

מוסד שמואל נאמן  
למחקר מדיניות לאומית

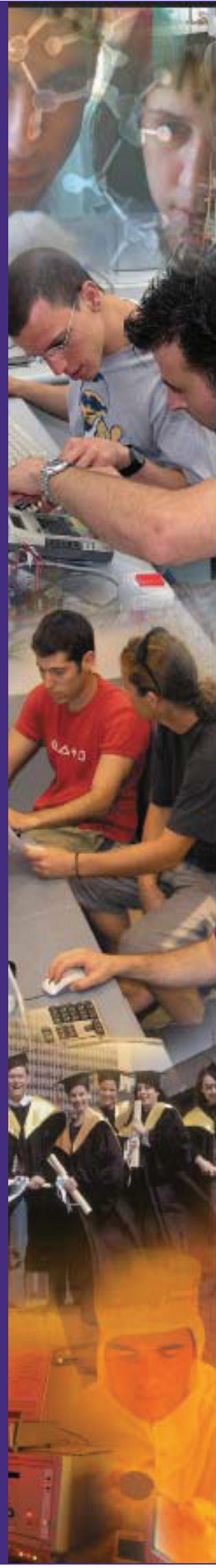


# כוח אדם טכנולוגי ומדעי בישראל : נושאים נבחרים - חלק א'

מוגש למועצה הלאומית למחקר ופיתוח

ציפי בוכניק • בלה זלמנוביץ  
הנחייה: ד"ר דפנה גץ

ספטמבר, 2008



## אודות מוסד שמואל נאמן

מוסד שמואל נאמן שהוקם בטכניון בשנת 1978 ביוזמת מר שמואל (ס) נאמן הוא מכון למחקרי מדיניות לאומית במגוון רחב של נושאים בתחום הפיתוח הכלכלי, חברתי ומדעי-טכנולוגי של מדינת ישראל. פעילות המחקר בתחום המדיניות הלאומית מתרכזת בתשתיות הפיזיות, המדעיות-טכנולוגיות, תעשייתיות ותשתיות ההון האנושי הקובעות את חוסנה הלאומי של מדינת ישראל. במוסד מבוצעים מחקרי מדיניות וסקירות, שמסקנותיהם והמלצותיהם משמשים את מקבלי ההחלטות במשק על רבדיו השונים. מחקרי המדיניות נעשים בידי צוותים נבחרים מהאקדמיה, מהטכניון ומוסדות אחרים ומהתעשייה. לצוותים נבחרים האנשים המתאימים, בעלי כישורים והישגים מוכרים במקצועם. במקרים רבים העבודה נעשית תוך שיתוף פעולה עם משרדים ממשלתיים ובמקרים אחרים היוזמה באה ממוסד שמואל נאמן וללא שיתוף ישיר של משרד ממשלתי. בנושאי התוויית מדיניות לאומית שעניינה מדע, טכנולוגיה והשכלה גבוהה נחשב מוסד שמואל נאמן כמוסד למחקרי מדיניות המוביל בישראל.

עד כה ביצע מוסד שמואל נאמן מאות מחקרי מדיניות וסקירות המשמשים מקבלי החלטות ואנשי מקצוע במשק ובממשל. סקירת הפרויקטים השונים שבוצעו במוסד מוצגים באתר האינטרנט של המוסד. בנוסף מוסד שמואל נאמן מסייע בפרויקטים לאומיים דוגמת המאגדים של משרד התמ"ס - מגנט"ט בתחומים: ננוטכנולוגיות, תקשורת, אופטיקה ותקשורת, כימיה, אנרגיה, איכות סביבה ופרויקטים בעלי חשיבות חברתית לאומית. מוסד שמואל נאמן מארגן גם ימי עיון מקיפים בתחומי העניין אותם הוא מוביל.

יו"ר מוסד שמואל נאמן הוא פרופ' זאב תדמור וכמנכ"ל מכהן פרופ' משה משה. המוסד פועל במסגרת תקציב של הקרן שהותיר שמואל נאמן להטמעת החזון לקידומה המדעי-טכנולוגי, כלכלי וחברתי של מדינת ישראל.

כתובת המוסד: מוסד שמואל נאמן, קרית הטכניון, חיפה 32000

טלפון: 04-8232329, פקס: 04-8231889

כתובת דוא"ל: [info@neaman.org.il](mailto:info@neaman.org.il), כתובת אתר האינטרנט: [www.neaman.org.il](http://www.neaman.org.il)

# כוח אדם טכנולוגי ומדעי בישראל:

## נושאים נבחרים - חלק א'

מוגש למועצה הלאומית למחקר ופיתוח

תת הוועדה לנושא כוח אדם

ציפי בוכניק • בלה זלמנוביץ

הנחייה: ד"ר דפנה גץ

---

דו"ח מחקר זה הוא חלק מפרויקט "כוח אדם טכנולוגי ומדעי בישראל", המנוהל במסגרת

מוסד שמואל נאמן למחקר מדיניות לאומית.

אין לשכפל כל חלק מפרסום זה ללא רשות מראש ובכתב ממוסד שמואל נאמן מלבד לצורך ציטוט של

קטעים קצרים במאמרי סקירה ופרסומים דומים תוך ציון מפורש של המקור.

הדעות והמסקנות המובאות בפרסום זה הן על דעת המחבר/ים ואינן משקפות בהכרח את דעת מוסד

שמואל נאמן.

## הקדמה

כלכלה משגשגת ואיכות חיים גבוהה דורשת חדשנות טכנולוגית, הנשענת על מדע מפותח וכוח אדם עתיר ידע, במיוחד במדינות הדלות באוצרות טבע. ביולי 2007, הוגשה למולמו"פ עבודה בנושא "כוח אדם מדעי וטכנולוגי במדינת ישראל" שהוכנה על ידי צוות מוסד נאמן בהתאם להזמנה של תת-הועדה לנושא כוח אדם של המולמו"פ, ובמימון משותף של המולמו"פ ומוסד נאמן.

העבודה כללה נתונים המפרטים את ההיצע של כוח האדם המדעי והטכנולוגי ותיאור שוק העבודה במדינת ישראל באמצעות אינדיקאטורים של שכר, אבטלה ותעסוקה על-פי פילוחים שונים. בנוסף, הובאה סקירת ספרות שתארה את ההיצע והביקוש לכוח אדם מדעי וטכנולוגי במדינות ה-OECD, והמלצות לגבי דרכים להגדלת ההיצע של כוח אדם מדעי וטכנולוגי.

בעקבות העבודה הנ"ל, עלו מספר שאלות עיקריות:

- כיצד מתמודדים בעולם עם בריחת מוחות ומה ניתן ללמוד מהדרך להחזרת מדענים וחוקרים, בה נקטו מדינות אחרות?
- האם שני עשורים לאחר העלייה הגדולה ממדינות חבר העמים שתרמה להגדלת מאגר כוח האדם במשק הישראלי, קיימים מקצועות בהם נושא כוח האדם עומד בפני משבר?
- מהם מאגרי כוח האדם הקיימים במשק מהם ניתן לשאוב כוח אדם מדעי וטכנולוגי ומהי המדיניות שיש לנקוט על מנת למלא חוסרים אלה?

שאלות אלו נדונות בהרחבה בדו"ח הנוכחי. דו"ח זה הוא דו"ח בייניים המהווה המשך לעבודה הקודמת שהוגשה למולמו"פ. הדו"ח כולל את שלושת הפרקים הבאים: צמצום בריחת המוחות במדינות שונות; תחזית להיצע בכוח אדם בהתאם לצרכים העתידיים של התעשייה; הרחבת מאגר העובדים בשוק העבודה המדעי והטכנולוגי.

## תוכן עניינים

7	פרק 1: צמצום בריחת המוחות
7	הקדמה
7	רקע תיאורטי
9	נתונים סטטיסטים
15	מדיניות לצמצום בריחת המוחות
15	בריחת המוחות בסין
15	רקע
18	השקעה במערכת ההשכלה הגבוהה ובהון אנושי
19	חזרה לצמיחות של אנשי אקדמיה ומדענים סינים
22	סיוע כספי
22	מדיניות של הממשל המקומי
22	תוכניות ייעודיות של מוסדות אקדמיים
23	הפזורה הסינית
25	מדיניות לצמצום בריחת המוחות ברוסיה
25	רקע
26	תוכניות להחזרת אזרחים רוסים
27	השקעות במדע וטכנולוגיה
28	יוזמות של מוסדות אקדמיים
28	הפזורה הרוסית
29	מדיניות לצמצום בריחת המוחות בהודו
29	רקע
30	תוכניות להחזרת מדענים הודים
31	השקעות במדע וטכנולוגיה - יצירת "עמק הסיליקון" ההודי
31	הפזורה ההודית
33	בריחת מוחות מ ישראל
33	נתונים סטטיסטים
34	הסיבות לבריחת המוחות מ ישראל
36	מידע קיים אודות אקדמאים ישראלים השוהים בחו"ל
36	תוכניות להחזרת מדענים ישראלים
36	הפזורה הישראלית
37	סיכום
39	פרק 2: תחזית להיצע בכוח אדם בהתאם לצרכים עתידיים של התעשייה
40	כוח אדם במשק המים
40	רקע כללי
41	הגדרות של כוח אדם בתחום המים ותחזיות בארה"ב
42	הכשרת כוח אדם הנדסי ומדעי בתחום המים
47	מחקר בתחום המים
51	מועסקים בתחום המים
52	תחזית ההיצע והביקוש של כוח אדם בתחום המים

55.....	תוכניות לקידום משק המים בישראל
57.....	מהנדסי חשמל
57.....	רקע כללי
57.....	הגדרות ותחזית תעסוקה למהנדסי חשמל בארה"ב
58.....	הכשרה של מהנדסי חשמל
62.....	מהנדסי חשמל מועסקים במשק
64.....	תחזית ההיצע והביקוש של מהנדסי חשמל
66.....	כוח אדם בתחום הכימיה
66.....	רקע כללי
66.....	הגדרות של כוח אדם בתחום הכימיה ותחזיות תעסוקה בארה"ב
68.....	הכשרת כוח אדם הנדסי ומדעי בתחום הכימיה
72.....	מו"פ בתחום הכימיה
74.....	התעשייה הכימית בישראל
75.....	מועסקים בתחום הכימיה
75.....	תחזית ההיצע והביקוש של כוח אדם בתחום הכימיה
<b>79.....</b>	<b>פרק 3: הרחבת מאגר העובדים בשוק העבודה המדעי והטכנולוגי</b>
79.....	מבוא
80.....	נתונים על היצע פוטנציאלי של כוח אדם לשוק העבודה המדעי והטכנולוגי
83.....	הכשרה מקצועית בישראל
88.....	הכשרת חיילים משוחררים
89.....	הכשרת נוער
92.....	הכשרת עולים
92.....	נתונים סטטיסטיים
93.....	הכשרת עולי אתיופיה
95.....	הכשרת עולי חבר המדינות
96.....	הכשרת חרדים
97.....	הכשרת מיעוטים
98.....	הכשרה של אימהות חד הוריות
99.....	הכשרה מקצועית במדינות ה-OECD
101.....	סיכום
<b>102.....</b>	<b>מקורות</b>

## רשימת איורים וטבלאות

- איור 1: מספר מקבלי תואר שלישי בארה"ב לפי ארץ מוצא באסיה, 1985-2005 ..... 11
- איור 2: בעלי תארים במדע והנדסה המתגוררים בארה"ב, לפי ארץ מוצא, 2003 ..... 11
- איור 3: בעלי תואר שלישי במדע והנדסה המתגוררים בארה"ב, לפי ארץ מוצא, 2003 ..... 12
- איור 4: מקבלי ויזה זמנית מסוג HB-1 לפי ארץ מוצא, 2006 ..... 12
- איור 5: בעלי תואר שלישי מקבלי ויזה זמנית מסוג HB-1 לפי ארץ מוצא, 2006 ..... 13
- איור 6: מספר מקבלי תואר ראשון במדעי הטבע לפי מדינות נבחרות, 1985-2005 ..... 16
- איור 7: מספר מקבלי תואר ראשון בהנדסה לפי מדינות נבחרות, 1985-2005 ..... 16
- איור 8: מספר מקבלי תואר שלישי בסין לפי תחומים, 1985-2005 ..... 17
- איור 9: מספר הסטודנטים שיצאו ללמוד מחוץ לסין וחזרו אליה, 1991-2006 ..... 17
- איור 10: הארגונים המופעלים על ידי משרד החינוך הסיני לטיפול בסטודנטים סינים הלומדים מחוץ לסין ..... 21
- איור 11: מספר מקבלי תואר שלישי בהודו לפי תחום, 1985-2005 ..... 29
- איור 12: מספר הפרסומים הישראליים בתחום המים, 1981-2005 ..... 49
- איור 13: מספר הציטוטים לפרסומים הישראליים בתחום המים לפי שנת פרסום, 1981-2005 ..... 50
- איור 14: היחס בין מספר הציטוטים למספר הפרסומים בין השנים 2001-2005 ..... 50
- איור 15: מספר המועסקים (באלפים) בהפקת מים וחלוקתם 2002-2006 ..... 51
- איור 16: מספר מהנדסי חשמל ואלקטרוניקה המועסקים (באלפים), 1999-2006 ..... 62
- איור 17: מספר הנבחנים בכימיה בהשוואה לפיזיקה וביולוגיה, תשס"ד-תשס"ו ..... 70
- איור 18: מספר הבוגרים לתואר ראשון, שני ושלישי בתחום הכימיה והחומרים באוניברסיטאות, 1999-2005 ..... 71
- איור 19: הקצאות המדען הראשי במשרד התמ"ת לפי יעדים, 2007 ..... 72
- איור 20: שיעור ההוצאה הציבורית על הכשרה מקצועית כחלק מהתוצר המקומי הגולמי במדינות ה-OECD, 2004 ..... 100
- טבלה 1: מספר מקבלי תואר שלישי במדע והנדסה בארה"ב, לפי ארץ מוצא, 1985-2005 ..... 9
- טבלה 2: מספר מקבלי תואר שלישי בארה"ב לפי תחום ומוצא, 1985-2005 ..... 10
- טבלה 3: מספר הנרשמים ללימודים במוסדות להשכלה גבוהה ביפן לפי תחום וארץ מוצא, 2005 ..... 14
- טבלה 4: כוח האדם מדעי והנדסי בסין, 2001-2006 ..... 15
- טבלה 5: מספר משוער של משרות בארה"ב ב-2016 בהשוואה ל-2006 במקצועות הכוללים את תחום המים ..... 42
- טבלה 6: מוסדות המכשירים מהנדסים ואקדמאים לתחום המים בישראל ..... 43
- טבלה 7: מוסדות המכשירים הנדסאים וטכנאים לתחום המים ..... 44
- טבלה 8: מספר המתקבלים ללימודים בפקולטה להנדסה אזרחית ..... 44
- טבלה 9: מוסדות עיקריים המממנים או מבצעים פעילות מחקרית במשק המים ..... 48
- טבלה 10: תחזיות למצב כוח אדם בתחום המים, 2007-2017 ..... 53
- טבלה 11: פירוט תקציבים שמיועדים לתוכנית (במיליוני ש"ח) ..... 56
- טבלה 12: מספר משוער של משרות בארה"ב ב-2016 בהשוואה ל-2006 במקצועות הנדסת חשמל בהשוואה למהנדסי מחשבים (חומרה) ..... 58
- טבלה 13: מוסדות המכשירים מהנדסי חשמל בתחום מערכות הספק ..... 59
- טבלה 14: מספר המהנדסים שנרשמו ברשם המהנדסים-מדור הנדסת חשמל ..... 63
- טבלה 15: תחזיות לדרישת מהנדסי חשמל במשק, 2007-2017 ..... 65

טבלה 16:	מספר משוער של משרות בארה"ב 2016 בהשוואה ל-2006 של כימאים ומדענים בתחום החומרים	67
טבלה 17:	מספר משוער של משרות בארה"ב 2016 בהשוואה ל-2006 של מהנדסי כימיה	68
טבלה 18:	הקצאות המדען הראשי במשרד התמ"ת לפי יעדים, 1998-2007	72
טבלה 19:	הוצאות מו"פ בענפי תעשייה נבחרים בישראל (%) , 1995-2006	73
טבלה 20:	תחזיות למצב כוח אדם – כימאים ומהנדסי כימיה וחומרים, 2007-2017	77
טבלה 21:	שיעור ההשתתפות בכוח העבודה האזרחי בישראל, 2004-2009	80
טבלה 22:	אחוז בכוח העבודה מהאוכלוסייה בגיל העבודה (גילאי 15 ומעלה), השוואה בין לאומית של נתונים, 2000-2006	81
טבלה 23:	מספר המועסקים (באלפים) לפי מספר שנות לימוד בישראל, 2006	81
טבלה 24:	כלל האוכלוסייה והשתתפות בכוח העבודה האזרחי (באלפים) לפי מחוז מגורים ושנות לימוד, 2006	82
טבלה 25:	סוגי המקצועות הנלמדים במסגרת המחלקה להכשרת מבוגרים	86
טבלה 26:	מספר קורסים, מספר תלמידים ותקציב המחלקה להכשרת מבוגרים, 2003-2007	87
טבלה 27:	מספר המוסדות והקורסים שאושרו לצורך הענקת כספי פיקדון, 2003 – 2007	88
טבלה 28:	מספר הסטודנטים ותקציב מה"ט, 2003-2007	88
טבלה 29:	מספר קורסים, מספר תלמידים ותקציב המחלקה להכשרת נוער, 2003-2007	90
טבלה 30:	פרוט פעילות ההכשרה לנוער על פי מסלולי הלימוד השונים, 2006/7	90
טבלה 31:	שיעורי ההשתתפות של העולים החדשים בכוח העבודה בישראל לפי מקורות שונים	92
טבלה 32:	מועסקים עולי 1990 ואילך, לפי שנות לימוד ומשלח יד (באלפים ובאחוזים), 2006	92
טבלה 33:	יוצאי אתיופיה בגילאי 18-64, לפי מספר שנות לימוד, 2004-2005	93
טבלה 34:	אחוזי התעסוקה של יוצאי אתיופיה בגילאי 22-64 לפי מין וקבוצת גיל בהשוואה לתעסוקת כלל האוכלוסייה היהודית, 1995-2005	93
טבלה 35:	שיעור ההשתתפות של האוכלוסייה הערבית בכוח העבודה לפי קבוצת הגיל בהשוואה לאוכלוסייה היהודית, 2006	97
טבלה 36:	ההשתתפות של האוכלוסייה הערבית בכוח העבודה לפי מספר שנות לימוד, 2006	97
טבלה 37:	מאפייני תעסוקה של אימהות חד הוריות בהשוואה לאמהות נשואות, 2005	98



## רשימת קיצורים

AMLP	Active Labor Market Policy
BLS	U.S. Bureau of Labor Statistics
CEDEFOP	European Centre for Development of Vocational Training
CIS	Commonwealth of Independent States
CNC	Computer Numerical Control
CPP	Citations Per Paper
CSIR	Council of Scientific and Industrial Research
EERC	Economic Education and Research Consortium
FTE	Full Time Equivalents
HRSTE	Human Resources in Science and Technology - Education
HRSTO	Occupation–Human Resources in Science and Technology
IPTS	Institute for Prospective Technology Studies
ISCED	International Standard Classification on Education
ISCO	International Standard Classification of Occupations
NCAER	National Council of Applied Economic Research
NSF	National Science Foundation
OECD	Organization for Economic Co-operation and Development
WTO	World Trade Organization
UNDP	United Nations Development Programme

ות"ת	הוועדה לתכנון ולתקצוב של המועצה להשכלה גבוהה
למ"ס	הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה
מה"ט	המכון הממשלתי להכשרה בטכנולוגיה ובמדע
מל"ג	המועצה להשכלה גבוהה
סל"ה	סטודנטים לפני הורים
תב"ת	תנופה בתעסוקה
תמ"ת	משרד התעשייה המסחר והתעסוקה

# פרק 1: צמצום בריחת המוחות

## הקדמה

נתונים סטטיסטיים ואינדיקטורים למדידת הניידות של כוח אדם מדעי וטכנולוגי, כמו גם הסיבות לניידות של כוח אדם מדעי וטכנולוגי פורטו בעבודה קודמת של מוסד נאמן שהוגשה למולמו"פ "כוח אדם מדעי וטכנולוגי במדינת ישראל" ופורסמה ביולי 2007.

ניידות של כוח אדם מדעי וטכנולוגי, המכונה בריחת מוחות (brain drain), מתארת הגירה של מדענים, מהנדסים ועובדים משכילים אחרים, בדרך כלל, ממדינות מתפתחות למדינות מפותחות. בריחת מוחות מהווה לאחרונה נושא לדאגה גם בקרב מדינות מפותחות ובמדינות האיחוד האירופאי כדוגמת בריטניה, גרמניה וצרפת. קובעי מדיניות במדינות רבות, שמודאגים מתופעת בריחת מוחות, החלו בתהליכים להתמודדות עם התופעה במדינותיהם.

בפרק זה, יושם דגש על תיאור תופעת בריחת המוחות במדינות הבאות: סין, רוסיה, הודו וישראל. תובא סקירה הכוללת נתונים סטטיסטיים לגבי בריחת המוחות במדינות אלו והמדיניות שנקטת על מנת להתמודד עם התופעה ולצמצם את מימדיה. המדיניות תוצג בשלושה היבטים עיקריים: תוכניות המיועדות להחזרת מדענים ואנשי אקדמיה החיים מחוץ למדינתם, הגדלת ההשקעות במו"פ ובמערכת ההשכלה הגבוהה בארץ המוצא וחיזוק הקשר עם פזורת המדענים והאקדמאים, המתגוררים מחוץ לארצם, כמנוף לחיזוק הפעילות המדעית והטכנולוגית בארץ המוצא.

## רקע תיאורטי

המונח בריחת מוחות מהווה שם נרדף למעבר של הון אנושי, ידע ומומחיות בכיוון אחד. המונח הוצג לראשונה על ידי ה-"British Royal Society" בראשית שנות ה-60 על מנת לתאר את ההגירה של מדענים מבריטניה לארה"ב ולקנדה במהלך שנות ה-50 וה-60. במהלך העשורים הבאים, המונח בריחת מוחות תאר הגירה ממדינות מתפתחות למדינות מפותחות. לפי גישה ליניארית זו, המעבר של חוקרים לארגונים או למדינות אחרות משמעותו אחת - הפסד של הון אנושי לארץ המוצא. ניידות זו קשורה למשחק של סכום אפס (zero sum game), מכיוון שחוקרים לא יכולים להיות פיזית במספר מקומות בו זמנית. הדרך היחידה להגדיל את מלאי החוקרים בארץ המוצא היא להכשיר חוקרים נוספים או למשוך חוקרים מבחוץ (Davenport, 2004; Canibano, Otamendi & Andujar, 2008).

במהלך שנות ה-90, הופיעו חוקרים שהציעו גישה שונה לתופעת בריחת המוחות. לטענתם, מחקרים קודמים התעלמו מהמורכבות של תופעת בריחת המוחות, מהיבטים של זמן, כיווני הניידות, מגוון הצורות של התופעה ומקומם של "מנגנוני פיצוי".

לפי Gaillard (1998), הגישה הליניארית אינה לוקחת בחשבון האם המדען המהגר היה פרודוקטיבי באותה מידה בארץ המוצא שלו ולא מצליחה להעריך נכונה את הרווחים הקשורים לניידות של כוח אדם

מדעי וטכנולוגי, שעיקרם יצירת רשתות מקצועיות וחברתיות. בניגוד למונח, בריחת מוחות, מספר חוקרים הציעו את המונח "ניידות מוחות" או "מחזור מוחות" (Johnson & Regets, 1998 אצל Fontes 2007). לפי גישה זו, כוח אדם משכיל מהגר למדינה אחרת, שבה הוא מתיישב, ממשיך לנוע בין מקומות שונים (כולל ארץ המוצא), רוכש ידע חדש, מפתח את היכולות והכישורים, יוצר רשתות מקצועיות וחברתיות בין לאומיות ובמהלך תהליכים אלו תורם ליצירתו והפצתו של ידע חדש. מבחינתה של ארץ המוצא, האלמנט המרכזי של גישת ניידות המוחות היא האפשרות של חזרה (זמנית או סופית), או לחלופין, בניית רשתות של מדענים החיים מחוץ לארץ המוצא היכולות לסייע בפיתוחה של ארץ המוצא. החזרה לארץ המוצא מושפעת מגורמים הקשורים לזמינות של אפשרויות תעסוקה ואיכות המשרות המוצעות, מידת הקושי בהשתלבות מחודשת בשוק העבודה, פוטנציאל ההשתכרות ותנאי העבודה הנלווים.

גישת ניידות המוחות מניחה שלעיתים חזרה לארץ המוצא אינה אפשרית או איננה האפשרות העדיפה, גם מבחינת המדען הבודד וגם מבחינת המדינה, זאת מכיוון שיתכן שמדען שינותק מההקשר שבו הוא עובד ופעיל, תפוקתו המדעית תיפגם. חזרה של מדענים אינה מובילה בהכרח למעבר של ידע, במיוחד כאשר המדענים עובדים בתנאים המורידים מהאפקטיביות שלהם. במקרים כאלו, יותר אפקטיבי, שהמדענים יצרו קשר ויחליפו ידע ומידע עם הקהילה המדעית בארץ המוצא שלהם באמצעות רשתות המכונות "פזורה מדעית" או "scientific diaspora". רשתות אלו מהוות מקור לתמיכה הדדית, שמירת קשר עם ארץ המוצא, ותורמות לחילופי ידע ומידע בין המדענים המהגרים והקהילה המדעית שנותרה בארץ המוצא. למרות שרשתות אלו נבדלות בגודלן, היקפן וטבען הן נחשבות לנכס מדיני וההבנה של תרומתן הביאה לשינוי בתפיסה של בריחת המוחות (Gillard & Gillard, 1998 Meyer, 2001; Barre et al 2003). לסיכום, גישת ניידות המוחות מתייחסת לניידות של כוח אדם מדעי וטכנולוגי כאל תופעה דינאמית שיש לה השפעה על התפתחות החוקר האינדיבידואלי, על הצטברות הידע, על הקריירות של חוקרים ועל מערכות המחקר ומערכות חברתיות (Canibano, Otamendi & Andujar, 2008).

## נתונים סטטיסטיים

בפרק זה תובא סקירה קצרה הכוללת נתונים לגבי ניידות של כוח אדם מדעי וטכנולוגי ממדינות אסיה (סין, והודו) ומרוסיה למדינות ה-OECD.

לפי נתוני ה-OECD (2007), מספר הסטודנטים שנרשמו למוסדות ההשכלה הגבוהה במדינות ה-OECD גדל מ-1.8 מיליון בשנת 2000 ל-2.7 מיליון בשנת 2005, כאשר ארה"ב היא היעד המועדף לסטודנטים הזרים (22%) ולאחריה בריטניה (12%), גרמניה (10%) וצרפת (9%).

לפי נתוני ה-NSF (2008), בין השנים 1985-2005, כ-65 אחוז ממקבלי תואר שלישי במדע והנדסה שאינם ילידי ארה"ב, הגיעו מעשר מדינות, רובן אסייתיות.

הטבלה הבאה מציגה את מספר מקבלי תואר שלישי בתחומי המדע וההנדסה בארה"ב, לפי ארץ מוצא<sup>1</sup>, בין השנים 1985-2005.

**טבלה 1: מספר מקבלי תואר שלישי במדע והנדסה בארה"ב, לפי ארץ מוצא, 1985-2005**

מדינה	מספר מקבלי תואר שלישי	אחוז
כלל מקבלי תואר שלישי שלא נולדו בארה"ב	189,346	100
עשר המדינות המובילות	122,046	64.5
סין	41,677	22.0
טייוואן	19,187	10.1
דרום קוריאה	18,872	10.0
הודו	18,712	9.9
קנדה	6,231	3.3
טורקיה	3,957	2.1
תאילנד	3,479	1.8
איראן	3,386	1.8
יפן	3,295	1.7
מקסיקו	3,250	1.7
כל השאר	67,300	35.5

מקור: NSF, Science & Engineering Indicators 2008, Table 2-8

<sup>1</sup> ארץ מוצא - המדינה בה נולד מקבל התואר. הטבלה כוללת מקבלי תואר שלישי שהם תושבים קבועים או תושבים בעלי ויזה זמנית השוהים בארה"ב.

במהלך שני עשורים אלו, כ-42,000 סטודנטים סינים קבלו תואר שלישי מאוניברסיטאות בארה"ב, בעיקר בתחומי הביולוגיה, המדעים הפיזיקאליים וההנדסה. מספר מקבלי תואר שלישי עלה מ-151 תארים בשנת 1985 ל-3,500 תארים בשנת 2005.

באופן דומה, במהלך אותה תקופה, קבלו כ-18,700 סטודנטים מהודו תואר שלישי מאוניברסיטאות בארה"ב. בדומה לסטודנטים מסין, רוב התארים היו בתחומי ההנדסה, הביולוגיה והמדעים הפיזיקאליים. הודים מהווים את הקבוצה הזרה הגדולה ביותר של מקבלי תואר שלישי בתחום מדעי המחשב (1,515 תארים).

הטבלה הבאה מציגה את מספר מקבלי תואר שלישי בארה"ב לפי תחום וארץ מוצא בין השנים 2005-1985.

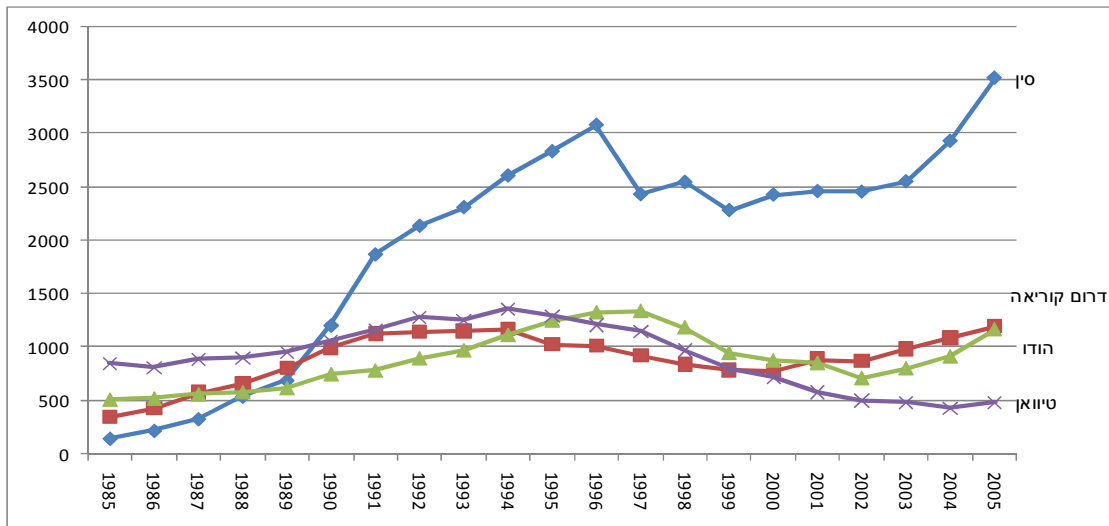
**טבלה 2: מספר מקבלי תואר שלישי בארה"ב לפי תחום ומוצא, 2005-1985**

מרכז ומזרח אירופה	דרום קוריאה	הודו	טייוואן	סין	אסיה	תחום
8,604	24,139	21,623	22,914	44,345	153,117	כל התחומים
7,610	18,872	18,712	19,187	41,677	130,426	מדע והנדסה
1,475	7,273	8,172	8,816	12,784	48,166	הנדסה
6,135	11,599	10,540	10,371	28,893	82,260	מדע
121	728	434	709	1,313	5,313	מדעי החקלאות
1,054	2,132	2,668	2,653	9,957	20,973	מדעים ביולוגיים
420	745	1,515	970	1,360	5,850	מדעי המחשב
221	366	243	388	1,345	2,947	מדעי כדור הארץ
1,234	829	575	739	2,692	6,236	מתמטיקה
51	413	727	753	813	4,026	רפואה/מדעי החיים
2,172	2,429	2,479	2,234	8,934	19,735	מדעים פיזיקאליים
113	318	238	297	297	2,005	פסיכולוגיה
749	3,639	1,661	1,623	2,182	15,175	מדעי החברה
994	5,267	2,911	3,727	2,668	22,691	שאר התחומים

מקור: NSF, Science & Engineering Indicators 2008, Tables 2-9, 2-10

האיור הבא מתאר את העלייה שחלה במספר מקבלי תואר שלישי ממדינות ביבשת אסיה באוניברסיטאות בארה"ב, בין השנים 2005-1985.

**איור 1: מספר מקבלי תואר שלישי בארה"ב לפי ארץ מוצא באסיה, 1985-2005**

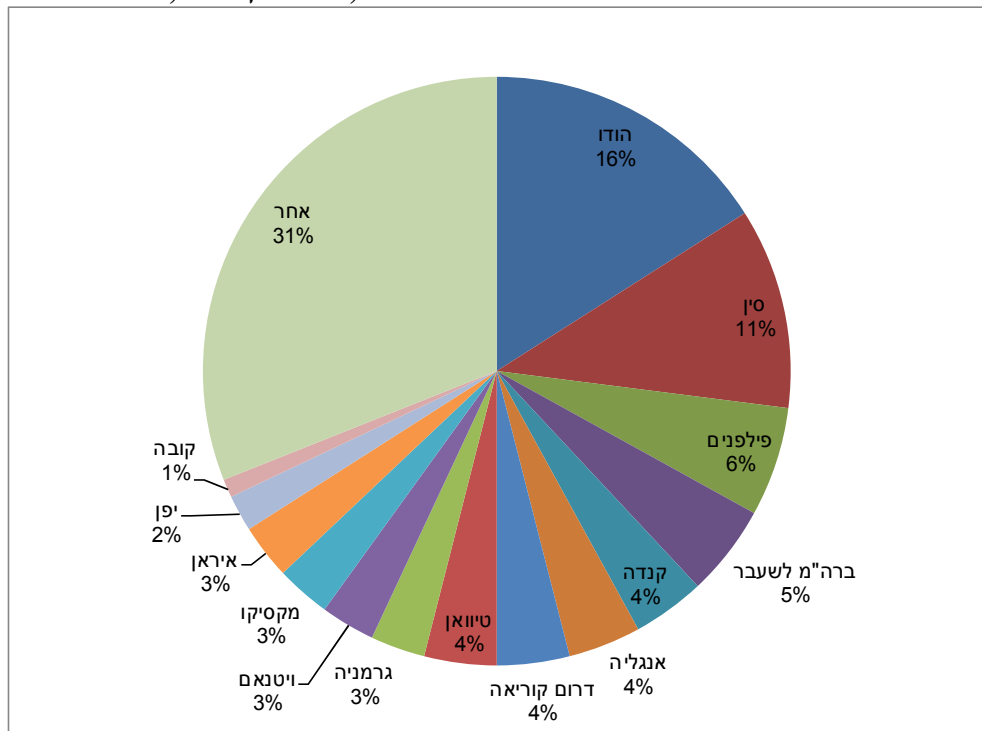


מקור: NSF, Science & Engineering Indicators 2008, Figure 2-25

על פי נתוני ה- NSF (2008), בשנת 2003, התגוררו בארה"ב כ- 2.2 מיליון אנשים בעלי תואר במדע וטכנולוגיה שנולדו מחוץ לארה"ב, (16% הגיעו מהודו, ו-11% הגיעו מסין, 5% מרוסיה), מתוכם 276,000 הם בעלי תואר שלישי (לפי החלוקה הבאה: 22% מסין ו-14% מהודו).

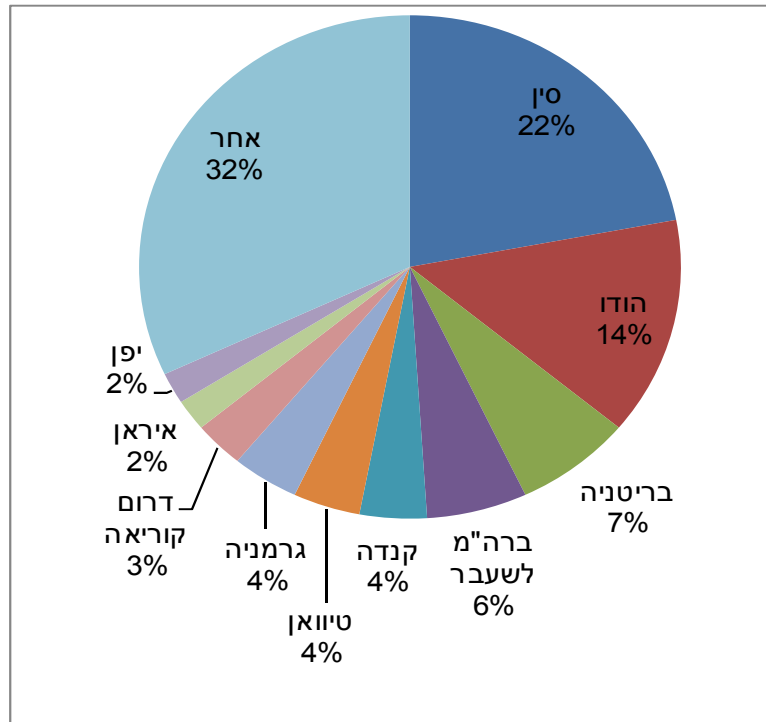
האיורים הבאים מציגים את מספר בעלי התארים (תואר ראשון, שני, שלישי) במדע והנדסה שנולדו מחוץ לארה"ב, לפי ארץ מוצא בשנת 2003.

**איור 2: בעלי תארים במדע והנדסה המתגוררים בארה"ב, לפי ארץ מוצא, 2003**



מקור: NSF, Science & Engineering Indicators 2008, Figure 3-58

**איור 3: בעלי תואר שלישי במדע והנדסה המתגוררים בארה"ב, לפי ארץ מוצא, 2003**

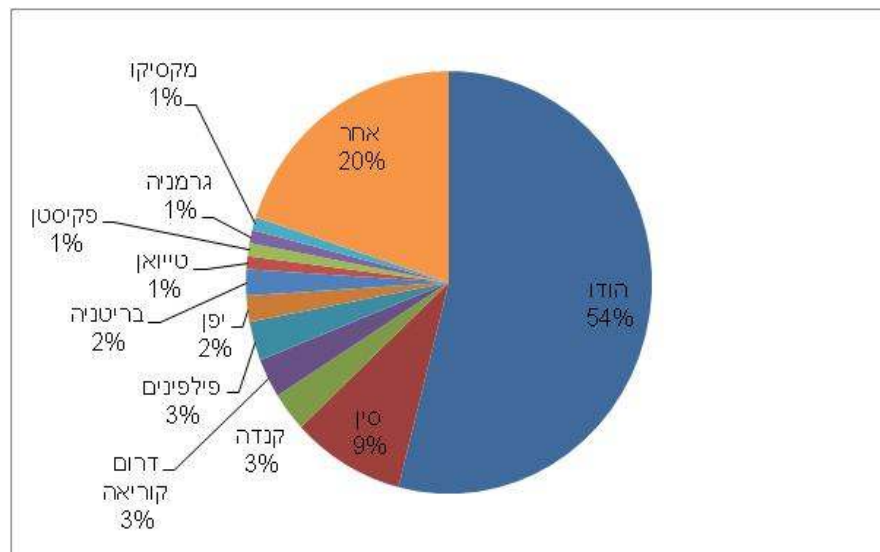


מקור: NSF, Science & Engineering Indicators 2008, Figure 3-58

אינדיקטור נוסף למדידת הניידות של כוח אדם מדעי וטכנולוגי הוא מספר מבקשי ויזה מסוג HB-1, ויזה המבטיחה תעסוקה למשך שש שנים במקצועות הדורשים לפחות תואר ראשון. בשנת 2006, 54% ממקבלי הויזה היו אזרחים הודים, 9% היו אזרחים סינים ו-3% אזרחים קנדים. מבין 12,500 בעלי תואר שלישי שקבלו את ויזת HB-1, 32% היו אזרחים סינים, 13% אזרחים הודים, 7% מדרום קוריאה, ו-2% מרוסיה.

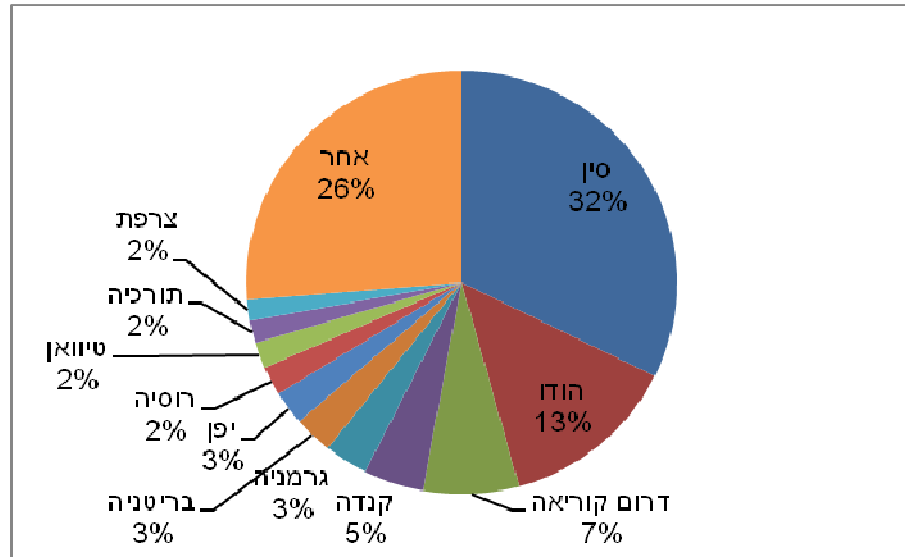
האיורים הבאים מציגים את מקבלי ויזה זמנית מסוג HB-1 בארה"ב לפי ארץ מוצא בשנת 2006.

**איור 4: מקבלי ויזה זמנית מסוג HB-1 לפי ארץ מוצא, 2006**



מקור: NSF, Science & Engineering Indicators 2008, Figure 3-63

איור 5: בעלי תואר שלישי מקבלי ויזה זמנית מסוג HB-1 לפי ארץ מוצא, 2006



מקור: NSF, Science & Engineering Indicators 2008, Figure 3-64

ה-IPTS<sup>2</sup> (2007) מדווח כי בשנת 2006, כ-4,700 סטודנטים סינים הגישו מועמדות ללימודי תואר שלישי במדינות ה-EU16<sup>3</sup>. הסטודנטים הסינים מהווים כ-5% מהסטודנטים הזרים שהגישו מועמדות ללימודי תואר שלישי במדינות ה-EU-16. רוב הסטודנטים הסינים נרשמו ללימודי תואר שלישי באנגליה (כ-2,600 בקשות). לפי נתוני ה-NSF (2008), בין השנים 1994-2005, חלה עלייה באחוז הסטודנטים הזרים שנרשמו ללימודי תואר שני ושלישי במדע והנדסה בבריטניה כחלק מכלל הסטודנטים, מ-29% ל-43%. מספר הסטודנטים הזרים שנרשמו ללימודי תואר שני ושלישי בהנדסה גדל מ-9,300 סטודנטים (35%) ל-21,400 סטודנטים (55%). תופעה זו מוסברת על ידי העלייה במספר הסטודנטים מסין, הודו ופקיסטן שנרשמו ללימודי תארים מתקדמים בבריטניה.

בשנת 2005, כ-100,000 סטודנטים זרים למדו במוסדות להשכלה גבוהה ביפן, מתוכם כ-60,000 למדו את תחומי המדע וההנדסה. כ-18,000 סטודנטים נרשמו ללימודי תארים מתקדמים במדע והנדסה ביפן, מחצית מהסטודנטים הנרשמים היו סינים. סטודנטים מהודו מהווים מיעוט בקרב הנרשמים ללימודים במוסדות להשכלה גבוהה ביפן.

טבלה 3 מציגה את מספר הסטודנטים שנרשמו ללימודים במוסדות להשכלה גבוהה ביפן בשנת 2005 לפי תחום וארץ מוצא.

<sup>2</sup> Institute for Prospective Technology Studies – מוסד מחקר של האיחוד האירופאי בתחומי מדע, כלכלה וחברה  
<http://www.jrc.es>

<sup>3</sup> ב-16 EU נכללות המדינות הבאות בלגיה, צ'כיה, דנמרק, אסטוניה, ספרד, צרפת, איטליה, קפריסין, הונגריה, מלטה, אוסטריה, פורטוגל, סלובניה, פינלנד, שבדיה ובריטניה.



טבלה 3: מספר הנרשמים ללימודים במוסדות להשכלה גבוהה ביפן לפי תחום וארץ מוצא, 2005

תחומים שאינם מדע והנדסה	מדע והנדסה					סך כל התחומים	
	הנדסה	מדעי החברה/ התנהגות	מדעי החקלאות	מדעים פיזיקאליים/ ביולוגיים	סך הכול מדע והנדסה		
<b>996,196</b>	<b>425,535</b>	<b>925,988</b>	<b>71,664</b>	<b>85,502</b>	<b>1,508,689</b>	<b>2,504,885</b>	<b>כלל הנרשמים לתואר ראשון (undergraduate)</b>
27,718	6,512	33,400	591	668	41,171	68,889	מתוכם סטודנטים שאינם יפנים
16,189	3,571	25,676	364	396	30,007	46,196	מתוכם סינים
6,206	1,254	5,313	100	208	6,875	13,081	מתוכם קוריאנים
<b>100,819</b>	<b>79,199</b>	<b>27,566</b>	<b>13,021</b>	<b>20,285</b>	<b>140,071</b>	<b>240,890</b>	<b>כלל הנרשמים לתארים מתקדמים (graduate)</b>
57,607	65,228	20,047	8,636	14,007	107,918	165,525	כלל הנרשמים לתואר שני
43,212	13,971	7,519	4,385	6,278	32,153	75,365	כלל הנרשמים לתואר שלישי
13,774	6,881	8,292	2,051	917	18,141	31,915	מתוכם סטודנטים שאינם יפנים
7,668	3,117	5,702	754	325	9,898	17,566	מתוכם סינים
2,201	973	855	192	101	2,121	4,322	מתוכם קוריאנים
89	77	35	39	28	179	268	מתוכם הודים

מקור: NSF, Science & Engineering Indicators 2008, Appendix Table 2-46

## מדיניות לצמצום בריחת המוחות

### בריחת המוחות בסין

#### רקע

בעשורים האחרונים, עברה סין תקופה של פיתוח כלכלי מואץ שהתבטא בין השאר בהתפתחות וחיזוק מערכת המחקר, המדע והטכנולוגיה.

בשנת 2006, סין הייתה המדינה עם ההשקעה השנייה בגודלה במו"פ לאחר ארה"ב. מספר החוקרים בסין גדל ב-65%, מ-695,000 בשנת 2000 ל-1.1 מיליון בשנת 2005. השינוי שחל במספר המועסקים בשוק העבודה המדעי והטכנולוגי בסין מוצג בטבלה הבאה.

#### טבלה 4: כוח האדם מדעי והנדסי בסין, 2001-2006

2006	2005	2004	2003	2002	2001	
413.2	381.5	348.1	328.4	322.2	314.1	כוח אדם מדעי וטכנולוגי (ל-10,000 איש)
150.2	136.5	115.3	109.5	103.5	95.7	כוח אדם העוסק במו"פ (ל-10,000 איש)

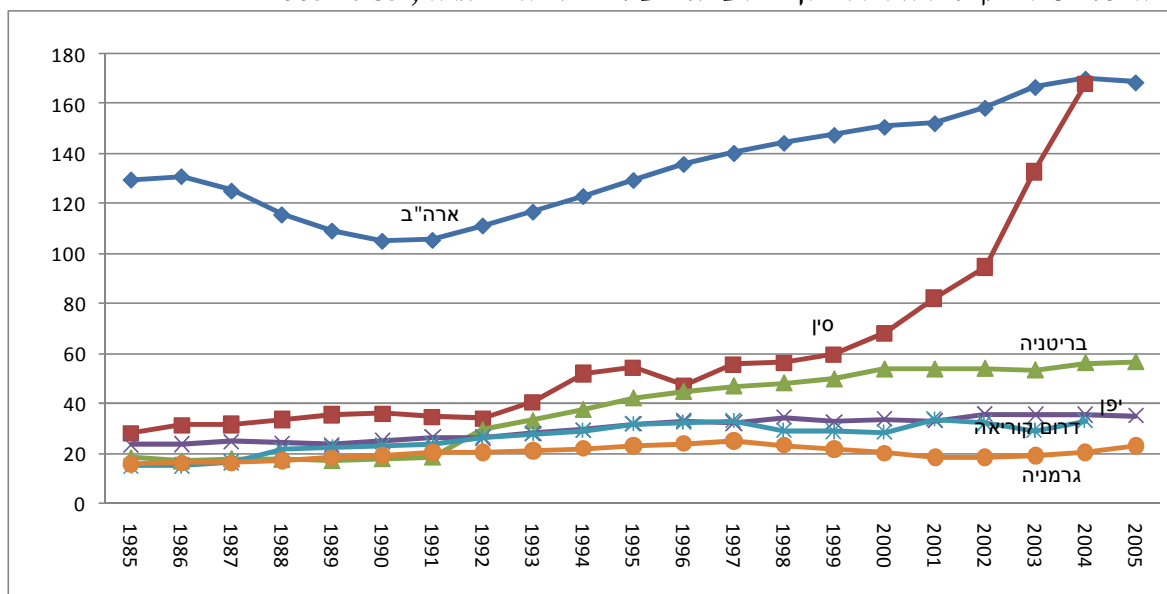
מקור: China Science & Technology Statistics Data Book , Figure 3.1

שינוי זה בא לידי ביטוי גם במערכת ההשכלה הגבוהה: בין השנים 1985-2005, הוכפל מספר התארים הראשונים במדע והנדסה שניתנו בסין. באופן דומה, במהלך אותה תקופה חלה עלייה במספר מקבלי תואר שלישי במדע והנדסה. לפי נתוני ה-NSF (2008), בשנת 2004 ניתנו בסין 23,446 תארים שלישיים, מתוכם 14,858 תארים (כ-64%) במדע והנדסה.

האיורים הבאים מתארים את העלייה שחלה במספר מקבלי התארים במדעי הטבע<sup>4</sup> וההנדסה בסין במהלך שני העשורים הקודמים:

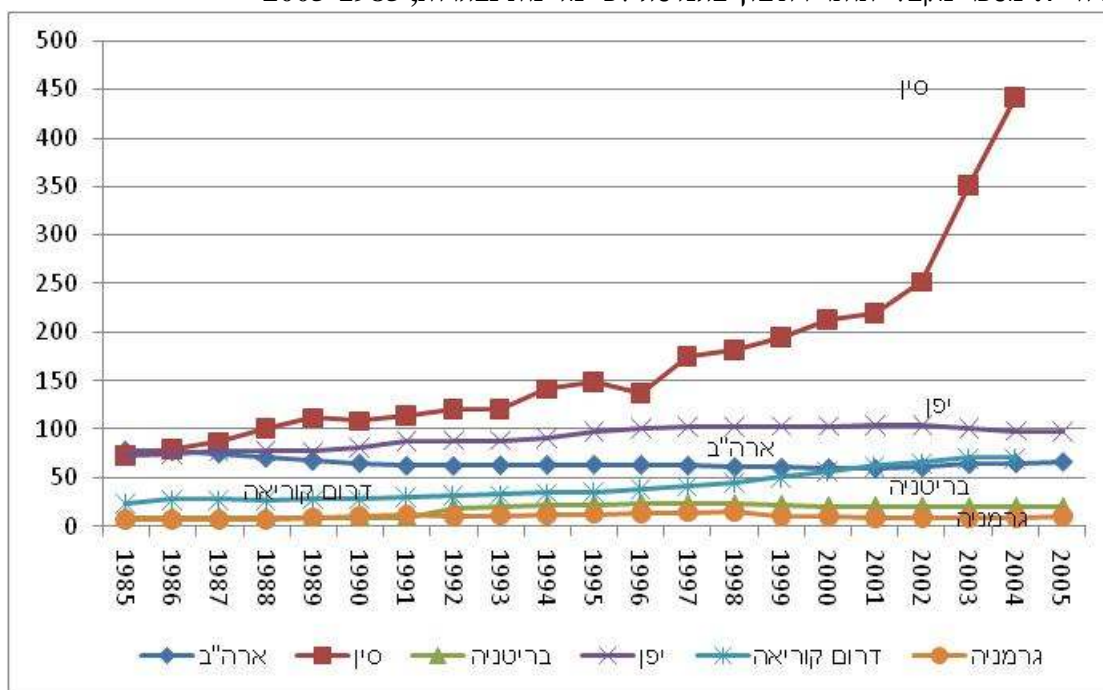
<sup>4</sup> מדעי הטבע כוללים את התחומים הבאים: מדעים פיזיקאליים, מדעים ביולוגיים, מדעי כדור הארץ והאטמוספירה, חקלאות, מחשבים ומתמטיקה.

איור 6: מספר מקבלי תואר ראשון במדעי הטבע לפי מדינות נבחרות, 1985-2005



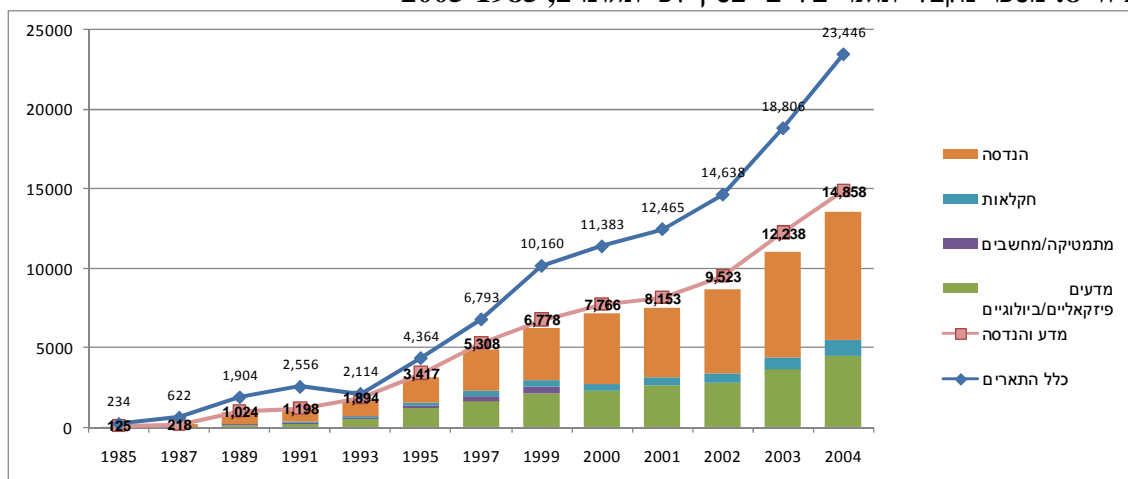
מקור: NSF, Science & Engineering Indicators 2008, Figure 2-35

איור 7: מספר מקבלי תואר ראשון בהנדסה לפי מדינות נבחרות, 1985-2005



מקור: NSF, Science & Engineering Indicators 2008, Figure 2-35

### איור 8: מספר מקבלי תואר שלישי בסין לפי תחומים, 1985-2005



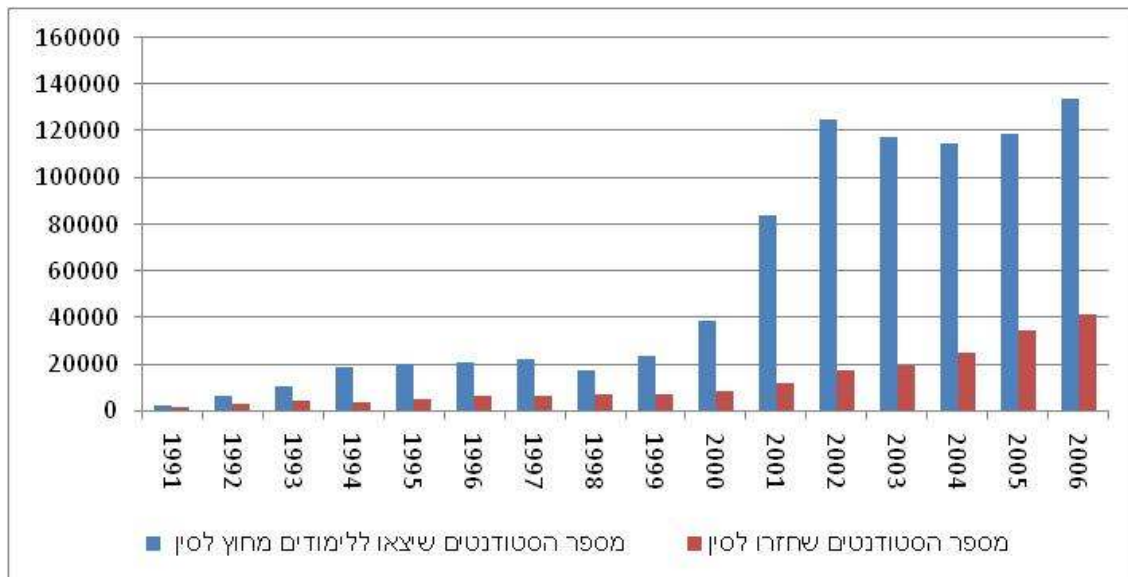
מקור: NSF, Science & Engineering Indicators 2008, Appendix Table 2-43

אחד מהדגשים במדיניות הסינית הוא עידוד חזרתם של בעלי תואר שלישי ובת-דוקטורנטים סינים שלמדו בארה"ב לסין ושימוש בפזורה הסינית לצורך קידום המדע והטכנולוגיה בסין.

בין השנים 1978-2002, 580,000 סטודנטים סינים עזבו את סין, כ-160,000 מהם חזרו.

בשנים האחרונות, חלה עלייה במספר הסטודנטים השבים לסין, מ-15% בשנת 2001 ל-31% בשנת 2006. האיור הבא מתאר את העלייה באחוז הסטודנטים שחזרו לסין במהלך שני העשורים הקודמים.

### איור 9: מספר הסטודנטים שיצאו ללימוד מחוץ לסין וחזרו אליה, 1991-2006



מקור: OECD, Science Technology and industry Outlook 2006, Figure 3.9 & China Science & Technology Statistics Yearbook, Figure 3.5

על מנת לצמצם את ממדי בריחת המוחות, הממשלה הסינית נוקטת במדיניות נרחבת ומקיפה הכוללת השקעה במערכת ההשכלה הגבוהה, סיוע והקלה על מדענים ואנשי אקדמיה החוזרים לסין, עידוד חזרתם של אנשי אקדמיה סינים לתקופות קצרות, עידוד וטיפוח הפזורה המדעית הסינית ועוד. למדיניות זו שותפים רשויות מקומיות, מוסדות להשכלה גבוהה והאקדמיה הסינית למדעים.

### **השקעה במערכת ההשכלה הגבוהה ובהון אנושי**

רפורמות נרחבות במערכת החינוך בסין החלו במהלך שנות ה-90. רפורמות אלו התמקדו בחיזוק וגיבוש המוסדות לחינוך, הרחבת תחומי הלימוד, הגדלת המימון למוסדות לחינוך ושיפור ההוראה. כתוצאה מכך, חלה עלייה במספר הנרשמים למוסדות להשכלה גבוהה.

להלן יוצגו שני פרויקטים מרכזיים שנועדו לחזק את מערכת ההשכלה הגבוהה בסין:

**פרויקט 211-** בשנת 1993 הנשיא הסיני גיאנג זמינג (Jiang Zemin) הכריז על פרויקט 211 ובשנת 1995 הוחל ביישומו. מטרת הפרויקט היא פיתוחה של רשת אוניברסיטאות מחקר מקיפה שנועדה להתחרות באוניברסיטאות המחקר המובילות בעולם. הממשלה הסינית יצרה תוכנית של מימון מוסדות אקדמיים על פי סדר עדיפויות, תוכנית המנתבת כסף לאוניברסיטאות העלית של סין. בנוסף, הממשלה עודדה מוסדות ייחודיים להתמזג וזאת על מנת ליצור מספר אוניברסיטאות גדולות המתמקדות הן במחקר והן בהוראה. במסגרת הפרויקט, כ- 100 אוניברסיטאות קבלו תמיכה כספית שנועדה לשדרג את התשתיות ואת תוכניות הלימודים במחלקות האקדמיות השונות. המטרה הייתה שרשת האוניברסיטאות שתיווצר תכשיר את הדור הבא של כוח אדם בתחומים החיוניים להתפתחות הכלכלית, הטכנולוגית והחברתית של סין. באמצעות רשת זו, הממשלה פיתחה 80 דיסציפלינות אקדמאיות ו-602 התמחויות (specialization).

מבין 602 התמחויות שזוהו על ידי הממשלה לצורך קבלת מימון, 42% היו בתחומי ההנדסה והטכנולוגיה, 15% בתחומי המדעים המדויקים, 11% בתחמי מדעי הבריאות והרפואה, 10% בתחומי מדעי הרוח, 10% בתחומי המשפטים והכלכלה, 7% בתחום מדעי הסביבה, ו-5% בתחום החקלאות. כמו כן, פרויקט 211 כלל מסחור (commercialization) של קרנות מחקר, רפורמות בניהול האוניברסיטאות, שיפור איכות הסגל האקדמי וחיזוק שיתופי פעולה בין לאומיים. במסגרת הפרויקט, בנוסף לאוניברסיטאות, קבלו הגופים הבאים תמיכה כספית נוספת:

- Chinese Education and Research Network (CERNET)
- Library and Documentation Support System (LDSS)
- Modern Equipment and Facilities Sharing System (MEFSS)

**פרויקט 985 -** בשנת 1998, הכריז הנשיא הסיני גיאנג זמינג על פרויקט 985 שמטרתו שדרוגן של עשר אוניברסיטאות נבחרות בסין למוסדות אקדמיים מובילים בעולם שיציעו לא רק השכלה גבוהה, אלא

גם תעסוקה אקדמית והזדמנויות מחקר ופיתוח. לטענת פרשנים, פרויקט 985 מהווה הודאה של הממשלה הסינית בחוסר הצלחה של שדרוג 100 אוניברסיטאות במסגרת פרויקט 211 ומעבר לשדרוג קבוצה מצומצמת יותר של אוניברסיטאות.

בשלב הראשון של פרויקט 985, קבלו עשר אוניברסיטאות מענקים כספיים למשך חמש שנים. שתי אוניברסיטאות העלית של סין Beijing University ו-Tsinghua University קבלו מענקים כספיים בסך 225 מיליון דולר ואילו האוניברסיטאות שדרוגו אחריהן Nanjing University ו-Shanghai University קבלו מענקים בסך 150 מיליון דולר. השלב השני של הפרויקט החל בשנת 2004, ובו התוכנית הורחבה לכ-40 אוניברסיטאות.

מלבד פיתוח מרכזי מחקר חדשים ושדרוג תשתיות ומתקנים, רוב המימון של פרויקט 985 הוקדש לעריכת כנסים בין לאומיים, סיוע לאנשי אקדמיה סינים להשתתף בכנסים מחוץ לסין, מימון ביקורים בסין של אנשי אקדמיה מובילים בתחומים שונים ויצירת קשרים עם מוסדות אקדמיים מובילים מכל העולם. כתוצאה מכך, נפתחו תוכניות אקדמיות משותפות למוסדות סינים ולמוסדות מחוץ לסין (dual degree program). אחד מהדגשים העיקריים של התוכנית הושם על היכולת של המוסדות האקדמיים הסינים להציע משכורות גבוהות על מנת למשוך את החוקרים המובילים (WENR, 2006).

### **חזרה לצמיחות של אנשי אקדמיה ומדענים סינים**

Zweig (2006) טוען כי בתחילת שנות ה-90, מנהיגי סין הכירו בכך שאם ברצונם לחזק את סין באמצעות ההון האנושי שלה, עליהם לתת לאזרחיהם אפשרות לחיות ולעבוד מחוץ לסין ואחר כך להתחרות על אנשים אלו בשוק הגלובאלי. אם בשנות ה-70 וה-80, הסגל של האוניברסיטאות ומעבדות המחקר הסיניות, חש מאוים בשל הידע של הסינים השבים, הרי שהיפתחותה של סין למערב ויצירת קשרים בין לאומיים גרמה להם להכיר בערך של הסינים החוזרים.

בשנת 1992, המשרד לכוח אדם (Ministry of Personnel), הכריז על אסטרטגיה שנועדה למשוך אקדמאים סינים בחזרה לסין תחת הסיסמה "שיפור השירותים לסטודנטים החוזרים". האסטרטגיה כללה:

- מדיניות מתקנת שכללה מתן הטבות שונות לחוזרים: מרחב מגורים גדול יותר לחוזרים וקידום בעבודה, מתן אפשרות לחוזרים לעבוד בערים שאינן ערי המוצא שלהם ועוד.
- הקמה של ארגון לאומי לסטודנטים חוזרים.
- הגדלת התמיכה במחקר מדעי.

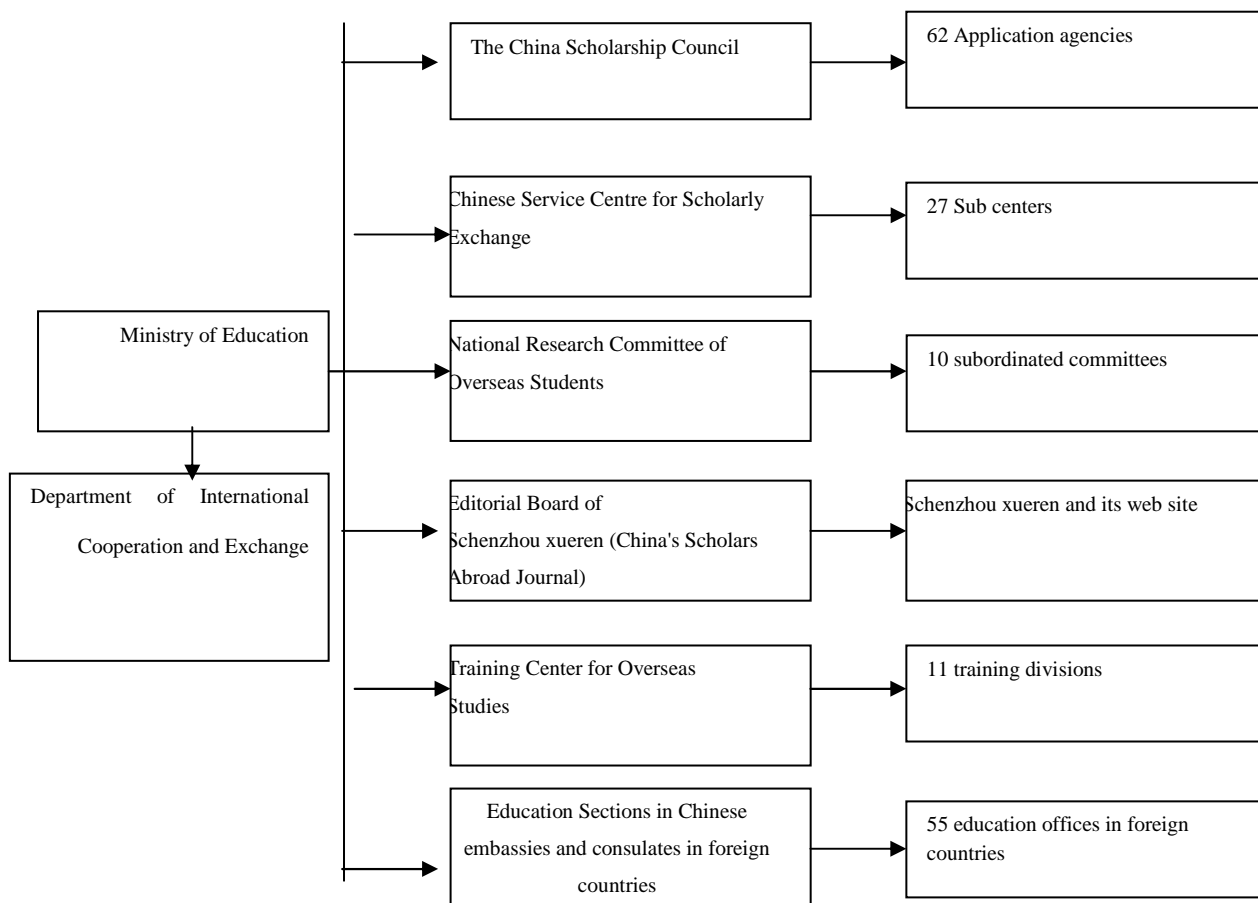
העלייה במספר הסינים החוזרים נבעה גם מהתפתחויות פוליטיות וכלכליות שחלו בסין. לדוגמה, בשנת 1999, הקונגרס הלאומי הסיני הכריז שהמגזר הפרטי הינו חלק אינטגרלי מהכלכלה הלאומית, דבר שהקל על יזמים סינים להקים חברות פרטיות בסין, ללא חשש שהממשלה תלאים את החברות. הכניסה של סין לארגון הסחר העולמי (WTO) הגדילה את הדרישה לסטודנטים סינים שלמדו מחוץ לסין

היכולים לפעול בשוק הכלכלה הגלובאלי הבין-לאומי. בנוסף, החברות בארגון הסחר העולמי, הביאה לסין חברות ומשקיעים בין לאומיים רבים שנזקקו לתושבים סינים בעלי ידע והכשרה מערבית.

כיום, ישנה מערכת שלמה שנועדה לעודד חזרה של סטודנטים סינים ומטפלת בקליטתם. מערכת זו מופעלת על ידי משרדי ממשלה, רשויות מקומיות ועוד. משרד החינוך הסיני מפעיל מספר רב של ארגונים שמטרתן לסייע לסטודנטים סינים שחזרו להתאקלם בסין בקלות ומעודד סטודנטים השוהים מחוץ לסין לחזור אליה:

- הממשלה הסינית הקימה ב-38 המדינות שבהם יש את הריכוז הגבוה ביותר של סטודנטים סינים לשכות לענייני חינוך (educational bureaus) בשגרירויות ובקונסוליות. מטרת הלשכות לסייע ל-2,000 ארגוני סטודנטים ול-300 ארגונים של אנשי מקצוע סינים.
  - הקמת מרכזי שירות לתלמידי חוץ בערים סיניות הגדולות. מרכזים אלו מוציאים "משלחות גיוס" שמטרתן לעודד את הסטודנטים הסינים לחזור לסין בתום לימודיהם. משלחות אלו עוסקות גם באיסוף קורות חיים.
  - בשנת 2002 הוקם ה-Office for Work on Overseas Study and Returnees שמטרתו לרכז את כל המשאבים המוצעים לחוזרים.
- האיור הבא מציג את הארגונים שמשרד החינוך הסיני מפעיל בכדי לעודד סטודנטים סינים לשוב לסין.

**איור 10: הארגונים המופעלים על ידי משרד החינוך הסיני לטיפול בסטודנטים סינים הלומדים מחוץ לסין**



Zweig, D. (2006). Competing for talent: China's strategies to reverse the brain drain, Figure 2

צעדים נוספים שננקטו על ידי הממשלה הסינית במטרה להקל על חזרתם וקליטתם של האקדמאים הסינים:

- הקלה על השגת ויזות כניסה לאזרחים סינים בעלי אזרחות כפולה. בשנת 2000 משרד החוץ הסיני הוציא ויזות כניסה לטווח ארוך לסטודנטים ומדענים החיים מחוץ לחו"ל, כך שאנשי אקדמיה ומדענים סינים יוכלו להגיע לסין בקלות. ב-2005 אישרה הממשלה הסינית תוכנית הקלות הכוללת מתן מלגות, פטור משירות צבאי ותמריצים לאקדמאים החוזרים לסין.
- סיוע בהשגת תעסוקה מתאימה - בשנת 1989 יסדה הממשלה הסינית שלושים ושלושה מרכזים למתן שירותים לסטודנטים הלומדים מחוץ לסין בשם "Overseas Study Service Centres" בעשרים ושבעה ערים ופרובינציות בסין שמטרתן סיוע במציאת עבודה מתאימה לאקדמאים שחזרו לסין.
- ה- Ministry of Personnel יסד "postdoctoral stations" לסינים בעלי תואר שלישי שלא מצאו תעסוקה בסין. בשנת 2002 הועסקו במסגרת התחנות הללו 7,000 בתר דוקטורנטים. כמו כן, ה- Ministry of Personnel הכריז על תוכנית שמטרתה העלאת מספר הבתר-דוקטורנטים המועסקים במסגרת תחנות אלו מ-12,000 ל-15,000. (Zweig, 2006)



## סיוע כספי

מספר תוכניות מעניקות תמיכה כספית לסטודנטים ולאנשי אקדמיה בתנאי שיחזרו לסין. (Zweig, 2006)  
מציג מספר דוגמאות רלבנטיות:

- Financial Support for Outstanding Young Professors Programme - בין השנים 1987-2003 הוענקה תמיכה כספית בסך 144 מיליון יואן ל-2,218 פרופסורים שחזרו לסין.
  - בין השנים 1998-2004, האקדמיה הסינית למדעים גייסה 899 מדענים בתוכנית בשם "One Hundred Talent Program", מתוכם כ- 87% התגוררו מחוץ לסין. במסגרת תוכנית זו, מוענקות מלגות בסך שני מיליון יואן למדענים חוזרים. מלגות אלו מאפשרות למדענים החוזרים להקים מעבדה, לקנות ציוד ולשכור צוות טכני.
- קיימות תוכניות נוספות כדוגמת: Seed fund for Returned Overseas Scholars תוכנית שהחלה לפעול בשנת 1990, Cross-Century Outstanding Personnel Training Programme (1991).

## מדיניות של הממשל המקומי

בנוסף למדיניות של הממשלה המרכזית, קיימת מדיניות מחוזית/אזורית המיועדת לספק תמריצים נוספים ותנאים מועדפים לחוזרים. רשויות מקומיות נוקטות בשיטות אגרסיביות במטרה לגייס אקדמאים סינים חוזרים, זאת מכיוון שמייזמים ועסקים חדשים שמוקמים על ידי התושבים החוזרים, מגדילים את שיעור התעסוקה המקומי ואת כספי המיסים שנאספים על ידי הממשל המקומי.

התחרות על התושבים החוזרים החלה בתחילת שנות ה-90 והיא ממשיכה עד היום. ההטבות שמוצעות על ידי הרשויות המקומיות כוללות: הקלות במס לחברות חדשות, דיור מסובסד, פטור ממכס למוצרי חשמל ומכוניות, בתי-ספר מיוחדים לילדי החוזרים (בשל קשיי שפה) ומשרות לבני הזוג. הרשויות המקומיות בדומה לארגונים מדעיים, מוציאות משלחות מחוץ לסין במטרה לשכנע את אזרחי סין לשוב. כמו כן, הרשויות המקומיות הקימו "חממות עסקיות" עבור התושבים החוזרים. חממות אלו מהוות נקודת פתיחה טובה עבור יזמים ואנשי אקדמיה חוזרים שלעיתים קרובות הם בעלי קשרים מעטים בסין. פקידים המועסקים בחממות מסייעים לתושבים החוזרים להתמודד מול הבירוקרטיה הסינית. לדוגמה, שנחאי היא העיר שהצליחה לגייס את המספר הרב ביותר של אקדמאים סינים שחזרו לסין, זאת באמצעות יצירת קשרים עם אגודות של בוגרי אוניברסיטאות שונות בשנחאי שהמשיכו את לימודיהם מחוץ לסין, תמיכה כספית באגודות אלו והצעת משרות בסין לחברי האגודות (Zweig & Fung, 2004; OECD, 2006).

## תוכניות ייעודיות של מוסדות אקדמיים

אוניברסיטאות וארגוני מחקר ובראשן האקדמיה הסינית למדעים עוסקות בגיוס פעיל של מדענים ואקדמאים סינים החיים מחוץ לסין. תוכניות ממשלתיות מחייבות מוסדות אקדמיים לגייס חברי סגל שלמדו מחוץ לסין. התוכנית הידועה ביותר היא Cheung Kong Scholar Programme - בין השנים

1998-2004 גויסו במסגרת תוכנית זו כ-537 אנשים אקדמיה. באופן דומה, במהלך אותה תקופה, האקדמיה הסינית למדעים גייסה 899 מדענים בתוכנית בשם "Hundred Talent Program". דוגמה לחשיבות שמייחסים הסינים לגיוס אנשי סגל אקדמי שלמדו מחוץ לסין, מתבטאת בכך שאחד מהסעיפים של הפרויקטים לשדרוג האוניברסיטאות (פרויקט 211 ופרויקט 985) היה שיפור איכות הסגל האקדמי, וזאת באמצעות גיוס אנשי אקדמיה שלמדו מחוץ לסין (Zweig & Fung, 2004).

## הפזורה הסינית

הסינים רואים כיום בתופעת ניידות המוחות תופעה המשרתת את האומה הסינית, אשר יכולה לצאת נשכרת מהמיומנויות שהמדענים הסינים רוכשים מחוץ לסין. המשמעות היא שימוש בפזורת המהגרים הסינים כבסיס של ניידות מוחות, אמנם המדענים מתגוררים מחוץ לסין, אולם הידע מוחזר לסין בדרך של שיתופי פעולה, ביקורים, יעוץ ועוד. נציגים דיפלומטיים בתחומי החינוך והמדע משקיעים זמן ואנרגיה ביצירת קשרים עם אקדמאים החיים מחוץ לסין ובארגון משלחות ומפגשים.

בשנת 2001 הוצא מסמך בשם "Serve the Nation" שסיכם את דרכי הפעולה של מספר משרדי ממשלה סינים לחיזוק הקשר עם הפזורה הסינית. המסמך הציע מספר דרכי פעולה שבהם אקדמאים סינים השוהים מחוץ לסין יוכלו לסייע לסין:

1. החזקה של משרות בסין ומחוץ לסין בו זמנית – מכונה ה- "double base model". מודל זה מערב אחזקת משרות בו זמנית בסין ומחוצה לה והנחיה משותפת של סטודנטים לתארים מתקדמים. מוסדות סין מעודדים מודל זה, זאת מכיוון, שהוא מקל עליהם ליצור קשרים עם מוסדות אקדמיים יוקרתיים מחוץ לסין. כיום, מוסדות אקדמיים מדורגים, בין השאר, בהתבסס על מספר הפרסומים בכתבי עת בין-לאומיים. חברי סגל המחזיקים במשרות כפולות מגדילים את מספר הפרסומים בכתבי עת בין-לאומיים, בשל שיתוף פעולה בכתבת מאמרים עם חברי סגל מהמדינה שבה הם שוהים.
2. שיתוף פעולה של אנשי אקדמיה החיים מחוץ לסין עם עמיתיהם בסין במחקרים שונים.
3. חזרה לסין של אקדמאים סינים לתקופות קצרות לצורכי הוראה וחילופי מידע טכני - החל משנת 1992, הממשלה הסינית החלה לעודד חזרה של אנשי אקדמיה סינים לתקופות קצרות על מנת שיעבירו את הידע שהם צברו וכדי להציג בפניהם את השינויים שחלו בסין ולעודד אותם לחזור לסין באופן קבוע. הגישה שעמדה בבסיס מדיניות זו הייתה שגם אם הביקור הוא קצר, הרי שאם הוא כולל הצגה של מידע או טכנולוגיה חדשה, סין מרוויחה מכך. בשנת 1997 נוסד פרויקט בשם "Spring Light" שהציע תמיכה כספית לחזרתם של סינים לתקופות קצרות. התוכנית הציעה מימון לכרטיס טיסה בכיוון אחד, מתוך הנחה שאנשי אקדמיה סינים ישתמשו בכספי המענקים שניתנו להם על מנת לממן את הטיסה חזרה. במהלך השנה הראשונה להפעלת התוכנית, 600 אנשי אקדמיה חזרו לסין. במהלך שנת 1998, התוכנית הורחבה, והממשלה הסינית הפכה להיות מעורבת יותר בעידוד אקדמאים המתגוררים מחוץ לסין לבקר בסין. בנובמבר 2000, יסד משרד החינוך הסיני

תוכנית שעודדה אקדמאים סינים לחזור לסין במהלך חופשת הקיץ שלהם. לצורך התוכנית, משרד החינוך הסכים לשלם לחוזרים פי חמש ממשכורתם. בין השנים 1996-2003, הממשלה הסינית עזרה ל-7,000 אנשים פרטיים ו-50 קבוצות לחזור לסין.

4. סיוע בהקמת מיזמים ועסקים בסין - הממשלה הסינית מעודדת מדענים ואקדמאים סינים החיים מחוץ לסין להקים עסקים בסין. עסקים אלו מוקמים על ידי אנשים בעלי הכרות וקשרים עם תעשיות היי-טק, ומהווים מפתח לחיזוק סין. בנוסף, לחברות המוקמות על ידי סינים החיים מחוץ לסין יש ערך מוסף בתחום המוצרים והניהול המאפשר לסין להתחרות בכלכלה העולמית. יתרון נוסף הוא חזרה של ידע וטכנולוגיה לסין. חלק מהמדענים השוהים מחוץ לסין ממציאים פטנטים וטכנולוגיות חדשות, אולם הם מסתייגים מהרעיון שטכנולוגיה שפותחה על ידם תהיה בבעלות זרה, לכן הם מחפשים שותפים בסין. ההנחה היא שאנשים אלו יעדיפו להשקיע בסין בשל ההכרות שלהם עם המדינה, מידה מסוימת של פטריוטיות והרצון שלהם לעסוק בפעילות בארץ המוצא. אקדמאים סינים השוהים מחוץ לסין הקימו איגודים כלכליים או חברות לצורך ההשקעה בסין. לעיתים קרובות, אגודות אלו יוצרות קשר עם רשות מקומית אחת או אחרת. להלן יובאו שלוש דוגמאות לארגונים מסוג זה:

- **Chinese American Professors Scholars Network**<sup>5</sup> - ארגון שנוסד ב-1991 ומהווה רשת של אנשי אקדמיה סינים החיים בארה"ב. הארגון מפעיל תוכניות רבות שמטרתן יצירת קשרים ושיתופי פעולה בין סינים החיים בארה"ב לבין מוסדות בסין. הארגון משמש כערוץ מידע לתוכניות המעודדות מדענים ואנשי אקדמיה המתגוררים בארה"ב להשתתף בפרויקטים בסין.
- **Specialists who return to Establish Companies in China** - ארגון שהוקם על ידי יוצאי סין המתגוררים בסן-פרנסיסקו ופועל להקמת חברות או מיזמים בסין באמצעות השקעה כספית או טכנולוגית.
- **Chinese Canadian Invention & Technology Association** - אגודה שנוסדה על-ידי פרופ' סיני מאוניברסיטת דרום אונטאריו בקנדה וכולל למעלה ממאה חברים. האגודה סייעה בהקמת שש חברות ב-Mianyang, העיר השנייה בגודלה במחוז Sichuan.

5. חזרה לסין לצורך יעוץ וביקורת.

6. מתן שירותים כגון ארגון כנסים, גיוס קרנות הון או סיוע לחברות סיניות במציאת שווקים ליצוא - הממשלה הסינית מעוניינת בכניסה לשווקים מחוץ לסין על מנת ליצור משרות חדשות ולהביא להשקעה של הון מקרנות סיכון. לשם כך, הממשלה הסינית קראה לתושבי

---

<sup>5</sup> <http://www.scholarsupdate.com>

סין השוהים מחוץ לסין לסייע במציאת שווקים ליצוא של סחורת וטכנולוגיות סיניות, באמצעות שימוש ברשתות החברתיות והאישיות שלהם (Zwieg & Fung, 2004).

## מדיניות לצמצום בריחת המוחות ברוסיה

### רקע

לפי נתוני ה-OECD, בשנת 2006, היו ברוסיה 621 מוסדות להשכלה גבוהה ו-831 מכונים מדעיים שהציעו תוכניות ללימודי תואר שני ושלישי ליותר מ-142,700 סטודנטים לתואר שני וכ-4,500 סטודנטים שנרשמו ללימודי תואר שלישי. לפי נתוני ה-NSF (2008), בשנת 2004 ניתנו ברוסיה 29,850 תארים שלישיים, מתוכם כ-16,003 תארים (54%) במדע והנדסה.

נתונים אלו אינם משקפים בהכרח את בריחת המוחות המסיבית שחלה לאחר התפרקותה של ברה"מ בשנות התשעים. הסיבות להגירה המסיבית של מדענים וחוקרים כללו תנאי עבודה לא מתאימים, ציוד ותשתית מיושנים, אפשרויות מועטות לקידום, ומשכורות נמוכות. בתקופה זו, ההשקעות הכספיות של הממשלה הרוסית במדע ירדו באופן דרסטי.

מגמות מדאגות נוספות שחלו ברוסיה במהלך אותה תקופה הן: פיחות שחל במעמד החברתי של המדענים. סקר שנערך על-ידי Moscow Center for Science Research and Statistics הראה שמדע הוא אחד מהמקצועות שזוכים ליוקרה מינימאלית בציבור הרוסי, רק מהנדסים ואנשים צבא דורגו נמוך יותר. אנשי עסקים, בנקאים ופוליטיקאים דורגו בראש הסקר; עלייה בשיעורי הנשירה של סטודנטים לתארים מתקדמים (עד ל-30%), ומספר הולך וגדל של בוגרי אוניברסיטאות (בין חמשה אחוז לעשרים וחמשה אחוז בהתאם לדיסציפלינה) שבחרו לעבוד מחוץ לרוסיה או למצוא תעסוקה בתחומים שאינם מדע וטכנולוגיה (ניהול חברות, ניהול עסקים וכדומה); הזדקנות של כוח האדם המדעי ברוסיה. הגיל הממוצע של בעלי תואר שלישי במדע הוא בין 53-60 (Merz, 2008; OECD, 2006).

מספר האקדמאים שעזבו את רוסיה אינו ידוע ומוערך במאות אלפים. לפי הערכות שונות, רוסיה אבדה כשליש מהפוטנציאל המדעי שלה, כאשר אקדמאים בתחום המחשבים, המתמטיקה, הגנטיקה והביו-טכנולוגיה עזבו את רוסיה. בין השנים 1990-2002, מספר האנשים העוסקים בפעילות מו"פ ברוסיה ירד לחצי.

לפי ה-UNESCO World Science Report, עד לשנת 2002, כחצי מיליון מדענים עזבו את רוסיה או עברו הסבה מקצועית. ההערכות הן שרוסיה מפסידה כ-50 בליון דולר כתוצאה מבריחת המוחות. האקדמאים הרוסים המהגרים לארה"ב מהווים כ-20-25 אחוז מתעשיית ההיי-טק בארה"ב, כ-10% מתעשיית ההיי-טק העולמית. לפי דיווחי קרן המדע הלאומית האמריקאית, כ-200,000 מהגרים ממדינות חבר העמים מועסקים בעמק הסיליקון (Kanevskaya, 2006; Merz, 2008; Pravda, 2005).

## תוכניות להחזרת אזרחים רוסים

בתגובה לתהליך בריחת המוחות, הוצעה מדיניות של "reverse brain drain" בתחילת שנות ה-2000. מטרת המדיניות הינה החזרת המדענים הרוסים השוהים מוחץ לרוסיה בחזרה לרוסיה. נפתחו משרות בתחום הניהול והכספים שהתמלאו על ידי רוסים חוזרים "repats", באותו אופן משרות בתחום ההיי-טק אוישו על ידי אזרחים רוסים שחזרו לרוסיה (Merz, 2008).

ב-22 ליוני 2006, פרסם נשיא רוסיה, ולדימיר פוטין תוכנית שאפתנית שמטרתה לעודד חזרה מרצון של חלק מ-30 מיליון הרוסים החיים מחוץ לרוסיה. התוכנית נועדה לסייע לכלכלה הרוסית ולהתמודד עם המשבר הדמוגרפי הקיים ברוסיה (שיעורי לידה נמוכים ושיעורי תמותה גבוהים). התוכנית מיועדת בראש וראשונה להחזרת בעלי אזרחות רוסית ממדינות הרפובליקות של ברה"מ לשעבר (CIS) וגם ממדינות שונות במערב כדוגמת: גרמניה, ישראל וארה"ב. הממשלה הרוסית הבטיחה להשקיע בתוכנית כ-17 בליון רובל (635 מיליון דולר). לטענת מבקריה, התוכנית הגיעה מאוחר מדי ומציעה מעט מדי תמריצים כלכליים לרוסים החוזרים (Peuch, 2007).

על מנת להקל ולספק מידע לרוסים המעוניינים לחזור הוקם אתר אינטרנט<sup>6</sup> על ידי הארגון הוולונטרי "רמיגרנט". האתר מציג מידע ליוצאי רוסיה המתגוררים מחוץ לרוסיה ומעוניינים לחזור לרוסיה. האתר כולל מידע על התוכנית הממשלתית להשבת הרוסים המהגרים:

- פרוט והסברים לגבי התוכנית;
  - רשימת המסמכים הנדרשים;
  - רשויות המדינה הרלוונטיות.
- מטרתיו העיקריות של האתר:

- איסוף מידע על תהליך חזרת יוצאי רוסיה למולדת.
  - גיוס מומחים בתחומים שונים לאזורים ברוסיה שבהם מתבצעים פרויקטים גדולים.
  - מתן שירותי יעוץ ומידע בתחומי היי-טק, ציוד מתקדם וניהול.
  - שיתוף פעולה עם גופים ממשלתיים ועסקיים ברוסיה במטרה ליעל את תהליך החזרה לרוסיה.
  - אספקת מידע ליוצאי רוסיה המתגוררים מחוצה לה בנושאי ההגירה החוזרת.
- על-פי המפורט באתר אנשים החוזרים לרוסיה במסגרת התוכנית זכאים להטבות שונות וסוגים שונים של תמיכה סוציאלית, ובהם:

- החזר הוצאות הנסיעה למקום המגורים החדש (רק באזורים מסוימים).
- קצבה חודשית בהעדר הכנסות מעבודה או מפעילות עסקית לתקופת הביניים עד לקבלת סטטוס האזרח (עד שישה חודשים, רק באזורים מסוימים).

---

<sup>6</sup> <http://www.remigrant.ru>

- שירותי חינוך, בריאות ורווחה.
  - העדפה בקבלת אישורים לשהייה זמנית ולתושבות, והקלה על תהליך קבלת האזרחות של הפדרציה הרוסית.
  - הענקת סל קליטה לשבים בגובה 5,000 דולר (אייכנר, 2007).
- לפי נתוני האתר של ארגון "רמיגרנט", החל מספטמבר 2007 חזרו לרוסיה 2,200 אנשים במסגרת התוכנית.

במסגרת תוכניות אלו, זוכה ישראל להתייחסות מיוחדת, זאת בשל העלייה המסיבית (כמיליון איש) של יהודים יוצאי רוסיה לישראל במהלך שנות ה-90. כוח האדם שהגר מרוסיה לישראל היה משכיל ואיכותי. לטענתם של גורמי מודיעין בישראל, יצירת הקשר עם העולים מרוסיה שחיים בישראל מתבצעת באמצעות מרכז התרבות הרוסי בתל אביב שהוא למעשה הסניף בישראל של ארגון "בני המולדת", שהקים ב-2000 נשיא רוסיה, ולדימיר פוטין. המטרה הרשמית של הארגון היא שמירת הקשר בין המולדת הרוסית לבין אזרחיה שחיים מחוץ לה. עם השנים, הציב פוטין יעד חדש לארגון - החזרתם לרוסיה של כמה שיותר מהגרים, במיוחד בעלי מקצועות מבוקשים ואנשי אקדמיה (אייכנר, 2007; פפר, 2007).

### **השקעות במדע וטכנולוגיה**

נשיא רוסיה לשעבר, פוטין הצהיר על כך שיש ליצור תנאים מסוימים על מנת למנוע את בריחת המוחות לא רק באמצעים מנהליים, אלא גם באמצעות פיתוח כלכלי, הגדלת ההשקעות במדע, הקמת פארקים טכנולוגיים והקלות במס. המטרה היא משיכת צעירים למדע שתעשה באמצעות קידום והגדלת מענקי המחקר לצעירים עד ל-30,000 רובל.

בשנת 2006, הגיעה הממשלה הרוסית להסכם עם האקדמיה הרוסית למדעים שמטרתו הייתה העלאת המשכורות של החוקרים: השכר עלה מ-17,000 רובל ל-19,000 רובל ומתוכנן להגיע בעוד שנתיים ל-30,000 רובל. כמו כן, הושקעו כספים בהקמת פארקים טכנולוגיים המאכלסים חברות תוכנה בערים כדוגמת סנט פטרבורג ונובו סיביר

(Merz, 2008). בנוסף, הוחל במאמצים לחזק את הקשר בין מערכת המחקר למערכת ההשכלה הגבוהה ברוסיה. תוכניות אלו כללו חיזוק ההוראה בארגוני המחקר ברוסיה, שילוב מוסדות מחקר במוסדות אקדמיים מובילים (OECD, 2006).

היבט נוסף של חיזוק המדע והטכנולוגיה ברוסיה הוא יצירת קשרים בין לאומיים. ב-1999 האיחוד האירופאי ורוסיה חתמו על הסכם לשיתוף פעולה מדעי וטכנולוגי. התחומים העיקריים הכלולים בהסכם הם: חלל, טלקומוניקציה, סביבה ותחבורה. מלבד תוכניות לשיתוף פעולה עם האיחוד האירופאי, ממשלת רוסיה חתמה על הסכמים לשיתוף פעולה מדעי עם המדינות הבאות: שבדיה, נורבגיה, איסלנד, שווייץ, ישראל, ארה"ב וקנדה. (Isupova, 2003).

## יוזמות של מוסדות אקדמיים

ה- EERC Economic Education and Research Consortium) במוסקבה העביר סקר בקרב מרבית בוגרי הכלכלה הרוסיים במחלקות המובילות בכלכלה בארה"ב, קנדה, אירופה ואוסטרליה שמטרתו גיבוש מדיניות להחזרתם לרוסיה. על-פי ממצאי הסקר רבים מהעוזבים חשים שהדרישה למיומנויות המקצועיות שלהם במערב גבוהה מזו שברוסיה. הסיבות לעזיבתם: מחסור בהזדמנויות להוראה ומחקר, קשרים חלשים בין מרכזי מחקר ברוסיה ובמערב, ואינטגרציה נמוכה עם הקהילה הבינלאומית האקדמית. בעקבות המחקר עלו אסטרטגיות משולבות שמטרתן החזרת המהגרים הרוסיים וכוללות את האפשרות למגורים קבועים ברוסיה ועבודה זמנית מחוץ לרוסיה, או להיפך. המחקר אישר את הצורך לספק תמריצים מקצועיים, כלכליים וארגוניים שיעודדו בוגרים רוסיים שלמדו מחוץ לרוסיה לשוב לרוסיה למרות חוסר היציבות הכלכלית והחברתית. פיצוי הולם וסביבת מחקר באיכות גבוהה נמצאו כתמריצים החשובים ביותר. התמריצים צריכים לכלול גם עצמאות בעבודה, שעות עבודה גמישות, אפשרות לקידום מהיר של הקריירה, סיכוי לקשרים מקצועיים בינלאומיים ונסיעות מחוץ לרוסיה (Gebov, 2001).

יוזמה נוספת הינה הקמת מרכזי מחקר חדשים וייחודים בתחומי הכלכלה והמדיניות הציבורית. בשנים האחרונות הוקמו ברוסיה שלוש מוסדות מחקר מסוג זה:

- New Economics School (NES)
- Russian-European Centre for Economic Policy (RECEP)
- Centre for Economic and Financial Support (CEFIR)

מוסדות אלו הוכרו על ידי הבנק העולמי כמרכזים של מצוינות, המעניקים מענקי מחקר ומלגות לחוקרים צעירים, מארגנים סמינרים בהשתתפות מרצים אורחים. כמו כן, במוסדות אלו נערך מחקר מקיף על תופעת בריחת המוחות היכול לתרום לגיבוש מדיניות בנושא (Isupova, 2003).

## הפזורה הרוסית

אקדמאים רוסיים החיים כיום מחוץ לרוסיה אינם מנתקים את הקשרים עם ארץ המוצא שלהם. הם חוזרים לרוסיה לשם עריכת סמינרים, השתתפות במחקר, מתן הרצאות אורח ועוד. יעד מרכזי שעומד בפני רוסיה כיום הוא חיזוק מגזר ההיי-טק. אחת מהדרכים להשיג יעד זה היא באמצעות גיוס כספים מחברות ומשקיעים בארה"ב. לצורך כך, יש לחזק את הקשרים בין אנשי התוכנה ומומחי הטכנולוגיה הרוסיים המתגוררים בארה"ב לארץ המוצא, ולעודד גיוס כספים והשקעות בתעשיית ההיי-טק הרוסית, Isupova, (2003).

## מדיניות לצמצום בריחת המוחות בהודו

### רקע

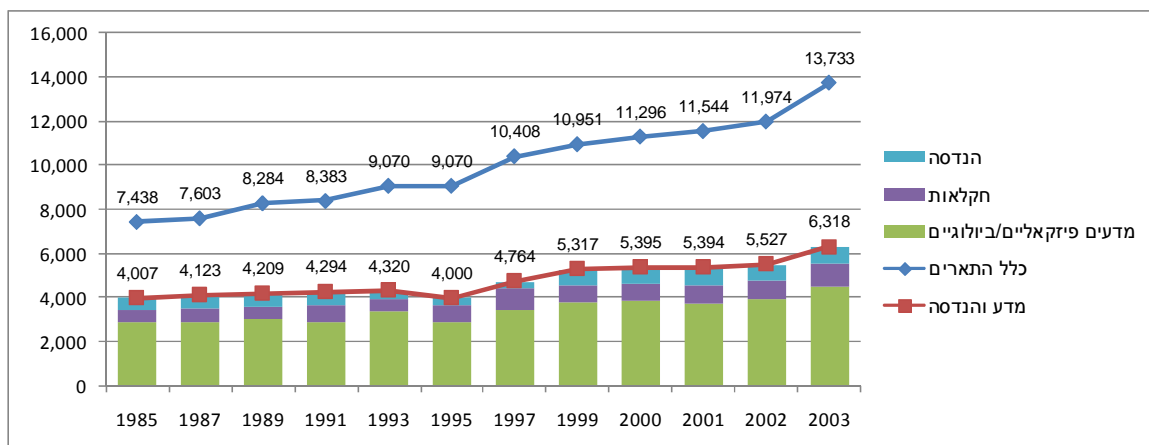
לפי נתוני סקר המדע הלאומי<sup>7</sup>, היו בשנת 2004 כ-376 מיליון מועסקים בהודו, מתוכם 40.2 מיליון (11%) נכללו בקטגוריה של כוח אדם מדעי וטכנולוגי לפי עיסוק או לפי השכלה<sup>8</sup>. נתונים אלה משקפים גידול מהיר מאוד מ-6 מיליון ב-1981 ל-40.2 מיליון ב-2004 (NCAER, 2005).

לפי נתוני ה- NSF (2008) במהלך שני העשורים האחרונים, חלה התרחבות מהירה של מערכת ההשכלה הגבוהה בהודו. מספר הנרשמים ללימודים גבוהים גדל מ-2.8 מיליון בשנת 1980 ל-9.9 מיליון בשנת 2003. באופן דומה, חלה עלייה במספר התארים שניתן בתחומי המדע וההנדסה. בשנת 2003 ניתנו בהודו 13,733 תארים שלישיים, מתוכם כ-6,318 תארים (46%) במדע והנדסה.

העלייה בכוח אדם מדעי וטכנולוגי מוסברת בחלקה בגידול שחל במספר המכללות הפרטיות, שרובם מוסדות פוליטכניים (polytechnics) ומוסדות המכשירים כוח אדם לתעשייה. התרחבותה של מערכת ההשכלה הגבוהה מציבה מספר אתגרים בתחום התאמת המתקנים והמשאבים, איכות הסגל האקדמי ושיטות ההוראה. בנוסף יש פער בין מוסדות העלית של הודו לשאר המוסדות ובין ההיצע של בוגרי מערכת ההשכלה הגבוהה לביקוש. פער זה מתבטא בין השאר, בשיעורי אבטלה גבוהים, בשנת 2001, כ-17% מבוגרי מערכת ההשכלה הגבוהה של הודו היו מובטלים.

האיור הבא מציג את העלייה שחלה במספר מקבלי תואר שלישי בהודו לפי תחומים נבחרים בין השנים 1985-2005.

איור 11: מספר מקבלי תואר שלישי בהודו לפי תחום, 1985-2005



מקור: NSF, Science & Engineering Indicators 2008, Appendix Table 2-43

<sup>7</sup> National Science Survey נערך על ידי המועצה למחקר כלכלי יישומי בהודו ומטרתו איסוף נתונים על כוח האדם המדעי והטכנולוגי בהודו.

<sup>8</sup> ההגדרה של כוח אדם טכנולוגי ומדעי כוללת אנשים בעלי השכלה בתחומי המדע והטכנולוגיה (HRSTE) או אנשים המועסקים בתחומי המדע והטכנולוגיה (HRSTO)



במהלך שנות ה-70 וה-80, עלה חשש כי הודו מאבדת את כוח האדם המשכיל והמיומן שלה למערב, במיוחד לארה"ב. ההגירה לארה"ב נבעה בשל אפשרויות תעסוקה עדיפות, רמת חיים גבוהה יותר ושיעורי אבטלה גבוהים בהודו, בהשוואה לביקוש הגובר למהנדסים ורופאים בארה"ב. הודו היוותה את מקור המהגרים השני בגודלו לארה"ב אחרי מקסיקו. בשנת 2005, כ-86,000 תושבי קבע הודים התגוררו בארה"ב. בשנים האחרונות קיימת מגמה של חזרת מדענים ואנשי אקדמיה להודו. מגמה זו עדיין קטנה. ההערכה היא

שכ-25,000 אנשי תעשיית ההיי-טק חזרו להודו בין השנים 2000-2004. קבוצה זו היא איכותית במיוחד והיא הביאה עימה ניסיון, כישורי יזמות, גישה לרשתות גלובאליות ולקרנות הון סיכון. הערים הבאות בהודו: בנגלור (Bangalore), הידארבאד (Hyderabad) דלהי ובומבי מציעות להודים החוזרים מארה"ב אפשרויות תעסוקה בתחומי ההיי-טק, בביוטכנולוגיה, במחקר, במגזר העסקי, בחברות בין לאומיות ובפארקים תעשייתיים (Chacko, 2007).

### **תוכניות להחזרת מדענים הודים**

Khadria (2004) מציג מספר תוכניות שהופעלו על ידי הממשלה והאוניברסיטאות בהודו במטרה להחזיר להודו מדענים הודים המתגוררים מחוץ להודו:

The Pool Officer Scheme - תוכנית שמטרתה החזרת מדענים לצמיתות. התוכנית הופעלה על ידי ממשלת הודו והמועצה למחקר מדעי ותעשייתי (CSIR).

TOKEN-INRIST Scheme - תוכנית שמטרתה החזרה זמנית של מדענים. התוכנית הופעלה על ידי המועצה למחקר מדעי ותעשייתי וה-<sup>9</sup>UNDP. ה-TOKEN-INRIST כללה יוזמות פרטיות של גורמים תעשייתיים פרטיים שהציעו עבודה לחוזרים ביחידות המו"פ שלהם. שתי התוכניות יושמו בצורה לא אפקטיבית.

בתחילת שנות ה-80 ניסו האוניברסיטאות בהודו להחזיר מדענים הודים באמצעות משרות של מרצים ושל מענקי מחקר. התוכנית נתקלה בקשיי יישום - סגל הפקולטות התייחס למדענים החוזרים כאל "אזרחים מדרגה שנייה". בנוסף, התוכנית נקלעה לבעיה תקציבית והופסקה באמצע שנות ה-90. בנוסף ליוזמות אלו, הכריזה ממשלת הודו ב-1999 על ה-PIO-card, כרטיס המקנה אזרחות כפולה למדענים שנאלצו לוותר על אזרחותם ההודית, ומטרתו לחזק את הקשר של הודים שעזבו את הודו עם ארץ מוצאם. הכרטיס מיועד למחזיקי אזרחות הודית בעבר, לילדיהם, נכדיהם וניניהם. הכרטיס תקף לעשרים שנה ומקנה את אותן זכויות שיש לתושבי הודו (מלבד הזכות לבחור ולהיבחר ולרכוש אדמה חקלאית).

<sup>9</sup> United Nations Development Programme - ארגון של האו"ם הפועל ב-166 מדינות ומטרתו שיפור רמת החיים במדינות המתפתחות. <http://www.undp.org>

יש לציין, שתוכניות אלו לא זכו להצלחה רבה. העלייה במספר המדענים והאקדמאים היהודים השבים נובעת בעיקרה מהתפתחותו של "עמק הסיליקון" ההודי והפיכתה של הודו לאחד ממרכזי ההיי-טק המובילים בעולם.

### **השקעות במדע וטכנולוגיה - יצירת "עמק הסיליקון" ההודי**

במהלך שנות ה-90, פנו חברות בין לאומיות רבות להודו לצורך אספקת שירותי תוכנה ומרכזי שירות (call centers). חברות תעשייה בין-לאומיות כדוגמת Motorola, Dell, Microsoft, General Electric, Siemens ו-Larsen הגדילו את כוח האדם המועסק בסניפיהם בהודו, בין השאר באמצעות גיוס של עובדים הודים שהתגוררו מחוץ להודו. חברות טכנולוגיה הודיות מובילות כדוגמת Infosys החלו לגייס גם הן אקדמאים הודים בעלי ניסיון תעסוקתי בארה"ב עבור משרות ניהוליות ומשרות בדרג הביניים בסניפיהם בהודו.

ערים כדוגמת בנגלור והידארבאד הפכו למוקדים של תעשיית היי-טק ושל יזמות. בעוד שבנגלור נחשבת למרכז של תעשיות היי-טק ("עמק הסיליקון" ההודי), מהווה הידארבאד מרכז של תעשיות הביו-טכנולוגיה ההודיות (Genome Valley). בערים אלו, הרשויות המקומיות, המגזר הפרטי ויזמי היי-טק פעלו ביחד על מנת לפתח בסיס כלכלי, תשתיות ותרבות עסקית המאפיינת את תעשיית ההיי-טק העולמית. הרשויות המקומיות הציעו תמריצים כספיים הכוללים הקלות במס, פיתוח תשתיות מתאימות והקמת פארקים תעשייתיים על מנת למשוך חברות היי-טק לערים אלו. כמו כן, המעבר של מרכזי מחקר ופיתוח של חברות אמריקאיות לערים אלו הביא לפריחה והרחבה של המוסדות האקדמיים הקיימים ולהקמת מכוני מחקר ומוסדות אקדמיים חדשים. בין המוסדות האקדמיים הבולטים: המכון ההודי למדע, המרכז ללוויינות של סוכנות החלל ההודית, המרכז לאינטליגנציה מלאכותית ורובוטיקה, המרכז לביוולוגיה מולקולארית, המכון ההודי לטכנולוגיה כימית ועוד.

הדינאמיות, הפיתוח והגלובליזציה של ערים אלו בהודו מהוות מקור משיכה למדענים ואקדמאים הודים שהתגוררו ועבדו בארה"ב. המדענים החוזרים להודו מביאים איתם כישורים, קשרים והון שעוזר בפיתוח של תעשיית ההיי-טק ההודית. לדוגמה, 95 אחוז מחברות התוכנה ב-Bangalore מנוהלות על ידי אזרחים הודים שחזרו מארה"ב. באופן דומה, קרוב לשליש מהמועסקים במרכז המחקר והפיתוח של חברת General Electrics הינם אזרחים הודים שחזרו מארה"ב (Chacko, 2007).

### **הפזורה ההודית**

הפזורה ההודית שומרת על קשר הדוק עם הודו. אזרחים הודים המתגוררים מחוץ להודו חוזרים להודו לעיתים קרובות, בין השאר כדי להתחתן ולבקר את משפחתם. הפזורה ההודית מרגישה קרועה בין קשרי המשפחה והתרבות ההודית לבין אפשרויות התעסוקה ורמת החיים בארה"ב (Saxenian, 2005).

לצורך שמירה על הקשר בין המהגרים ההודים לבין משפחותיהם ובינם לבין עצמם נוצרו רשתות מקצועיות וחברתיות שלהן יש אתרי אינטרנט. להלן יובאו שתי דוגמאות לאתרים מסוג זה:

- Silicon India<sup>10</sup> - אתר המציג את עצמו כאתר של הרשת הגדולה ביותר בהודו, שחברים בה 4,000 אנשי מקצוע הודים המתגוררים בהודו ובארה"ב. האתר כולל חדשות, קבוצות דיון, הודעות על אירועים, ומידע על אפשרויות תעסוקה בארה"ב ובהודו.
- Non Resident Indians Online<sup>11</sup> - אתר המיועד לתושבים הודים החיים מחוץ להודו. האתר כולל מידע מגוון על הנעשה בהודו: חדשות, אירועי תרבות, כתבות מעיתונות יומית, אפשרויות תעסוקה וחזרה להודו. בנוסף, האתר כולל מידע על אפשרויות ההגירה והתעסוקה של הודים בארה"ב, קנדה ובריטניה.

---

<sup>10</sup> [http:// www.siliconindia.com](http://www.siliconindia.com)

<sup>11</sup> <http://www.nriol.com>

## בריחת מוחות מישראל

### נתונים סטטיסטיים

בשנים האחרונות דיווחו פרסומים שונים על גידול בתופעת בריחת המוחות מישראל. יחד עם זאת, הספרות והנתונים בתחום לא יוצרים תמונה ברורה על מספר האקדמאים הישראלים שעזבו את הארץ במשך השנים ולא על פרופיל העוזבים. להלן סקירה קצרה של הנתונים שמופיעים בפרסומים העיקריים שהתפרסמו בשנים האחרונות:

לפי פרסום של הלמ"ס (2007), בשנים 1990-2005, יצאו לחו"ל לתקופה ממושכת כ-370,000 ישראלים, כ-23 אלף בשנה בממוצע. האומדן למספר הישראלים השוהים בחו"ל בסוף 2005 נע בין 530 ל-560 אלף תושבים. מספר זה אינו כולל את הילדים שנולדו להורים ישראלים בחו"ל.

גולד ומואב (2006) מצביעים על עלייה בשיעור ההגירה של אקדמאים ישראלים: בשנת 2002, 0.9% מהיורדים היו פרופסורים ובשנת 2004 - 1.7%. שיעורי ההגירה עבור מקצועות שונים הם: 6.5% בקרב חברי הסגל האקדמי הבכיר, 4.8% בקרב הרופאים ויותר מ-3% בקרב המדענים<sup>12</sup>.

בן-דוד (2008) מצביע על נתונים דומים: בעשור שבין 1995-2004, 7.83% מקרב חברי הסגל הבכיר עזבו את ישראל לטובת משרה בחו"ל. בין השנים 2003-2004, כ-1,409 אנשי אקדמיה ישראלים שהו באוניברסיטאות בארה"ב לעומת כ-5,000 החברים בסגל הבכיר של האוניברסיטאות בישראל. כלומר, מספרם של אנשי סגל בכיר ישראלים בארה"ב מהווה כ-25% ממספר אנשי הסגל שנשארו באוניברסיטאות ובמכללות בישראל. לשם השוואה, מספר המרצים הספרדים בארה"ב היווה 1.3% מסך כול המרצים שנשארו בספרד, בגרמניה ובצרפת 2.9%, בהולנד 4.3%, ובקנדה 12.2%.

בן דוד (2008) בדק עד כמה חמורה בריחת המוחות מישראל בחמשה תחומים: פיזיקה, כימיה, כלכלה, פילוסופיה ומדעי המחשב. הוא מצא שמספר הפיזיקאים הישראלים הנמצאים במסלול לקביעות ב-40 האוניברסיטאות המובילות בארה"ב מהווה 10% מכלל הפיזיקאים בישראל, בכימיה האחוז עולה ל-12%, בפילוסופיה 15%, בכלכלה 29%, ובמדעי המחשב, מספר חברי הסגל הישראלים בפקולטות המובילות בארה"ב מגיע לשליש מכלל חברי הסגל שנותרו בישראל.

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).

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, שלישי מהם למדו במוסדות להשכלה גבוהה בארה"ב. (תקווה, 2006). לפי נתוני המוסד הבין לאומי לחינוך, בשנת 2003, למדו כ-3,521 סטודנטים ישראלים באוניברסיטאות בארה"ב. לשם השוואה, מספר הסטודנטים הצרפתיים שלמדו

<sup>12</sup> המחקר מבוסס על מפקד האוכלוסין של 1995 בצרף אינדיקציה לגבי סטאטוס ירידה בשנת 2002, עבור קבוצת הגילאים 30-40.

ב-2003 בארה"ב הוא 7,401 ומספר הגרמנים 9,302. יוצא, ששיעור הסטודנטים הישראלים שלמדו בארה"ב, יחסית לאוכלוסייה בישראל, הוא מהגבוהים בעולם. ההבדל אינו רק בשיעור הסטודנטים, אלא גם במגמה, בעוד שלגבי מדינות מערב אירופה, מספר הסטודנטים הלומדים בארה"ב פוחת, הרי שמספרם של הסטודנטים הישראלים בארה"ב גדל. בין 2002 ל-2003 חלה עלייה של 2% במספר הישראלים הלומדים בארה"ב ובעשור האחרון עלה מספרם ב-17% (טראובמן, 2004).

לפי סקר אקדמאים בארה"ב משנת 2003, שהו בארה"ב בשנים 2000 ו-2003 כ-3,900 בעלי תואר שלישי שנולדו בישראל. נתון זה כולל בעלי תואר שלישי ובת-דוקטורנטים, שנסעו לתעסוקה זמנית, וילידי ישראל שעזבו בילדותם לארה"ב. הנתון חלקי, סובל מטעות דגימה גדולה, ואינו מאפשר לדעת האם מדובר בתופעה הולכת וגדלה או בתופעה יציבה, אך למרות כל מגרעותיו, הנתון ממחיש את סדר הגודל הלא מבוטל של ישראלים בעלי תואר שלישי הנמצאים בארה"ב. חלקם של הישראלים בעלי תואר שלישי ושהתכוונו להישאר בה היה יציב למדי במהלך שנות ה-90 ונע סביב 50 אחוז. החל משנת 2001, ישנו גידול ניכר באחוז הישראלים שהתכוונו להישאר בארה"ב לנתון שמתקרב לאחוז המקביל בקרב קבוצת הזרים (60 אחוז). לפי הרשקוביץ, 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 ואינם מצביעים בהכרח על כוונה להגר לארה"ב (הרשקוביץ, 2007).

### **הסיבות לבריחת המוחות מישראל**

בין ההסברים המרכזיים לתופעת בריחת המוחות מישראל, המוצעים בספרות העוסקת בנושא, ניתן למצוא את: רמת המיסוי הגבוהה בישראל, כמו גם הקושי במציאת עבודה, יוקר המחיה, החלופות בשוק העבודה הגלובלי. כל אלה מעודדים את הירידה של מיטב המוחות מהארץ. צעירים שיוצאים ללימודי דוקטורט במיטב האוניברסיטאות בארה"ב ובאירופה מוותרים לעיתים קרובות על הצעות עבודה באוניברסיטאות בארץ עם סיום לימודיהם, למרות רצונם לחיות בישראל, עקב פערי השכר הגבוהים (גולד ומואב, 2006).

לפי בן דוד (2008) הסיבות העיקריות לעזיבת אנשי סגל את ישראל והישארותם בחו"ל הן: פערי השכר ההולכים וגדלים בין ישראל לארה"ב, מספר תקנים קטן, תקצוב חסר למעבדות, הליכי קידום בעייתיים בארץ. (לדוגמה, קיים פער גדול בין אימפקט מחקרי של כלכלנים לבין הדרגה האקדמית הניתנת להם. בניגוד לארה"ב, לא ניתן בישראל לקצר את הליך הקידום עבור מי שמבצע מחקר בעל אימפקט רציני). בישראל, שיעור משרות חברי הסגל הבכיר נמצא במגמת ירידה ביחס לגודל האוכלוסייה. בארה"ב, שיעור חברי הסגל ל-1,000,000 איש עלה ב-29% בין 1976 ל-2005 ואילו באוניברסיטאות הישראליות הוא ירד ב-35%. גם ההתווספות של המכללות למערכת ההשכלה הגבוהה בישראל בשנים האחרונות, לא שנתה את המצב, ב-2005 היה שיעור חברי הסגל באוניברסיטאות ובמכללות גם יחד נמוך ב-40% לעומת שיעורם בארה"ב. הירידה במספר התקנים של אנשי הסגל האקדמי אינה תואמת את העלייה שחלה במספר מקבלי התארים בישראל בין השנים 1970-2005, מספר מקבלי התארים לתושב עלה ב-355%. באופן דומה, הרשקוביץ (2007) מראה כי למרות שמספר הסטודנטים לתואר שלישי

בישראל גדל בעשור האחרון ב-175% (מ-830 ב-1990 עד 2,300 ב-2006), לא חלה עלייה במספר אנשי הסגל. משנת 2000 עד 2004 חלה ירידה אבסולוטית מדורגת ורצופה של למעלה מ-300 משרות של חברי סגל אקדמי בכיר.

בנוסף, פערי השכר בין התחומים המובילים בארה"ב לבין המקבילים להם בישראל הולכים וגדלים בהתמדה עם הזמן. התחומים שבהם בריחת המוחות מישראל הייתה רבה יותר (כלכלה, מדעי מחשב) הינם התחומים שבהם פערי השכר בין האקדמיה הישראלית לאקדמיה בארה"ב היו גבוהים יותר (בן-דוד, 2008).

קיים קשר בין בריחת מוחות מישראל לצמצום ניכר בתקציבים, כ-20% בהשכלה הגבוהה וכ-35% במחקר ובפיתוח (ועדת המדע והטכנולוגיה, 2006). תקווה (2006) מביא את הנתונים הבאים: בין השנים 2001-2005 קוצץ התקציב להשכלה גבוהה ב-18%; בחלק מהגופים ירד גם שיעור התרומות; חלה עלייה בהוצאות על תשלומי משכורות וכן בהוצאות הקבועות. כתוצאה מכך נפגעות תשתיות המחקר וההוראה במוסדות להשכלה גבוהה בתחומים הבאים: עדכון משכורות החוקרים ומלגות המחקר; קבלת עובדים חדשים לעבודה מחקרית, וקליטת סטודנטים מצטיינים בסגל הזוטר; חידוש אמצעי המחקר ההולכים ומתיישנים. המצב חמור במיוחד על רקע של הגידול המתמיד במספר הסטודנטים והעלייה בהוצאה הפרטית על השכלה גבוהה. כל אלה מגבירים את החשש מפני בריחת מוחות, שכן סטודנטים מצטיינים יחפשו מוסדות שיתקצבו את מחקריהם מחוץ לישראל. חלק מהסטודנטים המצטיינים מקבלים הצעות עבודה במוסדות מובילים בעולם. מוסדות אלו מציעים להם משכורות גבוהות יותר ותשתיות מתקדמות יותר למחקר.

ביולי 2007 הקימה האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים מרכז קשר בין האקדמיה למדעים לבין מדענים ישראלים צעירים בחו"ל. מטרת המרכז, בשלב הראשון, היא לסייע למדענים וחוקרים ישראלים בארץ ובחו"ל למצוא מקום עבודה מתאים בתוך הקהילה המדעית בארץ. מרכז הקשר הוקם לפי אחת ההמלצות של ועדת שוחט לבחינת מערכת ההשכלה הגבוהה בישראל. במסגרת המרכז, הפעילה האקדמיה הישראלית למדעים מרשם מקוון למדענים ולמשתלמים ישראלים בחו"ל. כ-1,000 משייבים ענו על הסקר באופן וולונטרי. מניתוח תוצאות הסקר, נמצא כי הגורמים המרכזיים המעכבים את חזרתם של החוקרים לישראל הם תשתית המחקר העומדת לרשות המדען המבקש להתבסס בארץ מבחינה מחקרית והיעדר קשב מצד מוסדות ורשויות בארץ לצורכיהם של החוקרים הצעירים.

מסקר שערך משרד התמ"ת, בשיתוף עם פורום BioAbroad בביצוע חברת Applied Economics, עולה כי כ-50% מהחוקרים בתחום מדעי החיים מדווחים כי הסיבה המרכזית בגינה הם נוטים להישאר בחו"ל ולא לחזור לישראל היא העדרו של אתגר מקצועי והעדרן של משרות (באקדמיה או בתעשייה) אשר עונות על העניין המחקרי ורמת האתגר המקצועי הרצוי. רמת החיים והשכר הם גורמים משניים בלבד בהחלטה האם לחזור לארץ. הסיבה המרכזית בגינה נוטים החוקרים לחזור לארץ היא הקשר עם המשפחה והחברים והרצון שילדיהם יגדלו ויתחנכו בישראל. רק 2% מהחוקרים מדווח כי היו מצליחים למצוא בישראל משרה המתאימה להם ללא קושי. כ-90% מדווחים שהיו נאלצים להתפשר על השכר והאתגר המקצועי, או על שניהם יחד (משרד התמ"ת, 2008).

## מידע קיים אודות אקדמאים ישראלים השוהים בחו"ל

האקדמיה הלאומית למדעים - בחודש פברואר 2007 החלה האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים לאסוף, באמצעות מרשם מקוון, פרטים של מדענים ומשתלמים צעירים ישראלים בחו"ל. בחודש יולי 2007, פרסמה האקדמיה מבחר נתונים מהדו"ח, מהם עולה כי 911 מדענים ומדעניות השיבו למרשם באתר האינטרנט של האקדמיה, 75% מהמשיבים שוהים בארה"ב, 10% בבריטניה 60% מהמשיבים הם בעלי תואר דוקטור.

פורום "Bio abroad" שמרכזו בבוסטון, הוקם על ידי קבוצת מדענים ישראלים במטרה לקדם את שילוב המדענים הישראלים השוהים בחו"ל באקדמיה ובתעשייה הישראלית בפרום מרוכזים נתונים של כ-400 אקדמאים ישראלים בחו"ל העוסקים בתחומי מחקר שונים במדעי החיים. מעיון ברשימה המופיעה באתר, עולה כי רוב האקדמאים שנרשמו הם פוסט-דוקטורנטים. 13 בחודש אוגוסט 2008, הוכרו של שיתוף פעולה בין אוניברסיטת בן-גוריון לעמותת Bioabroad שמטרתו החזרת מדענים ישראלים מחו"ל וקליטתם באוניברסיטת בן-גוריון ובמכון הלאומי לביוטכנולוגיה בנגב. שיתוף הפעולה כולל פרסום מודעות דרושים בפורטל של Bioabroad, מפגשים בין חוקרי האוניברסיטה לחברי העמותה (הידען, 2008).

## תוכניות להחזרת מדענים ישראלים

תוכנית "חוזרים הביתה - 60 לישראל" - מטרת התוכנית החזרת אלפי ישראלים לקראת חגיגות השישים למדינת ישראל. משרד הקליטה משקיע יותר מ-150 מיליון שקלים במטרה להחזיר את היורדים. סל התמריצים וההטבות כולל הסדרת ביטוח בריאות; מלגות לחוקרים ולרופאים בעיקר באזורי הנגב והגליל; הלוואות וסיוע ליזמים בפתחת עסקים; השמה במקומות התעסוקה, כאשר הקשר עם המעסיק יבוצע עוד בטרם ההגעה ארצה והקלות בתחום המיסוי (אייכנר, 2008). המשרד לקליטת עלייה הקים אתר אינטרנט<sup>14</sup> הכולל מידע על התוכנית, וההטבות השונות המוצעות במסגרתה. האתר כולל פנייה גם אל מדענים ומידע על אפשרויות ההשתלבות בתוכניות של המרכז לקליטה במדע, מלגות רלבנטיות, וכנסים מדעיים המתקיימים בארה"ב בהשתתפות חברות ישראליות.

## הפזורה הישראלית

להלן יובאו מספר דוגמאות לשמירה על קשר עם הפזורה הישראלית:  
בעניינים (BA-Inyanim)<sup>15</sup> - אתר הפונה לקהילת הישראלים בעמק הסיליקון ומפרץ סן פרנסיסקו. האתר מאפשר לישראלים השוהים באזור ללמוד על היבטי החיים השוטפים של הקהילה, מקל על תהליך הקליטה בסביבה החדשה ומאפשר מערך תקשורת בין חברי הקהילה בתחומים שונים. האתר פונה לישראלים באזור

<sup>13</sup> <http://www.bioabroad.org.il/members.asp>

<sup>14</sup> [http://www.moia.gov.il/Moia\\_he/ReturningHomeProject](http://www.moia.gov.il/Moia_he/ReturningHomeProject)

<sup>15</sup> <http://www.ba-inyanim.com>

ולאלה המתכוננים לשוב לישראל. כמו כן, האתר מכיל מידע לגבי ההקלות הניתנות לישראלים המתכוונים לחזור לישראל.

חיזוק הקשר עם ילדי ישראלים שחיים מחוץ לישראל ועם הקהילה היהודית באמצעות פרויקט תגלית<sup>16</sup> - הפרויקט הוקם בשנת 2000 ביוזמתו של חבר הכנסת יוסי ביילין ומטרתו חיזוק הקשר בין צעירי התפוצות לישראל. הפרויקט מאפשר לכל צעיר וצעירה יהודיים בני 18-26 לבוא לישראל לסיור בן עשרה ימים. מטרת הפרויקט היא להקים תשתית של שגרירי הסברה של ישראל בעולם ולחזק את זיקתם של צעירים יהודים ברחבי העולם לישראל. מאז הקמת הפרויקט בקרו במסגרתו כ-160,000 סטודנטים יהודים מלמעלה מ-50 מדינות.

## סיכום

המגמות בכלכלה העולמית משפיעות על שוק העבודה הבין לאומי ועל התנודות שמתרחשות בו. הגישה הרווחת כיום היא שקיימת בעולם ניידות מוחות בלתי נמנעת ויש לעצב מדיניות הפועלת לצמצום ההשפעה השלילית ולהעצמת הרווחים וההשפעה החיובית שיש לתופעה. לדוגמה, ישראלים ששהו בארה"ב, העתיקו בתחילת שנות השמונים את מודל "עמק הסיליקון" מארה"ב לישראל. בנוסף להון, הם הביאו עימם את הניסיון המעשי ואת הקשרים הדרושים שתרמו לפריחתה של תעשיית ההיי-טק הישראלית.

מהצגת הנתונים והמידע בפרק זה, עולה כי בריחת המוחות הינה תופעה מורכבת ורב ממדי. המדיניות שננקטת על ידי סין, רוסיה והודו על מנת לצמצם את תופעת בריחת המוחות הינה מדיניות לטווח ארוך המשלבת מאמצים של מספר גורמים כדוגמת: משרדי ממשלה, רשויות מקומיות מערכת ההשכלה הגבוהה ומוסדות מחקר. זו אינה מדיניות המתמקדת בתוכנית אחת בלבד, אלא מפעילה מספר תוכניות שמטרתן חיזוק של התשתית המדעית, תשתית המחקר והפיתוח ומערכת ההשכלה הגבוהה מחד וחיזוק הקשר עם הפזורה המדעית שחיה מחוץ לארץ המוצא שלה מאידך.

---

<sup>16</sup> <http://www.birthrightisrael.com>





## **פרק 2 : תחזית להיצע בכוח אדם בהתאם לצרכים עתידיים של התעשייה**

במגזר התעשייתי מוצגת הטענה לגבי מחסור בכוח אדם בתחומים מסוימים כגון: מהנדסי ביוב, מהנדסי מים, חשמל, מיזוג אוויר ועוד. מחסור זה נובע, בין השאר, מסגירה וצמצום של מסלולי לימוד באקדמיה בעלי ביקוש נמוך ומהיחלשותו של החינוך הטכנולוגי/מקצועי.

העלייה הרוסית שהגיע בשנות התשעים הגדילה את כוח העבודה הטכנולוגי והמדעי בכל תחומי המשק. אך העולים שהשתלבו ותרמו לאקדמיה ולתעשייה נמצאים היום בגיל פרישה ומדינת ישראל צריכה לבחון האם החינוך הטכנולוגי/מקצועי והחינוך האקדמי מייצרים מספיק כוח אדם כדי לענות על צרכי השוק.

בפרק זה בדקנו שלושה תחומים בהם כבר קיים או צפוי מחסור: כוח אדם בתחום המים, מהנדסי חשמל בתחום מערכות הספק גבוהה וכוח אדם בתחום הכימיה.

אסוף הנתונים והמסקנות במחקר זה התבססו על:

- ראיונות עם מומחים מהאקדמיה, מהתעשייה ומהממשל.
- נתונים מהלשכה המרכזית לסטטיסטיקה (למ"ס), מהמועצה להשכלה גבוהה (מל"ג) ומשרד התעשייה, המסחר והתעסוקה (תמ"ת).
- מחקרים ועבודות שנעשו בנושאים אלו או בתחומים דומים בעבר.

בכל אחד מהתחומים הנבדקים התגלו ממצאים שונים והמחסור בכוח העבודה בתחומים אלה נובע מסיבות שונות כגון: שכר נמוך בתחום המים, בירוקרטיה בתהליך קבלת רישיון מסוג "מהנדס-חשמלאי" המקנה למהנדסים את הזכות לעסוק במערכות הספק, חשיפה נמוכה בחינוך התיכוני למקצוע הכימיה וכדומה.

## כוח אדם במשק המים

### רקע כללי

התחזית של כלכלנים ומומחי סביבה היא שבשנים הבאות מים יהיו המשאב העיקרי בעולם. כבר כיום כשני מיליארד מאוכלוסיית כדור הארץ אינם בעלי גישה מיידית למקורות מים. על פי התחזיות, בעתיד הלא רחוק, למעלה משליש מאוכלוסיית כדור הארץ יסבול ממחסור חמור במים. הסביבה העירונית מתרחבת ומצטופפת ואילו הסביבה הפתוחה מצטמצמת. מערכות התשתית העירוניות, האזוריות והארציות מחייבות בחשיבה מחודשת, בהשקעות במחקר ופיתוח של טכנולוגיות חדישות ובשדרוג של שיטות קיימות בכדי להבטיח את המשך הפיתוח של סביבת האדם, החקלאות והתעשייה. ההתעוררות בתחום טכנולוגיות המים חלה בכל העולם. סינגפור, לדוגמה, הציבה לעצמה יעד להפוך למובילה בתחום טכנולוגיות הקשורות במים ולהחזיק בעוד עשר שנים ב-3%-5% משוק המים, כ-12.5 מיליארד דולר.

גם בישראל מורגשת התעוררות בתחום המים, עודד דיסטל, מנהל תוכנית המים הממשלתית במשרד התמ"ת, מדגיש כי היצוא של התעשיות העוסקות בטכנולוגיות המים זינק ב-28% בשנת 2007, שיעור גידול חסר תקדים בהיסטוריה של תעשיית המים בישראל. לדברי דיסטל הדבר מעיד על הפוטנציאל הגלום בתעשיית טכנולוגיות המים בישראל ועל כך שהיא יכולה להיות מנוע צמיחה עיקרי של המשק הישראלי בשנים הקרובות. לדעת מומחים קצב הצמיחה של השוק העולמי לטכנולוגיות מים בחמש השנים הקרובות צפוי לעמוד על ממוצע של 10% בשנה. בשנת 2008 יסתכם שוק המים העולמי

ב-450 מיליארד דולר. תעשיית המים הישראלית מנסה למנף את הידע, הכישורים האנושיים והניסיון המקומי, על מנת לפרוץ לשווקים חדשים בדומה ליצוא ההיי-טק שהתבסס על ידי הניסיון שנולד בארץ במסגרות צבאיות ואחרות.

לאור ההתעוררות בתחום המים, החליטה הממשלה ביוני 2006 לסמן את תחום המים כתחום מועדף, שבו תשקיע המדינה 120 מיליון שקל בפריסה תלת שנתית. בעקבות החלטה זו הוקמה Israel NEWTech (Novel Efficient Water Technologies), תוכנית הסיוע והקידום לתעשיות המים. התוכנית מנוהלת על ידי המטה לקידום השקעות ומנהל סחר חוץ במשרד התמ"ת, ומרכזת את פעילותם של תשעה גופים שונים: משרדי ממשלה, גופי אקדמיה ורשויות שונות. התוכנית מתבצעת בשיתוף פעולה הדוק עם תעשיית המים הישראלית על תחומיה השונים ביניהם: תחום ההשקיה, טיפול בשפכים, השבת מי קולחין, התפלה, ניטור וביטחון מים וגם תכנון, ייעוץ וביצוע של פרויקטים בתחומי תשתיות המים.

התוכנית משרתת את תעשיות ייצוא המים באמצעות השקעה בהון האנושי ובתהליכי ההכשרה שלו, על ידי עידוד מו"פ תעשייתי ומחקר אקדמי בעל השלכות יישומיות ועידוד של הטמעת טכנולוגיה ישראלית בפרויקטים המתבצעים בשוק המקומי. כמו כן קיים סיוע על ידי הגדלת החשיפה לה זוכה הטכנולוגיה הישראלית בחו"ל אשר מושגת, בין השאר, באמצעות השתתפות באירועים שיווקיים, תערוכות וביקורי

אנשי מקצוע מחו"ל, פעילות של הנספחים המסחריים של ישראל בחו"ל, והקמת מאגר של חומרים שיווקיים.

גם החברות המסחריות התאגדו לצורך קידום פרויקטי מים והקימו בשנת 2005 את ארגון WaterFronts - ארגון המים הישראלי, שמטרתו להפוך את ישראל למרכז עולמי של תעשיות המפתחות טכנולוגיות מים. הארגון פועל לעידוד הפעילות של חברות ישראליות בתחום משק המים, עידוד הפעילות של קרנות הון סיכון המתמחות בתחום המים, עידוד חברות סטארט-אפ למוצרים המבוססים על טכנולוגיות מתקדמות בתחום המים וכן מעורב הארגון בתמיכה לגיבוש מדיניות ממשלתית לעידוד תעשיות המים הישראליות.

## **הגדרות של כוח אדם בתחום המים ותחזיות בארה"ב**

בתחום המים עוסקים מהנדסים, חוקרים וכוח אדם טכני מדיסציפלינות שונות. בענפי ההנדסה נכללים התחומים הבאים:

**הנדסה חקלאית** - כוללת יישום של טכנולוגיות הנדסיות לצורך שימוש יעיל במשאבים ביולוגיים. מהנדסי חקלאות עוסקים בשימור משאבי המים והסביבה.

התעסוקה של מהנדסי חקלאות צפויה לעלות ב-9% בין השנים 2006-2016.

**הנדסה אזרחית** - כוללת את התחומים הבאים: תשתיות, בנייה, מקורות מים, סביבה, תחבורה וגאוטכניקה. מהנדסים אזרחיים עוסקים בתחום המים בנושאים כגון: תכנון ופקוח על בנייתם של מערכות לאספקת מים ומערכות כיוב.

התעסוקה של מהנדסים אזרחיים צפויה לעלות ב-18% בין השנים 2006-2016 בשל הגידול הטבעי באוכלוסייה, והצורך לתכנן ולבנות מערכות לאספקת מים במענה לגידול זה.

**הנדסת סביבה** - כוללת פתרון של בעיות סביבתיות באמצעות עקרונות ביולוגיים וכימיים. בתחום המים, מהנדסי סביבה אחראים על מניעה ובקרה של זיהום מקורות המים, תכנון מערכות מוניציפאליות לאספקת מים, ומערכות לטיפול בשפכים תעשייתיים.

התעסוקה של מהנדסי סביבה צפויה לעלות ב-25% בין השנים 2006-2016, בשל צרכים גדלים בתחום איכות הסביבה.

**כימאים** - בתחום המים כימאים עוסקים באיכות המים - זיהוי וקביעת הריכוז של החומרים מזהמים במים, באוויר ובקרקע. התעסוקה של כימאים צפויה לעלות ב-9% בין השנים 2006-2016.

**מדעני סביבה** (environmental scientists) **והידרולוגים** - מדעני סביבה והידרולוגים עוסקים בהגנה על הסביבה, איתור מקורות מים ואנרגיה, חקר תכונות מי התהום והמים שעל הקרקע ועוד. מדעני סביבה

עוסקים בזיהוי, הפחתה ונטרול של סיכונים/מפגעים היכולים להשפיע על אנשים וסביבתם (קרקע, מים ואוויר). הידרולוגים עוסקים בחקר כמות, פיזור והתכונות הפיזיות של מי התהום והמים שעל הקרקע.

התעסוקה של מדעני סביבה צפויה לעלות ב-25% בין השנים 2006-2016, ואילו התעסוקה של הידרולוגים צפויה לעלות ב-20% בתקופה זו. הגידול הצפוי בתעסוקה אמור להיות בולט במיוחד בחברות יעוץ במגזר הפרטי. הגורם העיקרי לעלייה בתעסוקה הינו הגידול הטבעי באוכלוסייה היוצר ביקוש רב יותר למשאבי מים וסביבה. הגידול מושפע גם מהצורך ליישם את החוקים והתקנות להגנה על הסביבה, במיוחד אלו הנוגעים לטיהור מי קרקע.

הטבלה הבאה מציגה את תחזית ה-BLS לתעסוקה במקצועות הנדסה השונים בארה"ב בין השנים 2006-2016:

**טבלה 5: מספר משוער של משרות בארה"ב ב-2016 בהשוואה ל-2006 במקצועות הכוללים את תחום המים**

המקצוע	מועסקים 2006	מועסקים 2016	גידול במספר המשרות בין 2016-2006	אחוז השינוי בין 2016-2006
מהנדסי חקלאות	3,100	3,400	300	10%
מהנדסים אזרחיים	256,000	302,000	46,000	18%
מהנדסי סביבה	54,000	68,000	14,000	26%
מהנדסי מכרות, גיאולוגיה	7,100	7,800	700	10%
טכנאים/הנדסאים בתחום ההנדסה האזרחית	91,000	100,000	9,000	10%
טכנאים/הנדסאים בתחום ההנדסה הסביבתית	21,000	26,000	5,000	24%
כימאים	84,000	91,000	7,000	8%
מדעני סביבה והידרולוגים	92,000	114,000	22,000	24%
מדעני סביבה - Environmental scientists	83,000	104,000	21,000	25%
הידרולוגים	8,300	10,000	1,700	20%

מקור: BLS, Occupational Outlook Handbook 2008-09 Edition

### הכשרת כוח אדם הנדסי ומדעי בתחום המים

תחום המים הינו תחום רחב המקיף מיומנויות הנדסיות שונות ולכן ההכשרה בתחום המים יכולה להתבצע במספר מקצועות לדוגמא:

- הנדסה אזרחית
- הנדסה חקלאית
- הנדסה סביבתית
- כימיה
- הנדסת כימיה
- ביוכימיה

וכן במקצועות נוספים כגון: ביוטכנולוגיה, קרקע ומים, חקלאות מדעי הים ועוד.

תחום המים מחולק לשלושה נושאים עיקריים:

- תשתיות מים עם דגש אורבאני - מים במערכות עירוניות, מערכות הובלה, רשתות אספקה, ביטחון מים.
- הידרולוגיה - מערכות מים שאינן קשורות : גשם, אקוויפרים, מהיכן מגיעים המים.
- טיפול מים/השבחת מים - יצירת מים, השבחת מים, מקורות מים, הפקת מים, איכות מים.

הכשרת כוח אדם בתחום המים עוסק בתחומים של הנדסת משאבי מים, מערכות אספקת מים, ניקוז ומניעת שיטפונות, פיזיקה של זרימת מים בסביבה על קרקעית ותת קרקעית, תנועה, פיזור ושרידות מזהמים במאגרי מים מעל ומתחת לקרקע, טיפול במים, איסוף שפכים ומי גשמים, טיפול בשפכים והכשרתם לשימוש חוזר בחקלאות, מערכות אגירה עונתיות ורב עונתיות, גלי ים והנדסה ימית, תכנון וניצול יעיל של משאבי מים ממקורות שונים, כמו-גם פיתוח מקורות מים חדשים ושיטות לתכנון אסטרטגי ארוך טווח של משאבי מים אזוריים ולאומיים.

#### טבלה 6: מוסדות המכשירים מהנדסים ואקדמאים לתחום המים בישראל

אוניברסיטאות	
הפקולטה להנדסה אזרחית וסביבתית הפקולטה לכימיה, הנדסה כימית וביוכימית	הטכניון מכון טכנולוגי לישראל, חיפה
המחלקה להנדסה סביבתית	אוניברסיטת בן-גוריון בנגב, באר שבע
ביה"ס ללימודי הסביבה ע"ש פורטר והפקולטה להנדסה	אוניברסיטת תל אביב
הפקולטה למדעי הטבע (ירושלים) הפקולטה לחקלאות, מזון ואיכות הסביבה (רחובות)	האוניברסיטה העברית בירושלים
המחלקה להנדסה כימית - מסלול הנדסת סביבה במחלקה קיימת מעבדת מים מתקדמת המשמשת להתנסות מעשית בתחום.	בי"ס גבוה להנדסה ולעיצוב שנקר, רמת-גן
מכללות	
המחלקה להנדסה ביוטכנולוגית	מכללת אורט בראודה, כרמיאל
המחלקה להנדסה כימית וביוטכנולוגית	מכללת יהודה ושומרון, אריאל

**טבלה 7: מוסדות המכשירים הנדסאים וטכנאים לתחום המים**

מכללה	מגמה
מכללת אורט בראודה, כרמיאל	מגמת ביוטכנולוגיה
מכללת יהודה ושומרון- בית ספר להנדסאים	מגמת ביוטכנולוגיה
מכללת תל-חי	החוג להנדסאות ביוטכנולוגיה החוג להנדסאות מזון
המרכז האקדמי רופין - בית הספר להנדסאים	תוכנית ייעודית במגמת מים וקרקע
מכללת הגליל המערבי	מסלול להנדסאי סביבה במגמת מים ושפכים
מכללת הדסה, ירושלים	החוג למדעי בריאות הסביבה

לאור העובדה שניתן ללמוד בפקולטות שונות ובמסלולים שונים קשה להעריך את מספר הסטודנטים הלומדים והבוגרים בתחום המים.

בטכניון, לדוגמה, החל משנת 2002 הפקולטה להנדסה חקלאית התאחדה עם הפקולטה להנדסה אזרחית וסביבתית ובמסגרת הפקולטה יש כיום יחידה להנדסת הסביבה, מים וחקלאות. לדברי פרופ' אבי שביב, ראש החוג להנדסה אזרחית וסביבתית בטכניון, רק 3% מהסטודנטים הנרשמים לפקולטה להנדסה אזרחית בוחרים להתמחות במסלול משאבי מים.

על מנת להעריך את המגמה ואת הצפי למספר בוגרים בתחום המים נציג בטבלה הבאה את מספר הנרשמים הכולל להנדסה אזרחית. ההערכה היא כי כשלושה אחוז לומדים נושאים בתחום המים. על מנת לעודד סטודנטים לבחור בתחום המים, נבנה בשנת 2007 קורס, שמטרתו עידוד ההכרות עם כל תחומי ההנדסה האזרחית: בנייה, מים, תחבורה וכו'. ההכרות תעשה באמצעות סיורים והרצאות. התקווה היא שבעקבות קורס זה, חלק מהסטודנטים ישנו את בחירתם וילמדו את נושאי המים.

לפני פתיחת המסלול בהנדסת מים, רוב הסטודנטים בחרו להתמחות בתחום הקונסטרוקציה (בניין). גם היום, כאשר הפקולטה להנדסה אזרחית וסביבתית עושה מאמצים כדי להביא יותר סטודנטים לתחום המים עדיין חלק גדול מהסטודנטים לא הפנים את קיומו של מסלול חדש. במסגרת קמפיין טכניוני לגיוס סטודנטים שנערך בימים אלה, אחת התוכניות שזוכות להבלטה היא התוכנית במסלול של לימודי משאבי מים וסביבה.

בשנת 2007, עשרה סטודנטים מתוך 232 סטודנטים, שהתקבלו ללימודים בפקולטה להנדסה אזרחית בטכניון בחרו ללמוד במסלול הנדסת מים, שלושה בסמסטר הראשון ושבעה בסמסטר השני.

**טבלה 8: מספר המתקבלים ללימודים בפקולטה להנדסה אזרחית**

שנת לימודים	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
מספר המתקבלים לפקולטה	245	221	194	224	202	225	195	188	186	232
מספר הבוגרים בפקולטה		246	263	283	308	270	200	174	129	146
הערכה לגבי מספר הבוגרים בתחום המים	7	7	6	7	6	7	6	6	6	7

הערה: הערכה של מספר הבוגרים בתחום המים בין השנים 1998-2007 חושבה כ-3% מסך הבוגרים.

מוסדות הלימוד מודעים לבעיית המחסור בשוק ולכן נוצר שיתוף פעולה בין החברות העוסקות בתחום המים למוסדות הלימוד במטרה להגדיל את מספר הלומדים ולהתאים את תוכניות הלימוד לדרישה במשק. דוגמא לכך היא המכללה האזורית אריאל בשומרון, שפותחת בימים אלה קורס השתלמות למהנדסים המיועד להקנות הכשרה בתחום טכנולוגיות מים. הקורס יעניק ללומדים ידע תיאורטי ומעשי והוא משלב לימודים מתחומי מדעי הטבע, הנדסה מכאנית והנדסת חשמל. תכני הקורס נבנו בשיתוף עם איגוד המהנדסים העצמאיים, רשות המים וחברת מקורות. הלימודים ימשכו כ- 4 חודשים והזכאים יקבלו תעודות גמר של משרד התמ"ת. הקורס מתבצע בפיקוח ובמימון מלא של האגף להכשרה מקצועית במשרד התמ"ת. המכללה האזורית אריאל התחייבה לסייע לבוגרי הקורס במציאת מקומות עבודה בתחום טכנולוגיית המים בישראל, זאת בשיתוף עם איגוד המהנדסים העצמאיים בו חברים המעסיקים הפוטנציאליים. הצפי שישתתפו בקורס 18-24 סטודנטים.

בהערכה הכוללת את מוסדות הלימוד המלמדים לתואר ראשון, יש כ- 50 סטודנטים בשנה הלומדים מקצועות הקשורים בתחום המים.

לפני 10-15 שנה לימודי כימיה לא כללו את נושא המים, נושא המים נלמד במסגרת הפקולטה להנדסה אזרחית. כיום נושא איכות המים הוא בעל חשיבות מדרגה ראשונה, וכולל תתי נושאים כגון: טיב המים, שיפור איכות המים ושימוש בתהליכי הפרדה. נושאים אלו מטופלים על ידי מהנדסי כימיה וביולוגיה ועל ידי כימאים וביולוגיים בתחום המים (תהליכי הפרדה הוא אחד המקצועות העיקריים בהנדסה כימית).

בפקולטה להנדסה כימית בטכניון יש בשנים האחרונות מעל 80 סטודנטים לשנה, אשר כולם לומדים קורסים הנוגעים לתהליכי הפרדה. במסגרת קורסים אלו הם לומדים על טכניקות סינון, טכניקות הפרדה ממברנות וטכניקות איוד להתפלת מים. קיימים קורסי בחירה אשר עוסקים בממברנות לצרכי הפרדה (כולל הפרדת מים) וכן קורס מעבדה לתהליכי ממברנות. כל שנה בוחרים בין 20 ל- 30 סטודנטים ללמוד קורסים אלה המאפשרים להם לעסוק בתהליכי התפלה והשבחה של מים.

### **תארים מתקדמים**

חלק מהסטודנטים ממשיכים את לימודיהם לתואר שני ושלישי בנושא המים. המשק קלט חלק גדול מבוגרי תואר שני בתחום המים.

בטכניון תואר שני בתחום מים ניתן במסלולים הבאים:

- מגיסטר למדעים בהנדסה אזרחית - הידרודינמיקה ומשאבי מים.
- מגיסטר למדעים בהנדסה וניהול משאבי מים.
- מגיסטר למדעים בהנדסה חקלאית (מדעי המים, הקרקע והסביבה).
- מגיסטר למדעים במדעי ההנדסה החקלאית (מדעי המים, הקרקע והסביבה).
- מגיסטר למדעים בהנדסה כימית עם התמחות בנושאי מים.

בפקולטה להנדסה אזרחית בטכניון בשנת 2007 היו כ- 100 סטודנטים לתואר שני ו-40 סטודנטים לתואר שלישי. מחצית מתוך כלל הלומדים קשורים למים בצורה זו או אחרת.



ישנה הכפלה במספר הנרשמים למסלול הנדסה סביבתית. מספר הנרשמים עלה בשלוש בשנים האחרונות מכ-25 סטודנטים לכ-45. חלק מהסטודנטים באים למסלול הנדסה סביבתית מתוך הערכה שזה יביא אותם לעיסוק בנושאי הטיפול במים: ביולוגי, התפלה וכדומה. סטודנטים אלו לומדים קורסי השלמה בפקולטה להנדסה כימית בנושאי תהליכי הפרדה ותהליכי התפלה כפי שפורט לעיל. בפקולטה להנדסה כימית לומדים בשנת 2007 חמישה סטודנטים למגיסטר וחמישה סטודנטים לדוקטורט בנושאים הקשורים ישירות למים.

באוניברסיטת בן-גוריון בשתי תוכניות בתחום המים לומדים 68 סטודנטים לתואר שני ו-17 לתואר שלישי.

בהערכה הכוללת את כל המוסדות האקדמיים המלמדים לתואר שני ושלישי בתחום המים יש כ-100 סטודנטים לתואר שני וכ-40 סטודנטים לתואר שלישי.

### **סגל אקדמי**

הגדלת הסגל האקדמי בתחום המים יאפשר גם את הרחבת המחקר בנושאים בהם הידע הקיים אינו מספיק, כמו למשל, הוזלת הטכנולוגיות הקיימות להתפלת מי-ים ופיתוח טכנולוגיות חדשות, הידרולוגיה של המקורות הטבעיים וניהולם, טיפול בשפכים והשבתם וכדאיות ניצולם של המים הפוסיליים המצויים בכמויות בלתי גדולות בנגב.

היחידה להנדסת הסביבה, מים וחקלאות בטכניון מונה 24 אנשי סגל. בפקולטה להנדסה כימית עוסקים שני אנשי סגל בכיר בנושאי מים באופן מלא ומספר אנשי סגל נוספים עוסקים בנושאים הקשורים במים באופן חלקי.

לדברי פרופ' אבי שביב תחום שנחלש באופן ניכר הוא תחום ההידרולוגיה-פיזיקה של מים וקרקע וניקוז. עד לפני חמש שנים היה בטכניון סגל שהוביל את התחום ברמה עולמית. חלקם פרשו והשורות לא התמלאו. גם בפקולטה לחקלאות ברחובות ובמכון הוולקני קיים מחסור של אנשים בתחום ההידרולוגיה. לאחרונה הצליחה הפקולטה להנדסה אזרחית וסביבתית בטכניון לקלוט איש סגל אחד בתחום ההידרולוגיה. לדברי פרופ' נח גליל, למרות פרישה של אנשי סגל בתחומים מסוימים, בשלב זה, הסגל האקדמי עדיין אינו מהווה מחסור להגדלת מספר הסטודנטים, אך בהמשך אם המצב לא ישתנה צפויה להתעורר בעיה בקצב ההיצע של מהנדסים חדשים בתחומי המים למשק, בעיקר בגלל הגיל הממוצע של מהנדסי מים שהיום עומד על 60. נדרש להכשיר ולעודד סטודנטים ללמוד תארים גבוהים בתחום המים על מנת לבנות את העתודה של המרצים והחוקרים לשנים הבאות.

## מחקר בתחום המים

מחקר ופיתוח בתחום המים מתבצע באוניברסיטאות המחקר, במסגרת מוסדות ממשלתיים וגם במסגרת חממות וחברות הזנק. בטכניון בחיפה ובאוניברסיטת בן-גוריון בבאר-שבע, נמצאים מכוני מחקר שעניינם הוא מים, ובכל שאר האוניברסיטאות עוסקים בנושא המים מהנדסים, גיאוגרפים, הידרולוגים, גיאולוגים, כימאים, ביולוגים ועוד.

בטכניון המחקר של היחידה להנדסת הסביבה, מים וחקלאות מתבצע בארבעה מכונים מרכזיים: המרכז למחקר בהנדסת הסביבה ומשאבי מים, המרכז למחקר בהנדסה חקלאית, המכון לחקר הנדסה ימית, מכון גרנד למחקר המים המאגד בתוכו את מרבית מחקרי המים הנערכים בטכניון על ידי חוקרים המשתייכים לשבע פקולטות שונות.

כמו כן, מתבצעים מחקרים יישומיים במסגרת מוסדות כמו המכון למדעי הקרקע, המים והסביבה בבית-דגן שליד משרד החקלאות והמכון ההידרולוגי שליד נציבות המים. מדו"ח ועדת חקירה בנושא מים שהוגש ביוני 2002 עולה כי אין בידי הוועדה נתונים מדויקים לגבי הסכומים האבסולוטיים המושקעים במחקר בנושא המים, אך ההתרשמות היא שמדובר בעשרות מיליוני ש"ח בודדים.

בעבודה מאוקטובר 2005 שערך אגף נציבות המים במשרד התשתיות הלאומיות מופיע סיכום הפעילות המחקרית במשק המים. הטבלה הבאה מציגה את הגופים בהם מתבצעת פעילות מחקרית.

לדברי פרופ' רפי סמיט מחקרים בטכניון מממנים על ידי גורמים מחו"ל (לדוגמה, המעבדה לתהליכי ממברנות בפקולטה להנדסה כימית נבנתה מכספי תרומות מאוסטרליה) ולא ממימון של גורמים ישראליים. לדבריו יש להגדיל את ההשקעות במחקר ופיתוח ובציוד למעבדות. השקעות במחקר ופיתוח יתרמו לייצור טכנולוגיות מתקדמות יותר ולעלייה במספר הסטודנטים לתארים מתקדמים.

בשנת 2005 ביצע משרד התשתיות הלאומיות - נציבות המים על ידי אור גולדפרב עבודה בנושא הפעילות המחקרית של ישראל בתחום המים. מטרת עבודה זו הייתה לסקור את הפעילות המחקרית של הקבוצות העיקריות במשק המים. להלן פירוט המוסדות העיקריים המממנים והמבצעים פעילות בתחום המים.

**טבלה 9: מוסדות עיקריים המממנים או מבצעים פעילות מחקרית במשק המים**

שם המוסד	
משרד התשתיות - ניצבות המים	- אגף מחקרים - מממן מחקרים בתחום המים בנושאים המוגדרים מראש (פניה על ידי קול קורא לחוקרים) - שירות הידרולוגי - מבצע את רוב המחקרים שהוא יוזם בעזרת אנשי יחידת המחקרים
משרד התשתיות - מינהל המחקר למדעי אדמה	במסגרת המנהל פועלים שלושה מכונים המבצעים מחקרים - חקר ימים ואגמים לישראל (חיא"ל) - המכון הגיאולוגי - המכון הגיאופיזי המינהל מממן מחקרים שמתבצעים במוסדות אחרים.
משרד המדע	המשרד בשיתוף עם גופים חיצוניים (כגון: GIF, קרן סין ועוד) מממן מספר תוכניות הקשורות בתחום המים
משרד החקלאות	המשרד מממן את מחקריו באמצעות מימון ציבורי (קרנות מחקר) ומימון פרטי-עסקי: - קרן המדען הראשי - קרן למחקר שימושי בקולחין בחקלאות - קרנות דו לאומיות ( BARD – ארה"ב, DIARP - הולנד, SIARF - סין)
משרד איכות הסביבה	המשרד מממן באמצעות יחידת מחקרים וסקרים. היחידה פונה אל חוקרים עם קול קורא למחקרים הקשורים לתהליכים המשפיעים על איכות הסביבה בישראל, חלקם קשורים לתחום המים.
משרד התעשייה המסחר והתעסוקה	משרד התמ"ת מממן שתי תוכניות הקשורות לתחום המים - נטף של מגנט - תכנית החממות ליזמות טכנולוגית
הטכניון	בטכניון רוב המחקרים מבוצעים במסגרת המכון לחקר המים ע"ש גרנד
אוניברסיטת בן גוריון	באוניברסיטה מתבצעים מחקרים במסגרת מכון בלאושוטיין למחקרי הנגב והמחלקה להידרולוגיה סביבתית ומיקרוביולוגיה
מקורות	החברה מממנת מחקרים הן בתוך והן מחקרים חיצוניים

פעילות מחקרית ענפה בתחום משק המים מתבצעת גם באוניברסיטה העברית, אוניברסיטת תל-אביב, אוניברסיטת חיפה, מכון ויצמן למדע.

בעקבות כניסת קרנות הון סיכון וכן קרנות נאמנות שמשקיעות בתחום טכנולוגיות המים, גדל היקף המחקר המתבצע בכ-60 חברות הזנק. מחקר בתחום המים מתבצע גם ב"כנרות" שהיא חממה טכנולוגית ייעודית לתחום המים.

מקור כספי המחקר באמצע שנות ה-90 התחלק באופן הבא: כ-20% מהמימון למחקרים בנושא המים מגיעים מממשלת ישראל ומוסדותיה<sup>17</sup>, כ-10% מגיעים מחברות מסחריות,

כ-10% ממקורות אוניברסיטאיים, קרנות ותורמים: כ-20% מארה"ב וכ-40% ממקורות אירופיים.

על מנת להעריך את כמות ואיכות העבודה המדעית בתחום המים נציג באיורים הבאים את מספר הפרסומים המדעים הישראליים בתחום המים ואת מספר הציטוטים להם זוכים פרסומים אלה. פרסום ישראלי בתחום המים מוגדר כפרסום בו הכתובת של לפחות אחד מהמחברים היא של מוסד ישראלי.

<sup>17</sup> [http://www.knesset.gov.il/committees/heb/docs/vaadat\\_chakira\\_mayim.htm - fn381](http://www.knesset.gov.il/committees/heb/docs/vaadat_chakira_mayim.htm - fn381)

פרסום בתחום המים הוא כל מאמר מדעי שפורסם באחד מכתבי העת האקדמיים המשויכים לתחום מדעי המים על ידי ISI.

בהיקף הפרסומים לשנה לא חל שינוי משמעותי לאורך התקופה 1981 – 2005. בשני העשורים הראשונים ממוצע הפרסומים לשנה עמד על כ-70 פרסומים לשנה ובשנים האחרונות עלה ל-90 פרסומים לשנה.

מקובל לראות במספר הציטוטים של פרסומים מדעיים המופיעים בפרסומים אחרים, מדד לאיכותם כשההנחה היא שפרסומים איכותיים מצוטטים יותר.

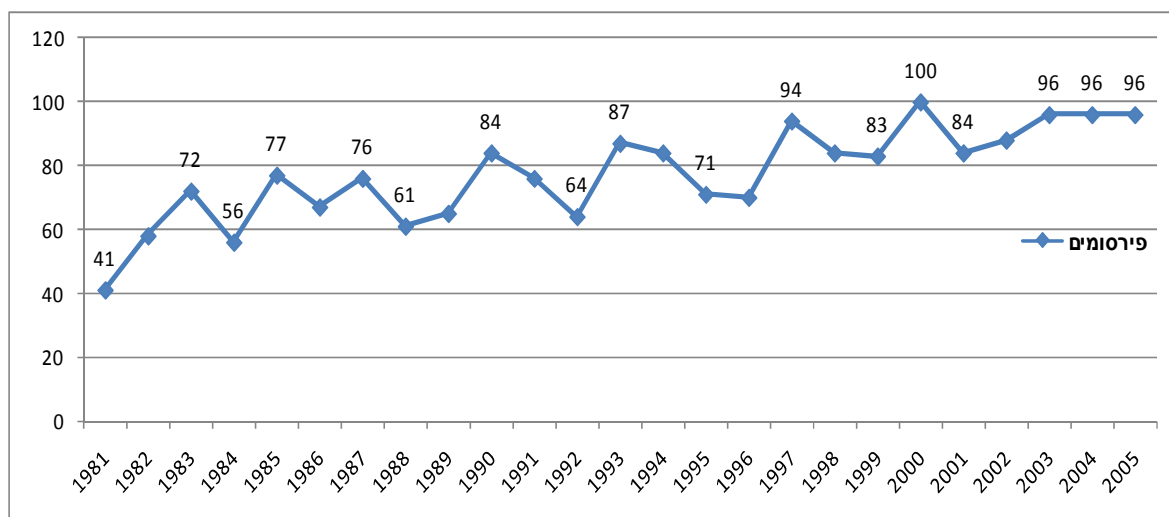
האיור הבא מראה את מספר הציטוטים עד שנת 2005 להם זכו פרסומים ישראליים בתחום המים בכל שנה בין השנים 1981-2005 (לדוגמה, בשנת 1993 פורסמו 87 פרסומים שזכו עד לשנת 2005 ל-1299 ציטוטים שונים).

ניתן לראות כי החל משנת 1997 נמצא מספר הציטוטים במגמת ירידה. הנתונים מתייחסים עד לשנת 2005. הירידה במספר הציטוטים בשנים האחרונות נובעת בחלקה ממשך הזמן הקצר שעבר ממועד הפרסום עד שלב איסוף הנתונים.

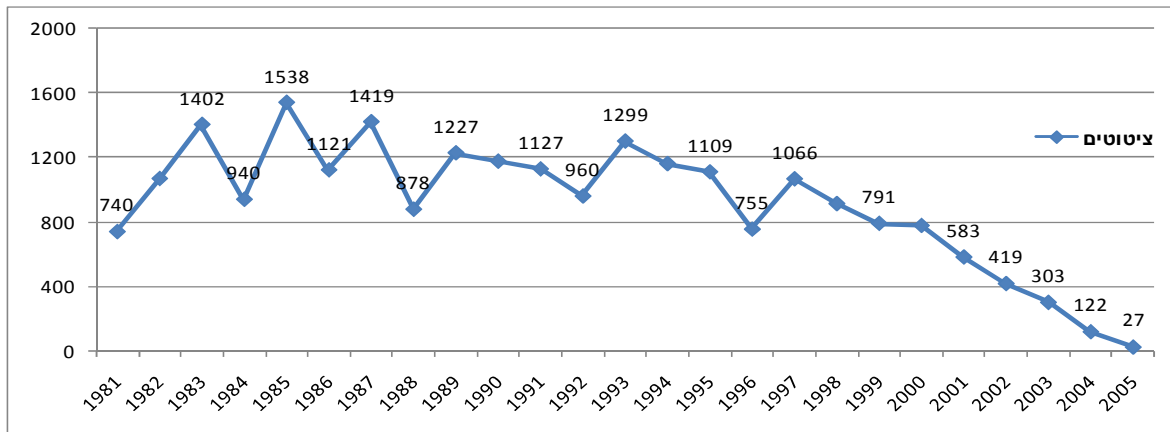
ניתן לראות כי עד שנת 1995 קיימת התאמה בין מספר הפרסומים להיקף הציטוטים, דבר המצביע על רמת איכות דומה. החל משנה זו לא ניתן להבחין בהתאמה בין השינוי במספר הפרסומים לאיכותם, הבאה לידי ביטוי במספר הציטוטים.

העובדה שלא חל גידול במספר הפרסומים ומספר הציטוטים נמצא בירידה יכולה להצביע על ירידה באיכות המחקר הנובעת מירידה בהשקעות במחקר ופיתוח בתחום זה.

**איור 12: מספר הפרסומים הישראליים בתחום המים, 1981-2005**

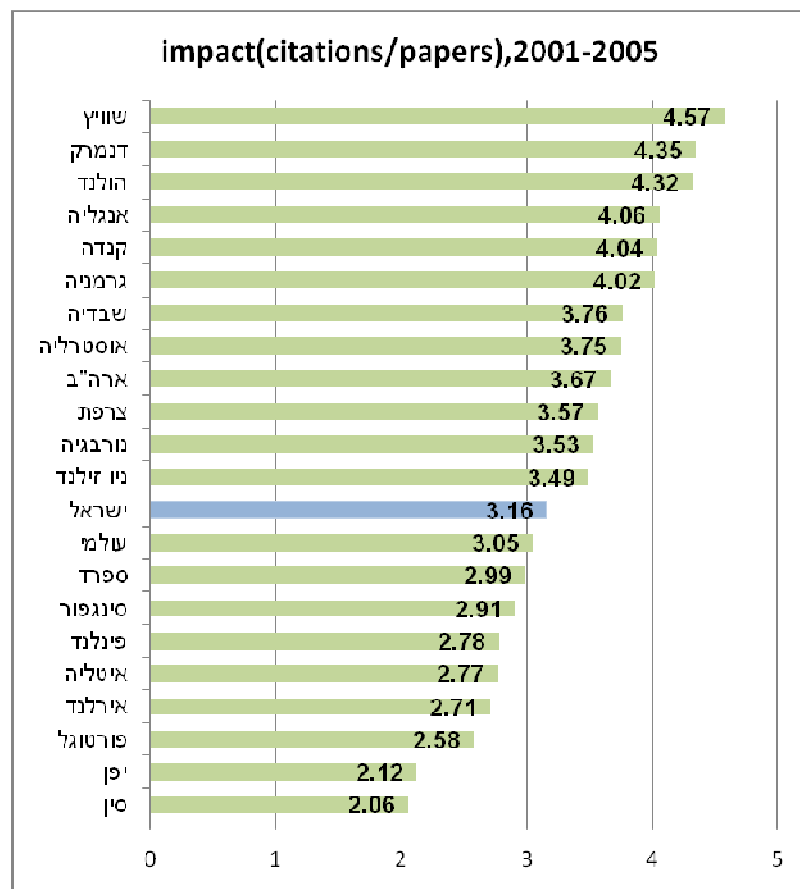


**איור 13: מספר הציטוטים לפרסומים הישראליים בתחום המים לפי שנת פרסום, 1981-2005**



על מנת להשוות את ישראל למדינות אחרות נשתמש באינדיקטור ההשפעה, (Impact factor), מדד זה נקרא גם (citations per paper – CPP) המציג את איכות המחקר כיחס בין מספר הציטוטים להם זכו הפרסומים בתחום זה למספר הפרסומים (מספר הציטוטים הממוצע לפרסום). ניתן לראות באיור הבא כי ישראל (3.16) נמצאת מעל הממוצע העולמי (3.05) אך במקום נמוך בהשוואה למדינות מתקדמות אחרות כגון שווייץ, דנמרק, הולנד, אנגליה, וקנדה.

**איור 14: היחס בין מספר הציטוטים למספר הפרסומים בין השנים 2001-2005**



מקור: National Science Indicators 2005 by Thomson Scientific

## המלצות

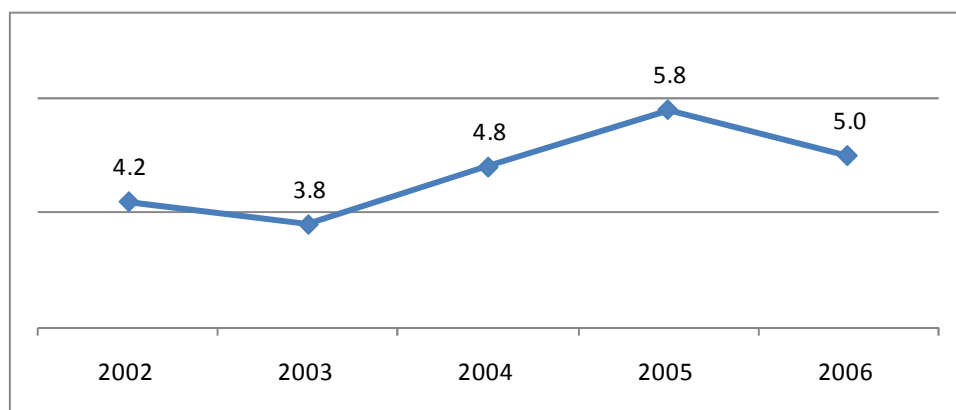
אמנם על פי הנתונים והמדדים שהוצגו ניתן לראות כי הכמות (מספר הפרסומים) לא השתנתה בממוצע אך איכות המחקר ירדה בעשור האחרון. על מנת שהמצב ישתפר יש לבצע מספר פעולות:

- להגדיל את התקציבים למחקר ופיתוח בתחום טכנולוגיות מים.
- לשפר את תשתיות (מעבדות וכד') המחקר באוניברסיטאות.
- לעודד סטודנטים לתארים מתקדמים לבחור במחקר בתחום המים.
- לעודד תעשיות טכנולוגיות בתחום המים להשקיע במחקר בפיתוח על ידי תמריצים שונים כגון: מענקים, הקלות מיסים וכדומה.

## מועסקים בתחום המים

בעבר, כוח האדם בישראל בתחום המים (מהנדסי מים והידרולוגים) היה מוכר כמוביל בעולם בכל הקשור לידע ומעוף. אולם נוכח המספר המצומצם של סטודנטים הבוחרים להיכנס לתחום המים בשנים האחרונות מספרם הולך ומתדלדל. העלייה של שנות ה-90 תרמה להגדלת מספר אנשי מקצוע בתחום המים, אך גם מועסקים אלה מתקרבים לגיל הפרישה. על פי נתוני הלמ"ס מספר המועסקים הכולל בהפקת מים וחלוקתם<sup>18</sup> בשנת 2006 היה 5,000 עובדים. ניתן לראות כי בין השנים 2003-2005 יש עליה 52% במספר העובדים. (על פי נתוני רשם המהנדסים והאדריכלים מספר מהנדסי מים הרשומים בפנקס הוא 2,988. מספר זה כולל מהנדסים שפרשו, נפטרו או לא עובדים בתחום).

## איור 15: מספר המועסקים (באלפים) בהפקת מים וחלוקתם 2002-2006



מקורות: למ"ס

על פי העבודה של ד"ר גיורא אלון משנת 2004, בשנים הקרובות יהיה צורך במאות מהנדסי מים.

מכתבות ומאמרים שפורסמו וכן משיחות עם אנשים בתחום, ניתן לומר כי תחזית זו מתממשת. בשנתיים האחרונות מורגש גידול בכיקוש לבוגרים הן מצד חברות ממשלתיות (עיריות, תה"ל) והן מצד חברתיות

<sup>18</sup> הפקת מים וחלוקתם: אגירה, שאיבה טיהור וחלוקה של מים למשתמשים בחקלאות, במשק הבית, בתעשייה, במסחר ולמשתמשים אחרים; מפעלים ארציים המספקים מים; מפעלים ומכוני מים שמנהלות הרשויות המקומיות לרבות קיבוצים, המספקים מים ברשת צינורות לצרכניהם, הפעלת רשת צינורות מים, הפעלת מתקני התפלה למי שתייה, הפעלת המוביל הארצי.

פרטיות גדולות (מקורות) וקטנות. תופעה נוספת המשקפת את הדרישה למהנדסים היא שחברות ממשלתיות גדולות שנחשבו בעבר למקומות עבודה עם תנאים טובים מאבדים אנשים לטובת חברות פרטיות. המחסור בכוח אדם בתחום המים מתבטא גם בשכר, אם לפני כשנתיים שכר התחלתי לבוגר בתחום המים היה כ- 5,000 ₪, כיום השכר נע בסביבות ה- 9,000 ₪.

### **אפשרויות תעסוקה**

עד לא מזמן אפשרויות התעסוקה היו בעיקר במשרדי הממשלה כמו למשל המשרד לתשתיות לאומיות, משרד הפנים, משרד החקלאות ומשרד הבריאות המעסיקים מהנדסי מים רבים אשר עוסקים בתכנון, בהפעלה ובפיקוח על פרויקטים ברמות שונות. גם השלטון המקומי מעסיק מאות מהנדסי מים במפעלים עירוניים או אזוריים וכן חברות גדולות כגון מקורות ותה"ל. אך לאחרונה הולך וגדל מספרן של החברות העוסקות בטכנולוגיות בתחום המים. מסקירה על תעשיות טכנולוגיות המים בישראל שהוכנה על ידי אלכס בוך עולה כי נכון לשנת 2006 יש בישראל כ-270 חברות (מתוכן כ-60 חברות הזנק) המעסיקות כ-8,000 עובדים.

### **תחזית ההיצע והביקוש של כוח אדם בתחום המים**

העלייה בשנות התשעים הייתה גורם משמעותי באספקת מהנדסים והנדסאים בתחומים רבים לרבות תחום המים. בהנחה שבשנים הקרובות לא תחזור תופעה של עלייה בהיקפים דומים, המקור העיקרי לגידול בהיצע של כוח אדם בתחום המים יהיה בוגרים של מוסדות ההכשרה האקדמית והמקצועית בישראל.

### **היצע**

על פי שיחות עם אנשי אקדמיה ומומחים בתחום המים, הערכה היא כי כל שנה מסיימים כ-80 בוגרים לתואר ראשון (מספר זה כולל בוגרים מפקולטות להנדסה אזרחית המתמחים בתחום המים וכן בוגרים בהנדסת כימיה שלמדו ויכולים לעסוק בתחום המים), 50 בוגרים לתואר שני וכ-20 בוגרים לתואר שלישי. ועוד כ-50 הנדסאים וטכנאים.

### **ביקוש**

מסקר שערך ד"ר גיורא גל במסגרת עבודה בנושא "תוכנית חומש להכשרת כוח אדם במשק המים", היו בשנת 2002 780 מהנדסים ו-220 הנדסאים וטכנאים והתחזית לשנת 2014 היא שיהיה צורך ב-1,150 מהנדסים, 600 הנדסאים וטכנאים, 60 כימאי מים, 30 מיקרוביולוגים של מים ו-20 הידרו-גיאוולוגים. יש לציין כי הסקר והערכות כוללות בעיקר את הרשויות המקומיות וחברות גדולות כגון מקורות ותה"ל. אם נתבסס על הערכה זו, כיום יש כ-1,300 עובדים.

מסקירה ואיסוף נתונים על תעשיות טכנולוגיות המים בישראל שערך אלכס בוך באוגוסט 2007 עולה שבענף טכנולוגיות המים בארץ יש כ-270 חברות מתוכן כ-60 חברות הזנק. קיימת הערכה כי תעשיות המוגדרות כתעשיות העוסקות בטכנולוגיות מים מעסיקות כ-8,000 עובדים (כלל העובדים ולא רק כוח

אדם עם הכשרה בתחום המים). להערכתנו כ-20% כלומר כ-1,600 עובדים הם עובדים מקצועיים בתחום המים.

לצורך חישובי תחזית נניח כי היום קיימים 2,900 מועסקים העוסקים בתחום המים.

### השוואה בין ביקוש להיצע

על מנת לבצע תחזית לגבי הביקוש לכוח אדם בתחום המים לתקופה של 2007-2017 נניח מספר הנחות:

- הפרישה הטבעית תהיה קבועה בערך של 3% (בהנחה שכל שנה פורשים 1/33 מהמועסקים) מהמלאי ההתחלתי - הערכה זו היא שמרנית למעשה, קצב הפרישה של כוח אדם בתחום המים גבוה יותר בגלל העלייה. מהנדסים והנדסאים שהגיעו לפני כ-20 שנה קרובים היום לגיל הפרישה.

- הצמיחה בשוק המים העולמי נעה בין 7% ל-8% וההערכה היא כי הצמיחה תגדל ל-12% בשנים הקרובות. על מנת לבצע תחזית לקחנו הערכה זהירה כי הביקוש לכוח אדם בתחום המים יצמח ב-5% עד שנת 2012 וב-3% משנת 2013.

להלן אומדן הביקוש וההיצע לעובדים בתחום המים, אשר נעשה בשני תרחישים.

- תרחיש 1 - מספר הבוגרים יגדל ב-2% לשנה (כשיעור גידול האוכלוסייה)  
 - תרחיש 2 - מספר הבוגרים יגדל ב-4% לשנה (כתוצאה מהמאמצים להגדלת מספר הסטודנטים בתחום זה).

נקודת המוצא היא כי השוק מצוי בשיווי משקל בשנת 2007, למרות שכבר היום מורגש המחסור באנשי מקצוע בתחום המים.

### **טבלה 10: תחזיות למצב כוח אדם בתחום המים, 2007-2017**

תרחיש 2- גידול של 4% בתוספת בוגרים			תרחיש 1- גידול של 2% בתוספת בוגרים			פרישה	ביקוש צפוי	אחוז הגידול במשק המים	
מחסור	סה"כ היצע	תוספת בוגרים	מחסור	סה"כ היצע	תוספת בוגרים				
0	2,900	200	0	2,900	200	87	2,900	5%	2007
32	3,013	208	145	3,013	204	90	3,045	5%	2008
67	3,131	216	184	3,127	208	94	3,197	5%	2009
104	3,253	225	231	3,241	212	97	3,357	5%	2010
144	3,381	234	284	3,356	216	101	3,525	5%	2011
187	3,514	243	345	3,472	221	104	3,701	5%	2012
159	3,653	253	341	3,588	225	108	3,812	3%	2013
128	3,799	263	338	3,706	230	111	3,927	3%	2014
94	3,951	274	338	3,825	234	115	4,044	3%	2015
56	4,110	285	341	3,944	239	118	4,166	3%	2016
15	4,276	296	347	4,065	244	122	4,291	3%	2017



## המלצות

לאור הגידול הצפוי בפעילות בענף טכנולוגיות המים עולה בבירור כי צפוי בשנים הקרובות מחסור בכוח אדם בתחום המים.

מסקירת מוסדות הלימוד אשר מכשירים כוח אדם למשק המים, עולה כי אין מחסור במוסדות לימוד ובתוכניות לימוד הן לתואר מהנדס ותארים גבוהים יותר והן לתארים של הנדסאי וטכנאי. הבעיה העיקרית היא כי אין מספיק סטודנטים הבוחרים ללמוד תחום זה.

בשנים האחרונות מוסדות הלימוד עושים מאמצים של "שיווק" תחום לימודים זה. כפי שהוזכר קודם בטכניון נבנה מסלול מיוחד לתחום מים, מכללת אריאל בשיתוף עם התמ"ת מכשירים מהנדסים לתחום המים ועוד. חשוב לזכור כי תהליך ההכשרה של מהנדסאים והנדסאים הוא אורכת בין 2-4 שנים, ולכן תוצאות מדיניות זו של עידוד לימוד תחום זה יורגשו רק בעוד 3-5 שנים.

על מנת להגדיל את כוח האדם בתחום המים יש לנקוט במספר צעדים:

- על מנת להגדיל את כוח האדם באופן כמעט מיידי ניתן להסב מהנדסים והנדסאים מתחומים דומים לתחום המים.
- יש לפרסם את התפתחות הצפויה בתחום טכנולוגיות המים, את המחסור הצפוי בכוח אדם בתחום זה דבר היכול לעודד סטודנטים לבחור בתחום זה.
- לתת מלגות מלאות או חלקיות לסטודנטים מצטיינים הבוחרים תחום לימודים זה.
- שיתוף פעולה בין תעשייה לאקדמיה, לדוגמה:
  - שיתוף עם חברות מתחום המים בתהליך ההכשרה על ידי מתן מלגות ומענקים מצד החברות ובתמורה התחייבות של הסטודנטים לעבוד בחברות אלה בזמן הלימודים ובחופשות והן התחייבות לעבודה למשך מספר שנים בסיום הלימודים.
  - יש להתאים את תוכניות הלימוד במסלולים בתחום המים לצרכים של ענף תעשיות טכנולוגיות המים.
- יש להגדיל את הכספים המוקצים בפועל למחקר ופיתוח בתחום המים.

## תוכניות לקידום משק המים בישראל

### הקמת ארגון המים הישראלי

Israel NEWTech תוכנית הסיוע והקידום לתעשיות המים מנוהלת על ידי המטה לקידום השקעות ומנהל סחר חוץ במשרד התמ"ת, ומרכזת את פעילותם של תשעה משרדי ממשלה, גופי אקדמיה ורשויות שונות. התוכנית מתבצעת בשיתוף פעולה הדוק עם תעשיית המים הישראלית והסקטורים השונים בהם פעילה התעשייה הזאת, לרבות תחום ההשקיה, טיפול בשפכים, השבת מי קולחין, התפלה, ניטור וביטחון מים, תכנון ייעוץ וביצוע של פרויקטים בתחומי תשתיות המים.

התוכנית משרתת את תעשיות הייצוא, באמצעות השקעה בהון האנושי ובתהליכי ההכשרה שלו, עידוד מו"פ תעשייתי והמחקר האקדמי בעל השלכות יישומיות, עידוד הטמעת הטכנולוגיה הישראלית בפרויקטים המתבצעים בשוק המקומי, והגברת החשיפה לה זוכה הטכנולוגיה הישראלית בחו"ל. יעדים אלה, מושגים בין השאר באמצעות השתתפות באירועים שיווקיים תערוכות וביקורי אנשי מקצוע מחו"ל, פעילות הנספחים המסחריים של ישראל בחו"ל, והקמת מאגר חומרים שיווקיים.

### חברת מקורות

מקורות שהיא חברת המים הלאומית של ישראל, הקימה מיזם בשם WaTech שמטרתו להשתמש בתשתיות ובידע הקיים בחברה, כבסיס לפיתוח טכנולוגיות מים חדשות.

הסיוע שמציעה מקורות ליזמים ומשקיעים כולל אפשרות שימוש במתקני מקורות כאתרי ניסוי וכן במקרים מסוימים להתחייב לרכש.

כמו כן, המיזם נותן אפשרות שימוש בהטמעה מוצלחת ב"מקורות" כבסיס להרחבת המכירות טכנולוגיות שיפותחו בעולם.

קידום משק המים על ידי הממשלה

לאור זיהוי פוטנציאל היצוא בתחום המים, החליטה הממשלה ביוני 2006 לסמן את תחום המים כתחום מועדף בו תשקיע המדינה 120 מיליון שקל בפריסה תלת שנתית. השותפים המרכזיים לתוכנית הינם: משרד רה"מ, משרד האוצר, משרד המדע והטכנולוגיה, משרד התשתיות, משרד הגנת הסביבה, מכון היצוא, מכון התקנים, נציבות המים, תאגידי המים והביוב, והמינהל לפיתוח תשתיות ביוב במשרד התשתיות.

הטבלה הבאה מפרטת את התקציבים שיועדו לתוכנית. עיקר התקציבים מיועדים לתוכנית קטמון, השקעות במחקרי תשתית יישומיים ובפיתוח של תהליכי חדשנות בתשתיות מים.

התוכנית תבצע במהלך השנים 2006 - 2008. בשנת 2008 תקיים בדיקת עמידה ביעדי התוכנית, בחינת הצורך בהמשך הפעלתה לאחר שנת 2008 לרבות המתכונת הראויה.

**טבלה 11: פירוט תקציבים שמיועדים לתוכנית (במיליוני ₪)**

תוכניות	עלות תלת שנתית	אוצר	תמ"ת	משרד המדע	נציבות המים	נוצל עד 6/2008
תוכנית קטמון	15	15				נוצל חלקי כ 2.5 מיליון מתוך 15
חממות מים	10		10			נוצל
מו"פ בנציבות המים	9				9	נוצל
מלגות מחקר אקדמי	3	1.5		1.5		רשות המים ניצלה את מלוא התקציב. ממשרד המדע לא הועברו נתונים
השקעות במחקרי תשתית יישומיים	20			20		ממשרד המדע לא הועברו נתונים
ליווי עסקי	3		3			לא נוצל
קידום טכנולוגיות מי שופכין	15					ניצול חלקי
תהליכי חדשנות בתשתיות מים	30					ניצול חלקי, נוצלו 10 מלש"ח מתוך 30
כנס מים ותערוכות בחו"ל	10.5	4.25		6.25		נוצל
מכון התקנים	3			3		נוצל
מרכז עתיד	1					לא נכלל בגרסה הסופית של התוכנית
<b>סה"כ</b>	<b>119.5</b>					

הערות: א. סיכומים אלה אינם כוללים תקציבים נוספים הקיימים בתקציבי המשרדים. ב. הנתונים בעמודת נוצל עד 6/2008 התקבלו ממשרד התמ"ת על ידי מוריה פורת.

ניתן לראות כי עיקר הכספים שהיו מיועדים למחקר ופיתוח תחום המים כמעט ולא נוצלו. לדוגמה בתוכנית קטמון שהייתה אמורה לעודד שיתוף פעולה בין תעשייה לאקדמיה נוצלו רק כ-17% מהתקציב ובתוכנית לקידום תהליכי חדשנות בתשתיות מים נוצלו רק כ-33%. יש לבצע בדיקה מדוע כספים אלה לא נוצלו לצורך קידום תחום המים בישראל.

### רקע כללי

הטכנולוגיה של ימינו מתבססת על שימוש נרחב בחשמל כמקור אנרגיה בכל תחומי החיים. מחסור בבעלי מקצוע העוסקים בעבודות חשמל, חשמלאים ובמיוחד במהנדסי חשמל מורשים עלול לפגוע במשק החשמל, בתשתיות ובמפעלים המושתתים על מערכות חשמל.

הנדסת חשמל נחלקת לשלושה תחומים: אלקטרוניקה, תקשורת ואנרגיה (חשמל). חשמל הוא היחיד שנדרש בו רישיון על מנת לעסוק בתחום. נושא הרישיון מוסדר בחוק ותקנות החשמל שפורסמו בספר שהוצא לאור על-ידי המוסד לבטיחות וגהות.

על-פי תקנות החשמל, ישנן שתיים עשרה דרגות של רישיון בהתאם להשכלה ולניסיון. שלושת הרישיונות הגבוהים המאפשרים לעסוק בחשמל בזרם גבוה הם חשמלאי-ראשי, חשמלאי-מהנדס ומהנדס-בודק. משיחות עם אנשי מקצוע, הסיבה למחסור במהנדסי חשמל בעלי רישיון נובע משתי סיבות עיקריות:

- המוסדות האקדמאיים מתמקדים בעיקר בהכשרת מקצועות בתחום היי-טק. מבין הסטודנטים הלומדים הנדסת חשמל, רק 3%-5% בוחרים ללמוד את המסלול של מערכות הספק.
- חלק גדול מהבוגרים בתחום מערכות הספק בוחרים משיקולי תועלת כגון, משכורות ותנאי העסקה טובים יותר, לעסוק בתחומים אחרים.
- סיבה נוספת טמונה בהליך, בהכשרה ובמשך הזמן הדרוש לקבלת רישיון לעסוק בחשמל בזרם חזק. נושא זה עלה גם בכנסת וביולי 2005 התכנסה ועדת העבודה, הרווחה והבריאות של הכנסת על מנת לדון במחסור במהנדסי חשמל בעלי רישוי. בעקבות הדיון בוועדה זו, ביוני 2008 אישרה כנסת ישראל בקריאה טרומית את הצעת חוק החשמל: תיקון - הסדרת רישיונות לעבודות חשמל.

פרק זה יציג נתונים על היצע וביקוש של כוח אדם בתחום הנדסת חשמל - מערכות הספק.

### הגדרות ותחזית תעסוקה למהנדסי חשמל בארה"ב

מהנדסי חשמל עוסקים בתכנון, פיתוח, בדיקה ופיקוח על יצור של ציוד חשמלי. חלק מהציוד כולל מנועים חשמליים, machinery controls, תאורה וחיווט של בניינים, מכונות, כלי טיס, רדאר ומערכות ניווט. מהנדסי חשמל מתמקדים בנושאים כגון הנדסה של מערכות כוח (power systems) engineering וייצור ציוד חשמלי.

לפי תחזית התעסוקה של ה-BLS, התעסוקה של מהנדסי חשמל צפויה לעלות ב-7% בין השנים 2006-2016 (גידול קטן בהשוואה לגידול הממוצע הצפוי בשאר המקצועות). השימוש הגובר במכשירים חשמליים (גנראטורים, משדרי טלפון אלחוטיים, בטריות ומערכות ניווט) אמור להגביר את הביקוש

למהנדסי חשמל, אולם, התחרות הבין לאומית והשימוש בשירותי הנדסה המבוצעים במדינות אחרות ימתנו את הגידול הצפוי בתעסוקה.

הטבלה הבאה מציגה את תחזית ה-BLS לתעסוקה במקצועות ההנדסה השונים בארה"ב בין השנים 2006-2016.

**טבלה 12: מספר משוער של משרות בארה"ב ב-2016 בהשוואה ל-2006 במקצועות הנדסת חשמל בהשוואה למהנדסי מחשבים (חומרה)**

המקצוע	מועסקים 2006	מועסקים 2016	גידול במספר המשרות בין 2006-2016	אחוז השינוי בין 2006-2016
כלל המהנדסים	1,512,000	1,671,000	159,000	11%
מהנדסי חשמל	153,000	163,000	10,000	7%
מהנדסי אלקטרוניקה (מלבד מחשבים)	138,000	143,000	5,000	4%
מהנדסי מחשבים (חומרה)	79,000	82,000	3,000	4%

מקור: BLS, Occupational Outlook Handbook 2008-09 Edition, p. 39

### הכשרה של מהנדסי חשמל

לימודים לתואר מהנדס חשמל כוללים שלושה תחומים עיקריים:

- לימודי חשמל ואנרגיה - הכולל את לימודי מערכות הספק (זרם חזק).
- הנדסת אלקטרוניקה.
- הנדסת תקשורת - חשמל כאמצעי להעברת אינפורמציה.

בישראל נלמד הנושא של מערכות הספק, במסגרת הלימודים לתואר ראשון בהנדסת חשמל, בשתי אוניברסיטאות וארבע מכללות. עד שנת 2002 נלמד תחום מערכות הספק גם בטכניון.

בכל מסלולי הלימוד מסיימים מדי שנה כ-200 בוגרים בתחום זה, הרשאים להירשם אצל רשם המהנדסים.

כ-50 מהם מתחילים לעבוד בתחום מערכות הספק.

תקופת הלימודים עד לקבלת תואר מהנדס חשמל אורכת 4 עד 5 שנים כתלות באוניברסיטה. התואר כולל לימוד קורסים שונים בפיזיקה, מתמטיקה, ניהול פרויקטים, ונושאים ממוקדים בתחום הנדסת החשמל. לקראת סוף התואר הסטודנטים בוחרים להתמחות בתחום אחד או יותר מבין התחומים המוצעים בהתאם למוסד הלימודים.

טבלה 13: מוסדות המכשירים מהנדסי חשמל בתחום מערכות הספק

אוניברסיטאות	
אוניברסיטת בן-גוריון בנגב	לא מסרו מידע – ההנחה היא כי הנתונים דומים לאוניברסיטת תל אביב
אוניברסיטת תל אביב	מדי שנה מתקבלים לפקולטה להנדסת חשמל כ- 180 סטודנטים משך הלימודים 4 שנים והלימודים במסלולים מתחילים בשנה השלישית. 65 תלמידים למדו במסלול הספק משנת 2002 ועד היום. (במוצק כ-10 בוגרים לשנה).
מכללות	
המכון הטכנולוגי חולון	בשנת 2001 המכון קיבל את ההיתר לרשום של בוגריו בפנקס המהנדסים, בין היתר, גם אלה שהתמחו בזרם חזק, יכולים להירשם במדור מהנדסי חשמל, מה שנתן להם את האפשרות לקבל רישיון "חשמלי-מהנדס". מאז עומד המכון בכל הדרישות של רשם המהנדסים, והוא מקיים את כל שרשרת המקצועות המהווה את ההתמחות. במסלול מערכות הספק לתואר ראשון מסיימים כל שנה 10-15 סטודנטים. במסלול מערכות הספק לתואר שני לומדים כ-20 סטודנטים בשנה א' ו-ב'. בנוסף המכללה מעבירה תכניות השלמה ל – 5-10 מהנדסים שסיימו את לימודי ההנדסה במוסדות אחרים ומעוניינים לעבוד בתחום מערכות ההספק. קיימות גם תכניות להסבת מהנדסים עבור גופים גדולים כגון חיל האוויר או חברת החשמל. לאחרונה המכללה זכתה במכרז של חברת החשמל להסבת חמישים מהנדסים לתחום מערכות הספק. ההשתלמות תתחיל בסמסטר א' תשס"ט ותימשך כשנתיים.
מכללת אפקה	המחלקה מכשירה מהנדסי הספק, וקיבלה אישור מראש מרשם המהנדסים במדור זרם חזק לגבי התאמת המסלול לדרישות הרשם. המסלול נפתח בתשס"ח ולומדים בו כ- 20 סטודנטים. עדיין אין בוגרים.
המכללה האקדמית להנדסה סמי שמעון	במכללה ישנה התמחות בהנדסת חשמל ואלקטרוניקה בה נלמדים כל הקורסים הנדרשים על-פי רשם המהנדסים המאפשרים רישום בפנקס המהנדסים - מדור חשמל. בשנת הלימודים תשס"ז היו 132 בוגרים. בשנת הלימודים תשס"ח צפויים לסיים כ- 140 בוגרים.

## קבלת רישוי לעסוק בחשמל

משרד התשתיות הלאומיות אחראי על "חוק החשמל, התשי"ד-1954" ותקנותיו. מתן רישיונות לחשמלאים ומהנדסים על פי חוק זה נמצא משנת 1975 בטיפול משרד התמ"ת. החוק מבוצע בהתאם לתקנות החשמל (רישיונות), התשמ"ה-1985. על פי חוק זה סעיף 6א': "לא יעסוק אדם בביצוע עבודת חשמל, אלא אם יש בידו רישיון מאת המנהל המתיר לו ביצוע עבודה מסוג זה ובהתאם לתנאי הרישיון; תקופת תקפו של הרישיון תיקבע בו".

על פי תקנות החשמל משנת 1985 ישנן 12 דרגות רישיון:

- (1) חשמלאי-עוזר;
- (2) חשמלאי-מעשי;
- (3) חשמלאי-מוסמך;
- (4) חשמלאי-ראשי;
- (5) חשמלאי-טכנאי;
- (6) חשמלאי-הנדסאי;
- (7) חשמלאי-מהנדס;
- (8) חשמלאי-בודק - סוג 1;
- (9) חשמלאי-בודק - סוג 2;
- (10) חשמלאי-בודק - סוג 3;
- (11) חשמלאי-מסוייג - לפי תחום עיסוקו;
- (12) חשמלאי-שירות - לפי תחום התמחותו.

בעבודה זו, אנו מתמקדים רק ברישיון מסוג חשמלאי-מהנדס. חשמלאי מהנדס ראשי לבצע ולתכנן מתקנים אך אינו ראוי לבדוק. על פי התקנות, התנאים לקבלת רישיון חשמלאי-מהנדס הם:

- בעל תואר מהנדס חשמל בזרם חזק הרשום במדור חשמל, בפנקס המהנדסים
  - ותק עבודה של שנתיים בעבודה בתחום הנדסת חשמל-זרם חזק.
  - ראיון בפני ועדה המורכבת מאנשי מקצוע הבודקים את התמחותו המקצועית של המבקש. במידה והם מתרשמים כי המבקש הוא בעל כישורים מקצועיים מתאימים, הוא זכאי לקבל את הרישיון.
- הטענה העיקרית שעולה מהגופים המייצגים את מהנדסי החשמל בישראל (התאחדות מהנדסי החשמל ואלקטרוניקה בישראל, איגוד מהנדסי החשמל והאלקטרוניקה IEEE ואיגוד מהנדסי החשמל IEE) היא כי הבעיה אינה נובעת ממחסור בכוח אדם אלא ממחסור במתן רישיונות לעסוק בחשמל. מדברי ח"כ סטס מיסז'ניקוב: "בימים אלה משק החשמל מצוי בעיצומה של רפורמה מקיפה. הצעת החוק באה להבטיח המשך פיתוח משק החשמל בארץ. למרות שקיים בישראל מחסור חמור במהנדסי חשמל בעלי רישיון, אלפי מהנדסים שלמדו בארץ ושהגיעו לישראל ממדינות חבר העמים לשעבר לא מנוצלים על פי מקצועם

בשל עניינים ביורוקרטים. זאת, למרות שיש להם את הכישורים והידע המקצועי הנדרש. החוק מסדיר את אופן קבלת הרישיון תוך עמידה במבחנים, מדדי איכות ומסלול קידום מקצועי ברור<sup>19</sup>.

מסקר שערכה התאגדות מהנדסי החשמל ואלקטרוניקה עולים הנתונים הבאים:

- בישראל כ-30,000 בעלי תואר ראשון בהנדסת חשמל ואלקטרוניקה.

- בישראל כ-1,200 מהנדסים בעלי רישיון חשמלאי-מהנדס פעילים.

שלוש שנים לאחר שנושא המחסור במהנדסי חשמל ובעיות במתן רישיונות עלה בכנסת,

ב-26 ביוני 2008 אישרה כנסת ישראל בקריאה טרומית (22 חברים בעד ואחד נגד) את הצעת "חוק החשמל: תיקון - הסדרת רישיונות לעבודות חשמל". מטרת הצעת השינוי לחוק החשמל היא קידום מקצועי ואיכותי ושיפור התהליכים, זאת על ידי הסדרת מנגנון מקצועי למתן הרישיונות לעוסקים בחשמל. הצעת חוק זו הועלתה על ידי חברי הכנסת ד"ר יורי שטרן ז"ל, סטס מיסז'ניקוב ואמנון כהן והיא נועדה להגדיר את הדרישות המקצועיות בדבר הכשירויות הנדרשות מהעוסקים בתחום החשמל. מטרת החוק היא העברת רישוי מהנדסי החשמל למשרד התשתיות הלאומיות, צמצום דרסטי במספר סוגי הרישיונות לעוסקים בתחום החשמל ולהביא לכך שלמרבית מהנדסי חשמל במדינה יהיה רישיון לעסוק במקצוע, בדומה לרישוי במקצועות חופשיים אחרים כמו רפואה, ראית-חשבון ועריכת דין. על מנת לבצע את החוק ימנה שר התשתיות הלאומיות מועצת מהנדסי חשמל, אשר חבריה יהיו מהאקדמיה ומהתעשייה העוסקים בתחום החשמל. מועצה זו תהיה אחראית על קביעת הקריטריונים למתן רישיונות ולקביעת מנגנוני פיקוח על המבקשים לעסוק בתחום החשמל.

בשיחה עם מר אלי בן-בשט מנהל היחידה לרישוי חשמלאים, נטען כי אם קיים מחסור הוא נובע מסגירת תחום לימודים זה בפקולטות לחשמל (לדוגמה בטכניון) ומהעובדה שסטודנטים רבים, משיקולי שכר, מעדיפים את תחום ההיי-טק. לטענתו של מר בן-בשט, אין צורך ברישיונות רבים של "מהנדס-חשמלאי" ולרוב העבודות מספיק רישיון של "חשמלאי ראשי". כמו כן, יש חשיבות לכך שנושא הפיקוח ומתן הרישיונות יישאר במסגרת משרד התמ"ת בשל התשתית המתאימה הקיימת במשרד התמ"ת: תוכניות לימודים, יחידה לבחינות, מנגנוני פיקוח. קיימת הסכמה של כל הצדדים כי יש צורך בהסדרת והגדרת נושא מתן הרישיונות.

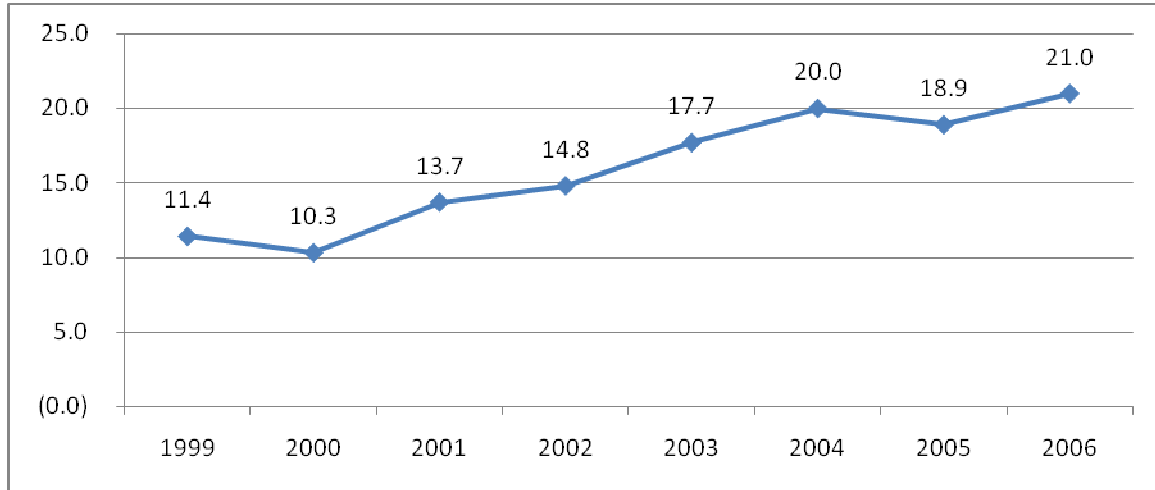
<sup>19</sup> מתוך האתר של התאגדות מהנדסי החשמל והאלקטרוניקה: <http://www.seeei.org.il/news.asp#1>



## מהנדסי חשמל מועסקים במשק

נציג תחילה את כלל מהנדסי החשמל והאלקטרוניקה המועסקים במשק על פי נתוני הלמ"ס: משנת 1999 עד 2006 חלה עליה של 10% בממוצע לשנה.

**איור 16: מספר מהנדסי חשמל ואלקטרוניקה המועסקים (באלפים), 1999-2006**



מקור: הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, סקרי כוח אדם

כפי שתואר לעיל, על מנת לעסוק בחשמל יש לקבל רישיון מתאים מרשם המהנדסים והאדריכלים. להלן מספר המהנדסים שרשומים בפנקס המהנדסים והאדריכלים לפי תחומים, כפי שהתקבלו מרשם המהנדסים<sup>20</sup>:

- מספר המהנדסים הרשומים ענף להנדסת חשמל: 28,679
- מתוכם חשמל (זרם חזק): 12,834
- מספר המהנדסים הרשומים בענף להנדסת אלקטרוניקה: 6,721
- מספר המהנדסים הרשומים בענף להנדסת אוטומציה ובקרה: 3,562
- מספר המהנדסים הרשומים בענף להנדסת אלקטרומכניקה: 4,949

מנתונים שהתקבלו מהיחידה לרישוי מהנדסים<sup>21</sup> עולה כי:

בין השנים 1963 עד 2006 הוצאו בסה"כ 3088 רישיונות "חשמלאי-מהנדס" מהם 568 בוטלו או נפטרו.

בארבע השנים האחרונות נרשמו בממוצע 143 מהנדסים במדור הנדסת חשמל.

<sup>20</sup> התקבל במייל בתאריך 3/5/2008 על ידי הגב' אורלי גרשון

<sup>21</sup> התקבלו בתאריך 3/8/08 על ידי מר אלי בן בשט מנהל היחידה לרישוי מהנדסים.

טבלה 14: מספר המהנדסים שנרשמו ברשם המהנדסים-מדור הנדסת חשמל

שנה	סה"כ מהנדסים שנרשמו במדור הנדסת חשמל	מתוכם עולים מחבר העמים
2003	132	8
2004	137	14
2005	142	11
2006	163	4

אם נתמקד בעשור האחרון, בין השנים 1995-2006 נרשמו במדור חשמל 1,591 מהנדסי חשמל (מתוכם 637 מחבר העמים) והוצאו 1,206 רישיונות "חשמלאי-מהנדס".

מסקר שערכה התאגדות מהנדסי חשמל ואלקטרוניקה בישראל פורסמו נתונים שונים:

- בישראל כ- 30,000 בעלי תואר ראשון בהנדסת חשמל ואלקטרוניקה.
- במשק החשמל הישראלי קיימים כ-5,000 מהנדסים מועסקים בתחום מערכות הספק.
- כ- 1,600 מהנדסים הם בעלי רישיון חשמלאי-מהנדס פעילים.

מתוכם:

○ הגיל הממוצע הוא 57.

○ 37% הם בני יותר משישים.

○ 370 עולים (23%).

לטענת התאגדות מהנדסי חשמל ואלקטרוניקה, נוצר מצב, שבו כ-70% ממהנדסי החשמל בתחום מערכות הספק עובדים ללא רישיונות מתאימים. כמו כן, הגיל הממוצע של מהנדסי חשמל בעלי רישיון "חשמלאי-מהנדס" עולה, ותוך מספר שנים אחוז גבוה ממהנדסים אלו יהיו בגיל פרישה.

על פי תחזיות של מומחים יש צורך בתוספת של כ-150 מהנדסי חשמל בתחום מערכות הספק בשנה.

אחת הסיבות למחסור בעובדים בתחום זה נובעת ממשכורות נמוכות, המשכורות של מהנדסי חשמל העובדים בחברות היי-טק גבוהה בהרבה בהשוואה למהנדסים בתחום הזרם החזק המועסקים במפעלים. מהנדס חשמל שסיים ויכול לעבוד בתחום הזרם החזק מעדיף פעמים רבות לבחור בתחומים אחרים שלא מחייבים רישיונות, המשכורות גבוהות יותר והקידום מהיר יותר.

## **תחזית ההיצע והביקוש של מהנדסי חשמל**

את בעיית המחסור במהנדסי חשמל בתחום מערכות הספק, כמו בתחומים רבים, פתרה העלייה ממדינות חבר העמים. בשנות התשעים עלו מהנדסי חשמל רבים שהתמחו בתחום זה. העולים השתלבו בעבודה בחברת החשמל, מקורות ועוד. אולם, לאחר כעשרים שנה, רוב המהנדסים נמצאים בגילאי 50-60, לפני פרישה לגמלאות, וקיים חשש למחסור למהנדסי חשמל בתחום זה. ועל פי נתוני התמ"ת מורגשת בשנים האחרונות עלייה בביקוש למהנדסי חשמל בתחום מערכות הספק.

### **היצע**

במדינת ישראל נלמד התחום של מערכות הספק, במסגרת לימודים לתואר ראשון בהנדסת חשמל, בשתי אוניברסיטאות וארבע מכללות. בכל מוסדות הלימוד המלמדים את תחום מערכות הספק, מסיימים מדי שנה כ-200 בוגרים הרשאים להירשם אצל רשם המהנדסים, כ-50 מהם מתחילים לעבוד בתחום מערכות הספק.

### **ביקוש**

על פי הנתונים שהתקבלו מהתאגדות מהנדסי חשמל ואלקטרוניקה בישראל, יש במשק החשמל הישראלי כ-5,000 משרות הדורשות מהנדסים בתחום מערכות הספק. יש צורך בכ-150 מהנדסים חדשים כל שנה על מנת להחליף את הפורשים לגמלאות והן בשל הגידול הטבעי של המשק.

### **השוואה בין ביקוש להיצע**

על מנת לבצע תחזית לגבי הביקוש לכוח אדם בתחום החשמל לתקופה של עשר השנים הקרובות נניח מספר הנחות:

- הפרישה הטבעית תהיה קבועה בערך של 3% (בהנחה שכל שנה פורשים 1/33 מהמועסקים) מהמלאי ההתחלתי - הערכה זו היא שמרנית. למעשה, קצב הפרישה של כוח אדם בתחום החשמל גבוה יותר בגלל העלייה ממדינות חבר העמים. מהנדסים והנדסאים שהגיעו לפני כעשרים שנה, קרובים היום לגיל הפרישה.
  - הערכה זהירה שלפיה הביקוש לכוח אדם בתחום החשמל- מערכות הספק יצמח ב-2% בלבד. להלן אומדן הביקוש וההיצע למהנדסי חשמל – מערכות הספק, אשר נעשה בשני תרחישים:
    - תרחיש 1 - מספר הבוגרים יגדל ב-2% לשנה (כשיעור גידול האוכלוסייה).
    - תרחיש 2 - מספר הבוגרים יגדל ב-4% לשנה (בהנחה שהתעסוקה בתחום זה תהיה אטרקטיבית יותר- שכר גבוה יותר ותנאי עבודה טובים יותר).
- נקודת המוצא היא כי השוק מצוי בשיווי משקל בשנת 2007, למרות שכבר היום מורגש המחסור באנשי מקצוע בתחום החשמל.

טבלה 15: תחזיות לדרישת מהנדסי חשמל במשק, 2007-2017

תרחיש 2- גידול של 4% בתוספת בוגרים			תרחיש 1- גידול של 2% בתוספת בוגרים					
מחסור	סה"כ היצע	תוספת בוגרים	מחסור	סה"כ היצע	תוספת בוגרים	פרישה	ביקוש צפוי (גידול של 2% במשק החשמל)	
0	5,000	200	0	5,000	200	150	5,000	2007
100	5,050	208	150	5,050	204	152	5,150	2008
147	5,107	216	203	5,103	208	153	5,253	2009
188	5,170	225	256	5,158	212	155	5,358	2010
225	5,240	234	308	5,215	216	156	5,465	2011
257	5,318	243	360	5,275	221	158	5,575	2012
283	5,403	253	411	5,338	225	160	5,686	2013
304	5,496	263	462	5,403	230	162	5,800	2014
319	5,597	274	513	5,470	234	164	5,916	2015
328	5,706	285	564	5,541	239	166	6,034	2016
330	5,825	296	614	5,613	244	168	6,155	2017

**המלצות**

גם אם נצא מנקודת הנחה זהירה כי הדרישה למהנדסי חשמל המתחמים במערכות הספק תגדל ב- 2% בלבד, ונניח שהמצב הקיים ישאר ללא שינוי, צפוי מחסור בכוח אדם זה בשנים הקרובות. מהסקירה על מוסדות הלימוד אשר מכשירים מהנדסים בתחום זה עולה כי אין מחסור במוסדות לימוד. הבעיה העיקרית היא שאין מספיק סטודנטים הבוחרים ללמוד מסלול זה במסגרת לימודיהם, מכיוון שהם מעדיפים לבחור ללימוד את תחומי האלקטרוניקה והתקשורת. כמו כן, מוסדות הלימוד לא עושים מאמצים לעודד סטודנטים ללימוד תחום לימודים זה, ולפעמים אף סוגרים את המסלולים מחוסר ביקוש (לדוגמה הטכניון). חשוב לזכור, כי תהליך ההכשרה של מהנדס חשמל עם רישיון מוסמך של "מהנדס-חשמלאי" אורך בין 6-10 שנים, לכן יש לפעול במספר מישורים, הן במישור של עידוד לימוד תחום זה והן במישור של שינוי התקנות המאפשרות קבלת רישיון "מהנדס-חשמלאי" למהנדסי חשמל המועסקים כבר בשוק העבודה.

על מנת להגדיל את מהנדסי החשמל בעלי רישיון "מהנדס-חשמלאי", יש לנקוט במספר צעדים:

- על מנת להגדיל את כוח האדם באופן כמעט מיידי, ניתן להעביר הכשרות מתאימות במידת הצורך ולהעניק רישיון "מהנדס-חשמלאי" למהנדסים שעמדו בדרישות.
- להעלות את השכר למהנדסים בעלי רישיון "מהנדס-חשמלאי", כך שתחום תעסוקה זה יהפוך להיות אטרקטיבי בדומה לשאר התחומים בהם עוסקים מהנדסי חשמל.

## כוח אדם בתחום הכימיה

### רקע כללי

תעשיית הכימיה והחומרים מהוות גרעין מרכזי בתעשיות הכבדות והמתוחכמות בארץ. תעשיות אלו זקוקות לכוח אדם משכיל ומיומן. מזה שנים קיים מחסור בכימאים בארץ, מחסור שעל פי כל התחזיות ילך ויגדל בשנים הבאות. למרות היותה של הכימיה צומת של המדעים, היא לא הצליחה למשוך לשורותיה מספר ניכר וקבוע של תלמידים בבתי הספר התיכוניים. דהיינו, קיים פער גדול בין חשיבות המקצוע, השלכותיו בתחומי החיים השונים ואפשרויות התעסוקה שהוא מציע, לבין מספר התלמידים הנחשפים לו ונמשכים אליו.

בענף הכימיה עובדים בעלי מקצועות רבים בתחומים מגוונים כמו:

- טכנולוגיה והנדסה: כימיה, איכות הסביבה, בטיחות, מכונות, חשמל, אלקטרוניקה ועוד.
- מחקר ופיתוח: כימיה, ביולוגיה, ביוטכנולוגיה, חקלאות, רפואה, רוקחות, קוסמטיקה ועוד.
- ייצור: מפעילים, מנהלי מתקנים, לבורנטים ועוד.
- הוראה: מורים לכימיה ומפתחי תוכניות לימודים בכימיה.

כל אלה יחד ועוד, דרושים כדי להתמודד עם האתגרים השונים ולמען פיתוחה של התעשייה כימית בישראל.

בשנים שבין תשס"ב לבין תשס"ה חלה עלייה במספר הסטודנטים הלומדים כימיה לתואר ראשון במוסדות להשכלה גבוהה ושוק העבודה מציע כל הזמן משרות בתחומי הכימיה, אך עדיין התעשייה הכימית מדווחת על מחסור בכוח אדם בתחום הכימיה בארץ, מחסור שעל-פי התחזיות אף ילך ויגדל בשנים הבאות.

בפרק זה בחרנו להתמקד בכימאים ובמהנדסי כימיה וחומרים למרות שישנם מקצועות נוספים בהם קיים מחסור בעובדים מקצועיים כגון לבורנטים, ביולוגים וכד'.

### הגדרות של כוח אדם בתחום הכימיה ותחזיות תעסוקה בארה"ב

**כימאים** - כימאים ומדענים בתחום החומרים (materials scientists) עוסקים בחקר וגילוי חומרים כימיים. מחקר בתחום הכימיה הוביל לגילוי ולפיתוח של סיבים סינתטיים, צבעים, תרופות, קוסמטיקה, רכיבים אלקטרוניים, חומרי סיכה ומוצרים אחרים. כימאים ומדענים בתחום החומרים עוסקים בשיפור ופיתוח תהליכים (כדוגמת תהליכים פטרו-כימיים, זיקוק נפט) החוסכים באנרגיה ומפחיתים את זיהום האוויר. בתחום המחקר הבסיסי, כימאים חוקרים את התכונות, ההרכב, המבנה של חומרים ואת אופן הריאקציות והתגובות בין החומרים השונים. במחקר יישומי, כימאים מפקים מוצרים ותהליכים חדשים ומשפרים את המוצרים והתהליכים הקיימים באמצעות ידע שנצבר מהמחקר הבסיסי. תואר ראשון בכימיה הינו דרישה מינימאלית על מנת לעסוק בתחום, רוב המשרות בתחום המחקר דורשות תואר שני לפחות ולרוב תואר שלישי.

בשנת 2006 היו בארה"ב כ-84,000 משרות של כימאים ו-9,700 משרות של מדענים בתחום החומרים, כ-41% מהן בחברות תעשייה, לרוב בתעשיות הכימיה. חברות בתעשייה זו עוסקות בייצור חומרים פלסטיים, חומרים סינתטיים, תרופות, סבונים, מדבירים ודשנים, חומרי ניקוי, חומרי צבע, חומרים כימיים אורגניים לתעשייה וחומרים כימיים אחרים. 18% מהמשרות היו בשירותי מחקר ופיתוח מדעיים (scientific research and development services), 12% מהמשרות היו בשירותי ההנדסה, הארכיטקטורה ושירותים קשורים (architectural, engineering and related services)

התעסוקה של כימאים ושל מדענים בתחום החומרים צפויה לעלות ב-9% בין השנים 2006-2016 (גידול הזהה לגידול הממוצע הצפוי בשאר המקצועות). הגידול הצפוי בתעסוקה יתרחש בשירותים המקצועיים, המדעיים והטכניים, משום שחברות תעשייה גדולות ימשיכו להוציא מרשותן את פעילות המו"פ והבדיקות אל חברות קטנות המתמחות בנושאים אלו. הגידול בתעסוקה צפוי להתרחש בתעשיות המחקר הפרמצבטי והביו-טכנולוגי, זאת מכיוון שהחידושים האחרונים בתחום הגנטיקה, פיתוח אפשרויות חדשות לטיפול במחלות. התעסוקה של כימאים בתעשיות הכימיות הלא-פרמצבטיות צפויה לרדת במהלך תקופה זו, בהתאם למגמה של ירידת תעסוקה כללית בתעשיות אלו.

הטבלה הבאה מציגה את תחזית ה-BLS לתעסוקה של כימאים ומדענים בתחום החומרים בארה"ב, בין השנים 2006-2016

**טבלה 16: מספר משוער של משרות בארה"ב ב-2016 בהשוואה ל-2006 של כימאים ומדענים בתחום החומרים**

המקצוע	מועסקים 2006	מועסקים 2016	גידול במספר משרות בין 2006-2016	אחוז השינוי בין 2006-2016
כימאים ומדעני חומרים	93,000	102,000	9,000	10%
כימאים	84,000	91,000	7,000	8%
מדענים בתחום החומרים (materials scientists)	9,700	11,000	1,300	13%

BLS, Occupational Outlook Handbook 2008-09 Edition

**מהנדסי כימיה** - מיישמים את עקרונות הכימיה כדי לפתור בעיות המערבות יצור או שימוש בכימיקאליים וביו-כימיקאליים. מהנדסי כימיה מתכננים ציוד ותהליכים לתעשיות כימיות, מתכננים ובוחרים שיטות ליצור מוצרים ולטיפול בתוצרי לוואי. מהנדסי כימיה מיישמים את עקרונות הכימיה, הפיזיקה, המתמטיקה הנדסת מכונות והנדסת חשמל. חלק ממהנדסי הכימיה מתמחים בהליך כימי ספציפי (לדוגמה חמצון או פולימריזציה) וחלק מתמחים בתחום מסוים כמו ננו-חומרים. מלבד התעשייה הכימית, מהנדסי כימיה מועסקים בתעשיות המפיקות אנרגיה, אלקטרוניקה, מזון, ביגוד ונייר.

התעסוקה של מהנדסי כימיה צפויה לעלות ב-10% בין השנים 2006-2016 (גידול דומה לגידול הממוצע הצפוי לכלל המהנדסים). למרות שהתעסוקה הכללית בתעשייה הכימית צפויה לרדת, חברות בתחום הכימיה ימשיכו לעסוק במחקר ופיתוח חומרים ותהליכים חדשים. רוב הגידול יהיה בתעשיות

המספקות שירותים מקצועיים, מדעיים וטכניים, במיוחד בתחום המחקר באנרגיה, ביוטכנולוגיה וננו טכנולוגיה.

הטבלה הבאה מציגה את תחזית ה-BLS לתעסוקה במקצועות ההנדסה השונים בארה"ב בין השנים 2006-2016.

**טבלה 17: מספר משוער של משרות של מהנדסי כימיה בארה"ב, ב-2006 והערכה ל-2016**

המקצוע	מועסקים 2006	מועסקים 2016	גידול במספר משרות בין 2006-2016	אחוז השינוי בין 2006-2016
כלל המהנדסים	1,512,000	1,671,000	159,000	11%
מהנדסי כימיה	30,000	33,000	3,000	10%

מקור: BLS, Occupational Outlook Handbook 2008-09 Edition

### הכשרת כוח אדם הנדסי ומדעי בתחום הכימיה

בפרק נתמקד בשני שלבי הכשרת כוח אדם בתחום הכימיה השלב הראשוני של חינוך וחשיפה למקצוע הכימיה בבתי הספר והשלב של לימודי תואר ראשון לכימיה והנדסה כימית באוניברסיטאות ובמכללות.

כימיה הינו מדע העוסק בחקר החומרים כגון: מבנה החומר, תכונות החומר, אינטראקציות בין חומרים וכד'. מדעי הכימיה מכילים בתוכם מגוון רב של תחומים כגון: כימיה אנליטית, כימיה פיזיקאלית, כימיה אורגנית, אלקטרוכימיה, ביוכימיה, ננו-כימיה ועוד. הנדסה כימית עוסקת בייצור והפקה תעשייתית של כימיקלים וחומרים. הנדסה כימית משפיעה על כל מוצרי היום יום שלנו, מאחר וכמעט כל מוצר עובר בשלב מסוים בייצור תהליכים של הנדסה כימית, כגון: מוצרים שונים בתעשיית המיקרואלקטרוניקה/המוליכים למחצה, פולימרים ופלסטיק, בשמים, דשנים ותרסיסים לחקלאות, תרופות, נייר, נפט ותזקי דלק, חומרי ניקוי, ועוד.

#### לימוד מקצוע הכימיה בבתי ספר

במסגרת מוסד נאמן פורסמו שני פרסומים העוסקים בתעשייה הכימית:

- דו"ח ביניים של הצוות לבדיקת מצב התעשייה הכימית בישראל בתחילת המאה ה-21 והצורך במדיניות פיתוח לאומית<sup>22</sup>.

<sup>22</sup> ציטוט מתוך "דו"ח ביניים של הצוות לבדיקת מצב התעשייה הכימית בישראל בתחילת המאה ה-21 והצורך במדיניות פיתוח לאומית" ד"ר ג. פורטונה ואחרים, 2003.

- תוכנית לאומית לתעשייה הכימית בישראל- תקצירים<sup>23</sup> עבודה זו כוללת פרק בנושא "החינוך לכימיה בארץ - לאן?" פרק החינוך נכתב על ידי ועדת המשנה של צוות מוסד נאמן ברשותה של פרופ' יהודית דורי.

מטרת הפרק העוסק בחינוך הייתה לקבוע מדיניות שתאפשר ייעול ושיפור הוראת מדעי הכימיה כבר בשלבי החינוך המוקדמים, בבתי הספר התיכוניים ובאוניברסיטאות.

כמו כן, נאספו נתונים על רמת החינוך במקצוע הכימיה בישראל, מספר נבחנים בבחינת הבגרות, אופן החינוך לכימיה וכן נעשה מאמץ למצוא פתרונות תוך שיתוף פעולה עם התעשייה והאקדמיה למען העשרת לימודי הכימיה והפיכתם לנושא מרכזי, יצירתי ואטרקטיבי. הפרסומים המוזכרים לעיל ניתנים לעיון ולהורדה מאתר מוסד נאמן.

לדברי פרופ' יהודית דורי, ששמשה כיו"ר ועדת המקצוע כימיה בבתי הספר התיכוניים משנת 2003 עד 2008, החל משנת 2005 עברה תכנית הלימודים בכימיה שינויים משמעותיים. שינויים אלו בוצעו לאור המלצות של ועדת המקצוע כימיה, הפיקוח בראשות ד"ר ניצה ברנע, ועדת תכנית לימודים בכימיה בראשות פרופ' דני מגדלר ופרופ' אבי הופשטיין והאגף לתכניות לימודים במשרד החינוך. תוכנית הלימודים בכימיה עברה שינוי מלמידה מסורתית וממוקדת-תכנים ללמידה המעודדת חשיבה ברמה גבוהה. בתכנית זו התלמידים נדרשים להתנסויות במעבדת חקר ובמעבדה ממוחשבת ולומדים תכנים הרלוונטיים לחייהם ולמחקר עדכני. שינוי זה הינו הדרגתי, ובשנת הלימודים תשס"ח, כ- 40% מתלמידי הכימיה למדו בשיטה החדשה ונבחנו בבחינות הבגרות בשיטה זו.

אחת הבעיות בתחום ההוראה בכימיה היא מחסור במורים לכימיה. בישראל יש כיום כ-600 מורים לכימיה. עד היום אחוז המורים שעלו מחבר העמים היה גבוה והשלים את המחסור במורים. כיום חלקם עומד בפני פרישה.

המחלקה להוראת הטכנולוגיה והמדעים בטכניון מכשירה כ-15 מורים לכימיה בשנה, רובם מהמגזר הערבי. הכשרה נוספת של מספר מועט של מורי מדעים מתבצעת בבתי הספר לחינוך באוניברסיטת תל-אביב, באוניברסיטה העברית, באוניברסיטת בר-אילן, באוניברסיטת בן גוריון בנגב ובמכון ויצמן למדע. רק בטכניון, ולאחרונה גם במכון ויצמן, ההכשרה ממוקדת במקצוע הכימיה, דבר המאפשר את השתלבותם המהירה כמורי כימיה במערכת. מספר המורים לכימיה במגזר היהודי הולך וקטן. במגזר הערבי, בעלי תואר שני ושלישי בכימיה שאינם מוצאים עבודה במקצוע הכימיה פונים לתחום ההוראה. בחלק מבתי הספר המחסור במורים לכימיה במגזר היהודי גרם למנהלי בתי ספר לסגור מגמות לכימיה. כתוצאה מהמחסור במורים לכימיה במגזר היהודי יש חשש להקטנת מספר תלמידי התיכון הבוחרים להתמחות בכימיה ולהתפלגות שונה בין המגזר הערבי ליהודי.

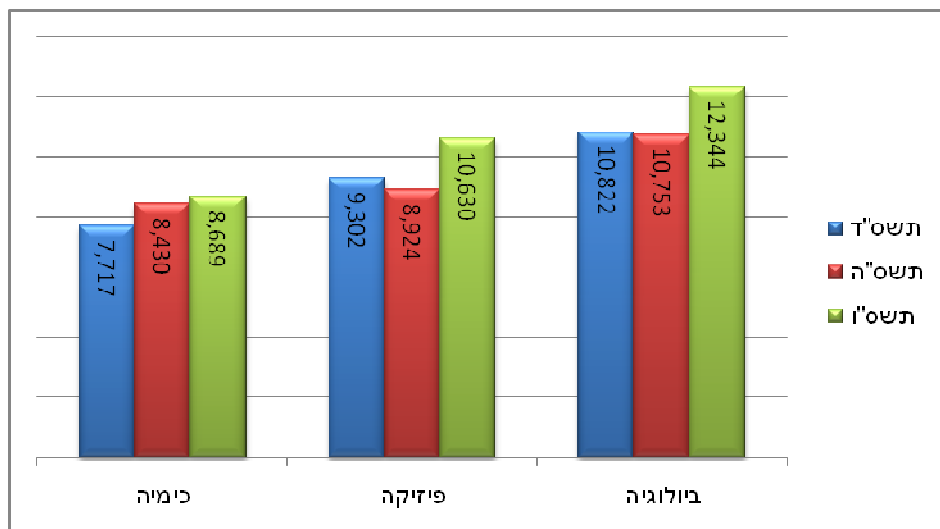
<sup>23</sup> הפרסום "תוכנית לאומית לתעשייה הכימית בישראל - תקצירים" נכתב על ידי ועדה בראשותם של פרופ' ז. תדמור וד"ר ג. פורטונה. ניתן להורדה מאתר מוסד נאמן

[http://www.neaman.org.il/NeamanHeb/publications/publication\\_item.asp?fid=759&parent\\_fid=488&iid=8408](http://www.neaman.org.il/NeamanHeb/publications/publication_item.asp?fid=759&parent_fid=488&iid=8408)



בחנינת ההתפלגות של תלמידי י"ב העומדים בהצלחה בבחינות הבגרות מלמדת כי רק כ-10% מהנבחנים ניגשים לבחינת בגרות בכימיה. בהשוואה למקצועות כגון פיזיקה וביולוגיה בהן חל גידול של 19% ו-14% בהתאמה בין השנים תשס"ד לתשס"ו, בכימיה חל גידול רק של 3% באותה תקופה.

**איור 17: מספר הנבחנים בכימיה בהשוואה לפיזיקה וביולוגיה, תשס"ד-תשס"ו**



מקור: משרד החינוך

בעקבות מחסור דומה במורי פיזיקה בארץ בשנים האחרונות, יזם משרד החינוך תכנית דו-שנתית להסבה של אקדמאים להוראת פיזיקה. מספר מוסדות להשכלה גבוהה, כגון מכון ויצמן למדע והטכניון, תוקצבו לצורך ביצוע תוכנית זו, והמורים לעתיד תוגמלו במהלך ההשתלמות ארוכת טווח הזו. יוזמה זו נתנה מענה הולם לבעיה והדבר השפיע על גידול משמעותי במספר לומדי הפיזיקה כפי שניתן לראות באיור 17. לכן, ממליצה פרופ' דורי בתמיכתה של המפקחת הארצית לכימיה, ד"ר ניצה ברנע, על ביצוע תכנית דומה למורי כימיה.

#### לימוד מקצועות הכימיה והנדסת כימיה וחומרים באוניברסיטאות ובמכללות

כפי שציינו קודם לימודי כימיה לתואר ראשון אינם נחשבים לתחום לימודים מבוקש במיוחד והם לרוב נלמדים במקביל למקצוע נוסף. בשל כך, תנאי הקבלה לתואר ראשון בכימיה אינם גבוהים במיוחד, אולם הלימודים עצמם אינם קלים. ניתן ללמוד תואר ראשון כימיה באוניברסיטאות. לא ניתן ללמוד לימודי כימיה במכללות, פרט למכללת אריאל בה לומדים כימיה אורגנית. לימודי כימיה לתואר ראשון נמשכים בין שלוש לארבע שנים וכוללים הכשרה מעשית יישומית. בסוף הלימודים מקבלים הבוגרים תואר ראשון בכימיה. ניתן ללמוד כימיה בטכניון, באוניברסיטת תל אביב, באוניברסיטת בר אילן, באוניברסיטה העברית, באוניברסיטת בן גוריון בנגב, ובאוניברסיטה הפתוחה. ניתן ללמוד הנדסת כימיה וחומרים במרבית האוניברסיטאות וכן, במכללת מכללת שנקר ובמכללה האקדמית להנדסה סמי שמעון.

האיור הבא מציג את מספר הבוגרים בכימיה, בהנדסה כימית ובהנדסת חומרים לתואר ראשון שני ושלישי באוניברסיטאות לשנים 1990/00 - 2005/06.

איור 18: מספר הבוגרים לתואר ראשון, שני ושלישי בתחום הכימיה והחומרים באוניברסיטאות, 2005-1999



מקורות: למ"ס

הערות: 1. החל משנת 2000 מקצוע הכימיה כולל כימיה אורגנית, פיסיקלית ותעשייתית  
2. צוינו רק מקצועות שבהם היו 3 מקבלי תארים ומעלה

בהתייחסנו לתואר ראשון, בשנת 2005/06 סיימו 299 בוגרים בכימיה, 130 בוגרים בהנדסה כימית ו-102 בוגרים בהנדסת חומרים. ניתן לראות כי משנת 2000 קיימת מגמת עלייה בשלושת המקצועות. במכללות בשנת 2005/06 היו כ-109 בוגרים בהנדסה כימית.

היחס בין בוגרי תואר ראשון בכימיה לבוגרי תואר שני בכימיה הוא גבוה ומגיע לכ-47% בממוצע לעומת אותו היחס בהנדסת חומרים שמגיע לכ-20% בלבד יתכן ועובדה זו נובעת מבעיות במציאת עבודה.

### מו"פ בתחום הכימיה

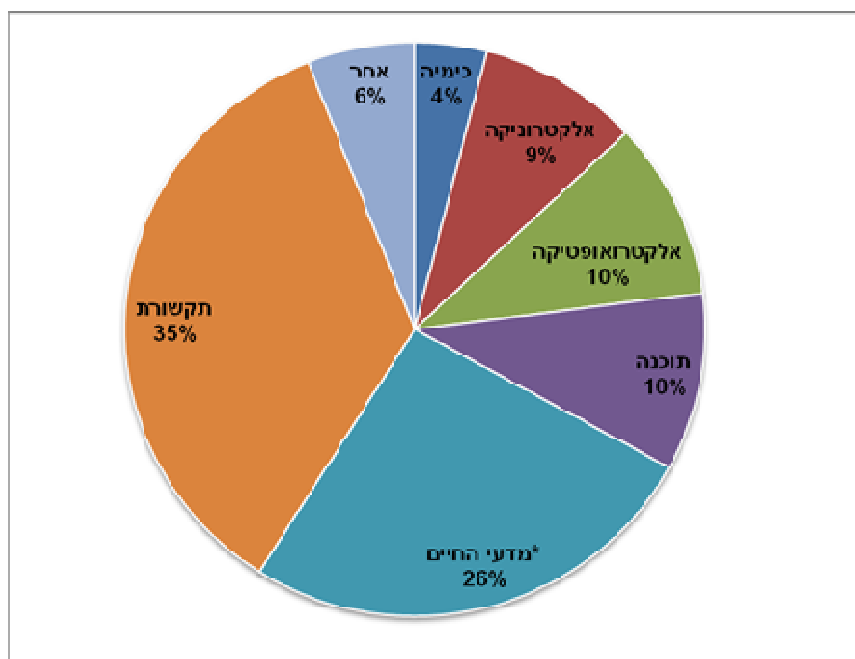
פרוט השקעות בתחום הכימיה על ידי המדען הראשי לפי יעדים מציגה השקעה קטנה מאוד בתחום הכימיה בהשוואה לתחומים אחרים.

### טבלה 18: הקצאות המדען הראשי במשרד התמ"ת לפי יעדים, 1998-2007

2007	2006	2005	2004	2003	2002	2001	2000	1999	1998	
4%	4%	3%	2%	3%	3%	3%	4%	3%	4%	כימיה
9%	16%	13%	11%	9%	11%	17%	20%	21%	17%	אלקטרוניקה
10%	8%	7%	7%	8%	9%	5%	5%	5%	4%	אלקטרואופטיקה
10%	8%	12%	12%	17%	15%	12%	11%	15%	20%	תוכנה
26%	26%	27%	23%	22%	18%	19%	14%	14%	12%	מדעי החיים <sup>1</sup>
35%	33%	36%	37%	37%	40%	39%	39%	36%	35%	תקשורת
6%	5%	2%	8%	4%	4%	5%	7%	6%	8%	אחר

מקורות: משרד התעשייה, המסחר והתעסוקה הערות: 1. לתחום מדעי החיים נכללו נתוני 3 תחומים – ביוטכנולוגיה, תרופות וציוד רפואי.

### איור 19: הקצאות המדען הראשי במשרד התמ"ת לפי יעדים, 2007



מקורות: משרד התעשייה, המסחר והתעסוקה.

בטבלה הבאה נציג את הוצאות המו"פ בענף מוצרי הכימיה (הכולל את תעשיית התרופות) בהשוואה לענפים אחרים.

טבלה 19: הוצאות מו"פ בענפי תעשייה נבחרים בישראל (%), 1995-2006

סך הכול	ענפים אחרים	מוצרי מתכת	ציוד חשמלי	מכונות וציוד הובלה	מוצרים כימיים	ציוד אלקטרוני	
100	5	3	4	8	14	66	<b>1995</b>
100	3	3	3	5	11	75	<b>1996</b>
100	3	1	2	5	11	78	<b>1997</b>
100	4	1	2	6	9	78	<b>1998</b>
100	3	1	3	6	6	81	<b>1999</b>
100	2	1	3	8	7	79	<b>2000</b>
100	2	1	2	7	8	80	<b>2001</b>
100	3	1	1	8	10	77	<b>2002</b>
100	3	2	1	8	10	76	<b>2003</b>
100	2	2	1	8	13	74	<b>2004</b>
100	3	2	1	6	14	74	<b>2005</b>
100	4	2	2	8	13	71	<b>2006</b>

מקורות: מדדים למדע, לטכנולוגיה ולחדשנות בישראל: תשתית נתונים השוואתית, דפנה גץ ואחרים, 2007, מוסד שמואל נאמן, כולל עדכונים של הלמ"ס

ניתן לראות כי התעשייה הכימית מבצעת כ-11% בממוצע מסך הוצאות מו"פ בתעשייה.

חברות כמו "טבע" ו"חיפה כימיקלים" השקיעו במו"פ והצליחו לפתח תרופות וגם מוצרים כימיים בסיסיים על בסיס ידע ישראלי, ולהשאירם בארץ ולתרום לכלכלת ישראל. אך אין זה מספיק ותמיכת המדינה ועידודה נחוצים גם בהשקעות המו"פ, ובשילוב פירותיו בפיתוח התעשייתי. תוכניות המשלכות מספר תעשיות ומוסדות מחקר בבניית תשתית לאומית, כמו תוכניות המגנט של משרד המסחר והתעשייה, מהוות דוגמאות טובות לבניית מדיניות יישום ארוכת טווח<sup>24</sup>.

<sup>24</sup> ציטוט מתוך "דו"ח ביניים של הצוות לבדיקת מצב התעשייה הכימית בישראל בתחילת המאה ה-21 והצורך

במדיניות פיתוח לאומית" ג. פורטונה ואחרים, 2003.

## התעשייה הכימית בישראל

התעשייה הכימית בארץ מהווה חלק חשוב בכלכלת המדינה. בשנת 2008 המחזור הכולל הצפוי נאמד בכ- 25 מיליארד דולר המהווים כ-30% מסך המחזור הכולל בתעשייה (ללא יהלומים). הייצוא מהווה כ-35% מסך הייצוא (ללא יהלומים). בתעשייה הכימית מועסקים כ-30,000 עובדים המהווים כ-8% מסך המועסקים בתעשייה<sup>25</sup>.

תעשייה זו מאגדת פעילות של כ-400 מפעלים המייצרים מגוון מוצרים. כמו מרבית התעשיות, גם תעשייה זו נשענת על חומרי גלם מצד אחד ומקורות אנרגיה מצד שני. התעשייה הכימית מנצלת את אוצרות הטבע ומקורות האנרגיה המועטים שיש למדינת ישראל על מנת להפיק חומרים רבים לשימושים מגוונים. בעזרת חומרי גלם המיובאים מחו"ל וכוח אדם מקצועי ומיומן הפכה התעשייה הכימית בארץ, שהתמקדה בעבר הלא רחוק בעיקר בייצור חומרים בסיסיים, לתעשייה שאחוז גבוה מכלל הייצור שלה הם חומרי המשך ומוצרים בעלי ערך מוסף גבוה. כיום, התעשייה הכימית בישראל עוסקת במגוון רחב מאד של תחומים והיא מהמתקדמות בעולם.

ענפי הכימיה הם רבים ומגוונים, מבניהם בולטים בתעשייה הישראלית הענפים הבאים: זיקוק נפט ודלקים, פרמצבטיקה, דטרגנטים ותמרוקים, מינרלים, דשנים, הדברה וחיטוי, צבעים ודבקים, ביוטכנולוגיה ודיאגנוסטיקה רפואית, פטרוכימיה ופולסטיקה<sup>26</sup>.

מנתוני איגוד התעשיינים עולה כי הייצוא בענף הכימיה מאז שנת 2004 עולה על מכירות השוק המקומי, גידול משמעותי בהיקף הייצוא - כ-15% במוצע לשנה ב-7 השנים האחרונות והצמיחה הרב-שנתית של תעשייה הכימיה היא כ-10% לשנה במוצע של שבע השנים האחרונות במכירות הענף.

<sup>25</sup> מתוך האתר של התמ"ת - סקירת התעשייה הכימית בישראל-2008, אוהד אורנשטיין

[http://www.moital.gov.il/NR/exeres/66703DDC-FACD-463B-B388-0C4745977F24.htm?wbc\\_purpose=basic&WBCMODE=pres%252](http://www.moital.gov.il/NR/exeres/66703DDC-FACD-463B-B388-0C4745977F24.htm?wbc_purpose=basic&WBCMODE=pres%252)

מתוך אתר התאחדות התעשיינים, ענף הכימיה, מצגת על התעשייה הכימית בישראל, 2005

<http://www.industry.org.il/Publications/Item.asp?ArticleID=2407&CategoryID=3212&Archive=0>

<sup>26</sup> מתוך האתר הלימודי: כימיה ותעשייה כימית בשרות האדם:

<http://stwww.weizmann.ac.il/g-chem/learnchem>

## מועסקים בתחום הכימיה

### אפשרויות תעסוקה

כימאים ומהנדסי כימיה וחומרים יכולים להשתלב בתעשיות רבות מאד הזקוקות לכוח אדם מומחה ומיומן בכל הקשור לכימיה והוראת הכימיה. כימאים בעלי תואר ראשון ומהנדסי כימיה יכולים להשתלב בניהול ו/או פיקוח על צוותים המפעילים מתקני ייצור, פיתוח התמחות בייצור מוצרים ספציפיים, פיתוח מקורות אנרגיה חדשים, המתקת מי ים, בעיות זיהום ומים, מפעל תשלובת כימית, יישום תעשייתי של תהליכים מיקרוביולוגיים וביוכימיים, תעשיית המיקרו אלקטרוניקה, תהליכי ייצור חדשניים של מוליכים למחצה לתעשיית המחשבים, תעשיית הביו טכנולוגיה, תעשיית המזון, תעשיית התרופות, תעשיית הפטרוכימיה, תעשיית המחצבים, תעשיות הביטחון, מעבדות מחקר ופיתוח, מעבדות אנליטיות והוראה.

### מועסקים בענף הכימיה

כפי שהוזכר קודם בעבודה זו נתייחס לכימאים ולמהנדסי כימיה וחומרים בלבד. מנתונים שהתקבלו ב-2008 מרשם המהנדסים במשרד התמ"ת, מספר מהנדסים הרשומים בענף להנדסת כימיה הוא 4,805 (מספר זה כולל מהנדסים שיצאו לגמלאות ו/או אינם מועסקים). מאחר ולא כל מהנדסי הכימיה נרשמים ברשם המהנדסים, ההערכה שלנו היא כי בשנת 2006 היו כ- 5,000 מהנדסי כימיה וחומרים וכ-6,000 כימאים מועסקים<sup>27</sup>. לצורך חישובי היצע וביקוש בהמשך נתייחס לכך שיש מספר כולל של כ-11,000 מהנדסי כימיה, חומרים וכימאים מועסקים.

## תחזית ההיצע והביקוש של כוח אדם בתחום הכימיה

מסקרים שמבצע איגוד התעשיינים עולה כי קיים קושי בגיוס עובדים מקצועיים בתעשייה-בענף הכימיה והפרמצבטיקה ובענף תעשיית המזון, חסרים כימאים, טכנאים, הנדסאים, מהנדסי כימיה ולבורנטים למעבדות.

### היצע

בהתבסס על הנתונים שהוצגו בסעיף הכשרת כוח אדם הנדסי ומדעי בתחום הכימיה, נתייחס אל היצע למספר הבוגרים בכימיה ובהנדסה כימית וחומרים בשנת 2005/06. בשנת 2005/06 היו 299 בוגרי כימיה, 239 בוגרי הנדסה כימית ו-102 בוגרי הנדסת חומרים. נתייחס למספר הכולל 640 בוגרים כהיצע של כוח אדם בתחום הכימיה.

### ביקוש

מדברים שאמר יוסף ברנע, יו"ר איגוד הכימיה והפרמצבטיקה בהתאחדות התעשיינים במסיבת כתבים לרגל יום תעשיות הכימיה ב-2006, עולה כי בשנת 2005 גדל יצוא תעשיית הכימיה והפרמצבטיקה

<sup>27</sup> בסקרי כוח אדם של הלמ"ס לא מוצגים נתונים על כימאים, מהנדסי כימיה וחומרים, זאת מכיוון שמספר המועסקים במדגם נמוך ולא ניתן לבצע בו שימוש. הנתונים בהם אנו משתמשים לחישובי היצע וביקוש הן הערכות המתבססות על מאמרים, נתונים לשנים קודמות ונתונים על התעשייה הכימית.

ב-18% לעומת השנה שקדמה לה והסתכם ב-7.6 מיליארד דולר. מכירות הענף לשיוק המקומי גדלו אשתקד בכ-2% לעומת השנה שקדמה לה והסתכמו ב-6.6 מיליארד דולר. סה"כ מכירות ענף הכימיה והפרמצבטיקה בישראל גדלו בשנת 2005 בכ-10% לעומת השנה שקדמה לה והסתכמו בכ-14.2 מיליארד דולרים. גם במצבת כוח האדם של הענף חל גידול. תעשיית הכימיה והפרמצבטיקה קלטה 800 עובדים בשנת 2005 (גידול של 3% לעומת שנה קודמת). בשנת 2006 מועסקים בענף כ-28,000 עובדים.

בהתייחסו לשנת 2006, מעריך ברנע, כי יצוא הענף יגדל השנה בכ-15% לעומת שנת 2005, וסך כל מכירות התעשייה הכימית יגדלו השנה בכ-8%. הערכה הכוללת של הייתה כי תעשיית הכימיה והפרמצבטיקה מסוגלת לצמוח ביותר מ-10% לשנה<sup>28</sup>.

כמו כן מסקרים רבעוניים של ציפיות בתעשייה שמבצעת התאחדות התעשיינים עולה כי קליטת עובדים מואצת נרשמה בענף הכימיה וכן דווח על קושי בגיוס עובדים. לצורך השוואות ותחזיות בין ביקוש והיצע נשתמש בנתון של 11,000 כימאים ומהנדסי הכימיה המועסקים במשק כפי שמפורט בסעיף מועסקים בתחום הכימיה.

### **השוואה בין ביקוש להיצע**

על מנת לבצע תחזית לגבי הביקוש לכוח אדם בתחום המים לתקופה של 2007-2017 נניח מספר הנחות:

- הפרישה הטבעית תהיה קבועה בערך של 3% (בהנחה שכל שנה פורשים 1/33 מהמועסקים) מהמלאי ההתחלתי.
- הביקוש לכימאים ולמהנדסי כימיה יצמח ב-3% (הערכה זהירה).
- מספר הבוגרים יגדל ב-2% לשנה (כשיעור גידול האוכלוסייה).
- נקודת המוצא היא שהשוק מצוי בשיווי משקל בשנת 2007.

<sup>28</sup> מתוך אתר התאחדות התעשיינים

<http://www.industry.org.il/Publications/Item.asp?ArticleID=2406&CategoryID=3212&Archive=0>

טבלה 20: תחזיות למצב כוח אדם - כימאים ומהנדסי כימיה וחומרים, 2007-2017

תרחיש 2- גידול של 4% בתוספת בוגרים			תרחיש 1- גידול של 2% בתוספת בוגרים			פרישה	ביקוש צפוי (גידול של 3% בענף הכימיה)	
מחסור	סה"כ היצע	תוספת בוגרים	מחסור	סה"כ היצע	תוספת בוגרים			
0	11,000	640	0	11,000	640	330	11,000	2007
20	11,310	666	20	11,310	653	339	11,330	2008
34	11,636	692	46	11,624	666	349	11,670	2009
40	11,980	720	79	11,941	679	358	12,020	2010
39	12,342	749	119	12,262	693	368	12,381	2011
30	12,722	779	166	12,587	707	378	12,752	2012
11	13,123	810	219	12,916	721	387	13,135	2013
-17	13,546	842	280	13,249	735	397	13,529	2014
-56	13,991	876	348	13,587	750	408	13,934	2015
-106	14,459	911	424	13,929	765	418	14,353	2016
-169	14,952	947	507	14,276	780	428	14,783	2017

מהטבלה הנ"ל ניתן לראות, כי בתרחיש של גידול של 2% בלבד בבוגרים, גם לפי הערכות זהירות הצופות גידול משוער של 3%, יורגש מחסור בכימאים ובמהנדסי כימיה וחומרים. מחסור זה ילך ויגדל החל משנת 2008, בתרחיש הכולל גידול של 4% בבוגרים ובהנחה שהדרישה לעובדים לא תגדל ביותר מ-3%. החל משנת 2013 יהיה מענה לדרישת עובדים בתחום.

### המלצות

בעבר נחשבה התעשייה הכימית לענף התעשייתי הגדול ביותר, בעל קצב הצמיחה המהיר ביותר, והמתקדם ביותר מבחינה טכנולוגית, אך בשנות השבעים החלה האטה בענף הכימיה. ענפים אחרים בראש ובראשונה אלקטרוניקה, תקשורת ומחשוב, הענפים הקרויים "היי-טק" החלו להוות את מנוע הצמיחה של ישראל.

בעבודה שנעשתה במוסד נאמן בנושא "תוכנית לאומית לתעשייה הכימית בישראל" קיים הסבר מדוע חשוב לקדם את התעשייה הכימית בישראל. חלק מהסיבות שהוזכרו בעבודה הן:

- בתעשייה הכימית קיימת עוצמה תעשייתית רבת שנים והישגים, שיכולה להוות מנוף כלכלי חשוב.
- קיומה של אקדמיה ומכוני מחקר חזקים בתחומים המתחדשים של מדעי הכימיה.
- מסתמנות טכנולוגיות חדשות שיש לממשן, וכל המקדים זוכה בנתח גדול יותר בעולם העסקים המתחדש.
- אסור להשקיע את כל המשאבים הלאומיים בהיי-טק במתכונתו הנוכחית, המצומצמת: התעשייה הכימית אשר תקלוט טכנולוגיות חדשות - תהפוך גם היא להיי-טק, במובנו הרחב.
- הערך המוסף העיקרי למדינה יבוא רק אם התעשייה הכימית תישאר בישראל.



בשנים האחרונות חלה צמיחה של התעשייה הכימית. ניתן לראות זאת הן בגידול במחזור המכירות והן ביצוא.

כפי שצוין קודם, איגוד התעשיינים מדווח כבר היום על קושי בגיוס עובדים בענף זה.

מהסקירה על מוסדות הלימוד אשר מכשירים כוח אדם בתחום הכימיה, עולה כי אין מחסור במוסדות לימוד ובתוכניות לימוד. הבעיה העיקרית היא בתדמית שיש למקצוע זה ולכן יש לפעול על מנת לשנות את המודעות באוכלוסייה בקשר לענף זה.

מומלץ כי מוסדות הלימוד ינקוט במדיניות הבאה על מנת לשנות את התדמית של מקצוע הכימיה:

- פנייה לחיילים משוחררים ובוגרי תיכון, ארגון עבורם כנסים וימי עיון וכך להביא לידיעת קהל היעד את חשיבות לימודי הכימיה על ענפיה השונים.
- מוסדות הלימוד צריכים לערוך ימים פתוחים ולהפיץ מידע אמין הכלול פרטים על מקומות עבודה, שכר, קידום וכיוונים חדשים עתידניים.
- להפיץ את המושג מהנדל (מהנדס-מנהל) ולעודד מסלולים מתאימים מאחר ומקצוע זה עשוי למשוך אנשים לתעשייה (גם כימית).
- לפרסם נתונים לגבי התפתחות צפויה של ענף הכימיה ואת המחסור הקיים והצפוי בכוח אדם בתחום זה. דבר שיוכל לעודד סטודנטים לבחור למוד תחום זה.
- הענקת מלגות מלאות או חלקיות לסטודנטים מצטיינים הבוחרים תחום לימודים זה.
- יצירת תמריצים להסבת אקדמאים מתחומי הכימיה להוראת כימיה כדי להמשיך ולהכשיר דור חדש של תלמידי תיכון המתמחים בכימיה.
- יש ליצור קשר בין אקדמיה לתעשייה על מנת להבין טוב יותר את צרכי התעשייה. זאת במטרה, להתאים את הכשרת כוח אדם ובמקביל את הסטודנטים להתפתחויות בתעשייה. כמו כן, יש ליצור שיתוף פעולה שיאפשר העברת תגליות וידע שפותחו באקדמיה לתעשייה.

### פרק 3: הרחבת מאגר העובדים בשוק העבודה המדעי והטכנולוגי

#### מבוא

בשנים האחרונות הפכה התעשייה ליותר מתוחכמת וחשופה להתחדשות ושינויים. מצב זה הביא לעליית הביקוש לעובדים בעלי הבנה טכנולוגית ומדעית היכולים להסתגל לטכנולוגיות מתחדשות בתדירות גבוהה וגם לעובדים מקצועיים בתחומים טכניים ובעלי מיומנויות מתקדמות בתחומים אחרים כדוגמת הפעלת CNC, רתכות ומסגרות.

לפי נתוני הלמ"ס, שיעור הבלתי מועסקים במשק הישראלי ברבע הראשון של שנת 2008 עומד על 6.3% מכוח העבודה האזרחי<sup>29</sup>. חלק מהבלתי מועסקים הינם חסרי מקצוע או בעלי תעודת בגרות חלקית שאינה מאפשרת להם להמשיך ללימודים גבוהים, או להשתלב בשוק העבודה. הפער בין שיעור התעסוקה במשק הישראלי מחד, לבין הצורך בעובדים מקצועיים לענפי התעשייה השונים, הביא לפיתוחן של תוכניות הכשרה מקצועיות המיועדות לאוכלוסיות הבאות:

- מובטלים - מבוגרים מובטלים שיש להם מספר שנות ניסיון תעסוקתי כעובדים בלתי מקצועיים, או שעבדו במקצוע מסוים ומבקשים לרכוש לעצמם מקצוע חדש.
- חיילים משוחררים.
- אקדמאים - אקדמאים מובטלים המעוניינים בהסבה מקצועית.
- מיעוטים.
- עולים חדשים.
- נשים - נשים באזורי פיתוח, נשים חרדיות ואמהות חד הוריות.

בפרק זה תובא סקירה של תוכניות שונות להכשרה מקצועית המופעלות במדינת ישראל ואשר מטרתן היא הגדלת מספר המועסקים בשוק העבודה.

---

29 כוח העבודה האזרחי - אנשים בני 15 ומעלה שהיו מועסקים או בלתי מועסקים בשבוע במועד שבו נערך סקר כוח האדם. כוח העבודה האזרחי אינו כולל חיילים בשירות חובה ובשירות קבע. תלמידים, מתנדבים, עקרות בית, אנשים שאינם מסוגלים לעבוד, אנשים החיים מקצבאות ובני משפחה העובדים ללא תשלום פחות מ-15 שעות בשבוע אינם כלולים בכוח העבודה.

## נתונים על היצע פוטנציאלי של כוח אדם לשוק העבודה המדעי והטכנולוגי

בחלק זה יובאו נתונים על שיעור ההשתתפות<sup>30</sup>, שיעור התעסוקה<sup>31</sup> ושיעור הבלתי מועסקים<sup>32</sup> (מובטלים) בכוח העבודה האזרחי בישראל.

הטבלה הבאה מציגה את שיעור ההשתתפות של ישראלים בכוח העבודה האזרחי בין השנים 2008-2004. לפי הנתונים המוצגים בטבלה, קיימת מגמה של עלייה בשיעורי ההשתתפות בכוח העבודה האזרחי בישראל.

**טבלה 21: שיעור ההשתתפות בכוח העבודה האזרחי בישראל, 2009-2004**

שנה	אוכלוסייה קבועה	אוכלוסייה בגילאי העבודה (15-64)	שיעור ההשתתפות בכוח העבודה האזרחי (באחוזים)	מזה גברים (באחוזים)	מזה נשים (באחוזים)	מזה עולים (באחוזים)	כוח העבודה האזרחי (אלפים)
2004	6,809.0	4,876.0	55.0	60.6	49.7	58.1	2,680.2
2005	6,930.1	4,963.4	55.2	60.7	50.0	58.2	2,741.2
2006	7,053.7	5,035.1	55.6	61.1	61.1	59.5	2,810.0
2007	7,179.5	5,142.4	56.3	61.8	61.8	60.4	2,896.1
2008	7,305.6	5,198.9	56.6	62.3	62.3	60.4	2,944.2
2009 <sup>33</sup>		5,288.5	56.8	61.8	52.0		3,004.9

מקור: בנק ישראל. מחלקת המחקר, נתונים עיקריים על המשק הישראלי, עיבודים על נתוני סקר כוח אדם של הלמ"ס.

הטבלה הבאה מציגה את ההבדלים בשיעורי ההשתתפות בכוח העבודה בישראל בהשוואה למדינות נבחרות בין השנים 2006-2000. לפי הנתונים המוצגים, אחוז ההשתתפות בכוח העבודה במדינת ישראל נמוך בהשוואה למדינות ה-OECD.

<sup>30</sup> שיעור ההשתתפות בכוח העבודה - שיעור האנשים השייכים לכוח העבודה מתוך כלל האנשים בגילאי העבודה (גילאי 15 ומעלה) בקבוצת אוכלוסייה מסוימת. שיעור ההשתתפות בכוח העבודה בודק את היחס בין מספר העובדים ומחפשי העבודה, לבין כלל האנשים שנמצאים בגיל העבודה.

<sup>31</sup> שיעור התעסוקה מציין את שיעור הפרטים העובדים בקרב קבוצה מסוימת.

<sup>32</sup> שיעור הבלתי מועסקים (מובטלים) מתאר את שיעור הפרטים שלא עבדו אפילו שעה אחת במועד מסוים וחפשו עבודה באופן פעיל בארבעת השבועות שקדמו לסקר כוח האדם על ידי רישום בלשכות העבודה, פנייה אישית או פנייה בכתב למעסיק, והיה באפשרותם להתחיל לעבוד בשבוע הקובע אילו הוצעה להם עבודה מתאימה.

<sup>33</sup> הנתונים עבור שנת 2009 מתייחסים לרבעון הראשון של השנה: ינואר-מרס 2009.

**טבלה 22: כוח העבודה כאחוז מהאוכלוסייה בגיל העבודה (גילאי 15 ומעלה), השוואה בינלאומית, 2006-2000.**

מדינה	2006	2005	2004	2003	2002	2001	2000
ארה"ב	66.2	66.0	66.0	66.2	66.6	66.8	67.1
קנדה	67.4	67.0	67.3	67.3	66.7	65.9	65.8
אוסטרליה	65.7	65.4	64.7	64.6	64.4	64.4	64.4
שבדיה	65.0	64.9	63.7	64.0	64.0	63.7	63.8
הולנד	63.7	63.4	63.6	63.7	63.5	63.3	63.1
בריטניה	63.5	63.1	63.0	63.0	62.9	62.7	62.9
יפן	60.0	60.0	60.0	60.3	60.8	61.6	62.0
גרמניה		57.6	56.4	56.0	56.4	56.7	56.7
צרפת		56.6	56.7	57.0	56.9	56.8	56.6
<b>ישראל</b>	<b>55.6</b>	<b>55.2</b>	<b>54.9</b>	<b>54.5</b>	<b>54.1</b>	<b>54.3</b>	<b>54.3</b>
איטליה	48.8	48.7	49.1	49.1	48.5	48.3	48.1

מקור: הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, סקר כוח אדם 2006, לוח 11.1.

הפער הניכר בשיעורי ההשתתפות בכוח העבודה האזרחי בישראל בולט בעיקר בקרב בעלי השכלה נמוכה. שיעורי השתתפות נמוכים במיוחד קיימים בקרב גברים בעלי השכלה תורנית, בקרב נשים ערביות ובאזורי פיתוח (גוטליב, פלד וקסיר, 2002).

הטבלה הבאה מציגה את הפער בשיעורי ההשתתפות בשוק העבודה בישראל בין בעלי השכלה נמוכה (פחות מעשר שנות לימוד) לבעלי השכלה תיכונית ומעלה.

**טבלה 23: מספר המועסקים (באלפים) לפי מספר שנות לימוד בישראל, 2006**

סה"כ	+16		13-15		11-12		9-10		5-8		0-4			
	אחוז	אלפים	אחוז	אלפים	אחוז	אלפים	אחוז	אלפים	אחוז	אלפים	אחוז	אלפים		
<b>100%</b>	<b>1,379.00</b>	26%	352.6	24%	326.7	35%	485.2	9%	127.5	5%	75.3	0.8%	11.7	<b>גברים</b>
<b>100%</b>	<b>1,185.80</b>	32%	380.9	30%	351.3	31%	363.9	5%	56.5	2%	25.4	0.7%	7.8	<b>נשים</b>
<b>100%</b>	<b>2,564.80</b>	29%	733.5	26%	678	33%	849.1	7%	184	4%	100.7	0.8%	19.5	<b>סה"כ</b>

מקור: הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, סקר כוח אדם 2006, לוח מס' 2.4.

מאפיין נוסף של כוח העבודה האזרחי הוא שיעור השתתפות נמוך בפריפריה. הטבלה הבאה מציגה את אחוזי ההשתתפות בכוח העבודה לפי מחוזות. מטבלה זו ניתן לראות כי אחוזי ההשתתפות בכוח העבודה נמוכים יותר במחוז הצפון, הדרום וירושלים בהשוואה למחוז תל-אביב והמרכז.

טבלה 24: כלל האוכלוסייה והשתתפות בכוח העבודה האזרחי (באלפים) לפי מחוז מגורים ושנות לימוד, 2006

שנות לימוד	הדרום <sup>34</sup>	תל אביב	המרכז	חיפה	הצפון <sup>35</sup>	ירושלים	סה"כ
0-12	השתתפות בכוח העבודה האזרחי	200	237	327	170	232	1,310
	כלל האוכלוסייה	438	496	670	391	558	2,923
	כוח העבודה האזרחי מכלל האוכלוסייה	46%	48%	49%	44%	24%	36%
13-15	השתתפות בכוח העבודה האזרחי	98	149	198	93	94	726
	כלל האוכלוסייה	159	212	278	142	147	1,104
	כוח העבודה האזרחי מכלל האוכלוסייה	62%	70%	71%	66%	64%	55%
+16	השתתפות בכוח העבודה האזרחי	74	174	212	95	92	764
	כלל האוכלוסייה	99	227	260	122	112	992
	כוח העבודה האזרחי מכלל האוכלוסייה	75%	77%	81%	78%	82%	67%
סה"כ	השתתפות בכוח העבודה האזרחי	375	562	739	360	418	2,810
	כלל האוכלוסייה	703	942	1,219	658	820	5,053
	כוח העבודה האזרחי מכלל האוכלוסייה	53%	60%	61%	55%	51%	47%

מקור: הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה. סקר כוח אדם 2006, לוח מס' 1-26.

למרות שיעור ההשתתפות הנמוך יחסית בכוח העבודה האזרחי, חברות מדווחות על מחסור בכוח אדם בתעשייה. ד"ר טל לוטן מנהלת המחלקה לחינוך טכנולוגי והכשרה מקצועית בהתאחדות התעשיינים, הציגה<sup>36</sup> את המגמות המדאיות שהתעשייה הישראלית ניצבת בפניהם בשנים האחרונות: קיצוץ של 35 אחוז בחינוך הטכנולוגי בארבע השנים האחרונות; הזדקנות כוח האדם העובד בתעשייה; קיצוץ במספר העובדים הזרים בתעשייה. לדבריה, קיים מחסור של אלפי עובדים בתעשייה במקצועות הטכנולוגיים. הצפי הוא שהמחסור יגדל ככל שהתעשייה תהפוך ליותר מורכבת ועתירת טכנולוגיה. איגוד תעשיות המתכת, החשמל והתשתית מדווח על מחסור של כ- 3,000 עובדים בענף המתכת בשנת 2007<sup>37</sup>. לפי נתוני אגף הכלכלה של התאחדות התעשיינים מסקר שנערך בקרב 180 חברות תעשייתיות, עולה כי ברבע הראשון של שנת 2008 נמשך הקושי בגיוס עובדים מקצועיים לתעשייה, תוך התמתנות קלה בעוצמת הקושי המדווח, 73% מהחברות דיווחו על קושי בגיוס עובדים מקצועיים בהשוואה ל-83% בתקופה המקבילה אשתקד. קושי זה קיים גם בגיוס של עובדים בלתי מקצועיים. בשנת 2004, דווח על כך שהתעשייה זקוקה ליותר מ-5,000 עובדים מקצועיים, בתחומי המתכת, החשמל, הטקסטיל, חומרי הבניה, הפלסטיק, הדפוס, הנייר, הקוסמטיקה, והכימיה, וגם בהיי-טק. בנוסף, דווח על מחסור של כ-600 עובדים בלתי מקצועיים,

<sup>34</sup> מחוז דרום כולל את כל שטחי הנגב.

<sup>35</sup> מחוז צפון משתרע מרמת הגולן בצפון ועד הרי הכרמל בדרום.

<sup>36</sup> מתוך פרוטוקול מס' 467 של ישיבת ועדת העבודה, הרווחה והבריאות מיום 18.6.2008.

<sup>37</sup> מתוך מצגת של איגוד תעשיות מתכת, חשמל ותשתית: סיכום שנת 2007 ותחזית לשנת 2008. [www.industry.org.il/Publications/GetFile.asp?ArticleID=3853&File=2](http://www.industry.org.il/Publications/GetFile.asp?ArticleID=3853&File=2)

בעיקר בתעשיות חומרי הבנייה ומוצרי הצריכה (גולדשטיין, 2005). חשוב לציין, כי נכון להיום, אין במדינת ישראל גוף ברמה הלאומית, שתפקידו הנפקת תחזיות כוח אדם לטווח הבינוני והרחוק בהתאם לצרכי התעשייה. התחזיות המונפקות על ידי האיגודים המקצועיים של התאחדות התעשיינים מתארות את המחסור בכוח אדם נכון לתאריך שבו פורסמו, ואינן לוקחות בחשבון בהכרח את השינוי האפשרי במצב הכלכלי (תיסוף, עליית מחירי הגלם ועוד).

ברנדר, פלד-לוי וקסיר (2002) ממליצים להעלות את שיעור ההשתתפות בכוח העבודה בישראל באמצעות מעבר למדיניות ששמה דגש על עידוד התעסוקה, במקום מתן גמלאות לבלתי מועסקים, וכוללת צעדים אקטיביים שיסייעו לקליטתם של בעלי השכלה נמוכה בתעסוקה וביניהם: הכשרה מקצועית, הקשחת התנאים לקבלת דמי האבטלה, מתן סיוע ממוקד למעסיקים המגייסים עובדים נוספים ועוד. בהתאם למדיניות זו, אחד מהיעדים העיקריים של ממשלת ישראל בתחום התעסוקה, הוא הגדלת שיעור ההשתתפות בכוח העבודה האזרחי מ-55% ל-60% ויותר עד לשנת 2010. אחת מהתוכניות שנועדה לסייע במימוש יעד זה היא תוכנית "אורות לתעסוקה" (לשעבר, מהל"ב, "ויסקונסין הישראלית") - שהחלה לפעול ב-2007, במסגרתה מופנים מקבלי הבטחת הכנסה למרכזי תעסוקה של התוכנית לשם סיוע במציאת תעסוקה, בין השאר, באמצעות הכשרה מקצועית. המסקנה שעולה מהנתונים שהוצגו בפרק זה היא שקיים פוטנציאל שעדיין לא מומש במלואו להגדלת מספר המועסקים בשוק העבודה הישראלי ובמיוחד בענפי התעשייה השונים.

## **הכשרה מקצועית בישראל**

בבואנו לדון בנושא ההכשרה המקצועית, יש להגדיר שני מושגים - הכשרה מקצועית וחינוך טכנולוגי. חינוך טכנולוגי מכשיר את התלמידים לפעול בסביבות עתירות טכנולוגיה המבוססות על מדע ומשתנות תדיר בהתאם להתקדמותו. החינוך הטכנולוגי כולל בתוכו מגוון רחב של מסלולים, מהמסלול היוקרתי ביותר, המכשיר את בוגריו לתעודת בגרות בתחומים חדשניים כגון הנדסה, ועד למסלולים מקצועיים המכשירים עובדים ברמה נמוכה. החינוך הטכנולוגי לבני נוער בישראל נמצא תחת אחריותם של שני משרדי ממשלה: משרד החינוך באמצעות מינהל מדע וטכנולוגיה ומשרד התעשייה המסחר והתעסוקה (תמ"ת) באמצעות האגף להכשרה ופיתוח כוח אדם.

הכשרה מקצועית הינה הקניית מיומנויות טכניות בתחום מסוים והכשרה לחיי עבודה: שליטה בכלים ובמכונות, הכשרה של חומרים, תכונות ותהליכי ייצור ספציפיים. הכשרה מקצועית היא כלי חשוב להחזרת מובטלים למעגל התעסוקה משום שהיא נועדה להקנות להם כישורים ומקצועות חדשים או לשפר את מיומנותם. בנוסף, הכשרה מקצועית חשובה לא רק למובטלים, אלא גם למועסקים בשוק העבודה המודרני, המאופיין בשינויים תכופים בסביבת העבודה ובמשלח היד.

בפרק זה נסקור את נושא ההכשרה והחינוך המקצועי בישראל, המבוצע במסגרות שהן תחת פיקוחו של משרד התמ"ת. נושא החינוך הטכנולוגי יסקר בהרחבה בפרק הרלבנטי.

בשנים האחרונות, ההכשרה המקצועית בישראל מאופיינת במספר מגמות:

- שיתופי פעולה בין גופים שונים כדוגמת משרד התמ"ת, משרד הקליטה, התאחדות התעשיינים, צה"ל והג'וינט, בהכנה, במימון ובליוי של קורסים להכשרה מקצועית.
  - תוכניות הכשרה מקצועית המיועדות ומתוכננות בהתאם לצורכיהם של אוכלוסיות ספציפיות: נשים חד הוריות, עולים וחרדים. תוכניות אלו מופעלות כפיילוט, כאשר בכל קורס משתתפים עשרות אנשים. פרוט על תוכניות אלו יובא בהמשך הפרק.
  - ההוצאה על הכשרה מקצועית בישראל היא נמוכה בהשוואה למדינות ה-OECD. (בנק ישראל, 2007). לפי נתוני בנק ישראל, בשנת 2007, ההוצאה על עידוד התעסוקה בישראל הייתה 0.2% מהתוצר, לעומת 0.7% בממוצע במדינות המפותחות (שורץ, 2008).
- הגופים הבאים פועלים לקידום ההכשרה ולקידום ההשתלבות בשוק העבודה:

**משרד התעשייה המסחר והתעסוקה, האגף להכשרה מקצועית** - האגף מהווה את הזרוע הממשלתית להכשרת כוח-אדם מקצועי ופועל על פי מדיניות הממשלה ובמענה לצרכים המשתנים של המשק הישראלי. בין מטרות האגף בתחום התעסוקה: הקטנת שיעור האבטלה על ידי הכשרת בלתי מועסקים למקצועות נדרשים; צמצום הדרישה לעובדים זרים על ידי הכשרה של בעלי מקצוע במקצועות שיש בהם עובדים זרים רבים (רתכות, בניין); סיוע לצמיחת המשק באמצעות החזרת אוכלוסיות החרדים, והנשים לכוח העבודה האזרחי.

**התאחדות התעשיינים** - התאחדות התעשיינים התגיסה באופן אקטיבי במטרה להעמיד את נושא החינוך הטכנולוגי בסדר עדיפות לאומי גבוה יותר ולתת מענה לצרכי התעשייה בהכשרת כוח אדם במקצועות הנדרשים לתעשייה. פעילות ההתאחדות מחולקת לשלושה טווחי זמן:

**טווח ארוך** - למעלה מחמש שנים. המוקד של הפעילות הוא שינוי התייחסות מערכת החינוך לחינוך המקצועי טכנולוגי ויצירת מסלולי לימוד טכנולוגיים מתאימים בבתי הספר התיכוניים. פעילויות אלו יפורטו בפרק הרלבנטי.

**טווח בינוני** - טווח של שנתיים עד שלוש שנים. המוקד של פעילות זו היא הכשרה מקצועית המתבצעת במהלך השירות הצבאי ובמכללות הטכנולוגיות. התאחדות התעשיינים מעורבת יחד עם צה"ל במספר פרויקטים שמטרתם הכשרה במהלך השירות של אוכלוסיות ממגזרים שונים במקצועות הדרושים לתעשייה. במסגרת התוכנית, החיילים מקבלים הכשרה במקצועות השונים ולאחר השירות הצבאי הם אמורים להשתלב בעבודה בתעשייה.

**טווח קרוב** - טווח של חמישה עד שמונה חודשים. המוקד של פעילות זו היא הכשרה המתבצעת בתעשייה. התאחדות התעשיינים מעורבת בתוכניות להכשרה מקצועית של משרד התמ"ת, במימון המועמדים וליוי הלומדים במהלך הקורסים תוך שילובם בעבודה מעשית במפעלים והשמתם לאחר סיום ההכשרה (התאחדות התעשיינים, 2007).

**הג'וינט** - כדי להתמודד עם תופעת העוני, ולאור הקשר שבין תעסוקה לעוני, הקים ג'וינט ישראל בשותפות עם ממשלת ישראל את תב"ת - תנופה בתעסוקה. תב"ת פועלת להשמה בעבודה והבטחת התפתחות והעלאה בשכר של האוכלוסיות הבאות: נשים חד-הוריות, חרדים, מיעוטים ועולים. פרויקט תב"ת שם דגש על שינוי עמדות של אוכלוסיות היעד ביחסן לעבודה ועל פיתוח תוכניות עבור אוכלוסיות היעד כדי להתמודד עם החסמים המונעים מהם להשתלב בעולם העבודה, זאת באמצעות יצירת שותפות בין-משרדית ובין-ארגונית (ג'וינט, 2007).

בתתי הפרקים הבאים תובא סקירה של התוכניות השונות שהגופים המצוינים לעיל מפעילים ואשר מיועדות לקבוצות אוכלוסייה שונות: מבוגרים, נוער, עולים חדשים, נשים, מיעוטים וחרדים. יש לציין, כי לאור המשבר הכלכלי, אחת ההמלצות של בנק ישראל היא הרחבת ההכשרה המקצועית בתחומים שונים - לכ-5,000 איש. עלות תוספת זו היא כ-200 מיליוני ש"ח. על פי נתוני אגף התקציבים במשרד האוצר, סכום זה תוקצב ב-2009 וכלל כ-40 מיליוני ש"ח להכשרה בתעשייה ו-40 מיליוני ש"ח בבניין ו-20 מיליוני ש"ח להכשרת טכנאים והנדסאים (בנק ישראל, 2009).

#### הכשרת מבוגרים

מטרת ההכשרה המקצועית למבוגרים היא להקנות מקצוע למבוגרים<sup>38</sup> מקצועיים או בלתי מקצועיים המבקשים ללמוד מקצוע או להסב את מקצועם, זאת במטרה לשפר את סיכויי התעסוקה וההכנסה שלהם.

חלק ניכר מהתוכניות להכשרת מבוגרים מבוצעות על ידי האגף להכשרה מקצועית של משרד התמ"ת, במחלקה להכשרת מבוגרים. האגף מקיים את ההכשרה בשני מסלולים עיקריים:

**קורס יום לדורשי עבודה** - הפנייה לקורסים ניתנת על ידי שירות התעסוקה לדורשי עבודה הרשומים בלשכות אשר לא נמצא עבורם פתרון תעסוקתי או לבעלי תואר אקדמי המבקשים להסב את מקצועם.

**קורסי ערב** - ההכשרה מיועדת בעיקר לעובדים בעלי מקצוע המבקשים להתעדכן בהתפתחות הטכנולוגיות במקצועם או לשדרג את רמת הידע המקצועי שלהם.

ההכשרה בקורסי היום מתקיימת במספר מסגרות:

כיתה מוסדית - ההכשרה מתקיימת בכיתה ו/או בסדנא במסגרת מרכז, בית ספר או מכללה שפעילותם המרכזית היא חינוכית.

כיתה במפעל - ההכשרה במפעל מתקיימת בשיתוף פעיל של המפעל כמעסיק פוטנציאלי של הבוגרים. תוכנית זו מיועדת למעסיקים אשר מתחייבים להעסיק שבעים וחמשה אחוז מבוגרי ההכשרה.

---

<sup>38</sup> מבוגר - לצורך קורסי ההכשרה המקצועית מוגדר כבן 18 ומעלה.



הכשרה פנים מפעלית (on the job training) - מיועדת למבוגרים המופנים למפעל כעובדים חדשים. במהלך ההכשרה העובדים מקבלים הנחייה מקצועית והדרכה במפעל על ידי חונכים בכיתות או בקו הייצור.

הכשרה ליחידים ולקבוצות במפעל - הכשרה תוך כדי עבודה ליחידים ולקבוצות של עד עשרה משתתפים. ההכשרה נמשכת עד שישה חודשים והמפעל מתחייב לקלוט את הבוגרים בעבודה לתקופה המקבילה למשך ההכשרה.

בשנת 2006 הפעיל האגף שבעה מרכזי הכשרה ממשלתיים בהם מתבצעות הכשרות. אולם, בשנים האחרונות, מרבית פעולות ההכשרה של האגף להכשרה מקצועית נעשות באמצעות רכישת שירותים מגורמים חיצוניים.

קורסי ההכשרה מתקיימים ב-300 מקצועות בענפים כגון מתכת ומכונות, חשמל ואלקטרוניקה, בניין וביוב, טיפול וסיעוד, הארחה, רכב, תחבורה, מחשבים, שרטוט, מינהל, דפוס צילום והפקה ועוד.

הטבלה הבאה מציגה את הענפים ואת סוגי המקצועות הנלמדים במסגרת המחלקה להכשרת מבוגרים.

**טבלה 25: סוגי המקצועות הנלמדים במסגרת המחלקה להכשרת מבוגרים**

ענף	סוגי מקצועות
מתכת	מקצועות הריתוך: MIG; TIG; צנרת ולחץ; C.N.C; מסגרות מבנים.
חשמל ואלקטרוניקה	חשמלאי מוסמך, אלקטרונאים במגמות שונות; מכרוניקה.
מחשבים	תוכנה, חומרה, תקשורת, יישומים תחזוקה.
מקצועות הבניין	טפסות, גבס, קונסטרוקציה, חישוב כמויות, ניהול אתרי בנייה, עגורנאים.
מקצועות הרכב	מכונאות חשמל ורכב, אוטוטרניקה, מרכב הרכב המודרני.
תעשייה וניהול	מחסן ממוחשב, תיב"ם.

מקור: משרד התעשייה המסחר והתעסוקה, הכשרה מקצועית לקראת תעסוקה.

הטבלה הבאה מציגה את היקף הפעילות של המחלקה להכשרת מבוגרים במשרד התמ"ת בין השנים 2007-2003. בטבלה מוצגת הירידה שחלה במהלך השנים בגודל התקציב של המחלקה להכשרת מבוגרים.

**טבלה 26: מספר קורסים, מספר תלמידים ותקציב המחלקה להכשרת מבוגרים, 2003-2007**

שנת התקציב	מספר קורסי יום	מספר תלמידים בקורסי ערב	מספר קורסי ערב	מספר תלמידים בקורסי ערב	תקציב באש"ח
2003	643	10,954	-	-	318,174 (נטו)
2004	914	15,653	1,977	31,355	239,084 (נטו)
2006	568	7,405	1,888	32,034	151,000 (נטו)
2007	402	4,336	2,227	37,984	158,897 (בסיס+ עודפים)

מקור: משרד התעשייה המסחר והתעסוקה, יעדים מבנה, תקציב ופעולות לשנים 2003-2007.

המלצות לשיפור ההכשרה המקצועית למבוגרים<sup>39</sup>:

- הסדרת הנושא של דמי קיום במהלך תקופת ההכשרה - עד לאחרונה, הורדו 30% מדמי האבטלה למובטלים שעוברים קורס הכשרה מקצועית. תיקון מס' 111 לחוק הביטוח הלאומי, המסדיר את נושא קבלת דמי אבטלה בתקופת הכשרה מקצועית, של חה"כ אמנון כהן, נמצא בשלבי הכנה לקריאה שנייה ושלישית ועלה לדיון בוועדת העבודה, הרווחה והבריאות בתאריך 18.6.08<sup>40</sup>.
- שיפור ההכשרה המקצועית והתאמתה לצרכי התעשייה- כיום מרכזי ההכשרה פתוחים עד השעה שתיים בצהרים ולא עד שעות הערב כמקובל במדינות אירופה. כמו כן, הציוד במרכזי הכשרה מיושן ולא רלבנטי. מומלץ לפתוח את מרכזי ההכשרה עד שעות הערב, להגדיל את ההשקעות בציוד, בסדנאות ובתוכניות הלימודים.

<sup>39</sup> ד"ר טל לוטן, מנהלת המחלקה לחינוך טכנולוגי והכשרה מקצועית בהתאחדות התעשיינים, מתוך פרוטוקול מספר 467 של ישיבת ועדת העבודה, הרווחה והבריאות מיום 18.6.2008

<sup>40</sup> פרוטוקול מספר 467 מיישיבת ועדת העבודה, הרווחה והבריאות מיום רביעי, ט"ו בסיוון התשס"ח, 18 ביוני 2008.  
www.knesset.gov.il/protocols/data/rf/avoda/2008-07-22-01.rtf

## הכשרת חיילים משוחררים

צעירים בתוך שלוש שנים מיום שחרורם משירות סדיר רשאים להשתתף בכל הקורסים להכשרת מבוגרים בהתאם לתנאי הקבלה לקורסים. בנוסף, לפי חוק חיילים משוחררים קיימים מוסדות המוגדרים כמוסדות הכשרה לעניין חיילים משוחררים לצורך הענקת כספי הפיקדון. אישור לביצוע הקורסים ניתן על בסיס בדיקת התנאים המקצועיים של הקורסים כולל מבנה, צוותי הוראה ותוכניות לימודים. הקורסים ניתנים בתחומים שונים: בניין, חשמל ואלקטרוניקה, דפוס צילום והפקה, מחשבים, מתכת/מכונות, פרה רפואי ועוד.

הטבלה הבאה מציגה את מספר המוסדות והקורסים שאושרו לצורך הענקת כספי הפיקדון לחיילים משוחררים בין השנים 2003 - 2007.

### טבלה 27: מספר המוסדות והקורסים שאושרו לצורך הענקת כספי פיקדון, 2003 - 2007.

שנת התקציב	מספר מוסדות	מספר מקצועות מאושרים
2003	2,600	-
2004	491	1,623
2006	530	1,831
2007	548	1,961

מקור: משרד התעשייה המסחר והתעסוקה, יעדים מבנה, תקציב ופעולות לשנים 2003-2007.

חלק ניכר מפעילות ההכשרה לחיילים משוחררים מתבצעת באמצעות המכון הממשלתי להכשרה בטכנולוגיה ובמדע (מה"ט) שהוקם ב-1970 ומטרתו העיקרית להכשיר טכנאים והנדסאים מוסמכים. תהליך ההכשרה נעשה באמצעות רשת מכללות טכנולוגיות ובתי ספר להנדסאים ולטכנאים מוסמכים הפועלים ברחבי הארץ. כיום פועלות בפיקוח מה"ט כ-80 מכללות ושלוחות שבמסגרתן לומדים כ-20,000 סטודנטים לקראת קבלת תואר של הנדסאי או טכנאי מוסמך. המכללות פועלות על פי הנחיות מוגדרות בשיתוף פעולה מלא עם גורמים מקצועיים במה"ט. הטבלה הבאה מציגה את פעילותו של מה"ט בין השנים 2003-2007.

### טבלה 28: מספר הסטודנטים ותקציב מה"ט, 2003-2007

שנת התקציב	מספר סטודנטים	תקציב באש"ח
2003	23,341	168,005
2004	25,000	140,674
2006	21,650	194,567
2007	19,950	189,473

מקור: משרד התעשייה המסחר והתעסוקה, יעדים מבנה, תקציב ופעולות לשנים 2003-2007.

בנוסף, משרד התמ"ת מארגן קורסים המיועדים לחיילים משוחררים בשיתוף עם חברות תעשייה גדולות בתחומים שבהם יש מחסור בכוח אדם. להלן יובאו דוגמאות לשני קורסים מסוג זה:

- מרכז ההכשרה לתעשייה בגליל, צור לבון - המשמש כמרכז הדרכה והשתלמויות של עובדי ישקר ומציע קורסי הכשרה בשיתוף עם התמ"ת בתחום העיבוד השבבי (CNC). הקורסים מיועדים לצעירים תושבי האזור בוגרי 12 שנות לימוד בני 21 ומעלה. למסיימים ניתנות תעודות מקצוע של משרד התמ"ת ומובטחת להם תעסוקה במפעלי ישקר (מרקוביץ, 2006).
  - קורס מיכון פרמצבטי - משרד התמ"ת בשיתוף חטיבת התפעול של חברת טבע פתח בשנת 2007 שני קורסים במיכון פרמצבטי במפעל טבע בהר הוצבים בירושלים. בשנת 2007, השתתפו בקורסים אלו כארבעים תלמידים (שנבחרו מתוך 3,000) בוגרי 12 שנות לימוד בעלי תעודת בגרות ואוריינטציה טכנית, דוברי עברית ואנגלית. חיילים משוחררים המשתתפים בקורס נהנים מזכאות למענק מדינה בגין עבודה מועדפת בתעשייה. לכל הבוגרים מובטחת תעסוקה מלאה (גבאי, 2007).
- כמו כן, ישנם פרויקטים להכשרה של כוח אדם לתעשייה המתבצעים במהלך השירות הצבאי:

**מעל"ות** (מערך עוטף להכשרה ותעסוקה) - פרויקט של צה"ל בשיתוף משרד התמ"ת, התאחדות התעשיינים ותב"ת. החיילים מוכשרים במהלך שירותם במקצועות החסרים בתעשייה כגון עיבוד שבבי ממוחשב, מבנאות מטוסים, מכונאות רכב, חשמל, צמ"ה (ציוד מכני הנדסי) ועוד. התכנון הוא שהחיילים יעסקו במקצוע זה בצבא ולאחר שחרורם במפעלי התעשייה. נכון לשנת 2008, הפרויקט מופעל כתוכנית פיילוט (התאחדות התעשיינים, 2008).

פרויקט נוסף<sup>41</sup> הוא הכשרת חיילים בחצי השנה האחרונה לשירותם הצבאי - החיילים ילמדו מקצוע וישולבו בתעשייה. הפרויקט מתבצע מטעם התאחדות התעשיינים יחד עם משרד התמ"ת והאגף למשאבי אנוש של צה"ל.

## **הכשרת נוער**

המחלקה לנוער ונוער באגף ההכשרה המקצועית של משרד התמ"ת אחראית על ביצוע חוק החניכות התשי"ג 1953, וחוק עבודת הנוער התשי"ג 1953 וחוק חשמל התשי"ד 1954. שתכליתם לאפשר לבני נוער לרכוש מקצוע על ידי שילוב של לימודים ועבודה.

תוכנית בתי הספר המקצועיים בפיקוח משרד התמ"ת היא ארבע שנתית, כאשר כיתה ט' היא כללית ומהווה מכינת הכוון ללימודים טכנולוגיים, כיתה י' היא ייעודית מקצועית ואילו כיתות יא' ויב' משלבות עבודה לצורך רכישת מיומנויות מקצועיות ולימודים לקראת יחידות בגרות שיאפשרו לתלמידים להמשיך ללימודי טכנאים והנדסאים בעתיד. שיטת התקצוב של מסגרות ההכשרה לנוער היא תקצוב פר תלמיד. על פי הסכם בין משרד האוצר לבין משרד התמ"ת, התקצוב נעשה בהתאם לחישוב של עשרים תלמידים לכיתה בכיתות ט'-ו-18 תלמידים לכיתות יא'-יב'. ישנה הגבלה על מספר התלמידים המרבי בכיתה. בתי הספר המקצועיים מופעלים על ידי עשרים רשתות חינוך (ביניהן רשת עמל, רשת אורט, רשת דרור,

<sup>41</sup> ד"ר טל לוטן, מנהלת המחלקה לחינוך טכנולוגי והכשרה מקצועית בהתאחדות התעשיינים, מתוך פרוטוקול מספר 467 של ישיבת ועדת העבודה, הרווחה והבריאות מיום 18.6.2008.

צור ועוד). מערך הלימודים כולל 14 ענפי הכשרה וכ-100 מקצועות ביניהם מקצועות בתחומים הרלבנטיים לשוק העבודה המדעי והטכנולוגי כדוגמת: מחשבים, מתכת/מכונות, חשמל ואלקטרוניקה, דפוס צילום והפקה, ומקצועות בתחומים אחרים כדוגמת בניין וסביבה, רכב, מינהל, הארחה, טיפוח החן ועוד.

הטבלה הבאה מציגה את היקף פעילות המחלקה להכשרת נוער במשרד התמ"ת, בין השנים 2007-2003.

**טבלה 29: מספר קורסים, מספר תלמידים ותקציב המחלקה להכשרת נוער, 2003-2007**

שנת התקציב	מספר כיתות	מספר תלמידים	תקציב באש"ח
2003	847	12,849	387,411 (נטו)
2004	740	12,663	391,849 (נטו)
2006	725	12,427	287,000 (נטו)
2007	719	12,409	416,945 <sup>42</sup> (ברוטו כולל עודפים) 278,000 (נטו)
2008			344,698 (נטו)

מקור: משרד התעשייה המסחר והתעסוקה, יעדים מבנה, תקציב ופעולות לשנים 2003-2007.

לפי נתוני משרד התמ"ת, בישראל ישנם כ-30,000 נערים ונערות חסרי מסגרות. האגף להכשרה מקצועית ערוך להציע מסגרות הכשרה רק לחלק מהם. הפעילות במסגרת המחלקה להכשרת נוער מאורגנת במסלולים שונים לפי האוכלוסייה אליה היא מכוונת (נוער ערבי, נוער עולה ועוד). הטבלה הבאה מציגה מסלולי ההכשרה השונים המיועדים לנוער.

**טבלה 30: פרוט פעילות ההכשרה לנוער על פי מסלולי הלימוד השונים, 2006/7**

שם מסלול	סה"כ תלמידים	מהם נשים
נוער תעשייתי	7,136	1,287
נוער תעשייתי דובר ערבית	3646	307
כיתות המשך	203	46
מתבגרים	591	180
פרויקט סל"ה	114	25
מתבגרים דו שנתי	16	9
פרויקט לאיתור וקידום הנערה	255	255
מסלול הכרה נתמך חסות הנוער	64	24
כיתות פרויקטים מיוחדים	384	109

מקור: משרד התעשייה המסחר והתעסוקה: יעדים מבנה, תקציב ופעולות לשנת 2007/8, עמ' 39.

בנוסף קיימות פעילויות נוספות להכשרת נוער ולקירוב התעשייה לנוער ביוזמת התאחדות התעשיינים ויוזמים פרטיים. להלן יוצגו שתי פעילויות בולטות:

42 כולל סיוע לישובי הצפון ועוטף עזה.

**בתי ספר תיכון ללימוד מקצועות התעשייה (ביזמתו של סטף ורטהיימר) - בשנת 2006 הוקם בגן התעשייה לבון בגליל המערבי סמוך לכרמיאל, בית ספר תיכון ללימוד מקצועות התעשייה. בית הספר הוקם ביוזמתו של התעשיין סטף ורטהיימר, והוא נמצא בפיקוח משרד התמ"ת ובמימון משותף של משרד התמ"ת וסטף ורטהיימר. בבית הספר נלמדים המקצועות הבאים: עיבוד שבבי ותכנון באמצעות מחשב, שני מקצועות שנדרשים בתעשייה. התלמידים מקבלים תעודה מקצועית ותלמידים שיהיו מעוניינים בכך, יוכלו גם להשלים את לימודיהם ולקבל גם תעודת בגרות. ההכשרה של התלמידים נעשית בעזרת חונכות אישית וליווי אינדיווידואלי. בבית הספר לומדים כמאה תלמידים הלומדים בכיתות של עד 15 תלמידים. התלמידים מגיעים מכל אזור הצפון, החל מכרמיאל, משגב ועכו ועד נטועה, שלומי ונהריה (גולדשטיין, 2006).**

בנוסף, יפתח בשנת הלימודים תשס"ט, בית ספר מקצועי עם חיל הים באזור חיפה להכשרת בעלי מקצוע בתחום המתכת.

**עמותת תעשיידע - נוסדה בשנת 1992 בתל אביב, על ידי דב לאוטמן, נשיא התאחדות התעשיינים לשעבר, כעמותת החינוך של התאחדות התעשיינים בישראל. מטרת העמותה הן לחבר את מערכת החינוך אל התעשייה, בקשרים ארוכי טווח שיקדמו תלמידים רבים ובני נוער, חיזוק תלמידים חלשים, טיפוח חשיבה יזמית, חינוך לערכי איכות הסביבה וחיזוק לימודי הטכנולוגיה והמדעים. באמצעות החיבור של מערכת החינוך לתעשייה, שואפת העמותה להשפיע על סדר היום החינוכי ועל קביעת היעדים החינוכיים. העמותה פועלת במסגרות החינוך הפורמאלי (ימי עיון, השתלמויות, הפקת חומרי לימוד, פרויקטים ותחרויות) ובמסגרות החינוך הלא פורמאלי (קורסים בנושא יזמות המועברים בבתי ספר ובמתנ"סים). בנוסף, העמותה פועלת על מנת ליצור חיבור בין מפעלי תעשייה לעמותה ולבתי הספר, כאשר העמותה מביאה תכנים וקורסים והמפעל את הידע והמימון. במסגרת הפעילות מתקיימים הרצאות, סיורי תלמידים במפעלים והכנת תוכניות מערכתיות לבתי הספר על ידי חברות גדולות כדוגמת פרטנר וסלקום.**

לפי דבריו של ד"ר יצחק קורנר, הממונה על חניכות ונוער במשרד התמ"ת<sup>43</sup>, האילוץ המרכזי של הגבלת מספר התלמידים במסגרות החינוך המקצועי גורם לבעיות שונות ביניהן: פריסה ארצית לקויה של בתי הספר; היצע של הכשרה מקצועית שאינה הולם את צרכי המשק; מבחר מגמות לימוד מצומצם; היעדר מקור תקצוב לתקורות עקב אכלוס נמוך של כיתות בפועל (בשל נשירה) ומחסור בתקנים, במיוחד בבתי ספר קטנים (ורגן ונתן, 2008).

<sup>43</sup> וורגן, י' ונתן ג' (13 ביולי 2008). החינוך המקצועי והטכנולוגי בישראל ובעולם. מרכז המחקר והמידע של הכנסת.

## הכשרת עולים

בפרק זה יובאו נתונים על אחוזי ההשתתפות של עולים בכוח העבודה האזרחי בישראל ותוכניות מטעם גופים שונים שנועדו להגדיל את השתתפותם של עולים בשוק העבודה בישראל.

### נתונים סטטיסטיים

לפי נתוני הלמ"ס לשנת 2006, שיעור ההשתתפות בכוח העבודה האזרחי בקרב העולים הוא 59.5% בהשוואה ל-55.6% בקרב האוכלוסייה.

הטבלה הבאה מציגה את שיעורי ההשתתפות של העולים החדשים בכוח העבודה האזרחי בישראל לפי מקורות שונים.

**טבלה 31: שיעורי ההשתתפות של העולים החדשים בכוח העבודה בישראל, לפי מקורות שונים**

שיעור המובטלים	שיעור השתתפות בכוח העבודה	
7.2%	59.5%	לפי נתוני הלמ"ס <sup>44</sup> לשנת 2006
8.8%	72%	לפי נתוני שירות התעסוקה <sup>45</sup> לשנת 2007

מקורות: הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, סקר כוח אדם 2006. שירות התעסוקה הישראלי (2007). נתונים בדבר דורשי עבודה עולים 2007.

**טבלה 32: מועסקים עולי 1990 ואילך, לפי שנות לימוד ומשלח יד (באלפים ובאחוזים), 2006**

שנות לימוד										
16+		13-15		11-12		0-10		סך הכל		
אחוז	אלפים	אחוז	אלפים	אחוז	אלפים	אחוז	אלפים	אחוז	אלפים	משלח יד
55	71.6	27	44.3	8	8.9	2	(1.1)	27	126.2	בעלי מקצועות אקדמיים, טכניים ומנהלים
24	31.6	36	60.0	40	45.0	30	17.6	33	155.5	פקידים, ועובדי מכירות ושירותים
14	17.5	23	38.8	33	37.1	37	21.8	25	115.6	עובדים מקצועיים בחקלאות, בתעשייה ובבינוי
7	9.6	13	21.6	18	20.5	30	17.6	15	69.4	עובדים בלתי-מקצועיים
<b>100%</b>	<b>131.2</b>	<b>100%</b>	<b>166.1</b>	<b>100%</b>	<b>112.6</b>	<b>100%</b>	<b>58.5</b>	<b>100%</b>	<b>470.7</b>	<b>סך כולל</b>

מקור: הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, סקר כוח אדם 2006, לוח 7.4.

<sup>44</sup> לפי הלמ"ס, עולים מוגדרים כמי שעלו לארץ משנת 1990 ואילך וגילם 15 ומעלה.

<sup>45</sup> לפי נתוני שירות התעסוקה, עולים מוגדרים כמי שהם עד עשר שנים בישראל (15 שנה בקרב עולי אתיופיה) וגילם

## הכשרת עולי אתיופיה

בשנת 2005 חיו בישראל כ-105.5 אלף יוצאי אתיופיה. מתוכם כ-42,705 היו בגילאי העבודה (-64). (18).

הטבלה הבאה מציגה את הפערים המשמעותיים הקיימים ברמת ההשכלה בין יוצאי אתיופיה לכלל האוכלוסייה היהודית בגילאי העבודה.

### טבלה 33: יוצאי אתיופיה בגילאי 18-64, לפי מספר שנות לימוד, 2004-2005

שנות לימוד	גברים מספר	גברים אחוזים	נשים מספר	נשים אחוזים	סה"כ מספר	סה"כ אחוזים	כלל היהודים אחוזים
סה"כ	20,874	100.0	21,831	100.0	42,705	100.0	100.0
0-8	8,777	42.0	12,238	56.1	21,015	49.2	5.4
11-9	1,384	6.6	1,520	7.0	2,904	6.8	10.8
12	8,306	39.8	5,443	24.9	13,749	32.2	32.7
13+	2,407	11.5	2,630	12.0	5,037	11.8	51.1

מקור: וולדה-צדק, א. (2007) שילוב יוצאי אתיופיה בחינוך ובתעסוקה תמצית ממצאים חדשים. מכון ברוקדייל, לוח 7.

הטבלה הבאה מציגה אחוזי התעסוקה של יוצאי אתיופיה בגילאי 22-64 לפי מין וקבוצת גיל בהשוואה לכלל האוכלוסייה היהודית, בין השנים 1995-2005. מהנתונים שמוצגים בטבלה זו, ניתן לראות כי קיימים פערים משמעותיים בין שיעורי התעסוקה של יוצאי אתיופיה לעומת האוכלוסייה היהודית הכללית. פערים אלו קטנים יותר אצל בשכבת הגיל הצעירה (עד 44). פערים אלו משקפים את הקשיים שבהם נתקלים עובדים בלתי מקצועיים בשוק העבודה בישראל בעשור האחרון (וולדה-צדק, 2007).

### טבלה 34: אחוזי התעסוקה של יוצאי אתיופיה בגילאי 22-64 לפי מין וקבוצת גיל בהשוואה לתעסוקת כלל האוכלוסייה היהודית, 1995-2005

גילאים	1995/96	1999/2000	2002/03	2004/05	2004/05 – סך הכול אוכלוסייה יהודית
גברים סה"כ	63.2	60.9	52.6	54.6	79.2
22-44	67.5	62.1	57.0	63.1	72.5
45-64	53.7	56.1	40.1	32.8	74.3
נשים סה"כ	22.8	34.1	32.0	42.0	67.4
25-44	27.5	38.9	37.6	52.9	71.8
45-64	9.3	19.5	13.6	15.0	60.8

מקור: וולדה-צדק, א. (2007) שילוב יוצאי אתיופיה בחינוך ובתעסוקה תמצית ממצאים חדשים. מכון ברוקדייל, לוח 9.



באופן דומה, לפי נתוני שירות התעסוקה (2007) שיעור האבטלה בקרב עולי אתיופיה הוא גבוה במיוחד כ-18% וזאת בהשוואה לשיעור אבטלה של 7.5% בקרב העולים ממדינות חבר העמים (מי-עמי, 2008).

לפי נתוני התאחדות התעשיינים, כיום מועסקים 4,900 עולים מאתיופיה בעשרות מפעלי תעשייה בעיקר בענפי הטקסטיל, מזון, מתכת וחשמל, פלסטיקה, נייר, נעליים ודפוס. 59% מעולי אתיופיה המועסקים הינן עובדים מקצועיים ו-33% עובדים בלתי מקצועיים.

לצורך הגדלת ההשתתפות של יוצאי אתיופיה בכוח העבודה, הג'וינט הציג מודל כוללני לטיפול בעולי אתיופיה צעירים. המודל כולל רצף של הקניית שפה, השלמת השכלה, הכשרה מקצועית, הקניית מיומנויות לחיפוש עבודה, השמה בעבודה וליווי במהלך החודשים הראשונים לקליטה במקום העבודה. המודל כולל מתן הסברים על עולם העבודה בישראל ומתן כלים להתמודדות עם עולם התעסוקה (הג'וינט, 2003).

בהתבסס על המודל הזה הוקמו מספר פרויקטים שכוונו לאוכלוסיית עולי אתיופיה:

**קדמ"א (קידום מוכנות אישית)** - מיועדת ליוצאי אתיופיה בגילאים 18-21 ופותחה ביוזמת משרד הקליטה, הסוכנות היהודית, הג'וינט, משרד החינוך ומשרד התמ"ת. התוכנית מורכבת משני שלבים:

קדמ"א א' - נמשך כ-10 חודשים, מטרתו שלב זה הן: לימודי עברית, אנגלית, מתמטיקה והכרת המחשב; הכנת הצעירים לחיים עצמאיים בישראל; השלמת לימודי גיור והכנה לגיוס בצה"ל.

קדמ"א ב' - השלב השני של התוכנית, בו מושם דגש על הכנת הצעירים להשלמת השכלה לשמונה ועשר שנות לימוד, ועל הכשרת הצעירים לרכישת מקצוע בתחומים נדרשים במשק. השלב מורכב מלימודי יסוד מקצועיים (חשיפה לטכנולוגיה), סדנה רב-תכליתית שמטרתה לחשוף את התלמיד לעולם העבודה בתחומי התעסוקה. בנוסף, מועברות למשתתפי התוכנית סדנאות בתחום כישורי עבודה ולמידה, מוטיבציה תעסוקתית, מיומנויות עבודה בסיסיות, הסתגלות לשינוי, ניהול זמן, פיתוח מיומנויות אישיות, תקשורת בינאישית, עבודה בצוות ועוד.

תוכניות קדמ"א החלו כפיילוט במכללה הטכנולוגית בבאר שבע ובמכללת נצרת עלית יזרעאל. במסגרת תוכניות פיילוט של הפרויקט, כ-45 צעירים רכשו את השפה העברית ועברו השלמת השכלה. לאחר השלמת ההשכלה, הצעירים שובצו לשני קורסים מקצועיים: חשמלאי מעשי ויסודות בחיווט, הלחמה והרכבה (דובדבני, 2006).

**התאחדות התעשיינים** - יזמה תוכנית לקדם את שילובם של יוצאי אתיופיה בתעשייה בשיתוף גורמים פרטיים, גופים ציבוריים ומשרדי ממשלה. עד כה גובש פיילוט ראשוני בישובים נתניה ואשקלון. התוכנית כוללת השמת אקדמאיים יוצאי אתיופיה בתעשייה וביצוע הכשרות במקצועות נדרשים בתעשייה בתחומי המתכת, הטקסטיל והפרמצבטיקה (מי-עמי, 2008).

## הכשרת עולי חבר המדינות

להלן יוצגו מספר פרויקטים שנועדו לקדם את השתלבותם של עולי חבר המדינות בשוק העבודה בישראל:

**ספירטק** - פרויקט שנועד לשלב עולים חדשים מקווקז, תושבי שדרות ומקבלי הבטחת הכנסה במעגל העבודה והתעסוקה. הפרויקט משותף לאגף להכשרה ולפיתוח כוח אדם במשרד התמ"ת, ג'וינט ישראל ולשכת התעסוקה בעיריית שדרות. תכנית הלימודים נבנתה בדגם של "חממה": גיוס מועמדים שנמצאו מתאימים, שילובם בקורס עד לשילובם בעבודה ותמיכה אישית. מסלול הלימודים בנוי כמכינה לימודית המשלבת לימודים עיוניים ומקצועיים וכן סטאז' ומתפרסת על 12 חודשים (סבן, 2006).

**סל"ה טכנולוגי** - האגף להכשרה ופיתוח כוח-אדם בשיתוף הסוכנות היהודית, המשרד לקליטת עלייה, משרד החינוך - האגף לחינוך מבוגרים, המכללה הטכנולוגית בבאר שבע ושלוחתה בערד מפעיל מזה שמונה שנים תוכנית ייחודית בשם סל"ה טכנולוגי, במדינות חבר המדינות העצמאיות. התוכנית מיועדת לעולים חדשים צעירים מחבר המדינות, בגילאי 17-20, העולים לארץ ללא בני משפחותיהם ולהם השכלה של עשר שנות לימוד לפחות. מטרת ויעדי התוכנית הם: הכשרה טכנולוגית במקצועות נדרשים במשק ובתעשייה בארץ; לימוד השפה העברית; הכנה להשתלבות בצה"ל; קליטה והשתלבות בחברה בישראל.

בשנת 2006, החלו ללמוד כ-80 תלמידים בחמשה קורסים מקצועיים במסגרת התוכנית. במהלך התוכנית התלמידים מתגוררים במרכזי קליטה בבאר שבע ובערד ומתקיימים מסל קליטה ומדמי קיום חודשיים. התלמידים לומדים תוכנית לימודים מלאה של ארבעים שעות שבועיות. בכל קורס משולבים לימודים כלליים במקצועות: מתמטיקה, אנגלית, חברה, אזרחות וידע עם, מינוח מקצועי בעברית. המיקוד הוא על לימודי ההכשרה המקצועית, בהתבסס על ההנחה שלימוד מקצוע סמוך לבואם של החניכים לארץ יתרום להגברת המוטיבציה אצלם להישאר בתוכנית עד סופה.

**תוחלת לעולים ותיקים** - הפרויקט משותף למינהל הסטודנטים, ג'וינט, מה"ט ומכללת ידע רחובות. מטרת הפרויקט היא לימודים לתואר הנדסאי לצעירים העובדים בעבודות מזדמנות ואקראיות (אבטחה, קופאים). בסיום מופעל מערך השמה המסייע לתלמידים במציאת תעסוקה. בשנת תשס"ו נפתחו במסגרת הפרויקט ארבע כיתות במכללת ידע רחובות, מכללת נצרת עלית יזרעאל, מכללת הדסה בירושלים והמכללה הטכנולוגית בבאר שבע.

## הכשרת חרדים

מנתוני הסקר החברתי של הלמ"ס לשנת 2005, על פי אומדנים שונים, האוכלוסייה החרדית הבוגרת (בגילאי 20 ומעלה) מהווה כ- 7 עד 9 אחוז מהאוכלוסייה היהודית במדינת ישראל. בין שיעור ההשתתפות של גברים חרדים בגילאי העבודה העיקריים (25-54) בשוק העבודה הוא 44% בהשוואה ל-93% בקרב החילוניים. שיעור ההשתתפות של נשים חרדיות הוא 55% בהשוואה ל-83% בקרב החילוניות. בכ-63% ממשקי הבית החרדיים של זוגות נשואים שבהם יש רק מועסק אחד, האישה היא המועסקת, לעומת 30% בקרב שאר משקי הבית באוכלוסייה היהודית.

אחת מהסיבות לשיעור ההשתתפות הנמוך של חרדים בכוח העבודה הינה הבחירה שלהם להקדיש את זמנם ללימודי תורה. אולם קיימים מספר חסמים עיקריים המקשים על שילובם של חרדים, ובעיקר של נשים חרדיות, בכוח העבודה בישראל: מחסור במקומות תעסוקה המתאימים למגזר החרדי; מחסור במסגרות לימודים המכשירות נשים חרדיות; העלות הגבוהה של מסגרות טיפול חלופיות בילדים (שורץ, 2008).

בשנים האחרונות מתפתחים מגוון מסלולים ללימוד מקצועות במסגרות המותאמות לחרדים, בין אם במסגרת קורסי הכשרה מקצועית ובין אם במסגרת אקדמית. גם מוסדות החינוך העל תיכוניים לבנות חרדיות מפעילים הכשרות טכנולוגיות לצד לימודי ההוראה. להלן מספר דוגמאות לתוכניות שמטרתן הגדלת השתתפותה של האוכלוסייה החרדית בשוק העבודה:

**פרויקט פרנסה בכבוד** - החל משנת 1996, ביוזמה של האגף להכשרה מקצועית ולפיתוח כוח-אדם במשרד התמ"ת ובשיתוף עם הג'וינט. הפרויקט מכוון בעיקר לאברכים אשר בחרו מיוזמתם לשלב לימודים תורניים ועבודה. במסגרת הפרויקט מוצעים קורסים במקצועות כלליים: מינהל, מחשוב, שמאות, אדריכלות, חשמל (כהונאי, 2004).

**מסלול התעסוקה** - תוכנית המיועדת לעידוד התעסוקה באזורי הפריפריה וביישובים של בני מיעוטים וחרדים. הרעיון שעומד בבסיס התוכנית הוא עידוד יצירת מקומות עבודה באמצעות השתתפות המדינה בעלויות ההעסקה של העובדים שיקלטו בהם. לפי החלטת הממשלה, תוכנית זו תופעל ביישובים החרדיים אלעד, ביתר עלית, מודיעין עלית ועמנואל. בנוסף, כל מפעל הממוקם באזור חרדי באזורי עדיפות לאומית א' וב' שלפחות 90 אחוז מהמועסקים בו הם חרדים, יכול לקבל תמיכה ממשלתית. בשנים 2005-2007 תוקצבו 28 חברות שהעסיקו עובדים חרדים בסכום כולל של 118 מיליון ש"ח. בעקבות התוכנית נוספו 2,011 משרות חדשות לציבור החרדי ורובן אוישו על ידי נשים (שורץ, 2008).

**מרכזי פיתוח תעסוקת חרדים (מפתח)** - תוכנית שהחלה לפעול בשנת 2006 ופותחה על ידי תב"ת. מטרת התוכנית היא הקמה של מרכזי הכוונה והשמה ייעודיים לציבור החרדי, המתנהלים בהתאם לאורח החיים החרדי וכוללים צוות עובדים חרדי. בשלב ראשון הוקמו מרכזים כאלו בירושלים, ובביתר עלית. בהמשך אמורים להיפתח מרכזים במודיעין עלית, אשדוד, בני ברק, אלעד, חיפה וצפת (שורץ, 2008).

קורסים לבני נוער חרדיים - נכון לחודש אוגוסט 2008, מתוכנן מרכז של האגף להכשרה ופיתוח כוח אדם לפתיחתם של קורסים מקצועיים חד או דו-שנתיים לבני נוער חרדיים המעוניינים לשלב לימודי קודש וחול (משרד התמ"ת, 2008).

### הכשרת מיצועים

לפי נתוני הלמ"ס, ב- 2006 מנתה האוכלוסייה הערבית בישראל כ-1,413,300 מיליון נפש, שהם כ- 20 אחוז מכלל אוכלוסיית המדינה: 79 אחוז מתוכם מוסלמים, 12 אחוז נוצרים ו- 8 אחוז דרוזים.

הטבלה הבאה מציגה את שיעורי ההשתתפות של יהודים וערבים בכוח העבודה בשנת 2006.

**טבלה 35: שיעור ההשתתפות של האוכלוסייה הערבית בכוח העבודה לפי קבוצת הגיל בהשוואה לאוכלוסייה היהודית, 2006**

סך הכול	+65	55-64	54-45	35-44	34-25	24-18	17-15	
58.5	10.6	63.2	82.3	84.4	80.5	43.7	11.0	יהודים
43.0	3.9	26.7	48.8	60.4	57.6	39.2	5.1	בני תרות אחרות

מקור: הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, סקר כוח אדם לשנת 2006, לוח 1.2.

שיעור ההשתתפות של ערבי ישראל בכוח העבודה עולה ככל שמספר שנות הלימוד עולה. הטבלה הבאה מציגה את ההשתתפות של האוכלוסייה הערבית בכוח העבודה לפי מספר שנות לימוד.

**טבלה 36: ההשתתפות של האוכלוסייה הערבית בכוח העבודה לפי מספר שנות לימוד, 2006**

מספר שנות לימוד	סך הכול (אלפים)	משתתפים בכוח העבודה האזרחי (אלפים)	אחוזים
0-4	83.8	7.0	8.4
4-8	160.9	52.0	32.3
9-12	430.0	176.1	41.0
13-15	86.0	39.2	45.7
16+	74.5	57.3	76.9

מקור: הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, סקר כוח אדם לשנת 2006, לוח 8.2.

להתייחסות מיוחדת זוכה נושא ההשתתפות של נשים ערביות בכוח העבודה האזרחי. בישראל חיו בשנת 2006 כ-415,600 נשים ערביות שהשתייכו לכוח העבודה האזרחי. שיעור ההשתתפות של נשים ערביות נמצא במגמת עלייה בשנים האחרונות, אך הוא עדיין נמוך במידה ניכרת משיעור ההשתתפות של קבוצות אחרות באוכלוסייה. מחקרים מראים כי השתתפותן של נשים ערביות בכוח העבודה מושפעת ממספר משתנים ובהם היצע העבודה ביישובים הערבים; נגישות למסגרות של הכשרה מקצועית; רמת ההכנסה מעבודה; המודעות לזכויות נשים בעבודה ואכיפת חוקי העבודה ביישובים הערביים; זמינות מסגרות הטיפול בילדים; רמת ההשכלה (מי-עמי, 2008).

אחת מהמטרות בתוכנית העבודה של האגף להכשרה מקצועית במשרד התמ"ת לשנת 2008 היא קידום ההכשרה המקצועית של מגזרי המיעוטים תוך התמקדות בקבוצות היעד הבאות: נוער ממגזרי המיעוטים; מבוגרים מובטלים מהמגזר הדרוזי; מבוגרים מובטלים מהמגזר הבדואי בצפון ובדרום ומבוגרים מובטלים

מהמגזר הערבי. לשם כך מתוכננת פתיחת בית ספר חדש לבני מיעוטים בצפון להכשרה בתחום המתכת וחיזוק בית הספר בערערה בדרום. כמו כן, משרד התמ"ת מגבש תוכנית לשילוב נשים בשוק העבודה המתמקדת בהפחתת החסמים המונעים מנשים ערביות להשתתף בשוק העבודה כדוגמת הגדלת נגישות תחבורתית; סיוע בהסדרים לטיפול בילדים קטנים והכשרה מקצועית (משרד התמ"ת, 2008). בנוסף, קיימות תוכניות ייעודיות לקידום השתלבותם של האוכלוסייה הערבית בישראל בשוק העבודה כדוגמת:

**לוחמים בדואים** - הפרויקט מתקיים בשיתוף אגף טכנולוגיה ולוגיסטיקה בצה"ל, בה"ד 20 ומכללת יהודה ושומרון ומיועד למשרתים בצה"ל מהמגזר הבדואי. במסגרת הפרויקט נגדים בדואים רוכשים תואר טכנאי מוסמך במגמת תעשייה וניהול לקראת שילובם העתידי במשק. הפרויקט מתקיים החל מפברואר 2003 במסגרת צבאית ובמימון צבאי מלא.

### הכשרה של אימהות חד הוריות

בשנת 2005 חיו בישראל כ- 107,300 משפחות חד הוריות<sup>46</sup>, כאשר בתשעים אחוז מהמשפחות, (97,200), אישה עמדה בראשן ואילו בראשן של עשרה אחוז מהם (10,100) עמד גבר. בשני העשורים האחרונים, ישנה מגמה של גידול במספר המשפחות החד הוריות בישראל, מ- 33,000 בשנת 1985 ל- 107,300 בשנת 2005. הטבלה הבאה מציגה את מאפייני התעסוקה של אימהות חד-הוריות. לפי הטבלה, ניתן לראות כי שיעורי האבטלה בקרב אימהות חד-הוריות הינן גבוהים יותר בהשוואה לאמהות נשואות (אחדות נ', סופר מ', שלח ס', 2007).

### טבלה 37: מאפייני תעסוקה של אימהות חד הוריות בהשוואה לאמהות נשואות, 2005

אימהות נשואות	אימהות חד הוריות	
838.7	94.2	אוכלוסייה בגילאי 18-65 (באלפיים)
64.6	80.9	שיעור השתתפות בכוח העבודה (אחוזים)
59.6	71.1	שיעור תעסוקה (אחוזים)
7.8	12.1	שיעור אבטלה (אחוזים)

מקור: משרד התמ"ת, התכנית לשילוב הורים יחידים בשוק העבודה, לוח 2.

משרד התמ"ת מפעיל תכנית סיוע להורים יחידים מקבלי גמלת הבטחת הכנסה או זכאים לתשלום מזונות מהמוסד לביטוח לאומי במטרה לעודדם להשתלב בשוק העבודה. התוכנית כוללת מתן תמריצים כלכליים להורים יחידים; הטבות למעסיקים עבור העסקת הורים יחידים; הנחה במעונות יום/משפחתונים שבפיקוח משרד התמ"ת ותמיכה בהקמת עסקים. במסגרת התוכנית מופעלים מסלולי הכשרה ייחודיים כדוגמת:

**מסלול טכנאיות חד הוריות** - הפרויקט מתקיים בשיתוף שירות התעסוקה, הביטוח הלאומי והיחידה לקידום נשים במשרד התעשייה המסחר והתעסוקה. הפרויקט כולל לימודים לתואר טכנאי מוסמך בתחומי ידע נדרשים במשק. לפי נתוני משרד התמ"ת, נכון לחודש מרץ 2008, התוכנית הופעלה במכללת נצרת-עלית יזרעאל, המכללה האזורית אשקלון, המכללה האזורית ספיר (במגמות אלקטרוניקה)

<sup>46</sup> משפחות שבהן גיל הילד הצעיר הוא עד 17.

ובבית הספר להנדסאים של הטכניון ובמכללה הטכנולוגית באר שבע (מגמת ייצור בסיוע מחשב - יב"ם).  
עד היום סיימו כ- 375 בוגרים (רובן בוגרות). למעלה מ- 60% מהבוגרים השתלבו בעבודה.

**כיתת לימוד עם השמה להורים יחידים** - בית ספר שמפעיל קורס במסגרת זו מתחייב על השמה של לפחות 50% מהתלמידים שסיימו את הקורס בהצלחה. הקורסים מיועדים לקבוצות של לפחות 18 הורים יחידים זכאים. הקורסים מתקיימים בלימודי בוקר במשך חמשה ימים בשבוע.

## **הכשרה מקצועית במדינות ה-OECD**

עליית רמת האבטלה בשלושת העשורים האחרונים של המאה העשרים במדינות המערב הביאה להתרחבותה של ההשקעה הממשלתית במערך ההכשרה המקצועית. לשם כך הונהגה במדינות האיחוד האירופאי מדיניות של התערבות פעילה בשוק העבודה (ALMP) שנועדה לשפר את סיכויי המובטלים למצוא תעסוקה. מדיניות זו כוללת מספר תוכניות:

**הכשרה לשוק העבודה** - הכשרה שמתבצעת בכיתה או במקום התעסוקה. ההכשרה יכול לכלול השלמת השכלה (שפות, ידע בסיסי במחשב) או רכישת ידע מקצועי ספציפי (מחשב, ידע טכני).

**תמריצים למעסיקים פרטיים** - הממשלה מסבסדת את המשכורת של המועסקים במקומות עבודה פרטיים.

**יצירת תעסוקה במגזר הציבורי** - יצירה של מקומות תעסוקה במגזר הציבורי (עבודות יזומות).

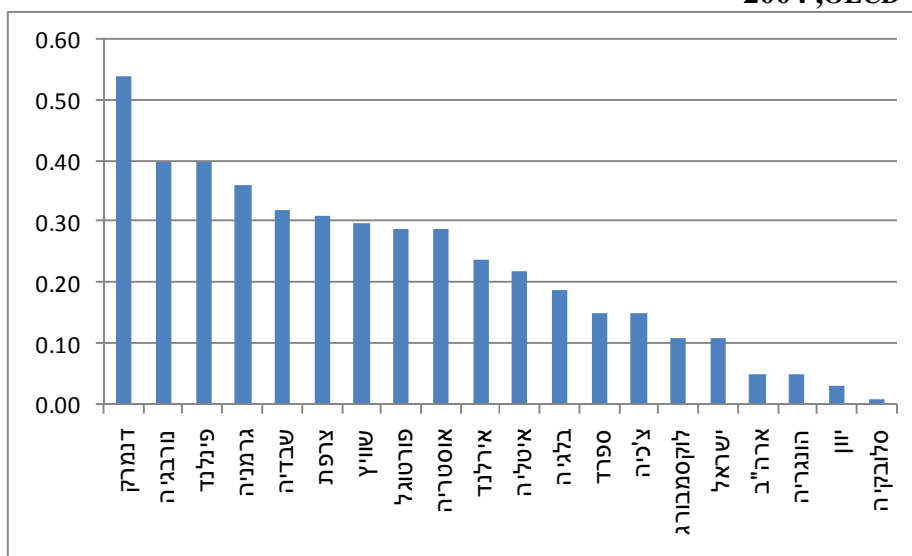
**סיוע במציאת תעסוקה** - קורסים שמלמדים איך לחפש עבודה באופן יעיל, הדרכה ויעוץ בחיפוש עבודה. במספר מדינות אף מוטלות סנקציות (הפחתה בדמי האבטלה) במידה והמובטל מסרב לקבל את העבודות המוצעות לו.

**תוכניות לבני נוער** - תוכניות המיועדות ספציפית לנוער שאינו נמצא במסגרת של לימודים או עבודה. התוכניות כוללות הכשרה מקצועית, סבסוד שכר וסיוע במציאת עבודה (Kluve, 2006).

כחלק ממדיניות זו, הושם דגש על הגדלת ההשקעה בתוכניות להכשרה מקצועית.

מהאיור הבא ניתן לראות כי שיעור ההוצאה על הכשרה מקצועית נמוך בישראל בהשוואה למדינות ה-OECD.

איור 20: שיעור ההוצאה הציבורית על הכשרה מקצועית כחלק מהתוצר המקומי הגולמי במדינות ה-OECD, 2004



מקור: בנק ישראל, הכשרה מקצועית בישראל, איור 1 ו-J-1 OECD Employment outlook 2007

המרכז האירופאי לפיתוח החינוך המקצועי אחראי לתכנון המדיניות בנושא ההכשרה והחינוך המקצועי. בשנת 2008, המרכז פרסם תחזית לשוק העבודה האירופאי בשנת 2020, הן מבחינת גודלו של שוק העבודה העתידי (מספר משרות כולל, מספר משרות לפי מגזרים ומקצועות) והן מבחינת ההכשרות (הכשרות ברמות שונות: רמה נמוכה, בינונית וגבוהה) שידרשו בשוק העבודה האירופאי העתידי. מטרת תחזית זו הינה להשפיע על מדיניות האיחוד האירופאי בנוגע להכשרת כוח אדם. בשנת 2009 מתכנן המרכז לפרסם תחזית שתכלול מידע על תחומים שבהם יתכן חוסר איזון בין ההיצע לביקוש בשוק העבודה (CEDEFOP, 2008).

לפי דו"ח אחר של המרכז, בשנת 2003, היו במדינות ה-EU-25<sup>47</sup> כ-80 מיליון אנשים בעלי מיומנות נמוכה<sup>48</sup> המהווים בערך כ-32% מהאוכלוסייה בגיל העבודה (25-64). אוכלוסייה בעלת מיומנות נמוכה עלולה לסכן את הלכידות החברתית, את התחרותיות ואת הצמיחה הפוטנציאלית. לכן האיחוד האירופאי שם לו למטרה להגיע למספר רב ככל האפשר של אנשים בעלי מיומנות נמוכה, ולהכניס אותם למעגל ההכשרה המקצועית, זאת באמצעות חיזוק מערך ההכשרה המקצועית. לשם כך, יושם דגש על קידום שיתוף פעולה בין מדינות האיחוד האירופאי בנושא, השקעות ציבוריות ופרטיות במערך ההכשרה המקצועית, השקעה בהכשרת המורים והמדריכים על מנת לשפר את רמתם ולהעלות את רמת הלימודים, הרחבת מגוון אפשרויות הלימוד במסגרת ההכשרה המקצועית וקורסי הכשרה מקצועית המועברים לאורך זמן (life long learning). ההכשרה והחינוך המקצועי נתפסים כמכשיר לקידום חברתי, ליציאה ממעגל העוני ומתלות בסיוע של המדינה (CEDEFOP, 2004).

<sup>47</sup> ב-EU-25 נכללות המדינות הבאות: אוסטריה, איטליה, אירלנד, אסטוניה, בלגיה, בריטניה, גרמניה, דנמרק, הולנד, הונגריה, יוון, לוקסמבורג, לאטביה, ליטא, מלטה, סלובניה, סלובקיה, ספרד, פולין, פורטוגל, פינלנד, צ'כיה, צרפת, קפריסין, שבדיה.

<http://www.eu25.org>

<sup>48</sup> אנשים בעל מיומנות נמוכה (low and unskilled people) – מוגדרים כאנשים שלא השלימו את השכלתם התיכונית (upper secondary education)

## סיכום

מסיכום הנתונים שהוצגו בפרק זה, נראה כי יש פוטנציאל להגדלת מספר המועסקים בשוק העבודה המדעי והטכנולוגי בישראל. פוטנציאל זה מתרכז כרגע בקרב האוכלוסיות בעלות שיעור השתתפות נמוך בכוח העבודה: חרדים, מיעוטים, עולי אתיופיה וכן בהגדלת המאמצים להכוונתם של חיילים משוחררים להשתלבות בשוק העבודה המדעי והטכנולוגי.

מדו"חות וניירות עמדה שפורסמו על ידי התאחדות התעשיינים<sup>49</sup> ועל ידי ד"ר אלי אייזנברג<sup>50</sup>, סמנכ"ל רשת אורט, עולות מספר המלצות לשיפור ההכשרה המקצועית:

- הקמת גוף סטטוטורי שיעסוק בחיזוי צורכי כוח האדם לטווח הארוך בישראל. תחזיות אלו יסייעו לקובעי המדיניות בהחלטה על היקף ותחומי ההכשרה המקצועית בהתאם לצרכי המשק.
- פיקוח על מפרטי ההכשרות וההשתלמויות בהתאם לצרכי התעשייה. הפיקוח כולל הכולל איתור ומיון של המועמדים בשיתוף המפעלים; תאום ופיקוח על ההכשרות; השמת עובדים במפעלים; הקמת מרכזי הכשרה מאובזרים לפי צורכי התעשייה שיהיו פתוחים עד לשעות הערב; עדכון תוכניות הלימודים של ההכשרה המקצועית לפי דרישות השוק.
- הרחבת מספר תוכנית הכשרה וקידום נושא הלמידה לאורך כל מעגל החיים.
- השגת שיתוף פעולה בין משרד החינוך למשרד התמ"ת ומשרד החינוך בתחום החינוך המקצועי וההכשרה המקצועית.

---

<sup>49</sup> עמדות התאחדות התעשיינים בתחום החינוך הטכנולוגי. מוגש לקראת דיון בועדת החינוך של הכנסת בתאריך

15.7.08

Eisnberg E. (2006). Technical and Vocational Education and Training and the Labour Market in <sup>50</sup>

Israel.



## מקורות

### פרק 1 - צמצום בריחת מוחות

אייכנר, א' (7 בדצמבר 2007). מתנה לשנת ה-60: שיא של יורדים שחוזרים לארץ. ידיעות אחרונות, ע' 12.

אייכנר, א' (10 בדצמבר 2007). ישראל נגד רוסיה: הקרב על העולים. ידיעות אחרונות, ע' 15.  
בן-דוד, ד' (2007). נסיקת הכלכלנים הישראליים-לחול. לחוג למדיניות ציבורית, אוניברסיטת תל-אביב.  
בן-דוד, ד' (2008). ניקוי ראש: בריחת מוחות אקדמאיים מישראל. לחוג למדיניות ציבורית, אוניברסיטת תל-אביב.

גולד, א' ומואב, ע' (2006). בריחת המוחות מישראל. מרכז שלם המכון הכלכלי חברתי.  
גץ, ד' ופלד, ד' (2007). מדדים למדע, טכנולוגיה וחדשנות בישראל: תשתית נתונים השוואתית. מוסד שמואל נאמן, הטכניון, חיפה.

[http://neaman.org.il/publications/by\\_issue\\_list.asp?fid=585&parent\\_fid=488](http://neaman.org.il/publications/by_issue_list.asp?fid=585&parent_fid=488)  
גץ, ד' בוכניק צ', זלמנוביץ ב', פרנקל ס', תחאוכו, מ' (2007). כוח אדם טכנולוגי ומדעי בישראל. מוסד שמואל נאמן, הטכניון, חיפה.

[http://neaman.org.il/publications/by\\_issue\\_list.asp?fid=821&parent\\_fid=489](http://neaman.org.il/publications/by_issue_list.asp?fid=821&parent_fid=489)  
הידען (26 באוגוסט 2008). שת"פ בין אוניברסיטת בן גוריון לעמותת ביואברואד להשבת מדענים. אוהזר בתאריך ה-2 לספטמבר 2008.

<http://www.hayadan.org.il/wp/cooperation-bgu-bioabroad-2608089>  
הרשקוביץ, ש' (2007). מקומן של אוניברסיטאות המחקר במערכת ההשכלה הגבוהה המתרחבת בישראל. המועצה להשכלה גבוהה, הוועדה לתכנון ותקצוב, ירושלים.  
ועדת המדע והטכנולוגיה. (2006). פרוטוקול מס' 11 מישיבת המדע והטכנולוגיה שהתקיימה בב' בתמוז התשס"ו (28 ביוני 2006).

טראובמן, ת' (2004). שיעור הסטודנטים הישראלים בארה"ב - בין הגבוהים בעולם.  
<http://www.haaretz.co.il/hasite/pages/ShArtPE.jhtml?itemNo=518736&contrassID=2&subContrassID=1&sbSubContrassID=0>

הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה (2007). הגירת ישראלים לחו"ל ומחו"ל בשנת 2005.  
[http://www1.cbs.gov.il/www/hodaot2007n/01\\_07\\_153b.doc](http://www1.cbs.gov.il/www/hodaot2007n/01_07_153b.doc)  
משרד התעשייה, המסחר והתעסוקה (2008). משרד התמ"ת הכין תוכנית להחזרת "מוחות ישראליים" מחו"ל.

<http://www.moit.gov.il/NR/exeres/E3DB37F4-A26A-4D72-B71E-8C3497C80DD5.htm>

פפר, א' (2007). רוסיה פועלת בישראל להחזרת עולים. הארץ מהדורת האינטרנט  
<http://www.haaretz.co.il/hasite/pages/ShArtPE.jhtml?itemNo=932969&contrassID=2&subContrassID=1&sbSubContrassID=0>

שוחט, ב' (2007). דוח הוועדה לבחינת מערכת ההשכלה הגבוהה בישראל. הוועדה לבחינת מערכת ההשכלה הגבוהה בישראל, ירושלים.

Canibano, C., Otamendi J., & Andujar, I. (2008). Measuring and assessing researcher mobility from CV analysis: the case of the Ramon y Cajal programme in Spain. *Research Evaluation* (2008), 17(1), 17-31.

Chacko E. (2007). From brain drain to brain Gain: reverse migration to Bangalore and Hyderabad, India's globalizing high tech cities. *Geo Journal*, 68, 131-140.

Davenport S.(2004). Panic and Panacea: brain drain and science and technology human capital policy. *Research Policy* 33, 617-630.

Fontes M. (2007). Scientific mobility polices: how Portuguese scientists envisage the return home. *Science and Public Policy* 34(4), 284-298.

Glebov, O. (2001). "Brain Drain Reverse- Repatriating Russian Academics". *Transition Newsletter*, The world Bank Group. Retrieved 23th April 2008 from <http://www.worldbank.org/transitionnewsletter/marapr99/pgs7-9.htm>

IPTS (February 2007). Researchers coming into the EU. European Commission, Joint Research Centre. Retrieved 5th September 2007 from [http://www.jrc.es/docs/iiser\\_in-eu.pdf](http://www.jrc.es/docs/iiser_in-eu.pdf)

Isupova M. (2003). Beyond the Pessimism of Brain Drain: Perspectives of Managing Highly Skilled Migration from Russia.

Kanevskaya P. (26th November 2006). "Leakage brains" of Russia to the West each year cost our country 25\$ billion. Retrieved 1st June 2008 from

Khadria B. (2004). Human resources in Science and Technology in India and International Mobility of Highly Skilled Indians. *OECD Science, Technology and Industry Working Papers* 2004/7.

Mahroum, S. (2003). Brain Gain Brain Drain, an international overview. *International overview background paper*.

Merz T. (10th April 2008). Stopping the Brain Drain.

<http://www.mnweekly.ru>

Ministry of Science and Technology of the People's Republic of China. China Science & Technology Statistics Data Book 2007. Retrieved 23th June 2008 from

<http://www.most.gov.cn/eng/statistics/2007/200801/P020080109573867344872.pdf>

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>

National Science Foundation (2008). Higher education in science and engineering.

<http://www.nsf.gov/statistics/seind08/pdf/c02.pdf>

Shukla, R. (2005). India Science Report. NCAER. National Council of Applied Economic Research. Retrieved 10 March 2008 from

<http://www.insaindia.org/India%20Science%20report-Main.pdf>

OECD (2006). Human resources in science and technology: trends and policies In OECD science & technology and industry outlook. Retrieved 22 December 2007 from

<http://213.253.134.43/oecd/pdfs/browseit/9206081E.PDF>

OECD (2007). Education at a Glance.

OECD (2007). Human resources in science and technology: OECD Science, Technology and Industry Scoreboard 2007 - Towards a knowledge-based economy.

Peuch, J.C. (20th April 2007). Russia: Putin's Repatriation Scheme Off to slow start.

Pravda (7th December 2005). Immigration of scientists causes up to 30\$ billion of damage to Russia.

Saxenian A. (2005). From Brain drain to Brain Circulation: Transnational Communities and Regional Upgrading in India and China. *Studies in Comparative International Development* 40(2), 35-61.

<http://socs.berkeley.edu/~tboas/saxenian.pdf>

World Education News and Reviews (2006). International Rankings and Chinese Higher Education Reform.

<http://www.wes.org/ewenr/06oct/practical.htm>

Zweig, D. & Fung, C.S. (2004). Redefining the brain drain: China's 'Diaspora Option'. Center on China's Transnational Relations. Working paper no. 1

<http://www.cctr.ust.hk/articles/pdf/WorkingPaper1.pdf>

Zweig, D. (2006). Competing for talent: China's Strategies to reserve the brain drain.

International Labour Review (2006), 145(1-2), 65-89.

## **פרק 2 - תחזית להיצע בכוח אדם בהתאם לצרכים העתידיים של התעשייה**

### **מים**

דו"ח ועדת החקירה הפרלמנטרית בנושא משק המים, יוני 2002

[http://www.knesset.gov.il/committees/heb/docs/vaadat\\_chakira\\_mayim.htm](http://www.knesset.gov.il/committees/heb/docs/vaadat_chakira_mayim.htm)

אתר משרד התעשייה המסחר והתעסוקה

<http://www.moital.gov.il/NR/exeres/B6446389-7AC7-4E87-901A-C62FA75428C6.htm>

גולדפרב, א' (2006). הפעילות הכלכלית של משק המים.

אלון, ג. 2004 תכנית החומש להכשרת כוח אדם במשק המים – דו"ח סופי.

אתר הרשות למים ולביוב <http://www.water.gov.il>

רוזנפלד ובוכמן, אומדן הביקוש וההיצע של כוח אדם הנדסי בענף התשתיות, מוסד נאמן

ברודט, ד' (מרץ 2008). ישראל 2028 חזון ואסטרטגיה כלכלית-חברתית בעולם גלובלי.

LeTRD Appendix E: Potential Candidates for National Science-based Clusters and Research Centers, Water Technology, Ehud Gelb, July 2007

### **האנשים שרואיינו לצורך הכנת העבודה**

1. פרופ' אבי שביב - ראש היחידה להנדסת הסביבה מים וחקלאות, הפקולטה להנדסה אזרחית, הטכניון.

2. פרופ' נח גליל - היחידה להנדסת הסביבה מים וחקלאות, הפקולטה להנדסה אזרחית, הטכניון.

3. פרופ' דן זסלבסקי - הפקולטה להנדסה אזרחית, הטכניון.

4. פרופ' רפי סמיאט - יו"ר מכון המים ע"ש גראנד, הטכניון.

5. אופנברגר אלה - מנהלת מרכז המידע במכון המים ע"ש גראנד, הטכניון.

תודה גם ל:

1. פרופ' דויד חסון - הפקולטה להנדסה כימית, הטכניון
  2. דר' עמוס ביק - המחלקה להנדסה כימית, שנקר.
  3. גלית בראל - המחלקה להנדסה כימית, שנקר.
- על עזרתם והערותיהם.

### חשמל

אתר המועצה להשכלה גבוהה <http://www.che.org.il>

אתר התעשייה, המסחר והתעסוקה <http://www.tamas.gov.il>

אתר הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה <http://www1.cbs.gov.il/reader>

אתר התאגדות מהנדסי החשמל והאלקטרוניקה בישראל <http://www.seeei.org.il>

### האנשים שרואיינו לצורך הכנת העבודה

1. פרופ' אברהם אלכסנדרוביץ, הפקולטה להנדסת חשמל ואלקטרוניקה, טכניון
2. נציגי התאגדות מהנדסי החשמל ואלקטרוניקה, אמיל קויפמן, ד"ר אבי קניגסברג, יצחק יזרעאלי.

### כימיה

כתבה בנושא מחסור עובדים בתעשייה

<http://www.nfc.co.il/Archive/001-D-149521-00.html?tag=15-13-07>

דו"ח ביניים של הצוות לבדיקת מצב התעשייה הכימית בישראל בתחילת המאה ה-21 והצורך במדיניות פיתוח לאומית" ג. פורטונה ואחרים, 2003.

תכנית לאומית לתעשייה הכימית בישראל - תקצירים", מוסד נאמן, 2007

[http://www.neaman.org.il/NeamanHeb/publications/publication\\_item.asp?fid=759&parent\\_fid=488&iid=8408](http://www.neaman.org.il/NeamanHeb/publications/publication_item.asp?fid=759&parent_fid=488&iid=8408)

אתר התאחדות התעשיינים בישראל <http://www.industry.org.il>

אתר הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה <http://www1.cbs.gov.il/reader>

אתר משרד החינוך - נתוני בחינות בגרות

<http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Exams/Netunim/Thashav>

אתר הקרן הלאומית למדע <http://www.isf.org.il>

התעשייה הכימית בישראל, יוסף דנקונה, משרד התעשייה והמסחר

כיווני השכלה ולמידה משמעותיים בעידן של שינוי מבנה התעסוקה במשק לקידום תעסוקה לכל, המרכז

הבינתחומי לניתוח ותחזית טכנולוגית ליד אוניברסיטת ת"א, 2003

מדדים למדע, לטכנולוגיה ולחדשנות בישראל: תשתית נתונים השוואתית, דפנה גץ ואחרים, 2009, מוסד

שמואל נאמן

אתר משרד הת"מ, סקירת התעשייה הכימית בישראל-2008, אוהד בורנשטיין

[http://www.moital.gov.il/NR/exeres/66703DDC-FACD-463B-B388-0C4745977F24.htm?wbc\\_purpose=basic&WBCMODE=pres%252](http://www.moital.gov.il/NR/exeres/66703DDC-FACD-463B-B388-0C4745977F24.htm?wbc_purpose=basic&WBCMODE=pres%252)

### האנשים שרואיינו לצורך הכנת העבודה

1. פרופ' יהודית דורי - יו"ר, המחלקה להוראת הטכנולוגיה והמדעים בטכניון

### פרק 3 - הרחבת מאגר העובדים בשוק העבודה המדעי והטכנולוגי

אחדות נ' סופר מ' שלח ס' (2007). התכנית לשילוב הורים יחידים בשוק העבודה: קובץ מאמרים. משרד התעשייה, המסחר והתעסוקה. מינהל מחקר וכלכלה

<http://www.tamas.gov.il/NR/rdonlyres/DB03A8BE-43C0-4837-A9B4-0ADA8527465C/0/mamarim07.pdf>

אלמגור-לוטן, א' (27 בינואר 2008). תעסוקת נשים במגזר הערבי. הכנסת. מרכז המחקר והמידע.

בנק ישראל. מחלקת המחקר. נתונים עיקריים על המשק הישראלי

[http://www.bankisrael.gov.il/deptdata/mehkar/indic/heb\\_g01.htm](http://www.bankisrael.gov.il/deptdata/mehkar/indic/heb_g01.htm)

בנק ישראל (1 באוגוסט 2007). הכשרה מקצועית בישראל.

<http://www.bankisrael.gov.il/press/heb/070801/070801m.htm>

בנק ישראל (11 בפברואר 2008). ההשלכות של התפתחויות דמוגרפיות חזויות על כוח העבודה

<http://www.bankisrael.gov.il/press/heb/080211/080211h.pdf>

בנק ישראל. חטיבת המחקר (מרס 2009). ישראל והמשבר העולמי: המלצות מדיניות לממשלה.

<http://www.bankisrael.gov.il/deptdata/papers/paper16h.pdf>

גוטליב ד', פלד א' וקסיר נ' (2002). מדיניות לעידוד התעסוקה.

גולדשטיין ת' (מרץ 2005). 49% מהמפעלים מתקשים לגייס עובדים מקצועיים

<http://www.ynet.co.il/articles/0,7340,L-3055494,00.html>

גולדשטיין ת' (ספטמבר 2006). סטף ורטהיימר והתמ"ת פותחים בי"ס לתעשייה.

<http://www.ynet.co.il/articles/0,7340,L-3299306,00.html>

דובדבני א' (נובמבר 2006). פרויקט קדמ"א. משרד התעשייה המסחר והתעסוקה. חדשות האגף להכשרה מקצועית.

הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה. חרדים בשוק העבודה. ממצאי הסקר החברתי לשנים 2002-2005.

[http://www.cbs.gov.il/www/publications/pub52\\_h.pdf](http://www.cbs.gov.il/www/publications/pub52_h.pdf)

הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה. סקר כוח אדם לשנת 2006.

[http://www.cbs.gov.il/reader/y\\_labor/yearm\\_h\\_new.htm](http://www.cbs.gov.il/reader/y_labor/yearm_h_new.htm)

התאחדות התעשיינים (26 במרץ 2008). שילוב חיילים במקצועות נדרשים בצבא ובתעשייה. עיתון פוקוס, גיליון מס' 595.

<http://www.industry.org.il/Magazine/Item.asp?ArticleID=3501&CategoryID=4303&MagazineID=13>

וולדה-צדק, א' (13 למאי 2007) שילוב יוצאי אתיופיה בחינוך ובתעסוקה. תמצית ממצאים חדשים

<http://brookdale.pionet.com/files/PDF/Ethiopian-ed-and-emp-update-2007-heb.pdf>

וורגן, י' ונתן ג. (13 ביולי 2008). החינוך המקצועי והטכנולוגי בישראל ובעולם. הכנסת, מרכז המידע והמחקר.

<http://www.knesset.gov.il/MMM/data/pdf/m02087.pdf>

כנסת ישראל. פרוטוקול מס' 467 משיבת ועדת העבודה, הרווחה והבריאות מתאריך 18 ביוני 2008

מי-עמי, נ' (17 ביוני 2008). שילוב עולים בתעשייה, בעסקים ובמדע. הכנסת מרכז מחקר ומידע.

<http://www.knesset.gov.il/committees/heb/material/data/alia2008-06-18.doc>

מרקוביץ מ' (אוקטובר 2006). קורס עיבוד שבבי ממוחשב בצור לבון - עבודה מובטחת לבוגרים. משרד התעשייה המסחר והתעסוקה. חדשות האגף להכשרה מקצועית.

משרד התעשייה המסחר והתעסוקה. אגף בכיר להכשרה ולפיתוח כוח אדם. הכשרה מקצועית לקראת תעסוקה

<http://www.tamas.gov.il/NR/rdonlyres/40AC97E0-6F67-42EF-8709-0C8C0D8B8DCA/0/ppt7>

משרד התעשייה המסחר והתעסוקה. יעדים, מבנה, תקציב ופעולות דיווח הממונה על יישום חוק חופש המידע לשנת 2007/8

<http://www.tamas.gov.il/NR/rdonlyres/75432D15-7F0A-4574-B463-AE33E452E8D0/0/freeinfo20078.pdf>

סבן נ' (יוני 2006). "חממה" אלא מה. משרד התעשייה המסחר והתעסוקה. חדשות האגף להכשרה מקצועית.

שורץ א' (4 במרס 2008). עידוד התעסוקה של נשים חרדיות. הכנסת, מרכז מידע ומחקר.

שירות התעסוקה הישראלי (2007). נתונים בדבר דורשי עבודה עולים.

CEDEFOP (2004). Vocational education and training - Key to the Future.

Cedefop synthesis of the Maastricht Study.

[http://ec.europa.eu/education/policies/2010/studies/cedefop\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/education/policies/2010/studies/cedefop_en.pdf)

CEDEFOP (2008). Future Skill Needs in Europe. Focus on 2020.

[http://www.trainingvillage.gr/etv/Upload/Information\\_resources/Bookshop/485/4078\\_en.pdf](http://www.trainingvillage.gr/etv/Upload/Information_resources/Bookshop/485/4078_en.pdf)

Eisnberg E. (2006). Technical and Vocational Education and Training and the Labour Market in Israel. European Training Foundation.

[http://www.etf.europa.eu/pubmgmt.nsf/\(getAttachment\)/2C0D1DB2FF5651AFC12572F2002E198A/\\$File/NOTE73WBUG.pdf](http://www.etf.europa.eu/pubmgmt.nsf/(getAttachment)/2C0D1DB2FF5651AFC12572F2002E198A/$File/NOTE73WBUG.pdf)

Kluve J. (2006). The Effectiveness of European Active Labor Market Policy. RWI discussion Papers no. 37.

[http://www.rwi-essen.de/pls/portal30/docs/FOLDER/PUBLIKATIONEN/RWIDP/RWI\\_DP037/DP\\_06\\_037.PDF](http://www.rwi-essen.de/pls/portal30/docs/FOLDER/PUBLIKATIONEN/RWIDP/RWI_DP037/DP_06_037.PDF)

אתרי אינטרנט:

<http://www2.jdc.org.il/category/Tevet> תב"ת תנופה בתעסוקה

<http://www.industry.org.il> התאחדות התעשיינים

<http://www.cbs.gov.il> הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה.

<http://www.tamas.gov.il> משרד התעשייה המסחר והתעסוקה.

האנשים שרואינו לצורך הכנת הפרק

ד"ר טל לוטן, מנהלת המחלקה לחינוך טכנולוגי והכשרה מקצועית בהתאחדות התעשיינים.

דפנה אבירם-ניצן, מנהלת המחלקה למחקר כלכלי ואסטרטגיה, בהתאחדות התעשיינים.



**10/009**

ד"ר דפנה גץ, עמיתת מחקר בכירה, מוסד שמואל נאמן. בעלת תואר דוקטור בכימיה פיסיקלית מהטכניון. תחומי המחקר העיקריים של ד"ר גץ במוסד נאמן כוללים: הערכת מו"פ, ניהול מו"פ, מדיניות מו"פ, קידום טכנולוגיות חדשות, קשר בין אקדמיה תעשייה וממשל וכוח אדם מדעי וטכנולוגי.  
[daphne@sni.technion.ac.il](mailto:daphne@sni.technion.ac.il)

ציפי בוכניק, עוזרת מחקר, מוסד שמואל נאמן. בוגרת תואר ראשון בכלכלה מאוניברסיטת חיפה ותואר שני באבטחת איכות מהטכניון. נושאי מחקר עיקריים: כוח אדם מדעי וטכנולוגי ואינדוקטורים למחקר ופיתוח בישראל.  
[zipi@sni.technion.ac.il](mailto:zipi@sni.technion.ac.il)

בלה זלמנוביץ, מידענית, מוסד שמואל נאמן. בוגרת תואר שני בלימודי מידע של האוניברסיטה העברית. נושאי מחקר עיקריים: כוח אדם מדעי וטכנולוגי והערכת ההשפעה של תעשיית החלל על כלכלת ישראל.  
[bella@sni.technion.ac.il](mailto:bella@sni.technion.ac.il)



מוסד שמואל נאמן למחקר מדיניות לאומית  
הטכניון - מכון טכנולוגי לישראל  
טל. 04-8292329, פקס 04-8231889  
קרית הטכניון, חיפה 32000  
[www.neaman.org.il](http://www.neaman.org.il)