

"אז תבין צדק ומשפט ומישרים, כל מעגל טוב" (משלי ב ט)  
אוניברסיטת אריאל, המחלקה למדעי המחשב

## קורס: אלגוריתמים כלכליים, מספר: 2-7062310

המרצה: ד"ר אראל סגל-הלוי

שנת לימודים: ה'תשפ"ג סמסטר: א

אתר הקורס: <https://github.com/erelsql-at-ariel/algorithms-5783>

**א. תיאור כללי:** אלגוריתמים כלכליים הם אלגוריתמים שמטרתם לקבוע איך לחלק משאבים בין בני-אדם. כדי לבצע את תפקידם, האלגוריתמים האלה צריכים לשתף פעולה עם בני-אדם. האלגוריתמים שלמדתם עד כה הניחו שמבצע האלגוריתם מחזיק בידו את כל המידע שהוא צריך כדי לפתור את הבעיה. אבל במקרים רבים המידע הדרוש נמצאים בידי אנשים אחרים, ויש לשכנע אותם לשתף איתנו פעולה. הדבר דורש התייחסות לרצונות וערכים החשובים לאנשים אחרים, כגון: הגינות ותועלת. בקורס נציג בכל שבוע מספר בעיות של חלוקת משאבים, נגדיר את העקרונות הצריכים להתקיים כדי שאנשים ישתפו פעולה, ונציג אלגוריתמים לפתרון הבעיה תוך התחשבות בעקרונות אלה. הקורס ניתן ברמה התואמת גם לסטודנטים לתארים מתקדמים.

### ב. תוצרי למידה: לאחר שתסיימו את הקורס בהצלחה, תוכלו:

1. להגדיר באופן מתימטי מדויק תכונות שונות של הגינות, יעילות ואמירת אמת.
2. לזהות את התכונות המתאימות לבעיות נתונות של חלוקת משאבים.
3. להפעיל אלגוריתמים כלכליים על בעיות נתונות.
4. להוכיח באופן פורמלי את התכונות המובטחות על-ידי אלגוריתמים שונים.
5. לפתח אלגוריתמים כלכליים לפתרון בעיות חדשות.
6. לתכנת אלגוריתמים כלכליים בשפת פייתון.

### ג. פרוייקט המשך:

סטודנטים הלומדים את הקורס יכולים, לפי בחירתם, לעשות פרוייקט שנתי על אחד מנושאי הקורס. הפרוייקט כולל תכנות אלגוריתם חדשני מספרות המחקר בתחום. מומלץ לסטודנטים השוקלים להמשיך לתואר שני, או למשרה במחלקת-מחקר בחברת היי-טק.

### ד. דרישות קדם: אלגוריתמים 1/1, כולל הוכחת נכונות וסיבוכיות של אלגוריתמים.

- יש ללמוד במקביל: אלגוריתמים 2/2 והסתברות.
- ידע מוקדם בשפת פייתון יכול לעזור, אך אינו הכרחי – אפשר להשלים במהלך הסמסטר.
- 

### ד. מפגשי הקורס:

- הרצאה שבועית – 3 שעות – תועבר באופן מקוון בזום, ותוקלט בענן. ההרצאה תתחלק לשני חלקים:
- בחלק הראשון (כ-60 דקות) יוצגו פתרונות למטלה מהשבוע הקודם. הפתרונות יוצגו ע"י סטודנטים שיגישו פתרונות ברמה גבוהה.
  - בחלק השני (כ-90 דקות) נלמד את הנושא החדש של השבוע.

### ה. מטלות הקורס:

- יהיו 12 מטלות שבועיות. יש להגיש כל מטלה עד יממה אחת לפני ההרצאה הבאה. זאת, על-מנת לאפשר לבודק/ת לבדוק את המטלות ולבחור את המגישים המצטיינים להצגה בשיעור.
- חובה להגיש את כל המטלות כדי לגשת לבחינה. ההגשה אישית.
  - זמן עבודה משוער למטלה: 4-5 שעות.
  - כל מטלה מזכה בנקודה אחת, סה"כ 12. הבחינה הסופית מזכה ב-88 נקודות, סה"כ 100.
  - בנוסף, אפשר לקבל עד 3 נקודות (תוספת לציון הסופי) על כל הצגת פתרון בשיעור.
  - פירוט מלא של אופן חישוב הציון ניתן למצוא באתר הקורס.

## ה. נושאי הלימוד לפי שבועות

רשימת הנושאים עשויה להשתנות בהתאם להתפתחויות במהלך הסמסטר.

| נושא                                      | שיקולים עיקריים                   | באנגלית                                      |
|---|-----------------------------------|--|
| 1 חלוקת קרקעות ועוגות                     | הגינות                            | Fair cake-cutting                            |
| 2 חלוקת סחורות ומשאבי-מיחשוב              | יעילות כלכלית                     | Pareto-efficient allocation                  |
| 3 חלוקת חפצים עם שיתוף                    | שיתוף מינימלי                     | Adjusted winner, Minimal sharing             |
| 4 חלוקת חפצים הוגנת בקירוב: מושבים וחפצים | עקביות; חלוקה כמעט ללא קנאה       | Apportionment; EF1                           |
| 5 חלוקת חדרים ושכר-דירה בין שותפים        | מניעת קינאה                       | Envy-free rent division                      |
| 6 מכרזים למכירת חפצים ופרסומות            | גילוי אמת                         | Truthful auctions; Ad auctions; VCG auctions |
| 7 שיבוץ סטודנטים למחלקות                  | יציבות                            | Stable matchings                             |
| 8 החלפת בתים                              | עידוד השתתפות; יציבות             | Housing markets; Trading cycles.             |
| 9 החלפת איברים להשתלה                     | עידוד השתתפות                     | Kidney exchange                              |
| 10 תקציב השתתפותי                         | יעילות; הגינות לקבוצות; גילוי אמת | Participatory Budgeting                      |
| 11 מיזוג הצעות תקציב                      | יעילות; הגינות לקבוצות; גילוי אמת | Budget proposal aggregation                  |
| 12 חלוקת עלויות בשיתוף נסיעות             | סימטריה, ליניאריות שחקן האפס      | Cost-sharing; Shapley value                  |
| 13 חזרה לבחינה / הצגת עבודות              |                                   |  |

## **ו. ספרי לימוד עיקריים, לעיון והרחבה**

- 1. Fair Division: From Cake-Cutting to Dispute Resolution** (1996). by Steven J. Brams and Alan D. Taylor. Paperback edition. [https://www.amazon.com/Fair-Division-Cake-Cutting-Dispute-Resolution/dp/0521556449/ref=sr\\_1\\_2](https://www.amazon.com/Fair-Division-Cake-Cutting-Dispute-Resolution/dp/0521556449/ref=sr_1_2)
- 2. Twenty Lectures on Algorithmic Game Theory** (2016). by Tim Roughgarden. <http://a.co/dJ5suOb>
- 3. Who gets What and Why?** (2016), by Alvin E. Roth. <http://a.co/bUxzI7W>
- 4. Market Design: Auctions and Matching** (2018), by Guillaume Haeringer . <http://a.co/18ynvVL>
- 5. Cake-Cutting Algorithms: Be Fair if You Can** (1998), by Jack Robertson, William Webb. <http://a.co/4yfiHpb>
- 6. Fair Division and Collective Welfare** (2004), by Hervé Moulin. <http://a.co/bcjtyON>
- 7. Handbook of Computational Social Choice** (2016), by Brandt, Conitzer, Ulle , Lang, Procaccia. <http://a.co/2bkY8Iq>
- 8. Mathematics and Democracy** (2008), by Steven J. Brams. <http://a.co/1N4XleJ>