

מוסד שמואל נאמן  
למחקר מתקדם במדע וטכנולוגיה



# כוח אדם טכנולוגי ומדעי בישראל

מוגש למועצה הלאומית למחקר ופיתוח -  
תת הוועדה לנושא כוח אדם

ד"ר דפנה גץ • ציפי בוכניק • בלה זלמנוביץ • מריאן תחאוכו • סיון פרנקל

הטכניון - מכון טכנולוגי לישראל



# מוסד שמואל נאמן למחקר מתקדם במדע וטכנולוגיה

## 1 מבוא

מוסד נאמן הוקם בשנת 1978 ביחמת מר שמואל נאמן. מטרת המוסד ודרך פעולתו פורטו במסמכי ההקמה: "מוסד נאמן מוקם לסייע בחיפוש פתרונות לבעיות הלאומיות בתחום הפיתוח הכלכלי, המדעי והחברתי במדינת ישראל"; "בחירת נושאי הפעילות תותנה על ידי השאיפה לעידוד בפתרון בעיות המדינה לטווח בינוני וארוך, תוך ניצול מאגר כוח האדם המדעי והטכנולוגי הנמצא בטכניון וגיוס צוותות המורכבים מאנשי הטכניון ומחוצה לו לתקופות מוגבלות אשר ירכזו מאמציהם בנושאים שנקבעו".

להשגת יעדים אלה מקדם מוסד נאמן מחקרי מדיניות ומדיניות מו"פ מתוך כוונה לגבש על בסיסם ניירות עמדה ומסמכי מדיניות, אשר יובאו לפני הציבור המקצועי וציבור קובעי המדיניות, ויצילו לפניהם חלופות שונות לקבלת החלטות.

## 2 ייעוד והיקף פעולה

הדגש העיקרי בפעילות המקצועית במוסד נאמן היא באותם תחומים שהם בפן הביניים, שבין מדע וטכנולוגיה ובין כלכלה וחברה. הפעילות בתחומי ביניים אלה הינה חשובה כיום יותר מאשר אי פעם בעבר, וזאת משום שבתקופתנו המדע והטכנולוגיה הם הכוח המניע לקידום ושגשוג כלכלי ויש להם השפעה מהותית על איכות החיים ועל מגוון של היבטים חברתיים. זה הייחוד של מוסד נאמן כמכון למחקרי מדיניות. היבט חשוב נוסף לפעילות בתחומי ביניים אלה גלום ביכולתם להשפיע על המחקר המדעי והטכנולוגי ועל קביעת סדרי עדיפויות בתחומים אלה. קשרי הגומלין ההדוקים בין מדע וטכנולוגיה, כלכלה וחברה יוצרים מערכת מורכבת של היזונים הדדיים וכתוצאה מכך ההתפתחות המדעית והטכנולוגית כיום אינה מתנהלת בדרך עצמאית לחלוטין, כפי שהיה בעבר הלא רחוק. היא מושפעת בצורה גוברת והולכת על ידי צרכים כלכליים וחברתיים. לפיכך, ההבנה של קשרי גומלין אלה הינה אלמנט חשוב נוסף בקביעת מדיניות מחקר ותחומי מחקר באוניברסיטאות ובמכוני מחקר.

## 3 מבנה ודרך פעולה

מוסד נאמן ממוקם בתוך קמפוס הטכניון ונהנה מהתשתית של מוסד זה. יחד עם זאת מוסד נאמן הינו גוף עצמאי מבחינה משפטית ומנהלית. מבנה זה מאפשר לו פעולה יעילה למילוי ייעודיו בכל הקשור לגמישות בהרכבת צוותי חוקרים ומומחים, הכוללים גם נציגים מאוניברסיטאות וגופים מחוץ לטכניון, הדרושים לפעילות הבין-תחומית.

## 4 פעילות מקצועית

סקירות של פרויקטים שונים, שבוצעו במוסד נאמן מוצגות בדיווחים השנתיים המופצים בציבור. חומר זה ופרסומים אחרים מוצגים באתר האינטרנט של המוסד [www.neaman.org.il](http://www.neaman.org.il).

תחום מחקרי מדיניות לאומית הקשורים במדע וטכנולוגיה הנו גרעין הפעולה של מוסד נאמן. הוא משתלב בפעילויות יישום ופעולות משלימות נוספות. שעיקרן הוא יצירת קשר עם השטח, בכל הקשור לנתונים הנדרשים למחקרי מדיניות, שמטרתן ליצור תודעה בציבור המקצועי ובציבור מקבלי ההחלטות כדי ליישם את מחקרי המדיניות. הפעילות במחקרי מדיניות מקיפה ארבעה תחומים עיקריים: מדע-טכנולוגיה-כלכלה; סביבה, תשתיות ותכנון לאומי; טכנולוגיה וחברה; חינוך אוניברסיטאי, הון אנושי והתפתחויות מדעיות. פעילויות היישום כוללות, בין השאר, ייזום וניהול של השותפים האקדמיים בקונסורציה שבמסגרת מגנט ומאגרי מידע לשימוש החוקרים והציבור הרחב.



## כוח אדם טכנולוגי ומדעי בישראל

מוגש למועצה הלאומית למחקר ופיתוח – תת הוועדה לנושא כוח אדם

ציפי בוכניק • בלה זלמנוביץ • מריאן תחאוכו • סיון פרנקל  
הנחייה: ד"ר דפנה גץ

נובמבר, 2007

## השתתפו בהכנת החוברת כוח אדם טכנולוגי ומדעי בישראל

חוקרת בכירה, מתאמת תוכניות מאגדי מגנ"ט

ד"ר דפנה גץ

ומנהלת מרכזי מידע

עוזרת מחקר

ציפי בוכניק

מידענית

בלה זלמנוביץ

עוזרת מחקר

מריאן תחאוכו

עוזר מחקר

סיון פרנקל

## **תקציר**

ההון האנושי מהווה בסיס ליצירת יתרון יחסי ארוך-טווח של המדינה בעידן הידע. בעבר הקנו יתרון יחסי אצרות טבע, מפעלים גדולים, ציוד ואדמות. כיום, בעידן של כלכלת הידע, ההון אנושי הוא בעל ערך רב יותר ועוצמתו רבה מאוד.

יצירת ידע מדעי וטכנולוגי, והכשרת עובדים וחוקרים בתחומים מדעיים והנדסיים, הוכחה במחקרים רבים כמנוע אפקטיבי של צמיחה כלכלית, וכהשקעה ציבורית בעלת תשואה חברתית מהגבוהות ביותר. מטרת הדו"ח היא להציג נתונים על מצב ההון האנושי המדעי והטכנולוגי במדינת ישראל. הדו"ח כולל שלושה חלקים: בחלק הראשון מוצגת סקירת ספרות בנושא כוח אדם מדעי וטכנולוגי במדינות ה-OECD, החלק השני עוסק בהיצע של כוח אדם מדעי וטכנולוגי במדינת ישראל בהשוואה בינלאומית ובחלק השלישי מובא תאור של שוק העבודה המדעי והטכנולוגי במדינת ישראל על-פי מאפיינים שונים.

החלק הראשון כולל סקירת ספרות המציגה את מצב כוח האדם המדעי והטכנולוגי במדינות ה-OECD על-פי נתוני האיחוד האירופי, נתוני ה-OECD ונתוני ה-NSF.

### **הנקודות העיקריות המופיעות בחלק הראשון:**

#### **היקף כוח האדם המדעי והטכנולוגי במדינות ה-OECD:**

- ב-2004, קרוב ל-54 מיליון איש עסקו במקצועות מדעיים וטכנולוגיים במדינות ה-EU-25 וזאת לעומת 42 מיליון איש בארה"ב ועשרה מיליון איש ביפן. במרבית מדינות ה-OECD, כוח האדם המדעי והטכנולוגי היווה כרבע עד שליש מכוח העבודה הכללי.
- ב-2003, מספר החוקרים במשרה מלאה (FTE) ביפן הגיע ל-10.1 חוקרים לאלף מועסקים, בארה"ב היו 9.4 חוקרים לאלף מועסקים ובמדינות ה-EU-25 היו 5.4 חוקרים לאלף מועסקים.
- חשוב לציין, כי היקפו של כוח האדם המדעי והטכנולוגי משתנה בהתאם להגדרה הנבחרת: השכלה, עיסוק, או על-פי שני הקריטריונים של השכלה ועיסוק ביחד.

#### **תארים בתחומי המדע והטכנולוגיה במדינות ה-OECD (פוטנציאל ההיצע של כוח אדם מדעי וטכנולוגי):**

- ב-2003, אחוז מקבלי תואר ראשון במדע וטכנולוגיה מתוך כלל התארים הראשונים במדינות ה-EU-25 עמד על 24.2 אחוז בהשוואה ל-23.1 אחוז ביפן ו-18.5 אחוז בארה"ב.
- **מאפייני שוק העבודה המדעי והטכנולוגי על-פי פרמטרים של שכר, אבטלה, גיל ומגזרי תעסוקה:**
  - שוק העבודה המדעי והטכנולוגי מאופיין באחוזי אבטלה נמוכים ובשכר גבוה לעומת שוק העבודה הכללי. בין השנים 1999 ו-2003, שיעורי האבטלה של כוח האדם המדעי וההנדסי בארה"ב היו 1.4 ו-4.6 אחוז בהתאמה, וזאת לעומת שיעורי אבטלה של 3.9 ו-9.9 אחוז בהתאמה של כוח העבודה הכללי.
  - בין השנים 1993 ו-2003, עלתה בארה"ב המשכורת החצינית המשולמת לבעלי תואר ראשון בתחומי המדעים וההנדסה ב-28 אחוז לעומת עלייה של 7.7 אחוז בלבד במשכורת החצינית המשולמת לבוגרי תואר ראשון בתחומים אחרים.

- הגיל הממוצע של המועסקים בשוק העבודה המדעי והטכנולוגי במדינות ה-OECD עלה בשנים האחרונות והוא צפוי להמשיך ולעלות, אם לא יחולו שינויים במספר של מקבלי התארים בתחומי המדע והטכנולוגיה, בשיעורי הפרישה ובניידות של כוח האדם המדעי והטכנולוגי.
- בעשור האחרון, היקף התעסוקה של כוח אדם מדעי וטכנולוגי גדל במגזר העסקי ובמגזר השירותים.
- דפוסי הניידות של המועסקים בתחומים של מדע וטכנולוגיה בין מגזרים שונים דומים לדפוסי הניידות של המועסקים בשוק העבודה הכללי, כאשר עיקר הניידות מתרחשת מהמגזר הציבורי לתעשייה.

#### **ביקוש עתידי לכוח אדם מדעי וטכנולוגי:**

- לפי תחזיות ה-BLS האמריקאי לשנים 2002-2012, צפוי בארה"ב גידול של 26 אחוז של התעסוקה במקצועות מדעיים וטכנולוגיים וזאת לעומת תחזית לגידול של 15 אחוז בתעסוקה הכללית. כ-78 אחוזים מהגידול הם של מקצועות בתחום המחשבים והמתמטיקה ושבעה אחוז מהגידול שייכים למקצועות בתחום ההנדסה.
- בין השנים 1990 ו-2000, גדלה התעסוקה במקצועות מדעיים והנדסיים בארה"ב בקצב שנתי ממוצע של 3.6 אחוז לעומת קצב גידול של 1.1 אחוז בתעסוקה של כוח העבודה הכללי.
- קצב הגידול בהיצע של בוגרים של מוסדות להשכלה גבוהה בתחומי המדע והטכנולוגיה אינו מדביק את קצב הגידול בביקוש. הפערים בין ההיצע לביקוש של כוח אדם מדעי וטכנולוגי, גורמים למחסור בכוח אדם בשוק העבודה המדעי והטכנולוגי במדינות ה-OECD.
- בין הצעדים המוצעים להגדלת ההיצע של כוח העבודה המדעי והטכנולוגי במדינות ה-OECD: הענקת מלגות ומענקים לסטודנטים; חשיפת התלמידים לתחומי המדע החל מבית הספר היסודי; שינויים בתוכניות הלימודים בכל רמות החינוך; שיפור ההכשרה והתמריצים למורים בתחומי המדע והטכנולוגיה; עידוד הקשר בין בתי-ספר לתעשייה; חשיפת תלמידים למודלים לחיקוי של מדענים (role models); מסעות פרסום בתקשורת, שיבליטו מדענים וקריירות בתחומי המדע; תוכניות לאומיות בנושא כדוגמת ה-American Competitiveness Initiative בארה"ב וה-Luma בפינלנד.

#### **ניידות של עובדים וסטודנטים בין מדינות:**

- תופעת העלייה בניידות של כוח אדם מדעי וטכנולוגי בין מדינות, מהווה חלק מתהליכי הגלובליזציה, כשאררה"ב היא היעד המועדף להגירה של עובדים וסטודנטים. ב-2003, עשרים וחמישה אחוז מהעובדים בעלי השכלה אקדמית בכוח העבודה המדעי והנדסי בארה"ב לא נולדו בה. כמו כן, יותר משליש מהדוקטורנטים בתחומי המדעים וההנדסה ויותר ממחצית מהבתר-דוקטורנטים אינם ילידי ארה"ב.
- מדינות כמו סין והודו נוקטות צעדים שמטרתם החזרת סטודנטים וחוקרים בתחומי המדע והטכנולוגיה למדינות המוצא באמצעות הענקת מלגות ומענקים; שדרוג המוסדות להשכלה גבוהה; הקמת פארקים תעשייתיים וכן שימוש בתפוצת המהגרים כמקור לפיתוח ולעידוד של מחזור מוחות (brain cycle) - הגירה זמנית במקום בריחת מוחות (drain brain).

### **נשים ומיעוטים בשוק העבודה המדעי והטכנולוגי במדינות ה-OECD:**

- למרות העלייה בייצוג של נשים ומיעוטים בשוק העבודה המדעי והטכנולוגי, עדיין קיים תת-ייצוג של מגזרים אלו. ב-2000, היוו הנשים בארה"ב עשרים וחמישה אחוז מכוח העבודה המדעי והטכנולוגי בהשוואה ל-12 אחוז ב-1980.
- ברוב מדינות ה-OECD, מהוות נשים רוב בקרב מקבלי התארים האקדמיים. אולם בחלוקה לפי תחומים, לנשים יש רוב בקרב מקבלי תארים במדעי החברה ובמדעי החיים ומיעוט בקרב מקבלי התארים בהנדסה, מחשבים ומדעים פיזיקאליים.
- התוכניות להגברת השתתפותם של נשים ומיעוטים בשוק העבודה המדעי והטכנולוגי כוללות: התאמת תוכניות הלימודים במדע ובטכנולוגיה לנשים ולמיעוטים; חשיפת נשים ומיעוטים למדע וטכנולוגיה החל מבית הספר היסודי; יצירת רשתות חברתיות של נשים ומיעוטים; חשיפה למודלים רלבנטיים לחיקוי; חניכה (mentoring) של נשים ומיעוטים; הדגשת התרומה של מיעוטים ונשים בתחומי המדע והטכנולוגיה; תמיכה כספית למוסדות של השכלה גבוהה שהצליחו להעלות את שיעור הנשים והמיעוטים הלומדים מדע וטכנולוגיה.

החלק השני עוסק בהיצע של כוח אדם מדעי וטכנולוגי במדינת ישראל. כדי להציג מגמות בהיצע של כוח האדם ולהציג את פוטנציאל ההיצע לנשים הבאות, הובאו נתונים על הכשרת כוח אדם מדעי וטכנולוגי הן ברמה של ההשכלה הגבוהה והן ברמה של בתי ספר תיכוניים, לפי חתכים שונים: מין, גיל, אוכלוסיות שונות, מקצועות לימוד, סוגי תארים, מסלולי לימוד (במכללות ובאוניברסיטאות).

### **הנקודות העיקריות המופיעות בחלק השני:**

#### **תלמידי תיכון:**

- בין השנים 1996-2003 עלה שיעור הזכאים לתעודת בגרות מ-41 אחוז לחמישים אחוז. כמו כן, עלה השיעור של בעלי תעודת-בגרות העומדים בדרישת הסף של האוניברסיטאות.
- חל גידול במספרם של העוברים את בחינות הבגרות במקצועות הריאליים (מתמטיקה מוגברת, מדעי המחשב, פיזיקה, כימיה וביולוגיה) למעט מדעי המחשב. אך שיעור העוברים מבין כלל הזכאים נותר קבוע.
- בחלוקה לחינוך ערבי ועברי, קיים פער לרעת תלמידי החינוך הערבי כמעט בכל קריטריון: הן בשיעור הלומדים בכיתה י"ב מסך קבוצת הגיל, הן בשיעור הזכאות לבגרות, והן באיכות תעודת הבגרות. פחות מרבע מקבוצת הגיל בחינוך הערבי מצליח לזכות בתעודת בגרות שעומדת בדרישות הסף של האוניברסיטה, לעומת למעלה מארבעים אחוז בחינוך העברי.
- המצב גרוע עוד יותר בחינוך החרדי - רובם המוחלט של התלמידים אינם ניגשים לבגרות (79.4 אחוז ב-2004). רק חלק מזערי מהתלמידים (ארבעה אחוז) יוצא ממערכת החינוך עם תעודת בגרות המאפשרת לימודים אקדמיים באוניברסיטה.
- בחלוקה בין בנים לבנות, ניכרת עדיפות לבנות בשיעורי זכאות לבגרות וכן בעמידה בתנאי הסף של האוניברסיטאות. מגמה זו קיימת גם בחינוך העברי וגם בערבי. יש לציין, כי פער זה אינו קיים בתחומי המדע וההנדסה באוניברסיטאות ושיעור הנשים מכלל הסטודנטים בתחומי המדע וההנדסה נמוך.

- קיים קשר הדוק וברור בין מעמד סוציו-אקונומי (הנמדד לפי מקום המגורים של התלמיד) ובין הצלחה בלימודים התיכוניים. עובדה זו מעידה על חוסר השוויוניות של מערכת החינוך, תלמידים ממעמד סוציו-אקונומי נמוך מגיעים פחות לאוניברסיטאות.

#### **סטודנטים ובוגרים במוסדות להשכלה גבוהה בתחומי המדע וההנדסה:**

- במערכת ההשכלה הגבוהה, הכוללת את האוניברסיטאות והמכללות, מספר מקבלי התארים (תואר ראשון ותארים מתקדמים) בתחומי המדע והטכנולוגיה גדל בעשור האחרון. עיקר הגידול הוא במספר מקבלי תואר ראשון (מ-3,961 ב-1994/95 ל-9,458 ב-2004/05). עיקר הגידול הוא בתחומי המתמטיקה ומדעי המחשב, והגידול הקטן ביותר הינו במדעים הפיזיקאליים.
- בהסתכלות על המצב באוניברסיטאות בלבד (ללא המכללות), עלה בעשור האחרון אחוז מקבלי תואר ראשון במדע והנדסה מסך-כל מקבלי תואר ראשון, לעומת שיעור מקבלי תואר שני ושלישי שנשאר כמעט ללא שינוי.
- בהשוואה בינלאומית ל-2003, אחוז מקבלי התארים במדעים והנדסה בישראל הוא נמוך ועמד על 22.9 אחוז. ישראל נמצאת במדד זה מעל מדינות כמו ארה"ב (18.5 אחוז) ודנמרק (19.8 אחוז), אך עומד בשיעור נמוך ביחס למדינות, שלהן מאפיינים דומים לישראל, כמו פינלנד (28.8 אחוז), אירלנד (29.9 אחוז) ושוודיה (30.5 אחוז).
- בעלי תואר שלישי במדע והנדסה מהווים את השכבה העליונה של העתודה המדעית והטכנולוגית של מדינת ישראל. אחוז מקבלי התואר השלישי במדעים והנדסה מסך-כל התארים המתקדמים נותר קבוע לאורך השנים. על-פי נתוני הלמ"ס, ניתן לראות כי במדעים ביולוגיים חלה עלייה אך בשאר תחומי המדע והנדסה אין שינוי, נתון זה מצביע על מחסור אפשרי בחוקרים מובילים בתחומים אלו.

בחלק השלישי של הדו"ח מוצגים המאפיינים של שוק העבודה המדעי והטכנולוגי בישראל. בחלק זה הובאו נתונים של מאפיינים שונים המתארים את מצב שוק העבודה בישראל: רמת ההשכלה, שנות לימוד, משלח יד, שכר, אחוזי אבטלה, פילוח גיאוגרפי וקבוצות אוכלוסייה. בנוסף הובאו נתונים על הביקוש לכוח אדם לפי ענפי הכלכלה השונים ואינדיקטורים המתארים את הסגל האקדמי לפי דרגה, תחום לימודים וגיל.

#### **הנקודות העיקריות המופיעות בחלק השלישי:**

##### **מאפייני התעסוקה בישראל:**

- ב-2005 היו 2,493,600 מועסקים במשק, 14.2 אחוז מתוכם היו מועסקים בעלי משלח יד אקדמי, 15.2 אחוז בעלי משלח יד במקצועות חופשיים וטכניים ו-5.8 אחוז בעלי משלח יד מנהליים.
- בעשור האחרון, מספר המועסקים במשק עלה ב-27 אחוז. למרות העלייה במספר הכולל, שיעורם של האקדמאים, המנהלים ובעלי המקצועות החופשיים והטכניים מסך המועסקים, לא השתנה בצורה משמעותית לאורך השנים.
- בהשוואה בינלאומית ל-2004, בישראל מועסקים 28.7 אחוז במקצועות אקדמיים, חופשיים וטכניים מתוך כלל המועסקים, מיקומה של ישראל במדד זה דומה לממוצע האיחוד האירופי אבל נמוך בהשוואה למדינות כדוגמת ארה"ב (32.7 אחוז), פינלנד (33.5 אחוז), דנמרק (35.7 אחוז), ושווייץ (37.7 אחוז).



## מאפייני אבטלה:

- אחוז האבטלה במשק הוא אחד ממאפייני שוק העבודה. ב-2005, מספר דורשי העבודה בישראל היה 228,727 מתוכם 15,132 אקדמאים. שיעורם של דורשי העבודה האקדמאים מסך-כל דורשי העבודה במשק נמצא במגמת ירידה, מ- 15.22 אחוז ב-1995 ל- 6.62 אחוז ב-2005 (מגמה זו מצביעה, כנראה, על מחסור שמתפתח בהיצע של כוח אדם בתחומים אלה).

## שוק העבודה המדעי והטכנולוגי לפי מגזרים שונים:

- מספרן של הנשים בעלות תואר ראשון גבוה ממספרם של הגברים בעלי תואר ראשון, אך עובדה זו אינה באה לידי ביטוי בתעסוקה על-פי משלחי היד. שיעור התעסוקה של נשים בעלות תואר ראשון במשלח יד אקדמי או מנהלי נמוך יותר בהשוואה לגברים.
- לעולים בעלי השכלה על תיכונית (13 שנות לימוד ומעלה) קיים קושי להשתלב בעבודה המתאימה להשכלתם. רק כ-53 אחוז מהעולים בעלי השכלה של למעלה מ-16 שנות לימוד הועסקו במקצועות האקדמיים בהשוואה לשבעים אחוז מכלל האוכלוסייה בישראל.
- קיים תת-ייצוג של האוכלוסיות הערבית בכוח העבודה (ייצוג של כשישים אחוז באוכלוסיה היהודית לעומת כארבעים אחוז באוכלוסייה הערבית). אמנם, שיעורי ההשתתפות בשוק העבודה בקרב האוכלוסייה הערבית בעלת תעודה אקדמאית נמצאים במגמת עלייה, אך עדיין נשאר פער ניכר בשיעורי ההשתתפות בין ערבים בעלי תעודה אקדמאית לבין יהודים אקדמאים (76 אחוז ו-88 אחוז). לעומת זאת, שיעור האבטלה של ערבים בעלי תואר אקדמי נמצא נמוך במיוחד ועומד על פחות משני אחוז לעומת כחמישה אחוז בקרב יהודים.
- במגזר החרדי, שיעור ההשתתפות בשוק העבודה של גברים עמד ב-2000 על 43 אחוז לעומת 84 אחוז בכלל האוכלוסייה. שיעור ההשתתפות בכוח העבודה של נשים חרדיות ב-2000 עמד על חמישים אחוז. באופן כללי, קיימת מגמה של עלייה בהשתתפות בכוח העבודה בקרב האוכלוסייה החרדית.
- בישראל, קיימות מספר תוכניות ממוקדות, שמטרתן להגדיל את השתתפותם של הערבים ושל החרדים בשוק העבודה בכלל, ובשוק המדעי והטכנולוגי בפרט. התוכניות מופעלות מטעם גופים וארגונים שונים: ממשלתיים, מוסדות להשכלה גבוהה וחברות היי-טק.

## הסגל האקדמי באוניברסיטאות:

- הסגל האקדמי הבכיר באוניברסיטאות בישראל מזדקן. מדו"ח ות"ת עולה, כי הגיל ממוצע של חברי הסגל האקדמי הבכיר בישראל גבוה בהרבה לעומת מדינות כאחרות כמו ארה"ב, אנגליה ואוסטרליה: בישראל בולט המיעוט בסגל הצעיר (עד גיל 44) לעומת ריבוי בסגל המבוגר (גילאי 55 ומעלה). נתונים אלה מלמדים כי עמוד השדרה העיקרי של המדע וההנדסה בישראל מבוסס על חוקרים ותיקים, וכי קיים מחסור במדענים צעירים, שיבטיחו את עתיד המחקר המדעי בישראל.



## תוכן עניינים

3	..... תקציר	
9	..... תוכן עניינים	
11	..... רשימת איורים	
13	..... רשימת טבלאות	
15	..... רשימת קיצורים	
17	..... מבוא	
19	..... חלק א: היצע וביקוש של כוח אדם מדעי וטכנולוגי - סקירת ספרות וריכוז נתונים על מדינות ה-OECD	
19	..... 1. היצע של כוח אדם מדעי וטכנולוגי במדינות ה-OECD	
19	..... 1.1 הקדמה	
20	..... 1.2 הגדרות	
23	..... 1.3 נתונים סטטיסטיים על כוח אדם מדעי וטכנולוגי במדינות ה-OECD	
35	..... 1.4 היבטים מתודולוגיים במחקר היצע של כוח אדם מדעי וטכנולוגי	
37	..... 2. מאפייני שוק העבודה המדעי והטכנולוגי במדינות ה-OECD	
37	..... 2.1 תיאור שוק העבודה המדעי והטכנולוגי על-פי פרמטרים כמותיים	
46	..... 2.2 תיאור שוק העבודה המדעי והטכנולוגי על-פי פרמטרים איכותיים	
48	..... 3. הביקוש לכוח אדם מדעי וטכנולוגי במדינות ה-OECD	
48	..... 3.1 סקירה היסטורית של התפתחות שוק העבודה המדעי והטכנולוגי	
49	..... 3.2 נתונים והערכות לגבי הביקוש העתידי לכוח אדם מדעי וטכנולוגי	
50	..... 3.3 הפער בין ההיצע לביקוש בשוק העבודה המדעי וטכנולוגי	
53	..... 4. תוכניות להגדלת מאגר כוח האדם המדעי והטכנולוגי במדינות ה-OECD	
53	..... 4.1 תוכניות בתחום הכספי	
53	..... 4.2 תוכניות בתחום החינוך, השיווק והפרסום	
57	..... 4.3 תוכניות בתחום המחקר	
58	..... 4.4 תוכניות לאומיות להגדלת מאגר כוח האדם המדעי והטכנולוגי	
60	..... 5. גלובליזציה וניידות עובדים בשוק העבודה המדעי והטכנולוגי	
60	..... 5.1 הגדרות	
60	..... 5.2 ניידות בשוק העבודה המדעי והטכנולוגי	
64	..... 5.3 הסיבות לניידות של כוח אדם מדעי וטכנולוגי	
65	..... 5.4 מדיניות בנושא ניידות של כוח אדם מדעי וטכנולוגי	
69	..... 5.5 היבטים מתודולוגיים במחקרים בנושא ניידות של כוח אדם מדעי וטכנולוגי	
71	..... 6. נשים בשוק העבודה המדעי והטכנולוגי במדינות ה-OECD	
71	..... 6.1 נתונים סטטיסטיים על נשים בכוח העבודה המדעי והטכנולוגי	
75	..... 6.2 הסיבות לתת-הייצוג של נשים בכוח העבודה המדעי והטכנולוגי	
76	..... 6.3 הגדלת ההיצע של נשים בשוק העבודה המדעי והטכנולוגי	
78	..... 7. מיעוטים בשוק העבודה המדעי וההנדסי בארה"ב	
78	..... 7.1 נתונים סטטיסטיים לגבי מיעוטים בכוח העבודה המדעי והנדסי בארה"ב	
79	..... 7.2 הסיבות לתת-הייצוג של מיעוטים בכוח העבודה המדעי וההנדסי בארה"ב	
79	..... 7.3 תוכניות להגדלת ההיצע של מיעוטים בשוק העבודה המדעי וההנדסי בארה"ב	
81	..... חלק ב': היצע של כוח אדם מדעי וטכנולוגי בישראל	
82	..... 8. פוטנציאל תלמידי התיכון למקצועות הטכנולוגיים והמדעיים	
82	..... 8.1 נבחנים וזכאים לתעודות בגרות מתוך תלמידי כיתות י"ב	
86	..... 8.2 נבחני בגריות במקצועות המדע והטכנולוגיה	
87	..... 8.3 שיעור המתחילים ללמוד במסגרות על-תיכוניות וגבוהותמקרב מסיימי תיכון	
89	..... 9. סטודנטים ובוגרים במוסדות להשכלה גבוהה בתחומי המדע וההנדסה	
89	..... 9.1 מקבלי תארים בתחומי המדע וההנדסה	
93	..... 9.2 בוגרי מכללות והאוניברסיטה הפתוחה	
94	..... 9.3 מקבלי תואר ראשון ושני בפילוח על-פי גיל	
95	..... 9.4 השוואה בינלאומית:	
96	..... 10. נשים במדע וטכנולוגיה	
98	..... 11. הכשרת הנדסאים וטכנאים	

99	חלק ג': מאפייני שוק העבודה המדעי והטכנולוגי בישראל	
101	12. תעסוקה	
101	פילוח על-פי משלחי יד	12.1
102	פילוח על-פי השכלה ושנות לימוד	12.2
105	13. שכר	
105	פילוח על-פי משלחי יד	13.1
105	פילוח הכנסה משכר על-פי שנות לימוד	13.2
107	14. אבטלה	
107	פילוח על-פי משלחי יד	14.1
107	פילוח על-פי השכלה ושנות לימוד	14.2
110	15. נשים בשוק העבודה	
110	פילוח על-פי שנות לימוד	15.1
111	פילוח על-פי משלחי יד והשכלה	15.2
115	מדיניות לשילוב נשים בשוק העבודה המדעי והטכנולוגי	15.3
117	16. עולים בשוק העבודה	
117	פילוח על-פי משלחי יד ושנות לימוד לעולים	16.1
118	מאפייני שוק העבודה לעולים החדשים בישראל	16.2
119	עולים בעלי תואר שלישי	16.3
119	מדיניות לשילוב עולים בשוק העבודה המדעי והטכנולוגי	16.4
120	ניידות (בריחת מוחות) של כוח אדם מדעי וטכנולוגי מישראל	16.5
124	17. מיעוטים בשוק העבודה	
124	שיעורי ההשתתפות בכוח העבודה האזרחי	17.1
124	פילוח על-פי השכלה ומשלח יד	17.2
125	שכר	17.3
126	מדיניות לשילוב המיעוט הערבי בשוק העבודה	17.4
128	18. חרדים בשוק העבודה	
128	שיעור ההשתתפות והתעסוקה של האוכלוסייה החרדית	18.1
129	הגורמים לשיעור השתתפות נמוך של החרדים בשוק העבודה	18.2
130	גורמים מעודדי כניסה של אוכלוסייה חרדית לשוק העבודה	18.3
130	מדיניות לעידוד השתלבות האוכלוסייה החרדית בשוק העבודה	18.4
133	19. שוק העבודה לפי אזור גיאוגרפי	
134	פילוח על-פי שנות לימוד	19.1
135	פילוח על-פי משלח יד	19.2
136	20. השתלבות בוגרי אוניברסיטאות ומכללות בעבודה	
138	21. סגל אקדמי	
141	22. ביקוש לעובדים	
142	23. שוק העבודה לפי ענפי כלכלה	
142	עוצמה טכנולוגית	23.1
143	ענף טכנולוגיות המידע	23.2
145	ביבליוגרפיה	
155	נספח 1 - מודלים לחיזוי הביקוש לכוח אדם מדעי וטכנולוגי	
158	נספח 2 - ביקורות והמלצות לשיפור המודלים לחיזוי הביקוש לכוח אדם מדעי וטכנולוגי	

## רשימת איורים

- איור 1.1: מספר התארים הראשונים (באלפים) בהנדסה במדינות נבחרות, 2002-1983 ..... 28
- איור 1.2: מספר התארים הראשונים (באלפים) בתחום מדעי הטבע במדינות נבחרות, 2002-1983 ..... 28
- איור 1.3: מספר מקבלי תואר ראשון (באלפים) במדע והנדסה בארה"ב, לפי תחום, 2002-1983 ..... 31
- איור 1.4: מספר מקבלי תואר שני (באלפים) במדע והנדסה בארה"ב לפי תחום, 2002-1983 ..... 32
- איור 1.5: מספר מקבלי תואר שלישי (באלפים) במדע והנדסה בארה"ב לפי תחום, 2002-1983 ..... 34
- איור 2.1: המשכורת החציונית (באלפי דולרים) לבעלי תארים בתחומי המדע וההנדסה בארה"ב, שנה עד חמש שנים לאחר קבלת התואר לפי תחום וסוג תואר, 2003 ..... 38
- איור 2.2: המשכורות החציוניות (באלפי דולרים) לבעלי תואר ראשון בארה"ב כמה שנים לאחר קבלת התואר, 2003 ..... 38
- איור 2.3: אחוזי האבטלה בארה"ב לפי מקצועות, 2004-1983 ..... 39
- איור 2.4: התפלגות הגילאים של כוח העבודה המדעי וההנדסי בעלי התואר הגבוה ביותר בארה"ב, 2003 ..... 40
- איור 2.5: אחוז בעלי התארים במדע והנדסה מעל גיל חמישים בשוק העבודה בארה"ב, לפי תחומים נבחרים, 2003 ..... 40
- איור 2.6: אחוז המועסקים במשרה מלאה בכוח העבודה המדעי וההנדסי בארה"ב לפי סוג תואר, 2003 ..... 41
- איור 2.7: התפלגות התארים של כוח האדם המדעי וההנדסי, שדיווח על עיסוק עיקרי בפעילות של מ"פ לפי רמת תואר, 2003 ..... 42
- איור 2.8: אחוז המועסקים בכוח העבודה המדעי וההנדסי בארה"ב לפי מגזרי התעסוקה השונים, 2003 ..... 43
- איור 3.1: מספר המועסקים (במיליונים) בענפי המדע והטכנולוגיה בארה"ב, 2000-1950 ..... 48
- איור 3.2: הגידול השנתי הממוצע (באחוזים) בתארים ובתעסוקה בארה"ב, לפי תחומי המדע וההנדסה, בין השנים 2000-1980 ..... 51
- איור 5.1: מספר מקבלי תואר שלישי (באלפים) במדע והנדסה בארה"ב לפי מין, קבוצה אתנית ואזרחות, 2003-1975 ..... 62
- איור 5.2: מספר הבת-דוקטורנטים בארה"ב לפי סוג יזמה, 2003-1983 ..... 66
- איור 6.1: אחוז הנשים בארה"ב אשר קיבלו תארים ראשונים במדע והנדסה לפי תחום, 2002-1983 ..... 72
- איור 7.1: אחוז המיעוטים אשר קיבלו תארים במדע והנדסה בארה"ב, 2002-1985 ..... 78
- איור 8.1: שיעור הלומדים בכיתה י"ב מסך קבוצת הגיל, בחלוקה לחינוך עברי וערבי, 2002/03-1995/96 ..... 82
- איור 8.2: שיעור הזכאים לבגרות מסך קבוצת הגיל, בחלוקה לחינוך עברי וערבי, 2002/03-1995/96 ..... 82
- איור 8.3: שיעור הנבחנים בבחינות בגרות וזכאים לתעודה כאחוז מתלמידי כיתות י"ב (בסוגריים – מספרי התלמידים ב-2004) ..... 83
- איור 8.4: נבחנים בבחינות בגרות וזכאים לתעודה כאחוז מתלמידי כיתות י"ב, בחלוקה לחינוך עברי-ערבי ובנים-בנות, 2004 ..... 84
- איור 8.5: נבחנים בבחינות בגרות וזכאים לתעודה כאחוז מתלמידי כיתות י"ב, בחינוך העברי, לפי פיקוח על בתי הספר, 2004 ..... 85
- איור 8.6: נבחנים בבחינות בגרות וזכאים לתעודה כאחוז מתלמידי כיתות י"ב, לפי אשכול חברתי-כלכלי של מקום המגורים, 2004 ..... 86
- איור 9.1: מקבלי תואר ראשון מן האוניברסיטאות והמוסדות האחרים להשכלה גבוהה בישראל בתחומי המדע וההנדסה, 2004/05-1994/95 ..... 90
- איור 9.2: מקבלי תואר שני מן האוניברסיטאות והמוסדות האחרים להשכלה גבוהה בישראל בתחומי המדע וההנדסה, 2004/05-1994/95 ..... 91
- איור 9.3: מקבלי תואר שלישי מאוניברסיטאות בישראל בתחומי המדע והנדסה, 2004/05-1994/95 ..... 92
- איור 9.4: מקבלי תארים במדע והנדסה מהאוניברסיטאות בישראל, כשיעור מסך מקבלי התארים, 2004/05-1994/95 ..... 92
- איור 9.5: מקבלי תואר שני, לפי מסלול לימודים, תשנ"א-תשס"ה ..... 93
- איור 9.6: מקבלי תואר ראשון מן המכללות האקדמיות ומהאוניברסיטה הפתוחה בתחומי המדע וההנדסה, 2004/05-1999/00 ..... 93
- איור 9.7: מקבלי תואר ראשון במדע והנדסה במכללות האקדמיות ובאוניברסיטה הפתוחה, כשיעור מסך מקבלי התארים, 2004/05-1999/00 ..... 94
- איור 9.8: מקבלי תואר במדעים והנדסה, כאחוז מכלל מקבלי תארים, 2003 ..... 95
- איור 10.1: אחוז הנשים מסך בוגרי תואר PHD (ISCED6), 2003 ..... 96

איור 10.2:	אחוז הנשים מסך המקבלים תארים ראשון, שני ושלישי מן האוניברסיטאות ומהמוסדות האחרים להשכלה גבוהה בישראל בתחומי המדע וההנדסה, 1994/95-2004/05.....	97
איור 11.1:	תלמידים במוסדות על תיכונים לקראת תעודת הנדסאי או טכנאי.....	98
איור 12.1:	סך המועסקים במשק וחלקם על-פי משלח יד, 1995 – 2005.....	101
איור 12.2:	שיעור המועסקים במקצועות אקדמיים, ובמקצועות חופשיים וטכניים מכלל המועסקים, 2004.....	102
איור 12.3:	פילוח מועסקים לפי שנות לימוד, 2005.....	103
איור 13.1:	הכנסה כספית ברוטו משכר לפי משלח יד, 2000 - 2004.....	105
איור 13.2:	הכנסה ברוטו (ש"ח) לחודש לפי שנות לימוד, 2000 - 2004.....	106
איור 14.1:	פילוג האבטלה במשק בין אקדמאים ולא אקדמאים, 1995 - 2005.....	107
איור 14.2:	מספר הבלתי מועסקים ושיעור הבלתי מועסקים מסך כוח העבודה על-פי תעודה אחרונה, 2004.....	108
איור 15.1:	שיעור השתתפות גברים ונשים בכוח העבודה האזרחי לפי שנות לימוד, 2005.....	110
איור 15.2:	שיעור השתתפות נשים בכוח העבודה האזרחי, לפי שנות לימוד וגיל, 2005.....	111
איור 15.3:	שיעור המועסקים, גברים ונשים, על-פי משלח יד ותעודה אחרונה מסך המועסקים בעלי אותה תעודה, 2004.....	113
איור 15.4:	מספר מובטלים ושיעור אבטלה בקרב מבקשי עבודה על-פי תעודה אחרונה ומגדר, 2004.....	114
איור 15.5:	הכנסה כספית ברוטו משכר לשעת עבודה לפי משלח יד (ש"ח), 2004.....	114
איור 16.1:	ישראלים מקבלי תואר שלישי בארה"ב, בין השנים 1958 - 2004.....	121
איור 16.2:	אחוז הישראלים והסטודנטים הזרים שקיבלו תואר שלישי בארה"ב לפי תוכניותיהם לשנה שלאחר קבלת התואר, בין השנים 1990-2004.....	123
איור 19.1:	פילוח כוח העבודה האזרחי לפי שנות לימוד ומחוז מגורים, 2005.....	135
איור 20.1:	הלימה בין לימודים ועבודה במקצועות נבחרים, השוואה בין אוניברסיטאות למכללות (התפלגות באחוזים מבין כלל הבוגרים העובדים בכל תחום לימודים), 2002.....	137
איור 21.1:	סגל אקדמי בכיר המתקצב בתקציב הרגיל באוניברסיטאות לפי תחום לימודים, 1999-2005.....	139
איור 21.2:	סגל אקדמי בכיר בתקציב הרגיל באוניברסיטאות, לפי גיל (באחוזים), תשנ"ה – תשס"ד.....	140
איור 21.3:	גיל וגיל ממוצע של סגל אקדמי בכיר באוניברסיטאות, השוואה בינלאומית.....	140
איור 23.1:	מספר המשרות לפי עוצמה טכנולוגית, 1995 - 2005 (שנת בסיס 2004 = 100).....	142
איור 23.2:	משרות בענפי ICT (באלפים) ומשרות בענפי ICT מסך המגזר העסקי (אחוז), 1997 - 2005.....	144
איור 23.3:	אחוז המשרות בענפי ICT מכלל המועסקים במגזר העסקי, 2003.....	144

## רשימת טבלאות

- טבלה 1.1: אחוז המועסקים בתחומי המדע והטכנולוגיה כחלק מכלל המועסקים, במדינות נבחרות, 2004 ..... 24
- טבלה 1.2: אחוז כוח האדם המדעי והטכנולוגי (HRSTC) כחלק מכוח העבודה במדינות אירופה, 2006 ..... 25
- טבלה 1.3: הערכות מספריות לגבי כוח האדם המדעי וההנדסי בארה"ב, לפי קריטריונים ומקורות שונים של נתונים, 2003 ..... 26
- טבלה 1.4: מספר בוגרי תואר ראשון במדע והנדסה (באלפים) ביבשות אסיה, אירופה וצפון אמריקה, ..... 27
- טבלה 1.5: אחוז מקבלי התארים (ISCED 6, ISCED 5) במדע והנדסה כחלק מסך כלל התארים במדינות נבחרות, 2003 ..... 30
- טבלה 1.6: מספר בוגרי תואר שלישי במדע, הנדסה ובתחומים אחרים למיליון איש במדינות נבחרות, 2002 ... 33
- טבלה 1.7: מספר החוקרים (FTE) לאלף מועסקים במדינות שונות ב- 2003, קצב הגידול הממוצע (באחוזים) במספר החוקרים, בין השנים 1997-2003 ..... 35
- טבלה 2.1: תוכניות לקידום שיתוף הפעולה בין האקדמיה לתעשייה בהכשרת כוח אדם מדעי וטכנולוגי במדינות שונות ..... 47
- טבלה 3.1: מספר המשרות המשוער (באלפים) בארה"ב ב- 2012 בהשוואה לשנת 2002, לפי תחזית ה-BLS ..... 49
- טבלה 3.2: מספר המשרות המשוער (באלפים) בארה"ב ב- 2014 בהשוואה לשנת 2004 במקצועות נבחרים, לפי תחזית ה-BLS ..... 50
- טבלה 4.1: אמצעי מדיניות שונים במערכת החינוך שנועדו להגדיל את ההיצע של כוח אדם מדעי וטכנולוגי ..... 56
- טבלה 4.2: תוכניות שנועדו להגדיל את ההיצע של כוח אדם מדעי וטכנולוגי במדינות שונות ..... 59
- טבלה 5.1: אחוז הפרטים בכוח העבודה המדעי וההנדסי בארה"ב, שלא נולדו בה, לפי תחום לימוד ותואר, 2003 ..... 61
- טבלה 5.2: מספר מקבלי תואר שלישי במדע והנדסה בארה"ב, לפי ארץ מוצא, בין השנים 1983-2003 ..... 63
- טבלה 5.3: מספר מקבלי תואר שלישי במדע והנדסה בארה"ב, לפי ארץ מוצא ותחום לימודים, בין השנים 1983- 2003 ..... 63
- טבלה 5.4: אחוז הסטודנטים הזרים במערכת ההשכלה הגבוהה במדינות אירופה, 2004 ..... 64
- טבלה 6.1: אחוז הנשים בכוח העבודה המדעי וההנדסי בארה"ב לפי תחום עיסוק, ב-1993 ו-2003 ..... 71
- טבלה 6.2: אחוז הנשים בכוח העבודה המדעי והטכנולוגי במדינות אירופה, 2006 ..... 73
- טבלה 6.3: אחוז הנשים בעלות תארים בתחומי המדע והטכנולוגיה כחלק מכלל מקבלי התארים במדע וטכנולוגיה במדינות נבחרות לפי תחום לימודים, 2004 ..... 74
- טבלה 7.1: אחוז המיעוטים בשוק העבודה וההנדסי בארה"ב, 2000 ..... 78
- טבלה 7.2: אחוז מקבלי תארים בהנדסה בקרב מיעוטים אתניים בארה"ב לפי סוג תואר, 2003 ..... 79
- טבלה 8.1: תלמידי י"ב ברשויות מקומיות על-פי שיוך לאשכול כלכלי-חברתי, 2004 ..... 85
- טבלה 8.2: זכאים לבגרות מלאה שנבחנו במקצועות מדעיים מוגברים ועברו את הבחינה, 2002-2004 ..... 86
- טבלה 8.3: נגישות להשכלה על-תיכונית וגבוהה בקרב מסיימי תיכון ..... 87
- טבלה 8.4: אחוז המתחילים לימודים על-תיכוניים וגבוהים בתוך 6 שנים משנת המחזור, מקרב מסיימי תיכון, לפי מסגרת לימודים ..... 88
- טבלה 8.5: אחוז המתחילים לימודים על-תיכוניים וגבוהים בתוך 6 שנים משנת המחזור, מקרב מסיימי תיכון בחלוקה למגזר עברי ומגזר ערבי ( אחוז מסך כל מגזר) ..... 88
- טבלה 9.1: מקבלי תואר ראשון, שני ושלישי מן האוניברסיטאות והמוסדות האחרים להשכלה גבוהה בישראל בתחומי המדע וההנדסה, 1994/95-2004/05 ..... 90
- טבלה 9.2: מקבלי תואר ראשון ושני על-פי גיל (באחוזים) ..... 94
- טבלה 9.3: מקבלי תואר ראשון ושני על-פי גיל ותחום לימודים (באחוזים), 2003/04 ..... 95
- טבלה 10.1: סך הנשים המקבלות תארים ראשון, שני ושלישי מן האוניברסיטאות ומהמוסדות האחרים להשכלה גבוהה בישראל בתחומי המדע וההנדסה, 1994/95-2004/05 ..... 97
- טבלה 12.1: מועסקים ושיעור המועסקים לפי ענף כלכלי ושנות לימוד, 2005 ..... 103
- טבלה 12.2: אחוז המועסקים מסך האוכלוסייה בגילאי 25-64 לפי השכלה ומין, 2004 ..... 104
- טבלה 14.1: אחוז המובטלים מסך האוכלוסייה בגילאי 25-64 לפי השכלה ומין, 2004 ..... 109
- טבלה 15.1: סך המועסקים (באלפים) לפי משלח יד על-פי תעודה אחרונה שקיבלו ומין, 2004 ..... 112
- טבלה 16.1: משלחי היד העיקריים של עולי ברה"מ בין השנים 1989 - 2000 ..... 117
- טבלה 16.2: מועסקים עולי 1990 ואילך, לפי שנות לימוד ומשלח יד (באלפים ובאחוזים), 2005 ..... 117

119	טבלה 16.3: סך בעלי תואר שלישי ושיעורם מסך בעלי תואר שלישי לפי תחום התמחות
	טבלה 16.4: מקבלי תואר שלישי בישראל וישראלים מקבלי תואר שלישי בארה"ב ואנגליה לפי תחומים נבחרים, בין השנים 1994-2004
122	
124	טבלה 17.1: ערבים על-פי תעודה אחרונה שקיבלו (באלפים), 2005
125	טבלה 17.2: שיעור התפלגות האוכלוסייה היהודית והאוכלוסייה הערבית על-פי משלח יד, 2005
125	טבלה 17.3: שכר חודשי ברוטו של בעלי תואר אקדמי לפי משלח יד, 2003 בש"ח
	טבלה 18.1: שיעור השתתפות ותעסוקה של האוכלוסייה החרדית ושל האוכלוסייה הכללית בגילאי העבודה העיקריים (25-54)
128	
	טבלה 19.1: כלל האוכלוסייה והשתתפות בכוח העבודה האזרחי (באלפים) לפי מחוז מגורים ושנות לימוד, 2005
134	
135	טבלה 19.2: שיעור מועסקים לפי משלח יד, מחוז מגורים ומחוז עבודה, 2005
136	טבלה 20.1: השתלבות בעבודה שלבוגרי האוניברסיטאות והמכללות, 2002
	טבלה 20.2: הלימה בין לימודים ועבודה במקצועות נבחרים, (התפלגות באחוזים מבין כלל הבוגרים העובדים בכל תחום לימודים), 2002
137	
	טבלה 21.1: סך הכול סגל הוראה ומחקר לפי דרגה, לפי שווי ערך של משרות שלמות, ממוצע חודשי, 2004/05-1991/92
138	
141	טבלה 22.1: מספר המשרות הפנויות לפי משלח יד, 2003-2006



## רשימת קיצורים

ABET	Accreditation Board for Engineering and Technology
ACSP	British Advisory Council on Science Policy
BDI	Business Data Israel
BLS	U.S. Bureau of Labor Statistics
DSA	Directorate for Scientific Affairs
DSTII	Scientific Technological and Industrial Indicators Division
FTE	Full Time Equivalents
HLG	High Level Group on Human Resources for Science and Technology in Europe
HRSTE	Human Resources in Science and Technology – Education
HRSTO	Occupation–Human Resources in Science and Technology
IES	Institute of Employment Studies
INE	Instituto Nacional de Estadística - National Statistics Institute (Spain)
IPTS	Institute for Prospective Technology Studies
ISCED	International Standard Classification on Education
ISCO	International Standard Classification of Occupations
KIS	Knowledge Intensive Sector
NASA	National Aeronautics and Space Administration
NIH	National Institutes of Health
NRC	National Research Council
NSB	National Science Board
NSERC	Natural Sciences and Engineering Research Council of Canada
NSF	National Science Foundation
OECD	Organization for Economic Co-operation and Development
OEEC	Organization for European Economic Co-operation
SRS	Division of Science Resources Statistics

הוועדה לתכנון ולתקצוב של המועצה להשכלה גבוהה	ות"ת
הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה	למ"ס
המכון הממשלתי להכשרה בטכנולוגיה ובמדע	מה"ט
המועצה להשכלה גבוהה	מל"ג



## מבוא

כלכלה משגשגת ואיכות חיים גבוהה דורשות חדשנות טכנולוגית, הנשענת על מדע מפותח וכוח אדם עתיר ידע, במיוחד במדינות הדלות באוצרות טבע. האיחוד האירופי העריך, שיש צורך בשבע מאות אלף חוקרים חדשים על מנת לעמוד בהתחייבות להגדיל את ההשקעות במחקר ופיתוח לשלושה אחוז מהתוצר המקומי הגולמי עד 2010. קרן המדע הלאומית האמריקאית מעריכה כי 2.2 מיליון משרות חדשות בתחומי המדע וההנדסה יתווספו בין השנים 2000-2010. אולם, מחקרים מראים כי ההיצע של כוח אדם מדעי וטכנולוגי אינו מדביק את הדרישה לכוח אדם כזה באקדמיה ובתעשייה (Cervantes, 2004), לכן, נראה כי קיים חשש למחסור בכוח אדם מדעי וטכנולוגי.

עבודה זו הוזמנה על-ידי ד"ר משה אורון, יו"ר תת הוועדה לנושא כוח אדם במולמו"פ (המועצה הלאומית למחקר ופיתוח). אנו מקווים, שהנתונים המוצגים במסמך ישמשו את חברי הוועדה, בבואם לעצב מדיניות מושכלת להכשרת כוח אדם מדעי וטכנולוגי, בהתאם לצרכי מדינת ישראל במגזרים השונים, באקדמיה ובמגזר העסקי.

עבודה זו כוללת שלושה חלקים: החלק הראשון מציג סקירת ספרות בתחום כוח אדם מדעי וטכנולוגי במדינות ה-OECD, שתכלול: הגדרות של כוח אדם מדעי וטכנולוגי (הנתונים שיובאו בהמשך העבודה תואמים להגדרות אלו); היצע וביקוש לעובדים בתחומי המדע והטכנולוגיה; תיאור שוק העבודה המדעי והטכנולוגי; המלצות בנוגע להגדלת ההיצע של כוח אדם מדעי וטכנולוגי.

החלק השני והשלישי של העבודה מתמקדים במדינת ישראל ובוחנים את ההיצע של כוח אדם מדעי וטכנולוגי והמאפיינים של שוק העבודה המדעי והטכנולוגי.

מהתבוננות ראשונית בשוק העבודה בישראל, עלה בעשור האחרון מספר המועסקים במשק ב-27 אחוז. למרות העלייה במספרם הכולל, שיעורם של האקדמאים, המנהלים והמקצועות הטכניים לא השתנה בצורה משמעותית, בהשוואה בינלאומית, מיקומה של ישראל דומה לממוצע האיחוד האירופי בשיעורם של האקדמאים, המקצועות החופשיים והטכניים,

השיעור הגבוה של אקדמאים באוכלוסייה בא לידי ביטוי בתוצר המדעי של ישראל, שהיא אחת המדינות המובילות בעולם, הן מבחינת מספר החוקרים לנפש, והן מבחינת תפוקה מדעית (כפי שהיא נמדדת במספר פרסומים לנפש).

עם זאת, יש לזכור, כי התפוקה המדעית העתידית מסתמכת על היקף ההכשרה של כוח האדם המדעי בהווה. כאשר בוחנים לעומק את הרכב כוח האדם המדעי והטכנולוגי בישראל, עולים שלושה מאפיינים מדאיגים: ראשית, "הזדקנות" של כוח האדם המדעי בתחומים מסוימים ובמיוחד באקדמיה; שנית, חלק מהותי מכוח האדם זה מקורו בעלייה של שנות התשעים, ולא נבנה מתוך ההכשרה במוסדות ההשכלה בארץ; שלישית, קיימת בריחת מוחות של מדענים ישראלים לארה"ב ולאירופה. מאפיינים אלו מעלים סימן שאלה לגבי היכולת של מדינת ישראל להכשיר ולשמר היקף מספיק של כוח אדם טכנולוגי ומדעי על מנת לענות על הביקוש העתידי בתחומים אלו.

החלק השני של העבודה מציג את נושא ההיצע של כוח מדעי וטכנולוגי במדינת ישראל. מצד ההיצע, תיבחן הכשרת כוח אדם מדעי והנדסי, הן ברמה של בתי הספר, פוטנציאל תלמידי התיכון ללמוד מקצועות טכנולוגיים ומדעיים, והן ברמה של אוניברסיטאות ומכללות, סטודנטים ובוגרים של מוסדות להשכלה גבוהה בתחומי המדע, ההנדסה והטכנולוגיה (מתמטיקה, מחשבים, הנדסה, אדריכלות, מדעי החיים והטבע).

החלק השלישי של העבודה מציג את שוק העבודה המדע והטכנולוגי במדינת ישראל באמצעות שלושה מאפיינים עיקריים: שכר, אבטלה ותעסוקה בפילוחים שונים כגון: משלח יד, שנות לימוד, השכלה וכדומה. תחומים נוספים, שניתן להרחיב ולהתמקד בהם בעבודת המשך בנושא כוח אדם מדעי וטכנולוגי הם: תחזית להיצע של כוח אדם בהתאם לצרכים העתידיים של המגזר העסקי והאקדמיה (פירוט לפי מקצועות); דרכים לצמצם את היקפה של תופעת בריחת המוחות (כולל סקירת המדיניות של סין והודו בנושא); סקר של המכללות האקדמיות להנדסה במדינת ישראל; דרכים להגדלת ההיצע של בוגרי תארים מתקדמים בתחומי המדע והטכנולוגיה; הרחבה של מאגר העובדים בשוק העבודה המדעי והטכנולוגי; חיזוק החינוך הטכנולוגי; הגדלת שיתוף הפעולה בין התעשייה לאקדמיה בנושא כוח האדם המדעי וטכנולוגי.

## חלק א: היצע וביקוש של כוח אדם מדעי וטכנולוגי - סקירת ספרות וריכוז נתונים על מדינות ה-OECD

### 1. ההיצע של כוח אדם מדעי וטכנולוגי במדינות ה-OECD

#### 1.1 הקדמה

להלן תובא סקירה קצרה המתבססת על מאמרו של Godin (1989), ומתארת את התפתחות נושא המדידה של כוח אדם מדעי וטכנולוגי. נושא המדידה של כוח אדם מדעי וטכנולוגי עלה לדיון לאחר מלחמת העולם השנייה במדינות ה-OECD, בעיקר בארה"ב ובבריטניה. המלחמה גרמה להדגשת חשיבות התמיכה הממשלתית בפעילות מחקרית וגרמה להקטנת ההיצע של מדענים ומהנדסים בארה"ב: צבא ארה"ב קלט את כל הצעירים המתאימים וכתוצאה מכך נוצר מחסור בכוח אדם מיומן.

שלושה שלבים זווהו בהתפתחות השיח על המחסור בכוח אדם מדעי וטכנולוגי בארה"ב: (1) בסוף שנות החמישים הסתמך ה-NSF על תחזיות של גופים אחרים בנוגע למחסור בכוח אדם מדעי וטכנולוגי.

(2) ה-NSF החל לפתח בעצמו תחזיות ביקוש של כוח אדם מדעי וטכנולוגי בהסתמך על מגמות העבר. (3) ה-NSF פיתח סקרים ובסיסי נתונים במטרה לאסוף, לעדכן את מאגרי הנתונים של כוח האדם המדעי והטכנולוגי ולבנות תחזיות לביקוש והיצע של כוח אדם מדעי וטכנולוגי. דוגמאות לנתונים אשר נאספו בסקרים אלו: מספר התארים הראשונים במדע והנדסה, מספר הסטודנטים לתואר שני, לתואר שלישי ובתור-דוקטורנטים במדע והנדסה, מספר המדענים והמהנדסים שנולדו מחוץ לארה"ב, תחזית תעסוקה לפי מקצועות ועוד.

בעוד, שהדיון בארה"ב התמקד בנושא המחסור בכוח אדם מדעי וטכנולוגי ובדרכים לטפל בו, התמקד הדיון בבריטניה בנושא בריחת המוחות. הגירה של אנשי מדע וטכנולוגיה מבריטניה לצפון אמריקה נבעה, בין היתר, ממדיניות הממשלה הבריטית, שבלמה עלייה מהירה בשכר. בשנות החמישים החל ה-ACSP<sup>1</sup> לאסוף נתונים על ההיצע והביקוש העתידיים למדענים ולמהנדסים בבריטניה.

שלושה שלבים זווהו בהתפתחות נושא מדידת כוח אדם מדעי וטכנולוגי על-ידי ה-OECD:

(1) בשנות החמישים, השקיע מאמצים ארגון ה-OEEC<sup>2</sup> במדידה של פרמטרים הנוגעים למדע וטכנולוגיה. ועדת כוח האדם של ה-OEEC ערכה ב-1954 סקר בין-לאומי ראשון על כוח אדם מדעי וטכנולוגי. בסקר צוין, כי נושא מדידת כוח האדם המדעי והטכנולוגי אינו כולל היבטים כמותיים בלבד, אלא יש לשים דגש על איכות ההכשרה הניתנת לכוח האדם המדעי והטכנולוגי. כמו כן, הומלץ על עדכון שיטות המדידה של כוח האדם המדעי והטכנולוגי ועל עריכת סקרים בנושא אחת לשנתיים.

ה-OECD החל בחיזוי הביקוש של כוח אדם מדעי וטכנולוגי מתוך הכרה, שההכשרה וההשכלה של כוח אדם מדעי וטכנולוגי הן מרכיבים הכרחיים בפיתוח כלכלי וחברתי. המדידות הראשונות של כוח אדם מדעי וטכנולוגי מטעם ה-OECD לא התבססו על סטנדרטים בין-לאומיים. הארגון אסף נתונים שהתבססו על הגדרות ושיטות דגימה שונות בכל מדינה. בחלק מהמדינות התבססו הנתונים על סקרי כוח אדם ובחלק

<sup>1</sup>ACSP – British Advisory Council on Science Policy

<sup>2</sup>OEEC - Organization for European Economic Co-operation -

הגוף הקודם ל - OECD, הוקם ב-1948.

אחר התבססו הנתונים על מפקדי אוכלוסין ועל רישומים מנהלתיים. עובדה זו הקשתה להשוות בין נתונים שנאספו ממקורות שונים.

2) בשנות השבעים ושנות השמונים מיעטו ה-DSA ואחריו ה-DSTII לעסוק בנושא של מדידת משאבי אנוש בתחומי המדע והטכנולוגיה והתמקדו במדידת משאבי אנוש בתחום המו"פ. מדידת משאבי אנוש בתחומי המדע והטכנולוגיה נעשתה על בסיס אד-הוק ולפי דרישה ספציפית.

3) בתחילת שנות התשעים, עם התבססותה של הכלכלה מבוססת הידע (Knowledge Based Economy), החל לבלוט המחסור בנתונים על כוח אדם מדעי וטכנולוגי. בעקבות כך, הכין ה-DSTII בשיתוף ה-Eurostat<sup>3</sup> מדריך בשם Canberra Manual, שעיקרו מתודולוגיה בנושא מדידה של כוח אדם. המדריך הציג את המונח (HRST) Human Resources in Science & Technology, שכולל הגדרה רחבה של כוח אדם מדעי וטכנולוגי בהיבטים של השכלה ושל עיסוק. בוגרי מדעי החברה ומדעי הרוח נכללו בהגדרה של כוח אדם מדעי וטכנולוגי, אולם הדגש הושם על בוגרי מדעי הטבע והנדסה. ב-1994, אמצו מדינות ה-OECD את ה- Canberra Manual למדידה של כוח אדם מדעי וטכנולוגי.

שלושה נושאים חדשים במדידת כוח אדם מדעי וטכנולוגי הופיעו בעקבות אימוץ ה-Canberra Manual:

- ביצוע סקרים לגבי ההיצע והביקוש של כוח אדם מדעי וטכנולוגי.
  - פיתוח אינדיקטורים בנושא כוח אדם מדעי וטכנולוגי.
  - מדידת הניידות הבין-לאומית של כוח אדם מדעי וטכנולוגי.
- דו"ח ה-OECD (1999) מונה מספר סיבות לחשיבותו של כוח אדם מדעי וטכנולוגי:
- השקעה בכוח אדם מדעי וטכנולוגי מהווה מפתח לצמיחה.
  - כוח האדם המדעי והטכנולוגי תורם להכנסת טכנולוגיות חדשות ומוצרים חדשים.
  - מעבר של כוח אדם מדעי בין מדינות, חברות ומגזרים מהווה צינור להעברת טכנולוגיות חדשות ויוזמות חדשות.
  - חוסר התאמה בין ההיצע לביקוש של כוח אדם מדעי וטכנולוגי, משפיע על הכלכלה במספר אופנים: שינויי שכר, עלייה בשיעורי האבטלה ועוד.

## 1.2 הגדרות

קיימים שלושה תקנים בין-לאומיים למדידה של כוח אדם מדעי וטכנולוגי:

- UNESCO Recommendation (1976)
- OECD/Eurostat Canberra Manual (1995)
- OECD Frascati Manual (2002)

ההגדרה של כוח אדם מדעי וטכנולוגי על-פי ה- UNESCO Recommendation (1976) הינה: המספר הכללי של פרטים העוסקים באופן ישיר בפעילויות מדעיות וטכנולוגיות במוסד או ביחידה כלשהי ואשר מקבלים תשלום עבור שירותיהם. קבוצה זו כוללת מדענים, מהנדסים, טכנאים וצוות עזר. ה- UNESCO Recommendation (1976) מהווה את אחד הניסיונות הבין-לאומיים הראשונים למדידה שיטתית של כלל הפרטים המשתייכים לכוח האדם מדעי וטכנולוגי. אולם, בשל קשיים בהגדרות ובייחוד

---

<sup>3</sup> Eurostat- Statistical arm of the European Commission

הקושי בהבחנה בין קריטריונים של השכלה ושל עיסוק, לא הושלמה משימה זו ולכן תקן זה נמצא פחות בשימוש.

ההגדרה של כוח אדם מדעי וטכנולוגי על-פי ה- Canberra Manual (1995) הינה:

אוסף של פרטים הממלאים לפחות אחד משני התנאים הבאים:

- בעלי השכלה גבוהה (tertiary education)<sup>4</sup> בתחום לימוד מדעי או טכנולוגי - HRSTE<sup>5</sup>
- אינם בעלי הכשרה או השכלה פורמאלית כפי שמצוין לעיל, אולם הם מועסקים במקצוע השייך לתחומי המדע והטכנולוגיה - HRSTO<sup>6</sup>.

על-פי ה-Frascati Manual (2002), כוח אדם מדעי וטכנולוגי מוגדר כסך כל הפרטים העוסקים במחקר ופיתוח והפרטים המספקים להם שירותים באופן ישיר, כגון: מנהלי מחקר ופיתוח, אנשי תמיכה ומנהלה וטכנאים. הגדרה מצומצמת זו מתמקדת במדידת כוח אדם העוסק בפעילויות של מחקר ופיתוח. לעומתה, ההגדרה של ה- Canberra Manual רחבה יותר, ומכסה את כלל האוכלוסייה בעלת השכלה ו/או עוסקת בפעילויות מדעיות וטכנולוגיות.

להלן, פרוט קצר של הקריטריונים לסיווג כוח האדם המדעי והטכנולוגי:

**1 סוג פעילות (activity) - Frascati Manual** כולל סיווג של כוח אדם מדעי וטכנולוגי על-פי סוג הפעילות שלהם: חוקרים, טכנאים וצוות תמיכה.

**חוקרים (researchers)** - אנשי מקצוע העוסקים ביצירת ידע חדש, בפיתוח מוצרים ותהליכים חדשים, בפיתוח מערכות חדשות ובניהול פעילויות אלו.

**טכנאים וסגל שווה ערך (technicians and equivalent staff)** - פרטים, שהמשימות העיקריות שלהם מערבות ידע טכני וניסיון באחד מהתחומים הבאים: הנדסה, מדעי החיים, מדעים מדויקים, מדעי החברה ומדעי הרוח. הם משתתפים בפעילות מו"פ על-ידי ביצוע ויישום של פעולות תפעוליות, טכניות ומדעיות, תחת פיקוחם של חוקרים.

**צוות תומך (other supporting staff)** - צוות מנהלי (פקידים, מזכירים) ואנשי מקצוע המשתתפים ישירות בפרויקטים של מו"פ או הקשורים לפרויקטים כאלו.

**2 השכלה/הכשרה (qualification)** - על-פי ה- Canberra Manual, כוח אדם מדעי וטכנולוגי נחלק לשתי קטגוריות עיקריות:

**כוח אדם מדעי וטכנולוגי ברמה אוניברסיטאית (University-Level HRST)** - קטגוריה זו כוללת פרטים שהם בעלי תואר ראשון או תארים מתקדמים בתחומי המדע והטכנולוגיה, או לחלופין, פרטים שאין להם הכשרה פורמאלית, אבל הם מועסקים בפעילויות שונות בתחומי המדע והטכנולוגיה הדורשים תואר אקדמאי.

**כוח אדם מדעי וטכנולוגי ברמה של טכנאי (Technician-Level HRST)** - קטגוריה זו כוללת פרטים שהשלימו את השכלתם וקיבלו תואר שאינו שווה ערך לתואר ראשון או תואר גבוה יותר בתחום לימוד מדעי או טכנולוגי, או לחלופין - אין להם הכשרה פורמאלית, אבל הם מועסקים בתחומי המדע והטכנולוגיה הדורשים את התארים האקדמיים.

---

<sup>4</sup>Tertiary education also known as: post-secondary education, third-stage education, third level education, higher education.

<sup>5</sup>HRSTE – Human Resources in Science and Technology - Education

<sup>6</sup>HRSTO – Human Resources in Science and Technology - Occupation

ה- ISCED 97<sup>7</sup> כולל שבעה תחומים של השכלה המקובצות לשלוש רמות רחבות. הקטגוריות הרלבנטיות לכוח אדם מדעי וטכנולוגי הינן רמות 5A, 5B ו-6 :

ISCED רמה 5A – פרטים שקיבלו תארים אשר אינם מקבילים לתואר ראשון.

ISCED רמה 5B - פרטים בעלי תואר ראשון או המקביל אליו.

ISCED רמה 6 - פרטים בעלי תארים מתקדמים (לאחר תואר ראשון) והמקבילים אליהם.

המדידה של כוח אדם מדעי וטכנולוגי כוללת את שבעת התחומים הבאים: מדעי הטבע, הנדסה וטכנולוגיה, מדעי הרפואה, מדעי החקלאות, מדעי החברה, מדעי הרוח ותחומים אחרים.

**(3 תחום עיסוק** – ה- ISCO-88<sup>8</sup> כולל את סיווג תחומי העיסוק של כוח אדם מדעי וטכנולוגי על-פי מקצועות הנכללים בקטגוריות הבאות:

ISCO קבוצה 2: תחומי מדעי החיים, מדעים מדויקים, מדעי החברה ומדעי הרוח על-פי הפירוט הבא:

ISCO 21 - פיזיקאים, כימאים, מתמטיקאים, אנשי מחשבים, ארכיטקטים ומהנדסים.

ISCO 22 - אנשי מקצוע בתחומי מדעי החיים ומקצועות הבריאות.

ISCO 23 - מורים בבתי-ספר ובמוסדות להשכלה גבוהה.

ISCO 24 - מקצועות אחרים: מנהלי עסקים, משפטנים, ספרנים, מקצועות בתחומי מדעי החברה.

ISCO קבוצה 3: טכנאים ובעלי מקצוע בתחומים הבאים:

ISCO 31 - פיזיקה, הנדסה, מחשבים, אלקטרוניקה.

ISCO 32 - מדעי החיים, רפואה.

ISCO 33 - אנשי הוראה בתחום.

ISCO קבוצה 1 (121, 122, 123) הכוללת משפטנים ואנשי מנהלה.

לפי ה- Canberra Manual מקצועות בקטגוריות ISCO 21 ו-ISCO 22 הינם הרלבנטיים ביותר למדידת הליבה של כוח אדם מדעי וטכנולוגי. ליבה זו מכונה HRSTC (HRST Core) והיא כוללת פרטים אשר הינם בעלי השכלה אקדמית ובעלי הכשרה בתחומי המדע וההנדסה.

**(4 מגזר** - Frascatti Manual כולל סיווג של כוח אדם מדעי וטכנולוגי לארבעת המגזרים הבאים:

עסקי/יזמי (business/enterprise) - חברות, ארגונים ומוסדות שפעילותם העיקרית היא יצור סחורות ושירותים למכירה לציבור הרחב.

ממשלתי (government) - מחלקות, משרדים וגופים ממשלתיים אחרים המספקים שירותים אבל אינם מוכרים אותם, ואחראים לניהול המדיניות הכלכלית והחברתית של הקהילה.

השכלה גבוהה (higher education) - אוניברסיטאות, מכללות ומוסדות אחרים, כולל מוסדות מחקר.

מגזר פרטי שלא למטרות רווח (private non-profit) - מוסדות פרטיים, שלא למטרות רווח המשרתים את הציבור הכללי או אנשים פרטיים (Huyver & Westholm; OECD, 1999).

<sup>7</sup> ISCED – International Standard Classification on Education

ISCO 97 - סיווג של רמות השכלה היוצא לאור מטעם אונסקו  
[http://www.unesco.org/education/information/nfsunesco/doc/isced\\_1997.htm](http://www.unesco.org/education/information/nfsunesco/doc/isced_1997.htm)

<sup>8</sup> ISCO - International Standard Classification of Occupations

ISCO 88 - סיווג של משלחי יד היוצא לאור מטעם ארגון העבודה הבין-לאומי  
<http://www.ilo.org/public/english/bureau/stat/isco/isco88/index.htm>



ה- NSF מסווג את כוח האדם המדעי וההנדסי (Science & Engineering Labor Force) על-פי שלושה קריטריונים:

**(1) מקצוע/עיסוק (occupation)** – פרטים העוסקים במקצועות השייכים לתחומי המדע וההנדסה וזאת בהנחה, שהעיסוק מתאר באופן הקרוב ביותר את עבודתו של האדם בפועל. הגדרה זו כוללת חמש קטגוריות של מקצועות: מחשבים ומתמטיקה, מדעי החיים, מדעים פיזיקאליים, הנדסה ומדעי החברה.

**(2) השכלה** - אנשים בעלי השכלה פורמאלית בתחומי המדע וההנדסה. הסיווג נקבע לפי התואר הגבוה ביותר (או התואר האחרון).

**(3) דרישה/צורך בידע בתחומי המדע וההנדסה (need for S&E knowledge)** – פרטים רבים מתארים את תחום עיסוקם ככזה הדורש, לפחות, תואר ראשון במדע והנדסה וזאת למרות, שהם אינם בהכרח בעלי השכלה פורמאלית בתחום (NSF, 2006).

בסקירת הספרות שתובא בהמשך, הנתונים מארה"ב יתבססו על ההגדרות של ה- NSF ואילו הנתונים ממדינות האיחוד האירופי יתבססו על ההגדרות של ה- Canberra Manual, אלא אם צוין אחרת.

### 1.3 נתונים סטטיסטיים על כוח אדם מדעי וטכנולוגי במדינות ה-OECD

להלן, סקירה קצרה של דו"חות שונים המציגים נתונים בנושא ההיצע הקיים של כוח אדם מדעי וטכנולוגי בארה"ב ובאירופה. הסקירה מתבססת על שלושה מקורות עיקריים. לגבי כל מקור, יפורטו ההגדרות שעל-פיהם הנתונים נאספו.

**(1) OECD Science, Technology & Industry Scoreboard (2005)** – הנתונים נאספו על-פי הסעיף השני בהגדרה של כוח אדם מדעי וטכנולוגי המפורטת ב- Canberra Manual. כוח אדם מדעי וטכנולוגי מוגדר כאוסף של פרטים המועסקים במקצועות השייכים לתחומי המדע והטכנולוגיה ואינם בהכרח בעלי השכלה רלבנטית לתחומי המדע והטכנולוגיה.

ב-2004 קרוב ל- 54 מיליון איש הועסקו במקצועות מדעיים וטכנולוגיים במדינות ה-EU-25<sup>9</sup> לעומת 42 מיליון איש בארה"ב ועשרה מיליון איש ביפן. באירופה, התרכזו כשני שלישי מכוח האדם המדעי והטכנולוגי בארבע מדינות: גרמניה (23 אחוז), צרפת (14 אחוז), בריטניה (13 אחוז) ואיטליה (12 אחוז).

ברוב מדינות ה-OECD, היווה כוח האדם המדעי והטכנולוגי כרבע עד כשליש מכוח העבודה הכללי. בשבדיה, לוקסמבורג ושוויץ היווה כוח האדם המדעי והטכנולוגי מעל ל- 37 אחוז משוק העבודה הכללי. ביפן, קוריאה ופורטוגל היווה כוח האדם המדעי והטכנולוגי פחות מעשרים אחוז משוק העבודה הכללי (הנתונים מיפן מוטים כלפי מטה).

כוח העבודה המדעי והטכנולוגי נחלק לשתי קטגוריות עיקריות:

**אנשי מקצוע (professionals)** - פרטים שהכשרתם דורשת רמה גבוהה של ידע מקצועי וניסיון במקצועות השייכים לקבוצה ISCO 2.

**טכנאים (technicians)** – פרטים שהכשרתם דורשת ידע טכני וניסיון במקצועות השייכים לקבוצה ISCO 3.

<sup>9</sup> ב-EU-25 נכללות המדינות הבאות: אוסטריה, איטליה, אירלנד, אסטוניה, בלגיה, בריטניה, גרמניה, דנמרק, הולנד, הונגריה, יוון, לוקסמבורג, לטביה, ליטא, מלטה, סלובניה, סלובקיה, ספרד, פולין, פורטוגל, פינלנד, צ'כיה, צרפת, קפריסין, שבדיה. <http://www.eu25.org>

באופן כללי, ברוב מדינות אירופה, אחוז הטכנאים גבוה מאחוז אנשי המקצוע. אולם ביפן, אירלנד, בלגיה, יוון אחוז בעלי המקצוע גבוה מאחוז הטכנאים. טבלה 1.1 מציגה את אחוז המועסקים במדע וטכנולוגיה כחלק מכלל המועסקים, במדינות נבחרות, ב-2004.

טבלה 1.1: אחוז המועסקים בתחומי המדע והטכנולוגיה כחלק מכלל המועסקים, במדינות נבחרות, 2004

מדינה	אחוז אנשי המקצוע (professionals) בתחומי המדע והטכנולוגיה	אחוז הטכנאים בתחומי המדע והטכנולוגיה (technicians)	אחוז המועסקים בתחומי המדע והטכנולוגיה
שבדיה	18.4	20.2	38.7
לוקסמבורג	19.9	18.3	38.2
שוויץ	17.2	20.5	37.7
הולנד (2003)	18.0	18.1	36.1
דנמרק	14.9	20.8	35.7
נורבגיה	11.8	23.7	35.5
גרמניה	14.3	21.2	35.4
פינלנד	17.1	16.4	33.5
ארה"ב (2002)	15.8	16.9	32.7
איסלנד	15.7	16.2	31.8
בלגיה	20.1	11.5	31.6
צ'כיה	10.6	20.8	31.4
אוסטריה	9.3	21.7	31.0
צרפת	12.6	17.9	30.4
איטליה	10.1	19.6	29.7
קנדה (2002)	15.9	13.1	29.0
סלובקיה	10.6	18.1	28.7
EU-25	12.5	15.3	27.8
הונגריה	13.4	13.0	26.4
בריטניה	13.5	12.2	25.7
פולין	12.8	12.6	25.4
ספרד	12.7	10.5	23.2
אירלנד	16.7	6.2	22.9
יוון	13.9	7.7	21.6
פורטוגל	8.5	8.3	16.8
קוריאה (2002)	6.9	9.3	16.2
יפן (2002)	10.2	5.5	15.7

מקור: OECD, Science, Technology and Industry Scoreboard 2005

## (2) European Commission - Directorate General for Research (2007)

הנתונים המוצגים בטבלה 1.2 נאספו על-פי שני הסעיפים בהגדרה של כוח אדם מדעי וטכנולוגי המפורטת ב- Canberra Manual. שלא כמו ההגדרה של ה-OECD, ההגדרה של האיחוד האירופי היא מצומצמת יותר ומתייחסת לפרטים בעלי השכלה רלבנטית וגם מועסקים במקצוע השייך לתחומי המדע והטכנולוגיה.

לפי הנתונים המפורטים בטבלה 1.2, ב-2006, במדינות ה-EU-27<sup>10</sup>, כוח האדם המדעי והטכנולוגי נע בין עשרה אחוז לעשרים וחמישה אחוז מכלל המועסקים. קיימת קורלציה חיובית בין פעילות המו"פ לאחוז כוח האדם המדעי והטכנולוגי כחלק מכלל כוח העבודה.

**טבלה 1.2: אחוז כוח האדם המדעי והטכנולוגי (HRSTC) כחלק מכוח העבודה במדינות אירופה, 2006**

מדינה	אחוז כוח האדם המדעי והטכנולוגי מכלל כוח העבודה	מדינה	אחוז כוח האדם המדעי והטכנולוגי מכלל כוח העבודה
לוקסמבורג (2005)	24.3	ספרד	16.6
דנמרק	23.6	יוון	15.8
נורבגיה	23.2	גרמניה	15.8
שבדיה	21.6	EU -27	15.4
בלגיה	21.1	בולגריה	14.7
הולנד	20.4	הונגריה	14.1
פינלנד	20.1	לאטביה	13.8
איסלנד (2005)	19.5	פולין	13.7
קפריסין	18.8	מלטה	12.0
שווייץ	18.3	אוסטריה	11.2
צרפת	17.1	איטליה	11.0
בריטניה	17.0	צ'כיה (2005)	10.8
אירלנד	16.9	סלובקיה	10.6
אסטוניה	16.8	פורטוגל	9.8
סלובניה	16.6	רומניה	9.8
ליטא	16.6		

מקור: European Commission, Key Figures 2007, Figure II.2.4  
 הערה: HRSTC מתייחס לקבוצת האנשים שהינם בעלי השכלה וגם מועסקים בתחומי המדע והטכנולוגיה במקצועות השייכים לקבוצות ISCO1, ISCO2, ISCO3 לפי ה-ISCO88.

**(3) NSF (2006) – הנתונים נאספו על-פי שלושת הקריטריונים הכלולים בהגדרה של ה-NSF לגבי כוח**

אדם מדעי והנדסי: פרטים בעלי השכלה ו/או תעסוקה בתחומי המדע וההנדסה, או לחלופין, פרטים המדווחים על שימוש בידע מדעי והנדסי המקביל לתואר ראשון במסגרת עבודתם.  
 על-פי נתוני ה-NSF (2006), גודלו של כוח האדם המדעי וההנדסי בארה"ב ב-2003 נע בין ארבעה מיליון ל-15.7 מיליון איש, בהתאם לקריטריון הנבחר. 15.7 מיליון איש הם בעלי תואר כלשהו בתחומי המדע וההנדסה, 4.9 מיליון איש הם בעלי תואר בתחומי המדע וההנדסה וגם עובדים בעיסוק השייך לתחום זה.

טבלה 1.3 מפרטת את ההערכות המספריות השונות בנוגע לגודלו של כוח האדם המדעי וההנדסי בארה"ב, לפי קריטריונים ומקורות שונים, ב-2003.

<sup>10</sup> ב- EU-27 נכללות המדינות הבאות: אוסטריה, איטליה, אירלנד, אסטוניה, בולגריה, בלגיה, בריטניה, גרמניה, דנמרק, הולנד, הונגריה, יוון, לוקסמבורג, לטביה, ליטא, מלטה, סלובניה, סלובקיה, ספרד, צ'כיה, צרפת, פולין, פורטוגל, פינלנד, קפריסין, רומניה, שבדיה. <http://www.eea.europa.eu/help/eea-help-centre/faqs/what-is-the-eu-27>

טבלה 1.3: הערכות מספריות לגבי כוח האדם המדעי וההנדסי בארה"ב, לפי קריטריונים ומקורות שונים של נתונים, 2003

גודלו של כוח האדם המדעי והנדסי	מקור הנתונים	רמת השכלה	קריטריון
<b>עיסוק</b>			
4,962,000	2003 <sup>11</sup> BLS Occupations and Employment Survey	כל רמות ההשכלה	תעסוקה במקצועות מדעיים והנדסיים
4,928,000	2003 NSF <sup>12</sup> SESTAT DATA	תואר ראשון ומעלה	תעסוקה במקצועות מדעיים והנדסיים
4,014,000	2003 American Community Survey <sup>13</sup>	תואר ראשון ומעלה	תעסוקה במקצועות מדעיים והנדסיים
5,604,000	2003 American Community Survey	כל רמות ההשכלה	תעסוקה במקצועות מדעיים והנדסיים
<b>השכלה</b>			
11,891,000	2003 NSF SESTAT DATA	תואר ראשון ומעלה	התואר הגבוה ביותר הינו בתחומי המדע וההנדסה
15,689,000	2003 NSF SESTAT DATA	תואר ראשון ומעלה	כל תואר בתחומי המדע וההנדסה
<b>צורך בידע במדע והנדסה (מתבסס על דיווח עצמי של העובדים)</b>			
12,851,000	2003 NSF SESTAT DATA	תואר ראשון ומעלה	לפחות רמה של ידע המקבילה לתואר ראשון במדע והנדסה
9,211,000	2003 NSF SESTAT DATA	תואר ראשון ומעלה	לפחות רמה של ידע המקבילה לתואר ראשון במדעי הטבע והנדסה
5,333,000	2003 NSF SESTAT DATA	תואר ראשון ומעלה	לפחות רמה של ידע המקבילה לתואר ראשון במדעי החברה

מקור: NSF, Science & Engineering Indicators 2006, Table 3-1

מנתוני טבלה 1.3, ניתן לראות, כי גם אם משתמשים בקריטריונים זהים להגדרת כוח אדם מדעי והנדסי (לדוגמה, השכלה), מתקבלות הערכות שונות לגבי מספר הפרטים הכלולים בכוח האדם המדעי וההנדסי. הסבר אפשרי לכך הוא השימוש במקורות שונים לצורך איסוף נתונים. לדוגמה, הנתונים הנאספים ע"י SESTAT אינם, בהכרח, זהים לנתונים הנאספים על-ידיה-BLS וזאת בשל הכללת אוכלוסיות שונות (ה-SESTAT כולל את אוכלוסיית בעלי תואר ראשון ומעלה ואילו ה-BLS כולל גם טכנאים), התמקדות באספקטים שונים (ה-NSF מתמקד בהיצע ואילו ה-BLS מתמקד בביקוש) ועוד (NSF, 1999). לסיכום, קיים קושי להגיע להערכה אחידה ומוסכמת לגבי מספר הפרטים הכלולים בכוח האדם המדעי והטכנולוגי. קושי זה יכול לנבוע מהסיבות הבאות:

- שימוש בקריטריונים שונים להגדרת כוח אדם מדעי וטכנולוגי - הגדרה על-פי קריטריונים של עיסוק או של השכלה בנפרד, או הגדרה המאחדת את שני הקריטריונים של השכלה ועיסוק.

<sup>11</sup> BLS-Bureau of Labor Statistics – גוף האחראי לאיסוף נתונים סטטיסטיים בנושא תעסוקה וכוח אדם בארה"ב. <http://www.bls.gov>

<sup>12</sup> SESTAT - מערכת לאיסוף מידע על המאפיינים הדמוגרפים, מאפייני ההשכלה והתעסוקה של כוח אדם מדעי וטכנולוגי בארה"ב, מיסודה של קרן המדע הלאומית האמריקאית. <http://sestat.nsf.gov>

<sup>13</sup> ACS- American Community Survey -סקרים בנושאי חברה, כלכלה, דמוגרפיה ומשקי בית הנערכים במדינות ארה"ב, כחלק ממפקד האוכלוסין האמריקאי. <http://www.census.gov/acs>

- הכללה של תחומים שונים - ההגדרה של ה-OECD לגבי כוח אדם מדעי וטכנולוגי רחבה ומקיפה תחומי עיסוק רבים יותר כדוגמת משפטנים, אנשי מנהלה ומורים, בהשוואה להגדרה של ה-NSF.
- גודלו של כוח האדם המדעי והטכנולוגי משתנה בהתאם לקריטריון הנבחר. לדוגמה, על-פי ה-OECD (2005), אחוז המועסקים במקצועות מדעיים וטכנולוגיים במדינות ה-EU-25 הינו 27.8 אחוז וזאת בהשוואה ל-13.8 אחוז, שהם גם בעלי השכלה וגם מועסקים בתחומי המדע והטכנולוגיה על-פי נתוני האיחוד האירופי (2005).

### 1.3.1 ההיצע העתידי של כוח אדם מדעי וטכנולוגי במדינות ה-OECD

מידת ההיצע של כוח אדם מדעי וטכנולוגי יכולה להתבצע באמצעות מעקב אחר מספר התארים בתחומי המדע והטכנולוגיה ואחר מגמות הרישום לתחומים אלו במוסדות להשכלה גבוהה. ה-NSF (2006), מדווח כי ב-2002, יותר מתשעה מיליון סטודנטים ברחבי העולם קיבלו תואר ראשון כלשהו, מתוכם יותר משלושה מיליון סטודנטים קיבלו תואר בתחומי המדע וההנדסה. מספר הבוגרים במדע והנדסה לפי יבשות הוא: באסיה כמעט 1.5 מיליון סטודנטים קיבלו תואר ראשון במדע והנדסה, (מתוכם יותר משש מאות אלף בתחומי ההנדסה השונים). באירופה (כולל מזרח אירופה ורוסיה) 930,000 סטודנטים קיבלו תארים ראשונים במדע והנדסה ובצפון ומרכז אמריקה כמעט שש מאות אלף סטודנטים קיבלו תארים ראשונים במדע והנדסה. טבלה 1.4 מציגה את מספר מקבלי תואר ראשון (באלפים) במדע והנדסה ביבשות אסיה, אירופה וצפון אמריקה, ב-2002.

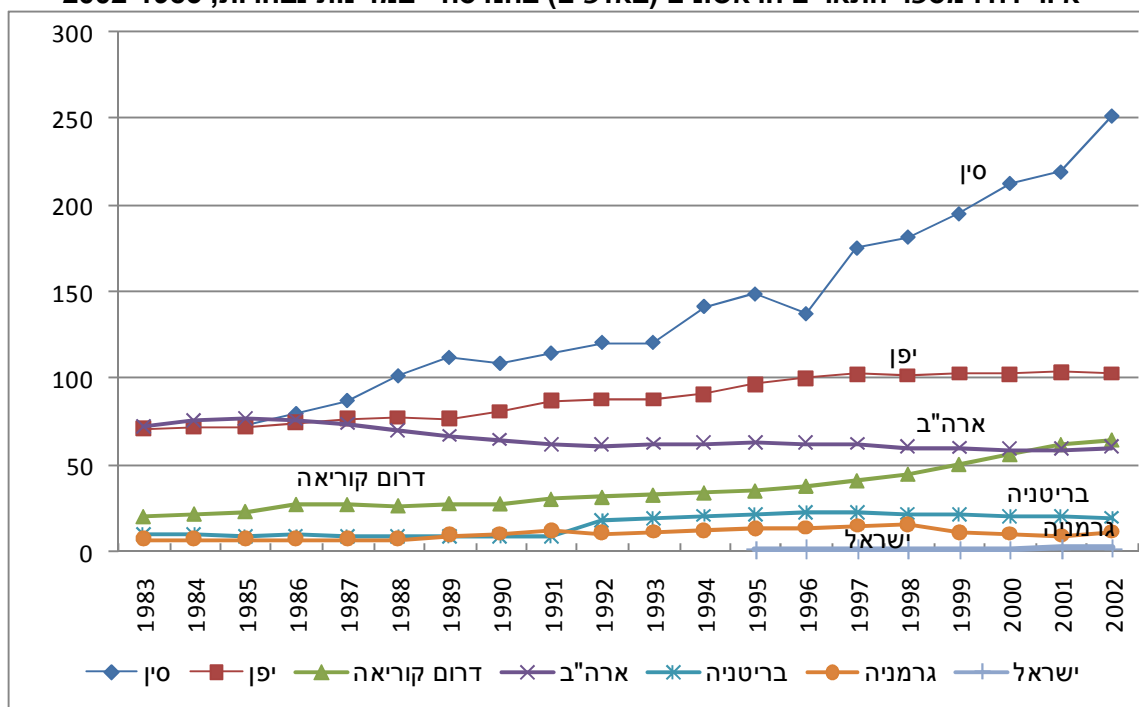
טבלה 1.4: מספר בוגרי תואר ראשון במדע והנדסה (באלפים) ביבשות אסיה, אירופה וצפון אמריקה, 2002

שם היבשת	הנדסה	פיזיקה/ ביולוגיה/ חקלאות	מתמטיקה/ מחשבים	מדעי החברה/ התנהגות	סה"כ
אסיה	635.72	398.69	38.96	423.43	1496.8
אירופה	369.67	253.51	90.10	216.92	930.2
צפון אמריקה	122.40	126.54	92.59	248.74	590.27

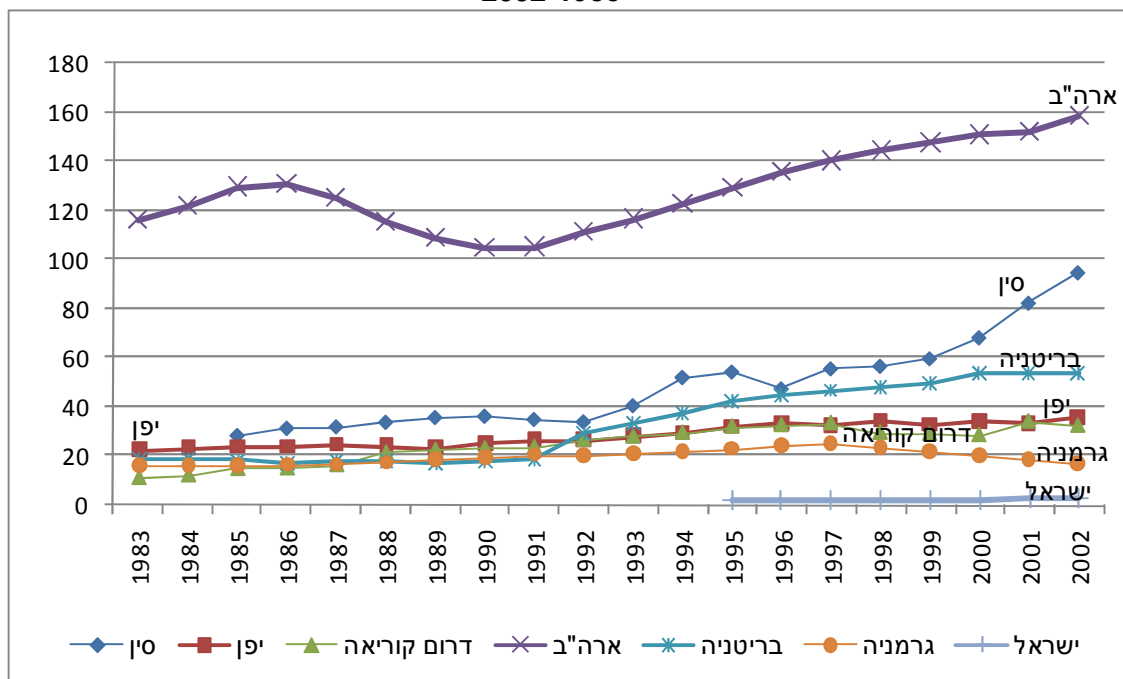
מקור: NSF, Science & Engineering Indicators 2006, Figure 2-31

אירורים 1.1 ו-1.2 מציגים את המגמות במספר התארים הראשונים שניתנו בתחומי מדעי הטבע וההנדסה בשני העשורים הקודמים, במדינות נבחרות. לפי הנתונים המוצגים באירורים, חל גידול משמעותי במספר התארים הראשונים בהנדסה אשר ניתנו בסין, יפן ובדרום קוריאה בהשוואה לארה"ב, בריטניה וגרמניה. לעומת זאת, בתחום מדעי הטבע, חל גידול במספר התארים הראשונים שניתנו בארה"ב ובסין בהשוואה ליפן ודרום קוריאה באותה תקופה. כפי שניתן לראות מהאירורים, לא חלו שינויים משמעותיים במספר בוגרי מדעי הטבע וההנדסה בישראל, בבריטניה ובגרמניה בין השנים 1983-2002.

איור 1.1: מספר התארים הראשונים (באלפים) בהנדסה<sup>14</sup> במדינות נבחרות, 2002-1983



איור 1.2: מספר התארים הראשונים (באלפים) בתחום מדעי הטבע<sup>15</sup> במדינות נבחרות, 2002-1983



מקור: NSF, Science & Engineering Indicators 2006, Figures 2-32

<sup>14</sup> הנתונים לגבי ישראל נלקחו מהשנתון הסטטיסטי של ישראל 1996-2004. תחום ההנדסה כולל גם את תחום הארכיטקטורה.

<sup>15</sup> תחום מדעי הטבע כולל את תתי התחומים הבאים: ביולוגיה, חקלאות, מדעים פיזיקאליים, מחשבים ומתמטיקה.

לפי דו"ח של האיחוד האירופי (2005), ב-2003, 24.2 אחוז מהתארים הראשונים במדינות ה-EU-25 היו בתחומי המדע והטכנולוגיה וזאת בהשוואה ל-23.1 אחוז ביפן ו-18.5 אחוז בארה"ב. יש לציין, כי ביפן יש מספר גבוה של בוגרים בהנדסה (כעשרים אחוז) ומספר נמוך במיוחד של בוגרים בתחומי המדע (כשלושה אחוז).

החל מ-1998, חלה עלייה במספר מקבלי התארים במדע והנדסה במדינות ה-OECD. בין השנים 1998-2002, 23 אחוז מתוך 5.9 מיליון התארים במדינות ה-OECD ניתנו בתחומי המדע וההנדסה. ברם, קיימים הבדלים בין המדינות השונות בהיצע ההתחלתי של בוגרי תארים במדע וטכנולוגיה. במדינות מסוימות יש יותר בוגרים בתחומי ההנדסה ואילו במדינות אחרות יש יותר בוגרים בתחומי המדע. הבדלים אלו משקפים את מבנה התעשייה, המסורות האקדמיות השונות ומדיניות מימון של מחקר והשכלה גבוהה (OECD, 2006).

לפי דו"ח שפורסם על-ידי הפורום הגלובאלי למדע של ה-OECD<sup>16</sup>, בין השנים 1993-2003, חלה עלייה במספר הסטודנטים למדע וטכנולוגיה במדינות ה-OECD. אולם, השיעור היחסי של הסטודנטים למדע וטכנולוגיה כחלק מאוכלוסיית הסטודנטים ירד. העלייה במספר הסטודנטים השתנה בהתאם לתחומי הלימוד השונים. בין השנים 1995-2003, ברוב מדינות ה-OECD, מגמת הרישום לחוגים להנדסה הינה יציבה וחיובית. ברוב המדינות, מהווים הסטודנטים להנדסה בין ארבעים אחוז לשישים אחוז מתוך כלל הסטודנטים למדע וטכנולוגיה (במיוחד ברמת התואר הראשון והשני). לעומת זאת, ישנה ירידה במספר הסטודנטים הנרשמים לחוגים למתמטיקה ולמדעים הפיזיקאליים. אחוז הסטודנטים במדעי החיים ובהנדסה נותר יציב בשל שתי סיבות עיקריות: העלייה במספר הסטודנטיות במדעי החיים והעניין הגובר בתחומי ההנדסה המבטיחים תעסוקה בשוק העבודה. מספר הסטודנטים למדעי המחשב גדל באופן דרמטי. יתכן שחלק מהירידה במספר הסטודנטים למדעים פיזיקאליים, נובע מהמעבר לתחום המחשבים (OECD, 2006).

לפי נתוני האיחוד האירופאי, בין השנים 1998-2004, במדינות ה-EU-25, מספר מקבלי התארים ברמות ISCED6, ISCED5 גדל ב-38% (תוספת של 900,000 בוגרים). חלקם של מקבלי התארים בתחומי מדעי החברה, מינהל עסקים ומשפטים מתוך כלל התארים עלה באופן ניכר (בשנת 1998 הם היוו 31% ממקבלי התארים בהשוואה ל-34.1% בשנת 2004), חלה עלייה קלה בחלקם של מקבלי התארים במדעים, מתמטיקה ומחשבים (מ-10% ב-1998 ל-10.2% ב-2004) וירידה בחלקם של מקבלי התארים בהנדסה (מ-14.5% ב-1998 ל-12.8% ב-2004) (IPTS, 2007).

לסיכום, בעשור האחרון מספר מקבלי התארים במדע והנדסה גדל במספרים אבסולוטיים. אולם שיעור הגידול משתנה בין המדינות השונות ובין תחומי הלימוד השונים (לדוגמה, עלייה במספר מקבלי התארים במחשבים, ירידה במספר מקבלי התארים במדעים פיזיקאליים).

טבלה 1.5 מציגה את אחוז התארים במדע והנדסה ואת אחוז הגידול השנתי הממוצע בתארים במדע והנדסה במדינות נבחרות, ב-2003.

---

<sup>16</sup> OECD Global Science Forum - פורום להתייעצויות בין עובדי ציבור העוסקים במדיניות מדע וטכנולוגיה. [http://www.oecd.org/document/60/0,2340,en\\_2649\\_34319\\_1813628\\_1\\_1\\_1\\_1,00.html](http://www.oecd.org/document/60/0,2340,en_2649_34319_1813628_1_1_1_1,00.html)

**טבלה 1.5: אחוז מקבלי התארים (ISCED 6, ISCED 5) במדע והנדסה כחלק מסך כלל התארים במדינות נבחרות, 2003**

מדינה	אחוז מקבלי התארים בתחומי המדע	אחוז מקבלי התארים בתחומי ההנדסה	סה"כ מדע והנדסה	אחוז הגידול השנתי הממוצע של בוגרי מדע והנדסה בין השנים 1998-2003 <sup>17</sup>
שבדיה	9.6	20.9	30.5	3.3
אירלנד	18.0	11.9	29.9	-1.4
צרפת	13.0	16.4	29.4	-0.9
פינלנד (2002)	7.4	21.4	28.7	2.4
אוסטריה	7.0	21.4	28.4	-3.3
ספרד	11.2	16.9	28.1	5.1
גרמניה	9.4	17.0	26.4	-1.6
בריטניה	17.0	8.8	25.8	-2.9
צ'כיה	7.9	16.6	24.5	-0.1
EU-25	11.0	13.2	24.2	-0.8
סלובקיה	8.8	15.3	24.1	2.7
יפן	3.0	20.1	23.1	-1.5
איטליה (2002)	7.6	15.3	22.9	-1.4
ליטא	5.0	17.4	22.4	-1.9
דנמרק	8.5	11.3	19.8	0.3
בלגיה	9.1	10.2	19.3	0.6
פורטוגל	6.0	13.0	19.0	1.1
סלובניה	3.4	15.2	18.6	-4.8
ארה"ב	10.6	7.9	18.5	1.7
אסטוניה	7.9	9.3	17.1	-0.9
הולנד	5.6	10.7	16.3	-0.8
פולין	5.1	9.6	14.6	-0.6
לוקסמבורג (2000)	10.7	3.8	14.6	-16.8
לאטביה	6.3	7.1	13.4	-7.0
קפריסין	9.0	3.1	12.0	3.8
הונגריה	2.9	8.3	11.2	-9.1
מלטה	4.1	4.8	8.9	12.5

מקור: European Commission, Key Figures 2005, Figure II.5.2.2

**1.3.2 ההיצע העתידי של כוח אדם מדעי וטכנולוגי בארה"ב**

מאז שנות השמונים, עלה מספר הנרשמים למוסדות להשכלה גבוהה בארה"ב מ-12.6 מיליון סטודנטים ב-1983 ל-15.7 מיליון סטודנטים ב-2001. ה-NSF (2006) מדווח כי לאורך עשרים השנים שבין 2002-1983, אחוז התארים הראשונים, שניתנו במדע והנדסה היה בין שלושים אחוז ל-34 אחוז מכלל התארים הראשונים בארה"ב. ב-2002, היוו תארים במדע והנדסה שליש מכלל התארים הראשונים בארה"ב וזאת בהשוואה ל-64 אחוז מכלל התארים הראשונים ביפן, 57 אחוז מכלל התארים הראשונים בסין ו-47 אחוז מכלל התארים הראשונים בדרום קוריאה. בארה"ב, מספר התארים הראשונים בתחומי המדע וההנדסה גדל מ-317,600 תארים ב-1983 ל-415,600 תארים ב-2002. תארים ראשונים במדעים מדויקים (פיזיקה, מדעי החיים, מדעי הסביבה, מחשבים ומתמטיקה) היוו 12 אחוז מכלל התארים הראשונים,

<sup>17</sup> אחוז הגידול עבור לוקסמבורג נמדד בין השנים 1998-2000; איטליה, פינלנד 1998-2002; קפריסין 1999-2003; בלגיה 2003-2000; בריטניה 2003-2001.



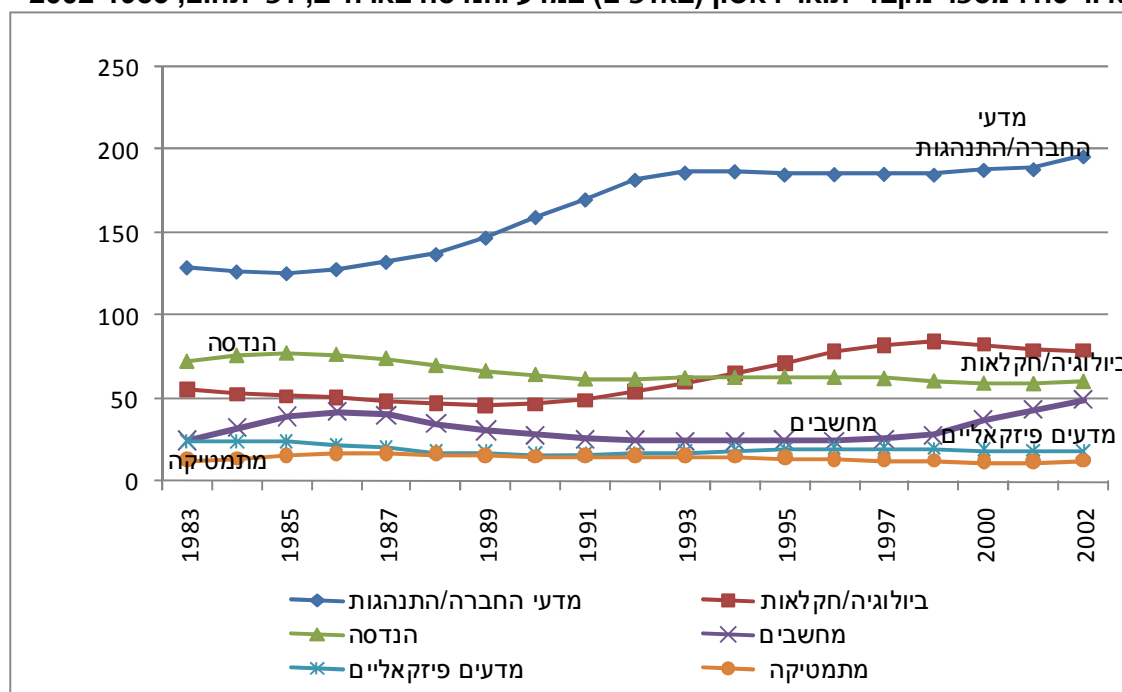
תארים ראשוניים בהנדסה היוו 5 אחוז מכלל התארים הראשונים ותארים במדעי החברה היוו כ-15 אחוז מכלל התארים הראשונים.

כפי שניתן לראות, נתוני ה-NSF אינם תואמים לנתוני האיחוד האירופי (לפי ה-NSF שליש מהתארים הראשונים בארה"ב ניתנו בתחומי המדע והנדסה וזאת בהשוואה ל-18.5 אחוז לפי האיחוד האירופי). חוסר התאמה זה נובע, קרב לוודאי, כתוצאה מאי הכללתו של תחום מדעי החברה בנתוני האיחוד האירופי.

לפי דו"ח ה-NSF (2006), המגמות במספר התארים הראשונים תלויות בתחומי הלימוד השונים: בארה"ב, מספר מקבלי התארים הראשונים בביולוגיה וחקלאות עלה בשנות התשעים וירד בתחילת שנות האלפיים, מספר מקבלי התארים הראשונים במדעי החברה עלה בעקביות החל מאמצע שנות התשעים ומספר מקבלי התארים הראשונים במחשבים ירד באמצע שנות התשעים ועלה באופן ניכר בין השנים 1998-2002.

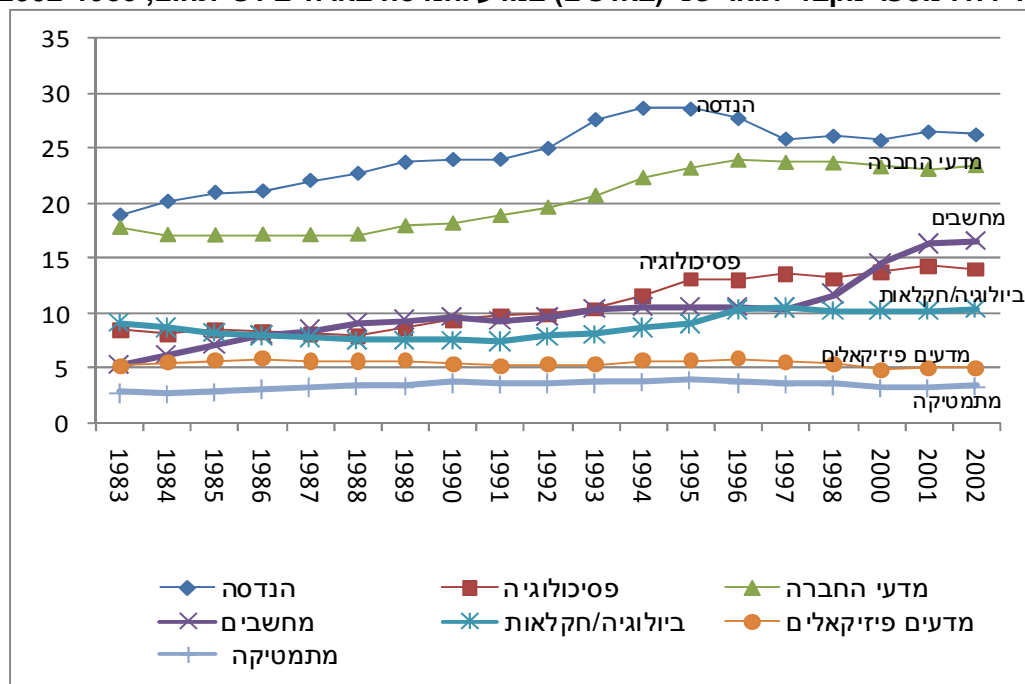
כמו כן, חלה עלה מספר הבוגרים, שלהם תואר שני בתחומי המדע וההנדסה מ-67,700 ב-1983 ל-99,200 ב-2002. העלייה ניכרת במיוחד בתחומים הבאים: הנדסה, מדעי החברה, מחשבים ופסיכולוגיה. אירורים 1.3 ו-1.4 מציגים את המגמות במספר מקבלי תואר ראשון ושני בתחומי המדע וההנדסה בארה"ב, בין השנים 1983-2002.

איור 1.3: מספר מקבלי תואר ראשון (באלפים) במדע והנדסה בארה"ב, לפי תחום, 2002-1983



מקור: NSF, Science & Engineering Indicators 2006, Figure 2-10

איור 1.4: מספר מקבלי תואר שני (באלפים) במדע והנדסה בארה"ב לפי תחום, 1983-2002



מקור: NSF, Science & Engineering Indicators 2006, Figure 2-13

### 1.3.3 נתונים על בוגרי תואר שלישי

לבוגרי תואר שלישי ולחוקרים יש תפקיד מיוחד בשוק העבודה המדעי והטכנולוגי. ההתקדמות במדע ובמחקר נסמכת עליהם והם מהווים את הבסיס לחברי הסגל האקדמי, המעבירים את הידע שלהם לדורות הבאים של הסטודנטים. גם בתעשייה, בעלי תואר שלישי הם בעלי חשיבות בקידום ובפיתוח טכנולוגיות חדשות, במיוחד בתעשיות העוסקות בתחומים הקרובים למחקר בסיסי (מדעי החיים, ננו טכנולוגיה ומחשוב).

לפי נתוני ה-OECD (2006), ב-2002 היו כ-156 אלף בוגרי תואר שלישי במדינות ה-OECD. מתוכם, 51 אחוז הם ממדינות ה-EU-19<sup>18</sup>, 28 אחוז מארה"ב ו-13 אחוז מיפן. 55 אחוז מבוגרי תואר שלישי בתחומי המדעים וההנדסה הינם ממדינות האיחוד האירופי, 25 אחוז הינם מארה"ב ותשעה אחוז מיפן. העלייה במספר בוגרי תואר שלישי במדינות האיחוד האירופי נבעה משלוש סיבות עיקריות: יצירתן של תוכניות לימודים לתואר שלישי באירופה והתרחבותן במהלך שנות השמונים והתשעים; עלייה במספר המלגות לתואר שלישי ומחסור במשרות עבור בוגרי תואר שני וראשון.

טבלה 1.6 מציגה את מספר מקבלי תואר שלישי במדע, הנדסה ובתחומים אחרים למיליון איש במדינות נבחרות, ב-2002.

<sup>18</sup> ב-EU-19 נכללות המדינות הבאות: אוסטריה, איטליה, אירלנד, בלגיה, בריטניה, גרמניה, דנמרק, הולנד, הונגריה, יוון, לוקסמבורג, סלובקיה, ספרד, פורטוגל, פולין, פינלנד, צ'כיה, צרפת, שבדיה.  
<http://stats.oecd.org/glossary/detail.asp?ID=7020>

טבלה 1.6: מספר בוגרי תואר שלישי במדע, הנדסה ובתחומים אחרים למיליון איש במדינות נבחרות, 2002

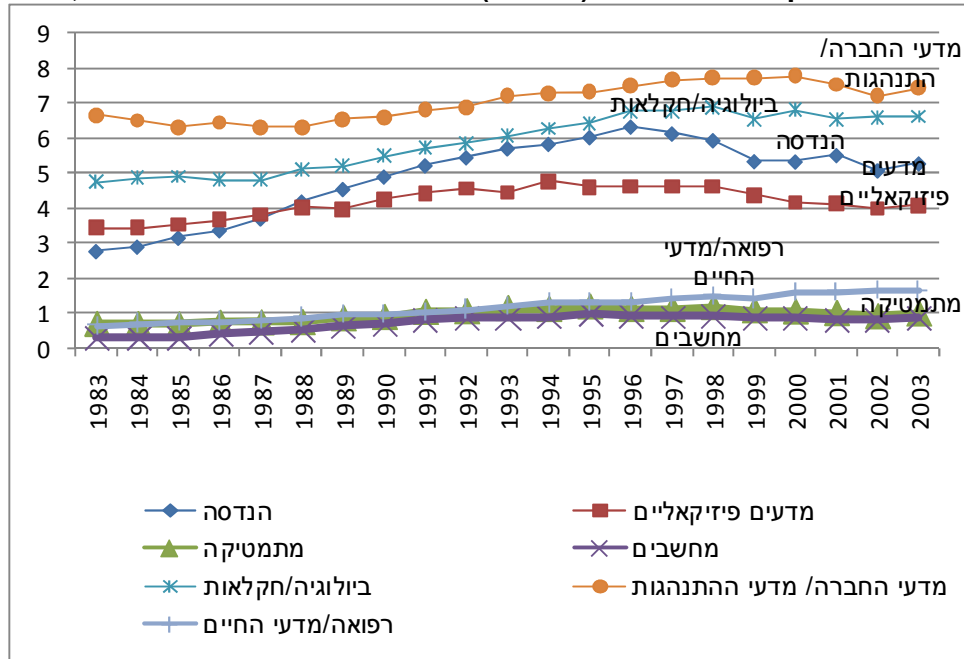
מדינה	מדע	הנדסה	מדע והנדסה	אחר	כללי	גידול שנתי ממוצע בין השנים 19 2002-1998
שבדיה	89.6	103.9	193.5	200.6	394.1	6.4
שוויץ	112.2	43.9	156.1	225.2	381.3	-0.2
פינלנד	61.9	69.2	131.1	214.4	345.5	1.3
גרמניה	76.1	28.7	104.9	184.1	289.0	-1.1
אוסטריה	61.6	42.7	104.3	158.6	262.9	2.8
בריטניה	87.7	34.1	121.8	118.1	239.9	6.5
אוסטרליה	56.3	23.1	79.4	118.5	197.9	4.5
צרפת	81.2	15.6	96.8	72.6	169.4	0.5
ספרד	50.1	11.5	61.6	105.6	167.1	3.8
נורבגיה	0.4	5.5	5.9	157.1	163.0	1.4
הולנד	30.3	27.5	57.8	100.5	158.3	0.7
פורטוגל (2000)	32.8	28.3	61.0	94.1	155.1	-
ארה"ב	34.7	18.7	53.4	99.8	153.2	-1.0
קנדה (2000)	29.4	18.9	48.3	81.4	153.2	1.2
קוריאה	17.8	39.9	57.7	82.8	140.5	7.3
בלגיה	53.0	15.8	68.8	68.0	136.8	10.4
סלובקיה	25.3	30.3	55.6	80.9	136.5	19.0
דנמרק	32.9	13.2	46.1	90.0	136.2	15.0
אירלנד	62.1	18.3	80.5	52.0	132.4	3.7
צ'כיה	43.4	22.4	65.8	64.3	130.1	14.2
ניו-זילנד	46.3	11.1	57.3	70.9	128.3	5.6
פולין	0.4	19.0	39.4	75.7	115.1	0.0
יפן	17.8	24.1	41.9	65.1	107.1	8.1
הונגריה	16.2	8.3	24.5	72.3	96.8	-5.1
איטליה	14.1	12.7	26.8	41.7	68.6	3.5
תורכיה	5.6	4.9	10.5	25.0	35.5	1.1

מקור: OECD, Science Technology and industry Outlook 2006, Figure 3.5

לפי נתוני ה- NSF (2006), מספר מקבלי תואר שלישי במוסדות אקדמיים בארה"ב עלה מאמצע שנות השמונים עד שהגיע לשיא ב- 1998 ולאחריו חלה ירידה. העלייה, שחלה במספר מקבלי תואר שלישי עד ל-1998 מיוחסת לעלייה במספר מקבלי תואר שלישי, שאינם ילידי ארה"ב. רוב הגידול ניכר, במיוחד, בתחומים הבאים: מדעי החברה, ביולוגיה/חקלאות והנדסה. אזור 1.5 מציג את מספר מקבלי תואר שלישי במדע והנדסה בארה"ב לפי תחום, בין השנים 2002-1983.

<sup>19</sup>קצב הגידול השנתי עבור דנמרק וסלובקיה נמדד בין השנים 1999-2002; בלגיה ופורטוגל 1998-2000; פולין - 2001-1998.

**איור 1.5: מספר מקבלי תואר שלישי (באלפים) במדע והנדסה בארה"ב לפי תחום, 1983-2002**



מקור: NSF, Science & Engineering Indicators 2006, Figure 2-16

**1.3.4 נתונים על חוקרים**

לפי ה-OECD Frascati Manual, מוגדרים החוקרים כאנשי מקצוע העוסקים ביצירה ובניהול של ידע, מוצרים, תהליכים, שיטות ומערכות חדשות.

לפי נתוני האיחוד האירופי, ב-2003, עמד מספר החוקרים ביפן על 10.1 חוקרים לאלף מועסקים, בארה"ב היו 9.4 חוקרים לאלף מועסקים ובמדינות ה-EU-25 היו 5.4 חוקרים לאלף מועסקים.

הגידול השנתי הממוצע במספר החוקרים במדינות האיחוד האירופי עמד על 2.8 אחוז, 3.2 אחוז בארה"ב ו- 2.1 אחוז ביפן. 49% מהחוקרים באיחוד האירופאי מועסקים במגזר העסקי בהשוואה ל-67.9% ביפן ול-80.5% בארה"ב. במדינות השונות של האיחוד האירופי קיימת שונות רבה במספר החוקרים: במדינות, שבהן פעילות המו"פ הינה הגדולה ביותר, אחוז החוקרים מתוך כלל האוכלוסייה הינו הגבוה ביותר: פינלנד (16.2 אחוז) ושבדיה (10 אחוז), וזאת בהשוואה למדינות דרום אירופה ומדינות האיחוד החדשות.

שיעור החוקרים המועסק במגזר העסקי משתנה בין המדינות ועומד בין 6.7 אחוז בליטא ל-85 אחוז בלוקסמבורג. במדינות דוגמת מקסיקו, תורכיה, פורטוגל, יוון, פולין וסלובקיה יש שיעור נמוך של חוקרים המועסקים במגזר העסקי (פחות מאחד לכל אלף מועסקים בתעשייה). הסיבה נעוצה במאפיינים הייחודיים למדינות אלו, שבהן המגזר העסקי תופס תפקיד קטן יותר במערכת המו"פ הלאומית בהשוואה למגזר הממשלתי ולמערכת ההשכלה הגבוהה. לעומת זאת, במדינות כדוגמת פינלנד, ארה"ב, יפן ושבדיה, מספר החוקרים המועסקים במגזר העסקי עולה על שישה לאלף מועסקים (EC, 2005).

מספר החוקרים המועסקים במשרה מלאה (FTE) במדינות אירופה גדל מ-927,000 בשנת 1995 ל-1.22 מיליון ב-2004, גידול בשיעור שנתי ממוצע של 3% (IPTS, 2007).

טבלה 1.7 מציגה את מספר החוקרים לאלף מועסקים ב-2003 ואת קצב הגידול השנתי הממוצע לחוקרים במדינות ה-OECD, בין השנים 1997-2003.

טבלה 1.7: מספר החוקרים (FTE) לאלף מועסקים במדינות שונות ב- 2003, קצב הגידול הממוצע (באחוזים) במספר החוקרים, בין השנים 1997-2003

מדינה	מספר החוקרים לאלף מועסקים	קצב הגידול השנתי הממוצע בין השנים 1997-2003
פינלנד	16.2	7.0
שבדיה (2001)	10.1	4.6
יפן	10.1	2.1
ארה"ב (1999)	9.0	3.2
דנמרק	8.6	2.1
בלגיה	7.9	3.8
צרפת (2002)	6.8	3.0
גרמניה	6.3	1.5
בריטניה (1998)	5.5	4.1
אוסטריה	5.5	5.7
EU-25	5.4	2.8
הולנד	5.1	1.2
אירלנד (2002)	5.0	2.5
סלובניה	5.0	2.7
ספרד	4.9	7.5
אסטוניה	4.5	0.3
ליטא (2000)	4.0	-1.5
סלובקיה	3.7	-1.4
פורטוגל	3.6	4.5
הונגריה	3.6	4.5
פולין	3.5	1.0
יוון	3.3	5.8
צ'כיה	3.0	4.2
לאטביה	2.9	4.3
איטליה	2.8	0.7

מקור: European Commission Key Figures 2005, Figure II.5.1.1

#### 1.4 היבטים מתודולוגיים במחקרי היצע של כוח אדם מדעי וטכנולוגי

הביקורת העיקרית על המחקרים והנתונים על ההיצע של כוח אדם מדעי וטכנולוגי, נוגעת להגדרות ולסיווג של כוח אדם מדעי וטכנולוגי ועיקרה - מי נכלל בהגדרה של כוח אדם מדעי וטכנולוגי (סוגי תארים ועיסוקים).

Wilkinson (2002) מנה את החסרונות הבאים באופני הסיווג השונים של כוח אדם מדעי וטכנולוגי:

- עיסוק** - הסיווג על-פי העיסוק לא מתייחס לפרטים המשתמשים בידע שרכשו בתחומי ההנדסה והטכנולוגיה, אך יש להם סיווג מקצועי אחר כדוגמת: מנהלים, אנשי מכירות וכתבים טכניים. כמו כן, אין התייחסות גם לפרטים שלהם השכלה בתחומי המדע והטכנולוגיה אך הם עוסקים במקצוע אחר.
- השכלה** - הקושי נעוץ בסיווג פרטים בעלי מספר תארים: לדוגמה, אדם בעל תואר ראשון בביולוגיה ותואר שני בהנדסה. הפתרון המוצע הוא לסווג לפי הרמה שבה ניתן התואר הגבוה ביותר. קושי נוסף הוא כיצד יסווגו פרטים המועסקים בשוק העבודה המדעי והטכנולוגי ללא השכלה פורמאלית בתחום. היתרון בסיווג הכפול (תעסוקה והשכלה) של כוח אדם מדעי וטכנולוגי נעוץ באפשרות לבחון גם את צד ההיצע, במונחים של הכשרה, וגם את צד הביקוש, במונחים של תעסוקה. אך החיסרון הוא בכך, שהסיווג

הכפול אינו מאפשר מדידה אחידה, ומקשה על השוואות בין שני הסוגים של הנתונים, מכיוון ששתי שיטות הסיווג מבוססות על הנחות שונות.

סוגייה נוספת הינה האם למנות את כוח האדם המדעי והטכנולוגי העוסק במו"פ על-פי ספירת ראשים (Head Count) או לפי מספר המשרות המלאות (FTE).

מדידת כוח האדם המדעי והטכנולוגי על-פי ספירת ראשים מתייחסת למספר הכולל של האנשים המועסק במחקר ופיתוח במשרה מלאה או חלקית. שיטה זו קלה יותר משום, שהיא מתייחסת ליחידה ספציפית של תעסוקה. אולם שימוש בה למדידת פעילות המו"פ עלול להיות מטעה, מכיוון שתיתכן הערכת יתר של פעילות המו"פ וזאת משום שכוח האדם המדעי והטכנולוגי עוסק בפעילויות אחרות מלבד מחקר ופיתוח (לדוגמה, הוראה ואדמיניסטרציה). יתרון נוסף של השימוש בשיטה הוא האפשרות להשוות בקלות את הנתונים הנאספים לנתונים אחרים, כדוגמת סטטיסטיקות של תעסוקה, חינוך ודמוגרפיה.

לעומת זאת, המדידה על-פי ה-FTE הא סובייקטיבית יותר ותלויה בשיטת הסקר ההערכה הננקטת. בשיטה זו, נמדד אחוז הזמן, שהעובד מקדיש לפעילות של מו"פ. לדוגמה, במידה שהעובד מקדיש שלוש אחוז מזמנו לפעילות מו"פ, הוא נמדד כ-0.3 משרה, עובד המקדיש שישה חודשים בשנה לפעילות מו"פ נמדד כ-0.5 משרה. כמו כן, הסיווג של מגזרי פעילות המו"פ אינו אחיד ומשתנה בין מדינות שונות ולאורך זמן (Huyver & Westhol, IPTS, 2007).

Godin (1989) מצביע על קשיים נוספים הקשורים למדידה של כוח אדם מדע וטכנולוגי:

- קושי בהמרה בין הנתונים הנאספים על-פי הסיווגים השונים המקובלים ב-ISCO וה-ISCED.
- קושי בהתאמה בין הכשרה מקצועית לעיסוק.

Canibano & Sanchez (אצל ה- OECD, 1999) טוענים, שאין הנחות עקביות לגבי כוח אדם מדעי וטכנולוגי היכולות להוות מסגרת לפיתוח מדיניות בתחומי החינוך, מדע ושווקי העבודה. החוקרים מונים את הצעדים הבאים לשיפור המתודולוגיה של המחקרים בנושא כוח אדם בתחומי המדע והטכנולוגיה:

- 1) יש להקים יחידה מנהלתית שתהיה אחראית על איסוף וניתוח נתונים לגבי שוק העבודה המדעי והטכנולוגי (לדוגמה, ה-INE<sup>20</sup> בספרד). תפקידה של יחידה זו יהיה להפיק מהנתונים הקיימים ניתוח קוהרנטי. כך, ניתן יהיה לגלות כפילויות וחסרים בנתונים ולהציע פתרונות.
- 2) קיים צורך במחקרים לגבי תפקוד שווקי העבודה של כוח אדם מדעי וטכנולוגי, כולל חקר המשתנים המשפיעים על ההיצע ועל הביקוש לכוח אדם זה.
- 3) שינוי ההיצע והביקוש של כוח אדם מדעי וטכנולוגי הינו תהליך ארוך טווח. מומלץ לצרף לכל תוכנית להגדלת ההיצע של כוח אדם מדעי וטכנולוגי, תוכנית הערכה של השפעות התוכנית, באופן שיתקבל משוב בזמן אמת.
- 4) הוספת שאלות לשאלונים המשמשים לאיסוף נתונים לגבי כוח אדם מדעי וטכנולוגי. בין השאלות המוצעות: משכורות של חוקרים ביחס להוצאות המו"פ, אחוז אבטלה מפולח לפי מין, תחום לימוד וגיל.

---

<sup>20</sup> INE – Instituto Nacional de Estadística - National Statistics Institute- <http://www.ine.es/>

## 2. מאפייני שוק העבודה המדעי והטכנולוגי במדינות ה-OECD

בפרק זה יובא תיאור של שוק העבודה המדעי והטכנולוגי הן על-פי פרמטרים כמותיים (שכר, אבטלה ועוד) והן על-פי פרמטרים איכותיים (תיאור הכישורים הנדרשים בשוק העבודה המדעי והטכנולוגי).

### 2.1 תיאור שוק העבודה המדעי והטכנולוגי על-פי פרמטרים כמותיים

מקובל לאפיין את שוק העבודה בעזרת מספר אינדיקטורים שיפורטו להלן: שכר, אבטלה, גיל, דפוס פרישה, התפלגות תארים, תעסוקה על-פי מגזרים, אופן העסקה וניידות.

**שכר** – אחד האינדיקטורים לביקוש של כוח אדם בשוק העבודה. באופן כללי, ככל שהביקוש לעובדים עולה, כך רמת השכר המשולמת לעובדים עולה.

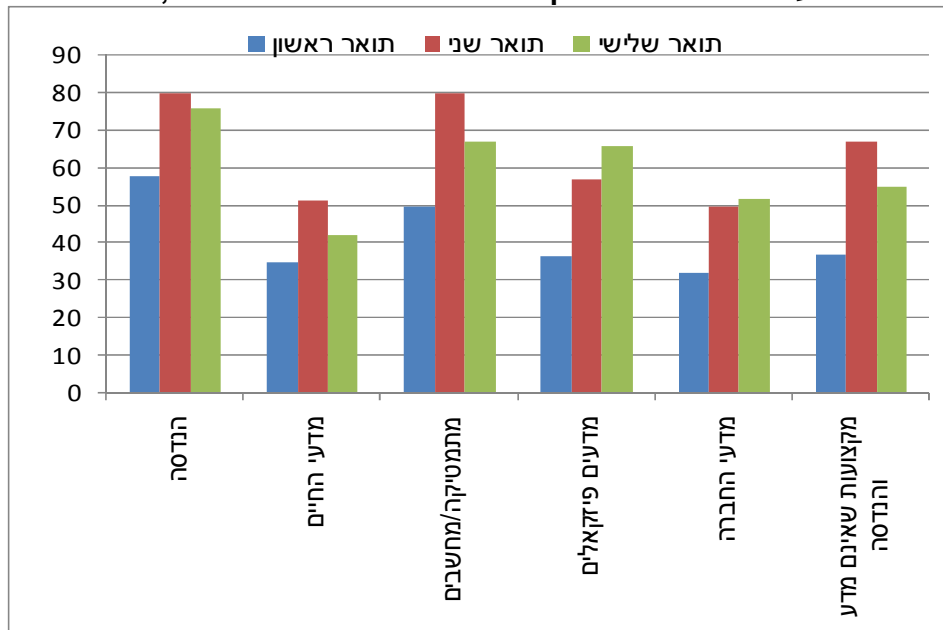
ה- NSF (2006), מצביע על עלייה של 28 אחוז במשכורות החציוניות (median salary) המשולמות לבעלי תואר ראשון בתחומי המדעים וההנדסה בארה"ב לעומת עלייה של 7.7 אחוז במשכורות החציוניות המשולמת לבוגרי תואר ראשון אחר. בין השנים 1993-2003, עלו המשכורות ב-24.5 אחוז בתחומי מדעי החיים, 28 אחוז בתחומי המחשבים והמתמטיקה, 34.1 אחוז בתחומי ההנדסה. העלייה הקטנה ביותר של 9.5 אחוז הייתה בתחום הפיזיקה.

ברמת השכר לבעלי התואר השני, בין השנים 1993-2003, מצטמצמים הפערים במשכורות החציוניות המשולמות בתחומי המדע וההנדסה בהשוואה לשאר התחומים: חלה עלייה של 47.9 אחוז בתחום ההנדסה, 42.9 אחוז בתחומי מדעי החיים, עלייה של 31.8 אחוז בתחום המדעים הפיזיקאליים, עלייה של 54.8 אחוז בתחום המתמטיקה וזאת בהשוואה לעלייה של 52.7 אחוז במקצועות שאינם בתחומי המדע וההנדסה.

ברמת השכר לבעלי התואר השלישי, בין השנים 1993-2003, חלה עלייה במשכורות החציוניות בתחומי המדע וההנדסה כך: 31.9 אחוז בתחומי המדעים הפיזיקאליים, 19.3 אחוז בתחום ההנדסה, 18.6 אחוז בתחומי המתמטיקה ומדעי המחשב ועלייה של 0.3 אחוז בלבד בתחומי מדעי החיים. זאת בהשוואה לעלייה של ארבעה אחוז במשכורות המשולמות למועסקים, שאינם בתחומי המדע וההנדסה.

איור 2.1 מציג את המשכורת החציונית המשולמת (באלפי דולרים) לבעלי תארים במדע והנדסה בארה"ב, שנה עד חמש שנים לאחר קבלת התואר לפי תחום וסוג תואר, ב-2003.

**איור 2.1: המשכורת החצינית (באלפי דולרים) לבעלי תארים בתחומי המדע וההנדסה בארה"ב, שנה עד חמש שנים לאחר קבלת התואר לפי תחום וסוג תואר, 2003**



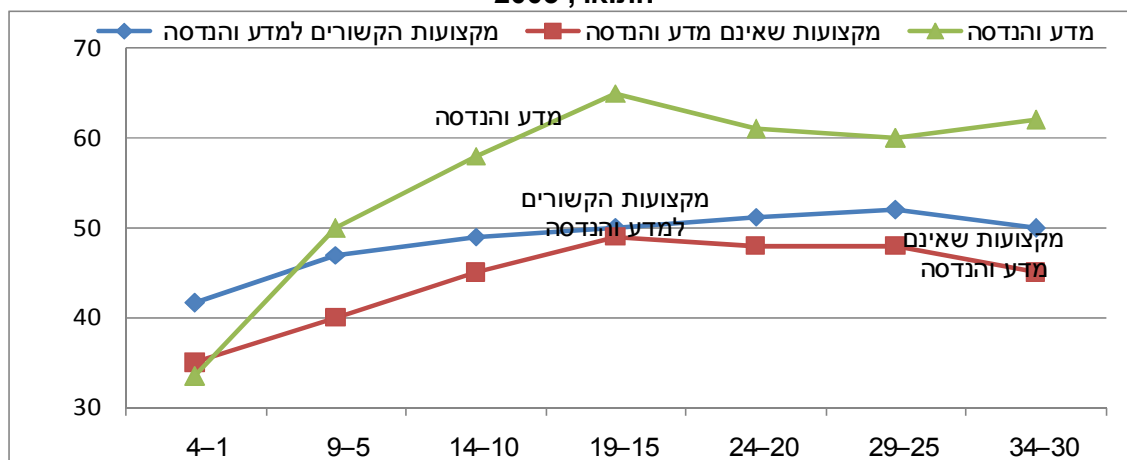
מקור: NSF, Science & Engineering Indicators 2006, Figure 3-8

כפי שניתן לראות, המשכורת החצינית המשולמת לבעלי תואר שלישי בהנדסה, מדעי החיים, מתמטיקה ומחשבים הינה נמוכה יותר בהשוואה לבעלי תואר שני באותו תחום.

באופן דומה, גם המשכורות של בעלי תואר ראשון במדע והנדסה לאורך הקריירה המקצועית גבוהות בהשוואה לבוגרי תואר ראשון בתחומים אחרים. ב-2003, המשכורת החצינית לבעלי תואר ראשון במדע והנדסה בארה"ב, 15-19 שנים לאחר קבלת התואר הינה \$65,000 בהשוואה ל-\$49,000 לבעלי תואר ראשון בתחומים אחרים.

איור 2.2 מציג את העלייה במשכורות המשולמות לבעלי תארים בתחומים שונים בארה"ב, מספר שנים לאחר קבלת התואר, ב-2003.

**איור 2.2: המשכורת החצינית (באלפי דולרים) לבעלי תואר ראשון בארה"ב מספר שנים לאחר קבלת התואר, 2003**

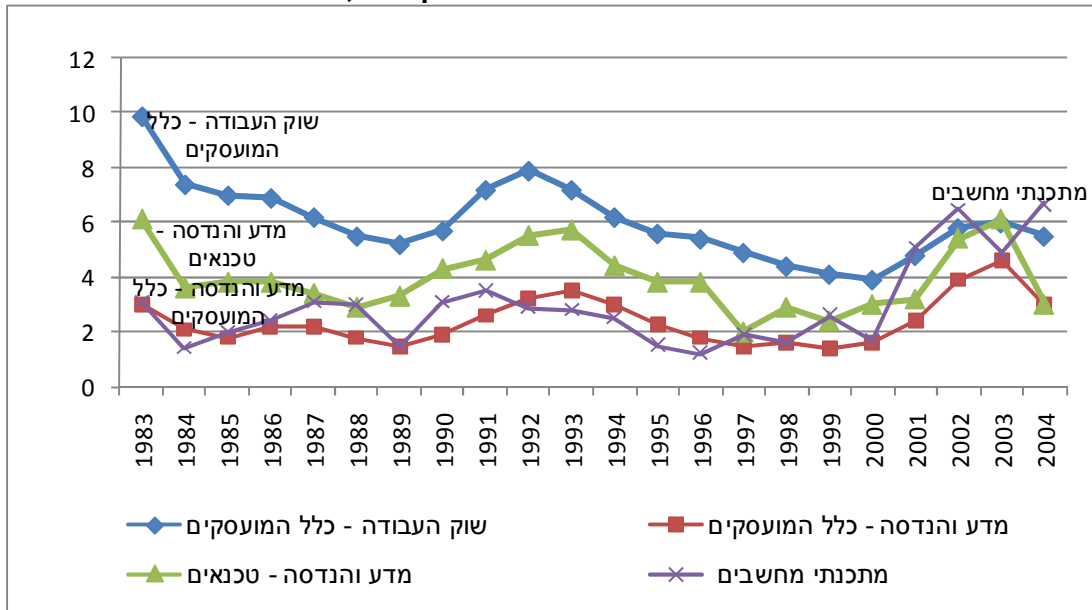


מקור: NSF, Science & Engineering Indicators 2006, Figure 3-9



**אבטלה** - ה-NSF (2006), מדווח על שיעורי אבטלה נמוכים של כוח אדם מדעי והנדסי בארה"ב בין 1.4 אחוז ב-1999 ל-4.6 אחוז, ב-2003. שיעורי אבטלה אלו הם הנמוכים והיציבים ביותר בהשוואה לשיעורי האבטלה העומדים בין 3.9 אחוז ל-9.9 בהתאמה, מכוח העבודה הכללי. Kemnitzer et al. (2005), מדווחים על שיעור אבטלה של 4.3 אחוז בקרב מהנדסים בארה"ב ב-2003, לפי הפירוט הבא: 7 אחוז מהנדסי חומרה, 6.2 אחוז מהנדסי אלקטרוניקה, 5.2 אחוז מהנדסי תוכנה ו-3.3 אחוז מהנדסי מכונות. איור 2.3 מציג את שיעורי האבטלה בארה"ב לפי מקצועות, בין השנים 1983-2004.

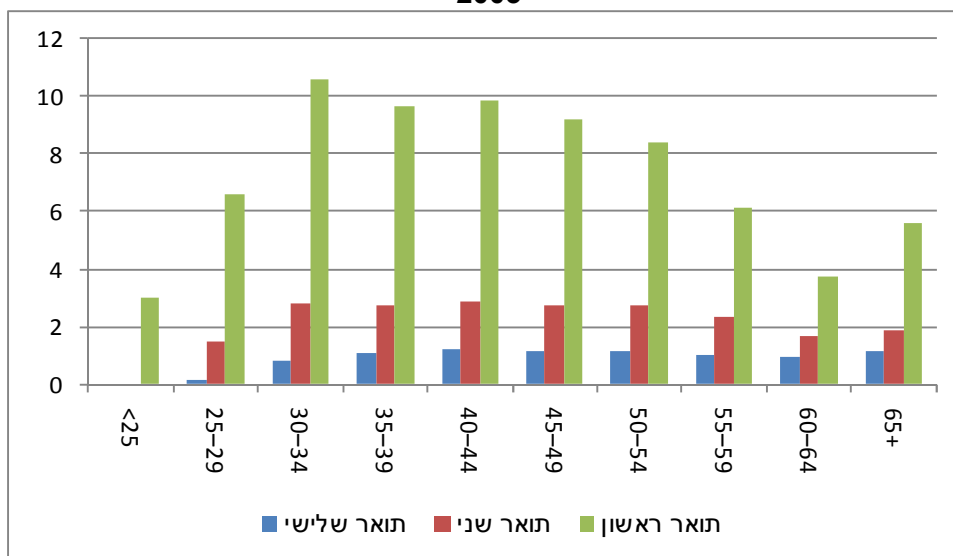
**איור 2.3: אחוזי האבטלה בארה"ב לפי מקצועות, 2004-1983**



מקור: NSF, Science & Engineering Indicators 2006, Figure 3-12

באופן דומה, ה-Eurostat (2006), מדווח על שיעור אבטלה של 3.5 אחוז בקרב פרטים בעלי השכלה בתחומי המדע והטכנולוגיה ב-2004, במדינות ה-EU-25. שיעורי האבטלה הגבוהים ביותר של כוח אדם מדעי וטכנולוגי מצויים בספרד (7.1 אחוז), יוון (6.5 אחוז), וליטא (5.4 אחוז). **גיל** - התפלגות הגילאים ודפוסי הפרישה של כוח העבודה המדעי וההנדסי משפיעה במידה רבה על הגודל, היצרנות וכניסת עובדים חדשים למעגל העבודה. במשך עשרות שנים, כניסה מהירה של עובדים חדשים לשוק העבודה המדעי וההנדסי גרמה למאגר עובדים צעיר יחסית שרק אחוז קטן ממנו התקרב לגיל פרישה. כעת התמונה משתנה, כאשר פרטים שקיבלו את התואר שלהם בסוף שנות ה-60 ותחילת שנות ה-70, מצויים בשלב האחרון בקריירה שלהם. ה-NSF (2006) מדווח כי בארה"ב, ב-2003, רוב העובדים בעלי תארים במדע והנדסה מצויים בשנים היצרניות שלהם (שנות ה-30 המאוחרות עד שנות ה-50 המוקדמות). יותר ממחצית העובדים בעלי תארים במדע והנדסה הם בגילאי 40 ומעלה. תחום החורג מדפוס זה הוא תחום המחשבים שבו 56 אחוז מבעלי התארים הינם מתחת לגיל 40. רוב בעלי תואר שלישי במדע והנדסה משתייכים לקבוצת הגיל 40-54. 44 אחוז מבין בעלי תואר שלישי בשוק העבודה המדעי וההנדסי הינם בעלי 50 ומעלה. איור 2.4 מציג את התפלגות הגילאים של כוח העבודה המדעי וההנדסי בארה"ב, ב-2003.

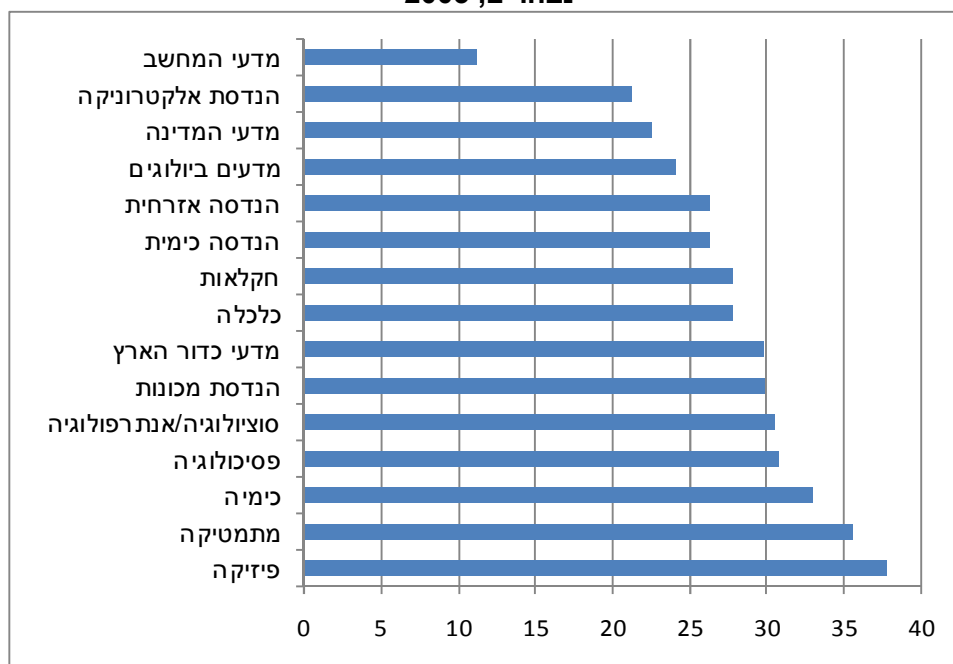
**איור 2.4: התפלגות הגילאים של כוח העבודה המדעי והנדסי בעלי התואר הגבוה ביותר בארה"ב, 2003**



מקור: NSF, Science & Engineering Indicators 2006, Figure 3-31

באופן כללי, לאורך כל רמות התארים ובכל התחומים, 26.4 אחוז מכוח העבודה עם תארים במדע והנדסה הוא מעל גיל 50. האחוז משתנה בין התחומים השונים. בתחום המחשבים, רק 11 אחוז מהעובדים הינם מעל לגיל 50, בהשוואה לתחום הפיזיקה שבו 37.7 אחוז מבעלי התארים הם מעל גיל חמישים. איור 2.5 מציג את אחוז בעלי התארים במדע והנדסה מעל גיל חמישים בשוק העבודה בארה"ב, לפי תחומים נבחרים, ב-2003.

**איור 2.5: אחוז בעלי התארים במדע והנדסה מעל גיל חמישים בשוק העבודה בארה"ב, לפי תחומים נבחרים, 2003**



מקור: NSF, Science & Engineering Indicators 2006, Figure 3-34

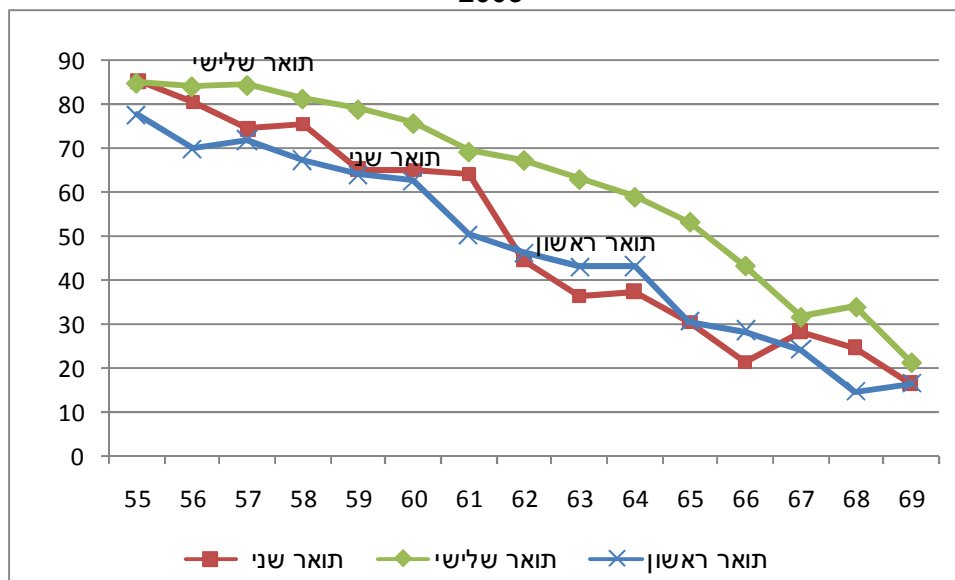
לפי נתוני האיחוד האירופי (2007), ב-2006, במדינות ה-EU-27, 35.3 אחוז מכוח האדם המדעי והטכנולוגי (על-פי קריטריונים של השכלה ועיסוק) מורכב מגילאי 64-45. בחלק ממדינות האיחוד האירופי, צפויה בעיה בהיצע העתידי של כוח האדם המדעי והטכנולוגי, עם פרישתם לגמלאות של חלק מהעובדים. לדוגמה, בגרמניה, דנמרק, שבדיה ופינלנד יותר מארבעים אחוז מכוח העבודה המדעי והטכנולוגי השתייך לקבוצת הגיל 64-45. לעומת זאת, בקפריסין, מלטה ופולין, יותר מארבעים אחוז מכוח העבודה המדעי והטכנולוגי השתייך לקבוצת הגיל 34-25.

באופן כללי, ניתן להסיק, שאם לא יהיו שינויים במספר התארים, בשיעורי הפרישה, או בשיעורי ההגירה, ימשיך לעלות הגיל הממוצע של המועסקים בשוק העבודה המדעי והטכנולוגי.

**דפוסי פרישה** - ה-NSF (2006), מצביע על גיל פרישה מאוחר בשוק העבודה המדעי וההנדסי, במיוחד בקרב בעלי תואר שלישי. יותר מחמישים אחוז מבעלי תואר ראשון ושני בתחומי המדע וההנדסה פרשו לגמלאות, רשמית, עד גיל 62. לעומתם, יותר מחמישים אחוז מבעלי שלישי בתחומי המדע וההנדסה פרשו לגמלאות, רשמית, עד גיל 65. לאחר גיל 55, אחוז בעלי תואר שלישי במדע והנדסה המועסקים במשרה מלאה גדול, באופן משמעותי, בהשוואה לבעלי תואר ראשון ושני. בגיל 69, 21 אחוז מבעלי תואר שלישי במדע והנדסה עדיין מועסקים במשרה מלאה, בהשוואה ל-16 אחוז מבעלי תואר ראשון או בעלי תואר שני. המגמה הכללית היא, ככל שרמת התואר גבוהה יותר, גיל הפרישה עולה.

איור 2.6 מציג את אחוז המועסקים במשרה מלאה בכוח העבודה המדעי והטכנולוגי בארה"ב לפי סוג תואר, ב-2003.

**איור 2.6: אחוז המועסקים במשרה מלאה בכוח העבודה המדעי וההנדסי בארה"ב לפי סוג תואר, 2003**

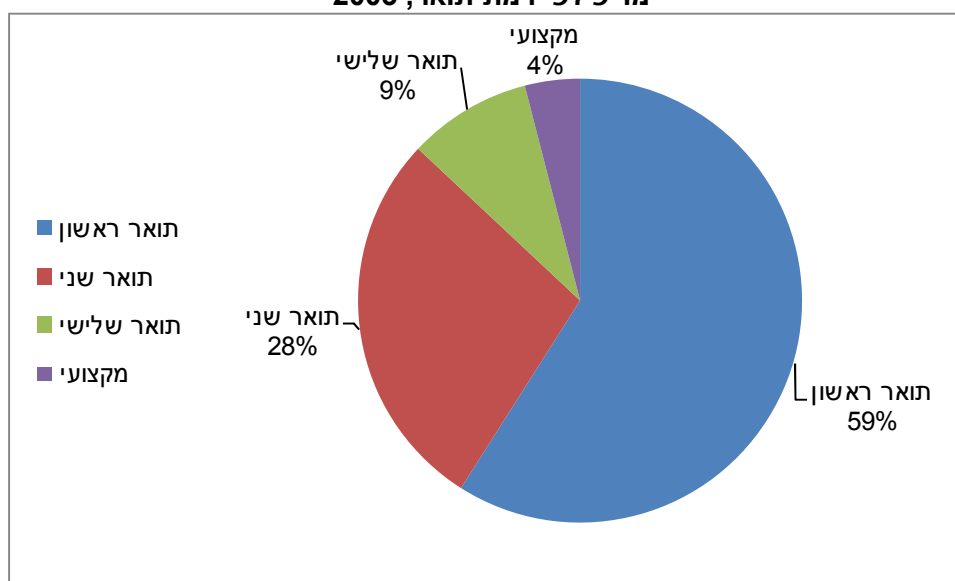


מקור: NSF, Science & Engineering Indicators 2006, Figure 3-35

**התפלגות סוגי התארים** - ה-NSF (2006) מדווח כי ב-2000, רק עשרה אחוז מכוח האדם המדעי ההנדסי בארה"ב, שהועסק מחוץ לאקדמיה היו בעל תואר שלישי, 45 אחוז היו בעלי תואר ראשון ועשרים אחוז היו בעלי תואר שני. כ-25 אחוז מכוח האדם המדעי והטכנולוגי אינם בעלי תואר אקדמי אלא בעלי השכלה מקצועית או תיכונית. בין העובדים, שדיווחו על עיסוק עיקרי בפעילויות של מחקר ופיתוח, 59 אחוז מהם היו בעלי תואר ראשון, 28 אחוז היו בעלי תואר שני, תשעה אחוז היו בעלי תואר שלישי ולארבעה האחוז האחרים היה תואר מקצועי כלשהו.

איור 2.7 מציג את התפלגות התארים של כוח האדם המדעי וההנדסי בארה"ב שדיווח על עיסוק עיקרי בפעילות של מו"פ, ב-2003.

**איור 2.7: התפלגות התארים של כוח האדם המדעי וההנדסי, שדיווח על עיסוק עיקרי בפעילות של מו"פ לפי רמת תואר, 2003**



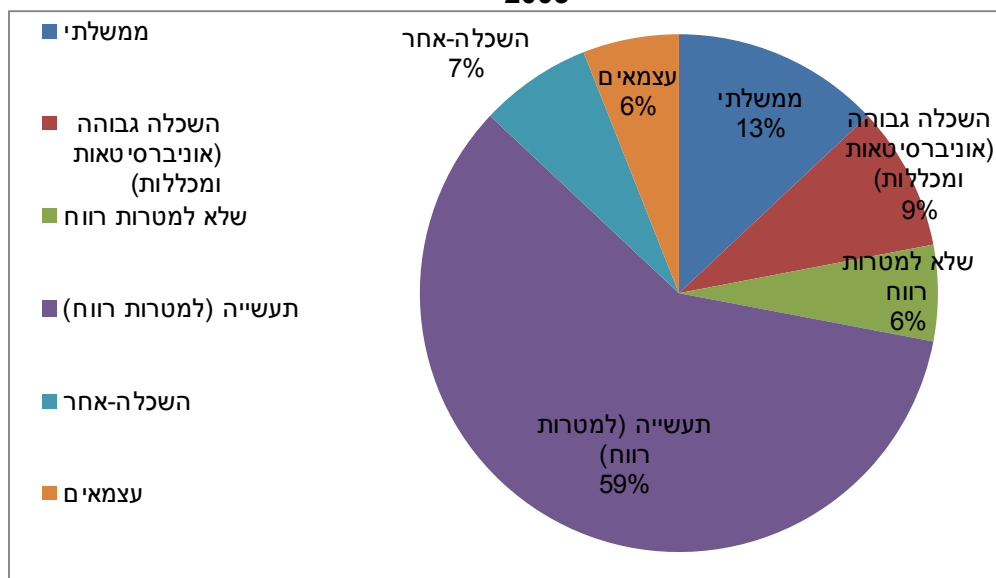
מקור: NSF, Science & Engineering Indicators 2006, Figure 3-17

**תעסוקה על-פי מגזרים** - לפי ה-NSF (2006), ב-2003, העסיק המגזר הפרטי למטרות רווח 59 אחוז מבעלי התארים במדע והנדסה (כולל 33 אחוז מבעלי תואר שלישי) ואילו המגזר האקדמי העסיק 44 אחוז מבעלי תואר שלישי. ב-2003, 57 אחוז מבעלי תואר ראשון ו-49 אחוז מבעלי תואר שני בתחומי המדע וההנדסה הועסקו על-ידי חברות פרטיות שלא למטרות רווח, שנה עד חמש שנים לאחר קבלת התואר, וזאת בהשוואה ל-12 אחוז מבעלי תואר ראשון ותואר שני, שהועסקו על-ידי גופים ממשלתיים.

ה-OECD (1999), מדווח על גידול בשיעורי התעסוקה של כוח אדם מדעי וטכנולוגי במגזר השירותים, במיוחד, בתחומי התוכנה והטלקומוניקציה. הגידול, שחל בתחום המסחר האלקטרוני והעסקים מבוססי ידע, גורם לעלייה בדרישה לכוח אדם מדעי וטכנולוגי בתחומים אלו. בארה"ב, למעלה משמונים אחוז מכוח האדם המדעי והטכנולוגי המועסק במגזר השירותים, מועסק בתחומי התחבורה והתקשורת.

איור 2.8 מציג אחוז המועסקים בכוח העבודה המדעי וההנדסי בארה"ב לפי מגזרי התעסוקה השונים, ב-2003.

איור 2.8: אחוז המועסקים בכוח העבודה המדעי וההנדסי בארה"ב לפי מגזרי התעסוקה השונים, 2003



מקור: NSF, Science & Engineering Indicators 2006, Figure 3-15

Chubin & Pearson (2001), מביאים את הנתונים הבאים: ב-1997, מתוך 10.6 מיליון האנשים המועסקים בתחומי המדע והטכנולוגיה בארה"ב, 69 אחוז הועסקו במגזר העסקי והתעשייתי, 18 אחוז הועסקו במערכת החינוך ו-13 אחוז הועסקו במגזר הציבורי.

המגזר התעסוקתי משתנה בהתאם לתחום הלימוד: שמונים אחוז מהמהנדסים ו-81 אחוז מבוגרי החוגים למתמטיקה ומחשבים הועסקו בתעשייה, לעומת 55 אחוז מבוגרי החוגים לפיזיקה. אחוז התעסוקה של בעלי התארים במדעי החיים גבוה יותר באקדמיה: 48 אחוז מבעלי תואר ראשון במדעי החיים הועסקו באקדמיה ו-32 אחוז הועסקו בתעשייה. אחוז התעסוקה של בעלי תארים במדעי החברה התחלק באופן שווה בין המגזרים: 45 אחוז הועסקו באקדמיה ו-43 אחוז הועסקו בתעשייה.

לפי נתוני Eurostat (2006), ב-2004, במדינות ה-EU-25, כוח אדם מדעי וטכנולוגי היווה 47 אחוז מכלל המועסקים במגזר השירותים ו-29 אחוז מהמועסקים במגזר הייצור (manufacturing). 69.1 אחוז מכלל ה-HRSTC הועסקו במגזר ה-KIS<sup>21</sup>.

באופן דומה, במהלך השנים 1995-2003, מספר החוקרים (FTE) במדינות ה-EU-25 במגזר העסקי גדל בשיעור שנתי ממוצע של 4% וזאת בהשוואה לשיעור גידול שנתי ממוצע של 2% במגזר הציבורי. במהלך אותה תקופה, הגידול השנתי הממוצע במספר החוקרים היה גבוה יותר במגזר השירותים (8%) בהשוואה למגזר היצרני (3%). העלייה במספר החוקרים איננה אחידה במגזרים השונים: במגזרים מסוימים הוכפל מספר החוקרים (ייצור כלי רכב, מחשבים ותחומים קשורים) ובמגזרים אחרים קטן מספר החוקרים (כימיקלים). העלייה במספר החוקרים מוסברת בחלקה בשל סיבות מתודולוגיות (כיסוי טוב יותר של תחומי מו"פ, סיווג מחדש של פעילויות מו"פ) ובחלקה ע"י התרחבות מערכת המו"פ במגזר העסקי. (IPTS, 2007).

<sup>21</sup>KIS – Knowledge Intensive Sector : water transport, air transport, post and telecommunication, financial Intermediation, education or health.

**אופן ההעסקה** – הגלובליזציה והתחרות הגוברת על מקומות העבודה משפיעים על דפוסי ההעסקה בשוק העבודה המדעי והטכנולוגי. במהלך שנות התשעים, חברות רבות, שלהן פעילות מו"פ כמו IBM, Lucent ו-Siemens ארגנו מחדש את פעילות המו"פ שלהם. התפתחות טכנולוגיות המידע והאינטרנט גרמו לכך, שניתן לנהל פעילות מו"פ במספר מקומות. חברות אמצו מודל פתוח יותר של חדשנות המסתמך על שותפויות ועל רכישת הטכנולוגיה הנחוצה ממגוון של מקורות, כולל מוסדות מחקר ציבוריים וחברות טכנולוגיות חדשות. התוצאה הייתה גידול בשיעור ההעסקה על-פי חוזים זמניים. לדוגמה, בארה"ב חל גידול בשיעור ההעסקה הזמנית של כוח אדם טכני מארבעה אחוז ב-1992 לשישה אחוז ב-1996. מגמה זו משקפת את הצורך של חברות בגמישות תעסוקתית גדולה יותר, על מנת לענות על צרכים בטווח קצר ועל מנת להגיב לדרישות המשתנות של השוק. גם איחודים ומיזוגים בתעשיות מבוססות ידע (ביוטכנולוגיה ומוליכים למחצה), הופעת חברות הזנק (start-up) שהינן חברות עם סיכון גבוה, הגבירו את הדרישה להעסקה זמנית של כוח אדם (OECD, 1999).

תהליכי ההפרטה השפיעו גם על המגזר הציבורי. במספר מדינות ה-OECD, הופרטו מוסדות מחקר ומעבדות שהיו בבעלות הממשלה. הפרטה זו גרמה להישענות על כוח אדם זמני בעל מומחיות ספציפית. לדוגמה, ביפן מספר גדל של עובדים מתחומי המדע והטכנולוגיה מועסק במגזר הציבורי במשרות חלקיות וללא קביעות. גם בארה"ב ובאנגליה חל גידול במספר בוגרי תואר ראשון המועסקים על-פי חוזים זמניים וללא קביעות (OECD, 2006; OECD, 1999). באופן דומה, ה-NSF (2006) מדווח על ירידה בהעסקה במסלול קבלת הקביעות (tenure-track) באקדמיה. בין השנים 1993-2003, חלה ירידה מ-18.4 אחוז לתשעה אחוז במספר המועסקים במסלול זה, שנה עד שלוש שנים לאחר קבלת תואר שלישי וירידה מ-26.6 אחוז ל-19.8 אחוז במספר המועסקים במסלול זה, ארבע עד שש שנים לאחר קבלת תואר שלישי. נתונים אלו משקפים את הירידה שחלה במספר התקנים באקדמיה ואת המעבר לדפוסי העסקה אחרים.

#### **ניידות** – ניידות של כוח אדם מדעי וטכנולוגי נחלקת לכמה קטגוריות:

**ניידות בין תחומים** - באופן כללי, שיעורי התעסוקה של בוגרי כוח אדם מדעי וטכנולוגי בתחום לימודיהם גבוהים. ה-NSF (2006), מדווח על כך שב-2003, ארבע שנים לאחר קבלת התואר, 96 אחוז מבעלי תואר שלישי הועסקו בתחום לימודיהם בהשוואה ל-91 אחוז מבעלי תואר שני ו-73 אחוז מבעלי תואר ראשון. 4.2 אחוז מהדוקטורנטים במדע והנדסה מצאו תעסוקה, שאינה בתחום לימודיהם בשל סיבות כלכליות, שינוי עניין ומחסור באפשרויות תעסוקה. נטייה זו יכולה להצביע על תופעה רחבה יותר של חוסר התאמה בין צרכי השוק לכישורים ולתחומי העניין של כוח האדם המדעי והטכנולוגי. יותר משבעים אחוז מבעלי תואר ראשון במדע והנדסה מדווחים על כך, שהעיסוק שלהם קשור באופן כלשהו, לתואר אותו למדו, 25-29 שנים לאחר קבלת התואר.

לסיכום, בכל רמות התואר השונות, הקשר בין התעסוקה המעשית ובין התחום הנלמד מתרופף עם הזמן. הסיבות למגמה זו מגוונות: שינוי עניין בקריירה במהלך השנים, רכישת כישורים חדשים בשטחים נוספים במהלך העבודה, קבלת אחריות ניהולית.

אחת המגמות הבולטות היא ניידות של כוח אדם מדעי וטכנולוגי לתחומי טכנולוגי המידע (מחשבים). בדו"ח ה-OECD (1999), דווח כי אחוז ניכר מהעובדים בתחומי המחשבים אינם בעלי רקע והשכלה בתחום זה אלא בתחומי ההנדסה והמתמטיקה. דרישות השוק מאלצות את החברות להשקיע בהכשרת

עובדים, שאין להם השכלה "פורמאלית" בתחומי המחשבים. גם המשכורות הגבוהות בתחום המחשבים מושכות אנשים מתחומי מדע וטכנולוגיה אחרים, ייתכן שעל חשבון כיוונים אחרים, כדוגמת מחקר.

#### ניידות פנימית הנחלקת לשלוש קטגוריות:

ניידות בין המגזר הציבורי לתעשייה – נתונים בתחום זה, יכולים לסייע בהערכת החשיבות של המחקר לתעשיות שונות. במחקר שנערך במדינות הנורדיות על-ידי Svanfelt (אצל ה-OECD, 1999) נמצא כי שישה אחוז מהתנדודות הן מכיוון האקדמיה לתעשייה ואילו רק 0.3 אחוז מהתנדודות הינן בכיוון ההפוך, מהתעשייה לאקדמיה. הדבר מעיד על שכר גבוה יותר בתעשייה ועל חוסר גמישות בקבלה לעבודה של חוקרים במגזר הציבורי. נוקשות זו מתבטאת בדרישות גבוהות ובחוסר התחשבות בניסיון מקצועי בתעשייה. על מנת לשפר את הניידות מהמגזר התעשייתי לאקדמי, יש לנקוט במדיניות שתוריד את מחסומי הכניסה לאקדמיה.

ניידות בתוך המגזר העסקי (בין חברות וארגונים) – מרבית הנתונים מהמחקר שנערך במדינות הנורדיות, מעידים על כך, שעיקר הניידות מתרחשת בתוך המגזר העסקי. Akerblom (1999), מצא שהניידות הגבוהה ביותר מתרחשת בתחום המחשבים, כ- 13 אחוז. שיעורי הניידות משתנים ממדינה למדינה. בארה"ב מדענים ומהנדסים מחליפים מקום עבודה כל ארבע שנים וזאת בהשוואה ליפן שבה רק עשרים אחוז מהמהנדסים מחליפים מקום עבודה, לרוב, בשלבים מאוחרים של הקריירה. ישנן מדינות בעלות מחסומים גולאטורים המציבים קשיים לניידות בין מקומות תעסוקה ובין מגזרים שונים. לדוגמה, מניעת האפשרות להעסקה גם באקדמיה וגם בתעשייה. לפי נתוני ה-Eurostat (2007), בין השנים 2004-2005, בעשרים מדינות מתוך 27 מדינות האיחוד האירופי, שלושה מיליון איש, המהווים 6.1 אחוז מכוח האדם המדעי והטכנולוגי, החליפו משרות. באופן יחסי, דנמרק היא המדינה בעלת האחוז הגבוה ביותר של מעבר בין משרות (10.2 אחוז), אחריה בריטניה (9.5 אחוז). יתכן, שהסיבה לכך נובעת כתוצאה מהשינויים בשוק העבודה למשל, רפורמות שנערכו בברטניה בשנים האחרונות (דה-רגולציה, רפורמות באיגודים המקצועיים, מדיניות הניו-דיל).

ניידות בתוך המגזר הציבורי – ניידות זו מועטה יחסית בשל תנאי העבודה הטובים: מעמד של עובד מדינה, קביעות ויוקרה. רוב חברי הסגל החדשים מגיעים מתוך האקדמיה ולא מהתעשייה, כנראה, בשל אופי ההעסקה: משרות חדשות עומדות למכרז פעם בשנה, נטייה של חוקרים מהאקדמיה לשתף פעולה זה עם זה ולשכור אנשים לעבודה מתוך מאגר מצומצם.

לסיכום, דפוסי הניידות של כוח אדם המדעי והטכנולוגי דומים לדפוסי הניידות של שוק העבודה הכללי, כאשר רוב הניידות מתרחשת ממוסדות ציבוריים לתעשייה. לניידות של כוח אדם מדעי וטכנולוגי יש תפקיד בדיפוזיה של ידע וטכנולוגיה בין חברות ומגזרים, והיא מהווה אינדיקציה לשוק עבודה גמיש ולהתאמה טובה יותר בין היצע לביקוש. ההנחה הבסיסית היא, שדרושה מידה מסוימת של ניידות בין המגזרים המייצרים ידע המבוסס על מחקר (אוניברסיטאות ומכוני מחקר) לבין מגזרים המשתמשים בידע זה (תעשייה ושירותים). אולם, לניידות גבוהה יש גם חסרונות - שינויים תכופים במקום עבודה גורמים לאובדן של כישורי עבודה ייחודיים ולאובדן מוטיבציה מצד המעסיקים להכשיר את העובדים.

בדו"ח של Chubin & Pearson (2001), נבדקו הסיבות לניידות עובדים בשוק העבודה המדעי והטכנולוגי. הגורם הראשון המניע יותר מרבע מהעובדים לניידות הוא תשלום גבוה יותר ואפשרויות קידום. הגורם

השני הוא תנאי עבודה ושינויים בקריירה. החוקרים מצביעים על כך, שכוח אדם מדעי וטכנולוגי מגיב לשינויים בשוק העבודה בדומה לעובדים האחרים והנאמנות למקום העבודה איננה מעל לכל. מאפיינים ואינדיקטורים המתארים את שוק העבודה במדינת ישראל יפורטו בפרק 3.

## 2.2 תיאור שוק העבודה המדעי והטכנולוגי על-פי פרמטרים איכותיים

המונח מיומנות/כישור (skill), מתייחס להכשרה הנדרשת על מנת לבצע משימות מסוימות בשוק העבודה. בשוק העבודה הנוכחי, לכוח אדם מדעי וטכנולוגי נדרשים כישורים רב-תחומיים: כישורים קוגניטיביים, כישורים טכניים וכישורים שאינם טכניים (כישורים בין-אישיים, ניהוליים ויזמיים). מערכת ההשכלה הגבוהה אמורה לספק לבוגריה את הכישורים הבסיסיים הנדרשים על מנת לעבוד בסביבת עבודה משתנה ודינאמית.

רוב המאמצים התמקדו, עד כה, בהגדלת ההיצע של כוח אדם מדעי וטכנולוגי אך הוזנח השיפור של איכות ההכשרה הניתנת לכוח אדם מדעי וטכנולוגי. החינוך המדעי והטכנולוגי הפורמאלי אינו מבטיח קליטה מהירה ומוצלחת בשוק העבודה של כלכלה מבוססת ידע, ועל העובדים להמשיך ללמוד כל החיים (life long learning). יש צורך בהשקעות ממשלתיות ובשיתוף פעולה בין המגזר הציבורי והעסקי לבין מערכת ההשכלה הגבוהה כדי לשפר את ההתאמה כוח האדם המדעי והטכנולוגי לשוק העבודה (OECD, 1999). בדו"ח של Chubin & Pearson (2001), נמצא, ששבעים אחוז מהדוקטורנטים בהנדסה, פיזיקה ומדעי המחשב טענו שהידע הטכני שרכשו בתוכנית הלימודים מתאים. לעומת זאת, למעלה ממחצית מהדוקטורנטים מצאו את הכישורים הניהוליים שרכשו במהלך לימודיהם כלא מתאימים.

Smerdon (1996), מדגיש את המונח של למידה לאורך החיים. למידה זו קריטית מכיוון שהידע של מהנדסים, במיוחד בתחום היישומי, מתיישן במהירות ויש לעדכן אותו כל כמה שנים. (Mahroum, 2004), מעריך כי הידע בתחום המחשבים מתיישן לגמרי תוך שש עד עשר שנים, ולכן יש צורך לעדכןו במגוון של צורות למידה, שהמומלצת מביניהן היא ה-e-learning.

בדו"ח של ה-HLG<sup>22</sup> (2004), מומלץ למוסדות להשכלה גבוהה לשנות את ההדגשים בלימודי מדע וטכנולוגיה על מנת להכשיר כוח אדם, שיהיה מסוגל לענות על צרכיה של חברה וכלכלה מבוססות ידע. יש לפתח כישורים כמו: כתיבה, הצגה בעל-פה, ניהול, עיצוב פרויקטים, ניתוח נתונים וחשיבה ביקורתית. מחברי דו"ח ה-Skills Task Force<sup>23</sup> (1999), הבריטי טוענים שבשוק התעסוקה המדעי והטכנולוגי, קיים ביקוש גובר לכישורים גנריים כמו יכולות של תקשורת בין-אישית, יכולת לפתרון בעיות, הסתגלות לעבודת צוות ויכולת של למידה עצמית. קיים מחסור באנשים המשלבים ידע טכנולוגי עם כישורים עסקיים ויכולות שיווק.

Kemnitzer et al. (2005), טוענים שהשינויים בתחום ההנדסה במאה ה-21, אינם באים לידי ביטוי בתוכנית הלימודים בתחומי ההנדסה השונים. תוכניות הלימודים אמורות לשים דגש על חשיבה ביקורתית, על התמודדות עם בעיות מולטי-דיסציפלינריות ועל טיפוח יזמות. יש למצוא שיווי משקל בין השגת הבנה בסיסית במדע לבין פיתוח כישורי אלתור, פתרון בעיות מורכבות ויזמות.

<sup>22</sup>HLG – High Level Group on Human Resources for Science and Technology in Europe

קבוצת מומחים מטעם האיחוד האירופי שתפקידה לגבש מדיניות וניסוח המלצות בנושא הגדלת ההיצע של כוח אדם מדעי וטכנולוגי.

<sup>23</sup> קבוצה שהוקמה ב-1997 ע"י שר החינוך והתעסוקה הבריטי דייוויד בלנקט. מטרת הקבוצה היא לגבש מדיניות בנושא הכישורים שיבטיחו את יכולתה של בריטניה להתמודד בשוק הגלובלי.

<http://www.eurofound.europa.eu/eiro/2000/10/feature/uk0010196f.html>



Cervantes (2004), ממליץ על הגברת המעורבות של התעשייה בהכשרת כוח אדם מדעי וטכנולוגי במערכת ההשכלה הגבוהה. מעורבות זו תגרום לכך, שבוגרי אוניברסיטאות יוכלו להשתלב ביתר קלות בתעשייה. שיתוף הפעולה בין התעשייה לאקדמיה יעשה במסגרות משותפות, ציבוריות או פרטיות, שיקלו בין השאר את היוזמות הבאות: תמריצים כספיים, אפשרויות לחוקרים מהאקדמיה לעבוד בחברות בתעשייה, פרסומים משותפים של האקדמיה והתעשייה, הסדרת חלוקה הוגנת של נכסי spin off טכנולוגיים משותפים לתעשייה ולאקדמיה.

מדינות OECD רבות מעודדות ומסייעות במימון מחקרים של סטודנטים לתואר שלישי עם שותפים מהתעשייה. רוב המימון נועד לכסות את שכרו של הסטודנט המועסק בתעשייה. בנוסף, גובשו רפורמות ברגולציות ובחוקים, שמטרתן להקל על הניידות בין האקדמיה והתעשייה (OECD, 2006).

טבלה 2.1 מציגה מספר תוכניות במדינות שונות, שמטרתן קידום שיתוף פעולה בין המגזר התעשייתי לאקדמיה בהכשרת כוח אדם מדעי וטכנולוגי.

### טבלה 2.1: תוכניות לקידום שיתוף הפעולה בין האקדמיה לתעשייה בהכשרת כוח אדם מדעי וטכנולוגי במדינות שונות

מדינה	תוכנית
דרום אפריקה	<b>Technology and Human Resources for Industry Programme (THRIP)</b> - תוכנית המקשרת בין המגזר הממשלתי למגזר הפרטי, על מנת לענות על בעיית המחסור בכוח אדם טכנולוגי מיומן במטרה לשפר את איכות כוח האדם הטכנולוגי ומספרו, להגביר את האינטראקציה בין חוקרים ובין מנהלים בתעשייה ולעודד את גופי התעשייה והממשל להגדיל את השקעותיהם במחקר ובפיתוח טכנולוגיים.
בריטניה	<b>Faraday</b> - תוכנית שמטרתה לקדם מעבר של טכנולוגיות ושל כוח אדם בין התעשייה לאוניברסיטאות ולמוסדות מחקר. נקודת מפתח היא ההכשרה הניתנת לסטודנטים לתואר שלישי, המשלבת בין מיומנות טכנית למיומנות בתחום השיווק.
קנדה	<b>Industrial Postgraduate Scholarship (IPS)</b> - תוכנית המאפשרת לסטודנטים לתואר שני ושלישי להמשיך את לימודיהם בשיתוף פעולה של התעשייה. הבוגרים מחויבים לערוך, לפחות, עשרים אחוז מהפעילות המחקרית שלהם במתקני חברות תעשייתיות. <b>Industrial Research and Development Fellowship (IRDF)</b> - מיועדת לבתר דוקטורנטים הממשיכים את הפעילות המחקרית שלהם בתעשייה. הם נחשבים לעובדי החברה ומחויבים לערוך את כל הפעילות המחקרית שלהם במתקני החברה. שתי התוכניות פועלות מטעם ה- <sup>24</sup> NSERC המספקת לחוקרים מלגה שנתית של שלושים אלף דולר קנדי ואילו השותף התעשייתי מספק מלגה בסכום של, לפחות, עשרת אלפים דולר קנדי.
דנמרק	<b>Danish Industrial PhD Initiative</b> - פועלת מ-1970 במטרה לקדם את פעילות המו"פ במגזר העסקי. התוכנית מממנת מאתיים דוקטורנטים העובדים על פרויקטים המשותפים לאקדמיה ולתעשייה.
הולנד	<b>Casimir Programme</b> - פועלת החל מ-2004 ומעניקה תמריצים כספיים לחברות המארגנות חילופים בין חוקרים במגזר הפרטי והציבורי. התוכנית פתוחה לבעלי תואר שלישי, בתר-דוקטורנטים, מרצים, אנשי סגל אקדמי וחוקרים. תקציב התוכנית בשנת 2005 היה קרב לשלושה מיליון יורו.
ניו-זילנד	<b>Technology for Industry Fellowship (TIF)</b> - מימון לסטודנטים בכל רמות התארים ולחוקרים מנוסים העובדים על פרויקטים בנושאי מדע, טכנולוגיה והנדסה בחברות השייכות למגזר התעשייתי.

מקור: OECD, Science Technology and industry Outlook 2006, Box 3.4

<sup>24</sup> NSERC - Natural Sciences and Engineering Research Council of Canada  
<http://www.nserc.gc.ca/index.htm>

### 3. הביקוש לכוח אדם מדעי וטכנולוגי במדינות ה-OECD

המעבר לכלכלה מבוססת ידע מציב את כוח האדם בתחומי המדע והטכנולוגיה בקדמת הבמה. האיחוד האירופי העריך, שיש צורך בשבע מאות אלף חוקרים חדשים על מנת לעמוד בהתחייבות להגדיל את ההשקעות במחקר ופיתוח לכדי שלושה אחוז מהתוצר המקומי הגולמי עד ל-2010. השינויים הטכנולוגיים הם אלו המניעים את הביקוש לכוח אדם מיומן בתחומי המדע והטכנולוגיה (OECD, 1999).

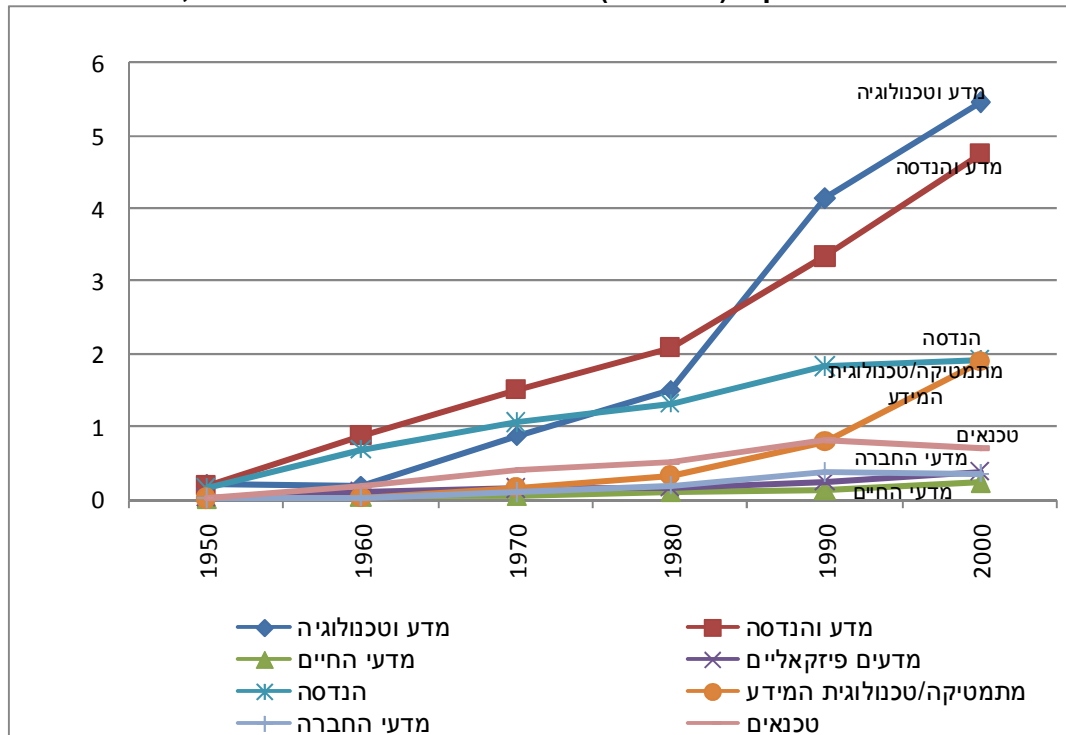
#### 3.1 סקירה היסטורית של התפתחות שוק העבודה המדעי והטכנולוגי

ה-NSF (2006), מדווח כי במהלך חמישים השנה האחרונות, חלה עלייה משמעותית בגודלו של כוח האדם המדעי וההנדסי בארה"ב. מ-1950 עד ל-2000, מספר המועסקים במקצועות השייכים לתחום המדעי והטכנולוגי גדל ממאתיים אלף עובדים לארבעה מיליון עובדים, בקצב גידול שנתי ממוצע של 6.4 אחוז וזאת לעומת קצב גידול שנתי ממוצע של 1.6 אחוז בתעסוקה של כוח העבודה הכללי מעל לגיל 18 באותה תקופה. בין השנים 1990-2000, התעסוקה במקצועות מדעיים והנדסיים בארה"ב, גדלה בקצב שנתי ממוצע של 3.6 אחוז בהשוואה לקצב גידול של 1.1 אחוז בתעסוקת כוח העבודה הכללי מעל גיל 18. הגידול נבע מהסיבות הבאות:

- 1) גידול במספר מקבלי התארים במדע וטכנולוגיה בארה"ב (אזרחי ארה"ב וסטודנטים זרים).
- 2) הגירה קבועה וזמנית של כוח אדם מדעי וטכנולוגי לארה"ב.
- 3) מהנדסים ומדענים, שפרשו לגמלאות בגיל מאוחר יותר.
- 4) כניסת נשים לשוק העבודה המדעי והטכנולוגי.

איור 3.1 מציג את הגידול (במיליונים) במספר המועסקים בארה"ב בענפי המדע והטכנולוגיה השונים, בין השנים 1950-2000.

איור 3.1: מספר המועסקים (במיליונים) בענפי המדע והטכנולוגיה בארה"ב, 1950-2000



מקור: NSF, Science & Engineering Indicators 2006, Figure 3-1

באופן דומה, לפי נתוני ה-OECD (2005), בעשור האחרון, התעסוקה בשוק העבודה המדעי והטכנולוגי גדלה באופן מהיר בהשוואה למגזרים אחרים: קצב גידול שנתי של 2.7 אחוז במדינות ה-EU-15<sup>25</sup> וקצב גידול של שני אחוז בארה"ב.

לסיכום, התמונה המתקבלת היא של גידול מואץ בתעסוקה של כוח אדם מדעי וטכנולוגי בהשוואה לתעסוקה הכללית.

### 3.2 נתונים והערכות לגבי הביקוש העתידי לכוח אדם מדעי וטכנולוגי

להלן תובא סקירה קצרה של תחזיות הביקוש לכוח אדם מדעי וטכנולוגי המבוססות על סקרי התעסוקה של ה-BLS Occupational Outlook (2004):

בין 2002-2012, התעסוקה במקצועות מדעיים והנדסיים בארה"ב צפויה לגדול ב-26 אחוז לעומת תחזית גידול של 15 אחוז בשאר המקצועות. כ-78 אחוז מהגידול שייכים למקצועות בתחומי המחשבים והמתמטיקה, שבעה אחוז מהגידול שייכים למקצועות בתחומי הנדסה; כאשר בהנדסת תעשייה וניהול צפוי גידול משוער של עשרים אחוז בתעסוקה וגידול משוער של 18 אחוז צפוי בתעסוקה בתחומי הנדסה האזרחית והסביבתית.

טבלה 3.1 מציגה את מספר המשרות המשוער ב-2012 בהשוואה ל-2002 בארה"ב, לפי תחזית ה-BLS.

**טבלה 3.1: מספר המשרות המשוער (באלפים) בארה"ב ב-2012 בהשוואה לשנת 2002, לפי תחזית ה-BLS**

אחוז השינוי	מספר המשרות שיתווספו	2012	2002	עיסוק
15	21,305	165,319	144,014	כל המקצועות
20	1,246	6,119	4,873	מדע והנדסה
78	976	3,480	2,504	מחשבים/מתמטיקה
7	109	1,587	1,478	הנדסה
15	39	253	214	מדעי החיים
12	36	287	251	פיזיקה
16	86	512	426	מדעי החברה/מקצועות קשורים

מקור: NSF, Science & Engineering Indicators 2006, Table 3-2

בארה"ב צפויה תוספת של 1.9 מיליון משרות בתחומי השירותים המקצועיים, המדעים וטכניים, המהווה גידול של 28.4 אחוז עד 2014 בהשוואה ל-2004. התעסוקה בתחומי מערכות מחשב ושירותים קשורים צפויה לגדול ב-39 אחוז ותגרום לתוספת של כרבע מהמשרות בתחום המדעי וההנדסי. הסיבות לתחזית הגידול במשרות בתחום זה הינן הישענות גדלה של המגזר העסקי על טכנולוגיות המידע והחשיבות הגוברת של ניהול רשתות ואבטחתן. שירותי הייעוץ בתחום המדע ובתחום הטכני צפויים לגדול אף הם בכשישים אחוז, בין היתר, בשל כניסת תוכנות מחשב ושל טכנולוגיות חדשות לשוק.

טבלה 3.2 מציגה את מספר המשרות (באלפים) המשוער ב-2014 בהשוואה לשנת 2004 במקצועות נבחרים, לפי תחזית ה-BLS.

<sup>25</sup> ב- EU-15 נכללות המדינות הבאות: אוסטרליה, איטליה, אירלנד, בלגיה, בריטניה, גרמניה, דנמרק, הולנד, יוון, לוקסמבורג, ספרד, פורטוגל, פינלנד, צרפת, שבדיה. <http://stats.oecd.org/glossary/detail.asp?ID=6805>

טבלה 3.2: מספר המשרות המשוער (באלפים) בארה"ב ב- 2014 בהשוואה לשנת 2004 במקצועות נבחרים לפי תחזית ה-BLS

עיסוק	2004	2014	מספר המשרות שיתווספו	אחוז השינוי
כל המקצועות	145,612	164,540	18,928	13.0
מחשבים ומתמטיקה	3,153	4,120	967	20.7
מנהלי בסיסי נתונים	104	144	40	38.2
מנתחי מערכות	487	640	153	31.4
מנהלי רשתות	278	385	107	38.4
מהנדסי תוכנה	800	1,169	369	31
מתכנתי מחשבים	455	464	9	2.0
אנשי תמיכה	518	638	119	23
מתמטיקאים	3	3	0	- 1.3
מהנדסים	1,449	1,644	195	13.4
מהנדסי אווירונאוטיקה	76	82	6	8.3
מהנדסי כימיה	31	34	3	10.6
מהנדסי מחשבים - חומרה	77	84	8	10.1
מהנדסי חשמל אלקטרוניקה	299	331	32	10.8
מהנדסים ביו-רפואיים	10	13	3	30.7
מהנדסים סביבתיים	49	64	15	30
מהנדסי חומרים	21	24	3	12.2
מהנדסי מכונות	226	251	25	11.1
מדעי החיים	232	280	48	20.8
מדעים פיזיקאליים	250	281	30	12.2
פיזיקאים	15	16	1	7.0
כימאים	82	88	6	7.3
מדעי החברה ומקצועות קשורים	492	580	88	17.9

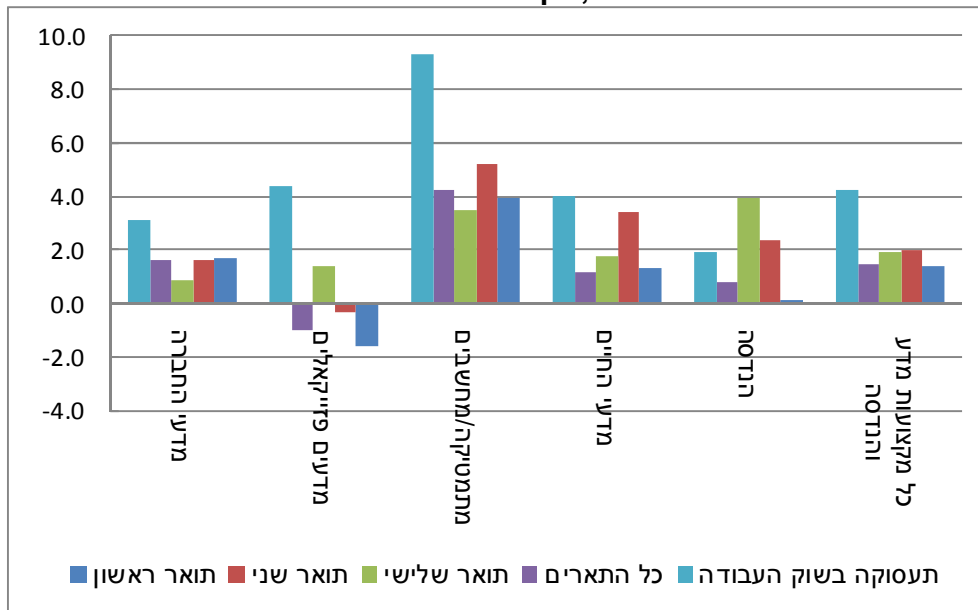
מקור: Hecker (2005), Occupational Employment Projections to 2014

לפי ה- NSF (2006), חיזוי הביקוש לכוח אדם מדעי והנדסי מורכב בשל העובדה, שהביקוש לכוח אדם מדעי והנדסי מושפע ממספר גורמים הקשים לחיזוי כדוגמת: השקעות במו"פ, כניסת מוצרים חדשים וניידות של כוח אדם. לפרוט בנושא מודלים לחיזוי כוח אדם מדעי וטכנולוגי והמלצות לשיפורם, ראו נספחים 1 ו-2.

### 3.3 הפער בין ההיצע לביקוש בשוק העבודה המדעי וטכנולוגי

מהנתונים שהובאו לעיל, עולה המסקנה כי קיים גידול במספר המשרות המוצעות בשוק העבודה המדעי והטכנולוגי וגם בהיצע של כוח אדם מדעי וטכנולוגי. אולם, הגידול בהיצע אינו מדביק את הגידול בביקוש ונוצר חוסר איזון. בין השנים 1980-2000, גדלה התעסוקה במקצועות מדעיים והנדסיים בארה"ב בשיעור שנתי ממוצע של 4.2 אחוז, וזאת בהשוואה לגידול של 1.5 אחוז במספר התארים הכללי הניתנים בתחומי המדע וההנדסה לפי הפרוט הבא: 1.4 אחוז בתארים הראשונים; שני אחוז בתארים השניים ו-1.9 אחוז בתארים השלישיים (NSF, 2006; Regets, 2005).  
אזור 3.2 מציג את הגידול השנתי הממוצע (באחוזים) בתארים ובתעסוקה בארה"ב, לפי תחומי המדע וההנדסה, בין השנים 1980-2000.

**איור 3.2: הגידול השנתי הממוצע (באחוזים) בתארים ובתעסוקה בארה"ב, לפי תחומי המדע וההנדסה, בין השנים 1980-2000**



מקור: NSF, Science & Engineering Indicators 2006, Figure 3-3

לפי נתוני Eurostat (2004), דפוס דומה קיים גם במדינות האיחוד האירופי. בין השנים 2000-2003, חל גידול שנתי ממוצע של 2.2 אחוז במספר הפרטים המועסקים כמדענים או כמהנדסים במדינות ה-EU-25, וזאת לעומת גידול שנתי ממוצע של 0.4 אחוז בתעסוקה בשוק העבודה הכללי. הגידול השנתי הממוצע היה גבוה יותר במדינות החדשות של האיחוד האירופי כ-3.3 אחוז. בסלובניה נרשם הגידול הגבוה ביותר (12 אחוז) ולאחריה הונגריה ואירלנד (8.3 אחוז).

Oaxaca & Leslie (1999), מגדירים חוסר איזון בין הצע לביקוש בשוק העבודה כמצב, שבו האבטלה יורדת למשך תקופת זמן או שמספר המשרות הפנויות עולה. לטענתם, המושג מחסור או פער בין היצע וביקוש של כוח אדם מדעי וטכנולוגי בעייתי, בשל העדר הגדרה מוסכמת מהו כוח אדם מדעי וטכנולוגי. קושי נוסף נעוץ בכך, שהנתונים ניתנים בצורה אגרגטיבית (aggregation) המצרפת נתוני ביקוש שונים למספר אחד. אולם, ייתכן מצב, שבו יש איזון בין היצע לביקוש ברמה הכוללת בתחומי המדע והטכנולוגיה, אולם קיים מחסור בתחומים ספציפיים.

Cervantes (2004), טוען שמצב של חוסר איזון בשוק העבודה המדעי והטכנולוגי ייפתר מעצמו על-ידי יצירת מעגל של ביקוש והיצע. המחסור בכוח אדם יגרום להעלאת המשכורות ולהגדלת התמרוץ לסטודנטים ללמוד מדע וטכנולוגיה. אולם טענה זו ישימה לתחומי המגזר הפרטי (טכנולוגית המידע, מחשבים) ופחות ישימה לתחומים אקדמיים ולתחומים במגזר הציבורי הנשענים על תמיכה ממשלתית.

Oaxaca & Leslie (1999), טוענים שאין מחסור ממשי בשוק העבודה המדעי והטכנולוגי, כי אם שיקוף של מיעוט מועמדים ביחס למשכורות, שהמעבידים מוכנים לשלם, ולכן תתכן נזילות גדולה בשוק העבודה המדעי והטכנולוגי ומעבר של כוח אדם בין תחומים ומקצועות.

Hansen, Moser & Brown (1967) הגדירו מחסור מבחינת המעביד, כפי שמופיע במאמרם של Oaxaca & Leslie (1999), בשלוש דרכים:

- קושי בגיוס עובדים.
- משימות המיועדות למהנדסים מוטלות על אנשים, שאינם מהנדסים.
- המשכורות נחשבות לגבוהות מדי.

מבחינתם של גורמים ממשלתיים, מחסור מתרחש כאשר שיעורי האבטלה של כוח אדם מדעי וטכנולוגי יורדים לאורך זמן ומספר המשרות הפנויות עולה. החוקרים טוענים, שיש להגדיר מחסור בעקבות מעקב אחרי התנהגות השווקים. הקושי הוא, שלעיתים מוגבלים השווקים על-ידי גורמים מלאכותיים, כדוגמת הקפאת משכורות.

לסיכום, על אף חוסר ההסכמה בין החוקרים השונים לגבי ההגדרה של מחסור בכוח אדם, מתוך הנתונים שהובאו לעיל, עולה דפוס שבו ההיצע של כוח אדם מדעי וטכנולוגי אינו מדביק את הביקוש לכוח אדם זה.

## 4. תוכניות להגדלת מאגר כוח האדם המדעי והטכנולוגי במדינות ה-OECD

כדי לענות על המחסור הצפוי בכוח אדם מדעי וטכנולוגי, הוקמו קבוצות עבודה, שמטרתן להציע תוכניות עבודה להגדלת ההיצע העתידי של כוח אדם מדעי וטכנולוגי. התוכניות שנועדו להגדיל את ההיצע של כוח אדם מדעי וטכנולוגי נוגעות לתחומים מגוונים ורבים: מינהל, חינוך, חקיקה, שיווק ועוד. להלן תובא סקירה קצרה של חלק מתוכניות אלו.

### 4.1 תוכניות בתחום הכספי

ה-NSB (2003) וה-HLG (2004) ממליצים על הצעדים הבאים:

- מתן מלגות לסטודנטים הלומדים מקצועות מדעיים והנדסיים.
- מתן תמריצים למוסדות אקדמיים על מנת להרחיב ולשפר את תוכניות הלימוד בתחומי המדע והטכנולוגיה.
- תמיכה במוסדות שבהם יש תוכניות לימודים במקצועות בין תחומיים.
- מתן תמיכה לקולג'ים קהילתיים - (Community Colleges, המקבילים למכללות בארץ) שיטפחו את הסטודנטים בעלי הכישרים ובעלי הישגים הגבוהים, ויכוונו אותם ללימודים בתחומי המדע והטכנולוגיה.
- הגדלת ההשקעות במחקר בסיסי.
- מתן מלגות ומענקים לחוקרים ולתוכניות מחקר כדי לקדם אפשרויות התעסוקה של כוח האדם המדעי והטכנולוגי (Butz, 2003).
- השקעה בתוכניות לימודים חדשניות לתואר שני ושלישי אשר יבטיחו קריירות דיסציפלינריות ומולטי דיסציפלינריות באקדמיה, בממשלה ובתעשייה.
- הגדלת המימון הציבורי לכל חוקר - צעד זה חשוב במיוחד במגזר הציבורי. מימון לכל חוקר מתבטא בתנאי עבודה ושכר טובים יותר עבור כוח האדם המדעי והטכנולוגי.

### 4.2 תוכניות בתחום החינוך, השיווק והפרסום

קריירות בתחום המדעי והטכנולוגי מאופיינות במשכורות טובות, באפשרויות קידום, בעניין ובאתגרים. מחקרים מראים, שיש קשר בין השלמת תואר בתחום המדע והטכנולוגיה לבין הישגים גבוהים בבית הספר התיכון, במיוחד בתחום המתמטיקה. הבטחת האיכות של כוח אדם המדעי והטכנולוגי תלויה בתוכניות לימודים מתאימות, בציווד מתאים ובסגל הוראה מימון.

המדיניות המומלצת ברמות ההשכלה השונות (החל מבית הספר היסודי ועד לאקדמיה) מתמקדת בשני תחומים עיקריים: שיפור איכות ההוראה ושיפור מעמד המורים למדעים במערכת החינוך ושיפור תוכניות הלימודים בתחומי המדע והטכנולוגיה.

**חיזוק מעמד ההוראה** – המורים למדע וטכנולוגיה ניצבים בחזית של תחומי המדע והטכנולוגיה. מומלץ לתמוך במורים על-ידי מתן שכר הוגן ועל-ידי תמריצים כספיים. יש לערוך השתלמות וקורסים למורים כדי לעדכנם בהתפתחויות המדעיות והטכנולוגיות ועל-מנת לשפר את כישורי ההוראה של המורים (Barton, 2002; NSB, 2003).

ב-2003, הקים הפורום הגלובאלי למדע של ה-OECD קבוצת עבודה, שמטרתה גיבוש מדיניות להעלאת העניין של תלמידים בלימודי המדע והטכנולוגיה. בדו"ח של הקבוצה, שפורסם ב-2006, מוצגת הטענה, שרוב המורים למדע בבתי הספר היסודיים אינם מגיעים מרקע מדעי ואינם בעלי הכשרה ייחודית במדע וטכנולוגיה. הדבר מקשה עליהם לעורר עניין והתלהבות בתלמידיהם, שלרוב הם והוריהם, סוברים, שהמדע הוא תחום קשה ללימוד. מדע וטכנולוגיה הם תחומים המתפתחים במהירות ויש צורך להתעדכן, לעיתים תכופות, בידע המתווסף. לכן, יש להעביר השתלמויות למורים בנושאים חדשניים בתחומי המדע והטכנולוגיה ולתגמל מורים שעברו השתלמויות בנושאים אלו. על ארגוני המורים ומשרדי החינוך להקים רשתות של מורים שמטרתן שיתוף מידע בנוגע לשיטות הוראה ותכני הוראה במדע וטכנולוגיה. בנוסף, יש צורך לספק למורים הכשרה בסיסית בנוגע לטיפול בסטריאוטיפים הקיימים לגבי יכולתן של נשים וקבוצות מיעוט בתחומי המדע והטכנולוגיה (OECD, 2006).

**שיפור תוכניות הלימודים** – מערכת החינוך אמורה לספק בתחומי המדע והטכנולוגיה, שתי דרישות מנוגדות: הראשונה - לספק מידע בסיסי בתחומי המדע והטכנולוגיה, להציג לתלמידים יסודות של חשיבה מדעית ולפתח סקרנות לגבי תחומי המדע. דרישה זו מעודדת את השתתפותם של כל התלמידים ושמה דגש על העניין בחומר הלימוד. דרישה שנייה - לספק מידע מפורט לסטודנטים עתידיים בתחומי המדע והטכנולוגיה. דרישה זו צריכה לכלול חומרי לימוד מופשטים ומורכבים. אולם קיים יש קושי למצוא את התמיהה הנכון על מנת לשלב בין שתי הדרישות (OECD, 2006).

להלן, תובא סקירה קצרה של המלצות לגבי שיפורים אפשריים בשיטות ההוראה ובתוכניות הלימודים של נושאים מדעיים וטכנולוגיים ברמות החינוך השונות, לפי דו"ח ה-HLG (2004).

**חינוך יסודי וחיטבת ביניים** - במערכת החינוך היסודי, נכפה על התלמידים ללמוד נושאים מדעיים. לכן, יש צורך לעורר בהם עניין, לפתח סקרנות ועמדות חיוביות כלפי נושאים מדעיים וטכנולוגיים ולהשפיע על בחירתם בשלבים מאוחרים יותר (חטיבה ותיכון). תוכניות הלימודים במדע כיום, מיושנות ומנותקות מהחידושים הנוכחיים.

על מנת לפתח את העניין והמוטיבציה של התלמידים כלפי המדע והטכנולוגיה ולאפשר להם להכיר את ההתפתחויות בתחום, יש לשלב נושאים אלו בתוכנית הלימודים מגיל צעיר, החל מבית ספר יסודי. על התלמידים להכיר ברלבנטיות של נושאי המדע השונים לחייהם ולחברה בכללותה. יש לזכור, שילדים בגילאים אלו נוטים פחות להתמודד עם חשיבה מופשטת ומעדיפים מעורבות אישית בהתנסות מעשית וחוייתית.

**חינוך תיכוני** – הדגש בחינוך המדעי והטכנולוגי בתיכון, אמור להיות על-פיתוח חשיבה מופשטת, פיתוח יכולת אינטלקטואלית תוך כדי התמודדות עם תהליך ההתבגרות. תחום המדעים נתון לקשיים בשל בעיות תדמית וחוסר יכולת להדביק בחומר הנלמד את החידושים וההתקדמות בשטחי המדע השונים. מדידת הישגי התלמידים מתבססת על יכולתם לבצע מניפולציה אלגברית ועל יכולתם ל"פלוט" חומר, זאת בנוסף לחוסר היכרות עם ענפי התעשייה השונים. בשל כך, התלמידים תופסים את המקצועות המדעיים והטכנולוגיים כקשים ולא רלבנטיים. הדימוי ותפיסת האי-רלבנטיות משפיעות על שאיפות התלמידים ומרחיקה אותם מבחירה בקריירה מקצועית בתחומי המדע והטכנולוגיה. גם אופן ההוראה של מקצועות מדעיים מתבסס על העברת מידע ועובדות, ומתעלם מההיבטים המתודולוגיים והתרבותיים של המדע.



בדו"ח ה-HLG מומלץ ללמד את התלמידים על מדענים מפורסמים ולפתח תוכניות המאפשרות התנסות בעבודה מדעית. בנוסף, מומלץ לידע את התלמידים לגבי קריירות במדע ב"עולם האמיתי", על הדרכים בהם התעשייה פועלת, ולעודד את הקשרים בין בתי הספר לתעשייה.

בנוסף, יש לשים דגש על מימון מחקרים בנושא פיתוח של תוכניות לימודים במדע וטכנולוגיה, בחשיבה מדעית, בפתרון בעיות, בגישה למדע ובהוראת מדע וטכנולוגיה. יש לגשר על הפער בין התיאוריות העוסקות בהוראת תחומי המדעים והטכנולוגיה לבין המציאות בבתי הספר.

Kemnitzer et al (2005) טוענים, שבמשך חמישים השנה האחרונות, התמקד החינוך המדעי וההנדסי בסיון של תלמידים שאינם בעלי יכולת גבוהה במתמטיקה או במדע. הדבר גרם לתחרותיות חזקה וליצירת גישה של "לטבוע או לשחות". שינוי גישה תחרותית זו, תעודד תלמידים ובתוכם גם מיעוטים ונשים לבחור בקריירה מדעית וטכנולוגית.

השכלה גבוהה – התחומים המושפעים, במיוחד, מחוסר העניין של סטודנטים הם בעלי תוכן תיאורטי רב כמו: מתמטיקה, פיזיקה וכימיה. בקרב תלמידי התיכון והסטודנטים, מתחרים תחומי המדע והטכנולוגיה עם נושאים חדשים ואופנתיים יותר, כמו ניהול, שיווק, תקשורת או תחומים מקצועיים הרלבנטיים יותר לשוק העבודה.

על תוכניות הלימודים להיות גמישות יותר, זאת על מנת לאפשר לסטודנטים לבחור בלימודי מדע וטכנולוגיה, גם אם הבחירה הראשונית שלהם לא הייתה בנושאים אלו. בנוסף, מומלץ להעניק תמריצים בצורת מלגות ומענקים לסטודנטים הלומדים את תחומי המדע והטכנולוגיה. מומלץ ליידע סטודנטים לגבי קריירות אפשריות בתחומי המדע והטכנולוגיה ולהעביר את המוקד מהכשרת חוקרים באקדמיה להכשרת כוח אדם, שיוכל להשתלב בחברה מבוססת ידע במגזרים השונים. יש לעודד מעורבות של סטודנטים בתעשייה ולשים דגש על ספריות מעודכנות ועל מעבדות מצוידות היטב (HLG, 2004; OECD, 2006).

Butz et al. (2003), ממליצים גם על הכנסת תוכנית חדשה ללימודי תואר שלישי, שתבסס על תרגול מעשי ולא רק על מחקר. תוכנית הלימודים אמורה להיות מובנת, תחומה במסגרת זמן מוגדרת.

ארגון ABET<sup>26</sup> (אצל Kemnitzer et al., 2005) ממליץ על הצעדים הבאים לשיפור תוכנית הלימודים בהנדסה:

- הצבת צרכי הסטודנטים במרכזן של תוכניות הלימודים, שצריכות להיות גמישות כך שיתאימו למגוון רחב של עיסוקים הדורשים רקע בהנדסה.
  - השמת דגש על מנהיגות של המהנדס בחברה הטכנולוגית על-ידי הבלטת נושאים מסגרת תוכנית הלימודים כמו עבודת צוות, תקשורת, סביבה ואתיקה.
  - פיתוח תוכניות ללמידה לאורך החיים וכלי למידה מקוונים.
  - הדגשת התרומה של המהנדסים לחברה.
  - פיתוח יוזמות כדי למשוך מיעוטים ונשים ללימודי הנדסה.
- לסיכום, טבלה 4.1 מציגה סיכום קצר של אמצעים ברמות החינוך השונות שמטרתם להגדיל את ההיצע של בוגרי מדע וטכנולוגיה.

---

<sup>26</sup> ABET - Accreditation Board for Engineering and Technology - ארגון שלא למטרות רווח שתפקידו לאשר את תוכניות הלימודים במדע יישומי, מחשבים, הנדסה וטכנולוגיה במערכת ההשכלה הגבוהה בארה"ב. <http://www.abet.org>

**טבלה 4.1: אמצעי מדיניות שונים במערכת החינוך שנועדו להגדיל את ההיצע של כוח אדם מדעי וטכנולוגי**

<b>דוקטורנטים ובת-ר-דוקטורנטים</b>	<b>אוניברסיטאות</b>	<b>חינוך מקצועי (vocational)</b>	<b>בתי ספר יסודיים ובתי-ספר תיכונים</b>
בתי ספר מיוחדים לדוקטורנטים ובת-ר-דוקטורנטים. מלגות ומענקי מחקר. מידע על שוק העבודה ועל קריירות בתחום.	אוטונומיה של המוסדות להשכלה גבוהה. תמריצים לסטודנטים. רפורמות בתוכניות הלימודים. חיזוק תשתית המחשבים.	אוטונומיה של המוסדות לחינוך מקצועי. תמריצים למורים. רפורמות בתוכניות הלימודים.	יוזמות להגדלת המודעות הציבורית למדע (ירידים, שבוע המדע והטכנולוגיה).

מקור: OECD, Science Technology and Industry Outlook 2006, Table 3.1

**שיווק פרסום** - בחירה בקריירה מדעית תלויה בצפייות שיש לסטודנטים לתגמול בהתאם להשקעה, לאיכות חייהם במהלך הלימודים ולמחיר הכלכלי.

בדו"ח HLG (2004) מוצג הפער בין הדימוי של קריירות בתחומי המדע והטכנולוגיה, כפי שהן נתפסות על-ידי הציבור הרחב, למציאות המעשית. הציבור הרחב תופס קריירות במדע כלא אטרקטיביות, חד-גוניות ומתגמלות בשכר נמוך, יחסית להשקעה הרבה. לעומת זאת, המציאות שונה: העיסוקים במדע מגוונים בהשוואה לכל מגזר אחר, התגמול הכספי גבוה ושיעורי האבטלה נמוכים. המסקנה המתבקשת היא, שהשיווק של קריירות בתחום המדע והטכנולוגיה לוקה בחסר. אסטרטגיות שיווקיות להפיכת המדע לתחום פופולארי קיימות החל מהמאה ה-17, הן נתמכות, בדרך כלל, על-ידי הממשלה, מוסדות ציבור ומחקר, מדענים, מוזיאונים ומרכזי מדע. האסטרטגיות השיווקיות נחלקות לשני סוגים:

**הגישה הקלאסית** - ניסיון להביא יותר מידע וידע בתחומי המדע לציבור הרחב ולאנשים צעירים. גישת ה- **networking** - יצירת דיאלוג ישיר ורחב בין מדענים, מוסדות מחקר לאזרחים ולתלמידים, כדי לקדם את תדמית המדע בחברה בת זמננו, ולעזור לאנשים להבין טוב יותר נושאים שנויים במחלוקת הקשורים למדע ולטכנולוגיה. התקשורת מהווה כלי חשוב בתיווך שבין המדע לציבור. אולם לתקשורת חוקים משלה והיא משתמשת במדע וטכנולוגיה, בעיקר, כמקור לנרטיבים המושכים אנשים על-ידי סיפורים שנויים במחלוקת ומצבים חריגים.

בדו"ח HLG (2004) מומלץ לעודד את גישת ה- **networking**, שעיקרה פרסום באמצעי התקשורת שיבליט את היתרונות של קריירה מדעית: יוקרה, משכורות גבוהות ושיעורי אבטלה נמוכים. שיווק של עיסוקים בתחומי המדע והטכנולוגיה אינו באחריות התעשייה בלבד אלא נעשה בשיתוף פעולה של הממשלה, מוסדות ציבוריים, מדענים, מוזיאונים ומרכזי מדע. בין הצעדים המוצעים: הופעת מדענים בתקשורת, הצגת מדענים המהווים מודלים לחיקוי (role models) והאופן שבו מדענים אלו תרמו לחברה, לכלכלה ולאיכות החיים של העולם כיום. הדו"ח קורא לשיפור כישורי ההופעה של מדענים בתקשורת, במיוחד, כאשר הם מופיעים מול ציבור שאיננו, בהכרח, בעל הבנה בתחומי המדע והטכנולוגיה.

### 4.3 תוכניות בתחום המחקר

המלצות ה-HLG (2004):

- גיבוש מדיניות אירופית אחידה בנושא משאבי אנוש במדע וטכנולוגיה, שתשלב היבטים בתחומי הכלכלה, החברה והחינוך.
  - הקמה של גוף שיעסוק במדידת משאבי אנוש במדע וטכנולוגיה כחלק ממדיניות אירופית.
  - השקעות במחקרים שמטרתם יצירת מדיניות אסטרטגית בתחום כוח אדם מדעי וטכנולוגי.
  - יצירת מאגר מידע, שיכלול את הנושאים הבאים: ההיצע והביקוש הנוכחיים של כוח אדם מדעי וטכנולוגי; אסטרטגיות שנועדו למשוך סטודנטים בעלי כישורים למקצועות מדעיים וטכנולוגיים.
  - עידוד חוקרים מארה"ב להשתתף בתוכניות מדעיות בין-לאומיות והקלה על תהליכי הניידות של כוח אדם מדעי וטכנולוגי. Cervantes (2004) טוען, שיש להסיר את המגבלות על ניידות חוקרים ולהפוך את התעסוקה של כוח אדם מדעי וטכנולוגי לגמישה, במיוחד במגזר הציבורי ובמוסדות ההשכלה הגבוהה.
  - יצירת תוכניות של עמיתי מחקר, תעסוקה לבתר-דוקטורנטים ומו"פ בתעשייה.
  - הרחבת שיתוף הפעולה וחילופי הידע בין האקדמיה לתעשייה בנוגע להכשרת כוח אדם מדעי וטכנולוגי באמצעות תמריצים כספיים, מחלקות אוניברסיטאיות שימוקמו במעבדות של התעשייה והקמת מעבדות לשימוש משותף של התעשייה והאקדמיה בקרבת קמפוסים אוניברסיטאיים.
- רשימה נוספת של צעדים לעידוד ההכשרה בשוק העבודה המדעי והטכנולוגי, מוצעת בדו"ח של Butz et al. (2005) מטעם ארגון RAND<sup>27</sup> בנושא כוח האדם המדעי והטכנולוגי בממשל הפדראלי בארה"ב. בדו"ח מפורטים חמישה מסלולים להגדלת ההיצע של כוח האדם המדעי והטכנולוגי:
- יצירת עניין כללי** - עידוד העניין במדע בקרב התלמידים בחינוך היסודי באמצעות מסעות פרסום באמצעי התקשורת במטרה לשפר את הדימוי של מדע ומדענים. אמצעים נוספים: הכשרת מורים, פיתוח תוכניות לימודים, תוכניות outreach של גופים ממשלתיים כדוגמת NASA וה-NIH.
- בנוסף, מומלץ להגביר את שיתוף פעולה בין האוניברסיטאות לבתי הספר במטרה להביא לשיפור הכשרת המורים למדע וטכנולוגיה, לפיתוח חומרי למידה, להזמנת מורים להשתתף במעבדות, ולמתן הרצאות של סטודנטים וחברי סגל בבתי-הספר. דוגמה לכך אפשר לראות בתוכנית Math Science Partnership (MSP) מטעם ה-NSF, שעיקרה שותפויות בין מהנדסים, מתמטיקאים, מהנדסים ומורים כדי לקדם את ההכשרה של מורים למדעים וטכנולוגיה.
- הדרכה** - ייעוץ, הדרכה ותוכניות חונכות לבוגרי בתי-ספר תיכוניים במטרה לעודד אותם לבחור ללמוד מקצועות מדעים וטכנולוגים באקדמיה. ההדרכה מיועדת גם להרחיב השתתפותם של מיעוטים ונשים בכוח העבודה המדעי והטכנולוגי.
- הקדשת משאבים לסטודנטים** - סיוע כספי לסטודנטים במערכת ההשכלה הגבוהה לתואר ראשון, שני ושלישי במדעים וטכנולוגיה באמצעות מלגות, הלוואות ומענקי מחקר.

<sup>27</sup> RAND – ארגון אמריקאי שלא למטרות רווח המבצע מחקרים בתחומי בטחון לאומי, עסקים, חוק, בריאות, חינוך ומדע. <http://www.rand.org>

התאמה ושינוי של מאגר כוח האדם המדעי וטכנולוגי – הגדלת כוח האדם המדעי והטכנולוגי באמצעות תוכניות גיוס הכוללות בונוסים, תמריצים כספיים לחוקרים מצטיינים, הגדלה של מכסת הוויזות למדענים ולמהנדסים.

**פיתוח כוח העבודה וניהולו** - תמריצים כספיים (משכורות גבוהות, מתן הלוואות ובונוסים) כדי לעודד גיוס של כוח אדם מדעי וטכנולוגי, למשוך כוח אדם מדעי וטכנולוגי למקצועות ספציפיים, לשפר את הכישורים של כוח האדם המדעי והטכנולוגי ולעכב את הפרישה לגמלאות.

#### **4.4 תוכניות לאומיות להגדלת מאגר כוח האדם המדעי והטכנולוגי**

במדינות רבות בעולם, פותחו תוכניות ברמה הלאומית במטרה להגדיל את ההיצע של כוח האדם המדעי והטכנולוגי. מתוכן נציג שלוש תוכניות:

##### **American Competitiveness Initiative**

יוזמה זו מטעם משרד המדע והטכנולוגיה האמריקאי, החלה לפעול ב-2006, ומטרתה לשמור על מקומה של ארה"ב בחזית קהילת המדע הבין-לאומית על-ידי הגדלה של כוח האדם המדעי והטכנולוגי בעשרת אלפים איש, תוספת של מאה אלף מורים למתמטיקה ומדעים עד 2015, הכפלה מדי עשור של ההשקעות בגופים ממשלתיים המבצעים מחקר בסיסי.

בין האמצעים המוצעים בתוכנית:

- הקמת פאנל לאומי בנושא מתמטיקה, שיעריך באופן אמפירי את היעילות של גישות שונות להוראת המתמטיקה והמדעים ויצור בסיס מחקרי על מנת לשפר את שיטות ההוראה.
- עידוד ההתפתחות המקצועית של מורים למתמטיקה - מתן תמריצים למורים על מנת להבטיח שהמורים יעברו השתלמויות וקורסים מקצועיים.
- מתן תמריצים למורים למתמטיקה ומדעים במטרה לעודד אותם ללמד באזורים בהם אחוז גבוה של משפחות מועטות יכולות.
- תמיכה בשיתוף פעולה בין בתי-ספר ובין ארגונים ציבוריים או פרטיים כדי לעודד אנשים מארגונים אלו ללמד מתמטיקה ומדעים בבתי הספר.
- מתן מלגות לסטודנטים המגיעים ממשפחות מועטות הכנסה הלומדים מתמטיקה ומדעים בתיכון ושומרים על הישגים טובים (U.S OSTP, 2006).

##### **צעדים להגדלת כוח האדם המדעי והטכנולוגי באירלנד:**

באירלנד קיימת תוכנית כללית ומקיפה להגדלת כוח האדם המדעי והטכנולוגי. היא כוללת מספר תתי-תוכניות לטיפול בנושאים הבאים:

**Expert Group on Future Skills Needed** - הקבוצה הוקמה ב-1998 על-ידי הממשלה האירית ומטרתה לייעץ בכל ההיבטים הנוגעים להשכלה ולהכשרה הנדרשות בשוק העבודה העתידי, במיוחד בשוק העבודה המדעי והטכנולוגי.

**Discover Science & Engineering (DSE)** – תוכנית שהחלה לפעול ב-2003 במטרה לאחד את כל היוזמות בנושאי קידום מדע וטכנולוגיה תחת קורת גג אחת: העלאת המודעות לנושאי מדע וטכנולוגיה בקרב הציבור הרחב, הגדלת מספר הסטודנטים הלומדים מדע וטכנולוגיה ויצירת גישה חיובית כלפי

קריירות במדע וטכנולוגיה. בין האמצעים הננקטים במסגרת התוכנית: הקמת מרכז למידה אינטראקטיבי שמושם בו דגש על התנסות במדע; הפקת תוכניות בטלביזיה המדגימות כיצד המדע משפיע על חיי היום-יום; עריכת חידונים נושאי פרסים בתחומי המדע; הרצאות בנושאי מדע לציבור הרחב; חיזוק הקשר בין תלמידי בתי הספר לתעשייה (ביקורים, מתן מלגות לתלמידים מצטיינים); יצירת תוכניות לימוד חדשות בבתי הספר היסודיים ובחטיבות הביניים בפיסיקה, ביולוגיה וכימיה; הקמת מועדונים בנושאים מדעיים לתלמידי בתי הספר; עריכת שבוע המדע; חידוש ציוד במעבדות בבתי-הספר; יצירת תוכנית מטעם המוסדות להשכלה גבוהה שמטרתה לספק מידע על הדיסציפלינות המדעיות השונות ועל תוכניות הלימוד האפשריות באוניברסיטאות (O'carroll, 2004).

**LUMA** - פרויקט לאומי מטעם משרד החינוך הפיני שיושם בין השנים 1998-2002. מטרת הפרויקט הייתה להגדיל את מספר הסטודנטים הנרשמים למוסדות ההשכלה הגבוהה, בכלל, ולחוגים בתחום המדע והטכנולוגיה, בפרט. מטרה נוספת הייתה הגדלת המודעות למגוון העיסוקים בתחומי המדע והטכנולוגיה. הפרויקט מומן בסך 34 מיליון יורו על-ידי הממשלה הפינית בתוספת מימון של 1.4 מיליון של חברת נוקיה. התוכנית יושמה במערכת החינוך הפינית החל מבתי הספר היסודיים ועד למוסדות להשכלה גבוהה. בין האמצעים אשר נכללו בתוכנית: חיזוק תוכניות הלימודים במדע ובמתמטיקה, שיפור ההכשרה למורים, חידוש הציוד במעבדות בתי הספר, יצירת קשר בין מוסדות חינוך לתעשייה (HLG, 2004). טבלה 4.2 מפרטת מספר תוכניות במדינות שונות שנועדו להגדיל את ההיצע של כוח אדם מדעי וטכנולוגי במדינות שונות.

**טבלה 4.2: תוכניות שנועדו להגדיל את ההיצע של כוח אדם מדעי וטכנולוגי במדינות שונות**

מדינה	תוכנית	הגורמים המעורבים	פירוט התוכנית
פורטוגל	Ciencia Viva	בתי ספר, חוקרים, רשויות מקומיות, מרכזי מדע, מוזיאונים, מכללות טכנולוגיות ומעבדות מחקר.	פעלה בין השנים 1997-2001 וכללה שבעת אלפים מורים, חצי מיליון תלמידים בשלושת אלפים פרויקטים בנושאים מדעיים וכללה את חיזוק התשתיות להוראת המדע (ספריות, הרחבת הגישה לאינטרנט מהיר).
מקסיקו	La ciencia en tu Escuela - Science in Your School		העלאת המודעות של התלמידים לתחומי מדע וטכנולוגיה. יצירת בסיס נתונים המתעד את הפעילות המדעית במקסיקו והפתוח לציבור הרחב.
שוויץ	Maturity at Work	האקדמיה הלאומית למדעים.	עריכת ביקורים של תלמידי תיכון במעבדות מחקר.
איטליה	Progetto Lauree Scientifiche - Science Diploma Project	איגוד התעשיינים, משרד החינוך, מוסדות להשכלה גבוהה. הפרויקט מומן בשנים 2005-6 בסכום של 8.5 מיליון יורו.	יעוץ לתלמידי תיכון לגבי קריירות אפשריות בתחומי המדע והטכנולוגיה. עריכת שינויים בתוכנית הלימודים של המדעים ה"קשים". תוכניות התמחות במעבדות מחקר פרטיות. תוכנית לימודים במשך שנה לתואר שני המותאמת לצרכי המגזר העסקי.

מקור: OECD, Science Technology and industry Outlook 2006

## 5. גלובליזציה וניידות עובדים בשוק העבודה המדעי והטכנולוגי

בדו"ח ה-OECD (1999), מוצגת הטענה כי הניידות הבין-לאומית של כוח אדם מדעי וטכנולוגי היא חלק מתהליך הגלובליזציה. תהליך זה מאופיין בהרחבת שיתוף הפעולה בין מדענים ובין חברות, על מנת להשיג חדשנות טכנולוגית במחיר נמוך. מדינות ה-OECD חוששות שמא יאבדו את יתרון הטכנולוגי בשוק העולמי, בתגובה הן הופכות את מערכת ההשכלה הגבוהה והמחקר לבין-לאומית ומשתמשות בכוח עבודה של מהגרים, המשמש ערוץ להעברת ידע וליצירת קשרים בין משקים של מדינות שונות.

### 5.1 הגדרות

Solimano (2002), מגדיר ניידות של כוח אדם מדעי וטכנולוגי כמעבר של מדענים, מהנדסים ומנהלים בין גבולות של מדינות. מעבר זה מתקבל, בדרך כלל, ברגשות מעורבים. מחד גיסא, מדינות מתפתחות מעוניינות לעודד את הסטודנטים שלהן ללמוד במדינות מפותחות, כדרך לשדרג את בסיס הידע ואת משאבי האנוש שלהם. מאידך גיסא, ישנה דאגה מברירת מוחות וכישרונות הנחוצים לשוק המקומי.

בדו"ח של ה-OECD (1999), קיימת אבחנה בין שני סוגי הגירה: אקטיבית ופסיבית. הגירה אקטיבית כוללת העברה של כוח אדם עם חברה או אסטרטגיה עסקית. הגירה פסיבית כוללת הגירה של אנשים פרטיים לכלכלה מתפתחת יותר.

UNESCO מבחין בין שני סוגי מהגרים: מהגר לטווח ארוך – אדם, שעזב את ארצו או מקום מגוריו הקבוע לתקופה של לפחות שנה אחת. מהגר לטווח קצר – אדם שעזב את מקום מגוריו הקבוע לתקופה של לפחות שלושה חודשים אבל פחות משנה אחת, מסיבות שאינן חופשה, משפחתיות, עסקיות, טיפול רפואי או סיבות דתיות (Auriol & Sexton, 2001).

Solimano (2002) מבחין בין שני סוגי הגירה: כאשר המהגר בוחר לאחר מספר שנים לחזור לארץ מוצאו, המינוח המתאים הינו מעגל מוחות (brain cycle/brain circulation). באם המהגר בוחר שלא לחזור לארץ מוצאו, המינוח המתאים הינו בריחת מוחות (brain drain).

### 5.2 ניידות בשוק העבודה המדעי והטכנולוגי

ניידות בשוק העבודה המדעי והטכנולוגי כוללת ניידות של כוח אדם המועסק בשוק העבודה המדעי והטכנולוגי וניידות של סטודנטים בתחומים אלו. הפיתוי הוא לא רק רמת שכר גבוהה יותר, אלא גם סביבת מחקר המאפשרת את פיתוח הפוטנציאל המדעי, בעיקר של מדענים צעירים.

#### 5.2.1 נתונים סטטיסטיים לגבי ניידות של מועסקים בשוק העבודה המדעי והטכנולוגי

ברמה העולמית, ההערכות הן כי 2.8 אחוז מהאוכלוסייה בגילאי העבודה מתגוררים במדינה זרה. שיעורי ההגירה העולמים הינם 1.2 אחוז לעובדים בעלי מיומנות נמוכה, 1.8 אחוז לעובדים בעלי מיומנות בינונית ו- 5.5 אחוז לעובדים בעלי מיומנות גבוהה (תקווה, 2006).

הניידות של עובדים בעלי מיומנות גבוהה מכוונת אל ארבעה יעדים עיקריים: ארה"ב עם 7.8 מיליון עובדים מהגרים, האיחוד האירופי עם 4.7 מיליון עובדים מהגרים, קנדה עם 2 מיליון עובדים מהגרים ואוסטרליה עם 1.4 מיליון עובדים מהגרים. 45 אחוז מכלל העובדים הזרים, שלהם מיומנות גבוהה מתגוררים בארה"ב, ואילו 30 אחוז מהם מתגוררים במדינות ה-EU19 (OECD, 2005; OECD, 2006).

בשנת 2005-6, 97,000 אנשי אקדמיה (foreign scholars<sup>28</sup>) שאינם ילידי ארה"ב עבדו בארה"ב. מתוך קבוצה זו, 48,000 אנשי אקדמיה המהווים 55.6% מכלל אנשי האקדמיה הזרים בארה"ב, הגיעו ממדינות אסיה לפי הפרוט הבא: סין (19,000), קוריאה (8,900), הודו (8,800) ויפן (5,600). 25,000 אנשי אקדמיה המהווים 29% מכלל אנשי האקדמיה הזרים בארה"ב הגיעו ממדינות ה-EU-27, כאשר גרמניה מובילה את הדירוג (5,100) (IPTs, 2007).

לפי נתוני ה-NSF (2006), שבע מדינות אחראיות לקליטה של 85 אחוז מכוח האדם המדעי והטכנולוגי המהגר: ארה"ב 34 אחוז, צרפת 13 אחוז, גרמניה ואנגליה 12 אחוז, אוסטרליה, קנדה ויפן. בארה"ב, 25 אחוז מהעובדים בעלי השכלה אקדמית בכוח העבודה המדעי וההנדסי ו-40 אחוז מבעלי התארים השלישיים במדע והנדסה לא נולדו בארה"ב. שיעורם שונה בכל תחום: מחשבים (57 אחוז), הנדסת אלקטרוניקה (57 אחוז), הנדסה אזרחית (54 אחוז), הנדסת מכונות (52 אחוז). טבלה 5.1 מציגה את אחוז המועסקים בכוח העבודה המדעי וההנדסי בארה"ב, שלא נולדו בה, לפי תחום לימודים ותואר, ב-2003.

**טבלה 5.1: אחוז הפרטים בכוח העבודה המדעי וההנדסי בארה"ב, שלא נולדו בה, לפי תחום לימוד ותואר, 2003**

תואר שלישי	תואר שני	תואר ראשון	כלל התארים	
34.6	27.2	15.2	18.9	מדע וטכנולוגיה
50.6	38.3	21.5	26.7	הנדסה
36.2	21.2	12.6	16.7	מדעי החיים
47.5	40.4	19.3	25.8	מתמטיקה/מחשבים
36.9	28.9	16.9	23.0	מדעים פיזיקאליים
16.9	13.3	10.8	11.5	מדעי החברה

מקור: NSF, Science & Engineering Indicators 2006, Table 3-20

לפי נתוני ה-Eurostat (2007), ב-2006, שישה אחוז מכוח האדם המדעי והטכנולוגי במדינות האיחוד האירופי לא היו אזרחי המדינה שבה הם מתגוררים. מחציתם היו אזרחים של מדינות אחרות באיחוד האירופי ומחציתם האחרת היו אזרחים של מדינות שאינן מהוות חלק מהאיחוד האירופי.

**5.2.2 ניידות של סטודנטים בתחומי המדע והטכנולוגיה**

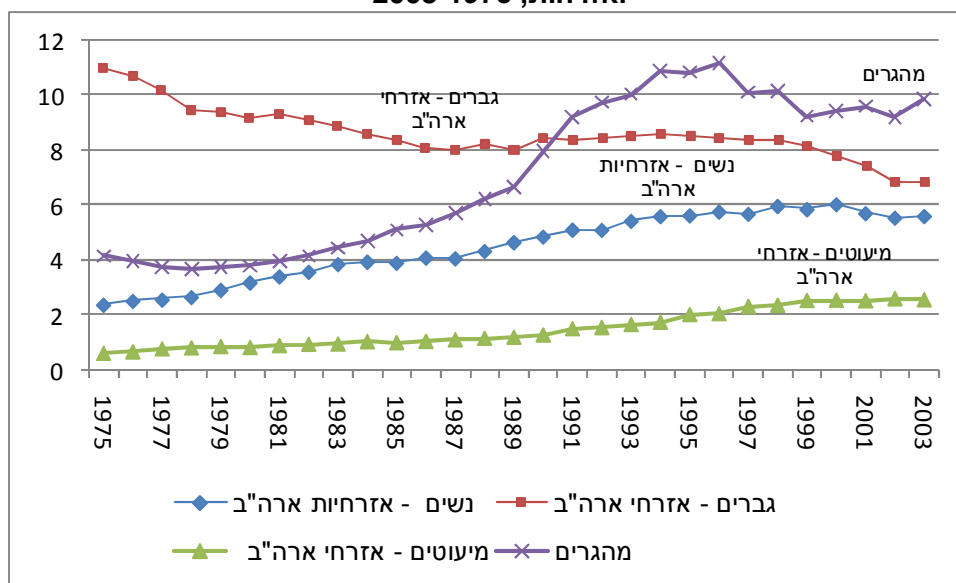
לפי נתוני ה-NSF (2006), בשני העשורים האחרונים, בולט במיוחד הגידול בהגירה של סטודנטים, כאשר ארה"ב הינה היעד המועדף להגירה זו. ב-2004, ארבעים אחוז מכלל הסטודנטים הזרים למדו בארה"ב, 18 אחוז למדו בבריטניה, 15 אחוז למדו בגרמניה, 12 אחוז למדו בצרפת ושישה אחוז למדו באוסטרליה. מספר הסטודנטים הזרים, שנרשמו לתואר שני בחוגים בתחומי המדע וההנדסה באוניברסיטאות בארה"ב עלה מ-73,200 סטודנטים ב-1983 ל-154,400 סטודנטים ב-2003. אחוז הסטודנטים הזרים בתחומי המדע וההנדסה עלה מ-19 אחוז ל-27 אחוז, כאשר אחוזי הרישום היו הגבוהים ביותר בתחומים הבאים: הנדסה (47 אחוז), מדעים פיזיקאליים (41 אחוז), מתמטיקה (38 אחוז).

<sup>28</sup> foreign scholars - מוגדרים כאנשי אקדמיה שאינם מהגרים או סטודנטים (מרצים/מורים, חוקרים) השוהים בארה"ב. הסקר הוגבל למוסדות המעניקים תואר שלישי.

ב- 2003, יותר משליש מהדוקטורנטים בתחומי המדעים וההנדסה ויותר ממחצית מהבתר-דוקטורנטים אינם ילידי ארה"ב. בין השנים 1983-2003, מספר מקבלי תואר שלישי במדע והנדסה, שאינם ילידי ארה"ב עלה מ-14,000 ל-17,000 איש. מספר מקבלי תואר שלישי במדע והנדסה, שהם תושבים זמניים עלה באותה תקופה מ-3,500 ל-8,700.

איור 5.1 מציג את מספר מקבלי תואר שלישי (באלפים) במדע והנדסה בארה"ב לפי מין, קבוצה אתנית ואזרחות, בין השנים 1975-2003. כפי שניתן לראות, תושבים שאינם אזרחי ארה"ב הם אלו שגרמו לעלייה במספר מקבלי תואר שלישי בארה"ב, בין השנים 1983-2003.

**איור 5.1: מספר מקבלי תואר שלישי (באלפים) במדע והנדסה בארה"ב לפי מין, קבוצה אתנית ואזרחות, 1975-2003<sup>29</sup>**



מקור: NSF, Science & Engineering Indicators 2006, Figure 2-18

לפי נתוני ה- NSF (2006), בין השנים 1983-2003, 64 אחוז ממקבלי תואר שלישי במדע והנדסה שאינם ילידי ארה"ב, הגיעו מעשר מדינות, רובן אסייתיות.

טבלה 5.2 מציגה את מספר מקבלי תואר שלישי בתחומי המדע וההנדסה בארה"ב לפי ארץ מוצא, בין השנים 1983-2003.

<sup>29</sup> קבוצת המהגרים כוללת אזרחים זמנים וקבועים. קבוצת המיעוטים כוללת: אפרו אמריקאים, היספאנים, אינדיאנים, אסיאתיים/ילידי איי האוקיאנוס השקט. קבוצת הנשים והגברים ילידי ארה"ב מתייחסת לרוב הלבן.



**טבלה 5.2: מספר מקבלי תואר שלישי במדע והנדסה בארה"ב, לפי ארץ מוצא, בין השנים 1983-2003**

מדינה	מספר מקבלי תואר שלישי	אחוז
כלל מקבלי תואר שלישי	176,019	100
עשר המדינות המובילות	111,959	63.6
סין	35,321	20.1
טייוואן	19,711	11.2
הודו	17,515	10.0
דרום קוריאה	17,112	9.7
קנדה	5,832	3.3
איראן	3,807	2.2
טורקיה	3,413	1.9
תאילנד	3,102	1.8
יפן	3,100	1.8
מקסיקו	3,046	1.7
כל השאר	64,060	36.4

מקור: NSF, Science & Engineering Indicators 2006, Table 2-3

התפלגות תחומי הלימוד של סטודנטים למדע והנדסה שאינם ילידי ארה"ב, בין השנים 1983-2003 בארה"ב, משתנה לפי יבשת המוצא שלהם: רוב התארים השלישיים הניתנים לסטודנטים ממדינות אסיה (סין, טיייוואן, הודו ודרום קוריאה) הם בעיקר בתחומי ההנדסה, המדעים הביולוגיים והמדעים הפיזיקאליים. סטודנטים מאירופה קיבלו מספר קטן יותר של תארים שלישיים, בהשוואה לעמיתיהם מאסיה. מרבית התארים השלישיים של סטודנטים ממערב אירופה הוענקו בתחומי הפסיכולוגיה ומדעי החברה ואילו מרבית התארים של סטודנטים ממזרח אירופה ניתנו בתחומי המדעים הפיזיקאליים והמתמטיקה. קבוצה נוספת של סטודנטים שלמדו תואר שלישי בארה"ב היא מצפון ומרכז אמריקה (קנדה ומקסיקו). מרבית התארים שלהם מוענקים בתחומי מדעי החברה והמדעים הביולוגיים.

טבלה 5.3 מציגה את מספר מקבלי תואר שלישי בתחומי המדע וההנדסה בארה"ב לפי ארץ מוצא ותחום לימודים, בין השנים 1983-2003.

**טבלה 5.3: מספר מקבלי תואר שלישי במדע והנדסה בארה"ב, לפי ארץ מוצא ותחום לימודים, בין השנים 1983-2003**

תחום	אסיה	מערב אירופה	מזרח אירופה	אמריקה (קנדה, מקסיקו)
כל התחומים	141,826	21,119	6,890	12,905
מדע והנדסה	120,698	15,422	6,135	8,878
הנדסה	44,213	3,281	1,260	1,465
מדע	76,485	12,141	4,857	7,413
חקלאות	5,142	536	97	779
מדעים ביולוגיים	19,020	2,198	844	1,684
מדעי המחשב	5,169	688	319	232
מדעי כדור הארץ/מדעי האטמוספירה	2,832	642	187	335
מתמטיקה	5,823	1,204	1,043	456
רפואה/מדעי החיים	3,547	419	39	523
מדעים פיזיקאליים	18,613	2,677	1,750	972
פסיכולוגיה	1,871	733	80	828
מדעי החברה	14,468	3,044	516	1,604
תחומים שאינם מדע וטכנולוגיה	21,128	5,697	755	4,027

מקור: NSF, Science & Engineering Indicators 2006, Tables 2-4, 2-5

באופן דומה, במהלך שני העשורים הקודמים, גדל מספר הסטודנטים הזרים הלומדים במדינות האיחוד האירופי.

ב-2004, שמונה מתוך כל מאה סטודנטים היו סטודנטים זרים שלמדו במערכת ההשכלה הגבוהה (tertiary education) במדינות ה-EU-27. יותר מרבע מיליון סטודנטים זרים למדו מדע והנדסה במדינות ה-EU-27, כשבעה אחוז מכלל הסטודנטים במערכת ההשכלה הגבוהה באירופה. יותר סטודנטים למדו את תחומי הנדסה בהשוואה לתחומי המדע. בבריטניה נמצא השיעור הגבוה ביותר של הסטודנטים הזרים, שלמדו הנדסה (26.4 אחוז) (Eurostat, 2007; EC, 2007).

לפי נתוני ה-NSF (2006), אחוז הסטודנטים הזרים, שלמדו לתואר שני בתחומי המדע והנדסה בבריטניה עלה מ-29 אחוז ב-1994 ל-41 אחוז ב-2004. מספר הסטודנטים הזרים, שלמדו תואר שני בהנדסה עלה מ-9,300 ל-20,500 בהתאמה. רוב הסטודנטים הזרים בבריטניה הגיעו מסיין, יוון, הודו ומלזיה. בשנת 2003, 30,000 סטודנטים זרים קבלו תואר שני בתחומי המדע והטכנולוגיה בצרפת, כ-27% מכלל התארים הניתנים בתחום זה. יותר ממחצית מהסטודנטים הזרים הגרו לצרפת ממדינות אפריקה והשאר ממדינות אסיה.

גם ביפן, בשנת 2004, כ-50,000 סטודנטים זרים נרשמו ללימודי תואר ראשון ושני במדע וטכנולוגיה, מתוך 84,000 סטודנטים זרים אשר נרשמו ללימודים ביפן. רב הסטודנטים הזרים ביפן הגיעו ממדינות ביבשת אסיה.

טבלה 5.4 מציגה את אחוז הסטודנטים הזרים במערכת ההשכלה הגבוהה באירופה בשנת 2004.

**טבלה 5.4: אחוז הסטודנטים הזרים במערכת ההשכלה הגבוהה במדינות אירופה, 2004**

מדינה	כל התחומים	מדע	הנדסה	מדינה	כל התחומים	מדע	הנדסה
קפריסין	32.0	21.5	8.9	בולגריה	3.6	2.1	2.7
שווייץ	18.2	23.0	20.4	איסלנד	3.3	4.1	2.4
בריטניה	16.2	16.3	26.4	הונגריה	3.1	3.7	3.1
אוסטריה	14.1	14.1	13.6	פינלנד	2.6	2.5	2.9
גרמניה	11.2	12.1	12.9	ספרד	2.3	1.0	1.0
בלגיה	9.6	9.7	7.7	איטליה	2.0	1.7	1.8
שבדיה	8.5	11.3	10.0	לאטביה	2.0	1.0	0.4
דנמרק	7.9	11.3	12.9	רומניה	1.5	0.5	0.6
EU-27	7.6	7.6	5.9	סלובניה	1.1	1.9	1.0
נורבגיה	5.8	9.3	6.2	סלובקיה	1.0	0.7	0.8
מלטה	5.6	2.4	2.6	תורכיה	0.8	0.9	0.8
צ'כיה	4.7	5.6	3.2	ליטא	0.4	0.1	0.1
פורטוגל	4.1	5.2	3.7	פולין	0.4	0.1	0.2
הולנד	3.9	5.0	4.8				

מקור: European Commission, Key Figures 2007, Table II.2.3

### 5.3 הסיבות לניידות של כוח אדם מדעי וטכנולוגי

הסיבות להגירה כוללות גורמים מושכים (pulling), שבראשם מגוון האפשרויות במדינות המפותחות וגורמים דוחפים (pushing) הכוללים אי יציבות כלכלית ופוליטית במדינות המוצא. קיים קשר מורכב בין הגירת מדענים ואינטלקטואלים לדיכוי זכויות האזרח והחופש האקדמי. לדוגמה, בשנות השישים והשבעים נשלטו מדינות דרום אמריקה על-ידי משטרים צבאיים, דבר, שגרם להגירה מסיבית של אקדמאים. השבת

הדמוקרטיה במהלך שנות השמונים והתשעים גרמה לחזרה של חלק מהמהגרים. לעומת זאת ברוסיה, גרמה הדמוקרטיזציה של המשטר להגירה מסיבית של מדענים, בין השאר, בשל צמצום תקציבי המחקר. הגורמים המושכים כוללים גורמים כלכליים (משכורות, נטל מיסים), גורמים הקשורים למו"פ, היקף פעילות רחב יותר, גישה לטכנולוגיות ולתשתיות החדישות ביותר, יזמות ושיתוף פעולה בין מוסדות אקדמיים לתעשייה, אפשרויות קידום בקריירה, רכישה של ידע, כישורים וגישה למענקי מו"פ. סקרים מראים כי רוב ההגירה של מדענים מרוכזת סביב מרכזי מחקר ספציפיים ומרכזי ידע. לדוגמה, בבריטניה, בין השנים 1994-1997, קלטו אוניברסיטאות אוקספורד וקיימברידג' 15 אחוז מכוח האדם המשכיל שהגר לבריטניה (OECD, 1999 ; OECD, 2006).

Mahroum (כפי שמופיע ב-OECD, 1999), מחלק את הגורמים המושכים להגירה של כוח אדם מדעי וטכנולוגי לפי המגזרים השונים:

מהנדסים וטכנאים - הגורם הכלכלי.

אקדמאים ומדענים - אופי העבודה הנדרש, התנאים במסגרתם הם פועלים ויוקרת המוסדות האקדמיים.

מנהלים - התרחבות העסקים והטבות כספיות.

יזמים - תחום המדיניות הממשלתית: ויזות, הקלות במס, זמינות של קרנות ויעילות בירוקרטית.

Solimano (2002), מונה כמה גורמים המשפיעים על ההגירה, בראשם זמינות של משאבי המחקר כולל רמת השכר לחוקרים. המשאבים המוקדשים למחקר והחלק בתוצר הגולמי המוקדש למחקר ופיתוח מצביעים בברור על יתרון של המדינות המפותחות (בראשן ארה"ב) בהשקעה בתחומי המדע והטכנולוגיה, דבר שמשפיע על יכולתן למשוך אליהן כוח אדם מדעי וטכנולוגי.

#### **5.4 מדיניות בנושא ניידות של כוח אדם מדעי וטכנולוגי**

מדיניות בנושא ניידות ומעבר עובדים בין מדינות בעידן הכלכלה הגלובאלית נחלקת לשני סוגים. מחד גיסא, מדינות ה-OECD המעוניינות למשוך אליהם עובדים בעלי מיומנות גבוהה ומאידך גיסא, מדינות ביבשת אסיה המעוניינות לצמצם את בריחת המוחות.

##### **5.4.1 אינדיקטורים ותוכניות לעידוד הניידות של כוח אדם מדעי וטכנולוגי**

הדרישה לכוח אדם איכותי ומיומן עלתה באוניברסיטאות ובמוסדות מחקר בארה"ב, קנדה ובריטניה. מדינות אלו מתחרות על כוח אדם מדעי וטכנולוגי על מנת לשמר את היתרון הטכנולוגי ולהתגבר על הירידה בהיצע של הבוגרים המקומיים במדע וטכנולוגיה. עידוד הניידות של כוח אדם מדעי וטכנולוגי נתפס כחלק חשוב מהאסטרטגיה הלאומית הכלכלית.

להלן מוצגים מספר אינדיקטורים המשמשים למדידת ניידות כוח אדם מדעי והנדסי בארה"ב: מספר המהנדסים והמדענים, שאינם ילידי ארה"ב, מספר היוזות הקבועות ו/או זמניות המחולקות למהנדסים ומדענים מהגרים, מספר מקבלי תואר שלישי, שאינם ילידי ארה"ב.

הגשת מועמדות לקבלת ויזות - יש סוגים שונים של ויזות לשהות בארה"ב, הבולטת היא ויזה מסוג HB-1 המבטיחה תעסוקה למשך שש שנים במקצועות הדורשים לפחות תואר ראשון. בנוסף, מדענים ומהנדסים מקבלים אישורי עבודה זמנים באמצעות ויזה מסוג L-1, המיועדת לעובדים בעלי כישורים גבוהים, ויזה

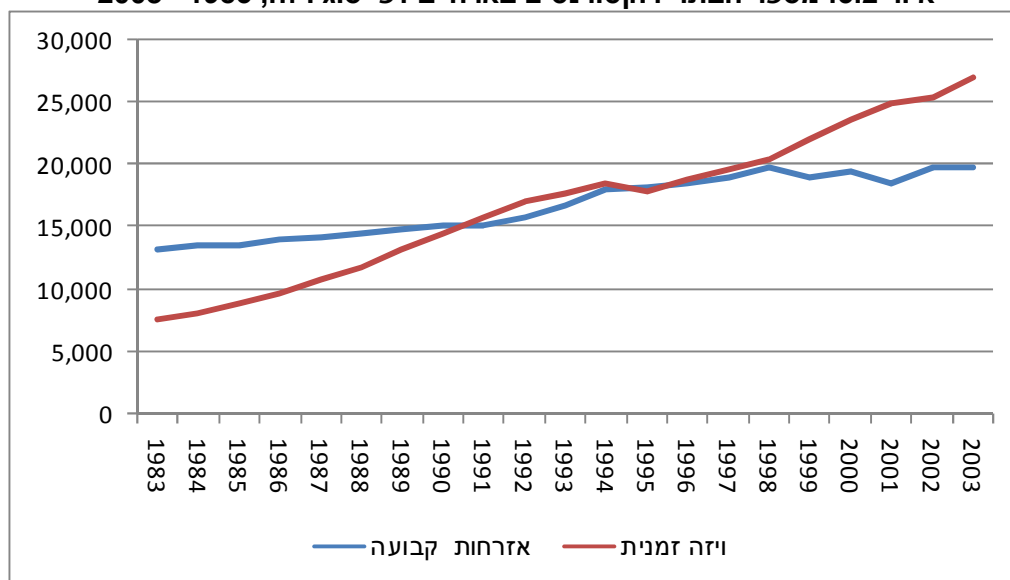
מסוג O-1 המיועדת למעבר עובדים בתוך חברה, ויזה מסוג F-1 המיועדת להעסקת חוקרים, שהם גם סטודנטים ויזה מסוג TN-1 במסגרת הסדרי הסחר בצפון אמריקה.

Kemnitzer et al. (2005) מדווח על גידול במספר היוזות מסוג HB-1, נתון המהווה אינדיקציה לביקוש הגדל לכוח אדם מדעי וטכנולוגי מהגר. ב-1999, פחות מארבעת אלפים מהנדסים קיבלו ויזות מסוג HB-1 בהשוואה ל-15,000 מהנדסים ב-2001. בנוסף, 57.8 אחוז מכוח האדם המועסק בתחומי המחשבים ו-12.2 אחוז מכוח האדם המועסק בתחומי ההנדסה והארכיטקטורה, 4.6 אחוז מכוח האדם המועסק בתחומים טכניים ומדעים, ו-8.7 אחוז מכוח האדם המועסק בתחומי הרפואה הגישו בקשה לויזת מסוג HB-1 (NSF, 2006).

ה-OECD (2006), מדווח כי ב-2003 היו 46,716 בתר-דוקטורנטים במוסדות להשכלה גבוהה בארה"ב, מהם 58 אחוז בעלי ויזה זמנית ורובם למדו ביולוגיה, מדעי החיים ורפואה וזאת לעומת 13,200 בתר-דוקטורנטים אזרחי ארה"ב ותושבים קבועים.

איור 5.2 מציג את מספר הבתר-דוקטורנטים בארה"ב לפי סוג ויזה, בין השנים 1983-2003.

**איור 5.2: מספר הבתר-דוקטורנטים בארה"ב לפי סוג ויזה, 1983–2003**



מקור: OECD, Science Technology and industry Outlook 2006, Figure 3.7

לפי נתוני ה-NSF (2006), החל משנות התשעים חלה עלייה במספר הבתר-דוקטורנטים בתחומי המדע וההנדסה, שהצהירו על כוונתם להישאר בארה"ב לאחר השלמת לימודיהם. בשנים 1995-1992, 68 אחוז ממקבלי תואר שלישי במדע והנדסה הצהירו על כוונתם להישאר בארה"ב לאחר קבלת התואר ו-35 אחוז קיבלו הצעות עבודה מחברות שונות. בשנים 2004-2003, 74 אחוז ממקבלי תואר שלישי במדע והנדסה הצהירו על כוונתם להישאר בארה"ב לאחר קבלת התואר ו-51 אחוז קיבלו הצעות מחברות שונות. מקבלי תואר שלישי במדעים פיזיקאליים, מתמטיקה ומחשבים נטו יותר להישאר בארה"ב בהשוואה למקבלי תואר שלישי במדעי החברה/התנהגות.

גורם נוסף המגדיל את הניידות של כוח אדם מדעי וטכנולוגי ומעודד הגירה הוא חברות בין-לאומיות. Kemnitzer et al. (2005) מדווחים כי 12 אחוז מחברות טכנולוגיות המידע העבירו משרות לארה"ב וזאת בהשוואה ל-3 אחוז מחברות שאינן בתחום טכנולוגיות המידע.

מדינות האיחוד האירופי נקטו צעדים על מנת להקל על הניידות של כוח אדם מדעי וטכנולוגי ושל חוקרים בפרט: ביוני 2001 אומצה אסטרטגיה לקידום הניידות של חוקרים. היא כוללת שורה של צעדים במטרה ליצור שוק עבודה אטרקטיבי ופתוח לחוקרים. בין הצעדים שנקטו:

European Research Mobility Portal - הושק ב- 2003 וכולל מידע על חוקים הקשורים לניידות

ומידע על מלגות, מענקי מחקר ומשרות פנויות.

European Charter for Researchers and Code of Conduct for Recruitment of

Researchers - הקוד מגדיר את המחויבויות של חוקרים ומעסיקים בתהליכי הקבלה לעבודה וזאת על מנת לאפשר שקיפות ושוויון.

יזמה מדעית - אומצה על-ידי מועצת האיחוד האירופי החל מאוקטובר 2005. מטרתה הקלת

הגישה לחוקרים ממדינות לא-אירופיות למדינות האיחוד האירופי.

מדינות מסוימות באירופה נקטו צעדים משלהן על מנת להקל על הניידות של כוח אדם מדעי וטכנולוגי. לדוגמה, בגרמניה ניתנת אפשרות לעבוד לחוקרים ולכוח אדם בעל מיומנות גבוהה עם הצעות עבודה ספציפיות ומוענקת להם אזרחות. כמו כן, ניתנת אפשרות לסטודנטים זרים שהשלימו את לימודיהם לתואר בגרמניה לחפש עבודה במשך שנה, במידה, שהם מעוניינים להישאר בגרמניה (Hamer et al., 2005; OECD, 2006)

#### **5.4.2 תוכניות לאומיות לצמצום הניידות של כוח אדם מדעי וטכנולוגי**

Khadria (2004) מונה ארבע דרכים לצמצום ההגירה של כוח אדם מדעי וטכנולוגי:

**(1 הגבלה (restriction)** – המטרה הינה להקשות על הגירה של עובדים מיומנים ולצמצמה באופן כללי או במגזרים מסוימים, בהם היצע העובדים נמוך. הגבלה זו מתבצעת על-ידי מתן אישורי הגירה רק לאחוז מסוים מכוח העבודה המדעי והטכנולוגי. Solimano (2002) טוען, שצעד זה מועד לכישלון וגורם לפגיעה במוטיבציה של כוח האדם בעל מיומנות גבוהה. בעידן של גלובליזציה, ניידות בין לאומית של כוח אדם מדעי וטכנולוגי בלתי נמנעת.

**(2 פיצוי** - שימוש בתפוצת המהגרים כמקור להתפתחות כלכלית באמצעות יצירת מנגנונים של פיצוי למדינת המוצא. לדוגמה, בהודו אין מנגנון רשמי של פיצוי הנגרם בשל בריחת המוחות, אולם ישנה מדיניות המציעה תמריצים למהגרים התורמים לקופת המדינה בערוצים המקובלים: השקעות בפקדונות, העברת כספים. רוב התמריצים כוללים הקלות במס ושיעורי ריבית גבוהים. אפשרות אחרת הינה הטלת "מס בריחת מוחות" על המהגר או על מדינת היעד.

**(3 שיקום (restorative)** – עידוד מהגרים לחזור באופן קבוע או באופן זמני לשם מילוי משימות ספציפיות על-ידי מלגות והטבות כספיות אחרות. להלן, דוגמאות לתוכניות כאלה:

**הודו - תוכנית TOKTEN-INRIST** - השבה זמנית וקבועה של מהגרים הודים. התוכנית כללה

השתתפות של גורמים פרטיים, שהציעו תעסוקה במחלקות המחקר והפיתוח, ושל מוסדות אקדמיים שהציעו משרות ומענקי מחקר. התוכנית לא הצליחה בשל תמריצים כספיים לא מספקים ובשל קשיים בירוקרטים ביישום התוכנית. בנוסף, נתקלה התוכנית בהתנגדות של חברי הסגל הקבועים, שהתייחסו אל המדענים החוזרים כעל "אזרחים מדרגה שנייה".

## איטליה - Re-entry of Scientists into Italy - עידוד חזרה של מדענים איטלקים החיים מחוץ

לאיטליה באמצעות הקלות במס לתקופה של חמש שנים למדענים המתחילים לעבוד לפני 2009. סין - החל משנת 1970, יותר מ-460,000 סטודנטים סינים בחרו ללמוד מחוץ לסיין, כשליש בלבד מתוכם חזרו. סין פועלת לעידוד החזרה של סטודנטים בשני מישורים: באמצעות מדיניות ממשלתית מרכזית הפועלת לשדרוג מאה אוניברסיטאות למוסדות נחשבים ברמה העולמית המציעים, לא רק השכלה גבוהה, אלא גם תעסוקה אקדמית והזדמנויות למחקר ופיתוח; יצירה של משרות מיוחדות באוניברסיטאות ובמוסדות מחקר ציבוריים; הצעת משכורות גבוהות על מנת לעודד את חזרתם של סטודנטים, שלמדו מחוץ לסיין; הקמת פארקים תעשייתיים. במישור השני, כל ממשל מקומי פיתח מדיניות הכוללת תמריצים שנועדו לעודד את חזרתם של סטודנטים סינים. בנוסף, הרשויות הסיניות מעודדות יצירת שיתוף פעולה בין התפוצה הסינית, לבין מדענים סינים העובדים בסיין ועם סוכנויות ממשלתיות (OECD, 2006).

**4 פיתוח** – טיפול בשורש הבעיות המהוות את הסיבות להגירה ובראשן, צמצום הפער בין המדינות המתפתחות למפותחות. Solimano (2002) טוען, שההגירה של כוח אדם מיומן בלתי נמנעת, הפתרון טמון ביצירת תנאים כלכליים ומקצועיים טובים יותר, שאפשרו לכוח אדם מיומן לחזור לארץ מוצאו. לשם כך יש להגדיל את החלק של התוצר הלאומי המוקדש למחקר ופיתוח.

לטענתו, על המדינות המפותחות לסייע למדינות המתפתחות במספר דרכים: תמיכה באוניברסיטאות ובמרכזי מחקר מובילים במדינות המתפתחות, יצירת תוכניות לחילופי סטודנטים ומדענים, תמיכה בשדרוג האוספים ומאגרי המידע של הספריות המקומיות. סיוע שכזה יינתן דרך ארגונים בין לאומיים כמו UNESCO, הבנק העולמי וה-OECD. דוגמה לתוכנית כזאת היא תוכניתו של הבנק העולמי (MSI) Millennium Science Initiative הכוללת הלוואות למדינות מתפתחות על מנת ליצור תמיכה כספית במרכזים של מצינות במדע וטכנולוגיה. גם קרנות פרטיות כדוגמת קרן פורד, קרן גייטס וקרן רוקפלר מסייעות בתמיכה במדע במדינות המתפתחות.

מדיניות שיקום ומדיניות פיתוח מחייבות השקעת משאבים לטווח ארוך: השקעה בחינוך ובתשתיות הבריאות, הטכנולוגיה, המחקר והפיתוח. על-ידי פיתוח של מרכזי מצינות מדעית ויצירת תנאים לחדשנות וליזמות, אפשר ליצור מאזן חיובי של זרימת מוחות והון או להקטין את הזרימה השלילית. הגישה במדיניות המגבילה, במדיניות המשקמת ובמדיניות הפיתוח מבוססת על ההנחה, שברירת מוחות היא "הפסד" למדינה. המדיניות המפצה, לעומת זאת, מבוססת על ההנחה, שניידות של כוח אדם היא בלתי נמנעת, והיא בבחינת רווח למדינת המוצא. לכן, ניתן לאמץ חלופות, שלפיהן מעודדים הגירה זמנית ומצמצמים תמריצים להגירה ארוכת טווח או לצמיתות.

בשנים האחרונות, מתגבשת הדעה כי קיימת רמת הגירה חיובית אופטימאלית של עובדים מיומנים עבור כל מדינה. כלומר, יש לפעול ליצירת מצב, שבו ניתן יהיה לנצל את ההשפעות החיוביות של הגירה בלי לפגוע בהון האנושי ובצמיחה הכלכלית. לשם כך, מומלץ שמדיניות בנושא זה תתבסס על העקרונות הבאים:

- עידוד של מחזור מוחות – הגירה זמנית ומחזורית במקום הגירה לטווח ארוך.
- ניצול התפוצה המהגרת לצורך של העברת כספים וטכנולוגיות.
- עידוד בנייה של מאגר הון אנושי – חינוך והכשרה הן הדרכים הטובות ביותר בטווח הארוך למנוע הגירה של כוח אדם מיומן (תקוה, 2006).

## 5.5 היבטים מתודולוגיים במחקרים בנושא ניידות של כוח אדם מדעי וטכנולוגי

בדו"ח ה-NSF (2006) נטען, שאופי ההגירה של כוח אדם משכיל מקשה על איסוף הנתונים הסטטיסטיים בגלל שיש מהגרים המגיעים לטווח קצר (השלמת תואר או עבודה) וחלק המגיע לטווח ארוך. חלק מהמהגרים השלימו את התואר שלהם בארץ מוצאם ואינם נכללים כלל בסקר. בשל כך, קיים חוסר התאמה בין הנתונים הנאספים ממקורות שונים. לדוגמה, נתוני ה-SESTAT מראים כי ב-1999, 15 אחוז מבוגרי הקולג'ים בתחומי המדע והטכנולוגיה לא נולדו בארה"ב. לעומת זאת, לפי נתוני מפקד האוכלוסין שנערך ב-2000, 22.4 אחוז מבוגרי הקולג'ים בתחומי המדע והטכנולוגיה לא נולדו בארה"ב. קיים מחסור בנתונים לגבי בריחת מוחות של כוח אדם מדעי וטכנולוגי. מעט מדינות כדוגמת ארה"ב, קנדה ואוסטרליה אוספות נתונים על היקף ההגירה ועל הרקע של המהגרים.

Auriol & Sexton (2001) מונים את המקורות העיקריים לנתונים על ניידות של כוח אדם מדעי וטכנולוגי: **(1 מערכות נתונים מנהלתיות של אישורי עבודה/מגורים זמניים - במערכות אלו נאסף מידע לגבי מהגרים השהים באופן זמני. הנתונים משתנים ממדינה למדינה. בחלק מהמדינות, נאספים הנתונים לפי המקצוע (ארה"ב, קנדה, אוסטרליה ויפן) ובחלק אחר מהמדינות, נאספים הנתונים לפי מגזר התעסוקה (מדינות אירופה). מדינות מסוימות עורכות סקרים ספציפיים המיועדים למדידת הניידות הבין-לאומית. לדוגמה, ה-SESTAT הבודק מהו שיעור כוח האדם המדעי והטכנולוגי יליד ארה"ב בהשוואה לכוח האדם המדעי והטכנולוגי שלא נולד בארה"ב. ה-International Passenger Survey (IPS) מפרט את כל הנכנסים אל בריטניה והיוצאים ממנה דרך הים והאוויר. הסקר כולל פרק מיוחד למהגרים וכולל מידע דמוגרפי: גיל, מין, לאום וארץ יעד.**

הקושי העיקרי נעוץ בחוסר תאימות של הנתונים הנאספים ממדינות שונות שאינה מאפשרת השוואה ביניהן. כמו כן, לחלק ממדינות אירופה יש הסכמים המאפשרים לעובדים לחצות גבולות. בשל כך, ישנם פחות תהליכים מנהלתיים וחלק מהמהגרים אינו נרשם כלל. לכן חסר מידע לגבי הניידות הבין-לאומית. **(2 רישום אוכלוסין - המידע דמוגרפי בעיקרו: גיל, מין, לאום, תאריך הכניסה והזמן המתוכנן לשהות. בדרך כלל, הרישום אינו כולל נתונים על השכלה או מקצוע. אולם במדינות הנורדיות יש קישור בין הנתונים של רישום האוכלוסין לרישומי הביטוח הלאומי וכך ניתן להפיק את המידע הדרוש לנושא הניידות של כוח אדם מדעי וטכנולוגי.**

**(3 סקרי כוח אדם - יתרונם הוא באיסוף מידע רלבנטי ועדכני בנושא כוח אדם מדעי וטכנולוגי. מכיוון שסקרים כאלה נערכים במדינות רבות, אפשר לערוך השוואות בינלאומיות. אולם שיטות הדגימה של סקרי כוח אדם מגבילות את האפשרות לקבלת מידע מפורט, במיוחד לגבי מהגרים המהווים קבוצה קטנה ביחס לכלל האוכלוסייה (סקרי כוח אדם דוגמים בדרך כלל בין חצי אחוז לאחוז מכלל האוכלוסייה). שיעור המהגרים שאינם עונים לסקרים, עלול להיות גבוה יותר בשל קשיי שפה; חלק מהמהגרים אינם נגישים, הם גרים במלונות ובמוסדות שאינם מכוסים על-ידי סקרי כוח האדם. בנוסף, סקרי כוח אדם מתעלמים ממהגרים לטווח קצר (פחות מ-12 חודשים).**

**(4 מפקד אוכלוסין - מפקדי אוכלוסין מבוססים על רישום מלא של האוכלוסייה, דבר הגורם לביטול טעויות הנובעות מדגימה. אולם הם נערכים לעיתים רחוקות, אחת לעשר שנים. בשל כך, הנתונים נאספים לעיתים נדירות ואינם עדכניים.**

ההמלצות של Auriol & Sexton (2001) לשיפור מחקרים העוסקים בניידות של כוח אדם מדעי וטכנולוגי הן:

- הגדרה אחידה של כוח אדם מדעי וטכנולוגי באופן שיאפשר השוואה בין הנתונים הנאספים במדינות השונות.
- עריכת סקרים של כוח אדם על בסיס השוואתי ושיטתי (בדומה לאלו של ה-SESTAT).
- ניצול תוצאות של מפקדי אוכלוסין כדי לקבל מידע על הגירה של כוח אדם מדעי וטכנולוגי.
- סיווג מהגרים קבועים וזמניים לפי פרמטרים של תעסוקה והשכלה באופן שיאפשר השוואות בהתבסס על שיטות הסיווג של ISCO-88 ו-ISCED 97.



## 6. נשים בשוק העבודה המדעי והטכנולוגי במדינות ה-OECD

אחת הדרכים לצמצם את הפער בין ההיצע לביקוש של כוח אדם מדעי וטכנולוגי היא שימוש במשאבי אנוש זמינים: הגדלת חלקם של נשים ומיעוטים בשוק העבודה המדעי והטכנולוגי. אחוז הנשים בוגרות של מערכת ההשכלה הגבוהה ממשיך לגדול, גם במקצועות מדעיים וטכנולוגיים, אולם עדיין קיים תת-ייצוג של נשים בתחומי המדע והטכנולוגיה. העובדה שנשים, בוחרות פחות ללמוד ולעסוק במקצועות מדעיים וטכנולוגיים, מעמידה אותן במצב נחות בתחרות בשוק העבודה בהשוואה לגברים. כתוצאה מכך, נשים נמצאות בעמדה כלכלית נחותה ונפגעים סיכויי ההצלחה הכלכלית שלהן עצמן ושל כלכלת המדינה. מסיבה זו נעשים מאמצים גדולים במדינות רבות בעולם לסגירת הפערים המגדריים בשוק העבודה המדעי והטכנולוגי (OECD, 1999).

### 6.1 נתונים סטטיסטיים על נשים בכוח העבודה המדעי והטכנולוגי

נתוני ה-NSF והאיחוד האירופי מצביעים על דפוס, שלפיו הייצוג של נשים בשוק העבודה המדעי והטכנולוגי גדל עם השנים, אך עדיין נותר נמוך ביחס לגברים.

#### 6.1.1 נתונים סטטיסטיים לגבי נשים בכוח העבודה המדעי וההנדסי בארה"ב

לפי נתוני ה-NSF (2006), ב-2003, נשים היוו 46 אחוז מכוח העבודה בארה"ב, 26 אחוז מהאקדמאים בשוק העבודה המדעי וההנדסי. ייצוגן של נשים בשוק העבודה משתנה בהתאם לתחום: נשים היוו 52 אחוז מהמועסקים בתחומי מדעי החברה, 29 אחוז מהמועסקים בתחומי הפיזיקה ו-11 אחוז מהמועסקים בתחומי ההנדסה. בין השנים 1993-2003, אחוז הנשים במקצועות מדעיים וטכנולוגיים עלה מ-23 אחוז ל-27 אחוז. לעומת זאת, במתמטיקה ובמדעי המחשב אחוז הנשים המועסקות ירד בשני אחוז. שיעורי האבטלה בתחומי המדע וההנדסה בקרב נשים, גבוהים יותר ביחס לגברים: 4.2 אחוז בהשוואה ל-3.7 אחוז בקרב הגברים. גם המשכורת החציונית בתחומי המדע וההנדסה המשולמת לנשים נמוכה בעשרים וארבע אחוז בממוצע בהשוואה למשכורת החציונית המשולמת לגברים. במהלך שני העשורים האחרונים, ייצוגן של הנשים בכוח העבודה המדעי והטכנולוגי בארה"ב גדל. ב-1980 נשים היוו 12 אחוז מכוח העבודה המדעי וההנדסי וזאת בהשוואה ל-25 אחוז ב-2000. טבלה 6.1 מציגה את אחוז הנשים בכוח העבודה המדעי וההנדסי בארה"ב לפי תחומי עיסוק נבחרים, בשנים 1993 ו-2003.

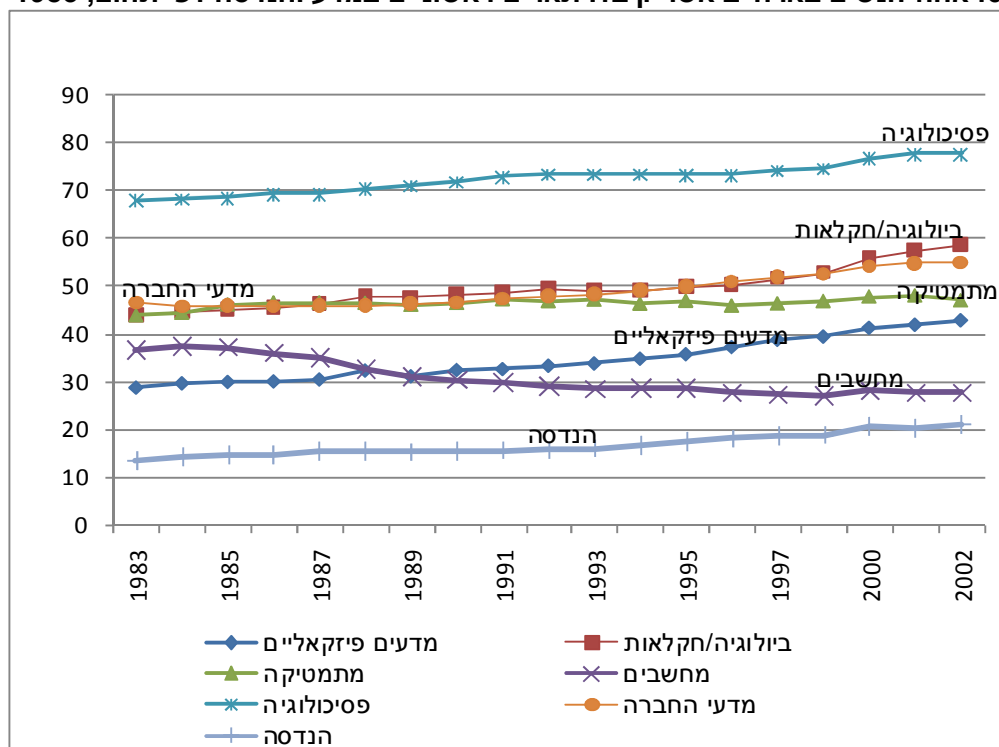
#### טבלה 6.1: אחוז הנשים בכוח העבודה המדעי וההנדסי בארה"ב לפי תחום עיסוק, ב-1993 ו-2003

2003	1993	
27.0	22.8	כלל העיסוקים
28.4	30.8	מתמטיקה/מחשבים
43.4	34.0	מדעי החיים
52.2	50.7	מדעי החברה
11.1	8.6	הנדסה

מקור: NSF, Science & Engineering Indicators 2006, Figure 3-26

לפי נתוני ה-NSF (2006), ב-2002, קיבלו נשים 58 אחוז מכלל התארים הראשונים בארה"ב ומחצית מהתארים הראשונים במדע והנדסה. אולם בתחומי המדע והנדסה, נשים וגברים לבחור ללמוד מקצועות שונים: גברים קיבלו את רוב התארים הראשונים בתחומים הבאים: הנדסה (79 אחוז), מחשבים (73 אחוז) ומדעים פיזיקאליים (57 אחוז). נשים קיבלו את רוב התארים הראשונים בתחומים הבאים: פסיכולוגיה (78 אחוז), ביולוגיה/חקלאות (59 אחוז), מדעי החברה (55 אחוז) ומתמטיקה (47 אחוז). יוצא מן הכלל, הוא תחום המחשבים שבו אחוז הנשים, שקיבלו תארי בוגר ירד מ-36 אחוז ל-27 אחוז. איור 6.1 מציג את אחוז הנשים בארה"ב, שקיבלו תארים ראשוניים במדע והנדסה בארה"ב לפי תחום, בין השנים 1983-2002.

**איור 6.1: אחוז הנשים בארה"ב אשר קיבלו תארים ראשוניים במדע והנדסה לפי תחום, 1983-2002**



מקור: NSF, Science & Engineering Indicators 2006, Figure 2-11

באופן דומה, חל גידול במספר הבוגרות תואר שני במדע והנדסה מ-21,000 תארים ב-1983 ל-43,500 תארים ב-2002. ב-1983, נשים היוו 31 אחוז ממקבלי תואר שני במדע והנדסה בהשוואה ל-44 אחוז ב-2002. אחוז הנשים המקבלות תארים שניים משתנה בהתאם לתחום: ב-2002, היוו נשים רוב בקרב מקבלות תואר שני בפסיכולוגיה (76 אחוז), ביולוגיה (58 אחוז) ומדעי החברה (54 אחוז). נשים היוו מיעוט בקרב מקבלות תואר שני בהנדסה (21 אחוז). מגמה דומה מאפיינת גם את מקבלי התארים השלישיים: ב-2003, 7,131 נשים קיבלו תואר שלישי בהשוואה ל-4,325 נשים ב-1983. נשים היוו 45 אחוז ממקבלי תואר שלישי בארה"ב ב-2003, יותר ממחצית מקבלי תואר שלישי בתחומי שאינם מדע והנדסה ובמדעי החברה/ההתנהגות ורק 19 אחוז ממקבלי תואר שלישי בתחומי ההנדסה.

## 6.1.2 נתונים סטטיסטיים על נשים בכוח העבודה המדעי והטכנולוגי במדינות אירופה

דפוס דומה לזה של השתתפות נשים בכוח העבודה המדעי וההנדסי בארה"ב, קיים גם במדינות אירופה. לפי נתוני האיחוד האירופי (2007), ב-2006, היוו נשים 51.4 אחוז מכוח האדם המדעי והטכנולוגי במדינות אירופה. הייצוג של הנשים בכוח האדם המדעי והטכנולוגי גבוה במיוחד באסטוניה, לאטביה וליטא (יותר משבעים אחוז).

טבלה 6.2 מציגה את אחוז הנשים בכוח האדם המדעי והטכנולוגי במדינות אירופה ב-2006.

טבלה 6.2: אחוז הנשים בכוח העבודה המדעי והטכנולוגי במדינות אירופה, 2006

מדינה	אחוז הנשים בכוח האדם המדעי	מדינה	אחוז הנשים בכוח האדם המדעי
אסטוניה	71.6	רומניה	52.0
ליטא	71.2	בריטניה	51.6
לאטביה	71.1	EU -27	51.4
בולגריה	67.7	איטליה	50.8
פורטוגל	61.5	ספרד	50.6
סלובניה	59.6	קפריסין	50.0
פולין	59.1	מלטה	50.0
שבדיה	59.0	סלובקיה	50.0
פינלנד	59.0	יוון	49.6
הונגריה	57.2	הולנד	48.1
דנמרק	56.6	אוסטריה	46.6
נורבגיה	54.9	צ'כיה (2005)	45.6
איסלנד (2005)	54.5	לוקסמבורג (2005)	44.9
אירלנד	54.2	גרמניה	43.0
בלגיה	53.0	שוויץ	35.0
צרפת	52.0		

מקור: European Commission Key Figures 2007, Table II.2.4. הערה: HRSTC מתייחס לקבוצת האנשים שהינם בעלי השכלה וגם מועסקים בתחומי המדע והטכנולוגיה במקצועות השייכים לקבוצות ISCO1, ISCO2, ISCO3 לפי ה-ISCO88.

ב-2004, היוו נשים שישים אחוז מבוגרי המוסדות להשכלה הגבוהה באירופה, ארבעים אחוז מבוגרי החוגים למדע ו-24 אחוז מבוגרי החוגים להנדסה.

אחוז התארים משתנה בהתאם לתחום הלימוד. במדינות ה-OECD, נשים היוו רוב בקרב מקבלי התארים במדעי הרוח והחברה, רוב בקרב מקבלי התארים במדעי החיים (שישים אחוז) ומיעוט בקרב מקבלי התארים במחשבים (פחות משלושים אחוז) ומדעים פיזיקאליים (ארבעים אחוז).

כמו כן, הייצוג של הנשים במועסקות בתחומי המחקר במדע וטכנולוגיה נמוך בהשוואה לגברים. נשים מהוות כעשרים וחמישה אחוז מהעוסקים במחקר במדינות אירופה, כאשר שיעור הנשים העוסקות במחקר במגזר הפרטי נמוך במיוחד. ב-2002, 17.5 אחוז מהנשים החוקרות הועסקו בתעשייה, 34.8 אחוז במגזר הציבורי ו-34.9 אחוז הועסקו במערכת ההשכלה הגבוהה. זאת בהשוואה לשני שלישים מהנשים החוקרות בארה"ב המועסקות בתעשייה ובמגזר העסקי ושישה אחוז מהנשים החוקרות ביפן (OECD, 2005; EC, 2006; EC, 2007).

טבלה 6.3 מציגה את אחוז הנשים שקיבלו תארים בתחומי המדע והטכנולוגיה כחלק מכלל מקבלי התארים במדע וטכנולוגיה במדינות נבחרות, לפי ותחום לימודים, ב-2004.

טבלה 6.3: אחוז הנשים בעלות תארים בתחומי המדע והטכנולוגיה כחלק מכלל מקבלי התארים במדע וטכנולוגיה במדינות נבחרות לפי תחום לימודים, 2004

מדינה	אחוז הנשים שקיבלו תארים בכל תחומי הלימוד	אחוז הנשים שקיבלו תארים בתחומי המדע	אחוז הנשים שקיבלו תארים בתחומי ההנדסה
אסטוניה	71.6	47.9	33.1
לאטביה	69.2	39.3	28.2
ליטא	66.5	43.9	33.3
פורטוגל	65.9	50.8	33.9
פולין	65.5	41.1	27.6
הונגריה	63.5	37.6	23.7
פינלנד (2003)	62.0	48.8	21.8
שבדיה	61.0	45.9	28.6
יוון	60.9	41.9	38.0
סלובניה	60.4	40.0	21.2
נורבגיה	60.3	26.2	22.7
קפריסין	59.7	42.9	20.2
דנמרק	58.8	33.5	31.1
EU-27	58.7	40.3	24.3
בולגריה	58.3	56.4	37.2
איטליה	58.1	53.7	28.7
צ'כיה	58.0	39.5	24.2
בריטניה	57.7	37.4	20.1
ספרד	57.7	37.2	25.8
מלטה (2003)	57.3	30.0	31.3
רומניה	57.3	58.8	32.4
בלגיה	57.1	30.3	20.8
אירלנד	57.0	43.0	17.5
סלובקיה	56.7	41.1	31.6
צרפת (2003)	56.6	41.0	21.7
הולנד	56.1	24.1	15.9
גרמניה	52.7	34.9	17.1
אוסטריה	50.6	35.7	17.2
שווייץ	44.1	21.8	11.4
תורכיה	44.0	45.1	23.2

מקור: European Commission Key Figures 2007, Figure II.2.2

לסיכום, קיים מצב אבסורדי שבו לנשים ייצוג הולך וגדל במקומות העבודה וכבעלות תארים אקדמאיים. אולם ייצוג נותר נמוך בתחומי המדע, הנדסה והמחקר.

## 6.2 הסיבות לתת-הייצוג של נשים בכוח העבודה המדעי והטכנולוגי

הפערים המגדריים בחינוך מדעי וטכנולוגי הוסברו על-ידי מגוון של גורמים קוגניטיביים, רגשיים וחברתיים. להלן תובא סקירה קצרה של הסיבות לפערים אלו:

**דפוס סוציאליזציה** - זורמן (אצל איידלמן 2005), טוענת כי תהליך הסוציאליזציה, שעוברים בנים ובנות שונה מהותית ומשפיע על ההעדפות של הבנות בתחום המתמטיקה והמדעים. לטענתה, הורים רבים משכבות חברתיות שונות מחנכים את בניהם להיות עצמאיים והישגיים, ואילו הבנות מחונכות להיות ממושמות, אחראיות ובעלות אוריינטציה של עזרה לזולת. בנוסף, הורים רבים מעודדים את בניהם, יותר מבנותיהם, לחקור את הסביבה, להיות פעילים מחוץ לבית ולהיות עצמאיים בהתנהגותם. כמו כן, הורים מעודדים יותר את הבנים לעסוק בפעילויות הקשורות למדעים, ובסופו של דבר, לפנות לתחומים מדעיים או טכנולוגיים.

דפוס התנהגות אלו מחוזקים על-ידי הסביבה, מורים נוטים לפרש כישלון של בנות כתוצאה של חוסר יכולת, וכישלון של בנים כתוצאה של חוסר מאמץ ומוטיבציה.

שחר (אצל איידלמן, 2005) מציינת, כי עוד בבית-הספר היסודי, מעניקים המורים יחס שונה לבנים מאשר לבנות. בעוד שבנות זוכות ליחס "מלטף", הבנים נדרשים ליותר מאמץ. כתוצאה מכך, הבנות אינן משקיעות את המאמצים הנדרשים כדי להגיע למיצוי יכולתן.

מחקרים הראו כי ספרי לימוד וקריאה רבים, תוכניות טלביזיה וסרטים, מציגים את הבנים בהקשר של מתמטיקה ומדעים ואת הבנות בהקשר של משפחה ועזרה לזולת. בנוסף, נוטים מורים לפנות יותר לבנים בשאלות, להיכנס איתם לדו-שיח, ולעזור להם בשאלות מנחות (איידלמן, 2005).

זורמן ודוד (אצל איידלמן, 2005) מצביעות על כך, שבנים נוטים להיות ממוקדים יותר בתחום תוכן מסוים המכוון אותם לעיסוק במתמטיקה ובמדעים וזאת ביחס לבנות המאוזנות יותר, מבחינת תחומי התעניינות, ויש להן תחומי התעניינות ותוכן חלופיים. כמו כן, לנשים יש העדפה חברתית ומשפחתית גבוהה והן נוטות לבחור במקצועות המאפשרים עבודה עם אנשים אחרים ושילוב של משפחה וקריירה.

**גורמים פסיכולוגיים** - הערכה עצמית ותפיסת העצמי (self concept & self efficacy) - המתבטאים בין השאר בייחוס הסיבות להצלחה וכישלון במתמטיקה. כאשר בנים התבקשו להסביר את הסיבות להצלחותיהם במתמטיקה הם ייחסו את ההצלחה לעצמם ואת הכישלון לאחרים. לעומת זאת, בנות הגיבו באופן הפוך: הן ייחסו את ההצלחה לאחרים ואת הכישלון לעצמן. מכיוון, שבנות מייחסות את הכישלון במתמטיקה לעצמן, הן אינן נוטות לבחור בתחום זה מחשש שמא ייכשלו. כמו כן, לבנות יש חוסר בטחון עצמי ביכולות הנתפסות כדרושות להצלחה במקצועות ריאליים. בנות אינן מעריכות נכונה את יכולתן, דבר הגורם לרתיעה מתחומים אלו או לפרישה מהם (Beyer et al. אצל איידלמן, 2005).

**השפעות חברתיות** - בגיל ההתבגרות, נמצא הלחץ החברתי בשיאו ומהווה סיבה בקרב בנות לאבד עניין במדע ובטכנולוגיה. התקשורת והחברה מחזקות סטריאוטיפים טיפוסים בנוגע ללימודי מדע וטכנולוגיה: שעות עבודה רבות המגבילות את הזמן המוקדש למשפחה, נוכחות ותרומה גברית בולטת בהשוואה לנוכחות הנשית. בנוסף לכך, קיים מחסור במקצועות מדעיים וטכנולוגיים בדמויות חיקוי נשיות רלבנטיות בבתי הספר, באקדמיה ובשוק העבודה (Gurer & Camp אצל איידלמן, 2005).

Snohott & Hoton (אצל Chubin & Pearson, 2001) מציגים שני מודלים תיאורטיים בנוגע לאי השתלבותן של נשים בשוק העבודה המדעי:

מודל החוסר (deficit) – המטרות של נשים וגברים הן זהות, אולם מספר רב יותר של מחסומים מבניים, חוקיים, פוליטיים וחברתיים ניצבים בפני נשים.

מודל השוני – לנשים נקודת מבט אחרת בהשוואה לגברים הנובעת מהבדלים טבעיים או לחלופין, מתהליכי סוציאליזציה שגורמים לנשים להיות פחות תחרותיות ודעתניות.

### **6.3 הגדלת ההיצע של נשים בשוק העבודה המדעי והטכנולוגי**

להלן תובא סקירה קצרה של צעדים ותוכניות שמטרתם קידום השתלבותן של נשים בשוק העבודה המדעי והטכנולוגי בארה"ב ובאירופה:

#### **6.3.1 מדיניות בנושא הגדלת ההיצע של נשים בתחומי המדע והטכנולוגיה**

האיחוד האירופי הקים ב- 1999 את קבוצת הלסינקי לנשים במדע וטכנולוגיה במטרה להקים מערכת מובנית של החלפת מידע ושיתוף פעולה בין המדינות החברות באיחוד האירופי לשם קידום נשים ונערות במדע ובטכנולוגיה.

המלצותיה של קבוצת הלסינקי נחלקו לשני מישורים:

**1) פעולות חיוביות (Positive Action Measures)** – מבוססות על ההכרה, שנשים חוו אפליה ישירה ועקיפה בבואן להשתלב בשוק העבודה המדעי והטכנולוגי. יש לנקוט בשורה של צעדים על מנת לתקן אפליה זו. בין הצעדים המומלצים:

הקמת רשתות תמיכה לנשים – רוב רשתות התמיכה גבריות לכן יש להקים רשתות תמיכה לנשים שיעסקו בקידום של שוויון הזדמנויות בשוק העבודה המדעי והטכנולוגי.

חשיפה למודלים של חיקוי (role models) - חשיפה של דמויות מפתח נשיות המהוות מודלים לחיקוי, בתחומי המדע והטכנולוגיה. החשיפה תעשה באמצעי התקשורת, במפגשים עם תלמידות וסטודנטיות בבתי הספר ובאקדמיה.

חניכה (mentoring) – יצירת קשר בין נשים מדעניות בתחילת הקריירה במדע וטכנולוגיה לבין נשים בוגרות, שהצליחו ומקיימות קריירה בתחומים אלה, לצורך קבלת עצה ותמיכה.

ייעוד משאבים לנשים מדעניות - עידוד נשים על-ידי קרנות מחקר, מלגות ופרסים.

**2) יצירת תנאים שווים (Gender Mainstreaming Measures)** – חתירה לשילוב ולשוויון בין המינים בכל המערכות, המבנים, התהליכים, התוכניות והארגונים באמצעות הצעדים הבאים:

חקיקה – הקמת רשויות לשוויון בין המינים הקבועות בחוק.

לימודי מגדר - על מנת להשלים את הידע בנושא הדינאמיקה של נשים במדע וכדי לסייע בקביעת מדיניות. לימודי המגדר אמורים לספק נתונים כמותיים ואיכותיים על השתלבותן של נשים בתחומי המדע השונים ועל אופני האפליה הממסדית והלא ממסדית כלפיהן.

רענון הנהלים בהנהלות משאבי האנוש – לעיתים, אסטרטגיות הניהול של משאבי אנוש במוסדות להשכלה גבוהה הינן מיושנות ונשענות על רשתות גבריות. צעדי הרענון כוללים השגת שקיפות בתהליכי המינוי והקידום של המרצים, מתן הרצאות למנהלי כוח האדם בנושאים של שוויון זכויות והזדמנויות.

שינוי תוכנית הלימודים במדע וטכנולוגיה – הטענה הבסיסית הינה ששיטות ותכני ההוראה בתחומי המדעים והטכנולוגיה מותאמים יותר לגברים בהשוואה לנשים.

אמצעים לאיזון כוח העבודה - חתירה למדיניות המנסה לאזן בין חיי משפחה לקריירה, בין השאר, על-ידי מתן אפשרות לתעסוקה במשרות חלקיות, תעסוקה בשעות גמישות, הקמת מעונות יום לילדים במקומות העבודה (Rees, 2002).

צעדים נוספים לעודד נשים לבחור ללמוד מקצועות מדעיים וטכנולוגיים:

הוראה בכיתות חד-מיניות - סוגיית הלימוד בבתי ספר חד-מיניים לעומת בתי ספר מעורבים נמצאת כבר זמן רב על סדר היום הציבורי, בעיקר בארה"ב, קנדה, אנגליה, ניו-זילנד ואוסטרליה. הגורמים המצדדים בלימוד בכיתות מעורבות טוענים כי בית הספר צריך לשקף את החברה שבה אנו חיים. לכן, בתי ספר מעורבים יכינו טוב יותר את תלמידיהם לתפקוד בחברה מעורבת, ימתנו סטריאוטיפים מגדריים, וישפרו את תהליכי החיברות של שני המינים. בנוסף, מצדדי החינוך המעורב מביאים נתונים המראים כי בתי ספר לבנות מקבלים פחות משאבים ועל כן יוצרים אפליה כלפי הבנות.

לעומתם, התומכים בלימוד בכיתות חד מיניות מראים את האפקטיביות של הלמידה בכיתות מסוג זה, בעיקר עבור בנות המתמחות במתמטיקה ובמדעים מדויקים.

בנוסף, מומלצים הצעדים הבאים במערכת החינוך:

- עריכת קורסי קיץ במתמטיקה ומדעים לבנות, המיועדים לסגירת הפערים בידע בתחומים אלו בין בנים לבנות.
- ליווי וחניכה של תלמידות המתחילות את לימודיהן בתחומי המדע והטכנולוגיה על-ידי תלמידות בעלות ניסיון בתחומים אלו.
- שיפור הדימוי של מקצועות מדעיים וטכנולוגיים - יצירת קשר בין מקצועות אלו לתחומים שונים בחברה (רפואה, גנטיקה), ביקורים בפקולטות למתמטיקה ולמדעים.
- העלאת מודעות הצוות בבית הספר לפערים הבין מגדריים (Cubin & Pearson, 2001).

### 6.3.2 תוכניות ייחודיות שנועדו להגדיל את ההיצע של נשים בתחומי המדע והטכנולוגיה

בארה"ב ובאירופה קיימים גופים ותוכניות רבות שמטרתם לקדם את השתלבותן של נשים בשוק העבודה המדעי והטכנולוגי. להלן דוגמאות לשלוש תוכניות:

**Women into Science and Engineering Campaign (WISE)** - התוכנית פועלת בבריטניה החל מ-1984 ומטרתה המוצהרת היא הגדלת שיעור הנשים הנרשמות למקצועות מדעיים וטכנולוגיים ולהקטנת שיעורי הנשירה של נשים ממקצועות אלו. האמצעים להשגת המטרות מגוונים: מסע פרסום באמצעי התקשורת, פרסומים ומחקרים בנושא, קורסים ומצגות בנושא המועברות בבתי הספר.

**LUMA** - פרויקט לאומי בפינלנד שמטרתו הגדלת ההיצע של בוגרי מדע וטכנולוגיה. הפרויקט בוצע בין השנים 1996-2002, כשאחת ממטרותיו הבולטות הייתה הגדלת אחוז הנשים הלומדות מדע וטכנולוגיה ל-33 אחוז וזאת באמצעות חניכה (mentoring) על-ידי סטודנטיות בוגרות, פיתוח שיטות הוראה ושיעורי עזר.

**MIRROR** - פרויקט נוסף שנערך בפינלנד בין השנים 2002-2005 על-ידי איגוד התעשיינים. מטרתו הייתה העלאת מספרן של הנשים בשוק העבודה המדעי והטכנולוגי. בפרויקט הושם דגש על שינויים בחומרי הלימוד ובשיטות ההוראה במדע וטכנולוגיה והתאמתן לבנות ולנשים החל מרמת החינוך היסודי (HLG, 2004).

## 7. מיעוטים בשוק העבודה המדעי והנדסי בארה"ב

מצבם של מיעוטים אתניים בשוק העבודה ההנדסי והטכנולוגי בארה"ב דומה למצבן של הנשים שיעורם של בני קבוצות המיעוטים המשתלבים בשוק העבודה ההנדסי והטכנולוגי בארה"ב גדל במהלך השנים האחרונות, אך עדיין שיעור זה נמוך משיעורם באוכלוסייה.

### 7.1 נתונים סטטיסטיים לגבי מיעוטים בכוח העבודה המדעי והנדסי בארה"ב

טבלה 7.1 מפרטת את אחוז בני המיעוטים השונים בשוק העבודה המדעי והנדסי בארה"ב.

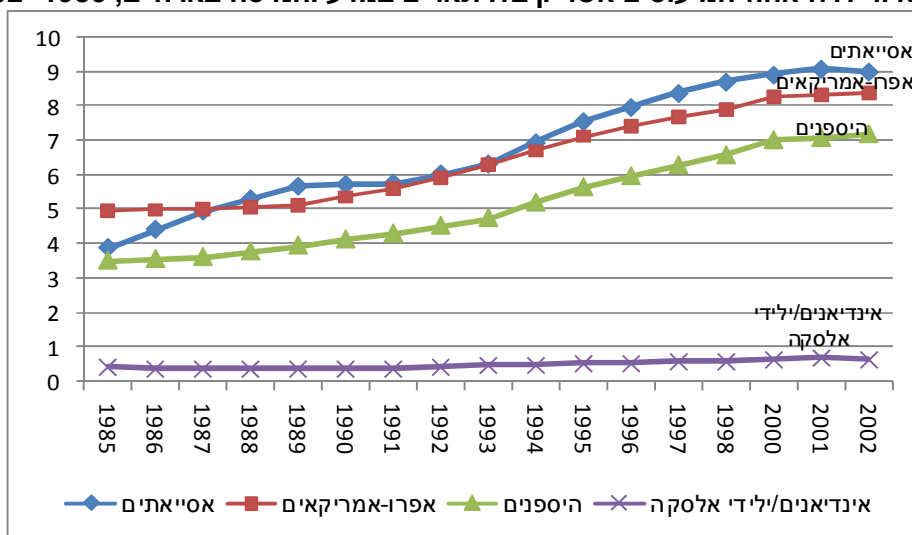
טבלה 7.1: אחוז המיעוטים בשוק העבודה ההנדסי בארה"ב, 2000

אפרו-אמריקאים	היספאנים	אסיאתיים/איי האוקיאנוס השקט	
13 <sup>30</sup>	12 <sup>31</sup>	5 <sup>32</sup>	אחוז באוכלוסיית ארה"ב
7.4	4.3	7	אחוז האקדמאים בשוק העבודה מתוך כלל האקדמאים
6.9	3.2	14	אחוז המועסקים בתחומי המדע וההנדסה מתוך כלל המועסקים

מקור: NSF, Science & Engineering Indicators 2006

לפי נתוני ה- NSF (2006), ייצוג המיעוטים בשוק העבודה המדעי והנדסי בארה"ב נמצא במגמה של עלייה מתמדת. לדוגמה, אחוז האפרו-אמריקאים עלה מ- 2.6 אחוז ב- 1980 ל- 6.9 אחוז ב- 2000. אחוז היספאנים עלה מ- 2 אחוז ב- 1980 ל- 3.2 אחוז ב- 2000. איור 7.1 מציג את מגמת העלייה באחוזי המיעוטים, שקיבלו תארים במדע והנדסה בארה"ב, בין השנים 1985-2002.

איור 7.1: אחוז המיעוטים אשר קיבלו תארים במדע והנדסה בארה"ב, 1985-2002



מקור: NSF, Science & Engineering Indicators 2006, Figure 2-12

<sup>30</sup> הנתון נלקח מ: The Black Population in the United States: March 1999  
<http://www.census.gov/prod/2000pubs/p20-530.pdf>

<sup>31</sup> הנתון נלקח מ: The Hispanic Population in the United States: March 2000  
<http://www.census.gov/population/socdemo/hispanic/p20-535/p20-535.pdf>

<sup>32</sup> הנתונים לגבי האסיאתיים וילידי איי האוקיאנוס השקט נכונים ל- 2003.



טבלה 7.2 מציגה את אחוז מקבלי התארים **בהנדסה** בקרב מיעוטים אתניים בארה"ב, לפי סוג תואר, ב-2003.

טבלה 7.2: אחוז מקבלי תארים בהנדסה בקרב מיעוטים אתניים בארה"ב לפי סוג תואר, 2003

אחוז מקבלי תואר ראשון בהנדסה	אחוז מקבלי תואר שני בהנדסה	אחוז מקבלי תואר שלישי בהנדסה	
5.1	4.6	3.4	אפרו-אמריקאים
5.4	4.3	3.6	היספאנים

מקור: Kemnitzer S. et al. (2005). The Engineering Workforce: Current State, Issues, and Recommendations, Figure 2.1

## 7.2 הסיבות לתת-הייצוג של מיעוטים בכוח העבודה המדעי וההנדסי בארה"ב

Chubin & Pearson (2001), מפרטים את המחסומים הניצבים בפני מיעוטים בארה"ב בלימודי מקצועות השייכים לשוק העבודה המדעי והטכנולוגי:

- הכנה לא מתאימה החל מרמת החינוך היסודי ועד לתיכון.
  - מיעוט של מודלים לחיקוי בתחומי המתמטיקה והמדע בתעשייה ובאקדמיה.
  - עידוד לא מספק של ההורים והמורים.
  - דעות קדומות ויחס שונה של הסגל בפקולטות למדעים והנדסה וצוותיהן.
  - תחושות של בדידות ופעילויות חברתיות מועטות בפקולטות למתמטיקה והנדסה.
- Barton (2002), מונה את הגורמים הבאים, שנמצאו קשורים בהישגים נמוכים במדעים של אוכלוסייה אפרו-אמריקאית בהשוואה עם תלמידים ממוצא אסיאתי, על-פי ניתוח גרסיה:
- גורמים סוציו-אקונומיים ותמיכה מהבית – בני מיעוטים רבים מגיעים מרקע של עוני ואבטלה, דבר הגורם למחסור בחומרי למידה ובפעילויות לימודיות מחוץ לכותלי בית הספר.
  - מיעוט של דמויות חיקוי בתחומי המדע והמתמטיקה בבית ובסביבה הקרובה.
  - מאפייני הסביבה החינוכית - בתי הספר שבהם בני מיעוטים לומדים, נוטים להיות בתי ספר בעלי רמה אקדמית נמוכה, מרובים בבעיות משמעת ובבטיחות לקויה.

## 7.3 תוכניות להגדלת היצע של מיעוטים בשוק העבודה המדעי וההנדסי בארה"ב

מטרתן של תוכניות להגברת השתלבותם של מיעוטים בשוק העבודה המדעי והטכנולוגי בארה"ב היא להשוות את רמת ההישגים של מיעוטים בוגרי תיכון (אפרו-אמריקאים, היספאנים ואינדיאנים) במקצועות מדעיים לרמת ההישגים של הרוב הלבן.

Barton (2002) ו- Kemnitzer et al. (2005) מציעים לנקוט את הצעדים הבאים:

- שיפור תוכניות הלימודים במתמטיקה ומדעים לילדים החל מהחינוך היסודי, הגדלת מספר המורים למתמטיקה, שיפור האיכות של הכשרת המורים והפיכת תנאי העבודה של מורים לאטרקטיביים יותר.
- מתן ייעוץ לסטודנטים מקבוצות מיעוט המעוניינים ללמוד את תחומי המתמטיקה והמדעים.
- פיתוח יוזמות חדשות לעידוד מיעוטים לבחירה בלימודי הנדסה.
- תוכניות לעזרה כספית ומתן מלגות לסטודנטים מקבוצות מיעוט.

- הדגשת ההקשר החברתי של לימודי מדע וטכנולוגיה.
- הדגשת התרומה של מיעוטים בתחומי ההנדסה.
- הבלטת הנושא של מנהיגות מהנדסים והרחבת תוכנית הלימודים עם דגש על תקשורת, עבודת צוות ואתיקה.
- הקמת רשתות תמיכה של מיעוטים.
- תוכניות כדוגמת Pre-Engineering - המיועדת לעודד תלמידים מקבוצות מיעוט לבחור במקצועות ההנדסה. תוכניות אלו כוללות קורסים בנושאי מדע והנדסה החל מחטיבת הביניים, הכשרת מורים ויועצים בנושא, נגישות לציוד ומעבדות מתאימות ומפגשים עם אנשים העוסקים בתחומים אלו בתעשייה ובאקדמיה.
- הדגשת המדע כגורם מחולל שנוי – נשים ומיעוטים (לא ממוצא אסייתי) הביעו צורך ללמוד תחום שיטיב עם הקהילה שלהם ועם החברה בכללותה. לכן, יש להרחיב את גבולות המדע ולא להתמקד במחקר בסיסי בלבד.

## **חלק ב': היצע של כוח אדם מדעי וטכנולוגי בישראל**

מדינה כמו ישראל, אשר חסרה במשאבים טבעיים, התבססה מאז ומתמיד על ההון האנושי של אזרחיה, כמקור לחוסן כלכלי ובטחוני. מערכת ההשכלה הגבוהה יצרה את התשתית להון אנושי זה, על-ידי הכשרת אקדמאים בתחומים שונים.

בהתאם, חשיבות הלימודים האקדמיים בשוק העבודה עלתה במהלך השנים. מהתבוננות ראשונית בשוק העבודה, ניתן לראות כי החלק של המועסקים בעלי משלח יד אקדמי מסך המועסקים במשק עולה בהתמדה, מ-8.6 אחוז ב-1990 ל-13.8 אחוז ב-2004, כאשר חלקן של הנשים מסך בעלי משלח יד אקדמי עלה אף הוא מ-40 אחוז ב-1990 ל-48 אחוז ב-2004 (בהסתמך על נתוני הלמ"ס).

התבוננות על פוטנציאל כוח האדם בתחומים אלו, מראה כי החלק של בעלי השכלה אקדמאית באוכלוסייה (בני 18 ומעלה) בישראל עלה בהתאם, מ-16.1 אחוז ב-1990 ל-25.7 אחוז ב-2004. יש לזכור כי חלק ניכר מהגידול בשיעור המשכילים מקורו בעלייה הגדולה ממדינות חבר העמים בשנות התשעים, שכללה עולים רבים בעלי השכלה על-תיכונית.

במסגרת עבודה זו, נתייחס ספציפית לכוח האדם המדעי-טכנולוגי והכשרתו. הכשרה מדעית-טכנולוגית היא אבן היסוד לתעשיות המתקדמות של ישראל, ובראשן התעשייה הביטחונית ותעשיית ההיי-טק. ההכשרה והמחקר המדעיים-הנדסיים הם שאפשרו לישראל להיות מובילה בטכנולוגיות צבאיות של תקשורת, תעופה וחלל, ולהתפתחות תעשיית ההיי-טק, שהיוותה את מנוע הצמיחה הכלכלית העיקרי של המשק הישראלי במהלך העשור האחרון. ניתן לראות, כי איכות כוח האדם בתחומי המדע והטכנולוגיה קשורה קשר הדוק הן לחוסנה הצבאי והן לביטחונה הכלכלי של מדינת ישראל.

לכן, קיום הון אנושי בתחומי המדע והטכנולוגיה, הוא מהאינטרסים העליונים של מדינת ישראל וקיימת חשיבות רבה לעיצוב מדיניות שתעסוק בהכשרת כוח אדם בתחומי המדע והטכנולוגיה, ובהכוונתו לצרכי התעשייה ולצרכי האקדמיה. תנאי הכרחי ומקדים לעיצוב מדיניות מסוג זה הוא הבנה של המצב הקיים במשק מבחינת ביקוש והיצע לכוח אדם מדעי וטכנולוגי. כמו כן, תכנון מחייב גם תחזיות לגבי ביקוש והיצע לכוח אדם כזה בעתיד. במסמך זה מובא ריכוז נתונים בנושא, שנאסף מפרסומים של הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה ומקורות אחרים, שמטרתו לשמש את מקבלי ההחלטות בעת קביעת מדיניות. הנתונים מתחלקים לשני נושאים עיקריים:

תלמידי תיכון ונבחנים בבחינות הבגרות – החינוך המדעי-טכנולוגי במסגרת התיכון הוא בעל חשיבות גבוהה, שכן הוא קובע את פוטנציאל המועמדים ללימודים על-תיכוניים בתחומים אלו.

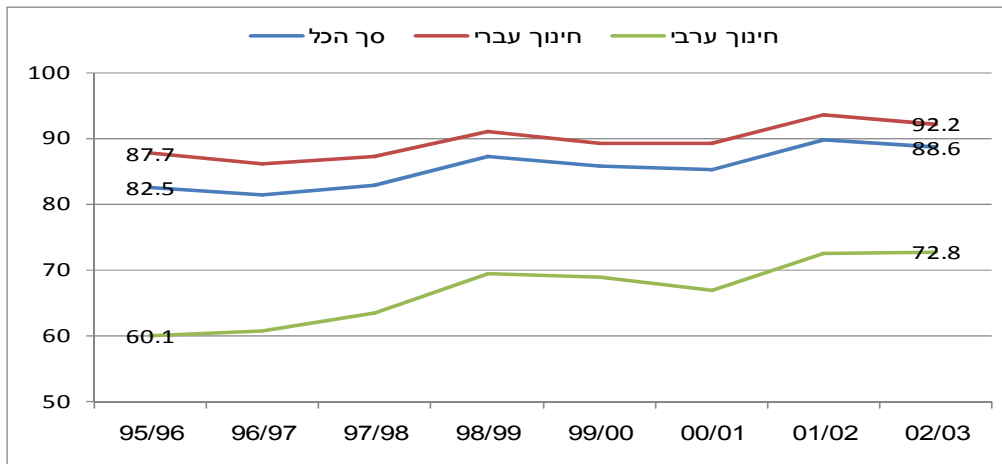
סטודנטים ובוגרים של המוסדות להשכלה על תיכונית וגבוהה בתחומי המדעים, ההנדסה והטכנולוגיה – הן בתואר ראשון ולתעודת הנדסאי וטכנאי, המיועדים להשתלב בעיקר בסקטור העסקי, והן בתארים מתקדמים, לצורך שילוב במחקר ובפיתוח מתקדמים בתעשייה ובאקדמיה.

## 8. פוטנציאל תלמידי התיכון למקצועות הטכנולוגיים והמדעיים

### 8.1 נבחנים וזכאים לתעודות בגרות מתוך תלמידי כיתות י"ב

כאשר מתבוננים על פוטנציאל התלמידים ללימודים טכנולוגיים ומדעיים, נבחן את שיעור הלומדים בכיתה י"ב מתוך קבוצת הגיל הרלוונטית. בשעה ששיעור הלומדים בקרב כלל האוכלוסייה הוא כמעט 90 אחוז, הרי שמתוך חלוקה לחינוך ערבי ויהודי מתקבל כי שיעור תלמידי החינוך הערבי<sup>33</sup> נמוך משמעותית, כ-73 אחוז.

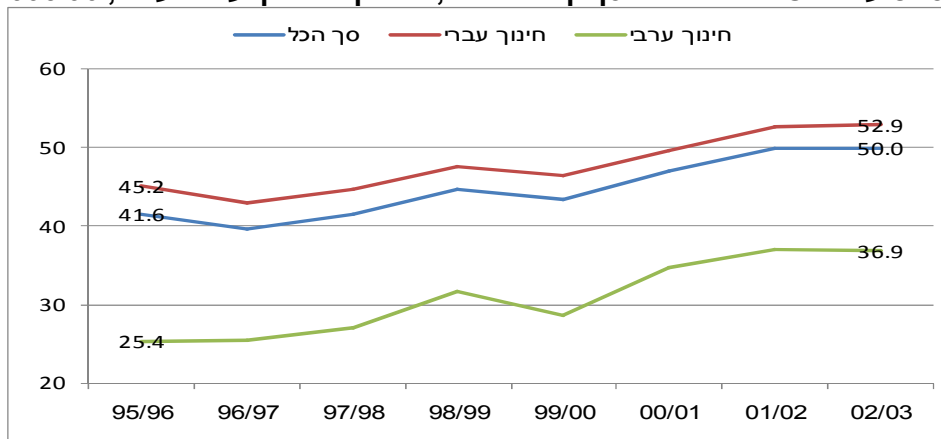
איור 8.1: שיעור הלומדים בכיתה י"ב מסך קבוצת הגיל, בחלוקה לחינוך עברי וערבי, 2002/03-1995/96



מקור: הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, תלמידי כיתות י"ב נבחנים בבחינות בגרות וזכאים לתעודה, לפי יישוב מגורים 2003-2002.

באיור 8.2 ניתן לראות את השינויים שחלו בשיעורי הזכאים לבחינות בגרות לאורך השנים. ב-2002/03 רק חצי מסך מחזור הלימודים היו זכאים לבגרות. גם כאן, שיעור זה נמוך משמעותית במגזר הערבי, ועומד על 37 אחוז בלבד.

איור 8.2: שיעור הזכאים לבגרות מסך קבוצת הגיל, בחלוקה לחינוך עברי וערבי, 2002/03-1995/96

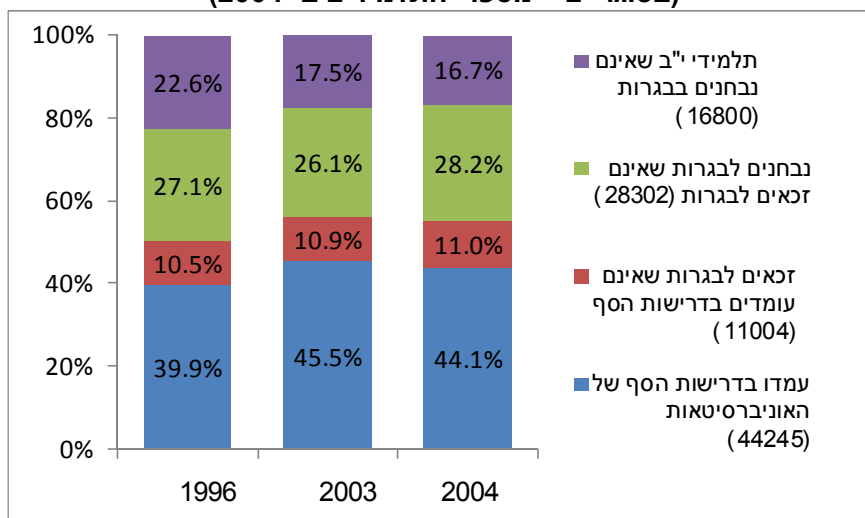


מקור: הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, תלמידי כיתות י"ב נבחנים בבחינות בגרות וזכאים לתעודה, לפי יישוב מגורים 2003-2002.

<sup>33</sup> חינוך ערבי- במערכת חינוך זו שפת ההוראה היא ערבית ולומדים בה תלמידים מוסלמים, נוצרים, דרוזים ואחרים.

איור 8.3 מציג את סך תלמידי כיתות י"ב בפילוח על-פי זכאות ואיכות (עמידה בדרישות הסף של האוניברסיטאות) תעודת הבגרות בשנים 1996, 2003 ו-2004. ניתן לראות, מתוך סך תלמידי כיתות י"ב (100 אחוז), את ההתפלגות לפי התלמידים ה"נושרים", הנבחנים ואינם זכאים לתעודת הבגרות, זכאים לבגרות שאינם עומדים בדרישות הסף של האוניברסיטאות ואחוז הנבחנים העומדים בדרישות הסף של האוניברסיטאות.

**איור 8.3: שיעור הנבחנים בבחינות בגרות וזכאים לתעודה כאחוז מתלמידי כיתות י"ב (בסוגריים – מספרי התלמידים ב-2004)**



מקור: הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, השנתון הסטטיסטי לישראל 2005.

ב-2004 היו 100,351 תלמידים, גידול של 25 אחוז ביחס לשנת 1996. כ-16.7 אחוז מכלל תלמידי י"ב לא ניגשו לבגרות. כמעט מחצית ממספר זה (כ-8,300 מתוך 16,800) הם תלמידים בחינוך החרדי (על כך הרחבה בהמשך). רק 44.1 אחוז מתלמידי כיתות י"ב ב-2004 סיימו את בחינות הבגרות כך שעמדו בדרישות הסף של האוניברסיטאות, כ-44 אלף מתוך כ-100 אלף תלמידים (דרישות סף אלו כוללות, בנוסף לזכאות לתעודת בגרות, ציון עובר ברמה של 3 יחידות לימוד במתמטיקה, 4 יחידות לימוד באנגלית, ומקצוע מוגבר אחד בנוסף לאנגלית). ערכים אלו מהווים גידול בהשוואה לשנת 1996, בה עמד שיעור העומדים בבחינות הסף לאוניברסיטאות על 40 אחוז (32 אלף עמדו בדרישות הסף מתוך מחזור של כ-80 אלף תלמידי כיתות י"ב). יש לציין, כי החל משנת 2001 תלמידים יכולים להבחן לבגרויות גם במועדי ב', אפשרות זו מעלה את אחוזי הזכאים לבגרות.

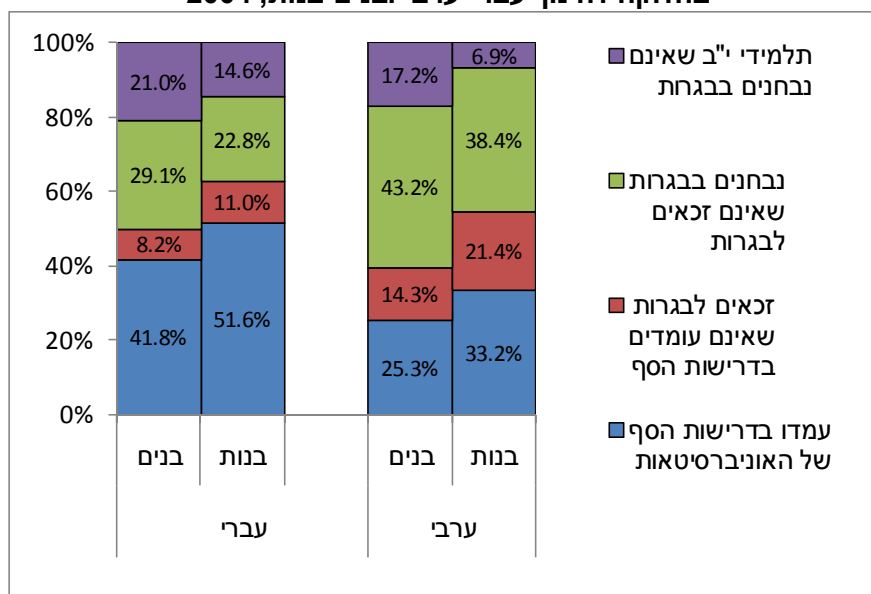
רק חלק מהתלמידים שעומדים בדרישות הסף של האוניברסיטאות, נכללים בפוטנציאל הלומדים למקצועות מדעיים-טכנולוגיים, שכן קבוצה זו כוללת גם תלמידים בעלי 3 יחידות לימוד במתמטיקה, שאינם יכולים להתקבל על-פי רוב למקצועות ההנדסה והמדעים (ראו בהמשך נתונים על נבחנים ברמה מוגברת במקצועות מדעיים פרטניים, ודרישות האוניברסיטאות במקצועות טכנולוגיים). מאידך, גם תלמידים שאינם עומדים בדרישות הסף של האוניברסיטאות יכולים לגשת לעתים ללימודים גבוהים במכללות, שבהן תנאי קבלה נמוכים יותר. אפשרות נוספת לתלמידים שלא עמדו בדרישות הסף להשלים את הדרישות בשלב מאוחר יותר על-ידי השלמת בגרויות, מכינה, וכדומה.

**בחינות אקסטריניות** - באיור 8.3 לא נכללו נתונים לגבי הנבחנים בבחינות אקסטריניות. הנתונים לגבי הנבחנים בבחינות אקסטריניות מצביע על שיעור נמוך של זכאים לתעודת בגרות. ב-2003, 13,204 נבחנו

בבחינות בגרות אקסטרניות, אך רק 1,910 מהם נמצאו זכאים לתעודת בגרות, ומתוכם רק 1,327 עמדו בדרישות הסף של האוניברסיטאות.

באיור 8.4, בדומה לאיור 8.3 מוצגים נתונים על נבחני בגרות זכאים לתעודה ב-2004, בתוספת חלוקה לזרמי החינוך העברי והערבי ולבנים ובנות. ב-2004 היו בחינוך העברי 84,496 תלמידי י"ב, מתוכם 43,233 בנות ו-41,263 בנים, לעומת 15,855 תלמידי י"ב בחינוך הערבי, מתוכם 8,630 בנות ו-7,225 בנים.

**איור 8.4: נבחנים בבחינות בגרות זכאים לתעודה כאחוז מתלמידי כיתות י"ב, בחלוקה לחינוך עברי-ערבי ובנים-בנות, 2004**



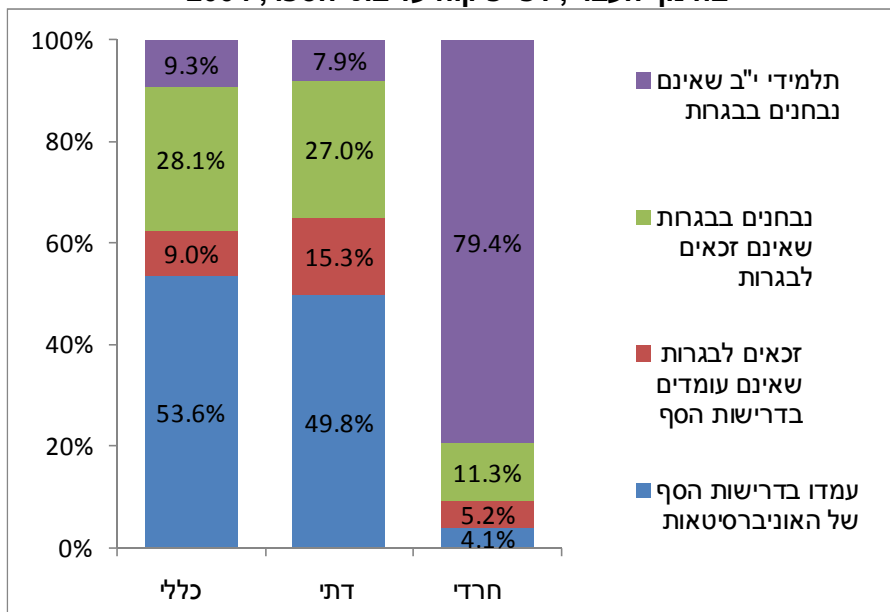
מקור: הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, השנתון הסטטיסטי לישראל 2005.

הנתונים מצביעים על פער בשיעור הזכאים לבגרות מקרב תלמידי י"ב בחינוך העברי ובחינוך הערבי, 56.4 אחוז לעומת 47.8 אחוז בחינוך הערבי. גם בין הבנים לבנות בקרב תלמידי י"ב קיים פער לטובת הבנות בשיעור הזכאים לתעודת בגרות. 62.6 אחוז מהבנות זכות לבגרות, לעומת 50 אחוז מהבנים. בחינוך הערבי הפער בין בנים לבנות אף גדול יותר, 54.6 אחוז בקרב הבנות זכאיות לבגרות לעומת 39.6 אחוז בלבד בקרב הבנים.

מבחינת העמידה בדרישות הסף האוניברסיטאיות, קיים שוני גדול בין החינוך העברי לבין החינוך הערבי. פחות משליש מתלמידי כיתות י"ב בחינוך הערבי עומדים בדרישות הסף האוניברסיטאיות, לעומת חצי בחינוך היהודי (בשני המגזרים ישנו יתרון לבנות). כמעט 20 אחוז מתעודות הבגרות בחינוך הערבי אינן מקנות לבעליהם אפשרות להמשיך ללמוד באוניברסיטה, לעומת מספר מקביל של 10 אחוז במגזר היהודי. בחינוך הערבי כרבע מקבוצת הגיל מצליחה להגיע לתעודת בגרות שעומדת בדרישות הסף האוניברסיטאיות.

איור 8.5 מציג נתונים מקבילים לאלו שבאיור 8.4, עבור תלמידי החינוך העברי, בחלוקה לפי סוג הפיקוח על ביה"ס. בשנת 2004, מסך התלמידים בחינוך העברי למדו 10,456 תלמידים בבתי ספר חרדים (12 אחוז), 14,553 תלמידים במינהל החינוך הדתי (17 אחוז) ו-59,487 תלמידים בחינוך הכללי (71 אחוז).

**איור 8.5: נבחנים בבחינות בגרות וזכאים לתעודה כאחוז מתלמידי כיתות י"ב, בחינוך העברי, לפי פיקוח על בתי הספר, 2004**



מקור: הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, השנתון הסטטיסטי לישראל 2005.

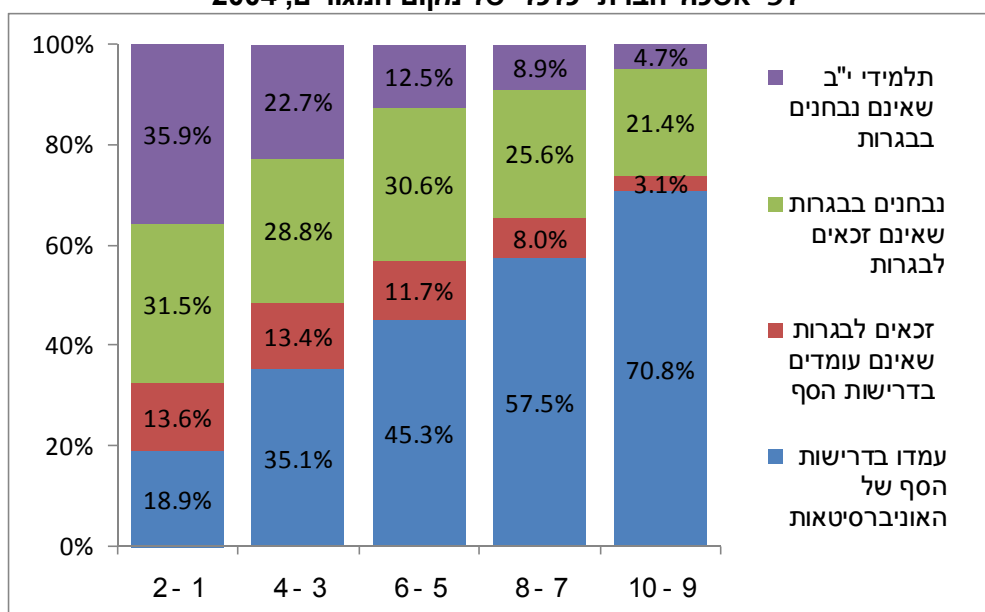
כפי שניתן לראות, 20 אחוז בלבד מתלמידי י"ב בבתי הספר החרדים ניגשים לבגרות, לעומת כ-90 אחוז במגזרים האחרים. 4.1 אחוז בלבד מתלמידי י"ב בבתי הספר החרדים עומדים בדרישות הסף של האוניברסיטאות לעומת 49.8 אחוז ו-53.6 אחוז במינהל החינוך הדתי והכללי בהתאמה. כדי להציג את ההשפעה של המעמד הסוציו-אקונומי של התלמיד על סיכוייו לקבל בגרות, השתמשנו בשיוך לאשכול חברתי-כלכלי של מקום המגורים. האשכולות מתבססים על מדד חברתי-כלכלי שפותח בלמ"ס המסווג כל רשות מקומית על סמך ניתוח של משתנים דמוגרפיים, חברתיים וכלכליים נבחרים, כשכל אשכול מקבל על-פי סווג זה ערכים בין 1 (נמוך ביותר) עד 10 (גבוה ביותר). באיור 8.6 מוצגים תלמידי י"ב בהתאם לאשכול הכלכלי-חברתי שאליו מסווג מקום מגוריהם. האשכולות מקובצים לחמש קבוצות. יש לציין, כי המדד החברתי-כלכלי והשיוך לאשכול הוכנו עבור רשויות מקומיות בלבד, ולכן תלמידים במועצות אזוריות אינם נכללים. בסך הכול, נכללים בסיווג 89,135 תלמידי י"ב מתוך כלל התלמידים ב-2004, לפי החלוקה הבאה:

**טבלה 8.1: תלמידי י"ב ברשויות מקומיות על-פי שיוך לאשכול כלכלי-חברתי, 2004**

מספר תלמידים	אשכול חברתי כלכלי
9,439	1 - 2 (נמוך)
28,912	3 - 4
19,299	5 - 6
30,045	7 - 8
1,440	9 - 10 (גבוה)
<b>89,135</b>	<b>סה"כ</b>

מקור: הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, השנתון הסטטיסטי לישראל 2005.

**איור 8.6: נבחנים בבחינות בגרות וזכאים לתעודה כאחוז מתלמידי כיתות י"ב, לפי אשכול חברתי-כלכלי של מקום המגורים, 2004**



מקור: הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, השנתון הסטטיסטי לישראל 2005.

ניתן לראות באיור 8.6, כי ככל שהתלמיד מגיע מיישוב מבוסס יותר, כך עולה הסיכוי שלו לגשת לבגרות, להצליח בה, ולעמוד בתנאי הסף של האוניברסיטאות. שיעור העומדים בדרישות הסף בשני האשכולות המבוססים יותר (70.8 אחוז) גבוה פי 3.5 מהשיעור המקביל בשני האשכולות החלשים ביותר (18.9 אחוז). הדבר מצביע על פערים סוציו-אקונומיים ניכרים במערכת החינוך.

## 8.2 נבחני בגריות במקצועות המדע והטכנולוגיה

בטבלה 8.2 מוצגים נתונים של מספר התלמידים הזכאים לבגרות מלאה, שנבחנו במקצועות מדעיים מוגברים, ועברו את הבחינה ברמה מוגברת הכוללת ארבע או יותר יחידות לימוד. במקצועות המדעיים נכללו מתמטיקה, פיזיקה, כימיה, ביולוגיה ומדעי המחשב.

**טבלה 8.2: זכאים לבגרות מלאה שנבחנו במקצועות מדעיים מוגברים ועברו את הבחינה, 2004-2002**

אחוז מבין הזכאים			מספרי נבחנים שעברו בהצלחה			מחזור לימודים מקצוע
2004	2003	2002	2004	2003	2002	
53.0%	51.6%	51.1%	29,345	28,123	27,599	מתמטיקה (4 ו-5 יח"ל)
14.1%	14.1%	14.1%	7,834	7,661	7,601	פיזיקה
10.5%	9.9%	9.8%	5,802	5,388	5,287	כימיה
19.6%	19.2%	19.3%	10,832	10,461	10,460	ביולוגיה
12.7%	14.7%	15.2%	7,030	8,009	8,194	מדעי המחשב

מקור: הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, הודעה לעיתונות מה-2.11.05, לוח ה'.



כפי שניתן לראות, למרות הגידול במספרם של העוברים את הבחינות במקצועות ריאליים (למעט מדעי המחשב), שיעור העוברים מבין כלל הזכאים נותר כמעט קבוע. יש לציין, כי תנאי הקבלה באוניברסיטאות למקצועות ההנדסה והמדעים משתנים בין המוסדות ובין מקצועות הלימוד. באופן כללי, מלבד תנאי הקבלה הכלליים ישנה דרישה לתעודת בגרות עם ארבע יחידות ומעלה במתמטיקה, ובחלק ממקצועות הלימוד ניתנת עדיפות למועמדים בעלי תעודת בגרות הכוללת מקצועות מדעיים בנוסף למתמטיקה. במכללות האקדמיות תנאי הקבלה מחמירים פחות, וניתנת האפשרות לשיפור הציונים במתמטיקה ולהשלמת מקצועות כגון פיזיקה וכימיה בשנה הראשונה ללימודים.

### 8.3 שיעור המתחילים ללמוד במסגרות על-תיכוניות וגבוהות<sup>34</sup> מקרב מסיימי תיכון

בטבלה הבאה מוצגים נתונים לגבי שיעור מסיימי התיכון בשנים 1991-1994, שהתחילו לימודים על-תיכוניים וגבוהים עד שנת 2002:

טבלה 8.3: נגישות להשכלה על-תיכונית וגבוהה בקרב מסיימי תיכון

מחזור	מסיימי תיכון	לימודים על-תיכוניים וגבוהים בתוך 6 שנים	אחוז המתחילים לימודים על-תיכוניים וגבוהים (עד 2001/02)	מספר השנים בין המחזור ובין 2001/02
1990/91	64,168	41.1	53.0	11
1991/92	67,625	43.6	54.0	10
1992/93	73,329	44.7	54.2	9
1993/94	79,076	45.9	53.1	8

מקור: הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, נגישות להשכלה על-תיכונית וגבוהה בקרב מסיימי תיכון בישראל מחזורי תשמ"ד-תשנ"ד, מעקב עד תשס"ב, ירושלים, 2005.

מספר המתחילים לימודים על-תיכוניים וגבוהים עלה לאורך השנים: תוך שש שנים לאחר סיום התיכון 46 אחוז מהמסיימים במחזור 93/94 החלו לימודים על-תיכוניים או גבוהים, בהשוואה לשיעור מקביל של 41 אחוז עבור מחזור 90/91. העלייה במספרי הלומדים יותר משמעותית בשל הגידול בהיקף מסיימי התיכון: כ-36 אלף לעומת 26 אלף בהתאמה.

טבלה 8.4 מציגה חלוקה של הנתונים הנ"ל לפי מסגרת לימודים. כפי שניתן לראות, פחות מחצי מהמתחילים ללמוד תוך 6 שנים עושים זאת באוניברסיטה. בנוסף לכך, ניתן לראות כי העלייה בשיעור המתחילים ללמוד תוך 6 שנים נובעת מעלייה בשיעור הלומדים במכללות, במכונים להכשרה טכנולוגית ובכיתות י"ג-י"ד.

<sup>34</sup> מסגרות על-תיכוניות וגבוהות: סטודנטים לתואר ראשון באחת משבע האוניברסיטאות בארץ, תלמידים לקראת תואר ראשון במכללות אקדמיות, תלמידים במוסדות להכשרת עובדי הוראה שבפיקוח משרד החינוך, תלמידים במרכזים להכשרה טכנולוגית שבפיקוח משרד העבודה, תלמידים שהמשיכו לימודים לכיתה י"ג בבתי הספר התיכוניים השש-שנתיים.

**טבלה 8.4: אחוז המתחילים לימודים על-תיכוניים וגבוהים בתוך 6 שנים משנת המחזור, מקרב מסיימי תיכון, לפי מסגרת לימודים**

סך הכל	כיתות י"ג-י"ד	מכון להכשרה טכנולוגית	מוסד להכשרת עובדי הוראה	מכללה אקדמית	אוניברסיטה פתוחה	אוניברסיטה	מחזור
41.1	2.9	4.2	6.3	3.7	5.8	18.2	1990/91
43.6	2.8	5.0	6.2	5.1	5.9	18.6	1991/92
44.7	3.0	5.8	6.6	5.3	5.8	18.2	1992/93
45.9	4.6	5.7	6.4	5.6	5.9	17.7	1993/94

מקור: הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, נגישות להשכלה על-תיכונית וגבוהה בקרב מסיימי תיכון בישראל מחזורי תשמ"ד-תשנ"ד, מעקב עד תשס"ב, ירושלים, 2005.

בטבלה 8.5 מוצגים נתונים לגבי מסיימי התיכון אשר מתחילים ללמוד במסגרות על-תיכוניות וגבוהות בתוך שש שנים משנת המחזור, בפילוח למגזר ערבי ומגזר יהודי (כאחוז מסך כל מגזר).

**טבלה 8.5: אחוז המתחילים לימודים על-תיכוניים וגבוהים בתוך 6 שנים משנת המחזור, מקרב מסיימי תיכון בחלוקה למגזר עברי ומגזר ערבי (אחוז מסך כל מגזר)**

מחזור	מגזר עברי	מגזר ערבי	יחס	הפרש
1990/91	43.8	25.4	1.72	18.4
1991/92	46.4	27.7	1.68	18.7
1992/93	47.6	28.9	1.65	18.7
1993/94	48.9	30.7	1.59	18.2

מקור: הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, נגישות להשכלה על-תיכונית וגבוהה בקרב מסיימי תיכון בישראל מחזורי תשמ"ד-תשנ"ד, מעקב עד תשס"ב, ירושלים, 2005.

כפי שאפשר לראות, למרות שיחסית, חל גידול במגזר הערבי בשיעור המתחילים לימודים על-תיכוניים וגבוהים בתוך שש שנים של כ-20 אחוז בין 1990/91 ל-1993/94, עדיין קיים פער של יותר מ-18 אחוז בין המגזר העברי והערבי במחזור 93/94. חשוב לציין, כי שיעור מסיימי התיכון בקרב המגזר הערבי נמוך במידה משמעותית מאשר במגזר העברי, כך שבפועל שיעור תלמידי המגזר הערבי אשר ממשיכים ללימודים גבוהים רחוק עוד יותר מהממוצע הארצי.

## 9. סטודנטים ובוגרים במוסדות להשכלה גבוהה בתחומי המדע וההנדסה

### 9.1 מקבלי תארים בתחומי המדע וההנדסה

בבואנו לבחון את ההתפתחות של מקבלי תארים באוניברסיטאות בישראל נרצה להתמקד בבוגרים של מקצועות מדע וטכנולוגיה. מדריך קנברה של ה-OECD, המשמש להגדרת כללים למדידת כוח אדם בתחומי המדע והטכנולוגיה<sup>35</sup>, בוחן עשרים אחד מקצועות ומקבץ אותם לשבעה תחומי לימוד הנוגעים למדע וטכנולוגיה: מדעי החיים, הנדסה, רפואה, חקלאות, מדעי החברה, מדעי הרוח ואחרים. חמשת הראשונים הם הגרעין של ההון האנושי במדע וטכנולוגיה. הפרסומים של ה-OECD ושל האיחוד האירופי<sup>36</sup> מתייחסים לבוגרים בתחומי המדע וההנדסה (Science & Engineering) בלבד כמאגר ההון האנושי למו"פ. תחומים אלה כוללים: מדעי החיים, מדעים פיסיקליים, מתמטיקה, סטטיסטיקה, מחשבים, הנדסה, תעשייה ועיבוד וארכיטקטורה ובינוי.

הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה בישראל ממיינת את תחומי הלימוד במדע והנדסה לשתי קטגוריות: מתמטיקה ומדעי טבע (כולל מתמטיקה, סטטיסטיקה, מדעי המחשב, מדעים פיסיקליים ומדעים ביולוגיים), והנדסה ואדריכלות. ההגדרות ב-OECD ובלמ"ס דומות ולכן ניתן לבצע השוואה בינלאומית ברמה סבירה של ביטחון. נציג תחילה את בוגרי התואר הראשון, השני והשלישי, אשר מהווים את מאגר ההון האנושי למו"פ.

יש לציין, כי עד שנת תש"ן (1990) הייתה מערכת ההשכלה הגבוהה בישראל מושתתת כמעט בלעדית על האוניברסיטאות. במהלך שנות התשעים חלה תמורה במערכת ההשכלה הגבוהה, כאשר למוסדות ההשכלה הגבוהה נוספו מכללות רבות שהגדילו את הנגישות להשכלה גבוהה לקבוצות חדשות באוכלוסייה. בפרק זה נציג נתונים עבור האוניברסיטאות והמכללות. חלק מהנתונים יתייחסו לאוניברסיטאות ומכללות יחד וחלק בנפרד.

טבלה 9.1 מציגה את מקבלי תואר ראשון, שני ושלישי בתחומי המדע וההנדסה בשנים 1994/1995 עד 2004/2005 בישראל.

---

<sup>35</sup> OECD, *Manual on the measurement of human resources devoted to S&T "Canberra Manual"*, Paris, 1995, p. 21.

<sup>36</sup> European Commission, *Third European Report on S&T Indicators 2003*, Brussels, 2003, p. 435.

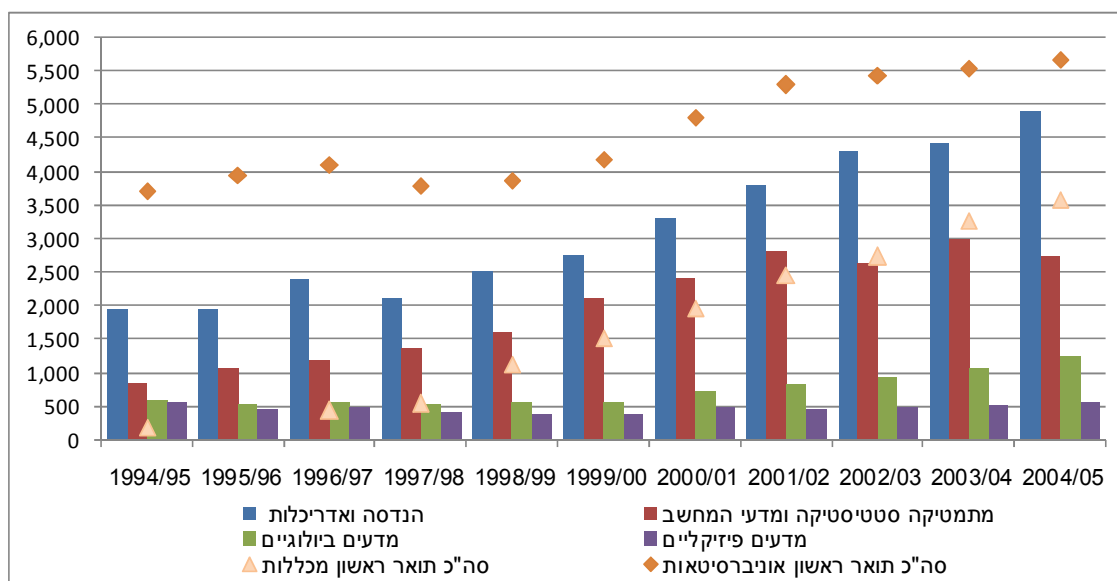
**טבלה 9.1: מקבלי תואר ראשון, שני ושלישי מן האוניברסיטאות והמוסדות האחרים להשכלה גבוהה בישראל בתחומי המדע וההנדסה, 1994/95-2004/05**

שנת הלימודים	הנדסה ואדריכלות			מתמטיקה סטטיסטיקה ומדעי המחשב			מדעים ביולוגיים			מדעים פיזיקליים			חוב תחומי מדעים (אונ' פתוחה)	סה"כ			
	תואר ראשון	תואר שני	תואר שלישי	תואר ראשון	תואר שני	תואר שלישי	תואר ראשון	תואר שני	תואר שלישי	תואר ראשון	תואר שני	תואר שלישי		תואר ראשון	תואר שני	תואר שלישי	
1994/95	1,944	467	75	855	158	42	585	275	157	566	213	102	11	3,961	1,113	376	5,450
1995/96	1,948	532	69	1,061	121	52	545	327	163	468	227	131	4	4,026	1,207	415	5,648
1996/97	2,381	630	76	1,179	139	47	572	319	148	482	200	128	8	4,622	1,288	399	6,309
1997/98	2,107	439	103	1,362	162	51	542	293	163	407	184	144	12	4,430	1,078	461	5,969
1998/99	2,530	405	77	1,595	175	58	564	331	142	387	169	129	14	5,090	1,080	406	6,576
1999/00	2,749	432	70	2,103	173	60	567	329	198	385	160	133	10	5,814	1,094	461	7,369
2000/01	3,301	434	60	2,408	196	56	728	330	216	474	159	137	13	6,924	1,119	469	8,512
2001/02	3,790	468	55	2,820	224	54	822	431	191	460	146	146	13	7,905	1,269	446	9,620
2002/03	4,292	555	80	2,614	259	63	927	454	269	492	206	145	19	8,344	1,474	557	10,375
2003/04	4,415	610	87	2,982	354	57	1,056	493	273	501	220	153	33	8,987	1,677	570	11,234
2004/05	4,893	727	86	2,718	356	73	1,232	539	255	570	281	158	45	9,458	1,903	572	11,933

מקור: הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה.

איור 9.1 מציג את מקבלי תואר ראשון מן האוניברסיטאות והמוסדות האחרים להשכלה גבוהה (מכללות והאוניברסיטה הפתוחה) בתחומי המדע וההנדסה בשנים 1994/95 עד 2004/05 בישראל. מבחינת תחומי הלימודים העלייה הגדולה ביותר במספר מקבלי תואר ראשון הייתה בתחום המתמטיקה, סטטיסטיקה ומדעי המחשב. גם תחומי ההנדסה והמדעים הביולוגיים גדלו באותה תקופה. בתחום הפיסיקה כמעט ולא חל שינוי. ניתן לראות כי משנת 1996/97 החל גידול משמעותי במקבלי תואר ראשון ממכללות וממוסדות אחרים להשכלה גבוהה, אשר היה מהיר יותר מהגידול במספר מקבלי התואר הראשון באוניברסיטאות.

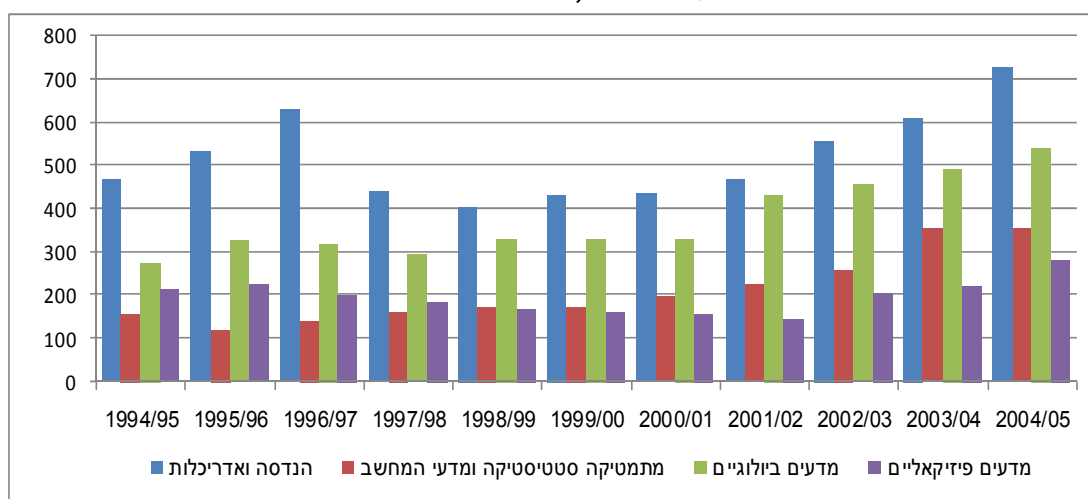
**איור 9.1: מקבלי תואר ראשון מן האוניברסיטאות והמוסדות האחרים להשכלה גבוהה בישראל בתחומי המדע וההנדסה, 1994/95-2004/05**



מקור: הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה.  
הערה: לשנת 1995/96 אין נתונים עבור מכללות.

הסתכלות על סך מקבלי תואר שני בתחומי המדע וההנדסה (טבלה 9.1) מראה על ממוצע גידול שנתי של כששה אחוז. עם זאת, הנתונים אינם מציגים מגמת גידול יציבה לאורך השנים: בין השנים 1994 ל-2000 אנו רואים מגמה מעורבת. החל משנת 2001 ועד 2005 ניכרת צמיחה מהירה, בסדר גודל של 14 אחוז לשנה. אם נבחן את איור 9.2 המציג את מקבלי תואר שני מן האוניברסיטאות בישראל בתחומי המדע וההנדסה על-פי המגמות בתחומים הספציפיים, נראה שעיקר הגידול במספר מקבלי תואר שני הוא בתחומי המתמטיקה, סטטיסטיקה ומדעי המחשב (8.5 אחוז גידול שנתי ממוצע) והמדעים הביולוגיים (7 אחוז גידול שנתי ממוצע). בתחומי המדעים הפיזיקליים, ההנדסה והאדריכלות הייתה ירידה משנת 1997/98 עד שנת 2001/02, ועלייה משמעותית משנת 2002/03.

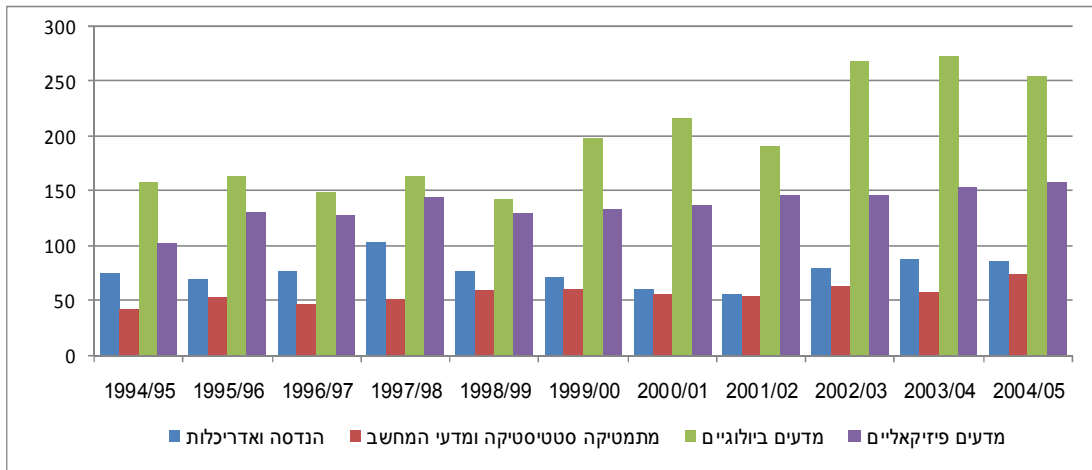
**איור 9.2: מקבלי תואר שני מן האוניברסיטאות והמוסדות האחרים להשכלה גבוהה בישראל בתחומי המדע וההנדסה, 1994/95-2004/05**



מקור: הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה.

בישראל, לימודים וקבלת תואר שלישי מתאפשרים רק באוניברסיטאות המחקר. בשנים האחרונות מספר הסטודנטים לתואר שלישי בכל התארים גדל בקצב מהיר, מ-3,910 בשנה"ל 1990/1991 ל-9,835 בשנה"ל 2005/6, דהיינו גידול של 152 אחוז, המשקף גידול שנתי ממוצע של 10 אחוז. בעקבות הגידול הניכר במספר הסטודנטים לתואר שלישי קיימת עלייה גם במספר מקבלי תואר שלישי בישראל, מ-450 בוגרים בשנה"ל 1990/1991 ל-1,206 בשנה"ל 2005/6, דהיינו גידול של 168 אחוז (הרשקוביץ, 2007). איור 9.3 מציג את מקבלי תואר שלישי לפי תחומי המדע וההנדסה. בקרב מקבלי התואר השלישי ניתן לראות מגמה שונה מאשר בתארים הראשון והשני. בתואר הראשון והשני רוב מקבלי התארים הם בתחומי ההנדסה והאדריכלות לעומת זאת בולט מאוד חלקם של מקבלי תואר שלישי במדעים הביולוגיים. תחום זה גם מרכז את עיקר העלייה בקרב מקבלי התואר השלישי בתחומי המדע והטכנולוגיה בשנים האחרונות. בשאר התחומים, העלייה מעטה מאוד, וניכר קיפאון במספר המסיימים.

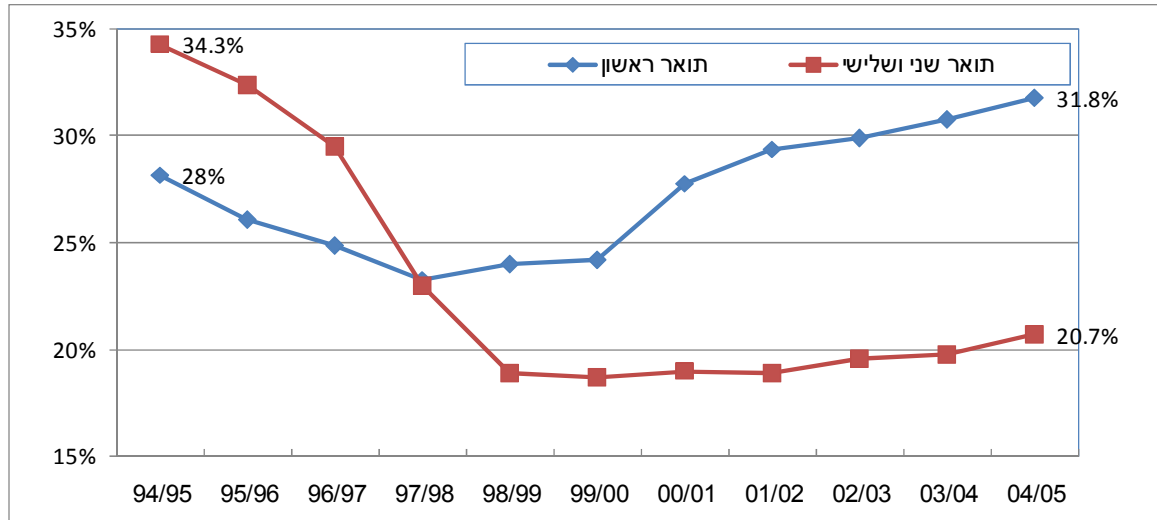
**איור 9.3: מקבלי תואר שלישי מאוניברסיטאות בישראל בתחומי המדע והנדסה, 2004/05-1994/95**



מקור: הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה.

לעומת הגידול שמוצג לעיל במספר המוחלט של מקבלי התארים, הרי שכאשר בודקים את שיעור מקבלי התארים במדע והנדסה מסך מקבלי התארים בארץ (איור 9.4), ניתן לראות ירידה בשיעור מקבלי התארים המתקדמים (תואר שני ושלישי) במדע והנדסה.

**איור 9.4: מקבלי תארים במדע והנדסה מאוניברסיטאות בישראל, כשיעור מסך מקבלי התארים, 2004/05-1994/95**

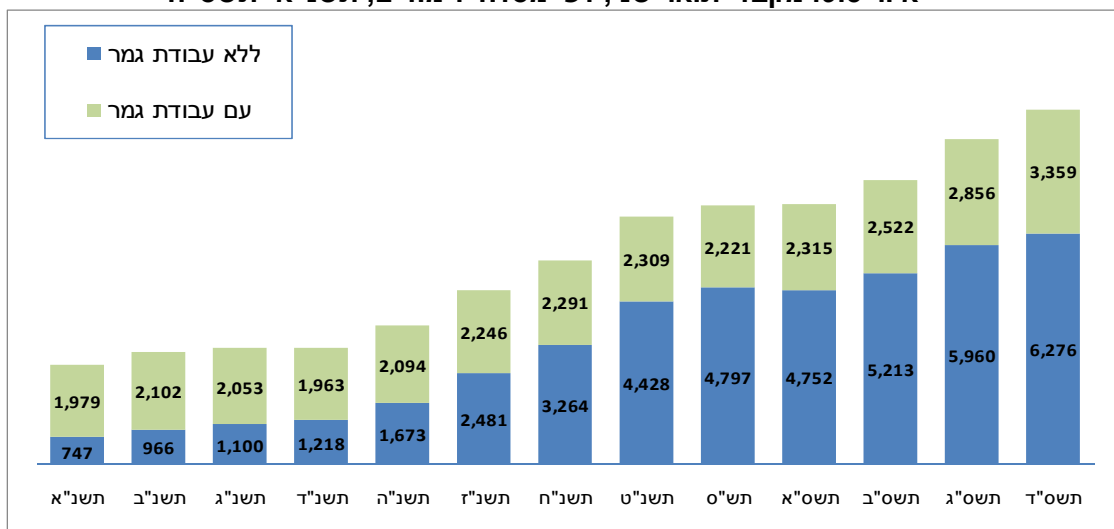


מקור: הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה.

כפי שאפשר לראות, למרות שגם בשיעור מקבלי התואר הראשון במדע והנדסה מסך כלל התארים הייתה ירידה במחצית השנייה של שנות ה-90, הרי שהחל משנת 2000 עלה שיעורם בצורה דרסטית (כאמור מדובר בבוגרים שהחלו ללמוד ארבע שנים קודם לכן, רובם עוד בתקופת הגאות בהיי-טק). לעומת זאת, בתארים מתקדמים חלה ההידרדרות דרסטית במיוחד. אם בשנה"ל 94/95 אחד מכל שלושה בוגרי תואר שני או שלישי היה מהפקולטות למדעים והנדסה, אזי שבשנה"ל 99/00 רק אחד מכל חמישה בוגרים מפקולטות אלה. שיעור זה נשאר נמוך ויציב עד היום (התחומים בהם חלה עלייה בשיעור הבוגרים בתארים מתקדמים הם בעיקר מדעי החברה, משפטים ומדעי הרוח).

איור 9.5 מציג את מקבלי התואר השני לפי מסלולי הלימודים שלהם. נתונים אלו מצביעים על ירידה במספר הבוגרים המצטיינים בעלי פוטנציאל להמשיך לתארים מתקדמים ולהוות עתודה אקדמית. בעקבות מגמה זו צפוי מחסור בסגל אקדמי זוטרי ובכיר (נתונים על הביקוש לסגל האקדמי מוצגים בפרק ג' – מאפייני שוק העבודה המדעי והטכנולוגי בישראל).

**איור 9.5: מקבלי תואר שני, לפי מסלול לימודים, תשנ"א- תשס"ה**

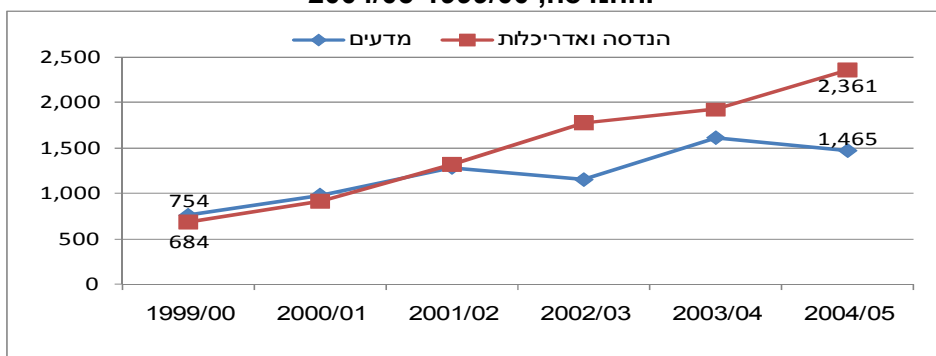


מקור: הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה.

## 9.2 בוגרי מכללות והאוניברסיטה הפתוחה

בשנים 1999/00-2004/05<sup>37</sup> עלה מספר מקבלי תואר ראשון מהמכללות האקדמיות ומהאוניברסיטה הפתוחה, מ-12,019 ב-1990/00 ל-18,627 ב-2004/05, עלייה של כ-10 אחוז מדי שנה. באיור 9.6 מוצגים נתונים על מקבלי תואר ראשון במכללות האקדמיות ובאוניברסיטה הפתוחה, בתחומי המדע וההנדסה באותן שנים. בששת השנים האלה גדל מספר מקבלי התארים בתחומי המדע והנדסה מ-1,438 ל-3,826, כלומר עלייה של כ-25 אחוז מדי שנה.

**איור 9.6: מקבלי תואר ראשון מן המכללות האקדמיות ומהאוניברסיטה הפתוחה בתחומי המדע וההנדסה, 2004/05-1999/00**

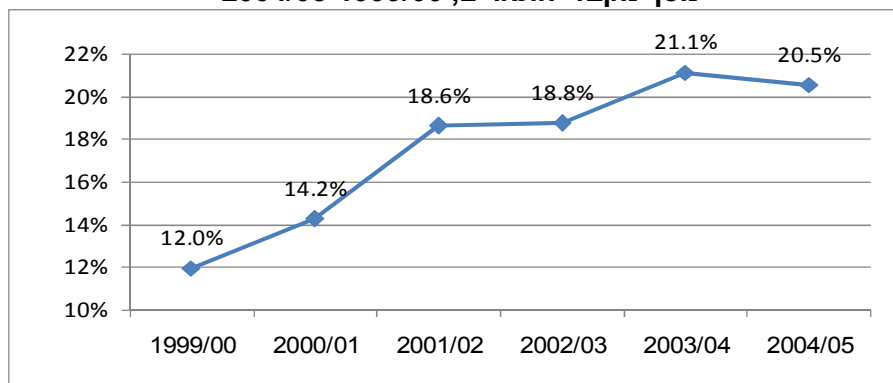


מקור: הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה.

<sup>37</sup> אין התייחסות לתקופה של 94/95 עד 98/99, כיוון שסיווג מקצועות הלימוד בלשכה המרכזית לסטטיסטיקה בשנים אלה היה שונה לגבי המכללות.

איור 9.7 מציג את שיעור מקבלי תואר ראשון במדע והנדסה מהמכללות ומהאוניברסיטה הפתוחה מסך מקבלי התארים. ניתן לראות את העלייה החדה מ-12 אחוז מקבלי תואר ראשון במדע והנדסה ב-1999/00 ל-21 אחוז ב-2004/05, עם זאת, שיעור זה עדיין נמוך ביחס לאוניברסיטאות (שם שיעור מקבלי התואר הראשון במדע והנדסה ב-2004/05 עמד על 30 אחוז).

**איור 9.7: מקבלי תואר ראשון במדע והנדסה במכללות האקדמיות ובאוניברסיטה הפתוחה, כשיעור מסך מקבלי התארים, 2004/05-1999/00**



מקור: הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה.

### 9.3 מקבלי תואר ראשון ושני בפילוח על-פי גיל

טבלה 9.2 מציגה את מקבלי תואר ראשון ושני על-פי גיל. מהטבלה ניתן לראות כי כמחצית מהלומדים לתואר ראשון הם בגילאי 25-29. בתואר ראשון, ב-1984/85 אחוז המסיימים בטווח הגילאים היה 49.5 אחוז ועלה ל-57.6 אחוז ב-2003/04. ניתן לראות עליה בגילאי 35-44 הלומדים לתואר שני מ-16.7 אחוז ב-1984/85 ל-19 אחוז ב-2003/04.

**טבלה 9.2: מקבלי תואר ראשון ושני על-פי גיל (באחוזים)**

תואר שני				תואר ראשון				
2003/04	2002/03	1994/95	1984/85	2003/04	2002/03	1994/95	1984/85	
1.4	1.8	2.6	2.3	26.8	26.7	28.2	28.0	24-22
36.7	35.8	35.2	39.4	57.6	57.3	51.5	49.5	29-25
32.6	32.1	28.6	32.5	8.0	7.6	7.7	11.1	34-30
19.0	18.6	22.1	16.7	3.5	3.6	5.8	8.0	44-35
10.2	11.6	11.5	9.1	2.3	2.2	2.5	3.4	+45

מקור: הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, שנתון סטטיסטי לישראל 2006, לוח 8.51.

טבלה 9.3 מציגה את מקבלי תואר ראשון לשנת 2003/04 לפי גיל ותחום הלימודים. מהטבלה ניתן לראות כי בתחום החקלאות וההנדסה והאדריכלות כ-73 אחוז ממקבלי התארים הם בתחום הגילאים 25-29.



### טבלה 9.3: מקבלי תואר ראשון ושני על-פי גיל ותחום לימודים (באחוזים), 2003/04

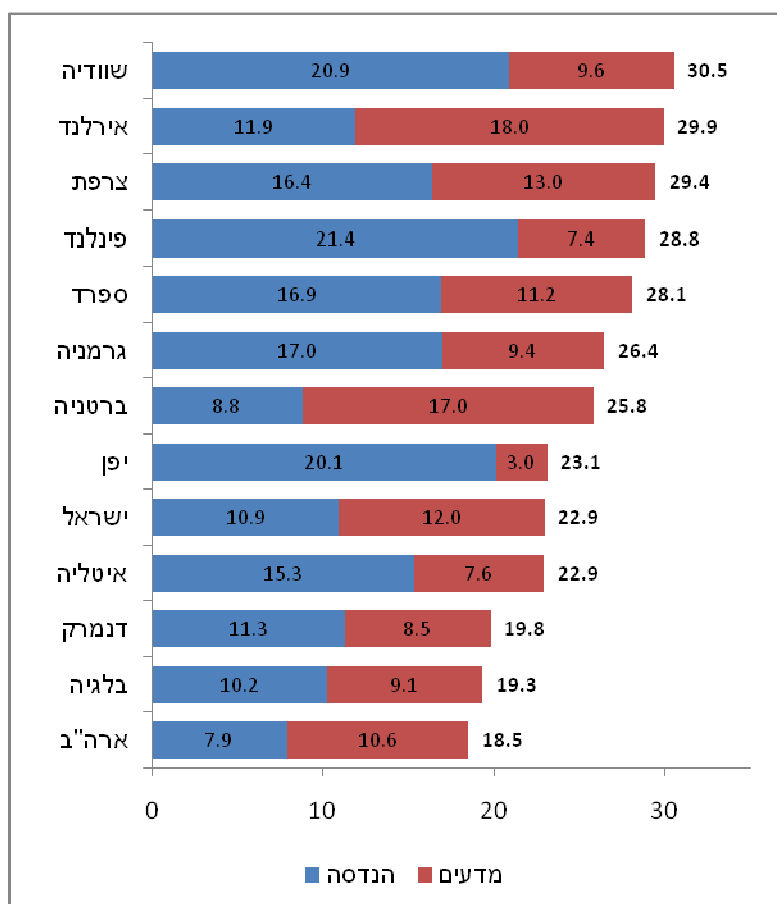
הנדסה ואדריכלות	חקלאות	מדעי הטבע ומתמטיקה	מקצועות עזר רפואיים	רפואה	משפטים	מדעי החברה	מדעי הרוח	סך הכל	
0.6	0.5	5.6	0.7	11.8	0.5	1.2	1.3	2.0	עד 21
18.0	17.5	30.4	39.1	35.6	24.0	26.8	25.3	26.6	24-22
73.2	74.7	59.0	50.1	50.0	67.5	54.8	50.0	57.6	29-25
7.7	5.7	4.7	5.3	2.7	5.4	9.0	11.4	8.0	34-30
0.5	1.5	0.1	3.2	-	1.5	5.0	6.8	3.5	44-35
-	-	-	1.6	-	1.3	3.1	5.2	2.3	+45

מקור: הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, שנתון סטטיסטי לישראל 2006, לוח 8.51.

### 9.4 השוואה בינלאומית:

איור 9.8 מציג את מקבלי תארים במדעים והנדסה כאחוז מכלל מקבלי תארים בהשוואה בינלאומית לשנת 2003. מקבלי תארים במדעים והנדסה ב-2003 בישראל מהווים 22.9 אחוז מסך מקבלי התארים. ישראל ממוקמת נמוך במדד זה בהשוואה למדינות באזור, אך עדיין מעל מדינות כמו ארה"ב (18.5 אחוז), בלגיה (19.3 אחוז) ודנמרק (19.8 אחוז).

### איור 9.8: מקבלי תואר במדעים והנדסה, כאחוז מכלל מקבלי תארים, 2003



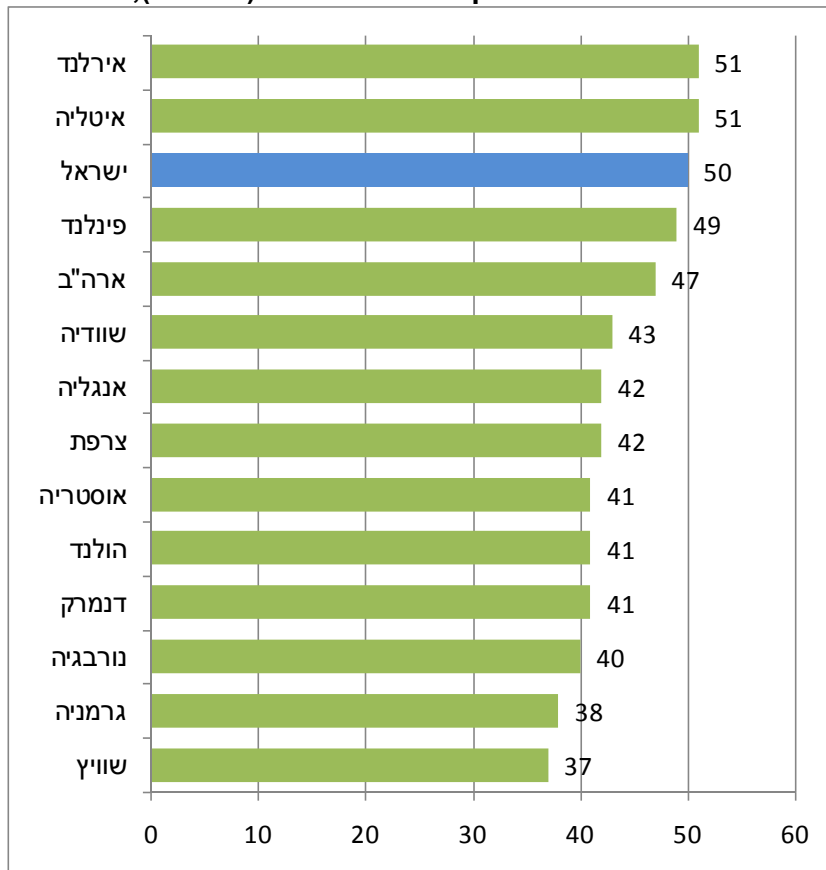
מקור: (1) הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה.

(2) Key Figures 2005 on Science, Technology and Innovation Towards a European Knowledge Area

## 10. נשים במדע וטכנולוגיה

השתתפות הנשים ביצירת תשתית הידע היא מדד חשוב, מכיוון שהוא מצביע על מידת ניצול הפוטנציאל הנשי מסך ההון האנושי במדינה. איתור פערים בין נשים לגברים בתחום זה יכולה להיות נקודת התחלה לבחינת חלופות מדיניות, שמטרתן ניצול גדול יותר של ההון האנושי המעורב בפעילות מדע וטכנולוגיה. נתבונן ראשית בהשוואה בינלאומית של היקף ההשכלה של נשים לעומת גברים, כדי לבחון את ניצול פוטנציאל ההון האנושי. על מנת לאפשר השוואות בינלאומיות, נקבעו קטגוריות להשכלה לפי סיווג ISCED 1997 (International Standard Classification of Education). בחרנו להציג השוואה בינלאומית של בוגרי PhD, מכיוון שחלק גבוה יחסית מבעלי התואר השלישי עוסקים במחקר וביצירת תשתית ידע. באיור 10.1 מוצג שיעור הנשים מסך בוגרי תואר שלישי<sup>38</sup>, בהשוואה בינלאומית לשנת 2003. ניתן לראות, כי ישראל מהמדינות המובילות בעולם במדד זה, כאשר ביחד עם פינלנד, איטליה ואירלנד, קיים בה שוויון בין שיעור הגברים ושיעור הנשים אשר מסיימים דוקטורט. עם זאת, חשוב לזכור כי מדובר בהשוואה לגבי כלל תארי הדוקטור, ולא רק במדע וטכנולוגיה (לא מוצג עקב חוסר בנתונים).

איור 10.1: אחוז הנשים מסך בוגרי תואר PhD (ISCED6), 2003



מקורות: הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, OECD.

נתמקד עתה בתחומי המדע וההנדסה בישראל. טבלה 3.5 מציגה את מספר בוגרות האוניברסיטאות בישראל לפי תארים בתחומי המדע וההנדסה בין השנים 1994/95-2004/05.

<sup>38</sup> לפי הגדרת ה-ISCED: ISCED-6: Tertiary education (second stage)

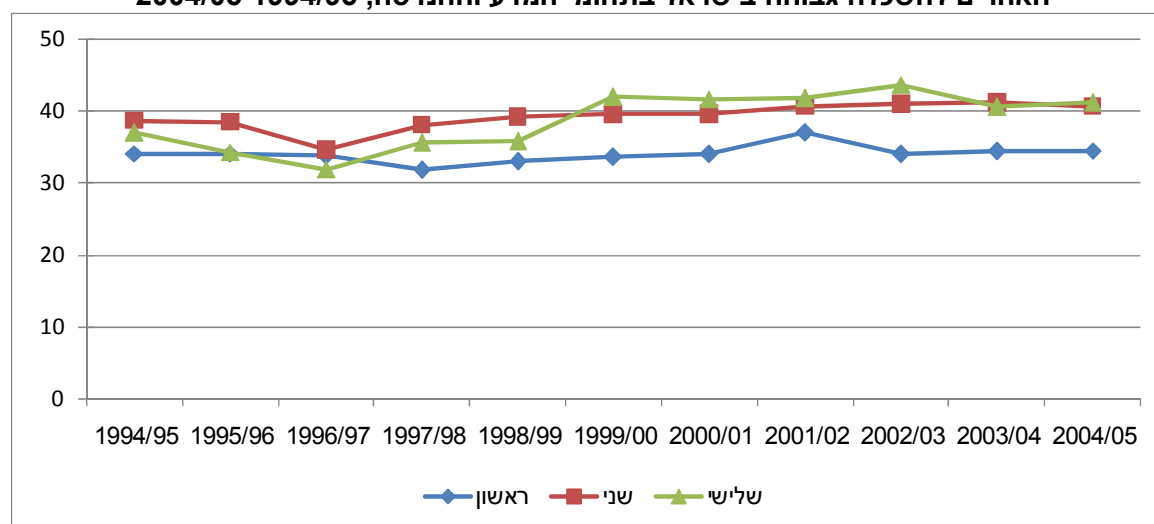
בין השנים 1994-2004 עלה מספר הנשים המקבלות תואר ראשון בתחומי המדע וההנדסה ב- 141 אחוז, ב- 80 אחוז בתואר השני ו- 69 אחוז בתואר השלישי.

**טבלה 10.1: סך הנשים המקבלות תארים ראשון, שני ושלישי מן האוניברסיטאות ומהמוסדות האחרים להשכלה גבוהה בישראל בתחומי המדע וההנדסה, 2004/05-1994/95**

שנת קודמת	שיעור השינוי לעומת שנה קודמת	סה"כ	תואר שלישי	תואר שני	תואר ראשון	שנה
		1,917	139	430	1,348	1994/95
	3%	1,976	142	464	1,370	1995/96
	8%	2,132	127	445	1,560	1996/97
	-7%	1,980	164	410	1,406	1997/98
	13%	2,247	145	423	1,679	1998/99
	15%	2,578	193	432	1,953	1999/00
	16%	2,991	195	442	2,354	2000/01
	21%	3,623	186	515	2,922	2001/02
	2%	3,683	243	603	2,837	2002/03
	9%	4,002	231	689	3,082	2003/04
	7%	4,263	235	773	3,255	2004/05
		122%	69%	80%	141%	שיעור השינוי בין 2004/05-1994/95

גידול זה לא מסמן שיפור במצב הנשים, מכיוון שגידול זה חל במקביל בכלל האוכלוסייה. על מנת להבין את המגמה ביחס לגברים, נבחן את אחוז הנשים מסך מקבלי התארים, לכן מוצגת באיור 10.2 התפתחות המגמה של שיעור הנשים מסך מקבלי תואר ראשון, שני ושלישי בתחומי המדע וההנדסה לאורך השנים 1994/95 - 2004/05. בשנים אלה ניתן לראות שלמרות שהגידול בסך מקבלות התארים, שיעור הנשים מסך מקבלי תואר ראשון, שני ושלישי בתחומי המדע וההנדסה כמעט ולא השתנה ונשאר 35%, 39% ו- 38% בממוצע בהתאמה.

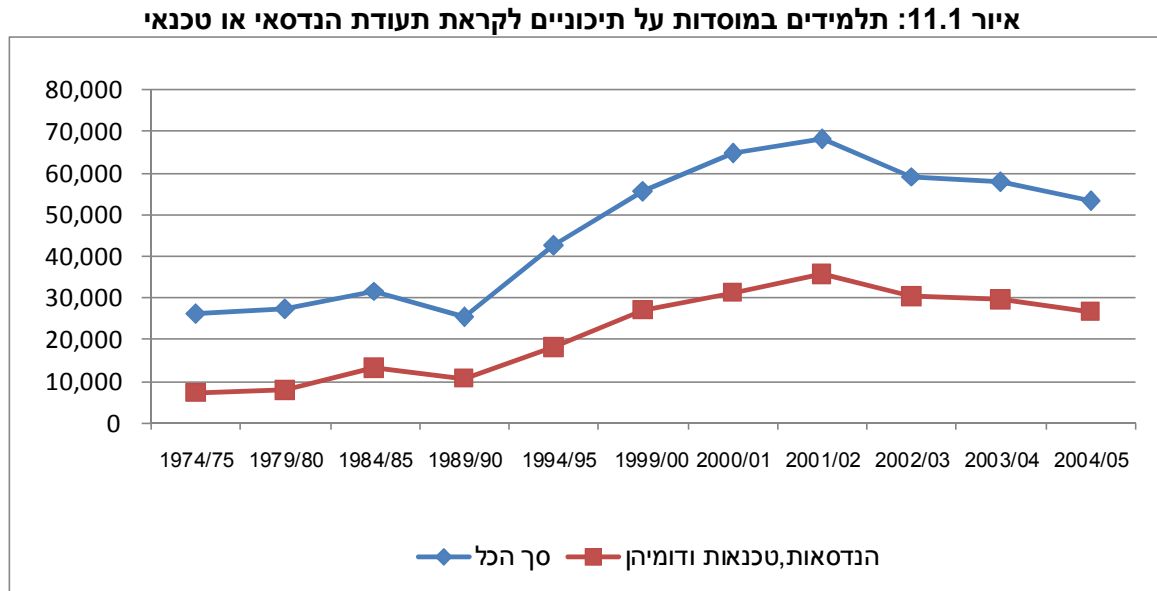
**איור 10.2: אחוז הנשים מסך המקבלים תארים ראשון, שני ושלישי מן האוניברסיטאות ומהמוסדות האחרים להשכלה גבוהה בישראל בתחומי המדע וההנדסה, 2004/05-1994/95**



מקור: הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה.

## 11. הכשרת הנדסאים וטכנאים

איור 11.1 מציג את מספר התלמידים במוסדות על-תיכוניים בתחום ההנדסאות והטכנאות, לאורך השנים. בחינוך העל-תיכוני הטכנולוגי מכשירים תלמידים במשך שנה לקראת תעודת "טכנאי", ובמשך שנתיים לקראת תעודת "הנדסאי".



מקור: הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, שנתון סטטיסטי לישראל 2006, לוח 8.40.

כפי שניתן לראות, חל גידול ניכר במספר התלמידים לקראת תעודת הנדסאי או טכנאי עד שנת 2002. משנה זו ואילך חלה ירידה, הנובעת בין השאר מסגירת מוסדות לימוד בתחום. ב- 2004/05 עמד מספר התלמידים בתחומי הנדסאות וטכנאות על 26,812, מתוכם 25,273 בחינוך העברי ו-1,539 בחינוך הערבי.

## **חלק ג': מאפייני שוק העבודה המדעי והטכנולוגי בישראל**

בעשור האחרון נהנית ישראל ממעמד מועדף להשקעות בתעשייה מתקדמת וזוכה לתנופת פיתוח גדולה. אולם, מפעלי תעשייה וחברות עתירות ידע מתריעים על מחסור חמור בכוח אדם טכנולוגי בעל רמה אקדמית מדעית גבוהה. צמיחה ופיתוח של תעשייה מתקדמת דורשים כוח אדם משכיל בתחומים מדעיים והנדסיים שיוכלו לפתח ולנהל קווי יצור, מעבר מפיתוח ליצור, תחזוקה, שיווק ועוד. כוח אדם טכנולוגי ומדעי בעל כישורים ליצירתיות, איכות ומצוינות הם אלו שיציעו את כלכלת ישראל קדימה. בחלק זה, ננתח את שוק העבודה על-פי מאפייניו השונים ונרכז נתונים על שוק העבודה המדעי והטכנולוגי בישראל.

על-פי סקירת הספרות המאפיינים העיקריים של שוק העבודה אליהם נתייחס הם:

- **תעסוקה** – נאפיין את המועסקים בכוח אדם מדעי וטכנולוגי ונבצע השוואות בין גברים לנשים, נבחן את חלקם של מיעוטים ועולים ונבחן את מגמות ההתפתחות של כוח אדם מדעי וטכנולוגי בשנים האחרונות בישראל בהשוואה למגמות בעולם.
- **שכר** – נאפיין את שוק העבודה על-פי רמות השכר המשולמת לעובדים בפילוח לפי משלחי יד של המועסקים ולפי שנות לימוד שלהם.
- **אבטלה** – נציג מגמות בשיעורי האבטלה על ציר הזמן בכוח אדם מדעי וטכנולוגי, ונשווה לנתוני אבטלה בשווקי עבודה אחרים.

לכל מאפיין של שוק העבודה בישראל (תעסוקה, שכר ואבטלה) נציג ניתוח וחקר סטטיסטי על-פי סיווג של משלחי יד ושנות לימוד.

### **משלח יד**

הלמ"ס מגדיר משלח יד כעבודה שהאדם מבצע במקום עבודתו, בלי להתחשב במקצוע שהוא למד, אם אינו עוסק בו. (הסברים מפורטים על סיווג משלחי היד ניתן למצוא בסיווג האחד של משלחי יד 1994, פרסום טכני מס' 64, של הלמ"ס, 1994).

נגדיר את משלחי היד העיקריים המוצגים בפרק זה<sup>39</sup>:

- **משלח יד אקדמי** – כולל משלחי יד שנדרשת בהם השכלה גבוהה, הנרכשת באוניברסיטאות ובמוסדות אקדמיים אחרים. מועסקים במשלח יד זה עוסקים במחקר ופיתוח, בהרחבת הידע ובשימוש בידע קיים הקשור במדעי הטבע, במתמטיקה ובהנדסה, במדעי החיים וברפואה, במדעי החברה והרוח, חוק ומשפט, בהוראה בבתי ספר מחטיבת הביניים ומעלה ובאוניברסיטאות ובמוסדות אחרים להשכלה גבוהה. משלח יד זה כולל בעלי מקצועות כגון ביולוגים, כימאים, פיסיקאים, מתמטיקאים, מהנדסים ואדריכלים, רופאים, כלכלנים, פסיכולוגים, רואי חשבון, מרצים, עובדי הוראה במוסדות על תיכוניים ותיכוניים וכד'.
- **מנהלים** - משלח יד זה כולל את חברי הרשות המחוקקת וראשי הרשות המבצעת – המרכזית והמקומית, מנהלים כלליים ומנהלים בכירים אחרים במשרדי הממשלה, ברשויות המקומיות,

<sup>39</sup> הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, הסיווג האחד של משלחי יד 1994, פרסום טכני מס' 64.

במוסדות ללא כוונת רווח ובמפעלים פרטיים. עיקר עיסוקם הוא בקביעת מדיניות, גיוס תקציבים וחלוקתם, הדרכת עובדים והכוונתם בעבודה.

• מקצועות חופשיים וטכניים – כוללים תחומים הזהים ל"משלח יד אקדמי", אך במשלח יד זה מספיקה רמת השכלה על תיכונית. משלח יד זה כולל:

○ הנדסאים וטכנאים הממלאים תפקידי עזר במחקר, בתכנון המחקר ובביצועו בתחומים כמו חשמל ואלקטרוניקה, תקשורת, מקצועות מדעיים (כימיה, פיסיקה, מחשבים, מדעי החיים וכו'), ייצור, הנדסה ובנייה.

○ מועסקים במשלחי יד חופשיים כוללים מקצועות כגון מורים בבתי ספר יסודיים, מדריכים מקצועיים ומדריכים אחרים, עובדי חשבונאות, עיתונאים, צלמים, עובדי תיאטרון וקולנוע, מבקרי טיב, אופטומטריסטים, אופטיקאים ועובדים פרה-רפואיים אחרים. יש להבחין בין:

מהנדס – עוסק במחקר, בייעוץ ובתכנון של פרויקטים בתחומים כגון הנדסה ואדריכלות.

הנדסאי – מתווך בין המהנדס למבצע ודואג לצד הטכני של הפרויקט.

טכנאי – מבצע את העבודה המעשית הקשורה ביישום ובמחקר הרעיון המדעי.

### שנות לימוד

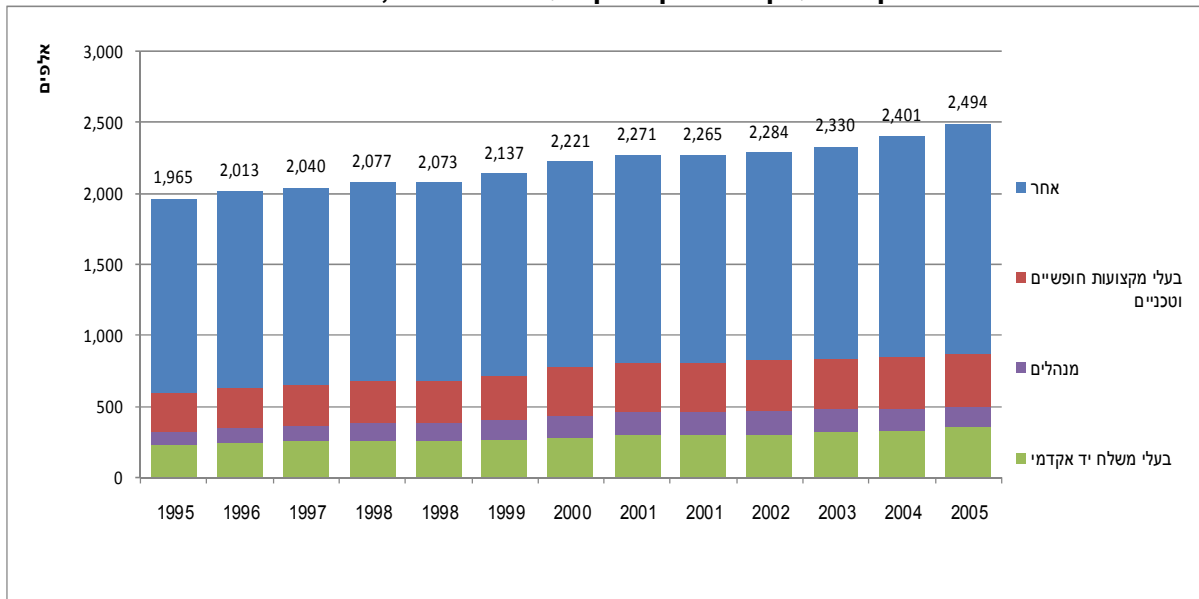
הלמ"ס מגדיר שנות לימוד כמספר השנים שלמד הנשאל, לימוד סדיר בבתי ספר ולא לימוד עצמי או ביקור בקורסים לא סדירים. בספירת השנים מביאים בחשבון רק את שנות הלימוד שבאו לסיימן. הנתון על שנות לימוד בסקרי כוח-אדם מייצג לימודים בכל סוגי מוסדות ההשכלה, ולכן אין הבחנה בין השכלה תורנית לבין השכלה אחרת.

## 12. תעסוקה

### 12.1 פילוח על-פי משלח יד

ב- 2005 היו בישראל 2,493,600 מועסקים במשק, 14.2 אחוז מתוכם היו מועסקים בעלי משלח יד אקדמי, 15.2 אחוז בעלי משלח יד במקצועות חופשיים וטכניים, ו- 5.8 אחוז בעלי משלח יד מנהליים. איור 12.1 מציג את התפתחות מספר המועסקים הכללי במשק ואת חלקם של המועסקים במקצועות אקדמיים, מנהליים, חופשיים וטכניים, בשנים 1995 עד 2005. בעשור האחרון מספר המועסקים במשק עלה ב- 27 אחוז. למרות העלייה במספרם הכולל שיעורם של האקדמאים, המנהלים ובעלי המקצועות החופשיים וטכניים מסך המועסקים, לא השתנה בצורה משמעותית לאורך השנים.

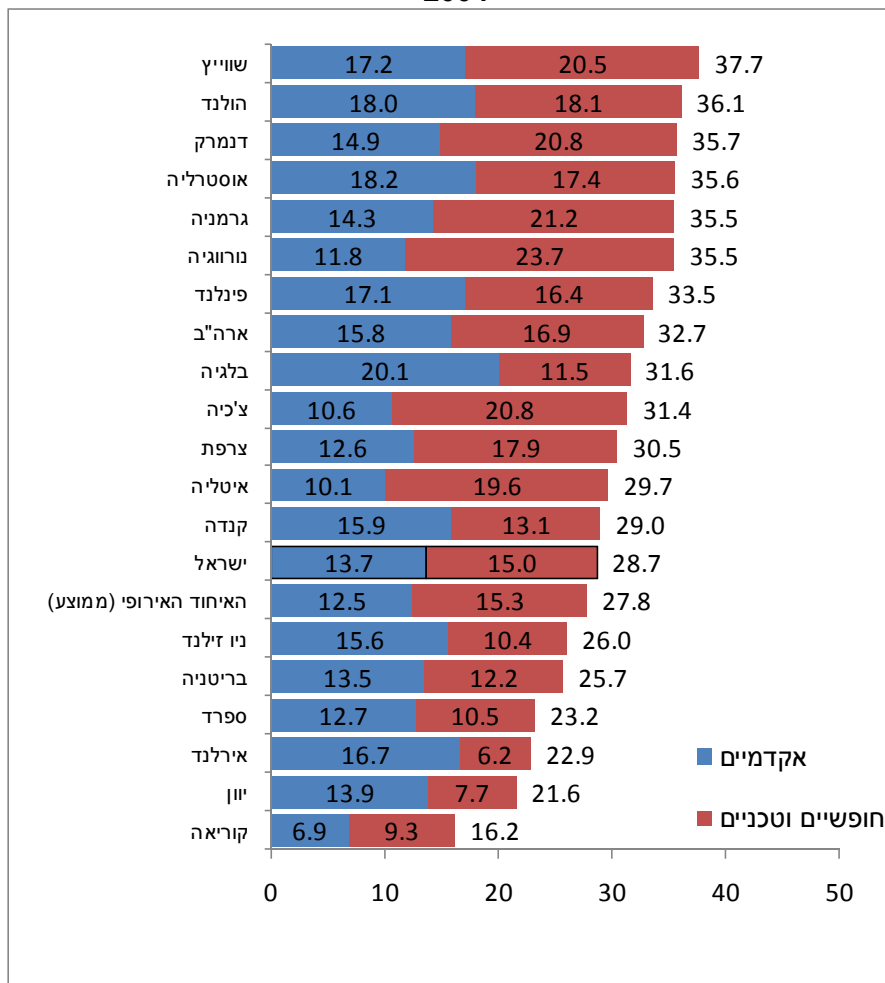
איור 12.1: סך המועסקים במשק וחלקם על-פי משלח יד, 1995 – 2005



מקור: הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה מתוך השנתונים הסטטיסטיים, לוח 12.18.

בהמשך למדד התעסוקה על-פי פילוח משלח יד, נבדוק את מעמדה של ישראל במדד דומה. באיור 12.2 מוצגת השוואה בינלאומית של מספר המועסקים במקצועות אקדמיים, חופשיים וטכניים, כאחוז מכלל האוכלוסייה. כפי שניתן לראות, למרות השיעור הגבוה של אוכלוסייה בעלת השכלה גבוהה, הרי שבשראל רק 28.7 אחוז מכלל האוכלוסייה מועסקים במקצועות אקדמיים, חופשיים וטכניים. מיקום זה נמוך בהשוואה למדינות בעלות שיעור נמוך יותר של כוח אדם משכיל, ביניהן ארה"ב (32.7 אחוז), פינלנד (33.5 אחוז) דנמרק (35.7 אחוז), ושוויץ (37.7 אחוז).

**איור 12.2: שיעור המועסקים במקצועות אקדמיים, ובמקצועות חופשיים וטכניים מכלל המועסקים, 2004**



מקור: הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, אינדיקטורים למדע, טכנולוגיה וחדשנות, דצמבר 2005. כולל עדכונים של הלשכה.

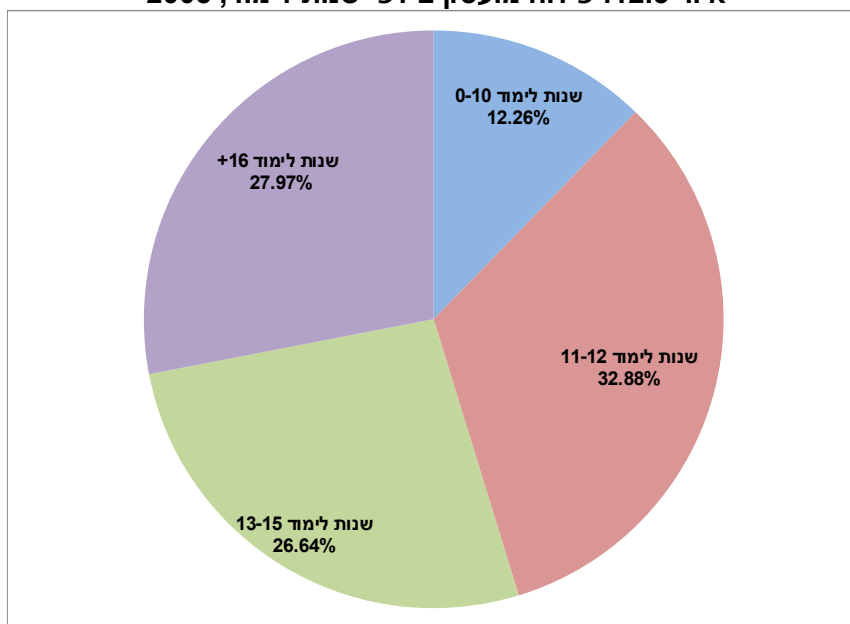
**12.2 פילוח על-פי השכלה ושנות לימוד**

ידוע כי מספר שנות הלימוד הוא קריטריון חשוב המגדיל את הסיכוי לתעסוקה. נבחן את פילוח המועסקים בישראל לפי שנות לימוד.

בישראל 27.97 אחוז מכלל המועסקים במשק הם בעלי 16+ שנות לימוד. 26.64 אחוז מכלל המועסקים הם בעלי 13-15 שנות לימוד. כלומר כ- 55 אחוז מהמועסקים בישראל הם בעלי השכלה על תיכונית.



### איור 12.3: פילוח מועסקים לפי שנות לימוד, 2005



מקור: הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה מתוך סקר כוח אדם 2005, לוח 2.4.

טבלה 12.1 מציגה כיצד מתפלג מספר המועסקים ושיעור המועסקים לפי ענף כלכלי ושנות לימוד. הענפים הכלכליים מסווגים על-פי הסיווג האחד של ענפי הכלכלה 1993, של הלמ"ס. הטבלה ממוינת לפי עמודת המועסקים בעלי +16 שנות לימוד. שיעור המועסקים בעלי +16 שנות לימוד הגבוה ביותר הוא בענפי החינוך (52.42 אחוז), שירותים עסקיים (42.5 אחוז) ושירותי בריאות, רווחה וסעד (38.39 אחוז). בנוסף, ניתן לראות כי כ- 60-70 אחוז מהמועסקים בעלי 0-12 שנות לימוד מועסקים בענפי החקלאות, בינוי, שירותי אירוח, אוכל ושירותי משק בית.

### טבלה 12.1: מועסקים ושיעור המועסקים לפי ענף כלכלי ושנות לימוד, 2005

מועסקים (באחוזים)			מועסקים (באלפים)			סך הכל מועסקים		
16+	13-15	0-12	16+	13-15	0-12	באחוזים	באלפים	
52.4%	26.9%	20.6%	165	85	65	12.6%	314	חינוך
42.5%	28.3%	29.0%	143	95	97	13.4%	335	שירותים עסקיים
38.4%	28.7%	32.7%	102	76	87	10.7%	266	שירותי בריאות, רווחה
35.4%	31.8%	32.0%	29	26	26	3.3%	82	בנקאות, ביטוח ומוסדות
32.7%	28.9%	37.9%	38	34	44	4.7%	116	מינהל ציבורי
25.2%	26.3%	47.8%	29	31	56	4.7%	117	שירותים קהילתיים,
22.4%	27.1%	50.3%	88	106	197	15.7%	392	תעשייה (כרייה וחרושת)
18.3%	33.3%	46.0%	4	7	10	0.9%	21	חשמל ומים
16.1%	25.2%	58.0%	26	41	94	6.5%	163	תחבורה, אחסנה
12.2%	25.0%	62.6%	41	84	211	13.5%	337	מסחר סיטוני וקמעוני,
9.4%	19.4%	70.9%	5	10	35	2.0%	50	חקלאות
9.4%	18.6%	72.1%	12	24	92	5.1%	127	בינוי (בנייה ועבודות
7.9%	28.7%	62.6%	9	33	72	4.6%	115	שירותי אירוח ואוכל
5.9%	22.2%	67.2%	2	9	27	1.6%	41	שירותים למשק הבית
28.0%	26.6%	45.1%	698	664	1126	100.0%	2494	סך כל מועסקים

מקור: הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה מתוך סקר כוח אדם 2005, לוח 2.4.  
(1) ענף החינוך כולל בתוכו אוניברסיטאות.

(2) ענף השירותים העסקיים כולל שירותי מחשוב, מחקר ופיתוח, שירותי ראיית חשבון ומשפטים. טבלה 12.2 מציגה את מספר המועסקים בגילאים 25-64 כאחוז מתוך האוכלוסייה באותו גיל, לפי סוג ההשכלה האקדמית ולפי מין, בהשוואה בינלאומית לשנת 2004.

על מנת לאפשר השוואות בינלאומיות, הקטגוריות בהשכלה נקבעות על-פי ההגדרה של ה-ISCED 1997. בטבלה מוצגים המועסקים מקטגוריה ISCED-5 – Tertiary education (first stage) – השכלה אקדמית. קטגוריה זו מחולקת לשני סוגים :

A – בעל אוריינטציה תיאורטית (לדוגמה, מדעים, תואר שני ומהנדסים).  
 B – בעל אוריינטציה מעשית ובדרך כלל זמן ההכשרה קצר יותר מסוג A (לימודים של שנתיים/שלוש).  
 בישראל 81 אחוז מכלל בעלי השכלה מסוג A ו-75 אחוז מכלל בעלי השכלה מסוג B מועסקים.  
 במסמך של ה-OECD בשם "Education at a glance: OECD indicators" שפורסם בספטמבר 2006, מדווחות המסקנות הבאות:

- ברוב מדינות ה-OECD שיעור המועסקים עולה ככל שרמת ההשכלה עולה. שיעור המועסקים בעלי השכלה גבוהה גבוה בצורה ניכרת משיעור המועסקים שהם בעלי השכלה תיכונית ומטה.
- קיימים הבדלים גבוהים בשיעור המועסקים בין גברים ונשים ברמות השכלה נמוכות.
- בעלי השכלה נמוכה הם גם בעלי סיכוי נמוך להשתתף בכוח העבודה וסיכוייהם להיות מובטלים עולים.

**טבלה 12.2: אחוז המועסקים מסך האוכלוסייה בגילאי 25-64 לפי השכלה ומין, 2004**

	בעלת אוריינטציה תיאורטית			בעלת אוריינטציה מעשית		
	A			B		
	נשים	גברים		נשים	גברים	
שוויץ	82	92	95	84	95	92
בריטניה	86	89	90	84	88	87
דנמרק	85	86	88	84	88	87
צרפת	77	80	84	81	89	85
אירלנד	83	87	92	79	91	84
בלגיה	81	86	88	79	88	83
פינלנד	83	86	89	82	84	83
שוודיה	87	88	88	82	83	82
קנדה	80	83	86	78	87	82
גרמניה	79	84	87	77	83	81
ספרד	78	82	87	72	88	81
אטליה	77	83	88	74	87	80
ארה"ב	78	83	88	75	84	79
<b>ישראל</b>	<b>79</b>	<b>81</b>	<b>83</b>	<b>70</b>	<b>82</b>	<b>75</b>
קוריאה	57	77	89	58	90	75
יפן	67	86	93	63	92	71

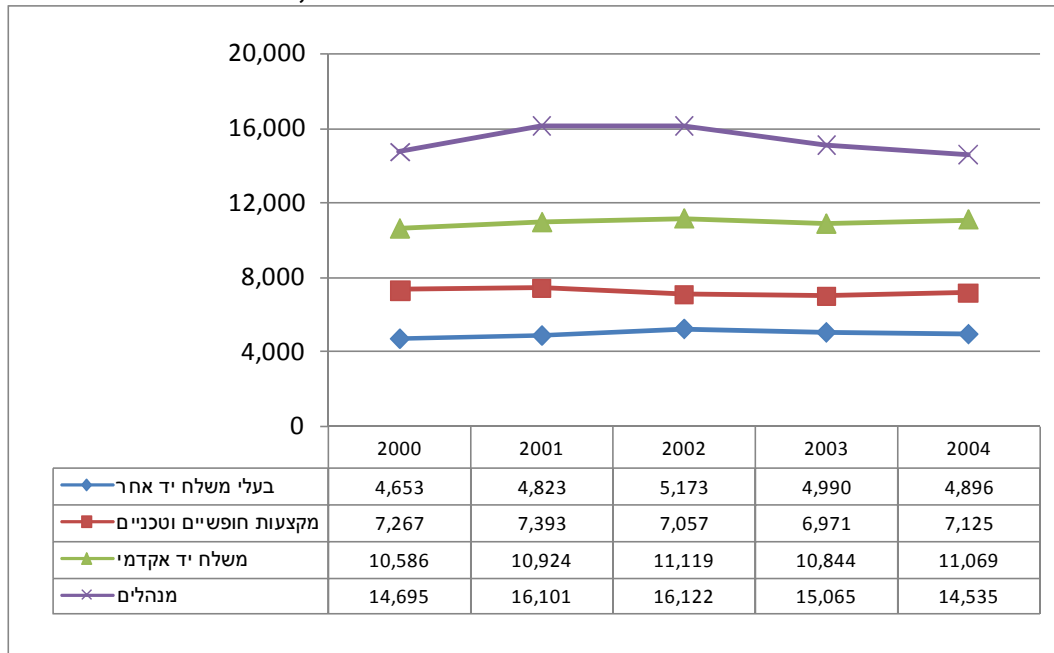
מקור: OECD, Education at a Glance 2006

## 13. שכר

### 13.1 פילוח על-פי משלח יד

אחד המאפיינים של שוק העבודה הוא רמת השכר. באופן כללי, ככל שהביקוש לעובדים עולה, כך רמת השכר עולה. כאשר בוחנים את התפלגות השכר בישראל על-פי משלח יד, ניתן לראות כי שכרם של מנהלים ואקדמאים גבוה בהרבה בהשוואה לזה של בעלי משלח יד אחר. בשנים 2000-2004 לא ניתן להבחין בשינויים ניכרים ברמות השכר בענפים השונים.

איור 13.1: הכנסה כספית ברוטו<sup>40</sup> משכר לפי משלח יד, 2000-2004



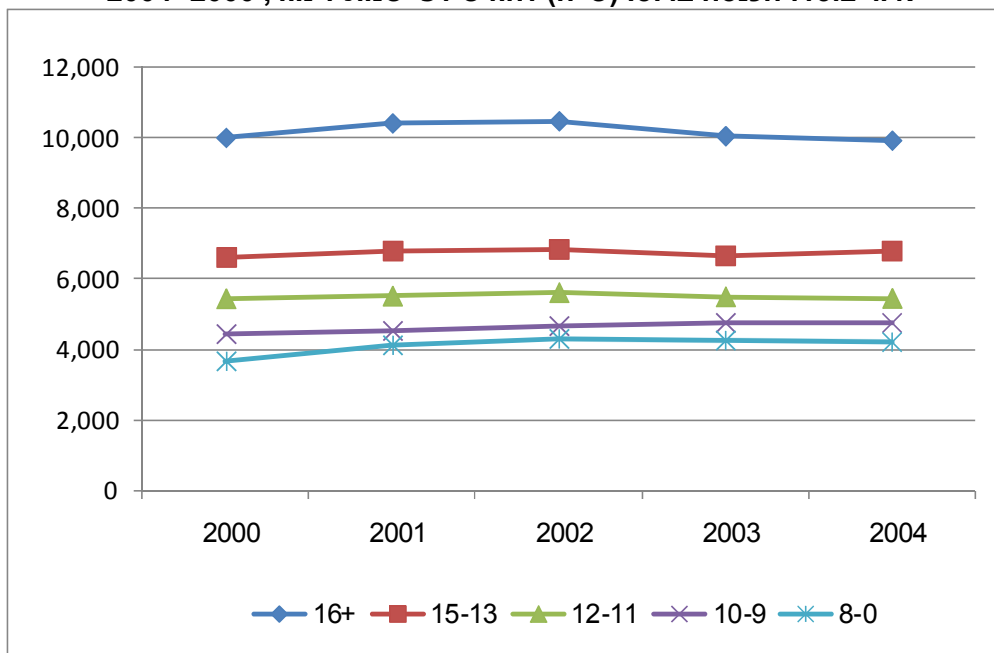
מקור: הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה מתוך השנתונים הסטטיסטיים, לוח 12-41.

### 13.2 פילוח הכנסה משכר על-פי שנות לימוד

איור 13.2 מציג את התפלגות השכר על-פי שנות לימוד בשנים 2000-2004. ככל שמספר שנות הלימוד עולה כך עולה השכר. הפער הגדול ביותר בשכר הוא במעבר מ-13-15 שנות לימוד ל-16+ שנות לימוד. גם כאן לא נצפית מגמה כלשהי בשנים המוצגות, למרות שניתן לראות עלייה קלה בשנים 2001-2002, הנובעת כנראה מבועת ההיי-טק.

<sup>40</sup> שכר ברוטו לחודש: כל התשלומים ברוטו ששולמו לכל משרות השכיר בחודש, כולל שכר יסוד, תוספות יוקר, תוספות ותק, הפרשים בעבור תקופות קודמות, מקדמות, תשלומים בעבור שעות נוספות, פרמיות, תגמולים, מענקים ותוספות למיניהם (שוטפים או חד-פעמיים), כגון כוננויות, תורנויות, "משכורת חודש 13", קצובת נסיעה, קצובת הבראה, גמול השכלה, גמול השתלמות, ותשלומים בעבור אחזקת רכב. השכר ברוטו אינו כולל הוצאות עבודה נוספות וסכומים שהמעביד משלם לקרנות (כגון קרנות פנסיה או ביטוח בעבור השכירים), מספר מעסיקים וכד'.

איור 13.2: הכנסה ברוטו (ש"ח) לחודש לפי שנות לימוד, 2000-2004



מקור: הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה מתוך השנתונים הסטטיסטיים, לוח 12-42.

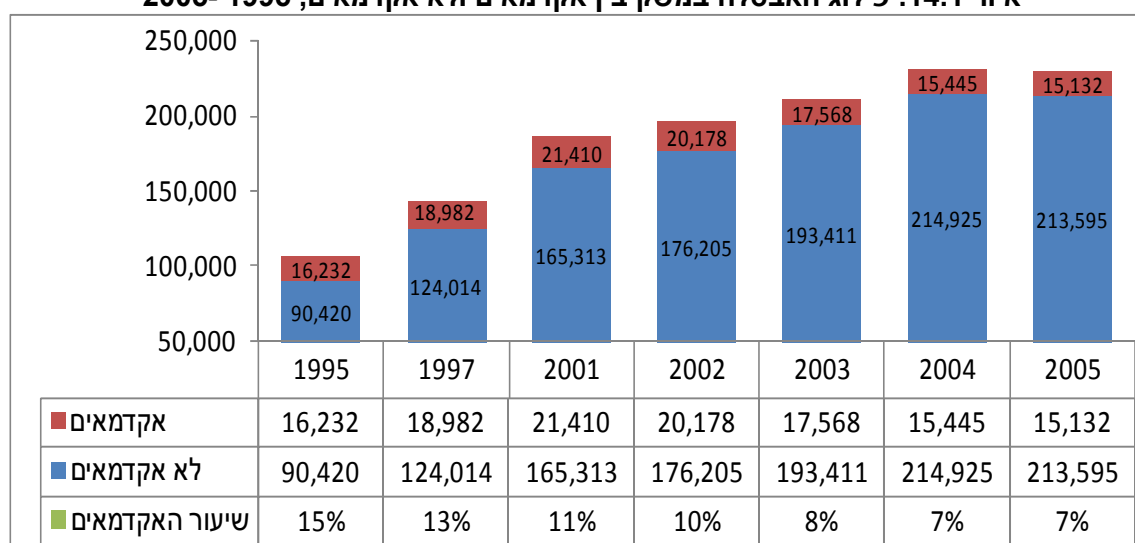
## 14. אבטלה

### 14.1 פילוח על-פי משלחי יד

אחוז האבטלה במשק הוא אחד ממאפייני שוק העבודה. בישראל ב- 2005 מספר דורשי העבודה במשק היה 228,727 מתוכם 15,132 אקדמאים.

איור 14.1 מציג את דורשי העבודה בלשכות עבודה של שירות התעסוקה. סך דורשי העבודה עלה מ- 106,653 ב- 1995 ל- 228,727 ב- 2005 עלייה של 114 אחוז, בעוד שמספר האקדמאים דורשי העבודה ירד ב- 6 אחוז (מ 16,232 ב- 1995 ל- 15,132 ב- 2005). שיעור דורשי העבודה האקדמאים מסך דורשי העבודה במשק נמצא במגמת ירידה, מ- 15.22 אחוז ב- 1995 ל- 6.62 אחוז ב- 2005. נתונים אלה יכולים להצביע או על ביקוש הולך וגדל לאקדמאים או על היצע הולך וקטן של אקדמאים.

איור 14.1: פילוג האבטלה במשק בין אקדמאים ולא אקדמאים, 1995-2005

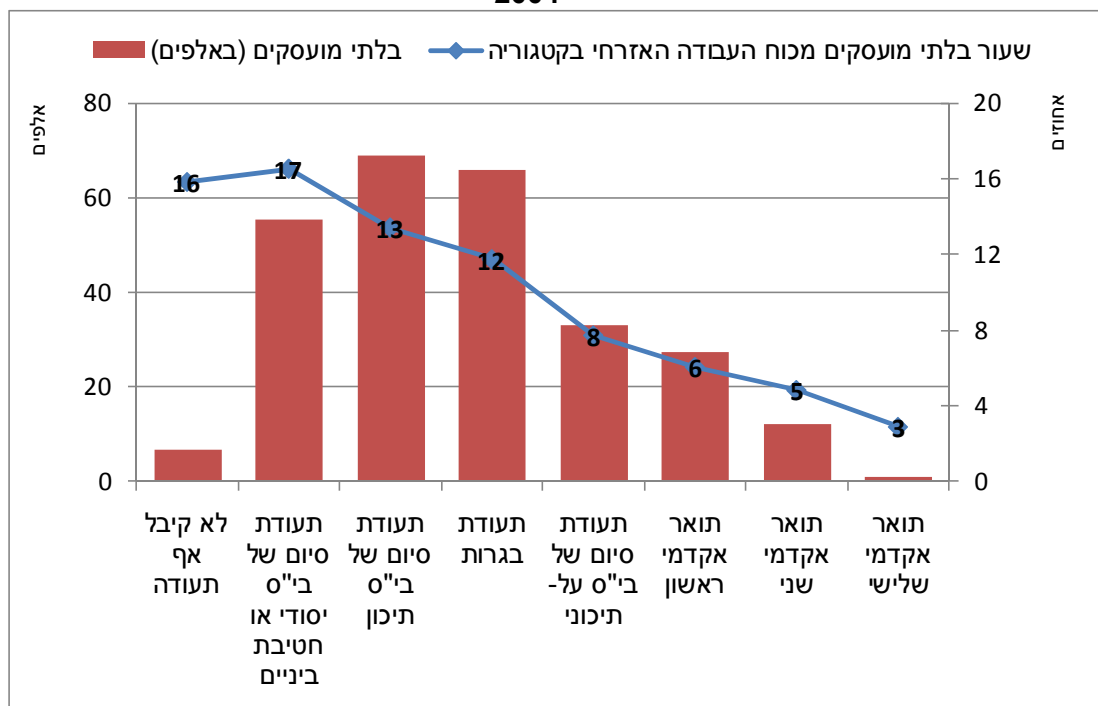


מקור: הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה מתוך השנתונים הסטטיסטיים, לוח 12-43.

### 14.2 פילוח על-פי השכלה ושנות לימוד

אינדיקטור נוסף המשפיע על שוק העבודה הוא רמת ההשכלה/מספר שנות לימוד של המועסק. באופן כללי השכלה גבוהה מקנה לבעליה סיכוי טוב להתמודד בהצלחה בשוק העבודה. איור 14.2 מציג את מספר הבלתי מועסקים ושיעור האבטלה על-פי תעודה אחרונה שרכשו עד שנת 2004. ניתן לראות שככל שרמת ההשכלה עולה כך שיעור הבלתי מועסקים מסך כוח העבודה יורד באופן משמעותי, מ-17 אחוז בלתי מועסקים ברמת השכלה של בי"ס תיכון ל-3 אחוז בלתי מועסקים בעלי תואר שלישי.

איור 14.2: מספר הבלתי מועסקים ושיעור הבלתי מועסקים מסך כוח העבודה על-פי תעודה אחרונה, 2004



מקור: הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה מתוך השנתונים הסטטיסטיים, לוח 12.7.

כפי שהוזכר קודם לכן, ניתן לבחון את שוק העבודה בשני מישורים, המועסקים מצד אחד והמובטלים מאידך. בטבלה 12.2 בחנו את כיצד רמת ההשכלה משפיעה על אחוז המועסקים בגילאי העבודה מסך האוכלוסייה באותו גיל, בטבלה 14.1 נבחן כיצד רמת ההשכלה משפיעה על מספר המובטלים בגילאי העבודה (25-64) כאחוז מכוח העבודה באותם גילאים, (סיווג ההשכלה בטבלה 14.1 לפי הגדרות בטבלה 12.2).

גם בטבלה זו רואים כי ככל שרמת ההשכלה גבוה יותר אחוז האבטלה יורד. בישראל 5.6 אחוז מכלל בעלי השכלה מסוג A (מהנדסים, תואר שני וכד') מובטלים לעומת 7.2 אחוז מכלל בעלי השכלה מסוג B (תואר ראשון, תלת-שנתי וכד') מובטלים. מצב זה קיים ברוב המדינות, שיעור המובטלים בעלי השכלה מסוג A נמוך משיעור המובטלים בעלי השכלה מסוג B, עובדה זו מאפיינת גם גברים וגם נשים כאחד. בישראל, שיעור האבטלה אצל נשים גבוה יותר מגברים, אך הפער מצטמצם ככל שרמת השכלה עולה.

טבלה 14.1: אחוז המובטלים מסך האוכלוסייה בגילאי 25-64 לפי השכלה ומין, 2004

בעלת אוריינטציה תיאורטית			בעלת אוריינטציה מעשית			
A			B			
נשים	גברים		נשים	גברים		
8.8	5.3	7.1	12.3	4.9	7.9	ספרד
<b>5.8</b>	<b>5.3</b>	<b>5.6</b>	<b>7.7</b>	<b>6.7</b>	<b>7.2</b>	ישראל
6.0	3.5	4.7	7.5	4.7	6.1	איטליה
3.5	2.9	3.2	4.7	6.9	6.0	דנמרק
6.0	5.1	5.4	6.0	5.6	5.8	גרמניה
5.0	3.3	4.1	5.4	5.4	5.4	פינלנד
7.0	6.6	6.8	5.2	5.1	5.1	צרפת
4.8	4.6	4.7	4.6	4.6	4.7	קנדה
3.6	4.3	3.9	3.9	5.6	4.7	שוודיה
2.9	3.0	2.9	3.6	5.2	4.3	ארה"ב
4.3	3.9	4.0	3.8	3.6	3.7	בלגיה
2.5	2.7	2.6	3.3	3.8	3.6	קוריאה
1.8	1.9	1.9	2.4	2.6	2.5	אירלנד
2.0	2.5	2.3	1.7	2.9	2.2	בריטניה
3.0	1.9	2.2	c	1.8	2.0	שוויץ

מקור: OECD, Education at a Glance, 2006

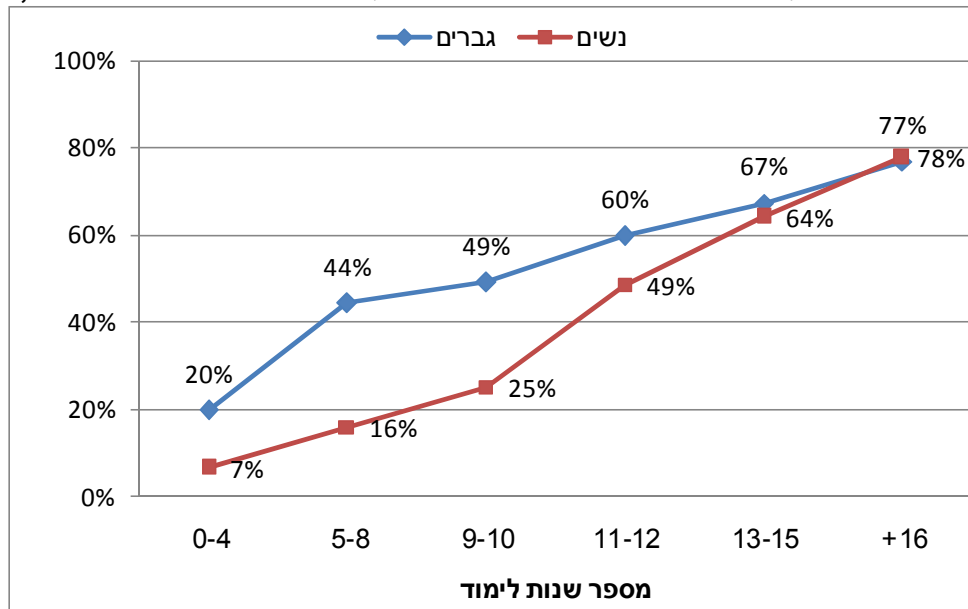
## 15. נשים בשוק העבודה

השתתפות הנשים ביצירת תשתית הידע היא מדד חשוב המצביע על מידת ניצול הפוטנציאל הנשי מסך ההון האנושי במדינה. איתור פערים בין השתתפות הנשים לגברים יכולה להיות נקודת התחלה לבחינת חלופות מדיניות שמטרתן ניצול גדול יותר של ההון האנושי המעורב בפעילות מדע וטכנולוגיה.

### 15.1 פילוח על-פי שנות לימוד

נבחן כיצד מספר שנות הלימוד משפיע על תעסוקת נשים לעומת תעסוקת גברים. איור 15.1 מציג השתתפות נשים מול השתתפות גברים בכוח העבודה האזרחי לפי שנות לימוד ב-2005. ניתן לראות כי גם אצל נשים ככל שרמת ההשכלה עולה אחוז ההשתתפות גבוה יותר בכוח העבודה האזרחי. ניתן לראות מהאיור כי השתתפות גברים בכוח העבודה גבוהה משיעור ההשתתפות של הנשים בכל רמות ההשכלה אך הפער מצטמצם ככל שמספר שנות הלימוד עולה. בקטגוריה של +16 שנות לימוד, המצב אף מתהפך ושיעור הנשים (77.8 אחוז) גבוה משל הגברים (76.8).

איור 15.1: שיעור השתתפות גברים ונשים בכוח העבודה האזרחי לפי שנות לימוד, 2005

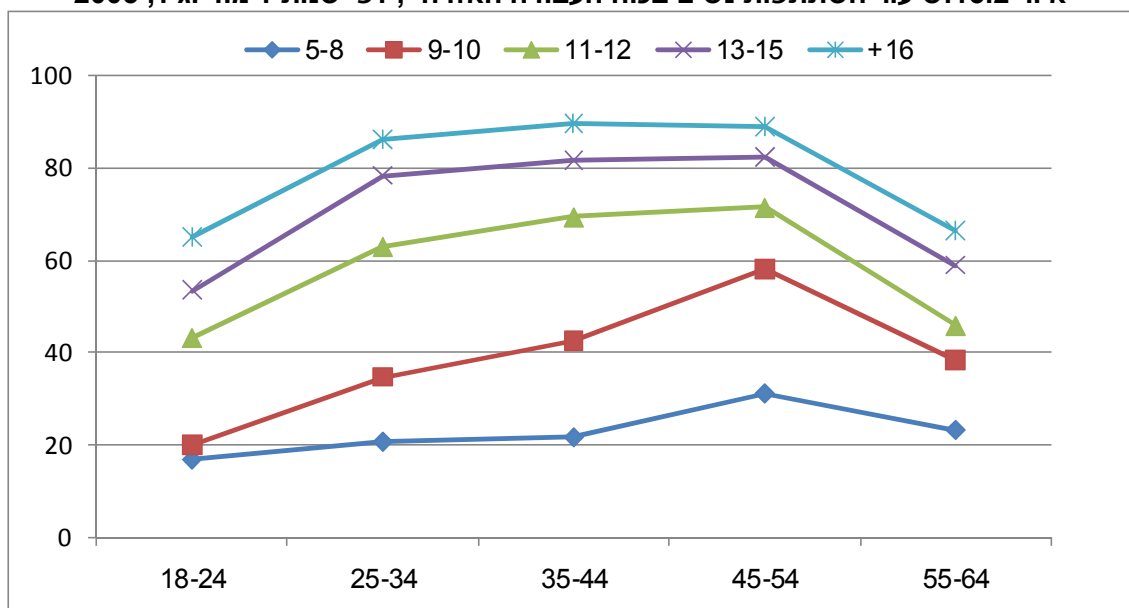


מקור: הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, שנתון 2005, לוח 12.6.

כפי שניתן היה לראות, באיור הקודם רמת השכלה גבוהה מגדילה את שיעור ההשתתפות בכוח העבודה האזרחי. באופן כללי, גיל הוא אחד המרכיבים המשפיעים על שוק העבודה ועל ההשתתפות בכוח העבודה האזרחי. האיור הבא מציג את שיעור השתתפות הנשים בכוח העבודה האזרחי לפי שנות לימוד וגיל. ניתן לראות שהעובדה שרמת ההשכלה מתבטאת בכל הגילאים ושרמת ההשתתפות בכוח העבודה יורדת אחרי גיל 54 בכל רמות ההשכלה.



איור 15.2: שיעור השתתפות נשים בכוח העבודה האזרחי, לפי שנות לימוד וגיל, 2005



מקור: הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, שנתון 2005, לוח 12.6.

## 15.2 פילוח על-פי משלחי יד והשכלה

הנתונים הבאים מציגים את מצב התעסוקה של גברים ונשים הן מבחינת רמת ההשכלה (במקרה זה תעודה אחרונה) והן מבחינת רמת התעסוקה (במקרה זה על-פי משלח יד) המשקף בצורה טובה האם לרמת ההשכלה יש השפעה על תעסוקה. זאת מכיוון שהלמ"ס מגדיר משלח יד כאוסף הפעילויות והעיסוקים שהנדגם מבצע במקום עבודתו, בלי להתחשב במקצוע שלמד אם אינו עוסק בו. בטבלה 15.1 נציג נתונים בפילוח של בעלי משלח יד אקדמי, מנהלים, בעלי מקצועות טכניים וחופשיים ומשלח יד אחר. כאשר משלח יד אחר כולל את משלחי היד הבאים: עובדי פקידות, סוכנים, עובדי מכירות, עובדי שירותים, עובדים מקצועיים בחקלאות, עובדים מקצועיים בתעשייה ובבינוי ועובדים מקצועיים אחרים ועובדים בלתי מקצועיים.

טבלה 15.1 מציגה את מספר המועסקים, גברים ונשים, על-פי משלח יד ותעודה אחרונה שקיבלו. מהטבלה ניתן לראות כי יש יותר נשים מגברים בעלות תארים מתקדמים (ראשון, שני ושלישי) אך עובדה זו אינה באה לידי ביטוי במשלחי יד.

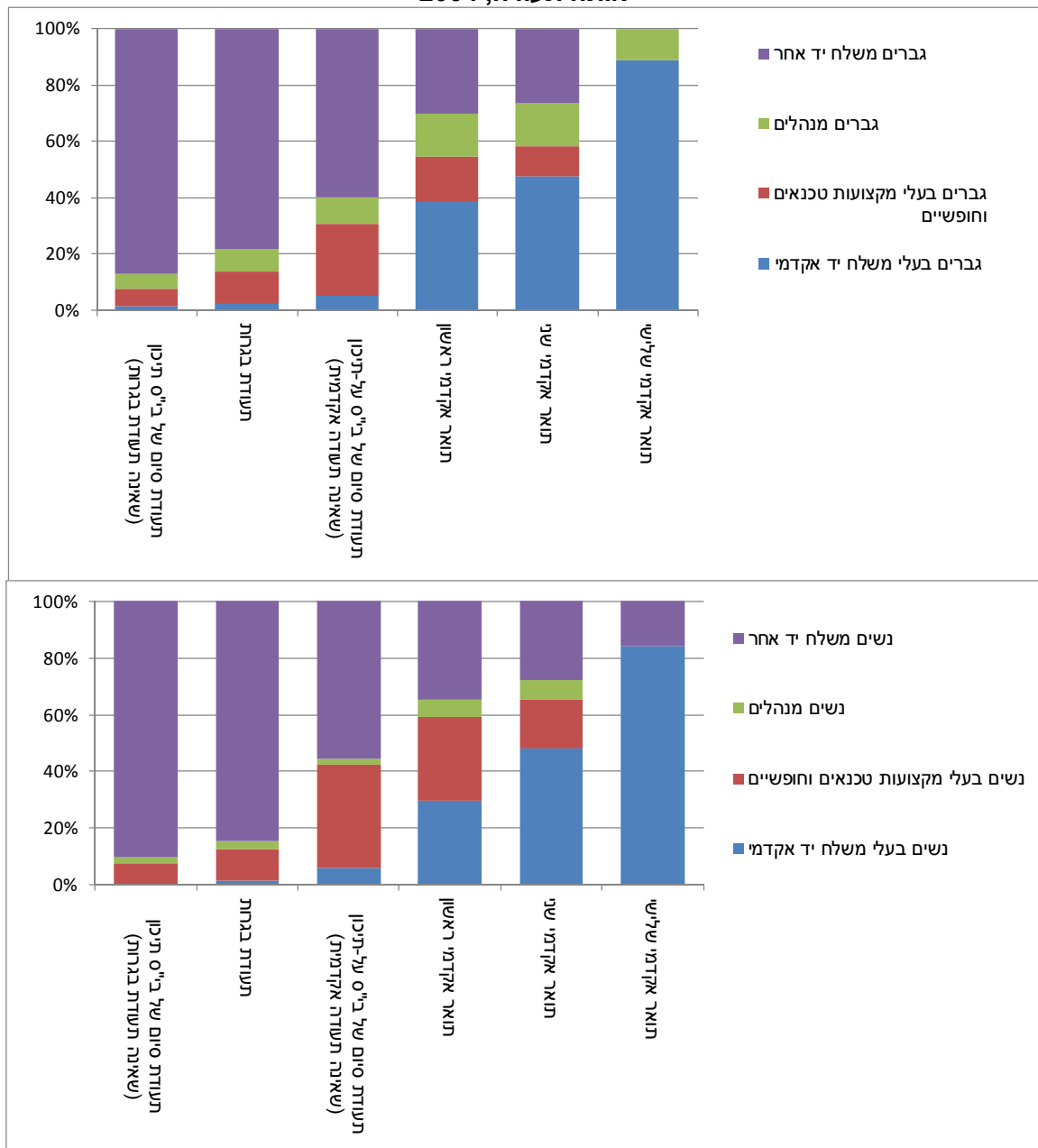
טבלה 15.1: סך המועסקים (באלפים) לפי משלח יד על-פי תעודה אחרונה שקיבלו ומין, 2004

נשים					גברים					
משלח יד אחר	מנהלים	בעלי מקצועות טכנאיים וחופשיים	בעלי משלח יד אקדמי	סך מועסקים נשים	משלח יד אחר	מנהלים	בעלי מקצועות טכנאיים וחופשיים	בעלי משלח יד אקדמי	סך מועסקים גברים	
71.6	..	2.8	..	74.4	191.7	5.0	6.3	(1.4)	204.4	תעודת סיום של בי"ס יסודי או חטיבת ביניים
149.1	3.6	11.9	(0.9)	165.5	243.8	15.6	17.6	3.1	280.1	תעודת סיום של בי"ס תיכון (שאינה תעודת בגרות)
218.6	7.6	28.5	4.6	259.3	184.9	17.7	27.5	4.8	234.9	תעודת בגרות
114.0	4.5	75.1	12.2	205.8	115.3	17.6	49.3	9.8	192.0	תעודת סיום של בי"ס על-תיכון (שאינה תעודה אקדמית)
80.0	13.7	67.9	68.5	230.1	59.8	29.8	32.1	76.1	197.8	תואר ראשון
35.0	8.8	21.6	60.6	126.0	31.2	18.0	12.9	55.8	117.9	תואר אקדמי שני
1.7	..	..	9.1	10.8	..	2.3	..	18.4	23.2	תואר אקדמי שלישי

מקור: הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה מתוך סקר כוח אדם לשנת 2005, לוח 2.28. הערות: ( ) – בסוגרים נתונים שמהימנותם הסטטיסטית נמוכה. .. – נתונים בלתי ידועים.

על מנת לראות תמונה מלאה יותר, נציג באיור הבא את שיעור המועסקים, גברים ונשים, על-פי משלח יד ותעודה אחרונה מסך המועסקים בעלי אותה תעודה. 38.5 אחוז מהגברים בעלי תואר ראשון מועסקים במשלח יד אקדמי, לעומת 29.8 אחוז מהנשים בעלות תואר ראשון המועסקות במשלח יד אקדמי. 15.1 אחוז גברים בעלי תואר ראשון מועסקים כמנהלים, לעומת 6 אחוז מהנשים בעלות תואר ראשון המועסקות כמנהלות. כפי שראינו גם בטבלה הקודמת, סך הנשים בעלות תואר ראשון גבוה מסך הגברים בעלי תואר ראשון, אך עובדה זו לא באה לידי ביטוי בתעסוקה על-פי משלחי היד, שיעור התעסוקה של נשים בעלות תואר ראשון במשלח יד אקדמי או מנהלים נמוך יותר מגברים. הבדל נוסף שניתן להבחין הוא כי רוב הנשים והגברים בעלי תואר שלישי מועסקים במשלח יד אקדמי אך בקרב נשים אלה שלא מועסקות במשלח יד אקדמי מועסקות במשלח יד אחר ואילו בקרב הגברים אלה שלא מועסקים במשלח יד אקדמי מועסקים כמנהלים.

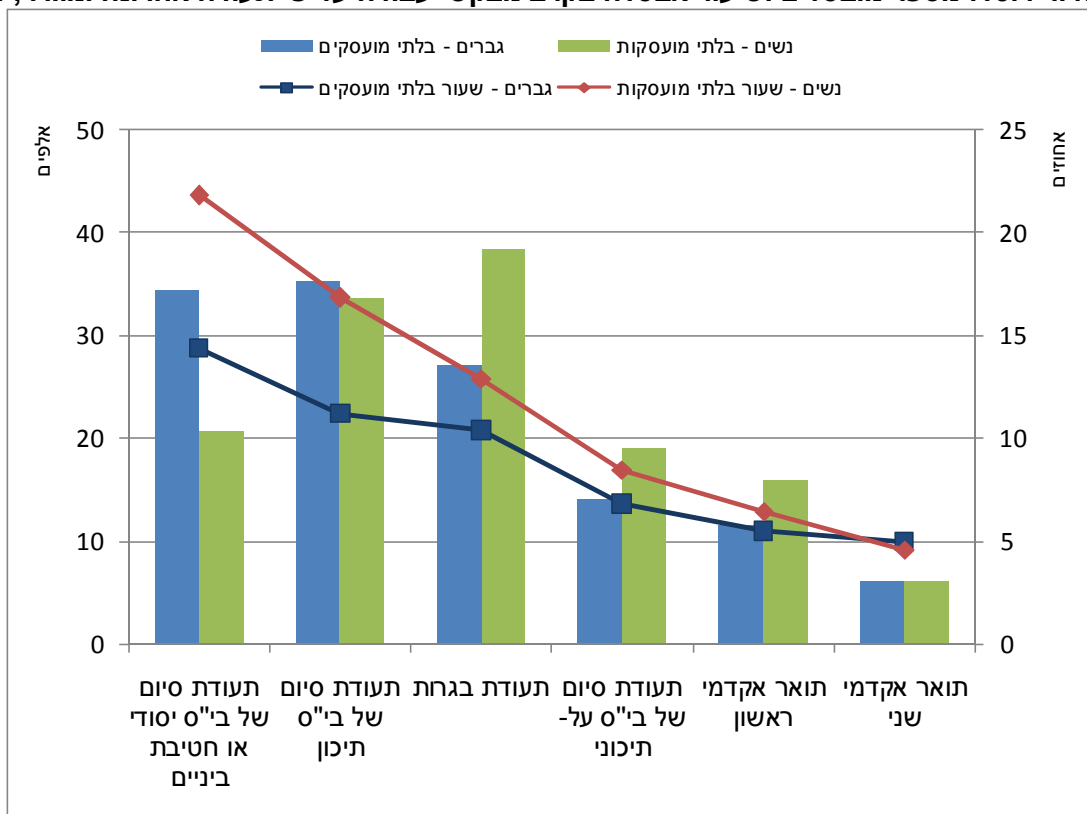
**איור 15.3: שיעור המועסקים, גברים ונשים, על-פי משלח יד ותעודה אחרונה מסך המועסקים בעלי אותה תעודה, 2004**



מקור: הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה מתוך סקר כוח אדם לשנת 2005, לוח 2.28.

נבחן כעת את ההבדלים בין גברים לנשים על-פי נתוני האבטלה. כפי שראינו בנתוני התעסוקה גם כאן לרמת ההשכלה יש יתרון, וככל שרמת ההשכלה גבוהה יותר אחוז האבטלה יורד, הן אצל הגברים והן אצל הנשים. כמו כן, ניתן לראות כי שיעור האבטלה של נשים גבוה יותר, אך ככל שרמת ההשכלה עולה הפער בין גברים לנשים מצטמצם ואף משתווה בתואר שני. לא ניתן היה לקבל נתונים לגבי אבטלה בקרב בעלי תואר שלישי כיוון שאחוז האבטלה נמוך מאוד ובחלוקה למין הנתונים אינם מובהקים. איור 15.4 מציג את ההבדלים בין גברים לנשים על-פי נתוני אבטלה.

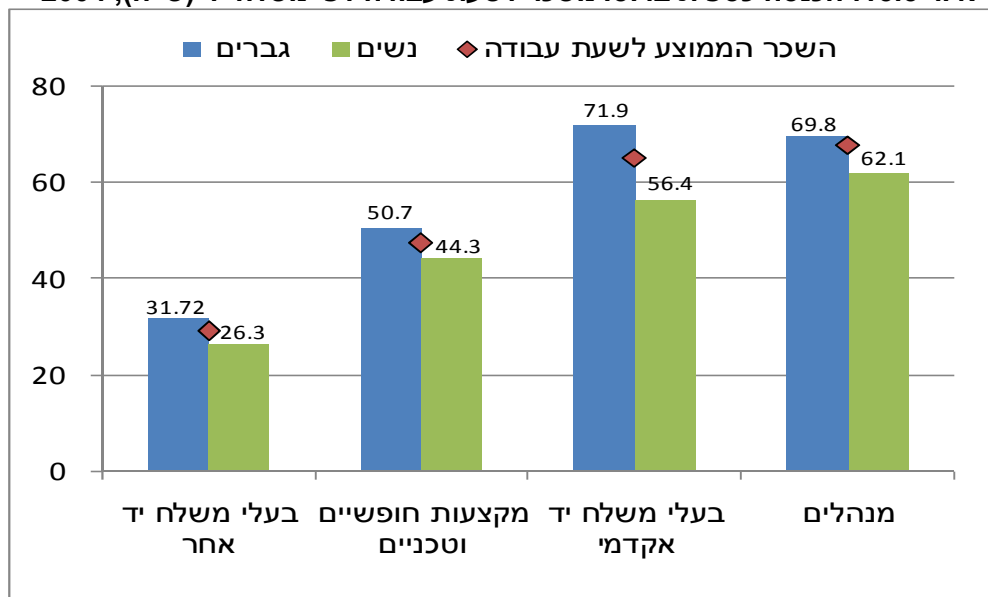
**איור 15.4: מספר מובטלים ושיעור אבטלה בקרב מבקשי עבודה על-פי תעודת אחרונה ומגדר, 2004**



מקור: הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה מתוך השנתונים הסטטיסטיים, לוח 7-12

נבחן כעת את שיעורי השכר של גברים ונשים. איור 15.5 מציג את ממוצע השכר לשעת עבודה. בכל משלחי היד השכר הממוצע לשעה של גברים גבוה יותר משל הנשים. הפער הגדול ביותר בין שכרם של גברים ונשים לשעת עבודה נמצא אצל בעלי משלח יד אקדמי.

**איור 15.5: הכנסה כספית ברוטו משכר לשעת עבודה לפי משלח יד (ש"ח), 2004**



מקור: הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה מתוך השנתונים הסטטיסטיים, לוח 41-12.

### 15.3 מדיניות לשילוב נשים בשוק העבודה המדעי והטכנולוגי

על מנת לקדם את השתתפותן של נשים בשוק העבודה המדעי והטכנולוגי בישראל הוקמו מספר גופים והוצעו מספר תוכניות. דורון ושחק (2003), ומסר-ירון וכהנוביץ (2003), מציגות סקירה קצרה של התוכניות והגופים הפועלים בנושא:

**המועצה לקידום נשים למדע וטכנולוגיה** - ב-2000 הוקמה המועצה לקידום נשים למדע וטכנולוגיה על-ידי פרופ' חגית מסר-ירון שהייתה בתקופה זו המדענית הראשית של משרד המדע, התרבות והספורט. תפקידי המועצה הינם תאום בין הגופים השונים, ייזום פעולות והעלאת המודעות הציבורית בנושא נשים במדע וטכנולוגיה.

**פרויקט תמורה** - מטרתו של פרויקט תמורה היא לחולל שינוי במצב הקיים בלימודי מחשב על-ידי תלמידות תיכון. הפרויקט משותף לטכניון, למוסד שמואל נאמן ולמרכז המורים הארצי למדעי המחשב.

**אורט למאה ה-21** - קידום נערות לטכנולוגיה מתקדמת ולמדעים - התוכנית פותחה על-ידי גב' יעל רום ז"ל ופועלת החל מספטמבר 1997. המטרה העיקרית הינה הגדלת מספר הנערות הלומדות מתמטיקה ברמה של חמש יחידות לימוד. התוכנית משלבת עבודה עם תלמידות/ים, עם הוריהם ועם צוותי ההוראה והמינהל של בתי הספר בכיתות ז' עד יב'.

**דור העתיד להיי-טק בתעשייה** - פרויקט משותף למינהל המדע והטכנולוגיה, פורום המנהלות בתעשייה בהתאחדות התעשייתיים, צה"ל, העמותה לקשרי תעשייה עם הקהילה ומפעלי תעשייה. מטרת התוכנית לעודד תלמידות לבחור במקצועות מדעיים וטכנולוגיים. התוכנית מתבססת על יצירת קשר בין בתי ספר למפעלים תעשייתיים "מאמצים".

**מלגאות משרד המדע** - משרד המדע מחלק מלגות לסטודנטיות הלומדות אחד ממקצועות ההנדסה במוסדות להשכלה גבוהה, כשבתמורה הסטודנטיות נדרשות לפעילות לקידום נערות בבתי ספר בתחומי המדעים והטכנולוגיה. דוגמאות נוספות למלגות הניתנות לנשים בתחומי המדע והטכנולוגיה: מלגת Zonta ע"ש אמיליה ארהרט לסטודנטיות המעוניינות לערוך מחקר בתחום מדעי התעופה או הנדסה תעופתית; מלגת אונסקו לוריאל למדעניות צעירות בתחומי מדעי החיים ומלגות הצטיינות לתלמידות מחקר בנושאי מגדר ונשים.

**התוכנית לקידום נשים במדע במימוןם של קרן קלור ודונלד זוסמן במכון ויצמן** - במסגרת תוכנית זו מעניק מכון ויצמן מענקים למחקר בתר-דוקטוריאלי על-שם שרה לי שופף למדעניות צעירות שסיימו את לימודי התואר השלישי במדעי הטבע ובמדעים המדויקים, בכל מוסד אקדמי בארץ, והתקבלו למחקר בתר-דוקטוריאלי בחו"ל. בנובמבר 2007, הוענקו מענקים של עשרים אלף דולר למשך שנתיים ל-11 מדעניות בגילאי 26-34 (גולדמן, 2007).

**פרויקט לקירוב בנות למדע וטכנולוגיה** - נערך מטעם מוזיאון המדע ע"ש בלומפילד בירושלים. הפרויקט מופעל בקרב חניכי וחניכות תנועות נוער בירושלים ותלמידי חטיבות הביניים והתיכונים, ומטרתו הפגת החשש ממדע וטכנולוגיה, ועידוד בחירה בתחומי המדע והטכנולוגיה כתחומי לימוד ועניין מקצועיים. הפרויקט פועל על מנת לשנות את עמדתן וגישתן של ילדות ונערות ביחס למדע וטכנולוגיה באמצעות חשיפה ישירה שלהן לנשים מצליחות, לאטרקטיביות ולעניין ולאתגרים שמציעים המדע והטכנולוגיה.

**תוכנית "רקיע"** – תוכנית משותפת לצה"ל ולמה"ט<sup>41</sup>. במסגרת התוכנית בנות בעלות תעודת בגרות במסלול עיוני יכולות להמשיך בלימודים לתואר הנדסאי, כאשר צה"ל מממן את שכר הלימוד. בוגרות התוכנית משרתות בתפקיד מקצועי בחיל האוויר, חיל החימוש או חיל הקשר. הפרויקט מתקיים בחיפה, תל-אביב ובאר-שבע וכולל שלוש כיתות של הנדסת מכונות, כיתת אלקטרוניקה וכיתת חשמל.

**רשת נשים בישראל** – משרד החינוך, צה"ל והמכון הלאומי להכשרה טכנולוגית יזמו תוכנית לבוגרות י"א שנועדה להשפיע על הגורמים הפסיכולוגיים (הערכה עצמית ובטחון עצמי) ולעודד אותן לבחור בקריירה מדעית/טכנולוגית.

**"מועדון המדעניות"** – "מועדון המדעניות" הוא פרויקט ביוזמתה של עפרה בן-עמי מן המחלקה לאוריינות, חברה ותרבות במט"ח. מטרת הפרויקט לעודד בנות בכיתה ו', בעלות עניין וידע בתחומי מדע וטכנולוגיה להמשיך לשאוף ללימודים גבוהים ולפיתוח קריירה בתחום המעניין אותן. הפרויקט מפגיש חמש תלמידות עם חמש סטודנטיות לתארים מתקדמים במדע וטכנולוגיה לתוכנית חניכה.

**בית הספר הגבוה לטכנולוגיה בירושלים – מכון טל** – כולל מסלולי לימוד בתחומי ההנדסה וההיי-טק לנשים באווירה תורנית פועל משנת תשס"א. מכון טל מאפשר לסטודנטיות מעבר לרכישת השכלה, הבנה של שוק העבודה בארץ על-ידי ביקורים בחברות, הרצאות מפי מהנדסים מהתעשייה וכן התייחסות ספציפית לנשים בשוק העבודה שרובו גברי. במכון טל פועל מעון יום לתינוקות המאפשר לנשים לשלב אימהות ולימודים.

---

<sup>41</sup> מה"ט – המכון הממשלתי להכשרה בטכנולוגיה ובמדע – גוף ממלכתי המופקד על הכשרת טכנאים והנדסאים במקצועות הנדסיים-טכנולוגיים, במסגרת האגף להכשרה ופיתוח כוח אדם, משרד התעשייה, מסחר ותעסוקה.  
<http://www.moit.gov.il/NR/exeres/06BB9449-9462-404E-80B7-C2F9F2DFD543.htm>

## 16. עולים בשוק העבודה

בין השנים 1989-2000 הגיעו לישראל 535,000 משפחות עולים, 1,042,720 נפש, כש-885,853 מהם הגיעו ממדינות חבר העמים. עלייה זו הציפה את שוק העבודה הישראלי והייתה אחד הגורמים העיקריים לצמיחה הכלכלית במשק בשנים אלו.

### 16.1 פילוח על-פי משלח יד ושנות לימוד לעולים

על מנת לבחון את פוטנציאל העולים נציג בטבלה הבאה את משלחי היד העיקריים של עולי ברה"מ לשעבר לשנים 1989-2000. ניתן לראות כי מסך 885,853 עולים ממדינות חבר העמים, 10.8 אחוז הם מהנדסים.

טבלה 16.1: משלחי היד העיקריים של עולי ברה"מ בין השנים 1989 - 2000

משלח יד	מספר	אחוז
מהנדסים	95,286	10.8
רופאים ורופאי שיניים	18,959	2.1
אמנים, סופרים ומוזיקאים	18,486	2.1
אחיות ומקצועות פרה-רפואיים	21,121	2.4
מורים	44,499	5.0

מקור: המשרד לקליטת עלייה, נתוני סיכום לשנת 2000.

הנתונים בטבלה הבאה מציגים את נתוני התעסוקה של כלל העולים לפי שנות לימוד ומשלח יד. מהטבלה ניתן לראות כי לעולים בעלי השכלה על תיכונית (13 שנות לימוד ומעלה) קיים קושי להשתלב בישראל במקצוע אקדמי. רק 53 אחוז מהעולים בעלי השכלה של מעל 16 שנות לימוד הועסקו בתחום המקצועות האקדמיים בהשוואה ל-70 אחוז מבעלי השכלה של מעל 16 שנות לימוד מכלל האוכלוסייה בישראל<sup>42</sup>.

טבלה 16.2: מועסקים עולי 1990 ואילך, לפי שנות לימוד ומשלח יד (באלפים ובאחוזים), 2005

שנות לימוד										משלח יד
16+		13-15		11-12		0-10		סך הכל		
אחוז	אלפים	אחוז	אלפים	אחוז	אלפים	אחוז	אלפים	אחוז	אלפים	
53%	64.8	25%	42.8	7%	7.8	2%	(1.3)	25%	116.6	בעלי מקצועות אקדמיים, טכניים ומנהלים
26%	31.2	35%	58.9	41%	45.1	29%	18.2	33%	154.5	פקידים, ועובדי מכירות ושירותים
13%	15.7	25%	42.2	32%	35.2	36%	22.6	25%	115.8	עובדים מקצועיים בחקלאות, בתעשייה ובבינוי
8%	9.6	14%	23.1	20%	22.7	32%	20.3	16%	76.2	עובדים בלתי-מקצועיים
<b>100%</b>	<b>121.7</b>	<b>100%</b>	<b>168.1</b>	<b>100%</b>	<b>111.2</b>	<b>100%</b>	<b>62.6</b>	<b>100%</b>	<b>465.5</b>	<b>סך כולל</b>

מקור: הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה מתוך השנתונים הסטטיסטיים, לוח 12.30.

<sup>42</sup> הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה מתוך סקר כוח אדם לשנת 2005, עיבוד לוח 2.28. עבור 16 שנות לימוד חושב מועסק בעל תואר ראשון, שני או שלישי.

## 16.2 מאפייני שוק העבודה לעולים החדשים בישראל

נבחן כעת את מאפייני העולים החדשים בישראל בשוק העבודה עד לשנת 2007 (עולים הנמצאים עד 10 שנים בארץ, ו-15 שנה בקרב עולי אתיופיה). שירות והתעסוקה ומינהל מחקר וכלכלה במשרד התמ"ת מפרסמים דו"חות מיוחדים הכוללים נתוני תעסוקה ואבטלה בקרב עולים<sup>43</sup>.

העלייה ב-10 שנים האחרונות הגיעה משלושה מוקדים עיקריים: 75 אחוז מברית המועצות, 10 אחוז מאירופה וארה"ב וכ-10 אחוז מאתיופיה. בישראל חיים היום כ-230 אלף עולים חדשים בגילאי העבודה (64-18), המהווים כ-8 אחוז מכלל האוכלוסייה, מתוכם 56.4 אחוז נשים.

באופן כולל שיעורי השתתפות בכוח העבודה, בתעסוקה ונתוני האבטלה זהים לכלל האוכלוסייה: לא קיים הבדל בין אוכלוסיית העולים לבין כלל האוכלוסייה (מגזר יהודי) בשיעורי ההשתתפות בכוח העבודה (72 אחוז), בשיעורי התעסוקה (65 אחוז) ובשיעורי האבטלה (8.6 אחוז).

לוותק בארץ ישנה השפעה ברורה על שיעורי התעסוקה וההשתתפות בכוח העבודה. ככל שהעולים ותיקים יותר הם צוברים ניסיון בהכרת שוק העבודה ולכן שיעורי התעסוקה שלהם גבוהים יותר. שיעור התעסוקה של עולים שהגיעו לארץ עד לפני עשר שנים (אתיופים עד לפני 15 שנים) עומדים על 67.6 אחוז, בעוד ששיעור התעסוקה של עולים שעלו בחמש השנים האחרונות עומדים על 60.9 אחוז.

יותר עולים בעלי השכלה גבוהה רשומים כדורשי עבודה מתוך כלל אוכלוסיית העולים הרשומים כדורשי עבודה 21 אחוז הם בעלי השכלה אקדמאית, ו-8.5 אחוז הם בעלי השכלה על תיכונית. זאת בעוד בקרב כלל דורשי העבודה 11 אחוז הם בעלי השכלה אקדמית ו-6 אחוז בעלי השכלה על תיכונית.

ייצוג העולים בקרב בעלי תואר שני ושלישי גדול יותר מהייצוג בכלל האוכלוסייה (14.5 אחוז לעומת 9 אחוז) גם בקרב בעלי תעודה על תיכונית בהשוואה לכלל האוכלוסייה (21.5 אחוז לעומת 14.4 אחוז).

משלחי היד של העולים החדשים שונים מאלו של ילידי הארץ. הם מועסקים בעיקר במקצועות המכירות והשירותים (26 אחוז לעומת 20 אחוז מכלל האוכלוסייה), או כעובדים מקצועיים, מכונאים, פועלי ייצור, חייטים ועוד (26 אחוז לעומת 15.4 אחוז), ופחות במשלחי יד אקדמאיים, חופשיים וטכניים. אחוז העולים העובדים במשלח יד אקדמי, טכני או ניהול עמד על כ-20 אחוז בהשוואה לכ-39 אחוז בקרב כלל האוכלוסייה, וזאת למרות שמשקלם של בעלי השכלה האקדמית בכל אחת מהאוכלוסיות נמצא די דומה (27.5 אחוז בקרב העולים ו-24.6 אחוז בקרב האוכלוסייה היהודית האחרת). שלישי מהעולים עובדים במקצועם לעומת 42 אחוז בקרב ילידי ישראל.

לעולים ייצוג בולט בענפי התעשייה והמסחר (38 אחוז) בהשוואה לאוכלוסייה היהודית (29 אחוז). לעומת זאת, בולט ייצוג החסר שלהם בקרב העובדים במגזר הציבורי (הכולל ענפי מינהל ציבורי, חינוך, בריאות וקהילתיים) בהשוואה לאוכלוסייה היהודית (24.5 אחוז ו-34.8 אחוז בהתאמה).

<sup>43</sup> דו"ח בנושא העסקת עולים, יוני 2007, <http://www.taasuka.gov.il>



### 16.3 עולים בעלי תואר שלישי

הרשקוביץ (2007) מציג נתונים המראים כי בשנים 1990-2005 הגיעו לישראל קרב ל 7,000 עולים בעלי תואר שלישי. מתוכם כ- 3,500, עלו לישראל ב- 1990 וב- 1991. לאחר מכן ירד מספרם בצורה מהירה ועקבית עד ל- 21 עולים בלבד ב- 2005. טבלה 16.3 מציגה עולים בעלי תואר שלישי לפי תחום התמחות ותקופת עלייה. בהשוואה בין עולים לישראלים בעלי תואר שלישי קיימים הבדלים בתחומי ההתמחות, כשבולט במיוחד הריכוז הגדול של עולים בתחום ההנדסה, 35 אחוז לעומת כ- 10 אחוז לישראלים. כמו כן, חלקם של העולים בעלי תואר שלישי בתחומי המתמטיקה, מדעי המחשב והרפואה גבוה יותר מחלקם של בעלי התואר השלישי שלמדו בישראל באותם תחומים.

טבלה 16.3: סך בעלי תואר שלישי ושיעורם מסך בעלי תואר שלישי לפי תחום התמחות

ישראלים סה"כ לתקופה 2005-1991	עולים סה"כ לתקופה 2005-1990	עולים			
		2005-2001	2000-1996	1995-1990	
9,769	6,878	290	1,168	5,420	סה"כ מספר מוחלט
17%	8%	18%	10%	7%	מדעי הרוח
11%	7%	9%	8%	7%	מדעי החברה
1%	0%	1%	0%	0%	משפטים
4%	13%	13%	13%	13%	רפואה
1%	1%	2%	1%	1%	מקצועות עזר רפואיים
7%	10%	9%	9%	11%	מתמטיקה ומדעי המחשב
18%	16%	18%	15%	17%	מדעים פיזיקליים
26%	9%	12%	11%	8%	מדעים ביולוגיים
4%	0%	0%	0%	0%	חקלאות
10%	35%	19%	33%	36%	הנדסה
100%	100%	100%	100%	100%	סה"כ אחוזים

מקור: משרד הקליטה-המרכז לקליטה במדע, הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה.

### 16.4 מדיניות לשילוב עולים בשוק העבודה המדעי והטכנולוגי

ממשלת ישראל מפעילה מגוון של תוכניות סיוע והכשרה לעולים על מנת לקלוט את העולים החדשים בשוק העבודה הישראלי בהתאם להכשרתם. למרות מאמצים אלו, קיימים נתונים המעידים על חוסר התאמה בתעסוקה בקרב עולים בעלי השכלה גבוהה בישראל.

המגזר עם שיעור ההיקלטות בתעסוקה המתאימה הגבוה ביותר הינו מגזר המדענים ומהנדסי המחקר והפיתוח. מתוך כ- 15,000 מדענים ומהנדסי מחקר ופיתוח שעלו בשנות ה- 90, כ- 80 אחוז נקלטו בעבודה בתחום התמחותם. מתוך 80,000 עולים שהתמחו במקצועות ההנדסה השונים, כשליש נקלטו במקצוע או בתפקיד דומה. מחצית מהרופאים העולים שקיבלו רישיון לעסוק ברפואה בישראל, מצאו עבודה כרופאים (תקוה, 2006).

קניג וולדה-צדק (2006) מצאו כי ב- 2003, רק מעט יותר מרבע מהעולים בגילאי 22-64 הועסקו במשלחי יד אקדמיים, חופשיים, טכניים וניהוליים בהשוואה ל-40 אחוז מהאוכלוסייה היהודית בישראל, וזאת למרות השיעור הגבוה של עולי ברה"מ בעלי השכלה אקדמית (40 אחוז) בהשוואה לכלל האוכלוסייה היהודית בישראל (27 אחוז). החוקרים גם מצאו שרק 55 אחוז מהעולים בעלי תואר אקדמי הועסקו במשלחי יד

אקדמיים, חופשיים, טכניים וניהוליים לעומת 73 אחוז בקרב כלל האוכלוסייה היהודית. ככל שהעולים ותיקים יותר, כך הולך ופוחת שיעור העובדים הבלתי מקצועיים בקרבם וגדל שיעור התעסוקה שלהם במשלח-יד אקדמיים, חופשיים, טכניים וניהוליים.

להלן יובא פרוט קצר של תוכניות שנועדו לסייע בקליטת מדענים:

**המרכז לקליטה במדע** – הוקם ב-1973 מופעל על-ידי משרד העלייה והקליטה. תפקידו סיוע בקליטת מדענים עולים ותושבים חוזרים בעלי תואר שני ומעלה עם ניסיון מוכח במחקר ו/או פיתוח, במציאת תעסוקה ההולמת את כישוריהם. במסגרת התוכנית מסובסדות משכורות המדענים לתקופה של 3-4 שנים. בין השנים 1990-2004, הוכרו על-ידי המרכז כ-15,150 מדענים, כ-950 מהם תושבים חוזרים. כמחצית המדענים הם בעלי תואר שלישי ובעלי ניסיון מוכח של ארבע שנים לפחות במחקר ובפיתוח. במסגרת המרכז, הופעלו שלוש תוכניות לסייע בקליטת מדענים עולים באוניברסיטאות ובמוסדות מחקר ופיתוח: העסקה רגילה ("מלגות שפירא") במשך שלוש שנים, תוכנית "גלעדי" במשך שנתיים נוספות, ותוכנית קמ"ע (קליטת מדענים עולים). לפי מל"ג (2007), תוכנית קמ"ע צמחה כהמשך של תוכנית "גלעדי". מימון התוכנית מתחלק בין משרד הקליטה (60 אחוז) והאוניברסיטאות (40 אחוז). ות"ת משתתפת במימון כ-60 אחוז מחלקן של האוניברסיטאות. בכל שנה מועסקים בסה"כ כ-400 מדענים דרך תוכנית זו.

**קרנות מחקר משותפות להעסקת מדענים עולים** – קרנות אלו מופעלות באמצעות משרד העלייה והקליטה בשיתוף עם המדענים הראשים של משרד הביטחון, המשרד לאיכות הסביבה, משרד התשתיות הלאומיות, משרד הבינוי והשיכון ומשרד החקלאות (תקוה, 2006).

**מלגות למדענים עולים בכירים** – המועצה להשכלה גבוהה החליטה ב-1992 על תוכנית מיוחדת של תמיכה במדענים עולים, שיועסקו בחוזים מיוחדים, שלא במסלול הרגיל, לתקופה של 5 שנים עם אפשרות הארכה עד ל-10 שנים.

**תוכנית בשן** – תוכנית בשן החלה לפעול ב-1994 על-פי החלטת ממשלת ישראל. התוכנית אמורה לפעול במסגרת משרד המדע התרבות והספורט במטרה להביא לידי מיצוי את הפוטנציאל הטכנולוגי/מדעי אשר מגיע לישראל. בין הפעולות במסגרת התוכנית: הכוונה וסיוע לקידום מיזמים טכנולוגיים של מדענים שעלו לישראל סיוע בקליטת מדענים ומהנדסים עולים ושילובם בישראל סיוע בהקניית חינוך טכנולוגי יזמי לבני הדור הצעיר בקרב העולים. לפי אתר משרד המדע התרבות והספורט, נכון לתאריך 25.7.07 שירותי תוכנית בשן מוקפאים בשל צו מניעה.

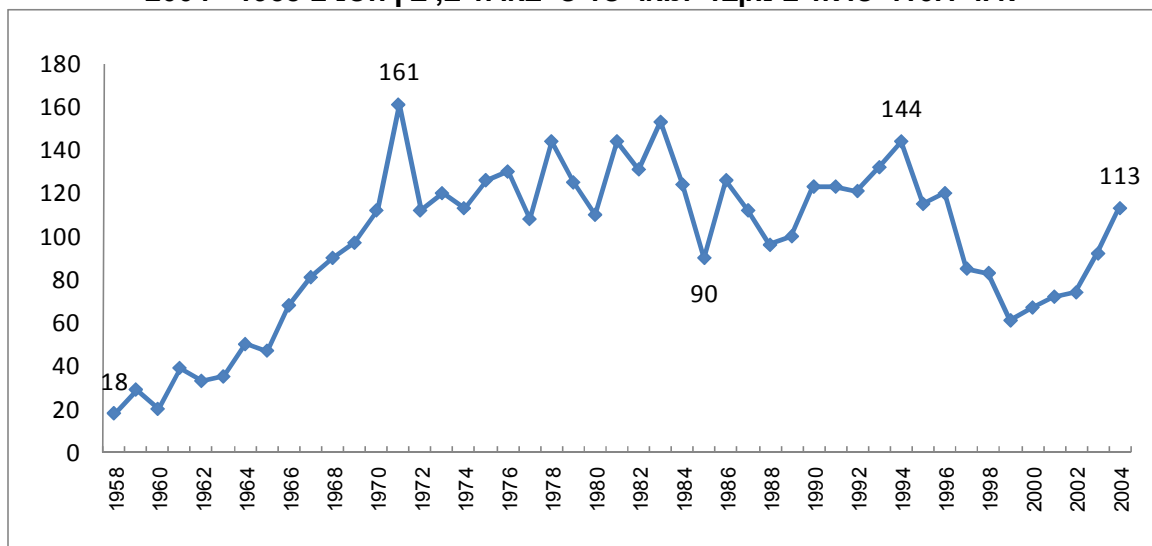
## 16.5 נייודות (בריחת מוחות) של כוח אדם מדעי וטכנולוגי מישראל

גולד ומואב (2006) מצאו שכוח אדם מדעי וטכנולוגי הינו בעל שיעור ההגירה הגבוה ביותר מישראל. בהתבסס על נתוני מפקד האוכלוסין שנערך ב-1995 ועל נתונים משנת 2002, נמצא כי חברי הסגל הבכיר באוניברסיטאות מובילים בשיעורי ההגירה עם שיעור יורדים הגבוה מ-6.5 אחוז, שאחריהם נמצאים הרופאים עם שיעור הגירה של 4.8 אחוז. מהנדסים ומדענים (אשר אינם עובדי האוניברסיטאות) הינם בעלי שיעור הגירה של קצת יותר מ-3 אחוז וזאת בהשוואה ליתר האוכלוסייה (כולל מורים ועובדי בנין) שהינם בעלי שיעור הגירה הנע בין 1.17 אחוז עד 1.49 אחוז. ממצאים אלו, ניתן להסיק כי הנטייה לרדת מהארץ בקרב בעלי השכלה גבוהה (תואר ראשון ומעלה) גבוהה מהנטייה בקרב בעלי השכלה נמוכה.

ב-2004, כ- 10,400 סטודנטים ישראלים היו רשומים במוסדות להשכלה גבוהה בחו"ל, כ- 66 אחוז מהם למדו בארבע מדינות: ארה"ב, בריטניה, גרמניה ואיטליה. יותר מ- 50 אחוז מהסטודנטים הישראלים אשר מסיימים תואר שלישי בארה"ב עדיין נמצאים בארה"ב חמש שנים לאחר כתיבת הדוקטורט. על-פי ה- World Competitiveness Yearbook 2000, ישראל מדורגת במקום ה- 21 בדירוג בריחת המוחות מתוך 47 מדינות. כלומר המשמעות היא שבריחת המוחות מישראל הינה ממוצעת (תקוה, 2006). ב-2005 כ- 109 ישראלים קיבלו תואר שלישי בארה"ב. ישראל דורגה במקום ה-22 מתוך שלושים מדינות, שלהן המספר הגבוה ביותר של מקבלי תואר שלישי בארה"ב שאינם אזרחיה. המדינות המובילות ברשימה הן: סין (3,827), דרום קוריאה (1,530), הודו (1,274), טייוואן (726), קנדה (556) ותורכיה (419) (NORC, 2006).

איור 16.1 מציג את מספר הישראלים שקבלו תואר שלישי בארה"ב, בין השנים 1958-2004.

**איור 16.1: ישראלים מקבלי תואר שלישי בארה"ב, בין השנים 1958 - 2004**



מקור: הרשקוביץ (2007), מקומן של אוניברסיטאות המחקר במערכת ההשכלה הגבוהה המתרחבת בישראל.

טבלה 16.4 מציגה את התפלגות מקבלי תואר שלישי בישראל, בארה"ב ובאנגליה לפי תחום לימודים בין השנים 1994-2004.

**טבלה 16.4: מקבלי תואר שלישי בישראל וישראלים מקבלי תואר שלישי בארה"ב ואנגליה לפי תחומים נבחרים, בין השנים 1994-2004**

אנגליה 2004-2002	ארה"ב 2003-1994	ישראל 2003-1994	
47	89	735	סה"כ – מספר מוחלט (ממוצע שנתי)
100.0	100.0	100.0	סה"כ – אחוזים
10.7	13.8	15.0	אמנויות ומדעי הרוח
53.6	5.2	5.0	חינוך
10.7	26.2	9.5	מדעי החברה
3.6	13.9	2.3	תחומים מקצועיים (מנהל עסקים, משפטים)
7.1	1.9	5.3	מקצועות הבריאות
-	13.5	7.1	מתמטיקה ומדעי המחשב
3.6	4.7	17.6	מדעים פיזיקאליים
-	8.9	28.4	מדעים ביולוגים וחקלאות
3.6	10.8	9.9	הנדסה

מקור: הרשקוביץ (2007), מקומן של אוניברסיטאות המחקר במערכת ההשכלה הגבוהה המתרחבת בישראל.

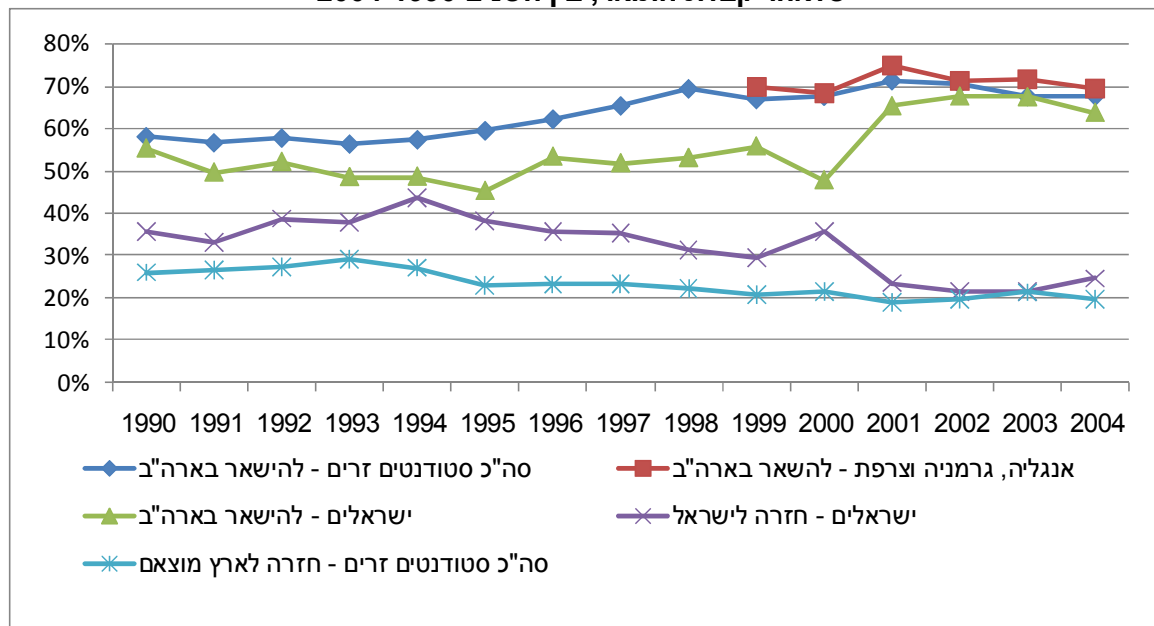
כפי שניתן לראות מטבלה 16.4, מבין הישראלים מקבלי תואר שלישי בישראל ובארה"ב, אחוז גדול יותר (26.2 אחוז) למדו מדעי החברה, תחומים מקצועיים כדוגמת מנהל עסקים ומשפטים (13.9 אחוז), מתמטיקה ומדעי המחשב (13.5 אחוז) ביחס למקבלי תואר שלישי במדינת ישראל. לעומת זאת, אחוז גדול יותר של מקבלי תואר שלישי למדו בישראל את תחומי המדעים הפיזיקאליים (17.6 אחוז) והמדעים הביולוגיים (28.4 אחוז) ביחס למקבלי תואר שלישי בארה"ב ובאנגליה (הרשקוביץ, 2007).

ב-2005-6, ישראל דורגה במקום ה-14 מתוך חמישים מדינות, שלהן המספר הגבוה ביותר של אנשי אקדמיה השוהים בארה"ב (foreign scholars). המדינות המובילות ברשימה הן: סין (19,000), דרום קוריא (8,900), הודו (8,800), יפן (5,600), גרמניה (5,100) (IPT, 2007).

הרשקוביץ (2007) מצא שחלקם של הישראלים בעלי תואר שלישי שהתכוונו להישאר בארה"ב היה יציב למדי במהלך שנות ה-90 ונע סביב 50 אחוז. חלק זה היה נמוך יותר מהאחוז המקביל של כלל הזרים שקיבלו תואר שלישי בארה"ב. החל משנת 2001, ישנו גידול ניכר באחוז הישראלים שהתכוונו להישאר בארה"ב לנתון שמתקרב לאחוז המקביל בקרב קבוצת הזרים. לטענתו, נתונים אלו מצביעים על דפוס מקובל בקרב סטודנטים זרים (ובתוכם ישראלים) המקבלים תואר שלישי בארה"ב, הנוטים להישאר בארה"ב לפחות שנה נוספת לאחר קבלת התואר, בעיקר לצורך השתלמות בתר-דוקטורנטית. נתונים אלו אינם מצביעים בהכרח על כוונה להגר לארה"ב.

איור 16.2 מציג את אחוז הישראלים והסטודנטים הזרים שקיבלו תואר שלישי בארה"ב לפי תוכניותיהם לשנה שלאחר קבלת התואר, בין השנים 1990-2004.

**איור 16.2: אחוז הישראלים והסטודנטים הזרים שקיבלו תואר שלישי בארה"ב לפי תוכניותיהם לשנה שלאחר קבלת התואר, בין השנים 1990-2004**



מקור: הרשקוביץ (2007), מקומן של אוניברסיטאות המחקר במערכת ההשכלה הגבוהה המתרחבת בישראל.

לטענתם של גולד ומואב (2006) הגורמים המעודדים הגירה של כוח אדם מדעי וטכנולוגי מישראל הינם כלכליים: שכר אחיד ונמוך במוסדות להשכלה גבוהה, מיסוי גבוה וחלוקה לא שוויונית של נטל המיסים, המכבידה על מעמד הביניים. גורמים אלה דוחפים את הצעירים הישראלים המשכילים להגר על מנת לשפר באופן מהותי את רמת חייהם.

## 17. מיעוטים בשוק העבודה

ב- 2005 מנתה האוכלוסייה הערבית בישראל כ-1.37 מיליון נפש, שהם כ- 20 אחוז מכלל אוכלוסיית המדינה, 83 אחוז מתוכם מוסלמים, 9 אחוז נוצרים ו-9 אחוז דרוזים<sup>44</sup>.

### 17.1 שיעורי ההשתתפות בכוח העבודה האזרחי

קיימים פערים בשיעורי ההשתתפות בכוח העבודה האזרחי בין ערבים ליהודים. ב- 2004 היה שיעור ההשתתפות בכוח העבודה האזרחי של בני 15 ומעלה באוכלוסייה היהודית כ- 60 אחוז לעומת כ- 40 אחוז באוכלוסייה הערבית. אמנם שיעורי ההשתתפות בקרב אוכלוסייה שהינה בעלת תעודה אקדמאית עולים אך עדיין נותר פער ניכר בשיעורי ההשתתפות בין ערבים בעלי תעודה אקדמאית לבין יהודים (76 אחוז ו-88 אחוז בהתאמה). לעומת זאת, שיעור האבטלה של ערבים בעלי תואר אקדמי נמצא נמוך במיוחד ועומד על פחות מ-2 אחוז בהשוואה ל-5 אחוז בקרב יהודים.

### 17.2 פילוח על-פי השכלה ומשלח יד

כפי שראינו בנתונים הכלליים רמת ההשכלה משפיעה על השתתפות בכוח העבודה וכן על רמת התעסוקה. טבלה 17.1 מציגה נתונים עבור מספר המועסקים, השתתפות בכוח העבודה, וכן מספר כולל בפילוח על-פי תעודה אחרונה. מהנתונים ניתן לראות כי ככל שרמת ההשכלה עולה כך ההשתתפות בכוח העבודה עולה. 38 אחוז מבעלי תעודת בגרות משתתפים בכוח העבודה האזרחי לעומת 90 אחוז מבעלי תואר שני. במקביל גם מספר המועסקים גבוה יותר ככל שהשכלה עולה.

טבלה 17.1: ערבים על-פי תעודה אחרונה שקיבלו (באלפים), 2005

מועסקים	השתתפות בכוח עבודה אזרחי	מועסקים	השתתפות בכוח עבודה אזרחי	סך כולל	
12%	23%	9.6	18.0	78.3	לא קיבלו אף תעודה
22%	32%	70.6	102.5	322.1	תעודת סיום של בי"ס יסודי או חטיבת ביניים
36%	52%	37.9	54.7	105.9	תעודת סיום של בי"ס תיכון
26%	38%	38.0	55.3	144.6	תעודת בגרות
36%	66%	17.6	32.1	48.5	תעודת סיום של בי"ס על-תיכון
40%	77%	19.0	36.5	47.6	תואר אקדמי ראשון
67%	90%	7.2	9.7	10.8	תואר אקדמי שני
		..	(1.1)	(1.4)	תואר אקדמי שלישי

מקור: הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה מתוך סקרי כוח אדם, לוח 8.2. הערות: ( ) – בסוגרים נתונים שמהימנותם הסטטיסטית נמוכה. .. – נתונים בלתי ידועים.

<sup>44</sup> הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, שנתון סטטיסטי לישראל לשנת 2003, לוח 2.1.

טבלה 17.2 מציגה את שיעור התפלגות האוכלוסייה היהודית והאוכלוסייה הערבית על-פי משלח יד לשנת 2005. יש לשים לב כי לא כל בעלי התואר האקדמי עוסקים במשלח יד אקדמי. מהנתונים בטבלה, 13.5 אחוז מכל האוכלוסייה מועסקים במשלח יד אקדמי, בקרב האוכלוסייה היהודית המצב דומה 14 אחוז מסך המועסקים היהודים מועסקים במשלח יד אקדמי, אך רק 8.4 אחוז מסך המועסקים הערבים.

**טבלה 17.2: שיעור התפלגות האוכלוסייה היהודית והאוכלוסייה הערבית על-פי משלח יד, 2005**

יהודים		ערבים		סך הכל		
אחוז	אלפים	אחוז	אלפים	אחוז	אלפים	
14.0	349.7	8.4	23.4	13.5	373.2	בעלי משלח יד אקדמי
15.1	375.5	10.0	27.7	14.5	403.3	בעלי מקצועות חופשיים וטכניים
5.7	142.5	1.9	5.4	5.3	147.9	מנהלים
65.2	1,626.0	79.7	221.8	66.7	1,848.6	בעלי משלח יד אחר
<b>100</b>	<b>2,493.7</b>	<b>100</b>	<b>278.3</b>	<b>100</b>	<b>2,773.0</b>	<b>סה"כ מועסקים</b>

מקור: הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה מתוך השנתונים הסטטיסטיים, לוחות 8.3 ו-2.17.

### 17.3 שכר

מעבודה שפורסמה על-ידי מינהל תכנון, מחקר וכלכלה במשרד התמ"ת עולים הנתונים הבאים: השכר הממוצע של ערבים בעלי תואר אקדמי נמוך בהשוואה ליהודים ועומד על 6,400 בהשוואה ל-9,500 ש"ח בקרב יהודים אקדמאים. בקרב מהנדסים ואדריכלים השכר הממוצע של בעלי תואר אקדמי ערבים נמוך ביותר מ-100 אחוז. במשלח יד אחרים פערי השכר בין בעלי תואר אקדמי ערבים ליהודים נמוכים יותר. יוצא מכלל זה הוא השכר הגבוה של בעלי תואר אקדמי המועסקים כמרצים במוסדות אקדמיים, אולם בבחינת נתון זה יש לקחת בחשבון את המספר הקטן יחסית של בעלי תואר אקדמי ערבים המועסקים במשלח יד זה.

**טבלה 17.3: שכר חודשי ברוטו (בש"ח) של בעלי תואר אקדמי לפי משלח יד, 2003**

יהודים <sup>א</sup>	ערבים <sup>ב</sup>	פער בשכר	
9,455	6,377	-3,078	סה"כ משלחי יד אקדמי
9,458	-	-	ביולוגים ופרמקולוגיים
12,803	-	-	כימאים פיזיקאים ומתמטיקאים
14,260	5,644	-8,616	מהנדסים ואדריכלים
10,207	10,280	73	רופאים, רוקחים ווטרינרים
6,337	3,142	-3,195	שופטים ועורכי דין
8,440	5,216	-3,224	כלכלנים פסיכולוגים ורו"ח
9,460	15,397	5,937	מרצים במוסדות אקדמיים
7,262	6,198	-1,064	עובדי הוראה במוסדות על תיכונים ויסודיים

מקור: הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, סקר הכנסות שכירים 2003, עיבודים מיוחדים מנהל תכנון מחקר וכלכלה במשרד התמ"ת.

הערות: א. לא כולל עולים חדשים משנת 1990 ואילך.  
ב. ממוצע לשנים 2002-2003.

#### 17.4 מדיניות לשילוב המיעוט הערבי בשוק העבודה

מספר תוכניות הוצעו על מנת לקדם את השתלבותם של ערבי ישראל בשוק העבודה בכלל ובשוק העבודה המדעי והטכנולוגי בפרט. להלן תובא סקירה קצרה של חלק מתוכניות אלה:

**הוועדה לבדיקת השתלבותם של ערביי ישראל במוסדות להשכלה גבוהה בראשות ד"ר מאג'ד אל-חאג'י.** הוועדה הוקמה על-ידי ות"ת ובין המלצותיה הבולטות:

מכינות קדם-אקדמיות – העלאת מודעות האוכלוסייה הערבית לקיומן של מכינות קדם-אקדמיות והרחבת הנגישות אליהן.

הקמת מרכזי מידע ותמיכה שיעזרו לנרשמים-פוטנציאלים להבין טוב יותר את המערך האקדמי ויסייעו להם בתהליכי בחירה, הרשמה ותשלום למוסדות האקדמיים.

חיזוק הקשרים בין המוסדות להשכלה גבוהה לבתי הספר התיכוניים באמצעות סיורים מודרכים לאוניברסיטאות, ימי עיון וכדומה.

תוכניות סיוע ותמיכה לקליטה וקידום הסטודנטים הערבים במוסדות להשכלה גבוהה - סיוע בתחומים הבאים: כלכלה, דיור, תחומי לימודים, השתלבות בחיי הקמפוס, ייעוץ אקדמי, חונכות, שיעורי עזר, קורסים באנגלית ועברית, קורסים בחשיבה מדעית ובמיומנויות למידה (בנזימן, 2002).

הזדמנות הוגנת – מיזם משותף למשרד התעשייה המסחר והתעסוקה ולקרן "יזמות אברהם"<sup>45</sup> לקידום העסקת אקדמאים ערבים בתעסוקה הולמת במגזר היהודי. המטרה להגדיל את מספר האקדמאים המועסקים במקומות עבודה בהם מרבית העובדים הם יהודים במטרה לאפשר להם להשתלב בעבודה ההולמת את כישוריהם. המיזם מיועד לאקדמאים ערבים מובטלים המעוניינים להשתלב בשוק העבודה, ומציעה בין השאר מסע הסברה ציבורי בנושא העסקת ערבים, רתימת הסקטור העסקי לנושא וחשיפת אקדמאים ערבים למיזם (פפרמן, 2005).

פרויקט ייצוג הולם, העדפה מתקנת ושוויון בתעסוקה מטעם עמותת סיכוי – הפרויקט כולל את התוכניות הבאות: ערכת הסברה לקידום הייצוג השוויוני המופצת בקרב מקבלי ההחלטות במשרדי ממשלה, תאגידים ורשויות מקומיות; עריכת ירידי תעסוקה באוניברסיטאות; ימי עיון בבתי-ספר תיכוניים במגזר הערבי בנושא "חשיפה לעולם ההיי-טק"; ביקורים של תלמידי בתי-ספר בחברות ההיי-טק; מפגשים עם מנהלי משאבי אנוש בחברות ממשלתיות; בניית מסד נתונים אינטראקטיבי של אקדמאים ערבים אזרחי המדינה ועריכת כנס בנושא זכויות של מיעוטים לייצוג הולם ושוויון בתעסוקה (עואד, 2006).

מלגת מעוף למרצים ערבים – ב-1995 החליטה ות"ת על תוכנית מיוחדת בשיתוף עם קרן כהנוף שמטרתה לעודד קליטתם של מרצים ערבים מצטיינים. תוכנית זו ממומנת באופן שווה על-ידי ות"ת וקרן כהנוף ובמסגרתה מחולקות בכל מחזור ארבע-שש מלגות תלת-שנתיות. המלגות מיועדות למדענים ערבים צעירים מצטיינים הן מהאוניברסיטאות והן מהמוסדות הלא-אוניברסיטאיים המתקצבים. המלגאים נבחרים על-ידי ועדה שממנה יו"ר ות"ת, והם מתמנים לדרגת "מרצה", "מרצה בכיר" או "פרופסור חבר", כמינו ראשון במשרה מלאה. המלגות ניתנות לשלוש שנים רצופות ושיעור המלגה כעלות הממוצעת של איש סגל

<sup>45</sup> קרן יזמות אברהם - ארגון לא-ממשלתי, המאגד כעמותה שלא למטרות רווח ובסיסו בניו-יורק וברושלים. הארגון, נוסד ב-1989 על-ידי אלן ב. סליפקא ופרופ' יוג'ין ווינר ז"ל. הארגון פועל לקידום דו-קיום, שוויון ושיתוף-פעולה בין אזרחיה היהודיים והערביים של מדינת ישראל. <http://www.abrahamfund.org>



אקדמי, בדרגה המקבילה (מרצה, מרצה בכיר, פרופסור חבר), בנוסף לכך מקבלים המלגאים מענק חד פעמי לרכישת ציוד.

בנוסף, בני פפרמן, ראש מינהל התכנון והכלכלה של משרד התעשייה המסחר והתעסוקה, בתזכיר בנושא תעסוקת ערבים אקדמאים (2005) ממליץ על הצעדים הבאים:

- הקמת אזורי תעשייה במגזר הערבי - באופן זה תיווצר תשתית לתעשייה ומסחר במגזר הערבי, תשתית שתביא בין היתר להקמת תעשיות מתוחכמות יותר ולהגדלת התעסוקה של עובדים אקדמאים ובעלי מקצועות חופשיים.

- מתן עדיפות לבעלי תואר אקדמי ערבים במכרזים במגזר הציבורי.

- עידוד לימודים משותפים של ערבים ויהודים.

- בניית תוכנית הסברה למעסיקים יהודים על מנת להרחיב את עתודת המעסיקים היהודים המעוניינים לקלוט עובדים ערבים.

פתרונות נוספים אשר הוצעו על-ידי משתתפים בכנס, שנערך על-ידי המרכז הערבי-יהודי לפיתוח כלכלי, ששם לו למטרה להגדיל את מספר הערבים בענף ההיי-טק הם: מודעות, הידברות, הטמעת שינוי אצל מקבלי החלטות ומנהלי משאבי אנוש בחברות ההיי-טק, הקמת חברת השמה אשר תתמחה בהשמת עובדים ערבים לתחום ההיי-טק. בנוסף, יש לשקול רגולציה ממשלתית בצורת תמיכה וחוזים עם חברות המגייסות עובדים ערביים (אלמוג, 2006).

## 18. חרדים בשוק העבודה

### 18.1 שיעור ההשתתפות והתעסוקה של האוכלוסייה החרדית

על-פי אומדנים שונים, האוכלוסייה החרדית הבוגרת מהווה כ- 4.5-9 אחוז מכלל האוכלוסייה במדינת ישראל. לצורך בחינת אוכלוסייה זו נשתמש בשני מדדים המלמדים על הבדלים בין אוכלוסיות בשוק העבודה: שיעור ההשתתפות ושיעור התעסוקה. שיעור ההשתתפות בכוח העבודה מציין את שיעור הפרטים העובדים או מחפשים עבודה באופן פעיל בקרב קבוצה מסוימת. שיעור התעסוקה מציין את שיעור הפרטים העובדים בקרב קבוצה מסוימת. טבלה 18.1 מציגה את שיעור ההשתתפות והתעסוקה בקרב האוכלוסייה החרדית בהשוואה לכלל האוכלוסייה בישראל. האוכלוסייה החרדית מאופיינת בשיעורים נמוכים יחסית של השתייכות לכוח העבודה האזרחי בהשוואה לשאר האוכלוסייה היהודית. בשונה מכלל האוכלוסייה בקרב האוכלוסייה החרדית אחוז הנשים השייכות לכוח העבודה גבוה יותר בהשוואה לאחוז הגברים.

טבלה 18.1: שיעור השתתפות ותעסוקה של האוכלוסייה החרדית<sup>46</sup> ושל האוכלוסייה הכללית בגילאי העבודה העיקריים (25-54)

נשים		גברים		נשים		גברים		
2000		1989		2000		1989		
תעסוקה	השתתפות	תעסוקה	השתתפות	תעסוקה	השתתפות	תעסוקה	השתתפות	
63.0	68.5	53.9	58.9	78.1	84.0	81.0	86.7	כלל האוכלוסייה
48.0	50.8	44.2	46.2	39.4	43.3	43.4	46.5	חרדים
77.5	83.1	77.2	82.2	83.1	87.8	83.9	87.9	כלל האוכלוסייה 13-15 שנות לימוד
52.3	54.5	44.6	46.8	42.2	43.3	68.3	69.6	חרדים 13-15 שנות לימוד
84.1	88.0	81.6	85.2	87.0	90.6	88.3	91.4	כלל האוכלוסייה +16 שנות לימוד
72.7	74.5	71.7	73.9	34.8	38.2	32.7	34.4	חרדים +16 שנות לימוד

מקור: הכנסת-מרכז מחקר ומידע, סמי כהנאי (2004), שילוב המגזר החרדי בשוק העבודה תמונת מצב ומשמעויות.

לאורך זמן ניכרת מגמת ירידה בשיעור ההשתתפות של הגברים בכוח העבודה ועלייה בשיעור ההשתתפות של הנשים, הן בכלל האוכלוסייה והן בקרב החרדים. שיעור ההשתתפות בשוק העבודה של גברים חרדים בגילאי העבודה העיקריים (25-54) עמד ב- 2000 על 43.3 אחוז לעומת 84 אחוז בקרב הגברים בכלל האוכלוסייה בגילאים האלה. בקרב הגברים החרדים חלה ירידה של 3.2 אחוז בהשתתפות ב- 2000 לעומת שנת 1989. בעיקר ירד שיעור ההשתתפות בקרב בעלי 13-15 שנות לימוד מ- 69.6 אחוז - ל- 43.3 אחוז. בקרב בעלי 16 שנות לימוד ומעלה אומנם הייתה עלייה בשיעור ההשתתפות, אך הוא עדיין נמוך, ועמד ב- 2000 על 38.2 אחוז (34.4 אחוז ב- 1989). בכלל האוכלוסייה עולה שיעור ההשתתפות של גברים בשוק העבודה עם העלייה ברמת ההשכלה ומגיע לשיעור השתתפות של 90.6 אחוז לבעלי 16 שנות לימוד ומעלה, לעומת חרדים משכילים בעלי 16 שנות לימוד ומעלה שאצלם שיעור ההשתתפות יורד עם העלייה ברמת ההשכלה ומגיע ל- 38.2 אחוז.

<sup>46</sup> איתור האוכלוסייה החרדית בסקר נעשה באמצעות איתורם של גברים שמקום לימודיהם האחרון היה ישיבה. כל המתגוררים במשקי בית שבהם לפחות גבר אחד שמקום לימודיו האחרון היה ישיבה הוגדרו כחרדים.

הפערים בשיעור ההשתתפות בכוח העבודה בין נשים חרדיות לבין כלל אוכלוסיית הנשים נמוכים יותר מהפערים אצל הגברים. שיעור ההשתתפות של נשים חרדיות בגילאי העבודה העיקריים עלה מ- 46.2 אחוז ב- 1989 ל- 50.8 אחוז ב- 2000, עלייה קטנה בהשוואה לעלייה בקרב נשים בכלל האוכלוסייה. שיעור ההשתתפות בקרב כלל הנשים עמד ב- 2000 על 68.5 אחוז. לגבי נשים חרדיות העלייה הניכרת ביותר בשיעור ההשתתפות התרחשה דווקא בקרב נשים בעלות 13-15 שנות לימוד מ- 46.8 אחוז ב- 1989 ל- 54.5 אחוז ב- 2000.<sup>47</sup>

## 18.2 הגורמים לשיעור השתתפות נמוך של החרדים בשוק העבודה

כהונאי (2004) מביאה סקירה של הגורמים אשר הביאו להשתתפות נמוכה של חרדים בשוק העבודה: **גורמים תרבותיים, חברתיים וערכיים** - החברה החרדית התפתחה במאה ה- 19 במזרח אירופה מתוך עימות עם תנועת ההשכלה ובעקבות התגברות התופעה של נטישת הצעירים את הדת. תהליכים אלו יצרו תחושה של איום על הזהות היהודית. ההתבדלות החברתית והתרבותית שימשה למנהיגי הקהילות החרדיות אמצעי לשמירת הנאמנות של הדור הצעיר לערכי הדת והמסורת ועל-ידי כך יצרה מודל של אליטה המורכבת מבני ישיבות המתמסרים ללימודים באופן מוחלט. השאיפה להתבדלות מן הסביבה המודרנית-חילונית מנחה במידה רבה את חיי החברה החרדית. הימנעות מהשתתפות בשוק העבודה נתמכת בפרדוקס מפני חשיפה והיפתחות לנורמות החילוניות.

**חברת הלומדים** - פרופ' מנחם פרידמן טבע את המונח חברת הלומדים. זוהי חברה ששיעור גבוה מאוד של אנשיה מתרכזים בלימודים וכמעט אינם עובדים לפרנסתם. בתחילת שנות החמישים החלו מנהיגי הקהילה החרדית בישראל להפנות את כל הצעירים החרדים ללימוד בשיבות. הסיבות לכך היו, הרצון להקים מחדש את הישיבות לאחר שהעולם התורני החרדי שהתקיים במזרח אירופה כמעט נכחד בשואה. הסיבה השנייה הייתה, הצורך למצוא דרך להתמודד עם העולם הצינוני החילוני על-ידי הצגת אלטרנטיבה אידיאליסטית הסגורה לעולם שבחוץ.

השאיפה של החברה החרדית להתבדל מן החברה הכללית באה לידי ביטוי גם בתחום החינוך. החברה החרדית פיתחה מערכת חינוך נפרדת, שבה התלמידים מתמסרים כמעט אך ורק ללימודי תורה. ההשכלה הנרכשת במערכת החינוך החרדית אינה מכוונת לתעסוקה ולכן אינה רלבנטית לשוק העבודה. העדר תכני לימוד כלליים חוסם בפני הצעירים החרדים את אפשרויות הקליטה ברוב המקצועות ששוק העבודה המודרני מציע.

**תמיכות ממשלתיות** - התמיכות וההטבות שמשפחה חרדית מקבלת מותנות באי-יציאה לעבודה או ברמת הכנסה נמוכה. משפחה חרדית טיפוסית שבה האב לומד בכולל ואינו עובד מקבלת תמיכות והטבות היכולות להסתכם ב- 3,000-3,500 ש"ח בחודש. המשפחה עלולה לאבד חלק ניכר מסכום זה עם יציאת אבי המשפחה לעבודה.

---

<sup>47</sup> הנתון על שנות לימוד בסקרי כוח-אדם מייצג לימודים בכל סוגי מוסדות ההשכלה, ולכן אין כאן הבחנה בין השכלה תורנית לבין השכלה אחרת.

הנשים החרדיות מהוות מקרה מיוחד בחברה החרדית. בקרב משפחות רבות שבהן הבעל לומד, יציאת האישה לעבודה על מנת לאפשר לבעל ללמוד נחשבת למצווה. בניגוד לגברים החרדים, הרוכשים השכלה תורנית לשם הלימוד, הנשים החרדיות רוכשות השכלה על מנת לשפר את מצבן בשוק העבודה.

### **18.3 גורמים מעודדי כניסה של אוכלוסייה חרדית לשוק העבודה**

בשנים האחרונות אפשר להבחין בחברה החרדית בתחילתו של שינוי במספר תחומים ובהם גם פתיחות רבה יותר לרעיונות של יציאה לעבודה, לימודי הכשרה מקצועית ואף לימודים אקדמיים. קולות הקוראים לשינוי מעין זה נשמעים בעיקר בשכבת הגיל הצעירה, אך נראה שגם בקרב מנהיגי הקהילה החרדית מתגבשת עמדה מעשית יותר המאפשרת לצעירים שאינם מסוגלים, אם בשל המצב הכלכלי של המשפחה ואם בשל חוסר התאמה, להמשיך בלימודים בישיבה להצטרף לשוק העבודה (כהונאי, 2004).

לופו (2003) מסביר את הפתיחות הגוברת באוכלוסייה החרדית להצטרפות לשוק העבודה בשורה של גורמים חברתיים, כלכליים ופוליטיים:

\* חלק מאלפי המצטרפים לחברת הלומדים בשני העשורים האחרונים היו תלמידי ישיבה אשר אינם מסוגלים ו/או אינם מעוניינים להקדיש את רוב זמנם ללימוד התורה. ההתנהגות של חלק מהם פגעה קשות במוניטין של לומדי התורה. מנהיגי החרדים הסכימו שעדיף להפנות צעירים אלה למסלול הכשרה מקצועית.

\* בקרב ציבור משלמי המיסים הלכה וגברה הביקורת על החרדים כציבור שאינו משרת בצבא, אינו עובד ואינו משלם מיסים.

\* רמת ההכנסה הנמוכה של משפחות חרדיות – הקיצוץ בקצבאות, הפחתת המשאבים למוסדות החינוך החרדיים והצמצום במספר משרות ההוראה הפנויות לנשים המפרנסות, החמירו עוד יותר את מצוקתן הכלכלית של המשפחות החרדיות. תרבות הצריכה המערבית החילונית מחלחלת אל החברה החרדית והיא מתחילה לזנוח את האתוס של ה"עוני מרצון" ושואפת אף היא להעלות את רמת החיים.

### **18.4 מדיניות לעידוד השתלבות האוכלוסייה החרדית בשוק העבודה**

המשרות הפתוחות למגזר החרדי נחלקו באופן מסורתי לשני סוגים:

- משרות בתוך המערכת החברתית-כלכלית של החברה החרדית: בעיקר משרות מתחום החינוך.
- משרות מחוץ למערכת החברתית, במסגרת של יחסי חליפין בין החברה החרדית לחברה הלא חרדית (לדוגמה, שירותי דת).

עם הריבוי הטבעי המהיר של האוכלוסייה החרדית נוצר מצב שבו היצע העובדים בתחומי העיסוק האופייניים בחברה החרדית, כדוגמת הוראה, עולה על הביקוש לעובדים והמחסור במשרות פנויות הולך וגובר. חלק מהצעירים החרדים החלו לפנות בשנים האחרונות להכשרה מקצועית על מנת לקבל הכשרה בתחומים כגון: מחשבים, הנדסה, משפטים ועבודה סוציאלית. עד שנת 2001, ענף המחשבים נראה כתחום מבטיח עבור האוכלוסייה החרדית בשל המחסור בכוח אדם והאפשרות להשתלב בעבודה ללא השכלה פורמאלית קודמת וללא שינוי משמעותי של אורח החיים. אולם בשל המפולת בענף ההיי-טק נבלמה מגמה זו (לופו 2003).

כהונאי (2004) מביאה סקירה קצרה של המסגרות אשר נועדו להכשרת חרדים לשוק העבודה המדעי והטכנולוגי:

**1) פרויקט "פרנסה בכבוד"** – החל משנת 1996, האגף להכשרה מקצועית ולפיתוח כוח-אדם במשרד התעשייה המסחר והתעסוקה, בשיתוף עם הג'וינט, מקיים קורסי הכשרה המיועדים לגברים חרדים. הפרויקט מכוון בעיקר לאברכים אשר בחרו מיוזמתם לשלב לימודים תורניים ועבודה. במסגרת האגף מוצעים קורסים במקצועות כלליים: מינהל, מחשוב, שמאות, אדריכלות, חשמל ועוד. על-פי הערכות מספר המשתתפים בקורסי הכשרה מקצועית מגיע לכמה אלפים בשנה ומספר הפונים למסלולים האקדמיים מגיע לכמה מאות בשנה.

**2) המרכז החרדי להכשרה מקצועית** - המרכז הוקם ב- 1996 ולו שלוחות בירושלים, בני-ברק, אשדוד וקריית-ספר. בבני-ברק ובירושלים. נוסף על השלוחה יש גם מסלול אקדמי שבו נלמדים התחומים הבאים: מחשבים, אדריכלות, תעשייה וניהול, חשבונאות, עבודה סוציאלית, ריפוי בעיסוק, הפרעות בתקשורת, סיעוד ולוגיסטיקה, ניהול וכלכלה. התארים ניתנים מטעם אוניברסיטת בר-אילן, אוניברסיטת תל-אביב ואוניברסיטת חיפה.

לפי לידור (2007) בקמפוס בבני-ברק ילמדו ב- 2007 למעלה מ-750 סטודנטים ובקמפוס הירושלמי ילמדו למעלה מ-850 סטודנטים. יותר מ-75 אחוז מהסטודנטים במוסד הם נשים הלומדות בשעות הערב.

**3) בית-הספר הגבוה לטכנולוגיה** - בבית-הספר הגבוה לטכנולוגיה בירושלים "מכון לב" קיימים מסלולי הכשרה מקצועית ומסלולי הכשרה אקדמית מיוחדים לאוכלוסייה החרדית. להלן פרוט קצר:  
**המסלול להכשרה מקצועית לחרדים** - כולל קורסים לתכנות שנפתחו לראשונה ב- 1999. הקורסים נמשכים כתשעה חודשים ובמהלכם לומדים התלמידים תכנות, מתמטיקה ואנגלית. עד לשנת 2004 למדו בקורסים כמאה גברים חרדים. מכלל בוגרי הקורס, כ-40 אחוז עובדים בתחום ו-45 אחוז נוספים עובדים במקצועות אחרים.

**המסלול להכשרה אקדמית לחרדים** - מתקיים במסגרת מכון לוסטיג ומכון נווה. במסלול מוענקים תארים המאושרים על-ידי המועצה להשכלה גבוהה. מכון לוסטיג מיועד לנשים ונלמדים בו מקצועות כגון מחשבים, חשבונאות והנדסת תעשייה וניהול. ב- 2003, למדו כשלוש מאות תלמידות, כ-95 אחוז מהן חרדיות והשאר דתיות-לאומיות. 75 אחוז מבוגרות המחזור הראשון השתלבו במקומות עבודה. מכון נווה ללימודי ערב הוקם ב- 1999 ומיועד לגברים חרדים בני 23 ומעלה יוצאי ישיבות גבוהות וכוללים. תחומי הלימוד במכון נווה הם מדעי המחשב, חשבונאות, ניהול ושיווק טכנולוגיה. ב- 2003 למדו במכון מאתיים וחמישים סטודנטים, כ-30 אחוז מהם חרדים.

**הקמפוס החרדי של הקריה האקדמית קריית אונו** - הקמפוס נפתח ב- 2001 והוא כולל מסלולי לימוד לקראת תואר במשפטים ומנהל עסקים בהיתר המועצה להשכלה גבוהה. הקמפוס ממוקם באור יהודה והוא הותאם לאוכלוסייה החרדית במספר אופנים: גברים ונשים לומדים בימים נפרדים לימודים תכליתיים ככל האפשר, והשלמה של לימודים כלליים במכינה. לפי לידור (2007) במסלול זה לומדים כ-1,400 סטודנטים.

**4) פרויקטים ייחודיים של חברות היי-טק** - יוזמות של חברות היי-טק כדוגמת מטריקס וסיסקו להכשרת עובדים חרדים. לדוגמה, מרכז הפיתוח תלפיות שהוקם על-ידי חברת מטריקס ב- 2004 בעיר מודיעין עלית. המודל של הפעילות במרכז זה מבוסס על גיוס וקליטת נשים חרדיות לעבודה קרוב לביתן במשרדים המותאמים לצרכים ולדרישות המגזר החרדי והכשרתן לעבודה במסלול של מספר חודשים. בתום תקופת ההכשרה נקלטות הנשים החרדיות בפרויקטים המבוצעים במרכז הפיתוח בשיטת מיקור חוץ (outsourcing). בנוסף למרכז הפיתוח במודיעין עלית, הוקם גם מרכז פיתוח בבית-שמש. שני המרכזים

מעסיקים כארבע מאות איש. חברת מטריקס מתעדת להקים מרכז פיתוח שלישי בעיר חיפה (גרימלנד, 2007 ; שמעוני, 2006).

גונן (2000) מונה כמה ממסלולי הכניסה למעגל העבודה של החברה החרדית האשכנזית בניו-יורק; מסלול הכשרה מקצועית כולל מספר נתיבים:

**הנתיב הספונטני** – בני ישיבות לומדים מחשבים במשך כמה שבועות ואחר כך נכנסים לשוק העבודה. המשך ההכשרה אמור להינתן במקום העבודה.

**הנתיב הממוסד** – מכונים להכשרה מקצועית הפועלים ברוח חרדית (הפרדה בין גברים ונשים, לבוש מתאים, שעות לימוד בערב).

**מסלול הכשרה אקדמית** – לימודים תורניים בשעות היום ובערב לימודים אקדמאים, או לחלופין לימודים אקדמאים בשנים שלאחר הלימודים התורניים.

שילובם של החרדים בשוק העבודה הינו תהליך חברתי מעמיק של שינוי נורמות. לכן מדובר בתהליך הדרגתי, הדורש רגישות רבה מן הגורמים המטפלים בנושא.

כהונאי (2004) ולופו (2003) מביאים שורה של המלצות להקלת השתלבותם של החרדים בשוק העבודה:

- תוכניות להכשרה מקצועית ואקדמית צריכות לספק את הצרכים המיוחדים של האוכלוסייה החרדית.
- בבחירת תחומי הלימוד, יש לשים דגש על תכליתיות ועדיפות להכשרה מקצועית. מומלץ לבנות את תוכניות הלימודים מתוך התחשבות ברמת הידע המוקדם של החרדים וכן להקים מכינות להשלמת פערים בידע כללי, מתמטיקה ואנגלית. כמו כן, מומלץ להתחשב ברקע התרבותי הייחודי של החרדים וברגישויות המיוחדות לאוכלוסייה זו (הפרדה בין נשים וגברים וכו').
- שיפור ההכשרה המקצועית והאקדמית הניתנת לנשים החרדיות. נשים חרדיות הן הקבוצה שנוטה יותר להשתתף במעגל העבודה ויש להן השכלה כללית רחבה יותר בהשוואה לגברים. מומלץ להיענות בחיוב לבקשות וליוזמות אשר מקורן בקהילה כגון הקלות בתנאי הקבלה ללימודים, סיוע כספי בהוצאות הלימודים ועוד.
- מתן אפשרות ללימודים מרוכזים בשעות הערב או בחלק מימי השבוע על מנת לאפשר המשך לימודים תורניים במקביל להכשרה המקצועית.
- מומלץ לשים דגש על נגישות למקורות הכשרה ותעסוקה, מתוך התחשבות בפזורה הגיאוגרפית של האוכלוסייה החרדית ומתוך הבנה שהחרדים מעדיפים ללמוד ולעבוד בתוך המרחב הפיזי והחברתי של הקהילה.
- בשלב מאוחר יותר, יש לשקול שינויים בחינוך החרדי על מנת לחזק את לימודי החול לצד לימודי הקודש. שינוי כזה יקנה לתלמידים כישורים בסיסיים לצורך השתלבות במסגרות הכשרה ובמסגרות אקדמיות ואף להשתלבות ישירה במעגל התעסוקה.

## 19. שוק העבודה לפי אזור גיאוגרפי

באופן כללי קיים קשר בין מקום המגורים לתעסוקה, רמת השכר ורמת ההשכלה. בפרק זה נציג נתונים על שוק העבודה המדעי והטכנולוגי בחלוקה למחוזות. על-פי הלמ"ס, מחוז הוא יחידת שטח המוגדרת לפי החלוקה הגיאוגרפית המנהלית הרשמית של מדינת ישראל. ישראל מחולקת לשבעה מחוזות מנהליים. ששת מחוזות המדינה נחלקים לשלושה מחוזות עירוניים, המחוזות הם: ירושלים, תל אביב וחיפה, ושלושה מחוזות מרחביים: הצפון, המרכז והדרום. המחוז השביעי - יהודה והשומרון לא מהווה שטח אינטגרלי של מדינת ישראל.

מפת מדינת ישראל לפי מחוזות

מחוז	בירת המחוז	נפות
ירושלים	ירושלים	ירושלים
הצפון	נצרת	גולן (קצרין), צפת, עכו, כנרת (טבריה), יזרעאל (עפולה)
חיפה	חיפה	חיפה, חדרה
המרכז	רמלה	רמלה, השרון (נתניה), פתח תקווה, רחובות
תל אביב	תל אביב	תל אביב-יפו
הדרום	באר שבע	אשקלון, באר שבע

מקור: (1) מנהל מקרקעי ישראל.  
 (2) מחוזות ישראל [http://he.wikipedia.org/wiki/מחוזות\\_ישראל](http://he.wikipedia.org/wiki/מחוזות_ישראל)

## 19.1 פילוח על-פי שנות לימוד

טבלה 19.1 מציגה לכל מחוז מגורים את כלל האוכלוסייה וכוח העבודה האזרחי בפילוח לפי שנות לימוד. בהסתכלות על כלל האוכלוסייה ניתן לראות כי 24 אחוז מתגוררים באזור המרכז, מתוכם 61 אחוז משתתפים בכוח העבודה. גם כאן, ככל שרמת ההשכלה עולה כך עולה ההשתתפות בכוח העבודה ועובדה זו נצפית בכל המחוזות. יש לשים לב כי בירושלים אחוז ההשתתפות בכוח העבודה נמוך בהשוואה לשאר המחוזות, עובדה שיכולה לנבוע מכך שבמחוז ירושלים מתגורר אחוז גבוה של חרדים. בעיקר בולט אחוז ההשתתפות הנמוך של בעלי +16 שנות לימוד שבהם נכללים תלמידי ישיבות ולא קיימת הבחנה בין חינוך תורני לבן השכלה אחרת. לעומת זה במחוז הצפון בקטגוריה של בעלי +16 שנות לימוד קיימת ההשתתפות הגבוהה ביותר בכוח העבודה (83 אחוז) ולא במחוז המרכז או תל אביב כפי שהיינו מצפים.

**טבלה 19.1: כלל האוכלוסייה והשתתפות בכוח העבודה האזרחי (באלפים)  
לפי מחוז מגורים ושנות לימוד, 2005**

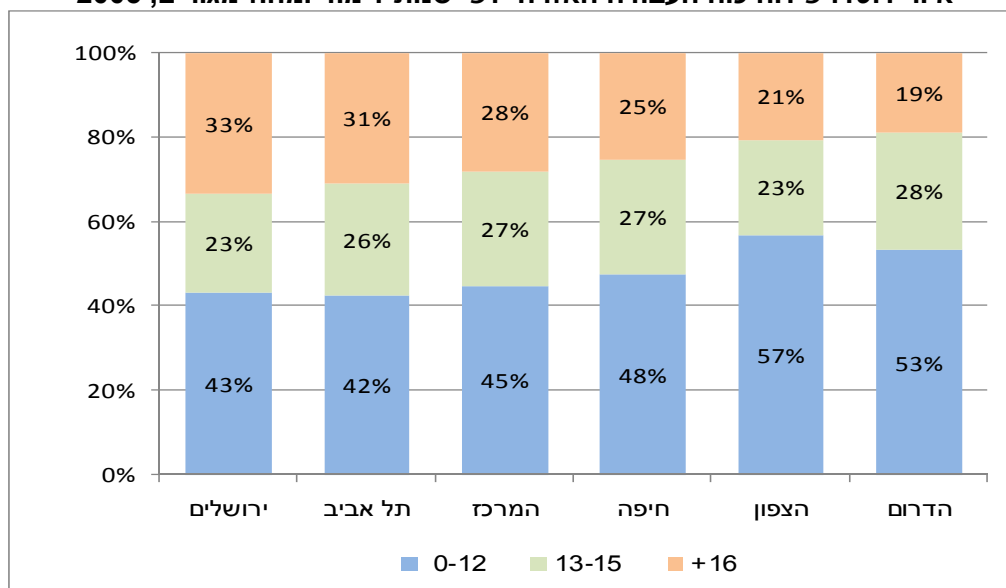
שנות לימוד	הדרום	תל אביב	המרכז	חיפה	הצפון	ירושלים	סה"כ
0-12	השתתפות בכוח העבודה האזרחי	195	233	322	168	229	1,287
	כלל האוכלוסייה	429	495	658	389	555	2,896
	כוח העבודה האזרחי מכלל האוכלוסייה	45%	47%	49%	43%	41%	36%
13-15	השתתפות בכוח העבודה האזרחי	102	146	195	95	91	718
	כלל האוכלוסייה	162	213	270	145	142	1,094
	כוח העבודה האזרחי מכלל האוכלוסייה	63%	68%	72%	66%	64%	52%
+16	השתתפות בכוח העבודה האזרחי	69	170	201	89	83	729
	כלל האוכלוסייה	91	219	248	116	100	943
	כוח העבודה האזרחי מכלל האוכלוסייה	76%	77%	81%	77%	83%	67%
סה"כ	השתתפות בכוח העבודה האזרחי	366	550	719	352	403	2,740
	כלל האוכלוסייה	688	935	1,184	653	799	4,963
	כוח העבודה האזרחי מכלל האוכלוסייה	53%	59%	61%	54%	50%	46%

מקור: הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה מתוך סקרי כוח אדם, לוח 1-26.

אחוז גבוה של בעלי השכלה גבוהה הוא פוטנציאל חשוב לכוח עבודה בתעשייה עתירת ידע, במדעים ובעיסוקים טכנולוגיים אחרים. האיור הבא מציג את ההתפלגות לפי שנות לימוד מסך ההשתתפות בכוח העבודה האזרחי באותו מחוז. ניתן לראות כי במחוז ירושלים 33 אחוז מכוח העבודה האזרחי הם בעלי +16 שנות לימוד. במחוז הצפון והדרום אחוז בעלי 0-12 שנות לימוד גבוה בהשוואה למחוזות אחרים ומגיע ל- 57 אחוז ו- 53 אחוז בהתאמה.



**איור 19.1: פילוח כוח העבודה האזרחי לפי שנות לימוד ומחוז מגורים, 2005**



מקור: הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה מתוך סקרי כוח אדם, לוח 1.26.

## 19.2 פילוח על-פי משלח יד

טבלה 19.2 מציגה את שיעור המועסקים לפי משלח יד ומחוז מגורים ומחוז עבודה. נתונים אלו מבטאים את ריכוז העבודה בערים הגדולות ומגורים מחוץ לערים. מסך בעלי משלח יד אקדמי, 29 אחוז מתגוררים במחוז המרכז ורק 23 אחוז עובדים במחוז. במחוז תל-אביב המצב הפוך, אחוז המתגוררים במחוז (23 אחוז) נמוך מאחוז המועסקים במחוז (28 אחוז). כ- 57 אחוז מסך המועסקים במשלח היד המנהלי מתגוררים ומועסקים במחוזות המרכז ותל אביב.

**טבלה 19.2: שיעור מועסקים לפי משלח יד, מחוז מגורים ומחוז עבודה, 2005**

הדרום	הצפון	ירושלים	חיפה	תל אביב	המרכז		
8%	11%	12%	13%	23%	29%	מחוז מגורים	בעלי משלח יד אקדמי
9%	11%	14%	12%	28%	23%	מחוז עבודה	
12%	12%	11%	12%	21%	28%	מחוז מגורים	בעלי מקצועות חופשיים וטכניים
11%	11%	12%	12%	24%	25%	מחוז עבודה	
8%	11%	8%	12%	26%	31%	מחוז מגורים	מנהלים
9%	11%	10%	10%	29%	27%	מחוז עבודה	
15%	16%	9%	13%	19%	25%	מחוז מגורים	בעלי משלח יד אחר
13%	14%	10%	13%	23%	23%	מחוז עבודה	

מקור: הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה מתוך סקרי כוח אדם, לוח 2.19, 2.26.

## 20. השתלבות בוגרי אוניברסיטאות ומכללות בעבודה

בסקר שערכה הות"ת<sup>48</sup> נתבקשו בוגרי השנים תשס"א ותשס"ב (2001, 2002) למלא שאלון כעבור שנה וחצי עד שנתיים ממועד קבלת התואר, הבוגרים התבקשו לדווח על מצב תעסוקתם בעת מילוי השאלון. השתלבותם של בוגרי שני המחזורים בעבודה הייתה דומה, לכן ההתייחסות היא לבוגרי תשס"ב (2002). למעלה מ- 80 אחוז מבוגרי האוניברסיטאות והמכללות היו מועסקים בעת מילוי השאלון. רובם המכריע (72.8 אחוז מבוגרי האוניברסיטאות ו 67.3 אחוז מבוגרי המכללות) החלו לעבוד אחרי קבלת התואר. מבין הבוגרים שהתחילו לעבוד במהלך הלימודים לתואר 42.8 אחוז שולבו לאחר קבלת התואר בתפקיד המחייב השכלה אקדמית.

טבלה 20.1: השתלבות בעבודה שלבוגרי האוניברסיטאות והמכללות, 2002

מכללות	אוניברסיטאות	סה"כ	
<b>פעילות במועד הסקר ( אחוז מכלל הבוגרים )</b>			
86.9	81.5	82.6	עובדים
3.1	8.1	7.1	לומדים לתואר גבוה או תעודה, אינם עובדים
1.1	2.0	1.8	בשירות חובה או קבע
8.8	8.4	8.5	אחרים
<b>מועד התחלת העבודה הנוכחית ( אחוז מכלל הבוגרים העובדים )</b>			
12.4	7.6	8.6	לפני הלימודים לתואר ראשון
20.3	19.7	19.8	במהלך הלימודים לתואר ראשון
67.3	72.8	71.6	אחרי סיום הלימודים לתואר ראשון
<b>שיפור תנאי עבודה בעקבות קבלת התואר</b>			
אחוז מכלל הבוגרים, שהתחילו לעבוד במקום עבודתם הנוכחי לפני סיום לימודיהם לתואר ראשון			
48.6	53.5	52.3	שיפורו שכרם
31.0	29.8	30.1	קודמו בתפקיד
38.2	44.3	42.8	שולבו בתפקיד המחייב תואר אקדמי

מקור: הוועדה לתכנון ותקצוב, דין וחשבון מספר 31/32 לשנים תשס"ד (2003/2004) ותשס"ה (2004/2005).

הבוגרים נשאלו לגבי מידת הקשר שבין תחום לימודיהם לתואר הראשון לבין עבודתם. נתנו להם ארבע אפשרויות – (א) הלימה רבה מאוד, (ב) הלימה רבה, (ג) הלימה מועטה (ד) אין הלימה כלל. על מנת להציג הלימה טובה בין תחום הלימודים לבין עבודת הבוגרים אוחדו אפשרויות (א) ו- (ב). טבלה 10.2 מציגה הלימה טובה (בוגרים שענו (א) או (ב)) בין לימודים ועבודה במקצועות נבחרים. בממוצע נמצאה הלימה טובה אצל רוב הבוגרים בין תחום לימודיהם לעיסוקם (62.8 אחוז באוניברסיטאות ובמכללות). נמצא הבדל ניכר בין המקצועות, כאשר במקצועות המתמטיים ובהנדסה ההלימה הטובה היא בסדר גודל של 74.3 אחוז (גבוהה יותר באוניברסיטאות בהשוואה למכללות) בעוד שבמדעי החברה והניהול ההלימה קיימת לגבי 53.9 אחוז מהבוגרים (קיים פער בין בוגרי אוניברסיטאות לבוגרי מכללות).

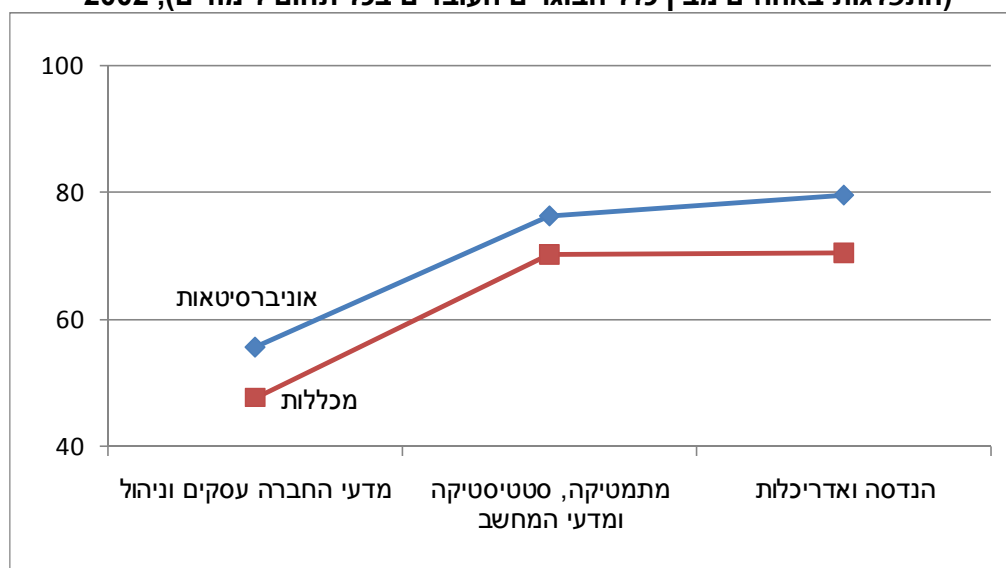
<sup>48</sup> הוועדה לתכנון ותקצוב, דין וחשבון מס' 31/32 לשנים תשס"ד (2003/2004) ותשס"ה (2004/2005), פרק 3 עמ' 121.

**טבלה 20.2: הלימה בין לימודים ועבודה במקצועות נבחרים, (התפלגות באחוזים מבין כלל הבוגרים העובדים בכל תחום לימודים), 2002**

תחום לימודים	קבוצת מוסד	מספר סטודנטים עובדים	הלימה טובה (באחוזים)
מדעי החברה עסקים וניהול	אוניברסיטאות	4,037	55.6
	מכללות	1,136	47.7
	סה"כ	5,172	53.9
מתמטיקה, סטטיסטיקה ומדעי המחשב	אוניברסיטאות	1,212	76.3
	מכללות	586	70.3
	סה"כ	1,798	74.3
הנדסה ואדריכלות	אוניברסיטאות	2,041	79.6
	מכללות	1,191	70.5
	סה"כ	3,232	76.2
סה"כ	אוניברסיטאות	13,007	62.8
	מכללות	3,419	62.7
	סה"כ	16,426	62.8

מקור: הוועדה לתכנון ולתקצוב, דין וחשבון מספר 31/32 לשנים תשס"ד (2003/2004) ותשס"ה (2004/2005).

**איור 20.1: הלימה בין לימודים ועבודה במקצועות נבחרים, השוואה בין אוניברסיטאות למכללות (התפלגות באחוזים מבין כלל הבוגרים העובדים בכל תחום לימודים), 2002**



מקור: הוועדה לתכנון ולתקצוב, דין וחשבון מספר 31/32 לשנים תשס"ד (2003/2004) ותשס"ה (2004/2005).

## 21. סגל אקדמי

הסגל באוניברסיטאות מהווה גורם חשוב ואולי אף מכריע לקידום המחקר האוניברסיטאי, בנוסף, הוא אחראי על איכות תוכניות הלימודים, ובכך על איכות בוגרי מוסדות ההשכלה הגבוהה, שמהווים, כאמור, את מאגר ההון האנושי של המדינה. סגל ההוראה והמחקר באוניברסיטאות מחולק לפי דרגות כדלהלן:

- **סגל אקדמי בכיר**, שכולל פרופסור מן המניין, פרופסור חבר, מרצה בכיר ומרצה.
- **סגל אקדמי זוטור**, שכולל מדריך (דוקטורנט), אסיסטנט ועוזרי הוראה ומחקר.
- **סגל אקדמי אחר**, שכולל בעיקר מורים חיצוניים.

טבלה 21.1 מציגה את היקף הסגל באוניברסיטאות המחקר (לא כולל מכללות) ל-14 שנים, משנת 1991/92 ועד שנת 2004/05 לפי שווי ערך של משרות שלמות (ממוצע חודשי) ואת החלוקה לפי דרגות, כפי שפורטו לעיל. ניתן לראות שמשנת 1991/92 עד שנת 2004/05 חלה עליה של כ-18 אחוז בהיקף סגל ההוראה והמחקר, המהווה גידול נטו של 1,500 אנשי סגל. עם זאת, העלייה נובעת בעיקר מגידול בסגל אקדמי זוטור (28 אחוז) ובסגל אחר (36 אחוז), כאשר פחות מרבע מהתוספת לסגל נבעה מגידול בסגל האקדמי הבכיר, שבו חל גידול של 8 אחוז בלבד. בעקבות זאת, ירד שיעורו של הסגל הבכיר בקרב כלל סגל ההוראה והמחקר מ-57 אחוז ל-52 אחוז. זאת בשעה, שהסגל האקדמי הבכיר נתפס כמוביל מבחינת המחקר שהוא מבצע, וכבעל רמת ידע וניסיון רבים. כמו כן, בשנים 2003-2005 חלה ירידה בהיקף הסגל בכל הדרגות, בעיקר בדרגות סגל אקדמי זוטור וסגל אחר.

טבלה 21.1: סך הכול סגל הוראה ומחקר לפי דרגה, לפי שווי ערך של משרות שלמות, ממוצע חודשי, 2004/05-1991/92

סגל הוראה ומחקר												
שנת לימודים	סגל אקדמי זוטור						סגל אקדמי בכיר					
	סה"כ	פרופסור מן המניין	פרופסור חבר	מרצה בכיר	מרצה	סה"כ	מרצה	מרצה בכיר	פרופסור חבר	פרופסור מן המניין		
שיעור לעומת שנת קודמת	סה"כ	סה"כ	סה"כ	עוזרי הוראה ומחקר	אסיסטנט	מדריך (דוקטור)	סה"כ	מרצה	מרצה בכיר	פרופסור חבר	פרופסור מן המניין	
	8,110	1,960	1,560	1,465		95	4,590	860	1,350	1,161	1,219	1991/92
6%	8,589	2,241	1,662	1,569		93	4,686	858	1,370	1,172	1,286	1992/93
6%	9,131	2,631	1,744	1,631		113	4,756	865	1,380	1,147	1,364	1993/94
1%	9,233	2,576	1,886	1,172	618	96	4,771	880	1,344	1,151	1,396	1994/95
3%	9,529	2,683	1,991	966	825	200	4,855	898	1,366	1,136	1,455	1995/96
0%	9,546	2,693	1,926	875	941	110	4,927	885	1,366	1,169	1,507	1996/97
4%	9,881	2,622	2,299	1,084	1,074	141	4,960	865	1,365	1,165	1,564	1997/98
0%	9,851	2,594	2,181	1,005	1,026	150	5,076	890	1,397	1,186	1,603	1998/99
3%	10,171	2,616	2,418	1,265	1,001	152	5,137	892	1,425	1,208	1,612	1999/00
1%	10,275	2,616	2,481	1,327	921	233	5,178	892	1,440	1,225	1,620	2000/01
1%	10,395	2,736	2,492	1,327	930	235	5,167	918	1,432	1,219	1,598	2001/02
0%	10,408	2,838	2,382	1,265	922	195	5,188	938	1,407	1,218	1,594	2002/03
-5%	9,849	2,735	2,105	1,082	880	143	5,009	902	1,405	1,192	1,510	2003/04
-2%	9,609	2,668	1,995	1,067	819	109	4,949	871	1,410	1,155	1,510	2004/05
	18%	36%	28%	-9%	33%	15%	8%	1%	4%	-1%	24%	שיעור השינוי בין 2004/05-1994/95

מקורות: הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה.

הפעילות במוסדות להשכלה גבוהה מתנהלת בשלוש מסגרות תקציב: (1) תקציב רגיל – לפעילות שטופת בהוראה ובמחקר (2) תקציבים סגורים (רובם במימון חוץ) – למחקר ולתכניות לימודים מיוחדות (3) תקציב הפיתוח. מדו"ח ות"ת<sup>49</sup> עולה שכ-80 אחוז ממשרות הסגל באוניברסיטאות מועסקים בפעילויות הנכללות בתקציב הרגיל של האוניברסיטה, כ-12 אחוז מועסקים בתקציב מחקר וכ-8 אחוז מועסקים בתקציבים סגורים.

טבלה 21.2 מציגה את התפלגות הסגל האקדמי הבכיר המתקצב בתקציב הרגיל לפי תחום הלימודים בין השנים 1999-2005. בשנים אלו לא חל שינוי משמעותי בהרכב ובכמות הסגל האקדמי הבכיר. כ-20 אחוז מהסגל האקדמי הבכיר שייכים למדעי הרוח, כ-15 אחוז למדעי החברה, כ-11 אחוז להנדסה וכ-11 אחוז למדעי הטבע והפיסיקליים. ניתן לראות כי שינוי משמעותי (55.7 אחוז) חל בגידול הסגל במקצועות עזר רפואי וכן בתחום המשפטים (21.0 אחוז), גידול קטן בהרבה חל בתחום ההנדסה (7.2 אחוז). בכל שאר התחומים חלה ירידה במספר אנשי הסגל האקדמי הבכיר כאשר בתחום החקלאות חלה ירידה משמעותית של 35.9 אחוז.

**טבלה 21.2: סגל אקדמי בכיר המתקצב בתקציב הרגיל באוניברסיטאות לפי תחום לימודים, 2005-1999**

שיעור השינוי בין 2005-1999	תשס"ה 2005	תשס"ד 2004	תשס"ג 2003	תשס"ב 2002	תשס"א 2001	תש"ס 2000	תשנ"ט 1999	
-12%	941	977	1,039	1,070	1,082	1,061	1,065	מדעי הרוח
-5%	648	651	673	674	685	688	683	מדעי החברה
7%	556	543	545	542	535	556	519	הנדסה
-9%	474	482	530	528	535	523	520	מדעי הטבע הפיסיקליים
-9%	361	366	369	364	377	400	399	מדעי הטבע הביולוגיים
-14%	351	350	346	357	357	384	406	מתמטיקה ומדעי המחשב
-5%	293	292	298	306	318	305	309	רפואה
-8%	201	214	221	221	225	219	219	חינוך
-17%	119	127	137	138	138	139	143	עסקים ומדעי הניהול
56%	107	107	103	98	93	74	69	מקצועות עזר רפואיים
21%	104	97	91	88	89	89	86	משפטים
-36%	60	85	90	86	86	93	93	חקלאות
7%	164	170	168	166	153	158	154	אחר
-6%	4,378	4,462	4,610	4,638	4,674	4,688	4,664	סה"כ

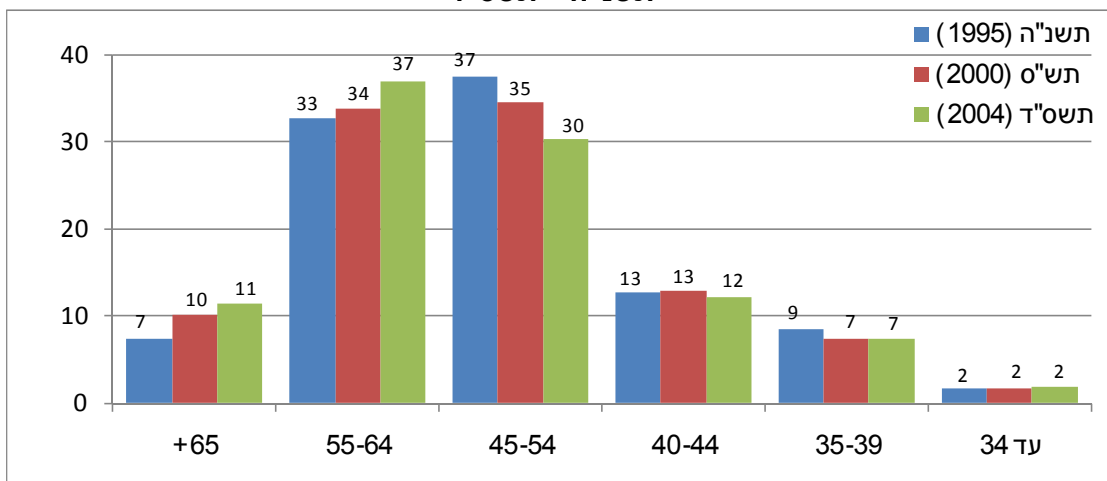
מקור: הוועדה לתכנון ולתקצוב.

כפי שהזכרנו קודם לסגל האקדמי יש חשיבות גבוהה, רענון מערכת המחקר והגדלת מספר החוקרים חיונית לשימור הידע הקיים ומאפשרת חדשנות ופיתוח בתחומים מדעיים השומרים על יכולתה המדעית והטכנולוגית של ישראל לשנים הבאות. לפי הדו"ח שפרסמה הוועדה לתכנון ולתקצוב (ות"ת) לשנת 2004/05, הגיל הממוצע של הסגל האקדמי הבכיר עלה במשך השנים בכל המוסדות ובמרבית הדרגות

<sup>49</sup> הוועדה לתכנון ולתקצוב, דין וחשבון מס' 31/32 לשנים תשס"ד (2003/2004) ותשס"ה (2004/2005).

ותחומי הלימוד. איור 21.3 מציג את פילוג הגיל של סגל אקדמי בכיר בתקציב הרגיל באוניברסיטאות בשנים 1995, 2000 ו-2004. בתשנ"ה התרכז האחוז הגבוה ביותר של הסגל (37.4 אחוז) בגילאי 54-65 ועד שנת תשס"ד נדד לגילאי 64-55 (36.9 אחוז). ההזדקנות של הסגל האקדמי נובעת מגידול מואט ואף שלילי ותחלופה מועטת של הסגל.

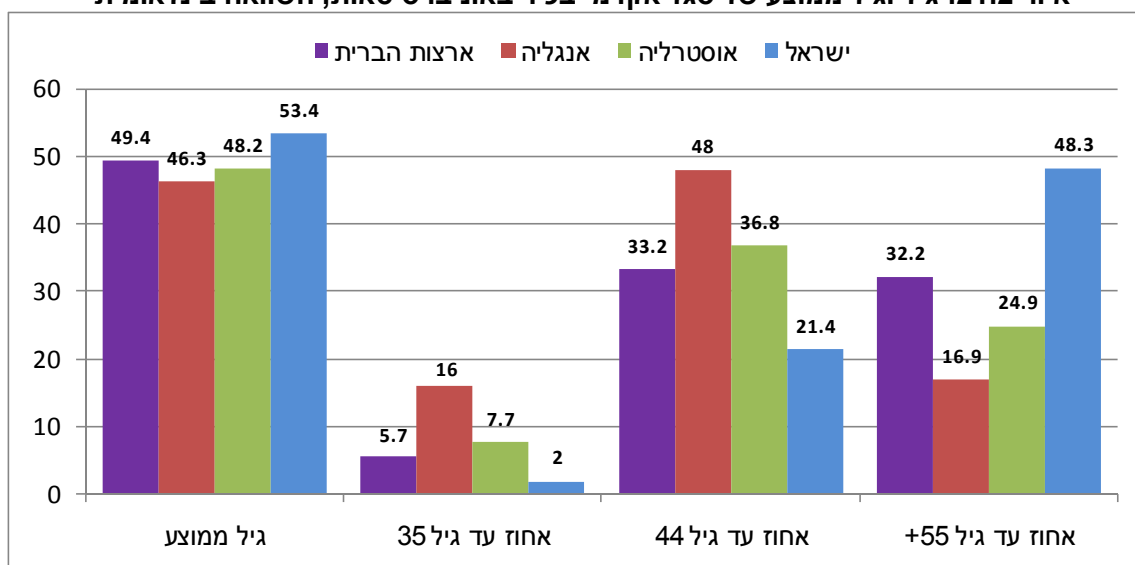
**איור 21.1: סגל אקדמי בכיר בתקציב הרגיל באוניברסיטאות, לפי גיל (באחוזים), תשנ"ה – תשס"ד**



מקור: הוועדה לתכנון ולתקצוב, דין וחשבון מספר 31/32 לשנים תשס"ד (2003/2004) ותשס"ה (2004/2005).

עוד עולה מדו"ח ות"ת כי בהשוואה בינלאומית עם אנגליה, אוסטרליה וארה"ב כפי שמופיע באיור 21.4, נראה כי הגיל הממוצע של חברי הסגל האקדמי הבכיר בישראל גבוה בהרבה משאר המדינות. בנוסף, בולטת התופעה של מיעוט בסגל הצעיר (על גיל 35 או עד גיל 44) וריבוי בסגל המבוגר (גילאי +55) בישראל לעומת שאר המדינות.

**איור 21.2: גיל וגיל ממוצע של סגל אקדמי בכיר באוניברסיטאות, השוואה בינלאומית**



מקור: הוועדה לתכנון ולתקצוב, דין וחשבון מספר 31/32 לשנים תשס"ד (2003/2004) ותשס"ה (2004/2005).

## 22. ביקוש לעובדים

מאפיין חשוב של שוק העבודה הוא הביקוש לעובדים. בעשורים האחרונים נצפית מגמה של עליית הביקוש היחסי לעובדים משכילים הנובעת משינויים טכנולוגיים. בישראל קיימים מספר סקרים ואיסוף נתונים המודדים את הביקוש לעובדים במשק. בעבודה זו השתמשנו בסקר מעסיקים המתבצע באופן שוטף על-ידי הרשות לתכנון כוח אדם במשרד התמ"ת וכן בשירות התעסוקה הישראלי. מדו"ח תמ"ת לרבעון הראשון לשנת 2007 עולים הנתונים הבאים<sup>50</sup>: הביקוש לעובדים במגזר העסקי עלה ברבעון הראשון של שנת 2007 לעומת הרבעון הקודם והוא נמצא ברמה הגבוהה ביותר שנרשמה בעשר השנים האחרונות (מאז תחילת עריכת הסקר ב-1997). המגמה החיובית של הגידול בביקוש לעובדים, כפי שנמדדה באמצעות השינוי במספר המשרות הפנויות נמשכת מאז שנת 2004. ניכר כי הביקוש לעובדים המשיך את מסלול הצמיחה שנרשם ברבעונים האחרונים ואף האיץ אותו.

נתוני סקר המעסיקים נאספים במספר חתכים שונים, אחד מהם הוא משלח היד אליו שייכת המשרה הפנויה, המשרה שאוישה או העובד שנפלט. החלוקה למשלחי יד בסקר מעסיקים נעשית על-פי סיווג הלמ"ס (3 ספרות). הטבלה הבאה מציגה את מספר המשרות הפנויות לפי משלח יד לשנים 2003-2006. ב-2006 חלה קפיצה גבוהה בכמות המשרות הפנויות לעומת 2005 ו-2004 בכלל המקצועות. במיוחד בלטו קבוצת המקצועות האקדמאים (עלייה של 134 אחוז לעומת 2005) וקבוצת המכירות והשירותים. בולטים מאוד המקצועות הקשורים בטכנולוגיה העילית. כך למשל זינק הביקוש בשנה האחרונה לעומת השנה הקודמת למהנדסי מחשבים בכ-374 אחוז, גידול של 1,403 משרות פנויות. גם הביקוש להנדסאי מחשב, טכנאי מחשב ומתכנתים עלה באלף משרות פנויות.

**טבלה 22.1: מספר המשרות הפנויות לפי משלח יד, 2003-2006**

2006	2005	2004	2003	
4,203	1,793	1,600	1,345	<b>אקדמאים</b>
				מתוכם:
604	178	165	96	מהנדסי מכונות
258	196	245	147	מהנדסי חשמל ואלקטרוניקה
1,778	375	431	312	מהנדסי מחשבים
454	292	155	93	כלכלנים ורואי חשבון
5,458	4,154	2,369	1,777	<b>חופשיים וטכניים</b>
				מתוכם:
3,796	2,802	1,510	837	הנדסאי וטכנאי מחשב ומתכנתים
3,648	2,865	1,984	1,666	<b>מנהלים ופקידותיים</b>
10,354	7,136	6,951	6,700	<b>מכירות ושירותים</b>
9,756	6,859	5,103	4,826	<b>עובדים מקצועיים</b>
6,273	4,945	4,619	3,142	<b>עובדים לא מקצועיים</b>
<b>39,692</b>	<b>27,752</b>	<b>22,626</b>	<b>19,456</b>	<b>סה"כ</b>

מקור: משרד התמ"ת, מינהל מחקר וכלכלה, סקר מעסיקים.

<sup>50</sup> הסקר מתבסס על מדגם מקרי של 2,500 עסקים במגזר העסקי הנבדקים אחת לרבעון, ארבע פעמים בשנה. הנתונים העיקריים הנאספים בסקר מתייחסים למשרות פנויות בממוצע יומי ואינן משרות ופליטת עובדים בממוצע חודשי. בדוחות מפורטים הנתונים השוטפים המתייחסים למדדי הביקוש לעובדים והתעסוקה בחתכים שונים לפי ענפי המשק ומשלחי יד עיקריים. כמו כן נבדקות הציפיות של מעסיקים לשינויים במצבת כוח האדם ובפעילות העסקית. מקור: <http://www.moital.gov.il/NR/exeres/1CE78F5E-6A8E-42BE-A76D-302183BDB5DC.htm>

## 23. שוק העבודה לפי ענפי כלכלה

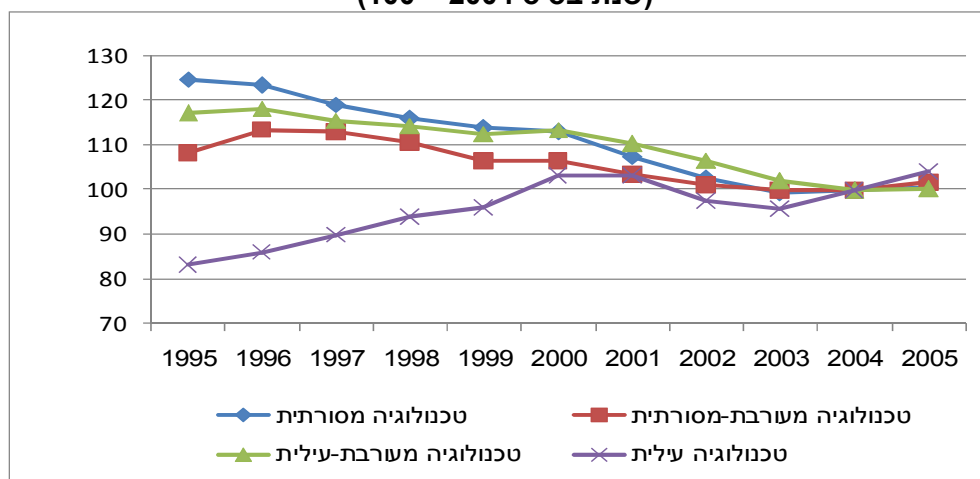
### 23.1 עוצמה טכנולוגית

בסיווג על-פי עוצמה טכנולוגית, כפי שהוצע ב-1997 על-ידי ארגון ה-OECD, מסווגים את ענפי התעשייה לארבע קבוצות: תעשיות טכנולוגיה עילית, תעשיות טכנולוגיה מעורבת עילית, תעשיות טכנולוגיה מעורבת מסורתית, ותעשיות טכנולוגיה מסורתית. החלוקה מבוססת על שני אינדיקטורים, ההוצאה למחקר ופיתוח (מו"פ) כחלק מהערך המוסף, וההוצאה על מו"פ כחלק מהתפוקה<sup>51</sup>. פרוט ענפי התעשייה הנכללים בכל אחת מהקבוצות<sup>52</sup>.

- תעשיות טכנולוגיה עילית כוללות את ענפי הציוד האלקטרוני, ציוד לבקרה ופיקוח, מכונות למשרד ומחשוב, כלי טיס ותרופות.
- תעשיות טכנולוגיה מעורבת עילית כוללות את ענפי זיקוק נפט, ענפי הייצור של הכימיה (ללא תרופות), מכונות, ציוד ומנועים חשמליים וכלי הובלה (ללא כלי טיס).
- תעשיות טכנולוגיה מעורבת מסורתית כוללות את ענפי כרייה וחציבה, ייצור גומי ופלסטיקה, מוצרי מתכת, ברזל ומינרלים אחרים ותכשיטים.
- תעשיות טכנולוגיה מסורתית כוללות את ענפי מזון משקאות וטבק, טקסטיל, הלבשה, מוצרי עור, נייר, דפוס, מוצרי עץ ורהיטים.

איור 23.1 מציג את השתנות מספר המשרות בתעשייה לפי עוצמה טכנולוגית משנת 1995 עד שנת 2005 (הערכים מחושבים כאחוז השינוי משנת 2004). בכל שלושת התעשיות: המסורתית, המעורבת מסורתית והמעורבת עילית, קיימת מגמת ירידה, לעומת התעשיות טכנולוגיה עילית בהן יש מגמת עלייה עד שנת 2000. ב-2000 בעקבות המשבר בענף ההיי-טק חלה ירידה אך משנת 2003 עד 2005 קיימת שוב מגמת עלייה.

איור 23.1: מספר המשרות לפי עוצמה טכנולוגית, 1995-2005  
(שנת בסיס 2004 = 100)



מקור: הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה מתוך השנתונים הסטטיסטיים, לוח 6-20.

<sup>51</sup> הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, פרסום לעיתונות: סחר החוץ של ישראל בחודש אפריל 2006.  
<sup>52</sup> הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, הסיווג האחד של ענפי כלכלה 1993, פרסום טכני 63, ירושלים, תשס"ג - 2003.



## 23.2 ענף טכנולוגיות המידע

בעשור האחרון חלה התפתחות רבה בענפי טכנולוגיות המידע, בעולם בכלל ובישראל בפרט. כפי שראינו בפרק הקודם, חלק ניכר מהחדשנות כיום מתבצע בתעשיות הטכנולוגיה העילית. לאור זאת, בחרנו להפנות זרקור אל "ענפי טכנולוגיות המידע" ( ICT - Information and Communication Technologies ) במשק, אשר חשיבותם לתוצר המקומי, לתעסוקה ולייצוא גדולה במיוחד. בשנת 2006 היווה תוצר ה-ICT 16% מכלל התוצר העסקי במשק, יצוא ענפי ה-ICT היווה רבע מכלל יצוא הסחורות והשירותים במשק. כמו כן, אופיינו ענפים אלה בקצב צמיחה מהיר משל התוצר העסקי במשק בין השנים 1995-2006. כפי שנראה בהמשך, ה-ICT אחראי לחלק עיקרי מסך המו"פ האזרחי בישראל, ולכן מהווה מרכיב חשוב בתרומה לתוצר המשק ולעידוד צמיחה כלכלית.

ענפי טכנולוגיות המידע הוגדרו על-ידי ארגון ה-OECD בשנת 1998, על בסיס סיווג ענפי הכלכלה הבין-לאומי ISIC. ההגדרה מתייחסת לפעילויות אשר מקדמות, בעזרת אמצעים אלקטרוניים – עיבוד, הכנה, העברה, שידור והצגת מידע בענפי התעשייה ובענפי השירותים. סיווג טכנולוגיות המידע אינו כולל ענפים המייצרים מידע.

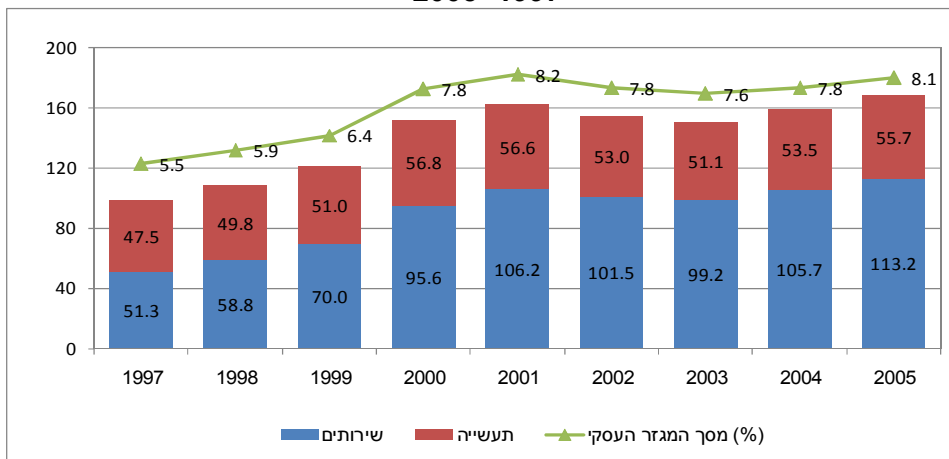
הענפים הכלולים בהגדרה זו סווגו לקבוצות הבאות:

- ענפי תעשיית ICT – כוללים ענפים המייצרים ציוד ICT. כגון, תעשיית מכונות למשרד, לחשבונאות ומחשבים, תעשיית רכיבים אלקטרוניים תעשיית ציוד תקשורת אלקטרוני ותעשיית ציוד תעשייתי לבקרה ולפיקוח (ללא תעשיית ציוד רפואי).
- ענפי שירותי ICT – כוללים את ענף שירותי תקשורת, ענף שירותי מחשוב, שירותי מחקר ופיתוח וחברות הזנק (start-ups).

בהתאם להגדרת ה-OECD, מחשב ה"למ"ס את נתוני ענפי טכנולוגיות המידע, בחלוקה לענפי התעשייה ולענפי השירותים. עם זאת, בנוסף להגדרת ה-OECD, בנתוני ישראל מוסיפים את ענף המחקר והפיתוח לתוך קבוצת "ענפי שירותי ICT". מכיוון שהמשק הישראלי בניגוד למשקים אחרים, מאופיין בפעילות רבה של חברות הזנק בתחום ה-ICT, שמרביתן עוסקות בתוכנה ומסווגות בענף מחקר ופיתוח – תחום המוגדר כשייך לתחום טכנולוגיות המידע. כמו כן, מוספים מרכזי פיתוח של חברות בין-לאומיות (שהכירו ביתרונה היחסי של ישראל מבחינת המשאב האנושי).

ענף ה-ICT מהווה מקור חשוב לגידול בתעסוקה. איור 23.2 מציג את סך המשרות בענפי ה-ICT, וכן את שיעור משרות אלו מסך המגזר העסקי בשנים 1997-2005. ניתן לראות, כי בשנים אלה חל גידול משמעותי בהיקף המשרות בענפי ה-ICT. מספר המשרות עלה מ-99 אלף ל-169 אלף, גידול של 70 אחוז. מספר המשרות ב-2005 היווה 8 אחוז מכלל המשרות במגזר העסקי לעומת 5.5 אחוז ב-1997. הגידול חל בעיקר במספר המשרות בענפי השירותים של ICT (מ 51 אלף משרות ב-1997 ל-113 אלף משרות ב-2005).

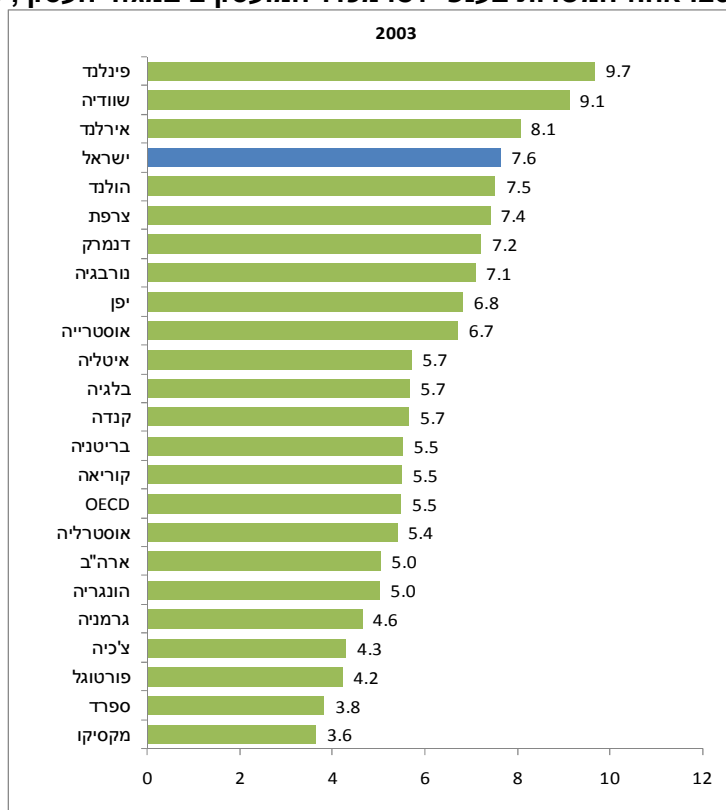
**איור 23.2: משרות בענפי ICT (באלפים) ומשרות בענפי ICT מסך המגזר העסקי (אחוז), 1997-2005**



מקור: הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה.

באיור 23.3 מוצג נתון שנת 2003 בהשוואה בינלאומית. ניתן לראות, כי ענף ה- ICT בישראל בולט מבחינת תעסוקה גם בהשוואה בינלאומית. המדינות בעלות היקף מספר משרות הגדול ביותר (ארה"ב, יפן, בריטניה וגרמניה) אינן מובילות מבחינת מספר המשרות בענפי ICT ביחס למגזר העסקי. ממוצע ה-OECD עומד על 5.5 אחוז. המדינות בהן אחוז התעסוקה בענפי ICT מתוך המגזר העסקי הוא גבוה הן פינלנד (9.7 אחוז), שוודיה (9.1 אחוז), אירלנד (8.1 אחוז) וישראל (7.6 אחוז).

**איור 23.3: אחוז המשרות בענפי ICT מכלל המועסקים במגזר העסקי, 2003**



מקורות: הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, OECD.

## ביבליוגרפיה

איידלמן, ל' (2005). ניתוח מגדרי של לימודי מדעי המחשב בתיכון בישראל. חיבור לשם קבלת תואר "מגיסטר" למדעים בהוראת הטכנולוגיה והמדעים, הטכניון.

אלמוג נ' (28 יוני, 2006). בהיי-טק הישראלי זקוקים ל-אלף עובדים, אך איש אינו מעסיק את 1,375 האוניברסיטאות. *DailyMaily*, 4236 ,

[http://www.pc.co.il/\\_DailyMaily/ItemClean.asp?ArticleID=6078&Vol=170&SearchParam=&CategoryID=72](http://www.pc.co.il/_DailyMaily/ItemClean.asp?ArticleID=6078&Vol=170&SearchParam=&CategoryID=72)

בנזימן, י' (2002). מסמך רקע לדיון בנושא: דו"ח מגד אל-חאג' קידום ההשכלה הגבוהה בקרב האוכלוסייה הערבית, מוגש לוועדת החינוך והתרבות. הכנסת-מרכז מחקר ומידע.

<http://www.knesset.gov.il/mmm/data/docs/m00275.rtf>

גולד, א' ומואב ע' (2006). בריחת המוחות מישראל. ירושלים: מרכז שלם.

גולדמן, ד' (5 בנובמבר 2007). מדעניות העתיד. *ידעות אחרונות*, עמ' 18-19.

גון ע' (2000). מהישיבה לעבודה: הניסיון האמריקאי ולקחים לישראל. ירושלים: מכון פלורסהיימר למחקרי מדיניות.

[http://www.fips.org.il/fips/site/p\\_publications/item\\_he.asp?iid=569](http://www.fips.org.il/fips/site/p_publications/item_he.asp?iid=569)

גץ ד', פלד ד', בוכניק צ' ואחרים (2007). מדדים למדע, טכנולוגיה וחדשנות בישראל: תשתית נתונים השוואתית. חיפה: מוסד שמואל נאמן בשיתוף הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה.

[http://www.neaman.org.il/NeamanHeb/publications/publication\\_item.asp?fid=585&parent\\_fid=488&iid=7216](http://www.neaman.org.il/NeamanHeb/publications/publication_item.asp?fid=585&parent_fid=488&iid=7216)

גרימלנד ג' (10 יולי, 2007). החרדיות כובשות את ההיי-טק: מטריקס פותחת מרכז מחקר ופיתוח לחרדיות גם בחיפה. הארץ *THEMARKER*.

[http://www.themarker.com/tmc/article.jhtml?log=tag&ElementId=gg20070710\\_6544](http://www.themarker.com/tmc/article.jhtml?log=tag&ElementId=gg20070710_6544)

דורון א' ושחק י' (2003). מסמך רקע בנושא: קידום נשים במדע וטכנולוגיה. הכנסת-מרכז מחקר ומידע.

<http://www.knesset.gov.il/mmm/data/docs/m00517.rtf>

הרשקוביץ ש' (2007). מקומן של אוניברסיטאות המחקר במערכת ההשכלה הגבוהה המתרחבת בישראל. ירושלים: המועצה להשכלה גבוהה.

הוועדה לתכנון ולתקצוב (2006). דין וחשבון מספר 31/32 לשנים תשס"ד (2003/2004) ותשס"ה (2004/2005). ירושלים: המועצה להשכלה גבוהה.

<http://che.org.il/articles/article.asp?articleID=2>

כהונאי, ס' (2004). שילוב המגזר החרדי בשוק העבודה: תמונת מצב ומשמעות, הכנסת-מרכז מחקר ומידע.

<http://www.knesset.gov.il/mmm/doc.asp?doc=m00898&type=pdf>

לופו, י' (2004). מפנה בחברה החרדית הכשרה מקצועית ולימודים אקדמיים, ירושלים: מכון פלורסהיימר למחקרי מדיניות.

[http://www.fips.org.il/fips/site/p\\_publications/item\\_he.asp?iid=650](http://www.fips.org.il/fips/site/p_publications/item_he.asp?iid=650)

לידור י' (17 ביולי, 2007). תואר ראשון באישור הרב. מעריב, עמ' 22.

הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה (2007). שנתון סטטיסטי לישראל לשנים 1995-2006.

[http://cbs.gov.il/reader/archive/archive\\_h\\_new.html](http://cbs.gov.il/reader/archive/archive_h_new.html)

הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה (2005). סקרי כוח אדם עד שנת 2005.

[http://cbs.gov.il/reader/archive/archive\\_h\\_new.html](http://cbs.gov.il/reader/archive/archive_h_new.html)

הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה (2 נובמבר, 2005), מנתוני הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה על בחינות הבגרות בשנת 2003: הישגי התלמידים ממגמות עתירות מדע וידע בנתיב הטכנולוגי היו הגבוהים ביותר במערכת החינוך, ירושלים: הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה.

[http://www1.cbs.gov.il/reader/newhodaot/hodaa\\_template.html?hodaa=200506240](http://www1.cbs.gov.il/reader/newhodaot/hodaa_template.html?hodaa=200506240)

הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה (2005). תלמידי כיתות י"ב נבחנים בבחינות בגרות וזכאים לתעודה, לפי יישוב מגורים 2003-2002, ירושלים: הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה.

[http://www.cbs.gov.il/publications/bagrut03/bagrut\\_h.htm](http://www.cbs.gov.il/publications/bagrut03/bagrut_h.htm)

הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה (2005). נגישות להשכלה על-תיכונית וגבוהה בקרב מסיימי תיכון בישראל מחזורי תשמ"ד-תשנ"ד, מעקב עד תשס"ב, ירושלים: הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה.

[http://www.cbs.gov.il/publications/h\\_education02/h\\_education\\_h.htm](http://www.cbs.gov.il/publications/h_education02/h_education_h.htm)

מסר-ירון, ח' וכהנוביץ ש' (2003). נשים ומדע בישראל תמונת מצב, המועצה לקידום נשים במדע וטכנולוגיה.

<http://edu.technion.ac.il/TechnionWomen/WomenInScience.doc>

המשרד לקליטת העלייה (2001). העלייה לישראל - נתוני סיכום לשנת 2000.  
[http://www.moia.gov.il/Moia\\_he/Statistics/SumAliya2000.htm?SearchText](http://www.moia.gov.il/Moia_he/Statistics/SumAliya2000.htm?SearchText)

משרד התעשייה, המסחר והתעסוקה. מינהל תכנון מחקר וכלכלה (2004). מועסקים בענפי עוצמה  
טכנולוגית ומשלחי יד טכנולוגיים 1995-2003: האם הבועה התנפצה או התכווצה?  
<http://www.tamas.gov.il/NR/rdonlyres/C63D8B4C-02A8-456D-99B8-9966E2AD8150/0/hitech.pdf>

משרד התעשייה, המסחר והתעסוקה. הרשות לתכנון כוח אדם (2004). הביקוש לעובדים לפי משלחי יד:  
אוגדן נתונים מסקר מעסיקים.  
<http://www.tamas.gov.il/NR/exeres/9FBC3F52-27CB-4DB4-813C-B922DF9A3AA9.htm>

משרד התעשייה, המסחר והתעסוקה. מינהל תכנון מחקר וכלכלה (18 ספטמבר, 2005). תזכיר בנושא  
תעסוקת ערבים אקדמאים.  
<http://www.tamas.gov.il/NR/rdonlyres/19C9504E-A44D-4CEF-97E3-09C8B383B5DF/0/%5CNR%5Cexeres%5C1A3143A9-8E0A-4FD9-93AE-E1D723F50959.htm>

עואד י' (2006). פרויקט ייצוג הולם ושוויון בתעסוקה: דו"ח פעילות שנתי 2006, סיכוי עמותה לקידום שוויון  
אזרחי.  
<http://www.sikkuy.org.il/docs/Projectequality2006.pdf>

קינג י' וולדה-צדיק א' (2006). דפוסי השתלבות בתעסוקה של עולים חדשים בגילאי 22-64, ירושלים:  
מאירס-ג'וינט-מכון ברוקדייל המרכז לחקר קליטת עלייה והמשרד לקליטת העלייה.  
<http://brookdale1.pionet.com/files/PDF/486rr-intpatterns-heb.pdf>

שמעוני, א' (23 ספטמבר, 2005). אשת Java (חרדית) מי ימצא, YNET.  
<http://www.ynet.co.il/articles/0,7340,L-3143773,00.html>

שרן י', סופר ט', האופטמן א', נגראנו, י' וסמיונוב מ' (2003). כיווני השכלה ולמידה משמעותיים בעידן של  
שינוי מבנה התעסוקה במשק לקידום תעסוקה לכל. המרכז הבינתחומי לניתוח ותחזית טכנולוגית ליד  
אוניברסיטת ת"א.  
<http://www.socialjustice.org.il/docs/educationreport.doc>

תקוה, ר' (2006). תופעת בריחת המוחות וגיוס המוחות בעולם ובישראל, הכנסת-מרכז מחקר ומידע.  
<http://knesset.gov.il/committees/heb/material/data/chinuch2006-10-23.doc>

המועצה להשכלה גבוהה - <http://www.che.org.il/>

[http://www.weizmann.ac.il/feinberg/WomenInScience/new\\_pages/general\\_info.html](http://www.weizmann.ac.il/feinberg/WomenInScience/new_pages/general_info.html)

המשרד לקליטת העלייה – המרכז לקליטה במדע.

[http://www.moia.gov.il/Moia\\_he/Scientists/AbsorptionCenter.htm](http://www.moia.gov.il/Moia_he/Scientists/AbsorptionCenter.htm)

משרד המדע התרבות והספורט - <http://www.most.gov.il>

משרד התעשייה, המסחר והתעסוקה - <http://www.moit.gov.il/>

Akerblom, M. (1999). *Mobility of highly qualified manpower, a feasibility study on the possibilities to construct internationally comparable indicators: Report for Camire (Eurostat) and the OECD*, OECD.

<http://www.oecd.org/dataoecd/34/62/2098912.pdf>

Auriol, L. & Sexton, J. (16 October, 2001). *Human resources in science and technology: measurement issues and international mobility*. Paper presented at the 5th Ibero American and Inter American Workshop on Science and Technology Indicators, Montevideo, Uruguay.

[http://www.riicyt.edu.ar/interior/normalizacion/V\\_taller/schaperdoc.pdf](http://www.riicyt.edu.ar/interior/normalizacion/V_taller/schaperdoc.pdf)

Barton, P.E. (2002). *Meeting the need: for scientists, engineers, and an educated citizenry in a technological society*. Policy Information Report Educational testing Service.

Princeton, NJ: Educational Testing Service.

<http://www.ets.org/Media/Research/pdf/PICMEETINGNEED.pdf>

Butz, W.P. Bloom, G.A., Gross, M.E., Kelly, T.K., Kofner, A. and Rippenet, H. (2003) Is there a shortage of scientists and engineers? how would we know? *Issue Paper*

[http://www.rand.org/pubs/issue\\_papers/2005/IP241.pdf](http://www.rand.org/pubs/issue_papers/2005/IP241.pdf)

Butz, W.P., Kelly, T.K., Adamson, D.M., Bloom, G.A., Fossum, D. and Gross, M.E. (2004). *Will the Scientific and technical workforce meet the requirements of the federal government*, Santa Monica, CA: RAND Corporation.

[http://www.rand.org/pubs/monographs/2004/RAND\\_MG118.pdf](http://www.rand.org/pubs/monographs/2004/RAND_MG118.pdf)

Cervantes, M. & Guellec D. (May, 2002). The brain drain: Old myths, new realities, *OECD Observer*, N. 230.

[http://www.OECDobserver.org/news/fullstory.php/aid/673/The\\_brain\\_drain:\\_Old\\_myths,\\_new\\_realities.html](http://www.OECDobserver.org/news/fullstory.php/aid/673/The_brain_drain:_Old_myths,_new_realities.html)

Cervantes, M. (January,2004). Scientists and engineers crisis, what crisis? *OECD Observer*, N. 240/241.

[http://www.OECDobserver.org/news/fullstory.php/aid/1160/Scientists\\_and\\_engineers.html](http://www.OECDobserver.org/news/fullstory.php/aid/1160/Scientists_and_engineers.html)

Chubin, D.E. & Pearson, W. (Eds.) (2001). *Scientists and engineers for the new millennium: renewing the human resource. a collection of the commission on professionals in science and technology*, CPST.

<http://www.cpst.org/s&e.pdf>

European Commission, High Level Group on Human Resources for Science and Technology in Europe (2004). *Increasing human resources for science and technology in Europe*. Belgium: European Communities.

[http://ec.europa.eu/research/conferences/2004/sciprof/pdf/final\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/research/conferences/2004/sciprof/pdf/final_en.pdf)

European Commission (2005). *Towards a European research area science, technology and innovation key figures 2005*, Italy: European Commission.

[http://www.eurosfair.pr.fr/7pc/doc/1140162554\\_key\\_figures\\_2005\\_web.pdf](http://www.eurosfair.pr.fr/7pc/doc/1140162554_key_figures_2005_web.pdf)

European Commission (2007). *Towards a European research area science, technology and innovation key figures 2007*. European Communities.

[http://ec.europa.eu/invest-in-research/pdf/kf\\_2007\\_prepub\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/invest-in-research/pdf/kf_2007_prepub_en.pdf)

Eurostat (2006). *Ageing work force – how old are Europe’s human resources in science and technology?*

[http://epp.eurostat.cec.eu.int/cache/ITY\\_OFFPUB/KS-NS-06-011/EN/KS-NS-06-011-EN.PDF](http://epp.eurostat.cec.eu.int/cache/ITY_OFFPUB/KS-NS-06-011/EN/KS-NS-06-011-EN.PDF)

Eurostat (2004). Who are Europe’s highly qualified human resources and where do they all work? *Statistics in Focus— Science and Technology*, N.11/2004.

[http://www.eurostat.gov.uk/Download.asp?KS-NS-04-011-EN\\_tcm90-17369.pdf](http://www.eurostat.gov.uk/Download.asp?KS-NS-04-011-EN_tcm90-17369.pdf)

Eurostat (2006). Measuring gender differences among Europe's knowledge workers. *Statistics in Focus— Science and Technology*, N.11/2006.

[http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY\\_OFFPUB/KS-NS-06-012/EN/KS-NS-06-012-EN.PDF](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY_OFFPUB/KS-NS-06-012/EN/KS-NS-06-012-EN.PDF)

Eurostat (2007). How mobile are highly qualified human resources in science and technology? *Statistics in Focus— Science and Technology*, N.75/2007.

[http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY\\_OFFPUB/KS-SF-007-075/EN/KS-SF-007-075-EN.PDF](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY_OFFPUB/KS-SF-007-075/EN/KS-SF-007-075-EN.PDF)

Godin, B. (1989). *Highly qualified personnel: should we really believe in shortages?* history and sociology of statistics on science, technology and innovation working Paper No. 15.

[http://www.csiic.ca/PDF/Godin\\_15.pdf](http://www.csiic.ca/PDF/Godin_15.pdf)

Hamer, R. Frinking, E., & Horlings E. (2005). *Stimulating science and technology in higher education: an international comparison of policy measures and their effect*. Santa Monica, CA: RAND Corporation.

[http://www.rand.org/pubs/monographs/2005/RAND\\_MG270.pdf](http://www.rand.org/pubs/monographs/2005/RAND_MG270.pdf)

Hecker, D.E. (November, 2005). Occupational employment projections to 2014. *Monthly Labor Review* 128(11): 70-101.

<http://www.bls.gov/opub/mlr/2005/11/art5full.pdf>

Huyver, S. & Westholm, G. (n.d.). *Toolkit on gender indicators in engineering, science and technology*, UNESCO/Gender Advisory Board.

<http://gstgateway.wigsat.org/toolkit/toolkit.html>

IPTS (February 2007). *Mobility of researchers out of the EU*. European Commission, Joint Research Centre.

[http://www.jrc.es/docs/iiser\\_out-eu.pdf](http://www.jrc.es/docs/iiser_out-eu.pdf)

IPTS (February 2007). *Number of researchers still in the training phase and post-docs*. European Commission, Joint Research Centre.

[http://www.jrc.es/docs/iiser\\_training.pdf](http://www.jrc.es/docs/iiser_training.pdf)



IPTS (February 2007). *The stock (and forecasts) of researchers in the EU*. European Commission, Joint Research Centre.

[http://www.jrc.es/docs/iiser\\_stock.pdf](http://www.jrc.es/docs/iiser_stock.pdf)

Kemnitzer, S., Blue, C.E., Blevins, L.G., Carriere, P., Gabriele, G., Rao, V. et al. (May, 2005). *The Engineering workforce: current state, issues, and recommendations*, NSF – National Science Foundation.

[http://www.nsf.gov/attachments/104206/public/Final\\_Workforce.doc](http://www.nsf.gov/attachments/104206/public/Final_Workforce.doc)

Khadria, B. (2004). *Human resources in science and technology in India and the International mobility of highly skilled Indians*. OECD Science, technology and Industry Working Paper 2004/7. Paris: OECD.

[http://www.oalis.oecd.org/olis/2004doc.nsf/43bb6130e5e86e5fc12569fa005d004c/c1912c8b0517eba3c1256ea1003a038d/\\$FILE/JT00164994.PDF](http://www.oalis.oecd.org/olis/2004doc.nsf/43bb6130e5e86e5fc12569fa005d004c/c1912c8b0517eba3c1256ea1003a038d/$FILE/JT00164994.PDF)

Marey P. & Grip A. de & Cörvers F. (2001). *Forecasting the labour markets for research scientists and engineers in the European Union*, Working Papers 003, Maastricht : ROA, Researchcentrum voor Onderwijs en Arbeidsmarkt.

<http://ideas.repec.org/p/dgr/umarow/2001003.html>

Ministry of Industry, Trade and Labor (2005). *The intellectual capital of the state of Israel*.

<http://www.moit.gov.il/NR/rdonlyres/9439BE37-159E-40BF-9B00-5F4A3F55FD07/0/TheIntellectualCapital114.pdf>

Mahroum, S., Dacs, B., & Weber M. (2004). *The Human resource factor in the information society future*. FISTERA - Thematic network on foresight in information society technologies in the European research Area.

[http://fistera.jrc.es/docs/Fistera%20HR%209\\_11.pdf](http://fistera.jrc.es/docs/Fistera%20HR%209_11.pdf)

National Research Council (2000). *Forecasting demand and supply of doctoral scientists and engineers: Report of a workshop on methodology*, Washington, D.C. The National Academy Press.

<http://www.nap.edu/catalog/9865.html>

National Science Broad (14 August, 2003). *The science and engineering workforce realizing America's potential*. NSF - National Science Foundation.  
<http://www.nsf.gov/nsb/documents/2003/nsb0369/nsb0369.pdf>

National Science Foundation (1999). *SESTAT and NIOEM: Two Federal databases provide complementary information on the science and technology labor force*.  
<http://www.nsf.gov/statistics/nsf99349/pdf/text.pdf>

National Science Foundation (2006). *Higher education in science and engineering*.  
<http://www.nsf.gov/statistics/seind06/pdf/c02.pdf>

National Science Foundation (2006). *Science and engineering labor force*.  
<http://www.nsf.gov/statistics/seind06/>

NORC at the University of Chicago (2006). *Doctorate recipients from U.S. universities, summary report 2005*.  
<http://www.norc.org/NR/rdonlyres/2E87F80C-82F6-4E26-9F78-CA4C6E0B79C6/0/sed2005.pdf>

O'carroll, (15 March, 2004). *Irish Submission to High Level Group on Increasing Human Resources in Science and Technology*.  
[http://ec.europa.eu/research/conferences/2004/sciprof/cd/pdf/ir/irish\\_contributions\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/research/conferences/2004/sciprof/cd/pdf/ir/irish_contributions_en.pdf)

Oaxaca, R.L., & Leslie, L.R (1999). Scientist and engineer supply and demand. In P. E. Stephan and D. Audretsch, (Eds.) *Economics of science and innovation ii* (pp.154-189) Edward Elgar Publishing Ltd.

OECD (1999). Mobilising human resources for innovation: *Proceedings from the OECD workshop on science and technology labor market, 17 May 1999*.  
<http://www.oecd.org/dataoecd/50/61/35972915.pdf>

OECD (2005). *Changing supply and demand for S&T profession in a globalised economy*. Summary report of the SFRI workshop on "changing supply and demand for S&T professionals in a globalised economy" Held under the aegis of the CSTP ad hoc working group on the steering and funding of research institutions (SFRI) 21, April 2005.  
<http://www.OECD.org/dataOECD/30/30/36599477.pdf>

OECD (2005). *Human resources in science and technology: knowledge and skills in OECD Science, Technology and Industry Scoreboard 2005 - Towards a knowledge-based economy*.

<http://miranda.sourceoecd.org/vl=1430455/cl=56/nw=1/rpsv/scoreboard/>

OECD (2006). *Education at a glance : OECD Indicators 2006*.

<http://www.sourceoecd.org/upload/9606061e.pdf>

OECD (4 May, 2006). *Evolution of student Interest in science and technology studies*, OECD: Global Science Forum.

<http://www.oecd.org/dataoecd/16/30/36645825.pdf>

OECD (2006). Human resources in science and technology: trends and policies In OECD science & technology and industry outlook.

<http://213.253.134.43/oecd/pdfs/browseit/9206081E.PDF>

Rees, T. (2002). The Helsinki Group on Women and Science (2002). *National policies on women and science in Europe*. Belgium: European Communities.

[ftp://ftp.cordis.europa.eu/pub/improving/docs/women\\_national\\_policies\\_full\\_report.pdf](ftp://ftp.cordis.europa.eu/pub/improving/docs/women_national_policies_full_report.pdf)

Regets, M. (2005). *Some aspects of the global science and engineering labor market*.

Presentation in series on "technology, innovation, and American primacy" Council on Foreign Relations New York City October 31, 2005.

[http://www.cfr.org/content/meetings/innovation\\_rt/10\\_31\\_2005/Regets.pdf](http://www.cfr.org/content/meetings/innovation_rt/10_31_2005/Regets.pdf)

Solimano, A. (2002). *Globalizing talent and human capital: implications for developing countries*. Santiago, Chile: United Nations Publications.

<http://www.eclac.cl/publicaciones/DesarrolloEconomico/3/LCL1773PI/lcl1773i.pdf>

THRIP - Technology and Human Resources for Industry Programme (n.d): Strategic plan 2003-2007.

<http://www.nrf.ac.za/thrip/documents/stratplan03to07.pdf>

U.S. Department of Labor. Bureau of Labor Statistics (2006-7). *Occupational outlook handbook (OOH), 2006-07 Edition*.

<http://www.bls.gov/oco/print/oco2003.htm>

U.S. Office of Science and Technology Policy (2006). *American competitiveness initiative: leading the world in innovation.*

<http://www.whitehouse.gov/stateoftheunion/2006/aci/aci06-booklet.pdf>

Wilkinson, R.K. (July, 2002). How large is the U.S S&E workforce. *Info Brief NSF 02-325*

<http://www.nsf.gov/statistics/infbrief/nsf02325/nsf02325.pdf>

## נספח 1 - מודלים לחיזוי הביקוש לכוח אדם מדעי וטכנולוגי

מודלים לחיזוי הביקוש העתידי של כוח אדם מדעי וטכנולוגי מהווים כלי חשוב למקבלי ההחלטות על מנת לזהות בעיות ו"צווארי בקבוק" בשוק העבודה העתידי.

Oaxaca & Leslie (1999) משתמשים במונח projection – חיזוי מותנה, שבבסיסו הנחות על הסביבה העתידית ועל תנאי שוק העבודה.

העניין בחיזוי ביקוש והיצע של כוח אדם מדעי וטכנולוגי החל עוד בשנות החמישים של המאה הקודמת. חוקרים בנו מודלים כלכליים במטרה לבחון את חשיבות המשתנים הפנימיים והחיצוניים בהסברים של היצע וביקוש.

תחזיות ה-NSF לגבי מחסור בכוח אדם מדעי וטכנולוגי בסוף שנות השמונים של המאה הקודמת לא התממשו וזאת בשל שינויים בלתי צפויים בסביבה הכלכלית: סיום המלחמה הקרה ושינויי חקיקה כדוגמת החוק אשר בטל את חובת היציאה לפנסיה ובכך דחה את הפרישה של חלק מהעובדים.

אולם מאידך גיסא, מודלים כמו אלו של Massey & Goldman אשר חזו הצפה של השוק המדעי והטכנולוגי בבוגרים גם הם לא התממשו. המודלים המנוגדים זה לזה יצרו ספק בנוגע ליעילות השימוש בחיזוי הביקוש לכוח אדם מדעי וטכנולוגי. עובדה זו גרמה לספקנות וחוסר אמון של מקבלי ההחלטות במודלים שהוצגו ולחשד באינטרסים של מציגי המודלים לחיזוי הביקוש של כוח אדם מדעי וטכנולוגי.

להלן יובא פרוט קצר של שלושה מודלים עיקריים לחיזוי הביקוש לכוח אדם מדעי וטכנולוגי:

**(1 תחזיות ה-BLS -** הצעד הראשון במודל זה הינו פירוק המרכיבים של התוצר הלאומי הגולמי בהתבסס על מודלים מקרו-כלכליים. התעסוקה בכל מגזר מחושבת על-ידי אקסטרפולציה של המגמות ההיסטוריות במגזר מסוים ביחס למספר השעות שהפרט עובד באותו המגזר. הקשר בין מספר שעות העבודה לאדם מומר למספר משרות, בהתבסס על ההנחה שיש מספר שעות ממוצע קבוע לשבוע עבודה לאדם בתעשייה. הפיכת התעסוקה לפי מגזר/תעשייה לתעסוקה על-פי מקצוע מתבצעת באמצעות שימוש בטבלה המפרטת את התעסוקה ב-513 מקצועות וב-260 ענפי תעשייה. בשלב הבא מתבצע צמצום של הקבוצות הדמוגרפיות על-פי מגמות כוח העבודה בעבר.

הביקורת על מודל זה: ההנחה העומדת בבסיס המודל על הקשר הלא משתנה בין מספר השעות למספר המשרות בעייתית מכיוון שישנן הוכחות המראות שקשר זה נתון לשינויים במהלך הזמן. כמו כן, המודל מזניח משתנים רבים כדוגמת: הכשרה מקצועית, שינויי קריירה ומתעלם ממשתנים התנהגותיים (NRC, 2000).

**(2 המודל של Rosen & Ryoo (1998) -** המודל מיועד לחיזוי הביקוש העתידי למהנדסים והוא כולל ארבע משוואות:

משוואת ביקוש – השכר של בוגרי הנדסה/מהנדסים/סטודנטים להנדסה כתלות במספר הבוגרים המסיימים את לימודי הנדסה.

משוואת הצע – מספר הסטודנטים המתחילים ללמוד הנדסה כתלות בציפיות שלהם לגבי השכר, משתנים המשקפים את האטרקטיביות של המקצועות ומספר הסטודנטים שהחלו ללמוד בשנה הקודמת.

משוואה דמוגרפית – המאגר הנוכחי של העובדים כתלות במאגר העובדים של השנה שעברה בהפחתה של גורם השחיקה ובתוספת המצטרפים החדשים לשוק העבודה בשנה הנוכחית.

משוואת קריירה – מספר המחליטים ללמוד כתלות בציפיות לשכר.

בין המשתנים הנכללים במודל: מספר בוגרי ההנדסה ביחס למספר בוגרי הקולג'ים, השקעות במחקר ופיתוח יחסית לתוצר הלאומי וכו'. החוקרים מצאו שההיצע מגיב בהתאם לשינויים בביקוש. לפי המודל נמצא שהביקוש מגיב פחות בקלות לשינויים בהוצאות המחקר והפיתוח יחסית לתוצר הלאומי. הסטודנטים הנרשמים יכולים לבסס את ציפיותיהם לגבי השכר בהתאם לנתוני העבר, ההווה והעתיד. הביקורת על מודל זה הינה התעלמות המודל מגורם ההגירה ומגורם חוסר הודאות בשכר (NRC, 2000).

**3) המודל של האיחוד האירופי** (RSE (Research Scientists and Engineers) – הוא מודל חיזוי אשר נועד להעריך את התאמת מערכת החינוך לצרכי השוק בין השנים 1997-2002 ב-14 מדינות השייכות לאיחוד האירופי. המודל מתבסס על הנתונים של שנת 1997. במודל זה מודגש נושא הצמיחה הכלכלית ומדיניות משאבי אנוש. לפי המודל מזהים אי התאמה בין ההיצע לביקוש במדינות מסוימות ובתחומים מסוימים. כל מרכיב במודל מבוסס על תערובת של נתונים סטטיסטיים והנחות אד-הוק.

מרכיב ההיצע במודל מחולק לארבעה תחומים: מדעי הטבע, טכנולוגיה והנדסה, רפואה וחקלאות. הנתונים הסטטיסטיים נלקחו מה-<sup>53</sup>IES/Eurostat לגבי מספר הבוגרים בתחומי המדע והטכנולוגיה. ההנחה היא שיש עלייה קבועה במספר הבוגרים בתחומי המדע והטכנולוגיה באירופה.

הביקוש במודל זה מיוצג על-ידי שתי משוואות:

מרכיב המשרות המתווספות בשל גידול בהשקעות מו"פ – הגורם לגידול בתעסוקה (expansion). הנתונים הסטטיסטיים נלקחו מה- Eurostat. החלק המתייחס למו"פ והנחות מתייחסות ל-<sup>54</sup> cointegration של הוצאות המו"פ ותעסוקה על-פי מגזר. מודלים אקונומטרים פותחו לכל מגזר (עסקי-יזמי, ממשלתי והשכלה גבוהה) בכל מדינה. המודלים משתמשים בהוצאות המו"פ לכל מגזר כדי להסביר את הביקוש לכוח אדם. מרכיב התחלופה (replacement) – משרות הנוצרות בשל פרישת עובדים וניידות כוח אדם למשרות ניהוליות (outflow). הנתונים הסטטיסטיים נשענים על ה- IES Survey of R&D Establishment לגבי תקני מו"פ, ואילו ההנחות נשענות על קבוצות הגילאים השונות ופרישת עובדים לפי cohort של גיל בארצות השונות. מרכיב התחלופה קשור לדמוגרפיה של מגזר המחקר והפיתוח ותלוי בחלוקה של כוח אדם מדעי וטכנולוגי לפי קבוצות גיל. הגורמים המשפיעים על מרכיב זה הינם: פרישה של כוח אדם וניידות של כוח אדם מדעי וטכנולוגי למשרות שאינן בתחומי המדע והטכנולוגיה כדוגמת משרות ניהול ושיווק.

הביקוש מחושב כאשר הוצאות המו"פ הינן המשתנה המסביר. קיימים חסרונות בשימוש בהוצאות המו"פ. הוצאות המו"פ תלויות גם במצב הכלכלי הכללי וגם במדיניות לגבי פיתוח של משאבי אנוש. מכיוון שהתפתחויות עתידיות בנוגע לתוצר המקומי הגולמי ולמדיניות פיתוח משאבי אנוש אינן ודאיות, חוקרי המודל בחרו בגישת התרחישים (scenario). המודל מספק תחזיות של היצע וביקוש על-פי ארבעה תרחישים חלופיים המבוססים על שני מימדים: המימד האקסוגני המתייחס להתפתחויות הכלליות בכלכלה הגלובלית המושפעת במידה מוגבלת על-ידי קובעי המדיניות באיחוד האירופי (בשל גורמים כלכליים בין-לאומיים). המימד השני מתייחס למדיניות ההון האנושי המשקפת את הבחירות שקובעי המדיניות באיחוד האירופי מבצעים ביחס למדיניות מו"פ ולמדיניות חינוך. על מנת להפריד את ההשפעות האקסוגניות

---

<sup>53</sup> IES – Institute of Employment Studies. <http://www.employment-studies.co.uk/main/index.php>

<sup>54</sup> Cointegration is an econometric technique for testing the correlation between non-stationary time series variables. <http://en.wikipedia.org/wiki/Cointegration>

מהשפעות מדיניות ההון האנושי, מדיניות ההון האנושי תצוין על-ידי הוצאות המו"פ במדינה מסוימת ביחס לתוצר המקומי הגולמי.

המודל כולל ארבעה תסריטים: תוצר לאומי נמוך, תוצר לאומי גבוה, גידול חזק בהון האנושי, גידול מתון בהון האנושי. המודל לוקח בחשבון את נושא ההגירה של כוח אדם מדעי וטכנולוגי האמור לפתור צווארי בקבוק מסוימים. באופן זה, ניתן לזהות מחסור בכוח אדם מדעי וטכנולוגי בארצות ובתחומים מסוימים. המודל מספק מספר תהליכי תיקון/התאמה פוטנציאליים כדי לפתור את הפער שבין ההיצע לביקוש. לדוגמה, הסבת עובדים עם השכלה כלשהי לביצוע עבודות שאינן דורשות מיומנות גבוהה, גיוס עובדים בקרב מובטלים, גיוס עובדים בעלי השכלה קרבה למשרה הנדרשת (מהנדסי כימיה במקום כימאים), גיוס עובדים ממדינות אחרות (Marey, De Grip Covers, 2001).

**5. סקר מעסיקים בישראל** – סקר מעסיקים במגזר העסקי מבוצע על-ידי מינהל תכנון וכלכלה במשרד המסחר והתעשייה החל מהמחצית השנייה של שנת 1997 באמצעות חברת BDI<sup>55</sup>. מדגם הסקר כולל 2,500 מעסיקים מהמגזר העסקי (כולל ענף הבריאות והחינוך) הנבדקים אחת לרבעון, ללא המגזר הציבורי. מדגם המעסיקים הוצא ממאגר קובץ המעסיקים של ביטוח לאומי הכולל כ-180,000 מעסיקים המעסיקים לפחות עובד אחד. המדגם הוצא כמדגם שכבות על בסיס חלוקה ל-11 ענפים ול-8 קבוצות גודל, כאשר הנתונים נאספים באמצעות ראיון טלפוני.

על-פי הודעה של מינהל מחקר וכלכלה במשרד התעשייה, התעסוקה והמסחר (2006), בישראל מגובשת שיטה לחיזוי הביקוש למקצועות הנדסאים וטכנאים באמצעות מה"ט, באגף להכשרה ולפיתוח כ"א, בשיתוף המינהל למחקר תכנון וכלכלה במשרד התעשייה והמסחר והתעסוקה. בני פפרמן, מנהל מינהל תכנון מחקר וכלכלה במשרד התעשייה והמסחר והתעסוקה ציין כי החיזוי נועד לשפר את תכנון עתודת כוח האדם הטכנולוגי על-פי הביקוש לעובדים בענפי המשק השונים.

תהליך החיזוי יתבסס על בניית מודל המשלב בין מקורות סטטיסטיים דוגמת סקר המעסיקים ומעקבי הבוגרים של המינהל תכנון מחקר וכלכלה לבין הערכות של גורמי מקצוע המעורים בנעשה בענפי הכלכלה בכלל ובתחום התעשייה בפרט.

תהליך החיזוי אמור להיות מכוון להתפתחויות העתידיות במשק הישראלי תוך התמקדות בבניית תוכניות לטווח של שנתיים עד שלוש, ומעקב והתאמות לאורך תקופת החיזוי.

---

<sup>55</sup> BDI – Business Data Israel - <http://www.bdi.co.il/>

## נספח 2 - ביקורות והמלצות לשיפור המודלים לחיזוי הביקוש לכוח אדם מדעי וטכנולוגי

אחד הנושאים השנויים במחלוקת הינו האם יש טעם בחיזוי של ביקוש לכוח אדם מדעי וטכנולוגי עתידי, מכיוון שרמת הדיוק של התחזיות האלו תלויה בחיזוי אירועים בסביבה דינאמית ומשתנה. באופן כללי, הדיוק של תחזיות ביקוש בשוק העבודה המדעי והטכנולוגי אינו טוב דיו. בדרך כלל, מעבר לשנה הראשונה של התחזית אחוזי הטעויות עולים. החוקרים ניסו לבדוק מה מבדיל תחזית מדויקת מתחזית שאיננה מדויקת (מכיוון שנמצא כי רוב התחזיות מכסות את אותה תקופת זמן ומבוצעות באותה שיטת הערכה). אחד המשתנים אשר נמצאו מנבאים את דיוק המודל הינו הבחירה של משתני התחזית. תחזיות ביקוש לבעלי תואר ראשון בדרך כלל יותר מדויקות מתחזיות ביקוש לבעלי תואר שלישי. קטגוריות מסוימות בשוק העבודה הינן יותר קשות לחיזוי בשל קשרים מורכבים ומשתנים עם משתני שוק העבודה (Oaxaca & Leslie, 1999).

Cervantes (2004) טוען שחיזוי הביקוש של כוח אדם מדעי וטכנולוגי הינו בעל סיכון מכיוון שהוא מתבסס על נתוני ומגמות העבר. על סמך נתוני העבר, קשה לקבוע בוודאות אילו תעשיות וטכנולוגיות חדשות יופיעו בעתיד.

ה- NSF (2006) מפרט את הקשיים הבאים הייחודיים לחיזוי הביקוש לכוח-אדם מדעי וטכנולוגי:

- קושי לחזות החלטות על הוצאות במחקר ופיתוח הנעשות על-ידי ממשלות וחברות.
- קושי לחזות הופעת תעשיות ותהליכים טכנולוגיים חדשנים.

בהתייחסות למודלים של חיזוי ביקוש יש לשים לב לשני פרמטרים: יעילות המודל ומגבלותיו. אחד הנושאים החשובים במודלים של ביקוש הינו כיצד לייצג חוסר ודאות. כל מודל נשען על הנחות שאינן ודאיות לגבי משתני העתיד. השאלה המתבקשת הינה עד כמה ניתן להיות בטוחים בהנחות הללו.

Oaxaca & Leslie (1999) טוענים שמטרת תחזיות ביקוש הינה לשפר את ההבנה של תהליכי קבלת החלטות. לשם כך, אין צורך לבנות מודל מתוחכם ומובנה היטב אלא לחקור את המשתנים השונים: התנהגות השכר, מדיניות בנוגע לקביעות, מדיניות המוסדות להשכלה גבוהה בנושא משרות מחקר. יש להגיע להבנה טובה של תהליכים אלו, מעין מחקר בסיסי בשוק העבודה. לטענתם למודלים של ביקוש יש ערך מפוקפק בחיזוי העתיד, פרט לחיזוי המיועד לעתיד הקרב, בטווח של עד שנה. עדיף להתרכז בהבנת הגורמים המניעים את שיקולי ההיצע והביקוש של שוק המדענים והמהנדסים. השאלה אינה כמה מדענים ומהנדסים יהיו ולכמה מדענים ומהנדסים נזדקק, אלא מהם הגורמים שישפיעו על ההיצע והביקוש של מהנדסים ומדענים ומה גודל השפעתם. מומלץ לארגן את המידע הנאסף לפחות בשלוש אופנים: על-פי תחום (פיזיקה, כימיה), על-פי משתנים תלויים (מספר התארים הראשונים, מספר הנרשמים) ועל-פי משתנים מסבירים (משכורות, משכורות חלופיות).

שווקי המדע והטכנולוגיה מאופיינים מעצם טיבם בחוסר שיווי משקל, אבל אף אחד מהמודלים לא לוקח זאת בחשבון ולכן העיסוק במחקרי היצע וביקוש של מדענים ומהנדסים אינו מועיל. עדיף להתמקד בזיהוי ובהערכת גודלם של המשתנים המנבאים היצע עתידי לכוח אדם מדעי וטכנולוגי.

מספר משתנים מנבאים חשובים הינם: המשכורות המשולמות לאנשים העוסקים בשוק המדעי והטכנולוגי, משכורות המשולמות לאנשים העוסקים במקצועות הנתפסים כחלופיים למדע וטכנולוגיה, מספר אנשים



מהתחום המחפשים תעסוקה, גודל ה-cohort<sup>56</sup> של אנשי מדע וטכנולוגיה, פילוח מספר הנרשמים או העומדים לקבל תואר בתחומי המדע הטכנולוגיה.

דו"ח של ה-NRC<sup>57</sup> משנת 2000 מונה ארבעה גורמים עיקריים המשפיעים על חוסר הודאות בתחזיות ביקוש:

- גורמים ממקורות חיצוניים אשר הינם מחוץ לשוק העבודה והמשפיעים עליו. לדוגמה, צמיחה כלכלית, צמיחה טכנולוגית, צרכי בטחון, מלחמות, דמוגרפיה של שוק העבודה המדעי והטכנולוגי.
  - גורמים המושפעים ממדיניות ממשלתית אבל אינם בהכרח זהים לאינטרסים של שוק העבודה המדעי והטכנולוגי. דוגמאות: מדיניות הגירה, מימון מחקרים.
  - חוסר ודאות הנובע מגורמים התנהגותיים – חוסר היכולת לחזות כיצד אנשים יגיבו לשינויים בשוק העבודה.
  - חוסר ודאות הנובע מגורמים כלכליים. חוסר ודאות זו מחולקת לשני סוגים:  
חוסר ודאות פרמטרית - אי היכולת לתאר במודל את כל הפרמטרים והדקויות הקיימים בעולם האמיתי.  
חוסר ודאות הטבעה במודל - אין אפשרות לכייל את המודל בהתאם לכל הפרמטרים הקיימים בעולם האמיתי.
- קיים הבדל בין תחזיות לטווח קצר ותחזיות לטווח ארוך. לתחזיות אלו יש מטרות שונות, שימושים שונים וסוגי טעויות שונים. תחזית לטווח קצר מיועדת לשנה או לשנתיים הקרובות, התחזית כוללת נתונים שנתיים ויש לה יכולת חיזוי טובה. תחזיות לטווח ארוך הינן מורכבות יותר מכיוון שהן פגיעות יותר לשינויים בלתי צפויים בסביבה הכלכלית ולכן הן מדויקות פחות.
- Johnson אצל (Oaxaca & Leslie, 1999) טוען שחיזוי מעבר לתקופה קצרה של זמן הופך להיות בעייתי. חיזוי עתידי של ביקוש של כוח אדם מדעי וטכנולוגי תלוי בלפחות עשרה משתנים אקסוגניים. חלק מהמשתנים האקסוגניים ניתנים לחיזוי בטווח של עשרים שנה ואילו חלק אחר כדוגמת העדפות הקריירה של סטודנטים הינם מטבעם בלתי צפויים. מודלים של חיזוי צריכים להיות מבוססים על נתונים אמניים, עדכניים ולקחת בחשבון גם משתנים מחוץ למודל.
- דו"ח ה-NRC (2000) מונה מספר צעדים שיש לנקוט בהם על מנת לייצג את גורם חוסר הודאות באופן שלא יטעה את המשתמש:

- יש לידע את המשתמש האם המודל מותנה או לא מותנה. מודל לא מותנה מוגדר כאשר ערכי העתיד של המשתנים המסבירים ידועים בוודאות. מודל מותנה מוגדר כאשר ערכי העתיד של המשתנים המסבירים אינם ידועים בוודאות.
- לברר מהי מטרת המודל – תחזית לטווח קצר או תחזית לטווח ארוך.
- לקחת בחשבון שהחיזוי של הביקוש הינו תהליך דינאמי הנתון לשינויים.
- תיעוד מלא של המודל כולל נתונים ומתודולוגיה. יש להעריך את דיוק המודל אל מול המטרה הנדרשת ולתקן את המודל בהתאם.
- שימוש במחקרים קוגניטיביים על מנת לקבל ייצוג טוב יותר של המידע.

<sup>56</sup> Cohort - a group or band of people. <http://en.wikipedia.org/wiki/Cohort>.

<sup>57</sup> National Research Council (NRC) - principal operating agency of both the National Academy of Sciences and the National Academy of Engineering. <http://www.nationalacademies.org/nrc/>

- חקר המודל וחוסר הודאות המיוצגים בו.
  - Oaxaca & Leslie (1999) מונים את הגורמים הבעייתיים הבאים בתחזיות ביקוש:
  - תיעוד חסר של נתוני המודל ושל משתני המודל.
  - שינוי ההגדרות של המשתנים המסבירים לאורך זמן – הכלכלה הינה דינאמית והקשרים בין משתני המודל משתנים לאורך זמן בשל שינוי בגודל המשתנים, שינוי בהגדרות משוואות המודל לאורך זמן.
  - חוסר עקביות בין נתוני המקורות השונים.
  - הגדרות לא ברורות – ההגדרות של מדען ומהנדס הינן בעייתיות ומעלות שאלות לגבי תקפות הניתוחים והמסקנות לגבי מחסור/עודף במהנדסים.
  - התעלמות מגורם חוסר שיווי המשקל המאפיין את שוקי העבודה המדעים והטכנולוגיים.
- המלצות דו"ח ה- NRC (2000) לשיפור המודלים של החיזוי כוללות את הצעדים הבאים:
- 1) לקחת בחשבון מיהם הלקוחות של תחזיות הביקוש - תחזיות ביקוש משמשות בדרך כלל ארבעה מגזרים נפרדים: סטודנטים לצורך קבלת החלטות עתידיות לגבי הקריירה שלהם, גופים ממשלתיים לצורך קביעת מדיניות בנושאי כוח אדם, מעסיקים מהתעשייה והאקדמיה וקהילת המדע.
  - 2) הקף התחזית – יש לשים לב לפרמטרים הבאים:
    - 2.1 האם התחזית מותנת או לא מותנת.
    - 2.2 רמת הדיסאגרגציה (disaggregation) – רצוי להשתמש ברמות מרובות של דיסאגרגציה לפי תחומים שונים. לדוגמה: פיזיקה, פיזיקה של מוצקים, פיזיקה של חומרים.
    - 2.3 המשתנים המיוצגים בתחזית – יש לקחת בחשבון את המשתנים הבאים: משכורות, איכות כוח האדם, ואיכות העבודה.
    - 2.4 רמת הירידה לפרטים – שוק העבודה המדעי והטכנולוגי מגוון ומורכב, יש לבדוק האם נדרשות תחזיות נפרדות לביולוגים, לתעשיות פרמצבטיות וכדומה.
    - 2.5 ייצוג חוסר הודאות במודל – במודלים קיימים נתונים מפוזרים רבים ויש בעיה לייצג פיזור זה. לכן אין תמיד טעם בשימוש בנתון הממוצע (לדוגמה, משכורת).
    - 2.6 איכות הנתונים והמשתנים הכלולים במודל- תיאום בין הגופים השונים האחראים לאיסוף הנתונים, תיעוד מלא של איסוף הנתונים, שיפור איכות הנתונים הנאספים.
    - 2.7 נושאים הקשורים למודל – מהם המשתנים מחוץ לשוק העבודה המדעי והטכנולוגי המשפיעים על המודל. לדוגמה: מחירים, משכורות, משרות, ואיכות האנשים בשוק. יתכן שצריך לקחת בחשבון משתנים נוספים כדוגמת, משרות פנויות ותת-תעסוקה.
    - 2.8 טבע המודל – יש אבחנה בין מודלים מסוג gap אשר אינם כוללים את מנגנוני שיווי המשקל (שינוי שך, שינויים בתיאור התפקיד, האצה בתוכניות מחקר) ומודלים שמרנים הכוללים מנגנוני שיווי משקל. יש לזהות ולנתח באופן אמפירי את מנגנוני שיווי המשקל ואופן פעולתם.
    - 2.9 מורכבות המודל – מודלים של ביקוש כוח אדם בתחום ההנדסה נוטים להיות מורכבים מדי על חשבון היעילות.
    - 2.10 ייצוג מרכיבים התנהגותיים - מודל טוב אמור להתייחס גם למרכיב ההתנהגותי. אנשים מגיבים לתמריצים בשוק העבודה ויש לכמת את תגובותיהם. בדרך-כלל, כלכלנים מכינים מודל מתמטי-אקונומטרי

ומשתמשים בנתוני העבר כדי להסיק על הפרמטרים של התגובה ההתנהגותית. יש להימנע ממודלים שאינם לוקחים בחשבון גורמים התנהגותיים, מכיוון שמודלים אלו יוצרים רושם מוטעה. אין מודל אחד שמתאים לכל המגזרים והלקוחות, יש צורך במבנה גמיש של מודל שיותאם למטרות ובצרכי הלקוחות.

(3 הפרדה בין איסוף הנתונים לבניית התחזית - צריכה להיות הפרדה בין הגופים האוספים את הנתונים לבין הגוף המגיש את התחזיות וזאת על מנת למנוע ניגודי אינטרסים. הוועדה המליצה שה-NSF יתמקד באיסוף הנתונים. ה-SRS<sup>58</sup> יהיה הגורם הרשמי שיעסוק במודלים ובתחזיות ביקוש של כוח אדם מדעי וטכנולוגי.

(4 איסוף נתונים עדכניים, בדיקה שכל הגופים משתמשים באותן ההגדרות, מעקב אחרי כל מגזרי השוק השונים (סטודנטים, בוגרים, בוגרי הסבה מקצועית, ועוד). בנוסף לכך, ישנה ירידה בגדלי המדגם המקשה על תחזיות בשווקים קטנים, בתחומים מוגדרים ולאירועים פחות שכיחים דוגמת הסבה מקצועית.

(5 איסוף נתונים המשמשים את המודל בהיקף ובזמן המתאים. הנתונים יכללו יצור סטטיסטיקות תיאוריות על-פי זמן המתייחסות למשכורות ולתעסוקה על-פי הכשרה, מקצוע ומגזר, רמת תואר, ניידות פנימית. על הנתונים הנאספים לאפשר לתחזיות להיות נבדלות לאורך המימדים הבאים:

- תחזית מותנת/לא מותנת.
- ייצוג מגזרים שונים בתחזית: אקדמיה (משרות קבועות, משרות של בתר-דוקטורנטים), תעשייה.
- נושאי תחזית הביקוש: ביקוש, ניידות וקריירות.
- תחזיות מפורטות ומקיפות יותר מעבר לממוצעים וסטיות תקן, באופן שיתארו פיזור מלא של התוצאות האפשריות.
- תחזיות בצירי זמן שונים.
- הצגת הנתונים בטבלאות הניתנות לניתוח של מדיניות וגם לתכנון קריירה על-ידי סטודנטים ולמחקר על-ידי מהנדסים ומדענים.

(6 פיתוח תוכנית מחקר שתעסוק בשיפור מודלי ביקוש של כוח אדם מדעי וטכנולוגי - יש לשים דגש מיוחד על הפרמטרים הקריטיים של תגובת שוק העבודה כמו תנודות בשכר, מעברים בין מקצועות, מדידת איכות כוח האדם ההנדסי והטכנולוגי.

---

<sup>58</sup> SRS - Division of Science Resources Statistics. <http://www.nsf.gov/statistics>

מחלקה של הקרן הלאומית למדע האמריקאית האחראית על איסוף, ניתוח ופרסום נתונים לגבי מדע והנדסה בארה"ב.



הטכניון - מכון טכנולוגי לישראל  
מוסד שמואל נאמן למחקר מתקדם במדע וטכנולוגיה  
טל. 04-8292329, פקס. 04-8231889  
קרית הטכניון, חיפה 32000  
[www.neaman.org.il](http://www.neaman.org.il)