



MOSAic

מכון למדיניות בינה מלאכותית



מגמות בתעסוקה ובינה מלאכותית בשוק העבודה הישראלי

מיכאל דבאוי, יונתן וינטר, גיל אפשטיין, אבי וייס
ואפרת בכר-נתנאל

נייר מדיניות מס' 02.2025

ירושלים, ניסן תשפ"ה, אפריל 2025

מרכז טאוב לחקר המדיניות החברתית בישראל

מרכז טאוב לחקר המדיניות החברתית בישראל נוסד ב-1982 ביוזמתם של הרברט מ' סינגר, הנרי טאוב וארגון הג'וינט האמריקאי. המרכז ממומן באמצעות קרן צמיחה שהוקמה על ידי קרן הנרי ומרלין טאוב, קרן הרברט ונל סינגר, ג'יין וג'ון קולמן, קרן משפחת קולקר-סקסון-הלוק, קרן משפחת מילטון א' ורוזלין ז' וולף וארגון הג'וינט האמריקאי. המרכז מקבל גם תמיכה שנתית נדיבה מתורמים פרטיים, מקרנות ומפדרציות יהודיות.

מרכז טאוב הוא מכון מחקר על-מפלגתי ובלתי תלוי העורך מחקרים איכותיים בנושאי חברה וכלכלה בישראל. המרכז מציג בפני מקבלי ההחלטות המובילים ובפני כלל הציבור בישראל תמונה רחבה המשלבת בין הממדים החברתיים והכלכליים בהתוויית מדיניות ציבורית. הצוות המקצועי של המרכז ועמיתי המדיניות הבין-תחומיים, הכוללים חוקרים וחוקרות בולטים בתחומם באקדמיה ומומחים ומומחיות מובילים בתחומי המדיניות, עורכים מחקרים מבוססי נתונים בנושאים חברתיים-כלכליים מרכזיים שעל סדר היום במדינה. המרכז מציג ניתוחים אסטרטגיים לטווח ארוך וחלופות מדיניות בפני הציבור ובפני מקבלי ההחלטות על ידי כתבות בתקשורת, תוכנית פרסומים פעילה, כנסים ופעילויות אחרות בישראל ובחו"ל.

הפרסומים של מרכז טאוב הם על דעתם ועל אחריותם של מחבריהם בלבד. אין בהם כדי לחייב את המרכז, את חבר הנאמנים שלו, את עובדיו האחרים ואת התומכים בפעולותיו.

מכון מוזאיק

מכון מוזאיק למדיניות בינה מלאכותית (ע"ר), הוקם במטרה להבטיח שבינה מלאכותית תתרום לשגשוגה של כלל החברה הישראלית. המכון פועל בשיתוף עם מיטב המומחים מתחומי המעשה, המחקר והרוח באקדמיה, בתעשייה ובמגזר הציבורי, במטרה לגבש ולקדם מדיניות מבוססת נתונים ומחקר, ולהעמיד את היסודות למתווה לאומי לאור מהפכת הבינה המלאכותית בשוק התעסוקה, בכלכלה ובחברה הישראלית.

הוועדה המייעצת של מכון מוזאיק מורכבת ממנהיגים בתחומי הכלכלה, הטכנולוגיה, הפילוסופיה, מדעי החברה וממשל. חברי הוועדה הם מייקל אייזנברג, פרופ' גיל אפשטיין, פרופ' דן אריאלי, ד"ר מיכה גודמן, שירה גרינברג, ד"ר סאמר חאג'-יחיא, יעל מבורך, טל פיאלקוב, פרופ' ידידיה שטרן, ד"ר סיגל שלח ודניאל שרייבר.

אנא צטטו מחקר זה כך:

Debowy, M., Winter, J., Epstein, G. S., Weiss, A., & Behar-Netanel, E. (2025). Employment Trends and Artificial Intelligence in the Israeli Labor Market. Taub Center for Social Policy Studies in Israel. <https://doi.org/10.5281/zenodo.15322163>

כתובת המרכז: רחוב הא"י 15, ירושלים

טלפון: 02-567-1818

דואר אלקטרוני: info@taubcenter.org.il

אתר אינטרנט: www.taubcenter.org.il

מגמות בתעסוקה ובינה מלאכותית בשוק העבודה הישראלי

מיכאל דבאוי, יונתן וינטר, גיל אפשטיין, אבי וייס
ואפרת בכר-נתנאל

מבוא

בינה מלאכותית יוצרת (Generative Artificial Intelligence) מסתמנת כאחת המהפכות הטכנולוגיות החשובות של ימינו, עם השפעה הולכת וגוברת על תחומים רבים, בהם כלכלה ושוק העבודה. התפתחותה המואצת של הטכנולוגיה ואימוצה המהיר לצורכי עבודה מחדדים את הנחיצות (והקושי) בחקר אמפירי של השפעותיה על תעסוקה אנושית ובגיבוש מדיניות ציבורית הולמת לסכנות ולהזדמנויות הגלומות בטכנולוגיה זו עבור העובדת והעובד הישראליים. קצב ההתפתחות המהיר של הבינה המלאכותית היוצרת מוביל לאתגר "המטרה הנעה" – כלומר הקושי לחקור טכנולוגיה המתפתחת במהירות רבה יותר מיכולת המדידה והניתוח המקובלים. במאמר זה אנו עונים לאתגר באמצעות הצלבת יכולותיה של הבינה המלאכותית היוצרת משני דורות עוקבים – לפני צאתו לאור של מודל GPT-4¹ ואחריו – עם נתוני תעסוקה ישראליים מהשנים 2023–2024, לצד התחקות אחר מגמות בטכנולוגיה ובתעסוקה. מממצאינו עולה כי עבור העובד הישראלי הממוצע בשנת 2024 מודל שפה גדול דוגמת Claude, Gemini או ChatGPT, יכול לבצע לפחות 17% ממטלותיו הטיפוסיות בעבודה ללא כל כלי עזר, ובהינתן כלי עזר נוסף (כגון ייצור תמונה או קול, גישה לאינטרנט ולנתונים ייעודיים) מספר זה עולה ל-51%. להערכתנו ב-2023 מספרים אלו היו נמוכים ב-5.3% לכל הפחות. עוד נמצא כי יכולות הבינה המלאכותית היוצרת מסבירות במידה מסוימת את הרכב משלחי היד של מובטלים ומתיאשים מחיפוש עבודה, שכן בעלי מיומנויות שאותן הבינה המלאכותית יכולה להחליף נוטים לאי-תעסוקה בשיעורים גבוהים מבעלי מיומנויות שהבינה המלאכותית משלימה, דבר הרומז על השפעה דיפרנציאלית על התעסוקה.

* מיכאל דבאוי, חוקר, מרכז טאוב; יונתן וינטר, חוקר, מכון מוזאיק; פרופ' גיל אפשטיין, חוקר ראשי, מרכז טאוב והמחלקה לכלכלה באוניברסיטת בר-אילן; פרופ' אבי וייס, נשיא, מרכז טאוב והמחלקה לכלכלה באוניברסיטת בר-אילן; אפרת בכר-נתנאל, מנכ"לית, מכון מוזאיק למדיניות בינה מלאכותית.

1 החידוש של GPT-4, בהשוואה למודלים קודמים, נבע מהיכולת המשופרת שלו להבין הקשרים מורכבים, לייצר טקסטים מדויקים ועשירים, ולהתמודד בהצלחה עם מגוון רחב יותר של משימות.

תחילה נסקור ממצאים מחקריים בולטים מהארץ ומהעולם בשנתיים האחרונות. לאחר מכן נסביר את המתודולוגיה שבה אנו משתמשים ונציג את "התמונה הגדולה" בשוק העבודה הישראלי. בהמשך נציג את תמונת המצב העדכנית בפילוח לפי ענף כלכלי, רמת השכלה, מחוז מגורים, מגזר ומגדר, ונסקור את המגמות השונות בחשיפה לבינה מלאכותית יוצרת. לבסוף נבחן אם החשיפה לבינה מלאכותית מסבירה אי-תעסוקה בישראל ונסכם את ממצאינו.

סקירת ספרות

מידת נוכחותם והשפעתם של כלי בינה מלאכותית יוצרת בשוק העבודה – בפוטנציאל או בפועל – מעסיקה חוקרות וחוקרים רבים בשנים האחרונות; ממרבית המחקרים עולה כי השפעתה של הבינה המלאכותית צפויה להיות ניכרת במיוחד במקצועות עתירי שכל, בקרב עובדים משכילים ובקרב נשים יותר מאשר בקרב גברים.² סקרים שונים בחנו את אימוץ הטכנולוגיה בפועל. Bick et al. (2024) ניתחו נתוני סקרים עכשוויים (לצד סקרים היסטוריים) כדי לאמוד את אימוץ טכנולוגיית הבינה המלאכותית היוצרת בקרב האוכלוסייה הכללית בארצות הברית ולהשוותו לאימוץ טכנולוגיות מידע מהפכניות בעבר. החוקרים תיעדו שימוש רחב היקף בבינה מלאכותית יוצרת, כך לדוגמה בדצמבר 2024 כ-41% מאוכלוסיית ארצות הברית השתמשו בבינה מלאכותית (34% בשבוע האחרון), וכ-27% מהאוכלוסייה השתמשו בה לצורכי עבודה (24% בשבוע האחרון). בקרב המשתמשים בבינה מלאכותית לצורכי עבודה, כ-32% השתמשו בה שעה או יותר ביום שימוש טיפוסי (52% בקרב המשתמשים בכל יום), ויותר מ-40% טענו כי הבינה המלאכותית חוסכת להם 3 שעות עבודה או יותר בשבוע (51% בקרב המשתמשים בכל יום). ממצאים אלו מעידים על אימוץ נרחב של בינה מלאכותית לצורכי עבודה (ביחס לטכנולוגיות עבר),³ ועל ההתייעלות שהיא טומנת בחובה בביצוע מטלות שונות.⁴ Jiang et al. (2025) בחנו את השפעת הבינה המלאכותית על שעות העבודה של עובדות ועובדים אמריקאים בשנים האחרונות, והציבו אתגר לגישה הקלאסית בספרות הכלכלית.

2 לסקירה של מחקרים הבוחנים את השפעת הבינה המלאכותית היוצרת על שוק העבודה והתעסוקה עד שנת 2023 ראו דבאוי ואחרים (2024).

3 Bick et al. (2024) מצאו גם שאימוץ טכנולוגיית הבינה המלאכותית היוצרת בשנת 2024 היה מהיר יותר מאימוץ המחשב האישי בשנות השמונים והתשעים או אימוץ האינטרנט בשנות התשעים והאלפיים, אם כי אימוץ הטכנולוגיה לצורכי עבודה דומה בינתיים לאימוץ המחשבים האישיים בשנות השמונים.

4 נקודה נוספת שראוי להדגיש היא ש-Bick et al. (2024) מצאו גם הלימה ניכרת בין השימוש המדווח בבינה מלאכותית יוצרת לצורכי עבודה ומדד החשיפה לבינה מלאכותית של Eloundou et al. (2024). – המדד המרכזי שבו נשתמש במסגרת עבודה זו (ראו בהמשך), אישוש מסוים לכושר הניבוי של המדד באשר לשילוב בינה מלאכותית במטלות של עובדים.

הם מצאו תמונה הפוכה מזו שעלתה במחקרם של (Aguiar et al. (2007, שבו נטען כי שיפורים טכנולוגיים מובילים בטווח הארוך לצמצום שעות העבודה והגדלת שעות הפנאי. באמצעות הצלבת מדדי חשיפה לבינה מלאכותית מבוססי-פטנטים עם נתוני American Time Use Survey, גילו החוקרים כי חשיפה לבינה מלאכותית דווקא מגדילה מאוד את מספר שעות העבודה, בייחוד כאשר היא משמשת גורם משלים לעובדים. ממצאיהם מצביעים על תופעה הדומה לפרדוקס של ג'בונס: כמו ששיפור ביעילות אנרגטית מוביל לעלייה בצריכה הכוללת, כך גם הגידול בפיריון העבודה שמאפשרת הבינה המלאכותית מוביל להגברת הדרישה לשעות עבודה, בייחוד כשהיא משמשת לשיפור היכולות לניטור ובקרה של עובדים.

לצד מחקרים מבוססי סקרים, מחקרם של (Hui et al. (2024 מספק עדויות אמפיריות ישירות להשפעת הבינה המלאכותית על תעסוקה בטווח הקצר, בייחוד בשוקי עבודה מקוונים (Online Labor Markets). בניגוד לטענתם של (Jiang et al. (2025, שלפיה בינה מלאכותית משלימה עובדים ומגדילה את מספר שעות עבודתם, (Hui et al. (2024 גילו מגמה הפוכה בקרב פריילנסרים בפלטפורמת Upwork. לאחר השקת מודלים כמו ChatGPT-2 ו-DALL-E, עובדים בתחומים שנחשפו לטכנולוגיות אלה חוו ירידה של כ-2% במספר המשרות וירידה של 5.2% בהכנסה החודשית. בפרט עולה ממחקרם כי עובדים מיומנים ובעלי ניסיון לא היו חסינים, ולעיתים נפגעו אף יותר מעמיתיהם. ממצאים אלה אינם בהכרח סותרים את מחקרם של (Jiang et al. (2025, אלא מלמדים על המורכבות בהשפעתה של הבינה המלאכותית על שוק העבודה: אם בחלק מהמגזרים היא משלימה עובדים ומאריכה את שעות העבודה שלהם, במגזרים אחרים היא עשויה להחליף עובדים לחלוטין ולהקטין את הביקוש לעבודה אנושית.

גם מחקרים ניסויים מבוקרים הניבו תרומה חשובה להבנת השפעתה של הבינה המלאכותית על עבודה ותעסוקה. (Noy & Zhang (2023 ערכו ניסוי שבו 453 עובדים בעלי תואר אקדמי נדרשו לבצע מטלת כתיבה (מותאמת למשלח ידם), ובאקראי אחד מכל שני משתתפים קיבל גישה ל-ChatGPT. החוקרים מצאו כי הזמן הנדרש להשלמת המטלה היה נמוך ב-40% בממוצע בקרב הקבוצה בעלת הגישה, ואיכות התוצר הייתה גבוהה ב-18%. נקודה חשובה בממצאים היא שהבינה המלאכותית שימשה בעיקר תחליף למאמץ האנושי ולא כמשלימה למיומנויות העובדים – כ-68% מהמשתתפים שקיבלו גישה דיווחו שהגישו את הפלט הראשוני של ChatGPT ללא עריכה כלל, ולא נמצא קשר בין זמן העריכה לבין איכות התוצר הסופי.

פרט למטלות כתיבה (שבהן יתרונן היחסי של טכנולוגיות בינה מלאכותית יוצרת מוכר יחסית), (Dell'Acqua et al. (2023 בחנו את תרומת הטכנולוגיה להשלמת מטלות שונות הנדרשות במקצועות הייעוץ. בשיתוף פעולה עסקי-אקדמי, ערכו החוקרים ניסוי שדה

בחברת הייעוץ הניהולי Boston Consulting Group, ובו השתתפו 758 יועצים (כ-7% ממצבת היועצים בחברה העולמית). היועצים קיבלו משימות וחולקו באקראי לשלוש קבוצות: ללא גישה לבינה מלאכותית, עם גישה ל-ChatGPT-4, ועם גישה ל-ChatGPT-4 לצד חניכה בהנדסת פֶּרֶמֶפְטִים.⁵ מהניסוי עלה כי השפעות הבינה המלאכותית משתנות בהתאם לסוג המטלה ולמיקומה ביחס לחזית הטכנולוגית – גבול היכולת של בינה מלאכותית לבצע משימות מסוימות ברמה גבוהה. במטלות שנמצאות בחזית הטכנולוגיה (כגון ניתוח נתונים וכתביה מובנית), שימוש בבינה מלאכותית הגדיל עד מאוד את מספר המשימות שבוצעו, את מהירות ביצוען ואת איכות התוצרים. השיפור ניכר בקרב כלל היועצים, אך ההשפעה החיובית הייתה בולטת במיוחד אצל יועצים בעלי מיומנויות נמוכות יותר. במטלות שמחוץ לחזית הטכנולוגית (כגון חשיבה אסטרטגית מורכבת), הבינה המלאכותית דווקא פגעה באיכות הביצוע – המשתמשים נטו לקבל תשובות שגויות שנראו אמינות, מה שהוביל לטעויות.

מעבר למחקרים שבחנו את השפעותיה של הבינה המלאכותית במטלות או במקצועות נקודתיים, ענף נוסף בספרות המחקר מאמץ גישה מקיפה (comprehensive) הבוחנת את השפעת הטכנולוגיה לרוחב שוק העבודה. שיטה נפוצה בספרות זו היא פיתוח מדדים עקביים לכמות יכולות הבינה המלאכותית בביצוע מטלות שונות והצלבת מטלות אלו עם משלחי יד שונים. שיטה זו – שאת גרסאותיה השונות פיתחו בין היתר (Webb (2019), Felten et al. (2019) ו-Eloundou et al. (2024) – מאפשרת למפות את החשיפה לבינה מלאכותית על פי ממדים שונים של שוק העבודה (השכלה, מגדר וכו') תוך התבססות על משלחי היד או מיומנויות העובדים. מיפוי של שוק העבודה הישראלי באופן כזה נעשה לפני שנה ומוצג בדבאוי ואחרים (2024), וממצאיו שוחזרו והורחבו לאחרונה בבנק ישראל (2025).

ככלל, הספרות המדעית בתחום רומזת כי לבינה המלאכותית השפעות נרחבות על משלחי יד רבים, ופוטנציאל להשפעה רבה עוד יותר. לאור התקדמותה המהירה של הטכנולוגיה – והממצאים בדבר אימוץ מהיר שלה בידי עובדות ועובדים – אנו נדרשים לערוך מיפוי חוזר של החשיפה לבינה מלאכותית בשוק העבודה הישראלי, המאפשר לבחון עד כמה התקדמות החזית הטכנולוגית – לצד גורמים נוספים – השפיעה על שוק העבודה הישראלי מקץ שנה לנתונים שנבדקו בדבאוי ואחרים (2024) ובבנק ישראל (2025). עתה נסביר על מדדי החשיפה לבינה מלאכותית ששימשו בעבודה זו, ולאחר מכן נציג את הממצאים עבור שוק העבודה הישראלי בשנת 2024.

5 הנדסת פרומפטים (Prompt Engineering) בהקשר זה כוללת הכשרה בניסוח שאילתות לשיפור ביצועי הבינה המלאכותית ושיפור איטרטיבי של הפרומפטים באמצעות ניסוי והתאמה חוזרת.

מדדי חשיפה לבינה מלאכותית והשלמתיות

כדי לגבש תמונת מצב מקיפה של יכולות הבינה המלאכותית היוצרת, אנו משתמשים במדד החשיפה לבינה מלאכותית של Eloundou et al. (2024), המשקף בקירוב את יכולותיה של בינה מלאכותית יוצרת מדור ChatGPT-4 לבצע מטלות ופעולות טיפוסיות למשלחי יד שונים. המדד הורכב על בסיס מאגר O*NET⁶, הקושר בין יותר מ-21,000 מטלות ופעולות שונות למאות משלחי יד. כל מטלה ופעולה סווגה לפי מידת החשיפה שלה לאחת משלוש אפשרויות⁷:

1. **מטלה לא חשופה:** מטלה שבה שימוש בכלי LLM קיים כגון ChatGPT אינו מפחית את הזמן הנדרש לביצועה באופן ניכר, או לחלופין פוגע באיכות התוצר.

2. **חשיפה E1:** מטלה שבה שימוש פשוט בכלי LLM קיים כגון ChatGPT יכול להפחית את הזמן הנדרש לביצוע המטלה ב-50% לפחות בלי לפגוע באיכות התוצר.

3. **חשיפה E2:** מטלה ברמת חשיפה E1 או מטלה שבה שימוש בכלי LLM קיים כגון ChatGPT לבדו אינו יכול להפחית את הזמן הנדרש לביצוע המטלה ב-50%, אך תוכנה נלווית או יכולות נוספות שיזווגו לכלי ה-LLM (כגון יצירת תמונה) יאפשרו זאת.⁸

לאחר סיווג המטלות, הן קובצו למשלחי היד באופן שקול כך שכל משלח יד במאגר NET*O קיבל ציוני E1 ו-E2 בין 0 ל-1 המשקפים את מידת החשיפה של משלח היד כולו על פי הקריטריונים לעיל.⁹ הציונים המתקבלים מתייחסים למשלחי יד בסיווג

6 מאגר O*NET (Occupational Information Network) הוקם בחסות משרד העבודה האמריקאי ומטרתו לתאר מקצועות ותפקידים שונים בצורה מפורטת, מדויקת הניתנת להשוואה. הסיווג כולל פירוט של מטלות ופעולות שונות המרכיבות כל משלח יד (לרבות משקלה היחסי של כל מטלה) ומאפיינים נוספים שעל בסיסם ניתן להשוות משלחי יד שונים (כגון "עד כמה העבודה כוללת חשיפה לאיתני הטבע", "כמה אחריות נלקחת על בריאותם של בני אדם אחרים", "כמה דיבור מול קהל נכלל בעבודה" וכו').

7 כאמצעי בקרה, החוקרים ביקשו גם מ-GPT-4 לסווג את המטלות באופן דומה, ונמצא כי הוא נוטה להסכים עם שיקול הדעת האנושי במרבית הסיווגים.

8 על פי ההגדרות שמופיעות במאמר המקורי, חשיפה E2 אינה בהכרח כוללת חשיפה E1. כלומר ההגדרה ל-E2 במאמר זה שוות-ערך ל-"E2+E1" במאמר המקורי של Eloundou et al. (2024).

9 במאמר המקורי, Eloundou et al. (2024) בוחנים כמה אפשרויות ל"שקילת" המטלות והפעולות בתוך משלחי היד, ומראים שתוצאותיהם המצרפיות לא משתנות משמעותית בהתאם לאלו. אנו משתמשים בממוצע של משקולות ה-"relevance" ו-"importance" של כל מטלה ופעולה – שיטת שקילה זו לא נבחנה במאמר המקורי אך היא שיטת השקילה של Felten et al. (2023), ואנו מאמצים אותה כדי להקל את ההשוואה בין המדדים.

SOC האמריקאי; כדי להצליב ציונים אלו עם סיווג משלחי היד של סקר כוח אדם של ה"למ"ס (בסיווג ISCO), השתמשנו בטבלת ההמרה של Bureau of Labor Statistics¹⁰.

חשיפת מטלות שונות לבניה מלאכותית יוצרת אינה מדד מספיק כדי לתאר את השפעותיה הפוטנציאליות על התעסוקה במשלחי יד שונים; סביר שההשפעה תהיה שונה בתכלית בהתאם לאופיים של משלחי היד, גם במקצועות דומים ברמת חשיפתם. במקרים מסוימים סביר שהיכולת לבצע מטלות בבניה מלאכותית תייתר את העסקתם של עובדים אנושיים, ובמקרים אחרים הבניה המלאכותית היוצרת עשויה לסייע לעובדים אנושיים ולשפר את ביצועיהם. בטווח הארוך, ייתכן שמשלחי יד מסוימים יעלמו לחלוטין משוק העבודה, אחרים יצטמצמו והעובדים שיוותרו בהם ייהנו מפריון גבוה יותר, ואחרים אף יגדלו בהיקף התעסוקה (כן ייתכן ש"ייוולדו" משלחי יד חדשים לחלוטין).

לאור דינמיקה מורכבת זו, מדד השלמתיות (complementarity) שפיתחו Pizzinelli et al. (2023) מציע נקודת מבט חיונית. המדד מצמיד ציון השלמתיות לכל משלח יד (באופן מקביל למדדי החשיפה) המעריך את מידת הנחיצות של העובד האנושי בתהליכי העבודה במשלח היד הנתון. ציון זה למעשה מבחין בין מקצועות שבהם הבניה המלאכותית צפויה לפעול כמשלימה לעבודה האנושית לבין מקצועות שבהם בכוחה להחליף את העובדים. כך גם כאשר שני משלחי יד חשופים באותה מידה לבניה מלאכותית, השפעתה בפועל עשויה להיות שונה מאוד. במשלחי יד בעלי השלמתיות נמוכה (תחליפיות גבוהה) – כגון נציגי מכירות טלפוניים או רואי חשבון – סביר שהבניה המלאכותית תחליף עבודה אנושית, ואילו במשלחי יד בעלי השלמתיות גבוהה (תחליפיות נמוכה) – כגון מורים או רופאים – סביר שהבניה המלאכותית תהווה גורם משלים לעובדים אנושיים.¹¹

10 ההמרה אינה אחד לאחד, וישנן מספר דבוקות של משלחי יד בסיווג SOC המוצלבות למשלח יד יחיד בסיווג ISCO (4 ספרות). במקרים אלו משלח היד קיבל את הערכים הממוצעים (לא משוקללים) של מדדי החשיפה.

11 עבור משלחי יד בעלי השלמתיות נמוכה (תחליפיות גבוהה), לבניה מלאכותית יוצרת השפעה צפויה חד-משמעית של פגיעה בתעסוקה אנושית. עם זאת, עבור משלחי יד בעלי השלמתיות גבוהה (תחליפיות נמוכה) לא צפוי בהכרח גידול בתעסוקה. גם תחת ההנחה שפריון העובדים יעלה, האפקט על הביקוש לעובדים תלוי בתהליך הייצור של המוצר או השירות, ובפרט במישות הפדיון הסופי בייחס למטלות האנושיות השונות ושאר גורמי הייצור. להרחבה תיאורטית ראו Acemoglu (2025).

חשיפה לבינה מלאכותית והשלמתיות בישראל 2024: התמונה הגדולה

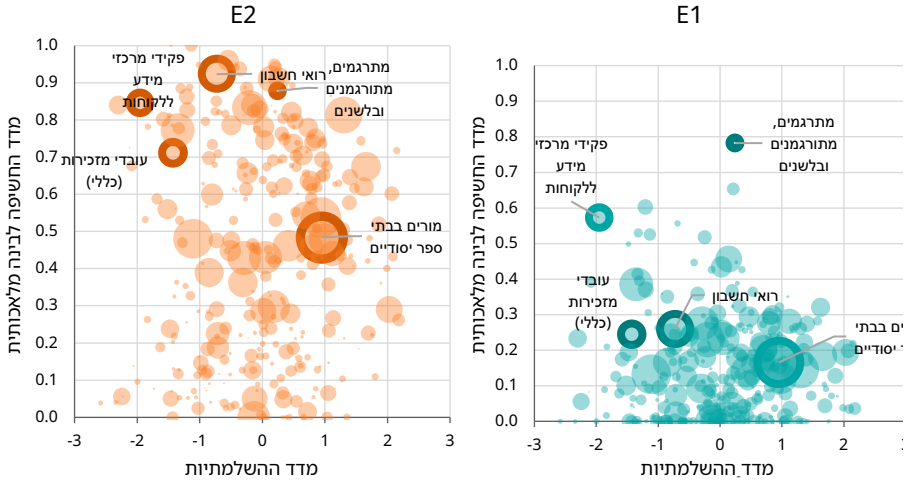
במחקר זה מדדי החשיפה וההשלמתיות הוצלבו עם נתוני תעסוקה מסקרי כוח אדם של הלמ"ס, וכל תצפית במדגם (פרט-חודש) מקבלת ציוני חשיפה והשלמתיות על בסיס משלח היד המתועד של הפרט.¹² המדגם הסופי מונה כ-170,000 תצפיות חודשיות המשויכות לכ-42,000 ישראליות וישראלים בני ובנות 25-64, מינואר 2023 ועד דצמבר 2024, וציוני החשיפה וההשלמתיות נקבעים לפי משלח היד שבו עוסק הפרט בחודש הסקר.¹³ מניתוח מצרפי של הנתונים עולה כי שיעור החשיפה במשלח היד הממוצע בישראל בשנת 2024 עמד בטווח שבין 0.17 (E1) ל-0.51 (E2). ניתן גם להצביע על אחוז מסוים מהמועסקים שרמת חשיפתם גבוהה מ-0.5: 2.4% מהעובדים על פי מדד E1 ו-48.3% על פי מדד E2 – לשם קנה מידה, 2.4% מהעובדים הם יותר מ-80,000 איש ואישה. תמונה מורכבת יותר מתגלה מהתבוננות מקבילה על מדדי החשיפה ומדד ההשלמתיות.

תרשים 1 מציג את התפלגות משלחי היד בישראל על פי מדדי החשיפה לבינה מלאכותית (E1 ו-E2) ומדד ההשלמתיות בממוצע במהלך שנת 2024. גודלה של כל בועה משקף את נפחה מכלל שוק התעסוקה, גובהה משקף את שיעור המטלות החשופות במשלח היד, וצידודה משקף את מידת ההשלמה (ימין) או תחליפיות (שמאל) שבינה מלאכותית עלולה להוות לגורם האנושי. כאמור, עבור משלחי יד בעלי השלמתיות נמוכה צפוי שהבינה המלאכותית תחליף עובדים אנושיים. עבור משלחי יד בעלי השלמתיות גבוהה, ייתכן כי הבינה המלאכותית לא תחליף איש ורק תסייע לעובדים הקיימים (ואולי אף תגדיל את הביקוש לעובדים במשלחי יד אלו) אך ייתכן גם שהבינה המלאכותית תחליף חלק מהעובדים ותעצים את הנוותרים.

12 משלח יד ברמת 4 ספרות כנדרש תועד עבור כ-89% מהמועסקים, 65% מהמובטלים ו-8% מהלא-משתתפים בטווח הגילים שאנו בוחנים (25-64). עבור פרטים אלו אנו מזינים את ציוני החשיפה וההשלמתיות הממוצעים של הפרטים עבור משלח היד ידוע ברמת 4 ספרות ומשלח ידם ברמת 3 ספרות. זהה לזה של הפרט; בשיטה זו ציוני החשיפה וההשלמתיות ידועים עבור כ-96% מהמועסקים, 94% מהמובטלים ו-83% מהלא-מועסקים (והציונים הממוצעים נותרים זהים). לאחר חזרה על התהליך עבור משלח יד ב-2 ספרות ומשלח יד ראשי הציונים ידועים עבור כ-97% מהמועסקים, 95% מהמובטלים ו-83% מהלא-מועסקים. הללו מהווים את המדגם שלנו למחקר זה. לפירוט מלא על תיעוד משלח יד וציונים ממוצעים ראו לוח נ'1 בנספח.

13 עבור מובטלים ולא משתתפים, מדובר במשלח היד שבו הם מחפשים עבודה או משלח היד האחרון שבו עבדו.

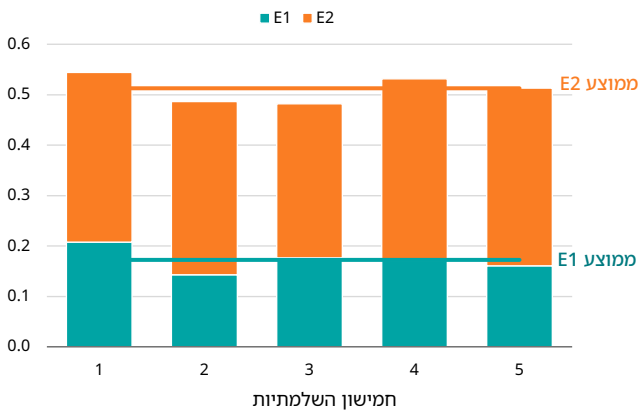
תרשים 1. חשיפה לבינה מלאכותית (E1 ו-E2) והשלמתיות בישראל, בני ובנות 64-25, 2024



הערה: גודל הבועה מייצג את משקלו היחסי של משלח היד במדגם בממוצע במהלך שנת 2024.
מקור: דבאוי ואחרים, מרכז טאוב ומכון מוזאיק | נתונים: הלמ"ס

התרשים מאפשר להשוות בין משלחי היד השונים ולהבין את משמעותם של מדדי החשיפה וההשלמתיות כלפיהם. אם נתמקד בממד החשיפה הבסיסי (E1), נבחין כי שיעור החשיפה של מורים בבתי ספר יסודיים ושל רואי חשבון דומה, ואילו מדד ההשלמתיות שונה: בעוד למורים השלמתיות גבוהה, לרואי חשבון פחות. נתון זה תואם לצפייה שמורים – על אף אפשרותם להיעזר בבינה מלאכותית למטלות שונות כגון פיתוח מערכי שיעור, בדיקת עבודות ואדמיניסטרציה – הכרחיים להיבטים אחרים של התהליך החינוכי, כגון שמירה על משמעת וחברות התלמידים, בעוד בקרב רואי חשבון נוכחות אנושית הכרחית פחות.

תרשים 2. חשיפה לבינה מלאכותית (E1 ו-E2), על פי חמישון השלמתיות, בני ובנות 25-64, 2024



הערות: הקווים האופקיים מייצגים את הממוצע בכלל המשק. חמישוני השלמתיות נעים מ-1 (השלמתיות נמוכה/תחליפיות גבוהה) ל-5 (השלמתיות גבוהה). מקור: דבאוי ואחרים, מרכז טאוב ומכון מוזאיק | נתונים: הלמ"ס

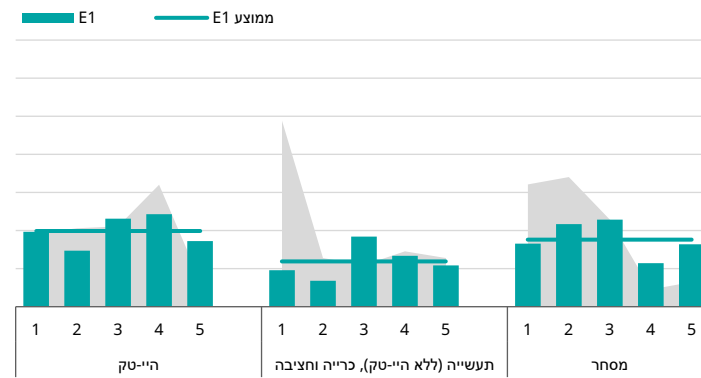
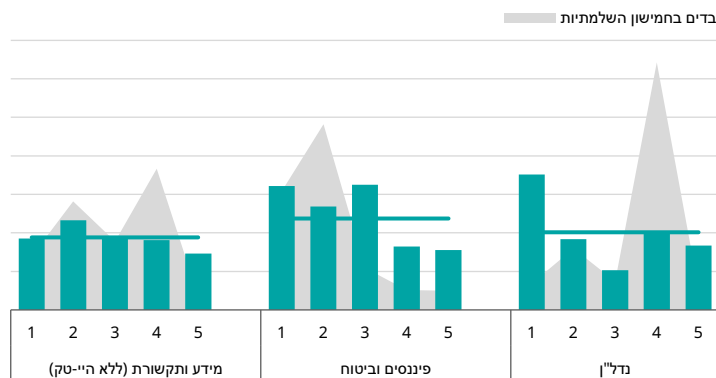
ניתן לגבש תמונה תמציתית יותר של הקשר בין השלמתיות לחשיפה בעזרת הפשטת מדד ההשלמתיות לסיווג אורדינאלי המחלק את כל משלחי היד במשק לפי מידת השלמתיות לחמש קבוצות שוות בגודלן. תרשים 2 מציג את ציוני החשיפה הממוצעים בכל אחת מהקבוצות הללו. ניתן להבחין כי שיעורי החשיפה דומים בממוצע בין קבוצות ההשלמתיות, אם כי הם קצת גבוהים יותר בקבוצת משלחי היד בעלי ההשלמתיות הנמוכה ביותר (וסכנת ההחלפה הגבוהה ביותר), קבוצה הכוללת משלחי יד כגון מנהלי חשבונות ועובדי מזכירות (לצד משלחי יד מעוטי חשיפה כגון קצבים או קונדיטורים). עם זאת, הסיכום המצרפי של שוק העבודה מספר סיפור חלקי ביותר. עתה נציג תמונת מצב בפילוחים שונים של האוכלוסייה העובדת, במטרה ללמוד עוד על השפעותיה האפשריות של הבינה המלאכותית על שוק העבודה.

חשיפה והשלמתיות לפי ענף, השכלה, מחוז מגורים, מגדר ומגזר

נזכיר שבעת גיבוש המדד (כשנה לפני פרסום מאמר זה) קריטריון E2 התייחס לכלי עזר שחלקם היו קיימים וחלקם פותחו מאז (אחרים נותרים תיאורטיים בשלב זה), על כן סביר שיישומות כלי העזר בפועל משתנה בין משלחי היד והציון ה"עדכני" של כל משלח יד נמצא בטווח שבין E1 ל-E2. כצעד שמרני, נתמקד כעת בציוני החשיפה על פי מדד E1 (המתייחס למטלות שמודלי שפה מסוגלים לבצע לבדם), אותו אנו מפרשים כגבול תחתון למידת החשיפה בפועל. תוצאות עבור מדד E2 מוצגות בנספח.

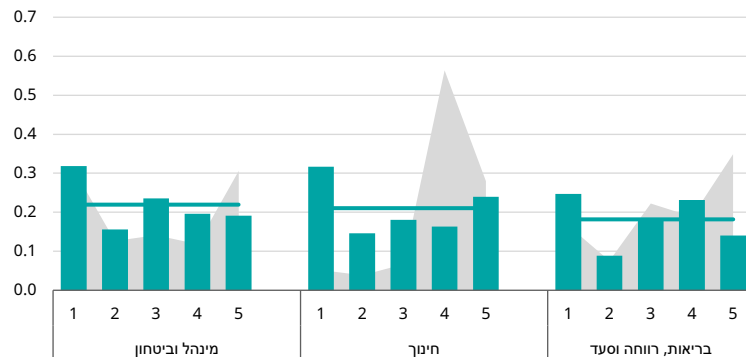
תחילה נבחן את ענפי הכלכלה. תרשים 3 מציג את שיעורי החשיפה בענפים נבחרים, בדומה לתרשים 2 – השטח האפור ברקע העמודות מייצג את שיעור העובדים בענף שמשלח ידם שייך לחמישון ההשלמתיות הרלוונטי (החלוקה לחמישונים מבוססת על כלל המשק ונשארת עקבית בין ענפים שונים). ניתן להבחין בהבדלים ניכרים בין ענפים. לדוגמה, בעוד בענפי הנדל"ן והפיננסים שיעורי חשיפה ממוצעים דומים (כ-0.2–0.3 ב-E1 וכ-0.7 ב-E2), התפלגות המשרות בענפים אלו על פי ההשלמתיות שונה בתכלית, ובנדל"ן המשרות מרוכזות במשלחי יד עם השלמתיות גבוהה ואילו בפיננסים במשלחי יד עם השלמתיות נמוכה (תחליפיות גבוהה). הדבר רומז כי על אף שיעורי חשיפה דומים, סכנת החלפת העובדים האנושיים בענף הפיננסים גבוהה משמעותית מאשר בענף הנדל"ן.

תרשים 3. חשיפה לבינה מלאכותית (E1), על פי ענף כלכלי וחמישון השלמתיות, בני ובנות 25-64, 2024



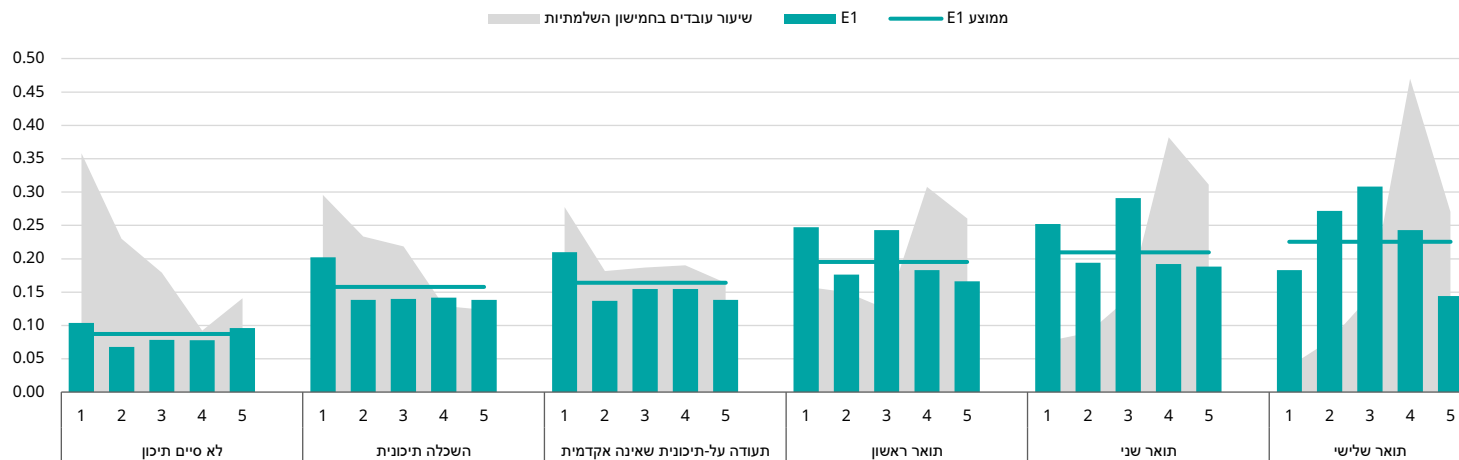
הערות: הקווים האופקיים מייצגים את הממוצע בכל ענף. חמישוני ההשלמתיות נעים מ-1 (השלמתיות ממונה/תחליפיות גבוהה) ל-5 (השלמתיות גבוהה). הנפחים המוצגים עבור חמישוני ההשלמתיות ("שיעור עובדים בחמישון") אחידים לחמישון כולו, ואיור התפלגותם אינו רציף. כפי שמוצג אלא מקוטע. התוצאות עבור מדד החשיפה E2 מוצגות בתרשים נ'1 בנספח.

מקור: דבאוי ואחרים, מרכז טאוב ומכון מוזאיק | נתונים: הלמ"ס



באופן דומה לענפי הכלכלה, אפשר לבחון את שיעורי החשיפה על פי השכלת העובדות והעובדים (תרשים 4). בעוד ציוני החשיפה גדלים באופן עקבי עם ההשכלה, התפלגות העובדים על פי חמישוני ההשלמתיות שונה בתכלית ברמות ההשכלה השונות. בעלי תארים אקדמיים נוטים להיות מרוכזים במשלחי יד בעלי השלמתיות גבוהה, בעוד יתר העובדים מרוכזים במשלחי יד בעלי השלמתיות נמוכה (תחליפיות גבוהה). כך לדוגמה, בקרב בעלי תואר ראשון העובדים 16% מהם נמצאים בסכנת ההחלפה הגבוהה ביותר, ובקרב בעלי השכלה תיכונית עובדים – 30%, אם כי שיעור החשיפה בקבוצה הראשונה גבוה מזה שבשנייה. ממצא זה מעיד על המורכבות שבניתוח יכולותיה של הבינה המלאכותית ועל החשיבות של מדד ההשלמתיות: הטענה כי הבינה המלאכותית מאיימת בראש ובראשונה על העובדים המשכילים ביותר אינה מדויקת – ובמובנים מסוימים סכנת ההחלפה עלולה להיות גבוהה יותר בקרב עובדים פחות משכילים, גם אם החשיפה לבינה מלאכותית גבוהה יותר בקרב עובדים משכילים יותר.

תרשים 4. חשיפה לבינה מלאכותית (E1), על פי תעודה אחרונה וחמישון השלמתיות, בני ובנות 25-64, 2024



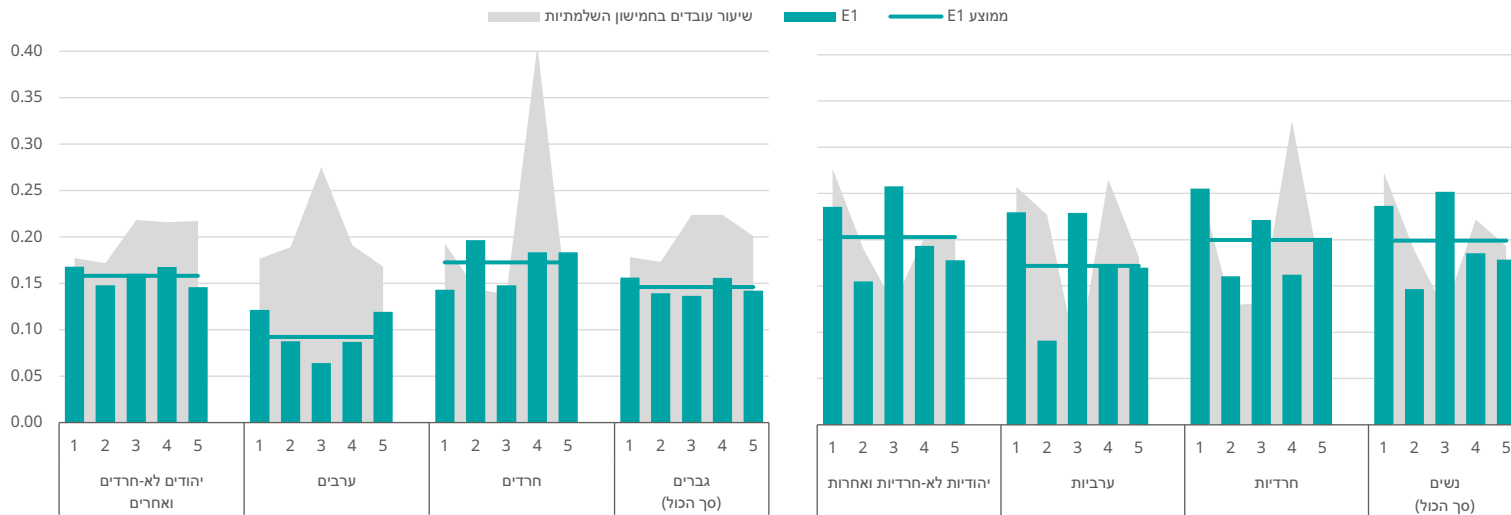
הערות: הקווים האופקיים מייצגים את הממוצע בכל ענף. חמישוני ההשלמתיות נעים מ-1 (השלמתיות נמוכה/תחליפיות גבוהה) ל-5 (השלמתיות גבוהה). הנפחים המוצגים עבור חמישוני ההשלמתיות ("שיעור עובדים בחמישון") אחידים לחמישון כולו, ואיור התפלגותם אינו רציף כפי שמוצג אלא מקוטע. תוצאות עבור מדד החשיפה E2 מוצגות בתרשים נ'2 בנספח.

מקור: דבאוי ואחרים, מרכז טאוב ומכון מוזאיק | נתונים: הלמ"ס

שונות מסוימת קיימת גם בחלוקה לפי מחוז המגורים (תרשים נ'3), כאשר שיעורי החשיפה של תושבי מחוזות תל אביב והמרכז גבוהים במקצת מיתר המחוזות, אם כי לא בהיקף גדול.

תובנות נוספות נגלות בחלוקה למגדר ולמגזר (תרשים 5). בממוצע, שיעור החשיפה של עובדות גבוה מזה של עובדים (0.20 לעומת 0.15 במדד E1, 0.56 לעומת 0.47 במדד E2). ניכר כי העובדות "מקוטבות" על פני מדד ההשלמתיות, ושיעור גבוה יחסית מרוכז בקצוות ההתפלגות, כך שעיקר הפער הממוצע נובע מהעוסקות והעוסקים במשלחי היד שבהם סכנת ההחלפה היא הגבוהה ביותר: יותר מרבע מהנשים בחמישון התחתון (לעומת פחות מחמישית מהגברים), ושיעורי החשיפה של הללו גבוהים בהרבה מאלו של עמיתיהן הגברים (הדבר נובע בין היתר מריכוז הנשים במשלחי יד כגון מזכירות ונציגות מכירות או שירות לקוחות טלפוני). תופעה זו נכונה גם בתוך כל מגזר, והפער המגדרי הגדול ביותר נמצא במגזר הערבי, שבו שיעור החשיפה של העובדות גדול פי 2 מזה של עובדים בממוצע – אם כי שיעורי החשיפה של ערביות וערבים נמוכים בהרבה מאלו של יהודיות ויהודים לאורך כל התפלגות ההשלמתיות. הדבר רומז כי חרף הממד המגדרי המובהק של החשיפה לבינה מלאכותית, שצפויה להשפיע על עובדות יותר מעל עובדים, מאפייניו המגזריים של שוק העבודה הישראלי משמעותיים דיים כדי לייצר הבדלים בין מגזרים שונים.

תרשים 5. חשיפה לבינה מלאכותית (E1), על פי מגדר, מגזר וחמישון השלמתיות, בני ובנות 25-64, 2024



הערות: הקווים האופקיים מייצגים את הממוצע בכל ענף. חמישוני ההשלמתיות נעים מ-1 (השלמתיות נמוכה/תחליפיות גבוהה) ל-5 (השלמתיות גבוהה). הנפחים המוצגים עבור חמישוני ההשלמתיות ("שיעור עובדים בחמישון") אחידים לחמישון כולו, ואיור התפלגותם אינו רציף כפי שמוצג אלא מקוטע. תוצאות עבור מדד החשיפה E2 מוצגות בתרשים נ'4 בנספח.

מקור: דבאוי ואחרים, מרכז טאוב ומכון מוזאיק | נתונים: הלמ"ס

לסיכום התמונה הרחבה אפשר לעמוד על ארבעה ממצאים בולטים. ראשית, סכנת ההחלפה של העובדים בולטת במיוחד בענף הפיננסים; בענפים אחרים בעלי שיעור חשיפה גבוה (כגון היי-טק, חינוך ובריאות) תמונת המצב בנוגע להשלמתיות הבינה המלאכותית מעורבת. שנית, ניכר כי החשיפה לבינה מלאכותית עולה עם ההשכלה, אך השפעותיה הפוטנציאליות אינן עקביות: בקרב המשכילים ביותר שיעור העובדים בסכנת החלפה נמוך מאשר בקרב בעלי השכלה תיכונית או על-תיכונית שאינה אקדמית. שלישית, החשיפה לבינה מלאכותית גבוהה יותר בקרב נשים מאשר גברים, הן מבחינת סכנת ההחלפה והן מבחינת הצפי להסתייע יותר בבינה מלאכותית. רביעית, החשיפה לבינה מלאכותית גבוהה יותר בקרב יהודים ואחרים מאשר בקרב ערבים, ושיעורי החשיפה של חרדים דומים לאלו של יהודים לא-חרדים ואחרים, אם כי ציון ההשלמתיות של החרדים נוטה להיות גבוה יותר (בעיקר עקב ייצוג יתר של מקצועות ההוראה בקרב נשים חרדיות ובמיוחד בקרב גברים חרדים).

ממצאים אלו עולים בקנה אחד עם תמונת המצב מהשנה הקודמת כפי שתוארה בדבאוי ואחרים (2024) ובנק ישראל (2025) – אם כי מדדי החשיפה החדשים מאפשרים לכמת את יכולות הבינה המלאכותית באופן שלא נעשה בשנים קודמות. ואולם התפתחות הטכנולוגיה ותמורות בתעסוקה אכן הובילו לשינויים בשנתיים האחרונות. שינויים אלו מתגבשים לכדי מגמות שונות העלולות לרמוז על שינויים בתמונה הגדולה בטווח הרחוק. עתה נציג ניתוח של המגמות קצרות הטווח בחשיפה לבינה מלאכותית ותעסוקה.

מגמות בתעסוקה וחשיפה לבינה מלאכותית בישראל, 2024–2023

כדי להתחקות אחר מגמות ביכולותיה של הטכנולוגיה וכדי לאמוד את היקף החשיפה לבינה מלאכותית בשנת 2023, אנו נעזרים במדד נוסף – המדד של (Felten et al. 2023). זהו המדד המרכזי שעליו נשענו עבודות עבר בנושא, כגון דבאוי ואחרים (2024) ובנק ישראל (2025), ובניגוד למדדי E1 ו-E2, הנתונים לפרשנות, מדד זה הוא יחסי בלבד ומתאר הבדלים בין משלחי יד ואינו קובע ציונים מוחלטים. אנו מבצעים המרה למדד ה"ישן" כך שערכו משקף בקירוב את ציון E1 של משלחי היד ביחס לבינה מלאכותית נכון ל-2022. המרה זו נשענת על כמה הנחות בלתי ניתנות לתיקוף, אם כי אנו נשענים כמיטב יכולותינו על הנתונים עצמם ומשתדלים לשמור על שמרנות כך שהציון בשנת 2023 הוא "גבול עליון" לביצועי הטכנולוגיה אז, והמגמה בין 2023 ל-2024 היא "גבול תחתון" לקצב האמיתי שבו החשיפה התקדמה. נדגיש כי בעוד המגמה המוחלטת המוצגת במאמר זה תלויה בהנחות אלו, המגמות היחסיות בין משלחי היד השונים תלויות רק בהנחה שהמדדים השונים מודדים את אותה תופעה, ועל כן נתמקד בעיקר באלו בניתוח המגמות. לפירוט נוסף ראו "הרמון מדדי החשיפה לבינה מלאכותית" בנספח.

על פי אומדננו השמרני, שיעור החשיפה הממוצע ב-2023 היה 0.12, לעומת 0.17 ב-2024 (E1). השינוי בשיעור החשיפה נובע רובו ככולו מהשינויים בטכנולוגיה עקב שינוי כמעט אפסי בהתפלגות משלחי היד בטווח זמן כה קצר. לדוגמה, לו היינו מצליבים את ציוני החשיפה של 2024 עם משלחי היד של 2023 הציון הממוצע (E1) היה נמוך רק ב-0.001 מהציון הממוצע ב-2024. לחלופין, לו היינו מצליבים את ציוני החשיפה של 2023 עם משלחי היד של 2024 הציון הממוצע היה נמוך רק ב-0.0005. מכאן שבטווח הזמן הקצר שנבחן, המגמה המצרפית נקבעת לחלוטין על ידי יכולות הטכנולוגיה ואינה מושפעת משינויים בהרכב כוח העבודה.

כאמור, מגמה מצרפית זו היא אומדן שמרני לגידול המוחלט בחשיפה לבינה מלאכותית בין 2023 ל-2024. הבדלים במגמות בין קבוצות שונות של עובדים מעלים תמונה מורכבת יותר, וגם כזו שפחות תלויה במתודולוגיה שבה אומדנו את המגמה. לוח 1 מציג את שיעור השינוי בחשיפה לבינה מלאכותית ביחס לשינוי הממוצע במשק, ובו העובדים מפולחים לפי חמישוני ההשלמתיות, מגדר ומגזר, כפי שנעשה בתרשים 5. המספר המופיע בכל תא הוא היחס בין הגידול הממוצע בחשיפה לבינה מלאכותית בכלל המשק לבין הגידול הממוצע באותה קבוצה. כך לדוגמה, אם נקבל את אומדננו שהגידול הממוצע בכלל המשק היה כ-0.053, אז בקרב עובדים בחמישון ההשלמתיות התחתון הגידול הממוצע היה פי 1.55 מזה, כ-0.08. במבט על כלל המשק, עולה כי שיעורי הגידול בחמישון התחתון ובחמישון האמצעי היו פי 2 או יותר מביתר המקצועות. כמו כן, במבט לפי מגדר, ניכר שלא רק ששיעור החשיפה של נשים גבוה משל גברים, בממוצע, אלא הוא עולה הרבה יותר מהר יותר בקרבן.

לוח 1. שינוי בחשיפה לבניה מלאכותית (2024/2023) ביחס לממוצע במשק, על פי מגדר, מגזר וחמישון השלמתיות, בני ובנות 25–64

מגדר ומגזר / חמישון השלמתיות	1	2	3	4	5	סך הכול
כלל המשק	1.55	0.67	1.43	0.63	0.71	1.00
יהודים לא-חרדים ואחרים	1.22	0.71	1.24	0.75	0.52	0.89
ערבים	0.67	0.30	0.28	0.05	0.36	0.33
חרדים	0.74	1.49	1.03	0.53	0.93	0.83
גברים (סך הכול)	1.07	0.68	0.99	0.61	0.50	0.77
יהודיות לא-חרדיות ואחרות	1.80	0.70	2.24	0.79	0.86	1.25
ערביות	1.93	0.53	2.47	0.34	0.89	1.05
חרדיות	1.96	0.70	2.24	0.24	1.45	1.17
נשים (סך הכול)	1.83	0.67	2.24	0.64	0.91	1.22

הערות: חמישוני ההשלמתיות נעים מ-1 (השלמתיות נמוכה/תחליפיות גבוהה) ל-5 (השלמתיות גבוהה). המספר המוצג הוא היחס בין השינוי הממוצע במדד החשיפה של הקבוצה הנתונה לבין השינוי הממוצע בכלל המשק (1.00 שווה ערך לשינוי של 5.3 נקודות אחוז על פי הערכתנו השמרנית).

מקור: דבאוי ואחרים, מרכז טאוב ומכון מוזאיק | נתונים: הל"ס

במבט לפי ענף כלכלי (לוח נ'2 בנספח) ניתן להבחין בשונות רבה יותר, ואפילו קבוצות עובדים שבהן שיעור החשיפה לבניה מלאכותית ירד במהלך 2023–2024 (בעיקר עקב שינוי הרכב משלחי היד בקבוצה, תופעה שאינה בעלת משקל בכלל המשק אך בעלת משקל באופן נקודתי בקבוצות מסוימות). באופן כללי יותר, שיעור החשיפה בענף הפיננסים עלה מהר יותר מפי 2 מבכלל המשק, כאשר באופן פחות צפוי גם בענפי המינהל וביטחון והמסחר נצפתה עלייה חדה מהממוצע בשיעור החשיפה; עלייה זו הייתה מרוכזת בעיקר בעובדים בעלי השלמתיות נמוכה. אפילו בחלק מהענפים ששיעור החשיפה בהם עלה לאט מהממוצע, עובדים בחמישון ההשלמתיות הנמוך ביותר ראו עלייה גבוהה מהממוצע בשיעור החשיפה שלהם.

הממצאים הללו מלמדים כי המגמה הכללית במשק היא עלייה ניכרת במיוחד בשיעור החשיפה דווקא במשלחי היד שבהם חשיפה זו מאיימת להחליף את העובדים, תופעה ניכרת במרבית הענפים (וכן במרבית המגדרים והמגזרים). כלומר, אם בסוף 2024 התמונה שעלתה לא הייתה חד-משמעית ושיעורי החשיפה היו דומים בין משלחי יד בהשלמתיות גבוהה לאלו שהם בעלי השלמתיות נמוכה, עתה המגמה היא גידול חד יותר של שיעורי החשיפה בקבוצה השנייה. אם המגמות הנוכחיות יימשכו, הנתונים מרמזים כי השפעת הבניה המלאכותית על שוק העבודה עשויה להתבטא יותר בהחלפת עובדים

מאשר בהשלמת עבודתם. הגידול המואץ בחשיפה לבינה מלאכותית במקצועות בעלי ציוני השלמות נמוכים (שבהם טכנולוגיה נוטה להחליף עבודה אנושית ולא להעצים אותה) מלמד שיכולות הבינה המלאכותית מתקדמות במהירות הגבוהה ביותר דווקא בתחומים שבהם הסיכוי להחלפת עובדים הוא הגבוה ביותר. כדי לבחון לעומק סוגיה זו, ערכנו ניתוח הבוחן את הקשר בין חשיפה לבינה מלאכותית, אבטלה ותעסוקה; עתה נציג את עיקרי הניתוח ותוצאותיו.

האם בינה מלאכותית מסבירה אי-תעסוקה בישראל 2024–2023

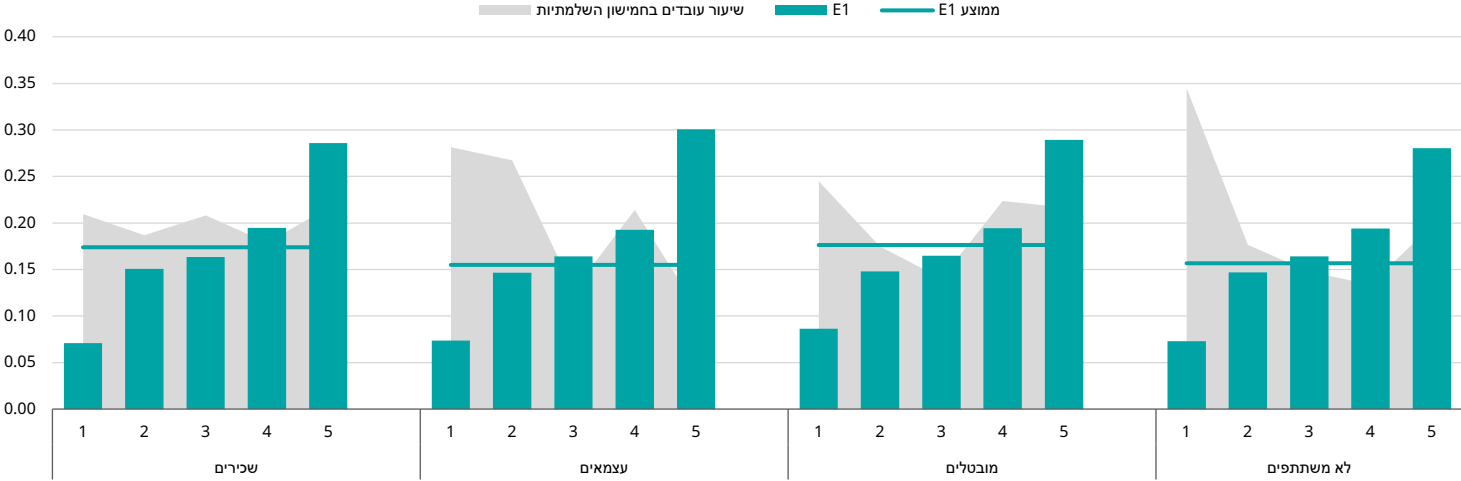
עובדים יכולים לשנות את משלח ידם, קל וחומר שמובטלים יכולים לעבוד במקצוע אחר ממשלח ידם האחרון או זה שהם חיפשו בעת ביצוע הסקר. התמקדות במשלח היד המדויק של מובטל או מובטלת תוליד תמונה חלקית ביותר של חשיפתם לבינה מלאכותית, עקב השמטת מידע על החשיפה באפשרויות התעסוקה האחרות העומדות בפניהם, או על החשיפה של עובדות ועובדים אחרים המתחרים עימם על משרות (הדבר נכון כמובן גם למועסקים). על כן אנו נדרשים להתאים את מדדי החשיפה לבינה מלאכותית באופן שישקף את התמונה המלאה. לשם כך אנו מתמקדים במיומנויות הנדרשות מעובדים בכל משלח יד, ומגדירים את מידת הדמיון בין כל צמד משלחי יד על פי הדמיון במיומנויות הנדרשות בהם על בסיס נתוני ארגון העבודה של האיחוד האירופי. לאחר מכן כל משלח יד מקבל ציון חשיפה חדש המתבסס על ציוני החשיפה הגולמיים של פרטים העוסקים בו ובמשלחי יד דומים (משקל רב יותר מוענק לציוני החשיפה של משלחי יד דומים יותר). מדד זה משקף עבור כל פרט את החשיפה הממוצעת לבינה מלאכותית בקרב אלו הדומים לו מבחינת המיומנויות הנדרשות במשלח ידם. אנו משתמשים במדד חשיפה מבוסס-מיומנויות-נדרשות זה בהמשך הניתוח; לפירוט נוסף ראו "ממשלחי יד למיומנויות" בנספח.

היות שמדד ההשלמות מתואם מאוד עם המיומנויות הנדרשות מעובדים מלכתחילה, התאמת מדדי החשיפה למיומנויות יוצרת מתאם חזק בין חשיפה להשלמות. תרשים 6 מציג זאת, והנתונים בו מוצגים לשכירים, עצמאים, מובטלים ואלו שלא משתתפים בשוק העבודה בנפרד. ניתן להבחין כי בכל הקבוצות החשיפה לבינה מלאכותית עולה באופן חד עם ההשלמות, בהתאם למיומנויות הנדרשות מהעובדים. המשמעות היא שבקרב עובדים בעלי השלמות נמוכה (חמישון 1), רוב הפרטים עובדים (או מחפשים עבודה) בעיסוקים שהמיומנויות הנדרשות להם לא חשופות באופן ניכר לבינה מלאכותית – גם אם משלח ידם הספציפי כן חשוף (לדוגמה ניתן לחשוב על נציגי מכירות טלפוניים, שלהם לכאורה הרבה מהמיומנויות הנדרשות מנציגי מכירות פנים-אל-פנים). לחלופין, בקרב

עובדים בעלי השלמתיות גבוהה (חמישון 5), מיומנויות הפרטים חשופות במיוחד לבינה מלאכותית גם אם משלח ידם הספציפי לא חשוף (לדוגמה ניתן לחשוב על אדריכלי בניין, שלהם לכאורה הרבה מהמיומנויות הנדרשות ממהנדסים או מעצבים, שני מקצועות בעלי שיעור חשיפה גבוה מאדריכלות).

בהינתן חמישון ההשלמתיות, החשיפה נוטה להיות דומה בקרב עובדים ואלו שאינם עובדים, אם כי בחמישון התחתון החשיפה גבוהה במקצת בקרב אלו שאינם עובדים. התפלגות הפרטים על פני חמישוני ההשלמתיות שונה בין שכירים, עצמאים ואלו שאינם עובדים. בפרט, עובדים שאינם שכירים נוטים להתרכז בקצות ההתפלגות (הרחק מחמישון 3), ובמיוחד בחמישון התחתון. כתוצאה מכך שיעורי החשיפה הממוצעים שונים בין הקבוצות, ובקרב עצמאים ואלו שאינם משתתפים בשוק העבודה שיעור החשיפה נמוך במקצת מאשר בקרב שכירים ומובטלים. זאת ועוד, בפיקוח על גורמים נוספים נמצא כי מדד החשיפה לבינה מלאכותית נמצא כמנבא מרכזי של אי-תעסוקה: הסתברות הפרט להיות מובטל או מיואש מחיפוש עבודה עולה באופן מובהק עם עלייה בחשיפה לבינה מלאכותית, במיוחד במקצועות בעלי השלמתיות נמוכה. אנו ביצענו אמידת רגרסיה מסוג Logit לבחינת הקשר בין גורמים שונים לבין הסתברות הפרט להיות מועסק, ובמדגם נכללו רק מועסקים, מובטלים ולא-משתתפים שהתייאשו מחיפוש עבודה. הרגרסיה כללה פיקוח על שלל גורמים שעשויים להיות מתואמים עם תעסוקת הפרט ועם מיומנויותיו, כגון השכלה, גיל, מגדר ומגזר, ענף כלכלי, מחוז מגורים ושירות מילואים. התוצאות המלאות מוצגות בלוח 3' בנספח.

תרשים 6. חשיפה לבינה מלאכותית (E1), על פי מצב תעסוקתי וחמישון השלמתיות, מדדים מותאמי-מיומנויות, בני ובנות 25-64, 2024

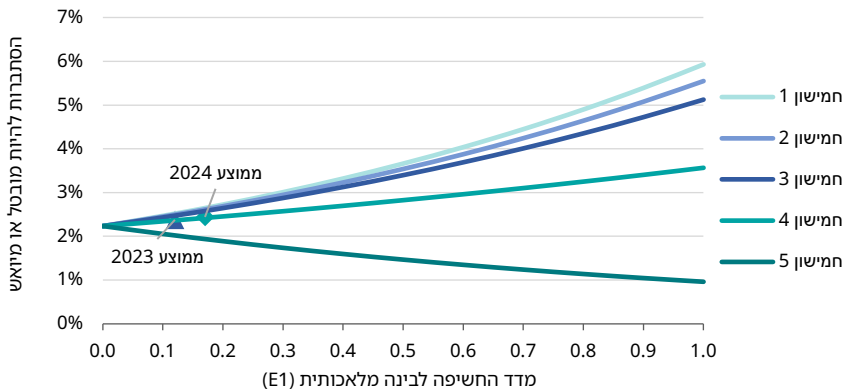


הערות: המדדים המוצגים הותאמו למיומנויות העובדים הנדרשות כמוסבר ב"ממשלחי יד למיומנויות" בנספח. הקווים האופקיים מייצגים את הממוצע בכל ענף. חמישוני ההשלמתיות נעים מ-1 (השלמתיות נמוכה/תחליפיות גבוהה) ל-5 (השלמתיות גבוהה). הנפחים המוצגים עבור חמישוני ההשלמתיות ("שיעור עובדים בחמישון") אחידים לחמישון כולו, ואיור התפלגותם אינו רציף כפי שמוצג אלא מקוטע.

מקור: דבאוי ואחרים, מרכז טאוב ומכון מוזאיק | נתונים: הלמ"ס

מהאמידה עולה כי הסתברות הפרט להיות מובטל או מיואש מחיפוש עבודה (בניגוד למועסק) עולה באופן מובהק סטטיסטית ובשיעור ניכר עם עלייה במדד החשיפה (E1) הן בשנת 2023 והן בשנת 2024.¹⁴ בממוצע, עלייה של 0.1 במדד החשיפה תואמת הסתברות תעסוקה נמוכה בכ-0.02 נקודות אחוז בשנת 2024 (אפקט מצרפי זה נובע בעיקר מחמישוני ההשלמתיות התחתונים, ובחלוקה לפי חמישון השפעה מובהקת נמצאת רק בחמישונים 1-3). תרשים 7 מדגיש את הבדלי ההשפעה בין חמישונים, ומציג את ההסתברות החזויה של פרט "ממוצע" במדגם להיות מובטל או מיואש בהינתן ציוני חשיפה שונים. ניתן להבחין כי ההסתברות להיות מובטל או מיואש גדלה עם החשיפה לבינה מלאכותית עבור 80% התחתונים של התפלגות ההשלמתיות, ואילו קטנה עם החשיפה עבור ה-20% בעלי ההשלמתיות הגבוהה ביותר. בחמישון התחתון, עלייה של 0.1 במדד החשיפה תואמת תעסוקה נמוכה בכ-0.04 נקודות אחוז, ואילו בחמישון העליון עלייה זהה חוזה תעסוקה גבוהה ב-0.01 נקודות אחוז.

תרשים 7. ההסתברות להיות מובטל או מיואש מחיפוש עבודה, על פי מדד החשיפה (E1) וחמישון השלמתיות, מדדים מותאמי-מיומנויות, בני ובנות 25-64, 2024



הערות: בתקנון לגיל, השכלה, מגדר ומגזר, ענף כלכלי, מחוז מקום מגורים, יישוב מפונה, שירות מילואים ושנת סקר. התרשים מציג את ההסתברות התעסוקה עבור רמות שונות של חשיפה והשלמתיות, תחת ההנחה שכל שאר המשתנים זהים בין התחזיות, בהתבסס על הרגרסיה שתוצאותיה מוצגות בעמודה (3) של לוח נ'3. חמישוני ההשלמתיות נעים מ-1 (השלמתיות נמוכה/תחליפיות גבוהה) ל-5 (השלמתיות גבוהה). הנקודות שבהן מסומנים הערכים הממוצעים של 2023 ו-2024 מציינות את ההסתברות התעסוקה החזויה עבור עובד תיאורטי ששיעור החשיפה שלו זהה לשיעור הממוצע בכלל המשק, ומחושבים על בסיס המקדמים של שנת 2024.

מקור: דבאוי ואחרים, מרכז טאוב ומכון מוזאיק | נתונים: הלמ"ס

14 מהאמידה עולה כי האפקט הממוצע ב-2023 היה גדול מאשר ב-2024, אם כי ההבדל אינו מובהק סטטיסטית ולא ניתן לשלול שהאפקטים זהים. סביר שממצא זה נובע מהקושי לבקר על השפעות המלחמה, ובפרט על פגיעתה במשלחי יד מנוכי-חשיפה בענפי התיירות, הבינוי והתשתיות. ברירת השפעות המלחמה מהשפעות הטכנולוגיה באופן בלתי מוטה היא מעבר להיקף עבודה זו ומצריכה מחקר ייעודי.

בתרשים מופיעות גם הסתברויות אי-התעסוקה החזויות לעובדים בעלי שיעורי חשיפה ממוצעים בשנת 2024 ו-2023. המרחק בין ממוצעים רומז כי עבור העובד "הממוצע", השינוי בחשיפה לבינה מלאכותית בין 2023 ל-2024 תאם ירידה של 0.07 נקודות אחוז בהסתברות להיות מועסק, בהינתן כל יתר הגורמים הנצפים המשפיעים על תעסוקתו (אם כי מראש השנים נמצאות במרחק טעות דגימה זו מזו כך שלא ניתן לתקף אומדן זה סטטיסטית). עם זאת, בהינתן שינויים מצרפיים גדולים יותר, האמידה חוזה השפעה מובהקת סטטיסטית על תעסוקת הפרט; די בשינוי פי 2 גדול מזה שאמדנו בין 2023 ל-2024 (שכאמור, הוא גבול תחתון לשינוי האמיתי) כדי לחזות ירידה של 0.14 נקודות אחוז בהסתברות התעסוקה של הפרט. כלומר, ייתכן שהבינה המלאכותית היוצרת כבר פגיעה בתעסוקה של פרטים ובשיעור התעסוקה המצרפי. אדרבא, הניתוח מרובה המשתנים מראה כי ניתן לדחות את ההשערה שלטכנולוגיית הבינה המלאכותית לא הייתה כל השפעה על התעסוקה ב-2024.

ניתוח זה רומז כי מדדי החשיפה לבינה מלאכותית ניחנים בכושר ניבוי באשר לתעסוקה בישראל בימינו, גם אם משמעותם זניחה עבור שינוי מצרפי בהיקפים שנראה במהלך שנה אחת בלבד. זאת ועוד, הניתוח מספק אישוש מסוים לחיוניות של שימוש מקביל במדדי החשיפה וההשלמותיות לפענוח הקשר בין בינה מלאכותית לתעסוקה. נדרשת עבודה מעמיקה יותר כדי לברר מה הסיבה ומה המסובב, ועד כמה בינה מלאכותית יוצרת כבר משפיעה על תעסוקה או אבטלה בישראל.

סיכום

הקצב חסר התקדים שבו טכנולוגיות בינה מלאכותית יוצרת מתפתחות ומוטמעות, לצד היקף ההשפעה שלהן על מגוון רחב של משלחי יד, מעורר דיון ציבורי ומחקרי נרחב על השלכותיהן על שוק התעסוקה. מחקרנו מציע תרומה לשיח זה באמצעות ניתוח אמפירי של נתוני שוק התעסוקה הישראלי, המאפשר לזהות מגמות ראשוניות וממשיות של השפעת הטכנולוגיה, להבדיל מתחזיות תיאורטיות בלבד. לצורך הניתוח אימצנו את מדדי החשיפה שפיתחו Eloundou et al. (2024) ויישמנו אותם על נתוני תעסוקה מסקרי כוח אדם בישראל לשנים 2023-2024. מדדים אלו מאפשרים לכמת את פוטנציאל ההשפעה של בינה מלאכותית יוצרת על משלחי יד שונים, תוך הבחנה בין משימות שמודלי שפה גדולים יכולים לבצע לבדם (E1) לבין אלו הדורשות שילוב עם כלי עזר נוספים (E2). הניתוח שלנו משלב בין מדדי חשיפה למדדי השלמותיות, גישה המאפשרת להעריך לא רק אילו משלחי יד חשופים לטכנולוגיה אלא גם באיזו מידה היא יכולה להחליף את העובדים בהם.

ממחקרנו עולה כי ב-2024 כ-17% מהמטלות של העובד הממוצע בישראל היו חשופות לביצוע באמצעות מודלי שפה גדולים (מדד E1). קרי ב-2024 יכלו מודלי שפה גדולים לבצע לבדם מטלות אלו בחצי מהזמן הדרוש לעובד אנושי לכל הפחות, תוך שמירה על איכות התוצר או שיפורו. אם נוספות גם יכולות עזר למודלי שפה גדולים, כגון יכולת יצירת תמונה, גישה לאינטרנט או מאגרי נתונים ייחודיים (מדד E2), שיעור זה מגיע לכ-51%.

ניתוח השוואתי בין השנים 2023 ל-2024 מלמד על כמה מגמות בולטות. ראשית, להערכתנו חשיפתו של העובד הישראלי הממוצע לבינה מלאכותית עלתה בכ-5% לפחות בין שנת 2023 לשנת 2024, גידול הנובע כמעט כולו מהתקדמות טכנולוגית ולא משינויים בהרכב משלחי היד של העובדות והעובדים. שנית, דווקא בקרב עובדים במקצועות המאופיינים בהשלמתיות נמוכה – כלומר משלחי יד שסביר שאפשר להחליף את עובדיהם בבינה מלאכותית – נרשמה העלייה החדה ביותר ברמת החשיפה. ממצא זה מרמז כי יכולות הבינה המלאכותית מתפתחות במהירות דווקא בתחומים שבהם הסיכון להחלפת עובדים גבוה במיוחד. שלישית, ניכרים גם הבדלים בין קבוצות אוכלוסייה בחברה הישראלית. נשים, למשל, חשופות לבינה מלאכותית בשיעור גבוה יותר מגברים, והפער המגדרי אף גדל במקצת בין 2023 ל-2024. הפער בולט במיוחד במקצועות המאופיינים בהשלמתיות נמוכה, שבהם נשים מרוכזות יותר מגברים. לבסוף, ניתוח מרובה-משתנים שערכנו מעלה קשר מובהק בין רמות חשיפה גבוהות לבין הסתברות גבוהה להיות מובטל או מיואש מחיפוש עבודה – בעיקר במקצועות בעלי השלמתיות נמוכה. ממצא זה מלמד כי חותמה של בינה מלאכותית על שוק העבודה בישראל כבר אינו תיאורטי בלבד, אלא מתבטא – ולו באופן ראשוני – גם במדדים של אי-תעסוקה בפועל.

יש לציין כי מחקרנו כפוף למספר מגבלות מתודולוגיות. ראשית, ניתוחנו ממוקד במיפוי החשיפה לבינה מלאכותית על פי משלחי היד המתועדים של הנסקרים, ומספק תמונה חלקית בלבד של השפעות הבינה המלאכותית היוצרת על שוק העבודה. אין ביכולתנו לעקוב אחר הטמעת הטכנולוגיה בפועל או אחר השפעתה המדויקת על תהליכי עבודה, אף שהיא עשויה להוביל (או כבר מובילה) לשינויים ניכרים בהרכב המטלות הטיפוסי במשלחי יד שונים ואף ליצירת משלחי יד חדשים, באופן שאינו נתפס בנתונים שבידינו. שנית, המחקר מתמקד בבינה מלאכותית יוצרת (ובפרט במודלי שפה גדולים) תוך התעלמות מטכנולוגיות בינה מלאכותית אחרות שעתידות להשפיע על שוק העבודה. לדוגמה, נהגים ומפעילי כלים כבדים ומכונות (המהווים יחד יותר מ-5% מהתעסוקה) עשויים להימצא בסכנת החלפה במערכות אוטונומיות ייעודיות שאינן נכללות במחקר הנוכחי. שלישית ישנה גם המגבלה הברורה הנובעת מקצב התקדמות הטכנולוגיה והתיישנות ספרות המחקר בתחום, כאשר מדד החשיפה העדכני ביותר שבידינו מתבסס על יכולות טכנולוגיות שנחשבות לכמעט מיושנות בעת פרסום מאמר זה. עם זאת, חקר השינויים בין 2023 ל-2024 – טכנולוגיים ותעסוקתיים כאחד – מאפשר לדעתנו ללמוד

על כיוון וקצב ההתקדמות של השפעות הבינה המלאכותית על שוק העבודה; גם אם השתלשלות האירועים בעתיד תהיה שונה בתכלית מהמגמה שזיהינו, ניתן לכל הפחות להשתמש בעבר כדי להבין יותר לעומק את תהליכי ההטמעה, ההחלפה והשלמה ולהיערך בהתאם מבחינת מדיניות ציבורית. נוסף על כל המגבלות הללו, חשוב להדגיש כי מדד ההשלמתיות עצמו עשוי להשתנות במהירות בעקבות פיתוחים טכנולוגיים והסתגלות החברה והתרבות. משלחי יד שכיום מאופיינים בהשלמתיות גבוהה – כלומר, בינה מלאכותית משמשת בהם בעיקר להעצמת העובד האנושי – עלולים במהירות להפוך למשלחי יד בעלי השלמתיות נמוכה בעקבות פיתוחים טכנולוגיים חדשים. דינמיקה זו מקשה לחזות לטווח ארוך ומדגישה את הצורך בניטור רציף של השינויים הטכנולוגיים והשפעתם על אופי העבודה.

על אף כל אלו, ממצאי המחקר מדגישים את הצורך בתגובה מערכתית ודינמית לקצב המהיר שבו הבינה המלאכותית מתפתחת ומשפיעה על שוק התעסוקה הישראלי. בהתאם לכך, אנו מתכננים סדרת מחקרי המשך שמטרתם העיקרית היא לספק מסד נתונים אמין, מקיף ועדכני שישמש בסיס לדיון ציבורי מושכל בדבר מדיניות תעסוקה מותאמת למציאות הטכנולוגית המשתנה, ובפרט האפשרות לעלייה באבטלה המבנית עקב היפלטות עובדים משוק העבודה בשל התקדמות הבינה המלאכותית. בד בבד אנו מזהים את הצורך בשיתוף פעולה רב-מגזרי להתמודדות אפקטיבית עם האתגרים הללו. לפיכך דרוש שיתוף פעולה בין המגזר הציבורי, האקדמיה, מכוני מחקר וחברות פרטיות לצורך איסוף, ניתוח ושיתוף נתונים ותובנות על אודות השפעות הבינה המלאכותית על תעסוקה במדינת ישראל.

מקורות

- Acemoglu, D. (2025). The simple macroeconomics of AI. *Economic Policy*, 40(121), 13–58.
- Acemoglu, D., & Restrepo, P. (2022). Tasks, automation, and the rise in US wage inequality. *Econometrica*, 90(5), 1973–2016.
- Aguiar, M., & Hurst, E. (2007). Measuring trends in leisure: The allocation of time over five decades. *The Quarterly Journal of Economics*, 122(3), 969–1006.
- Bick, A., Blandin, A., & Deming, D. J. (2024). *The rapid adoption of generative AI*. Working Paper No. 32966. National Bureau of Economic Research.
- Dell'Acqua, F., McFowland III, E., Mollick, E. R., Lifshitz-Assaf, H., Kellogg, K., Rajendran, S., ... & Lakhani, K. R. (2023). *Navigating the jagged technological frontier: Field experimental evidence of the effects of AI on knowledge worker productivity and quality*. Harvard Business School Technology & Operations Mgt. Unit Working Paper No. 24-013.
- Eloundou, T., Manning, S., Mishkin, P., & Rock, D. (2024). GPTs are GPTs: Labor market impact potential of LLMs. *Science*, 384(6702), 1306–1308.
- Felten, E. W., Raj, M., & Seamans, R. (2019). *The occupational impact of artificial intelligence: Labor, skills, and polarization*. NYU Stern School of Business.
- Felten, E., Raj, M., & Seamans, R. (2023). *How will language modelers like ChatGPT affect occupations and industries?* arXiv preprint arXiv:2303.01157.
- Hui, X., Reshef, O., & Zhou, L. (2024). The short-term effects of generative artificial intelligence on employment: Evidence from an online labor market. *Organization Science*, 35(6), 1977–1989.
- Jiang, W., Park, J., Xiao, R. J., & Zhang, S. (2025). *AI and the extended workday: productivity, contracting efficiency, and distribution of rents*. Working Paper No. 33536. National Bureau of Economic Research.
- Noy, S., & Zhang, W. (2023). Experimental evidence on the productivity effects of generative artificial intelligence. *Science*, 381(6654), 187–192.
- Pizzinelli, C., Panton, A. J., Tavares, M. M. M., Cazzaniga, M., & Li, L. (2023). *Labor market exposure to AI: Cross-country differences and distributional implications*. International Monetary Fund.
- Webb, M. (2019). *The impact of artificial intelligence on the labor market*. Available at SSRN 3482150.

בנק ישראל (11 מרץ 2025). **תיבה מתוך דוח בנק ישראל לשנת 2024: ההשפעה הצפויה של בינה מלאכותית יוצרת על העובדים: השלכות על המדיניות בשוק העבודה**. בנק ישראל.

דבאוי, מ', ג' אפשטיין, ב' בנטל, א' וייס, וא' וינרב (2024). **בינה מלאכותית ושוק העבודה הישראלי**. מרכז טאוב לחקר המדיניות החברתית בישראל.

נספח

לוח נ'1. כיסוי מדגם

2024			2023			
מועסקים	מובטלים	לא-משתתפים	מועסקים	מובטלים	לא-משתתפים	
89%	68%	8%	89%	62%	8%	שיעור תצפיות עם משלח יד 4 ספרות
0.17	0.18	0.16	0.17	0.19	0.17	ציון E1 לתצפיות אלו בלבד
96%	94%	83%	96%	94%	83%	שיעור תצפיות עם משלח יד 3 + ספרות
0.17	0.18	0.16	0.17	0.19	0.17	ציון E1 לתצפיות אלו בלבד
97%	95%	83%	97%	95%	83%	שיעור תצפיות עם משלח יד 2 + ספרות
0.17	0.18	0.16	0.17	0.19	0.17	ציון E1 לתצפיות אלו בלבד
97%	95%	83%	97%	95%	83%	שיעור תצפיות עם משלח יד 1 + ספרות
0.17	0.18	0.16	0.17	0.19	0.17	ציון E1 סופי

הערות: הלוח מציג את שיעור התצפיות בנתוני סכ"א מהשנים 2024–2023 שעבורן ידוע משלח יד (סיווג ISCO) על פי מידת הסיווג ואת ציון החשיפה הממוצע (E1) המתקבל תוך התבססות על תצפיות אלו. ציון החשיפה ניתן ישירות רק לתצפיות עם משלח יד ברמת 4 ספרות; כאשר משלח יד לא ידוע ברמת 4 ספרות, הוא ניתן לתצפית על פי משלח יד 3 ספרות בהתאם לציון הממוצע במשלח יד זה (בקרר אלו שמשלח ידם ידוע גם ברמת 4 ספרות), וכן הלאה ברמת 2 ספרות וספרה אחת.

מקור: דבאוי ואחרים, מרכז טאוב ומכון מוזאיק | נתונים: הלמ"ס

לוח נ'2. שינוי בחשיפה לבינה מלאכותית (2024/2023) ביחס לממוצע במשק, על פי ענף כלכלי וחמישון השלמתיות, בני ובנות 25-64

ענף כלכלי / חמישון השלמתיות	1	2	3	4	5	סך הכול
כלל המשק	1.55	0.67	1.43	0.63	0.71	1.00
פיננסים וביטוח	2.89	2.07	2.93	0.04	-0.24	2.19
מינהל וביטחון	2.99	0.64	1.98	0.90	1.30	1.78
מסחר	0.94	1.89	2.35	0.20	0.93	1.55
אומנות, בידור ופנאי	0.46	2.84	0.94	0.24	2.73	1.32
היי-טק	1.30	0.16	1.80	1.82	0.71	1.30
בריאות, רווחה וסעד	1.68	0.11	1.46	1.57	0.40	1.05
תקשורת (ללא היי-טק)	0.92	1.66	0.96	0.67	0.34	1.04
אירוח ואוכל	1.04	0.75	1.37	0.15	1.20	0.99
שירותי ניהול ותמיכה	3.44	0.30	-0.07	-0.28	-0.42	0.91
חינוך	2.99	0.62	1.33	0.10	2.03	0.89
שירותים מקצועיים, מדעיים וטכניים (ללא היי-טק)	1.78	0.10	2.38	0.91	-0.40	0.83
נדל"ן	3.62	0.69	0.30	0.70	0.23	0.82
שירותי תחבורה, אחסנה, דואר ובלדרות	1.41	1.36	0.50	0.27	0.08	0.68
אספקת חשמל, גז, קיטור ומים; טיפול בתשתיות ופינוי פסולת	1.41	2.16	1.07	-0.02	-0.48	0.66
תעשייה (ללא היי-טק), כרייה וחציבה	0.32	-0.25	1.63	0.71	-0.12	0.38
בינוי	2.12	-0.11	0.16	-0.02	0.14	0.28
חקלאות	0.51	0.06	-0.27	1.29	0.28	0.15
שירותים אחרים	1.34	-0.92	2.03	1.27	1.11	0.13
ענף לא ידוע	0.90	0.12	2.06	0.61	0.26	0.96

הערות: חמישוני ההשלמתיות נעים מ-1 (השלמתיות נמוכה/תחליפיות גבוהה) ל-5 (השלמתיות גבוהה). המספר המוצג הוא היחס בין השינוי הממוצע במדד החשיפה של הקבוצה הנתונה לבין השינוי הממוצע בכלל המשק (1.00 שווה ערך לשינוי של 5.3 נקודות אחוז על פי הערכתנו השמרנית).

מקור: דבאוי ואחרים, מרכז טאוב ומכון מוזאיק | נתונים: הלמ"ס

לוח נ'3. תוצאות אמידת Logit להסתברות הפרט להיות מועסק, בפיקוח על גיל, ענף כלכלי, מגדר ומגזר, מחוז מגורים, יישוב מפונה, שירות מילואים ושנת סקר, בני ובנות 25–64, 2023–2024

משתנה תלוי = הסתברות להיות מועסק					
לפי חמישוני השלמתיות		סך הכול			
(4)	(3)	(2)	(1)		
E2 (מותאם- מיומנויות)	E1 (מותאם- מיומנויות)	E2 (מותאם- מיומנויות)	E1 (מותאם- מיומנויות)	מדד חשיפה/חמישון השלמתיות	שנה (אינטראקציה עם חשיפה)
		-1.475*** (0.2747)	-1.512*** (0.2744)	סך הכול	2023
		-0.590** (0.1916)	-0.973*** (0.2505)		2024
-1.380*** (0.2736)	-1.373*** (0.2740)	√	√	חמישון 1	משתנים נוספים: גיל, גיל בריבוע, מחוז מגורים (בחלוקה לפי פינוי יישובים במהלך המלחמה), תושב יישוב מפונה, ענף כלכלי, תעודה אחרונה, מגדר ומגזר, שנה
-1.736*** (0.4180)	-1.727*** (0.4185)			חמישון 2	
-1.566*** (0.3980)	-1.559*** (0.3991)			חמישון 3	
-0.985* (0.5009)	-0.960 (0.5049)			חמישון 4	
-0.224 (0.6841)	-0.198 (0.6867)			חמישון 5	
-1.052*** (0.2748)	-1.027*** (0.2879)			חמישון 1	
-0.988* (0.3955)	-0.956* (0.4123)			חמישון 2	
-0.873** (0.2960)	-0.870** (0.3095)			חמישון 3	
-0.600 (0.3289)	-0.484 (0.5036)			חמישון 4	
0.730* (0.3724)	0.865 (0.6631)			חמישון 5	
√	√				

לוח נ' 3 (המשך). תוצאות אמידת Logit להסתברות הפרט להיות מועסק, בפיקוח על גיל, ענף כלכלי, מגדר ומגזר, מחוז מגורים, יישוב מפונה, שירות מילואים ושנת סקר, בני ובנות 25-64, 2023-2024

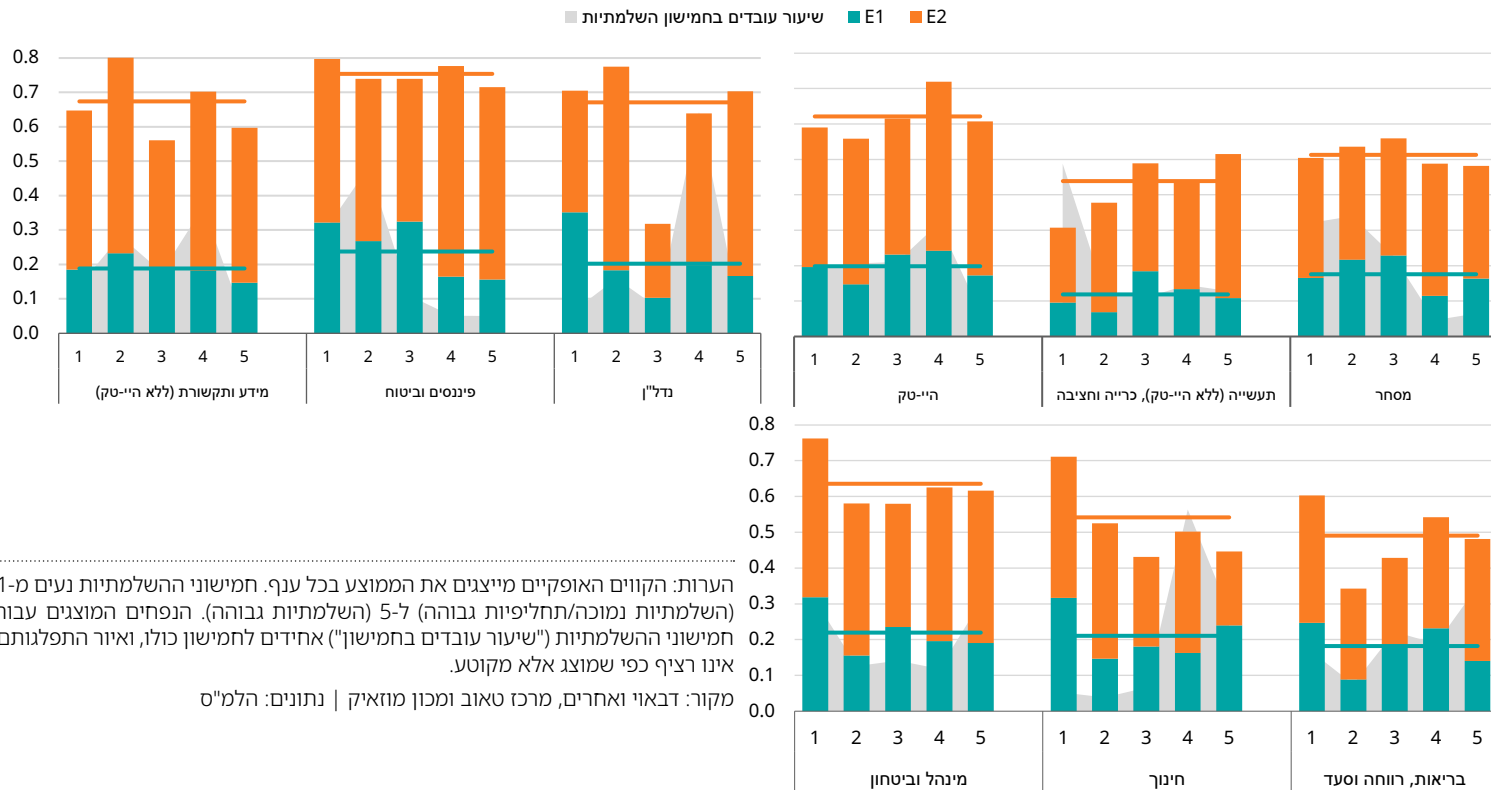
משתנה תלוי = הסתברות להיות מועסק					
לפי חמישוני השלמתיות		סך הכול		מדד חשיפה/חמישון השלמתיות	שנה (אינטראקציה עם חשיפה)
(4)	(3)	(2)	(1)		
E2 (מותאם- מיומנויות)	E1 (מותאם- מיומנויות)	E2 (מותאם- מיומנויות)	E1 (מותאם- מיומנויות)		
158,761	158,761	158,761	158,761		מספר תצפיות
0.04	0.04	0.04	0.04		פסודו R ²
930.6	931.2	925.8	937.7		סטטיסטי χ ²
0.000	0.000	0.000	0.000		p value לסטטיסטי

הערות: כל תא מציג את האומד ומתחתיו בסוגריים את שגיאת התקן. ברגרסיות שתוצאותיהן מוצגות בעמודות (1)–(2) מקדם החשיפה נאמד באופן אחיד לכל האוכלוסייה, בעוד באלו שתוצאותיהן מוצגות בעמודות (3)–(4) המקדם נאמד בנפרד לכל חמישון השלמתיות. חמישוני ההשלמתיות נעים מ-1 (השלמתיות נמוכה/תחליפיות גבוהה) ל-5 (השלמתיות גבוהה). מדדי החשיפה מותאמים למיומנויות העובדים בהתאם למתואר ב"ממשלחי יד למיומנויות" בהמשך נספח זה, ובשנת 2023 נעשה שימוש באומדננו ל-E1 גם כאשר בשנת 2024 נעשה שימוש ב-E2. שגיאות התקן מקובצות ברמת הפרט. משתנה המילואים חושב כשיעור הפקידות (עד וכולל הנוכחית) שבהן הפרט נעדר באופן מלא או חלקי מעבודתו בשל שירות מילואים או לא היה יכול לחפש עבודה בשל שירות מילואים. המדגם לרגרסיה כלל רק תצפיות של פרטים שהיו מועסקים, מובטלים או מיואשים מחיפוש עבודה בחודש הסקר.

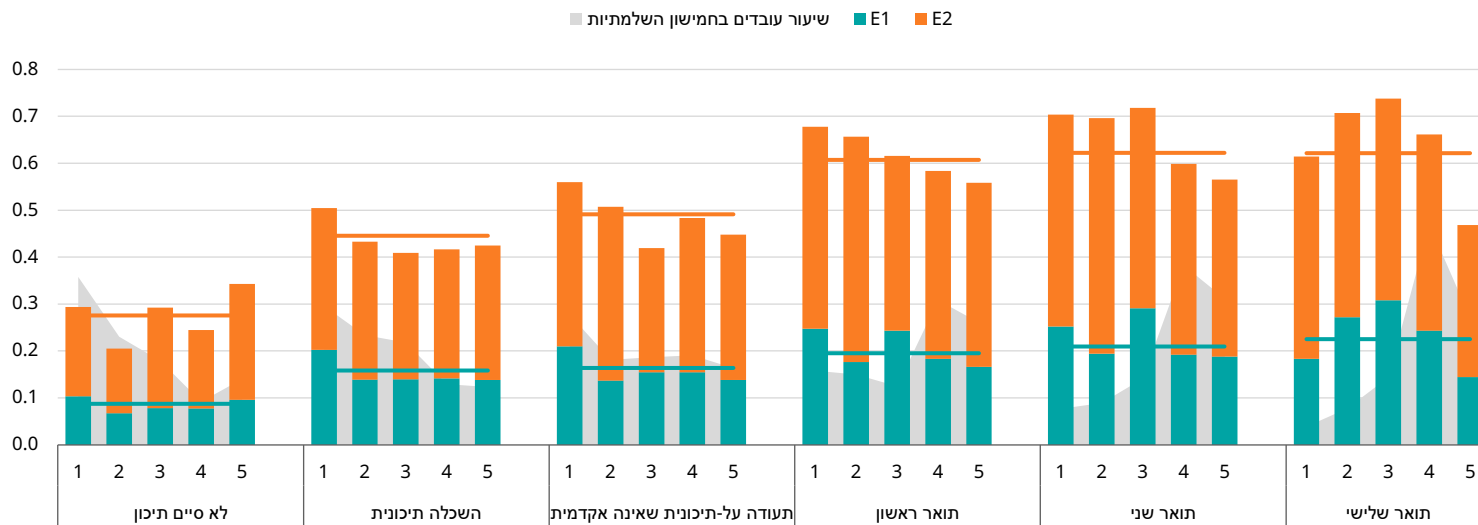
רמת מובהקות: $p < 0.10$; * $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; *** $p < 0.001$.

מקור: דבאוי ואחרים, מרכז טאוב ומכון מוזאיק | נתונים: הלמ"ס

תרשים נ'1. חשיפה לבניה מלאכותית (E1 ו-E2), על פי ענף כלכלי וחמישון השלמתיות, בני ובנות 25-64, 2024



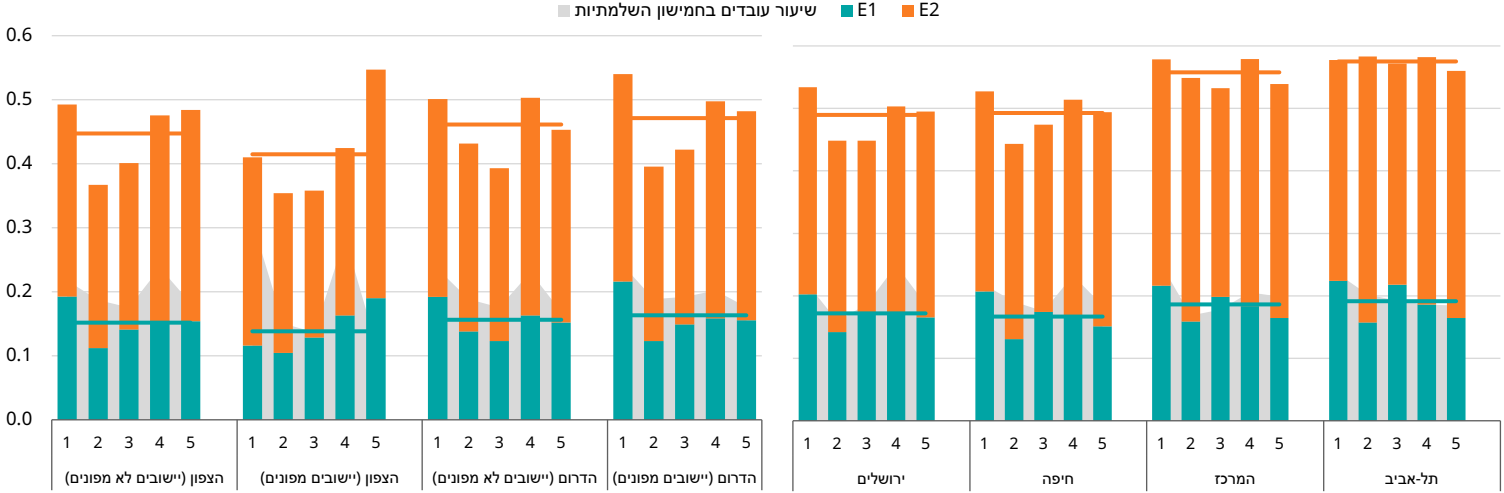
תרשים נ'2. חשיפה לבניה מלאכותית (E1 ו-E2), על פי תעודה אחרונה וחמישון השלמתיות, בני ובנות 25-64, 2024



הערות: הקווים האופקיים מייצגים את הממוצע בכל ענף. חמישוני ההשלמתיות נעים מ-1 (השלמתיות נמוכה/תחליפיות גבוהה) ל-5 (השלמתיות גבוהה). הנפחים המוצגים עבור חמישוני ההשלמתיות ("שיעור עובדים בחמישון") אחידים לחמישון כולו, ואיור התפלגותם אינו רציף כפי שמוצג אלא מקוטע.

מקור: דבאוי ואחרים, מרכז טאוב ומכון מוזאיק | נתונים: הלמ"ס

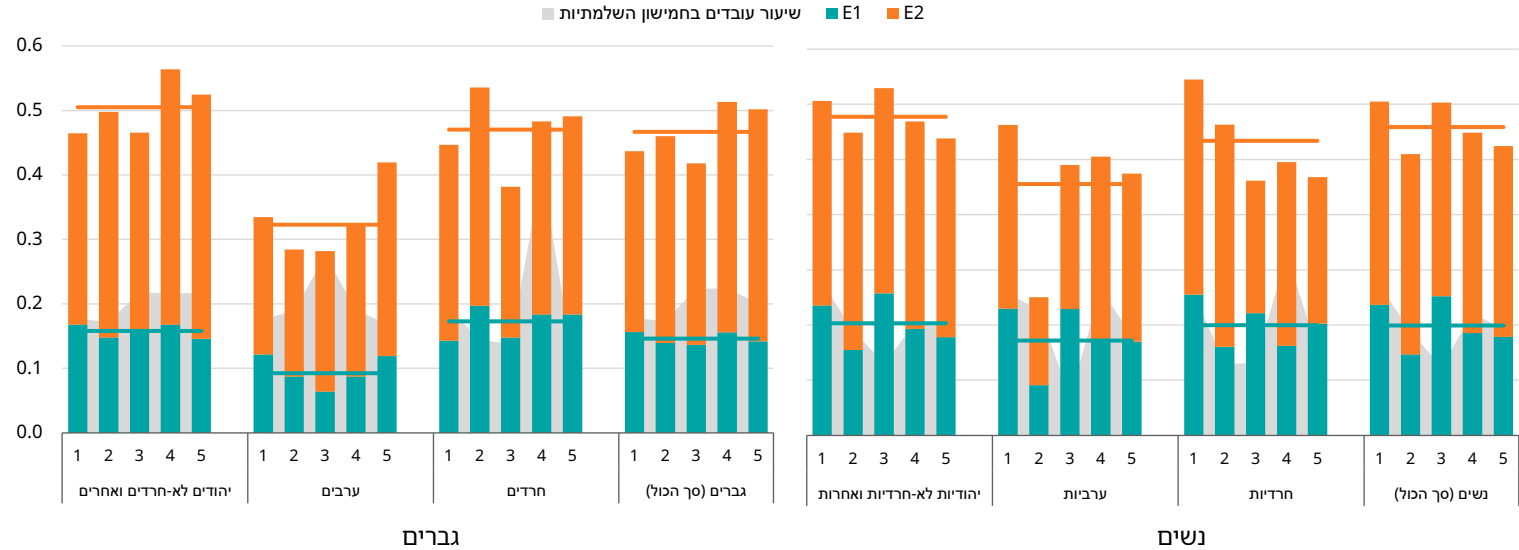
תרשים נ'3. חשיפה לבניה מלאכותית (E1 ו-E2), על פי מחוז המגורים וחמישון השלמתיות, בני ובנות 25-64, 2024



הערות: תושבי מחוזות הצפון והדרום חולקו לתושבי יישובים שפוננו במהלך המלחמה ותושבי יישובים שלא פוננו. הקווים האופקיים מייצגים את הממוצע בכל ענף. חמישוני ההשלמתיות נעים מ-1 (השלמתיות נמוכה/תחליפיות גבוהה) ל-5 (השלמתיות גבוהה). הנפחים המוצגים עבור חמישוני ההשלמתיות ("שיעור עובדים בחמישון") אחידים לחמישון כולו, ואיור התפלגותם אינו רציף כפי שמוצג אלא מקוטע.

מקור: דבאוי ואחרים, מרכז טאוב ומכון מוזאיק | נתונים: הלמ"ס

תרשים נ'4. חשיפה לבינה מלאכותית (E1 ו-E2), על פי מגדר, מגזר וחמישון השלמתיות, בני ובנות 25-64, 2024



הערות: הקווים האופקיים מייצגים את הממוצע בכל ענף. חמישוני ההשלמתיות נעים מ-1 (השלמתיות נמוכה/תחליפיות גבוהה) ל-5 (השלמתיות גבוהה). הנפחים המוצגים עבור חמישוני ההשלמתיות ("שיעור עובדים בחמישון") אחידים לחמישון כולו, ואיור התפלגותם אינו רציף כפי שמוצג אלא מקוטע.

מקור: דבאוי ואחרים, מרכז טאוב ומכון מוזאיק | נתונים: הלמ"ס

הרמון מדדי החשיפה לבינה מלאכותית

רקע

הרמון הוא תהליך שמטרתו חיבור מדדי החשיפה השונים שנאמדו בתקופות שונות לכדי מדד חשיפה אחוד המשתנה בין התקופות. ההנחה המובנית בתהליך זה היא שהמדדים השונים מכמתים את התפלגותו של אותו משתנה סמוי אשר אכן משתנה בין התקופות ושניתן להפיק מהם מדד שבו השונות בין התקופות משקפת את התפתחות המשתנה הסמוי לאורך זמן במידה רבה ואת הבדלי המדידה של המדדים השונים במידה מועטה.

כדי לחזק את ההנחה המובנית ולצמצם הבדלים הנובעים משיטת המדידה, בחרנו בשני מדדים הדומים יחסית באופן שבו הם אומדים את החשיפה לבינה מלאכותית במקצועות שונים. המדד של Eloundou et al. (2024) נשען על הענקת ציוני חשיפה למטלות שונות, שבתורן משוקללות אל תוך משלחי יד שונים על פי מאגר O*NET; הציונים המקוריים מקורם בדעות המחברים וסקרי קהל אנושי. המדד של Felten et al. (2023) נשען על הענקת ציוני חשיפה ליכולות שונות, שבתורן משוקללות אל תוך משלחי היד השונים באותו מאגר. הציונים המקוריים מקורם בעמדות מומחים לגבי יכולות בינה מלאכותית במספר תחומים, וכל תחום משוקלל אל תוך מספר יכולות שונות כאשר משקלו נקבע על ידי סקרי קהל אנושי. שקלול המטלות אל משלחי היד במדד של Eloundou et al. (2024) מבוצע על בסיס אותה שיטת שקילה של שקלול היכולות אל משלחי היד במדד של Felten et al. (2023).

פרט להבדלים במועד המדידה ובשיטת המדידה, שני המדדים נבדלים זה מזה באופיים המתמטי. המדד של Eloundou et al. (2024) תחום בין 0 ל-1 ומהווה מספר בר-פרשנות המייצג את אחוז המטלות (משוקלל על פי חשיבותן) במשלח היד שבינה מלאכותית מסוגלת לבצע לפחות 50% מהר מבן אנוש מבלי לפגוע באיכות הביצוע. מנגד, המדד של Felten et al. (2023) הוא יחסי לחלוטין ולא ניתן לפרשנות ברורה. על כן אנחנו בוחרים לבסס את המדד האחד על זה של Eloundou et al. (2024), ולהמיר את המדד של Felten et al. (2023) לסולם בר-השוואה.

הרמון

כדי לשמר את השונוות המקורית של המדד של (Felten et al. (2023, שיטת ההרמון נשענת על טרנספורמציה אופיינית שלו, הכוללת אך ורק העתקה ליניארית והזזה.

פורמלית, נגדיר את $\mathbb{x}$ בתור ציון החשיפה (E1) של משלח יד i על פי (Eloundou et al. (2024) ואת x_i בתור ציון החשיפה של אותו משלח יד על פי (Felten et al. (2023).

המדד האחד $y_{i,t}$, המגלם את ציון החשיפה המהרמן של משלח יד i בשנה t , מורכב כך:

$$y_{i,t} = \begin{cases} \mathbb{x}_i & \text{if } t = 2024 \\ \alpha \cdot (x_i + \beta) & \text{if } t < 2024 \end{cases}$$

באשר להזזה, אנו מניחים מראש כי הציון המינימלי בכל מדד זהה, שכן 0 הוא גבול התחום של המדד ב-2024 וכל עוד ישנם מקצועות בעלי ציון זה באותה שנה ודאי שהיו כאלה גם בשנה הקודמת:

$$\beta = -\min(x)$$

באשר להעתקה הליניארית, נבחן אפשרויות שונות של העתקה היוצרת הצמדה בין אחוזון מסוים של ההתפלגות ב-2024 לזו של 2023, המשקפות הנחות אפשריות שונות בנוגע להיקף המקצועות שבהם לא היה שינוי של ממש בחשיפה לבינה מלאכותית בין התקופות השונות. פורמלית, נגדיר את $p(w, k)$ כאחוזון k של משתנה w :

$$\alpha = \frac{p(\mathbb{x}, k)}{p(x - \min(x), k)}$$

לדוגמה, עבור $k = 0.5$, ההעתקה מבטיחה כי הציון החציוני ב-2024 יהיה זהה לזה של 2023; יחד עם כלל ההזזה שנקבע קודם, המשמעות היא שחציה התחתון של ההתפלגות נשאר תחום באותו טווח בין שתי התקופות.

לבסוף, אנחנו בוחנים אפשרויות עבור המדד האחד $y_{i,t}$ הנבדלות אלו מאלו רק על פי אחוזון ההצמדה k ומחושבות כך:

$$y_{i,t} = \begin{cases} \mathbb{x}_i & \text{if } t = 2024 \\ \frac{p(\mathbb{x}, k)}{p(x, k)} \cdot (x_i - \min(x)) & \text{if } t < 2024 \end{cases}$$

כל בחירה של k תייצר תוצאות שונות, ומצג שונה של השינוי בין 2023 ל-2024.

לוח נ'4 מציג את השינוי הממוצע והחציוני לפי פרמטר k. ניתן להבחין כי לאחר המרת המדדים לסיווג ISCO (פאנל B), הציון הממוצע או החציוני בהתפלגות יורד בין השנים עבור $k < 0.5$. תחת ההנחה שהחשיפה הטכנולוגית לא ירדה, אנו נאלצים להגדיר $k \leq 0.5$.

לוח נ'4. שינוי יחסי בציון החשיפה הממוצע והחציוני בממד האחד, על פי פרמטר הרמון k

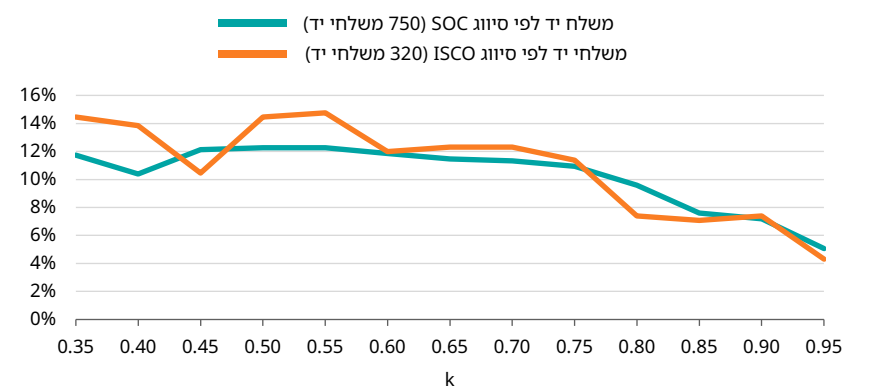
פאנל A: משלחי יד לפי סיווג SOC (750 משלחי יד)													
k	0.35	0.40	0.45	0.50	0.55	0.60	0.65	0.70	0.75	0.80	0.85	0.90	0.95
הבדל בין ממוצעים	56%	43%	36%	21%	16%	10%	2%	1%	-12%	-17%	-28%	-45%	-71%
הבדל בין חציונים	40%	24%	14%	-6%	-10%	-16%	-24%	-25%	-38%	-43%	-53%	-68%	-92%
שינוי ממוצע	53%	41%	34%	20%	16%	10%	2%	1%	-11%	-17%	-27%	-43%	-67%
שינוי חציוני	29%	17%	11%	-4%	-7%	-12%	-18%	-18%	-28%	-31%	-39%	-50%	-68%
פאנל B: משלחי יד לפי סיווג ISCO (325 משלחי יד)													
k	0.35	0.40	0.45	0.50	0.55	0.60	0.65	0.70	0.75	0.80	0.85	0.90	0.95
הבדל בין ממוצעים	141%	88%	50%	35%	14%	2%	3%	-3%	-6%	-13%	-17%	-25%	-40%
הבדל בין חציונים	78%	39%	11%	0%	-16%	-24%	-24%	-28%	-31%	-36%	-38%	-44%	-55%
שינוי ממוצע	56%	45%	32%	25%	12%	2%	3%	-3%	-6%	-14%	-19%	-31%	-63%
שינוי חציוני	29%	19%	10%	3%	-9%	-17%	-17%	-21%	-24%	-28%	-32%	-41%	-64%

הערות: הנתונים מוצגים עבור רשימת משלחי היד ללא כל משקולות תעסוקה. "הבדל בין ממוצעים/חציונים" מתייחס לפער, באחוזים, בין משלח היד הממוצע והחציוני בכל שנה; "שינוי ממוצע/חציוני" מתייחס למשלח היד הממוצע והחציוני של התפלגות הפערים השנתיים.

מקור: דבאוי ואחרים, מרכז טאוב ומכון מוזאיק | נתונים: (Eloundou et al. (2024); (Felten et al. (2023)

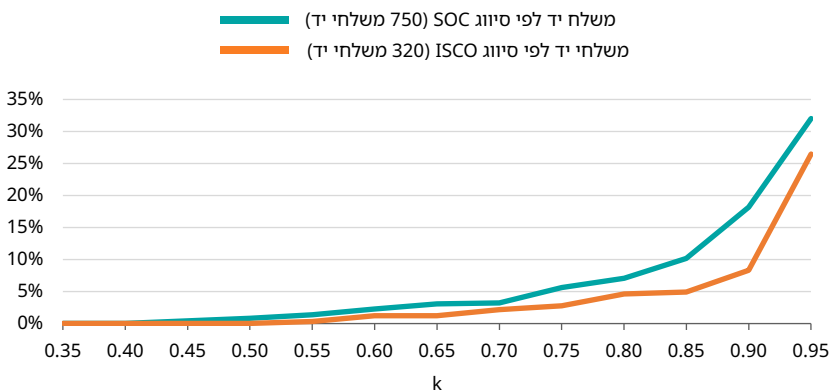
אנו בוחרים לאמץ הנחה כמה שיותר שמרנית עבור k (תחת המגבלה שנקבעה לעיל) ופונים להיקף השינויים במדד כדי לכמת שמרנות זו. תרשים נ'א5 מציג את שיעור משלחי היד שעבורם הציון הממוצע משתנה בפחות מסטיית תקן (במונחי 2024) בין השנים על פי פרמטר k . ניתן להבחין כי אזור $k \approx 0.5$ מהווה מקסימום מקומי, כך שעבור ערך זה של k שיעור משלחי היד שחוו שינוי זניח בחשיפה הטכנולוגית הוא הנמוך ביותר.

תרשים נ'א5. שיעור משלחי היד שבהם $\Delta y \approx 0$, על פי פרמטר הרמון k



הערה: השיעור המוצג הוא אחוז משלחי היד (בסיווג SOC) בהם השינוי בין 2023 ל-2024 עמד על עשירית סטיית תקן (במונחי 2024) או פחות.
מקור: דבאוי ואחרים, מרכז טאוב ומכון מוזאיק | נתונים: Eloundou et al. (2024); Felten et al. (2023)

תרשים נ'5ב': שיעור משלחי היד שבהם הציון "ירד" באופן משמעותי בין 2023 ל-2024, על פי פרמטר הרמון k



הערה: הקווים מייצגים את שיעור משלחי היד בהם ציון החשיפה "ירד" בין 2023 ל-2024 בסטיית תקן או יותר.

מקור: דבאוי ואחרים, מרכז טאוב ומכון מוזאיק | נתונים: (Eloundou et al. (2024; Felten et al. (2023)

כמו כן, שיעור משלחי היד שבהם ציון החשיפה עולה בהיקף ניכר בין השנים (בניגוד להנחות היסוד) זניח עבור $k \approx 0.5$ (תרשים נ'5ב'). על כן אנו מאמצים את $k = 0.5$ בתור הנחת היסוד שלנו, שבעינינו מהווה אומדן מושכל אך שמרני של היקף השינוי הטכנולוגי במדד החשיפה לבिנה המלאכותית.

ממשלחי יד למיומנויות

השפעת החשיפה לבינה מלאכותית על תעסוקת הפרט אינה מצומצמת להשפעה על המטלות האופייניות למשלח יד בלבד. אם החשיפה לבינה מלאכותית מביאה לאוטומציה מלאה במשלח יד מסוים, עדיין ייתכן שהפרט יחליף את משלח ידו ותעסוקתו לא תיפגע. לחלופין, גם אם הבינה המלאכותית לא משפיעה ישירות על משלח ידו של הפרט, ייתכן שהיא דוחקת עובדים אחרים ממשלח ידם ומאלצת אותם להתחרות בו באופן שעלול להשפיע על תעסוקתו.

הדוגמאות הללו תלויות כמובן ביכולתם של פרטים לעבור בין משלחי יד. גורמים רבים משפיעים על יכולת זו, אך במסגרת עבודה זו אנו מתמקדים במיומנויות הנדרשות בכל משלח יד. אנו מכמתים את ה"מרחק"/"קרבה" בין משלחי יד שונים בהיבט המיומנויות על ידי שימוש במטריצת **מיומנויות-משלחי יד** של ארגון העבודה של הנציבות האירופית (מטריצה 2.4 של גרסה 1.2.0), המדרגת את החשיבות של 74 מיומנויות שונות על פני כל משלחי היד בסיווג 4 ISCO ספרות, כאשר כל מיומנות מקבלת ציון בין 0 (חסרת חשיבות) ל-1 (חשיבות מכרעת) עבור כל משלח יד.¹⁵

על בסיס המטריצה חישבנו את המרחק האוקלידי בין כל שני משלחי יד על פני 74 המיומנויות, וחישבנו מחדש את מדדי החשיפה וההשלמתיות של כל משלח יד בהתאם למדדים הפשוטים של משלחי היד השונים ומרחקם ממנו, תוך שימוש בפונקציית סיגמואיד הופכית (בדומה ל-Acemoglu & Restrepo, 2022). פורמלית, נגדיר וקטור משלחי יד $\mathbf{S}_i$ עבור כל משלח יד. קרבתו היחסית של משלח יד j למשלח יד i מוגדרת כ-¹⁶: d_{ij} .

$$d_{ij} = \frac{\ln(\|\mathbf{S}_i - \mathbf{S}_j\|)}{\sum_{j=1}^N \ln(\|\mathbf{S}_i - \mathbf{S}_j\|)}$$

והמדד מבוסס-המיומנויות של משלח יד i מוגדר כך (w_j הוא משקלו של משלח יד j בשוק העבודה):

$$\mathbf{y}_i^{skills} = \sum_{j=1}^N (d_{ij} w_j \mathbf{y}_j)$$

15 הציון 1 הוא תיאורטי בלבד; בפועל הציון הכי גבוה במטריצה הוא 0.66 ו-99% מהציונים הם מתחת ל-0.17.

16 בפועל, לטובת חישוב הלוגריתם, הגדרנו $\|\mathbf{S}_i - \mathbf{S}_i\| = 1 \times 10^{-50}$.