فصلنامه پژوهش‌های سیاستگذاری و برنامه‌ریزی انرژی
سال دوم/ شماره ۳/ تابستان ۱۳۹۵/ صفحات ۱۳۲-۱۰۳

امکان‌سنجی طراحی یک واحد همسایگی صفر انرژی در قزوین

امیرحسین جان زاده
دانشجوی کارشناسی ارشد معماری، دانشکده معماری و شهرسازی،دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)، قزوین (نویسنده مسئول)
amirhosseinj1990@yahoo.com
مهدی زندیه
دانشیار گروه معماری و عضو هیئت علمی، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی(ره)، قزوین
Mahdi_zandieh@yahoo.com

گرم شدن کره زمین ناشی از افزایش گازهای گلخانه‌ای و تأثیر آن بر تغییرات آب و هوایی همگی وابسته به انرژی است. در ایران رشد بالای مصرف سالانه انواع سوخت های فسیلی سبب بروز مشکلات فزاینده زیست محیطی، اجتماعی و اقتصادی شده است. در این میان بخش ساختمان با مصرف بیش از ۴۰٪ انرژی کشور، سهم عمده ای در تعیین میزان مصرف انرژی دارد. هدف از این مطالعه کاهش مصرف انرژی ساختمان‌های مسکونی و جایگزینی انرژی‌های تجدیدپذیر به جای سوخت های فسیلی جهت تأمین انرژی این ساختمان ها در قالب یک واحد همسایگی صفر انرژی در شهر قزوین می‌باشد. روش پژوهش بر بر پایه ترکیبی از روش توصیفی- تحلیلی، روش پژوهش علی و شبیه‌سازی می‌باشد. نتایج نشان می دهد که با بهره‌گیری از عایق‌های حرارتی و ظرفیت حرارتی مصالح، سایه‌بان مناسب و تهویه طبیعی می توان به ترتیب به میزان ۳۳٪، ۲/۱٪ و ۱۲٪ در مصرف انرژی صرفه‌جویی کرد. پس از اعمال راهکارهای غیرفعال، میزان انرژی مصرفی واحد همسایگی موجود (۳۲ واحد مسکونی) جهت دستیابی به تعاریف صفر انرژی، با بهره‌گیری از ۸۴۸ ماژول فتوولتاییک ۲۵۶ واتی و ۲۴ عدد آبگرمکن خورشیدی و همسان‌سازی آن با شبکه انرژی تأمین شده است.

واژه‌های کلیدی: گازهای گلخانه‌ای، مصرف انرژی، واحد همسایگی صفر انرژی، راهکارهای غیرفعال

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۴/۱۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۶/۱

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-11-07]

۱.مقدمه

مشکلات زیست محیطی در جهان که از دهه ۱۹۹۰ به عنوان یک بحران جهانی و اجتناب‌ناپذیر مطرح شد، به طور عمده از مسئله انرژی سرچشمه می‌گیرد. گرم شدن کره زمین ناشی از افزایش گازهای گلخانه‌ای و تأثیر آن بر تغییرات آب و هوایی که سبب آلودگی‌های جوی، کاهش محصولات کشاورزی، تخریب جنگل‌ها، دریاچه‌ها و همچنین بروز بیماری‌های گوناگون می‌شود، همگی وابسته به انرژی و مسائل مرتبط با آن است. براساس گزارش برانت لند[۱] «توسعه پایدار» عبارت است از توسعه‌ای که نیازهای کنونی جهان را تأمین می‌کند، بدون آن که توانایی نسل‌های آتی در برآوردن نیازهای خود را به مخاطره افکند. از این رو فرآیند توسعه پایدار به گونه‌ای طراحی می‌شود که توسعه اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی را تداوم بخشد (UNISCO, 1997).

با توجه به این مهم که یکی از اساسی‌ترین عناصر در توسعه پایدار، منابع انرژی می‌باشد، از این رو اگر انرژی به نحوی تولید و مصرف شود که توسعه انسانی را در بلندمدت در تمامی ابعاد اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی تأمین نماید، مفهوم انرژی پایدار تحقق خواهد یافت (بریمانی و کعبی نژاد، ۱۳۹۳). نوسان قیمت سوخت‌های فسیلی، ملاحظات زیست محیطی، امنیت تأمین انرژی، پیشرفت تکنولوژی و توجیه اقتصادی در برخی موارد به طور عمده تعیین‌کننده آینده انرژی‌های تجدیدپذیر است. آن چه مسلم است این است که این قلمرو به طور مداوم در حال تغییر است و

۱ . در سال ۱۹۸۷ میلادی، کمیته جهانی توسعه و محیط (WCED)، گزارشی را تحت عنوان «آینده مشترک ما»، منتشر کرد (که البته به عنوان گزارش برانت لند نیز شناخته می‌شود). این گزارش یک تعریف جامع از توسعه پایدار ارائه داد که بر مبنای آن توسعه پایدار توسعه‌ای است که نیازهای نسل فعلی را بی آن که خدشه برتوانایی نسل‌های آینده درتأمین نیازهای خود وارد آورد، تأمین کند.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-11-07]

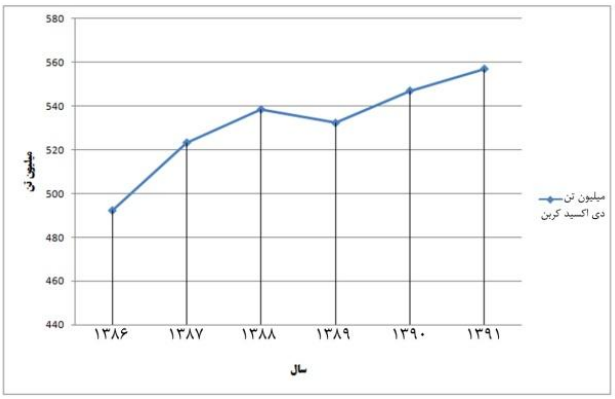
آینده این تغییرات حرکت دنیا به سوی بهره‌برداری از انرژی‌های پایدار می‌باشد (شورای جهانی انرژی، ۱۳۷۵).

از این رو در این پژوهش با توجه به وضعیت انرژی در ایران و رشد فزاینده مصرف سوخت‌های فسیلی که اثرات زیانباری را بر کشور تحمیل نموده است، سعی در امکان‌سنجی طراحی یک واحد همسایگی صفر انرژی می‌باشد به گونه‌ای که در آن علاوه بر بهینه‌سازی مصرف انرژی از طریق اعمال راهکارهای غیرفعال، تمام و یا دست‌کم بخش زیادی از انرژی مورد نیاز ساختمان‌ها از طریق منابع انرژی تجدیدپذیر تأمین شود.

۲. وضعیت انرژی در ایران

محدودیت منابع فسیلی و رشد بالای مصرف سالانه انواع انرژی در ایران باعث می‌شود که در صورت عدم برنامه‌ریزی و پیشرفت‌های لازم روند توسعه کشور به طور جدی تحت تأثیر قرار گیرد. عدم کارایی فنی و اقتصادی و هدر رفت نزدیک به ۵۰ درصد از کل انرژی کشور در فرآیند مصرف و مشکلات فزاینده زیست محیطی ناشی از آن ضرورت مدیریت مصرف انرژی و بالا بردن بازده و بهره‌وری آن را بیش از پیش آشکار می سازد. مطابق آمار ارائه شده در ترازنامه انرژی سال ۹۱، ایران یازدهمین کشور تولیدکننده دی‌اکسیدکربن در جهان است. شکل (۱) تغییرات میزان خروجی دی‌اکسیدکربن در ایران طی سال‌های (۱۳۹۱-۱۳۸۶) را نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود به استثنای سال ۱۳۸۹ که در نتیجه فاز اول هدفمندی یارانه‌ها انتشار دی‌اکسیدکربن کاهش داشته است، این میزان یعنی انتشار دی‌اکسیدکربن ناشی از تولید و مصرف انرژی همواره رو به افزایش بوده است و این در حالی است که هزینه اجتماعی تخریب محیط زیست در سال ۹۱ معادل ۱۰۲۶۵۰ میلیارد ریال بوده که برابر ۱۹/۶٪ تولید ناخالص داخلی می‌باشد. به علاوه در سال ۱۳۹۱ عرضه کل انرژی اولیه برابر ۱۵۹۸/۲ و کل مصرف نهایی آن ۱۱۸۱/۱ میلیون بشکه نفت خام بوده است (ترازنامه انرژی، ۱۳۹۱).

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-11-07]



شکل ۱. میزان انتشار دی‌اکسیدکربن در بخش انرژی کشور طی سال‌های ۱۳۹۱-۱۳۸۶

(ترسیم نگارنده براساس اطلاعات ترازنامه انرژی کشور سال ۹۱).

در این میان سهم انرژی ورودی به سیستم برق ۴۱۷/۵۶ میلیون بشکه نفت خام بوده است که از این میزان ۱۱۷/۲۵ میلیون بشکه به مصرف نهایی برق اختصاص یافته است. به عبارت دیگر ۲۸۷/۲۸ میلیون بشکه نفت خام یا ۶۸/۸ درصد از سهم انرژی ورودی به سیستم برق به صورت اتلاف حرارت یا اتلاف برق در محیط تخلیه می‌شود. شایان ذکر است این میزان معادل ۱۸/۷ درصد از کل انرژی اولیه می‌باشد. این مسئله در حالی است که در ایران سهم انرژی‌های فسیلی، انرژی‌های تجدیدپذیر و هسته‌ای، نیروگاه‌های آبی و منابع تجدیدپذیر قابل احتراق در تولید برق در این سال به ترتیب ۹۴٪، ۰/۸٪، ۴/۸٪ و ۰/۰۰۶٪ می‌باشد (ترازنامه انرژی، ۱۳۹۱).

مصرف بیش از ۴۰٪ انرژی کشور در بخش مسکن، این بخش را به بزرگ‌ترین مصرف‌کننده انرژی در ایران بدل کرده است به گونه‌ای که میانگین مصرف انرژی ساختمان‌ها در ایران بیش از ۲/۵ برابر متوسط مصرف جهانی است. با در نظر گرفتن این مطلب که بیش از ۹۸٪ از مصرف انرژی ساختمان‌ها در ایران از محصولات نفتی و گازی تأمین می‌گردد، و مطابق ترازنامه انرژی در سال ۲۳/۹۱ درصد از دی‌اکسیدکربن تولید شده در کشور متعلق به این بخش است، می‌توان به این نکته

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-11-07]

دست یافت که سهم عمده‌ای از آلودگی‌های به وجود آمده در شهر های بزرگ به سبب مصرف منابع فسیلی جهت تأمین سوخت همین ساختمان‌ها می‌باشد (نصراللهی، ۱۳۹۰).

بنابراین می‌توان به این نکته دست یافت که کاهش مصرف انرژی در بخش ساختمان و مسکن تأثیر به‌سزایی بر کل مصرف انرژی کشور خواهد داشت. با توجه به مطالب فوق و شرایط بحرانی مصرف انرژی‌های فسیلی در کشور از سویی و از سوی دیگر عدم توجه کافی به منابع انرژی تجدیدپذیر و راهکارهای غیرفعال کاهش مصرف انرژی با توجه به پتانسیل‌های فراوان موجود، این پژوهش بر آن است تا ضمن بررسی راهکارهای موجود جهت حرکت بخش ساختمان به سوی پایداری در مصرف انرژی، به طراحی یک واحد همسایگی با رویکرد صفر انرژی در شهر قزوین بپردازد تا از این طریق بتوان گام مؤثری را در جهت بهینه‌سازی مصرف انرژی در یکی از مهمترین بخش‌های مصرف‌کننده یعنی مسکن و به تبع آن کاهش اثرات زیان‌بار مصرف سوخت‌های فسیلی در ابعاد کلان و افزایش بهره‌وری انرژی در کشور برداشت.

۳. تبیین مبانی نظری پژوهش: ساختمان‌های صفر انرژی

ساختمان‌های انرژی صفر اصطلاحی است که برای نسل جدید ساختمان‌هایی که مصرف سوخت و انرژی‌های فسیلی در آن‌ها وجود ندارد و یا بسیار محدود است، در نظر گرفته شده است. در این ساختمان‌ها علاوه بر بهره‌گیری از راهکارهای غیرفعال و حفظ اصول بهینه مصرف انرژی، تمام و یا دست کم بخش زیادی از انرژی مورد نیاز ساختمان‌ها در خود بنا از طریق سیستم‌های تعبیه شده در آن جهت بهره‌گیری از منابع تجدیدپذیر، تولید می‌شود (خرم آبادی و نظری و مهرآبادی، ۱۳۹۰).

به طور کلی ساختمان‌های صفر انرژی[1] را به دو دسته تقسیم‌بندی می‌کنند: ۱. خود کفا ۲. متصل. ساختمان‌های خودکفا نیاز به اتصال به شبکه انرژی خارجی ندارند و تمامی انرژی مورد نیاز بنا از طریق منابع تجدیدپذیر موجود در سایت تأمین می‌شود ولی ساختمان‌های متصل عبارتند از ساختمان‌هایی که

1. Zero Energy Building

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-11-07]

در یک دوره زمانی خاص مجموع انرژی دریافتی و تولیدی آن‌ها صفر است. این بدان معنی است که امکان دارد در بعضی زمان‌ها از شبکه خارجی انرژی دریافت کنند (Marszal et al., 2011).

برای ساختمان‌های انرژی صفر براساس دوره تعادل که ساختمان باید در آن بازه زمانی تعادل انرژی داشته باشد تعاریف متفاوتی وجود دارد. بعضی از تعاریف دوره مشخصی مانند یک سال یا یک ماه را مبنای محاسبات در نظر می‌گیرند، اما از طرفی تعریفات گسترده‌تر و پیچیده‌تری نیز بر این اساس وجود دارد. هرناندز و کنی[1] (۲۰۱۰)، تصدیق می‌کنند که «چرخه کامل زندگی یک ساختمان می‌تواند دوره بسیار مناسبی برای محاسبه تعادل انرژی باشد». به طور کل می‌توان روش‌های گوناگون تعریف بنای انرژی صفر را در رابطه معیار سنجش تعادل، دوره زمانی تعادل، نوع انرژی مصرفی، نوع تعادل و گزینه های انرژی تجدیدپذیر در جدول ۱ خلاصه نمود. در این پژوهش با توجه به قرارگیری سایت طراحی در محدوده شهری طرح پژوهش از نوع متصل به شبکه می باشد و دوره زمانی یک ساله جهت برآورد آمار و معیار محاسبات انتخاب شده است.

1. Hernandez & Kenny

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-11-07]

جدول ۱. روش‌های گوناگون تعریف بنای انرژی صفر (Marszal et al, 2011).

	معیار سنجش تعادل				دوره زمانی		نوع مصرف انرژی			نوع تعادل		گزینه های تأمین انرژی تجدیدپذیر			عامل CO_2
	انرژی دریافتی	انرژی اولیه	انتشار CO_2	هزینه انرژی	سالیانه	ماهیانه	انرژی بهره برداری	انرژی کل	انرژی مصرفی	تولید/ مصرف	متصل/ منفصل	ساختمان	درون سایت	خارج سایت	
روش۱		✓			✓			✓		✓		✓	✓		EN 15603:2008
روش۲		✓			✓			✓		✓		✓	✓		EN 15603:2008
روش۳		✓			✓			✓		✓		✓	✓		EN 15603:2008
روش۴	✓	✓	✓	✓	✓			✓		✓		✓	✓	✓	محلی
روش۵	✓	✓	✓	✓	✓			✓			✓	✓	✓	✓	محلی
روش۶	✓					✓	✓			✓		✓	✓		-
روش۷	✓	✓	✓		✓			✓				✓	✓	✓	EN 15603:2008
روش۸		✓			✓			✓		✓		✓	✓		محلی
روش۹	✓				✓			✓		✓		✓	✓	✓	-
روش۱۰		✓			✓		✓			✓		-	-	-	محلی
روش۱۱		✓			✓				✓	✓		✓	✓		محلی
روش۱۲	✓	✓			✓				✓	✓		-	-	-	EN 15603:2008

مأخذ: یافته‌های تحقیق.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-11-07]

٤.پیشینه تحقیق

به طور کلی، اکثر مقالاتی که به بررسی انرژی در مقیاس واحد همسایگی پرداخته‌اند، یا بر تأثیر ریخت و فرم شهری بر مصرف انرژی در ساختمان تمرکز کرده اند و یا به پتانسیل انـرژی خورشـیدی در رابطه با سیستم‌های گرمایش و سرمایش خورشیدی و همچنین تولید برق از سلول‌های فتوولتاییک در این مقیاس پرداخته‌اند. حاکم و همکاران[1] (۲۰۱۲) به مطالعه و مقایسـه تـوان تولیـد الکتریسـیته در واحدهای همسایگی و عملکرد انرژی آنان در رابطه با گرمایش و سرمایش پرداختنـد. آن‌هـا بـه ایـن نکته دست یافتند که می‌توان شـاهد افـزایش قابـل تـوجهی در کـل انـرژی الکتریکـی تولیـدی بـا بـه کارگیری سیستم ترکیبی از سلول های فتوولتاییک در کـل واحـد همسـایگی کـه در یـک سـایت بـا شکلی مشخص قرار گرفته‌اند نسبت به نمونه‌هایی که به صورت منفرد عمل می‌کنند، بود. با این حـال مطالعات و گزارش‌ها در رابطه با ساختمان‌های صفر انرژی در مقیاس محله‌ای و یـا واحـد همسـایگی بسیار محدود می‌باشد. برای مثال می‌توان به چهارچوب پیشنهادی سارتوری و همکاران[2] (۲۰۱۲) کـه در رابطه با ساختمان‌های صفر انرژی متصل به شبکه نیرو می‌باشد اشاره نمود کـه در آن نحـوه تعامـل ساختمان با شبکه نیرو به طور دقیق و با بازتعریف معیارهای گوناگون مشخص شده است.

در این پژوهش علاوه بر بیان دو نوع تعادل تولید/مصرف و ارسـال/دریافت بـه عنـوان مهمتـرین نوع تعادل در ساختمان‌های صفر انرژی، شرایط خاص هر منطقه و سیاسـت‌هـای کلـی هـر کشـور بـه عنوان یک عامل تعیین‌کننده در رابطه با نحوه ارتبـاط سـاختمان‌هـای صـفر انـرژی بـا شـبکه نیـرو بـه صورت مجموعه‌ای و یا منفرد در نظر گرفته شده است. ارائه یـک چهـارچوب کلـی جهـت تعریـف تعادل و تبادل ساختمان‌های صفر انرژی و شبکه نیرو و همچنین ارزیابی و تعریف معیارهای گوناگون در این رابطه به منظور سهولت در دستیابی به یک روش و تعریف جـامع جهـت ایـن سـاختمان‌هـا در شرایط گوناگون از دیگر مطالب بیان شده در این پژوهش اسـت.کنـدی و اسـگوریدیس[3] (۲۰۱۱) نیـز

1. Hachem et al
2. Sartori et al
3. Kennedy& Sgouridis

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-11-07]

مطالعه‌ای را جهت پاسخ به این سؤال که چگونه می توان با در نظر گرفتن رده انتشار سلسله مراتبی به یک تعریف جامع از توسعه شهری بدون کربن-کم کربن و کربن خنثی دست یافت، به انجام رسانده‌اند.

تودوروویچ[1] (۲۰۱۲) از ابزار شبیه سازی جهت تحقق اهداف صفرانرژی در برنامه‌ریزی شهری استفاده کرده است. کارلیسله و همکاران[2] (۲۰۰۹) با انجام بررسی هایی درآزمایشگاه ملی انرژی های تجدیدپذیر در قالب یک گزارش فنی یک محله صفر انرژی را به عنوان «یک راهکار که میزان بسیار زیادی از تقاضای انرژی را از طریق افزایش راندمان آن و به واسطه حفظ تعادل انرژی در بخش‌های حمل و نقل، گرمایش و سرمایش و انرژی الکتریکی از طریق منابع انرژی تجدیدپذیر، تأمین کند» مطرح می کنند. آن‌ها همچنین به این نکته دست یافتند که «این سناریو (استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر در واحدهای همسایگی) می‌تواند میان ساختمان و شبکه برق سراسری یک ارتباط مؤثر برقرار کند و حتی میزان بسیار زیادی از نیرو (انرژی) تجدیدپذیر را به شبکه سراسری ارسال کند». (Carlisle and Van Geet and Pless, 2009).

۵. روش‌شناسی پژوهش و فرآیند کار

در این پژوهش آن چه مهم است کاهش مصرف انرژی در ساختمان با بهره‌گیری از راهکارهای غیرفعال کاهش دهنده مصرف انرژی با توجیه‌پذیری اقتصادی بالا و دستیابی به تعادلی منطقی مطابق با تعاریف صفر انرژی، میان میزان مصرف انرژی و تولید آن به واسطه منابع انرژی تجدیدپذیر و شبکه نیرو می باشد. روش پژوهش در این مقاله بر پایه ترکیبی از روش توصیفی- تحلیلی، روش پژوهش علی و شبیه‌سازی می باشد. «بهترین و در عین حال قانع‌کننده‌ترین روش برای ایجاد رابطه علی، آزمایش دقیقی است که در آن تأثیر متغیرهای نهفته کنترل شده باشد، مفهوم آزمایش، تغییر فعال x و مشاهده اثر آن بر y است » (Groat and Wang, 2002).

1. Todorovic
2. Carlisle et al

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-11-07]

ابزار آزمایش این پژوهش شبیه‌سازی به وسیله نرم‌افزار دیزایین بیلدر[1] است که نرم‌افزاری جهت تحلیل حرارتی ساختمان و تأثیر عوامل محیطی بر آن می‌باشد. از جمله قابلیت‌های این نرم‌افزار شامل محاسبه بار سرمایشی و گرمایشی ساختمان، تأثیر راهکارهای غیرفعال بر میزان مصرف انرژی و تصویرسازی و برآورد کمی تأثیر تشعشعات خورشیدی بر بازشوها و سایر سطوح ساختمان می‌باشد. این نرم‌افزار می‌تواند براساس اطلاعات آب و هوایی و تمهیدات فعال و غیرفعال در نظر گرفته شده برای ساختمان میزان مصرف انرژی آن را در ساعت، روز، ماه و سال محاسبه کرده و به طراحان جهت اتخاذ تصمیم‌های مناسب در زمینه مصرف انرژی ساختمانی بر مبنای اطلاعات واقعی کمک کند.

اعتبار نرم‌افزار دیزایین بیلدر در پژوهش‌های متعدد پیشین به اثبات رسیده است. از این رو می‌توان با مراجعه به وبگاه[2] این نرم‌افزار ملاحظه نمود که در مراجع تصمیم‌گیری بسیاری از کشورها از جمله انگلستان، نتایج حاصل از شبیه‌سازی در این نرم افزار معتبر بوده و به رسمیت شناخته شده است. از جمله تحقیقاتی که با استفاده از نرم‌افزار دیزایین بیلدر انجام گرفته است می توان به پژوهش مسندی اشاره نمود که در آن میزان اتلاف حرارتی بام ساختمان با ساختارهای گوناگون از قبیل بام تخت، بام دوپوسته، بام سبز و حوضچه بام توسط این نرم‌افزار محاسبه شده و در پایان گزینه مناسب به لحاظ تأثیر بر مصرف انرژی و میزان هزینه جهت طراحی انتخاب شده است (مسندی، ۱۳۸۹).

همچنین نصراللهی در پژوهشی به بررسی مطالعه رفتار ساختمان های اداری از نقطه نظر مصرف انرژی پرداخته است که در آن اثر عوامل مختلف معماری از قبیل جهت‌گیری، مساحت بازشوها، سایه‌بان و تهویه طبیعی بر میزان مصرف انرژی در ساختمان به واسطه نرم‌افزار مذکور مورد ارزیابی قرارگرفته است (نصراللهی، ۱۳۹۱).

1. Design Builder
2 . Design Builder, (2012). Design Builder SBEM Approval, Available in: http://designbuilder.co.uk/content/view/175/112/, accessed data: 29/12/2013.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-11-07]

جهت دستیابی به هدف این پژوهش، در ابتدا با استفاده از نرم‌افزار شبیه ساز دیزایین بیلدر، میزان کاهش مصرف انرژی با استفاده از راهکارهای غیرفعال که در ادامه به آن اشاره می شود به صورت سه‌متغیر مستقل در نظر گرفته می‌شود که برای هر کدام از این متغیرها (راهکارهای غیرفعال) شبیه‌سازی حرارتی صورت می گیرد و تأثیر آن بر بار مصرفی ساختمان به عنوان متغیر وابسته، محاسبه می‌شود. راهکارهای غیرفعال کاهش‌دهنده مصرف انرژی که در این پژوهش به عنوان متغیر مستقل در نظر گرفته شده عبارتند از:

- بهره‌گیری از عایق‌های حرارتی و ترکیب آن با مصالح دارای ظرفیت و مقاومت حرارتی مناسب با توجه به شرایط اقلیمی.
- طراحی سایه‌بان مناسب برای بازشوها با توجه به مسیر حرکت خورشید جهت کاهش بار سرمایشی.
- بهره‌گیری از تهویه طبیعی با توجه به اصول ونتوری[1]، برنولی[2] و اثر دودکشی[3] و با در نظر گرفتن جهت وزش باد در طول سال.

پس از محاسبه موارد فوق نیاز به همسان‌سازی انرژی تولیدی از منابع انرژی تجدیدپذیری که با توجه به پتانسیل‌های موجود در سایت استفاده می شوند، با میزان مصرف انرژی ساختمان ها در بخش‌های سرمایش، گرمایش، روشنایی و تجهیزات می‌باشد که این مهم با بهره‌گیری از نرم‌افزار تی‌سل[4] جهت سیستم آبگرمکن خورشیدی و دستورالعمل وزارت نیرو با عنوان «راهنمای طراحی سیستم فتوولتاییک به منظور تأمین انرژی الکتریکی به تفکیک کاربری و اقلیم» جهت سیستم‌های فتوولتاییک انجام گرفته است. بخش دیگری که در این پژوهش به آن نیاز است اطلاعات کامل اقلیمی در شهر قزوین و طراحی بر مبنای آن به جهت افزایش راندمان انرژی در واحدهای طراحی شده می باشد. بدین منظور اطلاعات گوناگون اقلیمی اعم از تابش آفتاب و ساعات آفتابی، جریان باد، دما، بارش و رطوبت نسبی از ایستگاه های سینوپتیک هواشناسی استان قزوین گردآوری شده که

1. Venturi
2. Bernouli
3. Stack Effect
4. Tsol

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-11-07]

علاوه بر بهره‌گیری از آن‌ها به عنوان مبنای محاسبات اقلیمی در نرم‌افزار دیزاین بیلدر، طراحی ساختمان از جنبه‌های گوناگون نظیر مصالح، سطح بازشوها، جهت‌گیری، نحوه به کارگیری منابع انرژی تجدیدپذیر و غیره نیز بر پایه این اطلاعات صورت گرفته است.

٦. منطقه مورد مطالعه

با تصویب شورایعالی معماری و شهرسازی، مجموعه شهری قزوین به عنوان ششمین مجموعه شهری بزرگ پس از مجموعه های تهران، تبریز، اصفهان، مشهد و شیراز می باشد. این مجموعه جمعیتی حدود ۸۰۰-۷۵۰ هزار نفر را در خود جای داده و و سعت آن ۱۴۲۳ کیلومتر مربع است. (طرح مجموعه شهری قزوین، ۱۳۹۲).

سایت در نظر گرفته شده جهت پژوهش در منطقه دو شهر قزوین و در محدوده شمالی محله سرتک قرار گرفته است. به لحاظ مکانی این سایت در محدوده ضلع غربی بلوار شهید لشگری و ضلع شرقی خیابان شهید ثالث جا گرفته است. این زمین مساحتی بالغ بر ۱/۸ هکتار را داراست که هم اکنون به صورت یک زمین خاکی در محدوده شمالی محله سرتک واقع شده است. به لحاظ همجواری ها سایت در نظر گرفته شده از جانب غرب و جنوب با بافت های مسکونی منطقه سرتک احاطه شده است. ضلع شمالی سایت را نیز زمین خاکی در بر گرفته که آن نیز به یک بافت مسکونی منتهی می‌شود. ضلع شرقی با بلوار شهید لشگری همجوار است که در شرق آن نیز شهرک مسکونی ولایت قرار گرفته است. با توجه به وجود فضای باز در قسمت شرقی این سایت و همسویی آن با جهت نسیم های فصلی و جهت غالب باد قزوین (جنوب شرقی) به ویژه در تابستان و همچنین قرارگیری سایت در بخش شمالی شهر قزوین، محدوده انتخاب شده جهت این پژوهش از ارزش زیست محیطی بالایی برخوردار است.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-11-07]



شکل۱. محدوده سایت در نظر گرفته شده جهت طراحی.

٦-۱. مطالعات اقلیمی بستر طرح

در طراحی یک پروژه توسط معمار گردآوری اطلاعات لازم در رابطه با بستر طرح از اقدامات اولیه جهت دستیابی به یک طرح مناسب می باشد. در این پژوهش ابتدا اطلاعات اقلیمی که برگرفته‌شده از آمار و داده‌های ایستگاه‌های سینوپتیک[1] قزوین طی سال‌های ۱۳۹۴-۱۳۸۵ می‌باشد در قالب جدول ۲ آورده شده است. سپس جهت تعیین میزان تأثیرگذاری هر یک از روش های غیرفعال در فصول مختلف سال از شکل زیست اقلیمی ساختمانی گیونی[2] که یکی از معتبرترین و بهترین شکل‌ها جهت طراحی هم‌ساز با اقلیم ساختمان‌های یک منطقه می‌باشد، استفاده شده است. در شکل زیست اقلیمی ساختمانی گیونی داده‌های اطلاعاتی حاصل از اقلیم همچون رطوبت نسبی و متوسط حداقل و حداکثر دمای ماهیانه بر روی شکل مشخص شده و سپس با استفاده از این داده‌ها به تجزیه و تحلیل آن‌ها پرداخته و در نهایت شرایط و اصولی را که باید برای طراحی اقلیمی در نظر گرفته شود، مشخص می‌شوند.

1. Synoptic
2. Givoni

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-11-07]

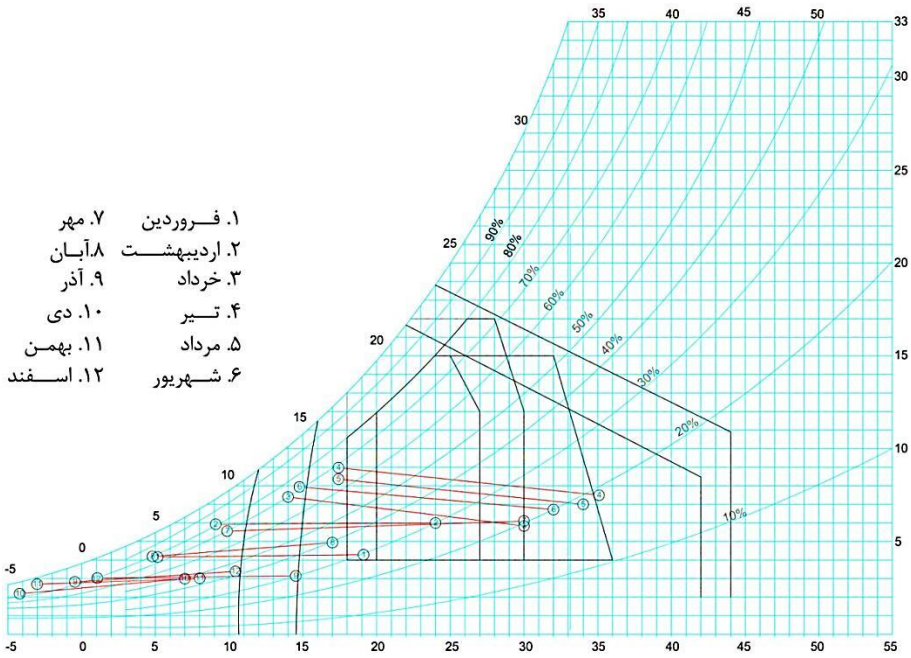
جدول ۲. میانگین آماری ده ساله (۹۴-۸۵) اطلاعات اقلیمی ایستگاه فرودگاهی قزوین

ایستگاه فرودگاهی قزوین			داده‌های اقلیمی ده ساله ایستگاه سینوپتیک قزوین (۱۳۹۳-۱۳۸۴)											
عرض جغرافیایی	۵۰ -۰۳	شرقی												
طول جغرافیایی	۳۶ -۱۵	شمالی												
ارتفاع از سطح دریا	۱۲۷۹/۲	متر												
آمار سال‌های ۱۳۸۴ تا ۱۳۹۳	**فروردین**	**اردیبهشت**	**خرداد**	**تیر**	**مرداد**	**شهریور**	**مهر**	**آبان**	**آذر**	**دی**	**بهمن**	**اسفند**	**سالانه**	
متوسط دمای ماهیانه	۱۲/۲	۱۶/۹	۲۳	۲۶/۷	۲۶/۵	۲۳/۷	۱۸/۲	۱۰/۵	۵	۱/۸	۳/۳	۷/۶	۱۴/۵	
متوسط حداقل دمای ماهیانه	۵/۲	۹/۲	۱۴/۱	۱۷/۴	۱۷/۵	۱۴/۸	۹/۸	۴/۸	-۰/۵	-۴/۲	-۳	۱/۲	-۴/۲	
متوسط حداکثر دمای ماهیانه	۱۹/۳	۲۴	۳۰/۲	۳۵/۴	۳۳/۶	۳۲	۲۶/۷	۱۶/۷	۱۰/۵	۷	۸/۵	۱۴/۵	۳۵/۴	
حداقل مطلق دمای ماهیانه	-۳/۶	-۰/۴	۸/۲	۱۱/۴	۱۴/۲	۸/۶	۳/۲	-۵/۴	-۱۰/۲	-۱۹/۴	-۱۵/۴	-۹/۶	-۱۹/۴	
حداکثر مطلق دمای ماهیانه	۲۸/۶	۳۲/۴	۳۶/۹	۴۲/۴	۴۰/۶	۳۸	۳۲/۴	۲۵	۲۰	۱۶/۲	۱۷/۶	۲۶	۴۲/۴	
متوسط حداکثر رطوبت نسبی	۷۷	۸۲/۵	۷۰/۲	۶۹	۶۷	۷۲/۸	۷۰/۸	۸۱	۸۵/۵	۸۸/۷	۸۹	۷۹/۸	۸۸/۷	
متوسط حداقل رطوبت نسبی	۲۹/۵	۳۰	۱۷/۸	۱۸/۳	۱۷/۸	۲۰/۴	۲۰/۲	۳۸/۷	۴۳	۴۷/۴	۴۴/۴	۳۰/۲	۱۷/۸	
مجموع بارندگی ماهیانه	۳۴/۱	۴۰	۹/۷	۴/۴	۱/۳	۷/۱	۸/۵	۵۴/۴	۲۸	۲۰/۸	۳۹/۵	۲۷/۶	۲۸۴/۴	
متوسط تعداد روزهای یخبندان	۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۲	۱۷	۲۴	۲۰	۱۲	۷۷	
تعداد روزهای ابری	۱۰/۲	۶/۲	۰/۵	۰/۳	۰/۳	۰/۳	۴	۷	۹/۹	۹/۷	۹/۲	۱۱/۲	۶۸/۸	
مجموع ساعات آفتابی	۲۱۸	۲۵۰	۳۴۳	۳۵۰	۳۵۶	۳۲۵	۲۸۲	۱۸۵	۱۸۱	۱۶۴	۱۶۵	۱۸۵	۳۰۰۴	

مأخذ: یافته‌های تحقیق.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-11-07]

در این پژوهش شکل مذکور بر مبنای اطلاعات اقلیمی ایستگاه سینوپتیک قزوین که در جدول(۲) آورده شده است ترسیم شده و خطوط هر ماه بر روی شکل مشخص شده است و با توجه به تعریف محدوده‌های مختلف در شکل و هم پوشانی آن‌ها با خطوط ترسیم شده راهکارهای غیرفعال مناسب جهت اقلیم قزوین به دست آمده است که در بخش بعد مورد بررسی قرار می‌گیرد (شکل ۲). به علاوه آنالیز جریان باد نیز در این پژوهش جهت بهینه‌سازی طراحی ساختمان‌های مسکونی مورد مطالعه قرار گرفته است.



شکل ۲. شکل زیست اقلیمی ساختمانی قزوین

(ترسیم: نگارنده براساس داده‌های ایستگاه هواشناسی قزوین)

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-11-07]

تحلیل جدول گیونی

با توجه به جدول زیست اقلیمی ساختمانی گیونی که براساس آمار ده ساله (۱۳۹۴-۱۳۸۵) ایستگاه سینوپتیک فرودگاهی قزوین به دست آمده، مشاهده می شود که در فصل بهار و در فروردین ماه صبح‌ها در محدوده آسایش است و می توان از گرمایش خورشیدی هم بهره برد و شب‌ها در بعضی مواقع نیاز به گرمایش مکانیکی می‌باشد. در اردیبهشت صبح‌ها در منطقه آسایش و شب‌ها ظرفیت حرارتی مصالح کافی بوده و در خرداد ماه صبح‌ها تا حدودی نیاز به کوران هوا احساس می‌شود، شب‌ها نیز ظرفیت گرمایی مصالح کافی است. در فصل تابستان در روز و به ویژه در مرداد ماه جهت سرمایش نیاز به برودت تبخیری و کوران هوا می‌باشد و شب‌ها فضای بیرون در محدوده آسایش قرار دارد.

لازم به ذکر است در کل تابستان و خرداد ماه بهتر است از نفوذ گرمای خورشید به داخل ساختمان جلوگیری شود. با شروع فصل پاییز و در مهرماه صبح‌ها در منطقه آسایش قرار دارد و شب‌ها با استفاده از جرم حرارتی می‌توان به شرایط آسایش دست یافت. شرایط در آبان ماه به گونه‌ای است که نیاز به گرمایش خورشیدی در روز احساس می شود و شب ها نیاز به گرمایش مکانیکی می‌باشد. با شروع آذر ماه و در کل زمستان نیز می‌بایست علاوه بر بهره‌گیری از سیستم‌های فعال گرمایشی در روز از گرمایش خورشیدی و شب‌ها از ظرفیت حرارت استفاده شود. به طور کل با توجه به اطلاعات به دست آمده طراحی یک بنا با رویکرد اقلیمی در قزوین باید به گونه‌ای باشد که در فصول سرد از مصالح با ظرفیت و مقاومت حرارتی بالا به همراه گرمایش خورشیدی بهره برد و در فصول گرم نیز علاوه بر استفاده از کوران طبیعی هوا و سیستم‌های برودت تبخیری می‌بایست از نفوذ خورشید به داخل بنا نیز جلوگیری نمود.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-11-07]

تحلیل جریان هوا

جهت دستیابی به پارامترهای سرعت و جهت وزش باد در اوقات مختلف سال در شهر قزوین، نگارندگان با تحلیل آمار ۵ ساله گلباد های فصلی شهر قزوین (۱۳۹۳-۱۳۸۹) که در فصلنامه‌های سازمان هواشناسی استان قزوین موجود است، اقدام به گردآوری اطلاعات در این زمینه نموده و با دستیابی به اطلاعاتی چون جهت غالب باد فصلی، سرعت حداکثری، سرعت متوسط و پراکندگی جهت وزش باد در ساعت‌های (۶:۳۰)، (۱۲:۳۰)، (۱۸:۳۰)، پژوهش حاضر سعی در طراحی بهینه ساختمانی جهت بهره‌مندی حداکثری از تهویه طبیعی در تابستان و حفاظت از بادهای سرد زمان زمستانی با به کارگیری تمهیدات ویژه دارد. با توجه به عدم امکان درج تمامی جداول تحلیلی در این بخش، تنها نتایج آن بیان می‌گردد.

با توجه به اطلاعات به دست آمده جهت غالب وزش باد در تمامی فصول به طور عمده جنوب شرقی می‌باشد در حالی که وزش باد غربی نیز در زمستان و بهار وتابستان به عنوان نائب باد غالب در نظر گرفته می‌شود. در ساعات صبح و در فصول بهار و تابستان و پاییز وزش باد از جانب شمال و شمال شرقی می‌باشد و در زمستان در ظهر و بعد از ظهر از جانب غرب و جنوب می‌باشد. سرعت متوسط با در فصول بهار، تابستان، پاییز و زمستان به ترتیب (۳.۳)، (۳.۲)، (۳.۱) و (۳.۴) می‌باشد به علاوه در اوقات بامدادی و صبحگاهی غالب باد از جانب شمال و شمال شرقی است، بین ساعات (۹:۳۰) تا (۱۵:۳۰) غالب بادها از جانب جنوب شرقی است که شدت آن در تابستان بیشتر است و در ساعات (۱۵:۳۰) تا (۲۱:۳۰) نیز در تابستان و پاییز غالب بادها از جانب شرق و جنوب شرقی می‌باشد که این وضعیت برای زمستان از جانب غرب می‌باشد.

به علاوه بادهایی با سرعت بالای ۱۲متر بر ثانیه که به عنوان باد نامطلوب در نظر گرفته می‌شوند عموماً از جانب جنوب غربی و شمال غربی می‌وزند. که این مهم می‌تواند در جهت‌گیری بنا و طراحی بازشوها در اواخر بهار و تابستان جهت خنک‌سازی از طریق تهویه طبیعی و همچنین حفاظت از بنا در برابر بادهایی سرد و با سرعت بالا، بسیار مؤثر باشد.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-11-07]

۷. یافته‌ها

در این بخش ابتدا به تأثیر هر یک از راهکارهای غیرفعال در نظر گرفته شده در این پژوهش بر میزان کاهش بار مصرفی انرژی در ساختمان می پردازیم. سپس سعی در تأمین این میزان انرژی مصرفی کاهش یافته توسط سلول های فتوولتایک[1] و آبگرمکن‌های خورشیدی می باشد. طرح در نظر گرفته شده در این پژوهش یک واحد همسایگی با رویکرد صفر انرژی در زمینی به مساحت ۱۸۰۰۰متر مربع در بخش شمال شرقی شهرستان قزوین می باشد. این طرح مشتمل بر ۸ بنای مسکونی دو طبقه می‌باشد که در هر طبقه دو واحد در دو تیپ سه خوابه (۱۷۰ متر مربع) و دو خوابه (۱۵۰ مترمربع) طراحی شده است.

با توجه به میزان مساحت مورد نیاز جهت استقرار سامانه های تجدیدپذیر و کمبود فضای موجود در بام ها جهت نصب و راه‌اندازی سامانه های فتوولتاییک بخشی از سایت به متراژ ۵۰۰ مترمربع در بخش جنوبی جهت استقرار این سامانه ها در نظر گرفته شده است. در این طرح به لحاظ پایداری اجتماعی و ارتقای کیفیت بصری علاوه بر طراحی یک فضای باز در مرکز واحد همسایگی که جهت تحقق نیازهای ارتباطی و عاطفی و همچنین تشویق به ورزش و فعالیت‌های بدنی در نظر گرفته شده است، جهت کاهش آلاینده‌های جوی و صوتی و همچنین بهبود کیفی هوا و زیبایی بصری علاوه بر فضای سبز طراحی شده در مرکز و کناره‌های سایت، بدنه‌های صلب موجود نیز با دیوارهای سبز پوشش داده شده‌اند.

شایان ذکر است مساحت باز شوها با توجه به جدول واتسون (Watson,1993)، و اقلیم شهر قزوین به میزان ۲۰ درصد مساحت کف تعیین شده و همچنین جهت‌گیری بنا با شبیه‌سازی موقعیت‌های مختلف در نرم‌افزار به صورت بهینه ۱۵ درجه جنوب شرقی در نظر گرفته شده است که ذکر جزئیات آن از حوصله این بحث خارج است.

1. Photovoltaic

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-11-07]



شکل ۲. سایت طراحی (راست). پلان واحد های مسکونی سه خواب و دو خواب (چپ).

در شکل (۳) میزان بار مصرفی انرژی یکی از ساختمان‌های طراحی شده در واحد همسایگی با شرایط مذکور که شامل دو واحد دو خوابه و دو واحد سه خوابه می باشد با بهره گیری از مصالح رایج که در پیوست[1] نشان داده شده است، بدون هیچ‌گونه تمهیدی جهت کاهش مصرف انرژی نشان داده شده است.

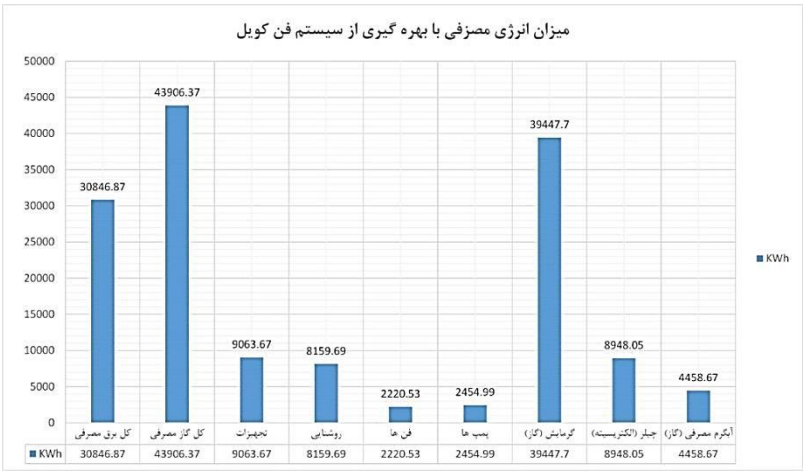


شکل۳. میزان انرژی مصرفی به تفکیک بخش‌ها در واحد های مسکونی (۴ واحد).

۱ . مصالح این بخش با عنوان «روش ۱» در جدول ارائه شده در پیوست ارائه شده است.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-11-07]

به منظور کاهش مصرف انرژی قبل از تغییر مصالح با جایگزینی سیستم فن کویل به جای سیستم رادیاتور جهت گرمایش محیطی به میزان ۲۳۹۰۲/۵۷ کیلووات ساعت (۳۶ درصد)، کاهش در مصرف گاز طبیعی مشاهده می‌شود. شایان ذکر است که جهت سرمایش هم از سیستم فن کویل استفاده شده است که دارای بازده مناسبی در میان سیستم‌های سرمایشی می‌باشد. با لحاظ کردن موارد فوق میزان مصرف گاز طبیعی جهت ۴ واحد مسکونی به ۴۳۹۰۶/۳۷ کیلووات ساعت و این مقدار جهت برق مصرفی به ۳۰۸۴۶/۸۷ کیلووات ساعت خواهد رسید. (شکل۴).

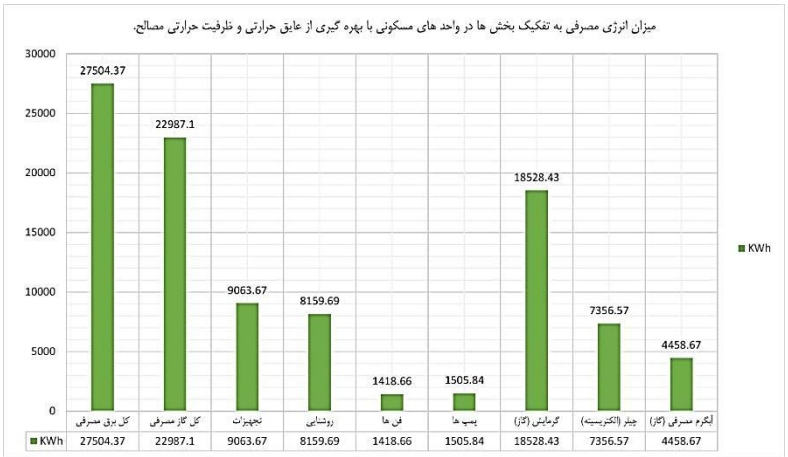


شکل ۴. میزان انرژی مصرفی به تفکیک بخش‌ها در ۴ واحد مسکونی با بهره‌گیری از فن کویل

در شکل (۵) میزان مصرف انرژی ساختمان با بهره‌گیری از مصالح با ظرفیت حرارتی مناسب و به کارگیری عایق‌های حرارتی نشان داده شده است. جداره‌ها از دیوارهای دوجداره با بلوک‌های لیکا و عایق پلی استایرن تشکیل شده است و سازه سقف تیرچه بلوک به همراه عایق حرارتی می‌باشد. جزئیات سازه به کار گرفته شده در پیوست[1] آمده است.

۱ . مصالح این بخش با عنوان «روش ۲» در جدول ارائه شده در پیوست ۱ آمده است.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-11-07]



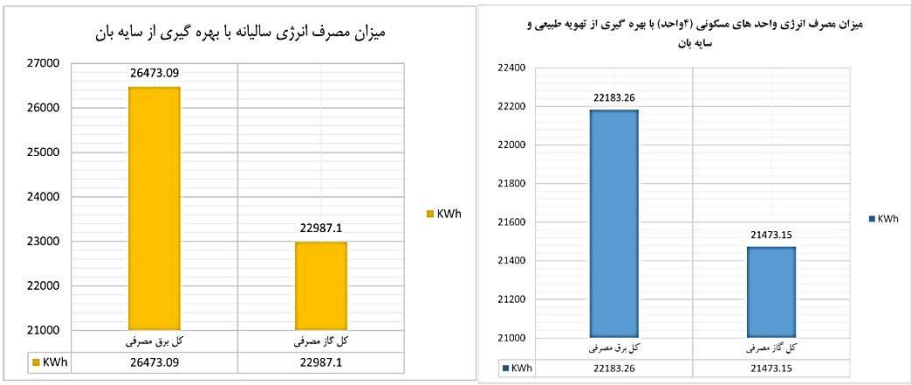
شکل۵. میزان انرژی مصرفی به تفکیک بخش‌ها در واحد های مسکونی با بهره‌گیری از عایق حرارتی و ظرفیت حرارتی مصالح.

در گام بعد همانگونه که در روش تحقیق عنوان شد تأثیر دو متغیر سایه‌بان و تهویه طبیعی به ترتیب و به صورت مرحله‌ای بر کاهش مصرف انرژی مورد ارزیابی قرار گرفت که نتایج آن در شکل ۶ نشان داده شده است. مشخصات هر یک از متغیرها به این شرح است:

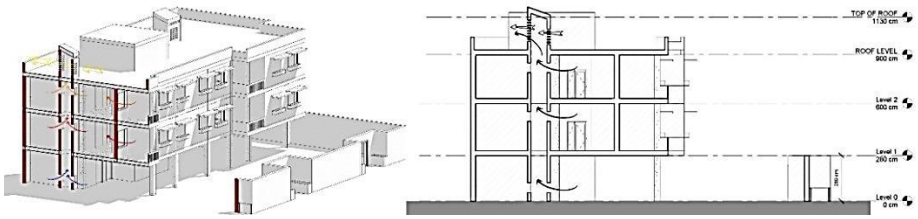
- سایه‌بان‌ها بر روی تمامی پنجره‌های جداره جنوبی که مطابق با جدول واتسون ابعادی برابر ۱/۶× ۱/۵متر دارند، با عمق ۰/۸۰ و پهنای ۲/۱۰ متر به نحوی قرار گرفته است که مطابق با داده‌های شبیه‌سازی در نرم افزار دیزاین بیلدر، در دوره گرما (۱۵ خرداد تا ۱۵ مرداد) سطح شیشه ای باز شو تا ۹۰ درصد تحت پوشش سایه قرار گیرد و این مهم جهت دوره سرما (۱۵ آذر تا ۱۵ بهمن) به کمتر از ۲ درصد برسد.
- تهویه طبیعی نیز همانگونه که در شکل ۳ نشان داده شده است هم به طریق عرضی و هم به طریق اثردودکشی جهت کاهش بار سرمایشی ایجاد شده است. به گونه‌ای که هوا از پایین‌ترین سطح ساختمان یعنی پیلوت که دارای بیشترین فشار مثبت می باشد وارد کانال تهویه شده و از قسمت

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-11-07]

انتهایی کانال که به سبب اعمال اثر ونتوری[1] توسط دو دریچه که روبروی هم قرار گرفته‌اند و همچنین دمای بیشتر نسبت به سطوح پایینی ساختمان دارای بیشترین فشار منفی در کل محفظه کانال می‌باشد، خارج می‌شود. این اختلاف فشار جریان هوایی رو به بالا را در ساختمان ایجاد می‌کند که سبب مکش جریان هوای ورودی از بازشوها به داخل ساختمان می‌شود. شایان ذکر است که به کارگیری تهویه طبیعی در این ساختمان‌ها صرفاً جهت دوره گرما می‌باشد و در فصول سرد دریچه‌های کانال‌های تهویه بسته می‌شوند.



شکل ۶. میزان مصرف انرژی سالانه با استفاده از سایه‌بان و تهویه طبیعی



شکل ۷. دیاگرام تهویه طبیعی در ساختمان با بهره‌گیری از اثر دودکشی و اصل ونتوری

۱ . اثر ونتوری یک پدیده فیزیکی در رابطه با جریان سیالات می‌باشد. این اصل بر اساس تمایل طبیعی سیالات جهت برابر ساختن فشار در دو یا چند زون می‌باشد به گونه‌ای که هوا با سرعت بیشتر فشار کمتری دارد و همچنین هوا با سرعت پایین تر فشار بیشتری دارد.

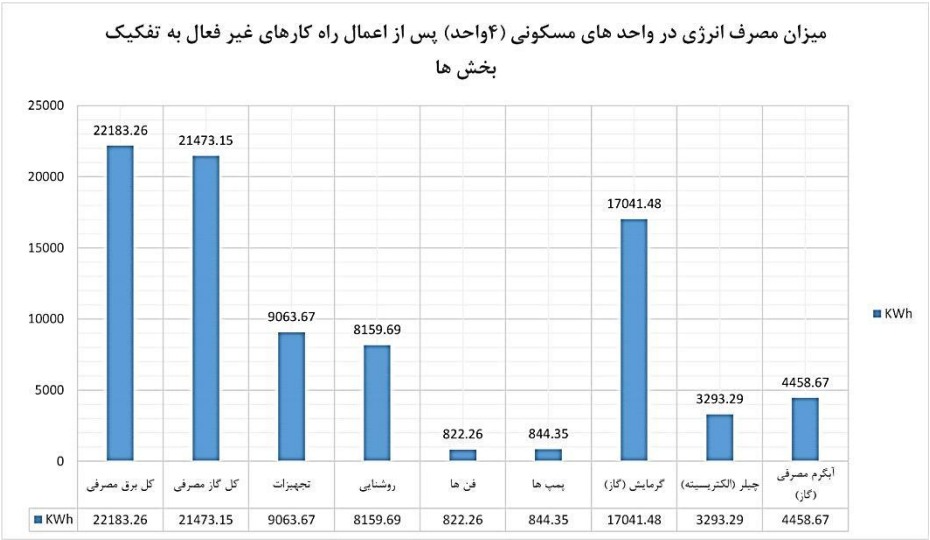
[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-11-07]

۸. تأمین انرژی تجدیدپذیر

جهت تأمین انرژی تجدیدپذیر در این پژوهش از سیستم های خورشیدی استفاده شده است. طبق داده های نرم‌افزار تی سل جهت تأمین انرژی مورد نیاز آب گرم مصرفی که در این پژوهش مطابق با شکل ۷ معادل۴۴۵۸/۶۷ کیلووات ساعت برای ۴ واحد و ۳۵۶۶۹/۳۶ کیلووات ساعت برای کل ۸ بنای موجود در واحد همسایگی می باشد، نیاز به ۲۴ عدد گردآورنده خورشیدی با مساحت ۶ متر مربع با زاویه قرارگیری ۴۵ درجه به همراه یک تانک ذخیره آب با گنجایش ۳۴۳ لیتر می باشد. با توجه به این مهم که در سیستم‌های گردآورنده خورشیدی جهت آب گرم مصرفی نیاز به نیروی پشتبان نیز وجود دارد با این حال به طور کلی با به کارگیری این گردآورنده‌ها به میزان ۱۸۱۰۷/۶ کیلووات ساعت از مصرف گاز طبیعی جهت واحدهای مسکونی کاسته می‌شود.

درگام بعد جهت تأمین نیاز الکتریکی ساختمان‌های موجود که مطابق با داده‌های شکل(۴) به میزان ۲۲۱۸۳/۲۶ کیلووات ساعت برای ۴ واحد مسکونی و ۱۷۷۰۵۱/۶کیلووات ساعت برای ۸ بنای موجود می‌باشد، با استفاده از کتابچه «راهنمای طراحی سیستم‌های فتوولتاییک به منظور تأمین انرژی الکتریکی به تفکیک اقلیم و کاربری» که توسط وزارت نیرو تدوین شده است و با در نظر گرفتن خطای خروجی (fman) به میزان ۵٪؛ اثر آلودگی و گرد و خاک: ۵٪؛ و ضریب کاهش توان بر اثر دما به میزان ۰/۷۸ نیاز به ۴۵۵ عدد ماژول فتوولتاییک ۲۶۵ واتی می‌باشد. شایان ذکر است میزان متوسط تابش سالانه خورشید (PSH) جهت شهر قزوین برابر ۵ ساعت می باشد (راهنمای طراحی سیستم‌های فتوولتاییک، ۱۳۹۳).

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-11-07]



شکل ۸. میزان مصرف انرژی در واحد های مسکونی (۴واحد)
پس از اعمال راهکارهای غیرفعال به تفکیک بخش‌ها

در این میان با توجه به این مطلب که سیستم در نظر گرفته شده در این پژوهش جهت ساختمان صفر انرژی از نوع متصل بوده، لذا می‌توان مطابق با تعاریف ساختمان‌های صفر انرژی که در بخش های قبل عنوان شد با افزایش تولید انرژی الکتریکی مازاد بر مصرف واحدهای مسکونی آن را به شبکه انرژی صادر نمود و به همان میزان انرژی مورد نیاز جهت گرمایش را که از گاز طبیعی استفاده می‌کند از شبکه خریداری نمود.

به عبارت دیگر می توان در فصل گرما که میزان انرژی الکتریکی تولید شده توسط پانل های فتوولتاییک بیش از نیاز ساختمان های موجود در واحد همسایگی است، آن را به شبکه برق سراسری ارسال نمود و در عوض در فصل سرما به همان میزان گاز طبیعی جهت رفع نیاز گرمایشی ساختمان‌ها از شبکه انرژی دریافت نمود. بدین منظور جهت ایجاد توازن میان انرژی الکتریکی صادر شده به شبکه و گاز طبیعی دریافتی که مطابق با داده‌های موجود و به کارگیری آبگرمکن‌های خورشیدی برابر ۱۵۳۶۷۷/۶ کیلووات ساعت در سال جهت ۸ بنای موجود می‌باشد، نیاز به استفاده از ۳۹۳ عدد

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-11-07]

ماژول فتوولتاییک دیگر می باشد که در این صورت به طور کلی نیاز به ۸۴۸ ماژول ۲۵۶ واتی جهت ۳۲ واحد مسکونی موجود می‌باشد که این ماژول‌ها در قالب آرایه‌های فتوولتاییک در بام ساختمان‌ها و مکان طراحی شده جهت استقرار آن‌ها در ضلع جنوب شرقی سایت قرار می‌گیرند.

۹. نتیجه‌گیری

مطالب بیان شده در این پژوهش را می‌توان گامی در جهت نهادینه کردن ساختمان‌های صفر انرژی در سطح شهر قزوین و حتی در سطح کشور دانست. راهکارهای ارائه شده در این مقاله از جمله استفاده از سیستم فن کویل جهت گرمایش فضاهای مسکونی سبب کاهش ۳۶٪ در مصرف انرژی نسبت به سیستم رادیاتور می‌شود، و همچنین بهره‌گیری از عایق‌های حرارتی و مصالح با ظرفیت حرارتی زیاد، استفاده از سایه‌بان های مناسب و همچنین بهره‌مندی مناسب و اصولی از تهویه طبیعی در فصل گرما که هر یک به ترتیب ۳۳٪، ۲/۱٪ و ۱۲٪ مصرف انرژی را کاهش می دهند، همگی از جمله اقداماتی است که با صرف هزینه اندکی مزایای قابل توجهی را در درجه اول در رابطه با کاهش میزان مصرف انرژی و به تبع آن کاهش آثار زیان‌بار زیست محیطی و اجتماعی آن و در درجه دوم به لحاظ اقتصادی جهت خانوارهای ساکن در واحدهای مسکونی ایجاد می‌کند.

نکته حائز اهمیت دیگری که در این پژوهش به آن پرداخته شد، امکان تأمین میزان انرژی واحدهای مسکونی پس از بهره‌گیری از راهکارهای غیرفعال کاهش‌دهنده مصرف انرژی با استفاده از سامانه انرژی‌های تجدیدپذیر می‌باشد به گونه‌ای که با بهره‌گیری از ۴۵۵ ماژول فتوولتاییک ۲۶۵ واتی و ۲۴ عدد گردآورنده خورشیدی می‌توان نیاز الکتریکی و نیاز آب گرم مصرفی را در ۳۲ واحد مسکونی (۸ بنای ۴ واحده) بر طرف نمود.

به علاوه اگر چنانچه از ۸۴۸ ماژول فتوولتاییک با توجه به پتانسیل‌های موجود در سایت طراحی و مکان‌های پیش‌بینی شده در آن جهت استقرار این سامانه‌ها بهره برد می‌توان برابر با میزانی که به گاز طبیعی جهت گرمایش محیطی نیاز است، انرژی برق را به شبکه صادر نمود و در نهایت با توجه

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-11-07]

به تعاریف مطرح در زمینه ساختمان‌های صفر انرژی به یک سیستم صفر انرژی متصل به شبکه با توازن انرژی سالیانه در قالب یک واحد همسایگی دست یافت.

شایان ذکر است در این پژوهش میزان حداکثری ماژول ها به لحاظ تعداد در نظر گرفته شده است که این میزان را می‌توان با بهبود راندمان سلول‌ها و بهره‌گیری از سیستم‌های نوین کاهش داد که این مهم در رابطه با سیستم‌های آب گرم خورشیدی نیز صادق است. یکی از موانع مهم در راستای تحقق هدف این پژوهش هزینه بالای بهره‌مندی از سیستم‌های انرژی خورشیدی می‌باشد که امید است با اتخاذ تصمیمات مناسب در این راستا توسط مسئولین و دولت‌مردان شاهد تعدیل و توجیه هزینه‌ها در این بخش باشیم.

دستیابی به الگویی مناسب در زمینه کاهش مصرف انرژی در یکی از عمده‌ترین بخش‌های مصرف کننده آن یعنی مسکن را می توان به عنوان یکی از مهم‌ترین و استراتژیک‌ترین مسائل در وضع کنونی کشور دانست. از این رو ترویج و توسعه پروژه‌هایی نظیر آن چه که در این پژوهش در قالب یک واحد همسایگی مطرح شد، می‌تواند متضمن پیشرفت در راستای حفظ محیط زیست و به تبع آن صرفه‌جویی در مصرف انرژی و افزایش درآمدهای ملی علاوه بر ارتقای سطح کیفی زندگی در محیط‌های شهری کشور باشد.

آن چه در این پژوهش بسیار واجد اهمیت است حرکت گام‌های تئوریک مطرح شده در زمینه ساختمان‌های صفر انرژی به سوی گام‌های عملی می‌باشد که این مهم نیازمند تغییر نگرشی جامع نسبت به پژوهش‌هایی از این دست می‌باشد و حمایت‌هایی به مراتب بیشتر از آن چه امروز شاهد آن هستیم را طلب می‌کند. با توجه به این نکته که دستیابی به انرژی‌های پایدار با توجه به پیشرفت روزافزون تکنولوژی امری ممکن به نظر می‌رسد، لذا این مهم با حمایت‌های بین‌المللی، تعیین الویت سیاست‌های اقتصادی، جلب منابع مالی خارجی، مشارکت بخش خصوصی در سرمایه‌گذاری و انجام برنامه‌های آموزشی و پژوهشی میسر می‌گردد.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-11-07]

روندی که در صورت تحقق ضامن منافع ملی، جلوگیری از آلودگی زیستی در اثر احتراق سوخت‌های فسیلی و توسعه نواحی دور افتاده و همچنین ارتقای جایگاه ایران در محیط استراتژیک بین‌المللی در دستیابی به انرژی‌های پایدار و توسعه پایدار می‌باشد.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-11-07]

منابع

بریمانی، مهدی و عبدالرزاق کعبی نژادیان (۱۳۹۳)، "انرژی‌های تجدیدپذیر و توسعه پایدار در ایران"، *دو فصلنامه علمی-تخصصی انرژی‌های تجدیدپذیر و نو*، شماره ۱، صص ۲۵-۲۱.

دفتر برنامه‌ریزی کلان برق و انرژی (۱۳۹۲)، *ترازنامه انرژی سال ۹۱*، تهران: وزارت نیرو، معاونت امور برق و انرژی.

شورای جهانی انرژی (۱۳۷۵)، *انرژی برای جهان فردا*، ترجمه داریوش فروغی، تهران: کمیته ملی انرژی.

طرح مجموعه شهری قزوین (۱۳۹۲)، مصوبه شورای‌عالی شهرسازی و معماری ایران در خصوص طرح مجموعه شهری قزوین، مجلس شورای اسلامی، بازیابی ۱۹ فروردین ۱۳۹۴، از http://www.rooznamehrasmi.ir

کارگر خرم آبادی، عباس؛ سهراب، نظری و سعید عزیز پناه مهرآبادی (۱۳۹۰)، "راهکارهایی برای استفاده بهینه از انرژی طبیعت در ساختمان جهت کاهش مصرف انرژی‌های فسیلی"، *مجموعه مقالات اولین کنفرانس بین‌المللی رویکردهای نوین در نگهداشت انرژی*، تهران، دانشگاه صنعتی امیرکبیر.

مسندی، مریم (۱۳۸۹)، "شبیه سازی بام‌ها، راهکارهای بررسی دقیق تأثیرات دمایی در محیطی مجازی"، *نشریه هنرهای زیبا*، تابستان ۱۳۸۹، شماره ۴۲، صص ۱۲-۵.

نصراللهی، فرشاد (۱۳۹۰)، "ضوابط معماری و شهرسازی کاهش دهنده مصرف انرژی ساختمان‌ها"، *نشست کمیته ملی انرژی ایران*، تهران، ۱۷ اسفند ۱۳۹۰.

نصراللهی، فرشاد (۱۳۹۱)، "پایداری و صرفه جویی انرژی در طراحی پروژه پایلوت ساختمان اداری نسل جدید"، *مجموعه مقالات نهمین کنفرانس بین‌المللی انرژی*، ایران، تهران، بهمن ۹۱.

وزارت نیرو، معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری (۱۳۹۳)، "راهنمای طراحی سیستم فتوولتاییک به منظور تامین انرژی الکتریکی به تفکیک کاربری و اقلیم"، تهران: پژوهشگاه نیرو.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-11-07]

Carlisle. N.; Van Geet, O and S. Pless (2009), "Definition of a "Zero Net Energy" Community, National Renewable Energy Laboratory", Golden, Colorado, Technical Report NREL/TP-7A2-46-65.

Google earth pro, V 7.1.2.2041. (10/10/ 2014). Qazvin, Iran. 37° 11' 27.14"N, 50° 00' 28.73"E, Eye alt 4288 feet. http://www.earth.google.com [Mars 2, 2015].

Groat, L. and D. Wang (2002), *Architecture Research Method*, New York: John Wily and sons.

Hachem, C.; Athienitis, A and P. Fazio (2012), "Evaluation of energy supply and deman: Solar neighborhood", *Energy and Buildings*, Vol.49, pp. 347-335.

Hernandez, P. and P. Kenny (2010), "from net energy to zero energy building: defining lifecycle zero energy buildings (LC-ZEB)". Energy and Building, Vol.43, pp. 821-815.

Kennedy, S. and S. Sgouridis (2011), "Rigorous classification and carbon accounting principles for low and zero carbon cities", Energy Policy, Vol. 39, pp. 5268-5229.

Marszal, A. J.; Heiselberg, P.; Bourrelle, J. S.; Musall, E.; Voss, K; Sartori, I. and A. Napolitano (2011), "Zero Energy Building–A review of definitions and calculation methodologies", Energy and Buildings, Vol.979,pp. 4-971.

Sartori, I.; Napolitano, A. and K. Voss (2012), "Net zero energy buildings: a consistent definition framework". Energy and Buildings, Vol. 48, pp. 232-220.

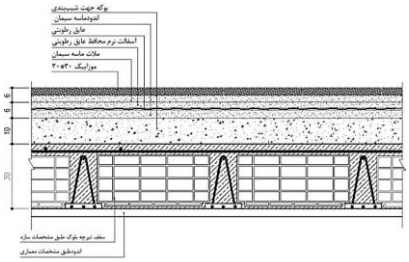
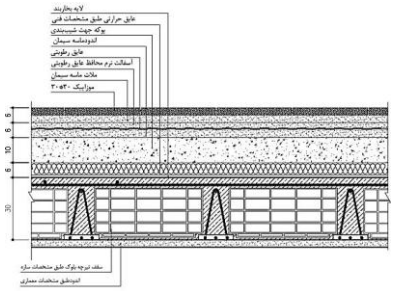
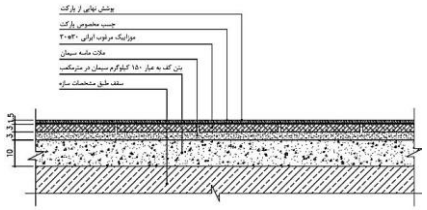
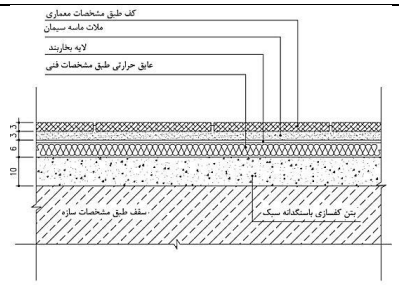
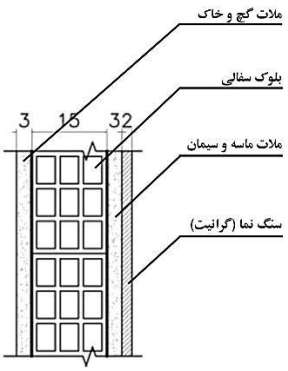
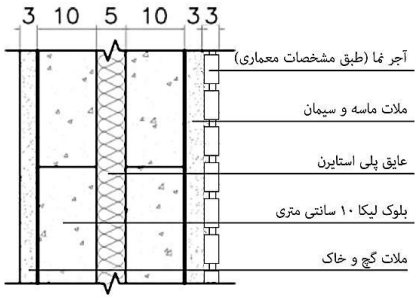
Todorovic, M. (2012), "Energy Efficiency and Renewable Energy Sources for Buildings Greening and Zero Energy Cities Planning". Energy and Buildings, Vol.48, pp. 180-189.

UNISCO (1997), "Educating for Sustainable Future: A Transdisciplinary Vision for Concerted Action", Thessanloniki: UNISCO/ The Government of Greece, pp.13.

Watson, Donald (1993), The energy design handbook. USA: American institute of architects press.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-11-07]

پیوست

	مصالح در روش ۱	مصالح در روش ۲
بام		
کف روی پیلوت		
دیوار بیرونی		

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-11-07]