

עבודה 2

מגשים :

איילה ראובן 314077033

ליאור עבדייב 206087611

שאלה 1:

1.1-1.2 קראנו את התמונה, הפכנו אותה ל"double" ונרמלנו אותה לתחום $[0,1]$. התמונה שלנו :

Color City



1.3 הצגנו את כל אחד מהערוצים R,G ו-B. התוצאות בעמוד הבא.

הסבר על התוצאות : אפשר שיש התאמה בין איך שהצבע של הערוץ תואם לאובייקט לרמת הבהירות שנקבל בתמונה. למשל עבור הערוץ האדום, כאשר נציג את הערוץ האדום נקבל שהבתים האדומים והכתומים (שמורכבים מהצבע האדום) והמוט עץ שבנהר בהירים מאוד לעומת השמיים שמורכבים מהצבע הכחול. וכנ"ל עבור הערוצים הירוק והכחול. בערוץ הירוק נקבל שהסירה מאוד בהירה זאת מכיוון שהצבע של הסירה הוא צהוב והירוק מורכב מהרבה צהוב עם קצת אדום (לכן גם בערוץ האדום נקבל חרטום של סירה בהיר יחסית). בערוץ הכחול נקבל שמיים בהירים ובתים כהים. מכיוון שבתמונה של הערוץ האדום קיבלנו הכי הרבה חלקים בהירים נסיק שהוא הערוץ השולט בתמונה. והצבע הכחול הכי פחות כי בהצגת הערוץ הכחול נקבל הרבה אזורים כהים.

Q1.3: Color City - Red channel



Q1.3: Color City - Green channel



Q1.3: Color City - Blue channel

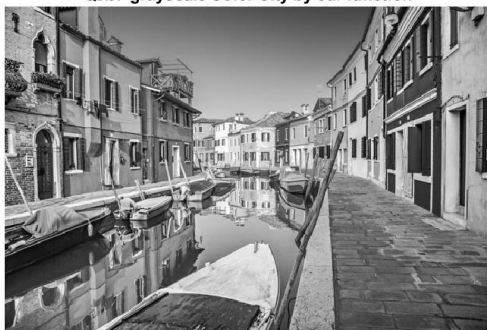


1.4-1.5 התבקשנו לכתוב את הפונקציה "dip_rgb2gray" שמשנה תמונת RGB לתמונה אפורה. העברנו את התמונה לסקאלה של אפורים ע"י שימוש בנוסחה הבאה :

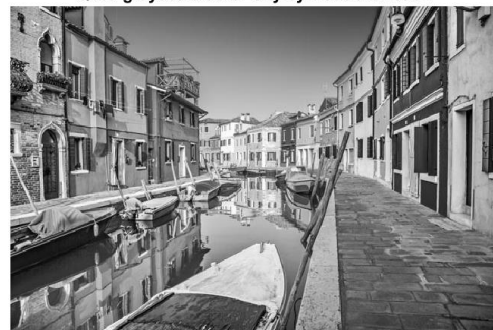
$$gray = 0.2989 * R + 0.5870 * G + 0.1140 * B$$

את התוצאה שקיבלנו השווינו לתוצאת הפונקציה של מאטלב 'rgb2gray'. התוצאות :

Q1.5: grayscale Color City by our function



Q1.5: grayscale Color City by matlab function



הסבר על התוצאות : מהתבוננות בעין אנושית על התמונות הן אכן נראות זהות. ואכן כאשר חיסרנו בין התמונות קיבלנו שהערך הגבוה ביותר של ההפרשים בערך מוחלט הוא $error = 1 * 10^{-4}$, כלומר התמונות כמעט זהות.

1.6 התבקשנו לבצע שלוש מניפולציות שונות על התמונה. (ההסברים לאחר התוצאות)

מניפולציה ראשונה : ביצענו על הערוץ האדום טרנספורמציה לינארית : $F(I) = -I + 1$ כאשר I זו התמונה שלנו.

מניפולציה שניה : החלפנו בין הערוצים השונים של התמונה.

מניפולציה שלישית : הכפלנו את הערוץ הירוק פי 0.1.

התוצאות :

Q1.6: original city



Q1.6: city after manipulations by linear function



Q1.6: city after manipulations by

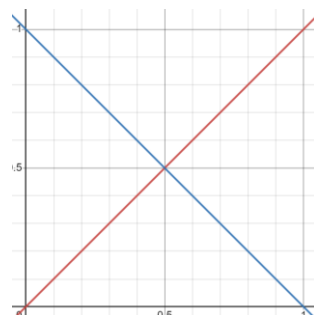


Q1.6: city after 0.1x reduction of the green channel



הסבר על התוצאות :

הסבר על המניפולציה הראשונה : ע"י הטרנספורמציה הלינארית שביצענו על הערוץ האדום החלפנו בין הערכים הגבוהים בערוץ לבין הערכים הנמוכים. מה שמוביל לכך שבחלקים בנס היה ריכוז גבוה של צבעים אדומים כעת מספר האדומים קטן מאוד. לכן למשל הבית שהיה כמעט אדום לגמרי ובהצגה של הערוצים היה בהיר מאוד, כעת הוא ירוק עם קצת כחול. כלומר הקטנו את האדום ולכן כעת נראה את החלקים שנשארו מהערוצים האחרים. בנוסף חלקים שכמעט ולא ראינו בהם אדום ובתמונה של הערוץ האדום בלבד היו מאוד כהים, כעת הפכו לאדומים (כמו למשל בקצה של השמים שעכשיו רואים בוא מעט אדום, כי הגדלנו את האדומים. כלומר מה שהטרנספורמציה הלינארית עשתה זה הפכה את הערכים האדומים הנמוכים לגבוהים ולהפך. כמו בגרף הבא.



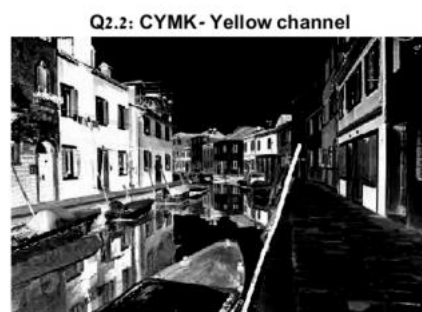
הסבר על המניפולציה השנייה: במניפולציה השנייה החלפנו בין הערוצים. הערוץ הכחול במקום האדום, האדום במקום הירוק והירוק במקום הכחול. ניתן לראות שהבתים בהם הערכים האדומים היו גבוהים בתמונה המקורית נצבעו בירוק, החלקים בהם הערכים הירוקים היו גבוהים כמו השמיים, הנהר והמסגרות של החלונות נצבעו באדום. מכיוון שהערוץ הכחול החליף את הערוץ האדום היינו מצפים שהבתים יצבעו לכחול, אך קיבלנו בתים ירוקים. בשביל להסביר את התשובה נתבונן בתוצאות סעיף 1.3: לפי התוצאה של הסעיף הבית האדומים מורכב מערכים גבוהים של אדום, ערכים נמוכים של ירוק וערכים עוד יותר נמוכים של כחול. לכן כאשר נחליף את הערוץ האדום בערוץ הכחול ואת הערוץ הכחול בערוץ הירוק, הבית האדום יהיה מורכב מערכים נמוכים של כחול, וערכים קצת יותר גבוהים של ירוק. לכן נקבל שהצבע העיקרי של הבית הוא ירוק. אותו הדבר לגבי השמיים והנהר- הם מורכבים בעיקר מירוק וכחול. מכיוון שהערכים של הערוץ האדום (שמחליף את הירוק) גבוהים יותר מהערכים של הערוץ הירוק (שמחליף את הערוץ הכחול) נקבל שהצבע שבולט לנו בתמונה החדשה של השמים והנהר הוא אדום.

הסבר על המניפולציה השלישית: במניפולציה השלישית אנחנו מקטינים את הערכים של הערוץ הירוק פי 0.1, לכן, הערוץ הירוק הופך לפחות רלוונטי ביחס לערוצים האדום והכחול. ואכן התוצאות תואמות את התאוריה וקיבלנו תמונה שמורכבת בעיקר מצבעי אדום וכחול. הבתים הכתומים הפכו לאדומים, והשמים והנהר שהיו מורכבים משילוב של כחול וירוק הפכו לכחולים.

שאלה 2:

2.1 מרחב צבעים CYMK : CYMK הוא מרחב המכיל ארבעה צבעי יסוד : cyan, yellow, magenta ו black. שיטה זו משלבת בים הצבעים הללו ולכן ניתן לקבל מרחב גדול של גוונים. בשיטה הזאת ככול שנגדיל את כמות הצבעים באזור נקבל בליעה יותר גדולה של אור ונתקרב יותר לצבע השחור. זוהי שיטה חיסורית- ע"מ לקבל לבן נצטרך לחסר את כל הצבעים (לעומת RGB שזוהי שיטה חיבורית- ע"מ לקבל לבן נצרך את כל הצבעים).

2.2 הצגנו את הערוצים השונים של התמונה בנפרד לפי ההוראות בעבודה. התוצאות:



אפשר לראות שככל שצבע מסוים יותר דומיננטי, החלקים המתאימים לו בתמונה הם בהירים יותר. אצלנו נקבל שעבור הערוץ השחור יש הכי הרבה חלקים בהירים בתמונה. עם זאת עבור הצבעים האחרים ניתן לראות שיש חלקים בהם הצבעים דומיננטיים בהרבה מהצבע השחור. למשל עבור הצבע cyan נקבל שהוא דומיננטי בנהר ובשמיים. לעומת זאת לצבע הצהוב אין חלק בשמיים מכיוון שהצגה שלו נקבל שמיים חשוכים לגמרי. אך בבית הכתום נקבל ריכוז גבוה של צהוב ועוד קצת magenta.

2.3 השתמשנו בפונקציה `displayCYMK()` ע"מ להציג את הערוצים בנפרד. התוצאות:



2.4 התבקשנו לחזור על סעיף 1.6 ולבצע שלוש מניפולציות שונות לתמונה. נחזור על אותן מניפולציות שביצענו. התוצאות:

Q2.4: original city



Q2.4: city after manipulations by linear function



Q2.4: city after manipulations by switched channel



Q2.4: city after 0.1x reduction of the magenta



מניפולציה ראשונה: ביצענו על הערוץ cyan טרנספורמציה לינארית: $F(I) = -I + 1$ כאשר I זו התמונה שלנו. כמו שהסברנו בסעיף הראשון, ע"י הטרנספורמציה הלינארית שביצענו על הערוץ cyan החלפנו בין הערכים הגבוהים בערוץ לבין הערכים הנמוכים של הערוץ. מה שמוביל לכך שהיכן שהיו ערכים גבוהים של צבע cyan כעת יש ערכים נמוכים ולהיפך. לכן איפה שהצבע cyan דומיננטי, כמו השמיים והחלק הפנימי של הסירה, השתנה הצבע והצבעים האחרים (כמו magenta) עכשיו דומיננטיים. בחלקים בהם ערכים נמוכים של cyan, כמו בבתים, נקבל לאחר הטרנספורמציה cyan דומיננטי יותר.

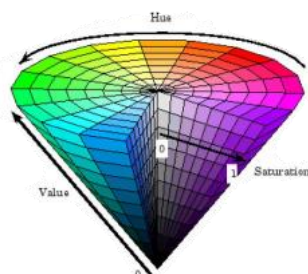
מניפולציה שניה: במניפולציה השנייה החלפנו בין הערוצים. שחור במקום cyan וההפך, צהוב במקום magenta וההפך. התוצאה היא שבבתים למשל, איפה שהערוץ הצהוב דומיננטי נקבל עכשיו בתים סגולים והשמיים והחלק הפנימי בסירה, איפה שהיו ערכים של magenta, נראים כעת מעט צהובים. אותו הדבר עבור האזורים בהם שחור היה דומיננטי, כמו המדרכה שעכשיו נראתה cyan וההפך - החלונות שהיו cyan כעת נראים שחורים.

מניפולציה שלישית: הפחתנו את הערך של הערוץ magenta פי 0.1. התוצאה היא שבחלקים בתמונה שהיה בהם מעט או הרבה magenta, הערוצים האחרים הפכו לדומיננטיים. למשל הבתים שהיו בעיקר כתומים או אדומים, שזה שילוב של magenta עם צהוב, הפכו לכמעט צהובים לגמרי. והשמיים והנהר שהיו בצבע כחול, שזה שילוב של magenta עם cyan, כעת נראים בעיקר בצבע cyan.

שאלה 3:

3.1 הסבר קצר על HSV: HSV הוא מודל לייצוג צבעים כאשר מרחב הצבעים מיוצג ע"י שלושה ערוצים: hue, saturation ו-value.

Hue מייצג את הגוון של הפיקסלים ומקבל את הערכים $0^\circ - 360^\circ$. כל מעלה מייצגת צבע אחר. **Value** מייצג את הרוויה של הצבע, כלומר בהירות או עוצמת הצבע. הוא מקבל ערכים בין 0 ל-1 כאשר עבור 1 נקבל את הצבע הבהיר ביותר והרוב ביותר, ועבור 0 נקבל צבע שחור לחלוטין. **Saturation** מייצג את כמות האפור בצבע. ערכו נע בין 0 ל-1. כאשר הוא 0 הכוונה היא יותר אפור בצבע ונקבל אפקט דהוי יותר. כאשר הוא 1 נקבל את הצבע הראשי.



3.2 התבקשנו לכתוב את הפונקציה "dip_rgb2hsv" שלוקחת תמונת RGB לתמונת HSV. לשם כך השתמשנו בנוסחאות הבאות שמצאנו באינטרנט:

$$M = \max(R, G, B)$$

$$m = \min(R, G, B)$$

$$C = \text{range}(R, G, B) = M - m$$

עבור hue:

$$H' = \begin{cases} \text{undefined}, & \text{if } C = 0 \\ \frac{G-B}{C} \bmod 6, & \text{if } M = R \\ \frac{B-R}{C} + 2, & \text{if } M = G \\ \frac{R-G}{C} + 4, & \text{if } M = B \end{cases}$$

$$H = 60^\circ \times H'$$

עבור saturation:

$$S_V = \begin{cases} 0, & \text{if } V = 0 \\ \frac{C}{V}, & \text{otherwise} \end{cases}$$

עבור value:

$$\max(R, G, B) =: V$$

3.3-3.4 הפכנו את התמונה שלנו לתמונת HSV והצגנו את הערוצים הנפרדים. השוונו את התוצאות שלנו לתוצאה של הפונקציה של מטלב "rgb2hsv". התוצאות בעמוד הבא:

Q3.4: city - hue channel



Q3.4: city - hue channel by matlab



Q3.4: city - saturation channel



Q3.4: city - saturation channel by matlab



Q3.4: city - value channel



Q3.4: city - value channel by matlab



התוצאות נראות זהות. חיסרנו את התוצאות וקיבלנו שהתוצאות של ה-value וה-saturation זהות לחלוטין. עבור ה-hue קיבלנו שההבדל המקסימלי הוא בסדר גודל של 10^{-16} ולכן מזערי ואכן התוצאות זהות.

3.5 חזרנו על סעיף 1.6 וביצענו שלוש מניפולציות שונות לתמונה. על מנת לקבל תוצאות צבעוניות השתמשנו בפקודה colormap('hsv') התוצאות:

Q3.5: original city



Q3.5: city after manipulations by linear function



Q3.5: city after manipulations by switched channel



Q3.5: city after 0.1x reduction of the saturation channel



הסבר על המניפולציה הראשונה: ביצענו על הערוץ value טרנספורמציה לינארית: $F(I) = -I + 1$ כאשר I זו התמונה שלנו. כמו שהסברנו בסעיף הראשון, ע"י הטרנספורמציה הלינארית שביצענו על הערוץ value החלפנו בין הערכים הגבוהים בערוץ לבין הערכים הנמוכים של הערוץ. Value זה הערוץ שאחראי על רווית הצבע. לכן, כתוצאה מהטרנספורמציה הלינארית בחלקים בהם הצבע בתמונה היה בהיר קיבלנו כעת צבעים כהים מאוד כמעט שחורים, כלומר עוצמת צבע חזקה מאוד. ובחלקים בהם הצבע בתמונה היה בהיר יותר, כמו בחלק העליון של השמיים ובהשתקפות בנהר קיבלנו כעת גוון בהיר יותר של הצבע, כלומר יותר צבע.

הסבר על המניפולציה השנייה: כעת החלפנו בין הערוצים saturation ו-value. מכיוון שלא נגענו בערוץ האחראי hue אפשר להבחין שהגוונים בתמונה נשארו זהים ומה שהשתנה זה הרוויה שלהם והדהיות שלהם. אפשר לראות חלקים בהם ערכי saturation גבוהים יותר מערכי value (מהתבוננות בהצגה הנפרדת של הערוצים) כמו בבית הכתום הגדול, לכן כעת נקבל ערכי value חזקים יותר, כלומר הבית הכתום קיבל כמעט את מלוא הצבע הכתום בתמונה החדשה. בנוסף אפשר לראות שערכי saturation של המדרכה נמוכים מאוד, לכן כעת כשהחלפנו בין הערוצים קיבלנו באזורים האלו ערכי value נמוכים ולכן קיבלנו מדרכה כהה מאוד כמעט שחורה. מהכיוון השני, מכיוון שערכי value של המדרכה והבית הלבן גבוהים יותר מערכי saturation באזורים האלו, וערכי ה saturation שאחראים על כמו האפור גדלו (ערכים יותר גבוהים-פחות אפור) נקבל שאמנם המדרכה והבית כהים, אך הם יותר כחולים מאשר שחורים.

הסבר על המניפולציה השלישית: כעת הקטנו את ערכי saturation בתמונה. עבור ערכי saturation קטנים יותר נקבל תמונה עם יותר גווני אפור. ואכן כצפוי קיבלנו תמונה אפורה יותר. מכיוון שלא נגענו בhue עדיין ניתן להבחין בגוונים השונים, אך ניתן לראות שהצבעים נראים מאוד דהויים. כלומר הבית הכתום כעת נראה כמו צהוב דהוי והבית האדום נראה כעת אדום דהוי.

3.6 התבקשנו לסדר את הסדר של הערוצים של RGB ואז להפוך את התמונה לתמונת HSV ע"י שימוש בפונקציה שכתבנו. התוצאות:



הסבר על התוצאות: אפשר לראות שהערוצים value ו saturation נשארו זהים לחלוטין ורק עבור הערוץ hue קיבלנו תמונה שונה. הסיבה היא שבעצם כששינו את סדר הערוצים של תמונת ה RGB סה"כ שינינו

את הגוונים של התמונה, והערוץ היחיד שרגיש לשינוי הגוונים בתמונת HSV זהו הערוץ hue שאחראי על הגוונים בתמונה. שאר הערוצים מושפעים מהערך המקסימלי או המינימלי של הפיקסל, לכן שינוי סדר הערוצים בתמונת RGB לא משפיע עליהם. כלומר, רוויה ובהירות אינן תלויות בגוון הצבע של האובייקט, לכן כאשר הצבע ישתנה הערכים שלהם יישארו קבועים.

שאלה 4 – LAB :

4.1.

L^*A^*B הוא מרחב צבעים המורכב משלושה צירים :

L – lightness, ציר הנע בין הטווחים 0-100 וקובע את בהירות התמונה, ככל שהערך L יותר גבוה התמונה תהיה יותר בהירה.

A – נע בין הערכים $[-100,100]$, ערכיו השליליים נותנים צבע ירוק והחיוביים צבע אדום.

B – נע בין הערכים $[-100,100]$, ערכיו השליליים נותנים צבע כחול והחיוביים צבע צהוב.

4.2.

ביצענו המרה באמצעות פונקציית `rgb2lab` והצגנו כל ערוץ בנפרד :

Q4.2: Color City - L channel



Q4.2: Color City - A channel



Q4.2: Color City - B channel



- ניתן לראות שהתמונה מאוד מוארת לכן ערוץ L בצבע לבן.
- ערכיו החיוביים של ציר A מייצגים את הצבע האדום וכן ניתן לראות שהמבנים שצבעם אדום-כתום אכן צבועים בלבן, לעומת זאת ערכיו השליליים של ציר זה נותנים ירוק וגם פה ניתן לראות את הצבע השחור של החלונות ואזורים במים שמעיד על ערכים שליליים של הערוץ
- ערכיו השליליים של ציר B מייצגים את הצבע הכחול ואכן השמיים נבצעו בשחור. ערכיו החיוביים מייצגים את הצבע הצהוב ולכן גם פה המבנים הכתומים (שמורכבים מאדום וצהוב) נבצעו בלבן.

חזרנו על סעיף 1.6 וביצענו שלוש מניפולציות על התמונה וקיבלנו את התוצאות הבאות:

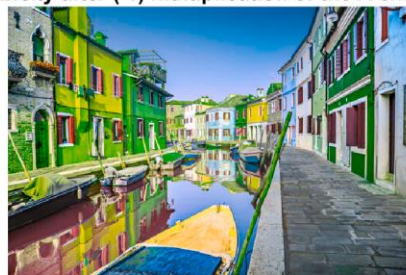
Q4.2: original city



Q4.2: city after manipulations of L channel by linear function

Q4.2: city after manipulation:  channel

Q4.2: city after (-1) multiplication of the A channel



:City after manipulations of L channel by linear function

כשהצגנו את ערוץ L ראינו שהוא צבוע בצבע לבן מה שמעיד על בהירות גבוהה. הורדנו את ערכי הערוץ באמצעות הפונקציה הליניארית $F(I) = I - 40$ והצגנו את התמונה עם ערוץ L החדש שלנו. ניתן לראות שאכן החשכנו את התמונה המקורית.

:city after manipulations by switched channel

במניפולציה זו החלפנו בין הערוצים השונים.

- $A < L$ ערכי הבהירות הגבוהים של התמונה המקורית כרגע מייצגים את ציר A, כפי שאמנו עבור ציר זה הערכים החיוביים מייצגים את הצבע האדום ואכן ניתן לראות שהצבע האדום מאוד דומיננטי בתמונה (האדום תורם לצבעים סגול, ורוד ובורדו), לעומת זאת הצבע הירוק נעלם מהתמונה מכיוון שאין ערכים שליליים בציר זה.
- $B < A$ האזורים שמייצגים את הצבע האדום בתמונה המקורית כעת מייצגים את הצבע הצהוב אך מכיוון שכבר אמרנו שהצבע האדום כעת דומיננטי מאוד בתמונה כל האזורים שבהם ערכי הערוץ חיוביים צבועים בכתום. בנוסף, האזורים שמייצגים את הירוק בתמונה המקורית כרגע מייצגים את הכחול ואכן ניתן לזהות גוון כחול-סגול במים ובחלונות.
- $L < B$ ערכי B בתמונה המקורית לא גבוהים כמו ערכי L שלה ולכן כמובן שבנוסף לשינויי הצבעים התמונה גם הוחשכה אך גם נוצר מגוון בבהירות בתמונה - האזורים שהיו צהובים בתמונה המקורית כרגע מוארים (הסירה והמבנים) אך האזורים הכחולים (שמיים, מים) נצבעו בשחור כתוצאה מכך שהצבע הכחול מיוצג ע"י ערכים שליליים בערוץ המקורי.

: City after (-1) multiplication of A channel

במניפולציה זאת הכפלנו את ערוץ A במינוס 1.

הכפלה זו הופכת את הציר, כעת הערכים שמייצגים את הצבע האדום הופכים לייצג את הצבע הירוק ולהפך.

אכן ניתן לראות שהמבנים האדומים בתמונה המקורית נצבעו בירוק, והאזורים הירוקים במים נהיה גוון אדום.

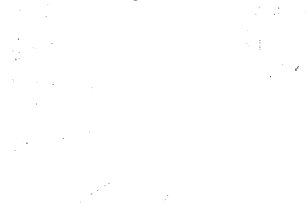
.4.4

נציג את ערוצי HSV וערוצי LAB במקביל:

Q4.4: city - hue channel



Q4.4: city - L channel



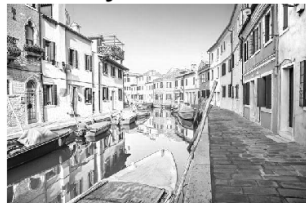
Q4.4: city - saturation channel



Q4.4: city - A channel



Q4.4: city - value channel



Q4.4: city - B channel



ניתן לראות שבייצוג LAB יש הפרדה מאוד גלויה לעין בין הצבעים השונים, זה נובע מכך של B ו A יש את ערכי הצבע שלהם וע"י איחוד הצבעים יחד עם קביעת ערכי בהירות נוצרת התמונה. לעומת זאת ב HSV ערוץ Hue קובע את ערכי הצבעים, ו S, V קובעים את הבהירות והעוצמה של הצבע. בצורה לא מדויקת ניתן להקביל את ערוץ hue כשילוב של הערוצים A, B ומצד שני את ערוץ L כשילוב של S, V.

בשאלה זו התבקשנו לצייר עיגול מסביב לפקק ללא ידע מקדים על התמונה. נבצע זאת ע"י משחק עם צבעי HSV RGB ושימוש במסנן median filter.

את התהליך ביצענו על גבי תמונת שחור-לבן בגודל התמונה המקורית וקבענו ערך 0 בכל הפיקסלים – זאת על מנת שיהיה נוח להציג עליה את הפקק בצבע לבן.



ראשית רצינו לסנן כמה שיותר צבעים לא רצויים באמצעות שימוש בערוצי RGB. את הצבעים הבהירים הורדנו בקלות מכיוון שהם בעלי ערכים גבוהים (קרובים ל1). את הצבעים האדום-כתום חוס הורדנו ע"י הגבלת הצבע האדום, את הצבע התכלת סיננו ע"י הגבלת הצבע הכחול (הפקק הוא כחול כהה מה שלא מצריך ערכי כחול גבוהים). סיננו גם ערכים כהים שאין להם גוון כחול ע"י חסם תחתון על הערוץ הכחול.

הערכים שעברו את הסינון הם :

$$RED < 0.25$$

$$GREEN < 0.1$$

$$0.08 < BLUE < 0.4$$

אזורים שלא נפלו בסינון הני"ל נצבעו בלבן וקיבלנו את התמונה הבאה :

after RGB filtering



ניתן לראות שניתן לזהות את הפקק בעין אך עם זאת עדין יש אזורים שלא הצלחנו לסנן בסינון הראשוני.

ניתן לראות שאזורים אלה הם אזורים כהים/מוצלים מה שמקשה על הסינון שלהם, אך כשהגדלנו את החסם התחתון על הצבע הכחול גם הפקק התחיל להיעלם לנו מכיוון שגם הוא כהה.

על מנת לבדוד את הצבע הכחול משאר הצבעים הכהים קבענו 0 בתמונה הצבעונית על הערכים הלא לבנים מהתמונה השחורה והמרנו אותה לייצוג HSV ע"י הפונקציה שיצרנו בשאלה 3.

קבענו את ערכי Hue לערכים שמייצגים את הצבע הכחול ויחד עם זאת קבענו חסם תחתון לsaturation וvalue על מנת להיפטר מכמה שיותר צבעים כהים שהם לא כחולים.

הערכים שעברו את הסינון הם :

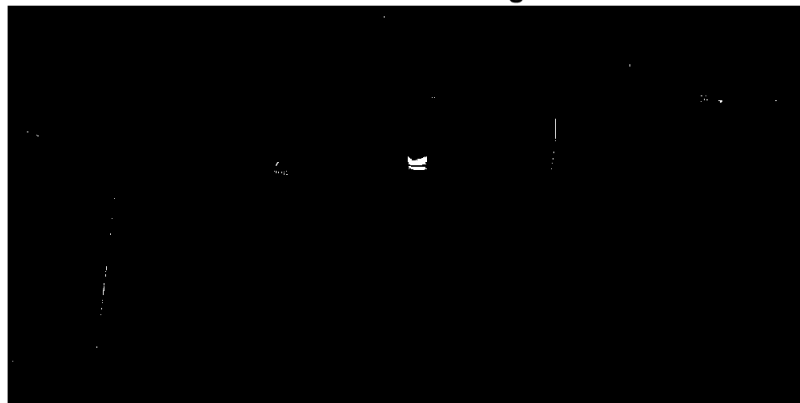
$$3/5 < \text{Hue} < 3/4$$

$$\text{Saturation} > 0.4$$

$$\text{Value} > 0.1$$

גם כאן השארנו בלבן רק את הערכים שעברו את הסינון והשחרנו את הערכים שלא וקיבלנו את התמונה הבאה :

after HSV filtering

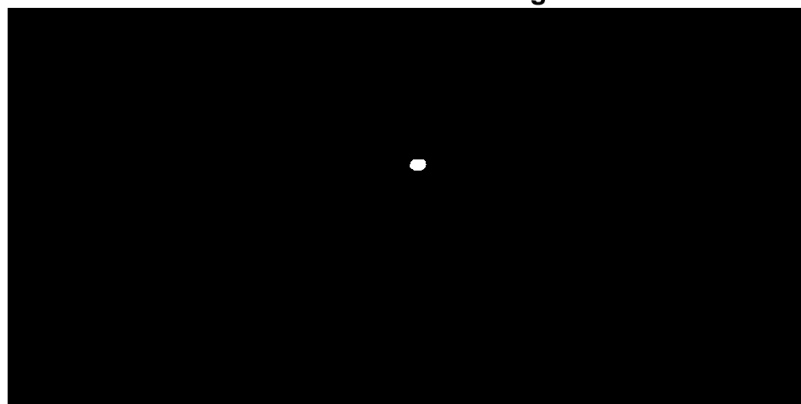


ניתן לראות שהשתפרנו, אמנם עדין אפשר לזהות נקודות לבנות לא רצויות אך כעת ניתן לראות שהאזור של הפקק הוא האזור הדומיננטי.

מכיוון שהנקודות הלבנות מוקפות אזורים שחורים ניתן לסנן אותן באמצעות מסנן חציון.

נעביר את התמונה הבאה במסנן חציון עם $k=11$ ונקבל את התמונה הבאה :

after median filtering



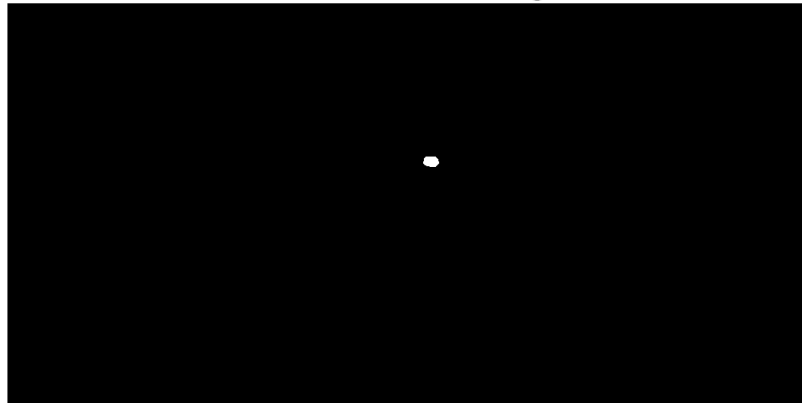
הצלחנו לבודד את הפקק!!! כעת רק נרצה לצייר עיגול מסביבו ונקבל את התוצאה הרצויה:

with circle



הכנסנו את תמונות 2 ו 3 לאותה הפונקציה וקיבלנו את הפלטים הבאים:

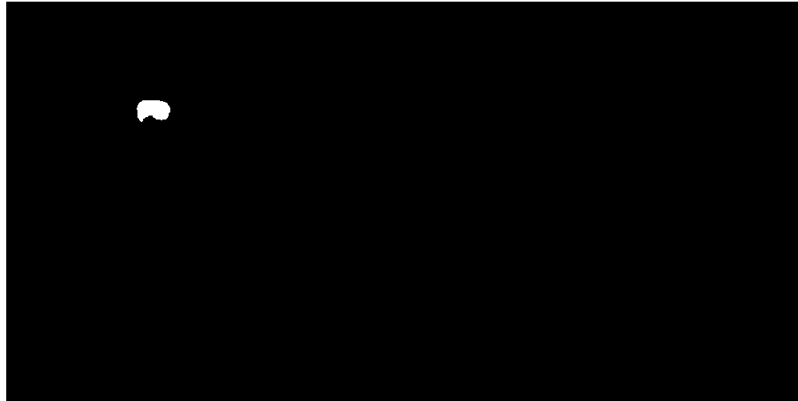
after median filtering



with circle



after median filtering



with circle



ניתן לראות שהשיטה עבדה גם עבור תמונות אלה.