

# פרק 4 – הרחבה בפיתוח אלגוריתמים

## הצגת הפרק

### מטרת הפרק

הדגשת והמחשת פירוט השלבים השונים של תהליך פיתוח אלגוריתם וישומו, דרך פתרון בעיות מורכבות יותר מן הבעיות שהוצגו בפרק הקודם. הכרות עם המחלקה המתמטית ופעולותיה השימושיות. הכרות ושימוש בפעולות חלוקה בשלמים ושארית. הכרות עם מחלקת המספרים האקראיים, הגרלת מספר בטוחים שונים.

### מושגים

- שלבי פיתוח אלגוריתם וישומו
- המחלקה המתמטית
- פעולת חלוקה בשלמים
- פעולת שארית החלוקה בשלמים
- פירוק מספר לספרותיו
- משתנה תווי
- בחירה אקראית

## דגשים ודידקטיקה

- בפרק מצוינת לראשונה המשמעות של **בחירת דוגמאות קלט** בשלבי ניתוח הבעיה ובדיקת הפתרון. הנושא של בחירת דוגמאות קלט יורחב בפרק 6, הפרק על נכונות של אלגוריתמים.
- יש להדגיש בכיתה **כל שלב ושלב** במהלך הצגת הפתרונות לדוגמה, ולדרוש מן התלמידים עבודה בשלבי פתרון השאלות שבפרק, תוך הקפדה על בחירה מתאימה של דוגמאות קלט. בפתרונות הנתונים במדריך זה לעיתים לא יוצגו כל שלבי הפתרון אלא רק חלקים נבחרים ממנו. בהמשך חומר הלימוד ניתן לרכז את ההקפדה על השלבים במידה והינכם מרגישים שהדבר אינו פוגם בתהליך הפיתוח של האלגוריתם.
- בלימוד הנושא בחירה אקראית ניתן ללמד כהעשרה כיצד להגריל מספר ממשי בין 0 ל-1 על ידי הפעולה `NextDouble()`, וכן כיצד להגריל מספר ממשי קטן מ-N על ידי:  
$$\text{NextDouble}() * N$$

## פתרונות

### 4.1 שאלה

דן, בן וכן קיבלו כל אחד דמי חנוכה מהוריהם. כל אחד קיבל סכום הגדול מ-20 ₪. שלושת החברים החליטו לאחד את כל סכום הכסף לקופה אחת ולקנות יחדיו כדורסל שמחירו 50 ₪. ביתרת הכסף יקנו מסטיקים שעלותם 1 ₪ כל אחד. פתחו אלגוריתם המקבל כקלט את דמי החנוכה שקיבל כל אחד מהחברים, ומציג כפלט את כמות המסטיקים שאפשר לקנות. ישמו את האלגוריתם בתוכנית בשפת C#.

### 4.1 תשובה

ניתוח הבעיה באמצעות דוגמאות:

- קלט: 21 50 42 פלט: ניתן לקנות 63 מסטיקים
- קלט: 30 24 36 פלט: ניתן לקנות 40 מסטיקים

פירוק הבעיה לתת-משימות:

1. קליטת שלושה מספרים שלמים המייצגים את סכומי הכסף של דן, בן וכן.
2. חישוב הסכום הכולל
3. חיסור הערך 50 מהסכום הכולל
4. הצגת ההפרש

בחירת משתנים:

danMoney – שלם, סכום הכסף שקיבל דן  
benMoney – שלם, סכום הכסף שקיבל בן  
henMoney – שלם, סכום הכסף שקיבל חן  
sumTotal – שלם, סכום הכסף הכולל שיש לשלושת החברים  
numGum – שלם, מספר המסטיקים שיכולים החברים לקנות

האלגוריתם:

1. קאוט מספר שלם גיובי ב-danMoney
2. קאוט מספר שלם גיובי ב-benMoney
3. קאוט מספר שלם גיובי ב-henMoney
4. גשב את סכום שלושת הערכים שנקלטו והשם ב-sumTotal
5. גשב את מספר המסטיקים על ידי גיסור 50 מ-sumTotal והשם ב-numGum
6. הצג כפלט את ערכו של numGum בצירוף הודעה מתאימה

יישום האלגוריתם:

```
/* קלט: סכום הכסף שקיבל כל אחד מהחברים
 * פלט: מספר המסטיקים שיוכלו לקנות לאחר רכישת הכדורסל שמחירו 50 ₪
 */
using System;
public class GumsAndBasketBall
{
    public static void Main()
    {
        // הגדרת משתנים
        int danMoney, benMoney, henMoney; // הסכומים הניתנים כקלט
        int sumTotal, numGum; // הערכים שיחושבו
        const int BASKET_BALL_PRICE = 50; // מחיר הכדורסל
        // קלט
        Console.WriteLine("Enter sum of money for dan: ");
        danMoney = int.Parse(Console.ReadLine());
        Console.WriteLine("Enter sum of money for ran: ");
        benMoney = int.Parse(Console.ReadLine());
        Console.WriteLine("Enter sum of money for hen: ");
        henMoney = int.Parse(Console.ReadLine());
        // חישוב סכום הכסף שיש לכולם יחד
        sumTotal = danMoney + benMoney + henMoney ;
        // חיטור מחיר הכדורסל
        numGum = sumTotal - BASKET_BALL_PRICE ;
        // פלט
        Console.WriteLine("You can buy {0} Gums", numGum);
    } // Main
} // GumsAndBasketBall
```

---

#### שאלה 4.4

פתחו אלגוריתם אשר הקלט שלו הוא אורך ורוחב צלעות של מלבן (מספרים שלמים) והפלט שלו הוא שטח המלבן ואורך אלכסון המלבן.

#### תשובה 4.4

ניתוח הבעיה באמצעות דוגמאות:

- קלט: 3 5 פלט: השטח הוא: 15, אורך האלכסון הוא: 5.83
- קלט: 7 10 פלט: השטח הוא: 70, אורך האלכסון הוא: 12.2

פירוק הבעיה לתת-משימות:

1. קליטת שני מספרים שלמים המייצגים אורכים של צלעות של מלבן.
2. חישוב מכפלת שני הערכים שנקלטו (שטח המלבן)
3. חישוב אלכסון המלבן לפי משפט פיתגורס
4. הצגת שני הערכים שחושבו כפלט

בחירת משתנים :

- length – שלם, אורך המלבן
- width – שלם, רוחב המלבן
- surface – שלם, שטח המלבן
- diagonal – ממשי, אלכסון המלבן

האלגוריתם :

1. קלוט מספר שלם ג'יובי ב-length
2. קלוט מספר שלם ג'יובי ב-width
3. גשב את מכפלת שני הערכים שנקלוטו והשם ב-surface
4. גשב את האלכסון על ידי שורש של סכום ריבועי הציזנות והשם ב-diagonal
5. הצג כפלוט את ערכו של surface ושל diagonal

יישום האלגוריתם :

```
/* קלט: שני אורכים של צלעות של מלבן */
/* פלט: שטחו של המלבן שצלעותיו נקלטו, ואורך האלכסון שלו */
using System;
public class Rectangle
{
    public static void Main()
    {
        // הגדרת משתנים
        int length, width, surface; // אורך רוחב ושטח המלבן
        double diagonal;           // אלכסון המלבן
        Console.WriteLine("Enter length and width :");
        length = int.Parse(Console.ReadLine());
        width = int.Parse(Console.ReadLine());
        surface = length * width;
        diagonal = Math.Sqrt(Math.Pow(width,2) + Math.Pow(length,2));
        // אפשר לחשב את האלכסון גם כך
        // diagonal = Math.Sqrt(width * width + length * length);
        Console.WriteLine("The surface is {0}", surface);
        Console.WriteLine("The diagonal's length is {0}", diagonal);
    } //Main
} //Rectangle
```

#### שאלה 4.13

פקיד חרוץ ממלא טופס במשך 10 דקות. עבור כל טופס שהפקיד ממלא הוא מקבל שכר של 6.3 ₪. הפקיד עובד ללא הפוגה. פתחו בשלבים אלגוריתם אשר הקלט שלו הוא מספר הטפסים שעל הפקיד למלא, והפלט שלו הוא משך העבודה, בשעות ובדקות, והשכר שהפקיד יקבל. ישמו את האלגוריתם בשפת C#. למשל עבור הקלט 55 יהיה הפלט: משך העבודה הוא: 9 שעות ו-10 דקות והשכר הוא: 346.5.

#### תשובה 4.13

ניתוח הבעיה באמצעות דוגמאות :

- קלט : 5 פלט : 0 שעות ו-50 דקות. השכר הוא : 31.5 ₪
- קלט : 10 פלט : 1 שעות ו-40 דקות. השכר הוא : 63 ₪

פירוק הבעיה לתת-משימות :

1. קליטת מספר הטפסים כמספר שלם.
2. חישוב השעות השלמות שעל הפקיד לעבוד
3. חישוב הדקות שעל הפקיד לעבוד
4. חישוב שכר הפקיד
5. הצגת שלושת הערכים שחושבו כפלט

בחירת משתנים :

- numForms – שלם, מספר הטפסים
- numHours – שלם, מספר השעות השלמות שעל הפקיד לעבוד
- numMinutes – שלם, מספר הדקות שעל הפקיד לעבוד
- salary – ממשי, שכר הפקיד

האלגוריתם :

1. קלוט מספר שלם גיוכי ב- numForms
2. גלב אט מספר השעות ביישוב אנת האוקה של numForms ב-60 והשם אט הגוצאה ב- numHours
3. גלב אט מספר הדקות שנתיו ביישוב שאיית האוקה של numForms ב-60 והשם אט הגוצאה ב- numMinutes
4. גלב אט שכר הפקיד על ידי מכפול numForms ב-6.3 והשם ב- salary
5. הצג כפלט אט ערכו של numHours, numMinutes, salary -/ salary.

יישום האלגוריתם:

```
/* קלט: מספר הטפסים שעל הפקיד למלא */
/* פלט: מספר השעות והדקות שעליו לעבוד, ושכרו של הפקיד */
using System;
public class Clerk
{
    public static void Main()
    {
        // הגדרת משתנים וקבועים
        const double PRICE_PER_FORM = 6.3;
        const int MINUTES_PER_FORM = 10;
        int numForms, numHours, numMinutes ;
        double salary;
        Console.Write("Enter number of forms: ");
        numForms = int.Parse(Console.ReadLine());
        numHours = (numForms * MINUTES_PER_FORM) / 60;
        numMinutes = (numForms * MINUTES_PER_FORM) % 60;
        salary = numForms * PRICE_PER_FORM;
        Console.WriteLine("You need to work {0} hours and {1}
                           minutes", numHours, numMinutes);
        Console.WriteLine("Your salary is {0} NIS", salary);
    } //Main
} //Clerk
```

---

#### שאלה 4.16

אהרון מעוניין לדעת את ממוצע ציוניו במקצועות היסטוריה, תנ"ך וספרות. פתחו אלגוריתם המקבל כקלט את שלושת הציונים במקצועות אלו (מספרים שלמים בין 0 ל-100), ומציג כפלט את הממוצע של שלושת הציונים. ישמו את האלגוריתם בשפת התכנות C#.

#### תשובה 4.16

בחירת משתנים:

historyGrade – שלם, ציון בהיסטוריה  
bibleGrade – שלם, ציון בתנ"ך  
literatureGrade – שלם, ציון בספרות  
average – ממשי, ממוצע ציוני התלמיד

יישום האלגוריתם :

```
/* קלט: שלושת ציוני התלמיד
 * פלט: ממוצע ציוני */
using System;
public class AverageThreeGrade
{
    public static void Main()
    {
        int historyGrade, bibleGrade, literatureGrade;
        double average;
        Console.WriteLine("Enter history grade: ");
        historyGrade = int.Parse(Console.ReadLine());
        Console.WriteLine("Enter bible grade: ");
        bibleGrade = int.Parse(Console.ReadLine());
        Console.WriteLine("Enter literature grade: ");
        literatureGrade = int.Parse(Console.ReadLine());
        average = (double)(historyGrade + bibleGrade +
                           literatureGrade)/3;
        Console.WriteLine("Your average is: {0}", average);
    } //Main
} //AverageThreeGrade
```

---

#### שאלה 4.17

דינה מעוניינת לדעת את הציון הכולל שלה במדעי המחשב. ידוע כי שתי היחידות הראשונות מהוות 33% מהציון, היחידה השלישית מהווה 17% מהציון, ושתי היחידות האחרונות מהוות 50% מהציון הכללי. פתחו אלגוריתם המקבל כקלט את שלושת ציוניה של דינה במדעי המחשב (בשתי היחידות הראשונות, ביחידה השלישית ובשתי היחידות האחרונות) כמספרים שלמים בין 0 ל-100, ומציג כפלט את ציונה הכולל. ישמו את האלגוריתם בשפת התכנות C#.

#### תשובה 4.17

בחירת משתנים :

gradeFirstTwo – שלם, ציון בשתי היחידות הראשונות במדעי המחשב  
gradeThird – שלם, ציון ביחידה השלישית  
gradeFinalTwo – שלם, ציון בשתי היחידות האחרונות  
finalGrade – ממשי, ציון סופי לאחר שקלול

יישום האלגוריתם :

```
/* קלט: שלושת ציוני התלמידה
   פלט: ציון סופי */
using System;
public class GradeComputerScience
{
    public static void Main()
    {
        int gradeFirstTwo, gradeThird, gradeFinalTwo ;
        double finalGrade;
        Console.WriteLine("Enter grade for first two units: ");
        gradeFirstTwo = int.Parse(Console.ReadLine());
        Console.WriteLine("Enter grade for third unit: ");
        gradeThird = int.Parse(Console.ReadLine());
        Console.WriteLine("Enter grade for last two units: ");
        gradeFinalTwo = int.Parse(Console.ReadLine());
        finalGrade = gradeFirstTwo * 0.33 + gradeThird * 0.17 +
                    gradeFinalTwo * 0.5;
        Console.WriteLine("Final grade: {0}", finalGrade);
    } //Main
} //GradeComputerScience
```

---

#### שאלה 4.23

פתחו אלגוריתם המקבל כקלט תו המייצג ספרה. יש עשרה תווים אפשריים לקלט זה: '0', '1', '2' ... '9'. פלט האלגוריתם יהיה מורכב משלושה מספרים: הספרה המיוצגת על ידי תו הקלט (שנקרא לה לשם קיצור ספרת הקלט), ספרת הקלט לאחר הכפלתה ב-10, וספרת הקלט לאחר הכפלתה ב-15. ישמו את האלגוריתם כתוכנית בשפת C#.

**הדרכה:** חשבו מהו המספר המתקבל אחרי הכפלת ספרת הקלט ב-10.

#### תשובה 4.23

בחירת משתנים:

charDigit – תו, ספרת הקלט

digit – שלם, ספרת הקלט מיוצגת כמספר שלם

digitTen – שלם, מספר המייצג את ספרת הקלט מוכפלת ב-10

digitFifteen – שלם, מספר המייצג את ספרת הקלט מוכפלת ב-15



יישום האלגוריתם:

```
/* קלט: תו המייצג ספרה
 * פלט: הספרה, הספרה לאחר שהוכפלה ב-10, והספרה לאחר שהוכפלה ב-15 */
using System;
public class DigitChar
{
    public static void Main()
    {
        char charDigit;
        int digit, digitTen, digitFifteen;
        Console.WriteLine("Enter your character: ");
        charDigit = char.Parse(Console.ReadLine());
        digit = charDigit - '0';
        digitTen = digit * 10;
        digitFifteen = digit * 15;
        Console.WriteLine("{0} {1} {2}", digit, digitTen,
                                                                    digitFifteen);

        }//Main
    }//DigitChar
```

#### שאלה 4.27

בכל אחד מהסעיפים הבאים תארו ביטוי, המתייחס לעצם rndNum מהמחלקה Random, כך שערך הביטוי הוא בתחום המבוקש.

- א. מספר אקראי שלם בין 0 ל-9
- ב. מספר אקראי שלם בין 10 ל-100
- ג. מספר אקראי שלם בין 100 ל-500
- ד. מספר אקראי שלם וזוגי בין 0 ל-100
- ה. מספר אקראי שלם ותלת-ספרתי

#### תשובה 4.27

- א. rndNum.nextInt(10)
  - ב. rndNum.nextInt(91) + 10
  - ג. rndNum.nextInt(401) + 100
  - ד. rndNum.nextInt(51) \* 2
- דרך נוספת: (פתרון מעניין שכדאי לדון בו בכיתה)
- א. num = rndNum.nextInt(101)
  - ב. num = num + num % 2
  - ג. rndNum.nextInt(900) + 100

#### שאלה 4.28

- א. נסו לחשוב על נוסחה כללית כיצד נגריל מספר בטווח הערכים בין שני ערכים שלמים כלשהם  $x$  ו- $y$ , כאשר ידוע ש- $x$  הוא הערך הקטן מבין השניים.
- ב. כתבו קטע תוכנית בשפת C# שיקלוט שני מספרים שלמים  $x$  ו- $y$  (כאשר  $x < y$ ), ויגריל מספר בתחום שבין  $x$  ל- $y$ . השתמשו בנוסחה שכתבתם בסעיף א'.

#### תשובה 4.28

א. הנוסחה להגרלת מספר שלם בין  $x$  ל- $y$  כאשר  $x < y$ :

```
rnd.nextInt(y - x + 1) + x
```

ב. קטע התוכנית המבוקש:

```
Console.WriteLine("Enter the small one, and then the big one: ");
int x = int.Parse(Console.ReadLine());
int y = int.Parse(Console.ReadLine());
int num = rnd.nextInt(y - x + 1) + x;
```

---

### שאלות מסכמות לפרק 4

#### שאלה 1

במכולת של חנניה מוכרים מסטיקים בקבוצות על פי גודל האריזות הקיימות בחנות, והמסטיקים הנותרים נמכרים בודדים. שווי כל מסטיק הוא 0.2 ₪. יש לפתח אלגוריתם שהקלט שלו הוא מספר המסטיקים הנמצא במכולת וגודל האריזות הקיימות בחנות (כל האריזות באותו הגודל). הפלט של האלגוריתם הוא השווי הכולל של המסטיקים בחבילות השלמות ושווי המסטיקים שנותרים לא ארוזים. למשל, עבור הקלט 7 100 הפלט הדרוש הוא 0.4 19.6. בחנו את הפלט עבור דוגמאות קלט מייצגות, והציגו את חלוקת המשימה המתוארת לתת-משימות.

#### תשובה 1

ניתוח הבעיה באמצעות דוגמאות:

- קלט: 10 50 פלט: 0 10
- קלט: 7 20 פלט: 1.4 0
- קלט: 5 54 פלט: 0.8 10

פירוק הבעיה לתת-משימות:

1. קליטת מספר המסטיקים בחנות
2. קליטת גודל האריזות בחנות
3. חישוב שווי מספר המסטיקים הארוזים בחבילות
4. חישוב שווי מספר המסטיקים שלא ארוזים
5. הצגת שווי המסטיקים הארוזים ולא ארוזים כפלט

בחירת משתנים:

numGums – שלם, מספר המסטיקים בחנות  
sizePack – שלם, מספר מסטיקים בכל אריזה  
worthWrapped – ממשי, שווי המסטיקים הארוזים  
worthNotWrapped – ממשי, שווי המסטיקים שלא ארוזים

יישום האלגוריתם :

```
/* קלט: מספר מסטיקים בחנות, וגודל אריזה
 * פלט: שווי מסטיקים ארוזים ולא ארוזים
using System;
public class Gums
{
    public static void Main()
    {
        const double PRICE_GUM = 0.2;
        int numGums, sizePack;
        double worthWrapped, worthNotWrapped;
        Console.WriteLine("Enter number of Gums: ");
        numGums = int.Parse(Console.ReadLine());
        Console.WriteLine("Enter size of package: ");
        sizePack = int.Parse(Console.ReadLine());
        worthWrapped = (numGums / sizePack) * sizePack * PRICE_GUM ;
        worthNotWrapped = (numGums % sizePack) * PRICE_GUM;
        Console.WriteLine("Worth of gums wrapped: {0}",
                           worthWrapped);
        Console.WriteLine("and not wrapped: {0}", worthNotWrapped);
    } // Main
} // Gums
```

## שאלה 2

חנניה מהמכולת מעוניין באלגוריתם אשר יעזור לו להחזיר עודף במטבעות בצורה היעילה ביותר, כלומר במספר המטבעות הקטן ביותר. בהנחה כי חנניה יכול להחזיר עודף אך ורק במטבעות של 1 ₪, של 5 ₪ ושל 10 ₪, כתבו אלגוריתם המקבל כקלט את הסכום שחנניה צריך להחזיר כעודף (מספר שלם), ומציג כפלט:

- את מספר המטבעות שיחזיר חנניה מכל סוג.
- את מספר המטבעות הכולל שיחזיר חנניה.

למשל עבור הקלט 18 יתקבל הפלט:

- 1 ₪ : 3, 5 ₪ : 1, 10 ₪ : 1
- 5 מטבעות.

ישמו את האלגוריתם בשפת C#.

## תשובה 2

ניתוח הבעיה באמצעות דוגמאות :

- קלט : 50 פלט : 10 ₪ : 5, 5 ₪ : 0, 1 ₪ : 0  
5 מטבעות
- קלט : 37 פלט : 10 ₪ : 3, 5 ₪ : 1, 1 ₪ : 2  
6 מטבעות
- קלט : 25 פלט : 10 ₪ : 2, 5 ₪ : 1, 1 ₪ : 0  
3 מטבעות

פירוק הבעיה לתת-משימות :

- קליטת הסכום הדרוש לעודף
- חישוב מספר המטבעות של 10 ₪

3. חישוב מספר המטבעות של 5 ₪
4. חישוב מספר המטבעות של 1 ₪
5. הצגת מספר המטבעות בכל סוג כפלט
6. הצגת מספר המטבעות הכולל

בחירת משתנים:

change – הסכום לעודף  
 numTen – שלם, מספר המטבעות של 10 ₪  
 numFive – שלם, מספר המטבעות של 5 ₪  
 numOne – שלם, מספר המטבעות של 1 ₪

יישום האלגוריתם:

```

/* קלט: הסכום המבוקש לעודף
 * פלט: כמה מטבעות מכל סוג במספר מינימלי של מטבעות
 */
using System;
public class Change
{
    public static void Main()
    {
        int change, numTen, numFive, numOne;
        Console.WriteLine("Enter price for change: ");
        change = int.Parse(Console.ReadLine());
        numTen = change / 10;

        // שימו לב: מספר מטבעות של 5 ₪ יכול להיות 0 או 1 בלבד
        change = change % 10;
        numFive = change / 5;

        change = change % 5;
        numOne = change;
        Console.WriteLine("\t10 NIS: {0}", numTen);
        Console.WriteLine("\t5 NIS: {0}", numFive);
        Console.WriteLine("\t1 NIS: {0}", numOne);
        Console.WriteLine("{0} coins", (numTen + numFive + numOne));
    } // Main
} // Change

```