

"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/erelsgl-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. פרויקט המשך:

סטודנטים הלומדים את הקורס יכולים, לפי בחירתם, לעשות פרויקט שנתי על אחד מנושאי הקורס. הפרויקט כולל תוכנית 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.

### ה. מפגשי הקורס:

הרצאה שבועית – 3 שעות. 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.
- אופן ההוראה – פרונטלי או בזום, עם או בלי הקלטה – ייקבע בהמשך ע"י הנהלת האוניברסיטה.

### 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 (כולל חזרה על החומר): 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

שימו לב: 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 הוגנת בקירוב: מושבים וחפצים	עקביות; חלוקה כמעט ללא קנאה	Apportionment; EF1
4 חלוקת חפצים מיטבית	ערך אגליטרי - דאגה לחלשים	Egalitarian allocation
5 חלוקת חפצים עם שיתוף	צמצום כמות השיתופים	Adjusted winner, Minimal sharing
6 חלוקת חפצים עם כסף; חלוקת חדרים בדירה שכורה	מניעת קינאה	Rental harmony; envy-free room assignment
7 מכרזים למכירת חפצים ופרסומות	גילוי אמת; חסינות מפני אסטרטגיה	Truthful auctions; Ad auctions; VCG auctions
8 תקציב השתתפותי	יעילות; הגינות לקבוצות; גילוי אמת	Participatory Budgeting
9 מיזוג הצעות תקציב	יעילות; הגינות לקבוצות; גילוי אמת	Budget proposal aggregation
10 חלוקת עלויות בשיתוף נסיעות	סימטריה, ליניאריות, שחקן האפס	Cost-sharing; Shapley value
11 החלפת בתים	עידוד השתתפות; יציבות	Housing markets; Trading cycles.
12 החלפת איברים להשתלה	עידוד השתתפות	Kidney exchange
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/bUxzl7W>
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, Ullmann, Lang, Procaccia. <http://a.co/2bkY8lq>
8. **Mathematics and Democracy** (2008), by Steven J. Brams. <http://a.co/1N4XleJ>