

## מבוא לעיבוד תמונות – דוח מסכם חלק א'

### מגישים

	1
אלמוג אדטו	שם:
318782976	מספר סטודנט:
מעבדה בחשמל 2	קורס מעבדה:

	2
ליאור וובצ'וק	שם:
207584715	מספר סטודנט:
מעבדה בחשמל 2	קורס מעבדה:

26-Mar-2023	תאריך הגשה:
תשפ"ג אביב	סמסטר:

## משימה 1

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

bit 53630

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

0

מהו הערך הגבוה ביותר?

250

מהו הערך הממוצע?

98.947311401367190

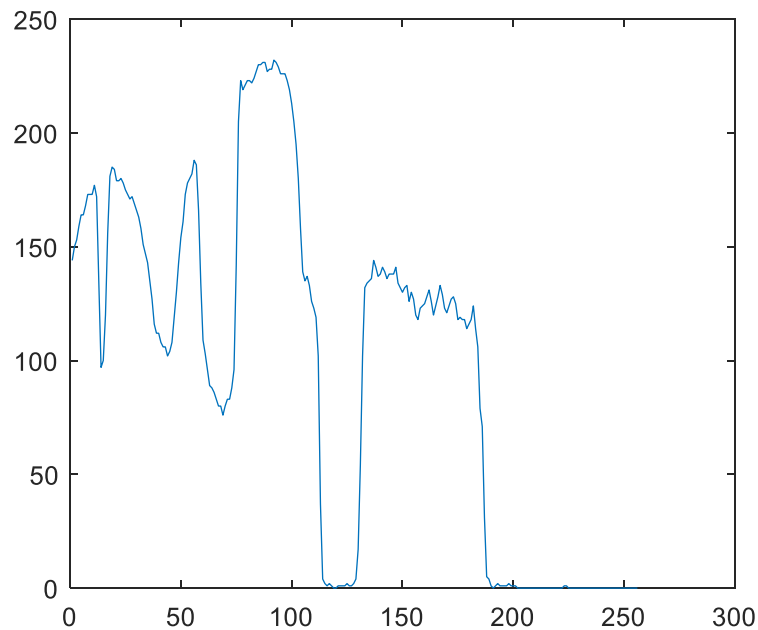
האם התמונה מנצלת את כל תחום ההארה המותר?

לא

ג. מה מספר הפיקסלים בעלי ערך 18?

37

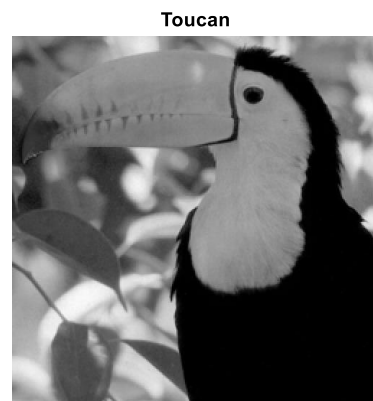
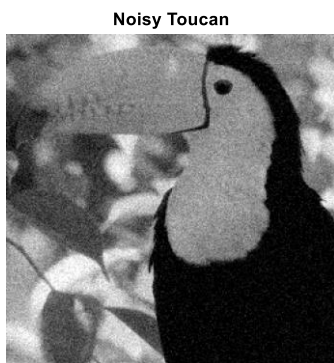
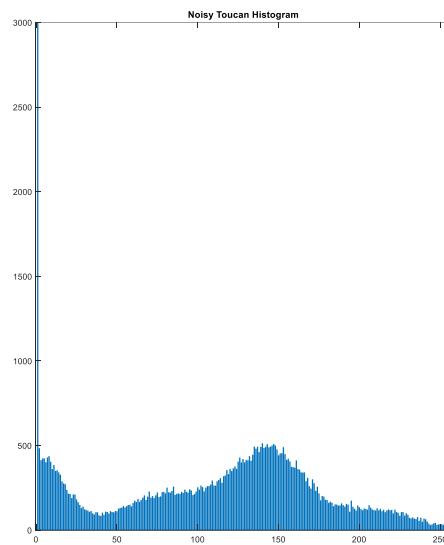
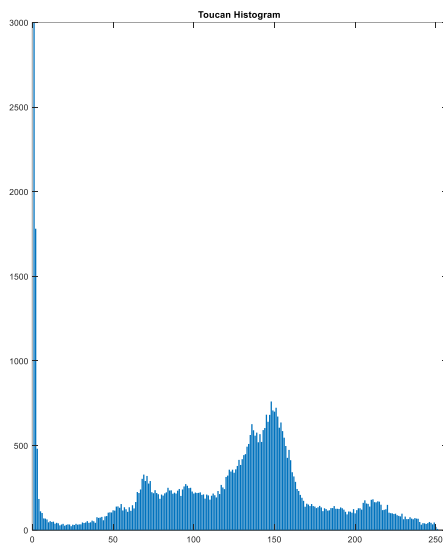
ד. הציגו את הגרף.



הסבירו את ההתאמה בין הגרף לתוכן התמונה.

נסביר משמאל לימין: ניתן לראות כי בהתחלה התמונה מכילה עלים בגווני אפור שונים, ואכן ניתן לראות בגרף גווני אפור שונים (כמובן כאשר לבן הוא 255 ושחור הוא 0). לאחר מכן מגיע גוף התוכן עצמו – חלק שחור, חלק אפור יחסית גדול, וחלק שחור נוסף לאורך כל שאר התמונה. ניתן לראות שזהו המצב גם בגרף – בהתאם לצבעים שהוסברו.

ה. הציגו את ההיסטוגרמות שהתקבלו.



**פרטו מהם ההבדלים בין ההיסטוגרמות.**

ניתן לראות שכל ערכי ההיסטוגרמה השתנו לכיוון הממוצע, שכן הוספנו רעש אקראי אשר מחליק את התמונה. גם בתמונה ניתן לראות כי התוסף רעש רנדומלי, וכעת התמונה פחות חדה.

ו. הציגו את התוצאה שהתקבלה.

**Black House**



**White House**



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

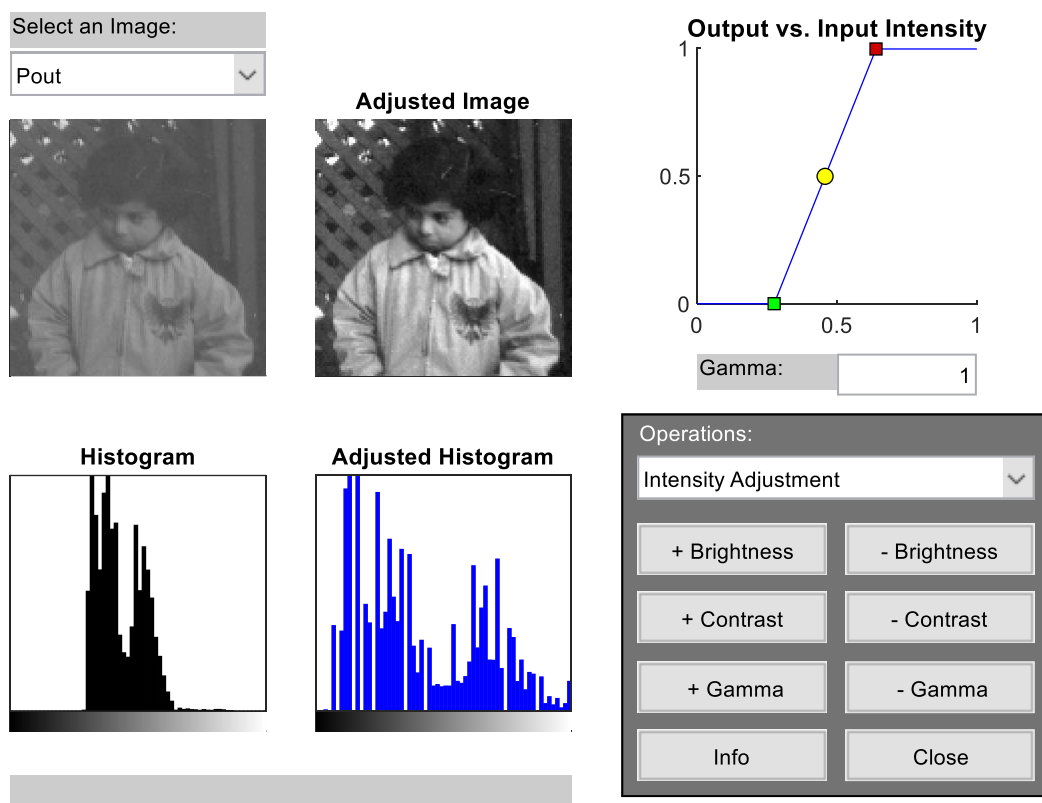
התמונה אינה נראית טבעית. הסיבה לכך היא שקיימים גוונים רבים של אפור הקרובים מאוד ללבן, וגוונים אלו מצויים גם בשמיים או באובייקטים אחרים בתמונה ולא נרצה להשחיר אותם. לכן, על פי ערך הפיקסל בלבד לא נוכל להפריד ביניהם לחלוטין.

## משימה 2

ב. האם כל התחום של ערכי האפור מנוצל?

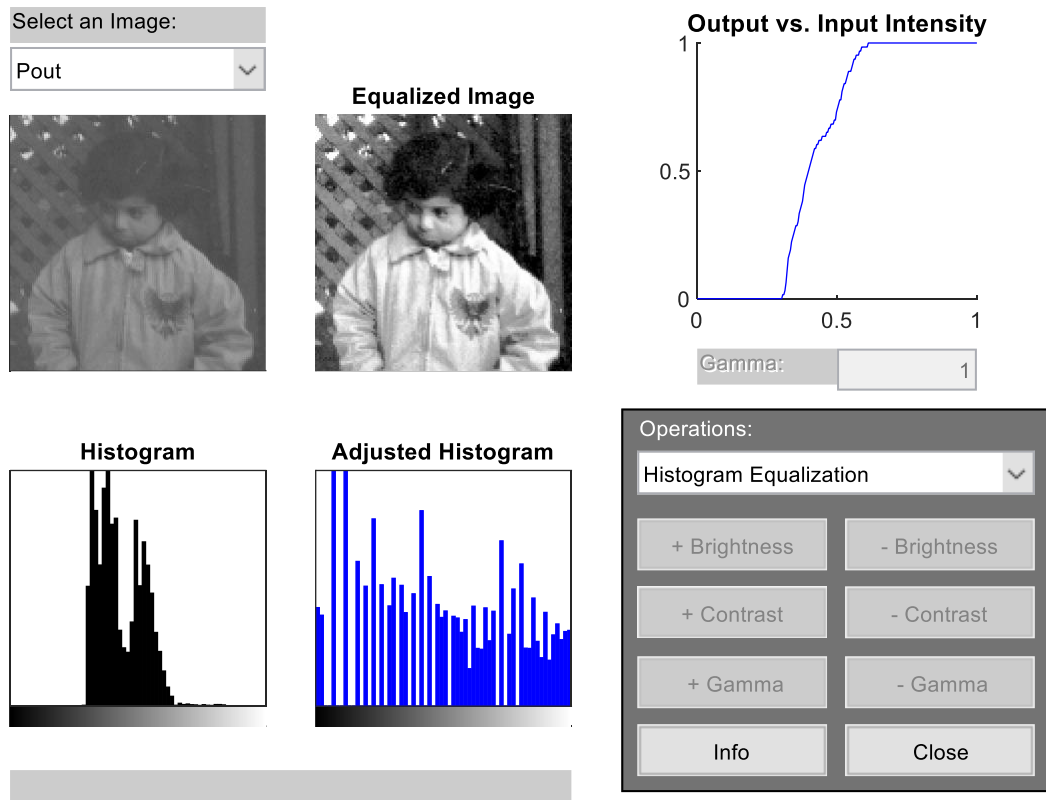
לא

הציגו את התוצאה שהתקבלה. הסבירו איכותית כיצד התמונה השתנתה.



ניתן לראות כי כעת התמונה תופסת את רובו המוחלט של התחום הדינמי, ולכן מגיעה לניצול כמעט מלא של כל העוצמות בין 0 ל-255.

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

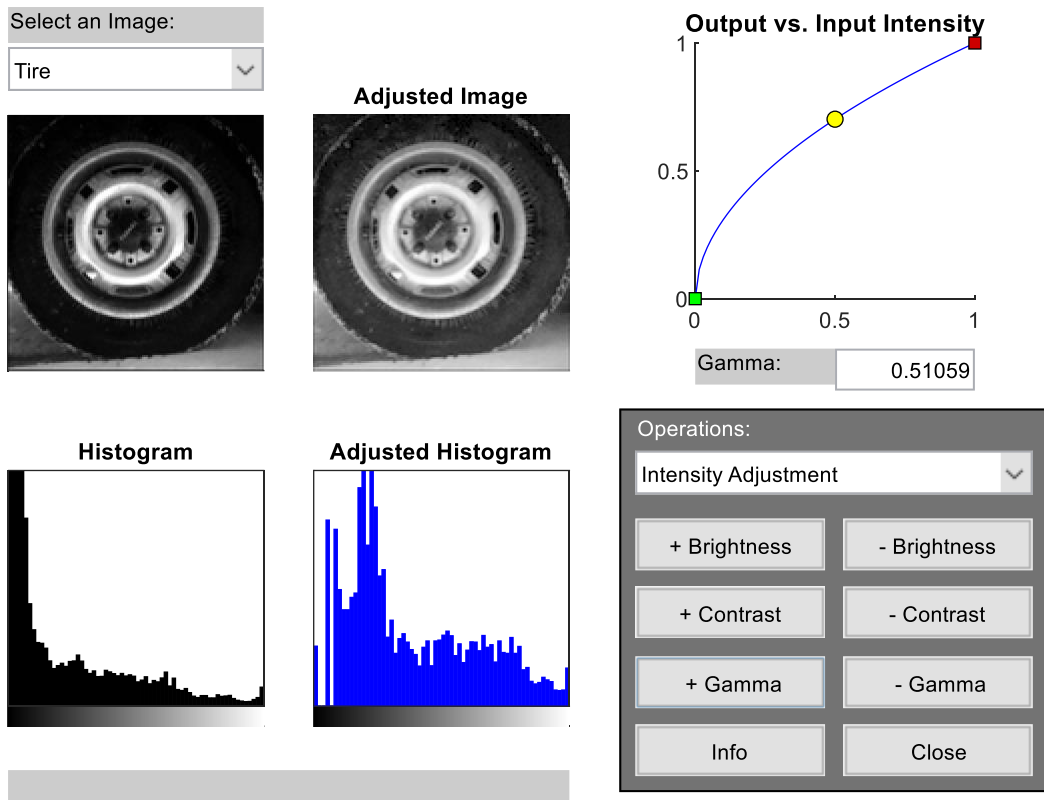


ניתן לראות כי כעת ישנו יותר שוויון בין העוצמות השונות בתמונה. בפרט, מצויים כעת יותר פיקסלים בערכים הקרובים ללבן, בהם לא היו פיקסלים רבים בתמונה המקורית.

### איזו פעולה נותנת תוצאה טובה יותר לדעתכם, ומדוע?

לדעתנו, פעולת שוויון היסטוגרמה נותנת תוצאה יותר טובה, מפני שאינה רק מותחת ומזיזה את ההיסטוגרמה, אלא גם משנה את ערכי הפיקסלים במרכז ההיסטוגרמה לקבלת היסטוגרמה אחידה יותר.

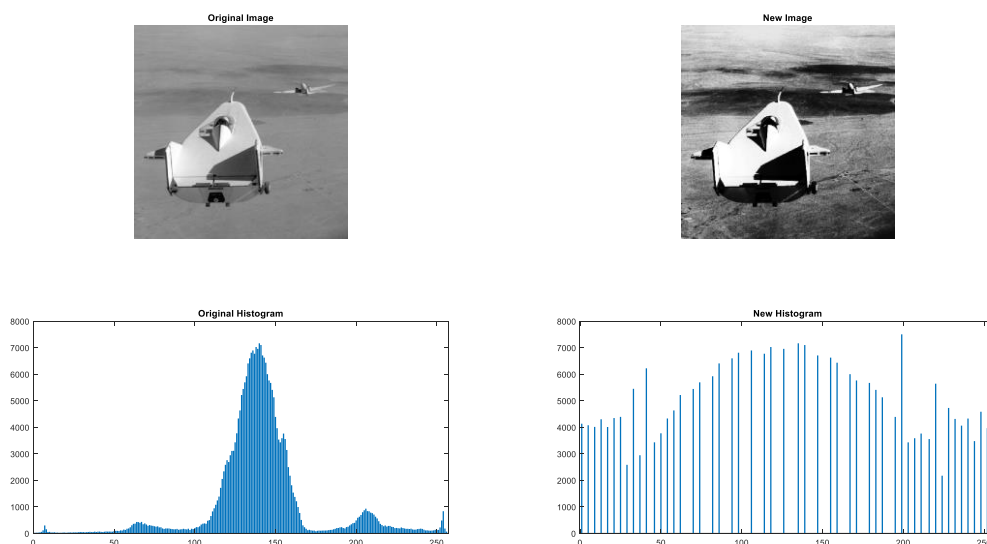
ד. הציגו את התוצאה שהתקבלה.



איזה ערך גמא מניב את התוצאה הטובה ביותר לדעתכם?

0.51059

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

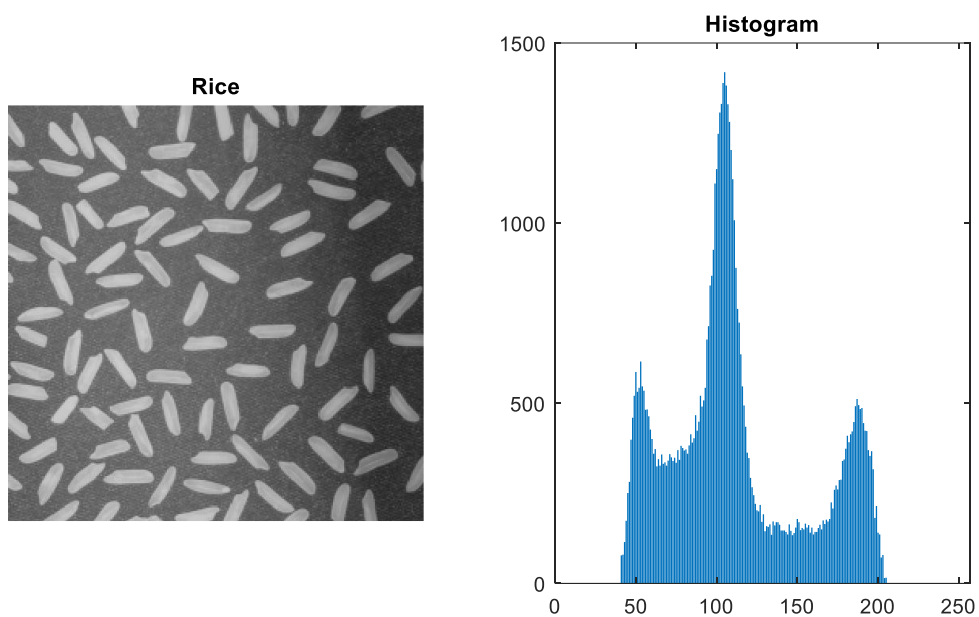


פרטו והסבירו את ההבדלים בין התמונות ובין ההיסטוגרמות.

ניתן לראות שאכן בוצעה על התמונה פעולת שוויון היסטוגרמה – ההיסטוגרמה הוזזה ונמתחה כך שתתפוס את מלוא התחום הדינמי, וכמו כן ערכי הפיקסלים שונו לקבלת היסטוגרמה שוויונית יותר. ואכן, ניתן לראות שההיסטוגרמה המקורית ישנו שיא באמצע, ואילו כעת ההיסטוגרמה תופסת את כל התחום ומכילה כמות דומה של פיקסלים בכל התחום.

### משימה 3

א. הציגו את התמונה ואת ההיסטוגרמה שלה.



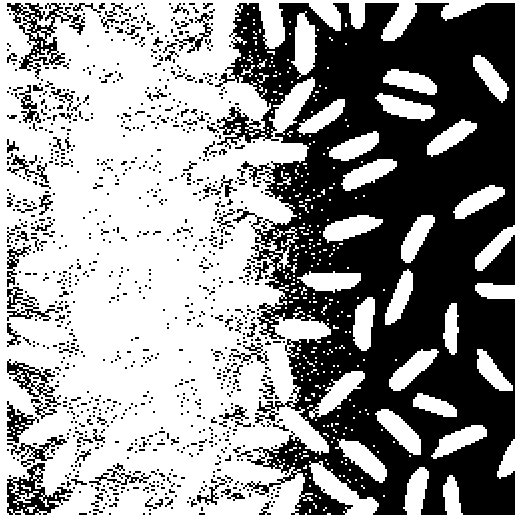
שערו (ללא בדיקה), איזה ערך סף שנפעיל על התמונה יפריד את גרגרי האורז מן הרקע?

100

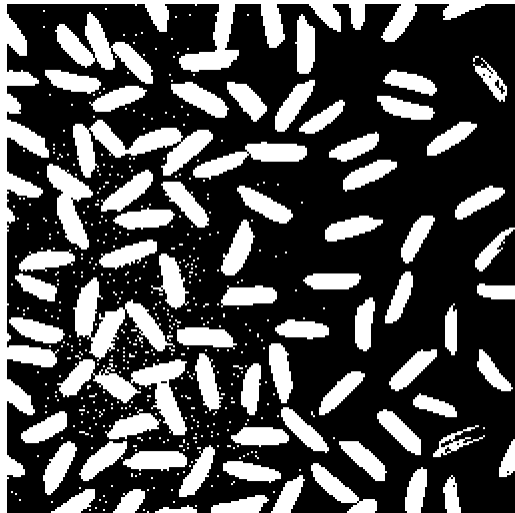
ב. הציגו את התמונות שהתקבלו.



Threshold = 100, Percent = 56.96%



Threshold = 120, Percent = 29.11%



Threshold = 130, Percent = 26.03%



Threshold = 140, Percent = 23.61%



#### **תארו והסבירו את התוצאות.**

ניסינו תחילה להפריד על ידי ערך סף 100, והבחנו כי אין הפרדה טובה בין האובייקט לרקע, שכן חלק רב מהתמונה הפך ללבן. העלינו את ערך הסף בכמה איטרציות עד שהגענו לערכים בהם חלק מהאורז (שלדעתנו צריך להיצבע בלבן) נצבע בשחור.

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

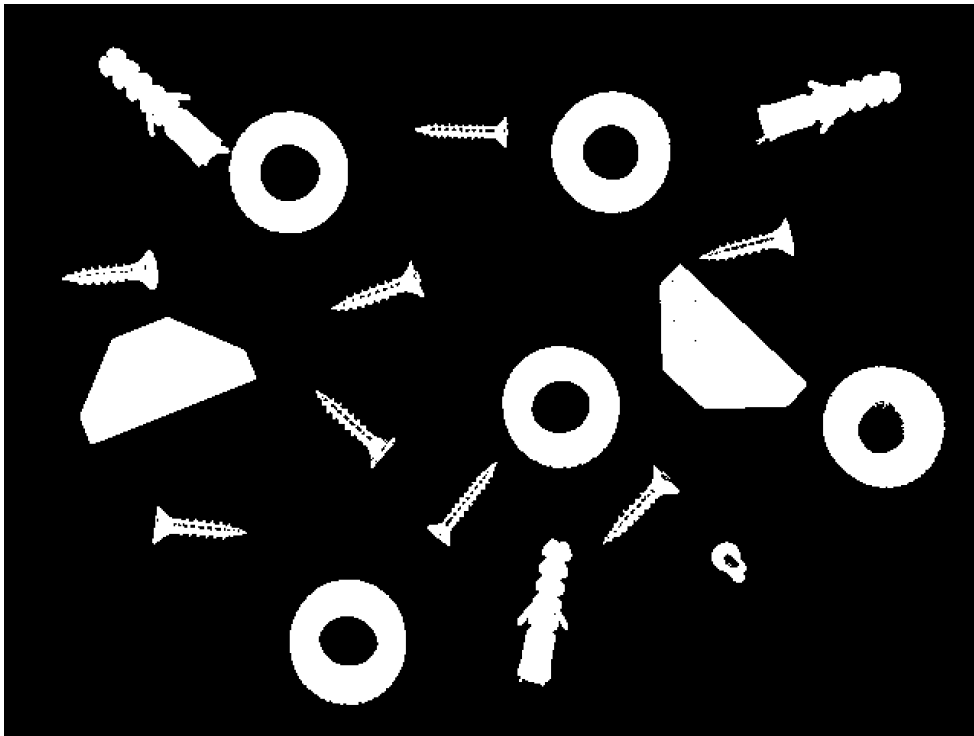
מופיע בכותרות התמונות.

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

לא, בכל ערך יהיה חלק מגרגירי האורז שהופך לשחור או חלק מהרקע שהופך ללבן.

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

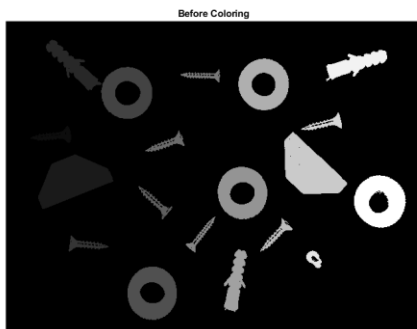
Threshold = 205, Percent = 86.71%



איזה ערך סף בחרתם?

205

ד. הציגו את התוצאה שהתקבלה.



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


מדובר בערך תווית (label) שונה בגוון אפור, ייחודי עבור כל עצם.

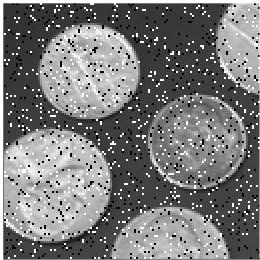
האם מספר העצמים שזוהה זהה למספר החפצים בתמונה המקורית? אם לא, הסבירו מדוע.

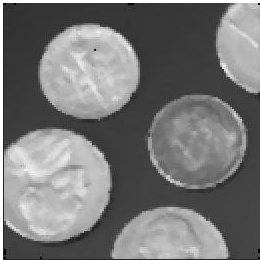
מספר העצמים שזוהה אכן זהה למספר העצמים בתמונה המקורית – 19.

## משימה 4

ב. הציגו את התוצאות שהתקבלו והשוו ביניהן.

**Original Image**  


**Corrupted Image**  


**Filtered Image**  


Select an Image:  

Coins

Image Noise Type:  

Salt & Pepper

Noise Removal Filter:  

Median

Density:  

0.1

Filtering Neighborhood:  


3-by-3

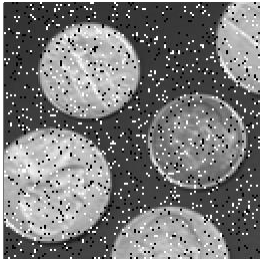
Add Noise

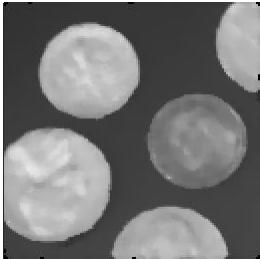
Apply Filter

Info

Close

**Original Image**  


**Corrupted Image**  


**Filtered Image**  


Select an Image:  

Coins

Image Noise Type:  

Salt & Pepper

Noise Removal Filter:  

Median

Density:  

0.1

Filtering Neighborhood:  

5-by-5

Add Noise

Apply Filter

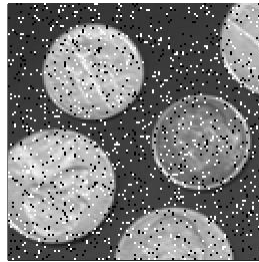
Info

Close

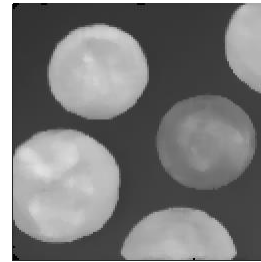
Original Image



Corrupted Image



Filtered Image



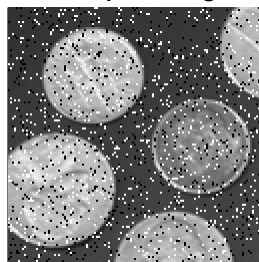
Select an Image:	Image Noise Type:	Noise Removal Filter:
<div>Coins</div>	<div>Salt &amp; Pepper</div>	<div>Median</div>
	Density: <div>0.1</div>	Filtering Neighborhood: <div>7-by-7</div>
<div>Add Noise</div>		<div>Apply Filter</div>

	<div>Info</div>	<div>Close</div>
--	-----------------	------------------

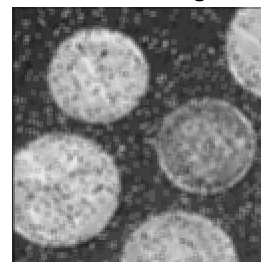
Original Image



Corrupted Image




Filtered Image



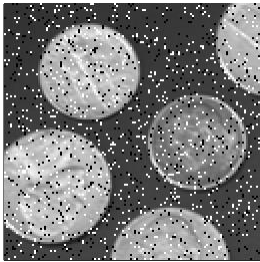
Select an Image:	Image Noise Type:	Noise Removal Filter:
<div>Coins</div>	<div>Salt &amp; Pepper</div>	<div>Averaging</div>
	Density: <div>0.1</div>	Filtering Neighborhood: <div>3-by-3</div>
<div>Add Noise</div>		<div>Apply Filter</div>

	<div>Info</div>	<div>Close</div>
--	-----------------	------------------

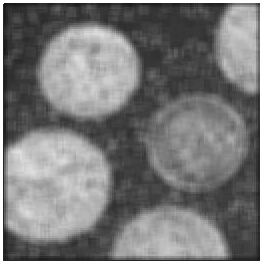
**Original Image**



**Corrupted Image**



**Filtered Image**



Select an Image:

Coins

Image Noise Type:

Salt & Pepper

Noise Removal Filter:

Averaging

Density:

0.1

Filtering Neighborhood:

5-by-5


Add Noise

Apply Filter

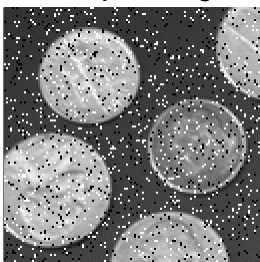
Info

Close

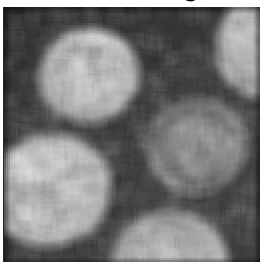
**Original Image**



**Corrupted Image**



**Filtered Image**



Select an Image:

Coins

Image Noise Type:

Salt & Pepper

Noise Removal Filter:

Averaging

Density:

0.1

Filtering Neighborhood:

7-by-7

Add Noise

Apply Filter

Info


Close

**מתי מתקבלת התוצאה הטובה ביותר? מדוע?**  
 מסנן averaging לא מצליח לסנן את הרעש באף אחד מהפילטרים מכיוון שהוא ממצע גם את ערכי הרעש.


לעומתו מסנן החציון עובד טוב יותר ובכל הפילטרים מסנן את הרעש. ניתן לראות ששככל שמגדילים את הפילטר כך גם מיטשטשת התמונה ולכן לטעמנו, המסנן הטוב ביותר הוא מסנן חציון 3x3.

ג. הציגו את התוצאות שהתקבלו והשוו ביניהן.


**Original Image**



**Corrupted Image**



**Filtered Image**



Select an Image:

Pepper
▼

Image Noise Type:

Gaussian
▼

Noise Removal Filter:

Median
▼

Mean:

0.0

Filtering Neighborhood:

3-by-3
▼

Variance:

0.01

Add Noise

Apply Filter

Info

Close

Original Image



Corrupted Image



Filtered Image



Select an Image:	Image Noise Type:	Noise Removal Filter:
Pepper ▾	Gaussian ▾	Median ▾
	Mean: <input type="text" value="0.0"/>	Filtering Neighborhood:
	Variance: <input type="text" value="0.01"/>	5-by-5 ▾
	<input type="button" value="Add Noise"/>	<input type="button" value="Apply Filter"/>

<input type="button" value="Info"/>	<input type="button" value="Close"/>
-------------------------------------	--------------------------------------

Original Image



Corrupted Image



Filtered Image



Select an Image:	Image Noise Type:	Noise Removal Filter:
Pepper ▾	Gaussian ▾	Median ▾
	Mean: <input type="text" value="0.0"/>	Filtering Neighborhood:
	Variance: <input type="text" value="0.01"/>	7-by-7 ▾
	<input type="button" value="Add Noise"/>	<input type="button" value="Apply Filter"/>

<input type="button" value="Info"/>	<input type="button" value="Close"/>
-------------------------------------	--------------------------------------



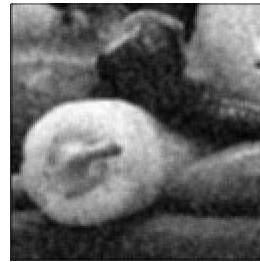
Original Image



Corrupted Image



Filtered Image



Select an Image:	Image Noise Type:	Noise Removal Filter:
Pepper	Gaussian	Averaging
	Mean: 0.0	Filtering Neighborhood: 3-by-3
	Variance: 0.01	
Add Noise		Apply Filter

	Info	Close
--	------	-------

Original Image



Corrupted Image




Filtered Image




Select an Image:	Image Noise Type:	Noise Removal Filter:
Pepper	Gaussian	Averaging
	Mean: 0.0	Filtering Neighborhood: 5-by-5
	Variance: 0.01	
Add Noise		Apply Filter

	Info	Close
--	------	-------


Original Image



Corrupted Image



Filtered Image



Select an Image:

Pepper
▼

Image Noise Type:

Gaussian
▼

Noise Removal Filter:

Averaging
▼

Mean:

0.0

Filtering Neighborhood:

7-by-7
▼

Variance:

0.01

Add Noise

Apply Filter

Info

Close

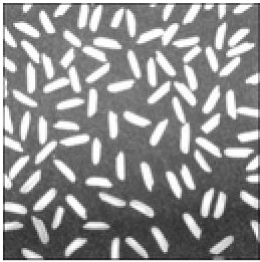
במקרה זה סינון חציון טישטש את התמונות יתר על המידה אך עדיין ניתן לראות גבולות ברורים. בסינון מיצוע הרעש לא מוסר היטב אלא מטושטש ונמרח על התמונה, ובמסננים הגדולים קיים טשטוש רב מאוד.

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

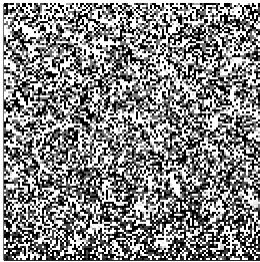
מסנן חציון שומר על השפות יותר טוב. זאת מכיוון שבמסנן מיצוע ערך השפות מתמצע על הפיקסלים השכנים שערכם שונה מאוד בדרך כלל, בעוד מסנן החציון מצליח לשמור על ערכם המקורי בצורה טובה יותר.

**ד. הציגו את התוצאות שהתקבלו.**

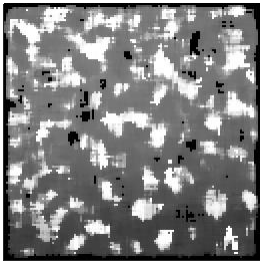
**Original Image**



**Corrupted Image**



**Filtered Image**



Select an Image:

Rice

Image Noise Type:

Salt & Pepper

Noise Removal Filter:

Median

Density:

0.7

Filtering Neighborhood:

7-by-7

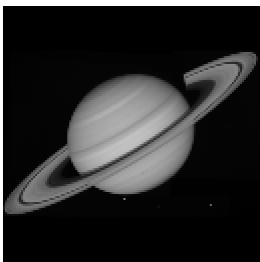
Add Noise

Apply Filter

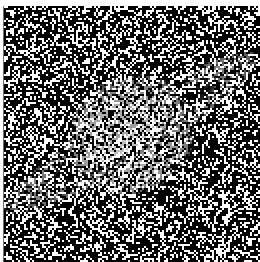
Info

Close

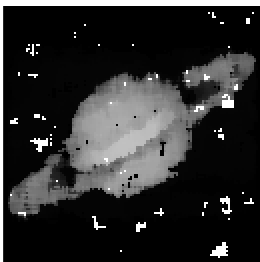
**Original Image**



**Corrupted Image**



**Filtered Image**



Select an Image:

Saturn

Image Noise Type:

Salt & Pepper

Noise Removal Filter:

Median

Density:

0.7

Filtering Neighborhood:

7-by-7

Add Noise

Apply Filter

Info

Close

### איזו תוצאה מובנת יותר? מדוע?

התוצאה עבור שבתאי מובנת יותר, שכן התמונה של שבתאי מופרדת הרבה יותר בין הרקע לבין העצם שעל גביו.

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

מכיוון שתמונת האורז מכילה גרגירים קטנים ופרטים ברזולוציות גבוהות, מסנן גדול יחסית לא יצליח להבדיל ביניהם ויהרוס את התמונה. בתמונת שבתאי, קיים אובייקט גדול בהרבה מגודל המסנן ולכן מסונן בצורה טובה.

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

התמונה עברה טשטוש תנועה (motion blur).

### כיצד יכול להתקבל טשטוש כזה?

טשטוש כזה יכול להתקבל באופן מעשי כתוצאה מתנועה של המצלמה בכיוון מסויים במהלך צילום תמונה.

### מהו המסנן שמצאתם?

המסנן הוא motion, עם הפרמטרים  $\text{len}=7$ ,  $\text{theta}=0$ .

### ו. הציגו את התוצאה שהתקבלה.



### האם היא זהה לתמונה המקורית?

התמונה אינה זהה לתמונה המקורית.

### האם היא מטושטשת?

כן.

### איזו בעיה מופיעה בתמונה זו?

ניתן לראות שהתמונה מטושטשת, וניתן לראות שכפולים חלשים של השפות בתמונה.

### מדוע מופיעה בעיה זו? פרטו ככל הניתן.

הטשטוש בתמונה (motion blur) נגרם בעקבות קונבולוציה עם גרעין מרופד באפסים, כלומר חלון. במישור התדר החלון הופך לסינק אשר מתאפס התדרים המתרחקים מ0 ולכן בשפות המאופיינות על ידי תדרים גבוהים המסנן ההפוך לא מוגדר ולכן לא ניתן לבצע שחזור ולכן הטשטוש נשאר.

### האם פעולת הקונבולוציה במקרה זה היא פעולה הפיכה?

לא, בגלל האפסים בהתמרת הפורייה של המסנן.

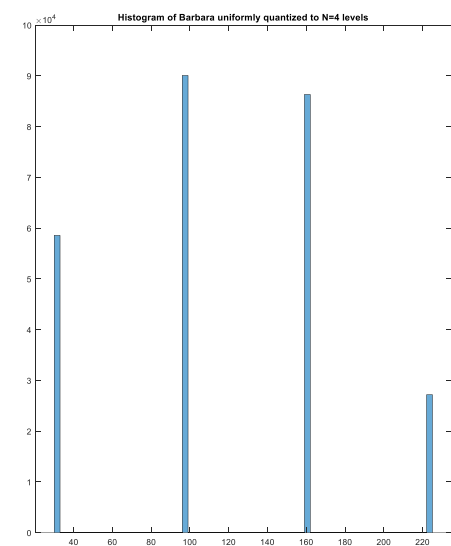
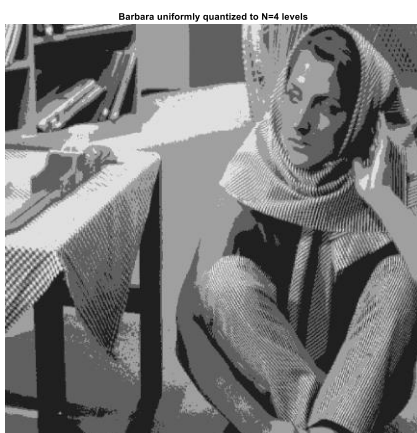
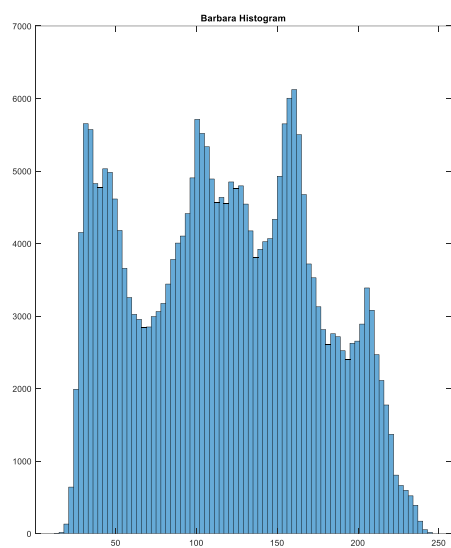
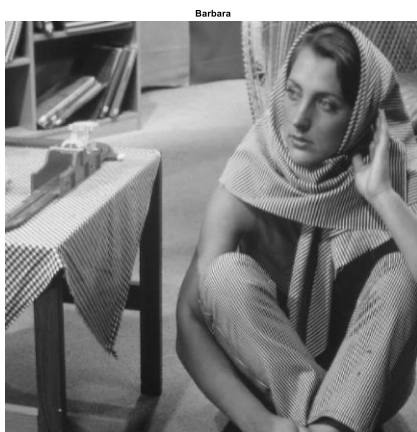
### באיזה תנאים מתקיימת הפיכות עבור מסנן זה?

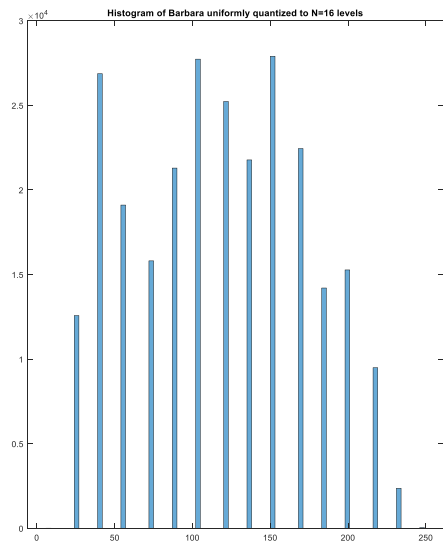
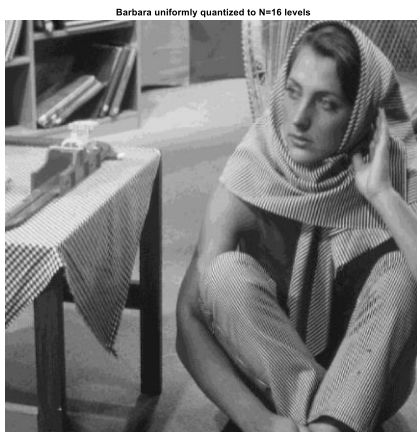
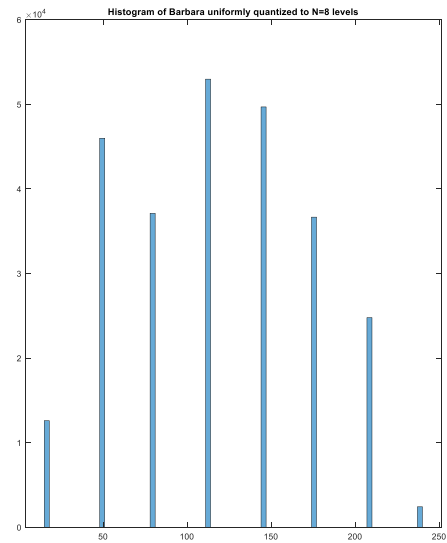
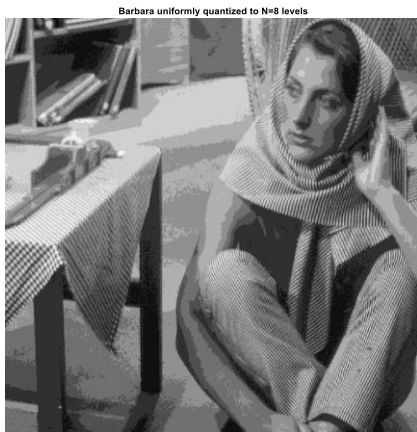
התמרת הפוריה של המסנן המקורי אינה מתאפסת בתדרים המופיעים בתמונה.



## משימה 5

א. הציגו את כל התוצאות שהתקבלו.





MSE=2.943289260864258e+02 : N=4

MSE=90.615791320800780 : N=8

MSE=21.809394836425780 : N=16

**איזו תוצאה הכי טובה ויזואלית?**

כמובן שהתוצאה הטובה ביותר ויזואלית היא התמונה האחרונה, מכיוון שנשמר בה יותר מידע.

**איזו תוצאה הכי טובה לפי MSE?**

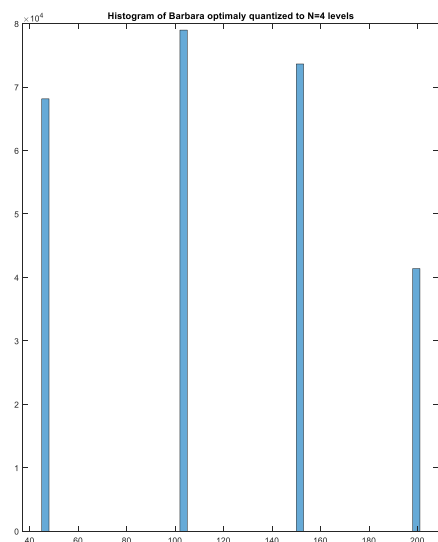
גם כאן – האחרונה בעלת  $N=16$ .

**מה דעתכם על איכות התוצאות?**

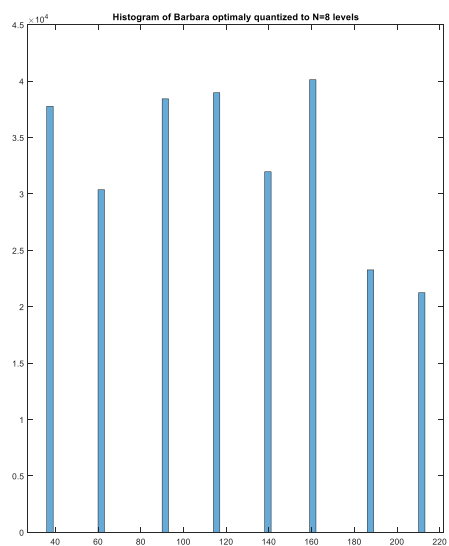
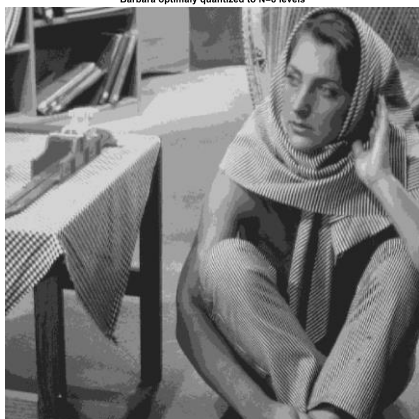
איכות התוצאות משתפרת ככל שהקוונטיזציה היא ליותר רמות. עבור 16 רמות איכות התמונה היא טובה יחסית מסחינת הבחנת הפרטים, אך קיים רעש.

**ב. הציגו את התוצאות שהתקבלו.**

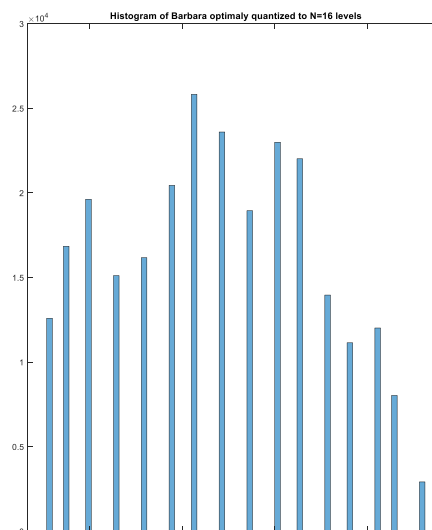
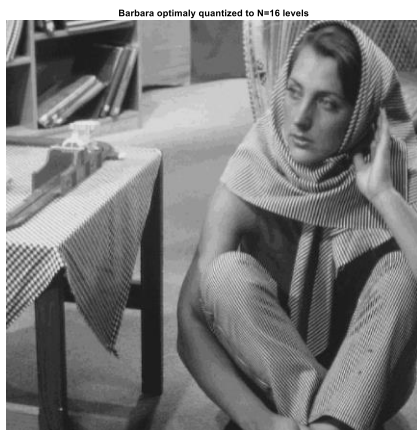
Barbara optimally quantized to N=4 levels



Barbara optimally quantized to N=8 levels







MSE= 1.969490814208984e+02 : N=4

MSE=54.725250244140620 : N=8

MSE=15.480464935302733 : N=16

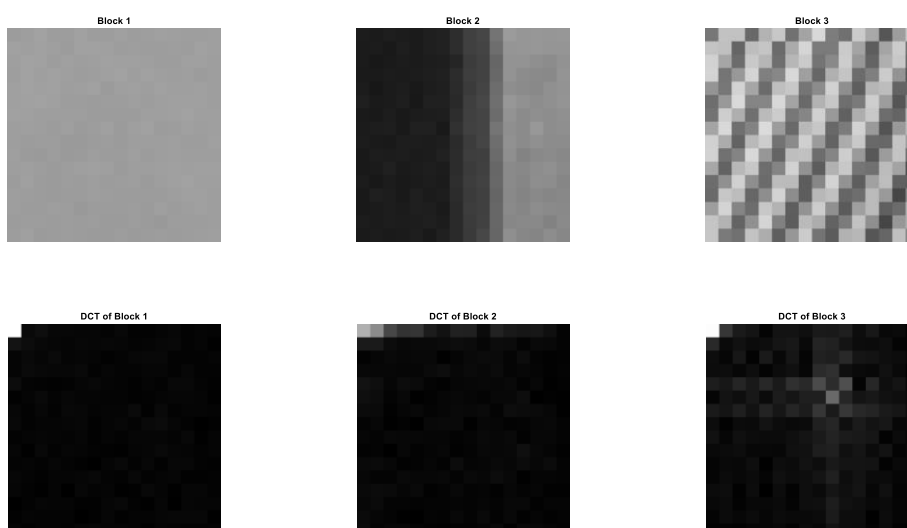
### האם האיכות השתפרה? וה-MSE?

בעינינו האיכות אכן השתפרה, וגם ה-MSE.

### מה השוני בהיסטוגרמות לעומת סעיף א'?

כעת הקוונטיזציה היא אינו יוניפורמית, אלא מותאמת באופן ישיר לגוונים הקיימים בתמונה. זו גם הסיבה לתוצאות הטובות יותר.

ג. הציגו את הבלוקים שהתקבלו.



### הסבירו מה רואים בכל בלוק.

בבלוק הראשון ניתן לראות חתך מהתמונה המציג צבע אחיד כמעט ללא שינויים. בבלוק השני ניתן לראות חתך בו קיים שינוי עוצמה לכיוון ציר X, ולאורך ציר ה-Y העוצמה די קבועה.

בבלוק השלישי ניתן לראות שינוי יחסית מחזורי בשני הצירים.

**הציגו את הבלוקים שהתקבלו לאחר התמרת DCT.**

מוצג למעלה.

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

בבלוק הראשון כמעט ואין שינויים בעוצמות – ואכן התא בעל העוצמה הגבוהה ביותר הוא בעל תדר 0 לשני הצירים. שאר התאים זניחים.

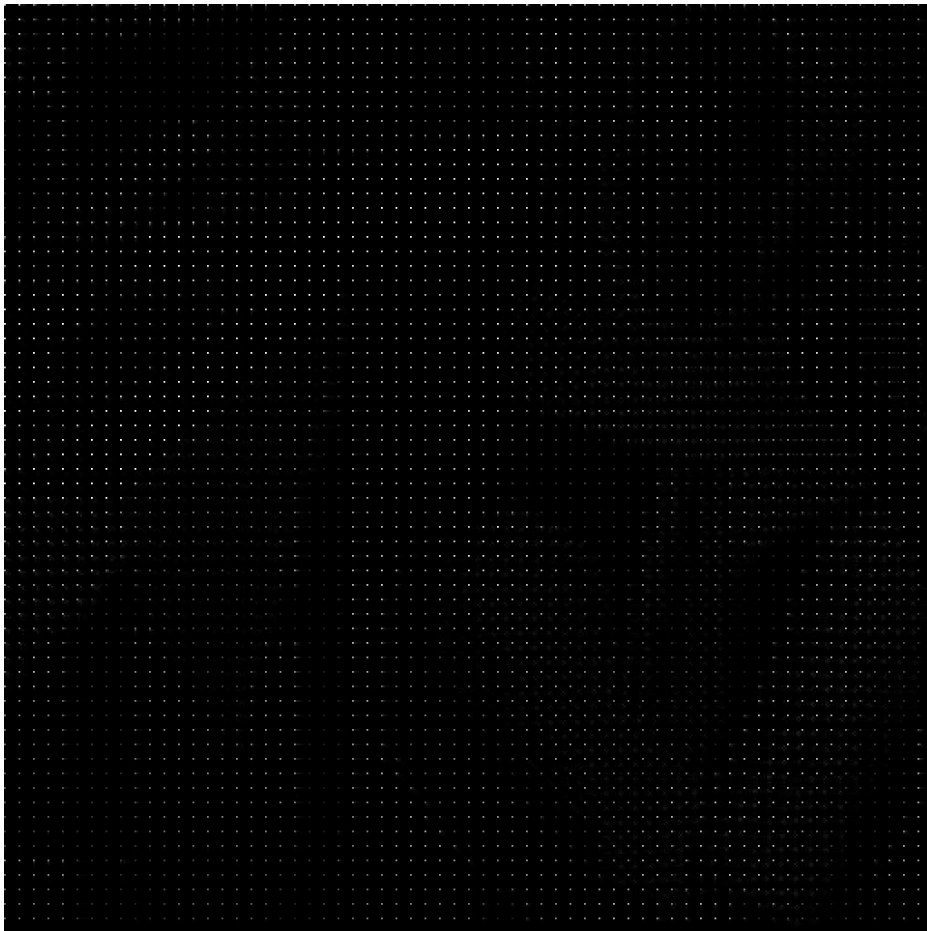
בבלוק השני, אכן ניתן לראות תדירויות שונות בכיוון ציר X, לעומת תדירות אפסית בציר Y עקב כך שאין שינוי לאורכו בבלוק.

בבלוק השלישי ניתן לראות מרכז בתדר מסויים (בשני הצירים), כך שהתדירות בציר X גדולה יותר. דבר זה אכן מתבטא בבלוק המקורי ומחזוריותו.

**ד. הציגו ובחנו את תמונת התוצאה. בצעו zoom למספר מקומות.**

ההתמרה המקורית של הבלוק :

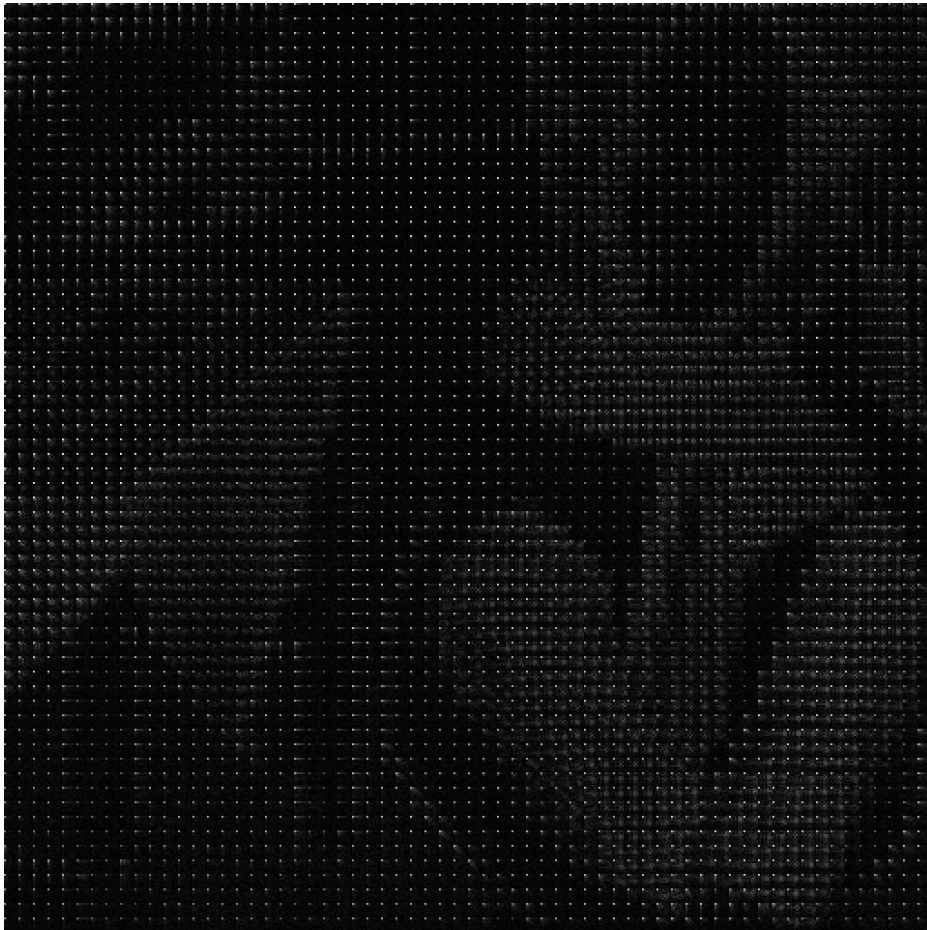
DCT of all blocks



Pixel info: (17, 147) 28.37

ההתמרה לאחר הדגשה באמצעות sqrt :

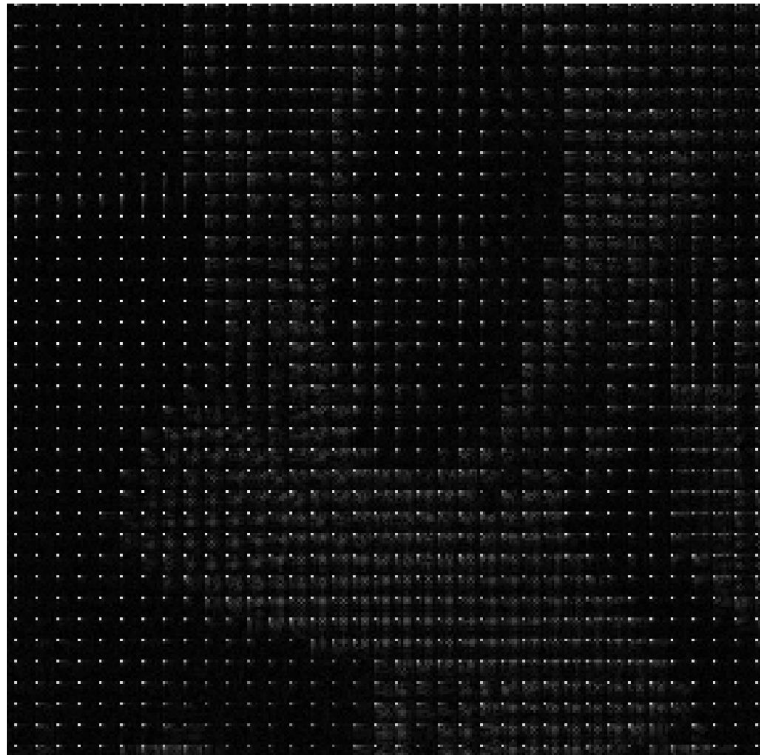
DCT of all blocks (with sqrt)



Pixel info: (17, 140) 5.48

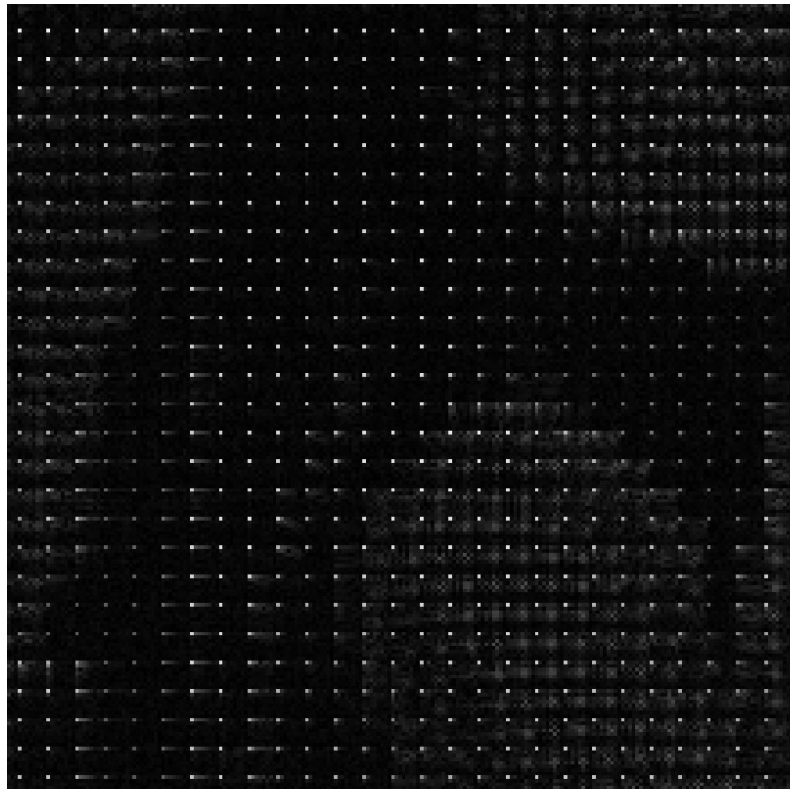
זום-אין למקומות שונים :

DCT of all blocks (with sqrt)



Pixel info: (241, 73) 32.00

DCT of all blocks (with sqrt)



Pixel info: (154, 233) 6.13

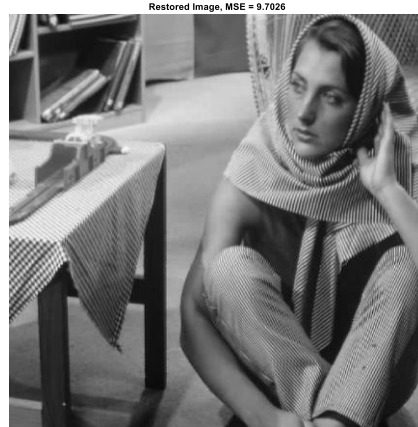
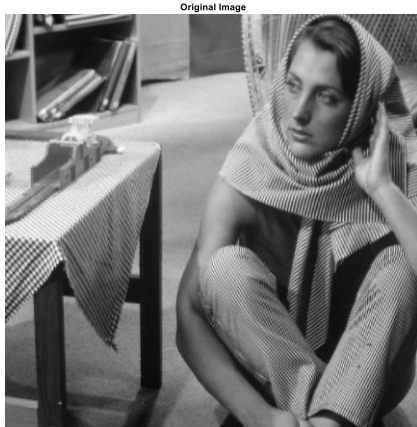
### מה רואים בתמונה שהתקבלה?

ניתן לראות את התפלגות התדרים בתמונה המקורית מחולקת לפי איזורים של  $8 \times 8$ , כאשר הפינה השמאלית העליונה של כל בלוק  $8 \times 8$  מייצגת את תדר האפס של בלוק זה, כלומר את ממוצע העוצמה של הפיקסלים באזור זה.

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

19.726181030273438%

ה. הציגו את התוצאה שהתקבלה.



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

9.702636718750002 – התקבל ערך יחסית קטן של MSE כלומר תמונה הדומה מאוד לתמונת המקור.

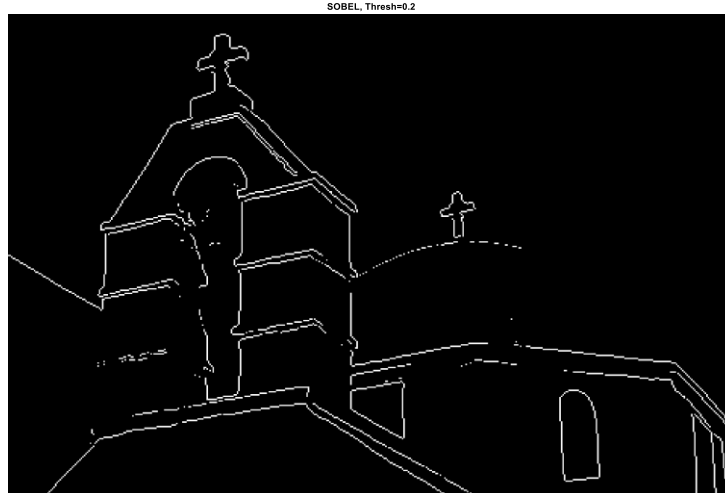
### מהי איכות התוצאה לדעתכם?

איכות התוצאה טובה, גם מבחינת MSE וגם ויזואלית.

## משימה 6

א. הציגו את התוצאות שהתקבלו.





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

ניתן לראות כי עבור סף 0 התגלו כל השפות, אך גם "שפות" נוספות שהן מעברים בין טקסטורות בתמונה שאינן רלוונטיות לנו.

עבור סף 0.09 התגלו רובן המוחלט של השפות בתמונה, וכמעט ואין שפות מיותרות.

עבור סף 0.2 ישנן שפות רבות בתמונה שלא התגלו.

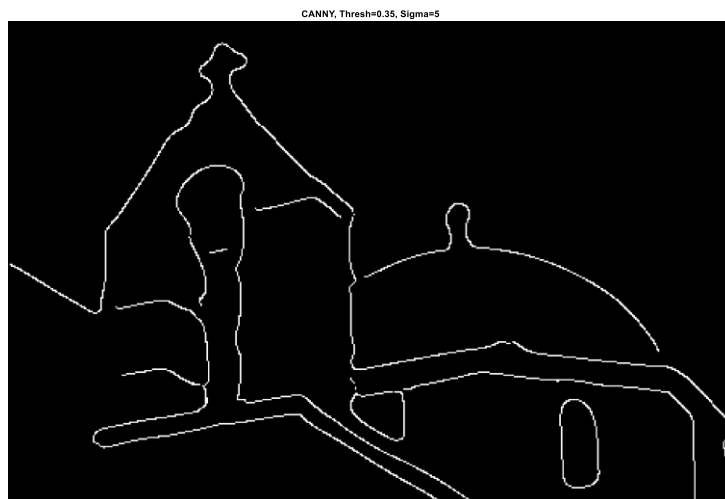
### האם התגלו שפות שגויות? האם ישנן שפות שלא התגלו?

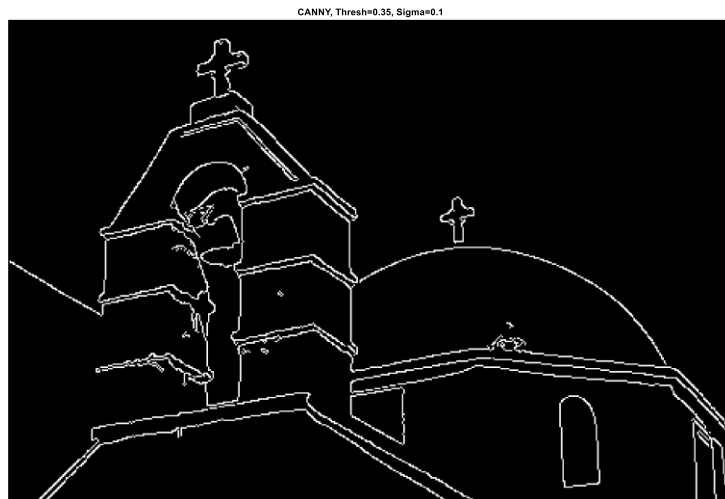
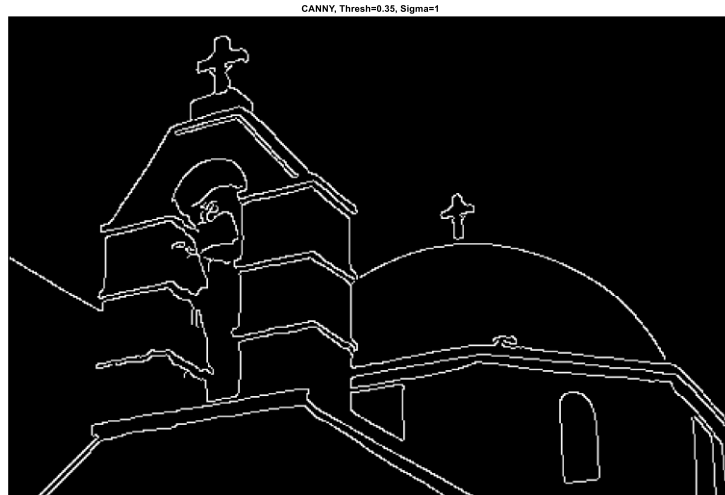
כן, כתלות בערך הסף ובהתאם למפורט למעלה.

### מהי התוצאה הטובה ביותר לדעתכם?

0.09, שכן זהו הסף בו התגלו רובן המוחלט של השפות, ובמקביל לא נמצאו שפות מיותרות.

ב. הציגו את התוצאות שהתקבלו.





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

ניתן לראות כי עבור  $\sigma=0.1$  ישנן מעט שפות מיותרות, וכן התגלו כל השפות המעניינות.

עבור  $\sigma=1$  ישנן הרבה פחות שפות מיותרות, ונותרו השפות המעניינות.

עבור  $\sigma=5$  אין שפות מיותרות, אך נגרעו שפות שהיינו רוצים לראות בפלט.

### האם התגלו שפות שגויות? האם ישנן שפות שלא התגלו?

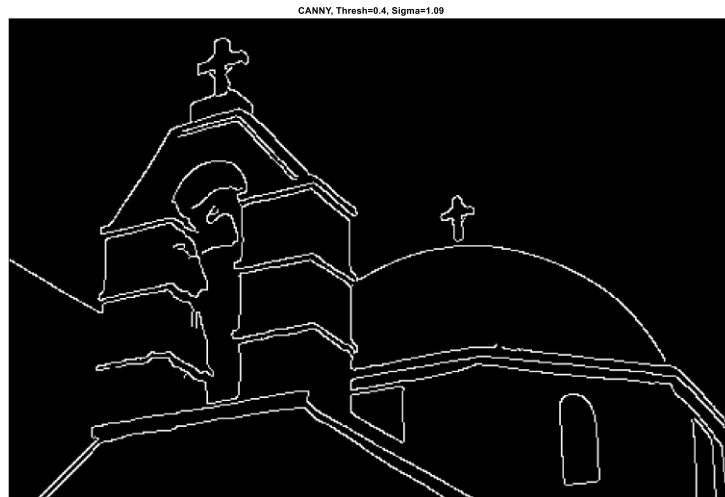
כן, בהתאם למוסבר למעלה.

### מהי התוצאה הטובה ביותר לדעתכם?

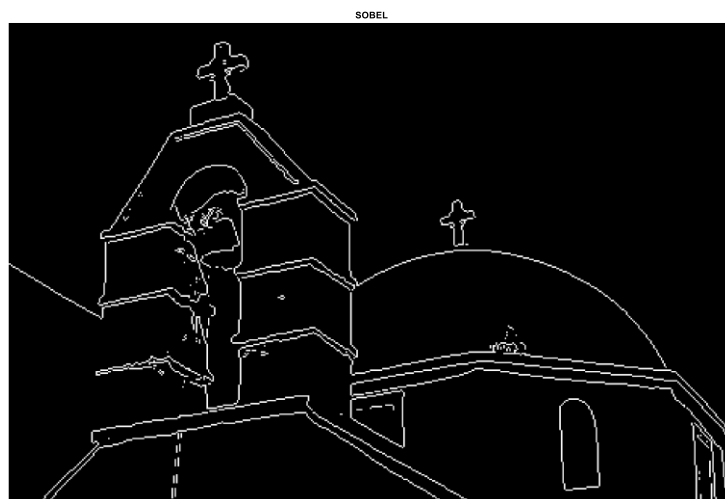
$\sigma=1$

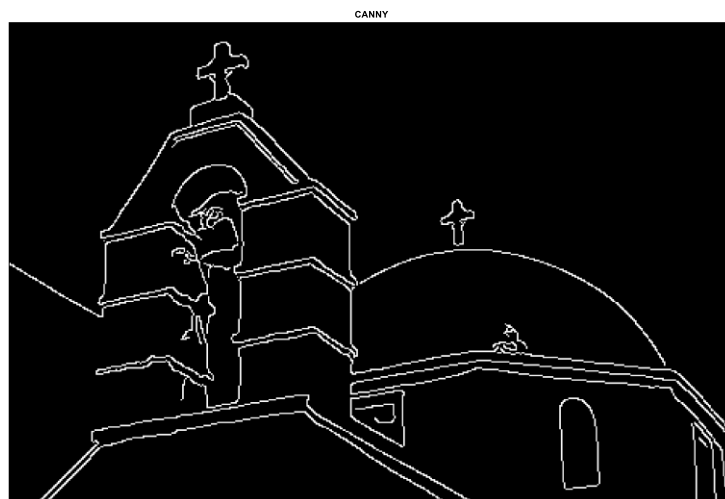
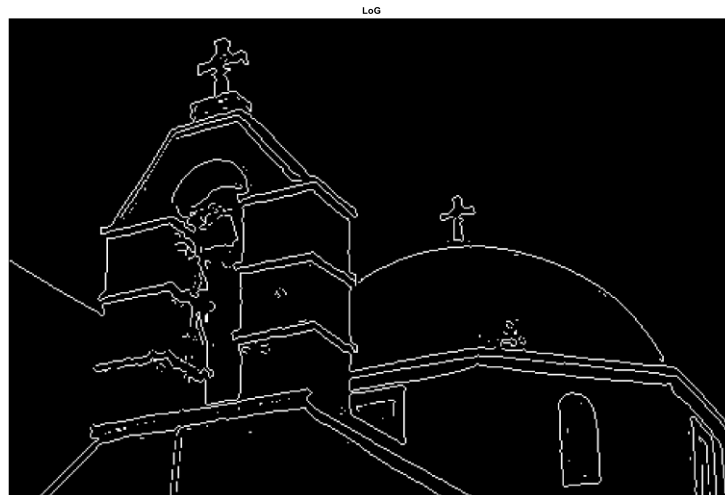
הציגו את התוצאה שקיבלתם לאחר שינוי הערכים כך שתתקבל תוצאה משופרת לטעמכם.





ג. הציגו את התוצאות שהתקבלו.





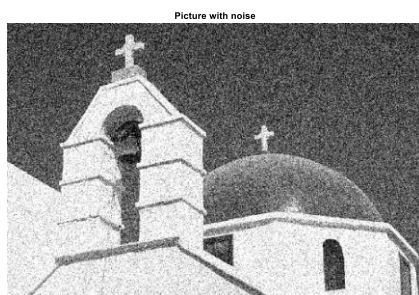
### איזה גלאי הוא המוצלח ביותר לדעתכם? הסבירו.

הגלאי המוצלח ביותר הוא Canny, מפני שהוא מציג את מרבית השפות הרלוונטיות ללא שפות מיותרות בכמות כמו השניים האחרים.

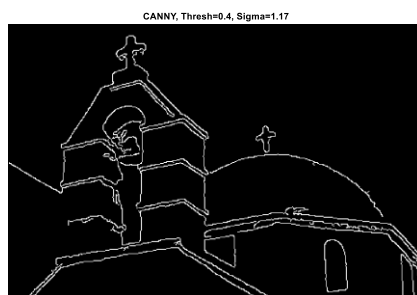
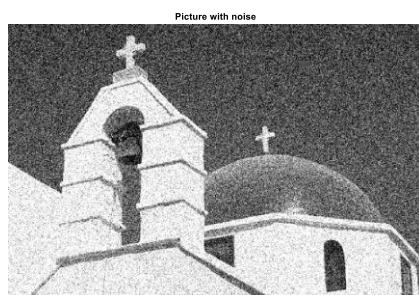
### איזה גלאי הכי פחות מוצלח? הסבירו.

LoG, מפני שהוא מכיל הכי הרבה שפות מיותרות.

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



**הציגו את התוצאה לאחר שינוי הפרמטרים כך שתתקבל תוצאה סבירה.**



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

הרעש אכן השפיע על תפקוד אלגוריתם Canny, ופרמטרים שעבדו לפני לא הניבו תוצאות טובות הפעם, ולכן נאלצנו למצוא פרמטרים חדשים, שאכן הצליחו לזהות את השפות אך לא בצורה מיטבית כמו לפני הוספת הרעש.

## שאלות מסכמות לבית

- 1. בסעיף ה', הסבירו מדוע הרעש שהתווסף לתמונה מביא לשינויים המתרחשים בהיסטוגרמה.**

זהו אפקט סטטיסטי של מעבר בין קבוצות מאוכלסות ומאוכלסות פחות. קבוצות (עמודות) שהיו פחות מאוכלסות מסביבתן יכלו "להעביר" פחות פיקסלים לסביבתן מאשר לקבל, וקבוצות (עמודות) שהיו יותר מאוכלסות מסביבתן יכלו "להעביר" יותר פיקסלים מאשר לקבל, וכך ברוב המקרים, אכלוס העמודות השתנה לכיוון הממוצע. בנוסף לכך, לאחר הוספת הרעש פיקסלים רבים חצו את הגבולות 0-255, אך הופיעו בתמונה כ-0 או 255 ולכן לאחר השינוי יש יותר פיקסלים לבנים ושחורים מקודם.
- 2. האם פעולת שוויון ההיסטוגרמה יכולה לשפר את התמונה? במה זה תלוי?**

הפעולה אכן יכולה לשפר את התמונה. זה יכול לקרות כאשר התמונה המקורית בעלת תחום דינאמי קטן יחסית ובו לא הרבה גווי אפור אפשריים.
- 3. מהי ההשפעה של תיקון גמא על ההיסטוגרמה? מהי השפעתו על התמונה? פרטו.**

תיקון גמא מגדיל או מקטין בצורה אקספוננציאלית את עוצמת הפיקסלים המנורמלת, כלומר ערכים שקרובים למרכז הסקלה ישתנו הכי הרבה והערכים בקצוות לא ישתנו כלל. עבור גמא קטן מ-1 ההיסטוגרמה תשתנה בכך שכל העמודות יתקרבו ל-0 והתמונה תהיה כהה יותר. עבור גמא גדול מ-1 ההיסטוגרמה תשתנה בכך שכל העמודות יתקרבו ל-255 והתמונה תהיה בהירה יותר.
- 4. בסעיף ה', איזו תמונה נראית יותר טוב (כלומר מציאותית יותר, אמינה יותר)? נמקו.**

התמונה המקורית נראית מציאותית יותר ואמינה יותר כיוון שמעבר גווי האפור הוא רציף יותר ואין שינויים חדים ולא צפויים בגוונים של אותו אובייקט.

**איזו תמונה שימושית יותר? נמקו.**

לדעתי התמונה השימושית יותר היא התמונה המעודכנת שכן יש הבדלים חדים בין האובייקטים בתמונה וניתן לזהות אותם ואת שפותיהן בצורה קלה יותר, ובנוסף לכך, ניתן לראות הבדלים גדולים יותר בין גווי האדמה המעידים על הבדלי גבהים.
- 5. מדוע לדעתכם לא ניתן למצוא ערך סף מתאים עבור תמונת האורז בסעיף ב'?**

לדעתנו זה קורה כי חלקי התמונה מוארים במידה שונה, ולכן כל ערך סף שיתאים לצד אחד של התמונה ויפריד בין האורז לרקע, לא יתאים לצד השני ויצבע את האורז בשחור אות את הרקע בלבן.
- הציעו דרך פשוטה להתגבר על בעיה דומה ולהעביר תמונה המכילה אותה לתמונה בינארית.**

לחלק את התמונה לאזורים, ובכל אזור לבחור ערך סף משלו.
- 6. מה מבצעת התמרת ה-DCT למידע בתמונה שמאפשר דחיסה ביחס גבוה?**

התמרה זו למעשה מציגה את התמונה במישור התדר, וכך למעשה ניתן לראות את התפלגות התדרים בתמונה. כך נוכל ללמוד למעשה מהם התדרים הלא משמעותיים בתמונה ולהוריד אותם, ולאחר ביצוע התמרה הפוכה נקבל תמונה בעלת משקל הרבה יותר קטן אך באיכות ויזואלית דומה. כלומר – דחיסה.
- 7. מהו היתרון בביצוע ההתמרה על בלוקים קטנים לעומת בלוקים גדולים? מהו החסרון?**

כך למעשה ניתן לקבל הפרדה של התדרים עבור כל בלוק (הפרדה מרחבית), ולדחוס עבור כל בלוק בנפרד עבור התדרים הרלוונטיים לו. כך – נקבל תוצאה טובה יותר.
- 8. מה משמעות ערך ה-sigma באלגוריתמים?**

ערך זה הוא שורש השונות (כלומר סטיית התקן) של המסנן בו נעשה שימוש באלגוריתמים. עבור Canny למשל, מדובר בסטיית התקן של המסנן הגאوسی.

**כיצד הוא משפיע על השפות?**

ערך sigma גדול יותר יטשטש יותר את התמונה, ולמעשה ימתן את הגרדיאנטים הקיימים בה.

כלומר – יזוהו פחות שפות. ערך sigma קטן יותר, מאותם שיקולים בדיוק, יגרום לזיהוי של יותר שפות.

**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.**

כאשר החישוב הוא בשני הכיוונים, למעשה האלגוריתם מחפש שינויים קיצוניים בנגזרת בשני הכיוונים – וכך למעשה מתגלות כל השפות.

**10. מהם היתרונות של אופרטור Sobel לעומת Canny? וההפך?**

יתרונם של אופרטור sobel לעומת canny הוא פשטותו – מדובר באלגוריתם פשוט המערב נגזרות ראשונות בלבד, ומחפש שינויים גדולים בנגזרת.

יתרונם של אופרטור Canny הוא שהוא מסתכל על הנגזרת השנייה, ולא רק מוצא ערכי נגזרות הגבוהים או נמוכים מסף מסויים, אלא גם בודק את כיווניות הגרדיאנט – ומזהה שפה באזורים בהם קיים גרדיאנט לאותו כיוון.

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

לא. sigma משמעותו סטיית התקן, ומתייחס להבדל היחסי בין הפיקסלים. בהירות ממוצעת עיקרה התוחלת ולא השונות, ובהינתן בהירות ממוצעת מסויימת עדיין מה שחשוב הוא ההבדל היחסי בין הפיקסלים שישפיע על השונות.

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

כן. Sigma משמעותו סטיית התקן, ועבור עצמים קטנים - sigma גדול מדי יוצר טשטוש ברזולוציה גדולה מגודל העצם ולמעשה שפות העצם לא יזוהו. לעומת זאת בעצמים גדולים ניתן להשתמש בסטיית תקן גדולה, וכך להזניח שפות לא חשובות לטובת שפות האובייקט הגדול המעניין.