



**החינוך המדעי והטכנולוגי בישראל:
מדדים נבחרים לקראת בניית אסטרטגיה
לניהול סיכונים בשל המחסור הצפוי
במורים למדע וטכנולוגיה בחטיבה העליונה**

**הפורום לחינוך למדע וטכנולוגיה
מוסד שמואל נאמן**

ציפי בוכניק, אורלי נתן ואיילת רווה

בהנחיית: פרופ' אורית חזן oritha@technion.ac.il
ראש המחלקה לחינוך למדע וטכנולוגיה, הטכניון
ראשת הפורום לחינוך למדע וטכנולוגיה, מוסד שמואל נאמן

אוקטובר 2013

עודכן באפריל 2014

אין לשכפל כל חלק מפרסום זה ללא רשות מראש ובכתב ממוסד שמואל נאמן מלבד לצורך
ציטוט של קטעים קצרים במאמרי סקירה ופרסומים דומים תוך ציון מפורש של המקור.
הדעות והמסקנות המובאות בפרסום זה הן על דעת המחברים ואינן משקפות בהכרח את דעת
מוסד שמואל נאמן.

תקציר

- מטרת הדו"ח היא יצירת בסיס לבניית אסטרטגיה לניהול סיכונים ביחס למחסור הצפוי במורים למקצועות המדעיים והטכנולוגיה (מו"ט).
- בדרך כלל, מתמקדות תחזיות במורים באופן כללי ולא במקצועות מסוימים; דו"ח זה מתמקד רק במקצועות המדעיים ובמבחר מגמות מהחינוך הטכנולוגי.
- הגיל המומצע של המורים המלמדים את מקצועות המו"ט עלה בין השנים 1999 ו-2010; שיעור המורים מעל גיל 55 עלה, ושיעור המורים מתחת לגיל 35 ירד.
- למעט מקצוע הביולוגיה, בין השנים 1999 ו-2010, קטן מספר המורים בכל המקצועות המדעיים.
- שיעור המורים שהם בוגרי מדעים באוניברסיטאות הולך וקטן; שיעור המורים למדעים בוגרי מכללות הולך וגדל.
- צירוף מוגבר של מקצועות מו"ט - רמה מוגברת במתמטיקה ובמקצוע מדעי או טכנולוגי נוסף אחד לפחות - מקנה לתלמידים יתרון ומעלה את סיכוייהם להשתלבות בלימודים גבוהים בתחומים אלה.
- 3 הפריטים הבאים מתייחסים ללימודי מתמטיקה ברמה של +4 יח"ל:
 - נתמקד באחוז הניגשים לבחינה במתמטיקה ברמה של 5 יחידות לימוד, בהנחה שהם הפוטנציאל ללימודי מדע וטכנולוגיה בעתיד. אחוז זה נמוך מאוד (10% בשנת 2012¹) ונמצא במגמת ירידה בעשור האחרון. שיעור המצטיינים (ציון מעל 85) מבין כל אלה שנבחנו במתמטיקה נמוך אף יותר ועומד על כ-8% בלבד.
 - קיים הבדל במגמות בין החינוך העברי לחינוך הערבי. בעוד שבחינוך העברי שיעור הזכאים לתעודת בגרות שנבחנו ברמת ארבע יחידות ומעלה במתמטיקה ירד מ-54 אחוז ב-1998 ל-51 אחוז ב-2009, בחינוך הערבי המגמה הפוכה: עליה מ-48 אחוז ב-1998 ל-57 אחוז ב-2009.
 - השוואה מגדרית: בעשור האחרון שיעור הבנים שנבחנו במתמטיקה ברמה מוגברת (+4 יח"ל) נמצא במגמת ירידה: מ-60 אחוז ב-1998 ל-55 אחוז ב-2009; שיעור הבנות הנבחנות ברמה מוגברת בשנים אלה נמצא במגמת עלייה מ-48 אחוז ל-51 אחוז.
- לצה"ל חסרים מדי שנה מאות תלמידים מהתחום הטכנולוגי ומתגלים פערים במספר הבוגרים ובאיכותם. צה"ל נאלץ להקדיש משאבים הולכים וגדלים לאיתור כוח אדם בבתי הספר התיכוניים ולהכשירם בעצמו בהתאם לעלייה בדרישה למתגייסים בעלי רקע מדעי וטכנולוגי.
- ב-2011, היו חסרים לצה"ל כ-3000 אנשי מערך טכני וטכנולוגי, בעיקר בתחומי האלקטרוניקה, חשמל, מדעי המחשב, ומכונאות.
- לצה"ל אין צורך בבוגרי מקצועות כמו כימיה וביולוגיה (למעט תפקידים בודדים בלבד).
- שיעור החיילות במערך הטכנולוגי עלה מ-6 אחוז ב-1998 ל-20 אחוז כיום; למרות עלייה זו, בכל צה"ל רק 7 אחוז מהחיילות משרתות במערך הטכני והטכנולוגי.

¹ מקור: סקופ, יי (אוקטובר 8, 2013). צניחה במספר הניגשים לבגרות מוגברת במתמטיקה. הארץ <http://www.haaretz.co.il/news/education/premium-1.2134908>

- במגזר העסקי קיים מחסור בכוח אדם מיומן בעיקר בתחומי התוכנה (מדעי מחשב והנדסת מחשבים), האלקטרוניקה והמו"פ. המחסור אינו אחיד בכל ענפי ההיי-טק ובחלק ממקצועות המו"ט ייתכן שאף קיים עודף של עובדים.
- הדו"ח מציג מגוון תוכניות שמטרתן קידום תלמידים ועידודם ללמוד מדע וטכנולוגיה.
- הדו"ח מציג את רשימת האוניברסיטאות והמכללות המכשירות מורים למדע וטכנולוגיה בחינוך היסודי והעל-יסודי. **הטכניון** מוביל במגוון המקצועות להכשרת מורים לחינוך מדעי וטכנולוגי בחינוך העל היסודי; הטכניון הוא האוניברסיטה היחידה בארץ המכשירה מורים לחינוך טכנולוגי בשני מסלולים מובילים – מכונות ואלקטרוניקה. בתוכנית **מבטים**, המיועדת לבוגרי/ות הטכניון, לומדים כיום כ- 100 פרחי הוראה למקצועות אלה (מתוך 250 הסטודנטים הלומדים בתוכנית ואלה שסיימו את התוכנית).
- איסוף הנתונים המוצגים בדו"ח שלהלן נעשה מתוך שאיפה לבנות מודל פשוט שיאפשר לחזות את מספר המורים שיידרש בכל מקצוע מדעי וטכנולוגי **בחטיבה העליונה** באופן שניתן יהיה לתכנן הכשרת מורים מתאימה באוניברסיטאות ובמכללות ולאגם משאבים (למשל, במוסד X ילמדו Z סטודנטים הוראה של מקצוע Y).
- מודל בסיסי מוצג בהרחבה בפרק 2. אם נבחן את שנת 2018 על פי תרחיש א' (אחוז התלמידים בחטיבה העליונה הלומדים את מקצועות המו"ט יישאר ללא שינוי) **לא צפוי** מחסור במורים. לעומת זאת, אם בהתאם לתוכניות משרד החינוך, אנו מעוניינים בתרחיש ב', שמשמעותו הכפלת אחוז הלומדים פיזיקה, כימיה, מדעי המחשב והמקצועות הטכנולוגיים, נוצר מחסור במורים בכל אחד ממקצועות אלה. בתרחיש ג', בו רבע מהתלמידים בחטיבה העליונה לומדים פיזיקה ו/או כימיה ו/או מדעי המחשב ו/או מקצוע טכנולוגי, המחסור במורים במקצועות אלה מחריף עוד יותר. באף אחד מהתרחישים לא צפוי מחסור במורים למתמטיקה וביולוגיה.
 מודל זה נבנה על מנת להעלות את המודעות לבעיית המחסור במורים והוא אינו מתייחס לרמתם האקדמית של המורים (בוגרי מכללות/אוניברסיטאות), ושינוי מדיניות לתגבור תוכניות לימוד במדע וטכנולוגיה, מגזרים (חינוך דתי/ממלכתי/ערבי), אזוריים (מרכז מול פריפריה) ונושאים נוספים אליהם נתייחס בהמשך.

מקצועות טכנולוגיים (20%)	מדעים				מתמטיקה (90%)	תרחיש א'
	מדעי המחשב (9%)	ביולוגיה (18%)	כימיה (8%)	פיזיקה (9%)		
12	356	540	254	447	501	2018
מקצועות טכנולוגיים (25%)	מדעים				מתמטיקה (90%)	תרחיש ב'
	מדעי המחשב (18%)	ביולוגיה (18%)	כימיה (18%)	פיזיקה (18%)		
-310	-223	540	-389	-132	501	2018
מקצועות טכנולוגיים (30%)	מדעים				מתמטיקה (90%)	תרחיש ג'
	מדעי המחשב (25%)	ביולוגיה (25%)	כימיה (25%)	פיזיקה (25%)		
-631	-674	89	-840	-583	501	2018

פורום החינוך למדע וטכנולוגיה של מוסד שמואל נאמן

מוסד שמואל נאמן מקיים פעילויות העוסקות במדיניות בנושאי מדע וטכנולוגיה בכלל ומיקומם ותפקידם במדינת ישראל בפרט. זיהוי חשיבותו של החינוך למדע וטכנולוגיה בהקשר זה הביא להקמת הפורום לחינוך למדע וטכנולוגיה ב-2013. מטרת הפורום היא יצירת שיתופי פעולה בין מגזרים שונים בחברה הישראלית במטרה לקדם את החינוך למדע וטכנולוגיה בכל שנות הלימוד - מהגן ועד לכיתה י"ב.

בוועדת ההיגוי של הפורום נציגות לסקטורים שונים – חינוך, צה"ל, תעשייה ואקדמיה. חברות וחברי ועדת ההיגוי, לפי סדר א'-ב' הם:

- שמואל (מולד) אדן, סגן נשיא בכיר באינטל ונשיא אינטל ישראל
- הרב ד"ר צבי אילני, ראש מכון לוסטיג, בית הספר הגבוה לטכנולוגיה בירושלים
- סא"ל קרן בן-נתן קרוגר, ראש המינהל לכוח אדם טכנולוגי ולמחקר, אגף כוח האדם, צה"ל
- פרופ' אורית חזן, ראש המחלקה לחינוך למדע וטכנולוגיה, הטכניון (יו"ר)
- פרופ' מחמוד חליל, נשיא מכללת סכנין להכשרת עובדי הוראה
- רחל מתוקי, מנהלת מחוז חיפה, משרד החינוך
- ורה סאניצקי, מורה ומרכזת פרויקט טו"ב באורט "רוגוזין" במגדל העמק, ומרצה במכללת נצרת עלית
- פרופ' עמרי רנד, מנכ"ל מוסד שמואל נאמן

בישיבתה הראשונה החליטה וועדת ההיגוי למקד את פעילות הפורום בשני נושאים:

- א. העלאת המוטיבציה של תלמידי ותלמידות התיכון לבחור בלימודי מדע וטכנולוגיה
- ב. מאפייני מורים להוראת מדע וטכנולוגיה

דו"ח זה הוכן כרקע לדיון הפורום.

תוכן עניינים

2	תקציר
פרק 1 :	תוכניות הלימוד של כל המקצועות המדעיים והטכנולוגיים בישראל בחטיבת הביניים, בחטיבה העליונה, וברמת טכנאים והנדסאים
9	הגדרות
9	חט"ב
9	מתמטיקה
9	מדע וטכנולוגיה
9	חט"ע
9	חינוך טכנולוגי – המינהל למדע וטכנולוגיה – מגמות טכנולוגיות – קישורים לתוכניות הלימודים
10	מתמטיקה
10	פיזיקה
10	ביולוגיה
10	כימיה
10	מדע וטכנולוגיה בחברה (מוט"ב)
10	מדעי הסביבה
10	מדעי כדה"א
11	המכון הממשלתי להכשרה בטכנולוגיה ובמדע – הכשרת הנדסאים וטכנאים מוסמכים
פרק 2 :	מורים למדעים וטכנולוגיה
12	כוח אדם בהוראה של מדע וטכנולוגיה
13	מתוך עבודות של הלמ"ס בנושא הכשרת כוח אדם מדעי וטכנולוגי
13	הוראת מקצועות המו"ט (מדע וטכנולוגיה)
13	שעות עבודה במקצוע
14	מספר מורים במקצוע
16	היקף ההוראה במקצועות המדעיים
16	מתמטיקה
17	כימיה
19	פיזיקה
20	ביולוגיה
21	תכונות דמוגרפיות של מורי מו"ט
21	התפלגות גילאים
22	התפלגות מגדרית
23	עולים
23	השכלת מורי המו"ט
24	הוראת מו"ט בחטה"ע
25	תחזית מורי מו"ט 2011-2020 – מודל בסיסי
29	מוסדות בישראל להכשרת מורים בתחום המדעים (מכללות ואוניברסיטאות)
פרק 3 :	תלמידים במדעים וטכנולוגיה
32	בחינות הברגרות במקצועות המו"ט
32	שיעורי למידה במקצועות המדעיים בחטיבה העליונה
33	זכאים לתעודת בגרות בעת סיום הלימודים, לפי הישגים במתמטיקה ובמקצועות מו"ט אחרים
פרק 4 :	צורכי צה"ל והמשק של כוח אדם מדעי וטכנולוגי
35	צורכי צה"ל לגבי בעלי השכלה מדעית-טכנולוגית
36	עתודה

36	נשים - חיילות
36	הקשר בין משרד החינוך לצה"ל
36	הקשר של צה"ל עם התעשייה
36	צה"ל והתמ"ת
37	צורכי המשק
37	מחסור בכוח אדם מיומן בטכנולוגיה עילית
40	פרק 5 : יוזמות, פעילויות וארגונים בישראל שמטרתם קידום החינוך למדע וטכנולוגיה
40	משרד החינוך
40	התכנית האסטרטגית לחיזוק החינוך המדעי-טכנולוגי
40	עתודה ומנהיגות מדעית – טכנולוגית
41	תוכנית נחשון
41	היוזמה המשותפת הבין מגזרית למצוינות ואיכות בחינוך המדעי בישראל
41	תוכניות בפריפריה
41	תוכנית מדערום
42	תוכנית מנהיגות מדעית
42	אופקים להי-טק
42	מרכזי מדע לילדים ונוער
43	תוכנית מגשימים
43	תוכנית עתידים - מסלול קדם עתידים
43	המכללה הטכנולוגית של חיל האוויר, באר שבע
43	מרכזים ופעילויות להנגשת החינוך למדע וטכנולוגיה לכל
43	המרכז לחינוך מדעי – חמד"ע
44	מכון דוידסון לחינוך מדעי
44	מכון מדעטק לחינוך – המוזיאון הלאומי למדע, טכנולוגיה וחלל
44	חוגי מדע
44	יום המדע הלאומי
45	ליל המדענים
45	חונכות ללימודי מדעים
45	תוכניות מצויינות
45	תוכנית מדעני העתיד
46	עידוד תלמידות לבחור במדע וטכנולוגיה
46	פרויקט קידום נערות לבחירה במדע וטכנולוגיה
46	תוכנית "מדעניות העתיד"
46	מיזם "מובילות לטכניון למדע תעשייה טכנולוגיה והנדסה"
47	תחרויות מדע
47	תחרות מדענים צעירים (ISEF)
47	האולימפיאדה הארצית במתמטיקה
47	אולימפיאדת המתמטיקה על שם פרופ' ירמיהו גרוסמן
48	האולימפיאדה הביולוגיה
48	יריד המדע של גוגל
49	פרק 6 : חינוך למו"ט בישראל בהשוואה למדינות נבחרות
49	השוואות בינלאומיות : מבחני פיזה ומבחני TIMSS
49	מחקר Trends in International Mathematics and Science Study- TIMSS
51	ממצאי מחקר פיזה 2012
55	מדדי הבנק העולמי

55	מערכות חינוך במדינות נבחרות - לימודי מדעים וטכנולוגיה
55	השוואה בין מדינות
55	חינוך עיוני לעומת חינוך מקצועי בחטה"ע
56	בוגרות ובוגרים של החטה"ע בהנדסה, ייצור ובינוי
56	שעות הוראה לפי נושאים בחטיבת הביניים כאחוז מתוך שיעורי החובה
57	סטודנטים חדשים בהשכלה גבוהה לפי תחום
59	סיכום
60	ביבליוגרפיה

רשימת תרשימים ולוחות

14	תרשים 1: שעות עבודה במתמטיקה ובמקצועות מו"ט אחרים, חינוך עברי וחינוך ערבי
16	תרשים 2: מורים ותלמידים למתמטיקה ולמקצועות מו"ט אחרים – חינוך עברי וחינוך ערבי
16	תרשים 3: מספר שעות הוראה במתמטיקה בחטיבה העליונה, לפי שנה וסוג חינוך מ-1996 עד 2012
16	תרשים 4: ממוצע שעות הוראה לתלמיד במתמטיקה בחטיבה העליונה, לפי שנה וסוג חינוך בשנים 2012-1996
17	תרשים 5: מספר שעות הוראה בכימיה, לפי סוג חינוך בשנים 2012-1996
17	תרשים 6: ממוצע שעות הוראה לתלמיד בכימיה בחטיבה העליונה, לפי שנה וסוג חינוך בשנים 2012-1996
18	1996
18	תרשים 7: שיעור בתי ספר המלמדים כימיה, לפי סוג חינוך בשנים 2012-1996
19	תרשים 8: מספר שעות ההוראה בפיזיקה, לפי סוג חינוך בשנים 1996-2012
19	תרשים 9: ממוצע שעות הוראה לתלמיד בפיזיקה בחטיבה העליונה, לפי שנה וסוג חינוך
20	תרשים 10: שיעור בתי ספר המלמדים פיזיקה, לפי סוג חינוך בשנים 2012-1996
20	תרשים 11: מספר שעות ההוראה בביולוגיה, לפי סוג חינוך בשנים 2012-1996
20	תרשים 12: ממוצע שעות הוראה לתלמיד בביולוגיה בחטיבה העליונה, לפי סוג חינוך, בשנים 2012-1996
21	1996
21	תרשים 13: שיעור בתי ספר המלמדים ביולוגיה, לפי סוג חינוך בשנים 2012-1996
28	תרשים 14: עודף/מחסור במורים במקצועות המו"ט לפי תרחיש ומקצוע עד 2020
28	תרשים 15: אחוז התלמידים הלומדים ביולוגיה/כימיה/מחשבים/פיזיקה בחטיבה העליונה בשנת 2012, לפי סוג חינוך (סקר שעות הוראה)
32	תרשים 16: פיזה, 2012 - הישגי התלמידים במתמטיקה בחינוך הערבי לעומת החינוך העברי
52	תרשים 17: פיזה, 2012 - התפלגות ההישגים במתמטיקה לפי רמות בקיאות ולפי סוג חינוך
53	תרשים 18: פיזה, 2012 - ההישגים במתמטיקה לפי סוג חינוך ולפי רקע חברתי-תרבותי-כלכלי
53	תרשים 19: ההישגים במדעים בקרב כלל המדינות המשתתפות
54	תרשים 20: שעות הוראה לפי נושאים בחטיבת הביניים כאחוז מתוך שיעורי החובה, 2011
57	תרשים 21: סטודנטים חדשים בהשכלה גבוהה לפי תחום (תחומים המהווים יותר מ-20% מהסטודנטים החדשים) במדינות נבחרות ובמדינות OECD
58	15
15	לוח 1: הוראת מו"ט בחטיבה העליונה
22	לוח 2: גילם הממוצע של מורי המדעים בחטיבה העליונה, 2012-1996
22	לוח 3: נשים בקרב מורים למו"ט בחטיבה העליונה, לפי מקצוע הוראה – חינוך עברי וערבי
22	לוח 4: שיעור המורות למדעים בחטיבה העליונה ב-2012 בכימיה, פיזיקה, מתמטיקה וביולוגיה
22	לוח 5: שיעור בעלי דרגת שכר אקדמית ודרגת שכר של תואר שני ומעלה בקרב מורי המדעים בחטה"ע, 2012-1996
23	

- לוח 6 : שיעור המורים למו"ט בחטה"ע שלהם תואר ראשון, לפי מקצוע ההוראה, מקצוע התואר ותעודת הוראה..... 23
- לוח 7 : שיעור המורים למו"ט בחטה"ע שלהם תואר שני במקצוע ההוראה שלהם 24
- לוח 8 : מקבלי תעודות הוראה באוניברסיטאות ובמכללות בתחום המו"ט, שהחלו להורות מקצועות אלו בחטיבה העליונה, לפי תחום הוראה..... 25
- לוח 9 : עודף/מחסור במורים במקצועות המו"ט לפי תרחיש ומקצוע עד 2020 27
- לוח 10 : שיעור זכאים לתעודת בגרות שנבחנו במתמטיקה ובמקצועות מו"ט נוספים, לפי נתיב לימודים ומספר יחידות לימוד..... 33
- לוח 11 : זכאים לתעודה שנבחנו במתמטיקה ובמקצועות מו"ט נוספים, לפי מגדר, נתיב לימודים ומספר יחידות לימוד..... 34
- לוח 12 : זכאים לתעודה שנבחנו במתמטיקה ובמקצועות מו"ט נוספים ברמת +4 יחידות לימוד 34
- לוח 13 : מיקום ישראל ו-20 המדינות המובילות במחקר TIMSS במקצועות המתמטיקה והמדעים, 2011..... 50
- לוח 14 : גודלי קבוצות האוכלוסייה השונות בקרב הנבחרים במחקר פיזה 2012 בישראל..... 51
- לוח 15 : 10 המדינות המובילות לפי ארבעת המימדים..... 55
- לוח 16 : אחוז לומדים לפי תחום למידה כללי ומקצועי במדינות נבחרות, 2011..... 56
- לוח 17 : שיעור הבוגרים והבוגרות של הנתיב הטכנולוגי בחטיבה העליונה במגמות הנדסיות ובנייה לפי מגדר, 2011..... 56
- לוח 18 : זמן הוראה לפי נושאים בגיל 15 כאחוז מתוך שיעורי החובה, 2011..... 57
- לוח 19 : סטודנטים חדשים בהשכלה גבוהה לפי תחום לימוד ולפי מגדר במדינות נבחרות באחוזים..... 58

פרק 1: תוכניות הלימוד של כל המקצועות המדעיים והטכנולוגיים

בישראל בחטיבת הביניים, בחטיבה העליונה, וברמת טכנאים

הנדסאים

הגדרות

1. על-פי משרד החינוך, המקצועות המדעיים הם: ביולוגיה, כימיה, מדעי הסביבה, מוט"ב (מדע וטכנולוגיה בחברה), מתמטיקה, ופיזיקה.

המגמות הטכנולוגיות בבתי ספר תיכוניים: הנדסת אלקטרוניקה ומחשבים, הנדסת תוכנה, מגמת תקשוב, מערכות ייצור ממוחשבות, מערכות בקרה ואנרגיה, ביוטכנולוגיה, הנדסת מכונות, הנדסת בנייה ואדריכלות, הנדסת תעשייה וניהול, מדעית-טכנולוגית. בכיתות הנמוכות יותר, התוכניות הן בינתחומיות ובעלות חופש גדול יותר בהתאם להחלטת כל בית ספר.

2. קישורים לתוכניות לימודים במדעים

האגף לתכנון ולפיתוח תוכניות לימודים

[Http://cms.education.gov.il/educationcms/Units/Tochniyot_Limudim/Portal/](http://cms.education.gov.il/educationcms/Units/Tochniyot_Limudim/Portal/)

חט"ב

[Http://cms.education.gov.il/educationcms/Units/Tochniyot_Limudim/Portal/tochniyotlimudim/chativatbinayim/](http://cms.education.gov.il/educationcms/Units/Tochniyot_Limudim/Portal/tochniyotlimudim/chativatbinayim/)

מתמטיקה

[Http://cms.education.gov.il/educationcms/Units/Mazkirut_Pedagogit/Matematika/chativatbeinayim/](http://cms.education.gov.il/educationcms/Units/Mazkirut_Pedagogit/Matematika/chativatbeinayim/)

מדע וטכנולוגיה

[Http://cms.education.gov.il/educationcms/Units/Tochniyot_Limudim/science_tech/tochnitmeodkenet/](http://cms.education.gov.il/educationcms/Units/Tochniyot_Limudim/science_tech/tochnitmeodkenet/)

חט"ע

חינוך טכנולוגי – המינהל למדע וטכנולוגיה – מגמות טכנולוגיות – קישורים לתוכניות

הלימודים

<http://cms.education.gov.il/educationcms/Units/madatech/hinuomadatech/Ticonim/megamottecnologevot/miktothalimod.htm>

- הנדסת אלקטרוניקה ומחשבים (מספר מגמה: 11)
- הנדסת בנייה ואדריכלות (מספר מגמה: 12)
- הנדסת מכונות (מספר מגמה: 32)
- הנדסת תוכנה (מספר מגמה: 14)
- הנדסת תעשייה וניהול (מספר מגמה: 18)
- טכנולוגיות תקשורת (מספר מגמה: 21)
- מדעית-טכנולוגית (מספר מגמה: 30)
- מערכות ייצור ממוחשבות (מספר מגמה: 10)
- מערכות בקרה ואנרגיה (מספר מגמה: 33)
- תקשוב (מספר מגמה: 35)
- ביוטכנולוגיה
- מדעי המחשב והנדסת תוכנה
- מקצוע מדעי: מקצוע מדעי הטכנולוגיה

מתמטיקה

[Http://cms.education.gov.il/educationcms/Units/Mazkirut_Pedagogit/Matematika/chativaelyona/](http://cms.education.gov.il/educationcms/Units/Mazkirut_Pedagogit/Matematika/chativaelyona/)

פיזיקה

http://cms.education.gov.il/EducationCMS/UNITS/Mazkirut_Pedagogit/Phizika

ביולוגיה

Http://cms.education.gov.il/educationcms/units/tochniyot_limudim/biologic/mavo/mavo.htm

כימיה

Http://cms.education.gov.il/educationcms/units/mazkirut_pedagogit/chimya/thochniyotlimudimchadasha/tochnitlimudim.htm

מדע וטכנולוגיה בחברה (מוט"ב)

Http://cms.education.gov.il/educationcms/Units/Mazkirut_Pedagogit/Motav/tochnitlimodim/

מדעי הסביבה

Http://cms.education.gov.il/educationcms/Units/Mazkirut_Pedagogit/madaehasvivva/tochnitlimudimchadash/mivne_hatochnit.htm

מדעי כדה"א

<Http://cms.education.gov.il/NR/rdonlyres/6CF898EB-AB82-4090-88A9-32E29C407381/6839/earthsciences.pdf>

המכון הממשלתי להכשרה בטכנולוגיה ובמדע – הכשרת הנדסאים וטכנאים

מוסמכים

מגמות להנדסאים שאושרו לשנת לימודים תשע"ג – קישורים למקצועות הלימוד:

<http://www.moital.gov.il/NR/exeres/94A8501F-724C-4230-930A-837896691711.htm?t=name>

אדריכלות נוף
הנדסה אזרחית - מגמת משנה תכנון מבנים
הנדסה אזרחית - מגמת משנה ניהול בניה
הנדסה רפואית - מכשור רפואי
הנדסת חשמל
הנדסת אלקטרוניקה - מגמת משנה מחשבים
הנדסת אלקטרוניקה - מגמת משנה מחשבים -מיקרו אלקטרוני
הנדסת אלקטרוניקה - מגמת משנה מחשבים תוכנה
הנדסת אלקטרוניקה – מגמת משנה תקשורת
הנדסת אלקטרוניקה - מגמת משנה תקשורת נתונים
הנדסת ביוטכנולוגיה
הנדסת חקלאות - מגמת משנה בעלי חיים
הנדסת כימיה - מגמת משנה טכנולוגיה של המזון
הנדסת כימיה – מגמת משנה מעבדתית תעשייתית
הנדסת כימיה מגמת משנה כימיה תרופתית (פרמצבטית)
הנדסת מיכשור ובקרה
הנדסת מכונות – מגמת משנה מכטרוניקה
הנדסת מכונות – מגמת משנה רכב
הנדסת מכונות – מגמת משנה תכנון וייצור ממוחשב
הנדסת סביבה
הנדסת קול הגברה והקלטה (סאונד)
הנדסת קירור ומיזוג אויר
הנדסת תוכנה
הנדסת תעשייה וניהול – מגמת משנה לוגיסטיקה
הנדסת תעשייה וניהול – מגמת משנה מערכות ייצור
הנדסת תעשייה וניהול – מגמת משנה מערכות מידע
הנדסת תעשייה וניהול – מגמת משנה ניהול האיכות
הנדסת תעשייה וניהול – מגמת משנה שיווק וניהול
טכנולוגיות מים
מכונות- מגמת משנה תכנון וייצור ממוחשב
פרויקט רקיע - הנדסת אלקטרוניקה מחשבים
פרויקט רקיע - הנדסת חשמל
פרויקט רקיע - הנדסת מכונות תכנון וייצור ממוחשב

פרק 2: מורים למדעים וטכנולוגיה

כוח אדם בהוראה של מדע וטכנולוגיה

סוגיית המחסור במורים בכלל ובמדע וטכנולוגיה בפרט, עולה לעיתים קרובות ומעסיקה את מקבלי ההחלטות במערכת החינוך בישראל. על קביעת המדיניות בסוגיה זו להתבסס על מידע אמין ופרמטרים מקובלים ומוכרים. לצורך זה נערכו בישראל כמה עבודות בנושא, חלקן על ידי הכנסת וחלקן על ידי הלמ"ס בהזמנת משרד החינוך.

סוגיה זו נידונה לעיתים גם בעיתונות ביחס להוראת מקצועות מסוימים כמו, פיזיקה וכימיה. לדוגמה, בדיון שנערך בכנסת בפברואר 2012 על לימודי הכימיה בפריפריה, הציג יו"ר ועדת מקצוע הכימיה במשרד החינוך, פרופ' אהוד קינן, את הנתונים המדאיגים הבאים: בארץ חסרים כ-3,000 כימאים (ביישובי הפריפריה בדרום לא ניגשים בכלל תלמידים לבחינת בגרות במקצוע). רק 16 מורים לכימיה גילם הוא מתחת ל-31, מתוך קרוב ל-800 מורים לכימיה שגילם הממוצע הוא כ-50. "חלק גדול מהמורים יפרוש כבר בשנה הקרובה ואין מי שימלא את השורות", התריע פרופסור קינן. "למשרד החינוך אין תוכנית לפתרון הבעיה. מפרסמים תוכניות גרנדיוזיות של כל מיני הסבות להוראה, בפועל אין כלום, ממש אפס. הפער בין הרמה ההצהרתית לביצוע הוא בלתי נסבל. המחסור במורים זה לא כוח עליון, מישהו נרדם בשמירה ולכן אין מורים". עוד מתברר שב-2009 ניגשו לבגרות בכימיה 6.1% בלבד מהתלמידים במגזר היהודי, 2.3% מתלמידי המגזר הממלכתי-דתי, ו-18.2% תלמידי המגזר הערבי.²

מערכת החינוך בישראל, בדומה למערכות חינוך בעולם המערבי, ניצבת בפני התפתחויות חברתיות, כלכליות וטכנולוגיות. כדי להיערך לקראת העתיד, משרד החינוך מנסה לחזות את השינויים הצפויים בהיקף כוח האדם בהוראה, המושפע בין היתר ממספר התלמידים שילמדו מקצועות אלה בעתיד, ובהתאם לחזות את היקף ההכשרה להוראה הנדרשת בעקבות שינויים אלו.

בחודשים פברואר-יולי 2012 בדק משרד מבקר המדינה כמה נושאים הנוגעים לניהול כוח האדם בהוראה בעיקר במוסדות החינוך הרשמי. הנושאים שנבדקו הם אלה: תכנון כוח האדם בהוראה, ההתאמה בין הכשרת עו"ה ובין המקצוע שהם מלמדים והשמת כוח האדם בהוראה בחינוך הרשמי בכלל ובמוסדות החינוך הערבי בפרט. בעיקרי הדברים בדו"ח זה כתוב: "תכנון כוח האדם נועד לקבוע את כוח האדם ואת הכשרתו הנדרשים להשגת היעדים והמטרות. משרד החינוך מעסיק יותר מ-100,000 מורים בחינוך הרשמי ואחראי לתנאי העסקתם. מתוקף תפקידו עליו להכיר היטב את מאפייניו של כוח האדם בהוראה ולחזות שינויים שצפויים לחול בו. בביקורת עלה כי במשרד החינוך אין גורם ייעודי האחראי לתכנון כוח האדם בהוראה, וכי בשנים 2011-2012 לא הוקצה תקציב המיועד לכך. כמו כן עלה כי מאגרי המידע של משרד החינוך בתחום כוח האדם בהוראה אינם מספקים למשרד את התשתית הנדרשת לניהולו, ובכלל זה את התשתית הנדרשת לזיהוי שינויים בהיצע של עו"ה, והמאפשרת לערוך תחזיות מקיפות ומהימנות בדבר היצע זה.³

בלמ"ס קיימים נתונים לגבי תחזיות של תלמידים וכוח אדם בהוראה. התחזיות מבוססות על שיטות סטטיסטיות לחיזוי כוח האדם בהוראה ברמה הארצית שפיתחה הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה ועל שיקול דעת מקצועי, והן מניחות כי התנאים שבהם פועלת כיום מערכת החינוך – קצב כניסת מורים חדשים למערכת, היקף משרות המורים, גודל הכיתות וכדומה – ימשיכו להתקיים גם בעתיד.

² מניב, ע' (15/2, 2012). ישראל 2012: משבר חמור בתחום הכימיה, NRG מעריב. <http://www.nrg.co.il/online/1/ART2/337/154.html>

³ דו"ח מבקר המדינה - הפרק העוסק במשרד החינוך, עמ' 971

עבודה נוספת בנושא בוצעה על ידי מרכז טאוב⁴ ובה הוצגו מאפייניו הייחודיים של מקצוע ההוראה בישראל (גודלה של אוכלוסיית המורים, השכלת המורים, היקף משרת המורים, שיעור העובדים במשרות חלקיות ועוד), והמשתנים המשפיעים על הביקוש למורים והיצע ההוראה. אך גם עבודה זו אינה מתמקדת בהוראת המדעים והטכנולוגיה, אלא באופן כללי במחסור במורים.

בימים אלה, על פי הזמנת המועצה הלאומית למחקר ופיתוח ובמימונה, פרסמה הלמ"ס עבודה מקיפה המאפשרת בפעם הראשונה התבוננות פנורמית על החינוך המדעי-טכנולוגי בארץ: החל ממספר הניגשים לבחינות בגרות במקצועות אלו והמורים המלמדים אותם, ועד לימודים להשכלה גבוהה ומקבלי התארים במקצועות אלו. בהמשך נתאר את הוראת מקצועות המו"ט בהתבסס על עבודה זו.⁵

בהתבסס על נתונים אלה, דו"ח מוסד נאמן המוצג כאן מציג מודל פשוט ביחס למספר המורים הנדרשים בכל אחד מהמקצועות המדעיים והטכנולוגיים. המודל מאפשר בניית תסריטים שונים בהתאם לשיעורי גידול צפויים/רצויים במספר התלמידים הלומדים מקצועות מדעיים וטכנולוגיים.

מתוך עבודות של הלמ"ס בנושא הכשרת כוח אדם מדעי וטכנולוגי⁶

המקורות לנתונים המוצגים בפרק זה, הם מתוך פרסום "מדדי חינוך והשכלה להכשרת כוח אדם מדעי-טכנולוגי בישראל, תשנ"ח-תש"ע" של הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, העבודה עומדת להתפרסם בנובמבר-2013 והתקבלה מהמועצה הלאומית למו"פ לצורך סקירה זו.

הוראת מקצועות המו"ט (מדע וטכנולוגיה)

לימודי מו"ט בחטיבה העליונה מהווים בסיס ללימודים המתקדמים באוניברסיטאות ובמכללות האקדמיות. נתונים על היקף ההוראה במקצועות אלו, כגון מספר שעות הוראה ומספר מורים, המוצגים לאורך יותר מעשור יכולים להעיד בין השאר על ירידה או עלייה בביקוש למקצוע בקרב תלמידים; נתונים על גיל המורים יכולים להעיד על התחדשות או אי-התחדשות של מצבת המורים ועל עלייה או ירידה עתידית במספר; הכשרת המורים, השכלתם וגילם יכולים להעיד על הידע שלהם וטיב הוראתם.

שעות עבודה במקצוע

באופן כללי, בחטיבה העליונה (חט"ע), בשנים 1998–2010 חלה ירידה במספר שעות העבודה במקצועות המו"ט למעט המקצועות מתמטיקה וביולוגיה. במגזר הממלכתי, היקף ההוראה היחסי של מקצועות המו"ט (ללא מתמטיקה) מתוך כלל המקצועות בחט"ע (ללא מתמטיקה) הצטמצם מ-16.6 ל-13.8 אחוז (לוח 1). תרשים 1 משקף את העלייה והירידה בהיקף לימודי המתמטיקה ושאר מקצועות המו"ט במגזר היהודי ובמגזר הערבי. באופן כללי, ניתן לראות כי בשעה שבמגזר הערבי חלה עליה הן במספר שעות הוראה מתמטיקה והן בשעות ההוראה של שאר מקצועות המו"ט, במגזר היהודי חלה עליה במספר שעות ההוראה של מקצוע המתמטיקה, וירידה בשעות ההוראה של שאר מקצועות המו"ט. על-פי לוח 1, סך שעות העבודה במקצועות המו"ט עלה מ-162,055 ל-173,053 בשנים 1998–2010, עלייה של 6.8 אחוזים. לעומת זאת, מספר שעות העבודה במקצועות אלו, ללא מתמטיקה, ירד מ-101,794 בשנת

⁴ בלס, נ' (2010). האם יש מחסור במורים? נייר מדיניות מס' 2010.14, ירושלים: מרכז טאוב לחקר המדיניות החברתית בישראל.

⁵ הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, עבודה שטרם התפרסמה והתקבלה מהמועצה הלאומית למו"פ לצורך סקירה זו. מדדי חינוך והשכלה להכשרת כוח אדם מדעי-טכנולוגי בישראל, תשנ"ח-תש"ע, פרסום 1522.

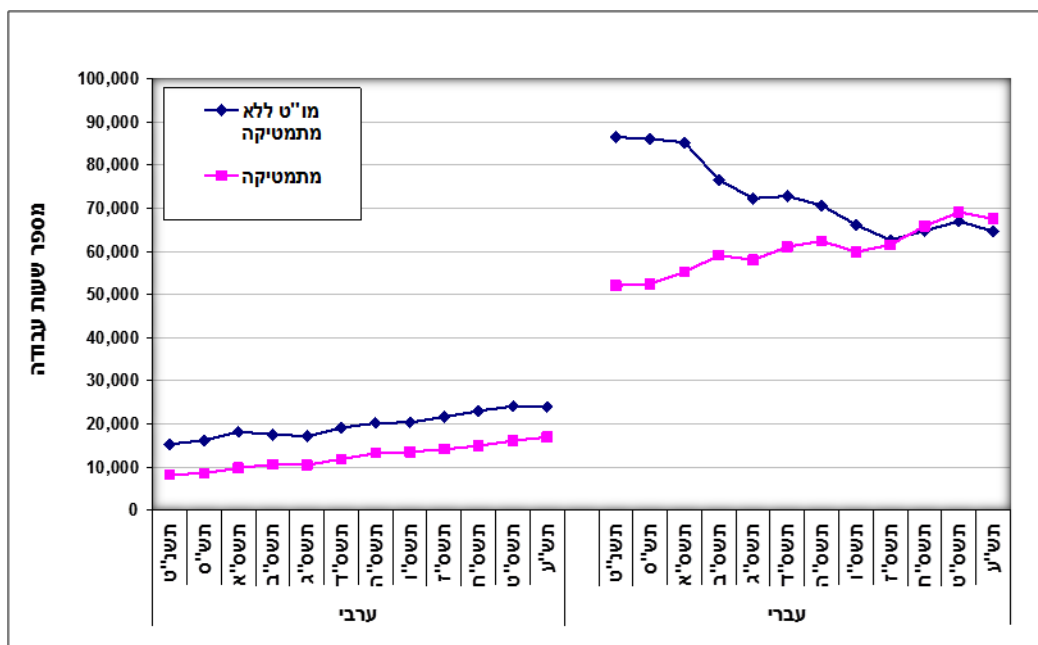
חלק מעבודה זו התפרסם בהודעה לעיתונות באתר הלמ"ס ב-21 במאי, 2013: "מגמות בהוראת מתמטיקה ומדעים בחטיבה העליונה, 1996-2012"

http://www.cbs.gov.il/reader/newhodaot/hodaa_template.html?hodaa=201306130

⁶ במקומות שלא מופיעים סימוכין, המקור הוא שתי העבודות הנ"ל של הלמ"ס.

1998 ל-88,616 בשנת 2010, ירידה של 12.9 אחוז. עליה מתונה זו נובעת בעיקר מהעלייה המשמעותית ב-40.1 אחוז בהוראת המתמטיקה בחטה"ע: מ-60,261 בשנת 1998 ל-84,436 בשנת 2010. חשוב לציין כי מתוך מקצועות המו"ט, מתמטיקה היא מקצוע החובה היחיד בבחינת הבררות. כמו כן, במקצוע זה היקף ההוראה היה הגדול ביותר מבין מקצועות המו"ט: 13.2 אחוז מתוך כלל ההוראה בחטה"ע, במונחי שעות עבודה.

תרשים 1: שעות עבודה במתמטיקה ובמקצועות מו"ט אחרים, חינוך עברי וחינוך ערבי



מספר מורים במקצוע

מספר מורי המו"ט (למעט מתמטיקה) ירד מ-5,808 בשנת 1998 ל-5,503 בשנת 2010, ירידה של 5.3 אחוזים (ראו לוח 1). מספר המורים למתמטיקה, לעומת זאת, עלה מ-3,601 בשנת 1999 ל-5,743 בשנת 2010, עלייה של 60 אחוז. מבין מקצועות המו"ט, ניכרה ירידה במספר המורים לכימיה, לפיזיקה ולמדעי המחשב. במקצוע הכימיה ירד מספר המורים ב-18 אחוז, מ-891 בשנת 1998 ל-729 בשנת 2010. במדעי המחשב ירד מספר המורים ב-19 אחוז, מ-1,751 בשנת 1998 ל-1,418 בשנת 2010. בפיזיקה ירד מספר המורים מ-984 בשנת 1998 ל-959 בשנת 2010, ירידה של כ-3 אחוז. לעומת זאת, במקצועות הטכנולוגיים ובביולוגיה ניכרה עלייה במספרי המורים, בשיעור של כ-10 אחוזים וכ-15 אחוזים, בהתאמה. מספר המורים לביולוגיה עלה מ-1,500 בשנת 1998 ל-1,720 בשנת 2010 ומספר המורים במקצועות הטכנולוגיים עלה מ-1,055 בשנת 1998 ל-1,156 בשנת 2010.

על פי לוח 1, עלה אחוז מורי המו"ט בחטה"ע מ-25.56 ל-26.21 בשנים 1998-2010. לעומת זאת, מספר מורי המו"ט ללא מתמטיקה בחטה"ע ירד מ-16.59 אחוז בשנת 1998 ל-13.48 אחוז בשנת 2010. ההבדל בשיעורים נובע מעלייה בשיעור המורים למתמטיקה, מ-10.29 אחוזים בשנת 1998 ל-14.07 אחוז בשנת 2010.

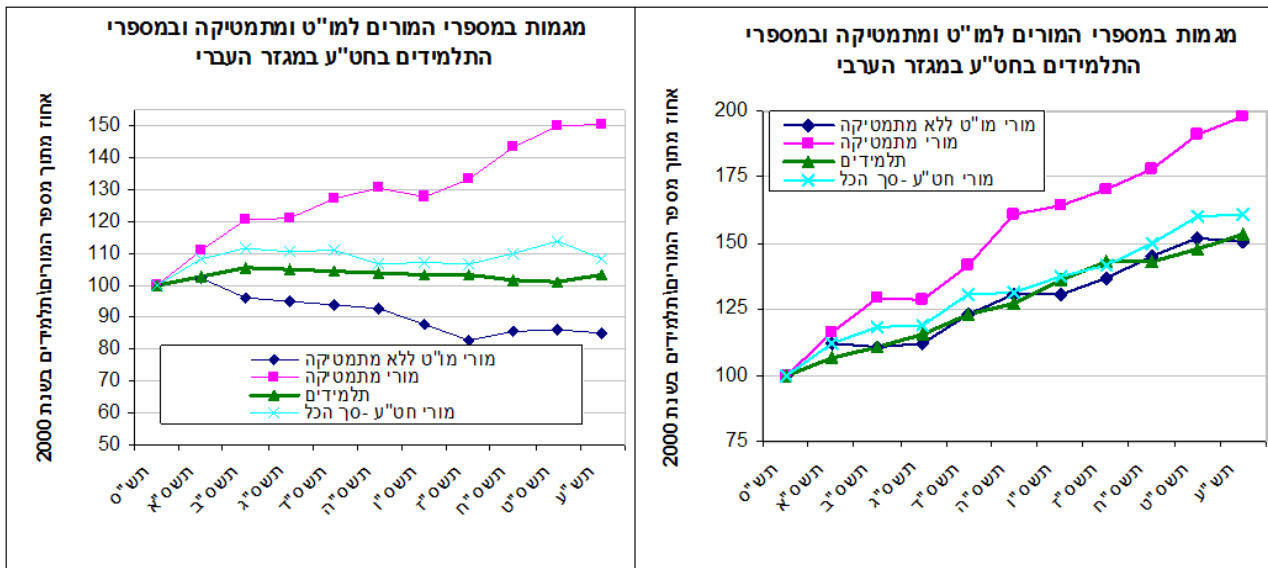
בעוד שבחינוך הערבי עלה מספר המורים בכל מקצועות המו"ט, במגזר היהודי עלה מספר המורים במקצוע המתמטיקה וירד בשאר מקצועות המו"ט (תרשים 2) וזאת כאשר בחינוך העברי מספר התלמידים נשאר יציב. לעומת זאת, בחינוך הערבי העלייה במספר מורי המו"ט תאמה את הגידול במספר התלמידים אך העלייה במספר מורי המתמטיקה הייתה גדולה מהעלייה במספר התלמידים.

לוח 1: הוראת מו"ט בחטיבה העליונה

השינוי מ- 1998/99 ל- 2009/10	תש"ע 2009/10	תשס"ה 2004/05	תשנ"ט 1998/99	תחום הוראה
				מספרים
				חטיבה עליונה – סך הכל
16.6	40,815	38,777	35,004	מורים
4.9	640,807	614,027	610,914	שעות עבודה
				מו"ט – סך הכל
19.6	10,698	10,143	8,948	מורים
6.8	173,053	166,434	162,055	שעות עבודה
	26.21%	26.16%	25.56%	שיעור המורים במו"ט מסך המורים
				מו"ט (ללא מתמטיקה)
-5.3	5,503	5,713	5,808	מורים
-12.9	88,616	90,825	101,794	שעות עבודה
	13.48%	14.73%	16.59%	שיעור המורים במו"ט (ללא מתמטיקה) מסך המורים
				מתמטיקה
59.5	5,743	4,920	3,601	מורים
40.1	84,436	75,609	60,261	שעות עבודה
	14.07%	12.69%	10.29%	שיעור המורים במתמטיקה מסך המורים
				פיזיקה
-2.5	959	918	984	מורים
-7.4	14,364	13,964	15,504	שעות עבודה
				כימיה
-18.2	729	762	891	מורים
-21.3	10,987	11,678	13,952	שעות עבודה
				ביולוגיה
14.7	1,720	1,760	1,500	מורים
0.6	21,950	23,043	21,810	שעות עבודה
				מדעי המחשב
-19	1,418	1,531	1,751	מורים
-26.6	20,084	20,990	27,361	שעות עבודה
				מקצועות טכנולוגיים
9.6	1,156	1,133	1,055	מורים
-8.4	21,231	21,148	23,168	שעות עבודה

מקור: עיבוד של לוח מתוך העבודה שלא התפרסמה עדיין (הערה 4).

תרשים 2: מורים ותלמידים למתמטיקה ולמקצועות מו"ט אחרים – חינוך עברי וחינוך ערבי

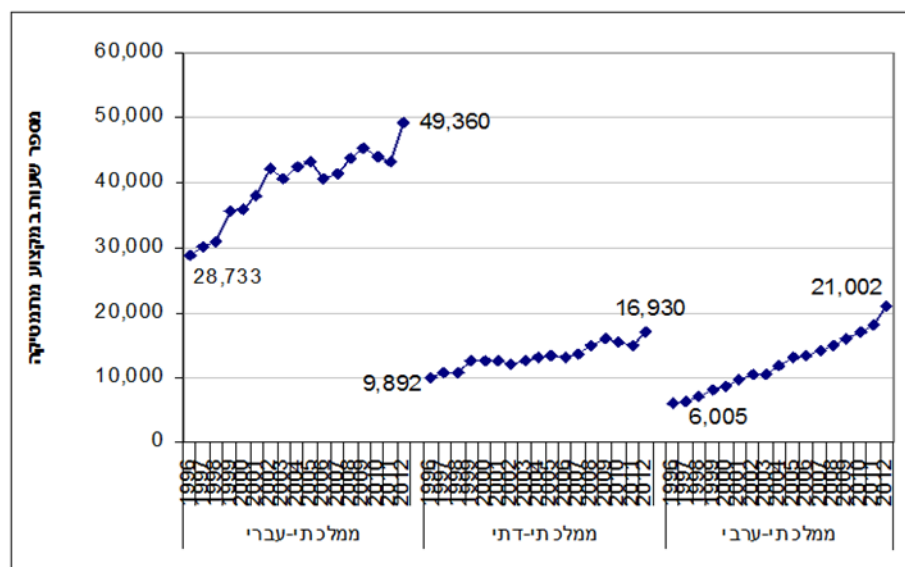


היקף ההוראה במקצועות המדעיים

מתמטיקה

מספר שעות ההוראה במתמטיקה גדל באופן ניכר בחטיבה העליונה במהלך השנים 1996-2012 (תרשים 3). סך שעות ההוראה בחטיבה העליונה במתמטיקה גדל פי 2, מ- 44,630 בשנת 1996 ל- 87,292 בשנת 2012. בחינוך הממלכתי-עברי, ממוצע שעות לתלמיד במתמטיקה כמעט והכפיל את עצמו, מ- 0.16 ל- 0.29 בשנים 1996-2012, בחינוך הממלכתי-דתי עלה מ- 0.23 ל- 0.35 (כ- 50%) בשנים אלו, וגם בחינוך הערבי, ממוצע השעות לתלמיד כמעט והכפיל את עצמו בשנים אלו (תרשים 4).⁷

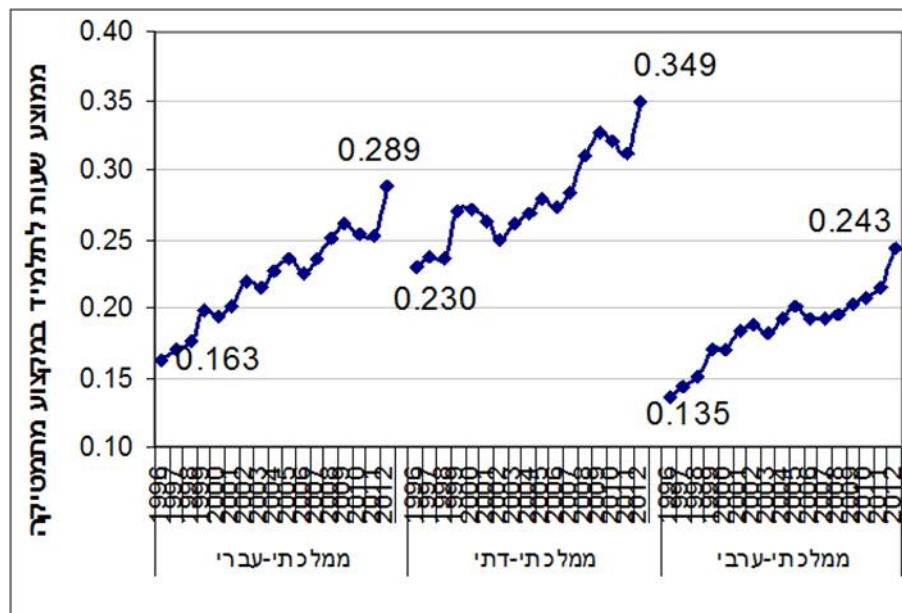
תרשים 3: מספר שעות הוראה במתמטיקה בחטיבה העליונה, לפי שנה וסוג חינוך מ- 1996 עד 2012



http://www.cbs.gov.il/hodaot2013n/06_13_130netunei_tarshim1.xls

⁷ ממוצע שעות הוראה לתלמיד = (ממוצע שעות ההוראה השבועיות במקצוע לכיתה) חלקי (מספר תלמידים ממוצע בכיתה).

תרשים 4: ממוצע שעות הוראה לתלמיד במתמטיקה בחטיבה העליונה, לפי שנה וסוג חינוך בשנים 2012-1996

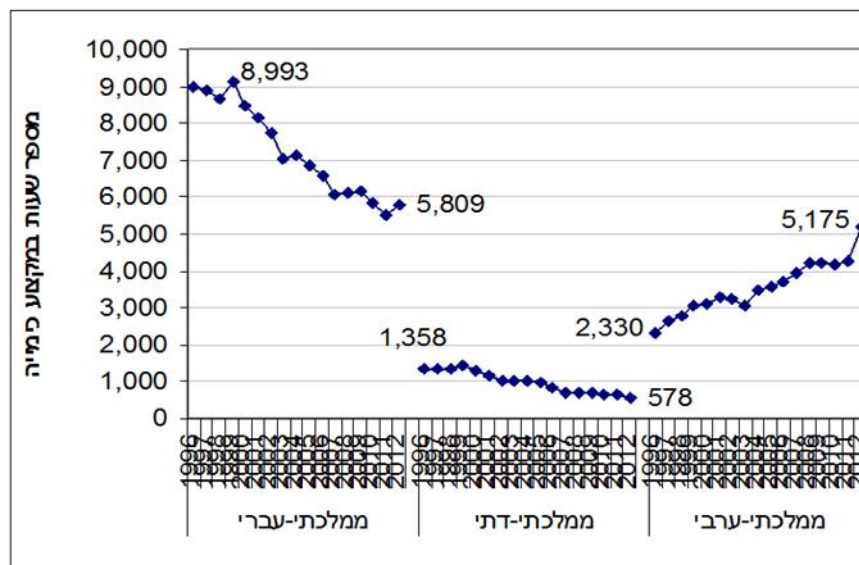


http://www.cbs.gov.il/hodaot2013n/06_13_130netunei_tarshim2.xls

כימיה

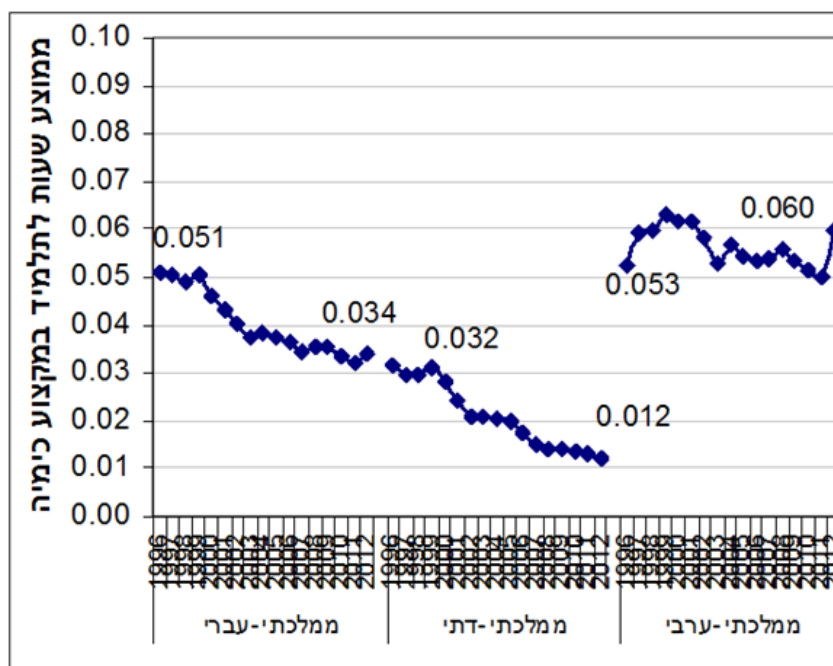
מספר שעות ההוראה בכימיה ירד באופן ניכר בחינוך הממלכתי-עברי ובחינוך הממלכתי-דתי בשנים 2012-1996 (תרשים 5). לעומת זאת, בחינוך הערבי מספר שעות ההוראה עלה פי 2 ויותר בשנים אלו. בחינוך הממלכתי-עברי, ממוצע שעות לתלמיד בכימיה ירד ב- 34 אחוז בשנים 2012-1996, בחינוך הממלכתי-דתי הממוצע ירד בכ- 62 אחוז. בחינוך הערבי, ממוצע השעות לתלמיד נשאר בשנים אלו בין הערכים 0.05 ל- 0.06 (תרשים 6).

תרשים 5: מספר שעות הוראה בכימיה, לפי סוג חינוך בשנים 2012-1996



http://www.cbs.gov.il/hodaot2013n/06_13_130netunei_tarshim3.xls

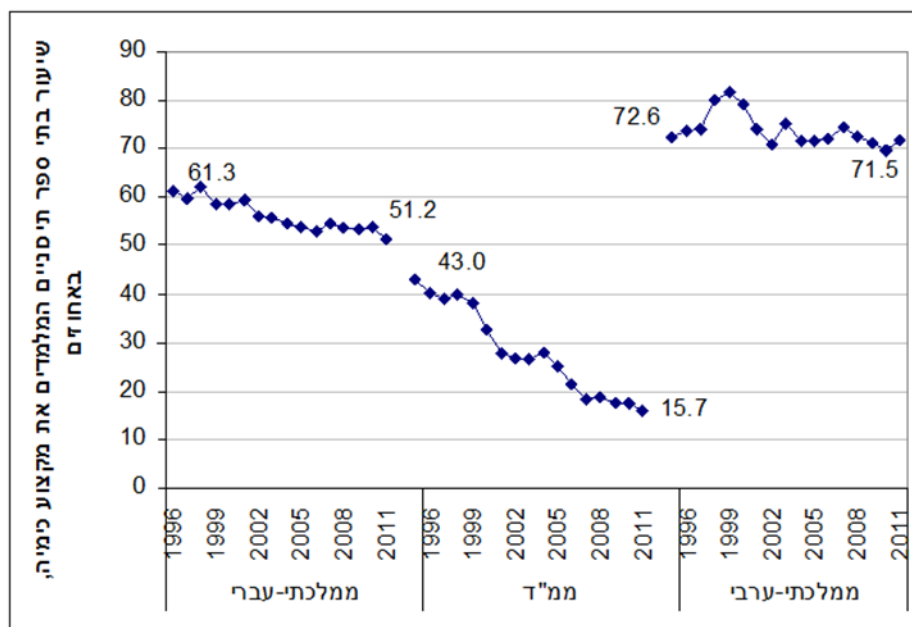
תרשים 6: ממוצע שעות הוראה לתלמיד בכימיה בחטיבה העליונה, לפי שנה וסוג חינוך בשנים 1996-2012



http://www.cbs.gov.il/hodaot2013n/06_13_130netunei_tarshim4.xls

בחינוך העברי, שיעור בתי ספר המלמדים כימיה ירד בשנים 1996-2012 וניכר במיוחד בחינוך הממלכתי דתי, בו שיעור התיכונים המלמדים כימיה ירד מ-43% ל-16%. בחינוך הערבי שיעור בתי ספר המלמדים כימיה נשאר יציב סביב 70 אחוזים (תרשים 7).

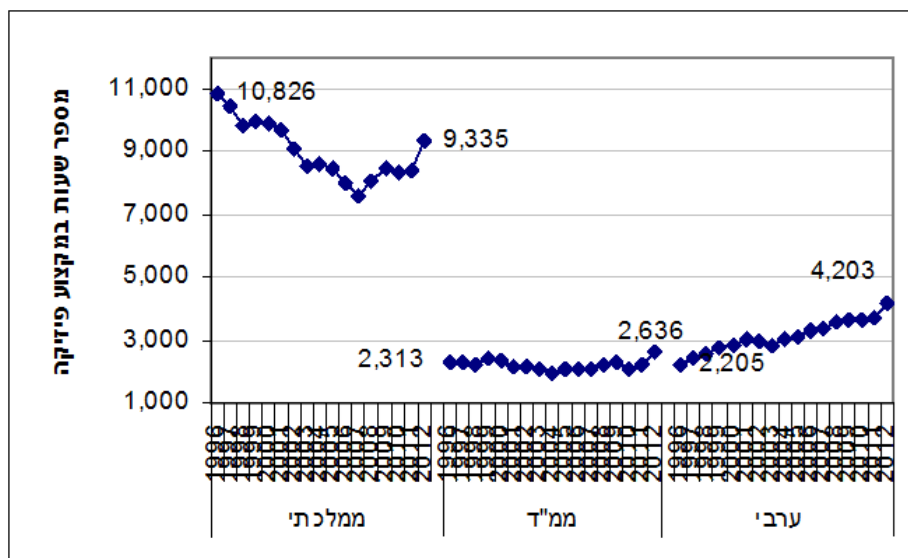
תרשים 7: שיעור בתי ספר המלמדים כימיה, לפי סוג חינוך בשנים 1996-2012



פיזיקה

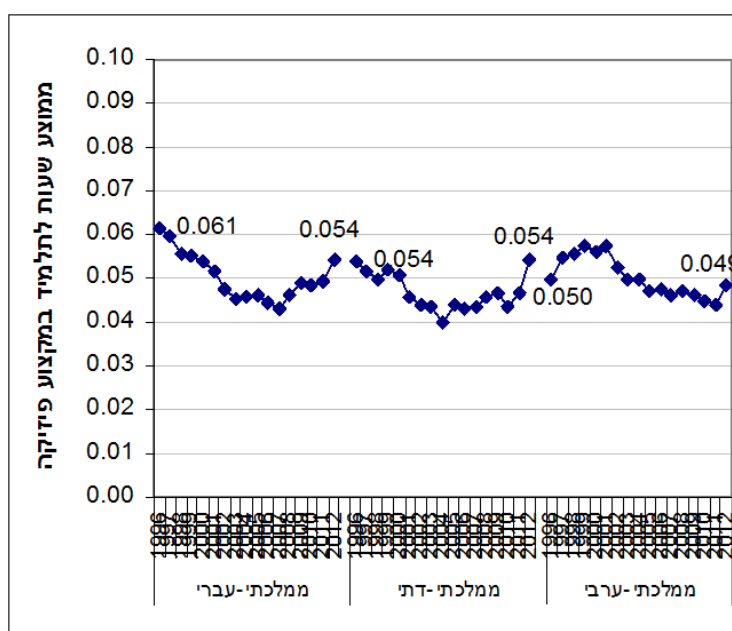
מספר שעות ההוראה בפיזיקה בתיכונים של החינוך הממלכתי-העברי ירד באופן משמעותי עד שנת 2007; מאז 2008 ועד שנת 2012 חל גידול ניכר. לעומת זאת, בחינוך הממלכתי-דתי מספר זה הינו יציב יחסית לאורך השנים למעט קפיצה בשעות ההוראה בשנה האחרונה. בחינוך הערבי קיימת מגמת עלייה במספר שעות ההוראה במקצוע פיזיקה בשנים 1996-2007 (תרשים 8).

תרשים 8: מספר שעות ההוראה בפיזיקה, לפי סוג חינוך בשנים 1996-2012



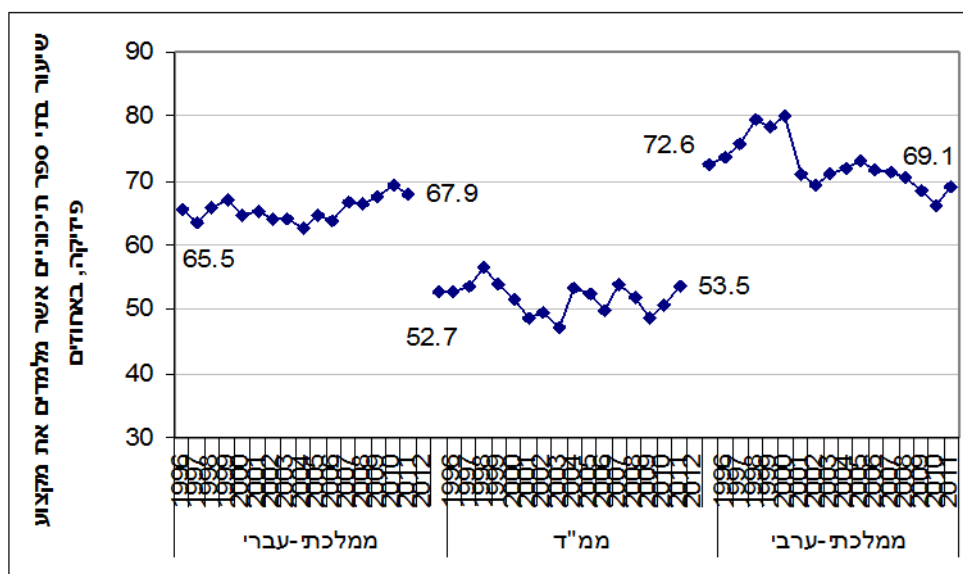
ממוצע שעות הוראה לתלמיד בפיזיקה ירד בחינוך הממלכתי-ערבי עד שנת 2007 ובחינוך הממלכתי-דתי - עד שנת 2004; מאז חלה עלייה. בחינוך הערבי, ממוצע שעות ההוראה לתלמיד ירד בתחילת שנות האלפיים ובשנת 2012 חלה עלייה (תרשים 9).

תרשים 9: ממוצע שעות הוראה לתלמיד בפיזיקה בחטיבה העליונה, לפי שנה וסוג חינוך בשנים 1996-2012



שיעור התיכונים המלמדים פיזיקה בחינוך הממלכתי עומד על כ-70-65 אחוזים בשנים 1996-2012. בחינוך הממלכתי-דתי, שיעור זה עומד על כ-55-50 אחוזים ובחינוך הערבי כ-70 אחוזים לערך (תרשים 10).

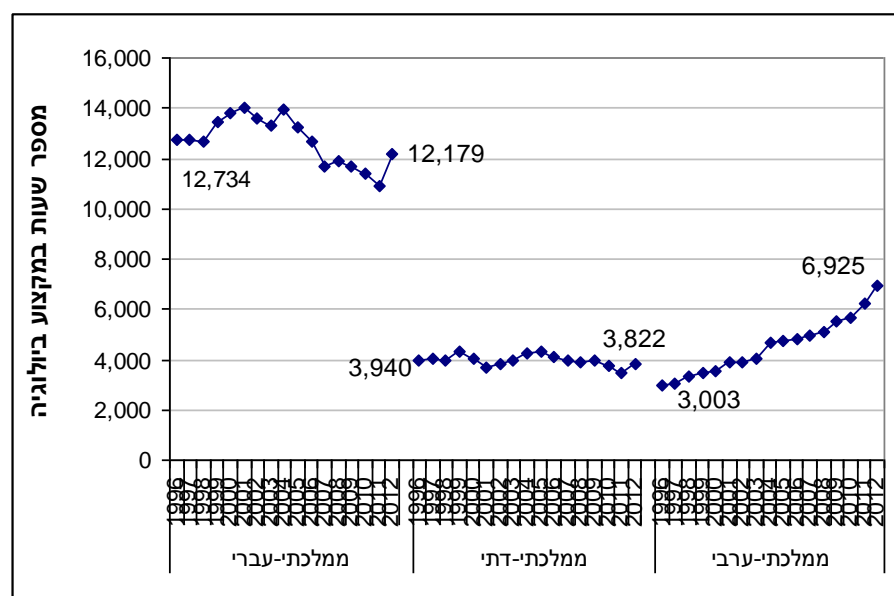
תרשים 10: שיעור בתי ספר המלמדים פיזיקה, לפי סוג חינוך בשנים 1996-2012



ביולוגיה

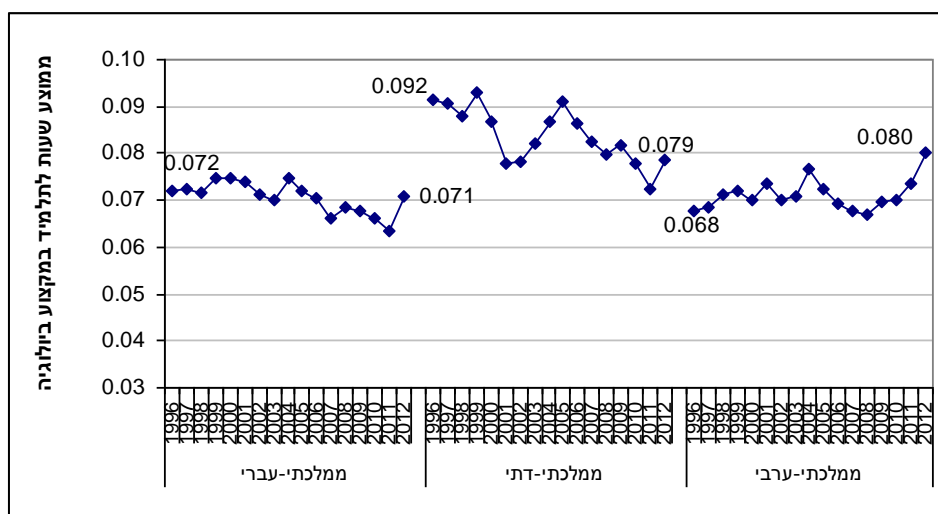
מספר שעות ההוראה בביולוגיה נמצא במגמת עלייה תלולה בחינוך הערבי במהלך השנים 1996-2012, אך יציב יחסית בחינוך העברי (תרשים 11).

תרשים 11: מספר שעות ההוראה בביולוגיה, לפי סוג חינוך בשנים 1996-2012



ממוצע שעות ההוראה לתלמיד בביולוגיה נמצא במגמת ירידה בחינוך הממלכתי-דתי, לעומת מגמת עלייה בחינוך הערבי ויציבות יחסית בחינוך הממלכתי העברי (תרשים 12).

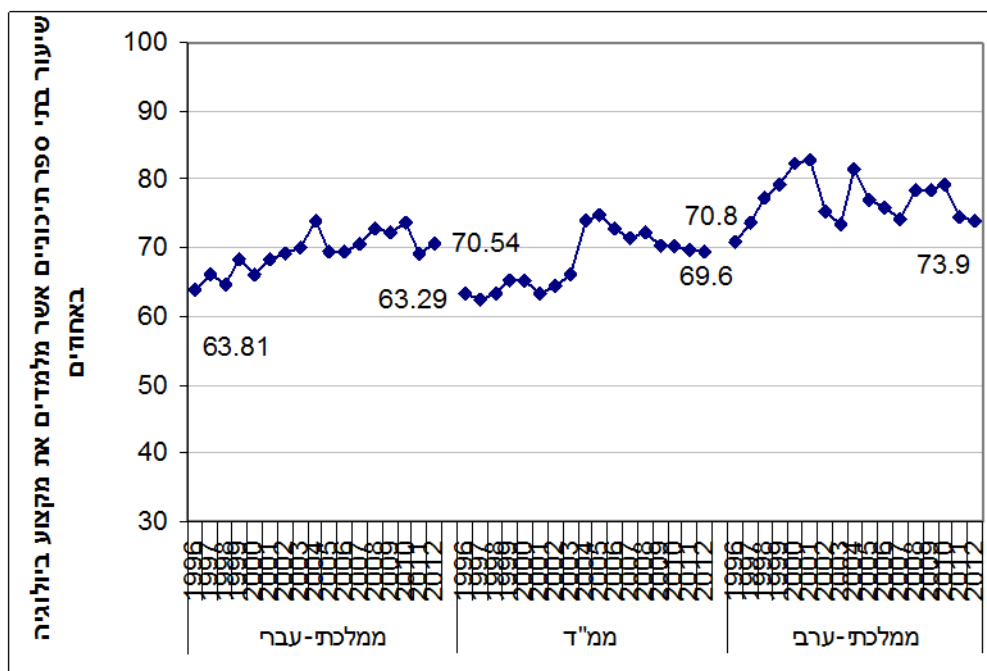
תרשים 12: ממוצע שעות הוראה לתלמיד בביולוגיה בחטיבה העליונה, לפי סוג חינוך, בשנים 1996-2012



[Http://www.cbs.gov.il/hodaot2013n/06_13_130netunei_tarshim10.xls](http://www.cbs.gov.il/hodaot2013n/06_13_130netunei_tarshim10.xls)

שיעור בתי הספר המלמדים ביולוגיה עלה בחינוך העברי (תרשים 13).

תרשים 13: שיעור בתי ספר המלמדים ביולוגיה, לפי סוג חינוך בשנים 1996-2012



תכונות דמוגרפיות של מורי מו"ט

התפלגות גילאים

ממוצע הגילאים של מורי החטיבה העליונה בכלל ומורי המו"ט בפרט, עלה במהלך השנים 1996-2012, כאשר אחוז המורים מעל גיל 55 עלה בשנים אלו ואחוז המורים מתחת לגיל 35 ירד. הגיל הממוצע של מורי הפיזיקה והכימיה היה הגבוה ביותר בקרב מורי המו"ט בחטה"ע (לוח 2).

לוח 2: גילם הממוצע של מורי המדעים בחטיבה העליונה, 1996-2012

סוג חינוך	שנה	גיל ממוצע		
		כימיה	פיזיקה	מתמטיקה
ממלכת-י-עברי	1996	43.6	45.4	43.7
	2012	50.9	50.5	47.4
ממלכת-י-דתי	1996	43.2	43.5	41.2
	2012	45.2	49.3	43.4
ממלכת-י-ערבי	1996	35.8	35.1	35.7
	2012	40.1	42.0	38.6

מקור: מעובד מתוך מגמות בהוראת מתמטיקה ומדעים בחטיבה העליונה, 1996-2012

התפלגות מגדרית

המגדר הנשי דומיננטי במקצועות המו"ט כמו בכל החטה"ע. אחוז הנשים במקצועות המו"ט עלה במעט בשנים 1998 עד 2010, מ- 60.1 בשנת 1998 ל- 64.9 בשנת 2010 (לוח 3). ההתפלגות המגדרית במקצועות המו"ט השונים לא הייתה זהה. בעוד שבמקצועות הטכנולוגיים ובפיזיקה המגדר הגברי דומיננטי, במתמטיקה, ביולוגיה ובכימיה, המגדר הנשי דומיננטי (מעל ל-70 אחוז). כמו-כן, קיים הבדל ניכר באחוז הנשים בין החינוך העברי לחינוך הערבי. בחינוך הערבי רוב המורים למו"ט היו גברים (37 אחוז נשים), ולעומת זאת, בחינוך העברי הרוב בתחום היו נשים (71.3 אחוז). בלוח 4 מוצג שיעור הנשים שהן מורות למדעים בחטיבה העליונה ב-2012 בכימיה, פיזיקה, מתמטיקה וביולוגיה.

לוח 3: נשים בקרב מורים למו"ט בחטיבה העליונה, לפי מקצוע הוראה – חינוך עברי וערבי

מקצוע הוראה	1998/99	2004/05	2009/10
חטיבה עליונה – סך הכל	64.3	66.5	69.3
מו"ט – סך הכל	60.1	64.0	64.9
מתמטיקה	65.3	68.8	70.0
פיזיקה	37.8	40.1	37.5
כימיה	76.2	77.6	77.2
ביולוגיה	74.2	76.8	78.0
מדעי המחשב	59.4	60.0	59.7
מקצועות טכנולוגיים	20.3	27.5	29.1
חינוך עברי - חטיבה עליונה – סך הכל	68.1	70.7	73.6
מו"ט – סך הכל	65.5	70.7	71.3
מתמטיקה	70.6	74.9	75.4
פיזיקה	43.5	45.7	43.2
כימיה	85.5	89.1	89.9
ביולוגיה	80.9	83.1	84.8
מדעי המחשב	63.8	67.3	67.6
מקצועות טכנולוגיים	22.5	32.5	33.4
חינוך ערבי - חטיבה עליונה – סך הכל	35.1	40.2	46.5
מו"ט – סך הכל	23.7	31.4	37.0
מתמטיקה	27.4	33.4	39.8
פיזיקה	10.6	17.1	15.7
כימיה	37.1	45.8	51.1
ביולוגיה	26.9	44.8	51.6
מדעי המחשב	21.4	25.1	27.4
מקצועות טכנולוגיים	3.9	9.4	17.1

לוח 4: שיעור המורות למדעים בחטיבה העליונה ב-2012 בכימיה, פיזיקה, מתמטיקה וביולוגיה

סוג חינוך	שיעור נשים באחוזים ב-2012		
	כימיה	פיזיקה	מתמטיקה
ממלכת-י-עברי	85.2	38.7	73.4
ממלכת-י-דתי	91.8	33.5	68.5
ממלכת-י-ערבי	53.7	17.5	44.1

בחינוך העברי, אחוז העולים בקרב מורי המו"ט (מעל גיל 35) היה גבוה יותר מאשר בקרב כלל מורי החטה"ע. בעוד ששיעור העולים בקרב המורים לפיזיקה בחינוך הממלכתי-עברי עומד על כ-30 אחוזים בשנת 2012, בכלל החטיבה העליונה השיעור עומד על כ-10 אחוזים. שיעור המורים העולים במקצוע פיזיקה הינו במגמת עלייה בשנים 1996-2012.

השכלת מורי המו"ט

שיעור בעלי דרגת שכר אקדמית ודרגת שכר של תואר שני ומעלה עלו בשנים 1996-2012 הן בחינוך העברי והן בחינוך הערבי (לוח 5). במקצועות כימיה, פיזיקה וביולוגיה רוב המורים בחינוך הממלכתי-עברי הינם בעלי דרגת שכר של תואר שני ומעלה.

בשנת 2009, מכלל מורי המתמטיקה המחזיקים בתואר אקדמי ראשון, רק ל-41.4 אחוז היה תואר במתמטיקה או שהתמחו בהוראתה. תמונה דומה מצטיירת ביחס למורים לפיזיקה בעלי תואר אקדמי ראשון: ל-34.7 אחוזים היה תואר בפיזיקה או שהתמחו בהוראתה; במקצועות הכימיה והביולוגיה השיעורים גבוהים יותר, 52.9 ו-56 אחוז. **במדעי המחשב (3%) ובמקצועות הטכנולוגיים (0%), רוב המורים לא הוכשרו כלל למקצוע ולהוראתו (לוח 6).**

לוח 5: שיעור בעלי דרגת שכר אקדמית ודרגת שכר של תואר שני ומעלה בקרב מורי המדעים בחטה"ע, 1996-2012

סוג חינוך	שנה	שיעור בעלי דרגה אקדמית				שיעור בעלי דרגת תואר שני ומעלה			
		כימיה	פיזיקה	מתמטיקה	ביולוגיה	כימיה	פיזיקה	מתמטיקה	ביולוגיה
ממלכתי-עברי	1996	94.3	90.7	87.1	91.6	52.0	57.3	37.5	38.1
	2012	99.4	94.8	95.9	97.2	71.7	63.3	49.2	62.7
ממלכתי-דתי	1996	83.5	84.9	80.3	83.4	42.6	45.4	24.7	26.8
	2012	98.3	94.2	94.0	96.6	58.3	49.2	38.4	47.6
ממלכתי-ערבי	1996	91.4	89.1	87.4	91.3	18.8	15.3	11.0	17.5
	2012	98.6	94.8	94.1	97.6	30.9	35.8	28.0	33.2

מקור: עיבוד של לוח 1.1. מתוך העבודה שלא התפרסמה עדיין.

לוח 6: שיעור המורים למו"ט בחטה"ע שלהם תואר ראשון, לפי מקצוע ההוראה, מקצוע התואר ותעודת הוראה

שיעור כולל	2008/09	1998/99	
			מתמטיקה
41.4	8.9	10.2	תואר ראשון במקצוע ותעודת הוראה
	32.5	29.8	תואר ראשון במקצוע ללא תעודת הוראה
	58.5	60.0	תואר ראשון במקצוע אחר
			פיזיקה
34.7	14.5	16.6	תואר ראשון במקצוע ותעודת הוראה
	20.2	19.2	תואר ראשון במקצוע ללא תעודת הוראה
	65.3	64.2	תואר ראשון במקצוע אחר
			כימיה
52.9	31.3	32.4	תואר ראשון במקצוע ותעודת הוראה
	21.6	18.1	תואר ראשון במקצוע ללא תעודת הוראה
	47.2	49.5	תואר ראשון במקצוע אחר
			ביולוגיה
56	22.8	26.1	תואר ראשון במקצוע ותעודת הוראה
	33.2	28.3	תואר ראשון במקצוע ללא תעודת הוראה
	44.0	45.6	תואר ראשון במקצוע אחר
			מדעי המחשב

שיעור כולל	2008/09	1998/99	
25.4	3.0	2.0	תואר ראשון במקצוע ותעודת הוראה
	22.4	14.3	תואר ראשון במקצוע ללא תעודת הוראה
	74.5	83.7	תואר ראשון במקצוע אחר
			מקצועות טכנולוגיים
14.5	0.0	0.0	תואר ראשון במקצועות אלו ותעודת הוראה
	14.5	25.7	תואר ראשון במקצוע ללא תעודת הוראה
	85.5	74.3	תואר ראשון במקצוע אחר

מקור: עיבוד של לוח 1.07 מתוך העבודה שלא התפרסמה עדיין.

בשנת 2009, מכל המורים למדעי המחשב בעלי תואר אקדמי, רק ל-2.8 אחוזים היה תואר שני בתחום. המצב דומה בקרב המורים לביולוגיה שלהם תואר אקדמי שני: ל-7 אחוזים מהם תואר שני בתחום. במקצועות הכימיה והפיזיקה השיעורים גבוהים יותר, כ-22 אחוז וכ-21 אחוז בהתאמה. במקצועות הטכנולוגיים לא היו כלל מורים בעלי תואר שני (לוח 7).

לוח 7: שיעור המורים למו"ט בחטה"ע שלהם תואר שני במקצוע ההוראה שלהם⁸

2008/09	1998/99	
8.8	7.3	מתמטיקה
20.7	14.9	פיזיקה
22.4	19.5	כימיה
7.4	9.1	ביולוגיה
2.8	2.7	מדעי המחשב
0.0	0.0	מקצועות טכנולוגיים

מקור: עיבוד של לוח 1.08 מתוך העבודה שלא התפרסמה עדיין.

האוניברסיטה היא המסגרת העיקרית שבה רכשו השכלה אלה שלהם תואר ראשון בקרב מורי המו"ט בחטה"ע וזאת בדומה לכלל המורים בחטיבה זו, אם כי שיעור בוגרי האוניברסיטאות מתוך כלל מקבלי התארים בכלל הלך וקטן בשנים 1999–2010. לעומת זאת, גדל שיעור בוגרי המכללות לחינוך, והיה גבוה במיוחד בקרב מורי המתמטיקה, מדעי המחשב והמקצועות הטכנולוגיים. שיעור בוגרי האוניברסיטאות היה גבוה במיוחד במקצועות פיזיקה וכימיה.

שיעור בוגרי אוניברסיטה בקרב מורי המו"ט ירד מ-75.1 אחוז בשנת 1999 ל-67.4 אחוז בשנת 2010, ירידה של 10 אחוזים. עם זאת, שיעור בוגרי המכללות לחינוך עלה מ-21.6 אחוז בשנת 1999 ל-27.1 אחוז בשנת 2010. שיעור נמוך מהמורים הינם בוגרי מכללות אקדמיות וגם שיעורם עלה מ-3.3 אחוז ל-5.5 אחוז. שיעור בוגרי האוניברסיטאות במתמטיקה ירד מ-75 אחוז בשנת 1999 ל-63.2 אחוז בשנת 2010 (הנתונים המלאים מופיעים בלוח 1.09 בעבודה של הלמ"ס שטרם פורסמה פומבית).

הוראת מו"ט בחטה"ע

שיעור המצטרפים להוראת מו"ט בחטה"ע (תוך חמש שנים מיום קבלת התואר) בעלי תואר ראשון בתחום מאוניברסיטאות ומכללות ירד בחצי, מ-4.3 אחוזים בשנת 1995 ל-1.9 אחוזים בשנת 2004, אם כי מספרם המוחלט לא השתנה במשך תקופה זו: כ-170–180 לשנה. בעוד שיעור הנכנסים להוראת מו"ט בחטה"ע מתוך בוגרי 2004 בתחום מתמטיקה, סטטיסטיקה ומדעי המחשב היה כ-3.1 אחוזים, שיעור הנכנסים

⁸ יש לשים לב שהנתונים בלוחות 5 ו-7 אינם זהים מאחר שלוח 5 מציג נתונים עבור מורים שלהם דרגות שכל של תואר שני (כלומר, מורים שלמדו לתואר שני כלשהו או לתעודה שוות ערך אחרת לשם קביעת דירוג שכל), ואילו לוח 7 מציג נתונים על מורים שלמדו תואר שני בתחום ההוראה (לדוגמה, מורה לפיזיקה בעל תואר ראשון בפיזיקה למד לתואר שני בתחום זה).

מאותו המחזור להוראת הנדסה ואדריכלות היה 7 אחוז (הנתונים המלאים מופיעים בלוח 1.10 בעבודה של הלמ"ס שטרם פורסמה פומבית).

מספר מקבלי תעודת הוראה במו"ט, בדומה לכלל מקבלי תעודות הוראה, ירד בשנים 2002–2009 מ-188 ל-147, ירידה של 22 אחוז (לוח 8). ב-2002 היה שיעורם בעלי תעודת הוראה במו"ט מכלל מקבלי תעודת ההוראה – 14 אחוז; ב-2009 עלה שיעורם ל-17 אחוז.

בשנת 2009, 64 סטודנטים קיבלו תעודות הוראה בתחומים מתמטיקה, סטטיסטיקה ומדעי המחשב, 45 - בביווגיה ובחקלאות ו-38 - במדעים הפיזיקליים, בהנדסה ובאדריכלות.

לוח 8: מקבלי תעודות הוראה באוניברסיטאות ובמכללות בתחום המו"ט, שהחלו להורות מקצועות אלו בחטיבה העליונה, לפי תחום הוראה

2008/09	2004/05	2001/02	2008/09	2004/05	2001/02	
אחוזים			מספרים מוחלטים			
			869	1,188	1,341	מקבלי תעודת הוראה – סך הכל
מזה: שיעור מתוך מקבלי תעודות הוראה						
17%	16%	14%	147	194	188	מקבלי תעודת הוראה במקצועות מו"ט – סך הכל
מזה: שיעור מתוך מקבלי תעודת הוראה במו"ט						
44%	57%	38%	64	110	72	מתמטיקה, סטטיסטיקה ומדעי המחשב
26%	18%	15%	38	35	28	המדעים הפיזיקליים, הנדסה ואדריכלות
31%	25%	47%	45	49	88	המדעים הביולוגיים וחקלאות

תחזית מורי מו"ט 2011-2020 – מודל בסיסי

לצורך בניית המודל נעזרנו בנתוני הלמ"ס: תחזיות סטטיסטיות למערכת החינוך⁹, סקר שעות הוראה במקצוע בחינוך העל יסודי¹⁰, מגמות בהכשרה וכניסה להוראה¹¹.

- על סמך הנתונים לעיל ונתונים נוספים, בנינו מודל פשוט המחשב את המחזור / עורך במורי מקצועות המו"ט בחטה"ע לפי מקצועות עד שנת 2020.
- מודל זה נבנה לצורך הצפת בעיית מחסור המורים והוא אינו מתייחס להשכלה האקדמית של המורים (בוגרי מכללות/אוניברסיטאות), שינוי מדיניות לתגבור תוכניות לימוד במדע וטכנולוגיה, מגזרים (חינוך דתי/ממלכתי/ערבי), אזורים (מרכז מול פריפריה) ועוד.

הנחות המודל:

- 25 תלמידים בכיתה
- מורה מלמד/ת 2.5 כיתות
- תחזית מס' התלמידים חושבה על בסיס פרסום הלמ"ס: "תחזיות תלמידים בחינוך על-יסודי לשנים 2013-2017 - לוח 8.22" ותחזיות סטטיסטיות למערכת החינוך 2013-2019, וביצוע רגרסיה.
- תחזית מס' מורי המו"ט בחטיבה העליונה חושבה על בסיס נתוני הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה בעבודה שטרם התפרסמה והתקבלה מהמועצה הלאומית למו"פ לצורך סקירה זו

⁹ הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה (אוגוסט 6, 2013). הודעה לעיתונות: תחזיות סטטיסטיות למערכת החינוך, 2019-2013

¹⁰ הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה (יוני 5, 2013). הודעה לעיתונות: מגמות בהכשרה וכניסה להוראה: 2000-2010

¹¹ הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה (אוגוסט 6, 2013). הודעה לעיתונות: סקר שעות הוראה במקצוע בחינוך העל יסודי

ותחזיות סטטיסטיות למערכת החינוך 2013-2019. תחזית ביקוש למורים מוגדרת, בפירסומי הלמ"ס, כמספר המורים הדרוש, בהתבסס על מספר התלמידים החזוי וכן חיזוי מגמות באשר לפרמטרים שמגדירים את הביקוש למורים - ממוצע תלמידים בכיתה, מספר שעות עבודה לכיתה והיקף משרתם של המורים, עפ"י המגמות ההיסטוריות של כל אחד מהמרכיבים ותחת ההנחה שהן יימשכו גם לעתיד.

- במידת הצורך התחזית קדימה חושבה על-פי רגרסיה.

בנינו שלושה תרחישים:

תרחיש א': אחוז התלמידים הלומדים את מקצועות המו"ט לא משתנה (אך מספרם גדל);
תרחיש ב': אחוז הלומדים הלומד את מקצועות המו"ט גדל במעט;
תרחיש ג': המצב אליו שואף משרד החינוך ברוח התוכנית "עתודה מדעית-טכנולוגית" (לפחות 25% לומדים מקצוע מדעי/טכנולוגי ברמה של 5 יח"ל נוסף על מתמטיקה).

בלוח 9 ותרחיש 14 מוצגים תוצאות המודל - עודף/מחסור במורים לפי מקצוע בהתאם לתרחיש. ליד שם המקצוע מצויין אחוז התלמידים הלומדים את המקצוע בהתאם לתרחיש.
ניתן לראות כי:

משנת 2013, **לא קיים מחסור במורים למתמטיקה** בכל התסריטים. אך, כפי שצוין, **אין להתייחס למצג זה כנתון מוחלט**. בתחום הוראת המתמטיקה נשמעים הדים כי יש מקום לשיפור. דו"ח מבקר המדינה האחרון הצביע על בעיה חמורה בהוראת המתמטיקה. כך, למשל, רק כשליש מהמורים למתמטיקה בבתי הספר העל-יסודיים בחינוך הממלכתי היהודי, וכחציית מהמורים בחינוך הממלכתי הערבי, הם בעלי תואר אקדמי בתחום. גם בחטיבות הביניים הנתונים דומים. עוד עולה מהדו"ח כי כ-15% מהמורים למתמטיקה בבתי הספר התיכוניים ובחטיבות הביניים בחינוך הממלכתי-יהודי לא הוכשרו ללמד את המקצוע, וכך גם בחינוך הערבי. בחינוך הממלכתי-דתי התמונה מדאיגה אף יותר: שם כרבע מהמורים למתמטיקה בבתי הספר העל-יסודיים בשנת הלימודים תשע"ב לא הוכשרו כלל ללמד מתמטיקה.¹²

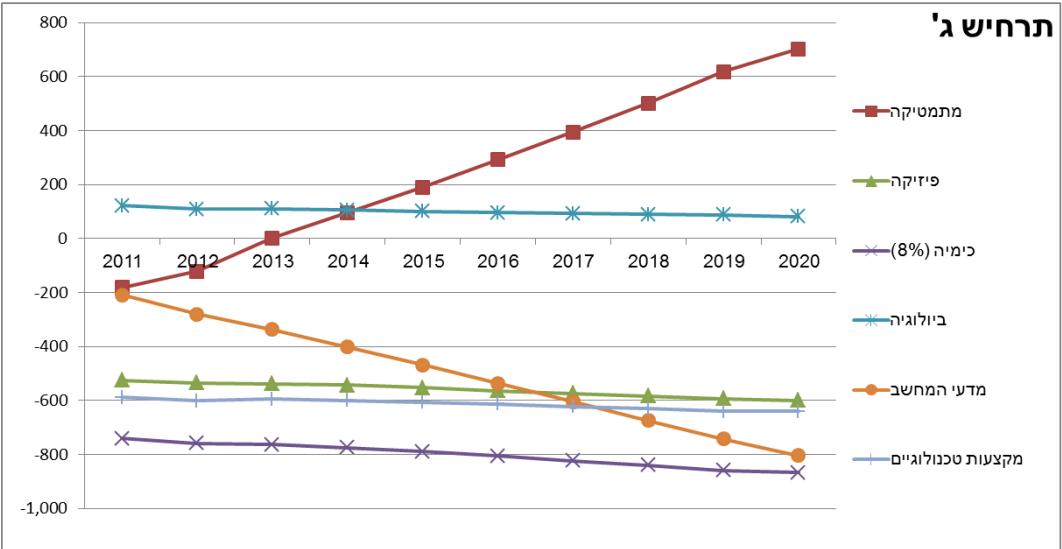
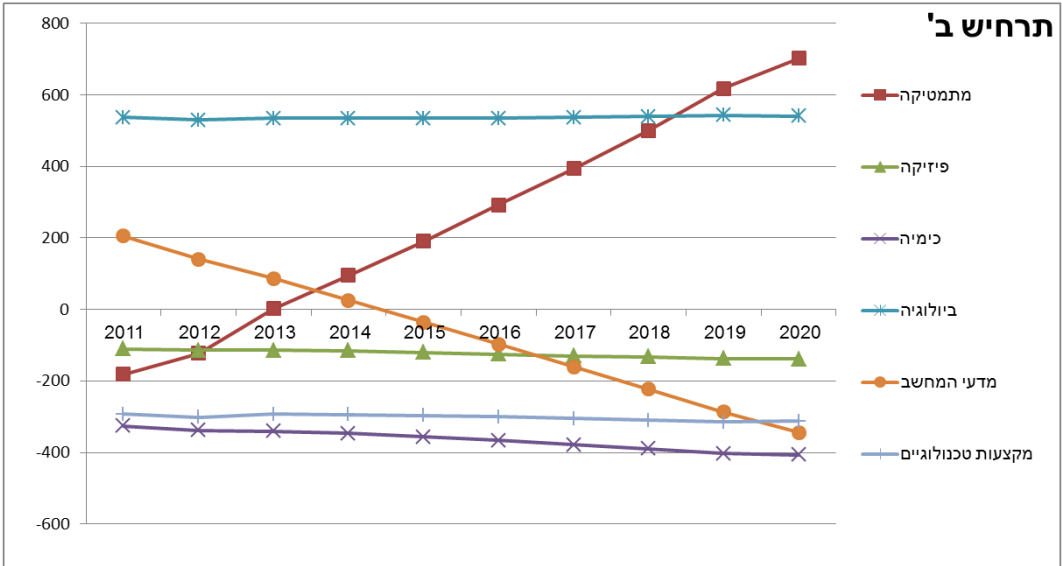
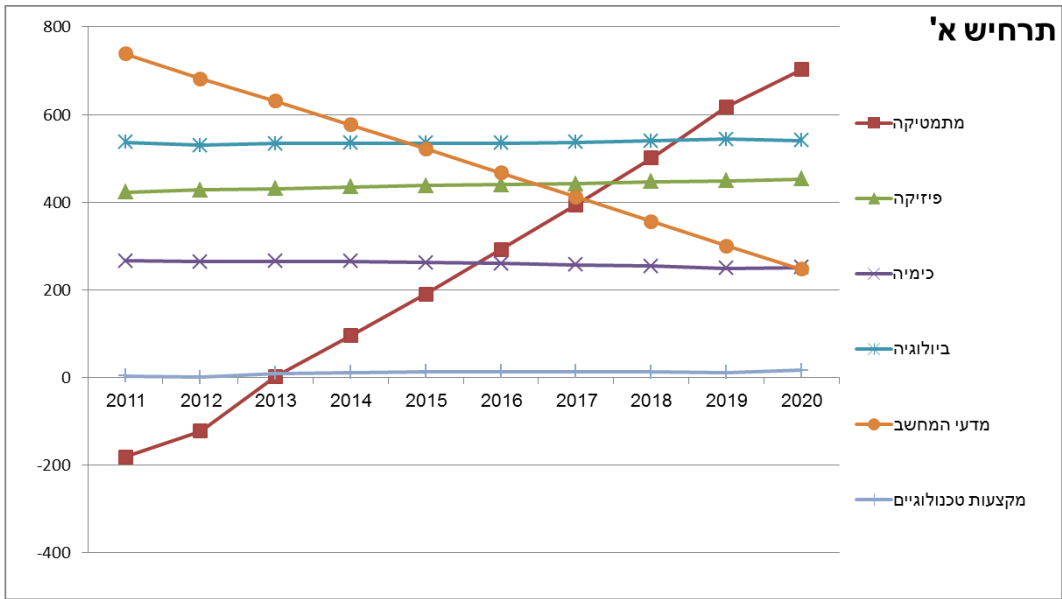
- בכל התרחישים **לא קיים מחסור במורים לביולוגיה**.
- על פי תרחיש א' (אחוז התלמידים הלומדים את מקצועות המו"ט נשאר ללא שינוי) אין מחסור במורים.
- בתרחיש ב' (על-פיו מוכפל אחוז הלומדים פיזיקה, כימיה, מדעי המחשב ואחוז הלומדים מקצועות טכנולוגיים גדל ב-50%), ובתרחיש ג' הרצוי, בו רבע מהתלמידים לומדים פיזיקה ו/או כימיה ו/או מדעי המחשב ו - 40% לומדים מקצועות טכנולוגיים, קיים מחסור במורים בכל המקצועות (פרט, כאמור, לביולוגיה ומתמטיקה): פיסיקה, כימיה, והמקצועות הטכנולוגיים כבר כעת.

¹² כתבה ב"הארץ" – צניחה במספר הניגשים לבגרות 5 יחידות לימוד במתמטיקה, ירדן סקופ, 08.10.2013
<http://www.haaretz.co.il/news/education/premium-1.2134908>

לוח 9: עודף/מחסור במורים במקצועות המו"ט לפי תרחיש ומקצוע עד 2020

תרחיש א'						
מקצועות טכנולוגיים (20%)	מדעים				מתמטיקה (90%)	
	מדעי המחשב (9%)	ביולוגיה (18%)	כימיה (8%)	פיזיקה (9%)		
3	738	537	266	423	-181	2011
0	682	530	264	428	-122	2012
10	631	534	265	431	2	2013
12	577	535	265	435	95	2014
13	522	534	263	438	190	2015
14	467	534	260	440	292	2016
13	411	537	257	442	394	2017
12	356	540	254	447	501	2018
12	300	544	250	449	617	2019
16	247	541	251	453	702	2020
תרחיש ב'						
מקצועות טכנולוגיים (25%)	מדעים				מתמטיקה (90%)	
	מדעי המחשב (18%)	ביולוגיה (18%)	כימיה (18%)	פיזיקה (18%)		
-293	205	537	-326	-110	-181	2011
-301	140	530	-338	-114	-122	2012
-293	86	534	-340	-114	2	2013
-294	26	535	-346	-115	95	2014
-296	-35	534	-357	-120	190	2015
-300	-97	534	-367	-125	292	2016
-304	-160	537	-378	-129	394	2017
-310	-223	540	-389	-132	501	2018
-314	-286	544	-402	-137	617	2019
-312	-344	541	-407	-139	702	2020
תרחיש ג'						
מקצועות טכנולוגיים (30%)	מדעים				מתמטיקה (90%)	
	מדעי המחשב (25%)	ביולוגיה (25%)	כימיה (25%)	פיזיקה (25%)		
-589	-209	122	-741	-525	-181	2011
-601	-281	109	-759	-535	-122	2012
-595	-337	111	-763	-537	2	2013
-600	-402	106	-775	-544	95	2014
-606	-469	101	-790	-553	190	2015
-613	-536	96	-805	-563	292	2016
-622	-605	92	-823	-574	394	2017
-631	-674	89	-840	-583	501	2018
-640	-743	87	-859	-594	617	2019
-641	-805	81	-867	-599	702	2020

תרשים 14: עודף/מחסור במורים במקצועות המו"ט לפי תרחיש ומקצוע עד 2020



מוסדות בישראל להכשרת מורים בתחום המדעים (מכללות ואוניברסיטאות)

הסבת אקדמאים להוראה	טכנולוגיה	כימיה	מדעי מחשב	טבע/ ביולוגיה	מדעי הטבע/ מדעי החיים	פיזיקה	מתמטיקה		
									אוניברסיטאות
								יסודי א-ו	המחלקה לחינוך, למדע וטכנולוגיה - הטכניון
תוכנית מבטים לבוגרי הטכניון – בכל מסלולי הלימוד http://edu.technion.ac.il/free_page.php?id=30 האוניברסיטה היחידה בארץ המכשירה מורים לטכנולוגיה	טכנולוגיה- מכונות; אלקטרוניקה- חשמל	כימיה	מדעי המחשב	ביולוגיה- מדעי הסביבה		פיזיקה	מתמטיקה	על יסודי ז-יב	
								יסודי א-ו	הפקולטה לחינוך, החוג להוראה, אוניברסיטת בר-אילן
מתמטיקה, כימיה, מדעי החיים; אפשרות למסלול חד שנתי		כימיה			מדעי החיים- מורחב		מתמטיקה	על יסודי ז-יב	
								יסודי א-ו	הפקולטה לחינוך, החוג להוראה, אוניברסיטת בן-גוריון
מתמטיקה, פיזיקה, ביולוגיה, מדעי המחשב, כימיה; מסלול חד שנתי		כימיה	מדעי המחשב	ביולוגיה		פיזיקה	מתמטיקה	על יסודי ז-יב	
								יסודי א-ו	הפקולטה לחינוך, החוג להוראה, אוניברסיטת תל אביב
מתמטיקה, פיזיקה, מדעי החיים, מדעי המחשב			מדעי המחשב		מדעי החיים	פיזיקה	מתמטיקה	על יסודי ז-יב	
מסלול "עתודה אקדמית להוראת המדעים" - מקנה תואר ראשון מדעי מלא (B.Sc) מדעים מדויקים (ביולוגיה, כימיה, פיזיקה, מתמטיקה) ושירות במסגרת העתודה האקדמית של צה"ל כמורה קצין-אקדמאי בבתי-ספר ביישובים בפריפריה או בבסיסי ההכשרה של צה"ל.		כימיה		ביולוגיה		פיזיקה	מתמטיקה	על יסודי א-ו יסודי ז-יב	הפקולטה לחינוך, החוג להוראה, האוניברסיטה העברית
								יסודי א-ו	הפקולטה לחינוך, החוג להוראה אוניברסיטת חיפה
מתמטיקה, מדעי הטבע					מדעי הטבע		מתמטיקה	על יסודי ז-יב	
								יסודי א-ו	האוניברסיטה הפתוחה
מדעי המחשב			מדעי המחשב					על יסודי ז-יב	

הסבת אקדמאים להוראה	טכנולוגיה	כימיה	מדעי מחשב	טבע/ ביולוגיה	מדעי הטבע/ מדעי החיים	פיזיקה	מתמטיקה		
									מכללות ומכונים
								יסודי א-ו	מכון כרם (ההכשרה נעשית בשיתוף עם מכללת דוד ילין)
		כימיה		ביולוגיה		פיזיקה	מתמטיקה	על יסודי ז-יב	
מתמטיקה							מתמטיקה	יסודי א-ו	המכללה האקדמית לחינוך ע"ש דוד ילין
מתמטיקה, פיסיקה, מתמטיקה-פיסיקה						פיסיקה	מתמטיקה, מתמטיקה-פיסיקה	על יסודי ז-יב	
							מתמטיקה (גברים)	יסודי א-ו	המכללה האקדמית הדתית לחינוך שאנן
							מתמטיקה (גברים)	על יסודי ז-יב	
		מדעים						יסודי א-ו	אלקאסמי - מכללה אקדמית לחינוך
							מתמטיקה	על יסודי ז-יב	
מדעים, מתמטיקה					מדעים		מתמטיקה	יסודי א-ו	מכללת סכנין
מתמטיקה			מדעי המחשב				מתמטיקה	על יסודי ז-יב	להכשרת עובדי הוראה
מדעים, מתמטיקה	מדעים						מתמטיקה	יסודי א-ו	המכללה האקדמית לחינוך ע"ש קיי
מתמטיקה, מדעי המחשב, ביולוגיה-כימיה, מתמטיקה-מדעי המחשב, מתמטיקה-פיסיקה			מדעי המחשב	ביולוגיה-כימיה		מתמטיקה-פיסיקה	מתמטיקה, מתמטיקה-מדעי המחשב	על יסודי ז-יב	
מדעי הטבע	מדעים				מדעי הטבע			יסודי א-ו	מכללת אוהלו בקצרין
מתמטיקה, מדעי הטבע, ביולוגיה				ביולוגיה	מדעי הטבע		מתמטיקה	על יסודי ז-יב	
							מתמטיקה	יסודי א-ו	המכללה האקדמית הערבית בישראל
		ראה-ביולוגיה	מתמטיקה-מדעי המחשב	ביולוגיה-כימיה		פיסיקה-כימיה	מתמטיקה-פיסיקה	על יסודי ז-יב	
								יסודי א-ו	מכללת אורות ישראל
			מדעי המחשב (גברים)					על יסודי ז-יב	
	מדעים							יסודי א-ו	המכללה האקדמית לחינוך גבעת וושינגטון
מתמטיקה							מתמטיקה	על יסודי ז-יב	

הסבת אקדמאים להוראה	טכנולוגיה	כימיה	מדעי מחשב	מדעי הטבע/ ביולוגיה	פיזיקה	מתמטיקה		
							יסודי א-ו	המכללה האקדמית
מתמטיקה, מדעי הטבע, מדעי המחשב			מדעי המחשב		מדעי הטבע	מתמטיקה	על יסודי ז-יב	הדתית ע"ש ליפשיץ
					מדעי הטבע	מתמטיקה	יסודי א-ו	המכללה האקדמית
						מתמטיקה	על יסודי ז-יב	לחינוך תלפיות
טבע, מתמטיקה				טבע		מתמטיקה	יסודי א-ו	המכללה האקדמית
מדעי הטבע, מתמטיקה					מדעי הטבע	מתמטיקה	על יסודי ז-יב	אחוה
	מדעים					מתמטיקה	יסודי א-ו	המכללה האקדמית
						מתמטיקה	על יסודי ז-יב	לחינוך גורדון
	מדעים					מתמטיקה	יסודי א-ו	סמינר הקיבוצים
				ביולוגיה, ביולוגיה- כימיה		מתמטיקה	על יסודי ז-יב	
		כימיה					יסודי א-ו	המרכז האקדמי נצרת
							על יסודי ז-יב	
מתמטיקה, מדעי הסביבה					מדעי הטבע והסביבה	מתמטיקה	יסודי א-ו	המכללה האקדמית
מתמטיקה, פיזיקה, ביולוגיה, מדעי המחשב			מדעי המחשב	ביולוגיה	פיזיקה	מתמטיקה	על יסודי ז-יב	לחינוך אורנים
				טבע		מתמטיקה	יסודי א-ו	מכללת לוינסקי
			מדעי המחשב- מתמטיקה	ביולוגיה		מתמטיקה	על יסודי ז-יב	לחינוך
							יסודי א-ו	המכללה האקדמית
			מדעי המחשב			מתמטיקה	על יסודי ז-יב	להנדסה אורט בראודה כרמיאל

פרק 3: תלמידים במדעים וטכנולוגיה

נתוני הלמ"ס ומשרד החינוך הזמינים ברשת מופיעים לרוב בצורה כללית, מבלי לפרט נתונים על מקצועות המו"ט. כפי שצינו בפרק הקודם שהתמקד במורי המו"ט, על פי בקשת המולמו"פ, הלמ"ס ביצעה מחקר הכולל נתונים על הניגשים לבחינות בגרות במקצועות המו"ט. גם כאן נציג את מסקנות הלמ"ס לנתונים וכן טבלאות נבחרות.

בחינות הבגרות במקצועות המו"ט

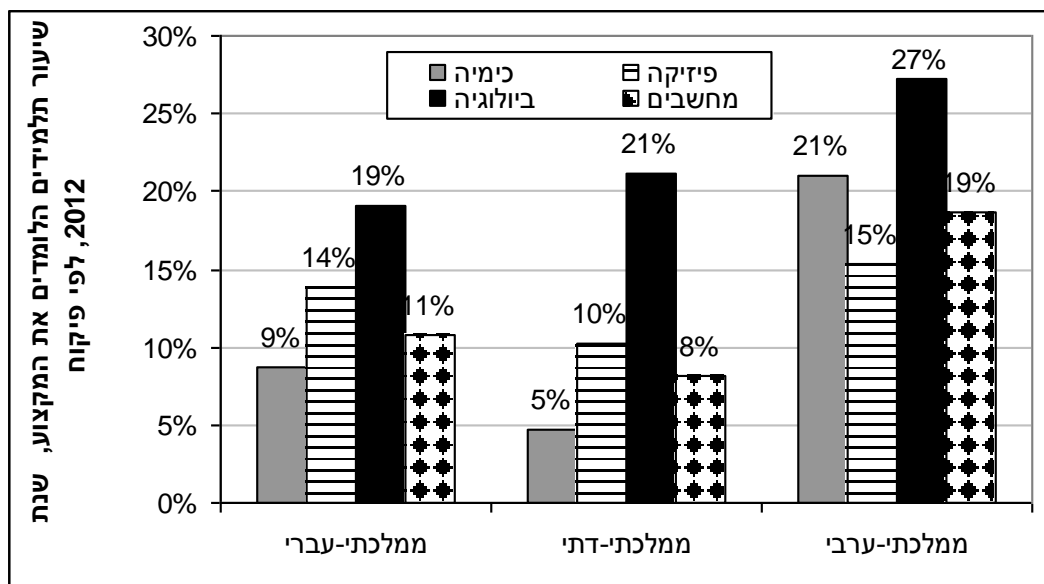
בחינות הבגרות משקפות את רמת הכנתם של מסיימי בית הספר התיכון ללימודי המשך במקצועות המו"ט במוסדות להשכלה גבוהה. בחינות הבגרות ניתנות לפי מספר יחידות לימוד בכל מקצוע, מהרמה הבסיסית, הכוללת 1-3 יחידות, עד לרמה המוגברת, הכוללת ארבע יחידות לימוד או יותר. המקצועות ברמה מוגברת נלמדים בהרחבה בהכוונה להמשך לימודים באותו תחום. מספר היחידות במקצועות המו"ט שבהם נבחנת/תלמיד/ת מלמד על רמתה הכוללת של תעודת הבגרות ועל סיכויי התלמיד/ה להמשיך לימודים בתחום.

הנתונים המוצגים בפרסום הלמ"ס מתמקדים ברמת בחינות הבגרות במתמטיקה ומבחין בין הנבחנים ברמה הרגילה (3 יחידות לימוד) לבין הנבחנים ברמה המוגברת בשילוב עם מקצועות המו"ט הבאים: פיזיקה, כימיה, ביולוגיה, מדעי המחשב, אלקטרוניקה ומערכות אלקטרוניות.

שיעורי למידה במקצועות המדעיים בחטיבה העליונה

בהודעה לעיתונות "מגמות בהוראת מתמטיקה ומדעים בחטיבה העליונה, 1996-2012" התפרסמו תוצאות סקר שנערך בשנת הלימודים תשע"ב (2012). לפיהן, במונחים של אחוז הלומדים, ביולוגיה היא המקצוע הפופולארי ביותר מבין המקצועות המדעיים (תרשים 15). כמו-כן, בכיתה י"ב, אחוז התלמידים הלומדים את המקצועות המדעיים גבוה יותר בחינוך הערבי מאשר בחינוך העברי.

תרשים 15: אחוז התלמידים הלומדים ביולוגיה/כימיה/מחשבים/פיזיקה בחטיבה העליונה בשנת 2012, לפי סוג חינוך (סקר שעות הוראה)



זכאים לתעודת בגרות בעת סיום הלימודים, לפי הישגים במתמטיקה ובמקצועות מו"ט אחרים

בשנים 1998–2009, מספר הזכאים לתעודת בגרות היה 42,000–55,000, שהיוו 51–56 אחוז ממסיימי כיתות י"ב.

נתוני בחינות הבגרות המוצגים בהמשך מחושבים כולם מבין הזכאים לתעודה.

מעט למעלה ממחצית הזכאים לתעודת בגרות (52–57 אחוז) בשנים 1998–2009 נבחנו ברמה מוגברת במתמטיקה; ב-2009, 38.3% נבחנו במקצוע מו"ט מוגבר נוסף אחד לפחות (לוח 10).

לוח 10: שיעור זכאים לתעודת בגרות שנבחנו במתמטיקה ובמקצועות מו"ט נוספים, לפי נתיב לימודים ומספר יחידות לימוד

2009	2008	2006	2004	2002	2000	1998	אחוזים
100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	סך הכל
47.5	45.6	43.0	46.0	47.6	46.6	46.2	נבחנו ברמת 3 יחידות – סך הכל
30.8	30.9	29.4	30.5	30.6	29.5	29.9	מהם: ⁽¹⁾ במתמטיקה בלבד
52.5	54.4	57.0	54.0	52.4	53.4	53.8	נבחנו ברמת 4 יחידות – סך הכל
38.3	38.0	39.1	38.3	38.0	39.3	40.2	מהם: ⁽¹⁾ במתמטיקה + מקצוע מו"ט נוסף אחד לפחות ברמה מוגברת
100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	נתיב עיוני – סך הכל
49.1	46.9	43.0	45.7	46.4	44.6	43.5	נבחנו ברמת 3 יחידות – סך הכל
33.9	33.5	29.8	31.7	31.2	29.7	28.9	מהם: ⁽¹⁾ במתמטיקה בלבד
50.9	53.1	57.0	54.3	53.6	55.4	56.5	נבחנו ברמת 4 יחידות – סך הכל
35.5	35.3	37.7	36.8	37.9	40.3	42.0	מהם: ⁽¹⁾ במתמטיקה + מקצוע מו"ט נוסף אחד לפחות ברמה מוגברת
100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	נתיב טכנולוגי – סך הכל
44.4	42.6	43.2	46.3	50.8	52.9	56.3	נבחנו ברמת 3 יחידות – סך הכל
25.2	25.0	28.6	27.6	28.7	29.1	33.6	מהם: ⁽¹⁾ במתמטיקה בלבד
55.6	57.4	56.8	53.7	49.2	47.1	43.7	נבחנו ברמת 4 יחידות – סך הכל
44.1	44.5	42.5	42.2	38.8	36.8	33.8	מהם: ⁽¹⁾ במתמטיקה + מקצוע מו"ט נוסף אחד לפחות ברמה מוגברת

⁽¹⁾ הנתונים מתייחסים לכלל האוכלוסייה ולא לשורות שמעליהן.

בדיקות לאורך שנים מלמדות כי אחוז הזכאים שנבחנו ברמה מוגברת במתמטיקה היה גבוה יותר בקרב הבנים מאשר בקרב הבנות: ב-2009, לדוגמה, 55 לעומת 51 אחוז, בהתאמה. עוד נמצא כי צירופי המקצועות 'מתמטיקה ומקצוע מו"ט נוסף אחד לפחות', שכיחים יותר בקרב הבנים. עם זאת, בעשור האחרון שיעור הבנים שנבחנו ברמה מוגברת במתמטיקה נמצא במגמת ירידה, מ-60 אחוז ב-1998 ל-55 אחוז ב-2009, בעוד ששיעור הבנות הנבחות ברמה מוגברת נמצא במגמת עלייה, מ-48 ל-51 אחוז.

נתונים אלה משקפים כיווני התפתחות מנוגדים שהתרחשו בעשור האחרון בנתיבים העיוני והטכנולוגי. בשנים 1998–2009, בנתיב הטכנולוגי עלה שיעור הבנים שלמדו ונבחנו ברמה מוגברת במתמטיקה מ-53 ל-58 אחוז, כאשר בקרב הבנות העלייה גדולה בהרבה – מ-30 ל-53 אחוז. בנתיב העיוני, לעומת זאת, ניכרת מגמת ירידה באחוז הבנים שנבחנו במתמטיקה ברמה מוגברת מ-63 ל-53 אחוז, ואילו בקרב הבנות המגמה אינה עקבית, ואחוז הנבחות ברמה מוגברת במתמטיקה נע בין 50 ל-55 אחוז (לוח 11).

לוח 11: זכאים לתעודה שנבחנו במתמטיקה ובמקצועות מו"ט נוספים, לפי מגדר, נתיב לימודים ומספר יחידות לימוד

אחוזים													
2009	2008	2006	2004	2002	2000	1998	2009	2008	2006	2004	2002	2000	1998
בנות							בנים						
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
49.4	48	45.8	48.9	51.1	51	51.6	44.9	42.3	39.3	42	43	40.8	39.5
33.6	33.7	32.5	34.4	35.5	35.4	36	27.1	27	25.2	25.3	24.2	21.9	22.2
50.6	52	54.2	51.1	48.9	49	48.4	55.1	57.7	60.7	58	57	59.2	60.5
34.4	33.2	33.8	32.7	31.9	32.4	32.9	43.7	44.5	46.3	46.1	46.1	48.4	49.3
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
50.5	48.8	45	47.8	49.1	48.3	48.2	46.9	44.1	40	42.4	42	38.6	36.9
35.5	35.1	31.5	33.8	34	33.9	33.4	31.4	31.1	27.2	28.3	26.9	23	22.3
49.5	51.2	55	52.2	50.9	51.7	51.8	53.1	55.9	60	57.6	58	61.4	63.1
32.4	31.4	33.7	32.8	32.9	34.6	35.7	40.1	41.1	43.7	43.3	45.6	49.1	51.2
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
47.2	46	48.3	52.2	58.1	63.2	70.2	41.5	39.1	38.1	40.8	44.7	45.2	46.5
29.8	30.3	35.6	36.2	41.1	42.6	51.4	20.3	19.8	21.6	19.6	18.3	19	21
52.8	54	51.7	47.8	41.9	36.8	29.8	58.5	60.9	61.9	59.2	55.3	54.8	53.5
38.9	38.2	34.1	32.6	28.3	22.5	18	49.6	50.9	50.9	51.1	47.6	47.5	45.1

⁽¹⁾ הנתונים בשורות אלו מתייחסים לכלל הזכאים לבגרות ולא לזו שבשורות שמעליהן.

רוב הזכאים שנבחנו בצירוף מוגבר של מקצועות מו"ט הסתפקו במקצוע אחד בנוסף למתמטיקה (לוח 12). עם זאת, בדיקה לאורך השנים מלמדת על מגמת עלייה באחוז הנבחנים בשני מקצועות מו"ט מוגברים או יותר (נוסף למתמטיקה). המקצועות הבולטים בקרב הנבחנים בצירוף מוגבר של מו"ט היו פיזיקה, ביולוגיה וכימיה. שיעורי הנבחנים באלקטרוניקה ובמערכות אלקטרוניות בצירוף מקצועות מו"ט היו נמוכים יחסית, בין השאר, משום שמקצועות האלקטרוניקה נלמדים רק על-ידי תלמידי הנתיב הטכנולוגי, המהווים כשליש מתלמידי כיתות י"ב.

לוח 12: זכאים לתעודה שנבחנו במתמטיקה ובמקצועות מו"ט נוספים ברמת +4 יחידות לימוד

2009	2008	2006	2004	2002	2000	1998	
סך הכל							
100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	מספר מקצועות מו"ט נוספים
54.0	55.1	57.4	59.1	59.2	60.5	62.5	סך הכל
37.4	36.5	36.6	34.9	35.5	34.6	32.7	1
8.5	8.4	6.0	6.0	5.3	4.9	4.8	2
							3+
אחוזים מהנבחנים בצירוף מקצועות מו"ט							
36.8	38.3	36.2	37.1	37.4	38.0	37.5	פיזיקה
30.5	30.7	27.7	25.7	24.3	29.3	33.8	כימיה
41.7	39.1	40.4	35.0	32.5	30.3	32.7	ביולוגיה
25.5	26.3	25.1	31.3	37.4	33.8	25.9	מדעי המחשב
8.4	8.1	7.9	8.9	8.1	8.2	7.6	אלקטרוניקה
11.9	11.1	11.6	9.2	6.6	5.1	5.1	מערכות אלקטרוניות

פרק 4: צורכי צה"ל והמשק של כוח אדם מדעי וטכנולוגי

צורכי צה"ל לגבי בעלי השכלה מדעית-טכנולוגית

אמיר רוגובסקי, לשעבר, ראש חטיבת תכנון ומנהל כוח אדם באגף כוח האדם בצה"ל העריך בראיון ל-The Marker שנערך ב-2011, כי לצה"ל חסרים מדי שנה מאות תלמידים מהתחום הטכנולוגי וכי קיימת בעיה במספר הבוגרים ובאיכותם. צה"ל נאלץ להקדיש משאבים הולכים וגדלים לאיתור כוח אדם בבתי הספר התיכוניים ולהכשירם בעצמו בהתאם לעלייה בדרישה למתגייעים בעלי רקע מדעי וטכנולוגי. בלית ברירה, מפנה צה"ל למערך הטכנולוגי בוגרי תיכון ללא רקע מתאים, אך מדגיש כי למרות כל המאמצים והשקעת המשאבים המתוארים לעיל, הצבא אינו מצליח לגשר על הצרכים במלואם. לאור מחסור בתלמידים הבוחרים במסלולי לימודים בתחום המדעים והטכנולוגיה, קיים קושי גם בגיוס סטודנטים לעתודה האקדמית של צה"ל, שהיא בעצם, המנוע לחדשנות הטכנולוגית של הצבא, ובאופן עקיף גם של התעשייה.¹³

מנתונים חלקיים שהתקבלו מצה"ל ב-2011, עלה גם כי בכל רגע נתון חסרים לצה"ל כ-3000 אנשי מערך טכני וטכנולוגי, בעיקר בתחומי האלקטרוניקה, חשמל, מדעי המחשב, מכונאות ועוד. מצוקת כוח אדם טכנולוגי חמורה במיוחד בחילות מקצועיים כגון מודיעין, רפואה, ההנדסה ויחידות טכנולוגיות נוספות.¹⁴

במסגרת סקירה זו התקיימה פגישה עם סא"ל קרן בן נתן-קרומר¹⁵ – ראש המנהל לכ"א טכנולוגי ולמחקר בצה"ל. בן נתן הציגה את הדרישה לכוח אדם טכנולוגי בצבא, את העתודה בצה"ל ואת בעיית המחסור בחיילים וחיילות עם הכשרה מתאימה בתחום, כמתואר להלן:

המערך הטכנולוגי בצבא מבוסס על כ"א בעל ידע אקדמי עם דגש על ידע טכנולוגי.

תחום הטכנולוגיה מוגדר בצה"ל כעתודה מדעית לפיתוח עתידי. הדרישות הבסיסיות לתחום זה הן: בחינות בגרות בהיקף של 5 יח' במתמטיקה, בפיסיקה ובמדעי המחשב (מקצועות שהם מבחינת צה"ל בסיס למחשוב וסייבר). כמו-כן, התלמידים מגיעים לצה"ל חסרי ידע מעשי ועבודה במעבדות.

בצבא מוטמעות מערכות SAP גדולות שעבורן יש צורך בעתודה ובחיילים "רגילים".

חלק גדול של כ"א איכותי מופנה למערך המודיעין.

לצה"ל אין צורך במקצועות כמו כימיה וביולוגיה (למעט תפקידים בודדים בלבד).

המערך הטכני (Low tech) - מכונות, אלקטרוניקה, חימוש - מהווה 20% מצה"ל והוא השני בגודלו אחרי מערך הלחימה, המהווה 30%. המצב הרצוי מבחינת צה"ל הוא שכל מי שמגיע למערך הטכני והטכנולוגי הוא בוגר מסלול טכני. בפועל, כדי לענות על הצרכים, כ-50% מהחיילים המשרתים במערך זה הם ללא כל רקע טכני.

בהכשרה בצה"ל קיימת הבחנה בין מערכים: בחלקם ניתן להכשיר ללא רקע קודם; באחרים – כגון אלקטרוניקה או חשמל – לא ניתן להסמך חייל שלא למד תחומים אלה.

כדי להתגבר על המחסור, "מאמץ" צה"ל בחמש השנים האחרונות כיתות תיכון. בימים אלה עורך הלמ"ס מחקר על השתלבותם במשק של חיילים ששירתו במערך הטכני.

¹³ גיא גרימלנד, "להיי טק הישראלי דרושים: אלפי תיכוניסטים", TheMarker, אוגוסט 26, 2011 : <http://www.themarker.com/technation/1.1770098>

¹⁴ Retrieved from <http://davidson.weizmann.ac.il/sites/davidson.lxst.codeoasis.com/files/imce/davidson/odot/reserves%20of%20Science%20in%20Israel.pdf>

¹⁵ הנתונים המוצגים התקבלו בפגישה שהתקיימה בתאריך 6/7/2013 עם סא"ל קרן בן נתן-קרומר, ראש המינהל לכוח אדם טכנולוגי ולמחקר, אגף כוח האדם, צה"ל.

עתודה

הצבא מאשר עתודה בתחומים הנדרשים לו בלבד, כאשר לכל מקצוע נקבעת הקצאה על פי תחזיות הדרישה לו. כיום, מספר העתודאים אינו מספיק; 60% מהעתודאים חותמים חתימה נוספת על שרות החובה (סדיר וקבע).

נשים - חיילות

- 20% מהעתודאים הן נשים; מתוכן רק 16% בתחום ההנדסה.
- 40% מהעתודאים הלומדים רפואה הן נשים.
- בקבלה לקורסי תכנות: רק 20% הן חיילות; רובן אינן עוברות את המבחנים הסופיים.
- למרות שיש שיפור בשיעור החיילות במערך הטכנולוגי – עליה מ-6% ב-1998 ל-20% היום – בכל צה"ל, רק 7% מהחיילות משרתות במערך הטכני והטכנולוגי.

הקשר בין משרד החינוך לצה"ל

לפני שנתיים הוקם מנגנון תיאום בין צה"ל למשרד החינוך באמצעות ראש המנהל למדע ולטכנולוגיה, ד"ר עופר רימון.

למרות שתמיד התקיים שיתוף פעולה בין צה"ל למשרד החינוך, בשנים האחרונות השתנה אופן השיתוף: השיתוף כיום נרחב יותר ומשרד החינוך פתוח יותר למיזמים משותפים. ועדות וצוותי פעולה עובדים בשיתוף פעולה, הבא לידי ביטוי חיובי בשלוש השנים האחרונות. למשל, 30% מהחינוך הטכנולוגי קשור לצבא. כמו-כן, צה"ל מכשיר 50 כיתות בתוך בתי הספר. בשנה הבאה תפתחנה 50 כיתות נוספות בהשקעה של 100 מיליון ₪ בשנה.

למרות העשייה המשותפת הרבה המתבצעת, הפער בין הקיים לצורכי הצבא עדיין גדול מאוד ותדרשנה מספר שנים עד שיראה שינוי.

הקשר של צה"ל עם התעשייה

מתקיימות מספר תוכניות משותפות. למשל, תוכנית "אנחנו המחר" הינה שיתוף פעולה כלל-ארצי בין חברת אינטל למשרד החינוך. התוכנית עתידה לגייס קואליציית שותפים רב-מגזרית (מעולם העסקים, האקדמיה, הצבא, עמותות ומלכ"רים), שתפעל להגדלת שיעור התלמידים המסיימים תיכון עם תעודת בגרות מדעית-טכנולוגית איכותית. התוכנית כוללת סיורים במתקני צה"ל כדי לעודד תלמידים ללמוד תחומים אלה.

קיימת תוכנית משותפת עם מיקרוסופט – הדרים; עם סיסקו – נטע, ועוד.

צה"ל והתמ"ת

קיימים 70 בתי ספר מקצועיים בפיקוח התמ"ת, מתוכם 13 בתי ספר נמצאים בבסיסי צבא. תלמידיהם של בתי ספר אלה מהווים חלק קטן מאוד מהמערך הטכני.

צורכי המשק

קיימת הסכמה בקרב קובעי מדיניות ואנשי אקדמיה שהשקעות בהון אנושי מניבות רווחים לפרט, לארגונים ולחברה כולה. ברמת הפרט, סיכוייהם של אנשים משכילים להשתלב בשוק העבודה ולהשתכר היטב גבוהים יותר. תועלת ההשכלה לחברה מתבטאת בצמיחה כלכלית, לכידות חברתית ואחוזי פשיעה נמוכים. ברם, למרות שחינוך, הכשרה ולמידה לאורך החיים (life long learning) הם צורה מבטיחה של השקעה, יש להקצות את המשאבים המבוקשים לכך באופן יעיל ולשים לב שמערכת ההשכלה וההכשרה תהיה גמישה ומותאמת לשינויים בכישורים הנדרשים בשוק העבודה לאורך זמן. אתגרים אלו אינם עומדים רק בפני קובעי המדיניות, אלא גם בפני מוסדות, חברות ואנשים פרטיים, מתוך הבנה שהכשרה והשכלה המותאמים לצורכי השוק תורמים לרווחתם האישית של העובדים, לתחרותיות, לחדשנות של חברות במגזרי המשק השונים, ולחברה בכללותה.¹⁶

בישראל לא נערכו תחזיות רחבות של שוק העבודה אלא רק ביחס למקצועות בהם מורגש מחסור, כמו למשל: היי-טק, הוראה, כוח אדם רפואי, מים, בינוי ועוד.

סוגיית המחסור במורים בכלל ובמורים למדע וטכנולוגיה בפרט, עולה לעיתים קרובות ומעסיקה את מקבלי ההחלטות במערכת החינוך בישראל. על קביעת מדיניות בסוגיה זו להתבסס על מידע אמין ופרמטרים מקובלים ומוכרים. לצורך כך נערכו בישראל מספר עבודות, חלקן על ידי הכנסת וחלקן על ידי הלמ"ס בהזמנת משרד החינוך, כפי שיוצג בהמשך. העבודה הנוכחית תורמת בהצגה מודל למחסור/עודף במורים למקצועות המו"ט (פרק 2).

מחסור בכוח אדם מיומן בטכנולוגיה עילית¹⁷

ב-2011 הוקם במועצה הלאומית לכלכלה צוות לבחינת מחסור בכוח אדם מיומן בתחום ההיי-טק במגזר העסקי. במחקר לא בוצעו תחזיות, ומטרתו היתה בדיקת הטענה, הנשמעת בשנים האחרונות מגופים שונים, כי כוח האדם המיומן הקיים בישראל אינו מספיק לצרכי המשק. המחקר בדק גם את הסיבות למחסור והציע המלצות להקטנת המחסור בטווח הזמן הקצר, הבינוני והארוך.

במחקר עלו הממצאים הבאים:

- קצב הצמיחה בתעשייה גבוה מקצב הגידול בכוח האדם הנדרש בה.
- במגזר העסקי קיים מחסור בכוח אדם מיומן בעיקר בתחומי התוכנה (מדעי מחשב והנדסת מחשבים), האלקטרוניקה, והמחקר והפיתוח. המחסור אינו אחיד על פני כל ענפי ההיי-טק, ובחלק מן המקצועות יתכן שהיצע עובדים אף גדול מהביקוש.
- לא זוהה באופן ברור מחסור חריג בכוח אדם מיומן במגזר העסקי בתחומים אחרים, לרבות מדעים מדויקים, תחומי הנדסה נוספים, ומדעי החברה. בפרט, זוהה עודף היצע משמעותי של כוח אדם מיומן בתחומי מדעי החיים.
- אחת העדויות הבולטות לקיומו של מחסור מתבטאת בשיעור בוגרי מוסדות ההשכלה הגבוהה ביחס לביקוש לעובדים. נראה כי עיקר המחסור הינו בבוגרי אוניברסיטאות מצטיינים בתחומי החומרה והתוכנה שהם בעלי ניסיון תעסוקתי. עוד נמצא כי במקרים רבים התעשייה מסתייגת מהעסקת בוגרי מכללות במקצועות הרלוונטיים.

¹⁶ תחזיות לצורכי כוח אדם מדעי וטכנולוגי: מודלים ומדדים, ד. גץ, צ. בוכניק, ב. זלמנוביץ, נ. זמר-בציר, מוסד שמואל נאמן.

¹⁷ המועצה הלאומית לכלכלה (2012). המחסור בכוח אדם מיומן בטכנולוגיה עילית: המלצות הצוות הבין משרדי. <http://www.pmo.gov.il/Lists/FAQkalkala/Attachments/21/tech.pdf>

- הובחנה איכות בלתי מספקת של תהליכי הכשרה, וכן של תהליכי הסבה והתאמה לשוק.
 - נראה כי כבר כיום יש למחסור השפעות שליליות על המשק הישראלי, בהן עליית שכר הפוגעת ביתרון התחרותי של תחום ההיי-טק בישראל, האטת קצב הצמיחה של התחום ואובדן משרות פוטנציאליות לטובת מיקור חוץ בחו"ל. ברמה הנוכחית של המחסור הנזק עדיין לא מורגש בחוזקה, אך עם התאוששות הכלכלה העולמית, המחסור יסב נזק משמעותי לכלכלה הישראלית.
- ביולי 2013 פרסמה גוגל מחקר נרחב שערכה עבורה חברת הייעוץ טריגר־פורסייט של דלויט העולמית בנושא קידום החדשנות והצמיחה הכלכלית של ישראל באמצעות טכנולוגיות מידע ותקשורת¹⁸. ההמלצה העיקרית של המחקר היא לזיום תוכנית לאומית ארוכת טווח שתעודד שימוש בטכנולוגיות מידע ולבצעה בהתאם להמלצות המופיעות בדו"ח המחקר.
- תמונת המצב המתוארת במחקר מסתמכת על מקורות רבים, ובין היתר, על דוח המועצה הלאומית לכלכלה. המחקר מכיל גם המלצות ביחס לחינוך המדעי-טכנולוגי:
- **העלאת המוטיבציה והמוכנות של תלמידי תיכון ללמוד מקצועות ריאליים וטכנולוגיים:** קיים קשר ברור בין המקצועות הנלמדים בתיכון לביקוש לתארים. בתי ספר תיכוניים בוחרים להרחיב מקצועות לימוד הנדרשים יותר על ידי התלמידים ולא דווקא אלו הנדרשים לתעשייה. למשל, בין השנים 2000 ל-2009 גדל מספר הסטודנטים לביולוגיה פי 2.5, במקביל לגידול משמעותי במספר תלמידי הביולוגיה בתיכונים.
 - ב-2011, 44% מבתי הספר בישראל כלל לא הגישו תלמידים לבחינת הבגרות בפיזיקה ו-23% הגישו פחות מעשרה תלמידים לבחינה זו. בשנה האחרונה החלו מאמצים לקידום החינוך המדעי-טכנולוגי, בשילוב העלאת המודעות לנושא ברמה הארצית.
 - יש לבחון מאמצים לעידוד הנוער להיבחן בבחינת בגרות בהיקף של 5 יחידות במתמטיקה ובאנגלית ולחזק את הלימודים הריאליים והטכנולוגיים.
 - **שינוי שיטת ההערכה של בתי הספר מכמות לאיכות:** בתי הספר נמדדים כיום על פי מספר הזכאים לתעודת הבגרות ולא על פי איכות התעודה (בגרות מינימלית ובגרות מורחבת במקצועות הנדרשים מזכות את בית הספר באותה הערכה). מתכונת זו אינה מתמרצת בתי ספר לעודד תלמידים ללמוד מקצועות נדרשים, להשקיע בפיתוח מעבדות ובמסלולים מיוחדים, וכדומה.
 - **חינוך תעסוקתי:** בהשוואה למדינות ה-OECD, בחירת מקצוע בישראל נעשית בגיל מאוחר יחסית. בשלב זה, אחרי השירות הצבאי והטיול לחו"ל, הדחף "להתחיל כבר את החיים" מקטיף את הסיכוי לשפר את תוצאות בחינות הבגרות כדי להתקבל ללימודים טכנולוגיים מורכבים. חינוך לקריירה יסייע לתלמידים בהבנת השפעת הלימודים התיכוניים על המשך החיים המקצועיים ויסביר להם את האפשרויות העומדות בפניהם. היכרות עם תעשיית ההיי-טק עשויה לשנות תדמית זו ואף להעלות את המוטיבציה ללמוד מקצועות ריאליים וטכנולוגיים.
 - **חיזוק סגל ההוראה:** גיוס מורים בעלי תארים מתקדמים במקצועות ריאליים וטכנולוגיים יעלה את שיעור הלומדים והמוטיבציה שלהם ללמוד מקצועות אלה כתוצאה מהתשוקה ומהידע שיש למורים בתחום. יש להמשיך את תוכנית הסבת עובדי ההיי-טק להוראה כך שתמשוך כוח אדם איכותי ובעל מוטיבציה גבוהה שיוכל להשפיע על הדור הצעיר.

¹⁸ גוגל ישראל, קידום החדשנות והצמיחה הכלכלית של ישראל באמצעות טכנולוגיות מידע ותקשורת (2013) <http://ennovate.withgoogle.com/files/E-nnovate-Israel-Hebrew.pdf> טייג, א' (15 יולי, 2013). לא אומת סטארט אפ: ישראל מפגרת בחדשנות אחר המדינות המפותחות. THE MARKER. <http://www.themarker.com/technation/1.2071908>

- בבתי ספר באזורים מבוססים משקיעים הורים מכספם כדי לגייס מורים טובים יותר המלמדים בעזרת ציוד מתקדם יותר. מדובר בתופעה חיובית לאור הצורך לעודד מצוינות, אך הדבר עלול להנציח את הפערים החברתיים הקיימים במדינה, ולכן רצוי לחזק את סגל ההוראה בתחומים אלו באופן רוחבי.
- פתרון אפשרי נוסף הוא שילוב דוקטורנטים בהוראה בתיכונים במסגרת הסכמים עם האוניברסיטאות (למשל, במתכונת שבה תיחשב ההוראה בתיכונים כזמן תרגול לו מחוייבים הדוקטורנטים במסגרת העסקתם באוניברסיטה). התלמידים ייהנו ממורים רעננים המגיעים לתקופה קצרה ואינם נשחקים, בעלי מומחיות בתחום ונגישות למעבדות ולחומרים.

פרק 5: יוזמות, פעילויות וארגונים בישראל שמטרתם קידום החינוך

למדע וטכנולוגיה

בפרק זה נציג יוזמות חינוכיות, המופעלות ע"י מגוון גופים, שמטרתן קידום החינוך למדע וטכנולוגיה. הסקירה שלהלן אינה מתיימרת להציג את כל היוזמות הקיימות בישראל בהקשר זה.

משרד החינוך

התכנית האסטרטגית לחיזוק החינוך המדעי-טכנולוגי

[/Http://cms.education.gov.il/educationcms/Units/madatech/hinucmadatech/Odot](http://cms.education.gov.il/educationcms/Units/madatech/hinucmadatech/Odot)

מטרת התוכנית היא לעודד את בתי הספר לחזק את לימודי הטכנולוגיה, ולהגדיל את שיעור התלמידים הלומדים מקצועות מדעיים וטכנולוגיים, במטרה להגיע לשיעור דומה לזה שבמדינות OECD העומד על 46 אחוז¹⁹. לשם כך נוספו שעות לימוד למדע וטכנולוגיה בחטיבת הביניים (כ-12,500 שעות בשנה), נוספו נושאי לימוד, הוגברה האכיפה על מספר שעות הלימוד הנלמדות, נושאי הלימוד הוגדרו באופן ברור יותר בדגש על הידע הנדרש בכל אחד מתחומי הדעת (כימיה, פיסיקה, ביולוגיה), והוגדל מספר השתלמויות וההדרכות. מהלך זה הוא ארוך טווח לשיפור הידע והמיומנויות של תלמידי ישראל בתחומי המו"ט עוד בשלבים המוקדמים.

עתודה ומנהיגות מדעית – טכנולוגית

[/http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/MadaTech/HinucMadaTech/Odot](http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/MadaTech/HinucMadaTech/Odot)

משרד החינוך מסביר כי: "לצד הרצון לשפר את הידע והמיומנויות של כל התלמידים אנו מבקשים להגדיל משמעותית את שיעור התלמידים המצטיינים בתחומים אלה. לשם כך, פתחנו מסלול למצוינות מדעית-טכנולוגית שיכפיל, ובהמשך ישלש את כמות המצטיינים במדע וטכנולוגיה. התוכנית מעודדת תלמידות ותלמידים לשאוף למצוינות בתחומי המדע והטכנולוגיה, כשהשתלבות בתעשיות עתירות הידע בישראל עומד לנגד עיניהם. התוכנית נותנת עדיפות לתלמידים מהפריפריה החברתית והגיאוגרפית בישראל ועדיפות לתלמידות וזאת כדי לאפשר גם לילדים בפריפריה לחלום את חלום ההיי-טק הישראלי וגם להצליח לממשו בכלים המתאימים".

העשורים האחרונים לא הטיבו גם עם החינוך הטכנולוגי; ירידה בתקציבים, סגירת מגמות והתיישנות מעבדות יכולות להסביר את הרקע לטענות מצד צה"ל ומצד התעשיינים הן על הירידה בהיקפים והן על הירידה באיכות הבוגרים. התוכנית האסטרטגית לחיזוק החינוך הטכנולוגי משנה את המגמה: חיזוק החינוך הטכנולוגי ע"י הרחבתו והתאמתו למאה ה-21 כך שיהווה אלטרנטיבה אטרקטיבית לחינוך העיוני ויספק כוח אדם איכותי העונה לאתגרי התעשייה. התוכנית לחיזוק החינוך המדעי טכנולוגי הוקמה לאחר שנים של ירידה בתקציבים שהופנו לחינוך הטכנולוגי.

להשגת מטרות אלו, התוכנית האסטרטגית כוללת את התוכניות הבאות: הזנק לתעשייה, פרויקט טו"ב (טכנאי ובגרות), תוכנית נחשון (מוצגת להלן), הקמת מרכזי טכנולוגיה אזוריים בצפון ובדרום, מנגנון תיאום עם צה"ל, העצמת תחום הרובוטיקה, והסבת פורשי היי-טק לחינוך הטכנולוגי יחד עם משרד האוצר.

¹⁹ Based on Education at a Glance 2012: OECD Indicators
<http://www.uis.unesco.org/Education/Documents/oecd-eag-2012-en.pdf>

תוכנית נחשון

[/http://nachshon.cet.ac.il](http://nachshon.cet.ac.il)

תוכנית נחשון הינה מיזם אינטרנטי חדשני של האגף לחינוך העל יסודי במשרד החינוך. המיזם מציע לתלמידי **כיתות י'-יב'** תגבור במקצועות המוגברים מתמטיקה, פיזיקה, כימיה וביולוגיה. החונכים בתוכנית הינם סטודנטים מצטיינים המעניקים יחס אישי לכל תלמיד/ה ומאפשרים ל/ה לקדם את הישגיו/ה בצורה מיטבית לקראת בחינות הבגרות. הלימוד בתוכנית מתקיים על בסיס שבועי בשעות אחה"צ, בקבוצות של 2-3 תלמידים הלומדים באותה כיתה, באמצעות כיתת לימוד וירטואלית המאפשרת לתלמידים ולחונכים לשוחח ולכתוב בזמן אמת.

היוזמה המשותפת הבין מגזרית למצוינות ואיכות בחינוך המדעי בישראל

<http://www.sheatufim.org.il/roundtable/STEM/Meetings.aspx>

היוזמה יצאה לדרך בהובלה של קרן טראמפ, קרן רש"י ואינטל ישראל. וועדת היגוי רחבה עם נציגים משלושת המגזרים (ממשלתי, עסקי והמגזר השלישי) והתכנסה לראשונה בחודש נובמבר 2013. היוזמה מכנסת בעלי עניין מגוונים הפועלים בזירה של החינוך המדעי בישראל ואשר ביכולתם להוביל שינוי משמעותי ברמה הלאומית. היוזמה מבקשת ליצור זירה להשפעה משותפת בה גורמים שונים מגדירים יחד משימה משותפת ופועלים תוך תיאום ואיגום משאבים להשגתה. רשת השותפים מונה כיום כ- 60 ארגונים: קרנות פילנתרופיות, ארגוני מגזר שלישי מובילים בתחום החינוך המדעי, תאגידים עסקיים הפעילים בתחום החינוך כחלק מהשקעתם החברתית, אקדמיה, מוזיאונים, מורים ומנהלים ונציגות של משרד החינוך. היוזמה אינה באה להחליף את הפעולות והתכניות הקיימות בתחום, כי אם ליצור מסגרת משותפת לאיסוף ושיתוף בידע, לנתח את הגורמים למיעוט התלמידים הבוחרים במסלולי המצוינות המדעית, לתאם בין הגופים הפועלים בתחום, ולבנות מנגנוני מדידה משותפים. תכלול היוזמה וליוויה נמסרו לארגון שיתופים, המתמחה בפעילות בין מגזרית. יוזמה זו שואבת את השראתה ממהלכים דומים של collective impact בחו"ל, ובמיוחד יוזמת 100k in 10 בארה"ב²⁰.

תוכניות בפריפריה

תוכנית מדערום

<http://www.rashi-foundation.org.il/hebrew/product.aspx?Product=78>

קרן רש"י יזמה את הפרויקט במטרה לעודד מצוינות, לצמצם את הפער הדיגיטלי ולהקטין את אי-השוויון החברתי באמצעות קידום החינוך המדעי-טכנולוגי באזור הדרום. מטרתו העיקרית של הפרויקט היא העלאת שיעור התלמידים המקבלים תעודת בגרות איכותית וממשיכים להשכלה גבוהה. הפרויקט כולל את המרכיבים הבאים: שדרוג תשתיות מחשוב ומעבדות מדעים, מרכזים להכשרת מורים, מחנות קיץ מדעיים ופעילות בלתי פורמלית לאורך השנה כולה.

²⁰100Kin10 is a networked approach to providing America's classrooms with 100,000 excellent STEM teachers by 2021 while supporting tens of thousands more. www.100kin10.org/

התכניות המרכזיות המתקיימות במסגרתו הן: נגישות להשכלה גבוהה, מרכז אילן רמון לנוער שוחר פיסיקה, ומחנות קיץ מדעיים.

תוכנית מנהיגות מדעית

<http://www.beityatziv.co.il/scientific-leadership/>

התכנית למנהיגות מדעית משלבת לימוד מדעי יחד עם עידוד מנהיגות חברתית ויצירת בסיס איתן לשילובם של תלמידי תיכון (י-י"ב) רבים ללימודי מדעים, פיזיקה ואסטרונומיה תוך העצמה אישית וחברתית. הפעילות מתקיימת באשדוד, באשקלון, בקריית מלאכי, בקריית גת, בבאר שבע, בערד, במרחבים, באופקים, בדימונה, בנתיבות, באשל הנשיא, בשגב שלום, בעומר, בחוֹרָה ובמצפה רמון. הפעילות מתקיימת תוך שימת דגש על לימוד חווייתי והתנסות מדעית. משחקים, ניסויים ודגמים שהתלמידים בונים בעצמם, מהווים חלק מתהליך הלמידה החווייתי. למשל, על ידי בנייה והפרחת כדור פורח, בני הנוער והילדים לומדים על משקל, צפיפות ולחץ. בסיום לימודי התיכון מועמדים המדריכים הצעירים לאחת משלוש אפשרויות: עתודה אקדמית, שנת שירות ושירות צבאי, או שירות לאומי. בוגרי התכנית שבצעו שירות צבאי/לאומי מועמדים למלגה ללימודים אקדמיים.

אופקים להי-טק

<http://www.hachvana.mod.gov.il/pages/milgot/ofakim.asp?HD=15>

מטרת התכנית היא לענות על הצורך הקריטי במהנדסים ומדענים בעלי כישורים גבוהים שיאפשרו לישראל לשמור על מעמדה בחזית המדע והתעשייה עתירת הטכנולוגיה בעולם. יהודה זיסאפל (נשיא קבוצת רד-בינת) יזם את התוכנית והיא מופעלת ע"י שיתוף פעולה של האגודה לקידום החינוך, היחידה להכוונת חיילים משוחררים במשרד הביטחון, קרן גרוס, הטכניון וקרן רש"י. קהל היעד הוא בוגרי תיכון בפריפריה בעלי פוטנציאל ללימודים אקדמיים בתחומי הנדסה ומדעים. התכנית מאתרת צעירים בעלי פוטנציאל **שסיימו שרות צבאי (בלבד)** ומאפשרת להם להשתתף במכינה קדם-אקדמית יחודית ומורחבת, אשר במשך 15 חודשים תכין אותם לקבלה ללימודים במסלולים בעלי דרישות גבוהות. המסיימים בהצלחה את המכינה, ממשיכים ללימודי הנדסה או מדעים. השאיפה היא להרחיב את התכנית ולהגיע בסופו של דבר ל-1,500 סטודנטים בשנה הלומדים במסלולים אקדמיים בעלי זיקה לתעשייה בכל האוניברסיטאות המובילות בישראל.

מרכזי מדע לילדים ונוער

<http://most.gov.il/scienceandcommunity/spacecenter/Pages/default.aspx>

משרד המדע והטכנולוגיה מקים מרכזי מדע וטכנולוגיה לילדים ולנוער בנגב ובגליל. המרכזים מצוידים במיטב המכשור המדעי לצורכי הוראה והתנסות. מטרת המרכזים היא לקדם מצוינות, לעודד למידה מאתגרת וחווייתית של מדע ולחשוף בני נוער לצדדים שונים של עולם המדע והטכנולוגיה. המרכזים ממוקמים בספריות ציבוריות במטרה להעמיד את המידע והמכשור המתקדם לטובת כל האוכלוסייה. במרכזים נמצאות מערכות לימוד בתחומי רובטיקה, טכנולוגיה, ביולוגיה, כימיה ופיסיקה. כמו כן, המרכזים מצוידים בסימולטורים, מודלים טכנולוגיים ועוד. ב-2012 הוקמו שישה מרכזים בנגב ובגליל ומרכז נוסף במגזר הערבי בעלות כוללת של 2.3 מיליון ש"ח. המרכז הראשון, "מרכז ניוטון לפיתוח חשיבה מדעית וטכנולוגית", נחנך במאי 2012 במועצה האזורית שדות נגב.

תוכנית מגשימים

<http://www.beityatziv.co.il/magshimim/>

התכנית מיועדת לתלמידי כיתות ט'-י"ב ומטרתה היא עידוד תלמידים מצטיינים מהפריפריה לבחור בשירות איכותי ביחידות חיל המודיעין.

התוכנית מכוונת לפיתוח מומחיות בתחומי הסייבר והמחשבים בקרב תלמידי תיכון, אשר ישתלבו עם סיום לימודיהם בשירות במיטב היחידות הטכנולוגיות של אמ"ן. התוכנית מציעה לתלמידים העמקה והרחבה של הידע בתחומים מקצועיים ייחודיים, הרלוונטיים ונדרשים לחיל המודיעין. תכני הלימוד נקבעים בשיתוף אנשי המקצוע בחיל המודיעין, כשהמדריכים הם בוגרי יחידות צבאיות אלה.

קרן רש"י יזמה עם חיל המודיעין ומשרד החינוך תוכנית פיילוט שיצאה לדרך באוגוסט 2010. בדצמבר 2012 הוכרז על הפיכתה של מגשימים לתכנית לאומית שתפעל בפריפריה הדרומית והצפונית ותתרחב עד 600 משתתפים תוך 3 שנים.

תוכנית עתידים - מסלול קדם עתידים

<http://atidim.org/program/pre>

"קדם עתידים" מתבצעת במסגרת עתידים בשיתוף משרד החינוך. התוכנית מהווה מסלול מצוינות מדעית לתלמידי חט"ב ותיכון בפריפריה והיא מיועדת ל-30% התלמידים המובילים מהפריפריה, המבקשים לרכוש תעודת בגרות איכותית-מדעית. התוכנית פועלת ב-70 ישובים.

מטרת התכנית היא חיזוק תחושת המסוגלות האישית בקרב התלמידים, סיוע בשיפור הישגיהם הלימודיים, והכוונתם ללימודים אקדמיים בתחומי הטכנולוגיה, ההנדסה והמדעים.

המכללה הטכנולוגית של חיל האוויר, באר שבע

<http://techni-bs.iscool.co.il/>

<Http://www.rashi-foundation.org.il/hebrew/product.aspx?Product=155>

ב-2006 הוקם קמפוס חדש ומורחב לבי"ס התיכון בבאר שבע המשרת את חיל האוויר. היוזמה לבניית קמפוס חדש למכללה הטכנולוגית של חיל האוויר נועדה לענות על שני צרכים: האחד – לאפשר לבית הספר לצמוח להיקף של 1,600 תלמידים, והשני – לספק מענה למחסור החמור של חיל האוויר בטכנאים ומהנדסים מיומנים.

בית הספר כולל תיכון עיוני (כיתות ט'-י"ב) ומכללה להנדסאים (י"ג-י"ד). יש לו השפעה ניכרת על האזור כולו, שכן הוא מצביע סטנדרטים חדשים לחינוך במחוז הדרום ומציע לבני נוער תושבי הנגב הכשרה מעשית שתאפשר להם לעבוד בעתיד בתחומי ההיי-טק.

מרכזים ופעילויות להנגשת החינוך למדע וטכנולוגיה לכל

המרכז לחינוך מדעי – חמד"ע

<http://www.hemda.org.il/>

חמד"ע הינה עמותה עירונית הפועלת בעיר תל אביב יפו מאז 1991. את הקמתה יזמה קרן יד הנדיב (קרן רוטשילד) בשיתוף עם עיריית ת"א ומכון ויצמן.

הפעילות בחמד"ע מתמקדת בהוראה חדשנית ואיכותית של כימיה ופיזיקה לתלמידי החטיבה העליונה של בית הספר העל יסודי, אשר בחרו בנושאי לימוד אלו בהיקף מוגבר, ולתלמידי פיזיקה מצטיינים בחטיבת הביניים.

עקרונות חמד"ע הותוו על ידי ועדה בינלאומית של מדענים ואנשי חינוך מישראל ומחו"ל, בראשותו של מי שכהן אז כנשיא מכון ויצמן למדע, פרופסור חיים הררי.

חמד"ע נועדה ליצור דגם חדש של מרכז אזורי לחינוך מדעי, הלוקח על עצמו אחריות לחינוך המדעי בחטיבות העליונות בת"א כולל הכנה לבגרות. הרעיון המרכזי של חמד"ע הוא שילוב צוות איכותי של מורים, יחד עם ציוד מדעי-חינוכי מהמתקדמים ביותר, בבניין יפה ומיוחד במינו. על ידי ריכוז כל האיכויות הללו במוסד אחד, מעניקה חמד"ע לתלמידים אפשרות ללמוד מדע ברמה הגבוהה ביותר.

מכון דוידסון לחינוך מדעי

<http://davidson.weizmann.ac.il/>

מכון דוידסון עוסק בטיפול החינוך המדעי-טכנולוגי בישראל. המכון הוקם במכון ויצמן למדע ברחובות, ופעילויותיו מתקיימות בשני מיני-קמפוסים הממוקמים בקמפוס המכון. קהל היעד של המכון הם תלמידים, מורים והציבור הרחב. מטרתו הן שיפור החינוך המתמטי, המדעי והטכנולוגי בישראל וקידום השימוש בטכנולוגיה מתקדמת למטרות חינוכיות. במכון דוידסון מתקיימות השתלמויות מורים ייעודיות, תוכניות מדעיות לתלמידים, מסגרות בלתי-סגורות לתלמידים בסיכון ולתלמידים בעלי הישגים נמוכים, ותוכניות המותאמות לקהל המתעניינים במדעים. מדעני מכון ויצמן למדע משתתפים במגוון תכניותיו.

מכון מדעטק לחינוך – המוזיאון הלאומי למדע, טכנולוגיה וחלל

<http://www.madatech.org.il/Pages/menuitempage.aspx?Objectmenu=23>

במוזיאון המדעטק בחיפה פועל מכון "מדעטק לחינוך". המכון הוא מרכז תמיכה ללימודי מדע, טכנולוגיה וחלל לתלמידי בתי הספר והקהל הרחב. המכון מפעיל רשת של מעבדות בנושאים מדעיים וטכנולוגיים שונים, מקיים סדנאות לימודיות וחוגים לבני-נוער ומפעיל ניידות מדעים היוצאות אל יישובי הפריפריה. המרכז מפעיל כ- 80 תוכניות לימודיות בתחומים שונים כמו פיזיקה ואסטרונומיה, כימיה, איכות הסביבה, מתמטיקה, רובוטיקה, גנטיקה, חשמל, אלקטרוניקה וטכנולוגיות של אבטחת מידע.

חוגי מדע

<http://most.gov.il/scienceandcommunity/Pages/hugim.aspx>

מדי שנה תומך משרד המדע, הטכנולוגיה והחלל בחוגים מדעיים לבני נוער בכיתות ז'-י"ב ברשויות מקומיות ברחבי הארץ, בעיקר באזורי פריפריה. בחוגים אלו מתוודעים בני הנוער למדע באופן חווייתי במטרה לעודד לעסוק בכך ולהרחיב את ידיעותיהם. המשרד מפרסם פעם בשנה קול קורא לקבלת הצעות של גופים שונים לביצוע חוגים בתחומי הרשויות המקומיות.

החוגים מתקיימים בשעות אחר הצהריים במשך שנת הלימודים ומונחים על ידי מדריכים בעלי ניסיון והכשרה אקדמית בנושא. כל חוג עוסק בתחום מדעי אחר כגון חלל, מדעי הסביבה, מדעי הטבע, מדעים מדויקים, מדעי המחשב והרובוטיקה, מדעי החיים והרפואה, תקשורת או כלכלה. החוגים ממומנים על ידי המשרד והרשות המקומית, והמשתתפים בהם משלמים תשלום סמלי חד-פעמי בלבד.

יום המדע הלאומי

<http://most.gov.il/scienceandcommunity/Pages/science-day.aspx>

במטרה להעלות את מעמד המדע לסדר עדיפות גבוה יותר בחינוך, בתקציב, במודעות הציבור, בפוליטיקה ובתקשורת, ייסדה ועדת המדע והטכנולוגיה של הכנסת בשנת 2000 את יום המדע הלאומי. יום זה מצויין מדי שנה ב-14 במרץ, יום הולדתו של אלברט איינשטיין. ביום זה מתקיימים מגוון אירועים של המשרד

במגוון אתרים, בין השאר, בבית הנשיא, באקדמיה הלאומית הישראלית למדעים, באוניברסיטה העברית, ובמוזיאון המדע על שם בלומפילד בירושלים.

ליל המדענים

[Http://most.gov.il/scienceandcommunity/researchersnight/Pages/defaulttrn2012.aspx](http://most.gov.il/scienceandcommunity/researchersnight/Pages/defaulttrn2012.aspx)

אירוע ליל המדענים נערך בחסות משרד המדע והטכנולוגיה והאיחוד האירופי. ליל המדענים הוא חגיגת מדע לקהל הרחב בו נפתחים ללא תשלום שעריהם של האוניברסיטאות ומוזיאוני המדע ברחבי הארץ. האירוע מתקיים מדי שנה מאז 2007 ברחבי אירופה, ומסגרתו נערכים אירועים ופעילויות מדעיות מגוונות לכל המשפחה ומוצעים בו מפגשים בגובה העיניים עם מדענים ומדעניות, סיורים במעבדות, הרצאות, סדנאות, ופעילויות מגוונות.

חונכות ללימודי מדעים

[Http://most.gov.il/scienceandcommunity/Pages/honhut.aspx](http://most.gov.il/scienceandcommunity/Pages/honhut.aspx)

את התוכנית יזם משרד המדע והטכנולוגיה. במסגרתה, מלווים סטודנטים וסטודנטיות מתחומי ההנדסה, הטכנולוגיה והמדעים המדויקים, תלמידי ותלמידות תיכון ומעניקים להם שיעורי עזר במקצועות הריאליים והמדעים. בשנים שבהן פועל הפרויקט, הוכח כי החיבור החברתי והלימודי בין הסטודנטים ותלמידי התיכון מסייע בתוך זמן קצר לשיפור ההישגים הלימודיים של תלמידי התיכון ומגביר את המוטיבציה, הן של הסטודנטים והן של התלמידים, להתמיד ולהרחיב את ידיעותיהם בתחומי המדע והטכנולוגיה.

המשרד מעניק מדי שנה מעל לאלף מלגות בגובה 5,000 ₪ כל אחת לסטודנטים המשתתפים בפרויקט.

תוכניות מצוינות

תוכנית מדעני העתיד

[Http://www.rashi-foundation.org.il/hebrew/product.aspx?Product=122](http://www.rashi-foundation.org.il/hebrew/product.aspx?Product=122)

את התוכנית יזם נשיא המדינה, שמעון פרס, במסגרת חזונו לפיתוח מנהיגות ומצוינות טכנולוגית ומדעית בישראל, ויצירת רשתות של תלמידים מצטיינים ויצירתיים, תוך חיבור מפרה ביניהם לבין מפעלים עתירי ידע, מוסדות אקדמיים וצה"ל. התוכנית מנוהלת ע"י קרן רש"י.

בתוכנית לומדים תלמידי טי-יב בעלי יכולות גבוהות במיוחד – רבע המאיון העליון בארץ. בתוכנית כיום 2 מחזורים בהם משתתפים כ-40 תלמידים מרחבי הארץ.

תוכנית מדעני וממציאי העתיד שואפת לכך שבוגריה יתחילו בתוך כעשר שנים לממש את ההבטחה וליצור רשת של בעלי מיומנויות גבוהות הבונים את הבסיס להישגיה של ישראל בתחומי המדע, החינוך, הביטחון והטכנולוגיה.

להשגת המטרות של התוכנית, הוצבו היעדים הבאים:

- לפחות 80% מבוגרי התוכנית יתקבלו לעבודה הצבאית או לאחת מיחידות המודיעין או הטכנולוגיה המובילות של צה"ל.
- לפחות 90% מן הבוגרים ירכשו תואר אקדמי במדעים או בהנדסה, והשאר יבחרו בתחום אחר כגון רפואה או חינוך.
- לפחות 90% מן הרוכשים תואר ראשון ימשיכו לתואר מתקדם בנושא הקשור לתחום.
- בתוך כעשור מסיום השתתפותם בתוכנית, לפחות 80% מן הבוגרים יעבדו כמדענים, מהנדסים או חוקרים.

- בתוך 15 שנה מסיום התוכנית, לפחות 30% מן הבוגרים יהיו יזמים בתעשיית ההיי-טק.
- בתוך 10 שנים מסיום התוכנית, לפחות 80% מן הבוגרים יהיו מעורבים בפרויקט חברתי או קהילתי על בסיס התנדבותי.

התוכנית החלה לפעול באוגוסט 2009 ביחידה לנוער שוחר מדע באוניברסיטת ת"א. כיום, שישה מוסדות אקדמיים משתתפים בתוכנית: אוניברסיטת תל אביב, הטכניון, מכון ויצמן למדע, אוניברסיטת בן גוריון, האוניברסיטה העברית בירושלים והמכללה האקדמית תל-חי.

[עידוד תלמידות לבחור במדע וטכנולוגיה](#)

[פרויקט קידום נערות לבחירה במדע וטכנולוגיה](#)

<http://www.mada.org.il/culture/twist>

TWIST -Towards Women In Science & Technology

הפרויקט מבוסס על שיתוף פעולה בין מוזיאוני מדע מרחבי אירופה וארגונים אירופאים נוספים, חלקם אקדמיים. הפרויקט יצא לדרך בנובמבר 2010 ותוצריו ילוו את המוזיאונים גם לאחר סיום הפרויקט. מוזיאון המדע בירושלים שותף לפרויקט מתוך הכרה בחשיבות הנושא. במהלך הפרויקט פותחו פעילויות חדשות לקהל הרחב ולמערכת החינוך, וכן מוצגים חדשניים המוצגים במוזיאוני המדע שמטרתם העלאת המודעות בקרב בני נוער, הוריהם ומוריהם ובקרב הקהל הרחב המבקר במוזיאונים, לגבי החשיבות של ייצוג הולם של נשים בתחומי המדע והטכנולוגיה.

תוכנית "מדעניות העתיד"

<Http://most.gov.il/scienceandcommunity/futurescientist/Pages/default.aspx>

מטרת התוכנית היא לעודד נערות מצטיינות ביישובי פריפריה לבחור בתיכון במקצועות המדעים המדויקים ובמיוחד במגמות הנדסה, מדעי המחשב ופיזיקה, שבהן ייצוג הנשים נמוך. התוכנית מעניקה למשתתפות כלים המאפשרים קבלה לפקולטות היוקרתיים באוניברסיטאות באמצעות השקעה בתלמידות בעלי יכולות גבוהות שרכישת השכלה גבוהה אינה נגישה עבורן.

מיון ואיתור מועמדות מתאימות לתוכנית נעשה דרך מערכת החינוך באמצעות עמותת "ידידי עתידים". במסגרת התוכנית, מקבלות נערות מכיתה ט' עד י"ב ביישובי פריפריה סיוע וליווי צמוד שמטרתו למצות את יכולתן ולהגיע להישגים במקצועות מדעיים ובמיוחד בתחומי הנדסה ומדעי המחשב. המשתתפות בתוכנית מקבלות שיעורי עזרה והעשרה, ליווי אישי לביצוע מחקר בתחום שבחרו, סדנאות לפיתוח מנהיגות והתנדבות, הכנה לפסיכומטרי, השתתפות במחנות קיץ ייחודים, סיורים באקדמיה ובתעשייה ומפגשים עם מודלים לחיקוי כגון, חוקרות, נשות מדע, טכנולוגיה ועסקים.

מיזם "מובילות לטכניון למדע תעשיה טכנולוגיה והנדסה"

<http://movilot-latechnion.com>

תוכנית ביוזמת ויצו נווה שאנן ו"אגודת הידידים" בה שותפים עיריית חיפה, מערכת החינוך העירונית, מומחים וחוקרים בתחומי המדעים והטכנולוגיה מהטכניון, ארגון ויצו, התאחדות התעשיינים בישראל מרחב צפון ו"מדעטק". התוכנית משלבת נציגות ומעורבות רחבה של אנשי עסקים, תעשיינים ומפעלי הייטק כגון, אינטל, IBM ורפאל. המטרה העיקרית היא עידוד תלמידות לבחור לימודים מדעיים טכנולוגיים ברמות גבוהות ואף לעסוק בתחומים אלה באקדמיה ובתעשייה, זאת מתוך הנחה שבתפקידים המאתגרים נדרש טווח רחב של יכולות.

ייחודה של התכנית הוא החוויה שחוות התלמידות ותחושת השייכות שהיא מקנה להן בעולמות אלה.

תחרויות מדע

תחרות מדענים צעירים (ISEF)

<http://www.intel.com/cd/corporate/education/emea/heb/460366.htm#Inteltop>

התחרות השנתית הישראלית, המתקיימת משנת 1998, נערכת בחסות אינטל ישראל, מוזיאון המדע ע"ש בלומפילד ירושלים ומשרד החינוך. התחרות נועדה לקדם, לפתח ולעודד חשיבה יצירתית ומקורית במדעים ובטכנולוגיה בקרב בני נוער. לזוכים בתחרות מוענקות מלגות לימודים במוסדות להשכלה גבוהה בישראל.

ההשתתפות בתחרות סוללת את הדרך לחדשנות ולגילוי-עצמי בתחום המדע. התלמידים מפתחים פרויקט מחקר מדעי ומשתתפים בריד המדע המקומי, שנערך בחסות Intel ISEF. באמצעות הפרויקטים לומדים המשתתפים לשתף פעולה עם אחרים ולחדד את ניסוח הממצאים המדעיים שלהם.

התחרות הישראלית מתקיימת זו השנה ה-15 במוזיאון המדע ע"ש בלומפילד בירושלים והיא חלק משתי תחרויות בינלאומיות רבות מוניטין: Intel ISEF האמריקאית ותחרות מדענים צעירים של האיחוד האירופאי. שתי התחרויות זוכות להערכה בקרב הקהילה המדעית העולמית ומתקיימות כחלק מתוכנית רחבה של מדע וחברה המעודדת צעירים להתמקד בלימודי מדע וטכנולוגיה.

בתחרות הישראלית שהתקיימה ב-2012 השתתפו 60 בני נוער. התלמידים חקרו, פיתחו והמציאו פרויקטים בתחומי המחשבים, מדעי החברה, פיזיקה, מדעי הטבע והחיים, טכנולוגיה וביו-טכנולוגיה, כימיה, מתמטיקה סביבה והיסטוריה.

האולימפיאדה הארצית במתמטיקה

<http://davidson.weizmann.ac.il/content/> האולימפיאדה-הארצית-במתמטיקה-על-שם-פרופ-יוסף-גיליס

האולימפיאדה הארצית במתמטיקה על שם פרופ' יוסף גיליס היא תחרות ארצית במתמטיקה שמיועדת לתלמידים בכיתות י', י"א וי"ב. היא נערכת במכון ויצמן ברציפות מאז שנת 1968. התחרות מורכבת ממספר שלבים.

בשלב א' מתקיים מבחן ארצי בכל בתי הספר שמעוניינים בכך. תלמידים העוברים סף מסוים מוזמנים להשתתף בשלב ב'. תלמידים שעברו את שלב ב' בהצטיינות יתרה מוזמנים להצטרף לנבחרת ישראל במתמטיקה. פעילות הנבחרת כוללת מחנות אימונים במכון דוידסון לחינוך מדעי, מפגשים אזוריים ואימוני בית לאורך השנה. ששה התלמידים המצטיינים של הנבחרת מייצגים את מדינת ישראל באולימפיאדה הבינלאומית במתמטיקה (IMO).

אולימפיאדת המתמטיקה על שם פרופ' ירמיהו גרוסמן

<http://www.math.technion.ac.il/Noam/grossman.html>

אולימפיאדת המתמטיקה על שם פרופ' ירמיהו גרוסמן היא תחרות המתמטיקה השנתית הותיקה בארץ, שתחילתה בשנת 1960. התחרות נערכת בחסות הפקולטה למתמטיקה בטכניון. נושא הבחינה באים מתחום המתמטיקה האלמנטרית, כאשר השאלות הן בעיות אתגר לא שגרתיות.

האולימפיאדה לביולוגיה

http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Mazkirut_Pedagogit/Biology/Olimpyada

חרות לתלמידים מצטיינים הלומדים ביולוגיה, מתקיימת מדי שנה החל משנת תשנ"ח (1998). התחרות היא יוזמה של הפיקוח על הוראת הביולוגיה במשרד החינוך. היא מתקיימת באוניברסיטת בר אילן הנותנת אכסניה ותמיכה למפעל זה. בתחרות מיושמים עקרונות של הערכה מגוונת: מבחן בכתב בו נדרשים מהמתחרים הבנה של קטע מחקר, יישום של ידע קודם ושליטה במיומנויות חקר, הצגת עיקרי המחקר בכרזה מדעי ומבחן בעל פה בו מוערכת עבודת חקר עצמאית של התלמיד.

יריד המדע של גוגל

<Http://most.gov.il/scienceandcommunity/hangasha/Pages/default.aspx>

חברת גוגל, בשיתוף משרד המדע והטכנולוגיה, מקדמים בישראל את הפרויקט העולמי "יריד המדע של גוגל" (Google Science Fair) – יריד המדע המקוון הגדול בעולם. במסגרת הפרויקט, מוזמנים בני נוער בגילאים 13 עד 18 מכל העולם להציע הצעה למחקר מקורי, לצלם עצמם מציגים את ההצעה, ולהעלות את הסרטון לאתר מיוחד של הפרויקט באתר youtube.

מטרת הפרויקט היא ליצור השראה בקרב בני נוער, לעודד צעירים לעסוק במדע בצורה חווייתית, לקדם חדשנות ומקוריות, לחשוף את נפלאות המדע לתלמידים ולהביא להעלאת מספר התלמידים הבוחרים לעסוק בתחום המדעים.

במסגרת התחרות מתבקשים בני הנוער לפתח שאלת מחקר והנחות מחקר ולהדגים את הניסוי שלפיו יבדקו את השאלה. ניתן להגיש הצעות בצוות או ביחידים.

בין ההצעות המוצעות, נערכת תחרות והעולים לשלב הגמר יזכו לנסוע למשרדי גוגל בקליפורניה, ולהתמודד על שלושת הפרסים הראשונים שהגבוה בהם 50,000 דולר. בחבר השופטים העולמי של התחרות הייתה בשנת 2012 לראשונה נציגות ישראלית – כלת פרס נובל בכימיה, פרופ' עדה יונת.

התחרות מתקיימת מאז שנת 2011 אז הוגשו כ-7,500 פרויקטים מכל העולם ובמקומות הראשונים זכו שלוש תלמידות מארה"ב, אשר בנוסף לפרס הכספי זכו גם בפגישה אישית עם נשיא ארה"ב ברק אובאמה. בשנת 2012 עלה לראשונה תלמיד ישראלי לשלב חצי הגמר, אליו עולות 90 הצעות מאזורים שונים בעולם.

פרק 6: חינוך למו"ט בישראל בהשוואה למדינות נבחרות

השוואות בינלאומיות: מבחני פיזה ומבחני TIMSS²¹

במחקרים הבינלאומיים משתתפות מדינות רבות מכל רחבי העולם. מטרתם להשוות בין הישגי תלמידים בתחומי דעת מרכזיים, ללמוד על הקשר שבין הישגים לבין גורמים שונים, כגון עמדות התלמידים כלפי בית הספר וכלפי הלמידה, וכן לבחון השפעות חברתיות, כלכליות ותרבותיות של המדינה על הישגים. תוצאות המחקרים מאפשרות להשוות בין מגזרים וקבוצות באוכלוסיית המדינה וכן בין מדינות.

בשנים האחרונות ישראל משתתפת בארבעה מחקרים שונים, הנערכים במחזוריות מדי כמה שנים. המחקרים מנוהלים על ידי שני ארגונים בינלאומיים: OECD (Organization for Economic Co-operation and Development) - הארגון לשיתוף פעולה ופיתוח כלכלי, שבמסגרתו ישראל משתתפת במחקר PISA, ו-IEA (הארגון הבינלאומי להערכת הישגים בחינוך), שבמסגרתו ישראל משתתפת במחקרי ICILS, PIRLS, TIMSS, ו-SITES.

הארגונים הבינלאומיים המופקדים על פיתוח המחקרים מעסיקים לשם כך גופים מקצועיים מן המובילים בתחום ההערכה והמדידה החינוכית. המבחנים והשאלונים נבנים בקפידה והם בעלי מהימנות ותוקף גבוהים. פיתוח מסגרת התוכנית ושאלות המבחן נעשה בידי מומחים מכל העולם בתחומי התוכן שהמבחן עוסק בהם. בתהליך מורכב, הכולל שלבים רבים, המבחן מותאם לכל מדינה ומועבר בה למדגם של תלמידים. בארגון הבינלאומי מנתחים את תוצאות המבחן לצורך השוואות בינלאומיות, ובנוסף, בכל מדינה נערך ניתוח של התוצאות המקומיות לשם השוואה בין מגזרים ותת-קבוצות במדינה.

מחקר TIMSS - Trends in International Mathematics and Science Study

מחקר TIMSS הוא אחד ממחקרי הארגון הבינלאומי להערכת הישגים בחינוך ה-IEA. המחקר בוחן את רמת השליטה של תלמידי כיתות ח' בתחומי המתמטיקה והמדעים, תוך התייחסות לתכנית הלימודים המיועדת, המופעלת והמושגת בכל אחת מהמדינות המשתתפות. המחקר מאפשר מעקב אחר מגמות ההתקדמות לאורך זמן בכל מדינה (השוואה בין השנים השונות שבהן מועבר המבחן), וכן השוואה בין המדינות המשתתפות. המחקר הוא מחקר אורך מחזורי הנערך אחת לארבע שנים. ישראל השתתפה בו בשנים 1995, 1999, 2003, 2007, ו-2011.

בשנת 2011 נערך המחקר בכ-60 מדינות. בשנה זו, ישראל רשמה זינוק מרשים בהישגים לעומת 2007. במבחן במתמטיקה לתלמידי כיתה ח' הגיעה ישראל למקום ה-7 מתוך 42. עליה של 17 מקומות בהשוואה ל-2007, אז ישראל הגיעה למקום ה-24 בלבד (לוח 13). במבחן במדעים לכיתה ח' ישראל דורגה במקום ה-13, בעוד ב-2007 הגיעה למקום ה-25 בלבד.

השיפור בהישגים בישראל בין שנת 2007 לשנת 2011 הינו השלישי בגודלו מבין המדינות שהשתתפו בשני מחזורי המחקר האחרונים, והגדול מבין מדינות בעלות ההישגים הגבוהים או הדומים לישראל. מדובר בשיפור ניכר לעומת שנים קודמות שגרם לביקורת רבה בתוך מערכת החינוך וגם מחוץ לה.

לדברי שר החינוך בזמן ביצוע המבחן, גדעון סער, גורמים שונים כגון, תכניות לימודים מותאמות לדרישות המבחן ותרבות ארגונית חדשה תרמו לשיפור. אחרים טוענים כי שינוי כה חד אינו אפשרי בתקופה הקצרה שבין המבחנים.

²¹ מתוך "מדדים למדע, לטכנולוגיה ולחדשנות", מוסד שמואל נאמן, 2013.

במקצועות המתמטיקה והמדעים, TIMSS 2011 לוח 13: מיקום ישראל ו-20 המדינות המובילות במחקר

ישראל			מדעים		מתמטיקה		מקום
מדעים	מתמטיקה		2007	2011	2007	2011	
18	19	1995	סינגפור	סינגפור	טאיוואן	קוריאה	1
26	28	1999	טאיוואן	טאיוואן	קוריאה	סינגפור	2
23	19	2003	יפן	קוריאה	סינגפור	טאיוואן	3
25	24	2007	קוריאה	יפן	הונג קונג	הונג קונג	4
13	7	2011	אנגליה	פינלנד	יפן	יפן	5
			הונגריה	סלובניה	הונגריה	רוסיה	6
			צ'כיה	רוסיה	אנגליה	ישראל	7
			סלובניה	הונג קונג	רוסיה	פינלנד	8
			הונג קונג	אנגליה	ארה"ב	ארה"ב	9
			רוסיה	ארה"ב	ליטא	אנגליה	10
			ארה"ב	הונגריה	צ'כיה	הונגריה	11
			ליטא	אוסטרליה	סלובניה	אוסטרליה	12
			אוסטרליה	ישראל	ארמניה	סלובניה	13
			שבדיה	ליטא	אוסטרליה	ליטא	14
			סקוטלנד	ניו זילנד	שוודיה	איטליה	15
			איטליה	שבדיה	מלטה	ניו זילנד	16
			ארמניה	איטליה	סקוטלנד	קזחסטן	17
			נורבגיה	אוקראינה	סרביה	שוודיה	18
			אוקראינה	נורבגיה	איטליה	אוקראינה	19
			ירדן	קזחסטן	מלזיה	נורבגיה	20

מקורות: משרד החינוך, הרשות הארצית למדידה והערכה בחינוך - ראמ"ה, http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Rama/MivchanimBenLeumiYim/Timss_Pirls_2011.htm

להלן ממצאים נבחרים מהדו"ח:²²

- Girls read better than boys in every country, by an average of 39 points, the equivalent to one year of schooling. The gender gap has not improved in any country since 2000, and widened in France, Israel, Korea, Portugal and Sweden. This is mirrored in a decline of boy's enjoyment of reading and their engagement with reading in their leisure time.
- The best school systems were the most equitable - students do well regardless of their socio-economic background. But schools that select students based on ability early show the greatest differences in performance by socio-economic background.
- High performing school systems:
 - tend to prioritize teacher pay over smaller class sizes.
 - allow schools to design curricula and establish assessment policies but don't necessarily allow competition for students.
- Schools with good discipline and better student-teacher relations achieve better reading results.
- Public and private schools achieve similar results, after taking account of their home backgrounds.
- Combining local autonomy and effective accountability seems to produce the best results.

²² <http://www.oecd.org/education/koreaandfinlandtopoecdslatestpisasurveyofeducationperformance.htm>

מחקר פיזה²³ - PISA - Program for International Student Assessment

מחקר זה נערך על-ידי ארגון ה-OECD ומשתתפות בו מדינות רבות מכל העולם. מחקר זה בודק את רמת האוריינות של תלמידים בני 15 בשלושה תחומים: קריאה, מתמטיקה ומדעים. המחקר בוחן עד כמה התלמידים הנמצאים בשלב האחרון של חינוך החובה (במרבית המדינות) רכשו כלים כלליים לחשיבה ולהבנה של נושאים שאמורים לאפשר התמודדות טובה ויעילה עם סביבתם במבחן לא נבדקת רמת רכישת ידע ותכנים ספציפיים המצופים על פי תוכנית לימודים זו או אחרת. לכן, השאלות בוחנות ידע בגישה מעשית, ידע החיוני ל"עולם המבוגרים", כישורי חיים ויכולת לפתור בעיות מורכבות המצריכות שילוב בין תחומים שונים, תוך דגש על מיומנויות.

המחקר נערך פעם בשלוש שנים ונבדקים בו שלושה תחומי הדעת - קריאה, מתמטיקה ומדעים, אך בכל פעם מושם דגש מיוחד על אחד משלושת התחומים. ישראל השתתפה במחקר PISA 2000, בו הדגש היה על אוריינות קריאה, במחקר PISA 2006 - אוריינות מדעית, במחקר PISA 2009 - אוריינות קריאה. המחקר האחרון נערך ב-2012 והתמקד במתמטיקה. בנוסף, נבדקה גם אוריינות התלמידים בשני תחומים חדשים: פתרון בעיות ואוריינות כלכלית. בישראל נבדקו לראשונה רמות האוריינות מתמטיקה במחשב ואוריינות הקריאה הדיגיטלית.

ממצאי מחקר פיזה 2012

ממצאי המחקר עולה כי הישגי התלמידים בישראל אמנם משתפרים אבל לא באופן מהותי. בתחום הקריאה ישראל ניצבת במקום ה-33 מתוך 64 במדעים ובמתמטיקה ישראל מדורגת במקום ה-40. אחד המאפיינים הבולטים בתוצאות של ישראל הוא הפערים הניכרים בהישגים של תלמידים מרקע לאומי ורקע חברתי-תרבותי-כלכלי (חת"כ) שונים והם מהגדולים מקרב המדינות המשתתפות. כדי לנסות להבין את התמונה הרחבה של תוצאות המבחנים שיפורטו בהמשך, חשוב לעיין בלוח 14 בו מוצגת אוכלוסיית הנבחנים לפי סוג חינוך, סוג פיקוח, לפי רקע חת"כ ולפי מגדר. יש לציין כי בבתי הספר בפיקוח החרדי ניתן לדווח רק על הישגי התלמידות משום שבתי הספר של הבנים החרדים שהסכימו להשתתף במחקר, אינם מייצגים את כלל בתי הספר של קבוצת אוכלוסייה.

לוח 14: גודלי קבוצות האוכלוסייה השונות בקרב הנבחנים במחקר פיזה 2012 בישראל

מגדר	דוברי עברית: 3,894 (77%)	דוברי ערבית: 1,161 (23%)	סך הכל - - שנת לידה 1996: 5,055 (100%)
בנות	2,177 (56%)	648 (56%)	2,825 (56%)
בנים	1,717 (44%)	513 (44%)	2,230 (44%)
סך הכל	3,894 (100%)	1,161 (100%)	5,055 (100%)
רקע חת"כ	כלל דוברי עברית	כלל דוברי ערבית	סך הכל
רקע חת"כ נמוך	898 (23%)	553 (48%)	1,451 (29%)
רקע חת"כ בינוני	1,569 (40%)	362 (31%)	1,931 (38%)
רקע חת"כ גבוה	1,266 (33%)	218 (19%)	1,484 (29%)
ערכים חסרים	161 (4%)	28 (2%)	189 (4%)
סך הכל	3,894 (100%)	1,161 (100%)	5,055 (100%)
חינוך עברי לפי לפי פיקוח	פיקוח ממלכתי	פיקוח ממלכתי-דתי	פיקוח חרדי
חינוך עברי לפי לפי פיקוח	2,497 (65%)	745 (19%)	594 (16%)
מגדר וסוג פיקוח בחינוך העברי	פיקוח ממלכתי	פיקוח ממלכתי-דתי	פיקוח חרדי
בנות	1,261 (51%)	386 (52%)	521 (88%)
בנים	1,236 (49%)	359 (48%)	73 (12%)
סך הכל	2,497 (100%)	745 (100%)	594 (100%)
תלמידים ותלמידות לפי רקע חת"כ	פיקוח ממלכתי	פיקוח ממלכתי-דתי	פיקוח חרדי
לפי רקע חת"כ	פיקוח ממלכתי	פיקוח ממלכתי-דתי	פיקוח חרדי
רקע חת"כ נמוך	509 (20%)	175 (24%)	186 (31%)
רקע חת"כ בינוני	961 (39%)	328 (44%)	266 (45%)
רקע חת"כ גבוה	985 (39%)	226 (30%)	52 (9%)
ערכים חסרים	42 (2%)	16 (2%)	90 (15%)
סך הכל	2,497 (100%)	745 (100%)	594 (100%)

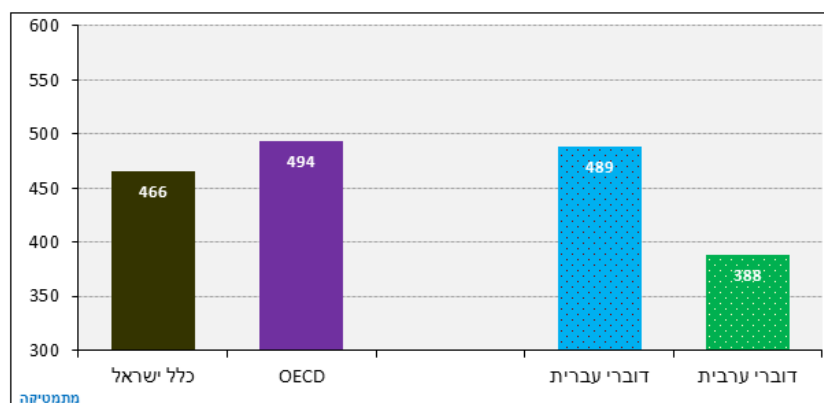
מקור: OECD, משרד החינוך, ראמ"ה

²³ <http://www.oecd.org/pisa/>

מתמטיקה

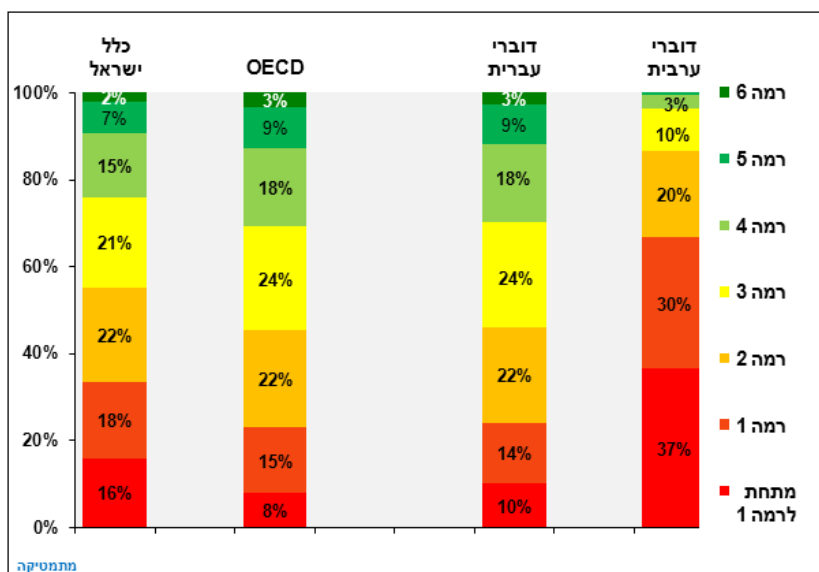
- במבחן המודפס ניצבת ישראל במקום ה-40 מתוך 64 מדינות בציון ממוצע של 466 לעומת הממוצע של מדינות OECD - 494.
- בנים קיבלו בממוצע ציון גבוה ב-12 נקודות מהבנות.
- במתמטיקה במבחן הממוחשב ניצבת ישראל במקום ה-27 מתוך 31 מדינות שבהן נערך הסקר, רובן מדינות חברות ותיקות ב-OECD (בציון ממוצע - 447).
- ישראל בולטת בפיזור הציונים הגדול שהוא השלישי בגודלו בקרב 64 המדינות המשתתפות. הפער בין עשירון התלמידים עם הציון הגבוה ביותר ובין העשירון עם הציון הנמוך ביותר הוא הגבוה ביותר מבין המדינות המשתתפות.
- הישגי התלמידים בחינוך הערבי לעומת החינוך העברי: מתרשים 16 עולה עולה כי בקרב התלמידים היהודים ההישגים במתמטיקה גבוהים ב-101 נקודות (כסטיית תקן שלמה) מהישגי התלמידים הערבים (489 לעומת 388 נקודות). הישגיהם של התלמידים היהודים דומים להישגי מדינות המדורגות סביב המקום ה-30 (מתוך 64) ואילו ההישגים של התלמידים הערבים דומים להישגי מדינות המדורגות סביב המקום ה-60 (מתוך 64).
- בתרשים 17 מוצגת התפלגות התלמידים לפי רמות הבקאות בחינוך העברי והערבי. בבתי הספר הערבים 67 אחוז מן התלמידים מצויים מתחת לרמת בקיאות 2, וזאת לעומת 24 אחוז בלבד בבתי הספר דוברי עברית (ממוצע OECD - 23 אחוז). שיעור התלמידים המצויים בשתי הרמות הגבוהות ביותר הוא 12 אחוז בחינוך העברי ו-0 אחוז בבתי הספר דוברי ערבית (ממוצע OECD - 12 אחוז).
- הישגים במתמטיקה לפי רקע חברתי-תרבותי-כלכלי (חת"כ): בתרשים 18 מוצגים ההישגים בפילוח לפי רקע חת"כ ולפי סוג חינוך. לתלמידים מרקע גבוה יותר יש בממוצע הישגים גבוהים יותר. השוואות בין סוגי החינוך בתוך כל קבוצת רקע חת"כ ממשיכים להצביע על הפערים הגדולים בין שני המגזרים. יש לשים לב לממצא המראה כי הציון הממוצע בקרב התלמידים הערבים ובעלי רקע גבוה קטן ב-10 נקודות מן הציון הממוצע בקרב תלמידים יהודים ובעלי רקע נמוך (430 ו-440 נקודות בהתאמה). צמצום הפער בהישגים בתוך קבוצת רקע החת"כ הנמוך משמעו שחלק מסוים מהפער בהישגים בין כלל התלמידים בשני מגזרי החינוך ניתן להסביר באמצעות ההבדלים ביניהם בהתפלגות התלמידים לפי רקע החת"כ. יש לשים לב כי הפער בין הרקע הנמוך לבינוני קטן יותר בקרב תלמידים ערבים (18 נקודות) מאשר בקרב תלמידים יהודים (46 נקודות).

תרשים 16: פיזה, 2012 - הישגי התלמידים במתמטיקה בחינוך הערבי לעומת החינוך העברי



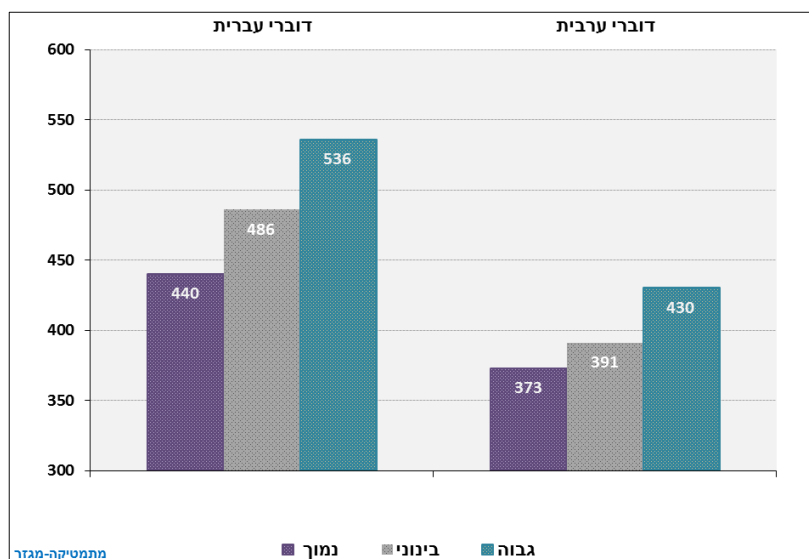
מקור: OECD, משרד החינוך, ראמ"ה

תרשים 17: פיזה 2012 - התפלגות ההישגים במתמטיקה לפי רמות בקיאות ולפי סוג חינוך



מקור: OECD, משרד החינוך, ראמ"ה

תרשים 18: פיזה 2012 - ההישגים במתמטיקה לפי סוג חינוך ולפי רקע חברתי-תרבותי-כלכלי

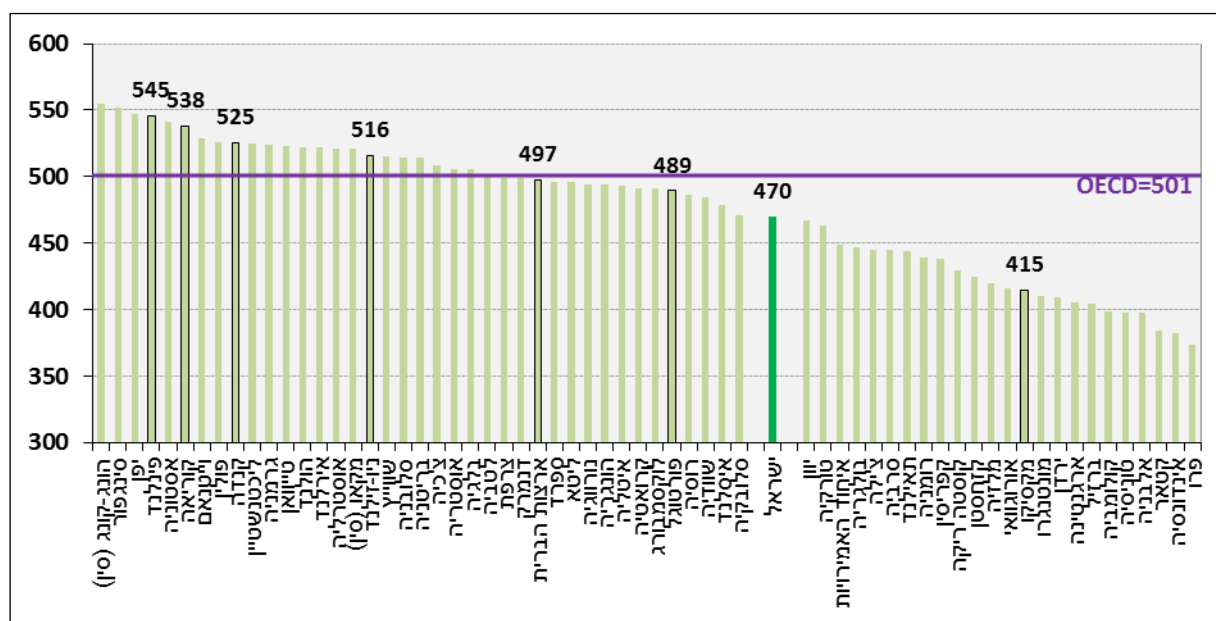


מקור: OECD, משרד החינוך, ראמ"ה

מדעים

- ישראל מדורגת גם במדעים במקום ה-40 מתוך 64 מדינות בציון ממוצע - 470 נקודות לעומת 501 – ממוצע מדינות OECD (תרשים 19).
- הבנות קיבלו ציונים קצת יותר גבוהים מהבנים.
- בדומה למתמטיקה, ישראל מדורגת ראשונה בפיזור הציונים הגדול.
- לצד תלמידים בעלי הישגים גבוהים במיוחד, ישנם תלמידים רבים בעלי הישגים נמוכים במיוחד- 6 אחוז מן התלמידים המצויים בשתי רמות הבקאות הגבוהות ביותר- שיעור הקרוב לממוצע ה-OECD הוא 8 אחוז. לעומת זאת, 29 אחוז מן התלמידים בישראל מצויים מתחת לרמת בקאות 2 כאשר בממוצע ה-OECD שיעור זה עומד על 18 אחוז.
- כמו במתמטיקה, הממצא הבולט ביותר הוא הפער העצום בין הישגיהם של התלמידים בחינוך העברי לבין הישגיהם של התלמידים בחינוך הערבי, העומד על כ-100 נקודות (כסטיית תקן שלמה). זאת ועוד, בעוד שממוצע ההישגים של התלמידים בבתי ספר דוברי עברית קרוב לממוצע ה-OECD, הישגיהם של עמיתיהם בבתי ספר דוברי ערבית רחוקים מאד מממוצע זה.
- ההישגים במדעים לפי רקע חברתי-תרבותי-כלכלי (חתי"כ), אף הם דומים לתוצאות במתמטיקה.

תרשים 19: ההישגים במדעים בקרב כלל המדינות המשתתפות



מקור: OECD, משרד החינוך, ראמ"ה

מדדי הבנק העולמי²⁴

המדד מודד כלכלת ידע - Knowledge Economy Index והוא מאפשר הסתכלות 4 ממדית על משקים ומדינות. בשנת 2012, ישראל דורגה במקום ה-25 מתוך 133 מדינות, ירידה של 7 מקומות מהדירוג הקודם. המדינות הסקנדינביות מופיעות ב-10 המקומות הראשונים בכל המדדים. ישראל בין המובילות במדד החדשנות²⁵ (לוח 15).

לוח 15: 10 המדינות המובילות לפי ארבעת המימדים

Rank	EIR	Innovation	Education	ICT
1	Singapore	Switzerland	New Zealand	Bahrain
2	Finland	Sweden	Australia	Sweden
3	Denmark	Finland	Norway	Luxembourg
4	Sweden	Singapore	Korea, Rep.	United Kingdom
5	Hong Kong, China	Denmark	Greece	Netherlands
6	Switzerland	United States	Sweden	Finland
7	Canada	Netherlands	Iceland	Switzerland
8	Norway	Israel	Taiwan, China	Germany
9	Luxembourg	Taiwan, China	Ireland	Taiwan, China
10	Austria	Canada	Spain	Hong Kong, China

מערכות חינוך במדינות נבחרות - לימודי מדעים וטכנולוגיה

השוואה בין מדינות²⁶

ממשלות ברחבי העולם מבקשות להיעזר בהשוואות בינלאומיות על מנת לגבש תוכניות מדיניות אפקטיביות. תחום החינוך עומד במוקד משום שידועה השפעתה הגדולה של מדיניות בנושא החינוך על מעמדם הכלכלי-חברתי של פרטים, בהקשר למוביליות חברתית, רכישת מקצוע ועוד. לשם כך, מפרסם ארגון ה-OECD שנתון "מבט על החינוך" שבו מופיעים מדדים ברי השוואה שפותחו על ידי הארגון. בחרנו להציג את אלה המתמקדים בחינוך המדעי הטכנולוגי בעיקר בחטיבה העליונה ולציין מספר מדינות נבחרות – דנמרק, פינלנד, שוודיה וקוריאה – בהשוואה לישראל.

חינוך עיוני לעומת חינוך מקצועי בחטה"ע

בשנים האחרונות, בעקבות הדרישה לרמת השכלה גבוהה יותר לכלל האוכלוסייה והתפתחותן של תוכניות לימודים המשלבות ידע כללי עם מיומנויות, גדל מגוון מסלולי הלימוד המוצעים לתלמידים בחטה"ע במדינות ה-OECD. מדינות רבות חידשו את העניין בחינוך המקצועי בשל החשיבות המיוחסת למיומנויות וכישורים אלה המקלים על הכניסה לשוק העבודה. בשליש ממדינות ה-OECD, יותר מ-50 אחוז מהתלמידים בחטה"ע לומדים בחינוך המקצועי. תוכניות הלימודים מגוונות ומקנות הסמכות שונות. בחלק מהמדינות כולל החינוך המקצועי 70 אחוז מהתלמידים, כמו למשל בפינלנד. ברוב המדינות, מתקיים החינוך המקצועי בבתי הספר אולם קיימות תוכניות לימודים המתקיימות גם במקומות עבודה, כמו למשל בדנמרק (לוח 16).

²⁴ KEI and KI Indexes (KAM 2012) http://info.worldbank.org/etools/kam2/KAM_page5.asp

²⁵ <http://siteresources.worldbank.org/INTUNIKAM/Resources/2012.pdf>

²⁶ OECD Education at a Glance 2013 מתוך OECD

[http://www.oecd.org/edu/eag2013%20\(eng\)--FINAL%2020%20June%202013.pdf](http://www.oecd.org/edu/eag2013%20(eng)--FINAL%2020%20June%202013.pdf)

לוח 16: אחוז לומדים לפי תחום למידה כללי ומקצועי במדינות נבחרות, 2011

Share of students by orientation			
Vocational of which combined school- and work-based	Vocational	General	
4	38	62	Israel
45	4	54	Denmark
12	70	30	Finland
N	55	44	Sweden
A	21	79	Korea
12	44	54	OECD average

מקור: עיבוד של 2011 Table C1.3. Upper secondary and post-secondary non-tertiary enrolment patterns

בוגרות ובוגרים של החטה"ע בהנדסה, ייצור ובינוי

קיימים הבדלים מגדריים ניכרים בבחירה של תחום הלימוד המקצועי שניתן לייחסם לתפישות מסורתיות של תפקידי נשים וגברים. ערכים תרבותיים נקשרים לתחומים מסוימים, וניתן לראות זאת בתחום ההנדסה. מבין המדינות הנבחרות, רק בקוריאה, הבנות הן כרבע מהבוגרים בתחומים אלה. במדינות האחרות השיעור נמוך מאוד (לוח 17).

לוח 17: שיעור הבוגרים והבוגרות של הנתיב הטכנולוגי בחטיבה העליונה במגמות הנדסיות ובינייה לפי מגדר, 2011

	Boys	Girls
	Engineering, manufacturing and construction	Engineering, manufacturing and construction
Israel	m	m
Denmark	58	6
Finland	57	10
Korea	60	23
Sweden	66	10
OECD average	49	8

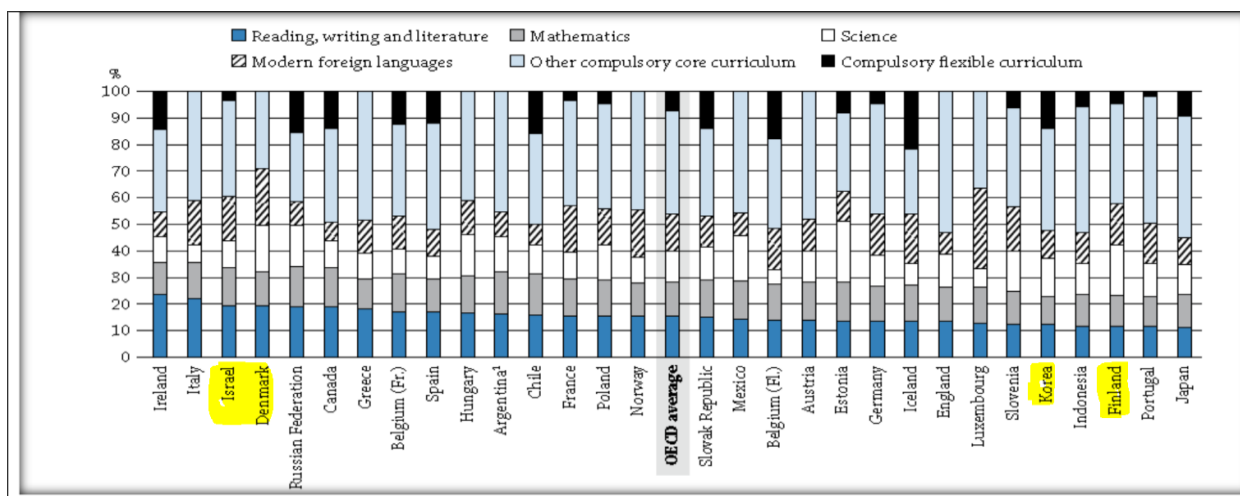
מקור - עיבוד של 2011 Table A2.3a. Distribution of upper secondary vocational graduates, by field of education and gender

שעות הוראה לפי נושאים בחטיבת הביניים כאחוז מתוך שיעורי החובה

מדינות ה-OECD שונות זו מזו בהיקף שיעורי החובה ומתכונתם בחטיבת הביניים. בממוצע, שיעורי המתמטיקה מהווים 13 אחוז. ככל שהגיל עולה, מוקדשות יותר שעות ללימודי מדעים: בגיל 15, בממוצע, היקף השעות בנושא הוא כ-12 אחוז (תרשים 20).

מבין המדינות הנבחרות, בישראל היקף שיעורי החובה הוא הגדול ביותר בשני תחומים: קריאה, כתיבה וספרות – 19.4 אחוז; ומתמטיקה – 14.2 אחוז. בלימודי מדעים, היקף שיעורי החובה הגדול ביותר הוא בפינלנד – 19 אחוז, ואילו בישראל – 3 אחוז (לוח 18).

תרשים 20: שעות הוראה לפי נושאים בחטיבת הביניים כאחוז מתוך שיעורי החובה, 2011



מקור – עיבוד של:

Chart D1.2b. Instruction time per subject in lower secondary education 2011
As a percentage of total compulsory instruction time

לוח 18: זמן הוראה לפי נושאים בגיל 15 כאחוז מתוך שיעורי החובה, 2011

OECD average	Korea	Finland	Denmark	Israel	
14	7	12	19	20	Reading, writing and literature
11	7	12	13	14	Mathematics
12	17	19	16	3	Science
12	x(3)	8	10	16	Social studies
14	7	16	23	14	Modern foreign languages
4	x(11)	n	n	3	Technology
4	5	13	6	N	Arts
7	5	7	6	6	Physical education
3	n	4	3	9	Religion
1	x(11)	6	N	N	Practical and vocational skills
5	39	N	3	N	Other
86	88	95	100	86	Total compulsory core curriculum
14	12	5	N	14	Compulsory flexible curriculum
100	100	100	100	100	Total compulsory curriculum
4	n	7	n	14	Non-compulsory curriculum

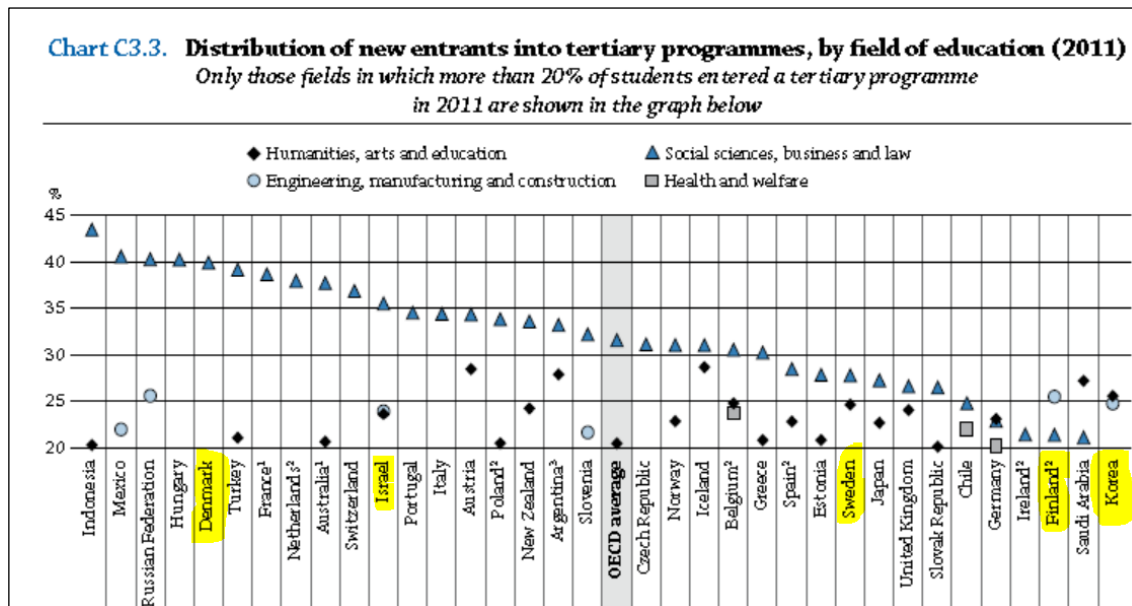
מקור – עיבוד של

Table D1.4j. Instruction time per subject for 15-year-olds (2011)
As a percentage of total compulsory instruction time

סטודנטים חדשים בהשכלה גבוהה לפי תחום

ב-2011, ברוב המדינות, אחוז הסטודנטים הלומד מדעי החברה, עסקים ומשפטים גדול מאחוז הלומדים הנדסה, ייצור ובינוי. רק בפינלנד וקוריאה המצב שונה: בפינלנד סטודנטים רבים יותר נרשמים להנדסה, ייצור ובינוי, ובקוריאה הרוב בחר ללמוד מדעי הרוח, אמנות והוראה. בשתיהן, כרבע מהסטודנטים בוחר ללמוד הנדסה (תרשים 18). אחת הסיבות לכך היא מיעוט נשים הבוחרות במדע והנדסה: ב-2011 נרשמו בממוצע רק 14 אחוז מהסטודנטיות החדשות לעומת 39 אחוז מהגברים (לוח 19). בחירת המסלולים בקרב הנשים מגוונת יותר וכוללת גם תחומים כמו חינוך ושירותים, בעוד שהגברים נוטים לבחור במנעד תחומים מצומצם יחסית (תרשים 21).

תרשים 21: סטודנטים חדשים בהשכלה גבוהה לפי תחום (תחומים המהווים יותר מ-20% מהסטודנטים החדשים) במדינות נבחרות ובמדינות OECD



מקור: Chart C3.3. Distribution of new entrants into tertiary programmes, by field of education, 2011

לוח 19: סטודנטים חדשים בהשכלה גבוהה לפי תחום לימוד ולפי מגדר במדינות נבחרות באחוזים

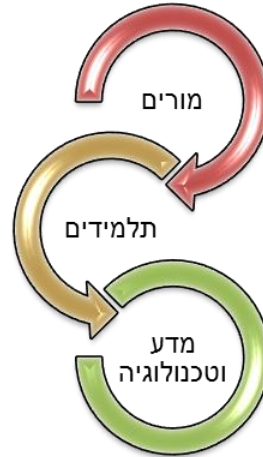
OECD average	Sweden	Korea	Finland	Denmark	Israel		
30	24	20	19	42	32	Social sciences, business and law	Men
25	32	37	46	18	38	Engineering, manufacturing and construction	
14	15	9	13	12	11	Sciences	
26	30	35	20	19	32	Humanities, arts and education	
33	31	20	24	38	38	Social sciences, business and law	Women
7	9	12	8	8	12	Engineering, manufacturing and construction	
7	7	6	6	5	6	science	
12	14	11	6	7	20	Education	
14	16	25	14	12	12	Humanities and arts	
19	19	20	30	29	9	Health and welfare	

מקור – עיבוד של 2011, Table C3.3b Distribution of tertiary new entrants, by field of education and gender

סיכום

דו"ח זה הוכן כבסיס לדיון הפורום לחינוך למדע וטכנולוגיה של מוסד נאמן.

על סמך הכתוב בדו"ח, נציין שניים מהאתגרים המרכזיים עימם מתמודד היום החינוך למדע וטכנולוגיה בישראל: א. המחסור הצפוי במורים במקצועות המו"ט ו-ב. המספר הקטן יחסית של התלמידים בחינוך הטכנולוגי. האתגר הראשון מתייחס למדעים וטכנולוגיה; השני – לחינוך הטכנולוגי. שני אתגרים אלה משיקים כמובן זה לזה והפתרון לשניהם מתחיל במורים בעלי רקע הנדסי ומדעי מצויין, שיוכלו לקדם את למידת המקצועות המדעיים והטכנולוגיים בבית הספר התיכון ולעודד תלמידים להמשיך ולהתמחות במקצועות אלה (ראו איור).



לאחרונה, אנו שומעים על התעוררות הדיון בחשיבותו של החינוך הטכנולוגי למשק הישראלי (ברוח דו"ח גוגל שהוצג בפרק 4). וכך, ביולי 2013 הוקמה וועדה לאומית לבחינת החינוך הטכנולוגי מקצועי בישראל, בי"ס בוסמת המיתולוגי מוקם מחדש בחיפה, וצה"ל והתעשייה מעורבים במערכת החינוך. במקביל, קיים צורך בתוכניות להכשרת מורים בעלי רמה מדעית והנדסית מצוינת. אחת מהן היא **מבטי"ם** - מהנדסים/מדענים בחינוך טכנולוגי מדעי, שהושקה בטכניון בשנה"ל תשע"ב. במסגרת התוכנית שבים בוגרי ובוגרות הטכניון ללמוד בטכניון תואר ראשון נוסף בהוראת הטכנולוגיה והמדעים ומקבלים מהטכניון מלגת שכ"ל מלאה מבלי להתחייב ללמוד במערכת החינוך. התואר כולל תעודת הוראה לבתי ספר על יסודיים ולמכללות לטכנאים והנדסאים.

מבטים היא תוכנית חדשנית בעולם, אותה החליט הטכניון להשיק ולממן במסגרת מחויבותו לקידום הוראת הטכנולוגיה והמדעים בישראל. עד היום החלו ללמוד בתוכנית 220 סטודנטים (30 סיימו ביולי 2013). נראה כי בוגריות מבטים יוכלו למלא חלק מהחוסרים עליהם הצבענו בפרק 2²⁷.

אחת ההמלצות המיידיות היא, שבהדרגה, אוניברסיטאות נוספות תאמצנה גישה פרואקטיבית לקידום הנושא.

לסיכום, אחת החוליות המרכזיות במערכת החינוך היא המורים למדע וטכנולוגיה; עבור אלה שלהם רקע הנדסי ומדעי מצויין והמעוניינים לשקול השתלבות במערכת החינוך בשלב כלשהו של התפתחותם המקצועית, יש לתכנן מסלולי הכשרה מתאימים ולהציע להם מגוון דרכים להשתלב במערכת החינוך. הנתונים קיימים ומוצגים בדו"ח זה; יש לתכנן כעת אסטרטגיה מתאימה ליישום.

²⁷ ראו גם:

הטכניון מקבל אחריות על החינוך המדעי 2.9.13: <http://www.themarker.com/opinion/1.2112135>; The Views program, *Inside Higher Ed*, Sep 20, 2012: <http://www.insidehighered.com/views/2012/09/20/essay-role-research-universities-promoting-stem-education>

ביבליוגרפיה

בלס, ני (2010). *האם יש מחסור במורים? נייר מדיניות מס' 14*, 2010. ירושלים: מרכז טאוב לחקר המדיניות החברתית בישראל.

http://taubcenter.org.il/tauborgilwp/wp-content/uploads/H2010.14_Teacher_Shortage_fixed.pdf

גץ, ד', בוכניק, צ', זלמנוביץ, ב' וזמר-בציר, ני (2013). *תחזיות לצורכי כוח אדם מדעי וטכנולוגי: מודלים ומדדים*. חיפה: מוסד שמואל נאמן.

<http://www.neaman.org.il/Neaman2011/Templates/ShowPage.asp?DBID=1&LNGID=2&TMID=581&FID=646&IID=10438>

גץ, ד', פלד, ד', בוכניק, צ', זטקובצקי א', לק, ע' וברזני, א' (2013). *מדדים למדע, לטכנולוגיה ולחדשנות בישראל: תשתית נתונים השוואתית*. חוברת רביעית בסדרה. חיפה: מוסד שמואל נאמן.

<http://www.neaman.org.il/Neaman2011/Templates/ShowPage.asp?DBID=1&TMID=581&LNGID=2&FID=646&IID=10434>

גרימלנד, ג' (אוגוסט 26, 2011). להיי טק הישראלי דרושים: אלפי תיכונים, *TheMarker*.

<http://www.themarker.com/technation/1.1770098>

היימן א', מנדלר, ל' ולכיש, א' (2011). *בעיית עתודות המדע בישראל והחינוך המדעי כפתרון*. נייר עמדה לקראת מושב במסגרת כנס שדרות לחברה 1122. רחובות: מכון דוידסון לחינוך מדעי, מכון וייצמן למדע.

<http://davidson.weizmann.ac.il/sites/davidson.lxst.codeoasis.com/files/imce/davidson/odot/reserves%20of%20Science%20in%20Israel.pdf>

חזן, א' (ספטמבר 2, 2013). הטכניון מקבל אחריות על החינוך המדעי. *TheMarker*.

<http://www.themarker.com/opinion/1.2112135>

הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה (2007). *תחזית כוח אדם בהוראה במערכת החינוך 2006-2012*.

http://www.cbs.gov.il/www/publications/education/tahazit/tahaziot_morim2012.pdf

הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה (מאי 21, 2013). *הודעה לעיתונות: מגמות בהוראת מתמטיקה ומדעים בחטיבה העליונה, 1996-2012*.

http://www.cbs.gov.il/reader/newhodaot/hodaa_template.html?hodaa=201306130

הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה (2013). *מדדי חינוך והשכלה להכשרת כוח אדם מדעי-טכנולוגי בישראל, תשנ"ח-תש"ע*.

מניב, ע' (פברואר 15, 2012). ישראל 2012 : משבר חמור בתחום הכימיה, NRG מעריב.

<http://www.nrg.co.il/online/1/ART2/337/154.html>

משרד החינוך, הרשות הארצית למדידה והערכה בחינוך. (דצמבר 11, 2012). פורסמו תוצאות המחקרים הבינלאומיים - טימס ופירלס 2011.

http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Rama/MivchanimBenLeumiyim/Timss_Pirls_2011.htm

משרד החינוך, הרשות הארצית למדידה והערכה בחינוך. (דצמבר, 2013). פיזה 2012 : אוריינות תלמידים בני 15 במדעים, בקריאה ובמתמטיקה, מבט ישראלי.

<http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Rama/MivchanimBenLeumiyim/PISA+2012.htm>

סקופ, י' (אוקטובר 8, 2013). צניחה במספר הניגשים לבגרות מוגברת במתמטיקה. הארץ.

<http://www.haaretz.co.il/news/education/.premium-1.2134908>

המועצה הלאומית לכלכלה (2012). המחסור בכוח אדם מיומן בטכנולוגיה עילית: המלצות הצוות הבין משרדי. משרד ראש הממשלה

<http://www.pmo.gov.il/Lists/FAQkalkala/Attachments/21/tech.pdf>

Hazzan, O. (September 20, 2012). Agenda for Research Universities. *Inside Higher Ed*.

<http://www.insidehighered.com/views/2012/09/20/essay-role-research-universities-promoting-stem-education#ixzz2kuBvhKor>

OECD. (December 7, 2010). Korea and Finland top OECD's latest PISA survey of education performance.

<http://www.oecd.org/education/koreaandfinlandtopoecdslatestpisasurveyofeducationperformance.htm>

OECD. (2013). *Education at a Glance 2013: OECD Indicators*. OECD Publishing.

<http://dx.doi.org/10.1787/eag-2013-en>

OECD Programme for International Student Assessment (PISA) - <http://www.oecd.org/pisa/home/>

The World Bank. (2012). KEI and KI Indexes (KAM 2012).

http://info.worldbank.org/etools/kam2/KAM_page5.asp

The World Bank. (2012). *Knowledge Economy Index (KEI) 2012 Rankings*.

<http://siteresources.worldbank.org/INTUNIKAM/Resources/2012.pdf>