



תפוקות מחקר ופיתוח בישראל: פרסומים מדעיים בהשוואה בינלאומית 2000-2014

חוקרות: ד"ר דפנה גץ
ד"ר נועה לביד, אלה ברזני

2016

הטכניון – מכון טכנולוגי לישראל

קרית הטכניון, חיפה 32000 טל: 823 7145, 04 829 2329 פקס: 04 823 1889 info@neaman.org.il

אין לשכפל כל חלק מפרסום זה ללא רשות מראש ובכתב ממוסד שמואל נאמן מלבד לצורך ציטוט של קטעים קצרים במאמרי סקירה ופרסומים דומים תוך ציון מפורש של המקור.

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

תוכן עניינים

1.....	תוכן עניינים
1.....	רשימת איורים
4.....	רשימת טבלאות
5.....	תודות
6.....	תקציר מנהלים
9.....	הקדמה
10.....	1. פרסומים ישראלים - מבט כללי
10.....	1.1 מדדים כמותיים
15.....	1.2 מדדי השפעה מדעית
20.....	2. שטחים ראשיים
20.....	2.1 קדימות השטחים
28.....	3. מדעי המחשב-ניתוח קשרי אקדמיה-מגזר עסקי
41.....	4. מבט השוואתי על התפתחות המחקר המדעי והטכנולוגי בישראל ובמדינות המזרח התיכון (עדכון)
41.....	4.1 תקציר מנהלים
42.....	4.2 מבוא
43.....	4.3 מדדי כמות - מספר הפרסומים
53.....	4.4 מדדים נוספים
56.....	4.5 דיון וסיכום
58.....	נספח א': ביאור מושגים
58.....	א. מדדים כמותיים
59.....	ב. מדדי השפעה מדעית

רשימת איורים

10.....	איור 1: השינוי במספר הפרסומים המדעיים של ישראל לאורך השנים (2000-2015)
11.....	איור 2: שיעור הפרסומים הישראליים מכלל פרסומי מדינות ה-OECD והעולם (2000-2014)
11.....	איור 3: המיקום של ישראל בדירוג המדינות על-פי סך הפרסומים שלהן, 2000-2014
12.....	איור 4: דירוג המדינות שפרסמו 0.5% ומעלה מפרסומי העולם בשנים 2010-2014

- 13..... איור 5: דירוג המדינות לפי מספר פרסומים לנפש (2010-2014)
- 14..... איור 6: דירוג המדינות לפי שיעור הצמיחה במספר הפרסומים (2010-2014)
- 15..... איור 7: ממוצע ציטוטים מנורמל (FWCI) - ישראל, OECD ומדינות נבחרות (1996-2014)
- 17..... איור 8: דירוג המדינות 4 לפי FWCI (2010-2014)
- איור 9: דירוג השטחים לפי שיעור הפרסומים בתחום מכלל הפרסומים - ישראל 2010-2004 לעומת
21..... 2010-2014
- איור 10: דירוג השטחים לפי שיעור הפרסומים בתחום מכלל הפרסומים - ישראל בהשוואה לעולם
22..... (2010-2014)
- איור 11: דירוג השטחים בישראל לפי שיעור הפרסומים מכלל פרסומי העולם בשטח (2010-2014)
23.....
- 31..... איור 12: השינוי במספר הפרסומים הישראליים בתחום מדעי המחשב (2000-2015)
- 32..... איור 13: דירוג המדינות לפי מספר הפרסומים בתחום מדעי המחשב (2010-2014)
- 33..... איור 14: דירוג המדינות לפי מספר פרסומים לנפש בתחום מדעי המחשב (2010-2014)
- 34..... איור 15: דירוג המדינות¹² לפי ממוצע ציטוטים מנורמל - FWCI (2010-2014)
- 35..... איור 16: דירוג המדינות לפי שיעור השת"פ אקדמיה-מגזר עסקי (2010-2014)
- איור 17: שיעור השת"פ אקדמיה-מגזר עסקי בתחום מדעי המחשב בהשוואה לשיעור השת"פ בכלל
36..... הפרסומים, ישראל, 2000-2014 לעומת 2010-2014
- איור 18: מספר הפרסומים המדעיים לשנה (בכלל התחומים) בישראל וביתר חמש המדינות המובילות
43..... במזרח התיכון במספר הפרסומים, 2000-2013
- איור 19: מספר פרסומים לנפש-ישראל ומדינות המזרח התיכון, 2000-2012
43.....
- 44..... מדדי השפעה מדעית
- איור 20: ממוצע הציטוטים המנורמל-ישראל ומדינות המזרח התיכון, 1999-2013
44.....
- איור 21: Agricultural and Biological Sciences-ישראל ומדינות המזרח התיכון, 1999-2013
45.....
- איור 22: Biochemistry, Genetics and Molecular Biology - ישראל ומדינות המזרח התיכון,
45..... 1999-2013
- איור 23: Chemical Engineering - ישראל ומדינות המזרח התיכון, 1999-2013
45.....
- איור 24: Chemistry-ישראל ומדינות המזרח התיכון, 1999-2013
46.....
- איור 25: Computer Science-ישראל ומדינות המזרח התיכון, 1999-2013
46.....
- איור 26: Earth and Planetary Sciences - ישראל ומדינות המזרח התיכון, 1999-2013
46.....
- איור 27: Energy - ישראל ומדינות המזרח התיכון, 1999-2013
47.....
- איור 28: Engineering - ישראל ומדינות המזרח התיכון, 1999-2013
47.....
- איור 29: Environmental Science - ישראל ומדינות המזרח התיכון, 1999-2013
47.....
- איור 30: Immunology and Microbiology - ישראל ומדינות המזרח התיכון, 1999-2013
48.....
- איור 31: Materials Science - ישראל ומדינות המזרח התיכון, 1999-2013
48.....

איור 32: Mathematics - ישראל ומדינות המזרח התיכון, 1999-2013	48
איור 33: Medicine - ישראל ומדינות המזרח התיכון, 1999-2013	49
איור 34: Neuroscience - ישראל ומדינות המזרח התיכון, 1999-2013	49
איור 35: Pharmacology, Toxicology and Pharmaceutics - ישראל ומדינות המזרח התיכון, 1999-2013	49
איור 36: Physics and Astronomy - ישראל ומדינות המזרח התיכון, 1999-2013	50
איור 37: Social Sciences - ישראל ומדינות המזרח התיכון, 1999-2013	50
איור 38: Aerospace Engineering - ישראל ומדינות המזרח התיכון, 1999-2013	51
איור 39: Artificial Intelligence - ישראל ומדינות המזרח התיכון, 1999-2013	51
איור 40: Nuclear Energy and Engineering - ישראל ומדינות המזרח התיכון, 1999-2013	52
איור 41: Water Science and Technology - ישראל ומדינות המזרח התיכון, 1999-2013	52
איור 42: Algebra and Number Theory - ישראל ומדינות המזרח התיכון, 1999-2013	52
איור 43: Organic Chemistry - ישראל ומדינות המזרח התיכון, 1999-2013	53
איור 44: מספר הפרסומים שנכתבו בשת"פ בינלאומי - ישראל ומדינות המזרח התיכון, 1999-2013	53
איור 45: מספר פרסומים שנכתבו בשת"פ אקדמיה-תעשייה - ישראל ומדינות המזרח התיכון, 1999-2013	54
איור 46: Outputs in Top 10% Percentiles - ישראל ומדינות המזרח התיכון, 1999-2013	55
איור 47: Publications in Top 10% Journal Percentiles - ישראל ומדינות המזרח התיכון, 1999-2013	55
איור 48: התפלגות הפרסומים של כל מדינה לפי שטחים עיקריים - ישראל ומדינות המזרח התיכון, 1999-2013	56

טבלה 1: מדדי השפעה מדעית ושת"פ של ישראל והמדינה המובילה בדירוג העולמי בשתי תקופות: 2000-2004; 2010-2014	18
טבלה 2: מדדי השפעה מדעית של ישראל והמדינה המובילה במדד 2010-2014	24
טבלה 3: מדדי השפעה מדעית של ישראל והמדינה המובילה במדד 2010-2014	26
טבלה 4: שיתוף הפעולה בפרסומים בין האקדמיה לתעשייה – 5 המדינות המובילות, השטח המצטיין בהן בשיתוף הפעולה, גורמי התעשייה המעורבים, 2010-2014	29
טבלה 5: התפלגות הפרסומים שנכתבו בשיתוף עם האקדמיה בישראל בתחום המחשבים לפי חברות עסקיות 2010-2014	36

תודה מיוחדת למועצה הלאומית למחקר ופיתוח (המולמו"פ)
על השתתפותה במימון פרויקט חשוב זה.

תודה לד"ר גורי זילכה, יועץ המולמו"פ, על הערותיו הטובות והבונות בשלב
דו"ח הביניים שסייעו לשפר עבודה זו.

תודה לפרופ' עמרי רנד שתמך ומימן פעילות זו.

תקציר מנהלים

דו"ח זה מציג את תפוקות המחקר והפיתוח בישראל כפי שהן באות לידי ביטוי בפרסומים מדעיים בהשוואה בינלאומית. הדו"ח נערך תוך שימוש בכלים ביבליומטריים ונתוני מאגר המידע SciVal מבית Elsevier. הערכת תפוקות המחקר נעשתה מבחינה כמותית (מספר הפרסומים), מבחינת קדימות שטחי המדע במדינה (שיעור הפרסומים בשטח מדעי מכלל פרסומי המדע במדינה) ומבחינת ההשפעה המדעית (המשתקפת במספר הציטוטים ומדדים נוספים), כל זאת בהשוואה בינלאומית ולאורך זמן.

הניתוח נערך בשלוש רמות: כלל הפרסומים הישראליים (פרק 1); שטחי מחקר ראשיים לפי הסיווג של מאגר המידע של SciVal - הכולל 26 שטחי מחקר ראשיים (פרק 2); וחלק מכ-330 תתי שטחים (פרק 4).

בנוסף, נערך דיון מפורט בנושא קשרי אקדמיה-מגזר עסקי בשטח מדעי המחשב (פרק 3), ודיון השוואתי בפרסומי ישראל ומדינות המזרח התיכון (פרק 4).

פרסומים ישראליים במבט כללי

מספר הפרסומים: בחינה של כלל פרסומי ישראל בשנים 2000-2014 מצביעה על גידול מתון במרבית השנים, והמשך מגמת הקיפאון בשנים האחרונות (מגמה עליה הצבענו בדו"חות קודמים שהתפרסמו בסידרה זו). בחמש השנים האחרונות שיעור הצמיחה הנמוך בישראל מוביל לקיפאון הן במספר המוחלט והן במספר היחסי של פרסומים לנפש.

התרומה היחסית של ישראל לפרסומי העולם נמצאת במגמת ירידה מזה מספר שנים: בשנת 2000 שיעור הפרסומים הישראליים מכלל פרסומי העולם עמד על 0.92% (מקום 21-22 בדרוג המדינות בין השנים 2000-2007), בשנת 2014 שיעור זה עמד על כ-0.68% בלבד (מקום 32 בדרוג המדינות).

גם בקרב פרסומי ה-OECD חלקה של ישראל יורד, באופן דומה לירידה בחלקה בפרסומי העולם. תמונה זו מצביעה על כך שבפרסומי העולם, חלקה של ישראל יורד הן ביחס למדינות המתפתחות והן ביחס למדינות המפותחות.

בהשוואה בינלאומית, דירוגה של ישראל ממשיך במגמת ירידה במדדים כמותיים שונים: מספר הפרסומים, מספר הפרסומים לנפש, חלקה בפרסומי העולם ומדינות ה-OECD, שיעור הצמיחה שלה. ירידה זו נובעת הן מגורמים פנימיים של ישראל (שיעור צמיחה אקדמי נמוך המוביל למעשה לקיפאון במספר הפרסומים ובמיוחד במספר הפרסומים לנפש) והן מגורמים עולמיים (צמיחה תלולה במספר הפרסומים בעולם בכלל, ובמדינות מתפתחות בפרט).

השפעה מדעית של הפרסומים: מדד האימפקט המדעי של מחקר נשען בעיקר על מספר הציטוטים הממוצע לפרסום. על פי מדד האימפקט הכללי, ישראל מדורגת בשנים 2010-2014 במקום 16 (לעומת מקום 11 לשנים 2000-2004) בעולם מכלל המדינות שפרסמו לפחות 0.5% מפרסומי העולם.

מדד הציטוטים הכללי מגלם בתוכו מספר מרכיבים שיש להם השפעה רבה על העלאת האימפקט, והם ניתנים למדידה באופן נפרד מהאימפקט הכללי. ישראל בולטת בשני מדדים בהם דירוגה גבוה ממדד הציטוטים הכללי שלה: שיעור ניכר מפרסומיה המופיעים בכתבי העת המובילים; ובעיקר - שיתוף פעולה עם התעשייה.

בשנים 2010-2014 מציגה ישראל עליה בכל מדדי ההשפעה המדעית בהשוואה לשנים 2000-2004, אולם זו אינה מדביקה את קצב העליה במדינות אחרות ולכן, להוציא את מדד שיתוף הפעולה עם התעשייה, דירוגה של ישראל בין המדינות שפרסמו לפחות 0.5% מפרסומי העולם - יורד.

◀ פרסומים ישראליים לפי שטחים ראשיים

על פי מדדים כמותיים, השטחים בעלי הקדימות הגבוהה ביותר בישראל הם (בסדר זה): רפואה; ביוכימיה, גנטיקה וביולוגיה מולקולרית; פיסיקה ואסטרונומיה; מחשבים. בהשוואה לעולם, בישראל יש קדימות גבוהה יותר לשטחים מתמטיקה; פסיכולוגיה; מדעי המוח, וקדימות נמוכה יותר לשטחים אנרגיה; מדעי הסביבה; הנדסה; הנדסה כימית; חומרים.

ניתוח השטחים על פי מדד הציטוטים הכללי (אימפקט מנורמל) מראה כי ברוב השטחים דירוגה של ישראל אינו גבוה. עם זאת, ניתוח מרכיבי השפעה מדעית יחידים מעלה כי ישראל מגלה מצוינות (להבדיל ממוצע) המתבטאת בחלקה היחסי הגבוה בין הפרסומים המצוטטים ביותר, בחלקה היחסי הגבוה בפרסומים בכתבי העת המובילים, ובשיעור הפרסומים שלה שנכתבו בשיתוף פעולה עם התעשייה. מצוינות זו מופיעה בחלק נכבד של השטחים, למרות שאינה מתבטאת ברמה הכללית הממוצעת של השטח והמדינה.

השטח המצטיין ביותר בישראל, על פי כלל מדדי הציטוטים, הוא מדעי המחשב. השטחים החלשים ביותר (והחשובים) הן מבחינה כמותית והן מבחינת השפעה מדעית (אימפקט) הם אנרגיה; סביבה; הנדסה.

◀ מדעי המחשב - ניתוח קשרי אקדמיה-מגזר עסקי

על פי כלל מדדי ההשפעה המדעית, ישראל מדורגת בצמרת העולם בשטח מדעי המחשב. חשוב במיוחד ומעניין הוא דירוגה של ישראל במדד השותפות בפרסומים עם התעשייה: מקום ראשון בעולם בשטח מדעי המחשב (כמעט פי 4 ממוצע השיעור העולמי בתחום), וגם במקום הראשון במדד זה מכלל השטחים בישראל.

מצאנו, כי בדרך כלל שיתוף הפעולה בפרסומים (בין האקדמיה לתעשייה) הוא גבוה כאשר הן האקדמיה והן התעשייה של מדינה חזקות במיוחד בשטח מסויים, עבור המדינות המדורגות ראשונות בשיתוף פעולה בפרסומים עם המגזר העסקי וכן במדדים מדעיים, ביבליומטריים, כלכליים וחברתיים בכלל.

בפרק זה ביקשנו לעמוד על הקשרים בין האקדמיה לתעשייה בשטח מדעי המחשב. מצאנו ששיתוף הפעולה בפרסומים בין האקדמיה למגזר העסקי בתחום המחשבים בישראל משקף סינרגיה בפעולתם של שני השותפים: האקדמיה פותחת את שעריה לתעשייה ונהנית ממשאביה; התעשייה מצידה מבינה כי בהשקיעה באקדמיה היא בונה גם את עתידה שלה, ופועלת בהתאם. שיתוף הפעולה בתחום זה אינו אד-הוק לצורך פרויקט מסויים, ספורדי (כפי שעולה מניתוח קשרי תעשייה-אקדמיה בשטחים האחרים בישראל), אלא הוא שיתוף פעולה מתמשך, ממוסד, מרחיק ראות, בבחינת "שלח לחמך על פני המים". פירותיו המוצלחים של שיתוף פעולה זה מוכרים היטב.

תחום המחשבים בישראל מציג מופת של שיתוף פעולה בין האקדמיה לתעשייה, המזין, מפרה ומצמיח את שני הצדדים. האם ניתן להשליך ממנו על שטחים אחרים? על אף ההבדלים הרבים בין התעשיות הנסמכות על שטחי מדע שונים, יש מה ללמוד מתעשיות ההיי-טק בתחום שיתוף הפעולה עם האקדמיה, לטובת כל הצדדים.

◀ מבט השוואתי על התפתחות המחקר המדעי בישראל ובמדינות המזרח התיכון

בשנת 2011 פרסם מוסד נאמן את המחקר "מבט השוואתי על התפתחות המחקר המדעי והטכנולוגי בישראל ובמדינות המזרח התיכון על פי מדדים כמותיים". מחקר זה בחן את התמורות שחלו במדינות אלה בשנים 1990-2010 וציין את המגמות שהסתמנו.

במחקר זה אנו עוקבים אחר התמורות שחלו בשש המדינות הבולטות במחקר המדעי במזרח התיכון (מובילות במספר הפרסומים לתקופה שנבדקה) - ישראל, תורכיה, אירן, מצרים, סעודיה וירדן - בשנים שחלפו מאז (עד סוף 2013), כפי שהן משתקפות בנתונים ביבליומטריים.

בחינת מדדים כמותיים של ישראל ושכנותיה במזרח התיכון מעלה כי בעוד מספר הפרסומים בהן עולה באופן תלול בשנים שנסקרו, בישראל העליה במספר הפרסומים היא מתונה. הן תורכיה והן אירן מפרסמות כיום יותר מפי 2 מפרסומי ישראל. מצרים וכן ערב הסעודית מתקרבות לישראל במספר הפרסומים.

ישראל שומרת על פער במדד הציטוטים (אימפקט) משכנותיה בסך כל השטחים, ובעיקר בתחומי מדעי החיים ובמחשבים. שני תחומים אלה גם נהנים במיוחד משיתוף הפעולה בפרסומים עם המגזר העסקי.

עם זאת, במספר שטחים ראשיים (ובמיוחד מתמטיקה ואנרגיה, וכיום אף בהנדסה) ובתתי שטחים רבים וחשובים - כגון כימיה אורגנית, אלגברה, טכנולוגיות מים, הנדסת גרעין, אינטליגנציה מלאכותית והנדסת חלל - ישראל איננה מובילה במדד הציטוטים.

שיעור שיתוף הפעולה הבינלאומי מכלל פרסומי המדינה גבוה במיוחד בסעודיה ודומה בין ישראל, מצרים וירדן. אירן ותורכיה בולטות בשיעור נמוך במיוחד של פרסומים משותפים כאלה.

ישראל בולטת במיוחד בהשוואה לשכנותיה בשיתוף הפעולה עם המגזר העסקי, מדד שכנראה קשור גם למדדי מצויינות והשפעה מדעית אחרים של מדינה.

בקדימות השטחים הראשיים, ישראל בולטת בקדימות הנמוכה יחסית של שטח ההנדסה בהשוואה לשכנותיה.

התמונה המצטיירת מצביעה על מגמה ברורה של צמצום פערים בין ישראל לשכנותיה הן במספר הפרסומים והן במדדי השפעה מדעית, אף שכיום רובם גדולים. יותר מכך, מגמה זו עולה בתלילות (בעיקר בסעודיה, תורכיה ואירן), בעוד מספר הפרסומים ומדדי ההשפעה המדעית של ישראל עולים (אם בכלל) באופן מתון מאוד. כן ראוי לציין, שמגמת הגידול בכמות והשפעה מדעית בפרסומי המדינות השכנות לישראל מקיפה שטחים רבים ומגוונים הכוללים בין השאר נושאים מתחומי מדעי הרוח והאמנויות, מדעי הסביבה ומדעי החברה.

תמונה זו עולה בקנה אחד עם המגמות שתוארו בפרסום הראשון של מוסד נאמן בנושא.

מחקר זה מתפרסם במסגרת סידרת המחקרים של מוסד נאמן בנושא תפוקות מו"פ ופרסומים מדעיים. המחקר הראשון סוכם בדו"ח שפורסם בשנת 2011: "תפוקות מחקר ופיתוח בישראל: פרסומים מדעיים בהשוואה בינלאומית"¹. המחקר השני בסדרה "תפוקות מחקר ופיתוח בישראל בהשוואה בינלאומית 1990-2011"² פורסם באוגוסט 2013.

מטרת המחקר לתת תמונת מצב עדכנית המשקפת פעילות מקיפה ומתמשכת לתיאור וניתוח של תפוקות המו"פ האקדמי בישראל ומגמותיו לאורך זמן, ולשמש כלי חשוב לגיבוש ולקביעת מדיניות לאומית בתחומי המדע, הטכנולוגיה והחדשנות.

השוואה בינלאומית של הפעילות המדעית על משאביה והישגיה מהווה כלי להערכת המדיניות הממשלתית ותוצאותיה ומאפשרת זיהוי גורמים תומכים ומעכבים בצמיחת פעילות זו.

מלבד עדכון הנתונים ותוספת מדדים למתכונת הקיימת, בכל מחקר בסדרה אנו מוסיפים נושאים ומדדים שמטרתם להאיר ולמקד כיווני דיון חדשים.

שני המחקרים הקודמים נערכו במשך שנתיים כל אחד. במחקר זה (השלישי), חולק המחקר לשתי תקופות, כל אחת בת שנה, לבקשת המולמו"פ.

בשנת 2014 בוצע והוגש החלק הראשון של המחקר שכלל את הפרקים: בחירה ועדכון של מאגר מידע; בחינה לעומק של מספר שטחים; שיתופי פעולה; שטחים חמים ושטחים חזקים.

כעת מוגש חלקו השני של הדוח, אשר בוצע בשנת 2015 וכולל:

1. מחקר ליבה: עדכון וניתוח של הנתונים על פי המתכונת שפותחה ותיאור המגמות העולות לגבי הפרסומים המדעיים של ישראל בתקופה 2000-2014, המתבססות על מדדים הבודקים את כמות הפרסומים והשפעתם המדעית תוך התייחסות למאפיינים הבאים: היקף הפרסומים; פרסומים לנפש; חלקם בפרסומי העולם והשפעתם המדעית על פי מדדים שונים - כללי ולפי שטחים ראשיים; לאורך זמן ובהשוואה בינלאומית.

2. ניתוח קשרי אקדמיה-מגזר עסקי במדעי המחשב

3. סקירת פרסומים במדינות המזרח התיכון

עד לאחרונה, רכש ועבד מוסד נאמן עם מאגרים מבית Thomson Reuters, ובמיוחד עם המאגר הייעודי InCites. כחלק מהמחקר הנוכחי, ערכנו בדיקה מעמיקה של בסיס הנתונים SciVal של חברת Elsevier, וביצענו השוואה מקיפה שלו עם InCites מבית Thomson Reuters. בסופן של בדיקות והשוואות אלה רכשנו את SciVal ועליו מבוסס דו"ח הפרסומים החדש על שני חלקיו. כיוון שלמאגרי Thomson Reuters הגדרת קטגוריות והיקף מקורות שונה מאשר אלה של מאגרי Elsevier, לא ניתן לבצע השוואה מדוייקת בין המחקרים הקודמים שפרסמו (המבוססים על המאגרים הראשונים) למחקר הנוכחי (המבוסס על המאגרים האחרונים). עם זאת, התמונה הכללית והמגמות שצינו בדוחות הקודמים נמצאו תקפים גם בדוח הנוכחי המוגש כאן. כן ראוי לציין כי המאגרים מתעדכנים באופן שוטף, ולפיכך רוב הנתונים הנמסרים בדוח זה תקפים לחודשים יוני-אוגוסט 2015.

¹ תפוקות מחקר ופיתוח בישראל: פרסומים מדעיים בהשוואה בינלאומית (קישור לאתר)

² תפוקות מחקר ופיתוח בישראל: פרסומים מדעיים בהשוואה בינלאומית, 1990-2011 (קישור לאתר)

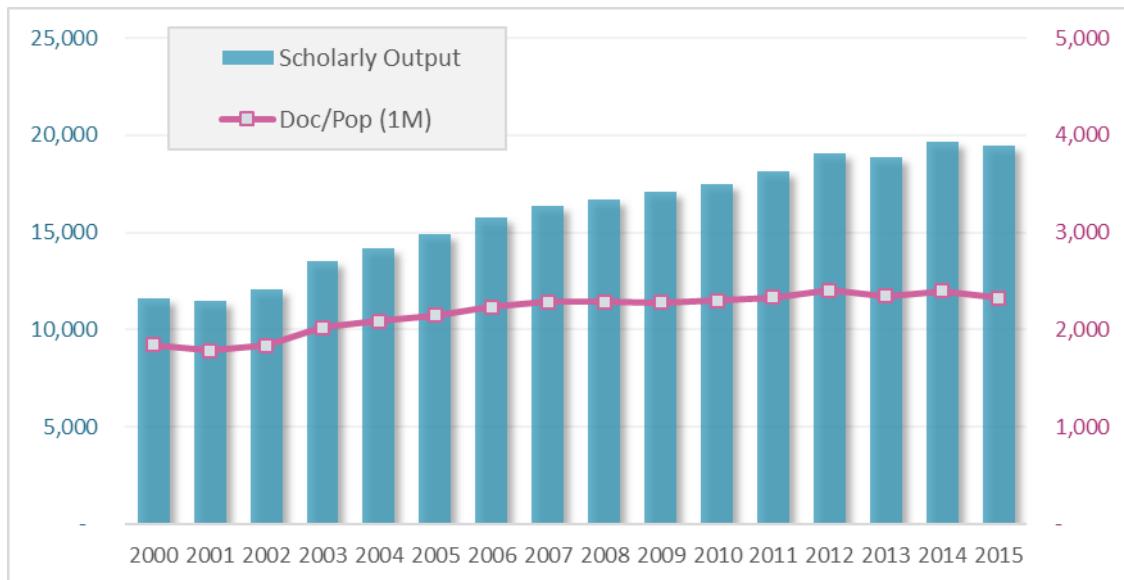
1. פרסומים ישראלים - מבט כללי

1.1 מדדים כמותיים

בחינה של כלל פרסומי ישראל בשנים 2000-2015 מצביעה על גידול מתון במרבית השנים, והמשך מגמת הקיפאון בשנים האחרונות (מגמה עליה הצבענו בפרסומים קודמים - דוח פרסומים קודם).

מספר הפרסומים של מדינה תלוי, בין היתר, בגודל האוכלוסייה שלה. מדד מקובל הוא לפיכך מספר הפרסומים לנפש (כאן - למיליון נפש). גם במדד זה נמשכת מגמת הקיפאון, כפי שניתן לראות באיור הבא:

איור 1: השינוי במספר הפרסומים המדעיים של ישראל לאורך השנים³ (2000-2015)



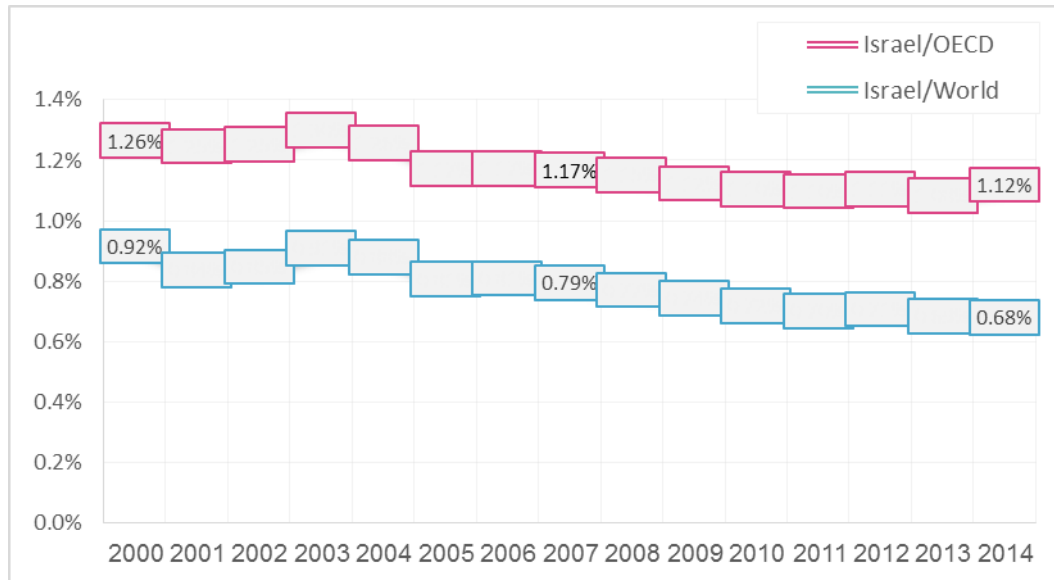
בעוד מספר פרסומי ישראל לא עלה בשנים האחרונות הן באופן מוחלט והן באופן יחסי לגודל אוכלוסייתה, בעולם חלה עליה תלולה במספר הפרסומים. משתי סיבות אלה (קיפאון בישראל ועליה בפרסומי העולם), תרומת ישראל לפרסומי העולם נמצאת במגמת ירידה מזה מספר שנים: בשנת 2000 שיעור הפרסומים הישראליים מכלל פרסומי העולם עמד על 0.92%, בשנת 2014 שיעור זה עמד על 0.68% בלבד (איור 2). יש לזכור שתרומת הפרסומים של ישראל למדע עדיין גבוהה בהשוואה למספר התושבים בישראל שמהווים כ-0.1% בלבד מאוכלוסיית העולם.

הארגון לשיתוף פעולה ולפיתוח כלכלי (OECD) מונה כיום 34 מדינות מפותחות. בשנת 1996 היוו פרסומי מדינות הארגון 74.4% מפרסומי העולם, אולם לאור הגידול שחל במספר הפרסומים שמקורם במדינות מתפתחות, ניכרת מגמה ברורה של ירידה בשיעור הפרסומים של מדינות הארגון מפרסומי העולם: בשנת 2004 היה שיעור זה 69.9% מפרסומי העולם, ובשנת 2014 רק 61% מפרסומי העולם.

³ איור זה עודכן בדצמבר 2016

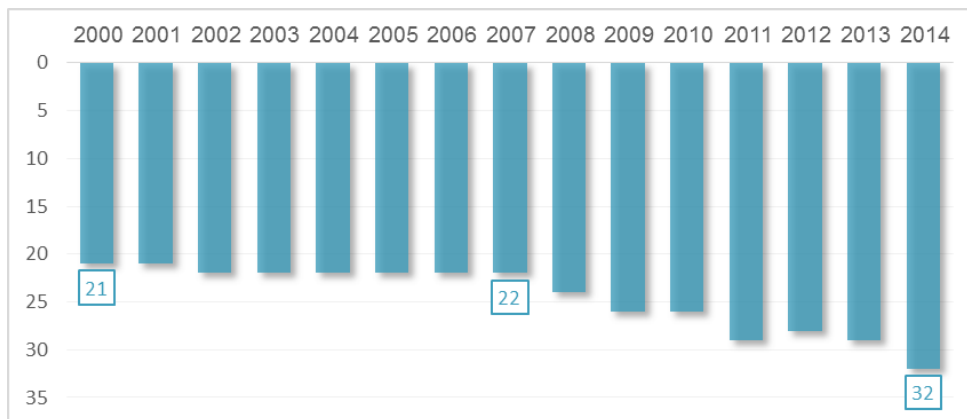
גם בקרב פרסומי ה-OECD חלקה של ישראל יורד, באופן דומה לירידה בחלקה בפרסומי העולם (איור 2). תמונה זו מצביעה על כך שבפרסומי העולם, חלקה של ישראל יורד הן ביחס למדינות המתפתחות והן ביחס למדינות המפותחות.

איור 2: שיעור הפרסומים הישראליים מכלל פרסומי מדינות ה-OECD והעולם (2000-2014)



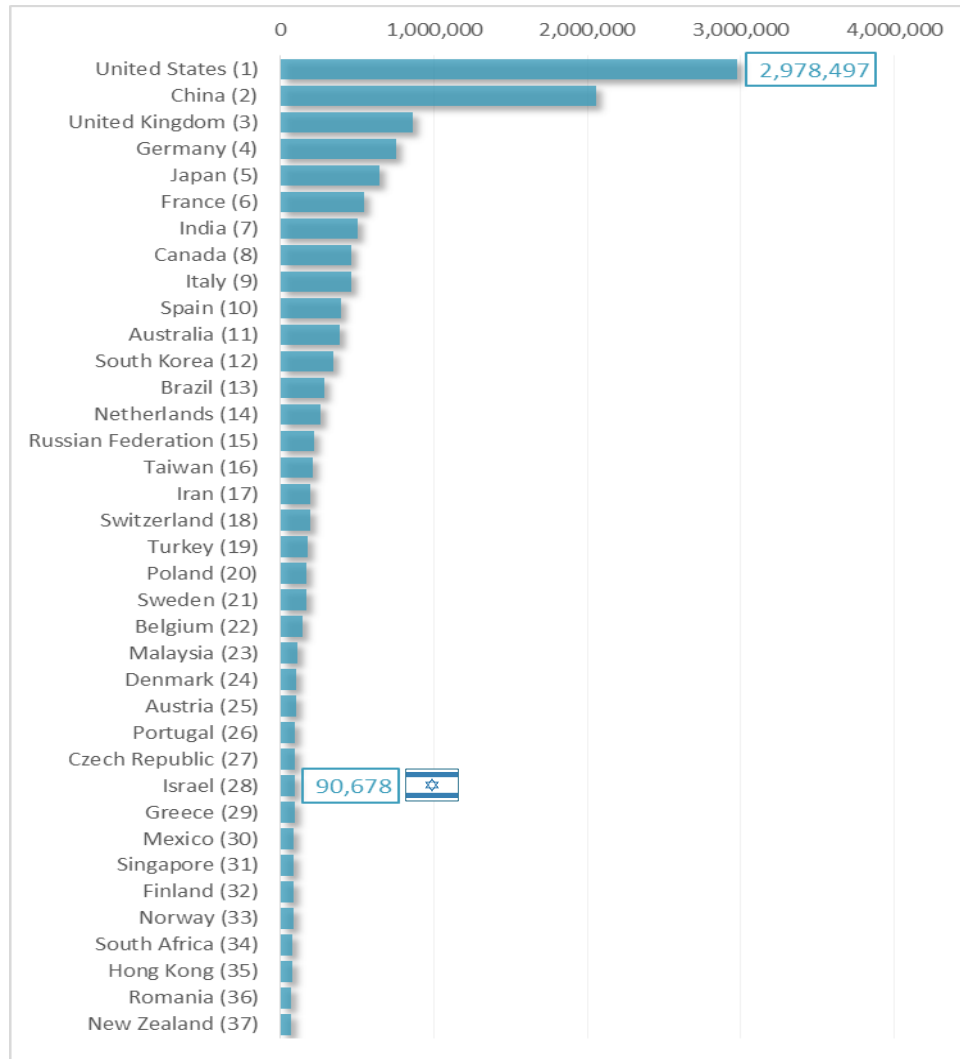
אכן, כפי שניתן לראות באיור 3, מיקומה של ישראל בדירוג המדינות על פי סך הפרסומים שלהן היה יציב בשנים 2000-2007 (מקום 21-22), אך צנח בעשרה מקומות (מקום 32) בשבע השנים האחרונות.

איור 3: המיקום של ישראל בדירוג המדינות על-פי סך הפרסומים שלהן, 2000-2014



האיור הרביעי תאר את דירוג המדינות על פי סך הפרסומים שלהן. בדירוג נכללו מדינות שפרסמו 0.5% ומעלה מפרסומי העולם בתקופה האחרונה (סך זה נקבע עבור כל המדדים כדי למנוע הטיה כתוצאה ממספר פרסומים מועט). ניתן לראות כי הרשימה כוללת מדינות מפותחות ומתפתחות מכל היבשות. ישראל מדורגת במקום ה-28 מתוך 37 המדינות שעברו את הסף. כדאי לציין במיוחד את אירן (מקום 17) שעקפה את ישראל במספר הפרסומים שלה בשנת 2008 לאחר גידול מואץ בעשור הראשון של שנות האלפיים; ואת טורקיה, שעקפה את ישראל במספר הפרסומים כבר בשנת 2002.

איור 4: דירוג המדינות שפרסמו 0.5% ומעלה מפרסומי העולם בשנים 2010-2014

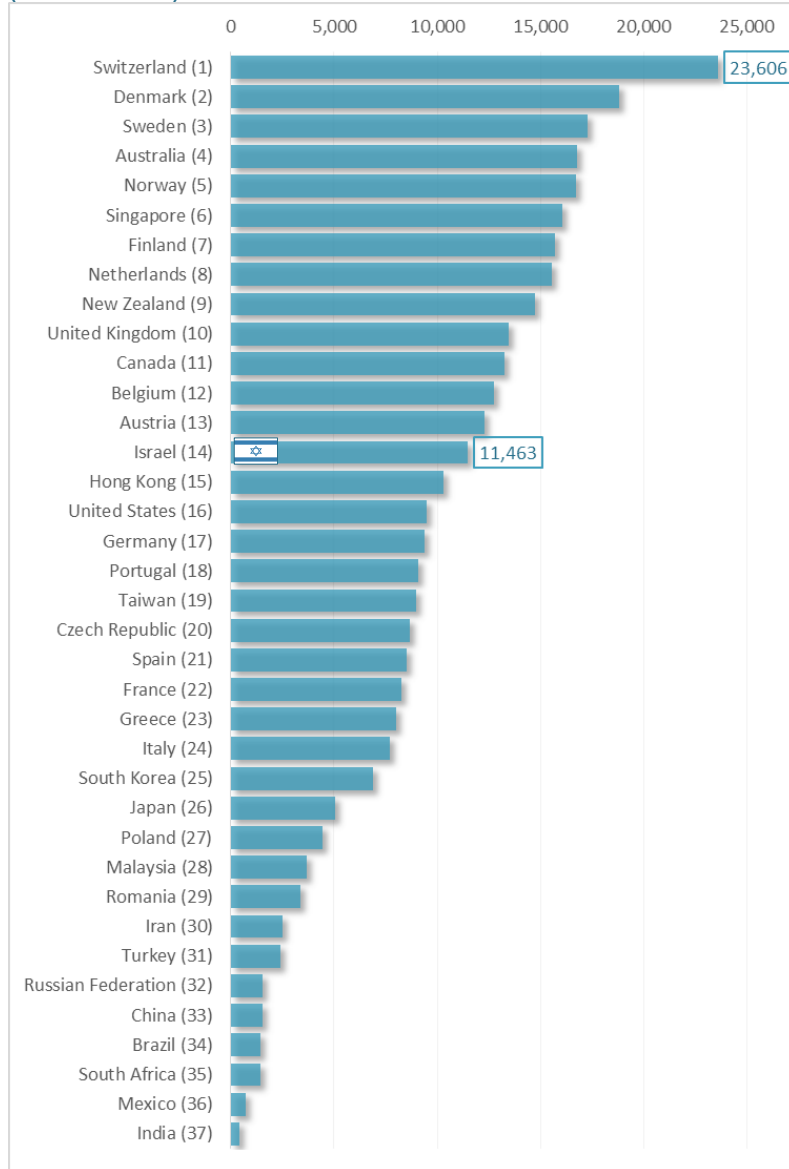


אולם, מספר הפרסומים של מדינה תלוי, בין השאר, גם בגודל האוכלוסיה שלה. לפיכך, כדי להשוות בין מדינות מקובל להציג את מספר הפרסומים שלהן לנפש.

איור 5 מציג את דירוג המדינות לפי מספר פרסומים לנפש בתקופה האחרונה. במדד זה מדורגת ישראל במקום ה-14 בעולם במספר הפרסומים לנפש, המהווה פחות ממחצית הפרסומים לנפש בשווייץ המדורגת ראשונה (ובעלת אוכלוסיה דומה לזו של ישראל), וכשליש פחות ממספר הפרסומים לנפש בדנמרק המדורגת שניה (ובעלת מחצית האוכלוסיה בהשוואה לישראל).

ניתן לראות באופן ברור כי בראש הדירוג ניצבות מדינות מפותחות ובתחתיתו - מדינות מתפתחות. אכן, מדד זה משקף היטב את מיצובה של מדינה ביחס למעמד המדע בה, ובעקיפין גם ביחס למדדים כלכליים וחברתיים בכלל.

איור 5: דירוג המדינות⁴ לפי מספר פרסומים לנפש⁵ (2010-2014)



מלבד שיקוף המצב הקיים חשוב גם לבחון את המגמות המסתמנות, שיש בהן כדי להעיד על מדיניות המדע במדינות שונות. שיעור הגידול בפרסומי מדינה לאורך השנים מבטא את אופי צמיחת המדע בה מעבר לגידול האוכלוסייה גרידא, ותלוי בהכרח במספר החוקרים בה. איור 6 מתאר את דירוג המדינות לפי שיעור הצמיחה במספר הפרסומים בתקופה האחרונה.

בראש הדירוג נמצאות מדינות מתפתחות המציגות שיעור צמיחה גבוה מאוד (מלזיה - 62.5%; הודו ודרום אפריקה - 45%; אירן - 38%; סין - 35%). בהמשך הדירוג נמצאות גם מדינות

⁴ הדירוג כולל את המדינות שפרסמו 0.5% ומעלה מפרסומי העולם בתקופה שנבדקה

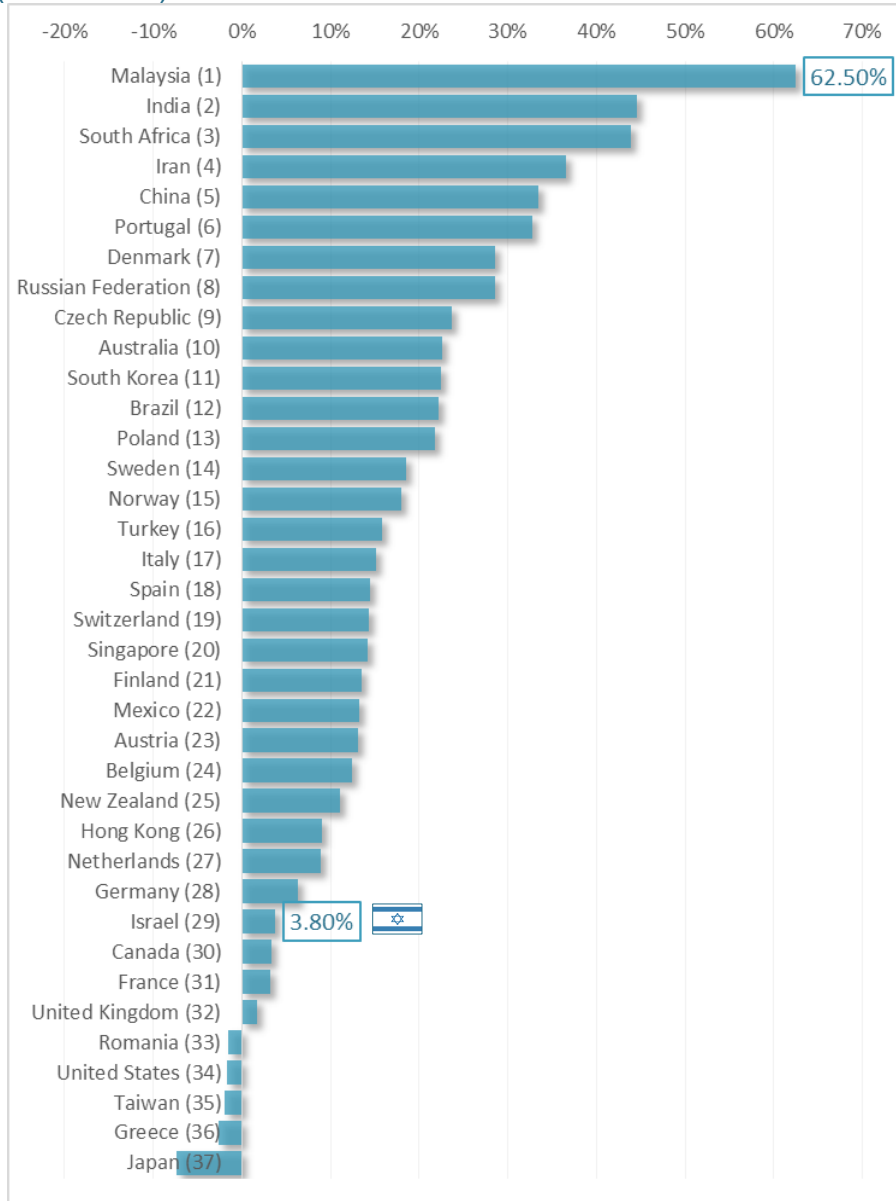
⁵ המקור לנתוני האוכלוסייה: Population - The World Bank ([website](#))

המקור לנתוני האוכלוסייה של טאיוון: National Statistics, Republic of China (Taiwan) ([website](#))

נתוני האוכלוסייה הם כלליים ואינם מתחשבים בהרכב האוכלוסייה. לכן תיתכן הטויה, למשל במדינות עם שיעור גבוה של ילדים כמו בישראל

מפותחות המציגות שיעור צמיחה גבוה (דנמרק - 30%; שוויץ - 20%). ישראל ממוקמת בתחתית הדירוג (מקום 29 מתוך 37 מדינות) עם 3.8% צמיחה בלבד (פחות מאחוז לשנה).

איור 6: דירוג המדינות⁴ לפי שיעור הצמיחה במספר הפרסומים (2010-2014)



סיכום החלק הכמותי

ניתוח מספר הפרסומים ומספר הפרסומים לנפש של ישראל לאורך זמן מלמד כי בחמש השנים האחרונות שיעור הצמיחה הנמוך בישראל מוביל לקיפאון הן במספר המוחלט והן במספר היחסי של פרסומים לנפש.

בהשוואה בינלאומית, דירוגה של ישראל ממשיך במגמת ירידה במדדים כמותיים שונים: מספר הפרסומים, מספר הפרסומים לנפש, חלקה בפרסומי העולם ומדינות ה-OECD, שיעור הצמיחה שלה. ירידה זו נובעת הן מגורמים פנימיים של ישראל (שיעור צמיחה נמוך המוביל למעשה לקיפאון במספר הפרסומים ובמיוחד למספר הפרסומים לנפש) והן מגורמים עולמיים (צמיחה תלולה במספר הפרסומים בכלל, ובמדינות מתפתחות בפרט).

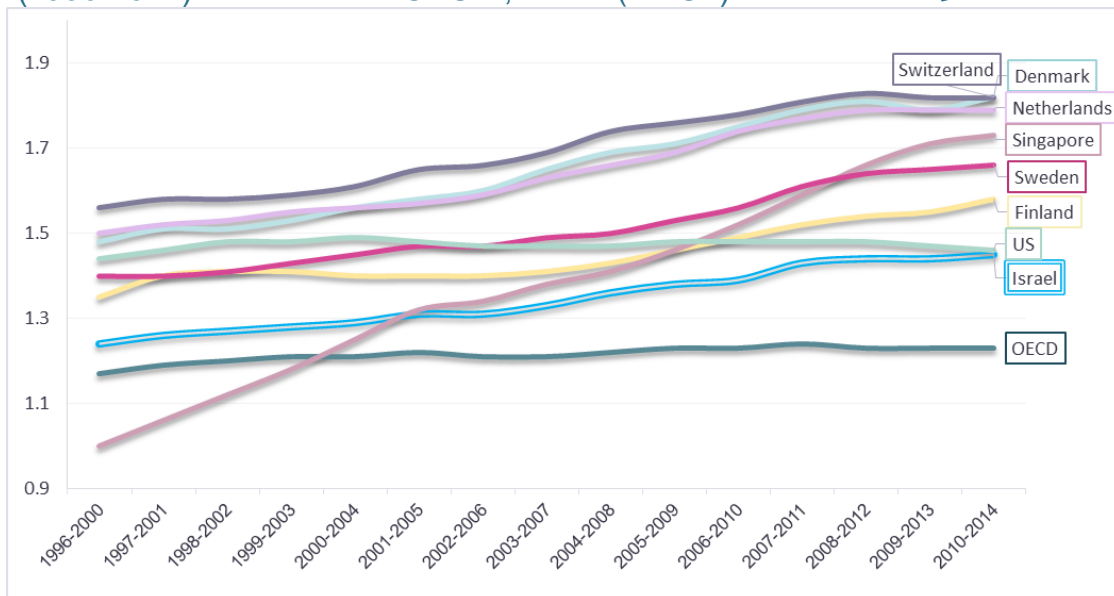
1.2 מדדי השפעה מדעית

מדד ההשפעה המדעית של מחקר נשען בעיקר על מספר הציטוטים הממוצע⁶ לפרסום (כלל הציטוטים שנצברו בכל תקופה, חלקי סך כל פרסומי המדינה שראו אור באותה התקופה). כיוון שתרבות הציטוטים שונה בין תחומי המחקר, ומספר הציטוטים עולה עם הזמן, נהוג לנרמל את מספר הציטוטים הממוצע לפרסום לפי התחום, השנה, והממוצע העולמי. ממוצע הציטוטים המנורמל (FWCI) מגלם מספר מרכיבים שיש להם השפעה רבה על העלאת האימפקט, והם ניתנים למדידה באופן נפרד מהאימפקט הכללי:

- שיתוף פעולה בינלאומי: שיעור פרסומי המדינה שנכתבו בשיתוף פעולה עם חוקרים מחו"ל
- שיתוף פעולה עם התעשייה: שיעור פרסומי המדינה שנכתבו בשיתוף פעולה עם התעשייה
- פרסומים המצויים בעשירון העליון של המצוטטים ביותר: שיעור פרסומי המדינה המצויים בעשירון העליון של הפרסומים המצוטטים ביותר בעולם
- פרסומים המופיעים בעשירון העליון של כתבי העת המובילים: שיעור פרסומי המדינה שהתפרסמו בעשירון העליון של כתבי העת הטובים ביותר בעולם. מדד זה אינו תלוי במספר הציטוטים, ולפיכך שונה באופן מהותי מהמדדים הקודמים.

כל אחד ממדדים אלה מלמד על היבט שונה וחשוב בפעילות המדעית של מדינה. בחלק הראשון של מחקר זה דנו בפירוט במדדים אלה. בפרק זה מתוארים ונבחנים בקצרה מדדים שונים של ההשפעה המדעית בפרסומי ישראל בהשוואה בינלאומית ובשתי תקופות.

איור 7: ממוצע ציטוטים מנורמל (FWCI) - ישראל, OECD ומדינות נבחרות (1996-2014)



⁶ הגדרות מפורטות למדדים המופיעים בדו"ח זה ניתן למצוא בנספח א'

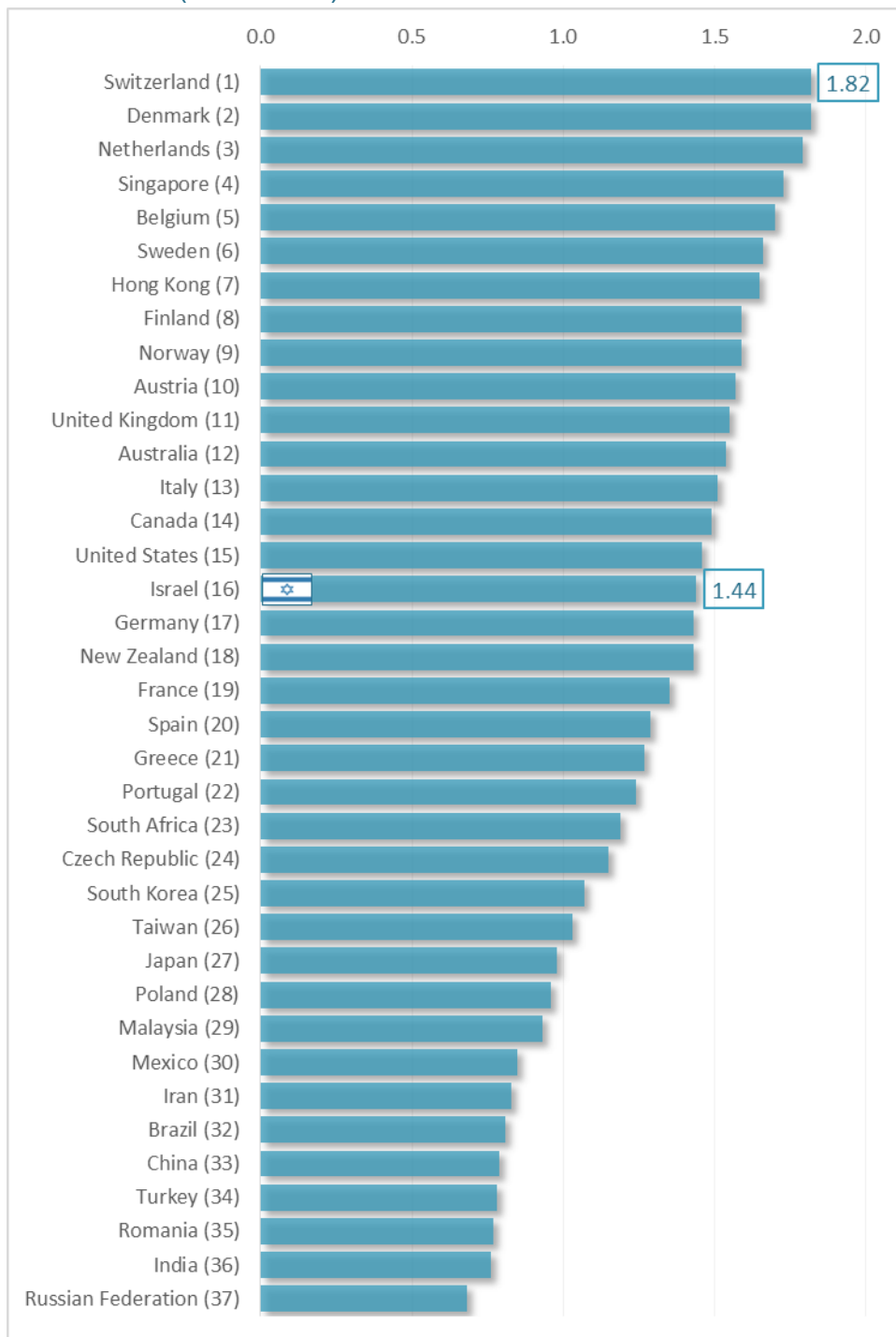
⁷ Field-Weighted Citation Impact - The ratio of citations received relative to the expected world average for the subject field, publication type and publication year

יש להתייחס בזהירות למדד זה כאשר הוא מוצג עבור כלל השטחים (ולא עבור שטח יחיד)

איור 7 מתאר את ממוצע הציטוטים המנורמל (FWCI) של ישראל, OECD ומדינות נבחרות בשנים 1996-2014 (ממוצע הציטוטים המנורמל של העולם הוא 1 על פי ההגדרה).

ניתן ללמוד כי לאורך שני העשורים האחרונים חלה עליה במדד זה כמעט בכל המדינות המוצגות: ישראל, פינלנד, הולנד, שבדיה ושווייץ עלו בשיעור דומה של כ-18%. דנמרק עלתה בשיעור 23% וסינגפור הציגה את העליה התלולה ביותר - 73%. לעומת זאת, ארגון ה-OECD ככלל הציג עליה נמוכה של 5% ואילו ארה"ב עלתה ב-1% בלבד. שווייץ, דנמרק והולנד שמרו על מקומן בראש דירוג ממוצע הציטוטים המנורמל של הפרסומים, ואל קבוצה מובילה זו הצטרפו סינגפור והונג קונג (איור 7). על פי מדד זה, ישראל מדורגת היום במקום 16 (לעומת מקום 11 לשנים 2000-2004) בעולם מכלל המדינות שפרסמו לפחות 0.5% מפרסומי העולם (איור שמונה)

איור 8: דירוג המדינות לפי FWCI (2010-2014)



טבלה 1 מתארת מדדי השפעה מדעית של ישראל בהשוואה בינלאומית בשתי תקופות:

טבלה 1: מדדי השפעה מדעית ושת"פ⁸ של ישראל והמדינה המובילה בדירוג העולמי בשתי תקופות: 2000-2004; 2010-2014

2000 - 2004			2010 - 2014		
Ranking (29 countries)	Value		Ranking (37 countries)	Value	
Israel	11	1.29	Israel	16	1.44
Switzerland	1	1.61	Switzerland	1	1.82
Israel	11	14.7%	Israel	17	16.5%
Switzerland	1	19.9%	Switzerland	1	23.1%
Israel	3	24.6%	Israel	10	25.7%
USA	1	28.2%	Hong Kong	1	31.4%
Israel	10	34.8%	Israel	16	44.3%
Switzerland	1	47.2%	Switzerland	1	61.6%
Israel	10	2.8%	Israel	4	3.3%
Denmark	1	5.3%	Switzerland	1	4.9%

בשנים 2000-2004 דורגו 29 מדינות שפרסמו 0.5% ומעלה מפרסומי העולם. בשנים 2010-2014 נוספו לקבוצה זו 8 מדינות: סינגפור, נורווגיה, ניו זילנד, פורטוגל, דרום אפריקה, מלזיה ורומניה.

בטבלה 1 אפשר לראות שבתקופה האחרונה עלתה ישראל בכל המדדים בהשוואה לתקופה הראשונה, בדומה למדינה המובילה בדירוג (ומדינות רבות אחרות). אולם, להוציא במדד שיתוף הפעולה עם התעשייה, ירדה ישראל בכל הדירוגים. אכן, צדקה עליסה מארץ הפלאות: צריך לרוץ מהר כדי להישאר במקום, ומהר יותר אם רוצים להתקדם.

הסיבות העיקריות לירידה בדירוגים הן (1) שיפור רב יותר ולכן שמירה על דירוגן של המדינות המובילות (שווייץ, דנמרק, הולנד, בלגיה, שוודיה, פינלנד ואוסטריה). (2) כניסתן לדירוג של מדינות נוספות ובעיקר ניו זילנד, נורווגיה וסינגפור. (3) עלייתה המטאורית של סינגפור בצד עלייתה של הונג קונג. (4) ירידה בדירוג ארה"ב ואנגליה.

בדרך כלל, יש מתאם גבוה בין מדדי ההשפעה המדעית השונים – ממוצע ציטוטים מנורמל (FWCI), שיתוף הפעולה הבינלאומי, שיתוף הפעולה עם התעשייה, שיעור הפרסומים של המדינה בעשירון העליון של הפרסומים המצוטטים ביותר - מפני שכל המדדים האלה נשענים על ממוצע הציטוטים ומגולמים למעשה באימפקט המנורמל (לעניין זה ראו את הדיון המפורט בחלק הראשון של הדוח).

ישראל יוצאת דופן בשני מדדים:

דירוג גבוה (אם כי ירד בין התקופות) של שיעור הפרסומים שלה בכתבי העת המובילים: מדד זה בעצמו יוצא דופן, כי אינו נשען על ציטוטים. למעלה מרבע (!) מפרסומי ישראל מופיעים

⁸ ביאור המדדים המוצגים בטבלה זו מופיע בנספח א'

בעשירון העליון של כתבי העת. נתון זה גבוה מדירוגה של ישראל לפי ממוצע ציטוטים מנורמל וראוי לבחינה מעמיקה.

דירוג גבוה ואף עולה במדד שיתוף הפעולה עם התעשייה. הסבר אפשרי להישג זה יוצג בפרק העוסק במדעי המחשב.

◀ לסיכום הפרק הדין במדדי השפעה מדעית של פרסומי ישראל בהשוואה בינלאומית ובשתי תקופות

ישראל מציגה עליה בכל מדדי ההשפעה המדעית, אולם זו אינה מדביקה את קצב העליה במדינות אחרות ולכן דירוגה של ישראל בין המדינות שפרסמו לפחות 0.5% מפרסומי העולם - יורד.

ישראל בולטת בשני מדדים בהם דירוגה גבוה ממדד הציטוטים הכללי שלה: שיעור ניכר מפרסומיה המופיעים בכתבי העת המובילים; ובעיקר - שיתוף פעולה עם התעשייה.

הגורם המשפיע ביותר על מדדי ההשפעה המדעית שבו ניתן לפעול הוא שיפור שיתוף הפעולה הבינלאומי בפרט ושיתוף פעולה בכלל עם כל המדינות והסקטורים: המגזר העסקי, מוסדות רפואיים, גופים ממשלתיים.

◀ לסיכום פרק פרסומי ישראל במבט כללי

ניתוח מספר הפרסומים ומספר הפרסומים לנפש של ישראל לאורך זמן מלמד כי בחמש השנים האחרונות שיעור הצמיחה האקדמי הנמוך בישראל מוביל לקיפאון הן במספר המוחלט והן במספר היחסי של פרסומים לנפש.

בהשוואה בינלאומית, דירוגה של ישראל ממשיך במגמת ירידה במדדים כמותיים שונים: מספר הפרסומים, מספר הפרסומים לנפש, חלקה בפרסומי העולם ומדינות ה-OECD. ירידה זו נובעת הן מגורמים פנימיים של ישראל (שיעור צמיחה אקדמי נמוך המוביל למעשה לקיפאון במספר הפרסומים ובמיוחד למספר הפרסומים לנפש) והן מגורמים עולמיים (צמיחה תלולה במספר הפרסומים בכלל, ובמדינות מתפתחות בפרט).

ישראל מציגה עליה בכל מדדי ההשפעה המדעית, אולם זו אינה מדביקה את קצב העליה במדינות אחרות ולכן דירוגה של ישראל בין המדינות שפרסמו לפחות 0.5% מפרסומי העולם - יורד.

בהשוואה בינלאומית נמצא כי מדינות המציגות מיצוב מדעי גבוה של פרסומיהן במדדי כמות והשפעה מדעית הן מדינות בהן יש מספר גבוה של פרסומים לנפש, ושיעור גבוה מפרסומי המדינה נכתב בשיתוף פעולה עם חוקרים מחו"ל ומהתעשייה.

2. שטחים ראשיים

2.1 קדימות השטחים

שיעור הפרסומים בכל אחד משטחי המחקר מתוך כלל הפרסומים במדינה מבטא את הקדימות לה זוכה השטח. הקדימות מתבטאת בין השאר בכמות המשאבים שהמדינה מקדישה לקידום המחקר בשטח. ההנחה היא שקיים מתאם בין מספר הפרסומים לכמות המחקרים, למספר החוקרים ולהיקף תקציבי המחקר. מדד הקדימות אינו מצביע על השפעה מדעית של המחקר בשטח כלשהו או על רמת המחקר במדינה, אלא רק על העדיפות היחסית שניתנת במדינה למחקר בשטח זה. ראוי לציין כי תרבות הפרסומים והציטוטים שונה בין השטחים (בשטחים מסויימים מספר הפרסומים השנתי הממוצע גבוה יותר מאשר בשטחים אחרים וכך גם הציטוטים) וכי קיימת חפיפה בין שטחים היות ומאמר יכול להיות מסווג למספר שטחים.

איור 9 מציג את קדימות השטחים העיקריים בישראל בשנים 2010-2014 לעומת השנים 2000-2004.

השינויים הבולטים בקדימות השטחים בישראל בתקופה האחרונה בהשוואה לתקופה הקודמת (2000-2004): עליה במדעי הרוח ובמחשבים; וירידה בהנדסה כימית (6 מקומות בדירוג), חקלאות וכימיה.

איור 10 מציג את קדימות השטחים העיקריים בישראל לעומת העולם בתקופה האחרונה (2010-2014).

השטח בעל הקדימות הגבוהה ביותר בישראל הוא רפואה: כ-30% מפרסומי ישראל, בכל התקופות שנבדקו, מסווגים לשטח זה, ובאופן דומה לעולם.

הבדלים ראויים לציין בקדימות השטחים בין ישראל לעולם הם:

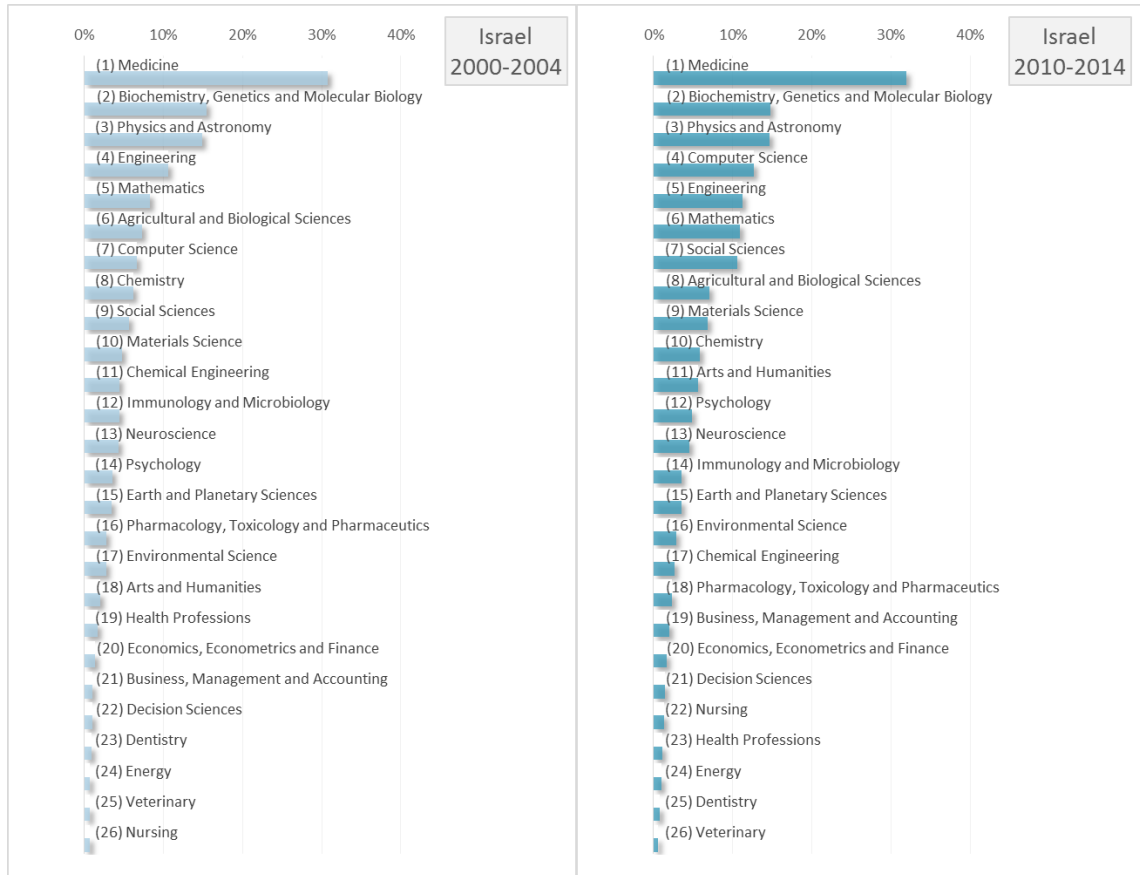
1. שטחים בעלי קדימות נמוכה בישראל בהשוואה לעולם:

- אנרגיה: מקום 16 בעולם; מקום 24 בישראל
- סביבה: מקום 11 בעולם; מקום 16 בישראל
- הנדסה: מקום 2 בעולם; מקום 5 בישראל
- הנדסה כימית: מקום 14 בעולם; מקום 17 בישראל
- חומרים: מקום 6 בעולם; מקום 9 בישראל

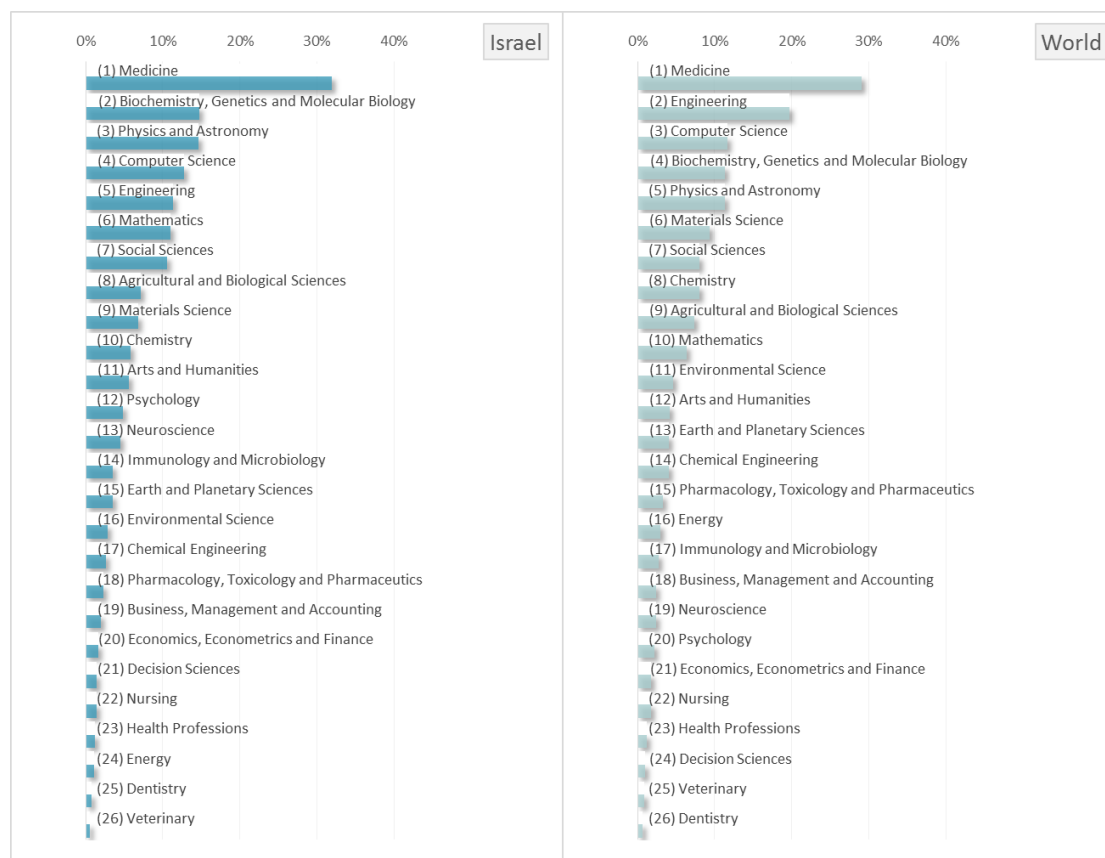
2. שטחים בעלי קדימות גבוהה בישראל בהשוואה לעולם:

- מתמטיקה: מקום 6 בישראל; מקום 10 בעולם
- פסיכולוגיה: מקום 12 בישראל; מקום 20 בעולם
- מדעי המוח: מקום 13 בישראל; מקום 19 בעולם

איור 9: דירוג השטחים לפי שיעור הפרסומים בתחום מכלל הפרסומים - ישראל 2010-2014 לעומת 2000-2004

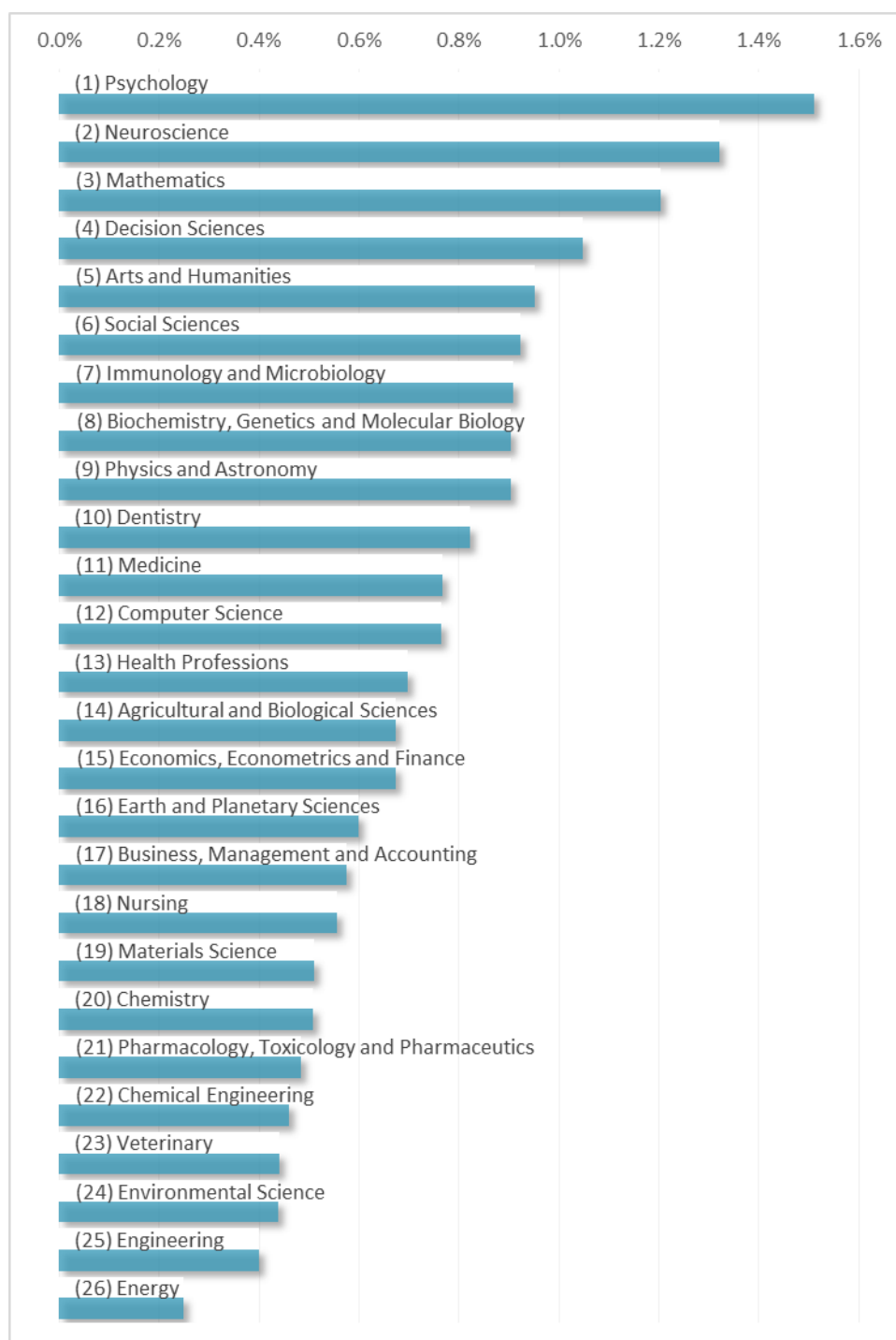


איור 10: דירוג השטחים לפי שיעור הפרסומים בתחום מכלל הפרסומים - ישראל בהשוואה לעולם (2010-2014)



ההבדלים בקדימות השטחים השונים בין ישראל לעולם מתבטאים בתרומת ישראל לפרסומי העולם על פי שטחים, כפי שניתן לראות באיור 11. ניתן לראות כי בשטחים פסיכולוגיה, מדעי המוח ומתמטיקה תרומתה של ישראל גבוהה פי 10 ויותר מחלקה של ישראל באוכלוסיית העולם (0.1%). אכן, בכל השטחים גבוהה תרומתה של ישראל משיעור אוכלוסייתה (כלל פרסומי ישראל תורמים כ-0.7% לפרסומי העולם, איור 2), אך היא נמוכה יחסית במיוחד בשטחים מדעי הסביבה, אנרגיה והנדסה.

איור 11: דירוג השטחים בישראל לפי שיעור הפרסומים מכלל פרסומי העולם בשטח (2010-2014)



בשתי הטבלאות הבאות מתוארים מדדי השפעה מדעית של ישראל בהשוואה לאלה של המדינה המובילה במדד, ודירוגה של ישראל בין המדינות לפי השטחים העיקריים.

■ אימפקט: ישראל מדורגת בין 20 המקומות הראשונים ב-23 שטחים מתוך 26 שטחים עיקריים. בשלושה שטחים היא מדורגת בין 10 המקומות הראשונים ובשטח אחד (מדעי המחשב) בין 5 הראשונים. חשוב לציין כי ב-6 שטחים (!) לא עברה ישראל את סף 0.5% מפרסומי העולם (מסומנות באדום), ובמקרים אלה כללנו בדירוג את כל המדינות עד ישראל (כלומר - גם מדינות נוספות שלא חצו את הסף) - כדי לעמוד על דירוגה של ישראל בשטחים אלה בכל מקרה. שוויץ מובילה ב-8 שטחים, הולנד וסינגפור ב-5 שטחים כל אחת, דנמרק ובלגיה ב-3 שטחים כל אחת, רוסיה ואירלנד בשטח אחד כל אחת.

■ שיעור פרסומי המדינה המופיע בעשירון העליון של פרסומי העולם המצוטטים ביותר, לפי שטחים: במדד זה מדורגת ישראל בין 20 המדינות הראשונות ב-23 שטחים מתוך 26 שטחים עיקריים; ובין 10 הראשונות ב-5 שטחים ובהם הנדסה כימית, מחשבים וחומרים. סינגפור מובילה במדד זה ב-7 שטחים, שוויץ ב-6 שטחים, הולנד, דנמרק והונג קונג ב-4 שטחים, ובלגיה באחד.

שיעור פרסומי המדינה מכלל פרסומי העולם בעשירון המצוטטים ביותר: במדד זה מראה ישראל מצויינות: במחצית השטחים (13/26) מהווים פרסומי ישראל יותר מ-1% מפרסומי העולם, פי 10 ויותר מחלקה באוכלוסיית העולם. מעניינים במיוחד הם שטחים בהם דירוג האימפקט של ישראל נמוך יחסית, אך פרסומי ישראל בקרב המצוטטים ביותר גבוה במיוחד: פסיכולוגיה, מדעי המוח, פיסיקה, אמנויות ומדעי הרוח, מתמטיקה. דבר זה מעיד על מצויינות שאינה משקפת את הממוצע בתחום. יש איפא בישראל מצויינות בתחומים רבים, אך זו אינה משקפת את ממוצע הישגי כלל התחום והמדינה.

טבלה 2: מדדי השפעה מדעית של ישראל והמדינה המובילה במדד 2010-2014

מקרא:

תכלת - מודגשים דירוגי ישראל בין 10 המדינות המובילות בכל מדד
 כחול - שטחים שבהם ישראל לא עברה את סף הפרסומים

	FWCI (Ranking)		Outputs in Top Percentiles (%) (Ranking)		Share (%) of Israel in World
	Israel	Leading Country	Israel	Leading Country	Top Percentiles
Agricultural and Biological Sciences	1.45 (16)	Switzerland 1.87	20.3 (13)	Switzerland 27.5	1.1
Arts and Humanities	1.22 (16)	Denmark 1.86	5.1 (16)	Switzerland 11.4	1.46
Biochemistry, Genetics and Molecular Biology	1.58 (14)	Switzerland 1.9	31.2 (13)	Singapore 37.4	1.24
Business, Management and Accounting	1.56 (10)	Netherlands 2.1	7.8 (16)	Hong Kong 14	0.9

Chemical Engineering	1.6 (12)	Singapore	2.29	31.9 (6)	Singapore	41.5	0.7
Chemistry	1.5 (11)	Singapore	2.3	28.7 (11)	Singapore	43.8	0.66
Computer Science	1.74 (4)	Switzerland	1.88	7.2 (6)	Hong Kong	11.2	1.3
Decision Sciences	1.28 (23)	Netherland	1.89	6.5 (29)	Hong Kong	17.8	0.92
Dentistry	1.29 (16)	Belgium	2.01	8.2 (20)	Belgium	18.3	1.15
Earth and Planetary Sciences	1.51 (14)	Denmark	1.9	25.6 (5)	Switzerland	29.5	1.3
Economics, Econometrics and Finance	1.07 (25)	Russian Fed.	1.97	5.4 (24)	Denmark	11.5	0.74
Energy	1.42 (24)	Singapore	2.55	18.1 (20)	Singapore	36.4	0.35
Engineering	1.42 (19)	Switzerland	1.96	10 (14)	Singapore	16	0.66
Environmental Science	1.41 (20)	Singapore	2.13	17.4 (24)	Singapore	29.6	0.54
Health Professions	1.22 (18)	Denmark	1.81	9.7 (19)	Denmark	19.3	0.85
Immunology and Microbiology	1.61 (14)	Switzerland	2.01	30.7 (16)	Switzerland	39.2	1.3
Materials Science	1.51 (10)	Singapore	2.22	19.2 (10)	Singapore	31.4	0.72
Mathematics	1.39 (15)	Switzerland	1.76	5.5 (20)	Hong Kong	10.7	1.45
Medicine	1.52 (16)	Belgium	1.97	19.5 (16)	Netherland	26.3	1.16
Neuroscience	1.33 (20)	Ireland	1.78	27 (18)	Netherland 3	3.8	1.58
Nursing	1.22 (18)	Belgium	2.0	11.8 (17)	Denmark	25.0	0.79
Pharmacology, Toxicology and Pharmaceutics	1.38 (14)	Switzerland	1.88	23.7 (12)	Switzerland	28.9	0.76
Physics and Astronomy	1.51 (13)	Switzerland	1.87	20.3 (7)	Denmark	25.0	1.56
Psychology	1.21 (17)	Netherland	1.75	12.4 (17)	Netherland	20.2	1.6
Social Sciences	1.23 (18)	Netherland	1.7	5.1 (18)	Switzerland	9.4	1.25
Veterinary	1.35 (16)	Netherland	1.84	8.3 (16)	Netherland	14.5	0.74
All Fields	1.45 (16)	Switzerland/Denmark	1.82	16.4 (17)	Switzerland	23.0	1.1

- שיעור פרסומי המדינה בעשירון העליון של כתבי העת לפי שטחים: במדד זה דירוגה של ישראל גבוה: ב-17/26 שטחים היא מדורגת בין 10 המדינות המובילות (מתוכם ב-6 שטחים בין 5 המובילות).
- שיעור פרסומי המדינה שנכתבו בשיתוף פעולה עם התעשייה לפי שטחים: גם במדד זה דירוגה של ישראל גבוה, אפילו מאוד: ב-14/26 שטחים היא מדורגת בין 10 המדינות המובילות, ומתוכם ב-4 שטחים מדורגת ראשונה, וב-12 שטחים בין 5 הראשונות.
- שיעור פרסומי המדינה שנכתבו בשיתוף פעולה בינלאומי לפי שטחים: שיעור זה משקף ככלל את תרבות שיתוף הפעולה האופיינית לשטח: שיתוף הפעולה הבינלאומי הוא גבוה במדעים פלנטריים ובפיסיקה ואסטרונומיה - תחומים הנשענים על תשתיות בינלאומיות ולפיכך מציגים בדרך כלל שיתוף פעולה גבוה. שיעור שיתוף הפעולה הוא נמוך בשטחים שבהם באה לביטוי התרבות המקומית הייחודית לכל מדינה - סוציולוגיה, פסיכולוגיה, אמנויות ומדעי הרוח.

טבלה 3: מדדי השפעה מדעית של ישראל והמדינה המובילה במדד 2010-2014

מקרא:

- תכלת - מודגשים דירוגי ישראל בין 10 המדינות המובילות בכל מדד
- סגול - ישראל מדורגת ראשונה במדד
- כחול - שטחים שבהם ישראל לא עברה את סף הפרסומים

	Publications in Top Journal Percentiles (%) (Ranking)		Academic-Corporate Collaboration (%)		International Collaboration (%)	
	Israel	Leading Country	Israel	Leading Country		
Agricultural and Biological Sciences	19.1 (11)	Ireland 23.6	3.9 (3)	New Zealand 7.7		53.0
Arts and Humanities	16.7 (15)	Netherland 23.9	0.5 (13)	Japan 1.8		20.8
Biochemistry, Genetics and Molecular Biology	25.4 (5)	Singapore 30.4	3.5 (10)	Denmark 8.6		52.5
Business, Management and Accounting	28.9 (8)	Singapore 42.1	2.3 (1)	Israel 2.3		40.5
Chemical Engineering	43.5 (4)	Switzerland 45	2 (16)	Denmark 10.2		43.6
Chemistry	24.9 (8)	Netherland 29.4	1.8 (17)	Netherland 10		47.2
Computer Science	36.3 (3)	Hong Kong 49.8	9.9 (1)	Israel 9.9		47.4
Decision Sciences	34.9 (17)	Hong Kong 55.5	5.3 (1)	Israel 5.3		50.4
Dentistry	9.9 (30)	Belgium 32.2	0.2 (20)	UK 1.4		43.7
Earth and Planetary Sciences	22.6 (6)	Australia 25.4	3.4 (2)	Norway 5.6		62.3
Economics, Econometrics and Finance	27.3 (11)	Hong Kong 40.2	2.4 (4)	UK 2.8		47.3

	Publications in Top Journal Percentiles (%) (Ranking)		Academic-Corporate Collaboration (%)		International Collaboration (%)	
	Israel	Leading Country	Israel	Leading Country		
Energy	36.5 (34)	Spain 57	5.4 (4)	Norway 6.4	41.4	
Engineering	39.9 (3)	Hong Kong 45.4	5.2 (5)	Netherlands 6.4	40.1	
Environmental Science	32.9 (15)	Singapore 47.1	5.4 (2)	New Zealand 7.4	46.8	
Health Professions	20 (13)	Norway 29.4	1.2 (14)	Denmark 4.8	35.7	
Immunology and Microbiology	25.6 (5)	Switzerland 29.5	3.5 (10)	Switzerland 7.8	54.2	
Materials Science	25.9 (9)	Australia 32.3	3.2 (13)	Netherlands 9.6	46.4	
Mathematics	19.1 (7)	Hong Kong 27.7	6.1 (1)	Israel 6.1	51.5	
Medicine	22.1 (12)	Netherlands 29.6	2 (15)	Denmark 5.3	41.3	
Neuroscience	23.2 (10)	UK 28.2	2 (11)	Switzerland 7	47.0	
Nursing	13.6 (10)	Denmark 26.7	1.1 (13)	Switzerland 7.1	32.0	
Pharmacology, Toxicology and Pharmaceutics	17.8 (7)	Belgium 21.2	4.3 (11)	Denmark 14.0	49.9	
Physics and Astronomy	26.3 (6)	Singapore 35.2	2.3 (16)	Netherlands 5.7	55.7	
Psychology	21.5 (5)	Netherlands 25.4	0.2 (28)	Japan 1.6	36.7	
Social Sciences	21.5 (7)	Singapore 25.2	1.0 (5)	Japan 1.7	25.0	
Veterinary	2.2 (7)	Switzerland 3.2	2.4 (7)	Denmark 5.3	40.3	
All Fields	25.5 (9)	Hong Kong 31.8	3.3 (4)	Switzerland 4.9	44.3	

◀ לסיכום הפרק הדין בפרסומי ישראל לפי שטחים

על פי מדדים כמותיים, השטחים בעלי הקדימות הגבוהה ביותר בישראל הם (בסדר זה): רפואה; ביוכימיה, גנטיקה וביולוגיה מולקולרית; פיסיקה ואסטרונומיה; מחשבים. בהשוואה לעולם, בישראל יש קדימות גבוהה יותר לשטחים מתמטיקה; פסיכולוגיה; מדעי המוח, וקדימות נמוכה יותר לשטחים אנרגיה; מדעי הסביבה; הנדסה; הנדסה כימית; חומרים.

ניתוח השטחים על פי מדד הציטוטים הכללי (אימפקט מנורמל) מראה כי ברוב השטחים דירוגה של ישראל אינו גבוה. עם זאת, ניתוח מרכיבי השפעה מדעית יחידים מעלה כי ישראל מגלה מצויינות (להבדיל ממוצע) המתבטאת בחלקה היחסי הגבוה בין הפרסומים המצוטטים ביותר, בחלקה היחסי הגבוה בפרסומים בכתבי העת המובילים, ובשיעור הפרסומים שלה שנכתבו בשיתוף פעולה עם התעשייה. מצויינות זו מופיעה בחלק נכבד של השטחים, למרות שאינה מתבטאת ברמה הכללית הממוצעת של השטח והמדינה.

השטח המצטיין ביותר בישראל, על פי כלל מדדי ההשפעה המדעית, הוא מדעי המחשב. השטחים החלשים ביותר (והחשובים) הן מבחינה כמותית והן מבחינת ציטוטים הם אנרגיה; סביבה; הנדסה.

3. מדעי המחשב-ניתוח קשרי אקדמיה-מגזר עסקי

"תעשיית ההיי-טק הישראלית היא הצלחה יוצאת דופן הראויה לעיון ומחקר. תעשייה זאת, המבוססת בעיקר על אלקטרוניקה, מחשבים ותקשורת (ICT - Information and Communication Technologies), מהווה חלק נכבד מהיצוא התעשייתי הישראלי ונחשבת ל"קטר" המשק.

רבים מייחסים את ההישגים הללו, ובצדק, להשקעות הרבות במערכת הבטחון, ליחידות הטכנולוגיות של צה"ל, ולאופי היזמי הישראלי. אולם, התרומה המרכזית של האקדמיה הישראלית, שבלעדיה תעשייה זאת לא יכלה לקום, מוכרת פחות. מספר קטן של פרופסורים בטכניון ובאוניברסיטה העברית הניחו את היסודות האקדמיים של מספר דיסציפלינות אקדמיות שהן בבסיס תעשיית ההיי-טק, והכשירו בהן אלפי מהנדסים ומדענים. בוגרים אלה, מצוידים בידע מחזית הדיסציפלינות הללו, יזמו, קידמו ומובילים עד היום את תעשיית ההיי-טק הישראלית. שלוש הדיסציפלינות ששיחקו את התפקיד המרכזי הן הנדסת חשמל, מדעי המחשב והנדסה אווירונאוטית.

אתר⁹ זה מציג הקלטות ווידאו (ותמלילים) של ראיונות עם הפרופסורים החלוצים הללו, בהן הם מספרים מיד ראשונה את ההיסטוריה של יצירת המקורות האקדמיים של תעשיית ההיי-טק הישראלית. סיפור מרתק שמראה כיצד מספר קטן של מדענים מוכשרים עם חזון גדול, שנמצאים במקום הנכון בזמן הנכון, יכולים לשנות את גורלה של אומה שלמה."

[מתוך: המקורות האקדמיים של תעשיית ההיי-טק הישראלית: ראיונות מוקלטים עם הפרופסורים יעקב זיו, משה זכאי, ישראל בר דויד, מיכאל רבין, ומשה ארנס. מראיין: פרופסור זאב תדמור, יו"ר מוסד ש. נאמן ונשיא לשעבר של הטכניון, ינואר 2013 (ההקלטות נעשו בקיץ 2011). אתר מוסד נאמן]

דוח זה בודק ומנתח את הפרסומים האקדמיים של ישראל בהשוואה בינלאומית ולאורך זמן. אולם, פרסומים מהווים רק פן אחד של פעילות האקדמיה - הרבות דעת. פן אחר וחשוב לא פחות הוא הכשרתם של בעלי מקצוע בכל התחומים - מהנדסים, מדענים, חוקרים, מורים, רופאים ועוד, הקובעים במעשיהם את דמותה ופועלה של המדינה בתחומי התעשייה והמשק, החברה והכלכלה, התרבות והחינוך, ובכך משפיעים על חייו של היחיד.

מקובל להניח, כי שיתוף פעולה איתן ומתמשך בין המגזר העסקי לאקדמיה מפרה ומקדם את כל הצדדים. אולם מסתבר, כי שיתוף פעולה כזה אינו נפוץ ואינו רב בישראל ובעולם כפי שראוי שיהיה.

פרסומים משותפים לאקדמיה ולמגזר העסקי מהווים רק שיעור קטן מכלל הפרסומים של מדינה (בעולם - 1.3% מכלל הפרסומים; בישראל המדורגת במדד זה במקום 4 - 3.3% מכלל הפרסומים; בשווייץ, המדורגת במקום 1 במדד זה - 4.9%). אכן, שיתוף פעולה בין האקדמיה למגזר העסקי יכול להתבטא גם בפטנטים, הסכמים מסחריים, או לא להתבטא כלל. בישראל,

⁹ המקורות האקדמיים של תעשיית ההיי-טק הישראלית (קישור לאתר)

במיוחד, מחקרים משותפים לאקדמיה ולתעשיות הביטחוניות פעמים רבות אינם מתפרסמים כלל, או שהם מתפרסמים על ידי האקדמיה בלבד.

אף על פי כן, מצאנו כי מדד שיתוף הפעולה בפרסומים בין המגזר העסקי לאקדמיה מלמד הרבה על רמת ופעילות האקדמיה ועל מיצובה הכללי של המדינה. נושא זה נחקר והוצג בחלק הראשון של דוח זה בפרק שיתוף פעולה בין האקדמיה למגזר העסקי בפרסומים מדעיים.

מצאנו, כי בדרך כלל שיתוף הפעולה בפרסומים הוא גבוה כאשר הן האקדמיה והן התעשייה של מדינה חזקות במיוחד בשטח מסוים, כפי שאפשר לראות בטבלה הבאה עבור המדינות המדורגות ראשונות בשיתוף פעולה עם המגזר העסקי:

טבלה 4: שיתוף הפעולה בפרסומים בין האקדמיה לתעשייה – 5 המדינות המובילות, השטח המצטיין בהן בשיתוף הפעולה, גורמי התעשייה המעורבים, 2010-2014

Country	Category	World Ranking by FWCI for Category	Corporate Collaboration (%)	Corporates Mostly Cited as Co-Authors
Switzerland	Pharmacology, Toxicology & Pharmaceuticals	1	12.3	Novartis; Hoffmann La Roche
Denmark	Pharmacology, Toxicology & Pharmaceuticals	2	14.0	H. Lundbeck A/S; Novo Nordisk AS
Sweden	Pharmacology, Toxicology & Pharmaceuticals	4	9.1	AstraZeneca
	Chemistry	3	10.0	
	Material Sciences	2	9.6	
	Chemical Engineering	5	9.0	
Israel	Computer Sciences	4	9.9	Microsoft; IBM; Intel; HP; Google ¹⁰

עבור המדינות המופיעות בטבלה מוצג השטח שבו שיעור שיתוף הפעולה שלהן עם התעשייה הוא הגבוה ביותר. ניתן לראות שיש קשר בין דירוג האיכות הגבוה של השטח, שיעור הפרסומים הגבוה עם התעשייה, והתעשיות הפועלות באותה מדינה. כך, בשווייץ, דנמרק ושוודיה זהו שטח הפארמה, שבו יש למדינות אלה דירוג גבוה במדד האיכות של פרסומים אקדמיים מחד, ותעשיות מקומיות מצליחות מאידך. בהולנד אלה שטחי הכימיה, ההנדסה הכימית והחומרים. בישראל זהו שטח מדעי המחשב.

ראוי לציין כי במדינות שווייץ, דנמרק, הולנד ושוודיה, המדורגות בין 5 הראשונות במדד שיתוף הפעולה עם התעשייה וכן בצמרת דירוג האימפקט, יש שטחים נוספים בהן הן מצטיינות בשיתוף פעולה עם המגזר העסקי (ובתעשיות שלהן). כאן הובא רק השטח שבו שיעור שיתוף הפעולה עם התעשייה הוא הגבוה ביותר מכלל השטחים. כן ראוי לציין את הונג קונג ובמיוחד את סינגפור, העומדות ברוב השטחים בצמרת דירוג האימפקט העולמי, אך דירוגן במדד שיתוף

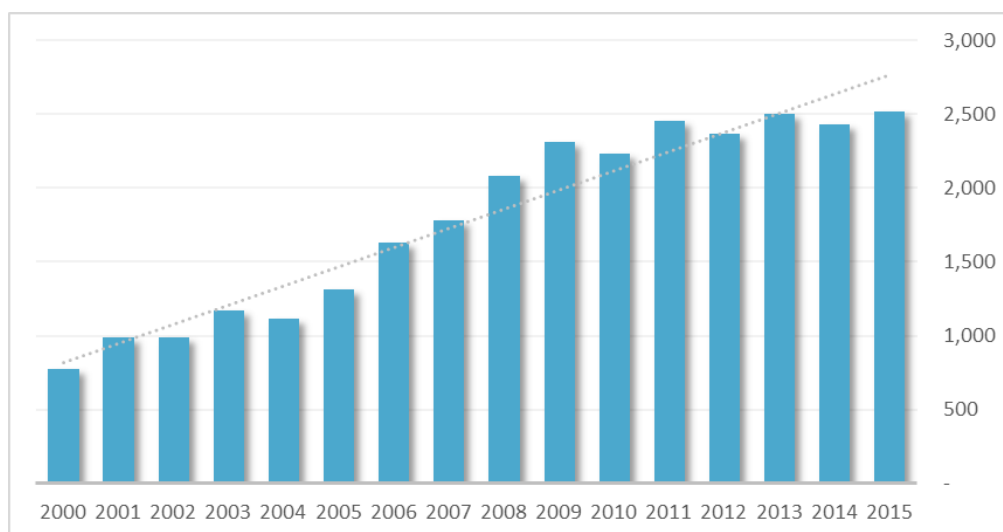
¹⁰ משקלן של חברות רב-לאומיות לעומת חברות ישראליות נדון בהמשך הפרק

הפעולה עם התעשייה הוא נמוך: סינגפור-מקום 17, הונג קונג-מקום 23. אכן, מדינות אלה אינן מצטיינות בתעשייה חזקה, ודבר זה בא לביטוי, כנראה, גם במדדים אחרים של המדינה.

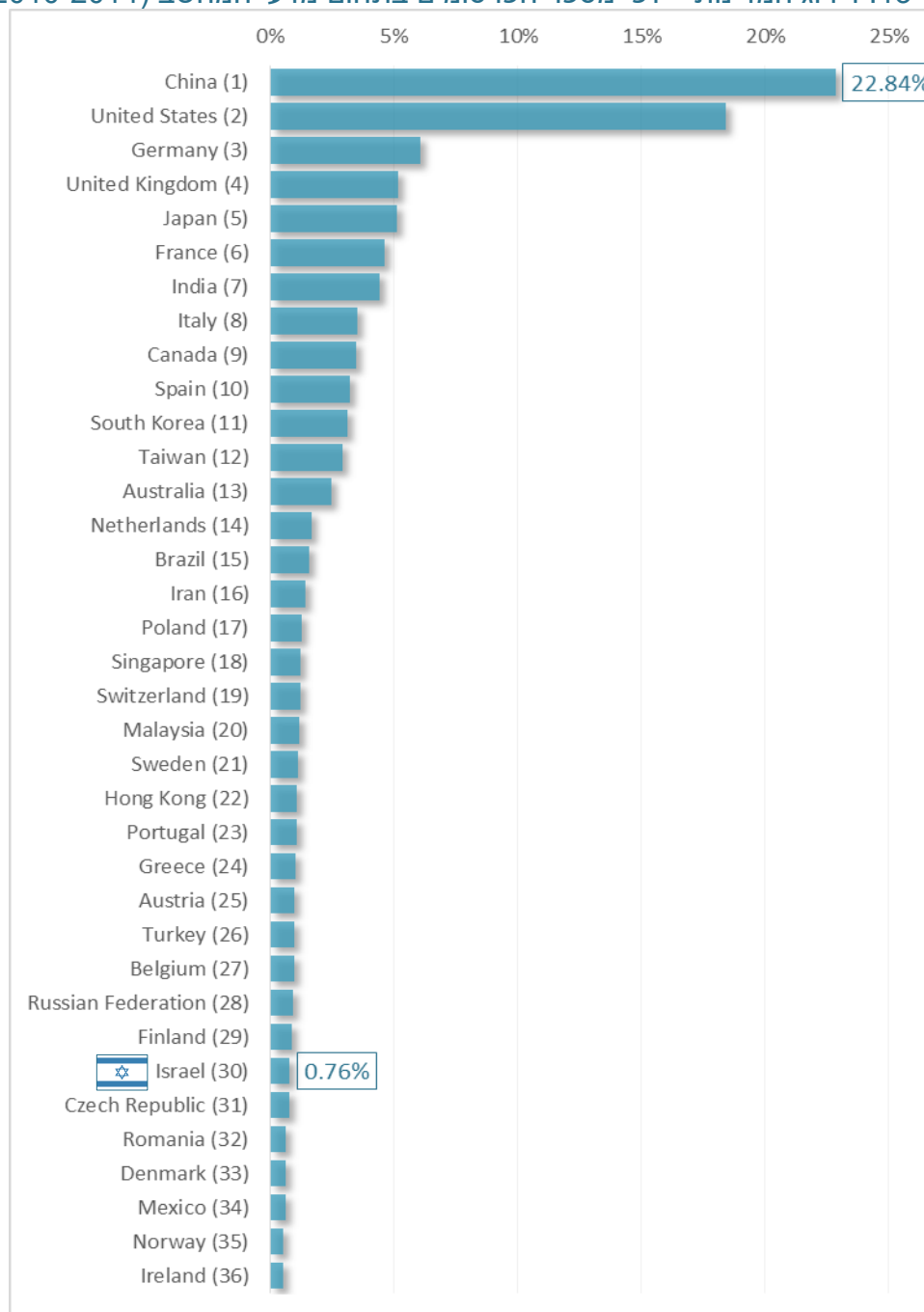
בפרק זה מטרנו לחקור את שיתוף הפעולה בפרסומים בין האקדמיה לתעשייה כפי שהוא מתבטא בשטח מדעי המחשב בישראל כדי לעמוד על הגורמים להצלחתו, להשפעתו על האקדמיה מחד ועל התעשייה מאידך, ובתקווה להפיק לקחים שניתן ליישם גם בשטחי מדע אחרים ובתעשיות הקשורות אליהם.

◀ מדדים ביבליומטריים של מדעי המחשב בישראל, 2010-2014

- מספר הפרסומים: מספר הפרסומים בשטח מדעי המחשב בישראל עלה פי 3 ב-15 השנים האחרונות (איור 12).
- על פי מספר הפרסומים, ישראל מדורגת במקום 30 בעולם מתוך 36 מדינות שעברו את סף הפרסומים (0.5% מפרסומי העולם). סין פרסמה כ-23% מפרסומי העולם בשטח זה, וארה"ב כ-18%. פרסומי ישראל תרמו 0.76% מפרסומי העולם, שיעור דומה לתרומתה של ישראל לעולם בכלל השטחים (איור 13)
- במספר הפרסומים לנפש, מדורגת ישראל במקום ה-15, עם 1,459 פרסומים. סינגפור מדורגת ראשונה במדד זה, עם 3,488 פרסומים לנפש, פי 2.4 מישראל (איור 14).
- במדד הציטוטים המנורמל - FWCI, מדורגת ישראל במקום 4 (איור 15).
- פרסומים בעשירון העליון של הפרסומים המצוטטים ביותר בעולם בתחום זה מהווים 7.2% מפרסומי ישראל בתחום, המדרגים את ישראל במקום 6 במדד זה. פרסומים אלה מהווים 1.3% מפרסומי העולם המצוטטים ביותר, פי 13 מחלקה של ישראל באוכלוסיית העולם.
- פרסומים בעשירון העליון של כתבי העת הטובים ביותר מהווים למעלה משליש מפרסומי ישראל בתחום (36.3%), ומדרגים אותה במקום 3 במדד זה.
- פרסומים משותפים לאקדמיה ולמגזר העסקי מהווים 9.9% מפרסומי ישראל בתחום, ומדרגים אותה במקום 1 בעולם במדד זה, בהפרש ניכר משווייץ – המדורגת שניה במדד זה (איור 16).

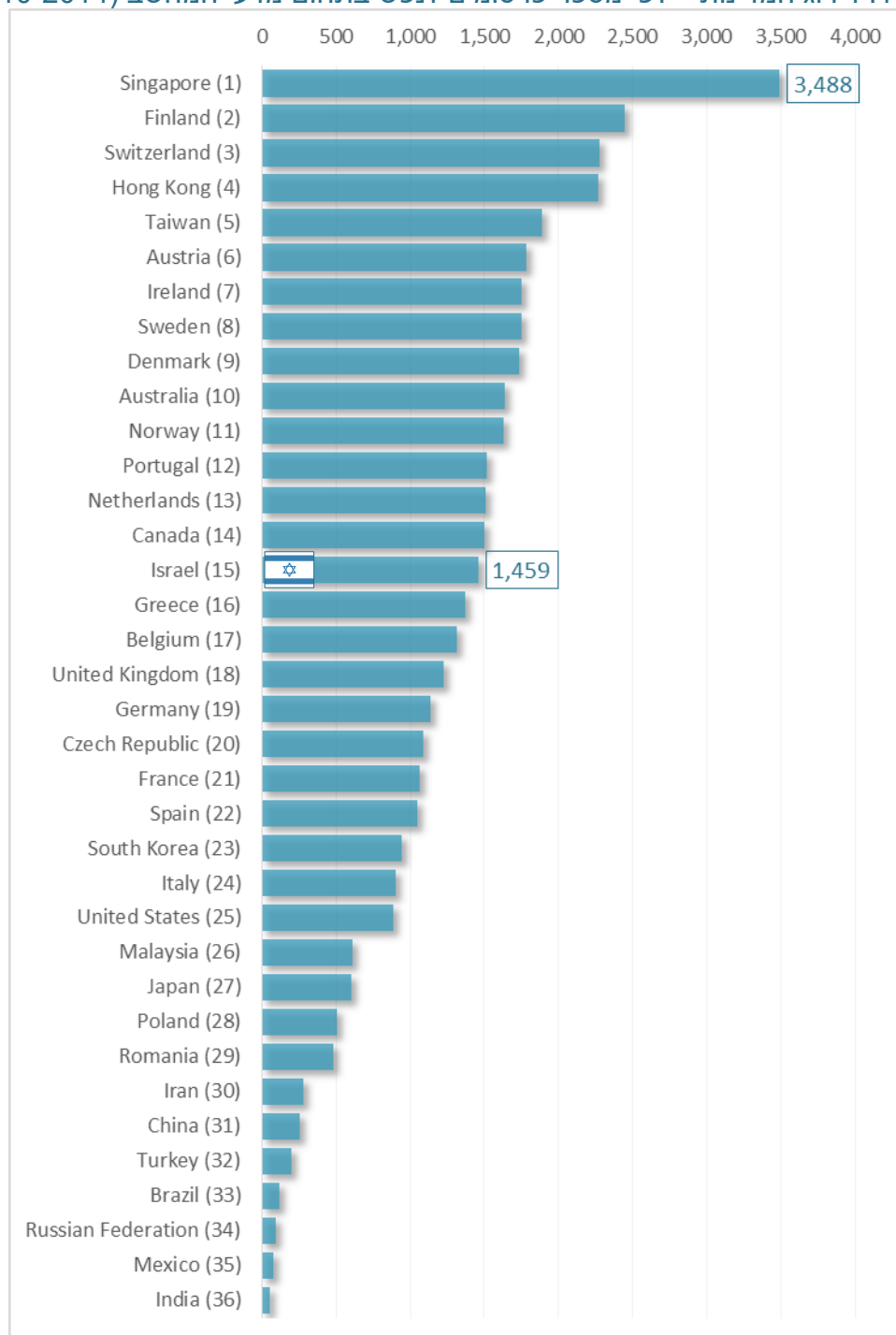
איור 12: השינוי במספר הפרסומים הישראליים בתחום מדעי המחשב (2000-2015)¹¹

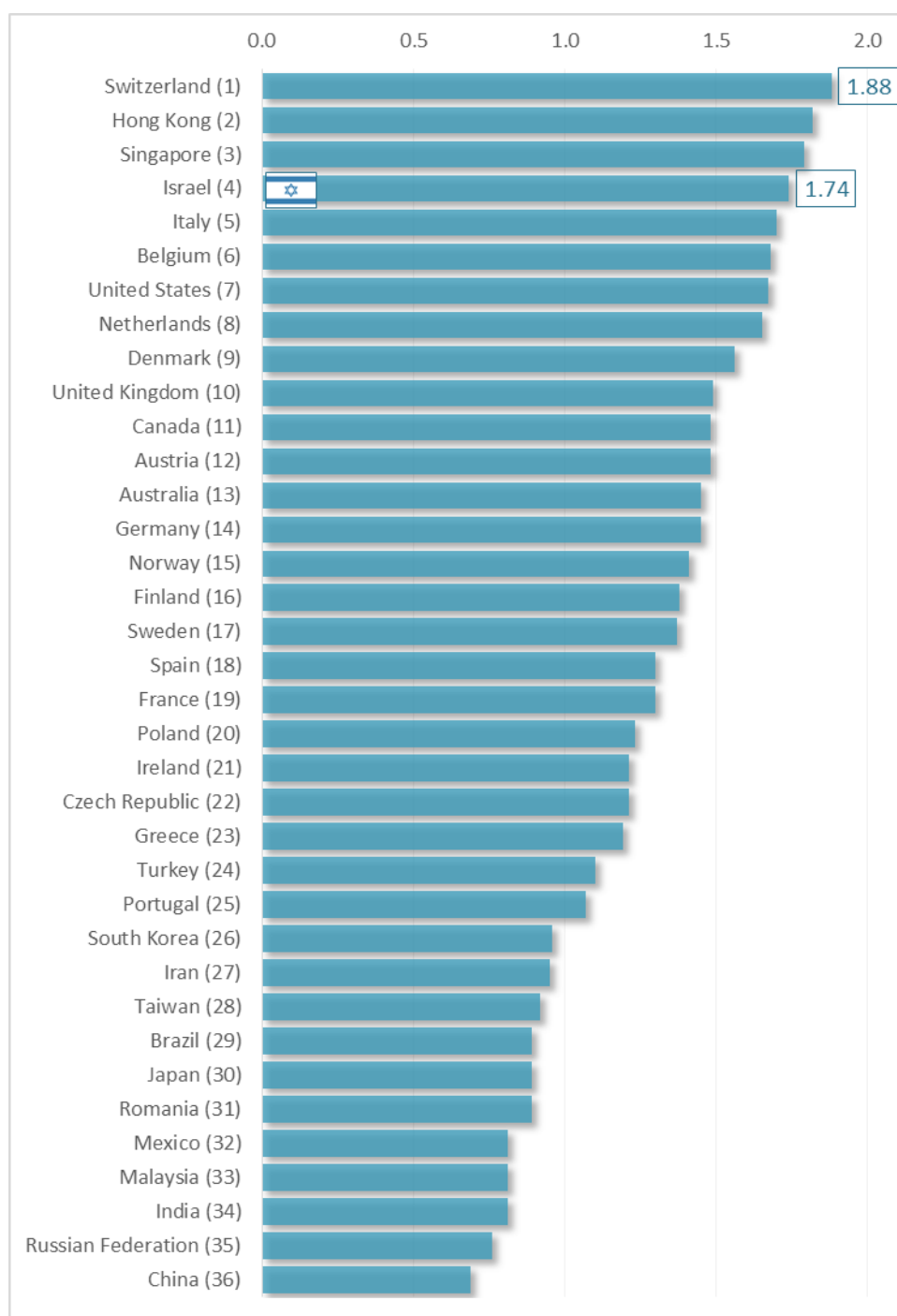
איור 13: דירוג המדינות¹² לפי מספר הפרסומים בתחום מדעי המחשב (2010-2014)



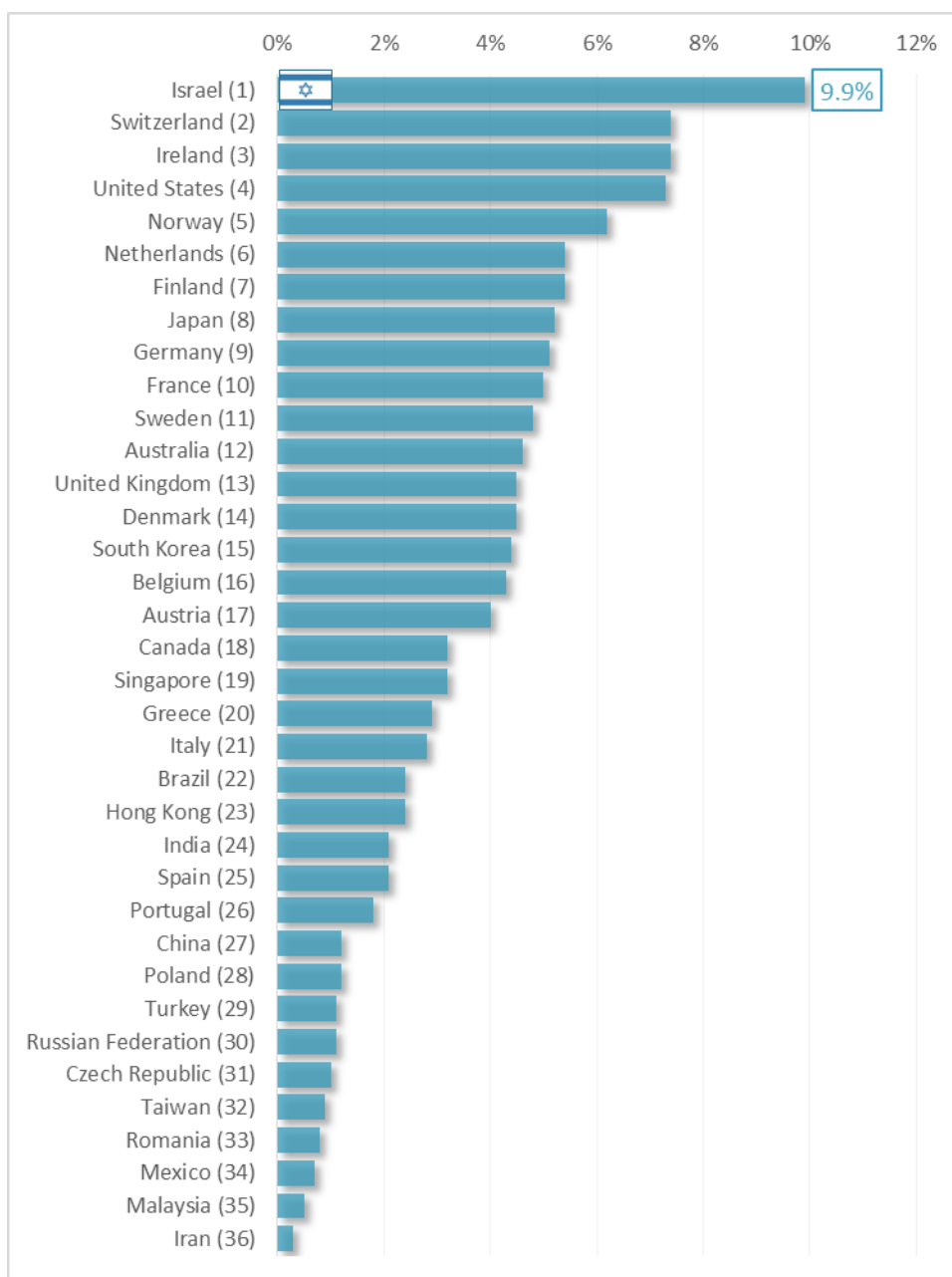
¹² הדירוג כולל את המדינות שפרסמו 0.5% ומעלה מפרסומי העולם בתחום בתקופה שנבדקה

איור 14: דירוג המדינות¹² לפי מספר פרסומים לנפש בתחום מדעי המחשב (2010-2014)



איור 15: דירוג המדינות¹² לפי ממוצע ציטוטים מנורמל - FWCI (2010-2014)

איור 16: דירוג המדינות לפי שיעור השת"פ אקדמיה-מגזר עסקי¹³ (2010-2014)



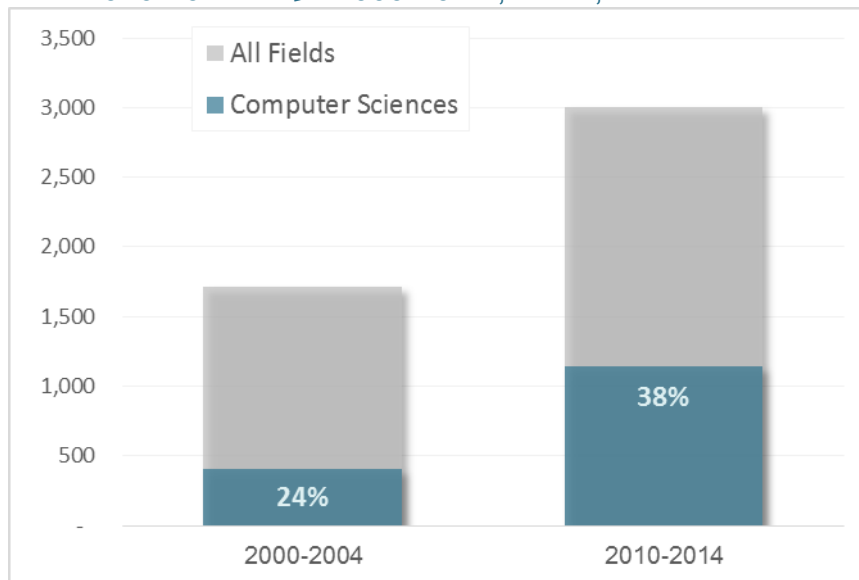
על פי כל מדדי ההשפעה המדעית, ישראל מדורגת בצמרת העולם בשטח מדעי המחשב. אכן, לפי דירוג שנחאי 2014 במדעי המחשב, 6 מתוך 7 האקדמיות בישראל מדורגות בין 200, האקדמיות המובילות בעולם: הטכניון במקום 18, אוניברסיטת תל אביב במקום 20, האוניברסיטה העברית ומכון ווייצמן בין 75-51, אוניברסיטת בן-גוריון בין 150-101, ואוניברסיטת בר אילן בין 200-151. הישג זה משקף מצויינות לאומית ולא נקודתית (כמו של חוקר יחיד, פקולטה יחידה, אקדמיה יחידה).

¹³ Academic-Corporate Collaboration(%)

חשוב במיוחד ומעניין הוא דירוגה של ישראל במדד השותפות בפרסומים עם התעשייה (איור 16), מקום ראשון בעולם בשטח מדעי המחשב (כמעט פי 4 מממוצע השיעור העולמי בתחום), וגם במקום הראשון במדד זה מכלל השטחים בישראל.

אכן, פרסומים בתחום המחשב תופסים חלק נכבד, וגם עולה במשך השנים, מכלל פרסומי ישראל המשותפים לאקדמיה ולמגזר העסקי, כפי שניתן לראות באיור 17:

איור 17: שיעור השת"פ אקדמיה-מגזר עסקי בתחום מדעי המחשב בהשוואה לשיעור השת"פ בכלל הפרסומים, ישראל, 2000-2014 לעומת 2010-2014



כיום, קרוב ל-40% מפרסומי ישראל שנכתבו בשיתוף עם התעשייה הם בשטח מדעי המחשב, ולפיכך גם התורמים העיקריים למיצובה הגבוהה של ישראל במדד זה בעולם בכלל השטחים (מדורגת במקום 4).

מי הן החברות המשתפות פעולה עם האקדמיה?

דפוס החברות המשתפות פעולה בפרסומים עם האקדמיה אינו שונה ממוסד למוסד, ולכן מובאת כאן התמונה הכללית בישראל (ייתכנו כפילויות בפרסומים בין חברות הבת השייכות לאותה חברת אם, למשל בין IBM Research ל-IBM):

טבלה 5: התפלגות הפרסומים שנכתבו בשיתוף עם האקדמיה בישראל בתחום המחשבים לפי חברות עסקיות 2010-2014

Total Number of Publications Co-Authored With Corporations in Computer Sciences 2010 - 2014 = 1147	
Microsoft USA	305
IBM	221
IBM Research	191
Intel	85
HP	59

Total Number of Publications Co-Authored With Corporations in Computer Sciences 2010 - 2014 = 1147	
Google Inc.	55
Microsoft Research Asia	46
AT&T	34
Alcatel-Lucent	31
HP Israel	17
Telecom Paris	17
Israel Electric Corporation Ltd	16
Cisco Systems	12
RAFAEL	11

אפשר לראות, כי החברות המשתפות פעולה עם האקדמיה בישראל הן רובן ככולן חברות זרות וגלובליות, המחזיקות מרכזי פיתוח בישראל. שתי החברות הישראליות היחידות ברשימה (שאינה כוללת חברות עם מספר קטן מ-11 פרסומים לשנים אלה) הן חברת החשמל ורפאל.

מהו אופי שיתוף הפעולה בתחום מדעי המחשב בין האקדמיה למגזר העסקי בישראל ?

הבדיקה העלתה כי שיתוף הפעולה צומח מיזמה פעילה של שני הצדדים:

באקדמיות:

1. הטכניון - מפעיל מרכז מחקר אקדמי משותף למיקרוסופט ולטכניון, בניהולו של פרופ' טננהולץ¹⁴
 2. האוניברסיטה העברית בירושלים - מפעילה תכנית תעשייתית¹⁵ בבית הספר להנדסה ולמדעי המחשב. התכנית מציעה לגורמי תעשייה גישה לסטודנטים שלה, עידוד פרויקטים מטעם המגזר העסקי, שיתוף פעולה במחקר ופיתוח ועוד. למשל - מימון דוקטורט ברשתות תקשורת על ידי מיקרוסופט קיימברידג'¹⁶
 3. אוניברסיטת תל אביב - מציעה תכנית מיוחדת אקדמיה-מגזר עסקי בבית הספר למדעי המחשב (Industrial affiliates Program), שמטרתה לעודד קשרי גומלין בין האקדמיה למגזר העסקי¹⁷.
- בתכנית מעורבות חברות רבות - מיקרוסופט, גוגל, צ'ק פוינט, פייסבוק, מוטורולה, ראד, סיקו, מארוול ועוד.

¹⁴ הטכניון משיק עם מיקרוסופט מיזם טכנולוגי חדש (קישור לאתר)

¹⁵ Hebrew University's School of Engineering and Computer Science - The Industrial Affiliates Program ([website](#))

¹⁶ The School of Computer Science and Engineering at Hebrew University and Microsoft Research Cambridge (UK) invite outstanding students to apply for a Microsoft Research PhD Scholarship in Networked Systems at Hebrew University ([website](#))

¹⁷ Industrial Affiliates Program (IAP) ([website](#))

4. אוניברסיטת בן גוריון בנגב - מציעה תכנית מיוחדת אקדמיה-תעשייה (Industrial Affiliates Program), שמטרתה לעודד קשרי גומלין בין האקדמיה לתעשייה¹⁸. בתכנית מעורבות החברות מיקרוסופט, אינטל, סיסקו ואחרות. כמו כן שותפה האוניברסיטה בפארק הסייבר שהוקם בבאר שבע¹⁹.

אוניברסיטת בן-גוריון בנגב מובילה את המחקר המדעי בתחום הסייבר מזה למעלה מעשור והושקעו בתחום מיליוני דולרים כחלק מהסכם עם ענקית הסלולר דויטשה טלקום (ההסכם הראשון נחתם בשנת 2004). מאז צברו חוקרי האוניברסיטה ובוגריה מוניטין בין-לאומי בתחום, והתוצאה הינה התמקדות של חברות בין-לאומיות שעוסקות בהגנת סייבר סביב האוניברסיטה. חברות אלו מסתייעות בתשתיות ובהון האנושי והמחקרי של אוניברסיטת בן-גוריון בנגב. בכלל זה ניתן למצוא בצמידות לאוניברסיטה ובפארק ההייטק הצמוד לה, חברות כמו RSA, EMC, דויטשה טלקום, נס טכנולוגיות, לוקהיד מרטין ומרכז מצויינות משותף לאוניברסיטה ולחברת IBM. (עובד מתוך אתר האוניברסיטה).

5. אוניברסיטת חיפה - בשטח הקמפוס שוכנות מעבדות המו"פ של IBM:

IBM R&D Labs in Israel, Haifa University Campus, Mount Carmel, Haifa (לא ידוע על קשרים ממוסדים עם אוניברסיטת חיפה).

בתעשייה:

בישראל פועלות כיום כ-250 חברות זרות ורב-לאומיות שמנהלות מרכזי מחקר ופיתוח בישראל. הבולטות בהן הן מיקרוסופט, יבמ, אינטל, גוגל, אפל, סיסקו ופייסבוק. את עמדת התעשייה מסכם היטב יורם יעקובי, מנכ"ל מרכז המו"פ של מיקרוסופט בישראל¹⁴, להלן:

“האקדמיה מפתחת את המשאב הכי חשוב לתעשייה הישראלית: מהנדסות ומהנדסים איכותיים. לכן חשוב לנו להמשיך וליזום פרויקטים יחד עם האוניברסיטאות בישראל, כדי לתמוך בחדשנות באקדמיה ובהגדלת כמות הבוגרים שמסיימים בכל שנה את הפקולטות להנדסת מחשבים. חיזוק הקשרים בין האקדמיה לתעשייה חיוני לא רק לאקדמיה אלא גם לתעשייה, שניזונה מהמקוריות וחדות המחשבה שמייצרת האקדמיה הישראלית שנה אחר שנה. תכונות אלה מניעות את תעשיית ההיי-טק הישראלית”. שיתופי פעולה אלה הם חלק מ-U.next - תכנית מקיפה של מרכז המו"פ של מיקרוסופט המתמקדת במוסדות אקדמיים, סטודנטים וחוקרים בישראל. התכנית כוללת תמיכה בסטודנטים, תכניות פדגוגיות, מענקי מחקר, גישה לכלים ולמשאבים של מיקרוסופט וכן אירוח סדנאות וכנסים. מטרת התכנית לעודד מצוינות אקדמית במחקר ולימוד על ידי מינוף יכולותיה ומשאביה של החברה.

דברים דומים משמיע גם ניר לוי, מנהל קשרי אקדמיה-תעשייה במיקרוסופט ישראל (עצם הגדרת המשרה מצביע על מדיניות החברה): :

“האקדמיה היא המקור של המשאב הכי יקר לתעשיית ההיי-טק: מהנדסים ומהנדסות איכותיים. כמקור למקוריות ולחדשנות של התעשייה הישראלית, האקדמיה אינה צריכה להתאים את תהליך הלמידה בה לתהליכי העבודה בתעשייה, אך חשוב שהיא תבנה את היסודות ותקנה את הידע בבסיסו של תהליך הפיתוח ולמעשה - תקנה שיטת מחשבה המשותפת גם לתרבות ה-Makers וגם לתעשייה.

¹⁸ Ben-Gurion University's Industrial Affiliates Program (IAP) ([website](#))

¹⁹ CyberSpark Industry Initiative ([website](#))

תעשיית ההיי-טק מהדקת היום את קשריה עם האקדמיה בדיוק מסיבות אלה - על מנת לעזור לבנות את דור העתיד של ההייטק הישראלי. התעשייה יכולה לספק משאבים רבים גם בהיבטים תוכניים וגם בהיבטים תשתיתיים, המאפשרים חשיפה של הסטודנטים לעקרונות ששונים מהלימוד האקדמי, כמו למשל המעבר מעבודה אינדיבידואלית לעבודה בצוותים גדולים, או שימוש בטכנולוגיות לייצור המוני כמו הענן המייצר משאבי מחשוב, במקום שימוש במחשב בודד.

האקדמיה, מצדה, מעשירה את התעשייה במפתחים, מדענים, תגליות וטכנולוגיות חדשות העשויות לעמוד בבסיסם של מוצרים חדשניים. חשוב שמרכזי הפיתוח וחברות ההיי-טק ימשיכו לטפח ולהשקיע באקדמיה, כדי לוודא שגם בשנים הבאות מהנדסים ומהנדסות איכותיים ימשיכו לזרום לענף ולהציע אתו קדימה."

גם לחברת IBM יש עמדה דומה, כפי שמתבטאת במצגת הזו²⁰:

"כחלק מתכנית כלל עולמית, משקיעה IBM מידי שנה משאבים רבים בטיפוח חוקרים ומחקרים פורצי דרך באוניברסיטאות ומוסדות אקדמיים בישראל. במסגרת תכנית זו:

מאפשרת IBM לאוניברסיטאות שימוש בתוכנותיה למחקר, ושימוש בקורסים שנבנו על ידי מוסדות אקדמיים מובילים בעולם ללא כל עלות. מוענקות מעבדות מחקר. כך לדוגמה בשנת 2005 הוענקו מעבדות מחקר לאוניברסיטת בן גוריון ולבית חולים הדסה, ובשנת 2006 הוענקה מעבדה למכון ויצמן. ניתנים מענקים לחוקרים ודוקטורנטים באוניברסיטאות שונות.

מועברות סדנאות טכנולוגיה המשתלבות בתכנית הלימודים של פקולטות כגון מדעי המחשב ותעשייה וניהול. בנוסף, קיימים קשרים הדוקים ושיתוף פעולה מחקרי עם מרכז הפיתוח של IBM-חיפה."

אכן, מיקרוסופט ו-IBM מציגות את מספר הפרסומים הרב ביותר שנכתב בשיתוף עם האקדמיה בישראל.

חברות נוספות משקיעות גם הן באקדמיה:

אינטל: "המהלך הזה מהווה חלק מתפיסה כוללת של שיתוף פעולה לקידום האקדמיה בישראל", אמרה מקסין פסברג, מנכ"לית אינטל ישראל. "אינטל מאמינה כי לתעשייה תפקיד משמעותי בפיתוח הדור הטכנולוגי הבא, ולפיכך תומכת במעבדות הוראה, מפתחת קוריקולום עבור סטודנטים, מקיימת הרצאות, תחרויות ואירועים באקדמיה, ומקדמת מחקרים רלבנטיים בקרב חוקרים מצטיינים". בין המוסדות שזכו לתרומה נמצאים אוניברסיטת תל אביב, הטכניון, האוניברסיטה העברית, אוניברסיטת בן גוריון, אוניברסיטת בר אילן, מכון לב ועוד.

גוגל: תכנית משותפת של חברת Google ואוניברסיטת בן-גוריון בנגב, בשיתוף מרכז בנג'יס ליזמות וניהול ההיי-טק בפקולטה לניהול ע"ש גילפורד גלייזר.

אמנם, שיתוף הפעולה אקדמיה-מגזר עסקי בתחום זה אינו חדש: מרכז הפיתוח של HP בישראל הוקם בשעתו (1994) על ידי פרופ' למפל מהטכניון, ממציא האלגוריתם זיו-למפל (עם פרופ' זיו מהטכניון).

²⁰ שיתוף פעולה בין האוניברסיטאות לבין IBM (קישור לאתר)

מצאנו ששיתוף הפעולה בפרסומים בין האקדמיה למגזר העסקי בתחום המחשבים בישראל אכן משקף היטב את הסינרגיה בפעולתם של שני השותפים: האקדמיה פותחת את שעריה לתעשייה ונהנית ממשאביה; התעשייה מצידה מבינה כי בהשקיעה באקדמיה היא בונה גם את עתידה שלה, ופועלת בהתאם. שיתוף הפעולה בתחום זה אינו אד-הוק לצורך פרויקט מסוים, ספורדי (כפי שעולה מניתוח קשרי תעשייה-אקדמיה בשטחים האחרים בישראל), אלא הוא שיתוף פעולה מתמשך, ממוסד, מרחיק ראות, בבחינת "שלח לחמך על פני המים". פירותיו המוצלחים של שיתוף פעולה זה מוכרים היטב.

באופן דומה, ניתוח הפרסומים המשותפים לאקדמיה ולתעשייה במדינות אחרות ובשטחים אחרים מעלה כי גם שם השיעור הגבוה של פרסומים עם התעשייה נובע בעיקר מפעילותן של התעשיות הגדולות והמצליחות במדינה: בתחומי הביוכימיה והפארמה אלה נוברטיס, הופמן-לה-רוש ונסטלה בשווייץ; לונדבק, נובו-נורדיסק ונבוזיים בדנמרק; אסטרזנקה בשוודיה. (בעבודה זו לא חקרנו את טיב הקשרים הקיימים בין תעשיות אלה לאקדמיה).

תחום המחשבים בישראל מציג איפא מופת של שיתוף פעולה בין האקדמיה לתעשייה, המזין, מפרה ומצמיח את שני הצדדים.

האם ניתן להשליך ממנו על שטחים אחרים? ספק. תעשיית ההיי-טק היא בעלת מאפיינים ייחודיים: השקעות נמוכות יחסית; רגולציה מועטה; זמני פיתוח קצרים יחסית; ביקוש עולה; ועושר רב. היפוכו של דבר בתעשיית הפארמה, למשל. כיום אין בישראל קשרי גומלין בשטחים אחרים באופן שמזכיר את אלה הקיימים בין תעשיית ההיי-טק לאקדמיה. סיבה אחת יכולה להיות הדרך השונה שבה פועלות חברות בישראל בתחום ההיי-טק (ובעיקר חברות זרות וגלובליות), לעומת פעולתן של חברות ישראליות בתחומים אחרים. על אף ההבדל הגדול בין התעשיות הנסמכות על שטחי מדע שונים, יש מה ללמוד מתעשיות ההיי-טק בתחום שיתוף הפעולה עם האקדמיה, לטובת כל הצדדים.

4. מבט השוואתי על התפתחות המחקר המדעי והטכנולוגי בישראל ובמדינות המזרח התיכון (עדכון)

4.1 תקציר מנהלים

בשנת 2011 פרסם מוסד נאמן את המחקר "מבט השוואתי על התפתחות המחקר המדעי והטכנולוגי בישראל ובמדינות המזרח התיכון על פי מדדים כמותיים". מחקר זה בחן את התמורות שחלו במדינות אלה בשנים 1990-2010 וציין את המגמות שהסתמנו.

במחקר זה אנו עוקבים אחר התמורות שחלו בשש המדינות הבולטות במחקר המדעי במזרח התיכון (מובילות במספר הפרסומים לתקופה שנבדקה) - ישראל, תורכיה, אירן, מצרים, סעודיה וירדן - בשנים שחלפו מאז (עד סוף 2013), כפי שהן משתקפות בנתונים ביבליומטריים. להלן הממצאים העיקריים:

- בחינת מדדים ביבליומטריים של ישראל ושכנותיה במזרח התיכון מעלה כי בעוד מספר הפרסומים בהן עולה באופן תלול בשנים שנסקרו, בישראל העליה במספר הפרסומים היא מתונה. הן תורכיה והן אירן מפרסמות כיום יותר מפי 2 מפרסומי ישראל. מצרים וכן ערב הסעודית מתקרבות לישראל במספר הפרסומים.
- ישראל שומרת על פער במדד הציטוטים (אימפקט) משכנותיה בסך כל השטחים, ובעיקר בשטחים העיקריים (לפי סדר זה) מחשבים, אימונולוגיה ומיקרוביולוגיה, ביוכימיה, גנטיקה וביולוגיה מולקולרית, מדעים פלנטריים, רפואה, חקלאות, פרמקולוגיה. כלומר - בעיקר במחשבים ובתחומי מדעי החיים. שני תחומים אלה גם נהנים במיוחד משיתוף הפעולה בפרסומים עם המגזר העסקי.
- עם זאת, במספר שטחים עיקריים (ובמיוחד מתמטיקה ואנרגיה, וכיום אף בהנדסה) ובתתי שטחים רבים וחשובים - כגון כימיה אורגנית, אלגברה, טכנולוגיות מים, הנדסת גרעין, אינטליגנציה מלאכותית והנדסת חלל - ישראל איננה מובילה במדד הציטוטים.
- שיעור שיתוף הפעולה הבינלאומי מכלל פרסומי המדינה גבוה במיוחד בסעודיה ודומה בין ישראל, מצרים וירדן. אירן ותורכיה בולטות בשיעור נמוך במיוחד של פרסומים משותפים כאלה.
- במדדי השפעה מדעית אחרים כמו מספר הפרסומים באחוזונים המצוטטים ביותר ובכתבי העת המובילים - ישראל איננה מובילה והפער בינה למדינה הבאה אחריה אינו גדול.
- ישראל בולטת במיוחד בהשוואה לשכנותיה בשיתוף הפעולה עם המגזר העסקי (הנמוך לכשעצמו), מדד שכנראה קשור גם למדדי מצויינות והשפעה מדעית אחרים של מדינה.
- בקדימות השטחים הראשיים, ישראל בולטת בקדימות הנמוכה יחסית של שטח ההנדסה בהשוואה לשכנותיה. ראוי לציין, כי קדימות שטח ההנדסה גבוהה לרוב במדינות מתפתחות לעומת מדינות מפותחות.
- התמונה המצטיירת מצביעה על מגמה ברורה של צמצום פערים בין ישראל לשכנותיה הן במספר הפרסומים והן במדדי ציטוטים, אף שכיום רובם גדולים. יותר מכך, מגמה זו עולה בתלילות (בעיקר בסעודיה, תורכיה ואירן), בעוד מספר הפרסומים ומדדי הציטוטים של ישראל עולים (אם בכלל) באופן מתון מאוד. כן ראוי לציין, שמגמת הגידול בכמות ואיכות פרסומי המדינות השכנות לישראל מקיפה שטחים רבים ומגוונים הכוללים בין השאר נושאים מתחומי מדעי הרוח והאמנויות, מדעי הסביבה ומדעי החברה.

- תמונה זו עולה בקנה אחד עם המגמות שתוארו בפרסום הראשון של מוסד נאמן בנושא.

4.2 מבוא

בשנת 2011 פרסם מוסד נאמן את המחקר "מבט השוואתי על התפתחות המחקר המדעי והטכנולוגי בישראל ובמדינות המזרח התיכון על פי מדדים כמותיים", שחובר על ידי פרופ' אורי קירש, ד"ר דפנה גץ ויאיר אבן-זוהר²¹. מחקר זה בחן את התמורות שחלו במדינות אלה בשנים 1990-2010 וציין את המגמות שהסתמנו²². בפרק זה אנו מבקשים לעקוב אחר התמורות שחלו בשש המדינות הבולטות במחקר המדעי במזרח התיכון (מובילות במספר הפרסומים לתקופה שנבדקה) - ישראל, תורכיה, אירן, מצרים, סעודיה וירדן - בשנים שחלפו מאז (עד סוף 2013), כפי שהן משתקפות בנתונים ביבליומטריים. נתוני השקעה ודיון מקיף ומעמיק הם נושא הראוי למחקר נפרד.

אנו מבקשים להדגיש שני נושאים:

1. בניתוחים ביבליומטריים מקובל לקבוע סף למספר הפרסומים של מדינה כדי שתיכלל בדיון (לרוב - לפחות 0.5% מפרסומי העולם בשטח הנדון). סף זה נועד למנוע הטיות (בעיקר במדדי ציטוטים) כתוצאה ממספר פרסומים נמוך. אולם, בעבודה זו לא קבענו סף כזה ושש המדינות המובילות בפרסומים במזרח התיכון נסקרו בכל השטחים ותתי השטחים בכל מקרה (ללא תלות במספר הפרסומים). הסיבות לכך היו (א) במקרים רבים חלק מהמדינות לא הגיעו לסף (כולל ישראל), וסקירת המדינות שחצו את הסף בלבד היתה מצמצמת מאוד את היריעה. (ב) מסיבות מובנות, יש עניין לבחון את כל המדינות שנסקרו ובכל השטחים, גם אם פרסומי המדינה מועטים. לכן, נתוני ההשפעה המדעית מוצגים במקביל לנתוני הכמות וכדאי להתייחס לשניהם במקביל.

2. בספרות העולמית קיימת טענה כי מדינות המציגות צמיחה מואצת משיגות זאת לפעמים על ידי "קניית" חוקרים, שהלגיטימיות שלה שנויה במחלוקת (דרך לגיטימית לבנות מוסדות מחקר חדשים או הטייה יזומה במיצוב ביבליומטרי ומדעי של המדינה). כך למשל הפרסום הבא העוסק בסעודיה (ובעיקר בתחומי המתמטיקה בסעודיה): Saudi Universities Offer Cash in Exchange for Academic Prestige²³. בעבודה זו מוצגים הממצאים כפי שהתקבלו במאגרים הביבליומטריים ללא פרשנות נוספת.

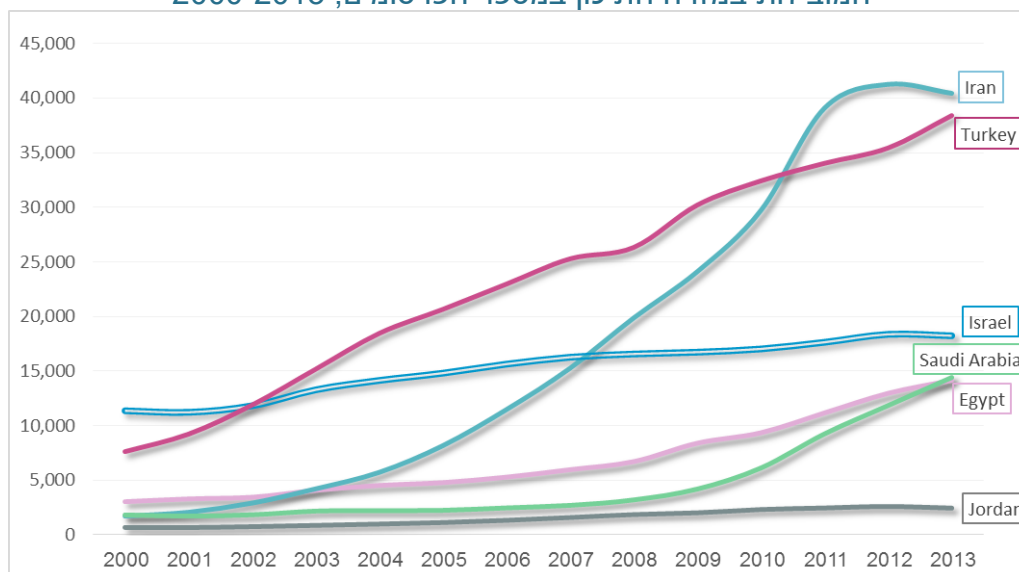
²¹ דפנה גץ, א. ק.ז. (2011). מבט השוואתי על התפתחות המחקר המדעי והטכנולוגי בישראל ובמדינות המזרח התיכון על פי מדדים כמותיים, מהדורה שניה. חיפה: מוסד שמואל נאמן (אתר מוסד נאמן)

²² מחקר זה התבסס על נתוני מאגר המידע של חברת Thomson Reuters, המחקר הנוכחי מתבסס על נתוני מאגר המידע של חברת Elsevier. שני מאגרי מידע אלה נבדלים ביניהם בהגדרת הקטגוריות השונות ובמספר האבסולוטי של הפרסומים, אך המגמות דומות. בדיון המסכם של פרק זה מובאת גם מסקנה המשתמעת משני המחקרים

²³ Saudi Universities Offer Cash in Exchange for Academic Prestige. Yudhijit Bhattacharjee. Science 9 December 2011: 334 (6061), 1344-1345 ([website](#))

4.3 מדדי כמות - מספר הפרסומים

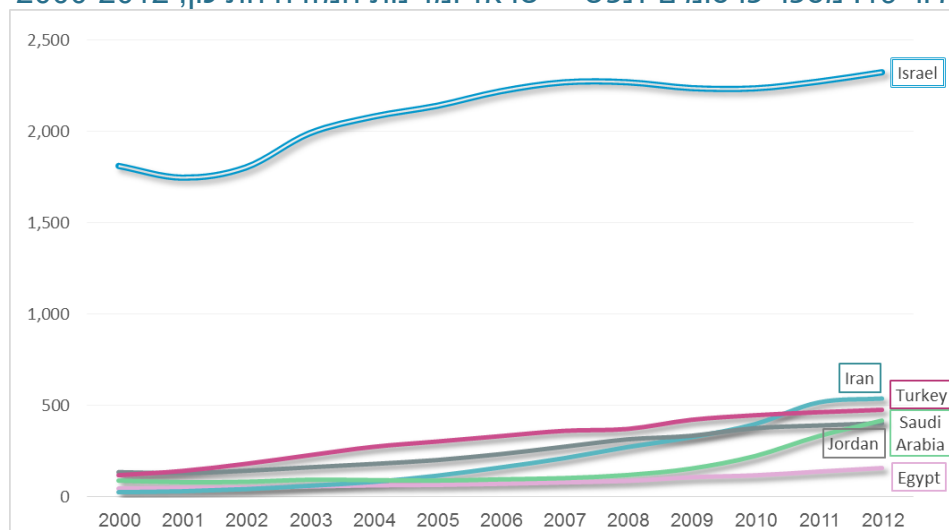
איור 18: מספר הפרסומים המדעיים לשנה (בכלל התחומים) בישראל וביתר חמש המדינות המובילות במזרח התיכון במספר הפרסומים, 2000-2013



בשנת 2002 עברה תורכיה את מספר הפרסומים מישראל, ואירן עברה את ישראל בשנת 2007. שתי מדינות אלה מפרסמות כיום יותר מפי 2 מפרסומי ישראל. מצרים וערב הסעודית מתקרבות לישראל במספר הפרסומים. שני השטחים הראשיים היחידים כיום (2013) בהם לישראל יש עדיפות במספר הפרסומים הם: (1) מדעי הרוח ואמנויות (2) מדעי המוח (איור 34). עליה תלולה במספר הפרסומים, ובמיוחד באירן ותורכיה, מאפיינת את כל המדינות מלבד ישראל.

אמנם, כאשר בוחנים את מספר הפרסומים ביחס לגודל האוכלוסייה (מספר פרסומים לנפש), ישראל נמצאת בפער ניכר ממדינות אלה כפי שאפשר לראות באיור הבא:

איור 19: מספר פרסומים לנפש²⁴-ישראל ומדינות המזרח התיכון, 2000-2012

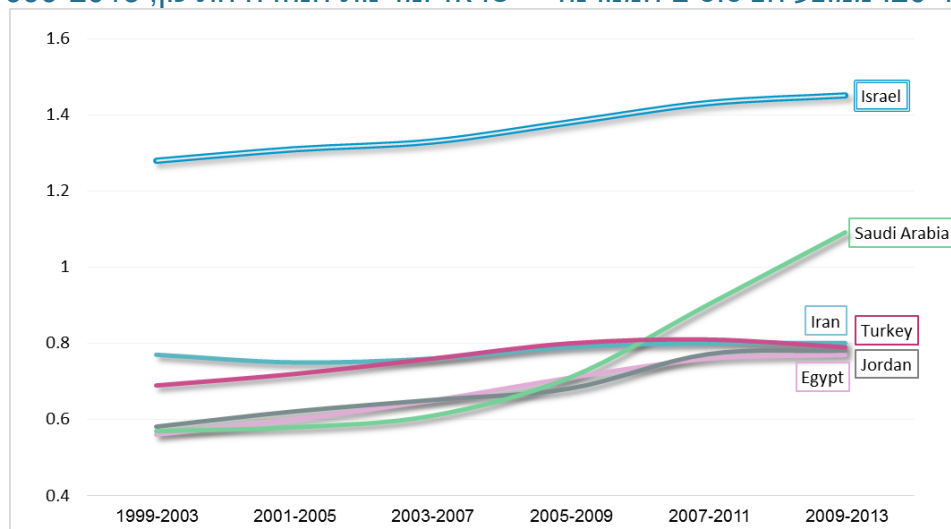


²⁴ המקור לנתוני האוכלוסייה: World Bank

מדדי השפעה מדעית

ממוצע ציטוטים לפרסום מנורמל (אימפקט) לכלל השטחים מראה כי לישראל עדיפות ברורה, אם כי ערב הסעודית (סעודיה) מתקרבת אליה. כפי שניתן לראות באיור הבא, בכל המדינות חלה עליה במדד זה, ועליה תלולה במיוחד חלה בסעודיה.

איור 20: ממוצע הציטוטים המנורמל²⁵ - ישראל ומדינות המזרח התיכון, 1999-2013

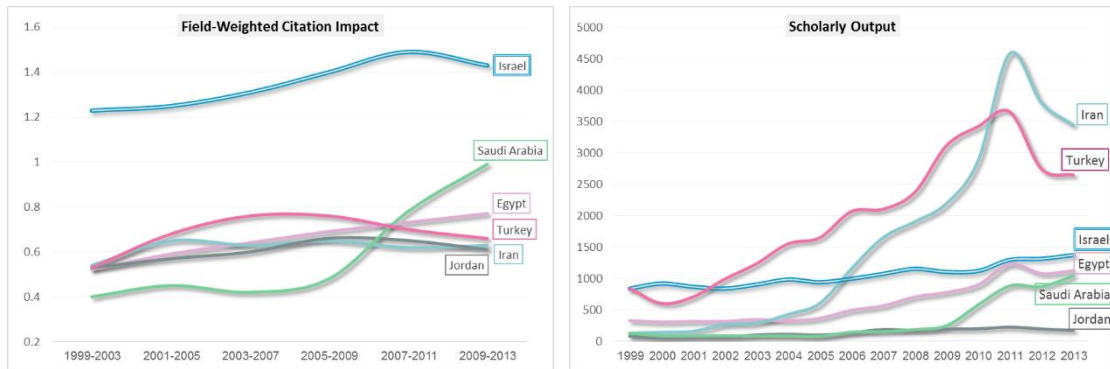


אולם, כאשר בוחנים את מדדי ההשפעה המדעית לפי 27 שטחים ראשיים בתקופה האחרונה (2009-2013) מתקבלת תמונה שונה:

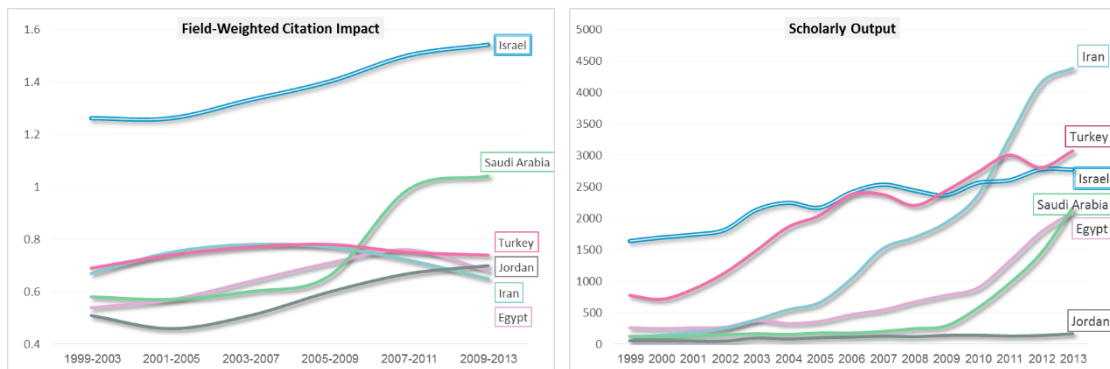
- בשטחים הראשיים האלה ישראל מובילה בעדיפות ברורה בממוצע הציטוטים המנורמל (Field-Weighted Citation Impact): חקלאות; ביוכימיה, גנטיקה וביולוגיה מולקולרית; כימיה; מחשבים; רפואת שיניים; מדעי כדור הארץ; אימונולוגיה ומיקרוביולוגיה; חומרים; רפואה; מדעי המוח; פרמקולוגיה; פיסיקה ואסטרונמיה; סוציולוגיה; וטרינריה; מולטידיסציפלינרי; 15 שטחים מתוך 27.
 - בשטחים הראשיים האלה ישראל מובילה, אך בפער קטן (שכבר נסגר בשנת 2013 בחלק מהשטחים): מדעי הרוח ואמנויות (סעודיה); הנדסה כימית (סעודיה); כלכלה (אקונומיה-סעודיה); הנדסה (סעודיה); סביבה (סעודיה); סיעוד (סעודיה); עסקים. 7 שטחים מתוך 27.
 - בשטחים הראשיים האלה ישראל איננה מובילה: מדעי ההחלטה (תורכיה ואירן); אנרגיה (תורכיה ואחר כך סעודיה); מתמטיקה (סעודיה); מדעי הבריאות (סעודיה); פסיכולוגיה (סעודיה). 5 שטחים מתוך 27.
- באיורים הבאים מוצגים נתוני כמות (מספר הפרסומים) ונתוני ציטוטים (מספר ציטוטים ממוצע לפרסום ומנורמל לשטח) עבור 17 שטחים ראשיים, לתקופה 1999-2013, על פי ממוצע משוקלל לחמש שנים (שהוא מייצג יותר, סטטיסטית, מאשר נתוני שנה יחידה):

²⁵ Field-Weighted Citation Impact

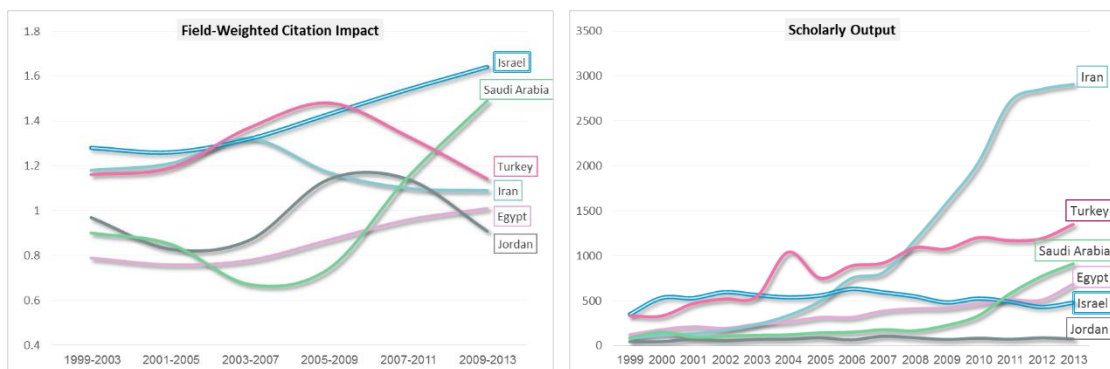
איור 21: Agricultural and Biological Sciences - ישראל ומדינות המזרח התיכון, 1999-2013



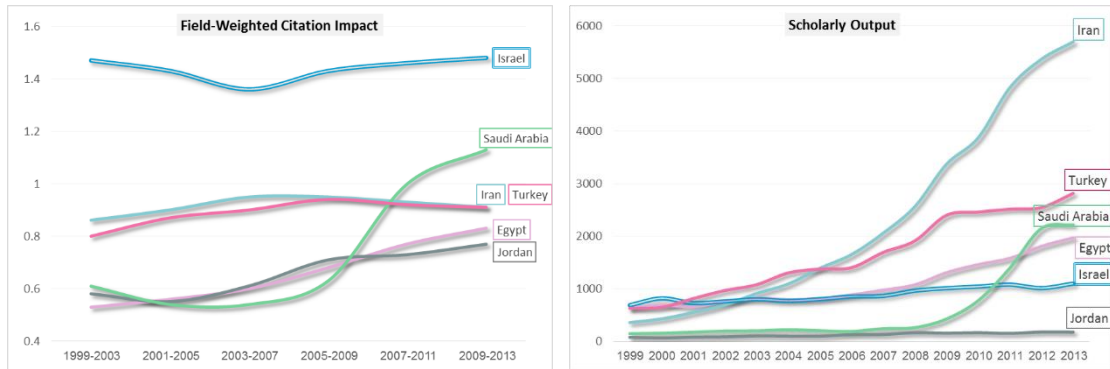
איור 22: Biochemistry, Genetics and Molecular Biology - ישראל ומדינות המזרח התיכון, 1999-2013



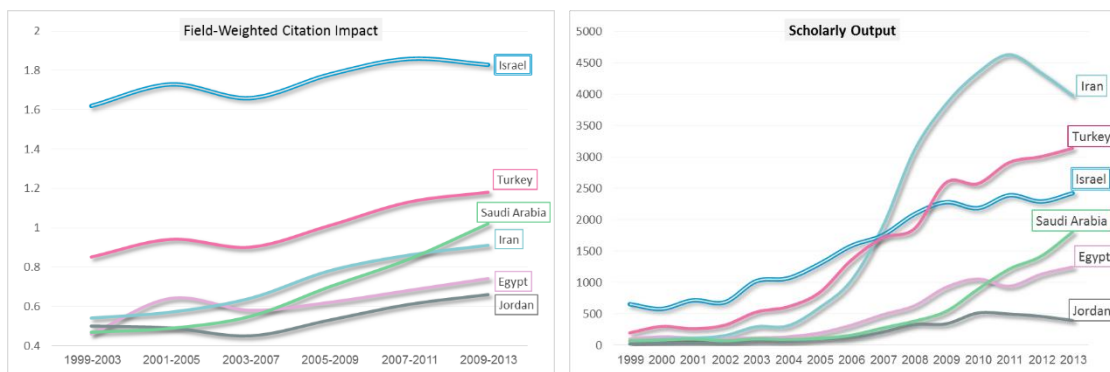
איור 23: Chemical Engineering - ישראל ומדינות המזרח התיכון, 1999-2013



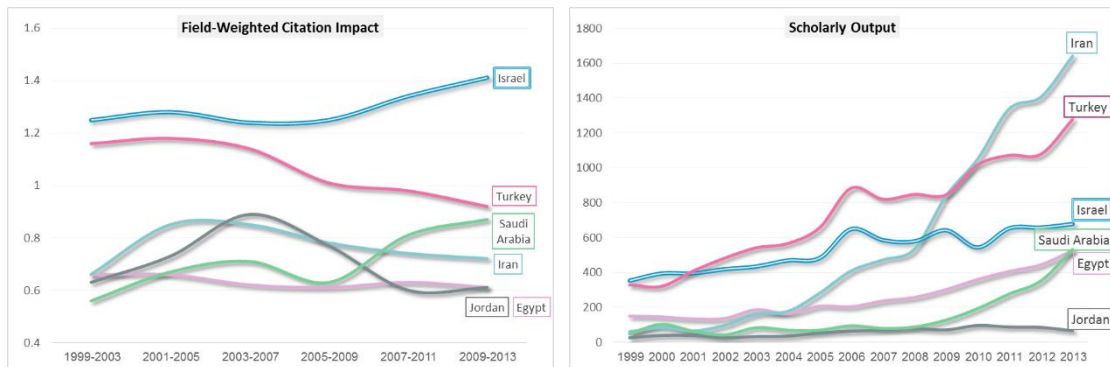
איור 24: Chemistry-ישראל ומדינות המזרח התיכון, 1999-2013



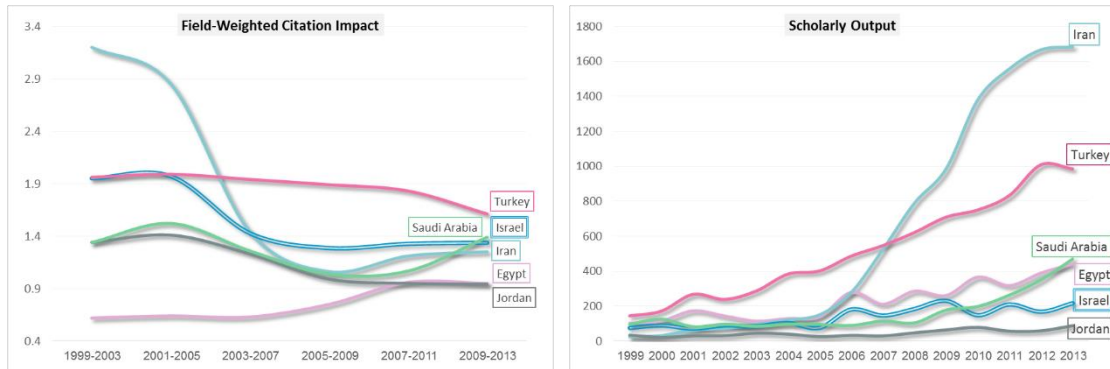
איור 25: Computer Science-ישראל ומדינות המזרח התיכון, 1999-2013



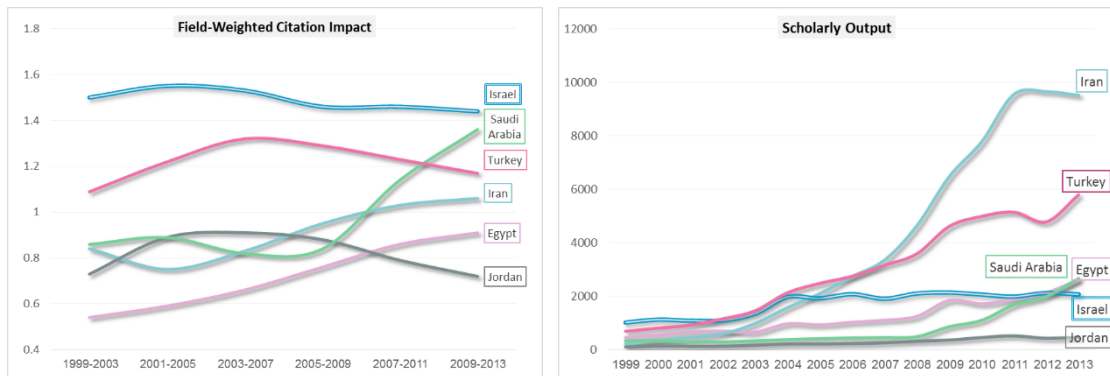
איור 26: Earth and Planetary Sciences - ישראל ומדינות המזרח התיכון, 1999-2013



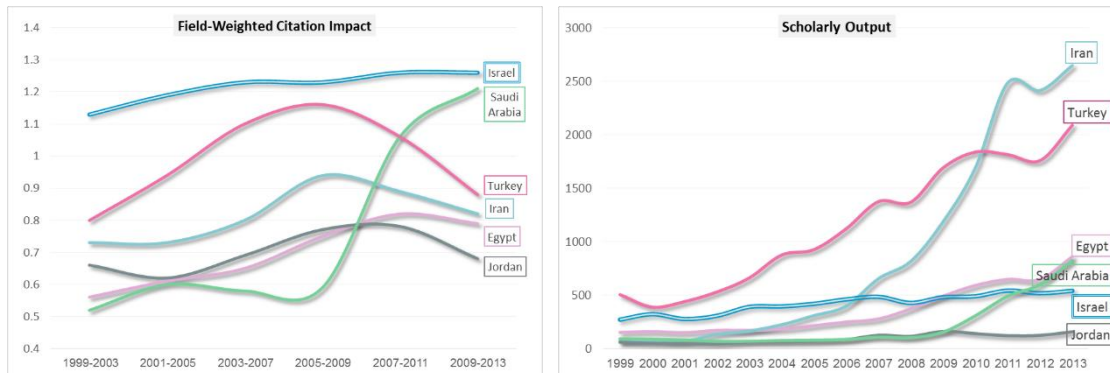
איור 27: Energy - ישראל ומדינות המזרח התיכון, 1999-2013



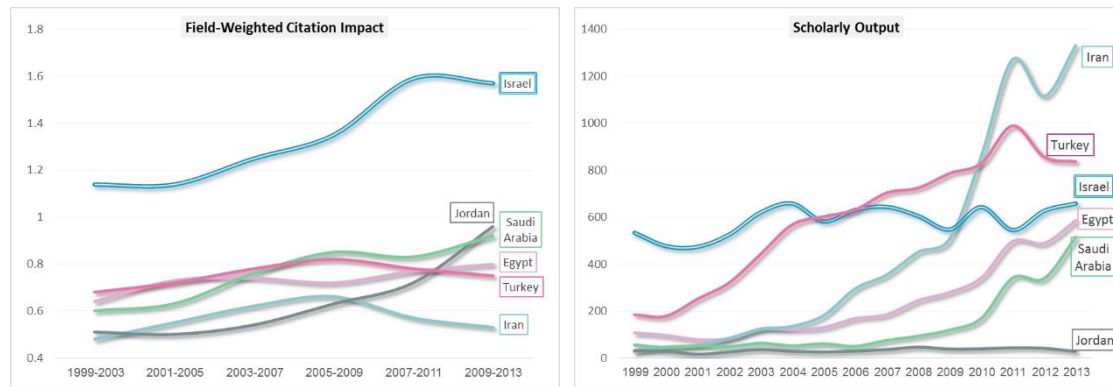
איור 28: Engineering - ישראל ומדינות המזרח התיכון, 1999-2013



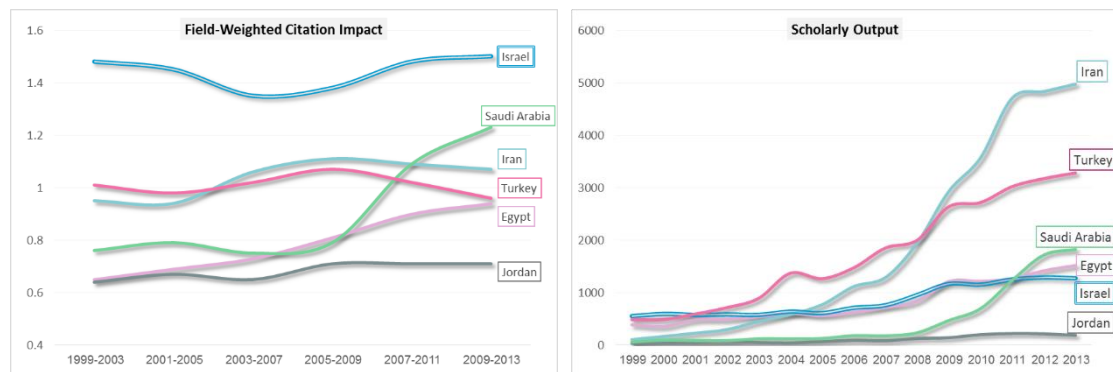
איור 29: Environmental Science - ישראל ומדינות המזרח התיכון, 1999-2013



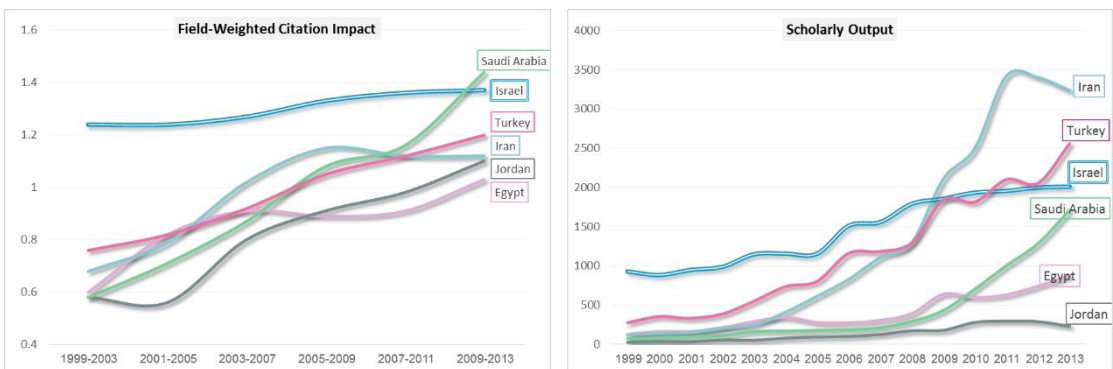
איור 30: Immunology and Microbiology - ישראל ומדינות המזרח התיכון, 1999-2013



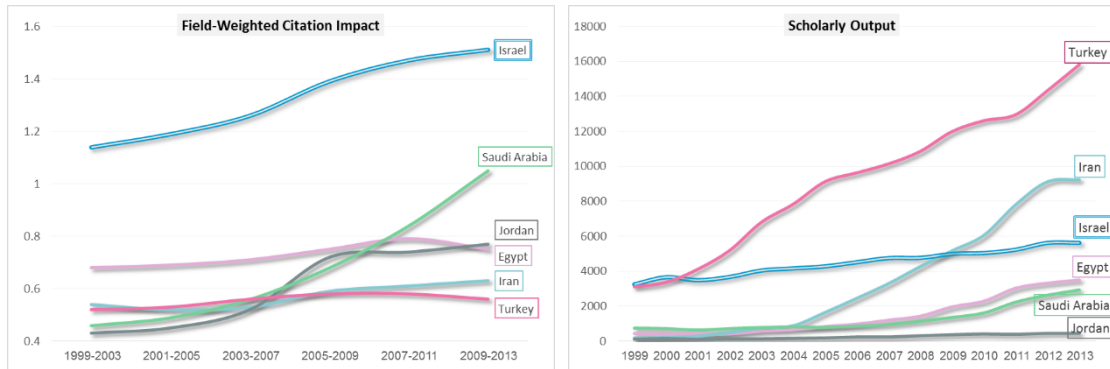
איור 31: Materials Science - ישראל ומדינות המזרח התיכון, 1999-2013



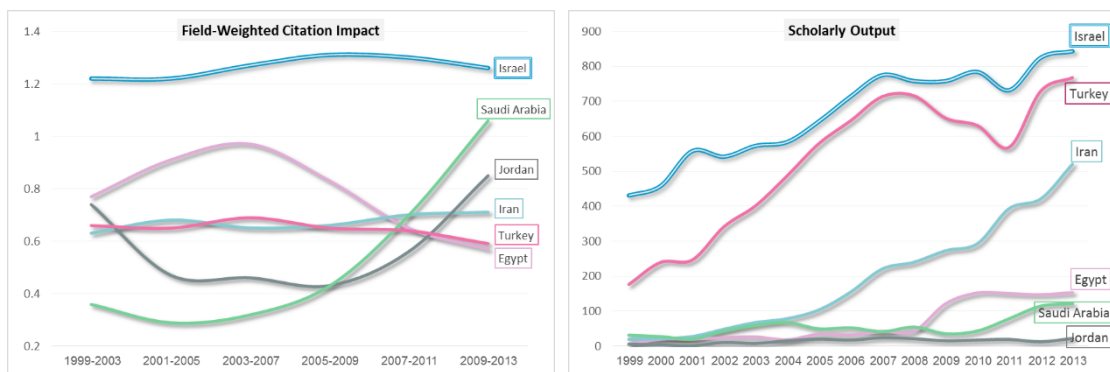
איור 32: Mathematics - ישראל ומדינות המזרח התיכון, 1999-2013



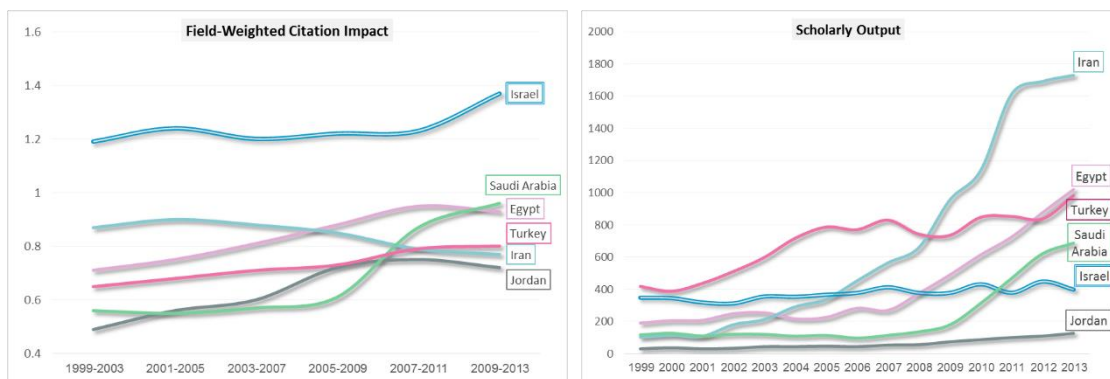
איור 33: Medicine - ישראל ומדינות המזרח התיכון, 1999-2013



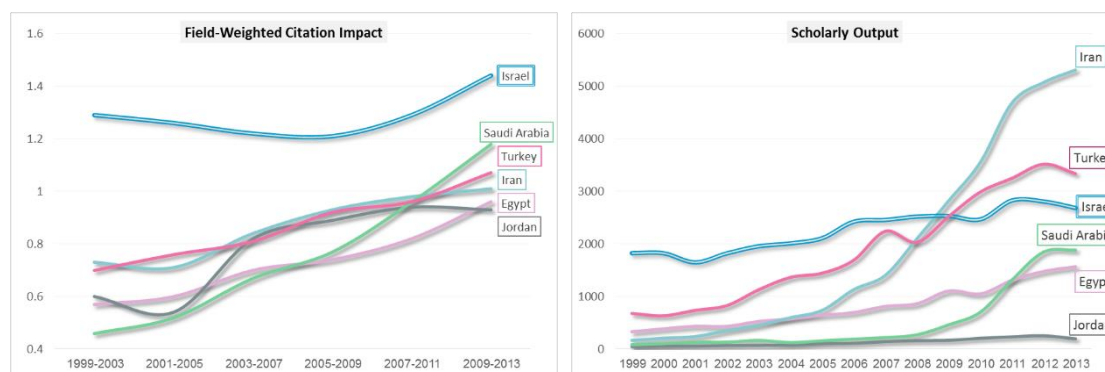
איור 34: Neuroscience - ישראל ומדינות המזרח התיכון, 1999-2013



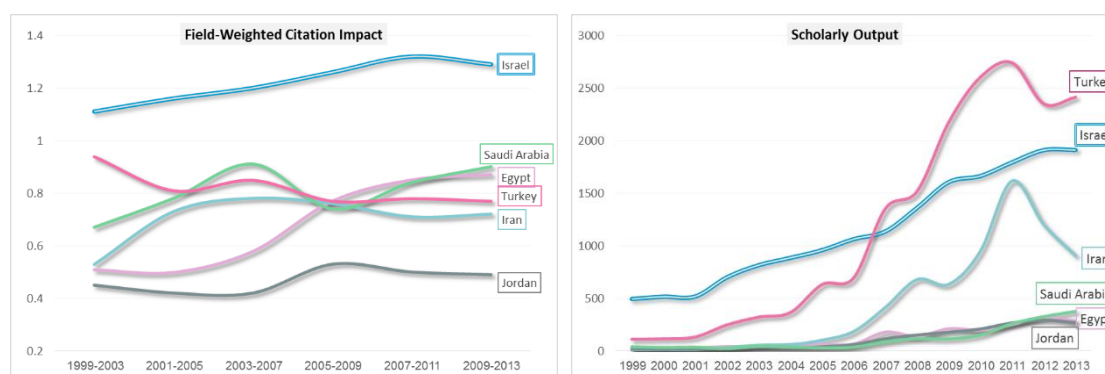
איור 35: Pharmacology, Toxicology and Pharmaceutics - ישראל ומדינות המזרח התיכון, 1999-2013



איור 36: Physics and Astronomy - ישראל ומדינות המזרח התיכון, 1999-2013



איור 37: Social Sciences - ישראל ומדינות המזרח התיכון, 1999-2013



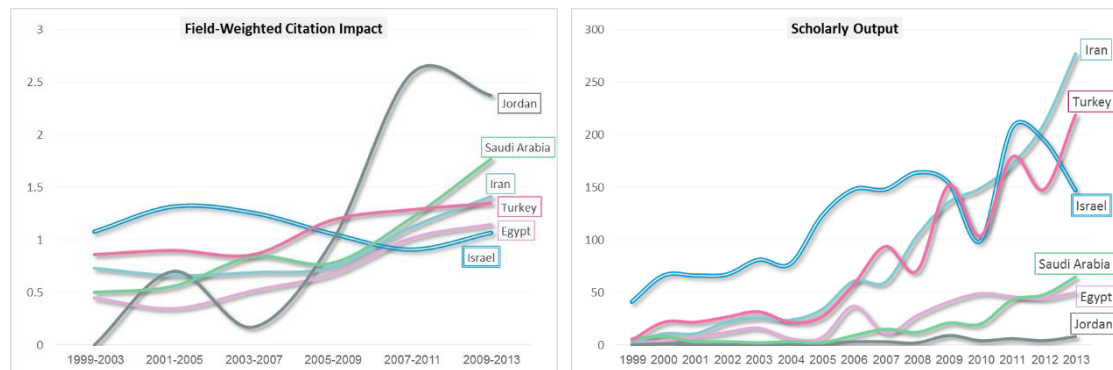
4.3.1 תתי-שטחים

כאשר בוחנים את מדד הציטוטים המנורמל (Field-Weighted Citation Impact) ב-332 תתי השטחים לתקופה האחרונה (בשנים 2009-2013), מוצאים כי ישראל אינה מציגה את הערך הגבוה ביותר במדד זה במספר רב של תתי שטחים, ובהם:

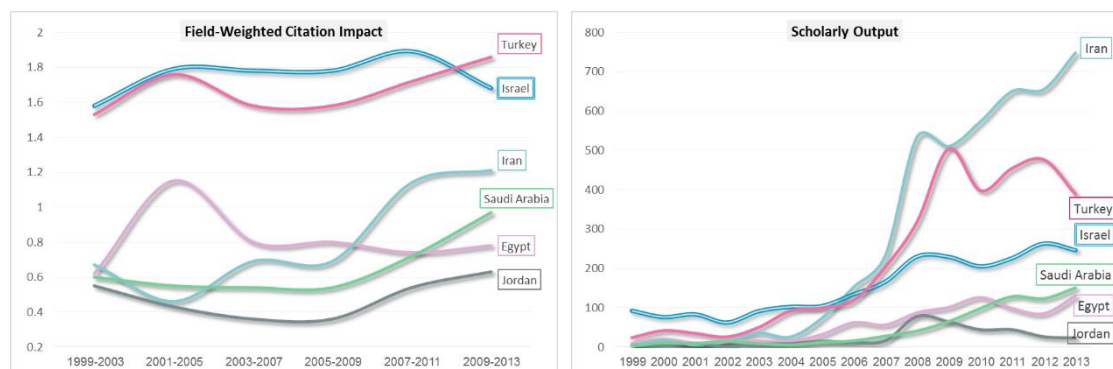
- חקלאות - אקולוגיה, הורטיקולטורה
- מדעי הרוח ואמנויות - היסטוריה, ספרות, פילוסופיה
- ביוכימיה, גנטיקה וביולוגיה מולקולרית - ביופיסיקה
- הנדסה כימית - קולואידים ושטח-פנים, נוזלים ותהליכי העברה, הנדסה כימית כללית
- כימיה - כימיה אורגנית
- מחשבים - אינטליגנציה מלאכותית
- מדעי כדור הארץ - מדעי האטמוספירה
- כלכלה - אקונומיה ואקונומטריקה, כלכלה כללית
- אנרגיה - כל 5 תתי השטחים למעט אנרגיה חלופית
- הנדסה - הנדסת חלל, ובסך הכל בראש רק ב-5 תתי שטחים מתוך 16

- סביבה - ישראל בראש 4 תתי תחומים מתוך 12 בלבד
 - אימונולוגיה ומיקרוביולוגיה - וירולוגיה
 - חומרים - ביו-חומרים, כימיה, מתכות ועפרות
 - מתמטיקה - ב-10 מתוך 14 תתי השטחים
 - רפואה - אפידמיולוגיה, מידע רפואי, אורתופדיה וספורט, פיזיולוגיה, שיקום
 - מדעי המוח - תאים ומולקולות
 - פרמקולוגיה - טוקסיקולוגיה
 - פיסיקה ואסטרונומיה - אקוסטיקה ואולטרה-סוני, מכשור, גרעין ואנרגיות גבוהות, קרינה
 - פסיכולוגיה - ניסויית וקוגניטיבית
 - מדעי החברה - גאוגרפיה, פוליטיקה ויחסים בינלאומיים, Safety, תחבורה
- האיורים הבאים מציגים מספר תתי שטחים נבחרים, מבחינה כמותית (מספר פרסומים) והשפעה מדעית (מומצע ציטוטים לפרסום מנורמל לתחום):

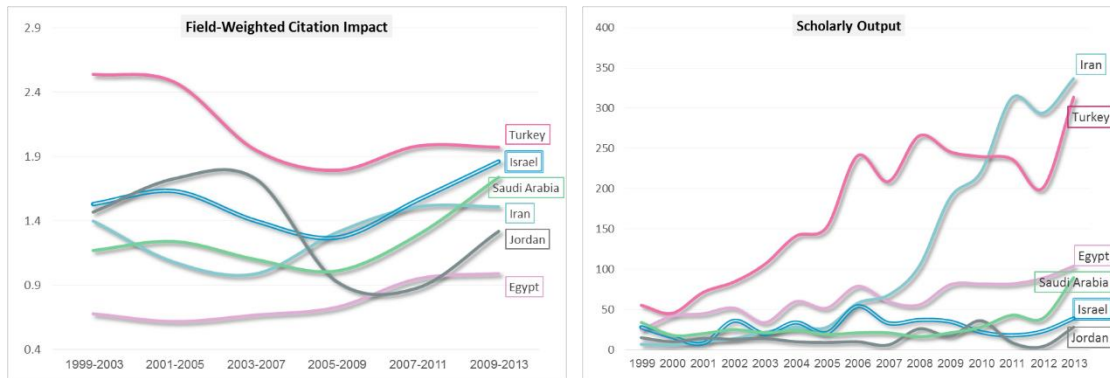
איור 38: Aerospace Engineering - ישראל ומדינות המזרח התיכון, 1999-2013



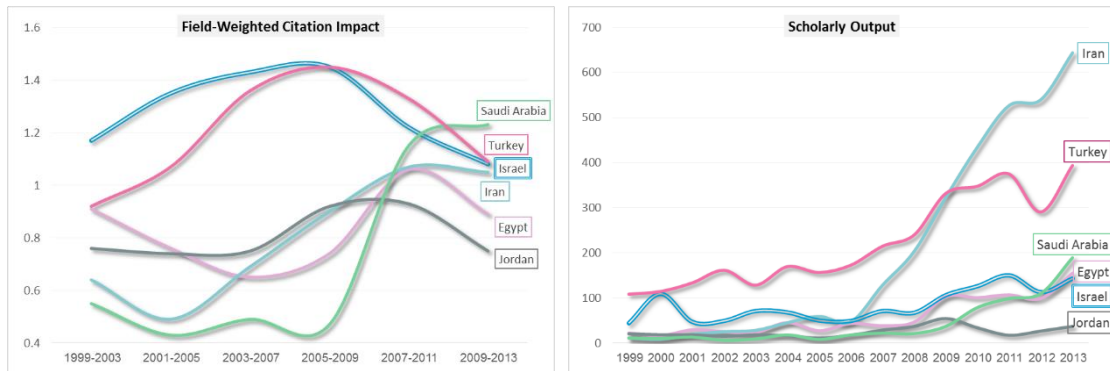
איור 39: Artificial Intelligence - ישראל ומדינות המזרח התיכון, 1999-2013



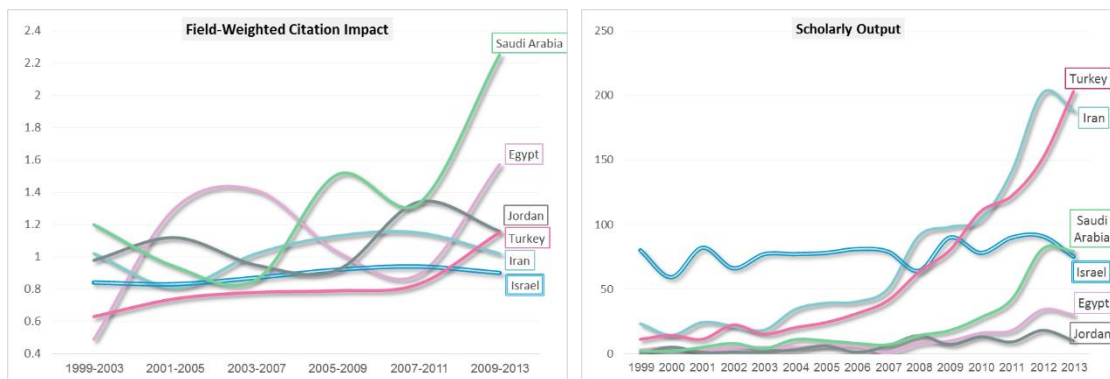
איור 40: Nuclear Energy and Engineering - ישראל ומדינות המזרח התיכון, 1999-2013



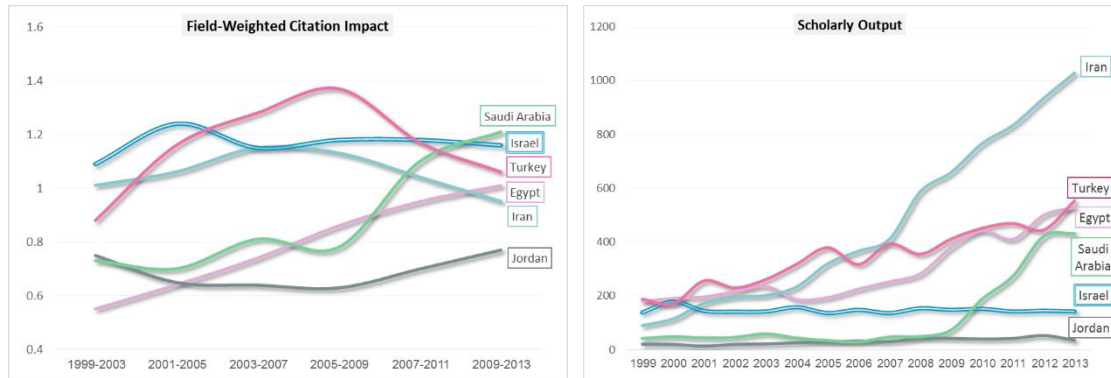
איור 41: Water Science and Technology - ישראל ומדינות המזרח התיכון, 1999-2013



איור 42: Algebra and Number Theory - ישראל ומדינות המזרח התיכון, 1999-2013



איור 43: Organic Chemistry - ישראל ומדינות המזרח התיכון, 1999-2013



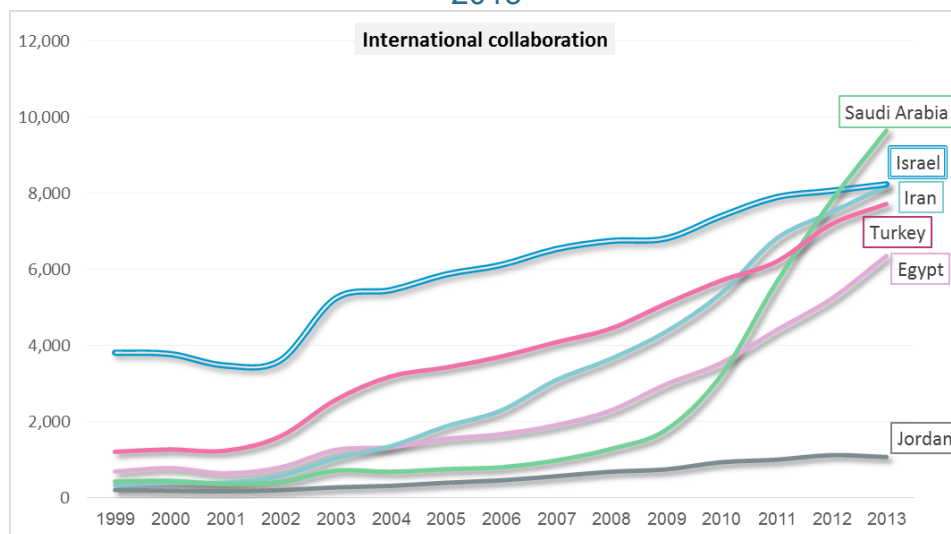
4.4 מדדים נוספים

מדדים נוספים המצביעים על אופיו והשפעתו של מחקר מדעי מובאים להלן:

4.4.1 שיתוף פעולה בינלאומי בפרסומים

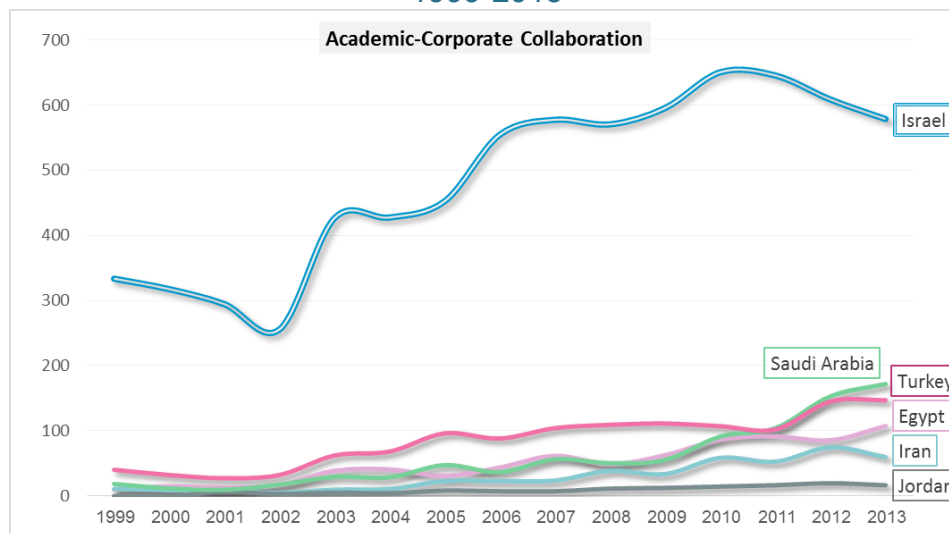
פרסומים שנכתבו בשיתוף פעולה בינלאומי זוכים לרוב לממוצע ציטוטים גבוה באופן מובהק מאשר פרסומים ללא שיתוף פעולה כזה (בישראל - כמעט פי 2), ומעבר לכך מעידים על השתלבות המחקר במדינה עם המחקר הבינלאומי. על פי איור 44, ב-15 השנים האחרונות חלה עליה בכל המדינות הנסקרות במספר הפרסומים המשותפים עם חו"ל. עליה זו נמוכה בירדן, מתונה בישראל, ותלולה בסעודיה, אירן, תורכיה ומצרים. פרסומים שנכתבו בשיתוף פעולה בינלאומי מהווים בשנת 2013 כ-67% מפרסומי סעודיה, כ-44% מפרסומי ישראל, ירדן ומצרים, ורק כ-20% מפרסומי אירן ותורכיה.

איור 44: מספר הפרסומים שנכתבו בשיתוף בינלאומי - ישראל ומדינות המזרח התיכון, 1999-2013



4.4.2 שיתוף פעולה בפרסומים בין האקדמיה למגזר העסקי

איור 45: מספר פרסומים שנכתבו בשנת"פ אקדמיה-תעשייה - ישראל ומדינות המזרח התיכון, 1999-2013

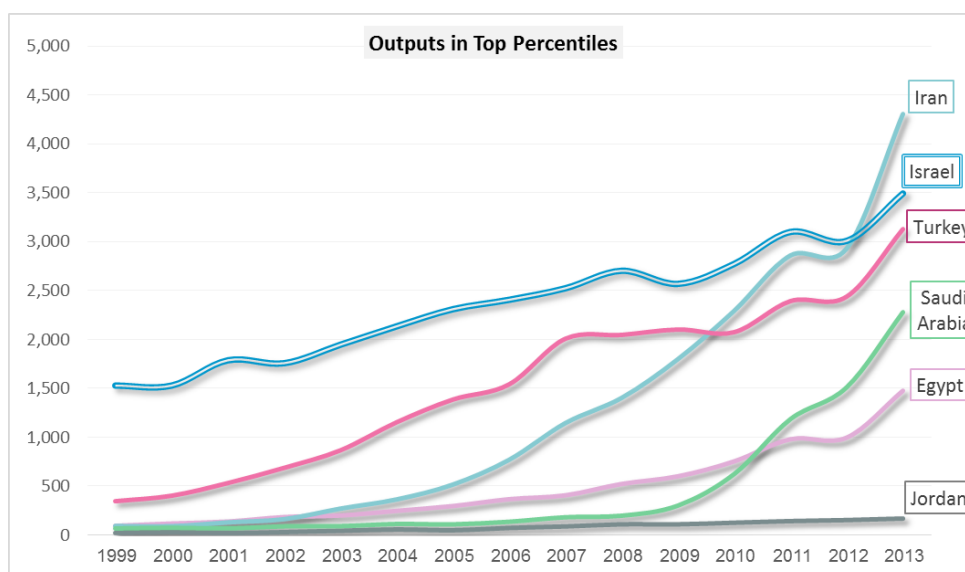


שיתוף הפעולה עם המגזר העסקי עשוי להעיד על עוצמת הזרימה של ידע מהאקדמיה לתעשייה, ובעקיפין על ביצועיה של התעשייה והחברה במדינה.

על פי איור 45, ב-15 השנים האחרונות חלה עליה בכל המדינות הנסקרות במספר הפרסומים המשותפים עם המגזר העסקי. פרסומים שנכתבו בשיתוף פעולה עם המגזר העסקי מהווים בשנת 2013 כ-1.2% מפרסומי סעודיה, כ-3.1% מפרסומי ישראל, ופחות מאחוז במדינות ירדן, מצרים, אירן ותורכיה. ראוי לציין ששיתוף פעולה עם המגזר העסקי קשור גם למדדי מצוינות והשפעה מדעית אחרים של מדינה.

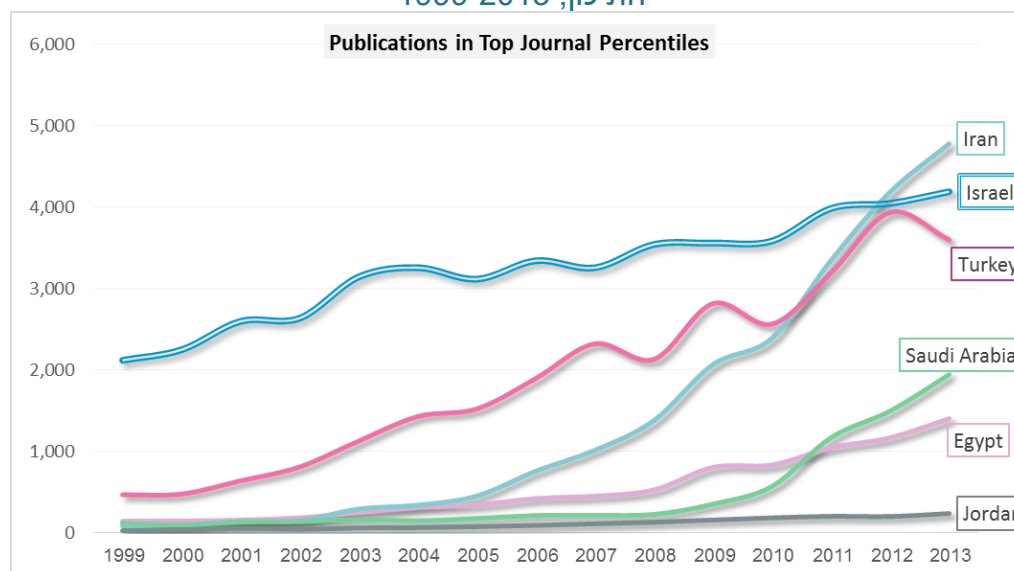
מלבד מדד ההשפעה המדעית של מספר ציטוטים ממוצע לפרסום ומנורמל לשטח (Field-Weighted Citation Impact), המבטא את הממוצע הכללי של המדינה בהשוואה לממוצע העולמי, מעניין לבחון מדדי השפעה מדעית שאינם משקפים ממוצע אלא מבטאים מצוינות. שני האיורים הבאים מציגים את פרסומי שש מדינות המזרח התיכון ב-10% העליונים של פרסומים בכלל השטחים (All Fields) - על פי ציטוטים ועל פי הפרסום בכתבי העת הנחשבים ביותר.

איור 46: 26 Outputs in Top 10% Percentiles - ישראל ומדינות המזרח התיכון, 1999-2013



פרסומים המופיעים בעשירון העליון של הפרסומים המצוטטים ביותר בעולם מהווים בשנת 2013 מפרסומי ישראל, 17.8%, מפרסומי סעודיה, 14.9%, מפרסומי אירן, 10.1% מפרסומי אירן, 9.5% מפרסומי מצרים, 7.4% מפרסומי תורכיה ו-5.6% מפרסומי ירדן.

איור 47: 27 Publications in Top 10% Journal Percentiles - ישראל ומדינות המזרח התיכון, 1999-2013



²⁶ Outputs in Top Percentiles - The number of publications of a selected entity that are highly cited, having reached a particular threshold of citations received

²⁷ The number of publications of a selected entity that have been published in the world's top journals by SNIP

פרסומים המופיעים בעשירון העליון של כתבי-העת המובילים בעולם מהווים בשנת 2013 25.3% מפרסומי ישראל, 13.9% מפרסומי סעודיה, 11.4% מפרסומי אירן, 10.8% מפרסומי מצרים, 10.5% מפרסומי תורכיה ו-9.8% מפרסומי ירדן.

ניתן לראות כי בשני מדדים אחרונים אלה חלה עליה בכל שש המדינות, שהיא תלולה במיוחד באירן, תורכיה וסעודיה. כיום, אירן עוקפת במדדים אלה את ישראל במספר הפרסומים, אך לישראל יתרון בשיעור הפרסומים האלה מכלל פרסומי המדינה.

4.4.3 התפלגות פרסומי המדינה לפי שטחים עיקריים

באיור הבא מוצגים ששת השטחים העיקריים הראשונים מבחינת מספר הפרסומים (קדימות), בכל אחת משש המדינות. ההבדל הבולט בין ישראל לשכנותיה עולה מקדימות שטח ההנדסה: מקום ראשון או שני בחמש מדינות האיסלם, מקום חמישי בישראל. כדאי לציין שרפואה נמצאת ברוב מדינות העולם במקומות 1-3 (מלבד בסין - מקום 5).

איור 48: התפלגות הפרסומים של כל מדינה לפי שטחים עיקריים - ישראל ומדינות המזרח התיכון, 1999-2013



4.5 דיון וסיכום

בפרק זה שמנו דגש על השוואה בנתוני ההשפעה המדעית של הפרסומים בין ישראל לשכנותיה במזרח התיכון. נתונים ביבליומטריים כמותיים כגון מספר פרסומים לנפש, וכן נתונים שאינם ביבליומטריים כגון תל"ג וסך ההשקעות במדע וטכנולוגיה, הם פחות רלוונטיים לדיון זה בגלל המאפיינים השונים של המדינות שנסקרו.

בחינת מדדים ביבליומטריים של ישראל ושכנותיה במזרח התיכון מעלה כי בעוד מספר הפרסומים בהן עולה באופן תלול, בישראל העליה במספר הפרסומים היא מתונה.

ישראל שומרת על פער בממד ממוצע הציטוטים המנורמל (אימפקט) משכנותיה בסך כל השטחים, ובעיקר בשטחים העיקריים (לפי סדר זה) מחשבים, אימונולוגיה ומיקרוביולוגיה,

ביוכימיה, גנטיקה וביולוגיה מולקולרית, מדעים פלנטריים, רפואה, חקלאות, פרמקולוגיה. כלומר - בעיקר במחשבים ובתחומי מדעי החיים.

עם זאת, במספר שטחים עיקריים (ובמיוחד מתמטיקה ואנרגיה) ובתתי שטחים רבים וחשובים - ישראל איננה מובילה בממד ממוצע הציטוטים המנומרים.

מקובל להניח, כי שיתוף פעולה עם חוקרים מחו"ל מפרה ומקדם את המחקר, כשם שהוא מעיד על השתלבותה של מדינה במחקר העולמי. שיתוף פעולה בינלאומי מתקיים במספר דומה של פרסומים במדינות שנסקרו (מלבד ירדן). שיעור שיתוף הפעולה הבינלאומי מכלל פרסומי המדינה גבוה במיוחד בסעודיה ודומה בין ישראל, מצרים וירדן. אירן ותורכיה בולטות בשיעור נמוך במיוחד של פרסומים כאלה, כנראה מסיבות שאינן מדעיות.

במדדי השפעה מדעית אחרים כמו מספר הפרסומים באחוזונים המצוטטים ביותר ובכתבי העת המובילים - ישראל איננה מובילה והפער בינה למדינה הבאה אחריה אינו גדול.

ישראל בולטת במיוחד בהשוואה לשכנותיה בשיתוף הפעולה עם המגזר העסקי (הנמוך לכשעצמו), מדד שכנראה קשור גם למדדי מצוינות והשפעה מדעית אחרים של מדינה.

בקדימות השטחים הראשיים, ישראל בולטת בקדימות הנמוכה יחסית של שטח ההנדסה בהשוואה לשכנותיה. ראוי לציין, כי קדימות שטח ההנדסה גבוהה לרוב במדינות מתפתחות לעומת מדינות מפותחות.

התמונה המצטיירת מצביעה על מגמה ברורה של צמצום פערים בין ישראל לשכנותיה הן במספר הפרסומים והן במדדי ציטוטים, אף שכיום רובם גדולים. יותר מכך, מגמה זו עולה בתלילות (בעיקר בסעודיה, תורכיה ואירן), בעוד מספר הפרסומים ומדדי הציטוטים של ישראל עולים (אם בכלל) באופן מתון מאוד. כן ראוי לציין, שמגמת הגידול בכמות ואיכות פרסומי המדינות השכנות לישראל מקיפה שטחים רבים ומגוונים הכוללים בין השאר נושאים מתחומי מדעי הרוח ואמנויות, מדעי הסביבה ומדעי החברה. תמונה זו עולה בקנה אחד עם המגמות שתוארו בפרסום הראשון של מוסד נאמן בנושא ("מבט השוואתי על התפתחות המחקר המדעי והטכנולוגי בישראל ובמדינות המזרח התיכון על פי מדדים כמותיים"²⁸, פרופ' אורי קירש, ד"ר דפנה גץ ויאיר אבן-זוהר, 2011).

²⁸ מבט השוואתי על התפתחות המחקר המדעי והטכנולוגי בישראל ובמדינות המזרח התיכון על פי מדדים כמותיים, מהדורה שנייה (אתר מוסד נאמן)

א. מדדים כמותיים

▪ מספר פרסומים לתקופה - Scholarly Output

פרסום מדעי מסווג כישראלי אם כתובתו של לפחות אחד ממחברי הפרסום היא בישראל. פרסום מדעי עשוי להיות מאמר, מאמר מכנס, מאמר סקירה, ופרסומים ברי-ציטוט אחרים. מספר הפרסומים של מדינה מתבטא כאשר בוחנים את כלל השטחים (All Fields) בלבד, מפני שבסיווג הפרסומים לשטחים שונים יש חפיפה, כך שאותו פרסום יכול להופיע במספר שטחים. זהו מדד מוחלט.

Scholarly Output: The number of publications of a selected entity

▪ מספר פרסומים לנפש

מכיוון שמספר הפרסומים של כל מדינה תלוי, בין היתר, בגודל האוכלוסייה, מקובל לנרמל את מספר הפרסומים ביחס למספר התושבים בביצוע השוואה בין המדינות השונות. זהו מדד יחסי. הצגת מספר הפרסומים לנפש מסייעת בהשוואה בינלאומית ומאפשרת גם בחינה של השפעת שינויים באוכלוסיית מדינה על תמהיל המחקר והיקפו.

▪ סף כניסה לדירוג

בהשוואות בינלאומיות נעשה שימוש במדדים יחסיים שהקנו בסיס להשוואה, כגון סף כניסה של 0.5% מכלל פרסומי העולם בשטח, כתנאי סף להכנסת המדינה לניתוח הפרסומים.

▪ דירוג מדינות

דירוג מדינות בעולם לפי מספר הפרסומים לנפש הינו מדד יחסי (ראו הגדרת מס' פרסומים לנפש לעיל).

▪ תרומת ישראל לשטח בעולם

חלקם של פרסומי ישראל מכלל פרסומי העולם בשטח מסוים.

▪ קדימות

קדימות שטח מדעי במדינה הינה שיעור הפרסומים בשטח המדעי המסוים מכלל הפרסומים המדעיים במדינה. שיעור הפרסומים בכל אחד משטחי המחקר מתוך כלל הפרסומים במדינה מבטא את הקדימות לה זוכה השטח. הקדימות מתבטאת בין השאר בכמות המשאבים שהמדינה מקדישה לקידום המחקר בשטח. ההנחה היא שקיים מתאם בין מספר הפרסומים לכמות המחקרים, למספר החוקרים ולהיקף תקציבי המחקר. מדד הקדימות אינו מצביע על ההשפעה המדעית של המחקר בשטח כלשהו או על רמת המחקר במדינה, אלא רק על העדיפות היחסית שניתנת במדינה למחקר בשטח זה.

▪ ממוצע ציטוטים לפרסום

מספר הציטוטים הממוצע לפרסום משקף את כלל הציטוטים שנצברו בתקופה מסויימת, חלקי סך כל פרסומי המדינה שראו אור באותה התקופה.

Citations per Publication: The average number of citations received per publication

▪ ממוצע ציטוטים לפרסום מנורמל לשטח

כיוון שתרבות הציטוטים שונה משטח לשטח, נהוג לנרמל את מספר הציטוטים הממוצע לפרסום בשטח (של הגורם הנבדק - מוסד או מדינה) לממוצע הציטוטים לפרסום בעולם באותו השטח. ממוצע ציטוטים מנורמל (Field-Weighted Citation Impact) משוקלל לשטח, שנת הפרסום ועוד.

Field-Weighted Citation Impact: The ratio of citations received relative to the expected world average for the subject field, publication type and publication year.

▪ שיעור פרסומי המדינה באחוזונים העליונים

- שיעור פרסומי המדינה המצוי באחוזונים העליונים (1%, 5% או 10%) לפי מספר הציטוטים בשטח מסוים.

Outputs in Top Percentiles: The number of publications of a selected entity that are highly cited, having reached a particular threshold of citations received.

- שיעור פרסומי המדינה המצוי באחוזונים העליונים (1%, 5% או 10%) של כתבי העת הנחשבים ביותר.

Publications in Top Journal Percentiles: The number of publications of a selected entity that have been published in the world's top journals .