

לבחינת המבנים; כל אלה הם רק דוגמאות. כדי להתגבר על חסמים אלה חשוב לבחון את השימוש בכלים שונים, ובהם כלים כלכליים ומימוניים, לצד צעדי רגולציה מחייבים. השר להגנת הסביבה, ח"כ עמיר פרץ, כבר הודיע כי הוא רואה בקידום הבנייה הירוקה יעד מרכזי, הן באמצעות הגדלת ההיצע הן באמצעות מתן כלים לציבור הרוכשים לדעת אם הקבלן מציע להם דירה ירוקה באמת, או שהוא מציע דירה מתיירקקת שמתחזה לדירה ירוקה. לצד צעדים אלה, בוחן המשרד בימים אלה שימוש בכלים כגון הקמת קרן מחזורית למימון תוספת העלות לבנייה ירוקה, סבסוד משכנתאות ירוקות, הפנמת התועלת מבנייה ירוקה בפרמיית הביטוח של מבנים וכדומה.

ככל שבנייה ירוקה תיעשה נוהג מקובל ונפוץ יותר, כך תחול ירידה בעלויות במרבית מהמשתנים הקשורים בה. הניסיון מהעולם מראה שמדובר בדינמיקה המזינה את עצמה, לאחר שחבלי הלידה של תחילת היישום וההטמעה יחלפו. למרות החשיבות של הכדאיות הכלכלית בבנייה הירוקה כגורם מכריע בשיקול הבנייה, יש להדגיש כי במדינות רבות בעולם מקודמת בנייה ירוקה מטעמי שמירה על משאבי העולם לדורות הבאים. התועלת הכלכלית מבנייה ירוקה מקלה על קידום התחום, ומגשרת על חסמי התפיסה וההתנהלות המקובלים, ובכך מסייעת להגביר את רווחת הפרט והמשק תוך הכללת תועלת סביבתית, חברתית ובריאותית.

לרכיבים אלה צפויה להעלות את התועלת מבנייה ירוקה ולהפוך את הבנייה הירוקה לכדאית עוד יותר. בניתוח ברמת המשק, שמתייחסים בו גם לתועלת הסביבתית של הפחתת פליטות גזי חממה אבל מנכים את רכיב המס, כל עוד תוספת העלות הנדרשת לבנייה הירוקה אינה עולה על 3.67%, נוצרת תועלת כלכלית למשק הלאומי כתוצאה מהקמת מבני מגורים ירוקים.

הוספת תועלת מסוגים אחרים כגון עליית ערך הנכס, זמן מקוצר של "ישיבה על המדף" של נכסים ותועלת פיריון ובריאות (הנבדקת בימים אלה על-ידי המשרד להגנת הסביבה), תחזק את הכדאיות הכלכלית של הבנייה הירוקה לעומת בנייה קונבנציונלית. אם כן, מדוע על אף כדאיות כלכלית זו עדיין לא רואים שטף של בנייה ירוקה בישראל?

ובכן, חשוב להבהיר כי כבר כיום נעשים צעדים משמעותיים לאימוץ עקרונות הבנייה הירוקה - חברות בנייה הבונות על פי התקן לבנייה ירוקה, רשויות מקומיות המחייבות עמידה בתקן לסוגי מבנים שונים (כדוגמת תל-אביב, הרצליה ורעננה), גופים ממשלתיים שהטמיעו את הנושא בנהלים או בדרישות שלהם. יחד עם התעוררת הבנייה הירוקה בארץ, ישנו עדיין מספר לא קטן של חסמי שוק מצד גורמים פרטיים ומסחריים, המעכבים יישום רחב היקף של בנייה ירוקה: תפיסות מוטעות וחוסר ידע בקרב מקבלי החלטות - נושא שנחקר גם בחו"ל, ונמצא כי הוא אחד החסמים המרכזיים בתחום; מיעוט כוח אדם מיומן; חוסר היכרות של מערכות התכנון ברשויות; שוק קטן של גופי התעדה

כדאיות כלכלית של בנייה ירוקה בישראל

יצחק מאיר ומשה שוורץ

המחלקה לאדם במדבר - המכוניס לחקר המדבר
ע"ש י. בלאושטיין, אוניברסיטת בן-גוריון בנגב
sakis@bgu.ac.il

הוכחת הכדאיות הכלכלית קריטית לקידומה של הבנייה הירוקה. עם זאת, קביעת הכדאיות מורכבת, מאחר שיש מעט בניינים ירוקים בארץ המאפשרים בדיקה בפועל של מדגם סטטיסטי, וקשה להסתמך על מחקרים ממדינות אחרות.

ממחקרנו על הרכיבים בכדאיות הכלכלית של הבנייה הירוקה, למדנו כי חלק מהחלטות התכנון הנדרשות אינן מצריכות עלויות נוספות^[2]. כאלה הן ההחלטות על מיקום הפרויקט במגרש, על

האוריינטציה - ביחס לשמש ולרוחות - של החזיתות ושל הפתחים שבהן, ועל התייחסות המיקום והנפח של הבניין לבניינים השכנים שעלולים להצל עליו בחורף (פגיעה בזכויות שמש) או למנוע ממנו נגישות לרוחות ליליות בקיץ (פגיעה בזכויות רוח). התקן הישראלי 5281 לבנייה בת-קיימא (בנייה ירוקה) מתייחס גם לתכנון מול תוואי הקרקע הטבעי, לאי-הפרת זרימת נגר ולנקודות נוספות, שהתעלמות מהן עלולה לייקר את עלויות ההקמה והאחזקה של הבניין.

בעלויות הבנייה הירוקה יש רכיבים המתחייבים מהחוק, אבל החוק אינו נאכף או שהרף הנדרש בו נמוך. לדוגמה, התקן הישראלי לבידוד תרמי של בניינים (ת"י 1045) קובע את הערכים המזעריים. שיפור הבידוד לבידוד מיטבי כרוך בהוספת חומר בידוד, שעלותו זניחה יחסית לסך כל העלות של יחידת דיור או בניין משרדים. לדוגמה, עלות הבידוד לדירת שיכון משנות ה-60 באזור השפלה עשויה להסתכם ב־1,500-3,400 ש"ח, זאת כדי להגיע לתפקוד מיטבי מבחינה אקלימית. זמן החזר העלות ביחס לחיסכון בעלויות האנרגיה (מחושב לפי תעריפי החשמל בשנת

לסיכום, עבודות ראשוניות שנעשו בארץ בחישוב עלות-תועלת של בנייה ירוקה הגיעו למסקנות שדומות לאלה שנמצאו במחקרים מקבילים בחו"ל: העלות הנוספת של הבנייה הירוקה לעומת הבנייה השכיחה כיום נעה סביב 0-10%, בכפוף לגודל הבניין ולרמת הגימור [1, 3]. מנגד, החיסכון באנרגיה שתאפשר הבנייה הירוקה, וכן השיפור בנוחות התרמית, באיכות הסביבה התוך-מבנית ובאיכות הסביבה הכלל-ארצית, יצדיקו ברמה הלאומית את תוספת העלויות שתידרש. העלויות החיצוניות הגבוהות מצדיקות מתן תמריצים כלכליים מצד המדינה, שיחזירו את עצמם בעיקר דרך שיפור איכות החיים, אך גם מבחינה כלכלית. יתרה מכך, שכיחות עולה של אירועי אקלים חריגים והעלייה במחירי האנרגיה, הופכות את הבנייה הירוקה לחיונית לקבוצות מוחלשות כלכלית, ואל למדינה להתעלם מכך.

מקורות

- [1] גבאי ה. 2011. בנייה ירוקה של מבני ציבור משרדיים בישראל: ניתוח עלות תועלת (עבודת גמר לתואר מוסמך). תל-אביב: אוניברסיטת תל-אביב.
- [2] פרלמוטר ד, אראל א, מאיר י, עציני י ורופא י. 2010. המדריך לבנייה ביר אקלימית בישראל. היחידה לאדריכלות ובינוי ערים במדבר, המכונים לחקר המדבר, אוניברסיטת בן-גוריון בנגב; משרד התשתיות הלאומיות, אגף מ"פ. www.bgu.ac.il/CDAUP/guidebook.pdf.
- [3] קוטח וכו"ץ ד. 2013. עלויות בנייה ירוקה בבנייני מגורים בישראל. תל-אביב: המועצה הישראלית לבנייה ירוקה.
- [4] קסלר א. 2011. האם יכול להיות לבניינים האפורים עתיד ירוק? מחקר על ייעול אנרגטי של בנייני מגורים קיימים בבאר שבע (עבודת גמר לתואר מוסמך). באר שבע: אוניברסיטת בן-גוריון בנגב.
- [5] Fisk W and Rosenfeld A. 1997. Estimates of improved productivity and health from better indoor environments. *Indoor Air* 7:158-172.



אנרגיית השמש שמייצר הבניין נאצרת במכלי מים חמים. קירור המים באמצעות צינת הלילה מאפשר את קירור המבנה ביום | צילום באדיבות סולאר דקטולון ישראל

2010) מסתכם בשנתיים עד חמש שנים [3]. מחקרים אחרים אומדים את עלות הבידוד בסכומים גבוהים יותר (7,000 ₪ לדירה ויותר), אך מתייחסים לדירות גדולות יותר, בעלות שטח מעטפת גדול יותר [4]. בניינים רבים (לרבות מאות אלפי דירות שיוון) נבנו עד שנות ה-80, ואף לאחר מכן, ללא בידוד. מחקרים הראו כי בהשקעה מזערית ניתן לבדוד את המעטפת שלהם ובכך לצמצם את צריכת האנרגיה בהם, וכך ההשקעה תוחזר בפרק זמן קצר של 5-10 שנים, כתלות באזור האקלים שהבניין נמצא בו. כך גם תשופר איכות הסביבה התוך-מבנית, ויוארך משך השימוש בבניינים. עלות שיפור התכונות התרמיות, האנרגטיות או האקלימיות של המבנה עצמו תוזל, אם שיפור תכונותיו אלה ישולב עם הוספת ממ"דים ועם חיזוק המבנה על פי דרישות תמ"א 38. למשתנים אלה נוספים גם ייעול התאורה המלאכותית (במיוחד בבנייני משרדים, מסחר, חינוך וציבור, אך גם בבנייני מגורים) וכן ייעול מערכות מקניות וחשמליות, לרבות מערכות מיזוג האוויר.

קבוצת משתנים נוספת כוללת נושאים שנחקרים בארץ ממש בימים אלה, ובכללם האנרגיה הגלומה בחומרי הבניין, כלומר האנרגיה המושקעת בהפקת חומרי הגלם, בעיבודם ובהפיכתם למוצרי בנייה, בהובלתם ובשילובם בבניינים, ולבסוף בשימוש מחדש בהם או במחזור שלהם. על השימוש בחומרים עתירי אנרגיה (כגון מלט ובטון, פלדה ואלומיניום) להיות מושכל יותר מכפי שהוא כיום. דרך אחת להפחתת האנרגיה הגלומה בבניינים היא השימוש בחומרים במצב שקרוב יותר למצבם הטבעי, כגון שימוש באבן במקום במוצרי בטון לריצוף ולחיפוי. צמצום האנרגיה משליך על בריאות הציבור: פחות צריכת אנרגיה - פחות ייצור אנרגיה - פחות פליטות.

קבוצת המשתנים האחרונה מתייחסת לאיכות הסביבה התוך-מבנית, ואומדן השלכותיה מסובך. קבוצה זו מושפעת משימוש בחומרי גמר שכיחים ביותר, אך לא ירוקים - כגון צבעים, דבקים וציפויים שמפיצים גזים רעילים וחלקיקים נשימים. השלכותיהם של אלה על בריאות הציבור קשות, אך גם קשות לחישוב. הן נתפסות כעלויות חיצוניות (externalities): תחלואה, היעדרות מעבודה ומלימודים, תפוקה ירודה. מחקרים מארה"ב ומאירופה מעריכים עלויות אלה (ומן הסתם גם את התועלת מתיקון המצב) במיליארדי דולרים לשנה לכל מדינה. כך, בארה"ב - הפוטנציאל השנתי בהגברת התפוקה כתוצאה מהפחתת זיהומי המערכת הנשימתית עשוי להגיע לכדי 7-23 מיליארד דולר, צמצום תסמונת הבניין החולה עשוי להביא לחיסכון או לרווח בשווי 10-20 מיליארד דולר, שיפור הסביבה התוך-מבנית עשוי לשפר את היעילות בעבודה, וההשלכות הכלכליות של שיפור זה מחושבות לכדי 12-125 מיליארד דולר [5].