

תרגיל בית מס' 1

אלכסנדר שנדר

328626114

סהר כרמל

305554453

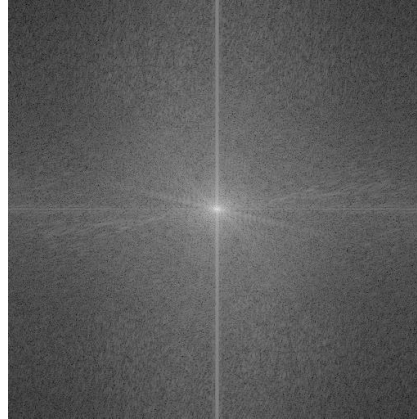
## שאלה 1

א. התקבלו תוצאות הבאות:

Original image (Anna)

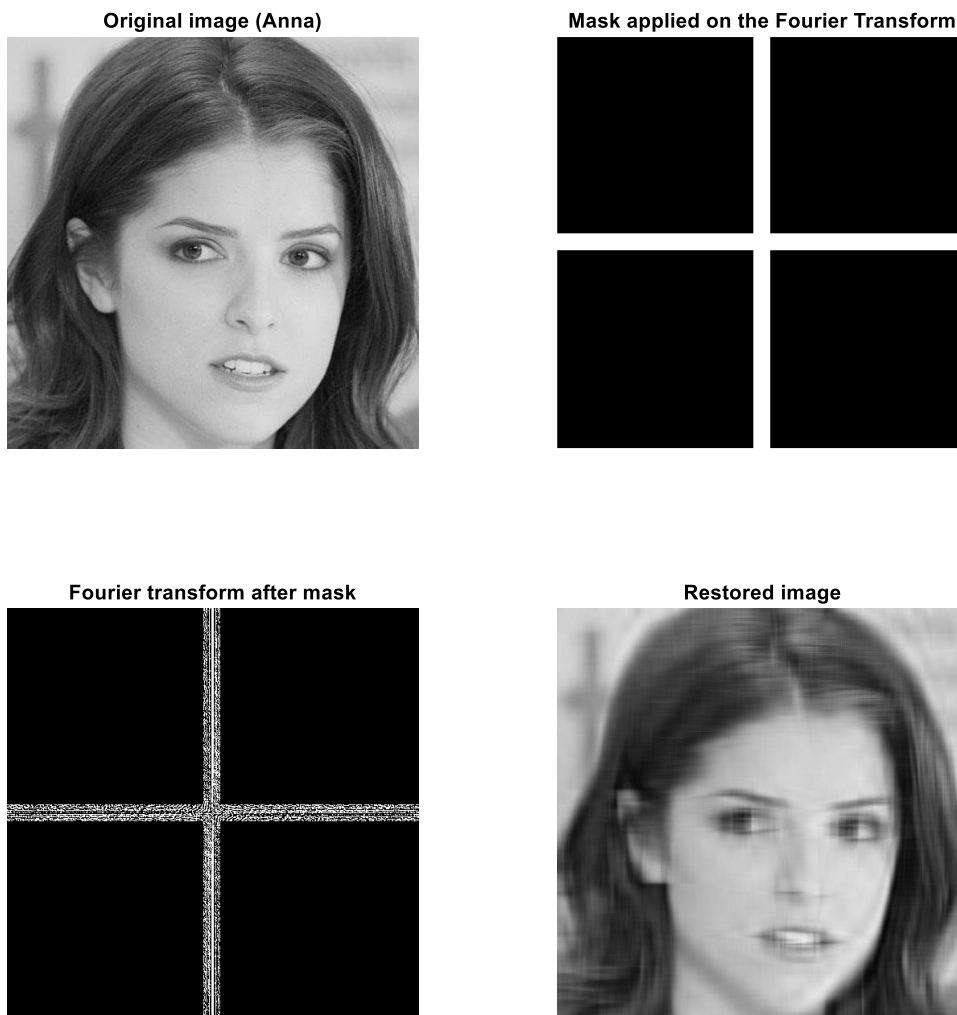


Log spectrum of the image



ראה קובץ מטלב לפירוט

ב. התוצאות שהתקבלו הינן:



ראה קובץ מטלב לפירוט

ג. בגישה שעשינו בסעיף ב' מתוארת שיטה שעושה בדיוק את זה. אנליטית, אנו משתמשים בפחות מ-8% של הזכרון לשמירה של התמונה, על ידי כך שאנו משאירים רק את התדרים הנמוכים בתמונה. חישוב אנליטי:

$$memory\ used = 4\% + 4\% - (4\% \cdot 4\%) = 7.84\%$$

עשיתי גם חישוב במטלב, וגיליתי שבמציאות השתמשנו ב-8.03%, מכיון שבעולם הבדיד לא ניתן לקחת כמות לא שלמה של שורות ועמודות, ונלקח המספר הכי קרוב ל-4%, שזה 20 שורות. האיכות של התמונה סובלת, אך עדיין ניתן לראות את הפרטים החשובים בה.

ד. נעשה במטלב

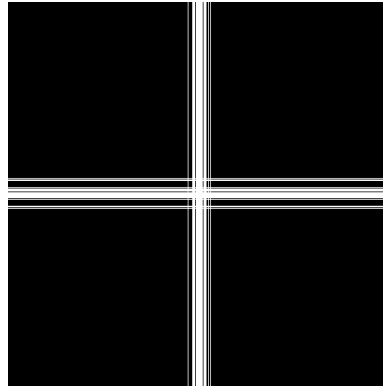
ה. נעשה במטלב

ו. יצרנו מסכה חדשה, וכמו בסעיף ב', הפעלנו אותה על התמונה, לקבל תוצאה הבאה:

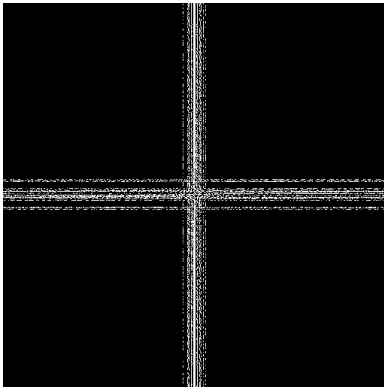
Original image (Anna)



Dominant Frequencies mask



Fourier transform after mask



Restored image



נענה על השאלות אחת אחת:

1. אכן הייתי מצפה לקבל תוצאה יותר טובה מאשר בסעיף ב', כי הפעם לקחנו את התדרים הדומיננטיים בתמונה, כאלה שנותנים הכי הרבה אינפורמציה.

2. על מנת להשוות תמונות, נשים אותן אחת ליד השניה:

Restored image (lowest frequencies)



Restored image (dominant frequencies)



כפי שניתן לראות:

- a. אם לוקחים את התדרים הנמוכים בלבד, התמונה נראה עם פחות "ארטיפקטים" – יותר חלקה. רוב השיער בצד שמאל של התמונה נראה חד.
- b. אם לוקחים את התדרים הדומיננטיים, יש יותר קווים לא רצויים בתמונה, אך לדעתי, למרות זאת, ניתן לראות יותר פרטים. במיוחד כאלה שהם לא רק 'אנכיים' או 'אופקיים', אלא יש בהם גרדיאנטים בכיוונים מגוונים. למשל, עיניים, פה.
- c. אם אני ארצה לחסוך, אני אבחר שיטה ששומרת את התדרים הנמוכים בלבד, ולא את הדומיננטיים.

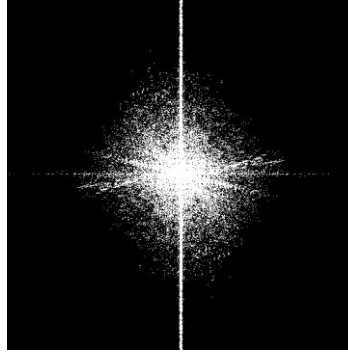
3. ניתן להסיק שתדרים נמוכים נושאים מידע חשוב לצורך תצורה וויזואלית נכונה של התמונה, יותר חשוב מתדרים הדומיננטיים.

ז. קיבלנו את התוצאה הבאה:

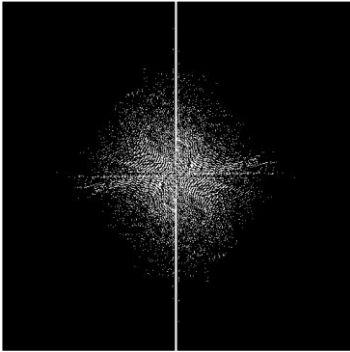
Original image (Anna)



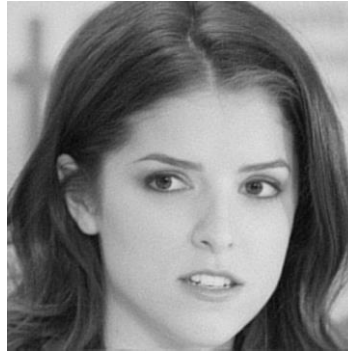
Overall Dominant Frequencies mask



Fourier transform after mask



Restored image



כפי שניתן לראות, קיבלנו שיפור משמעותי בהרבה. זה כוון שאיתרנו במדויק את התדרים הדומיננטיים בתמונה, זהו ההבדל המהותי מסעיף ו'. בשימוש באותה כמות של זיכרון (כמעט), זה גורם לשימור של תמונה באיכות הרבה יותר טובה משימוש רק במסנן תדרים נמוכים, או שורות/עמודות של תדרים דומיננטיים.

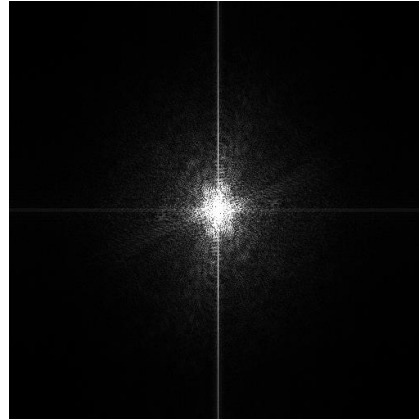
## שאלה 2

א. נקבל את התוצאות הבאות:

Original image (Uma)



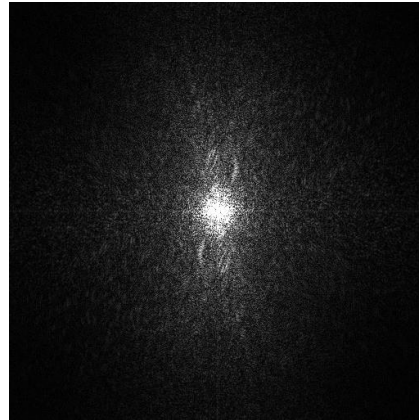
Fourier 2D amplitude (Uma)



Original image (cat)

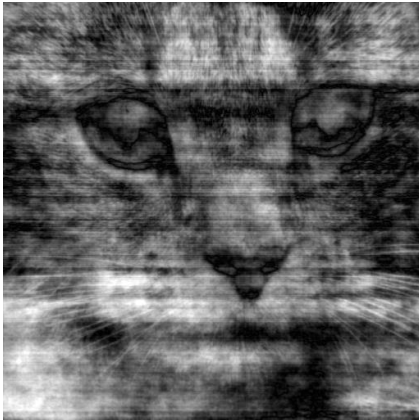


Fourier 2D amplitude (cat)



ב. לאחר ביצוע של הפעולות, נקבל את התוצאה הבאה:

Uma amplitude, cat phase



Cat amplitude, Uma phase



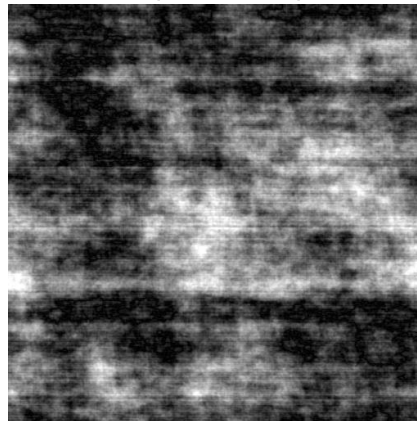
ניתן לראות שקיבלנו תמונה היותר דומה ל-UMA דווקא איפה שערך המוחלט הוא של חתול, והפאזה היא של UMA. זה מראה על חשיבות של הפאזה.

ג. התקבלו תוצאות הבאות:

Random amplitude, Uma phase



Uma amplitude, random phase



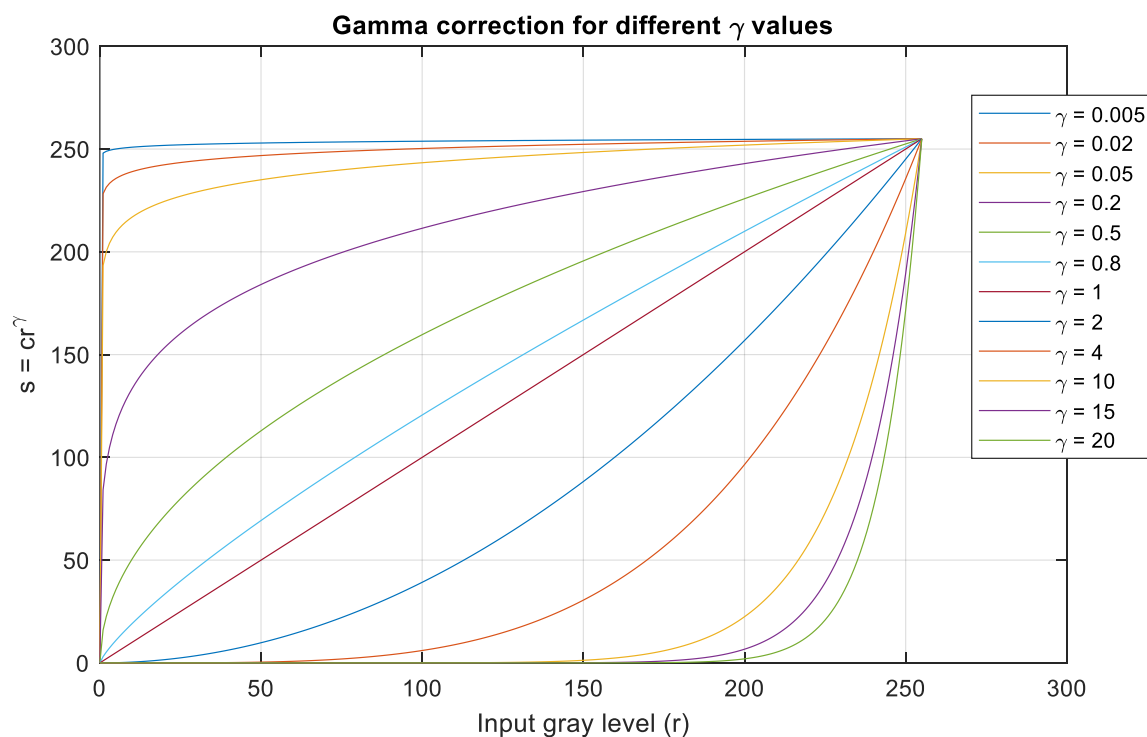
כפי שניתן לראות, כאשר אנו משתמשים בפאזה של UMA עם אמפליטודה ראנדומלית, מתקבלת תמונה שהרבה יותר מזכירה את התמונה המקורית, מאשר כשמשתמשים באמפליטודה של UMA עם פאזה ראנדומלית.

ד. כפי שראינו במהלך התרגיל, לפאזה יש חשיבות רמה יותר כאשר אני רוצים לשחזר את תמונת מקור. זה קורה מכיוון שבתמונות רגילות, מפת האמפליטודות נראית דומה, והשוני העיקרי בין תמונה לתמונה הינו הפאזה, והוא נושא את רוב המידע החיוני לשיחזור של התמונה.



### שאלה 3

א. נקבל את הגרף הנ"ל:

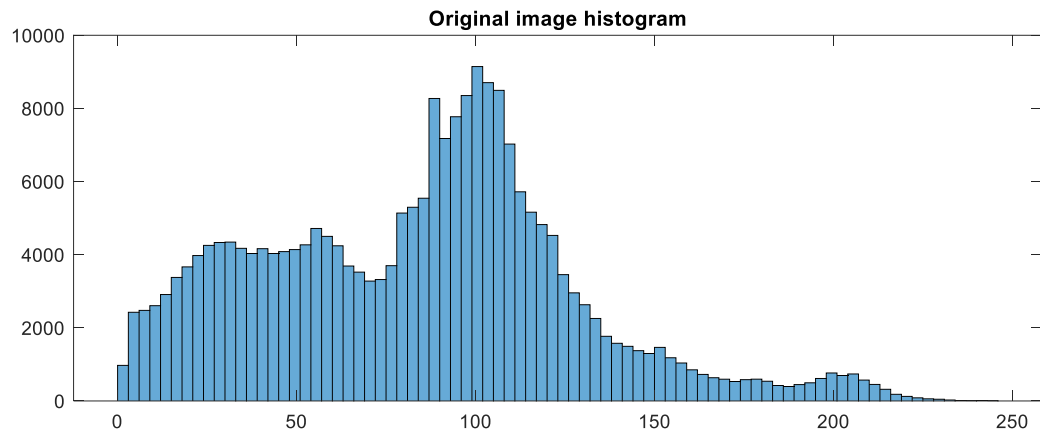


הפעולה התמוארת כאן ידועה גם בשם Gamma correction, וצורך זה נוצר כאשר התחילו לצלם תמונות דיגיטליות. בתשובה לשאלה:

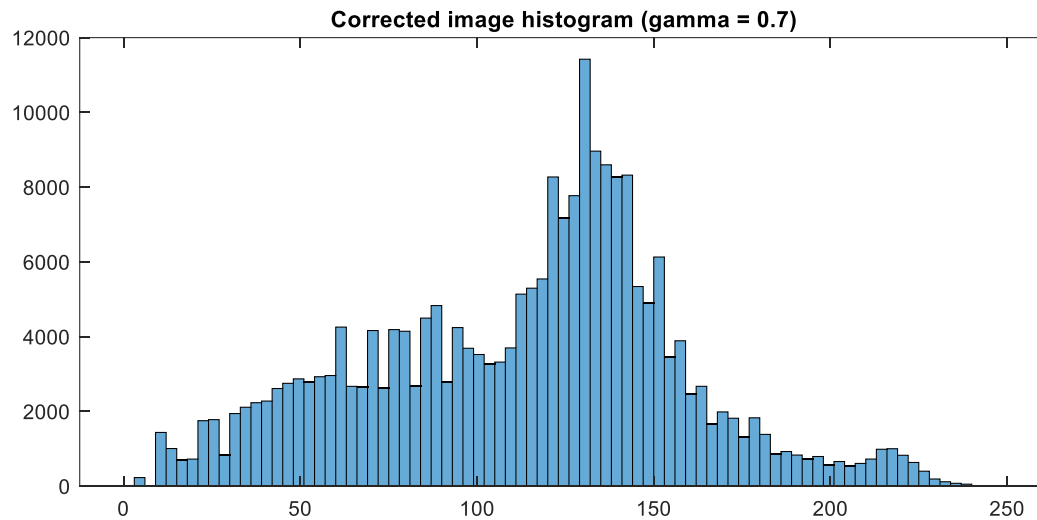
1. עבור  $\gamma > 1$  התמונה תהפוך להיות יותר כהה. ההשפעה של הרמות אפור שיותר קרובות ל-0 הינה יותר חזקה, בגלל החזקה.
2. עבור  $\gamma < 1$  נקבל תמונה יותר בהירה, התחום הצר של רמות אפור יתרחב על רמות אפור בהירות יותר.
3. עבור  $\gamma = 1$ , בהנחה ש- $c = 1$ , נקבל לאין השפעה לפעולה. לכל  $C$  אחר נקבל פשוט הכפלה של רמת אפור בקבוע.

התפקיד של  $C$  הינו ה-scaling, אם רמות אפור אינן בטווח של  $[0, 1]$  למשל.

ב. נתבונן ב-היסטוגרמה המקורית:



ניתן לראות שרוב הרמות אפור נמצאות מתחת לערך הממוצע של רמות אפור. נבצע את הפעולה שראינו קודם. ברצוננו להזיז את ההיסטוגרמה טיפה ימינה. ראינו שערכי  $\gamma < 1$  מבהירים את התמונה, כלומר מזיזים את ההיסטוגרמה ימינה. נשאיר את הערך של C על 1 כי לא מעוניינים ב-scaling. נראה שערך של  $\gamma$  של בערך 0.7 יזיז את ההיסטוגרמה מספיק ימינה:



נשווה כעת את שני התמונות אחת ליד השנייה:

**Original image**



**Corrected image (gamma = 0.7)**

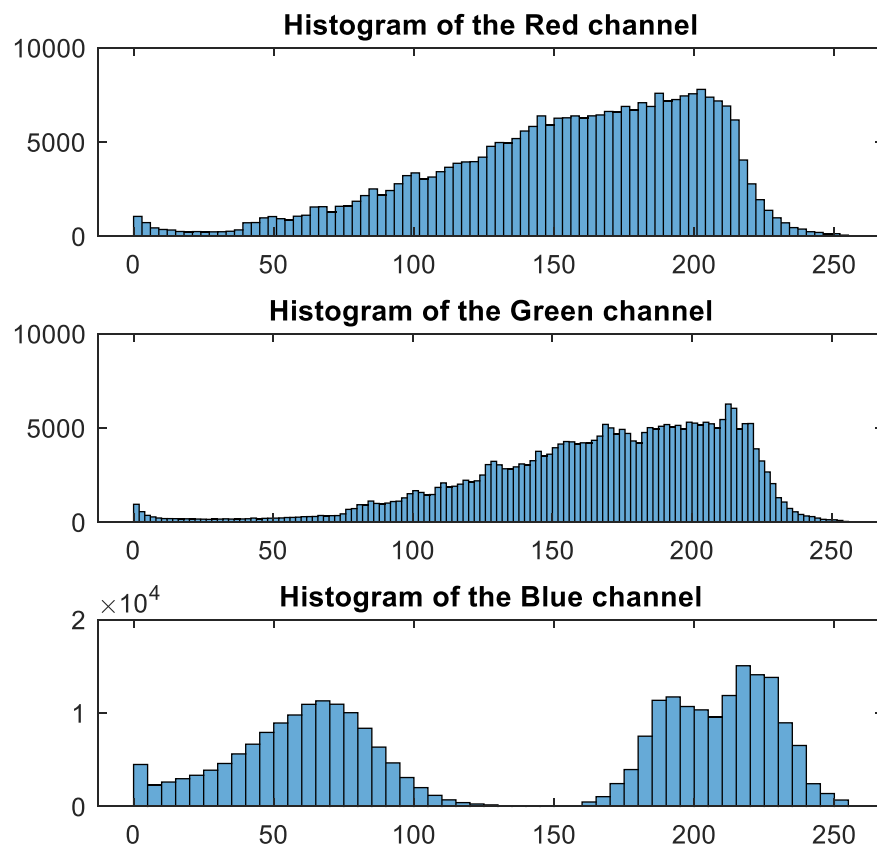


אכן ניתן לראות בעין שהתמונה אחרי התיקון יותר בהירה.

ג. מכוון שאני רחוק מהקמפוס כעת, לקחתי תמונה אקראית באינטרנט העונה על התיאור:



ההיסטוגרמה שהתקבלה הינה:



ניתן לראות קודם כל שהתמונה די בהירה – בשלושת הערוצים (מיוחד אדום וירוק) קיימים רוב פיקסלים ברמה גבוהה.

7. נבצע את הפעולות המתוארות בהוראות לתרגיל. ונקבל:

**Original image**

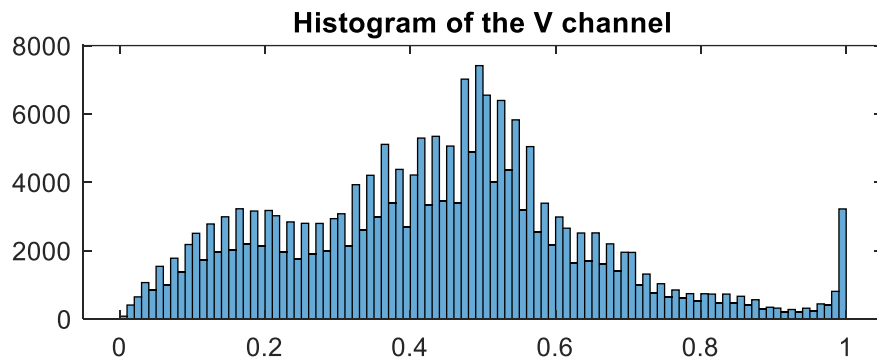
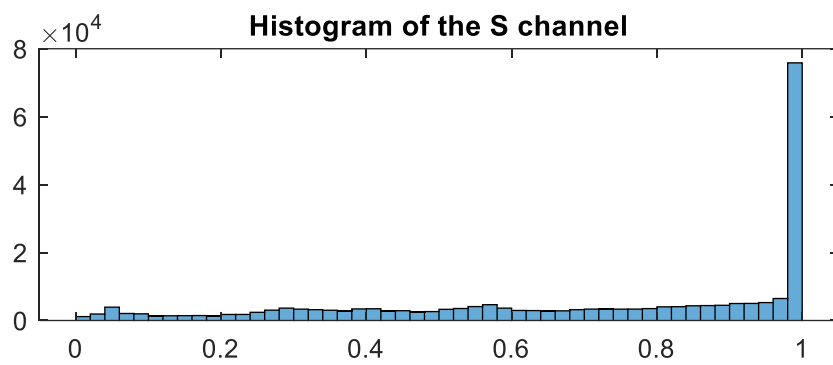
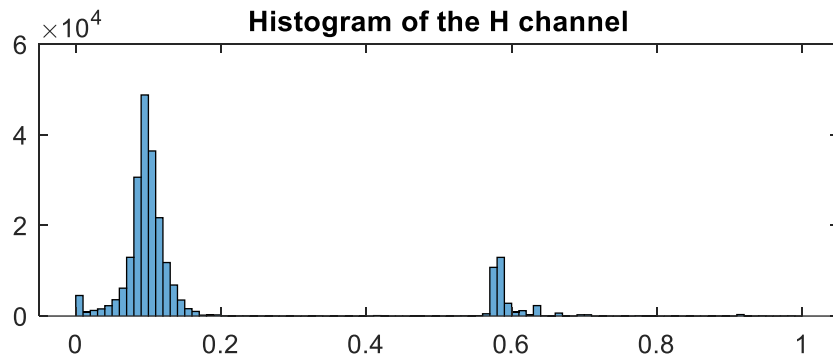


**Corrected image (gamma = 0.7)**



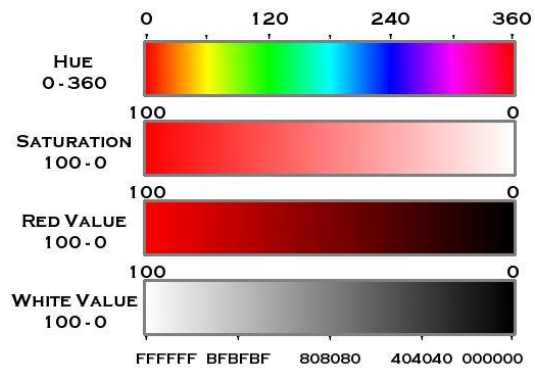
ניתן לראות שהתמונה נהייתה יותר ירוקה, ויותר בהירה. היא נהייתה יותר ירוקה, כוון שהפיקסלים הירוקים התרחבו על טווח רחב יוצר מכוון שה- $\gamma$  הינו קטן מ-1. והיא נהייתה יותר בהירה מכיוון שההיסטוגרמה בערוץ הירוק זזה ימינה, כלומר פיקסלים בערוץ הזה נהיו יותר ירוקים.

ה. נמיר את התמונה המקורית של התרגיל (Scotland) ונקבל את ההיסטוגרמות הבאות:

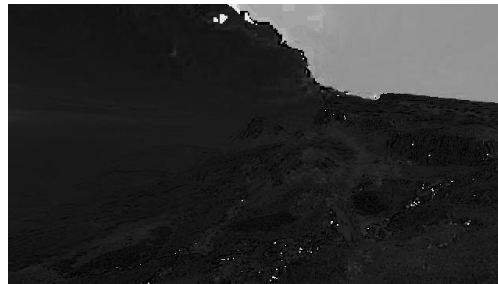


מה ניתן ללמוד מכאן:

1. הערכים של  $H$  הם מרוכזים בעיקר באזורים של 0.1 ושל 0.6. אם נתבונן בתמונה הבאה, נראה שזה מתייחס בעיקר לצבעים של אדום וכחול:



ואכן, יש לנו בתמונה הרבה מאוד גוונים של אדום, וכחול בצד ימין למעלה. נראה זאת אם נראה רק את התמונה של  $Hue$ :



הערכים הקרובים ללהיות שחורים הם הרכיבים שקרובים לצבע אדום, ובצבע אפור הם הקרובים לצבע כחול.

2. מערוץ הרוויה ( $SATURATION$ ) ניתן לראות שרוב הפיקסלים נמצאים ברוויה.
3.  $VALUE$  מראה את הבהירות של הפיקסלים, וניתן לראות שמרבית אכן אינם בהירים.

1. 2+.

נבצע את הנאמר בתרגיל ונקבל את התוצאות הבאות.

מקרה 1: עבור  $\gamma = 0.2, H_{corrected}$ :

**Original image**



**Corrected H channel (gamma = 0.2)**



ניתן לראות שהצבעים זזו בהרבה, עקב שינוי משמעותי בערך הגאמה. לפי היסטוגרמה, רוב הערכים היו צריכים לזוז ימינה, ואכן צבע כחול נמצא מימין לצבע אדום בסקאלה.



מקרה 2 עבור  $\gamma = 2, H \text{ corrected}$ :

Original image



Corrected H channel (gamma = 2.0)



ניתן לראות שינוי הפוך בתמונה – רוב הצבעים זזו 'שמאלה' בסקאלה, כלומר התקרבו לצבע האדום. הצבע הכחול שהיה בפינה עליונה מימין גם הפך להיות ירוק, כלומר הערכים שם זזו שמאלה בעקבות הפעולה של *Gamma correction*.

מקרה 3 עבור  $\gamma = 0.2, S_{corrected}$ :

Original image



Corrected S channel (gamma = 0.2)



ערך ה- $S$  אחראי על העומק של הצבע בתמונה, ואכן ניתן לראות שהצבע נהיה עמוק יותר לכל האורך. ניתן לראות שיש קו בולט בין תחום הכחול וצהוב, שכן לפני לא היה בולט. אם נזכר בהיסטוגרמה של ערוץ  $S$  (סעיף ה') אנו נראה, נראה שרוב הערכים הם קרובים ל-1, אך יש כאלה שקרובים מאוד ל-0, איפה שעובר איזור של העננים. את רובם הפעולה של  $gamma\ correction$  כן מצליחה להביא ימיה (להבליט את הערך ה- $S$  שיש בהם), אך חלק קטן נשאר, וזה ערכים שהיה להם ערך  $S$  קטן מלכתחילה. נתבונן על איפה בדיוק הערכים הקטנים של  $S$  נשארו לאחר הטרנספורמציה:



זה בדיוק הקו הבולט. וכמו שראינו קודם, הערך נמוך של  $S$  משמעות שאין ערך של צבע לפיקסל, לכן הפיקסלים בחיתוך הם לבנים.

מקרה 4 עבור  $\gamma = 2, S_{corrected}$ :

**Original image**



**Corrected S channel (gamma = 2.0)**



ניתן לראות שערך הצבע בתמונה ירד, וזה אכן מה שציפינו לראות.

מקרה 5 עבור  $\gamma = 0.2, V \text{ corrected}$ :

**Original image**



**Corrected V channel (gamma = 0.2)**



ערך *VALUE* אחראי על הבהירות של הפיקסל. ניתן לראות שעבור  $\gamma$  של 0.2 אכן הגדלנו את הבהירות של הפיקסלים בהרבה, כלומר הם זזו ימינה בהיסטוגרמה. וזה אכן מה שציפינו לראות.

מקרה 6 עבור  $\gamma = 2, V_{corrected}$ :

**Original image**



**Corrected V channel (gamma = 2.0)**

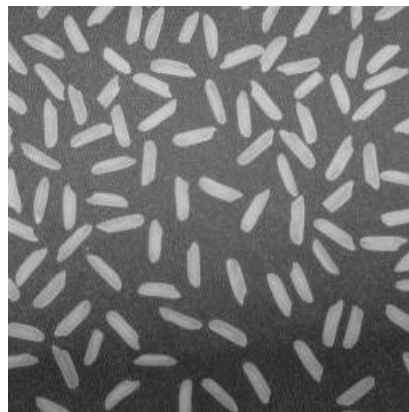


הקטנו את הערכים של הבהירות (VALUE) דרך הפעולה של GAMMA CORRECTION, אכן התמונה נהייתה יותר כהה.

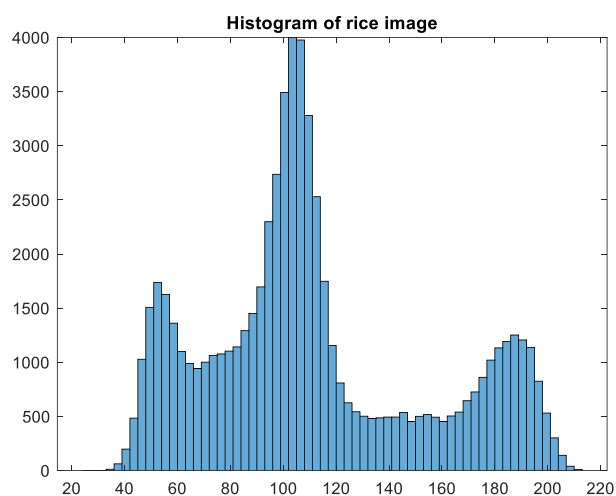
## שאלה 4

א. נתבונן בתמונה:

Rice original image



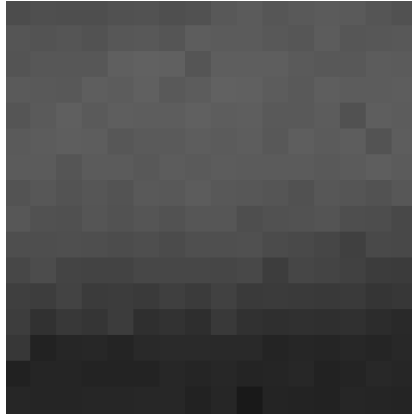
וגם בהיסטוגרמה של רמות האפור:



כפי שניתן לראות, אין כמעט רמות אפור בתחומים קיצוניים – אזורים שחורים לגמרי או לבנים לגמרי. יש שלושה פיקים בהיסטוגרמה. שני השמאליים אחראים על הפיקסלים של הרקע – הוא משתנה מכהה לבהיר יותר. הפיק הימני אחראי על רמות אפור הבהירות של האורז עצמו, שהוא יותר בהיר מהרקע.

ב. נבצע את הפעולות ונקבל את התוצאה:

**Minimal values per 16x16 segment**

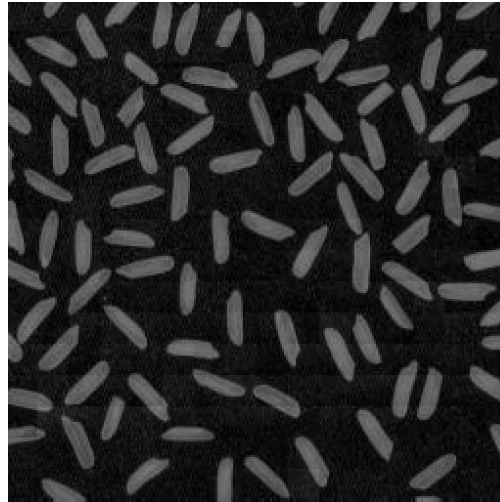


ניתן לשים לב שקודם כל קיבלנו תמונה יותר כהה, כוון שלקחנו בכל בלוק את הערך המינימלי. דבר שני, ניתן לראות שכלל שעולים למעלה, רמת האפור הינה יותר גבוהה.

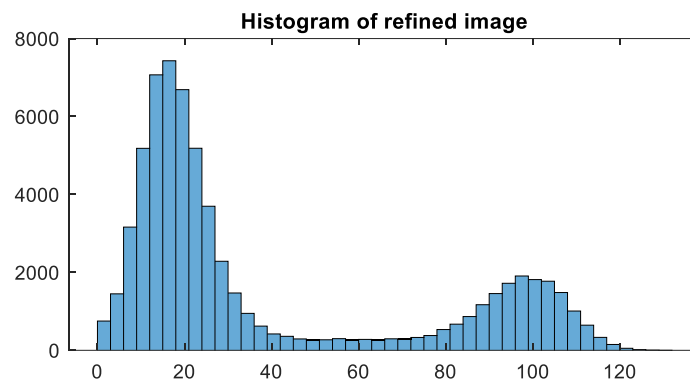


ג. נבצע את הפעולה ונקבל:

Rice refined image



נתבונן גם בהיסטוגרמה של התמונה, שהיא תעזור לענות על השאלה:



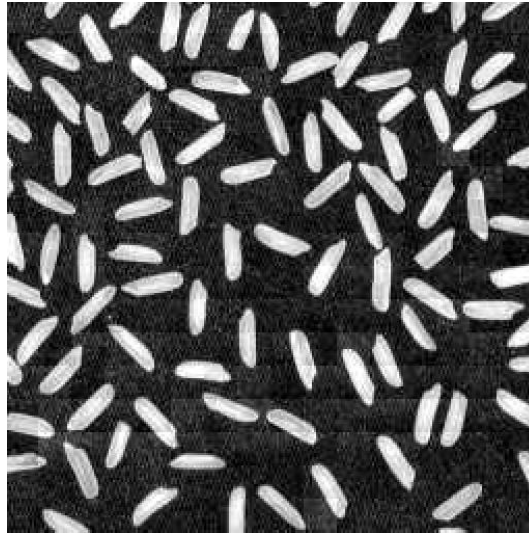
כמה דברים שניתן לראות:

- כעת רמת אפור מתחילה מ-0
- כעת יש שני פיקים של רמות אפור – עבור הרקע ועבור האורז עצמו, בזכות הטרינספורמציה שעשינו.
- הפעולה שביצענו אכן שיפרה את הקונטרסט. למעשה, מה שעשינו זה החסרנו מכל בלוק את הערך של הרקע של אותו בלוק, שאכן הערך של הרקע בכל בלוק הינו מינימלי. זה יצר אחידות ברקע של התמונה.
- ניתן לראות שעדיין ניתן לשפר את הקונטרסט, למשל ע"י פעולה פשוטה של מתיחת קונטרסט. הערך מקסימלי כעת הינו באזור 120, אך ניתן למתוח את הטווח של רמות אפור ל-255.



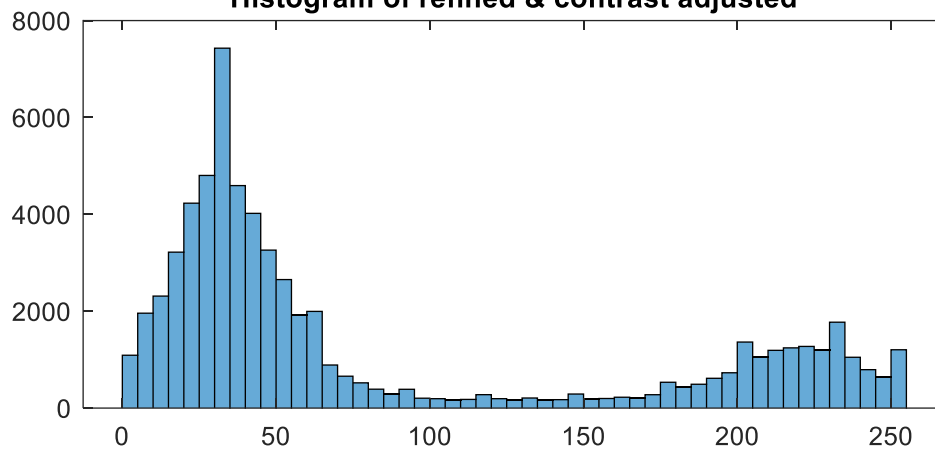
7. נבצע את מתיחת קונטרסט ונקבל:

**Rice refined & contrast adjusted**



אכן ניתן לראות שיפור בקונטרסט. מתיחת קונטרסט שעשינו השתמש הערכים של ברירת מחדל של MATLAB, כלומר 1% של הפיקסלים נמצאים בסטורציה ברמות אפור לבן, ואותו דבר בשחור. שאר הפיקסלים פרוסים בטווח של 0 עד 255. ניתן גם לראות כעת בהיסטוגרמה:

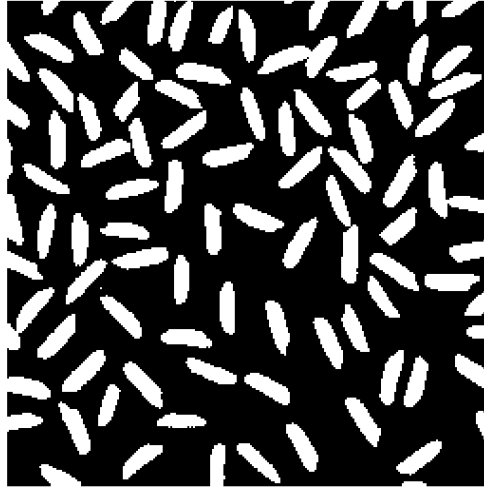
**Histogram of refined & contrast adjusted**



ה. יש כמה דברים לשיפור נוסף של התמונה:

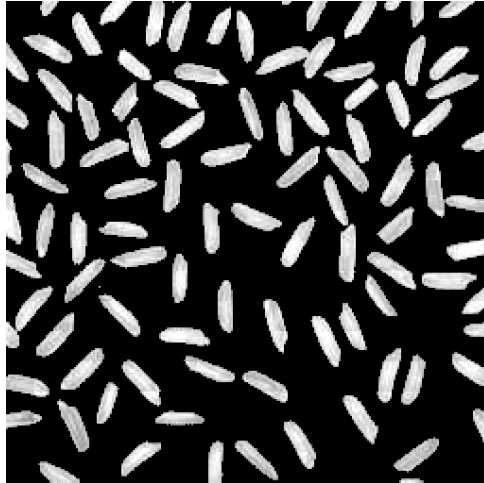
- a. ליצור בינריזציה של התמונה. אם מה שמעניין אותנו זה מיקום של האורז, ולא הגוונים, זוהי הפעולה נכונה לעשות. נבחר ערך סף לאחר כמה ניסיונות בין שני הפיקים כך שנקבל תוצאה מספיק מספקת, כמו למשל, בחרתי ערך של 0.5 (ב-DOUBLE):

Rice binarized image



- b. שיטה נוספת לשיפור האיכות היא להקטין את גודל הריבוע שבו מוצאים את המינימום. אך צריך להיזהר, שהוא לא יהיה קטן מהאובייקט עצמו, ושכן יקלוט לפחות אחד מפיקסלי הרקע, אחרת השיטה רק תזיק.
- c. שיטה נוספת שחשבתי עליה היא דומה לבינאריזציה, אך בעצם אנו נהפוך לשחור רק את הערכים של הרקע. למעשה, נשתמש בתוצאה של פעולה a כמסכה, ונפעיל על תוצאה של סעיף ד'. נקבל:

Mask applied image



כפי שניתן לראות, הגוונים של האורז נשמרו, והרקע הינו שחור, מה שמשפר את הקונטרסט, ושומר של הפרטים החשובים בתמונה.