

# CT Image Segmentation

## Documentation

Academic advisor:

Dr. Irina Rabaev

Created by:

Aviel Roistacher – [avirois@gmail.com](mailto:avirois@gmail.com)

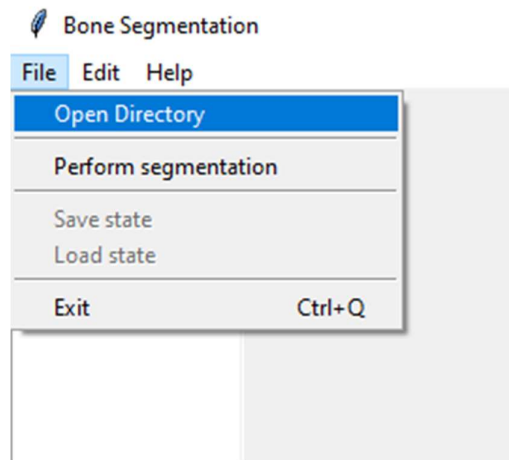
Genady Kogan – [rgkogan@gmail.com](mailto:rgkogan@gmail.com)

## תוכן עניינים

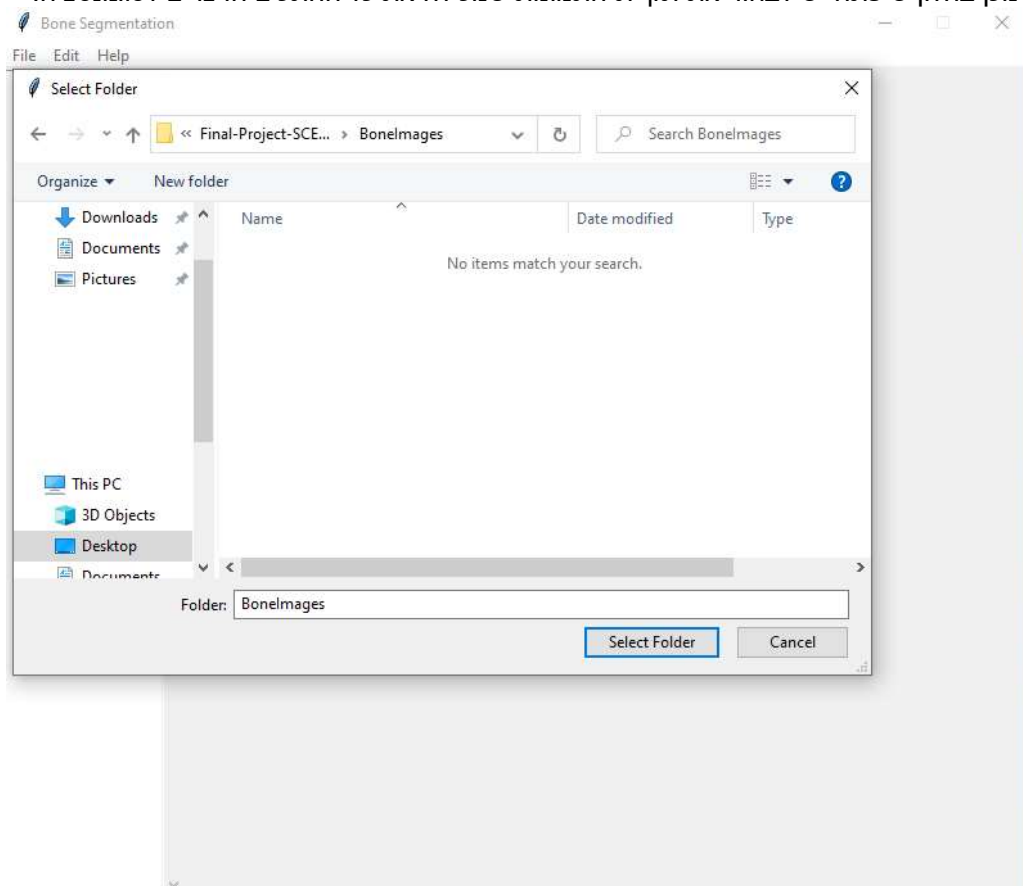
2	בחירת תקיית תמונות.....
4	בחירת תמונה .....
5	הסבר הכפתורים במסך התצוגה מקדימה .....
7	הגדלת והקטנה של התמונה בתצוגה מקדימה.....
7	שינוי פרמטרים של תמונה .....
8	פקד נעילת ההגדרות לתמונה .....
9	מיון תמונות בסדר עולה על פי שמם.....
9	מיון תמונות בסדר יורד על פי שמם .....
10	הגדרת ערכי דיפולט חדשים .....
10	איפוס ערכי הדיפולט לברירת המחדל של המערכת .....
11	השלכת הגדרות על כל התמונות שמתחת לתמונה הנוכחית.....
11	הגדרת גודל פיקסל במילימטרים.....
12	מחיקת תמונה מרשימת התמונות לסגמנטציה.....
13	הוספה או מחיקה של תמונות מרובות לרשימת התמונות לסגמנטציה.....
16	ביצוע סגמנטציה על כל התמונות ברשימת התמונות.....
17	שמירת מצב עבודה .....
17	טעינת מצב עבודה .....
18	הסבר קצר על התוכנה .....
18	עורך טקסט.....
20	עריכה של תמונה .....
21	ביצוע Crop לתמונה באזור מסוים .....
22	סרטון הסבר שימוש בתוכנית .....

## בחירת תמונות

ראשית על מנת שנוכל לבצע סגמנטציה יש לבחור את מיקום התמונות.  
ניכנס למערכת ונלחץ File ולאחר מכן Open Directory:

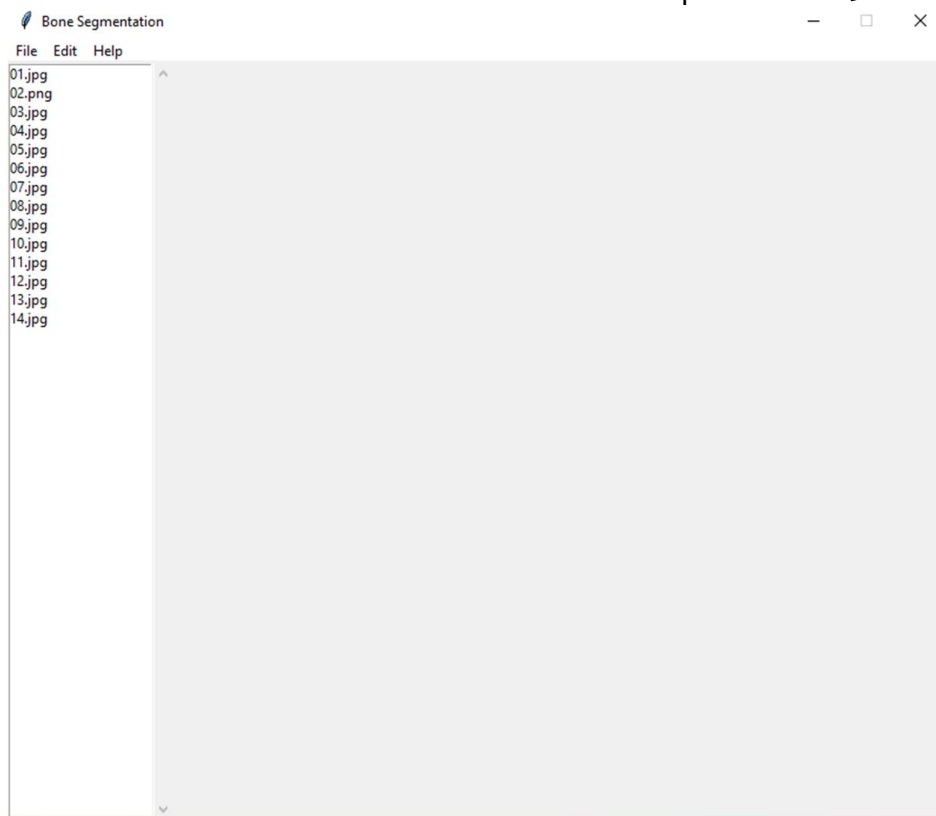


לאחר מכן בחלון שיפתח יש לבחור את תיקיית התמונות שמכילה את כל החתכים הרצויים לסגמנטציה:

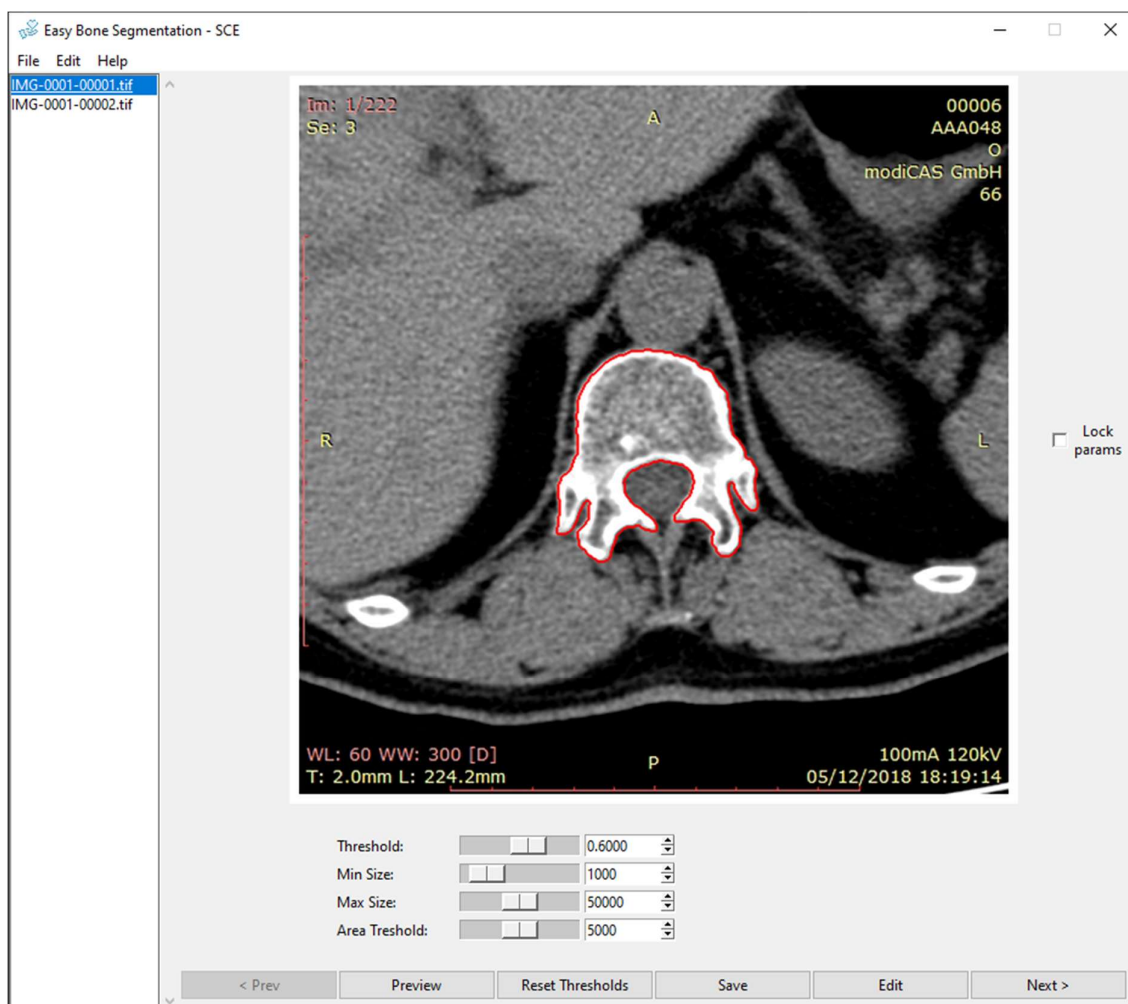


יש לשים לב – בחלון בחירת התיקיה לא נראה קבצים בתיקיה. המצב תקין כי אנחנו בוחרים תיקיה ולא תמונה בודדת.  
יש ללחוץ על Select Folder ורשימת התמונות שבתיקיה יטענו למערכת.

במידה ויש בתיקיה קבצים בסיומת DICOM, המערכת תמיר אותם אוטומטית לסיומת PNG ותשמור את פרטי המטופל בקובץ Excel בתקיה הנבחרת.  
כעת הקבצים יופיעו ברשימה באופן הבא:

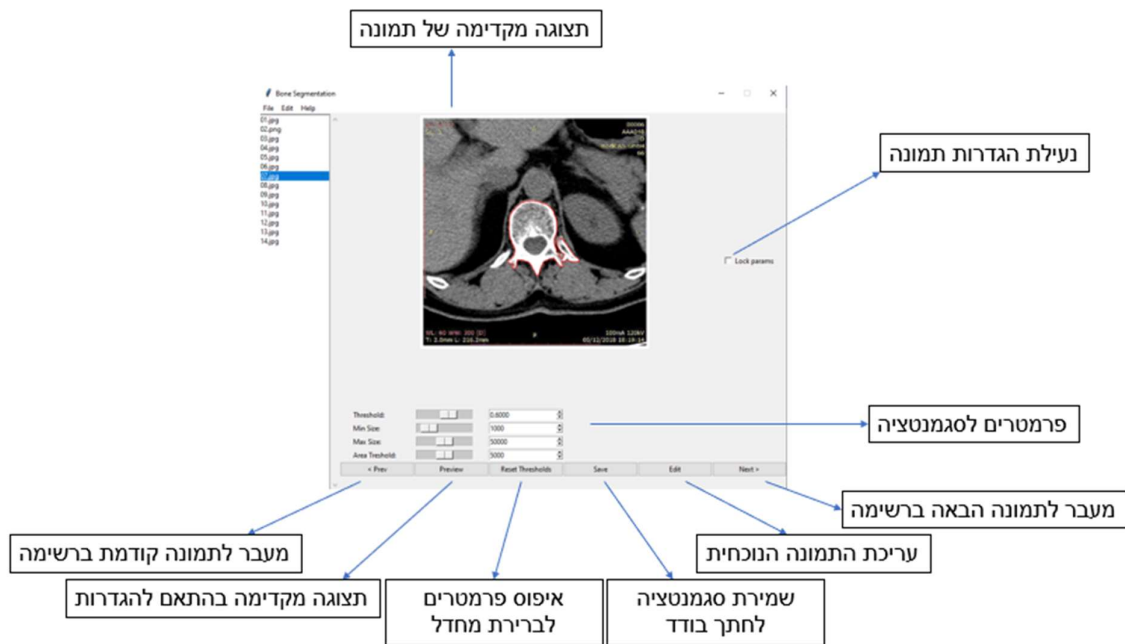


כדי לבחור תמונה לביצוע הגדרות והתאמה, יש ללחוץ לחיצה כפולה על שמה ברשימה שבצד שמאל:



בלחיצה כפולה התמונה, תפריט הסגמנטציה נפתח ובו ניתן לראות תצוגה מקדימה של הסגמנטציה עם ערכים דיפולטיים, פקדי הפרמטרים וכפתורים. הסבר על הכפתורים יהיה בפרק הבא.

## הסבר הכפתורים במסך התצוגה מקדימה



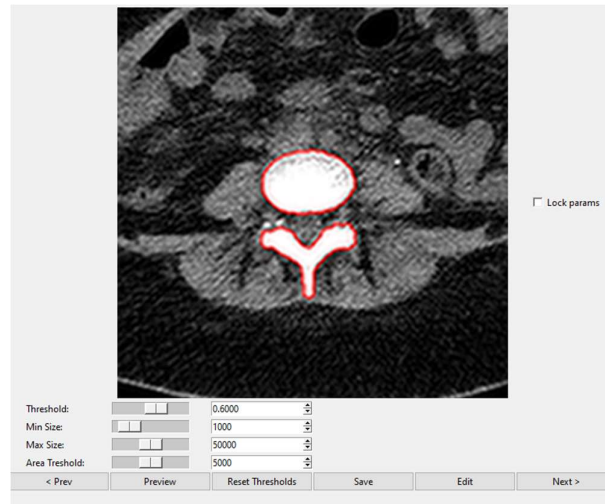
1. תצוגה מקדימה של תמונה:  
באזור זה ניתן לראות תצוגה מקדימה של תוצאת הסגמנטציה עבור הפרמטרים שמוגדרים. בכל שינוי של הפרמטרים יש ללחוץ Preview כדי לראות את השינוי. על מנת לבצע זום על התמונה יש למקם את הסמן של העכבר על התמונה ולהזיז את הגלגלת של העכבר קדימה (להגדיל) או אחורה (להקטין).
2. מעבר לתמונה הקודמת ברשימה:  
בלחיצה על כפתור זה אפשר לעבור לתמונה הקודמת ברשימת התמונות. במידה ואנחנו בתמונה הראשונה ברשימה הכפתור יהיה מכובה.
3. תצוגה מקדימה בהתאם להגדרות:  
בלחיצה על כפתור זה תתבצע סגמנטציה לתמונה הנבחרת על פי ההגדרות שנבחרו בפרמטרים לסגמנטציה. בעת סיום הסגמנטציה תוצג תצוגה מקדימה של הסגמנטציה. בעת לחיצה על כפתור ה-Preview הגדרות התמונה ינעלו ויסומן ב-Lock Params, כלומר ההגדרות ינעלו. כדי שהפרמטרים החדשים שהוגדרו ילקחו בחשבון יש לבצע Preview לפני מעבר לתמונה הבאה.
4. איפוס פרמטרים לברירת מחדל:  
איפוס ההגדרות לערכם הדיפולטי שהוגדר במערכת. במידה וערך הדיפולט לא שונה על ידי המשתמש אזי ערך הדיפולט יהיה הערך שהוגדר בתוכנה. במידה והמשתמש שינה את ערך הדיפולט אזי איפוס פרמטרים לברירת מחדל יציב את ערכי הדיפולט של המשתמש בפרמטרים.
5. שמירת סגמנטציה לחתך בודד:  
לחיצה על כפתור זה מבצעת סגמנטציה לחתך הבודד הנבחר. יש לבחור את שם הקובץ והנתיב ותתבצע סגמנטציה על התמונה הנבחרת.

6. עריכת התמונה הנוכחית:  
 בלחיצה על הכפתור הזה יפתח חלון המאפשר עריכה של התמונה הנוכחית.  
 בין הפעולות האפשריות בעריכה הן:  
 a. Split – צביעה בשחור להפרדה בין עצמות בתמונה.  
 b. Merge – צביעה בלבן לחיבור בין עצמות בתמונה.
- בתום פעולת העריכה, המסך מאפשר שמירה על גבי אותה התמונה (תוך שמירת גיבוי התמונה הנוכחית), או שמירה בשם באותו הנושא בשם אחר.
7. מעבר לתמונה הבאה:  
 בלחיצה על כפתור זה אפשר לעבור לתמונה הבאה ברשימת התמונות.  
 במידה ואנחנו בתמונה האחרונה ברשימה הכפתור יהיה מכובה.
8. נעילת הגדרות תמונה:  
 סמן זה מאפשר לנעול את הגדרות התמונה מפני שינוי שלהם באמצעות כפתור השלכת ההגדרות או כפתור הגדרת ערכי דיפולט חדשים.  
 במידה וסמן זה מסומן ב-V אזי התמונה נעולה, אחרת השלכת ההגדרות או שינוי הדיפולט ישנה גם את ערכי הפרמטרים של תמונה זו.  
 ניתן ללחוץ ידנית לנעילה או פתיחה או שאפשר ללחוץ על כפתור ה-Preview שנועל את התמונה.
9. פרמטרים לסגמנטציה:  
 ערכי הפרמטרים של הסגמנטציה. לפי הערכים שהוגדרו באזור זה תתבצע הסגמנטציה.  
 הסבר הפרמטרים:
1. **Area Threshold – ערך שטח סף** = גודל סף עבור חורים בתמונה כך שחורים הקטנים מ-Area\_Threshold נמחקים מהתמונה שלנו. משמש לניקוי רעשים ואזורים שלא תואמים היוצרים אי דיוקים.
  2. **Min Size – גודל מינימלי** = גודל מינימלי של אובייקט בפיקסלים. כל אובייקט שקטן מה-MIN נמחק.
  3. **Max Size – גודל מקסימלי** = גודל מקסימלי של אובייקט בפיקסלים. כל אובייקט שגדול מה-MAX נמחק.
  4. **Threshold – ערך סף** = ערך הבהירות שייבדק אל מול כל פיקסל במטריצת ה-lum. ובעצם כל פיקסל שערכו קטן מה-threshold הוא פיקסל שמתאים ונבחר עבור ה-Mask שלנו.
- מה ההבדל בין Area Threshold לבין Min Size? שה-Area Threshold משמש עבור אלגוריתם שמוחק חורים קטנים מתוך התמונה המקורית שלנו על מנת ליצור דיוק טוב יותר. לעומת זאת ה-Min Size מוחק אובייקטים שלמים מתוך התמונה הקטנים מגודל המינימום (בפיקסלים).

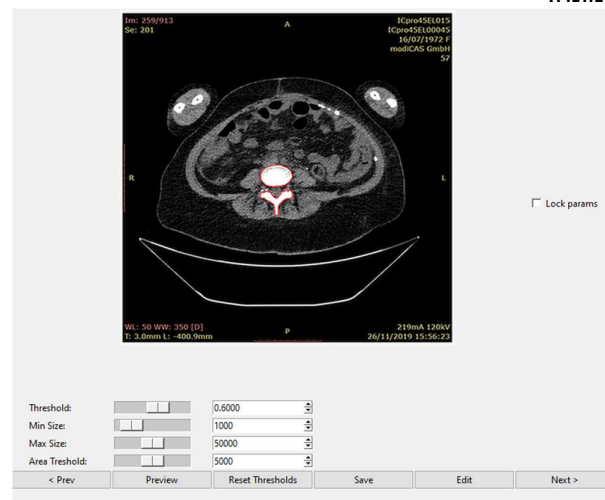
## הגדלת והקטנה של התמונה בתצוגה מקדימה

על מנת להגדיל או להקטין את התמונה המוצגת באזור התצוגה המקדימה, יש למקם את הסמן של העכבר על התמונה ולהשתמש בגלגלת העכבר באופן הבא:

1. קדימה – להגדלת התמונה.



2. אחורה – להקטנת התמונה.



כדי להזיז את התמונה לאזור שאנחנו צריכים יש למקם את הסמן של העכבר על התמונה, ללחוץ על הכפתור השמאלי בעכבר ולגרור את התמונה לאזור שאנחנו צריכים.

יש להדגיש כי הזום והמיקום שבחרנו בתמונה כלשהי נשמר עבור כל יתר התמונות אלא אם נבצע איפוס לזום.

על מנת לבצע איפוס לזום יש לבחור בתפריט ה-Edit בכפתור ה-Reset Zoom. מיד לאחר לחיצה על הכפתור הזום יחזור למצבו ההתחלתי.

## שינוי פרמטרים של תמונה

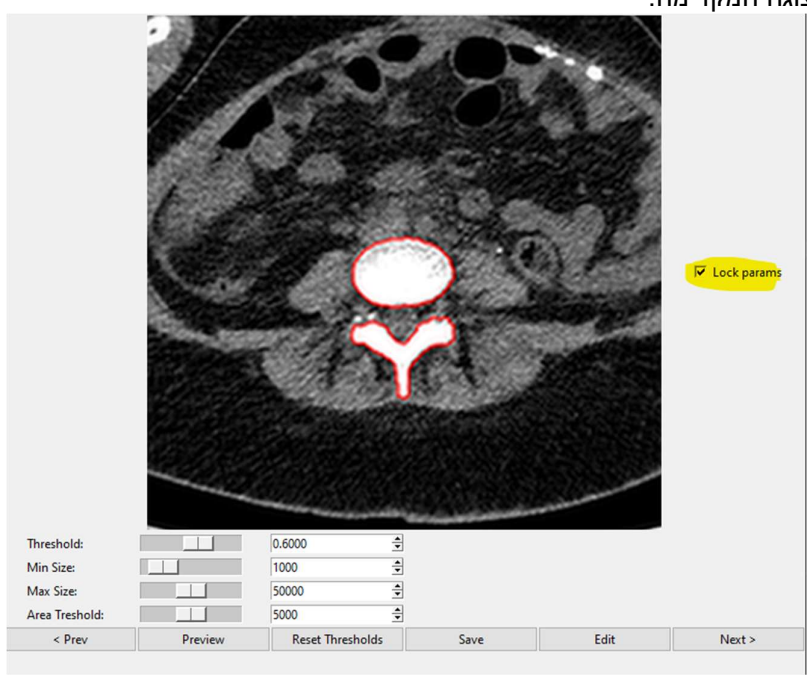
על מנת לשנות את הפרמטרים של התמונה ניתן לגרור את המלבן האפור בסליידר המתאים, או על מנת לשנות את הפרמטרים עם דיוק רב יותר אפשר להשתמש בחצים שבסמוך לערך.

שינוי הפרמטרים יגרור שינוי בסליידר באופן אוטומטי או להפך שינוי בסליידר יגרור שינוי בערך שבתיבה. חשוב לשים לב ששמירת ההגדרות עבור תמונה מתבצעת לאחר לחיצה על כפתור ה-Preview ולכן שינוי הפרמטרים ללא ביצוע תצוגה מקדימה לא ישמור את הערכים ויחזיר אותם לערכם הקודם.



פקד נעילת ההגדרות לתמונה

על מנת להבטיח שהשינוי שביצענו לא יידרס כאשר נבצע השלכה של הגדרות על כל התמונות שתרם הוגדרו, נשתמש בפקד נעילת ההגדרות, כך שבעצם תמונה שבוצעה לה הגדרה ובוצע לה תצוגה מקדימה תינעל באופן אוטומטי מפני שינויים. אם נרצה בכל מקרה לאפשר דריסה של ההגדרות על התמונה נוכל להוריד את ה-V שסמוך לתצוגה המקדימה.

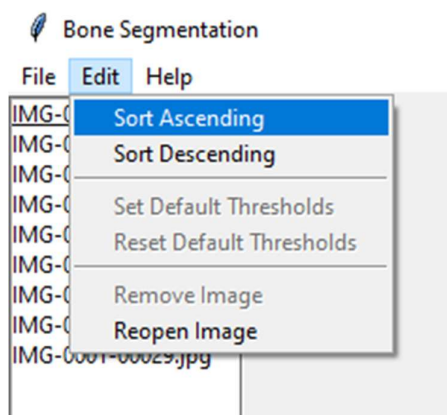


טבלת המצבים:

מצב		כיצד הוא נראה
מצב פתוח	<input type="checkbox"/> Lock params	
מצב נעול	<input checked="" type="checkbox"/> Lock params	

## מיון תמונות בסדר עולה על פי שמם

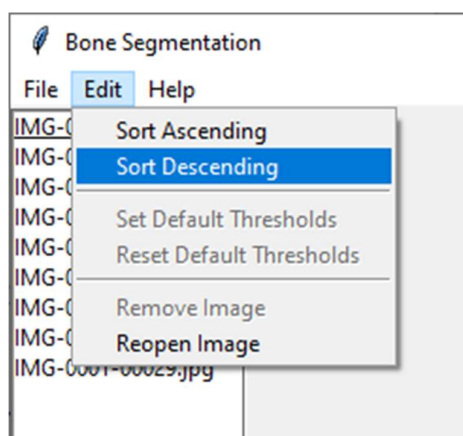
על מנת למיין את התמונות ברשימה בסדר עולה על פי שמם יש לבחור בתפריט Edit בכפתור Sort Ascending:



לאחר מכן נראה את התמונות ממיינות בסדר עולה. יש לשים לב כי במידה ואין תמונות ברשימה או שעדיין לא בחרנו תיקיית תמונות האופציה הזו תהיה מבוטלת.

## מיון תמונות בסדר יורד על פי שמם

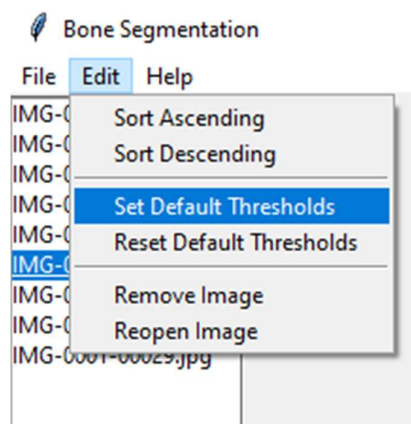
על מנת למיין את התמונות ברשימה בסדר יורד על פי שמם יש לבחור בתפריט Edit בכפתור Sort Descending:



לאחר מכן נראה את התמונות ממיינות בסדר יורד. יש לשים לב כי במידה ואין תמונות ברשימה או שעדיין לא בחרנו תיקיית תמונות האופציה הזו תהיה מבוטלת.

## הגדרת ערכי דיפולט חדשים

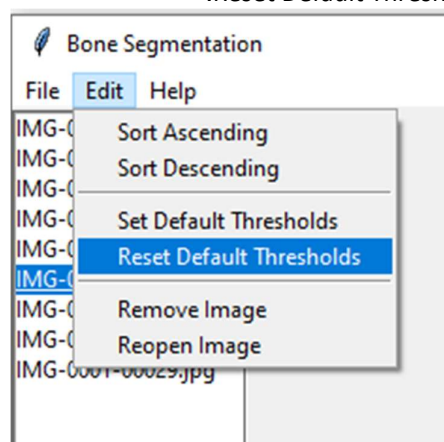
על מנת להגדיר ערכי דיפולט חדשים, יש לבחור תמונה כלשהי מרשימת התמונות, לאחר מכן להגדיר את הפרמטרים הרצויים, ואז יש לבחור בתפריט Edit בכפתור Set Default Thresholds.



ההגדרות שבחרנו יושלכו על כל התמונות שדגל ה-Lock Param יהיה מכובה אצלם. בתמונות בהן דגל ה-Lock יהיה דלוק ניתן יהיה לראות את ההגדרות במידה ונלחץ על Reset Thresholds ולאחר מכן Preview להצגה ושמירה של הערכים.

## איפוס ערכי הדיפולט לברירת המחדל של המערכת

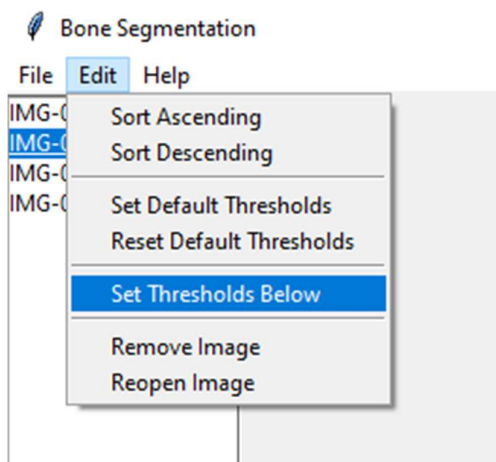
על מנת לאפס את ערכי הדיפולט למצב המקורי, יש לבחור תמונה כלשהי מרשימת התמונות, לאחר מכן לבחור בתפריט Edit בכפתור Reset Default Thresholds.



ההגדרות יושלכו על כל התמונות שדגל ה-Lock Param יהיה מכובה אצלם. בתמונות בהן דגל ה-Lock יהיה דלוק ניתן יהיה לראות את ההגדרות במידה ונלחץ על Reset Thresholds ולאחר מכן Preview להצגה ושמירה של הערכים.

## השלכת הגדרות על כל התמונות שמתחת לתמונה הנוכחית

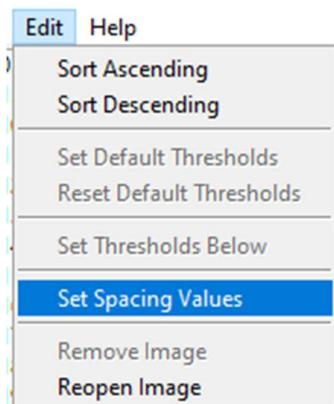
על מנת לבצע השלכה של ההגדרות שהגדרנו בתמונה הנוכחית לכל התמונות שנמצאות מתחת לתמונה הנוכחית, יש לבחור תמונה כלשהי מרשימת התמונות, לאחר מכן להגדיר את הפרמטרים הרצויים, ואז יש לבחור בתפריט Edit בכפתור Set Thresholds Below:



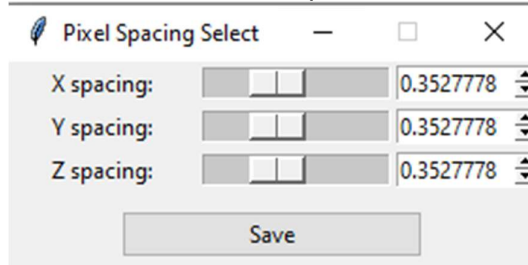
ההגדרות שבחרנו יושלכו על כל התמונות מתחת לתמונה הנוכחית ושדגל ה-Lock Param יהיה מכובה בה. בתמונות בהן דגל ה-Lock יהיה דלוק ההגדרות ישארו אותן ההגדרות שהוגדרו קודם לכן על ידי המשתמש.

## הגדרת גודל פיקסל במילימטרים

על מנת להגדיר את גודל הפיקסל עבור הסגמנטציה כולה יש להיכנס לתפריט Edit ולבחור Set Spacing Values:



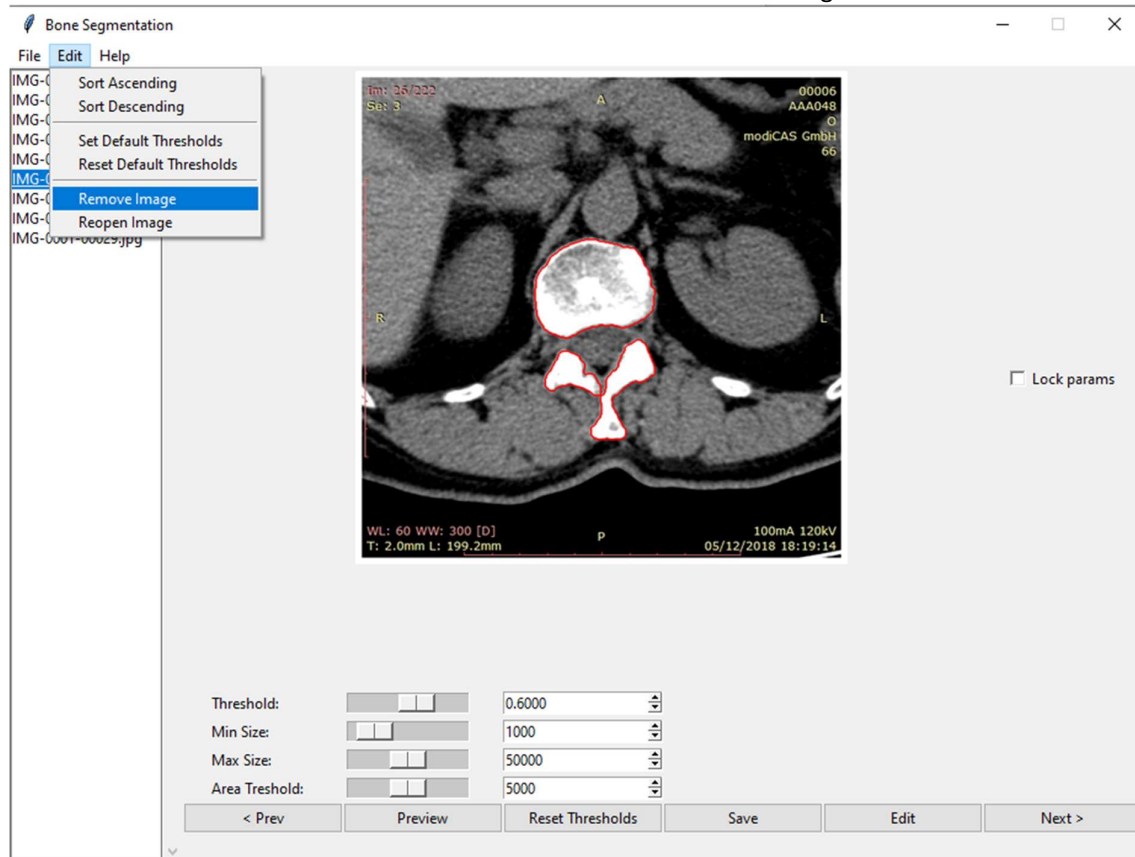
כעת במסך שנפתח נוכל לבחור את ערכי גודל הפיקסל במילימטרים לכל ציר:



כאשר X הינו גודל הפיקסל בציר X, Y גודל הפיקסל בציר Y, ו-Z גודל הפיקסל בציר Z לגובה בין חתכי ה-CT. בלחיצה על כפתור ה-SAVE ההגדרות ישמרו עבור כל החתכים בתיקיה שנבחרה.

## מחיקת תמונה מרשימת התמונות לסגמנטציה

על מנת למחוק תמונה מרשימת התמונות לסגמנטציה, יש לבחור את התמונה הרצויה ולאחר מכן ללחוץ  
בתפריט ה-Edit על הכפתור Remove Image:

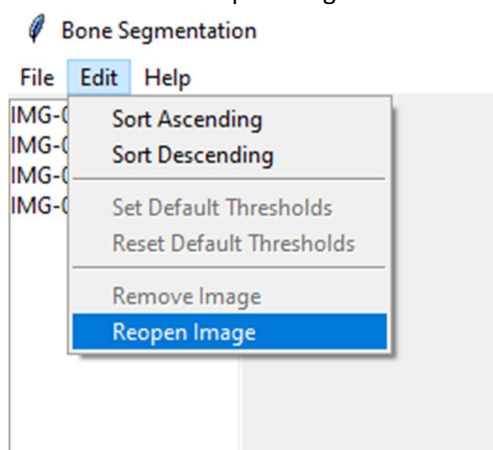


לאחר מכן נראה שהתמונה תיעלם מרשימת התמונות כלומר לא תהיה חלק מהסגמנטציה.

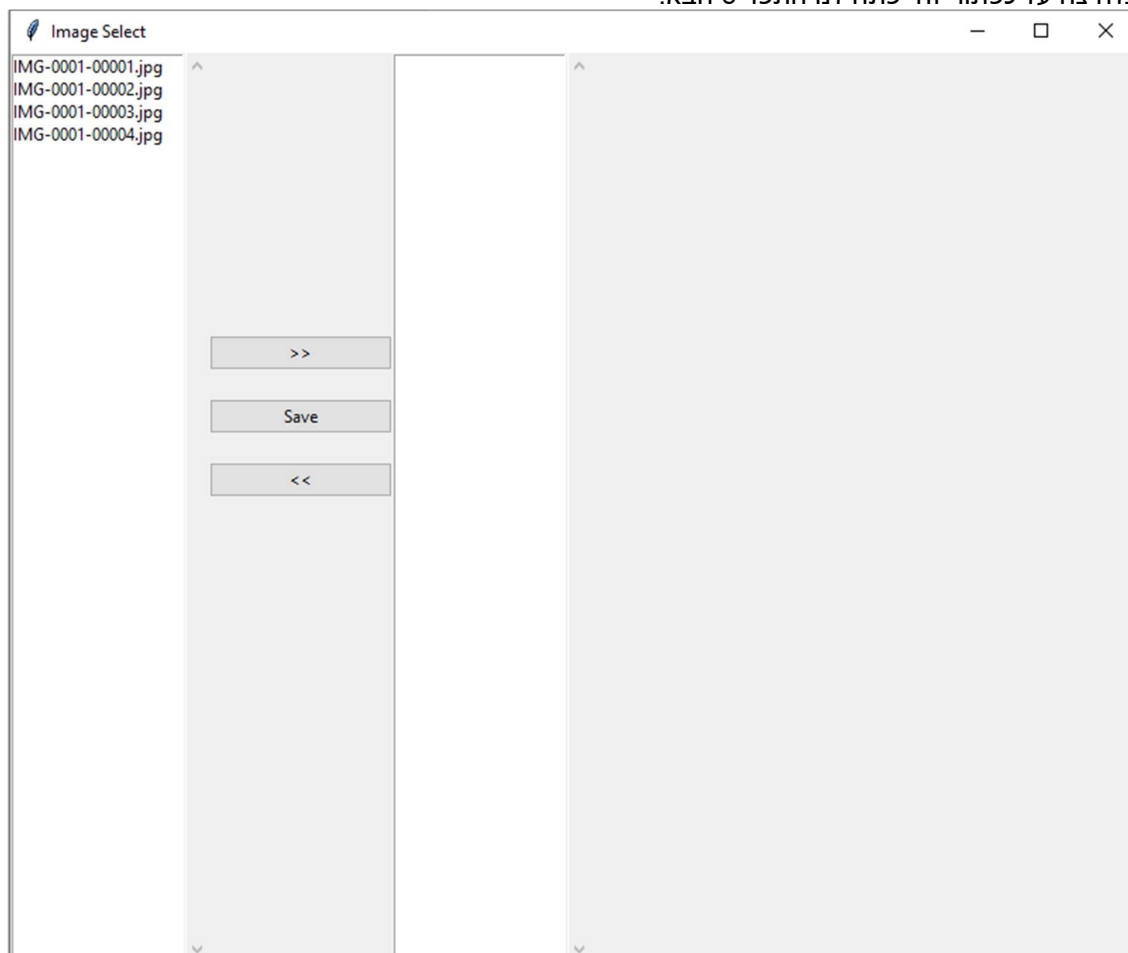
הוספה או מחיקה של תמונות מרובות לרשימת התמונות לסגמנטציה

ראשית יש לבחור תקיית תמונות.

לאחר מכן יש ללחוץ בתפריט ה-Edit בכפתור Reopen Image.

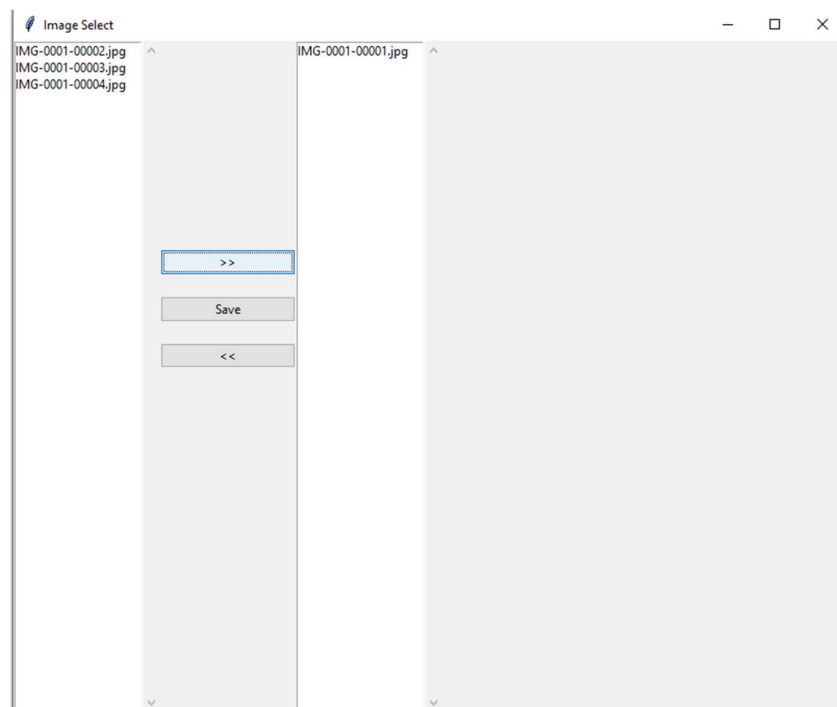


בלחיצה על כפתור זה יפתח לנו התפריט הבא:

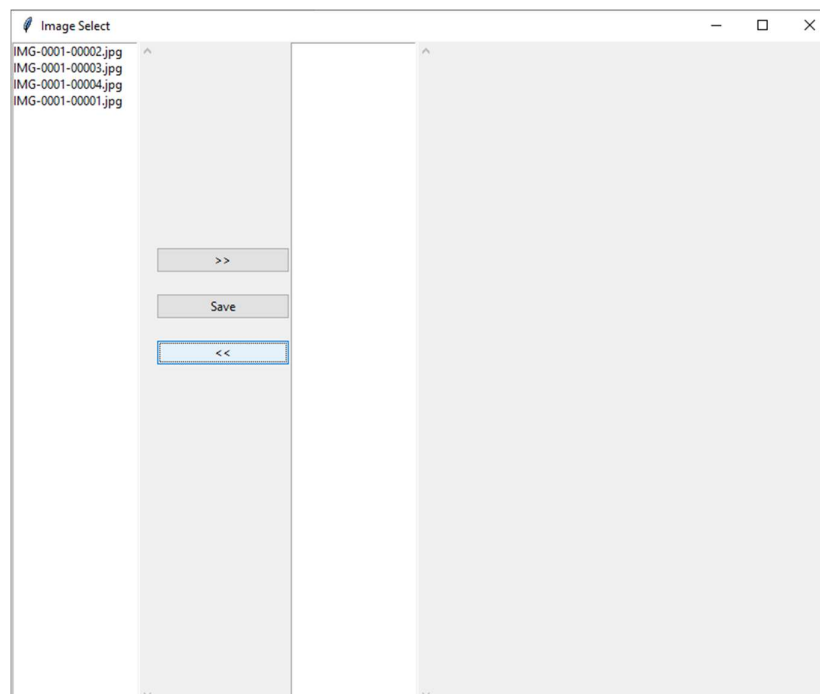


רשימת התמונות בצד שמאל זוהי רשימת התמונות הקיימות לסגמנטציה. רשימת התמונות בצד ימין זוהי רשימה של תמונות שנמצאות בתיקיה אך לא חלק מהסגמנטציה. על מנת להוריד תמונה מרשימת התמונות לסגמנטציה, יש לסמן את התמונה הרצויה ולאחר מכן יש ללחוץ על כפתור החץ >> לכיוון הרשימה בצד שמאל.

המצב שיתקבל יראה כך:



כדי להחזיר את התמונה או להוסיף תמונה אחרת שקיימת בתיקיה אבל לא חלק מהסגמנטציה, יש לסמן את התמונה ברשימה בצד שמאל ולאחר מכן ללחוץ על החץ << לכיוון הרשימה בצד ימין. המצב יראה כך:



חשוב לשים לב כי סדר התמונות ימוין אוטומטית לפי שם בתום השמירה.

על מנת לראות מהי התמונה לפי שמה, יש ללחוץ לחיצה כפולה על שם הקובץ ברשימה שבצד ימין או ברשימה שבצד שמאל ותוצג תצוגה מקדימה של התמונה:

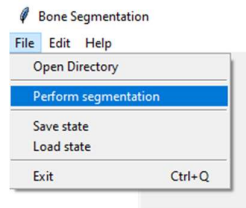


כדי לשמור את רשימת התמונות ולחזור למסך הראשי יש ללחוץ על כפתור ה-Save. מיד בחזרה למסך הראשי התמונות ימוינו על פי שמם.

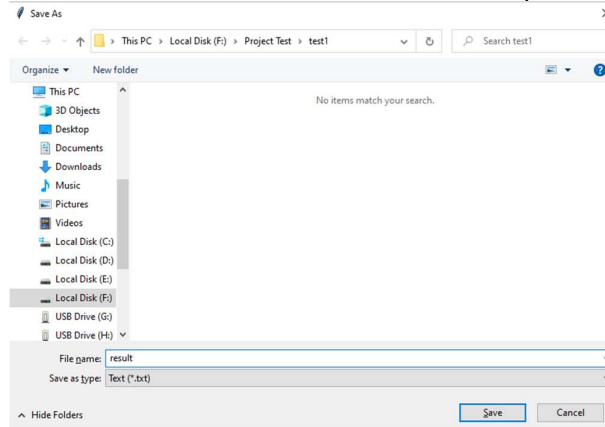


## ביצוע סגמנטציה על כל התמונות ברשימת התמונות

ראשית על מנת לבצע סגמנטציה לכל התמונות ברשימה, יש לבדוק ולהתאים את הפרמטרים הרצויים לתמונות. לאחר שבחרנו והגדרנו את הפרמטרים יש ללחוץ בתפריט File על הכפתור Perform Segmentation.



לאחר מכן נצטרך לבחור את התיקייה שלתוכה נרצה לשמור את התוצאה ואת השם של הקבצים.



התוצאה שתתקבל תהיה שתי קבצי טקסט כאשר אם לדוגמא נבחר result אזי הקבצים שיווצרו יהיו:

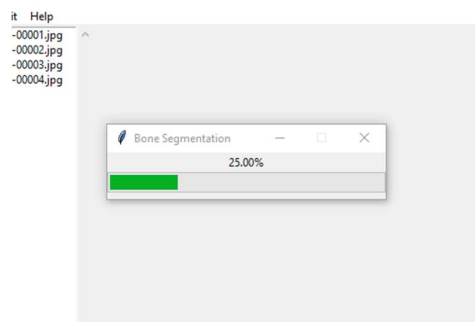
1. Result\_contour.txt

2. Result\_grayscale.txt

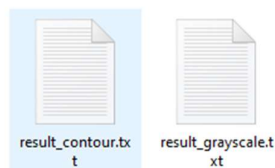
קובץ אחד עבור קונטור וקובץ נוסף עבור Grayscale.

לאחר מכן יש ללחוץ Save והסגמנטציה תתחיל להתבצע על פי הפרמטרים שנבחרו לכל תמונה.

במהלך הסגמנטציה ניתן יהיה לראות את אחוז ההתקדמות בסגמנטציה באופן הבא:

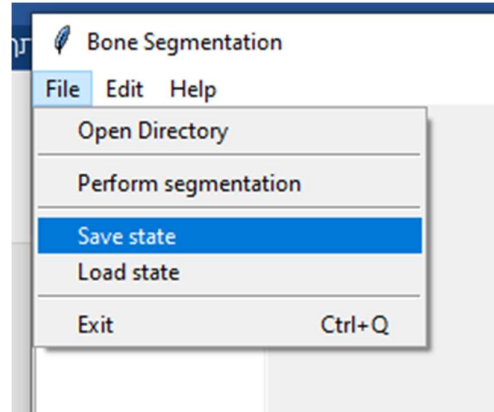


בתום הריצה נוכל לראות את שתי הקבצים בנתיב שבחרנו:



## שמירת מצב עבודה

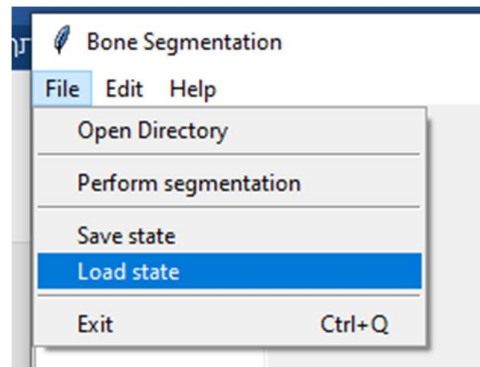
שמירת מצב העבודה, זוהי אופציה השומרת את כל ההגדרות שבוצעו על כל התמונות שבתיקה הנבחרת. מצב זה מאפשר לנו לשמור את מצב העבודה על מנת לאפשר המשך עבודה במועד מאוחר יותר. על מנת לשמור את מצב העבודה ולהמשיך מאותה נקודה מאוחר יותר, יש ללחוץ בתפריט ה-File בכפתור Save State.



מצב זה פעיל רק כאשר יש תמונות בתיקה הנבחרת. לאחר לחיצה על הכפתור יישמר המצב של התמונות בתוך תקיית התמונות.

## טעינת מצב עבודה

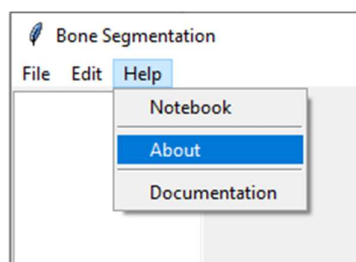
טעינת מצב העבודה, זוהי אופציה הטוענת את כל ההגדרות שנשמרו על כל התמונות שבתיקה הנבחרת. מצב זה מאפשר לנו לטעון את מצב העבודה הקודם על אותם התמונות שבתיקה ולאפשר המשך עבודה. על מנת לטעון את מצב העבודה ולהמשיך לעבוד מהמקום בו עצרנו, יש ללחוץ בתפריט ה-File בכפתור Load State.



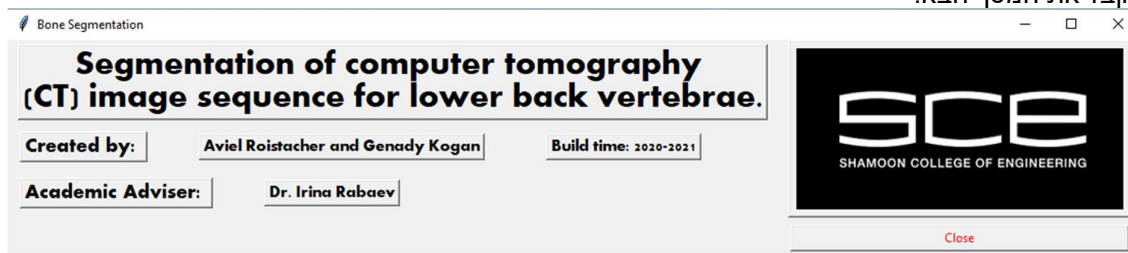
מצב זה פעיל רק כאשר יש תמונות בתיקה הנבחרת. לאחר לחיצה על הכפתור ייטען המצב של התמונות.

## הסבר קצר על התוכנה

על מנת לקבל הסבר קצר על התוכנה בחלון הראשי "Bone Segmentation" של התוכנה יש ללחוץ בתפריט ה-Help על כפתור ה-About.

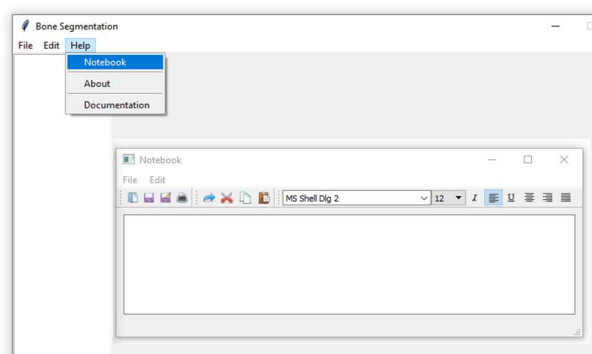


נקבל את המסך הבא:



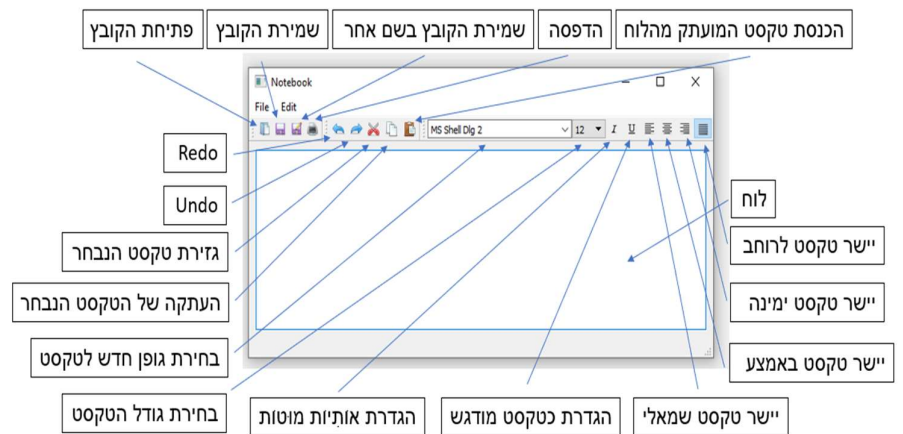
## עורך טקסט

עורך הטקסט זהו כלי הנועד על מנת לאפשר למשתמש לתעד פעולות או פרטים רצויים בקובץ במקום הרצוי. על מנת להשתמש בכלי זה יש ללחוץ בתפריט ה-Help על כפתור ה-Notebook.



## הפעולות האפשריות ב-Notebook:

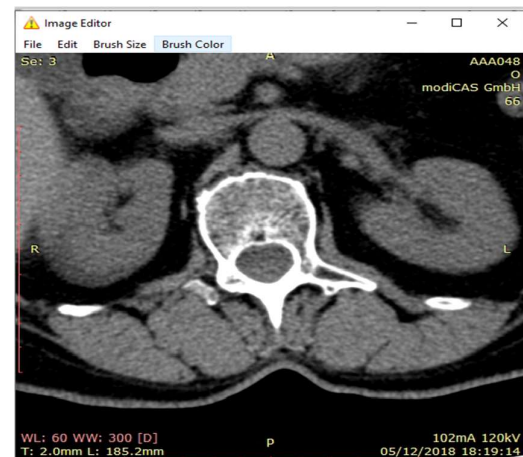
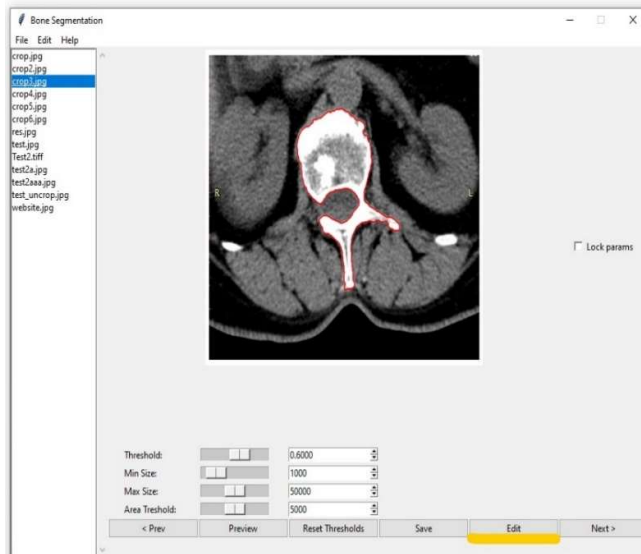
1. Open file
2. Save file
3. Save as file
4. Print
5. Undo
6. Redo
7. Cut
8. Copy
9. Paste
10. Select all
11. Wrap text to the window
12. Font selection
13. Size font selection
14. Font slant
15. Font underline
16. Align text left/center/right
17. Justify text



הערה – Wrap text to the window – זוהי אופציה של גלישת טקסט בהתאם לגודל החלון.

## עריכה של תמונה

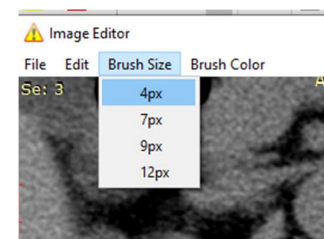
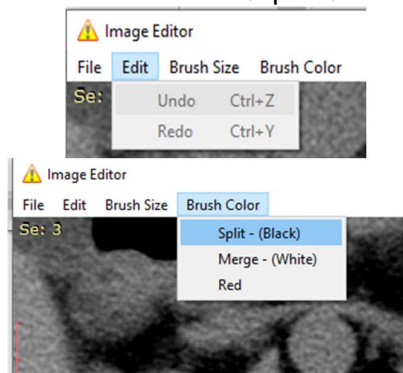
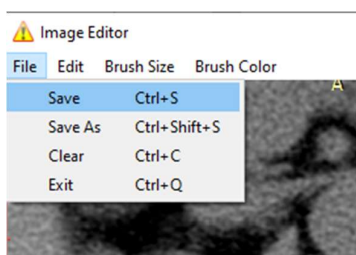
בזמן ביצוע סגמנטציה, על מנת לשפר את התהליך ישנו כפתור "Edit". מיקום הכפתור בחלון הראשי של התוכנה "Bone segmentation" עבור תמונה ספציפית.



בלחיצה על כפתור זה נפתח חלון חדש שמאפשר פעולות עריכה על התמונה הנוכחית. הפעולות האפשריות הן:

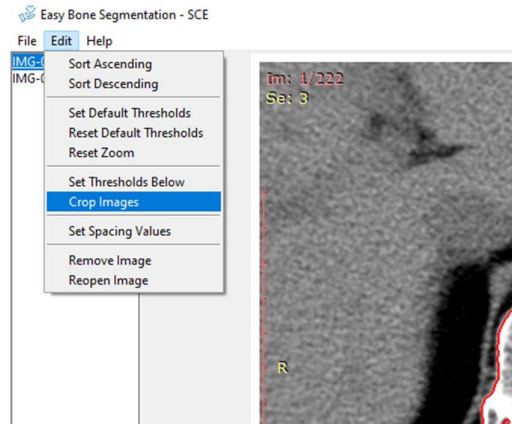
1. Save או "ctrl + s" – שמירת תמונה.
2. Save As או "ctrl + Shift + s" – אפשרות לשמור העתק של תמונה במקום אחר או בשם אחר.
3. Save and Close או ctrl + W או לחיצה על כפתור גלגל בעכבר – אפשרות לשמור ולחזור חזרה למסך הראשי.
4. Clear או "ctrl + c" – פעולה מתאפשרת החזרת תמונה למצב התחלתי.
5. Exit או "ctrl + q" – כפתור מתאפשר לא לפגוע בנתונים ולסגור את החלון בצורה בטוחה.
6. Undo או "ctrl + z" – ביטול פעולה האחרונה שנעשתה.
7. Redo או "ctrl + y" – חזרה על פעולה האחרונה שנעשתה.
8. Brush Size – הכפתור מאפשר בחירת גודל של מכחול. גולד אפשרי: 4px, 7px, 9px, 12px.
9. Brush Color – על מנת לבצע "Merge" או "Split" יש לבחור מאחד האופציות האפשריות על ידי בחירת צבע המכחול:
  - Split – צבע שחור, מיועד להפרדה של אובייקט מהסגמנטציה.
  - Merge – צבע לבן, מיועד להוספה של אזור לסגמנטציה.

מעבר בין הצבעים אפשרי על ידי לחיצה על כפתור ימני בעכבר, הצבע יהיה רשום בכותרת המסך. בנוסף ניתן לבחור צבע אדום על מנת לבצע סימון על התמונה.



## ביצוע Crop לתמונה באזור מסוים

על מנת לחתוך אזור מסוים מכלל התמונות בתיקיית התמונות שנבחרה, יש לבחור תמונה ראשונה כלשהי מרשימת התמונות בתיקיה, ולאחר מכן יש ללחוץ על כפתור Crop Images מתוך תפריט ה-Edit:



כעת יפתח לנו מסך התמונה באופן הבא:



כעת יש ללחוץ על אזור בתמונה ולגרור את המלבן שיסמן את האזור הרצוי:

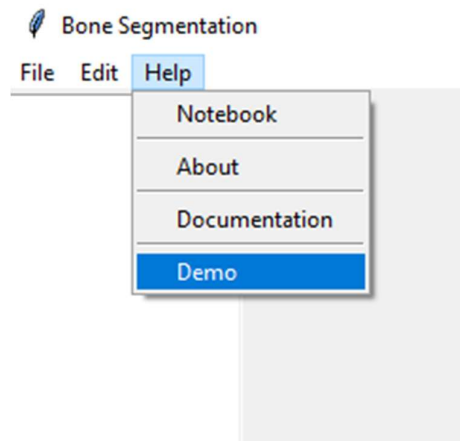


ניתן להחליף את הסימון על ידי לחיצה באזור אחר בתמונה ושוב גרירת העכבר לנקודה הרצויה. במידה והמקום הנבחר מתאים לבחירה שלנו יש ללחוץ על לחצן הגלגל בעכבר על מנת לאשר את ביצוע ה-Crop לאזור הרצוי.

מיד בסיום הפעולה תיווצר תיקיה חדשה בשם Cropped\_Images בנתיב שבתיקיה שבחרנו בהתחלה ושם יהיו התמונות עם האזור הרצוי בלבד. על מנת לבצע סגמנטציה על התמונות האלו יש לבחור מחדש את תיקיית התמונות לסגמנטציה.

## סרטון הסבר שימוש בתוכנית

ראשית, חשוב לציין שעל מנת לצפות בסרט ההסבר לשימוש בתוכנית, יש צורך בחיבור לאינטרנט.  
לאחר מכן יש ללחוץ בתפריט ה-Help על כפתור ה-Demo:



מיד בלחיצה על כפתור זה יפתח הסרטון ב-Youtube דרך הדפדפן.