

# דרושה מדיניות לתשתית לאומית



פרופ' ארנון בנטור ופרופ' יהודה חיות

צילום: אריאל

אם לא יינקטו בישראל צעדים מידיים לטיפול בתשתיות המדינה, בעוד 20 שנה ישראל תסבול מצפיפות אוכלוסין יתרה, מקושי לנוע בכבישים, מבעיות במי השתייה וכן ממגבלות משמעותיות בניהול הכלכלי - כך עולה מניתוח אמפירי של המצב בארץ, שעשו מיטב החוקרים של ישראל

## פרופ' ארנון בנטור ופרופ' יהודה חיות

כמו בישראל, גידול האוכלוסין הוא אפסי והתחבורה הציבורית ובעיקר המסילתית היא מפותחת ביותר. הפירוש המעשי של נתונים אלו - אם לא יחול שינוי מהותי ב-Modal Split (התפלגות נסיעות בין אמצעי ההובלה) לטובת התחבורה הציבורית במדינה - יהיה צורך בהכפלת מערכת הכבישים. במדינה קטנה וצפופה כמו ישראל, שבה המשאב הקרקעי קטן והולך, בעיקר באזורים המטרופוליניים, תסריט כזה איננו יכול להתממש, הן בשל ההיבטים הפיזיים והן בשל ההשלכות הסביבתיות. מגבלה זו מודגשת ביתר שאת כאשר מבודדים את הצפיפות בישראל ללא הנגב. לפיכך, אין ברירה אלא להשקיע את מרב המאמצים והאמצעים בפיתוח מערכות הסעה ציבוריות ולראות כחזון מנחה לשנת 2028 יעד של 50% מהנסיעות למרכזי הערים הגדולות, שיעשה באמצעי תחבורה ציבורית מלווה בהגדלת הצפיפות במרכזים בפריפריה סביב מרכזי התחבורה המסילתית.

ב עוד 20 שנה, יתגוררו במדינת ישראל, יותר מ-9 מיליון איש, כך עולה מתחזיות האוכלוסין של הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה. כיום נעות על כבישי ישראל 2.2 מיליון מכוניות, ובשנת 2028 צפויות לנוע בכבישי הארץ 4 מיליון מכוניות. רמת המינוע בישראל כיום, עומדת על כ-300 כלי רכב ל-1,000 תושבים, והיא נמוכה בכ-50% מרמת המינוע במדינות המפותחות. בהנחה שקצב הצמיחה הכלכלית של ישראל יעמוד על כ-6% לשנה, בעוד 20 שנה צפוי המשק לעלות לרמת רוויה של בין 400-500 כלי רכב לפחות, ואומדן הגידול בנסועה (קילומטראז') יכפיל את עצמו. כבר היום, צפיפות כלי הרכב בכבישים הארציים היא מהגבוהות בעולם - 115 כלי רכב לק"מ כביש. אם נשווה את ישראל למדינות קטנות וצפופות אוכלוסייה באירופה, כגון הולנד ובלגיה, נראה כי הפער הוא עצום כבר היום. בבלגיה נעים בממוצע 39 כלי רכב לק"מ כביש ובהולנד 70. יודגש, כי בארצות אלו, שלא

אין ברירה אלא להשקיע את מרב האמצעים בפיתוח מערכות הסעה ציבוריות ולראות כחזון מנחה לשנת 2028 יעד של 50% מהנסיעות למרכזי הערים הגדולות, שיעשו באמצעי תחבורה ציבורית מלווה בהגדלת הצפיפות במרכזים בפריפריה סביב מרכזי התחבורה המסילתית



## אנרגיה: נדרשות תוכניות מרחיקות לכת

גם בתחום האנרגיה לא חסרות בעיות. צריכת החשמל בתחזית של צמיחה מואצת צפויה להגיע לשיא ביקוש שנתי של 25 מגהוואט לעומת רמת ביקוש שיא נוכחי של פחות מ-10 מגהוואט. התכנון להגדלת יצור החשמל עד שנת 2028 הוא במסגרת חמשת האתרים הקיימים של חברת חשמל לאורך החוף בנוסף ל-33 יחידות המונעות בגז טבעי בטכנולוגיות שונות הפועלות ומתוכננות בכל הארץ.

נראה, כי ישראל תצטרף למגמה העולמית לנסות ולפתח מקורות אנרגיה חלופיים, בעיקר בתחום האנרגיה המתחדשת, אם בשל מחירו הגבוה של הדלק הפוסילי ואם עקב הידוק הפיקוח על פליטת גזי חממה. עם זאת, על בסיס הידוע היום, בשני העשורים הבאים, גם אם יהיו פיתוחים חדשים, תפוקתם תהיה קטנה מכדי להחליף באופן מהותי את מקורות האנרגיה הרומינגטיים כיום. לכן יידרשו תוכניות מרחיקות לכת למדיניות ולפיתוח של טכנולוגיות לחיסכון באנרגיה בקנה מידה גדול בהרבה מהקיים כיום.

## נמלי הים: עומס של 9.7 מיליון מכולות

בתחום נמלי הים, עלפי תחזיות תוכנית האב של חברת נמלי ישראל לשנת 2030, צפויות לפקוד את נמלי ישראל 9.7 מיליון מכולות (TEU), לעומת 2 מיליון מכולות בשנת 2007. הגידול מחייב בניית מסופים בנמלי חיפה ואשדוד מעבר לשטח הקיים היום, אבל לא ניתן להתעלם מקונפליקטים תכנוניים מורכבים: בנמל חיפה קונפליקט עם מתחם תחנת הכוח הנמצאת כלב הנמל ועם חוות המכלים וחופי חיפה הצפוניים; ובנמל אשדוד קונפליקטים התכנוניים הם עם תחנת הכוח אשכול ותחנת הכוח רוג'ווין, שמורת טבע ושטח צבאי מצפון לנמל. בנוגע לתחזית הנוסעים בדרך האוויר, גם היא תהיה

מעבר לקיבולת של נתב"ג ויהיה צורך בנמל תעופה בינלאומי נוסף. מיקומו המדויק נמצא עתה בבריקה. שיקולים אלה ודומים להם היו מרכיב חשוב בבניית תוכנית "ישראל 2028 - חזון ואסטרטגיה שהובילו אלי הורביץ ודוד ברודט אשר במסגרתו גובשו פרקים מרכזיים במוסד שמואל נאמן בטכניון, בתחום של פיתוח התשתיות הפיזיות כאחד ממנועי הצמיחה להשגת יעדים בתחום הכלכלה ואיכות החיים בשני העשורים הקרובים.

## צמצום פערים: ע"י הגדלת כוח העבודה

במסגרת פרויקט ישראל 2028 הוצגו חזון ותוכנית לאסטרטגיה לאומית לצמיחה כלכלית ולצמצום פערים תוך כדי גיוס כל חלקי החברה הישראלית ושיתופה בהתמודדות עם האתגרים. התוכנית שגובשה מציבה חזון אשר תמציתו הוא:

- מדינת ישראל תהיה אחת מעשר-חמש עשרה המדינות המפותחות בעולם במונחים של הכנסה לנפש, תפעל לטובת כל אזרחיה, למען איכות החיים ועתיד הדור הצעיר.

- תתקיים בישראל חברה פתוחה ונאורה שכלכלתה חופשית, מאוזנת והוגנת הנשענת על יכולתה התרבותית, המדעית-טכנולוגית, על עושר ההון האנושי, על חדשנות ויוזמות.

- המדינה תשיג כל זאת בשיתוף כל מגזריה, תוך שמירה על ערכיה וחיוק דמותה של ישראל בעיני אזרחיה, שותפיה בעולם והעם היהודי.

התוכנית נועדה להתמודד עם קשיים המאפיינים את המשק הישראלי ואת החברה הישראלית, אשר הכוללים בהם כבד האזרחי הם: משק מקוטב עם פערי הכנסות גבוהים, שיעור צמיחה נמוך יחסית אשר אינו מאפשר לסגור פערים עם המדינות המובילות בעולם ברמת החיים והשוויון, ושיעור השתתפות נמוך בכוח העבודה (כ-55%) שהוא מן הנמוכים בעולם המערבי. לא ניתן



כדי לספק את הביקושים הצפויים במדינה מעתה עד לשנת 2028, ולהבטיח תשתית אשר תענה על הצרכים מבחינת איכות החיים וצמיחה כלכלית, יש צורך בגידול בכמות התשתיות בהיקפים שהם פי 3-5 מאלה המצויים היום. זהו גידול שהוא גדול לאין שיעור יותר מהגידול באוכלוסייה ובתוצר לנפש, כפי שניתן לראות מאיור 2. לכן תסריט של "עסקים כרגיל" שמשמעותו פיתוח ברמה המקובלת היום - בתחומים של תשתיות התחבורה היבשתית, נמלי הים, אספקת אנרגיה, מים וטיפול בפסולת תעשייתית - יהווה חסם לצמיחה כלכלית של המשק. קצב ואופן ההתנהלות של תהליכי הפיתוח בענפי התשתיות על-פי תסריט זה לא יביא פתרונות לגידול החזוי בביקושים ובמיוחד באתגרים שהוצבו לפיתוח כלכלי עבור המשק והחברה הישראלית ל-20 השנים הבאות.

לצמצם את הפערים עם המדינות המערביות ללא הגרלה משמעותית בשיעור ההשתתפות בכוח העבודה של האוכלוסייה הבוגרת. כדי להשיג את היעדים יש צורך בטיפול במספר תחומי תשתית הכוללים את החינוך הציבורי, ההשכלה הגבוהה והמחקר, הממשל והשירות הציבורי ורמת התשתיות הפיזיות ואיכות הסביבה.

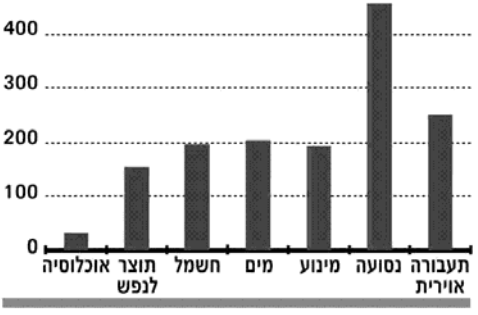
### תשתיות פיטות: חסם למנוע צמיחה

תשתיות מפותחות הן תנאי הכרחי לקיומו של משק מודרני. תכנון אסטרטגי של פיתוח התשתיות הוא חיוני הן בשל פרקי הזמן הארוכים יחסית הכרוכים בתכנון, בתהליך קבלת האישורים, במימון ובביצוע, והן בשל הצורך בזיהוי ובשמירת אופציות לפיתוח ארוך טווח ושמירה על זכויות הדורות הבאים. תחום התשתיות הוא תחום כלכלי גדול בפני עצמו. רק ענף התחבורה היבשתית לבדו, באיחוד האירופי לדוגמה, מקיף כ-8% מהתעסוקה ביבשת ואחראי ל-11.5% מהתמ"ג.

להבדיל ממרבית המדינות המפותחות בעולם, לישראל יש מספר מאפיינים המייחדים אותה, ואשר להם זיקה ישירה לחלק מענפי התשתיות. ראשית, ישראל היא אחת המדינות המפותחות הבודדות, שבהן אחוז הגידול של האוכלוסייה הוא גבוה יחסית. זאת, לעומת קפאון דמוגרפי במרבית המדינות המפותחות. עלייה זו מוסיפה אתגר גדול, הנובע מהצורך להגדיל ולהוסיף תשתיות ולא רק לשפר את התשתיות הקיימות. שנית, ישראל היא מדינה בעלת שטח פיזי קטן, בצפיפות אוכלוסייה גבוהה. היבטים אלה באים לידי ביטוי באיור 1, הממחיש את השילוב של קצב גידול אוכלוסייה גבוה וצפיפות גבוהה. לכן, לפיתוח תשתיות יש השפעה ישירה על איכות החיים ועל השמירה של ערכים סביבתיים.

### איור 2

גידול יחסי באוכלוסייה, תוצר לנפש והיקף תשתיות הנדרשות לתמיכה בצמיחה

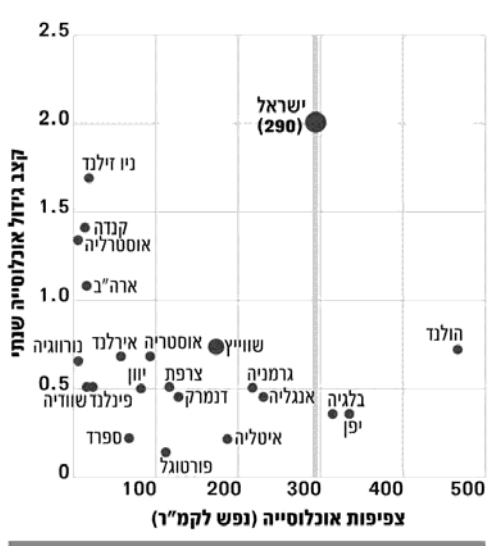


את המשמעות של חסם לצמיחה כלכלית מצד אחד, ולהידרדרות באיכות החיים והסביבה מצד שני, ניתן להמחיש כאשר מנתחים לעומק את תחומי התשתיות העיקריים שהם תחבורה, אנרגיה, מים, איכות הסביבה והנגזרות של משאבי קרקע. הלחץ הגובר של התשתיות על משאב הקרקע וההיבטים של איכות החיים והסביבה היו בין המניעים לפיתוח תוכנית העתיד לישראל "ישראל 2020" אשר על בסיסה קודמה ואושרה תוכנית מתאר ארצית תמ"א 35, המטפלת בפריסה של המרכזים העירוניים בישראל, תשתיות לאומיות ושטחים פתוחים. השיקול של צמיחה כלכלית תוך דגש על יצירת תנאים לשיתוף מרבי של כל האוכלוסייה במעגל התעסוקה והצמיחה, כבסיס לשוויון ולחיווק חברתי, הובאו בחשבון בגיבוש התוכנית והצרכים לפיתוח תשתיות.

בהקשר זה, ראוי להדגיש את ההערכות המקורי כלכליות שהוזכרו בפתחת המאמר כי להשגת יעדי הצמיחה הכלכלית ולסגירת פערים בין ישראל והמדינות המתקדמות ביותר בעולם, הכרחי להגדיל

### איור 1

צפיפות אוכלוסין וקצב גידול



החוף כגון נמלים. עד 2028, הפיתוח בייצור לא יחרוג מתחנות החוף הפועלות כיום, אך מעבר לשנה זו ידרשו פתרונות אחרים.

ישראל החלה בשנים האחרונות לקדם את הבטחת אספקת המים באמצעות התפלת מי ים. יש לזכור עם זאת, כי מערכת התפלת המים היא תעשייה מזהמת מבחינת הישענותה על אנרגיה ופליטת גזי חממה. בתסריט הסביר שבו ישראל שותפה למגמה הגלובלית לשימור המאון הכולל של פליטת גזי חממה ברמת המדינה, תהליך ההתפלה ייאלץ להתחרות ברכב הפרטי, בתעשייה או בהסקה הביתית, ואין לראות אותו כאמצעי הספקה של מים המוגבל על-ידי שקולי עלות בלבד.

הצורך בתשתיות בהיקפים אלה מצד אחד, והאילווצים הסביבתיים והפיסיים מצד שני, מחייבים היום גישות חדשות וחדשניות הן בתחום התכנון והן בתחום הטכנולוגי כדי להביא לאינטגרציה. זאת, תוך שמביאים בחשבון השפעות גומלין וצורך לסניגריה בין ארבעה גורמים עיקריים:

- תפקוד מעולה של התשתיות
- איכות חיים
- הגנה על הסביבה

- בטיחות וביטחון – איומים טבעיים ומעשה ידי אדם בישראל יש היום את הצורך בגישות חדשניות אלה, ויש במדינה גם את ההון האנושי היכול לפעול לייוזם, לתכנון, לביצוע ולקידום טכנולוגי-מחקרי בכל תחומי התשתיות הנדרשים. על רקע הצרכים המיוחדים והיכולות, ניתן, בפעולה מושכלת, לממש את פיתוח התשתיות הפיסיות הנדרשות להבטחת הצמיחה ואיכות הסביבה, ובו בזמן לממש באמצעותן פיתוח של טכנולוגיות חדשניות אשר לאחר יישומן בארץ יוכלו להוות בסיס לתעשייה עתירת ידע לייצוא טכנולוגיות של תשתית וסביבה. תעשיית טכנולוגיות המים התופסת היום תאוצה יכולה לשמש כמודל. אם לא יינקטו הצעדים המתאימים, בעוד 20 שנה יהיה לנו קשה לנוע, לשתות, ולנהל כלכלה נאורה במדינה. ●

**פרופ' ארנון בנטור** הוא דיקן הפקולטה להנדסה אזרחית וסביבתית בטכניון  
**פרופ' יהודה חיות** הוא חוקר בכיר במוסד  
**שמואל נאמן** בטכניון

את מעגל המועסקים בישראל, לרמה המקובלת במדינות מערב מתקדמות. תשתיות, במיוחד תשתיות תחבורה מהוות כוח מניע חשוב שיאפשר שינוי כזה. קיימות השפעות גומלין בין מרכיבי התשתיות השונים. קיימת לדוגמה אינטראקציה ברורה בין תחבורה לסביבה. גידול במספר המכוניות הפרטיות והגדלת הנסועה גורמים להגדלת ה"עלויות החיצוניות" בגין נזק לסביבה, גודש ותאונות דרכים המגדילים את "העלות החברתית" (Social Cost) היכולה להגיע ל-4% מהתמ"ג. כלי רכב מוטוריים הם ה"תורמים" העיקריים לזיהום האוויר והם אחראיים, על-פי משרד התחבורה האמריקני,

ל-70% של פליטות פחמן חד-חמצני (CO<sub>2</sub>), ל-33% מהגורמים היוצרים את האוזון (O<sub>3</sub>), ל-50% מתחמוצות החנקן (NO<sub>x</sub>) ול-21% מהחלקיקים המרחפים (Suspended Particulates).

למרות הירידה המשמעותית בפליטת מזהמים שניתן לצפות שתושג בכלי רכב אחרי שיפור המנועים והכנסת ממירים קטליטיים, צפויה עלייה בפליטת המזהמים הכוללת, עקב הגידול במספר כלי הרכב. בארץ חלה גם עלייה בגודל נפח המנוע המגבירה את הנזק הסביבתי. קשה להעריך עדיין את קצב חדירת הרכב החשמלי והשפעתו על סך כל ההשלכות הסביבתיות.

גם בתוך תחום התחבורה קיימת תלות הדדית ברמת הפיתוח בין אמצעי הובלה שונים. הצורך להגדיל את נתח הנוסעים בתחבורה הציבורית והעדפתו על התחבורה הפרטית חייב להשליך על העדיפות בפיתוח תחבורה מסילתית (רכבות קלות ורכבות קונבנציונליות) על חשבון פיתוח כבישים, לפחות באזורים המטרופוליטניים.

### קונפליקטים תכנוניים וטיפול לקוי

בתחום האנרגיה ההשלכות ההדדיות על נושא הסביבה מתמקרות בשלושה צירים.

- א. המקורות:** המדיניות הנדרשת היא בהחלפת מקורות אנרגיה מזהמים במקורות יותר ידידותיים לסביבה. התכנון למעבר בתחנת הכוח בחיפה לגז טבעי הוא דוגמה אחת. השימוש באנרגיות מתחדשות הוא בראשית דרכו בארץ ונראה שללא התערבות ממשלתית, מרכיב זה כמקור אנרגיה יישאר צנוע בשני העשורים הקרובים.
- ב. ניהול הפחתת ביקושים:** הפוטנציאל לחיסכון הוא גדול, אך נושא זה כמעט לא זכה לטיפול.

**ג. פיזור תחנות הכוח:** ריכוז תחנות הכוח ליד החוף מכביד על רצועת החוף של המדינה ויוצר קונפליקטים תכנוניים עם שימושי קרקע הדרושים מגע ישיר עם



תשתיות מפותחות הן תנאי הכרחי לקיומו של משק מודרני. תכנון אסטרטגי של פיתוח התשתיות הוא חיוני הן בשל פרקי הזמן הארוכים יחסית הכרוכים בתכנון, בתהליך קבלת האישורים, במימון ובביצוע, והן בשל הצורך בזיהוי ובשמירת אופציות לפיתוח ארוך טווח ושמירה על זכויות הדורות הבאים

