

ביקוש להון אנושי בפיתוח טכנולוגיות בינה מלאכותית

מחקר בשילוב כלי אוטומציה
ובינה מלאכותית

סימה ציפרפל
ד"ר אילן ליבנה
ד"ר נעמה וולף

מוסד שמואל נאמן
למחקר מדיניות לאומית

09/25 | AI | בינה מלאכותית





ביקוש להון אנושי בפיתוח טכנולוגיות בינה מלאכותית

מחקר בשילוב כלי אוטומציה ובינה
מלאכותית

סימה ציפרפל, ד"ר אילן ליבנה, ד"ר נעמה וולף

אין לשכפל כל חלק מפרסום זה ללא רשות מראש ובכתב ממוסד שמואל נאמן מלבד לצורך ציטוט של קטעים קצרים במאמרי סקירה ופרסומים דומים תוך ציון מפורש של המקור.
הדעות והמסקנות המובאות בפרסום זה הן על דעת המחבר. ת ואינן משקפות בהכרח את דעת מוסד שמואל נאמן.

www.neaman.org.il

תוכן העניינים

5	 תקציר
9	 1. רקע
9	 1.1 מבוא
9	 1.2 חשיבות תחום הבינה המלאכותית בישראל
10	 1.3 תרומת המחקר
11	 1.4 מטרות המחקר
12	 2. מתודולוגית המחקר
12	 2.1 סוג המחקר
12	 2.2 אוכלוסיית המחקר
12	 2.3 משתני המחקר
12	 2.4 איסוף הנתונים
12	 2.5 גודל המדגם
13	 2.6 כלי המחקר
14	 2.6.1 קבלת הנתונים וניתוחם
14	 2.7 הליך המחקר
15	 3. ממצאי המחקר
15	 3.1 תיאור המשרות
15	 3.1.1 מספר המשרות שנאספו במהלך המחקר
16	 3.1.2 הסקטורים בהם מוצעים המשרות
17	 3.1.3 תפקידים נדרשים
18	 3.1.4 השכלה נדרשת
20	 3.1.5 ניסיון נדרש
21	 3.1.6 תחומי אחריות
23	 3.1.7 ריכוז המשרות לפי אזורים
24	 3.2 תיאור החברות

4.	מגבלות המחקר	25
5.	ביבליוגרפיה.....	26
6.	נספח א' - שלילת נתונים	27
6.1	LinkedIn Search Export	27
6.2	LinkedIn Job Scraper	28
6.3	LinkedIn Company Scraper	29
7.	נספח ב' - הגדרת משתנים	30
7.1	משתנה סוג התפקיד	30
7.2	משתנים המתארים את המשרה.....	33
7.3	משתנים המתארים את החברה	35
8.	נספח ג' - הגדרת תפקידי מו"פ במחקר "סקר".....	37

רשימת איורים

איור 1: תהליך איסוף הנתונים	13
איור 2: הליך המחקר	14
איור 3: השוואת נתוני משרות לפי נקודות האיסוף	15
איור 4: הצטברות משרות חדשות שנפתחו לפי שלוש נקודות איסוף	16
איור 5: תיאור המשרות לפי סוג החברה וסקטור הפעילות	17
איור 6: סוגי התפקידים של המשרות המוצעות	17
איור 7: רמת ההשכלה של המשרות המוצעות.....	18
איור 8: סוגי התפקיד על פי רמת השכלה.....	19
איור 9: תחומי הלימוד של המשרות המוצעות	19
איור 10: ניסיון נדרש בשנים במשרות המוצעות	20
איור 11: ותק מקצועי של התפקיד במשרות המוצעות	21
איור 12: תחומי אחריות במשרות המוצעות	21

22	איור 13: מיומנויות במשרות המוצעות.....
22	איור 14: שפות תכנות נדרשות במשרות המוצעות.....
23	איור 15: מיקום המשרות.....
24	איור 16: מספר החברות להן נאספו משרות.....
24	איור 17: מספר החברות על פי סקטור.....
30	איור 18: תהליך עיבוד משתני המחקר.....
30	איור 19: ה- prompt שהועבר ל- ChatGPT להגדרת קבוצות תפקידי מו"פ AI.....
	איור 20: ה- prompt שהועבר ל- ChatGPT לקיבוץ המשרות שהתקבלו מלינקדאין על פי 12 הקטגוריות שהוגדרו.....
31	
32	איור 21: פלט ChatGPT: קטגוריות ורמת ביטחון.....
32	איור 22: בניית משתנה סוג התפקיד.....
33	איור 23: בניית משתני ביניים.....
33	איור 24: בניית המשתנה הסופי המתאר את המיקום של המשרה בישראל.....
34	איור 25: בניית המשתנה הסופי המתאר את הותק המקצועי הנדרש למשרה.....
34	איור 26: בניית המשתנה הסופי המתאר את שנות הניסיון הנדרשים למשרה.....
35	איור 27: בניית המשתנה הסופי המתאר את המיומנויות הנדרשות למשרה.....
36	איור 28: ה- prompt שהועבר ל- ChatGPT לבניית מילון סקטור.....
36	איור 29: ה- prompt שהועבר ל- ChatGPT לשיוך Miscellaneous Technologies לתתי סקטורים.....

רשימת טבלאות

27	טבלה 1: שלבי עבודה בכלי PhantomBuster.....
37	טבלה 2: רשימת תפקידים למו"פ AI.....

תקציר

רקע כללי

תחום הבינה המלאכותית (AI) מתפתח בקצב מואץ והפך לאחד ממנועי הצמיחה המרכזיים של הכלכלה העולמית. לצד תרומתו למחקר, לתעשייה ולחיי היומיום, גובר הביקוש לאנשי ונשות מקצוע מיומנים בעלי כישורים טכנולוגיים מתקדמים. מחסור בכוח אדם מתאים מהווה חסם משמעותי למימוש מלוא הפוטנציאל הכלכלי והחברתי של התחום, ולכן ממשלות משקיעות בהכשרות ובהשכלה גבוהה כדי להתמודד עם הפער. המחקר מציע מתודולוגיה לאיסוף וניתוח נתונים רציף וארוך טווח לבחינת היקף הביקוש לעובדי מו"פ AI ואת מאפייני המשרות העוסקות במו"פ AI. ממצאי המחקר צפויים לתרום למערכת ההשכלה הגבוהה ולקובעי מדיניות בגיבוש מענה מותאם לצורכי תעשיית ההייטק בישראל.

מטרות המחקר

בחינת מתודולוגיה חדשה המשלבת כלים אוטומטיים וכלי בינה מלאכותית לבניית תשתית לזיהוי מגמת הביקוש למשרות מו"פ AI, ולאפשר מעקב שיטתי אחר שינויים לאורך זמן.

מתודולוגית המחקר

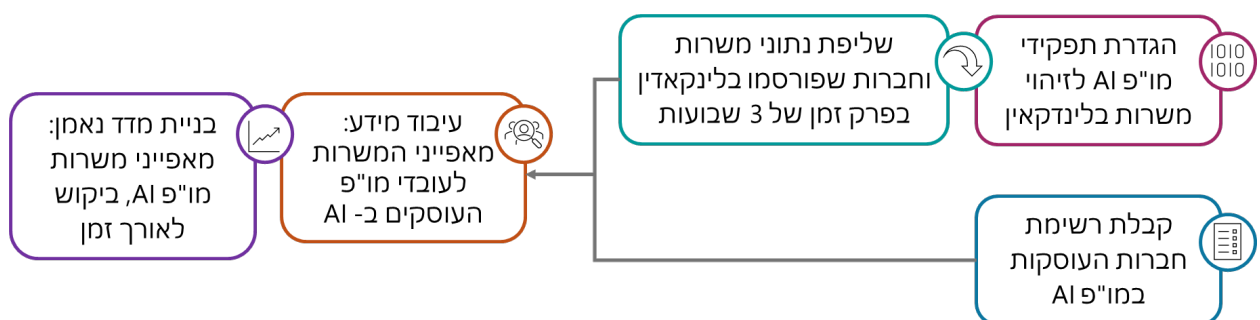
סוג המחקר: מחקר תצפיתי כמותי.

איסוף וניתוח נתונים: מפלטפורמה דיגיטלית באמצעות Web Scraping.

אוכלוסיית המחקר: משרות לתפקידי מו"פ AI שמפורסמות בלינקדין על ידי חברות הפועלות בישראל

משתני המחקר: משתנים הקשורים למשרה; משתנים הקשורים לחברה המגייסת.

הליך המחקר:



תהליך עיבוד משתני המחקר:

תהליך עיבוד משתני המחקר מוצג בהרחבה בפרק המתודולוגיה. האיור הבא מתאר את עיקר התהליך:



סיכום ממצאים עיקריים

להלן המאפיינים העיקריים של משרות מו"פ AI, כפי שנאספו מפלטפורמת לינקדאין:



מסקנות המחקר

- ◆ **איסוף כמות נתונים גדולה בזמן קצר** - מתודולוגית המחקר מספקת תשתית יעילה לאיסוף ולסיווג נתונים דיגיטליים, ומדגימה את היכולת לבנות מאגר נתונים עשיר בזמן קצר. אמנם, היישום הנוכחי מוגבל למשרות המתפרסמות בפלטפורמת LinkedIn, ותלויה בתקופת איסוף קצרה, אך ניתן ליישם אותה על פלטפורמות נוספות של פרסום משרות ולהשתמש בה כבסיס למחקרי רוחב-זמן משלימים.
- ◆ **מעקב לאורך זמן** - המתודולוגיה המוצעת מאפשרת הקמת מאגר נתונים שימש תשתית למעקב מתמשך אחר מגמות בביקוש להון אנושי במו"פ בתחום ה-AI, עם אפשרות להרחבה לתחומי עיסוק נוספים. איסוף שיטתי לאורך זמן יאפשר לזהות מגמות עדכניות בשוק העבודה ולהסיק מהן את צורכי ההכשרה הנדרשים.
- ◆ **יתרונות על פני שיטות מסורתיות** - למתודולוגיה זו ערך מוסף משמעותי לעומת שיטות מסורתיות כדוגמת סקרים ואיסוף ידני: היא מבוססת על שליפה אוטומטית של נתונים קיימים ממקורות דיגיטליים זמינים, ולא תלויה במדגמים, העלולים להיות מושפעים מהטיות בחירה (selection bias) או מהטיות דיווח (reporting bias). בהשוואה למתודולוגיות מסורתיות - גישה זו מאפשרת קבלת מידע עדכני, בהיקף רחב יותר, חיסכון בזמן ובמשאבים, ומעקב אחר המידע לאורך זמן וקבלת תמונת מצב מדויקת ואמינה יותר.
- ◆ תשתית כזו יכולה לשמש בסיס לעיצוב אסטרטגיה לאומית לחיזוק ההון האנושי במו"פ AI ולצמצום פערי ידע, תוך שיפור ההבנה של מאפייני העבודה בתחום. הרחבת ההיצע של כוח אדם מיומן תסייע בהאצת תהליכי אימוץ טכנולוגיות בינה מלאכותית במשק הישראלי.

המלצות המחקר

- ◆ **המשך פיתוח ויישום של המתודולוגיה המוצעת** יקדם מחקרים המבקשים לחקור תופעות באמצעות טכנולוגיות מתקדמות, ובפרט בנושאים המשתנים באופן תכוף לאורך זמן. מתודולוגיה זו מביאה היבט נוסף של הצגת נתונים בזמן אמת, שלא ניתן לזהותו במתודולוגיות מסורתיות. מחקרים נוספים יביאו לשיפור איכות המתודולוגיה מתוך למידה מתמשכת.
- ◆ **המשך איסוף נתונים ומחקר**. בסיס נתונים רציף לאורך זמן יאפשר זיהוי מגמות וחיזוי צרכים עתידיים בתפקידי AI. הפעלת מנגנון איסוף שבועי קבוע ורציף למשך שנה לפחות.

השערות למחקר עתידי

מתוך ממצאי המחקר, ניתן לקבל אינדיקציה על המשתנים שנבדקו ולשער כי:

◆ **פיתוח ושילוב טכנולוגיות בינה מלאכותית** גם בחברות שאינן מתמקדות בתחום זה עשוי לתרום הן לצמיחה עסקית והן להרחבת ההכשרה והמיומנויות של ההון האנושי העוסק במו"פ AI.

◆ **יצירת גשר בין האקדמיה לתעשייה בשילוב AI על מנת להגדיל את היצע משרות ה-Junior.** הורדת חסמי כניסה לבוגרים ומילוי פער בהון אנושי נדרש באמצעות פעולות כגון התאמת תוכניות לימוד לדרישות השוק, שילוב קורסים ייעודיים ופיתוח מסלולים מעשיים הכוללים התמחות בחברות תוך כדי הלימודים, ושיפור מיומנויות קריטיות לעבודה באמצעות שילובן במסגרת הקורסים האקדמיים.

◆ **צמצום פערי השכלה.** הדגש הגדול של חברות AI על תארים מתקדמים עשוי להכביד על הרחבת ההון האנושי. פעולות כגון שיתופי פעולה בין אקדמיה והתעשייה לבנייה של מסלולי MSc יישומיים, שיימשכו סטודנטים וסטודנטיות המעוניינים בהכשרה מעמיקה לתעשייה, יכולים לצמצם את המחסור.

◆ **קידום תעסוקה בפריפריה.** כיום, רוב המשרות בתום ה-AI הן באזור המרכז. הפחתת ריכוזיות גאוגרפית ויצירת מקומות עבודה איכותיים מחוץ למרכז תמשוך מועמדים ומועמדות רבים מאזורי הפריפריה לעסוק בנושאי AI.

עם זאת, בחינת השערות אלו מחייבת איסוף נתונים לאורך פרק זמן ארוך יותר, שיספק בסיס להסקת מסקנות אמפיריות והמלצות מדיניות.

1. רקע

1.1 מבוא

תחום הבינה המלאכותית (Artificial Intelligence - AI) עובר בשנים האחרונות התפתחות מואצת והופך לאחד התחומים המרכזיים המשפיעים על המחקר, על התעשיות, כלכלות וחברות ברחבי העולם, על הבריאות, החינוך, ההשכלה, שוק העבודה ואף על המדיניות הלאומית (European Commission, 2023; Stanford Institute - HAI, 2025; World Economic Forum, 2023). בנוסף, הבינה המלאכותית נחשבת לאחד ממנועי הצמיחה המרכזיים של ההייטק, עם פעילות ענפה באקדמיה, במרכזי מחקר ופיתוח גלובליים, ובסטרטאפים ישראליים (OECD, 2025).

צמיחת התחום והתרחבות השימוש בטכנולוגיות AI בתחומים מגוונים כגון בריאות, תעשייה, פיננסים וחקלאות, מובילים לעלייה חדה בדרישה לאנשי מקצוע בעלי מיומנויות מתקדמות בתחום (מרכז טאוב ומכון מוזאיק, 2025). עם זאת, למרות שאימוץ טכנולוגיות כמו AI עדיין מרוכז בענפים מסוימים ובחברות גדולות, יש פוטנציאל להרחבתו לתחומים מגוונים ברחבי המשק (OECD, 2024a).

מחקרים מצביעים על כך שפערי ההון האנושי מהווים חסם משמעותי להתפתחות תעשיית הבינה המלאכותית, וכי מחסור בכוח אדם מיומן עשוי להגביל את הפוטנציאל הכלכלי והטכנולוגי של מדינות. למשל, התקדמות בתחום ה-AI והרובוטיקה משפיעה על דרישות הכישורים בשוק העבודה, ומחייבת השקעות בחינוך, הכשרות ולמידה לאורך החיים כדי להתמודד עם שינוי זה. הביקוש לכישורי AI גדל משמעותית ומשלש את עצמו בשיעור מתוך כלל התעסוקה בעולם בעשור האחרון. לכן, ממשלות משקיעות בהקמת יכולות אנושיות בתחום כדי לענות על דרישה זו (משרד הכלכלה והתעשייה, 2025a; OECD, 2024a, 2024b; World Economic Forum, 2023).

1.2 חשיבות תחום הבינה המלאכותית בישראל

בשנת 2023, חלקו של ההייטק בתוצר הכללי הגיע לכ- 20% מהתמ"ג (כחמישית), פי שלושה בהשוואה לשנת 1995, תוך שהוא משמש כבולם הזעזועים של המשק הישראלי בתקופת מגפת הקורונה (2020) ובמהלך הטלטלה הגיאופוליטית (2023). כמו כן, חלקו של ההייטק היווה כ- 53% מכלל הייצוא בישראל (הרשות לחדשנות, 2024). ההבנה היא, שלמגמות התעסוקה בענף השפעה ישירה על הכנסות המדינה ולכן גם על הכלכלה הישראלית כולה.

לאחרונה פרסם ה-OECD דוח הסוקר את מצבה הכלכלי של ישראל לפיו המדינה ניצבת בחזית העולמית בתחום ההייטק, הודות לאקוסיסטם טכנולוגי מפותח ולמומחיות מחקרית מעמיקה והבינה המלאכותית היא מרכיב מרכזי בו. ההייטק הישראלי מהווה מנוע משמעותי ליצוא ולצמיחת התמ"ג. הכלכלה הישראלית הפגינה עמידות יוצאת דופן לאחר מתקפת הטרור ב-7 באוקטובר והמלחמה שבאה בעקבותיה. עם זאת, יש להבטיח את המשך הצמיחה ולשמור על יציבות כלכלית (רשות החדשנות, 2025b).

מעבר לחיזוק תעשיית ההייטק, הבינה המלאכותית היא בעלת פוטנציאל משמעותי לסייע גם לתעשיות המסורתיות ולממשלה. הטמעת AI במגזרים שאינם משתייכים להייטק יכולה להביא לשיפור משמעותי בפריון העבודה, במיוחד אם תלווה במדיניות הכשרה מתאימה. עם זאת, ללא תוכנית לאומית ופעילות ממשלתית

רחבה בנושא זה, המדינה לא תמצה את מלוא התרומה האפשרית של תחום זה לכלכלה, לביטחון ולחוסן הלאומי, ומגמת ההיחלשות של ישראל יחסית לשאר מדינות העולם עלולה להימשך (מבקר המדינה, 2024).

בין השנים 2017–2022 צמח ושגשג שוק ההייטק הישראלי, וביסס את מעמדו כענף המרכזי של הכלכלה הישראלית. מאז 2022 חווה שוק התעסוקה בהייטק קשיים, בעקבות שורת אירועים ובהם המשבר הכלכלי העולמי, הרפורמה המשפטית ומלחמת חרבות ברזל. עם זאת, טכנולוגיות הבינה המלאכותית צפויות לחולל שינוי מהותי בענף, ולכן נדרשת היערכות כוללת מצד הממשלה, המגזר הפרטי ומערכות ההשכלה הגבוהה והחינוך (הרשות לחדשנות, 2025a).

כבר היום משפיעה הבינה המלאכותית על פריון העבודה ומבנה שוק העבודה, והשפעתה צפויה להעמיק בשנים הקרובות. כתוצאה מכך, גובר הביקוש למפתחות ומפתחי AI, בהם מדעני נתונים, מהנדסי נתונים, וכן עובדות ועובדים בתפקידי ML-Ops האחראים על יישום המודלים בפועל. לצד תפקידים אלה נדרש גם כוח אדם מיומן בנושאים טכנולוגיים נוספים המשיקים לבינה מלאכותית.

לפי דוח מבקר המדינה, המתייחס למחקר של מוסד שמואל נאמן (מבקר המדינה, 2024), בשנים האחרונות חלה עלייה חדה במספר החברות העוסקות בבינה מלאכותית. חברות טכנולוגיה בישראל המעסיקות פחות מ־500 עובדים דיווחו על צורך בכ־2,400 חוקרי AI בתחומי הליבה, מעל מחציתם בעלי תואר ראשון, והיתר בעלי תארים מתקדמים. כמו כן, החברות צופות גידול בביקוש לכ־4,700 חוקרים נוספים בתוך שנה עד שנתיים. עוד נמצא כי קיים מחסור חמור בכוח אדם בתחומים אלו, המוערך כגבוה פי חמישה ממספר הבוגרים שהאקדמיה מסוגלת להכשיר כיום, פער הצפוי להכפיל את עצמו כבר בטווח הקצר.

ישראל מתמודדת עם אתגרים משמעותיים הקשורים למחסור בכוח אדם אקדמי מיומן המתמחה בנושאי בינה מלאכותית (מבקר המדינה, 2024). לכן, לסיכום, הבינה המלאכותית היא נדבך מרכזי בצמיחה הכלכלית ובשגשוג הטכנולוגי של ישראל בתחומי ההייטק, המחקר והכלכלה. המשך השקעה בחינוך, במחקר ובתשתיות מתאימות, יאפשרו לישראל לנצל את מלוא הפוטנציאל הכלכלי והחברתי של התחום ולהבטיח את מעמדה ככוח מוביל בזירה הגלובלית, תוך צמצום פערים בין אזורים גאוגרפיים ואוכלוסיות שונות (משרד הכלכלה והתעשייה, 2025b).

1.3 תרומת המחקר

- המחקר בוחן מתודולוגיה חדשה לאיסוף וניתוח של נתונים, רציף וארוך טווח, באמצעות כלים אוטומטיים וכלי בינה מלאכותית.
- המחקר תורם להבנת היקף הביקוש לעובדים ועובדות בתפקידי מו"פ בחברות טכנולוגיה ואת תיאור העובדים הנדרשים בתפקידים אלו, כגון, שנות ניסיון, תואר נדרש, תחומי אחריות, מיומנויות ועוד.
- למחקר פוטנציאל לתרום הן למערכת ההשכלה הגבוהה והן לקובעי מדיניות, היכן נדרש לבצע התאמות על מנת לספק את הביקוש הרצוי למינוף תעשיית ההייטק בישראל.

1.4 מטרות המחקר

- לבחון מתודולוגיה חדשה לאיסוף וניתוח של נתונים באמצעות כלים אוטומטיים וכלי AI.
- לבדוק את היקף הביקוש לתפקידי מו"פ בחברות טכנולוגיה וחברות אחרות.
- לאפיין את הביקוש לתפקידי מו"פ טכנולוגי העוסקים ב-AI, באמצעות מאפייני החברות המגייסות (סוג החברה וסקטור הפעילות) ודרישות התפקיד (ניסיון, השכלה, תחומי אחריות ומיומנויות).
- לבנות תשתית שתתרום לזיהוי מגמות של ביקוש למשרות מו"פ AI ולאפשר מעקב שיטתי אחר השינויים לאורך זמן. יודגש כי הנתונים הנאספים במסגרת מחקר זה מבוססים על פרק זמן קצר, ולכן אינם מהווים בשלב זה מדד מייצג.

2. מתודולוגית המחקר

2.1 סוג המחקר

המחקר הוא מחקר תצפיתי כמותי, המבוסס על איסוף וניתוח נתונים מפלטפורמה דיגיטלית באמצעות Web Scraping.

2.2 אוכלוסיית המחקר

משרות לתפקידי מו"פ טכנולוגי העוסקים ב-AI שמפורסמות ב-LinkedIn על ידי חברות הפועלות בישראל (חברות ישראליות וחברות רב לאומיות) בתקופת המחקר (פירוט תהליך הגדרת תפקידי מו"פ AI - נספח ב', 7.1, פירוט תהליך שליפת הנתונים - נספח א').

2.3 משתני המחקר

משתנים הקשורים למשרה - משתנים אלו כוללים את הניסיון, ההשכלה, תחומי אחריות ומיומנויות (פירוט בנספח ב').

משתנים הקשורים לחברה המגייסת עובדים. - משתנים אלו כוללים מידע האם חברה העוסקת במו"פ AI / לא עוסקת במו"פ AI, ואת סקטור פעילות שלה (פירוט בנספח ב').

2.4 איסוף הנתונים

איסוף הנתונים נעשה באמצעות שליפה בשיטת web scraping של משרות המו"פ המפורסמות בפלטפורמת LinkedIn במהלך תקופת המחקר (פירוט בנספח א'), בהתאם לקריטריונים שהוגדרו מראש לזיהוי תפקידי המו"פ בחברות העוסקות בבינה מלאכותית (פירוט בנספח ב').

2.5 גודל המדגם

המחקר אינו מבוסס על דגימה סטטיסטית, אלא על איסוף כלל משרות המו"פ המפורסמות ב-LinkedIn במהלך תקופת איסוף הנתונים המחקר, בהתאם לקריטריונים שנקבעו לחיפוש. מספר המשרות מהווה את בסיס הנתונים לניתוח, כאשר כל משרה תיחשב כיחידת ניתוח נפרדת.

2.6 כלי המחקר

- **איתור חברות פעילות העוסקות במו"פ של בינה מלאכותית** בישראל נעשה באמצעות תגיות ממאגר המידע של IVC¹, כפי שהוגדרו במחקר שנערך במוסד שמואל נאמן ("מחקר סקר")².
 - **הגדרת התפקידים** (שם התפקיד) הרלבנטיים למו"פ AI התבססה על ההגדרות שנקבעו במחקר שנערך במוסד שמואל נאמן (פירוט בנספח ב'). יש להדגיש כי שמות התפקידים עשויים להשתנות ממשרה למשרה, שכן כל חברה מגדירה את התפקידים בהתאם לצרכיה ולשיקוליה.
 - **הפלטפורמה הדיגיטלית LinkedIn** שימשה לאיסוף נתוני משרות פיתוח ומחקר. פלטפורמה זו נבחרה מכיוון שהיא מהווה רשת חברתית מקצועית, המיועדת ליצירת קשרים עסקיים, קידום קריירה, וגיוס עובדים ונחשבת לפלטפורמה מובילה לפרסום משרות טכנולוגיות בהייטק ובכלל שוק התעסוקה.
- במסגרת מחקר זה, הוחלט לא להשתמש בפלטפורמות/ערוצים אחרים בהן מפורסמות משרות, כגון אתרי דרושים ואתרי קריירה של חברות, מאחר שלרוב לא יהיה ניתן לזהות האם מדובר באותה משרה שפורסמה בפלטפורמות שונות.
- לצורך איסוף הנתונים מ-LinkedIn נעשה שימוש בפלטפורמת **PhantomBuster** המיועדת לאוטומציה של תהליכי איסוף נתונים מאתרים. בתוך פלטפורמה זו הופעלו שלושה מוצרים מובנים כתהליך של שלושה שלבים (פירוט בנספח א'):

איור 1: תהליך איסוף הנתונים



¹ נדלה במרץ 2023 ממאגר IVC.

² אושרת כץ שחם, ד"ר נעמה וולף (2025). ביקוש הון אנושי בתחומי הליבה של בינה מלאכותית בחברות טכנולוגיה העוסקות במחקר בתחום בישראל. מוסד שמואל נאמן (טרם פורסם). רשימת התגיות: Machine Learning, Big Data, Computer Vision, Machine, Generative AI, Machine Vision, Autonomous Vehicles, NLP, Image Processing, Chatbots, Data Analytics, Autonomous Tech, Deep Learning, Vision

2.6.1 קבלת הנתונים וניתוחם

- לצורך ניתוח הנתונים בוצעו פעולות של עיבוד טקסט חכם וקטגוריזציה של ערכי המשתנים השונים, באמצעות כלי ChatGPT (מודלים 4.0 ו-4.1 nano). בנוסף נעשה שימוש ב-R לעיבוד טקסט ולהפקת תובנות ממידע כמותי ואיכותי.
- בנוסף, נעשה שימוש ב-ChatGPT web לבניית מילונים המשמשים לקיבוץ ערכים לקטגוריות המייצגות את המשתנה.

2.7 הליך המחקר

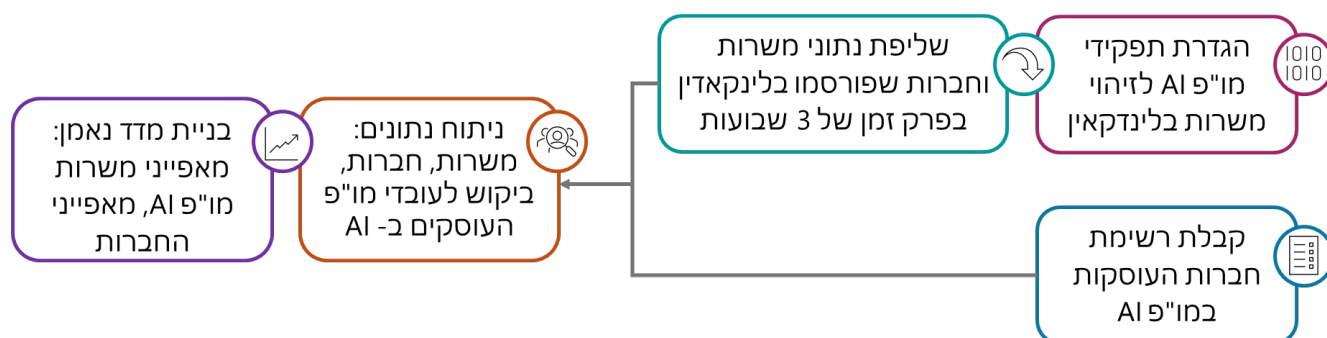
להלן פירוט שלבי המחקר:

- הגדרת תפקידי מו"פ AI לזיהוי משרות רלבנטיות בלינקדאין (להרחבה – נספח ב', 7.1).
- שליפת נתוני משרות וחברות מה- PhantomBuster (להרחבה – נספח א'). איסוף המידע נעשה בשלוש נקודות זמן במשך שלושה שבועות.
- עיבוד המידע למשתני מחקר: **משתנים הקשורים למשרה** (תפקידים, רמת השכלה, תחום לימודים, שנות ניסיון, ותק מקצועי, תחומי אחריות ומיומנויות, שפות תכנות, הסקטורים בהם מוצעים משרות, מיקום המשרות). **משתנים הקשורים לחברה** (הגדרת החברות-חברות AI/חברות שאינן AI, סקטור הפעילות של החברות).

עיבוד המידע נעשה בשני שלבים:

- עיבוד מידע ראשוני לבניית משתני ביניים. שלב זה נדרש על מנת לגזור מידע רלבנטי למשתנים מתוך טקסט מלא.
 - עיבוד מידע מתקדם הכולל שימוש בשיטות לניתוח טקסט לבניית משתני מחקר סופיים. בשלב זה נעזרנו בכלי ChatGPT לעיבוד טקסט חכם וקטגוריזציה של ערכי המשתנים השונים.
- ניתוח הנתונים והצגת הממצאים על פי משתני המחקר.
 - בניית מדד נאמן והצגת הממצאים באתר מוסד שמואל נאמן.

איור 2: הליך המחקר



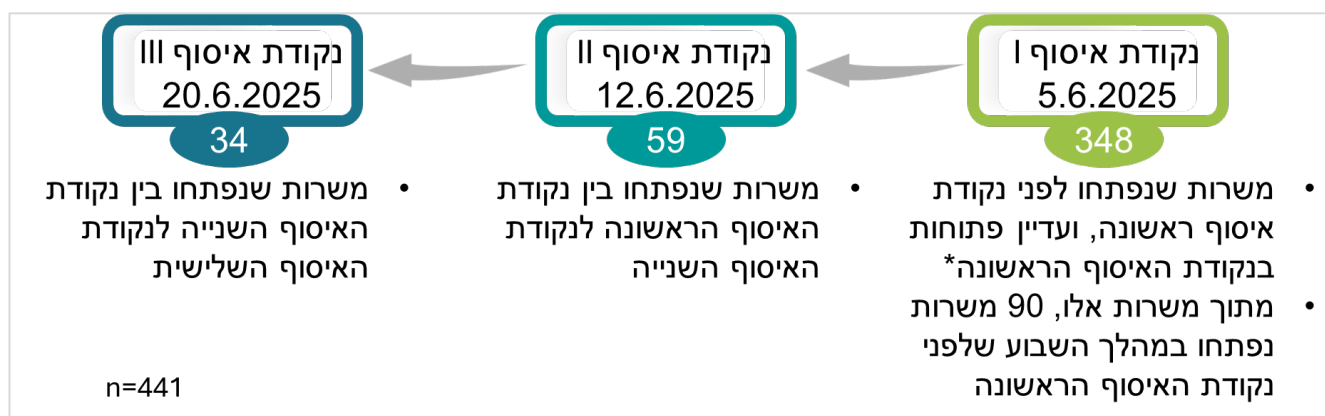
3. ממצאי המחקר

3.1 תיאור המשרות

3.1.1 מספר המשרות שנאספו במהלך המחקר

המשרות נאספו מפלטפורמת LinkedIn בשלוש נקודות זמן, במרווחים שבועיים, במהלך חודש יוני³. בסך הכל, נאספו 441 משרות, רובן (73%) בנקודת האיסוף הראשונה. עם זאת, יש לציין כי מדובר בכל המשרות שנפתחו (ושעדיין לא נסגרו) עד למועד האיסוף הראשון. על מנת להסיק על מגמת שינוי במספר המשרות החדשות המצטרפות למאגר, יש לבצע מעקב ארוך טווח אחר המשרות החדשות המתפרסמות בפלטפורמת לינקדאין.

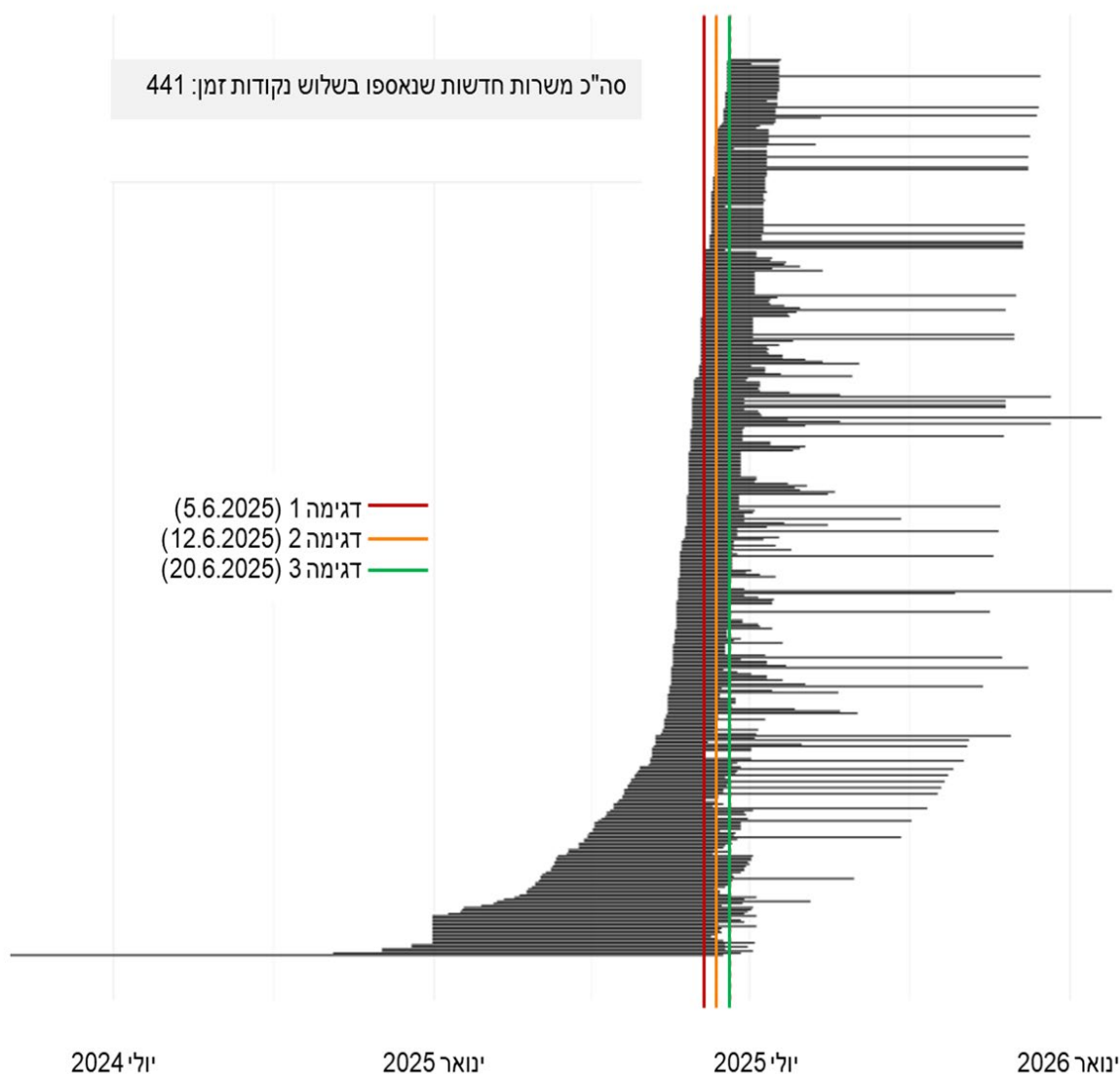
איור 3 : השוואת נתוני משרות לפי נקודות האיסוף



* בטווח הזמן עד לנקודת האיסוף הראשונה נפתחו משרות נוספות שלא מתועדות בדו"ח כי הן נפתחו ונסגרו לפני נקודת האיסוף הראשונה

³ נקודת איסוף ראשונה: 6.6.2025 ; נקודת איסוף שנייה: 12.6.2025 ; נקודת איסוף שלישית: 20.6.2025

איור 4: הצטברות משרות חדשות שנפתחו לפי שלוש נקודות איסוף

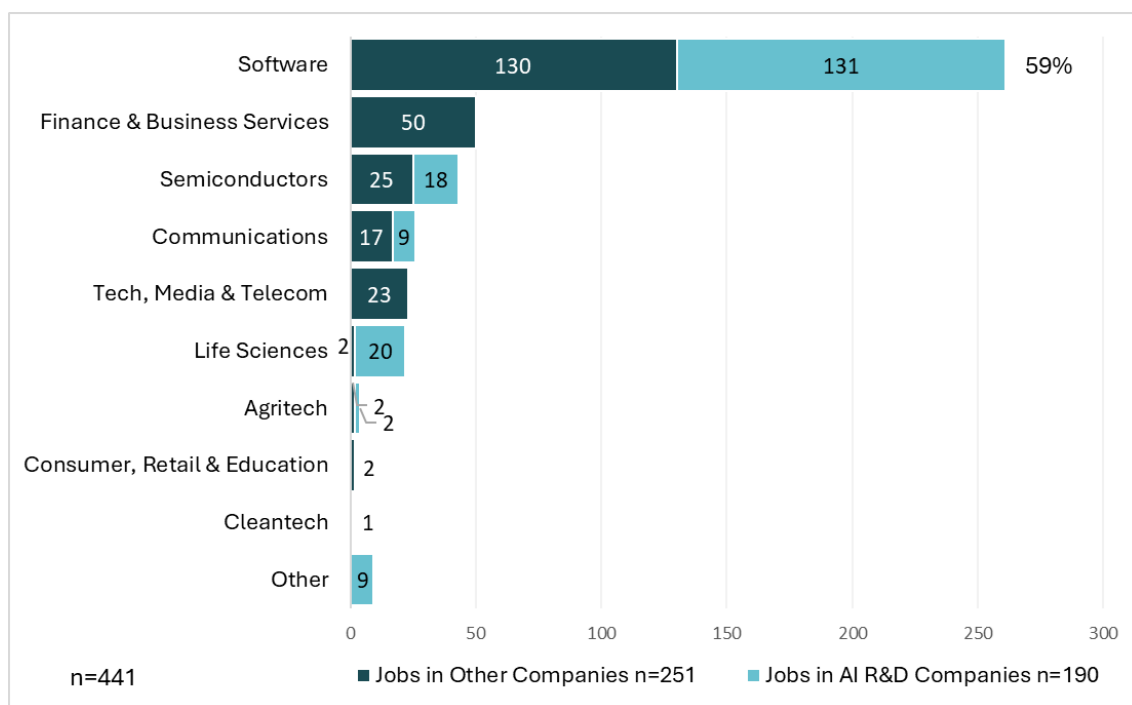


3.1.2 הסקטורים בהם מוצעים המשרות

מרבית המשרות שנאספו (59%, n=261) משתייכות לתחום התוכנה, ומתפלגות כמעט באופן שווה בין חברות AI לחברות אחרות. ממצא זה מעיד על כך שסקטור התוכנה הוא תחום מפתח מרכזי במגוון רחב של סוגי חברות.

בין הסקטורים יוצאי הדופן הוא סקטור מדעי החיים, בו כמעט כל המשרות מוצעות על ידי חברות AI. פער זה עשוי להעיד על שילוב מתקדם של טכנולוגיות בינה מלאכותית בתחומים ביולוגיים ורפואיים, ואף על מגמה של הקמת חברות ייעודיות הפועלות בסקטור זה. לעומת זאת, מרבית המשרות בשני הסקטורים שירותים עסקיים ופיננסיים, ותקשורת ומדיה, מוצעות על חברות שאינן AI. ייתכן שבסקטורים אלו השימוש בטכנולוגיות בינה מלאכותית מתבצע במסגרת פעילות פנימית של חברות קיימות, ללא צורך בהקמת חברות ייעודיות בתחום.

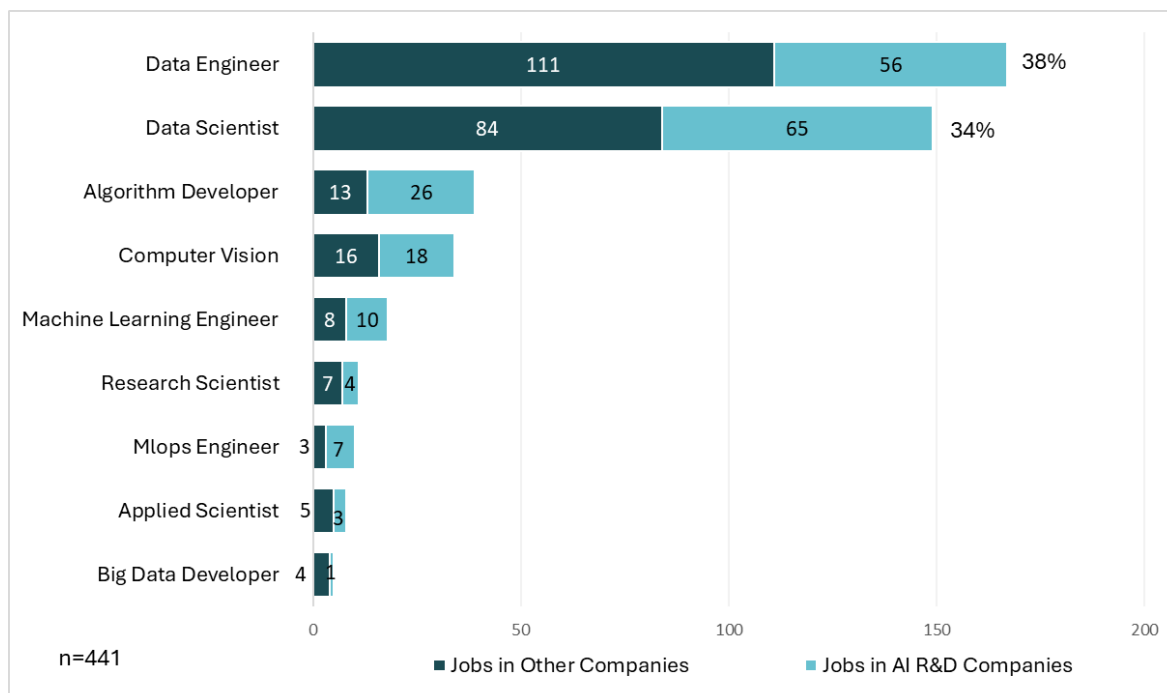
איור 5: תיאור המשרות לפי סוג החברה וסקטור הפעילות



3.1.3 תפקידים נדרשים

התפקידים הנפוצים ביותר בקרב המשרות שנאספו הם מהנדסי נתונים (38%) ומדעני נתונים (34%). תפקידים אלו מופיעים בשכיחות גבוהה יותר בחברות שאינן AI, מה שעשוי להעיד על ביקוש רחב ליכולות אלו בתעשייה כולה.

איור 6: סוגי התפקידים של המשרות המוצעות

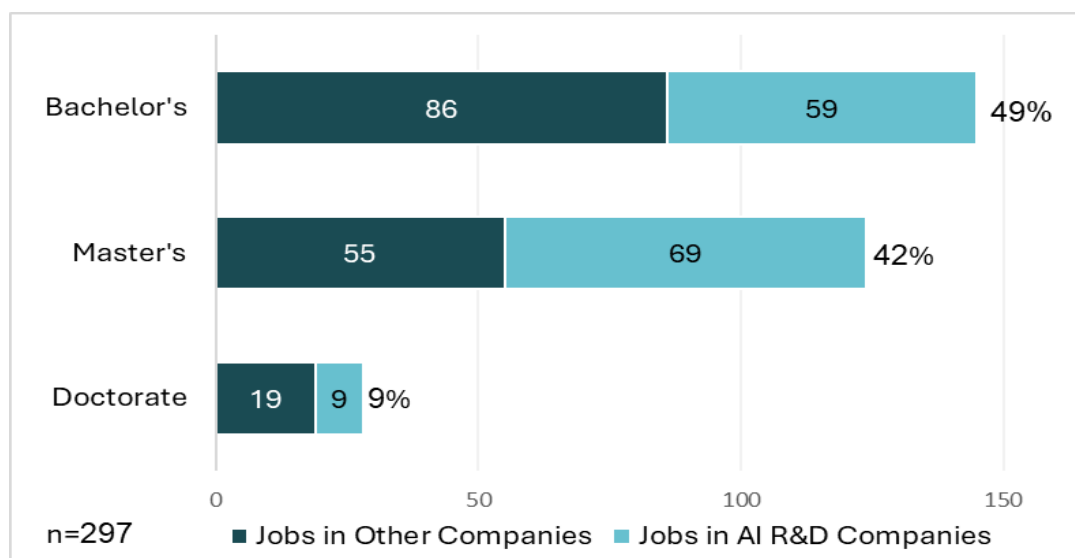


3.1.4 השכלה נדרשת

רמת השכלה

כשני שלישי (67%, n=297) מהמשרות ציינו את רמת ההשכלה הנדרשת לתפקיד. מתוכן, המשרות הדורשות תואר ראשון והמשרות הדורשות תארים מתקדמים (תואר שני ותואר שלישי), מתחלקות כמעט באופן שווה (49% ו- 51% בהתאמה). כמו כן, משרות הדורשות תואר ראשון נפוצות יותר בקרב חברות שאינן AI, כך גם בקרב משרות הדורשות תואר שלישי, בעוד שמשרות הדורשות תואר שני נפוצות יותר בקרב חברות AI.

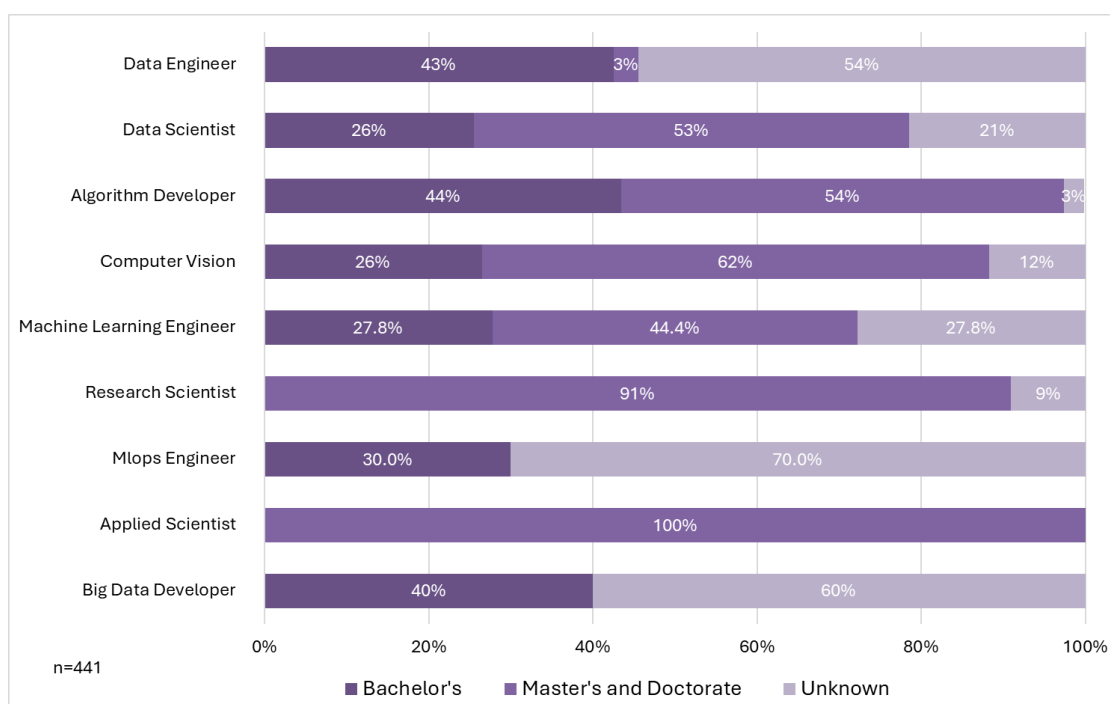
איור 7: רמת ההשכלה של המשרות המוצעות



* 144 משרות לא ציינו את רמת ההשכלה הנדרשת

כאשר בוחנים את הדרישות האקדמיות בתפקידי מו"פ AI, עולה כי בתפקידי Applied Scientist נדרשים מועמדים בעלי תארים מתקדמים בלבד. העדפה זו ניתן לראות גם בתפקידי Research Scientists, כך שברוב המשרות (91%) דורשים מועמדים בעלי תארים מתקדמים בלבד. באופן מעניין, ברוב המשרות בתפקידי MLOps engineer ו-Data developer, לא פורסם התואר הנדרש למשרות אלו. ייתכן כי סיבה זו נובעת מכך שבתפקידים אלו מושם דגש רב יותר על מיומנויות טכניות, ניסיון יישומי והיכרות עם מערכות ותשתיות, ופחות על השכלה אקדמית פורמלית או מכך שהניסיון הנרכש בנושאים אלו רלבנטיים יותר מרמת ההשכלה של המועמד:

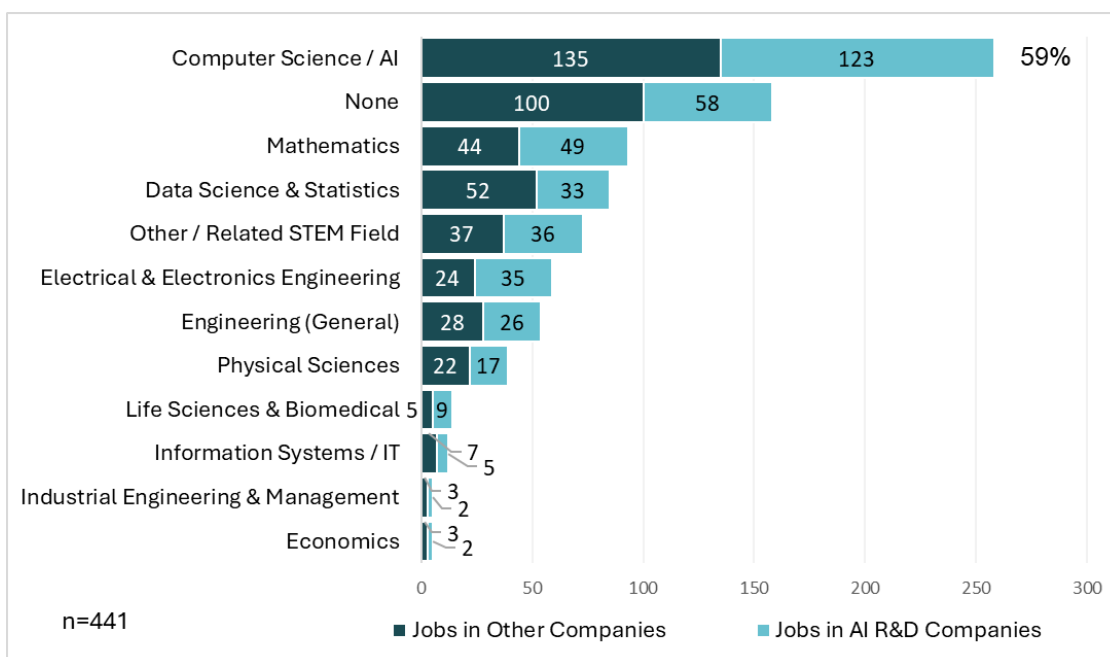
איור 8: סוגי התפקיד על פי רמת השכלה



תחום לימודים

תחום הלימוד המבוקש ביותר במשרות שנאספו הוא מדעי המחשב/בינה מלאכותית, ומופיע ברוב (כ-59%) המשרות, ללא הבדלים גדולים בין חברות AI וחברות שאינן AI. ממצא זה ממחיש את מרכזיות התחום בתעשיית ההייטק, ובמיוחד בקרב חברות בהן יש צורך בתפקידי מו"פ הקשורים לבינה מלאכותית. כשליש מכלל המשרות (36%) אינן כוללות דרישה מפורשת לתחום לימוד.

איור 9: תחומי הלימוד של המשרות המוצעות

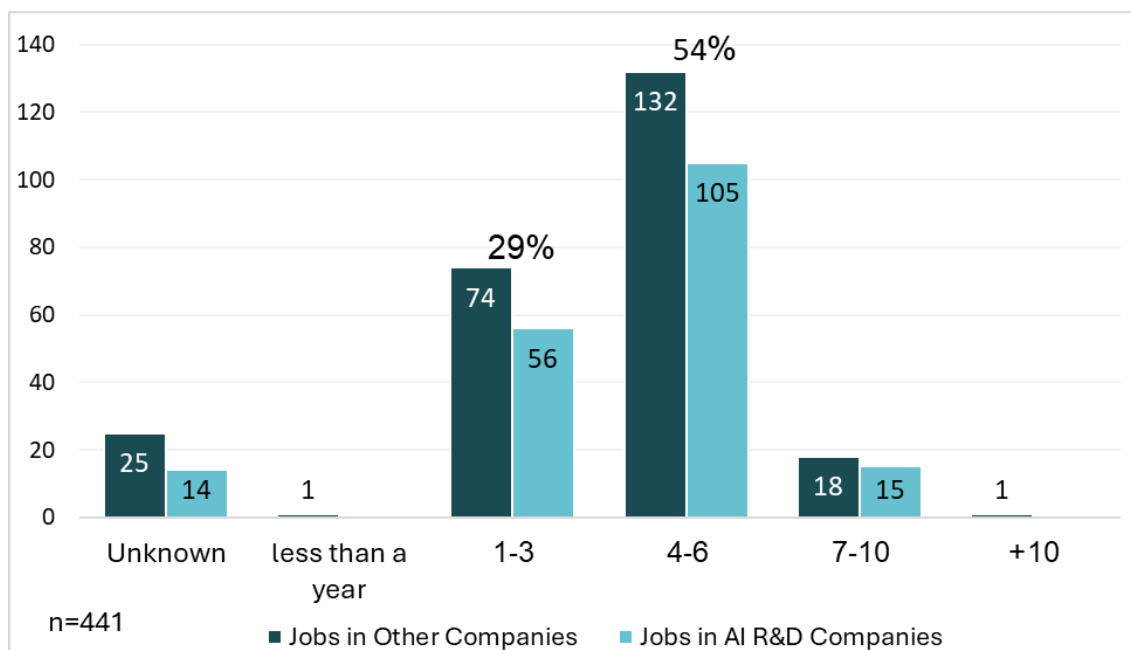


3.1.5 ניסיון נדרש

שנות ניסיון

מעל למחצית (54%) מהמשרות דורשות 4-6 שנות ניסיון בעבודה; מעל לרבע (29%) מהמשרות דורשות 1-3 שנות ניסיון בעבודה. כמו כן, רק משרה אחת דורשת עובדים ללא ניסיון או ניסיון מועט (פחות משנה). נתון זה עשוי להעיד על קושי בקליטת עובדי מו"פ AI בתחילת דרכם.

איור 10: ניסיון נדרש בשנים במשרות המוצעות

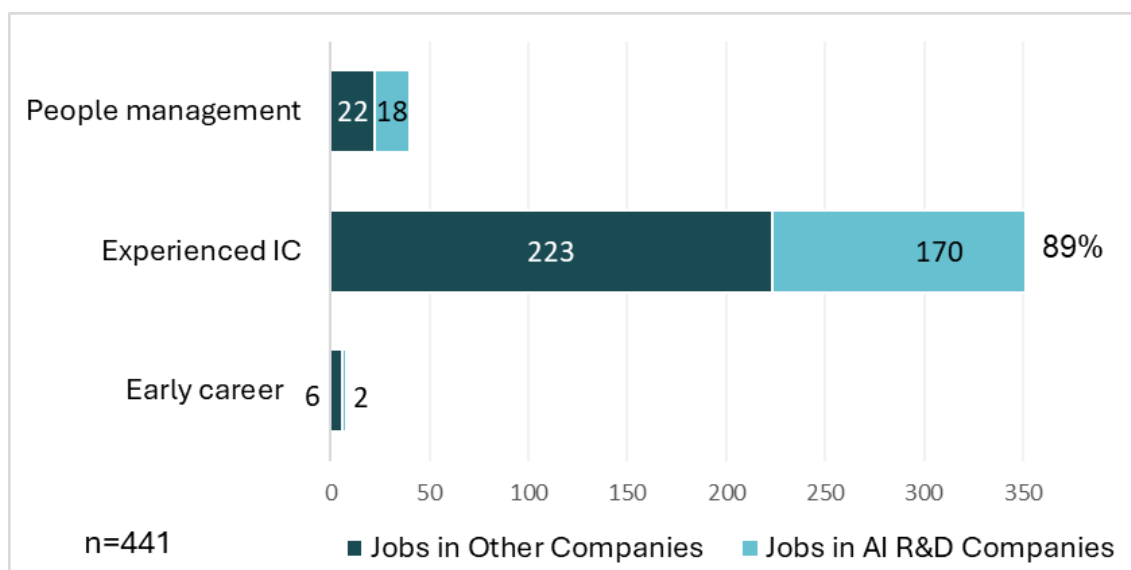


ותק מקצועי

כל משרה סווגה לאחת משלושת הקטגוריות הבאות מבחינת ותק מקצועי: ללא ניסיון או ניסיון מועט - תחילת הקריירה (early career); עובד מנוסה (experienced IC); ומשרת ניהול (people management).

רוב המשרות (89%), דרשו עובדים מנוסים (experienced IC), כלומר, מדובר בעובדים בעלי ניסיון מקצועי משמעותי, אך אינם בתפקיד ניהולי. הם מומחים או מובילים מקצועיים בתחומם. דרישה זו מתבטאת גם בשנות הניסיון הנדרשות (איור 10) במשרות השונות. בהתאמה לנאמר קודם, מעט מאוד תפקידים שהם בשלב התחלתי בקריירה (Early career) מוצעים למתעניינים.

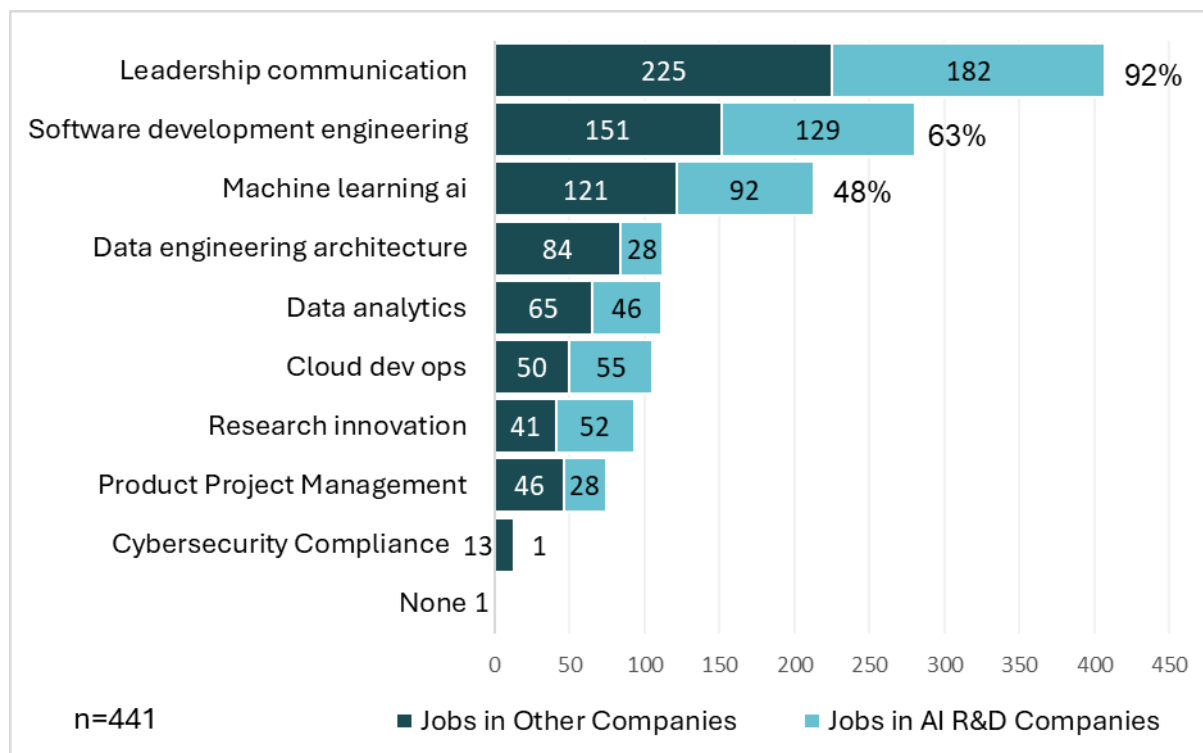
איור 11: ותק מקצועי של התפקיד במשרות המוצעות



3.1.6 תחומי אחריות

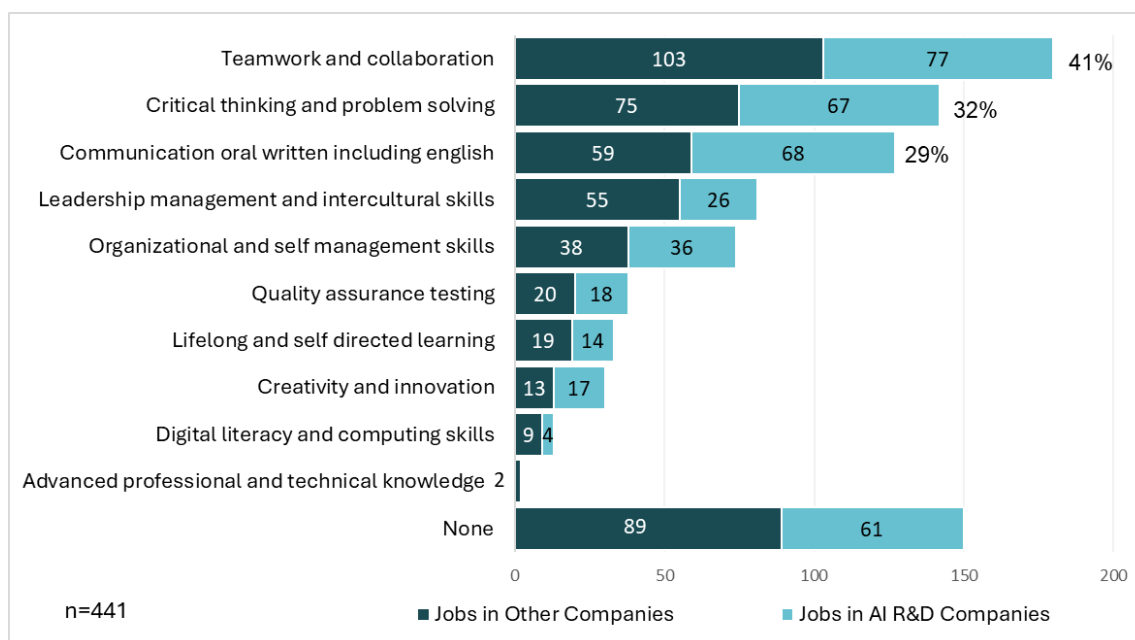
תחומי האחריות הנדרשים ביותר במשרות שנאספו כוללות תקשורת מנהיגותית (92%), הנדסת פיתוח תוכנה (63%), ולמידת מכונה של AI (48%).

איור 12: תחומי אחריות במשרות המוצעות



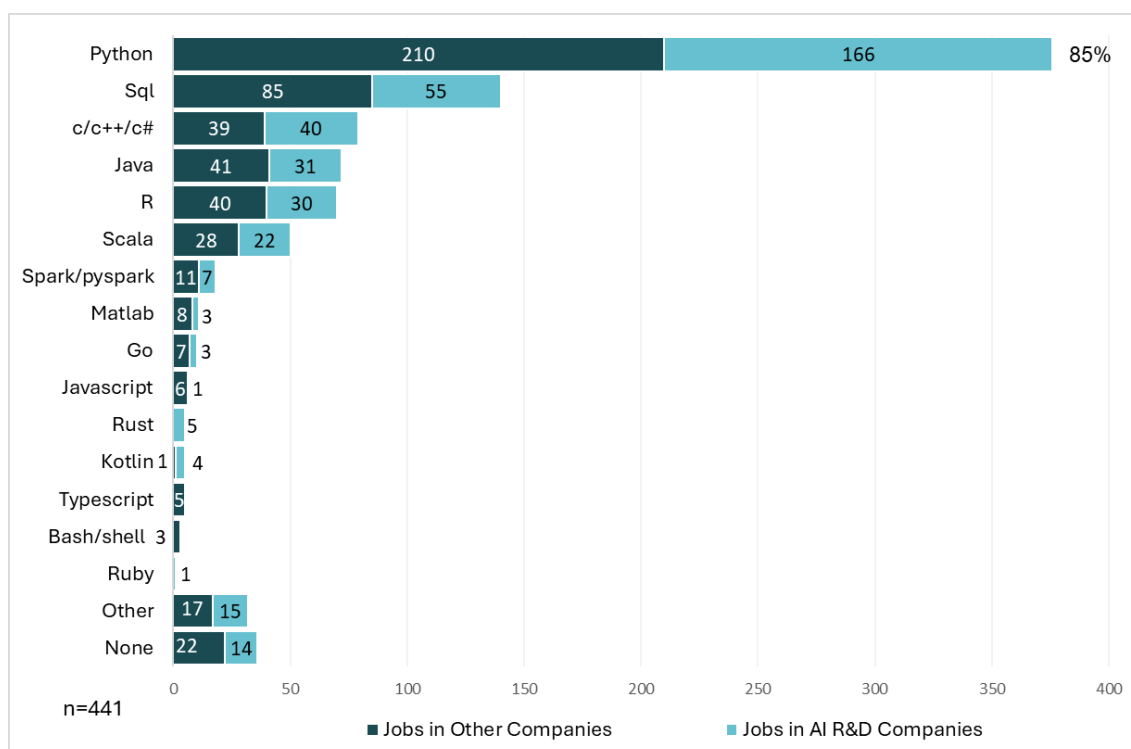
המיומנויות הנדרשות ביותר במשרות שנאספו כוללות עבודה בצוות ושיתוף פעולה (41%), חשיבה ביקורתית ופתרון בעיות (32%), ותקשורת בעל־פה ובכתב, כולל באנגלית (29%).

איור 13: מיומנויות במשרות המוצעות



שפת התכנות המבוקשת על ידי 85% מן החברות היא Python. שולטת בדרישות השוק (85% מהמשרות שנאספו), כפי הנראה בשל הפשטות התחברית שלה, קהילת המשתמשים הרחבה, והאקוסיסטם הענף של ספריות ייעודיות ללמידת מכונה, עיבוד שפה טבעית, ניתוח נתונים ולמידה עמוקה, כך שהופכות את השפה לשפת ברירת המחדל בפרויקטים יישומיים של AI.

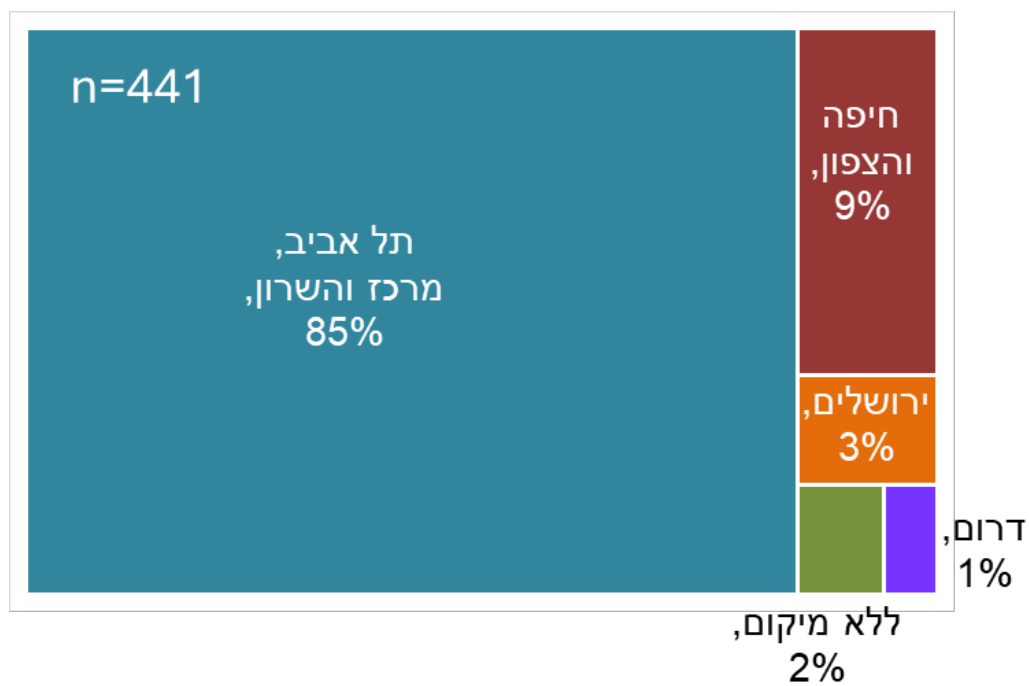
איור 14: שפות תכנות נדרשות במשרות המוצעות



3.1.7 ריכוז המשרות לפי אזורים

מרבית המשרות (85%) מרוכזות באזור תל אביב, המרכז והשרון. לעומת זאת, רק כ-10% מהמשרות מוצעות באזורים פריפריאליים, הכוללים את חיפה, הצפון והדרום.

איור 15: מיקום המשרות

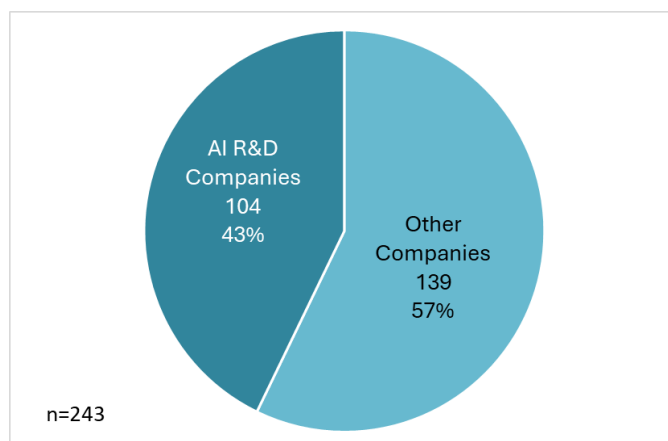


3.2 תיאור החברות

מספר החברות

באופן כללי, מספר החברות העוסקות במו"פ AI בישראל מוערך ב-2,156 חברות⁴. במחקר זה נאספו משרות אשר פורסמו על ידי 243 חברות, פחות ממחציתן (43%) הן חברות AI⁵.

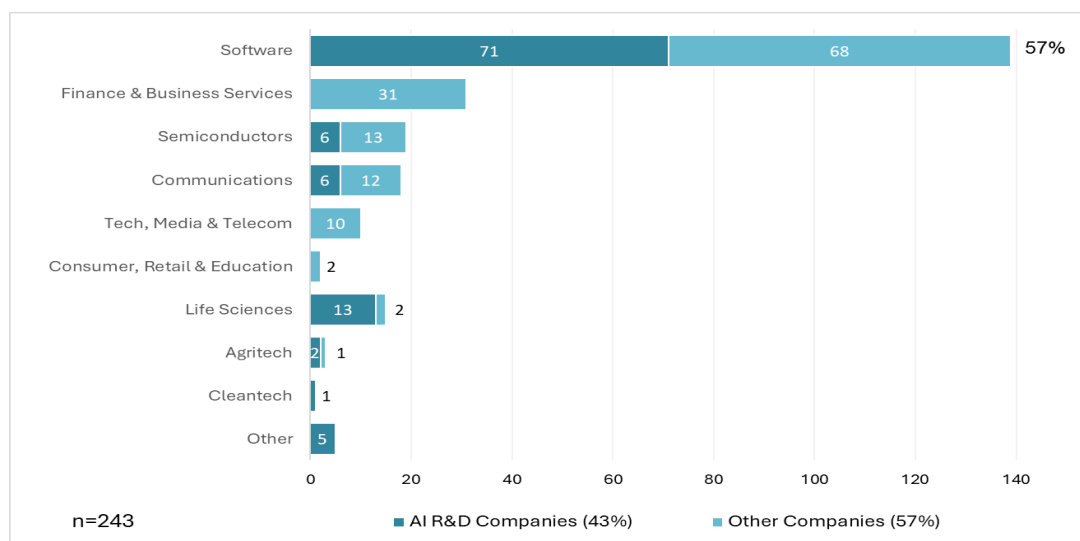
איור 16: מספר החברות להן נאספו משרות



סקטור הפעילות של החברות

מעל למחצית מכלל החברות (57%) פועלות בסקטור התוכנה, ללא הבדלים משמעותיים בין החברות העוסקות במו"פ AI לבין חברות שלא עוסקות במו"פ AI.

איור 17: מספר החברות על פי סקטור



⁴ בסיס הנתונים נדלה במרץ 2023 ממאגר IVC. המספר מתייחס לחברות המתויגות במאגר ה-IVC בלפחות אחת מתגיות הטכנולוגיה הרלוונטיות לעיסוק במחקר ופיתוח בתחומי הליבה של הבינה המלאכותית: Generative, Computer Vision, Machine Learning, Big Data, Autonomous, NLP, Image Processing, Chatbots, Data Analytics, Autonomous Tech, Deep Learning, Machine Vision, AI Vehicles

⁵ על פי רשימת החברות בבסיס הנתונים נדלה במרץ 2023 ממאגר IVC.

4. מגבלות המחקר

למרות יתרונותיו של המחקר, המתבסס על כלים אוטומטיים לאיסוף וניתוח נתונים, קיימות מספר מגבלות מתודולוגיות שיש להביא בחשבון בעת פרשנות הממצאים:

- **הגדרת תפקידים הקשורים למו"פ AI:** סיווג המשרות כתפקידי מו"פ AI התבסס על שמות התפקידים כפי שמתואר בנספח ב'. למרות שהסיווג להגדרת תפקידים נעשה על סמך שמות של תפקידים מתוך לינקדאין, שמות אלו יכולים להשתנות בין חברות ולכן גם לאפשרות של החמצה של משרות רלוונטיות.
- **מקור המידע:** המחקר מוגבל למשרות הזמינות לפלטפורמת LinkedIn בלבד. אוכלוסיית המשרות לתפקידי מו"פ המפורסמות ב-Liנקדאין מהווה מסגרת חלקית בלבד של אוכלוסיית משרות מו"פ טכנולוגי העוסקות ב-AI והקיימות בשוק התעסוקה בישראל. יתכן כי משרות מו"פ נוספות מתפרסמות בערוצים אחרים (אתרי חברות, לוחות דרושים, רשתות חברתיות, פה לאוזן ועוד).
- **מגבלת זמן:** איסוף הנתונים בוצע בפרק זמן קצר של שבועיים, ולכן יכולת ההכללה של הממצאים מוגבלת והם אינם מייצגים בהכרח מגמות ארוכות טווח.
- **שימוש בכלי האוטומציה ובינה מלאכותית:** המחקר עשה שימוש בכלים אוטומטיים ובכלי בינה מלאכותית לשליפת המידע ולעיבוד הטקסט. כלים אלו עשויים לכלול שגיאות בזיהוי, פרשנות לקויה של הקשר, או סיווג שגוי של מידע, בייחוד כאשר מדובר בטקסט חופשי או לא מובנה.
- **אימות מלא של הנתונים:** בשל אופי המחקר (שימוש בכלים אוטומטיים ובינה מלאכותית) וגודל בסיס הנתונים, בצע אימות ידני חלקי בלבד למספר משרות שנבחרו באופן אקראי. ייתכן שחלק מהנתונים כוללים אי דיוקים שלא זוהו במהלך העיבוד.

5. ביבליוגרפיה

- מרכז טאוב ומכון מוזאיק (2025). בינה מלאכותית וכוח העבודה בישראל: מגמות והשפעות עתידית. <https://govextra.gov.il/media/5mhbtm0t/ai-and-labor-force-heb-2025-4.pdf>
- מבקר המדינה. (2024). היערכות לאומית בתחום הבינה המלאכותית: דוח ביקורת מיוחד 107/2024. משרד מבקר המדינה. <https://library.mevaker.gov.il/sites/DigitalLibrary/Documents/2024/2024.11-Cyber/2024.11-Cyber-107-AI.pdf>
- משרד הכלכלה והתעשייה. (2025a). דוח שוק העבודה בעידן הבינה המלאכותית. משרד הכלכלה והתעשייה. <https://govextra.gov.il/media/ygofom0b/pdfהמלאכותית.pdf>
- משרד הכלכלה והתעשייה. (2025b). חשיפה לבינה מלאכותית מחוללת מודל שפה של דורשי עבודה לפי אזורי פריפריה. משרד הכלכלה והתעשייה. <https://govextra.gov.il/media/lkuh4tbt/pdfחשיפה-לבינה-מלאכותית-מחוללת-מודל-שפה-של-דורשי-עבודה-לפי-אזורי-פריפריה-200725.pdf>
- רשות החדשנות. (2024). דוח שנתי: מצב ההייטק 2024. רשות החדשנות. <https://innovationisrael.org.il/wp-content/uploads/2024/06/pdf2024-דוח-שנתי-מצב-ההייטק-2024.pdf>
- רשות החדשנות. (2025a). הודעה סופית למוסדות בנושא הקצאת משאבים לפיתוח הון אנושי בתחום הבינה המלאכותית. רשות החדשנות. <https://govextra.gov.il/media/lyqljtop/הודעה-סופית-למוסדות.pdf>
- רשות החדשנות. (2025b). דוח התעסוקה בהייטק 2025. רשות החדשנות. <https://innovationisrael.org.il/wp-content/uploads/2025/04/pdf2025-דוח-התעסוקה-בהייטק-2025.pdf>
- European Commission. (2023). *Artificial Intelligence Act: Proposal for a Regulation*. <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/european-approach-artificial-intelligence>
- OECD. (2024a). *OECD Digital Economy Outlook 2024 (Volume 1): Trends and Outlooks*. OECD Publishing. https://www.oecd.org/en/publications/2024/05/oecd-digital-economy-outlook-2024-volume-1_d30a04c9.html
- OECD. (2024b). *OECD Digital Economy Outlook 2024 (Volume 2): Navigating the Digital Transition*. OECD Publishing. https://www.oecd.org/en/publications/2024/11/oecd-digital-economy-outlook-2024-volume-2_9b2801fc.html
- OECD. (2025). *OECD Economic Surveys: Israel 2025*. OECD Publishing. https://www.oecd.org/en/publications/oecd-economic-surveys-israel-2025_d6dd02bc-en.html
- Stanford Institute - HAI. (2025). *The 2025 AI Index Report*. <https://aiindex.stanford.edu/report/>
- World Economic Forum. (2023). *The Future of Jobs Report 2023*. World Economic Forum. <https://www.weforum.org/publications/the-future-of-jobs-report-2023/>

6. נספח א' - שליפת נתונים

תהליך שליפת הנתונים מה- PhantomBuster התבצע בשלושה שלבים באמצעות שלושה כלים:

טבלה 1: שלבי עבודה בכלי PhantomBuster

שלב	כלי	מטרה	קלט	פלט
I	LinkedIn Search Export	חיפוש משרות בלינקאדין לפי שם תפקיד	URL של חיפוש משרות ב- LinkedIn על פי שמות התפקיד	פלט פנימי בתוך המערכת (תהליך אוטומטי נסתר)
II	LinkedIn Job Scraper	איסוף מידע מפורט על המשרות הפנויות שנמצאו בשלב I	מתוך שלב I תהליך אוטומטי נסתר במערכת	הפקת רשימת המשרות הפנויות ומידע על משרות אלו
III	LinkedIn Company Scraper	חילוץ מידע מתוך דפי חברות ב- LinkedIn	שם החברה (קלט פנימי המגיע משלב II)	הפקת מידע על החברות

6.1 LinkedIn Search Export

- רושמים את ה-url של הלינקדאין ב- PhantomBuster בהתאם לשמות התפקידים (לפי הקטיגוריות בנספח ב'):

<https://www.linkedin.com/jobs/search/?keywords=%22ai%20security%20engineer%22%20OR%20%22machine%20learning%20engineer%22%20OR%20%22data%20engineer%22%20OR%20%22data%20scientist%22%20OR%20%22ml%20engineer%22%20OR%20%22algorithm%20developer%22%20OR%20%22computer%20vision%22%20OR%20%22applied%20scientist%22%20OR%20%22research%20scientist%22%20OR%20%22backend%20ml%20platform%22%20OR%20%22big%20data%20developer%22%20OR%20%22director%20ai%20research%22&location=Israel>

■ השדות המבוקשים על המשרה (fields to keep):

jobUrl, jobId, jobTitle, companyUrl, companyId, logoUrl, companyName, location, isPromoted, isEasyApply, postedAt, isReposted, query, category, timestamp, isRemote, workplaceType, insights, applicantCount

LinkedIn Job Scraper 6.2

תוצר החיפוש של ה- LinkedIn Search Export שימש כקלט עבור כלי זה.

התהליך המלא של שליפת המשרות שכולל את שני השלבים, LinkedIn Search Export ו- LinkedIn Job Scraper. התהליך המקשר בין שני שלבים אלו הוא תהליך "שקוף" מבחינת המשתמש, כך שה- LinkedIn Job Scraper לוקח באופן אוטומטי ישירות את השדות אותם הוא צריך לשליפה מה- LinkedIn Search Export.

רשימת השדות שה- LinkedIn Job Scraper התבקש לשמור לפלט (Fields to keep):

companyName, jobTitle, jobLocation, postedAt, appliesClosedAt, jobDescription, jobId, workplaceType, applicantsCount, companyStaffCount, jobIndustries, jobFunctions, jobType, timestamp, experienceLevel

LinkedIn Job Scraper

Save & close

Connect to LinkedIn

Jobs to scrape

Behavior

Launch settings

Advanced settings

Setup demo video

How to use PhantomBuster

More information about this Phantom

Tell the Phantom which LinkedIn job posts you would like it to scrape.

Your job post URLs

A URL My Phantoms

LinkedIn Search Export (LinkedIn Search Export) - results_from_Search_Export.csv

Spreadsheet Settings

Name of column containing job URLs

jobUrl

By default, we'll use the first column of your spreadsheet (column A)

Back Save

LinkedIn Company Scraper 6.3

בשלב האחרון נשלפו נתוני החברות של המשרות שהתקבלו בשלב הקודם.
רשימת השדות מ-LinkedIn Job Scraper ששימשו לשליפת נתוני החברות:

There's a limit to how much you can automate on LinkedIn. We recommend you process a maximum of 80 companies per day, or 150 companies if you have a Sales Navigator account. If you bypass this by too much, you will have to update your session cookie more often. You should always spread your actions across several launches spaced throughout the day, during office hours where possible.

Number of companies to scrape per launch

10

We recommend scraping a maximum of 10 companies per launch in order to keep your account safe. If left empty, the Phantom will attempt to process as many companies as possible.

Delay between loading each company page (in seconds)

4

If left empty, 2 seconds.

☐ Save each company logo as a JPEG

Note that you won't be able to download more than 1000 files as a ZIP file.

☐ Extract related company pages

Extract the URLs of the 10 related companies under "Pages people also viewed."

☐ Only scrape the "About" page of each company

Results file settings

Name your results file

LinkedIn Company Scraper_output

Take note: If you rename your results file at any point between launches, the Phantom will create a new results file and process your inputs from the start again.

Fields to keep

name, description, tagLine, followerCount, website, domain, location, companyAddress, industryCode, phone, verifiedPage, industry, companySize, h

This will create a second CSV file with only the fields you want to keep. Enter these fields separated by a comma (e.g.: companyUrl, name, description).

Back Save

7. נספח ב' – הגדרת משתנים

באופן כללי, שדות המידע שהתקבלו עובדו למשתני מחקר באמצעות התהליך הבא:

איור 18: תהליך עיבוד משתני המחקר



7.1 משתנה סוג התפקיד

תפקידי מו"פ AI במחקר זה גובשו למשתנה סוג התפקיד (Job Type) במספר שלבים:

- i. התבססות על ההגדרות לתפקידי מו"פ AI במחקר קודם (**מחקר "סקר"**⁶) ורשימה של שמות של תפקידי מו"פ AI שנאספה ידנית בלינקדאין במחקר ה"סקר" (פירוט בנספח ג').
- ii. **קיבוץ לקטיגוריות** של רשימת התפקידים ממחקר ה"סקר". הרשימה קובצה ל- 12 קטיגוריות של תפקידים באמצעות ChatGPT/4o prompt:

איור 19: ה-prompt שהועבר ל-ChatGPT להגדרת קבוצות תפקידי מו"פ AI

תהיה מומחה לתפקידי מו"פ בבינה מלאכותית בישראל וענה כמומחה.
להלן רשימה של תפקידי מו"פ הקשורים לפיתוח AI.
המטרה: למצוא את כל המשרות המוצעות בלינקדאין היום, שהגדרת התפקיד שלהן מופיעה ברשימה.
על מנת לייעל את התהליך, נדרש לקצר את רשימת התפקידים, על פי מושגי מפתח או מילות מפתח או בדרך אחרת המתאימה ביותר, כך שמהרשימה הקצרה יתקבלו כל המשרות המוצעות כפי שהיו מתקבלות מתוך הרשימה המקורית.
אני רוצה לעשות זאת באמצעות כתיבת קוד ב R.
תפרט את כל השלבים על מנת לבצע זאת באופן הטוב ביותר. תציג את הרשימה המקוצרת שבחרת.

Principal Software Engineer - AI Security
AI Engineering Team Lead
Data Engineer
Data and Software Engineering Team Leader
Artificial Intelligence Engineer
Data Science Team Leader

⁶ אושרת כץ שחם, ד"ר נעמה וולף (2025). ביקוש הון אנושי בתחומי הליבה של בינה מלאכותית בחברות טכנולוגיה העוסקות במחקר בתחום בישראל. מוסד שמואל נאמן (טרם פורסם).

להלן 12 קטגוריות התפקידים שהתקבלו (פלט ChatGPT):

AI Security Engineer ,Machine Learning Engineer ,Data Engineer ,Data Scientist ,
MLOps Engineer ,Algorithm Developer ,Computer Vision, Applied Scientist ,Research
Scientist ,Backend ML Platform ,Big Data Developer ,director ai research

III. **איסוף משרות מלינקדאין:** הקטגוריות לעיל שימשו לחיפוש משרות אותם ביקשנו לשלוח באמצעות
LinkedIn url (פירוט בנספח א'):

<https://www.linkedin.com/jobs/search/?keywords=%22ai%20security%20engineer%22%20OR%20%22machine%20learning%20engineer%22%20OR%20%22data%20engineer%22%20OR%20%22data%20scientist%22%20OR%20%22mlops%20engineer%22%20OR%20%22algorithm%20developer%22%20OR%20%22computer%20vision%22%20OR%20%22applied%20scientist%22%20OR%20%22research%20scientist%22%20OR%20%22backend%20ml%20platform%22%20OR%20%22big%20data%20developer%22%20OR%20%22director%20ai%20research%22&location=Israel>

IV. **בניית "מילון משרות" -** רשימת המשרות שהתקבלה מ- LinkedIn שויכה לאחת מ- 12 הקבוצות לעיל
באמצעות prompt ב- ChatGPT web/o3:

איור 20: ה- prompt שהועבר ל- ChatGPT לקיבוץ המשרות שהתקבלו מלינקדאין על פי 12 הקטגוריות שהוגדרו

In the next task, answer as an expert in high-tech jobs and STEM professions.

Attached file: job title.xlsx,

Column A named "job title" contains jobs title needed in high-tech and STEM professions.

Categorize the following roles of workers in high-tech and STEM professions into 12 main groups: ai security engineer,
machine learning engineer,
data engineer,
data scientist,
mlops engineer,
algorithm developer,
computer vision,
applied scientist,
research scientist,
backend ml platform,
big data developer,
director ai research

Calculate the confidence level for the category classification for each value.

Return the excel file  in the "job_group" field which represents the categories described above.

פלט ה- ChatGPT כתוצאה מה- prompt לעיל כלל את הקטגוריות (job_group) המתאימות לרשימת
התפקידים שהתקבלה מלינקדאין (job_title), ואת רמות הביטחון שחשבו (confidence). רמת הביטחון
נעה בין 0.5-0.95, כאשר 99% מהשיוכים נעו ברמת ביטחון בין 0.8-0.95:

איור 21: פלט ChatGPT: קטיגוריות ורמת ביטחון

B	C	D
job_title	job_group	confidence
Lead/ Staff Data Scientist (Bangkok based, relocation provided)	data scientist	0.95
Senior Data Engineer / Solution Specialist	data engineer	0.95
Lead DS (Data Scientist) Bangkok based, Relocation provided	data scientist	0.95
Senior Researcher - Computer Vision	computer vision	0.9
Machine Learning Engineer	machine learning engineer	0.95
Senior Researcher - Computer Vision	computer vision	0.9
2025 Applied Scientist Internship, Amazon University Talent Acquis	applied scientist	0.95
Senior Data Engineer	data engineer	0.95
Expert AI/ML Algorithm Developer - Speech/Audio	algorithm developer	0.8

V. בניית משתנה סוג התפקיד מתוך מילון המשרות באמצעות R+ChatGPT API :

איור 22: בניית משתנה סוג התפקיד

```
keywords <- c("ai security engineer",
              "machine learning engineer",
              "data engineer",
              "data scientist",
              "mlops engineer",
              "algorithm developer",
              "computer vision",
              "applied scientist",
              "research scientist",
              "backend ml platform",
              "big data developer",
              "director ai research")
```

7.2 משתנים המתארים את המשרה

באופן כללי, משתני המשרה עובדו בשני שלבים:

- א. בניית משתני ביניים: המשתנים המתארים את המשרות נוצרו מתוך המידע בקובץ המשרות, ועל פי כותרת המשרה (job title) ותיאור המשרה (job description) (ChatGPT API+R):

איור 23: בניית משתני ביניים

```

- build_prompt <- function(title, description) {
  prompt <- paste(
    "You are an HR data assistant.",
    "Analyze the following job posting and extract the following eight fields.",
    "",
    "Use this exact format with one field per line:",
    "minimum_qualifications: ...",      # חדש
    "preferred_qualifications: ...",    # חדש
    "degree_level: ...",
    "degree_field: ...",
    "experience_years: ...",
    "programming_languages: ...",
    "research_area: ...",
    "key_responsibilities: ...",
    "",
    "Use only one of the following for 'degree_level': Bachelor's, Master's, Doctorate, None, or Unknown.",
    "If the degree is unclear, set degree_level to Unknown and degree_field to NA.",
    "For minimum_qualifications, include only qualifications that are clearly required or mandatory.",
    "For preferred_qualifications, include qualifications that are desirable, optional, or considered a plus.",
    "For key_responsibilities, provide up to 5 keywords (comma-separated) that best summarize the main responsibilities.",
    "Return only the eight lines above. Do not include explanations, formatting, or notes.",
    "",
    "Job title:", title,
    "\nJob description:", description,
    sep = "\n"
  )
}

```

- א. בניית משתנים סופיים:

משתנה מיקום המשרה (job location) - ערכי המשתנה: צפון, חיפה, השרון, תל אביב והמרכז, ירושלים, דרום, לא ידוע. הערכים עובדו מתוך שדה מיקום משרה (jobLocation) רחב שכלל שמות של ערים בישראל (ChatGPT API + R):

איור 24: בניית המשתנה הסופי המתאר את המיקום של המשרה בישראל

```

dat8 <- dat8 %>%
  mutate(location_group = case_when(
    str_detect(job_location, "Jerusalem") ~ "Jerusalem",
    str_detect(job_location, "Haifa") & !str_detect(job_location, "Kiryat Bialik|Caesarea") ~ "Haifa",
    str_detect(job_location, "South District|Ashdod|Ashkelon|Beersheba|Eilat") ~ "South",
    str_detect(job_location, "North District|Karmiel|Migdal HaEmeq|Migdal HaEmek|
      Yokneam|Kinneret|Ramat Yishai|Sarid|Dan|Kiryat Bialik|Caesarea") ~ "North",
    str_detect(job_location, "Herzliya|Netanya|Hod HaSharon|Raanana|Kfar Saba") ~ "Sharon",
    str_detect(job_location, "Tel Aviv|Ramat Gan|Bnei Brak|Holon|Givatayim|Or Yehuda|
      Petah Tikva|Ness Ziona|Rehovot|Lod|Modiin|Yavne|Center District") ~ "Tel Aviv and Central",
    TRUE ~ "Other"
  ))

```

משתנה ותק מקצועי (seniority) - ערכי המשתנה: תחילת הקריירה (early career), עובד מנוסה (experienced IC), ניהול עובדים (people management).

איור 25: בניית המשתנה הסופי המתאר את הותק המקצועי הנדרש למשרה

```
build_seniority_prompt <- function(title, description) {
  paste(
    "You are an HR analytics assistant.",
    "Classify the job below into EXACTLY one of these case-sensitive labels:",
    "- people_management",
    "- experienced_IC",
    "- early_career",
    "",
    "Estimate your confidence as a probability between 0 and 1.",
    "If confidence < 0.8, set the label to 'unknown'.",
    "",
    "Return ONE line of valid JSON with two keys: 'label' and 'confidence'.",
    "Example: {\"label\": \"experienced_IC\", \"confidence\": 0.91}\",
    ""
  )
}
```

משתנה שנות ניסיון - ערכי המשתנה: לא ידוע, פחות משנה, 1-3 שנים, 4-6 שנים, 7-10 שנים, מעל 10 שנים.

איור 26: בניית המשתנה הסופי המתאר את שנות הניסיון הנדרשים למשרה

```
experience_years_group = case_when(
  is.na(min_experience) ~ "Unknown",
  min_experience < 1 ~ "less than a year",
  min_experience <= 3 ~ "1-3",
  min_experience <= 6 ~ "4-6",
  min_experience <= 10 ~ "7-10",
  min_experience > 10 ~ "10+"
),
```

משתנה רמת ההשכלה (degree) - ערכי המשתנה: תואר ראשון, תואר שני, תואר שלישי, לא ידוע (איור 23).

המשתנים הבאים עובדו בשלושה שלבים:

- בניית משתני ביניים מתוך שדות כותרת המשרה ותיאור המשרה (ChatGPT API + R).
 - בניית מילון קטגוריות המקבץ את המושגים והמילים לקבוצות-על (ChatGPT web).
 - בניית המשתנה הסופי מתוך התאמה של ערכי משתנה הביניים והקטגוריזציה של שדות המידע על פי המילון (ChatGPT API + R).
- משתנה תחום הלימודים (Degree Field)** - ערכי המשתנה מתארים תחומי מחקר נדרשים למשרה (למשל, מדעי המחשב, הנדסה, מדעי החיים וכו') (איור 23).
- משתנה שפות תכנות (Programming Languages)** - ערכי המשתנה מתארים ידע בשפות תכנות נדרשות למשרה (למשל, python, sql, C, java וכו') (איור 23).

משתנה תחומי אחריות (Key responsibilities) - ערכי המשתנה מתארים את תחומי האחריות הנרשמים למשרה (למשל, research innovation, data analytics, leadership communication, and innovation) (איור 23).

משתנה מיומנויות (Skills) - ערכי המשתנה מתארים את המיומנויות הנדרשות למשרה (למשל, teamwork and collaboration, creativity and innovation) (איור 27).

איור 27: בניית המשתנה הסופי המתאר את המיומנויות הנדרשות למשרה

```
TASK
=====
Extract from the following job description the list of up to three most important required additional skills - meaning soft skills, interpersonal skills, or other relevant skills that are NOT programming languages, coding skills, or academic degrees. Provide the list only. Do not include coding languages or academic degrees. If no additional skills are mentioned, write \"None\".

Job description:
\"{job_description}\"

OUTPUT FORMAT
=====
Return only a JSON object:
{{\"value\": [up to three skills as strings], \"confidence\": <number between 0-1>}}
```

7.3 משתנים המתארים את החברה

הנתונים נשלפו ועובדו מתוך קובץ המאגר את פרטי החברה שהתקבל באמצעות השילוב של LinkedIn Job Scraper ו-LinkedIn company Scraper.

סוג החברה - ערכי המשתנה: חברה העוסקת במו"פ AI, חברה שלא עוסקת במו"פ AI.

סוג החברה נקבע על פי בסיס נתונים קיים של חברות מו"פ AI. כל חברה שלא היתה רשומה בבסיס נתונים זה סווג כחברה שלא עוסקת במו"פ AI (ChatGPT API + R).

סקטור הפעילות של החברה (sector) - בנייתה המשתנה נעשתה במספר שלבים:

i. קבלת שדה industry מקובץ החברות (לינקדאין).

ii. עיבוד שדה "Industry" על פי רשימת הסקטורים בבסיס הנתונים מ-IVC:

Agritech, Cleantech, Software, Life Sciences, Communications, Semiconductors, Miscellaneous Technologies.

העיבוד נעשה באמצעות יצירת טקסונומיה של שדה "Industry" לפי הסקטורים לעיל (ChatGPT web/o3):

איור 28: ה-prompt שהועבר ל-ChatGPT לבניית מילון סקטור

מצורפים שני קבצים:
קובץ 1 סקטור לפי IVC המכיל את השדות: sector, Sub-Sector, tags
קובץ 2 industry for chatGpt המכיל את השדות: industry, n, sector, confidence
המטרה: השלם את קובץ 2 פי ההנחיות הבאות:
1. הגדר טקסונומיה של שבעה סקטורים הלקוחה משדה sector בקובץ 1: AgriTech, Cleantech, Software, Life Sciences, Communications, Semiconductors, Miscellaneous Technologies
סקטור - Miscellaneous Technologies כל תחום/טכנולוגיה /industry/ שלא מסווג לאחד מששת הסקטורים האחרים
2. אל תשתמש בהתאמה של fuzzy אלא עשה התאמה מילונית מהקבצים וגם השלמת מידע מחוץ לקבצים, לפי ההנחיות הבאות:
• לכל ערך Industry בקובץ השני הקצה את ה sector המתאים ביותר על פי התאמה לקובץ 1 ובעזרת המידע המשולב של כל שלושת העמודות: sector, Sub-Sector, tags
• תקצה את ה sector- המתאים ביותר כל שרמת הביטחון (confidence) להקצאה תהיה הגבוהה ביותר האפשרית (שווה או גדול מ 0.8 רמת ביטחון) באמצעות אלגוריתם חכם.
3. ציין את הציון של רמת הביטחון, את תהליך ומתודולוגיה חישוב החישוב לבחינת רמת הביטחון, ופרט את הקוד בו השתמשת.

סקטור Miscellaneous Technologies קיבל תת שיוך נוסף (ChatGPT API + R):

איור 29: ה-prompt שהועבר ל-ChatGPT לשיוך Miscellaneous Technologies לתתי סקטורים

אם אתה רוצה 3 קטגוריות בלבד, צריך לאחד תחומים רחבים יותר, כך:	
category	כולל בתוכו
Finance & Business Services	כל מה שקשור לפיננסים, בנקאות, השקעות, ייעוץ עסקי, מיקור חוץ, HR
Tech, Media & Telecom	טכנולוגיה, מדיה, אינטרנט, טלקום, פרסום, תרגום, גיימינג, ביטחון
Consumer, Retail & Education	ריטייל, חינוך, מגזר שלישי, חסודות
הסבר:	
• Finance & Business Services — כי בפועל, כל ה־HR, קונסלטינג ופיננסים נעים סביב שירותים עסקיים • Tech, Media & Telecom — כי טכנולוגיה ומדיה/פרסום כבר כמעט חופפים בעולמות הדיגיטל • Consumer, Retail & Education — כי ריטייל וחינוך הם פחות ב־828 ויותר בצרכן הקצה	

תתי הסקטורים שהתקבלו עבור סקטור Miscellaneous Technologies:

Miscellaneous: other, Miscellaneous: Consumer, Retail & Education, Miscellaneous: Finance & Business, Services, Miscellaneous: Tech, Media & Telecom

8. נספח ג' – הגדרת תפקידי מו"פ במחקר "סקר"

הגדרת תפקידי מו"פ AI במחקר ה"סקר":⁷

- מדעני נתונים (ייתכן ששמותיהם מופיעים בתארים אחרים). הובלת צוותי מחקר, ביצוע ניסויים ובניית מודלים של למידת מכונה.
 - מהנדסי נתונים (ייתכן ששמותיהם מופיעים גם כמדעני נתונים זוטרים וכו'). אחראים על הפיכת המידע המתאים למדעני נתונים לרשותם או סיוע לחוקרים המובילים בפיתוח המודלים בפועל.
 - תפקידי MLOps - ממונים על יישום המודלים בעולם האמיתי, הזרמת המידע דרך המודל, אוטומציה, בקרה על התפעול השוטף, גרסאות, יעילות כלכלית, וכו'.
- בנוסף, באיסוף ידני של רשימת תפקידים הרלבנטיים למו"פ AI מלינקדאין, על פי הגדרות התפקידים לעיל, נמצאו התפקידים הבאים:

טבלה 2: רשימת תפקידים למו"פ AI

Principal Software Engineer - AI Security	Senior Data Scientist in Ad Tech	Research Engineer, AWS AI
AI Engineering Team Lead	Senior Detection AI Engineer	Senior ML Software Engineer for the ML Software Team
Data Engineer	Data Science Team Manager	Machine Learning R&D Engineer
Data and Software Engineering Team Leader	Staff Machine Learning Engineer	Computer Vision Researcher – Generative AI
Artificial Intelligence Engineer	Senior Machine Learning Engineer	Data Engineer & Researcher
Data Science Team Leader	Senior Data Engineer	Data Engineering Manager, Analytics
Data Scientist	Staff Machine Learning Scientist	AI Algorithm developer
Sr. Software Engineer- ML Team	Staff MLOps Engineer	Lead AI Algorithm Developer
Computer Vision & Machine Learning Algorithm developer	Senior Algo Data Engineer	Lead Data Engineer
(ראייה AI מפתח/ת אלגוריתמים AI /ממוחשבת, עיבוד אותות) AI Algorithm Developer (Computer Vision, Signal Processing)	Python Engineer	Research Scientist, Reinforcement Learning
Senior ASR Research Scientist	Big Data Developer	Senior Data Scientist- Microsoft Threat Protection
Senior MLOps Engineer	Senior Big Data Developer	Director of AI Research
Staff Data Engineer, Group Tech Lead	BI Data Engineering Manager	Senior Data Scientist and System Architect
Senior Data Infrastructure Engineer	Data Scientist and AI Prompt Engineer	Senior HPC AI Cluster Engineer
Senior Backend Engineer - ML Platform	Data Engineer Team Lead	Principal Backend Engineer- AI/ML

⁷ אושרת כץ שחם, ד"ר נעמה וולף (2025). ביקוש הון אנושי בתחומי הליבה של בינה מלאכותית בחברות טכנולוגיה העוסקות במחקר בתחום בישראל. מוסד שמואל נאמן (טרם פורסם).

Data Analytics Developer	Data Analyst Student	Senior Applied Scientist, Gen AI
Big Data Analytics Developer-Data Platform	Applied Scientist, Gen AI	MLOps Software Developer
Senior Software Engineer for Deep Learning Team	Applied scientist, AWS Agentic AI, AWS Agentic AI	Sr. Delivery Consultant - Data Scientist, AWS Professional Services Israel
AI Engineer		



neaman.org.il