



טכניון - מכון טכנולוגי לישראל

מוסד שמואל נאמן
למחקר מתקדם במדע וטכנולוגיה



כוח אדם טכנולוגי ומדעי בישראל :

נושאים נבחרים - תקציר

ציפי בוכניק • בלה זלמנוביץ

הנחייה : ד"ר דפנה גץ



מאי, 2009

אודות מוסד שמואל נאמן

מוסד שמואל נאמן למחקר מתקדם במדע וטכנולוגיה הוא מכון למחקרי מדיניות בנושאים הקובעים את החוסן הלאומי של מדינת ישראל. המוסד הוקם בטכניון בשנת 1978 ביוזמתו ובסיוע תרומתו של מר שמואל נאמן.

הקמת מרכז המחקר נבעה מחזון ומטרה לסייע בבעיות לאומיות בתחום הפיתוח הכלכלי, המדעי-טכנולוגי והחברתי של מדינת ישראל. חזונו של מר נאמן קרם עור וגידים והיום "מוסד שמואל נאמן" הוא מוסד מוביל בהתוויית מדיניות כלכלית וחברתית שעניינה מדע וטכנולוגיה, השכלה גבוהה, תשתיות לאומיות וסביבה. מיטב המומחים והמדענים של ישראל פועלים במסגרת מוסד שמואל נאמן - עסוקים בחיפוש פתרונות לבעיות בנושאי החוסן הלאומי של המדינה שלנו. בחירת נושאי הפעילות מותנית בשאיפה לסייע במציאת פתרונות מושכלים לטווח בינוני וארוך, תוך ניצול מאגר כוח אדם המדעי והטכנולוגי הנמצא בטכניון ומחוצה לו וגיוס צוותים המורכבים מאנשי אקדמיה ותעשייה לתקופות מוגבלות אשר מרכזים מאמציהם בנושאים הנבחרים.

במוסד שמואל נאמן בוצעו סקירות ומחקרי מדיניות רבים המשמשים את מקבלי ההחלטות במשק על רבדיו השונים. סקירת הפרויקטים השונים שבוצעו במוסד מוצגים בדוחות השנתיים המופצים בציבור וכן באתר האינטרנט של המוסד. כמו כן מלווה מוסד נאמן פרויקטים לאומיים, דוגמת המאגדים של משרד התמ"ת - מגנ"ט בתחומים: ננוטכנולוגיות, תקשורת, אופטיקה ותקשורת, כימיה, אנרגיה, איכות סביבה ועוד. בנוסף לכל אלה, מארגן המוסד ימי עיון מקיפים בתחומי העניין אותם הוא מוביל. מחקרי המדיניות וימי העיון נעשים במסגרת תקציב שמגיע בחלקו מהקרן שהותיר בצוואתו מר שמואל נאמן להמשך פעילות המוסד. יו"ר המוסד הוא פרופ' זאב תדמור וכמנכ"ל מכהן פרופ' משה משה.

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

טלפון: 04-8232329, פקס: 04-8231889

כתובת דוא"ל: info@neaman.org.il, כתובת אתר האינטרנט: www.neaman.org.il

כוח אדם טכנולוגי ומדעי בישראל :

נושאים נבחרים - תקציר

ציפי בוכניק • בלה זלמנוביץ

הנחייה : ד"ר דפנה גין

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

מוסד שמואל נאמן למחקר מתקדם בטכניון.

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.

תקציר

בשני העשורים האחרונים, ישראל התפתחה טכנולוגית באופן מרשים והגיעה להישגים עולמיים בתחום המדעי והטכנולוגי. הישגים אלה התרחשו בזכות המדיניות המעודדת יצירה מדעית וטיפוח הון אנושי שנקטה מדינת ישראל. ישראל היא מהמדינות המובילות בסך ההוצאה הלאומית למו"פ אזרחי כאחוז מהתמ"ג (4.7% לשנת 2007) ובסך בעלי השכלה על תיכונית ומעלה כאחוז מהאוכלוסייה (46% לשנת 2006). הון אנושי הוא תשתית הכרחית לפעילות של מחקר וחדשנות ועליה מתבסס המערך המדעי והטכנולוגי התורם לפיתוח המשק הישראלי ויש צורך בשימורו ופיתוחו. על פי נתוני ה-OECD בין השנים 1995-2004, התעסוקה במקצועות מדעיים וטכנולוגיים הוכפלה בהשוואה לתעסוקה הכוללת ברוב מדינות ה-OECD¹. גם לפי הערכות של ה-U.S. Bureau of Labor Statistics בין השנים 2004-2014, תגדל התעסוקה במקצועות המדע וההנדסה ב-26% בהשוואה לגידול של 13% בתעסוקה הכוללת² ולכן יש צורך במדיניות שתתאים ותנווט את כוח האדם המדעי והטכנולוגי לתחזיות על מנת שהמשק יוכל להמשיך ולצמוח. עבודה זו עוסקת במספר סוגיות בתחום כוח האדם המדעי והטכנולוגי בישראל כמו:

- ❖ 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 לתחומים בהם קיימים חוסרים ומהי המדיניות שיש לנקוט על מנת למלא חוסרים אלה?
- ❖ האם מדינת ישראל משקיעה מספיק בחינוך הטכנולוגי?
- ❖ באיזה אופן תורם שיתוף הפעולה בין האקדמיה לתעשייה לשני המגזרים בתחומי כוח אדם ואיך ניתן להגדיל שיתוף פעולה זה.

מטרת עבודה זו היא לספק בסיס מידע ונתונים עדכניים בנושאים אלה. ואנו תקווה כי מסמך זה ישמש את חברי המולמו"פ בבואם לעצב את מדיניות ההשקעה וההכשרה של הון אנושי במדינת ישראל. דו"ח זה מסכם מחקר המשך לעבודה קודמת שהוגשה למולמו"פ ביולי 2007 בנושא "כוח אדם מדעי וטכנולוגי במדינת ישראל". הדו"ח הנוכחי מורכב משני חלקים: חלק א' כולל את שלושת הפרקים הבאים: בריחת מוחות במדינות שונות; תחזית להיצע בכוח אדם בהתאם לצרכים עתידיים של התעשייה; הרחבת מאגר עובדים בשוק העבודה המדעי והטכנולוגי. חלק ב' כולל את הפרקים הבאים: החינוך הטכנולוגי במדינת ישראל; מכללות טכנולוגיות בישראל; שיתוף פעולה בין האקדמיה לתעשייה בהכשרת כוח אדם מדעי וטכנולוגי; הכשרה ותמיכה במועמדים לתארים מתקדמים (תואר שלישי) במדע וטכנולוגיה.

¹ מקור: OECD Science Engineering and Industry Outlook 2008

² מקור: NSF – Science & Engineering Indicators 2008

יש לציין כי הנתונים נאספו והעבודה נכתבה לפני המשבר הכלכלי שהחל בשנת 2008, אך לדעתנו ההמלצות שבה עדיין תקפות. יתכן כי התחזיות שבדו"ח הצופות מחסור בכוח אדם מדעי וטכנולוגי בתחומים שונים יתממשו ויתרחשו לאחר שהמשק יתאושש מהמשבר ויתפרסו על פרק זמן ארוך יותר. על פי תחזיות המומחים המשק אמור להתחיל להתאושש החל משנת 2010 ולכן יש מקום לנקוט במדיניות תומכת, כך שכאשר המשק יתחיל להתאושש נוכל להקטין/למנוע את המחסור הצפוי בכוח אדם מדעי וטכנולוגי.

חלק א'

בריחת מוחות

בפרק זה, מובאת סקירה של תופעת בריחת המוחות במדינות: סין, רוסיה, הודו וישראל. הסקירה כוללת נתונים סטטיסטיים לגבי בריחת המוחות במדינות אלו ואת המדיניות והתוכניות שנקטות על מנת להתמודד עם התופעה ולצמצם את מימדיה.

בריחת המוחות (הגירה של מדענים, מהנדסים ועובדים משכילים אחרים, ממדינות מתפתחות למדינות מפותחות) מהווה לאחרונה נושא לדאגה גם בקרב מדינות מפותחות כמו בקרב מדינות האיחוד האירופאי כדוגמת בריטניה, גרמניה וצרפת. יש גישה הרואה במעבר של חוקרים לארגונים או למדינות אחרות - הפסד של הון אנושי לארץ המוצא. אולם, 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.

מהנתונים והמידע בפרק זה עולה כי בריחת המוחות הינה תופעה מורכבת ורב ממדית. המדיניות שנקטת 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, של המחקר והפיתוח ושל מערכת ההשכלה הגבוהה. מתן הקלות וסיוע למדענים חוזרים מחד, וחיזוק הקשר עם הפזורה המדעית שחיה מחוץ לארץ המוצא שלה מאידך.

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. 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. 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 בהשוואה לכ-5,000 החברים בסגל הבכיר של האוניברסיטאות 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%.

בין ההסברים העיקריים לתופעת בריחת המוחות מישראל נמצא את: החלופות האטרקטיביות בשוק העבודה הגלובלי, הקושי במציאת עבודה ותקנים באקדמיה, ויוקר המחיה בישראל. צעירים שיוצאים ללימודי דוקטורט במיטב האוניברסיטאות בארה"ב ובאירופה מוותרים לעיתים קרובות על הצעות עבודה באוניברסיטאות בישראל עם סיום לימודיהם, למרות רצונם לחיות בישראל, עקב פערי השכר הגבוהים ותשתיות המחקר העדיפות בחו"ל. כמו כן, ניתן למצוא קשר ישיר בין ירידה של משכילים לצמצום ניכר בתקציבים המוקצים למו"פ. כיום, ישנן מספר תוכניות ויוזמות למעקב ועידוד חזרתם של מדענים ישראלים השוהים בחו"ל, ביניהם: האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים החלה לאסוף החל מפברואר 2007, באמצעות מרשם מקוון, פרטים על מדענים ומשתלמים צעירים ישראלים בחו"ל במטרה לסייע להם להשתלב במשרות באקדמיה בישראל; תוכנית "חוזרים הביתה - 60 לישראל" של משרד הקליטה; פורום BioAbroad המאגד חוקרים בתחום מדעי החיים המועסקים מחוץ לישראל.

תחזית ביקוש בכוח אדם בהתאם לצרכים עתידיים של התעשייה

במגזר התעשייתי מוצגת טענה 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 בעלי ביקוש נמוך באקדמיה ומהיחלשותו של החינוך הטכנולוגי/מקצועי. העלייה הרוסית שהגיעה 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 גבוה וכוח אדם בתחום הכימיה.

תחום המים

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. 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. לדעת מומחים קצב הצמיחה של השוק העולמי לטכנולוגיות מים בחמש השנים הקרובות צפוי לעמוד על ממוצע של 10% בשנה.

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.

לאור הגידול בפעילות בענף טכנולוגיות המים וכן מתחזיות שנערכו עולה בבירור כי צפוי בשנים הקרובות מחסור בכוח אדם בתחום זה. 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.

הנדסת חשמל

הטכנולוגיה של ימינו מתבססת על שימוש נרחב בחשמל כמקור אנרגיה בכל תחומי החיים. מחסור בבעלי מקצוע העוסקים בעבודות חשמל, בחשמלאים ובמיוחד במהנדסי חשמל מורשים, עלול לפגוע במשק. 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 חשמל וכן בחברות העוסקות בתכנון ופיתוח בתחום החשמל. אולם, לאחר כעשרים שנה, רוב המהנדסים נמצאים בגילאי 50-60, לפני פרישה לגמלאות, וקיים חשש למחסור במהנדסי חשמל בתחום זה. גם על פי נתוני התמ"ת מורגשת בשנים האחרונות עלייה בביקוש למהנדסי חשמל בתחום מערכות הספק. אחת הסיבות למחסור בעובדים בתחום זה נובעת ממשכורות נמוכות, המשכורות של מהנדסי חשמל העובדים בחברות היי-טק גבוהות בהרבה בהשוואה למהנדסים בתחום הזרם החזק המועסקים במפעלים. כמו כן, מוסדות הלימוד לא עושים מאמצים לעודד סטודנטים ללמוד תחום לימודים זה, ולפעמים אף סוגרים את המסלולים מחמת חוסר ביקוש (לדוגמה הטכניון). הטענה העיקרית שעולה מהגופים המייצגים את מהנדסי החשמל בישראל (התאחדות מהנדסי החשמל והאלקטרוניקה בישראל, איגוד מהנדסי החשמל והאלקטרוניקה IBBE ואיגוד מהנדסי החשמל IBE) היא כי הבעיה כיום אינה נובעת ממחסור בכוח אדם אלא ממחסור במתן רישיונות לעסוק בחשמל. לדעתנו, ניתן יהיה לפתור את בעיית מחסור מהנדסי החשמל בתחום זרם חזק על ידי קביעת תקנות/מבחנים להענקת רישיון לעסוק בתחום זה.

תחום הכימיה

תעשיית הכימיה והחומרים מהוות גרעין מרכזי בתעשיות הכבדות והמתחכמות 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.

בשנים שבין תשס"ב לתשס"ה, חלה עלייה במספר הסטודנטים הלומדים כימיה לתואר ראשון במוסדות להשכלה גבוהה. כמו כן, בשוק העבודה יש היצע קבוע של משרות בתחומי הכימיה. אך, עדיין התעשייה הכימית מדווחת על מחסור בכוח אדם בתחום הכימיה בארץ, מחסור שעל-פי התחזיות אף ילך ויגדל בשנים הבאות, מאחר ובשנים האחרונות חלה צמיחה של התעשייה הכימית. ניתן לראות זאת הן בגידול במחזור המכירות והן בגידול ביצוא. איגוד התעשיינים מדווח כבר היום על קושי בגיוס עובדים לענף זה. מסקירה 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.

הרחבת מאגר העובדים בשוק העבודה הטכנולוגי והטכני

בפרק זה מובאת סקירה של ההכשרה והחינוך המקצועי בישראל, המבוצע במסגרות שהן תחת פיקוחו של משרד התמ"ת. 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 6.5% מכוח העבודה האזרחי. שיעור זה עלה עקב המשבר הכלכלי הגלובאלי והוא עמד ברבע הראשון של שנת 2009 על 7.6%. כמו כן, אחוז ההשתתפות בכוח העבודה במדינת ישראל (56% בשנת 2008) הוא נמוך בהשוואה למדינות ה-OECD. שיעורי השתתפות נמוכים במיוחד קיימים בקרב גברים בעלי השכלה תורנית, בקרב נשים ערביות ובאזורי פיתוח (גוטליב, פלד וקסיר, 2002).

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 מקצועית המיועדות לאוכלוסיות שונות כגון: חיילים משוחררים, מיעוטים, עולים חדשים, חרדים, נשים ועוד. תוכניות אלו מופעלות בשיתוף פעולה של גורמים שונים: משרד התמ"ת, התאחדות התעשיינים ופרויקט תב"ת (תנופה בתעסוקה) של הג'וינט. לפי התאחדות התעשיינים, קיים צורך בשיפור והרחבת ההכשרה המקצועית הניתנת כיום. שיפור זה יעשה בין השאר על ידי 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; 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 התוכניות להכשרה וקידום נושא הלמידה לאורך כל מעגל החיים והשגת שיתוף פעולה בין משרד החינוך למשרד התמ"ת בתחום החינוך המקצועי וההכשרה המקצועית.

החינוך הטכנולוגי

החינוך הטכנולוגי מכשיר את בוגריו לפעול בסביבה עתירת טכנולוגיה ועשירה בידע והוא כולל מגוון רחב של מסלולים: מסלולים מקצועיים המכשירים עובדים ברמה נמוכה ומסלולים יוקרתיים המציעים תעודת בגרות במקצועות כדוגמת הנדסה. בפרק זה מובאת סקירה על מסגרות החינוך הטכנולוגי (יסודי ותיכוני) הנמצאות תחת פיקוחו של משרד החינוך באמצעות המינהל למדע וטכנולוגיה.

בשנת תשס"ז, למדו בכיתה י"ב כ- 94,206 תלמידים לפי ההתפלגות הבאה: 59,911 בנתיב העיוני (64%), 33,454 בנתיב הטכנולוגי (36%) ו-775 בנתיב החקלאי (1%). הנתיב הטכנולוגי מתאפיין בשונות רבה בתכני הלימוד בהתאם למגמות התמחות. כיום יש בחינוך הטכנולוגי כ-18 מגמות לימוד הנחלקות לשלושה אשכולות מרכזיים: מגמות טכנולוגיות עתירות מדע (הנדסת מכונות, אלקטרוניקה ומחשבים, תוכנה ועוד), מגמות טכנולוגיות (מערכות ייצור ממוחשבות, בקרה ואנרגיה, בנייה ואדריכלות) ומגמות הכשרתיות המקנות מיומנויות בתחומים שונים (ניהול עסקי, סיעוד, טיפול בגיל הרך, עיצוב, אופנה). במהלך עשר השנים שבין 1995-2004, למדו בנתיב הטכנולוגי שיעור גדול יותר של עולים בהשוואה לילידי ישראל ושיעור גדול יותר של בנים בהשוואה לבנות. מנתונים, שפרסמה הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה בשנת 2006, המנתחים את נתוני בחינות הבגרות שנערכו בשנת 2003, עולה כי יש מידה רבה של שונות בין המגמות בנתיב הטכנולוגי, הן בהרכב הדמוגרפי והן בהישגים בבחינות הבגרות. שיעור הזכאים לבגרות במגמות כגון מכונאות, מינהל ותיירות היה נמוך, כשליש מהתלמידים בלבד, בעוד שיעור הזכאות לבגרות בקבוצת המגמות שהוגדרו עתירות מדע וידע (טכנולוגיות מידע, כימיה תעשייתית, ביוטכנולוגיה ועוד) היה גבוה מאוד, גם בהשוואה לנתיב העיוני - 79%.

במבנה התקציב הנוכחי של משרד החינוך, יש קושי רב לעקוב אחר היקפו המדויק של התקציב המופנה למימון נתיב הלימודים הטכנולוגי. לאורך השנים חלו קיצוצים בחינוך הטכנולוגי. אין נתונים מוסכמים לגבי גודלו והיקפו של הקיצוץ. בישיבה משותפת של ועדת החינוך וועדת המדע והטכנולוגיה שהתקיימה בכנסת בשנת 2006, מסרו נציגי משרד החינוך כי בתקציב החינוך הטכנולוגי חלו 16 קיצוצים שונים בשיעור כולל של 32%. לטענת התאחדות התעשיינים ורשת אורט התקציב קוצץ בשיעור של 33-35% (ורגן ונתן, 2008). כיום, רק כמחצית מבוגרי מערכת החינוך בישראל מקבלים תעודת בגרות. בנוסף, לחלק מהזכאים לבגרות אין תעודת בגרות המאפשרת להם להמשיך בלימודים אקדמיים והם אינם רוכשים מקצוע במסגרת מערכת החינוך, דבר המגביר את הפערים הכלכליים-חברתיים במדינת ישראל. מצד שני, דווח על מחסור במשק ובצה"ל בכוח אדם מדעי וטכנולוגי מיומן, במיוחד, טכנאים והנדסאים. חיזוק החינוך הטכנולוגי- מקצועי הוא אחד הפתרונות שהוצע על ידי גורמים שונים (התאחדות התעשיינים, גופי חינוך), במטרה לצמצם את הפערים ולפתח את חוסנה הכלכלי והחברתי של מדינת ישראל. על מנת לקדם את החינוך הטכנולוגי והמקצועי, הומלץ לנקוט בצעדים הבאים: שדרוג מעמדו ותדמיתו של החינוך הטכנולוגי בקרב קובעי המדיניות בממשלה, בכנסת, בתקשורת הכתובה

והאלקטרונית ובציבור הרחב; התאמת מבנה החינוך הטכנולוגי לתלמידים בעלי יכולות שונות ועידוד השתלבותן של נשים במסלול זה; מתן דגש למסלולים של טכנאים והנדסאים הנדרשים על ידי הצבא והמשק; יצירת שיתופי פעולה בין התעשייה לבתי הספר התיכוניים; חידוש הציוד במעבדות ובסדנאות ועיבוי מערך ההשתלמויות למורים בחינוך הטכנולוגי.

מכללות

אחת הדרכים המוצעות להגדלת ההיצע של כח אדם מדעי והנדסי בישראל הינה הרחבת לימודי ההנדסה במכללות.

נכון לשנת 2008 יש 30 מכללות אקדמיות, 10 מתוכן הן מכללות טכנולוגיות המעניקות תואר ראשון במקצועות ההנדסה, (11 מהן מכללות פרטיות ו-19 מכללות ציבוריות). בשנת תשס"ז (2007), הסטודנטים לתואר ראשון במכללות היוו 46% מסך הסטודנטים הלומדים לתואר ראשון (ללא הסטודנטים שלומדים הוראה), זהו גידול של 130% בהשוואה לשנת תשנ"ז (1997).

בשנת 2006/07 - 27% מסך הסטודנטים לתואר ראשון במכללות האקדמיות לומדים את מקצועות ההנדסה, האדריכלות, מדעי הטבע והמחשב. מהסטודנטים הלומדים את מקצועות ההנדסה 33% לומדים הנדסת חשמל ואלקטרוניקה, 22% לומדים הנדסת תעשייה וניהול ו-12% לומדים הנדסת מחשבים.

פרק זה מביא סקירה כללית על המכללות ומתמקד במכללות הטכנולוגיות. הסקירה מציגה נתונים העוסקים בסטודנטים ובבוגרים לתואר ראשון ולתואר שני במכללות, בהתפתחותן על פני השנים ובהשוואה לאוניברסיטאות בפילוחים שונים.

שיתוף הפעולה בין תעשייה לאקדמיה בישראל בנושא כוח אדם מדעי וטכנולוגי

למחקר המדעי מעמד כיוצר של רעיונות טכנולוגיים פורצי דרך. רעיונות אלה הם אשר מביאים להתפתחות ענפי כלכלה ותעשייה חדשים, דוגמת ביוטכנולוגיה, ננו-טכנולוגיה, אנרגיה ועוד. שיתוף פעולה בין האקדמיה לתעשייה ולמגזר העסקי בכלל, מסייע להעברה ולחלחול הרעיונות וליישומם, והוא חיוני כדי לפתח כלכלת ידע ארוכת טווח. גידול וחיזוק הקשר בין האקדמיה לתעשייה בשני העשורים האחרונים, שבחלקו נעשה בעידוד הממשלה, שינה את פני המחקר בתעשייה וגם את המחקר האקדמי, תרם להרחבת ניסיונם התעסוקתי של הסטודנטים ולהתאמת תוכניות הלימודים לדרישות בשוק התעסוקה.

רוב המאמצים התמקדו, עד כה, בהגדלת ההיצע של כוח אדם מדעי וטכנולוגי, אולם הוזנח המאמץ לשיפור של איכות והתאמה של ההכשרה הניתנת לכוח אדם מדעי וטכנולוגי. החינוך המדעי והטכנולוגי הפורמאלי אינו מבטיח קליטה מהירה ומוצלחת בשוק העבודה של כלכלה מבוססת ידע. היום בעידן בו הטכנולוגיה משתנה ומתפתחת באופן מהיר מאוד על העובדים להמשיך וללמוד לאורך כל מעגל החיים (Life long learning). יש צורך בהשקעות ממשלתיות ובשיתוף פעולה בין המגזר הציבורי והעסקי

לבין מערכת ההשכלה הגבוהה כדי לשפר את ההתאמה של כוח האדם המדעי והטכנולוגי לשוק העבודה (OECD, 1999).

כמו כן, מדינות OECD רבות מעודדות ומסייעות במימון מחקרים של סטודנטים לתואר שלישי עם שותפים מהתעשייה. רוב המימון נועד לכסות את שכרו של הסטודנט המועסק בתעשייה. בנוסף, גובשו רפורמות ברגולציות ובחוקים, שמטרתן להקל על הניידות של כוח אדם בין האקדמיה והתעשייה (OECD, 2006)³.

פרק זה מציג את שיתופי הפעולה הקיימים בין האקדמיה לתעשייה במשק הישראלי וגם דוגמאות לתוכניות שמטרתן קידום שיתוף פעולה בין המגזר התעשייתי לאקדמיה בהכשרת כוח אדם מדעי וטכנולוגי במדינות שונות. הפרק מציע דרכים להרחבת שיתופי הפעולה בין האקדמיה למגזר העסקי (תעשיית ההיי-טק, התעשייה המסורתית ומגזר השירותים).

בוגרי תארים מתקדמים בתחומי המדע והטכנולוגיה

לבוגרי תואר שלישי ולחוקרים יש תפקיד מיוחד בשוק העבודה המדעי והטכנולוגי. ההתקדמות במדע ובמחקר נסמכת עליהם והם מהווים את המאגר לחברי הסגל האקדמי, האמונים על הנחלה והפצה של הידע שלהם לדורות הבאים של הסטודנטים. גם בתעשייה, יש לבעלי תואר שלישי חשיבות מיוחדת בקידום ובפיתוח טכנולוגיות חדשות, במיוחד בתעשיות עתירות ידע העוסקות בתחומים הקרובים ונסמכים על התגליות של המחקר הבסיסי. במדינות ה-OECD קיימים הסדרים שונים בנוגע למעמדם ולזכויותיהם של סטודנטים לתואר שלישי. בפרק זה מוצגת סקירה של מנגנוני התמיכה וההטבות שניתנים לסטודנטים לתואר שלישי ולבתר דוקטורנטים בתחומי המדע והטכנולוגיה בישראל ובארה"ב.

מנתונים שהוצגו בעבודה קודמת שלנו שהוגשה למולמו"פ "כוח אדם מדעי וטכנולוגי במדינת ישראל"⁴, עולה שקיימת בישראל מגמה של הזדקנות הסגל האקדמי ולכן חשוב לקלוט באקדמיה מדענים ומהנדסים צעירים.

בין השנים 1990-2005, גדל בישראל מספר הסטודנטים לתואר שלישי פי 2.5. בתחילת התקופה היה מספרם פחות מ-4,000 ולקראת סופה התקרב מספרם ל-10,000. קיומם של לימודים סדירים לתואר שלישי מחייב מתן תנאים נאותים לסטודנטים הלומדים. לעתים קרובות, מדובר בסטודנטים או בסטודנטיות המצויים בסוף שנות העשרים או בתחילת שנות השלושים לחייהם, ולא אחת הם בעלי משפחה. רוב המוסדות להשכלה גבוהה בעולם תומכים בתלמידי המחקר כדי לאפשר להם להקדיש את רוב זמנם למחקר וללימודים.

³ דר' דפנה גץ ואחרים, כוח אדם טכנולוגי ומדעי בישראל, מוסד שמואל נאמן, 2007.

בישראל העסקה של סטודנטים לתארים מתקדמים מתקיימת במספר אופנים: עוזרי הוראה ומחקר – תקן העסקה לתלמידי תואר שני; אסיסטנטים ומדריכים – תקן העסקה לתלמידי תואר שלישי ומורים מן החוץ.

במהלך עשרים השנים האחרונות, קיצו האוניברסיטאות בהעסקה ובמלגות של סטודנטים לתארים מתקדמים והגדילו את העסקתם בתקנים של מורים מן החוץ. בשנת תשס"ו, מורים מן החוץ היוו 15% מסגל ההוראה והמחקר באוניברסיטאות ו-50% מסגל ההוראה במכללות.

עד לאחרונה, מורים מן החוץ, לא היו זכאים לזכויות סוציאליות כדוגמת קרן פנסיה וקרנות השתלמות ולזכויות אקדמיות – קרנות מחקר, השתתפות בכנסים אקדמיים. בדצמבר 2008, נחתם הסכם בין מועצת ארגוני הסגל הזוטר באוניברסיטאות להנהלות של חמשת האוניברסיטאות (העברית, תל-אביב, חיפה, בר-אילן, בן-גוריון) לשינוי דפוסי העסקתם של 5,000 מורים מן החוץ המועסקים במערכת ההשכלה הגבוהה. לפי ההסכם, רוב המורים מן החוץ, שפוטרו בכל שנה והועסקו מחדש יהפכו ל"עמיתי הוראה" – חברי סגל במסלול ללא קביעות. הם יועסקו לפי מסלולי שכר של הסגל הזוטר, בהתאם לתואר שבו הם מחזיקים.

הקצבת ות"ת למלגות עמדה בשנת תשס"ו על 4,350 אש"ח עבור בתר-דוקטורנטים ו-3,699 אש"ח עבור מלגות לדוקטורנטים. אחת ההמלצות של ועדת שוחט היא "לכונן מערך מלגות מחיה לתלמידי דוקטורט. המלגה תהיה מובטחת מראש לארבע שנות לימודים ותוענק בכל התחומים, ובכלל זה מדעי הרוח, שבהם החסר במלגות לתלמידי דוקטורט חריף במיוחד". באופן דומה, המליצה ועדת שוחט לעבות ולחזק את מערך התמיכה בבתר דוקטורנטים (ישראלים וזרים כאחד).

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 וכוה אדם מדעי וטכנולוגי.

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 ואינדיקטורים למחקר ופיתוח בישראל.

zipi@sni.technion.ac.il

בלה זלמנוביץ, מידענית, מוסד שמואל נאמן. בוגרת תואר שני מבית ספר לספרנות, ארכיונאות ומידע של האוניברסיטה העברית. נושאי מחקר עיקריים: כוח אדם מדעי וטכנולוגי והערכת ההשפעה של תעשיית החלל על כלכלת ישראל.

bella@sni.technion.ac.il



מוסד שמואל נאמן

למחקר מתקדם במדע וטכנולוגיה

הטכניון - מכון טכנולוגי לישראל

טל. 04-8292329, פקס. 04-8231889

קרית הטכניון, חיפה 32000

www.neaman.org.il