

דוח מצב המדע בישראל  
תשפ"ג 2022

# תמונת מצב



מצב המדע בישראל משתקף על בסיס נתונים ממקורות שונים בנוגע לשלוש אבני היסוד של המחקר המדעי - ההון האנושי, מימון ותקצוב ותשתיות המחקר - וכן של תפוקת המחקר המדעי בישראל. תמונת מצב הכוללת השוואה בין-לאומית הכרחית להבנת מעמדה של ישראל בזירה זו. במקרים רבים ההשוואה נעשית בהדגשת מצבה של ישראל לעומת מדינות הדומות לה בגודלן הדמוגרפי והפיזי ושהן בעלות עצימות מדעית גבוהה. מלבד התמונה הבין-לאומית, השוואה מקומית של מצב המדע בישראל בחלוקה לתחומי המדע השונים מאפשרת בחינה מעמיקה ויסודית יותר.

בפרק זה מוצגת תמונה כללית של מצב המדע בישראל על בסיס נתונים ממקורות שונים בנוגע לשלוש אבני היסוד של המחקר המדעי – ההון האנושי, מימון ותקצוב ותשתיות המחקר – וכן של תפוקת המחקר המדעי בישראל. ככל שניתן, תמונת המצב כוללת השוואה בין-לאומית, ההכרחית להבנת מעמדה של ישראל בזירה זו. במקרים רבים ההשוואה נעשית בהדגשת מצבה של ישראל לעומת מדינות הדומות לה בגודלן הדמוגרפי והפיזי ושהן בעלות עצימות מדעית גבוהה כמו שווייץ, דנמרק, נורווגיה ושוודיה. כנקודת ייחוס, ההשוואה לרוב היא גם לכמה מעצמות (ארצות הברית, הממלכה המאוחדת וסין) ולממוצע מדינות ה-OECD. מלבד התמונה הבין-לאומית, מוצגת בפרק זה גם השוואה מקומית של מצב המדע בישראל בחלוקה לתחומי המדע השונים. נתונים מפורטים על תת-תחומי המדע זמינים ביתר פרקי הדוח. המידע המוצג בפרק זה ובדוח כולו שואף להישען על הנתונים העדכניים ביותר הזמינים.

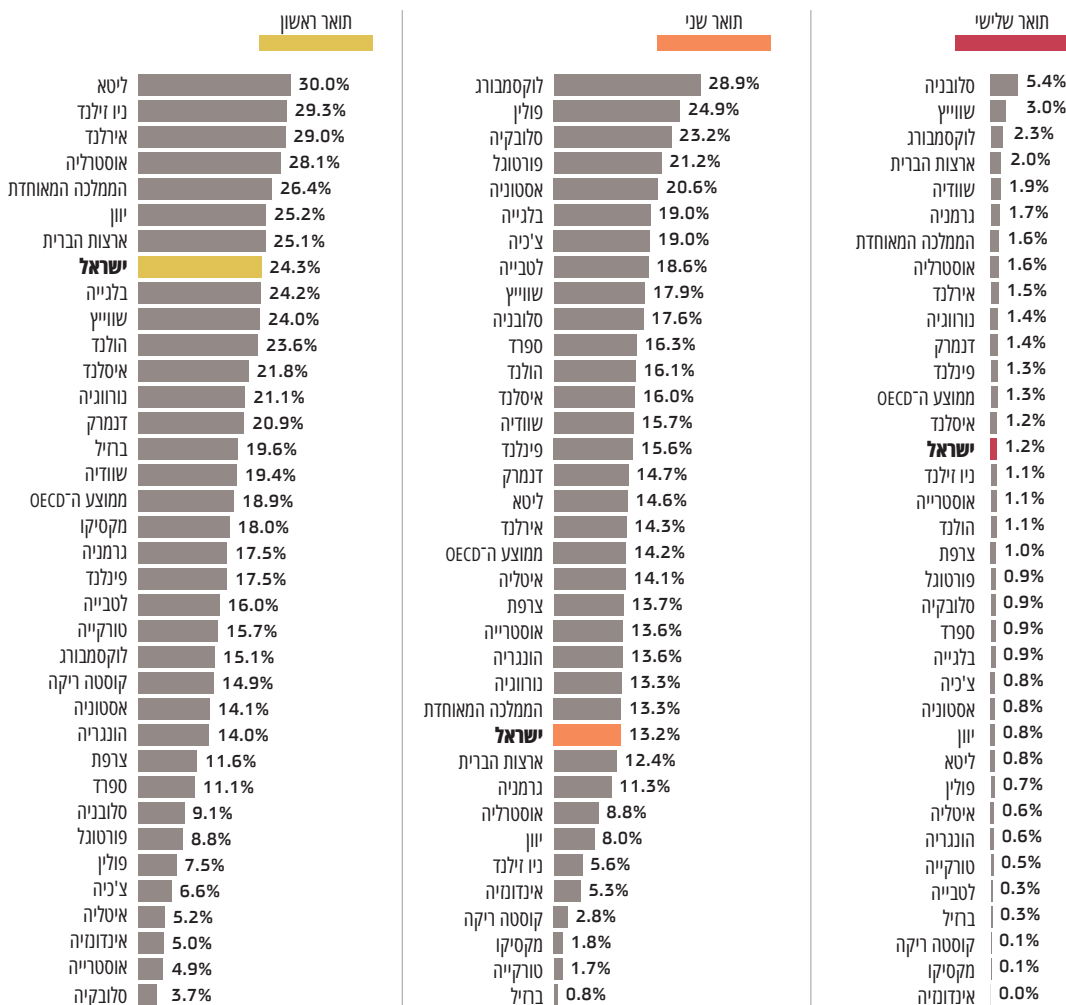
## ההון האנושי

### רמת ההשכלה

תמונה כללית ביותר של ההון האנושי בישראל בכל הקשור למחקר מדעי יכולה להתקבל מרמת ההשכלה של האוכלוסייה. תמונה זו מראה את עתודות ההון האנושי של ישראל בהקשר זה, ובמובן רחב יותר, היא עשויה להעיד על יחסה של האוכלוסייה בישראל להשכלה גבוהה ולמדע ועל נגישותם של לימודים גבוהים לציבור הרחב. כפי שעולה מאיור 2, כ-39% מבני 25 עד 64 בישראל היו בעלי השכלה אקדמית (ברמת תואר ראשון ומעלה). רמת ההשכלה הגבוהה ביותר שאליה הגיעו כ-24% מבני קבוצת גיל זו היא רמת תואר ראשון, כ-13% הגיעו לרמת תואר שני וכ-1% – לרמת תואר שלישי. כפי שניתן לראות באיור זה, ישראל ממוקמת במקום גבוה יחסית (וגבוה מממוצע מדינות ה-OECD) בכל הנוגע לבני קבוצת גיל זו שהגיעו לרמת השכלה של תואר ראשון. עם זאת מיקומה של ישראל נמוך וקרוב יותר לממוצע מדינות ה-OECD בכל הנוגע לרמות השכלה גבוהות יותר של תואר שני ושלישי. למעשה, שיעור בעלי התואר השלישי בישראל נמוך מזה שבמדינות המאופיינות במצוינות מדעית בולטת כמו ארצות הברית, הממלכה המאוחדת, גרמניה ושווייץ.

### אנשי הסגל האקדמי

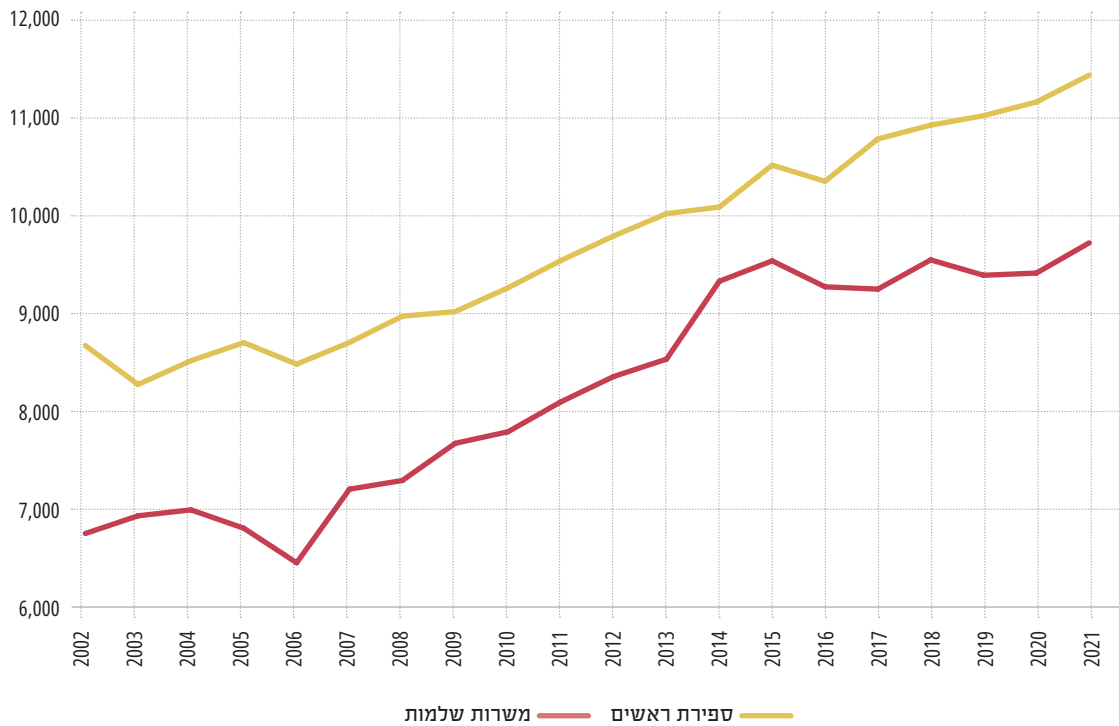
אנשי הסגל האקדמי הבכיר במוסדות ההשכלה הגבוהה, בעיקר באוניברסיטאות, אך גם במכללות, הם מרבית החוקרים העוסקים במחקר בסיסי בישראל. הצטיינותו של המחקר הישראלי תלויה בראש ובראשונה במצוינותם המחקרית של חוקרים אלה. ככל שמספרם יהיה רב יותר, כך יוכל המחקר המדעי בישראל להיות ענף יותר.



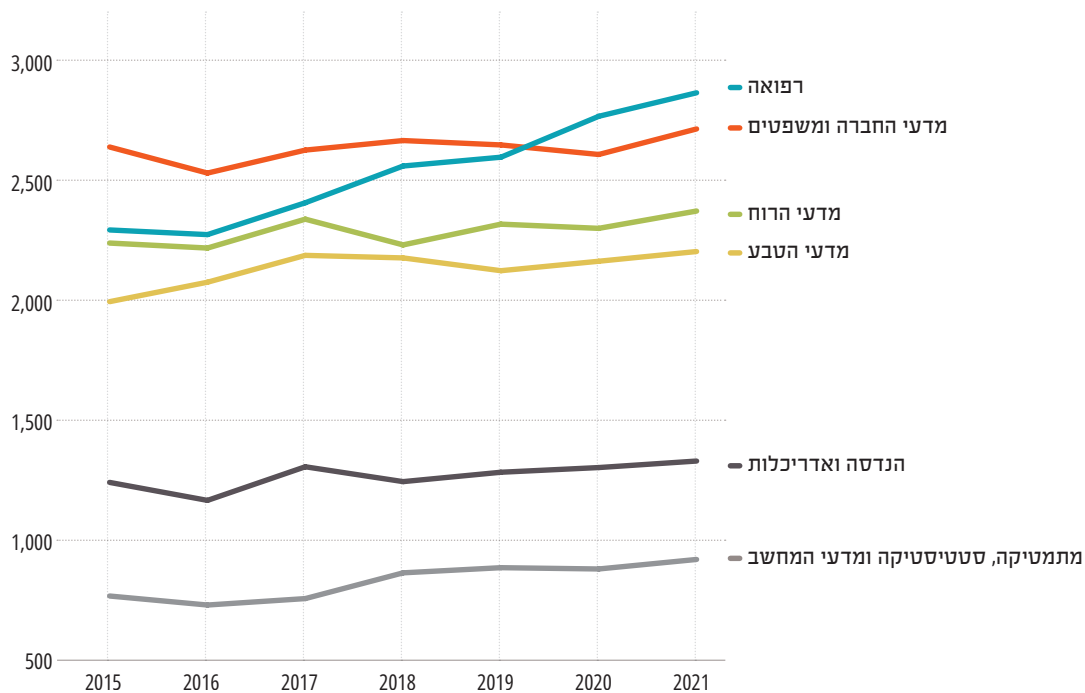
איור 2. רמת ההשכלה הגבוהה במדינות ה-OECD (2021).

מקור: OECD Education at Glance

מדידת מספר אנשי הסגל יכולה להיעשות בשתי דרכים: דרך אחת סופרת את מספר העוסקים במחקר (ללא קשר להיקף המשרה שלהם), דרך הקרויה "ספירת ראשים"; הדרך השנייה סופרת את מספר התקנים המוקצים למחקר, כלומר היא סופרת משרות שלמות. טבעי הדבר שהמספרים שיתקבלו באמצעות ספירת ראשים יהיו גדולים מאלה שמתקבלים בספירת משרות שלמות. כפי שניתן לראות באיור 3, בשנת 2021 היו בישראל 11,510 אנשי סגל בכיר באוניברסיטאות ובמכללות (כולל אנשי הסגל הקליני בפקולטות לרפואה), שהם כ-9,648 משרות שלמות. כמו כן ניתן לראות כי מספר אנשי הסגל הבכיר גדל במידה ניכרת בעשרים השנים האחרונות: בשנת 2002 היה מספרם 8,531 (כ-6,444 במשרות שלמות) – עלייה של כ-35% (ועלייה של כ-50% במשרות שלמות).

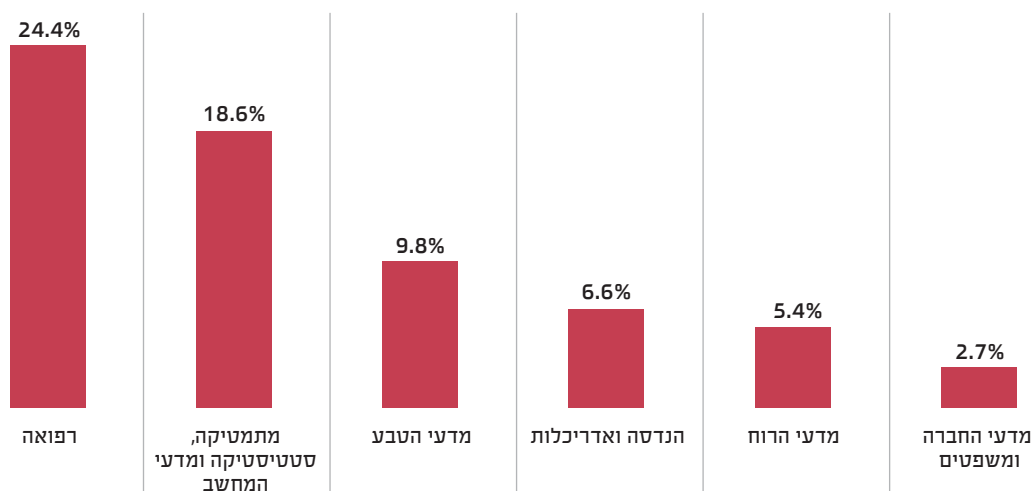


איור 3. מספר אנשי הסגל הבכיר באוניברסיטאות ובמכללות בישראל לפי ספירת ראשים ולפי משרות שלמות (2021-2002). הנתונים כוללים את אנשי הסגל הקליני בפקולטות לרפואה. מקור: הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה



איור 4. מספר אנשי הסגל הבכיר באוניברסיטאות ובמכללות בישראל לפי תחומים (2021-2015). הנתונים כוללים את אנשי הסגל הקליני בפקולטות לרפואה. מקור: הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה

מאיוור 4 ניתן ללמוד על חלוקתם של אנשי הסגל הבכיר בישראל לפי תחומי המחקר. בשנת 2021 היו בישראל 2,856 אנשי סגל בכיר ברפואה (כ-25% מכלל אנשי הסגל), 2,705 במדעי החברה ומשפטים (כ-23%), 2,362 במדעי הרוח (כ-20%), 2,193 במדעי הטבע (כ-19%), 1,318 בהנדסה ואדריכלות (כ-11%) ו-907 במתמטיקה, סטטיסטיקה ומדעי המחשב (כ-8%).<sup>8</sup> מספר אנשי הסגל הבכיר בכל התחומים גדל מאז שנת 2015. כפי שאפשר לראות באיור 5, הגידול הרב ביותר היה במספרם של אנשי הסגל ברפואה (גידול של כ-24%), ולאחר מכן במתמטיקה, סטטיסטיקה ומדעי המחשב (גידול של כ-19%). במדעי הטבע גדל מספר אנשי הסגל בכ-10%, בהנדסה ואדריכלות בכ-7%, במדעי הרוח בכ-5% ובמדעי החברה בכ-3%.



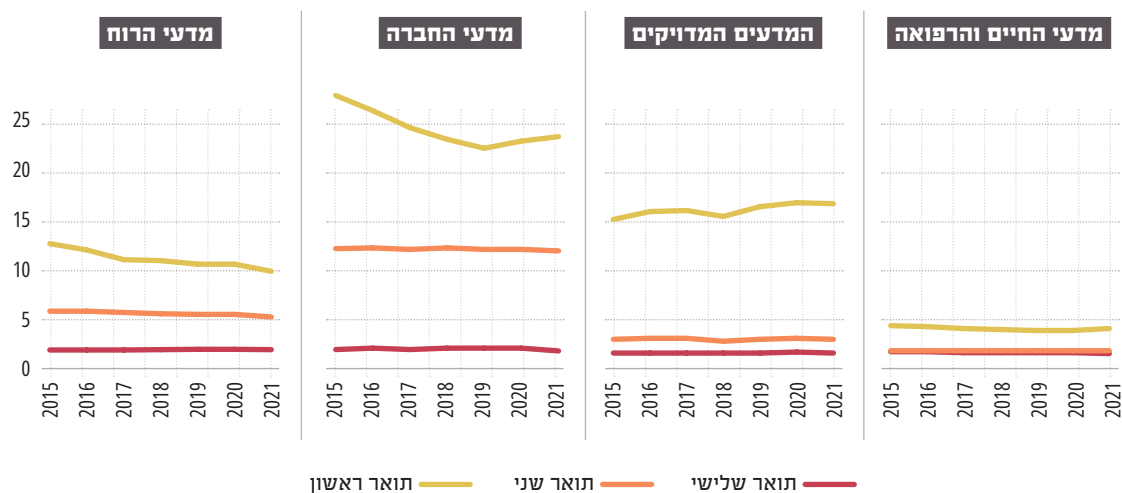
איור 5. שיעור השינוי במספר אנשי הסגל הבכיר באוניברסיטאות ובמכללות בישראל לפי תחומים (2015-2021).  
הנתונים כוללים את אנשי הסגל הקליני בפקולטות לרפואה. מקור: עיבוד נתוני הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה

את מספרם של אנשי הסגל הבכיר יש לבחון גם ביחס למספר הסטודנטים. יחס סטודנטים-סגל גבוה מגדיל את עומס ההוראה המוטל על אנשי הסגל הבכיר, ומכאן פוגע בזמנם המוקצה למחקר.<sup>9</sup> יתרה מזאת, יחס סטודנטים-סגל גבוה, בעיקר כשמדובר בסטודנטים לתארים מתקדמים, פוגע ביכולתם של אנשי הסגל להיות קשובים לתלמידי המחקר ולהנחותם הנחיה נאותה. כפי שניתן לראות באיור 6, בשנת תשפ"א (2020/21) היו באוניברסיטאות (ללא האוניברסיטה הפתוחה) 9.8 סטודנטים לתואר ראשון על כל איש סגל בכיר במדעי הרוח, 23.6 סטודנטים לתואר ראשון על כל איש סגל בכיר במדעי החברה, 16.7 סטודנטים לתואר ראשון על כל איש סגל בכיר במדעים המדויקים ו-4.1 סטודנטים לתואר ראשון על כל איש סגל במדעי החיים והרפואה. יחס זה נמוך יותר כשמדובר בסטודנטים לתארים מתקדמים. היחס בין מספר הסטודנטים לתואר שני לאנשי סגל בכיר היה 5.2 במדעי הרוח, 11.8 במדעי החברה,

<sup>8</sup> מספרים אלה אינם תואמים את הנתונים המוצגים באיור 3 מפני שלפי השיטה של ספירת ראשים איש סגל שיש לו תקן בשני תחומים שונים נספר בשניהם. לכן המספרים המוצגים כאן נסכמים למספר גדול יותר, אך אין סתירה בין הנתונים. בדומה לזה, שיעורם של אנשי הסגל בתחומים השונים אינו נסכם ל-100%.

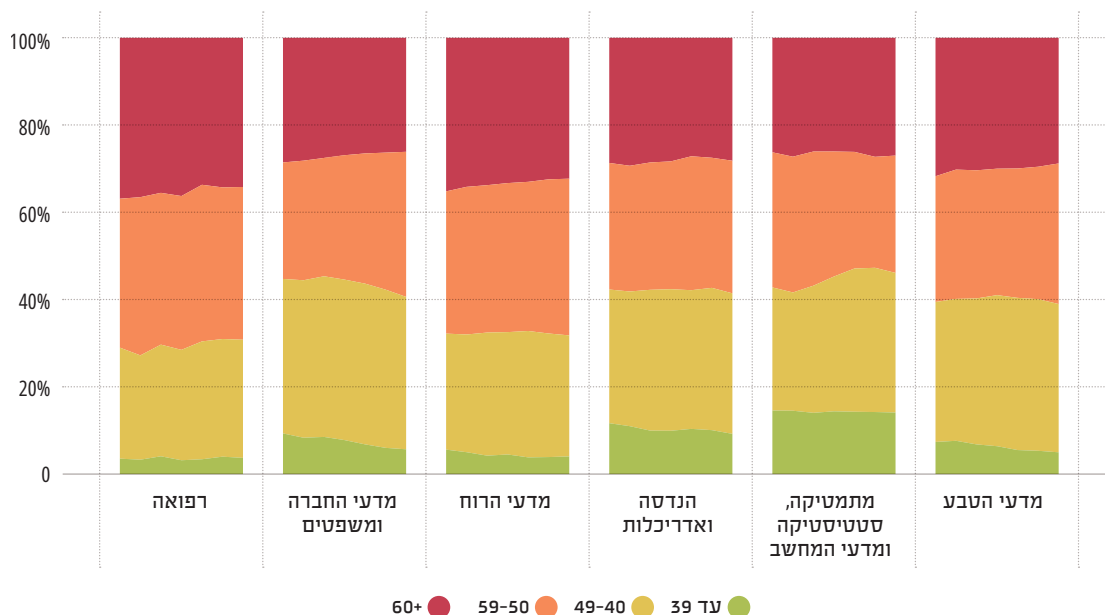
<sup>9</sup> יש לציין כי לא כל עומס ההוראה מוטל על אנשי הסגל הבכיר; חלק ממנו (בשיעור המשתנה בין תחומים ובין מוסדות) מוטל על מרצים מן החוץ ועל אנשי הסגל הזוטור.

2.9 במדעים המדויקים ו-1.5 במדעי החיים והרפואה. כמו כן היחס בין מספר הסטודנטים לתואר שלישי לאנשי סגל בכיר היה 2 במדעי הרוח, 1.6 במדעי החברה, 1.5 במדעים המדויקים ו-1.8 במדעי החיים והרפואה. ככלל, ניתן לראות כי היחס סטודנטים-סגל נמצא במגמת ירידה ברורה במדעי הרוח כשמדובר בסטודנטים לתואר ראשון ושני, ובעלייה עקיבה במדעים המדויקים, כשמדובר בסטודנטים לתואר ראשון. אולם יש הבדלים ביחס זה בין תת-תחומים שונים, כפי שניתן ללמוד מהנתונים המוצגים בפרקי התחומים.



איור 6. יחס סטודנטים-סגל בכיר באוניברסיטאות לפי תחומים (2015-2021).  
 הנתונים אינם כוללים את האוניברסיטה הפתוחה. מקור: הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה

הגיל הממוצע של אנשי הסגל הבכיר עולה בהדרגה. כפי שעולה מאיור 7, הסגל הבכיר במדעי הרוח וברפואה הוא המבוגר ביותר. כ-68% מאנשי הסגל במדעי הרוח בשנת 2021 היו מעל גיל 50, וכך גם כ-69% מאנשי הסגל ברפואה. ביתר התחומים חלקם של אנשי הסגל מעל גיל 50 הוא בין כ-54% לכ-61%. עם זאת ניתן לראות ירידה מסוימת בשיעורה של קבוצת הגיל המבוגרת ביותר (אנשי הסגל מעל גיל 60) בכל התחומים. בד בבד ניתן לראות ירידה בכל התחומים גם בשיעורה של הקבוצה הצעירה ביותר (אנשי הסגל עד גיל 39). במילים אחרות, חלקה של קבוצת הגיל שבין 40 ל-59 גדל. עלייה בגיל הממוצע של אנשי הסגל וכן, ובעיקר, ירידה בשיעורם של אנשי הסגל מתחת לגיל 39 יכולות לנבוע מסיבות שונות, ובהן התארכות מסלולי ההכשרה האקדמית, כמו משך לימודי הדוקטורט והשתלמויות הבהת-דוקטורט. משך מסלול ההכשרה הכולל מצטרף כמובן לגיל המבוגר, יחסית לזה שבעולם, שבו מתחילים מרבית הצעירים בישראל בלימודים אקדמיים. לכניסתם של אנשי סגל חדשים בגיל מבוגר יחסית יכולות להיות השלכות שונות על מערכת ההשכלה הגבוהה והמחקר בישראל, למשל פגיעה בתמריץ להשתלב במסלול האקדמי וכן לקיצור שנות הפעילות של אנשי הסגל.



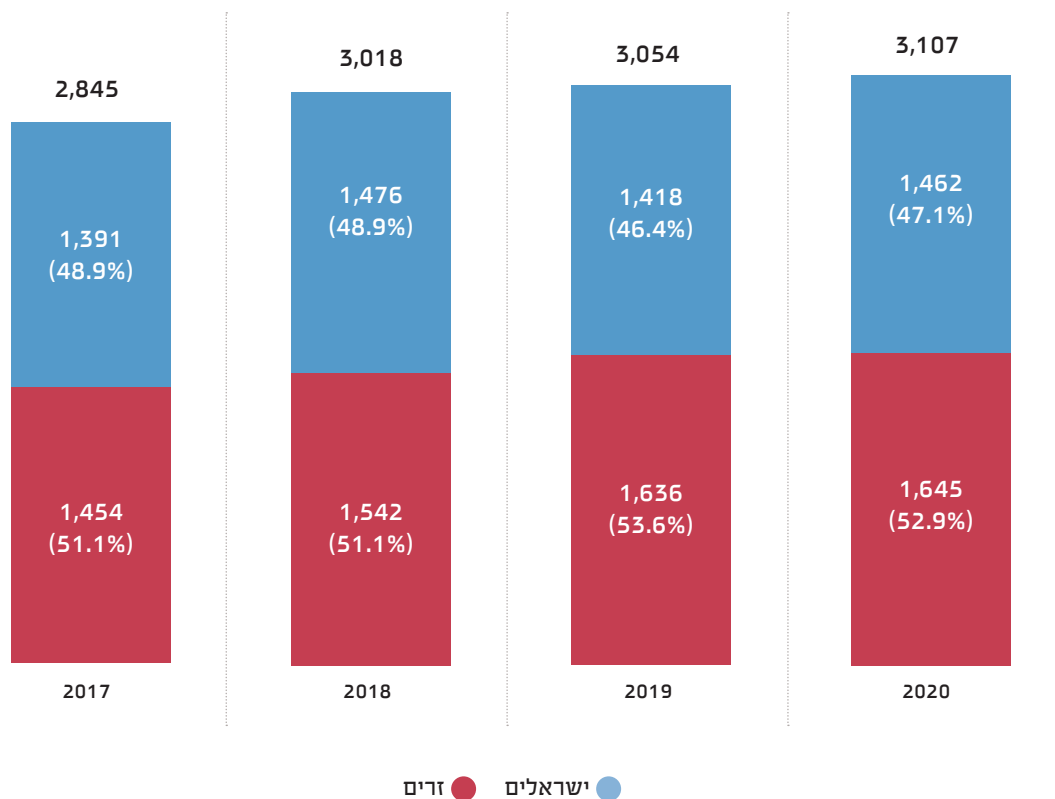
איור 7. התפלגות גיל אנשי הסגל הבכיר באוניברסיטאות ובמכללות בישראל לפי תחומים (2015-2021). מקור: עיבוד לנתוני הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה

## עמיתי בתר־דוקטורט

עמיתי בתר־דוקטורט הם חוקרים שהשלימו את לימודי הדוקטורט שלהם ומשתלמים בפעילות מחקר במוסד מחקר (לעיתים גם בתעשייה), לרוב במוסד אחר מזה שבו סיימו את לימודיהם. מסלול זה מאפשר לחוקר להמשיך בתהליך הכשרתו המחקרית בליווי חוקר ותיק טרם השתלבותו במשרה בתקן באקדמיה. מסלולים אלה הפכו נפוצים יותר ויותר, ואורכם יכול לנוע בין כשנה לכחמש שנים, לפי תחום המחקר. בישראל מיוחסת רבה להשתלמות בתר־דוקטורט בעת גיוסם של אנשי סגל חדשים. בתחומים רבים מצופה מחוקרים שסיימו את לימודי הדוקטורט שלהם במוסד בארץ לערוך מחקר בתר־דוקטורט בחו"ל כאמצעי לרכישת מיומנויות חדשות ולהשתלבות בקהילה המדעית הבין־לאומית. לעמיתי בתר־דוקטורט יש חשיבות רבה גם בפעילות מעבדות המחקר של החוקרים הוותיקים, בהיותם של עמיתי הבתר־דוקטורט שותפים מקצועיים שביכולתם להעשיר את פעילות המעבדה ואת מחקרה, וכן לסייע בהנחיית תלמידי מחקר. בהקשר זה יש חשיבות מיוחדת גם להגעתם לישראל של עמיתי בתר־דוקטורט מחו"ל, שיכולים לתרום לחוקר המארח ולחברי מעבדתו גישות מדעיות שונות וחדשות שאותן למדו בהכשרתם בחו"ל. על חשיבותם זו בין היתר לבין־לאומיות המחקר בישראל, ראו בפרק "בין־לאומיות". מבחינה לאומית ובין־לאומית המעקב אחר עמיתי בתר־דוקטורט לוקה בחסר. בישראל יש נתונים סדירים מהשנים האחרונות בלבד, ואין נתונים בין־לאומיים סדורים המאפשרים השוואת מצבה של ישראל לזה של מדינות אחרות. כפי שניתן לראות באיור 8, מספר עמיתי הבתר־דוקטורט המצויים

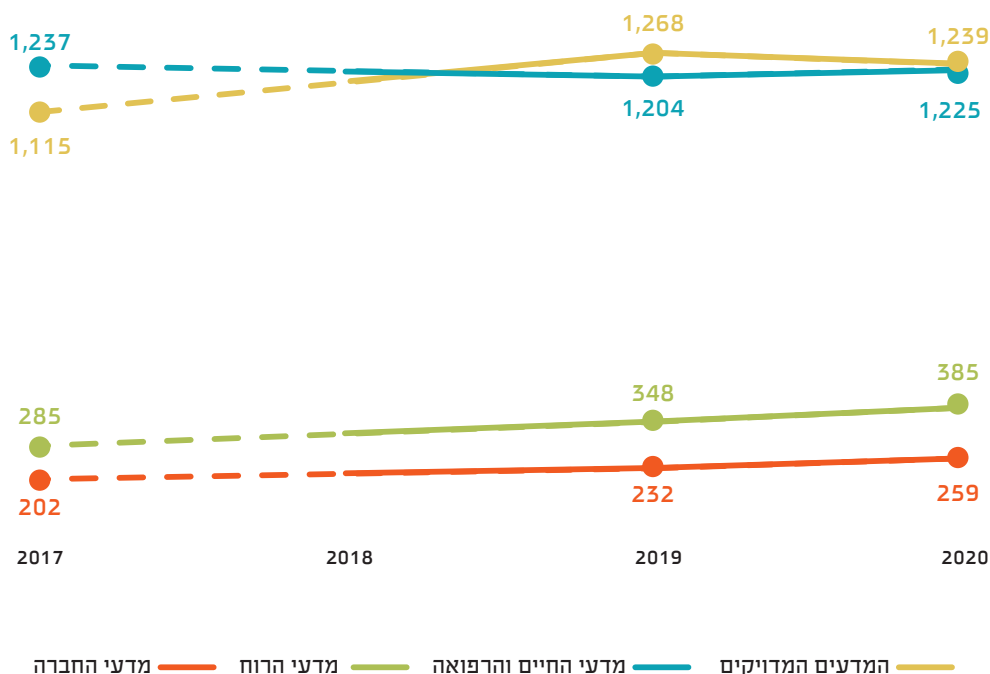


בישראל גדל במתינות בשנים האחרונות מ-2,845 חוקרים בשנת 2017 ל-3,107 בשנת 2020. קצת פחות ממחציתם ישראלים, וקצת יותר ממחציתם – זרים. כפי שרואים באיור 9, מרבית עמיתי הבת-דוקטורט בישראל הם מתחומי המדעים המדויקים או ממדעי החיים והרפואה, בהיקפים דומים יחסית: בשנת 2020 כ-1,239 חוקרים השתלמו בבת-דוקטורט במדעים המדויקים וכ-1,225 במדעי החיים והרפואה. מספרם של עמיתי הבת-דוקטורט במדעי הרוח והחברה קטן יותר אך נמצא במגמת עלייה מתונה: מספר עמיתי הבת-דוקטורט במדעי הרוח גדל מכ-286 בשנת 2017 לכ-385 בשנת 2020. עלייה דומה ניכרה במדעי החברה – מכ-202 עמיתי בת-דוקטורט בשנת 2017 לכ-259 בשנת 2020.



איור 8. מספר עמיתי הבת-דוקטורט בישראל בחלוקה לחוקרים ישראלים וזרים (2017-2020).

מקור: הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה



איור 9. מספר עמיתי הבת-דוקטורט בישראל לפי תחומים (2017-2020). מספר החוקרים בכל תחום משוער על בסיס שיעור חוקרי הבת-דוקטורט בכל תחום מסך החוקרים בכל התחומים באותה השנה. מקור: הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה

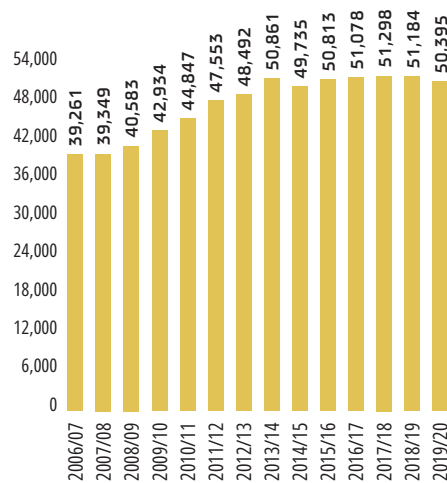
## סטודנטים ובוגרים

סטודנטים הם נדבך מרכזי במערכת ההשכלה הגבוהה והמחקר. תלמידי המחקר (סטודנטים לתואר שני וביתר שאת לתואר שלישי) הם העתודה המחקרית של ישראל, וחלקם יהוו את שדרת החוקרים בשנים שתבואנה. כמו כן בתחומים רבים תלמידי המחקר משתלבים בפעילות המחקרית של אנשי הסגל ומסייעים לקידומה. מקרב הסטודנטים לתואר ראשון יוצאים המעטים שממשיכים ללימודים מתקדמים, ואחרים נושאים את הכשרתם המדעית ליתר זירות התעסוקה במגזר הציבורי, הפרטי או השלישי, שבו הם משתמשים לעיתים בכישורים אלה לצורכי מחקר יישומי, תעשייתי וכדומה. נוסף על זה, מספר הסטודנטים בכל רמות התואר משפיע על עומס ההוראה וההנחיה המוטל על אנשי הסגל, ומכאן על פניותם למחקר ולהנחיה ברמה גבוהה. בשל התמקדותו של דוח מצב המדע במחקר הבסיסי, תמונת המצב בנוגע לסטודנטים במערכת ההשכלה הגבוהה מתמקדת בתלמידי המחקר. במקומות מסוימים, ובעיקר בפרקי התחומים, יוצגו נתונים נוספים גם על סטודנטים לתואר ראשון.

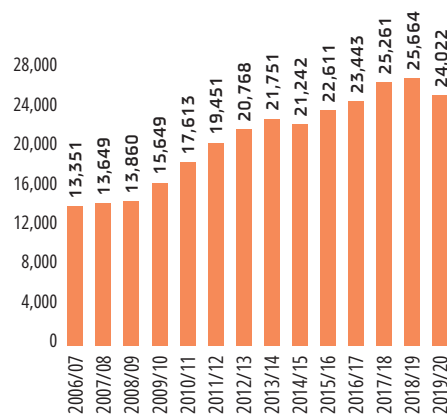
מספר בוגרי המוסדות להשכלה גבוהה גדל לאורך השנים כמעט בעקביות. כפי שניתן לראות באיור 10, מספר מקבלי התואר הראשון גדל משנת תשס"ז (2006/07) מ-39,261 בוגרים ל-50,395 בוגרים בשנת תש"ף (2019/20), גידול של כ-28%. מספר מקבלי התואר השני גדל מ-13,351 בתשס"ז ל-24,022 בתש"ף, גידול של כ-80%. מספר מקבלי התואר השלישי גדל מ-1,288 בתשס"ז ל-1,811 בתש"ף, גידול של כ-41%. בשנת תש"ף נראה קיטון קל במספר בוגרי התואר הראשון והשני, אך נתון יחיד זה אינו יכול להעיד על מגמה.

## תואר ראשון

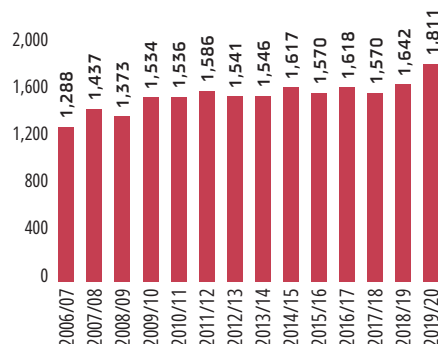
מבחינת התחומים, כפי שנראה באיור 11, מספר מקבלי התארים הרב ביותר לתואר ראשון ושני הוא במדעי החברה: בשנת תש"ף קיבלו תואר ראשון במדעי החברה 21,311 סטודנטים (כ-42% מסך מקבלי התואר הראשון) ו-11,944 קיבלו תואר שני (כ-50% מסך מקבלי התואר השני). התחום הבא אחריהם שבו מספר מקבלי התואר הראשון והשני הוא הגדול ביותר הוא מדעי הרוח: בשנת תש"ף קיבלו תואר ראשון במדעי הרוח 12,749 סטודנטים (כ-25% מסך מקבלי התואר הראשון) ו-6,698 קיבלו תואר שני (כ-28% מסך מקבלי התואר השני).<sup>10</sup> מספר מקבלי התארים במדעים המדויקים ובמדעי החיים והרפואה קטן יותר. בשנת תש"ף קיבלו תואר ראשון במדעים המדויקים 11,292 סטודנטים (כ-22% מסך מקבלי התואר הראשון) ו-2,057 קיבלו תואר שני (כ-9% מסך מקבלי התואר השני). כמו כן בשנת תש"ף קיבלו תואר ראשון במדעי החיים והרפואה 5,043 סטודנטים (כ-10% מסך מקבלי התואר הראשון) ו-3,323 קיבלו תואר שני (כ-14% מסך מקבלי התואר השני). בראייה רב-שנתית ניתן לראות כי מספר מקבלי התואר הראשון בתחומי מדעי החברה הולך וקטן זה כעשור. קיטון ניכר גם בקרב מספר מקבלי התואר הראשון במדעי הרוח, אך רק מהשנים האחרונות. מספר מקבלי התואר הראשון במדעי החיים והרפואה יציב יחסית בשנים האחרונות. לעומתם, מספר מקבלי התואר הראשון במדעים המדויקים גדל במתינות. מספר מקבלי התואר השני בכל ארבעת התחומים נמצא במגמת גדילה לאורך השנים האחרונות, והנתון הבולט ביותר הוא במדעי החברה והרוח (להוציא ירידה בשנת תש"ף שטרם ניתן להכריע אם היא מבטאת שינוי מגמה או תנודה רגעית). לעומת המצב בלימודי התואר הראשון והשני תמונת בוגרי התואר השלישי מעידה על בכורתם של המדעים המדויקים ושל מדעי החיים והרפואה. מספר מקבלי התואר השלישי בשני תחומים אלה הוא הגדול ביותר: בשנת תש"ף קיבלו



## תואר שני



## תואר שלישי

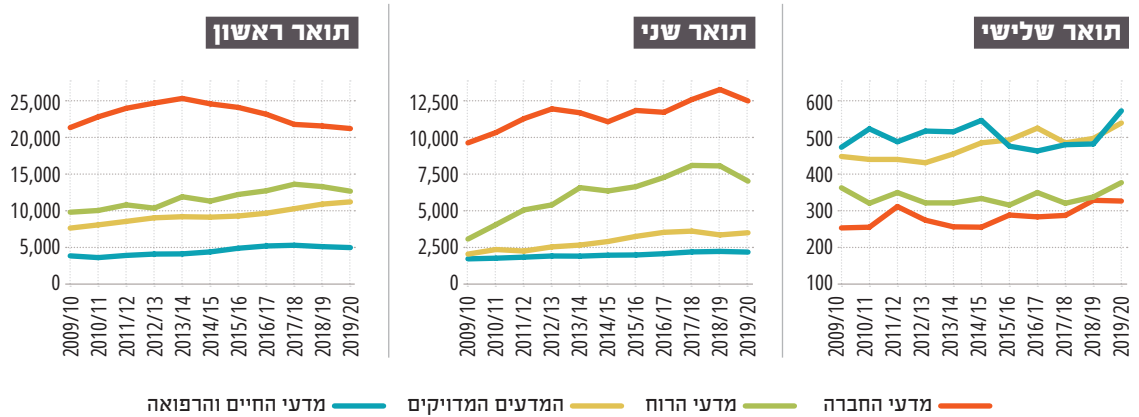


איור 10. מספר מקבלי התארים מהמוסדות להשכלה הגבוהה בישראל לפי תואר, תשס"ז-תש"ף (2019/20-2006/07).

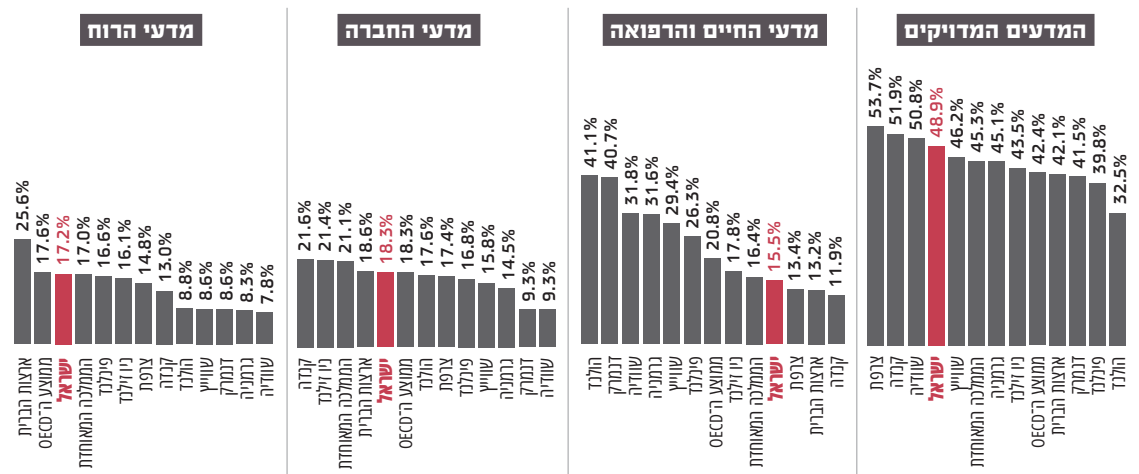
מקור: הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה

<sup>10</sup> חלק ניכר מבוגרי מדעי הרוח הם בוגרי חינוך והכשרה להוראה חרף ירידה בפועל ביתר תחומי מדעי הרוח הקלאסיים. להרחבה בעניין זה ראו את פרק "מדעי הרוח".

תואר שלישי בתחומי מדעי החיים והרפואה 571 סטודנטים (כ־32% מסך מקבלי התואר השלישי), בתחומי המדעים המדויקים 538 סטודנטים (כ־30%), בתחומי מדעי הרוח 376 סטודנטים (כ־21%) ובתחומי מדעי החברה – 326 סטודנטים (כ־18%). כלומר, מרבית מקבלי התואר הראשון והשני הם בתחומי מדעי החברה והרוח, ואילו מרביתם של מקבלי התואר השלישי הם במדעים המדויקים ובמדעי החיים והרפואה.



איור 11. מספר מקבלי התארים מהמוסדות להשכלה הגבוהה בישראל לפי תחום ולפי תואר, תש"ע-תש"ף (2009/10-2019/20). מקור: עיבוד לנתוני הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה.



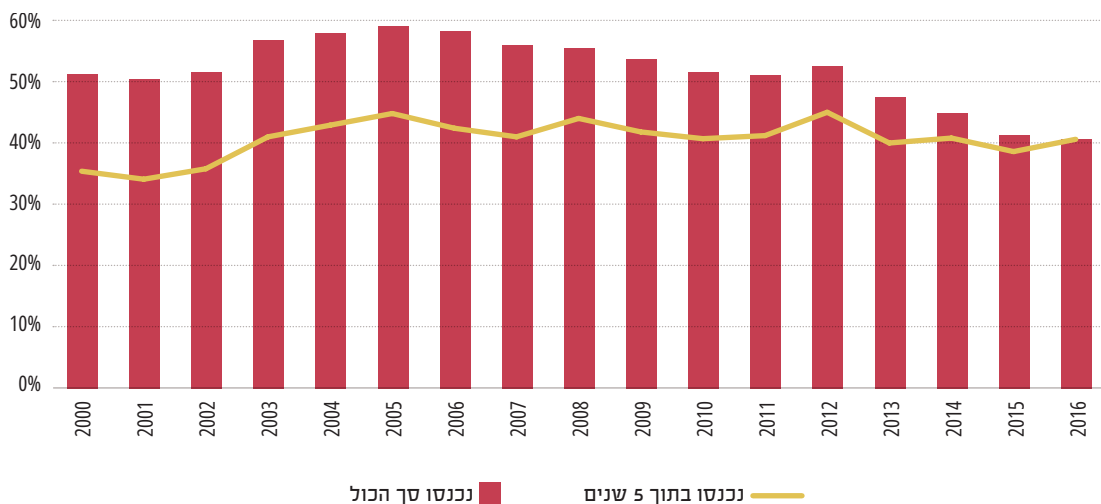
איור 12. שיעור בוגרי התואר השלישי במדינות OECD נבחרות לפי תחומים (2020). כדי לחסוך בהצגת המידע מוצגות מדינות נבחרות בלבד. מקור: OECD Education at Glance.

בראייה בין-לאומית איור 12 מציג את שיעור בוגרי התואר השלישי בשנת 2020 בכל אחד מארבעת התחומים לעומת מדינות OECD נבחרות. כפי שנראה באיור זה, מקרב בוגרי התואר השלישי בישראל בשנת 2020, כ־49% היו בתחומי המדעים המדויקים, כ־16% בתחומי מדעי החיים והרפואה, כ־18%

בתחומי מדעי החברה, והיתר (כ-17%) – במדעי הרוח.<sup>11</sup> שיעור בוגרי התואר השלישי בישראל בתחומי המדעים המדויקים, מדעי החברה ומדעי הרוח היה גבוה יחסית למדינות ה-OECD הנבחרות, ואילו שיעור בוגרי התואר השלישי במדעי החיים והרפואה היה נמוך מזה שברובן.

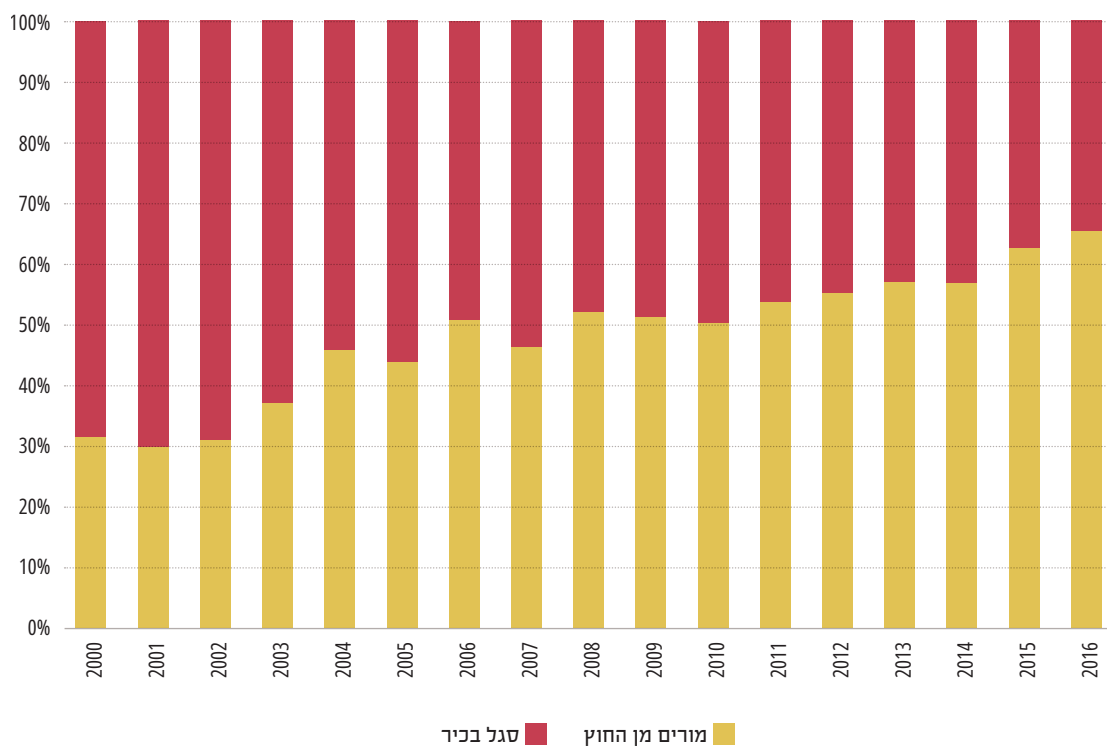
אף שבוגרי התואר השלישי הם העתודה המחקרית של ישראל, נראה שרק כמחצית מהם משתלבים לבסוף בסגל האקדמי (הבכיר או כמרצים מן החוץ). כפי שנראה באיור 13, רק כ-52% ממי שקיבלו תואר שלישי בישראל בשנת 2000 השתלבו לבסוף בסגל האקדמי. בדומה לזה, רק כ-41% ממקבלי התואר השלישי בשנת 2016 השתלבו בסגל האקדמי, אף שעדיין פתוחה לפנייהם האפשרות לעשות כן. כמו כן ניתן לראות ששיעורם של בוגרי התואר השלישי שהשתלבו בתוך חמש שנים בסגל האקדמי עלה בכ-5 נקודות האחוז: כ-36% ממקבלי התואר השלישי בשנת 2000 השתלבו בתוך חמש שנים בסגל האקדמי לעומת כ-41% ממקבלי התואר השלישי בשנת 2016. יתרה מזאת, באיור 14 ניתן לראות ששיעור הולך וקטן מקרב בוגרי התואר השלישי שמצטרפים לסגל האקדמי משתלבים מייד בתחילת דרכם בתקני סגל בכיר לעומת המשתלבים במשרות של מורים מן החוץ. כ-67% ממקבלי התואר השלישי בשנת 2000 שהשתלבו בסגל האקדמי נכנסו (כמשרה ראשונה) לתקן סגל בכיר, ולעומת זאת בשנת 2016 רק כ-35% מבוגרי התואר השלישי עשו כן. ככלל, נתונים אלה עשויים להעיד על הזדמנויות להרחבת היקף המחקר הבסיסי בישראל שמוחמצות בשל שיעורי ההשתלבות הנמוכים של בוגרי תואר שלישי במערכת האקדמית, וכן בשל שיעורי ההשתלבות הגבוהים במשרות של מורים מן החוץ המועסקים בתפקידי הוראה בלבד ופעילותם המחקרית מצומצמת מאוד (וכך גם התמיכה שהם זוכים לה מצד גופי המחקר). כמו כן הם עשויים להעיד על המורכבות ההולכת וגדלה של הצטרפות לסגל הבכיר שבעבר הייתה משרתם האקדמית הראשונה של רבים יותר מקרב מקבלי התואר השלישי.

11 סיווג התחומים נעשה על בסיס התקן הבינלאומי לנושא זה (ISCED-F-2013) שאינו חופף חפיפה מלאה את החלוקה המקובלת לארבעת תחומי המדע כפי שהם מוצגים בדוח זה ולפי נתוני הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה. ההבדלים העיקריים הם סיווג לימודי הסטטיסטיקה ולימודי הביולוגיה תחת המדעים המדויקים וההנדסה, וכן בסיווג לימודי עבודה סוציאלית תחת מקצועות הבריאות והרפואה. לכן התמונה המוצגת כאן היא במידה מסוימת תמונת חסר של מדעי החיים והרפואה וכן תמונה עודפת של המדעים המדויקים.



איור 13. שיעור בוגרי התואר השלישי שנכנסו לסגל האקדמי (כסגל בכיר או כמרצים מן החוץ) לפי שנת קבלת התואר השלישי (2016-2000).

מקור: הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה



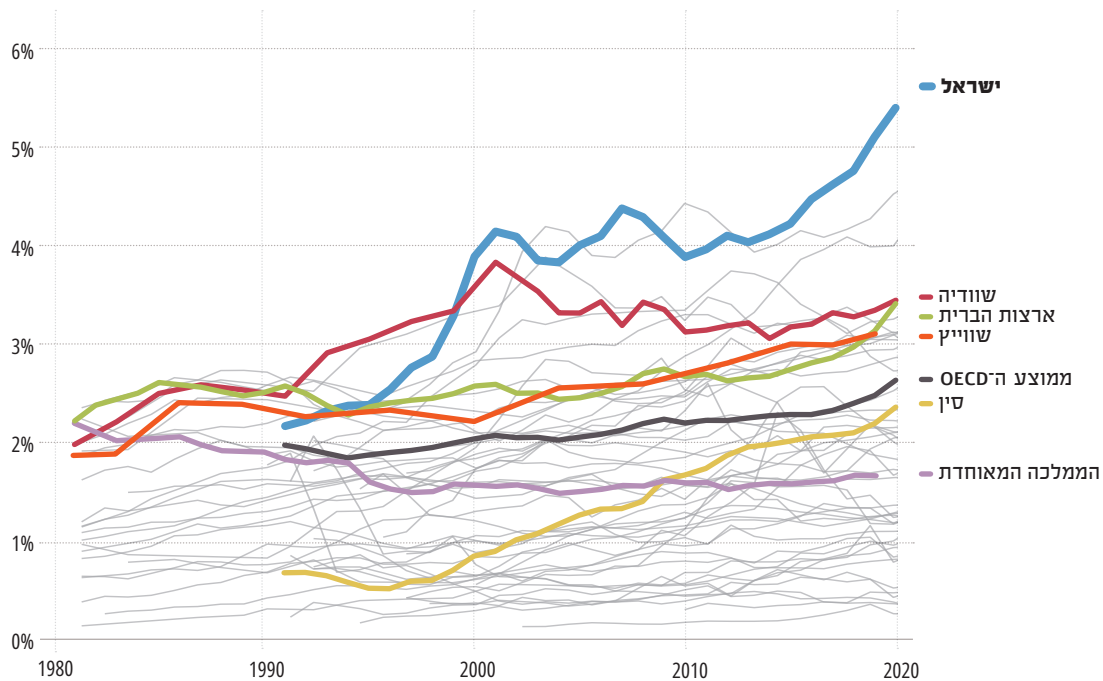
איור 14. התפלגות כניסתם של בעלי תואר שלישי לסגל האקדמי לפי שנת קבלת התואר וסוג המשרה (2016-2000).

סיווג אנשי הסגל לפי סוג המשרה מתבסס על המשרה הראשונה שבה הם הופיעו כחלק מהסגל האקדמי, וייתכן מעבר בין שתי הקבוצות, למשל אנשי סגל שמופיעים כמורים מן החוץ אך נקלטו לאחר מכן כסגל בכיר. מקור: הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה

# מימון ותקצוב

## ההוצאה הלאומית למחקר ופיתוח

ההוצאה הלאומית למחקר ופיתוח (מו"פ) היא הנתון המרכזי המעיד על היקף המימון והתקצוב של המחקר במדינה. נהוג למדוד את עצימות המו"פ (R&D Intensity) של מדינות באמצעות שיעור ההוצאה הלאומית שלהן למו"פ כאחוז מהתמ"ג. נתון זה כולל את כל ההוצאות הלאומיות למו"פ, כולל זה המתבצע במגזר הפרטי והביטחוני.<sup>12</sup> בחינת ההוצאה הלאומית למו"פ לפי שיעורה בתמ"ג מאפשרת השוואה של ישראל למדינות השונות ממנה בגודלן הפיזי או הכלכלי.



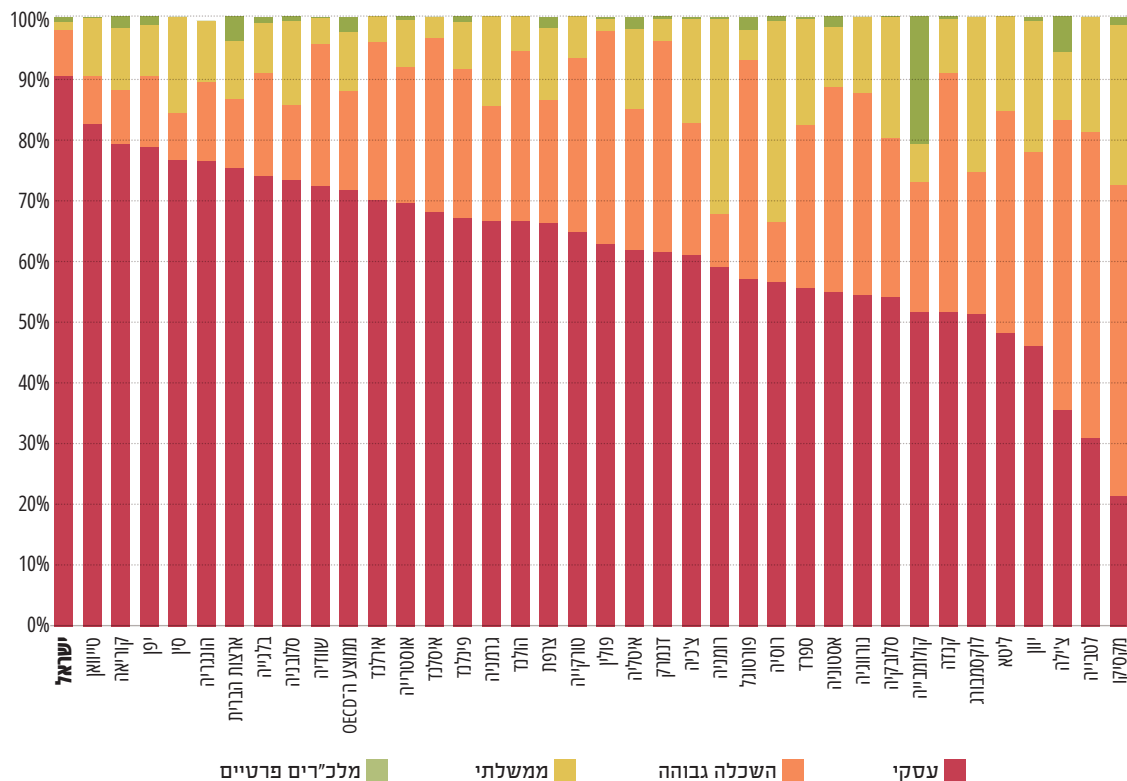
איור 15. עצימות המו"פ במדינות ה-OECD (1981-2020).

מקור: OECD Main Science and Technology Indicators

כפי שעולה מאיור 15, למן שנות האלפיים עצימות המו"פ של ישראל היא הגבוהה ביותר בקרב מדינות ה-OECD והגיעה לשיאה בשנת 2020, כאשר ההוצאה הלאומית למו"פ בישראל הייתה כ-5.4% מהתמ"ג. כמו כן ניתן ללמוד מאיור זה כי במרבית המדינות, ובכללן ישראל, עצימות המו"פ גברה בשנים האחרונות, גם אם בחלק מהן בקצב איטי.

12 הנתונים על הוצאה לאומית למו"פ בישראל אינם כוללים מו"פ ביטחוני.

אולם יש להתייחס לנתונים המעודדים על עצימות המו"פ של ישראל בעירבון מוגבל כאשר בוחנים את השקעתה במחקר אקדמי. כפי שניתן לראות באיור 16, כ-90% מההוצאה הלאומית למו"פ בישראל בשנת 2020 הוקדשו למו"פ תעשייתי, ורק כ-8% למו"פ אקדמי. אף שבמרבית המדינות עיקר ההוצאה הלאומית למו"פ מוקדשת למו"פ תעשייתי, יחס גבוה זה של השקעה במו"פ תעשייתי לעומת מו"פ אקדמי ייחודי לישראל. כפי שמוצג באיור 17, שיעור ההשקעה במו"פ בישראל שמבוצע במגזר העסקי הלך וגדל לאורך השנים (בשנת 1991 הוא היה כ-56%), ואילו השיעור המושקע במו"פ האקדמי הולך וקטן (בשנת 1991 הוא היה כ-27%).

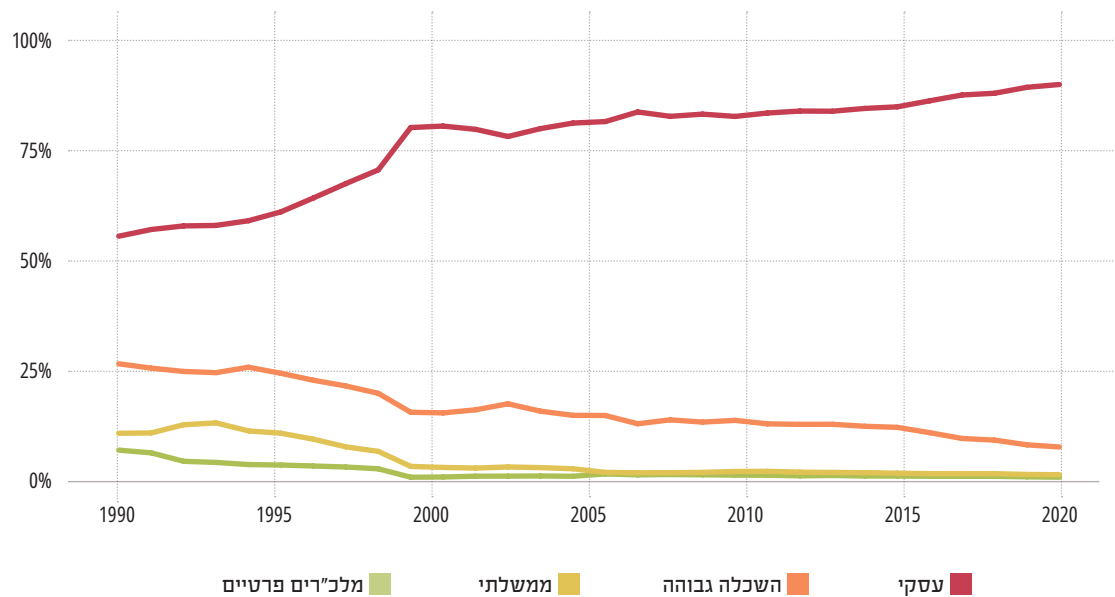


איור 16. השקעה לאומית במו"פ לפי מגזר מבצע במדינות ה-OECD (2020).

מקור: OECD Main Science and Technology Indicators

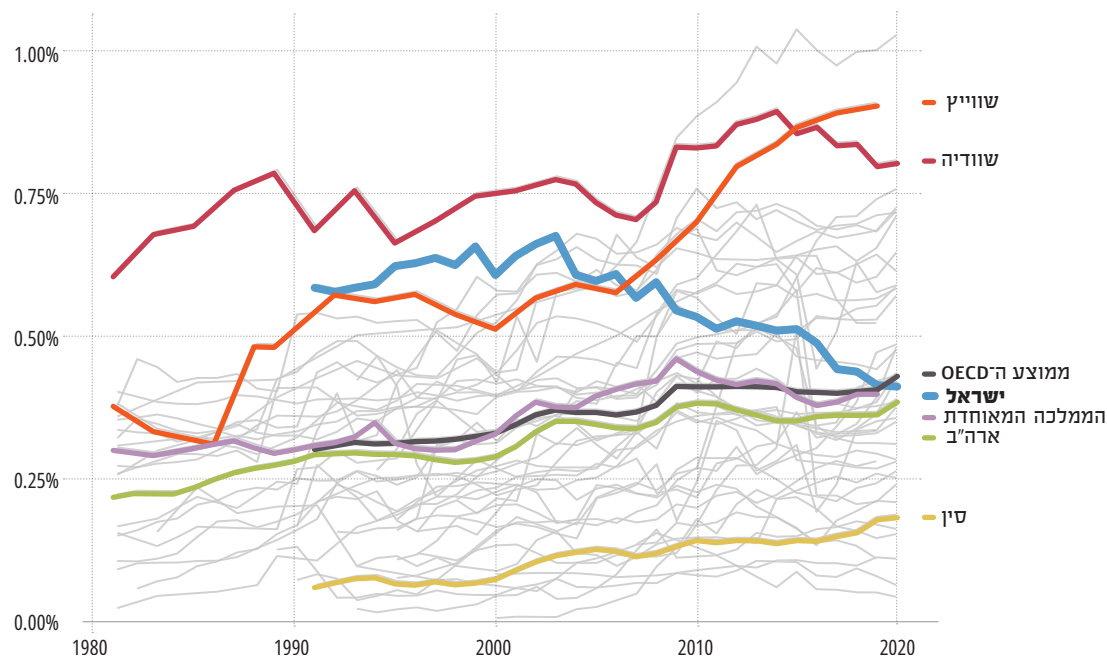
לפי נתונים אלה, אומדן מדויק יותר של המימון והתקצוב המופנים למחקר הבסיסי מתקבל מבחינת ההשקעה במו"פ אקדמי, שהוא המו"פ שמגזר ההשכלה הגבוהה מבצע. באיור 18 ניתן לראות כי למן אמצע שנות האלפיים יש ירידה מתמשכת בהשקעה הלאומית במו"פ אקדמי בישראל כאחוז מהתמ"ג, דבר שהביא לירידת מעמדה מאחת המדינות המובילות במדד זה. בשנת 2003 היה שיעור זה בשיאו – 0.68% – וירד בהדרגה עד ל-0.42% בשנת 2020. שיעור זה מתקרב לממוצע במדינות ה-OECD שהיה בשנת 2020 0.43%.





איור 17. שיעור השקעה לאומית במו"פ בישראל לפי מגזר מבצע (1991–2020).

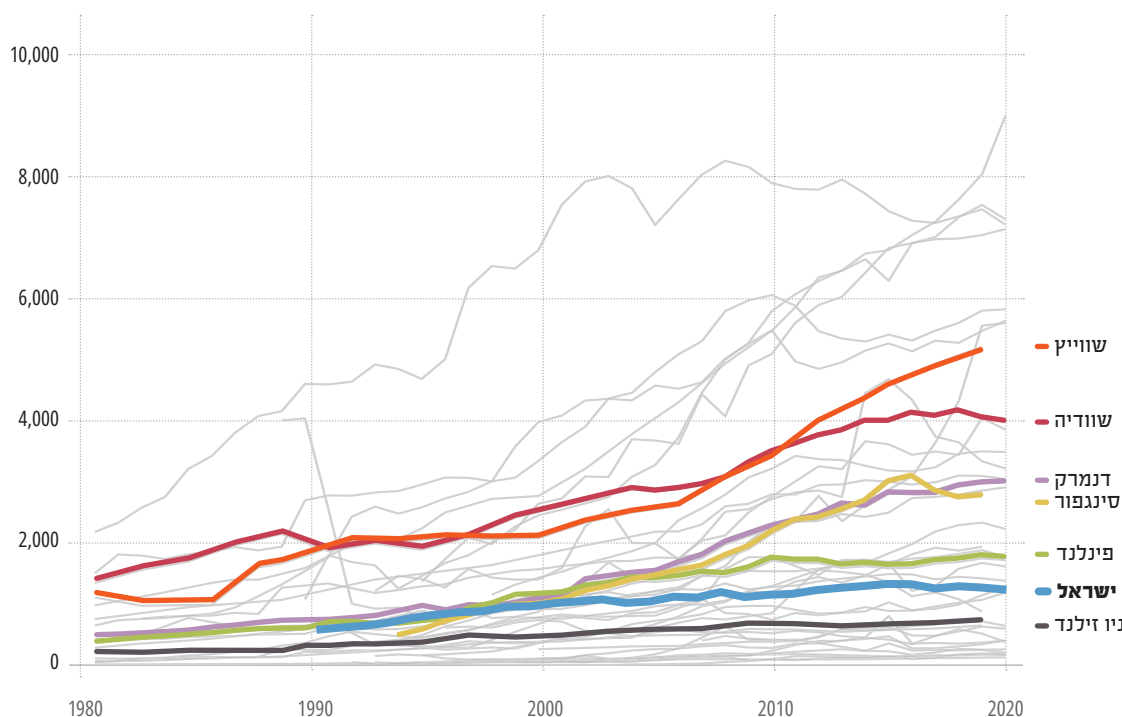
מקור: OECD Main Science and Technology Indicators



איור 18. השקעה לאומית במו"פ אקדמי במדינות ה-OECD כאחוז מהתמ"ג (1981–2020).

מקור: OECD Main Science and Technology Indicators

שינוי בהוצאה הלאומית למו"פ אקדמי כאחוז מהתמ"ג יכול לנבוע משינוי בשיעור ההוצאה הלאומית למו"פ או משינוי בתמ"ג. לכן יש לבחון את ירידתה של ישראל במדד זה גם במספרים מוחלטים. איור 19 מציג את ההשקעה הלאומית במו"פ אקדמי במחירים קבועים (במחירי 2015). כפי שנראה באיור זה, ההוצאה הלאומית במו"פ אקדמי בישראל הייתה בשנת 2020 כ-1.4 מיליארד דולר. הוצאה זו מבטאת עלייה הדרגתית בהיקף ההוצאה הלאומית למו"פ בישראל משנות התשעים וירידה הדרגתית מאז שנת 2015. מגמה דומה נראית גם במדינות אחרות בעולם, למשל סינגפור, אך היא אינה נחלתן של מדינות שונות שהיקפי ההשקעה שלהן במו"פ אקדמי גדלו במידה ניכרת לאורך השנים, למשל מדינות כמו שווייץ, שוודיה ודנמרק.

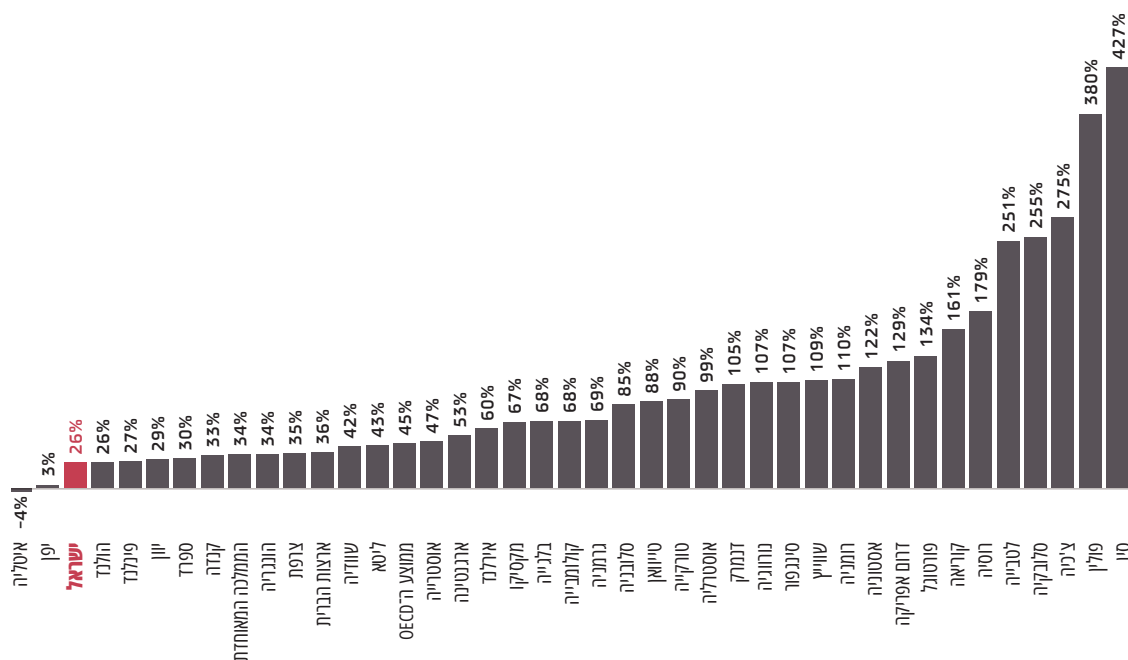


איור 19. ההשקעה הלאומית במו"פ אקדמי (מיליוני דולר) במדינות ה-OECD במחירים קבועים (1981–2020). הערכים הם במחירי 2015. מדינות שבהן ההשקעה ב-2020 עולה על 10 מיליארד דולר אינן מוצגות (מדינות אלה כוללות את ארצות הברית, סין, גרמניה, יפן, צרפת, הממלכה המאוחדת וקנדה). מקור: OECD Main Science and Technology Indicators.

היקף ההשקעה של מדינה במו"פ אקדמי נגזר בין היתר מכוחה הכלכלי. אולם איור 19 אינו מבטא את ההבדלים בכוח הכלכלי של המדינות, ולכן יש להיזהר מלהסיק ממנו מסקנות השוואתיות. איור 20 יכול לסייע להשלים תמונה זו בהשוואת שיעור השינוי בהוצאה הלאומית למו"פ אקדמי בטווח של 15 שנים.<sup>13</sup> בחישוב זה השקעתה של כל מדינה בשנת 2019 משווה להשקעתה בשנת 2004. שיעור שינוי זה מאפשר השוואה נכונה יותר למדינות אחרות. כפי שנראה באיור זה, היקף ההשקעה של ישראל במו"פ אקדמי אכן עלה ב-15 השנים האחרונות, בשיעור של כ-26%. עם זאת זהו משיעורי הגידול

13 בחינת טווח זמן של 15 שנה נועדה לסייע בחינת מגמה ארוכת טווח בסינון תנודות ברמה השנתית.

הנמוכים ביותר בקרב מדינות ה-OECD. בטווח זמן זה ניתן לראות את צמיחתן המדעית של מדינות כמו סין (גידול של כ-427%) ומדינות מזרח אירופה שונות (למשל: פולין – 380%, צ'כיה – 275% ורוסיה – 179%). במעצמות מדעיות כמו ארצות הברית והממלכה המאוחדת, שיעור הגידול נמוך יותר, אך עדיין גבוה מזה שבישראל (36% ו-34% בהתאמה).



איור 20. שיעור השינוי בהוצאה הלאומית למו"פ במדינות ה-OECD ב-15 השנים האחרונות (2004–2019).

מקור: OECD Main Science and Technology Indicators

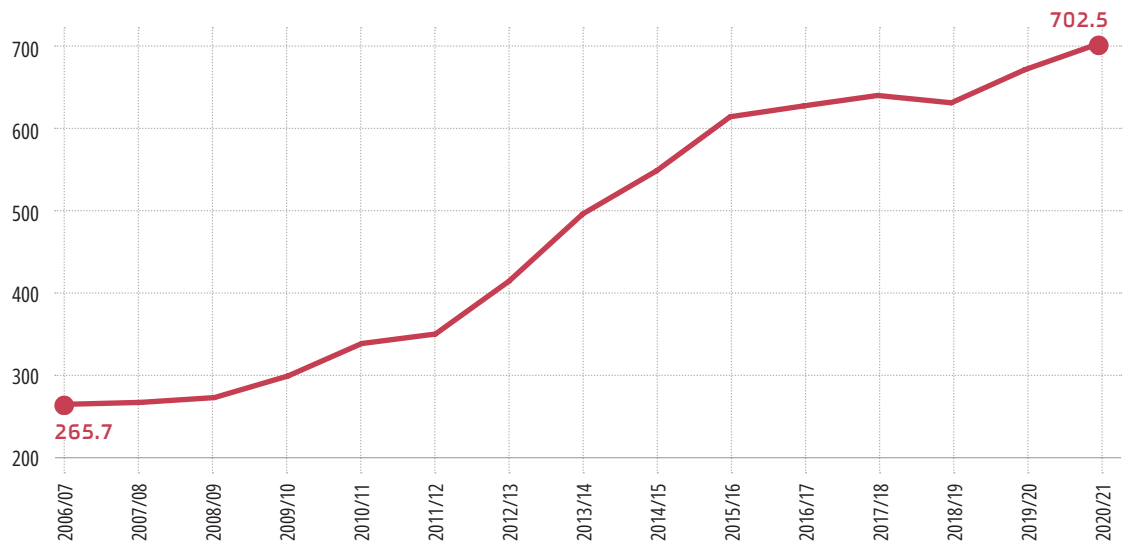
## תקציב הוועדה לתכנון ולתקצוב

תמונה ממוקדת יותר של אופי מימון המחקר המדעי בישראל מתקבלת מבחינת תקציבם של שני הגופים העיקריים האחראים למימון המחקר המדעי: הוועדה לתכנון ולתקצוב (ות"ת), ודרכה – הקרן הלאומית למדע. בשנת תשפ"ב (2021/22) היה תקציב ות"ת כ-12.5 מיליארד שקלים. תקציב זה מוקדש לא רק למחקר אלא גם להוראה במערכת ההשכלה הגבוהה. עיקרו של התקציב (כ-70% בתשפ"ב) הוקדש להשתתפות ישירה של ות"ת במימון מוסדות ההשכלה הגבוהה. שיעור המימון שמוענק לכל מוסד נקבע על פי מודל התקצוב של ות"ת, המשקלל את תפוקות מוסדות ההשכלה הגבוהה במונחי מחקר (לאוניברסיטאות בלבד) והוראה. מלבד זה, תקציב ות"ת כולל הקצאה לתוכניות ייעודיות, כמו תוכניות לעידוד תחומי מחקר או הוראה מסוימים או להנגשת ההשכלה הגבוהה לקבוצות אוכלוסייה שונות. כ-14% (1.8 מיליארד שקלים) מהתקציב בתשפ"ב הוקדשו להקצבות למחקר, שכוללות את תקצוב הקרן הלאומית למדע ותמיכה בתשתיות מחקר וכן בקרנות ובמיזמים נוספים.<sup>14</sup>

14 לפירוט נוסף ראו את חוברות התקציב באתר ות"ת.

## הקרן הלאומית למדע

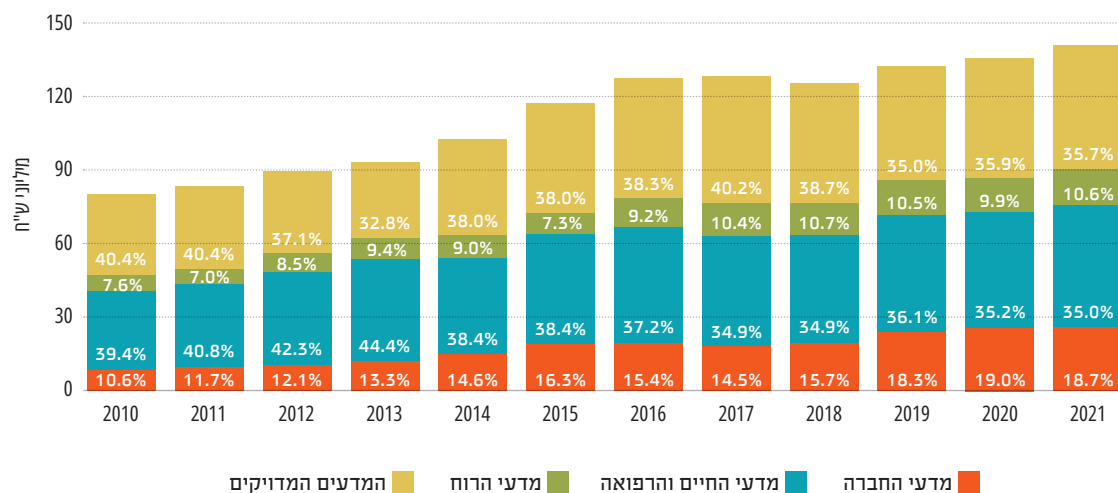
הקרן הלאומית למדע היא בפועל הגוף המרכזי האחראי למימון המחקר הבסיסי בישראל. תקציבה נשען על מימון ות"ת, ובחלקו גם על מקורות אחרים, כתרומות וקרנות שמורות. מענקי הקרן מוקצים על בסיס של מצוינות מדעית בתהליך של שיפוט עמיתים, כמקובל בעולם המדעי. הקרן מפעילה תוכניות מענקים שונות. מרבית תוכניות אלה הן תוכניות ליבה שלרוב פתוחות למחקרים בכל תחומי המדע וממומנות מתקציבה השוטף של הקרן שמקורו בות"ת. כמו כן מפעילה הקרן כמה תוכניות ייעודיות המתמקדות מראש בקידום מחקרים בתחומים מסוימים או בקבוצות אוכלוסייה מסוימות. לכל אחת מתוכניות אלו תקציב ייעודי, ברוב המקרים תקציב תוספתי מות"ת או ממקורות נוספים מלבד תקציבה השוטף של הקרן. ערוץ המימון המרכזי של הקרן הוא תוכנית המענקים האישיים הניתנים לחוקר יחיד או לכל היותר לקבוצה של עד ארבעה חוקרים לתקופה של שנה עד חמש שנים. כפי שניתן לראות באיור 21, תקציב הקרן (בניכוי הוצאות תפעול) היה בשנת תשפ"א כ-702.5 מיליון שקלים, יותר מכפול מתקציבה לפני כ-15 שנה.



איור 21. תקציב הקרן הלאומית למדע (בניכוי הוצאות תפעול) במחירים שוטפים (מיליון ש"ח). מקור: הקרן הלאומית למדע

תקציב הקרן הלאומית למדע אינו מוקצה במידה שווה לכל תחומי המדע. בחינת התפלגות המימון של תוכנית המענקים האישיים מספקת תמונה כללית בנושא זה, אך יש לזכור כי תמונה זו אינה שלמה משום שהיא אינה כוללת את המימון שמוקצה במסגרת תוכניות אחרות. איור 22 מציג את שיעור המימון השנתי למענקים אישיים חדשים בכל שנה וכן את חלוקתו של מימון זה לפי תחומים. המימון השנתי למענקים חדשים שהחלו בשנת 2021 היה כ-140 מיליון ש"ח, יותר מפי שניים מהסכום שהוענק בשנת 2010 – כ-60 מיליון ש"ח (במחירים שוטפים). באופן עקיב שיעור המימון למענקים בתחומי

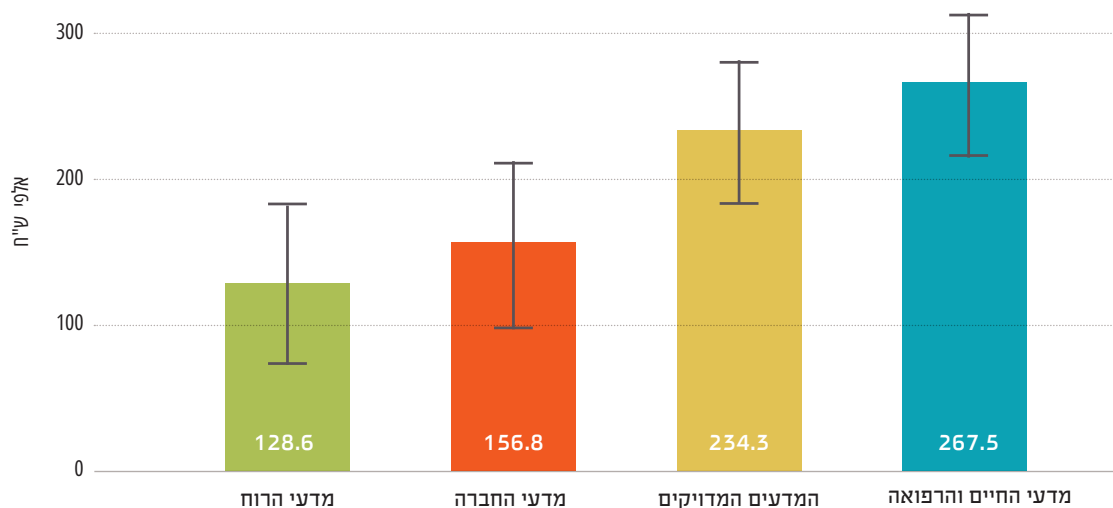
המדעים המדויקים ומדעי החיים והרפואה גבוה במידה ניכרת מזה המוקצה למענקים בתחומי מדעי הרוח והחברה. אולם חלקם של המדעים המדויקים ומדעי החיים והרפואה קטן בהדרגה בעשר השנים האחרונות מכ-40% לכל אחד מהם, לכ-35%. בהתאמה, חלקם של מדעי הרוח והחברה גדל: חלקם של מדעי הרוח גדל מכ-7% לכ-10%, וזה של מדעי החברה – מכ-10% ל-19%.



איור 22. שיעור המימון השנתי למענקים מאושרים חדשים בתוכנית המענקים האישיים של הקרן הלאומית למדע לפי תחומים (2021-2010).

מקור: הקרן הלאומית למדע

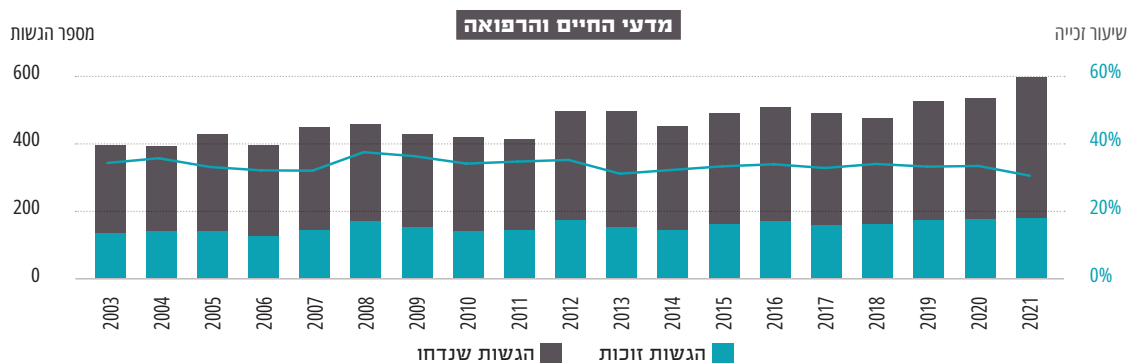
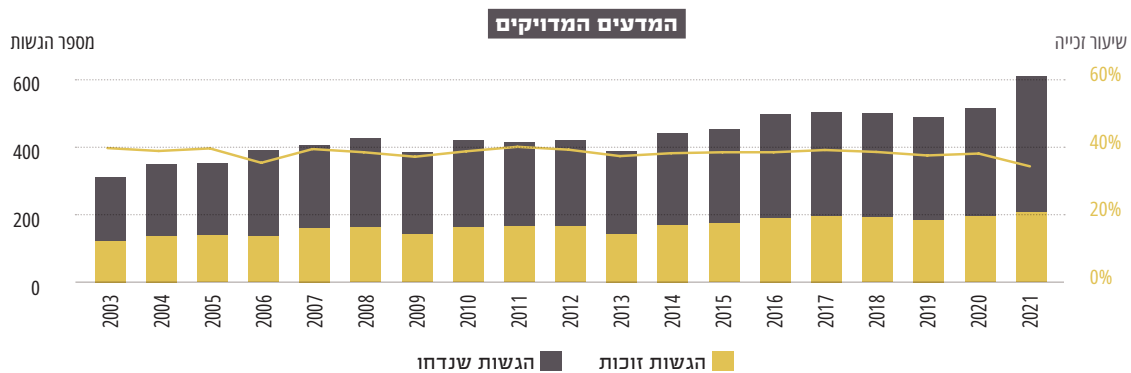
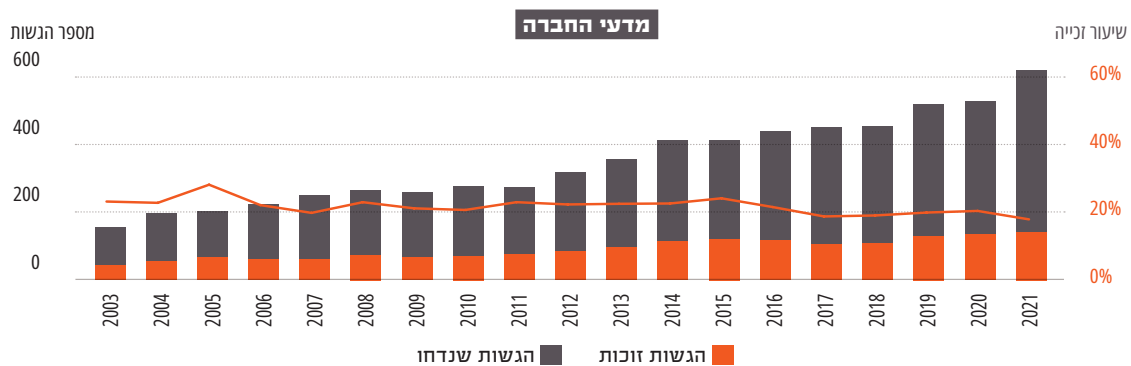
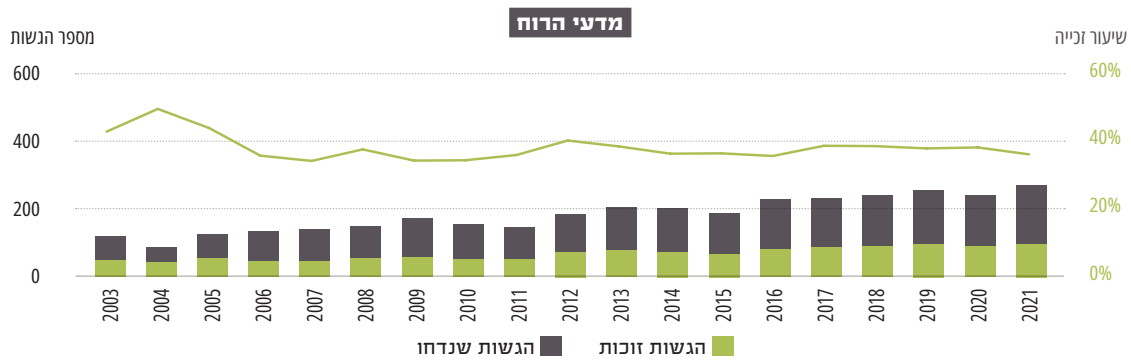
חלק מההבדלים בשיעור המוקצה לכל אחד מתחומי המדע נעוץ בשיעור המענקים הניתנים למחקרים בתחומים שונים. כפי שניתן לראות באיור 23, שיעור המענק השנתי הממוצע בשנים 2010-2021 עבור מחקרים במדעי החיים והרפואה היה כ-267.5 אלף ש"ח, עבור מחקרים במדעים המדויקים – כ-234.3 אלף ש"ח, עבור מחקרים במדעי החברה – כ-156.8 אלף ש"ח, ועבור מחקרים במדעי הרוח – כ-128.6 אלף ש"ח. אולם יש שונות גם בתוך תחומים אלה. למשל: יש מחקרים במדעי הרוח שמימנם השנתי רב מזה של מחקרים בתחומי מדעי החברה והמדעים המדויקים. ההבדלים בשיעור המענקים נובע בין היתר מהבדלים באופי המחקר המדעי בתחומים השונים: המימון הנדרש למחקרים גבוה בעיקר במדעים המדויקים ובמדעי החיים והרפואה, למשל בשל הצורך בגיוס כוח אדם רב יותר (תלמידי מחקר, טכנאים וכדומה) ובשל העלות הגבוהה של הקמת תשתיות מחקר, של תחזוקתן ושל השימוש בהן. גם בתוך תחומים אלה קיימת שונות רבה בין מחקרים בעלי אופי ניסויי למחקרים תאורטיים יותר.



איור 23. המימון השנתי הממוצע למענק (אלפי ש"ח) בתוכנית המענקים האישיים של הקרן הלאומית למדע (2010-2021).  
מוצגות גם סטיות תקן. מקור: הקרן הלאומית למדע

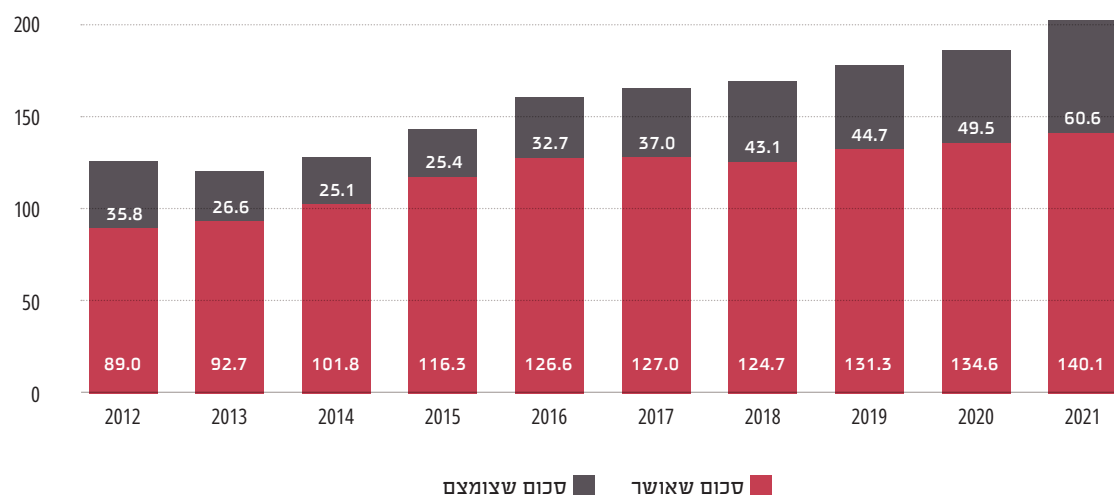
בתחומי מדע שונים יש ביקוש שונה למענקי מחקר, כפי שהדבר מתבטא במספר ההגשות השנתיות לקרן הלאומית למדע. הבדלים אלה יכולים לנבוע מהבדלים בעלויות המחקר בתחומים שונים, ממספר אנשי הסגל בתחום בישראל, מדרכי העבודה בתחומים שונים וכן מתמריצים מוסדיים. כפי שנראה באיור 24, מספר הבקשות שהוגשו לתוכנית המענקים האישיים של הקרן במחזור 2021 בתחומי המדעים המדויקים, מדעי החיים והרפואה ומדעי החברה היה בכל אחד מהתחומים כ-600, לעומת כ-280 הגשות ממדעי הרוח. בכל אחד מארבעה תחומים אלה נראה בעשרים השנים האחרונות גידול במספר הבקשות למענקים האישיים, אולם גידול זה בולט במיוחד במדעי החברה, שבהם מספר המענקים שילש את עצמו.

במדעים המדויקים, במדעי החיים והרפואה ובמדעי הרוח הגידול במספר ההגשות לתוכנית המענקים האישיים לווה בגידול תואם במספר ההצעות הזכות, וכך בפועל שיעור הזכייה בתחומים אלה נשאר דומה יחסית לאורך השנים (סביב ה-38%-40% במדעים המדויקים, 30%-34% במדעי החיים והרפואה ו-33%-38% במדעי הרוח). אולם במדעי החברה, התחום שבו ניכר הגידול הרב ביותר במספר ההגשות, לא גדל מספר ההצעות הזכות בהתאמה, דבר שהוביל לירידה מסוימת בשיעורי ההצלחה בתחום זה (שיעורי ההצלחה לפני 2015 היו לרוב כ-27%-29% ולאחר מכן ירדו לכ-23%-25%). כמו כן מהנתונים באיור 24 עולה ששיעורי ההצלחה של הגשות במדעים המדויקים ובמדעי הרוח הם הגבוהים ביותר, לאחריהם מענקים בתחומי מדעי החיים והרפואה, ולבסוף – במדעי החברה. הפער בין שיעור ההצלחה של מדעי החברה לזה של מדעי הרוח והמדעים המדויקים הוא כ-10 נקודות האחוז ואף יותר. הבדלים אלה ניכרים לאורך כל עשרים השנים האחרונות.



איור 24. מספר ההגשות, הזכיות ושיעור ההצלחה בתוכנית המענקים האישיים של הקרן הלאומית למדע (2003–2021). מקור: הקרן הלאומית למדע

בחינת מספר ההגשות והזכויות מאפשרת בדיקה של היצע והביקוש של המימון הניתן במסגרת תוכנית המענקים האישיים של הקרן. התמונה שעולה מאיור 24 מעידה בבירור שהביקוש עולה בהרבה על היצע. את הפער הזה ניתן לראות גם בעניין המימון, למשל באמצעות בחינת הפער שבין סכום המימון שביקשו החוקרים הזוכים לבין המימון שניתן בפועל. כלומר, הצעות מחקר מצטיינות שנמצאו ראויות למימון כחלק מתהליך השיפוט המדעי של הקרן קיבלו לבסוף סכום קטן מזה שביקשו בשל מגבלות התקציב של הקרן. כפי שנראה באיור 25, פער זה כמעט הוכפל לאורך עשר השנים האחרונות, ובשנת 2021 (עבור מענקים חדשים במחזור ההגשה של שנה זו) היה כ־60 מיליון ש"ח. הפער יכול להעיד על פוטנציאל הצמיחה של הקרן שצמצומו יכול להוביל לתמיכה רחבה יותר במחקר מדעי מצטיין.



איור 25. הפער השנתי בין סך המימון (מיליוני ש"ח) שביקשו הזוכים החדשים במענקי המחקר האישיים של הקרן הלאומית למדע למימון שאושר בפועל (2012–2021).  
מקור: הקרן הלאומית למדע



# תשתיות המחקר

תשתיות מחקר הן נדבך הכרחי למחקר מדעי בתחומים רבים. אולם לעומת נדבכים אחרים של המחקר המדעי, כשמדובר בנדבך זה קשה יותר לספק תמונת מצב כמותית ומסודרת. קושי זה טמון ביכולת לרכז את המידע בנוגע לתשתיות המחקר בישראל שהן באחריותם של גופים רבים, כמו מוסדות ההשכלה הגבוהה (לעיתים אף ברמת החוקר היחיד), מכוני מחקר ממשלתיים, ארגונים בין-לאומיים (שישראל משתתפת בהם) ועוד. על זה יש להוסיף את הקושי לחבר את המידע על תשתיות המחקר השונות באופן בעל משמעות. עם הניסיונות לרכז מידע על תשתיות המחקר בישראל ניתן למנות לדוגמה את המיפוי המקיף שערך מוסד שמואל נאמן לתשתיות המחקר בישראל בשנת 2010<sup>15</sup> וכן את מאגר המידע שהוקם בקרן הלאומית למדע לפני שנים ספורות, המרכז מידע על תשתיות מחקר שונות במוסדות המחקר בארץ. אולם האתגר לרכז את המידע על תשתיות המחקר בישראל אינו רק הצורך להעריך את מצב המדע בישראל אלא הוא גם חלק מהקושי להנגיש את תשתיות המחקר לחוקרים אגב הגדלת היקף השימוש בתשתיות הקיימות. נושאים אלה נידונים ביתר הרחבה בפרק "תשתיות מחקר".

15 ראו את דוח מוסד שמואל נאמן, "מיפוי תשתיות מחקר בישראל: מיפוי תשתיות מחקר קיימות בישראל ותשתיות מחקר בינלאומיות הפתוחות לחוקרים מישראל" (2010).

# התפוקה המחקרית

ניתן למדוד את התפוקה המחקרית או את פירות המחקר של ישראל בדרכים שונות, כאשר המדדים המקובלים והזמינים ביותר לצורך זה הם מדידת היקף הפרסומים של חוקרים ישראלים ומספר הציטוטים שפרסומים של חוקרים ישראלים זוכים להם. אולם האתגר העיקרי בשיקוף תפוקות המחקר של ישראל הוא בחינה של איכותן ולא רק של כמותן. לכן מוצגים בפרק זה גם נתונים אחרים שביכולתם להעיד במידת־מה על איכות המחקר בישראל, למשל בראי זכייה של חוקרים ישראלים בפרסים בין־לאומיים יוקרתיים או במענקי מחקרים תחרותיים ובין־לאומיים. כל אחד מנתונים אלה לבדו עשוי לספק תמונה חלקית, ואולי שנויה במחלוקת, של תפוקות המחקר בישראל, ואילו הצגתם יחד מאפשרת תמונה שלמה יותר.

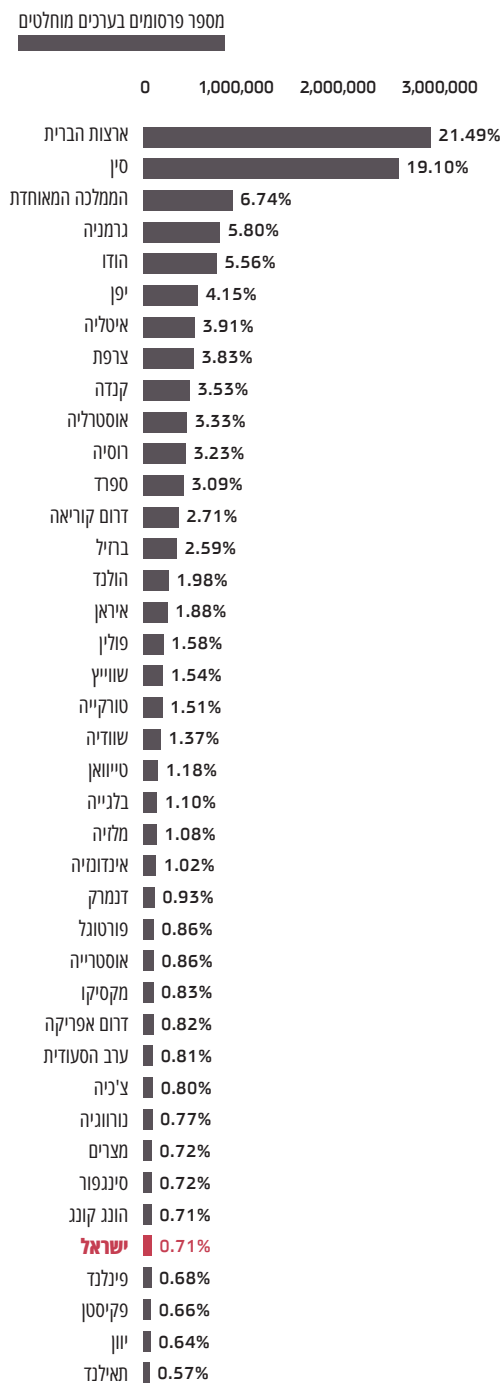
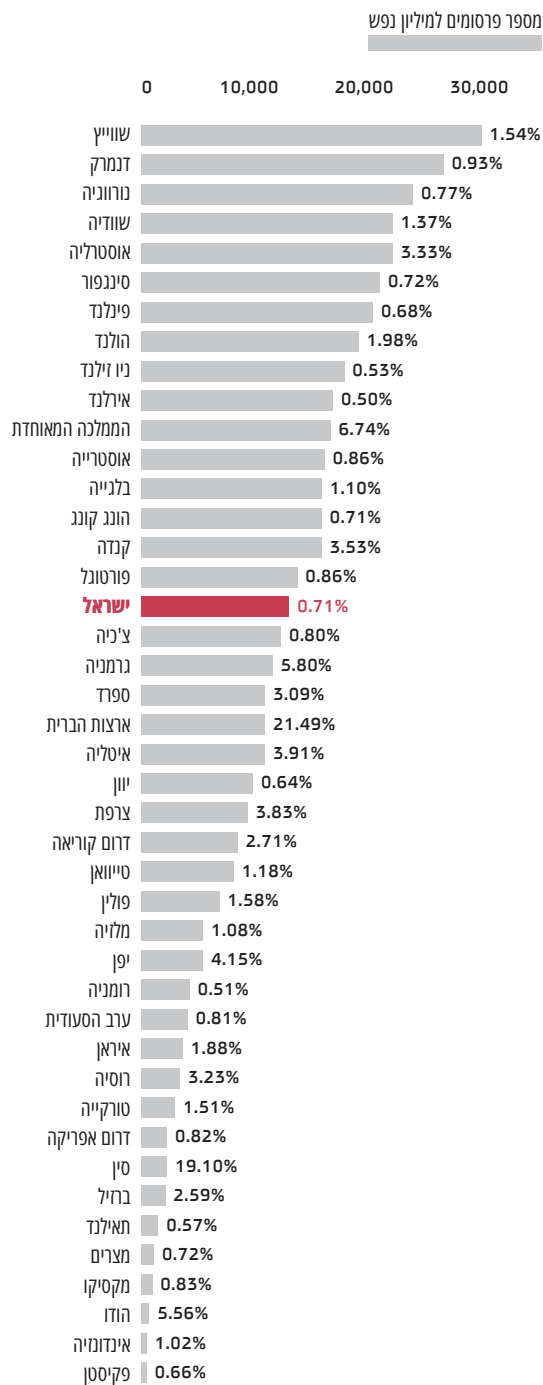
## פרסומים וציטוטים

את תוצאותיו של המחקר המדעי נהוג לפרסם בפרסומים מתאימים המופצים לקהילה המדעית ולעיתים גם לציבור הרחב.<sup>16</sup> פרסומים אלה כוללים בין היתר מאמרים בכתבי עת מדעיים וספרים. לכן מעקב אחר מספר הפרסומים של מדינה משמש מדד מקובל להיקף הפעילות המחקרית בה וגם מאפשר להשוותה למדינות אחרות.<sup>17</sup>

מספר הפרסומים הישראליים גדל בשני העשורים האחרונים בכ־98% – מכ־12,400 פרסומים בשנת 2000 לכ־24,700 פרסומים בשנת 2020 (ראו איור 27). כמו כן, כפי שנראה באיור 26, שיעורם של פרסומים ישראלים היה כ־0.71% מכלל פרסומי העולם בשנים 2016–2020, דבר המציב את ישראל במקום ה־36 במדינות העולם. היות שמספר הפרסומים במדינה מושפע במידה רבה ממספר החוקרים הפועלים בה, ראוי לבחון נתון זה גם בהתחשב בגודל אוכלוסייתה של ישראל. באיור זה אכן ניתן לראות שבבדיקת מספר הפרסומים למיליון נפש, מקומה של ישראל טוב יותר, והיא מדורגת במקום ה־17, אחרי מדינות כמו שווייץ, דנמרק, נורווגיה, שוודיה, אוסטרליה והממלכה המאוחדת.

16 כל הנתונים בתת־פרק זה מבוססים על דוח מוסד שמואל נאמן שהוזמן לבקשת המולמו"פ, "תפוקות מחקר ופיתוח בישראל: פרסומים מדעיים" (דצמבר 2021), אלא אם צוין אחרת. יובהר כי פרשנות הנתונים המוצגת כאן היא פרשנותו של דוח מצב המדע.

17 מעקב אחר מספר הפרסומים המדעיים במדינה הוא עניין מורכב מבחינה מתודולוגית וכולל גם הטיות הנובעות מהיקף הכיסוי של מאגרי המידע שבהם משתמשים. להרחבה בנושא זה ראו דוח מוסד שמואל נאמן שהוזמן לבקשת המולמו"פ, "תפוקות מחקר ופיתוח בישראל: פרסומים מדעיים" (דצמבר 2021). בנוגע לקשיים שנושא זה מעלה במדידת תפוקות המחקר במדעי הרוח ראו בפרק "מדעי הרוח".

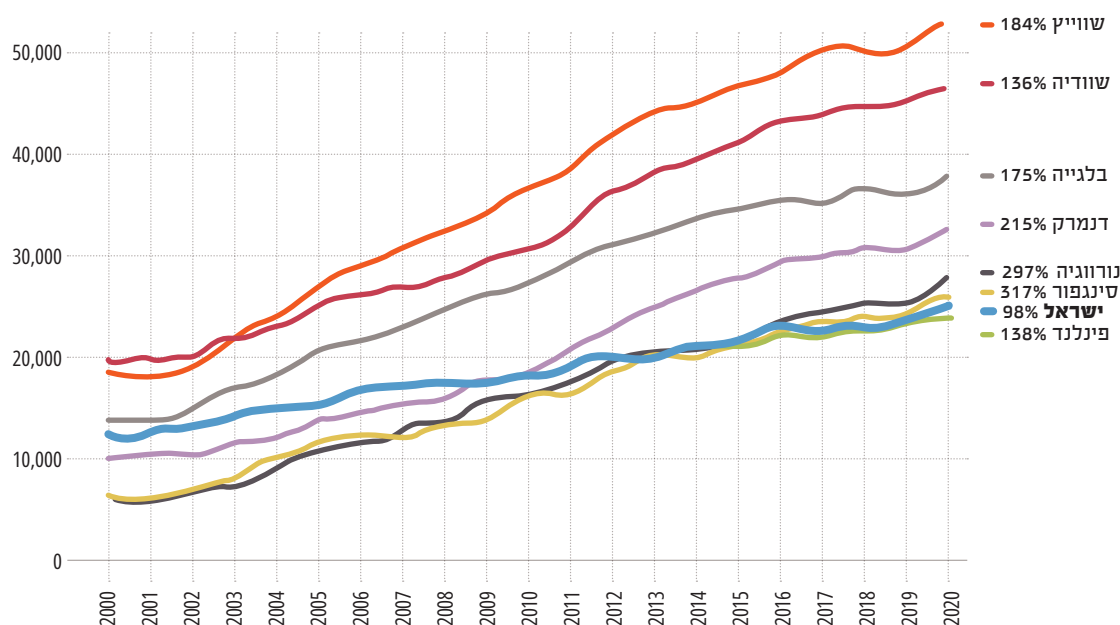


איור 26. דירוג מדינות לפי מספר פרסומים ושיעורם מסך פרסומי העולם בערכים מוחלטים ולפי מספר פרסומים למיליון נפש (2016-2020).

מוצגות רק מדינות שחלקן מסך הפרסומים העולמי גדול מ-0.5%. מקור: דוח מוסד שמואל נאמן שהוזמן לבקשת המולמו"פ, תפוקות מחקר ופיתוח בישראל: פרסומים מדעיים" (דצמבר 2021), על בסיס נתוני Scopus

אולם חרף הגידול במספר הפרסומים הישראליים לאורך עשרים השנים האחרונות ניתן לראות ירידה בשיעורם מסך פרסומי העולם. בשנת 2000 היה שיעורם של הפרסומים הישראליים מסך פרסומי העולם כ-0.95%, ובשנת 2020 הוא ירד לכ-0.77%. דירוגה של ישראל גם לפי מספר הפרסומים בשנים 2016–2020 (איור 26) מבטא ירידה במעמדה (למקום ה-36): בשנת 2000 דורגה ישראל במקום ה-21 במדד זה, בשנת 2005 במקום ה-22, ובשנת 2010 – במקום ה-26. גם בבחינת מספר הפרסומים למיליון נפש ירדה ישראל מדרוגה במקום ה-13 בשנים 2008–2010 ומהמקום ה-16 בשנים 2016–2018 עד למקום ה-17 בשנים 2016–2020.

את הקיטון בחלקה של ישראל בפעילות המחקר הכלל-עולמית ניתן לייחס במידה מסוימת לצמיחה המדעית שהתרחשה בעשורים האחרונים במדינות שונות והובילה לכניסתם של שחקנים נוספים רבים לזירת המחקר המדעי. אולם זהו הסבר חלקי. איור 27 מציג את מספר הפרסומים בישראל לעומת מדינות המאופיינות במצוינות מדעית ושגודל האוכלוסייה בהן דומה לזה של ישראל. כפי שנראה באיור זה, אומנם מספר הפרסומים המדעיים בישראל גדל בעשרים השנים האחרונות, אך שיעור הגידול נמוך בהרבה מזה שבמדינות האחרות. לעומת מספר הפרסומים של ישראל, שגדל בכ-98%, מספר הפרסומים של שוודיה גדל בכ-136%, של פינלנד בכ-138%, של בלגיה בכ-175%, של שווייץ בכ-184%, של דנמרק בכ-215%, של נורווגיה בכ-297% ושל סינגפור – בכ-317%.

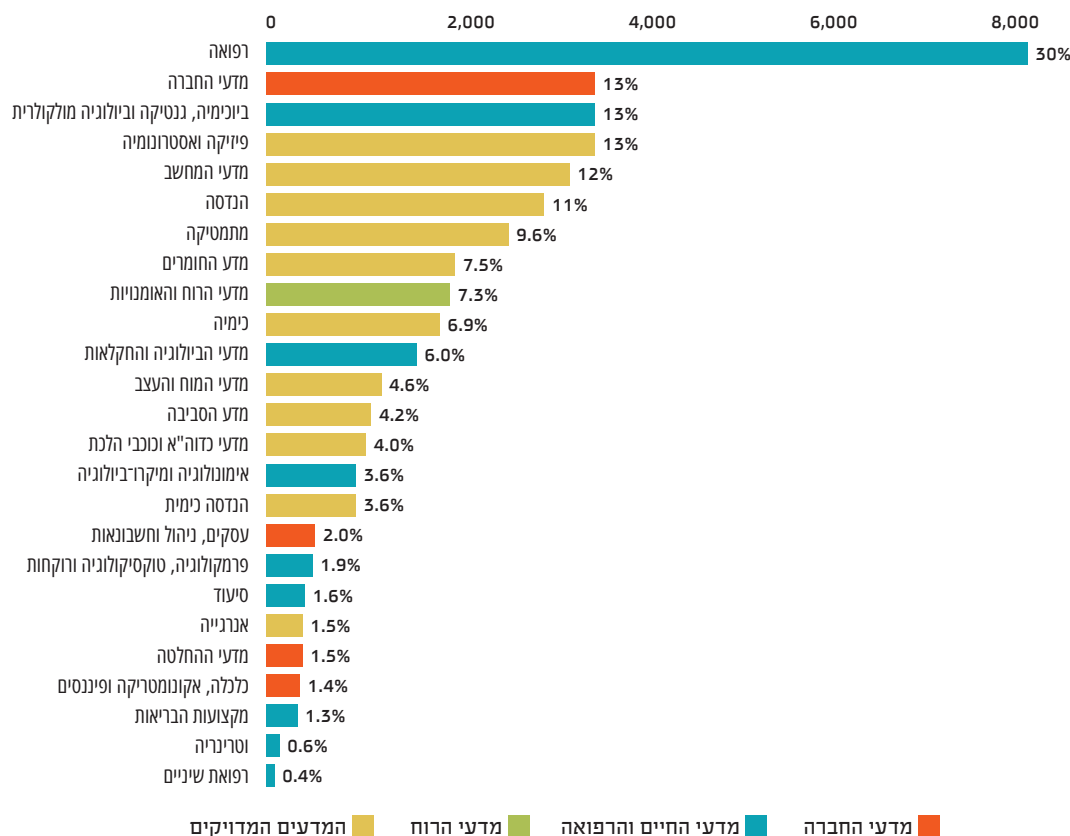


איור 27. מספר הפרסומים המדעיים ושיעור גידולם בישראל ובמדינות בנות-השוואה (2000–2020).

מקור: דוח מוסד שמואל נאמן שהוזמן לבקשת המולמו"פ, "תפוקות מחקר ופיתוח בישראל: פרסומים מדעיים" (דצמבר 2021), על בסיס נתוני Scopus

כפי שנראה באיור 28, חלק הארי של הפרסומים הישראליים בשנת 2020 הוא בתחומי מדעי החיים והרפואה, ובראש ובראשונה ברפואה – כ-30%. התפלגות הפרסומים הישראליים לפי תחומים דומה לרוב להתפלגות העולמית. אולם בתחומי מדעי החיים והרפואה ניכרת בולטות של ישראל בשיעור גבוה

יותר של פרסומים (לדוגמה, כ-30% מהפרסומים בישראל הם בתחום הרפואה לעומת כ-26% בעולם), וכך גם בפסיכולוגיה (כ-6% בישראל לעומת כ-2% בעולם), במדעי המוח (כ-5% בישראל לעומת כ-2% בעולם) ובמדעי הרוח (כ-7% בישראל לעומת כ-2% בעולם). לעומת זאת שיעור הפרסומים בעולם בהנדסה כפול מזה שבישראל (כ-11% בישראל לעומת כ-21% בעולם), וכך גם במדעי הסביבה (כ-4% בישראל לעומת כ-8% בעולם).



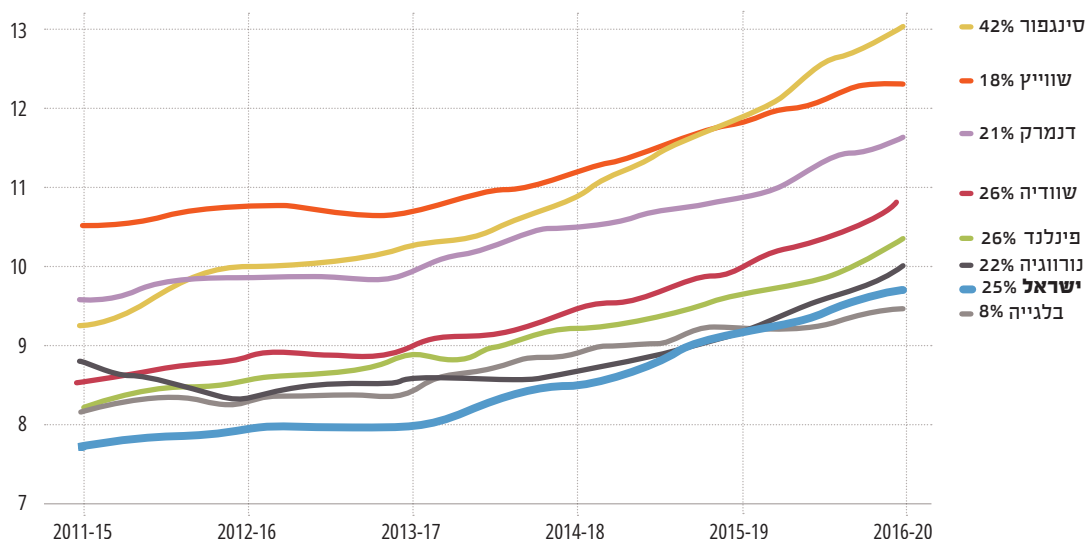
איור 28. התפלגות הפרסומים המדעיים בישראל לפי תחומי מחקר (2020).

מאמר יכול להיות מסווג ליותר מתחום אחד. מקור: דוח מוסד שמואל נאמן שהוזמן לבקשת המולמו"פ, "תפוקות מחקר ופיתוח בישראל: פרסומים מדעיים" (דצמבר 2021), על בסיס נתוני Scopus

כאמור, מספר הפרסומים מעיד בעיקר על היקף המחקר המדעי במדינה ולא על איכותו. נתונים על מספר הציטוטים הממוצע לפרסום משקפים במידה מסוימת את ההשפעה המדעית של פרסומי המדינה, ומכאן מעידים במידה מסוימת על איכות המחקר המדעי שנערך בה. אולם מדד זה אינו חף ממגבלות מפני שמספר הציטוטים הממוצע לפרסום נוטה להיות מושפע מתחום המחקר (ומנהגי הציטוט המקובלים בו), מדרך הפרסום (ובייחוד פרסום בגישה פתוחה – open access) ומהיקף שיתוף הפעולה במחקר שהוביל לפרסום.

כפי שנראה באיור 29, מספר הציטוטים הממוצע לפרסום ישראלי בשנים 2016–2020 היה כעשרה

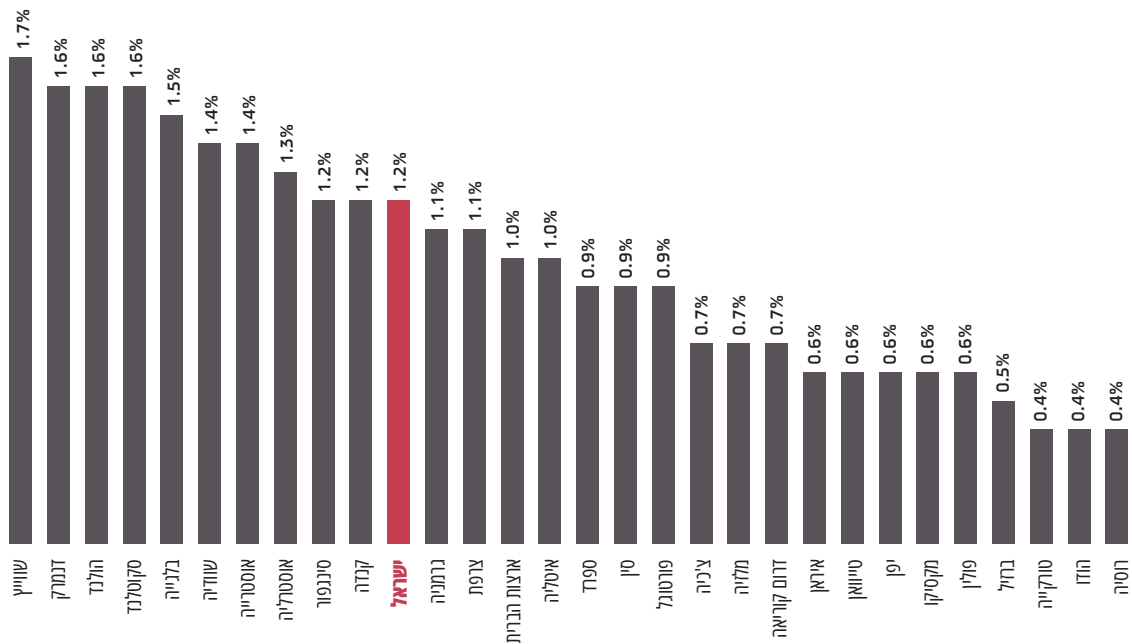
ציטוטים לפרסום. נתון זה מבטא גידול של כ-25% לעומת התקופה 2011–2015, שבה מספר הציטוטים הממוצע לפרסום היה כשמונה ציטוטים לפרסום. גידול זה מעמיד את ישראל במקום גבוה יחסית לזה של מדינות בנות-השוואה אחרות, אשר גם בהן חל גידול במספר הציטוטים הממוצע לפרסום, אך לרוב בשיעור דומה לזה של ישראל או בשיעור נמוך יותר. מספר הציטוטים הממוצע לפרסום בסינגפור עלה בכ-42%, בשוודיה ובפינלנד בכ-26% כל אחת, בנוורווגיה בכ-22%, בדנמרק בכ-21%, בשווייץ בכ-18% ובבלגיה – בכ-8%.



איור 29. מספר הציטוטים הממוצע לפרסום בישראל ובמדינות בנות-השוואה (2011–2020).

מקור: דוח מוסד שמואל נאמן שהוזמן לבקשת המולמו"פ, "תפוקות מחקר ופיתוח בישראל: פרסומים מדעיים" (דצמבר 2021), על בסיס נתוני InCites / Clarivate / Essential Science Indicators

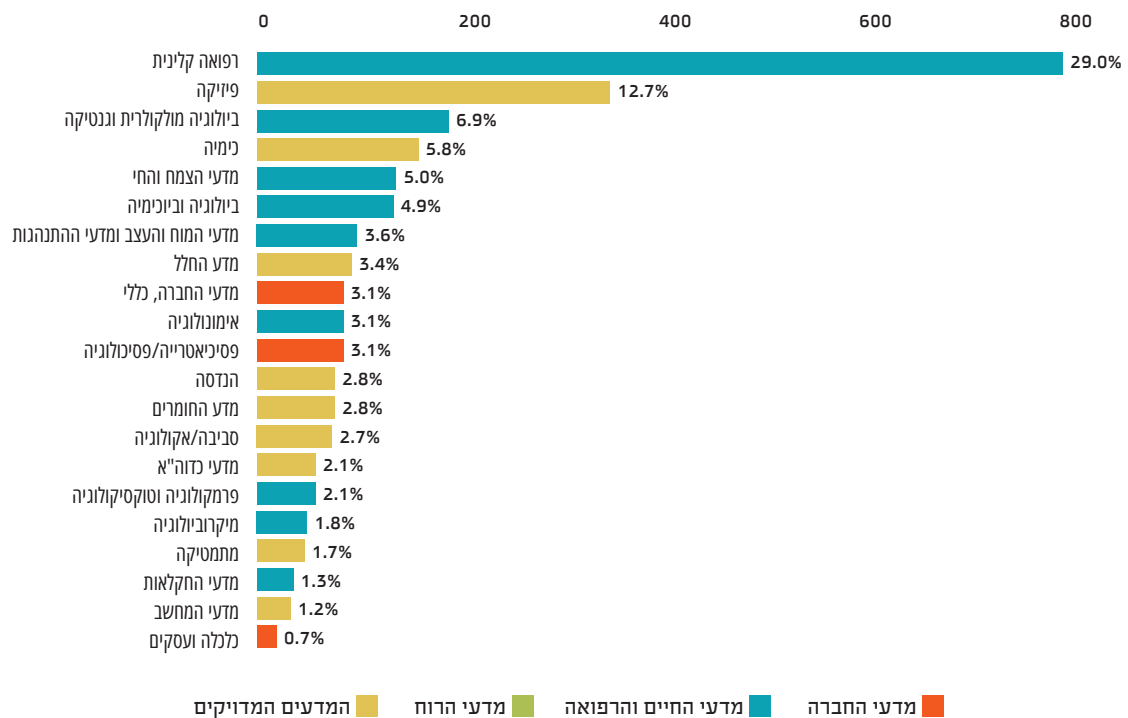
מדד נפוץ להשפעה של פרסומים מדעיים הוא מדד הפרסומים המובילים לפי תחום (Highly Cited Papers) של המאגר Web of Science. מדד זה מזהה את הפרסומים הבולטים (כ-1% מכלל הפרסומים) במספר הציטוטים שלהם לפי תחומים ובהתחשב בשנת פרסומם. כפי שנראה באיור 30, כ-1.2% מפרסומי ישראל בשנים 2010–2020 היו פרסומים מובילים מבחינת מספר ציטוטיהם, דבר הממקם את ישראל במקום ה-11 במדד זה ביחס למדינות אחרות. ניתן לראות כי מדינות בנות-השוואה לישראל, מדורגות גבוה ממנה, ובראשן שווייץ עם כ-1.7%, דנמרק עם כ-1.6%, בלגיה עם כ-1.5% ושוודיה עם כ-1.4%. עם זאת ישראל מדורגת גבוה יותר ממעצמות מדעיות כמו גרמניה (כ-1.1%), צרפת (כ-1.1%), ארצות הברית (כ-1.0%) וסין (כ-0.9%). כמו כן מצבה של ישראל משתפר – בשנת 2010 נכללו בקרב הפרסומים המצוטטים ביותר כ-1.0% מפרסומיה לעומת כ-1.3% בשנת 2019. כמו כן כפי שניתן לראות באיור 31, חלק ניכר מהפרסומים המצוטטים ביותר בישראל בשנים 2010–2020 הם מתחומי מדעי החיים והרפואה, ובראש ובראשונה כ-29% מהם ברפואה קלינית.



איור 30. שיעור הפרסומים המצוטטים ביותר מסך פרסומי המדינה לפי מדינות (2010-2020).

מוצגות רק 30 המדינות שבהן השיעור הגבוה ביותר. מקור: דוח מוסד שמואל נאמן שהוזמן לבקשת המולמ"פ, "תפוקות מחקר ופיתוח בישראל":

פרסומים מדעיים" (דצמבר 2021), על בסיס נתוני Highly Cited Papers של מאגר Web of Science



איור 31. מספר הפרסומים הישראליים המצוטטים ביותר לפי תחומים ושיעורם מסך הפרסומים הישראליים בכל תחום (2010-2020).

מקור: דוח מוסד שמואל נאמן שהוזמן לבקשת המולמ"פ, "תפוקות מחקר ופיתוח בישראל: פרסומים מדעיים" (דצמבר 2021), על בסיס נתוני Highly

Cited Papers של מאגר Web of Science

## הישגים בראי פרסים בין-לאומיים

פרסים בין-לאומיים יוקרתיים הניתנים לחוקרים ישראלים הם ביטוי נוסף להישגיו של המדע בישראל ולמצוינותו. לאורך השנים זכו חוקרים ישראלים להישגים מרשימים בזכייה בפרסים שונים. מאז פרסום דוח מצב המדע הקודם, בשנים 2020–2022 זכו עוד חוקרים ישראלים למעמד בכיר זה.

**פרס אבל (Abel):** מוענק מטעם מלך נורווגיה לחוקרים שהשפעתם על תחום המתמטיקה ותרומתם לו הן יוצאות דופן. בשנת 2020 זכה פרופ' הלל פורסטנברג מהאוניברסיטה העברית בירושלים בפרס זה, ועימו פרופ' גרגורי מרגוליס (Margulis) מאוניברסיטת ייל, על תרומתם לשימוש בשיטות מהסתברות עד לדינמיקה בתורת הקבוצות, תורת המספרים וקומבינטוריקה.

**פרס וולף (Wolf):** מוענק בידי נשיא מדינת ישראל מטעם קרן וולף למדענים ולאומנים מרחבי העולם על הישגיהם יוצאי הדופן בתחומי המדע והאומנות. בשנת 2020 זכה פרופ' רפי ביסטריצר מאוניברסיטת תל אביב בפרס וולף בפזיקה, ועימו פרופ' פבלו ג'רילו-הררו (Jarillo-Herrero) מהמכון הטכנולוגי של מסצ'וסטס (MIT) ופרופ' אלן ה' מקדונלד (MacDonald) מאוניברסיטת טקסס באוסטין, על עבודתם החלוצית בתאוריה ובניסוי של גרפן דו-שכבתי מסובב. כמו כן בשנת 2021 זכו פרופ' לסלי לייזרוביץ ופרופ' מאיר להב, שניהם ממכון ויצמן למדע, בפרס וולף בכימיה על עבודתם המשותפת בביסוס ההשפעות ההדדיות של המבנה התלת-ממדי של מולקולות על המבנים ועל הקיראליות של גבישים אורגניים.

**פרס קאוולי (Kavli):** מוענק מטעם מלך נורווגיה למדענים שהביאו לפריצות דרך באסטרופיזיקה, במדע הננו ובמדעי המוח. בשנת 2022 זכה פרופ' יעקב סגיב ממכון ויצמן למדע בפרס קאוולי במדע הננו, ועימו פרופ' ג'ורג' מ' ויטסידס (Whitesides) מאוניברסיטת הרווארד, פרופ' דייוויד ל' אללרה (Allara) מאוניברסיטת המדינה של פנסילבניה ופרופ' ראלף פ' נוזו (Nuzzo) מאוניברסיטת אילינוי שבאורבנה-שמפיין, על עבודתם החלוצית בתחום ההתארגנות העצמית של חד-שכבות מולקולריות על גבי משטחים מוצקים.

**פרס שאו (Shaw):** מוענק בגין הישגים בולטים באסטרונומיה, במדעי החיים והרפואה ובמתמטיקה. בשנת 2020 זכה פרופ' דוד קשדן מהאוניברסיטה העברית בירושלים בפרס שאו במתמטיקה, ועימו פרופ' אלכסנדר בילינסון (Beilinson) מאוניברסיטת שיקגו, על תרומתם לתורת ההצגות ולתחומים נוספים במתמטיקה. כמו כן בשנת 2022 זכו פרופ' נוגה אלון מאוניברסיטת תל אביב ופרופ' אהוד הרושבסקי מהאוניברסיטה העברית בירושלים בפרס זה על תרומתם למתמטיקה דיסקרטית ולתורת המודלים, אשר השפיעה גם על גאומטרייה אלגברית, על טופולוגיה ועל מדעי המחשב.

**מדליית הכבוד של המכון למהנדסי חשמל ואלקטרוניקה (IEEE):** מוענקת עבור תרומה יוצאת דופן למדע ולטכנולוגיה בתחומים שבהם עוסק המכון. בשנת 2021 זכה פרופ' יעקב זיו מהטכניון – מכון טכנולוגי לישראל בפרס זה על תרומותיו לתורת המידע ולטכנולוגיית דחיסת נתונים וכן עבור מנהיגות מחקרית יוצאת דופן.



**פרס הארווי (Harvey):** מוענק מטעם הטכניון – מכון טכנולוגי לישראל למדענים מכל רחבי העולם עבור מצוינות ופריצות דרך במדע ובטכנולוגיה. בשנת 2019 זכה פרופ' רפאל משולם מהאוניברסיטה העברית בירושלים בפרס זה על תרומתו לגילוי המערכת האנדוקנבינואידית ועל חקר השלכותיה על בריאות האדם.

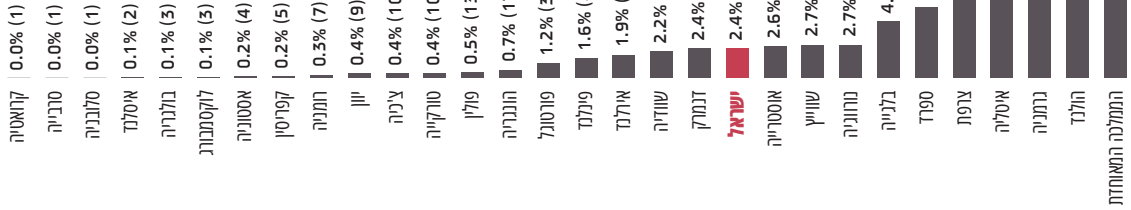
פרסים אלה מכירים בפעילותם המדעית ארוכת השנים של חוקרים ישראלים ובמצוינותם, ואתגרה העיקרי של ישראל טמון בהבטחת סביבה מדעית ותמיכה מתאימה שיאפשרו לחוקריה גם היום להגיע לכדי פריצות דרך מדעיות יוצאות דופן שתוכלנה לזכותם בעתיד בהכרה בין-לאומית שכזו.

## הישגים בראי זכייה במענקים בין-לאומיים

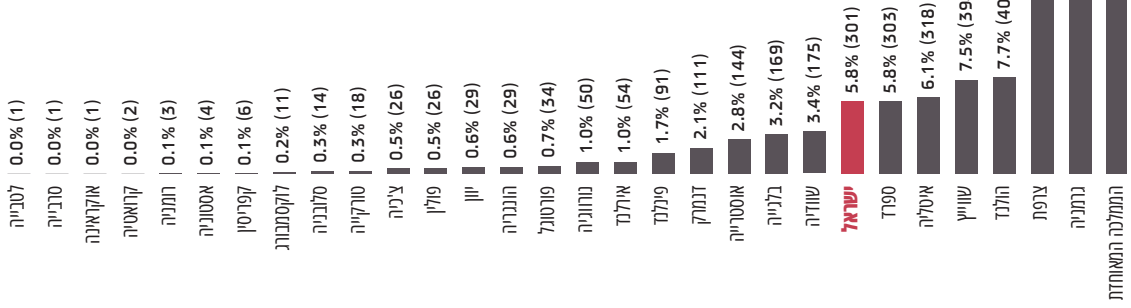
מענקים נוגעים בראש ובראשונה להיבטים תקציביים ומימוניים של המחקר המדעי. אולם בחינת הצלחתם של ישראלים בתוכניות מענקים בין-לאומיות יוקרתיות יכולה להעיד אף על מצוינות המחקר הנערך בישראל. גולת הכותרת של מענקים כאלה היא מענקי מועצת המחקר האירופית (European Research Council – ERC) שעליהם מתחרים מדענים מכל מדינות האיחוד האירופי ומדינות נלוות (כדוגמת ישראל ושווייץ). מענקים יוקרתיים אלה מקנים מימון חסר תקדים של עד 2.5 מיליון אירו למשך חמש שנים לחוקר יחיד ונחלקים לשלוש קטגוריות עיקריות עם שיעור מימון מרבי משתנה: תוכנית עבור חוקרים צעירים (starting grants), תוכנית עבור חוקרים באמצע הדרך (consolidator grants) וחוקרים ותיקים (advanced grants).

כפי שעולה מאיור 32, ישראל זוכה להצלחה רבה במענקי מועצת המחקר האירופית, המתבטאת בשיעור המענקים שבהם זוכים חוקרים ישראלים מסך המענקים שחילקה המועצה. הצלחה זו בולטת במיוחד בתחום מדעי החיים, שבו ישראל זכתה ב-7% (275 מענקים) מכלל המענקים בתחום לאורך כל שנות התוכנית, דבר שממקם אותה במקום השישי מתוך כל המדינות המשתתפות, לאחר גרמניה, הממלכה המאוחדת, צרפת, שווייץ והולנד. גם בתחום המדעים המדויקים וההנדסה זוכה ישראל להצלחה רבה עם שיעור של כ-6% (301 מענקים) מסך כל המענקים, דבר הממקם אותה במקום השמיני בכלל המדינות. לעומת זאת הצלחתה של ישראל בתחום מדעי הרוח והחברה קטנה יותר: שיעור מענקיה בתחום זה הוא כ-2% (62 מענקים) מכלל המענקים, והיא ממוקמת במקום האחד-עשר. נתונים אלה מציבים את ישראל כמדינה מובילה באירופה מבחינת המצוינות המדעית של חוקריה, קל וחומר בשים לב לקוטנה (הכלכלי ובגודל אוכלוסייתה) לעומת מדינות מובילות אחרות כדוגמת הממלכה המאוחדת, גרמניה וצרפת.

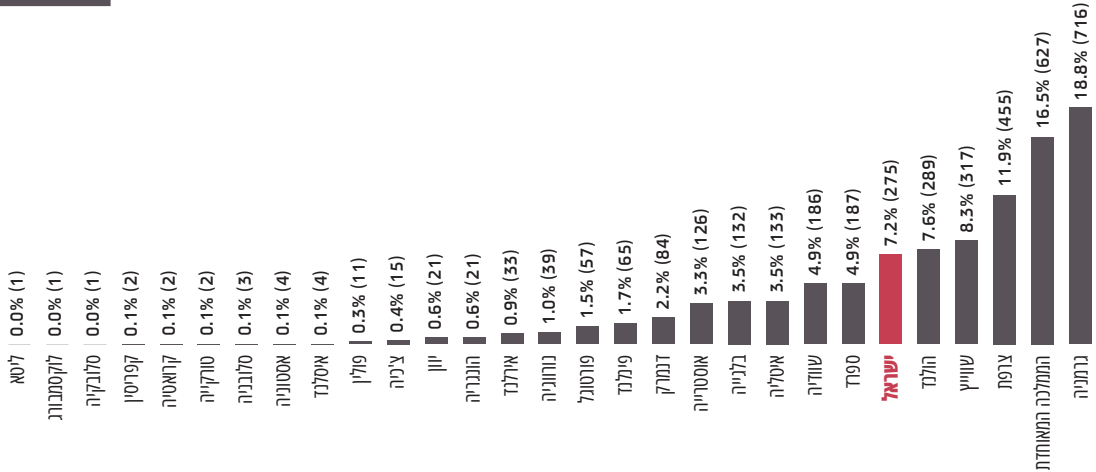
מדעי החברה והרוח



המדעים הפיזיקליים והנדסה



מדעי החיים



איור 32. מספר הזכיות בתוכנית המענקים של מועצת המחקר האירופית (ERC) ושיעורן לפי מדינות ותחומים (2007-2021).

מקור: מועצת המחקר האירופית

# מסקנות עיקריות

- ▣ **המדע הישראלי רושם הישגים נכבדים המעידים על מצוינותו** הן בדמות פרסים יוקרתיים שבהם זוכים חוקריו, הן בדמות זכייה במענקי מחקר יוקרתיים ותחרותיים בקנה מידה עולמי והן בהשפעה המדעית של פרסומיו כפי שהיא באה לידי ביטוי במספר הציטוטים שלהם.
- ▣ **ישראל נוטה להישגים פחותים מאלה של מדינות ייחוס** כמו שווייץ, סינגפור, דנמרק, שוודיה ונורווגיה – שבהן אוכלוסייה הדומה בגודלה לזו של ישראל, לכל הפחות בהיקף התפוקה המחקרית ובהשפעתה (הבאה לידי ביטוי בציטוטים) – **דבר המעיד על הפוטנציאל שטמון ביכולתה של ישראל, כמדינה קטנה יחסית, לעמוד בין המדינות המובילות את המדע העולמי.**
- ▣ **על אף הגידול הריאלי במימון המוקצה בישראל למו"פ אקדמי, ישראל מפגרת אחר מרבית מדינות ה-OECD בשיעור גידול זה. יתרה מזאת, בעשרים השנים האחרונות חלה ירידה ניכרת בהוצאה הלאומית למו"פ אקדמי של ישראל כאחוז מהתמ"ג, דבר המתבטא במעברה של ישראל ממדינה מובילה במדד זה למדינה ממוצעת.**
- ▣ על רקע התחרות ההולכת וגדלה בפעילות המדעית בעולם, על אחת כמה וכמה כשמדינות שעד כה לא פעלו בזירה זו החלו בפעילות מדעית ענפה, וכן על רקע הגידול במספר אנשי הסגל הבכיר בישראל והגידול בביקוש לתקציבי ולמענקי מחקר, **נדרשת הגדלה ניכרת של ההשקעה הלאומית במחקר בסיסי כדי לאפשר לישראל לשמור על מעמד מוביל ותחרותי במדע העולמי ואף לשפרו.** השקעה כזו צריכה להתמקד בהגדלת התקציבים המופנים למענקי מחקר ובהרחבת תשתיות המחקר המתקדמות הזמינות לחוקרים ישראלים.
- ▣ **אוכלוסיית ישראל משכילה יחסית למדינות ה-OECD, ומספר בוגרי מערכת ההשכלה הגבוהה בה גדל במידה ניכרת לאורך השנים. עם זאת רק כמחצית מבוגרי התואר השלישי בישראל משתלבים לבסוף בסגל האקדמי, דבר המעיד על פוטנציאל הגדילה של המחקר המדעי במדינה, הן האקדמי והן התעשייתי, בהתחשב במימוש הפוטנציאל הטמון בבוגרים אלה.**
- ▣ המדעים המדויקים ומדעי החיים והרפואה נמצאים בצמיחה ניכרת בשנים האחרונות – בעיקר בתחומי המתמטיקה ומדעי המחשב, אך גם באחרים – כפי שהדבר בא לידי ביטוי בגידול במספר אנשי הסגל הבכיר בתחומים אלה, וכן במספר בוגרי תחומים אלה בכל רמות התואר. לעומתם, ניכרת צמיחה מתונה ביותר, ואף ירידה, במדעי הרוח והחברה. אלה מחייבים **מציאת איזון עדין בין חיזוק הסגל האקדמי בתחומי המדעים המדויקים ומדעי החיים והרפואה כדי לקדם את המצוינות המדעית של ישראל בתחומים אלה בד בבד עם הכשרת כוח אדם איכותי למשק לבין שימור המחקר במדעי הרוח והחברה וטיפוחו.**

