

המסלול האקדמי המכללה למינהל

בית הספר לכלכלה



ת.ז. הסטודנט: 303017610
מספר חדר: 118 י'
מספר נבחן: 3 י'c
מספר אסמכתא: _____



מבחן בקורס: מבוא לאקונומטריקה ב'

תאריך הבחינה: 9/8/2015

שנת הלימודים: ב, סמסטר: ב', מועד: ב'

משך הבחינה: שלוש שעות

שם המתרגל/ים:

אלכס ברברמן
מגי מלמד

שם המרצה/ים:

פרופ' גיל אפשטיין
ד"ר דלית גפני

מבנה הבחינה: הבחינה מורכבת מחלק אחד.

מספר השאלות הכולל בבחינה: 3.

משקל כל שאלה: בצמוד לכל שאלה

הוראות לנבחן:

- מותר השימוש ברק במחשב כיס
- יש לענות בגוף השאלון.
- נדרש להחזיר את השאלון.
- מצורף נספח לבחינה דף נוסחאות
- מחברת טיוטה: לא
- מחברת נפרדת לכל שאלה: לא
-

53

בהצלחה!!



3%



בית הספר לכלכלה

3 0 3 0 1 7 6

1 0

ת.ז.

מבוא לאקונומטריקה ב' - תשע"ה
בחינה - סמסטר ב' - מועד ב' - 9.8.2015

הוראות

משך הבחינה: שלוש שעות
יש להקיף בעיגול את התשובה הנכונה ואו לרשום תשובה במקום המיועד לה, ורק שם.
רמת המובהקות בכל המבחנים הסטטיסטיים הינה 5%, ורמת הסמך 95%.
בכל החישובים יש להשתמש בכל הספרות אחרי הנקודה המופיעות בבלט

הצגה

שאלה 1 (65 נקודות)

חוקרת רוצה לאמוד את פונקציית השכר של שחקני כדורסל ב NBA, לשם כך נאמדה המשוואה הבאה:

$$WAGE = \alpha_0 + \alpha_1 \cdot GUARD + \alpha_2 \cdot CENTER + \beta_1 \cdot POINTS + \beta_2 \cdot EXP + U \quad (1)$$

- כאשר: GUARD - משתנה דמי: 1 = עבור שחקן רכו, 0 = אחרת
- CENTER - משתנה דמי: 1 = עבור שחקן סנטר, 0 = אחרת
- FORWARD - משתנה דמי: 1 = עבור שחקן פורוורד, 0 = אחרת
- WAGE - השכר השנתי באלפי דולרים
- POINTS - מספר הנקודות במשחק
- EXP - שנות ניסיון

להלן תוצאות האמידה של משוואה (1):

Dependent Variable: wage

Number of Observations Used 269

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	148662825	37165706	82.30	<.0001
Error	264	119216093	451576		
Corrected Total	268	267878917			

Root MSE	671.99413	R-Square	0.5550
Dependent Mean	2423.82751	Adj R-Sq	0.5482
Coeff Var	27.72450		

Parameter Estimates

Variable	Label	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
α_0 Intercept	Intercept	1	969.00722	108.01110	8.97	<.0001
α_1 guard	guard	1	-265.26650	90.21122	-2.94	0.0036
α_2 center	center	1	294.82591	118.94430	2.48	0.0138
β_1 points	points	1	107.54015	7.20228	14.93	<.0001
β_2 exp	exp	1	80.57297	12.36605	6.52	<.0001

$$\alpha_0 + \alpha_2 = 2610$$

$$\alpha_0 + \alpha_1 = 552$$

$$\text{2010 wage} = \alpha_0 + \alpha_1 + \beta_1 \cdot \text{Points} + \beta_2 \cdot \text{Exp} + u$$

$$\text{2010 wage} = 969.00722 + 294.82591 + 107.54015 + 80.57297 = 1451.946$$

$$\text{500 wage} = \alpha_0 + \alpha_1 + \beta_1 \cdot \text{Points} + \beta_2 \cdot \text{Exp} + u$$

$$\text{wage} = 969.00722 + 265.26650 + 107.54015 + 80.57297 = 891.853$$

559.092

$$\text{3011 wage} = \alpha_0 + 969.00722 + 107.54015 + 80.57297 = 1157.120$$

$$H_0: \alpha_0 + \alpha_2 = \alpha_0$$

$$H_1: \alpha_2 > 0$$

2.576

$$\alpha_1 \pm S_{\beta} \cdot t^* \left(\frac{260}{7-2,1 - \frac{0.995}{2}} \right) = 0.005$$

$$-265.266 + 90.211 \cdot 2.576 = -32.882$$

$$\text{" - " " " = -497.649}$$

ההבדל הצפוי בשכרו של שחקן שהמאמן החליף את תפקידו מסתדר לרכז הינו:

$$wage_B = 959.00777 + 294.82591 + 107.4015 + 80.57297 = 1451.946$$

$$wage_A = 969.00777 + 265.26650 + 107.4015 + 80.57297 = 1422.248$$

(3) ב. המשמעות הכלכלית של α_0 הינה: השכר ההתחלתי של שחקן במותקן פורוורד

(3) ג. דרוגו על סמך התוצאות שהתקבלו את תפקידי השחקנים לפי רמת ההכנסה ההתחלתית שלהם (מהנמוכה לגבוהה):

1.	רכז	
2.	פורוורד	
3.	רכז	

-3

(2) ד. השערת האפס לבדיקת הטענה שקיימים הבדלים בשכר ההתחלתי בין התפקידים השונים של השחקנים הינה:

$H_0: \mu_1 = \mu_2 = 0$ ✓

(4) ה. רווח הסמך ל- α_1 ברמת סמך של 99% הינו:

$$1 - \frac{\alpha}{2} = \dots$$

$$-32.882 \quad -497.649$$

(4) ו. המשמעות הכלכלית של רווח הסמך שחיבתם בסעיף הקודם הינה: קבלי ג' ויח' ב' בין -32.882

$$t = \frac{-497.649}{\dots} = \dots$$

(4) ז. התקבל כי השכר ההתחלתי של שחקן סנטר גבוה (נמוך/זוהה מזה של שחקן פורוורד):

הוכיחו את תשובתכם ע"י מבחן סטטיסטי מתאים (הגדירו את השערת האפס ואת תוצאת המבחן)

$$H_0: \mu_2 = 0$$

$$H_1: \mu_2 > 0$$

$$pvalue(t_2) = 0.0138 < 0.05$$

-2

(3) ח. Pvalue לבדיקת ההשערה בסעיף הקודם הינו:

1. לא ניתן לחשב את ה Pvalue בעזרת הנתונים הקיימים

2. ניתן לחישוב וערכו: 0.0276

-3

$$x_0 = x_0 + L_1 + 200$$

$$L_0 + L_1 + 200 = L_0$$
$$L_1 = -200$$

$$t = \frac{\hat{\beta} - \beta_0}{S_{\hat{\beta}}}$$

$$t = \frac{-200 + 265.266}{90.211} \approx 0.723$$

$$x_0 + 250 = x_0 + L_1$$
$$L_1 = 250$$

$$x_0 + L_2 = x_0 + 300$$
$$L_2 = 300$$

$$x_0 + L_1 + 250 = x_0$$
$$L_1 = -250$$

$L_0 + L_1$ L_0
 חוקרת רוצה לבדוק את הטענה שהשכר ההתחלתי של שחקן פורוורד גבוה ביותר מ 200,000 דולר מזה של שחקן רכו

(4) ט. ההשערות לבדיקת הטענה הינן:

$H_0: \underline{\alpha_1 = -700}$

$H_1: \underline{\alpha_1 < -700}$ ✓

(4) י. הסטטיסטי לבדיקת הטענה הינו:

1. לא ניתן לחשב את הסטטיסטי בעזרת הנתונים הקיימים
 2. ניתן לחישוב וערכו: 0.723
 -2 X

L_0 $L_0 + L_1$ $L_0 + L_2$
 החוקרת רוצה לבדוק את ההשערה שהשכר ההתחלתי של שחקן רכו נמוך ב 250 אלף דולר מזה של שחקן פורוורד ושהשכר ההתחלתי של שחקן סנטר גבוה ב 300 אלף דולר מזה של שחקן פורוורד

(4) יא. ההשערות לבדיקת הטענה הינן:

$H_0: \underline{\alpha_1 = 250, \alpha_2 = 300}$

$H_1: \underline{\alpha_1 \neq 250, \alpha_2 \neq 300}$ ✓

(5) יב. הרגרסיה המוגבלת כאשר H_0 נכונה ("תחת H_0 ") למבחן WALT לבדיקת הטענה הינה:

~~$wage = L_0 + 250 \cdot Guard + 300 \cdot center + \beta_1 \cdot Points + \beta_2 \cdot EXP + u$~~

$wage = L_0 + 250 \cdot Guard + L_2 \cdot center + \beta_1 \cdot Points + \beta_2 \cdot EXP + u$

$wage = L_0 + L_1 \cdot Guard + 300 \cdot center + \beta_1 \cdot Points + \beta_2 \cdot EXP + u$

(4) יג. המשתנים שעל החוקרת להוסיף למשוואה כדי לאמוד את ההבדלים בתשואה לנסיון בין התפקידים השונים

GUARD · EXP

center · EXP

Forward · EXP] X

הינם:

-2

$$\sum \hat{u}_t = 0$$

~~$$\sum \hat{u}_t = 0$$~~

~~$\sum \hat{u}_t$~~

$$\sum \hat{u}_t = 0$$

$$\sum \hat{u}_t = 0$$

$$\sum \hat{u}_t = 0$$

~~$$\sum \hat{u}_t = 0$$~~

$$\sum \hat{u}_t = 0$$

$$\sum \hat{u}_t = 0$$

חוקרת החליטה להכניס למשוואה גם את המשתנה FORWARD ואמדה את המשוואה הבאה:

$$WAGE = \alpha_0 + \alpha_1 \cdot GUARD + \alpha_2 \cdot CENTER + \alpha_3 \cdot FORWARD + \beta_1 \cdot POINTS + \beta_2 \cdot EXP + U \quad (2)$$

(6) יד. הוכיחו בעזרת המשוואות הנורמליות של משוואה (2) כי תיווצר בעיה של מולטיקולינאריות מלאה:

$$\begin{aligned} \sum u_t &= 0 \\ \sum \alpha_1 u_t &= 0 & \sum u_t (\alpha_3) &= 0 \\ \sum \alpha_2 u_t &= 0 & \sum u_t \alpha_3 &= \sum \alpha_1 u_t \\ \sum \alpha_3 u_t &= 0 & & \\ \sum \beta_1 u_t &= 0 & & \\ \sum \beta_2 u_t &= 0 & & \end{aligned}$$

~~X~~ 6

החוקרת החליטה לאמוד את המודל ללא המשתנה מספר הנקודות במשחק וקיבלה את הפלט הבא:

Dependent Variable: wage

Number of Observations Used 269
Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	47985355	15995118	19.28	<.0001
Error	265	219893562	829787		
Corrected Total	268	267878917			

Root MSE	910.92647	R-Square	0.1791
Dependent Mean	2423.82751	Adj R-Sq	0.1698
Coeff Var	37.58215		

Parameter Estimates

Variable	Label	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	Intercept	1	1879.95310	120.82215	15.56	<.0001
guard	guard	1	-183.05051	122.05847	-1.50	0.1349
center	center	1	90.54277	160.16564	0.57	0.5723
exp		1	118.24398	16.41030	7.21	<.0001

$$E(B_1) = B_1 + B_2 \cdot \frac{S_{12}}{S_{11}}$$

טו. באמידת המודל ללא המשתנה מספר הנקודות במשחק:

הוכיחו את תשובתכם ע"י מבחן סטטיסטי מתאים (הגדירו את השערת האפס ואת תוצאת המבחן)

השאלה נחשבה כ"ח"י"

1. תיווצר בעיה של:

2. לא תיווצר בעיה

$H_0: \beta_1 = 0$

$H_1: \beta_1 \neq 0$

$p\text{-value}(\beta_1) = 0.0001 < 0.05$

H_0 נדחתה

ישנן כרוך β_1 השמה גורם תוצאה.

חיובי / שלילי / לא קיים מתאם/לא ניתן לדעת

(5) טו. המתאם בין EXP ל POINT הינו:

הוכיחו את תשובתכם

5

(4) יז. הפקודה ב SAS שתציג את שני הפלטים המופיעים בשאלה הינה:

~~Proc reg data=wage~~
Proc reg data=wage

4



נתונות המשוואות הבאות :

$$Y_i = \alpha_0 + \alpha_1 \cdot X_i + \alpha_2 \cdot Z_1 + \alpha_3 \cdot Z_2 + \alpha_4 \cdot Z_4 + \alpha_5 \cdot Z_5 + \alpha_6 \cdot Z_6 + U_i \quad (1)$$

$$X_i = \beta_0 + \beta_1 \cdot Y_i + \beta_2 \cdot Z_1 + \beta_2 \cdot Z_2 + V_i \quad (2)$$

(6) א. על מנת ש Z יוכל לשמש כמשתנה עזר הוא צריך לקיים 3 תנאים (יש לכתוב עבור כל תנאי את המשמעות הסטטיסטית ולהסביר במילים):

תנאי ראשון: $\text{Cov}(Z, U) = 0$ (שלמה הצדק (2) ולו יהיה למעיל עם הבלבול -1)

תנאי שני: $\text{Cov}(X, Z) = 1$ (שלמה הצדק (2) יהיה למעיל עם הבלבול האובדני -1)

תנאי שלישי: X איננו קשור ל... (שלמה הצדק ולו יהיה למעיל עם הבלבול -1)

(2) ב. אילו מבין Z_1, Z_2, Z_4, Z_5, Z_6 מקיימים את כל 3 התנאים למשוואה (1): Z_4, Z_5, Z_6 -2

(2) ג. אילו מבין Z_1, Z_2, Z_4, Z_5, Z_6 מקיימים את כל 3 התנאים למשוואה (2): Z_4, Z_5, Z_6 אין זיהוי אחר הוא למעיל עם הבלבול -2

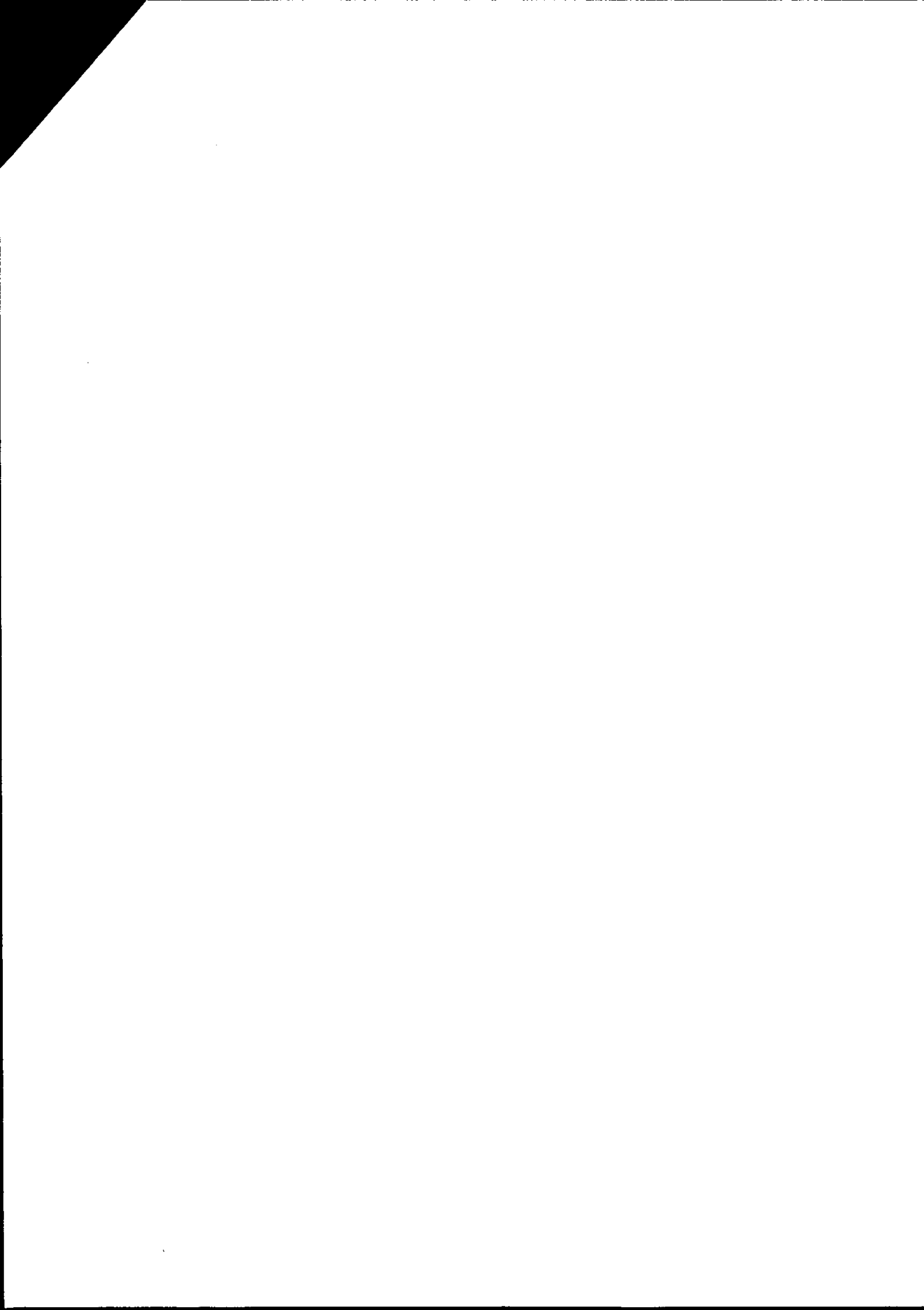
(2) ד. משוואת הצורה המצומצמת ל X_1 הינה (יש להציג משתנה מוסבר ומשתנים מסבירים בלבד):

X	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4	Z_5	Z_6
-----	-------	-------	-------	-------	-------	-------

(2) ה. ניתן להשתמש ב- $(5Z_1 - 8Z_2)$ כמשתנה עזר לאמידת משוואה (2), אך לא נקבל אומדים יעילים: נכון (לא נכון) אי אפשר לדעת

(3) ו. משוואת השלב השני בשיטת 2SLS לאמידת משוואה (2) הינה (יש להציג משתנה מוסבר ומשתנים מסבירים בלבד): $\hat{X}_i = \beta_0 + \beta_1 Z_1 + \beta_2 Z_2$ -2

(3) ז. האומדים המתקבלים בסעיף ו' הם חסרי הטיות ויעילים במדגמים גדולים: נכון (לא נכון) אי אפשר לדעת



ענו כל הסעיפים הבאים על סמך המאמר המצורף:

שימו לב, המשתנה המוסבר הוא לוג השכר לשעה

(3) א. המשמעות של המספר המסומן בעיגול במשוואה של כלל המדגם הינה:

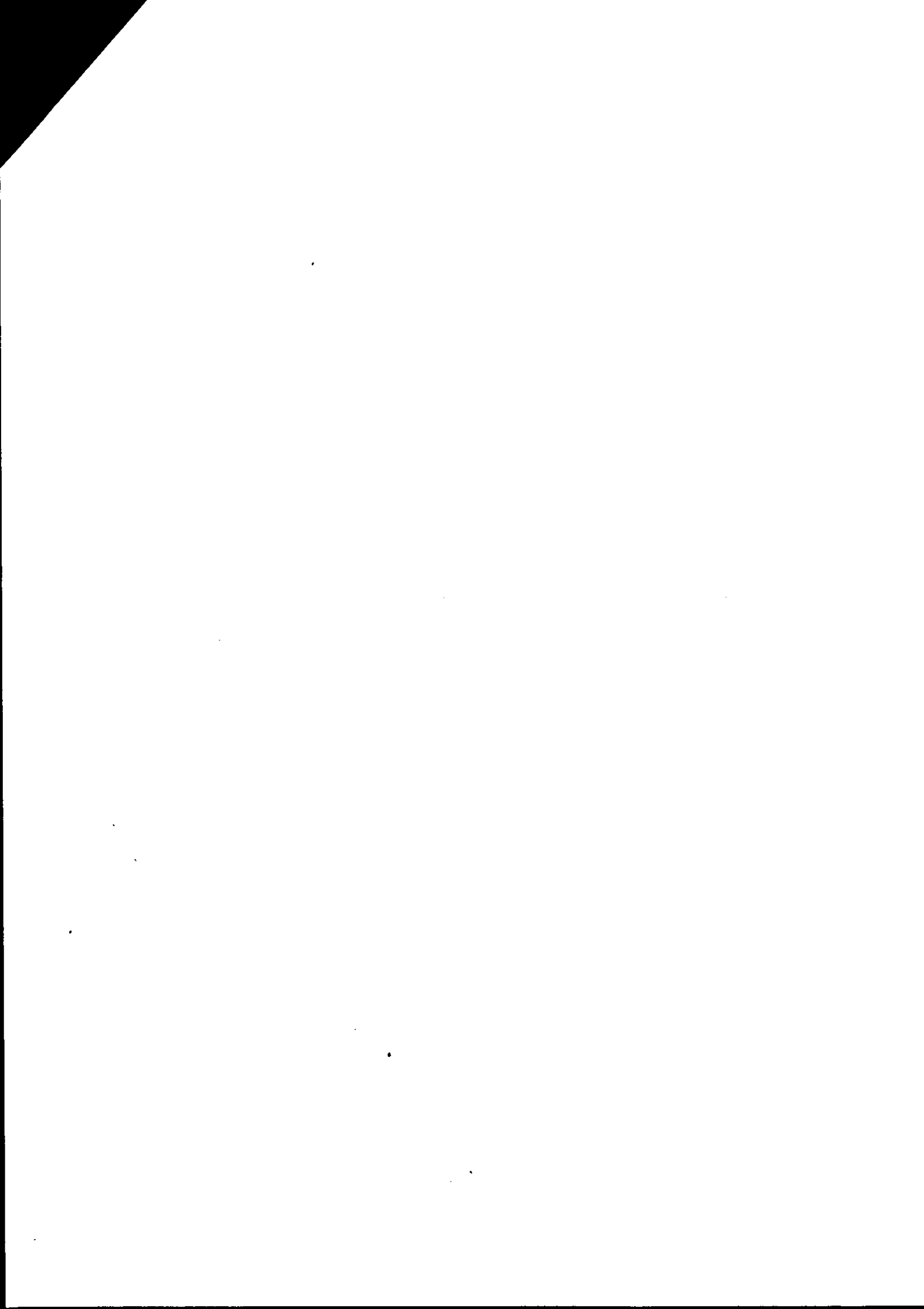
~~הקבוע~~ ~~המקדם~~ ~~של~~ ~~המשתנה~~ ~~המוסבר~~
קבוע בטוח של 0.09%
~~המספר~~ ~~המסומן~~ ~~בעיגול~~ ~~במשוואה~~ ~~של~~ ~~כלל~~ ~~המדגם~~ ~~הינה~~
השכר של קבוע בטוח של 0.09%
יגב ק - 0.09% האשר טאו טאו זיון קבוע קבוע לביים ונשים

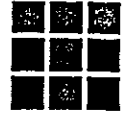
(4) ב. הסבירו את ההבדל בתוצאות של מקדמי מספר היחידות במתמטיקה בין נשים לגברים

~~ההבדלים~~ ~~ב~~ ~~המקדמים~~
ההבדל? בתוצאות של מקדמי מספר היחידות (ובכך נכך
שאר המקדמים) המוסברות ותקין זה מציג את
ההבדלים של הגברים 3, 4, 5 יחידות אין מובקשות טולו אלו
הנשים 5 יחידות כרגע מובקשות של 0.09% (בטוח) ו-4 יחידות
כרגע בטוח של 0.09%
קול אלו ניתן להשוות שבהם מקדמי מספר היחידות של השכר אלו
הנשים לקבוע יגב.
(עלם קבוע 5 יחידות מרווח - 2.35% יגב הנשים טאו יחידות -
או יחידות טולו אלו הלקים עם 5 יחידות ישמורת אחרות האולסור
שיתר דחם לערים טאו יחידות או יחידות.)

(8) ג. הסבירו את ההבדל בתוצאות של מקצועות הלימוד הבאים בין נשים לגברים

יהדות לרבים קול אלו בהצבעות נכונות כחז - 9.3% האשר נכונותם
גול, טולו נשים ~~המקדמים~~ ~~המוסברות~~ ~~מרווח~~ - 6.6% יגב האשר נשים
אלו אחר, הסכה אהרשים אלו בין נשים לערים הא נש - בטוח אסמרוחין
מדעי החברה: לערים קול אלו כרגע החברה מרווח כחז - 9.0% טולו נשים
מרווח יגב - 0.09% לערים אלו נכונים מובקשות הולו כחז -
הקין בין הערים אנשים הערש של אנס. לערים אלו - אנס. לערים
משפטים: לערים קול אלו ~~המקדמים~~ ~~המוסברות~~ ~~מרווח~~ - 18.6% ביום לערים
אלו אחר טולו (של אלו) ~~המקדמים~~ ~~המוסברות~~ ~~מרווח~~ יגב - 4.35% הסיבה
אחרת זה הא ~~המקדמים~~ ~~המוסברות~~ ~~מרווח~~ של 0.09% טולו הנשים
כלכלה: קול אלו לערים נכונות כחז - 0.55% אחר אלו אלו
(נשים מרווח יגב - 29.6% הסיבה לערשים אלו הא שאלו
לערים הנגון אלו מובקשות טולו (נשים הוא מובקשות קול - בטוח של 0.09%)





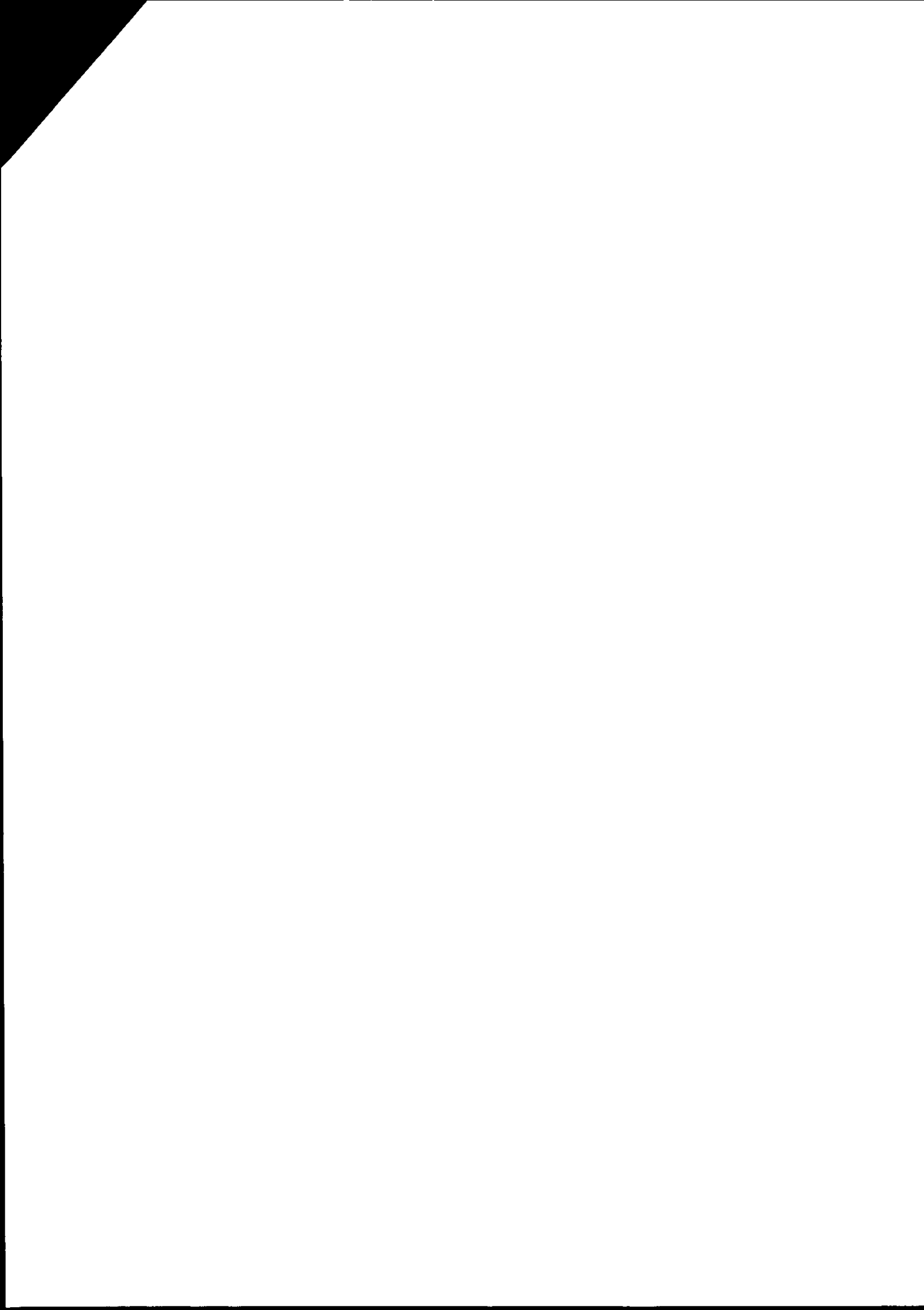
■ סדרת ניירות מדיניות ■

החשיבות של היקף לימודי
המתמטיקה בתיכון ללימודים
אקדמיים ולקריירה העתידית של
התלמידים בישראל

איל קמחי ואריק הורוביץ

נייר מדיניות מס' 2015.01

ירושלים, ניסן תשע"ה, אפריל 2015



מחקר זה מהווה ניסיון ראשון מסוגו לכמת את ההשפעה של לימודי מתמטיקה ברמה מורחבת על ההישגים בשוק העבודה בישראל. לצורך כך נבנה בסיס נתונים ייחודי העוקב אחרי הנבדקים מזמן ההיבחנות בבחינות הבגרות, דרך הלימודים האקדמיים ועד לשלבים המוקדמים של הקריירה (תיאור מפורט של בסיס הנתונים מופיע בסעיף הבא). לאחר מכן מוצג הקשר בין היקף לימודי המתמטיקה ובין ההישגים בשוק העבודה ללא פיקוח על משתנים אחרים. בסעיף השלישי מוצג ניתוח סטטיסטי רב-משתני, שבאמצעותו ניתן להפריד בין ההשפעה הישירה של היקף לימודי המתמטיקה ובין השפעות עקיפות. לאחר מכן מוצגים כמה תרחישים שמטרתם להעריך כמותית את השפעת לימודי המתמטיקה ברמה של חמש יחידות על השכר העתידי. הסעיף האחרון כולל סיכום והמלצות למדיניות.

בסיס הנתונים

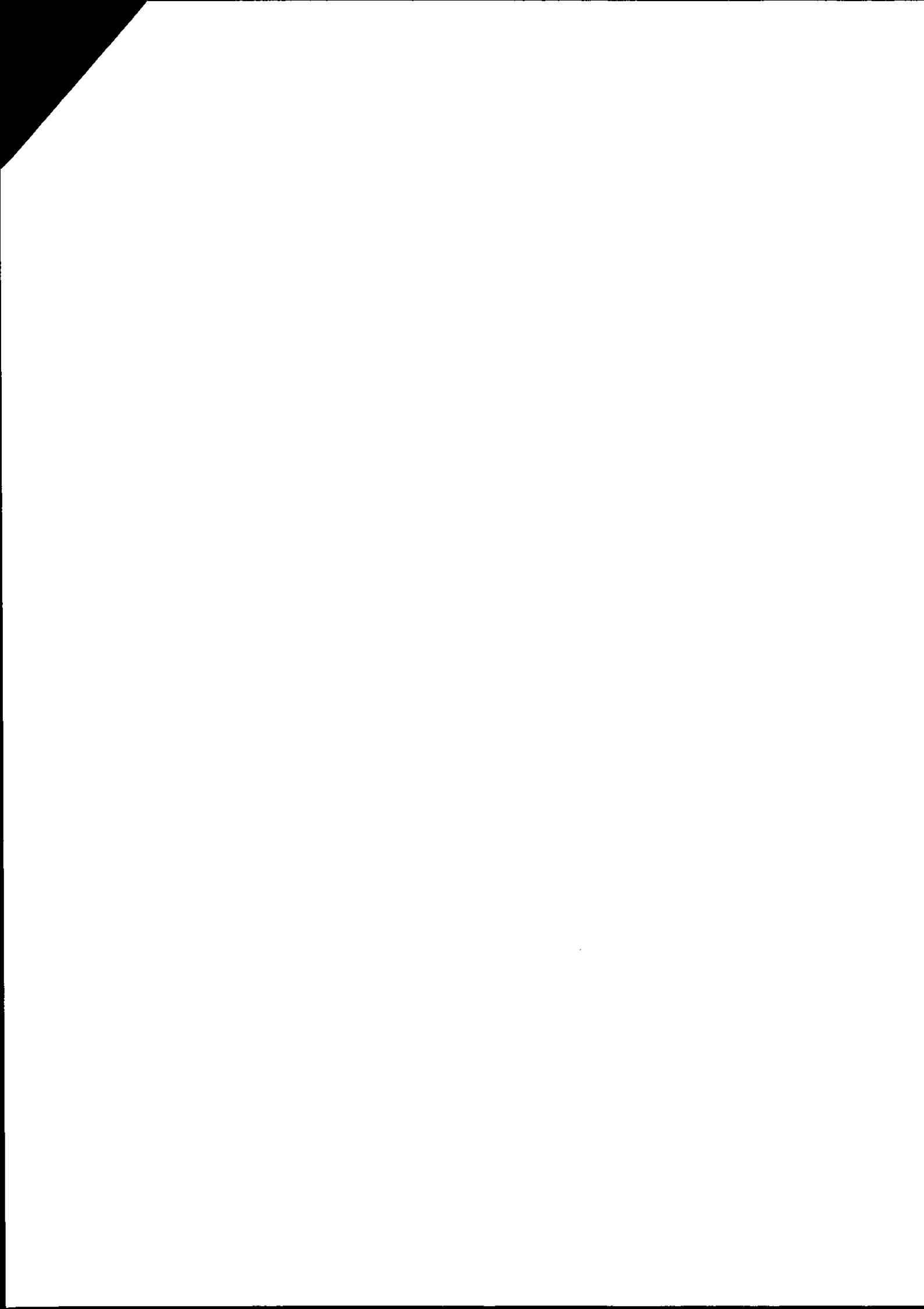
המחקר מבוסס על קובץ נתונים משולב עבור ילידי שנת 1979. הקובץ כולל נתונים על בחינות הבגרות (מספר יחידות לימוד וציון בכל מקצוע), תארים אקדמיים (מוסד לימוד ותחום לימוד), ונתוני פרט ממפקד האוכלוסין של שנת 2008 (להלן: מפקד 2008) על ילידי שנת 1979

3. ניתוח רב-משתני

נוסף לניתוח התיאורי שתואר בסעיף הקודם, בוצע במחקר ניתוח רב-משתני בשיטת הרגרסיה הליניארית המרובה, שמטרתו להבחין בין הקשר הישיר המתקיים בין היקף לימודי המתמטיקה להישגים בשוק העבודה ובין הקשר העקיף המתוודע על ידי הציון בבחינת הבגרות, הלימודים האקדמיים, משלח היד והענף הכלכלי. כל אחד ממשתני ההישגים (תעסוקה, הכנסה חודשית מעבודה, הכנסה חודשית מעבודה שכירה ושכר לשעת עבודה) שימש בתורו כמשתנה תלוי ברגרסיה. היקף לימודי המתמטיקה שימש כמשתנה מסביר עיקרי ואליו הוספו בהדרגה המשתנים האחרים, כדי לבחון באיזו מידה התוספת של כל קבוצת משתנים, שעשויה להביא עמה השפעות עקיפות, משנה את ההשפעה הישירה של היקף לימודי המתמטיקה על ההישגים בשוק העבודה.

שכר לשעת עבודה של שכירים

תוצאות הרגרסיה של השכר לשעה, המעידות על השפעת המשתנים שנסקרו עד כה על ההצלחה בשוק העבודה, מדווחות בלוחות 20-21. הנתונים בעמודות (1) עד (5) אינם שונים מהותית מאלו של ההכנסה החודשית מעבודה. עם זאת, פערי השכר בין רמות הלימוד במתמטיקה בבדיקה לפי שעת עבודה נמוכים יותר מאשר במקרה של ההכנסה החודשית. כאשר מפקחים על ציוני בגרות אחרים, לא נמצא פער מובהק סטטיסטית בשכר לשעה לטובת אלו שלמדו מתמטיקה בהיקף של 4 יחידות, וגם הפער לטובת אלו שלמדו בהיקף של 5 יחידות מסתכם ב-7 אחוזים בלבד יחסית לאלה שלמדו בהיקף של פחות מ-3 יחידות או לא למדו כלל (עמודה 6). בעמודה (7) ניתן לראות כי תוצאה זו לא משתנה מהותית גם כאשר מפקחים על המאפיינים הסוציו-אקונומיים.



כפי שנאמר לעיל, שימוש בשכר לשעת עבודה כמשתנה תלוי מצמצם את המדגם, היות שמספר לא מבוטל של עובדים לא דיווחו על שעות העבודה שלהם. אולם במקרה זה ניתן להתגבר על הבעיה על ידי שימוש בתיקון לסלקציה – שיטה

המאפשרת להעריך את השכר הפוטנציאלי לשעה עבור כלל האוכלוסייה, ולא רק עבור האוכלוסייה העובדת.¹⁸

מידת ההתאמה בין השכר לשעת עבודה להיקף לימודי המתמטיקה ולתחום הלימודים האקדמיים לאחר התיקון עבור כלל האוכלוסייה מוצגת בלוח 22. את המקדמים המוצגים בלוח ניתן להשוות לעמודה 7 בלוחות 20 ו-21, המציגה את הקשר בין השכר להיקף לימודי המתמטיקה (לוח 20) או תחום הלימודים האקדמיים (לוח 21) בפיקוח על הענף התעסוקתי, משלח היד, ציוני הבגרות ומאפיינים סוציו-אקונומיים של הנבדקים. ניתן לראות שאין שינוי בתוצאה, היינו שללימודי מתמטיקה ברמה של עד 4 יחידות אין השפעה ישירה מובהקת על השכר גם בקרב כלל האוכלוסייה, ואילו ההשפעה החיובית הישירה של לימודי מתמטיקה ברמה של 5 יחידות התחזקה מעט ומגיעה לכמעט 10 אחוזים – כלומר, גם בניכוי ההשפעה של כל המשתנים שנבחנו במחקר, ללימודי מתמטיקה ברמה של 5 יחידות יש ערך בקביעת שכר הנבדקים. ההשפעה של תחום הלימודים האקדמיים לא השתנתה מהותית, אם כי ההשפעות המובהקות של חלק מתחומי הלימוד התמתנו מעט.

עוד נכללות בלוח 22 תוצאות רגרסיה דומה שנערכה בנפרד עבור גברים ועבור נשים, ובה נמצאו כמה הבדלים משמעותיים. בפרט, רק בקרב הנשים ההשפעה החיובית של לימודי מתמטיקה בהיקף של 5 יחידות נמצאה מובהקת, ונמצאה אפילו השפעה מובהקת במידה שולית של לימודים בהיקף של 4 יחידות. גם ההשפעה החיובית של ציון הבגרות במתמטיקה מובהקת רק לגבי הנשים.

ההשפעות של תחומי הלימוד האקדמיים על השכר של גברים ונשים שונות בתכלית. גברים בעלי תואר אקדמי ביהדות, מדעי החברה ומשפטים משתכרים פחות מעובדים ללא תואר אקדמי, בעוד שתואר בחינוך, רפואה ומדעי החיים, כלכלה ומנהל עסקים אינו משפיע על השכר. בקרב הנשים, לעומת זאת, תואר

¹⁸ בשיטה זו נהוג להשתמש כאשר אומדים רגרסיה של הכנסה כלשהי וההכנסה ידועה רק עבור הפרטים שעובדים. למעשה מדובר באמידה בו זמנית של שתי משוואות – משוואת התעסוקה ומשוואת ההכנסה – ובתיקון משוואת ההכנסה בעזרת משוואת התעסוקה, כך שהמקדמים הנאמדים משקפים את השפעת המשתנים המסבירים על ההכנסה באוכלוסייה כולה, ולא רק בתת-האוכלוסייה שעובדת. שימוש בשיטה זו מחייב שיהיו במשוואת התעסוקה משתנים מסבירים שאינם משפיעים על ההכנסה. במקרה של השכר לשעת עבודה חלק מהמשתנים הסוציו-אקונומיים מקיימים דרישה זו, היות שהשכר לשעה משקף את הפרודוקטיביות של העובד, ומשתנים כמו בעלות על דירה, מצב משפחתי ומספר ילדים לא אמורים להשפיע על הפרודוקטיביות. עם זאת, משתנים אלו עשויים להשפיע על ההכנסה החדושת, היות שהיא מושפעת הן מהשכר לשעה והן ממספר שעות העבודה, ומספר שעות העבודה עשוי להיות מושפע ממאפייני המשפחה. מסיבה זו לא ניתן ליישם את התיקון לסלקציה במשוואות של ההכנסה החדושת.



בתחומים יהדות, מדעי הרוח, חינוך, רפואה ומדעי החיים, כלכלה ומנהל עסקים מביא לשכר גבוה יותר יחסית לעובדות ללא תואר אקדמי. תואר בהנדסה ומדעים מדויקים או במדעי המחשב תורם משמעותית לשכר גם בקרב גברים וגם בקרב נשים, אולם תרומתו גדולה יותר בקרב נשים.¹⁹

המקדמים של משתני משלח היד והענף הכלכלי אינם שונים באופן מהותי בין גברים ונשים (לוח 4' בנספחים). אמנם ההבדלים בין משלחי היד והענפים בקרב הגברים מובהקים סטטיסטית יותר מאשר בקרב הנשים, אולם הסיבה העיקרית לכך היא שמקדמים אלו נאמדים פחות במדויק בקרב הנשים, כלומר, סטיות התקן גדולות יותר במדגם של הנשים.

לסיכום, יש בהחלט מקום להבחנה בין גברים ונשים כאשר בוחנים את ההשפעות הישירות והעקיפות של היקף לימודי המתמטיקה על ההישגים בשוק העבודה. בסעיף הבא תיערך הבחנה כזאת בעת בחינת תרחישים שמטרתם לנסות לכמת את ההשפעות האלה.



לוח 22. ההשפעה של היקף לימודי המתמטיקה ותחום הלימודים האקדמיים על השכר, לפי מגדר
 מקדמי הרגורסיה של השכר הפוטנציאלי לשעת עבודה של כלל האוכלוסייה, בפיקוח על משלח היד, ציוני בגרות אחרים ומאפיינים סוציו-אקונומיים*

משתנה מסביר	כלל המדגם	גברים	נשים
מספר היחידות			
3 יחידות מתמטיקה (סטיית התקן)	-0.0069 (0.0243)	0.0059 (0.0348)	0.0172 (0.0335)
4 יחידות מתמטיקה (סטיית התקן)	0.0361 (0.0285)	0.0339 (0.0443)	0.0698* (0.0392)
5 יחידות מתמטיקה (סטיית התקן)	0.0956*** (0.0351)	0.0715 (0.0545)	0.1253*** (0.0482)
ציון בגרות במתמטיקה (סטיית התקן)	0.0009*** (0.0003)	0.0004 (0.0005)	0.0018*** (0.0004)
תחום לימודים			
סטודנטים (סטיית התקן)	0.0994*** (0.0209)	0.1112*** (0.0298)	0.1013*** (0.0287)
יהדות ומדעי הרוח (סטיית התקן)	-0.0348 (0.0251)	-0.0913* (0.0472)	0.0606** (0.0302)
חינוך (סטיית התקן)	0.0032 (0.0406)	0.0363 (0.0991)	0.0765* (0.0452)
רפואה ומדעי החיים (סטיית התקן)	0.0143 (0.0303)	-0.0105 (0.0587)	0.0969*** (0.0365)
מדעי החברה (סטיית התקן)	-0.0102 (0.0222)	-0.0902** (0.0415)	0.1179*** (0.0264)
משפטים (סטיית התקן)	-0.0888*** (0.0340)	-0.1896*** (0.0518)	0.0435 (0.0470)
כלכלה ומנהל עסקים (סטיית התקן)	0.0858*** (0.0273)	-0.0055 (0.0408)	0.2906*** (0.0371)
הנדסה ומדעים מדויקים (סטיית התקן)	0.1731*** (0.0278)	0.1221*** (0.0378)	0.3563*** (0.0431)
מדעי המחשב (סטיית התקן)	0.4889*** (0.0400)	0.4960*** (0.0555)	0.5917*** (0.0605)

* השכר לשעת עבודה עבר טרנסטרמציה לוגריתמית. מספר הכוכביות מייצג את רמת המובהקות הסטטיסטית; ככל שהרמה נמוכה יותר, מידת הביטחון שקיים קשר בין המשתנה התלוי והמשתנה המסביר גבוהה יותר. כוכבית אחת מייצגת מובהקות סטטיסטית ברמה של 10%; שתי כוכביות מייצגות מובהקות סטטיסטית ברמה של 5%; שלוש כוכביות מייצגות מובהקות סטטיסטית ברמה של 1%.

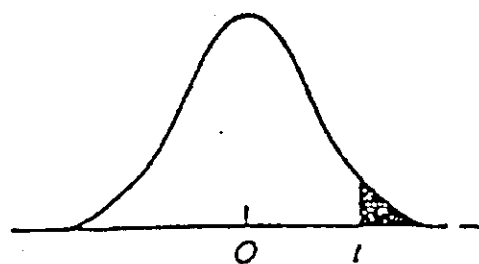


מבוא לאקונומטריקה ב'
דף לחישובים



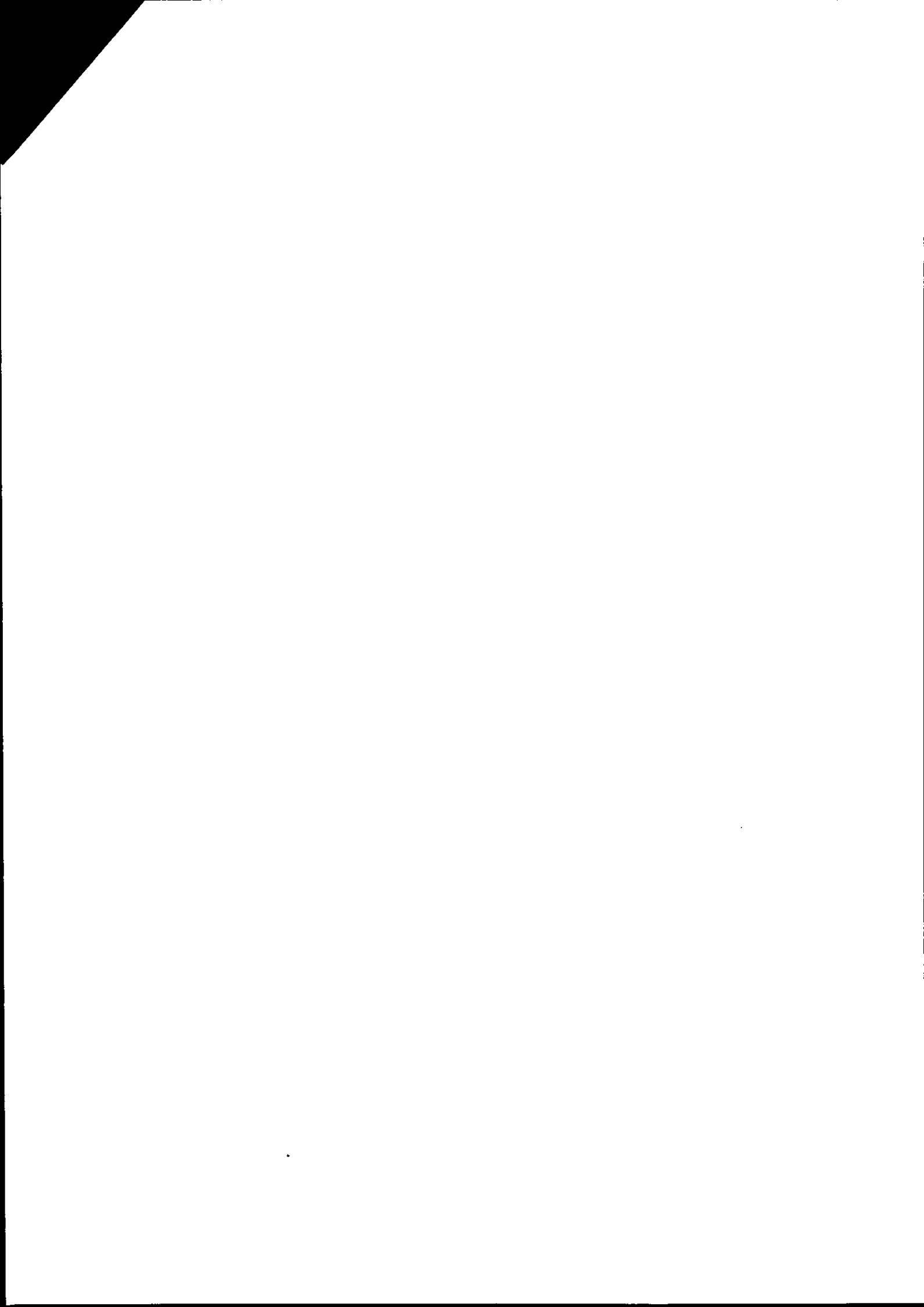
Table B-2 Student's t distribution

The first column lists the number of degrees of freedom (ν). The headings of the other columns give probabilities (P) for t to exceed the entry value. Use symmetry for negative t values.



$\nu \backslash P$.10	.05	.025	.01	.005
1	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657
2	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925
3	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841
4	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604
5	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032
6	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707
7	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499
8	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355
9	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250
10	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169
11	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106
12	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055
13	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012
14	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977
15	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947
16	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921
17	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898
18	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878
19	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861
20	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845
21	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831
22	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819
23	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807
24	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797
25	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787
26	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779
27	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771
28	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763
29	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756
30	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750
40	1.303	1.684	2.021	2.423	2.704
60	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660
120	1.289	1.658	1.980	2.358	2.617
∞	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576

Reprinted from P. B. Hoel, *Introduction to Mathematical Statistics*, 4th ed., New York, Wiley, 1971, by permission of the publishers.



דף נוסחאות - מבוא לאקונומטריקה ב'

סטטיסטי t לבדיקת השערות על β

$$S_{\hat{\beta}} = \sqrt{\frac{S^2}{S_{xx}}} = \sqrt{\frac{\text{ESS}}{T-2} \cdot \frac{1}{S_{xx}}} \quad \text{כאשר} \quad t = \frac{\hat{\beta} - \beta_0}{S_{\hat{\beta}}}$$

$$P\left(\beta \in \left[\hat{\beta} \pm S_{\hat{\beta}} \cdot t_{(T-2, 1-\alpha/2)}\right]\right) = 1 - \alpha \quad \text{רווח סמך ל } \beta$$

סטטיסטי F למובהקות המודל

$$F = \frac{\frac{\text{RSS}}{K}}{\frac{\text{ESS}}{T-K-1}} = \frac{\frac{R^2}{K}}{\frac{1-R^2}{T-K-1}}$$

מבחן WALD

$$W = \frac{\frac{\text{ESS}_R - \text{ESS}_U}{\text{DF}_R - \text{DF}_U}}{\frac{\text{ESS}_U}{\text{DF}_U}} = \frac{\frac{R_U^2 - R_R^2}{\text{DF}_R - \text{DF}_U}}{\frac{1 - R_U^2}{\text{DF}_U}}$$

השמטת משתנה :

$$Y_t = \alpha + \beta_1 \cdot X_{1t} + \beta_2 \cdot X_{2t} + U_t \quad \text{המודל האמיתי:}$$

$$Y_t = a + b_1 \cdot X_{1t} + V_t \quad \text{המודל הנאמד:}$$

$$E(b_1) = \beta_1 + \beta_2 \cdot \frac{S_{12}}{S_{11}}$$

