# שיטות מחקר

## פרק 6 - הניסוי המדעי

### תוכן העניינים

1. הניסוי המדעי ..... 1

# הניסוי המדעי:

## מערך מחקר ניסויי:

### רקע:

**מהו מערך מחקר ניסויי?**

במערך מחקר ניסויי החוקר הוא זה שיוצר את הערכים של המשתנה הב"ת ע"י ביצוע מניפולציה.
המשתנה הב"ת מקבל הגדרה אופרציונאלית ניסויית שמאפשרת להגיע למסקנה סיבתית - כלומר שהמשתנה הב"ת הוא שגרם לשינויים הניצפים במשתנה התלוי.

הסקה סיבתית תלויה ב-3 תנאים:

1. קשר סטטיסטי בין המשתנה הב"ת לתלוי.
2. קדימות בזמן של הב"ת.
3. הפרכת הסברים חלופיים לשינוי במשתנה התלוי זולת הב"ת.

הדרך להשיג זאת היא שליטה מירבית של החוקר.

**בקרה ושליטה במחקר הניסויי:**

1. שליטה במשתני המחקר.
2. שליטה באמצעות קבוצת ביקורת.
3. שליטה בשונויות.

1. שליטה במשתנה הב"ת במחקר (הפעלת מניפולציה) מאפשרת:
   א. בלבדיות – של המשתנה הב"ת כמשפיע על התלוי.
   ב. רגישות ועוצמה – קביעת דרגות עוצמה של הב"ת.
   ג. חזרה מהימנה ווריאציה שיטתית – חזרה על הניסוי באותם תנאים עם משתתפים שונים , תוך שינוי מבוקר במשתנה מסויים כל פעם (רפליקציה).
   ד. כיוון הסיבתיות – החוקר שולט בסדר הפעלת המשתנים.

2. שליטה באמצעות קבוצת ביקורת:
קבוצת ביקורת – קבוצה שלא מקבלת כל טיפול שהוא. ערך המשתנה הב"ת בה הוא "אין" או 0.
קבוצת ניסוי – הקבוצה עליה החוקר מפעיל את הטיפול הניסויי

**מטרת קבוצת הביקורת היא בלבדיות**.

איך נבטיח את הבלבדיות?

א. קבוצות הניסוי והביקורת יהיו זהות מבחינת מאפייני המשתתפים. נשיג זאת על ידי הקצאה מקרית של המשתתפים לקבוצות הניסוי והביקורת.
ב. משתתפי קבוצות הניסוי והביקורת יעברו בדיוק את אותו הליך ניסויי למעט המניפולציה הניסויית.

3. שליטה בשונויות:
קיימים 2 סוגים של שונויות במחקר:

1. שונות שיטתית (רצויה ובלתי רצויה).
2. שונות מקרית.

1. שונות שיטתית:
הבדלים בין הקבוצות – הבדלים בממוצעי הקבוצות במשתנה התלוי לשונות זו שתי מקורות:

א. שונות שיטתית רצויה / נשלטת: שונות במשתנה התלוי שנוצרה מהמשתנה הב"ת. החוקר מעוניין להגדילה ככל האפשר.
ב. שונות בלתי רצויה (טעותית): שונות שיטתית במשתנה התלוי שנובעת ממשתנים חיצוניים שאינם המשתנה הב"ת אך שנמצאים במתאם איתו. החוקר מעוניין לצמצמה ככל האפשר.

לשונות השיטתית הטעותית 2 מקורות:

1. משתני נבדק: מאפיינים ותכונות שהנבדק הגיע עימם למחקר, כגון: מין, גיל, מוצא, תכונות אישיות, רמת השכלה וכד'.
2. משתני פרוצדורה:
חיצוניים: תנאים הנלווים לניסוי כגון המקום שבו נערך, אורך הניסוי, הזמן בו נערך.

פנימיים: משתנים שהם חלק אינטגרלי מהמניפולציה אולם מהווים הסברים חלופיים (תיפעול לקוי של המניפולציה).

2. שונות מקרית:
הבדלים בתוך הקבוצות – הבדלים שנובעים מטעויות מקריות של כלי המדידה או מהבדלים בינאישיים בתוך כל קבוצה שנמצאים במתאם עם המשתנה התלוי (אך לא עם הב"ת). אלו יוצרים "רעשים" שמקשים על קבלת אפקט מובהק סטטיסטית (טעות מסוג שני). החוקר ישאף לצמצמה ככל האפשר.

דוגמא:

חוקר ביקש לבדוק האם רמת הקופאין בדם משפרת את הזיכון לטווח קצר. החוקר דגם 100 נבדקים, וחילק אותם מקרית לשתי קבוצות שוות. לאחת מהן נתן לשתות כוס קפה עם קופאין ולשנייה נתן קפה נטול קופאין. לאחר מכן הקריא לכולם רשימה של 20 מילים ובתום ההקראה ביקש מכל נבדק לרשום ע"ג דף את כל המילים שזכר. החוקר מצא שהקבוצה הראשונה זכרה בממוצע יותר מילים מהקבוצה השנייה.

א. מהי הרמה התיאורטית והתצפיתית של משתני המחקר?

ב. פרטו את סוגי השונויות השונות תוך מתן דוגמאות קונקרטיות מהמחקר הנוכחי.

טיפול בשונויות לא רצויות:

1. החזקת המשתנה החיצוני כקבוע.
2. הקצאה מקרית לקבוצות = רנדומיזציה.
3. הפיכת המשתנה החיצוני למשתנה ב"ת נוסף במחקר.

1. החזקת המשתנה החיצוני כקבוע – בדיקת ההשפעה של המשתנה הב"ת על המשתנה התלוי עבור רמה מסויימת של המשתנה החיצוני. כך מאפסים את השונות שלו (לא נמצא במתאם עם הב"ת).

הבעייתיות בפיתרון זה:

א. פגיעה ביכולת ההכללה של המחקר על כלל האוכלוסיה

ב. לא ניתן לדעת מראש מהם כל המשתנים העלולים ליצור שונות טעותית

2. הקצאה מקרית = רנדומיציה – חלוקה מקרית לקבוצות הניסוי השונות ורנדומיזציה של תנאי הניסוי השונים. כך הופכים את השונות השיטתית הטעותית למקרית.

ישנם שני סוגים של הקצאה מקרית:

א. רנדומיזציה של נבדקים – חלוקה אקראית של הנבדקים במדגם לקבוצות הניסוי והביקורת. בדרך זו החוקר יכול להניח שיוויון התחלתי בין הקבוצות במאפיינים שונים של הנבדקים. כך החוקר הופך שונות שיטתית פוטנציאלית מסוג משתנה חיצוני – נבדק לשונות מקרית.

ב. רנדומיזציה של תנאי הניסוי – הנבדקים לא עורכים את הניסוי ביחד אלא כל נבדק עורך את הניסוי בנפרד כשבמעמד הניסוי מחליטים מקרית לאיזו קבוצה יישתייך. הקצאה זו כוללת בתוכה גם הקצאה מקרית של נבדקים וגם של כל שאר תנאי הניסוי - מועדים, נסיינים וכו'. לכן הקצאה זו מטפלת בשונות שיטתית טעותית שבמקורה במשתנים חיצוניים – נבדק ופרוצדורה.

3. הפיכת משתנה חיצוני למשתנה ב"ת נוסף במחקר (מחקר פקטוריאלי).
כך הופכים שונות שיטתית לא רצויה לשונות שיטתית רצויה. בנוסף מטפלים גם בשונות מקרית שעלולה להיווצר כתוצאה מאותו משתנה.
הבעיה בפיתרון זה היא הגדלת קבוצות הניסוי כפונקציה של מספר הערכים של המשתנה החיצוני.

הדגימו את השיטות לטיפול בשונויות לא רצויות תוך שימוש בדוגמא המחקרית של "ניסוי הקפה".

# תוקף ממצאי המחקר:

## רקע:

דרך להערכה של ממצאי מחקר עם השערה סיבתית.
נשאלת השאלה – האם המשתנה הבלתי תלוי אכן משפיע על המשתנה התלוי ואם כן, באיזה תנאי?
יש להבחין בין תוקף כלי המדידה לבין תוקף ממצאי הניסוי.

סוגי התוקף:

תנאים להסקה סיבתית:

1. תוקף פנימי – מטפל בהסברים חלופיים לקשר הסיבתי שנמצא
2. תוקף המסקנה הסטטיסטית – מטפל בשאלת עוצמת הקשר בין הב"ת לתלוי

יכולת להכליל את תוצאות המחקר:

3. תוקף חיצוני – האם ניתן להכליל את ממצאי הניסוי המסוים שנעשה מעבר לאוכלוסיות, זמנים ומצבים שונים?
4. תוקף חיצוני – האם ניתן להכליל את ממצאי הניסוי המסוים שנעשה מעבר לאוכלוסיות, זמנים ומצבים שונים?

# תוקף פנימי:

## רקע:

עוסק בשונות השיטתית הלא רצויה (הבדלים **בין** הקבוצות).
תוקף פנימי שואל את השאלה האם המשתנה הב"ת הוא ורק הוא זה שיצר את ההבדלים הנצפים בין הקבוצות במשתנה התלוי?

כל משתנה חיצוני שיוצר הבדלים בין הקבוצות מהווה איום על התוקף הפנימי של הניסוי. משתנים אלו נקראים 'ארטיפקטים'.

קיימים 13 ארטיפקטים:

**איומים על מערכי מחקר עם קבוצה אחת**

1. היסטוריה.
2. בשילה.
3. מכשור.
4. מדידה.
5. רגרסיה סטטיסטית.

**איומים על מערכי מחקר עם שתי קבוצות**

6. ברירה.
7. נשירה.
8. אינטראקציה עם ברירה.
9. היסטוריה מקומית.
10. התמרמרות נבדקי קבוצת הביקורת.
11. תחרות מפצה.
12. מידע המגיע לקבוצת הביקורת על הטיפול הניסויי.
13. השוואה מפצה של הטיפול.

### איומים על מערכי מחקר עם קבוצה אחת:

1. היסטוריה: כל המאורעות שקרו במהלך הניסוי בין מדידת המשתנה התלוי לפני הטיפול הניסויי ולאחריו. התוקף הפנימי של הניסוי נפגע במידה ואפשר לייחס את תוצאותיו למאורע שקרה בזמן שעבר בין שתי המדידות הללו ולא למשתנה הב"ת.

2. בשילה: תהליך שעוברים נבדקי המחקר במהלך הניסוי כפונקציה של מעבר הזמן בלבד, שניתן לייחס לו את האפקט הניסויי. כמו למשל: התפתחות, רעב, עייפות או שעמום.
3. מכשור: כאשר חל שינוי במכשיר המדידה של המשתנה התלוי בין המדידה לפני למדידה אחרי.
4. מדידה (לפני): מדידת המשתנה התלוי לפני המניפולציה. המדידה המקדימה יכולה ליצור זיכרון או להפחית חרדה ובכך להוות הסבר אלטרנטיבי לתוצאות.
5. רגרסיה סטטיסטית: ככל שהציון סוטה יותר מממוצע הקבוצה, הוא כולל כנראה מרכיב גדול יותר של טעות מדידה ולכן עלול להישתנות במדידה הבאה לכיוון הממוצע.

### כיצד נתמודד עם 5 האיומים הנ"ל?

על החוקר לבצע את הניסוי באמצעות מערך מחקר בעל שתי קבוצות לפחות ולוודא שהקבוצות שוות, לפחות בממוצע, באותם גורמים שעשויים ליצור ארטיפקט.

### כיצד ניתן להתמודד עם 5 האיומים במערך מחקר עם 2 קבוצות?

1. היסטוריה:

- איפוס שונות זמן הניסוי – כאשר הניסוי נערך באותו הזמן לכל הקבוצות אז לכולם יש את אותה ההיסטוריה.

- הקצאה מקרית של תנאי הניסוי – אם כל נבדק עובר את הניסוי באופן אינדיווידואלי יווצר שיוויון בממוצע בזמן הניסוי בין הקבוצות.

2. בשילה:

- איפוס שונות משך זמן הניסוי - אם הזמן החולף במהלך הניסוי יהיה שווה בין הקבוצות אז תהיה בשילה דומה בכולן.

3. מכשור:

- איפוס שונות מכשיר המדידה – להשתמש באותו המכשיר לכולן.

- הקצאה מקרית של תנאי הניסוי – אם כל נבדק עובר את הניסוי באופן אינדיווידואלי יווצר שיוויון בין הקבוצות בממוצע במכשיר המדידה.

4. מדידה:

- איפוס שונות מספר המדידות – לבצע מספר מדידות שווה בכל הקבוצות.

5. רגרסיה לממוצע:

- הקצאה מקרית של הנבדקים לקבוצת הניסוי והביקורת – רגרסיה אל הממוצע תתרחש בצורה שווה בממוצע בשתי הקבוצות.

## איומים על מערכי מחקר עם שתי קבוצות ויותר:

6. ברירה (סלקציה): הוא החשוב מכולם. נשאלת השאלה האם היו הבדלים מראש בין קבוצת הניסוי לביקורת במאפיין כלשהו של הנבדק? מאפיין זה יהווה הסבר חלופי לתוצאות בתנאי שהוא רלוונטי למשתנה התלוי במחקר (כלומר קיים מתאם בין המאפיין למשתנה התלוי במחקר).

7. נשירה: אם קיימת נשירה סלקטיבית בין הקבוצות נשאלת השאלה האם אלו שנותרו השפיעו על תוצאות המחקר ללא קשר למשתנה הב"ת?

8. אינטראקציות עם ברירה: כמה מהאיומים שהוצגו (כגון בשילה, מדידה או רגרסיה סטטיסטית) עלולים לחבור עם איום הברירה ולאיים במשולב על התוקף הפנימי. כאשר השינוי שחל בקבוצת הניסוי בגלל בשילה, מדידה או רגרסיה סטטיסטית נבדל מהשינוי שחל בקבוצת הביקורת נאמר שיש אינטראקציה סטטיסטית.

9. היסטוריה מקומית: הכוונה לאירועים ייחודיים המתרחשים במהלך הניסוי באחת הקבוצות ולא בכולן (להבדיל מהיסטוריה) היכולים להסביר את ההבדל במשתנה התלוי. כמו למשל, רעש, תאורה, טמ"פ וכו'.

## כיצד נפתור את האיומים על מערכי מחקר עם שתי קבוצות?

הקצאה מקרית של נבדקים לקבוצת הניסוי והביקורת – בכך יוצרים שיוויון בממוצע בין מאפיינים של שתי הקבוצות מבחינת מאפייני הנבדקים.

הקצאה מקרית של תנאי הניסוי – בכך יוצרים שיוויון בין הקבוצות בממוצע תנאי הניסוי בנוסף על מאפייני הנבדקים.

המאפיין המרכזי של 4 האיומים הבאים הוא שהם נובעים ממעבר מידע בין קבוצת הניסוי והביקורת. הללו עלולים להגדיל או להקטין באופן מלאכותי את ההבדל ביניהן במשתנה התלוי. ניתן להתגבר עליהם אך ורק במניעה של מעבר מידע בין הקבוצות.

10. התמרמרות נבדקי קבוצת הביקורת: תחושה של קבוצת הביקורת שלקבוצת הניסוי ניתן יחס מועדף. ההתמרמרות עלולה להשפיע על ההתנהגות של קבוצת הביקורת ולהטות את תוצאות המחקר.

11. תחרות מפצה: כאשר ברור לכל אחד מהנבדקים לאיזה תנאי ניסוי הם שייכים, עלולה להתעורר תחרות בין קבוצות הביקורת לניסוי. קבוצת הביקורת מתעלה על עצמה ומנסה להוכיח כי היא מסוגלת לבצע לא פחות טוב מקבוצת הניסוי.

12. מידע המגיע לקבוצת הביקורת על הטיפול הניסויי: קורה כאשר מידע לגבי המניפולציה דולף מחברי קבוצת הניסוי לקבוצת הביקורת ומשפיע על התוצאות.

13. השוואה מפצה של הטיפול: כאשר "מפצים" את קבוצת הביקורת כדי להשוות עם היחס שמקבלת קבוצת הניסוי באופן העלול לצמצם את ההבדלים בין הקבוצות.

**סיכום – תוקף פנימי:**

| מערכי מחקר | ארטיפקט | פיתרון |
|---|---|---|
| **קבוצה אחת** | היסטוריה<br>בשילה<br>מכשור<br>מדידה | הוספת קבוצת ביקורת<br>איפוס שונות בין הקבוצות |
| | רגרסיה אל הממוצע | הקצאה מקרית |
| **שתי קבוצות** | ברירה<br>נשירה<br>אינטראקציה עם ברירה<br>היסטוריה מקומית | הקצאה מקרית |
| | התמרמרות קבוצת הביקורת<br>תחרות מפצה<br>מידע המגיע לקבוצת הביקורת | מניעת מעבר מידע |
| | השוואה מפצה | הימנעות מהשוואה מפצה |

## תרגול:

**1)** בקורס "מבוא לכלכלה" לסטודנטים שנה א' בחוג לכלכלה הועבר מבחן באמצע הסמסטר. בסוף הסמסטר החליט המרצה שינצל את מבחן סוף הסמסטר לבדוק האם לחץ הזמן בבחינה משפיע על ההישגים בה. הוא שיער שאנשים החשים מוגבלים בזמן ישיגו ציון נמוך מזה של אלו שחשים כי אינם מוגבלים בזמן. לכל הסטודנטים ניתן מבחן סוף סמסטר שלמעשה לא היה מוגבל בזמן אך למחצית מהנבחנים נאמר בדף ההנחיות הצמוד למבחן כי המבחן מוגבל לשלוש שעות (קבוצה א') בעוד שלמחצית השניה נאמר בדף הנחיות הצמוד לבחינה כי המבחן איננו מוגבל בזמן (קבוצה ב'). המבחנים בהם השתמש החוקר היו מהימנים ותקפים. התלמידים חולקו לשתי הקבוצות באופן מקרי, ישבו מעורבבים באותו החדר ולא ידעו כי יש שני סוגים של דפי הנחיות. נתקבל הבדל מובהק בכיוון המשוער: בממוצע הישגי קבוצה ב' היו גבוהים יותר.

א. מהם המשתנים התלוי והב"ת התיאורטיים והתצפיתיים?

ב. התייחס לארטיפקטים וציין אילו מהם עלולים להוות איום לתוקף הפנימי של המבחן.

ג. בבדיקה מאוחרת יותר התברר כי למרות ההקצאה המקרית של הנבדקים לקבוצות השונות, קבוצה ב' כללה סטודנטים ברמה גבוהה יותר (ממוצע מבחני מחצית הסמסטר אצל קבוצה זו היו בממוצע גבוהים יותר מאשר עבור קבוצה א'). חוקר ב' טוען שזו הסיבה שהישגיה במבחן סוף הסמסטר היו גבוהים יותר.

i. איזה ארטיפקט יכול לאיים על התוקף הפנימי בעקבות ממצא זה?

ii. איזה בדיקה ניתן לערוך על הנתונים כדי לבדוק האם טענתו של חוקר ב' נכונה?

## תשובות סופיות:

**1)** א. תיאורטי: ב"ת – תחושת מוגבלות בזמן, תלוי – ציון בבחינה.
תצפיתי: ב"ת – הנחיה בנוגע למגבלת זמן של הבחינה, תלוי – ציון בבחינה בכלכלה.
ב. ראו סרטון. ג.i. ברירה. ii. ראו סרטון.

# תוקף המסקנה הסטטיסטית:

## רקע:

תוקף המסקנה הסטטיסטית (תמ"ס) מתייחס לאמיתות הקשר הסטטיסטי שנמצא בין המשתנה הב"ת למשתנה התלוי. הוא תנאי הכרחי אך לא מספיק להסקה סיבתית. תוקף זה מתייחס לשונות הטעותית המקרית בתוך קבוצות הניסוי והביקורת.

החוקר עלול לטעות שתי טעויות עיקריות בקשר לתמ"ס:

א. טעות מסוג 1 – נמצא קשר בניסוי שאיננו קיים במציאות.

ב. טעות מסוג 2 – לא נמצא קשר בניסוי למרות שקיים קשר כזה במציאות.

קיימים 4 איומים על תוקף זה:

1. חוסר מהימנות המדדים: מגדילה בהכרח את השונות הטעותית המקרית. למשל, מבחן זכירת המילים אינו מהימן ו/או שעבר זמן רב מדי מהמדידה לפני ואחרי שתיית הקפה שיוצרים הבדלים בזכירת המילים שקשורים למדידה עצמה ולא למניפולציה.
פיתרון: הקפדה על מהימנות המבחנים והקטנת פער הזמנים בין הבדיקות לפני ואחרי המניפולציה.

2. חוסר מהימנות הפעלת המשתנה הב"ת: המניפולציה לא הופעלה בצורה דומה ושיטתית, באופן שהגדיל את השונות המיקרית בתוך הקבוצות. למשל, היו הבדלים במינון הקפה ובגודל הכוס שיצרו ואריאציות שונות למניפולציה.
פיתרון: יש לדאוג להאחדה מירבית של תהליך הניסוי.

3. גורמים שאינם רלוונטיים למצב הניסוי: גורמים שונים בניסוי, שאינם רלוונטים למניפולציה עצמה, שעלולים להשפיע על הציונים במשתנה התלוי ולהגדיל את שונות הטעויות המקרית.
פיתרון: בחירה במצבי ניסוי שיושפעו במידה מזערית מגורמים חיצוניים שעלולים להטות את התוצאות או לתכנן מניפולציות חזקות שיאפילו על השפעתם.

4. הטרוגניות מקרית של משתתפים: ככל שהשונות בתוך כל קבוצה גדולה יותר כך קשה יותר למצוא הבדלים בין הקבוצות מבחינה סטטיסטית. הדרכים המקובלות להקטנת שונות הטעויות המקרית היא להשתמש במדגם הומוגני, להחזיק משתנים קבוע או להפוך את השפעתם לשיטתית (להוסיפם כמשתנים ב"ת).

**סיכום – תוקף המסקנה הסטטיסטית:**

| איומים | פתרונות |
|---|---|
| חוסר מהימנות המשתנה התלוי | הקפדה על מהימנות המדדים |
| חוסר מהימנות המניפולציה (המב"ת) | האחדה מרבית של הליך הניסוי |
| גורמים שאינם רלוונטיים למצב הניסויי | בחירה במצבי ניסוי שממזערים גורמים אלו |
| הטרוגניות מקרית של נבדקים | שימוש במדגם הומוגני,<br>החזקת משתנים קבוע<br>או הפיכת השפעתם לשיטתית |

## תרגול:

**1)** בהתייחס למחקר שהוצג בשאלה הקודמת:
בקורס "מבוא לכלכלה" לסטודנטים שנה א' בחוג לכלכלה הועבר מבחן באמצע הסמסטר. בסוף הסמסטר החליט המרצה שינצל את מבחן סוף הסמסטר לבדוק האם לחץ הזמן בבחינה משפיע על ההישגים בה. הוא שיער שאנשים החשים מוגבלים בזמן ישיגו ציון נמוך מזה של אלו שחשים כי אינם מוגבלים בזמן. לכל הסטודנטים ניתן מבחן סוף סמסטר שלמעשה לא היה מוגבל בזמן אך למחצית מהנבחנים נאמר בדף ההנחיות הצמוד למבחן כי המבחן מוגבל לשלוש שעות (קבוצה א') בעוד שלמחצית השניה נאמר בדף הנחיות הצמוד לבחינה כי המבחן איננו מוגבל בזמן (קבוצה ב'). המבחנים בהם השתמש החוקר היו מהימנים ותקפים. התלמידים חולקו לשתי הקבוצות באופן מקרי, ישבו מעורבבים באותו החדר ולא ידעו כי יש שני סוגים של דפי הנחיות. נתקבל הבדל מובהק בכיוון המשוער: בממוצע הישגי קבוצה ב' היו גבוהים יותר.

א. ציין באילו אמצעים נקט החוקר בכדי להגדיל את התמ"ס?

ב. חוקר ב' טען כי העובדה כי בכל קבוצה יש סטודנטים חלשחם וחזקים עלולה לפגוע בהבדל בן הקבוצות. הסבר את טענתו במונחי שליטה בשונויות.

## תשובות סופיות:

**1)** א. מדגם הומוגני, כלי מדידה מהימנים, מניפולציה דומה ושיטתית, בחירה במצב ניסוי. ב. ראו סרטון.

# תוקף חיצוני:

## רקע:

מדבר על בעיה של הכללה – עד כמה ניתן להכליל את תוצאות הניסוי על מצבים, זמנים ואוכלוסיות אחרים?
הסקה סיבתית בנקודת זמן מסוימת, לפי ניסוי ספציפי ועם מדגם הומוגני אחד, אינו מקנה ביטחון רב ביציבות הקשר הסיבתי שנמצא.

התלות של הניסוי בתנאים מסוימים או בסוג אוכלוסייה מסוים מהווים איום לתוקף החיצוני של המחקר, כלומר, על יכולת ההכללה שלו. תלות כזו אנו מכנים אינטראקציה.

איומים על תוקף חיצוני:

1. אינטראקציה בין מדידה לטיפול הניסויי: אם כל הנבדקים עברו מדידה לפני, אזי מתעוררת השאלה האם ניתן להכליל את תוצאות הניסוי גם למצבי ניסוי בהם לא נערכה בדיקה מוקדמת. ניתן להפריך את האיום אם נבצע ניסוי ללא מדידה לפני ונקבל תוצאות דומות.

2. אינטראקציה בין ברירה לטיפול הניסויי: כאשר המדגם איננו מייצג את כל האוכלוסיה. איום זה פירושו שניתן להכליל רק למסגרת הדגימה שממנה נלקח המדגם לניסוי ולא מעבר לה. התוקף החיצוני מתחזק ככל שהקבוצות רחבות והטרוגניות יותר (בניגוד לתוקף המסקנה הסטטיסטית).
פיתרון: לקחת מדגם רחב ומייצג יותר של האוכלוסיה עליה מעוניינים לכליל את תוצאות המחקר, או שניתן לערוך את הניסוי על אוכלוסיות הומוגניות נוספות (להפוך את ה"אוכלוסיה" למשתנה שיטתי). לחילופין ניתן דווקא להחליט מראש לצמצם את תחום ההכללה לאוכלוסיה מוגדרת, למשל סטודנטים.

**מדגם הומוגני**

↙ **מקטין את התוקף החיצוני**
**אינט' בין ברירה לטיפול הניסויי**

↘ **מגדיל את תוקף המסקנה הסטטיסטית**

3. אינטראקציה בין סביבה לטיפול הניסויי: ניסוי במועד או במקום מסויימים יכול להיות לא תקף במועד או במקום אחרים.
הפיתרון: לערוך את הניסוי בזמנים ובמקומות אחרים (להפוך את הזמן ומקום הניסוי למשתנים ב"ת שהשפעתם שיטתית).

**סיכום – תוקף חיצוני:**

| איומים<br>אינטראקציה של הטיפול הניסויי עם: | פתרונות |
|---|---|
| **מדידה** | ✓ לוותר על מדידה לפני<br>✓ להכליל קבוצת ביקורת שלא עברה מדידה לפני |
| **בירה** | ✓ דגימת מדגם רחב<br>✓ לחזור על הניסוי עם אוכ' הומוגניות נוספות |
| **סביבה** | ✓ לערוך את הניסוי בזמנים ובמקומות נוספים |

## תרגול:

**1)** בהתייחס למחקר שהוצג בשאלה הקודמת:
בקורס "מבוא לכלכלה" לסטודנטים שנה א' בחוג לכלכלה הועבר מבחן באמצע הסמסטר. בסוף הסמסטר החליט המרצה שינצל את מבחן סוף הסמסטר לבדוק האם לחץ הזמן בבחינה משפיע על ההישגים בה. הוא שיער שאנשים החשים מוגבלים בזמן ישיגו ציון נמוך מזה של אלו שחשים כי אינם מוגבלים בזמן. לכל הסטודנטים ניתן מבחן סוף סמסטר שלמעשה לא היה מוגבל בזמן אך למחצית מהנבחנים נאמר בדף ההנחיות הצמוד למבחן כי המבחן מוגבל לשלוש שעות (קבוצה א') בעוד שלמחצית השניה נאמר בדף הנחיות הצמוד לבחינה כי המבחן איננו מוגבל בזמן (קבוצה ב'). המבחנים בהם השתמש החוקר היו מהימנים ותקפים. התלמידים חולקו לשתי הקבוצות באופן מקרי, ישבו מעורבבים באותו החדר ולא ידעו כי יש שני סוגים של דפי הנחיות. נתקבל הבדל מובהק בכיוון המשוער: בממוצע הישגי קבוצה ב' היו גבוהים יותר.

א. האם קיימים איומים על התוקף החיצוני במחקר הנוכחי?

ב. חוקר ב' טוען שניתן להכליל את תוצאות המחקר רק עבור סטודנטים שנה א' כיוון שרק הם נלחצים ממגבלת זמן.
   i. לאיזה איום לתוקף מתכוון חוקר ב' בטענתו?
   ii. כיצד ניתן לבדוק האם טענתו נכונה?
   iii. כיצד יראה הקשר הסיבתי במידה וטענתו נכונה?

## תשובות סופיות:

**1)** א. כן. ב.i. חיצוני, נובע מאינטראקציה בין בירה לטיפול הניסויי.
ii. ביצוע המחקר על סטודנטים ותיקים יותר. iii. מגבלת זמן ⇐ ציון בבחינה.

# תוקף מבנה:

## רקע:

עוסק בבעיה של הכללה מעבר להגדרות אופרציונאליות שונות של המשתנים.
נשאלת השאלה האם ניתן להסיק כי המשתנה הב"ת משפיע על המשתנה התלוי גם ברמה התיאורטית של המשתנים ולא רק ברמה התצפיתית?

איומים על תוקף מבנה:

1. חוסר מיצוי – ההגדרה האופרציונאלית אינה כוללת את כל מרכיבי המושג התיאורטי הנחקר. נבחין בין תוקף מבנה של סיבה (מב"ת) ותוקף מבנה של תוצאה (מ"ת).
2. חוסר בלבדיות – ההגדרה האופרציונאלית כוללת מרכיבים שאינם שייכים למושג התיאורטי הנחקר. תופעה המכונה – 'קונפאונדינג'.

1. חוסר מיצוי: המשתנה התצפיתי לא ממצה את כל עולם התוכן של המשתנה התיאורטי. במקרה זה לא נוכל להכליל את הקשר הסיבתי שנמצא בניסויי מעבר להגדרות האופרציונאליות הספציפיות בהן נעשה שימוש במחקר.
נבחין בין שני היבטים של חוסר מיצוי:

א. תוקף מבנה של סיבה: מתייחס למשתנה הב"ת – האם תצפיתים שונים של המשתנה הב"ת השפיעו באותה מידה ובאותו האופן על המשתנה התלוי?

ב. תוקף מבנה של תוצאה: מתייחס למשתנה התלוי – האם תצפיתים שונים של המשתנה התלוי הושפעו באותה מידה מהמשתנה הב"ת?

צריך, כמובן, להבחין האם מדובר בתצפיתים שקשורים לאותו משתנה תיאורטי או למשתנים תיאורטיים אחרים. רק במקרה הראשון עלול להיווצר איום לתוקף המבנה.

כיצד ניתן להתגבר על בעיית המיצוי?
אופרציונליזם מרובה – מתן מספר הגדרות אופרציונאליות במקביל לאותו משתנה תיאורטי ולבדוק אותן במקביל.
רפליקציה קונספטואלית – לחזור על הניסוי אך הפעם עם משתנה תצפיתי אחר. אם נקבל תוצאות דומות אז צימצמנו את האיום של חוסר מיצוי כי ניתן יהיה להכליל את הממצאים עבור תצפיתים אחרים לאותו משתנה תיאורטי.
תוקף המבנה יתחזק במקרה זה.

2. חוסר בלבדיות: נתייחס רק לחוסר בלבדיות במשתנה הב"ת. איום שנקרא 'קונפאונדינג': המניפולציה עצמה הכילה מרכיב של משתנה תיאורטי אחר לא רלוונטי אשר עלול ליצור שונות שיטתית טעותית ולהוות הסבר חלופי לתוצאות הניסוי.

**הסבר חלופי = שונות שיטתית = הבדל בין הקבוצות**

**ארטיפקט** – (תוקף פנימי)
אם נבע ממשהו חיצוני למחקר
תנאי נלווה לניסוי/מאפיין של נבדק

**קונפאונדינג** – (תוקף מבנה)
אם נבע מהמניפולציה עצמה
חלק מתפעול הניסוי

**סיכום – תוקף מבנה:**

| | איומים | פתרונות |
|---|---|---|
| **חוסר מיצוי** | תוקף מבנה של הסיבה<br>תוקף מבנה של התוצאה | ✓ רפליקציה קונספטואלית<br>✓ אופרציונליזם מרובה |
| **חוסר בלבדיות** | קונפאונדינג | ✓ תיקון תפעול הניסוי |

## תרגול:

**1)** חוקר ביקש לבחון את השפעת רמת האלכוהול בדם על ביצוע מטלה מוטורית. הוא חילק אקראית נבדקים ל-3 קבוצות. לקבוצה הראשונה נתן לשתות כוס אחת של בירה, לשניה שתי כוסות ולשלישית שלוש כוסות. כעבור חצי שעה בדק את מספר הסטיות של כל נבדק בהליכה על קו ישר לאורך 20 מטר.

א. הגדירו את המשתנים התיאורטיים והתצפיתיים.

ב. מהו חוסר תוקף מבנה של סיבה ותוצאה במקרה זה ומהם הפיתרונות להם?

ג. אם החוקר היה בודק במקביל את השפעת האלכוהול על מספר המילים שהנבדק זכר, האם תוצאות הניסוי הזה מאיימות על תוקף המבנה של התוצאה?

ד. במקרה שכל קבוצה בניסוי הייתה מקבלת סוגי אלכוהול שונים, באיזה אופן, אם בכלל היה נפגע תוקף המבנה של הניסוי?

## תשובות סופיות:

**1)** א. תיאורטי: ב"ת – רמת האלכוהול בדם, תלוי – רמת ביצוע מטלה מוטורית.
תצפיתי: ב"ת – מספר כוסות הבירה, תלוי – מס' הסטיות בהליכה על קו ישר לאורך 20 מטר. ב. ראו סרטון. ג. לא. ד. ראו סרטון.

# מערכי מחקר שגויים ואמיתיים:

## רקע:

תיאור סכמטי של מערך המחקר:

כללים וסימנים

1. כל סכמה מוצגת מימין לשמאל.
2. כל קבוצת ניסוי מוצגת בשורה נפרדת ולכן מס' השורות יהיו תמיד כמס' קבוצות הניסוי (כמס' הערכים של המב"ת).
3. Xi = מציין את הערכים השונים של המב"ת.
4. Oi = מציין את המדידות של המ"ת באותה נק' זמן.
5. R בראש כל שורה = מציין שנעשתה הקצאה מקרית (ניתן לסמן גם בקו מלא——— בין השורות).
6. ----- (קו מקווקו) בין השורות (בין קבוצות הניסוי) = מציין שלא נעשתה הקצאה מקרית.

דוגמאות למערכי ניסוי שגויים:

1. ניתוח מקרה:

O X

קבוצה אחת שעברה מניפולציה ולאחריה מדידה.
המחקר חסר ערך כיוון שאין כל השוואה ולא ניתן לדעת האם התוצאות היו מושגות גם ללא המניפולציה.

2. מערך "לפני-אחרי" ללא קבוצת ביקורת:

O2 X O1

מדובר בקב' ניסוי אחת, שעברה מדידה, אח"כ מניפולציה ושוב מדידה נוספת.
בהיעדר קבוצת ביקורת, התוקף הפנימי של הניסוי הנ"ל נמוך מאוד.

3. מערך "אחרי" עם קבוצת ביקורת ללא הקצאה מקרית:

O1 X
---
O2

מדובר בשתי קבוצות שלא עברו הקצאה מקרית ולא נמדדו לפני המניפולציה כך שלא ניתן לוודא שהן היו שוות מלכתחילה.

## דוגמאות למערכי ניסוי אמיתיים:

מושתתים על שני עקרונות מרכזיים:

א. הקצאה מקרית של נבדקים לקבוצות הניסוי והביקורת.
ב. שליטה בעיתוי הפעלת הטיפול הניסויי.

4. מערך "לפני-אחרי" עם קבוצת ביקורת:

R O1 X O2
R O3 O4

במערך זה הנבדקים הוקצו מקרית לקבוצות הניסוי והביקורת וגם שתי הקבוצות נמדדו לפני הטיפול הניסויי כך שנוצר בסיס להשוואה ביניהן.

חסרונות: איום האינטראקציה שבין המדידה למשתנה הב"ת. פגיעה בתוקף החיצוני של המחקר .

5. מערך "4 הקבוצות של סלומון":

קבוצה א': R O1 X O2
קבוצה ב': R O3 O4
קבוצה ג': R X O5
קבוצה ד': R O6

במערך זה נוספו עוד 2 קבוצות של ניסוי וביקורת שלא עברו בדיקה מוקדמת.
מערך מחקר זה מאפשר לבדוק אם האינטראקציה שבין הבדיקה המוקדמת לטיפול הניסויי אכן גרמה לתוצאות הניסוי ואם אפשר להכליל את הממצאים על אוכלוסיות שעברו בדיקה מוקדמת ועל אוכלוסיות שלא עברו אותה.
חסרונות: מצריך משאבים רבים.

6. מערך "אחרי בלבד עם קבוצת ביקורת":

R O1 X
R O2

בהיעדר מדידה מוקדמת, הבטחת השיוויון בין קבוצת הניסוי לביקורת מבוססת על רנדומיזציה בלבד.
מערך זה חסכוני ויעיל יחסית.

**סיכום:**

| סוג | מאפיינים | סיבתיות | דוגמאות | ביקורת |
|---|---|---|---|---|
| **מתאמי** | **אין** מניפולציה | **אין**<br>הסקה על קשר בלבד | - מחקר רוחב<br>O X RS<br>- מחקר אורך<br>O3 O2 O1 X RS | תוקף חיצוני גבוה ופנימי נמוך.<br>משאבים רבים, בעית נשירה, אך ניתן לבסס סדר זמנים. |
| **דמויי ניסויי** | **יש** מניפולציה<br>**אין/יש** קבוצת ביקורת<br>**אין** הקצאה אקראית | **אין**<br>תוקף פנימי נמוך | - "לפני אחרי ללא קבוצת ביקורת"<br>O2 X O1<br>- "לפני אחרי עם קבוצת ביקורת ללא הקצאה מקרית"<br>O2 X O1<br>----------<br>O4 O3<br>- "אחרי בלבד עם קבוצת ביקורת ללא הקצאה מקרית"<br>O1 X<br>----------<br>O2 | חשוף לארטיפקטים רבים (היסטוריה, בשילה, מדידה, מכשור, רגרסיה לממוצע, ברירה).<br>חשוף בעיקר לאיום של ברירה ואינטראקציה עם ברירה.<br>חשוף בעיקר לאיום של ברירה. |
| **ניסויי אמיתי** | ✓ **יש** מניפולציה<br>✓ **יש** קבוצת ביקורת<br>✓ **יש** הקצאה אקראית | **יש**<br>תוקף פנימי גבוה<br>✓ | - "לפני-אחרי עם קבוצת ביקורת" (ניסויי קלאסי)<br>O2 X O1 R<br>O4 O3 R<br>- "אחרי בלבד עם קבוצת ביקורת"<br>O1 X R<br>O2 R<br>- " 4 הקבוצות של סלומון"<br>O2 X O1 R<br>O4 O3 R<br>O5 X R<br>O6 R | איום לתוקף חיצוני (אינט' בין הטיפול הניסויי למדידה לפני)<br>מתגבר על האיום לתוקף החיצוני (אין מדידה לפני) יעיל וחסכוני.<br>מאפשר למדוד את ההשפעה של המדידה לפני. אך מצריך משאבים רבים. |

הערה: RS = דגימה אקראית.

## תרגול:

**1)** בהתייחס למחקר שהוצג בשאלות קודמות:
בקורס "מבוא לכלכלה" לסטודנטים שנה א' בחוג לכלכלה הועבר מבחן באמצע הסמסטר. בסוף הסמסטר החליט המרצה שינצל את מבחן סוף הסמסטר לבדוק האם לחץ הזמן בבחינה משפיע על ההישגים בה. הוא שיער שאנשים החשים מוגבלים בזמן ישיגו ציון נמוך מזה של אלו שחשים כי אינם מוגבלים בזמן. לכל הסטודנטים ניתן מבחן סוף סמסטר שלמעשה לא היה מוגבל בזמן אך למחצית מהנבחנים נאמר בדף ההנחיות הצמוד למבחן כי המבחן מוגבל לשלוש שעות (קבוצה א') בעוד שלמחצית השניה נאמר בדף הנחיות הצמוד לבחינה כי המבחן איננו מוגבל בזמן (קבוצה ב'). המבחנים בהם השתמש החוקר היו מהימנים ותקפים. התלמידים חולקו לשתי הקבוצות באופן מקרי, ישבו מעורבבים באותו החדר ולא ידעו כי יש שני סוגים של דפי הנחיות. נתקבל הבדל מובהק בכיוון המשוער: בממוצע הישגי קבוצה ב' היו גבוהים יותר.

א. תאר את המחקר בצורה סכמטית. ציין מה מבטאים הסימנים השונים.

ב. איך קרוי מערך מחקר זה? האם אמיתי או שגוי? נמק.

ג. פרט מה הבעיה שיכולה להיווצר במערך מחקר זה וכיצד ניתן למנוע אותה?

## תשובות סופיות:

**1)** א. R O1 X O2 (R = הקצאה אקראית).
R O3 O4 (X = מניפולציה).
(O = מדידות של המשתנה התלוי).
ב. "לפני-אחרי עם קבוצת ביקורת", מערך אמיתי. ג. ראו סרטון.

# תרגול מסכם – הניסוי:

## תרגול:

**1)** ענה על הסעיפים הבאים:

א. מה ההבדל בין רנדומיזציה של נבדקים לבין רנדומיזציה של תנאי ניסוי?

ב. לאיזה סוג תוקף מסייעת כל אחת?

ג. איזה איום/ים מתכוונת כל אחת להקטין?

**2)** אחד מסוגי הבעיות המוכרות במחקרים במדעי החברה הוא מה שקרוי אפקט ה-"handling". טענה זו אומרת שההבדלים בין קבוצת הניסוי לקבוצת הביקורת אינם נובעים מתוכנה של מניפולציה (למשל: המרכיבים הכימיים של התרופה בניסוי לבדיקת יעילות התרופה) אלא מעצם זה שקבוצת הניסוי (הקבוצה שמקבלת את התרופה) מקבלת יותר תשומת לב (יותר "טיפול") מקבוצת הביקורת (שאינה מקבלת את התרופה) ולא משנה מה תוכן הטיפול.

א. האם זוהי טענה של ארטיפקט או של קונפאנידינג? הסבר.

ב. כיצד לדעתך ניתן להתגבר על בעיה זו באמצעות מערך המחקר? הסבר.

**3)** חוקר רצה לבדוק האם הימצאות במצב הומוריסטי מסייעת לעמידה בלחץ ביחס להימצאות מצב רגיל. לצורך זה ערך ניסוי. הוא דגם מקרית 60 נבדקים סטודנטים וחילק אותם באופן מקרי ל-3 קבוצות בגודל שווה. הנבדקים בכל הקבוצות נבקשו להחזיק את היד במים קרים מאוד לזמן רב ככל שיוכלו. מספר השניות שבהן החזיק הנבדק את ידו במים קרים מאוד היה מדד ליכולת עמידתו בלחץ. הקבוצה הראשונה צפתה באותו זמן במערכון מצחיק של "ארץ נהדרת" (X1), הקבוצה השניה צפתה בפרק קצר מתוך תכנית טלויזיה (X2), וקבוצה שלישית צפתה בהרצאה רצינית בנושא עיוני (X3).
נמצא שמשך הזמן שהנבדקים החזיקו את ידם במים קרים מאוד היה כדלהלן: $\bar{X}_3 = 6$ , $\bar{X}_2 = 9$ , $\bar{X}_1 = 15$ .
ההבדלים שהתקבלו היו איפה בסדר: $\bar{X}_1 > \bar{X}_2 > \bar{X}_3$ .

א. מהם המשתנים הב"ת והתלוי התיאורטיים והתצפיתיים?

ב. הצג באופן סכמטי את מערך המחקר ותאר במילים מה מבטאים הסימנים השונים.

ג. הנח כי הטמפ' בחדר שבו נערך הניסוי הייתה 30° בקבוצה X1 , 24° בקבוצה X2 ו-19° בקבוצה X3. האם בעובדה זו יש משום איום לתוקף? אם כן, באיזה תוקף מדובר ובאיזה איום? הסבר.

ד. החוקר החזיק קבוע את עיסוקם של הנבדקים (כולם סטודנטים). האם החזקת משתנה זה קבוע תשפיע במחקר הנוכחי על התוקף הפנימי,

על תוקף המסקנה הסטטיסטית ועל תוקף המבנה? התיחס לכל תוקף בנפרד.

ה. חוקר ב' טוען כי כיוון שהיו נבדקים בקבוצה X1 שהחזיקו את ידם במיים רק 5, 6 שניות ונבדקים בקבוצה X3 שהחזיקו את ידם במים 14 ו-15 שניות, המחקר חסר תוקף פנימי. האם צודק החוקר בטענתו?

ו. חוקר ב' טוען בנוסף כי מה שיצר את ההבדלים בין הקבוצות אינו המצב ההומוריסטי אלא העובדה כי לנבדקים בקבוצות X1 ו-X2 היה יותר מעניין.
   i. האם חוקר ב' מתייחס לשונות טעותית מקרית או שיטתית?
   ii. האם זוהי טענה של ארטיפקט או קונפאונדינג? הסבר.
   iii. לאור הממצאים ניתן לומר כי גם אם חוקר ב' צודק, טענתו איננה מהווה הסבר מלא לממצאי המחקר. הסבר מדוע.

ז. חוקר ב' טוען בנוסף כי אילו המחקר היה נערך על נבדקים בוגרים לא היו מתקבלים הבדלים בין שלושת הקבוצות.
   i. על איזה תוקף מערערת טענה זו ובאיזה איום מדובר?
   ii. הצע בקצרה דרך לבחון את טענתו של חוקר ב'.
   iii. מהו סוג הקשר שחוקר ב' טוען כי קיים בין המשתנים?

**4)** חוקר רצה לבחון את יעילותה של תוכנית הדרכה לשיפור שירות שנותנים רוקחים בבתי מרקחת ציבוריים.
50 רוקחים הוקצו מקרית לשתי קבוצות. קבוצה אחת עברה תוכנית הדרכה לשיפור השירות. קבוצה שניה שימשה כקבוצת ביקורת. לאחר מחצית שנה של התוכנית נבדקה רמת השירות שנותנים הרוקחים על ידי נתונים משלושה מקורות:

- הממונה על הרוקח.
- שני עמיתים לעבודה.

תוצאות המחקר העלו כי:

1. לא נתקבל הבדל מובהק בין שתי הקבוצות בהערכת העמיתים אולם כן התקבל הבדל מובהק בין הקבוצות (לטובת הקבוצה שעברה הדרכה) בהערכת הממונה.

2. נתקבל מתאם נמוך מאוד בין הערכת העמיתים לבין הערכת הממונה בשתי הקבוצות.

   א. מהם המשתנים התיאורטים והתצפיתיים הב"ת והתלויים?
   ב. הצג באופן סכמטי את מערך המחקר ותאר במילים מה מבטאים הסימנים השונים
   ג. האם תוצאות המחקר נתונות לאיום של סלקציה? האם נתונות לאיום של היסטוריה?

ד. בבדיקה מאוחרת יותר שנעשתה הסתבר כי היה הבדל מובהק במשקל בין שתי הקבוצות: הקבוצה שקיבלה הדרכה הייתה בעלת משקל ממוצע נמוך בכשלושה ק"ג מזו של קבוצת הביקורת.
   i. על איזה סוג של תוקף ממצא זה עשוי לאיים ובאיזה איום מדובר?
   ii. האם אמנם סביר כי הממצא מאיים על התוקף הפנימי שציינת?

ה. חוקר ב טוען כי מכיוון שהחוקר ביצע את המחקר רק על סוג מסוים של תוכנית הדרכה לשיפור השירות, לא ניתן להכליל את תוצאות המחקר על תוכניות אחרות.
   i. על איזה סוג של תוקף ועל איזה איום מדבר חוקר ב?
   ii. הצע בקצרה דרך לבחון את טענתו של חוקר ב'
   iii. במידה וחוקר ב' צודק, מהו סוג הקשר הסיבתי שנמצא במחקר?

ו. להזכירך-תוצאות המחקר העלו כי:
לא נתקבל הבדל מובהק בין שתי הקבוצות בהעכת העמיתים אולם כן התקבל הבדל מובהק בין הקבוצות (לטובת הקבוצה שעברה הדרכה) בהערכת הממונה.
האם יש בממצאים אלו פגיעה בתוקף הניסוי? פרט והסבר.

ז. להזכירך- ממצאי המחקר עולה בנוסף כי-נתקבל מתאם נמוך מאוד בין הערכת העמיתים לבין הערכת הממונה בשתי הקבוצות.
מה משמעותו של ממצא זה לגבי תוקף המדידה של המשתנה התלוי? הסבר.

ח. בבדיקה נוספת חושב מתאם בין גיל הרוקח לבין טיב השירות שלו. התגלה כי ככל שגיל הרוקח היה צעיר יותר כך טיב השירות שלו היה טוב יותר. עוזר מחקר טען כי ממצא זה עלול לפגוע בתוקפו הפנימי של המחקר.
   i. מה צריך לעשות על מנת לבדוק האם הטענה נכונה?
   ii. באיזה איום מדובר?

ט. התברר לחוקר כי הנבדקים בקבוצת הביקורת ידעו על ההדרכה שקיבלה קבוצת הניסוי. האם יש בכך להסביר את העובדה שלא נמצא הבדל בין הקבוצות בהערכת העמיתים? הסבר.

**5)** חוקר טוען כי שכיחות החשיפה לשיר מסוים תשפיע על מידת החיבה לשיר. ככל שמידת החשיפה לשיר תהיה גבוהה יותר, כך מידת החיבה כלפיו תעלה. על מנת לבחון את טענתו ערך מחקר שבו השתתפו 200 נבדקים בני 18, שהוקצו מקרית ל-4 קבוצות. לכל הקבוצות הושמע אותו השיר-"ברית עולם" של מתי כספי. כל הנבדקים רוכזו באולם ספורט באותו הזמן כאשר לקבוצה הראשונה הושפע השיר פעם אחת ביום במשך שבוע. לקבוצה השנייה הושפע השיר פעם ביום למשך 3 ימים, לשלישית במשך יומיים ולרביעית במשך יום אחד בלבד. לאחר מכן התבקשו הנבדקים למלא שאלון שמטרתו להעריך את מידת החיבה שלהם לשיר בסולם של 1 (לא מחבב כלל) ל-4 (מחבב מאוד). בנוסף נשאל כל נבדק בע"פ – " מה הסיכוי שהוא יוריד את השיר למחשבו הפרטי" בסולם של 1 (אין סיכוי) ל-5 (סיכוי גבוה מאוד).הממצאים שהתקבלו

היו כי התקבלו הבדלים מובהקים בין הקבוצות במידת החיבה לשיר ובתשובתם לשאלה בע״פ. ככל שהשיר הושמע יותר פעמים כך הוא קיבל ציונים גבוהים יותר בשני המדדים.

א. מהם המשתנים התלוי והב״ת התיאורטיים והתצפיתיים?
ב. האם מערך המחקר הנוכחי הוא ניסויי או מתאמי? הסבר.
ג. האם השערת המחקר עומדת בקריטריונים של השערה מדעית? הסבר.
ד. הצג באופן סכמטי את מערך המחקר ותאר במילים מה מבטאים הסימנים השונים.
ה. מה המשמעות של העובדה כי נדגמו למחקר רק צעירים בני 18 בלבד? האם יש לכך השפעה על תוקף המחקר?
ו. האם העובדה כי החוקר השמיע שיר מסוים אחד בלבד-״ברית עולם״ עלולה לפגוע בתוקף המחקר? אם כן- באיזה תוקף מדובר?
ז. בהנחה שיש בעיה בתוקף של המחקר , אליה התייחסת בסעיף הקודם, כיצד ניתן יהיה לתאר את הקשר הסיבתי שהתקבל במחקר?
ח. בהנחה שיש בעיה בתוקף, אליה התייחסתם בסעיף ו׳, כיצד ניתן להתגבר עליה?
ט. האם התוקף הפנימי של המחקר נתון לאיומים של היסטוריה? היסטוריה מקומית? התמרמרות נבדקי קבוצת הביקורת? תחרות מפצה?
י. כיצד ניסו במחקר הנוכחי להתגבר על האיומים של היסטוריה והיסטוריה מקומית? האם יש עוד דרכים להתגבר על איומים אלו פרט לזו שננקטה במחקר הנוכחי?
יא. התברר כי למרות ההקצאה המקרית הקבוצות היו שונות זו מזו בהתפלגות המשתנה ״צבע עיניים״. האם יש בכך איום לתוקף המחקר? כיצד ניתן לבדוק זאת?
יב. התייחסו לתוצאות המחקר- האם העובדה שהמשתנה הב״ת השפיע על שני המדדים לחיבה כלפי השיר משפיעה על תוקף המחקר?
יג. חושב מתאם בין שני המדדים של המשתנה התלוי והתקבל מתאם חיובי גבוה ביניהם. על מה מעידה תוצאה זו? האם היא רצויה?
יד. $\alpha$ קרונבך שחושבה לשאלון שווה ל-0.84. לאיזה מטרה חושבה $\alpha$ קרונבך והאם התוצאה מחזקת את תוקף המסקנה הסטטיסטית של המחקר?
טו. התברר כי למרות ההקצאה המקרית הקבוצות נבדלו ביניהן במשתנה מגדר. בקבוצות שזכו לחשיפה גבוה היו יותר נשים מגברים. בנוסף נמצא כי נשים מחבבות יותר מגברים שירים בסגנון השיר שהושמע לנבדקים.
   i. האם יש בכך איום על תוקף המחקר?
   ii. בהנחה שמגדר מהווה הסבר חלופי לתוצאות, כיצד ניתן לתאר את הקשר?

iii. כיצד ניתן להפריך את הטענה כי מגדר מהווה הסבר אלטרנטיבי לתוצאות שהתקבלו במחקר?

טז. התברר בנוסף כי היו הבדלים בין הקבוצות באיכות ההשמעה של השיר. איכות ההשמעה עלתה ככל שתדירות ההשמעה עלתה.
i. הסבירו את משמעות ממצא זה במונחים של שונות.
ii. האם המשתנה של איכות ההשמעה מהווה ארטיפקט?

**6)** חוקר טוען כי מידת ההסתגלות לגירוי כפי שבאה לידי ביטוי בזמן החשיפה אליו משפיעה על מידת החיבה כלפיו. ככל שהגירוי נחשף לזמן רב יותר כך הנבדק מגלה חיבה גדולה יותר כלפיו. על מנת לבדוק את טענתו ערך מחקר בו השתתפו 200 נבדקים. כל הנבדקים הגיעו מסביבה מבוססת בתל-אביב. לפני עריכת הניסוי, בדק החוקר משתני רקע (גיל, מין, השכלה) של הנבדקים.
החוקר סיפר לנבדקים כי מטרת הניסוי היא לבדוק את ההשפעה של מידת הריכוז של אדם בגירוי אליו הוא נחשף, על מידת המוכרות שהוא חש כלפי הגירוי. הגירוי במחקר יהיה ילקוט אדום שיוצג בשקופית. החוקר הקצה את הנבדקים באופן מקרי ל-4 קבוצות שוות גודל.
לקבוצה א' הוצג הגירוי למשך 5 שניות.
לקבוצה ב' הוצג הגירוי למשך 15 שניות.
לקבוצה ג' הוצג הגיקוי למשך 25 שניות.
לקבוצה ד' הוצג הגירוי למשך 35 שניות.
לאחר מכן נדרשו הנבדקים לדרג את מידת החיבה שהם חשים כלפי הגירוי בסולם מ-1 ("כלל לא מחבב") עד 7 ("מחבב מאוד").
כמו כן נשאלו עד כמה היו רוצים לראות שנית את הגירוי על סולם שבין 1 ("כלל לא") ל-4 ("רוצים מאוד").
לבסוף נדרשו לדרג את מידת המוכרות של הגירוי בסולם מ-1 ("כלל לא") ל-4 ("מוכר מאוד").
כלי המחקר בהם השתמש החוקר היו מהימנים ותקפים.
מטעמים טכניים חולקה כל קבוצה לשניים. למחציתה הועבר המחקר בשעות הערב ולמחציתה בשעות הבוקר. כל הנבדקים להם הועבר המחקר בבוקר או בערב נבדקו באותו זמן בדיוק אך בחדרים נפרדים, בהתאם לקבוצה.

א. ציין מהם המשתנים התלוי והב"ת התיאורטיים והתצפיתיים.

ב. הצג באופן סכמטי את מערך המחקר

ג. האם תוצאות המחקר נתונות לאיומים של מדידה? היסטוריה מקומית? היסטוריה? סלקציה? הסבר במונחים של שליטה על שונויות.

ד. החוקר החזיק קבוע את הגירוי (ילקוט אדום).
i. האם זהו משתנה הקשור לאפיון של הנבדק או להליך?
ii. כיצד תשפיע החזקת משתנה זה קבוע על תוקף המבנה של המחקר?

ה. חוקר ב' טוען כי מה שהשפיע על הנבדקים איננו רמת ההסתגלות לגירוי אלא רמת העייפות בעקבות זמן החשיפה לגירוי. כלומר, נבדקים שנחשפו זמן רב יותר לגירוי התעייפו יותר ולכן דירגו את החיבה כגבוהה יותר.

i. על איזה תוקף מערערת טענה זו ואיזה איום היא מבטאת?
ii. עוזר המחקר טוען שמכיוון שהתבצעה הקצאה מקרית, טענתו של חוקר ב׳ בהכרח שגויה. האם עוזר המחקר צודק בטענתו?
iii. מה היה צריך לעשות כדי לבדוק את טענתו של חוקר ב׳? איזה תוצאה תתמוך בטענתו?

ו. החוקר החליט להוסיף גם גירוי של ילקוט כחול. כל הקבוצות נחשפו בנוסף לילקוט האדום גם לילקוט כחול והתקבלו אותן התוצאות.
i. איזה שונות תושפע מכך?
ii. האם הוספת הגירוי תשפיע על תוקף המחקר?

ז. תוצאות המחקר שהתקבלו הן שונות עבור דירוג החיבה ודירוג המוכרות. בעוד שהחשיפה לגירוי השפיע על מידת המוכרות היא לא השפיע על מידת החיבה. האם יש בכך לערער על תוקף המבנה של התוצאה?

ח. נאמר שבתוך כל קבוצה היו 30% עיוורי צבעים ו-70% לא.
i. האם הדבר יכול להוות הסבר אלטרנטיבי לתוצאות המחקר?
ii. איזה שונות עלולה להיות מושפעת מראיית הצבעים? על איזה תוקף היא עלולה להשפיע?

ט. לאחר ביצוע המחקר התברר כי למרות ההקצאה המקרית היה הבדל ברמות ההשכלה של נבדקי הקבוצות השונות. חוקר ג׳ טוען כי זאת הסיבה להבדל שנמצא ברמת החיבה לגירוי.
i. על איזה איום ואיזה תוקף מדבר חוקר ג׳. הסבר זאת במונחי שליטה על שונויות.
ii. מה צריך לעשות על מנת לבדוק את טענתו של חוקר ג׳?

י. כיצד העובדה שהחוקר דגם את נבדקיו מסביבה מבוססת מתל-אביב עשויה להשפיע על תוקף הניסוי?

## תשובות סופיות:

**1)** א. ראו סרטון. ב. פנימי. ג. ראו סרטון.

**2)** א. קונפאונדינג. ב. קבוצה א' – טיפול עם תוכן רלוונטי, קבוצה ב' – טיפול פלסבו, קבוצה ג' – לא לתת טיפול.

**3)** א. תיאורטי: ב"ת – הימצאות במצב הומוריסטי, תלוי – יכולת התמודדות עם לחץ. תצפיתי: ב"ת – סוג הסרט שהוקרן לנבדק, תלוי – מס' השניות שהנבדק החזיק את ידו במים קפואים.

ב. R O X1 R (R = נעשתה הקצאה מקרית). ג. ראו סרטון.
R O X2 R (X = ערכים שונים של המב"ת).
R O X3 R (O = מדידה אחרי של המ"ת).

ד. ראו סרטון. ה. לא. ו.i. טעותית. ii. קונפאונדינג.
iii. ראו סרטון. ז.i. חיצוני, אינטראקציה בין ברירה לטיפול הניסויי.
ii. בוגרים שאינם סטודנטים. iii. מותנה.

**4)** א. תיאורטי: ב"ת – קיומה של תכנית הדרכה, תלוי – רמת השירות. תצפיתי: ב"ת – השתתפות בתכנית הדרכה לשיפור השירות, תלוי – 1. הערכת הממונה את איכות השירות שנתן הרוקח. 2. הערכת עמיתים את איכות השירות שנתן הרוקח.

ב. R O X1 R (R = נעשתה הקצאה מקרית).
R O X2 R (X = ערכים שונים של המב"ת).
(O = מדידה אחרי של המ"ת).

ג. לא. ד.i. איום: ברירה, תוקף: פנימי. ii. לא.
ה.i. איום: חוסר מיצוי, תוקף: מבנה. ii. רפליקציה קונספטואלית.
iii. מותנה. ו. ראו סרטון. ז. ראו סרטון.
ח.i. לבדוק את ממוצע הגילאים בשתי הקבוצות. ii. ארטיפקט של ברירה.
ט. כן.

**5)** א. תיאורטי: ב"ת – מידת החשיפה לשיר, תלוי – מידת החיבה כלפי השיר. תצפיתי: ב"ת – מס' הימים/ההשמעות של השיר "ברית עולם", תלוי – 1. הציון בשאלון הערכת החיבה לשיר. 2. תשובת הנבדק לשאלה בע"פ על כוונותו להוריד את השיר למחשב.

ב. ניסויי. ג. כן.

ד. R O X1 R (R = נעשתה הקצאה מקרית).
R O X2 R (X = ערכים שונים של המב"ת).
R O X3 R (O = מדידה אחרי של המ"ת).
R O X4 R

ה. ראו סרטון. ו. כן, מבנה. ז. מותנה. ח. רפלקציה קונספטואלית.
ט. ראו סרטון.
י. איפסו את השונות של הזמן והמקום, רנדומיזציה של תנאי הניסוי.
יא. כן לתוקף הפנימי, יש לבדוק האם המאפיין של הנבדק רלוונטי למשתנה התלוי.
יב. צומצם האיום של חוסר מיצוי בתוצאה, תוקף המבנה של התוצאה התחזק.
יג. חיזוק לתוקף המדידה של המשתנה התלוי, תוצאה רצויה.

יד. ראו סרטון. טו.i. כן. ii.מזויף. iii. ראו סרטון.
טז.i. שונות שיטתית טעותית. ii. קונפאונדינג.

**6)** א. תיאורטי: ב"ת – רמת הסתגלות לגירוי, תלוי – 1. מידת חיבה לגירוי. 2. מידת המוכרות של הגירוי.
תצפיתי: ב"ת – משך חשיפה של הגירוי – "כובע אדום" שמוקרן ע"ג שקופית, תלוי – 1. דירוג הנבדק את יכולת המידה שבה חש חיבה כלפי הגירוי. 2. דירוג הנבדק את המידה שבה חש מוכרות לגירוי.

ב. R O X 1 R (R = נעשתה הקצאה מקרית).
R O X 2 R (X = ערכים שונים של המב"ת).
R O X 3 R (O = מדידה אחרי של המ"ת).
R O X 4 O

ג. ראו סרטון. ד.i. להליך. ii. ראו סרטון. ה.i. מבנה. ii. לא.
iii. ראו סרטון. ו.i. השונות השיטתית הרצויה. ii. כן. ז. לא.
ח.i. לא. ii. שונות מקרית בתוך הקבוצות, תוקף המסקנה הסטטיסטית.
ט.i. איום: ברירה, תוקף: פנימי. ii. ראו סרטון.
י. ראו סרטון.

# מערך מחקר פקטוריאלי:

## רקע:

מערך מחקר בו מופעלים שני משתנים ב״ת לפחות, כך שכל רמה (ערך) במשתנה ב״ת אחד מופעלת במשולב עם כל הרמות האחרות של המשתנים הב״ת האחרים.

### אפקט עיקרי:

ההשפעה של המשתנה הב״ת מעבר לרמות המשתנים הב״ת האחרים (בשוליים של הטבלה).

### אפקט פשוט:

אפקט של המשתנה הב״ת ברמה אחת של המשתנה הב״ת השני (בתוך הטבלה).

### אינטראקציה:

ההשפעה של המשתנה הב״ת שונה עבור הרמות השונות של המשתנים הב״ת האחרים.

העדר אינטראקציה – ההשפעה של המשתנה הב״ת זהה עבור הרמות השונות של הב״ת האחרים.

העדר אינטראקציה = מצב של אדיטיביות:

ממוצעי התאים הם פונקציה אדיטיבית של הממוצעים השוליים.
**ממוצע כללי - ממוצע שורה + ממוצע טור = ממוצע תא.**

מצב של אינטראקציה = סטייה מהאדיטיביות:
האפקטים הפשוטים של משתנה ב״ת אחד אינם זהים ברמות השונות של המשתנים הב״ת האחרים.

### סוגי אינטראקציות:

שני סוגים של אינטראקציות:
אורדינאלית – כיוון האפקטים הפשוטים זהה.
דיסאורדינאלית – כיוון האפקטים הפשוטים שונה.

## תרגול:

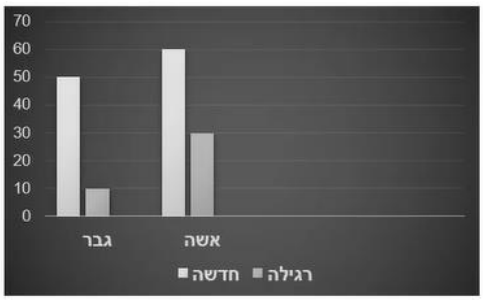
**1)** במחקר מסוים נבדקה השפעתם של מגדר (גבר, אישה) ושיטת לימוד נהיגה (רגילה, חדשה) על מספרי שיעורי הנהיגה שעובר הנבדק עד לקבלת רישיון.
לפניך מספר שרטוטים/טבלאות המתארים תוצאות היפותטיות.
לכל אחד מהם ציין/י:
האם יש אפקט עיקרי למגדר? נסחו אותו במילים.
האם יש אפקט עיקרי לשיטת הלימוד? נסחו אותו במילים.
האם יש אפקט לאינטראקציה ואם כן, מאיזה סוג? נסחו אותו במילים.

א.

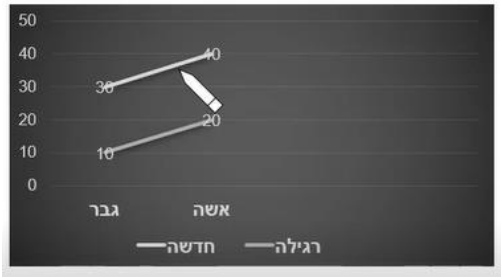
| שיטה / מגדר | חדשה | רגילה | ממוצע: |
|---|---|---|---|
| גבר | 30 | 10 | 20 |
| אשה | 10 | 30 | 20 |
| ממוצע: | 20 | 20 | |

ב.

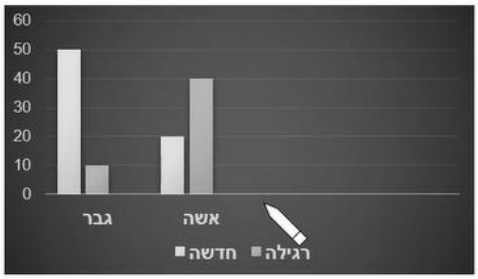
ג.




ד.



ה.




ו.

**2)** חוקר ערך מחקר באופן הבא: הוא הקצה מקרית משתתפים לתנאי ניסוי של צורת למידה (בקבוצה מול יחידנית) ושל צורת הוראה (משתפת, רגילה) ומדד את הישגי התלמידים לאחר כחודש של הפעלת משתנים אילו. החוקר שיער שהישגי התלמידים יושפעו מצורת הלמידה – בלימוד בקבוצה יתקבלו הישגים טובים יותר מאשר בלימוד יחידני. החוקר לא ציפה לקבל הבדלים בצורת ההוראה שכן האמין שלימוד משתף לעומת לימוד רגיל משפיע באופן דומה. לבסוף, החוקר שיער שבעוד שבלימוד הקבוצתי הישגי התלמידים יהיו גבוהים יותר כאשר הלימוד יהיה שיתופי מאשר בצורה הרגילה, בלימוד היחידני יתקבל הדפוס ההפוך.

א. החוקר משער אם כך על:
   i. אפקט עיקרי לצורת הלמידה, אפקט עיקרי לצורת ההוראה ואינטראקציה אורדינאלית עבור צורת ההוראה.
   ii. אפקט עיקרי לצורת הלמידה, אפקט עיקרי לצורת ההוראה ואינטראקציה דיסאורדינאלית עבור צורת ההוראה.
   iii. אפקט עיקרי לצורת הלמידה ואינטראקציה אורדינאלית עבור צורת ההוראה.
   iv. אפקט עיקרי לצורת ההוראה ואינטראקציה דיסאורדינאלית עבור צורת ההוראה.
   v. אפקט עיקרי לצורת ההוראה ואינטראקציה דיסאורדינאלית עבור צורת הלימוד.
   vi. אף תשובה איננה נכונה.

ב. בהנחה שהשערות החוקר אוששו, אנא שרטטו את דפוס הממצאים בגרף.

## תשובות סופיות:

**1)** א. אין אפקט עיקרי למגדר ולשיטה, יש אינטראקציה דיסאורדינאלית.
ב. אין אפקט עיקרי למגדר ולשיטה, יש אינטראקציה דיסאורדינאלית.
ג. יש אפקט עיקרי למגדר, לשיטה ולאינטראקציה אורדינאלית.
ד. יש אפקט עיקרי למגדר ולשיטה ואין אינטראקציה.
ה. אין אפקט עיקרי למגדר, יש אפקט עיקרי לשיטה ואינטראקציה דיסאורדינאלית.
ו. יש אפקט עיקרי למגדר, לשיטה ולאינטראקציה אורדינאלית.

**2)** א. ו'. ב. ראו סרטון.