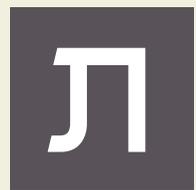


# תשתיות מחקר



תשתיות מחקר הן אבני היסוד לקידום מחקר מדעי פורץ דרך ותנאי הכרחי למשיכת חברי סגל מובילים ולביסוס מעמדה של האוניברסיטה כמוסד מחקר מוביל. מלבד חשיבותן המחקרית, לתשתיות אלו תפקיד מכריע במערך ההכשרה האקדמית, הן בתואר הראשון הן בתארים מתקדמים. הן מאפשרות לסטודנטים ולתלמידי מחקר לרכוש ניסיון מעשי בהפעלת ציוד מתוחכם וחיוני, כישורים

המכינים אותם לביסוס קריירה מחקרית עצמאית או להשתלבות מוצלחת בתעשייה.

תשתיות המחקר הן מגוונות וכוללות בראש ובראשונה ציוד מדעי למעבדות, אך גם תשתיות מחשוב, מרחבי עבודה, מאגרי מידע, ספריות ועוד – מתשתיות שעלותן זניחה לתשתיות שעלותן נאמדת בעשרות מיליוני דולר ויותר. התשתיות יכולות לשמש חוקר אחד במעבדתו, להיות משותפות לכמה חוקרים או לכמה מחלקות במוסד, או להיות בין-מוסדיות ולשרת חוקרים ממוסדות שונים, ואף את התעשייה. תשתיות ברמה הלאומית יהיו אלו שיש הסכמה בדבר חשיבותן ונחיצותן – ועלותן גבוהה ודורשת איגום תקציבי. נוסף על תשתיות לאומיות, מדינת ישראל חברה במגוון תשתיות מחקר בין-לאומיות שבקדמת המחקר העולמי.

בשנים האחרונות נוספו כמה תשתיות מחקר חשובות שלא היו כמותן בישראל, לרבות משתיל יונים מתקדם באוניברסיטה העברית, מערכת Atom Probe Tomography שמוקמת בימים אלה בטכניון, מרכזי מטרולוגיה (שעונים אטומים) שמוקמים בארבע מוסדות ויחברו בעוד שנים אחדות לרשת ארצית.

במהלך המערכה עם איראן פגעו טילים בליסטיים במעבדות בבית הספר לרפואה באוניברסיטת בן-גוריון (השוכנות בבית חולים סורוקה) ובמעבדות במדעי החיים והכימיה במכון ויצמן למדע: הפגיעה הישירה בבית החולים סורוקה הרסה לחלוטין מעבדות של תשע קבוצות מחקר, ואבד בהן כל החומר הביולוגי והקליני החשוב ששימש במחקר. הפגיעה במכון ויצמן גרמה לנזק עצום והשמדה ציוד מדעי מתקדם ששימש כ-52 קבוצות מחקר. מכון ויצמן העריך את הנזק הכולל שנגרם לציוד ולמבנה בכ-2 מיליארד ש"ח, ואת הזמן שנדרש לשיקום הנזקים בשנתיים-שלוש. מלבד הנזק הכספי שנגרם לשני המקומות, הביאה הפגיעה לאובדן בלתי הפיך של אלפי דגימות ורקמות מחקר שלא גובו ולעיכוב ניכר במחקרים

שהיו בעבודה. האירוע הקשה מחדד את הצורך לשקול את הקמתו של מרכז לאומי בין-אוניברסיטאי לשמירה בטוחה וארוכת טווח של דגימות ביולוגיות, קליניות וכימיות חשובות, שהן נכס אסטרטגי מחקרי. זהו הליך מורכב שדורש הקמת צוות מקצועי וגיוס משאבים לאומיים, אך חשוב להתחיל בו. אפשר ללמוד ממודלים בין-לאומיים לשמירה בטוחה של דגימות ביולוגיות, ובהם המודל שיושם במכון הלאומי לביולוגיה ביפן (NIBB – National Institute for Basic Biology).

חשוב לציין כי מחקרים בתחומי ידע שלא דרשו בעבר תשתיות יקרות – כגון פסיכולוגיה וקוגניציה, ארכאולוגיה, מדעי הרוח הדיגיטליים ומנהל עסקים – התפתחו לכיווני מחקר אשר דורשים יותר ויותר השקעה בתשתיות יקרות. כלל החוקרים מכל תחומי המחקר העלו במפגשים עם חברי דוח מצב המדע את הצורך החיוני בתשתית לניהול מאגרי מידע ומחשוב למדעי הנתונים (בינה מלאכותית). תשתיות המחקר המשמשות את מדעי הרוח יידונו בהרחבה בפרק "מדעי הרוח".

פרק זה סוקר את מצב המימון והתקצוב של תשתיות המחקר בארץ ובחו"ל בארבע רמות: האישית, המוסדית, הלאומית והבין-לאומית. הוא מתמקד בשלוש סוגיות הכרוכות זו בזו אשר עברו כחוט השני במפגשים עם חוקרים: הצורך הדחוף במיפוי מקיף של כלל תשתיות המחקר בישראל; החשיבות בייעול השימוש בתשתיות הקיימות, הן בשל עלותן הגבוהה הן כדי להבטיח את תחזוקתן המתמשכת; המחסור החמור בכוח אדם מקצועי המתמחה בתפעול ובתחזוקה של התשתיות והמכשור המדעי. הפרק דן בסוגיה דחופה נוספת – הקמת מחשב-על לאומי לשימוש הקהילה האקדמית.

## מימון ותקצוב של תשתיות מחקר

### מימון ותקצוב של תשתיות מחקר אישיות

סוגיית המימון של תשתיות מחקר אישיות נידונה בהרחבה בדוח מצב המדע 2022. שלושה מסלולים עיקריים תוארו בו: במסלול הראשון והעיקרי ניתנים מענקי קליטה נדיבים של עד 1.5 מיליון דולר לחוקרים חדשים בתחומי המדעים המדויקים ומדע הנתונים. מענקים אלו ממומנים ממשאבים מוסדיים, וחלקם גם ממענקי הקרן הלאומית למדע; במסלול השני, שנועד לשלבים מאוחרים יותר בקריירה האקדמית, הקרן הלאומית למדע תומכת גם במענקי ציוד לחברי סגל ב"אמצע הדרך"; במסלול השלישי, שמוצע במסגרת התוכנית הלאומית למדע וטכנולוגיות הקוונטים, הקרן הלאומית למדע מאפשרת קבלת מימון אישי נוסף כחלק ממענק מחקר של עד 1.35 מיליון ש"ח לציוד תשתית למחקר ניסויי ועד 350 אלף ש"ח במענקים למחקר תאורטי.

בדומה לממצאי הדוח הקודם, סגני הנשיא למחקר באוניברסיטאות ציינו כי יש הבדל בין מצבם המועדף של חוקרים שזה עתה נקלטו, למצבם של חוקרים ב"אמצע הדרך", שאינם זוכים לדי תקצוב, חידוש ותחזוקה של תשתיות המחקר שלהם. ניתוח כמותי של הקצאת משאבי הקרן הלאומית למדע ממחיש את גודל הבעיה. חבר סגל חדש זכאי לתמיכה של עד כמיליון ש"ח מהקרן הלאומית למדע, ושאר התקצוב מגיע מהמוסד האקדמי שבו הוא עובד, ללא מגבלה על מספר חברי הסגל שנקלטים בשנה נתונה. לעומת זאת תוכנית התמיכה בחוקרים ב"אמצע הדרך" מוגבלת ל-18 מענקים לשנתיים בלבד, בסכום מרבי של 910 אלף ש"ח למענק – שמכסה 75% בלבד מעלות הציוד הנדרש. תוכנית זו, שנוספה

בשנים האחרונות, מבורכת, ועם זאת היקפה המצומצם מעורר תחרות קשה ומותר חוקרים רבים ללא מענה לצורכיהם המחקריים.

לנוכח אתגרים אלה מוסדות להשכלה גבוהה מפתחים לעיתים גישות ניהוליות חדשניות הנוגעות לציוד שאין הכרח שישימש במעבדה אישית. זה נכון בעיקר באשר לציוד פבריקציה, שמקומו הטבעי בחדרים נקיים שבמרכזי הננו. איגום התשתיות מאפשר לחוקרים נוספים גישות לציוד מתקדם ולתחזוקה מקצועית לאורך זמן.

## מימון ותקצוב של תשתיות מחקר מוסדיות

בשנת 2023 אישרה המועצה להשכלה גבוהה הרחבה ניכרת של מסגרת התקצוב לתשתיות מחקר מוסדיות, כדי לחזק את המחקר במוסדות האקדמיים ולהבטיח את מעמדה התחרותי של ישראל בזירה המדעית הבינלאומית. התוכנית, שהוקצו לה 600 מיליון ש"ח לחמש שנים, היא המשך ישיר של תוכנית קודמת (2018–2022, שבה הושקעו רק 250 מיליון ש"ח) ומכוונת לשלוש מטרות מרכזיות: רכישת ציוד מתקדם, שדרוג תשתיות קיימות וגיוס כוח אדם מקצועי לתפעול המערכות.

התוכנית כוללת שלושה מסלולי תמיכה המותאמים לצרכים שונים (ראו טבלה 1): המסלול הראשון מיועד לרכישת ציוד מוסדי בעלות של עד 4.5 מיליון ש"ח; המסלול השני מאפשר רכישת ציוד ייחודי ויקר במיוחד בעלות של עד 18 מיליון ש"ח; המסלול השלישי מתמקד בשדרוג ציוד קיים במענקים של עד 1.5 מיליון ש"ח. מסלול השדרוג נותן מענה לאתגר מכריע של התיישנות טכנולוגית ומאפשר למוסדות להחזיר תשתיות חיוניות לרמת state-of-the-art באמצעות הוספת רכיבים מתקדמים. בכל המסלולים נדרשת השתתפות מוסדית של 25% לפחות מעבר להשתתפות ות"ת, וכל אוניברסיטה רשאית להגיש עד שלוש בקשות במחזור תחרותי.

הישגי התוכנית עד כה מרשימים: החל משנת 2020/21 (מחזור תש"פ) הושקעו כ-440 מיליון ש"ח בתשתיות מחקר, מתוכם 193 מיליון ש"ח מתקציב ות"ת. ההשקעות הניבו שיפור ניכר ביכולות המחקר בכל המוסדות המשתתפים. עם זאת נותרו כמה אתגרים מהותיים: התוכנית אינה נותנת מענה לצורך המתמיד ברכישת ציוד בסיסי בעלות נמוכה יותר, אף שעלותו השנתית מסתכמת בסכומים נכבדים; והמיקוד בציוד מוסדי כללי אינו נותן פתרון לחוקרים בתחומי התמחות ייחודיים הזקוקים למכשור ספציפי.

בד בבד הוקמה התוכנית הלאומית למדעי הקוונטום לצורך מימון ציוד תשתיתי במתכונת דומה, ונהנו ממנה עד כה שלושה מחזורים. החל משנת 2021 הושקעו כ-161 מיליון ש"ח בתשתיות מחקר, מתוכם 104 מיליון ש"ח מתקציב ות"ת. חוקרים המשתתפים בתוכנית מדווחים על תרומתה הניכרת להצלחת מחקריהם ומציינים כי מודל נדיב זה, שבו אחוזי הזכייה גבוהים, ראוי להרחבה לתחומים נוספים.

בשתי תוכניות התמיכה בציוד תשתיתי שהוזכרו לעיל, אפשר לקבל מענק נוסף בגובה של עד 18 מיליון ש"ח. כמו כן נוסף בהן קריטריון להערכת מהות שיתוף הפעולה והיקפו. הכוונה היא לשיתופי פעולה בהקמת התשתית או בתפעולה הן בין האוניברסיטאות לבין עצמן הן בין האוניברסיטאות לתעשייה.

הציוד אשר נרכש במסגרת שתי התוכניות (בכל המסלולים) מוגדר כציוד אשר משרת את צורכי המחקר של ציבור משתמשים רחב יחסית באקדמיה ובתעשייה, ומנוהל ברמה מוסדית ולא ברמת החוקר או החוקרים הבודדים. השיפוט של הבקשות תחרותי ומבוסס על קריטריונים של מצוינות מדעית. הוא מביא בחשבון את היתרון היחסי של אוניברסיטת המחקר ומעודד שיתופי פעולה הן בין האוניברסיטאות הן בין לבין גורמי חוץ כמו התעשייה ובתי החולים.

טבלה 1: תוכניות מרכזיות למימון תשתיות מחקר

תוכנית	תקציב	מקור מימון	תנאים ומגבלות
אישיות	מענקי קליטה לחוקרים חדשים	משתנה, חלק ממענק הקליטה.	המוסד הקולט
	מענקי ציוד לחוקרים חדשים	עד 2.2 מיליון ש"ח.	הוועדה לתכנון ולתקצוב (ות"ת) השתתפות המוסד המגיש ב־50% לפחות מעלות הציוד
	מענקי ציוד לחוקרים ב"אמצע הדרך"	עד 910 אלף ש"ח (75% מעלות הציוד) השתתפות המוסד המגיש בסכום של לפחות 25% מעלות הציוד.	הוועדה לתכנון ולתקצוב (ות"ת) השתתפות המוסד המגיש ב־25% לפחות מעלות הציוד
	תוכנית מפ"צ (מחקרים פורצי דהר)	במסגרת זכייה במענק מחקר עד 400 אלף ש"ח למחקר ניסויי ו־350 אלף ש"ח למחקר תאורטי.	הוועדה לתכנון ולתקצוב (ות"ת).
	"מבריא" – מסלול מענקי הזנק לרופא-חוקר	במסגרת זכייה במענק מחקר: מענק חד־פעמי של עד 1.5 מיליון ש"ח. שיעור ההשתתפות של הקרן הלאומית למדע במענק ציוד זה הוא עד 75% מן העלות. נדרשת השתתפות של בית החולים שבו מוקמת מעבדת המחקר בלפחות 25% מעלות רכישת הציוד.	ות"ת, מל"ג, הגופים הפילנתרופיים יד הנדיב וקרן משפחת קלרמן The Klarman Family – (KFF) Foundation
	"בראשית" – קליטתם של חוקרים צעירים מצטיינים	במסגרת זכייה: רכישת ציוד להקמת מעבדה בעלות כוללת של עד 3.6 מיליון ש"ח. השתתפות הקרן הלאומית למדע לא תעלה על 1.8 מיליון ש"ח.	משרד האוצר, ות"ת מל"ג, משרד העלייה והקליטה ומרכז מדעני העתיד של קרן מיימונידיס
	"אור" – קליטתם של חוקרים בכירים מצטיינים	במסגרת זכייה: רכישת ציוד להקמת מעבדה בעלות של עד 40% מסך המענק (עד 2 מיליון ש"ח)	משרד האוצר, ות"ת מל"ג, משרד העלייה והקליטה
מוסדיות	ציוד תשתית במסגרת מחקרים בתחום מדע וטכנולוגיות קוונטים	1.35 מיליון ש"ח לציוד תשתית למחקר ניסויי ועד 350 אלף ש"ח במענקי מחקר תאורטי.	הקרן הלאומית למדע במחזור זה כ־12 מענקים. שותפות של 4 חוקרים לכל היותר.
	הקמה ושדרוג של תשתיות מחקר	מסלול 1: עד 4.5 מיליון ש"ח לציוד מוסדי מסלול 2: עד 18 מיליון ש"ח לציוד ייחודי מסלול 3: עד 1.5 מיליון ש"ח לשדרוג ציוד מסלול 4: עד 18 מיליון ש"ח בשותפות של כמה מוסדות.	25% לפחות מעבר להשתתפות ות"ת כל אוניברסיטה רשאית להגיש עד 3 בקשות בכל אחת מהתוכניות. הציוד משרת ציבור משתמשים רחב (אקדמיה ותעשייה). ניהול ברמה מוסדית
	תוכנית לאומית למדע וטכנולוגיות קוונטים	מסלול 1: עד 4.5 מיליון ש"ח לציוד מוסדי מסלול 2: עד 18 מיליון ש"ח לציוד ייחודי מסלול 3: עד 1.5 מיליון ש"ח לשדרוג ציוד מסלול 4: עד 18 מיליון ש"ח בשותפות של כמה מוסדות.	הוועדה לתכנון ולתקצוב (ות"ת)

תוכנית	תקציב	מקור מימון	תנאים ומגבלות
בין מוסדות	תשתית חומרה למחשוב קוונטי. במסגרת תוכנית לעידוד אוניברסיטאות המחקר לפתח מוקדי מחקר בתחום של מחשוב קוונטי	מסלול 1: לתשתית חומרה עד 28.5 מיליון ש"ח למוקד מחקר מסלול 2: לאלגוריתמים ותוכנה עד 12 מיליון ש"ח.	הוועדה לתכנון ולתקצוב (ות"ת) 40.5 מיליון, ו-13.5 מיליון מימון משלים של מוסדות המחקר
	תוכנית להנגשת תשתיות מחקר מרכזיות (Facilities Core)	לכל אוניברסיטה תקציב שנתי של 500 אלף ש"ח. בשנים תשפ"ה-תשפ"ח תקציב שנתי של 4 מיליון ש"ח.	הוועדה לתכנון ולתקצוב (ות"ת) החזרים כספיים יינתנו רק אחרי הביצוע, ועבור מימון הפער בעלויות השימוש בתשתיות מחקר בין החוקרים החיצוניים לחוקרים הפנימיים בגין השירות שניתן.
לאומיות	פורום תל"מ: גיבוש החלטות אסטרטגיות באשר למימון ולתחזוקה משותפים של פרויקטים פורצי דרך	משתנה לפי פרויקט.	ות"ת, רשות החדשנות, מערכת הביטחון, משרד המדע והטכנולוגיה, משרד האוצר
	מימון תשתיות מחקר לאומיות מסדר גודל קטן עד בינוני	מימון של עד 5 מיליון ש"ח לשנה או שני שלישים מהעלות הכוללת.	הוועדה לתכנון ולתקצוב (ות"ת)
בין לאומיות	מחשב על לבניה מלאכותית לאימון מודלים גדולים (תשתית אזרחית)	160 מיליון ש"ח	מימון ממשלתי דרך רשות החדשנות
	חברות בתשתיות בין-לאומיות קיימות	משתנה, כ-19 תשתיות (רובן באירופה).	משרד המדע והטכנולוגיה
		ESRF בגרנובל, צרפת	הוועדה לתכנון ולתקצוב (ות"ת) והאוניברסיטאות
		CERN מאיץ החלקיקים בשווייץ	מימון בין-משרדי (משרד המדע, ות"ת ועוד)
	עידוד הצטרפות לתשתיות מחקר בין-לאומיות	מימון של עד 5 מיליון ש"ח לשנה או שני שלישים מהעלות הכוללת. מלבד דמי החברות השנתיים, הבקשה יכולה לכלול עלויות נוספות, כגון מינוי איש קשר ועלויות הטמעה, אם עלויות אלה אכן נדרשות.	הוועדה לתכנון ולתקצוב (ות"ת)
	פיילוט להנגשת תשתיות בין-לאומיות באמצעות IRCF	משרד המדע והטכנולוגיה	משרד המדע והטכנולוגיה

למרות ההצלחה הכוללת של שתי תוכניות התמיכה, סגני הנשיאים למחקר הצביעו על שני אתגרים מרכזיים בהן: הדרשה למימון משלים של 25% מעלות התשתית היא נטל כבד על המוסדות, בייחוד בפרויקטים גדולים; ואחוז התמיכה הנמוך הניתן למוסדות בעבור העסקת כוח אדם מקצועי לתפעול ולתחזוקה של הציוד, מקשה למצות את הפוטנציאל המחקרי של התשתיות החדשות (ראו הרחבה בהמשך הפרק). אתגרים אלה דורשים התייחסות במסגרת התכנון העתידי של מדיניות התשתיות המוסדיות והלאומיות.

## מימון ותקצוב של תשתיות מחקר לאומיות

מערך התמיכה בתשתיות מחקר לאומיות נשען על שני מנגנונים מרכזיים: פורום תל"מ (הפורום לתשתיות לאומיות למחקר ולפיתוח), שהוא המנגנון המוביל, ולצידו תוכנית תמיכה נוספת. פורום תל"מ הוקם ביוזמת האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים כגוף וולונטרי המאגד את מקבלי החלטות המרכזיים במערכת המחקר הישראלית. הפורום מאחד תחת קורת גג אחת את נציגי ות"ת, רשות החדשנות, מערכת הביטחון, משרד המדע והטכנולוגיה ומשרד האוצר. הצלחת הפורום טמונה ביכולתו לגייס מגוון שותפים למימון ולתחזוקה ארוכי טווח של תשתיות מחקר שהוחלט לקדם. הפורום ממלא תפקיד חשוב בעיצוב נוף תשתיות המחקר הלאומיות ומשמש פלטפורמה לגיבוש החלטות אסטרטגיות הנוגעות לתשתיות לאומיות בקנה מידה גדול. הפורום בוחן הצעות להקמת תשתיות בקנה מידה לאומי מתוך התחשבות בשיקולים אסטרטגיים רחבים, החורגים מהצרכים המדעיים הצרים וכוללים היבטים כלכליים, ביטחוניים ותעשייתיים. בשנים האחרונות הוביל הפורום להקמת תשתיות פורצות דרך בתחומי הקוונטום, הביו-קונוורגנס והבינה המלאכותית. פרויקט הדגל האחרון בתחום הוא הקמת מחשב-על לאומי בהובלת הרשות לחדשנות. פריצת הדרך הטכנולוגית בשימוש בכלי בינה מלאכותית מחייבת התייחסות מפורטת למחשב-העל, וזו תופיע בהרחבה לאחר הסעיף הנוגע למימון ולתקצוב תשתיות בין-לאומיות.

לצד פעילותו של פורום תל"מ הושקה בשנת 2025 תוכנית לתמיכה בתשתיות לאומיות בקנה מידה קטן עד בינוני. התוכנית, בתקציב של 5 מיליון ש"ח לשנה במשך ארבע שנים, מממנת עד שני שלישים מעלות ההקמה של תשתיות משותפות. קבלת התמיכה מחייבת הגשת בקשה מאוחדת מצד אוניברסיטה מובילה בשם מאגד (קונסורציום) של מוסדות שותפים – אוניברסיטאות, מכללות, מכוני מחקר ובתי חולים. גישה זו מבטיחה מחויבות משותפת למיצוי הפוטנציאל הטמון בתשתית, ויש בה משום מענה ישיר להמלצות דוח מצב המדע 2022 בדבר הצורך בתשתיות בין-מוסדיות. יש לציין כי התוכנית מכירה בכך שתשתיות מחקר אינן בהכרח פיזיות, ויכולות לכלול גם משאבים דיגיטליים ומאגרי מידע.

סוגיה רלוונטית בהקמת תשתיות לאומיות היא דרך ניהולן. ניסיון בין-לאומי מלמד על מודלים מוצלחים לניהול תשתיות לאומיות. במדינות רבות הצלחת התשתיות הלאומיות נשענת על קיומם של גופי-על, למשל INFN באיטליה, CNRS בצרפת ומוסדות דומים בקנדה, בהולנד ובממלכה המאוחדת. גופים אלה מאפשרים ניהול מרוכז ויעיל של תשתיות מחקר לאומיות. כמו כן יש תחומים, למשל היתוך קר, שקשה לקדםם ללא ריכוזיות, ובמקרים אלה מומלץ לבסס את המאמץ על שיתוף פעולה משולש בין המדינה, לתעשייה ולאקדמיה. דוגמה בולטת היא SNOLAB בקנדה. שם החליטה המדינה על ריכוז מאמץ לאומי בבניית מרכז מחקר ייחודי במעבה האדמה. ההשקעה הממוקדת לא רק הניבה פרס נובל, אלא גם הפכה את קנדה למובילה עולמית בתחום.

בהקשר רחב יותר, בשונה ממדינות מפותחות רבות, למדינת ישראל אין תוכנית אסטרטגית מקיפה לתשתיות מחקר (Infrastructure Roadmap). אומנם פורסמו בשנים 2013 ו-2016 שני מסמכי מדיניות שהתוו מפת דרכים לתשתיות מרכזיות, אך כפי שציין מבקר המדינה בדוח 2021, יישומם היה חלקי בלבד. השאלה אם נדרשת תוכנית אסטרטגית רשמית נותרת פתוחה, בייחוד לנוכח המנגנון הגמיש שבו פועל פרום תל"מ, המאפשר הסתגלות מהירה להתפתחויות טכנולוגיות בעידן של התקדמות מואצת בתחום הבינה המלאכותית. עם זאת יש להכיר בכך שפורום תל"מ מאזן בין אינטרסים לאומיים רחבים, שלא תמיד עולים בקנה אחד עם צורכי האקדמיה.

## מימון ותקצוב של תשתיות מחקר בין-לאומיות

מדינת ישראל חברה כיום ב-19 תשתיות בין-לאומיות, מרביתן באירופה, והגדולות שבהן הן CERN ו-EMBL.<sup>42</sup> החברות בתשתיות אלו פותחת בפניה את האפשרות לעבוד עם תשתיות מחקר מתקדמות, להשתתף במיזמי מחקר בין-לאומיים, לזכות במענקי מחקר תחרותיים ולהשתתף בהכשרות מקצועיות, בכינוסים ובסדנאות המקדמים את הידע ואת המומחיות של הצוותים המדעיים הישראליים.

מלבד החשיבות המדעית, לחברות ישראל בתשתיות בין-לאומיות יש משמעות מדינית-פוליטית. חברות זו מתגלה כחיונית במיוחד בעיתות משבר ומלחמה, כאשר היא בולמת ניסיונות לחרמות ולבידוד אקדמי. דוגמה בולטת לכך הייתה בלימתן של תגובות אנטי-ישראליות ב-CERN כבר בשבוע השני לאחר אירועי אוקטובר 2023, שהתאפשרה רק בזכות החברות הרשמית במוסד. גם כיום, לאחר כניסתה לתוקף של הפסקת האש עדיין קיימים לחצים וקריאות להוצאתה של ישראל מחברות במתקן. לחצים אלו ממחישים את השבריריות של שותפות ישראל בתשתיות מחקר בין-לאומיות.

אחת מתשתיות שחשוב שישראל תמשיך להיות בהן חברה היא [SESAME](#) – מתקן סינכרוטרון שנמצא בירדן. המתקן נחנך ב-2017 והוא מגלם שותפות נדירה בין מדינות במזרח התיכון ואת האופן שבו העולם המדעי מאפשר שיתופי פעולה בין מדינות, כולל כאלו שאין ביניהן יחסים דיפלומטיים. למרות ייחודיותה של תשתית זו במזרח התיכון וחשיבותה, מדינת ישראל מעכבת את תשלום דמי החברות זו השנה השלישית ובכך עשויה להעמיד בסכנה את מעמדה כחברה בתשתית.

מערך בקרה והערכה מקיף מלווה את השתתפות ישראל בתשתיות אלה. משרד החדשנות, המדע והטכנולוגיה, בשיתוף נציגי ות"ת והאקדמיה הלאומית הישראלית למדעים, מקיים סקירה שנתית המעריכה את התועלת בהשקעה ואת המידה שבה היא מוחזרת. הקריטריונים להערכה כוללים: היקף שימוש בתשתיות (מספר החוקרים המשתמשים וימי הניסוי); החזר כספי (תקציבי מענקים ומלגות החוזרים לישראל); תפוקות מדעיות (מספר הפרסומים האקדמיים והצלחה בגיוס מענקי המשך). מערך זה מבטיח ניצול מיטבי של המשאבים הלאומיים ובחינה מתמדת של הרלוונטיות של כל חברות.

בשל ההכרה בצורך למקסם את התועלת מהשתתפות ישראלית בתשתיות מחקר בין-לאומיות, הושק בשנת 2025 פיילוט ממוקד לשיפור הניצול של ארבע תשתיות נבחרות<sup>43</sup>. צוות מומחים מה-IRCF (Israel Research Core Facilities)<sup>44</sup> מוביל תהליך שיטתי לזיהוי חסמים ולפיתוח אסטרטגיות להגברת השימוש.

42 לא כל התשתיות הן תשתיות של מכשור מדעי, חלקן מאגרי מידע או תשתיות של שיתופי פעולה מחקריים.

43 Euro-BioImaging (biological and biomedical imaging services); Instruct-ERIC (structural biology); ELIXIR (Data management challenges); EMBL (The European Molecular Biology Laboratory)

44 להרחבה על IRCF ראו בסעיף הבא.

היוזמה כבר מניבה תוצאות ראשוניות מעודדות ומשמשת מודל לשיפור מתמיד. הצורך ביוזמה זו עלה כבר בדוח מצב המדע 2022, אשר הדגיש את הצורך בהבטחת שימוש אפקטיבי יותר בתשתיות אלה, ובתמיכה מנהלתית ותקציבית מקיפה בחוקרים מכלל המוסדות המחקריים בישראל.

בד בבד החלה לפעול בשנת 2025 תוכנית חדשה של ות"ת, שנועדה לעודד הצטרפות של ישראל לתשתיות בין-לאומיות נוספות.<sup>45</sup> התוכנית תימשך ארבע שנים בתקציב של 5 מיליון ש"ח לשנה. גם כאן את הבקשה יצטרפו להגיש כמה מוסדות מחקר יחד. תמיכה זו יכולה לתת מענה מסוים לאתגרים שעלו בשיחות עם סגני נשיא למחקר. אלו דיווחו כי החברות בתשתיות בין-לאומיות מסוימות טומנת בחובה אתגרים המקשים לממשה, ובהם עלויות ישירות לשימוש בתשתית, עלויות משלוח דגימות ובכלל זה אריזה בתנאים מבוקרים, עמידה בתקנות בין-לאומיות, עמלות משלוח ועלויות נסיעה ושהייה גבוהות. אומנם חלק מהעלויות אפשר לכסות באמצעות מענקי מחקר, אך לעיתים קרובות נותר פער בלתי מבוטל המונע ניצול מלא של ההזדמנויות. אתגרים אלה דורשים פתרונות מערכתיים שיאפשרו למדענים ישראלים למצות את מלוא הפוטנציאל הגלום בחברויות היקרות הללו.

## תשתית לאומית – מחשב־על למחקר אקדמי – בינה מלאכותית

מהפכת הבינה המלאכותית היא אחד ממוקדי הצמיחה המרכזיים של העשור הנוכחי, והיא עשויה להשפיע השפעה עמוקה על כלל תחומי החיים, ובפרט על המדע, על המחקר ועל החדשנות. כבר בשנת 2020 זיהה פורום תל"מ את חשיבות התחום והכין "תוכנית מחקר ופיתוח לאומית לבינה מלאכותית".<sup>46</sup> אולם חרף תמימות הדעים בקרב כלל הגופים הרלוונטיים בדבר הצורך בפעולה לאומית נרחבת, טרם אושרה (נכון לשנת 2025) תוכנית אופרטיבית מגובה תקציבית בקנה מידה מתאים. התוכנית המקורית, שתוכננה בהיקף של 10 מיליארד ש"ח לחמש שנים, נבלמה בשל אילוצים תקציביים ומשבר הקורונה, ורק רכיבים מצומצמים ממנה קודמו בפועל, בהיקף כולל של כמיליארד ש"ח בשתי פעימות.<sup>47</sup> למרות ההשקעה המצומצמת (ביחס לתוכנית המקורית), אפשר למנות כמה הישגים ראויים לציון בפעימה הראשונה: בתחום ההון אנושי באקדמיה ובתעשייה; הכשרה של כ-500 מומחים לבינה מלאכותית בתעשייה; חולקו מלגות ללימודים מתקדמים; חוזק כוח האדם הטכני במוסדות להשכלה גבוהה; פותח מודל שפה טבעית (NLP) בין השאר על ידי יצירת, אימון והנגשת תשתיות NLP בקולות קוראים תחרותיים. בתחום תשתיות המחשוב נפתחה מעבדה למחשוב־על לצרכים תעשייתיים והנגשת מחשב־על HPC.<sup>48</sup>

אחד ההישגים הבולטים במסגרת הפעימה הראשונה הוא הקמת מחשב־על בסמוך לעיר מודיעין אשר אמור להתחיל לפעול בתחילת שנת 2026.<sup>49</sup> המחשב שיוקם יהיה הגדול בישראל, והוא יכלול 4,000 מעבדים מתקדמים B200 של חברת אנבידיה, שמהם יוקצו 2,000 לשימוש ישראלי. בפועל רק מחציתם

45 תכנית ות"ת לאוניברסיטאות המחקר המתוקצבות. לעידוד הצטרפות לתשתיות מחקר בין-לאומיות (מאי, 2025).

46 התוכנית הלאומית לבינה מלאכותית.

47 ראו גם החלטת ממשלה מספר 173 מיום 24.2.2023 בנושא חיזוק המובילות הטכנולוגית של מדינת ישראל.

48 ראו גם באתר האינטרנט של התוכנית הלאומית לבינה מלאכותית.

49 הקמת מחשב העל במודיעין מתבצעת במימון משותף של המדינה וחברת NEBIUS שזכתה במכרז להקמה ולתפעול.

יהיו מסובסדים, ורק כ-300 מהם מוקצים לאקדמיה (ואין הבטחה שיוקצו על בסיס מצוינות אקדמית). מדובר בהקצאה חלקית שאינה עונה כלל וכלל על הצרכים המחקריים האקדמיים. חולשה נוספת של מחשב-על זה היא היעדר התחייבות לעדכונן אחרי שלוש השנים הראשונות, ואפילו להבטיח את המשך תפעולו בידי החברה המקימה. יש חשש ממשי כי משאבי מחשוב ינותבו בעיקר לשיתופי פעולה עם התעשייה ויפגעו בכך במחקר הבסיסי והבלתי תלוי. בישראל קיימים כבר היום מחשב-על כמו ISRAEL-1 של חברת Nvidia, המשמש בעיקר לצורכי החברה. לאחרונה הקימה חברת ניהול התשתיות SDS מחשב-על נוסף בהשקעה פרטית של מיליארד ש"ח, והוא אמור להתחיל לפעול בשנה הקרובה (למחשב זה כ-2,000 מעבדים, והתוכנית היא להגדיל את מספרם במידה ניכרת). היזמים מגלים נכונות להעמיד חלק מיכולות המחשב לצרכים של האקדמיה, אבל בדומה למחשב-העל שיוקם במודיעין במרכז של המדינה, חלקה של האקדמיה יהיה מוגבל ועלות השימוש לא ברורה. נציין כי על אף התחלת מימוש הפעילה הראשונה, דוח מבקר המדינה לשנת 2024 התריע על היעדר אסטרטגיה לאומית כוללת וארוכת טווח בתחום הבינה המלאכותית.<sup>50</sup>

האוניברסיטאות בישראל מפעילות כיום מרכזי מחשוב פנימיים, אך אלו מצומצמים מאוד בהיקפם: ברוב המוסדות קיימים מאות מעבדי GPU מדורות שונים שאינם מסוגלים להתמודד עם צרכים מחקרניים רחבי היקף. מרכזים אלה נחוצים להמשך הפעילות היומיומית והתמיכה בתלמידי מחקר, אך אינם מהווים חלופה לתשתית לאומית חזקה. המחקר האקדמי בבינה מלאכותית מצריך משאבי מחשוב עצומים – אלפי מעבדים שפעולתם נמשכת שבועות או חודשים – ואלה אינם זמינים כיום באקדמיה הישראלית, ולנוכח ההשקעה של מדינות מובילות בעולם בהקמת מרכזי מחשוב ייעודיים לאקדמיה, ישראל הולכת ומאבדת את יכולתה להוביל.

לנוכח מצב זה וכדי לענות על צורכי האקדמיה גיבש ועד ראשי האוניברסיטאות (ור"ה) תוכנית מקיפה להקמת מרכז מחשב-על אקדמי לאומי. התוכנית מבוססת על מחקר השוואתי שערכה חברת KPMG ובחן מודלים אירופיים (EuroHPC) ואמריקאיים (NSF) למרכזים דומים. על פי התוכנית של ור"ה, לצורכי האקדמיה בלבד נדרש מרכז מחשוב בהיקף של כ-5,000 מעבדי GPU מהדור החדש ביותר (כיום Blackwell B200 של חברת Nvidia). הערכה זו מבוססת על ניתוח כפול: השוואה למרכזים קיימים במדינות מובילות; ומיפוי צורכי החוקרים בישראל בשיטת "מלמטה-למעלה". המרכז יתמוך בכמה פרויקטים נבחרים בשנה, שידרשו אלפי מעבדים במקביל לתקופות ארוכות, ובכמה פרויקטים בינוניים, שיזדקקו למאות מעבדים לתקופות קצרות יותר. המרכז ייתן מענה גם לתחומים משיקים בבינה מלאכותית – כימיה חישובית, פיזיקה, ביולוגיה, רפואה ועוד. התוכנית של ור"ה כוללת הקמה מדורגת, במשך 3–5 שנים, והוספה של כ-1,000 מעבדים בכל שנה, בהתאם לצרכים בפועל ולהתפתחויות הטכנולוגיות. עלות הפרויקט מוערכת בכ-450 מיליון דולר (1.5–2 מיליארד ש"ח) שיתפרשו על פני חמש שנים, בתוספת תקציב תפעולי של עשרות מיליוני דולר בשנה. לשם מימוש מלא, ולנוכח המורכבות הרבה בהפעלת מחשב-על מסוג זה, יש להבטיח גם הקמה של צוות מקצועי רחב שיתמוך בשימוש במערכת. האקדמיה רואה בצוות כזה תנאי הכרחי להצלחת המהלך, בניגוד לרשות החדשנות, שמציעה פתרון המעניק תמיכה טכנית קטנה יותר.

חשוב לציין כי במסגרת גיבוש התוכנית נבחנו כמה חלופות. האפשרות להשתמש בשירותי ענן מסחריים נדחתה משלושה טעמים: עלות גבוהה במיוחד (פי 5–6); תלות בתשתיות זרות – סוגיה שהחריפה מאוד

50 דוח מבקר המדינה סוקר מדדים בין-לאומיים המשווים את הצלחתן של המדינות בתחום. נמצא בו, לדוגמה, שעל פי מדד Stanford לשנת 2024, ישראל אכן דורגה בשנת 2023 במקום הראשון בדירוג הבינלאומי מבחינת צפיפות ההון האנושי בתחום הבינה המלאכותית, אך בד בבד נרשמה בשנה זו לפי המדד הגירה שלילית של מומחים בתחום, לאחר גידול והגירה חיובית בשנים 2019–2022.

לאחר 7 באוקטובר; והיעדר גמישות מחקרית. חלופה נוספת שנבחנה הייתה "GPU as a Service" – שירותי גישה למעבדים ללא רכישה פיזית – אך גם היא כרוכה בתלות חיצונית ובעלויות ניכרות. מסקנת ור"ה הייתה כי המחקר האקדמי בתחומי הבינה המלאכותית מציב דרישות ייחודיות, שאי אפשר לממשן באמצעות שירותי ענן או משאבים תעשייתיים. חוקרים שואפים לפרוץ את גבולות המוכר ולבחון פתרונות חדשניים, וגישה זו אינה אפשרית כאשר משתמשים בתשתיות מסחריות גנריות. לפיכך יש הכרח בהקמת תשתית עצמאית, ייעודית ובעלת גמישות מדעית רבה. הפתרון המועדף הוא אפוא הקמת מרכז פיזי במתקן קיים בעל תשתיות תומכות (חשמל, קירור, כוח אדם), אשר יאולס במעבדים מתקדמים. פרויקט כזה אפשר לממש בתוך 18 חודשים בלבד. זהו תקציב נכבד שדורש החלטת ממשלה, בוודאי לנוכח המצב הכלכלי הקשה והמלחמה.

התוכנית של ור"ה להקמת מחשב-על הוצגה לפני כמה גופים ממשלתיים – אגף תקציבים, החשב הכללי, רשות החדשנות – וממצאיהם הוצגו [לוועדת נגל](#) (ועדה שמינה ראש הממשלה לקידום תחום הבינה המלאכותית בהובלתו של פרופ' יעקב נגל מהטכניון). ועדת נגל, אשר פרסמה את מסקנותיה באוגוסט 2025, אימצה את המלצות ור"ה במלואן, ואף הוסיפה עליהן. הוועדה ראתה חשיבות אסטרטגית בפיתוח הבינה המלאכותית בישראל בהשקעה של כ-15 מיליארד ש"ח, לרבות הקמת מכון לאומי לבינה מלאכותית שיבטיח את היכולת של מדינת ישראל להיות גורם בעל חשיבות בעולם במחקר וביישומים הרבים של הבינה המלאכותית. הוועדה הציעה לתכלל את כל נושא הבינה המלאכותית, לרבות תשתיות מחשוב וכוח אדם, ובכללן צוותים טכניים לתחזוקת התשתית וסוגי השירותים שיסופקו. עוד המליצה הוועדה להבטיח ש-50% מהתשתית שתוקם יופנו לצורכי האקדמיה, ולוודא שיהיה די תקציב שדרוג לשנים שתבואנה,<sup>51</sup> שיאפשר לא רק את ההשקעה הראשונית, אלא גם את תחזוקתו של מחשב-העל לאורך זמן. הדוח המפורט מדגיש את הדחיפות שבקידום מהיר של התחום במדינת ישראל, כדי להבטיח את מקומה המוביל בעולם.

עדיין מוקדם לדעת כיצד יקודמו מסקנות דוח ועדת נגל, אך ברור שמדינת ישראל נדרשת לקבל החלטה אסטרטגית חשובה הנוגעת למיצובה העתידי בחזית המחקר העולמי בתחום הבינה המלאכותית. הקמת מרכז מחשב-על לאומי עבור האקדמיה הוא מרכיב תשתיתי הכרחי לשימור היכולת של החוקרים הישראלים להוביל חדשנות מדעית ולהתחרות בזירה הבין-לאומית.

---

51 ד"ר וחשבונו של הוועדה הלאומית להאצת תחום הבינה המלאכותית, אוגוסט 2025 (ועדת נגל), עמוד 50.

# שיתוף ויעול השימוש בתשתיות מחקר קיימות

אבן הדרך הראשונה לשיתוף ולייעול השימוש בתשתיות מחקר הונחה עם הקמת IRCF (Israel Research Core Facilities) בשנת 2022 במימון משרד המדע כמרכז ידע שמאגד את כל מרכזי תשתיות המחקר במוסדות הציבוריים. בשנה הראשונה מופו תשתיות המחקר (core facilities) בתחום מדעי החיים והוצגו באתר האינטרנט של הארגון, ומהשנה השנייה מופו והוצגו באתר תשתיות המחקר של כלל תחומי המדע. כיום זהו המאגר הלאומי והיחיד של מידע על תשתיות מחקר, הממפה כ-80% מהתשתיות באוניברסיטאות, במכללות ובבתי החולים, ולראשונה נוצרה תמונה מקיפה של המשאבים הזמינים לקהילה המדעית הישראלית.

## במספרים

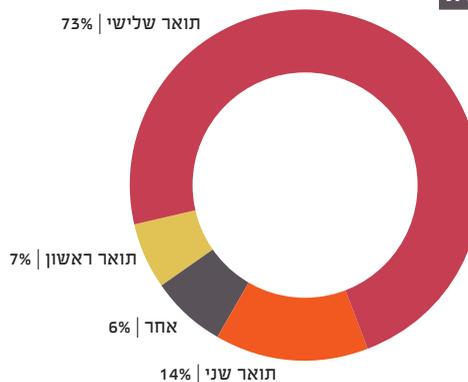
577  
מדעני תשתית

29  
מוסדות

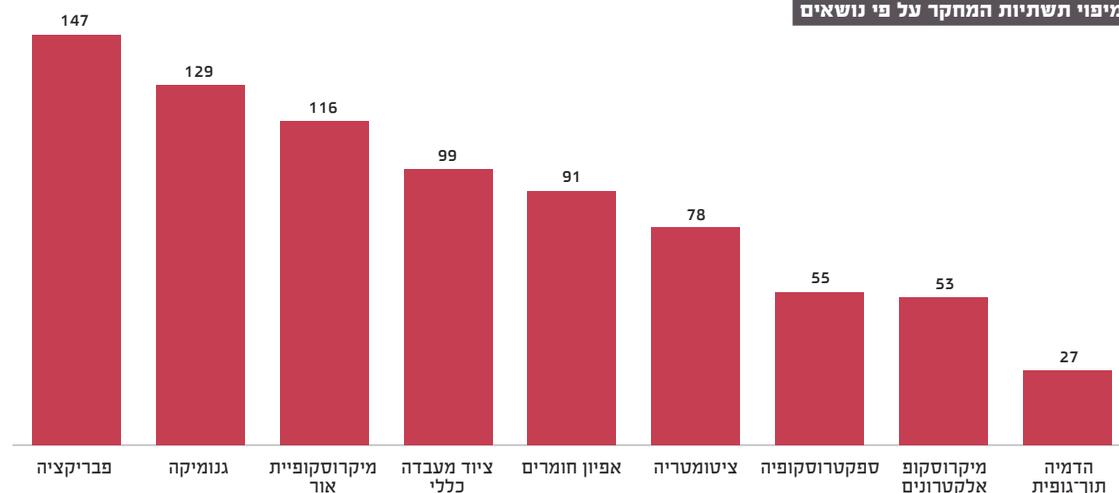
1,224  
שירותי מחקר

152  
מרכזי תשתית

## מדעני תשתית



## מיפוי תשתיות המחקר על פי נושאים



איור 47. IRCF במספרים: מספר מרכזי התשתית הממופים על פי תחומים ושירותים, מספר המומחים העוסקים בתחזוקת התשתיות והשכלתם

מקור: IRCF

איור 47 מציג נתונים הנוגעים לאמצע שנת 2025: המיפוי כולל 1,224 שירותי מחקר במגוון תחומים, המצויים ב־152 מרכזי תשתית הממוקמים ב־29 מוסדות. בארגון רשומים 577 מדעני תשתיות; 73% מהם בעלי תואר שלישי.

בתגובה להצלחה של IRCF בשלוש שנותיו הראשונות החליטה הנהלת ות"ת לפרוש עליו את חסותה ולהתחייב לממנו במשך ארבע שנים נוספות. בשנה האחרונה שוקד הארגון על בניית אתר חדש על סמך הניסיון שנצבר בשלוש השנים הראשונות של הפרויקט. השינויים העיקריים שיחולו הם: הוספת יישומים לכל שירות; אפשרות חיפוש גם לפי יישומים, ולא רק לפי שם שירות או שם מכשיר; מנגנון קטלוג משופר של השירותים המוגשים באתר; שיפור ניכר של מנוע החיפוש ושיפור הנראות שלו.

למרות ההישג הבולט במיפוי התשתיות, כמה אתגרים מרכזיים עדיין עומדים בפני המערכת:

- **שמירה על מאגר מידע דינמי ומעודכן.** פיתוח מנגנונים בני־קיימה שיבטיחו עדכון שוטף מצד המוסדות המשתתפים. ללא מערכת כזו יישחק במהירות הערך של המאגר. המאגר הנוכחי שומר על עדכניות המידע בשתי דרכים: הן בכך שפורום המנהלים מורכב ממנהלי מרכזי תשתיות מכל אחת משמונה אוניברסיטאות המחקר, כל מנהל הוא שגריר של הארגון במוסדו; הן בכך שמנהלי המרכזים הרשומים במאגר יכולים לעדכן בעצמם את הרשומות באתר.
- **הגברת החשיפה והמודעות של הקהילה המדעית למאגר.** על אף הפוטנציאל הרב הגלום במאגר, רמת המודעות בקרב הקהילה המדעית נותרה מוגבלת. נדרשת, נוסף על הצעדים שנקטים כבר היום, אסטרטגיה מקיפה הכוללת ימי עיון, כינוסים מקצועיים ופלטפורמות דיגיטליות להגברת החשיפה והשימוש.
- **הרחבת התמיכה במדעני התשתיות בהקמת רשתות מקצועיות.** בעוד שבתחום מדעי החיים התפתחו רשתות מקצועיות פעילות המקדמות שיתוף בידע ופרקטיקות מיטביות, תחומים אחרים נותרו מאחור. ההצלחה של קבוצת העבודה החדשה בתחום החדרים הנקיים והמיקרואלקטרוניקה מדגימה את פוטנציאל ההרחבה לתחומים נוספים.
- **הרחבת היקף המיפוי.** המאגר הנוכחי מתמקד במגזר האקדמי, אך קיים פוטנציאל רב בשילוב מיפוי של תשתיות מחקר בתעשייה האזרחית והביטחונית. מהלך כזה ידרוש התמודדות עם אתגרים של סודיות וקניין רוחני, אך עשויה להיות בו תועלת רבה לכלל המשק. IRCF רואה בכך חשיבות רבה, ולשם כך פועל עם הרשות לחדשנות לקידום פרויקט משותף למיפוי ולהנגשת המידע של התשתיות התעשייתיות.
- **שיפור הנגישות הבין־מוסדית.** זהו האתגר העיקרי שנותר. כיום חוקרים נתקלים בחסמים מנהליים, משפטיים וכלכליים בניסיונם להשתמש בתשתיות מחוץ למוסדם. פיתוח הסכמי מסגרת אחידים ומנגנוני תשלום פשוטים יכול להסיר חסמים אלה ולהגביר במידה ניכרת את יעילות השימוש במשאבים הלאומיים. במסגרת השותפות בין ות"ת ל־IRCF הורחבו ובוססו ממשקי העבודה של ות"ת עם מרכזי התשתיות. דוגמה אחת לכך היא המענק שהשיקה ות"ת ביוני 2025 להנגשת תשתיות המחקר לשמונה אוניברסיטאות המחקר הציבוריות, כדי לאפשר לחוקרים בכל אחת מהן להשתמש בעלות מסובסדת בתשתיות הייחודיות הקיימות במוסדות האחרים. התקציב של 4 מיליון ש"ח לשנה במשך ארבע שנים מיועד לסבסד את העלויות העודפות הנגבות מחוקרים המשתמשים בתשתיות מחוץ למוסדם, במודל המבוסס על החזר עלויות דרך מוסד האם של החוקר. מודל זה נותן מענה

ישיר לממצאי דוח מצב המדע 2022, שהצביע על היותן של עלויות השימוש הגבוהות חסם מרכזי לשיתוף פעולה בין-מוסדי.

סוגיה נוספת היא חסרונן של מידע באשר **למידת השימוש בציוד** והיעדר גיוון בכל הנוגע למוסדות שמתמשים בו. ניתוח ראשוני ואנקדוטלי של דפוסי השימוש בתשתיות מגלה תמונה מורכבת. בעוד ששיעור השיתוף בין האוניברסיטאות עומד על כ-10% בלבד, כ-20% מהשימוש מיוחס למגזר התעשייתי, ובמרכזי ננו-פבריקציה מסוימים שיעור זה מגיע ל-70%. נתונים אלה מדגישים את הפוטנציאל הבלתי ממומש שבשיתוף הפעולה האקדמי ואת החשיבות האסטרטגית שיש לתשתיות מסוימות במגזר התעשייתי. איסוף שיטתי ומקיף של נתוני שימוש יאפשר גיבוש מדיניות מבוססת-נתונים ואופטימיזציה של המערכת. כבר היום חובה לרשום במאגר המידע את תשתיות המחקר שנרכשו במענקי ות"ת. בעתיד יתווספו שירותים בהנגשת ארגוני המדע האירופיים (בחלק מהמקרים גם במימונם), ותוקם פלטפורמת moodle שתשמש להנגשת הכשרות, לומדות, קורסים וכיו"ב שבנה IRCF.

יצוין ש-IRCF פועל לקידום תשתיות המחקר, ובכלל זה תחומי פעולה שלא הוגדרו בתחומי אחריותו כשהוקם. דוגמה אחת לכך היא פיילוט לקידום האפקטיביות של חברותה של מדינת ישראל בארגוני מדע בין-לאומיים, שמוביל המרכז בשיתוף ובמימון משרד המדע. במסגרת זו נבחרו ארבעה ארגונים, והמרכז פועל לשיפור החשיפה של הקהילה המדעית לאפשרויות שמציע לה כל אחד מהם, ולסיוע בהגשת ההצעות למימוש אפשרויות אלו. הפיילוט זכה להצלחה רבה, ומשרד המדע הרחיבו לארבע שנים נוספות.

## שיתוף בשימוש בתשתיות מחקר בין האקדמיה לתעשיות האזרחיות והביטחוניות

בעוד האקדמיה מתמודדת עם מגבלות תקציביות ניכרות בהקמת תשתיות מחקר, התעשיות האזרחיות והביטחוניות נהנות מתקציבי ענק להקמת תשתיות מתקדמות. זוהי הזדמנות לבחון את הדרכים שבהן תתאפשר לקהילה האקדמית גישה לתשתיות אלו למטרות מחקר אקדמי ולהתייחס למורכבויות של קניין רוחני, סודות מסחריים ומגבלות של ביטחון שדה, אשר ניתנות לא פעם לפתרון. שיתוף פעולה כזה טומן בחובו יתרונות הדדיים רבים. מלבד האיגום התקציבי (לדוגמה, מפא"ת – המנהל למחקר ופיתוח אמצעי לחימה ותשתית טכנולוגית במשרד הביטחון – מחפש עוד משתמשים לתשתיות הלייזרים והאווירונאוטיקה כדי שיהיו שותפים בתחזוקה), ההפריה ההדדית בין חוקרים אקדמיים לצוותים בתעשייה ולגופי הביטחון מעשירה את שני הצדדים. נמצא כי יש פתיחות לשיתופי פעולה ולהנגשת תשתיות לאקדמיה, אך הסוגיה דורשת חשיבה על אופן מיסוד השימוש האקדמי בתשתיות אלה.<sup>52</sup>

הוועדה בחנה שלושה מרכזים שיכולים בעיקרון לשמש גם מחקרים אקדמיים. הבולט בהקשר זה הוא מרכז הפוטוניקה בממ"ג שורק, שמקיים שתי משפחות טכנולוגיות. אחת קשורה לסיבים אופטיים ייחודיים ולרכיבי סיבים, והשנייה לגידול גבישים מוליכים למחצה. מרכז הפוטוניקה משתף פעולה עם אנשי אקדמיה (הוא מארח מספר קטן של דוקטורנטים) ועם תעשיות שונות. אף שהמרכז מספק סיבים ושכבות של מוליכים למחצה באיכות טובה, נראה שמספר הפרויקטים בו אינו גבוה. המרכז מבטיח אספקה של סיבים וחומרים שלא פעם גורמי חוץ מסרבים לספק לישראל, ולכן יש חשיבות רבה בהמשך קיומו, אבל יש לעשות מאמץ להגדיל את פעילותו ואת מספר תלמידי המחקר החוקרים בו.

52 הנושא עלה בשיחה עם סמנכ"ל CTO בתעשייה האווירית, מאי 2025.

המרכז השני הוא מתקן מאיץ החלקיקים שרף (SARAF), אשר מוקם כמתקן ביטחוני בעלות של מיליארד ש"ח, והקמתו צפויה להסתיים בשנת 2026. מקימו רצו שיוגדר מעבדה לאומית, אף שהמוסדות להשכלה גבוהה אינם אמורים להשתתף במימונו. השימוש העתידי של אקדמאים צריך להיות מוגדר בבירור, וכן יש לשאת אקדמאים בהחלטות מפתח באשר לאופן הפעלת המתקן ולכללי השימוש בו. המתקן יכול להיות משאב מרכזי למחקר אקדמי בתחום הפיזיקה הגרעינית, אך גם תחומים אחרים עשויים להפיק תועלת מתשתית כמו מדע החומרים ורפואה גרעינית. על פי התוכנית, המתקן יהיה זמין לחוקרים אקדמיים בתהליך הקצאה תחרותי שתנהל ועדה אקדמית מקצועית.

המרכז השלישי הוא מתקן הלייזר רב העוצמה. מדובר במתקן יחיד מסוגו, אשר מגביר קרן לייזר לאורך 80 מטר, ומגיע לטמפרטורה של מיליון מעלות צלזיוס. את המתקן הקימה הוועדה לאנרגייה אטומית לצרכיה בלבד. למרות עלויות התפעול הגבוהות חוקרים מהאקדמיה אינם מוזמנים להשתמש בתשתית זו.

## תפעול, תחזוקה וכוח אדם מקצועי של תשתיות מחקר

במהלך הדיונים עם סגני הנשיאים למחקר באוניברסיטאות עלו כמה אתגרים בתחום התחזוקה והתפעול של תשתיות המחקר. אתגר מרכזי הוא התיישנות המכשור המדעי, הכולל מערכות מחשוב שאינן עומדות בסטנדרטים עדכניים של אבטחת מידע ובקרה. בד בבד הצורך המתמיד בעדכון תוכנות וברכישת רישיונות והעלייה הניכרת בעלויות הביטוח וחוזי השירות השנתיים מטילים נטל כלכלי כבד על המוסדות האקדמיים.

סוגיה חשובה נוספת נוגעת לזמינות השירות הטכני המקצועי. היעדר נציגות מקומית של יצרני הצידוד המתקדם, לצד מחסור במהנדסים מקומיים שהם בעלי המיומנות הנדרשת, מחייבים הסתמכות על מומחים מחו"ל להתקנות, להדרכות ולתחזוקה שוטפת. תלות זו מעוררת קושי בייחוד בתקופות משבר – כפי שניכר במהלך מגפת הקורונה ובמצבים ביטחוניים מורכבים – כאשר עיכובים או ביטולים בהגעת המומחים משבשים את הטמעת הטכנולוגיות החדשניות ואת המשכיות המחקר. גיבוש הסדרים ברמה לאומית ושיתופי פעולה בין מוסדיים עשויים לסייע בניצול מיטבי של המשאבים הקיימים.

מלבד האתגרים הטכנולוגיים, בולטת גם סוגיית כוח האדם המקצועי. אנשי הצוות במעבדות ובמרכזי התשתית, רובם בעלי תואר דוקטור (ראו איור 47), ממלאים תפקידים מכריעים, ובהם תחזוקת הצידוד והפעלתו, סיוע לחוקרים ולסטודנטים למחקר בתכנון ניסויים ובניתוח נתונים מורכבים, בפיתוח טכנולוגיות חדשניות, ולעיתים אף בהשתתפות בהוראה אקדמית. למרות מרכזיותם במערך המחקר, אין עבורם תקנים ייעודיים. הם מועסקים במשרות חלקיות או מלאות הממומנות מ"כסף רך"<sup>53</sup> במשך שנים וסובלים מחוסר יציבות תעסוקתית מתמשך.

בשל התחלופה המתמדת של סטודנטים לתארים מתקדמים במערכת האקדמית, יש חשיבות רבה בהעסקתו של כוח אדם קבוע ומיומן. בעוד הידע התאורטי נצבר אצל חברי הסגל הבכיר, הידע הארגוני והמעשי – ניסיון בתכנון ובביצוע ניסויים, הפעלת מכשור מתקדם וביצוע סימולציות מורכבות – תלוי

53 ב"כסף רך" הכוונה לכספי מחקר המשמשים להעסקת עוזרי מחקר או כוח אדם מקצועי שאינו דרך תקן מוסדי.

בצוות מיומן, קבוע ומנוסה של מומחים טכניים. בתחומי ההנדסה, שבהם ההיבטים הטכניים הם מרכיב מכריע באיכות המחקר, עניין זה חיוני במיוחד. הקושי בגיוס ובשימור כוח אדם איכותי נובע משילוב של גורמים מבניים: טבלאות שכר אחידות שאינן משקפות את הפערים בשוק העבודה, בייחוד ביחס לתעשיית ההיי־טק; הגדרת העובדים כסגל טכני-מנהלי במקום אקדמי, ובכך אי־מתן זכויות סוציאליות ואפשרויות להתפתחות מקצועית; והיעדר הכרה הולמת בתרומתם המחקרית, בניגוד למקובל במוסדות מחקר מובילים בעולם.

בשנים האחרונות החלה להתגבש הכרה באתגר זה. תוכניות ות"ת להקמה ולשדרוג של תשתיות המחקר כוללות כיום רכיב של תמיכה בהעסקת כוח אדם מקצועי, במימון של 50% מעלות ההעסקה לארבע שנים, בכפוף להתחייבות המוסדות להמשך העסקה במשך תקופה זהה. עד כה הושקעו 28 מיליון ש"ח במסגרת זו. עם זאת מודל התמיכה הנוכחי מציב אתגרים למוסדות האקדמיים: הדרישה להשתתפות של 50% בעלויות ההעסקה בארבע השנים הראשונות וההתחייבות להעסקה מלאה בארבע השנים שלאחר מכן – היא נטל לא מבוטל. מגבלות אלה הן בעוכרי התוכנית ועלולות לצמצם את היקף ניצולה. יש אפוא לבחון מחדש את מבנה התמיכה ולהגדיל את המשאבים המוקצים.

יוזמה חשובה נוספת היא פעילות IRCF ביצירת פלטפורמה לשיתוף ידע בין המומחים הטכניים ממרכזי התשתית השונים (מדעני התשתית). המרכז הקים 16 רשתות מקצועיות (networks) של מומחים לפי תחומים (גנומיקה, ננופבריקציה וכו') כדי לאפשר למידת עמיתים, שיתוף בידע, הכשרות משותפות ועוד. בראש כל רשת עומדים שלושה קואורדינטורים מתשתיות המחקר מהמוסדות החברים, שעם חברי הרשת מגדירים את האג'נדה של הרשת ומקבלים מימון מהארגון ליישומה. הכינוסים והמפגשים המקצועיים שארגן המרכז, תרמו לחיזוק הקהילה המקצועית וליצירת רשתות תמיכה חיוניות. ההצלחה של יוזמות אלה מדגישה את הפוטנציאל הגלום בשיתוף פעולה בין־מוסדי, ואת יכולתו לתת מענה לאתגרים המשותפים.

ההשקעה הנדרשת בכוח אדם מקצועי חורגת מעניין השכר בלבד. היא כוללת יצירת תקנים ייעודיים למדעני תשתית, מימון השתתפות בכינוסים מקצועיים, הכשרות מתמשכות ופיתוח מסלולי קריירה ברורים. השקעה מערכתית כזו הכרחית לשימור מוקדי הידע ולהבטחת רמת שירות גבוהה ויציבה לאורך זמן. התייחסות מקיפה לנושא זה חיונית להמשך פעילותן האפקטיבית של תשתיות המחקר הלאומיות ולשמירת מעמדה של ישראל בקהילה המדעית הבין־לאומית.

# המלצות

## תמיכה בתשתיות מחקר לאומיות

- **הבטחת משאבי מחשוב למחקר באקדמיה בתחום הבינה המלאכותית.** אימוץ המלצות ור"ה והקמת תשתית של מחשוב עוצמתי (מחשב-על) שתהיה ייעודית לחוקרי האקדמיה. התשתית תוקם בשלבים מתוך בקרה צמודה של קצב התפתחות הצרכים. חשוב במיוחד לקבל התחייבות ממשלתית להבטחת תחזוקה, שדרוג, ומימון של כוח אדם מיומן לתקופה ארוכה.
- **מימון תשתיות מחקר אסטרטגיות** כמו תוכנית הדגל למדע וטכנולוגיות קוונטים ותוכניות דומות, שהן נכסים אסטרטגיים שעשויים לשנות באופן מהותי את היכולות המחקריות של האוניברסיטאות הישראליות.
- הקמת ועדה מקצועית בחסות האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים אשר תשקול את **הקמתו של מרכז לאומי לשמירה ולגיבוי של דגימות ביולוגיות, קליניות וכימיות חשובות.** חשיבות הנושא עלתה לאחר שחומר מדעי חשוב שלא היה לו גיבוי הושמד במתקפת הטילים האיראניים.

## מימון ותקצוב של תשתיות מחקר מוסדיות ואישיות

- **שמירה ואף הגדלה של מימון ות"ת לתשתיות מחקר מוסדיות** לנוכח ההצלחות המרשימות של התוכניות.
- **בחינה מחדש של הדרישה למימון משלים של 25% מצד המוסדות** כדי להפחית את הנטל הכבד המוטל עליהם, בייחוד בפרויקטים גדולים.
- **הסדרת מימון העסקתו של כוח אדם מקצועי לתפעול ולתחזוקה של התשתיות,** יצירת תקנים ייעודיים, מימון השתתפות בכינוסים מקצועיים ובהכשרות מתמשכות ופיתוח מסלולי קריירה ברורים.
- **שמירה ואף הגדלה של מימון ות"ת לתשתיות מחקר אישיות,** בייחוד לתוכנית הקיימת של חוקרים ב"אמצע הדרך"

### שיתוף ויעול השימוש בתשתיות מחקר קיימות

- **חיזוק והרחבה של מאגר המידע של IRCF.** נקיטת פעולה להבטחתו של מקור מימון קבוע לפרויקט חשוב זה, לרבות הרחבת המיפוי של כלל התשתיות ובהן התשתיות של התעשייה האזרחית והביטחונית, יצירת מנגנון עדכון יעיל של המאגר והגדלת החשיפה והנראות בקרב קהילות המחקר באקדמיה ובתעשייה.
- **שיתופי תשתיות עם התעשייה הביטחונית.** מיסוד השימוש של אנשי האקדמיה בתשתיות התעשייה הביטחונית, למשל באלה של מפא"ת. הקמת מנגנון אקדמי שיבטיח שאחוז מוגדר מהפעילות המחקרית שתבצע ב"שרף" יוקדש למחקרים אקדמיים שייבחנו בוועדות שיפוט על פי מצוינות אקדמית.

### תמיכה בתשתיות מחקר בין־לאומיות

- **שמירה על ההתחייבויות הבין־לאומיות של מדינת ישראל הנוגעות לשותפות בתשתיות מחקר בין־לאומיות** ואף הרחבת הנגישות לתשתיות מחקר בין־לאומיות קיימות וחדשות. המשך תמיכה פעילה של המדינה בהצטרפות ישראל למיזמי מחקר ולתשתיות גדולות בעולם, והקצאת תקציבים ייעודיים ופתרונות מערכתיים לכיסוי עלויות נלוות כדי להסיר חסמים ולהבטיח ניצול מיטבי של שותפויות אלו.