

מפות לעיוורים

פרופ' נפתלי קדמון

הכרטוגרפיה, שפת המפות, היא לשונו של הגיאוגרף. במחלקה לגיאוגרפיה עוסקים חוקרים בפיתוח מפות לעיוורים, ובכללן מפות אקלים, מפות גיאולוגיות, מפות היסטוריות ומפות תחבורה



פרופ' קדמון: מחשבים עם מדפסות ברייל

הכרטוגרפיה, שפת המפות, היא לשונו של הגיאוגרף. יתרונה של מפה על שפת המלל כפול. ראשית, המפה מתארת את הסובב – לא רק הפיסי, אלא גם החברתי, הכלכלי, הפוליטי וגם ההיסטורי – בצורה ריממדית ואף ריממדית שהיא אנלוגית למציאות שעל פני כדור הארץ, ואילו שפת המלל חדיממדית. שנית: למפה, שלא כטקסט המילולי, אין "נקודת כניסה" קבועה או סדר קריאה מוכתב מראש. משום-כך היא כלי עזר ראשון במעלה הן להתמצאות בשטח (וזה שימושן של המפות הטופוגרפיות ושל מפות-ערים ותכנוניות-מצב אחרות), הן להבנת קשרים מרחביים בין תופעות גיאוגרפיות מוחשיות או עיוניות ואף דמיוניות.

אבל מה יעשה אדם עיוור או מוגבל בראייתו הנזקק לעזרים אלו? בחיי היומיום הוא נקלע למצבים רבים שבהם תוכל מפה מתאימה לסייע לו, או אף למצבים שמהם מפה תוכל לחצו. מאידך גיסא, עיוור שתחומי התעניינותו דומים לאלה של האוכלוסייה בכללה נאלץ כביכול לוותר על העזרים הגרפיים שאדם רואה מסתייע בהם כמעט מדי יום ביומו.

באוניברסיטה העברית רשומים כ־35 סטודנטים עיוורים. אחד מהם, מר עמיחי מגל, לומד במחלקה לגיאוגרפיה לקראת התואר השני. מר מגל הוא "משוגע למפות", ובהדרכת פרופ' נפתלי קדמון הוא חוקר כמה מן הבעיות המיוחדות לעריכת מפות לשימושם של עיוורים. שלא כבארצות מפותחות רבות, כגון גרמניה (המערבית והמזרחית), שוודיה, שוויץ, איטליה, צ'כוסלובקיה, ספרד, בריטניה וארצות הברית, אך בעיקר אוסטרליה, אין בישראל מודעות לצרכים של העיוור ושל מוגבלי ראייה בתחום העזרים הגיאוגרפיים בכלל והכרטוגרפיים בפרט. מערכת החינוך מתעלמת במידה רבה מצרכים אלו, והעיוור יכול לצאת לחיים ולהגיע לאוניברסיטה בלי לדעת מפה

ארצות אחרות והעולם כולו. ואכן זה אחד מנושאי העבודה במחלקה לגיאוגרפיה ועוד דובר בו להלן.

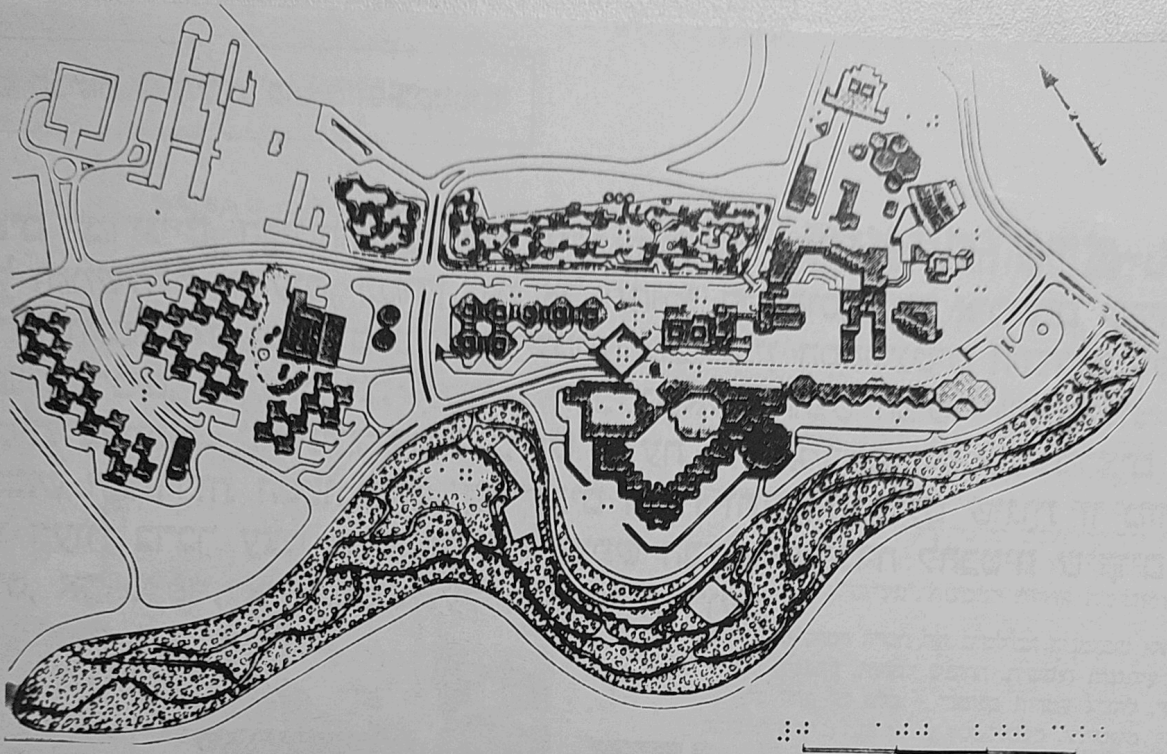
כדור תלת-מימדי במרחב

נושא שני, בעל עניין אוניברסלי הוא: כדור הארץ, כפי ששמו מעיד, גוף ספירואידי דמוי כדור (ושלא כדעה הרווחת בציבור אין הסטייה בקטבים מן הצורה הכדורית האמיתית עולה על 1/600 מקוטרו). אבל מפות יש להדפיס (או, במקרה של מפות לעיוורים, להבליט) על גיליונות שטוחים. שיטה, מתמטית בדרך-כלל, שבעזרתה מעבירים נקודות, קווים וצורות מפניו של כדור הארץ אל מישור המפה, מכונה היטל כרטוגרפי (פרויקציה), וכל מאת ההיטלים הידועים היום, בלי יוצא מן הכלל, גוררים עיוותים במיפוי הצורות שעל פני כדור הארץ – עיוותי מרחקים, עיוותי צורה ועיוותים במידת השטח. ואכן, הגלובוס הוא צורת המיפוי היחידה שאינה כרוכה בעיוותים.

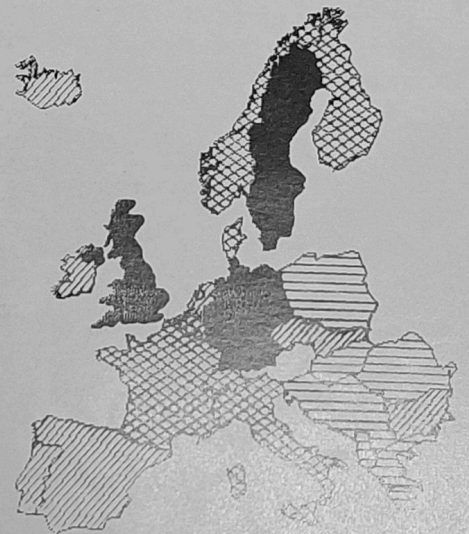
הבעיה קשה פחות במפות של אזורים מוגבלים, אך היא מתעוררת ביתר תוקף במפות של העולם כולו: לא פשוט להסיק מתוך מפות מישוריות, שטוחות, שבמקרים רבים הן אפילו מלבניות בצורתן, על דמותו של כדור הארץ. אבל הבעיה מחריפה במיוחד כאשר מפה, ואפילו היא מפה בולטת, צריכה לשרת את ה"קורא" העיוור. עינו של אדם יכולה להקיף בשדה ראייתה שטח נרחב יחסית ואף לנעו במהירות מאיזור לאיזור, וכך לערוך השוואות מרחביות, ואילו אצבעותיו מוגבלות הרבה יותר ב"שדה ראייתו", וקשה להסיק באמצעותן את השלם מתוך חלקיו. העיוור גם חסר את הראייה הסטיריאוסקופית, המסייעת לאדם הרואה לחוש ממרחק בנפחיותם – בתלת-ממדיותם – של עצמים. כך למשל האדם רואה כדור כצורה נפחית אף שכל עין שהיא לעצמה רואה (אם כי בוויית שונה במקצת) דיסקית שטוחה בלבד. מנגנון הראייה במוח מאחד את שתי הדמויות האלה והאדם רואה כדור תלת-מימדי במרחב. אפילו נדפס זו בצד זו שתי תמונות נפרדות של הכדור ונקפיד שכל עין תתור רק תמונה שטוחה אחת, למשל דרך סטיריאוסקופ, יתקבל הרושם המלא של כדור תלת-מימדי (ודרך אגב, על עיקרון זה מבוסס המיפוי מתצלומי אוויר). כנגד זה מערכת המישוש של אצבעות שתי ידינו, אינה קשורה במנגנון דומה: מישוש שתי תמונות שטוחות לא יספק לנו את תחושת הגוף התלת-ממדי. וזו אחת הבעיות שיש להביא בחשבון כשמכנינים מפות שטוחות לעיוורים אשר על אף מישוריותן, אמורות לספק את תחושת כדוריותה של

מהי. המוצר היחיד שנעשה בתחום זה בישראל הוא אטלס בשם "ישראל במפות לעיוורים" אשר בתחילת שנות השבעים ערך פרופ' קדמון. מר עמיחי מגל, יליד לוב אשר התעורר בנעוריו בשעה שהושלך רמון על קבוצה של נוער יהודי, וכן מרריכו במחלקה לגיאוגרפיה, תומכים בדעה שונה מן הדעה הרווחת בחוגי חינוך בישראל: יש ויש דרך לספק למוגבלי ראייה את הכלים הכרטוגרפיים הדרושים להם, הכוללים מפות-מצב שעשויות להקל על העיוור את תנועתו במרחב. בין אלה נמצא, למשל, את המפה של קמפוס הר הצופים, שמו מגל הפך אותה בעזרת מכשיר תרמוכימי פשוט יחסית ("פיזור"), למפה בולטת, המתבססת על רעיון כתב העיוורים, כתב ברייל המורכב מצירופים שונים של נקודות מובלטות בתוך מטריצה שש-נקודתית קבועה.

ואולם חשוכות לא פחות הן המפות הגיאוגרפיות ה"נושאות", המתארות "כל נושא תחת השמש" שיש לו תפרוסת מרחבית. ודווקא בתחום זה הכרטוגרפיה לעיוורים לוקה בחסר, אפילו בארצות מפותות. מפות אקלים, מפות גיאולוגיות, מפות דמוגרפיות, מפות היסטוריות, מפות תחבורה ומפות של נושאים רבים אחרים, מן הסוג של המפות המופיעות, למשל, באטלס נושאי מקיף כדוגמת האטלס המחקרי הלאומי הגדול, "אטלס ישראל" (שגם בעריכתו היה למחלקה לגיאוגרפיה חלק חשוב), כל אלה כמעט אינן קיימות בגרסה לעיוורים. לפיכך אין בידי תלמיד הלוקה בראייתו כלי עזר נאותים ללימוד הגיאוגרפיה הפיסית והחברתית, הן של ארצנו הן של



מפה מובלטת של קמפוס הר-הצופים, עליה הסברים בכתב ברייל



מפה סטטיסטית ממחושבת של אירופה, עדיין בלא מקרא, שהוכנה לצורך לימודיהם של סטודנטים עיוורים

שבו מובלטים כל הקווים, השטחים והדגמים שבמפה המקורית היו צבועים בשחור, והמפה המובלטת מוכנה. בעתיד בוודאי ילך ויגבר חלקו של המחשב, ובייחוד של המחשב הביתי, בכרטוגרפיה הטקטואלית (TACTUAL CARTOGRAPHY), כלומר בעריכת מפות שנקראות בעזרת חוש המישוש.

ובינתיים גדל והולך בידי מר מגל האוסף של מאות המפות הבולטות עם כתב ברייל. ילדיו תאמיו בני ה-15 מעורבים גם הם ב"שיגעון המפות" של אביהם. □

פרופ' נפתלי קדמון הוא מרצה לכרטוגרפיה בחוג לגיאוגרפיה באוניברסיטה העברית

גרפית מתאימה כגון SAS/GRAPH המקובלת מאוד באוניברסיטה, וכן בעזרת התוכנה המופעלת על-ידי מאגר הנתונים של הפקולטה למדעי החברה, אפשר להכין מפות סטטיסטיות ונושאות אחרות. כך, למשל, אפשר לייצר מפה של המצביעים לרשימה נתונה בבחירות בירושלים, לפי רבעים, ומפה של תפרוסת היהודים בארצות אירופה בשנה נתונה. כיוון שאין העיוור יכול לראות צבעים,

יש להציג את דירוגו של המשתנה במפה ובמקרא באמצעות דגמים גרפיים הנבדלים היטב זה מזה. אחרי עריכת המפה על צג המחשב יש להדפיסה בשחור-על-לבן בתווך וקטורי או במדפסת ליזר, ואף במדפסת סיכות פשוטה, ובשלב זה יש להוסיף את המקרא למפה בכתב ברייל בצורת נקודות שחורות. בשלב הסופי המפה מועתקת בתהליך תרמוכימי אל מיקרוקפסולה, גיליון מיוחד

הארץ. מיה אפוא החילול הכרטוגרפי המתאים ביותר למפת-עולם לעיוורים? זו אחת השאלות שחוקרים מר מגל ופרופ' קדמון. יושברדאש הוועדה למפות למוגבלי ראייה ולעיוורים באיגוד הכרטוגרפי הבינלאומי

(INTERNATIONAL CARTOGRAPHIC ASSOCIATION) כתב לשני החוקרים מישראל שלפי מיטב ידיעתו טרם נחקרה בעיה זו, ושאכן רצוי מאוד לטפל בה.

המחשבים משמשים היום לביצוע שלבי-עבודה רבים בעריכתן של מפות גיאוגרפיות ובביצוען. בעולם כבר קיימים מחשבים עם מדפסות-ברייל וצגים אלפאנומריים מיוחדים לעיוורים, כלומר צגים המציגים אותיות וספרות בלבד, אך לא איוורים של ממש. ניסויים מוצלחים ראשונים לשילוב מחשב בהכנת מפות לעיוורים כבר נעשו במחלקה לגיאוגרפיה בידי פרופ' קדמון. בעזרת תוכנה