

## ללכת בלי (דוד חימום), להרגיש עם (מים חמים) מאת ד"ר טום הרמן

מחקר שנערך לאחרונה על ידי מרכז המחקר של התאחדות קבלני הבניין בארה"ב (NAHB) מראה שהצריכה הממוצעת של מים חמים בבתים בארה"ב היא כ-235 ליטרים ליום או 85,682 ליטרים לשנה (1). קיימות הרבה אפשרויות לחמם מים אלה באמצעות מערכות חימום שונות. מערכות החימום הללו משמשות להעלאת טמפרטורת המים הנכנסים כך שיגיעו ל-49 מעלות צלזיוס ביציאה לברז המים החמים. לב המערכת הוא אמצעי החימום שיכול להיות גז, אנרגיה סולארית, חשמל או אמצעי אחר.

מאמר זה מתמקד במחממי המים ההופכים ליותר ויותר נפוצים ואשר נודעו בעבר בשמות: "מחמם-מהיר", "מחמם-לפי-דרישה", או "מחמם-ללא-דוד". למרות שקיימים מחממים כאלה המופעלים בגז נתייחס רק למחממים חשמליים. לאחר הגדרתם של מחממים אלה יתוארו שימושיהם וביצועיהם השונים. לאחר מכן הם יושוו לדודי החימום הרגילים תוך ציון היתרונות והחסרונות.

### הגדרות

מספר מכשירים לחימום מים פותחו כתחליף או כמערכת תומכת לדוד חימום המים, מכשירים אשר מגיבים רק כאשר ברז המים החמים נפתח. למרות ש"מחממים-מהירים" או "מחממים-ללא-דוד" אינם בדיוק כשם, נשתמש בכינויים נפוצים אלה במאמר זה. מחממים אלה מכונים "ללא דוד" מאחר והם מאופיינים במיכל בעל נפח מאד קטן, בדרך כלל פחות מ-4 ליטר מים. יכולתם לחמם את המים במהירות גבוהה, משניות בודדות עד 30 שניות תוך כדי זרימה, הביאה לשם "מחמם-מהיר". ניתן לאפיין את המחממים המהירים לפי השימושים להם תוכננו. מכשירים המחוברים לברז אחד בלבד מכונים "מחממי-נקודה". מחממי נקודה נפוצים באירופה ואסיה. מחמם בעל עוצמה גדולה יותר יכול לספק את צרכי המים החמים של בית שלם והוא מכונה "מחמם-כלל-ביתי". מאמר זה בוחן בעיקר מחממים כלל ביתיים חשמליים המותקנים בארה"ב ובקנדה. המחממים עושים שימוש בגופי חימום הנמצאים בתאי זרימת המים לצורך חימום. בתמונה מספר 1 מוצג מחמם-ללא-דוד המותאם לצרכי חימום מים של דירה שלמה. גודלו של מכשיר זה הוא כגודלה של מזוודה גדולה ומשקלו כ-10 ק"ג. כניסת המים הקרים היא מימין ויציאת המים החמים היא משמאל. החיבור לחשמל אינו מופיע בתמונה.



## שימושים

למחממים-ללא-דוד שימושים שונים במקומות בהם דרושים מים חמים לצרכים ביתיים כגון שטיפה ורחצה וכן לצרכי חימום הבית. עבור בתים מסוימים, מחמם-ללא-דוד בהספק המתאים יכול לענות על כל צרכי חימום המים. מתקנים ביתיים בעלי צריכת מים חמים גבוהה עשויה לאלץ התקנתם של מספר מחממים-ללא-דוד או שילוב של מחמם-ללא-דוד עם דוד חימום רגיל. תכנון אחר של מערכת חימום מים ביתית הוא שילוב של מחמם-ללא-דוד עם מערכת חימום מים סולארית בכדי להבטיח זמינות של מים חמים גם כאשר אנרגיה סולארית אינה זמינה לחימום המים.

מחמם-ללא-דוד הוא אידיאלי לחימום על ידי סחרור המים במערכת סגורה לצורך חימום חדרי הבית. החום מועבר על ידי זרימת המים החמים בצינורות תת רצפתיים או במחליפי חום (רדיאטורים). גופים מסחריים רבים התקינו מחמם-ללא-דוד לחיסכון במים ובאנרגיה. חנויות, רשתות מזון מהיר ומספרות הם מקומות אופייניים שעשויים להרוויח ממחמם-ללא-דוד.

בתי אירוח הם מקומות טובים לשימוש במחמם-ללא-דוד מאחר והמחממים צורכים חשמל לחימום המים רק כאשר משתמשים במים חמים. כאשר בית האירוח מאוכלס לסירוגין, המחמם-ללא-דוד הופך בחירה טובה מאחר והוא חוסך אנרגיה ועם זאת מספק מים חמים מיד לפי דרישה.

## ביצועים

יש לבחון שני מפרטים שונים בכדי לקבוע את דירוג המחמם-ללא-דוד כך שיתאים בביצועיו לצרכים של חימום מים ביתי. הראשון, הוא עליית הטמפרטורה הדרושה ביחס לטמפרטורת המים בכניסה למכשיר. המפרט השני הוא ספיקת המים החמים הצפויה בליטר לדקה.

לדוגמה, אם טמפרטורת המים הנמוכה ביותר בכניסה למכשיר היא 14 מעלות צלזיוס וטמפרטורת המים החמים הדרושה היא 49 מעלות צלזיוס, הרי שמחמם המים אמור לספק עליית טמפרטורה של

35 מעלות צלזיוס. ספיקת המים החמים בפועל יכולה להשתנות באופן משמעותי במקרה בו מספר ברזים פתוחים באותו זמן. ספיקת המים החמים הנומינאלית בבית בעל צריכת מים חמים ממוצעת תהיה כ- 12 ליטרים בדקה. עם זאת, מקלחונים בעלי מספר ראשים או אמבטיות ג'קוזי עשויות להזדקק לספיקת מים גבוה יותר משמעותית.

דאגתם העיקרית של קבלנים, מתקינים ומפקחי בניה צריכה להיות שדירוג מחמם המים ומערכת החשמל מתאימים לצורך ביצוע ההתקנה. מאחר ומחממים-ללא-דוד הם למעשה ללא כל קיבולת מים וחימום המים נעשה רק כאשר ישנה זרימת מים, גודל גופי החימום צריך להתאים לספיקת המים המכסימלית הצפויה לפי הצריכה בבית.

לעיתים מוגדרים מחממים-ללא-דוד באמצעות דירוג BTU (יחידת חימום בריטית) ובציון עליית הטמפרטורה הצפויה בספיקת מים קבועה. לדוגמה, בנתונים הכלליים של מחמם מים מסוים צויין כי הוא מסוגל להעלות את טמפרטורת המים בכניסה ב-35 מעלות צלזיוס ספיקה קבועה של כ-12 ליטרים בדקה. צריכת החשמל הדרושה לחימום זה כוללת בתוכה גם את אובדן האנרגיה הפנימי של המחמם. מאחר ומחממים-ללא-דוד הם לעיתים ב-95% יותר יעילים, אובדן האנרגיה בדרך כלל זניח.

## **יתרונות וחסרונות**

דודי חימום חשמליים מוגדרים לפי הקיבולת, יעילות וצריכת החשמל שלהם. הקיבולת של דוד ממוצע היא 80 עד 200 ליטרים ועקב גודלם מאוכסנים בדרך כלל בבזזים או על הגג. דרישות החשמל נקבעות לפי דירוג גוף החימום אשר בדוד טיפוסי הוא בעל הספק של 2500W עד 3000W ב-16 אמפר ו-240V. היעילות של הפיכת אנרגיה חשמלית לאנרגיה במים היא בסביבות ה-60 אחוז אך גם יכולה להגיע ל-75 אחוז ויותר, תלוי בסוג הבידוד של הדוד. אם הדוד מופעל ללא הפסקה מבלי שנעשה שימוש במים חמים, לא ניתן להימנע מאובדן מסוים באנרגיה. בנוסף, אם נעשה שימוש בכל המים החמים בדוד יידרשו דקות ארוכות עד אשר ניתן יהיה שוב להשתמש במים חמים.

בהשוואה לדודי חימום, למחממים-ללא-דוד עשויים להיות יתרונות וחסרונות כפי שהם מפורטים בטבלה מס' 1. הדגם המתואר הוא מסוג 18KW המותאם לספק את צריכת המים החמים של בית בשטח של 180 מ"ר עד 280 מ"ר עם שנים עד שלושה חדרי שירותים ואמבטיה.

מחמם-ללא-דוד, יתרונות וחסרונות	
יתרונות	חסרונות אפשריים
קטן בגודל ובמשקל	ספיקה מכסימלית מוגבלת
יעיל מאוד כמעט ללא אובדן אנרגיה המביא לחיסכון בעלויות	עלות התקנה עשויה להיות יקרה יותר מזו של דוד חשמלי רגיל
ניתן להתקנה קרוב לברז לחיסכון במים ובזמן המתנה למים חמים	דורש חיבור חשמל מיוחד (3 פאזות)
אין מגבלת קיבולת מים במסגרת דירוג החימום	

טבלה מס' 1

מחמם-ללא-דוד מדגם 18KW כפי שמוצג בתמונה מספר 1 הוא במידות 16X40X40 ס"מ ושוקל רק כ- 10.5 ק"ג. הגודל והמשקל מאפשרים חיבור קל למערכת המים בכל מקום בבית או בבית העסק. מחקרים מראים שמחממים-ללא-דוד הם בעלי יעילות גבוהה וכמעט ללא אובדן אנרגיה (1). דבר זה יכול להביא לחיסכון משמעותי בצריכת החשמל בהשוואה לדודי חימום מקבילים במיוחד אם דיירי הבית צורכים מים חמים פחות מהמוצע, אז אבדן האנרגיה בדוד חימום ניכר יותר בהשוואה לאנרגיה הנחוצה לחימום כמות מים קטנה במחמם-ללא-דוד.

אחת התלוונות הנפוצות היא שמשך הזמן ארוך מידי עד שמים חמים מגיעים לברז או למקלחת. משך ההמתנה יכול להיות מספר דקות ויותר. המים החמים בדרכם אל הברז דוחפים את המים הקרים ומרוקנים אותם מהצינור. דבר זה אינו רק מטרד אלא גם בזבז מים. פיתרון אחד הוא התקנת המחמם-ללא-דוד במרכז הבית כך שאורך צינורות המים החמים אל הברזים יתקצר למינימום. אפשרות אחרת בבתיים גדולים היא התקנת מחמם-ללא-דוד כיחידת תגבור (בוסטר) לדוד חימום מים. אם המחמם-ללא-דוד יותקן קרוב לברזים הוא יספק מים חמים כמעט מיידיים וזאת רק על ידי העלאת טמפרטורת המים החמים המגיעים מהדוד בכדי לפצות על אובדן אנרגיה בצינורות בדרך מהדוד.

היתרון הגדול ביותר של המחמם-ללא-דוד הוא אולי העובדה שתאיאורטית אין הגבלה בכמות המים החמים שהמחמם יכול לספק במסגרת דירוג ספיקת המים שלו. המחמם-ללא-דוד הוא אידיאלי לחובבי המקלחות הארוכות.

למרות שכמות המים החמים היא "ללא הגבלה", ספיקת מים קבועה בטמפרטורה רצויה היא מוגבלת. מכשירים רבים המשווקים כמכשירים כלל דירתיים מספקים עד כ-12 ליטרים מים בדקה בעליית טמפרטורה של כ-21 מעלות צלזיוס. כמות זו תספיק לצריכת מים חמים של מקלחת אחת וכיור אחד בו זמנית. אם המחמם עובד בהספק מכסימלי בספיקת מים גבוהה, פתיחת ברז מים חמים נוסף תגרום לירידה בטמפרטורת המים ביציאה מהמחמם. המחקר של התאחדות קבלני הבניין בארה"ב (NAHB) שצותת קודם מצביע על מספר מקרים נמוך יחסית בהם מחמם-ללא-דוד בעל דירוג מתאים אינו עומד בדרישה לאספקת מים חמים(1)

קשה כמובן להעריך מחירי רכישה והתקנה של מחממים בהשוואה לאלה של דודי חימום. עלות ההשקעה הראשונית תלויה במחיר המחמם ובעלות ההתקנה. ואולם עלות החיבור למערכת החשמל בדרך כלל גבוהה יותר למחמם-ללא-דוד. חיסכון בחשמל עשוי לכסות הוצאה ראשונית גבוהה זו במשך הזמן.

## מסקנות

מחמם-ללא-דוד יכול לשמש תחליף לדוד חימום לשימוש ביתי או כתחליף למחמם המים במערכת חימום ביתית באמצעות מחליפי חום (רדיאטורים). ניתן למצוא מידע נוסף על מחממים-ללא-דוד באתרי אינטרנט שונים המשווים מחממי מים שונים הזמינים בשוק. (2)

---

(1) "השוואת ביצועים של מערכות חימום מים ביתיות", מרכז המחקר של התאחדות קבלני

הבניין בארה"ב (NAHB), אפר מרלבורו, מרילנד, נובמבר 2002.

(2) בקרו לדוגמה באתר: <http://www.eere.energy.gov/consumerinfo> ובצעו חיפוש אחר

המילה Tankless (חסר-דוד). זהו אתר של משרד האנרגיה האמריקני.

---

תומס ל. הרמן הוא מהנדס חשמל בעל תואר דוקטור בהנדסת חשמל מאוניברסיטת רייס. הוא החזיק ברישיונות חשמלאי מוסמך במספר ערים ומדינות ברחבי ארה"ב והוא חשמלאי מוסמך ביוסטון, טקסס מאז 1973. בעל ניסיון מעשי עשיר בתכנון והתקנה של מערכות חשמל תעשייתיות, מסחריות

וביתיות. ד"ר הרמן הופיע מספר פעמים כעד מומחה במשפטים אשר עסקו בתאונות חשמל או בתכנון לקוי של מערכות חשמל. כיום הוא משמש כיושב ראש המחלקה להנדסת מחשבים באוניברסיטת יוסטון, בקליר לייק שלייד מרכז החלל על שם ג'ונסון של נאסא ביוסטון, טקסס. כמו כן הוא יעץ בענייני תכנון והתקנה של מחממים-ללא-דוד לחברות כמו מיקרוטרם (Microtherm, Inc.). הוא חבר בוועדה הלאומית מספר 2 של מחברי תקנות החשמל שעוסקת בעיקר בחישובי הזנת חשמל ברשתות ומעגלי משנה. תוך שימוש בניסיונו הוא כתב את ספר הלימוד הנפוץ "מדריך לתקנות החשמל הלאומיות" בהוצאת פרנטיס-הול, אפר סדל ריוור, ניו ג'רזי. ספר זה כבר מודפס במהדורה תשיעית. ד"ר הרמן עשה שימוש בספר זה בכיתות לימוד פרטיות בהן הכין חשמלאים רבים לבחינות החשמלאי המוסמך שלהם.

ניתן ליצור קשר עם ד"ר הרמן ב: [Harman@cl.uh.edu](mailto:Harman@cl.uh.edu)