



מונחון לתהליך החקר המדעי - לתלמיד

מעובד מתוך: מילון מונחים של "דרך המלך - סביבה ממוחשבת להנחיית פרויקטים במדע וטכנולוגיה" (2001) / יהבית לוריא, דר' שרמן רוזנפלד, דר' ליאורה שאלתיאל, אפרת פיטרסה. © העמותה לקידום החינוך המדעי בבית מיג"ל בגליל והמחלקה להוראת המדעים במכון ויצמן למדע.

א. מונחי חקר (לפי סדר הא"ב):

שם המונח	
אוכלוסייה ומדגם	.1
בידוד משתנים	.2
בקרה וקבוצת ביקורת	.3
גורם משפיע וגורם מושפע	.4
השערת חקר מבוססת	.5
חזרות	.6
טווח הערכים של משתנה	.7
מדידה ותצפית	.8
מסקנה	.9
משתנים לעומת גורמים קבועים	.10
משתנה איכותי לעומת כמותי	.11
משתנה כמותי בדיד לעומת רציף	.12
ניסוי חקר	.13
שאלת חקר	.14
שגיאות מדידה	.15
תוצאות החקר	.16
תצפית חקר	.17

ב. מונחי טיפול בנתונים (לפי סדר הא"ב):

גרף עוגה	.18
גרף עמודות	.19
גרף פיזור	.20
טווח הפיזור של הנתונים	.21
ממוצע	.22
נתונים גולמיים ועיבוד נתונים	.23
שכיח	.24
שכיחות ושכיחות יחסית	.25

הגדרות המונחים

א. מונחי חקר (לפי סדר הא"ב)

(בכל הגדרה מודגשים ברקע אפרפר המונחים שניתן למצוא להם הגדרה במונחון זה)

1. אוכלוסייה ומידגם

אוכלוסייה - קבוצת הפרטים שאליה מתייחסת שאלת החקר.
מידגם - קבוצה מתוך האוכלוסייה, המייצגת את כולה. בחקר בודקים את פרטי המידגם במטרה להשיב לשאלה המתייחסת לאוכלוסייה כולה. מקובל לסמן את מספר הפרטים שנבחרו למדגם באות N (לדוגמה):

$N=16$. יש לבחור באופן אקראי מידגם גדול דיו, שייצג את כל מאפייני האוכלוסייה. רק כך ניתן להגיע מהמימצאים שיתקבלו מהמידגם למסקנה על כלל האוכלוסייה.
לדוגמה: במחקר על רגישות ילדי ישראל לזיהום אוויר, נבחרו מספר יישובים שהיוו מידגם מייצג של כלל היישובים ומכל יישוב נבחרו באופן אקראי 5 ילדים מכל שכבת גיל.

2. בידוד משתנים

תהליך חשיבה הכרחי המסייע לתכנון החקר. התהליך כולל זיהוי כל הגורמים המשתנים שעשויים להשפיע במערכת שבה מבוצע החקר ואחר כך בחירת גורם משתנה אחד שמעוניינים לחקור את השפעתו (הגורם המשפיע). כדי לבדוד את המשתנה הזה, יש לנטרל את ההשפעה של שאר הגורמים על הגורם המושפע, כלומר להשאיר גורמים אלו קבועים לאורך כל התצפית או הניסוי. כך נדע בוודאות שכל שינוי בגורם המושפע התקבל בעקבות השפעת הגורם המשפיע בלבד.

3. בקרה וקבוצת ביקורת

בקרה היא פעולה שמבצעים כדי להוכיח שהשינוי בגורם המושפע מקורו בשינוי שנעשה בגורם המשפיע ולא בגורם אחר. ללא בקרה, תוצאות המחקר לא יהיו תקפות!
מבצעים את הבקרה בעזרת קבוצת ביקורת שמשווים לקבוצות הניסוי או התצפית.
קבוצת הביקורת – זהה בכל התנאים לקבוצות הניסוי או התצפית, מלבד בערכי הגורם המשפיע.
לדוגמה: בניסוי שבדקו בו את ההשפעה של ערכים שונים של ריכוז הכלור על מספר מיני החיידקים החיים במים, קבוצת הביקורת תהיה מי בריכה ללא כלור.

4. גורם משפיע וגורם מושפע

גורם משפיע (משתנה בלתי תלוי) – הגורם שהחוקר/ת משנה באופן מכוון בניסוי מבוקר, כדי לבדוק את השפעתו על שאר הגורמים במערכת. **הערכים השונים של הגורם המשפיע** נקראים "טיפולים".
גורם מושפע (משתנה תלוי) – הגורם שמוודדים ואוספים עליו נתונים. בניסוי מבוקר, **ערכי הגורם המושפע** מושפעים מערכי הגורם המשפיע (הם תלויים בו).
לדוגמה: בניסוי שחקרו בו את השפעת ריכוז הכלור בבריכת השחייה על מספר מיני החיידקים החיים במים – הגורם המשפיע (המשתנה הבלתי תלוי) היה ריכוז הכלור במים, ואילו הגורם המושפע (המשתנה התלוי) היה מספר מיני החיידקים החיים במים.

5. השערת חקר מבוססת

התשובה המשוערת לשאלת החקר, אשר מתארת את הקשר שמצפים למצוא בין הגורמים הנחקרים, או את ההבדלים בין קבוצות הנבדקים. ההשערה, בניגוד לניחוש, נבנית על בסיס הידע המדעי של החוקר. לבדיקת ההשערה, החוקר יתכנן דרך חקר שתוביל את החוקר לאשר או להפריך (לדחות) את ההשערה.

לדוגמה:

- ככל שריכוז הכלור גבוה יותר, מספר מיני החיידקים החיים במים יקטן, כי הכלור גורם נזק לתא החיידק ומשמיד אותו.
- ככל שצבע המסלע כהה יותר, הוא יקלוט יותר קרינת שמש < יתחמם יותר > יגרום לחימום האוויר בקרבתו.



6. חזרות

פעולות שמבצעים במהלך תכנון מערך החקר וביצועו, במטרה למנוע שגיאות מדידה והפרעות לא צפויות, ובמטרה להגביר את מהימנות התוצאות (לודא שהתוצאות אינן מקריות). ניתן לבצע מספר סוגים של חזרות: חזרה על ביצוע המדידה, ביצוע המדידה על מספר פרטים (לפחות 3), או חזרה על כל הניסוי או התצפית. כשמבצעים חזרות, יש לבצע אותן בתנאים זהים. לבסוף מחשבים את ממוצע המדידות בכל קבוצת חזרות ומשווים בין הממוצעים.

7. טווח הערכים של משתנה

כל משתנה מאופיין על ידי טווח ערכים מתאים ועל פיו מתכננים את התצפיות או המדידות כדי לחקור אותו. טווח הערכים מבטא את המרחק בין הערך הנמוך ביותר של המשתנה לערך הגבוה ביותר.

8. מדידה ותצפית

מדידה - בדיקת השינוי שחל בגורם המושפע באמצעות מכשיר מדידה מתאים, תוך ציון יחידות המידה לכל נתון. יש לבחור במכשיר הרגיש לשינוי שמעוניינים למדוד (בהתאם לטווח הערכים של המשתנה).

לדוגמה: מודדים טמפרטורה באמצעות מדי-טמפרטורה שונים בהתאם להגדרת המשתנה. למשל, במשתנה טמפרטורת גוף האדם - טווח הערכים יהיה צר ($36^{\circ}\text{C} - 42^{\circ}\text{C}$), ואילו במשתנה טמפרטורת המים טווח הערכים יהיה הרבה יותר רחב ($0^{\circ}\text{C} - 100^{\circ}\text{C}$).

תצפית - בדיקת השינוי שחל בגורם המושפע באמצעות חוש הראייה - בעזרת העיניים או בעזרת מכשיר עזר לראייה: מצלמה, מיקרוסקופ, משקפת, טלסקופ וכד'.
לדוגמה: צבע המסלע יקבע באמצעות תצפית בעין והשוואה למד-צבע (סקלת צבעים).

9. מסקנה

המסקנה הינה תשובה מבוססת לשאלת החקר. מבססים את המסקנה באמצעות התוצאות שהתקבלו אחרי עיבוד הנתונים. בדיון במסקנה מתייחסים להשערת החקר ומחליטים אם המסקנה תומכת בהשערה או דוחה אותה (מאשרת או מפריכה אותה). כדי להגיע למסקנה מהימנה, חשוב לנקוט בכל האמצעים כדי שהתוצאות תהיינה אמינות ולא מקריות.

10. משתנים לעומת גורמים קבועים

גורמים משתנים - הגורמים במערכת שהחוקר משנה באופן מכוון (זהו הגורם המשפיע) או הגורמים המשתנים בעקבות השפעה של גורם אחר במערכת (גורמים מושפעים). לגורם משתנה קוראים **משתנה**.

גורמים קבועים - הגורמים אשר נשמרים במערכת קבועים לאורך כל הניסוי או התצפית.

לדוגמה:

- בניסוי שבו בודקים את השפעת ריכוז הכלור על מספר מיני החיידקים המתפתחים במים, טמפרטורת המים ומשך הזמן שהמים עמדו יהיו גורמים קבועים, ואילו ריכוז הכלור ומספר מיני החיידקים יהיו המשתנים.

- בתצפית שבה בודקים את הקשר בין צבע המסלע לבין טמפרטורת האוויר בגובה 20 ס"מ על פני הקרקע, תנאי האקלים יהיו קבועים (עוצמת קרינת השמש, לחות האוויר), ואילו צבע הסלע וטמפרטורת האוויר יהיו המשתנים.

11. משתנה איכותי לעומת כמותי

משתנה איכותי - משתנה שערכיו אינם ניתנים למדידה כמותית. הוא מבטא תכונה, התנהגות או מצב שערכיהם מבוטאים במילים או במספרים.

לדוגמה:

מילים - כדי לבטא תיאור (כמו צבע עיניים) או דירוג (מעט, בינוני...).

מספרים - כדי לבטא רצף מסוים (ולא כמות), כגון דירוג צבע המסלע או דירוג בתחרות מ 1 - 5.

משתנה כמותי - משתנה שערכיו ניתנים למדידה כמותית והם מבוטאים במספרים.

לדוגמה: ריכוז הכלור במים הוא 1 גרם/סמ"ק, מספר מיני החיידקים הוא 3, טמפרטורת האוויר היא 27°C .



12. משתנה כמותי בדיד לעומת רציף

משתנה כמותי בדיד - משתנה שערכיו עולים בקפיצות של מספרים שלמים. במשתנה כזה אין משמעות לערכי הביניים, כלומר, בין כל שני ערכים לא ניתן להוסיף ערך ביניים.

לדוגמה: מספר מיני החיידקים החיים במים הוא 3.

משתנה כמותי רציף - משתנה שערכיו עולים ברצף אינסופי של מספרים. במשתנה כזה יש משמעות לכל ערך ביניים בין שני ערכים, כלומר בין כל שני מספרים שלמים יכולים להיכנס אינסוף ערכים שיש להם משמעות כמותית.

לדוגמה: טמפרטורת האוויר ב- 8:00 הייתה 14°C , ב- 12:00 הייתה 20°C , וב- 16:00 הייתה 18°C .

13. ניסוי חקר (ניסוי מבוקר)

דרך חקר שיטתית לבדיקת השערת חקר על השפעת גורם מסוים על גורמים אחרים במערכת הניסוי. כדי לוודא שההשפעה שהתקבלה אינה מקרית, החוקר בודק אותה במערכת ניסוי מבוקרת:

א. מתכנן מערכת ניסוי שבה הוא משנה רק את הגורם המשפיע, ושאר הגורמים נשארים קבועים.

ב. בודק את ההשפעה על הגורמים המושפעים במספר חזרות, לפחות 3.

ג. בודק מה קורה במערכת ללא השפעת הגורם המשפיע (בדיקת קבוצת ביקורת)

לדוגמה: בכלי התקשורת פורסם על מקרים רבים של ילדים שחלו לאחר שהתרחצו בבריכה שהתקלקל בה המתקן המשחרר כלור למי הבריכה. לאור זאת, התלמידים שיערו שבהיעדר כלור החיידקים במים התרבו. הם החליטו לחקור באמצעות ניסוי מבוקר את השפעת הריכוזים השונים של הכלור בבריכת השחייה על מספר החיידקים החיים במים.

14. שאלת חקר

שאלה המובילה לחקירת הקשר בין גורמים משתנים במערכת. השאלה מנוסחת כך שהיא מציגה את הגורמים המשתנים ואת כיוון הקשר ביניהם.

שאלת החקר מובילה לחקר מעשי באחת מדרכי החקר: תצפית השוואתית או ניסוי מבוקר.

לדוגמה: כיצד משפיע ריכוז הכלור בבריכת השחייה על מספר מיני החיידקים החיים במים?

מה הקשר בין צבע המסלע לטמפרטורת האוויר, בגובה 0-50 ס"מ מעל פני הסלע?

15. שגיאות מדידה

שגיאות מדידה יכולות לנבוע ממספר סיבות:

א. **שגיאות שמקורן במכשיר המדידה או בשיטת המדידה** – שגיאות שיחזרו על עצמן בכל מדידה ותמיד באותו כיוון. ניתן למנוע אותן על ידי שימוש במכשיר תקין, כיוול המכשיר, מניעת תזוזה של המכשיר או הנחיה מתאימה כיצד למדוד.

ב. **שגיאות מקריות** – שגיאות הנובעות מגורמים שאינם בשליטת המודד. ניתן למנוע אותן על ידי ביצוע חזרות על המדידה.

16. תוצאות החקר

הנתונים והממצאים שהחוקר אוסף במהלך תהליך החקר, באמצעות תצפיות ומדידות. התוצאות מוצגות בתצלומים או בטבלאות נתונים. איסוף התוצאות נועד לסייע לחוקר לאמת או לדחות את השערת החקר.

17. תצפית חקר (תצפית השוואתית)

דרך חקר שיטתית לתיאור ואפיון של תופעה במטרה להבין אותה במערכת שבה החוקר אינו יכול לשלוט בהשפעת הגורמים וליצור מערכת מבוקרת וחזרות. כדי לגלות מהם הגורמים שעשויים להשפיע, החוקר משווה את התופעה בתנאים שונים. תצפית מסתיימת בהשערות לתצפיות נוספות או לניסוי מבוקר. איסוף הנתונים בתצפית מבוצע באמצעות מדידות ותצפיות.

בתצפית פתוחה – החוקר אוסף נתונים על כל הגורמים המשתנים במערכת.

בתצפית ממוקדת – החוקר אוסף נתונים רק על הגורמים המשתנים שהוא מעוניין לחקור את השפעתם.



לדוגמה: בסיור שנערך בשיעור מדעים, תלמידים ערכו תצפית וגילו תופעה מעניינת: במקומות שבהם הקרקע מכוסה בסלעים כהים, גובה הצמחייה נמוך בהשוואה למקומות שבהם הסלעים בהירים. כדי לגלות את ההסבר לתופעה, הם החליטו **לחקור את הקשר** בין צבע הסלעים לטמפרטורת האוויר מעל הקרקע, באמצעות תצפית ממוקדת. לשם כך, ערכו תצפית שבה אספו נתונים על צבע הסלעים ומדדו את טמפרטורת האוויר במרחקים שונים מהסלעים.

ב. מונחי טיפול בנתונים (לפי סדר הא"ב)

(בכל הגדרה מודגשים ברקע אפרפר המונחים שניתן למצוא להם הגדרה במונחון זה)

18. גרף עוגה

תרשים הבנוי בצורת עיגול. התרשים מחולק לגזרות בעזרת קווים היוצאים מהמרכז אל ההיקף. שטח העיגול מייצג את השלם (כלל האוכלוסייה) ושטחי הגזרות מייצגים את חלקן היחסי של כל אחת מהקבוצות באוכלוסייה. משתמשים בגרף עוגה לייצוג תוצאות כמותיות של תצפיות, או לייצוג של התפלגות שכיחויות של ערכי משתנה איכותי או משתנה כמותי בדיד. הנתונים מוצגים בו באופן יחסי (ב-%) וסכומן הכולל נותן שלם (100%).

19. גרף עמודות (טורים)

תרשים בצורת עמודות הבנוי על מערכת של צירים. משתמשים בו כדי לערוך השוואה בין קבוצות או אוכלוסיות שונות ביחס למשתנה מסוים, או כדי לייצג קשר בין משתנים. הגרף בנוי כך: ציר ה X – מייצג ערכים של משתנה איכותי או משתנה כמותי בדיד: "טיפולים" (של גורם משפיע), קבוצות באוכלוסייה, או אוכלוסיות שונות. ציר ה Y – מייצג את תוצאות המדידות / תצפיות של הגורם הנחקר במספר צורות: ערכים של המשתנה, ממוצע של החזרות, שכיחות, שכיחות יחסית או אחוזים.

20. גרף פיזור (XY)

תרשים הבנוי על מערכת צירים ומציג פיזור של נקודות. משתמשים בו כדי לבדוק אם יש קשר בין שני משתנים כמותיים ומהם מאפייניו: כיוון, צורה, חוזק. כדי להראות את הכיוון מוסיפים לגרף **קו מגמה** המייצג את **כיוון הקשר** בין הנקודות המפוזרות.

21. טווח הפיזור של הנתונים

מבטא את המרחק בין הערך הנמוך ביותר (**ערך המינימום**) לבין הערך הגבוה ביותר (**ערך המקסימום**) בתוך קבוצת הנתונים. חישוב ההפרש ביניהם נותן את טווח הפיזור של הנתונים.

22. ממוצע

מדד שמייצג את קבוצת הנתונים- הערך של המשתנה שמבטא את תוצאת החישוב של סכום הנתונים שנאספו, מחולק במספר הנתונים שנאספו. משתמשים במדד זה כדי לחשב את ממוצע החזרות בניסוי או כדי לייצג קבוצות נתונים של משתנה כמותי. **לדוגמה:** הציון הממוצע בבחינות הבגרות במקצוע הכימיה בבית ספרי היה 70, כמו הממוצע הארצי.

23. נתונים גולמיים ועיבוד נתונים

נתונים הם התוצאות של המדידות והתצפיות שהתקבלו לגבי משתנה מסוים. במשתנה כמותי, הנתונים יבוטאו במספרים ואילו במשתנה איכותי, הם יבוטאו במילים או במספרים לדירוג. הנתונים על המשתנים שהחוקר אוסף במהלך החקר בניסוי או בתצפית, נקראים **נתונים גולמיים**. **עיבוד נתונים:** הפעולות שהחוקר מבצע על הנתונים הגולמיים כדי להציגם בצורה ברורה בטבלאות ו/או בגרפים ולהפיק מהם תשובות לשאלת החקר.



פעולות עיבוד הנתונים יכולות להיות שונות בהתאם לשאלת החקר ולתוצאות שהתקבלו :
מיון; חלוקה לקבוצות; פעולות חישוב (סכום, הפרש, אחוזים) ; חישוב מדדי אמצע- שכיח,
ממוצע או חציון ; חישוב מדדי פיזור- טווח הנתונים, או מידת השונות; ייצוג גרפי – בגרף עמודות,
עוגה או פיזור.

24. שכיח

מדד שמייצג את קבוצת הנתונים - הערך של המשתנה שמופיע הכי הרבה פעמים, בתוך כלל הנתונים שנאספו. משתמשים במדד זה לייצוג קבוצת נתונים של משתנה איכותי או משתנה כמותי בדיד.

לדוגמה : הציון השכיח בבחינת הבגרות בכימיה היה 76, כלומר מספר התלמידים שקיבלו ציון 76 גדול ממספר התלמידים בכל קבוצת ציון אחרת.

25. שכיחות ושכיחות יחסית

שכיחות- מספר הפעמים שמופיע ערך המשתנה בתוך קבוצת הנחקרים. מדד זה עוזר להשוות בין קבוצות בתוך האוכלוסייה, או בין אוכלוסיות שונות.
שכיחות יחסית- מספר המבוטא באחוזים ומראה מהו החלק היחסי של כל אחד מערכי המשתנה בתוך האוכלוסייה