فصلنامه علمی – ترویجی «نشریه انرژی ایران»
دوره ۲۰، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۶، صفحه ۱۳۱-۱۱۳

بهینه‌سازی انرژی ناشی از ترکیب تالار و بام سبز در یک خوابگاه دانشجویی تحت شرایط اقلیمی مختلف

[۱]سید علیرضا ذوالفقاری*، [۲]محمد امین دشتی

چکیده

در تحقیق حاضر به ارزیابی تأثیر استفاده همزمان از میان‌تالار و بام سبز بر مصرف انرژی در یک مجتمع خوابگاه دانشجویی در سه اقلیم مختف ایران شامل شهرهای تهران، تبریز و بندرعباس پرداخته شده است. بر این اساس، چهار طرح مختلف مبتنی بر استفاده از میان‌تالار و بام سبز برای یک خوابگاه دانشجویی در نظر گرفته شده است. نتایج حاکی از آن است که استفاده از میان‌تالار تنها در اقلیم سردسیر تبریز موجب کاهش مصرف انرژی سالانه خواهد شد. این در حالی است که میان‌تالار در اقلیم بندرعباس موجب می‌شود تا بار سالانه افزایش یابد. از سوی دیگر، نتایج نشان می‌دهد که تکنولوژی بام سبز در اقلیم گرمسیر بندرعباس بهترین عملکرد را دارد و حدود ۸٪ مصرف انرژی سالانه را کاهش می‌دهد. این در حالی است که بام سبز در شرایط اقلیم تهران حدود ۷٪ و در تبریز حدود ۳٪ کاهش مصرف انرژی سالانه را در پی دارد.

تاریخ دریافت:
۱۳۹۵/۱۰/۶

تاریخ پذیرش:
۱۳۹۶/۱۰/۲۴

کلمات کلیدی:
بام سبز،
میان تالار،
مصرف انرژی،
شرایط اقلیمی.

۱. استادیار گروه مهندسی مکانیک و مدیر گروه پژوهشی انرژی در ساختمان و آسایش حرارتی، دانشگاه بیرجند (نویسنده مسئول) zolfaghari@birjand.ac.ir
۲. دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک، دانشگاه بیرجند m.amin.dashti@birjand.ac.ir

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-10]

۱. مقدمه

در سال‌های اخیر، استفاده از تکنولوژی‌های سبز در معماری ساختمان به دلیل کاهش مصرف انرژی و افزایش بهره‌وری حاصل از ظرفیت‌های موجود در محیط‌زیست، به طور ویژه‌ای مورد توجه قرار گرفته است. همچنین، معماری سبز علاوه بر نقش موثر اقتصادی، دوستدار محیط زیست بوده و می‌تواند ضمن کاهش هزینه‌های مربوط به مصرف انرژی، شرایط آسایش حرارتی و آرامش ساکنان ساختمان را به همراه داشته‌باشد. از جمله این تکنولوژی‌ها می‌توان به بام‌های سبز[۱]، حیاط‌های مرکزی[۲] و میان‌تالارها[۳] اشاره‌کرد. بام سبز یک سیستم کمکی[۴] محسوب می‌شود و در واقع تکنیکی سرمایشی است که از نفوذ تابش خورشید به سازه زیرین سقف جلوگیری می‌کند[۱]. به همین دلیل بام سبز، بام خنک نیز نامیده می‌شود. بام سبز می‌تواند به طور قابل‌ملاحظه‌ای مصرف انرژی سرمایش تابستان و گرمایش زمستان را تقلیل بخشد[۲]. همچنین، حیاط مرکزی از جمله فضاهایی است که در صورت بکارگیری آن می‌تواند نقش موثری در کاهش انرژی مصرفی ساختمان داشته‌باشند. حیاط مرکزی محوطه‌ای روباز و محصور در میان ساختمان است. چنانچه سطح فوقانی حیاط مرکزی با یک سایه‌بان شفاف پوشیده شود، به آن میان‌تالار یا حیاط مرکزی پوشیده گفته می‌شود. حیاط‌های مرکزی و میان‌تالارها غالباً دارای پوششی گیاهی از درختان، گل و گیاه و چمن هستند که بر رطوبت نسبی و درجه حرارت محیط اطراف خود با جذب تابش خورشید و تعرق تاثیر می‌گذارند[۳].

در سالهای اخیر مطالعات گسترده‌ای در زمینه عملکرد حیاط مرکزی، میان‌تالار و بام سبز صورت گرفته‌است. در سال ۲۰۱۱، صدفی و همکاران [۴] اثرات حیاط مرکزی داخلی در منطقه گرمسیری را به کمک شبیه‌سازی عددی ارزیابی نمودند. نتایج این شبیه‌سازی نشان‌داد میزان تاثیرگذاری حیاط مرکزی بر شرایط حرارتی ساختمان، شدیداً به جنس پوسته جدار نورگیر وابسته است. در سال ۲۰۱۲، حسین و

1. Green roofs
2. Courtyards
3. Atriums
4. Passive system

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-10]

اوستویزن[۵] با رویکرد میدانی، اثرات تهویه طبیعی در میان‌تالار را برای یک ساختمان نمونه مورد مطالعه قراردادند. در همان سال، سینفا و همکاران [۶] به ارزیابی تاثیر استفاده از بام خنک بر بازده انرژی و رفتار گرمایی در یک مدرسه در شهر آتن پرداختندو نشان دادند که بام خنک می‌تواند تا حدود ۴۰ درصد میزان بار سرمایشی ساختمان را کاهش دهد. در سال ۲۰۱۴، جمال الدین و همکاران [۷] در یک مطالعه موردی، روش‌های تهویه طبیعی در یک مجتمع خوابگاه دانشجویی به کمک حیاط مرکزی داخلی را مورد مطالعه قرار دادند و کارایی روش‌های متفاوت تهویه طبیعی را در طبقات و اتاق‌های مختلف ساختمان بررسی‌کردند. همچنین، طالقانی و همکاران[۸] در همان سال، اثرات میان‌تالار و حیاط مرکزی بر راندمان انرژی و آسایش حرارتی افراد در ساختمان‌های کم ارتفاع در هلند را مورد مطالعه قرار دادند. نتایج ایشان نشان داد که میان تالار در اقلیم مذکور، موجب کاهش مصرف انرژی در زمستان ولی افزایش ساعت‌های نارضایتی در تابستان می‌شود. در سال ۲۰۱۵، غفاریان حسینی و همکاران [۳] قابلیت حیاط‌های مرکزی برای ایجاد شرایط آسایش حرارتی در آب و هوای گرم و مرطوب شهر کوالالامپور را مورد بررسی قرار دادند. مقایسه میان نتایج تحقیقات مذکور نشان می‌دهد که عملکرد حرارتی حیاط مرکزی و میان‌تالار به طور محسوسی به شرایط اقلیمی وابسته است. از سوی دیگر، تا کنون تحقیقی در زمینه بررسی اثرات متقابل میان تالار و بام سبز در شرایط اقلیمی مختلف صورت نپذیرفته است. بر این اساس، در تحقیق حاضر به نقش میان‌تالار و بام سبز به صورت هم‌زمان بر مصرف انرژی در یک مجتمع خوابگاهی در شرایط اقلیمی متفاوت برای سه شهر تهران، تبریز و بندرعباس پرداخته شده است.

۲. فضای نمونه و روند حل

مطابق با شکل (۱)، فضای مورد بررسی در تحقیق حاضر، یک مجتمع خوابگاهی سه طبقه شامل دو بلوک به ابعاد ۱۰/۵×۲۶/۵ متر مربع است که یک میان‌تالار به ابعاد ۳×۵ مترمربع در سالن الحاق میان دو بلوک قرار دارد. هر طبقه دارای ۱۶ اتاق ۴ نفره و یک آشپزخانه و سرویس بهداشتی است. طبقه همکف نیز دارای سالن مطالعه، حمام و نمازخانه است. همچنین، میان‌تالار فاقد دریچه تهویه هوا در نظر گرفته شده‌است. به منظور فراهم بودن امکان مقایسه میان حالت‌های مختلف طراحی و بکارگیری بام سبز و میان تالار، ۴ طرح مختلف برای ساختمان مطابق با جدول (۲) فرض شده است. در طرح اول ساختمان فاقد میان‌تالار و بام سبز، در طرح دوم ساختمان دارای بام سبز و فاقد میان‌تالار، در طرح سوم

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-10]

ساختمان دارای میان تالار و فاقد بام سبز و در طرح چهارم ساختمان دارای بام سبز و میان‌تالار به صورت یک‌پارچه خواهدبود. در شکل (۲) نمای کلی ساختمان به ازای ۴ طرح مذکور ترسیم شده است. همچنین، خواص ترموفیزیکی شیشه‌های به کار رفته در میان‌تالار و سایر پنجره ها مطابق جدول (۲) انتخاب شده‌است. ضمن اینکه در جداول (۳) و (۴)، ترتیب قرارگیری و خواص اجزای مصالح به کار رفته در ساختمان آورده شده است.

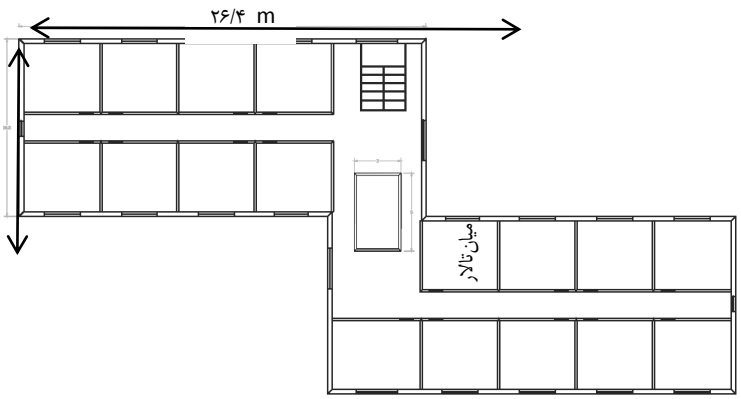
برای شبیه‌سازی این تحقیق از نرم‌افزار دیزاین‌بیلدر[1] استفاده شده‌است. نرم‌افزار دیزاین‌بیلدر برای اجرای شبیه‌سازی و استخراج نتایج، از موتور شبیه‌ساز قدرتمند انرژی‌پلاس[2] استفاده می‌کند[۹]. برای مدل‌سازی بام سبز، تکنیک‌های مختلفی وجود دارد. مطالعه رفتار بام سبز نیازمند بررسی چندین پدیده از جمله انتقال حرارت، انتقال جرم و فیزیولوژی گیاه است. نرم افزار دیزاین بیلدر مدلسازی نسبتاً کاملی از بام سبز ارائه می‌دهد و اثرات سایه‌اندازی به وسیله شاخ و برگ و تبخیر سطحی را نیز در نظر می‌گیرد[۱۰]. در این شبیه‌سازی از مدل مرجع بام سبز دیزاین‌بیلدر استفاده شده‌است. همچنین خواص بام سبز مدل‌شده در این شبیه‌سازی در جدول (۵) آمده است.

جدول ۱. طرح‌های هندسه و ساختار ساختمان

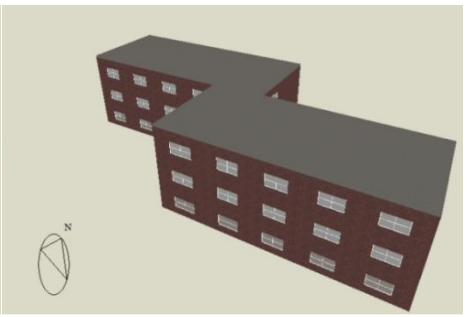
شماره طرح	توصیف ساختار طرح
۱	ساختمان فاقد بام سبز و میان تالار در نظر گرفته می‌شود.
۲	سقف خارجی طبقه دوم پوشیده از بام سبز ساختمان و ساختمان فاقد میان تالار است.
۳	سقف فاقد بام سبز و دارای میان تالار در سالن الحاق دو بلوک درنظر گرفته می‌شود.
۴	سقف خارجی طبقه دوم پوشیده از بام سبز و ساختمان دارای میان تالار در سالن الحاق دو بلوک درنظر گرفته می‌شود.

1. Design builder
2. Energy plus

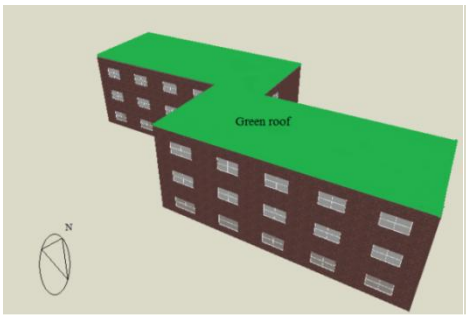
[Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-10]



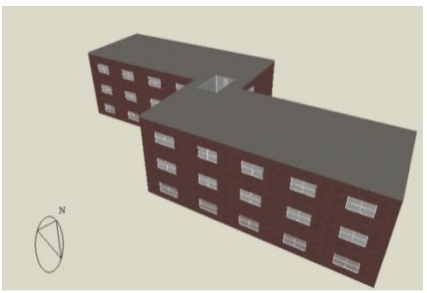
شکل ۱. پلان فضای نمونه مورد بررسی



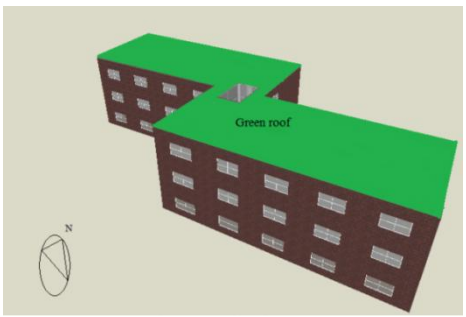
طرح ۱



طرح ۲



طرح ۳



طرح ۴

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-10]

شکل ۲) نما و ساختار ۴ طرح؛ طرح ۱: ساختمان فاقد بام سبز و میان تالار، طرح ۲: ساختمان دارای پوشش بام سبز و فاقد میان‌تالار، طرح۳: ساختمان دارای میان‌تالارو فاقد بام سبز، طرح ۴: ساختمان دارای بام سبز و میان‌تالار

جدول ۲. خواص ترموفیزیکی شیشه‌های به کار رفته در میان تالار و سایر پنجره‌ها

خواص حرارتی	ضخامت (mm)	۳
	رسانش (W/mK)	۰/۹
خواص تابش خورشید	ضریب عبور	۰/۸۳۷
	ضریب انعکاس خارج	۰/۰۷۵
	ضریب انعکاس داخل	۰/۰۷۵
خواص تابش مرئی	ضریب عبور مرئی	۰/۸۹۸
	ضریب عبور مرئی خارج	۰/۰۸۱
	ضریب عبور مرئی داخل	۰/۰۸۱
خواص تابش مادون قرمز	ضریب عبور مادون قرمز	۰
	ضریب صدور خارجی	۰/۸۴
	ضریب صدور داخل	۰/۸۴

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-10]

جدول ۳. ترتیب قرارگیری مواد به کار رفته در اجزای ساختمان

اجزاء ساختمان	لایه ها	ضخامت (m)
کف متصل به زمین	بتن با پوکه	۰/۱
	ملات	۰/۰۲
	موزاییک	۰/۰۳
کف بین طبقات	پلاستر	۰/۰۲
	لایه هوا	۰/۴
	بتن	۰/۱
	بتن با پوکه	۰/۰۸
	ملات	۰/۰۲
	سرامیک	۰/۰۱
سقف ساختمان (در طرح‌های بدون بام سبز)	آسفالت	۰/۰۴
	قیرگونی	۰/۰۳
	بتن با پوکه	۰/۰۵
	بتن	۰/۱
	لایه هوا	۰/۴
	پلاستر	۰/۰۲

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-10]

دیوار داخلی	پلاستر	۰/۰۲
	آجر	۰/۱
	پلاستر	۰/۰۲
دیوار خارجی	آجر	۰/۲
	پلاستر	۰/۰۲

جدول ۴. خواص مصالح به کار رفته در ساختمان

مواد و مصالح	ضریب هدایت حرارتی (W/mK)	گرمای ویژه (J/kgK)	چگالی (kg/m^3)
آسفالت	۰/۷	۱۰۰۰	۲۱۰۰
قیرگونی	۰/۵	۱۰۰۰	۱۷۰۰
آجر	۱	۸۴۰	۱۹۰۰
لایه هوا	۰/۰۲۵	۱۰۰۸	۱/۲۳
پلاستر	۰/۲۵	۸۹۶	۲۸۰۰
بتن	۱/۴	۸۴۰	۲۱۰۰
بتن با پوکه	۰/۳۸	۱۰۰۰	۱۲۰۰
ملات	۱/۱۵	۹۲۰	۲۰۰۰
موزاییک	۱/۴	۱۰۰۰	۳۰۰۰
سرامیک	۱/۳	۸۴۰	۲۳۰۰

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-10]

جدول ۵. خواص فیزیکی بام سبز در تحقیق حاضر

خواص فیزیکی بام سبز	
ارتفاع گیاه (m)	۰/۱
ضریب سطح برگ (LAI)	۲/۷
ضریب انعکاس برگ (بی بعد)	۰/۲۲
ضریب صدور برگ (بی بعد)	۰/۹۵
حداقل مقاومت تعرق (s/m)	۱۸۰
حداکثر گنجایش رطوبت اشباع	۰/۵
حداقل گنجایش رطوبت حجمی باقیمانده	۰/۰۱
رطوبت حجمی اولیه	۰/۱۵

۳. نتایج

یکی از عواملی که می‌تواند بر عملکرد بام سبز و میان‌تالار تأثیر چشمگیری داشته باشد، شرایط اقلیمی است. بر این اساس، در تحقیق حاضر تأثیر استفاده از بام سبز و میان تالار به ازای چهار طرح مختلف برای ساختمان (طرح ۱: عدم استفاده از میان تالار و بام سبز؛ طرح ۲: ساختمان دارای بام سبز و فاقد میان تالار؛ طرح ۳: ساختمان دارای میان تالار و بدون بام سبز؛ طرح ۴: استفاده همزمان از بام سبز و میان تالا در ساختمان) در شرایط اقلیمی تهران، تبریز و بندرعباس با هم مقایسه شده است.

الف) شرایط اقلیمی تهران

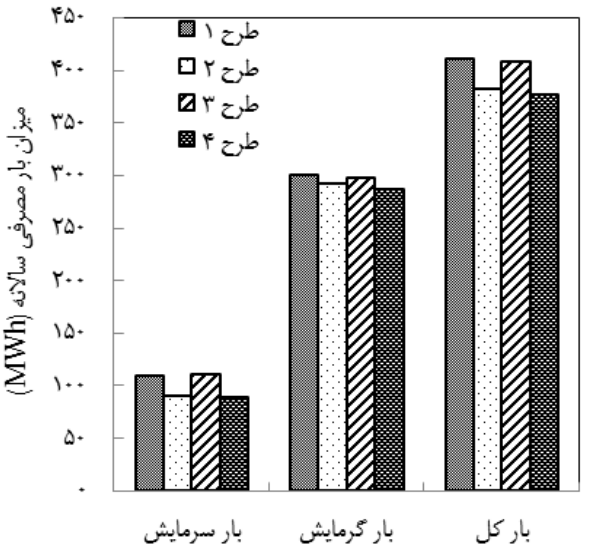
در شکل (۳) میزان بار گرمایشی و سرمایشی ساختمان به ازای چهار طرح مختلف در شرایط اقلیمی تهران نشان داده شده است. همچنین برای اینکه امکان مقایسه بهتر میان نتایج طرح‌های مختلف فراهم شود، درصد تغییرات میزان بار ساختمان در مقایسه با طرح ۱ در شکل (۴) ارائه شده

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-10]

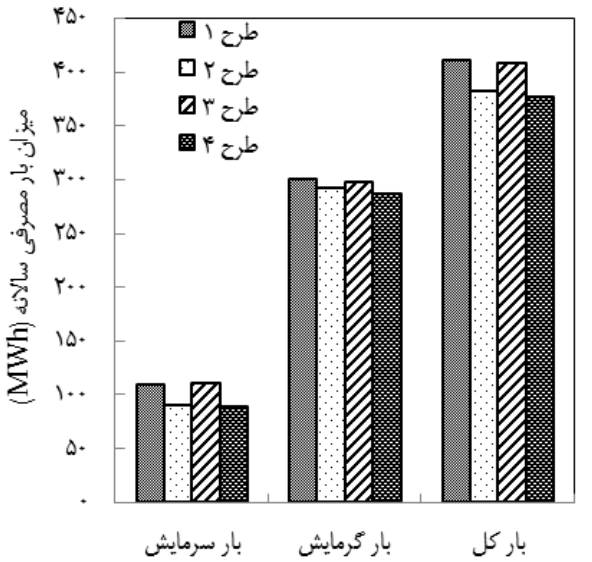
است. با توجه به شکل‌های (۳) و (۴) استفاده از بام سبز در اقلیم تهران توانسته است تا حدود ۱۷ درصد بار سرمایشی سالانه را کاهش دهد. این در حالی است که بکارگیری تکنولوژی بام سبز، تنها موجب کاهش ۳ درصدی بار گرمایشی شده است و بر این اساس، در مجموع حدود ۷ درصد، صرفه‌جویی در مصرف انرژی سالانه را به همراه داشته است. البته این مقدار صرفه‌جویی در بار سالانه، برابر با مقداری قابل ملاحظه، نزدیک به ۳۰ مگاوات ساعت است. اثر میان‌تالار نیز در شرایط اقلیمی تهران، حدود ۱/۱ درصد سبب کاهش بار گرمایش و حدود ۱/۲ درصد سبب افزایش بار سرمایش شده است. شایان ذکر است که کاهش بار گرمایش با توجه به اثر گلخانه‌ای میان تالار از قبل قابل پیش‌بینی بود. ضمن اینکه افزایش بار سرمایشی نیز به دلیل گرم شدن میان تالار در فصل تابستان و تحمیل بار بیشتر به طبقات ساختمان قابل توجیه است. بر این اساس، استفاده از میان تالار تأثیر جدی بر بار ساختمان در اقلیم تهران ندارد.

همچنین در شکل‌های (۵) و (۶) جزئیات مربوط به بارهای گرمایشی و سرمایشی ماهیانه به ازای چهار طرح فوق‌الذکر ارائه شده است. مشاهده می‌شود که بار گرمایشی ماهانه در ماه اول (ژانویه) به حداکثر مقدار خود می‌رسد و در ماه‌های سرد سال (ماه‌های اول، دوم، یازدهم و دوازدهم) کارآمدی طرح ۴ از سایر طرح‌ها بهتر است و پس از آن به ترتیب طرح‌های ۲، ۳ و ۱ قرار دارد. این در حالی است که با وارد شدن به ماه‌های گرم سال، روند کارآمدی طرح‌ها تغییر می‌کند و به ترتیب طرح‌های ۴، ۲، ۱ و ۳ عملکرد بهتری را نشان می‌دهند. حتی در ماه چهارم (آوریل) و ماه نهم (سپتامبر)، عملکرد بام سبز نامطلوب بوده و سبب افزایش بار گرمایشی موردنیاز ساختمان می‌گردد؛ اگرچه که این مقدار بار ناچیز و عمدتاً در ساعات بعد از بامداد موردنیاز است. این در حالی است که عملکرد میان‌تالار در کاهش بار گرمایشی موردنیاز در فصل سرد سال مطلوب ارزیابی می‌شود.

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-10]

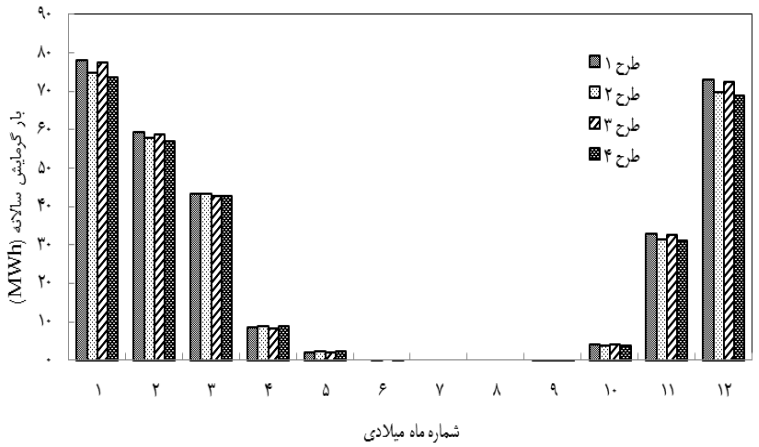


شکل ۳. میزان بار مصرفی سالانه طرح‌های پیشنهادی در تهران

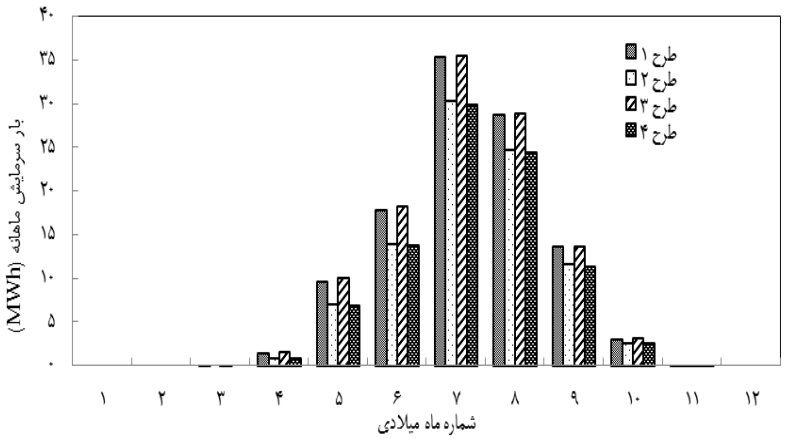


شکل ۴. کارآمدی طرح‌های پیشنهادی نسبت به طرح ۱ در تهران

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-10]



شکل ۵. بار گرمایش ماهانه در طرح‌های مختلف در تهران



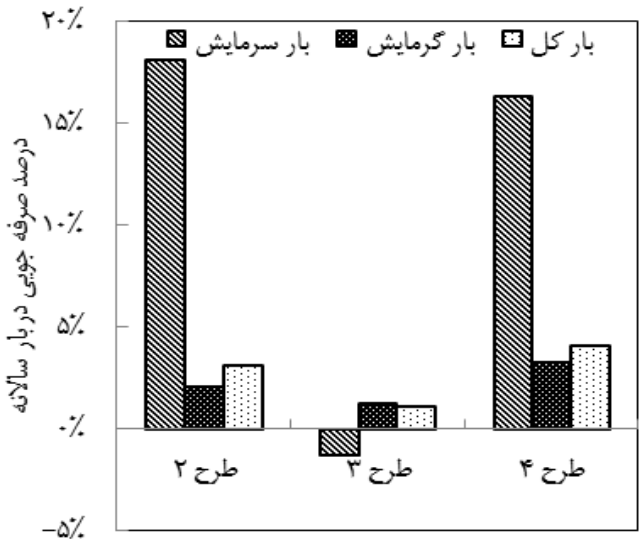
شکل ۶. بار سرمایش ماهانه در طرح‌های مختلف در تهران

ب) شرایط اقلیمی تبریز

شکل (۷) میزان بار گرمایشی و سرمایشی ساختمان به ازای چهار طرح مختلف در شرایط اقلیمی تبریز را نشان می‌دهد. همچنین در شکل (۸)، درصد تغییرات میزان بار ساختمان به ازای طرح‌های ۲، ۳ و ۴ در مقایسه با طرح ۱ ارائه شده است. ضمن اینکه شکل‌های (۹) و (۱۰) جزئیات مربوط به بارهای

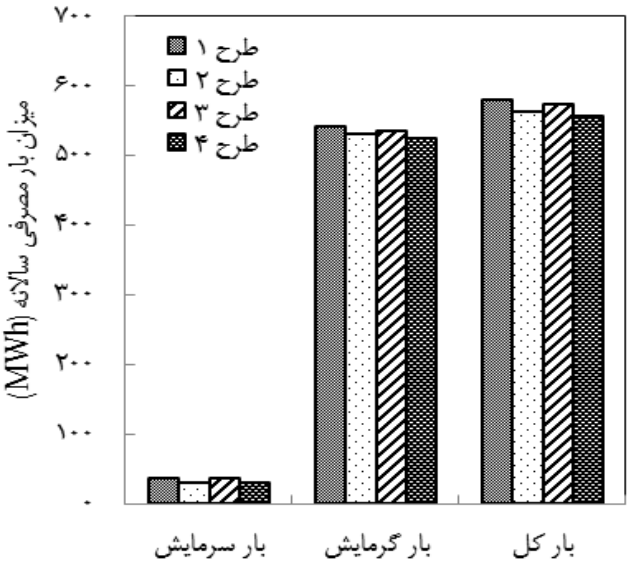
[Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-10]

گرمایشی و سرمایشی ماهیانه به ازای چهار طرح فوق‌الذکر را نشان می‌دهد. با توجه به شکل‌های (۷) و(۸)، تأثیر بام سبز و میان‌تالار بر بار گرمایشی ساختمان در شرایط اقلیمی تبریز چندان چشمگیر نیست و این طرح‌ها به تنهایی، کمتر از ۳ درصد در کاهش بار گرمایشی موثر هستند. این در حالی است که عملکرد بام سبز در کاهش بار سرمایشی در اقلیم تبریز، بسیار مطلوب بوده و حدود ۱۸ درصد صرفه‌جویی سالانه در بار سرمایشی را در پی دارد. ضمن اینکه اثر میان‌تالار نامطلوب بوده و سبب افزایش بار سرمایش سالانه به میزان ۱/۲درصد می‌شود. اما باید توجه داشت که به طور کلی، بار سرمایشی در شرایط اقلیمی تبریز بسیار ناچیز است و بر این اساس، صرفه‌جویی ناشی از بام سبز در این اقلیم به هیچ وجه چشمگیر نیست. بر این اساس، مشاهده می‌شود که استفاده از بام سبز و میان تالار در شرایط اقلیمی تبریز در مجموع فقط حدود ۴ درصد میزان بار سالانه ساختمان را کم خواهد کرد و لذا می‌توان چنین نتیجه گرفت که استفاده از تکنولوژی‌های مذکور در اقلیم سردسیر تبریز کارآیی چندانی ندارد.

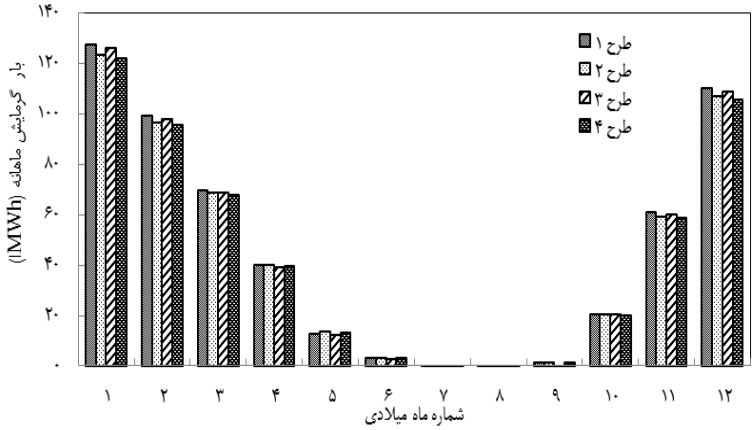


شکل ۷. میزان بار مصرفی سالانه طرح‌های پیشنهادی در تبریز

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-10]

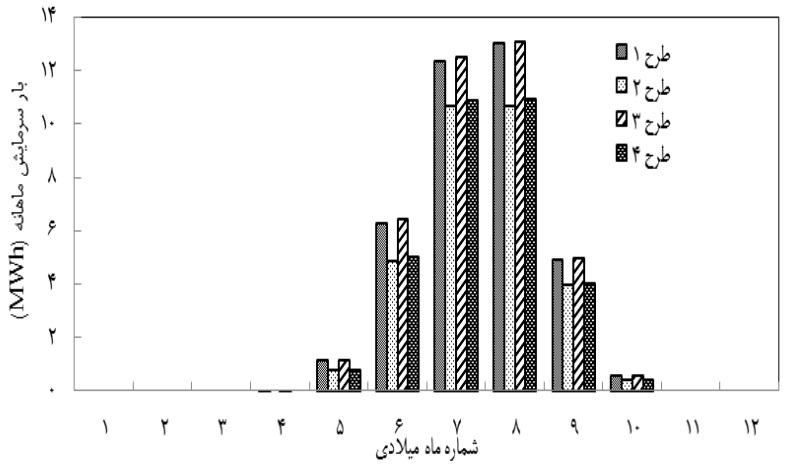


شکل ۸. کارآمدی طرح‌های پیشنهادی نسبت به طرح ۱ در تبریز



شکل ۹. بار گرمایش ماهانه در طرح‌های مختلف در تبریز

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-10]

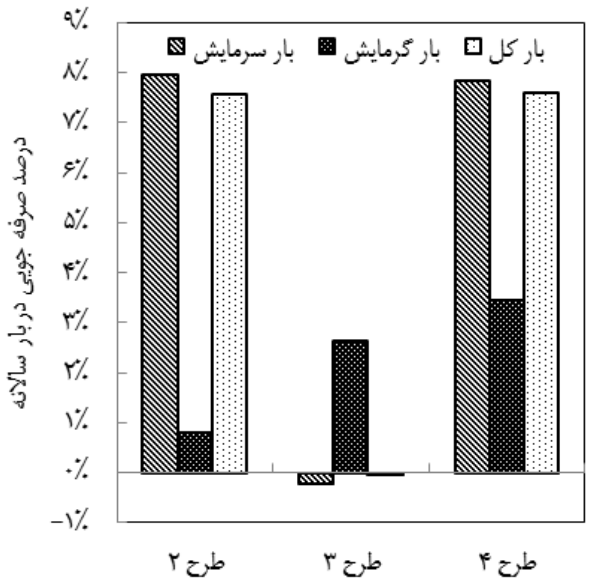


شکل ۱۰. بار سرمایش ماهانه در طرح‌های مختلف در تبریز

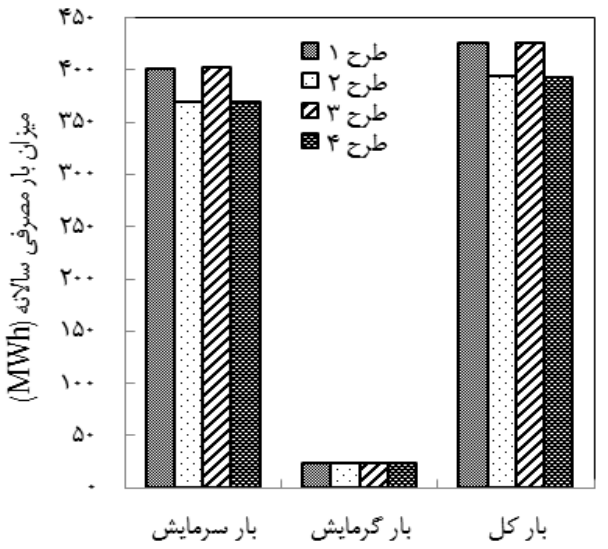
ج) شرایط اقلیمی بندرعباس

در شکل (۱۱) میزان بار گرمایشی و سرمایشی ساختمان به ازای چهار طرح مختلف در شرایط اقلیمی بندرعباس نشان داده شده است. همچنین شکل (۱۲) درصد تغییرات میزان بار ساختمان در مقایسه با طرح ۱ را نشان می‌دهد. با توجه به شکل (۱۱)، بار سرمایش سالانه در بندعباس حدود ۸ برابر بار گرمایش سالانه مورد نیاز است. بر این اساس، استفاده از تکنولوژی بام سبز می‌تواند نزدیک به ۸ درصد صرفه‌جویی در بار سرمایش سالانه و نیز بار کل ساختمان را در پی داشته باشد. این در حالی است که میان‌تالار در کاهش بار کل سالانه در اقلیم بندر عباس تقریباً بی اثر است و حتی اندکی نیز موجب شده است تا بار سالانه افزایش یابد. همچنین، در شکل‌های (۱۳) و (۱۴) جزئیات مربوط به بارهای گرمایشی و سرمایشی ماهیانه به ازای چهار طرح فوق‌الذکر ارائه شده است.

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-10]

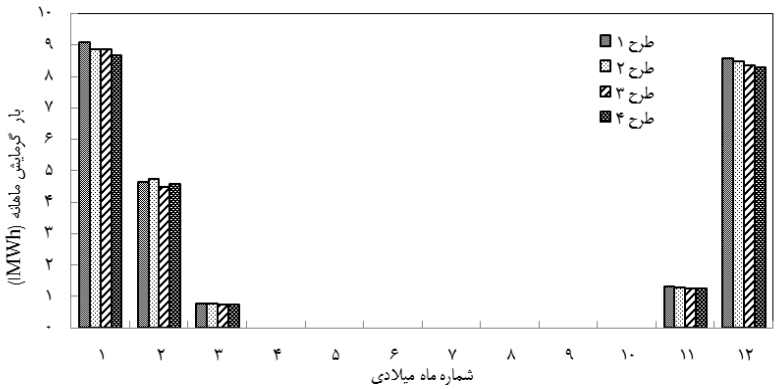


شکل ۱۱. میزان بار سالانه طرح‌های پیشنهادی در بندرعباس

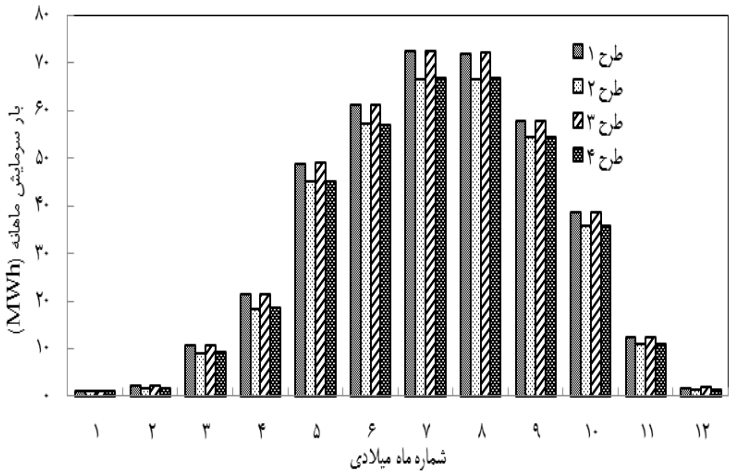


شکل ۱۲. کارآمدی طرح‌های پیشنهادی نسبت به طرح۱در بندرعباس

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-10]



شکل ۱۳. بار گرمایش ماهانه در طرح‌های مختلف در بندرعباس



شکل ۱۴. بار سرمایش ماهانه در طرح‌های مختلف در بندرعباس

٤. نتیجه گیری

در تحقیق حاضر، تأثیر استفاده از بام سبز و میان تالار بر مصرف انرژی سرمایشی و گرمایشی یک مجتمع خوابگاهی به ازای سه شرایط اقلیمی مختلف (تهران، تبریز و بندرعباس) مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که عملکرد میان تالار و بام سبز به طور قابل توجهی به شرایط اقلیمی وابسته است. بر این اساس، استفاده از میان تالار در اقلیم سردسیر تبریز بهترین عملکرد را در جهت صرفه-جویی در مصرف انرژی از خود نشان داده است. این در حالی است که بکارگیری میان‌تالار در شرایط

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-10]

اقلیمی بندرعباس نه تنها کمکی به کاهش بار ساختمان نمی‌کند؛ بلکه باعث افزایش مصرف انرژی نیز خواهد شد. ضمن اینکه نتایج نشان داد که در شرایط اقلیمی تهران، استفاده از میان تالار تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر بار سالانه ساختمان ندارد. از سوی دیگر، عملکرد تکنولوژی بام سبز نیز در اقلیمهای مختلف متفاوت است. بر این اساس، استفاده از بام سبز همواره موجب کاهش بار سرمایشی ساختمان می‌شود. لذا در اقلیم سردسیر تبریز که بار سرمایشی ساختمان نسبت به بار گرمایشی کمتر است، بکارگیری تکنولوژی بام سبز کمترین تأثیر را بر کاهش مصرف انرژی سالانه دارد. این در حالی است که طبق نتایج به دست آمده، بام سبز توانسته است تا با حدود ۸٪ کاهش در بار سالانه ساختمان در اقلیم بندرعباس عملکرد مناسبی را از خود نشان دهد. همچنین، استفاده از بام سبز در اقلیم تهران موجب صرفه جویی حدود ۷ درصدی در مصرف انرژی سالانه خواهد شد.

منابع

[1] Castleton H.F., Stovin V., Beck S.B.M. and J.B. Davison (2010), "Green roofs; building energy savings and the potential for retrofit," *Energy and Buildings*, vol. 42, pp. 1582-1591.

[2] Design Builder Energy Plus Simulation Documentation (2011).

[3] Ghaffarianhoseini A., Berardi U., and Ghaffarianhoseini A. (2015), "Thermal performance characteristics of unshaded courtyards in hot and humid climates", *Building and Environment*, vol. 87, pp. 154-168.

[4] Hussain S., and P.H. Oosthuizen (2012), "Numerical investigations of buoyancy-driven natural ventilation in a simple atrium building and its effect on the thermal comfort conditions," *Applied Thermal Engineering*, vol. 40, pp.358-372.

[5] Jaffal I., Ouldboukhitine S.E., and R. Belarbi (2012), "A comprehensive study of the impact of green roofs on building energy performance," *Renewable Energy*, vol. 43, pp. 157-164.

[6] Jamaludin A. A., Hussein H., Mohd Ariffin A. R., and Keumala N. (2014), "A study on different natural ventilation approaches at a residential college building with the internal courtyard arrangement," *Energy and Buildings*, vol.72, pp. 340-352.

[7] Lazzarin R.M., Castellotti F., and F. Busato (2005), "Experimental measurements and numerical modelling of a green roof," *Energy and Buildings*, vol. 37, pp. 1260-1267.

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-10]

[8] Sadafi N., Salleh E., Haw L.C. and Z. Jaafar (2011), "Evaluating thermal effects of internal courtyard in a tropical terrace house by computational simulation," *Energy and Buildings,* vol. 43, pp. 887-893.
[9] Synnefa A., Saliari M. and M. Santamouris (2012), "Experimental and numerical assessment of the impact of increased roof reflectance on a school building in Athens," *Energy and Buildings,* vol. 55, pp. 7-15.
[10] Taleghani M., Tenpierik M., and A. van den Dobbelsteen (2014), "Energy performance and thermal comfort of courtyard/atrium dwellings in the Netherlands in the light of climate change," *Renewable Energy,* vol. 63, pp.486-497.

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-10]