

לימודי בוגר בסטטיסטיקה ומדע הנתונים (824)

תשפ"ב

כתובתנו באינטרנט: <http://www.stat.huji.ac.il> כתובת מייל: clarep@savion.huji.ac.il

פרופ' מיכה מנדל ראש המחלקה טל' 5883303 micha.mandel@mail.huji.ac.il
גב' אוראל לוי רכזת המחלקה טל' - 5881160 orele@savion.huji.ac.il

מורי המחלקה לסטטיסטיקה

פרופ' גל אלידן
ד"ר יובל בנימיני
פרופ' יאן דולינסקי
פרופ' בנימין יקיר
פרופ' מיכה מנדל
פרופ' רונית ניראל
ד"ר איליה סולובייצ'יק
פרופ' דוד צוקר
ד"ר אור צוק
פרופ' פבל צ'יגנסקי
פרופ' עופר קלע
ד"ר אסף וינשטיין
ד"ר ברק סובר
ד"ר אריאל יפה

אמריטי

פרופ' שמואל אומן
פרופ' צבי גילולה
פרופ' שמואל זמיר
פרופ' משה חביב
פרופ' עוזי מוטרו
פרופ' משה פולק
פרופ' דני פפרמן
פרופ' דב פרידלנדר

פרופ' יעקב ריטוב

פרופ' יוסי רינות

מורים מן החוץ ועמיתי הוראה

ד"ר אסף שריג

מרצה אורח

ד"ר אריה רייטר

לימודי התואר הראשון (ב"א)

כללי: לימודי החוג נמשכים שלוש שנים וכוללים לימודי חובה ולימודי בחירה. בשנה א' לומדים כל תלמידי החוג במסלול הדו-חוגי, ובשנת לימודיהם השנייה הם רשאים לעבור למסלול החד-חוגי בהתאם לתנאי המעבר של הפקולטה.

קורס בחירה בשפה האנגלית: תלמידים לתואר בוגר מחויבים במסגרת לימודי הבחירה בסטטיסטיקה ללמוד קורס בשפה האנגלית בהיקף 2 נ"ז לפחות. לפרטים נוספים ראו בשנתון בפרק הפקולטה הדן בנושא 'חובת לימוד קורס בשפה האנגלית'.

תנאי קדם לקורסים: השתתפות בקורס תלויה בקבלת ציון עובר (60 לפחות) בקורסים המשמשים לו כתנאי קדם.

תכנית הלימודים:

קיימים שני מסלולי לימוד לתואר בוגר: מסלול דו חוגי (69 נ"ז) ומסלול חד חוגי החל משנה ב' (78 נ"ז). בשני המסלולים על תלמידים ללמוד בנוסף קורסים מתוכנית אבני פינה

<https://ap.huji.ac.il/book/%D7%AA%D7%A9%D7%A4>

(קורסים אלו אינם נמנים במניין הנקודות לתואר בסטטיסטיקה ולא יילקחו בחשבון בחישוב ציון הגמר בסטטיסטיקה) וכן קורס אינטרנטי ב"הכרת משאבי הספרייה" (ללא נ"ז וללא ציון מספרי).

מסלול דו-חוגי

4	1. מבוא לתכנות
6	2. חשבון דיפרנציאלי ואינטגרלי
	לסטטיסטיקאים א'
6	3. יסודות ההסתברות
6	4. חשבון דיפרנציאלי ואינטגרלי
-----	לסטטיסטיקאים ב'

22

שנה ב

4	5. אלגברה לינארית לסטטיסטיקאים
5	6. עקרונות ויישומים בניתוח סטטיסטי
4	7. מבני נתונים ואלגוריתמים
4	8. הסתברות לסטטיסטיקאים
6	9. רגרסיה ומודלים סטטיסטיים
2	10. ניתוח נתונים עם R

25

שנה ג

6	11. הסקה סטטיסטית ושימושיה
3	12. מעבדה בסטטיסטיקה
3	13. כריית מידע מנתונים גדולים
4	14. למידה סטטיסטית וניתוח נתונים

16

שנה ג

6	קורסי בחירה מרשימת קורסי הבחירה בחוג
---	--------------------------------------

סה"כ 69 נ"ז

קורסי בחירה: רשימה מפורטת של קורסי בחירה לתואר בוגר בסטטיסטיקה ומדע הנתונים נמצאת בתכנית הלימודים (שנה ג').

מסלול חד-חוגי תואר בוגר בסטטיסטיקה ומדע הנתונים

תלמידים שבשנה השנייה ללימודיהם יבחרו במסלול החד-חוגי, ילמדו את כל קורסי החובה של המסלול הדו-חוגי וישלימו ע"י קורסי בחירה נוספים בחוג את מספר הנקודות הנדרש: 78 נ"ז.

שאר נקודות הזכות הנדרשות להשלמת החובות לתואר ראשון יילמדו במסגרת הלימודים המשלימים. לימודים אלה והייעוץ לגביהם הינם באחריות הפקולטה למדעי החברה. מבנה הלימודים המשלימים מופיע באתר הפקולטה למדעי החברה.

תנאי מעבר משנה א' לשנה ב'

1. מעבר לשנה ב'

תלמיד רשאי לעבור לשנה ב' אם סיים בציון 60 לפחות את 4 קורסי החובה של שנה א' כמפורט להלן:

מבוא לתכנות (52304), יסודות ההסתברות (52220), חשבון דיפרנציאלי ואינטגרלי לסטטיסטיקאים א' (52112), חשבון דיפרנציאלי ואינטגרלי לסטטיסטיקאים ב' (52113)

2. מעבר 'על תנאי' לשנה ב'

תלמיד יוכל לעבור 'על תנאי' לשנה ב' במידה ונבחן בכל קורסי שנה א' וציוניו מקיימים את התנאי של ציון 60 לפחות בשלושה מתוך ארבעת קורסי החובה של שנה א'. בשנה ב' יידרש התלמיד לחזור על הקורס אותו לא עבר בשנה א' ובמקביל יורשה ללמוד את קורסי שנה ב' במחלקה.

תלמיד אשר יכשל שוב בקורס שנה א' עליו הוא חוזר בשנית, לא יורשה להמשיך ללימודי שנה ג' במחלקה ולימודיו במחלקה יופסקו.

3. תלמיד אשר אינו עומד בתנאי המעבר או 'מעבר על תנאי' לשנה ב' (סעיפים 1 ו-2 לעיל), רשאי לחזור פעם נוספת על הקורסים אותם לא עבר בשנה א', בשנה העוקבת בלבד, ולא יהיה רשאי ללמוד את קורסי שנה ב' במחלקה.

הערה: לתשומת לבכם, נוהלי האוניברסיטה מתירים לחזור על קורס פעם אחת בלבד במועד הקרוב ביותר בו מתקיים שוב הקורס. בקשות חריגות בנושא זה יוגשו לוועדת ההוראה של הפקולטה.

תנאי המעבר משנה ב' לשנה ג'

3. מעבר לשנה ג'

תלמיד רשאי לעבור לשנה ג' אם סיים בציון 60 לפחות את 6 קורסי החובה של שנה ב' כמפורט להלן:

עקרונות ויישומים בניתוח סטטיסטי (52221), אלגברה לינארית לסטטיסטיקאים (52322) מבני נתונים ואלגוריתמים (52411), הסתברות לסטטיסטיקאים (52324), רגרסיה ומודלים סטטיסטיים (52571), ניתוח נתונים עם R (52414)

4. מעבר 'על תנאי' לשנה ג'

תלמיד יוכל לעבור 'על תנאי' לשנה ג' במידה ו**נבחן בכל קורסי שנה ב'** וציוניו מקיימים את התנאי של ציון 60 לפחות בחמישה מתוך ששת קורסי החובה של שנה ב'. בשנה ג' יידרש התלמיד לחזור על הקורס אותו לא עבר בשנה ג' ובמקביל יורשה ללמוד את קורסי שנה ג' במחלקה.

תלמיד אשר יכשל שוב בקורס שנה ב' עליו הוא חוזר בשנית, לא יורשה להמשיך בלימודי שנה ג' במחלקה ולימודיו במחלקה יופסקו.

5. תלמיד אשר אינו עומד בתנאי המעבר או 'מעבר על תנאי' לשנה ג' (סעיפים 3 ו-4 לעיל), רשאי לחזור פעם נוספת על הקורסים אותם לא עבר בשנה ב' בשנה העוקבת בלבד, ולא יהיה רשאי ללמוד את קורסי שנה ג' במחלקה.

תכניות לימודים משותפות עם חוגים אחרים

ניתן לשלב לימודים בחוג לסטטיסטיקה ומדע הנתונים עם כל חוג אחר. בנוסף על כך, החוג מציע תכניות משותפות שנבנו במיוחד עם החוגים הבאים:

תכנית לימודים משותפת במסלול דו-חוגי בכלכלה וסטטיסטיקה ומדע הנתונים (7411)

תלמידים במסלול לימודים בוגר דו-חוגי בכלכלה וסטטיסטיקה חייבים בלימוד כל תכנית הלימודים של תלמידי דו-חוגי בסטטיסטיקה ומדע הנתונים בהיקף 69 נ"ז. קורסי הסטטיסטיקה והמתמטיקה הנלמדים בתואר המשותף ישוקללו במסגרת החוג לסטטיסטיקה ומדע הנתונים. לפירוט דרישות הלימוד בכלכלה ראה שנתון של המחלקה לכלכלה.

תכנית לימודים משותפת במסלול דו חוגי במתמטיקה וסטטיסטיקה ומדע הנתונים (1025)

תכנית זו משלבת לימודים בחוגים מתמטיקה וסטטיסטיקה ומדע הנתונים. התכנית מקנה לתלמידים כלים לחשיבה וניסיון מעשי בשני התחומים. השילוב ייתן לתלמידים ערך מוסף בתחומים כגון מתמטיקה שימושית, פיתוח מודלים הסתברותיים ועוד. הלימודים בתכנית המשותפת יהיו בהיקף של **134 נ"ז**. יתקבלו לתכנית תלמידים שעמדו בתנאי הקבלה של כל אחד מהחוגים.

ניתן להצטרף למסלול תוך כדי לימודי התואר הראשון במתמטיקה. מרבית הקורסים יילמדו בקמפוס ספרא בגבעת רם.

מבנה הלימודים:

לימודי סטטיסטיקה	61 נ"ז
לימודי מתמטיקה	62 נ"ז
לימודים משלימים	<u>11 נ"ז</u>
סה"כ	134 נ"ז

פירוט לימודי סטטיסטיקה 61 נ"ז

לימודי חובה

שנה א'

52304 מבוא לתכנות (מתקיים בהר הצופים)	4 נ"ז
80430 מבוא להסתברות וסטטיסטיקה	6 נ"ז
80181 מתמטיקה דיסקרטית	5 נ"ז

שנה ב'

52003 מבוא לסטטיסטיקה	4 נ"ז
52411 מבני נתונים ואלגוריתמים (מתקיים בהר הצופים)	4 נ"ז
52006 הסתברות לסטטיסטיקאים למדעי המחשב	4 נ"ז
52307 רגרסיה ומודלים לינאריים למדעי המחשב	4 נ"ז

שנה ג'

52309 תאוריה סטטיסטית	4 נ"ז
52568 מעבדה בסטטיסטיקה (מתקיים בהר הצופים)	3 נ"ז
52311 עיבוד נתונים בסטטיסטיקה מודרנית	4 נ"ז
52002 כריית מידע מנתונים גדולים (מתקיים בהר הצופים)	3 נ"ז
80517 תורת המידה	<u>4 נ"ז</u>
סה"כ	49 נ"ז

לימודי בחירה

יש ללמוד קורסי בחירה **בהיקף 12 נ"ז** מבין קורסי הבחירה המוצעים בשנתון למסלול זה. מתוך קורסי הבחירה חייב להיות קורס באנגלית שישוקלל תחת סטטיסטיקה.

הערות לגבי תוכנית הלימודים

1. הקורסים מבוא לתכנות ומבני נתונים ואלגוריתמים ניתנים במחלקה לסטטיסטיקה ומדע הנתונים בהר הצופים והסטודנטים נדרשים להצטרף אליהם. השקלול של קורסים אלה ייעשה בתואר בסטטיסטיקה.
2. ניתן לדחות את קורס התכנות לשנה ב ואת קורס מבני נתונים ואלגוריתמים לשנה ג.
3. ישנן מספר אופציות חליפיות של קורסים הניתנים בקמפוס בגבעת רם. במידה ומספר הנ"ז בחלופות אלה גבוה מהטבלה, הן תבואנה על חשבון נ"ז של קורסי בחירה.
- א) ניתן לקחת את הקורס 67101 מבוא למדעי המחשב (7 נ"ז) במקום קורס תכנות.
- ב) ניתן לקחת את שילוב הקורסים 67101 מבוא למדעי המחשב (7 נ"ז) ו 67109 מבני נתונים (4 נ"ז) במקום קורס תכנות וקורס מבני נתונים ואלגוריתמים (מומלץ, אך לא חובה, לקחת גם את קורס 67504 אלגוריתמים (5 נ"ז). ייחשב במסגרת הבחירה).
- ג) ניתן לקחת את שני הקורסים 76631 תכנות בסיסי בפייתון (2 נ"ז) ו 76632 תכנות מתקדם בפייתון (2 נ"ז) במקום קורס תכנות.
- ד) ניתן לקחת את שילוב הקורסים 67109 מבני נתונים (4 נ"ז) ו 67504 אלגוריתמים (5 נ"ז) במקום הקורס מבני נתונים ואלגוריתמים. (שימו לב: הקורס 67101 מהווה דרישת קדם לקורסים אלו ולכן הרשמה אליהם היא בכפוף לאישור המרצה).
4. הקורס 67978 מחט בערימת דאטה (3 נ"ז) יכול להחליף את קורס 52002.
5. בין קורסי הבחירה ניתן ללמוד את קורס 52414 ניתוח נתונים עם R.

לימודי מתמטיקה ומשלימים –

למידע מפורט על תכנית הלימודים של החוג למתמטיקה והלימודים המשלימים יש לפנות אל שנתון מתמטיקה באתר הפקולטה למדעי הטבע (מסלול דו חוגי במתמטיקה וסטטיסטיקה - 1025)

אבני פינה –

למידע מפורט על דרישות הלימודים של החוג למתמטיקה ואבני פינה יש לפנות אל שנתון מתמטיקה.

מסלול חטיבת לימודים בחישוביות סטטיסטית היסקית (חס"ה)

סה"כ נקודות זכות במסגרת החטיבה:

חובה בחוג 24

בחירה בחוג 8

סה"כ בחוג 32

חטיבת הלימודים בסטטיסטיקה (חס"ה) בהיקף של 32 נ"ז מהווה את עמוד השדרה של כל מסלולי הסטטיסטיקה לתלמידי מדעי הטבע ומקנה את היסודות התיאורטיים והמעשיים של

התחום. החטיבה מתבססת על רקע מתמטי נדרש (ראו תנאי קדם לכל קורס בשנתון) הנצבר בשנה הראשונה ללימודי הבוגר. בתשפ"ב: החטיבה מורכבת מקורסי חובה בהיקף 24 נ"ז וקורסי בחירה בהיקף 8 נ"ז.

החטיבה מיועדת לתלמידי החוג למתמטיקה במסלול החד חוגי, החל משנה ב'. על התלמידים אשר מעוניינים להצטרף לחטיבה להגיש בקשה למזכירות החוג לסטטיסטיקה.

לימודי חובה:

- 80420 תורת ההסתברות 1 (שנה ב)
- 52003 מבוא לסטטיסטיקה (שנה ב)
- 52006 הסתברות לסטטיסטיקאים למדעי המחשב (שנה ב)
- 52307 גרסיה ומודלים לינאריים למדעי המחשב (שנה ב)
- 52309 תאוריה סטטיסטית (שנה ג)
- 52311 עיבוד נתונים בסטטיסטיקה מודרנית (שנה ג)

לימודי בחירה

מהמחלקה לסטטיסטיקה ומדע הנתונים –

ניתן לבחור (בשנה ג') מתוך רשימת קורסי הבחירה של המחלקה לסטטיסטיקה ומדע הנתונים. קורסים המופיעים במסגרת לימודי החובה של תלמידי החוג לסטטיסטיקה ומדע הנתונים לא יוכרו במסגרת לימודי הבחירה (למעט קורס 'מעבדה בסטטיסטיקה' 52568, כריית נתונים גדולים 52002 ו-52414 ניתוח נתונים עם R באישור יועץ החוג לסטטיסטיקה).

מהמחלקה למתמטיקה (באישור יועץ החוג לסטטיסטיקה)
ניתן לבחור מתוך קורסי הבחירה לשנה ב' או ג' המוצעים ע"י המחלקה למתמטיקה. יוכרו רק קורסים המתחילים בקידומת xxx.80
מביה"ס למדעי המחשב (באישור יועץ החוג לסטטיסטיקה)
ניתן לבחור מתוך קורסי הבחירה לשנים ב' ו-ג' המוצעים ע"י ביה"ס למדעי המחשב. יוכרו רק קורסים בעלי קידומת xxx.67

ועדת הקבלה ללימודי המוסמך של החוג לסטטיסטיקה תאפשר לבוגרי מתמטיקה שהציון הסופי שלהם לבוגר הוא 83 לפחות, אשר השתתפו בתוכנית חס"ה וסיימו את ששת קורסי החובה בתוכנית בממוצע 85 לפחות, להתקבל ללימודי המוסמך בחוג לסטטיסטיקה ללא צורך בהשלמות נוספות.

החל משנת הלימודים תשפ"א החטיבות יופיעו רק על גיליון הציונים וכבר לא יופיעו על הדיפלומות.

תכנית לימודים משותפת דו חוגי במדעי המחשב במסלול מדע הנתונים וסטטיסטיקה

ומדע הנתונים (3017)

מדע המידע (Data Science) הוא תחום העוסק בזיהוי תבניות ודפוסים במידע גולמי. הצמיחה המהירה בנפח המידע הדיגיטלי והערך שניתן להפיק מניתוח מידע הגבירו מאוד את הדרישה למומחים ומומחיות בתחום זה. למדע המידע מגוון רחב של יישומים ממדע בסיסי וטכנולוגיה, דרך תעשייה, חברה וכלכלה. מדעני ומדעניות נתונים נדרשים לידע תיאורטי ומעשי בהנדסת תוכנה, סטטיסטיקה, למידת מכונה (Machine Learning) ועיבוד נתוני עתק (Big

(Data) כן הם נדרשים לרקע מתמטי רחב וניסיון מעשי בעיבוד מידע מסוגים מגוונים, כגון עיבוד שפה טבעית, עיבוד תמונה, מערכות המלצה (Recommendation Systems) ועוד. ביה"ס למדעי המחשב והמחלקה לסטטיסטיקה הרכיבו מסלול לתואר בוגר אשר יכשיר תלמידי מדעי המחשב כמדעני ומדעניות נתונים מובילים בתחומם. היקף הנקודות במסלול מדע הנתונים דומה לזה של המסלול המורחב במדעי המחשב, ואולם הוא ממוקד בהכשרה ספציפית למדע נתונים וכולל שילוב של קורסים תיאורטיים ומעשיים במדעי המחשב, מתמטיקה וסטטיסטיקה, כמו גם מעבדה מעשית. התוכנית מאתגרת ופונה לתלמידים מצטיינים אשר יוכלו להשתלב כמובילים בתעשייה או להמשיך לתואר גבוה מחקרי.

מבנה הלימודים:

לימודי סטטיסטיקה	41 נ"ז
לימודי מדעי המחשב	90 נ"ז
אבני פינה	<u>4 נ"ז</u>
סה"כ	135 נ"ז

פירוט לימודי סטטיסטיקה (41 נ"ז)

לימודי חובה

שנה ב'

52003	מבוא לסטטיסטיקה	4 נ"ז
52006	הסתברות לסטטיסטיקאים למדעי המחשב	4 נ"ז
52307	רגרסיה ומודלים לינאריים למדעי המחשב	4 נ"ז

שנה ג'

52568 מעבדה בסטטיסטיקה (מתקיים בהר הצופים)

3 נ"ז

52309	תאוריה סטטיסטית	4 נ"ז
52311	עיבוד נתונים בסטטיסטיקה מודרנית	<u>4 נ"ז</u>

23

סה"כ

חובת בחירה (בשנים ב' או ג')

יש ללמוד קורסי חובת בחירה בהיקף 18 נ"ז מתוך רשימה שתפורסם בשנתון. מתוך הבחירה חייבים להיות קורס באנגלית שישוקלל תחת סטטיסטיקה.

אבני פינה –

למידע מפורט על דרישות הלימודים של החוג למדעי המחשב ואבני פינה יש לפנות אל שנתון מדעי המחשב באתר ביה"ס למדעי המחשב.