

## מבוא לעיבוד תמונות – דוח מסכם חלק א'

### מגישים

	1
שם:	מוחמד גנאים
מספר סטודנט:	207965922
קורס מעבדה:	מעבדה בחשמל 2

	2
שם:	כריסטיאן שקור
מספר סטודנט:	208157826
קורס מעבדה:	מעבדה בחשמל 4

תאריך הגשה:	21-May-2023
סמסטר:	אביב תשפ"ג

## משימה 1

א. עיינו במידע המוצג. מהו גודל הקובץ המחזיק את התמונה?

53630 Bits

ב. מהי רמת ההארה הנמוכה ביותר בתמונה (ערך הפיקסל הנמוך ביותר)?

0

מהו הערך הגבוה ביותר?

250

מהו הערך הממוצע?

98.9473

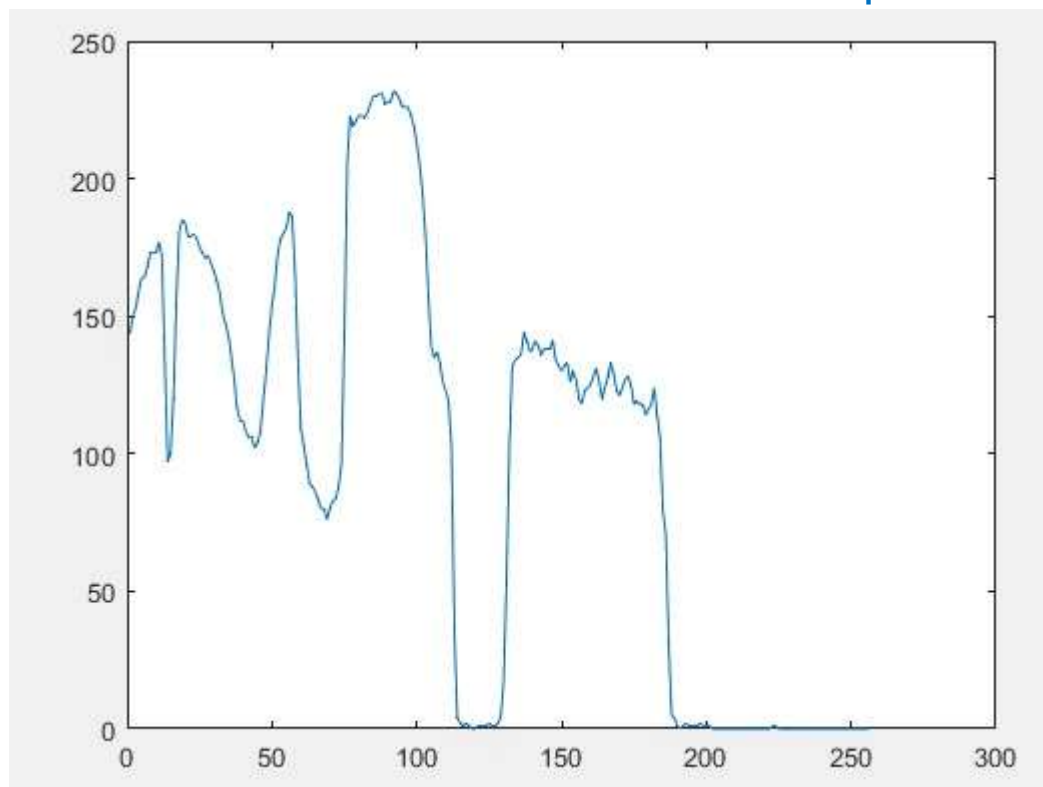
האם התמונה מנצלת את כל תחום ההארה המותר?

לא, מכיוון שהצבע המקסימלי הוא 250 לעומת 255 המקסימלי האפשרי.

ג. מה מספר הפיקסלים בעלי ערך 18?

37

ד. הציגו את הגרף.

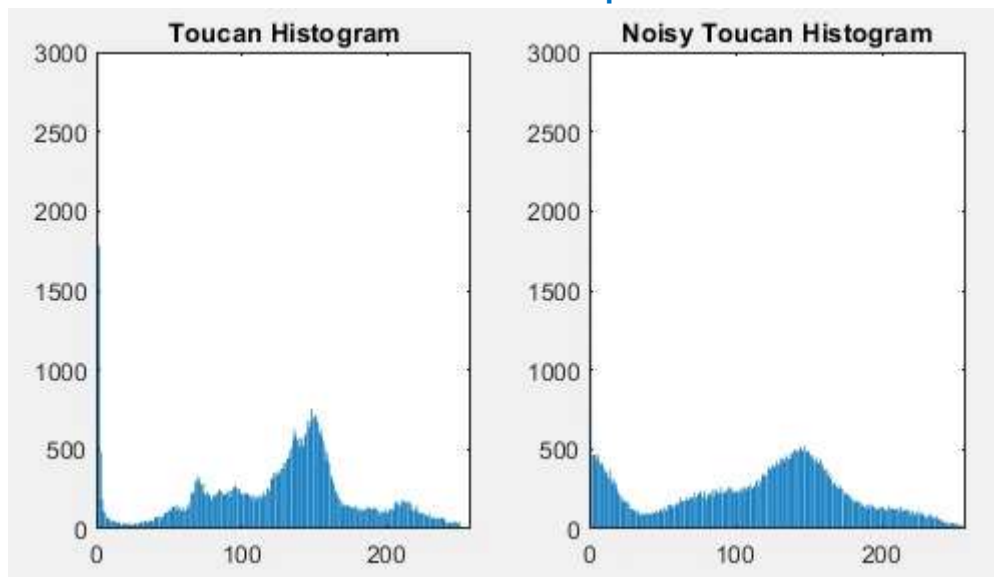


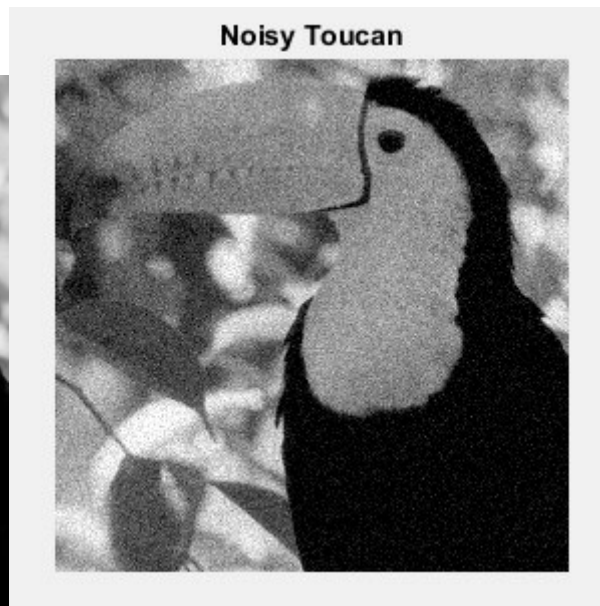


### הסבירו את ההתאמה בין הגרף לתוכן התמונה.

ניתן לראות בתמונה עצמה שהחל משמאל התמונה מכילה גוונים שונים של אפור וזה מתבטא בערכים שמקבלים בהתחלה, לאחר מכן עוברים לצבע שחור(ערך 0) ושוב לצבע לבן(ערכים קרובים ל 250) ושוב לשחור עד הסוף

### ה. הציגו את ההיסטוגרמות שהתקבלו.





### פרטו מהם ההבדלים בין ההיסטוגרמות.

ההבדל בין שתי ההיסטוגרמות הוא שבהיסטוגרמה noisy Toucan התפלגות מנורמלת יחסית להיסטוגרמה הרגילה. ניתן לראות בתמונה שהתווסף רעש וכעת התמונה פחות חדה.

### 1. הציגו את התוצאה שהתקבלה.





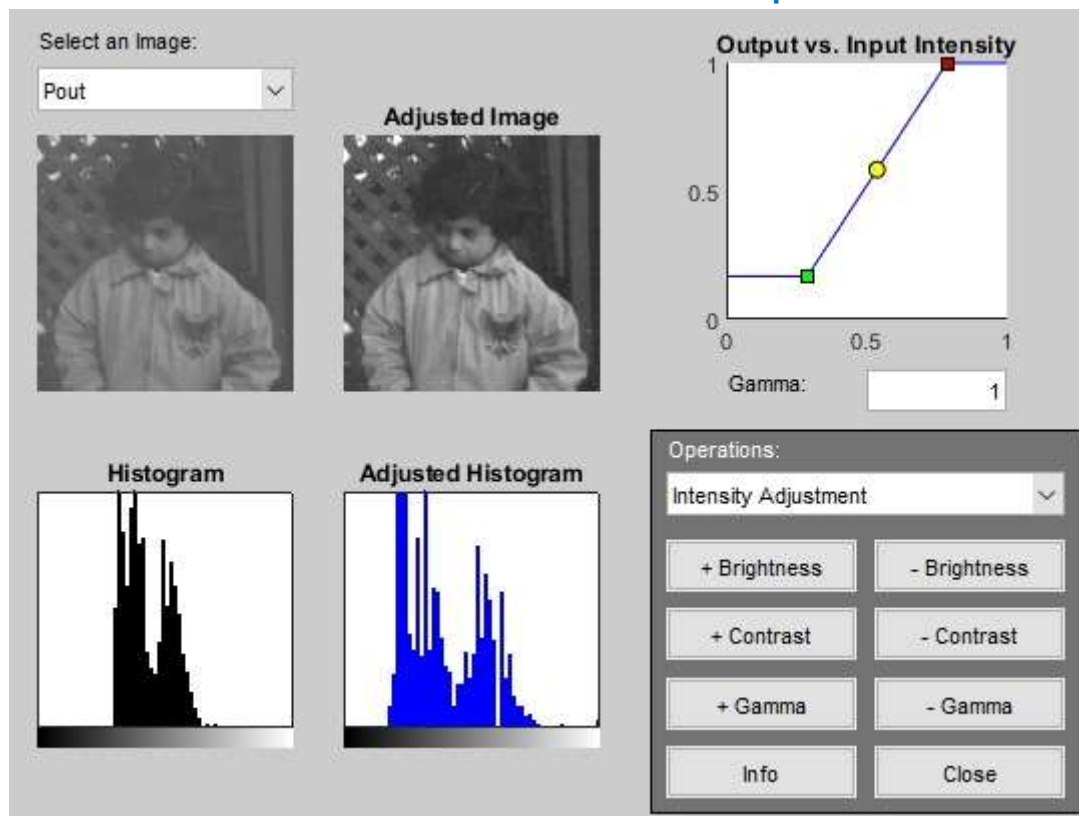
### האם התמונה נראית טבעית? אם לא, מדוע?

התמונה לא נראית טבעית והסיבה לכך היא שקיימים גוונים שונים של אפור שקרובים מאוד ללבן ולכן לא נוכל להפריד ביניהם על ידי ערכי הפיקסלים בלבד מכיוון שאנחנו לא רוצים להשחירם.

## משימה 2

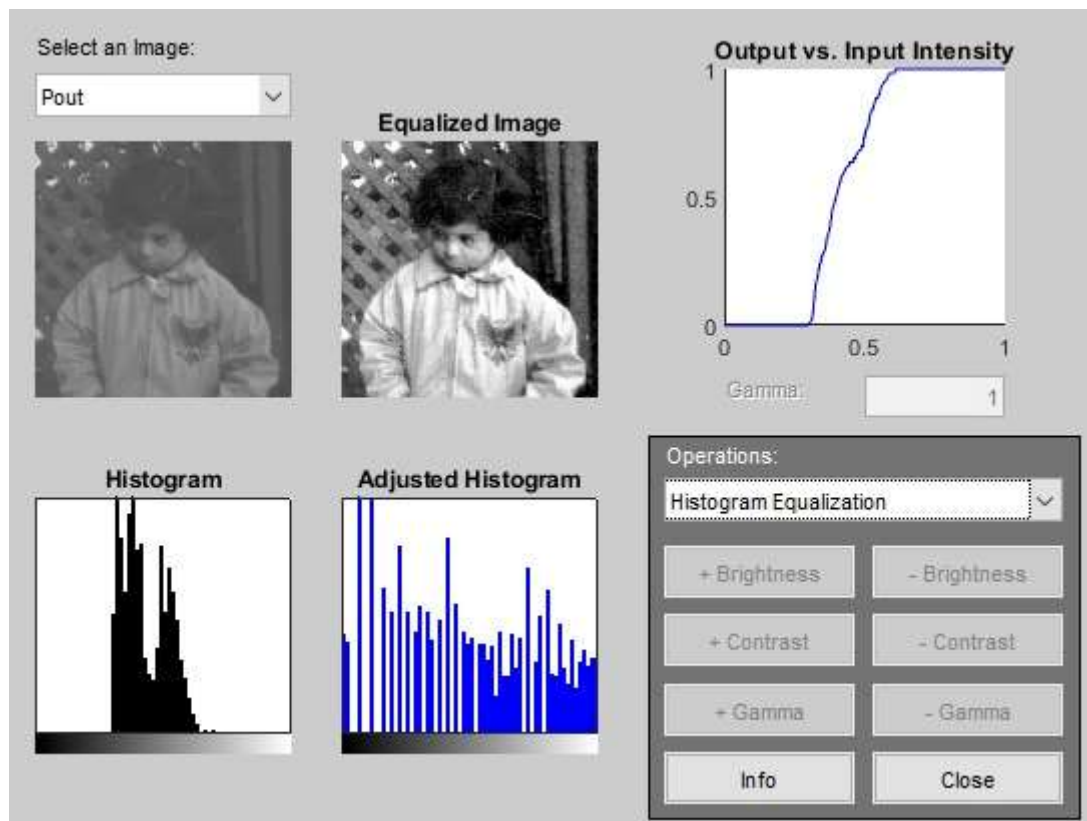
ב. האם כל התחום של ערכי האפור מנוצל?  
לא.

הציגו את התוצאה שהתקבלה. הסבירו איכותית כיצד התמונה השתנתה.



ניתן לראות כעת שהתמונה תופסת את רוב התחום הדינאמי ומנצלת בצורת יותר טובה את העוצמות בין 0-255

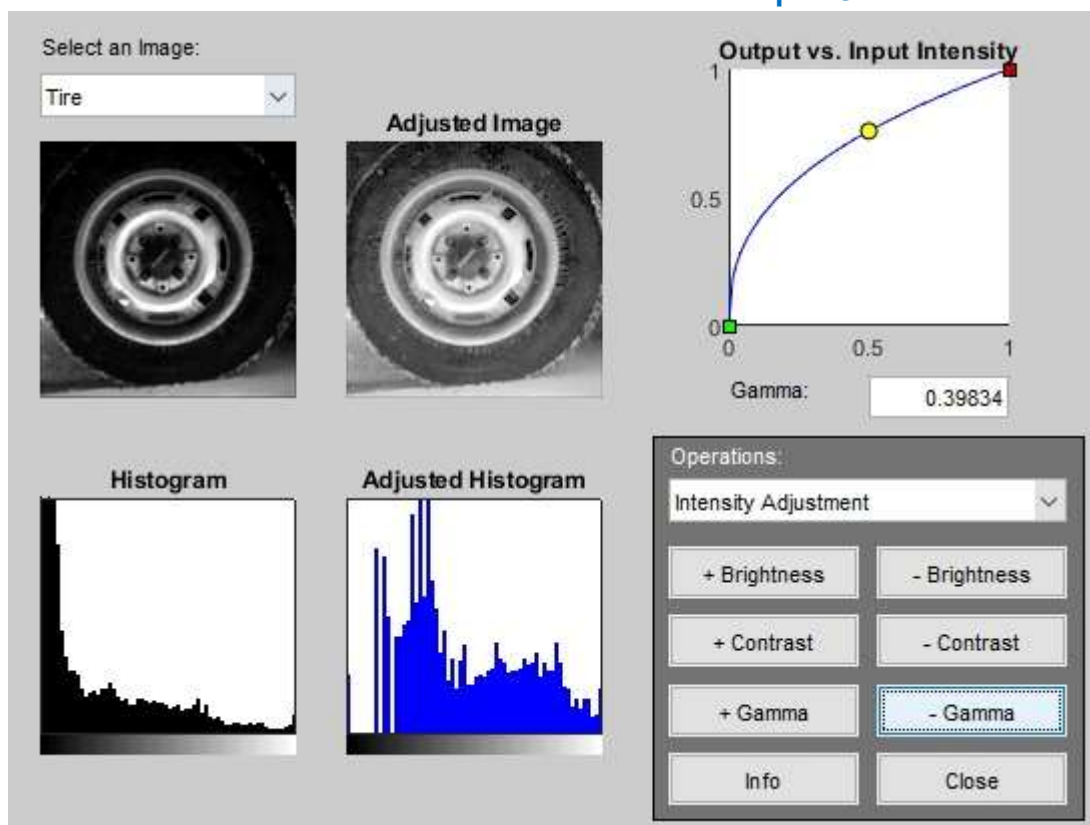
ג. הסבירו את ההבדל בין תוצאת סעיף זה לבין תוצאת הסעיף הקודם.



איזו פעולה נותנת תוצאה טובה יותר לדעתכם, ומדוע?

ניתן לראות שכעת יש יותר שוויון בין העוצמות השונות בתמונה ויש ניצול יותר גדול של הטווח. בפרט ניתן לראות שכעת יש יותר פקסלים לבנים בתמונה.

ד. הציגו את התוצאה שהתקבלה.

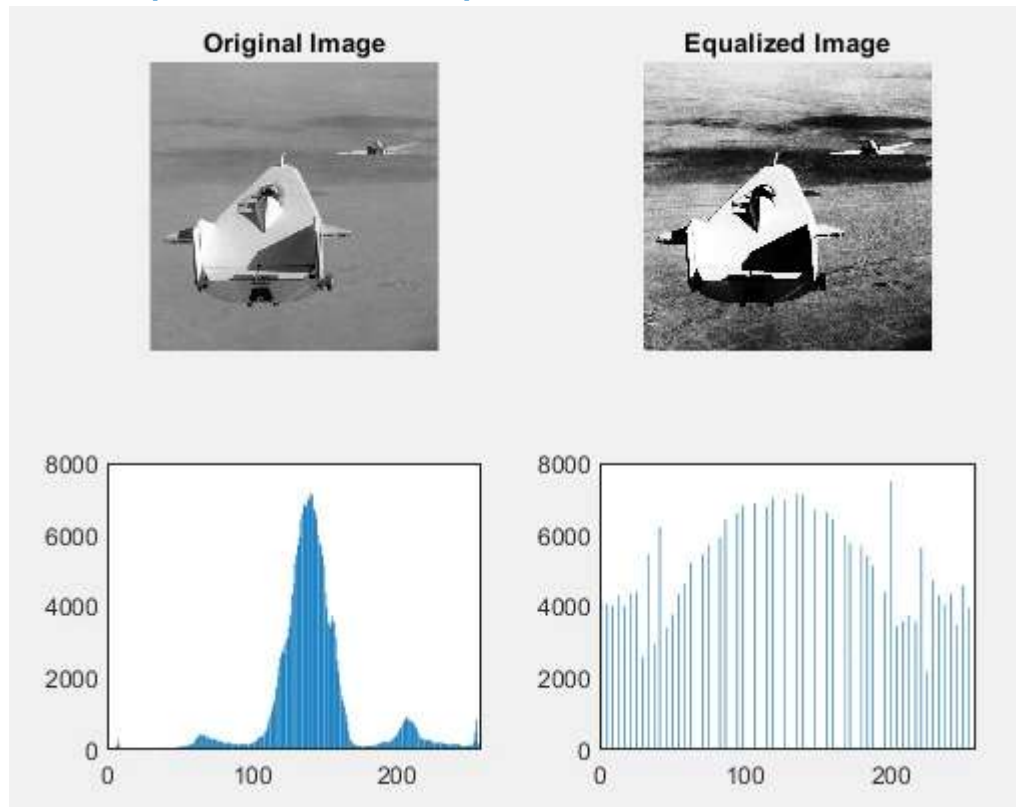




איזה ערך גמא מניב את התוצאה הטובה ביותר לדעתכם?

ערך גאמה אופטימלי 0.51

ה. הציגו את התמונות ואת ההיסטוגרמות שלהן לפני ואחרי ביצוע הפונקציה.



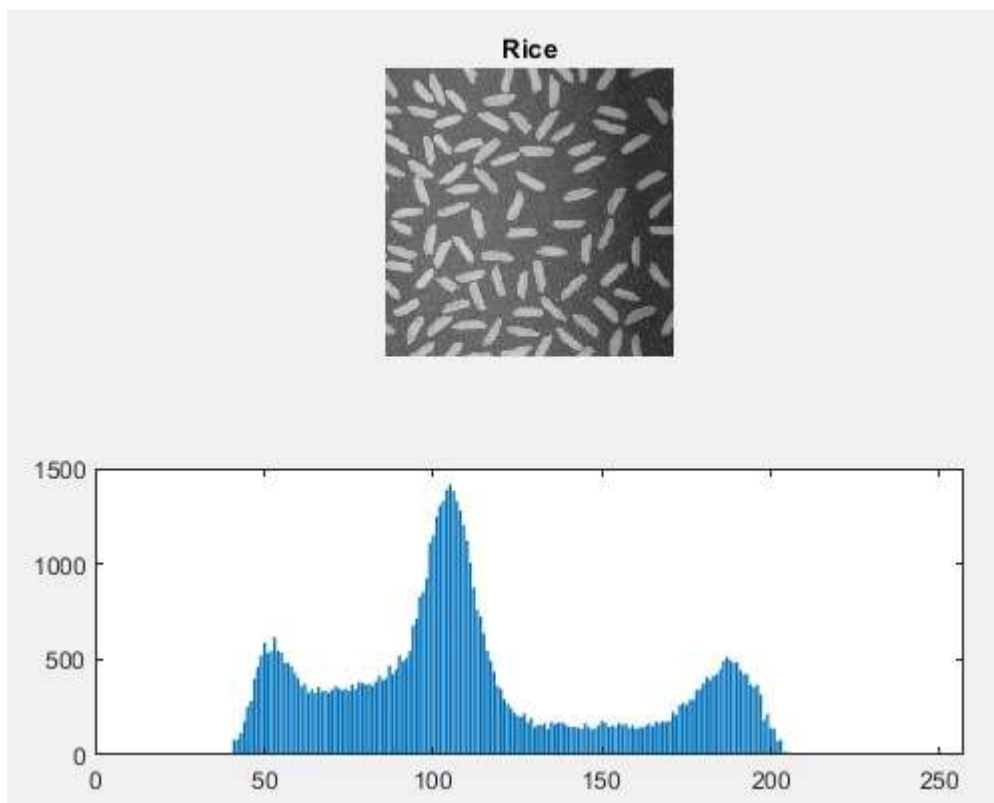
**פרטו והסבירו את ההבדלים בין התמונות ובין ההיסטוגרמות.**

ניתן לראות את ההבדל בין שתי ההיסטוגרמות כך שעבור ההיסטוגרמה equalized תחום ערכי הפיקסלים כעת מקבל יותר ערכים בשונה מההיסטוגרמה המקורית(תופסת יותר מהתחום הדינאמי) שמקבלת מקסימום באמצע ולכן מקבלים היסטוגרמה שוויונית יותר.



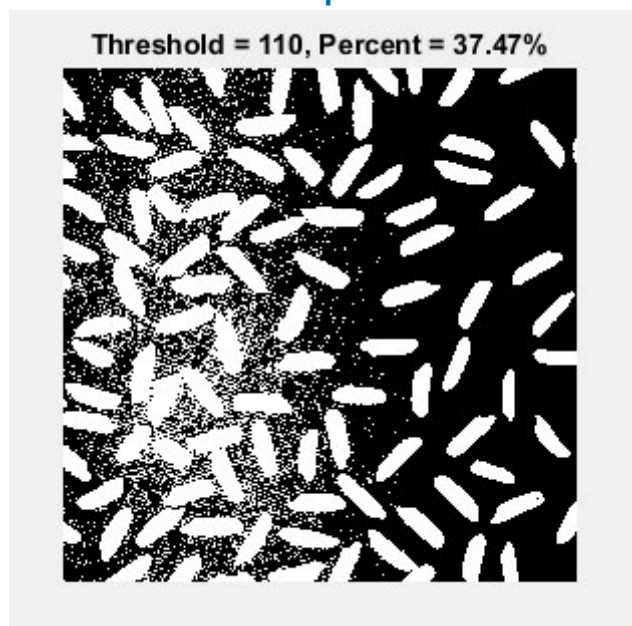
### משימה 3

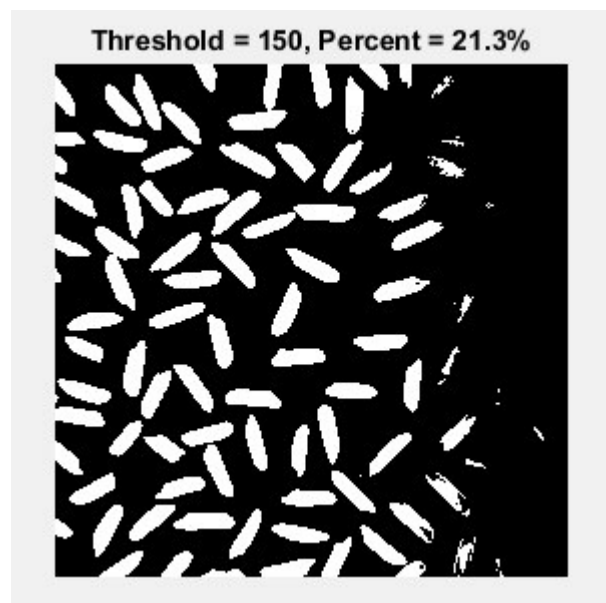
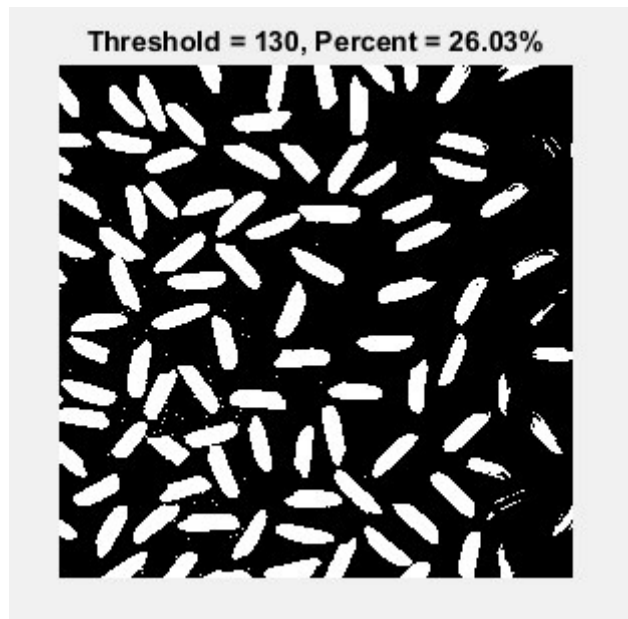
א. הציגו את התמונה ואת ההיסטוגרמה שלה.



שערו (ללא בדיקה), איזה ערך סף שנפעיל על התמונה יפריד את גרגרי האורז מן הרקע?  
125

ב. הציגו את התמונות שהתקבלו.





#### **תארו והסבירו את התוצאות.**

ניתן לראות ב 3 התמונות שקבענו ערך Threshold שונה כל פעם וקיבלנו תוצאות שונות. החל מ 110 קיבלנו אחוז פקסלים לבנים מסוים וככל שהעלינו את ה Threshold האחוז ירד וחלק מגרגרי האורז נצבע בשחור.

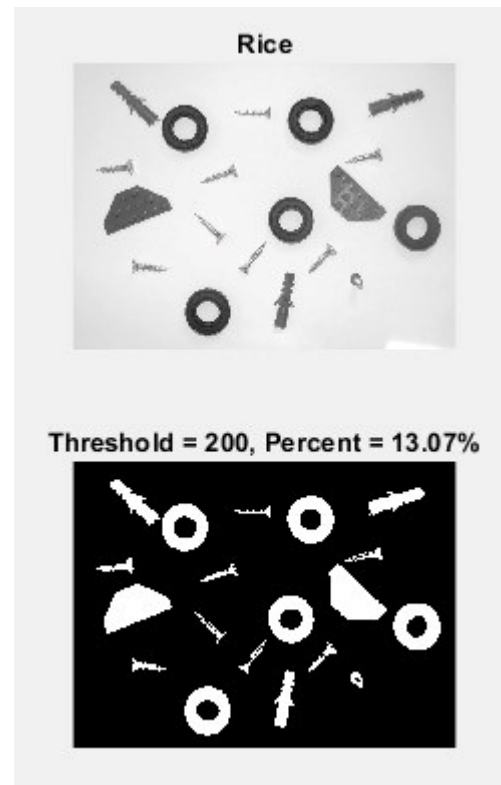
#### **מהו אחוז הפיקסלים הלבנים בכל אחת מהתמונות?**

מופיע בכותרת של כל תמונה.

#### **האם מצאתם ערך סף המפריד במדויק את כל הגרגירים מהרקע? אם כן, מהו?**

שיחקנו בערך ה- THRESH וגילינו שאין ערך מדויק שמציג את כל גרגרי האורז בצורה מדויקת אבל הערך 125~ קרוב לזה.

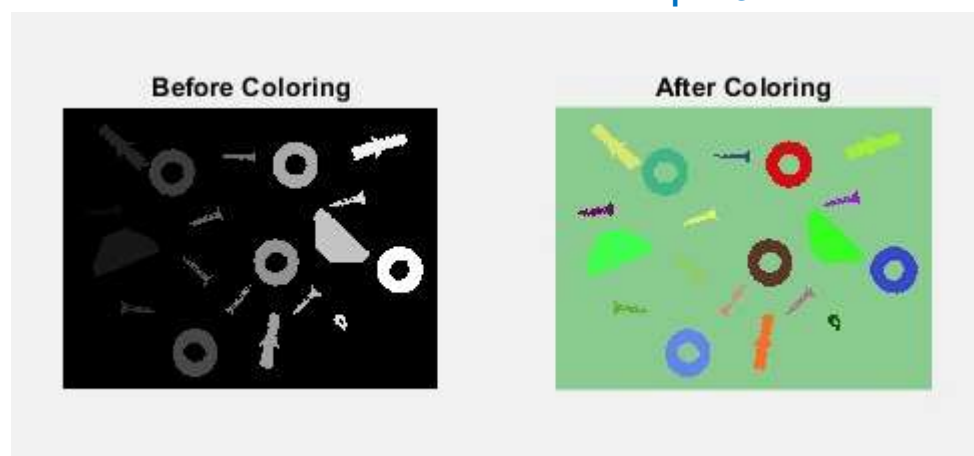
#### **ג. הציגו את התמונה הסופית שהתקבלה.**



איזה ערך סף בחרתם?

200

ד. הציגו את התוצאה שהתקבלה.



מה המשמעות של הערך של כל פיקסל בתמונת התינוג (לפני הצביעה)?

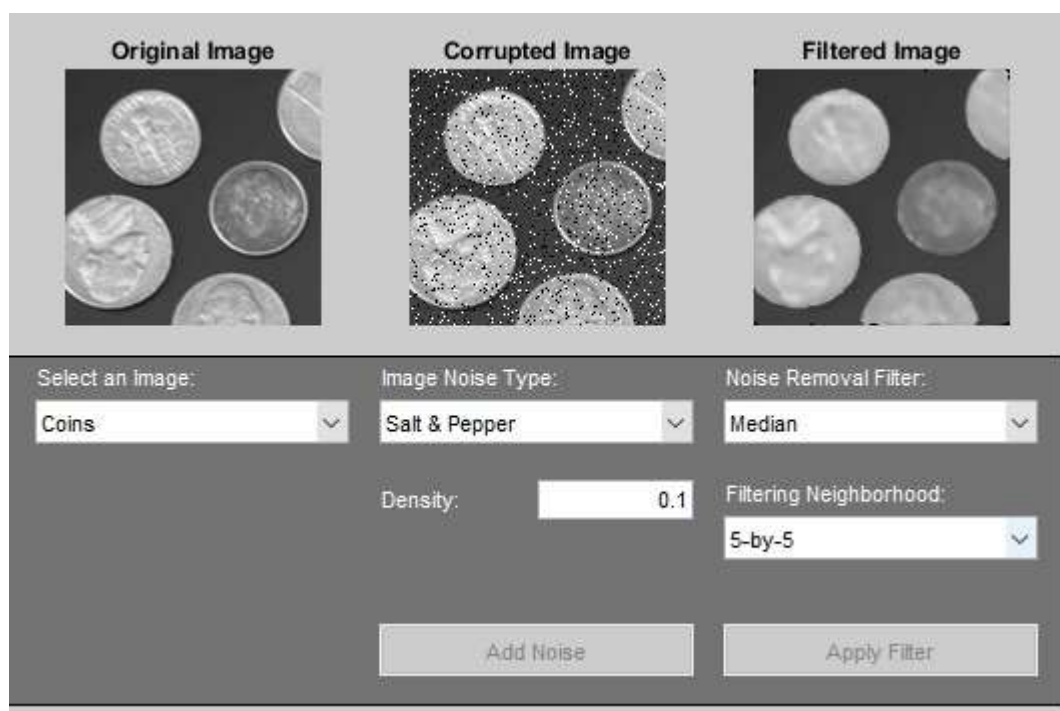
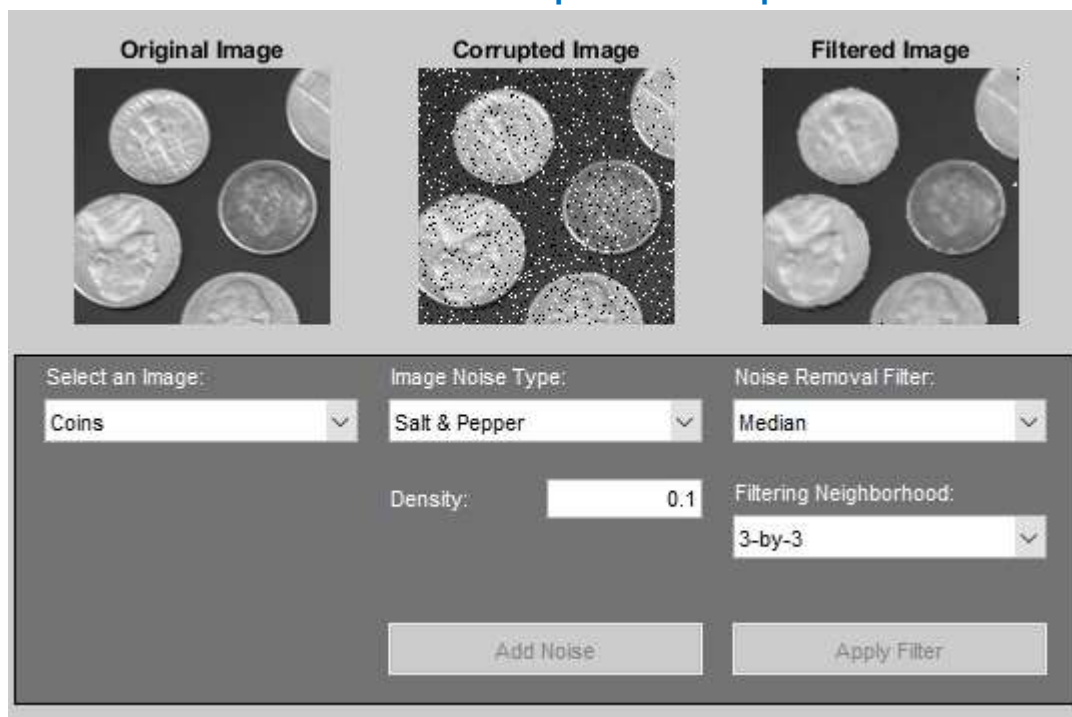
מדובר בערך label שונה לכל עצם שמייצג גוון שונה של אפור.

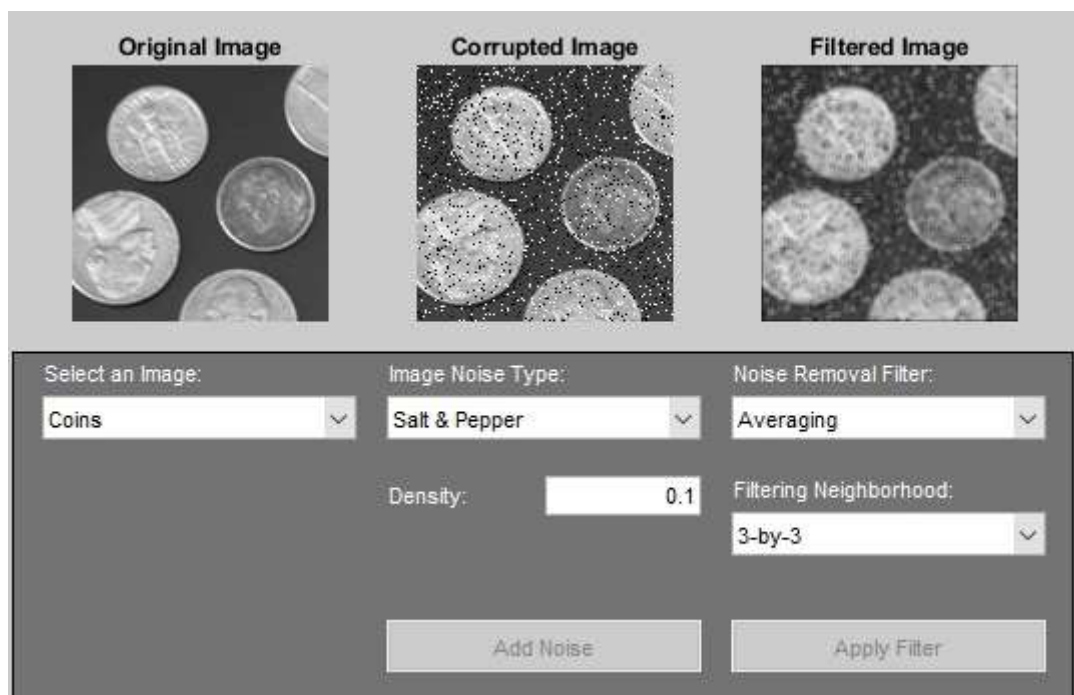
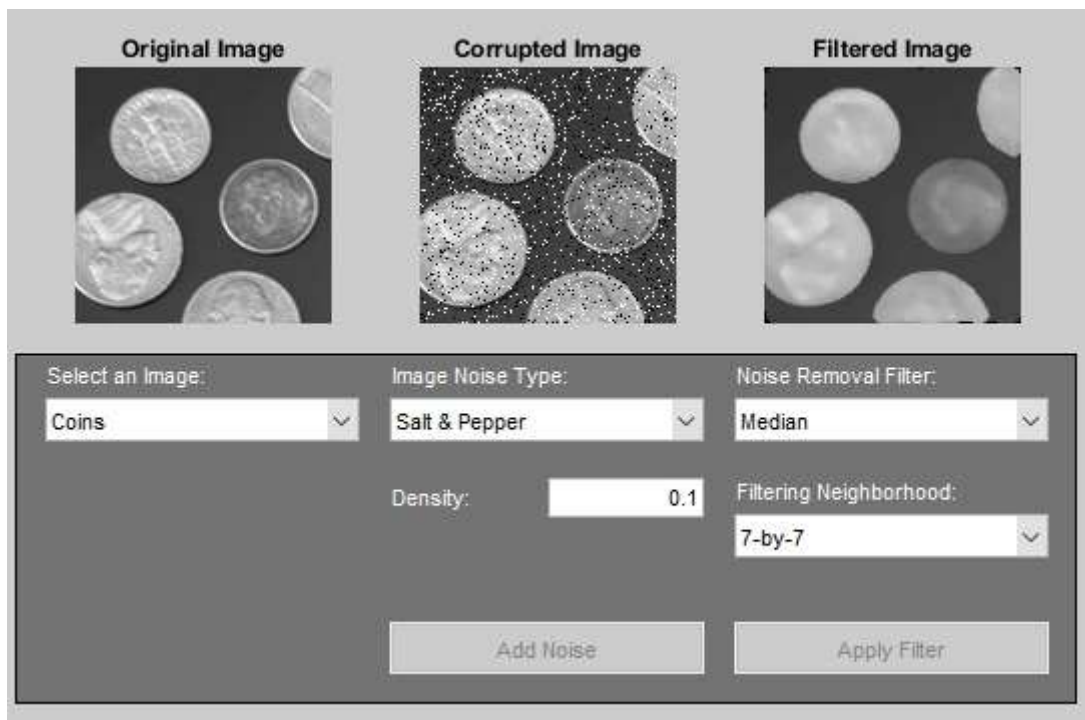
האם מספר העצמים שזוהה זהה למספר החפצים בתמונה המקורית? אם לא, הסבירו מדוע.

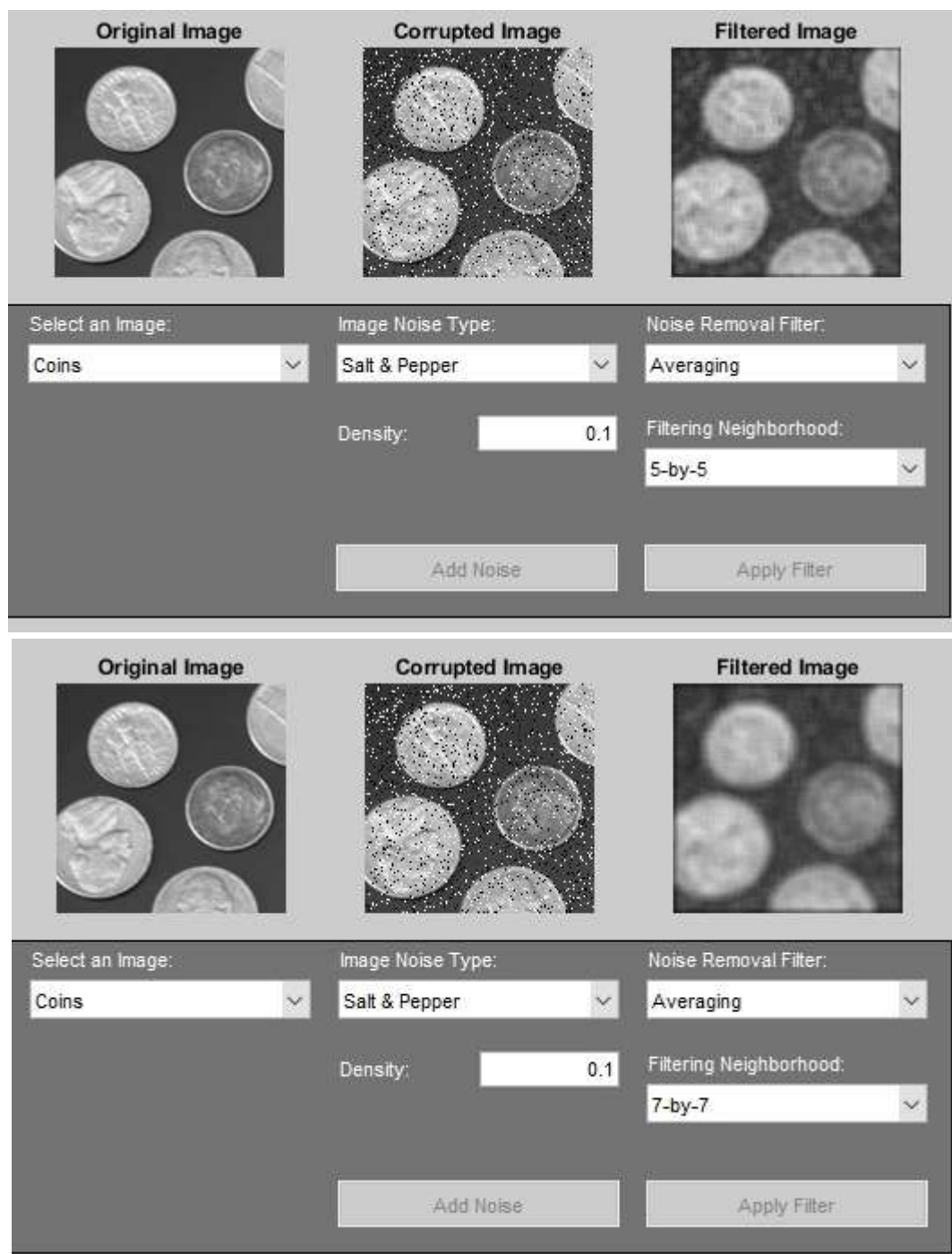
CC.NumObjects = 21. בתמונה יש 19 עצם והרקע שהוא ה- 20. לכן זוהה עצם "פקטיבי" נוסף.

## משימה 4

ב. הציגו את התוצאות שהתקבלו והשוו ביניהן.







### מתי מתקבלת התוצאה הטובה ביותר? מדוע?

מסנן ה-averaging לא מצליח לסנן את הרעש מכיוון שהוא בנוסף ממצע את ערכי הרעש בתמונה בכל הפלטרס. לעומתו מסנן ה-median מוצלח יותר ובמיוחד עבור פילטר  $3 \times 3$ . ניתן לראות שעבור פילטרס יותר גדולים התמונה יותר מטושטשת עבור שני המסננים.

ג. הציגו את התוצאות שהתקבלו והשוו ביניהן.



Original Image

Corrupted Image

Filtered Image

Select an Image:

Image Noise Type:

Noise Removal Filter:

Pepper

Gaussian

Median

Mean:

0.0

Variance:

0.01

Filtering Neighborhood:

3-by-3

Add Noise

Apply Filter

Original Image

Corrupted Image

Filtered Image

Select an Image:

Image Noise Type:

Noise Removal Filter:

Pepper

Gaussian

Median

Mean:

0.0

Variance:

0.01

Filtering Neighborhood:

5-by-5

Add Noise

Apply Filter



Select an Image: Pepper

Image Noise Type: Gaussian

Noise Removal Filter: Median

Mean: 0.0

Variance: 0.01

Filtering Neighborhood: 7-by-7

Add Noise Apply Filter

Select an Image: Pepper

Image Noise Type: Gaussian

Noise Removal Filter: Averaging

Mean: 0.0

Variance: 0.01

Filtering Neighborhood: 3-by-3

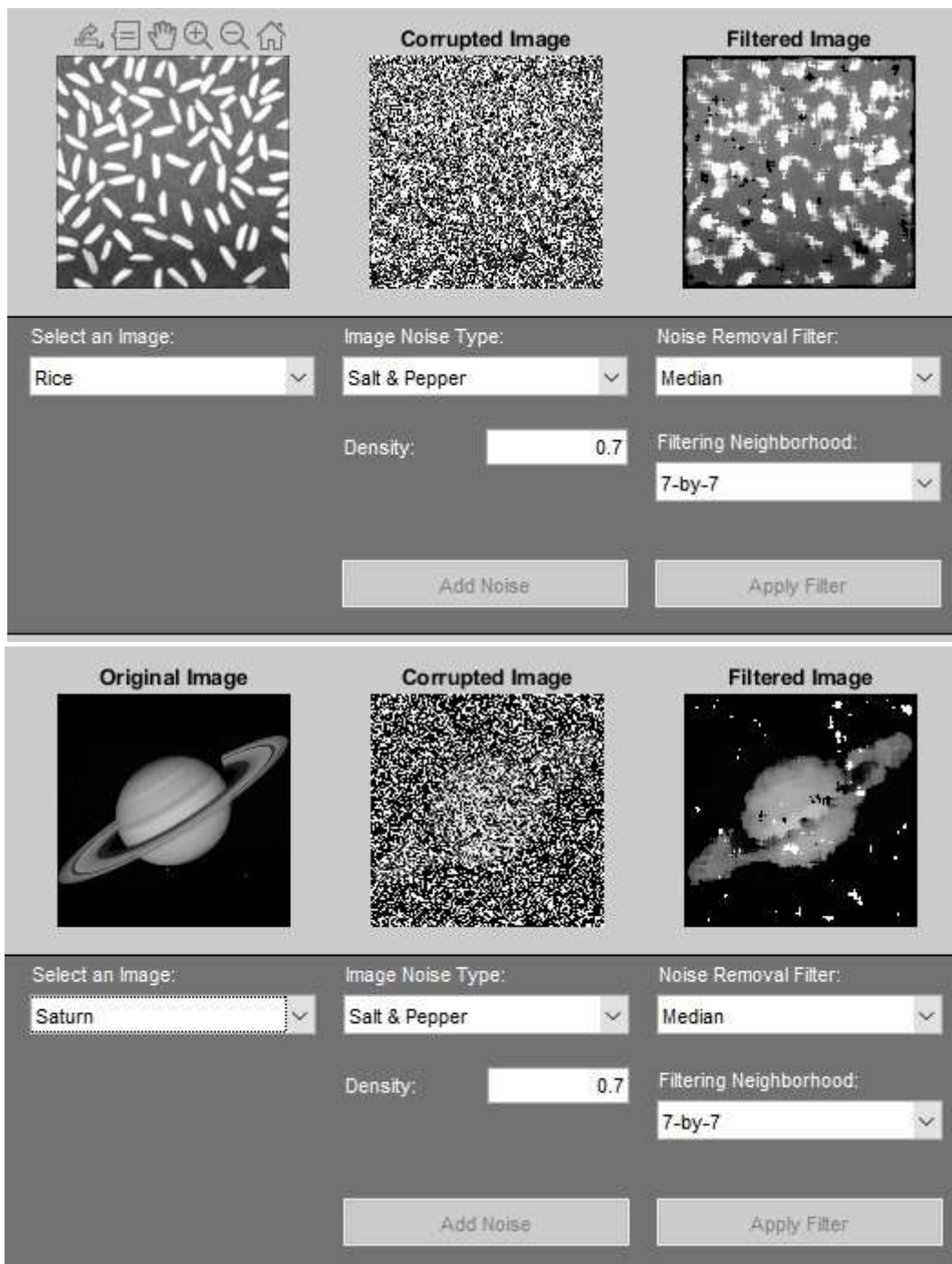
Add Noise Apply Filter



### איזה מסנן שומר על השפות יותר טוב? הסבירו מדוע.

מסנן חציון טישטש את התמונות אך שמר בצורה מספיקה על השפות וניתן לראות אותן. לעומתו מסנן ה- averaging מרח את הרעש על התמונה במקום להסירה. ככל שהפילטר גדול יותר הטשטוש יותר חמור.

ד. הציגו את התוצאות שהתקבלו.



**איזו תוצאה מובנת יותר? מדוע?**

התמונה של Saturn יותר ברורה מכיוון שיש הפרדה יותר ברורה בין העצם לרקע בהשוואה לגרגירי האורז.

**האם יש קשר לגודל המסנן? לאופי התמונה?**

כן. עבור גרגירי האורז הקטנים מסנן גדול הורס את התמונה לעומת התמונה של Saturn שבה יש עצם אחד גדול והמסנן הגדול עובד שם יותר טוב.

**ה. נסו להעריך, איזה סוג של טשטוש עברה התמונה המקורית?**

motion blur

**כיצד יכול להתקבל טשטוש כזה?**

יכול להתקבל על ידי תנועה של המצלמה בעת צילום.

**מהו המסנן שמצאתם?**

מסנן motion עם  $\theta = 0$  ו-  $\text{len} = 7$

ו. הציגו את התוצאה שהתקבלה.



האם היא זהה לתמונה המקורית?

לא.

האם היא מטושטשת?

כן.

איזו בעיה מופיעה בתמונה זו?

התמונה מטושטשת וקיים שכפול של השפות.

מדוע מופיעה בעיה זו? פרטו ככל הניתן.

motion blur נגרם בעקבות קונבולוציה עם חלון, ולכן פונקציית ה-Sync במישור התדר. ה-sync מתחיל להתאפס ככל שמתרחקים מהאפס, ומכיוון שעבור השפות בתמונה התדר גבוהה המסנן ההפוך לא מוגדר ולא ניתן לשחזר את השפות בצורה מדויקת. והטשטוש ישאר

האם פעולת הקונבולוציה במקרה זה היא פעולה הפיכה?

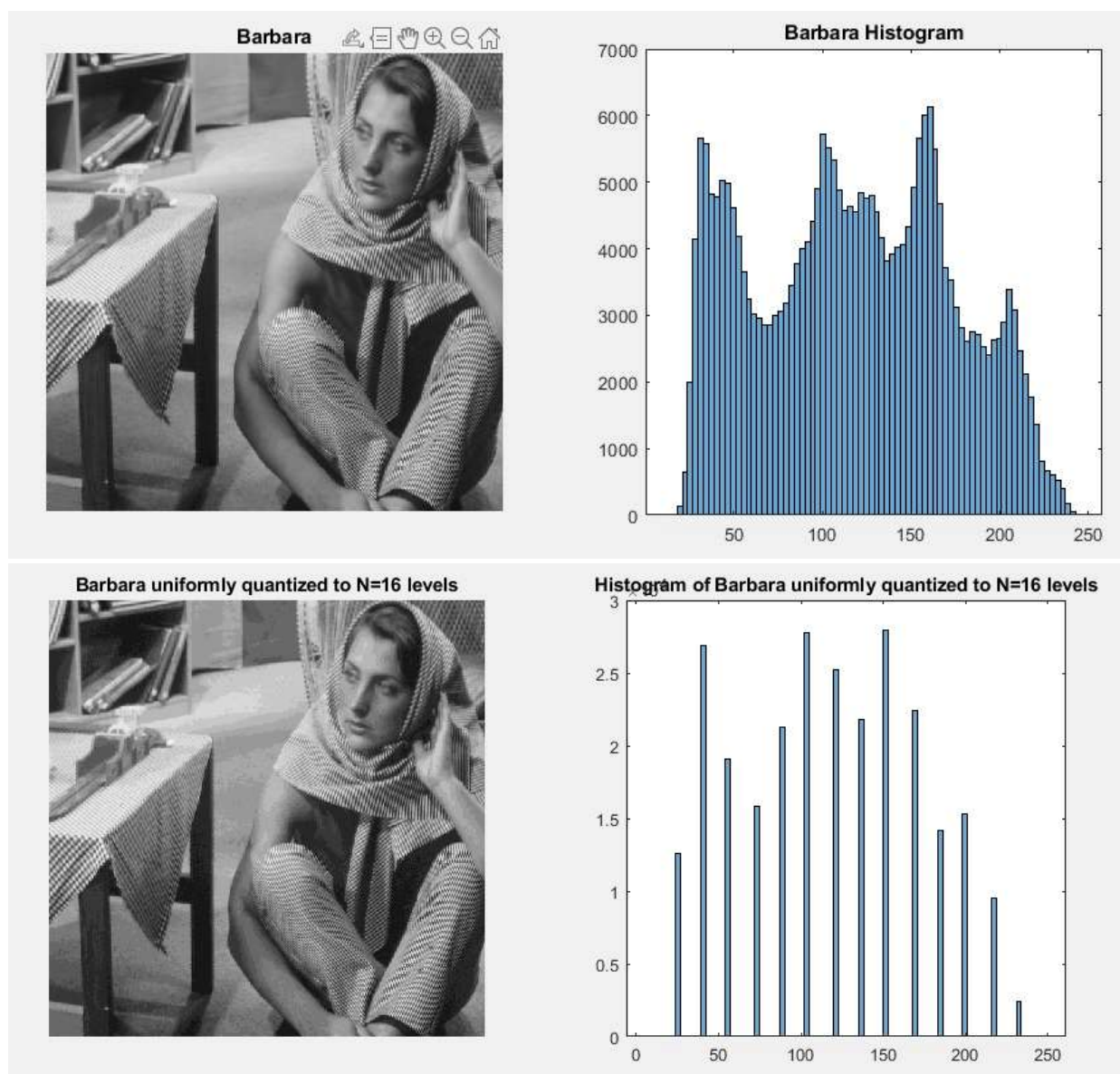
לא. קיימים אפסים עבור התמרת פוריה של המסנן.

באיזה תנאים מתקיימת הפיכות עבור מסנן זה?

בתדרים המופיעים בתמונה התמרת פוריה לא מתאפסת עבור המסנן המקורי.

## משימה 5

א. הציגו את כל התוצאות שהתקבלו.

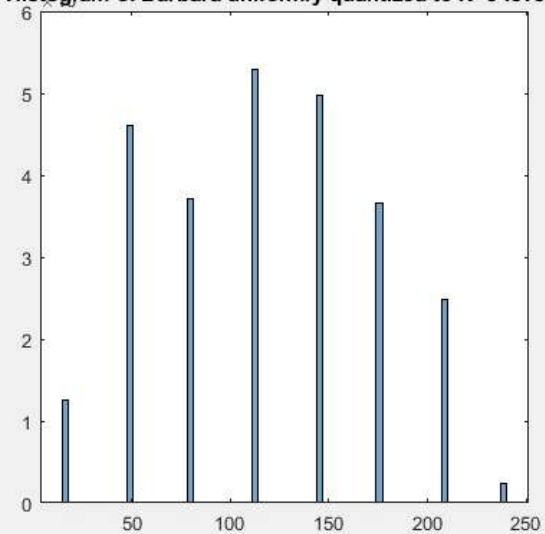




Barbara uniformly quantized to N=8 levels



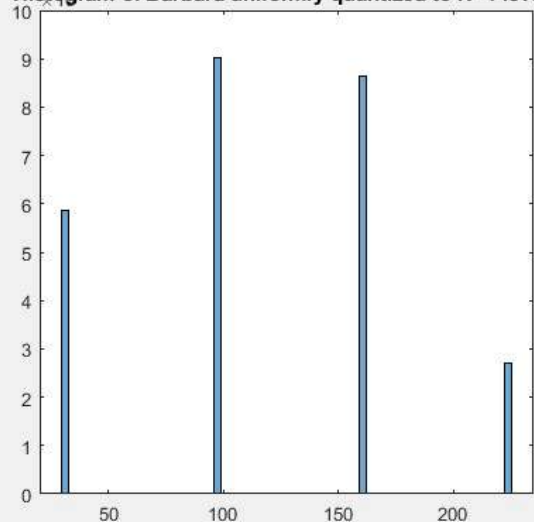
Histogram of Barbara uniformly quantized to N=8 levels



Barbara uniformly quantized to N=4 levels



Histogram of Barbara uniformly quantized to N=4 levels



MSE:

N=16 -> 21.8094

N=8 -> 90.6158

N=4 -> 294.3289

**איזו תוצאה הכי טובה ויזואלית?**

התוצאה הראשונה עבור N=16.

**איזו תוצאה הכי טובה לפי MSE?**

גם כאן זו של N=16

**מה דעתכם על איכות התוצאות?**

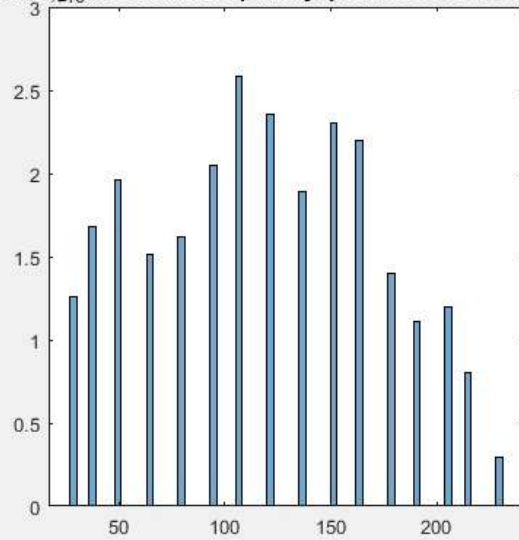
האיכות יותר טובה ככל שמעלים את רמת הקוונטציה. האיכות הכי טובה שקיבלנו היא עבור N=16. למרות זאת עדיין קיים רעש קטן.

**ב. הציגו את התוצאות שהתקבלו.**

Barbara optimally quantized to N=16 levels



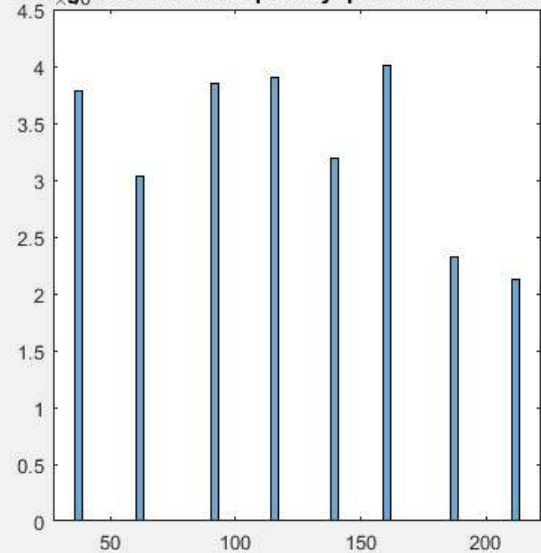
Histogram of Barbara optimally quantized to N=16 levels



Barbara optimally quantized to N=8 levels



Histogram of Barbara optimally quantized to N=8 levels

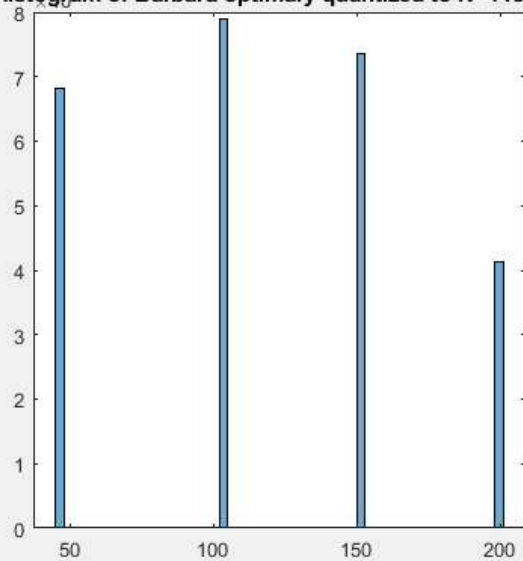




Barbara optimally quantized to N=4 levels



Histogram of Barbara optimally quantized to N=4 levels



MSE:

$N=4 \rightarrow 196.9491$

$N=8 \rightarrow 54.7253$

$N=16 \rightarrow 15.4805$

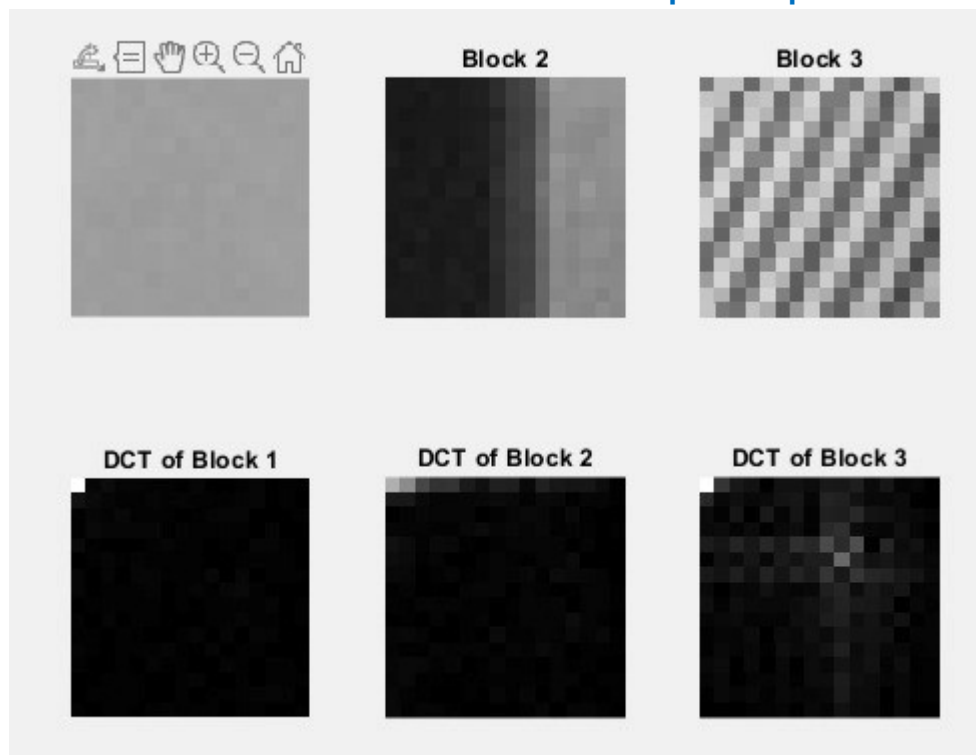
**האם האיכות השתפרה? וה-MSE?**

האיכות השתפרה וכך גם ה-MSE

**מה השוני בהיסטוגרמות לעומת סעיף א'?**

כעת הקוונטציה אינה אוניפורמית אלא מותאמת לגוונים השונים בתמונה ולכן התמונה יותר ברורה.

**ג. הציגו את הבלוקים שהתקבלו.**



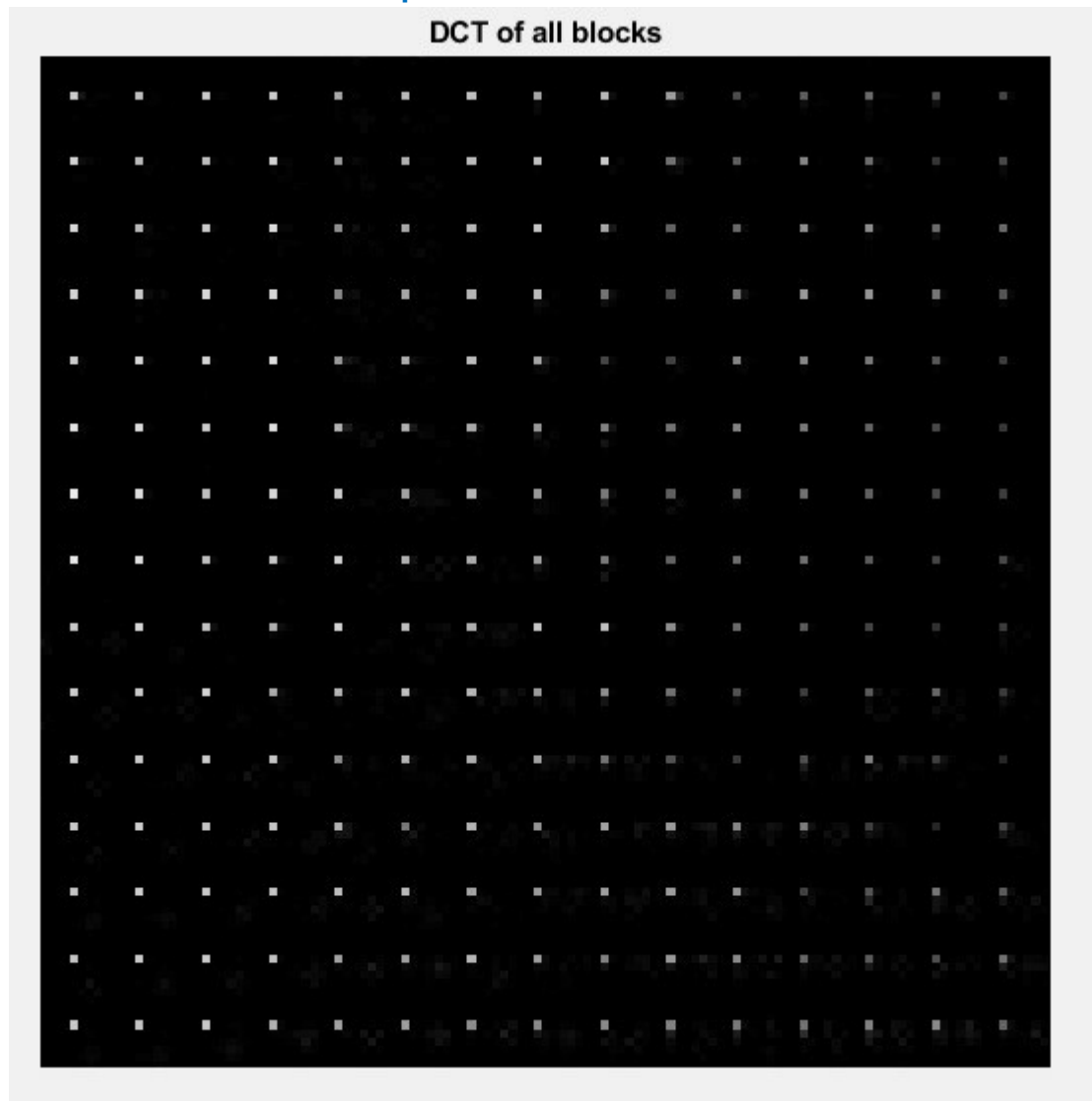
### הסבירו מה רואים בכל בלוק.

- בבלוק 1: ניתן לראות חתך אחיד של התמונה
  - בבלוק 2: ניתן לראות חתך של שתי שפות שונות בציר  $X$  משמאל לימין
  - בבלוק 3: ניתן לראות חתך שאין בו אחידות אבל יש סוג של מחזוריות.
- הציגו את הבלוקים שהתקבלו לאחר התמרת DCT.**

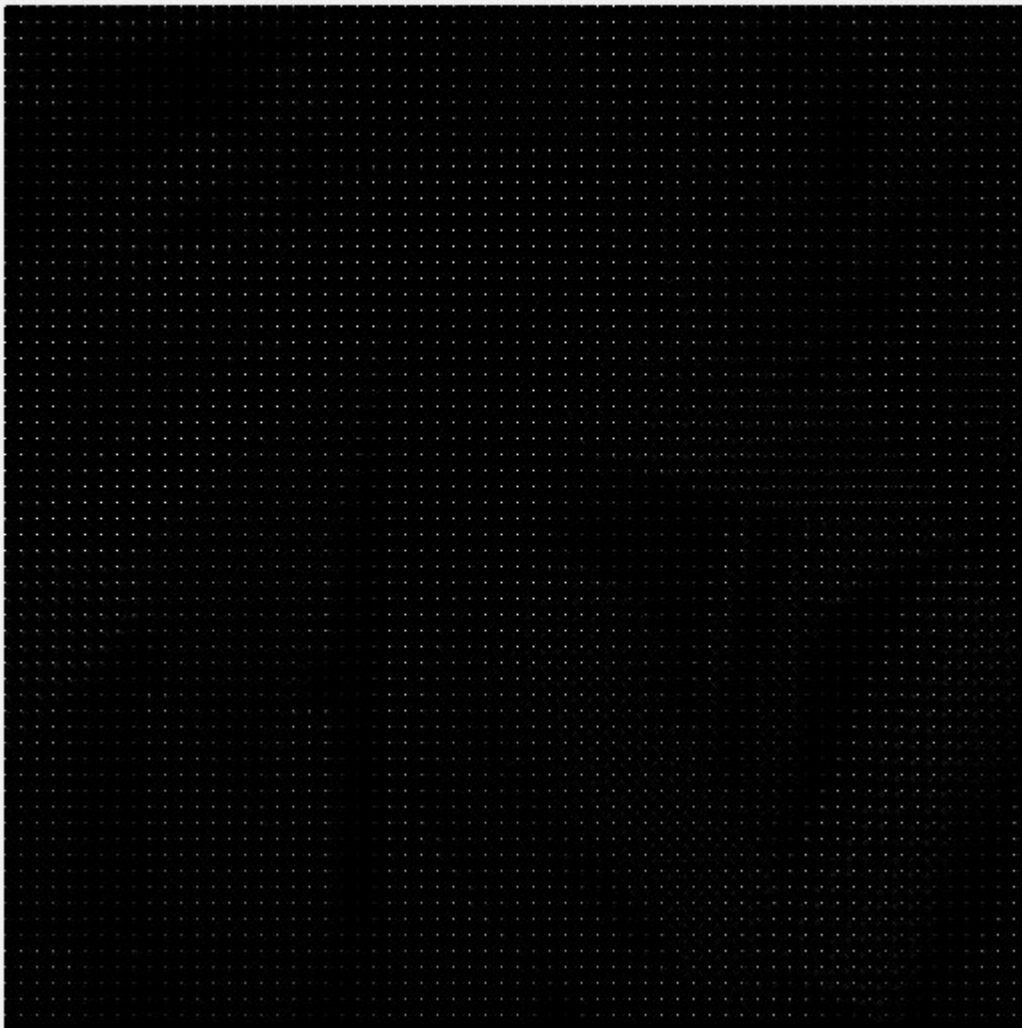
מוצג למעלה

### הסבירו את הקשר בין תוצאות ההתמרה לבין הבלוקים המקוריים.

- בבלוק 1: התא בעל העוצמה הגדולה ביותר הוא זה בעל תדר 0 בשני הצירים
  - בלוק 2: רואים תדירויות שונות בציר  $X$  לעומתו ציר  $Y$  כמעט אפסית מכיוון שאין שינוי כמעט בבלוק לאורכו של ציר  $Y$ .
  - בלוק 3: ניתן לראות ריכוז תדרים מסוימים בגלל מחזוריות של הבלוק.
- ד. הציגו ובחנו את תמונת התוצאה. בצעו zoom למספר מקומות.**



DCT of all blocks





**מה רואים בתמונה שהתקבלה?**

רואים התפלגות תדרים בבלוקים של  $8 \times 8$  כאשר עבור כל בלוק הפינה השמאלית העליונה שלו היא תדר האפס של הבלוק.

**מהו אחוז הפיקסלים הקטנים מ-10 בערכם המוחלט?**

19.726181030273438%

**ה. הציגו את התוצאה שהתקבלה.**

Original Image



Restored Image, MSE = 9.70263671850002



**מדדו על התוצאה MSE לעומת תמונת המקור. מה התקבל?**

הערך שהתקבל (נמצא בכותרת) קטן יותר וקרוב לאפס וכך גם התמונה עצמה קרובה יותר למקור מלפני.

**מהי איכות התוצאה לדעתכם?**

איכות טובה מבחינת MSE ומבחינת וויזואליזציה



## משימה 6

א. הציגו את התוצאות שהתקבלו.





**השוו את התוצאות לתמונת המקור ופרטו האם התגלו כל השפות?**

ניתן לראות עבור  $\text{Thresh} = 0$  שהתגלו כל השפות ובנוסף גם כאלה שהן מיותרות, לעומתו עבור  $\text{Thresh} = 0.09$  התגלו כל השפות ואין שפות מיותרות. עבור  $\text{Thresh} = 0.2$  חסרים שפות שלא התגלו.

**האם התגלו שפות שגויות? האם ישנן שפות שלא התגלו?**

כן, עבור  $\text{Thresh} = 0$  התגלו שפות מיותרות שאינן רצויות. עבור  $\text{Thresh} = 0.2$  קיימות שפות שלא התגלו.

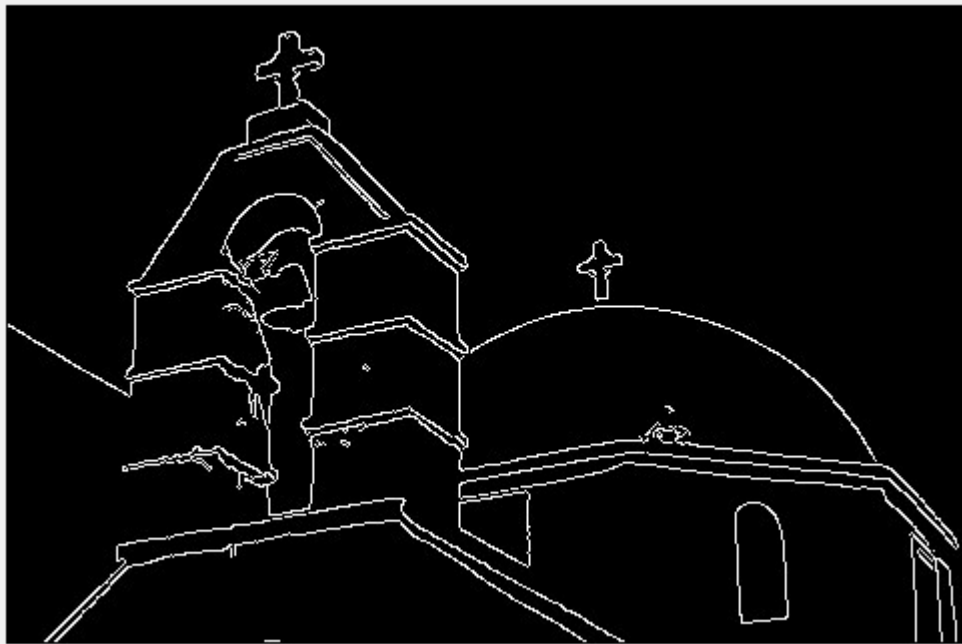
**מהי התוצאה הטובה ביותר לדעתכם?**

$\text{Thresh} = 0.09$

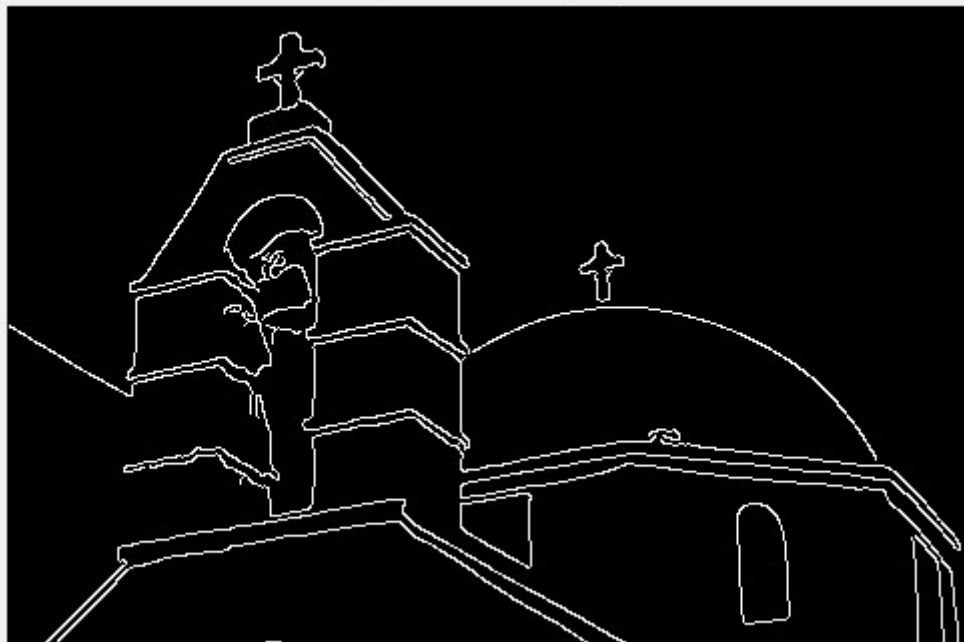
**ב. הציגו את התוצאות שהתקבלו.**

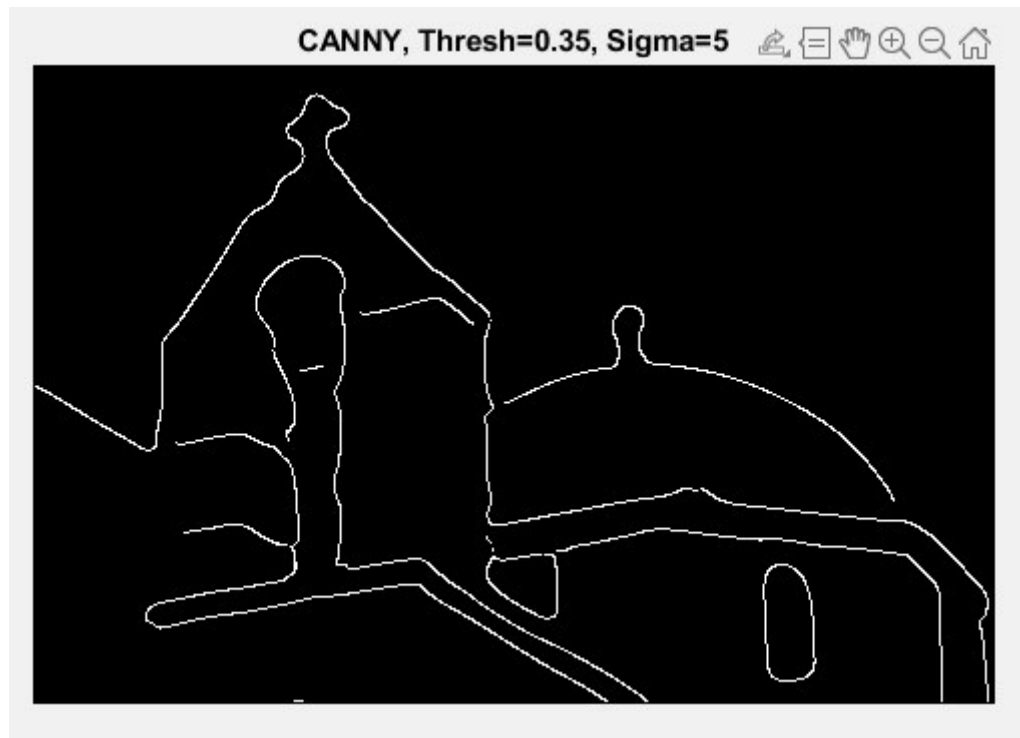


CANNY, Thresh=0.35, Sigma=0.1



CANNY, Thresh=0.35, Sigma=1





**השוו את התוצאות לתמונת המקור ופרטו האם התגלו כל השפות?**

עבור  $\text{Sigma} = 0.1$ : ניתן לראות כי ישנן כמה שפות מיותרות אבל בכללי קיבלנו תוצאה טובה.

$\text{Sigma} = 1$ : ניתן לראות כי אין שפות מיותרות וקיבלנו תוצאה טובה.

$\text{Sigma} = 5$ : רואים בהשוואה לתוצאות הקודמות כמה שפות שרצינו לגלות נשמטו.

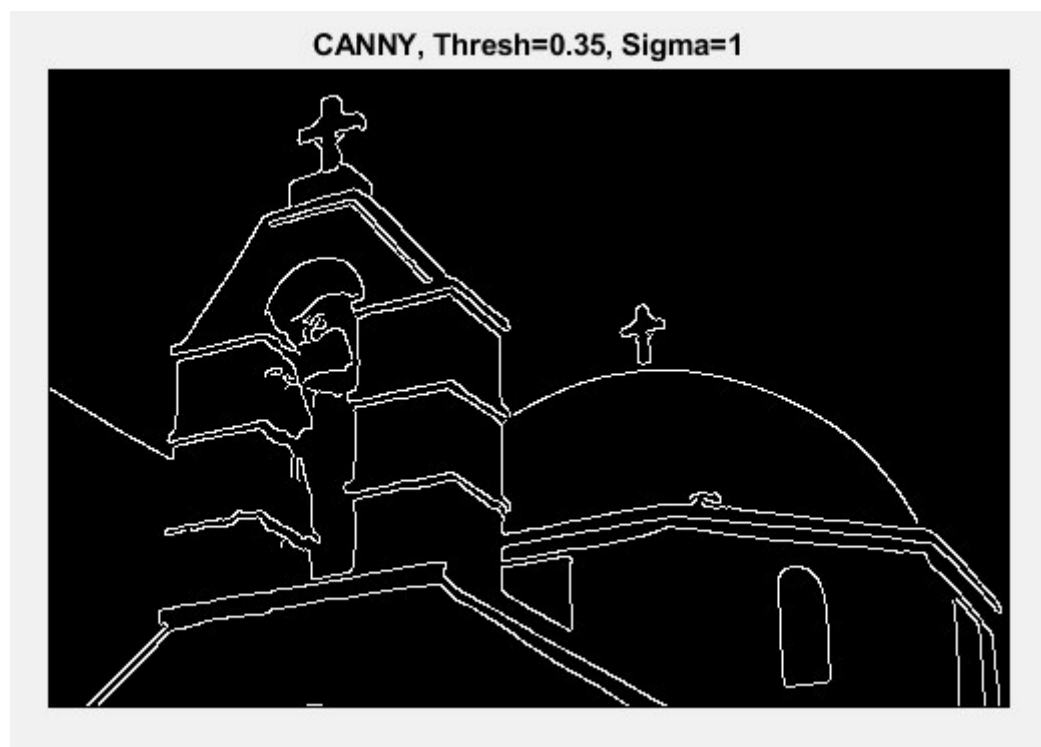
**האם התגלו שפות שגויות? האם ישנן שפות שלא התגלו?**

כן, למשל עבור  $\text{Sigma} = 0.1$  כפי שהוסבר למעלה.

**מהי התוצאה הטובה ביותר לדעתכם?**

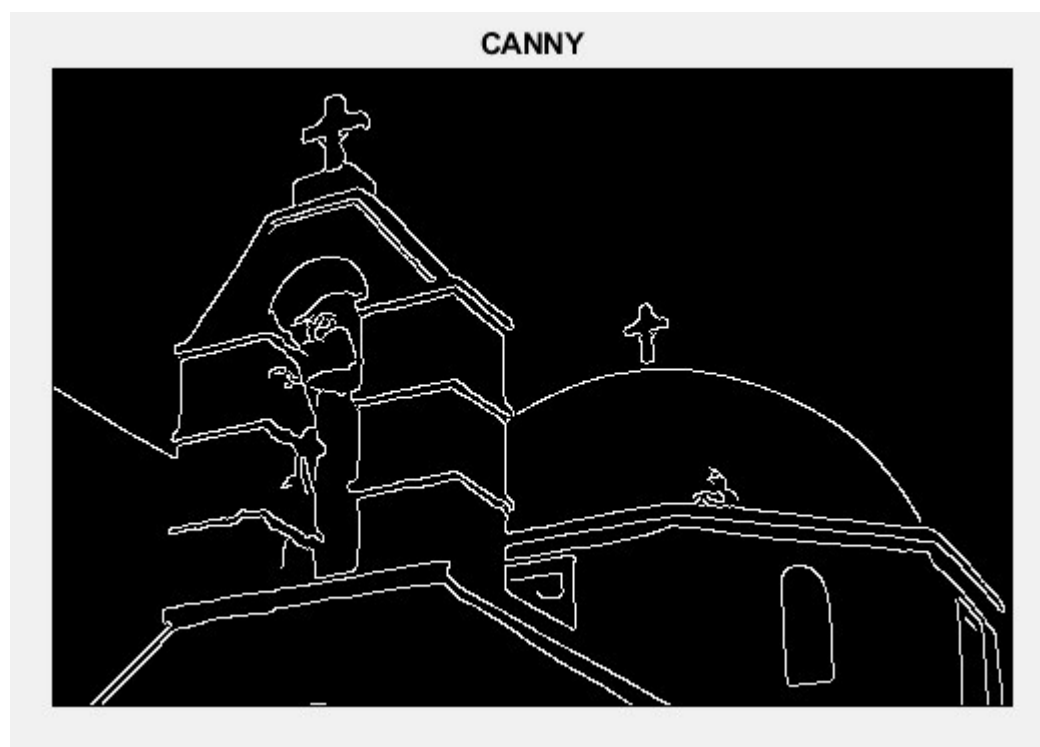
$\text{Sigma} = 1$

**הציגו את התוצאה שקיבלתם לאחר שינוי הערכים כך שתתקבל תוצאה משופרת לטעמכם.**



ג. הציגו את התוצאות שהתקבלו.





**איזה גלאי הוא המוצלח ביותר לדעתכם? הסבירו.**

Canny מכיוון שהוא לא מראה שפות מיותרות בהשוואה ל- LoG למשל.

**איזה גלאי הכי פחות מוצלח? הסבירו.**

LoG מכיוון שהוא מראה שפות מיותרות יחסית לאחרים.

**ד. הפעילו את גלאי Canny עם הפרמטרים מסעיף ג' והציגו את התוצאות.**

Picture with noise



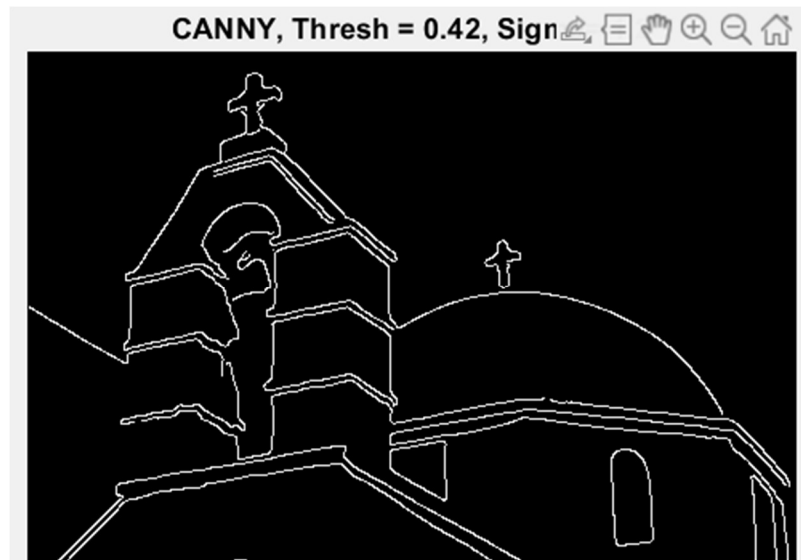
CANNY



הציגו את התוצאה לאחר שינוי הפרמטרים כך שתתקבל תוצאה סבירה.

Picture with noise





### מהי השפעת הרעש על ביצועי האלגוריתם ועל הפרמטרים?

רואים שהרעש השפיע על האלגוריתם ועבודה עם אותם פרמטרים לא מניבים תוצאות טובות כמו לפני הרעש. לכן מצאנו פרמטרים חדשים שהניבו תוצאה מקובלת.

## שאלות מסכמות לבית

- 1. בסעיף ה', הסבירו מדוע הרעש שהתווסף לתמונה מביא לשינויים המתרחשים בהיסטוגרמה.**  
מדובר באפקט סטטיסטי של מעבר בין קבוצות של צבעים מאוכלסים לקבוצות צבעים פחות מאוכלסים. ולשם כך אכלוס בעמודות בהיסטוגרמה השתנה לכיוון הממוצע.
- 2. האם פעולת שוויון היסטוגרמה יכולה לשפר את התמונה? במה זה תלוי?**  
כן. זה תלוי בתחום הדינאמי של התמונה המקורית וזה יכול לקרות כאשר התחום קטן ואין בו הרבה גוונים של אפור.
- 3. מהי ההשפעה של תיקון גמא על ההיסטוגרמה? מהי השפעתו על התמונה? פרטו.**  
תיקון גמא מקטין/מגדיל את עוצמת הפיקסלים בצורה אקספוננציאלית. הפיקסלים שקרובים למרכז המסה ישתנו הכי הרבה לעומת אלה שרחוקים ממנה. כמו כן עבור גמא קטנה מ-1 הפיקסלים יהפכו ליותר כהים והתמונה כולה גם כן. ועבור גמא גדולה מ-1 ההפך. התמונה תהפוך ליותר בהירה.
- 4. בסעיף ה', איזו תמונה נראית יותר טוב (כלומר מציאותית יותר, אמינה יותר)? נמקו.**  
התמונה המקורית מכיוון שהמעבר בין הגוונים השונים יותר חלק מאשר התמונה לאחר ה-equalization  
**איזו תמונה שימושית יותר? נמקו.**  
מבחינת מראה כמובן זו המקורית. מבחינת שימושיות השנייה מכיוון שהעצמים והשפות השונים מופיעים בה בצורה יותר חדה וניתן לדעת יותר על התמונה מכך.
- 5. מדוע לדעתכם לא ניתן למצוא ערך סף מתאים עבור תמונת האורז בסעיף ב'?**  
מכיוון שחלקים שונים בתמונה מוארים בצורה שונה וההארה לא אחידה בכל התמונה. זה יכול לנבוע מהסביבה שבה נלקחה התמונה ואורות שונים שגרמו לכך. מכיוון שהחלקים לא מוארים בצורה אחידה נקבל שגריי האורז לא צבועים באותו גוון ויש הבדל קטן בין הגוונים.  
**הציעו דרך פשוטה להתגבר על בעיה דומה ולהעביר תמונה המכילה אותה לתמונה בינארית.**  
לקבוע Thresholding בצורה לא אחידה על כל התמונה אלה לחלק אותה לחלקים ולקבוע ערך Thresh מתאים לכל חלק.
- 6. מה מבצעת התמרת ה-DCT למידע בתמונה שמאפשר דחיסה ביחס גבוה?**  
התמרת DCT במישור התדר נותנת לנו מידע על תדרים לא משמעותיים (הגבוהים) ומתרכזים בתדרים סביב נקודת האפס. ואחר ביצוע התמרה הפוכה נקבל משקל קטן יותר לתמונה אך איכות כמעט זהה, a.k.a דחיסה.
- 7. מהו היתרון בביצוע ההתמרה על בלוקים קטנים לעומת בלוקים גדולים? מהו החסרון?**  
התמרה על בלוקים קטנים משמיטה את התדרים הלא משמעותיים של כל בלוק כזה וכך נקבל יותר דיוק ונקבל תמונה דחוסה וברורה יותר לעומת התמרה על בלוקים גדולים.
- 8. מה משמעות ערך ה-sigma באלגוריתמים?**  
סטיית התקן של המסנן באלגוריתם.  
**איך הוא משפיע על השפות?**  
ככל שערך ה-sigma יותר גדולה הטשטוש יותר גדול כלומר גראדיאנט יותר חלק בשפות.
- 9. רשמו את מטריצות האופרטור Sobel בכיוון אופקי ובכיוון אנכי.**  
$$G_x = \begin{bmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 2 & 0 & -2 \\ 1 & 0 & -1 \end{bmatrix} \quad G_y = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{bmatrix}$$
**מה מתבצע כאשר החישוב הוא בשני הכיוונים? הסבירו.**  
מחפשים שינויים קיצוניים בשני כיווני הנגזרת וכך מגלים את השפות
- 10. מהם היתרונות של אופרטור Sobel לעומת Canny? וההפך?**



היתרון של sobel לעומת canny הוא בפשטותו מכיוון שהוא מערב נגזרות ראשונות בלבד לעומת canny שמערב נגזרות שניות. היתרון של אופרטור Canny שהוא מסתכל גם על הנגזרת השנייה, ולא רק מוצא ערכי נגזרות גבוהים או נמוכים מסף מסוים, אלא גם מתחשבים בכיווניות הגראדיאנט וכך יכולים לזהות שפות בהן יש את אותה צורת גרדיאנט כמעט.

#### **11. האם רמת הבהירות הממוצעת בתמונה משפיעה על בחירת ערך $\sigma$ ? נמקו.**

לא.  $\sigma$  הוא סטיית התקן ומתייחסים בו להבדל היחסי בין הפיקסלים. בהירות ממוצעת מתייחסת יותר לתוחלת ולא השונות.

#### **12. האם גודל העצמים בתמונה משפיע על בחירת ערך $\sigma$ ? נמקו.**

כן. עבור עצמים קטנים אם בוחרים  $\sigma$  גדול יחסית נקבל טשטוש ברזולוציה יותר גדולה מזו של העצם ולא נזהה את השפות. עבור עצמים גדולים ניתן לבחור  $\sigma$  גדול מכיוון שמעניין אותנו שפות האובייקט הגדול ופחות אלה הזניחים או הפחות חשובים.