



מוסד שמואל נאמן
למחקר מתקדם במדע וטכנולוגיה

סקר לבחינת הקשיים בהעברת טכנולוגיות ננו מהאקדמיה לתעשייה

צוות המחקר: ד"ר דפנה גץ, ורד סגל,
באהינה איידלמן, אושרת כץ שחם

אפריל 2015

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

תקציר מנהלים

פורום תל"ם (הפורום לתשתיות לאומיות למחקר ופיתוח) תוך הסתייעות בוועדה הלאומית לננו-טכנולוגיה (INNI-Israel National Nanotechnology Initiative) פעל בשמונה השנים האחרונות להקמת שישה מרכזי מחקר בתחום הננו-טכנולוגיה שמומנו בשיטת Matching. התוכנית החלה בטכניון בשנת 2005 ובשאר המוסדות האקדמיים ב-2007.

ממשלת ישראל השקיעה בתחום הננו 163 מיליון דולר (כולל 30 מיליון דולר שהושקעו לפני תחילת התוכנית), שמביא את סך ההשקעה בתוכנית, כולל כספי ה-Matching, לכ-400 מיליון דולר.

בששת מרכזי המחקר שהוקמו נקלטו עשרות חוקרים מהארץ ומחו"ל ובוצעו אלפי מחקרים המתבססים על ננו-טכנולוגיה. ההשפעה של פעילות מחקר ענפה זו על התעשייה הישראלית לא באה עדיין לידי מימוש הפוטנציאל המירבי שלה.

מוסד נאמן זכה במכרז סגור וביצע עבור המדען הראשי ו-INNI מחקר שמטרתו לבחון את הקשיים בהעברת טכנולוגיות ננו מהאקדמיה ליישום בתעשייה הישראלית והצעת דרכים אפשריות להתגברות עליהם.

המחקר התבסס על ראיונות מובנים עם בעלי עניין בנושא, על סקר שהופץ בקרב החוקרים של מכוני הננו ומשתתפי כנס ננו ישראל, ועל איסוף וניתוח של נתונים לגבי היקף המחקר בננו-טכנולוגיה ותפוקותיו.

מתוך מדדי ותפוקות המו"פ המדווחים על-ידי מכוני הננו, ניתן לראות שקיים פוטנציאל למסחור ושקיימים 'סיפורי הצלחה' של העברת טכנולוגיות ננו שמקורן באקדמיה ליישום בתעשייה.

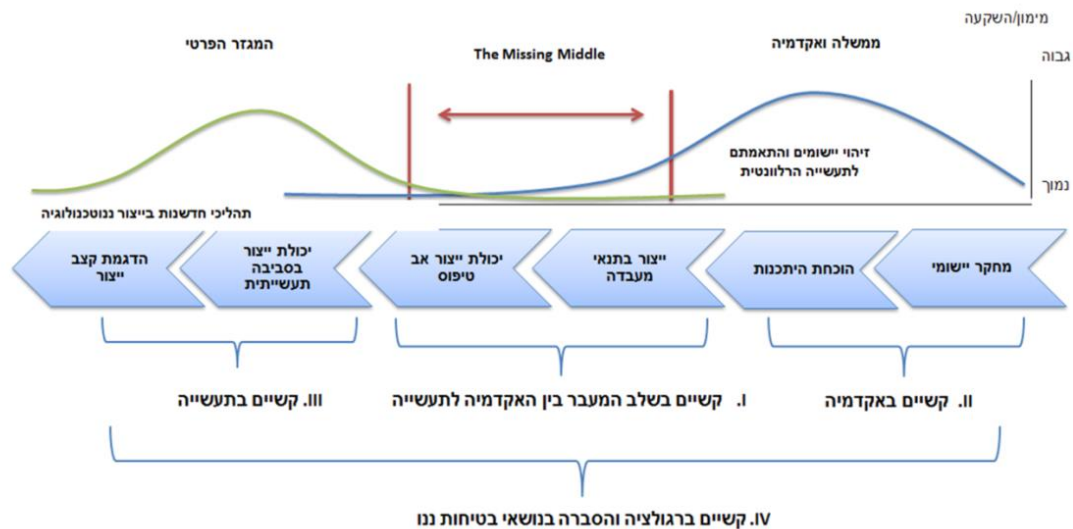
בד בבד, **זוהו במחקר ארבעה קשיים מרכזיים בתהליך העברת טכנולוגיות הננו מהאקדמיה לתעשייה:**

I. הקושי המרכזי הינו **בשלב המעבר בין האקדמיה לתעשייה (The missing middle)** שכולל חסר בתהליך מובנה להעברת טכנולוגיות הננו שפותחו באקדמיה ליישום בתעשייה (כגון: קושי במציאת יישום ותעשייה מתאימה ופער טכנולוגי בין מחקר אקדמי לצרכי התעשייה) **וחסר בהשקעות ובמימון** (כגון: הסתייגות הסקטור הפרטי וקרנות הון סיכון מלהשקיע במיזמים בתחומי ננו ושימוש לא מספק בתוכניות מדען). **II. קשיים הקשורים לשלבי המו"פ באקדמיה** (כגון: חוקרים שאינם מעוניינים לעסוק במסחור; קשיים הקשורים ל-TTOs וקשיים הקשורים לחוק המו"פ) **III. קשיים הקשורים לשלבי המשך הפיתוח וההעברה לייצור בתעשייה** (כגון: מיעוט של חברות גדולות שערוכות כיום לקלוט טכנולוגיות ננו; פעילות לא מספקת של חברות רב-לאומיות בתחום הננו בישראל וחסמי כניסה שמרתיעים את התעשייה מהשקעות בננו) **IV. בעיית חסר ברגולציה והסברה בנושאי בטיחות ננו** שעוברת לאורך כל התהליך. האיור הבא מציג את ארבעת הקשיים שתוארו להלן.

במחקר זהו ארבעה קשיים מרכזיים בתהליך העברת טכנולוגיות הננו מהאקדמיה לתעשייה:

- I. שלב המעבר בין האקדמיה לתעשייה
- II. קשיים הקשורים לשלבי המו"פ באקדמיה
- III. קשיים הקשורים לשלבי המשך הפיתוח וההעברה לייצור בתעשייה
- IV. בעיית חסר ברגולציה והסברה בנושאי בטיחות ננו

המשתתפים במחקר העלו רעיונות אפשריים לטיפול בסוגיות השונות הקשורות לארבעת הקשיים.



מקור: התאמות של מוסד נאמן לאיור:

NANOMANUFACTURING :Emergence and Implications for U.S. Competitiveness, the Environment, and Human Health. GAO-14-181SP: Published: Jan 31, 2014

המשתתפים במחקר העלו רעיונות אפשריים לטיפול בסוגיות השונות הקשורות לארבעת הקשיים המרכזיים שזוהו. דוגמאות לפתרונות שהוצעו לשלב המעבר בין האקדמיה לתעשייה (קושי I) היו: מציאת יישום ותעשייה מתאימה באמצעות פתיחת ערוצי תקשורת בין האקדמיה לתעשייה והקמת גוף/מכון יישומי, שיגשר על הפער הקיים בשלב ההעברה של טכנולוגיות הננו מהאקדמיה לתעשייה. דוגמאות לפתרונות שהוצעו לקשיי שלב האקדמיה (II) היו: תמיכת האקדמיה במסחור, הכנסת מלווים עסקיים, שיפור תהליך חתימת ההסכמים על-ידי ה-TTOs והסדרת חוק המו"פ. דוגמאות לפתרונות שהוצעו לקשיי התעשייה (III) היו: מציאת כלים ותוכניות שיאפשרו לתעשייה ללמוד על האפשרויות הטמונות בתחום הננו עבורן, מתן הטבות לחברות שיגיעו תוך פרק זמן מוגבל למוצר או לפיתוח יישומי ופיתוח תוכנית שתתמקד בפיתוח טכנולוגיות ננו לתעשייה המסורתית. הפתרונות לקשיי הרגולציה וההסברה (IV) התמקדו בהעלאת המודעות בקרב הקהל הרחב לגבי התועלות בתחום הננו וניפוץ מיתוסים וחששות, עבודה מול גופים אירופאים ואמריקאים כדי ללמוד מה נעשה בנושא בעולם ובחינת הרגולציה המתאימה לישראל וחבירה לתקינה בינלאומית במקביל למינוי גוף בארץ שיעזור למפעלים.

מהמחקר עולה, שעל מנת להגביר את יכולת העברת הטכנולוגיה מהאקדמיה לתעשייה בתחום הננו, יש להעביר את המיקוד והסיוע של המדינה לשלב המעבר של הרעיון הטכנולוגי שנוצר באקדמיה לתעשייה מחד, ולסייע לפיתוחה של תעשייה בישראל שתוכל לקלוט את הטכנולוגיה מאידך. בנוסף, יש לאמץ רגולציה בתחום הננו שמתאימה לישראל.

הדו"ח כולל את הנספחים הבאים להשלמת תמונת המחקר:
סקירה של ההתפתחות וההשפעה העתידית של תחום הננו-טכנולוגיה, רקע לגבי התפוקות של תוכנית הננו, נתונים לגבי היקף המחקר בננוטכנולוגיה ומסחרו שכוללים מדדים ביבליומטריים, ניתוח פטנטים, ניתוח של החברות בישראל העוסקות בננוטכנולוגיה ונתונים לגבי השתתפות ישראלית בפרויקטי מחקר אירופאיים, ממצאי פיילוט שערך מוסד נאמן באחד המוסדות האקדמיים לבחינת אפיקי המסחר של פטנטים רשומים בתחום הננו, סקירת שת"פ בין האקדמיה לתעשייה במסחר ננוטכנולוגיה במסגרת תוכניות מדען, ניתוח 'סיפורי הצלחה' במסחר ננו-טכנולוגיות שמקורן באקדמיה, בחינת מודלים של תפקיד 'מגלי ההזדמנויות' וסקירה של פתרונות הקיימים בעולם להתמודדות עם קשיים במסחר טכנולוגיות ננו.

אנו תקווה כי החומר המוצג בדו"ח זה יסייע לוועדה הלאומית לננוטכנולוגיה להחליט על דרכי הפעולה המתאימות לקידום העברת טכנולוגיות ננו שנוצרו באקדמיה לתעשייה ויאפשר לה לייעץ בהתאם לגופים המממנים.

תוכן עניינים

1	תקציר מנהלים
7	הקדמה
9	1. הקשיים המרכזיים בתהליך העברת טכנולוגיות ננו מהאקדמיה לתעשייה
10	1.1 קושי I. קשיים בשלב המעבר בין האקדמיה לתעשייה
13	1.2 קושי II. קשיים הקשורים לשלבי המו"פ באקדמיה
17	1.3 קושי III. קשיים הקשורים לשלבי התעשייה
19	1.4 קושי IV. רגולציה והסברה בנושאי בטיחות ננו
13	1.5 סיכום מאפיינים וקשיים שייחודיים לתחום ננו
23	2. הצעת דרכים להתגברות על קשיי העברת טכנולוגיות ננו מהאקדמיה לתעשייה
24	2.1 דוגמאות לפתרונות המוצעים לפתרון קושי I- שלב המעבר בין האקדמיה לתעשייה
29	2.2 דוגמאות לפתרונות המוצעים לפתרון קושי II - אקדמיה
34	2.3 דוגמאות לפתרונות המוצעים לפתרון קושי III - תעשייה
37	2.4 דוגמאות לפתרונות המוצעים לפתרון קושי IV - רגולציה והסברה
38	3. סיכום ממצאי המחקר
39	4. נספחים
43	4.1 נספח 1: מתודולוגיה
45	4.2 נספח 2: סיכום לגבי ההתפתחות וההשפעה העתידית של תחום הננוטכנולוגיה
47	4.3 נספח 3: רקע לגבי תפוקות תוכנית הננו על פי דיווחי מכוני הננו
48	4.4 נספח 4: נתונים לגבי היקף המחקר בננו טכנולוגיה ומסחור (מדדים ביבליומטריים, ניתוח פטנטים, ניתוח חברות בישראל העוסקות בננו-טכנולוגיה והשתתפות ישראל בפרויקטי מחקר אירופאיים)
48	4.5 נספח 5: פיילוט לבדיקת אפיקי מסחור לפטנטים רשומים בתחום ננו באחד המוסדות האקדמיים
62	4.6 נספח 6: שת"פ בין האקדמיה לתעשייה במסחור ננוטכנולוגיה במסגרת תוכניות מדען
63	4.7 נספח 7: ניתוח ראיונות בנוגע ל'סיפורי הצלחה' ביישום ומסחור ידע שמקורו במחקר אקדמי בננוטכנולוגיה
68	4.8 נספח 8: מודלים של תפקיד 'מגלי ההזדמנויות'
71	4.9 נספח 9: פתרונות קיימים בעולם להתמודדות עם קשיי המסחור שעלו במחקר
72	4.10 נספח 10: שאלון
75	
76	5. ביבליוגרפיה

רשימת איורים

- איור 1: הקשיים המרכזיים בתהליך העברת טכנולוגיות ננו מהאקדמיה לתעשייה 9
- איור 2: הדגמת ננו-ייצור וטכנולוגיות דיגיטליות כמגמות-על 45
- איור 3: מספר הפרסומים הישראליים בקטגוריית Nanoscience & Nanotechnology 2004-13 48
- איור 4: התפלגות הפרסומים הישראליים לפי 20 הארגונים המובילים בקטגוריית Nanoscience & Nanotechnology בשנים 2004-13 49
- איור 5: השינוי בדירוג של מספר הפרסומים בקטגוריית Nanoscience & Nanotechnology כשיעור מכלל הפרסומים של ישראל בשנים 2004-13, בהשוואה לארה"ב, גרמניה וסין 49
- איור 6: התפלגות הפרסומים הישראליים בקטגוריית Nanoscience & Nanotechnology לפי תחומים, 2004-2013 50
- איור 7: מספר הפרסומים המשותפים עם 25 המדינות המובילות בשנת"פ עם ישראל בקטגוריית Nanoscience & Nanotechnology בשנים 2004-13 52
- איור 8: דירוג המדינות המובילות במספר הפרסומים למיליון נפש בקטגוריית Nanoscience & Nanotechnology בשנת 2012 53
- איור 9: דירוג המדינות המובילות במספר הפרסומים ב-5 כתבי העת בעלי ממוצע הציטוטים הגבוה ביותר בקטגוריית Nanoscience & Nanotechnology, 2005 לעומת 2012 53
- איור 10: מספר הגשות הפטנטים (PCT) של ישראל בתחום הננו-טכנולוגיה בשנים 2004-2013 55
- איור 11: התפלגות בקשות PCT בתחום הננו-טכנולוגיה לפי מגזרים 2004-2013 55
- איור 12: התפלגות הגשות PCT בתחום הננו-טכנולוגיה לפי מוסדות וחברות 2004-2013 56
- איור 13: מספר חברות לפי שנת הקמה בשנים 1999-2013 ($75=N$) 58
- איור 14: מספר חברות פעילות בשנים 1999-2013 לפי שלב פעילות ($58=N$) 59
- איור 15: תוכניות המדען הראשי במסלול מגנט"ט בתהליך העברת טכנולוגיות ננו מהאקדמיה לתעשייה 63
- איור 16: מיקומו של מכון פראונהופר על הרצף שבין האקדמיה לתעשייה 74

רשימת טבלאות

- טבלה 1: פירוט בעלי העניין שרואיינו במסגרת המחקר 43
- טבלה 2: מספר שיתופי פעולה בין סקטורים בהגשות PCT בתחום הננו-טכנולוגיה 2004-2013 56
- טבלה 3: נתוני תוכנית המו"פ השישית והשביעית של האיחוד האירופי 60
- טבלה 4: מקורות המימון של המחקרים שהובילו לרישום פטנטים באחד המוסדות האקדמיים 62
- טבלה 5: סיכום מסלולי המימון של החברות שנציגיהן רואיינו 69

הקדמה

ננוטכנולוגיה מוגדרת כשליטה בארגון מחדש של חומר ברמה האטומית והמולקולרית בגודל הנע בין 1 ל-100 ננומטר. אורך ננומטר שווה למיליארדית (10^{-9}) המטר¹. תחומים מדעיים רבים כגון: כימיה, מדעי החומרים, ביולוגיה, פיסיקה והנדסה עוסקים בחקר ויישום של ננוטכנולוגיה, מתוך מטרה ליצור חומרים, התקנים ומערכות שיש להן תכונות או פונקציות חדשות מייסודן. בכל העולם נעשית השקעה ניכרת, ציבורית ופרטית, במחקר ופיתוח של ננוטכנולוגיה. ההערכות עומדות על 24 מיליארד דולר השקעה עולמית במו"פ של ננו-טכנולוגיה ברחבי העולם בשנת 2012 (Roco, 2013). סיכום לגבי ההתפתחות וההשפעה העתידית של תחום הננו-טכנולוגיה ניתן למצוא בנספח 4.2 של דו"ח זה.

בישראל, פורום תל"ם (הפורום לתשתיות לאומיות למחקר ופיתוח) תוך הסתייעות בוועדה הלאומית לננו-טכנולוגיה INNI-Israel National Nanotechnology Initiative פעל בשמונה השנים האחרונות להקמת שישה מרכזי מחקר בתחום הננו-טכנולוגיה שמומנו בשיטת Matching. התוכנית החלה בטכניון בשנת 2005 ובשאר המוסדות האקדמיים ב-2007.

הפאזה הראשונה של התוכנית היוותה את הבסיס למימון ההקמה והשדרוג של תשתיות הננו במוסדות האקדמיים בישראל. היקף ההשקעה המצרפי של ממשלת ישראל במרכזים היתה 73 מיליון דולר לחמש שנים.

בפאזה השנייה, הדגש ניתן ליישום תעשייתי לטכנולוגיות שפותחו במסגרת השלב הראשון. היקף מענק המדינה הכולל לשלב זה היה 60 מיליון דולר. הפאזה השנייה כללה תמיכה ב-FTAs² Focal Technological Areas, שמטרתם לסייע בפיתוח של ננו-טכנולוגיות חדשות ובהעברה של הטכנולוגיות למסחור בתעשייה.

ממשלת ישראל השקיעה בתחום הננו 163 מיליון דולר (כולל 30 מיליון דולר לפני תחילת התוכנית), דבר שמביא את סך ההשקעה בתוכנית, כולל ה-Matching, לכ- 430 מיליון דולר. סכום זה הוא הסכום הגבוה ביותר שהשקיעה מדינת ישראל בתחום מחקרי כלשהו עד היום.

במרכזי המחקר שהוקמו נקלטו עשרות חוקרים מהארץ ומחו"ל ובוצעו אלפי מחקרים המתבססים על ננו-טכנולוגיה. פעילות מחקר ענפה זו הביאה לסיפורי הצלחה של מסחור טכנולוגיות ננו שפותחו באקדמיה. יחד עם זה, נראה שהיישום של פעילות מחקר

¹ Roco et. Al. (2011)

² תכנית ה- FTA החלה בינואר 2012 בששת המוסדות האקדמיים שהשתתפו בפאזה הראשונה של תכנית הננו הלאומית. FTA מוגדר על ידי מספר קריטריונים: 1. יוצר מדע ברמה עולמית והשפעה טכנולוגית על התעשייה. 2. ההשפעה שלו על התעשייה היא בתחומים שיש בהם אינטרס / רלוונטיות לתעשייה הישראלית, בהווה או בעתיד. 3. מכון משימה. 4. כולל מספר קבוצות מחקר להשגת מסה קריטית של פעילות. 5. שיתוף פעולה בין האקדמיה לתעשייה. 6. מוסדות ההשכלה הגבוהה מתחייבים לשים סכום בגובה 200% מכלל הכספים שהוקצו.

זו בתעשייה עדיין לא הגיע למימוש מלוא הפוטנציאל שלו.

הוועדה הלאומית לננו-טכנולוגיה, שמייצעת לגופים המממנים (יו"ר ות"ת, המדען הראשי במשרד הכלכלה, ר' מפא"ת במשרד הביטחון, מנכ"ל משרד המדע וסגן הממונה על התקציבים במשרד האוצר) יצאה במרכז סגור, בפברואר 2014, לביצוע מחקר בנושא. מוסד שמואל נאמן נבחר לבצע את המחקר.

מטרת המחקר:

מטרת המחקר הייתה לבחון את הקשיים בהעברת טכנולוגיות ננו מהאקדמיה ליישום בתעשייה הישראלית והצעת דרכים אפשריות להתגבר עליהם.

מתודולוגיה:

שיטת המחקר המרכזית הייתה של ראיונות מובנים עם בעלי עניין וניסיון בנושא המחקר: ראשי מכוני ננו, ראשי FTAs (Focal Technology Areas), 'מגלי הזדמנויות', מנהלי TTOs (Technology Transfer Offices), אנשים שהיו שותפים ל'סיפורי הצלחה' של מסחור טכנולוגיות ננו שמקורן באקדמיה ואנשים ממנהלת מגנט ו-INNI.

בנוסף, הפצנו סקר בקרב החוקרים של מרכזי הננו במוסדות האקדמיים ובקרב משתתפי כנס ננו ישראל, שהתקיים ב-24-25 למרץ 2014, שבו נשאלו שאלות המחקר המרכזיות (פירוט מלא של מתודולוגיית המחקר ניתן למצוא בנספח 4.1 של דו"ח זה ודוגמא לשאלון בנספח 4.10).

להשלמת התמונה, ביצענו איסוף וניתוח של נתונים לגבי היקף המחקר בננו-טכנולוגיה ותפוקותיו שכלל: ניתוח ביבליומטרי של פרסומים ופטנטים, ניתוח חברות העוסקות בננו-טכנולוגיה בישראל, ונתונים לגבי השתתפות ישראלית בפרוייקטי מחקר אירופאיים בתחום הננו (הנתונים מוצגים בנספח 4.4 של הדו"ח). ביצוע המחקר ארך כשלושה חודשים וביוני 2014, הוצגו ממצאי המחקר המרכזיים בפני הוועדה הלאומית לננו-טכנולוגיה. הדו"ח המסכם של המחקר הוגש ביולי 2014.

אנו מאמינים שהמידע המובא בדו"ח זה יוכל להוות בסיס לדיון ולהמלצות שיביאו לקידום העברת טכנולוגיות ננו שנוצרו באקדמיה ליישום בתעשייה.

1. הקשיים המרכזיים בתהליך העברת טכנולוגיות ננו מהאקדמיה לתעשייה

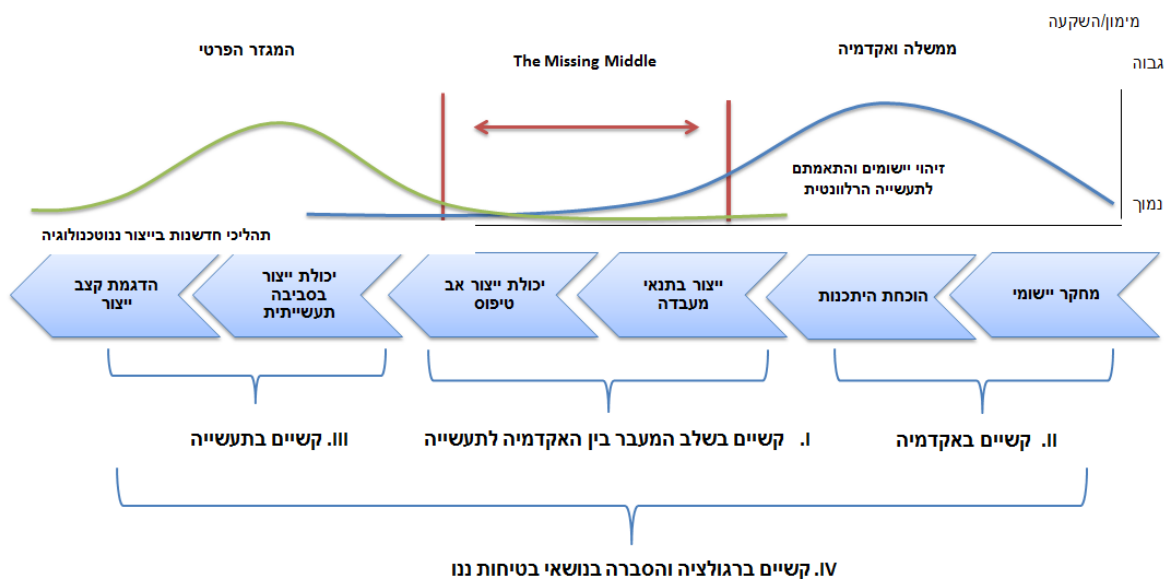
ההשקעה של ממשלת ישראל בתחום הננו הביאה להקמת שישה מרכזי ננו במוסדות האקדמיים, לרכישת ציוד מתקדם, לקליטת חוקרים מהאוניברסיטאות הטובות בעולם, לביצוע מחקרים המתבססים על ננו-טכנולוגיה, לשיתופי פעולה, לרישום פטנטים ולהקמת חברות.

בד בבד, המרואיינים במחקר העלו קשיים הקיימים לאורך תהליך העברת טכנולוגיות הננו שפותרו באקדמיה לתעשייה, שהתמודדות איתם עשויה להביא לקידום נוסף במימוש פוטנציאל המסחור הקיים בתחום זה.

במחקר עלו ארבעה קשיים עיקריים (כפי שמודגם באיור הבא): **הקושי המרכזי הינו בשלב המעבר בין האקדמיה לתעשייה** בתהליך העברת טכנולוגיות ננו שנוצרו באקדמיה לתעשייה. תמיכת הממשלה בישראל ניתנה, במסגרת שתי הפאזות של תוכנית INNI למחקרים, להקמת תשתיות ננו באקדמיה ול-FTAs. מימון ממשלתי נוסף לתמיכה בהעברת טכנולוגיות ננו ליישום בתעשייה ניתן במסגרת תוכניות המדען הראשי במשרד הכלכלה (קמין, מגנטון, נופר, מגנט"ט ותוכנית החממות).

התעשייה, בתמיכה ממשלתית, נכנסת לתמונה רק בשלבי הפיתוח המתקדמים יותר. כך נוצר פער באמצע התהליך (The Missing Middle), שבו האקדמיה כבר לא מעוניינת לקחת חלק בתהליך היישום והמסחור ואילו התעשייה עדיין לא מעוניינת להיכנס לתהליך, מכיוון שמדובר בשלבים מוקדמים מדי עבורה מבחינת ההבשלה הטכנולוגית. שלוש הקשיים הנוספים שעלו במחקר הם: **קשיים הקשורים לשלבי המו"פ באקדמיה, קשיים הקשורים לשלבי המשך הפיתוח והעברה לייצור בתעשייה ובעיות רגולציה והסברה בנושאי בטיחות ננו** וההשלכות לסביבה ולבריאות, שמלווים את כל התהליך. האיור הבא ממחיש את ארבעת הקשיים שתוארו בקצרה לעיל ויפורטו בהמשך.

איור 1: הקשיים המרכזיים בתהליך העברת טכנולוגיות ננו מהאקדמיה לתעשייה



מקור: התאמות של מוסד נאמן לאיור:

NANOMANUFACTURING :Emergence and Implications for U.S. Competitiveness, the Environment, and Human Health. GAO-14-181SP: Published: Jan 31, 2014.

1.1 קושי א. קשיים בשלב המעבר בין האקדמיה לתעשייה

שלב הביניים 'The Missing Middle' מתייחס **לחסר בתהליך מובנה ומנגנונים להעברת הטכנולוגיה מהאקדמיה לתעשייה** וכן **לחסר בהשקעות ומימון**, הנחוצים לצורך הבשלת טכנולוגיית הננו והעברתה לשלב האב טיפוס וה-Scale up. העברה מוצלחת של הטכנולוגיה מהאקדמיה לתעשייה היא תנאי מוקדם להשגת יכולות יצור בסביבה תעשייתית.

1.1.1 חסר בתהליך מובנה ומנגנונים לשלב הביניים:

טכנולוגיות ננו הינן גרורות ובעלות פוטנציאל יישומי מגוון וקיים קושי לזהות יישומיים ספציפיים ולמצוא תעשיות מתאימות

קיימת מורכבות גדולה בחפש תעשייה רלוונטית עבור טכנולוגית ננו שפותחה באקדמיה, מכיוון שקיימת שונות רבה מאוד בתעשיות אליהן מיועדים פיתוחי הננו. יש עולם שלם בעל פוטנציאל יישומי שהוא מאד גנרי, ובשלב פיתוח הטכנולוגיה באקדמיה לרוב לא ברור מה יכול להיות היישום הספציפי המיטבי עבורה. על מנת להתכוון לשוק יעד מסוים, יש צורך לקחת בחשבון משתנים שונים כגון: לאיזה אפיק יש את הסיכוי הרב ביותר לקבלת מימון ממשקיעים, מה פונה לשוק הרחב ביותר ועוד. בנוסף, התעשייה בארץ לא מתעניינת מספיק במחקר הנעשה באקדמיה ולא רואה בו מקור אפשרי למציאת מענה לקשיים שהיא נתקלת בהם. בארה"ב ובאירופה הקשר בין החברות לאקדמיה הרבה יותר חזק והחברות נמצאות בקשר רציף עם האקדמיה על מנת לזהות מחקרים בעלי פוטנציאל עבורן.

חסר דיאלוג אקדמיה-תעשייה: צרכי התעשייה אינם מגיעים לאקדמיה ורעיונות אקדמיים לא נחשפים לתעשייה

הצרכים האמיתיים של התעשייה לא מגיעים במידה מספקת לאקדמיה. לדברי אחד מ'מגלי ההזדמנויות' "אם צרכי התעשייה היו מגיעים, ניתן היה לחשוב אם אפשר להציע פתרונות...ישנם 'פתרונות באקדמיה שמחפשים בעיות' וצריך מישהו שיעשה את ההתאמה בין הפתרונות לשוק המתאים". תפקידו של 'מגלה ההזדמנויות' להבין את הפוטנציאל הגלום במחקר ולהעביר אותו לרמת האפליקציה, להבין את החלק היישומי שבמחקר ולחשוב איזה חברה יכולה להתעניין בו. לשם כך יש לבצע מחקרי שוק, להכיר היטב את התעשייה ולחשוב בדרך יצירתית על שימושים ומוצרים חדשים אפשריים. חברות לא תמיד עושות את הקישור בין המחקר באוניברסיטאות לבין צרכי החברה. הקישור הזה קשה יותר בתחום הננו מאשר בתחומים אחרים, מכיוון שזה תחום חדש ומתפתח שהחברות עדיין מגששות בו.

מראיינים מהאקדמיה העלו את הסברה שהבעיה בדיאלוג נובעת מכך שהתעשייה

שלב הביניים 'The Missing Middle' מתייחס לחסר בתהליך מובנה ומנגנונים להעברת הטכנולוגיה מהאקדמיה לתעשייה וכן לחסר בהשקעות ומימון, הנחוצים לצורך הבשלת טכנולוגיית הננו והעברתה לשלב האב טיפוס וה-Scale up.

מתייחסת לאקדמיה בצורה 'מתנשאת' בטענה שהאקדמיה ממומנת על-ידי משלם המיסים ולכן לא יכולה לדרוש דבר עבור ה-IP שפיתחה.

הדיאלוג בין החוקרים לתעשייה כרוך בתהליך של בניית שפה משותפת. זה תהליך שמזין את עצמו ועם הזמן החוקרים לומדים להיות יותר אפקטיביים בדיאלוג עם התעשייה, והתעשייה לומדת כיצד להפיק יותר מהאקדמיה.

קיים פער טכנולוגי בין האקדמיה לתעשייה- הרבה מהרעיונות האקדמיים בתחום הננו דורשים פיתוח נוסף עד לשלב שניתן יהיה לעניין בהם את התעשייה, והתעשייה לא מוכנה להשקיע בפיתוח כזה.

קיים פער גדול בתחום הננו מבחינת מידת הבשלות של הרעיון הטכנולוגי שנוצר באקדמיה, בין מה שהאקדמיה מחשיבה כ'סוף תחום העניין שלה' לבין מה שהתעשייה צריכה כדי להתחיל להתעניין ולהשקיע בטכנולוגיה. לדברי מנהל בכיר בתעשייה אותו ריאיינו: "בננו המכשולים הם מכשולי טכנולוגיה ולא מכשולי הנדסה שיכולים להיפתר על-ידי מהנדסים מהתעשייה. הפער הטכנולוגי הזה, שהוא מחוץ לתחום העניין של החוקרים באקדמיה יוצר את החלל הגדול בין קצה הדרך של האוניברסיטה לתחילת הדרך של התעשייה. מה שחסר זה לא שהאקדמיה תעשה צעד לקראת התעשייה והתעשייה תעשה צעד לקראת האקדמיה, חסרה חולייה מהותית באמצע הדרך. הפער הקיים ייסגר בתהליך טבעי, איטי והדרגתי בתוך כעשר שנים, אולם בשלב זה הפער ייסגר עבור כולם והיתרון התחרותי יאבד".

קושי של החוקרים בניהול והבנת הצד העסקי

על מנת לעניין את התעשייה בטכנולוגיית ננו שפותחה באקדמיה, יש צורך לבנות תוכנית עסקית ולהציג את הטכנולוגיה למשקיעים פוטנציאליים. פעמים רבות, לחוקרים אין את הרצון ואת ההבנה העסקית הדרושים על מנת לעשות את החיבור בין המחקר האקדמי לצרכים התעשייתיים, אין תוכנית עבודה מסודרת ואין מי שמבצע מעקב כאשר הפרויקטים נמצאים בשלב מוקדם מכדי שגופים מסחריים יכנסו. בחלק מהמוסדות האקדמיים 'מגלי' הזדמנויות' ממלאים פונקציה זו.

1.1.2 קשיים במימון שלב הביניים:

בשלב הביניים קיים פער במימון הממשלתי, במימון הפרטי או בכל תמיכה אחרת. פער זה יכול לפגוע בניסיון של המדענים לעבור משלב המחקר בננו-טכנולוגיה ופיתוח בתנאי מעבדה ליכולת יצור בסביבה תעשייתית. הממשלה, באמצעות תוכנית INNI, סייעה במימון שלבי הפיתוח של טכנולוגיית הננו באקדמיה, בעוד שההשקעות של התעשייה בישראל מתמקדות בשלבים המתקדמים יותר של התהליך. כתוצאה מכך המימון של שלב האמצע אינו מספק **וקיים קושי בגיוס מימון לשלבי המשך של המחקר היישומי**. הרבה מהמחקרים בתחום הננו נמצאים עדיין בשלב התחלתי ודרושים זמן והשקעה כספית גדולה כדי לאפשר להם לבצע פיתוח נוסף, להגדיר מעטפת ביצועים של הטכנולוגיה, לבצע הוכחת יכולת ולהביא אותם לבשלות הנדרשת כדי לעורר עניין אצל חברות. העברת חדשנות מבוססת ננו לשלב האב טיפוס ולשלב הדגמת יכולת ייצור בסביבה תעשייתית כרוכה בעלויות גבוהות. עלויות אלה יכולות להוות חסם לכניסת חברות. מרואיינים רבים ציינו שגנו אינו שוק היעד, הוא הטכנולוגיה. הוא פלטפורמה שצריך לעבור עוד דרך כדי להבין מה לעשות איתה. משקיעים מדברים במונחים של שווקי יעד. קל יותר לגייס

כסף לחברה שמתמקדת במוצר מסוים שיש לו שוק. גם לאחר שמוגדר שוק היעד, עדיין יש הרבה עבודה להשקיע עד למסחור, לבדוק מה דרישות השוק מבחינת ביצועי המוצר ומחיר היעד שלו, לפתח מתקנים ותהליכים לייצור וכדו'.

לדברי המרואיינים, בתחומים של ביטחון ורפואה קל יותר להשיג מימון. ברפואה תהליכי המסחור (גם ללא קשר לננו) יותר מבוקרים ויש יותר מבחנים לפני הטמעת מוצרים, ובביטחון יש לגיטימציה להשקעת כספים. מערכת הביטחון מחפשת ביצועי שיא בפרמטרים שקשה להשיג בטכנולוגיות רגילות ולכן יש צורך בטכנולוגיות פורצות דרך. בשל המצב הביטחוני בישראל יש השקעה גדולה יחסית בתחום זה.

מרואיינים שונים התייחסו לכך **שהסקטור הפרטי, כולל VC, מסתייג מלהשקיע במיזמים בתחומי הננו, שנתפסים כבעלי סיכון גבוה, עלויות גבוהות וזמן ארוך** עד להחזר ההשקעה. קשה למצוא משקיעים בתחום הננו בגלל סיכון גבוה בהשקעה לטווח רחוק. קרנות הון סיכון וקרנות ממשלתיות לא מוכנות לקחת סיכון מעבר לשנתיים עד חמש שנים ואילו לוחות הזמנים של האקדמיה בתחום הננו הרבה יותר ארוכים. לוקח זמן לקדם מחקר ולרשום פטנט. בנוסף, משקיעים בדרך כלל מעדיפים דברים מוכרים ונמנעים מננו בשל הסיכון הנוסף המתלווה לטכנולוגיות חדשות. מנהל בחברת הזנק שהוקמה על בסיס טכנולוגיית ננו סיפר: "קרנות הון סיכון אמרו לנו שהשלב מוקדם מידי, חברות אמרו שמוקדם מידי... לקח לנו זמן ללמוד את השוק. למזלנו היה לנו כסף מפרויקט ב-FP7".

בשוק קיימים גם פתרונות אחרים ואין נכונות לשלם יותר עבור טכנולוגיות ננו. ללקוחות לא חשוב גודל החלקיקים אלא הביצועים ועלויות החומר שמבוסס על טכנולוגיית ננו לעומת עלות החומרים הקיימים הנמצאים בשימוש בשוק. הלקוחות רוצים לשלם אותו מחיר שהם משלמים עבור הפתרונות הקיימים כיום, וזה בעייתי בשימוש בטכנולוגיות ננו בשל אורך זמן הפיתוח, התשלום ליועצים חיצוניים והתשתיות שיש להתאים, שמעלים את מחירו הסופי של המוצר.

תוכניות מדען, כדוגמת 'קמין', 'נופר', 'מגנטון' ו'מגנט', הם אחדים מאפיקי המימון הקיימים לצורך עידוד העברת מחקר בסיסי למחקר יישומי ושל המחקר היישומי לתעשייה. לפי נתונים שהועברו לצוות המחקר על-ידי מנהלת מגנט, ניכר **שאינן שימוש מספק במסלולים של תוכניות המדען לפרויקטים מתחום הננו**. בשנים 2012-2013 היו 12 הגשות לתוכניות 'מגנטון' ו'נופר', שמהן אושרו 6 (רוב הדחיות היו בגלל אי התאמה לתוכניות אליהן הוגשו), 28 הגשות ל'קמין' שמהן אושרו 20 (בסבב האחרון היו רק 3 הגשות לעומת 5-8 בסבבים קודמים וכל ההגשות אושרו). בהתחשב בכך שמדובר בשישה מוסדות מחקר ובשנתיים של פעילות, שבהן תשעה סבבי הגשה מצטברים בכל התוכניות הרלוונטיות, ניכר שאין שימוש מספק בתוכניות אלה.

כששאלנו את המרואיינים מהי לדעתם הסיבה לכך, קיבלנו מגוון תשובות. הרבה מהמרואיינים טענו שהמימון בתוכניות נמוך. חלק מהמרואיינים היו מופתעים מכך שאין יותר הגשות, בעיקר לתוכנית 'קמין', שבה אין צורך בשותף תעשייתי אלא רק במלווה עסקי והביעו את רצונם לבדוק זאת. חלק אחר של המרואיינים התייחס לקושי שבעבודה מול הבודקים המדעיים של התוכניות והאדמיניסטרציה הכרוכה בהשתתפות בהן. בנוסף, נאמר שתוכניות המדען הקיימות אינן מתאימות למאפייני תחום הננו (מבחינת משך הזמן הניתן לפרויקטים במסגרת התוכניות, מבחינת הקושי למצוא חברה שתלווה את המחקר ותשקיע בו בשלבי האקדמיה ועוד), ובמידה שתעשה התאמה שלהן לתחום הננו זה יביא ליותר הגשות. במשרד לקשרי אקדמיה-תעשייה של אחד המוסדות נאמר לנו שבמהלך השנים הם למדו לדייק יותר

במחקרים שהם בוחרים להגיש לתוכניות השונות, דבר שמצמצם את מספר ההגשות שלהם אך מעלה את הסבירות שהבקשות יאושרו.

מסלול החממות אינו המסלול המועדף על האוניברסיטאות למסחור בגלל אי התאמתו לפעילויות הננו בגלל זמן קצר מדי ותקציב נמוך. מודל החממה בעייתי מכיוון שחברות המוקמות בתוך חממות מקבלות מימון נמוך ומאבדות חלק מה-IP. לכן, בדרך כלל מחפשים פתרונות אחרים שכרוכים בויתור על חלק קטן יותר של ה-IP. לטענת מספר מרואיינים, החממות לא משקיעות מספיק מכיוון שהקרנות שלהן עברו הפרטה, ולכן פרויקט שלא יכנס לקרן, לא יכנס לחממה.

צוות המחקר סבור שכדאי להמשיך ולבחון מדוע אין שימוש רב יותר בתוכניות המדען שצוינו לעיל לצורך קידום העברת טכנולוגיות ננו ליישום בתעשייה. אנו מציעים לבצע פיילוט שבו יבחנו אפיקי המימון שבהם השתמשו החוקרים לאחר רישום הפטנט. רישום פטנט מהווה הכרה בכך שלמחקר יש פוטנציאל בכוון יישומי ולכן, בחינת השימוש בתוכניות מדען בפרויקטי ננו המבוססים על פטנטים אלה לעומת מקרים בהם נבחרו דרכי מימון חליפיות יסייעו להבין מה ניתן לעשות להגברת השימוש בתוכניות המדען.

פרוט נוסף לגבי שיתוף הפעולה בין האקדמיה לתעשייה לצורך מסחור ננו-טכנולוגיה במסגרת תוכניות המדען ניתן למצוא בנספח 4.6 של דו"ח זה.

1.2 קושי II. קשיים הקשורים לשלבי המו"פ באקדמיה

בשלבי פיתוח טכנולוגיות הננו באקדמיה זוהו מספר קשיים הנוגעים להמשך המסחר של טכנולוגיות אלה: אחד הקשיים נוגע לאוכלוסיה של **חוקרים באקדמיה שמבצעים מחקרים יישומיים שמניבים טכנולוגיות ננו בעלות פוטנציאל מסחר אך הם אינם מעוניינים לעסוק בכך**. קושי אחר נוגע **לסוגיות הקשורות לתפקוד ה-TTOs** במוסדות האקדמיים, שמביאות לכך שחוקרים וגורמים בתעשייה אינם מוכנים להיכנס לתהליך המסחר. קושי נוסף שהעלו המרואיינים נוגע **לבעיית מימון תשתיות הננו במוסדות האקדמיים** לאחר סיום הפאזה השנייה של תוכנית INNI.

1.2.1 יש חוקרים שאינם מעוניינים במסחר

'מגלי ההזדמנויות' בכל המוסדות האקדמיים בצעו מיפוי של פוטנציאל המסחר הטמון במחקריהם של החוקרים הפעילים במסגרת מרכזי הננו. חלק מהחוקרים שמחקריהם זהו כבעלי פוטנציאל למסחר אינם מעוניינים לעסוק בכך אלא **להתמקד רק במחקר אקדמי**. בקבוצה זו מתמקדת עיקר העבודה של 'מגלי ההזדמנויות', מתוך מטרה לממש את הפוטנציאל הטמון במחקריהם ליישום ומסחר.

מספר מרואיינים התייחסו לכך שלחוקרים בתחום הננו יש אתגר כפול, מצד אחד הם מעוניינים להמשיך בכיווני המחקר שלהם אך במקביל הם נדרשים לפתח את הרעיון הטכנולוגי בכיוונים שהתעשייה מעוניינת לבחון.

הרצונות הייזמיים והרצונות האקדמיים לא תמיד מסונכרנים ולפעמים נמצאים בסתירה. מרגע שממסחרים ידע של חוקר, הוא אינו חופשי יותר לעשות עם המחקר כרצונו, גם לא לפרסם. רוב החוקרים אינם מעוניינים בעיכוב בפרסומים שלהם שיוצר תהליך המסחר. אחד מ'מגלי ההזדמנויות' סיפר על חוקר שפנה אליו בבקשה לסייע בקידום מסחר של טכנולוגיית ננו. כאשר החוקר פנה ל-TTO נאמר לו שעליו להגיע לתוצאות נוספות לפני שיחליטו אם להשקיע כסף בפטנט. מצד שני, נאמר לו שלא תהיה אפשרות לרשום פטנט במידה שיפרסם מאמר בנושא. החוקר מצא את עצמו במעגל סגור שבו הוא אינו יכול לפרסם מאמר לפני רישום הפטנט, וגם רישום הפטנט מתעכב עד לקבלת תוצאות נוספות מהמחקר.

מעורבות בתהליכי מסחר של הטכנולוגיה שפותחה עלולה להאט את תהליך הקידום של חוקרים. החוקרים אינם מקבלים עידוד מהאוניברסיטאות בכיוון של מסחר הטכנולוגיה שפיתחו והעיסוק בכך עלול להביא לכך שלא יפרסמו מספיק מאמרים ובכך **יפגע הקידום שלהם**.

פרופסורים באוניברסיטאות אינם **בהכרח בעלי אופי יזמי ורצון להתמודד עם העומס והלחץ הכרוכים בתהליך המסחר של הטכנולוגיה שפיתחו, מה גם שמעורבות של חוקרים במסחר אינה מתוגמלת מספיק מבחינה כספית**. על מנת להגיע למסחר יש צורך באדם בעל אישיות יזמית שהרעיון בוער בעצמותיו ומכיר את הצד המדעי וגם יודע איך להלהיב משקיעים. קשה למצוא אנשים כאלו שהם גם יזמים, גם בעלי רקע מדעי,

בשלבי פיתוח טכנולוגיית הננו באקדמיה זוהו מספר קשיים הנוגעים להמשך המסחר של טכנולוגיות אלה:

- I. ישנם חוקרים באקדמיה שמבצעים מחקרים יישומיים שמניבים טכנולוגיות ננו בעלות פוטנציאל מסחר, אך אינם מעוניינים לעסוק בכך.
- II. סוגיות הקשורות לתפקוד ה-TTOs במוסדות האקדמיים, שמביאות לכך שחוקרים וגורמים בתעשייה אינם מוכנים להיכנס לתהליך המסחר.
- III. בעיית מימון תשתיות הננו במוסדות האקדמיים לאחר סיום הפאזה השנייה של תוכנית INNI.

יכולים לנהל צוות פיתוח ויודעים לדבר עם לקוחות. יש סטודנטים שסיימו דוקטורט, שמחליטים לא ללכת לפוסט דוקטורט ומעוניינים להמשיך את הרעיון שפיתחו עד לשלב של יישום. לסטודנטים אלה יש מרץ רב, אך אין להם בדרך כלל ניסיון.

1.2.2 קשיים הקשורים ל-TTOs

קשיים הקשורים לפעילות ה-TTOs גורמים לכך שחוקרים וגורמי תעשייה נרתעים מכניסה לתהליך המסחור: **למרבית ה-TTOs יש הסכמי אקדמיה-תעשייה קשיחים בעיקר בסוגיית ה-IP** שאינם מאפשרים גמישות. בראיונות הושמעו טענות כנגד ההתנהלות של ה-TTOs, כמו למשל זמן תגובה ארוך מאוד, כשבשוק יש הזדמנויות רבות ואנשי עסקים לא תמיד מוכנים לחכות זמן רב לתשובה. התהליך מצליח בעיקר אם החוקר דוחף מבפנים. גופי ה-TTO מנסים למקסם רווח. על מנת ליצור שינוי, ה-TTOs לא צריכים להימדד על פי הרווחים שלהם.

חלק מחברות ה-TTO אינן מסייעות מספיק לחוקרים בתהליכי המסחור. שלב רישום הפטנט כרוך בקשיי מימון לפני ולאחר הרישום. לדוגמא, בדיקת ה- 'freedom of practice' שנעשית על-ידי עורך פטנטים ונמצאת באחריות ה-TTO's היא בדיקה יקרה ומורכבת המצריכה מקורות מימון. יש הבדל בין האוניברסיטאות מבחינת יכולת ההשקעה שלהן ברישום פטנטים. במשרדי המסחור יש ועדות פטנטים. האנשים בוועדות אלה הם בעלי ניסיון אך לא תמיד מומחים בתחום הספציפי של המחקר והם שצריכים לבחור איזו טכנולוגיה למסחר ואיזה לא.

לאחר רישום הפטנט, ה-TTOs בדרך כלל מחזירים את העיסוק בפטנט לחוקרים. התהליך יימשך במידה והחוקרים ייצרו קשר עם חברה שמתעניינת בפטנט. לדברי המרואיינים, הקושי הגדול לאחר רישום פטנט הוא בגיוס כסף וזו הסיבה שיש הרבה פטנטים במשרדי המסחור שלא קרה איתם דבר. כפי שאמר אחד המרואיינים "האוניברסיטאות אינן יכולות וגם לא צריכות לממן פיתוח מוצר מעבר לפיתוח ראשוני והוכחת היתכנות לפעמים עד אב טיפוס".

בנוסף, ה-TTOs מטפלים בכמות רבה של טכנולוגיות ואין להם מספיק אנשים כדי לטפל ביעילות בכל ההזדמנויות שפיתוחי החוקרים מביאים.

חברות הזנק, שהוקמו על בסיס רעיון אקדמי, מתקשות במקרים מסוימים, לקבל כספי מדען אם ה-IP לא נמצא בבעלות החברה אלא האוניברסיטה העניקה לחברה רישיון לשימוש בטכנולוגיה- הדבר קורה במקרים של חברות שנמצאות בחממות טכנולוגיות וכן במקרה שבו הידע העתידי שפותח בחברה הוא על בסיס רעיון שנוצר באקדמיה. מרואיינים ציינו שחוק המו"פ, שמטרתו לעודד את התעשייה בישראל, נתפס אצל חלק מהחברות והמשקיעים כבעיה עסקית מכיוון שתחת החוק הם מוגבלים בהעברת הייצור לחו"ל ובהעברת ידע לחו"ל.

1.2.3 קשיי מימון של תשתיות הננו

בסיום הפאזה השנייה של תוכנית הננו, תהיה בעיית מימון של תשתיות הננו שהוקמו במוסדות האקדמיים. תחום הננו הוא עתיר השקעות הון. בתשתיות הננו יש הרבה מאוד ציוד יקר וקיימת בעיה של חידוש ושימור הציוד. מטבע הדברים הציוד מתיישן וחלק מהציוד יקר לתחזוקה שוטפת. תשתיות הננו כיום מגיעות במהירות לנקודה שחלק מהציוד יפסיק לתפקד. בעיה זו עלתה בשיחות עם מנהלי

מכוני הננו ועם מרואיינים רבים נוספים. ראשי מכוני הננו ציינו שמרבית זמנם כיום מוקדש למציאת פיתרון לסוגיה זו. לדבריהם, השירותים הניתנים בתשתיות לתעשייה והמימון שהם מצליחים לגייס מהמוסדות האקדמיים וממקורות מימון נוספים יספיקו להמשך קיומן של התשתיות, אך לא לרכישת והחלפת ציוד שמתיישן בציוד מתקדם שיוכל לשמור את מחקרי הננו המתבצעים בתשתיות בחזית המחקר בעולם. בנוסף, ללא ציוד מתקדם בתשתיות, התעשייה תחפש תשתיות בחו"ל דבר שעשוי לגרום לבריחת IP מהארץ.

1.3 קושי III. קשיים הקשורים לשלבי התעשייה

הקושי המרכזי בתעשייה בישראל, שזוהה במחקר, נובע בעיקר מחסר בחברות שעוסקות בתחום הננו וחסר בכוח אדם מיומן בחברות, שמקשים על הקליטה והיישום של טכנולוגיות ננו שנוצרו באקדמיה.

יש בישראל כיום מעט חברות גדולות בעלות חשיבה חדשנית ארוכת טווח, שערוכות לקלוט טכנולוגיות ננו ולהשקיע בהעברתן לתעשייה (למעט התעשייה הבטחונית).

לכן אפשרות המסחור העיקרית היא של הקמת חברות הזנק. מרואיינים רבים תארו את השוק הישראלי כקטן ושאינן כמעט השקעה של התעשייה בישראל בתחום הננו-טכנולוגיה. תמהיל החברות בארץ שעוסקות בנו מורכב ברובו מחברות הזנק, מעט חברות גדולות ובינוניות שכמעט ולא משקיעות במו"פ וחברות ביטחוניות שמקבלות מימון ממשלתי (בנספח 4.4 מוצג ניתוח של החברות בישראל העוסקות בתחום הננו).

ההשקעה במו"פ בארץ באופן כללי אינה מספקת, ניתן לראות זאת כשמנקים את ההשקעה של החברות הרב לאומיות ומסתכלים רק על ההשקעה של החברות הבינוניות והגדולות הישראליות.

התעשיות הביטחוניות הן הבשלות ביותר להעברת טכנולוגיות ננו מהאקדמיה ליישום, מכיוון שהצרכים שלהן נובעים ממצב ביטחוני שמחייב פיתרון והן בעלות הסתכלות לטווח ארוך ותקציבים. הרבה מהחברות ששותפות ל-FTAs הן חברות מהתעשייה הביטחונית והן לא דווקא מחפשות פתרונות זולים. המימון של רוב המחקרים המתבצעים בחברות הביטחוניות מגיע ממפא"ת. מכסף זה החברות הביטחוניות מורידות תקורה ולכן הכסף שמגיע לאקדמיה נמוך יותר במקום שיגיע ישירות ממפא"ת.

חברות גדולות, כמו התעשייה האווירית ורפאל, מפתחות בעיקר בתוך החברות ופחות מבצעות עסקאות בתחום הננו. שאר התעשייה בישראל עדיין לא בשלה ומוכנה, זה תהליך איטי.

נכון להיום טכנולוגיות ננו נמצאות בשלב בו הן בעיקר מביאות לשיפור של תהליכים למוצרים קיימים ועדיין לא מהוות טכנולוגיות מהפכניות וחדשות או מוצרים חדשים לחלוטין. לדברי מרבית המרואיינים, לא ריאלי לקוות שהתעשייה תרוויח בקנה מידה גדול בשנים הקרובות מתחום הננו.

אין כיום בישראל פעילות מספקת של חברות רב-לאומיות שמעוניינות להשקיע במסחור ננו. החברות הרב-לאומיות שפועלות כיום הן חברות שזיהו פוטנציאל בארץ ובאו לחפש טכנולוגיה.

לדברי מרואיינים, ההשפעה הגדולה ביותר משילוב טכנולוגיות ננו יכולה להיות בתעשיות המסורתיות. כיום אין מודעות וידע בתעשייה המסורתית לגבי אפשרויות הטמונות בתחום הננו עבורן. בתעשיות אלה נושא המסחור עוד יותר מאתגר מכיוון שתהליכי שיפור וחדשנות פחות טבעיים להן.

קיימים חסמי כניסה שמרתיעים את התעשייה מהשקעות בתחום הננו. לדוגמא,

הקושי המרכזי בתעשייה בישראל, שזוהה במחקר, נובע בעיקר מחסר בחברות שעוסקות בתחום הננו וחסר בכוח אדם מיומן בחברות, שמקשים על קליטה והיישום של טכנולוגיות ננו שנוצרו באקדמיה.

הכנסת טכנולוגיית ננו דורשת קניית ציוד חדש, תהליכי ייצור ובקרה חדשים, גיוס כוח אדם מיומן וכדומה. אם יוצרו ביקושים גדולים למוצרי ננו והשימוש בטכנולוגית ננו ייתן יתרון תחרותי משמעותי ולא רק יחליף טכנולוגיות שנותנות פיתרון מתקבל על הדעת בעלות נמוכה יותר, הם עשויים לשנות את חישובי כדאיות הייצור ויכלו להצדיק השקעות של החברות בתשתיות.

בנוסף, בתעשייה בישראל קיים מחסור בכוח אדם מיומן, שמתמחה בתחום הננו. בשלב זה אין רצון בתעשייה לשינוי המצב. כיום, יש רק מעט אנשים בתעשייה שיכולים להסתכל על רעיונות אקדמיים בננו-טכנולוגיה ולהבין אותם. בוגרי תוכנית הננו בטכניון לא מצליחים למצוא עבודה בתחום מאחר והתעשייה עדיין לא רואה את הערך המוסף שיש בהשכלתם המולטידיסציפלינארית.

1.4 קושי IV. רגולציה והסברה בנושאי בטיחות ננו

קיימת בישראל בעיית רגולציה והסברה שמלווה את כל תהליך מסחור טכנולוגיית הננו.

1.4.1 הרגולציה עדיין לא מוסדרת

קיימת בישראל חוסר ידיעה והבנה של המדענים, היזמים ושל התעשייה בנוגע לרגולציה הצפויה בתחום בטיחות הננו. הדבר מהווה בעיה במוצרים שיש עימם מגע, החל מסביבת עבודה של ייצור שבה החלקיק הננומטרי בא במגע עם העובדים ועד צריכה ושימוש במוצרי מזון ורפואה. **חסרה תקינה וחקיקה מוסדרת בנושאי הבטיחות בננו-טכנולוגיה ואין גוף שאחראי לנושא זה.** נושא הרגולציה בננוטכנולוגיה הוא נושא שמעסיק ממשלות ותעשיות בכל העולם. בישראל אין כרגע תקנות או חקיקה בנושא. לייזמים הכל נראה מסוכן באותה מידה ואין הבחנה בין חלקיקים ננומטריים שלא אמורה להיות איתם בעיה כמו חול ואבק, לחלקיקים ננומטרים שעשוי להיות בהם סיכון גבוה יותר כמו למשל חלקיקי מתכת כבדה.

אחד המראיינים אף ראה את הנושא הרגולטורי כבעיה המרכזית של ה-Missing middle. לדבריו המרחק בין שלב הפיתוח לשוק גדול כיום בגלל החסם הרגולטורי, והסרת חסם זה תקל על המשקיעים. לדברי מראיין אחר "אם מדובר בטכנולוגיה שנותנת שיפור מהותי למוצר קיים או מוצר חדש שיש בו ערך כלכלי ברור, תמיד תהיה לחברות פתיחות ונכונות לאמץ את הטכנולוגיה, בתנאי שאין בעיות רגולטוריות". בעיות הרגולציה בתחום הננו גורמות לכך שתעשיות חוששות להיכנס לתחום שבו העתיד לא ידוע. קיימים קשיים אובייקטיביים שנובעים מגודל חלקיקי הננו בעיקר בתחום הקוסמטיקה והתרופות. למדענים ויזמים יש ציפייה שהמידע הרגולטורי יהיה קיים בשלב מוקדם, ולכן נדרש תקציב ל-TTO לצורך העסקת מומחה בתחום הרגולציה הרפואית. יש מקום שהנושא יטופל גם ברמה הממשלתית.

בדו"ח שפרסם GAO³ (Persons et al., 2014) הוצג מידע לגבי ההשלכות של EHS-Environmental, Health and Safety בתחום הננו-טכנולוגיה. למרות שמתנהל בעשר השנים האחרונות דיון על השלכות EHS, עדיין מעט מאוד ידוע לגבי סיכונים הכרוכים בחשיפה לחומרי ננו. הדו"ח מציין שעד כה נבחנו מעט מאוד סוגים של חומרי ננו ולכן, אין אפשרות לנבא סיכונים בחומרי ננו באופן כללי. הסיכונים לאלה שעובדים עם חומרי הננו, גבוהים יותר מאשר לכלל האוכלוסיה, היות שבשלב הייצור חומרים אלה נמצאים בצורתם החופשית. עבודה בחדרים נקיים ושיטות עבודה מתאימות, יכולים להפחית את סיכוני החשיפה במקום העבודה. כיום, אין נתונים זמינים לטווח ארוך ולכן קשה מאוד לחזות ולנהל סיכונים עבור חומרי ננו חדשים. חברי הפורום הדגישו בדו"ח את הצורך ליידע את הציבור ביתרונות ובסיכונים הכרוכים בננו-טכנולוגיה ולעזור לציבור להבדיל

קיימת בישראל בעיית רגולציה והסברה שמלווה את כל תהליך מסחור טכנולוגיית הננו.

³ GAO-United Stated Government Accountability Office

בין סיכון אמיתי לתחושת סיכון שאינה מוצדקת ונובעת מחוסר ידע. קיים טווח רחב מאוד של חומרים ומוצרים חדשים שטכנולוגיות ננו יכולות ליצור ולכן, נחוץ מחקר משמעותי על מנת לחזות את ההשלכות של ייצור חומרי ננו תוך שימוש בטכנולוגיות ננו.

קיים מתח מסוים בין קידום חדשנות בננוטכנולוגיה ואימוץ רגולציה על מנת להתמודד עם השלכות השליליות של EHS. יש החוששים שהכנסת רגולציה עשויה לפגוע בחדשנות. הדו"ח מעלה את הסברה שפיתוח על-פי רגולציה יקדם באופן משמעותי את הננו-טכנולוגיה בכך שהסיכונים יהיו ידועים וניתן יהיה להפחיתם. מנגד, עולה הטענה שקיימות מספיק עדויות להשפעות שליליות על בריאות עובדים ולכן נחוצות שיטות עבודה קפדניות ויעילות.

חשש נוסף שקיים הוא שחומרי ננו מסוימים (למשל חומרי ננו בצורת אבקה Powder form) יכולים להישאף ולהוביל לחשיפה רחבה, מבלי שהמשתמשים מודעים ומנהלים את הסיכונים הפוטנציאליים. לדוגמא, לקוח המשתמש במדפסת תלת מימד יכול במהירות להנות מיתרונות החדשנות, אבל שליטה בסיכונים EHS בבתי האנשים מציגה אתגר רגולטורי גדול.

בדו"ח שפרסם GAO, נאמר שבשמונה השנים האחרונות קיים מאמץ בינלאומי מתמשך להגיע לסטנדרטים עולמיים בתחום הננו. כדוגמא מוזכר המאמץ המתבצע ב-OECD לפיתוח גישות לפיתוח אחראי בתחומי הננו-טכנולוגיה והננו-מדע. חלק גדול ממאמץ זה מתבצע באמצעות פעילות הועדה לננוטכנולוגיה ב-OECD (Working Party on Nanotechnology- WPN), שתפקידה לייעץ לממשלות על גיבוש מדיניות בנושאים שונים בהקשר של 'פיתוח אחראי' של ננוטכנולוגיה. הועדה מקדמת גם שיתוף פעולה בינלאומי על מנת לסייע למחקר, לפיתוח ולמסחר אחראי של ננו-טכנולוגיה. בהקשר זה של מאמץ רגולציה בינלאומי יש לציין שמשרד הבריאות הישראלי משתתף בתוכנית האירופית לבטיחות-ננו וליישום בטוח של חדשנות בתחום הננו-מדע והננו-טכנולוגיה (FP7 ERA-NET) (Safe Implementation of Innovative Nanoscience and Nanotechnology on Nanosafety)⁴. תוכנית אירופאית זו מקדמת מסחר בטוח של תוצרי מחקר בננוטכנולוגיה.

1.4.2 הסברה

קיים חוסר במודעות ומחסור ביחסי ציבור לגבי תחום הננו-טכנולוגיה בקרב הקהל הרחב ויש צורך לנפץ מיתוסים וחששות קיימים. בדו"ח שפרסם GAO (Persons et al, 2014), צוין מידע המבוסס על סקרים וסטטיסטיקות, לפיהן הציבור אינו מבין את המושג ננו-טכנולוגיה, אין לו הבחנה בין חומרי ננו שונים מבחינת רמת הסיכון שבהם והוא מאמין שטכנולוגיה זו טומנת בחובה סיכונים. תפיסת הציבור תלויה ביישומי הטכנולוגיה וכיצד היתרונות שלה מוצגים לציבור. חברי הפורום מדגישים בדו"ח את הצורך, שהממשלה והחברות יעבירו מידע לציבור לגבי היתרונות כמו גם לגבי הסיכונים בחומרים חדשים המפותחים בטכנולוגיות ננו ומחומרי ננו.

⁴ FP7 ERA-NET on Nanosafety Safe Implementation of Innovative Nanoscience and Nanotechnology, <http://www.siinn.eu/en/> (אוחזר ב- 21.7.2014)

בדו"ח נאמר שהמדינות שתהיינה ראשונות לסיים את הטיפול בנושא התקנים וניהול הסיכונים ישיגו יתרון בפיתוח טכנולוגיות, מוצרים והקמת חברות. ראוי לציון האיחוד האירופאי הנוקט בגישה זהירה ודורש סימון מיוחד שנועד לצמצם את חוסר הוודאות לגבי מוצרי הננו בשוק, שאכן נמצאים תחת רגולציה. האזרח יודע שייזמים ומדענים פועלים בתחום הננו בשוק שאין בו רגולציה וזה גורם לו לדאגה, שניתן להפלחיתה באמצעות הכנסת רגולציה והסברה של הפוטנציאל העצום שטמון בטכנולוגיות הננו לשיפור החיים כמעט בכל תחום.

1.5 סיכום מאפיינים וקשיים שייחודיים לתחום ננו

במהלך הראיונות חלק מהמראיינים ציינו, כי לתפיסתם אין הבדלים מהותיים בין תהליך המסחור של טכנולוגיות ננו לתהליך המסחור של טכנולוגיות אחרים. לכן, גם אין צורך בנקיטת פתרונות ייחודיים להתמודדות עם קשיי המסחור בננו אלא לפתור את הבעיות הקיימות באופן כללי בתהליך. חלק אחר של המראיינים הביעה דיעה אחרת לפיה, בנוסף לקשיים במסחור טכנולוגיות המשותפים לכל התחומים, קיימים גם קשיים שייחודיים לתחום הננו ויש ליזום פתרונות להתמודדות עימם.

מאפיינים ייחודיים של תחום הננו שעשויים להשפיע על תהליך המסחור והעברת טכנולוגיות הננו מהאקדמיה לתעשייה לעומת מסחור טכנולוגיות בתחומים אחרים:

- **טכנולוגית הננו הן גרניות ובעלות פוטנציאל יישומי מגוון** וקיים קושי לזהות יישומים ספציפיים ולמצוא תעשיות מתאימות.
- **הפער הטכנולוגי בין האקדמיה לתעשייה בתחום הננו גדול יותר מאשר בתחומים אחרים** ונדרשת מהחוקר דרך ארוכה יותר של המשך פיתוח הטכנולוגיה עד לשלב שהתעשייה תוכל לבחון אותה.
- הסקטור הפרטי, כולל VC, מסתייג מלהשקיע במיזמים בתחומי הננו, שנתפסים כבעלי סיכון גבוה, עלויות גבוהות וזמני פיתוח ארוכים.
- **אין שימוש מספק במסלולים של תוכניות מדען בתחום הננו.** קיימות מעט חברות שמוכנות לשלם 10% השתתפות בתוכניות מגנטון ונופר בשל הסיכון הכרוך בטכנולוגיה וחוסר היכולת שלהם לבחון אותה וגם **מסלול החממות אינו המסלול המועדף למסחור** בשל אי התאמתו לטכנולוגיות ננו.
- קיימים הבדלים גם במאפייני החברות שעוסקות בתחום הננו בישראל בהשוואה לתחומים אחרים:
 - כיום יש בישראל **מעט חברות גדולות** בעלות חשיבה חדשנית ארוכת טווח, **שערוכות לקלוט** טכנולוגיות ננו הבטחונות.
 - אין בישראל פעילות מספקת של **חברות רב-לאומיות** שמעוניינות להשקיע במסחור ננו.
 - **קיים חוסר מודעות וידע בתעשייה המסורתית** לגבי אפשרויות הטמונות בתחום הננו עבורן.
 - התעשייה בישראל מסתייגת כיום מהשקעות בתחום הננו, היות שאין ביקושים גדולים למוצרי ננו. חברות עדיין לא מאמינות שהשימוש בטכנולוגיות ננו ייתן להן יתרון תחרותי משמעותי ומעדיפות טכנולוגיות שבשימושן אשר נותנות פיתרון מתקבל על הדעת בעלות נמוכה יותר.
 - **בתעשייה בישראל קיים מחסור בכוח אדם מיומן**, שמתמחה בתחום הננו.

בנוסף בתחום הננו קיימים חששות מסיכונים הכרוכים בטכנולוגיה וקשיים הנובעים מרגולציה לא מוסדרת בנושאי בטיחות ננו.

מאפיינים וקשיים שייחודיים לתחום ננו:

- I. טכנולוגית הננו הן גרניות ובעלות פוטנציאל יישומי מגוון
- II. הפער הטכנולוגי בין האקדמיה לתעשייה בתחום הננו גדול יותר מאשר בתחומים אחרים
- III. מייזמים בתחומי הננו, נתפסים כבעלי סיכון גבוה, עלויות גבוהות וזמני פיתוח ארוכים.
- IV. אין שימוש מספק במסלולים של תוכניות מדען בתחום הננו
- V. יש בישראל מעט חברות גדולות בעלות חשיבה חדשנית ארוכת טווח, שערוכות לקלוט טכנולוגיות ננו
- VI. אין בישראל פעילות מספקת של חברות רב-לאומיות
- VII. קיים חוסר מודעות וידע בתעשייה המסורתית לגבי אפשרויות הטמונות בתחום הננו
- VIII. בתעשייה בישראל קיים מחסור בכוח אדם מיומן
- IX. הננו קיימים חששות מסיכונים הכרוכים בטכנולוגיה

2. הצעת דרכים אפשריות להתגברות על קשיי העברת טכנולוגיות הננו מהאקדמיה לתעשייה

במסגרת הראיונות נשמעו מספר דעות המצדדות בכך שבמדינה קטנה כמו ישראל ראוי להתמקד ברמה הלאומית בתחומי ננו שבהם כדאי וחשוב להשקיע ושמותאמים ליכולות ולצרכים של המדינה. הוצע להתמקד בתחומי טכנולוגיות ננו שבהן יש לישראל ערך מוסף וייחודי, הן מבחינת מובילות אקדמית ומחקרית והן מבחינת תשתיות. יש לקבוע יעדים לאומיים בתחום הננו ולתקצב אותם. הדבר נעשה במספר מדינות בעולם, דוגמת אוסטרליה, צרפת ורומניה, בהן הוגדרו מטרות לאומיות והוקצו לשם כך משאבים. לטענת המרואיינים שהעלו נושא זה, קביעת היעדים הלאומיים בתחום הננו, לא יכולה לבוא מהחוקרים, אלא צריכה להיעשות ברמת המדינה. המדינה צריכה להיות הגורם שדוחף את המחקר על-ידי הגדרת הצרכים ובהמשך לסייע ברכישת המוצרים. הדבר יביא לכך שמדענים מובילים מכלל המוסדות האקדמיים יתגייסו לעבוד בשיתוף פעולה למציאת פתרונות לנושאים שיוגדרו.

מנגד, מרואיינים רבים התנגדו לרעיון של בחירת נושאי ננו מסוימים שלהם יוקדש מאמץ מחקרי והובלה טכנולוגית ותקציבית. מרואיינים אלה רואים במודל זה פגיעה בחופש האקדמי ומזהים אותו כמודל שמונע מהאקדמיה להחליט על תחומי המחקר שבהם היא מעוניינת להשקיע. הם הדגישו שקיים קושי לזהות כיום תחומי מחקר של טכנולוגיות ננו שיניבו תוצאות מסחריות מספקות בעוד כעשר שנים, והוסיפו שחשוב להמשיך ולבצע מחקרי ננו ברמה גבוהה ולזהות מחקרים בעלי פוטנציאל מסחרי שיביאו בעתיד ליישומים בתחומים שונים. כמו כן נאמר, כי מאחר והתעשייה הישראלית בכלל ובתחום הננו בפרט, אינה גדולה ואין מסה של חברות בתחום מסוים, חשוב לתמוך בנושאים מגוונים ולקדם מחקר ומסחר בכל תחומי הננו ולא לקבוע עדיפויות לאומיות. נכון להיום, הושקעו כספים רבים בתחום הננו ויש צורך לראות כיצד להפיק תועלת מירבית מהשקעות אלה, אך הכיוונים עצמם צריכים להיקבע על-ידי כוחות השוק. עם הזמן, סדר העדיפויות ייגזר באופן טבעי מדרישות התעשייה. בשלב זה, אין מקום להחלטות על תחום ננו מסוים כחשוב מתחום אחר (למשל, להגדיר את תחום ננו-אופטיקה כחשוב יותר מננו-חומרים או להיפך). העדיפות תצמח מתוך החברות שיובילו וידחפו את התחום באמצעות השקעות במסחר טכנולוגיות הננו שנוצרות באקדמיה.

להלן נביא פתרונות שהוצעו במסגרת המחקר, להתמודדות עם ארבעת הקשיים המרכזיים להעברת טכנולוגיות ננו מהאקדמיה ליישום בתעשייה. חשוב לציין, שנעשה ניתוח איכותני לפתרונות שהעלו המרואיינים לקשיי המסחר, ולכן לא לכל קושי מוצג פיתרון.

2.1 דוגמאות לפתרונות המוצעים לפתרון קושי I. חסר בתהליך מובנה ומימון לשלב הביניים של העברת טכנולוגיות הננו מהאקדמיה לתעשייה

קיימת חשיבות רבה למציאת פתרונות לקשיים המרכזיים המאפיינים את שלב המעבר בין האקדמיה לתעשייה (קושי I). לדעת מספר מרואיינים במידה ולא ימצאו פתרונות מספקים בזמן הקרוב, קיים חשש שממשלות וחברות מחו"ל יסגרו פער זה באמצעות הזרמת כספים מאסיבית לאוניברסיטאות ולחוקרים בישראל או באמצעות הצעות אטרקטיביות אחרות. כספים אלה יאפשרו לזרז פיתוחים של מחקרים פורצי דרך שכבר נעשים כיום באקדמיה בישראל ולהביא אותם להבשלה, ובתמורה תינתן לחברות הזרות זכות ראשונים לניהול מו"מ עם חברות היישום במוסדות האקדמיים על זכויות השימוש בטכנולוגיות ובכך למעשה להעביר אותם למדינות הזרות. כיום, מספר מדינות בעולם כבר מזהות את הפוטנציאל הקיים באקדמיה בישראל בתחומי הננו ומתחילות לבדוק אפשרויות לשיתופי פעולה ולקידום רעיונות מסחריים.

הפתרונות לקשיים המאפיינים את שלב המעבר בין האקדמיה לתעשייה מתחלקים לשתי קבוצות עיקריות: פתרונות המתייחסים **למציאת יישום ותעשייה מתאימה** ופתרונות המתייחסים **לגישור על הפער המחקרי-טכנולוגי בין הרעיון האקדמי ליישום בתעשייה ומציאת מימון לכך**.

2.1.1 מציאת יישום ותעשייה מתאימה

מהמחקר עולה כי אחד האתגרים המשמעותיים ביותר והייחודיים בתהליכי מסחור ננו-טכנולוגיות הוא מציאת יישום אפשרי לטכנולוגיה שפותחה באקדמיה ואיתור תעשייה שמתאימה ומעוניינת ביישום זה. להלן מספר פתרונות שעלו במחקר ועשויים לאפשר ליותר טכנולוגיות ננו שפותחו באקדמיה להגיע לכדי מסחור.

- ארגון פורומים/ כנסים משותפים.
- ארגון ימי עיון לתעשיות ספציפיות במכוני הננו.
- העברת השתלמויות שיתמקדו בהעברת מידע ו/או סדנאות מקצועיות משותפות.
- ביקורים של אנשי אקדמיה בתעשייה ושל התעשייה במכוני הננו.

פתיחת ערוצי תקשורת דו כיווניים בין האקדמיה לתעשייה: כיום, מחקרים רבים, שנמצאים בשלב מחקר יישומי מתקדם, אינם מקבלים חשיפה מספקת לסקטור העסקי וכתוצאה מכך 'יורד לטמיון' הפוטנציאל המסחרי שלהם. התעשייה לא מספיק מודעת למתרחש באקדמיה וליכולות היישומיות של המחקר האקדמי. בין האקדמיה לתעשייה קיימים פערים מבניים בתפיסת העולם, בסדרי העדיפויות ובתרבות הארגונית ולכן יש צורך במציאת דרכים רבות ככל האפשר להפגיש את החוקרים עם תעשיות רלוונטיות

הפתרונות לקשיים המאפיינים את שלב המעבר בין האקדמיה לתעשייה מתחלקים לשתי קבוצות עיקריות: פתרונות המתייחסים למציאת יישום ותעשייה מתאימה ופתרונות המתייחסים לגישור על הפער המחקרי-טכנולוגי בין הרעיון האקדמי ליישום בתעשייה ומציאת מימון לכך.

ולאפשר העברת מידע ודין פתוח, רציף ובלתי אמצעי בין החוקרים לחברות. ערוצי תקשורת בין האקדמיה לתעשייה יכולים להיווצר באמצעות הפעילויות הבאות:
הדיאלוג בין החוקרים לתעשייה כרוך בתהליך של בניית שפה משותפת. חשוב לקדם יוזמות מסוג זה, הן ברמה הלאומית (למשל, באמצעות יוזמות של INNI) והן ברמה של המוסדות האקדמיים.
ניתן לבחון גם אפשרות להקמת בסיס נתונים, שבו יפורסמו באופן תקופתי, צרכים תעשייתיים ויכולות מדעיות כדי שניתן יהיה לבצע את ההתאמות הראשוניות.

פתרון נוסף שהועלה על-ידי המרואיינים היה קביעת יעדי מחקר משותפים לאקדמיה ולתעשייה בשלבים מתקדמים של המחקר היישומי, כאשר המימון להמשך המחקר יבוא מהתעשייה ויסובסד על-ידי הממשלה.

רעיון נוסף שעלה בראיונות היה שבכנסים מקצועיים גדולים, כדוגמת כנס ננו ישראל, כדאי לקיים מושב שבו התעשייה תציג את צרכיה העכשוויים והעתידיים, דבר שיאפשר לחוקרים להיחשף לקשיים בתעשייה שדורשים פתרון מחקרי. בכנס 'ננו ישראל 2014' התקיים מושב שבו 'מגלי ההזדמנויות' הציגו את המחקרים האקדמיים בתחום הננו בפני התעשייה, אך לא מושב בו התעשייה הציגה את צרכיה. ההשתתפות של אנשי תעשייה בכנס היתה נמוכה ומושב כזה עשוי להגביר את רמת העניין שהתעשייה מוצאת בכנס ולקדם אינטראקציה בין האקדמיה לתעשייה בנושאי ננו.

פתרון נוסף שהוצע לפתיחת ערוצי תקשורת בין האקדמיה לתעשייה הוא הרחבת השימוש שעושה התעשייה בתשתיות מחקר הננו. לצורך כך יש להתאים את פעילות התשתיות לשימוש תעשייתי, הן מבחינת הארכת זמני השימוש העומדים לרשות התעשייה והן מבחינת היכולת של התשתיות לתת שירות מקצועי בסטנדרטים גבוהים, בטווחי זמן קצרים ובזמינות גבוהה. התאמה זו תדרוש מימון וגיוס אנשי שירות מקצועיים נוספים לתשתיות (מהנדסים, טכנאים, מפעילים), שיהוו גשר בין החוקרים לבין התעשייה. שימוש רב יותר של התעשייה בתשתיות הננו באקדמיה יכול להביא ליצירת שיתופי פעולה עם חוקרים המפתחים טכנולוגיות ננו באקדמיה. עוד על פתרון זה ניתן לקרוא בהרחבה בדו"ח המסכם מחקר שערך מוסד נאמן 'לבחינת שיתופי פעולה בין התעשייה למרכזי התשתית בנוטכנולוגיה בטכניון'⁵.

פיתרון נוסף שעלה בראיונות רבים הוא של הקמת גוף שיגשר על הפער, יכיר את טכנולוגיית הננו, יחפש יישומים אפשריים וילווה את החוקרים במפגש עם התעשייה הפוטנציאלית ובמציאת מימון.

קיימות סיבות רבות לפער שנוצר כיום במחקר היישומי, המעכב את הגעתם של רעיונות אקדמיים לשלבי המסחר. אחת הסיבות המרכזיות היא מחסור בגורם מערכתי המופקד על סגירת פער זה וקידומו. כפי שנכתב בפרק הקשיים, יש לעבור דרך ארוכה כדי להבין מה ניתן לעשות עם טכנולוגיית הננו משלב הרעיון הטכנולוגי או הפטנט. כיום, משקיעים אינם מעוניינים להשקיע בטכנולוגיות ננו, אלא מחפשים

⁵ גץ, ד., סגל, ו. וזלמנוביץ', ב. (2013). מחקר לבחינת שיתופי פעולה בין התעשייה למרכזי התשתית בנוטכנולוגיה בטכניון. מוסד שמואל נאמן, הטכניון.
<http://www.neaman.org.il/Neaman2011/Templates/ShowPage.asp?DBID=1&LNGID=2&TMID=581&FID=646&IID=10273>

טכנולוגיות שיש להן שוק יעד מוגדר. גם לאחר מציאת יישום אפשרי, נדרש תהליך נוסף לפני שגורמים פוטנציאליים יהיו מעוניינים להשקיע בטכנולוגיה. יש להגדיר מעטפת ביצועים של הטכנולוגיה, לבצע הוכחת יכולות, לבדוק פרמטרים הקשורים למחיר ולביצועים שנדרשים למוצר. יש צורך לכונן את החוקר שימשיך לעבוד בכיוונים הנדרשים או למצוא גופים חיצוניים לביצוע מחקר המשך והשגת מימון. אחד הפתרונות שהעלו מרואיינים רבים הוא של הקמת גוף שיעסוק במסחור טכנולוגיות ננו בדגש על נושאים שונים מאלה שבהן עוסקים ה-TTOs במסודות האקדמיים. כיום ה-TTOs נותנים בעיקר מענה להגנה על הקניין הרוחני ולהיבטים משפטיים של תהליכי המסחור.

לחוקרים מעטים יש אופי יזמי יכולת 'לדחוף' תהליכי מסחור ומסוגלות לנהל משא ומתן עם לקוחות פוטנציאליים ולשווק את הרעיון שפיתחו. בידי החוקרים יש 'פתרונות שמחפשים בעיות' וצריך גוף שיעסיק אנשים עם ניסיון יזמי וידע מדעי שיעסקו במציאת הבעיות והשוק המתאים לפתרונות. לשם כך, עליהם להכיר את הטכנולוגיה להבין את יתרונותיה ואת חסרונותיה, לבצע מחקר שוק, לקיים פגישות מרובות עם החוקרים, לחפש את התעשייה המתאימה בכלל שווקי היעד הרבים, להפעיל חשיבה יצירתית לגבי שימושים ומוצרים חדשים וללוות את החוקר במפגש עם התעשייה הפוטנציאלית. גוף זה ילווה את החוקר בתהליך מציאת מימון דרך תוכניות והמדען וכן מימון מהשוק הפרטי.

כיום בחלק מהאוניברסיטאות, 'מגלי הזדמנויות' ממלאים פונקציה זו, אלא שהם מספיקים ללוות רק מספר מועט של מחקרים. בישראל פועלות גם מספר חברות/ יועצים עצמאיים שממלאים פונקציה זו על בסיס עסקי.

יש לשקול הקמה של גוף כזה שיכול להיות משותף לכלל האוניברסיטאות, היות שנראה שאף אחת מהאוניברסיטאות לא ערוכה להקמת גוף כזה בכוחות עצמה.

2.1.2 גישור על הפער המחקרי-טכנולוגי בין הרעיון האקדמי ליישום בתעשייה ומציאת מימון

מרבית המחקרים היישומיים המסיימים את השלב האקדמי (פרסום מאמר וסיום כספי מענקים) עדיין לא בשלים מבחינה **מחקרית-טכנולוגית** להתעניינות והשקעות מצד התעשייה. יש צורך לעזור לקדם את המחקרים לשלב הטכנולוגי הנוסף הנחוץ ליישום בתעשייה, לא רק באמצעות מימון אלא גם באמצעות שיתוף פעולה מפרה בין התעשייה לאקדמיה. לרוב החוקר מתקשה למצוא מקורות מימון לסגירת פער זה. הגדלת היקף התמיכה ויצירת מסגרות מתאימות לשלב זה חשובה ביותר להגדלת פוטנציאל המסחור של הידע האקדמי.

במסגרת המחקר עלו מספר פתרונות שיכולים לתת מענה חלקי או מלא ולגשר על הפער המחקרי-טכנולוגי שנוצר בין פיתוח הרעיון האקדמי ליישום אפשרי בתעשייה ולדרכי המימון האפשריות: הקמת מכון מחקר יישומי, הקמת חממות טכנולוגיות ייעודיות לננו, מקורות מימון ייעודיים לננו, שישלבו מימון ציבורי ופרטי ותכניות מדען.

תוכניות מדען

אחד הפתרונות הקיימים כיום לסגירת הפער המימוני הקיים בין דרגת הפיתוח שאליה ניתן להגיע באקדמיה לבין רמת הפיתוח הנדרשת על מנת לעניין משקיעים בסדר גודל משמעותי, הוא באמצעות קבלת מימון מתוכניות מדען כגון: קמין, נופר, מגנטון, מגנט. במסגרת המחקר מרואיינים רבים ציינו,

מבין תוכניות המדען האלה המיועדות לסייע בהעברת טכנולוגיות ליישום בתעשייה, את תוכנית 'קמין' כאטרקטיבית ביותר לסיוע במימון שלב ההבשלה הראשוני של הטכנולוגיות. התוכנית מאפשרת, לאחר סיום שלב המחקר האקדמי ומימונו דרך קרנות שונות למימון מחקר בסיסי, למנף את המחקר היישומי של הטכנולוגיה לשלב נוסף שבעקבותיו ניתן לחפש חברה שתהיה מעוניינת להשתתף בשלבי המשך של המו"פ. במסגרת הראיונות עלו מספר הצעות שיכולות לתרום להעלאת האפקטיביות של תוכניות המדען ולהגדלת התרומה שלהן לתהליך המסחור של טכנולוגיות הננו:

א. הגדלה של סכום המימון המוענק במסגרת התוכניות לפרויקטים בתחום הננו.
ב. צמצום הבירוקרטיה הקשורה לאדמיניסטרציה וניהול ההשתתפות בתוכנית.
ג. בתוכנית קמין - בניית מודל שבו כספי המענק יחולקו בין החוקר לייזם. כיום, כל הכסף נמצא בידי החוקר שממשיך לבצע שלב נוסף במחקר שלו. במידה והכסף ינוהל על-ידי הייזם, ניתן יהיה לכוון את השקעת הכספים לפעולות הנחוצות לצורך קידום המחקר ליישום בתעשייה (פעולות שהחוקר בדרך כלל לא מודע לחשיבותן ומשמעותן).

תוכנית נוספת, שהועלתה כחשובה ומשמעותית לקידום מסחור של טכנולוגיות ננו עקב המולטידיספלינאריות של התחום, היא התוכנית של מאגדי מגנט, שבעזרתה ניתן ליצור סינרגיה ולהגביר את שיתופי הפעולה שבין חוקרים מהאקדמיה לחברות סביב טכנולוגיות גנריות בתחום הננו.

הקמת מכון מחקר יישומי, שבו עובדים מהנדסים וחוקרים, שתפקידם להיענות לצרכי התעשייה דרך מאמץ פיתוחי נוסף, שיביא רעיונות ננו שמקורם באקדמיה לרמה שתאפשר לתעשייה לבחון אותם. מימון המכון יעשה במשותף ע"י המדינה והתעשיות שיפנו לקבלת השירות.

במקומות שונים בעולם פותרים את סוגיית הפער המחקרי-טכנולוגי בתחומי הננו באמצעות מכוני מחקר יישומיים. במכונים אלה עובדים מהנדסים וחוקרים שיודעים לקחת תוצאות המחקר האקדמי ולהמשיך אותו בכיוונים שמעניינים את התעשייה. ישנם מודלים רבים בעולם למכוני מחקר יישומיים. בין המוכרים והמוצלחים הוא המודל הגרמני של מכון פראונהופר. מודלים נוספים ישנם בקנדה, אוסטרליה, הולנד, המזרח הרחוק ועוד (בנספח 4.9 מובאים בקצרה מספר דוגמאות מהעולם למודלים המיושמים). אחד היתרונות של הקמת מכון מחקר במימון ממשלתי הוא מתן אפשרות לבוגרים של תוכניות בתחום הננו-טכנולוגיה באקדמיה להשתלב בעבודה בתחום הכשרתם ומומחיותם, פוטנציאל שלא מוצה עד היום מכיוון שאין לבוגרים אלה ביקוש על-ידי חברות.

ידוע לנו כי הצעה לגבי הקמת מכון יישומי בישראל מונחת על שולחן הממשלה, ולכן לא נדון במסגרת מחקר זה בבחינה והתאמה של מודלים שונים של מכוני מחקר יישומיים לישראל.

הקמת חממות טכנולוגיות ייעודיות לננו

פתרון נוסף המקובל בעולם הוא הקמת חממות טכנולוגיות ייעודיות. גם במקרה של חממות טכנולוגיות ישנם מודלים שונים. במסגרת המחקר עלתה הצעה להקמת חממה משותפת לכלל האוניברסיטאות שתוקם מחוץ לאקדמיה ותנהל על-ידי יזמים באופן מסחרי (ולא באמצעות מענקים). המימון ההתחלתי לחממה יהיה מימון ממשלתי ובהמשך יכנס גם מימון פרטי במודל של מימון משותף. חממה כזו יכולה לפעול על פי מודל של איתור הטכנולוגיות המתאימות להשתתפות בחממה, כלומר השקעת כספים ראשונית כדי להפוך את הטכנולוגיות לאטרקטיביות למשקיעים: הוכחת היתכנות, בניית אב טיפוס ותוכנית עסקית ולאחר מכן מעבר לשלב של חיפוש משקיעים פרטיים פוטנציאליים ו/או קידום תהליך של

הקמת חברה. כיום רוב האוניברסיטאות באמצעות 'מגלי ההזדמנויות' עשו מיפוי של מחקרים יישומיים בתחום הננו שהניבו טכנולוגיות בעלות פוטנציאל גבוה למסחר וניתן לשקול העברה של חלק מטכנולוגיות אלה לחממה לצורך הנבטתן לכיוון של מסחר מוצר או תהליך.

**מקורות מימון יעודיים לננו, שישלבו מימון ציבורי ופרטי
(PPP - Public Private Partnership)**

אחד הקשיים המשמעותיים בדרך למסחר הוא מציאת מימון. בישראל יש כיום מעט מאוד קרנות הון סיכון שמוכנות להשקיע בחברות בתחום הננו וקיים קושי רב לגייס השקעות עקב הסיכון הרב הנובע מזמני פיתוח ארוכים עד להגעה לשלב המכירות ומהשקעות גבוהות הנדרשות למימון טכנולוגיות ננו. אחד הפתרונות שעלו מהמרוויינים הוא שילוב של מימון ציבורי יחד עם השקעות של המגזר הפרטי. קיימים מודלים שונים לשותפות של המגזרים שניתן לבחון ולהפעיל. בנספח 4.9, ניתן לראות דוגמאות למודלים בעולם שבהם בשלבים הראשונים עיקר המימון מגיע מגורמים ממשלתיים ומיעוטו מגורמים פרטיים ועם הזמן גדל החלק הפרטי של המימון וקטן החלק הממשלתי.

בשנים האחרונות קרנות הון סיכון ממעיטות להשקיע בתחומי מדעי הטבע, שבהם גם תחום הננוטכנולוגיה, המאופיינים ברמה גבוהה של סיכון וחוסר ודאות, ומעדיפות לפנות לתחומים אחרים כדוגמת שירותי האינטרנט, המספקים לרוב רווחים גדולים ומהירים יותר עבור אותם סכומי השקעה. המצב דומה גם בהשקעות מצד חברות רב לאומיות. למרות העובדה שהן בדרך כלל מעוניינות בטכנולוגיות חדשות, הן ממעטות כיום, אם בכלל, לקחת סיכון ברכישת טכנולוגיות בשלבים ראשוניים, ומעדיפות לשלם על מוצרים בשלבי פיתוח מתקדמים.

2.2 דוגמאות לפתרונות המוצעים לפתרון קושי II - אקדמיה

בפרק זה נתייחס לפתרונות אפשריים לקשיים שעלולים לעכב את תהליכי המסחר בשלבי האקדמיה. קיימים פתרונות משני סוגים: א. פתרונות הנוגעים להגברת התמיכה של המוסדות האקדמיים בתהליכי המסחר של החוקרים באמצעות העברת מסרים לחוקרים ול-TTOs באשר לחשיבות של מסחר ויישום הרעיונות המחקריים; באמצעות הכנסת מלווים עסקיים בעלי הבנה הן בתחום הטכנולוגי והן בתחום העסקי-שיווקי ליעוץ ותמיכה בחוקרים כבר בשלבים התחלתיים של מחקרים יישומיים; באמצעות עידוד סטודנטים לתארים גבוהים שייקחו חלק פעיל יותר בתהליכי מסחר; ובאמצעות המשך השקעות בציוד תשתיתי הקיים באוניברסיטאות. ב. פתרונות הנוגעים לתהליכי המסחר ב-TTOs באמצעות שיפור התהליך הקיים בהם לחתימה על הסכמים; הגדלת היקף הפעילות של 'מגלי ההזדמנויות' ובחינת המודל המועדף לתפקידם; יצירת פונקציה ייעודית בתוך ה-TTOs לננו והסדרת מספר סוגיות בנושא חוק המו"פ.

2.2.1 תמיכת האקדמיה במסחר

הצלחת תהליכי העברת ידע מהאוניברסיטאות לתעשייה תלויה מאוד הן בפעילויות תמיכה של הנהלת המוסדות האקדמיים ויצירת אקלים ארגוני תומך והן בפעילות יעילה וענפה של חברות היישום. סעיף זה מתייחס לפתרונות המרכזיים שעלו מהמראיינים במהלך ביצוע המחקר בהקשר לפעילויות שמומלץ לקדם בתוך האוניברסיטאות כדי למנף תהליכי מסחר בתחום הננו: המסרים המועברים על ידי הנהלות המוסדות האקדמיים לחוקרים ולחברות היישום באשר לחשיבות המחקר היישומי ומסחרו, תמיכה שוטפת וצמודה בחוקרים על ידי הכנסת מלווים עסקיים לליווי ויעוץ במהלך ביצוע מחקרים יישומיים, תמיכה ועידוד של סטודנטים לתארים גבוהים לקחת חלק בתהליכי מסחר והמשך השקעות בציוד תשתיתי מתקדם.

הנהלות המוסדות האקדמיים צריכות להעביר מסר ברור לחוקרים ול-TTOs באשר לחשיבות של מסחר ויישום הרעיונות המחקריים (למשל הכללת פרמטרים של פעילות מסחר כחלק מהקריטריונים לקידום).

על מנת לעודד חוקרים ליזום ולקדם תהליכי מסחר בתחומי הננו יש צורך בשינוי של התרבות הארגונית במוסדות האקדמיים באופן שפעילות יישומית תתקבל בחיוב בהנהלת המוסדות. על הנהלת המוסדות להעביר מסר ברור הן לחוקרים והן ל-TTOs באשר לחשיבות המסחר ויישום הרעיונות המחקריים. אחת הדרכים היא ע"י הכללת פרמטרים של פעילות מסחר כחלק מהקריטריונים לקידום (תהליכים שכבר החלו בחלק מהאוניברסיטאות). במהלך הראיונות, ציינו מספר ראשי מכוני ננו, כי בקרב חוקרי המכון ניתן לראות שפעילות המסחר משתלבת היטב בעבודתם המחקרית של החוקרים הבוחרים מיוזמתם במסלול זה ואינה באה על חשבון מצוינות מדעית.

חלק מהכספים בפאזה הראשונה של תוכנית INNI הושקעו בקליטת חברי סגל חדשים בתחומי הננו השונים. חלק מהחוקרים החדשים שגויסו, הם חוקרים צעירים מחו"ל שראו

פתרונות אפשריים
לקשיים שעלולים לעכב
את תהליכי המסחר
בשלבי האקדמיה
מתייחסים לפתרונות
הנוגעים להגברת
התמיכה של המוסדות
האקדמיים בתהליכי
המסחר של החוקרים
ולפתרונות הנוגעים
לתהליכי המסחר ב-
TTOs

דוגמאות רבות של יזמות שמקובלת במוסדות אקדמיים מובילים בעולם. חוקרים אלה הם בעלי מוטיבציה לעסוק בתהליכי מסחור וגם לעיתים בעלי ידע כיצד לעשות זאת נכון, אך במקרים רבים בוועדות הקידום של האוניברסיטאות לא אוהבים ולא מעריכים את השקעתם של חוקרים אלה בקידום מחקריהם לכיוונים מסחריים ובכך למעשה נפגע קידומם והם מקבלים מסרים שמעודדים הפסקת פעילותם בתחומי המסחור. יש לשקול הכנסה של נקודות זכות על ניסיונות מסחור בוועדות הערכה של חוקרים צעירים באוניברסיטאות, דבר שעשוי להוות תמריץ עבורם.

חשוב להדגיש כי ישנה חשיבות לעודד חוקרים להיכנס למעגל המסחור. בתחום זה קיימת חשיבות לניסיון מצטבר ולכן גם אם ניסיון המסחור הראשון אינו מניב תוצאות משמעותיות ומרשימות, הניסיון המצטבר על-ידי החוקר מאפשר לו המשך מסחור יעיל יותר בהמשך. על הנהלת המוסדות האקדמיים להביע נכונות שלא למדוד ניסיונות ראשוניים במסחור לפי תוצאות מידיות בלבד אלא מתוך הבנה של חשיבות הלימוד מתוך שגיאות, הבנת התהליכים, הפקת לקחים והתמודדות עם כישלונות. במקרים כאלה, חשובה מאוד תמיכת המערכת לאורך התהליך באמצעות מנהלי הפיתוח העסקי וחברות היישום.

הכנסת מלווים עסקיים, בעלי הבנה הן בתחום הטכנולוגי והן בתחום העסקי-שיווקי, לייעוץ ותמיכה בחוקרים כבר בשלבים התחלתיים של מחקרים יישומיים.

מרבית החוקרים באוניברסיטאות לא חשופים מספיק למשמעויות ולתהליכים הכרוכים בהעברת פיתוחים טכנולוגיים מרמה מדעית-אקדמית לשלב מוצר תעשייתי מוגמר. לעיתים קרובות חוקרים העוסקים בתחומי הננו חסרי הבנה וידע בתחום העסקי-שיווקי ואין ביכולתם לסגור בכוחות עצמם את הפער הקיים בין פיתוח הרעיון על בסיס המחקר האקדמי לבין מציאת היישום ופיתוח הקונספט למוצר ועד למציאת תעשייה מתאימה והעברת הטכנולוגיה אליה. על מנת להגדיל את סיכויי המסחור של מחקרים יישומיים ואת העברתם המוצלחת אל התעשייה יש צורך בהכנסת מלווים עסקיים בעלי הבנה הן בתחום הטכנולוגי והן בתחום העסקי-שיווקי, על מנת ללוות את החוקרים, לייעץ להם ולתת תמיכה בכל הנדרש כבר בשלבים ההתחלתיים של המחקרים היישומיים (בנספח 4.9 ניתן לראות דוגמאות לתוכניות השונות המיושמות במקומות שונים בעולם שבמסגרתם מקבלים החוקרים העוסקים בתחומי הננו ליווי עסקי למשך תקופה מסוימת לתמיכה בשלבי המסחור השונים).

הכנסת מלווים עסקיים בעלי יכולת הבנה טכנולוגית בתחומי הננו השונים ובעלי ניסיון יזמי חשובה ביותר על מנת לעזור לחוקרים לזהות את קיומו של הפוטנציאל המסחרי, למצוא את היישום המתאים, לבנות תכנית עסקית ובהמשך למצוא או לזהות גם את האופן המתאים ביותר למסחור: מציאת תעשייה מתאימה לאותו יישום או ליווי ועזרה בהקמת חברה.

כשל/פער נוסף שעלה במהלך הראיונות הוא בעיית הניהול הקיימת, בייחוד בפרויקטים משותפים של חוקרים ממספר מוסדות אקדמיים. גם כאשר מקבלים מימון דרך תכניות מדען כגון נופר או קמין או מתקבל תקציב קטן דרך חברת היישום באוניברסיטה (baby-seed), חסר אדם בעל חשיבה יזמית שיוכל לבנות תכנית עבודה מסודרת, לבצע מעקב, לנהל את הצוותים המעורבים. מלווה עסקי יוכל למלא גם את הפער הזה.

עידוד סטודנטים לתארים גבוהים

במהלך הראיונות נאמר כי בישראל קיים מחסור בדוקטורנטים בתחומי הננו. לעיתים, סטודנטים בוגרים מעוניינים להמשיך את הרעיונות שהחלו לחקור במסגרת עבודתם האקדמית לשלבים יישומיים (לעיתים

אף יש להם זכויות על הפטנט) ויש להם מוטיבציה גבוהה לכך, אך בדרך כלל חסר להם הניסיון הדרוש והם מתקשים למצוא מימון. יש לשקול מתן מענקים לסטודנטים העורכים מחקר יישומי ומתן ליווי עסקי מתאים למעוניינים למסחר את הטכנולוגיה שפיתחו.

פתרון אפשרי נוסף הוא פתיחת תכניות לימודים המשלבות עבודה בחברות תעשייתיות גדולות. לדוגמא, בארה"ב יש נוהג שסטודנטים עוברים התמחות בחברות תעשייתיות במהלך לימודיהם ובכך הם צוברים ניסיון תעשייתי וגם יוצרים קשרים ושיתופי פעולה שבהמשך יכולים לתרום להעברת הרעיונות האקדמיים אל התעשייה.

המשך השקעה בציוד תשתיתי

מרבית המרוויינים ציינו את ההשפעה החיובית של ההשקעות שנעשו בשנים האחרונות בהקמת תשתיות וקניית ציוד מתקדם על היכולת לבצע מחקרים יישומים ברמה גבוהה, על הבאת תעשיות לשימוש בתשתיות מחקר באקדמיה ויצירת שיתופי פעולה חדשים. במקביל, כל ראשי מכוני הננו הביאו חשש כבד לגבי יכולתם של המרכזים להמשיך לתחזק ולחדש ציוד שהולך ומתיישן כבר בעתיד הקרוב. ישנו צורך מידי בהסדרת הנושא של חידוש הציוד הקיים באוניברסיטאות ומשמש את חוקרי הננו. אחד הפתרונות שקיבל תמיכה של כל ראשי מכוני הננו שרואיינו, הוא החזרת חלק מרווחי המסחור של חוקרי הננו בחזרה למרכזים לצורך המשך החזקת הציוד על פי נוסחה ידועה מראש. באוניברסיטאות קיימות תקנות שונות הקובעות את חלוקת הכספים שנכנסים לאוניברסיטה כתוצאה ממסחור מוצלח. באופן כללי, חלק מהאחוזים מגיעים לחוקר הממציא, והיתר לאוניברסיטה (בחלק מהמוסדות הכסף חוזר גם לחברות היישום) שמחליטה על המשך ניתוב הכספים על פי צרכיה הפנימיים והנוסחאות הנהוגות בכל אחת מהאוניברסיטאות. הפתרון המוצע מתרכז בדיון של גורמים ממשלתיים רלוונטיים מול הנהלות האוניברסיטאות לגבי הציפייה הקיימת מהם שכספים מתהליכי מסחור מוצלחים של מחקרים (שבהם נעשה שימוש בציוד של מרכזי הננו לצורך פיתוח הטכנולוגיה), אחוז מסוים מהם, יחזור לאותו מרכז וישמש לחידוש הציוד ולתחזוקתו. יש לבחון את הנוסחה המתאימה לכל אוניברסיטה ולהציגה בצורה ברורה. לטענתם של ראשי המכונים, זוהי השקעה משתלמת מצד הנהלות האוניברסיטאות. תשתיות מתקדמות מגדילות סיכויים של חוקרים לגייס כספי מחקר מקרנות תחרותיות, להשתתף בתכניות אירופאיות ואמריקאיות שונות וליצור שיתופי פעולה עם התעשייה. קיימת קורלציה גבוהה בין הכסף המושקע בתשתיות ובציוד לכסף שמגויס ומתקבל ממקורות חיצוניים.

בנוסף, ציוד מתקדם, עובד זמין לאורך זמן מושך תעשיות נוספות להיעזר בשירותי המכונים ותורם באופן כללי להתפתחות התעשייה המקומית. עם התפתחות התחום וגידול במספר חברות ההזנק שמוקמות, ילך ויגבר הצורך של חברות ההזנק הישראליות בתשתיות הקיימות באוניברסיטאות (לרוב אין ביכולתן לממן בעצמן קנייה של ציוד יקר). תשתיות מתקדמות עוזרות גם בהבאת חברי סגל צעירים מאוניברסיטאות מובילות בעולם וסטודנטים מצטיינים ובכך בסופו של דבר גדלים הסיכויים לתהליכי העברת טכנולוגיה מוצלחים שגורמים ליצירת הכנסה נוספת.

2.2.2 תהליכי המסחר ב-TTOs

התפקיד העיקרי של חברות היישום באוניברסיטאות הוא לגייס, לשווק ולפתח את הידע המצטבר באוניברסיטאות, להגן על ההמצאה באמצעות רישום פטנט ולהפוך את הפטנט למוצר מסחרי. חברות

היישום עוסקות ברישום הפטנטים והן מטפלות בהענקת רשיונות וזכויות על הקניין הרוחני של הידע שנוצר באוניברסיטאות לתעשייה ולמגזר העסקי. החברות מתקשרות עם גופים מסחריים ועם גופים מממנים (ממשלתיים או פרטיים) ונקבעים כללים למימון. נוסף על כך, חברות היישום מעגנות בהסכמים את חלוקת הזכויות וההכנסות בין מוסד המחקר לחוקר. על מנת להגדיל את תוצרי המסחור של הידע האקדמי בתחומי הננו, יש לשפר ולהבטיח את יעילות התהליכים ולהתאימם במידת הצורך למאפיינים ייחודיים לתחום זה.

חלק מהביקורת על חברות היישום שנשמעה מצד המרואיינים התייחסה לכך שלחברות היישום המנוהלות כמו חברות עסקיות לכל דבר ועניין, אין מטרה לקדם את התעשייה בישראל אלא מטרתן היא בעיקר למקסם רווחים. מדדי ההצלחה של חברות היישום אינם מתרכזים במספר ההסכמים החדשים שנחתמים ובראייה ארוכת טווח של צמיחת התעשייה והכלכלה הישראלית אלא בעיקר בתרומה כספית מידית.

שיפור התהליך הקיים ב-TTOs לחתימה על הסכמים

במהלך הראיונות הועלו טענות רבות על הקשיים הקיימים בתהליכים של עריכת הסכמים מול חברות היישום. דובר על כך שלעיתים חברות ששומעות על הצורך לקיים משא ומתן עם חברות היישום לצורך קבלת ייעוץ מחוקר מסוים או רצון לעסוק כלשהי מול האוניברסיטה, מרימות ידיים ומוותרות מראש על השירותים. המרואיינים ציינו גם קשיים אדמיניסטרטיביים בהתנהלות שוטפת מול חברות היישום, כגון זמני תגובה ארוכים מאוד בכל פנייה (לעיתים הזמן הוא גורם קריטי ומשקיעים פוטנציאליים או חברות לא מוכנות לחכות זמן רב לתשובות כאשר בזמן שיש הזדמנויות רבות אחרות בשוק). קיים גם חוסר גמישות מצד חברות היישום בעריכת ההסכמים שמגנים על הקניין הרוחני של האוניברסיטה ולו דווקא על החוקר. במהלך אחד הראיונות, ניתנה דוגמה לחברה רב לאומית שמוכנה לתמוך בפרויקטים בתחום הננו, אך אינה מעוניינת לעבוד מול אוניברסיטאות בגלל הקשיים שמערימות חברות היישום בדרך. פתרונות להגברת העברת טכנולוגיות ננו מהאקדמיה לתעשייה צריכים לכלול בין השאר הסדרת הטיפול בנושאים משפטיים מול חברות היישום דרך הסכמים גנריים או/ו תהליכים נוספים שיקצרו את משך הזמן לעריכת הסכמים ויכניסו גמישות רבה יותר בתהליכי משא ומתן על תנאי ההסכם.

הגדלת היקף הפעילות של 'מגלה ההזדמנויות' ובחינת המודל המועדף לתפקידו

במוסדות אקדמיים שונים קיימות הגדרות תפקיד ודרך העסקה שונות ל"מגלי ההזדמנויות" (כפי שמפורט בנספח 4.8). בחלקם הוא יזם שתפקידו לאתר טכנולוגיות מתאימות ולהקים חברה ובחלקם תפקידו מצטמצם בקידום הקשר של המכון עם התעשייה. בחלק מהמוסדות מגלי ההזדמנויות מועסקים ישירות דרך מכון הננו ובחלקם בשיתוף עם ה-TTO, דבר שמשפיע מאוד על שיתופי הפעולה והתמיכה בין הגורמים המעורבים בתהליכי המסחור (TTO, מכון הננו, מגלה הזדמנויות). קיימת חשיבות לבחינה וחשיבה משותפת של כל הגורמים המעורבים על מנת לקבל החלטות ברורות לגבי הגדרות תפקיד והיקף סמכויותיו של מגלה הזדמנויות ודרכי העסקה המתאימות ביותר, כך שיתקיים שיתוף פעולה פורה בין כלל הגורמים, שיתרום לשיפור תהליכי העברת טכנולוגיות ננו מהאקדמיה לתעשייה.

יצירת פונקציה ייעודית בתוך ה-TTOs לנו

אחד מהפתרונות האפשריים להגברת אפקטיביות העבודה הנעשית בחברות היישום בכל התהליכים הקשורים למסחור טכנולוגיות ננו הוא יצירת פונקציה ייעודית לתחום זה. לחברות היישום יש משאבים

מוגבלים ועליהן להחליט באילו תחומים להשקיע את משאבי כוח האדם והתקציב אל מול הרווחים הצפויים. מרבית תחומי הננו הם פחות רווחיים מתחומים "אלטרנטיביים" (דוגמת תחום התרופות והביולוגיה). הקמת פונקציה ייעודית בתוך חברות היישום לתחום הננו תאפשר פעילויות הדרכה נרחבות יותר לחוקרים העוסקים בתחומי הננו בכל התהליכים הקשורים במסחור רעיונותיהם. על אנשים הממלאים תפקיד זה להיות בעלי רקע טכנולוגי מתאים, בעלי היכרות עם התעשייה, יכולת להדריך חוקרים בכל שלבי המסחור ולתרום לצמצום זמן הטיפול ושיפור האפקטיביות בכל התהליכים הקשורים במתן שירותים מצד חברות היישום.

במהלך ראיון עם נציג של אחת מחברות היישום עלה פתרון אפשרי לקידום קשרים של המוסדות האקדמיים עם התעשייה. ההצעה הייתה לבקש מחברות למלא שאלון צרכים קצר בבואן לחתום על מסמכי NDA לפני קבלת שירות ושימוש בתשתיות. שאלון כזה יכול לספק מידע לגבי צרכים נוספים שיש לחברות, מידע לגבי חוקרים שהיו רוצים להיפגש עימם ושאלות נוספות שיכולות לעזור ולקדם קשר בין חוקרים שיש להם מחקרים יישומיים בתחומי הננו לבין חברות.

הסדרת חוק המו"פ בנושא רישיונות שימוש (license), שיקודם ע"י המדען וה-TTOs

קיימות מספר סוגיות בנושא חוק המו"פ בהקשר למתן רישיונות שימוש המגבילים ומקשים במקרים מסוימים על אפשרויות מסחור. יש להסדיר ולקדם נושאים אלה בשיתוף פעולה של המדען הראשי במשרד הכלכלה ומנהלי חברות היישום על מנת להסיר את המחסומים.

2.3 דוגמאות לפתרונות המוצעים לפתרון קושי III - תעשייה

מציאת כלים ותוכניות שיאפשרו לתעשייה ללמוד על האפשרויות הטמונות בתחום הננו והערך של התחום כמנוע צמיחה להגברת תחרותיות ורווחיות.

נראה כי בשלב זה חלק מהתעשייה אינה מודעת כלל לאפשרויות ולפתרונות שטכנולוגיות ננו יכולות לספק מבחינת שיפור מוצרים ותהליכים, יצירת יתרונות תחרותיים, כניסה לשווקים חדשים ועוד. במהלך הראיונות הועלו טענות, כי בחברות כיום קיים מחסור באנשים בעלי תעוזה להיכנס לתחומים חדשים ולפרוץ דרך לכניסת טכנולוגיות ננו חדשות לחברות, למרות הפוטנציאל האדיר הטמון בתחום. ההבנה הטכנולוגית כיום היא די טובה, אך ההבנה של הגופים הניהוליים בחברות היא לא מספקת ומרביתם רוצים להמתין להבשלה נוספת של הטכנולוגיות (מעוניינים בפתרונות מידיים ולא כאלה המצריכים פיתוח של עוד מספר שנים). כדי להגביר את חשיפת התעשייה לנעשה בתחום הן בישראל והן בעולם, ניתן לקיים כנסים ופגישות המיועדים למנכ"לים ולדרגים בכירים בחברות, בהם יוצגו אפשרויות הטמונות בתחום הננו וינתנו הסברים ודוגמאות לגבי תרומה וערך אפשרי של תחום הננו להגברת התחרותיות והרווחיות של החברות. כמו כן, נשמעו טענות, כי לננו אין "שם טוב" בתעשייה שבעיקר ניזונה משמועות מוטעות שאומרות שטכנולוגיות ננו הן יקרות ולא בטיחותיות, מה שיוצר חשדנות ורתיעה מהתעניינות בתחום. בנוסף, יש לתדרך גם את מנהלי כוח אדם בחברות על ייחודיותם ומומחיותם של בוגרי תכניות הננו השונות. כוח אדם זה יוכל לסייע באופן משמעותי לקידום אימוץ טכנולוגיות ננו בחברה.

מתן הטבות לחברות שתוך פרק זמן מוגבל יגיעו למוצר או לפיתוח יישומי, באמצעות הקצאת תקציבים ממשלתיים ייעודיים ו/או הטבות מס, שיאפשרו ניתוב כספים להמשך פיתוח.

יש לשקול יצירת מנגנוני תמיכה ממשלתיות בחברות שישקיעו בפיתוח מוצרים מבוססי ננו עם צפי פיתוח של 5 עד 10 שנים בהתאם לאבני דרך שיקבעו מראש (החברות חוששות להשקיע בפרויקטים ארוכי טווח). קיימת גם בעיה נוספת והיא שחוקרים רבים מאמינים ומכריזים שנדרש עוד זמן רב עד להבשלת טכנולוגיות ננו, מה שגורם לתפיסה גם בקרב משקיעים וחברות שהפיתוחים ייקחו זמן רב. בפועל, לצד המחקר לטווח הארוך, יש גם טכנולוגיות ומוצרים שבהם אפשר להגיע לאבן דרך משמעותית תוך פרקי זמן קצרים של שנתיים-שלוש. חלוקת הסיכון של החברות והמשקיעים עם המדינה יכולה לקדם את תהליך העברת טכנולוגיות ננו מהאקדמיה לתעשייה ולתרום למעורבות של חברות רבות יותר בתחומי הננו.

כמו כן, חשוב ליצור מנגנוני תמיכה נוספים ולתת הטבות מורחבות לחברות הזנק ישראליות הן בשלבי ההקמה והן בשלבים מתקדמים יותר. השקעת המדינה בחברות הזנק יכולה להקטין את סיכויי המכירה של החברות לחו"ל ובכך להגדיל סיכויים של צמיחת חברות בינוניות בתחום הננו בעתיד. תמיכה ביציבות החברות הקטנות עשויה להשפיע גם על שיתופי פעולה של החברות הישראליות הגדולות, שכיום חוששות לשתף פעולה עם חברות ננו קטנות ולהשקיע בהן כספים, כי רובן נתפסות כלא בטוחות ולא יציבות ועלולות להיסגר בכל עת.

הקמת תוכנית שתתמקד בהגדרת טכנולוגיות ננו מותאמות לתעשייה המסורתית.

לטכנולוגיות ננו פוטנציאל עצום בשיפור תהליכים ומוצרים הקיימים בתעשייה המסורתית. הנטייה הטבעית של החוקרים באקדמיה היא לפנות לתעשייה מתקדמת טכנולוגית, כי החוקרים והמיישמים מדברים באותה השפה. חברות מסורתיות רחוקות מהעולם האקדמי פורץ הדרך, אך טומנות בתוכן פוטנציאל גדול וחשיבות רבה לכלכלת מדינת ישראל. ניתן להקים תכניות שהמוקד שלהן הוא פיתוח טכנולוגיות ננו לתעשייה המסורתית. לשם כך, נדרשת תמיכה ממשלתית, כמו למשל תכנית FTA עבור התעשייה המסורתית.

השתלמויות בנוטכנולוגיה למנהלים מהתעשייה.

יש להשקיע בהרחבת הידע של הדרג הניהולי בחברות בישראל בתחומי הננו. בנוסף, קיימת בעיה של כוח אדם מיומן ומוכשר בתעשייה שיוכל לפתח מוצרים מבוססי טכנולוגיות ננו וגם חסרים אנשים שיכולים לבחון רעיונות אקדמיים בננו ולבדוק את התאמתם לשילובם בתעשייה. הצורך מטופל גם במסגרת פרויקט שבו משתתף מוסד נאמן בנושא 'למידה מרחוק של קורסים בננו טכנולוגיה' (EduNano). הפרויקט מתקיים במסגרת תוכנית Tempus של האיחוד האירופי⁶. במהלך הפרויקט יבנו תשתיות ללמידה מקוונת, קורסים בתחום ננו טכנולוגיות לתואר שני, קורסי הדרכה לתעשייה ולשימוש במכשור מתקדם, קורסים לקידום תדמית תעשיות ננו ותוצרי תעשייה מבוססי ננו. הקורסים ישמשו את כל האוניברסיטאות השותפות ואת הקהל הרחב. הפרויקט נעשה תוך שיתוף של התעשייה בהגדרת הידע והמיומנות הנדרשות מבוגרי לימודי ננו טכנולוגיות מהאקדמיה, כך שיוכלו להשתלב בצורה טובה בתעשייה וייתנו מענה לדרישות העכשוויות והעתידיות בתחום.

הגדלת מעורבותם של גופים מסחריים גדולים / בינלאומיים

קיימת חשיבות רבה ביצירת שותפויות אסטרטגיות באמצעות חבירה לחברות בינלאומיות כדי לקדם את מסחור טכנולוגיות ננו ואת העברתם מהאקדמיה לתעשייה. חברות בינלאומיות שמשקיעות כספים רבים במיקור-חוץ, חיפוש ואיתור טכנולוגיות, שיש להן ידע מוכח בייצור, התאמה לשווקים השונים, קשרים עסקיים ענפים שפותחים דלתות שניתן לנצל. יש לבנות תכניות ממשלתיות למשיכת גופים תעשייתיים גדולים וחברות רב לאומיות לפתוח בארץ מרכזי מו"פ בתחומים נוספים מלבד התוכנה, כמו הננו. פעילות החברות הבינלאומיות בישראל מצומצמת והן אינן חשופות מספיק לנעשה באקדמיה בישראל. ניתן בנוסף, לרתום מומחים ישראליים, בעלי שם עולמי, שיוכלו לתווך ו"למכור" את מה שיש לנו להציע באקדמיה. כמעט בלתי אפשרי היום לעבוד ולהצליח בתחום הננו ללא שיתופי פעולה. בשלב מסוים החברות הקטנות חייבות לחבור לחברות גדולות או/ו חברות בינלאומיות כדי לקבל הדרכה וחשיפה לשוק ולטכנולוגיות עדכניות. קיים מחסור גם באנשים שיודעים לנתח שוק ולהגדיר יישומים לטכנולוגיות ופיתוחים היוצאים מהאקדמיה ולכן חשוב לבנות קשרים עם חברות גדולות גם לשם כך. יש לשקול בחירה של תחומי פיתוח שישראל מצטיינת בהם ולמצוא חברות ולעניין אותם במה שיש לישראל להציע ולקבל

⁶ תוכנית Tempus תומכת במודרניזציה של ההשכלה הגבוהה במדינות מזרח אירופה, מרכז אסיה, מערב הבלקן, צפון אפריקה והמזרח התיכון. בפרויקט EduNano משתתפים מרכזי הננו של כל המוסדות האקדמיים בישראל וכן מוסד שמואל נאמן, חברת אלביט, האוניברסיטה הטכנית של סופיה, הפוליטכניקום של טורינו והמכון הטכנולוגי של גרנובל.

את ההדרכה שלהם בעניין.

חשיפה לפעילות בינלאומית בתחום הננו

מתוך הראיונות עם נציגי חברות הזנק עלתה החשיבות של חשיפה לפעילות בינלאומית בתחום הננו, יצירת קשרים, לימוד מתוך ניסיונות של אחרים, שיתוף רעיונות עם גורמים בחו"ל וכדומה. עבור חלק מהחברות השתתפות בתוכניות אירופאיות דוגמת FP7 הייתה אבן דרך משמעותית בהתפתחות והצלחת החברה. חברות קטנות ובינוניות מתקשות ונרתעות לעיתים מכניסה לתכניות כגון FP7 והוריזון 2020 בגלל הבירוקרטיה או/ו העדר קשרים ושותפים רלוונטיים באירופה. יש ליצור מנגנוני תמיכה ועזרה לחברות בתחומי הננו לקחת חלק פעיל בתוכניות אלה.

2.4 דוגמאות לפתרונות המוצעים לפתרון קושי IV - רגולציה והסברה

העלאת מודעות בקרב הקהל הרחב לגבי תחום הננוטכנולוגיה: ניפוץ מיתוסים וחששות הקיימים לגבי התחום והבהרת התועלת והתרומה לשיפור איכות החיים הטמונה בטכנולוגיות הננו.

כתחום מתפתח קיימת חשיבות גדולה להשקיע בהעלאת מודעות בקרב הקהל הרחב בכל ההיבטים הקשורים לננוטכנולוגיה. זוהי השקעה לטווח ארוך שעל המדינה להוביל. יש צורך לייצר שוק, קהל אוהד המעוניין לצרוך מוצרי ננו, קהל שמודע לתועלות ולפוטנציאל הגדול של טכנולוגיות ננו לשיפור איכות החיים כמעט בכל תחום.

נדרשת עבודה מול גופים אירופאים ואמריקאים, שהגיעו לתוצאות והמלצות בנושא בטיחות בננו, על מנת ללמוד מה נעשה בנושא בעולם ולבחון איזה רגולציה מתאים לאמץ לישראל.

אין כיום בישראל פעילות מספקת לקביעת סטנדרטים ורגולציה בתחום הננו. מרואיינים שונים הצביעו על מחסור ברגולציה כמגבלה אפשרית של מאמצי מסחור.

חשוב שהמדען הראשי יוביל מאמץ בין משרדי (נכון להיום, במשרד הבריאות נצבר חומר רב בנושא) כדי לייצר רגולציה ברורה שתאפשר פיתוח מהיר של חומרים שאין בהם סכנה ויתן סיוע וייעוץ בנושא. נדרשת גם עבודה מול גופים אירופאים ואמריקאים ובהינה מעמיקה איזו רגולציה כדאי לישראל לאמץ. לדוגמא, הסרת החסם עשויה להקל על משקיעים להשקיע בתחומי ננו ולהסיר חששות מחברות להיכנס לתחום שבו העתיד עדיין אינו ידוע. כאשר מדובר בטכנולוגיה שנותנת שיפור מהותי למוצר קיים או מוצר חדש שיש בו ערך כלכלי ברור, מציאת חברה/משקיע שמתעניינת בטכנולוגיה אינה מספיקה אלא נדרשת גם הוכחה שלא קיימות בעיות רגולטוריות.

חבירה לתקינה בינלאומית במקביל למינוי גוף בארץ (למשל, המוסד לבטיחות וגהות שיעסיק "איש ננו") שיעזור למפעלים בישראל.

יש להפגיש גופים שונים בהם נצבר בשנים האחרונות ידע וכלים בנוגע לנושאי בטיחות הננו (משרד בריאות, משרד לאיכות הסביבה, המוסד לבטיחות וגהות, מכון תקנים ועוד) ולמנות גוף שיהיה אחראי לנושאי אימוץ תקנים ומתן ייעוץ ותמיכה למפעלים בישראל בנושאי ייצור ננו ובטיחותו. יש לעזור למפעלים בבעיות התמודדות עם הרגולציה ולסגור את פער הידע שיש לרשויות לגבי מהו ננו ובאילו מקרים קיימים סיכונים, אם בכלל. ניתן לפרסם חוברת הסברים לרשויות הערים, מהנדסי ערים, פיקוד העורף, כיבוי אש וכו' לגבי מה זה ננוטכנולוגיה במטרה להאיץ הקמת מפעלים בתחום. על המדינה להעסיק יועץ שיוכל לדבר עם הרשויות והפקחים מטעמן, כדי לקדם הקמת מפעלים במהירות רבה יותר ובעלות נמוכה יותר. היועץ יכול להיות מטעם INNI.

פתרונות שהועלו לבעיית רגולציה והסברה שמלווה את תהליך מסחור טכנולוגיות הננו בישראל:

- I. העלאת מודעות בקרב הקהל הרחב לגבי תחום הננוטכנולוגיה.
- II. עבודה מול גופים אירופאים ואמריקאים, שהגיעו לתוצאות והמלצות בנושא בטיחות בננו, על מנת ללמוד מה נעשה בנושא בעולם ולבחון איזה רגולציה מתאים לאמץ לישראל.
- III. חבירה לתקינה בינלאומית במקביל למינוי גוף בארץ.

3. סיכום והמלצות

3.1 סיכום ממצאי המחקר

קיימת פעילות מחקר ענפה מאוד בתחום הננו, שמתבצעת על-ידי החוקרים במכוני הננו של המוסדות האקדמיים בישראל. לטכנולוגיות הננו שמניבים מחקרים אלה יש פוטנציאל מסחור שמומש עד היום רק בחלקו. במסגרת המחקר, המרואיינים העלו ארבעה קשיים מרכזיים בתהליך המסחור של טכנולוגיות הננו שמקורן באקדמיה, בשלב המעבר בין האקדמיה לתעשייה, בשלבי המו"פ באקדמיה, בשלבי המשך הפיתוח וההעברה לייצור בתעשייה ובעיית חסר ברגולציה והסברה בנושאי בטיחות ננו שעוברת לאורך כל התהליך.

לדברי המרואיינים, על מנת לקדם את תהליך המסחור יש לשמר את רמת המחקר הגבוהה של מכוני הננו ובד בבד לנקוט בצעדים שיעזרו להתמודד עם הקשיים בהבאת הטכנולוגיות למסחור.

הפתרונות שהציעו המרואיינים להתמודדות עם הקשיים כוללים:

מימון ותמיכה בטכנולוגיות הננו שפותחו באקדמיה על מנת לעבור כברת דרך נוספת שתאפשר לתעשייה לבחון אותם. החל במציאת יישום ותעשייה מתאימה, דרך פתיחת ערוצי תקשורת בין האקדמיה לתעשייה ואולי הקמת מכון יישומי לגישור בין תוצאות המחקר באקדמיה לצרכי התעשייה והעברה לייצור.

פעולות יזומות לפתרון קשיים הקיימים בשלבי האקדמיה ובשלבי התעשייה על מנת להגדיל את מספר החוקרים שמוכנים להיכנס לתהליכי מסחור ועל מנת לפתור סוגיות שקשורות לחתימת הסכמים עם ה-TTOs. להגדיל את מספר החברות העוסקות בננו, לעניין בכך חברות מהתעשייה המסורתית וגם חברות רב לאומיות לצד חברות הזנק, לקדם פיתוח תשתיות וידע בתהליכי ייצור ננו ולהכשיר ולקלוט כוח אדם מיומן בחברות.

טיפול ממלכתי בנושאי רגולציה והסברה בתחום הננו הינו סוגיה חשובה שעלתה במחקר. מרואיינים רבים הדגישו את הצורך בהעלאת המודעות בקרב הקהל הרחב לגבי התועלות בתחום הננו, את הצורך בעבודה מול גופים אירופאים ואמריקאים כדי ללמוד מה נעשה בנושא בעולם ולבחון מהי הרגולציה המתאימה לישראל ומיניו גוף בארץ שיעזור למפעלים בנושאים אלה. לקידום הנושא יש לאחד כוחות בין כל משרדי הממשלה הרלבנטיים (כלכלה, בריאות, הגנת הסביבה וכו').

החומר המוצג בדו"ח מהווה בסיס ידע שעשוי לסייע לוועדה הלאומית לננוטכנולוגיה להחליט על דרכי הפעולה המתאימות לקידום העברת טכנולוגיות ננו שנוצרו באקדמיה לתעשייה ויאפשר לה לייעץ לגופים המממנים לגבי תוכניות וכלים למימוש המדיניות בתחום חשוב זה.

3.2 המלצות

לאחר שליחת הדו"ח המסכם של המחקר למר אילן פלד, התבקשנו לציין מהן חמש ההמלצות העיקריות לטיפול בקשיים שעלו בסקר, מכלל ההמלצות המובאות בדו"ח, ולתאר את הפתרונות, שעל פי הסקר עשויים לתת את התרומה הגדולה ביותר לקידום העברת טכנולוגיות ננו שנוצרו באקדמיה לתעשייה.

מתוך בחינת סיכומי הראיונות ניתן לזהות שלושה נושאים מרכזיים בנוגע לקשיי מסחור, שחזרו על עצמם אצל מרבית המראיינים:

1. הקושי במציאת תעשייה מתאימה ליישום ומסחור הטכנולוגיה. הפתרונות המרכזיים שהועלו לקושי זה היו: פתיחת ערוצי תקשורת בין האקדמיה לתעשייה, מעורבות של יזם/גוף בעל אוריינטציה יזמית והקמת מכון מחקר יישומי לצורך התאמת הטכנולוגיה ליישום ספציפי.
2. קשיי מימון וגיוס כספים וחוסר בחברות בתחום הננו שמוכנות לקחת את הסיכונים הכרוכים בתחום זה. הפתרונות המרכזיים שעלו היו יצירת מנגנוני תמיכה המותאמים למאפייני הננו במסגרת תוכניות המדען, השתתפות ממשלתית בסיכון שלוקחות חברות שמוכנות להשקיע בפיתוח וייצור מוצרי ננו והגדלת המעורבות והכניסה של גופים מסחריים ובינלאומיים.
3. בעיות רגולציה- עלה הצורך לבחינה של מה שנעשה בעולם בנושא זה, ודרישה לאמץ רגולציה מתאימה לישראל.

שלב המעבר

מהמחקר עולה, שעל מנת להגביר את יכולת העברת הטכנולוגיה מהאקדמיה לתעשייה בתחום הננו, יש להעביר את המיקוד והסיוע של המדינה לשלב המעבר של הרעיון הטכנולוגי שנוצר באקדמיה לתעשייה מחד, ולסייע לכך שתהייה בארץ תעשייה שמסוגלת לקלוט את הטכנולוגיה מאידך. בנוסף, יש לאמץ רגולציה בתחום הננו שמתאימה לישראל.

הקושי: מהמחקר עולה כי אחד האתגרים המשמעותיים ביותר והייחודיים בתהליכי מסחור ננו-טכנולוגיות הוא מציאת יישום אפשרי לטכנולוגיה שפותחה באקדמיה ואיתור תעשייה שמתאימה ומעוניינת ביישום זה. טכנולוגיות ננו הן גרניות ובעלות פוטנציאל יישומי מגוון וקיים קושי לזהות יישומים ספציפיים. בנוסף, חסר דיאלוג אקדמיה-תעשייה שבו צרכי התעשייה יגיעו לאקדמיה ורעיונות אקדמיים יחשפו לתעשייה.

המלצות לפתרונות:

פתיחת ערוצי תקשורת דו כיווניים בין האקדמיה לתעשייה.

יש צורך במציאת דרכים רבות ככל האפשר להפגיש את החוקרים עם תעשיות רלוונטיות ולאפשר העברת מידע ודיון פתוח, רציף ובלתי אמצעי בין החוקרים לחברות. ערוצי תקשורת בין האקדמיה לתעשייה יכולים להיווצר באמצעות הפעילויות הבאות:

- ארגון פורומים/ כנסים משותפים.
- ארגון ימי עיון לתעשיות ספציפיות במכוני הננו.

- העברת השתלמויות שיתמקדו בהעברת מידע ו/או סדנאות מקצועיות משותפות.
- ביקורים של אנשי אקדמיה בתעשייה ושל התעשייה במכוני הננו.
- עידוד שימוש של התעשייה בתשתיות הננו במוסדות האקדמיים.

הדיאלוג בין החוקרים לתעשייה כרוך בתהליך של בניית שפה משותפת. חשוב לקדם יוזמות מסוג זה, הן ברמה הלאומית (למשל, באמצעות יוזמות של INNI) והן ברמה של המוסדות האקדמיים.

לטכנולוגיות ננו פוטנציאל עצום בשיפור תהליכים ומוצרים הקיימים בתעשייה המסורתית. הנטייה הטבעית של החוקרים באקדמיה לפנות לתעשייה מתקדמת טכנולוגית, היות שבה החוקרים והמיישמים מדברים באותה שפה. לחברות המסורתיות יש פוטנציאל גדול לשילוב טכנולוגיות ננו שעשויות להשפיע על כלכלת מדינת ישראל. ניתן לבנות תוכניות שהמוקד שלהן יהיה פיתוח טכנולוגיות ננו לתעשייה המסורתית. לשם כך, נדרשת תמיכה ממשלתית, כמו למשל תכנית FTA עבור התעשייה המסורתית.

גישור על הפער בין האוניברסיטאות והתעשייה – סיוע של יזם או גוף שיעסיק אנשים בעלי אוריינטציה יזמית (שיכול להיות גם משותף לכלל האוניברסיטאות) שיגשר על הפער, יכיר את טכנולוגיית הננו, יחפש יישומים אפשריים וילווה את החוקרים במפגש עם התעשייה הפוטנציאלית ובמציאת מימון. התאמה נוספת של תוכניות מדען למאפייני הננו.

יש לכוון חוקרים בעלי רעיון יישומי בתחום הננו לעבודה בכיוונים הנדרשים או למצוא גופים חיצוניים לביצוע מחקר המשך והשגת המימון. יש להגדיר מעטפת ביצועים של הטכנולוגיה, לבצע הוכחת יכולות, לבדוק פרמטרים הקשורים למחיר ולביצועים שנדרשים למוצר.

צריך יזם או גוף שיעסיק אנשים עם ניסיון יזמי וידע מדעי שיעסקו במציאת הבעיות והשווק המתאים לפתרונות. לשם כך, עליהם להכיר את הטכנולוגיה להבין את יתרונותיה ואת חסרונותיה, לבצע מחקר שוק, לקיים פגישות מרובות עם החוקרים, לחפש את התעשייה המתאימה בכל שווקי היעד הרבים, להפעיל חשיבה יצירתית לגבי שימושים ומוצרים חדשים וללוות את החוקר במפגש עם התעשייה הפוטנציאלית. היזם גם ילווה את החוקר בתהליך קבלת מימון דרך תוכניות המדען ו/או מציאת מימון בשוק הפרטי.

הקמת מכון מחקר יישומי, שבו עובדים מהנדסים וחוקרים, שתפקידם להיענות לצרכי התעשייה דרך מאמץ פיתוחי נוסף, שיביא רעיונות ננו שמקורם באקדמיה לרמה שתאפשר לתעשייה לבחון אותם. מימון המכון יעשה במשותף על-ידי המדינה והתעשיות שייפנו לקבלת השירות.

במקומות שונים בעולם פותרים את סוגיית הפער המחקרי-טכנולוגי בתחומי הננו באמצעות מכוני מחקר יישומיים. במכונים אלה עובדים מהנדסים וחוקרים, שיודעים לקחת את תוצאות המחקר האקדמי ולהמשיך את המחקר בכיוונים שמעניינים את התעשייה. ישנם מודלים רבים בעולם למכוני מחקר יישומיים. בין המוכרים והמוצלחים יש את המודל של מכון פראונוהופר בגרמניה. מודלים נוספים ישנם בקנדה, אוסטרליה, הולנד, המזרח הרחוק ועוד. אחד היתרונות של הקמת מכון מחקר במימון ממשלתי שהוא מאפשר לבוגרים של תוכניות בתחום הננו-טכנולוגיה באקדמיה להשתלב בעבודה בתחום הכשרתם ומומחיותם, פוטנציאל שלא מוצה עד היום היות שלבוגרים אלה אין עדיין ביקוש מספק על-ידי החברות. ידוע לנו כי הצעה לגבי הקמת מכון יישומי בישראל מונחת על שולחן הממשלה.

תעשייה

הקושי: בשלב הביניים קיים פער במימון הממשלתי, במימון הפרטי או בכל תמיכה אחרת. קיים קושי בגיוס מימון לשלבי המשך של המחקר היישומי. אין שימוש מספק במסלולים של תוכניות המדען לפרויקטים מתחום הננו ויש מעט חברות גדולות בעלות חשיבה חדשנית ארוכת טווח, שערוכות לקלוט טכנולוגיות ננו ולהשקיע בהעברתן לתעשייה (למעט התעשייה הבטחונית). בנוסף, אין כיום בישראל פעילות מספקת של חברות רב-לאומיות שמעוניינות להשקיע בישראל במסחור ננו.

המלצות לפיתרונות:

חלוקת הסיכון של החברות והמשקיעים עם המדינה יכולה לקדם את תהליך העברת טכנולוגיות הננו מהאקדמיה לתעשייה ולתרום למעורבות של חברות רבות יותר בתחומי הננו. התאמה נוספת של תוכניות מדען למאפייני תחום ננו.

לשקול יצירת מנגנוני תמיכה ממשלתיים בחברות שישקיעו בפיתוח מוצרים מבוססי ננו עם צפי פיתוח של 5 עד 10 שנים בהתאם לאבני דרך שייקבעו מראש (החברות חוששות להשקיע בפרויקטים ארוכי טווח עם מרכיב סיכון גבוה).

המרוויינים העלו מספר הצעות שיכולות לתרום להעלאת האפקטיביות של תוכניות המדען ולהגדלת התרומה שלהן לתהליך המסחור של טכנולוגיות הננו:

- א. הגדלה של סכום המימון המוענק במסגרת התוכניות לפרויקטים בתחום הננו.
- ב. צמצום הברוקרטיה הקשורה לאדמיניסטרציה וניהול ההשתתפות בתוכניות.
- ג. בתוכנית 'קמין' - בניית מודל, שבו כספי המענק יחולקו בין החוקר לייזם. כיום, כל הכסף נמצא בידי החוקר שממשיך לבצע שלב נוסף במחקר שלו. במידה והכסף ינוהל על-ידי הייזם, ניתן יהיה לכוון את השקעת הכספים גם לפעולות הנחוצות לצורך קידום חקר היישום בתעשייה (פעולות שהחוקר בדרך כלל לא מודע לחשיבותן ולמשמעותן).

הגדלת מעורבותם של גופים מסחריים גדולים/בינלאומיים

קיימת חשיבות רבה ביצירת שותפויות אסטרטגיות באמצעות חבירה לחברות בינלאומיות כדי לקדם את מסחור טכנולוגיות הננו ואת העברתם מהאקדמיה לתעשייה ולשוק הגלובאלי. לחברות בינלאומיות שמשקיעות כספים רבים במיקור-חוץ ובחיפוש ואיתור טכנולוגיות, יש ידע מוכח בייצור, בהתאמה לשווקים וקשרים עסקיים ענפים. יש לבנות תוכניות ממשלתיות למשיכת גופים תעשייתיים גדולים וחברות רב לאומיות לפתוח בארץ מרכזי מו"פ בתחומים נוספים מלבד תוכנה, כמו למשל בתחום הננו. ניתן בנוסף, לרתום מומחים ישראליים בעלי שם עולמי, שיוכלו לתווך ו"למכור" את מה שיש לנו להציע באקדמיה. כמעט בלתי אפשרי היום לעבוד ולהצליח בתחום הננו ללא שיתופי פעולה. בשלב מסוים החברות הקטנות חייבות לחבור לחברות גדולות או לחברות בינלאומיות כדי לקבל הדרכה וחשיפה לשוק ולטכנולוגיות עדכניות. בחברות הזנק צעירות קיים מחסור באנשים שמכירים ויודעים לנתח שווקים ולהגדיר יישומים לטכנולוגיות ופיתוחים היוצאים מהאקדמיה. שותפות אסטרטגית עם חברות גדולות (תוך שמירה והגנה על הנכסים של החברות והחוקרים הישראלים), יכולה לקדם את המסחור והשיווק של טכנולוגיות ננו שפותחו בישראל.

רגולציה

הקושי: בישראל יש חוסר ידיעה והבנה של המדענים, הייזמים ושל התעשייה בנוגע לרגולציה הצפויה

בתחום בטיחות הננו. חסרה תקינה וחקיקה מוסדרת בנושאי הבטיחות בננו-טכנולוגיה ואין גוף שאחראי לנושא זה.

המלצה לפיתרון:

נדרשת עבודה מול גופים אירופאים ואמריקאים, שהגיעו לתוצאות והמלצות בנושאי בטיחות בתחום הננו, על מנת ללמוד מה נעשה בנושא בעולם ולבחון איזו רגולציה מתאים לאמץ לישראל.

אין כיום בישראל פעילות מספקת לקביעת סטנדרטים ורגולציה בתחום הננו. מרואיינים שונים הצביעו על מחסור ברגולציה כמגבלה המעכבת את תהליכי המסחר.

חשוב שהמדען הראשי יוביל מאמץ בין משרדי (נכון להיום, במשרד הבריאות נצבר חומר רב בנושא) כדי לייצר רגולציה ברורה שתאפשר פיתוח מהיר של חומרים שאין בהם סכנה ויתן סיוע וייעוץ בנושא.

הסרת חסם הרגולציה עשוי להקל על משקיעים בתחומי ננו ולהסיר חששות מחברות להיכנס לתחום שבו העתיד עדיין אינו ידוע, אבל טומן בחובו פוטנציאל רב.

4. נספחים

4.1 נספח 1: מתודולוגיה

מטרת המחקר:

מטרת המחקר היא לבחון את הקשיים והחסמים בהעברת טכנולוגיות ננו מהאקדמיה ליישום בתעשייה הישראלית והצעת דרכים אפשריות להתגברות עליהם.

אוכלוסיית המחקר:

אוכלוסיית המחקר כללה בעלי עניין וניסיון בנושאי המחקר מהמגזר האקדמי, מהמגזר הפרטי וקובעי מדיניות במגזר הממשלתי.

כלי המחקר:

המחקר התבסס על ראיונות מובנים ושאלונים שהופנו לבעלי ניסיון בנושא הנחקר ממגזרים אלה, על מנת לשמוע את דעתם בעיקר לגבי הקשיים המרכזיים בהעברת טכנולוגיות ננו מהאקדמיה לתעשייה וכיצד ניתן להתגבר עליהם.

ראיונות מובנים: על מנת להגיע להבנה מעמיקה של נושאי המחקר וכדי לקבל מגוון רחב של דעות ורעיונות בזמן קצר יחסית, בוצעו ראיונות עומק מובנים עם קבוצת בעלי העניין המפורטת בטבלה הבאה. הראיונות כללו שאלות פתוחות המותאמות לכל קבוצת בעלי עניין ובנוסף המראיינים התבקשו להביע את דעתם בנושאים שונים.

נערכו 38 ראיונות מובנים: עם ראשי מרכזי הננו באוניברסיטאות, גורמים במשרדי ה-TTO באוניברסיטאות, מגלי הזדמנויות, FTA's, בעלי תפקידים בחברות המוגדרות כ'סיפורי הצלחה' של הקמת חברות על בסיס טכנולוגיות ננו שפותחו באקדמיה ובעלי תפקידים במשרד המדען הראשי, INNI והתעשייה.

הטבלה הבאה מפרטת את בעלי העניין עימם נערכו הראיונות:

טבלה 1: פירוט בעלי העניין שרואיינו במסגרת המחקר

הערות	מספר מראיינים	קבוצת בעלי עניין
רואינו כל ראשי מכוני הננו במוסדות האקדמיים+ שני ראשי מכוני בעבר	8	ראשי מכוני ננו
רואיינו שני ראשי TTO, שלושה סגנים לפיתוח עסקי, שני מנהלי פיתוח עסקי בתחומי הכימיה והפיזיקה ויועצת משפטית אחת. בעלי התפקידים שרואיינו מייצגים את כל הוסדות האקדמיים	8	TTO's
רואיינו כל ששת מגלי ההזדמנויות במוסדות האקדמיים	6	מגלי הזדמנויות
	4	FTA's
רואיין מנכ"ל אחד, שני מנהלים טכנולוגיים, מנהל במחלקת פיתוח, יועץ מדעי ראשי, מייסד של אחת החברות ומנהל בכיר של חברה ביטחונית גדולה	6	סיפורי הצלחה + תעשייה ביטחונית
	3	מנהלת מגנט
	2	INNI
	38	סה"כ

שאלון ממוקד: (השאלון מוצג בנספח 4.10) מטרת השאלון הייתה לאסוף דעות ורעיונות לגבי הקשיים במסחור והדרכים להתגבר עליהם ממספר רב ככל האפשר של בעלי עניין וניסיון בתחום מהאקדמיה, מהתעשייה ומגופי ממשל. לצורך כך נבנה שאלון ממוקד ובו שלוש שאלות פתוחות:

1. מהם הקשיים שמעכבים לדעתך את העברת טכנולוגיות הננו משלב המחקר המדעי ליישום בתעשייה?
2. איך ניתן לדעתך להתגבר על קשיים אלה?
3. נניח שאין מגבלות, איזה יוזמות היית מציע לממשלה למסד כדי לקדם את תעשיית הננו בישראל?

השאלון האינטרנטי נשלח על-ידי מכוני הננו במוסדות האקדמיים לכל החוקרים שלהם.

בנוסף, צוות המחקר של נאמן הקים ביתן בכנס 'ננו ישראל 2014'. הדבר איפשר לראיין ולהעביר שאלונים במקום בו מתרכזים רוב האנשים בעלי העניין והניסיון בתחום. במהלך הכנס מולאו 159 שאלונים על-ידי אנשי אקדמיה, ממשלה וצבא העוסקים בתחום הננוטכנולוגיה, לפי הפירוט הבא: 128 אנשי אקדמיה (64 סטודנטים, 58 חוקרים ו-6 שלא ציינו תפקיד), 25 אנשי תעשייה ו-6 אנשי צבא וממשלה ובנוסף נערכו ראיונות רבים.

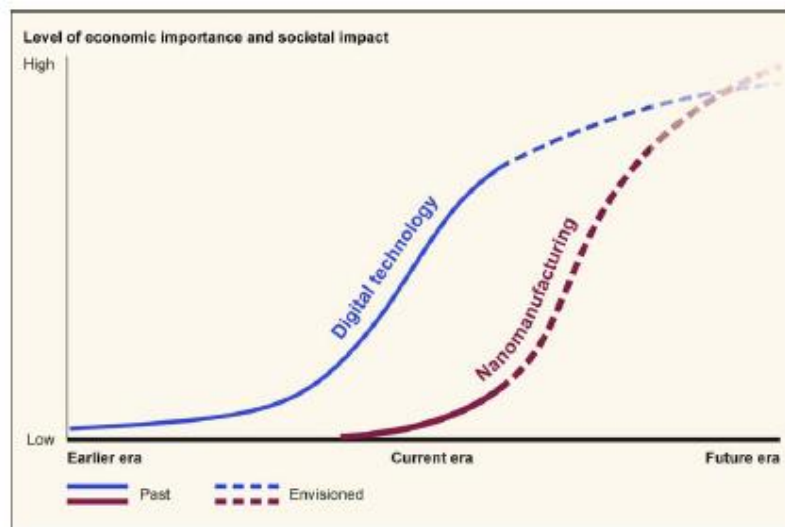
הנתונים נותחו לפי כללים מקובלים של ניתוח נתונים איכותני.

4.2 נספח 2: סיכום לגבי ההתפתחות וההשפעה העתידית של תחום הננוטכנולוגיה

משרד מבקר המדינה האמריקאי (U.S Government Accountability Office – GAO) פרסם בתחילת שנת 2014 דו"ח העוסק בננוטכנולוגיה שהתמקד בעתיד הייצור בתחום הננו טכנולוגיה תוך בחינת האתגרים בתחום זה והפתרונות האפשריים להתגברות עליהם, וכן על השפעת נושא הסביבה, הבריאות והבטיחות (EHS) על התחום. המחקר בוצע באמצעות דיאלוג עם מומחים ויועצים מהאקדמיה, התעשייה, הממשלה וארגונים אחרים. שיאו של הדיאלוג היה כנס בן יומיים, שהתקיים ביולי 2013, שבו מומחים שונים הציגו את דעותיהם בנושאים הרלוונטיים והתקיימו דיונים בנושאים אלה.

משתתפי הכנס תיארו את הייצור בתחום הננו **כאוסף התפתחויות שצפוי להפוך למגמת-על עולמית (global megatrend)** וכמהפכה טכנולוגית שנמצאת כיום בשלבי התהוות ולדעת מדענים, אנשי עסקים ואנשי ממשל בעולם, צפויה לצמוח בשנים הבאות. צמיחת התחום צפויה להביא איתה הזדמנויות חדשות, יצירת שווקים חדשים, יצירת מקומות תעסוקה ומגוון תועלות לחברה. משתתפים רבים צפו כי **הייצור בתחום הננו ישתווה בסופו של דבר, או אף יעלה על המהפכה הדיגיטלית** בכל הקשור לחשיבות כלכלית ולהשפעה חברתית.

איור 2: הדגמת ננו-ייצור וטכנולוגיות דיגיטליות כמגמות-על



Source: GAO conceptualization based on participants' statement and the cumulative diffusion of innovation curve suggested by Rogers (1962).

משתתפי הפורום תארו מגוון של התפתחויות צפויות בייצור בתחום הננו שמטרתן לנסות להסביר את גובה עקומת הייצור בתחום הננו הצפויה לדעתם בעתיד לעומת רמתה הנמוכה בהרבה כיום:

- פריצות דרך בתחום הננו-חומרים עדיין מתרחשות וימשיכו להוות בסיס להתפתחויות הנדסיות.
- גרסאות חדשות ונפוצות של כלים מאפשרים (enabling tools) וטכנולוגיות הנדסיות יחליפו כלים וטכנולוגיות הנמצאים כיום בשלב התחלתי, כך שניתן יהיה לפתח יישומי ייצור חדשים.
- היכולת המתפתחת של מדענים ומהנדסים לתכנן ולשלוט בננו-חלקיקים ומתקנים חדשים, המסוגלים להביא לתוצאות רצויות (כמו למשל תכונות או יכולות ספציפיות במוצר), יאיצו את החדשנות. יכולות אלו יביאו יתרונות גדולים יחסית לגישות מוקדמות יותר שהתבססו על גילוי חלקיק מסוג מסוים וניסיון למצוא עבורו יישומים.

בנוסף, חזו משתתפים אחרים ש: (1) עד שנת 2030 יושגו התפתחויות חדשות באמצעות טכנולוגיות מתכנסות (converging technologies), למשל על-ידי שילוב ננו-טכנולוגיות עם התפתחויות חדשות בתחום הטכנולוגיות הדיגיטליות, הביוטכנולוגיה ובהמשך גם עם תחומי טכנולוגיה אחרים; (2) בשנים 2015 עד 2020 ננו-מערכות יגיעו לשלבי האב-טיפוס והמסחור; (3) התפתחויות ננו-טכנולוגיה יביאו איתן השקעות לאומיות חדשות בארה"ב.

משתתפים רבים ציינו שהייצור בתחום הננו משפיע על סקטורים רבים בכלכלה בהיותו בעל השפעה מעצבת (transformative impact), קרי בעל פוטנציאל להפוך ל'טכנולוגיה לכל מטרה' (general purpose technology- GPT). מונח זה משמש לתיאור טכנולוגיות חדשניות משמעותיות כמו חשמל, מחשבים ואינטרנט. לחדשנות מסוג זה יש שימושים רבים בתעשיות רבות והשפעות עקיפות נוספות (spillover effects). 'טכנולוגיות לכל מטרה' משפיעות לטובה באופן משמעותי על הכלכלה הלאומית והגלובלית ויכולות להביא גם לשינויים חברתיים. משתתפים שונים אמרו את הדברים הבאים בהתייחס לפוטנציאל ההזדמנויות של הייצור בתחום הננו, כולל הזדמנויות לרווח כלכלי וחברתי:

- **ייצור בתחום הננו יאפשר הדירות בקנה מידה גדול עם דיוק מרבי.**
- **ייצור בתחום הננו יעלה את קצב השיפורים בתחומי תעשייה שיש להם פוטנציאל לתועלת חברתית.**
- **ייצור בתחום הננו יוכל להביא בסופו של דבר שינוי מהפכני מהותי (disruptive innovation⁷) ויצירת מקומות עבודה חדשים,** לפחות במדינות שיכולות להתחרות בשוק הגלובלי: השיבוש בשווקים הקיימים יקרה בד בבד עם יצירתו של שוק רחב יותר, כך שיווצר גידול נטו בהיצע המשרות. דוגמאות ידועות מההיסטוריה לטכנולוגיות משבשות שגרמו לגידול בהיצע המשרות הן: הרכבת רכבים בייצור המוני במפעלי פורד וייצור מחשבים ממוזערים לשימוש אישי (מחשבים אישיים) בשנות ה-80 וה-90. עם זאת יש הטוענים שאין לצפות מייצור לגרום לגידול משמעותי בתעסוקה בכלכלות המתקדמות כפי שקרה בעשורים קודמים.
- **ייצור בתחום הננו יוכל לפתוח שווקים עולמיים חדשים:** מומחים אחדים ציינו, שלדעתם הכיוון העתידי של ייצור בתחום הננו יביא לייצור מוצרים מוזלים שיהיו זהים בתפקודם למוצרים קיימים. מוצרים כאלו יספקו גישה לשווקים חדשים "בתחתית הפירמידה" כך שהשימוש בהם יתאפשר למספר גדול מאוד של אנשים. הגיוני שהתועלות הכלכליות והמשרות שיווצרו יתועלו אל אלו המסוגלים לייצר את מוצרי הננו החדשים בעלות מינימלית. חלק מהמשתתפים אמרו כי בהינתן פוטנציאל ההזדמנויות ובהנחה שביטחון כלכלי קשור לביטחון לאומי, ניתן לצפות לתחרות גלובלית אינטנסיבית בתחום הננוטכנולוגיה, בדומה למצב של "מרוץ החלל".

⁷ disruptive innovation (חדשנות משבשת) מוגדרת כחדשנות המסייעת ליצירת שוק חדש ומייתרת טכנולוגיות ותיקות.

4.3 נספח 3: רקע לגבי תפוקות תוכנית הננו על פי דיווחי מכוני הננו

במסגרת המחקר הדין במסחור הננו חשוב להציג את התפוקות שהיו לשתי הפאזות של תוכנית INNI כדי לאמוד את הפוטנציאל הקיים באקדמיה למסחור של טכנולוגיות ננו והעברתן לתעשייה בהשוואה להיקף המסחור בפועל. לצורך כך אספנו נתונים מתוך הדוחות השנתיים של מרכזי הננו במוסדות האקדמיים המתייחסים לפוטנציאל המסחור ולמסחור בפועל.

הנתונים לגבי מספר החוקרים ומספר הפרסומים נותנים תמונה כללית לגבי הפוטנציאל המחקרי שנוצר במוסדות המחקר בעקבות ההשקעה במסגרת תוכנית INNI. ההשקעה בתשתיות סייעה לאוניברסיטאות להגדיל את מספר החוקרים בתחום הננו, בין השאר גם על ידי החזרתם לארץ של חוקרים מאוניברסיטאות מובילות בעולם. הגידול בכמות החוקרים הביא לתנופת עשייה בתחום המתבטאת במספר הפרסומים הגדול שמציגים מכוני הננו.

הנתונים לגבי מספר הבקשות לפטנטים שהוגשו ומספר הפטנטים שאושרו מצביעים על פוטנציאל יישומי. הפטנטים הנרשמים על ידי החוקרים במוסדות המחקר מהווים את הבסיס לפעילות המסחור במוסדות אלו. כמובן שלא כל פטנט שנרשם מגיע בסופו של דבר לידי מסחור, אך מספרם הגדול של הפטנטים שהוגשו ואושרו, כפי שמציגים מכוני הננו, מצביע על היקף נרחב של מחקר מכוון יישומים אשר חלקו עשוי להתבטא בסופו של דבר בחדשנות תעשייתית.

הנתונים לגבי מספר הפרויקטים המשותפים עם התעשייה ומספר "סיפורי ההצלחה" (מתן רשיון לשימוש בפטנט, הקמת חברת הזנק וכו') מצביעים על מידת מימוש פוטנציאל המסחור. המספר הגבוה של פרויקטים משותפים עם התעשייה ושל "סיפורי ההצלחה" שמציגים מכוני הננו מצביע על כך שהתעשייה מגלה עניין בתוצרי המחקר של המכונים ועל כך שמסחור תוצרים אלו כבר החל להתבצע הלכה למעשה.

המלצות לגבי דרך איסוף הנתונים והצגת נתונים שנתיים הכוללים את כל מרכזי הננו, הועברו למזמין המחקר.

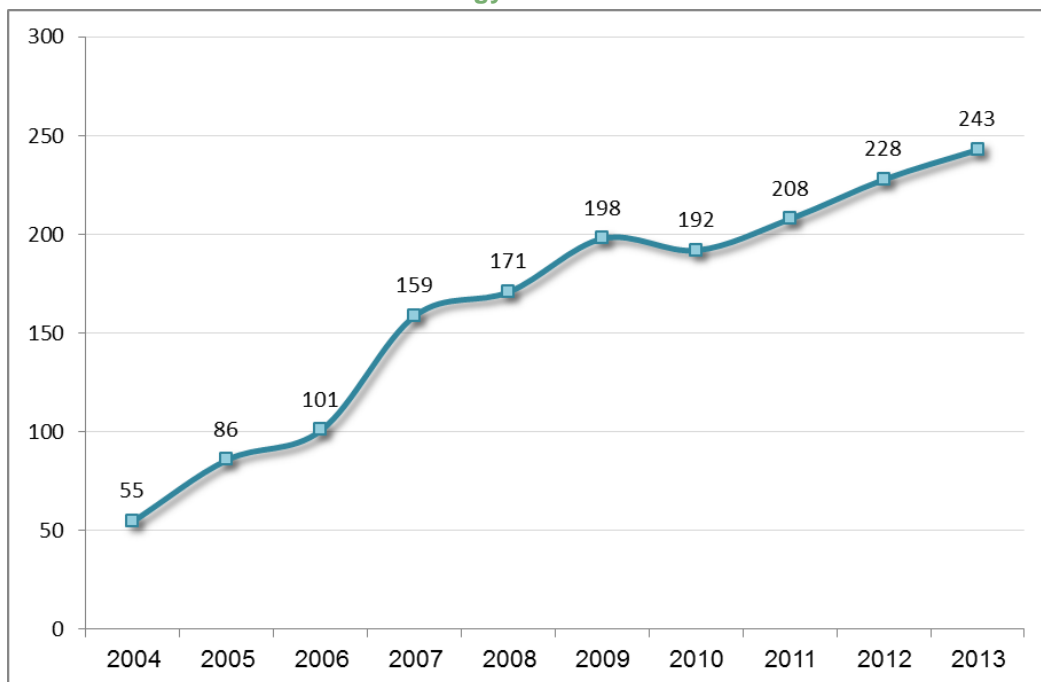
4.4 נספח 4: ניתוח ביבליומטרי של המחקר בנו טכנולוגיה ומסחרו (מדדים ביבליומטריים, ניתוח פטנטים, ניתוח חברות בישראל העוסקות בנו-טכנולוגיה והשתתפות ישראל בפרויקטי מחקר אירופאיים)

4.4.1 מדדים ביבליומטריים של תת השטח Nanoscience & Nanotechnology במאגרי Thomson-Reuters

השימוש במדדים ביבליומטריים מאפשר לעמוד על השינויים שחלו לאורך זמן בתפוקות המחקר במדעי הננו בישראל, ובמיקומם יחסית לשאר התחומים בישראל ובעולם.

בשנים 2004-13 הופיעו כ- 1,641 פרסומים ישראלים בתת השטח Nanoscience & Nanotechnology

איור 3: מספר הפרסומים הישראלים בתת השטח Nanoscience & Nanotechnology 2004-13

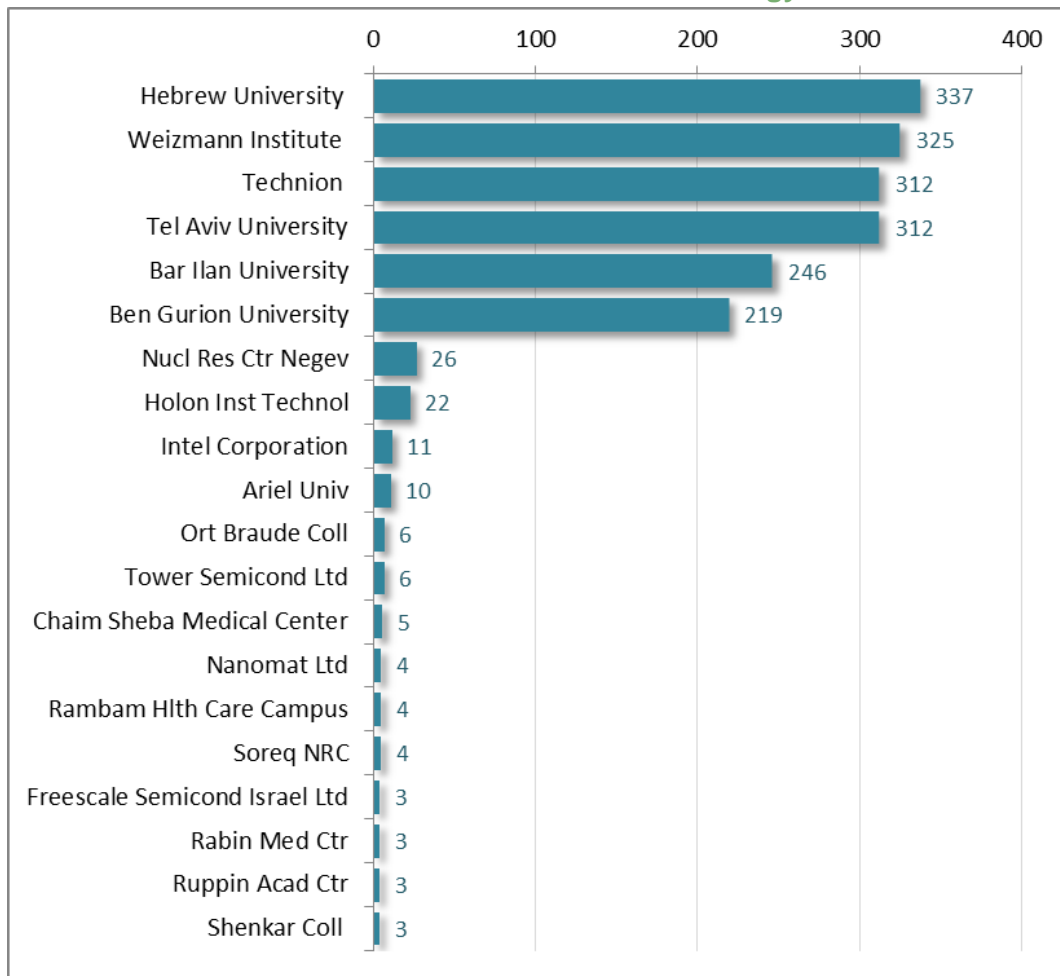


כפי שניתן לראות באיור 3, יש מגמת עליה נמשכת בפרסומים מתחום הננו מישראל. עלייה זו חדה יותר בשנים 2006-2007 ומאז מתונה יותר.

הארגונים העיקריים המפרסמים בתחום הננו בישראל הם מוסדות אקדמיים, כפי שמראה

איור 4

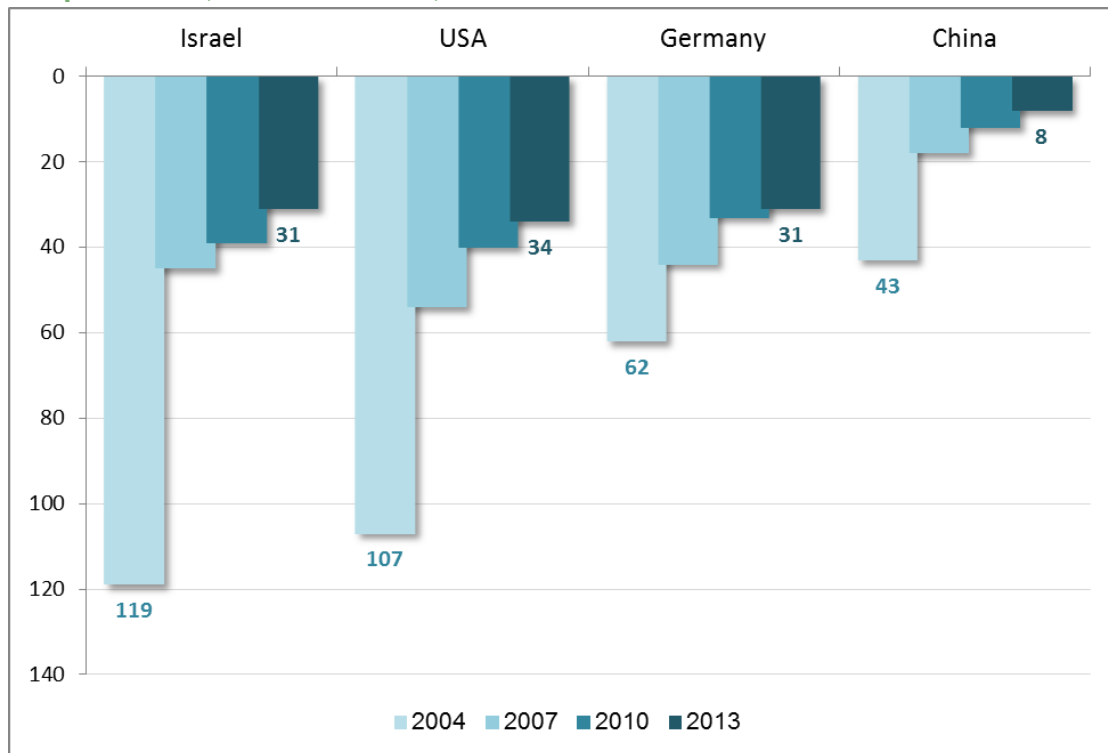
איור 4: התפלגות הפרסומים הישראליים לפי 20 הארגונים המובילים בתחום Nanoscience & Nanotechnology בשנים 2004-13



איור 4 מלמד כי ששת המוסדות האקדמיים בישראל מפרסמים יותר מ-90% מהפרסומים בתחום הננו, בעוד ארגונים אחרים מפרסמים מעט מאוד. במיוחד בולט החלק המזערי בפרסומים שתופסות התעשיות, תופעה מוכרת בעיקר בתעשיות חדשניות ועתירות ידע המגנות על זכויותיהן. תמונה זו משתנה כאשר מדובר בפטנטים, שם עולה באופן ניכר חלקן של התעשיות ומגיע לכדי 20-40% מכלל הפטנטים הנרשמים בתחום מישראל (ראו בהמשך).

מלבד עלייה במספר הפרסומים (שיכולה לאפיין את כלל הפעילות המדעית בתחום הננו), כדאי לבחון את המשקל היחסי של הפרסומים בתחום הננו לעומת כלל פרסומי ישראל במשך השנים (איור 5), מדד קדימות התחום. ניתוח זה מציג את הדירוג של מספר הפרסומים שסווגו לתת השטח ננו ביחס לדירוג של 250 תתי השטחים האחרים. דירוג הקדימות נקבע לפי שיעור הפרסומים בכל אחד מ-251 תתי השטחים מכלל הפרסומים של ישראל. באופן זה, תת השטח במקום הראשון הוא זה אשר פרסומיו רבים ביותר מכלל תתי השטחים, בעוד תת השטח במקום 251 הוא זה אשר פרסומיו הם המעטים ביותר מכלל תתי השטחים.

איור 5: השינוי בדירוג של מספר הפרסומים בתחום Nanoscience & Nanotechnology כשיעור מכלל הפרסומים של ישראל בשנים 2004-13, בהשוואה לארה"ב, גרמניה וסין

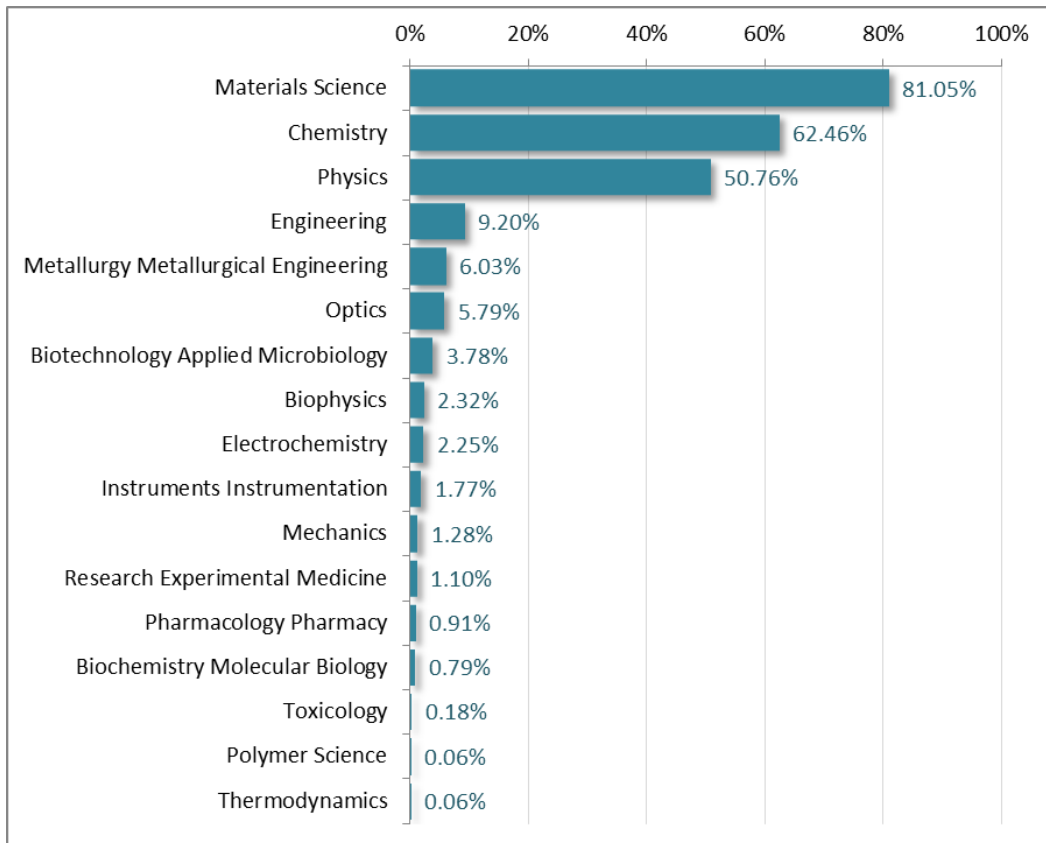


מאיור 5 ניתן ללמוד כי במשך השנים חלה עליה נמשכת במקום שתופסים פרסומים בתחום הננו מכלל פרסומי ישראל, כלומר קדימות התחום בישראל; העלייה החדה ביותר נרשמה בשנת 2005 ומאז המשיכה המגמה עד שהתייצבה כיום על כ-1.5% פרסומי ננו מכלל פרסומי ישראל, במקום ה-31 מתוך 251 תתי-קטגוריות (לעומת מקום 119 בשנת 2004).

בהשוואה למדינות בולטות בתחום הננו בעולם – ארה"ב, סין וגרמניה, ישראל הציגה את דרגת הקדימות הנמוכה מביניהן למדעי הננו בשנת 2004 (0.41% מכלל הפרסומים, מקום 119), אך בשנת 2013 היא מקדימה במקצת את ארה"ב ומקבילה לקדימות הנושא בגרמניה. סין מובילה בפער ניכר על שלוש מדינות אלה בקדימות מדעי הננו: כבר בשנת 2004 היתה לתחום זה קדימות גבוהה בסין, ובשנת 2013 היא הכפילה את עצמה ויותר. עם זאת, ישראל עשתה את השינוי הגדול ביותר בתקופה זו, מקדימות נמוכה לגבוהה.

מדעי הננו הם תחום מגוון ביותר, בו הן המחקר הבסיסי והיישומי והן התעשיות הנבנות עליו באים מדיסציפלינות רבות ולעתים שונות מאוד זו מזו. התפלגות הפרסומים מישראל בתחום השטח ננו לפי תתי-שטחים נוספים מוצגת באיור 6 (ניתוח זה מופיע במאגר המידע):

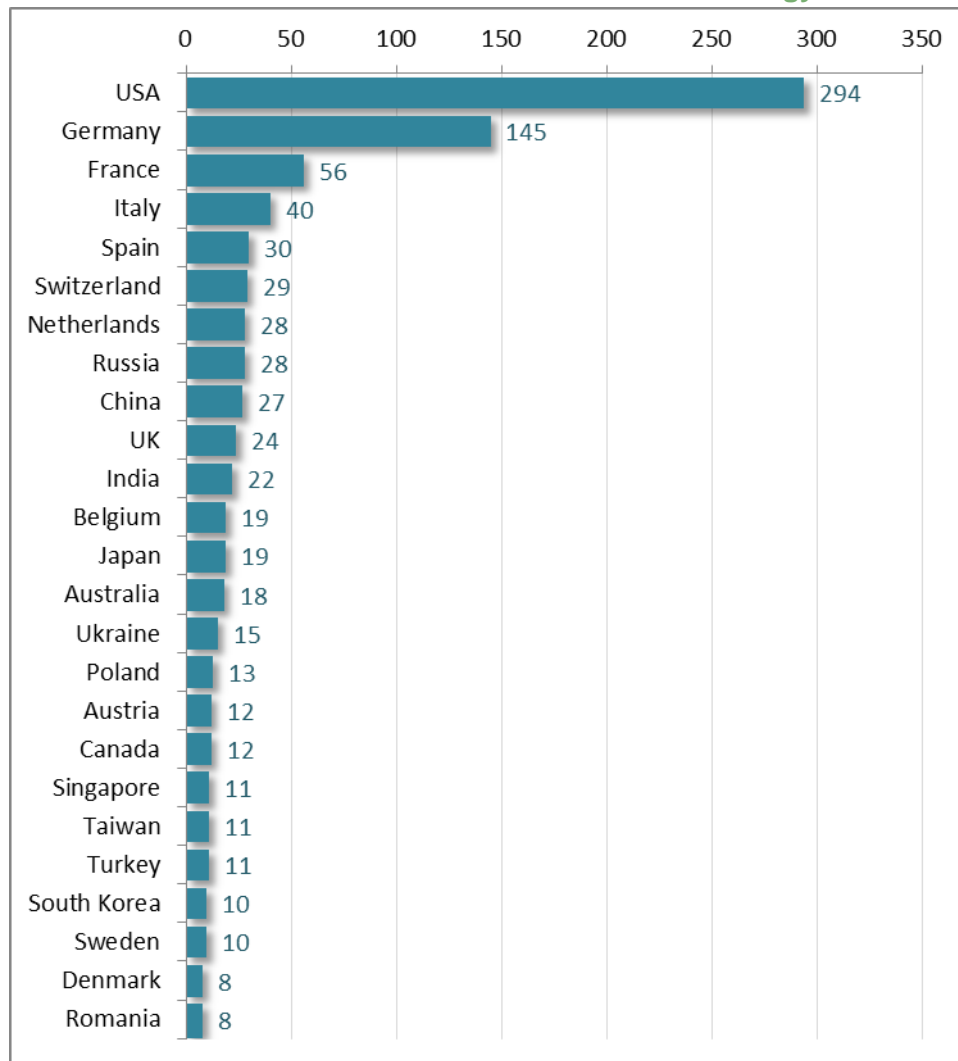
איור 6: התפלגות הפרסומים הישראליים בתת השטח Nanoscience & Nanotechnology לפי תחומים⁸, 2004-2013



איור 6 מלמד כי התחומים העיקריים בהם עוסקים פרסומים ישראליים במדעי הננו הם מדעי החומרים, כימיה ופיסיקה. אמנם, תחומים בסיסיים אלה משותפים לרוב המחקרים במדעי הננו ולכן כדאי לבחון דווקא את התחומים הנוספים, המופיעים בחלק קטן יותר של הפרסומים. ניתן לראות כי תחומים הקשורים לביולוגיה תופסים יחד כ-10% מכלל פרסומי הננו, מתכות ואופטיקה כ-6%. שיתוף הפעולה בפרסומים בתת השטח ננו בישראל עם מדינות אחרות מוצג באיור 7. בסך הכל, 43% (699 מ-1,641 הפרסומים בישראל במדעי הננו) נכתבו בשת"פ עם מדינות אחרות.

⁸ פרסום יכול להיות מסווג למספר תחומים, לכן האחוזים אינם מסתכמים ל-100%

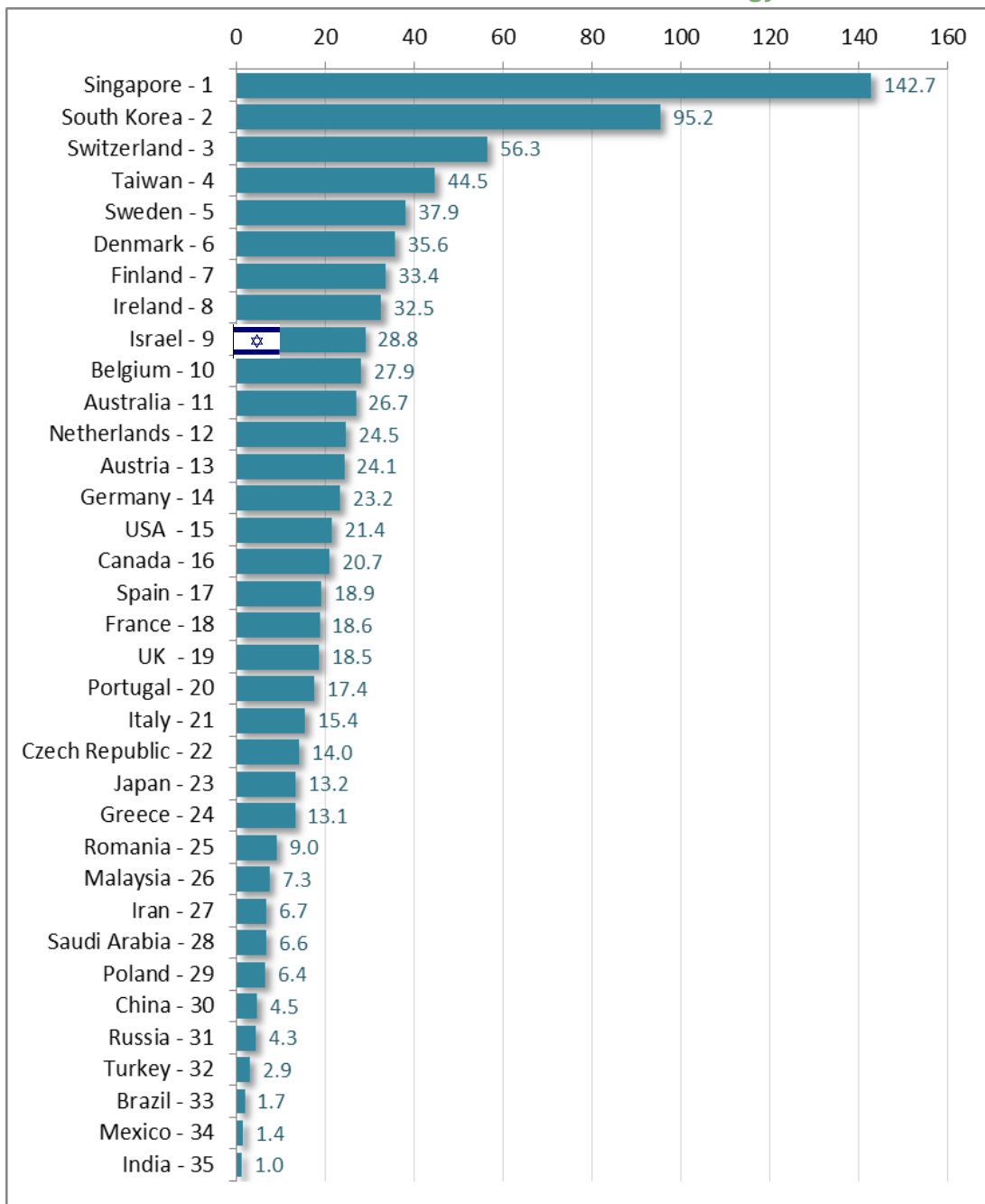
איור 7: מספר הפרסומים המשותפים עם 25 המדינות המובילות בשנת 2013 עם ישראל בתחום
Nanoscience & Nanotechnology בשנים 2004-13



מאיור 7 ניתן ללמוד כי המדינות העיקריות איתן ישראל משתפת פעולה בפרסומים בתחום הננו הן ארצות הברית וגרמניה. שיתוף הפעולה הכללי של ישראל בתחום זה, כ-43% מכלל פרסומי ישראל בנו, נמוך מעט יחסית לשיתוף הפעולה שישראל מקיימת בתחומי מדע אחרים (ממוצע לכל התחומים - כ-48%, הנתונים אינם מובאים בעבודה זו). מעניינים במיוחד שיתופי הפעולה שישראל מקיימת עם רוסיה ובעיקר סין, שהם גבוהים יחסית לשיתופי הפעולה של ישראל עם ארצות אלה בתחומים אחרים (נתוני השוואה אינם מובאים).

מספר הפרסומים בתחום הננו במדינות שונות בשנת 2012 (השנה האחרונה בה מופיעים נתוני אוכלוסיה מלאים בעת כתיבת הדו"ח) מוצג באיור 8. כדי לנטרל את השפעת גודל המדינה, מספר הפרסומים מוצג למיליון נפש.

איור 8: דירוג המדינות המובילות⁹ במספר הפרסומים למיליון נפש¹⁰ בתת השטח
Nanoscience & Nanotechnology בשנת 2012



מאיור 8 ניתן ללמוד כי ישראל תופסת את המקום התשיעי בעולם במספר הפרסומים למיליון נפש. עפ"י ה-JCR¹¹ 5 כתבי העת בעלי ממוצע הציטוטים הגבוה (Impact Factor) ביותר בתת השטח ,Nano Today ,Nature Nanotechnology בשנת 2012 הם:

⁹ מוצגות המדינות שפירסמו 0.5% ומעלה מפרסומי העולם בתחום

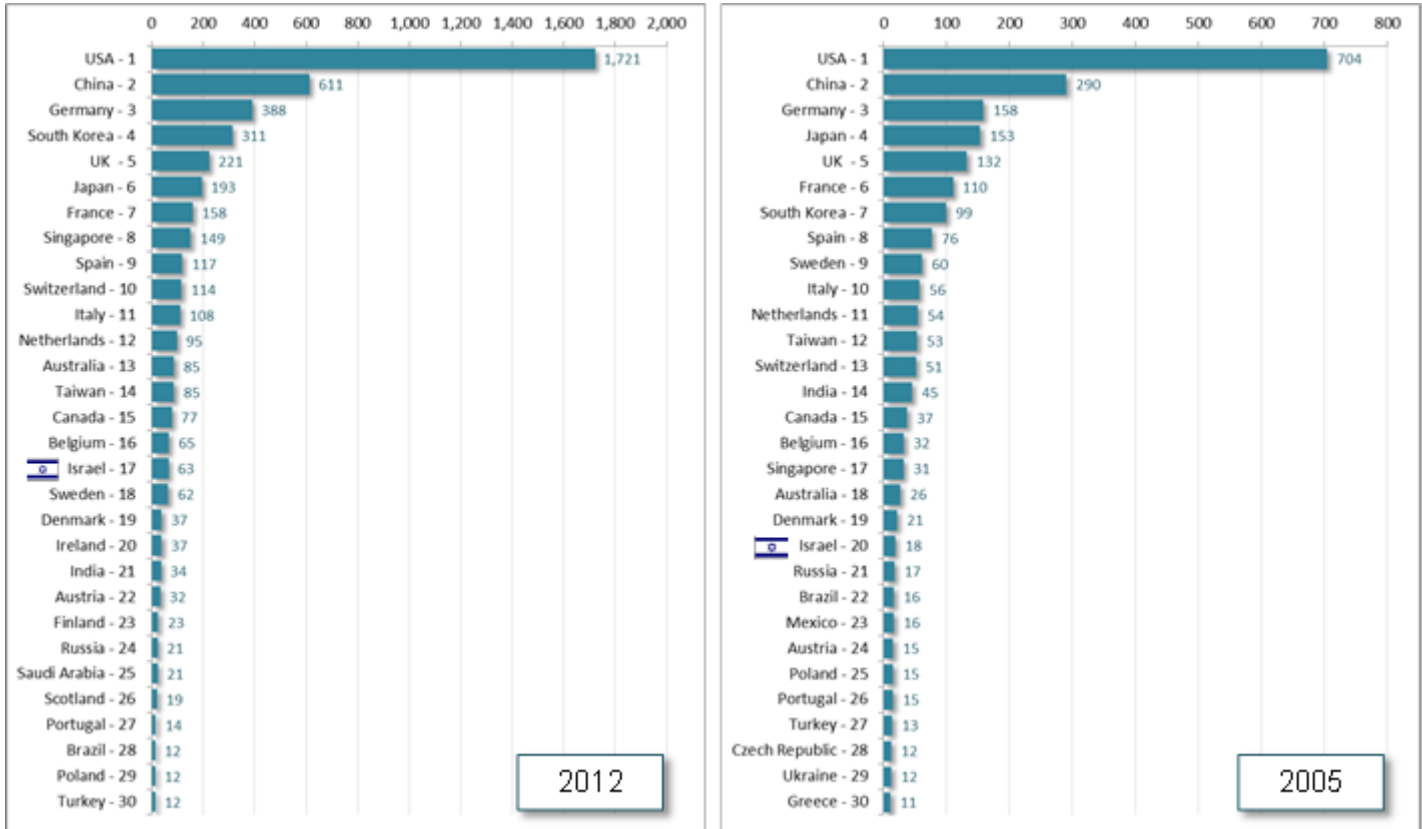
¹⁰ המקור לנתוני האוכלוסייה: <http://data.worldbank.org/indicator/SP.POP.TOTL>

המקור לנתוני האוכלוסייה של טאיוואן: <http://www.indexmundi.com/g/g.aspx?c=tw&v=21>

¹¹ המקור לנתונים: JCR - <http://admin-apps.webofknowledge.com/JCR/JCR>

Nano Letters, Advanced Materials, ACS Nano, ב-2005 כתבי-העת המובילים היו: Nano Letters, Lab on a Chip, Biosensoes & Bioelectronics, Microporous and Mesoporous Materials, Nanotechnology.

איור 9: דירוג המדינות המובילות במספר הפרסומים ב-5 כתבי העת בעלי ממוצע הציטוטים הגבוה ביותר בתחום השטח Nanoscience & Nanotechnology, לעומת 2005 לעומת 2012

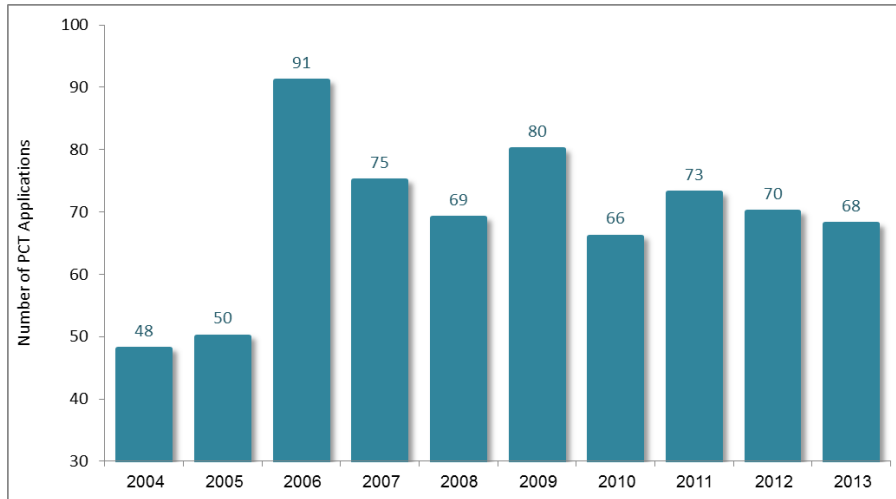


על פי איור 9, בשנת 2012 ישראל דורגה במקום ה-17 בדרוג המדינות המפרסמות בעיתונים הנחשבים ביותר בתחום הננו. מספר הפרסומים של ישראל בקבוצת איכות זו היווה כרבע מכלל פרסומי הננו של ישראל. בשנת 2005 ישראל דורגה במקום ה-20 ברשימת המדינות המפרסמות בעיתונים המובילים בתחום הננו. מספר הפרסומים של ישראל בקבוצה זו היווה כחמישית מכלל פרסומי הננו של ישראל באותה שנה.

4.4.2 ניתוח פטנטים - ננו

ניתוח הפטנטים בתחום הננו מתבסס על תוצאות חיפוש שהתקבלו מאתר WIPO¹² ביוני 2014. במהלך 2004-2013 הוגשו 690¹³ בקשות PCT של מגישים ישראליים בתחום הננו-טכנולוגיה (במסלול זה מוגשות רוב בקשות האקדמיות, אולם הוא אינו מכסה את כל בקשות הפטנטים).

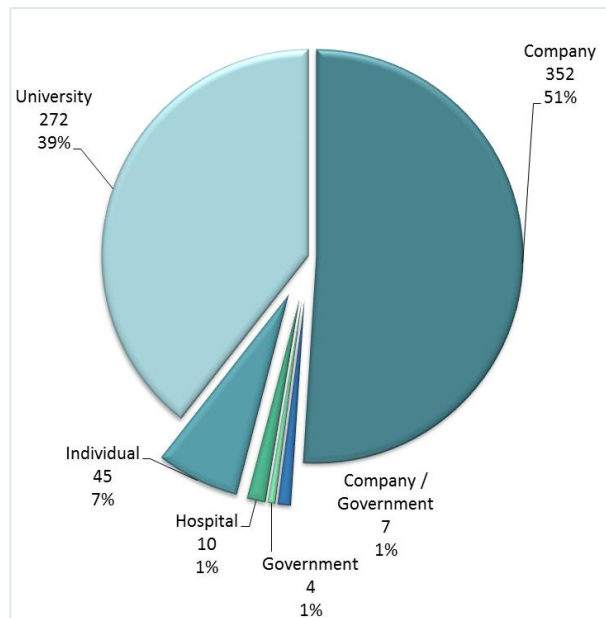
איור 10: מספר הגשות הפטנטים (PCT) של ישראל בתחום הננו-טכנולוגיה בשנים 2004-2013



כפי שניתן לראות באיור זה, בין השנים 2005 ל-2006 חל זינוק במספר הגשות הפטנטים במסלול PCT בתחום הננו, אשר התייצב לאחר מכן עם ממוצע של כ-70 הגשות לשנה (ישראל הצטרפה למסלול זה בשנת 1996).

התפלגות הגשת הפטנטים בין המגזרים השונים בישראל מתוארת באיור הבא:

איור 11: התפלגות בקשות PCT בתחום הננו-טכנולוגיה לפי מגזרים 2004-2013

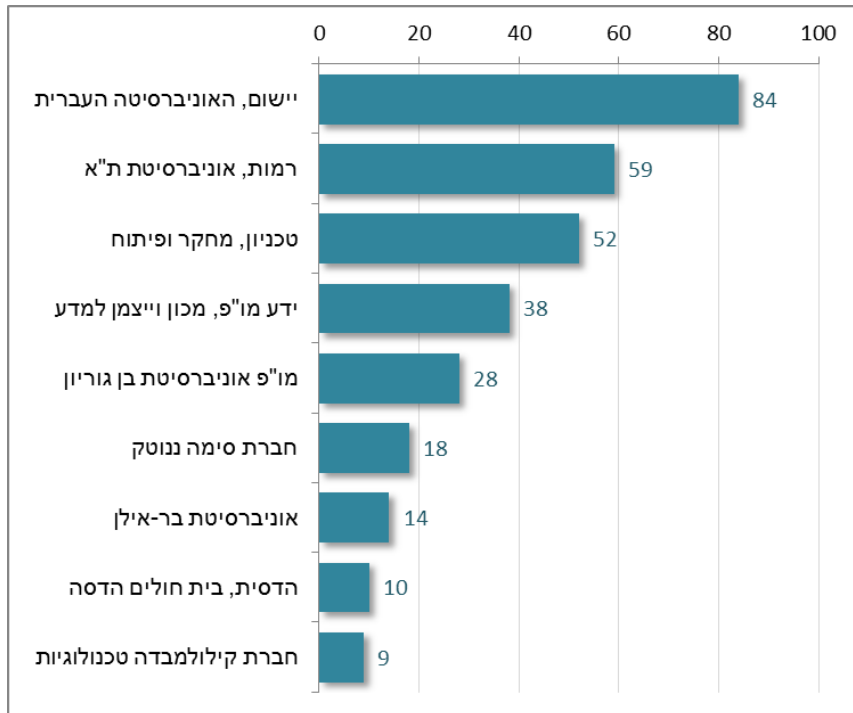


¹² <http://patentscope.wipo.int/search/en/structuredSearch.jsf>
¹³ הפער בין מספר ה-PCT למספרים המדווחים ע"י מכוני הננו נובע מההבדל בהגדרת התחום וכפילויות בספירה הידנית

על פי איור זה, מרבית הפטנטים (כ-90%) הוגשו על ידי המגזר העסקי (51%) והאקדמיה (39%). מגישים פרטיים הגישו כ-10% ועוד אחוז בודד הוגש על ידי בתי חולים וגופים ממשלתיים. באיור זה ניתן לראות שהאוניברסיטה העברית מובילה במספר הגשות הפטנטים בתקופה הנדונה, ולאחריה אוניברסיטת ת"א, הטכניון, מכון ויצמן ואוניברסיטת בן-גוריון. חב' סימה ננוטק היא המובילה במספר ה-PCT בתחום מבין החברות. ראוי לציין כי קיים "זנב" ארוך מאוד של חברות שיש להן הגשה של פטנט יחיד ולכן הסקטור המשמעותי ביותר מבחינת הגשות הפטנטים, למרות התמונה העולה מאיור 12, הוא הסקטור העסקי.

הגופים המובילים בהגשות PCT בתחום הננו מתוארים באיור הבא:

איור 12: התפלגות הגשות PCT בתחום הננו-טכנולוגיה לפי מוסדות וחברות 2013-2004



טבלה 3 מתארת את שיתופי הפעולה בהגשות PCT בתחום הננו בין סקטורים שונים.

טבלה 2: מספר שיתופי פעולה בין סקטורים בהגשות PCT בתחום הננו-טכנולוגיה 2013-2004

סקטור 1	סקטור 2	מספר שת"פ	% שיתופי הפעולה מכלל שיתופי הפעולה בין הסקטורים	% שיתופי הפעולה מכלל הגשות הפטנטים (N=690)
אוניברסיטה חברה בית חולים חברה בית חולים חברה ממשלה ממשלה	אוניברסיטה	27	35%	4%
	אוניברסיטה	21	27%	3%
	אוניברסיטה	15	19%	2%
	חברה	8	10%	1%
	בית חולים	2	3%	0.3%
	בית חולים	2	3%	0.3%
	חברה	1	1%	0.1%
	אוניברסיטה	1	1%	0.1%
	סה"כ	77	100%	11%

מטבלה זו עולה כי כ- 11% מבקשות לפטנטים במסלול PCT של מגישים ישראליים בתחום הננו בשנים 2004-2013 הוגשו בשיתוף פעולה בין סקטורים שונים. אחוז זה גבוה מאחוז בקשות PCT של מגישים ישראליים המוגשים בשיתוף פעולה בכלל התחומים העומד על פחות מ- 4% (לפי מחקר שביצע מוסד נאמן בנושא תפוקות מחקר ופיתוח בישראל בשנים 1990-2008 על בסיס נתוני ה-USPTO¹⁴). מגמה זו בולטת גם כאשר בוחנים את שיתופי הפעולה בין כל אחד מהסקטורים בנפרד. למשל שיעור בקשות PCT של מגישים ישראליים בתחום הננו שהוגשו בשיתוף פעולה בתוך הסקטור האקדמי עומדים על כ- 4% מכלל בקשות PCT של מגישים ישראליים בתחום הננו לעומת אחוז בלבד בכלל התחומים. בקשות PCT של מגישים ישראליים בתחום הננו שהוגשו בשיתוף פעולה בין הסקטור העסקי לאקדמי עומד על כ- 3% מכלל בקשות PCT של מגישים ישראליים בתחום הננו לעומת כ- 0.6% בלבד בכלל התחומים. יתכן וההסבר לאחוז שיתופי הפעולה הגבוה יחסית בתחום הננוטכנולוגיה נעוץ באופיו המולטידיספלינארי של התחום המצריך שיתופי פעולה בין חוקרים מתחומים שונים.

בחינת 77 שיתופי הפעולה בתחום הננו מעלה כי שיתוף הפעולה הנפוץ ביותר הוא בתוך האקדמיה עצמה (27), אחריו בין חברות לאקדמיה (21), בתי חולים לאקדמיה (15), ובין חברות (8). ראוי לציין כי בתי החולים מקיימים קשרי מחקר ענפים עם האקדמיות כאשר לחוקרים יש שיוך כפול במקביל בשני המוסדות. לפיכך, יתכן והיקף שיתוף הפעולה בין חוקרים באקדמיה גדול יותר. ניתן לשער כי אופי העשייה המחקרית במוסדות המחקר האוניברסיטאיים וההכרות האישית של חוקרים מהאקדמיה בתחום הננו מקלה על יצירת שיתופי פעולה בין אוניברסיטאיים. גורמים מקלים אילו אינם קיימים בקשר בין הסקטור האקדמי לסקטור התעשייתי ושיתופי הפעולה ביניהם תלויים במנגנונים של העברת ידע אקדמיה-תעשייה.

¹⁴ ראה: גץ, לק, נתן, אבן-זוהר וחפץ (מאי 2011). תפוקות מחקר ופיתוח בישראל 1990-2008: פטנטים ישראליים בהשוואה בינלאומית. חיפה: מוסד שמואל נאמן. עמוד 75 לוח 5.1.

4.4.3 ניתוח חברות בישראל העוסקות בננו-טכנולוגיה

חלק זה, העוסק בניתוח חברות בישראל העוסקות בננוטכנולוגיה, מתבסס על חברות המופיעות בבסיס הנתונים ¹⁵ Israel Nanotechnology Knowledge Portal באתר INNI. נכון לחודש יוני 2014 בסיס הנתונים כלל את שמותיהן של 130 חברות, מתוכן 118 פעילות ו- 12 שאינן פעילות.

חברות לפי תחומים ותתי תחומים

130 החברות המופיעות בבסיס הנתונים של INNI מחולקות לחמישה תחומי פעילות: Healthcare, Applied Nanotech, Electronic & Communications, Industrial, Environmental & Utilities. המספר הגדול ביותר של חברות הינו תחום ה- Healthcare, שבתוכו בולט מספר החברות בתת תחום ה- Pharmaceuticals בעיקר בנושא Drug Delivery.

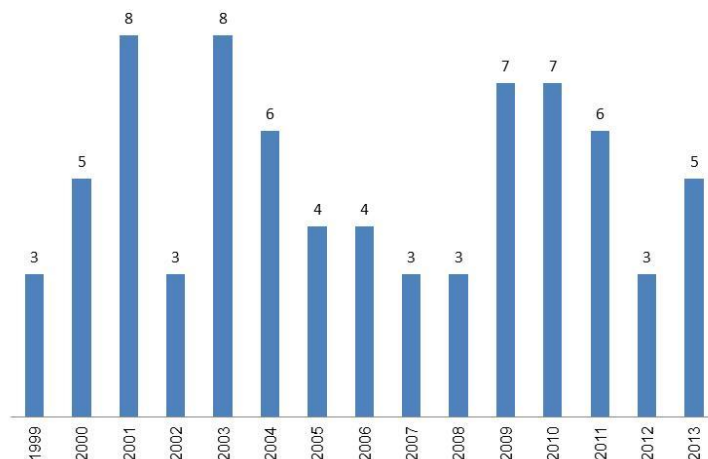
יש לציין כי בגלל אופיו המולטידיסציפלינרי של תחום הננו חלק מהחברות עוסקות ביותר מתחום או תת תחום אחד. עקב כך חלק מהחברות מוצגות יותר מפעם אחת בבסיס הנתונים של INNI הבנוי לפי תחומי פעילות. סה"כ מוצגות בבסיס הנתונים 178 חברות (נכון ליוני 2014), כולל חברות המוצגות פעמיים ויותר.

חברות לפי שנת הקמה (בשנים 1999-2013)

צוות המחקר התבסס על רשימת 130 חברות המופיעה באתר INNI והוציא ממאגר IVC וממאגרי מידע גלויים נוספים מידע נוסף לגבי גודל כל חברה, שנת הקמה ושלב פעילות. הניתוחים והעיבודים הבאים מתבססים על נתונים אלה.

75 מהחברות הוקמו בשנים 1999-2013, מתוכן 66 פעילות ותשע אינן פעילות. האיור הבא מציג הקמת חברות לפי שנים בתקופה 1999-2013:

איור 13: מספר חברות לפי שנת הקמה בשנים 1999-2013 (N=75)



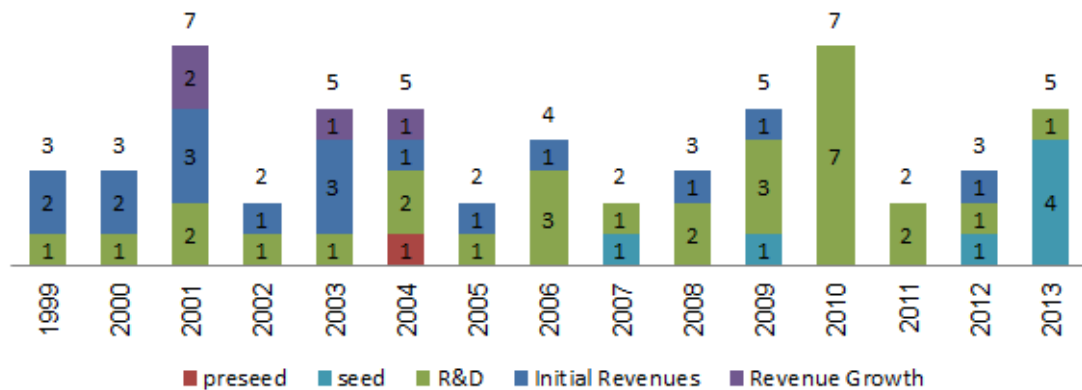
¹⁵ כתובת האינטרנט של Israel nanotechnology Knowledge Portal היא: http://usasearch.dainfo.com/INNI_2011/Template1/Pages/StartSearchPage.aspx (אוחזר ב- 23.6.2014)

ניתן לראות מהאיור שבשנים 2001 ו-2003 הוקם מספר גדול יחסית של חברות ולאחר מכן חל קיטון מסויים בקצב הקמת החברות. בשנים 2009-2010 ניתן לראות שוב גידול בקצב הקמת החברות. נדרשת בדיקה נוספת על מנת לגלות האם שינויים אילו בקצב הקמת החברות הם בעלי משמעות, מה הסיבה לשינויים והאם יש להם קשר להשקעות במסגרת תוכנית הננו החל משנת 2007. 68 מתוך החברות שהוקמו בשנים 1999-2013 הן חברות קטנות (פחות מ- 50 עובדים) ושתיים הן חברות בינוניות (50-250 עובדים). בשנים אלו לא הוקמו חברות גדולות (מעל 250 עובדים). (ל- 5 חברות לא נמצא נתון לגבי כמות העובדים).

חברות לפי שלב פעילות (company stage) (בשנים 1999-2013)

כ- 50% מתוך החברות נמצאות בשלב ה- R&D וכ- 29% מהחברות נמצאות בשלב ה- Initial Revenue. האיור הבא מציג את החברות הפעילות שהוקמו בשנים 1999-2013 לפי שלב פעילות:

איור 14: מספר חברות פעילות בשנים 1999-2013 לפי שלב פעילות (N=58)



מרבית החברות שהוקמו בשנים 1999-2013 נמצאות בשלב ה- R&D (כ- 50% מהחברות) וה- Initial Revenue (כ- 29% מהחברות). רק 4 מתוך 58 מהחברות שהוקמו בשנים אלו (כ- 7%) נמצאות בשלב ה- Revenue Growth.

4.4.4 השתתפות ישראלית בפרויקטי מחקר אירופאיים

חברות, מוסדות השכלה גבוהה וגופים ישראלים אחרים נטלו חלק במהלך השנים בפרויקטי ננוטכנולוגיה רבים במסגרת התוכניות האירופאיות השונות. ההשקעה בציד ובחוקרים בתחום הננו במסגרת פעילות INNI, אפשרה השתתפות במספר הולך וגדל של פרויקטים, החל מתוכנית המו"פ האירופאית השביעית (FP7).

הנתונים המובאים להלן הם נתוני תוכנית המו"פ השישית של האיחוד האירופי (FP6) שהתקיימה בשנים 2003-2006 ושל תוכנית המו"פ השביעית של האיחוד האירופי (FP7) שהתקיימה בשנים 2007-2013. בתוכנית המו"פ החמישית של האיחוד האירופי (FP5) שהתקיימה בשנים 1999-2002 לא הוגדרה הננוטכנולוגיה כתחום מחקר בפני עצמו, אלא כחלק מתחומי מחקר רבים כמו רפואה, ICT, איכות הסביבה, אנרגיה ועוד, ולכן קיים קושי לאסוף נתונים לגבי היקף פעילות הננו בתוכנית. בטבלה הבאה מוצגים נתונים שהתקבלו מ- ISERD לגבי השתתפות ישראל בתחום הננוטכנולוגיה בתוכניות FP6 ו-FP7¹⁶:

ניתן לראות שקיימת עלייה בכל המדדים המובאים בטבלה מהתוכנית השישית לשביעית.

טבלה 3: נתוני תוכנית המו"פ השישית והשביעית של האיחוד האירופי

FP7	FP6	
2007-2013	2003-2006	תקופת התוכנית
82 ⁽¹⁾	56	מספר פרויקטים בהשתתפות ישראלית
141	73	מספר משתתפים ישראלים ⁽²⁾
48	26	תעשייה (חברות)
68	41	אקדמיה
25	6	אחרים
45.3	20.3	מענקי מחקר שקיבלו גופים ישראלים במסגרת התוכנית במיליוני יורו
16.3	5.5	תעשייה (חברות)
24.3	14	אקדמיה
4.8	0.8	אחרים ⁽³⁾
563 ⁽⁴⁾	500	עלות כוללת של פרויקטים בהשתתפות ישראלית במיליוני יורו
316	248	עלות כוללת של פרויקטים בהשתתפות התעשייה הישראלית

הערות לטבלה: (1) ב- 11 מתוך 82 פרויקטים שימשו גופים ישראלים כמתאמי מאגדים (consortia coordinators). (2) ספירת המשתתפים הישראלים נעשתה פר פרויקט, קרי אם גוף השתתף ביותר מפרויקט אחד הוא נספר יותר מפעם אחת. (3) אחרים: עיריות, בתי חולים, יועצים, מכללות ועוד. (4) המשמעות היא שחוקרים ישראלים קיבלו גישה למידע שעלותו מסתכמת ב- M500€ במסגרת ה- FP6 ו-M563€ במסגרת ה- FP7

¹⁶ הנתונים התקבלו ממנהלת המידע ב- ISERD ואושרו בתאריך 2.6.2014

יש לציין שגם בתוכניות המו"פ השישית והשביעית בוצעו מחקרים בתחום הננוטכנולוגיה כחלק ממחקרים בתחומים אחרים (רפואה, ICT, איכות הסביבה, אנרגיה ועוד), שאינם מופיעים בטבלה שלעיל. נכון לתאריך כתיבת דו"ח זה אין עדיין נתונים לגבי כמות הבקשות שהוגשו על ידי גופים ישראליים להשתתפות בפרויקטים בתחום הננוטכנולוגיה בתוכנית Horizon 2020.

4.5 נספח 5: פיילוט לבדיקת אפיקי מסחור לפטנטים רשומים בתחום ננו באחד המוסדות האקדמיים

רישום פטנט הוא בדרך כלל השלב הראשון וההכרחי בתהליך מסחור טכנולוגיות והעברתם לתעשייה. מספר הפטנטים הרשומים בתחום הננו בכל אחד מהמוסדות האקדמיים יכולים להצביע על הפוטנציאל הקיים באותו מוסד ליישום ומסחור בתעשייה של טכנולוגיות ננו שמקורן באקדמיה. על מנת להבין טוב יותר את התמונה, החליט צוות מוסד נאמן לערוך פיילוט באחד המוסדות האקדמיים ולבחון את אפיקי המסחור שהיו לפטנטים הרשומים בתחום הננו במוסד זה (פוטנציאל המסחור). לשם כך נעשתה פנייה להנהלת מכון הננו במוסד האקדמי והתקבלה מימנו רשימה של כל הפטנטים הרשומים בתחום הננו במהלך תוכנית INNI. הרשימה שהתקבלה מהמכון כללה 208 פטנטים רשומים. בהמשך, הועברה רשימה זו לחברת המסחור באותו מוסד אקדמי, שספקה נתונים לגבי אפיקי המסחור של הפטנטים הרשומים. מתוך 208 פטנטים רשומים, בוצע מסחור ל-74 פטנטים (36%), על פי הפירוט הבא:

- הוקמו 20 חברות בהתבסס על 44 פטנטים.
 - אחת מהחברות שהוקמה בהתבסס על 16 פטנטים, נמצאת בהליך של פרוק ומוגדרת על ידי חברת המסחור כ-Commercialization Project.
 - ניתנו רישיונות ל-7 חברות בהתבסס על 15 פטנטים.
 - 9 פטנטים שוחררו לממציאים (המוסד האקדמי החליט לא להמשיך לטפל בפטנט והממציא יכול להמשיך באופן עצמאי אם הוא מעוניין בכך. במידה והממציא ממסחר את הפטנט בהצלחה, המוסד האקדמי מקבל תמלוגים).
 - 2 פטנטים מוסחרו במסגרת Option Agreement (מתן זכות ראשונים לרכישת זכויות השימוש בפטנט).
 - 4 פטנטים נמצאים בתהליכים של משא ומתן למסחורם.
- בנוסף, ביקשנו מחברת המסחור את ממקורות המימון של מחקרים שהניבו רישום פטנטים. הנתונים קיימים בחברת המסחור רק החל מ-1997. הרבה מהחוקרים לא מציינים מידע זה ולכן קיבלנו מחברת המסחור נתונים רק לגבי 50 מהפטנטים. מקורות המימון מפורטים בטבלה הבאה:

טבלה 4: מקורות המימון של המחקרים שהובילו לרישום פטנטים באחד המוסדות האקדמיים

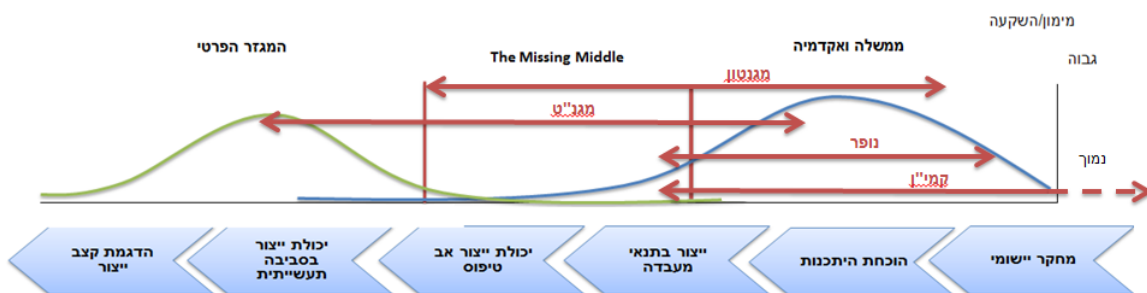
מספר הפטנטים הרשומים	מממן המחקר
9	משרד הבטחון
9	האיחוד האירופי
7	מדען ראשי (מאגד מגנט, מגנטון ונופר)
4	קרנות פרטיות
4	תוכנית מימון של מרכז הננו
4	הקרן הלאומית למדע (ISF)
4	מקורות בינלאומיים אחרים (למשל קרן מינרווה או קרן המדע הסינגפורית)
3	משרד המדע
3	קרנות דו לאומיות (BSF ו-GIF)
2	חברות תעשיתיות
1	משרד התשתיות הלאומיות
50	סה"כ

4.6 נספח 6: שת"פ בין האקדמיה לתעשייה במסחר ננוטכנולוגיה במסגרת תוכניות מדען

בישראל פועלות מספר תוכניות ממשלתיות לעידוד מו"פ, שמטרתן לענות על קושי של העברת טכנולוגיות ננו מהאקדמיה לתעשייה. קיימות צורות שונות ומגוונות לשיתופי פעולה של האקדמיה עם התעשייה בתחומי הננוטכנולוגיה הכוללים חממות, מאגדים שבהם שותפות האקדמיה והתעשייה ועוד. הגוף העיקרי המעודד את הקשרים בין האקדמיה לתעשייה, הוא לשכת המדען הראשי במשרד הכלכלה.

תוכניות "מגנט" (מחקר ופיתוח גנרי טכנולוגי) הן חלק ממסלולי הסיוע של המדען הראשי לקידום התעשייה הישראלית והן מציעות מסגרת לחיבור בין התעשייה לאקדמיה לשם יצירת שיתופי פעולה פוריים. התוכניות מתמקדות בטכנולוגיות חדשניות ופורצות דרך שעשויות לסייע לפיתוח דורות חדשים של קווי מוצר ו/או לשדרג את קווי המוצר הקיימים. במנהלת מגנט קיימים מספר מסלולי סיוע התומכים בגורמים שונים כמו חוקרים באוניברסיטאות, משקיעים, חברות הזנק, חברות גדולות ועוד. לכל תוכנית מקום ייחודי לה על פני הרצף שבין מחקר יישומי לייצור. האיור הבא מדגים את מקומן של ארבע מתוכניות מגנט בתהליך מסחר טכנולוגיות ננו מהאקדמיה לתעשייה:

איור 15: תוכניות המדען הראשי במסלול מגנט בתהליך העברת טכנולוגיות ננו מהאקדמיה לתעשייה



הגרף מתבסס על עקרונות מנחים לתוכניות מגנט מינואר 2014 מתוך אתר מנהלת מגנט

להלן פרוט קצר של התוכניות המרכזיות שעשויות לסייע בהעברת טכנולוגיות ננו שפותחו באקדמיה ליישום בתעשייה:

תוכנית "קמין" (קידום מחקר יישומי נבחר)

ייעוד תוכנית "קמין" הוא להוות גשר נוסף בין המחקר הבסיסי למחקר היישומי, שטרם הוכר על ידי גורמים עסקיים כבשל למימון במסגרת עסקת מסחר. דהיינו, מתן אפשרות לקבוצת המחקר באקדמיה להמשיך בביצוע המחקר שהחל כמחקר בסיסי לכיוון מחקר יישומי, שכבר אינו מתאים לתמיכה מקרנות מחקר תחרותיות המיועדות לקידום המחקר הבסיסי (כגון הקרן הלאומית למדע) והבאתו לשלב בו גורמים תעשייתיים יגלו בו עניין להשקעה. מכאן, שיעדי המחקר יאופיינו כך שבסוף תקופת ה"קמין" תהיינה תוצאות שיאפשרו לגורמים תעשייתיים לגלות עניין עמוק יותר להשקיע ולשתף פעולה עם מוסד המחקר במחקר משותף בערוצי פעילות מתאימים.

תקופת המחקר: 12-24 חודשי עבודה, עם אפשרות להארכת פעילות ל-12 חודשים נוספים.

גובה המענק המרבי של לשכת המדען הראשי :

- 360,000 ₪ לשנת מחקר אחת (90% מימון מדען ראשי)
- 680,000 ₪ לשתי שנות מחקר (85% מימון מדען ראשי)
- 264,000 ₪ לתקופת הארכה של 12 חודשים נוספים. (66% מימון מדען ראשי)

תוכנית נופר

יעוד תוכנית "נופר" הוא להוות גשר בין המחקר הבסיסי למחקר היישומי, שטרם הוכר על ידי התעשייה כבעל פוטנציאל מסחרי. דהיינו, מתן אפשרות לקבוצת המחקר באקדמיה להמשיך ביצוע תוכנית מחקר יישומי, שכבר אינו מתאים לתמיכה מקרנות מחקר תחרותיות המיועדות לקידום המחקר הבסיסי (כגון הקרן הלאומית למדע) והבאתו לשלב בו גורמים תעשייתיים יגלו בו עניין. מכאן, שיעדי המחקר יאופיינו כך, שבסוף תקופת ה"נופר" של המחקר, תהיינה תוצאות שיאפשרו לגורמים תעשייתיים לגלות עניין עמוק יותר ולשתף פעולה עם מוסד המחקר ולהמשיך במחקר משותף בערוצי פעילות מתאימים.

תחומי הפעילות של "נופר" הם ביוטכנולוגיה, ננוטכנולוגיה, מכשור הרפואי והמים ואנרגיה

תקופת המחקר: 12 חודשי עבודה (עם אפשרות הארכה עד ל- 15 חודשים)

גובה המענק המרבי של לשכת המדען הראשי:

- גובה התקציב המירבי לפרויקט "נופר" הוא 500,000 ₪. (90% מימון מדען ראשי)
- למחקר רב תחומי בו מעורבות קבוצות מחקר מפקולטות שונות, גובה התקציב המירבי לפרויקט הוא 660,000 ₪. תקציב כל אחת מהקבוצות לא יעלה על 330,000 ₪.

תוכנית "מגנטון"

יעוד תוכנית "מגנטון" הוא ביצוע תוכנית מחקר ופיתוח להוכחת יכולת המעבר של המצאה מדעית, שנחקרה במוסד המחקר, למוצר תעשייתי. כל פרוייקט במסגרת התוכנית הוא שת"פ דואלי בין קבוצת מחקר במוסד מחקר בישראל, המבצע מחקר ברמה אקדמית, לבין קבוצת פיתוח בתאגיד תעשייתי ישראלי לביצוע הוכחת הייתכנות טכנולוגית/מערכתית של הישגי המחקר האקדמי, שבסיומה התאגיד התעשייתי יוכל לקבל החלטה על כניסה לתהליך עיצומי של פיתוח מוצר תעשייתי או על אי-יכולת או אי-כדאיות להיכנס לתהליך פיתוח מלא (FSD)

תקופת המחקר: 12 עד 24 חודשים.

גובה המענק המרבי של לשכת המדען הראשי: עד 3,400,000 שקל לשני הגופים ולכל התקופה המבוקשת (66% מימון מדען ראשי).

תוכנית מאגד מגנט

מטרת תוכנית "מאגד מגנט" היא עידוד פיתוח היתרון התחרותי הטכנולוגי ארוך הטווח של התעשייה האזרחית בישראל על ידי יצירת מאגדים (Clusters) של תאגידי עסקיים ומוסדות מחקר בתחומים בעלי חשיבות בשוק העולמי שלתעשייה הישראלית עשוי להיות יתרון יחסי בהם. במסגרת זו מתאגדים מספר תאגידי תעשייתיים ומוסדות מחקר כ"יישות משפטית" סביב חזון משותף באשר למאפייני השוק העתידי והפערים הטכנולוגיים הקיימים בדרך להשגתו. שיתוף הפעולה מתממש על-ידי הקמת קבוצות עבודה משותפות, מרכז מידע ואתרים משותפים. שיתוף הפעולה הוא האמצעי להשגת יעד התוכנית, תוך תרומה הדדית וחסכון במשאבים. תוכנית הפעולה נשענת על פיתוח מרכיבי

הידע הדרוש לכל אחד מהשותפים, ועל ניצול הידע המאוגד ממרכיבים אלה על-ידי כל אחת מהחברות התעשייתיות, לשם פיתוח מוצריה בעתיד.

הקניין הרוחני הנוצר במסגרת הפעילות במאגד פתוח לכל חברי המאגד ורק להם, כאשר כל חבר במאגד יכול לעשות בו שימוש לצרכי קידום המו"פ בארגונו ורק בעליו (מפתחיו) ראשים לעשות בו שימוש עיסקי אחר כמו חשיפתו, העברתו או מכירתו לצד שלישי (בכפוף לחוק המו"פ)

תקופת המחקר: מאגד מגנ"ט מאושר ל- 3 שנים.

השתתפות המדען הראשי: שיעור המענק הוא עד 66%. השותף האוניברסיטאי מכוסה במלוא הוצאותיו.

עד כה פעלו במסגרת מגנ"ט המאגדים הבאים בתחומי הננו טכנולוגיה:
 MOEMS (Micro-Opto-Electro-Mechanical System) - מאגד שפעל בשנים 2002 עד 2006, ועסק בפיתוח התקנים ממוזערים. המאגד כלל 10 חברות תעשייה ושני מוסדות אקדמיים.
 NFM (Nano Functional Materials) - מאגד שפעל בשנים 2003 עד 2008, ועסק בחקר תהליכי ייצור חדשים ושילוב של ננו-חלקיקים וחומרים חדשים בתהליכים ובמוצרים בתעשייה. המאגד כלל 12 חברות תעשייה ושלושה מוסדות אקדמיים.

המאגד הביא לעבודה משותפת של חוקרים וחברות, להכנסת טכנולוגיות ושיטות חדשות לחברות, לחשיפה של תחום הננו לחברות כימיה רבות בארץ שאליהן פנו חברי המאגד. המאגד תמך ברישום של 18 פטנטים של שבעה גופים (חברות ואקדמיה), מהם נרשמו 12 פטנטים.

NES (Nanotubes Empowerment Solutions) - מאגד שהחל לפעול בשנת 2009. המאגד כולל 13 חברות תעשייה ו-7 מוסדות אקדמיים. המאגד עוסק בפיתוח אבני בניין טכנולוגיות המאפשרות שימוש בננו צינוריות מפחמן ליישומים נבחרים.

הגשה ואישור בקשות בתחום הננו בתוכניות במסגרת מסלול מגנ"ט בשנים 2012-2013¹⁷

- בשנים 2012-2013 הוגשו 12 בקשות לתוכניות מגנטון ונופר מתוכן אושרו 6 בקשות. רוב הדחיות היו בגלל אי התאמה לתוכנית, דהיינו אם היו מוגשות לתוכנית מתאימה היו יכולות לקבל אישור.
- בשנים 2012-2013 הוגשו 28 בקשות לתוכנית קמי"ן מתוכן אושרו 20 בקשות.
- מספר ההגשות בכל אחד מהסבבים בתוכנית קמי"ן עמד על 5-8 בקשות, אך בסבב האחרון שבוצע בשנת 2014 הוגשו רק שלוש בקשות (אשר אושרו כולן).
- בשנים 2012-2013 פעל מאגד NES בתחום הננו-צינוריות. במאגד השתתפו 9 חוקרים וכל התוכניות שהגישו החוקרים במסגרת המאגד אושרו.

השימוש בתוכניות מגנטון, נופר וקמין נמוך בהתחשב בכך שמדובר בשישה מוסדות להשכלה גבוהה שיכלו להגיש בקשות בכל אחד מתשעת סבבי ההגשה בשנתיים הרלוונטיות. גם מספרם הגדול של החוקרים במרכזי הננו והמספר הגדול של פרסומים בתחום (מעל 1,000 פרסומים בשנים 2012-2013 לפי דיווחי מכוני הננו) **מצביע לכיוון של שימוש מועט במסלולים שמטרתם עידוד העברת מחקר בסיסי למחקר יישומי ומחקר יישומי לתעשייה.**

¹⁷ הנתונים התקבלו ממר אילן פלד, ראש תוכנית מגנ"ט במשרד המדען הראשי.

התייחסות מרואיינים לנושא תוכניות מדען:

ההשתתפות בתוכניות המדען 'מגנטון' ונופר נעשית רק כשהחברה פונה למדען לבקש מימון לפיתוח. אחד 'ממגלי ההזדמנויות' ציין שהתוכניות נהדרות. עם זאת, נופר פועלת אחרי שכבר יש "שידוך", כלומר אחרי שחברה כבר הסכימה שיש מקום להשקעת משאבים כספיים וניהוליים בטכנולוגיה. בנופר החברה צריכה להשקיע 10% והרבה מהחברות לא מעוניינות להשקיע. להבדיל מתחום הפארמה שבו זה סכום קטן עבור החברות על מנת להיות מעורבים במחקרים פורצי דרך, בנופר הרבה מהחברות לא רואות את היתרון הטמון בהשקעה זו. מכאן שהתוכנית במתכונתה הנוכחית אינה מתאימה לתחום הננו.

מנהל עסקי באחד מה-TTOs טען שהמימון בתוכניות הוא של סכומי כסף קטנים וזה לא מספיק על מנת להעביר את הטכנולוגיה למקום שאפשר לעניין בו חברה.

מרואיינים רבים ציינו שמבין תוכניות המדען 'קמין' היא התוכנית האטרקטיבית ביותר לתחום הננו, המימון הוא של כ-800,000 ש"ח, משך התוכנית שנתיים ולא צריך חברה שותפה אלא יזם. מאז שנפתחה תוכנית קמין, יש פחות השתתפות בתוכנית נופר. על החממות נאמר שהן לא מתפקדות טוב.

מגמות בהגשת בקשות לתמיכת מדען ראשי במסגרת מסלול מגנטון

על מנת לקבל מידע על מגמות בהגשת בקשות לתמיכת מדען ראשי במסגרת מסלול מגנטון פנינו לאחד ממוסדות המחקר וביקשנו לקבל מידע בנושא. בתשובות שהתקבלו ניתן דגש לתוכנית 'קמין' כמייצגת את שאר התוכניות במסלול (מלבד מאגדי מגנטון). כמו כן המידע שהתקבל אינו מתייחס באופן ספציפי לתחום הננו.

פרוייקטי 'קמין', במוסד האמור, התחילו בשנת 2011. מאז שנה זו היו שבעה סבבי הגשת בקשות לתמיכה במסגרת התוכנית וסבב שמיני צפוי בספטמבר 2014. המוסד השתתף ב-32 פרויקטי 'קמין' בתקופה זו.

בסבב ההגשות הראשון של תוכנית 'קמין' הגישו 24 חוקרים בקשות למשרד הקישור במוסד האקדמי האמור. משרד הקישור בחר עשר מתוכן להגשה למדען הראשי ורק ארבעה פרויקטים אושרו בסופו של דבר. כתוצאה מכך הוחלט על שיפור מנגנון הסינון הפנימי, ובסבב ההגשות האחרון באביב 2014 הוגשו למדען שבע בקשות בלבד לפרוייקטי קמין ששש מתוכן אושרו.

במסגרת הסינון הפנימי נעשה מאמץ למצוא את הפרוייקטים המתאימים ביותר לסיוע לפי הקריטריונים של המדען הראשי. כך למשל לא מוגשים פרויקטים שהתוצאות הראשוניות שלהם בשלות מידי, אלא נבדקת מידת התאמתם לתוכנית 'מגנטון'. מצד שני לא מוגשים פרויקטים שהתוצאות הראשוניות שלהם הן ברמת בשלות נמוכה שתחייב יותר משנתיים של עבודה בפרוייקט. **המטרה היא לא להגיש כמות גדולה של בקשות אלא להגיש בקשות שהסיכוי שיתקבלו גבוה.** ואכן בסבב האחרון אחוז אישור הבקשות עמד על מעל ל-85%.

סינון פנימי כזה מחייב תהליכי הכשרה של אנשים רלוונטיים במוסדות המחקר. ב'קמין' נעשו הדרכות מפורטות לגורמים הרלוונטיים במוסדות המחקר (משרדי קישור וכו') שהעלו את הרמה המקצועית והביאו ליותר הצלחות. הדרכות דומות בנושאי מגנטון ונופר יכולות להביא לשיפור התוצאות גם בהגשות לתוכניות אלו. ככל שרמת הבודקים הפנימיים באקדמיות תהיה קרובה יותר לרמת הבודקים במשרד המדען הראשי כך יחסכו זמן ומשאבים בסבבי ההגשות.

סיפורי הצלחה:

מעבדות ים המלח (AHAVA): ב-1995 נכנסה החברה למאגד NFM במטרה לבחון את הסיכונים הכרוכים בנושא ננו-חלקיקים ולייצר שיתופי פעולה עם האקדמיה ועם תעשיות אחרות. במסגרת המאגד פיתחה החברה טכנולוגיית ננו-אמולסיות: קרמים קוסמטיים שבהם גודל הטיפות (טיפות שמן או צירוף של מים ושמן) קטן

מחלקיקי ננו. פיתוח זה תורם לחיי מדף ארוכים יותר של התכשיר וליציבותו על העור. הטכנולוגיה שפותחה במאגד יושמה בהצלחה, ובאמצעותה נכנסה החברה לשווקים בין-לאומיים ורשמה כמה פטנטים.

וולקן: וולקן תעשיות רכב זכתה ביוני 2014 בפרס "מוצר הננו טכנולוגיה של השנה" מטעם המדען הראשי, על פיתוח ננו המשפר את ביצועי המצבר בצורה משמעותית. מדובר בדוגמה קלאסית של חברה מסורתית, שבמשך 70 שנה הטכנולוגיה שלה לא שונתה. בעזרת שילוב מושכל של ננוטכנולוגיה בשיתוף עם חוקרים מובילים מהאקדמיה (אוניברסיטת בר אילן) ובמסגרת תוכנית מגנט"ט של המדען הראשי במאגד לננו צינוריות (NES) הצליחה החברה לשפר את ביצועי המצבר ולהגדיל את מספר מחזורי הפריקה והטעינה ב 100% – ובכך להפוך למובילה עולמית בתחום המצברים לרכב. החברה נמצאת בשלב בו היא חתמה על הסכם אסטרטגי עם חברה עולמית גדולה שיאפשר את המשך שיפור המוצר שפיתחה.

Nanomotion: החברה מייצרת מנועים בעלי יכולת פעולה מדויקת הניתנים לשליטה מרבית. את התשתית הטכנולוגית הבסיסית למערכת ההנעה פיתחה החברה בתחילת דרכה ב-1993, בחממת הטכניון של המדען הראשי. ב-2007 הצטרפה למאגד BMP בתוכנית מגנט"ט, ובמסגרתו פיתחה בשיתוף פעולה עם חברות הפועלות בתחום הרפואה מנוע פיאזו-אלקטרי הקטן בעולם. המנוע מאפשר תנועת תקריב זעירה לשימוש באנדוסקופ, בגלולה או במצלמה של טלפון נייד. ב-2005 נרכשה מחצית מהחברה על ידי ג'ונסון אלקטריק, וב-2008 הושלמה הרכישה.

פלאסן סאסא השתתפה במאגד NES ופיתחה טכנולוגיה לשילוב ננו-צינוריות פחמן התורמות לשיפור התכונות המכניות של החומרים המשמשים למיגון.

אליבט-אלאופ השתתפה במאגד NES ופיתחה קבל-על (Super Capacitor) מבוסס ננו-טכנולוגיה, המאפשר התנעה חלקה יותר לכלי רכב.

4.7 נספח 7: ניתוח ראיונות בנוגע ל'סיפורי הצלחה' ביישום ומסחור ידע שמקורו במחקר אקדמי בנוטכנולוגיה

במסגרת המחקר ראיינו נציגים משש חברות שונות בתחום הננו על מנת להתחקות אחר המסלול שעברה כל חברה בדרך למסחור ולבדוק מהם הגורמים שסייעו למסחור בכל אחד מהמקרים. כל החברות שראיינו הן חברות קטנות המעסיקות בין שלושה ל-30 עובדים. שתיים מהחברות שנציגיהן ראינו הן חברות בשלב ה-Seed והוקמו בשנים 2013 ו-2009. שלוש חברות נוספות נמצאות בשלב ה-R&D והוקמו בין השנים 2009 ל-2012. החברה הותיקה מכולן הוקמה בשנת 2002 ונמצאת בשלב ה-Initial Revenues. החברות עוסקות בנושאים מגוונים: שתיים מהן עוסקות בתחום ה-Cleantech (אחת בתחום החקלאות והשנייה בתחום החומרים המתקדמים), אחת עוסקת בתחום הרכיבים האלקטרוניים והאופטיים, אחת בתחום הסוללות והשתיים האחרות עוסקות ביישומים תעשייתיים של חומרים מתקדמים (הנתונים לגבי שנת ההקמה, השלב ותחום העיסוק נלקחו ממאגר הנתונים IVC).

מסלולי מימון

במסגרת הראיונות נשאלו המראיינים מטעם החברות לגבי תהליך גיוס הכספים שנעשה, מסלולי המימון והסכומים אותם גייסו החברות במהלך שנות פעילותן. הסכומים המוצגים בחלק זה התקבלו מהמראיינים מ-5 חברות ואומתו מול נתוני מאגר IVC.

החברה הצעירה ביותר, מבין שש החברות, הוקמה על בסיס טכנולוגיה שפותחה במסגרת תוכנית - FTA (שמומנה במסגרת תוכנית של INNI). עם הקמת החברה נוצר קשר, דרך חברת היישום שטיפלה ברישום הפטנט ומתן הרשיון, עם חממה טכנולוגית הפועלת תחת קרן השקעות וממנה התקבל מימון ראשוני בסך \$0.1M. לאחר מכן הוגשה תוכנית עסקית למדען הראשי שבעקבותיה התקבל מענק מימון של כ-\$0.5M.

שלושת החברות שנמצאות כעת בשלב ה-R&D קיבלו מימון מחברות בינלאומיות. אחת החברות התחילה את דרכה לאחר שהטכנולוגיה שלה זוהתה כבעלת פוטנציאל ליישום תעשייתי במסגרת פעילות בקבוצת מחקר של תוכנית ה-FP7. בהמשך, לאחר שלוש שנים של חיפושים אינטנסיביים למצוא השקעה, חתמה החברה על הסכם שת"פ והשקעה עם חברה אירופית גדולה. חברה שנייה, קיבלה מימון דרך המסלול לשיתופי פעולה בינלאומיים בין תאגידיים זרים לחברות ישראליות של המדען הראשי. בהמשך זיהתה את הפוטנציאל הטכנולוגי חברה בינלאומית שבסיסה באירופה שהשקיעה בהמשך הפיתוח. החברה השלישית שנמצאת בשלב ה-R&D הצליחה לגייס בשלב ראשוני \$6M ממשקיעים פרטיים ומחברה גלובלית ולאחרונה גייסה עוד \$10M מחברת השקעות בבעלות משקיע ישראלי.

החברה הותיקה מבין החברות גייסה בתחילת דרכה בשנת 2002 סכום של \$1M במסגרת חממה וסכום של \$3M מקרן הון סיכון. במשך השנים גייסה החברה מעל \$8M ממשקיעים פרטיים אירופיים וכן קיבלה מימון מאחת מתוכניות המו"פ של האיחוד האירופי.

הטבלה הבאה מסכמת את מסלולי המימון המתוארים לעיל:

טבלה 5: סיכום מסלולי המימון של החברות שנציגיהן רואיינו

מימון המשך	מקור מימון ראשוני	תאריך הקמה	שלב	תחום פעילות (לפי מאגר הנתונים של INNI)
-	מדען ראשי + חממת מופת (Mofet Venture) (Accelerator)	2013	SEED	Environmental & Utilities
החברה גייסה 6\$M ממשקיעים פרטיים ומחברה בינלאומית כבר בשלב התחלתי. בהמשך גוייס סכום נוסף (10\$M) מחברת השקעות.	לא נמסר	2012	R&D	Environmental & Utilities
במקביל לחתימת הסכם לקבלת רשיון שימוש בפטנט עם חברת יישום באוניברסיטה העברית נחתם גם הסכם השקעה עם חברה אירופית, אשר קיבלה לידיה מניות בחברה.	FP7 (כ- 1M €)	2010	R&D	Applied nanotech
החברה נרכשה על ידי חברה אירופית גדולה.	מדען ראשי+ חברה זרה (תוכנית שת"פ תאגידים בינלאומיים)	2009	R&D	Electronics and Communications
לא נמסר	לא נמסר	2009	SEED	Applied nanotech
גוייסו מעל 8\$M ממשקיעים פרטיים באירופה והתקבל מימון מאחת מתוכניות המו"פ של האיחוד האירופי. בהמשך נרכשה החברה על ידי חברה בינלאומית.	גוייסו 1\$M במסגרת חממה ו- 3\$M מקרן הון סיכון	2002	Initial Revenues	Industrial

הגורמים להצלחת המסחור:

כפי שניתן לראות בטבלה, חמש חברות שונות עברו מסלולים שונים בדרך למסחור. בהתאם לכך נציגי החברות שרואיינו הצביעו על גורמים שונים שתרמו להצלחת המסחור. חלק מהמראיינים הדגישו את חשיבות **שיתוף הפעולה עם גורמים מחוץ לישראל** וציינו שחבירה לחברה רב-לאומית גדולה או לגופים אסטרטגיים באיחוד האירופי עמדה בבסיס הצלחת המסחור. המראיינים ציינו כי חברות בינלאומיות מסייעות בהיבט המימוני וגם עוזרות להגדיר בצורה מדוייקת את הצרכים התעשייתיים ובכך מסייעות להכוונת המחקר. באחת החברות דווח על יצירת **קשר עם חברה תעשייתית ישראלית גדולה** שאפשר גם הוא לאפיין אפליקציות ספציפיות ולהגדיר דרישות להכוונת המשך המחקר. החברה הישראלית הגדולה פתחה בפני חברת הננו **גישה לנתונים ולספקים** שסייעו להצלחת המסחור.

מציאת צורך תעשייתי מדוייק הוא גורם משמעותי להצלחת המסחור. בנוסף אליו נדרשות גם **יכולות ניהוליות**. נציגי החברות ציינו במקרים שונים **שתוכנית עסקית טובה**, שנבנית לאורך שנים, **וגיוס של איש עסקים עם נסיון תעשייתי מוכח** ומנכ"ל לחברה כבר בתחילת הדרך, סייעו להצלחת תהליך המסחור.

אחד מנציגי החברות ציין כי לתחושתו **למוניטין ולקשרים של החוקר המעורב** שהוא בעל הצלחות קודמות היה חלק לא מבוטל בהצלחת המסחור. נציג אחר ציין כי תהליך המסחור הצליח, בין השאר, כי החוקרים נתקלו **באנשי תעשייה בעלי יוזמה**, 'חשיבה פתוחה' ו**תעוזה**. נציגים אלו ואחרים ציינו כי כל הגורמים המעורבים במסחור נדרשים לסבלנות בתהליך ארוך הכרוך בהרבה לחצים, משברים, השקעה עצמית וחוסר וודאות. אחד מנציגי החברות ציין באופן ספציפי את הקשיים במשא ומתן משפטי ארוך מול חברת היישום ומול המדען כגורם העלול לחבל בתהליך המסחור. אותו הנציג ציין כי התגברות על קשיים אלו הוותה אבן דרך משמעותית בהצלחת המסחור.

גורמים להצלחת המסחור

- I. שיתוף פעולה עם גורמים מחוץ לישראל
- II. קשר עם חברה תעשייתית ישראלית גדולה
- III. גישה לנתונים ולספקים
- IV. מציאת צורך תעשייתי מדוייק
- V. יכולות ניהוליות
- VI. תוכנית עסקית טובה
- VII. גיוס של איש עסקים עם נסיון תעשייתי מוכח
- VIII. מוניטין וקשרים של החוקר המעורב
- IX. אנשי תעשייה בעלי יוזמה, 'חשיבה פתוחה' ותעוזה

4.8 נספח 8: מודלים של תפקיד 'מגלי ההזדמנויות'

'מגלי הזדמנויות', כך נקראים האחראים במוסדות האקדמיים על הקשר עם התעשייה בתחום הננו. היוזמה לתפקיד נוצרה מתוך כוונה ליצור תפקיד ייעודי לתחום הננו, שהנושא בו יזהה מחקרים יישומיים בעלי פוטנציאל מסחור 'ביצי זהב', ויקדם אותם למסחור בעיקר בדרך של הקמת חברת הזנק. לכן נקרא התפקיד תחילה 'מגלה בייצי זהב' ורק מאוחר יותר שונה לשמו הנוכחי 'מגלה הזדמנויות'.

במהלך המחקר, ערכנו ראיונות עם ששת 'מגלי ההזדמנויות' במוסדות להשכלה גבוהה. מהראיונות עולה שבמוסדות האקדמיים השונים נוצרו כמה מודלים שונים של תפקיד 'מגלי ההזדמנויות' מבחינת הגדרת התפקיד, הגוף המעסיק והסמכויות שהתפקיד כולל.

'מגלי ההזדמנויות' באוניברסיטת בן-גוריון בנגב, באוניברסיטת תל-אביב ובאוניברסיטה העברית בירושלים עובדים במודל העסקה דומה - כולם יזמים שהגיעו לתפקיד לאחר שהקימו וניהלו חברות. התפקיד המרכזי שלהם הוא לאתר טכנולוגיה שנוצרה במוסד האקדמי ולהקים על בסיסה חברה.

במסגרת תפקידם עליהם לספק תמונה של יכולת המסחור שקיימת במוסד האקדמי, דבר שנעשה בעיקר על בסיס פגישות שהם מקיימים עם החוקרים.

בשלושת המוסדות האקדמיים האחרים פועלים 'מגלי ההזדמנויות' שהם מדענים או שילוב של מדען שהוא גם יזם. התפקיד שהוגדר להם הוא לסקור את הטכנולוגיות שנוצרו במוסד האקדמי ולבחון כיצד ניתן לעזור למדענים להגיע לאפיקי מסחור. במוסד אקדמי אחד התפקיד כולל רק מיפוי וכתובת דוחות ללא ליווי עסקי.

חלק מ'מגלי ההזדמנויות' מועסקים על-ידי ה-TTOs, חלקם מועסקים על-ידי מכון הננו וחלקם בהעסקה משותפת של שני הגופים.

בחלק מהמוסדות קיים שיתוף פעולה פורה בין 'מגלי ההזדמנויות' ל-TTO ולמכון הננו ובחלקם קיימים קשיים בשיתוף הפעולה בין שלושת הגורמים המעורבים. שיתוף פעולה ותאום בין מכון הננו, 'מגלה ההזדמנויות' וה-TTO יכול להביא לקידום המסחור והיישום של הטכנולוגיות שנוצרות באקדמיה בתחום הננו. על מנת ששיתוף פעולה כזה יתקיים צריכה להתקיים בכל מוסד אקדמי חשיבה משותפת של הגורמים המעורבים והחלטות ברורות לגבי מי הגוף המעסיק, מה ההגדרה והגבולות של התפקיד, מה הסמכויות שהתפקיד כולל וכיצד יתקיים הקשר בין הגופים כך שיפעלו יחד לטובת העניין.

4.9 נספח 9: פתרונות קיימים בעולם להתמודדות עם קשיי המסחר שעלו במחקר

בנספח זה אנו מציגים דוגמאות לשלושה מודלים שקיימים בעולם להתמודדות עם הקשיים, הן מבחינת תהליך והן מבחינת מימון, בשלב האמצע של העברת טכנולוגיות הננו מהאקדמיה לתעשייה שהוא הקושי המרכזי שמצאנו במחקר.

שלושת המודלים הם:

1. מרכזי ננו הפועלים כמערכות אקולוגיות (eco systems): מרכזים אלו ממוקמים באיזורים גאוגרפיים מוגדרים ומאגדים בתוכם שותפים רבים כמו מוסדות מחקר, חברות מסחריות, יצרני ציוד וחומרים ומשקיעים שונים. המרכזים מוקמים לרוב בתמיכה ממשלתית אשר קטנה עם הזמן לטובת מימון פרטי.
2. תוכניות מימון ממשלתיות לעידוד מסחר: תוכניות שאינן ספציפיות לננוטכנולוגיה (אם כי לעיתים נותנות דגש לתחום זה) אשר מחלקות מענקים במטרה להביא רעיון למוכנות תעשייתית. לתוכניות אלו שלב נוסף, שלב המסחר, שאינו מגובה במענק, אך במסגרתו חברות מקבלות אימון והכוונה כחלק מהתוכנית או תמיכת המשך מגופי ממשלה שלא דרך התוכנית.
3. מודל מכוון פראונוהופר כדוגמא למכון מחקר מכוון יישומים במימון פרטי/ציבורי (PPP).

4.9.1 מרכזי ננו הפועלים כמערכות אקולוגיות (Eco Systems)

- **המרכז לננו-ייצור מערכות לטכנולוגיות מחשוב ואנרגיות ניידות (the Center for Nanomanufacturing Systems for Mobile Computing and Mobile energy Technologies- NASCENT)** המרכז הוקם באוניברסיטת טקסס בשנת 2012 במימון ה-NSF. מטרתו הן: (1) פיתוח תהליכים וכלים לייצור רכיבי ננו לתעשיית המחשוב הנייד, האנרגיה, הבריאות והביטחון ו- (2) יצירת מערכת אקולוגית המשלבת יכולות מיחשוביות וייצוריות עם משאבי האוניברסיטה כמו מרצים, צוות מקצועי וסטודנטים. המרכז מתמקד בפיתוח וייצור מהיר של מוצרים חדשים תוך הקטנת הסיכונים המקושרים עם "עמק המוות" ו"האמצע החסר". למרכז ישנם שותפים עסקיים כמו (1) יצרני ציוד, כלים וחומרים המספקים תמיכה טכנית וכספית, (2) חברות מסחריות מרמת חברות הזנק ועד חברות מבוססות המיישמות או מאמצות את הטכנולוגיה הנוצרת במרכז ו- (3) שותפים נוספים כמו חממות טכנולוגיות וקרנות טכנולוגיות.
- **מכללת ננו מדע והנדסה (The College of Nanoscale Science and Engineering -CNSE)** המכללה הוקמה בשנת 2004 כחלק מאוניברסיטת ניו יורק (State university of New York) באולבני בתוך המערכת האקולוגית הקיימת באזור (Hudson Valley) בתחום הסמיקונדקטור. CNSE הוא שותפות פרטית-ציבורית למחקר, פיתוח, יצירת אבי טיפוס והכשרה בטכנולוגיות מתקדמות. שותף עיקרי ב- CNSE הוא הקונסורציום הגלובאלי של יצרני שבבים, SEMATECH. בין 300 השותפים ניתן למצוא חברות בינלאומיות כמו IBM ו-Samsung, חברות קטנות ובינוניות, אוניברסיטאות, מכללות מקומיות, ארגוני פיתוח אזורי וסוכנויות מימון ממשלתיות. המתקנים ב- CNSE משמשים לכל שלבי הפיתוח, עד לשלב הייצור ההמוני כך שחברה יכולה להשתמש בהם כאשר היא מנסה להעביר טכנולוגיה חדשנית מרמת המחקר דרך בניית אב טיפוס ועד להכנה לייצור בקנה מידה גדול. החברות נהנות מצידו שעלותו גבוהה (שווי כלל הציוד ב- CNSE מגיע לכ- 14 מיליארד דולר, כאשר עלות פריט ציוד יחיד עשויה להגיע עד לכ- 100 מיליון דולר) והן אינן נמצאות בתחרות זו עם זו. לעיתים צוות המוסד יכול לכוון חברה שעובדת על פיתוח מסוים תוך שימוש במתקני CNSE לפתרון הנדסי שפותח על ידי חברה אחרת אשר ניתן לרכוש או לחכור. ההשקעה

הממשלתית (של מדינת ניו-יורק) במרכז הייתה גבוהה בשלב ההתחלתי, אך עם השנים עבר חלק המימון הפרטי את המימון הממשלתי, וכעת עומד יחס המימון על 1:16 לטובת מימון פרטי.

- **הרשת הלאומית לחדשנות בנו-ייצור (National Network for Manufacturing Innovation- NNMI)**, תוכנית פיילוט משותפת למספר סוכנויות מימון שהוכרזה בשנת 2012 במטרה לקדם חדשנות בייצור ננוטכנולוגיה. שתי המטרות העיקריות של NNMI הן: (1) התגברות על אתגרים שבהעברת מחקר משלבי המוקדמים עד לייצור ע"י בניית מתקנים בבעלות משותפת שיתמכו בצרכים אזוריים של העברה לייצור ו- (2) עידוד ייצור מתקדם בתוך ארה"ב שיתרום לחיזוק הכלכלה, הפיתוח, החדשנות ולעצירת נדידת משרות איכותיות לחו"ל. בשנת 2013 יצא NNMI בקול קורא לארגונים פרטיים, אוניברסיטאות, מכללות, משרדי פיתוח אזוריים, מלכרי"ם, ממשל מקומי וארגונים אחרים להגשת הצעות להקמת מוסדות באזור גאוגרפי מסוים. העלות הראשונית של הקמת מוסדות אלו יתחלקו בין הגוף המציע והממשל הפדרלי, כאשר החלק הממשלתי צפוי לקטון עם הזמן ועד להעברת האחריות המלאה לשוק הפרטי ולממשל המקומי.

4.9.2 תוכניות מימון ממשלתיות לעידוד מסחור:

- **STRR/SBIR**: תמיכה הפדרלית במסחור ננו בארצות הברית הייתה מוגבלת בעבר מתוך המחשבה שיש לאפשר לשוק הפרטי לזהות ולהשקיע באופן עצמאי בחדשנות "מנצחת". עם זאת היו מספר מקרים יוצאי דופן. למשל: במסגרת תוכניות **SBIR/STTR** (Small Business Innovation Research) /Small Business Innovation Research) שהן התוכניות הפדרליות הגדולות ביותר העוסקות במסחור בארה"ב, מציעות רשויות לאומיות (משרדי החקלאות, המסחר, הכלכלה, החינוך, האנרגיה, הבריאות ועוד) תמיכה לעסקים קטנים בתחומי המחקר שהוגדרו כבעלי עדיפות. התמיכה ניתנת לצורך הוכחת ההיתכנות והפוטנציאל המסחרי (שלב I) ולצורך המשך המחקר (שלב II). באופן רשמי התוכניות אינן מציעות מענקים לשלב- III שהוא שלב ההעברה לייצור. למרות זאת רשויות כמו משרד ההגנה ומשרד הבריאות יצרו מנגנונים לתמיכה בשלב השלישי מתוך מקורותיהן הן. רשויות אלו מציעות ייעוץ, ליווי ועזרה בהכנת תוכנית עסקית ולעיתים אף מימון גם בשלב זה.
- **HORIZON 2020 DEDICATED SME INSTRUMENT**: בתוכנית המו"פ האירופאית שהחלה בשנת 2014 (Horizon 2020) קיים דגש על תחום הננוטכנולוגיה כחלק מנושא 'הובלה תעשייתית' (Industrial Leadership). בדומה לתוכניות SBIR/STTR האמריקאיות, גם התוכנית האירופאית מציעה מימון תלת שלבי לפרויקטים בתחום הננוטכנולוגיה במטרה לקדם קליטת טכנולוגיות בתחום החומרים המתקדמים ובתחומי הייצור והעיבוד בעסקים קטנים ובינוניים. התוכנית מורכבת משלב הוכחת היתכנות, בו הגוף המבצע זכאי למענק בן K€50 לשישה חודשים, ומשלב הדגמת יכולת ייצור. שלב שני זה יכול לכלול פעילויות שונות הקשורות לחדשנות כמו הדגמה, בחינה, ייצור אב טיפוס, ביצוע פיילוט, גימלון ועוד במטרה להביא רעיון (למוצר, תהליך, שירות וכו') למוכנות תעשייתית. בשלב זה זכאי הגוף המבצע למימון של 70% בסכומים של M€2.5-M€0.5 לתקופה שבין 12-24 חודשים. השלב השלישי הוא שלב המסחור אשר בו אין מימון ישיר אלא אימון והכוונה התמיכה בשלב זה כוללת תמיכה בגיוס משקיעים ולקוחות עד אשר התוצר החדשני (מוצר, שירות, תהליך וכו') מגיעים בפועל לשוק¹⁸.

¹⁸ מידע נוסף ניתן למצוא באתר horizon 2020 בכתובת: (אוחזר ב- 29.6.2014) <http://ec.europa.eu/research/participants/portal/desktop/en/opportunities/h2020/topics/2539-nmp-25-2014-1.html>

4.9.3 מכון פראונהופר כדוגמא למכון מחקר מכוון יישומים במימון פרטי/ציבורי משותף

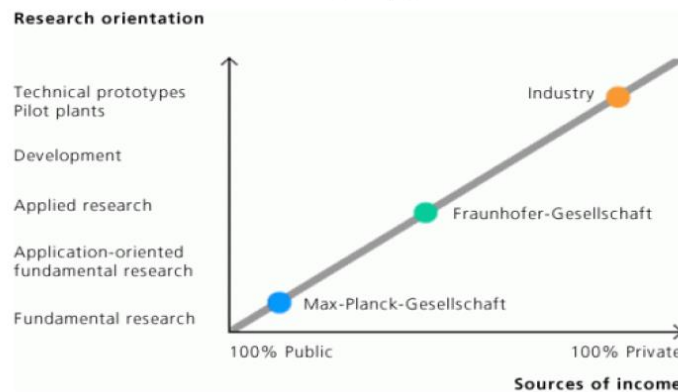
מכון פראונהופר (Fraunhofer-Gesellschaft) עוסק במחקר מכוון יישומים לתועלתן של חברות תעשייה פרטיות וציבוריות ולתועלת החברה בכללותה. למכון יותר מ-80 מכוני מחקר בכ-60 מיקומים שונים וכ-20,000 מועסקים, ברובם מתחומי מדעי החיים וההנדסה. התקציב השנתי של המכון עומד על כ-8.1 מיליארד יורו.

המודל העסקי של מכון פראונהופר:

מכון פראונהופר, אשר כל המחקר בו מכוון יישומים, מקבל מימון הן מגופים ציבוריים (כ-30% מכלל המימון) והן מחוזי מחקר (כ-70% מכלל המימון). כתוצאה מכך פיתחה החברה שיווי משקל דינמי בין מחקר בסיסי מכוון יישומים ופרויקטי פיתוח.

האיור הבא מדגים היכן נמצא מכון פראונהופר על הרצף שבין האקדמיה (מיוצגת ע"י מכון מקס-פלאנק) לתעשייה:

איור 16: מיקומו של מכון פראונהופר על הרצף שבין האקדמיה לתעשייה



פראונהופר ננוטכנולוגיה (Fraunhofer NANOTECH Alliance)


פעילות שותפות הננוטכנולוגיה של פראונהופר מכסה את כל שרשרת הערך של המחקר, החל ממחקר ופיתוח, דרך ייצור, שיווק והפצה ועד לשירות לקוחות. כשליש ממכוני המחקר של פראונהופר עוסקים בננוטכנולוגיה. הקמת שותפות הננוטכנולוגיה מאפשרת עיסוק כמעט בכל תחומי הננו במשותף עם התעשייה, על מנת לפתח מוצרים ופתרונות חדשים. עיקר הפעילות מתקיימת בנושאים הבאים:

- Nanomaterial
- Nano Processing/handling
- Nanooptics and electrooptics
- Nanobio-technology
- Technology transfer and consulting
- Measuring methods/techniques


לשותפות הננוטכנולוגיה מודל כלכלי, המשלב פעילות פרויקטלית עם חברות תעשייתיות והקמת חברות חדשות.

4.10 נספח 10: שאלון


סקר לבחינת הקשיים במסחור טכנולוגיות ננו שפותחו באקדמיה ובחינת דרכים להתגברות עליהם



INNI
National
Nanotechnology
Institute
המכון הלאומי לטכנולוגיית
הננו



לשכת המדען הראשי
רז"ח
פיקודת המרכז



מוסד שמואל נאמן
למחקר מתקדם במדע וטכנולוגיה

**אתם משפיעים על עתיד הננו-טכנולוגיה בישראל
וגם משתתפים בהגרלה של Tablet מתקדם**

לאחר 9 שנות השקעה ממשלתית בתחום הננו-טכנולוגיה, שעיקרן היה בניית תשתיות המחקר, קידום המחקר האקדמי והכשרת כ"א מקצועי, יש צורך לעבור לשלב הבא והוא הבאת יכולות אלה למימוש בתעשייה בישראל.

מוסד שמואל נאמן מבצע עבור INNI והמדען הראשי סקר לבחינת הקשיים במסחור טכנולוגיות ננו שפותחו באקדמיה ובחינת דרכים להתגברות על קשיים אלה. נודה להתייחסותך ל-3 השאלות הבאות, כי דעתך חשובה ובכוחך לסייע לעיצוב עתיד הננו-טכנולוגיה בישראל.

*הפנייה מנוסחת בלשון זכר מטעמי נוחות לשוני. אך מיועדת לשני המינים כאחד

1. מהם הקשיים שמעכבים לדעתך את העברת טכנולוגיות הננו משלב המחקר המדעי ליישום בתעשייה?

2. איך ניתן לדעתך להתגבר על קשיים אלה?

3. נניח שאין מגבלות, איזה יוזמות היית מציע לממשלה למסד כדי לקדם את תעשיית הננו בישראל?

האם אתה:

מהאקדמיה

מהתעשייה

מהמגזר הממשלתי

אחר

פרט:

פרטי קשר להגרת טאבלט:

שם פרטי ומשפחה:

מקום עבודה:

תפקיד:

טלפון/דואר אלקטרוני:

סוף השאלון- לחץ לשליחה

5. ביבליוגרפיה

גץ, ד., סגל, ו. וזלמנוביץ', ב. (2013). מחקר לבחינת שיתופי פעולה בין התעשייה למרכזי התשתית בנוטכנולוגיה בטכניון. מוסד שמואל נאמן, הטכניון.

<http://www.neaman.org.il/Neaman2011/Templates/ShowPage.asp?DBID=1&LNGID=2&TMID=581&FID=646&IID=10273>

משרד הכלכלה - המנהל למחקר ופיתוח תעשייתי, מנהלת מגנט (ינואר, 2014). "מגנטו"ן" – כללי.

משרד הכלכלה - המנהל למחקר ופיתוח תעשייתי, מנהלת מגנט (ינואר, 2014). "נופר" – כללי.

משרד הכלכלה - המנהל למחקר ופיתוח תעשייתי, מנהלת מגנט (ינואר, 2014). " עקרונות מנחים לתוכנית "קמין".

משרד הכלכלה, הודעה לעיתונות (26.3.2014). מקדמים את הננו-טכנולוגיה הישראלית.

<http://www.moital.gov.il/NR/exeres/2B3899E1-30E9-4C64-9724-855845C3DAF5.htm>
(אוחזר ב- 1.7.2014)

משרד התעשייה המסחר והתעסוקה, אגף בכיר תקשורת, הסברה ופרסומים. (דצמבר, 2007). הושק אתר ננוטכנולוגיה בישראל. ידיעונט, חדשות תמ"ת. ידיעון מספר 74. אוחזר מתוך <http://www.moital.gov.il/NR/exeres/A1E925F0-519B-45BB-B4A1-A647DE300CF4.htm> (אוחזר ב- 23.6.2014)

Trigger-Forsight, מאי 2011, סיוע בחיזוק תהליכי העברת הידע מהאקדמיה לתעשייה, מסקנות והמלצות.

לשכת המדען הראשי, מנהלת מגנט. (2012). עידוד פיתוח טכנולוגיה גרנית והגברת שיתוף הפעולה בין האקדמיה לתעשייה.

Persons, T. M., Droitcour, J. A., Larson, E. M., Armes, M. W., Ettaro, L. R., Farah, P. G et al. (2014). *Nanomanufacturing: Emergence and Implications for US Competitiveness, the Environment, and Human Health*. Washington D.C.: GAO United States Government Accountability Office. <http://eprints.internano.org/1920/1/660591.pdf> (21.7.2014 ב- אוחזר)

Roco, Mihail C. 2013. "Global Investment Profile in Nanotechnology—Comparing U.S. to Selected Economies." Slide presentation at the Comptroller General Forum on Nanomanufacturing. U.S. Government Accountability Office, Washington, D.C., July 23.

Roco, Mihail C., Chad A. Mirkin, and Mark C. Hersam. 2011. *Nanotechnology Research Directions for Societal Needs in 2020: Retrospective and Outlook*. New York: Springer Science+Business Media, 2011.

European Commisiion, Horizon 2020 dedicated SME Instrument - Phase 1 2014 <http://ec.europa.eu/research/participants/portal/desktop/en/opportunities/h2020/topics/2539-nmp-25-2014-1.html> (7.7.2014 ב- אוחזר)

Fraunhofer-Gesellschaft, <http://www.fraunhofer.de/en.html>, (30.6.2014 ב- אוחזר)

Fraunhofer Nanotechnology Alliance, <http://www.nano.fraunhofer.de/english/index.html> (30.6.2014 ב- אוחזר)

Horizon 2020 dedicated SME Instrument - Phase 1 2014,
<http://ec.europa.eu/research/participants/portal/desktop/en/opportunities/h2020/topics/2539-nmp-25-2014-1.html> (אוחזר ב- 29.6.2014)

Israel Nanotechnology Knowledge Portal.
http://usasearch.dainfo.com/INNI_2011/Template1/Pages/StartSearchPage.aspx
(אוחזר ב- 26.6.2014)

MIT Entrepreneurial Ecosystem , <http://mitsloan.mit.edu/mba/mit-sloan-community/entrepreneurial-ecosystem/> (אוחזר ב- 30.6.2014)

MIT Capital projects. MIT.Nano, <http://capitalprojects.mit.edu/projects/mitnano-building-12>
(אוחזר ב- 30.6.2014)

SBIR/STTR, <https://www.sbir.gov/> (אוחזר ב- 29.6.2014)