

תאריך: 22.4.2026

מבוא למדעי המחשב – כיתה יא-1 סיבוכיות – מה צריך לדעת ואיך לענות לבגרות

מה הבודק מצפה לראות

בשאלת סיבוכיות לא מספיק לכתוב רק את התשובה הסופית.
צריך להראות בקצרה למה הגעת אליה.

בדרך כלל תשובה טובה כוללת שלושה חלקים:

1. תיאור כמה פעמים מתבצעת הפעולה העיקרית

2. נימוק קצר לפי מבנה האלגוריתם

3. מסקנה בסימון Big-O

תבנית מומלצת לתשובה

אפשר לנסח כך:

הלולאה החיצונית מתבצעת n פעמים.

בכל איטרציה שלה, הלולאה הפנימית מתבצעת ... פעמים.

לכן מספר הפעולות הכולל הוא ...

מכאן שהסיבוכיות היא $O(\dots)$

הערה:

אין צורך לדייק במספר הפעולות עד הסוף, אבל כן צריך להסביר את סדר הגודל.

- דוגמאות קוד ואיך לענות - בדפים הבאים.

דוגמה 1 – לולאה אחת

```
for (int i = 0; i < n; i++)  
    sum++;
```

נימוק אפשרי בבגרות:

הלולאה מתבצעת n פעמים.
בכל פעם מתבצעת פעולה אחת בזמן קבוע.
לכן מספר הפעולות הכולל הוא בערך n .
מכאן שהסיבוכיות היא $O(n)$.

דוגמה 2 – שתי לולאות מקוננות רגילות

```
for (int i = 0; i < n; i++)  
    for (int j = 0; j < n; j++)  
        sum++;
```

נימוק אפשרי בבגרות:

הלולאה החיצונית מתבצעת n פעמים.
בכל פעם שהלולאה החיצונית מתבצעת, הלולאה הפנימית מתבצעת n פעמים.
לכן מספר הפעולות הכולל הוא $n*n$.
מכאן שהסיבוכיות היא $O(n^2)$.

דוגמה 3 – לולאה פנימית שתלויה בחיצונית

```
for (int i = 0; i < n; i++)  
    for (int j = 0; j < i; j++)  
        sum++;
```

נימוק אפשרי בבגרות:

הלולאה החיצונית מתבצעת n פעמים.
בפעם הראשונה הלולאה הפנימית מתבצעת 0 פעמים,
בפעם השנייה 1 פעם,
בפעם השלישית 2 פעמים,
וכך הלאה,
עד שבפעם האחרונה היא מתבצעת בערך n פעמים.

לכן מספר הפעולות הכולל הוא:
 $0 + 1 + 2 + \dots + (n-1)$

סכום זה הוא מסדר גודל n^2 .
מכאן שהסיבוכיות היא $O(n^2)$.

דוגמה 4 – לולאת while עם חצייה

```
while (n > 1)
    n = n / 2;
```

נימוק אפשרי בבגרות:

בכל איטרציה הערך של n קטן פי 2.
לכן מספר האיטרציות הוא מספר הפעמים שאפשר לחלק את n ב-2 עד שמגיעים ל-1.
מספר זה הוא בערך $\log n$
מכאן שהסיבוכיות היא $O(\log n)$

הערה: סיבוכיות לוגריתמית נחשבת לקשה יותר. הנימוק הזה הוא מספיק טוב.

דוגמה 5 – מעבר על רשימה מקושרת

```
Node<int> p = lst;
while (p != null)
{
    sum++;
    p = p.GetNext();
}
```

נימוק אפשרי בבגרות:

הלולאה עוברת על כל איברי הרשימה פעם אחת בלבד.
אם ברשימה יש n איברים, אז הלולאה מתבצעת n פעמים.
בכל פעם מתבצעת פעולה בזמן קבוע.
לכן הסיבוכיות היא $O(n)$

דוגמה 6 – שתי לולאות עם שני משתנים

```
for (int i = 0; i < n; i++)
    for (int j = 0; j < m; j++)
        sum++;
```

נימוק אפשרי בבגרות:

הלולאה החיצונית מתבצעת n פעמים.
בכל פעם שהלולאה החיצונית מתבצעת, הלולאה הפנימית מתבצעת m פעמים.
לכן מספר הפעולות הכולל הוא n כפול m .
מכאן שהסיבוכיות היא $O(n*m)$.

דוגמה 7 – שני חלקים נפרדים

```
for (int i = 0; i < n; i++)  
    sum++;  
  
for (int j = 0; j < m; j++)  
    sum++;
```

נימוק אפשרי בבגרות:

- הלולאה הראשונה מתבצעת n פעמים.
- הלולאה השנייה מתבצעת m פעמים.
- לכן מספר הפעולות הכולל הוא $n + m$.
- מכאן שהסיבוכיות היא $O(n + m)$.

כללים חשובים בניסוח תשובה

1. לא כותבים רק את השורה הסופית
לא מספיק לכתוב:
 $O(n^2)$

צריך לכתוב גם למה.

2. מתארים כמה פעמים מתבצעת הפעולה
הבודק רוצה לראות שהבנת את מבנה האלגוריתם.

3. אין צורך בחישוב מדויק מדי
לא צריך לפתח נוסחה מלאה של סדרה חשבונית,
אבל כן מותר ואף טוב לכתוב:
 $1 + 2 + \dots + n$
ואז להסביר שזה מסדר גודל n^2 .

4. שומרים רק את סדר הגודל, **כלומר את הגורם הגדול (המשמעותי ביותר) וגם מתעלמים מקבועים!** לדוגמא:

לא כותבים: $O(2*n)$ ← אלא $O(n)$

$O(n^2 + n)$ הופך ל- $O(n^2)$

5. לא מאחדים סתם שני משתנים
 $O(n*m)$ לא הופך ל- $O(n^2)$
אלא אם כן ידוע ש- $n = m$

טעויות נפוצות

טעות 1 ← לכתוב רק תשובה סופית בלי הסבר

טעות 2 ← לכתוב $O(2*n)$ במקום $O(n)$

טעות 3 ← לראות שתי לולאות וישר לכתוב $O(n^2)$ גם כאשר הלולאה הפנימית תלויה ב- m

טעות 4 ← לכתוב נימוק מעורפל מדי, למשל: יש שתי לולאות ולכן זה ריבועי.
זה לא תמיד מספיק ולא תמיד נכון

ניסוחים טובים שכדאי לאמץ

הלולאה מתבצעת n פעמים.

בכל איטרציה מתבצעת פעולה בזמן קבוע.

לכן מספר הפעולות הכולל הוא בערך n והסיבוכיות היא $O(n)$

הלולאה החיצונית מתבצעת n פעמים, ובכל אחת מהן הלולאה הפנימית מתבצעת n פעמים.

לכן מספר הפעולות הכולל הוא $n*n$.

הסכום $1 + 2 + n + \dots$ הוא מסדר גודל של n^2

מכאן שהסיבוכיות היא $O(n^2)$.

סיכום

כדי לקבל את מלוא הנקודות, לא מספיק לזהות את הסיבוכיות.
צריך גם לנמק אותה בצורה קצרה, ברורה ומדויקת.

המטרה היא להראות:

כמה פעמים האלגוריתם מבצע את הפעולה העיקרית,
ולמה זה מוביל לסדר הגודל שכתבת.