**דוח מעבדה 1 – חלק ב':**

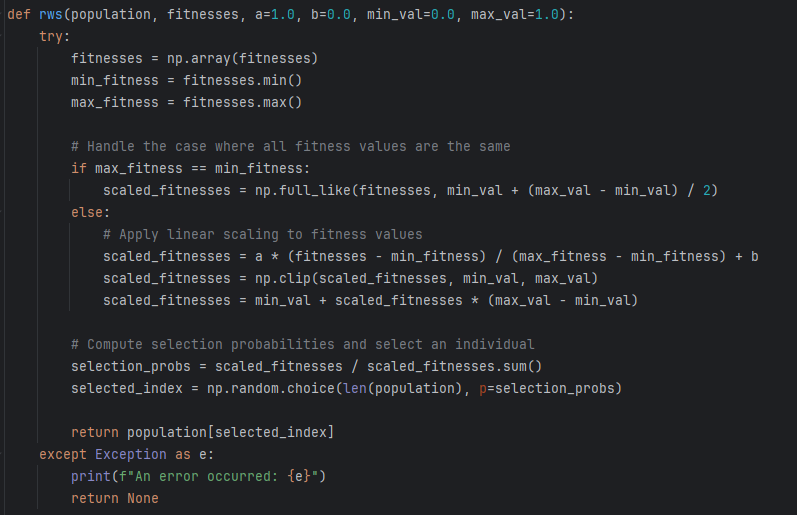
**שאלה 1:**

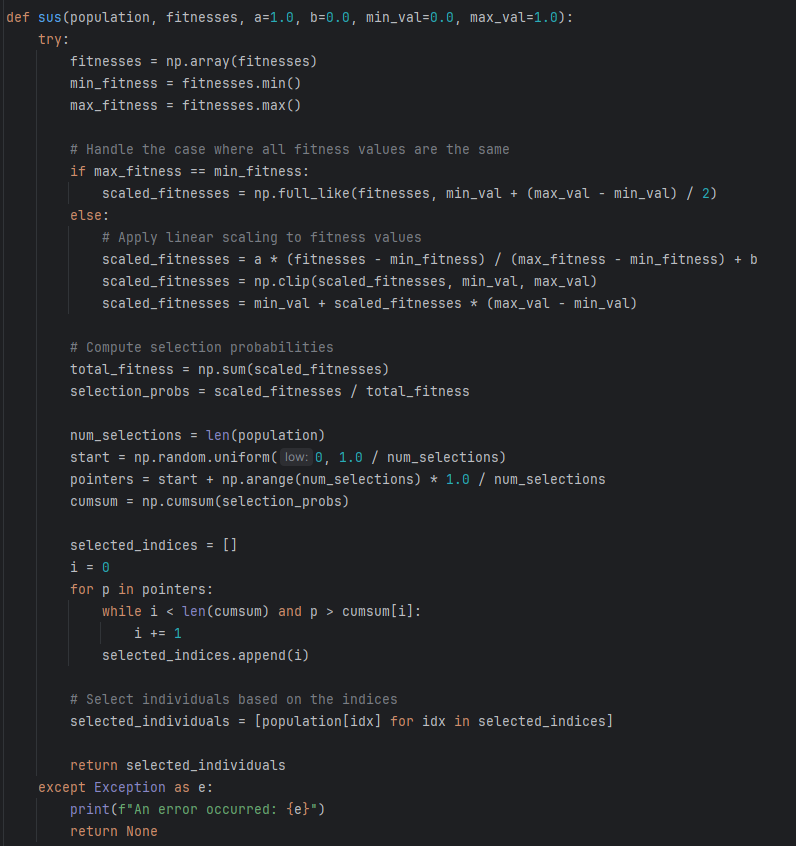
הוסיפו למנוע תמיכה בשיטות הבחירה שונות: parent selection

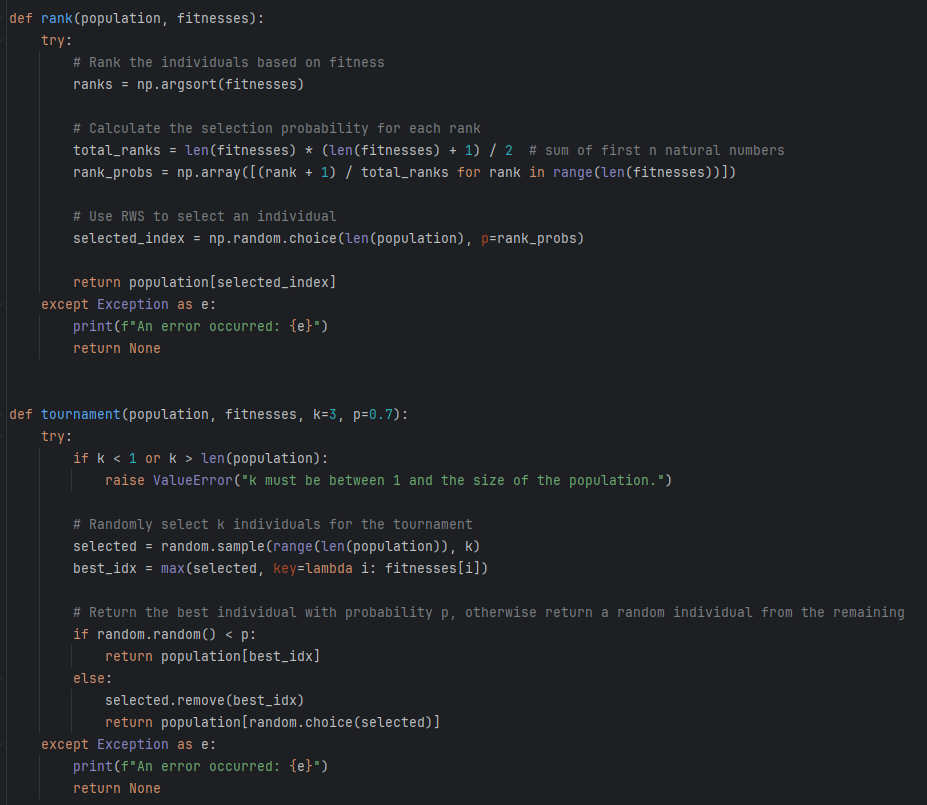
1. RWS + Linear Scaling
2. SUS + Linear Scaling
3. RWS + RANKING
4. טורניר לא דטרמיניסטי עם פרמטריםK P

**פתרון:**

לשאלה זאת ולסעיפים אלו נכתבו הפונקציות הבאות:



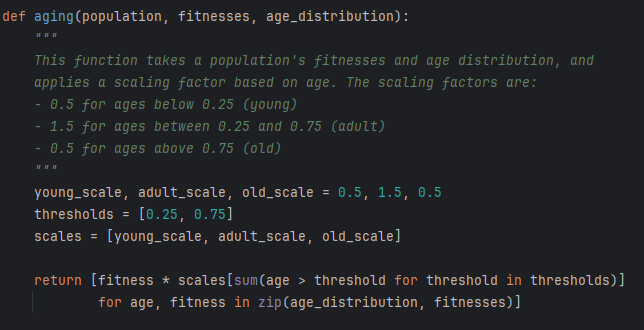




**שאלה 2:**

הוסיפו שיטת שרידות נוספת (Aging).

**פתרון:**



**שאלה 3:**

הוסיפו תמיכה למופע חדש של בעיה – בעיית sudoku.

חידת סודוקו פרושה על גריד 9x9 המחולק ל-9 תת גרידים של 3x3, המטרה היא למלא את הgrid כך שלכל שורה, טור ותת-grid יכילו את כל הספרות 1-9.

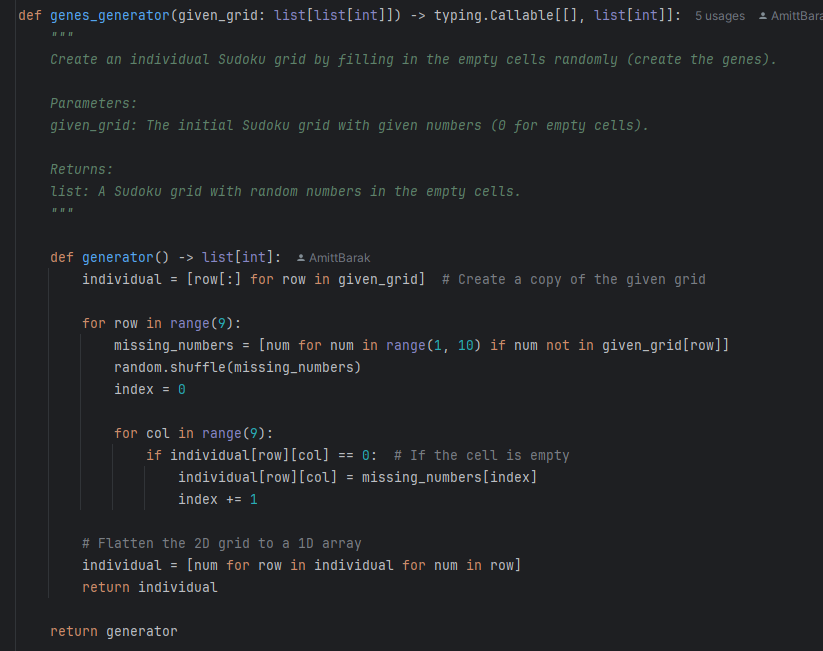
אפשרות למצוא דוגמאות לחידות ופתרונותיהן ב: <https://sandiway.arizona.edu/sudoku/examples.html>

לצורך כך:

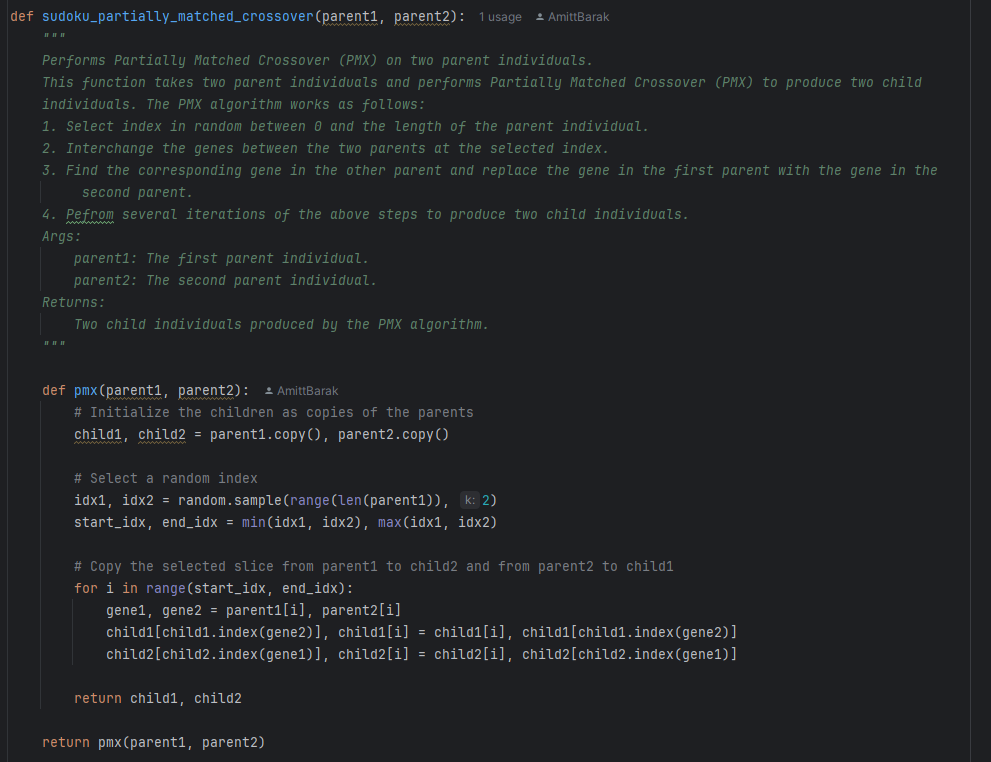
1. ממשו ייצוג מתאים לגן באורך N.
2. ממשו 2 אופרטורי שיחלוף לתמורות: PMX,CX.
3. ממשו 2 מוטציות חלופיות לתמורות: היפוך וערבול.
4. בחרו פונקציה פיטנס יעילה ככל הניתן -נמקו את בחירתכם.
5. על המנוע לפתור את כל החידות באתר הנ"ל.

**פתרון:**

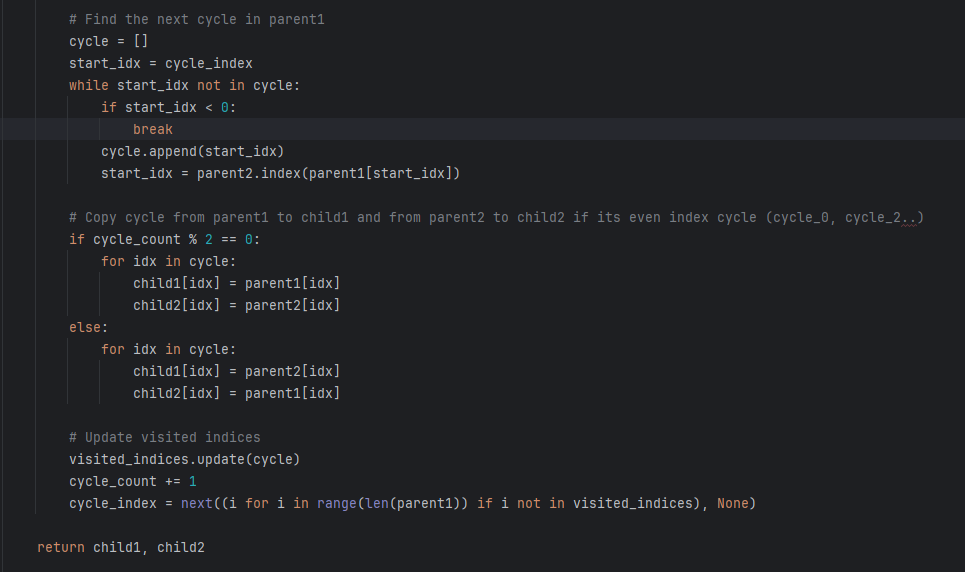
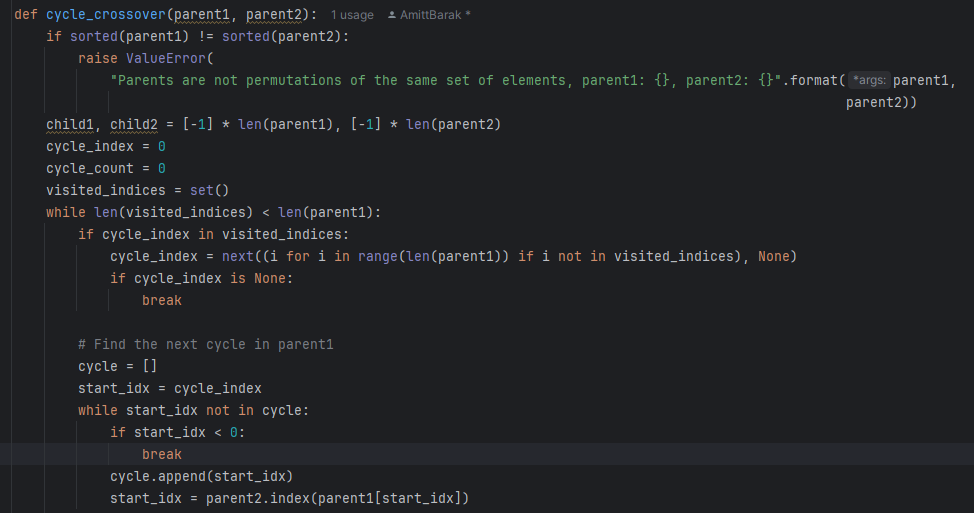
1. **מימוש של ייצוג מתאים לגן באורך N**



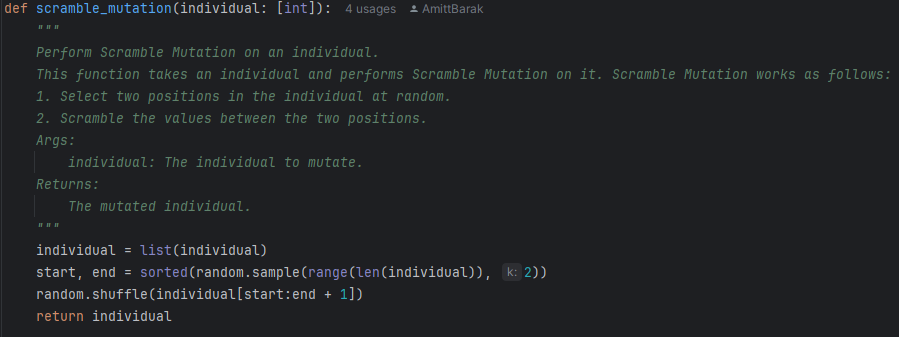
1. **מימוש אופרטור שחלוף :PMX**

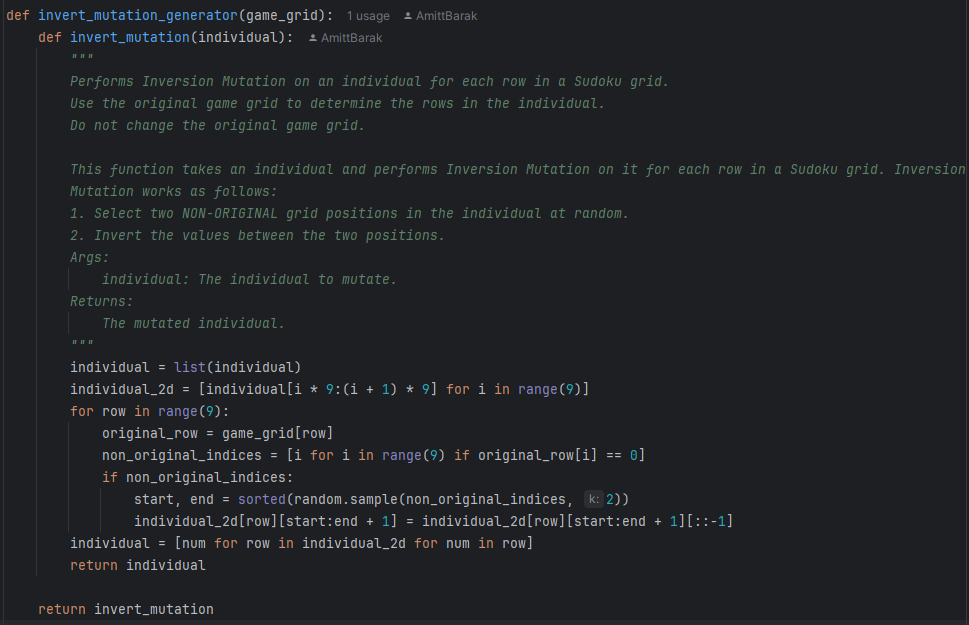


**מימוש אופרטור שחלוף CX:**



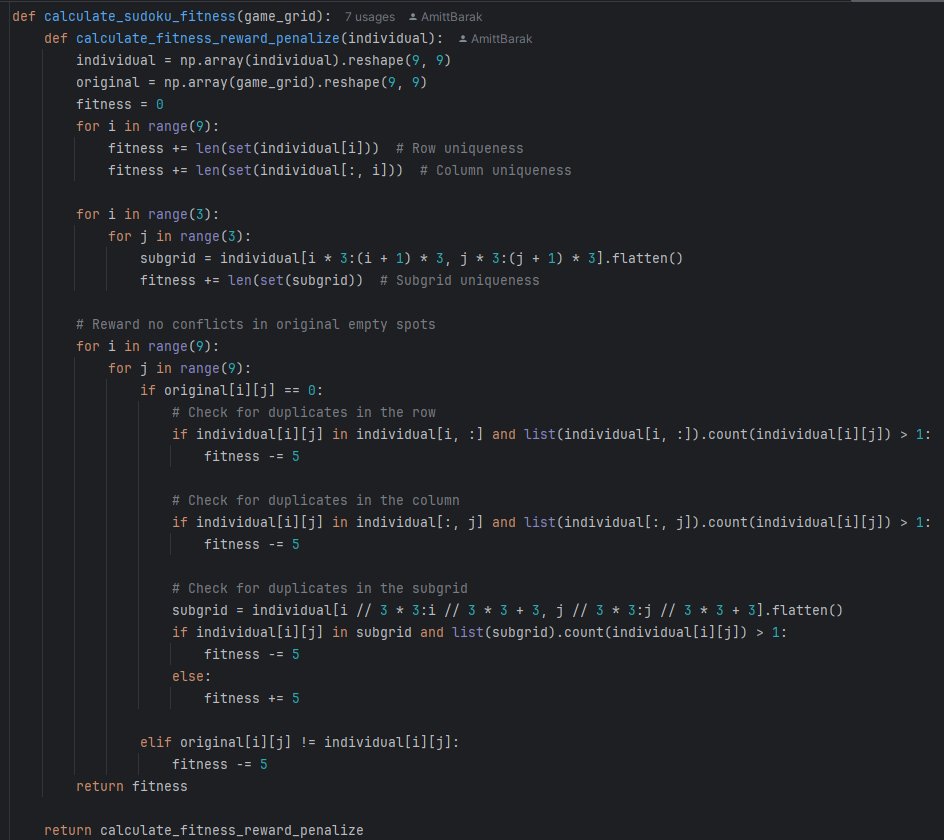
1. **ממשו 2 מוטציות חלופיות לתמורות - היפוך וערבול:**





1. פונקציית הפיטנס שלנו מיועדת להעריך את איכות הפתרונות האפשריים לחידת סודוקו על ידי חישוב ערך פיטנס לכל פתרון פוטנציאלי. הפונקציה מחזירה ערך גבוה יותר עבור פתרונות שמכילים פחות כפילויות ויותר תאימות לכללי הסודוקו.

**מימוש:**



**נימוקים לבחירת פונקציית הפיטנס:**

ייחודיות בשורות, עמודות ותת-ריבועים:

הפונקציה מוסיפה ניקוד עבור כל תא ייחודי בשורות, בעמודות ובתת-ריבועים של הלוח. זה חשוב מאוד כיון שבסודוקו, כל מספר מ-1 עד 9 חייב להופיע פעם אחת בלבד בכל שורה, עמודה ותת-ריבוע.

זיהוי קונפליקטים בתאים ריקים במקור: הפונקציה מעניקה קנסות (penalize) על קונפליקטים בתאים שהיו ריקים בלוח המקורי. זה מבטיח שהפתרון לא רק יהיה ייחודי אלא גם יכבד את החוקים הבסיסיים של הסודוקו, במיוחד במקומות שלא היו בהם מספרים מלכתחילה.

עידוד תאימות למקור: הפונקציה מענישה גם על אי התאמות למספרים המקוריים בלוח, מה שמבטיח שפתרון הסודוקו לא ישנה את המספרים הקיימים במקור. זהו עקרון בסיסי בפתרון חידות סודוקו אמיתי.

ביצוע יעיל של חישוב הניקוד: הפונקציה משתמשת בפעולות על מערכים ומערכים משנה (sub grids), מה שמאפשר ביצוע יעיל ומדויק של בדיקת ייחודיות והענקת נקודות. בנוסף, השימוש במערכים מקצר את זמן החישוב הכללי ומאפשר ניתוח מהיר יותר של הפתרונות הפוטנציאליים.

1. **המנוע פתר את כל החידות באתר הנ"ל פתרונות המנוע: להשלים**

סודוקו 1:

A screenshot of a computer

Description automatically generated

**שאלה 4:**

הוסיפו תמיכה למופע חדש של בעיה בעיית ה PACKING BIN-יש לארוז עצמים בנפחים שונים במספר מכלים בנפח V תוך שימוש במינימום מכלים https://en.wikipedia.org/wiki/Bin\_packing\_problem

1. גם לבעיה זו מצאו ייצוג, פונקציית פיטנס ופונקציית פיטנס אדפטיבית יעילה – נמקו בחירתכם
2. הריצו את האלגוריתם שלכם על חמשת הבעיות הראשונות בקובץ txt1.binpack – הסבר על פורמט באתר http://people.brunel.ac.uk/~mastjjb/jeb/orlib/binpackinfo.html והשוו את ביצועי האלגוריתם שלכם מבחינת מהירות ההתכנסות, איכות הפתרון וזמני ריצה לזה של אלגוריתם FIT FIRST החמדני.

ואת איכות הפתרון שהאלגוריתם מצאו והשוו מול המצוין בקובץ כאופטימלי.

**פתרון:**

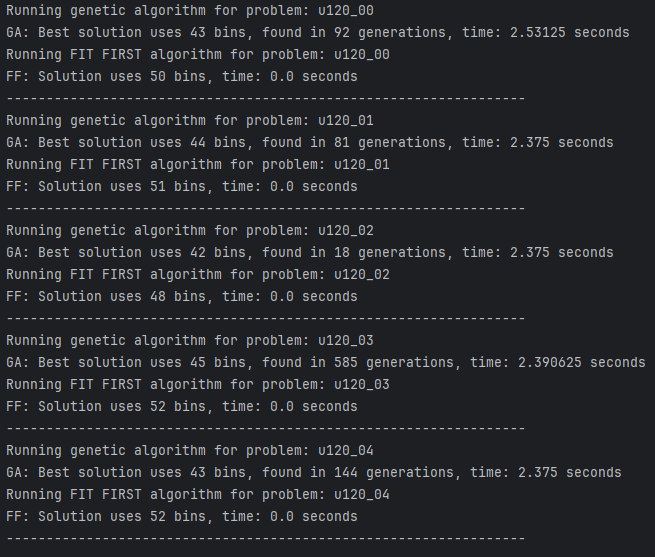
1. מבחינת פונקציית הפיטנס בחרנו ללכת על Fixed Fitness function, והסיבה שבחרנו ללכת עליה היא פונקציית הפיטנס נועדה להעריך באופן עקבי את "כושרו" של אינדיבידואל (נגיד גן) בגלל שהחישוב הוא עקבי ולא משתנה הוא מחשב את מספר ה-bins שצריך עבור הפריטים והעקביות הזאת חשובה לנו מכמה סיבות:
2. השוואתיות: מבטיחה שכל הפריטים מוערכים על פי אותם קריטריונים, ולכן מתבצעת השוואה ביניהם האופן הוגן ולא משוחד.
3. חיזוי: יכולת החיזוי של הפונקציה מסייעת בהבנה ובפירוש של התהליך האבולוציוני של היוריסטיקה והתוצאות שמופקות.
4. אמינות: קריטריון הערכה עקביים חיוניים ליציבות התהליך האבולוציוני, הימנעות מהתנהגויות בלתי צפויות.

בגלל אופייה של היוריסטיקה הזאת שהיא לא אדפטיבית של פונקציית הפיטנס מביא לכך שהיא איננה משנה את שיטת ההערכה שלה בהתבסס על הביצועים במהלך התהליך האבולוציוני.

יש לכך מספר יתרונות:

1. פשטות: הפונקציה בגלל היותה לא אדפטיבית היא פשוטה יותר וליישום והבנה ובכך היא מורידה את מורכבותה של היוריסטיקה.
2. מיקוד על איכות הפתרון: התמקדות בעיקר במספר התאים ללא הכנסה של משתנים נוספים ובכך יוצר פתרון איכותי.

מבחינת הפונקציה הדינמית בחרנו ללכת על Self adaptive Fitness, פונקציית הפיטנס האדפטיבי מתאימה באופן דינמי על סמך הביצועים הממוצעים האחרונים של האוכלוסייה. להתאמה דינמית ישנה מספר יתרונות מרכזיים:

1. שיפור מתמשך: על ידי התאמת ציוני הפיטנס על סמך המספר הממוצע האחרון של תאים בשימוש, הפונקציה מעודדת שיפור מתמיד. פתרונות המשתמשים בפחות תאים מהממוצע האחרון "מתוגמלים", אבל אלו שמשתמשים ביותר תאים "נענשים".
2. תגובתיות: הפונקציה מגיבה למצב הנוכחי של האוכלוסייה, ומבטיחה שקריטריוני ההערכה מתפתחים עם ביצועי פיטנס באוכלוסייה. זה עוזר לשמור על הרלוונטיות של ציוני הפיטנס לאורך כל התהליך האבולוציוני.
3. משוב: יש בפונקציה מנגנון של משוב עם הענישה/תגמול, ובכך בעצם מעניק סוג של הדרכה לפתרון איכותי יותר.
4. ישנו איזון בין Exploration and Exploitation: על ידי הענשה הפונקציה למעשה מעודדת את חקר כלומר את Exploration ובכך לנסות למצוא פתרונות טובים יותר, על ידי תגמול אנחנו למעשה מבטיחים פתרון טוב יותר ומעודדים Exploitation אנחנו למעשה נלך על הידוע והטוב.
5. לאחר הרצה של האלגוריתם שלנו מול First fit קיבלנו את התוצאות הבאות:  
   

מבחינת איכות הפתרון: האלגוריתם הגנטי תמיד מוצא עם פחות תאים מאשר האלגוריתם של First fit בממוצע ההפרש עומד על 7 תאים פחות מאשר First fit, בנוסף יש לציין שאנו נמוכים גם מהפתרונות האופטימלי בקובץ שעומד על 48-50 תאים.

מבחינת זמן: האלגוריתם הגנטי רץ בין 2 ל-2.5 שניות בזמן שהתוצאה של First fit לפי הנראה מיידית, מה שמוכיח שהוא מאד מהיר מצד אחד ומצד שני הוא פחות אפקטיבי במציאת הפתרון האופטימלי.

מבחינת דורות: First fit לא בודק דורות כלל, אבל האלגוריתם הגנטי משתנה בין 18 ועד מעל 500 דורות על מנת למצוא את הפתרון האופטימלי.

יש לציין שאם נריץ עוד כמה פעמים התוצאות ישתנו אך הממוצע יישאר זהה.

מסקנה: בהשוואה בין השניים, אלגוריתם גנטי טוב יותר באופן משמעותי מבחינת איכות הפתרון (פחות שימוש בתאים) אבל לוקח יותר זמן לפעול. אלגוריתם FF הוא הרבה יותר מהיר אך פחות יעיל מבחינת השימוש בתאים.

יעילות: אם המטרה העיקרית היא למזער את מספר התאים והזמן אינו בעיה, האלגוריתם הגנטי הוא הבחירה הטובה יותר. אם הזמן הוא גורם קריטי ופתרון מעט גרוע יותר אלגוריתם FF עדיף.

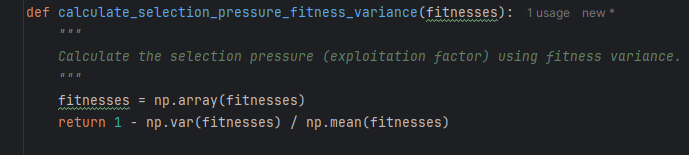
**שאלה 5:**

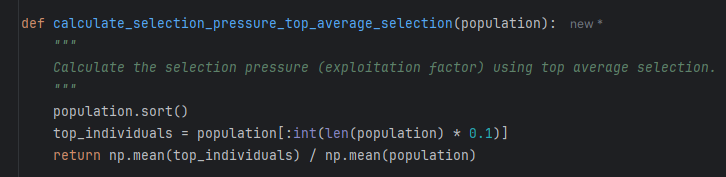
הוסיפו שיטות למדידת לחץ הבחירה Pressure Selection Exploitation Factor

1. Fitness Variance
2. Top-Average Selection Probability Ratio

דווחו מדדים אלה בכל דור של אבולוציה

**פתרון:**





**שאלה 6:**

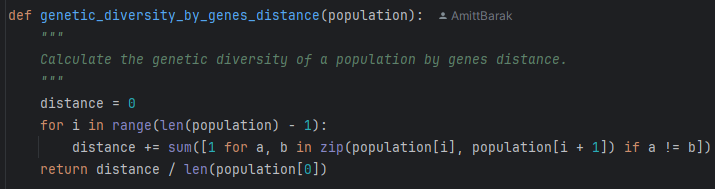
הוסיפו שיטות למדידת הגיוון הגנטי (genetic diversity) [חלק זה מותאם בעיה] – Exploration Factor

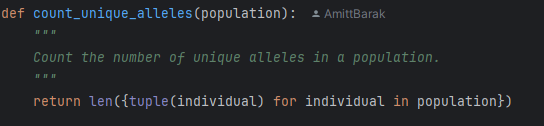
1. המרחק בין גנים.
2. מספר האללים השונים באוכלוסייה.

דווחו מדדים אלה בכל דור של האבולוציה.

**פתרון:**

עבור סודוקו, מימשנו את הפונקציות הבאות:





עבור בעיית הbins מימשנו את הפונקציות הבאות:

להוסיף

**שאלה 7:**

בדקו באמצעות סימולציות את רגישות פתרון שתי הבעיות (סודוקו וbin packing)

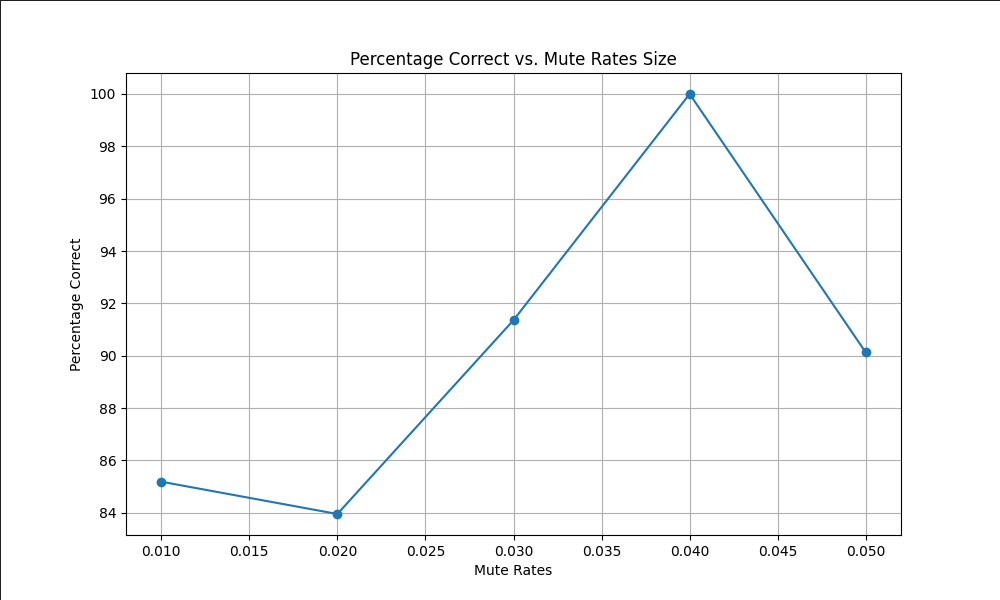
לפי הקריטריונים של מהירות ההתכנסות , איכות הפתרון וזמני ריצה עפ"י הפרמטרים הבאים:

1. לגודל האוכלוסייה
2. להסתברות למוטציות
3. לאסטרטגיית הבחירה
4. לאסטרטגיית השרידות (aging, elitism)
5. לאסטרטגיית שיחלוף והמוטציה

**פתרון:**

**סודוקו:**

להסתברות למוטציות: (עם גודל האוכלוסייה המיטבי 400)



מספר הדורות:

**A graph with a line going up

Description automatically generated**

אסטרטגית השרידות:

A graph with a line

Description automatically generated

להשלים

**שאלה 8:**

חלצו והציגו את הפרמטריזציה המיטבית עבור בעיות אלו

1. הסבירו כיצד נעזרתם במדדי הלחץ והגוון למצוא פרמטריזציה זו.
2. מה המסקנות שעולות מממצאים אלה.

**פתרון:**

להשלים