

מדעי המחשב ב'

2 יחידות לימוד (השלמה ל-5 יח"ל)

הוראות לנבחן

- א. משך הבחינה: שלוש שעות.
- ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה: בשאלון זה שני פרקים.
פרק ראשון – בפרק זה ארבע שאלות, — (25×2) — 50 נקודות
ומהן יש לענות על שתיים.
פרק שני – בפרק זה שאלות בארבעה מסלולים שונים. — (25×2) — 50 נקודות
ענה על שאלות רק במסלול שלמדת,
לפי ההוראות בקבוצת השאלות במסלול זה.
סה"כ — 100 נקודות
- ג. חומר עזר מותר בשימוש: כל חומר עזר, חוץ ממחשב הניתן לתכנות.
- ד. הוראות מיוחדות:
(1) את כל התכניות שאתה נדרש לכתוב בשפת מחשב בפרק הראשון
כתוב בשפה אחת בלבד — Java או C#.
(2) רשום על הכריכה החיצונית של המחברת באיזו שפה אתה כותב — Java או C#.
(3) רשום על הכריכה החיצונית של המחברת את שם המסלול שלמדת.
המסלול הוא אחד מארבעת המסלולים האלה:
מערכות מחשב ואסמבלי, מבוא לחקר ביצועים, מודלים חישוביים, תכנות מונחה עצמים.
הערה: בתכניות שאתה כותב לא יורדו לך נקודות, אם תכתוב אות גדולה במקום
אות קטנה או להפך.

כתוב במחברת הבחינה בלבד. בעמודים נפרדים, כל מה שברצונך לכתוב כ**טיוטה** (ראשי פרקים, חישובים וכדומה).
רשום "טיוטה" בראש כל עמוד טיוטה. רישום טיוטות כלשהן על דפים שמחוץ למחברת הבחינה עלול לגרום לפסילת הבחינה!

ההנחיות בשאלון זה מנוסחות בלשון זכר ומכוונות לנבחנות ולנבחנים כאחד.

בהצלחה!

השאלות

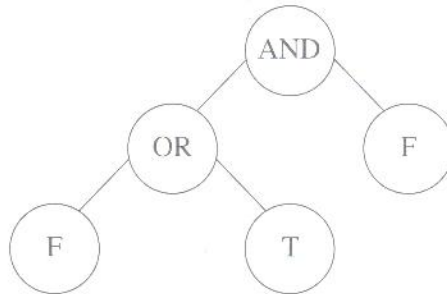
בשאלון זה שני פרקים: פרק ראשון ופרק שני.
עליך לענות על שאלות משני הפרקים, לפי ההוראות בכל פרק.

פרק ראשון (50 נקודות)

שים לב: בכל שאלה שנדרש בה מימוש אתה יכול להשתמש בפעולות של המחלקות רשימה, תור, מחסנית, עץ בינרי וחוליה, בלי לממש אותן. אם אתה משתמש בפעולות נוספות, עליך לממש אותן.

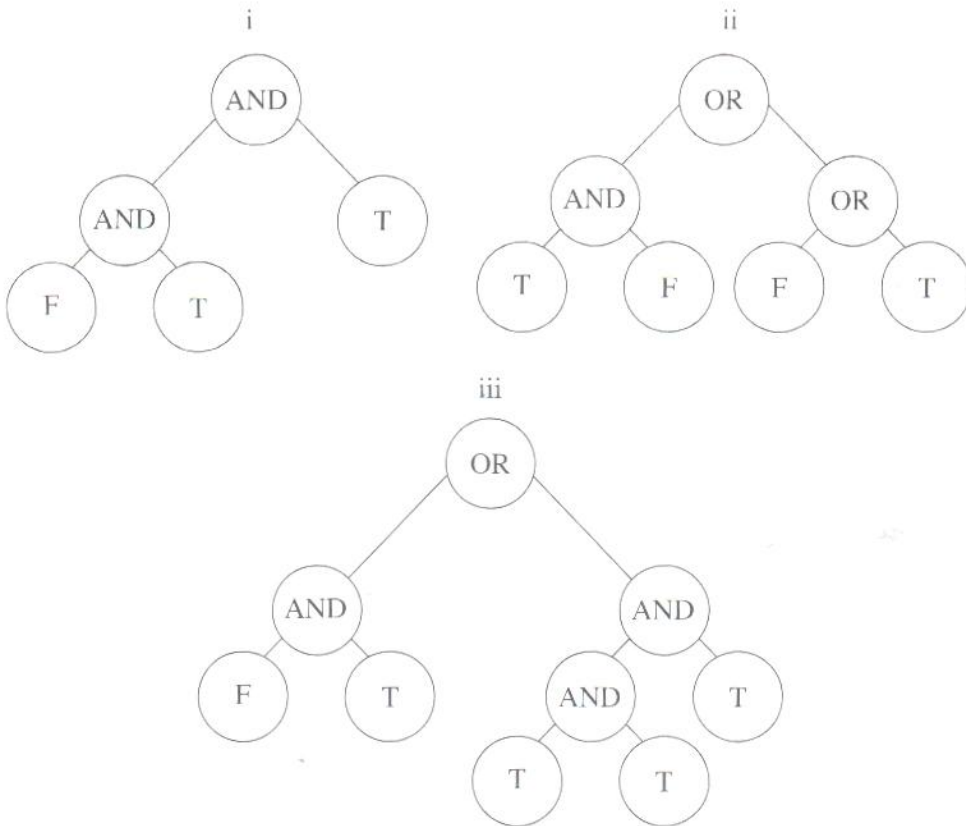
ענה על שתיים מהשאלות 1-4 (לכל שאלה — 25 נקודות).

1. **עץ ביטוי בוליאני** הוא עץ בינארי לא ריק מטיפוס מחרוזת, המייצג ביטוי בוליאני. בכל עלה שלו נמצאת אחת מן המחרוזות: "T" או "F". המחרוזת "T" מייצגת true, והמחרוזת "F" מייצגת false.
- בכל צומת שאינו עלה נמצאת אחת מן המחרוזות: "AND" או "OR". המחרוזת "AND" מייצגת את הפעולה הבוליאנית "וגם", והמחרוזת "OR" מייצגת את הפעולה הבוליאנית "או".
- לכל צומת שאינו עלה יש שני בנים.
- כדי לחשב את הביטוי הבוליאני שהעץ מייצג, מפעילים את הפעולה הבוליאנית שבצומת שאינו עלה על הערכים המתקבלים מהתת-עצים השמאלי והימני של צומת זה.
- לדוגמה: הביטוי הבוליאני שמייצג העץ שלפניך הוא $((F \text{ OR } T) \text{ AND } (F))$ וערכו הוא false.



א. לפניך שלושה עצים i-iii שכל אחד מהם הוא עץ ביטוי בוליאני.

לכל אחד מן העצים כתוב את הביטוי הבוליאני שהוא מייצג, ואת הערך המתקבל ממנו.



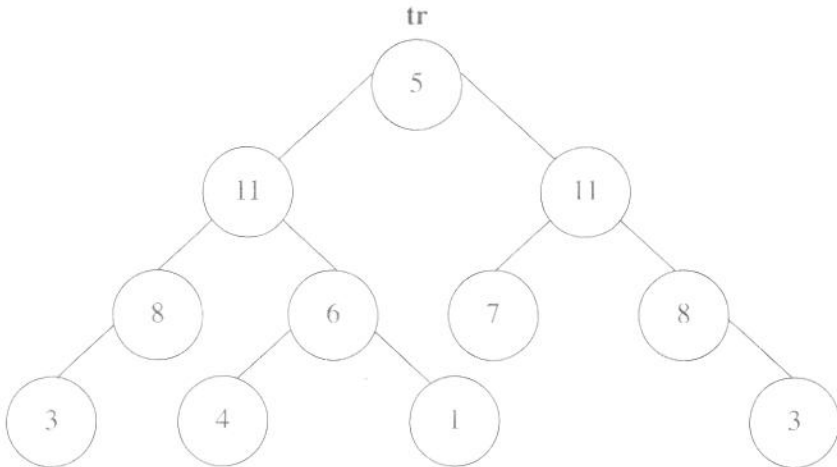
ב. כתוב ב-Java או ב-C# פעולה חיצונית שתקבל עץ ביטוי בוליאני, ותחזיר את

הערך הבוליאני (true או false) של הביטוי שהעץ מייצג.

/המשך בעמוד 4/

2. בשאלה זו שני סעיפים, א-ב, שאין קשר ביניהם. ענה על שניהם.

א. נתון עץ בינארי tr.



לפניך הפעולה wrap ב־ Java המשתמשת בפעולה branch, והפעולה Wrap ב־ C# המשתמשת בפעולה Branch.

שים לב: הפעולה כתובה בשני נוסחים. ענה על התת־סעיפים (1)-(2) שלפניך על פי הנוסח שלמדת.

הנוסח לפותרים על פי התכנית הנוכחית (ב־ Java וב־ C#) בעמוד 5,

הנוסח לפותרים על פי התכנית החדשה (ב־ Java וב־ C#) בעמוד 6.

(1) עקוב אחר ביצוע הפעולה wrap ב־ Java או Wrap ב־ C#, בעבור העץ tr הנתון, ורשום את הערך שיוחזר. הראה את המעקב הרקורסיבי.

(2) הבא דוגמה לעץ בינארי שבעבורו הפעולה wrap ב־ Java או Wrap ב־ C# תחזיר true, ודוגמה לעץ בינארי שבעבורו הפעולה תחזיר false. על כל אחד מהעצים להכיל 5 צמתים בדיוק.

/המשך בעמוד 5/

Java

```
public static boolean wrap(BinTreeNode<Integer> tr)
{
    return branch(tr.getLeft(), tr.getRight());
}

public static boolean branch(BinTreeNode<Integer> t1, BinTreeNode<Integer> t2)
{
    if ((t1 == null) && (t2 == null))
        return true;
    if (((t1 != null) && (t2 == null)) || ((t1 == null) && (t2 != null)))
        return false;
    return ((t1.getInfo() == t2.getInfo()) && branch(t1.getLeft(), t2.getRight()));
}
```

C#

```
public static bool Wrap(BinTreeNode<int> tr)
{
    return Branch(tr.GetLeft(), tr.GetRight());
}

public static bool Branch(BinTreeNode<int> t1, BinTreeNode<int> t2)
{
    if ((t1 == null) && (t2 == null))
        return true;
    if (((t1 != null) && (t2 == null)) || ((t1 == null) && (t2 != null)))
        return false;
    return ((t1.GetInfo() == t2.GetInfo()) && Branch(t1.GetLeft(), t2.GetRight()));
}
```

(שים לב: סעיף ב של השאלה בעמוד 7.)

לפותרים על פי התכנית החדשהJava

```
public static boolean wrap(BinNode< Integer > tr)
{
    return branch(tr.getLeft(), tr.getRight());
}

public static boolean branch(BinNode<Integer> t1, BinNode<Integer> t2)
{
    if ((t1 == null) && (t2 == null))
        return true;
    if (((t1 != null) && (t2 == null)) || ((t1 == null) && (t2 != null)))
        return false;
    return ((t1.getValue() == t2.getValue()) && branch(t1.getLeft(), t2.getRight()));
}
```

C#

```
public static bool Wrap(BinNode<int> tr)
{
    return Branch(tr.GetLeft(), tr.GetRight());
}

public static bool Branch(BinNode<int> t1, BinNode<int> t2)
{
    if ((t1 == null) && (t2 == null))
        return true;
    if (((t1 != null) && (t2 == null)) || ((t1 == null) && (t2 != null)))
        return false;
    return ((t1.GetValue() == t2.GetValue()) && Branch(t1.GetLeft(), t2.GetRight()));
}
```

(שים לב: סעיף ב של השאלה בעמוד הבא.)

ב. (אין קשר לסעיף א.)

לפניך קטע תכנית הכתוב ב־ Java וב־ C#. נתון ש־ a הוא מערך מטיפוס שלם בגודל n.

```
int i = 0;
while (i < n - 1)
{
    if (a[i] > a [i+1])
    {
        a[i] = a[i] + a[i+1];
        a[i+1] = a[i] - a[i+1];
        a[i] = a[i] - a[i+1];
        i = 0;
    }
    else
        i++;
}
```

(1) עקוב אחר קטע התכנית בעבור המערך a בגודל 4 שלפניך.

a	5	7	8	12
---	---	---	---	----

במעקב יש להראות את i ואת המערך בסיום כל איטרציה.

(2) מהי סיבוכיות זמן הריצה של קטע התכנית בעבור מערך בגודל n, ממוין בסדר עולה? נמק את תשובתך.

(3) עקוב אחר קטע התכנית בעבור המערך a בגודל 4 שלפניך.

a	12	8	7	5
---	----	---	---	---

במעקב יש להראות את i ואת המערך בסיום כל איטרציה.

(4) מהי סיבוכיות זמן הריצה של קטע התכנית בעבור מערך בגודל n, ממוין בסדר יורד? נמק את תשובתך.

/המשך בעמוד 8/

3. המחלקה מסלול-אוטובוס — **BusRoute** מתארת מסלול של קו אוטובוס. כל מסלול מכיל מספר כלשהו של תחנות, לכל הפחות שתיים, בסדר מסוים. כל תחנה מיוצגת על ידי שני מספרים שלמים המציינים את מיקומה במישור. כל תחנה מופיעה במסלול פעם אחת. לדוגמה, מסלול בן חמש תחנות המתחיל בתחנה (0, 2) ומסתיים בתחנה (5, 0):

$$(0, 2) \rightarrow (1, 4) \rightarrow (5, 4) \rightarrow (3, 1) \rightarrow (5, 0)$$

האוטובוס נוסע מתחנה לתחנה, לפי סדר התחנות. אורך המסלול הוא סכום המרחקים בין תחנה לתחנה.

הנח שנתונה המחלקה תחנה — **Station** שתכונותיה שני מספרים שלמים x ו- y המציינים את מיקומה של התחנה במישור.

במחלקה **Station** הוגדרו שתי הפעולות:

פעולה בונה `Station(int x, int y)`

פעולה שכותרתה:

ב-`Java`: `double distance(Station other)`

ב-`C#`: `double Distance(Station other)`

הפעולה מקבלת תחנה `other` ומחזירה את המרחק בין התחנה הנוכחית ובין התחנה `other`.

לפניך ממשק המחלקה מסלול-אוטובוס — **BusRoute** הכתוב ב-`Java` וב-`C#`:

Java

<code>BusRoute(Station first, Station second)</code>	פעולה בונה המקבלת שתי תחנות, ויוצרת מסלול-אוטובוס עם שתי התחנות.
<code>void addStation(Station newStation)</code>	פעולה המקבלת תחנה ומוסיפה אותה בסוף המסלול-אוטובוס הקיים. הנח שתחנה זו אינה קיימת במסלול.
<code>double routeLength()</code>	פעולה המחזירה את אורך המסלול-אוטובוס, כלומר את סכום המרחקים בין תחנה לתחנה.

C#

<code>BusRoute(Station first, Station second)</code>	פעולה בונה המקבלת שתי תחנות, ויוצרת מסלול-אוטובוס עם שתי התחנות.
<code>void AddStation(Station newStation)</code>	פעולה המקבלת תחנה, ומוסיפה אותה בסוף המסלול-אוטובוס הקיים. הנח שתחנה זו אינה קיימת במסלול.
<code>double RouteLength()</code>	פעולה המחזירה את אורך המסלול-אוטובוס, כלומר את סכום המרחקים בין תחנה לתחנה.

(שים לב: סעיפי השאלה בעמוד הבא.)

- א. כתוב ב־ Java או ב־ C# את כותרת המחלקה **BusRoute** ואת התכונה/התכונות שלה. כתוב תיעוד לכל תכונה.
- ב. ממש ב־ Java או ב־ C# את הפעולה הבונה של המחלקה **BusRoute**.
- ג. ממש ב־ Java או ב־ C# את הפעולה המוסיפה תחנה למסלול-אוטובוס.
- ד. ממש ב־ Java או ב־ C# את הפעולה המחזירה את אורך המסלול-אוטובוס.
- ה. כתוב ב־ Java או ב־ C# בפעולה הראשית במחלקה Program קטע תכנית שייצור את המסלול-אוטובוס שבדוגמה שבתחילת השאלה, וידפיס את אורך המסלול-אוטובוס.
- הערה: אתה יכול להשתמש בפעולות המחלקה **Station** בלי לממש אותן.

/המשך בעמוד 10/

4. בחברה "עבודה יעילה" יש משימות: בהולות, דחופות ורגילות. משימות בהולות מתבצעות ראשונות, אחריהן מתבצעות משימות דחופות ולבסוף משימות רגילות.

בחברה יש מערכת ממוחשבת **סדרן משימות**.

ההכנסה של המשימות **לסדרן המשימות** נעשית על פי הכללים האלה:

— משימה בהולה חדשה תוכנס לפני כל המשימות — הבהולות, הדחופות והרגילות — שנמצאות כרגע ב**סדרן המשימות**.

— משימה דחופה חדשה תוכנס אחרי כל המשימות הבהולות ו**לפני** המשימות הדחופות והרגילות שנמצאות כרגע ב**סדרן המשימות**.

— משימה רגילה חדשה תוכנס אחרי כל המשימות — הבהולות, הדחופות והרגילות — שנמצאות כרגע ב**סדרן המשימות**.

הוצאה לביצוע של משימה מ**סדרן המשימות** נעשית על פי הסדר שנוצר ב**סדרן המשימות**.

נתונה המחלקה **משימה** – Task, שיש לה שתי תכונות:

content – מחרוזת שהיא תיאור המשימה,

code – מספר שלם המייצג את המשימה: 1 מייצג משימה בהולה; 2 מייצג משימה דחופה;

3 מייצג משימה רגילה.

הנח שלכל תכונה יש פעולות get ו־set ב־Java או Get ו־Set ב־C#.

יש לממש את המחלקה **סדרן משימות** בעזרת מספר כלשהו של מחסניות ותורים, כך שסיבוכיות

זמן הריצה של פעולות ההכנסה ל**סדרן המשימות** ושל פעולות ההוצאה מ**סדרן המשימות** תהיה

$O(1)$.

א. כתוב ב־Java או ב־C# את כותרת המחלקה **סדרן משימות** ואת התכונות שלה.

כתוב תיעוד לכל תכונה.

ב. כתוב ב־Java או ב־C# פעולה בונה ללא פרמטרים של המחלקה **סדרן משימות**.

ג. כתוב ב־Java או ב־C# במחלקה **סדרן משימות**, פעולה שתקבל **משימה** ותכניס אותה

ל**סדרן המשימות**, בהתאם לכללים המתוארים בתחילת השאלה.

ד. כתוב ב־Java או ב־C# במחלקה **סדרן משימות**, פעולה שתוציא את **המשימה** הבאה

לביצוע, ותחזיר אותה.

אם אין **משימה** ב**סדרן המשימות**, הפעולה תחזיר null.

פרק שני (50 נקודות)

בפרק זה שאלות בארבעה מסלולים:

מערכות מחשב ואסמבלי, עמודים 11-14.

מבוא לחקר ביצועים, עמודים 15-25.

מודלים חישוביים, עמודים 26-30.

תכנות מונחה עצמים ב-Java, עמ' 31-40; תכנות מונחה עצמים ב-C#, עמודים 41-50.

ענה רק על שאלות במסלול שלמדת.

מערכות מחשב ואסמבלי

אם למדת מסלול זה, ענה על שתיים מהשאלות 5-8 (לכל שאלה – 25 נקודות).

5. לפניך קטע תכנית באסמבלי.

```

MOV     BX , 3000H
MOV     CX , 5
AGAIN:  MOV     AL , CL
        CMP     AL , 3
        JNZ     NEXT      ;(*)
        MOV     [BX] , CL
        INC     BX
NEXT:   LOOPZ   AGAIN
SHOOV:  MOV     AL , CL
        CMP     AL , 3
        JNZ     NEXT1
        MOV     [BX] , CL
        INC     BX
NEXT1:  LOOP   SHOOV      ;(**)
        NOP
    
```

א. עקוב בעזרת טבלת מעקב אחר הביצוע של קטע התכנית. בטבלת המעקב יש לכלול

עמודה לכל אחד מהאוגרים: AL, BX, CL.

ענה על הסעיפים ב-ד שלפניך.

א. קשר בין הסעיפים, וכל אחד מהם מתייחס לקטע התכנית הכתוב בתחילת השאלה.

ב. קבע כמה בתים יירשמו בזיכרון, החל בכתובת 3000H, לאחר ביצוע קטע התכנית.

ג. מחקו את ההוראה המסומנת ב-(*). קבע מה יירשם בזיכרון, החל בכתובת 3000H,

עם סיום קטע התכנית בלי ההוראה שנמחקה.

ד. התייחס לקטע התכנית המופיע בתחילת השאלה, כולל ההוראה המסומנת ב-(*).

במקום השורה המסומנת ב-(**) נכתבה השורה NEXT1: LOOPNE SHOOV.

קבע מה יירשם בזיכרון, החל בכתובת 3000H, עם סיום קטע התכנית לאחר השינוי.

6. בשאלה זו שני סעיפים, א-ב, שאין קשר ביניהם. ענה על שניהם.

א. בטבלה שלפניך כתובות הוראות שהן קטע תכנית באסמבלי.

העתק את הטבלה למחברתך, והשלם בכל אחת מן העמודות את מצב הדגלים לאחר הביצוע של כל אחת מן ההוראות.

הנח שלפני הביצוע של קטע התכנית כל שלושת הדגלים SF, ZF, CF מאופסים, והערך של BL הוא 1-.

הוראות	CF	ZF	SF
MOV AL, 3H			
CMP AL, 3H			
CMP AL, 2H			
CMP AL, 5H			
XOR AL, AL			
DEC AL			
MUL BL			

ב. (אין קשר לסעיף א.)

(1) כתוב באסמבלי שגרה (פרוצדורה) שתקבל כפרמטר, באמצעות המחסנית, מספר בין 0 ל-255.

השגרה תאחסן באוגר AX את מספר ה-1ים שיש בייצוג הבינארי של המספר.

(2) נתון מערך ARR בן 100 איברים שכל אחד מהם בגודל בית. המערך מכיל מספרים.

כתוב באסמבלי קטע תכנית שיאחסן באוגר CX את מספר האיברים במערך שיש בייצוג הבינארי שלהם מספר איזוגי של 1ים.

עליך להשתמש בשגרה שכתבת בתת-סעיף ב (1).

7. בשאלה זו שני סעיפים, א-ב, שאין קשר ביניהם. ענה על שניהם.

א. לכל אחד מן ההיגדים (1)-(10) שלפניך, קבע אם הוא נכון או אינו נכון. אם ההיגד אינו נכון, הסבר מדוע.

(1) לפניך קטע תכנית באסמבלי.

```
PUSH AL
POP AH
```

קטע התכנית מכניס את הערך שב-AL ל- AH.

(2) בשיטת המשלים ל-2, באמצעות 8 ביטים אפשר לייצג מספרים

בין -128 ל-127+.

(3) ההוראה שלפניך מעתיקה את הערך של הכתובת בזיכרון השמורה ב-AX לתוך BX.

```
MOV BX, [AX]
```

(4) ההוראה CALL משנה את SI.

(5) ההוראה RET מגדילה את ערכו של SP.

(6) ההוראה RET מקטינה תמיד את ערכו של IP.

(7) לפניך קטע תכנית באסמבלי שבו השגרה (פרוצדורה) DONOTHING אינה מבצעת דבר, ואינה משנה את ערכי האוגרים.

```
MOV CX, NUMEROFTIMES
LP: CALL DONOTHING
LOOP LP
```

אם NUMEROFTIMES שווה ל-0, הפרוצדורה DONOTHING תיקרא פעם אחת.

(8) ההוראה שלפניך מאפסת את BX.

```
XOR BX, BX
```

(9) קטע התכנית שלפניך מאפס את DL.

```
MOV CL, 8
SHR DL, CL
```

(10) במקטע הנתונים הוגדרו המשתנים NUM1, NUM2:

```
NUM1 DB 100
NUM2 DB -156
```

הייצוג שלהם בזיכרון הוא זהה.

(שים לב: סעיף ב של השאלה בעמוד הבא.)

ב. (אין קשר לסעיף א.)

לפניך קטע תכנית הכתוב באסמבלי:

```

MOV AL, -1
MOV DL, 00001111B      ;(*)
MOV CL, 4
AND AL, DL
SHR AL, CL

```

8. א. עקוב בעזרת טבלת מעקב אחר הביצוע של קטע התכנית, וכתוב מה יהיה הערך של AL

לאחר הביצוע. בטבלת המעקב יש לכלול עמידה לכל אחד מן האוגרים: AL, CL, DL.

ב. בשורה המסומנת ב- (*) במקום המספר 00001111B נכתב המספר 00001111.

האם קטע התכנית יתורגם בלי שגיאות לשפת מכונה? נמק את תשובתך.

8. א. כתוב באסמבלי שגרה (פרוצדורה) בשם FINDSECOND שתקבל, באמצעות המחסנית,

שני פרמטרים: מצביע למערך של בתים, ומספר האיברים במערך.

השגרה FINDSECOND תאחסן באוגר AX את הערך השני בגודלו במערך.

לדוגמה בעבור המערך:

03H	08H	0CH	01H	09H
-----	-----	-----	-----	-----

הערך 09H יאוחסן באוגר AX.

הנחיות:

- המספרים במערך חיוביים.

- המספרים במערך שונים זה מזה.

- במערך יש לפחות שני מספרים.

ב. במקטע הנתונים הוגדר המערך ARR בן 100 איברים שכל אחד מהם בגודל בית. המערך

מכיל מספרים.

כחוב באסמבלי קטע תכנית שידפיס את המספר השני בגודלו במערך, בייצוגו על פי

בסיס 10.

הנח שהמספרים במערך חיוביים ושונים זה מזה.

עליך להשתמש בשגרה FINDSECOND שכתבת בסעיף א.

מבוא לחקר ביצועים

אם למדת מסלול זה, ענה על שתיים מהשאלות 9-12 (לכל שאלה – 25 נקודות).

9. בשאלה זו שישנה סעיפים א, ו, שאין קשר ביניהם. ענה על כל הסעיפים.

א. נתונים האילוצים:

$$6x_1 + 3x_2 \leq 18$$

$$-4x_1 + 2x_2 \leq 4$$

$$x_1 + x_2 \geq 3$$

$$x_1 \geq 0$$

$$x_2 \geq 0$$

סרטט במחברתך את תחום הפתרונות האפשריים הנקבע על סמך האילוצים הנתונים.

סמן את תחום הפתרונות האפשריים של האילוצים,

ורשום בגרף שמתקבל את הערכים של x_1 ו- x_2 בעבור כל אחד מן הקדקודים של

תחום הפתרונות האפשריים.

כל אחד מן הסעיפים ב-ו מתייחס לבעיית התכנון הלינארי שלפניך.

בעיית התכנון הלינארי:

$$\max \{z = 20x_1 + 15x_2\}$$

בכפוף לאילוצים האלה:

$$2x_1 + x_2 \leq 6$$

$$-2x_1 + x_2 \leq 2$$

$$x_1 + x_2 \leq b$$

$$x_1 \geq 0$$

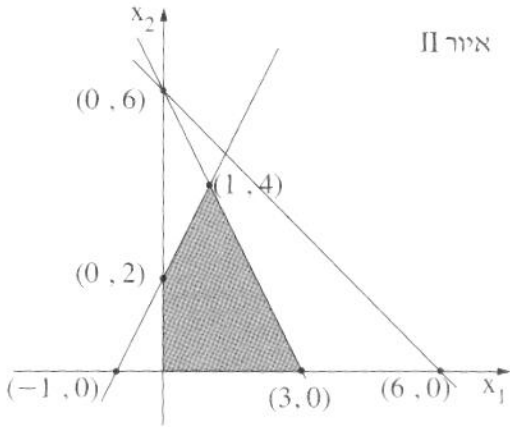
$$x_2 \geq 0$$

b הוא פרמטר.

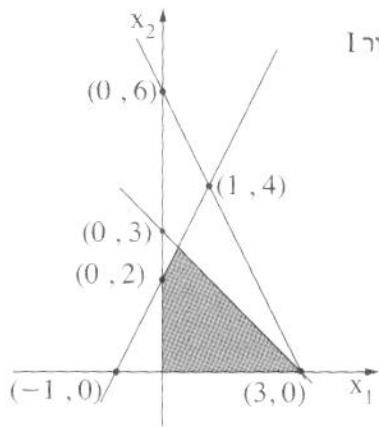
עבור $b = 3$ תחום הפתרונות האפשריים מוצג באיור I.

עבור $b = 6$ תחום הפתרונות האפשריים מוצג באיור II.

(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)



איור II



איור I

- ב. עבור $b = 3$, מהו הפתרון האופטימלי של הבעיה הנתונה? נמק את קביעתך.
- ג. עבור $b = 6$, הפתרון האופטימלי של הבעיה הנתונה הוא $(1, 4)$. הסבר מדוע.
- ד. מצא שני ערכים של b (השונים מ-6) שבעבורם הפתרון האופטימלי של הבעיה הנתונה הוא $(1, 4)$. נמק את תשובתך.
- ה. הופכים את סימן האי-שוויון של האילוץ הראשון בבעיית התכנון הלינארי שלפני סעיף ב, והוא כעת: $2x_1 + x_2 \geq 6$.
- בעבור $b = 3$ צייר את תחום הפתרונות האפשריים.
- מהו הפתרון האופטימלי לבעיה שהתקבלה לאחר השינוי הזה? נמק את תשובתך.
- ו. הופכים את סימן האי-שוויון של שני האילוצים הראשונים בבעיית התכנון הלינארי שלפני סעיף ב.
- בעבור $b = 3$ האילוצים הם עתה:

$$\begin{aligned} 2x_1 + x_2 &\geq 6 \\ -2x_1 + x_2 &\geq 2 \\ x_1 + x_2 &\leq 3 \\ x_1 &\geq 0 \\ x_2 &\geq 0 \end{aligned}$$

האם יש פתרון אופטימלי לבעיה שהתקבלה לאחר השינוי הזה? אם כן – מצא אותו, אם לא – הסבר מדוע אין פתרון.

10. בשאלה זו שנייה סעיפים, א-ו, שאין קשר ביניהם. ענה על כל הסעיפים.
 א. בבעיית תובלה שלושה מקורות ושלושה יעדים. העלויות ליחידה מכל מקור לכל יעד נתונות בטבלה שלפניך.

מקורות	יעדים			היצע
	1	2	3	
1	8	9	6	18
2	4	5	8	a
3	5	10	7	10
ביקוש	12	15	15	

קבע מה צריך להיות ההיצע a כדי לקבל טבלת עלויות וביקושים, ללא יעד דמה וללא מקור דמה.

- ב. בטבלה שלפניך נתון חלק מפתרון בסיסי אפשרי לבעיית התובלה: $x_{11} = 9, x_{12} = 1$.

מקורות	יעדים			היצע
	1	2	3	
1	10	15	17	10
2	10	18	14	12
3	15	20	18	9
ביקוש	9	12	10	

העתק למחברתך את הטבלה, והשלם בה את הפתרון הבסיסי האפשרי לפי שיטת הפינה הצפונית-מערבית.

(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

ג. בטבלה שלפניך נתון חלק מפתרון בסיסי אפשרי לבעיית תובלה, ונתונים הערכים של $u_1, u_2, u_3, v_1, v_2, v_3$ שמתאימים לפתרון זה.

מקורות	יעדים			היצע	u_i
	1	2	3		
1	2	5	7	20	2
	20				
2	0	8	4	10	0
		10			
3	10	0	8	15	-8
			10		
ביקוש	20	15	10		
v_j	0	8	16		

העתק למחברתך את הטבלה, והשלם בה את הפתרון בהתחשב בערכים של $u_1, u_2, u_3, v_1, v_2, v_3$, כך שיתקבל פתרון בסיסי אפשרי.

(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

ג. בטבלה שלפניך נתון חלק מפתרון בסיסי אפשרי לבעיית תובלה, ונתונים הערכים של

שמתאימים לפתרון זה. $u_1, u_2, u_3, v_1, v_2, v_3$

מקורות	יעדים			היצע	u_i
	1	2	3		
1	2 (20)	5	7	20	2
2	0	8 (10)	4	10	0
3	10	0	8 (10)	15	-8
ביקוש	20	15	10		
v_j	0	8	16		

העתק למחברתך את הטבלה, והשלם בה את הפתרון בהתחשב בערכים של

בך שיתקבל פתרון בסיסי אפשרי. $u_1, u_2, u_3, v_1, v_2, v_3$

(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

/המשך בעמוד 19/