

דוח מצב המדע בישראל  
תשפ"ג/2022

# תשתיות מחקר



המחקר המדעי נשען על תשתיות שונות. הן יכולות להיות פיזיות או וירטואליות, מרוכזות או מבוזרות והן שונות זו מזו גם בגודלן ובמספר החוקרים המשתמשים בהן. תשתיות גדולות ומתקדמות במיוחד פועלות לרוב בשיתוף פעולה בין-לאומי של מדינות רבות. סוג התשתיות הנחוץ למחקר משתנה בין תחומי המדע השונים. ככלל, נגישותן של תשתיות חדישות הניצבות בחזית הטכנולוגיה שבתחומן היא אבן יסוד ביכולתם של חוקרים לקיים מחקר תחרותי ופורץ דרך.



מחקר המדעי נשען על תשתיות שונות. יש תשתיות שהן כלליות ביותר ואינן ייחודיות למחקר, למשל חדרי עבודה ומשרדים, מחשוב וחיבור לאינטרנט, ולעומתן יש תשתיות שעיקר ייעודן (או לכל הפחות, אחד מייעודיהן העיקריים) הוא מחקר מדעי. תשתיות אלה כוללות ציוד או פלטפורמות המעניקים שירותים שונים לחוקרים. התשתיות יכולות להיות פיזיות (למשל מכשור וציוד מסוגים שונים, אוספים וארכיונים) או וירטואליות (למשל מאגרי מידע). הן יכולות להיות ממוקדות במקום מסוים או מבוזרות. סוג התשתיות הנחוץ למחקר משתנה בין תחומי המדע השונים. ככלל, נגישותן של תשתיות חדישות הניצבות בחזית הטכנולוגיה שבתחומן היא אבן יסוד ביכולתם של חוקרים לקיים מחקר תחרותי ופורץ דרך.

תשתיות מחקר שונות זו מזו בגודלן ובמספר החוקרים המשתמשים בהן. יש תשתיות מחקר המיועדות לשימוש אישי של חוקר אחד או של מעבדה אחת. אלה לרוב תשתיות קטנות יחסית שעלות הקמתן, תחזוקתן והפעלתן היא בהישג ידו של חוקר אחד. לעומתן, יש תשתיות מרכזיות המשרתות כמה חוקרים, מעבדות וקבוצות מחקר. לרוב, הקמתן ותפעולן של תשתיות אלה עולים על המשאבים העומדים לרשותו של חוקר אחד. נוסף על זה, לעיתים היקף השימוש בתשתיות כאלה בידי חוקר אחד הוא קטן ואינו מצדיק את הקמתן לצורך אישי אלא רק לצורך של קהילה מדעית גדולה יותר. תשתיות מרכזיות יכולות לפעול ברמה מחלקתית, מוסדית, בין-מוסדית (לאומית) וכן בין-לאומית.

פרק זה בוחן כמה סוגיות עקרוניות הנוגעות לתשתיות המחקר בארץ ובחו"ל העומדות לרשות חוקרים ישראלים ולמנגנונים התומכים בנגישותן של תשתיות אלה. בפרקים אחרים בדוח זה העוסקים בתחומי המדע השונים ניתן למצוא דיונים ממוקדים יותר בתשתיות מחקר בראייה תחומית.

## תשתיות מחקר בישראל

כדי שתשתיות מחקר מתקדמות תעמודנה לרשות החוקרים בישראל, יש לוודא כי הצורך בהן יבוא לידי ביטוי בתהליכי התקצוב והתכנון של המחקר המדעי במדינה וישען על מנגנונים מסודרים לתמיכה בצורכי החוקרים. היות שלעיתים הזמן הדרוש להקמתה של תשתית מחקר מסוימת ממושך מאוד, יש חשיבות מיוחדת לזיהוי הצורך בהקמתה במהירות יחסית ומוקדם ככל האפשר. בישראל ניתן להבחין בין מנגנונים המספקים מענה לתשתיות מחקר אישיות ברמת החוקר היחיד לבין כמה מנגנונים התומכים בהקמתן ובהפעלתן של תשתיות מחקר ברמות גבוהות יותר, מוסדיות או לאומיות.

### תשתיות מחקר אישיות

תשתיות מחקר אישיות מקבלות תמיכה בעיקר מהקרן הלאומית למדע ומהאוניברסיטאות. אולם קיים פער ניכר בין התמיכה בחוקרים חדשים לתמיכה בוותיקים. חוקרים חדשים מקבלים תמיכה מקיפה

יחסית, מאת מוסדות המחקר עצמם, במסגרת תהליך הקליטה, וגם מתוכנית המענקים לציוד לחברי סגל חדשים של הקרן הלאומית למדע. בתוכנית זו בקשת הציוד מצטרפת לבקשה למענק מחקר אישי של הקרן ומאפשרת רכישת ציוד להקמת מעבדת מחקר לחוקרים חדשים באוניברסיטאות בתוך שלוש שנים ממועד הצטרפותם למערכת האקדמית. התוכנית מעניקה מימון מרבי של 1.1 מיליון ש"ח, והמוסד שאליו משהייך החוקר מתחייב להשתתף במימון רכישת הציוד בסכום השווה לפחות להקצבת הקרן. הקרן מעניקה מימון מסוג זה לכמה עשרות חוקרים מדי שנה.

חשוב להבהיר כי התוכנית להקמת מעבדה לחוקרים חדשים אינה מספקת מענה ארוך טווח. לרוב, כעבור כמה שנים הציוד מתיישן, והטכנולוגיה המדעית מתפתחת ודורשת שדרוג לציוד מתקדם יותר. נוסף על זה, כיווני המחקר של חוקרים רבים משתנים לאורך הקריירה שלהם, והדבר מצריך התאמה של הציוד ושל המעבדה העומדים לרשותם למחקריהם החדשים. בניגוד למענה המקיף יחסית שניתן לחוקרים חדשים, עד לאחרונה לא הייתה תוכנית תמיכה סדורה ברכש ציוד לחוקרים ותיקים. דוח ועדת המעקב לדוח מצב המדע בישראל לשנת 2018 הצביע על בעיה זו, ובהמשך אותה השנה החליטה ות"ת על הקמת תוכנית מענקים מיוחדת למטרה זו.<sup>30</sup> התוכנית לציוד מדעי לחוקרים באמצע הדרך החלה לפעול במסגרת הקרן הלאומית למדע במחזור ההגשות של שנת 2020. התוכנית פתוחה לחוקרים שהצטרפו לראשונה לאוניברסיטאות בישראל כחברי סגל מן המניין ב-10–22 השנים האחרונות.

אף שכבר החלה פעילותה המבורכת של תוכנית הקרן הלאומית למדע לתמיכה ברכש ציוד מדעי לחוקרים ותיקים, עדיין ניכרת מצוקה בנושא זה, ומעידים עליה החוקרים ודקני הפקולטות בתחומי מדעי הטבע. תוכנית הקרן מספקת מענה למספר מצומצם של חוקרים בכל שנה, כאשר כל אוניברסיטה רשאית להגיש עד ארבע בקשות במחזור. הבקשות עוברות שיפוט מדעי מבוסס מציונות, כמקובל בקרן הלאומית למדע. מספר הבקשות המאושרות קטן יחסית – 21 בקשות במחזור 2020 ו-11 במחזורי 2021 ו-2022. על פי נתוני הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, היו בישראל בשנת 2021 יותר מ-2,000 אנשי סגל בכיר בטווח הגילים 50–59 בתחומי מדעי הטבע (במובנם הרחב, כולל תחומי ההנדסה ורפואה). גם אם כמחצית מחוקרים אלה הם מהמכללות האקדמיות (שאינם זכאים להשתתף בתוכנית הקרן), וגם אם חלק מהם אינם נדרשים למימון ציוד חדש, ניתן להעריך בזירות כי עדיין מדובר במאות חוקרים הנמצאים בתוך תחום הזכאות. כמו כן סביר להניח שיש חוקרים מחוץ לטווח גילים זה שעדיין זכאים להגיש בקשה לתוכנית של הקרן. לפי נתונים אלו ברור כי התמיכה שניתנת במסגרת תוכנית הקרן היא טיפה בים, במיוחד כשהיא מגיעה לאחר שנים של היעדר תמיכה מסודרת בנושא זה. כוונת ות"ת להמשיך ולתמוך בתוכנית זו ולהרחיבה במסגרת התוכנית הרב-שנתית הבאה (תשפ"ג–תשפ"ח) היא צעד מבורך.<sup>31</sup>

בעיית התמיכה ברכש ציוד לחוקרים ותיקים סבוכה אף יותר מהמתואר לעיל. כפי שדיווחה הקרן הלאומית למדע, למרות הצורך הנרחב העולה מן הדיון לעיל, לא כל האוניברסיטאות ממצות את

30 ראו החלטת ות"ת, "התכנית הרב-שנתית לשדרוג תשתיות המחקר" (13 באוגוסט 2018).

31 ראו החלטת ות"ת, "התכנית הרב-שנתית לשנים תשפ"ג–תשפ"ח – הצעות לקידום נושאי דגל בתחומים של: תשתיות מחקר, הון אנושי למחקר, קיימות ואקלים, פארקי מדע סמוכי קמפוס, והון אנושי להייעק" (8 ביוני 2022).

מלוא מכסת ההגשה שלהן לתוכנית הייעודית של הקרן, מסיבות שדורשות בדיקה. אפשרות סבירה היא שהדבר נובע מחוסר איזון בהשקעה של האוניברסיטאות בחוקרים ותיקים לעומת צעירים. כמו כן שלא כנהוג במדינות אחרות בעולם, ובראשן ארצות הברית, בישראל נדידה של חוקרים מאוניברסיטה אחת לאחרת היא נדירה, ולכן התחרות בין האוניברסיטאות על גיוסם ושימורם של חוקרים ותיקים קטנה. לעומת זאת קיימת תחרות עזה בין האוניברסיטאות בגיוס חוקרים צעירים, לכל הפחות בתחומים מסוימים, ולכן הן מעדיפות להשקיע משאבים רבים בקליטת חוקרים חדשים ופחות בחוקרים הוותיקים.

## תשתיות מחקר מוסדיות ולאומיות

יש כמה מנגנונים התומכים בהקמה ובתפעול של תשתיות מחקר ברמה המוסדית והלאומית. מלבד מימון המוקצה מטעם האוניברסיטאות, תשתיות מוסדיות זוכות לתמיכה ולתקצוב מות"ת באמצעות קולות קוראים ושיפוט בוועדת תשתיות ייעודית. ועדה זו הוקמה לפי החלטת ות"ת משנת 2018,<sup>32</sup> והצורך בהקמת מנגנון מסוג זה נזכר כבר בדוח ועדת המעקב לדוח מצב המדע משנת 2015. מסלול תמיכה זה כולל מענקי ציוד מחקר מוסדי לאוניברסיטאות המחקר שמטרתו לסייע ברכישה ובשדרוג של תשתיות המשרתות ציבור רחב של משתמשים במוסד והפתוחות גם למשתמשים חיצוניים. תוכנית זו פועלת למן שנת תש"ף, והיא מחליפה תוכנית בעלת מטרה דומה שהופעלה בקרן הלאומית למדע עד שנת תשע"ט. שיפוט הבקשות לתמיכה ברכש ובשדרוג של ציוד מחקר מוסדי נעשה על בסיס תחרות. סכום המענק המרבי הוא 3.6 מיליון ש"ח, וההשתתפות הנדרשת מהמוסדות היא 25% לפחות מעלות הציוד הנרכש. לכל אוניברסיטה יש מכסה של שלוש בקשות למחזור. בד בבד פועל מסלול תמיכה לגיוס כוח אדם מקצועי להפעלה ולניהול של תשתיות המחקר המוסדיות.

ברמה הלאומית יש מנגנונים נוספים התומכים בתכנון תשתיות מחקר ובהקצאת משאבים להקמתן ולהפעלתן. מנגנונים אלה מאופיינים לעיתים קרובות בתכנון מרכזי מלמעלה (בשיטת top-down). הם לרוב תומכים בתשתיות מחקר גדולות ומורכבות, בארץ או בעולם, וכן בכאלה שהצורך בהן נובע מתפיסה אסטרטגית רחבה ומצרכים לאומיים נוספים על אלה המדעיים, למשל כלכליים וביטחוניים. הגוף הבולט בהקשר זה הוא פורום תל"מ (הפורום לתשתיות לאומיות למחקר ולפיתוח), שהוא פורום התנדבותי שהוקם ביוזמת האקדמיה הלאומית למדעים כדי לקדם שיתופי פעולה ולאגם משאבים מקרב גופים שונים במדינה העוסקים במחקר ופיתוח, ובראשם ות"ת, רשות החדשנות, מערכת הביטחון ומשרד המדע והטכנולוגיה (משתתפים בפורום גם נציגי משרד האוצר). כמו כן המועצה הלאומית למחקר ופיתוח אזרחי (מולמו"פ) פועלת במשרד החדשנות, המדע והטכנולוגיה ומייעצת לממשלה בנושא של מחקר ופיתוח מדעי.

יש לציין שבישראל, שלא כנהוג במדינות שונות בעולם, אין מנגנון סדור האמון על בדיקת הצורך בתשתיות מחקר ועל גיבוש אסטרטגיה מקיפה וארוכת טווח בנושא. בשנים 2013 ו-2016 הגישה ועדה מייעצת של ות"ת, בראשות פרופ' הורן, המלצה על מפת דרכים אסטרטגית לתשתיות מרכזיות ברמה

32 ראו החלטת ות"ת, "התכנית הרב שנתית לשדרוג תשתיות המחקר" (13 באוגוסט 2018).

הלאומית.<sup>33</sup> אולם לפי דוח מבקר המדינה ממאי 2021, פעלה ות"ת להקמת 4 מתוך 11 תשתיות המחקר המרכזיות שעליהן המליצה ועדת הורן. כפי שצוין בדוח זה, בפועל לא גובשה תוכנית אסטרטגית מעודכנת לתשתיות מחקר מרכזיות בישראל ולא מופו צורכי מוסדות המחקר בנושא.<sup>34</sup> יצוין שגיבוש מפות דרכים לתשתיות מחקר הוא לעיתים תהליך מוגבל מבחינת יכולתו לחזות מראש את ההתפתחויות המחקריות והטכנולוגיות, ומכאן את תשתיות המחקר שיידרשו בטווח הבינוני והארוך. לכן יש חשיבות לביסוסם של מנגנונים גמישים שיאפשרו הקצאת משאבים לצורך הקמת תשתיות מחקר ותפעולן על בסיס הדרישות המשתנות המגיעות מהשטח (בשיטת bottom-up). עריכת כינוסים של קבוצות חוקרים מאוניברסיטאות שונות בארץ למשל יכולה לסייע לבטא את הצורך של קהילה מדעית מגובשת בתשתית מסוימת, כפי שנעשה למשל באקדמיה הלאומית למדעים בנוגע למאיץ ה"שרף" (יום עיון בנושא "מקורות קרינה מייננת ומאיצים חדשים בישראל ושימושיהם", מאי 2019) ובנוגע להצטרפות ישראל למצפה הכוכבים האירופי בצ'ילה (יום עיון בנושא "תשתיות גדולות באסטרופיזיקה: מיזם הצטרפות ישראל ל-European Southern Observatory (ESO)" (מרס 2022).

ככלל, ועדת התשתיות הייעודית של ות"ת ותמיכתה בתשתיות מוסדיות היא מנגנון יעיל לבירור צורכי קהילת המדענים בישראל ולתמיכה בהקמת תשתיות ברמה המוסדית. אולם ייתכן שמספר התשתיות שבהן ביכולתה לתמוך בשנה וכן סכום המימון שהיא מעניקה לכל תשתית אינם גבוהים דיים. כמו כן כיום אין עומדים לרשות ועדה זו כלים סדורים לתמיכה בתשתיות מחקר לצורכי הקהילה האקדמית שחורגים מרמת המוסד היחיד. למעשה, אין היום מנגנון סדור כלשהו שתומך בהקמת תשתיות שהיקף השימוש בהן או עלות הקמתן והפעלתן חורגים משימוש ומיכולותיו של מוסד יחיד. מדובר בתשתיות שהן בין רמת התשתיות המוסדיות הנתמכות על ידי ות"ת לבין תשתיות לאומיות וגדולות במיוחד שעשויות לשמש גם את התעשייה ואת המגזר הביטחוני והנתמכות לרוב על ידי פורום תל"מ. המחסור במנגנון לתשתיות בהיקף כזה בא לידי ביטוי למשל בקושי להקים בישראל מרכז לאומי למיקרוסקופיית אלקטרונים קריוגנית (CryoEM) מתקדמת, חרף תמימות דעים באשר לנחיצותו.<sup>35</sup> הבעיה הטמונה בתשתיות בין-מוסדיות ולאומיות כאלה אינה מתמצה בהשגת המימון הנדרש להקמתן. היבט נוסף שלה הוא הצורך להכשיר ולממן כוח אדם טכני-מקצועי שיוכל להפעיל תשתיות אלה.

יש להוסיף שכל מסגרות התמיכה בתשתיות מחקר שצוינו לעיל לרוב אינן מותאמות לתשתיות במדעי הרוח והחברה. עלותן של תשתיות המחקר בתחומים אלה לרוב נמוכה מבתחומים אחרים, ודירוגן בסדר עדיפויות בכל מוסד ומוסד עלול להיות נמוך גם הוא. לעיתים תשתיות אלו אינן פיזיות כתשתיות במדעי הטבע. לעיתים הן גם אינן מסווגות על ידי הגופים הרלוונטיים בתור תשתיות מחקר. הן כוללות לעיתים הקמת מאגרי מידע והנגשתם לחוקרים, או עריכת סקרי אורך, דבר שדורש תחזוקה שוטפת ועבודת איסוף מתמדת שאינה זוכה בהכרח למענה במסגרת מענקי המחקר קצרי הטווח של קרנות המחקר השונות.<sup>36</sup>

33 ראו את פרסומי ות"ת, "מפת הדרכים לתשתיות מחקר מרכזיות לאקדמיה – 2013" (פברואר 2014), "דו"ח הוועדה המייעצת לות"ת בנושא תשתיות מחקר מרכזיות לאקדמיה – מפת הדרכים 2016" (אפריל 2016).

34 ראו את דוח מבקר המדינה, "תשתיות מחקר מרכזיות באקדמיה" (דוח שנתי 171, מאי 2021).

35 להרחבה ראו את דוח האקדמיה הלאומית למדעים, "דוח הוועדה לבחינת הקמת מרכז לאומי למיקרוסקופיית אלקטרונים קריוגנית (CryoEM). מתקדמת" (יוני 2020).

36 להרחבה בנושא זה ראו את הדיון בתשתיות מחקר בפרק "מדעי הרוח" ופרק "מדעי החברה".

על אתגרים אלה של תמיכה בתשתיות מחקר חדשות יש להוסיף את אתגר הנגישות והניצול של תשתיות המחקר הקיימות. לעיתים יש לחוקרים גישה מוגבלת לתשתיות מוסדיות במוסדות אחרים. חלק מבעיית נגישות זו הוא כספי – התשלום הגבוה לעיתים עבור עלות השימוש בתשתית ל"משתמשי חוץ" – אך חלק אחר הוא מנהלתי, למשל קשיים שמציב המוסד המארח. בעיה זו כנראה חריפה יותר מבחינתם של חוקרים במכללות, שם זמינות התשתיות הפנים-מוסדיות פחותה, תקציב השימוש בתשתיות חיצוניות קטן יותר, ואפשר למנות עוד קשיים מנהלתיים שמעמידים בפניהם המוסדות המארחים. לעיתים מתווסף לאלה גם המרחק הגאוגרפי (בעיקר למכללות בפריפריה). בעיית נגישות זו אינה חדשה, ואחד מניסיונות הפתרון הוא הוספת אפשרות לקבל תקציב נוסף על המענק האישי של הקרן הלאומית למדע עבור שימוש בציוד מוסדי קיים.<sup>37</sup>

כוונת ות"ת להרחיב במידה ניכרת את המימון המוקצה לתשתיות מחקר במסגרת התוכנית הרב-שנתית הבאה היא צעד מבורך שביכולתו לתרום להתמודדות עם רבים מהאתגרים שצוינו לעיל ולעמידה בהם.<sup>38</sup> יצוין בהקשר זה שדוח מצב המדע משנת 2019 דן באריכות בחשיבותן של תשתיות מחקר במתכונת של מעבדות לאומיות, והמלצותיו טרם יושמו. מעבדות לאומיות הן מתקני מחקר ייחודיים, חוץ-אוניברסיטאיים, שמתנהל בהם מחקר משותף לחוקרי האקדמיה, לחוקרי התעשייה ולחוקרי המתקן עצמו. הדוח המליץ להכיר במעבדות קיימות ספציפיות כמעבדות לאומיות, כגון מאיץ ה"שרף" במרכז למחקר גרעיני שורק והמעבדה המרכזית של רשות העתיקות בירושלים, ולטפחן כמוקדים מחקרניים.

## תשתיות מחקר בחו"ל

מדינת ישראל היא מדינה קטנה, ובפועל היא בבחינת אי טכנולוגי-אינטלקטואלי, ולכן חוקריה נדרשים לא אחת להשתמש בתשתיות מחקר בחו"ל שאינן קיימות בישראל, בין תשתיות לאומיות של מדינה אחרת ובין תשתיות שהן פרי של שיתוף פעולה בין-לאומי. נגישותן של תשתיות מחקר בחו"ל הכרחית למצוינותם המדעית של חוקרים ישראלים מתחומים שונים, משום שהיא מאפשרת להם שימוש בתשתיות מחקר הנמצאות בחזית הטכנולוגיה המדעית. חלק מתשתיות המחקר בחו"ל הן תשתיות ענק, כאלה שאין ביכולתה של ישראל להקים ולהפעיל בעצמה, ולעיתים גם אין ביכולתן של מדינות אחרות לעשות זאת לבדן. דוגמאות בולטות לכך הם מאיץ החלקיקים CERN שבשווייץ וכן מקור הסינכרוטרון האירופי ESRF שבצרפת – שניהם פירות של שיתוף פעולה של מדינות רבות (ובהן גם ישראל). כמו כן יש תשתיות שהיקף הפעילות המחקרית בהן בישראל אינו ממצה את פוטנציאל השימוש בהן ולכן אינו מצדיק את הקמתן. יודגש כי תשתיות מחקר בחו"ל אינן טובות רק למכשור מדעי מתקדם, אלא גם כתשתיות מידע, בעיקר במדעי הרוח והחברה, אך גם בתחומים אחרים. יש חומרים ארכיוניים ואחרים

37 להרחבה על בעיה זו ראו בפרק "המחקר במכללות האקדמיות".

38 ראו החלטת ות"ת, "התכנית הרב-שנתית לשנים תשפ"ג-תשפ"ח – הצעות לקידום נושאי דגל בתחומים של: תשתיות מחקר, הון אנושי למחקר, קיימות ואקלים, פארקני מדע סמוכי קמפוס, והון אנושי להייטק" (8 ביוני 2022).

הזמינים רק במדינות אחרות. קיימים גם מאגרי מידע דיגיטליים הנשענים על בסיס שיתוף פעולה בין-לאומי. לעיתים חשיבותן של תשתיות מסוג זה אינה רק בגישתן למאגרי המידע עצמם אלא גם בשיתוף פעולה שיאפשר הכללת נתונים מישראל במאגרי מידע אלה. נוסף על חיוניותן של תשתיות המחקר בחו"ל לעבודתם של חלק מהחוקרים בישראל, השימוש בהן מסייע גם ליצירת שיתופי פעולה בין-לאומיים הן ברמת המדינות והן ברמת החוקרים.

השימוש בתשתיות מחקר בחו"ל יכול להיעשות לעיתים ישירות, בידי החוקרים עצמם, כאשר הן מאפשרות זאת, אולם יש תשתיות, בעיקר כאלה שהן לאומיות במדינות אחרות, שהשימוש בהן פתוח לחוקרי אותה המדינה בלבד, וחוקרים ישראלים יכולים להשתמש בהן רק בעקיפין באמצעות ביסוס שיתוף פעולה עם חוקר מקומי. מלבד זאת, לעיתים החוקרים נדרשים לשלם עבור השימוש בתשתיות, ועל זה יש להוסיף כמובן עלויות, למשל בגין נסיעה ולינה. במקרים אחרים השימוש בתשתיות המחקר דורש תשלום דמי חבר קבועים. חברות או השתתפות כזו בתשתית נעשית לרוב ברמה הלאומית או ברמה של מוסדות המחקר.

כדי להבטיח נגישות מרבית של תשתיות מחקר בחו"ל לחוקרים הישראלים, יש לוודא שפתוחה בפניהם האפשרות המנהלתית להגיש בקשות לשימוש בתשתיות שונות בחו"ל, וכי מוקצים לכך אפיקי מימון מתאימים שיכולים לכסות את עלות השימוש בתשתית (אם קיימת) ואת העלויות הנלוות. במקרים שבהם השימוש בתשתיות המחקר אינו פתוח למדענים מכל העולם, חוקרים ישראלים צריכים לפעול בשיתוף פעולה עם חוקר מקומי. לחלופין, ישראל יכולה לבסס שיתוף פעולה ברמה המדינית עם מדינות שונות כדי שאלה תאפשרנה לחוקרים ישראלים שימוש בתשתיות המחקר שלהן. יש לבחון כיצד ניתן לרתום לעניין זה את שיתופי הפעולה המדעיים של ישראל עם מדינות שונות, כפי שהם באים לידי ביטוי בתוכניות ובקרנות דו-לאומיות, הקיימות והחדשות שתוקמנה. על ישראל לבחון גם את הדרישה להצטרף לתשתיות מחקר שונות על בסיס חברות מוסדית או לאומית, שתהיה כרוכה בתשלום דמי חבר או בדרך השתתפות אחרת במימון הקמת התשתית או הפעלתה.

חרף חשיבותו הרבה של הנושא אין כיום גוף אחד בישראל המרכז את החברות או את ההשתתפות של ישראל בתשתיות מחקר או בארגונים מדעיים בין-לאומיים. עם הגופים הפועלים בנושא ניתן למנות את ות"ת, את משרד החדשנות, המדע והטכנולוגיה, את רשות החדשנות, את האקדמיה הלאומית למדעים, ולעיתים גם את האוניברסיטאות עצמן. בשל היעדר גוף כזה אין מנגנון סדור לבחינת הצרכים שעולים מהשטח בנוגע להצטרפות ישראל לתשתיות מחקר שונות או לקביעת סדר עדיפויות לתמיכה בכך. לרוב גם נדרש איתור מימון מיוחד לצורך הצטרפות ישראל לתשתית חדשה, ואין תקציב המיועד למטרה זו כפי שיש למשל עבור מימון תשתיות מחקר מוסדיות חדשות (ראו לעיל). יתרה מזאת, חרף חשיבות הנושא אין כיום רשימה מסודרת של תשתיות מחקר בחו"ל שישראל חברה בהן ושהן פתוחות בפני חוקרים ישראלים. היעדר רשימה כזו עשוי להקשות את מיצוי הפוטנציאל הטמון בשימוש בהן, כאשר אפשרויות השימוש בהן אינו ידוע לכלל החוקרים. כמו כן לא ברור עד כמה התשתיות שישראל חברה בהן אכן מנוצלות באופן מיטבי.



בשנים האחרונות נעשו מאמצים להרחיב את גישתם של חוקרים ישראלים לתשתיות מחקר בחו"ל. עם מאמצים אלה ניתן למנות את קידום הצטרפותה של ישראל למצפה הכוכבים האירופי בצ'ילה (ESO) ובחינת שיתוף פעולה בין הקרן הדו-לאומית ארצות-הברית-ישראל לבין משרד האנרגיה האמריקאי (DOE). מאמצים אלה טרם הגיעו לסיומם.

## פורום האסטרטגיה האירופית לתשתיות מחקר (ESFRI)

פורום האסטרטגיה האירופית לתשתיות מחקר (ESFRI) הוא התאגדות התנדבותית של מדינות בקהילה האירופית והוא משמש מסגרת ממליצת מדיניות מדעית בנושא של תשתיות מחקר. אף שהפורום אינו אמון על חלוקת כספים או משאבים, מנגנון הבחינה והשיפוט שלו את תשתיות המחקר ומתן ההכרה שלו בהן מספקים מעין תעודת הכשר לאיכותה המדעית של התשתית, לטיב תפקודה מבחינות שונות ולקיימותה, דבר המקל מאוד גיוס מימון מהקהילה האירופית וממקורות אחרים. המלצות הפורום מרוכזות אחת לכמה שנים לכדי מפת דרכים לתשתיות מחקר באירופה. מפת הדרכים כוללת ניתוח של מצב תשתיות המחקר הקיימות והערכות מעודכנות לתשתיות שנבחנו בפורום.<sup>39</sup> ניתוח זה יכול לשמש גם קריאת כיוון להתפתחויות בשטחי מחקר שונים והתשתיות שנדרשות להן. ישראל יכולה לבחון מסקנות אלה ולראות כיצד הן משתלבות במצב המחקר בישראל, תורמות לו או רלוונטיות לו.

ההתאגדויות שהפורום תומך בהן מתבססות לרוב מהשטח (מלמטה למעלה) באמצעות קהילת חוקרים בין-לאומית שמתגבשת ופועלת להשגת מימון למיזם משותף. בדרך כלל ההתארגנויות מתחילות מכמה מדענים שיוצרים גרעין שסובבים אותו חוקרים נוספים. קבלת התמיכה של הפורום דורשת הגשת בקשה רשמית. קולות קוראים מפורסמים אחת לכמה שנים (כרגע שלוש). ההצעות עוברות תהליך שיפוט, ועל בסיסו מתקבלת ההחלטה באיזו תשתית לתמוך. הפורום מסווג את תשתיות המחקר לפי שתי דרגות: דרגת ה-Projects הכוללת התארגנויות בשלבי התבססות והקמה שטרם הגיעו לבשלות יישומית. הפורום מלווה את התקדמותן של התארגנויות אלה, מעריך אותן ובוחן אם הן התפתחו מספיק כדי להיכלל בדרגה הבאה: Landmarks. דרגה זו כוללת תשתיות מחקר שהגיעו לידי בשלות. לאחרונה נוסף עוד שלב: שיפוט Landmarks אחת לכמה שנים, דבר שיש לו השפעה על קיימות התשתית ומימונה הן ברמה הלאומית במדינות החברות בו והן ברמה הכלל-אירופית.

חברות של ישראל או של חוקרים ישראלים בתשתיות ש-ESFRI מכיר בהן פותחת בפניהם את הגישה לתשתיות אלה, מסייעת להם לבסס שיתופי פעולה מחקריים ואף עשויה לעודד חוקרים זרים לקיים פעילות מחקרית בישראל. יתרה מזאת, הובלה של פרויקט ב-ESFRI בידי חוקרים ישראלים עשויה לסייע להקמת תשתיות מחקר בישראל ולגיוס משאבים בין-לאומיים לצורך זה. אפשרות זו יכולה כמובן להעצים את אפשרויות שיתוף הפעולה הניצבות בפני חוקרים ישראלים ואת הגעתם של חוקרים זרים לישראל לצורך מחקרם. כיום ישראל מעורבת במסגרת פורום זה ב-14 תשתיות מחקר בתחומי מדעי

39 מפת הדרכים האחרונה פורסמה בשנת 2021, ראו ESFRI Roadmap 2021.

הרוח, החברה, מדעי החיים והמדעים המדויקים.<sup>40</sup> המימון להשתתפותה בכל תשתית מגיע ממקורות שונים, בתלות בתשתית המחקר ובגופים המביעים בה עניין. עם גופים אלה ניתן למנות גופים בולטים בנוף המחקר המדעי בישראל כמו ות"ת או משרד החדשנות, המדע והטכנולוגיה, אך גם גופים כמו המוסד לביטוח לאומי (המעורב בפרויקט Survey of Health, Ageing and Retirement in Europe, SHARE).

למרות הפוטנציאל שטמון בהשתתפות ישראל בפרויקטים כחלק מ-ESFRI, ושלא כבמדינות אחרות בעולם, אין בישראל גוף מרכזי שאמון על הנושא לבד מנציג אחד ויחיד בארגון שאותו ממנה האקדמיה הלאומית למדעים והעושה את תפקידו זה נוסף על עיסוקו הסדיר כחוקר. גם אין ערוצי תמיכה מסודרים בקבוצות של חוקרים ישראלים המעוניינות להתארגן ולהצטרף לפרויקט (או להוביל פרויקט) או תמיכה בהתארגנויות שכבר זכו להכרה של ESFRI. עבור התארגנויות רבות המימון הנדרש הוא מזערי במונחים לאומיים, אך הוא אינו בהישג ידם של חוקרים יחידים (כמה עשרות אלפי אירו בשנה). עבור כמה התארגנויות מיוחדות, כמו הטלסקופ האירופי בצ'ילה, התקציב הנדרש גדול מאוד. חוקרים או התארגנויות המעוניינים בכך נדרשים לחפש מימון במקומות שונים ובאופן שלא תמיד מאפשר תמיכה רציפה ששומרת על המשכיות הפעילות ועל רמתה.

בשל הפוטנציאל הטמון בהשתתפות ישראל בהתארגנויות של ESFRI יש מקום לבחון כיצד ניתן לספק תמיכה מנהלתית ותקציבית מקיפה יותר לקבוצות ישראליות שמעוניינות להקים התארגנויות של ESFRI ולהשתתף בהן או לכאלה שכבר משתתפות בהן. למרות היתרון בגוף ביצועי אחד שירכז תמיכה כזו, חשוב שהצורך לתמיכה בהתארגנות זו או אחרת ינבע מהשטח.

40 להרחבה ראו את ריכוז התשתיות שבהן ישראל מעורבת ב-ESFRI באתר הפורום.



## תשתיות מחקר בישראל

- 1 להגדיל את התמיכה במימון ציוד לחוקרים ותיקים** אגב הרחבת התוכנית הייעודית של הקרן הלאומית למדע לנושא זה ובחינת מדיניות המכסות הנהוגה בה, ובייחוד בדיקת הסיבות להיעדר מיצוץ בחלק מהאוניברסיטאות. יש לבחון גם את הרחבת הזכאות לתוכנית זו לחוקרים שלהם יתרת פעילות מחקרית בת כעשר שנים, ללא תלות בשנת קליטתם, שכן בחלק מהאוניברסיטאות חוקרים ממשיכים בעבודתם המחקרית גם שנים לא מעטות אחרי גיל הפרישה הרשמי. מומלץ גם לעודד אוניברסיטאות להקדיש משאבים רבים יותר לתמיכה במימון ציוד לחוקרים ותיקים.
- 2 להגדיל במידה ניכרת את תקציב ועדת התשתיות של ות"ת** כדי שתוכל לתמוך בתשתיות רבות יותר בכל שנה, וכשיידרש – אף בסכומים גדולים יותר.
- 3 להקים מנגנון לתמיכה בהקמה ובהפעלה של תשתיות מחקר בין-מוסדיות**, למשל לאפשר במסגרת ועדת התשתיות של ות"ת הגשה משותפת של כמה אוניברסיטאות לצורך תמיכה בתשתית בין-מוסדית בעלות גבוהה יחסית. בדרך זו ועדת התשתיות של ות"ת תוכל לשמש מנגנון סדור גם לתמיכה בתשתיות בין-מוסדיות/לאומיות בסדר גודל קטן ובינוני, תאפשר מנגנון של קביעת סדרי עדיפויות מרוכז לתמיכה בתשתיות כאלה ותחסוך את הצורך לאתר נקודתית מקור מימון מיוחד לכל תשתית בין-מוסדית חדשה.
- 4 לפעול להרחבת הגישה לתשתיות מחקר מוסדיות לחוקרים חיצוניים אגב סבסוד עלות השימוש בתשתיות אלה והקלת הקשיים המנהלתיים בשימוש בהן.**

## תשתיות מחקר בחו"ל

- 5 להקים מנגנון לבחינת הצטרפותה של ישראל לתשתיות מחקר בחו"ל ולתמיכה בהצטרפותה זו.** מנגנון זה יכול לקום במסגרת ועדת התשתיות של ות"ת או במשרד החדשנות, המדע והטכנולוגיה, והוא יוכל לקבל בקשות מקבוצות של חוקרים מכמה מוסדות בארץ.
- 6 לפעול להרחבת הגישה לתשתיות מחקר במדינות אחרות באמצעות תוכניות וקרנות דו-לאומיות,** הן באמצעות הרחבת התוכניות והקרנות הקיימות והן בהקמתן של תוכניות וקרנות חדשות.
- 7 להקים מאגר לאומי לתשתיות מחקר ולארגונים בין-לאומיים שישראל חברה בהם.** מאגר כזה צריך לכלול מידע על התשתית או על הארגון, סיווג לתחומים, פרטי איש, או אנשי, הקשר בישראל ובחו"ל ופירוט השירותים שהתשתית או הארגונים מעמידים לרשות חוקרים מישראל.
- 8 לרכז את האחריות לקשר של ישראל עם ESFRI בגוף אחד,** שיוקצו לו משאבים, הן תקציביים והן מנהלתיים, לתמיכה בחברות של ישראל בהתארגנויות שונות במסגרת פורום זה. גוף זה יפעיל מנגנון סדור לקביעת סדרי עדיפויות להחלטה על הצטרפות להתארגנויות חדשות ולמימוןן (או לאיגום משאבים להצטרפות להתארגנויות שעלותן גבוהה במיוחד), כמובן בהיוועצות בגורמי המחקר והמדע הרלוונטיים. בדומה לנהוג במדינות רבות אחרות המעורבות ב-ESFRI, ייתכן שהגוף המתאים ביותר למטרה זו הוא משרד החדשנות, המדע והטכנולוגיה, שכבר כיום אחראי לתמיכה במרבית הפרויקטים שישראל מעורבת בהם ב-ESFRI (בעיקר אלה שדורשים מימון נמוך יחסית). נדרש כמובן עיבוי של המערך הקיים במשרד זה כדי לאפשר תמיכה נאותה כמצוין לעיל. כינוסים ייעודיים יכולים לשמש מנוף חשוב לגיבוש קהילה מדעית שחבריה מעוניינים להשתתף בהתארגנות אירופית זו או אחרת.