



מדע וטכנולוגיה

תפוקות מחקר ופיתוח בישראל
פרסומים מדעיים
דוח מסכם 2019

ד"ר דפנה גץ
ד"ר נועה לביד
אלה ברזני

סביבה
ואנרגיה

תכנון
ארוך טווח

תעשייה
וחדשנות

תשתיות
פיזיות

בריאות

הון
אנושי

השכלה
גבוהה

חברה

חינוך

כלכלה

דצמבר
2019



מוגש למשרד המדע והטכנולוגיה

תפוקות מחקר ופיתוח בישראל פרסומים מדעיים

2019

דוח מסכם

חוקרות:

ד"ר דפנה גץ

ד"ר נועה לביד

אלה ברזני

דצמבר, 2019

הטכניון – מכון טכנולוגי לישראל

info@neaman.org.il

פקס. 04-8231889

טל. 04-8292329

קרית הטכניון, חיפה 32000

המחקר נערך במימון ובהנחיית המועצה הלאומית למחקר ופיתוח אזורי (המולמו"פ) במשרד המדע והטכנולוגיה. אנו מודים לד"ר גורי זילכה, יועץ המולמו"פ, על הערותיו הטובות והבונות בשלב דו"ח הביניים ובשלב הטיטה הסופית שסייעו לשפר עבודה זאת.

הערות, הצעות ושאלות לגבי המידע המופיע בדוח זה ניתן להפנות במייל אל:
ella@sni.technion.ac.il

אין לשכפל כל חלק מפרסום זה ללא רשות מראש ובכתב ממשרד המדע והטכנולוגיה ו/או 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 העניינים

6.....	תקציר מנהלים.....
8.....	הקדמה.....
9	פרק 1: ניתוח ביבליומטרי של פרסומים מדעיים – ישראל בהשוואה לעולם
9.....	תפוקות מחקר.....
13.....	שיתוף פעולה בינלאומי והשפעה מדעית.....
15.....	מדדי ציטוטים.....
19.....	פרסום ב-Open Access.....
20.....	התפלגות הפרסומים לפי שטחי מחקר.....
23.....	סיכום.....
24	פרק 2: הקשר בין פרסומים מדעיים למענקי מחקר.....
24.....	מקורות תקצוב המחקר האקדמי בישראל.....
32	פרק 3: דירוגי אוניברסיטאות.....
32.....	השוואת מתודולוגיות של הדירוגים הבינלאומיים.....
35.....	מידת ההתאמה בין דירוגי האוניברסיטאות.....
36.....	ביקורת על דירוגי האוניברסיטאות.....
37.....	השפעת הדירוגים על קווי מדיניות של אוניברסיטאות ומדינות.....
42.....	ממצאים והמלצות ממחקרים שנערכו בעולם.....
43.....	סיכום.....
44	פרק 4: איפיון מסלולי קריירה של דוקטורנטים ישראלים.....
44.....	מתודולוגיה.....
46.....	תחומי מחקר.....
47.....	תעסוקה של הדוקטורנטים לפי מגזרים.....
48.....	מדינות ואוניברסיטאות ששימשו כיעדי פוסט-דוק לדוקטורנטים ישראלים.....
50.....	מאפיינים מגדריים בהתפלגות התזות.....
52.....	סיכום.....
52.....	דיון ומסקנות.....

רשימת איורים

- איור 1: השינוי במספר הפרסומים הישראליים ושיעורם מכלל פרסומי העולם והמזרח התיכון. 10
- איור 2: דירוג המדינות לפי מספר הפרסומים המדעיים בשנים 2014-2018. 10
- איור 3: השינוי במספר הפרסומים המדעיים – ישראל ומדינות בנות השוואה, 1998-2018. 11
- איור 4: דירוג המדינות לפי מספר פרסומים למיליון נפש, 2008-2018. 12
- איור 5: שיעור השת"פ הבינלאומי בפרסומים מדעיים - ישראל בהשוואה למדינות נבחרות, 2008-2017. 13
- איור 6: שיעור השת"פ הבינלאומי בפרסומים מדעיים, ביחס למספר הפרסומים וממוצע הציטוטים לפרסום – ישראל בהשוואה למדינות נבחרות, 2016. 14
- איור 7: דירוג המדינות המובילות בפרסומים משותפים עם ישראל, 2008-2018. 15
- איור 8: מספר המאמרים המצוטטים ביותר - Highly Cited in Field, ישראל בהשוואה למדינות נבחרות, 2016-2018. 16
- איור 9: השינוי בממוצע הציטוטים לפרסום - ישראל בהשוואה למדינות נבחרות, 2009-2018. 17
- איור 10: Clinical Medicine - השינוי במספר המאמרים וממוצע הציטוטים לפרסום - ישראל בהשוואה למדינות נבחרות, 2009-2018¹⁵. 17
- איור 11: Physics - השינוי במספר המאמרים וממוצע הציטוטים לפרסום - ישראל בהשוואה למדינות נבחרות, 2009-2018¹⁵. 18
- איור 12: Social Sciences, General - השינוי במספר המאמרים וממוצע הציטוטים לפרסום - ישראל בהשוואה למדינות נבחרות, 2009-2018¹⁵. 18
- איור 13: Chemistry - השינוי במספר המאמרים וממוצע הציטוטים לפרסום - ישראל בהשוואה למדינות נבחרות, 2009-2018¹⁵. 18
- איור 14: Engineering - השינוי במספר המאמרים וממוצע הציטוטים לפרסום - ישראל בהשוואה למדינות נבחרות, 2009-2018¹⁵. 19
- איור 15: שיעור המאמרים המתפרסמים במקורות מסוג Open Access – ישראל בהשוואה למדינות נבחרות, 2014-2018. 20
- איור 16: התפלגות הפרסומים המדעיים לפי שטחים ושיעורם של הפרסומים הישראליים מכלל פרסומי העולם בתחום, 2014 לעומת 2018. 21
- איור 17: התפלגות הפרסומים המדעיים לפי שטחים – ישראל בהשוואה לעולם, 2014-2018. 22
- איור 18: גופי התמיכה העיקריים למימון מחקר בסיסי בישראל²⁰. 25
- איור 19: שיעור פרסומי ישראל שציינו מענקי מחקר ממקורות ממשלתיים ישראלים מכלל פרסומי ישראל, 2008-2018. 25
- איור 20: קרנות ממשלתיות עיקריות שצוינו ברשימות מקורות המימון (funding sponsor) של מאמרים ישראלים, 2008-2018. 26
- איור 21: תחומי המחקר העיקריים של מאמרים ישראלים שנכתבו בתמיכת קרן ISF, 2008-2018. 27
- איור 22: שיעור פרסומי ישראל במימון ISF - מכלל פרסומי ישראל ושיעורם במקורות מסוג Open Access, 2008-2018. 28
- איור 23: תקציב ISF (מיליוני ₪), מענקים פעילים ומספר פרסומים במימון הקרן, 2009-2018. 29

איור 24: שיעור הפרסומים שציינו מענקים מהקרן הלאומית של המדינה – ישראל בהשוואה למדינות נבחרות, 2014-2018.....	30
איור 25: מיקום אוניברסיטאות ישראל בדירוגים עולמיים נבחרים.....	35
איור 26: מידת ההתאמה בין האוניברסיטאות המובילות בדירוג שנחאי 2015 לעומת 2019.....	36
איור 27: מספר האוניברסיטאות שמופיעות בדירוג שנחאי 2019 ביחס לגודל האוכלוסיה של המדינות.....	38
איור 28: תיאור סכמטי של השינוי במספר האוניברסיטאות למדינה שמופיעות בין 100 הראשונות של דירוג שנחאי – 2009 לעומת 2019.....	40
איור 29: 10 המדינות המובילות בדירוג לפי ביצוע מדעי ביחס לתל"ג $X/GDP \$t^{51}$	42
איור 30: תרשים זרימה של תהליך העבודה.....	45
איור 31: התפלגות תזות PhD שהוגשו ב-2010 לפי האוניברסיטאות ונרמול לפי נתוני סגל בכיר..	46
איור 32: התפלגות תחומי המחקר של התזות.....	47
איור 33: הסקטורים בהם מועסקים הדוקטורנטים.....	48
איור 34: מדינות ששימשו כיעדי פוסט-דוק לדוקטורנטים ישראלים.....	49
איור 35: אוניברסיטאות ששימשו כיעדי מסלול פוסט-דוק לדוקטורנטים ישראלים.....	50
איור 36: התפלגות הדוקטורנטים לפי מגדר ואוניברסיטה.....	51
איור 37: התפלגות הדוקטורנטים לפי מגדר ותחום.....	51

מטרת דוח זה להציג תמונת מצב עדכנית המתארת ומנתחת את תפוקות המו"פ האקדמי בישראל כפי שהן באות לידי ביטוי בפרסומים מדעיים, לאורך זמן ובהשוואה בינלאומית.

פרסומים מדעיים מהווים תפוקה מרכזית של מחקר ופיתוח, ולפיכך ניתוחם משקף את הפעילות המדעית ומשמש כלי מרכזי בהערכת המחקר בדירוגים עולמיים שונים (מדד שנחאי, מדד ליידן, מדד טיימס) ובהחלטות השונות של פרטים, מוסדות ומדינות.

מחקר הליבה בדוח (פרק 1) מתאר ומנתח את תפוקות המו"פ בישראל ומגמותיו (כפי שהן באות לידי ביטוי בפרסומים מדעיים) לאורך זמן ובהשוואה בינלאומית, והוא נערך מדי שנתיים, בשתי רמות ניתוח (פרסומי ישראל במבט כללי ופרסומי ישראל לפי שטחים) ולפי 2 קבוצות מדדים (מדדים כמותיים ומדדי השפעה מדעית).

התמונה הביבליומטרית הכללית מצביעה על כך שהישגי ישראל, כפי שהם מתבטאים במספר הפרסומים ובמדדי השפעה מדעית, אינם גבוהים ביחס למדינות נבחרות ולעולם. ויותר מכך, אף יורדים בהשוואה בינלאומית במהלך השנים.

בהשוואה בינלאומית, דירוגה של ישראל ממשיך במגמת ירידה במדדי פריון שונים: מספר הפרסומים, מספר הפרסומים לנפש, חלקה בפרסומי העולם. 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 פריון והשפעה מדעית הן מדינות בהן יש מספר גבוה של פרסומים לנפש, ושיעור גבוה מפרסומי המדינה נכתב בשיתוף פעולה עם חוקרים מחו"ל ומהתעשייה. אלה הכיוונים בהם כדאי לפעול.

בנוסף למחקר הליבה, כולל הדוח בשנה זו פרקים נוספים שמטרתם להאיר ולדון בנושאים שיש להם תרומה להבנת תמונת המו"פ בישראל:

פרק 2 עוסק בניתוח הקשר בין מענקי מחקר למספר הפרסומים והשפעתם. תפוקות מחקר עיקריות באקדמיה הן פרסומים מדעיים, ולפיכך יש עניין לברר האם וכיצד מענקי מחקר משפיעים על מספר הפרסומים והאימפקט המדעי שלהם.

ראשית תוארו גופי התמיכה העיקריים למימון מחקר בסיסי באוניברסיטאות. כדי לתאר את השפעת מענקי המחקר בישראל על פרסומי ישראל, בחרנו לנתח את המאמרים שצינו בגוף הפרסום מימון של הקרן הלאומית למדע (ISF) - שהינה קרן המחקר התחרותית המרכזית בישראל למימון מחקר בסיסי.

מתוך ניתוח פרסומי ישראל עולה כי למענקי ISF יש תרומה משמעותית למספר הפרסומים המדעיים בישראל ולהשפעה המדעית שלהם. פרסומי ישראל שצינו את ISF במענקים שלהם מקיפים את כל

תחומי המחקר האקדמי ובכללם מדעים מדויקים וטכנולוגיה, מדעי החיים והרפואה, מדעי הרוח ומדעי החברה.

מחקר בסיסי שנתמך ממשלתית (לרוב באקדמיה) מהווה נכס ציבורי אשר ניתן ליישום בתעשיות רבות ושונות ולמשך שנים רבות. מימון ממשלתי מתדלק את החדשנות שמובילה ליצירת משרות, תעשייה תחרותית, והצלחות יזמיות. ולפיכך כדאי לתמוך בו.

פרק 3 עוסק בדירוגים בינלאומיים של אוניברסיטאות ובמיקום אוניברסיטאות ישראל בהם.

דירוגי האוניברסיטאות מתבססים על צירופים שונים של מדדים שונים ממגוון רחב של מקורות. השימוש בדירוגים של אוניברסיטאות עלה מאוד בעשורים האחרונים, ועמו הדיון בדיוק ובתועלת של הדירוגים השונים במקביל להפיכת הדירוג עצמו למטרה. העליה בסוגי המתודולוגיות והביקורת מצביעה על כך שאין הסכמה רחבה בנושא, ועם זאת מיוחדת לדירוגים אלה תשומת לב רבה ונדעות להם גם השלכות מעשיות וכלכליות.

דירוג עשוי לתרום ליצירת סדר עדיפויות בקרב פרטים, מוסדות ומדינות מסוימות וכן לתחרות מקדמת. עם זאת, הוא אינו מדע מדויק ותוצאותיו תלויות בפרטי פרטים של המתודולוגיות.

נתוני הדירוג האקדמי של אוניברסיטאות בעולם צוטטו בהרחבה ויושמו כנקודת התחלה לזיהוי נקודות חוזק וחולשה במערכת ההשכלה הגבוהה של מדינות שונות, וכן כמנוף לשינוי וליוזמות חדשות במערכת החינוך שלהן. במספר מדינות הביאה גישה זו לעליה משמעותית בדרוג האוניברסיטאות שלהן בדרוגים הבינלאומיים.

פרק 4 עוסק באיפיון מסלולי הקריירה של דוקטורנטים ישראלים. דוקטורנטים ופוסט-דוקטורנטים מהווים גורם מרכזי בקידום המחקר המדעי ותורמים רבות להצלחת הפעילות במעבדות המחקר באקדמיה, בתעשייה ובמכוני מחקר ממשלתיים. ישנה חשיבות לאיסוף נתונים אודות הקריירות בהם בוחרים הדוקטורנטים לצורך בחינת המודלים של מסלולי ההשתלמות וגיבוש המלצות לקביעת מדיניות שתקדם את הפעילות בנושא ותאפשר למצוא פתרונות שיגשרו על הפער הגדל בין מספר הפוסט-דוקטורנטים למספר המשרות האקדמיות הפנויות.

לצורך איסוף המידע יצרנו מתודולוגיה ממוקדת, אשר יתרונותיה העיקריים הם: איסוף נתונים ממקורות גלויים, ללא תלות בשיתוף פעולה עם גורמים חיצוניים או קבלת מידע מגופים אקדמיים; שיעור גבוה של נתונים שנאספו אודות אוכלוסיית המחקר (קרוב ל-90% בממוצע) בהשוואה לסקרים שמתבצעים באמצעות שאלונים ומסתמכים על היענות של המשתתפים בסקר; תהליך העבודה מהיר יחסית.

בשנה זו נאספו נתונים רק עבור חלק מהאוניברסיטאות (יושלם בעתיד). למרות זאת, התמונה המצטיירת מאפשרת הסקת מסקנות.

מטרת דוח זה להציג תמונת מצב עדכנית המתארת ומנתחת את תפוקות המו"פ האקדמי בישראל כפי שהן באות לידי ביטוי בפרסומים מדעיים, לאורך זמן ובהשוואה בינלאומית.

פרסומים מדעיים מהווים תפוקה מרכזית של מחקר ופיתוח, ולפיכך ניתוחם משקף את הפעילות המדעית ומשמש כלי מרכזי בהערכת המחקר בדירוגים עולמיים שונים (מדד שנחאי, מדד ליידן, מדד טיימס) ובהחלטות השונות של פרטים, מוסדות ומדינות.

מחקר הליבה בדוח (פרק 1) מתאר ומנתח את תפוקות המו"פ בישראל ומגמותיו (כפי שהן באות לידי ביטוי בפרסומים מדעיים) לאורך זמן ובהשוואה בינלאומית, והוא נערך מדי שנתיים, בשתי רמות ניתוח (פרסומי ישראל במבט כללי ופרסומי ישראל לפי שטחים) ולפי 2 קבוצות מדדים (מדדים כמותיים ומדדי השפעה מדעית).

בנוסף למחקר הליבה, כולל הדוח בשנה זו פרקים נוספים שמטרתם להאיר ולדון במספר נושאים שאינם נכללים במחקר הליבה, ויש להם תרומה להבנת תמונת המו"פ בישראל:

פרק 2 עוסק בניתוח הקשר בין מענקי מחקר למספר הפרסומים והשפעתם. פרק 3 כולל סקירה והשוואה בין דירוגים בינלאומיים של אוניברסיטאות בכלל ושל אוניברסיטאות ישראליות בפרט בדירוגים אלו. פרק 4 עוסק באיפיון מסלולי הקריירה של דוקטורנטים ישראלים.

פרק 1: ניתוח ביבליומטרי של פרסומים מדעיים – ישראל בהשוואה לעולם

מטרת דוח זה להציג תמונת מצב עדכנית המתארת ומנתחת את תפוקות המו"פ האקדמי בישראל כפי שהן באות לידי ביטוי בפרסומים מדעיים, לאורך זמן ובהשוואה בינלאומית.

הדוח נערך תוך שימוש בכלים ביבליומטריים ונתונים ממקורות שונים: מאגרי המידע Scopus ו-WoS, Elsevier, Scimago מבית Clarivate של WoS, חלק מהנתונים במקורות אלה מחושבים בצורה שונה לעומת הנתונים שפרסמנו בדוחות קודמים. הערכת תפוקות המחקר נעשתה מבחינה כמותית (מספר הפרסומים), מבחינת התפלגות הפרסומים לפי 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 בשתי רמות: כלל הפרסומים הישראליים; שטחי מחקר ראשיים לפי הסיווג של מאגר המידע.

תפוקות מחקר

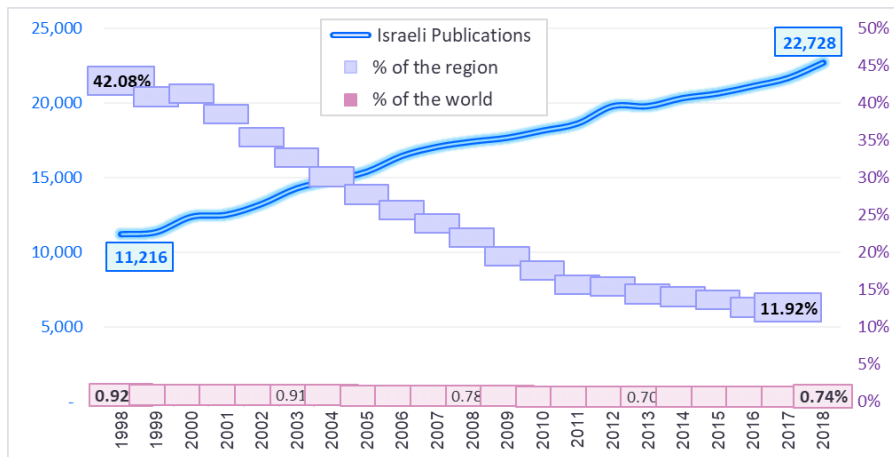
פרק זה מציג תפוקות מחקר ופיתוח בישראל בהשוואה בינלאומית, כפי שהן באות לידי ביטוי בפרסומים מדעיים. פרסומים מדעיים מהווים תפוקה מרכזית של מחקר ופיתוח (במיוחד באקדמיות), ולפיכך ניתוחם משקף את הפעילות המדעית ומשמש כלי מרכזי בהערכת המחקר בדירוגים עולמיים שונים ובהחלטות השונות של פרטים, מוסדות ומדינות.

איור 1 מציג את השינוי במספר הפרסומים הישראליים¹ בשני העשורים האחרונים. בעוד מספר הפרסומים עלה ב-103% בתקופה זו; שיעור הפרסומים הישראליים מכלל פרסומי העולם ירד מ-0.92% ב-1998 ל-0.74% ב-2018, וכן ירד שיעור הפרסומים הישראליים מכלל פרסומי המזרח התיכון² מ-42.08% ב-1998 ל-11.92% ב-2018. כלומר, על אף שחלה עליה במספר פרסומי ישראל לאורך השנים, עליה זו מתונה הן ביחס לעליה במדינות מפותחות (איור 3) והן ביחס לעליה בעולם כולו (שהיא משמעותית בעיקר במדינות מתפתחות – למשל באיזור המזרח התיכון). לכן, בהשוואה בינלאומית דירוגה של ישראל ממשיך במגמת ירידה במדד מספר הפרסומים (ראו בהמשך).

¹ למעלה מ-80% מהפרסומים המדעיים של ישראל מקורם באקדמיה

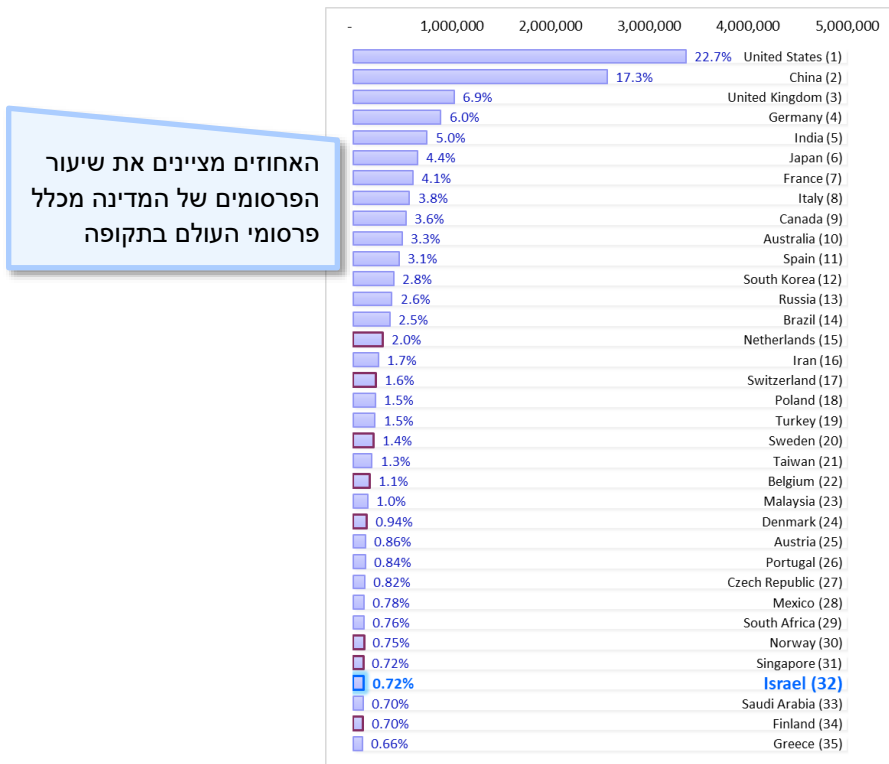
² המקור לנתון זה – אתר Scimago

איור 1: השינוי במספר הפרסומים הישראליים ושיעורם מכלל פרסומי העולם והמזרח התיכון³



איור 2 מתאר את דירוג המדינות לפי מספר הפרסומים שלהן ושיעורם מכלל פרסומי העולם בשנים 2014-2018. ניתן לראות כי ישראל במקום ה-32 ומקדימות אותה מדינות רבות אוכלוסין כמו ארה"ב, סין, הודו, אירן ותורכיה, אך גם מדינות שגודל האוכלוסיה שלהן דומה לזה של ישראל – שווייץ, סינגפור, דנמרק, נורווגיה, בלגיה ושוודיה. בשנת 2000 ישראל דורגה במקום ה-21 במדד זה, בשנת 2005 – במקום ה-22, וב-2010 במקום ה-26.⁴

איור 2: דירוג המדינות לפי מספר הפרסומים המדעיים בשנים 2014-2018

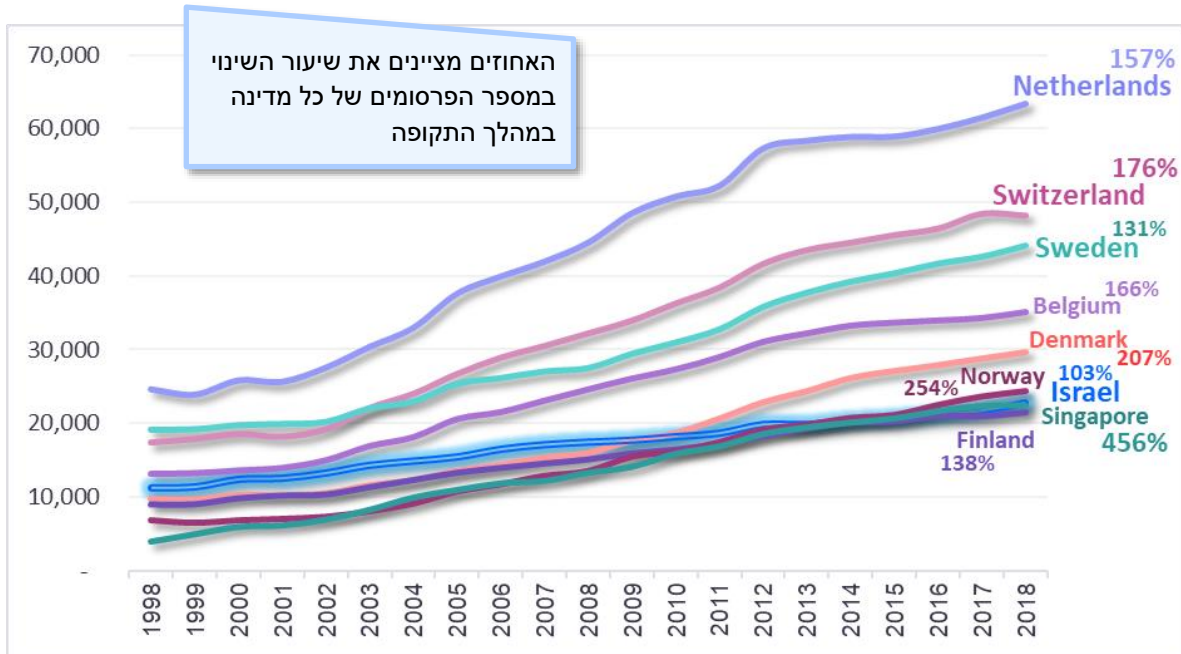


³ המקור לנתונים הביבליומטריים בפרק זה הינו מאגר Scopus (אלא אם כן צוין אחרת)

⁴ גץ דפנה, לביד נעה, ברזני אלה. תפוקות מ"פ בישראל: פרסומים מדעיים בהשוואה בינלאומית, 2017. חיפה, ישראל. מוסד שמואל נאמן, 2018 (קישור לאתר)

איור 3 מתאר את השינוי במספר הפרסומים המדעיים על פני 20 שנה, בישראל ובמדינות בנות השוואה⁵. האחוזים מתייחסים לשיעור השינוי במספר הפרסומים של כל מדינה במהלך התקופה.

איור 3: השינוי במספר הפרסומים המדעיים – ישראל ומדינות בנות השוואה, 1998-2018



ניתן לראות כי ישראל מציגה עליה ניכרת במספר הפרסומים, אולם זו אינה מדביקה את קצב העליה במדינות אחרות ולכן דירוגה של ישראל בין המדינות - יורד. מספר הפרסומים של מדינה תלוי, בין השאר, גם בגודל האוכלוסיה שלה. לפיכך, כדי להשוות בין מדינות מקובל להציג את מספר הפרסומים שלהן לנפש.

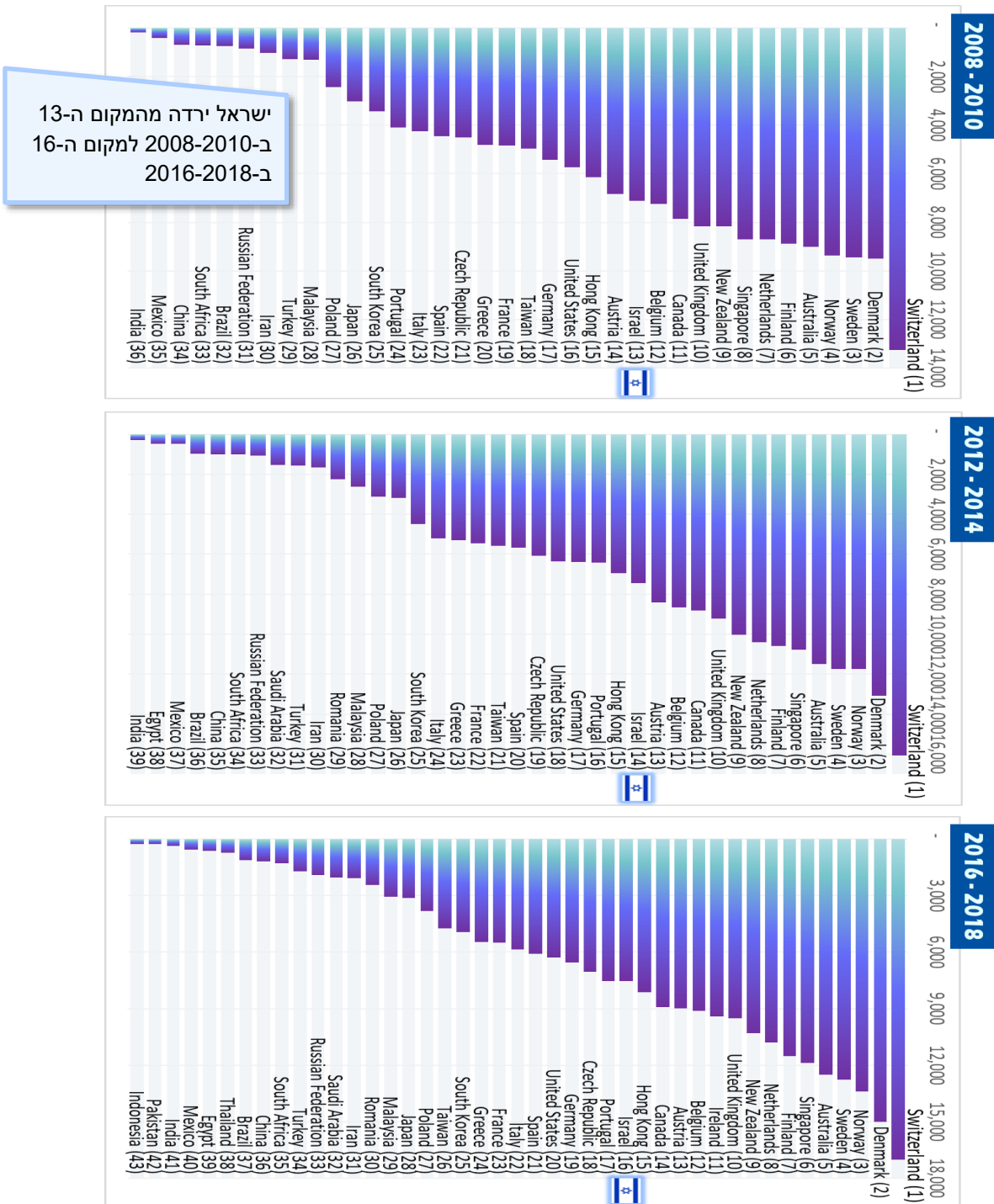
איור 4 מציג דירוג של המדינות לפי מספר הפרסומים למיליון נפש בשלוש תקופות בין השנים 2008-2018. במדד זה מדורגת ישראל בתקופה האחרונה במקום ה-16 בעולם במספר הפרסומים לנפש, המהווה פחות ממחצית הפרסומים לנפש בשווייץ המדורגת ראשונה (ובעלת אוכלוסיה דומה לזו של ישראל), וכשליש פחות ממספר הפרסומים לנפש בדנמרק המדורגת שניה (ובעלת מחצית האוכלוסיה בהשוואה לישראל).

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

בהשוואה בינלאומית, דירוגה של ישראל ממשיך במגמת ירידה במדדי פריון שונים: מספר הפרסומים, מספר הפרסומים לנפש, חלקה בפרסומי העולם. ירידה זו נובעת הן מגורמים פנימיים של ישראל (שיעור צמיחה אקדמי נמוך במספר הפרסומים ובמיוחד במספר הפרסומים לנפש) והן מגורמים עולמיים (צמיחה תלולה במספר הפרסומים בכלל, ובמדינות מתפתחות בפרט).

⁵ לרשימת המדינות בנות-השוואה נבחרו מדינות שדומות למדינת ישראל מבחינת גודל האוכלוסיה ומספר הפרסומים. השיקולים לבחירת המדינות מפורטים בפרק "השוואת ישראל למדינות נבחרות במדדים שונים" בדו"ח שפורסם בנושא "תפוקות מו"פ בישראל: פרסומים מדעיים בהשוואה בינלאומית, 2017"⁴

איור 4: דירוג המדינות⁶ לפי מספר פרסומים למיליון נפש, 2008-2018



⁶ הדירוגים כוללים את רשימת המדינות שפירסמו 0.5% מפרסומי העולם בתחום אחת מהתקופות.

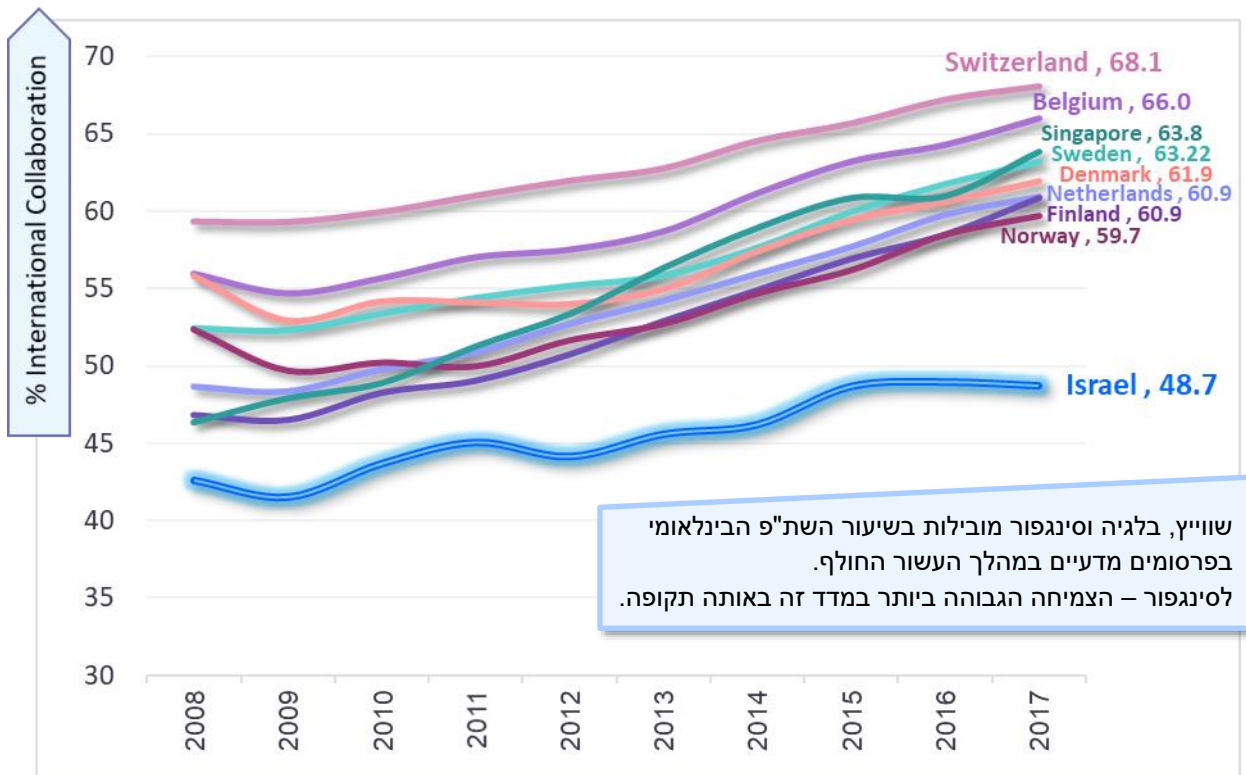
נתוני האוכלוסיה חושבו לפי שנת הביניים בכל תקופה (מקור: The World Bank)

שיתוף פעולה בינלאומי והשפעה מדעית

שיעור הצמיחה הגבוה בשיתוף הפעולה הבינלאומי בין חוקרים במהלך העשורים האחרונים תורם לשיתוף הידע ולקידום המדע. פרסומים ישראלים הנספרים כשת"פ בינלאומי כוללים מאמרים שנכתבו ע"י חוקרים בעלי שיוך לכתובת ישראלית יחד עם חוקרים ממדינות אחרות. פרסומים אלו כוללים הן מאמרים שנכתבו ע"י צוותי מחקר קטנים (לפחות 2 מחברים) והן מאמרים שפורסמו ע"י פרויקטים בינלאומיים עתירי מחברים (דוגמת CERN).

איור 5 מציג את השינוי בשיעור השת"פ הבינלאומי בפרסומים מדעיים של ישראל בהשוואה למדינות נבחרות במהלך העשור החולף. שווייץ, בלגיה וסינגפור מובילות בשיעור המאמרים שנכתבו בשיתוף עם חוקרים ממדינות אחרות (מבין כלל הפרסומים המדעיים של המדינות שנבדקו). בסינגפור ניתן לראות את הצמיחה הגבוהה ביותר בשיעור השת"פ הבינלאומי בתקופה שנבדקה – 38%, אחריה פינלנד – עם עליה של 30% והולנד – עליה של 25%; לישראל – עליה של 14% בשיעור השת"פ הבינלאומי במהלך העשור.

איור 5: שיעור השת"פ הבינלאומי בפרסומים מדעיים - ישראל בהשוואה למדינות נבחרות, 2008-2017⁷



שווייץ, בלגיה וסינגפור מובילות בשיעור השת"פ הבינלאומי בפרסומים מדעיים במהלך העשור החולף. לסינגפור – הצמיחה הגבוהה ביותר במדד זה באותה תקופה.

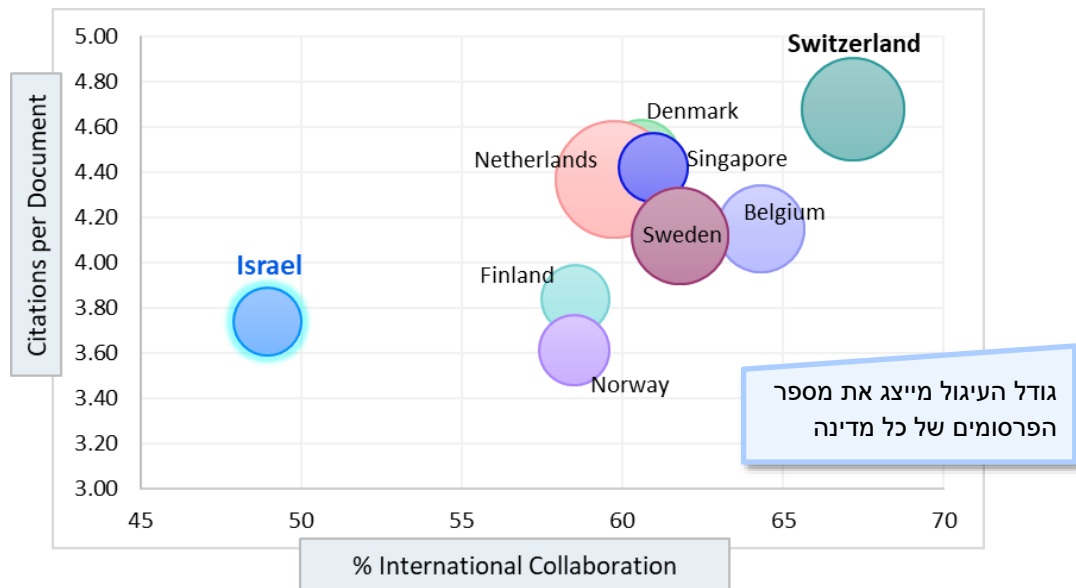
שיעור השת"פ הבינלאומי במחקרים מדעיים עשוי להשפיע על מספר המאמרים של מדינה היות ופרסומים הנכתבים במסגרת קבוצות מחקר בינלאומיות נספרים עבור כל אחת מהמדינות שהחוקרים שלהן השתתפו בכתיבת המאמר. באיור 2 ניתן לראות ש-7 מתוך 8 המדינות ששיעור השת"פ הבינלאומי שלהן גבוה מזה של ישראל (איור 5), גם מדורגות גבוה מישראל במספר הפרסומים המדעיים, למרות שאלו מדינות בעלות אוכלוסיה בגודל דומה לזה של מדינת ישראל. שיתוף פעולה בינלאומי עשוי להשפיע גם על מספר הציטוטים של פרסומים.

⁷ המקור לנתונים בגרף זה: Scimago Journal & Country Rank

מחקר⁸ שפורסם ב-2018 קבע כי מאמרים הנכתבים ע"י מחברים ממדינות שונות עשויים לזכות במספר גבוה יותר של ציטוטים. באיור 6 מוצג שיעור הפרסומים שנכתבו בשת"פ בינלאומי (של ישראל ומדינות בנות השוואה) ביחס למספר הפרסומים וממוצע הציטוטים לפרסום.

ניתן לראות כי לישראל השיעור הנמוך ביותר של פרסומים שנכתבו בשת"פ בינלאומי, וכך גם ממוצע הציטוטים לפרסום שלה.

איור 6: שיעור השת"פ הבינלאומי בפרסומים מדעיים, ביחס למספר הפרסומים וממוצע הציטוטים לפרסום⁹ – ישראל בהשוואה למדינות נבחרות, 2016¹⁰



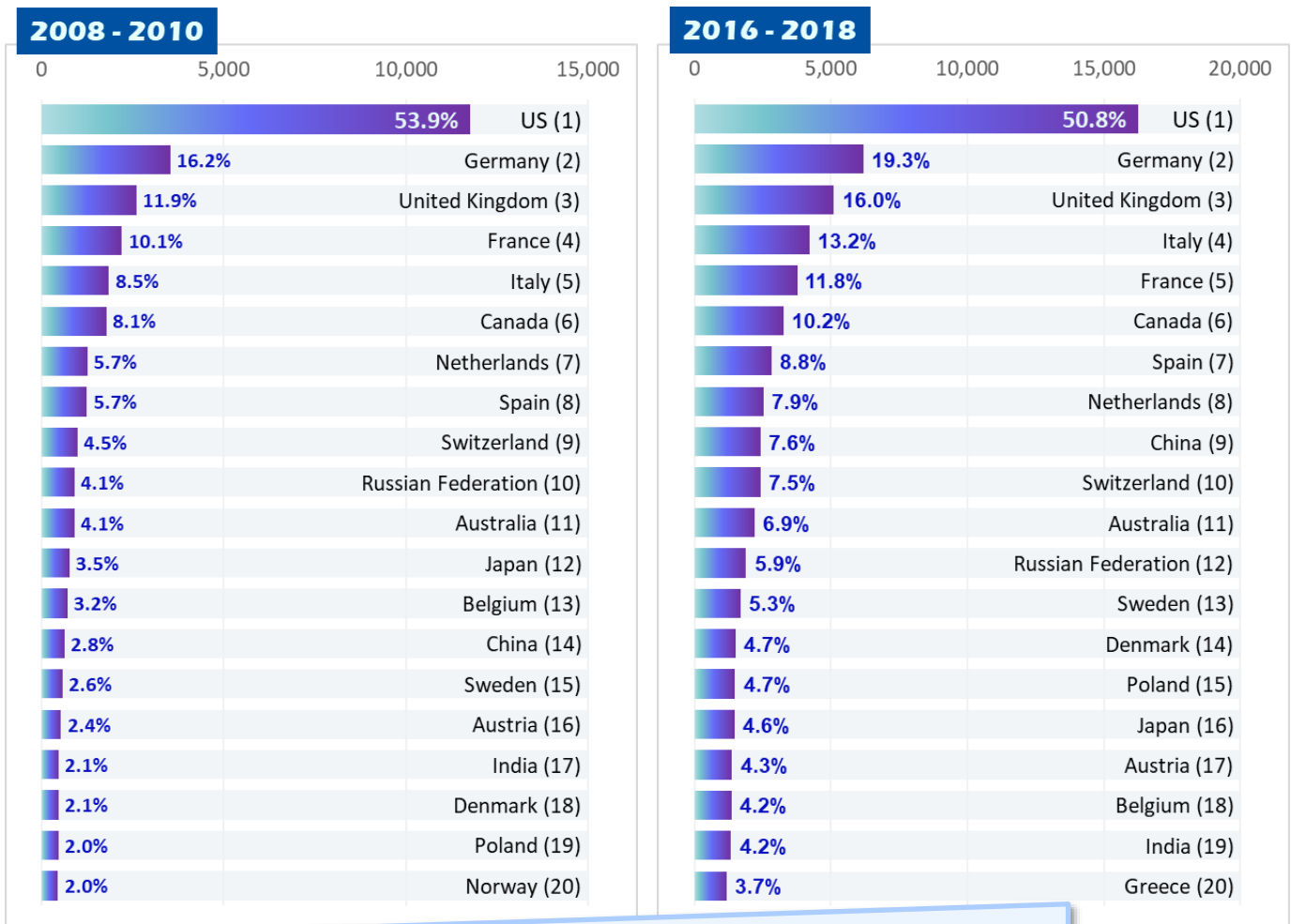
באיור 7 ניתן לראות את 20 המדינות המובילות בפרסומים משותפים עם ישראל בשתי תקופות במהלך העשור החולף: 2008-2010 לעומת 2016-2018. רשימת המדינות בעשיריה הראשונה דומה למדי בהשוואה בין התקופות; מלבד סין שעלתה מהמקום ה-14 למקום ה-9 ברשימת המדינות המובילות במספר הפרסומים המשותפים עם חוקרים מישראל.

⁸ Hsiehchen, D., Espinoza, M., & Hsieh, A. (2018). Evolution of collaboration and optimization of impact: self-organization in multinational research. *Scientometrics*, 1-17

⁹ Citations per Document: Average citations per document published during the source year, --i.e. citations in years X, X+1, X+2, X+3... to documents published during year X

ממוצע הציטוטים משתנה עם הזמן ולכן הגרף מציג את נתוני הציטוטים של מאמרים שפורסמו בשנה אחת - 2016 – כדי לאפשר השוואה תקפה

¹⁰ המקור לנתונים באיור זה: אתר [Scimago](https://www.scimago.org/) המתבסס על נתוני מאגר Scopus

איור 7: דירוג המדינות המובילות בפרסומים משותפים עם ישראל¹¹, 2008-2018

האחוזים מציינים את שיעור המאמרים המשותפים עם המדינה מכלל הפרסומים הישראליים שנכתבו בשיתוף עם חוקרים מחו"ל בתקופה שנבדקה

מדדי ציטוטים

ההשפעה המדעית של פרסומים נבחנת כיום בעיקר על סמך נתוני ציטוטים: באופן ישיר - ממוצע ציטוטים לפרסום; שיעור הפרסומים המצויים באחוזונים העליונים של הפרסומים המצוטטים ביותר, או באופן עקיף - שיעור הפרסומים שהופיעו בכתבי העת המובילים (שנקבעו כמובילים על פי מספר הציטוטים שהתקבלו עבורם). מדדים אלה משמשים להערכת המחקר בדירוגים עולמיים שונים (מדד שנחאי, מדד ליידן, מדד טיימס) ומכאן גם בקבלת ההחלטות השונות של פרטים, מוסדות ומדינות.

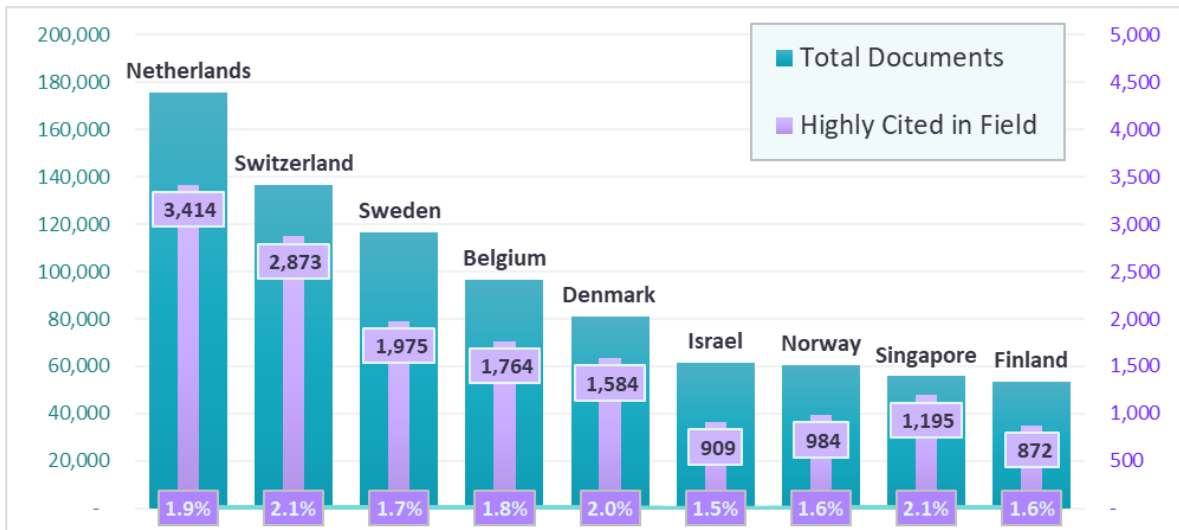
במהלך השנים עסקנו רבות במדדים אלה, ונוכחנו לדעת כי מספר הציטוטים הממוצע לפרסום עשוי להיות מושפע מגורמים רבים¹² וביניהם: מספר המחברים; שיתוף פעולה בינלאומי בפרסומים; שיתוף פעולה עם התעשייה בפרסומים; מספר הפרסומים.

¹¹ מאמרים שנכתבו ע"י חוקרים ממספר מדינות נספרים עבור כל אחת מהמדינות ולכן סכום האחוזים גדול מ-100%

¹² ג'ן דפנה, לביד נעה, ברזני אלה. תפוקות מחקר ופיתוח בישראל - פרסומים מדעיים, 2018. חיפה, ישראל. מוסד שמואל נאמן

איור 8 מציג את מספר המאמרים המוגדרים כמובילים במספר הציטוטים Highly Cited in Field¹³ של ישראל ומדינות נבחרות, בהשוואה למספר הפרסומים הכולל של כל מדינה. ישראל מדורגת במקום ה-6 בדירוג לפי המספר של כלל המאמרים (מבין המדינות שנבדקו) ובמקום ה-8 לפי מספר המאמרים המצוטטים ביותר.

איור 8: מספר המאמרים המצוטטים ביותר - Highly Cited in Field¹⁴, ישראל בהשוואה למדינות נבחרות, 2016-2018



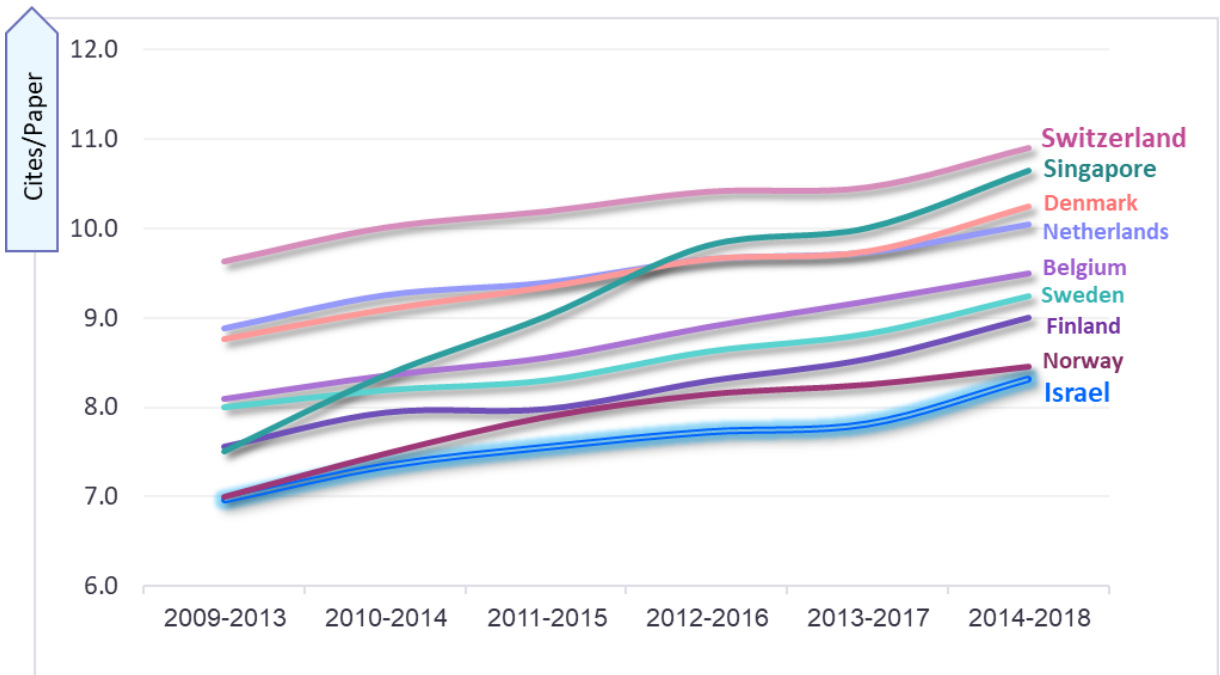
המקור לנתוני הפרסומים והציטוטים המוצגים באיור 9 עד איור 14 הינו Essential Science Indicators (ESI) של Clarivate. מאגר זה מכסה למעלה מ-11,000 כתבי-עת הנכללים ב-Web of Science Core Collection. חשוב לציין שמקור זה אינו כולל נתונים של פרסומים מכנסים – מה שעלול להשפיע על מדדים ביבליומטריים של תחומים שבהם חלק ניכר מהפרסומים מקורם בכנסים, כמו מדעי המחשב והנדסה.

איור 9 מתאר את ממוצע הציטוטים לפרסום של ישראל ומדינות נבחרות בשנים 2009-2018. ניתן לראות כי בכל המדינות המתוארות יש עליה במדד זה. סינגפור מראה את העליה הגבוהה ביותר (42%), אחר כך נורווגיה (21%), ישראל ופינלנד (19%), דנמרק ובלגיה (17%), שוודיה (16%), שווייץ והולנד (13%). כלומר, ישראל עולה במדד זה, אך פחות ממדינות אחרות וממקום יותר נמוך.

¹³ Web of Science defines highly cited papers as papers that “received enough citations to place [them] in the top 1% of the academic field based on a highly cited threshold for the field and publication year” (source)

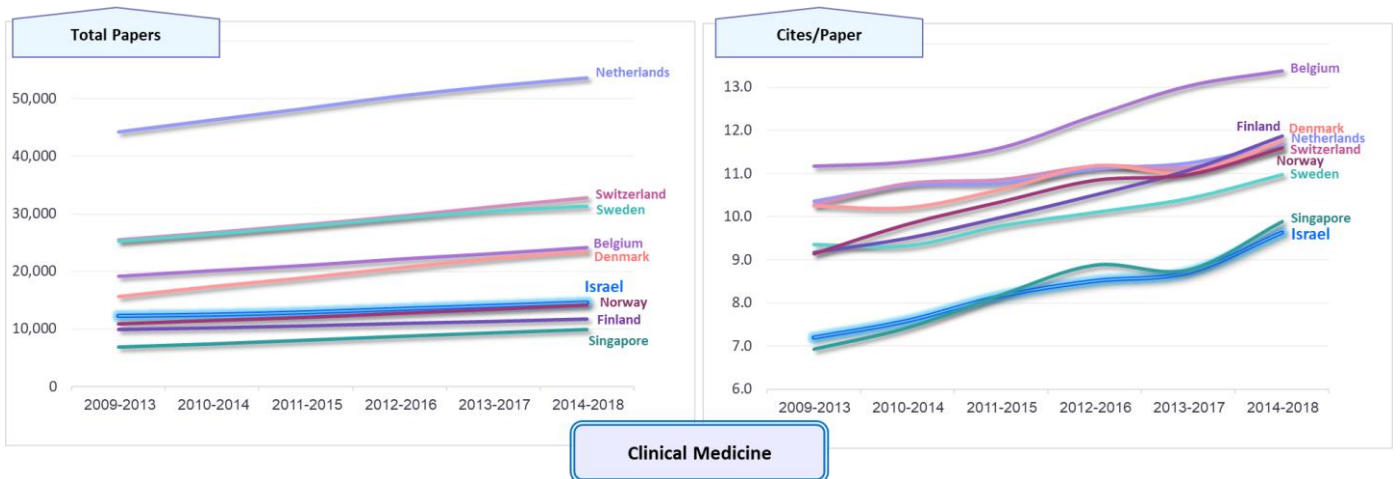
¹⁴ מקור לנתונים: Web of Science

איור 9: השינוי בממוצע הציטוטים לפרסום - ישראל בהשוואה למדינות נבחרות, 2009-2018¹⁵

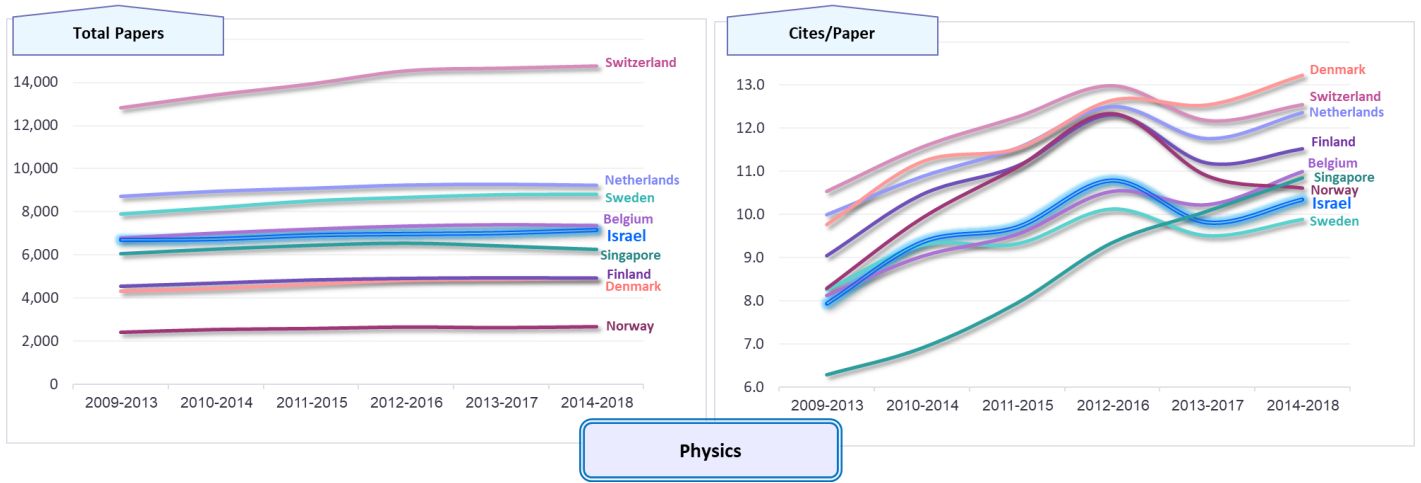


באירורים הבאים (איור 10-איור 14) מתואר השינוי במספר הפרסומים וממוצע ציטוטים לפרסום עבור מספר שטחים, בהשוואה למדינות בנות השוואה. ניתן לראות את העלייה המתונה במספר הפרסומים ובממוצע הציטוטים (Cites/Paper) של פרסומי ישראל בהשוואה למדינות בנות השוואה.

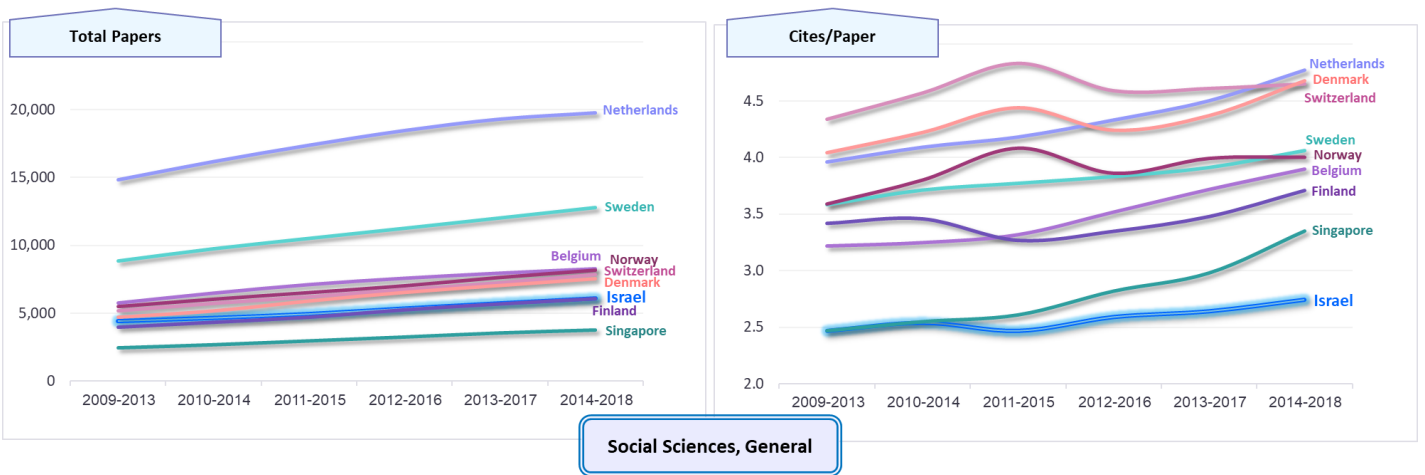
איור 10: Clinical Medicine - השינוי במספר המאמרים וממוצע הציטוטים לפרסום - ישראל בהשוואה למדינות נבחרות, 2009-2018¹⁵



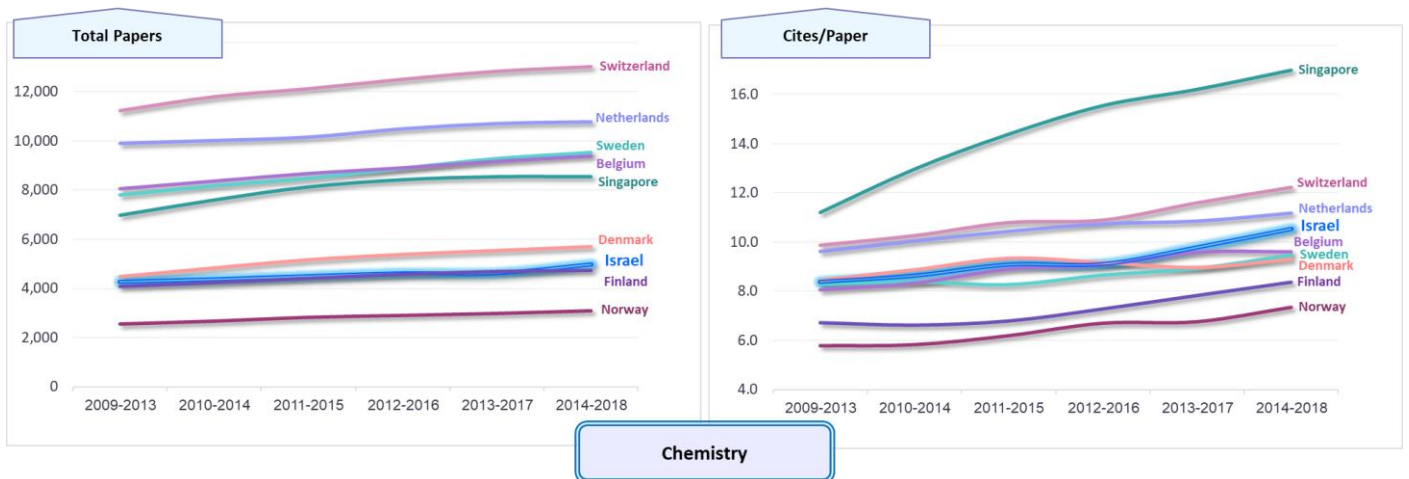
איור 11: Physics - השינוי במספר המאמרים וממוצע הציטוטים לפרסום - ישראל בהשוואה למדינות נבחרות, 2009-2018¹⁵



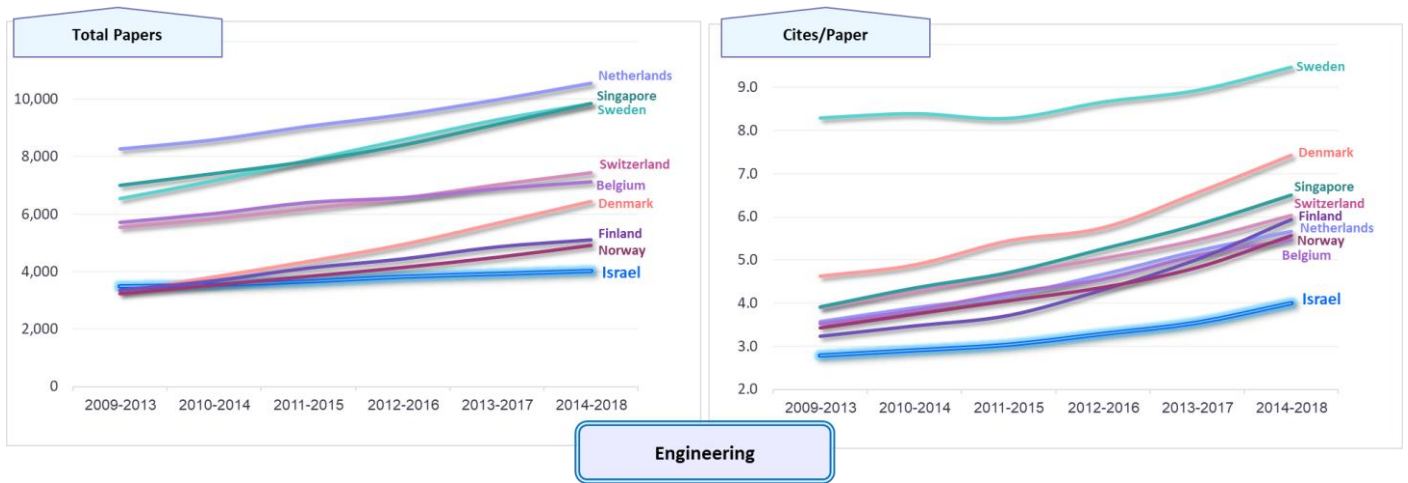
איור 12: Social Sciences, General - השינוי במספר המאמרים וממוצע הציטוטים לפרסום - ישראל בהשוואה למדינות נבחרות, 2009-2018¹⁵



איור 13: Chemistry - השינוי במספר המאמרים וממוצע הציטוטים לפרסום - ישראל בהשוואה למדינות נבחרות, 2009-2018¹⁵



איור 14: Engineering - השינוי במספר המאמרים וממוצע הציטוטים לפרסום - ישראל בהשוואה למדינות
 נבחרות, 2009-2018¹⁵



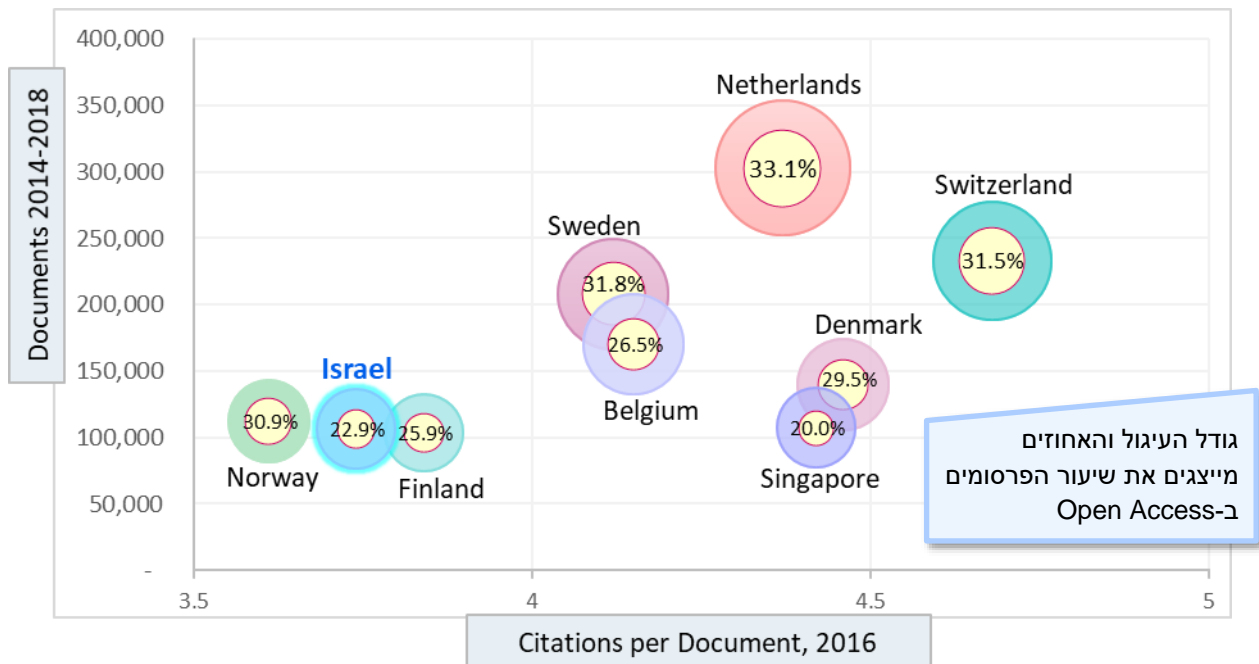
פרסום ב-Open Access

גורם נוסף שעשוי להשפיע על מספר הציטוטים הינו פרסום ב-Open Access (OA). מונח זה כולל תפוקות מחקר שמתפרסמות במקורות מקוונים ושניתן להוריד אותן ללא תשלום. המקורות כוללים מאמרים מכתבי-עת אקדמיים שפיטים (peer-reviewed) וכאלו שאינם שפיטים, מאמרים מכנסים (Proceedings), פרקים מספרים, תזות ועוד.

מחקרים שבחנו את השפעת ה-OA על מספר הציטוטים של מאמרים הגיעו למסקנות שאינן חד-משמעיות. מחקר¹⁶ שפורסם ב-2016 ביצע סקירת פרסומים קודמים שעוסקים בנושא וקבע כי רובם מצאו שמאמרים שמתפרסמים ב-OA זוכים למספר ציטוטים גבוה יותר שהוגדר כ- Open Access Citation Advantage (OACA). מידת ההשפעה על הציטוטים משתנה בהתאם לתרבות הפרסומים והציטוטים בכל אחד מתחומי המחקר – החל משיפור של 36% בביולוגיה ועד 600% במדעי החקלאות. איור 15 מתאר את שיעור הפרסומים המופיעים ב-OA וממוצע הציטוטים של מדינות נבחרות, ועולה ממנו כי אין בהכרח קשר ישיר ביניהם.

¹⁶ Tennant, J. P., Waldner, F., Jacques, D. C., Masuzzo, P., Collister, L. B., & Hartgerink, C. H. (2016). The academic, economic and societal impacts of Open Access: an evidence-based review. F1000Research, 5

איור 15: שיעור המאמרים המתפרסמים במקורות מסוג Open Access – ישראל בהשוואה למדינות נבחרות, 2014-2018¹⁷



התפלגות הפרסומים לפי שטחי מחקר

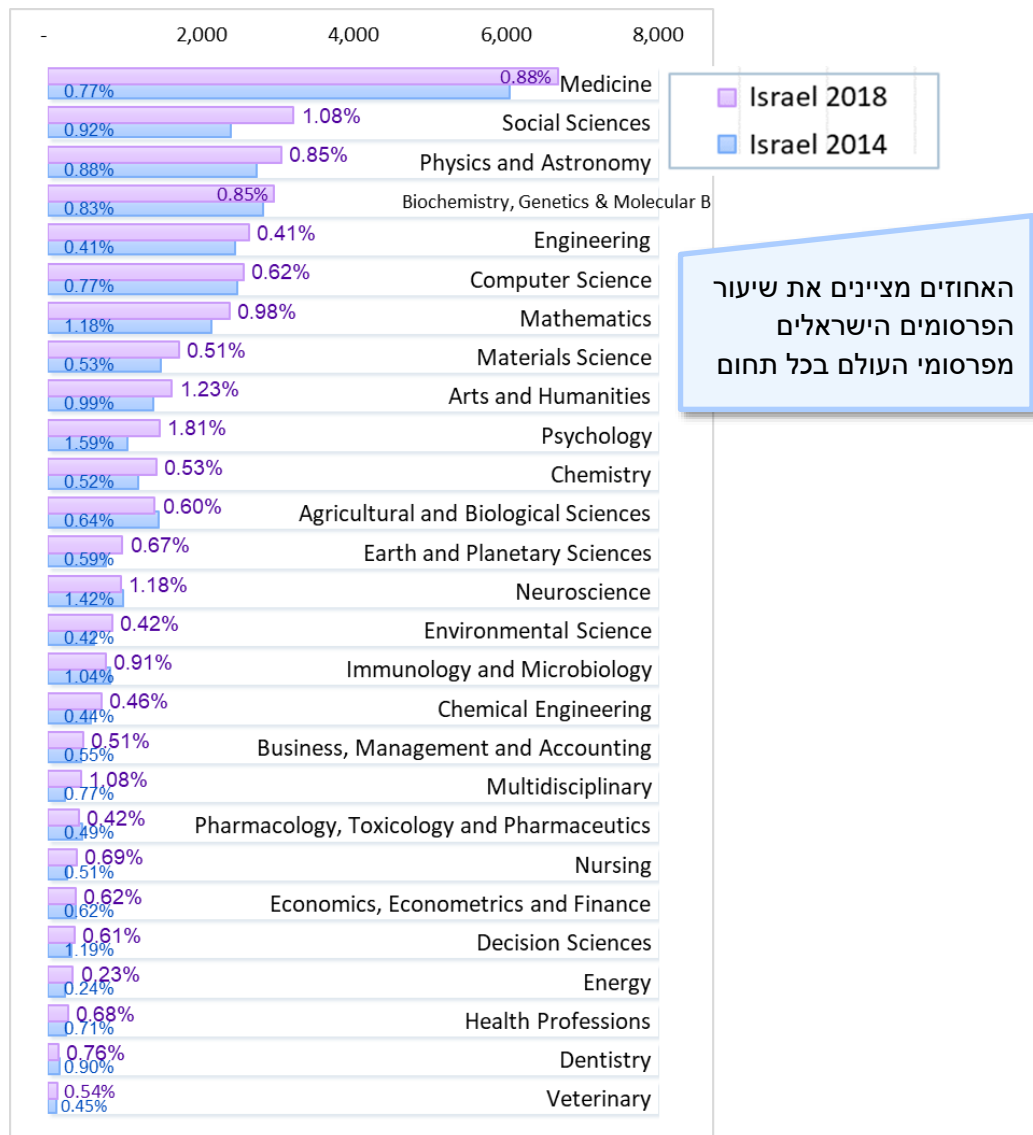
מדרג השטחים מתאר את שיעור הפרסומים בכל שטח מדעי מכלל פרסומי המדינה. שיעור זה מושפע מהקצאת משאבים ומתרבות המחקר, מאפייני הפרסומים והציטוטים בכל שטח (בשטחים מסויימים, למשל בפיסיקה ומדעי כדור הארץ, מספר הפרסומים השנתי הממוצע גבוה ב-1-2 סדרי גודל מאשר בשטחים אחרים וכך גם הציטוטים). לכן, בהנחה שתרבות המחקר והפרסומים דומה בין המדינות, למדרג השטחים על פי שיעור הפרסומים בכל שטח – יש בעיקר תועלת בהשוואה בין מדינות ובהשוואה למדרג העולמי. כן ראוי לציין כי מדרג השטחים אינו מצביע על השפעה מדעית של המחקר בשטח כלשהו או על רמת המחקר במדינה; וכי קיימת חפיפה בין שטחים היות ומאמר יכול להיות מסווג למספר שטחים.

מאגר המידע Scopus מסווג את הפרסומים לשטחי המחקר השונים בהתאם לכתבי העת בהם פורסמו וכולל סיווג ל-27 שטחי מדע ראשיים, שכל אחד מהם מורכב ממספר תתי שטחים (בסך הכל יש כ-330 תתי שטחים)¹⁸. איור 16 מתאר את מדרג השטחים הראשיים בישראל בשתי תקופות.

¹⁷ המקור למספר המאמרים - מאגר Scopus; המקור לממוצע הציטוטים - אתר Scimago

¹⁸ חשוב לציין כי לפי השיטה הנהוגה במאגר Scopus מאמר יכול להיות מסווג למספר שטחים בהתאם לסיווג של כתב-העת בו הוא מופיע

איור 16: התפלגות הפרסומים המדעיים לפי שטחים ושיעורם של הפרסומים הישראליים מכלל פרסומי העולם בתחום, 2014 לעומת 2018



איור 17 מציג את מדרג השטחים העיקריים בישראל לעומת העולם בתקופה האחרונה (2014-2018). חשוב להדגיש כי דירוג השטחים מושפע מתרבות הפרסומים השונה בכל אחד בתחומי המחקר. השטח בעל הדירוג הגבוה ביותר בישראל הוא רפואה: כ-30% מפרסומי ישראל, בכל התקופות שנבדקו, מסווגים לשטח זה, ובאופן דומה לעולם.

הבדלים ראויים לציון במדרג השטחים בין ישראל לעולם הם:

(1) שטחים בעלי דירוג נמוך בישראל בהשוואה לעולם

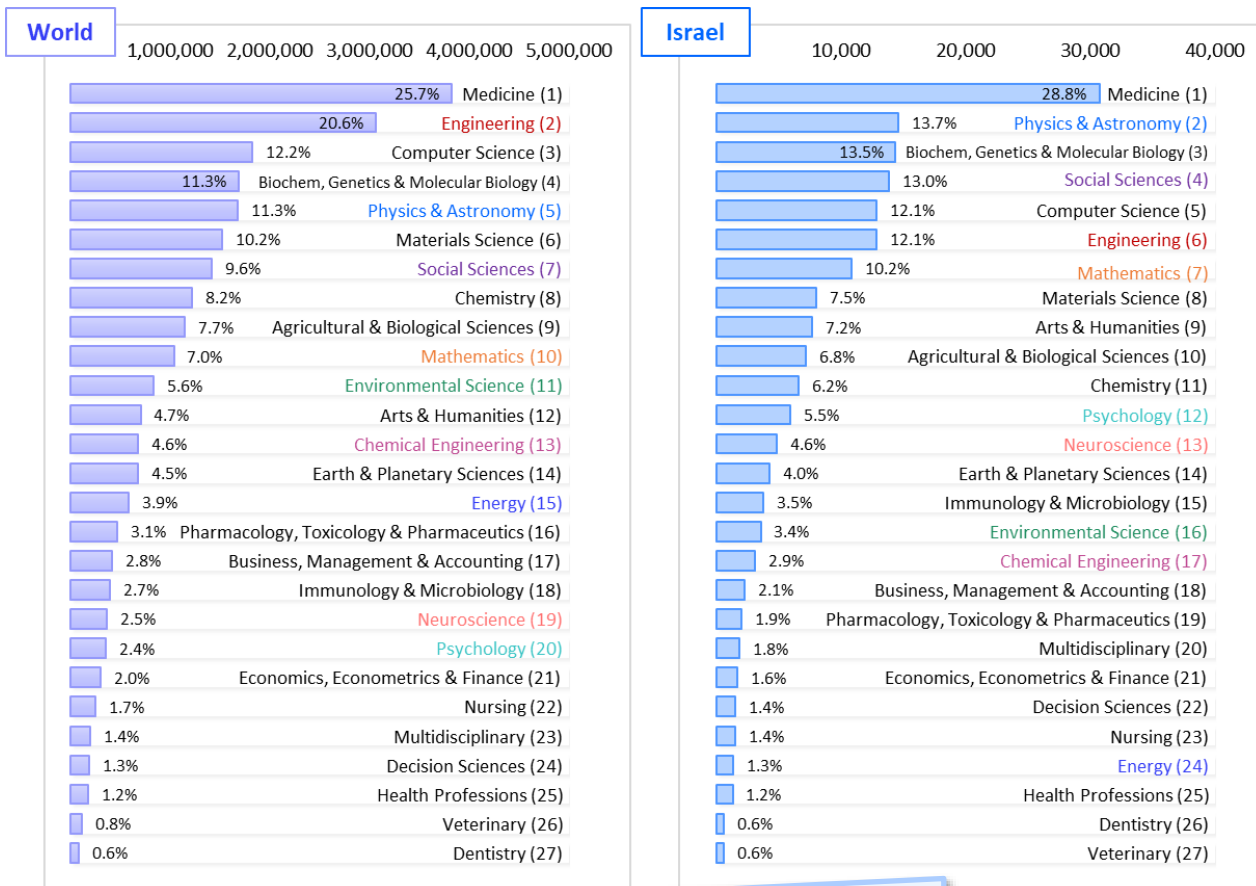
- אנרגיה: מקום 15 בעולם; מקום 24 בישראל
- סביבה: מקום 11 בעולם; מקום 16 בישראל
- הנדסה: מקום 2 בעולם; מקום 6 בישראל
- הנדסה כימית: מקום 13 בעולם; מקום 17 בישראל

(2) שטחים בעלי דירוג גבוה בישראל בהשוואה לעולם

- **מתימטיקה:** מקום 7 בישראל; מקום 10 בעולם
- **פיסיקה:** מקום 2 בישראל; מקום 5 בעולם
- **פסיכולוגיה:** מקום 12 בישראל; מקום 20 בעולם
- **מדעי המוח:** מקום 13 בישראל; מקום 19 בעולם

ההבדלים במדרג השטחים השונים בין ישראל לעולם מתבטאים בתרומת ישראל לפרסומי העולם על פי שטחים, כפי שניתן לראות באיור 16. בכלל השטחים ירד חלקה של ישראל בפרסומי העולם בתקופה האחרונה, מהסיבות שתוארו לעיל. אולם ניתן לראות כי בשטחים פסיכולוגיה, מדעי המוח ומתימטיקה 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 17: התפלגות הפרסומים המדעיים לפי שטחים – ישראל בהשוואה לעולם, 2014-2018



האחוזים מציינים את שיעור הפרסומים בכל תחום מכלל פרסומי ישראל והעולם בהתאמה

התמונה הביבליומטרית הכללית מצביעה על כך שהישגי ישראל, כפי שהם מתבטאים במספר הפרסומים ובמדדי השפעה מדעית, אינם גבוהים ביחס למדינות נבחרות ולעולם. ויותר מכך, אף יורדים בהשוואה בינלאומית במהלך השנים.

בהשוואה בינלאומית, דירוגה של ישראל ממשיך במגמת ירידה במדדי פריון שונים: מספר הפרסומים, מספר הפרסומים לנפש, חלקה בפרסומי העולם. 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 פריון והשפעה מדעית הן מדינות בהן יש מספר גבוה של פרסומים לנפש, ושיעור גבוה מפרסומי המדינה נכתב בשיתוף פעולה עם חוקרים מחו"ל ומהתעשייה. אלה הכיוונים בהם כדאי לפעול.

הנתונים נאספו ממאגרים ביבליומטריים שונים (כפי שפירטנו לאורך הפרק) והתוצאות שהתקבלו מצביעות על מגמות דומות.

פרק 2: הקשר בין פרסומים מדעיים למענקי מחקר

תפוקות מחקר עיקריות באקדמיה הן פרסומים מדעיים, ולפיכך יש עניין לברר האם וכיצד מענקי מחקר משפיעים על מספר הפרסומים והאימפקט המדעי שלהם. קבלת מענקי מחקר כרוכה בתהליך שיפוט והערכה שמעצם טיבו הינו בעל אופי תחרותי מובהק, מסנן וממייין על פי מדדי מצוינות מדעית ואף עשוי לקבוע סדר עדיפויות. מענקים הניתנים ע"י קרנות ממשלתיות עשויים לקדם סדרי עדיפויות לאומיים; למשל, מחקר שבחן פרסומים בתחום הבינה המלאכותית מצא כי בשנים 2009-2015 כ-80% מהמאמרים הסינים זכו למימון ממשלתי, לעומת 57% מהמאמרים האמריקאים.¹⁹ הקרן הלאומית למדע של ישראל מצהירה במפורש כי "פעילות הקרן מקיפה את כל תחומי המחקר האקדמי ובכללם מדעים מדויקים וטכנולוגיה, מדעי החיים והרפואה, מדעי הרוח ומדעי החברה"²⁰. עם זאת, יש לקרן בנוסף לתוכניות הליבה שלה הפתוחות לכל תחומי המחקר האקדמי גם תוכניות ייעודיות המתקצבות בנפרד מתוכניות הליבה (למשל: המדעים הקוונטיים; רפואה מותאמת אישית).

מקורות תקצוב המחקר האקדמי בישראל

תקציבן של האוניברסיטאות בישראל מורכב ברובו מהתקצוב המופנה מהוועדה לתכנון ותקצוב של המועצה להשכלה גבוהה (להלן ות"ת), כלומר – מתקציב המדינה, ומיעוטו משכר הלימוד. ות"ת מתקצבת את פעילות האוניברסיטאות בשני ערוצים עיקריים: השתתפות ישירה - תקציבים המופנים לאוניברסיטאות בהתאם למודל התקצוב; והשתתפות עקיפה – תקציבים המופנים לחוקרים באמצעות קרנות מחקר; תקציבים המופנים לרכישת ציוד ולפיתוח תשתיות למחקר, וכדומה.

ההשתתפות הישירה בנויה משני מרכיבים: הוראה ומחקר. מרכיב ההוראה מתקצב בהתאם לנוסחה המשקללת את מספר הסטודנטים בכל אוניברסיטה ופרמטרים נוספים. מרכיב המחקר נקבע עבור כל מוסד על פי קריטריונים שונים שעיקרם: זכייה בקרנות מחקר תחרותיות ולא תחרותיות; מספר תלמידי הדוקטורט; פרסומים מדעיים ורמת ההשפעה שלהם ועוד.

ההשתתפות העקיפה מפנה לחוקרים באוניברסיטאות תקציבים עקיפים – מענקי מחקר - באמצעות גופים עצמאיים המתקצבים מחקר (הקרן הלאומית למדע; קרן למחקרים משותפים עם משרד הביטחון; קרן לחינוך ארה"ב-ישראל; ארגונים מדעיים ושיתופי פעולה: CERN, ESRF, קרן המו"פ האירופי ועוד). רובה של השתתפות ות"ת במחקר באופן עקיף מופנית לקרן הלאומית למדע ולקרן המו"פ האירופית.²¹

גופי התמיכה העיקריים למימון מחקר בסיסי באוניברסיטאות הם: הקרן הלאומית למדע (ISF); קרנות דו-לאומיות כמו קרן אמריקה-ישראל (BSF) וקרן גרמניה-ישראל (GIF); קרנות אירופאיות כמו ERC, EU; משרדי ממשלה; רשות החדשנות; פילנתרופיה ומהאקדמיות עצמן.

כלומר, מרבית התקצוב העקיף למחקר באוניברסיטאות מגיע גם הוא (בנוסף לתקצוב הישיר) ממדינת ישראל, באמצעות ות"ת, משרדי ממשלה ורשויות.

ההבדל הוא, שתקצוב עקיף מגיע כמענק מחקר ישירות לחוקרים לאחר תהליך תחרותי של שיפוט והערכה. התהליך התחרותי הינו הכרח המציאות לנוכח הביקוש הרב, ההיצע המוגבל של משרות בסגל האקדמי, תקציבי המחקר המוגבלים וההכרה כי מחקר שאיננו מעולה, לא רק שאיננו תורם, אלא שהוא

¹⁹ Lv, X., & Zhou, P. (2018, September). A comparative study on big data research in China and the USA. In 23rd International Conference on Science and Technology Indicators (STI 2018), September 12-14, 2018, Leiden, The Netherlands. Centre for Science and Technology Studies (CWTS).

²⁰ הקרן הלאומית למדע, "על מצוינות מדעית וזכייה במענקי מחקר - מנקודת מבטה של הקרן", בני גיגר, 2016 (קישור)

²¹ מרכז המחקר והמידע של הכנסת, "תקצוב המחקר האקדמי בישראל", רועי גולדשמידט, 2009

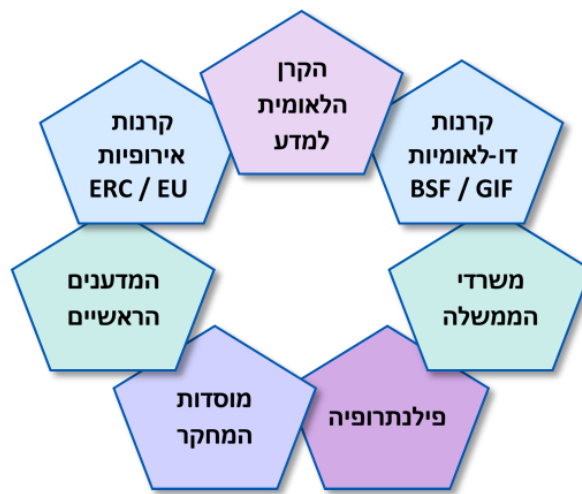
עלול להיות מטעה ומזיק. קבלת מענקי מחקר כרוכה בתהליך שיפוט והערכה שמעצם טיבו הינו בעל אופי תחרותי מובהק, מסנן, ממיין ואף עשוי לקבוע סדר עדיפויות.

תפוקות מחקר עיקריות באקדמיה הן פרסומים מדעיים, ולפיכך יש עניין לברר האם וכיצד מענקי מחקר משפיעים על מספר הפרסומים והאימפקט המדעי שלהם.

מעקב אחר פרסומים מדעיים שנכתבו בעקבות מחקר מדעי שזכה למענקי מחקר אינו פשוט: רישום מענקי המחקר בגוף הפרסום אינו תמיד מחייב, ומופיע יותר בשנים האחרונות; גורמי מימון המענק מופיעים לעתים בשמות שונים, או משתנים (למשל, משרדי ממשלה בישראל); מאגרי המידע הביבליומטריים אוספים ומנתחים נתוני מענקים בעיקר בשנים האחרונות. לפיכך, יש לראות בנתונים בפרק זה תמונה כללית בלבד, כנראה בהערכת חסר, המציעה קו-בסיס לניתוחים דומים בשנים הבאות.

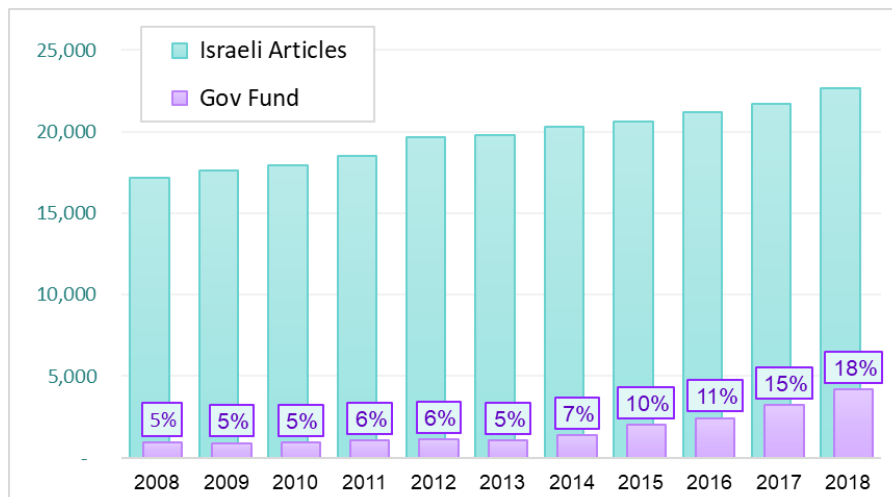
באזור 18 ניתן לראות את גופי התמיכה העיקריים המשתתפים במימון המחקר הבסיסי בישראל.

איור 18: גופי התמיכה העיקריים למימון מחקר בסיסי בישראל²⁰



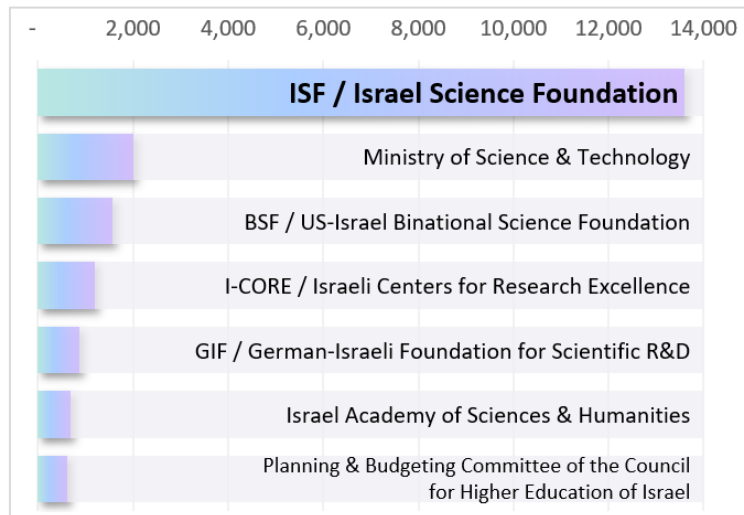
באזור 19 מופיע שיעור הפרסומים הישראליים שזכו למענקי מחקר (וציינו זאת) מהמקורות הממשלתיים הישראליים המובילים במימון מחקרים (ראו בהמשך איור 20) מכלל פרסומי ישראל בשני העשורים האחרונים. ניתן לראות שעד 2013 שיעור זה היה כ-5% ומאז עלה ל-18% ב-2018.

איור 19: שיעור פרסומי ישראל שציינו מענקי מחקר ממקורות ממשלתיים ישראלים מכלל פרסומי ישראל, 2008-2018



איור 20 מציג את 7 הקרנות הממשלתיות הישראליות העיקריות שמופיעות ברשימת מקורות המימון (funding sponsor) של פרסומים ישראלים בשנים 2008-2018. הקרן הישראלית למדעים מובילה את הרשימה עם השתתפות במימון של למעלה מ-13,500 מאמרים בתקופה שבדקה. חשוב לחזור ולציין שיתכן ויש פרסומים נוספים שזכו למימון אך לא ציינו זאת בגוף המאמר ולכן לא נכללו בספירה. חלק מהפרסומים הישראלים נכתב בשיתוף עם חוקרים ממדינות אחרות, וישנם מאמרים שבהם מופיע יותר ממקור אחד ברשימת מקורות המימון – שעשויים לכלול מקורות ישראלים וזרים.

איור 20: קרנות ממשלתיות עיקריות שציינו ברשימות מקורות המימון (funding sponsor) של מאמרים ישראלים²², 2008-2018



» הקרן הלאומית למדע - Israel Science Foundation (ISF)

כדי לתאר את השפעת מענקי המחקר בישראל על פרסומי ישראל, בחרנו לנתח את המאמרים שציינו בגוף הפרסום מימון של הקרן הלאומית למדע (ISF) - שהינה קרן המחקר התחרותית המרכזית בישראל למימון מחקר בסיסי.

הקרן הוקמה לפני כשלושה עשורים בהוראת ממשלה באמצעות האקדמיה הלאומית למדעים ובתקצוב של ות"ת ונקראה "הזרוע למחקר בסיסי" ותקציבה באותה עת היה קטן יחסית (בשנת 1981 כחצי מיליון דולר). בשנת 1995 הפכה הקרן לעמותה עצמאית והיא פועלת באמצעות מועצה, הנהלה אקדמית, וועד מנהל. הקרן הינה קרן תחרותית המנהלת על-פי קריטריונים של מצוינות אקדמית והפרויקטים הנבחרים נשפטים על ידי חוקרים עמיתים.

השנה (2018-2019) מחלקת הקרן הלאומית למדע למעלה מ-600 מיליון ₪ בכל תכניתיה לכ-2,000 פרויקטים. ראוי לציין כי תקציב הקרן גדל ב-5 השנים האחרונות פי 2.7, והקרן חותרת לצמיחה נוספת בסדר גודל דומה בתכנית החומש הבאה.

הקרן הלאומית למדע היא הגוף המרכזי המממן, תומך ומקדם את המחקר הבסיסי והתרגומי במדינת ישראל. מטרתה להעריך, לבחור ולתמוך בהצעות למחקר בסיסי הראויות למענקי מחקר, על בסיס האיכות המדעית וללא קשר להשתייכות מוסדית.

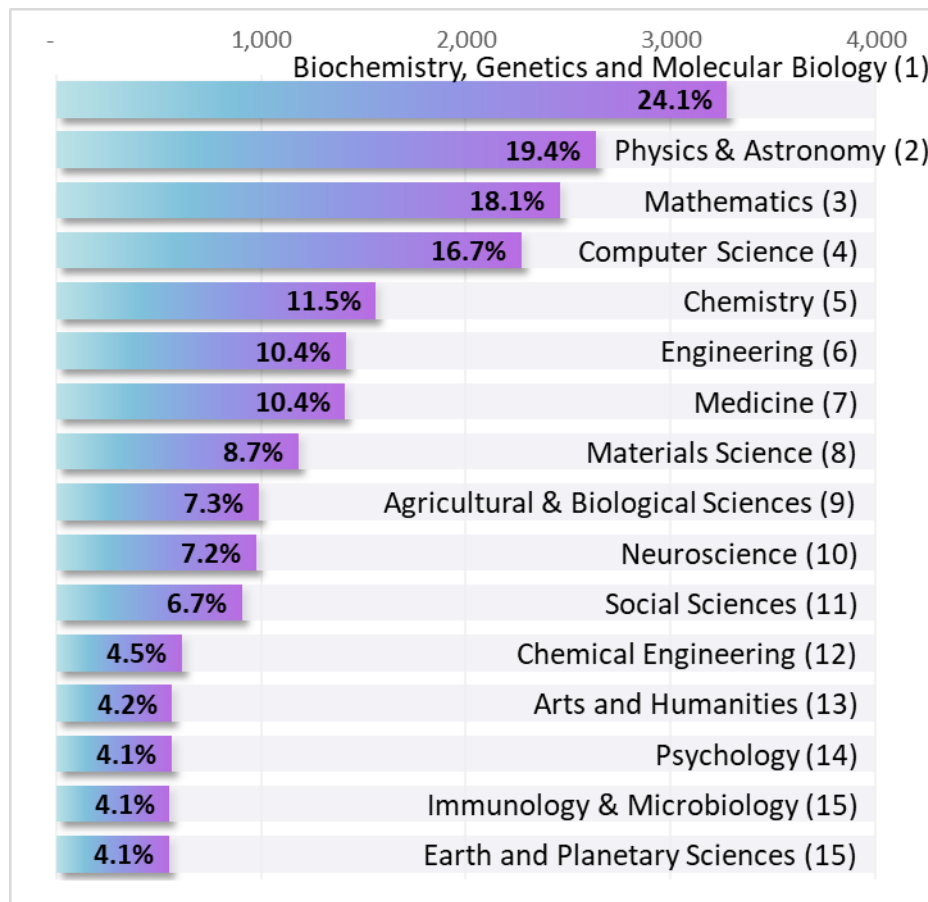
²² האיור לא בהכרח משקף יחסי כוחות של תקציבים, אלא תפוקות מחקר

הקרן תומכת בתכניות מחקר מגוונות, מסייעת בקיום סדנאות מחקר ומשתתפת ברכישת ציוד מדעי. תכניות הקרן מחולקות לתכניות ליבה, הממומנות מתקציב הבסיסי, ולתכניות ייעודיות, הממומנות מתקציב ייעודי הנוסף לתקציב הבסיסי.

מענקי המחקר של הקרן ניתנים על בסיס תחרותי, על פי מדדי מצוינות מדעית. לצורך זה מפעילה הקרן מערכי שיפוט והערכה ארציים ובין-לאומיים בסיוע אלפי מדענים מובילים בארץ ובעולם.

פעילות הקרן מקיפה את כל תחומי המחקר האקדמי ובכללם מדעים מדויקים וטכנולוגיה, מדעי החיים והרפואה, מדעי הרוח ומדעי החברה^{20, 23}. באיור 21 ניתן לראות את התפלגות המאמרים שציינו כי זכו למענק מקרן ISF לפי תחומי מחקר. חשוב לציין שמספר הפרסומים מושפע מתרבות הפרסומים בכל תחום²⁴.

איור 21: תחומי המחקר²⁵ העיקריים של מאמרים ישראלים שנכתבו בתמיכת קרן ISF, 2008-2018



באיור 22 מתואר מספר הפרסומים של ישראל המציינים מימון של ISF כשיעורם מכלל פרסומי ישראל במהלך העשור החולף, ושיעור המאמרים שפורסמו במקורות מסוג Open Access (OA). ניתן לראות כי שיעור המאמרים שציינו השתתפות של ISF במימון המחקר ופורסמו במקורות מידע פתוחים (OA)

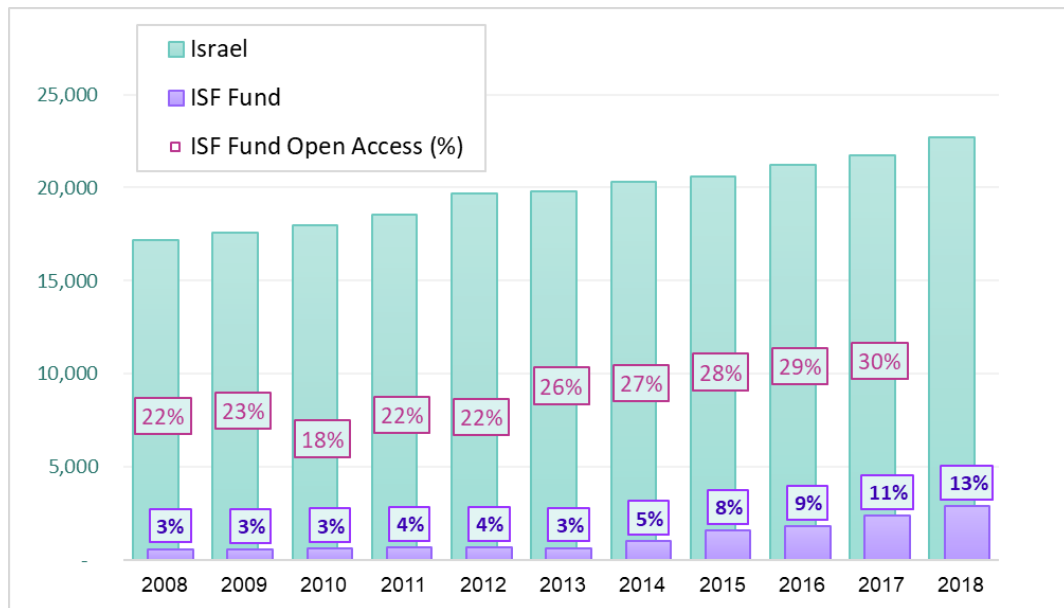
²³ הקרן הלאומית למדע, "דין וחשבון שנתי - תשע"ט 2018/19", 2019 (קישור)

²⁴ למשל, בתחומים הקשורים בביולוגיה מספר הפרסומים גבוה יותר מפרסומים בנושאים של הנדסה ומחשבים

²⁵ במאגר סקופוס - תחומי המחקר נקבעים לפי הנושא של כתב-העת בו פורסם המאמר. מאמרים שפורסמו בכתבי-עת הקשורים למספר קטגוריות נספרים עבור כל אחד מהנושאים ולכן סכום האחוזים עשוי להיות גדול מ-100%

עלה מ-18% ב-2010 ל-30% ב-2017²⁶. ראוי לציין כי בדצמבר 2018 הכריזה הקרן הלאומית למדע על הקמת פלטפורמת פרסום מדעי חדשה בהנגשה פתוחה שתאפשר פרסום מיידי מוגש (OA) למאמרים ולכל נתוני המקור המשויכים אליהם. פרופ' בני גיגר, יו"ר ההנהלה האקדמית של הקרן, ציין כי: "אנו מצפים שפלטפורמת המחקר הפתוח של הקרן, ISF Open Research הכוללת סיקור עמיתים מקצועי ושקוף, תספק חשיפה מצוינת למדע הישראלי לקהלים רחבים ברחבי העולם"²⁷.

איור 22: שיעור פרסומי ישראל במימון ISF - מכלל פרסומי ישראל ושיעורם במקורות מסוג Open Access, 2008-2018²⁶

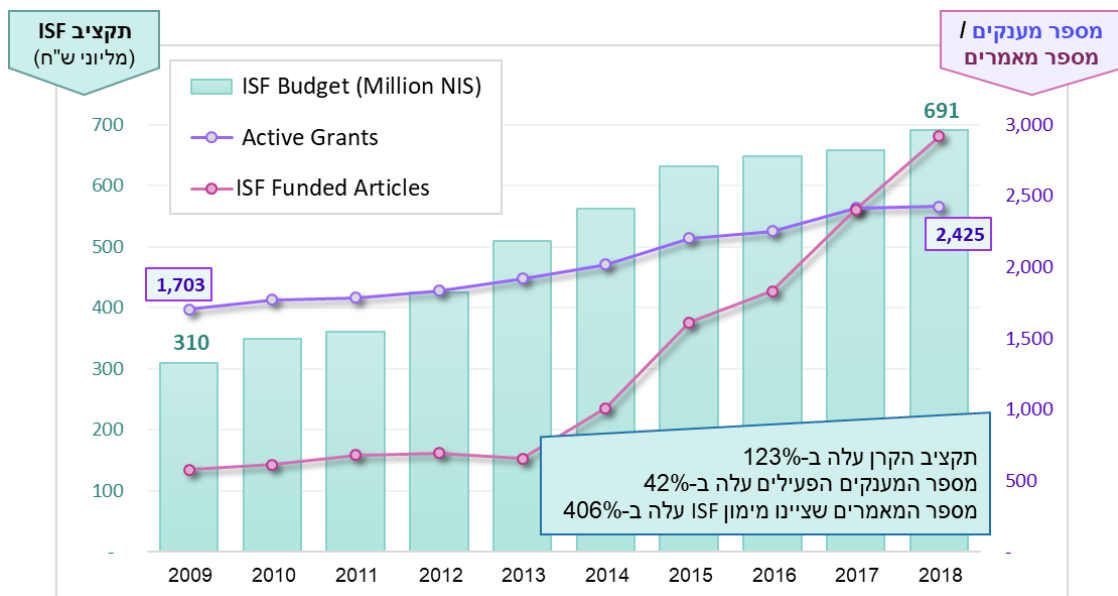


ככלל, פרסומים במימון ISF מהווים כיום קרוב ל-40% מכלל הפרסומים שנרשם בהם מימון, ואכן, ISF היא קרן המענקים שהניבה את מספר הפרסומים הגדול ביותר בפרסומי ישראל (מכלל קרנות המימון). איור 23 מתאר את השינוי בתקציב הקרן הלאומית למדע, מספר המענקים הפעילים ומספר הפרסומים בשנים 2009-2018:

²⁶ במדד זה הנתונים ל-2018 אינם סופיים בעת כתיבת הפרק ולכן אינם מוצגים

²⁷ הנגשת פלטפורמת פרסום מדעי חדשה בהנגשה פתוחה. הקרן הלאומית למדע. דצמבר 2018 (קישור)

איור 23: תקציב ISF (מיליוני ₪), מענקים פעילים²⁸ ומספר פרסומים במימון הקרן, 2009-2018



ניתן לראות, שיש הקבלה בין הגידול בתקציב הקרן למספר המענקים והפרסומים בתקצובה.

» ההשפעה המדעית של פרסומים במימון הקרן הלאומית למדע (ISF)

ההשפעה המדעית של פרסומים נבחנת כיום בעיקר על סמך נתוני ציטוטים: באופן ישיר - ממוצע ציטוטים לפרסום; שיעור הפרסומים המצויים באחוזונים העליונים של הפרסומים המצוטטים ביותר, או באופן עקיף - שיעור הפרסומים שהופיעו בכתבי העת המובילים (שנקבעו כמובילים על פי מספר הציטוטים שהתקבלו עבורם). מדדים אלה משמשים לצורך הערכה של חוקרים, כתבי-עת, קבוצות מחקר, אוניברסיטאות ומדינות.

להלן דוגמאות לחמישה פרסומים נבחרים שנכתבו בהשתתפות של מענק ISF (בלבד או עם קרן אחת נוספת, שחוברו ללא שיתוף פעולה בינלאומי), וזכו למספר גבוה במיוחד של ציטוטים²⁹:

1) Beck, A., & Teboulle, M. (2009). A fast iterative shrinkage-thresholding algorithm for linear inverse problems. *SIAM journal on imaging sciences*, 2(1), 183-202

מאמר זה פורסם ב-2009 ע"י חוקרים מהטכניון ואוניברסיטת ת"א וזכה ל-4,452 ציטוטים במאגר סקופוס – פי 146 מהממוצע בתחום (FWCI³⁰ 145.59).

2) Rubinstein, R., Bruckstein, A. M., & Elad, M. (2010). Dictionaries for sparse representation modeling. *Proceedings of the IEEE*, 98(6), 1045-1057

מאמר זה פורסם ב-2010 ע"י חוקרים מהטכניון וזכה ל-804 ציטוטים במאגר סקופוס – פי 27 מהממוצע בתחום (FWCI 27.22).

²⁸ המקור לנתונים - אתר הקרן הלאומית למדע (קישור)

²⁹ חשוב לציין שמספר הציטוטים עשוי להיות מושפע משנת פרסום המאמר (מאמרים מוקדמים יותר עשויים לזכות במספר גבוה יותר של ציטוטים עם הזמן)

³⁰ FWCI: Field-Weighted Citation Impact

3) Yirmiya, R., & Goshen, I. (2011). Immune modulation of learning, memory, neural plasticity and neurogenesis. *Brain, behavior, and immunity*, 25(2), 181-213

מאמר זה פורסם ב-2011 ע"י חוקרים מהאוניברסיטה העברית וזכה ל-734 ציטוטים במאגר סקופוס – פי 25 מהמוצע בתחום (FWCI 24.79).

4) Scherz-Shouval, R., & Elazar, Z. (2011). Regulation of autophagy by ROS: physiology and pathology. *Trends in biochemical sciences*, 36(1), 30-38

מאמר זה פורסם ב-2011 ע"י חוקרים ממכון ויצמן וזכה ל-556 ציטוטים במאגר סקופוס – פי 8 מהמוצע בתחום (FWCI 8.44).

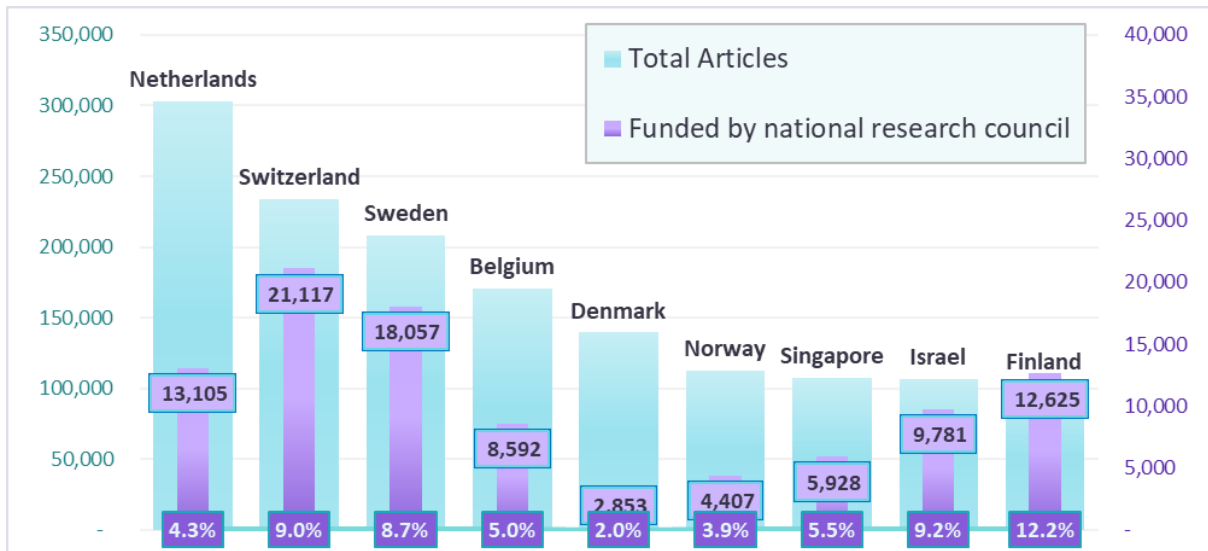
5) Ben-David, U., & Benvenisty, N. (2011). The tumorigenicity of human embryonic and induced pluripotent stem cells. *Nature Reviews Cancer*, 11(4), 268

מאמר זה פורסם ב-2011 ע"י חוקרים מהאוניברסיטה העברית וזכה ל-485 ציטוטים במאגר סקופוס – פי 10 מהמוצע בתחום (FWCI 10.32).

» פרסומים במימון קרנות לאומיות – השוואה בינלאומית

סך תקציב המחקר הבסיסי באמצעות הקרן הלאומית למדע קטן בערך פי 8 מתקציב הקרנות הלאומיות בארה"ב ובערך פי 3-5 מזה של ארצות מערב אירופה (מנורמל למספר התושבים)²⁰. באיור 24 ניתן לראות את שיעור הפרסומים שצינו מענק מהקרן הלאומית של מדינתם בשנים 2014-2018, ישראל בהשוואה למדינות נבחרות; שיעור זה עומד במוצע על 6.7%.

איור 24: שיעור הפרסומים שצינו מענקים מהקרן הלאומית של המדינה – ישראל בהשוואה למדינות נבחרות, 2014-2018



מעניין לציין שבסינגפור - שיעור המאמרים שצינו השתתפות במימון מהקרן הלאומית של סין גבוה משיעור המאמרים שנכתבו במימון הקרן הלאומית למדעים של סינגפור - 7.8% לעומת 5.5%, בהתאמה.

מחקר³¹ שפורסם ב-2019 ובחן את הקשר בין נתוני ציטוטים למימון ממשלתי (ושת"פ בינלאומי) במדינות ה-OECD - קבע כי למימון ממשלתי אין השפעה מובהקת על ממוצע הציטוטים של מאמרים. יתכן שתופעה זו נובעת מכך שתוספת המימון הממשלתי לא בהכרח מנותבת לאוניברסיטאות ולחוקרים שמפרסמים מאמרים שזוכים למספר גבוה של ציטוטים. מחקר³² שפורסם ב-2018 מצא כי ישנן מספר מדינות קטנות שבהן ניתן למצוא קשר חיובי בין גובה המימון הממשלתי לממוצע הציטוטים (בהשוואה למדינות אחרות).

» סיכום

מתוך ניתוח פרסומי ישראל עולה כי למענקי ISF יש תרומה משמעותית למספר הפרסומים המדעיים בישראל ולהשפעה המדעית שלהם. פרסומי ישראל שצינו את ISF במענקים שלהם מקיפים את כל תחומי המחקר האקדמי ובכללם מדעים מדויקים וטכנולוגיה, מדעי החיים והרפואה, מדעי הרוח ומדעי החברה.

תמיכה במסקנה זו מופיעה במחקר שפורסם לאחרונה³³ ומצא כי יש עליה מתמדת בשיעור פטנטים רשומים בארה"ב, בעיקר מהתעשייה, שנסמכים על מימון ממשלתי. יותר מכך, פטנטים שנסמכו על מימון ממשלתי היו גם יותר חדשניים, קיבלו יותר ציטוטים, ותוקפם הוארך יותר מאשר פטנטים שהוגשו ללא תמיכה ממשלתית. פטנטים, במיוחד מהתעשייה, נשענים יותר ויותר על מחקר שנתמך ממשלתי כמקור לידע.

עוד נקבע במאמר זה כי בניגוד למחקר המתבצע בתעשייה, מחקר בסיסי שנתמך ממשלתי (לרוב באקדמיה) מהווה נכס ציבורי אשר ניתן ליישום בתעשיות רבות ושונות ולמשך שנים רבות. מימון ממשלתי מתדלק את החדשנות שמובילה ליצירת משרות, תעשייה תחרותית, והצלחות יזמיות. ולפיכך כדאי לתמוך בו.

³¹ Leydesdorff, L., Bornmann, L., & Wagner, C. S. (2019). The relative influences of government funding and international collaboration on citation impact. *Journal of the Association for Information Science and Technology*, 70(2), 198-201.

³² Sandström, U., & Van den Besselaar, P. (2018). Funding, evaluation, and the performance of national research systems. *Journal of Informetrics*, 12(1), 365-384.

³³ Fleming, L., Greene, H., Li, G., Marx, M., & Yao, D. (2019). Government-funded research increasingly fuels innovation. *Science*, 364(6446), 1139-1141.

פרק 3: דירוגי אוניברסיטאות

דירוגי אוניברסיטאות מהווים מוקדי עניין לגורמים שונים בעלי מניעים משתנים: סטודנטים לעתיד יתעניינו במדדי הוראה ותעסוקת בוגרים; חוקרים יתעניינו במדדי מצוינות במחקר ובינלאומיות; מדינות יתעניינו בנוסף לאלה גם במדדים של קשרי תעשייה, מוניטין אקדמי, מימון ומשאבים.

מחקר³⁴ שפורסם ב-2016 קבע כי דירוגים עולמיים מהווים תופעה בינלאומית שמשקפת את הגלובליזציה של ההשכלה הגבוהה והתחרות האדירה על גיוס טאלנטים של חוקרים, סטודנטים ומשאבים. ישנה חשיבות רבה בהבנת המתודולוגיות המשמשות לעריכת הדירוגים לפני ביצוע פעולות מדיניות שעשויות להיות להן השלכות על המיקום בדירוגים.

הדירוגים הבינלאומיים משתמשים במדדים וקריטריונים שונים למדידת מצוינות; ניתן לסווג את המדדים למספר תחומים: מוניטין אקדמי, מחקר, חדשנות והעברת טכנולוגיות מהאקדמיה לתעשייה (technology transfer), הוראה, אוריינטציה בינלאומית, רלבנטיות, פוטנציאל תעסוקה, משאבים ומקורות מימון, פעילות מדעית.

השימוש בדירוגים אלו עלה משמעותית בעשורים האחרונים, ועמו הדיון בדיוק ובתועלת של הדירוגים השונים במקביל להפיכת הדירוג עצמו למטרה. העליה בסוגי המתודולוגיות והביקורת מצביעה על כך שאין הסכמה גורפת בנושא, ועם זאת, מיוחדת לדירוגים אלה תשומת לב רבה ונדעות להם גם השלכות מעשיות וכלכליות. נתוני הדירוג האקדמי של אוניברסיטאות בעולם צוטטו בהרחבה ויושמו כנקודת התחלה לזיהוי נקודות חוזק וחולשה במערכת ההשכלה הגבוהה של מדינות שונות, וכן כמנוף לשינוי וליזמות חדשות במערכת החינוך שלהן.

לא קיימת מערכת דירוג שניתן להגדיר אותה כאידיאלית. הגופים שמבצעים את הדירוגים מעדכנים את המתודולוגיות מדי שנה במטרה לשפר את היעילות והדיוק של הדירוגים³⁵ (לדוגמה, מספר האוניברסיטאות בדירוג שנחאי עלה מ-501 ב-2009 ל-1,000 ב-2019). למרות הביקורת הרבות, דירוגי האוניברסיטאות צברו פופולריות רבה מאז החלו לפעול בשנת 2003, והם כאן כדי להישאר. דירוגים אלו צברו כח כלכלי המשפיע על כל הגורמים המעורבים.

בפרק זה נסקור בקצרה 3 דירוגים ותיקים ומשפיעים, כדי לעמוד על ההבדלים ביניהם (תיאור מורחב של המתודולוגיות מופיע בנספח). לשם השוואה, יוצגו המוסדות המובילים בכל אחד מ-3 דירוגים אלה, וכן דירוג של אוניברסיטאות ישראל.

השוואת מתודולוגיות של הדירוגים הבינלאומיים³⁶

דירוג שנחאי / Shanghai Ranking / ARWU מתמקד בנתונים של מדענים מובילים (חתי פרס נובל וחוקרים מצוטטים ביותר - Highly Cited Researchers³⁷) ופרסומים מדעיים. 6 האינדיקטורים כוללים: מספר בוגרים ואנשי סגל שזכו בפרסי נובל ופרסים נבחרים אחרים בתחומי מחקר שונים (30%); מספר חוקרים מצוטטים ביותר (20%); מספר המאמרים שפורסמו בכתבי-העת Science ו-Nature (20%); מספר המאמרים שנכללים במאגרים SCIE ו-SSCI (20%); ביצוע

³⁴ Shehatta, I., & Mahmood, K. (2016). Correlation among top 100 universities in the major six global rankings: policy implications. *Scientometrics*, 109(2), 1231-1254.

³⁵ Minar, Sarwar J.. (2018). Understanding world university rankings.

³⁶ יש לציין שהמתודולוגיות של הדירוגים עשויות להשתנות מדי שנה. התיאור מתייחס למתודולוגיה של הדירוג האחרון שפורסם

³⁷ Highly Cited Researchers ([website](#))

אקדמי פר חוקר המחושב באמצעות נרמול 5 המדדים הראשונים לפי מספר החוקרים באוניברסיטה (10%).

דירוג Quacquarelli Symonds / QS מתבסס על מדדי מוניטין אקדמי שמחושבים באמצעות סקרים שמופצים לחוקרים ומעסיקים (50%); נתוני ציטוטים (20%); יחס סגל/סטודנטים (20%); נתוני סטודנטים זרים וחברי סגל בינלאומיים (10%). האוניברסיטאות מספקות את הנתונים שמתייחסים לסטודנטים ולחברי הסגל.

דירוג Times Higher Education / THE מתבסס על 5 אינדיקטורים ראשיים: 3 מדדים אקדמיים (90%) הנקבעים עפ"י הוראה ומחקר; 2 המדדים הנוספים (10%) מחושבים לפי נתוני בינלאומיות וקשרי אקדמיה-תעשייה. כ-30% מהציון המשוקלל נקבע על בסיס מדדי הוראה (הכוללים: מוניטין אקדמי, יחס סגל/סטודנטים, נתוני דוקטורנטים והכנסות); מדדי מחקר (תשומות ותפוקות) (30%); מדדי ציטוטים והשפעה מדעית (30%); בינלאומיות (7.5%) – שיעור חברי סגל וסטודנטים זרים, שת"פ בינלאומי במחקר; הכנסות מקשרי תעשייה / knowledge transfer (2.5%). האוניברסיטאות מספקות מדי שנה את נתוני הסטודנטים, חברי סגל וההכנסות.

טבלה 1 מסכמת בקצרה את ההבדלים העיקריים בין 3 הדירוגים האוניברסיטאיים המובילים³⁸.

טבלה 1: השוואה בין 3 דירוגי אוניברסיטאות נבחרים

Times Higher Education THE	Quacquarelli Symonds QS	Shanghai Ranking ARWU	
2004	2004	2003	שנת התחלת פעילות
1,258	1,000	1,000	מספר אוניברסיטאות בדירוג הכללי / 2019
חישוב משוקלל המתבסס על נתונים אקדמיים שמתקבלים מהאוניברסיטאות בשילוב עם נתונים ביבליומטריים שנאספים ע"י Elsevier	חישוב משוקלל המתבסס על תוצאות סקרים שהופצו למשתתפים נבחרים, נתונים ביבליומטריים ומידע שמתקבל מהאוניברסיטאות	חישוב משוקלל המתבסס על מספרים של חוקרים מובילים עם נתונים ביבליומטריים	מתודולוגיה עיקרית
Scopus / Elsevier	Scopus / Elsevier	WoS / Clarivate ³⁹	מקורות לנתונים ביבליומטריים
5 מדדים ראשיים המורכבים מ-13 אינדיקטורים משניים	6	6	מספר אינדיקטורים
- הכנסות ממחקר - הכנסות מקשרי אקדמיה-תעשייה	- מוניטין אקדמי - תוצאות סקר גלובלי של מעסיקים לגבי האוניברסיטאות המועדפות לגיוס בוגרים	- מספר בוגרים ואנשי סגל שזכו בפרס נובל / פרסי מדע אחרים - מספר חוקרים ב-HCR - מאמרים שפורסמו ב-Nature / Science	מדדים יחודיים
#1 Oxford #2 Cambridge #3 Stanford #4 MIT #5 Caltech #6 Harvard #7 Princeton #8 Yale #9 Imperial College London #10 Chicago	#1 MIT #2 Stanford #3 Harvard #4 Caltech #5 Oxford #6 Cambridge #7 ETH Zurich #8 Imperial College London #9 Chicago #10 UCL	#1 Harvard #2 Stanford #3 Cambridge #4 MIT #5 UC Berkeley #6 Princeton #7 Oxford #8 Columbia #9 Caltech #10 Chicago	10 אוניברסיטאות מובילות / 2019
6	6	7	מספר אוניברסיטאות ישראליות בדירוג הכללי / 2019
0	0 העברית במקום #154	1	מספר אוניברסיטאות ישראליות בין 100 הראשונות / 2019
פוחחה שיטה יחודית לספירת מאמרים (fractional counting) עתירי מחברים	בחישוב נתוני הציטוטים לא נלקחים בחשבון ציטוטים עצמיים	הספירה כוללת מאמרים מכתבי-עת בלבד. לא נספרים מאמרי review	הערות

3 הדירוגים שהוצגו בודקים נתונים שונים זה מזה (אם כי יש חפיפה חלקית ביניהם), באוריינטציה שונה (כל משימות האוניברסיטה לעומת רק חלק מהן), ובכלים שונים (סוג מאגרי המידע; אוכלוסיית הנתונים; אופן החישוב). מעניין איפא לבחון את תוצאות הדירוגים השונים.

³⁹ Web of Science / Clarivate Analytics

מידת ההתאמה בין דירוגי האוניברסיטאות

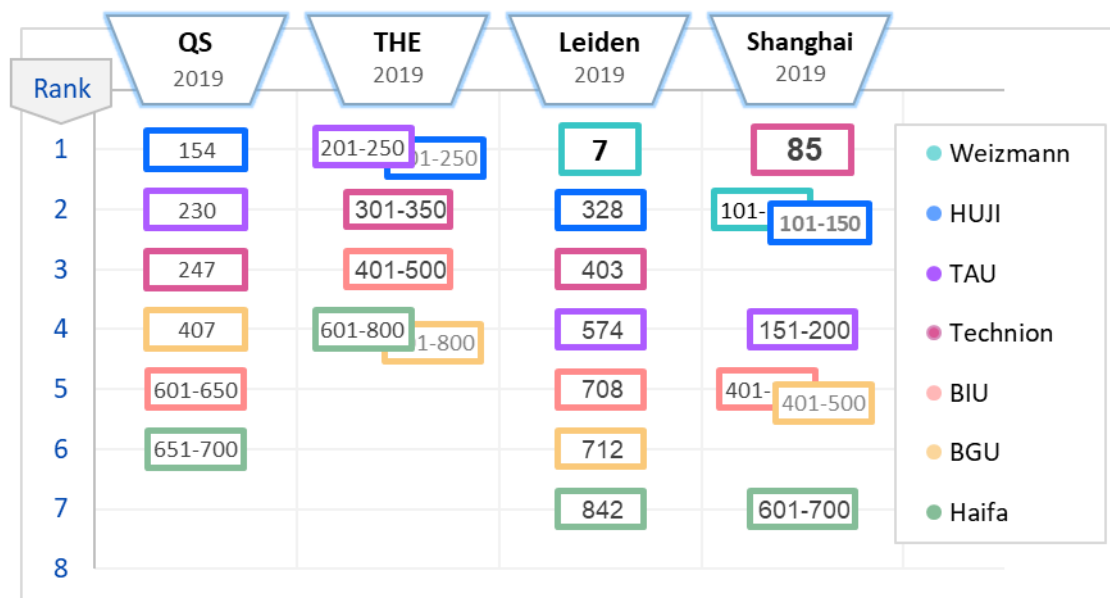
רמת המצוינות האקדמית המשתקפת בדירוגי האוניברסיטאות הינה נושא שנוי במחלוקת. ניתן לראות את ההבדלים בתוצאות באמצעות בדיקת החפיפה בין הדירוגים: מידת החפיפה בין 100 המקומות הראשונים בדירוג שנחאי 2015 לדירוג QS 2015-16 כוללת 60 אוניברסיטאות; בין שנחאי 2015 ל- THE - 66 אוניברסיטאות; ובין QS ל- THE (באותה תקופה) – 75. אם מוסיפים להשוואה את דירוג ליידן ו- U-Multirank⁴⁰ - מקבלים 35 אוניברסיטאות שמופיעות בין 100 הראשונות של 5 הדירוגים הנ"ל.⁴¹

בבדיקת מידת החפיפה בין 10 המקומות הראשונים ב-3 הדירוגים (טבלה 1) ניתן לראות ש-7 מהאוניברסיטאות מופיעות בעשר המקומות הראשונים של 3 הדירוגים שנבדקו: MIT, הרווארד, סטנפורד, קיימברידג', אוקספורד, קאלטק ו-שיקאגו; 2 אוניברסיטאות מופיעות ב-2 מהעשיריות הראשונות, ו-5 אוניברסיטאות מופיעות בעשיריה המובילה של דירוג אחד בלבד. סה"כ יש 14 אוניברסיטאות שונות שמופיעות ב-10 המקומות הראשונים של 3 הדירוגים. כלומר, למרות שהדירוגים בנויים ממדדים שונים ובצירופים שונים, התוצאות לרוב אינן שונות כל כך ביניהם ומלמדות על כך שהמשתנים השונים בכל דירוג אינם בלתי-תלויים.

מחקרים שהשוו בין הדירוגים מצאו כי לדירוג שנחאי עשויה להיות הטובה ביותר לטובת אוניברסיטאות אמריקאיות; QS ו- THE – עשויים להיות מכוונים לטובת המדינות האנגלו-סקסיות; לדירוג ליידן – עשויה להיות הטובה ביותר לטובת מדינות אסייתיות מתפתחות, ול- U-Multirank לטובת אוניברסיטאות אירופיות.

האיור הבא מציג את הדירוג של אוניברסיטאות ישראל בארבעת הדירוגים⁴². המספרים בשחור מציינים את המיקום של כל אוניברסיטה במדד; המספרים הכחולים מציינים את הדירוג של כל אוניברסיטה ביחס לאוניברסיטאות הישראליות שמופיעות בדירוג.

איור 25: מיקום אוניברסיטאות ישראל בדירוגים עולמיים נבחרים



⁴⁰ U-Multirank university rankin ([source](#))

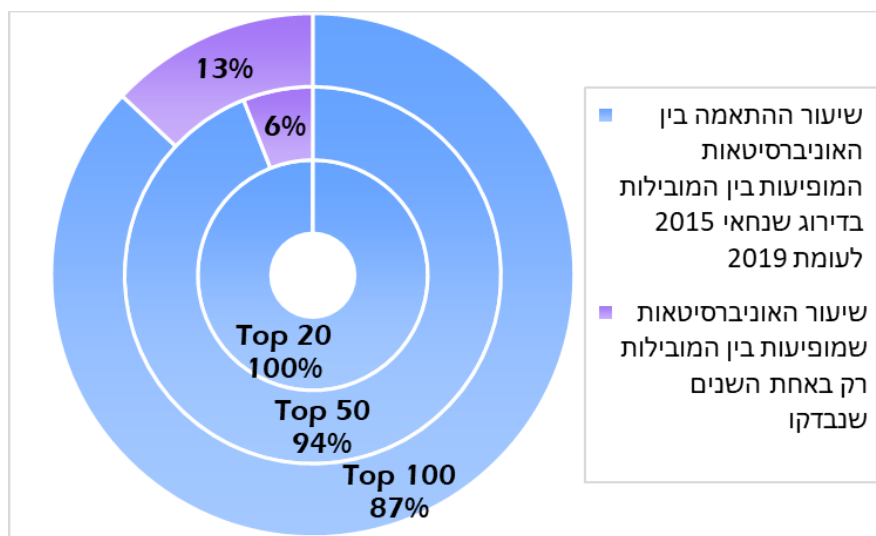
⁴¹ Benito, M., Gil, P., & Romera, R. (2019). Funding, is it key for standing out in the university rankings?. *Scientometrics*, 1-22.

⁴² מכון ויצמן לא נכלל בחלק מהדירוגים כי אינו מלמד לתואר ראשון

מהאיור עולה שבכל ארבעת הדירוגים נשמר סדר הקבוצות (קבוצה 1: מכון ויצמן, העברית, תל אביב, הטכניון; קבוצה 2: בר אילן וכן גוריון; קבוצה 3: חיפה), אך יש הבדלים בתוך הקבוצות.

באיור 26 ניתן לראות את מידת ההתאמה בין רשימות האוניברסיטאות המובילות שמופיעות בדירוג שנחאי בשתי שנים שונות: 2015 לעומת 2019. מצאנו כי 87 מהאוניברסיטאות שדורגו בין 100 המובילות של 2019 הופיעו גם במאיה הראשונה של 2015 (87%); 47 מבין 50 המובילות של 2019 דורגו בין 50 המובילות של 2015 (94%); 20 מהאוניברסיטאות המובילות של 2019 דורגו בין 20 המובילות של 2015 (100% התאמה). כלומר, למרות שיש שינויים עם הזמן בדירוג האוניברסיטאות (ראו איור 28), הם קטנים ככל שמתקרבים לצמרת הדירוג: אוניברסיטאות בעשירונים העליונים של הדירוג שומרות על מקומן לאורך שנים.

איור 26: מידת ההתאמה בין האוניברסיטאות המובילות בדירוג שנחאי 2015 לעומת 2019



ביקורת על דירוגי האוניברסיטאות

עשרות המאמרים שנכתבו על דירוגי האוניברסיטאות מתייחסים לבעיות שונות במתודולוגיות של תהליכי הדירוג הנובעות בעיקר מבחירת המדדים (האם אכן נבחרו המדדים הטובים ביותר להערכת המצויינות, או שנבחרו מדדים שקל לאסוף), וחלוקת משקל סובייקטיבית בחישוב המדדים - שמשפיעה על הציון המשוקלל והמיקום בדירוג. דוגמאות לבעיות נוספות:

- הטיות בדירוג הנגרמות בגלל תחומי המחקר שבהן מתמחות האוניברסיטאות: ישנם תחומי מחקר שבהם דינמיקת הציטוטים גבוהה יותר מתחומים אחרים – עובדה שעשויה להשפיע על החישוב המשוקלל
- הרכב המקורות המשמשים לחישוב הנתונים: בקורת על דירוגים המסתמכים בעיקר על מידע ביבליומטרי; סובייקטיביות וקושי לחזור ולאמת תוצאות בדירוגים המסתמכים בעיקר על סקרים
- רוב הדירוגים אינם משתמשים בנתוני פטנטים⁴⁴ ולכן אינם משקפים את התרומה של האוניברסיטאות להעברת טכנולוגיה וקשרי אקדמיה-תעשייה
- דירוג שנחאי אינו סופר מאמרי סקירה (review) – שמתעדים מחקרים בשלבי בשלות מתקדמים וצוברים בדרך כלל מספר גבוה של ציטוטים

- דירוג שנחאי סופר מאמרים מכתבי-עת בלבד, שלא משקפים תחומים כמו הנדסה – שבהם חלק ניכר מהפרסומים מופיע בכנסים
- הטיות הנגרמות מהעובדה שהדירוגים הבינלאומיים מסתמכים בעיקר על מאמרים שפורסמו באנגלית / בכתבי-עת שמתפרסמים באנגלית
- הטיות הנגרמות מהגודל והותק של האוניברסיטאות: לאוניברסיטאות ותיקות וגדולות יותר יש בדרך כלל יתרונות שמתבטאים בחישוב הנתונים, ולא דוקא נובעים מהמציאות של המוסדות
- אפקט העיגון (anchoring effect) – עשוי להשפיע על דירוגים שנעזרים בסקרי מוניטין (THE, QS) היות והתשובות של המשתתפים בסקרים עלולות להיות מושפעות מתוצאות של דירוגים קודמים⁴³
- יש הטוענים כי הדירוגים האוניברסיטאיים המובילים מודדים (חלקית) את הפעילות המחקרית של האוניברסיטאות ולא משקפים את איכות ההוראה
- לבחירה בסוגי הפרסים הנספרים בדירוגים – השפעה משמעותית על תוצאות הדירוג
- חלוקת המשקל שנקבע לכל אחד מהאינדיקטורים בחישוב הציון המשוקלל – נקבעת על סמך דעתם הסובייקטיבית של מבצעי הדירוג ויש לה השפעה משמעותית על הדירוג
- הפרשים קטנים בציון המשוקלל עלולים להתבטא בהבדלים משמעותיים במיקום של האוניברסיטאות בדירוג
- לעתים יש שינויים גדולים בדירוגו של מוסד בין שנה לשנה. שינויים דרסטיים בדירוגים עשויים להצביע על בעיות במתודולוגיה של הדירוג ולא דווקא בביצועי האוניברסיטאות⁴⁴, שהשפעתם אינה מיידית. דוגמה לכך אפשר למצוא בתנודות של הטכניון בדירוגי שנחאי של 2016 / 2017 / 2018 (עליה של 24 מקומות וירידה של 16); חלק מהתנודות נבעו מכניסה של 2 חוקרי טכניון לרשימות ה-HCR השנתיות (שתורמות 20% לציון הכולל).

☞ השפעת הדירוגים על קווי מדיניות של אוניברסיטאות ומדינות

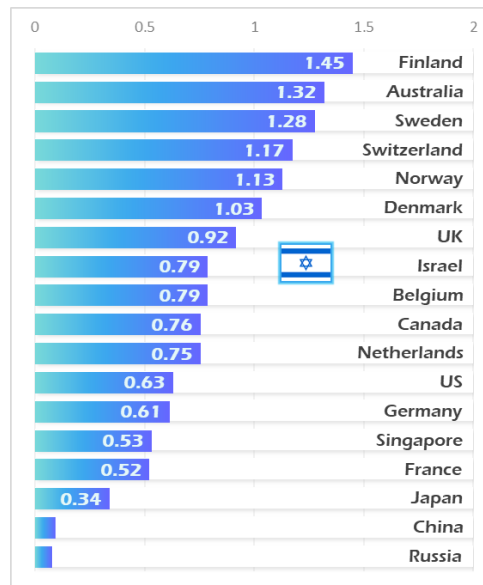
מספר האוניברסיטאות בעולם גבוה מ-16,000; מספר האוניברסיטאות שמופיעות בין 100 הראשונות באחד מ-3 הדירוגים המובילים³⁸ קטן מ-1%; אוניברסיטאות אלו מוגדרות כ- WCU: World-Class University -⁴⁵ איור 27 מציג את מספר האוניברסיטאות שנכנסו לדירוג הכללי של שנחאי ביחס לגודל האוכלוסייה של המדינות (האיור כולל אך ורק את 18 המדינות שאוניברסיטאות שלהן הצליחו להתברג למאיה המובילה של דירוג שנחאי 2019).

⁴³ Safón, V. (2019). Inter-ranking reputational effects: an analysis of the Academic Ranking of World Universities (ARWU) and the Times Higher Education World University Rankings (THE) reputational relationship. *Scientometrics*, 1-19.

⁴⁴ Fernández-Cano, A., Curiel-Marin, E., Torralbo-Rodríguez, M., & Vallejo-Ruiz, M. (2018). Questioning the Shanghai Ranking methodology as a tool for the evaluation of universities: an integrative review. *Scientometrics*, 116(3), 2069-2083.

⁴⁵ Liu, L., & Liu, Z. (2016). The Variation of Universally Acknowledged World-Class Universities (UAWCUs) between 2010 and 2015: An Empirical Study by the Ranks of THEs, QS and ARWU. *Higher Education Studies*, 6(4), 54-69.

איור 27: מספר האוניברסיטאות שמופיעות בדירוג שנחאי 2019 ביחס לגודל האוכלוסייה⁴⁶ של המדינות



ישנן מדינות המייחסות חשיבות רבה לדירוגים ואף משתמשות בתוצאות כאמצעי בתהליכים של הבטחת האיכות האקדמית, בדיקת קריטריונים לשת"פ במחקר, הגבלת מלגות סטודנטים לאוניברסיטאות מובילות בלבד (רוסיה, ערב הסעודית). מדינות אחרות פיתחו כלי מדיניות לעידוד של איחוד של אוניברסיטאות ומרכזי מחקר כדי לחזק אוניברסיטאות קטנות (צרפת, גרמניה, סין, רוסיה, ספרד ואחרות). ישנן מדינות שמשמשות בדירוגים בתהליך ההסמכה של אוניברסיטאות. רוסיה השיקה פרויקט שנקרא 5-100-2020 שמטרתו להכניס לפחות 5 אוניברסיטאות ל-100 המובילות ב-3 דירוגים נבחרים³⁸ עד שנת 2020.³⁴

יפן פיתחה אסטרטגיות ותכניות להגדלת הנראות הגלובלית של האוניברסיטאות היפניות; תכניות אלו כוללות פיתוח שיתופי פעולה בינלאומיים, דגש על מחקר תחרותי, הקמת מרכזי מצוינות בינלאומיים ומשיכת סטודנטים זרים (בשאיפה להגדלת מספר הסטודנטים הזרים מ-100,000 ב-2009 ל-300,000 בשנת 2020).

גרמניה הציגה בשנת 2005 תכנית מצוינות שמטרתה לקדם את המחקר בגרמניה בעקבות יצוג נמוך של אוניברסיטאות גרמניות בדירוג שנחאי. סין החליטה להשקיע בקידום מו"פ באמצעות מימון שערכו דומה ל-EU-27 עד 2018, ולארה"ב עד 2022.

ערב הסעודית היא אחת המדינות שהתקדמותן בדירוגים הבינלאומיים בולטת במיוחד בעקבות השקעות גבוהות בתחום ההשכלה הגבוהה (1.1% מה-GDP) והקמת אוניברסיטאות ברמה עולמית. בערב הסעודית פותח מגוון רחב של כלי מדיניות לקידום המצוינות במערכת האוניברסיטאות. תכניות אלו כוללות הגדלה של אוניברסיטאות נבחרות; מדיניות study-abroad; פיתוח הון אנושי, מחקר וחדשנות; שת"פ עם אוניברסיטאות מובילות בעולם. מאמר⁴⁷ שפורסם ב-2011 מתאר את אחת האסטרטגיות הסעודיות לשיפור המיקום בדירוגים באמצעות הצעת תשלום לחוקרים מובילים בעולם תמורת הוספת שיוך שני (second affiliation) לאוניברסיטה סעודית לצורך הגדלת הספירה ב-HCR (אחד הפרמטרים שמחושבים במדד שנחאי).

⁴⁶ הערכים מנורמלים למיליון נפש

⁴⁷ Bhattacharjee, Y. (2011). Saudi universities offer cash in exchange for academic prestige.

התוצאה – כניסה של אוניברסיטאות סעודיות לדירוגים הבינלאומיים הנחשבים: מספר האוניברסיטאות הסעודיות שנכנסו לדירוג הכללי של שנחאי עלה מ-1 ב-2009 ל-4 ב-2019; עם זאת, אף אחת מהאוניברסיטאות לא נכנסה עדיין ל-100 המקומות הראשונים של דירוג שנחאי.

באזור 28 ניתן לראות את ההבדלים בין מספר האוניברסיטאות של מדינות שונות שמופיעות בין 100 האוניברסיטאות המובילות של דירוג שנחאי בשנת 2009 לעומת 2019. בולטת במיוחד הכניסה של 4 אוניברסיטאות מסין, 2 מבלגיה ו-2 אוניברסיטאות מסינגפור (ל-3 מדינות אלו לא היה יצוג במאיה המובילה של 2009). מספר האוניברסיטאות האוסטרליות במאיה המובילה עלה מ-3 ל-7, והשוויצריות מ-3 ל-5; גם מספר האוניברסיטאות ההולנדיות הוכפל מ-2 ל-4. כלומר, נתוני הדירוג האקדמי של אוניברסיטאות בעולם, אשר צוטטו בהרחבה וישמו כנקודת התחלה לזיהוי נקודות חוזק וחולשה במערכת ההשכלה הגבוהה של מדינות שונות, וכן כמנוף לשינוי וליזמות חדשות במערכת החינוך שלהן - אכן נשאו פרי.

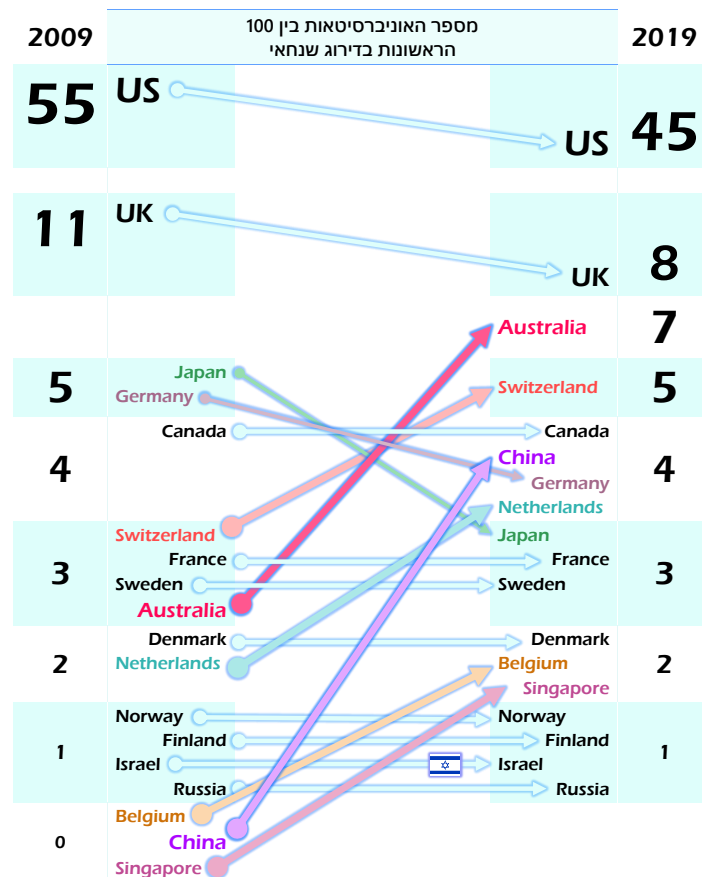
מחקר⁴⁸ שפורסם ב-2018 בחן את הקשרים בין מאפיינים כלכליים ופוליטיים של מדינות לבין המיקום של האוניברסיטאות בדירוגים האוניברסיטאיים. במחקר נמצא קשר בין יציבות פוליטית מתמשכת של מדינות לבין המיקום של המוסדות האקדמיים בדירוגים הבינלאומיים. מחברי המחקר מייחסים זאת, בין היתר, לעובדה שאוניברסיטאות שמתנהלות בסביבה מדינית יציבה מצליחות לצבור הון אנושי וחברתי הנדרש לפעילות מוצלחת ושימור הידע שמועבר מהמומחים האקדמיים לדור ההמשך. חוסר יציבות פוליטית עלול להוביל לבריחת מוחות, שינויים במדיניות המימון ובמבנה הארגוני של המוסדות האקדמיים, ופגיעה במצוינות של האוניברסיטאות.

רוב המדינות שומרות על הרכב קבוע של אוניברסיטאות במאיה המובילה; ישראל היא בין המדינות היחידות שהאוניברסיטה היחידה שלהן שמופיעה במאיה המובילה במדד שנחאי התחלפה מהאוניברסיטה העברית ב-2009 לטכניון ב-2019.

בלגיה והולנד נחשבות כמדינות בנות השוואה לישראל; לשתייהן – עליה ניכרת במספר האוניברסיטאות שמופיעות ברשימת 100 האוניברסיטאות המובילות של דירוג שנחאי בהשוואה של דירוג 2009 לעומת 2019 (איור 29). מעניין לבדוק את ההבדלים בגישות של 2 מדינות אלו לנושא הדירוגים הבינלאומיים.

⁴⁸ Pietrucha, J. (2018). Country-specific determinants of world university rankings. *Scientometrics*, 114(3), 1129-1139.

איור 28: תיאור סכמטי של השינוי במספר האוניברסיטאות למדינה שמופיעות בין 100 הראשונות של דירוג שנחאי – 2009 לעומת 2019



המקרה של הולנד

מחקר⁴⁹ שפורסם ב-2016 מצא כי 3 מבין 13 האוניברסיטאות ההולנדיות מדורגות בין 100 המובילות בכל 3 הדירוגים המובילים³⁸, ו-6 נוספות מדורגות בין 100 המוסדות המובילים לפחות באחד מ-3 הדירוגים שנבדקו; כלומר 9 מ-13 האוניברסיטאות ההולנדיות מוגדרות כ-UAWCU - Universally Acknowledged World-Class University. חוקרי המאמר מייחסים את ההצלחה של האוניברסיטאות ההולנדיות לפעילות של ממשלת הולנד שמעניקה לאוניברסיטאות את המימון הנדרש במסלולים הכוללים תמיכה בפעילויות המחקר ובתשתיות המחקר המשמשות לקידום המצויינות האקדמית; מסלול מימון נפרד נועד לתמוך במחקר שמתבצע עבור ארגונים ממשלתיים, מלכ"רים, חברות וארגוני צדקה.

בנוסף, ממשלת הולנד מעניקה לאוניברסיטאות תנאים של ניהול אוטונומי – שמאפשרים לכל אחד מהמוסדות להתפתח במסלול שמתאים לו ולבצע את המשימות האקדמיות באופן המיטבי. הממשלה מעודדת אוניברסיטאות להתאחד עם מרכזי מחקר יישומי ולקדם את העברת הידע והטכנולוגיות מהאקדמיה לשוק הרלבנטי.

⁴⁹ Liu, L., & Liu, Z. (2016). The Variation of Universally Acknowledged World-Class Universities (UAWCUs) between 2010 and 2015: An Empirical Study by the Ranks of THEs, QS and ARWU. Higher Education Studies, 6(4), 54-69.

בינלאומיות (internationalization) מהווה את אחד מעקרונות המפתח ברפורמה של מערכת ההשכלה הגבוהה בהולנד. מספר הקורסים שנלמדים באנגלית גדל עם השנים, וכך גם מספר הסטודנטים הזרים באוניברסיטאות ההולנדיות. בשנים 1999-2011 הולנד קיבלה 0.68% מהסטודנטים הזרים בעולם (mobile students); שיעור זה הוכפל בשנים 2010-2011.

המקרה של בלגיה

בלגיה מהווה דוגמה מעניינת למקרה של מדינה שבקווי המדיניות הממשלתיים ובאסטרטגיות של האוניברסיטאות שלה לא נקבעו יעדים המתייחסים לדירוגי האוניברסיטאות, ובכל זאת בלגיה בולטת במספר האוניברסיטאות שמופיעות בדירוגים ביחס לגודל האוכלוסיה שלה. ספר⁵⁰ שפורסם ב-2018 ומתאר את מערכת ההשכלה הבלגית טוען שהסיבות לכך הן שהאוניברסיטאות הבלגיות פועלות ממילא תחת מדיניות ממשלתית שתומכת ב-World-Class Universities (WCU) עם דגש על הנושאים הבאים: אספקת המימון הממשלתי הנדרש למחקר והוראה והגדרת סביבה אוטונומית לאוניברסיטאות שמאפשרת ניהול עצמאי של המוסדות האקדמיים. המדיניות הבלגית מתמקדת באסטרטגיה להשגת איכות גבוהה בהוראה ומחקר ("Gold Standard"), שאחת התוצאות שלו היא עליה בדירוגים.

מחברי הספר טוענים שהאוניברסיטאות הבלגיות אינן מודאגות מהמיקום המדויק שלהן בדירוגים, אך מעדיפות להופיע בדירוגים, בין היתר משום שהדירוגים משפרים את הנראות הבינלאומית של המוסדות האקדמיים – מה שעשוי להשפיע על גיוס טאלנטים אקדמיים של חוקרים איכותיים וסטודנטים זרים (ובהמשך - עשויה להיות לכך השפעה חיובית חוזרת על המיקום של האוניברסיטאות בדירוגים). האוניברסיטאות הבלגיות משקיעות את המאמצים והמשאבים הנדרשים לצורך העברת הנתונים המבוקשים ע"י הגופים שעורכים את הדירוגים הבינלאומיים וגם לבדיקה יסודית של רשומות הפרסומים והציטוטים (שעלולים לכלול שגיאות שנגרמות בשל השימוש בשפות שונות באקדמיה הבלגית).

מדיניות של אוניברסיטאות

כ-60% מנציגי האוניברסיטאות האירופיות דיווחו שהם משתמשים בדירוגים במסגרת הכנת התכניות האסטרטגיות של המוסדות האקדמיים, 75% מהם משתמשים בדירוגים לצרכי שיווק ומידע תקשורת⁵¹. ישנם מוסדות אקדמיים המוסיפים לתכניות השנתיות שלהם יעדים לגבי המיקום בדירוגים (אוניברסיטת מנצ'סטר הוסיפה לתכנית האסטרטגית שלה שאיפה להתמקם בין 25 האוניברסיטאות המובילות; אוניברסיטת מערב אוסטרליה מעוניינת להתמקם בין 50 המובילות; אוניברסיטאות טולוז ונובוסיבירסק שואפות להיכנס ל-100 המובילות).

לסיכום, חלק מהאוניברסיטאות בעולם מתאימות את התכניות האסטרטגיות שלהן לדרישות של הדירוגים הבינלאומיים וספק אם גישה זו נכונה. מדינות שונות נוקטות באחת משתי הגישות הבאות: (1) תמיכה כללית בקידום של אוניברסיטאות לרמה העולמית; (2) השקעה ממוקדת בקידום מספר מצומצם של אוניברסיטאות מובילות.

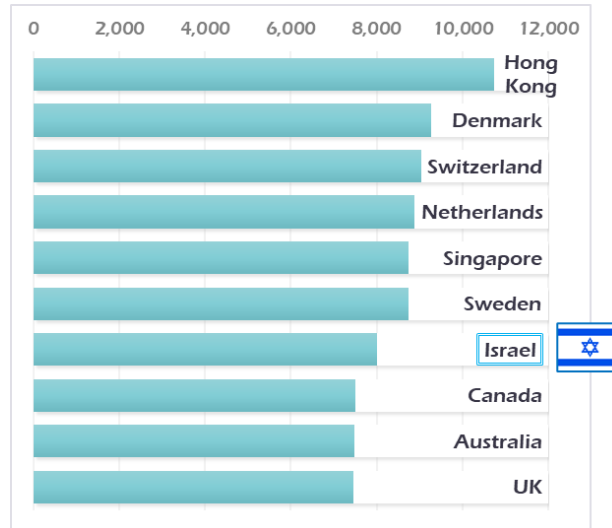
השקעות משמעותיות במו"פ מהוות בסיס לחברה עתירת ידע שהינה חיונית לצמיחה כלכלית. מדינות מתקדמות מכירות בכך שידע הוא כוח ושאוניברסיטאות ומוסדות אקדמיים הם שחקני מפתח מרכזיים בתהליכים של פיתוח חדשנות. מדינות אלו שואפות לקדם את מערכת ההשכלה הגבוהה ולהגיע למספר גבוה של אוניברסיטאות מובילות ברמה עולמית.

⁵⁰ De Wit, K., Rabossi, M., Joshi, K. M., & Paivandi, S. (2018). In pursuit of World Class Universities. A global experience

⁵¹ Hazelkorn, E., Loukkola, T., & Zhang, T. (2014). Rankings in institutional strategies and processes: Impact or illusion.

מאמר⁵² שפורסם ב-2018 מדרג את 10 המדינות המובילות לפי מדד $X/GDP \$$ שנועד להעריך עד כמה מדינה ממנפת את המשאבים הכלכליים שלה להפקת הון מדעי (scientific wealth). X^{53} נקבע כפרוקסי להערכת הביצוע המדעי הכולל של מדינה. ישראל מדורגת במקום ה-7 לפי מדד זה מבין 83 המדינות שהאוניברסיטאות שלהן דורגו במדד שנחאי 2018 (איור 29).

איור 29: 10 המדינות המובילות בדירוג לפי ביצוע מדעי ביחס לתל"ג $X/GDP \$$ ⁵²



ממצאים והמלצות ממחקרים שנערכו בעולם

» מחקר⁴¹ שפורסם ב-2019 מצא התאמה גבוהה בין גובה המימון של אוניברסיטאות (מנורמל למספר סטודנטים) לציון המשוקלל בדירוגים הבינלאומיים. במחקר נמצא כי למימון הציבורי (public funding) השפעה מהותית על המיקום של האוניברסיטאות בדירוג. אוניברסיטאות שממוקמות בין 100 הראשונות בדירוג QS זכו למימון כפול מהאוניברסיטאות שמופיעות במקומות 200-101, ולמימון גבוה פי שלוש מהאוניברסיטאות שמופיעות במקומות 300-201.⁴¹

» ישנן מדינות שהקימו תכניות מצויינות לקידום המחקר באמצעות הגדלה משמעותית של המימון למגזר האקדמי. חלק גדול מתכניות המצויינות מתמקדות בקידום הבינלאומיות כאסטרטגיית מפתח לגיוס חוקרים וטאלנטים אקדמיים מובילים. בהשוואת תוצאות של המדינות שמופיעות בדירוגים ניתן להבחין ב-4 מדינות שההתקדמות שלהן בולטת במיוחד: סין, אוסטרליה, ערב הסעודית וטאיוואן. למדינות אלו יש לפחות תכנית מצויינות אחת שעוסקת בהגדלת ההשקעות באוניברסיטאות המובילות.

ממשלת סין הציבה לעצמה יעד: להכניס 42 מהאוניברסיטאות שלה לדירוגים המובילים עד 2050. תכנית זו נקראת "Double World Class Project" ובאמצעותה – אוניברסיטאות נבחרות יזכו להגדלת תקציב משמעותית. נמצא כי תכניות המצויינות מהוות אמצעי מימון שתורם ביעילות לקידום הביצועים של אוניברסיטאות ברחבי העולם.

⁵² Prathap, G. (2018). A bibliometric tale of two cities: Hong Kong and Singapore. *Scientometrics*, 117(3), 2169-2175.

⁵³ $X = TOP^2/PUB$

TOP – מייצג את מספר המאמרים שפורסמו בכתבי-עת וכנסים מובילים בתחום נבחר
PUB – מייצג את מספר המאמרים שפורסמו בתחום נבחר

» 3 דירוגי האוניברסיטאות המובילים שנסקרו בפרק משתמשים בנתונים ביבליומטריים בחישוב הציון המשוקלל ולכן הקפדה על רישום נכון ומדויק של ה-Affiliation ופיקוח על רשומות הנתונים (metadata) של הפרסומים המדעיים של האוניברסיטאות במאגרים הביבליומטריים - עשויה לתרום לספירה מדויקת של המאמרים.

כדאי לציין שצוות הביבליומטריה של מוסד נאמן ביצע בדיקה מדגמית של פרסומי האוניברסיטאות שמתועדים במאגר סקופוס ומצא קרוב ל-5,000 מאמרים של אוניברסיטאות ישראליות שלא משויכות לישראל מסיבות שונות (מהם 620 מאמרים מהעשור החולף).

סיכום

דירוגי האוניברסיטאות מתבססים על צירופים שונים של מדדים שונים ממגוון רחב של מקורות. השימוש בדירוגים של אוניברסיטאות עלה מאוד בעשורים האחרונים, ועמו הדיון בדיוק ובתועלת של הדירוגים השונים במקביל להפיכת הדירוג עצמו למטרה. העליה בסוגי המתודולוגיות והביקורת מצביעה על כך שאין הסכמה רחבה בנושא, ועם זאת מיוחדת לדירוגים אלה תשומת לב רבה ונודעות להם גם השלכות מעשיות וכלכליות.

דירוג עשוי לתרום ליצירת סדר עדיפויות בקרב פרטים, מוסדות ומדינות מסויימות וכן לתחרות מקדמת. עם זאת, הוא אינו מדע מדויק ותוצאותיו תלויות בפרטי פרטים של המתודולוגיות.

נתוני הדירוג האקדמי של אוניברסיטאות בעולם צוטטו בהרחבה ויושמו כנקודת התחלה לזיהוי נקודות חוזק וחולשה במערכת ההשכלה הגבוהה של מדינות שונות, וכן כמנוף לשינוי וליוזמות חדשות במערכת החינוך שלהן. במספר מדינות הביאה גישה זו לעליה משמעותית במיקום של האוניברסיטאות שלהן בדירוגים הבינלאומיים.

פרק 4: איפיון מסלולי קריירה של דוקטורנטים ישראלים

דוקטורנטים ופוסט-דוקטורנטים מהווים גורם מרכזי בקידום המחקר המדעי ותורמים רבות להצלחת הפעילות במעבדות המחקר⁵⁴ באקדמיה, בתעשייה ובמכוני מחקר ממשלתיים. למעשה, אלה יחד עם המסטרנטים הם הצבא העיקרי (והזול) שמבצע הלכה למעשה את משימות המדע באקדמיה. ישנה חשיבות לאיסוף נתונים אודות הקריירות בהם בוחרים הדוקטורנטים לצורך בחינת המודלים של מסלולי ההשתלמות וגיבוש המלצות לקביעת מדיניות שתקדם את הפעילות בנושא ותאפשר למצוא פתרונות שיגשרו על הפער הגדל בין מספר הפוסט-דוקטורנטים למספר המשרות האקדמיות הפנויות⁵⁵.

עפ"י מאמר שפורסם השנה ע"י ScienceAbroad (ארגון המדענים הישראלים בחו"ל): "נראה כי למל"ג וללשכה המרכזית לסטטיסטיקה אין נתון מדויק על מספר הישראלים שיוצאים מדי שנה לפוסט-דוקטורט בחו"ל, כמה מהם חוזרים למשרות באקדמיה ומהו אחוז הנשים מתוכם."⁵⁶

בארה"ב – רק כשליש מהאוניברסיטאות אוספות באופן שוטף מידע לגבי מסלולי ההמשך של הדוקטורנטים⁵⁷. פרויקט UMETRICS האמריקאי משלב נתונים שנאספים מהאוניברסיטאות יחד עם מידע מלשכת מפקד האוכלוסין של ארה"ב לגבי הכנסות, מקומות עבודה ותפקידים של בוגרים, לצורך הכנת דוחות על מסלולי ההמשך של בוגרי האוניברסיטאות. מדובר בתהליך ארוך והתוצאות יתפרסמו במהלך השנים הקרובות.

מחקרים אחרים השתמשו לרוב בשיטות של סקרים ושאלונים לצורך איסוף הנתונים. המידע שנאסף בשיטות אלו עלול להיות מושפע מהטיות הנובעות מכך שאיסוף הנתונים מתבצע באמצעות הפצת שאלונים לחברי ארגונים יעודיים – מה שעלול להשפיע על ההומוגניות של אוכלוסיית המחקר; שיעור היענות נמוך של הנסקרים; גורם נוסף שעלול להשפיע על תוצאות הסקר – נסקרים בעלי תובנות שליליות נוטים לענות יותר מנסקרים אחרים.⁵⁴

העבודה המתוארת בפרק זה עשויה לתרום להשלמת המידע החסר באמצעות הצגת שיטות המאפשרות איסוף של הנתונים הנדרשים ממקורות גלויים בזמן קצר יחסית, וכן הדגמה של המתודולוגיה על נתוני הדוקטורנטים הישראלים שהגישו תזות ב-2010.

מתודולוגיה

איסוף הנתונים הנדרשים לצורך ביצוע האיפיון שבוצע בפרק זה נערך בשני שלבים עיקריים:

« איתור פרטים של דוקטורנטים שהגישו תזות PhD ב-2010 באמצעות חיפוש במאגרי התזות של הספריות באוניברסיטאות הישראליות. הפרטים העיקריים שאספנו בשלב זה כוללים את שם הדוקטורנט, אוניברסיטה, פקולטה, שנת הגשת התזה, נושא התזה.

לאחר שערכנו ניקוי והרמוניזציה של הנתונים – קיבלנו למעלה מ-1,600 דוקטורנטים שהגישו תזות PhD ב-2010 בשבע האוניברסיטאות הישראליות.

« בשלב השני – ערכנו חיפושים במקורות מידע גלויים לצורך השלמת הפרטים הנדרשים אודות מסלולי ההמשך של הדוקטורנטים לאחר הגשת התזות. תהליך זה בוצע עבור כ-980 דוקטורנטים

⁵⁴ Grinstein, A., & Treister, R. (2017). The unhappy postdoc: a survey based study. F1000Research

⁵⁵ McConnell, S. C., Westerman, E. L., Pierre, J. F., Heckler, E. J., & Schwartz, N. B. (2018). United States National Postdoc Survey results and the interaction of gender, career choice and mentor impact. Elife, 7, e40189.

⁵⁶ יצאת לפוסט-דוקטורט בחו"ל? תקרת הזכוכית תחכה לך בשובר. מניקה לב כהן. גלובס. מאי 2019 (קישור)

⁵⁷ Gould, J. (2015). How to build a better PhD. Nature News, 528(7580), 22.

מ-4 אוניברסיטאות נבחרות: בן-גוריון, בר-אילן, טכניון ות"א - שמהווים כ-60% מהדוקטורנטים שהגישו תזות ב-2010 (בהמשך – נרחיב את החיפוש ל-3 האוניברסיטאות הנותרות).

בשלב זה הצלחנו לאתר פרטים של כ-89% מהדוקטורנטים. שיעור ההצלחה באיתור פרטים של בוגרי מדעים מדויקים היה גבוה מהממוצע⁵⁸.

איור 30: תרשים זרימה של תהליך העבודה

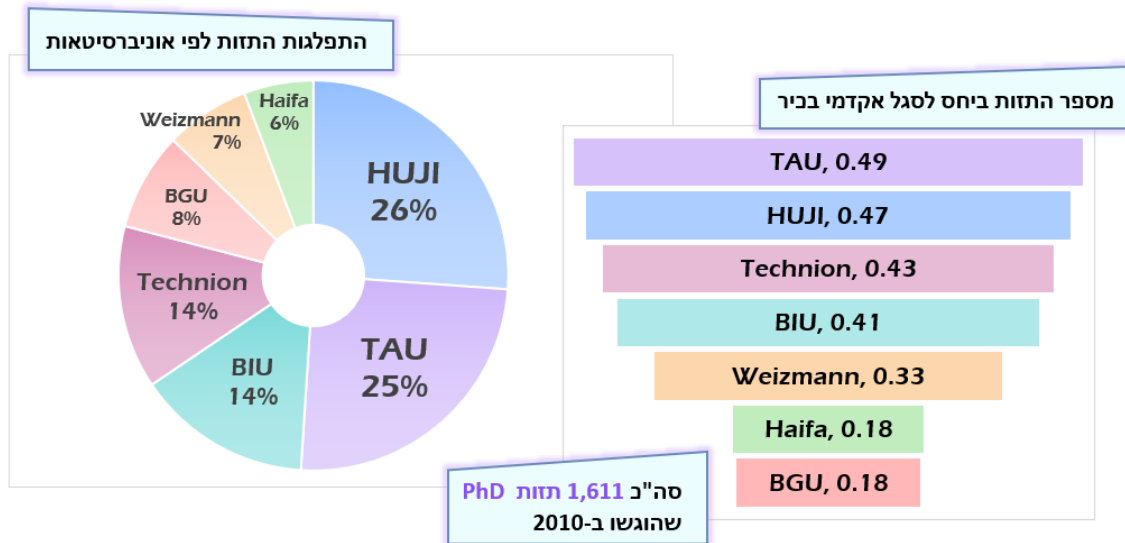


הנתונים שאספנו היוו בסיס לניתוח המידע שבוצע לפי פילוחים שונים; התוצאות והתובנות שניתן לגבש על בסיס המידע שאספנו וניתחנו - מוצגות להלן⁵⁹.

⁵⁸ יתכן שחלק מהנתונים חלקיים. יש לציין שהיה קושי באיתור פרופילים של דוקטורנטים שהמשיכו לתעשייה הבטחונית. עובדה זו עלולה לגרום להטיה מסויימת של התוצאות, ולכן רמת הדיוק של הממצאים מתאימה לתיאור של יחסי כוחות ומגמות

⁵⁹ תהליך העבודה כלל איסוף של נתונים נוספים כמו שנת סיום הפוסט-דוקטורט ושם מקום העבודה הנוכחי. ניתוח הנתונים שנערך עד כה בוצע על שדות שמידת הדיוק שלהם גבוהה יחסית

איור 31: התפלגות תזות PhD שהוגשו ב-2010 לפי האוניברסיטאות ונרמול לפי נתוני סגל בכיר⁶⁰



באיור 31 ניתן לראות ש-26% מהתזות הוגשו ע"י דוקטורנטים באוניברסיטה העברית, רבע – באוניברסיטת ת"א; אוניברסיטת בר-אילן והטכניון – אחראיות ל-14% מהתזות (כל אחת). בסה"כ כ-80% מהתזות של הדוקטורנטים הוגשו ב-4 האוניברסיטאות הנ"ל, שמובילות גם במדד המנורמל של מספר תזות לחוקר בכיר.

תחומי מחקר

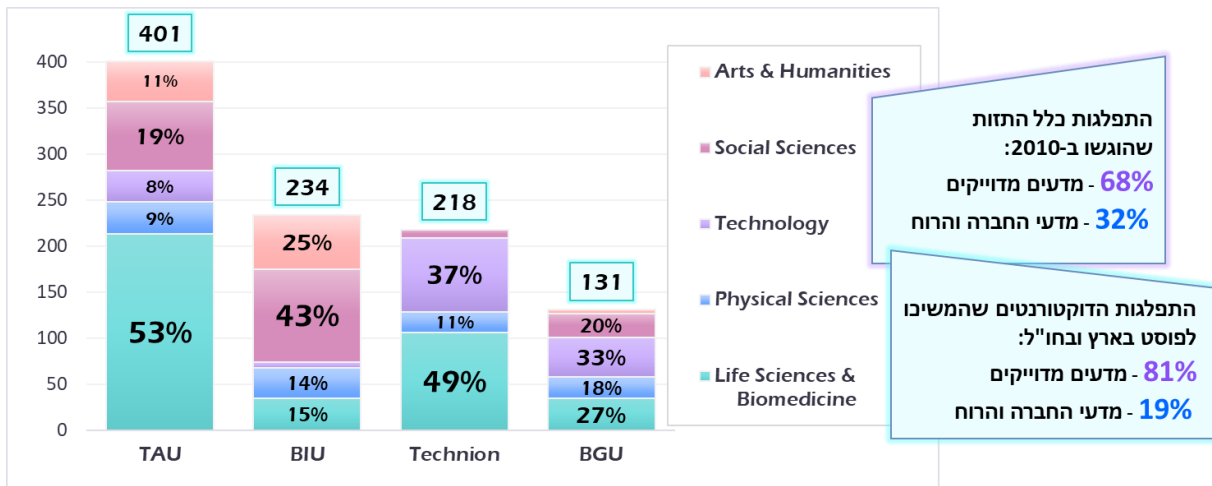
איור 32 מציג את התפלגות תחומי המחקר של התזות שהוגשו ב-2010. 68% מהתזות שהוגשו ב-2010 (ב-4 האוניברסיטאות שנבדקו) עוסקות בתחומים הקשורים למדעים מדויקים⁶¹; 32% עוסקות במדעי החברה והרוח (להלן מח"ר). במסלול ההמשך – שיעור הפוסט-דוקים במדעים מדויקים עולה ל-81%, ובמח"ר – 19%.

לקטגוריית מדעי החיים והביו-רפואה יש רוב של 40% מכלל התזות, ו-38% מכלל הפוסט-דוקים.

⁶⁰ החישוב בוצע לפי נתוני סגל בכיר ב-2010/11

⁶¹ מדעים מדויקים כוללים את הקטגוריות: מדעי החיים וביו-רפואה, המדעים הפיזיקליים וטכנולוגיה

איור 32: התפלגות תחומי המחקר של התזות



לצורך השוואה, בסקר אמריקאי⁵⁵ שפורסם ב-2018 וכלל למעלה מ-7,600 פוסט-דוקים, ענו 8.4% מהמשתתפים כי תחומי המחקר העיקריים של הפוסט-דוקטורט שלהם הם מדעי הרוח, פסיכולוגיה או מדעי החברה; הרוב המכריע של שאר הפוסט-דוקים קשור לתחומי ה-STEM⁶². כ-55% ממשתתפי הסקר ציינו שתחום המחקר העיקרי שלהם הינו מדעי החיים.

תעסוקה של הדוקטורנטים לפי מגזרים

איור 33 מציג את המגזרים בהם מועסקים הדוקטורנטים שהגישו תזות ב-2010. מעניין לראות שבבן-גוריון ובר-אילן למעלה ממחצית מהדוקטורנטים המשיכו למסלול אקדמי⁶³, ו-31%-24 מועסקים במגזר העסקי. בטכניון – פחות משליש מהדוקטורנטים נשאר באקדמיה, שלישי – מועסקים בתעשייה/מגזר עסקי, ו-37% במגזר הבריאות (כ-45% מתזות PhD בטכניון ב-2010 הן בתחום הרפואה).

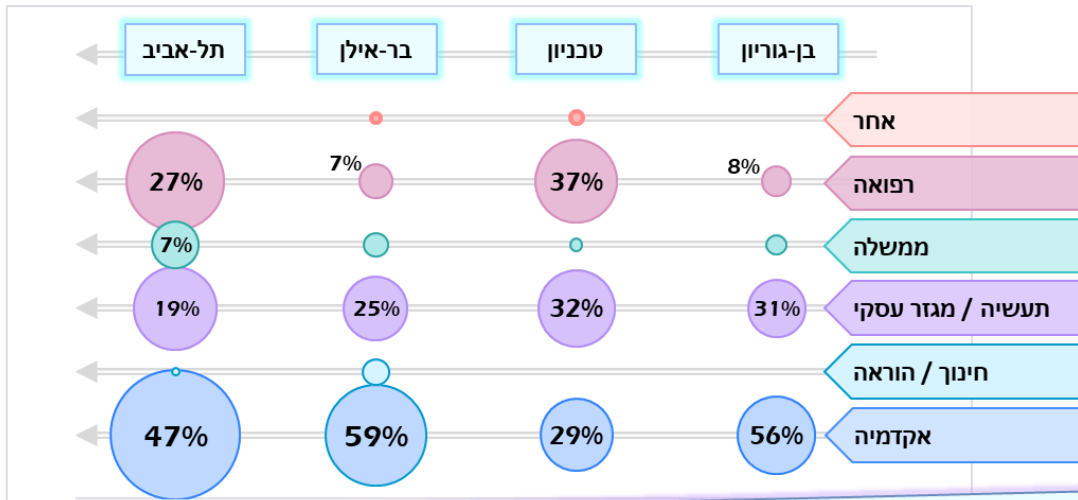
עוד מצאנו שבמוצע - כ-43% מהדוקטורנטים שהמשיכו/חזרו למסלול אקדמי בישראל - נשארו באותה אוניברסיטה שבה עשו PhD: בטכניון - שיעור זה עומד על 56%; בבר-אילן - 42%; ת"א - 36%; בבן-גוריון - 35%.

כמשרות אקדמיה נספרו כל העובדים באקדמיה, כולל מנהלי מעבדות, עובדי מעבדה, מרצים חלקיים וחוקרים אנשי סגל. לפי נתונים אלה לא ניתן כרגע ללמוד על שיעור הדוקטורנטים אשר נקלטו כחברי סגל במשרת מחקר מלאה.

⁶² STEM: Science, Technology, Engineering, and Mathematics

⁶³ "מסלול אקדמי" בישראל בפרק זה – מתייחס לכל העובדים באקדמיה, כולל מנהלי מעבדות, עובדי מעבדה, מרצים חלקיים וחוקרים אנשי סגל (ולא רק לחברי סגל במשרת מחקר מלאה)

איור 33: הסקטורים בהם מועסקים הדוקטורנטים⁶⁴



בממוצע - כ-42% מהדוקטורנטים שהמשיכו/חזרו למסלול אקדמי בישראל - נשארו באותה אוניברסיטה שבה עשו PhD:
טכניון - 56%; בר-אילן - 42%; ת"א - 36%; בן-גוריון - 35%

לפי מחקר שפורסם ב-2014 שיעור הפוסט-דוקים במדינות ה-OECD הוכפל במהלך 17 השנים שקדמו לכתיבת הדוח⁵⁷; המימון הנדרש לביצוע המחקרים עלה בצורה ניכרת היות והעלות הנדרשת לביצוע פרויקטים מדעיים איכותיים גדלה משמעותית. מאמר שפורסם בבריטניה קובע כי כ-30% מבוגרי ה-PhD במדעים ממשיכים לפוסט-דוק, אך רק 4% יזכו בהמשך למשרה אקדמית קבועה שכוללת פעילות מחקר משמעותית.

בארה"ב – כ-65% מבוגרי ה-PhD ממשיכים למסלול פוסט-דוק (בביו-רפואה השיעור עולה ל-80%), אך רק 15-20% מהם יקבלו מינוי אקדמי קבוע⁶⁵. פוסט-דוקים שאינם זוכים במינוי אקדמי – נחשבים לעתים כבעלי כישורי יתר (over-qualified) לתפקידים במגזר התעשייה, מה שעלול לפגוע בהכנסות שלהם.

תקופת ההכשרה הכוללת הנדרשת לקבלת מינוי אקדמי קבוע אורכת כ-12-18 שנה ועלולה להתבטא בפגיעה בסטטוס הכלכלי והחברתי של המועמד. מצד שני – קיימת אי-ודאות לגבי קבלת המינוי הנכסף בסוף המסלול היות ואין מספיק תקנים פנויים. הפתרונות שעורכי המחקר מציעים כוללים תכנון מסלולי פוסט-דוקים שישתלבו בתעשייה, ביצוע השתלמויות של פוסט-דוק בתעשייה ו/או השתלמות פוסט-דוק משולבת של אקדמיה-תעשייה.⁵⁴

מדינות ואוניברסיטאות ששימשו כיעדי פוסט-דוק לדוקטורנטים ישראלים

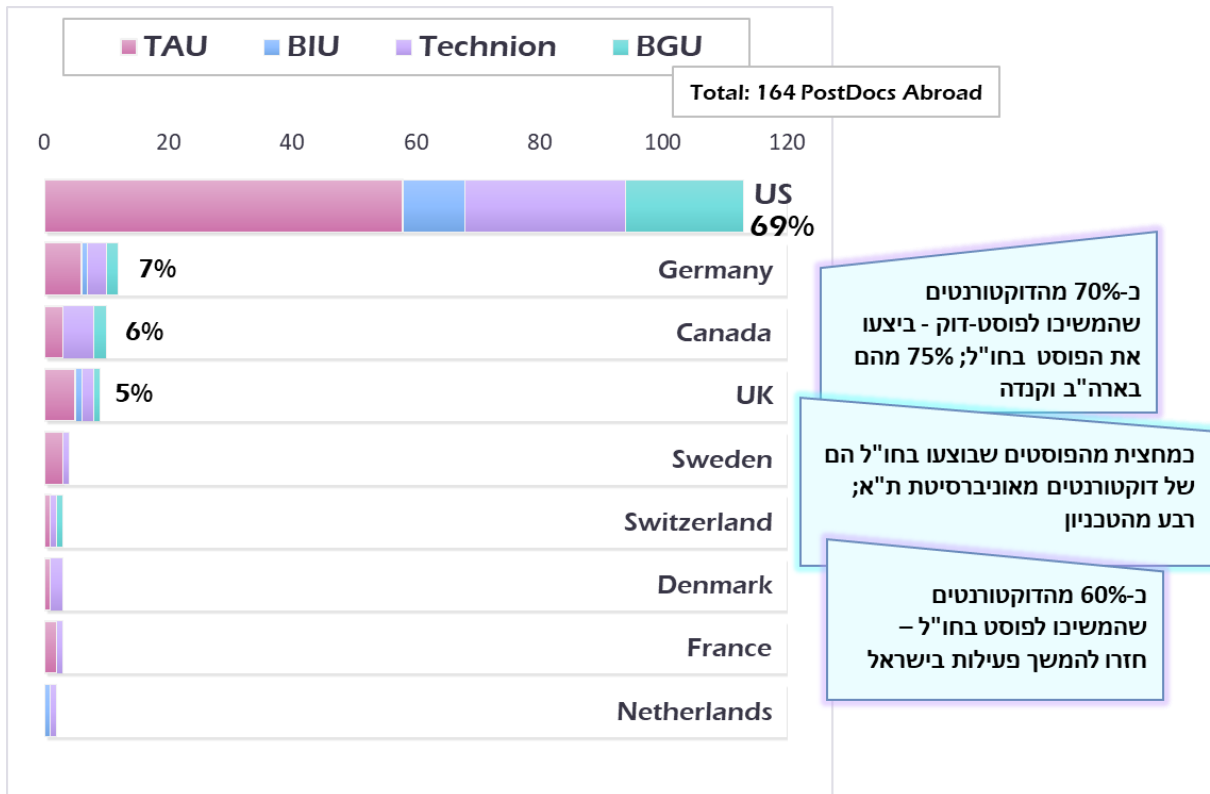
"האקדמיה בישראל מעודדת את בוגרי הדוקטורט, שמבקשים להמשיך בקריירת מחקר אקדמית, לצאת להשתלמות פוסט-דוקטורט בחו"ל. ההשתלמות בחו"ל מאפשרת לחוקר חשיפה לשיטות מחקר מתקדמות, פרסום, יצירת קשרי עבודה עם חוקרים בכירים בעולם והתנסות משמעותית במחקר מתקדם - ידע וקשרים אלו ממנפים את המחקר בישראל."⁵⁶

⁶⁴ המספרים כוללים רק את הדוקטורנטים עבורם מצאנו פרטים אודות תעסוקה לאחר הגשת התזה בגרף זה - הנתונים כוללים גם דוקטורנטים שעברו לחו"ל, כך שנתוני המגזרים מתייחסים לישראל וחו"ל

⁶⁵ Academic tenure track position

לפי פרסום של הלמ"ס⁶⁶ מ-2019 אחוז השוהים בחו"ל שלוש שנים ויותר גבוה במיוחד בקרב מקבלי תארים בתחומי המדעים המדויקים וההנדסה לעומת מקבלי תארים בתחומי מדעי הרוח והחברה: פי 1.7 בתואר ראשון, פי 2.4 בתואר שני, ופי 3.3 בתואר שלישי. בקרב מקבלי תואר שלישי האחוז הגבוה ביותר של השוהים בחו"ל היה במתמטיקה (23.6%) בפיזיולוגיה (21.9%) ובמדעי המחשב (20.1%). מניתוח הנתונים שאספנו מצאנו ש-70% מהדוקטורנטים (של 2010), שהמשיכו למסלול פוסט-דוק, נסעו להשתלמות פוסט בחו"ל ב-14 מדינות שונות. איור 34 מציג את 9 המדינות המובילות במדד זה. כ-69% מהפוסטים שנעשו בחו"ל - התבצעו בארה"ב; לאחר מכן - גרמניה, קנדה ובריטניה בסדר יורד. קרוב למחצית מהפוסטים שבוצעו בחו"ל הם של דוקטורנטים מאוניברסיטת ת"א; רבע מהטכניון; בן-גוריון - 16%; בר-אילן - 9%. כ-60% מהדוקטורנטים שהמשיכו לפוסט בחו"ל - חזרו לישראל.

איור 34: מדינות ששימשו כיעדי פוסט-דוק לדוקטורנטים ישראלים⁶⁷



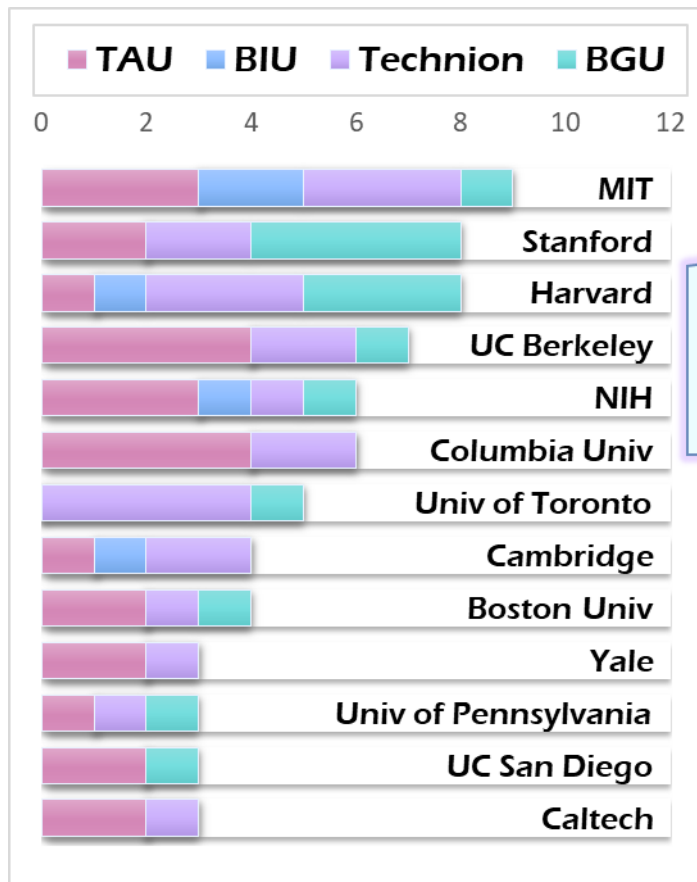
איור 35 מציג את 13 המוסדות המובילים ברשימת האוניברסיטאות שאליהן נסעו הדוקטורנטים להשתלמות פוסט-דוקטורט. במהלך איסוף הנתונים מצאנו 164 דוקטורנטים שהגישו תזות ב-2010 והמשיכו לפוסט ב-108 אוניברסיטאות ומוסדות מחקר שונים בחו"ל. מעניין לראות ש-10 מתוך 12 האוניברסיטאות המופיעות ברשימה זו ממוקמות בין 20 האוניברסיטאות המובילות לפי מדד שנחאי 2019.

⁶⁶ מקבלי תארים אקדמיים מישראל ששהו בחו"ל שלוש שנים ויותר ב-2018. למ"ס. ספטמבר 2019 (קישור)

⁶⁷ המספרים כוללים את הדוקטורנטים עבורם מצאנו פרטים אודות פוסט-דוק שבוצע לאחר הגשת התזה.

בחלק מהמקרים הפוסט-דוק התבצע במספר מדינות ו/או ישראל. בבדיקה ספרנו את המדינה האחרונה בה בוצע הפוסט-דוק

איור 35: אוניברסיטאות ששימשו כיעדי מסלול פוסט-דוק לדוקטורנטים ישראלים⁶⁸



10 מתוך האוניברסיטאות
ברשימה מדורגות בין 20
האוניברסיטאות המובילות
לפי מדד שנחאי

כל האוניברסיטאות האמריקאיות שמוצגות באיור 35 מופיעות ברשימת R1⁶⁹ של Carnegie Classification הכוללת 131 אוניברסיטאות בעלות פעילות מחקר גבוהה במיוחד "R1: Doctoral Universities – Very high research activity".

מאפיינים מגדריים בהתפלגות התזות

"פוסט-דוקטורט באוניברסיטה בחו"ל חיוני למבקשים להיקלט בסגל האקדמי, ומהווה חסם משמעותי בפני השתלבות והתקדמות נשים באקדמיה הישראלית. תהליכי סוציאליזציה ונורמות חברתיות מביאות נשים רבות לוותר על נסיעה לפוסט-דוקטורט בחו"ל, ומכאן לויתור על קריירה אקדמית. במקרים רבים, העכבות מיציאה לפוסט-דוקטורט בחו"ל קשורות לסיבות משפחתיות וכלכליות."⁷⁰

'תופעת המספריים' שמתייחסת למצב שבו ככל שהדרגה גבוהה יותר, כן פוחת אחוז הנשים בקרב הסגל האקדמי – מתרחשת בעיקר בשלב שבין סיום לימודי הדוקטורט לפוסט-דוקטורט.

⁶⁸ המספרים כוללים את הדוקטורנטים עבורם מצאנו פרטים אודות פוסט-דוק שבוצע לאחר הגשת התזה.

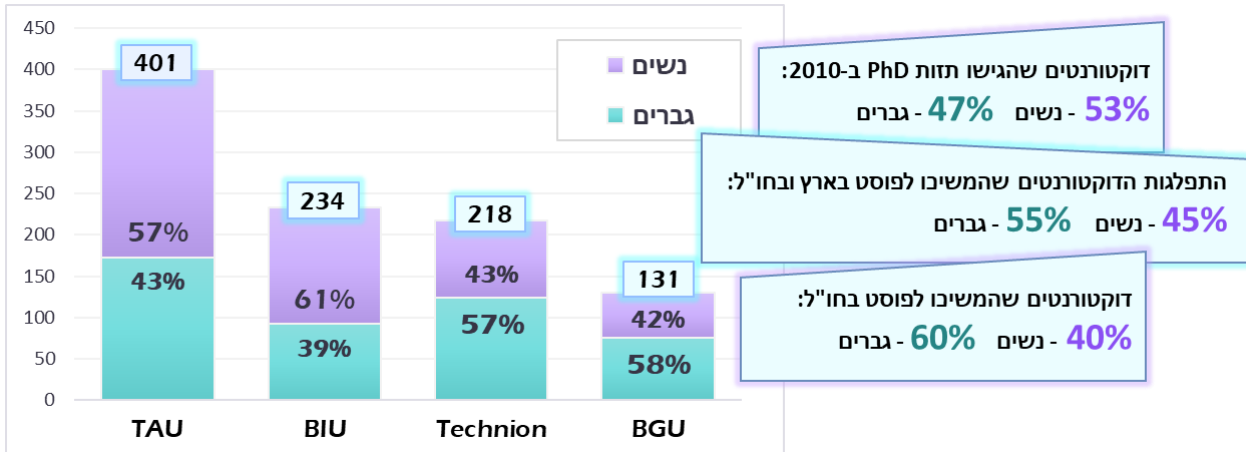
בחלק מהמקרים הפוסט-דוק התבצע במספר אוניברסיטאות. במקרים אלו לקחנו בחשבון את האוניברסיטה המובילה בה בוצע הפוסט לפי מיקום האוניברסיטה במדד שנחאי

⁶⁹ Universities classified as "R1: Doctoral Universities – Very high research activity" ([website](#))

⁷⁰ פוסט-דוקטורט באוניברסיטאות בחו"ל – מפגש דוקטורנטיות. אוניברסיטת ת"א. 2016 (קישור)

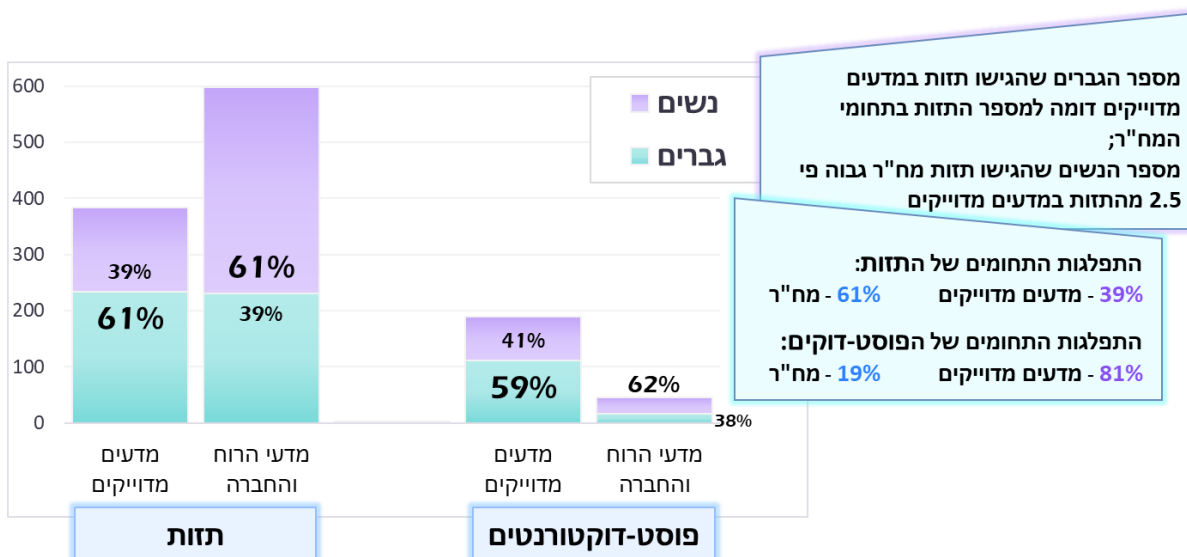
איור 37 ו-איור 36 מדגימים את התופעה: בממוצע ניתן לראות כי שיעור הנשים מבין הדוקטורנטים שהגישו תזות ב-2010 היו 53%, לעומת 47% גברים. יחסי הכוחות של הדוקטורנטים שהמשיכו לפוסט בארץ ובחו"ל מתפכים ל-45% נשים מול 55% גברים; מבין הדוקטורנטים שהמשיכו לפוסט בחו"ל שיעור הנשים יורד ל-40% ביחס ל-60% גברים.

איור 36: התפלגות הדוקטורנטים לפי מגדר ואוניברסיטה



אחת הסיבות למהפך בשיעורי נשים-גברים עשויה להיות ההבדל בין התפלגות התחומים בשני השלבים שנבדקו: שיעור התזות של נשים במדעים מדויקים הינו כ-39% לעומת 61% תזות במדעי החברה והרוח; במסלול הפוסט-דוקטורט השיעורים משתנים ל-81% מדעים מדויקים ו-19% פוסטים בתחומי המח"ר.

איור 37: התפלגות הדוקטורנטים לפי מגדר ותחום



בסקר האמריקאי⁵⁵ שפורסם ב-2018 נמצא כי שיעור הנשים המעוניינות בתפקידים אקדמיים מחקריים נמוך מזה של הגברים, וכי למגדר השפעה משמעותית על חוויית ההשתלמות של הפוסט-דוקים. שיעור הנשים בין הפוסט-דוקים שהשתתפו בסקר היה 53%, בעוד שיעור הגברים בין המנחים היה 71%.

אחד הנתונים שנבדקו בסקר היה מידת הקורלציה בין המגדר של הפוסט-דוק למגדר של המנחה; שיעור הגברים שעבדו עם מנחה מאותו מגדר היה גבוה יותר משיעור הנשים (77.3% לעומת 35.4%). ממצא נוסף של הסקר – מבין הפוסט-דוקים – שיעור הגברים הנשואים/בזוגיות⁷¹ ו/או הורים לילדים היה גבוה משיעור הנשים במדד זה. השכר של פוסט-דוקטורנטיות נמצא נמוך מזה של הגברים ברוב התחומים (מלבד תחומי הפיזיקה). מחברי הסקר קובעים כי נתוני ההכנסות, המצב המשפחתי והמגדר של המנחה עשויים להשפיע על ההבדלים בין שני המינים בבחירת מסלול ההשתלמות.

סיכום

היתרונות העיקריים בשיטות שהדגמנו בפרק זה:

1. איסוף נתונים ממקורות גלויים, ללא תלות בשיתוף פעולה עם גורמים חיצוניים או קבלת מידע מגופים אקדמיים
2. שיעור גבוה של נתונים שנאספו אודות אוכלוסיית המחקר (קרוב ל-90% בממוצע), בהשוואה לסקרים שמתבצעים באמצעות שאלונים ומסתמכים על היענות של המשתתפים בסקר (בשיטות אלו, בדרך כלל, שיעור ההיענות ואיסוף הנתונים נמוך יותר)
3. תהליך העבודה מהיר יחסית. במהלך העבודה השתמשנו בניסיון שרכשנו בפרויקטים דומים שביצענו בעבר וגיבשנו שיטות חדשות שקיצרו משמעותית את הזמן שנדרש לאיתור הפרטים.

חסרון:

לא ברור עד כמה הנתונים מעודכנים היות וחלק מהאתרים שנבדקו עלולים לכלול מידע שלא עודכן לאחרונה. מצד שני, גם נתונים שנאספים באמצעות סקר (כמו מקום עבודה נוכחי וכד') עלולים להשתנות לאחר השלמת הסקר.

דיון ומסקנות

תהליך העבודה על פרק זה כלל איסוף נתונים מ-4 אוניברסיטאות: בן-גוריון, בר-אילן, הטכניון ואוניברסיטת ת"א. בהמשך – יושלמו הנתונים עבור שאר האוניברסיטאות הישראליות. מהתמונה שעלתה מהנתונים בולטים מספר עניינים:

- מצאנו מקרים ספורים בלבד בהם (פוסט) דוקטורנטים נטשו את שדה המחקר שלהם ועברו למשרות שונות לחלוטין (למשל – רופאה בעלת תואר כפול MD + PhD העוסקת בהדרכה למבחנים פסיכומטריים). לכאורה זהו ממצא טריוויאלי, שכן צפוי שאנשים אשר השקיעו מאמץ רב שנים בכיוון מסויים ימשיכו ויתמידו בו. עם זאת, תופעה זו גם מלמדת על כך שככלל, הלימודים לתואר שלישי ולפוסט דוקטורט בישראל הם מתאימים לנדרש, טובים ומתגמלים.
- בולט השיעור הגבוה של דוקטורנטים אשר ממשיכים לעבוד במוסד שבו למדו (עובדי מעבדות ובמיוחד חברי סגל ומרצים). במטרה לשמור על מגוון, יש אוניברסיטאות בעולם אשר אינן מקבלות לשורותיהן חברי סגל חוקרים שלמדו בהן כסטודנטים (למשל – Ann Arbor, USA). זוהי נקודה למחשבה, אם כי במדינה קטנה כישראל ייתכן שאין אפשרות אחרת.
- כפי שכבר נמצא בעבר, שיעור הנשים המסיימות דוקטורט גבוה משיעור הגברים, אך תמונה זו מתהפכת כאשר מדובר בפוסט-דוקטורט, בעיקר בחו"ל.

⁷¹ הגדרה במקור: married/partnered (קישור)

▪ שיעור גבוה יחסית של בעלי דוקטורט שיצאו לפוסט בחו"ל, נשאר שם. כלומר, תקופת הפוסט היתה שלב ראשון בהגירה.

נסכם פרק זה בציטוט של פרופ' מחקר מוטי שגב מהטכניון – הזוכה בפרס א.מ.ת לשנת 2019 בתחום הפיזיקה והחלל. פרופ' מחקר שגב דיבר בטקס בשם הזוכים ואמר כי "מיעוט חברי הסגל באקדמיה בישראל מוביל לכך שעל כל חבר סגל לומדים כ-25 סטודנטים. זה היחס המספרי הכי גרוע בחברה המערבית. לשם השוואה, כשהייתי ב-MIT היחס היה 1:5. לכן חשוב שנגדיל את חברי הסגל לפחות ב-30%, אולי ב-50%, ונשאלת השאלה אם יש לנו מאגר מוחות אנושי לבחור ממנו חברי סגל מעולים. התשובה חיובית: יש כיום כ-1,500 ישראלים באקדמיה בארצות הברית. רובם נשאר שם אחרי הפוסט-דוקטורט כי לא הייתה להם אפשרות לחזור בישראל. לכן עלינו להוסיף תקנים ולאפשר ליותר חוקרים למצוא עבודה באוניברסיטאות בישראל אחרי הפוסט-דוקטורט בחו"ל."⁷²

⁷² פרס א.מ.ת הוענק לפרופסור-מחקר מוטי שגב. הטכניון 10.12.2019 ([קישור למקור](#))

נספח זה מתאר את המתודולוגיות המשמשות לבניית 4 דירוגי אוניברסיטאות נבחרים.

73 Academic Ranking of World Universities / ARWU - Shanghai Ranking »

מדד זה פורסם לראשונה בשנת 2003 על ידי Center for World-Class Universities (CWCU) Graduate School of Education (formerly the Institute of Higher Education) of Shanghai Jiao Tong University, China, אך מאז 2009 הוא נערך ומפורסם על ידי ShanghaiRanking Consultancy, ארגון בלתי תלוי שאינו כפוף לאף אוניברסיטה או גופי ממשל.

הדירוג מתבסס על 6 מדדים אובייקטיביים כדי לדרג מעל 1,200 אוניברסיטאות מדי שנה:

4. מספר בוגרים שזכו בפרסי נובל ומדליות פילדס (10% - איכות החינוך)
5. מספר חברי צוות שזכו בפרסי נובל ומדליות פילדס (20% - איכות הסגל)
6. מספר החוקרים עתירי הציטוטים (highly cited researchers) כפי שנבחרו על ידי Clarivate Analytics (20% - איכות הסגל)
7. מספר המאמרים שהופיעו בכתבי העת Nature & Science (20% - איכות הסגל)
8. מספר המאמרים שהופיעו במאגרי המידע של WOS (Web of Science by Clarivate analytics) (20% - תפוקות מחקר)
9. ביצוע אקדמי לחוקר במוסד (10% - המספרים ב-5 המדדים הקודמים מחולקים במספר משרות סגל מלאות).

בכל מדד, הניקוד מחושב כ-100 למוסד המוביל, והיתר מקבלים ניקוד בהתאם.

כדירוג הרב-ממדי העולמי הראשון של אוניברסיטאות, דירוג זה זוכה לתשומת לב רבה מצד אוניברסיטאות, ממשלות והתקשורת העולמית, מאז שהתפרסם לראשונה; ונחשב כדירוג הבינלאומי המשפיע ביותר.

אחד הגורמים התורמים למעמדו ולהשפעתו הרחבה של הדירוג נעוץ בעובדה שקיימת שקיפות בשיטת הדירוג והיא נראית אמינה וללא הטיה הנובעת ממיקום גאוגרפי. עם זאת, יש הטיה לגודל המוסד: יש רק תיקון קל – סעיף ו' – לשקלול גודל המוסד. כמו כן, הדגש הוא על מצויינות ולא על ממוצע (נספרים מדדי מצויינות כמו חוקרים עתירי ציטוטים, ולא ממוצע ציטוטים למוסד או לחוקר).

74 The Times Higher Education World University Rankings = THE »

דרוג זה טוען להיותו היחיד שבדק את כל משימות הליבה של אוניברסיטאות: הוראה, מחקר, העברת ידע ומבט בינלאומי. הוא מדרג למעלה מ-1250 מוסדות מדי שנה והוא מבוסס על 13 מדדים לפי משימות אלה:

1. הוראה – סביבת הלמידה – 30%

▪ סקר מוניטין (בהוראה) – 15%

▪ יחס סגל/סטודנט – 4.5%

⁷³ ShanghaiRanking Academic Excellence Survey 2019 Methodology ([source](#))

⁷⁴ World University Rankings 2019: methodology ([source](#))

- יחס דוקטורנטים לבוגרים – 2.25%
 - יחס דוקטורנטים לסגל – 6%
 - הכנסות המוסד – 2.25% (מלמד על תשתיות וציוד)
 - 2. מחקר (נפח, הכנסה ומוניטין) – 30%
 - סקר מוניטין (במחקר) – 18%
 - הכנסות מחקר – 6%
 - תפוקות מחקר (כמספר פרסומים בסקופוס; מנורמל לשטח המחקר) – 6%
 - 3. השפעת המחקר כפי שמתבטאת בציטוטים (מסקופוס, מנורמל לשטח המחקר ולמספר המחברים) – 30%.
 - 4. היבט בינלאומי (סגל, סטודנטים, מחקר) – 7.5%
 - שיעור סטודנטים בינלאומיים – 2.5%
 - שיעור סגל בינלאומי – 2.5%
 - שיתוף פעולה בינלאומי (בפרסומים) – 2.5%
 - 5. העברת ידע (הכנסות מתעשייה) – 2.5%
- המידה לפיה התעשייה מוכנה לשלם עבור ידע אמורה לשקף את העברת הידע מהאקדמיה לתעשייה. כפי שניתן לראות, חלק ניכר מהמדדים הנבדקים מבוסס על סקרים שמטבע הדברים הינם יותר סובייקטיביים, ועל מידע הנאסף מהאוניברסיטאות עצמן. לכן הוא פחות שקוף וניתן לאימות. חשוב לציין שתהליך הבדיקה והממצאים מפוקחים על ידי חברת PwC, ובכך מבטיחים את מהימנות התוצאות.

» ⁷⁵ QS University Rankings

דירוג QS - Quacquarelli Symonds פורסם כשיתוף פעולה Times Higher Education–QS World University Rankings, בין השנים 2004-2009, ומאז כל אחד מהגופים מפרסם את הדירוג שלו: QS ממשיכים באופן הדירוג הישן של השותפות, בעוד THE מתבססים על מתודולוגיה שונה. דירוג זה משקלל ניקוד של 6 מדדים, להלן:

1. מוניטין אקדמי – 40%. מבוסס על סקר בין יותר מ-80,000 אנשים בקהילה האקדמית, אשר מדרגים את איכות ההוראה והמחקר במוסדות השונים.
2. מוניטין מעסיקים – 10%. מבוסס על סקר בין יותר מ-40,000 מעסיקים אשר מדרגים את האוניברסיטאות לפי הישגי הבוגרים שלהן בהתאמה לשוק העבודה, בחדשנות וביעילות.
3. יחס סגל \ סטודנטים – 20%. לטענת עורכי הסקר, מדד זה מלמד היטב על איכות ההוראה.
4. ציטוטים למוסד – 20%. מספר הציטוטים לכל פרסומי המוסד בתקופה של 5 שנים מחולק במספר אנשי הסגל בתקופה זו. הנתונים נאספים מסקופוס ומנורמלים לפי השטח המדעי.
5. שיעור הבינלאומיות של המוסד \ שיעור הסטודנטים הבינלאומיים - 5% כל אחד. (אין הסבר למונחים)

⁷⁵ QS World University Rankings Methodology ([source](#))

דירוג QS מבוסס במידה רבה על סקרים המוניים (ואולי לכן פחות מוטים), קשים לביצוע ושחזור. ניתן בו דגש בעיקר למשימת ההוראה של האוניברסיטאות.

The CWTS (The Centre for Science and Technology Studies) Leiden Ranking ⁷⁶

הנתונים שאובים ממאגרי המידע של Clarivate Analytics, ואינם כוללים ספרים, כנסים (conference proceedings). נספרים רק "פרסומי ליבה" אשר עונים למספר קריטריונים כגון פרסום באנגלית בלבד; לא אנונימיים; הופיעו ב"כתבי עת ליבה" שבעצמם מופיעים באנגלית ויש להם היבט בינלאומי נרחב (לפי הכותבים והמצטטים) וציטוטים רבים בעיתונות המדעית הרלוונטית בכתבי עת ליבה אחרים, כך שהם אכן מתאימים לניתוח ציטטות. בצורה זו מושגת הומוגניות בנתונים המאפשרת השוואה מהימנה בין אוניברסיטאות. יש להדגיש ש"פרסומי ליבה" הנ"ל מוגדרים על ידי ליידין, ואינם חופפים את פרסומי הליבה של Clarivate Analytics אלא ביחס של 5/6.

דירוג ליידין אינו רב-מדדי, כלומר אינו מספק מדד יחיד משוקלל של מספר מדדים, אלא מספק דירוגים נפרדים עבור מדדים שונים. המדדים שלו:

1. מדדי השפעה מדעית: מספר ושיעור פרסומי המוסד אשר הופיעו בין 1%, 5%, 10%, 50% הפרסומים המצוטטים ביותר בתחומם. לצורך כך ליידין הגדירה 4,500 שטחים, והמספרים מנורמלים לשטח ולשנה. כמו כן ניתנים המספר הכולל של הציטטות שהתקבלו לפרסומי המוסד וממוצע הציטטות לפרסום (לא כולל ציטטות עצמיות). יש לציין שבמדדים אלה דירוג ליידין נוקט ספירה שקולה (fractional counting) – כלומר חלקו היחסי של המוסד בין מחברי הפרסום.
 2. מדדי שיתוף פעולה: המספר והשיעור של פרסומי המוסד אשר נכתבו בשיתוף פעולה עם ארגון אחר; בינלאומי; עם המגזר העסקי; לפי מרחק גיאוגרפי.
 3. מדד Open Access : מספר ושיעור הפרסומים של המוסד אשר הופיעו במקורות Open Access לסוגיהם.
 4. מדדי מגדר: מספר ושיעור הפרסומים של המוסד אשר חוברו על ידי גברים או נשים.
- מדד ליידין שם דגש על השפעה מדעית של מוסד, אשר נבחנת בנתונים מספריים נגישים אולם לפי שיטת ספירה ייחודית למדד.

⁷⁶ CWTS Leiden Ranking 2019 indicators ([source](#))

מדע וטכנולוגיה



מוסד שמואל נאמן
למחקר מדיניות לאומית

טל. 04-8292329 | פקס. 04-8231889
קרית הטכניון, חיפה 3200003
www.neaman.org.il