



תוצאות משחקי האסטרטגיה ממוסף פסח

# תנו לתורת המשחקים לבצע?

במוסף פסח של כלכליסט ובאתר העיתון הוצגו שלושה משחקים אסטרטגיים. ניתוח התוצאות מגלה כי החלטות הקוראים דומות לאלו שהתקבלו במשחקים דומים ברחבי העולם – אך אינן עולות בקנה אחד עם תורת המשחקים. ויש גם מנצחים. בדקו את עצמכם

אילה ארד ואריאל רובינשטיין  
בית הספר לכלכלה, אוניברסיטת תל אביב

## משחק 1 כסף קל

100 – הגם שלא תקבל בונוס, תקבל בוודאות את הסכום המרבי. חזרת לני-קורת ההתחלה. באיזה שלב בשרשרת הטיעונים בני אדם עוצרים?

הניתוח הקלאסי של המשחק על פי תורת המשחקים לא מתבסס על הרעיון שהמשתתפים מפעילים דווקא חשיבה איטרטיבית. הניתוח משתמש במושג הקרוי שיווי המשקל של נאש (שלא יוס' בר כאן), ושלפיו צפויה התפלגות של בחירות המתוארת בגרף המצורף. לצד ההתפלגות הצפויה מוצגת התפלגות הבחירות של 1,928 קוראי "כלכליסט" שהשתתפו במשחק. כפי שרואים בגרף, ההתפלגות הצפויה הזו שונה מאוד מהתפלגות הבחירות של המשתתפים במשחק. על פי ההתפלגות הצפויה בהתאם לשווי המשקל של נאש, 55% ממשתתפי המשחק אמורים לדרוש 91 שקלים, ו-1% בלבד אמורים לדרוש 100 שקלים. בין קוראי "כלכליסט" רק 18% דרשו 91 שקלים ו-14% דרשו 100 שקלים.

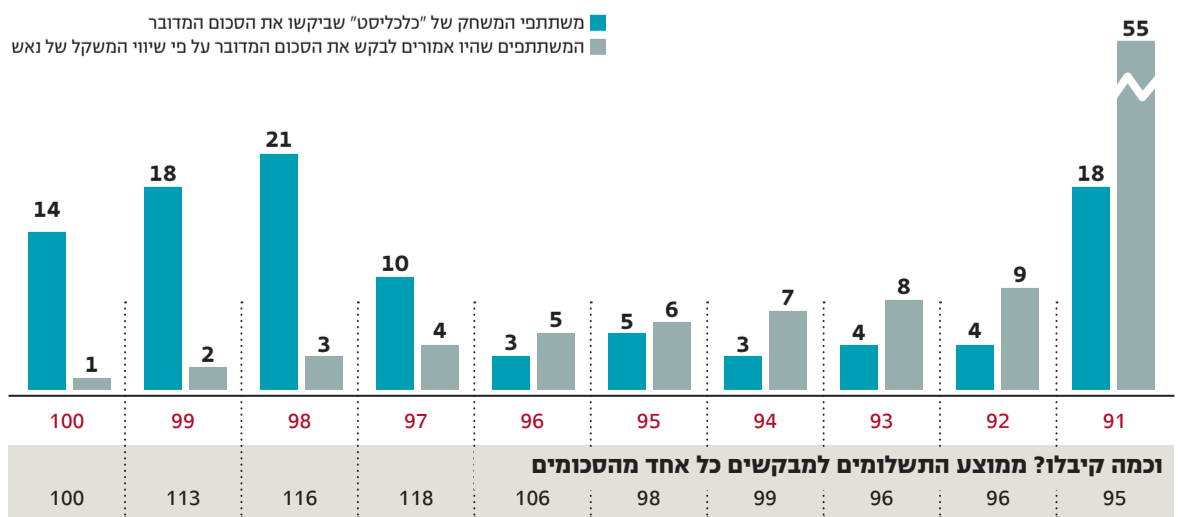
מי הצטיין? בחירתם של 10% מהקוראים ב-97 היתה הטובה ביותר, מכיוון שהאסטרטגיה הפופולרית ביותר היתה נחמה ל-21% מהקוראים שדרשו 98: בחירתם היתה רק מעט פחות טובה, שכן 18% מהמשתתפים דרשו 99. מהתוצאות כאן, כמו ממחקרים אחרים, עולה שמרבית האנשים עוצרים באחד משלושת השלבים הראשונים של החשיבה האיטרטיבית או בוחרים בנקודת ההתחלה של השרשרת. אם כן, הניתונים מהשטח – ולא תוצאות הניתוח התורת-משחקי – הם שמלמדים אותנו על האופן שבו בני אדם חושבים.

**דמה לעצמך שאתה וקורא "כלכליסט" נוסף משתתפים במשחק הבא:** על כל אחד מכם לבקש סכום כסף שבין 91 ל-100 שקלים. כל שחקן יקבל את הסכום שביקש. זאת ועוד: אם אחד השחקנים יבקש בדיוק שקל אחד פחות מהסכום שביקש השחקן האחר הוא יקבל 100 שקלים נוספים. מובן שכל שחקן מקבל החלטה בלי שהוא יודע מה החליט השחקן האחר.

### מהו סכום הכסף שתבקש?

במשחק "כסף קל" מטרתך לדרוש שקל אחד פחות מיריבך. אם תרייק תזכה בבונוס בסך 100 שקלים, נוסף על הסכום שדרשת. מובן שאינך יודע מה יריבך עומד לעשות. הפעולה הראשונה העולה על הדעת היא לדרוש את הסכום הגבוה ביותר – 100 שקלים. אבל אם רוב הקוראים האחרים ידרשו 100, כדאי לך לדרוש 99. אמנם תקבל "על בטוח" רק 99 שקלים, אך קיים סיכוי גבוה שתשחק מול קורא שדרש 100 ותזכה בבונוס. בשלב זה אולי תסי' בור שהקוראים האחרים הפעילו שיקול דומה, ועומדים לדרוש 99, ולכן כדאי לך לדרוש 98. ואולי תפעיל את השיקול הזה פעם נוספת ותדרוש 97? לשרשרת טיעונים כזו אנו קוראים חשיבה איטרטיבית. אם תמשיך בה, תגיע ל-91. אבל אז תסיק שאם כולם דורשים 91 עדיף לך בכל זאת לדרוש

### כסף קל – כמה כסף ביקשו משתתפי המשחק? באחוזים





## משחק 3 מלחמת הגנרלים

אתה מפקד על צבא במלחמה הנערכת בשש חזיתות נפרדות.

מולך עומד מפקד צבא האויב. ברשות כל אחד מכם 120 גדודים. השעה שעת לילה, ועל כל אחד מכם להחליט איך לפרוס את גדודיו בשש החזיתות. כשיפציע הבוקר, הכוחות בכל חזית יילחמו אלו באלו. הצבא שיקצה לחזית מסוימת מספר גדודים גדול יותר ינצח בקרב באותה חזית. במקרה ששני הצבאות יקצו לחזית מסוימת מספר זהה של גדודים, אף אחד מהצבאות לא ירשום ניצחון באותה חזית. מספר הנקודות שתזכה בו במלחמתך מול צבא האויב הוא מספר החזיתות שבהן תנצח.

אתה תשחק עם הפריסה שבחרת מול כל אחד מקוראי "כלכליסט" שישתתפו במשחק. הניקוד הסופי שלך יהיה סך הנקודות שתצבור במלחמות מול כל שאר המשתתפים.

כיצד תפרוס את 120 גדודיך בשש החזיתות?

מהסכרי המנצחים האחרים - ניכר שנעשה שימוש בשיקולים בעלי גוון איטרטיבי: "בשלב הראשון החלטתי שאני 'מוותר' על שתי חזיתות, אבל לא כל כך בזול. חשבתי שעוד אנשים יחליטו להקצות מעט גדודים לחלק מהחזיתות ואולי בחלקן לא יציבו גדודים כלל. אז אני אוכל לנצח חזית 'מופקרת' במחיר זול של גרוד אחד. בסופו של דבר החלטתי להציב בחזית תות החלשות שני גדודים כדי לגבור על מי שחשב כמוני ושם בחזיתות

החלשות גרוד אחד. נראה לי הגיוני שהחזיתות החלשות יהיו בקצוות. נשא רתי עם 116 גדודים לחלק לארבע חזית. תות, שזה בממוצע 29 גדודים לחזית. בחרתי לתגבר שלוש מארבע החזיתות הנותרות לא בגרוד אחד אלא בשניים, כלומר לשים 31 גדודים, כדי לנצח את אלה שחילקו את יתרת הגדודים שווה בשווה. כך גם אנצח את אלו שהקצו 30 גדודים לכל אחת מארבע החזיתות המרכזיות.

התוצאות בקרב קוראי "כלכליסט" דומות מאוד לאלו שהתקבלו בקרב 4,600 סטודנטים בקורסים בתורת המשחקים ב-25 ארצות, מסין ועד מקסיקו. למרבה הפלא, גם בקרב הסטודנטים ניצחה בדיוק אותה אסטרטגיה: תורת המשחקים עצמה, אגב, כלל אינה מסייעת לנו להבנת המשחק. למעשה, איננו יודעים אפילו איך נראה שיווי המשקל של נאש במשחק מסובך זה.

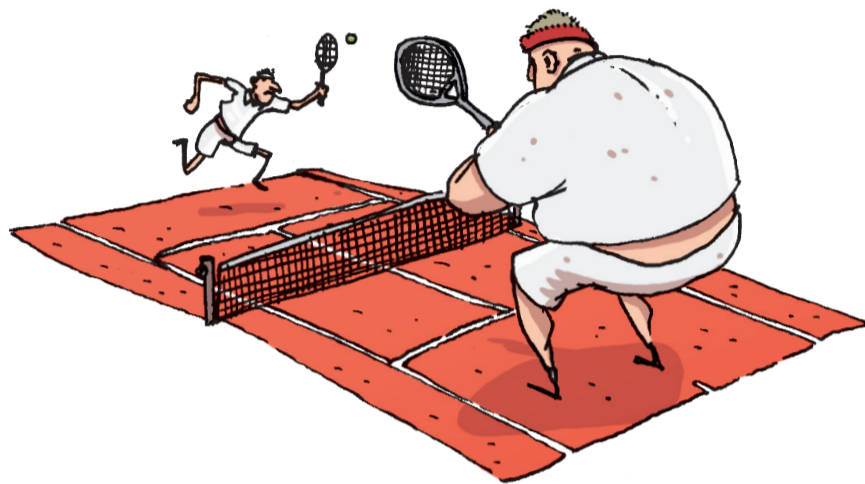
### הגנרלים המנצחים ופריסת הכוחות שלהם

- שגיא זמיר**  
סטודנט להנדסת תוכנה וחשמל באוניברסיטת תל אביב  
2-31-31-31-23-2
- שלמה פיליפ**  
רואה חשבון במשרד האוצר  
2-32-31-31-22-2
- אריק כהנא**  
מנהל פרויקטים בחברת מטריקס ברעננה  
2-23-31-31-31-2
- ליאור שחר**  
סטודנט לתואר שני בפיזיקה באוניברסיטת בן-גוריון  
2-23-31-31-31-2

ב"מלחמת הגנרלים" אסטרטגיית המשחק הבולטת והראשונה שעולה על הדעת היא "6X20" - הצבת 20 גדודים בכל אחת משש החזיתות. משום שהיא בולטת יותר מהאחרות, האסטרטגיה הזאת משמשת נקודת התחלה טבעית לתהליך האיטרטיבי. אלא שבניגוד לשני המשחקים הקודמים, המשך החשיבה האיטרטיבית כאן אינו כל כך ברור. יש המון אסטרטגיות המנצחות את "6X20" בחמש משש החזיתות, למשל כל אחת מהאסטרטגיות המהלכות את 120 הגדודים שווה בשווה על פני חמש חזיתות. אסטרטגיות אלו משיגות את הניקוד הגבוה ביותר האפשרי מול "6X20", ולכן אפשר לחשוב על כל אחת מהן כ"אסטרטגיית הצעד הראשון".

במשחק הזה יש כרבע מיליארד (!) אסטרטגיות, וכאלף מהן נבחרו על ידי קוראי "כלכליסט". "6X20" היא האסטרטגיה הפופולרית ביותר, שנבחרה על ידי 11% מהמשתתפים. שש האסטרטגיות מהטיפוס "5X24" נבחרו על ידי 4%. בחירה פופולרית אחרת (12%) היתה ב-15 האסטרטגיות שמציבות 30 גדודים בארבע חזיתות. שלוש האסטרטגיות המנצחות מתוארות בתיבה משמאל. הגנרל המנצח, שגיא זמיר, בחר בחלוקה 2-31-31-31-23-2, ומההסבר שלו - כמו

## משחק 2 טורניר הטניס



אתה מאמן טניס המתעתד לשלוח את קבוצתך לטורניר. קוראי "כלכליסט" האחרים הם המאמנים של הקבוצות האחרות בטורניר.

בכל קבוצה ארבעה שחקני טניס: אחד ברמה A+ (הרמה הגבוהה ביותר), אחד ברמה A, אחד ברמה B+, ואחד ברמה B (הרמה הנמוכה ביותר).

על כל מאמן לשבץ את שחקניו כראות עיניו ברשימה בת ארבעה מקומות: מקום 1, מקום 2, מקום 3 ומקום 4.

לאחר שכל המאמנים ישבצו את שחקניהם ייצא הטורניר לדרך, ובמסגרתו כל קבוצה תיפגש להתמודדות מול כל אחת מהקבוצות האחרות. מפגש בין שתי קבוצות יכול ארבעה משחקים: שחקן טניס ששובץ במקום מסוים ברשימת קבוצתו ישחק משחק אחד נגד השחקן ששובץ באותו מקום ברשימת הקבוצה היריבה.

בכל משחק בין שני שחקני טניס ברמות שונות, השחקן ברמה הגבוהה יותר ינצח ויזכה את קבוצתו בנקודה. במשחק בין שני שחקנים באותה רמה, התוצאה תהיה תיקו וכל שחקן יזכה את קבוצתו בחצי נקודה.

הניקוד הקבוצתי בסיום הטורניר יהיה סכום הנקודות שהקבוצה תצבור במפגשים עם כל הקבוצות האחרות. מטרת כל מאמן היא שהניקוד שתצבור קבוצתו יהיה הגבוה ביותר בין הקבוצות.

כיצד תשבץ את ארבעת השחקנים בקבוצתך?

ב"טורניר הטניס" נקודת ההתחלה הטבעית של השרשרת היא שיבוץ השחקנים ברשימה על פי דירוג יכולותיהם (מהשחקן הטוב ביותר במקום הראשון ברשימה עד השחקן הגרוע ביותר במקום האחרון). הצעד האיטרטיבי הראשון הוא "להקפיץ" את השחקן הגרוע ביותר למקום הראשון ברשימה, ולהציב את שלושת השחקנים האחרים בשלושת המקומות הבאים לפי סדר היכולות (ראו טבלה). בשיבוץ כזה, אם תשחק מול קבוצה שתשבץ את כל הארבעה לפי דירוג רמתם, שלושה מתוך ארבעת שחקניך יהיו טובים יותר מהשחקנים שיתמוך

### טורניר הטניס - איך מוקמו השחקנים?

המיקום	נקודת התחלה - לפי הרמה	צעד איטרטיבי ראשון	צעד איטרטיבי שני
1	A+	B	B+
2	A	A+	B
3	B+	A	A+
4	B	B+	A
<b>הישג בטורניר</b>	מקום אחרון	מקום שני	מקום ראשון
<b>שיעור המשתתפים שנחרו באסטרטגיה</b>	18%	21%	3%

השחקנים מצוינים על פי רמתם: A+ (השחקן הטוב ביותר) עד B (השחקן הכי פחות טוב)

## מוסר השכל?



בשלושת המשחקים מתעוררת באופן טבעי חשיבה איטרטיבית. מעניין לראות שמשתי תפטים שהפעילו חשיבה איטרטיבית בית ב"כסף קל" וב"טורניר הטניס" הפעילו ככל הנראה שיקולים דומים גם ב"מלחמת הגנרלים" וקיבלו שם ניקוד גבוה הרבה יותר מהשחקנים האחרים. ואולם, בני אדם מגוונים מאוד בדרכי החשיבה האסטרטגית שלהם. רובם המכריע של המשחקים תפטים לא הפעילו דפוס חשיבה עקבי בכל שלושת המשחקים. ניכר שלעיתים הסתמכו על חשיבה איטרטיבית ולעיתים על שיקולים אסטרטגיים מסוגים אחרים. תורת המשחקים הקלאסית אינה מביאה בחשבון שבני אדם מפעילים דפוסי חשיבה מגוונים, מהם איטרטיבי

ביים ומהם לא, ואינה מצליחה לנבא את התנהגותם במשחקים שכאלה. ממצא מעניין: 16% מהמשתתפים ציינו שלמדו קורס בתורת המשחקים; התנהגותם בכל אחד משלושת המשחקים היתה כמעט זהה לזו של המשתתפים האחרים. כולם מדברים על תורת המשחקים ומצפים שתסייע להבנת סיטואציות אסטרטגיות מהחיים. אין גם ספק שתורת המשחקים היא תחום מרתק, ללא קשר לשימויות, אבל אפילו סקר פשוט מהסוג שקוראי "כלכליסט" סט" השתתפו בו נותן לנו מושג טוב יותר על האופן שבו בני אדם חושבים במשחקי החיים. וכאשר לנהגים הנתקלים בעומס תנועה בסביבות בן שמון, לא תורת המשחקים ולא ממצאי הסקר יהיו להם לישועה.