

קורס סימולציה עירונית בסימול 40123

תרגיל מסכם

שמות הסטודנטים: רענן וקנין (תז' 208489138) ואוראל בן ישראל (תז' 205614845)

1) **למידה:** כן, סוכנים מסוגלים לעדכן את הידע שלהם. סוכנים הינם בעלי תקציב וכמות מוצר אותה הם מעוניינים לרכוש, את ההחלטה היכן ירכשו הם מבצעים על פי מס' היחידות שיוכלו לרכוש במסגרת תקציבם, מחיר המוצר, עלויות הנסיעה והמרחק. אך נתון לנו שלאחר פעולות הסוכנים, בעלי העסקים מעדכנים את עלויות המוצר בהינתן עלויות התפעול והרווחים. לכן, כך משתנה גם כמות המוצר אותה הסוכן יכול לרכוש שכן אם מחיר של מוצר מסוים הופחת כעת הסוכן יכול לרכוש רבה יותר של המוצר וכך הידע שלו מתעדכן.

התאמה: כן, מאחר שסוכנים מגדירים תועלת בין היתר ע"פ מס' יחידות המוצר אותם יוכלו לרכוש, ברגע שעסקים יעדכנו את מחיריהם והסוכנים יעדכנו את הידע שלהם ולאחריו גם את התועלת שלהם, הם יוכלו להתאים את עצמם מחדש למודל ולהעריך מחדש איפה התועלת הגבוהה ביותר שיקבלו. להתאמה של הסוכנים יש מטרה מוגדרת- מקסום התועלת של הסוכנים.

חיזוי: לא, סוכנים אינם מסוגלים ואינם מנסים לחזות תוצאות עתידיות שכן לאחר רכישותיהם, בעלי העסקים מעדכנים את מחיריהם בהתאם לעלויות תפעול ולרווחים שלהם, ורק לאחר מכן הידע של הסוכנים מתעדכן. הסוכנים לא יכולים לצפות לשינוי שבעלי העסקים יבצעו.

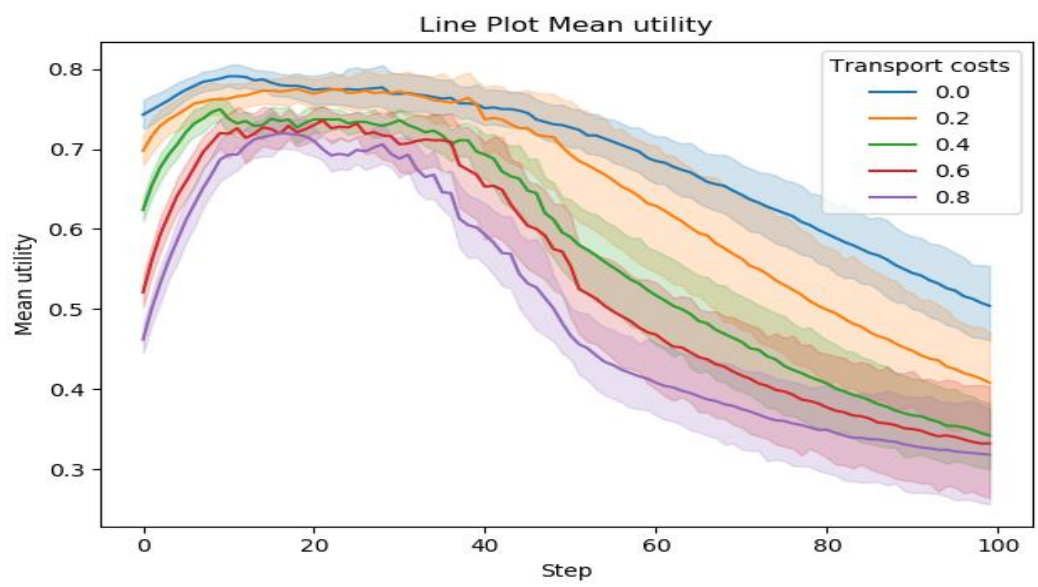
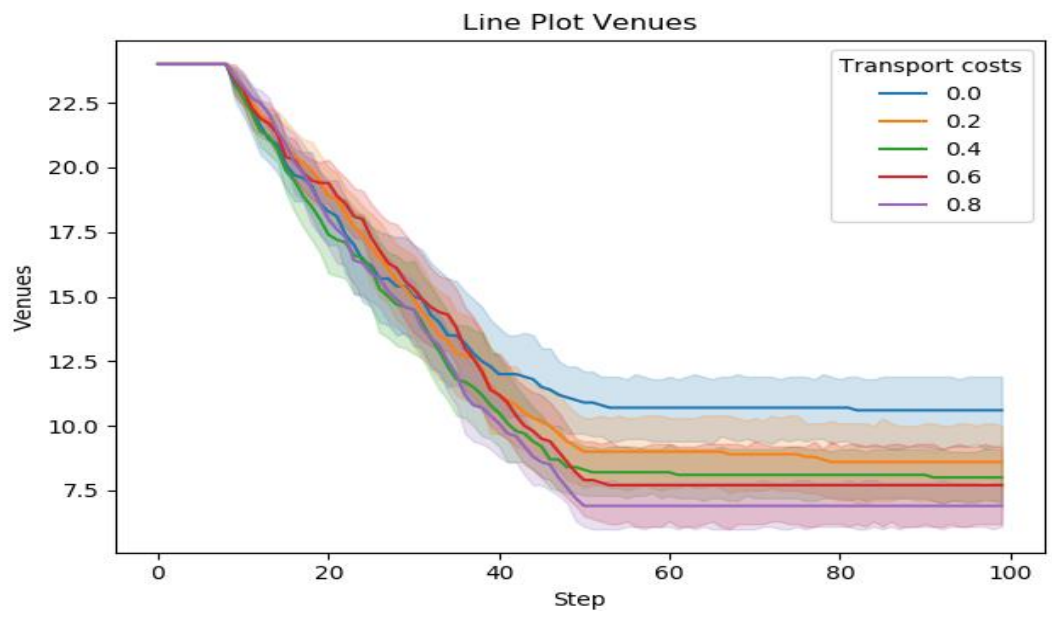
חישה: סוכנים יכולים לחוש את האלמנטים המשתנים בעסקים אותם הם מכירים, כלומר כאשר עסק שסוכן מכיר יעדכן את מחיריו הסוכן יוכל לחוש זאת בדיוק רב. את איכות המוצר לדוג', נתון לנו כי הסוכנים אינם יודעים לחוש ברמת דיוק גבוהה. בנוסף, סוכנים יודעים לחוש את המרחק מעסקים אותם הם מכירים ברמת דיוק גבוהה.

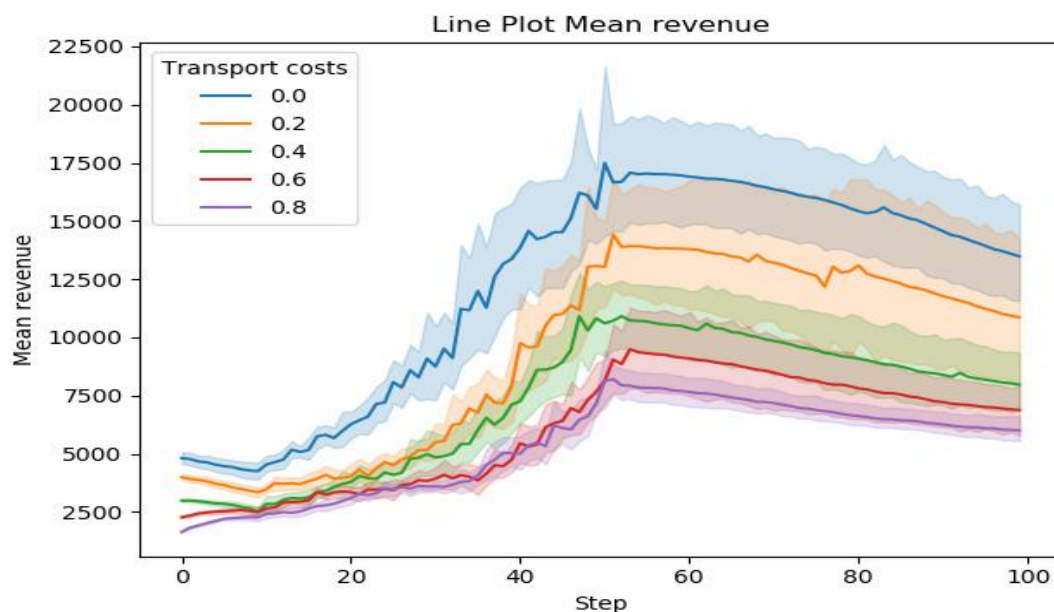
אקראיות: מאחר שאיכות המוצר בכל עסק נקבעת באופן אקראי בתחילת המודל והיא אינה דבר שמתעדכן עם האיטרציות במודל אז אחד מהתהליכים המוגדרים כאקראיים במודל הוא קביעת התועלת של סוכנים שכן היא מושפעת מאיכות המוצר הנקבעת באופן אקראי ועל סמך תועלת זו נקבעת רמת הצריכה של הפרטים. בנוסף, נתון כי יכולותיהם הקוגניטיביות של הסוכנים מוגבלות והם מכירים רק חלק מהחנויות ולא יודעים במדויק את איכות המוצרים שהן מספקות. על כן, אף זה תורם לאקראיות של המודל שכן החנויות שסוכן מכיר נקבעות באקראיות דבר המשפיע בעקיפין על פונקציית התועלת של הסוכן. יתרה מזאת, כאשר לא קיימת חנות במפה הקוגניטיבית של הסוכן, שנותנת תועלת מספיקה - מוגרלת אקראית חנות מכלל החנויות שאינן מצויות במפה הקוגניטיבית שלו.

קולקטיבים: לא, מטרת המודל היא לבדוק כיצד אגרות גודש ישפיעו על רווחת הסוכנים ככלל אך כל סוכן עומד בפני עצמו ומוגדר על סמך המאפיינים המוגדרים לו - תקציב, כמות צריכה רצויה וחנויות שאותן הוא מכיר. לא מוגדרת במודל אופציה של סוכנים להתאגד יחדיו בכדי לגרום לעסקים להוריד את המחירים לדוג'. סוכנים במודל לא מכירים את העדפותיהם של סוכנים אחרים במודל ועל כן לא יכולים למנף את מידע זה.

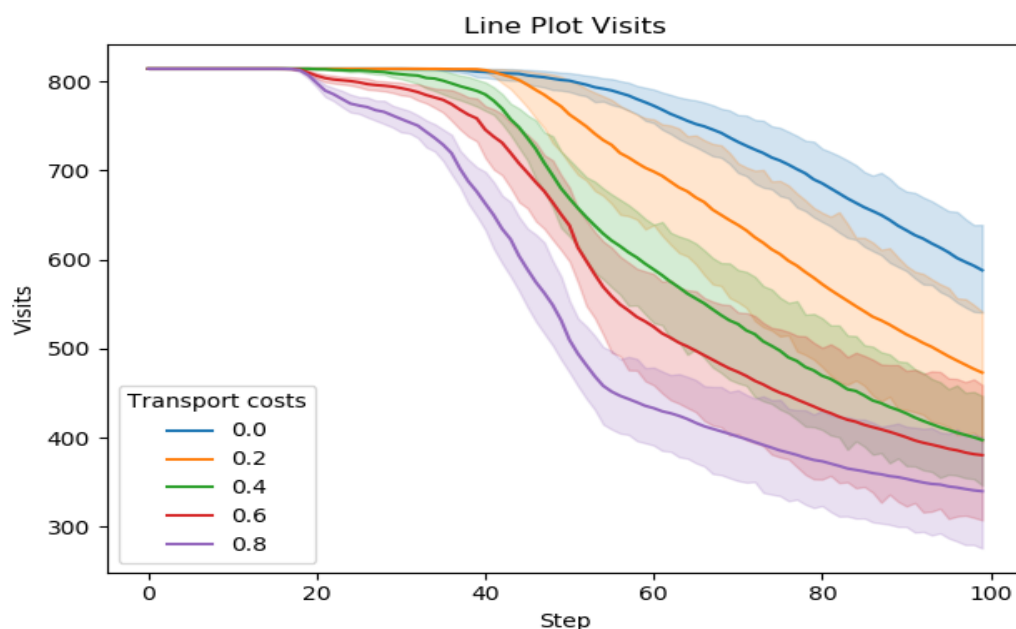
אינטראקציות: לא מוגדרות אינטראקציות ישירות בין סוכנים במודל אך בהחלט קיימות סיטואציות בהן החלטות של סוכן במודל ופונקציית התועלת שלו יכולה להיות מושפעת מפעולותיו של סוכן אחר במודל ובכך תיווצר אנטראקציה עקיפה בין השניים. לדוג' למספר סוכנים יש תועלת גבוהה מרכישת מוצר בחנות מסוימת, לאור זאת רווחי החנות גבוהים מאוד מעלויות התפעול, בהתאם להגדרות המודל בעל החנות יעלה את מחיר המוצר כדי למקסם רווחים דבר שעשוי להשפיע על התועלת שתהיה לסוכנים, מה שישפיע על ההחלטה שלהם האם לרכוש את המוצר באיטרציה הבאה או שלא. אם כן, קיימים מצבים בהם פעולות של סוכן אחד ויותר ישפיעו על החלטות של סוכן אחר, בכך תיווצר אינטראקציה עקיפה.

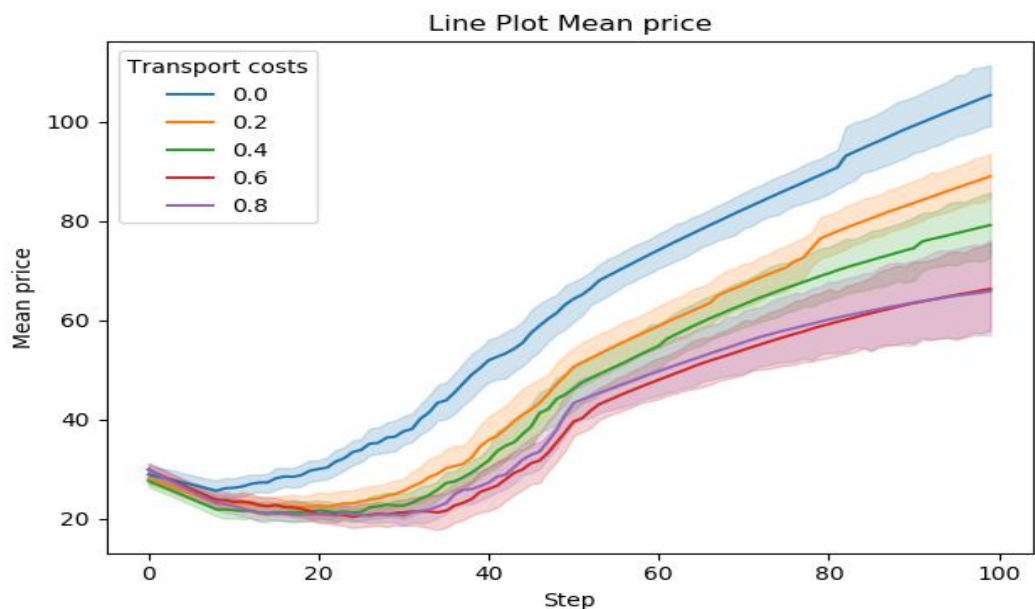
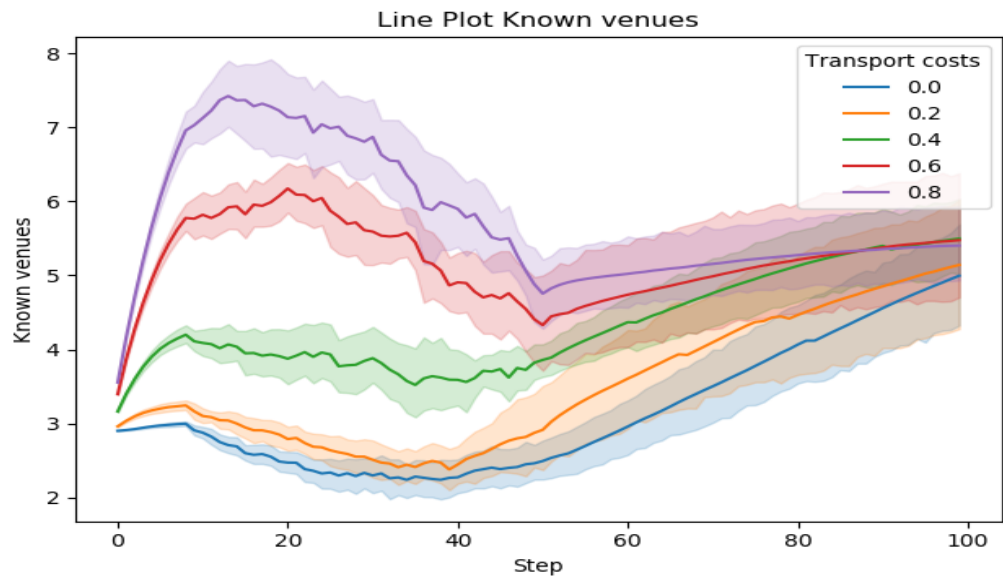
3) נשים לב, כאשר מסתכלים על התועלת הממוצעת, העסקים הפעילים, מספר הביקורים והרווח הממוצע באיטרציה ה-50 עבור כל מס גודש נראה כי ככל שמש הגודש גבוה יותר התועלת הממוצעת נמוכה יותר ומספר העסקים הפעילים נמצא כבר בשפל. אמנם רווחי הסוחרים נותרים גבוהים בצעד ה-50 אך אין הרבה עסקים שנותרו פעילים ולכן זה הגיוני.





נשים לב כי כמות הביקורים על אף שהיא אכן ירדה נותרת גבוהה בצעד ה-50 ומאחר שיש פחות עסקים פעילים דבר זה לא יקטין את העומס אלא יגרום לכך שבמקומות בהם העסקים פעילים העומס עשוי רק לגדול. כלומר אם הסוחרים יסתכלו על הגרפים בצעד ה-50 הם יראו שדבר זה עשוי לתרום לטענתם- ללא הקלה משמעותית בעומס ויחד עם זאת פגיעה ברווחת התושבים ובבעלי העסקים. במס גודש נמוך באופן יחסי, כלומר ב-0.2 לדוג', המודל נמצא במצב בו כמות הביקורים יורדת באופן דרמטי כלומר יש פחות עומס בדרכים אך עם זאת רווחי הסוחרים נשארים גבוהים יחסית, כך גם התועלת הממוצעת, מס' העסקים הפעילים. כלומר, זהו מצב בו מס הגודש הביא לתוצאה טובה מבחינת הקטנת העומס בדרכים בעוד שהוא לא גרם לפגיעה גדולה ברווחת העסקים ומשקי הבית.

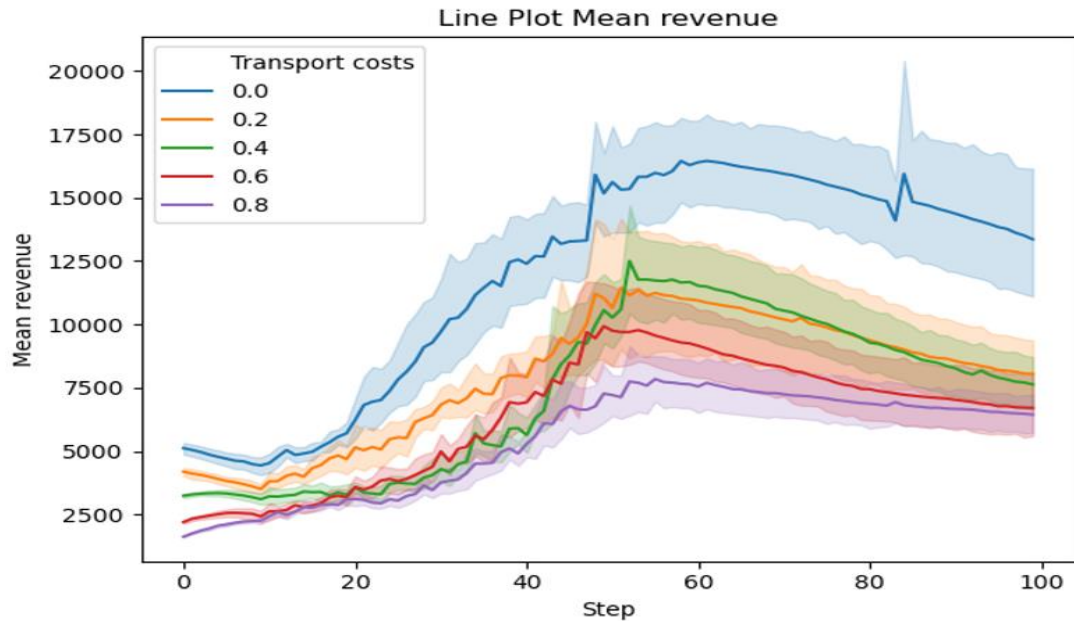




4 א. בזמן המעבר מהמודל הקונספטואלי לבניית הקוד יש מספר הנחות עזר שהתבצעו: התפלגות אחידה עבור משתני החנויות; מחיר מוצר, עלויות תפעול; התפלגות אחידה עבור משתני הסוכנים; תקציב סוכן, כמות מוצר רצויה לצריכה; הגרלת ערך רנדומלי בתחום (0.0, 1.0) לאיכות המוצר; אסטרטגיית הפעולה של החנויות למיקסום רווחים ע"י העלאת או הורדת מחיר המוצר (אם הרווח נמוך מעלות התפעול תתבצע הורדת מחיר, אם הרווח גבוה לפחות פי 2 מעלות התפעול תתבצע העלאת מחיר); מבנה פונקציית התועלת של הסוכנים (לכל אחד - לאיכות מוצר ולאחוז הרכישה יש השפעה שווה על ערך התועלת); ערך תועלת מינימלי נדרש (0.6); הגדרת 3 חנויות מוכרות בהתחלה לכל סוכן.

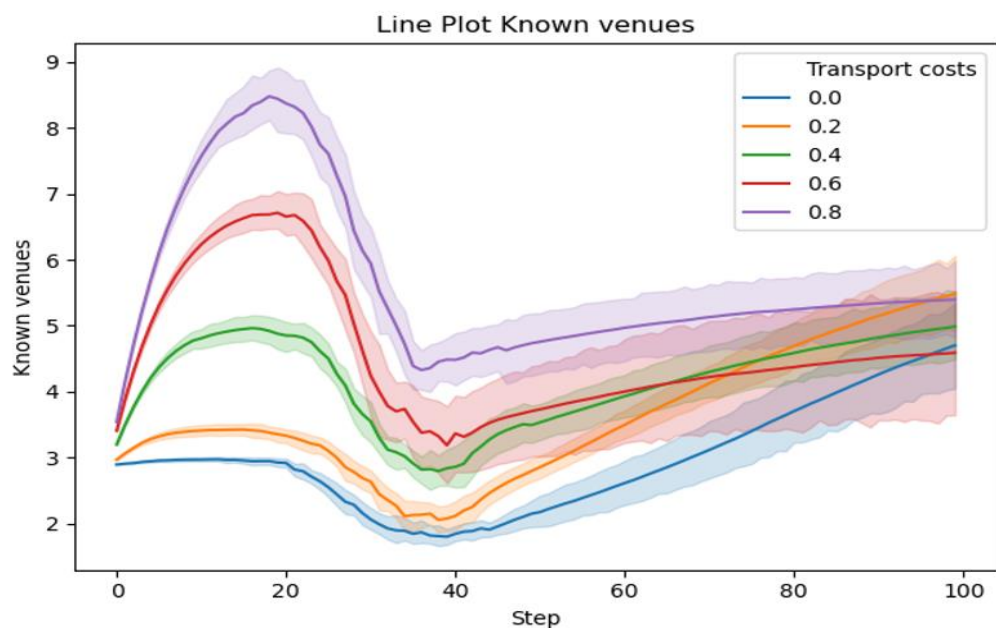
ג. **ראשית**, נבצע מבחן רגישות לתקציב של הסוכנים, במקור הוא מוגדר להתפלג בצורה אחידה בתחום [200, 400]. הנחתנו הייתה שיתכן שבמציאות נתון זה יתפלג נורמלית, כאשר למירב הסוכנים יהיה תקציב ממוצע ולמעט אנשים יהיה תקציב רב יותר או נמוך יותר. לכן נרצה לבצע מבחן רגישות על בסיס התפלגות נורמלית; נשמור את התוחלת של ההתפלגות המקורית 300 ונגדיר סטיית תקן 30 (בניגוד לסטיית התקן המקורית של ההתפלגות האחידה שהינה כ-60). התפלגות זו תיצור לנו סוכנים שרובם בעלי תקציב המקורב ל-300 ש"ח. הגרפים שהתקבלו מצביעים על מגמות דומות מאוד לגרפים

המקוריים: עלייה ולאחר מכן ירידה של ממוצע רווחי החנויות, עלייה של ממוצע מחיר המוצרים, ירידה והתאזנות של מספר החנויות הפתוחות, עליה וירידה של התועלת הממוצעת, ירידה של כמות הביקורים בחנויות. אולם, נבחין שממוצע הרווחים כעת נמוך יותר במעט (עבור כל ערך של אגרת גודש), ייתכן שהדבר נובע מכך שלא קיימים במודל סוכנים עם תקציב גבוה מאוד ולכן כמות המוצרים הכוללת שסוכנים רוכשים יורדת. (קוד: $\text{round}(\text{normalvariate}(300, 30))$)



אם כן, אומנם קיים הבדל מסוים בערכי הרווחים אולם באופן כללי המגמות זהות, מכאן שנשמר תוקף המודל גם לאחר שינוי התפלגות הנתון המדובר.

שנית, נבצע מבחן רגישות למחירי המוצרים של החנויות, במקור נתון זה מוגדר להתפלג אחידה בתחום $[10, 50]$. בדומה לנתון הקודם, אנו מניחים שנתון זה יתפלג נורמלית – מחירו של מוצר ינוע סביב ערך מסוים ובסיכויים נמוכים יותר יהיה יקר יותר או נמוך יותר. לכן, נרצה לבצע מבחן רגישות על בסיס ההתפלגות הנורמלית; נגדיר תוחלת 30 (כמו התוחלת המקורית) וסטיית תקן 5, נעגל את התוצאה על מנת שנקבל מחיר שלם (קוד: $\text{round}(\text{normalvariate}(30, 5))$). הגרפים שהתקבלו מצביעים על מגמות דומות מאוד לגרפים המקוריים. אולם ישנו הבדל מסוים, כאשר בוחנים את כמות החנויות שהסוכנים מכירים מבחינים בקפיצה בערכים עבור כל מס גודש (למעט 0) ביחס לגרף המקורי:



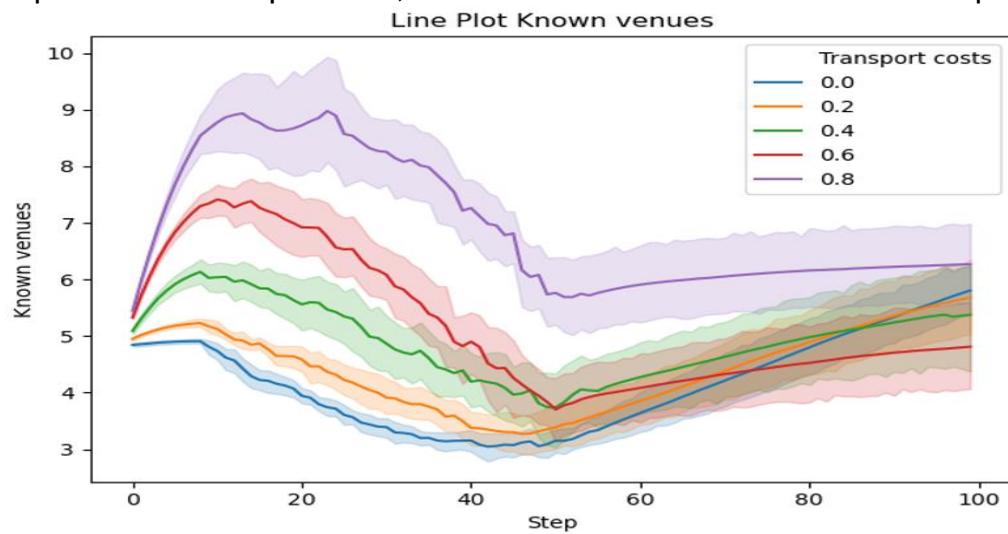
לדעתנו, דבר זה נובע לאור כך שבהתפלגות זו יש פחות מוצרים זולים ביחס למקור ולכן ישנם סוכנים שלא מפיקים את התועלת המינימלית הנדרשת מהחנויות המצויות במפה הקוגניטיבית שלהם, ועל כן הם נחשפים לחנויות נוספות רבות יותר. מצאנו אם כן הבדל בין תוצאות המודל המקורי לנוכחי אולם המגמות הנצפות בכל הגרפים דומות ומכאן שתוקף המודל נשמר.

מבחן רגישות שלישי נבצע לכמות החנויות שיש במפה הקוגניטיבית לסוכנים. במקור כל סוכן מכיר בהתחלה 3 חנויות, על בסיס הנחתנו שאנשים שונים מכירים חנויות שונות ובין היתר כמויות חנויות שונות - במבחן הרגישות הגרלנו לכל סוכן כמות התחלתית שונה של חנויות במפה הקוגניטיבית מתוך התפלגות אחידה בתחום [1, 10].

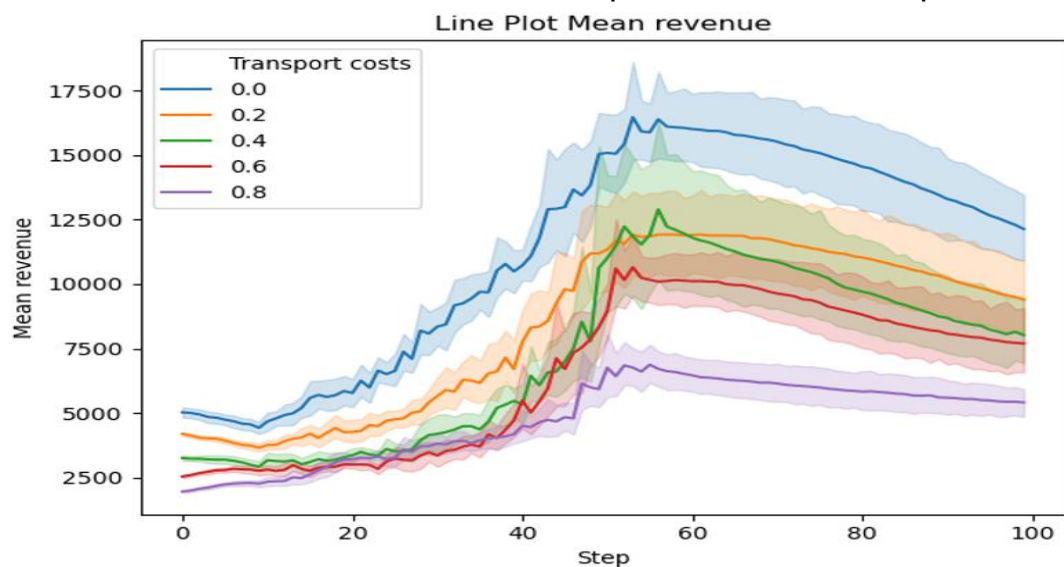
קוד: `shops = randint(1, 10)`

`a.cognitive_map = {choice(self.venues): random() for i in range(shops)}`

ניתן לראות כי המגמות זהות למגמות הסימולציה המקורית. אולם נבחין שכעת לאור כמות החנויות השונה, כעת ממוצע החנויות המוכרות הוא כ-5 (כתוחלת ההתפלגות), לאחר מכן בדומה לסימולציה המקורית חלה עלייה דומה בכמות החנויות המוכרות, לאחר מכן ירידה ושוב עלייה קלה.



בנוסף, רווחי החנויות כעת יותר נמוכים ביחס לתוצאות המקור, לדעתנו יתכן שהדבר נובע לאור כך שממוצע החנויות שכל סוכן מכיר גבוה יותר, לכן התחרותיות בין החנויות עולה ועל כן חנויות מורידות מחירים ומכאן שהכנסות והרווחים שלהן פוחתים.



מצאנו אם כן 2 הבדלים בין המודל המקורי לנוכחי אולם באופן כללי המגמות שנצפות בגרפים החדשים ובגרפים המקוריים דומות ומכאן שתוקף המודל נשמר.