1997	
1,202	796	2,843	930	918	1998	
1,248	827	3,173	905	1,059	1999	
1,264	791	3,312	899	1,155	2000	
1,205	783	3,496	891	1,233	2001	
1,104	734	3,591	831	1,176	2002	
1,043	697	3,599	810	1,162	2003	
1,044	707	3,733	793	1,094	2004	
1,035	667	3,848	824	988	2005	
1,058	658	3,856	812	895	2006	
1,013	659	3,861	801	801	2007	
1,117	660	4,107	842	827	2008	

<sup>25</sup> ד"ר עופר רימון, מנהל המינהל למדע ולטכנולוגיה במשרד החינוך, דוא"ל, 13 בינואר 2010.

<sup>26</sup> מבקר המדינה, דוח שנתי 59 לשנת 2008 ולחשובנות שנת הכספים 2007, מאי 2009, עמ' 781.

<sup>27</sup> ד"ר עופר רימון, מנהל המינהל למדע ולטכנולוגיה במשרד החינוך, דוא"ל, 13 בינואר 2010.

<sup>28</sup> נתקבל ממר דוד מעגן, ראש גף סטטיסטיקה של כוחות הוראה, הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, דוא"ל, 18 בינואר 2010.



כפי שניתן לראות בטבלה לעיל, שנתקבלה מהלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, מספר המורים במקצועות המדעיים הנדונים במסמך (פיזיקה, כימיה וביולוגיה) בחטיבה העליונה ירד לאורך השנים. בפיזיקה, מ-967 מורים בשנת 1996 ל-827 מורים ב-2008; בכימיה, מ-794 מורים ב-1996 ל-660 מורים ב-2008 ובביולוגיה, מ-1,141 מורים ב-1996 ל-1,117 מורים ב-2008. נתונים אלה אף חמורים יותר לנוכח הגידול הטבעי במספר תלמידי בתי-הספר בתקופה הנדונה.

גיל ממוצע בקרב מורים למדע ולטכנולוגיה בחטיבות העליונות, 1995–2008<sup>29</sup>

תחומי המדע והטכנולוגיה					
ביולוגיה	כימיה	מתמטיקה	פיזיקה	מדעי המחשב	
41.0	41.5	41.7	43.2	37.9	1995
41.5	42.2	42.3	43.7	38.5	1996
41.4	42.4	42.6	44.1	38.9	1997
42.1	42.6	42.9	44.2	39.0	1998
42.2	43.1	43.0	44.9	39.2	1999
42.6	43.1	43.2	45.5	39.6	2000
42.8	43.7	43.3	45.9	40.3	2001
43.3	43.9	43.4	46.6	40.8	2002
43.8	44.9	43.5	46.8	41.1	2003
43.7	44.6	43.6	46.8	41.5	2004
44.0	45.2	43.9	46.8	42.6	2005
44.5	45.8	43.9	46.9	43.0	2006
44.9	45.9	44.2	47.0	43.5	2007
44.8	46.2	44.5	47.6	44.3	2008

כפי שניתן לראות בטבלה לעיל, שנתקבלה מהלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, לבד מהצטמצמות סגל הוראת המדעים דנו, היתה הזדקנות של המורים, בכל תחומי המדעים. בשנת 2008 היה הגיל הממוצע של מורי הפיזיקה 47.6, של מורי הכימיה 46.2 ושל מורי הביולוגיה 44.8.

לדברי ד"ר ניצה ברנע, מפמ"רית כימיה, הגיל הממוצע של מורי הכימיה משתנה בין המגזרים: 49 במגזר היהודי; 40 במגזר הערבי; 35–36 במגזר הבדואי והדרוזי.<sup>30</sup>

לדברי מר צביקה אריכא, מפמ"ר פיזיקה,<sup>31</sup> משרד החינוך נתקל בקשיים עצומים למשוך מועמדים איכותיים להוראת מדעים בכלל ופיזיקה בפרט, אף-על-פי שתוכנית הלימודים בפיזיקה מאפשרת חופש פעולה נרחב יחסית למורה וכן עצמאות ויצירתיות בהעברת התכנים. להערכת המפמ"ר, כמחצית ממורי הפיזיקה המלמדים במערכת החינוך כיום יגיעו לגיל פרישה בתוך 10 שנים, וכ-300 מהם יגיעו לגיל פרישה בתוך 6 שנים. משמעות הדבר היא כי משרד החינוך אמור לגייס כ-50 מורים חדשים בשנה ב-6 השנים הקרובות, אך בפועל משתלבים כיום במערכת החינוך רק כ-10–15 מורים חדשים לפיזיקה מדי שנה בשנה. נוסף על כך, ידוע ששיעור הנשירה בקרב מורים חדשים הנכנסים למערכת הוא גבוה, ומגיע ליותר מ-40% בחמש השנים הראשונות להוראה. מר אריכא מוסיף כי לפני כשנתיים הקצה משרד החינוך מספר רב של מלגות לימוד מלאות להכשרת מורים בתחום הפיזיקה, אולם עקב היענות מועטה

<sup>29</sup> נתקבל ממר דוד מעגן, ראש גף סטטיסטיקה של כוחות הוראה, הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, דוא"ל, 18 בינואר 2010.

<sup>30</sup> ד"ר ניצה ברנע, מפמ"רית כימיה, משרד החינוך, שיחת טלפון ודוא"ל, 14 בינואר 2010.

<sup>31</sup> מצוטט בתוך: מרכז המחקר והמידע של הכנסת, לימודי המדעים בחינוך העל-יסודי: מצב לימודי הפיזיקה, כתב יובל וורגן, 15 ביוני 2009.



הוחזרו למשרד כחצי מהמלגות שהוצעו. בהקשר של כניסת מורים חדשים למערכת החינוך וליווי שלהם בשנות עבודתם הראשונות, מר אריכא מזכיר גם את הקיצוץ הנרחב בתקציב מל"מ, המרכז להוראת המדעים, שאחראי להכשרתם של מורי המדעים.

#### 4.1. בחינות המיצ"ב<sup>32</sup>

מבחינה הישגים במיצ"ב (מדדי יעילות וצמיחה בית-ספרית) שנערכים על-ידי הרשות הלאומית למדידה והערכה בחינוך (ראמ"ה) נועדו לבחון באיזו מידה עומדים תלמידי בית-הספר היסודי ותלמידי חטיבת-הביניים ברמה המצופה מהם על-פי תוכנית הלימודים בארבעת מקצועות הליבה: מדע וטכנולוגיה, אנגלית, שפת אם (עברית/ערבית) ומתמטיקה, הבחינה מועברת לתלמידי כיתה ה' ולתלמידי כיתה ח'.

להלן הציונים הממוצעים בבחינות המיצ"ב שנערכו בשנת תשס"ט (2008/09). הציונים הם בסולם של 0–100, אולם חשוב לציין שלא הוגדרה מראש רמת ביצוע נדרשת, ולכן אי-אפשר לייחס ערך של "עבר" או "נכשל" לציון מסוים. עוד יש לציין כי אין מקום לערוך השוואות ישירות בין הציונים במקצועות השונים, משום שמדובר בתכנים שונים ובמבחנים בעלי רמת דרישות שונה.

##### ציון ממוצע בבחינות המיצ"ב בכיתות ה', תשס"ט

מדע וטכנולוגיה	מתמטיקה	אנגלית	
61.0	56.5	71.9	כלל התלמידים
63.6	60.9	74.1	דוברי עברית
55.2	46.4	66.9	דוברי ערבית

##### ציון ממוצע בבחינות המיצ"ב בכיתות ח', תשס"ט

מדע וטכנולוגיה	מתמטיקה	אנגלית	
53.4	44.1	59.1	כלל התלמידים
57.5	50.4	66.3	דוברי עברית
43.8	42.1	42.1	דוברי ערבית

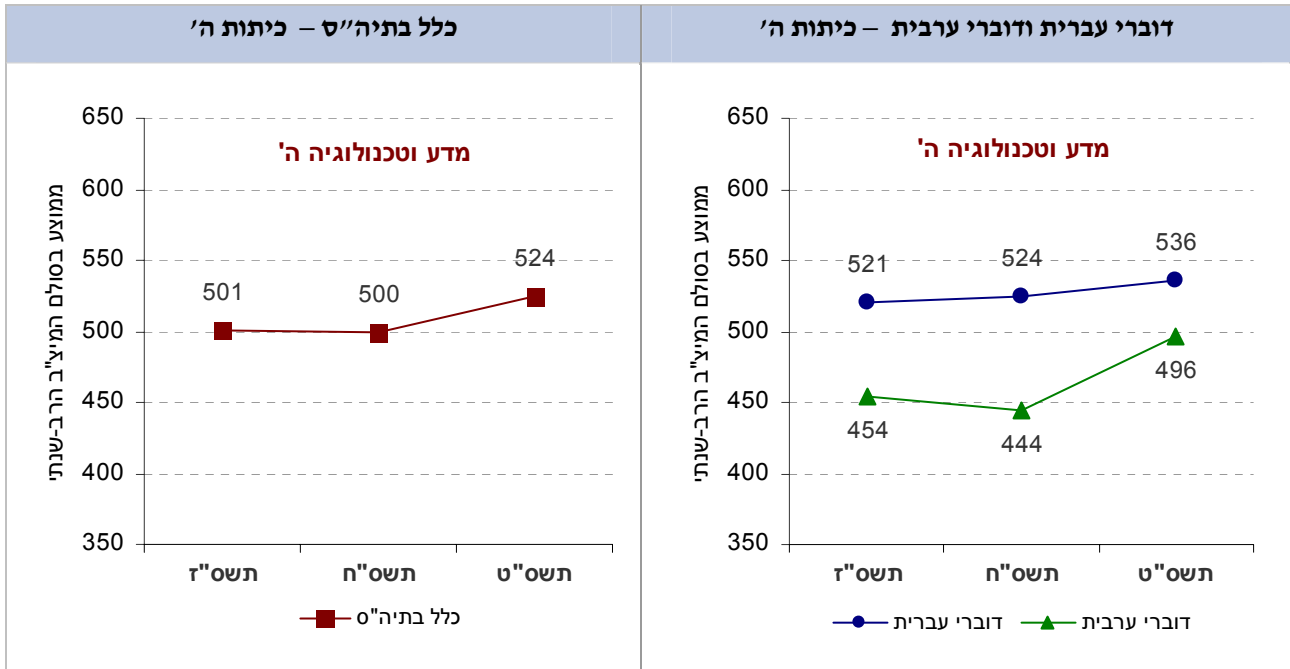
כפי שניתן לראות בטבלאות דלעיל ובנתונים שלהלן, ציוני בחינות המיצ"ב משקפים פערים עמוקים במערכת החינוך בין תלמידים ממגזרים שונים ובין תלמידים מרקע חברתי-כלכלי שונה. מן הטבלאות לעיל עולה כי הישגיהם הממוצעים של תלמידים דוברי עברית גבוהים מאלה של תלמידים דוברי ערבית בשלושת תחומי הדעת המוצגים: אנגלית, מתמטיקה ומדעים.

התרשימים שלהלן, מתוך דוח על מבחינה הישגים במיצ"ב תשס"ט, מציגים את ציוני בחינות המיצ"ב בתחומי מדע וטכנולוגיה בשלוש השנים האחרונות. הציונים הנקובים הם בסולם רב-שנתי, המאפשר השוואה.

<sup>32</sup> מקור הנתונים: ראמ"ה, דוחות מיצ"ב מערכתיים, באתר האינטרנט, [http://cms.education.gov.il/NR/rdonlyres/B7BFDBD2-BB19-478B-BF65-06C477EF7D26/103721/Hesegim\\_report\\_09.doc](http://cms.education.gov.il/NR/rdonlyres/B7BFDBD2-BB19-478B-BF65-06C477EF7D26/103721/Hesegim_report_09.doc), תאריך כניסה: 17 לינואר 2010.

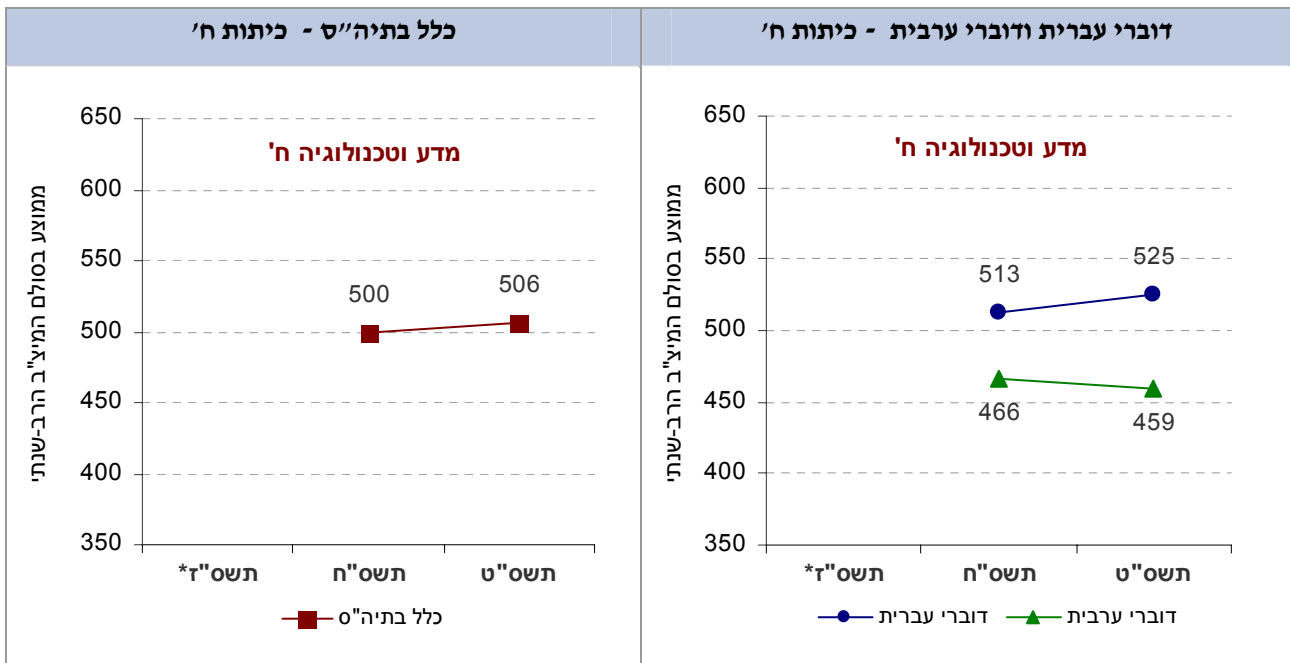


ממוצעי הציון הכולל במדע וטכנולוגיה לכיתות ה' בכלל בתי-הספר ולפי מגזרי שפה



כפי שניתן לראות לעיל, בין שנת תשס"ח לשנת תשס"ט חלה עלייה בממוצע הציונים במדע וטכנולוגיה בכיתות ה' – בקרב תלמידים דוברי ערבית ב-52 נקודות ובקרב תלמידים דוברי עברית ב-12 נקודות. בעקבות זאת עלה הציון לכלל בתי-הספר ב-24 נקודות משנת תשס"ח לשנת תשס"ט.

ממוצעי הציון הכולל במדע וטכנולוגיה לכיתות ח' בכלל בתי-הספר ולפי מגזרי שפה



כפי שניתן לראות מהנתונים לעיל, בניגוד לעלייה בציונים בכיתות ה', הציון כמעט זהה בקרב תלמידי כיתות ח' בשנים תשס"ח-תשס"ט, בשל עלייה של 12 נקודות בממוצע בקרב תלמידים דוברי עברית מחד גיסא, וירידה של 7 נקודות בממוצע בקרב תלמידים דוברי ערבית מאידך גיסא.



יש לציין כי הפער המשתקף במבחני המיצ"ב בין תלמידים דוברי ערבית לתלמידים דוברי עברית הוא רק אחד מן הפערים בין קבוצות שונות באוכלוסייה. ממצאי המיצ"ב מצביעים גם על מתאם בין המעמד החברתי-כלכלי להישגים במבחן: ככל שהמעמד החברתי-כלכלי נמוך יותר ההישגים נמוכים יותר. אם מביאים בחשבון את הרקע החברתי-כלכלי של התלמידים, במרבית המבחנים הפערים בין דוברי העברית לדוברי הערבית מצטמצמים במידה ניכרת ובחלק מהמקרים אף נעלמים, ומכאן שכפי הנראה הפער החברתי-כלכלי מעצים את הפער בין דוברי העברית לדוברי הערבית.

## 4.2 מבחנים בין-לאומיים<sup>33</sup>

### 4.2.1 מחקר פיזה: OECD Program for International Student Assessment – PISA

מחקר פיזה הוא מחקר בין-לאומי שעורך ארגון ה-OECD (הארגון לשיתוף פעולה כלכלי ולפיתוח), שנבדקת בו רמת האוריינות של תלמידים בני 15 בשלושה תחומים: קריאה, מתמטיקה ומדעים. מבחני פיזה נערכים אחת לשלוש שנים. בכל מועד נבחנים התלמידים בשלושת הנושאים ומושם דגש באחד מהם. המחקר האחרון נערך בשנת 2006 בקרב תלמידים מ-57 מדינות (חלקן חברות ב-OECD), ובהן ישראל, והתחום שהושם בו דגש היה המדעים. ממצאי המחקר עלה כי בכל שלושת המקצועות הישגיהם של תלמידי ישראל היו נמוכים מהממוצע במדינות הנבחרות, ונמוכים הרבה יותר מהציונים הממוצעים במדינות ה-OECD. להלן מקומה של ישראל במדרג המדינות במחקר זה ובמחקר שקדם לו (מספר המדינות שהשתתפו בכל מחקר שונה):

מקום ישראל בין 38 המדינות שהשתתפו בשני המחזורים			מקום ישראל בשנת 2002 בין 41 המדינות שהשתתפו	מקום ישראל בשנת 2006 בין 57 המדינות שהשתתפו	תחום הדעת הנבדק
שינוי במדרג	שנת 2002	שנת 2006			
עלייה של שני מקומות	33	31	33	39	מדעים
ירידה של שני מקומות	29	31	30	40	קריאה
ללא שינוי	31	31	31	40	מתמטיקה

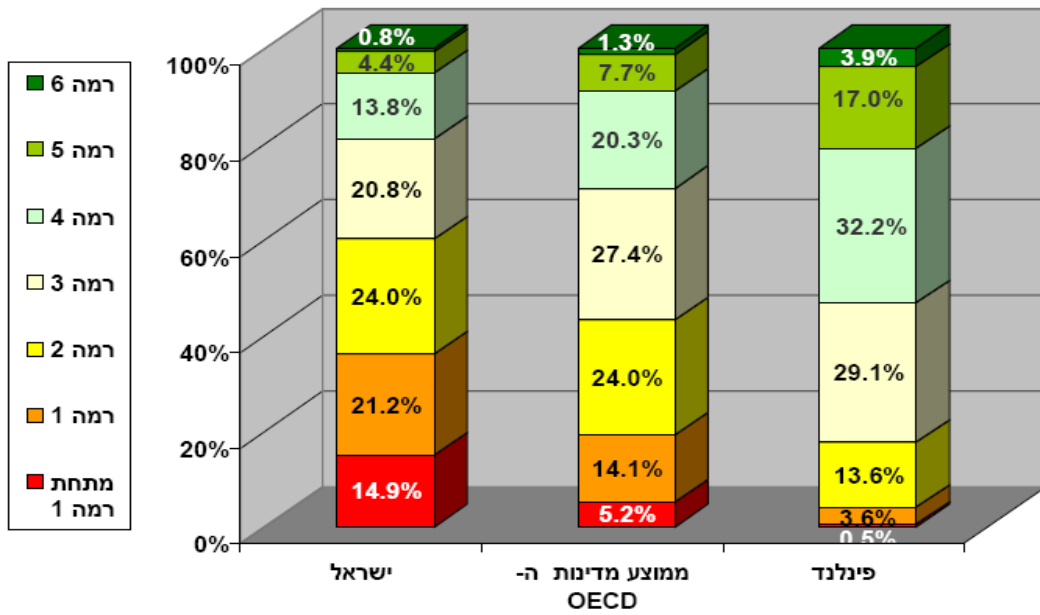
מלבד הציון הממוצע הנמוך, ממצאי המחקר מלמדים כי בישראל יש שיעור גבוה מאוד של תלמידים ברמות הבקיאיות הנמוכות ושיעור נמוך מאוד של תלמידים ברמות הבקיאיות הגבוהות, כפי שניתן לראות בתרשים להלן.

<sup>33</sup> המידע בפרק זה מתוך: מרכז המחקר והמידע של הכנסת, לימודי המדעים בחינוך העל-יסודי: מצב לימודי הפיזיקה, כתב יובל וורגן, 15 ביוני 2009. מקור הנתונים: ראמ"ה, מבחנים בין-לאומיים, באתר האינטרנט

<http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Rama/MivchanimBenLeumiyim/MivhanBenLeumiyimOdot.htm>, תאריך כניסה: 14 בינואר 2010.



התפלגות התלמידים לפי 6 רמות בקיאות באוריינות במדעים, פיזה 2006, בישראל, ב-OECD ובפינלנד



כפי שניתן לראות בתרשים, שיעורם של התלמידים המצויים מתחת לרמה הנמוכה בישראל (14.9%) גבוה כמעט פי שלושה מן הממוצע במדינות ה-OECD (5.2%); שיעורם של התלמידים ברמות הגבוהות באוריינות במדעים נמוך מן הממוצע במדינות ה-OECD.

נוסף על כך, הפערים בציונים בישראל הם מן הרחבים ביותר בקרב המדינות המשתתפות. השונות גדולה בין בתי-הספר, וגדולה אף יותר בתוך בתי-הספר. כמו ציוני בחינות המיצ"ב, גם ממצאים אלו מעידים על פערים עמוקים בין קבוצות ומגזרים בחברה, בעיקר בין דוברי עברית לדוברי ערבית ובין תלמידים מרקע חברתי-כלכלי שונה, כפי שניתן לראות בטבלה להלן.

**ממוצע ציונים באוריינות במדעים, בקריאה ובמתמטיקה על-פי מגזרים, פיזה 2006**

מתמטיקה	קריאה	מדעים	
460	456	467	דוברי עברית
372	372	403	דוברי ערבית
88	84	64	פער

**עניין ומעורבות בלימודי המדעים**

נוסף על ההישגים, כפי שפורטו לעיל, בדוחות על מחקרי פיזה יש מידע המבוסס על שאלונים שהועברו לתלמידים, למורים ולמנהלים. מן התשובות על שאלוני התלמידים במחקר פיזה 2006 עולה כי בהשוואה לממוצע מדינות ה-OECD, תלמידי ישראל מדווחים על תמיכה רבה בצורך הכללי לקדם מחקר מדעי, ובו בזמן הם מדווחים על עניין כללי מועט בתחום המדעים, על מוטיבציה נמוכה ללמוד לימודי מדעים ועל הנאה מועטה מלימודים אלה (בקרב תלמידים דוברי ערבית נרשמו עמדות חיוביות יותר כלפי המדע מאשר בקרב תלמידים דוברי עברית).



## 4.2.2. Trends in International Mathematics and Science Study – TIMSS מחקר

TIMSS הוא מחקר בין-לאומי שעורך ארגון IEA (International Association for Evaluation of Educational Achievement), הבוחן את רמת הידע של תלמידים במתמטיקה ובמדעים ואת ההקשר החינוכי של הוראת מקצועות אלו בכיתות ד' ו-ח'; בישראל המחקר נערך בכיתות ח' בלבד ובחינוך הרשמי בלבד.<sup>34</sup> זהו מחקר אורך מחזורי, הנערך פעם בארבע שנים. הרכב המדינות המשתתפות במחקר זה שונה במידה ניכרת מהרכב המדינות המשתתפות במחקר פיזה; ישראל השתתפה בו בשנים 1995, 1999, 2003 ו-2007. ציוני המבחנים של המחקרים כוילו והוצבו על סולם אחיד, שנקבע על-פי התוצאות ב-1995. סולם זה מאפשר השוואה בין מדינה למדינה ובין מחזורים במדינות עצמן ואף בחינה של השינוי בהישגים לאורך זמן. לגבי ישראל, הנתונים הם בני השוואה רק בשלושת המחזורים האחרונים: 1999, 2003 ו-2007.

### <sup>35</sup> תוצאות מבחני TIMSS לשנת 2007

מדעים	מתמטיקה	
500	500	ממוצע תקן (על-פי תוצאות 1995)
466	451	הממוצע במדינות המשתתפות במבחנים
468	461	תוצאות המבחנים של תלמידי ישראל
25	24	מקום (מתוך 49)

יש לציין כי על-פי פרסומי ראמ"ה (הרשות הארצית למדידה והערכה בחינוך), העיצומים שנקט ארגון המורים העל-יסודיים בשנת תשס"ז (שנת הבחינה) גרמו ככל הנראה לפגיעה בהוראת תחומי הדעת הנחקרים וכן לקשיים בעריכת המחקר.

### מקומה של ישראל במבחן TIMSS במדעים, בשנים 1999, 2003, 2007

2007	2003	1999	
25 מתוך 49	23 מתוך 45	26 מתוך 38	בין כלל המדינות המשתתפות
15	13	15	בין 20 המדינות שהשתתפו בכל שלושת המחזורים

מן הטבלה עולה כי ההישגים של תלמידי ישראל ב-2007 דומים לאלו של שנת 1999, אך נמוכים מאלה של שנת 2003.<sup>36</sup> ככלל, מהמחקר עולה כי רמת ההישגים של תלמידי ישראל נמוכה יחסית למדינות המפותחות וטעונה שיפור – בעיקר לעניין צמצום שיעור הנכשלים והגדלת שיעור המצטיינים. גם

<sup>34</sup> לצורך הדגימה נגרעו מאוכלוסיית המחקר תלמידי המגזר החרדי, תלמידי החינוך המיוחד ותלמידים מבתי-ספר קטנים במיוחד; שיעור הגריעה הכולל בישראל הוא 22.8% – השיעור הגבוה ביותר בין המדינות שהשתתפו במחקר.

<sup>35</sup> למידע נוסף על התפלגות כלל התוצאות ועל הישגי התלמידים בשנת 2007 במבחן זה ובמבחנים אחרים, ראו אתר האינטרנט של ראמ"ה, <http://cms.education.gov.il/NR/rdonlyres/9066AD04-2DC3-4BE6-9D31-981391E7619D/85310/mazegetTimss2007.ppt#1440,23>

<sup>36</sup> על-פי פרסומי ראמ"ה, העלייה בהישגי ישראל במחקר זה בשנת 2003 היא ככל הנראה תוצאה של "התערבות מקומית" (הכוונה לתוכנית התערבות ממוקדת ואינטנסיבית במתמטיקה שנערכה בשנת הבחינה לתלמידי כיתות ח') ולא של שינוי מערכתי מקיף.





במחקר זה העידו הממצאים על פערים עמוקים בין תלמידים ממגזרים שונים ובין תלמידים מרקע חברתי-כלכלי שונה בישראל.<sup>37</sup>

### ממצאים נוספים העולים מניתוח עומק של מחקר TIMSS ב-2003<sup>38</sup>

- בכל המדינות תוכנית הלימודים במדעים בנויה על-פי אחת משתי הגישות הבסיסיות האלה:
  - א. תוכנית שמשולבים בה תחומי תוכן שונים במדע – נהוגה ב-24 מדינות שהשתתפו במחקר, ובהן ישראל;
  - ב. תוכנית שבה נלמדים תחומי התוכן השונים במדע בנפרד, לעתים אף בפערי זמן ניכרים – נהוגה ב-23 מדינות שהשתתפו במחקר.

- בקרב המדינות שהשתתפו במחקר נמצא כי הזמן המוקצב להוראת תוכנית הלימודים המיועדת במדעים בכיתות ח', מזמן הלימודים השבועי הכולל, הוא בין 7% ל-30%. בישראל שיעור זה הוא כ-10%.

- בבדיקת הזמן המוקדש להוראת תחומי התוכן במדעים נמצא כי בהשוואה לממוצעים הבין-לאומיים, בישראל הושם דגש בלימודי מדעי החיים ובכימיה והוקדש זמן מועט יותר ללימודי פיזיקה.

אחר	מדעי הסביבה	מדעי כדור הארץ	פיזיקה	כימיה	מדעי החיים	
4%	8%	8%	19%	28%	34%	ישראל
5%	9%	13%	24%	21%	27%	ממוצע בין-לאומי

- בנוגע לדגשים המושמים בהוראת המדעים, ברוב המדינות יש חזרה מתוכניות לימודים שהתבססו על גישת החקר ומתוכניות אינטגרטיביות המתמקדות בשילובים של מדע, טכנולוגיה וחברה – אל תוכניות לימודים מסורתיות, המדגישות ידע, הבנה ויכולת לתת הסברים ולהציג טיעונים.

- ישראל נמנית עם המדינות שבהן שיעור התלמידים שלמדו בפועל, עד למועד המבחן, את רוב נושאי המבחן במדעים הוא נמוך מהממוצע הבין-לאומי ואילו הישגיהן עולים (במעט) על הממוצע הבין-לאומי. סינגפור – אשר תלמידיה השיגו את ההישגים הגבוהים ביותר במדעים,

<sup>37</sup> על-פי פרסומי ראמ"ה, בבחינת מגמות שינוי לאורך זמן במחקרי TIMSS יש להביא בחשבון את העובדה שחלו שינויים בהרכב האוכלוסייה הנחקרת במהלך השנים. בפרט, בין השנים 1999 ל-2007 גדל משקלם של דוברי הערבית באוכלוסייה, ולכך יש השפעה על הבחינה המשווה של ההישגים במהלך השנים. בתחום המדעים למשל, נרשמה בשנים 1999–2007 עלייה של 28 נקודות בהישגי התלמידים דוברי הערבית, לצד יציבות בהישגיהם של התלמידים דוברי העברית. חרף זאת, לא נרשמה עלייה בממוצע ציוניהם של כלל התלמידים באותן שנים. ההסבר הוא בכך שהישגיהם הממוצעים של התלמידים דוברי הערבית, גם לאחר שעלו, עדיין נמוכים במידה ניכרת מהישגיהם של התלמידים דוברי העברית, וכיוון שמשקלם היחסי של דוברי הערבית גדל באותן שנים – הממוצע של כלל תלמידי ישראל נותר ללא שינוי. לפיכך, נטען כי נכון יותר להשוות בין ההישגים בכל אחד ממחזורי המחקר בתוך כל מגזר בנפרד.

<sup>38</sup> פרופ' רות זוזובסקי, הישגיהם הלימודיים של תלמידי כיתות ח' במקצועות המתמטיקה והמדעים, וההקשר החינוכי של הוראת מקצועות אלה בבתי-הספר בישראל – ממצאי המחקר הבין-לאומי השלישי במתמטיקה ובמדעים, TIMSS 2003, 2005; באתר האינטרנט של ראמ"ה,

<http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Rama/MivchanimBenLeumiyim/OdotTimss.htm>



הכנסת

מרכז המחקר והמידע

וקפריסין – אשר תלמידיה השיגו הישגים נמוכים מאלה של ישראל, דומות לישראל מבחינת שיעור התלמידים שלמדו בפועל עד למועד המבחן את רוב הנושאים המדעיים, אך כאמור ההישגים של תלמידיהן שונים מאוד מההישגים בישראל. נתון זה מעיד כי הקשר בין ההישגים הלימודיים ובין תוכנית הלימודים המופעלת אינו בהכרח חזק.

- ביולוגיה, כימיה וחינוך מדעי הם מקצועות ההתמחות העיקריים של מורי המדעים, בארץ וביתר המדינות שהשתתפו במחקר. על-פי נתוני המחקר, המבוססים בעניין זה על דיווחי מורים, כ-75% מהתלמידים לומדים מדעים עם מורים שהתמחו בביולוגיה, כ-50% מהם לומדים עם מורים שהתמחו בכימיה וכ-60% מהם לומדים עם מורים שהתמחו בחינוך מדעי. כפי שעולה מהנתונים, מורים רבים בארץ וגם בארצות אחרות מדווחים כי למדו יותר מתחום אחד. לגבי מורים שהתמחו בתחום הפיזיקה – כ-30% מהתלמידים בישראל לומדים עם מורים שהתמחו בתחום זה; הממוצע הבין-לאומי הוא 32%. הן על-פי הנתונים הבין-לאומיים והן על-פי הנתונים הישראליים, אין הבדלים גדולים בהישגי התלמידים בין הלומדים מדעים עם מורים המתמחים בתחום אחד ובין הלומדים עם מורים שציינו כמה תחומי התמחות.

