

שמי רועי עידן
נשוי למורן + 2 ילדים

בוגר תואר ראשון בהצטיינות בכלכלה וניהול
ותואר שני במנהל עסקים מטעם המכללה למנהל

מורה פרטי מראש"צ, מעביר שיעורים פרטיים ליחידים וקבוצות- כ 15 שנים-
מומחה למבחני המכללה למנהל.

כ 15 שנים אני מעביר תגבורים לסטודנטים מטעם אגודת הסטודנטים.
בקורסים: סטטיסטיקה, אקסל, מימון, כלכלה, מתמטיקה ועוד.
אני מעביר את כל התגבורים בסטטיסטיקה בשנים האחרונות
בביה"ס לתקשורת, מנע"ס, כלכלה וחשבונאות.

אני מפעיל אתר סרטונים (קורסים מוקלטים להכנה למבחן)

שייעודו להכין למבחן תוך כ 7 שעות בלבד.

הקורסים המקוונים מלמדים את **הכל מאפס**

ונוצרו במיוחד לסטודנטים מהמכללה למנהל.

עלות הקורס בסטטיסטיקה למנהלים היא 320 שח בלבד

<https://roy-idan.co.il/v2uu>

לאן ההקלטה של היום עולה?

<https://roy-idan.co.il/v2uu>

**בשלב הזה לתרגל רק מבחנים, ובצורה רוחבית
(לפי נושאים).**

לא לתרגל חוברת תרגילים בשלב זה!

תכף מצרף לצ'ט את מערך השיעור

תגבור בסטטיסטיקה למנהלים, ביה"ס לתקשורת

תשפ"ד 2024 - מאת רועי עידן

הנושאים למבחן:

מדדי מרכז ופיזור (טבלה של עמודת X ועמודת שכיחות f):
סולמות מדידה (סוגי משתנים) + סוג הגרף המתאים לכל משתנה,
מדדי מרכז, מדדי פיזור,
צורות התפלגות, ניתוח פלט של נתוני מדדי מרכז ופיזור.

קשר קווי בין משתנים (מקדם המתאם הקווי r פירסון וקו הניבוי ל Y)

ציון תקן Z, התפלגות נורמלית ומשפט הגבול המרכזי

בדיקת השערות לוח Z (סטיית התקן של האוכלוסייה σ נתונה)

בדיקת השערות לוח T (סטיית התקן מהמדגם S נתונה)

בדיקת השערות לגבי תלות או אי תלות בין משתנים איכותיים: מבחן חי בריבוע

במבחן תקבלו 3 טבלאות: Z, T, חי

מבנה המבחן:

חלק א: 60 נקודות ס"ה.

3 שאלות פתוחות.

כ 20 נקודות לכל שאלה.

השאלות הפתוחות הן תמיד בנושאים:

1. תמיד השאלה הראשונה שתופיע:

מדדי מרכז ופיזור (טבלה של עמודת X ועמודת שכיחות f). כ 21 נקודות.
מושגים עיקריים:

סולמות מדידה (סוגי משתנים), הוספת עמודות לטבלה, סוג הגרף המתאים לכל משתנה, מדדי מרכז, מדדי פיזור, צורת התפלגות. החומר שנלמד בתחילת הסמסטר!

2. קשר קווי בין משתנים כמותיים (מקדם המתאם הקווי r פירסון). כ 16 נקודות.
מושגים עיקריים:

שרטוט של דיאגרמת פיזור, חישוב מקדם המתאם הקווי לפי הנוסחאות, מציאת קו הניבוי ל Y וניבוי לפי X שנקבל, משמעות השיפוע b ו a

3. התפלגות נורמלית + בדיקת השערות עם לוח Z: כ 23 נקודות.

סעיפים ראשונים בנושא התפלגות נורמלית ואז סעיפים אחרונים בנושא בדיקת השערות לוח Z.
חלק א של השאלה עוסק בהתפלגות נורמלית.
חלק ב של השאלה עוסק בבדיקת השערות.

• ייתכן שתהיה החלפה במספור השאלות 2 ו 3

חלק ב: 40 נקודות ס"ה:

10 שאלות אמריקאיות: נושאים שהיו בחלק א + נושאים אחרים שמופיעים תמיד רק בחלק ב

בדיקת השערות אך הפעם לוח T (הפעם סטיית התקן מהמדגם S נתונה בשאלה)

בדיקת השערות לגבי תלות או אי תלות בין משתנים איכותיים: מבחן חי בריבוע

מקדם המתאם r פירסון- שאלת הבנה

התפלגות נורמלית ומשפט הגבול המרכזי

ציון תקן Z (מיקום יחסי)

סוגי משתנים + סוג הגרף המתאים לכל משתנה

מדדי מרכז ופיזור – שאלת הבנה

על מה כבר עבדנו במפגש הראשון?

בדיקת השערות לוח Z (סטיית תקן של האוכלוסייה נתונה)

מופיע בשאלה הפתוחה

בדיקת השערות לוח T (סטיית תקן מהמדגם S נתונה)

רק 4 נקודות (שאלה אמריקאית אחת).

על מה נעבוד היום?

התפלגות הדגימה

התפלגות נורמלית

קשר בין שני משתנים (מקדם המתאם r פירסון)

מבחן חי בריבוע

מדדים תיאוריים:

ממוצע לסדרת תצפיות (ממוצע פשוט)

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

ממוצע לטבלת שכיחויות (ממוצע משוקלל)

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^c X_i * f_i}{n}$$

ממוצע של ממוצעים

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^c \bar{X}_i * n_i}{\sum_{i=1}^c n_i}$$

סטיית התקן במדגם

$$\hat{S} = \sqrt{\hat{S}^2} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})^2}{n - 1}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^c (x_i - \bar{X})^2 * f_i}{n - 1}}$$

קשר בין שני משתנים כמותיים

חישוב מקדם המתאם הקווי של פירסון

$$r_p = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X}) * (y_i - \bar{Y})}{(n - 1) * \hat{S}_X * \hat{S}_Y}$$

משוואת הקו הישר / משוואת הניבוי של Y באמצעות X

$$\hat{Y} = a + b * X_i$$

$$b = r_p * \frac{\hat{S}_Y}{\hat{S}_X}$$

$$a = \bar{Y} - (b * \bar{X})$$

התפלגות הנורמלית:

$$X \sim N(\mu, \sigma^2)$$

התפלגות נורמלית סטנדרטית: $Z \sim N(0,1)$

ציון תקן:

$$Z = \frac{X - \mu}{\sigma}$$

התפלגות הדגימה:

דגימה מהתפלגות נורמלית:

$$X \sim N(\mu, \sigma^2) \quad \text{אם}$$

$$\bar{X} \sim N\left(\mu, \frac{\sigma^2}{n}\right) \quad \text{אזי:}$$

דגימה מהתפלגות כלשהי (משפט הגבול המרכזי):

$$\bar{X} \sim N\left(\mu, \frac{\sigma^2}{n}\right) \quad \text{עבור } n \text{ מספיק גדול (לפחות 30) (נורמלי בקרוב).}$$

ציון תקן של הממוצע:

$$Z = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{\sigma}{\sqrt{n}}}$$

מציאת גודל המדגם n:

$$n \geq \left(\frac{Z^* \sigma}{\bar{x} - \mu} \right)^2$$

הסקה סטטיסטית

חישוב סטטיסטי לתוחלת אחת כאשר שונות האוכלוסייה ידועה:

$$\bar{X} \sim N\left(\mu, \frac{\sigma^2}{n}\right)$$

$$z_{\bar{x}} = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{\sigma}{\sqrt{n}}}$$

חישוב סטטיסטי לתוחלת אחת כאשר שונות האוכלוסייה אינה ידועה:

$$\bar{X} \sim N\left(\mu, \frac{\sigma^2}{n}\right)$$

$$t_{\bar{x}} = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{\hat{\sigma}}{\sqrt{n}}} \sim t_{n-1}$$

מבחן חי בריבוע לאי תלות

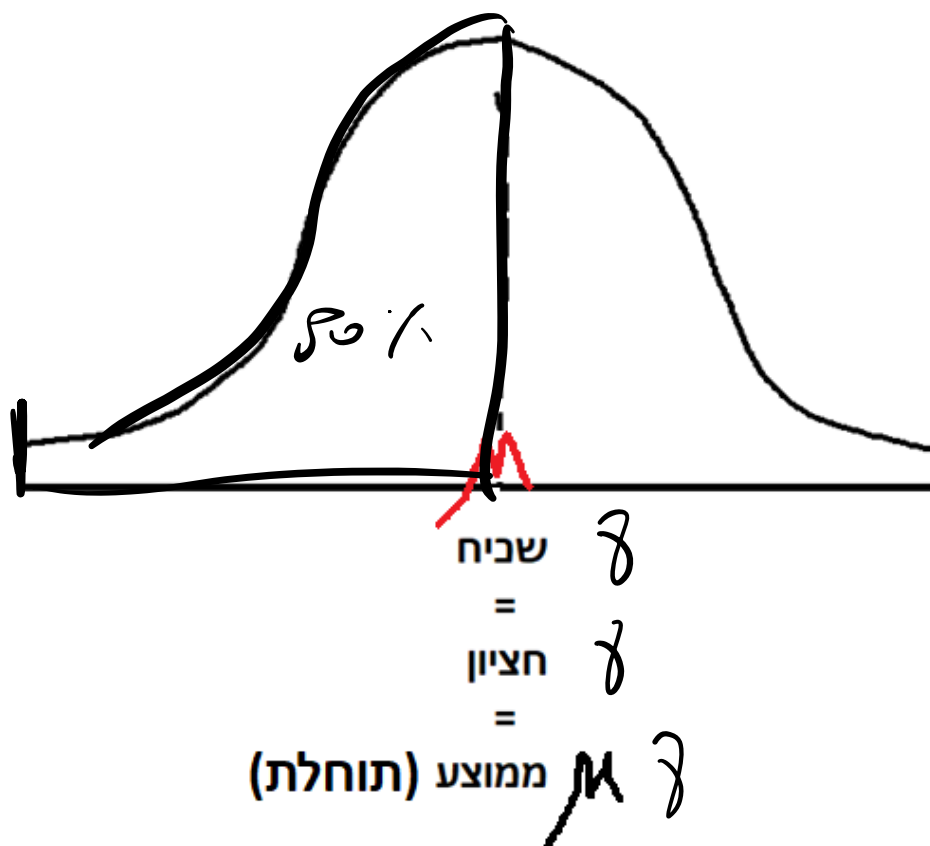
$$\chi^2 = \sum_{i=1}^{r \times c} \frac{(o_i - E_i)^2}{E_i} \sim \chi^2_{(r-1) \cdot (c-1)}$$

התפלגות נורמלית:

בכל שאלה נצייר פעמון גדול, נקי וחדש.

במרכז הפעמון תמיד נמצאת התוחלת = ממוצע האוכלוסייה μ

התוחלת μ = השכיח = הממוצע



מההתחלה ועד לתוחלת: 50% שטח

השטח שבתוך כל הפעמון הוא 100%

הציר השוכב: ציר ה X (ציר המספרים)

יש 2 נוסחאות בלבד:

$$Z = \frac{X - \mu}{\sigma}$$

רק אם נתון גודל מדגם N אז נעבוד כמובן עם הנוסחה הבאה:

$$Z = \frac{x - \mu}{\frac{\sigma}{\sqrt{n}}}$$

| Z | 0 | 0.01 | 0.02 | 0.03 | 0.04 | 0.05 | 0.06 | 0.07 | 0.08 | 0.09 |
|-----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 0 | 0.5000 | 0.4960 | 0.4920 | 0.4880 | 0.4840 | 0.4801 | 0.4761 | 0.4721 | 0.4681 | 0.4641 |
| 0.1 | 0.4602 | 0.4562 | 0.4522 | 0.4483 | 0.4443 | 0.4404 | 0.4364 | 0.4325 | 0.4286 | 0.4247 |
| 0.2 | 0.4207 | 0.4168 | 0.4129 | 0.4090 | 0.4052 | 0.4013 | 0.3974 | 0.3936 | 0.3897 | 0.3859 |
| 0.3 | 0.3821 | 0.3783 | 0.3745 | 0.3707 | 0.3669 | 0.3632 | 0.3594 | 0.3557 | 0.3520 | 0.3483 |
| 0.4 | 0.3446 | 0.3409 | 0.3372 | 0.3336 | 0.3300 | 0.3264 | 0.3228 | 0.3192 | 0.3156 | 0.3121 |
| 0.5 | 0.3085 | 0.3050 | 0.3015 | 0.2981 | 0.2946 | 0.2912 | 0.2877 | 0.2843 | 0.2810 | 0.2776 |
| 0.6 | 0.2743 | 0.2709 | 0.2676 | 0.2643 | 0.2611 | 0.2578 | 0.2546 | 0.2514 | 0.2483 | 0.2451 |
| 0.7 | 0.2420 | 0.2389 | 0.2358 | 0.2327 | 0.2296 | 0.2266 | 0.2236 | 0.2206 | 0.2177 | 0.2148 |
| 0.8 | 0.2119 | 0.2090 | 0.2061 | 0.2033 | 0.2005 | 0.1977 | 0.1949 | 0.1922 | 0.1894 | 0.1867 |
| 0.9 | 0.1841 | 0.1814 | 0.1788 | 0.1762 | 0.1736 | 0.1711 | 0.1685 | 0.1660 | 0.1635 | 0.1611 |
| 1 | 0.1587 | 0.1562 | 0.1539 | 0.1515 | 0.1492 | 0.1469 | 0.1446 | 0.1423 | 0.1401 | 0.1379 |
| 1.1 | 0.1357 | 0.1335 | 0.1314 | 0.1292 | 0.1271 | 0.1251 | 0.1230 | 0.1210 | 0.1190 | 0.1170 |
| 1.2 | 0.1151 | 0.1131 | 0.1112 | 0.1093 | 0.1075 | 0.1056 | 0.1038 | 0.1020 | 0.1003 | 0.0985 |
| 1.3 | 0.0968 | 0.0951 | 0.0934 | 0.0918 | 0.0901 | 0.0885 | 0.0869 | 0.0853 | 0.0838 | 0.0823 |
| 1.4 | 0.0808 | 0.0793 | 0.0778 | 0.0764 | 0.0749 | 0.0735 | 0.0721 | 0.0708 | 0.0694 | 0.0681 |
| 1.5 | 0.0668 | 0.0655 | 0.0643 | 0.0630 | 0.0618 | 0.0606 | 0.0594 | 0.0582 | 0.0571 | 0.0559 |
| 1.6 | 0.0548 | 0.0537 | 0.0526 | 0.0516 | 0.0505 | 0.0495 | 0.0485 | 0.0475 | 0.0465 | 0.0455 |
| 1.7 | 0.0446 | 0.0436 | 0.0427 | 0.0418 | 0.0409 | 0.0401 | 0.0392 | 0.0384 | 0.0375 | 0.0367 |
| 1.8 | 0.0359 | 0.0351 | 0.0344 | 0.0336 | 0.0329 | 0.0322 | 0.0314 | 0.0307 | 0.0301 | 0.0294 |
| 1.9 | 0.0287 | 0.0281 | 0.0274 | 0.0268 | 0.0262 | 0.0256 | 0.0250 | 0.0244 | 0.0239 | 0.0233 |
| 2 | 0.0228 | 0.0222 | 0.0217 | 0.0212 | 0.0207 | 0.0202 | 0.0197 | 0.0192 | 0.0188 | 0.0183 |
| 2.1 | 0.0179 | 0.0174 | 0.0170 | 0.0166 | 0.0162 | 0.0158 | 0.0154 | 0.0150 | 0.0146 | 0.0143 |
| 2.2 | 0.0139 | 0.0136 | 0.0132 | 0.0129 | 0.0125 | 0.0122 | 0.0119 | 0.0116 | 0.0113 | 0.0110 |
| 2.3 | 0.0107 | 0.0104 | 0.0102 | 0.0099 | 0.0096 | 0.0094 | 0.0091 | 0.0089 | 0.0087 | 0.0084 |
| 2.4 | 0.0082 | 0.0080 | 0.0078 | 0.0075 | 0.0073 | 0.0071 | 0.0069 | 0.0068 | 0.0066 | 0.0064 |
| 2.5 | 0.0062 | 0.0060 | 0.0059 | 0.0057 | 0.0055 | 0.0054 | 0.0052 | 0.0051 | 0.0049 | 0.0048 |
| 2.6 | 0.0047 | 0.0045 | 0.0044 | 0.0043 | 0.0041 | 0.0040 | 0.0039 | 0.0038 | 0.0037 | 0.0036 |
| 2.7 | 0.0035 | 0.0034 | 0.0033 | 0.0032 | 0.0031 | 0.0030 | 0.0029 | 0.0028 | 0.0027 | 0.0026 |
| 2.8 | 0.0026 | 0.0025 | 0.0024 | 0.0023 | 0.0023 | 0.0022 | 0.0021 | 0.0021 | 0.0020 | 0.0019 |
| 2.9 | 0.0019 | 0.0018 | 0.0018 | 0.0017 | 0.0016 | 0.0016 | 0.0015 | 0.0015 | 0.0014 | 0.0014 |
| 3 | 0.0013 | 0.0013 | 0.0013 | 0.0012 | 0.0012 | 0.0011 | 0.0011 | 0.0011 | 0.0010 | 0.0010 |
| 3.1 | 0.0010 | 0.0009 | 0.0009 | 0.0009 | 0.0008 | 0.0008 | 0.0008 | 0.0008 | 0.0007 | 0.0007 |
| 3.2 | 0.0007 | 0.0007 | 0.0006 | 0.0006 | 0.0006 | 0.0006 | 0.0006 | 0.0005 | 0.0005 | 0.0005 |
| 3.3 | 0.0005 | 0.0005 | 0.0005 | 0.0004 | 0.0004 | 0.0004 | 0.0004 | 0.0004 | 0.0004 | 0.0003 |
| 3.4 | 0.0003 | 0.0003 | 0.0003 | 0.0003 | 0.0003 | 0.0003 | 0.0003 | 0.0003 | 0.0003 | 0.0002 |
| 3.5 | 0.00023 | 0.00022 | 0.00022 | 0.00021 | 0.00020 | 0.00019 | 0.00019 | 0.00018 | 0.00017 | 0.00017 |
| 3.6 | 0.0002 | 0.0002 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 |
| 3.7 | 0.00011 | 0.00010 | 0.00010 | 0.00010 | 0.00009 | 0.00009 | 0.00008 | 0.00008 | 0.00008 | 0.00008 |

מצב 1: "מבחוח לבפנים"

תמיד נצייר פעמון.

במצב זה נתון מספר, נסמן אותו ב X ונמקם אותו בציר ה X
נסמן בצבע האם ביקשו את האחוז (הסיכוי) להיות מעל או מתחת ל X .

$$Z = \frac{X - \mu}{\sigma}$$

נציב את כל הנתונים בנוסחה וניגש עם תוצאת ה Z

מבחוח לבפנים

בלוח Z ונביא שטח.

נמקם את השטח לפי היגיון בתוך הפעמון שציירנו

ונראה כבר לפי העין

האם צריך לבצע 100% פחות השטח שהבאנו.

מצב זה נקרא "מבחוח לבפנים" והוא נחשב לנפוץ ולקל

(לעומת מצב "מבחוח לבחוץ").

אגב, אם נתון גודל המדגם N אז פשוט נעבוד עם הנוסחה:

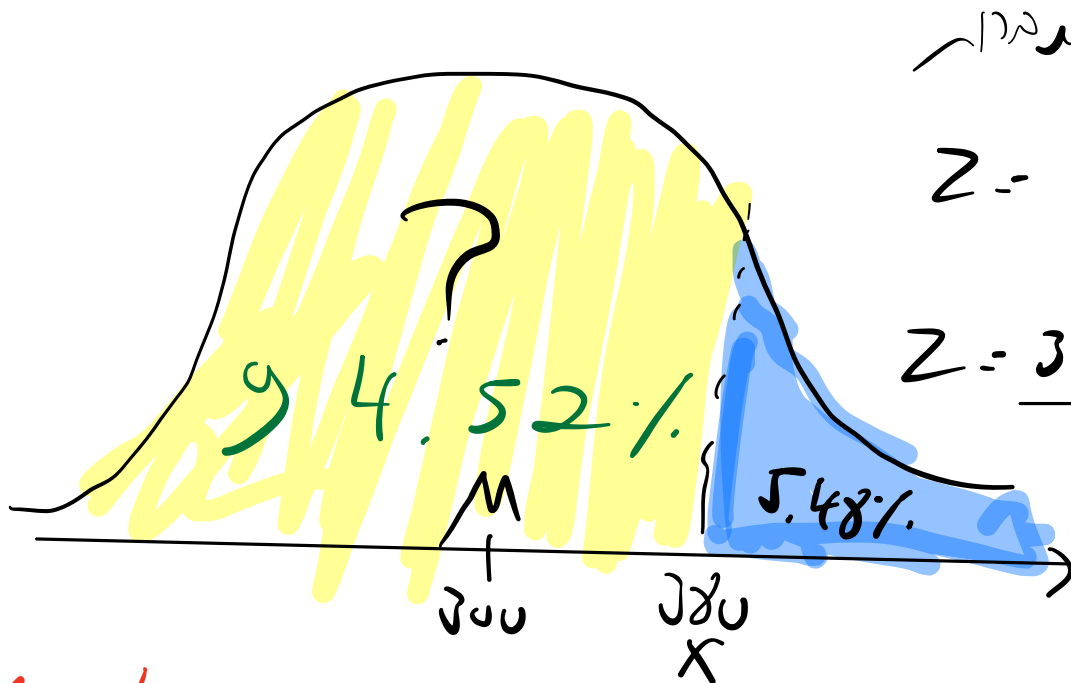
$$Z = \frac{x - \mu}{\frac{\sigma}{\sqrt{n}}}$$

שאלה מספר 4 (22 נק')

נמצא כי בארה"ב יש לכלל אמריקאי בממוצע μ 300 חברים, עם סטיית תקן של 50 חברים.

ידוע כי התפלגות מספר החברים נורמלית.

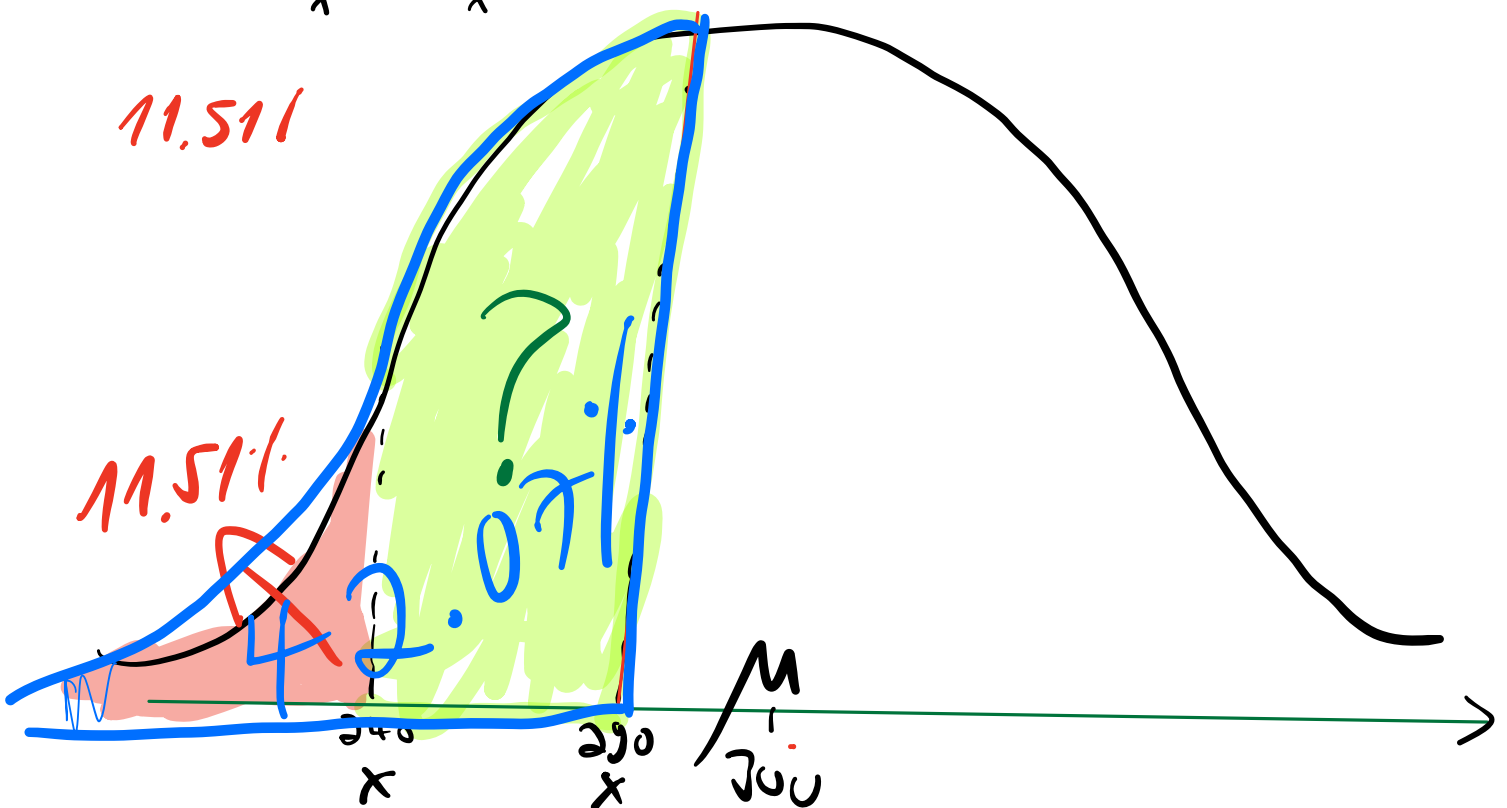
סעיף א: מה הסיכוי לדגום באופן מקרי אמריקאי שיש לו מתחת ל 380 חברים?



$100\% - 5.48\% = 94.52\%$

הטח
הצב
ע"ק

סעיף ב: מה ההסתברות לדגום באופן מקרי אמריקאי שיש לו בין 240 לבין 290 חברים?



$$\underline{X = 240 :}$$

$$Z = \frac{240 - 300}{50}$$

$$Z = 1.20$$

nCe (0.2)
11.51%

$$\underline{X = 290 :}$$

$$Z = \frac{290 - 300}{50}$$

$$Z = -0.2$$

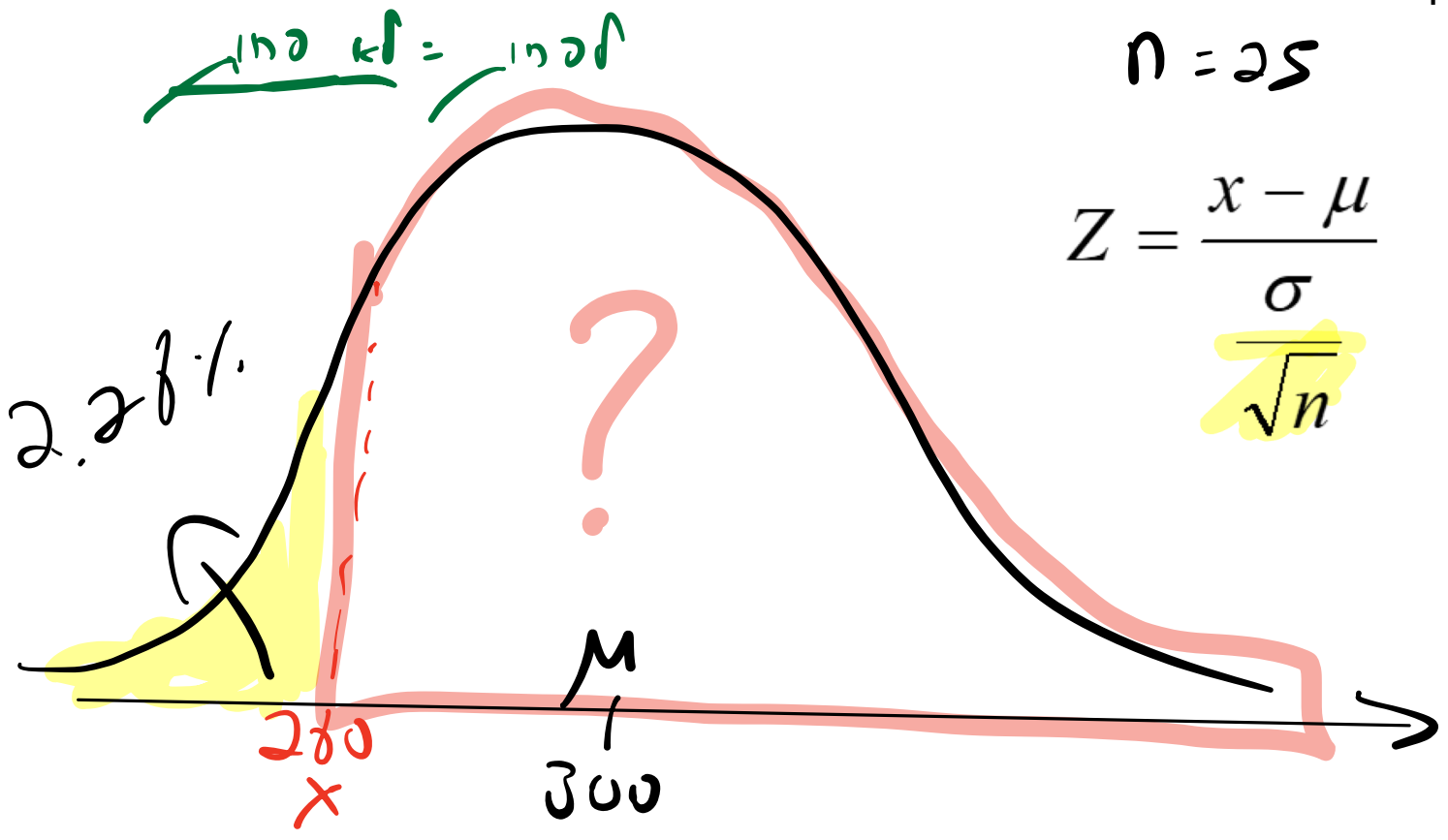
$$Z = +0.20$$

(0.2)
nCe
42.07% fe

$$42.07\% \text{ (increase in } x) - 11.51\% \text{ (nCe)} = 30.56\% \text{ (nCe)} \quad \checkmark$$

$240 = x$
 $290 = x$

סעיף ג: נדגמו 25 אנשים. מה ההסתברות שממוצע מספר החברים הוא לפחות 280 חברים?



$$Z = \frac{280 - 300}{\frac{5}{\sqrt{25}}}$$

$Z = +2 \leftarrow Z = -2 \leftarrow$

נבא טבלה 2.28% 0.0228

~~ההסתברות שיש יותר מ-300 חברים היא 0.0228~~

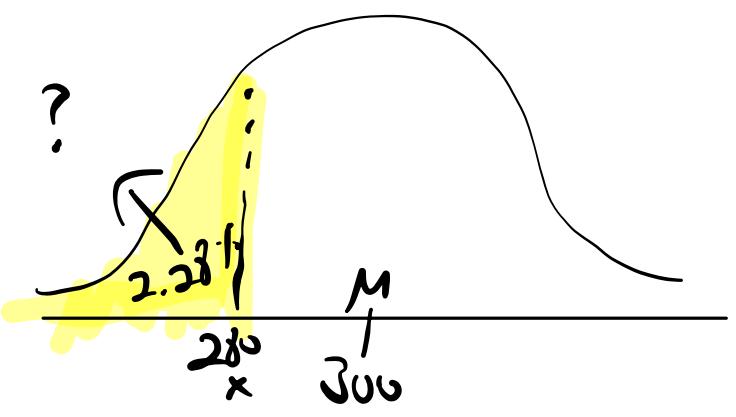
$$100\% - 2.28\% = 97.72\%$$

הסתברות הווינאה

$x = 280$

סעיף ד: נדגמו 25 אנשים. מה ההסתברות שממוצע מספר החברים הוא לכל היותר 280 חברים?

n הט"כ n קטלוג



נשואה:

2.28%

ג'ת"ו בט"ז

הק"ק!

מצב 2: מבפנים לבחוץ:

תמיד נצייר פעמון.

במצב זה נקבל אחוז, ונמקם אותו בתוך הפעמון.

נרשום גם בתוך הפעמון את השטח שמשלים ל 100%.

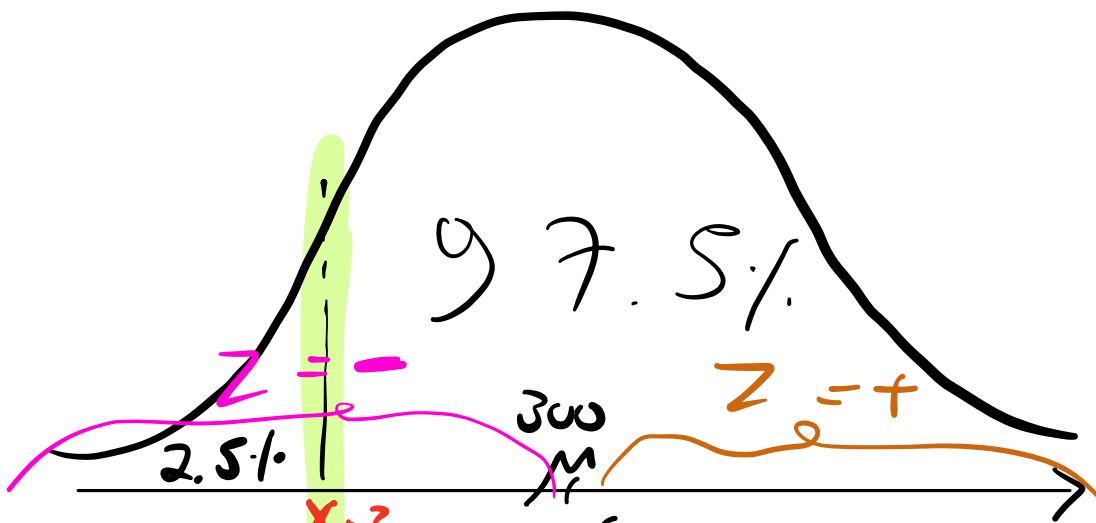
נסמן את המספר (ה X) אותו אנו מחפשים.

ניגש עם השטח **הקטן** לתוך לוח Z ומבפנים לבחוץ נביא Z.

אם ה X שנחפש הוא קטן (משמאל) לתוחלת נזכור להוסיף מינוס ל Z שלו.

סעיף ה:

במדגם בגודל 49 אנשים, מהי כמות החברים, **שעד אליה** 2.5% מכמויות החברים? (5 נק')



$$z = -1.96$$

עם Cc א שבטט (מכפן אחת)

$$2.5\% \rightarrow 0.025 \rightarrow$$

$$z = 1.96$$

אנחנו רוצים - כי אנחנו א שטח נבדיל.

$$Z = \frac{x - \mu}{\sigma}$$

$$z = -1.96$$

$$\frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

$$-1.96 = \frac{x - 300}{\frac{50}{\sqrt{49}}}$$

$$x = 286$$

משפט הגבול המרכזי (מג"מ):

אם בשאלה רשום לנו מתפלג נורמלית או התפלגות נורמלית אז כמובן שההתפלגות היא נורמלית. במצב כזה לא מעניין בכלל מה גודל המדגם N ואפשר להתקדם ולפתור את השאלה. במצה כזה מג"מ לא רלבנטי בכלל.

מג"מ נכנס לתמונה כאשר לא כתוב בשאלה "התפלגות נורמלית". רק במקרה כזה חשוב לבדוק את גודל המדגם N .

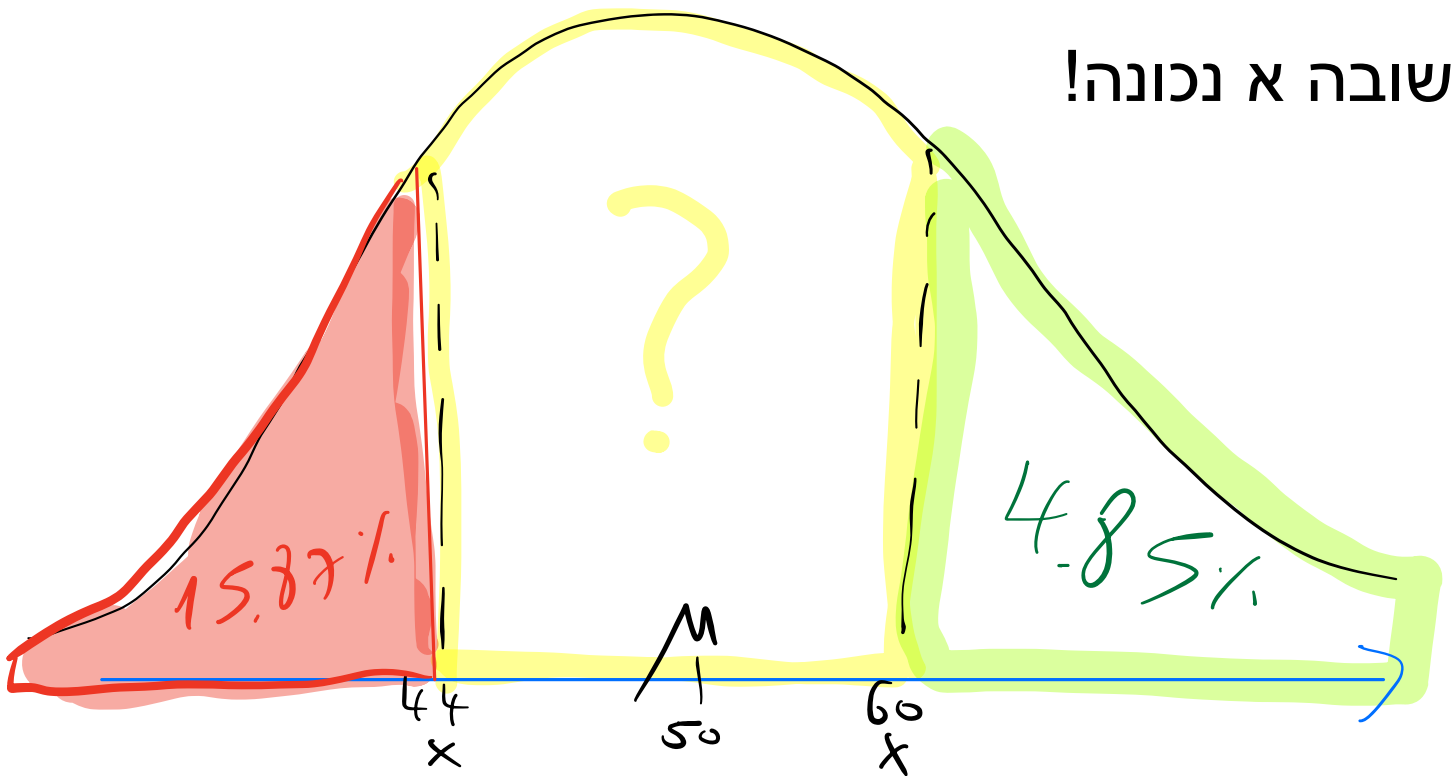
אם $N \geq 30$ אז ההתפלגות היא נורמלית ונפתור כרגיל. מנגד, אם $N < 30$ אי אפשר לפתור את השאלה!

למעשה, בכוחו של מג"מ לקחת התפלגות שהיא לא נורמלית כגון זנב ימני, זנב שמאלי, התפלגות לא-סימטרית אחרת ולהפוך אותה להתפלגות נורמלית: כל זאת במידה וה N הוא לפחות 30 נדגמים.

3. קופת חולים התעניינה בהתפלגות זמני המתנה בימים לניתוח מסוים בקרב המבוטחים שלה. נתון כי זמן ההמתנה מתפלג נורמלית עם תוחלת 50 ימים וסטיית תקן 6 ימים. מתוך אוכלוסיית 600 חולים שממתינים לניתוח זה, כמה מהחולים יחכו לניתוח בין 44-60 ימים?
 $\times \times$

- א) 476
- ב. 96
- ג. 197
- ד. 191

תשובה א נכונה!



$x = 44;$

$Z = \frac{44 - 50}{6}$

$Z = -1$

$Z = 1$

15.87%

(הסתברות של $x=44$)

$x = 60;$

$Z = \frac{60 - 50}{6}$

$Z = 1.66$

4.85% (הסתברות של $x=60$)

(הסתברות של $x=60$)

$$100\% - 15.87\% - 4.85\% =$$

ע"פ אחי"ס האנליזה 79.28%

! $X = 60$ ו $44 = X$ בי"ס

אנליזה של כמה חילוק
בי"ס 44 ו 60 י"ס ודטן:

$$79.28\% \cdot 600 = 475.68$$

האחי"ס שיהיה

בי"ס 44 ו 60 י"ס

N
כל החילוק

אנליזה

אנליזה

? הבדל בין אחי"ס

כל הבדל הזכיר בהל"ה למעלה

לפי ה "בין 44-60 ימים"

חוו דעתכם על הטענה הבאה:

משפט הגבול המרכזי נדרש למצבים בהם ידוע כי ההתפלגות המשתנה הינה נורמלית.

א. הטענה לא נכונה

ב. הטענה נכונה רק כאשר מספר התצפיות קטן מ-10

ב. הטענה נכונה רק כאשר מספר התצפיות גדול מ-30

ג. הטענה נכונה רק כאשר הממוצעים מתפלגים נורמלית

3. אם ידוע כי תוחלת מספר הילדים באוכלוסייה היא 3, עם שונות של 1 ילד, מה בהכרח

נכון בנוגע לצורת ההתפלגות של ממוצעי כל המדגמים בגודל 100?

א. התפלגות הדגימה של הממוצעים שואפת לנורמלית

ב. התפלגות הדגימה של הממוצעים נורמלית רק אם נתון בשאלה

ג. צורת התפלגות הדגימה של הממוצעים זהה לחלוטין להתפלגות המקורית של

ערכי X

ד. אף תשובה לא נכונה

אם ידוע כי תוחלת מספר הילדים באוכלוסייה היא 3, עם שונות של 1 ילד, מה בהכרח נכון בנוגע לצורת ההתפלגות של ממוצעי כל המדגמים בגודל 100?
א. התפלגות הדגימה של הממוצעים שואפת לנורמלית
ב. התפלגות הדגימה של הממוצעים נורמלית רק אם נתון בשאלה
ג. צורת התפלגות הדגימה של הממוצעים זהה לחלוטין להתפלגות המקורית של ערכי X
ד. אף תשובה לא נכונה

...

אם $n \geq 30$

כך קורה היגסל עגול

| Z | 0 | 0.01 | 0.02 | 0.03 | 0.04 | 0.05 | 0.06 | 0.07 | 0.08 | 0.09 |
|-----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 0 | 0.5000 | 0.4960 | 0.4920 | 0.4880 | 0.4840 | 0.4801 | 0.4761 | 0.4721 | 0.4681 | 0.4641 |
| 0.1 | 0.4602 | 0.4562 | 0.4522 | 0.4483 | 0.4443 | 0.4404 | 0.4364 | 0.4325 | 0.4286 | 0.4247 |
| 0.2 | 0.4207 | 0.4168 | 0.4129 | 0.4090 | 0.4052 | 0.4013 | 0.3974 | 0.3936 | 0.3897 | 0.3859 |
| 0.3 | 0.3821 | 0.3783 | 0.3745 | 0.3707 | 0.3669 | 0.3632 | 0.3594 | 0.3557 | 0.3520 | 0.3483 |
| 0.4 | 0.3446 | 0.3409 | 0.3372 | 0.3336 | 0.3300 | 0.3264 | 0.3228 | 0.3192 | 0.3156 | 0.3121 |
| 0.5 | 0.3085 | 0.3050 | 0.3015 | 0.2981 | 0.2946 | 0.2912 | 0.2877 | 0.2843 | 0.2810 | 0.2776 |
| 0.6 | 0.2743 | 0.2709 | 0.2676 | 0.2643 | 0.2611 | 0.2578 | 0.2546 | 0.2514 | 0.2483 | 0.2451 |
| 0.7 | 0.2420 | 0.2389 | 0.2358 | 0.2327 | 0.2296 | 0.2266 | 0.2236 | 0.2206 | 0.2177 | 0.2148 |
| 0.8 | 0.2119 | 0.2090 | 0.2061 | 0.2033 | 0.2005 | 0.1977 | 0.1949 | 0.1922 | 0.1894 | 0.1867 |
| 0.9 | 0.1841 | 0.1814 | 0.1788 | 0.1762 | 0.1736 | 0.1711 | 0.1685 | 0.1660 | 0.1635 | 0.1611 |
| 1 | 0.1587 | 0.1562 | 0.1539 | 0.1515 | 0.1492 | 0.1469 | 0.1446 | 0.1423 | 0.1401 | 0.1379 |
| 1.1 | 0.1357 | 0.1335 | 0.1314 | 0.1292 | 0.1271 | 0.1251 | 0.1230 | 0.1210 | 0.1190 | 0.1170 |
| 1.2 | 0.1151 | 0.1131 | 0.1112 | 0.1093 | 0.1075 | 0.1056 | 0.1038 | 0.1020 | 0.1003 | 0.0985 |
| 1.3 | 0.0968 | 0.0951 | 0.0934 | 0.0918 | 0.0901 | 0.0885 | 0.0869 | 0.0853 | 0.0838 | 0.0823 |
| 1.4 | 0.0808 | 0.0793 | 0.0778 | 0.0764 | 0.0749 | 0.0735 | 0.0721 | 0.0708 | 0.0694 | 0.0681 |
| 1.5 | 0.0668 | 0.0655 | 0.0643 | 0.0630 | 0.0618 | 0.0606 | 0.0594 | 0.0582 | 0.0571 | 0.0559 |
| 1.6 | 0.0548 | 0.0537 | 0.0526 | 0.0516 | 0.0505 | 0.0495 | 0.0485 | 0.0475 | 0.0465 | 0.0455 |
| 1.7 | 0.0446 | 0.0436 | 0.0427 | 0.0418 | 0.0409 | 0.0401 | 0.0392 | 0.0384 | 0.0375 | 0.0367 |
| 1.8 | 0.0359 | 0.0351 | 0.0344 | 0.0336 | 0.0329 | 0.0322 | 0.0314 | 0.0307 | 0.0301 | 0.0294 |
| 1.9 | 0.0287 | 0.0281 | 0.0274 | 0.0268 | 0.0262 | 0.0256 | 0.0250 | 0.0244 | 0.0239 | 0.0233 |
| 2 | 0.0228 | 0.0222 | 0.0217 | 0.0212 | 0.0207 | 0.0202 | 0.0197 | 0.0192 | 0.0188 | 0.0183 |
| 2.1 | 0.0179 | 0.0174 | 0.0170 | 0.0166 | 0.0162 | 0.0158 | 0.0154 | 0.0150 | 0.0146 | 0.0143 |
| 2.2 | 0.0139 | 0.0136 | 0.0132 | 0.0129 | 0.0125 | 0.0122 | 0.0119 | 0.0116 | 0.0113 | 0.0110 |
| 2.3 | 0.0107 | 0.0104 | 0.0102 | 0.0099 | 0.0096 | 0.0094 | 0.0091 | 0.0089 | 0.0087 | 0.0084 |
| 2.4 | 0.0082 | 0.0080 | 0.0078 | 0.0075 | 0.0073 | 0.0071 | 0.0069 | 0.0068 | 0.0066 | 0.0064 |
| 2.5 | 0.0062 | 0.0060 | 0.0059 | 0.0057 | 0.0055 | 0.0054 | 0.0052 | 0.0051 | 0.0049 | 0.0048 |
| 2.6 | 0.0047 | 0.0045 | 0.0044 | 0.0043 | 0.0041 | 0.0040 | 0.0039 | 0.0038 | 0.0037 | 0.0036 |
| 2.7 | 0.0035 | 0.0034 | 0.0033 | 0.0032 | 0.0031 | 0.0030 | 0.0029 | 0.0028 | 0.0027 | 0.0026 |
| 2.8 | 0.0026 | 0.0025 | 0.0024 | 0.0023 | 0.0023 | 0.0022 | 0.0021 | 0.0021 | 0.0020 | 0.0019 |
| 2.9 | 0.0019 | 0.0018 | 0.0018 | 0.0017 | 0.0016 | 0.0016 | 0.0015 | 0.0015 | 0.0014 | 0.0014 |
| 3 | 0.0013 | 0.0013 | 0.0013 | 0.0012 | 0.0012 | 0.0011 | 0.0011 | 0.0011 | 0.0010 | 0.0010 |
| 3.1 | 0.0010 | 0.0009 | 0.0009 | 0.0009 | 0.0008 | 0.0008 | 0.0008 | 0.0008 | 0.0007 | 0.0007 |
| 3.2 | 0.0007 | 0.0007 | 0.0006 | 0.0006 | 0.0006 | 0.0006 | 0.0006 | 0.0005 | 0.0005 | 0.0005 |
| 3.3 | 0.0005 | 0.0005 | 0.0005 | 0.0004 | 0.0004 | 0.0004 | 0.0004 | 0.0004 | 0.0004 | 0.0003 |
| 3.4 | 0.0003 | 0.0003 | 0.0003 | 0.0003 | 0.0003 | 0.0003 | 0.0003 | 0.0003 | 0.0003 | 0.0002 |
| 3.5 | 0.00023 | 0.00022 | 0.00022 | 0.00021 | 0.00020 | 0.00019 | 0.00019 | 0.00018 | 0.00017 | 0.00017 |
| 3.6 | 0.0002 | 0.0002 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 |
| 3.7 | 0.00011 | 0.00010 | 0.00010 | 0.00010 | 0.00009 | 0.00009 | 0.00008 | 0.00008 | 0.00008 | 0.00008 |

קשר בין שני משתנים כמותיים X ו Y:

למשל קשר בין גובה ומשקל.

בקשר (מתאם) אנו מדברים על שני היבטים:

כיוון הקשר + או -

עוצמת הקשר. *משך, בינוני, יעקב*

כיוון הקשר:

יכול להיות חיובי או שלילי.

מקדם המתאם הקווי של פירסון r :

אם הסימן של r הוא + אז הקשר חיובי

(שני המשתנים הולכים באותו הכיוון: שניהם עולים או שניהם יורדים).

קשר חיובי: אם X עולה גם Y עולה. אם X יורד גם Y יורד.

למשל, שני משתנים הקשורים בקשר חיובי הם אכילה ומשקל:

אם האכילה תגדל, גם המשקל יגדל.

ולהפך:

אם האכילה תקטן, גם המשקל יירד

אם הסימן של r הוא - אז הקשר שלילי.

קשר שלילי

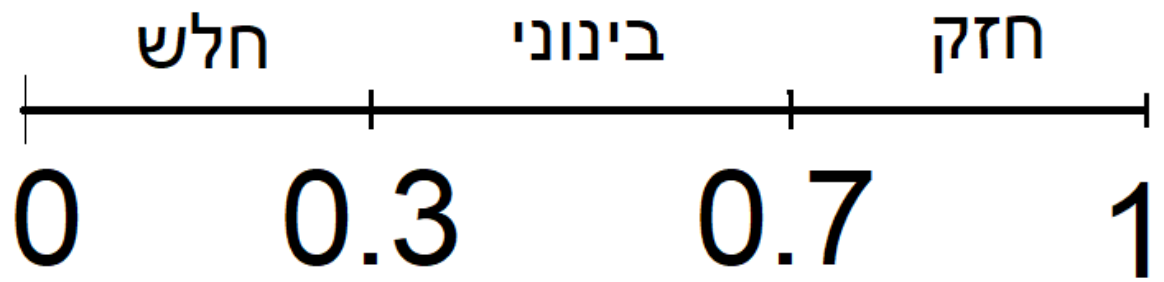
(שני המשתנים הולכים בכיוונים הפוכים, אם אחד עולה, השני יורד).

כלומר, אם X עולה אז Y יורד. אם X יורד אז Y עולה.

למשל, אם נעשן יותר אז המצב הבריאותי יירד.

ולהפך: נעשן פחות, בריאותינו תשתפר.

נתעלם מהסימן של r (+ או -) ונמקם רק את המספר של r בציר:



למשל אם $r_p = -0.8$ אז עוצמת הקשר חזקה.

כיוון הקשר שלילי.

אז הקשר הוא שלילי חזק.

X תמיד הוא המשתנה המשפיע (המשתנה הבלתי תלוי).

Y תמיד הוא המשתנה המושפע (המשתנה התלוי).

נרצה לבנות קו לניבוי Y: $y = a + b \cdot X$

תמיד קודם נמצא b בעזרת נוסחא ורק אחר כך את a.

$$Y = a + b \cdot X$$

$$b = r_p \cdot \frac{S_Y}{S_X}$$

$$a = \bar{Y} - (b \cdot \bar{X})$$

Y מועד א X מועד ב

מבחן 1002: שאלה 3 (15 נק')

מרצה רצה לבדוק אם יש קשר קווי בין ציונים של סטודנטים שנבחנו במבחן במועד א' ובמועד ב'. מצורפים הנתונים שקיבל:

| N | std dev סטיית תקן | Mean ממוצע | |
|---------|----------------------|---------------|-------------|
| 5 n_x | 14.748 S_x | 76 \bar{x} | מועד א' X |
| 5 n_y | 15.248 S_y | 72 \bar{y} | מועד ב' Y |

$b=0.876$

כמו כן התקבל:

א. חשבו את מקדם המתאם הקווי בין ציוני מועד א ומועד ב'. הסבירו את משמעות התוצאה. (5 נק')

$$b = r_p \cdot \frac{S_Y}{S_X}$$

רואו

$$0.876 = r_p \cdot \frac{15.248}{14.748}$$

מקדם המתאם

$$r_p = 0.84$$

הקשר חיובי. הקשר חיובי. למעשה הקשר: ככל שציון מועד א "עולה" כך ציון מועד ב' "עולה".

$$X=0$$

נרצה לבנות קו לניבוי Y: $y=a+b \cdot X$
תמיד קודם נמצא b בעזרת נוסחא ורק אחר כך את a.

$$Y = a + b \cdot X$$

$$b = r_p \cdot \frac{S_Y}{S_X}$$

$$a = \bar{Y} - (b \cdot \bar{X})$$

ב. איזה ציון תנבאו למי שהגיש **במועד א** $X=0$
מט
מועד ב
הוא ה Y
(אם יתמיד לרבע)

0.876 נטו b

: a נטו נטו

$$a = \bar{Y} - (b \cdot \bar{X})$$

$$a = \underset{\downarrow}{72} - 0.876 \cdot \underset{\downarrow}{76}$$

$$a = 5.42$$

נטו נטו קו נטו נטו

$$\hat{y} = 5.42 + 0.876 \cdot x$$

X
נטו
x=0
(נטו)

$$\hat{y} = 5.42 \checkmark$$

נטו נטו נטו
נטו נטו נטו

הבנו את קוגר
הישר life

ג. שכחו להוסיף את יוסי, שקיבל ציון מתחת לממוצע במועד א', וקיבל ציון מעל הממוצע במועד ב'. האם מקדם המתאם יתחזק/ייחלש/ישאר ללא שינוי, לאחר הוספתו של יוסי לנתונים? הסבירו. (2 נק')

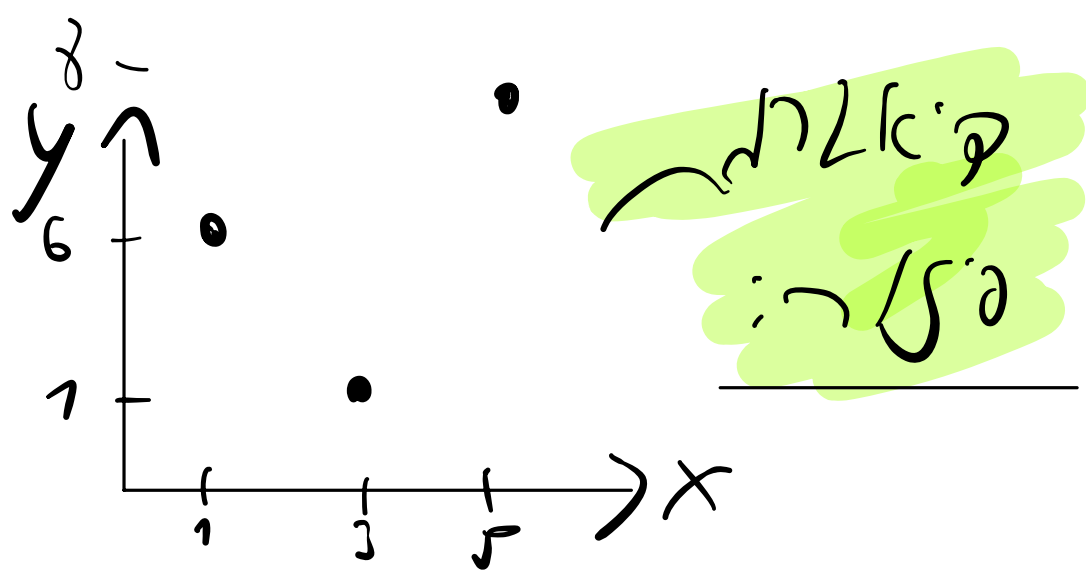
| N | std dev סטיית תקן | Mean ממוצע | |
|---------|----------------------|---------------|-------------|
| 5 n_x | 14.748 S_x | 76 \bar{x} | מועד א' x |
| 5 n_y | 15.248 S_y | 72 \bar{y} | מועד ב' y |

דקדקן הנתונים בהקשר מספר א
 $r = +0.84$
 מצאנו קשר חיובי בטעם א.
 בטעם 2 נתנו כאילו 'א' הקשר
 הוא life.
 רמז ריבוי "חלש".

לפניך נתונים על מספר החברים שיש לאדם והדירוג העצמי שלו במדד האושר

| y | x |
|-----------|------------|
| מדד האושר | מספר חברים |
| 6 | 1 |
| 1 | 3 |
| 8 | 5 |

שרטטו דיאגרמת פיזור



מבחן חי בריבוע: שאלה אמריקאית

בדיקת קשר (תלות) בין שני משתנים בעלי קטגוריות

נערך מחקר שבוחן האם יש קשר בין אמונה באלוהים לבין שימוש ברפואה טבעית, המחקר

דגם דגימה מקרי של 200 חולים, להלן תוצאות המדגם:

$$E = \frac{\text{סך שורה} \cdot \text{סך עמוד}}{\text{סך כלל}}$$

| | חילוני | דתי - חרדי |
|--------------------|--------|------------|
| רפואה טבעית | 60 | 30 |
| רפואה קונבנציונלית | 35 | 75 |
| | 95 | 105 |

Handwritten calculations for expected values (E):

- For (Natural medicine, Secular): $E = \frac{60 \cdot 95}{200} = 28.5$
- For (Natural medicine, Religious): $E = \frac{30 \cdot 105}{200} = 15.75$
- For (Conventional medicine, Secular): $E = \frac{35 \cdot 95}{200} = 16.625$
- For (Conventional medicine, Religious): $E = \frac{75 \cdot 105}{200} = 39.375$

האם תוצאות המדגם מעידות על קשר בין אמונה באלוהים לבין שימוש ברפואה טבעית

באוכלוסייה?

- קיים קשר באוכלוסייה בין אמונה לשימוש ברפואה טבעית, ברמת מובהקות של 0.05
- לא קיים קשר באוכלוסייה בין אמונה לשימוש ברפואה טבעית, ברמת מובהקות של 0.05
- קיים קשר באוכלוסייה בין אמונה לשימוש ברפואה טבעית ברמת מובהקות של 0.05 אך אין קשר ברמת מובהקות 0.1
- לא קיים קשר באוכלוסייה בין אמונה לשימוש ברפואה טבעית, ברמת מובהקות של 0.05 אך קיים קשר ברמת מובהקות 0.1

אין קשר ~~אין קשר~~
 יש קשר

האם ברור שנתנת היא אבסולוטים
 ונקרא לרמות אלה סף.

E - נוסחה
 נשט
 ארצ'יה ב בטק ה' ג' ה' :

$$E = \frac{\text{סך עורה} \cdot \text{סך אלוז'ה}}{\text{ס' אלוז'}}$$

: 'ו'ל'ל'ו 'ח' 'ו'ל'ל'ו

$$\frac{(0 - E)^2}{E} = \frac{(60 - 42.75)^2}{42.75} + \frac{(30 - 47.25)^2}{47.25} + \frac{(75 - 57.75)^2}{57.75} + \dots =$$

'ו'ל'ל'ו = 24.1 'ח' 'ו'ל'ל'ו

↑

כמות הבא קרית נאבא ח' :

קרית
3.841

$\alpha = 0.05$

קרית = $(\frac{1}{1-\alpha} - 1) \cdot (\frac{1}{1-\alpha} - 1)$
 $1 = (2-1) \cdot (2-1)$

קרית
2.706

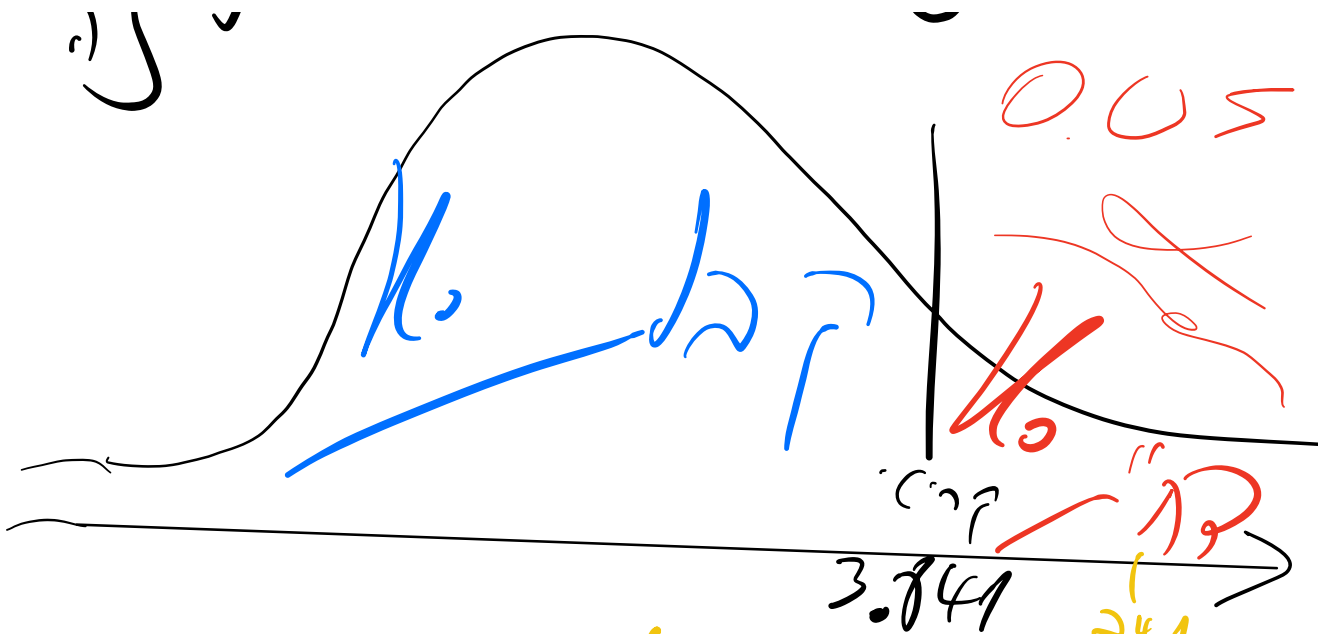
$\alpha = 0.1$

$1 = (2-1) \cdot (2-1)$

טבלת ערכים קריטיים לפי התפלגות χ^2 ראה אזור מס' 2

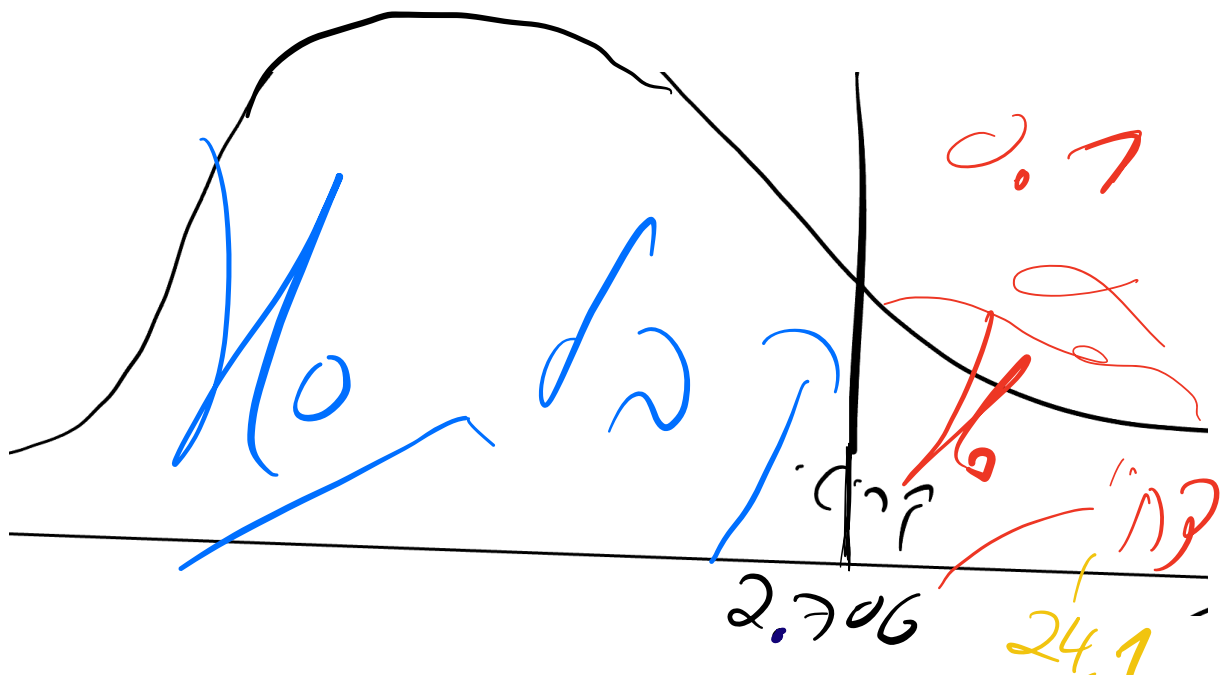
| דרגות ח' / כ | $\alpha =$ | | | | | | | | | | | | |
|--------------|------------|---------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 0.99 | 0.98 | 0.95 | 0.9 | 0.5 | 0.20 | 0.1 | 0.05 | 0.025 | 0.01 | 0.005 | 0.001 | 0.0005 |
| 1 | 0.00016 | 0.00063 | 0.00393 | 0.064 | 0.455 | 1.642 | 2.706 | 3.841 | 5.024 | 6.635 | 7.879 | 10.828 | 12.116 |
| 2 | 0.020 | 0.040 | 0.103 | 0.446 | 1.386 | 3.219 | 4.605 | 5.991 | 7.378 | 9.210 | 10.597 | 13.816 | 15.202 |
| 3 | 0.115 | 0.185 | 0.352 | 1.005 | 2.366 | 4.642 | 6.251 | 7.815 | 9.348 | 11.345 | 12.838 | 16.266 | 17.730 |
| 4 | 0.297 | 0.429 | 0.711 | 1.649 | 3.357 | 5.989 | 7.779 | 9.488 | 11.143 | 13.277 | 14.860 | 18.467 | 19.997 |
| 5 | 0.554 | 0.752 | 1.145 | 2.343 | 4.351 | 7.289 | 9.236 | 11.070 | 12.833 | 15.086 | 16.750 | 20.515 | 22.105 |
| 6 | 0.872 | 1.134 | 1.635 | 3.070 | 5.348 | 8.558 | 10.645 | 12.592 | 14.449 | 16.812 | 18.548 | 22.458 | 24.103 |
| 7 | 1.239 | 1.564 | 2.167 | 3.822 | 6.346 | 9.803 | 12.017 | 14.067 | 16.013 | 18.475 | 20.278 | 24.322 | 26.018 |
| 8 | 1.646 | 2.032 | 2.733 | 4.594 | 7.344 | 11.030 | 13.362 | 15.507 | 17.535 | 20.090 | 21.955 | 26.124 | 27.868 |
| 9 | 2.088 | 2.532 | 3.325 | 5.380 | 8.343 | 12.242 | 14.684 | 16.919 | 19.023 | 21.666 | 23.589 | 27.877 | 29.666 |
| 10 | 2.558 | 3.059 | 3.940 | 6.179 | 9.342 | 13.442 | 15.987 | 18.307 | 20.483 | 23.209 | 25.188 | 29.588 | 31.420 |
| 11 | 3.053 | 3.609 | 4.575 | 6.989 | 10.341 | 14.631 | 17.275 | 19.675 | 21.920 | 24.725 | 26.757 | 31.264 | 33.137 |
| 12 | 3.571 | 4.178 | 5.226 | 7.807 | 11.340 | 15.812 | 18.549 | 21.026 | 23.337 | 26.217 | 28.300 | 32.909 | 34.821 |
| 13 | 4.107 | 4.765 | 5.892 | 8.634 | 12.340 | 16.985 | 19.812 | 22.362 | 24.736 | 27.688 | 29.819 | 34.528 | 36.478 |
| 14 | 4.660 | 5.368 | 6.571 | 9.467 | 13.339 | 18.151 | 21.064 | 23.685 | 26.119 | 29.141 | 31.319 | 36.123 | 38.109 |
| 15 | 5.229 | 5.985 | 7.261 | 10.307 | 14.339 | 19.311 | 22.307 | 24.996 | 27.488 | 30.578 | 32.801 | 37.697 | 39.719 |
| 16 | 5.812 | 6.614 | 7.962 | 11.152 | 15.338 | 20.465 | 23.542 | 26.296 | 28.845 | 32.000 | 34.267 | 39.252 | 41.308 |
| 17 | 6.408 | 7.255 | 8.672 | 12.002 | 16.338 | 21.615 | 24.769 | 27.587 | 30.191 | 33.409 | 35.718 | 40.790 | 42.879 |
| 18 | 7.015 | 7.906 | 9.390 | 12.857 | 17.338 | 22.760 | 25.989 | 28.869 | 31.526 | 34.805 | 37.156 | 42.312 | 44.434 |
| 19 | 7.633 | 8.567 | 10.117 | 13.716 | 18.338 | 23.900 | 27.204 | 30.144 | 32.852 | 36.191 | 38.582 | 43.820 | 45.973 |
| 20 | 8.260 | 9.237 | 10.851 | 14.578 | 19.337 | 25.038 | 28.412 | 31.410 | 34.170 | 37.566 | 39.997 | 45.315 | 47.498 |
| 21 | 8.897 | 9.915 | 11.591 | 15.445 | 20.337 | 26.171 | 29.615 | 32.671 | 35.479 | 38.932 | 41.401 | 46.797 | 49.011 |
| 22 | 9.542 | 10.600 | 12.338 | 16.314 | 21.337 | 27.301 | 30.813 | 33.924 | 36.781 | 40.289 | 42.796 | 48.268 | 50.511 |
| 23 | 10.196 | 11.293 | 13.091 | 17.187 | 22.337 | 28.429 | 32.007 | 35.172 | 38.076 | 41.638 | 44.181 | 49.728 | 52.000 |
| 24 | 10.856 | 11.992 | 13.848 | 18.062 | 23.337 | 29.553 | 33.196 | 36.415 | 39.364 | 42.980 | 45.559 | 51.179 | 53.479 |
| 25 | 11.524 | 12.697 | 14.611 | 18.940 | 24.337 | 30.675 | 34.382 | 37.652 | 40.646 | 44.314 | 46.928 | 52.620 | 54.947 |
| 26 | 12.198 | 13.409 | 15.379 | 19.820 | 25.336 | 31.795 | 35.563 | 38.885 | 41.923 | 45.642 | 48.290 | 54.052 | 56.407 |
| 27 | 12.879 | 14.125 | 16.151 | 20.703 | 26.336 | 32.912 | 36.741 | 40.113 | 43.195 | 46.963 | 49.645 | 55.476 | 57.858 |
| 28 | 13.565 | 14.847 | 16.928 | 21.588 | 27.336 | 34.027 | 37.916 | 41.337 | 44.461 | 48.278 | 50.993 | 56.892 | 59.300 |
| 29 | 14.256 | 15.574 | 17.708 | 22.475 | 28.336 | 35.139 | 39.087 | 42.557 | 45.722 | 49.588 | 52.336 | 58.301 | 60.735 |
| 30 | 14.953 | 16.306 | 18.493 | 23.364 | 29.336 | 36.250 | 40.256 | 43.773 | 46.979 | 50.892 | 53.672 | 59.703 | 62.162 |

מט' פ' הקרית בקרוב
 היתן לה (שהיא) בקולא



0.05 = α critical region

critical region



0.1 = α critical region

critical region

2e7 1'10 No x

2e7 e' N1 ✓