

**שאלה 1 (23 נק': א' - 7 נק'; ב' - 7 נק'; ג' - 9 נק')**

נתונים המשפטים הבאים:

לכל ילד יש צעצוע מועדף.

כל מי ישן עם בובה או עם דובי הוא ילד.

שוקי הוא דובי.

לירן ישן עם שוקי.

א. ייצגו את המשפטים שלעיל בלוגיקה מסדר ראשון.

השתמשו בשמות: Child, Favourite-toy, Sleeps-with, Doll, Bear עבור הפרדיקטים.

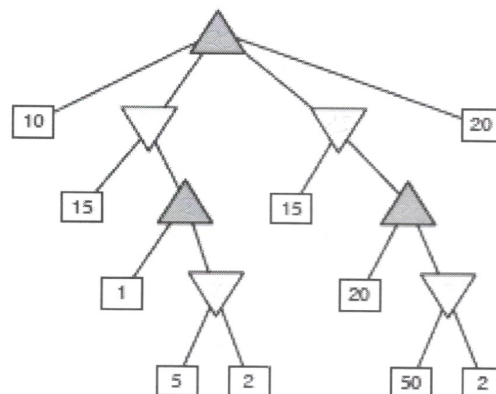
ב. המירו את המשפטים שהתקבלו בסעיף א' לצורת CNF.

ג. האם ניתן להסיק בעזרת רזולוציה כי "ללירן יש צעצוע מועדף"?

אם כן, הראו את כל שלבי ההוכחה. אחרת, נמקו את תשובתכם.

**שאלה 2 (16 נק': א' - 1 נק'; ב' - 5 נק'; ג' - 5 נק'; ד' - 5 נק')**

נתון עץ המשחק הבא (הצמתים הכהים הם צמתי Max):



א. מהו ערך המינימקס של השורש?

ב. סמנו את כל הצמתים אשר ייגזמו על ידי אלגוריתם אלפא ביתא בהנחה שהבנים של כל צומת נסרקים משמאל לימין.

ג. האם יש סדר סריקה אחר של הבנים של השורש אשר מוביל לגיזום גדול יותר של צמתים באמצעות אלגוריתם אלפא-ביתא?

אם כן, ציינו את הסדר הרלבנטי של הצמתים. אם לא, הסבירו מדוע.

ד. האם הטענה הבאה נכונה? נמקו.

גיזום אלפא-ביתא עם פונקציית הערכה יוריסטית מבטיח אסטרטגית משחק אופטימלית נגד יריב אופטימלי.

**שאלה 3 (20 נק': א'-1 נק'; ב'-12 נק'; ג'-5 נק')**

נניח כי במצב ההתחלתי ירון נמצא בסלון עם הרובוט שלו, אך בקבוק הבירה נמצא במטבח והדלת למטבח סגורה.

במצב המטרה ירון נמצא בסלון עם בקבוק הבירה שלו, הרובוט אף הוא בסלון והדלת סגורה.

נניח כי הפעולות המותרות היחידות הן:

רובוט פותח/סוגר דלת

רובוט נע מחדר אחד (R1) לחדר אחר (R2)

רובוט מעביר חפץ מחדר אחד (R1) לחדר אחר (R2)

א. כתבו ב-PDDL את המצב ההתחלתי ואת מצב המטרה.

ב. העתיקו את הטבלה שלהלן **למחברת הבחינה** והשלימו בה את סכימות הפעולות (כפי שתוארו לעיל) ב-PDDL. (ניתן לכתוב את סכימות הפעולות במחברת גם ללא הטבלה.)

R1 ו-R2 הם החדרים ביניהם מתבצעות הפעולות.

ג. מצאו תכנית (plan) מהמצב ההתחלתי אל מצב המטרה.

| Action        | Precond | Add | Delete |
|---------------|---------|-----|--------|
| open(R1, R2)  |         |     |        |
| close(R1, R2) |         |     |        |
| move(R1, R2)  |         |     |        |
| carry(R1, R2) |         |     |        |

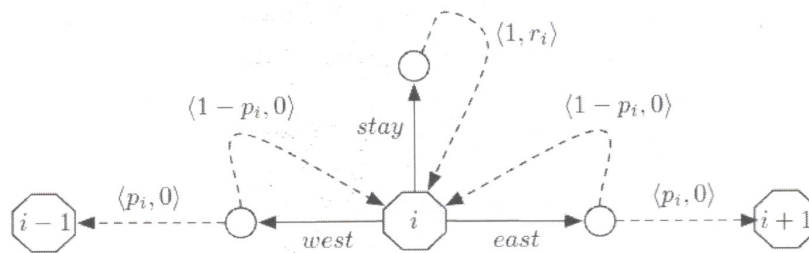
**המשך הבחינה בעמודים הבאים**

#### שאלה 4 (18 נק': א'- 7 נק'; ב- 7 נק'; ג'- 4 נק')

לאורך הכביש היחיד באנטרקטיקה יש  $N$  ערים, הממוספרות בסדר עוקב מ-1 עד  $N$ . איש עסקים מתחיל את פעילותו העסקית בעיר מס' 1. בכל יום הוא יכול לבחור בין שתי אפשרויות: לנסוע לאחת הערים הסמוכות (פעולות  $East$  ו- $West$ ) או להישאר בעיר הנוכחית ולעשות בה עסקים (פעולת  $Stay$ ).

אם הוא יבחר לנסוע מעיר  $i$  (לעיר  $i+1$  או לעיר  $i-1$ ), הוא יגיע ליעדו בהצלחה בהסתברות  $p_i$ , אך בהסתברות  $1 - p_i$  סופות שלגים ישאירו אותו בסופו של דבר בעיר  $i$  והיום יתבזבז. בכל מקרה, מוצלח או לא, יום נסיעות לא מביא לאיש העסקים שלכם שום תגמולים מיידיים. אחרת, אם הוא מלכתחילה יבחר להישאר ולעשות עסקים בעיר  $i$ , אזי באותו יום הוא יקבל תגמול  $r_i > 0$ .

הדיאגרמה שלהלן מתארת פעולות והתרחשויות אפשריות בעיר  $i$ . החיצים הרציפים מתארים פעולות. החיצים המקווקווים מתארים מעברים סטוכסטיים; כל מעבר מתויג עם הסתברותו ותגמולו, בסדר הזה.



א. בהנחה שלכל  $i$ ,  $p_i = 1$ ,  $r_i = 1$ , ואיש העסקים רוצה להיות מונע על-ידי ערכים עם אופק אינסופי אך מקדם הפליית עתיד (discount factor) הוא  $\gamma = 0.5$ .

מה תהיה התועלת של הימצאות בעיר מס' 1 תחת מדיניות של תמיד לבחור בפעולה  $Stay$ ? יש לתת תשובה מספרית מלווה בנימוק קצר.

ב. בהנחה שלכל  $i$ ,  $p_i = 1$ ,  $r_i = 1$ , ואיש העסקים רוצה להיות מונע על-ידי ערכים עם אופק אינסופי אך מקדם הפליית עתיד (discount factor) הוא  $\gamma = 0.5$ .

מה יהיה הערך  $U(1)$  של הימצאות בעיר מס' 1 תחת מדיניות אופטימלית? יש לתת תשובה מספרית מלווה בנימוק קצר.

ג. בהנחה שכל ה- $r_i$  וכל ה- $p_i$  הם מספרים חיוביים ידועים והפליית העתיד  $\gamma = 1$ , תארו את המדיניות האופטימלית לאיש העסקים.

אתם יכולים לתאר אותה באופן פורמלי או במילים (למשל, "תמיד תבצע  $East$ "), אבל תשובתכם צריכה לתאר במדויק איך איש העסקים שלכם צריך לפעול בכל מצב אפשרי.

רמז: כפי הנראה לא תצטרכו לבצע כאן חישובים מסובכים.

**שאלה 5 (23 נק'):** א- 2 נק'; ב- 6 נק'; ג'- 6 נק'; ד- 6 נק'; ה- 3 נק'

חברך לירן הוא חוקר משטרה. הוא קיבל מכתב מאחד ממודיעיו על כוונה של חברה ליצור כימיקלים לזיהום שלוש אתרים בלילה הקרוב. המכתב מוצפן כדי שהמודיע לא ייחשף. המכתב מכיל את המפה שלהלן:

|   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| A |   | 0 |   | 1 |   |
| B |   |   |   |   |   |
| C |   | 0 |   | 1 |   |
| D |   |   |   |   |   |
| E | 1 |   | 1 |   | 1 |

כל משבצת במפה שלעיל מייצגת אתר אחד.

**מספר במשבצת במפה מייצג את מספר האתרים שיזוהמו בשכנות לאותה משבצת.**

למשל ה"1" במשבצת הימנית התחתונה במפה, משמעותו היא שאחד משלושת האתרים השכנים לו יזוהמו. (האתרים הללו מסומנים בצבע כהה).

ההנחה היא שהמשבצות במפה המכילות ערך אינן אתרים שיזוהמו.

נסתכל על הבעיה כבעיית סיפוק אילוצים (CSP).

המשתנים לבעיה זו הן 25 המשבצות. נסמן:  $A_1, A_2, \dots, E_5$ .

בתחילה, לכל המשתנים יש אותו תחום:

ערך 1 עבור אתר שיזוהם

ערך 0 עבור אתר שלא יזוהם

א. כתבו את האילוץ המייצג את העובדה שישנם בדיוק 3 אתרים שיזוהמו.

ב. ה"1" ב- $E_5$  גורם לשינוי התחום של  $E_5$  ולשלושה אילוצים בינריים.

מהו התחום של  $E_5$  ומהם האילוצים הבינריים?

ג. אם נאטחל את התור של אלגוריתם AC3 רק בשלושת האילוצים הבינריים מסעיף ב', האם

יצומצם תחום של משתנה כלשהו?

אם כן, כתבו את המשתנים והתחומים החדשים שלהם. אחרת, הסבירו מדוע לא.

(המשך השאלה בעמוד הבא)

ד. מה יקרה אם נאתחל את התור של אלגוריתם AC3 באילוצים הבינריים של כל משבצת במפה (ולא רק באלה של E5)?

האם AC3 ימצא את מיקומם של האתרים שיזוהמו?

אם כן, כתבו את האתרים שיזוהמו. אחרת, הסבירו מדוע לא.

ה. בריצת AC3 מסעיף ד', מהו המספר המקסימלי של פעמים שישתנה התחום של משתנה ?

**בהצלחה !**