

מדיניות מרחבית להקצאת משאבים רפואיים

חן גרינברג

מחקרי פלורסהיימר

המכון ללימודים עירוניים ואזוריים

האוניברסיטה העברית בירושלים

מחקרי פלורסהיימר
המכון ללימודים עירוניים ואזוריים
האוניברסיטה העברית בירושלים

מדיניות מרחבית להקצאת משאבים רפואיים

חן גרינברג

יוני 2011

Floersheimer Studies
The Institute of Urban and Regional Studies
The Hebrew University of Jerusalem

Spatial Allocation Policy of Medical Resources

Chen Greenberg

עורכת אחראית: שונמית קרין

פרסום מס' 1/79 Publication No.

ISSN 0792-6251

© 2011 מחקרי פלורסהיימר

האוניברסיטה העברית בירושלים

office@fips.org.il

www.fips.org.il

על המחברת

חן גרינברג היא בוגרת החוג לגאוגרפיה בפקולטה למדעי החברה באוניברסיטה העברית ובעלת תואר שני בהתמחות במכון ללימודים עירוניים. פרסום זה מבוסס על עבודת הגמר שכתבה בנושא: "הדפוסים המרחביים של מחלת סרטן השד והקצאת המשאבים הרפואיים לאבחונה: ניתוח מרחבי אפידמיולוגי".

על המחקר

משרד הבריאות בישראל, כגוף האחראי על מתן שירותי הבריאות באופן שוויוני ויעיל, אחראי בלעדי לפיקוח על המתרחש בקופות החולים ועל הקצאת המשאבים אליהן. מחקר זה בוחן האם השאיפה להקצאה שוויונית של שירותי הבריאות אכן מתגשמת. באמצעות כלים לניתוח מרחבי נערכת השוואה בין פריסתם של מכוני ממוגרפיה ומכוני טומוגרפיה ממוחשבת (CT) בתסריטים שונים לבין פריסת המכונים הקיימת במציאות, כדי לעמוד על רמת ההטיה בפריסה הנוכחית.

מתוצאות המחקר עולה כי קיים פער בין המדיניות המותווית על פי חוק לבין המצב בפועל. תוצאות אלו מעצימות את הצורך ואת החשיבות בהבהרת המדיניות כפי שהיא מנוסחת בחוק, ובחיזוק הקשר הקיים בין המערכות הפועלות.

על מחקרי פלורסהיימר

מחקרי פלורסהיימר באוניברסיטה העברית בירושלים פועל כיחידת מחקר במסגרת המכון ללימודים עירוניים ואזוריים וממשיך את עבודתו של מכון פלורסהיימר למחקרי מדיניות שפעל בירושלים משנת 1991, הודות ליזמתו ולתמיכתו רבת השנים של ד"ר סטיבן ה' פלורסהיימר.

מחקרי פלורסהיימר מפרסם מחקרים בתחום חברה, מרחב וממשל – בפרט במכלול ההיבטים הנוגעים לעולם השלטון המקומי והממשל המקומי, ובהם סוגיות של תכנון ופיתוח ברמה העירונית והאזורית, כולל סוגיות הנוגעות לתכנון ולפיתוח ביישובים הערביים בישראל ולקשרי הגומלין שבין המדינה והאוכלוסייה היהודית לאוכלוסייה הערבית-הפלסטינית הישראלית בתחומי התכנון והפיתוח. כל המחקרים זמינים באתר האינטרנט לכל דורש. בראש היחידה עומד פרופ' ערן רזין מן המחלקה לגאוגרפיה באוניברסיטה העברית בירושלים.

מחקרי פלורסהיימר
האוניברסיטה העברית בירושלים

רשימת פרסומים על חברה, ממשל ומרחב

- ערן רזין, **פערים בחוסן התקציבי של רשויות מקומיות בישראל**, 1998
- ערן פייטלסון ואורי ברשישת, **התפשטות היזמות הפרטית בקרקע ציבורית**, 1998
- מארק רוזנטראוב וערן רזין, **ממשל מטרופוליני ופיתוח: לקחים מאינדיאנפוליס**, 1998
- נחום בן-אליא, **הפרטת תשתיות מים וביוב: בין יוזמה מקומית למדיניות ממלכתית**, 1998
- עמירם גונן (עורך), **ממשל ופיתוח מקומי: סוגיות והצעות של מדיניות**, 1998
- נחום בן-אליא, **משבר הרשויות המקומיות בישראל** (נייר עמדה), 1998
- דניאל פלזנשטיין, **ההימור המקומי הגדול: קזינו ככלי לפיתוח כלכלי מקומי בישראל**, 1999
- רחל אלתרמן, **בין הפרטה להמשך הבעלות הלאומית: מדיניות קרקע עתידית לישראל**, 1999
- ערן רזין, **פערים תקציביים בין רשויות מקומיות קטנות לגדולות**, 1999
- יצחק שגל, **עובדים זרים בדרום תל אביב-יפו**, 1999
- אברהם דיסקין ואבי עדן, **הבוחר הרציונלי בבחירות המקומיות בישראל**, 1999
- נחום בן-אליא, **המיומן הממשלתי והמשבר הכספי ברשויות המקומיות בישראל**, 1999
- ערן רזין, **פערים תקציביים בין רשויות מקומיות ערביות ליהודיות, האם מצטמצם הפער?**, 2000
- נחום בן-אליא, **"קופת התכנון" – הפיסקליזציה של התכנון והפיתוח ברשויות המקומיות**, 2000
- ערן רזין ואנה חזן, **הליכים לשינוי תחומי שיפוט מוניציפליים: דמוקרטיה מקומית לעומת שליטה מלמעלה**, 2000
- דני פלזנשטיין, **יחסים חוצי גבולות ופיתוח כלכלי מקומי: הקזינו בטאבה והעיר אילת**, 2000
- נחום בן-אליא, **אזרח החינוך בישראל: דה רגולציה, דמוקרטיזציה ואחריות מוגברת**, 2000
- אברהם דיסקין, **ימי ירושלים האחרונים: הדמוקרטיה הישראלית החדשה**, 2001
- גדליה אורבך, **יחסי שלטון מרכזי ומקומי בישראל: בראי קרוואנים ומגורונים**, 1992-2001
- ערן רזין ואנה חזן, **שינוי גבולות מוניציפליים והרשויות המקומיות הערביות**, 2001
- ערן רזין, **פערים בחוסן התקציבי של רשויות מקומיות בישראל בשנת 2000: יציבות ותמורות בתקופה של תהפוכות פוליטיות**, 2002
- יצחק שגל ומיכאל אלכסנדר, **מדיניות עירונית כלפי מהגרי עבודה: לקחי המקרה של תל אביב-יפו**, 2002
- לביאה אפלבוים, **יחסי הגומלין בין המועצה האזורית והוועד המקומי: הסתגלות החדית בסביבה משתנה**, 2002
- ערן רזין, **רפורמה בארגון השלטון המקומי בישראל: בין ריכוז לביזור, בין מסורתיות למודרניות**, 2003
- שלמה חסון ומאיה חושן, **המבנה החברתי-המרחבי של מטרופולין תל אביב**, 2003
- אלי אברהם, **קידום ושיווק ערים בישראל**, 2003
- ערן רזין, **עמדה: כיצד להבטיח איחוד רשויות מקומיות**, 2003
- נחום בן-אליא, **הדור הרביעי: שלטון מקומי חדש לישראל**, 2004
- גלעד רוזן וערן רזין, **המרוץ אחר המכללה: תחרות בין רשויות מקומיות בישראל על מוסדות להשכלה גבוהה**, 2004
- לביאה אפלבוים ואנה חזן, **שיתוף פעולה בין רשויות קטנות בישראל – לקחים לישראל**, 2005
- נחום בן-אליא, **רשות נתונה: אופציות לעיצוב שלטון מקומי חדש**, 2005
- ערן רזין ואנה חזן, **חלוקת העושר המוניציפלי בישראל: צמצום פערים בהכנסות הרשויות מקומיות**, 2006
- נחום בן-אליא, **מסגרות אזוריות על-מוניציפליות למתן שירותים בישראל**, 2006
- נחום בן-אליא, **מסל שירותים לשירותי ליבה: הרחבת האחריות המיניסטריאלית של משרד הפנים**, 2006
- יצחק דהן, **תרבויות פוליטיות בערי הפיתוח**, 2006
- שלמה חסון, **הגירעון בדמוקרטיה המקומית: דמוקרטיה למראית עין?**, 2006
- ערן רזין, **חלוקה מחדש של הכנסות הרשויות המקומיות: הסדרים כספיים ושינויים טריטוריאליים**, 2006
- נחום בן אליא, **החוליה החסרה: שלטון אזורי בישראל**, 2007
- שלמה חסון (עורך), **Jerusalem in the Future: The Challenge of Transition**, 2007
- עמירם גונן, **ירושלים – התחזקות בהתחברות**, 2007
- ערן רזין, **החייאת מרכזי ערים ופיתוח מוקדי מסחר ברשויות המקומיות**, 2007
- אסמהאן מסרי-חרזאללה, **ירושלים כיעד להגירה פנימית של צעירות פלסטיניות**, 2008
- עמירם גונן, **חיבור ירושלים לכלכלה הגלובלית באמצעות ההשכלה הגבוהה**, 2008

- משה דרור, שיתוף הציבור בנושאי תרבות מנקודת ראות של מקבלי ההחלטות: המקרה של אשדוד, 2008
- רון הורן, פערים בין רשויות מקומיות בנטל הארנונה למגורים: ניתוח מגמות ופרספקטיבה בין-לאומית, 2008
- אנה חזן וערן רזין (עורכים), חיוב אישי בשלטון המקומי, 2008
- סיגל רסיס ולביאה אפלבוים, השלטון המקומי הכפרי בישראל בראי המשפט, 2009
- יצחק דהן, מנהיג מקומי: מכניזם של שינויי עומק בפריפריה; ירוחם, 1983-2006, 2009
- אביאל ילינק, לקראת ניהול משותף של מרכזי ערים: מרכז העיר של ירושלים, 2009
- איתי בארי, הבראת רשויות מקומיות כושלות בישראל: מבט משווה לאור הניסיון האנגלי, 2009
- תומר אש וערן פייטלסון, דיוני ועדת נסים כצוהר לתהליך היזמות בקרקע הציבורית בישראל, 2009
- נחום בן-אליא, משק המים התאגידי החדש: האם הרפורמה הוכרעה?, 2009
- פרלה אייזנקנג-קנה, יצירתיות עירונית: אפקטיביות ניהולית ופתיחות דמוקרטית, 2010
- גדליה אורבך ועירא שרקנסקי, תכנון ופוליטיקה בירושלים, 2010
- מריק שטרן, בשדות זרים: דפוסי אינטראקציה במתחמי מסחר מעורבים בירושלים, 2010
- צפיר גדרון ואיתי פישהנדר, מדע, מדיניות ואי ודאות: תפקידם של מדענים בעיצוב מדיניות סביבתית בישראל, 2010
- ערן רזין (עורך), תכנון ארצי, מחוזי ומטרופוליני בישראל: קובץ לזכרו של פרופ' אריה שחר, 2010
- יצחק דהן, באר שבע: פיתוח כלכלי ותרבות פוליטית, 2011
- חן גרינברג, מדיניות מרחבית להקצאת משאבים רפואיים, 2011

תוכן העניינים

9	מבוא
10	רקע
13	השערות
14	נתונים
16	שיטת המחקר
18	ממצאים
29	סיכום והמלצות
31	רשימת מקורות

רשימת איורים

15	איור 1: פריסת מכוני הממגורפיה ביישובים בישראל, 2006
15	איור 2: אוכלוסיית הנשים - גילאי 50-75 ביישובי ישראל
15	איור 3: פריסת מכוני הטומוגרפיה הממוחשבת בישראל, 2009
15	איור 4: רשת הדרכים המלאה לחישוב כלל המרחקים
16	איור 5: מודל מיקום הקצאה
19	איור 6: תוצאות הפריסה של ארבעת פתרונות המיקום
21	איור 7: פריסת תוצאות התסריטים
21	איור 8: מדידה אליפטית מרחבית
21	איור 9: השוואה בין סך כל המרחקים
22	איור 10: פריסת תוצאות התסריטים יחד עם המכונים הפעילים במציאות
22	איור 11: מדידה אליפטית מרחבית
22	איור 12: רמת ריכוזיות מרחבית
23	איור 13: תוצאות שמיות של ארבעת התסריטים יחד עם המכונים הפעילים במציאות
25	איור 14: תוצאות הפריסה של ארבעת פתרונות המיקום
26	איור 15: פריסת תוצאות התסריטים
26	איור 16: מדידה אליפטית מרחבית
26	איור 17: השוואה בין סך כל המרחקים
27	איור 18: פריסת תוצאות התסריטים יחד עם המכונים הפעילים במציאות
27	איור 19: מדידה אליפטית מרחבית
27	איור 20: רמת ריכוזיות מרחבית
28	איור 21: תוצאות שמיות של ארבעת התסריטים יחד עם המכונים הפעילים במציאות

ארגון הבריאות העולמי הגדיר את הזכות לבריאות כך: "אחת מזכויות האדם הבסיסיות ללא קשר גזע, דת, פוליטיקה, מעמד או מצב חברתי היא ליהנות מרמה גבוהה של בריאות". הארגון מטיל את האחריות לבריאות האוכלוסייה על הממשלה של כל מדינה (WHO, 2006). בישראל, חוק ביטוח הבריאות הממלכתי (חוק ביטוח בריאות ממלכתי, תשנ"ד-1994) פותח במילים אלה: "חוק זה, יהא מושתת על עקרונות של צדק, שוויון ועזרה הדדית". נושא השוויון בבריאות הינו נושא ער בשיח הציבורי בישראל. פרסומים רבים, מחקרים, כלי התקשורת ועמותות שונות עוסקים בקידום הבריאות ובניסיון לצמצם אי שוויון. דו"ח מבקר המדינה (דוח מבקר המדינה, 2008), מצביע על קיומה של בעיה בפריסתם של שירותי הבריאות, וקובע כי קיימים פערים בין המרכז לפריפריה במתן שירותי בריאות ובהקצאה המרחבית של מכשירים רפואיים. הדוח מציג פערים במתן שירותי הבריאות בין המרכז לדרום ולצפון הארץ. פערים בבריאות נמדדים בתחומים שונים בתוך מערכת הבריאות, ובראשם פערים בתחלואה, בתוחלת חיים, בתמותת תינוקות ובאיכות ונגישות במתן שירותי בריאות. הפערים שנרשמו בישראל אכן ניכרים ברמת התחלואה, תמותת תינוקות, ובשיעור מיטות אשפוז, רופאים מומחים ואחיות מוסמכות (מבקר המדינה, 2008).

מערכת הבריאות בישראל מורכבת מארבע קופות חולים וכמה עשרות בתי חולים, כאשר משרד הבריאות הוא הרגולטור הפועל כמנחה מדיניות, וכן הוא הבעלים של בתי החולים. מחקר זה בא לבחון את המדיניות המרחבית בהקצאת משאבים רפואיים ולהציע כלי בחינה לשאלת פריסת השירותים מתוך שאיפה לצמצם את אי השוויון בתחום פריסת שירותי הבריאות. במחקר נבחנה פריסתם של שני שירותי דימות רפואיים – מכוני ממוגרפיה ומכוני טומוגרפיה ממוחשבת – CT. הכלי המוצע לבחינה של פריסה אופטימלית של השירותים הוא שימוש במודל מיקום הקצאה (Location Allocation Model), הנגיש לשימוש ולהצגה באמצעות מערכת GIS. המחקר יערוך השוואה בין הפריסה המרחבית של שני השירותים הרפואיים ויבחן כל אחד ביחס לרצף יעילות-שוויוניות ובהתאם לשאיפות בחוק.

ההקצאה הרצויה של המכונים תשקף את התחלופה בין יעילות כלכלית לבין שוויוניות חברתית במתן שירותים ציבוריים. המחקר יציג באמצעות מודל מיקום הקצאה סדרה של תסריטי מיקום, תחת הדגשים שונים של יעילות לעומת שוויוניות. לכל תחום יוצעו ארבע אפשרויות פריסה הנעות על ציר השוויוניות החברתית, לעומת היעילות הכלכלית. המחקר בוחן האם בפועל שאיפה להקצאה שוויונית של שירותים בתחום זה, אכן מתגשמת. מלבד זאת, באמצעות כלים לניתוח מרחבי תערך השוואה בין פריסתם של המכונים בתסריטים השונים לבין פריסת המכונים הקיימת במציאות, כדי לעמוד על רמת ההטיה בפריסה הנוכחית.

מתוצאות המחקר עולה כי קיים פער בין המדיניות המותווית על פי חוק לבין המצב בפועל. משרד הבריאות, כגוף האחראי על מתן שירותי הבריאות באופן שוויוני ויעיל, אחראי בלעדי לפיקוח על המתרחש בקופות החולים ובהקצאת המשאבים אליהן. תוצאות אלו מעצימות את הצורך ואת החשיבות בהבהרת המדיניות כפי שמנוסחת בחוק, ובחיזוק הקשר הקיים בין המערכות הפועלות.

סקירת הרקע עוסקת בתחום ההקצאה המרחבית של משאבים, מהקצאת משאבים ציבוריים בכלל ועד להקצאת משאבי בריאות בפרט. הואיל והשירותים הם שירותים ציבוריים במימון ציבורי, יש חשיבות רבה בתהליך קבלת החלטות בפריסה המרחבית באופן שמתייחס הן לשאיפה ליעילות כלכלית והן לשאיפה לשוויוניות חברתית. חלק זה יתייחס אף למדיניות הקיימת המנחה את הרגולטור בקבלת ההחלטות.

היצע של שירותי בריאות הינו פלח קטן מתוך עולם מלא של אופטימיזציה של שירותים. עולם זה שייך לפריסת כל שירות באשר הוא. אופטימיזציה מרחבית של שירותים מכילה קשת רחבה של שירותים פרטיים וציבוריים שונים החל משירותי מסחר, כלכלה וחינוך וכלה בשירותי חירום ובריאות. ממוקם אופטימלי של מרכזי מסחר, בנקים ובתי ספר ועד למיקום של תחנות משטרה, מד"א, בתי חולים ומרפאות. בשירותי הבריאות ניתן לבחון פריסה מתאימה של בתי חולים, תחנות מד"א, מרפאות בתחומים שונים ומכונים מקצועיים.

בהקצאת משאבים ציבוריים מוטלת אחריות רבה על השימוש היעיל ביותר בהם, וזאת על רקע של דילמה נצחית בין היעילות הכלכלית של המשאבים הציבוריים והאחריות לענות על הצרכים החברתיים. הקריטריונים הכלכליים הטהורים אינם עולים בהכרח בקנה אחד עם הצרכים החברתיים וקיים משחק מתמיד בקבלת ההחלטות בין השאיפה לצדק חברתי ושוויון מצד אחד ליעילות כלכלית מנגד. צדק חברתי ושוויון בהקצאת משאבים מושפעים לעתים קרובות מפריסה מתאימה של המשאבים במרחב. כלי לפריסה 'נכונה' של שירותי הבריאות במרחב הציבורי, עשוי לתרום רבות לתהליך קבלת ההחלטות ולפתרון דילמה זו.

בישראל, המדיניות המותווית בהקצאת המשאבים בתחום הבריאות הינה מדיניות השואפת לשוויוניות. התשתית הינה תשתית ציבורית והמימון הוא ציבורי, וכפי שמצוין בחוק הבריאות הממלכתי יש לשאוף ל"קידום השוויונות באיכות שירותי הבריאות, זמינותם ונגישותם בהתאם להוראות החוק" (חוק ביטוח בריאות ממלכתי, תשנ"ד-1994). נושא זה הוא אחד הנושאים בהם נדרשת מועצת הבריאות ליעץ לשר הממונה. פרסום של טוביה חורב מטעם מרכז טאוב לחקר המדיניות החברתית בישראל, עסק בהשתקפותה של מדיניות הבריאות בראי החקיקה. הפרסום עקב אחר השינויים של חוק ביטוח הבריאות הממלכתי ועסק גם בתחום הזמינות והנגישות לשירותי בריאות. המדיניות בתחום זה מתוארת כמעורפלת; מחד החוק נועד להבטיח מתן שירותים רפואיים ברמת זמינות ונגישות גבוהה, ומאידך, כתוצאה משינוי החקיקה עניין זה מתערפל. בתיקון לחוק משנת 1998 הוסר הסעיף המתייחס לוועדה המייעצת לשר הבריאות. כך, מן העבר האחד של דילמה זו של הקצאת המשאבים בתחום הבריאות, המדיניות המותווית נוטה לכיוון הצרכים החברתיים, אך בה בעת בהתפתחות החוק הדגש בעניין זה מופחת (מרכז טאוב לחקר המדיניות החברתית בישראל, 2004). התחשבות בפריסת המכשירים בארץ, בנגישות הציבור למכשיר, ובשיעור המכשירים המיוחדים לנפש באוכלוסייה מהווים תנאי מקדים לקבלת רישיון למכשירים (תקנות בריאות העם [מכשירים רפואיים מיוחדים]). מבקר המדינה מצביע על הצורך הקיים בהבהרת הניסוח בחוק ביטוח הבריאות (1994), כי שירותי הבריאות יוענקו תוך "שיקול דעת רפואי, באיכות סבירה, בתוך זמן סביר ובמרחק סביר ממקום מגורי המבוטח" המבקר מתייחס לערפול הניסוח ומציין כי ראוי שיוגדר מחדש באופן שיאפשר לרגולטור – הלא הוא משרד הבריאות – ולמקבלי השירותים – האזרחים, להתייחס לכך ולעקוב בעניין זה. המבקר אף ממליץ על תקנות שיפרטו וימחישו את משמעות המושגים "זמן סביר", "מרחק סביר" ו"איכות סבירה" (מבקר המדינה, 2009).

ניתן להסתייג ביכולות ובשיפורים הטכנולוגיים בקבלת ההחלטות. בשנים האחרונות נעזרים בכלים אנליטיים ובייחוד ביכולות GIS לזיהוי ריכוזי תחלואה ואוכלוסייה בסיכון, המציעים פתרונות בתחום פריסת מרכזי טיפול ומניעת מחלות. כלים אלה מאפשרים מציאת מיקום אופטימלי של תחנות טיפול לחולים ביחס לפריסת האוכלוסייה בסיכון וביחס לאילוצים (כספיים, פיזיים ואילוצי זמן) שעל מקבלי ההחלטות להתמודד אתם. כלי GIS ניתן בקלות להרחבה כדי להתמודד עם אילוצים ושאלות אלה. פריסת האוכלוסייה במרחב

אינה שווה. פערים שונים באוכלוסייה, כמו הבדלי מין, גיל, תרבות ומצב כלכלי, משפיעים על הצורך בשירותי בריאות שונים. בשנים האחרונות גובר השימוש מערכת ה-GIS לצורכי מיפוי ובחינת פערים מרחביים המהווים קווים מנחים לתכנון יעיל ולפריסה מתאימה של שירותי הבריאות (McLafferty, 2003).

יש להבדיל בין רפואה מטפלת לרפואה מונעת. יש להבדיל בין פריסת מכוני בריאות שמטרתם לטפל במחלות שונות לבין פריסת מכוני בריאות שמטרתם לגלות ולמנוע התפתחות של מחלות שונות. בפריסת שירותי בריאות ברפואה המטפלת, על הפריסה להתייחס לרמת התחלואה באוכלוסייה בכל אזור. כאשר מדובר במניעת מחלות או בגילויים יש לפרוס את המכונים ביחס לאוכלוסייה הנמצאת בסיכון לחלות ולא ביחס לרמת התחלואה של אותו האזור (Lapierre and Verter, 2002).

קיימת חשיבות רבה לגילוי סרטן השד בשלב מוקדם ככל האפשר. משרד הבריאות ממליץ לכל אישה החל מגיל 50 ואילך לבצע בדיקת ממוגרפיה מדי שנה. המחקרים מראים כי קיימת ירידה של כ-30% בתמותה בקרב נשים שנסרקו בממוגרפיה באופן עקבי על פי ההמלצות (האגודה למלחמה בסרטן בישראל, 2007). תחנות ממוגרפיה פרוסות ברחבי הארץ בנקודות שונות. מהתוכנית הלאומית לגילוי מוקדם של סרטן, עולה כי שיעור ההיענות לביצוע בדיקת ממוגרפיה מגיע ל-70% בערים הגדולות ול-25% בלבד בפריפריה (30% בעיירות פיתוח ו-20% במגזר הערבי) (פורת, 2006). ממחקרים בעולם עולה כי שיעור ההיענות לבדיקת ממוגרפיה קשור באופן מובהק לנגישות לבדיקה (Hyndman, 2000A). מעבר לכך, מחקר שנערך באוסטרליה ובחן את השפעת השימוש ב-GIS למיקום מחדש של מכוני ממוגרפיה מצא כי התכנון מחדש הצליח לצמצם את טווח הנסיעה והשפיע על רמת ההיענות של הנשים לבדיקה (Hyndman, 2000B).

הקצאה מרחבית שוויונית לכלל האוכלוסייה הינה זכות העומדת לכל אדם. במחקר זה מכוני הטומוגרפיה הממוחשבת ה-CT (computed tomography) משמשים דוגמה לבחינת פריסה של מכשור רפואי שהוא חלק ממערך הרפואה המאבחת. שני מכשירי ההדמיה המרכזיים הינם CT ו-MRI. טכנולוגיית הטומוגרפיה הממוחשבת משמשת כלי מאבחן לגילוי מחלות, למעקב אחר התפתחות של מחלות שונות ולהנחיה לגבי טיפולים פולשניים. מכשיר זה מאפשר מבט תלת ממדי עד לרקמות הרכות, באמצעות קרני רנטגן מזוויות שונות אל גוף האדם. הואיל וההפניה לבדיקה זו נעשית רק לאחר אבחון קליני של רופא, בדיקת ה-CT, בניגוד לממוגרפיה, פונה אל החולה המודאג ולא אל אוכלוסיית הנשים הבריאה.

הנחיות ארגון הבריאות העולמי תומכות בתוכניות רגולטיביות לגבי מכשור רפואי מיוחד כדי להבטיח את קיום המדיניות באמצעות חקיקה ופיקוח על המתרחש (WHO, 2006). מכשיר ה-CT נמנה עם רשימת המכשירים הרפואיים המיוחדים כפי שמצוינים בחוק הבריאות הממלכתי בתקנות בריאות העם – מכשירים רפואיים מיוחדים. הפעלת מכשיר רפואי מיוחד מצריכה רישיון מאת שר הבריאות. מתן הרישיון מתנה, בין השאר, בכך שלא תהא חריגה משיעור המכשירים לנפש על פי צורכי האוכלוסייה באותו אזור (תקנות בריאות העם [מכשירים רפואיים מיוחדים], תשנ"ד-1994). מבדיקה שנערכה על ידי מרכז המחקר והמידע של הכנסת, שיעור מכשירי ה-CT בישראל נמצא בפער עצום מזה שבמדינות מפותחות אחרות. בעוד שהשיעור הממוצע של מכשירי CT במדינות ה-OECD הינו 20.6 למיליון נפש, השיעור בישראל עומד על 7.18 מכשירים למיליון נפש (הכנסת, מרכז המחקר והמידע, 2008), נתון שמעצים את האתגר המוצב לפתחה של מדינת ישראל בפריסה מתאימה של מכשירי ה-CT אשר ברשותה.

ההקצאה המרחבית ניצבת בפני דילמת השוויוניות מול היעילות. ארגון WHO מתייחס לצורך הקיים במציאת האיזון בין הכוחות הכלכליים הפועלים לבין הצרכים האמיתיים של האוכלוסייה (WHO, 2006) ואף פותחו כמה כלים אנליטיים שנועדו לסייע למקבלי ההחלטות בתחום זה. כלי יעיל במיוחד לבחינת תוצאות הקצאת משאבים ציבוריים בתחום הרפואה הינו מודל Location Allocation (מיקום-הקצאה). מודל זה הינו אלגוריתם המבצע אופטימיזציה מרחבית של תפרוסת נתונה בכפוף לאילוצים אקסוגניים. Rahman and Smith (2000), מדגימים את השימוש במודל מיקום הקצאה בתחום הרפואה המונעת. הם מציינים כי שימוש במודל זה הינו יעיל בכל מקום, אך הכרחי דווקא במדינות מתפתחות. הואיל ובמדינות אלה רמת הנגישות נמוכה יחסית, יש לשאוף למקסום השוויוניות במתן שירותי הרפואה. ורטור ולה-פייר במחקרם עוסקים במיקום שירותי בריאות

לרפואה מונעת, ובמסגרת זו בחנו מיקום מחדש של מרכזי בריאות בג'ורג'יה ומכוני ממוגרפיה בקוויבק (Lapierre and Verter, 2002). עוד מחקר, באונטריו, העוסק במיקום ובהקצאה של מכוני ממוגרפיה, בוחן מיקום מחדש של מכוני באמצעות ממ"ג וטוען כי נושא בריאות האישה אינו זוכה לדי התייחסות בתחום הגאוגרפיה (Ross, Rosenberg and Pross, 2008). מחקר אחר, באוסטרליה השתמש במודל מיקום הקצאה גם כן באמצעות ממ"ג, והצליח לצמצם בכ-14% את המרחק הכולל שאולצו נשים לנסוע במטרה לבצע ממוגרפיה (Hyndman, 2000B). ההשלכה המרכזית של הינדמן היא כי ללא השימוש בטכנולוגית הממ"ג למיקום שירותי בריאות יתכן שהאוכלוסייה תהיה רחוקה מהמכון באופן אשר ישפיע על נוכחותה בו. גם מחקר זה מצטרף לניסיון לעודד שילוב של היכולות הטכנולוגיות של הממ"ג בתכנון הקצאת משאבי בריאות.

ההקצאה האופטימלית של המכוני צריכה אפוא לשקף את התחלופה בין יעילות כלכלית לבין שוויוניות חברתית. ההשערה היא כי הפריסה במציאות תשאף להיות קרובה יותר לתסריטים של שוויוניות ופחות לתסריטי היעילות. בסולם הנע בין השאיפה לשוויוניות חברתית לשאיפה למקסימום יעילות כלכלית בתכנון הפריסה האופטימלית של מכוני הדימות, אפשר לשאוף לכך שהפריסה תהא זמינה במידה שווה לכל אדם.

השערות

היצע השירותים הרפואיים נמדד לפי פריסתם ומיקומם של שירותי הבריאות. ביחס להיצע של שירותים רפואיים, ההשערה המרכזית של המחקר היא כי המערכת המוסדית המספקת את השירותים בהתאם לדרישות חוק הבריאות, תשאף להקצאה שוויונית של המשאבים (חוק ביטוח בריאות ממלכתי, תשנ"ד-1994).

מאחר שמהמדיניות המותווית עולה כי על מכוני הממוגרפיה לשאוף לשוויוניות ככל הניתן, ההשערה היא כי פריסת המכונים במציאות תהא מוטה בציר היעילות-שוויוניות לכיוון השוויוניות החברתית. לאור תקנות בריאות העם מכשירים רפואיים מיוחדים, ולאור מספרם המצומצם של מכשירי CT לנפש בישראל, על ציר השוויוניות-יעילות נצפה לראות את מכוני ה-CT מוטים גם כן לכיוון השוויוניות (תקנות בריאות העם [מכשירים רפואיים מיוחדים], תשנ"ד-1994).

בהשוואה בין פריסת מכוני הממוגרפיה לפריסת מכוני ה-CT נניח את ההשערה הבאה: מכוני CT פונים אל אוכלוסייה "מודאגת", אל החולה הקליני, להבדיל ממכוני הממוגרפיה אשר פונים אל אוכלוסייה "בריאה". לצד הפרסום הרב שנועד לעודד את ביצוע בדיקת הממוגרפיה, נצפה לראות את פריסת מכוני ה-CT על ציר השוויוניות-יעילות כפריסה מוטה שוויונית, אך פחות שוויונית מפריסת מכוני הממוגרפיה. הואיל והחולה המודאג יסכים למרחק גדול יותר של נסיעה כדי לערוך את הבדיקה נצפה לראות את פריסת השירותים בהתאם.

נתונים

מחקר זה מתבסס על שני קבצי נתונים מרכזיים: נתוני מכוני הממוגרפיה ונתוני מכוני ה-CT. בשני קבצים אלו ההתייחסות היא לפריסה הארצית של המכונים, ברמת היישוב. המחקר נשען גם על שכבות ממ"ג המכילות נתוני אוכלוסייה כללית ונתוני אוכלוסיית הנשים בגיל הסיכון לחלות בסרטן השד. שכבת ממ"ג הכרחית לביצוע המחקר הינה שכבות המידע הכוללות את פריסת היישובים ואת רשת הדרכים המלאה.

נתוני מכוני הממוגרפיה

נכון לשנת 2005 פעלו בארץ 46 מכוני מורשים ומבוקרים במסגרת תוכנית הממוגרפיה הלאומית ב-26 יישובים. מלבד זאת, קיימת ניידת ממוגרפיה הנעה בעיקר בפריפריה. רשימת המכונים המורשים לקוחה מתוך רשימת מכוני ממוגרפיה מאושרים המעודכנים לחודש מאי 2005, על ידי האגודה למלחמה בסרטן. הרשימה כוללת כתובות מדויקות ומספרי טלפון. המחקר אינו מתייחס לניידת הממוגרפיה כתחליף לתחנה ניידת (האגודה למלחמה בסרטן בישראל, 2007).

נתוני מכוני ה-CT

נכון לשנת 2009 פועלים בארץ 39 מכוני CT המרוכזים ב-23 יישובים. פריסת המכונים לקוחה מרשימת מכוני ה-CT המורשים על ידי היחידה לפיקוח על הקרינה, המופעלת על ידי משרד הבריאות. רשימת המכונים הנמצאים בפיקוח פתוחה ונגישה לציבור ברשת האינטרנט, באתר היחידה לפיקוח על הקרינה, משרד הבריאות (משרד הבריאות, היחידה הארצית לרישוי ופיקוח על מכשירי הקרינה, 2009).

שכבות נוספות

שכבות ממ"ג של יישובים ורשת כבישים התקבלו מאת המעבדה לממ"ג, האוניברסיטה העברית. המחקר נשען על נתוני האוכלוסייה הנכללים בשכבת היישובים וכן על הפריסה הארצית של כלל היישובים. המחקר מתבסס על רשת הדרכים המלאה לחישוב מרחקי הנסיעה.

תאור הנתונים

הנגישות למכוני הממוגרפיה קשורה ישירות להיענות הנשים לביצוע הבדיקה. קיימת חשיבות רבה למאמץ להעלות את רמת הנגישות של הנשים אל מכוני הממוגרפיה. ההנחה היא שניתן לייעל את הנגישות למכוני הממוגרפיה עם פריסה מתאימה ברחבי הארץ, שתעלה את רמת ההיענות של הנשים לביצוע הבדיקה ותסייע לגילוי המחלה בשלב מוקדם ככל האפשר. ממחקרים בעולם עולה כי ככל שרמת הנגישות אל המכון גבוהה יותר כך רמת ההיענות לביצוע הבדיקה באותו אזור – גבוהה יותר. ארבעה מודלים מסוג מיקום-הקצאה הורצו, שבהם נבדקה האפשרות של מיקום מחדש של מכוני הממוגרפיה.

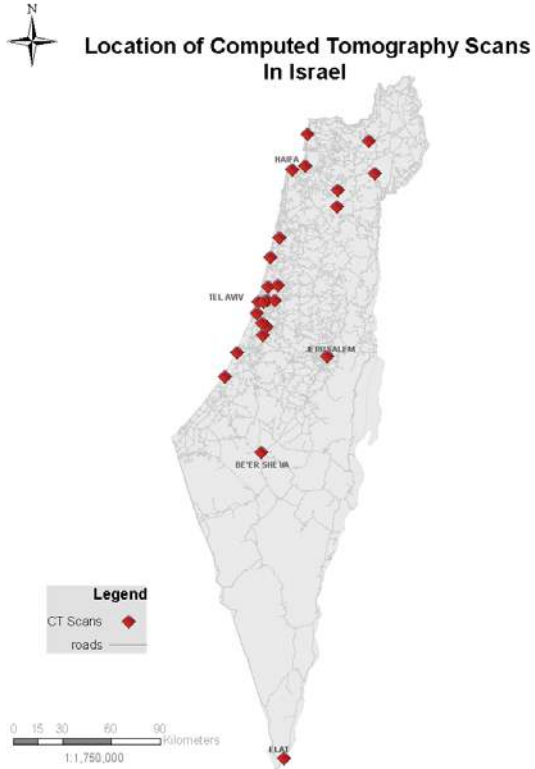
איור 1 מראה את פריסת מכוני הממוגרפיה במציאות. מיקום המכונים התקבל מתוך רשימת כתובות של מכוני ממוגרפיה מורשים מטעם האגודה למלחמה בסרטן, 2005. מודלים אלו משחקים את המשחק המתמיד של שוויוניות מול יעילות. השאיפה היא למקסם את היעילות ואת השוויוניות, אך כל אחד מהמודלים מוותר על מעט מן השוויוניות או היעילות ובכך בוחר את המיקום החדש של התחנות בהתאם לאוכלוסיית הנשים בארץ. נתוני אוכלוסיית הנשים התקבלו מאת הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, והם מתייחסים לאוכלוסיית הנשים בסיכון בין הגילאים 50-75 לפי יישוב, הגיל המומלץ לביצוע בדיקת הממוגרפיה.

בניגוד לבדיקת ממוגרפיה, בדיקת CT מתבצעת רק בהפניית הרופא המטפל ובמידת הצורך. קיימים 39 מכוני פעילים ברחבי הארץ שמרוכזים ב-23 יישובים. נתוני מכוני ה-CT לקוחים מרישומי היחידה לפיקוח על הקרינה של משרד הבריאות כפי שמפורסמים ברשת האינטרנט (היחידה לפיקוח על הקרינה, 2009). פריסתם של מכוני ה-CT ביישובים מוצגת באיור 3. המודל מביא בחשבון את נתוני האוכלוסייה הכללית משנת 2003, שהתקבלו ממעבדת ה-GIS באוניברסיטה העברית.

כדי לחשב את המרחקים בין היישובים במודל חושבו כל מרחקי הצמתים בכלל הכבישים בארץ. המודלים מתבססים על מרחק אמיתי ולא על מרחק אווירי (ראה איור 4). קובץ הנתונים של כבישי הארץ התקבל מאת מעבדת הממ"ג באוניברסיטה העברית.

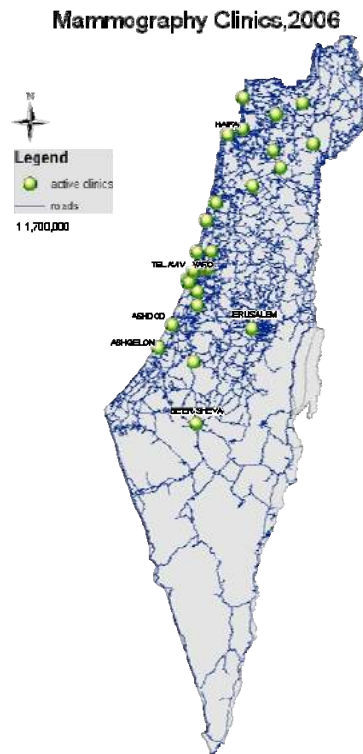
איור 3

פריסת מכוני הטומוגרפיה הממוחשבת בישראל, 2009



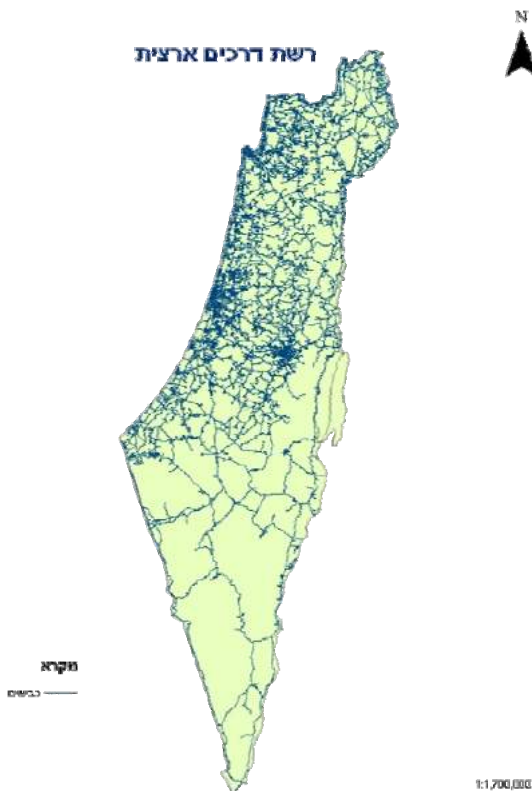
איור 1

פריסת מכוני הממוגרפיה ביישובים בישראל, 2006



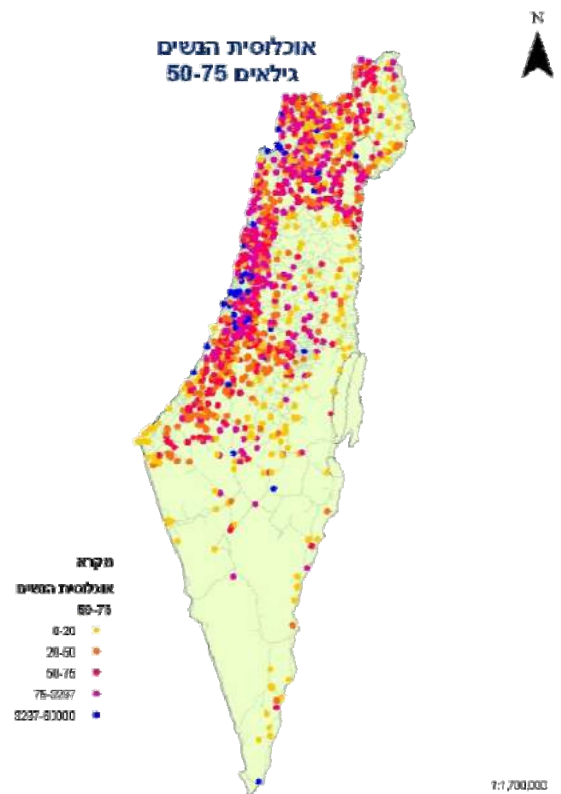
איור 4

רשת הדרכים המלאה לחישוב כלל המרחקים



איור 2

אוכלוסיית הנשים - גילאי 50-75 ביישובי ישראל



שיטת המחקר

לבדיקת ההקצאה האופטימלית של משאבים לטיפול, המחקר ישתמש במודל מיקום-הקצאה בהדגמה על פריסה מרחבית של מכוני ממוגרפיה בארץ. מודל זה מופעל כהרחבה (Extension) ל-ArcGIS. מודל מיקום-הקצאה הינו אלגוריתם המבצע אופטימיזציה מרחבית. זהו מודל מתמטי בו משתמשים לאיתור פריסה אופטימלית של מרכזי שירותים ציבוריים כגון בתי חולים, תחנות כיבוי אש, ועוד. המיקום נקבע ביחס לדרישה, לקיבולת המרכזים ולעלויות המרחק באופן אשר יספק את הדורש. יעילות המודל היא ביכולת לבחון תסריטי הקצאה שונים. בעבודה זו נבחנו ארבעה תסריטים הנעים מהטיה לכיוון יעילות כלכלית מרבית בהקצאה והתעלמות מפרטים שלא ניתן לספק להם שירותים ביעילות, ועד להטיה לכיוון שוויוניות חברתית מרבית בה שירות ניתן לכל פרט גם אם העלות גבוהה.

המודלים מתבססים על פנייתו של כל דורש לתחנה הקרובה אליו ביותר, וכל מודל מתבקש למקם ולפרוס את המכונים במספר נתון של יישובים. תשומת המודל: אל המודל מוזנים נתונים המתארים את רשימת היישובים והאוכלוסייה הרלוונטית בכל יישוב, מספר המכונים הדרושים, ואת הקריטריון עליו כל מודל מתבסס. יחידת התצפית הינה היישוב והיא נקבעת כך שניתן יהיה למקם מיקום אופטימלי של מכונים בפריסה ארצית.

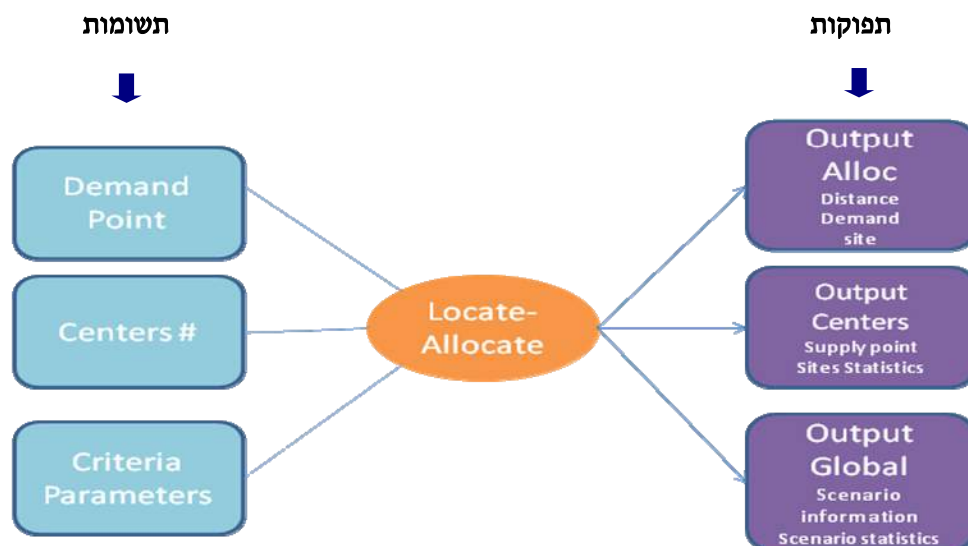
המודל מעובד כמודל מתמטי המחשב את המרחקים של כל דורש מכל מרכז ואת סך כל המרחקים של כל הדורשים מכל מרכז. לאחר מכן, לפי הקריטריון הנקבע קובע המודל כיצד לפרוס את המרכזים ומייעד כל דורש להגיע למרכז מסוים.

תפוקת המודל כוללת שלושה קבצים כפי שניתן לראות באיור 5:

1. פריסת המכונים: רשימת יישובים בהם יש למקם את המכונים. הרשימה כוללת מספר נשים אשר מיועדות להגיע לכל יישוב לביצוע הבדיקה.
2. רשימת כלל היישובים: הרשימה מתארת לאיזה מכון על כל אישה לפנות.
3. רישום כללי של המודל: הרישום מסכם את ההרצה ומפרט את אחוז הכיסוי, מספר הנשים אשר המודל מכסה והצליח למקם בקרבתן מכון ומספר הנשים אשר אינן בטווח הכיסוי.

איור 5

מודל מיקום-הקצאה



הקריטריון השכיח ביותר במודל מיקום-הקצאה הינו מסוג בעיית P Median. בעיה זו מוצגת כמציאת מיקום של מספר מסוים של מרכזים (P) כך שסך כל המרחקים של כלל הדורשים מהמרכזים אליהם משתייכים הינו מינימלי.

מחקר זה השתמש בארבעה קריטריונים להרצת המודל, המוצעים כהרחבה במערכת ה-GIS: מזעור עלויות נסיעה, מזעור מרחקים, נוכחות מרבית, וכיסוי מרבי. קריטריונים אלה מגדירים את ארבעת תסריטי ההקצאה הנבחרים כאן:

1. **מזעור עלויות נסיעה (Minimum Distance):**

אופציה זו עוסקת בבעיית ה-P Median. קביעת מיקום של מספר מסוים של מכוניים, P, באופן שסך כל המרחקים מהמכוניים השונים מזערי. ההגבלות במודל הן כי ימוקמו רק מספר מסוים של מכוניים, וכי כל דורש ישתמש במכון הקרוב אליו ביותר. מודל זה מתאים בעיקר למגזר הפרטי, בו אין התחשבות בפרט הבודד. ההתייחסות היא לסך כל המרחקים. מודל זה הוא מודל של יעילות. ניתן להגביל מודל זה, כפי שנעשה בעבודה זו, כדי להפוך אותו לשוויוני יותר.

$$Z_A = \sum_{i=1}^n P_i d_{ij} / \sum_{i=1}^n P_i$$

השגת יעילות כזו מתבצעת על ידי מזעור המרחקים (MinDistance Constrained). מודל זה שייך גם כן למשפחת ה-P Median ומהווה גרסה שוויונית יותר של מודל מזעור עלויות נסיעה, המכבד את הנגישות של כל פרט אל המכון. ההגבלה הנוספת על המודל היא כי הוגדר מרחק מרבי מכל דורש למכון.

$$Z_A = \text{Max} |d_{ij}|$$

2. **עוד קריטריון להבטיח מזעור מרחקים מסוג MinDistPower:**

פריסת המכוניים מתבצעת כך שהמודל מושך את המכון להתמקם בכיוון היישובים המרוחקים יותר, לצד מזעור סך כל המרחקים בריבוע. מודל זה הוא מעין אפליה מתקנת למקומות הרחוקים. השפעת המקומות הרחוקים בתסריט זו על מיקום המכון הינה חזקה יותר מזו שבתסריט מזעור המרחקים.

3. **שוויוניות על ידי מקסימום נוכחות (MaxAttendance):**

מטרת המודל היא לקבוע מכוניים שיגיעו למקסימום נוכחות. במודל ימוקמו רק מספר מסוים של מכוניים, וכל דורש ישתמש במכון הקרוב אליו ביותר. ההגבלה הנוספת על מודל זה היא כי במקביל לעלייה במרחק, הנוכחות במכון יורדת ליניארית.

4. **שוויוניות על ידי מקסימום הכיסוי (Constrained MaxCover):**

מטרת המודל היא כיסוי מרבי בזמן או במרחק מוגדר. במודל ימוקמו רק מספר מסוים של מכוניים, כל דורש משתמש במכון הקרוב אליו ביותר. אזור מוגדר כמכוסה בהתאם ליעילות מרחק וזמן.

$$Z_B = \sum_{i=1}^n d_{ij} P_i$$

$$a_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{if } d_{ij} \leq S \\ 0 & \text{if } d_{ij} > S \end{cases}$$

ממצאים

מיקום שירותים

נושא זה קשור ישירות למדיניות ולדילמה הנצחית של מציאת איזון נכון בין השאיפה ליעילות כלכלית לבין שוויוניות בהקצאת משאבים ציבוריים. חקר הגורמים השונים למחלת סרטן השד ובדיקת דפוסי התחלואה מצביעים על החשיבות הרבה בגילוי מוקדם ככל האפשר של המחלה. גילוי המחלה מתבצע כיום באמצעות בדיקת ממוגרפיה במכון מורשה. הנגישות למכונת CT הינה זכות בסיסית אליה זכאי כל חולה אשר מופנה לאבחון. הבדיקה נעשית במכון מורשה ביחידה לפיקוח על הקרינה.

השוואת פתרונות המיקום

כאמור, הבדיקה האמפירית עוסקת בבחינת ארבעה מצבים שונים בהם משתנה הדגש בחלוקת משאבי הבריאות – מהטיה לכיוון היעילות ועד להטיה לכיוון השוויוניות. התסריט הראשון מבוסס על מזעור מרחקים לאספקת השירות באמצעות הצבת קריטריון של MinDistance Constraints. אנו מניחים שפריסת המכונים מתבצעת כך שהמרחק המרבי של כל אישה ממכון הוא לכל היותר 30 ק"מ. המודל ממזער את סך כל המרחקים מכלל היישובים אל מכונת הממוגרפיה. אופציה זו הינה גרסה שוויונית של מודל ה-MinDistance הבסיסי, המשלב בין יעילות לשוויוניות. בהרצת המודל, המרחק הממוצע של האישה מהמכון הינו 15 ק"מ. המרחק המקסימלי מוגדר כ-30 ק"מ. היישוב המרוחק ביותר ממרכז מחושב כמרחק של 29.972 ק"מ והמרחק הממוצע הינו 15.83 ק"מ. כפי שניתן לראות מאיור 6 המכונים פרוסים ברחבי הארץ, מקרית שמונה שבצפון ועד ליטבתה בדרום.

בהרצת מודל מסוג MinDistance Power, פריסת המכונים מתבצעת כך שהמודל מושך להתמקם בכיוון היישובים המרוחקים יותר, לצד מזעור סך כל המרחקים בריבוע. אופציה זו מייצגת מעין אפליה מתקנת. במודל קיימת הטיה מובהקת אל המקומות הרחוקים, שמתבטאת בהשוואה למודל מזעור המרחקים. המכון הדרומי ביותר בארץ מוקם במודל מזעור המרחקים ביישוב יטבתה, ואילו במודל זה המכון הדרומי ביותר מוצע באילת (ראה איור 6). במרחק הממוצע אשר אישה נוסעת במודל זה לא חל שינוי גדול ביחס לזה שבמודל מזעור המרחקים, והוא ירד מ-15.834 ק"מ ל-15.744 ק"מ.

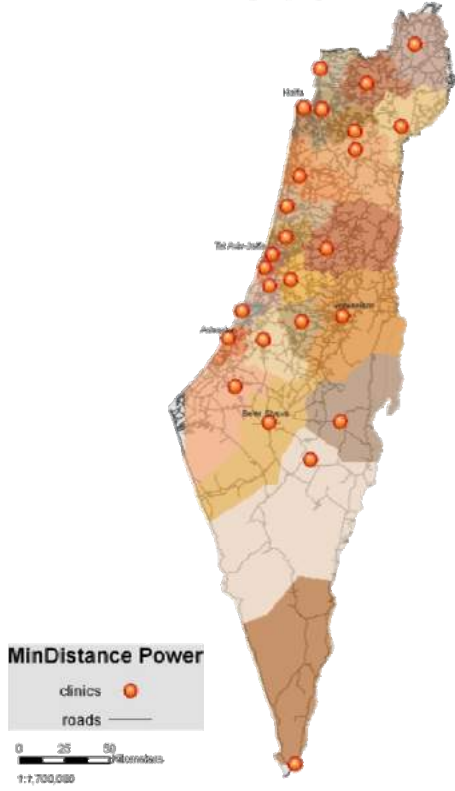
אופציית ההקצאה מסוג מקסימום נוכחות MaxAttend הינה אופציה המבוססת על יעילות. פריסת המכונים מתבצעת באופן שהמכונים נוטים להתמקם בריכוזי האוכלוסייה. השימוש במרכז יורד ככל שגדל המרחק ממנו. מודל זה הינו מודל המתעלם מהמקומות הרחוקים ומתייחס ליעילות ולפרמטר של ביקוש מרבי. בפלט המודל ניכר הבדל משמעותי בסך כל המרחקים הנמדדים: 26,705 ק"מ לעומת כ-17,000 ק"מ שנמדדו בשני המודלים הקודמים. המרחק הממוצע של כל הנשים מהמרכזים גדל גם כן ל-24.612 ק"מ. ניתן להבחין בהתרכזות המכונים לאורך מישור החוף ובערים הגדולות (ראה איור 6).

בהרצת מודל מסוג מקסימום כיסוי MaxCover פריסת המכונים מתבצעת בשאיפה להגיע לכיסוי מרבי, כך שיעלה בידי כל אישה להגיע אל המכון בטווח של 15 ק"מ. אם זה לא מתאפשר, טווח הגג הוא 30 ק"מ. מודל זה הינו מודל שוויוני השואף למקסימום כיסוי ומתעלם מריכוזי אוכלוסייה. המרחק הממוצע של אישה מהמרכז, במודל זה ירד ל-15.1 ק"מ. סך כל המרחקים שנמדדים הוא 16,248 ק"מ. בשונה ממודל מקסימום הנוכחות המרוכז פריסת המכונים במודל זה הינה מפוזרת ברחבי הארץ (ראה איור 6).

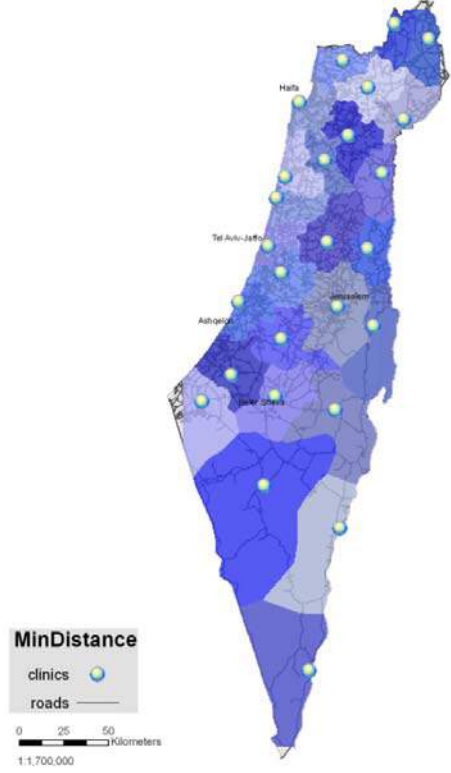
איור 6

תוצאות הפריסה של ארבעת פתרונות המיקום

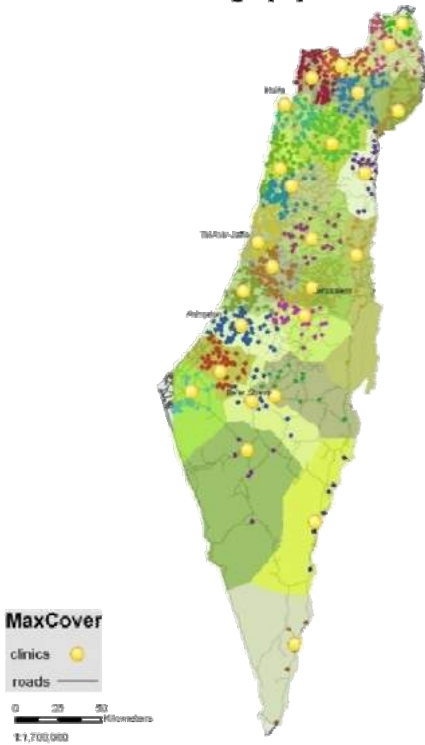
Mammography Clinics



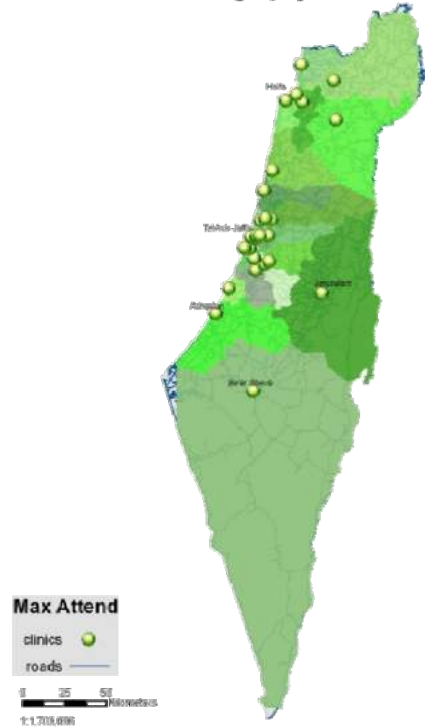
Mammography Clinics



Mammography Clinics



Mammography Clinics

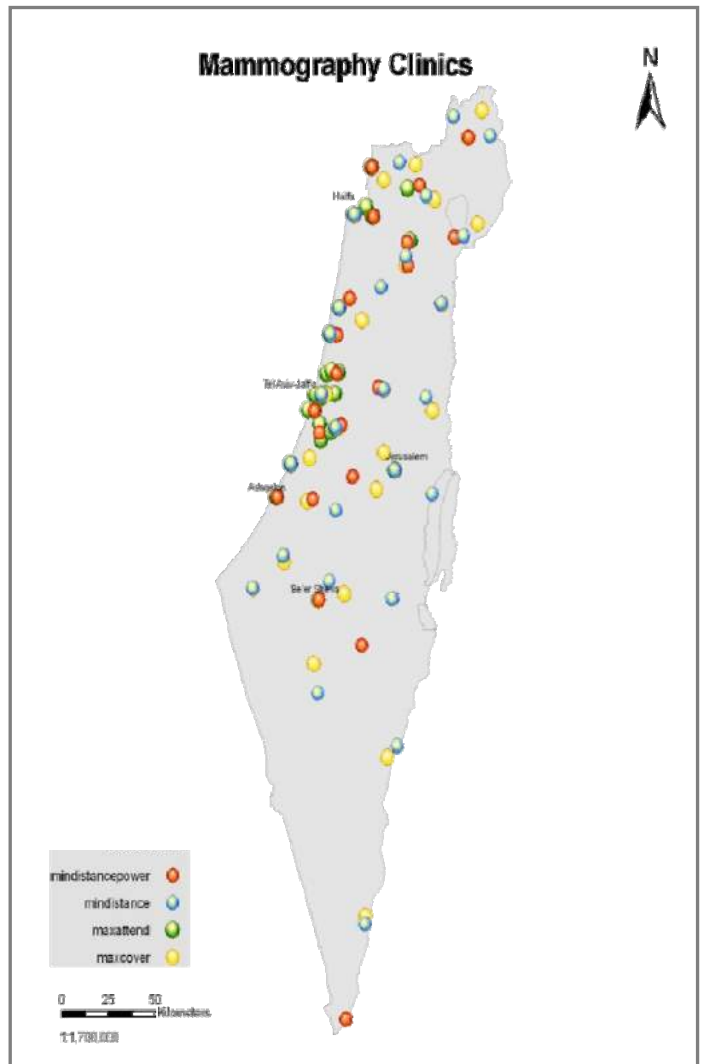


ראשית, חשוב לבחון את תסריטי הפיתוח ממבט כללי. איור 7 מציג ריכוז ויזואלי של תוצאות מיקום המכונים בארבעת התסריטים. ניתן להבחין בפערים בריכוזיות בין תוצאות המודלים השונים. במדידה אליפטית מרחבית של כיוונית הפריסה של מכוני הממוגרפיה המוצגת באיור 8 ניתן כצפוי להבחין כי האופציה המפוזרת ביותר הינה אופציית המקסימום כיסוי (MaxCover). האופציה המרוכזת ביותר הינה תסריט המקסימום נוכחות (MaxAttend), ואילו התסריטים מסוג מזעור עלויות (MinDistance,) כן סך (MinDistancePower) קרובים יותר ברמת הפיזור אל המודל השוויוני של מקסימום הכיסוי. בהשוואה בין סך כל המרחקים בין כלל המודלים באיור 9, רואים גם כן את שלושת המודלים הנוטים יותר לכיוון השוויוניות ובהם סך כל המרחקים קטן יותר מזה של מודל מקסימום הנוכחות.

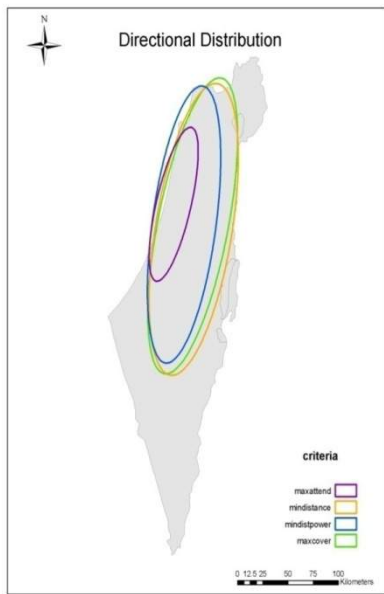
שנית, חשוב לבחון את הממצאים ביחס לפריסת המכונים בפועל ולענות על השאלה: מהי האופציה המדמה בצורה הטובה ביותר את המצב בשטח? כיום, כאמור, קיימים 46 מכוני ממוגרפיה מורשים ברחבי הארץ, הממוקמים ב-26 יישובים. ההשוואה בין כלל אופציות ההקצאה לבין המציאות, מוצגת כאן בשלוש דרכים. הראשונה היא הדרך הויזואלית של מבט על המפה. השנייה היא באמצעות מדידת רמת ריכוזיות של הנקודות, והשלישית היא בהקבלה שמית בין תוצאות המודלים למציאות.

המפה באיור 10 מציגה את תפרוסת ארבע תוצאות המודלים לצד הפריסה במציאות. באיור 11, חושבו הכיוון ורמת הריכוזיות של היישובים בכל מודל באמצעות מדידה מרחבית אליפטית. מחישוב זה נראה כי רמת הריכוזיות של מכוני הממוגרפיה במציאות קרובים ביותר לרמת הריכוזיות של מודל המקסימום נוכחות.

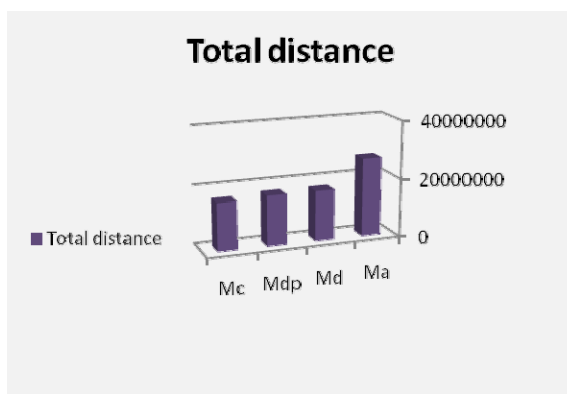
איור 7
פריסת תוצאות התסריטים



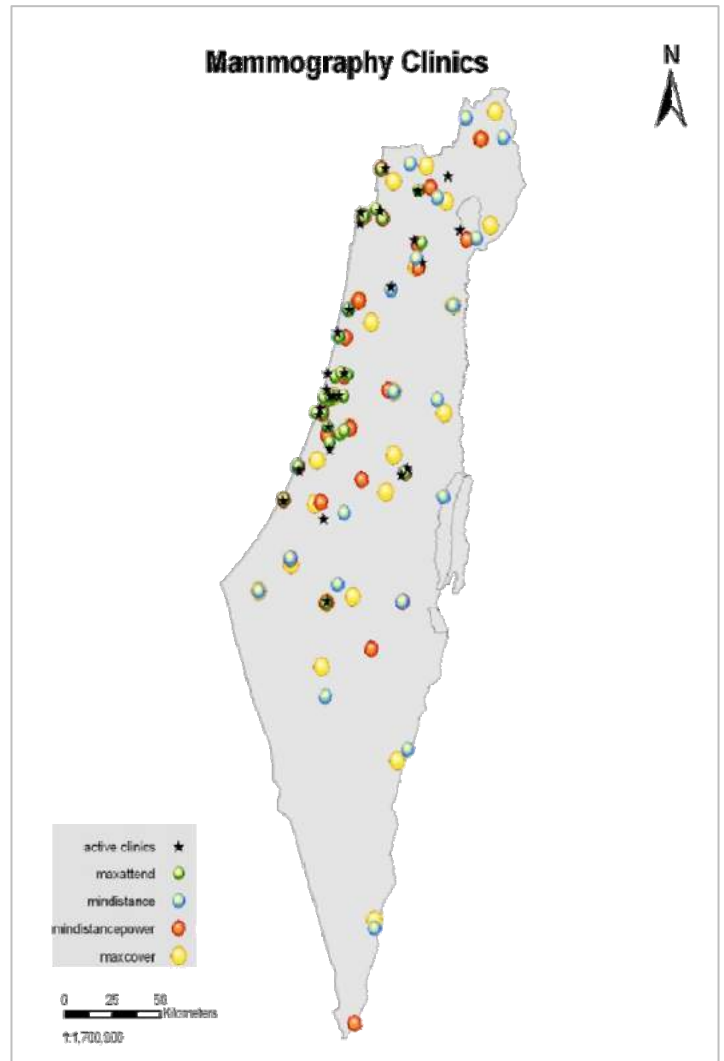
איור 8
מדידה אליפטית מרחבית



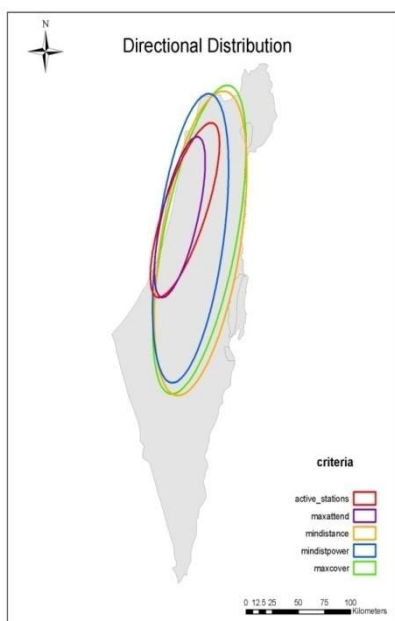
איור 9
השוואה בין סך כל המרחקים



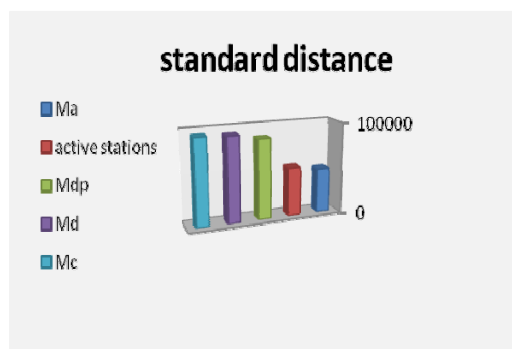
איור 10
 פריסת תוצאות התסריטים
 יחד עם המכונים הפעילים במציאות



איור 11
 מדידה אליפטית מרחבית



איור 12
 רמת ריכוזיות מרחבית



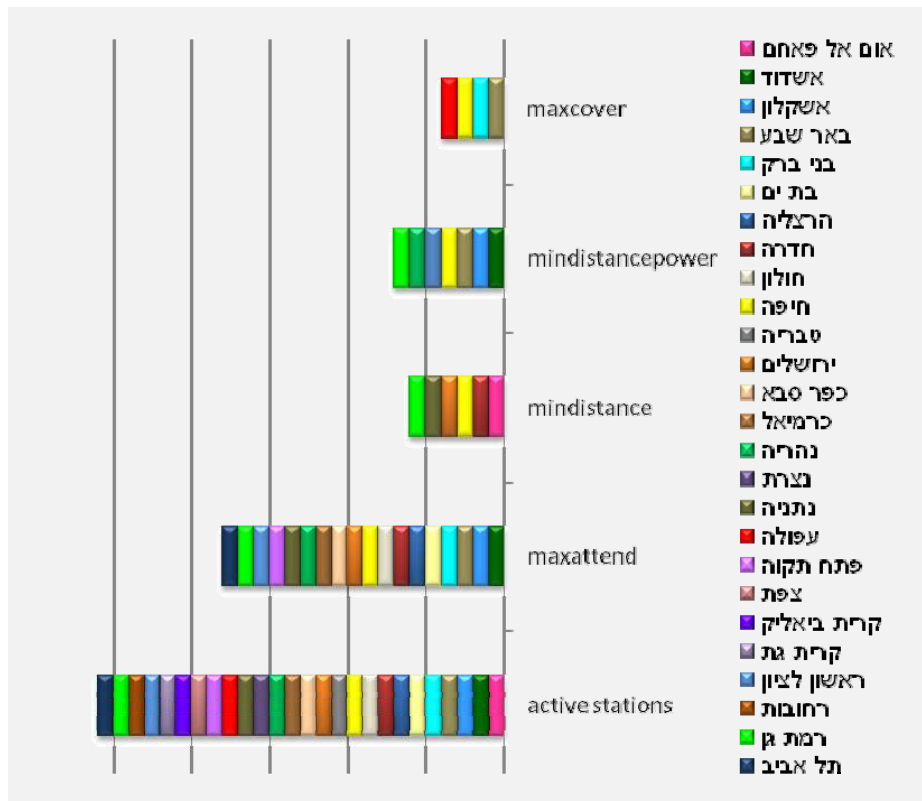
באמצעות כלי המודד את רמת הריכוזיות המרחבית של נקודות סביב המרכז המרחבי הגיאומטרי, שתוצאתו מוצגת באיור 12, נראה בברור כי המודל בעל הערך הקרוב ביותר למציאות הינו מודל היעילות של מקסימום נוכחות. מסקנה זו מדגישה את היעדר השוויון בהקצאת משאבים טיפוליים – נושא בעל משמעות ציבורית עם השלכות ברורות בתחום מדיניות ההקצאה המרחבית של משאבים. איור 13 מפרט את שמות היישובים בהם ממוקמים כיום מכוני הממוגרפיה. האיור מציג רשימה של שמות היישובים אשר נבחרו בכל תסריט ותסריט והממוקמים במציאות. עוד קריטריון מסוג המקסימום כיסוי (MaxCover) חולק ארבעה יישובים חופפים עם אלו המופיעים במציאות, קריטריון המקסימום נוכחות (MaxAttend) חולק 18 יישובים משותפים. אם כך גם בהקבלה שמית מעין זו, ניכר הדמיון הרב בין מודל המקסימום נוכחות למצב במציאות.

לא ניתן לאשש את ההשערה המרכזית כי מכוני הממוגרפיה יפרסו באופן שנוטה לשוויוניות יותר מאשר ליעילות. מהשוואה זו אין ספק כי מכוני הממוגרפיה פרוסים כיום בפריסה הקרובה ביותר לתסריט המקסימום נוכחות, שהינו תסריט מובהק של יעילות. מודל זה נוטה להתרכז סמוך לריכוזי האוכלוסייה ואינו מתחשב ביישובים המרוחקים.

להגברת ההיענות לביצוע בדיקת הממוגרפיה בקרב הנשים, הקשורה ישירות למרחק של האישה מהמכון, ניתן להמליץ לשירותי הבריאות להיעזר במודלים מסוג מיקום-הקצאה. שינויים בפריסת המכונים בהתאם לתוצאות המודל עשויים להגדיל בצורה ניכרת הן את השוויוניות והן את היעילות.

איור 13

תוצאות שמיות של ארבעת התסריטים עם המכונים הפעילים במציאות



ארבעת התסריטים לאיתור מיקום אופטימלי למכונת CT מעלים תוצאות מעודדות יותר מאלו שהעלו תסריטי מכונת הממוגרפיה. לצד בחינה של פריסת מכונת הממוגרפיה, נערכה בחינה של פריסת מכונת CT. בשלב הראשון, הוקבלו ארבעת התסריטים: תסריט המינימום מרחק, המינימום מרחק המוגבר, תסריט המקסימום כיסוי, ותסריט המקסימום נוכחות. בשלב השני, הוקבלו תוצאות המודל עם ארבעת התסריטים, עם פריסת מכונת ה-CT בפועל.

איור 14 מציג את תוצאות כל אחד מהתסריטים. כבר ממבט ראשוני, ניתן להבחין כיצד הפריסה משתנה בהתאם לקריטריונים המוצגים. מחד, בולט ויזואלית תסריט המקסימום כיסוי (Maxcover) כמתפרס באופן די אחיד במרחב, ומנגד, בולט תסריט המקסימום נוכחות (Maxattend) באופיו המרוכז. ההטיה אל המקומות הרחוקים, מתבטאת יפה במבט על המפה בתסריט המוגבר של מזעור המרחקים - Mindistpower, בהשוואה לתסריט מזעור המרחקים הפשוט ה-Mindistance.

איורים 15-17 מציגים את תוצאות ההשוואה של ארבעת התסריטים. איור 15 מאפשר מבט מרוכז של כל ארבעת תוצאות התסריטים על גבי מפה אחת. ממדידה אליפטית מרחבית של ריכוזיות הפריסה כפי שמוצגת באיור 16, נראה כי ככל שהתסריט נחשב "שוויוני" יותר, כך האליפסה המתקבלת הינה צרה וקצרה יותר. כשם שהבחנו במדידה זו במכונת הממוגרפיה, גם במקרה זה האליפסה המייצגת את הריכוזיות המרחבית של תסריט המקסימום נוכחות הינה הצרה והקצרה ביותר. במדידת סך כל המרחקים נראה כי תסריט המקסימום נוכחות אינו שונה מהותית מיתר התסריטים (איור 17).

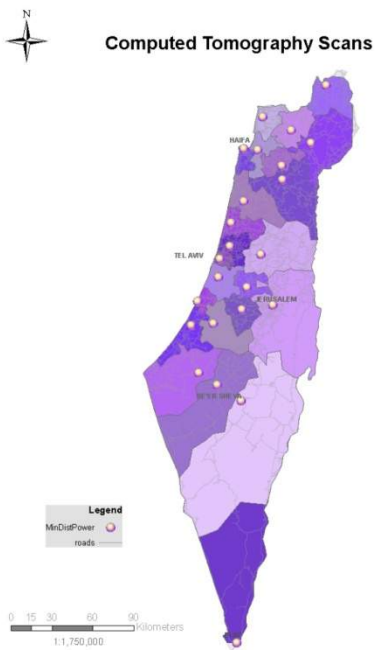
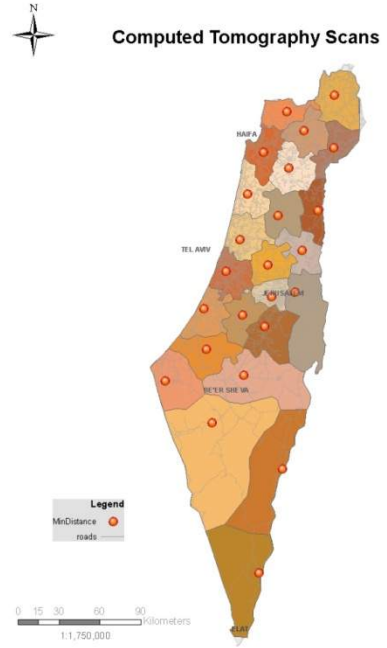
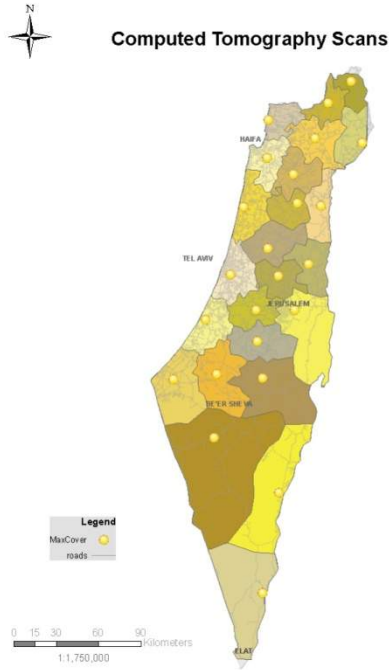
בשלב השני, הושוּו ארבע תוצאות התסריטים לפריסה הקיימת כיום במציאות. התמונה המתקבלת מהשוואה זו הינה שוויונית יותר מהתמונה שהתקבלה ממכונת הממוגרפיה. תוצאות התסריטים, לצד פריסת המכונים הפעילה במציאות, מוצגות במפה מרוכזת באיור 15. בשלב זה ההקבלה נערכה בשלוש דרכים: מדידה אליפטית, מדידת ריכוזיות מרחבית, ובחינה שמית של רשימת יישובים חופפים.

מהמדידה האליפטית עולה כי במדידת ריכוזיות הפריסה, המצב במציאות נמצא בין תסריט המקסימום נוכחות לבין התסריטים מוטי השוויוניות. נראה כי האליפסה המייצגת את המצב במציאות הינה צרה וקצרה יותר מהתסריטים מוטי השוויוניות אך רחבה וארוכה יותר מזו המייצגת את ריכוזיות הפריסה של תסריט מקסימום נוכחות. בשונה מהתוצאה שהתקבלה ממכונת הממוגרפיה, הפער בין רחבה וארוכה של האליפסה לבין רחבן ואורכן של האליפסות של התסריטים מוטי השוויוניות הינו קטן יותר.

במדידת רמת הריכוזיות המרחבית של נקודות סביב המרכז המרחבי הגאומטרי התקבלה תמונה זהה. גם במדידה זו תסריט המקסימום נוכחות שונה משלושת התסריטים מוטי השוויוניות ובמציאות נמדדה רמת הריכוזיות המרחבית של הפריסה בין התסריטים מוטי השוויוניות לבין תסריט היעילות. גם במקרה זה, כשם שנמדד במדידה האליפטית, הפער קטן יותר בין המצב במציאות לפריסת התסריטים השוויוניים (ראה איורים 19, 20).

איור 14

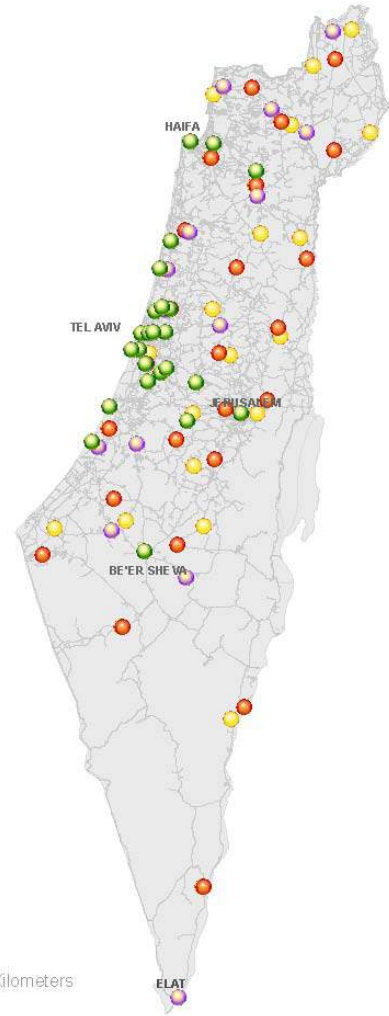
תוצאות הפריסה של ארבעת פתרונות המיקום



איור 15:

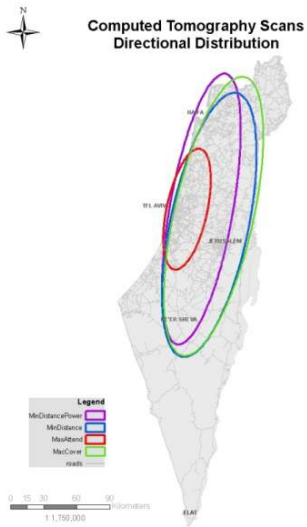
פריסת תוצאות התסריטים

Computed Tomography



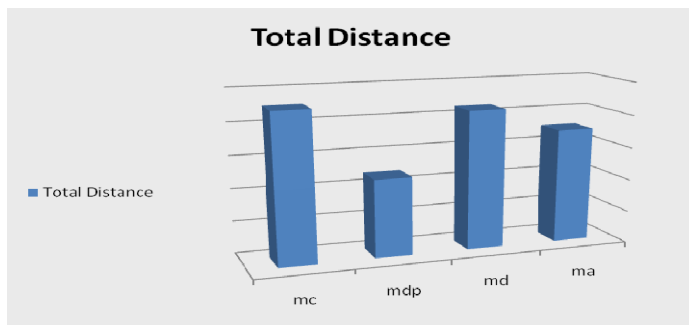
איור 16:

מדידה אליפטית מרחבית



איור 17:

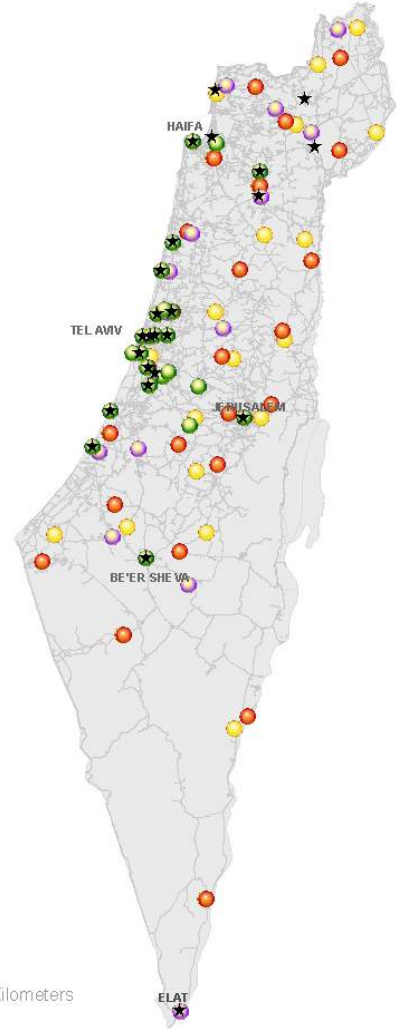
השוואה בין סך כל המרחקים



איור 18:

פריסת תוצאות התסריטים יחד עם המכונים הפעילים במציאות

Computed Tomography

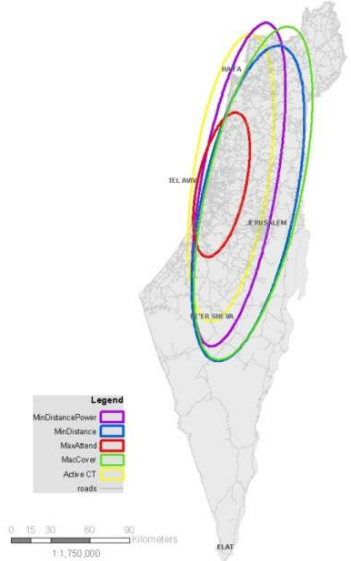


איור 19:

מדידה אליפטית מרחבית

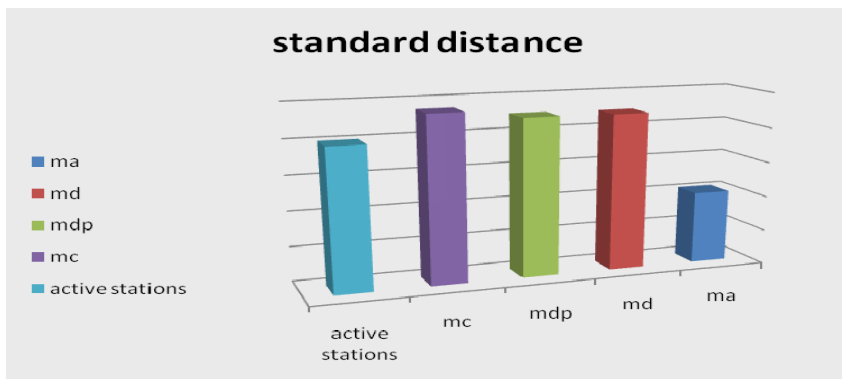


Computed Tomography Scans Directional Distribution



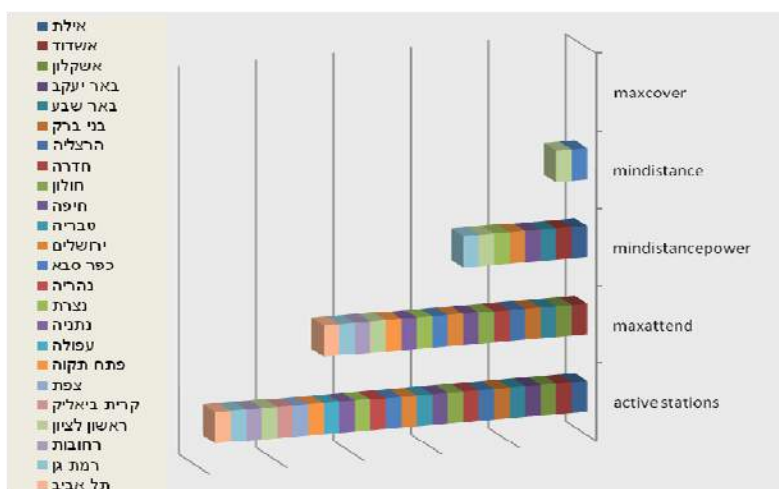
איור 20:

רמת ריכוזיות מרחבית



איור 21

תוצאות שמיות של ארבעת התסריטים יחד עם המכונים הפעילים במציאות



המחקר מתייחס לפריסה של 24 מכוני CT המרוכזים ב-24 יישובים. במדידה זו נמנית רשימת היישובים החופפים בין המצב במציאות לתוצאות התסריטים השונים. איור 21 מציג רשימה של שמות היישובים אשר נבחרו בכל תסריט ותסריט, הממוקמים בפועל במציאות. בבחינה שמית של היישובים כפי שעולה מתוצאות התסריטים, נמנים 17 מתוך 24 יישובים חופפים בין היישובים בהם מופעלים כיום מכוני CT לבין תוצאות תסריט המקסימום נוכחות. הפריסה במציאות חולקת רק 7 יישובים יחד עם תסריט מזעור המרחקים, ולא חולקת כלל יישובים יחד עם תסריט המקסימום כיסוי (MaxCover). ממדידה זו עולה כי תסריט המציאות חולק מאפיינים עם תסריט היעילות, יותר מאשר עם התסריטים השוויוניים.

מבין שלוש הדרכים בהן השתמש המחקר לבחינת פריסת מכוני ה-CT בפועל, ניתן למקם את תסריט המציאות על ציר השוויוניות-יעילות, כבעל מאפיינים של יעילות, אך מוטה לכיוון השוויוניות. כשם ששיערנו, בהתאם למדיניות המותווית, בפועל פריסת מכוני הטומוגרפיה הממוחשבת מוטה לכיוון השוויוניות.

בניגוד להשערת המחקר, בהשוואת מכוני הטומוגרפיה למכוני ה-CT פריסת מכוני ה-CT נמדדת כשוויונית יותר מפריסת מכוני הטומוגרפיה. האוכלוסייה הבריאה, דורשת עידוד רב יותר לביצוע הבדיקות וההנחה היא כי תסכים לבצע את בדיקות במרחק קטן יותר מהאוכלוסייה המודאגת. ניתן לאשש את ההשערה כי הנגישות למכון הטומוגרפיה תהא גבוהה יותר מהנגישות למכון ה-CT.

כפי שעולה ממחקרים קודמים, ועל פי ממצאי מחקר זה הזכות הבסיסית של כל אדם לבריאות אינה עולה בקנה אחד עם המדיניות המותווית בחוק. מתוצאות המחקר נראה כי קיים הצורך בהדגשת החשיבות ובהתוויית תוכנית ממוקדת יותר, תוך בקרה מתמדת, שתשאף להגשים זכות זו.

סוגיה מרכזית בחקר הדפוסים המרחביים של מחלת סרטן השד נוגעת להקצאת משאבים למניעת המחלה. לסוגיה זו השלכות נרחבות בתחום המדיניות ביחס לשימוש יעיל במשאבים ציבוריים. תחום זה נעזר בשנים האחרונות בכלים אנליטיים ובייחוד ביכולות GIS לזיהוי ריכוזי תחלואה ואוכלוסייה בסיכון, ומציע פתרונות בתחום פריסת מרכזי טיפול ומניעת מחלות. המחקר אינו מתייחס לקיבולת המכונים ואינו עוסק בשיעור המכונים לנפש אלא בפריסתם במרחב. השימוש במודל מיקום-הקצאה נחוץ בתחום הקצאה של משאבי בריאות בפרט ובתחומים רבים בכלל. יש לזכור כי מודלים אלו נועדו לסייע לתהליך קבלת ההחלטות אבל אינם מהווים לו תחליף. אין ספק כי בתהליך קבלת ההחלטות צריכים להישקל עוד שיקולים רבים ותפקיד המודל הוא להוות כלי עזר ובוחן לקבלת החלטה זהירה ומושכלת, כמו כל שימוש במודלים.

סיכום והמלצות

הקצאה מרחבית של משאבים היא תחום מורכב, ועל אחת כמה וכמה כאשר מדובר במשאבי בריאות. לפתחה של מערכת הבריאות, ומשרד הבריאות כרגולטור, מונח אתגר כמעט בלתי אפשרי אך מוכר. על הרגולטור לקבוע את נקודת האיזון בין השאיפה ליעילות כלכלית לבין הרצון לשוויוניות חברתית, דילמה קשה במיוחד בתחום הרפואה. יש חשיבות רבה בקידום חקיקה, ובקידום מערכת התכנון והבקרה בתחום מדיניות ההקצאה של המשאבים הרפואיים. המכשור הרפואי הינו מכשור יקר ומהווה נתח נכבד מתקציב מערכת הבריאות. מערכת הבריאות, העומדת בפני אתגרים כלכליים קשים, נדרשת להגיע למצב שבו מוענק שירות רפואי איכותי וראוי לכל אדם הזקוק לכך.

מחקר זה בא להדגיש את היכולת להשתמש בכלים מתקדמים לתכנון ולבקרה של שירותי הבריאות. המחקר התבצע באמצעות ניתוח מרחבי, ושימוש במערכות מידע מתקדמות וממצאיו מספקים תובנות חדשות וחשובות. בניגוד להשערה, עולה מהמחקר כי פריסת מכוני הממוגרפיה בפועל מוטה ליעילות כלכלית ואיננה מוטה לשוויוניות חברתית.

בבואנו לבחון את היצע שירותי הדימות בחנו את פריסת מכוני הממוגרפיה ואת פריסת מכוני ה-CT. באמצעות מודל מיקום הקצאה, בחנו מיקום אופטימלי של תחנות בדיקה ביחס לפריסת האוכלוסייה. ברוח חוק הבריאות שערנו כי אספקת השירותים תשאף לפריסה מרחבית שוויונית. על מנת לבחון השערה זו ואת גודל הסטייה של פריסת השירותים הנצפה מן הצפויה, בחנו ארבעה תסריטים תיאורטיים אפשריים לפריסת השירותים. בהתאם לכך, אמדנו את הסטייה של המצב בפועל מהתפלגות מרחבית אלה. הממצאים מצביעים על פריסה הנוטה לכוון היעילות הכלכלית באספקת שירותים. מצב זה מוקצן יותר ביחס לשירות ממוגרפיה מאשר לשירותי CT. הסבר אפשרי לפער שהתקבל מתייחס לביקוש לשירות. שירות ה-CT הינו שירות כללי ופחות מתמחה, הפונה אל אוכלוסייה רחבה יותר מאשר מכוני הממוגרפיה שנועדו לשרת נשים בגילאי הסיכון. ההפנייה לשירותי ה-CT הינה הפנייה רפואית פחות 'ולנטרית' ביחס למכוני הממוגרפיה אשר הביקוש אליהם תלוי במודעות לביצוע הבדיקה. מודעות זו משתנה בין חברה לחברה, אינה תלויה רק בהפנייה הרפואית, אלא קשורה לפרסום בנושא, לרמת ההשכלה ולאופי החברה.

מהשוואת הפתרונות שהוצגו בהתאם למודל לפריסת המכונים בפועל עולה כי קיים פער בין המדיניות שנקבעה בחוק ביטוח הבריאות לבין פריסת שירותי הדימות בפועל. המדיניות שקובע החוק היא מתן שירותי בריאות באופן שווה לכל אזרח. בפועל, הפריסה מוטה כלפי היעילות הכלכלית שבאספקת השירות ופחות מתחשבת בשוויוניות במתן השירות.

לממצאי המחקר חשיבות רבה ביחס למדיניות הקצאה מרחבית של משאבי הבריאות. לאחרונה, אי-השוויון הקיים בהקצאת משאבים ציבוריים בבריאות נדון רבות כסוגיה חברתית, ונמצא על סדר היום הציבורי. בשנת 2008, פרסמה עמותת 'רופאים לזכויות אדם' נייר עמדה תחת הכותרת: "אי-שוויון בפריסת מכשירים רפואיים ברחבי המדינה" (רופאים לזכויות אדם, 2008). במאי 2009 כתבה שפורסמה בעיתון "הארץ", עסקה בדו"ח מבקר המדינה הודן בפערים הניכרים באי-השוויון בבריאות בין המרכז לפרפריה (הארץ Online, 2009).

צמצום הפערים בשירותי הבריאות, בזמינותם ובנגישותם הינו נושא בעל עניין ציבורי רב. מתקיים שיח ציבורי ער בנושא נגישות שוויונית של שירותי בריאות. נגישות זו כוללת את הפריסה המרחבית של השירותים.

תוצאות המחקר מצביעות על ההטייה המרחבית הקיימת בשירותי הבריאות. הממצאים מדגישים שתכנון המדיניות באספקת שירותי בריאות לא יכול להתעלם מהגורם המרחבי. השימוש במודל בוחן את המדיניות הקבועה על פי חוק לעומת המתרחש בפועל, ומעלה את הצורך בשיפור רמת הנגישות של האוכלוסייה שבסיכון לשירותי הבריאות. לצורך שיפור הנגישות אל המכשור הרפואי, ניתן להיעזר במודל זה כדי לערוך מחדש את אפשרויות הפריסה של השירותים. השימוש במודל מיקום-הקצאה לניתוח היצע השירותים יכול

להוות דוגמה לסוג הכלים העשויים לשמש את קובעי המדיניות בתהליך התווייתה של מדיניות פריסת השירותים.

אי-השוויון בהקצאה המרחבית של משאבי בריאות מהווה רק מרכיב אחד בבחינת אי-השוויון בשירותי הבריאות בכלל. המחקר, המדגיש את חשיבות צמצום הפערים בתחום הבריאות ומציע כלי עזר לבחינת הפערים המרחביים, מצטרף למחקרים ולדוחות קודמים בקריאה לעריכת תוכנית לאומית למטרה זו. הפרסום באפריל 2010 של "דוח ארגוני החברה האזרחית – תוכנית לאומית רב-מערכתית לצמצום הפערים בבריאות" (האגודה לזכויות האזרח בישראל, 2011), הביא את ועדת העבודה והרווחה והבריאות של הכנסת לדון בנושא ביולי 2010. בראש מסקנות הוועדה, עומדות הדרישה להכיר בפערי הבריאות כבעיה לאומית המחייבת התערבות, והקריאה להקמת גוף מתווה מדיניות, שתפקידו יהיה לתאם את עבודת הממשלה ולקדם פעולות לצמצום הפערים. ממחקר זה עולות אף המלצות לשיפור המדיניות המעורפלת בתחום הבריאות (הכנסת, 2011). המלצות אלה אינן אלא קריאה ליישם את המלצות מבקר המדינה, ולתקן תקנות מעשיות על פיהן יפרסו מכוני דימות. הבהרת המדיניות ותיקון התקנות ישפרו את פעילות משרד הבריאות כרגולטור, ויסייעו באכיפת חוק הבריאות הממלכתי ובמעקב אחר המתרחש במתן שירותי הבריאות.

כהצעה להמשך חקר הפריסה המרחבית של משאבים רפואיים, יש לבחון מעת לעת, תוך שימוש במודל מיקום הקצאה את פריסת כלל שירותי הבריאות בהתאם לפלחי אוכלוסייה ולפיזורה במרחב. לסיום, כחוקרת, אינני יכולה להתעלם מתחושת הבטן שעלתה בי לממצא הפער בין פריסת מכוני CT לבין פריסת מכוני הממוגרפיה. הייתכן כי ההטיה השוויונית בפריסת מכוני CT לעומת ההטיה הכלכלית שבפריסת מכוני הממוגרפיה, נובעת מן העובדה שלקוחות מכוני ה-CT הם גברים ונשים ואילו לקוחות מכוני הממוגרפיה הן אך ורק נשים? נדמה כי גם בתחום זה יש מקום להוסיף ולחקור.

חברה בריאה היא חברה שוויונית, וחברה שוויונית תהא חברה בריאה יותר.

רשימת מקורות

ברחנא, מ' (2001). **מיפוי גיאוגרפי של סרטן השד בישראל 1984-1998**, רישום הסרטן הלאומי, ירושלים: משרד הבריאות.

דוח מבקר המדינה (2009). דוח שנתי 259 לשנת 2008 ולחשבונות שנת הכספים 2007.
<http://www.mevaker.gov.il/serve/contentTree.asp?bookid=545&id=57&contentid=&parentcid=undefined&sw=1429&hw=823>

דוח מבקר המדינה (2010). דוח שנתי 260 לשנת 2009 ולחשבונות שנת הכספים 2008
<http://www.mevaker.gov.il/serve/contentTree.asp?bookid=568&id=57&contentid=&parentcid=undefined&sw=1429&hw=823>

האגודה למלחמה בסרטן בישראל, 2007.

<http://www.cancer.org.il>

האגודה לזכויות האזרח בישראל (2011), "לצמצם היום את פערי המחקר: יעדים לצמצום פערים בבריאות" (2010). נייר עמדה משותף מטעם מרכז אדוה, רופאים לזכויות אדם, האגודה לזכויות האזרח, אגודת הגליל וטנא – בריאות.

<http://www.acri.org.il/pdf/health-gaps.pdf>

הארץ Online (2009).

<http://www.haaretz.com/hasite/spages/1083475.html>

הכנסת, מרכז המחקר והמידע, (2008). מיכל טביבאן מזרחי, רישוי מכשירים רפואיים מיוחדים בישראל: MRI ו-CT.

<http://www.knesset.gov.il/committees/heb/material/data/avoda2008-11-04-04.pdf>

הכנסת, (2011), פרוטוקול מס' 316 משיבת ועדת העבודה, הרווחה והבריאות. יום שלישי, כ"ד בתמוז התש"ע (06.07.2010), בשעה 09:30.

<http://www.knesset.gov.il/protocols/data/html/avoda/2010-07-06-01.html>

חוק ביטוח בריאות ממלכתי, תשנ"ד-1994, פורסם בס"ח תשנ"ד # 1469 יום 26.6.1994 עמוד 156. סעיפים 3, 52 לחוק.

מרכז טאוב לחקר המדיניות החברתית בישראל (2004). טוביה חורב: השתקפותה של המדיניות בישראל בראי החקיקה.

http://taubcenter.org.il/tauborgilwp/wp-content/uploads/H2004_Health-policy_and_Legislation.pdf

משרד הבריאות, היחידה הארצית לרישוי ופיקוח על מכשירי הקרינה (2009).

<http://www.health.gov.il/machshirecrina/searshmcrina.asp>

פורת, א', רבינוביץ, ג', רסקין-סגל, ע', וויצמן ר' (2006). **תוכנית מדדי איכות לרפואת הקהילה בישראל דר"ח לציבור 2003-2005**, באר שבע: אוניברסיטת בן-גוריון בנגב.

קלוג, א' (2005). **ניתוח הקשר בין תאורה מלאכותית בלילה (זיהום אור) ובין עלייה בשכיחות סרטן השד, עבודת גמר, החוג לניהול משאבי טבע וסביבה, חיפה: אוניברסיטת חיפה.**

רופאים לזכויות אדם (2009).

<http://www.phr.org.il/uploaded.אישיון20%מכשירים20%רפואיים.pdf>

- .28.7.1994 1232 'עמ' 5616 ,תשנ"ד-1994. וק"ת תשנ"ד מס' 5616, עמ' 1232.
- Adler, N.A. B., Ostrovec, J.M. (1999). Socioeconomic Status and Health: What We Know and What We Don't, *Annals of the New York Academy of Sciences* 896: 3-15.
- AHRQ-Agency for Healthcare: <http://www.ahrq.gov/RESEARCH/geomap/geomap1.htm> Research and Quality (accessed: Aug 2007).
- Carpenter, T. E. (2000). Methods to investigate spatial and temporal clustering in veterinary epidemiology, *Preventive Veterinary Medicine* 48 (4): 303-320.
- Dahlgren, G., Whitehead, M. (1991). *Policies and strategies to promote social equity in health*. Stockholm: Institute of Future studies.
- Elliot, P., Wartenberg, D. (2004). Spatial Epidemiology: Current Approaches and Future Challenges, *Environmental Health Perspectives*, 112(9): 998-1006.
- Gesler, M., Albert, P., Levergood, B. (2000). *Spatial Analysis GIS and Remote Sensing Applications in the Health Sciences*, Chelsea, Michigan: Ann Arbor Press.
- Hyndman, J.C.G., Holman, C.D.J. (2000A). Differential effects on socioeconomic groups of modeling the location of mammography screening clinics using Geographic Information Systems, *Australian and New Zealand Journal of Public Health*, 24(3): 281-6.
- Hyndman, J.C.G., Holman, C.D.J., Dawes, V.P. (2000B). Effect of distance and social disadvantage on the response to invitations to attend mammography screening, *Journal of Medical Screening*, 7(3): 141-145.
- Lapierre, S.D., Verter, V. (2002). Location of Preventive Health Care Facilities, *Annals of Operations Research*, 110: 123-132.
- McLafferty, S.L. (2003). GIS and Health Care, *Annual Review of Public Health*, 24: 25-42.
- McPherson, K., Dixon, M. J. (2000). ABC of Breast Diseases, Breast Cancer-Epidemiology, Risk Factors, and Genetics, *British Medical Journal*, 321:624-628.
- Moore, D. A. and Carpenter, T. E. (1999). Spatial Analytical Methods and Geographic Information Systems: Use in Health Research and Epidemiology, *Epidemiologic Reviews*, 21(2): 143-161.
- Rahman, S., Smith, D. (2000). Use of location-allocation models in health service development planning in developing nations, *European Journal of Operational Research*, 437-452.
- Robert, S. A., Strombom, I., Trentham-Dietz, A., Hampton, J.M., McElroy, J. A., Newcomb, P.A., Remington, P.L. (2004). Socioeconomic Risk Factors for Breast Cancer: Distinguishing Individual and Community-Level Effects, *Epidemiology*, 15(4): 442-450.
- Ross, N., Rosenberg, M., Pross, D. (2008). Siting a Women's Health Facility: a location study of breast cancer screening services in eastern Ontario, *The Canadian Geographer*, 150-161.
- WHO (2006). The Role of Medical Devices and Equipment in Contemporary Health Care Systems and Services.
<http://gis.emro.who.int/HealthSystemObservatory/PDF/TechnicalandDiscussionPapers/The%20role%20of%20medical%20devices%20and%20equipment%20in.pdf>