ISSN: 2538-3019, EISSN: 2676-4806
DOI: 10.30479/at.2020.11533.1311
دوفصلنامهٔ اندیشهٔ معماری، نشریهٔ علمی، سال پنجم، شمارهٔ نهم، بهار و تابستان ۱۴۰۰، صص ۲۷۷-۲۹۶

طراحی ساختمان‌های اقامتی-گردشگری با توجه به شرایط محیطی جزایر مرجانی ایران؛ نمونه مورد مطالعه جزیره هندورابی*

محمد محمد قلیان [۱]، حسین مدی**[۲]

تاریخ دریافت مقاله : ۱۳۹۸/۰۶/۱۳
تاریخ پذیرش مقاله : ۱۳۹۹/۰۴/۱۹

چکیده

بیان مسئله: توسعه گردشگری در ایران بدون توجه به میراث زیست‌بومی و پاسخگویی معماری به شرایط محیطی انجام می‌شود. توسعه پایدار گردشگری ساحلی در جزایر مرجانی، نیازمند رعایت ملاحظات زیست محیطی، کاهش هزینه‌ها در تأمین انرژی و ایجاد شرایط آسایش برای افراد است.

سوال تحقیق: چگونه می‌توان با در نظرگیری عوامل تاثیرگذار نظیر فرم، محل و جهت قرارگیری ساختمان، تعبیه سایبان، رنگ بنا، جنس دیوارهای پیرامونی و نحوه زون‌بندی فضاهای داخلی، گامی موثر در انطباق با اقلیم گرم و مرطوب، افزایش کارائی انرژی، و کاهش تاثیرات نامناسب سوخت‌های فسیلی برداشت؟

اهداف تحقیق: از آنجا که در توسعه کالبدی سواحل گردشگرپذیر، ساختمان‌ها، بیشترین مصرف‌کننده انرژی و نیز تولیدکننده زباله، فاضلاب و آلودگی‌های محیطی هستند، ارایه راهکارهای مناسب در جهت اصلاح الگوی مصرف و کاهش آلایندگی ضروری می‌باشد. عدم توجه به حساسیت زیست محیطی این جزایر آسیب‌های جبران‌ناپذیری به اکوسیستم دریا - خشکی وارد می‌کند. در این پژوهش با بررسی زیست‌بوم جزیره مرجانی هندورابی و توجه به پارامترهای اقلیمی و محیطی آن، الگویی بهینه برای طراحی و یا بهسازی ساختمان‌های اقامتی – گردشگری با رویکرد به کارگیری روش غیرفعال و در جهت کاهش بار سرمایش، هزینه‌های انرژی مصرفی و میزان آلاینده‌های ناشی از تولید برق ارایه شده است.

روش تحقیق: بر اساس تحلیل زیست اقلیمی و انرژی، و نیز رابطه ساختمان و محیط بر اساس مشاهدات میدانی و شبیه‌سازی بوده است. با استفاده از نرم‌افزار تحلیل‌گر محیطیDesign Builder در شرایط غیر پویا، میزان نیاز به انرژی در داخل و خارج بررسی و تحلیل می‌گردد.

مهم‌ترین یافته‌ها و نتیجه‌گیری تحقیق: نتیجه این پژوهش نشان داد که توجه به جداره خارجی و الحاق عناصر معماری-همساز با اقلیم- به ساختمان‌های موجود می‌تواند بخش مهمی از میزان انرژی موردنیاز را از طریق تعامل با محیط تأمین و مقادیر آن را کاهش دهد. تحلیل داده‌ها از مدل ایجاد شده نشان داد که روش‌های به کارگیری سایبان‌های ترکیبی افقی و عمودی، ایجاد حفاظهای تهویه‌پذیر بر روی پنجره‌ها، رواق‌های پیوسته، مصالح سبک، عایق‌های همگن و پلیمری، بهره‌گیری از آترویم و چرخش به سمت بادهای ساحلی تا ۷۵ کیلووات ساعت بر مترمربع در سال از هزینه تولید انرژی و بار سرمایشی ساختمان می‌کاهد. همچنین اعمال راهبردهای زیست محیطی در طراحی معماری به طور مستقیم منجر به کاهش تولید گازهای گلخانه‌ای تا ۱۲۶ تن در سال می‌گردد.

واژگان کلیدی: گردشگری، طراحی اقلیمی، جزیره هندورابی، انرژی، شبیه‌سازی، آسایش

---

* این مقاله برگرفته از رساله دکتری با عنوان" تعیین یک مدل یکپارچه برای فرآیند طراحی پایدار مجموعه گردشگری در جزایر مرجانی بر اساس رویکرد معماری خرد اقلیم و بومی در جزیره هندورابی" به راهنمایی نویسنده دوم در دانشکده هنر و معماری دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف‌آباد است.

[۱] دانشجوی دکتری معماری، گروه معماری، واحد نجف‌آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف‌آباد، ایران، ایمیل: Gholian.mohamad@yahoo.com

[۲] **استادیار دانشکده معماری و شهرسازی دانشگاه بین‌المللی امام خمینی قزوین، ایران (گروه معماری، واحد نجف‌آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف‌آباد، ایران) (نویسنده مسئول)، ایمیل: Medi@arc.ikiu.ac.ir

۱-مقدمه

صنعت گردشگری در دهه‌های گذشته با اقبال جهانی مواجه شده و یکی از شاخصه‌های رشد اقتصادی کشورها محسوب می‌شود. از میان انواع آن، گردشگری ساحلی مردمی‌ترین و محبوب‌ترین بخش گردشگری است که بالاترین نرخ رشد و سودآوری را در میان سایر بخش‌های گردشگری دارد (ویسی، ۱۳۹۴). مناطق ساحلی، در شمال و جنوب ایران به ویژه جزایر مرجانی خلیج فارس، به علت آب شفاف و زیست‌بوم زیبای زیر آب، دارای جاذبه‌های فراوان بوده و همواره مورد استقبال گردشگران قرار گرفته است. از این رو، از دهه‌های قبل جزایره کیش و قشم و اخیراً جزیره هندورابی، از سوی دولت و سرمایه گذاران بخش خصوصی، به موازات کشورهای عربی حاشیه خلیج فارس، برای توسعه صنعت گردشگری برنامه‌ریزی شده‌اند. در پی آن در سال ۱۳۸۹ هیات دولت، جزیره هندورابی را جهت توسعه گردشگری با رویکرد بوم گردی به منطقه آزاد کیش الحاق نمود. در سال‌های اخیر سازمان منطقه آزاد کیش با احداث بندرگاه و فرودگاه در این جزیره زیبا، اقدامات عمرانی برای توسعه گردشگری را آغاز نموده است. از سوی دیگر، گزارش پایش های زیست محیطی نشان داده، توسعه و ساخت و ساز در دو جزیره کیش و قشم، بدون توجه به محیط‌زیست ویژه‌این جزایر مرجانی، با تخریب وسیع این منابع همراه بوده به طوری که بخش عمده‌ای از آن قابل جبران نیست. افزایش کاربری‌های تفریحی بدون رعایت ملاحظات زیست محیطی، گسترش ساخت و سازها در بندرگاه و سازه‌های دریایی، و استحصال زمین سبب تخریب صخره‌های مرجانی در جزیره کیش شده است (قنبری و همکاران، ۱۳۹۱).

از آنجا که در توسعه کالبدی سواحل گردشگرپذیر، طراحی و معماری ساختمان‌ها و مجموعه‌های گردشگری نقش محوری داشته، و مصرف انرژی و تولید آلاینده‌های محیطی را به همراه دارند، ارائه راهکارهای پایدار در جهت کمک به این هدف ضروری به نظر می‌رسد. بنابراین لازم است تا در برنامه‌ریزی و توسعه در مناطق ساحلی و جزایر– که اساساً با پیچیدگی‌های عملکردی و زیست‌بومی مواجه هستند– با رویکرد همه جانبه مطالعه شوند. در این جزایر فرآیند طراحی معماری، نمی‌تواند همانند روش کار در مناطق شهری و تنها با رعایت ضوابط شهرسازی اقدام نمود، بلکه نیازمند نگرشی یکپارچه و محیط‌گرا است.

تجارب گذشته و گزارشات علمی نشان داده‌اند که چنین توسعه‌هایی اغلب از لحاظ اکولوژیکی و تاثیرات اجتماعی–فرهنگی زیان بار بوده‌اند زیرا که بدون شناخت زیست‌بوم منطقه و مسئولیت‌پذیری نسبت به آن، اجرا شده و در جهت تخریب آن‌ها گام برداشته‌اند. در پژوهشی که یزدانی و همکاران در سال ۱۳۹۴ انجام دادند، موضوع سهم مصرف انرژی ۴۰ ٪ ساختمآن‌ها در ایران مورد توجه قرار گرفته و موضوع نقش ساختمآن‌ها در تولید بیش از ۳۰ ٪ از گازهای آلاینده و اثرات مخرب آن در گرمایش زمین و آسیب محیط را ذکر کرده‌اند. میزان بهره وری تاسیسات مکانیکی بین ۴۰تا ۶۰٪ است که هزینه تولید انرژی و میزان آلایندگی آن اکنون قابل قبول نیست. اگرچه در عمل همواره تأثیر منفی حضور انسان بر محیط‌زیست جزایر وجود دارد، اما از طریق یک چهارچوب صحیح برنامه‌ریزی و نظارت آگاهانه در بخش ساخت تفرجگاه‌ها، این تخریب‌ها می‌توانند تا حدود قابل ملاحظه‌ای کاهش یابند (امرائی، ۱۳۹۲).

چالش اصلی در یک جانبه‌نگری در طراحی این گونه مجموعه‌هاست و راه حل مشکل، برنامه‌ریزی بر اساس بهره‌گیری از یک مدل توسعه پایدار و تحقیق روی ویژگی‌های محیطی و طراحی یکپارچه[1] است. طرحی که براساس توجه توامان در بهره‌گیری از منابع محیطی برای گردشگری تفریحی و آموزشی و افزایش قابلیت‌های کسب و کار، در کنار امکان تداوم ساختارهای زیست محیطی و اکوسیستم‌های زنده، تداوم منابع محیطی منطقه، و چرخه‌های غذایی ارائه شده باشد(Thomas et al, 2009). این مقاله با رویکرد به زیست محیط حساس و حرایم جزایر مرجانی جنوب ایرانس، به دنبال بررسی تعیین شیوه‌های خلاقانه طراحی و زیرساخت‌های مناسب بر اساس امکان بازیافت منابع حیاتی، وابستگی حداقلی به مصرف سوخت‌های فسیلی، هماهنگی فرم و طرح ساختمان با ویژگی‌های طبیعی و بومی محلی، تأمین مصالح بومی سازگار با محیط است.

۲- پرسش‌های تحقیق

در این پژوهش با بررسی زیست‌بوم جزیره هندورابی و توجه به پارامترهای شرایط اقلیمی و محیطی آن، الگویی بهینه برای طراحی ساختمان‌های اقامتی جزیره هندورابی با رویکرد پایداری ارایه خواهد شد. سوال‌های تحقیق حاضر عبارت است از:

- در یک مجموعه گردشگری و در یک اقلیم گرم و مرطوب با شرایط بوم زیستی جزیره‌ای، فرآیند طراحی یک ساختمان پاسخگو به اقلیم و محیطزیست، با رویکرد کاهش مصرف انرژی و گازهای گلخانه‌ای دارای چه ویژگی‌هایی است؟
- ویژگی مصالح و ساختار فرمی در جداره‌ها و تجهیز بازشوها برای کاهش جذب تابشی و تبادل حرارتی در این گونه جزایر چیست؟
- چه عناصری فیزیکی را می‌توان به یک ساختمان موجود در این جزایر می‌توان الحاق کرد تا میزان پاسخگویی آن به محیط افزایش و مصرف انرژی(سرمایشی) آن کاهش یابد؟

۳- فرضیه‌های تحقیق

برای پاسخ به پرسش‌ها، می‌توان فرضیه‌های زیر را مطرح نمود:

- توجه به جهت استقرار ساختمان و حریم‌های گونه‌های زیستی و به کارگیر تدابیر همساز با اقلیم در کاهش مصرف انرژی به شکل تقویت سایه اندازی در محیط و افزایش تهویه طبیعی، می‌تواند آسایش گردشگران و تعامل با زیست‌بوم حساس ساحل را به همراه داشته باشد.
- تغییر در عناصر کالبدی به شکل یکپارچه و به نسبت مشخص می‌توانند در کاهش تأثیر تابش خورشیدی و تبادل حرارتی ساختمان با محیط تأثیر بگذارانند.
- در سواحل و جزایر جنوبی، فرآیند طراحی پاسخگو به محیط با رویکرد غیرفعال، شامل الحاق عناصر کالبدی سایه‌بان، عایق حرارتی، و جداره‌بندی دیوارهای خارجی بیشترین تأثیر را در کاهش مصرف انرژی و آلایندگی جزایر دارند.

۴- پیشینه تحقیق

موضوع کاهش مصرف انرژی و حفظ محیطزیست در عرصه جهانی مطرح است و در ایران یک مقوله ملی است که نیازمند آگاهی و فعالیت تمامی افراد و گروه‌های مرتبط با این حوزه از جمله بخش صنعت ساختمان است. به طور متوسط ۴۸ درصد انرژی تولید شده سالیانه به هنگام ساخت و بهره‌برداری از ساختمان مصرف می‌گردد و کمی بیش از یک سوم گازهای گلخانه‌ای نیز در این بخش تولید می‌شود (Kamali, 2014). از این رو طراحان و دست اندرکاران صنعت ساختمان می‌توانند با اتخاذ تصمیم‌های درست و ارائه طرح‌های متناسب با شرایط محیطی نقش اصلی را در کاهش مصرف انرژی و کاهش تولید آلودگی‌های محیطی ایفاء نمایند (Mazor, 2011). ویژگی‌های کالبدی ساختمان نظیر جهت قرارگیری بنا در سایت، فرم ساختمان، اندازه پنجره‌ها، سایبان و نوع مصالح بکار رفته در ساخت بنا، در صورتی که درست انتخاب شود، می‌تواند درکاهش مصرف انرژی و تولید گازهای گلخانه‌ای و همین طور افزایش کارائی انرژی به طور قابل ملاحظه‌ای موثر باشد (مداحی و همکاران، ۱۳۹۵).

با بررسی پژوهش‌های پیشین می‌توان سوابق موضوع را در چند گروه طبقه‌بندی کرد، برخی از پژوهش‌ها درباره اصول طراحی ساختمان و محوطه با هدف کاهش مصرف انرژی و اثرات زیست محیطی در اقلیم گرم و مرطوب انجام شده است. از جمله می‌توان به تحقیق یزدانی و همکاران (۱۳۹۴)، با عنوان "تأثیر فرم ساختمان بر میزان مصرف انرژی در جزیره کیش" اشاره کرد که نتایج آن بر انتخاب فرم صحیح بنا و کاهش مصرف انرژی، توسط طراح و معمار تأکید دارد. رشیدزاده و دیگران (۱۳۹۱) هم نقش معماری و طراحی مجموعه‌های توریستی را در کاهش اثرات زیست محیطی بررسی کردند که نتایج پژوهش نشان داد به کارگیری شیوه‌های غیرفعال[۲] در معماری، به ویژه بهره‌گیری از اصول معماری پایدار و طراحی پاسخگو به محیط چنین مجموعه‌هایی به طور مستقیم در کاهش میزان آسیب در زیست‌بوم منطقه موثر است. علاوه بر این ، توجه به مکان‌یابی کاربری‌ها با نگاهی به شرایط

محیطی زمین یا بستر طبیعی طرح، توجه به پهنه‌بندی اقلیمی و استفاده از مصالح قابل بازیافت، از این دیدگاه دارای اهمیت است. کیپر در تحقیق خود تأکید کرده است که در جزایر مرجانی لازم است تا از پراکنده سازی ساختمان‌ها جلوگیری و با حفظ حریم‌های زیست‌بومی، مجتمع‌های ساختمانی را با رویکرد پایداری محیطی و تأمین آسایش انسانی طراحی کرد. همچنین این مطالعه پیش بینی نموده است که این روش نیاز به تولید برق را کاهش خواهد داد(Kiper,2013).

مداحی و دیگران (۱۳۹۵) موضوع تأثیر ابعاد و اندازه پنجره در را کاهش مصرف انرژی ساختمان بررسی کردند که نشان دادند در صورت طراحی ابعاد پنجره براساس جهت و نوع اقلیم منطقه، می‌توان مصرف انرژی را با تأمین روشنایی موردنیاز کاهش داد. تیوتی ایندو و همکاران در مقاله‌ای به کاربرد رنگ روش مصالح در کاهش جذب حرارتی خورشید، معماری متناسب با بارش و ارتفاع از سطح دریا، روش‌های غیرفعال در حفظ حرارت در داخل ساختمان، هماهنگی فرم ساختمان با بافت شهری در مناطق استوایی به عنوان لایه‌های انطباق‌پذیر و کارآمد اشاره نموده‌اند (Iyendo and Akinbaso and Alibaba,2016).

در مطالعات دیگری که روستایی و همکاران (۱۳۹۴) روی تأثیر سایبان‌های خارجی در کاهش مصرف انرژی ساختمان‌های مسکونی اقلیم گرم و مرطوب بوشهر انجام دادند، نتایج حاکی از آن بود که در صورت طراحی مناسب سایبان، بار سرمایشی تا ۲۳٪ کاهش می‌یابد. قریشی(۱۳۹۶) در تحقیق خود عوامل فیزیکی محدود-کننده مصرف انرژی در ساختمان‌های گردشگری را بررسی نمود و نتیجه گرفت که در صورت رعایت ملاحظات اقلیمی در طراحی این عوامل، می‌توان تا ۱۵٪ در مصرف انرژی سالانه بناهای اقامتی صرفه‌جویی کرد. السلال و دیگران (۲۰۱۳) در پژوهشی بر روی بناهای حاشیه جنوبی خلیج فارس بیان کردند که طراحی ساختمان‌ها بدون در نظر گرفتن طراحی صحیح فرم، جهت، و پیرامون آن‌ها می‌تواند به افزایش قابل توجه جذب حرارت و مصرف انرژی در تأمین آسایش بیانجامد. محمد زاده و همکاران (۲۰۱۴) نیز در مقاله‌ای بر نقش بهره‌گیری از آموزه‌های معماری بومی در کاهش مصرف انرژی تأکید نموده‌اند. آن‌ها با استفاده از روش تحقیق میدانی، شبیه‌سازی با نرم‌افزارهای تحلیل‌گر IES[3] و انرژی پلاس، و با یک روش تطبیقی–تحلیلی بین یک ساختمان جدید و یک فرم حیاط مرکزی در شهر یزد، در یافتند که جهت‌گیری مناسب و عایق‌بندی سطوح خارجی، پوشش سبز درونی و ارتباط خرد اقلیم فرم ساختمان و سایت می‌تواند میزان مصرف انرژی را تا ۴۵٪ در سرمایش و گرمایش کاهش دهد.

منابع علمی دیگری نشان دادند که برای دستیابی توأمان به صرفه‌جویی در مصرف انرژی و تأمین آسایش حرارتی[4]، باید از رویکرد چند رشته‌ای در فرآیند طراحی استفاده کرد. بودایوی(۲۰۱۱) تأثیر اقدامات مختلف حفظ و بهره‌وری انرژی در سامانه‌های گرمایش و تهویه مطبوع (HVAC) [5]، و ویژگی‌های آن‌ها بر عملکرد حرارتی ساختمان و آسایش افراد را مورد بررسی قرارداد. نتایج کار وی نشان داد که در صورتی که ساختمان از قابلیت جذب حرارتی کمی برخوردار باشد، ساکنان می‌توانند دمای سامانه تهویه مطبوع را در تابستان بر روی درجه حرارتی بالاتری تنظیم نموده و به کاهش قابل توجه در مصرف انرژی – بدون کاهش آسایش حرارتی– دست یابند (Tham ،۱۹۹۳). همچنین الحمود و همکاران (۲۰۰۹)، شرایط مصرف انرژی و آسایش حرارتی مساجد واقع در مناطق گرم و مرطوب عربستان سعودی را مورد بررسی قرار داده و به نتایج مشابهی رسیده‌اند. یکی از مهم‌ترین یافته‌های آن‌ها این بود که استفاده از عایق‌بندی حرارتی محیط مساجد می‌تواند به تقویت قابل توجه آسایش حرارتی قابل قبول بیانجامد.

در برخی از پژوهش‌ها به سامانه‌های غیر فعال سرمایش هم اشاره شده است. از جمله عماد موشتاها و عمر حلمی (۲۰۱۶) در پژوهش خود تأثیر فرم‌های ساختمانی را بر عملکرد حرارتی و بهبود شرایط آسایش حرارتی داخل ساختمان‌های مذهبی – عمومی در اقلیم گرم کشور امارات مورد بررسی قرار دادند. نتایج تحقیق آن‌ها نشان داد که ساختمان‌هایی با سطح نمای کمتر، شرایط حرارتی بهتر و جذب گرمای پایین‌تری دارند. به طور خاص، شکل هشت ضلعی در قیاس با اشکال مربع و مستطیل، بهترین فرم انتخاب شده برای طراحی مساجد و سالن‌های عمومی شناخته شد. علاوه بر انتخاب شیوه

بهینه طراحی، گنجاندن اجزاء غیر فعال؛ به ویژه عایق‌بندی حرارتی و سایه بآن‌ها، در جداره ساختمان مساجد بهبود قابل توجهی در سطح آسایش حرارتی ایجاد می‌نماید. ممیزی انرژی در این مطالعه نشان داد که پس از اعمال این راهبرد، امکان کاهش بار خنک سازی تا ۱۰ درصد وجود دارد. راهکارهای ارائه شده در این پژوهش را می‌توان در احداث سایر ساختمان‌های این منطقه نیز به کار برد. این محققان بر این باورند که روش‌های کارآمد در کنار سنجش‌های دقیق‌تر، شرایط محیطی معماری درون ساختمان‌های مذهبی و عمومی را به شکل ارزشمندی با محیطزیست و اقلیم مناطق گرم و مرطوب هماهنگ می‌نماید .

هنان (۲۰۱۴) روی روش‌های غیر فعال برای کاهش بار حرارتی سرمایشی در ساختمان‌های مسکونی یک شهرک ساحلی در اقلیم گرم مرطوب شهر دبی مطالعه کرده و با استفاده از نرم‌افزار شبیه ساز انرژیIES ، هشت راهکار غیر فعال برای کاهش بار سرمایشی را آزموده است. نتایج این تحقیق نشان داد که با استفاده از این روش‌ها، نوسان دمای داخلی ساختمان، در دوره‌های زمانی موردنظر، در محدوده آسایشی قرار گرفتند. تحلیل کامل نشان داد این رویکرد دارای قابلیت خوبی برای کاهش بار سرمایشی به اندازه ۹٪ می‌باشد که تأثیر مهمی در کاهش تولید گازهای گلخانه‌ای دارد. در کل مصرف انرژی سالانه نیز به اندازه ۲۳/۶ درصد کاهش پیدا خواهد کرد.

بخش دیگری از پژوهش‌ها به ضرورت به کارگیری الگوی طراحی اکولوژیک در طراحی ساختمانی اقامتی و گردشگری در سواحل و مناطق طبیعی اشاره دارند. برای مثال در مقاله امرائی (۱۳۹۲) راهکارهای رویکرد پایداری اکولوژیک در طراحی اقامتگاه‌های طبیعت گردی مورد توجه قرار گرفته است. در این کار، معیارهای طراحی چنین مجموعه‌هایی بر شمرده شده و ظرفیت استفاده از گونه‌های معماری بومی منطقه با توجه به عملکرد غیر فعال آن‌ها تأکید شده است. از جمله، اکرمی و دامیار (۱۳۹۵) در پژوهشی به بررسی اشتراکات معماری بومی و معماری پایدار از طریق پنج عامل مشارکت مردمی، ساخت گرایی طبیعی، الگوگرایی طبیعی، مطلق گرایی طبیعی و کل نگری پرداختند. نتایج این تحقیق مشخص نمود که معماری بومی از تا حد زیادی الگویی مناسب برای معماری پایدار بوده و از آموزه‌های آن می‌توان الگوبرداری کر.

در رابطه با مداخله و تصرف سایت جهت استقرار ساختمآن‌ها در حریم‌های زیست‌بومی جزایر نیز پژوهش‌هایی وجود دارند که آگاهی مناسبی درباره نحوه مکان‌یابی هتل‌ها و مجموعه‌های گردشگری را براساس کاهش تداخل اثرات محوطه سازی و آثار پسماندهای انسانی در اختیار مخاطبان قرار می‌دهد. محمودی و همکاران(۱۳۸۹) تحقیق خود را با عنوان، "پهنه‌بندی کاربری مطلوب در جزیره هندورابی با استفاده از ارزیابی چند معیارِ مکانی" با دو محور محیطی– اکولوژیکی و اقتصادی– اجتماعی انجام داده و ۱۵ معیار را برای امکان استقرار مجموعه‌های گردشگری در جزیره هندورابی شناسایی کردند. نویسندگان به این نتیجه رسیدند که با توجه به ظرفیت پذیرش زیست‌بومی جزیره، تنها ۴۳/۵ درصد از جزیره برای گردشگری و اقامت ظرفیت گردشگر پذیری داشته و از آن میان تنها ۲۵/۶ درصد از مساحت جزیره برای فعالیت‌های مانند سکونتگاهی مناسب است. این نتایج به شکل انتقادی و هشدارآمیزی نشان می‌دهد که رویکرهای قبلی دولت‌ها در توسعه جزایر کیش و قشم تا چه اندازه مخاطره آمیز بوده است. در همین راستا عابدینی و دیگران (۱۳۹۱) در تحقیق خود، با روش ارزیابی چند معیاره[۶](AHP)، پهنه‌های مناسب گردشگری در جزیره هندورابی را بر اساس ۸ معیار اصلی و ۱۷ زیر معیار تعیین کردند چنان که ناحیه شمال شرقی جزیره برای استقرار اقامتگاه‌های گردشگری– بدون تداخل با حریم‌های زیستی– پیشنهاد شده است.

۵- روش تحقیق

مطالعات زیست اقلیمی منطقه از منابع کتابخانه‌ای استخراج می‌گردد و بر اساس آن تحلیل رابطه ساختمان با محیط و رعایت شرایط آسایش حرارتی با استفاده از نمودار سایکرومتریک گیوونی و ایجاد یک مدل از ساختمان موجود و بررسی متغیرهای محیطی– مداخله‌گر و تأثیر پذیری متغیرهای وابسته که همان شرایط آسایش و ترازهای انرژی است، امکان‌پذیر می‌باشد. این کار

متغیرهای تأثیرگذار بر کاهش مصرف انرژی و تأمین آسایش حرارتی بدون استفاده از تاسیسات را مشخص می‌کند. متغیرهای کالبدی در محیطی ایستا بر محیط حرارتی داخل ساختمان تأثیر می‌گذارند و از این رو برای انجام یک مطالعه تجربی، استفاده از شبیه‌سازی رایانه‌ای و ایجاد یک مدل تجربی امکان پذیر است. براساس این مدل، امکان بررسی تأثیر اقدامات بهینه سازی مصرف انرژی ساختمان، ایجاد می‌گردد. نرم‌افزار تحلیل‌گر محیطی Design Builder در شرایط غیر پویا می‌تواند میزان نیاز به انرژی و محدوده‌های دمایی–رطوبتی را در داخل و خارج بررسی و تحلیل نماید. در مرحله اوّل، ساختمان موجود شبیه‌سازی و میزان تقاضای سرمایش و گرمایش برای آن‌ها محاسبه می‌شود. سپس با توجه به تحلیل‌های زیست اقلیمی ساختمانی و الزامات طراحی اقلیمی بر گرفته از مطالعات پهنه‌بندی اقلیمی گروه هشت و زیر گروه ۳ ،عوامل محیطی موثر و پارامترهای غیرفعال، مانند نحوه استقرار ، سطوح بازشوها میزان عایق جداره‌ها، گرمای ویژه و ظرفیت حرارتی مصالح و سایه اندازی، جهت بهینه کردن عملکرد حرارتی ساختمان بررسی شده است. برای انجام این کار هر کدام از پارامترها به صورت جداگانه شبیه‌سازی و تحلیل شده و نتایج مقایسه‌ها در احکام طراحی مطرح شده است. در مرحله بعد، ترکیب این پارامترها در شرایط بهینه ، مدلی از یک مجموعه اقامتی را در جزیره هندورابی به دست می‌دهد که از رویکرد چند جانبه در طراحی و از سطح تطبیق پذیری بالایی با محیطزیست برخودار است.

دمای هوای مناسبی که به عنوان محدوده‌ی آسایش برای شبیه‌سازی ساختمان موردنظر در نظر گرفته شده است، برای فضاهای اقامتی و اداری بر اساس معیار آسایش حرارتی استاندارد آمریکا[5]-ASHARAE2010 ۵۵ برابر ۲۱/۵ تا ۲۷درجه سانتیگراد و بر اساس تجربیات موجود در محل انجام پروژه دمای فضاهای عمومی با ۱ درجه دامنه دمایی بیشتر برابر ۲۱/۵ تا ۲۸ درجه سانتیگراد در نظر گرفته شده است.

۶- مبانی نظری:

اقیم ایران در یک پهنه‌بندی به ۸ منطقه و ۳۶ زیر منطقه تقسیم شده است. این پهنه‌بندی براساس رفتارهای مصالح، فرم ساختمان و جهت‌گیری آن در محیط با توجه به شاخصه‌هابی زیست اقلیمی آن‌ها اجان شده است. جزایر جنوبی ایران در منطقه ۸ و زیرگروه ۳ این پهنه‌بندی قرار می‌گیرند. این منطقه اقلیمی به واسطه نزدیکی به مدار استوا و ارتفاع کم از دریا و مجاورت با بدنه‌های آبی، از تابش خورشیدی و تبخیر زیاد برخوردار است. شرایط آسایشی در این منطقه تنها در ماه‌های زمستان در محدوده مناسب قرار می‌گیرد و در باقی فصول، ساختمان‌ها نیازمند حفاظت از تابش و تهویه طبیعی و مکانیکی هستند.

در معماری بومی سواحل و جزایر جنوبی ایران و اغلب کشورهای حاشیه خلیج فارس، نقش ظرفیت حرارتی کم مصالح در جداره‌ها (سنگ‌های مرجانی با منشاء آهکی) ، ارتفاع بلند اتاق‌ها، بادگیرهای بزرگ در انتهای راهروها و گاه در بام اتاق‌ها، رنگ روشن جداره خارجی و سطوح داخلی، و حیاط‌های سایه‌دار ، نمادی از تلاش انسان برای هماهنگی فضای زندگی با شرایط پیچیده و دشوار این اقلیم بوده است(طاهباز،۱۳۹۲، ۱۵۰). همچنین استفاده از مصالح بوم‌آورد باعث کاهش هزینه ساخت شده و بافت پراکنده و جهت‌گیری ساختمان‌ها و بادگیرها به سمت بادهای ساحلی، انتقال هوای گرم داخل را به بیرون ساختمان امکان‌پذیر می‌کند.

۷- مطالعات و بررسی‌ها

۷-۱ موقعیت مکانی نمونه مورد مطالعه

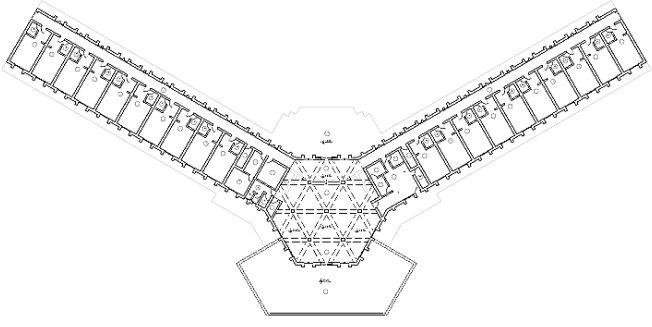
هندورابی، جزیره‌ای است مرجانی که در اثر فعالیت‌های ژئوتکنیک کف دریا پدید آمده و با وسعت ۲۱/۹۵کیلومترمربع ، در عرض جغرافیایی ۲۶ درجه و ۴۰ دقیقه و طول جغرافیایی ۵۳ درجه و ۳۸ دقیقه واقع است. هندورابی یکی از جزایر سواحل شمالی خلیج فارس در محدوده سیاسی استان هرمزگان می‌باشد. فرم کلی جزیره به شکل بیضی نزدیک است. قطر بزرگ آن حدود ۷/۵ کیلومتر و قطر کوچک آن ۳ کیلومتر طول دارد. از نظر وضعیت ناهمواری‌ها و عوارض طبیعی، جزیره تقریباً هموار بوده و با شیب ملایمی به دریا منتهی می‌شود، ازاین رو مرتفع‌ترین نقطه آن از سطح دریا تنها۱۱/۲۱متر ارتفاع دارد. فاصله هندورابی تا بندر چیروی، در سرزمین

اصـلی، ۹ کیلـومتر و تـا جزیـره کـیش ۲۸ کیلـومتر می‌باشد(شکل ۱).

تصویر ۱– منظر هـوایی جزیـره هنـدورابی، (مآخـذ:گزارش ICZM جزیره هندورابی، ۱۳۹۵)

جزیره هندورابی در فصل های مناسب بـا اسـتقبال زیـاد گردشگران به ویژه برای غواصی مواجه است. پدیده‌های طبیعی در خشکی و دریا، سنگ‌های آذرین و فسیل‌هـای زمین شناختی نیز مورد توجه پژوهشگران قـرار دارد. آب و هوای جزیره هندورابی در طبقه‌بندی اقلیمی کـوپن در ناحیه بیابانی واقع شده است. البته این نوع اقلیم بیابـانی با نواحی داخل کشور که از رطوبـت نسـبی فـوق العـاده ناچیزی برخوردار است، تفاوت دارد. درجه حرارت متوسط سـالانه جزیـره معمـولاً از ۱۸ درجـه سـانتیگراد کمتـر نمـی‌شـود. حـداکثر دمـای مطلـق جزیـره در ۴۶ درجـه سانتیگراد اتفاق می‌افتد که این امر باعث افزایش تبخیـر شده و اشباع بخار در دمای بالا، پدیده شـرجی را ایجـاد می‌کند. در جزیره هنـدورابی پربـارش‌ترین فصـل سـال زمستان است و نظر به انطباق فصل خشک بـا ماه‌هـای گرم سال و نیز بالا بودن درصد بارندگی زمستانی نسبت بـه سـایر فصـول، می‌تـوان رژیـم بارنـدگی منطقـه را مدیترانه‌ای نامید.

بنابر بر اهداف تحقیق برای تعیین عملکرد حرارتی و میزان انرژی مصرفی در یک ساختمان اقامتگاهی موجود ، شامل یک طبقه و به مساحت زیربنای تقریبی ۱۴۷۰ مترمربع، مدل اولیه در نرم‌افزار Design Builder ایجاد شد. در اولین قدم شرایط فیزیکی ساختمان مورد ارزیابی قرار گرفت. در مرحله بعد، با توجه به مفاهیم زیست اقلیمی مستخرج از نمودار سایکرومتریک گیوونی، عناصر غیرفعال موردنیاز به صورت الحاقی به ساختمان اضافه شدند. محاسبه تراز انرژی برای بار سرمایشی، گرمایشی و روشنایی به صورت مجزا و در سه مرحله صورت گرفت.



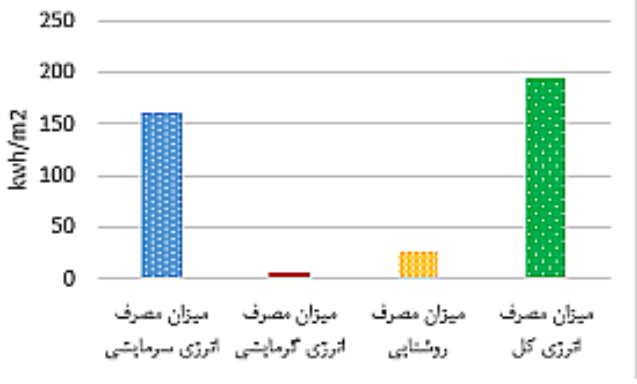
تصویر۲– پلان ساختمان اقامتی در جزیره هندورابی، (ماخذ: مطالعات ICZM جزیره هندورابی، ۱۳۹۵)

تصویر۳– ساختمان موجود هتل در جزیره هندورابی، (ماخذ: مطالعات ICZM جزیره هندورابی، ۱۳۹۵)

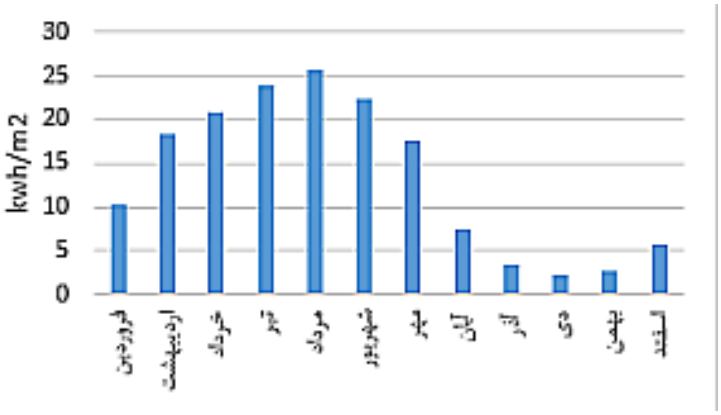
در گام سوم بهترین تمهیدات طراحی، منطبق با نیازهای آسایشی و کمترین تراز انرژی، در ترکیب فرمی و جزییات اجرایی مرحله به مرحله وارد شده و با شرایط موجود اولیه مقایسه شدند. این مقایسه برای رسیدن به شرایطی است که در آن ساختمان بالاترین بازده انرژی داشته و بهترین کیفیت آسایشی را تأمین نماید. نتایج این پژوهش برای طراحی و احداث ساختمان‌های مشابه در جزایر حاشیه خلیج فارس قابل تعمیم است و به واسطه آن اصول مشخصی را برای رسیدن به معماری همساز با اقلیم و پاسخگو به محیطزیست می‌توان به طراحان ارائه نمود.

۸- یافته‌های تحقیق

ساختمان هتل موجود با فرض عملکرد دائمی سالانه، به شکل جزئی در سه بخش سرمایش، گرمایش و روشنایی مورد ارزیابی مصرف انرژی قرار گرفت. همان طور که در نمودار ۱ مشاهده می‌گردد؛ میزان مصرف انرژی کل ساختمان برابر ۱۹۴ کیلو وات ساعت بر مترمربع است. در این ساختمان میزان مصرف انرژی الکتریکی برای تأمین انرژی سرمایشی (در طول روزهای گرم سال) توسط اسپلیت یونیت‌ها، بیشترین بار سرمایش را برساختمان تحمیل می‌کنند که این موضوع به دلیل شرایط اقلیم گرم و مرطوب است. در عوض میزان مصرف انرژی گرمایشی که در این بنا مصرف می‌شود بسیار اندک و در حدود ۶/۵ کیلو وات ساعت بر مترمربع است که تنها صرف تأمین آب گرم جهت شستشو و استحمام می‌گردد. در حقیقت، میزان مصرف انرژی سرمایشی نسبت به گرمایشی تقریبا ۲۶ برابر است . در تمام ماه‌های سال نیاز غالب انرژی، تأمین سرمایش برای ساختمان است. در طی ماه‌های گرم نیاز سرمایشی افزایش می‌یابد و در طول فصل سرد کاهش می‌یابد، نمودار ۲.



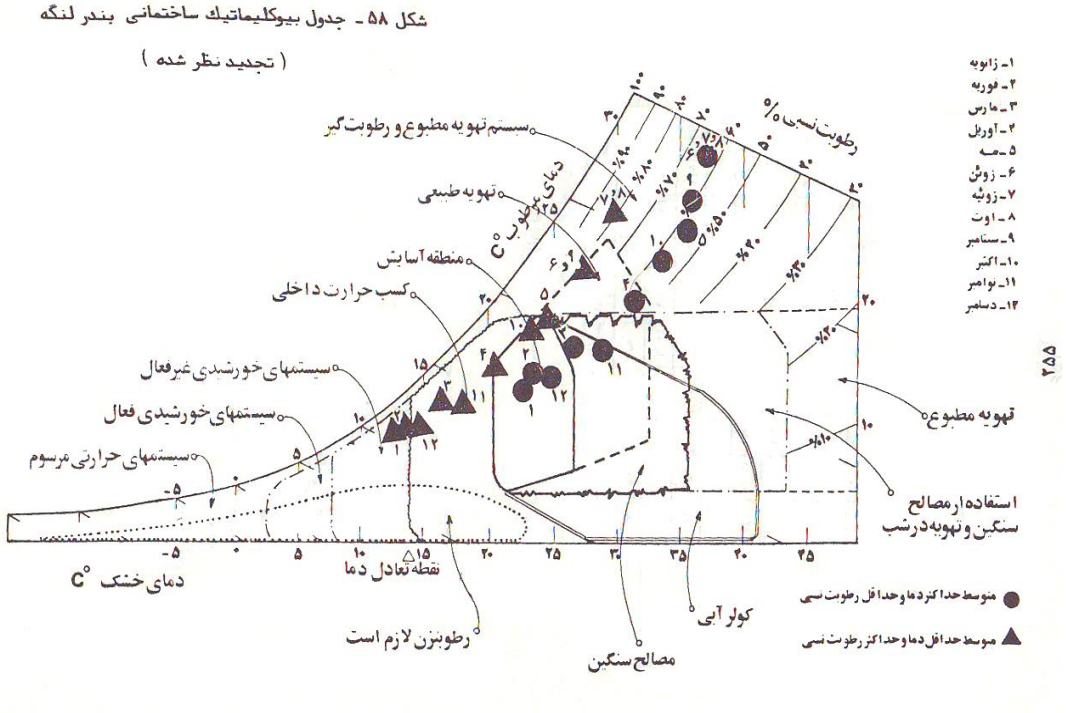
نمودار۱ – تراز های مصرف انرژی در ساختمان موجود به تفکیک نیازها (مآخذ: نگارندگان)



نمودار ۲– نمودار مصرف انرژی ماهانه در ساختمان موجود (مآخذ: نگارندگان)

لذا می‌توان این طور استنباط کرد که تمام تلاش تـأمین انرژی ساختمان بایستی معطوف تأمین انرژی سرمایشـی گردد. قابـل ذکـر اسـت کـه میـزان انـرژی کـه صـرف روشنایی می‌شود نیز برای مجمـوع واحـدهای اقـامتی و خـدماتی در حـدود ۲۷ کیلـو وات سـاعت بـر مترمربـع محاسبه گردیده است کـه بـه واسـطه وجـود پرده‌هـای داخلـی – جهـت ایجـاد حریم‌هـای شخصـی و کـاهش خیرگی– نیازمند روشنایی مصنوعی می‌باشند. این مقادیر با طراحی هماهنگ با اقلیم منطقه می‌توانسـت بـه یـک سوم کاهش یابد. در شرایط ساختمان موجود می‌توان بـا تعبیـه سـایه بآن‌هـای خـارجی، پوشـش سـبز اطـراف ساختمان الحـاق و نصـب بـادگیر در جوانـب سـاختمان، افزایش عایق حرارتی و تابشی، و تغییر رنگ ساختمان به روشن میزان مصرف انرژی تا ۶۰٪ کاهش داد.

جهت بهینه کردن شرایط آسایش و بهره برداری از توان غیرفعال ساختمان لازم اسـت تـا بـا اسـتفاده از مفـاهیم جدول زیست اقلیمی، نسبت به تعیین راهکارهـای اولیـه برای اصلاح و بهبود کالبدی سـاختمان اقـدام نمـود. بـا توجه به نزدیکی و مشـابهت زیـاد شـرایط آب و هـوایی جزیره هندورابی و بندر لنگه در این مقالـه از نمـودار آن مرکز استفاده شده است. در این نمـودار بـیش از ۳۰٪ از ماه‌های سال و سـاعات روز آن‌هـا در محـدوده نیـاز بـه تهویه مطبوع قرار داشته و در تمامی شب نیازمند کـوران هـوا در داخـل اسـت. سـاختمآن‌ها در بخـش زیـادی از ماه‌های میانی سال در محدوده نیاز به تهویه طبیعی و به کارگیری بادگیرهای بزرگ قرار دارند. اما در تمامی مـاه-های گرم و میانی سال به کار گیری سایه‌بآن‌های عمیق و مصالح با ظرفیت حرارتی کم ضروری اسـت. در مـاه-های سرد و به هنگام شب و ابتدای صبح لازم اسـت تـا بازشوها بسته باشند و به این شکل در بیش از ۷۰ درصد از روزهـای سـال می‌تـوان بـا اسـتفاده از رنـگ روش و عایق‌های حرارتی همگن، بدون تاسیسات شرایط آسایش را تأمین نمود، نمودار ۳.



نمودار ۳- نمودار زیست اقلیم ساختمانی بندر لنگه در محیط مسکونی (مآخذ: کسمائی، ۱۳۷۴)

۸-۱ استفاده از مصالح

یکی از شیوه‌های سنجش میزان تغییر حرارتی پوسته ساختمان، مطالعه رفتار حرارتی مصالح است. استفاده از سازه و مصالح ناهماهنگ با شرایط اقلیمی مانند سازه‌های بتنی و بلوک سیمانی با نماهای سنگ گرانیت یا تراورتن، برای مثال در نمونه موردی در اقلیم گرم و مرطوب، باعث افزایش جذب حرارت و تابش آن در محیط داخلی خواهد شد. این پدیده، گرمای داخلی را افزایش و جذب رطوبت در داخل را افزایش خواهد داد که با خروج از شرایط آسایش، بار سرمایشی بر روی تاسیسات مکانیکی افزایش می‌یابد.

در روش سنتی ساخت بنا، استفاده از سنگ‌های مرجانی سواحل خلیج فارس در گذشته مرسوم بوده است و در قلعه پرتغالی‌ها در جزیره هرمز نیز به طور مشهود به کار گرفته شده است. این نوع سنگ متخلخل که حاصل ته نشینی و فشردگی رسوبات مرجانی است، و در اثر حرکت امواج فرسایش یافته و به ساحل آورده می‌شود، از ظرفیت حرارتی کمی برخوردار بوده و جذب حرارت در سازه را کاهش می‌دهد. این ماده به شکل بوم آورد، سازگاری مناسبی با محیط داشته و از نفوذ رطوبت به بنا جلوگیری می‌کند. این نوع سنگ دارای چگالی کم بوده و تنها در ضخامت زیاد دیوار، فضای داخل ساختمان را خنک نگاه می‌دارد. اکنون با استنباط از رفتار حرارتی این نوع مصالح و هماهنگی آن با محیط مرطوب، مصالح جدیدی را می‌توان جایگزین نمود که این کار نشانه خردمندی کارفرمایان و معماران در طراحی ساختمان‌های انطباق یافته با محیط است. در یک تحلیل مقایسه‌ای، عملکرد حرارتی چند نوع مصالح مرسوم، سنتی و پیشنهادی در ضخامت‌های متعارف در ساختمان‌های جدید،مطابق نمودار ۴ بررسی گردیده است. استفاده از سنگ مرجانی در ضخامت ۲۰ سانتیمتر، میزان مصرف انرژی سرمایشی بنا را تا حدود ۸ کیلوات ساعت – نسبت به مصالح مشابه –افزایش می‌دهد اما استفاده از بلوک لیکا، شامل خاک رس منبسط شده، با همین ضخات حدود ۲ کیلووات ساعت میزان مصرف انرژی سرمایشی سالانه در هر مترمربع را کاهش می‌دهد. به کارگیری بلوک سیمانی و سفال نیز بسیار نامناسب بوده و بار سرمایشی را افزایش می‌دهد. این مقدار با توجه به مساحت جداره‌های خارجی قابل توجه است، نمودار ۴.

نمودار۴ – میزان مصرف انرژی سرمایشی به ازای تغییر مصالح دیوار (مآخذ: نگارندگان)

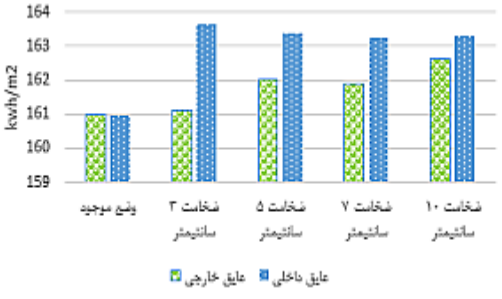
۸-۲ عایق‌کاری حرارتی

یکی از ساده‌ترین روش‌های کاهش مصرف انرژی در اقلیم‌های مختلف، استفاده از عایق حرارتی در سمت داخل و یا خارج جداره‌ها است. این کار کنار جزییات هوابندی و آب بندی جداره‌ها، نقش مهمی در کاهش تبادل دمایی داخل با خارج و اتلاف سرمایش دارد. لایه‌های مانع بخار و تابش در این منطقه الزاماً در سمت رو به خارج عایق حرارتی قرار می‌گیرند تا از ایجاد قارچ و کپک ممانعت نموده و انعکاس امواج حرارتی را به خوبی انجام دهند.

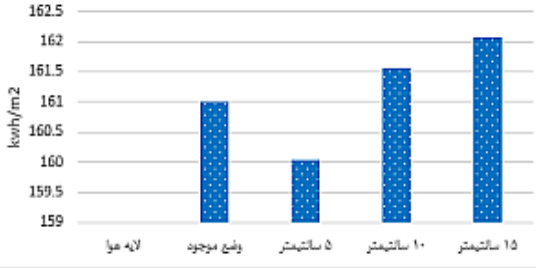
برای آزمون استفاده از عایق بر روی ساختمان مورد مطالعه و تأثیر آن بر بار سرمایشی و شرایط آسایشی داخل، در دو قسمت جداگانه، دیوارها و بام عایق حرارتی شده از جنس پلی استایرن منبسط شده با ضخامت‌های متفاوت در مدل وارد شد. در مرحله عایق‌کاری دیوارها، در یک مرحله سطح دیوارهای جانبی ساختمان از سمت داخل عایق‌کاری شد و در مرحله‌ای دیگر از سمت خارج جداره نصب عایق حرارتی انجام شد. بر طبق نتایج به دست آمده، و مطابق با نمودار ۵ ، استفاده از عایق در داخل دیوارهای پیرامون بنا، نه تنها میزان مصرف انرژی سرمایشی را نمی‌کاهد، بلکه آن را بالاتر نیز می‌برد. این مسئله می‌تواند به دلیل این باشد که استفاده از عایق حرارتی پلیمری مانع از تهویه داخلی هوا و کاهش دمای مرطوب داخلی از جدارها می‌گردد. بر این اساس حرارت تولید شده در ساختمان در داخل ساختمان محبوس می‌شود و انرژی بیشتری برای خنک شدن می‌طلبد.

اما نتایج ارزیابی حاکی از اثر بسیار مطلوب استفاده از عایق در سمت خارج بام بنا، بر کاهش مصرف انرژی می‌باشد. به طوری که مصرف انرژی سرمایشی در حدود ۶۰ کیلوات ساعت بر مترمربع کاهش می‌یابد. استفاده از عایق‌های با ضخامت ۱۰ سانتیمتر اثر بیشتری در کاهش مصرف انرژی داشته و از جذب و هدایت حرارتی بیشتر ممانعت کرده است. لذا جهت کاهش مصرف انرژی سرمایشی استفاده از عایق حرارتی بر روی بام به شیوه بام وارونه توصیه می‌گردد.

یکی از روش‌های کاهش مصرف انرژی در ساختمان‌های واقع در اقلیم‌های گرم، دو جداره کردن پوسته‌های عمودی با یک لایه هوا است. شیوه دیگر استفاده از یک لایه عایق (پلی استایرن اکسترود شده) است که در بین دو لایه از بلوک سیمانی قرار بگیرد. در این پژوهش، ارزیابی اثر دوجداره کردن دیوار با تغییر ضخامت لایه هوا (در ضخامت ۵، ۱۰ و ۱۵ سانتیمتر) صورت گرفت. همان‌طور که نمودار۶ نشان می‌دهد؛ تنها با ایجاد یک لایه هوای ۵ سانتیمتری، می‌توان در حدی کمتر از ۱ کیلووات ساعت به ازای هر مترمربع از مصرف انرژی کاست. این موضوع حاکی از تأثیر دو پوسته کردن ساختمان است. اما باید توجه نمود که دوجدار کردن دیوار نیاز به تمهیدات ویژه‌ای، مانند دریچه‌های ورودی و خروجی هوا، جهت جلوگیری از تعریق در بین دو دیوار نیز دارد. همچنین با استفاده از یک لایه عایق پلی استایرن اکسترودشده در میان دو لایه دیوار، تا حدود ۲ کیلوات ساعت بر مترمربع مصرف انرژی را بیشتر کاهش می‌یابد.



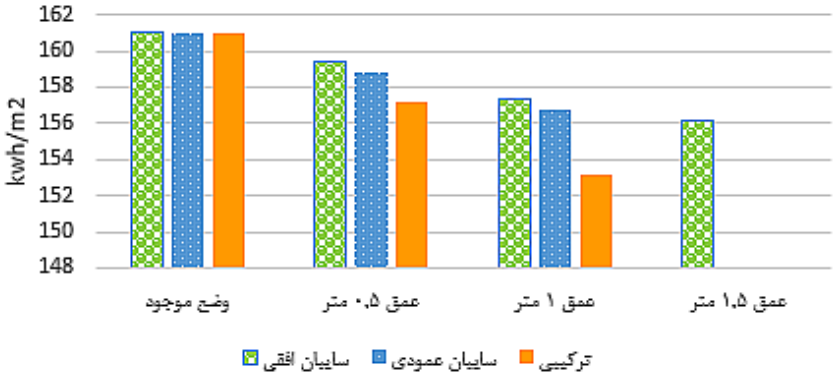
نمودار ۵ – نمودار مقایسه تأثیر اضافه کردن عایق حرارتی به جداره خارجی ساختمان موجود؛ در دو وضعیت نصب از داخل و خارج (مآخذ: نگارندگان)



نمودار ۶– میزان مصرف انرژی سرمایشی با اضافه کردن لایه دیوار دوم با ضخامت لایه هوا ۵ ، ۱۰ و ۱۵ سانتیمتر (مآخذ: نگارندگان)

۸-۳ نصب سایه بان

ساختمان مورد مطالعه به خاطر نوع فرم و جهت‌گیری همه جانبه پنجره‌ها نیاز به آماده سازی ویژه‌ای از جانب بازشوها دارد. در بال شمالی ساختمان پنجره‌ها رو به شرق و غرب و در بال جنوبی ساختمان، رو به جنوب شرقی و شمال غربی است. بر این اساس در سه گام برای محاسبات و تحلیل سایه‌اندازی بر پنجره‌ها در نظر گرفته شد. در یک مرحله سایبان افقی با عمق ۰/۵ و ۱ و ۱/۵ متر در مدل وارد شد. در مرحله دوم، سایبان عمودی و در مرحله آخر ترکیب دو سایبان بررسی گردید. تحلیل نتایج خروجی از مدل نشان می‌دهد که سایبان عمودی نسبت به سایبان افقی بهتر می‌تواند مصرف انرژی سرمایشی را کم کند. لذا اگرچه استفاده از سایبان افقی نیز در کاهش مصرف انرژی موثر است، اما ترکیب آن با سایبان عمودی کاراتر می‌باشد. استفاده از سایبانی افقی به عمق یک متر، کاهش بار سرمایشی در حدود ۵ کیلوات ساعت بر مترمربع را در پی دارد، نمودار ۷.

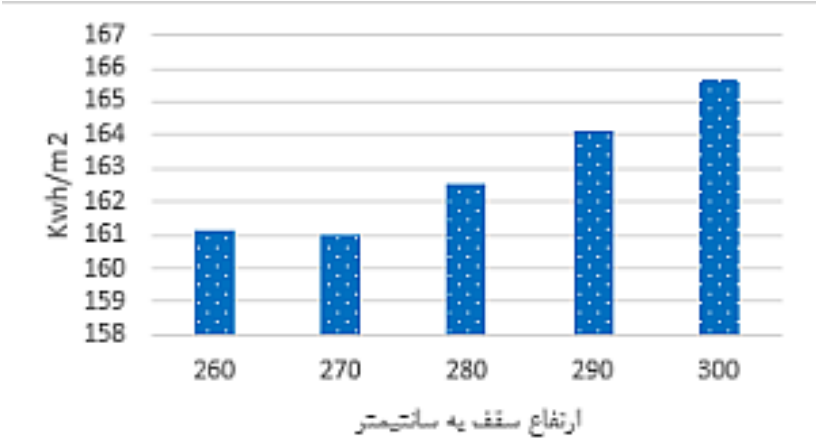


نمودار ۷ – مقایسه میزان مصرف انرژی سرمایشی با اضافه کردن سایبان داخلی و خارجی عمودی و افقی (مآخذ: نگارندگان)

در حالی که استفاده از هردو سایبان افقی و عمودی، مصرف انرژی را در حدود ۷ کیلوات ساعت بر مترمربع کاهش خواهد داد. بر اساس ملاحظات معماری و هزینه‌های ساخت، سایبان افقی را می‌توان با عمق کمتر از یک متر به کار گرفت در حالی که باز شوهای وجوه شرقی و غربی با محافظ قابل تهویه تجهیز شده و یا از نور پراکنش یافت از سطوح مجاور سقف و دیوارها بهره ببرند. استفاده از پرده‌های داخلی با ملاحظه عدم افزایش نیاز انرژی روشنایی(۲۷ کیلووات ساعت) در مرحله‌ای به طور مجزا بررسی گردید. در این گام از لوورهای داخلی (پرده‌های کرکره‌ای) با تنظیم میزان انرژی روشنایی ثابت (عدم تجاوز از میزان انرژی روشنایی ۲۷ کیلووات ساعت) استفاده گردید. استفاده از این نوع سایبان بسیار راحت و مقرون به صرفه است و از لحاظ کاهش میزان انرژی سرمایشی، حدود ۵ کیلووات ساعت میزان مصرف انرژی سرمایشی را کاهش خواهد داد.

۸-۴ تغییر ارتفاع اتاق

یکی دیگر از راهکارهای پیشنهاد شده برای بررسی تأثیر آن در میزان مصرف انرژی ، تغییر ارتفاع سقف است. در حالت کنونی، میزان ارتفاع سقف از کف تا زیر پوسته سقف، ۲۷۰ سانتیمتر است. در این مرحله با تغییر ارتفاع سقف در فواصل ۱۰ سانتیمتری، میزان مصرف انرژی ساختمان، شبیه‌سازی و تحلیل شد. مطابق نمودار۸، با کاهش ارتفاع سقف، میزان مصرف انرژی سرمایشی مقدار کمی تغییر می‌کند. این موضوع می‌تواند به علت ممانعت صعود هوای گرم به زیر سقف باشد و با نزدیک‌تر شدن لایه هوای گرم به محدوده سکونت، انرژی بیشتری را برای خنک کردن هوا می‌طلبد ولی امکان تهویه پذیری ساختمان را افزایش می‌دهد. از طرف دیگر، کاهش ارتفاع مفید بنا از لحاظ معماری و آسایش بصری و روانی، شرایط مطلوبی را فراهم نمی‌نماید.



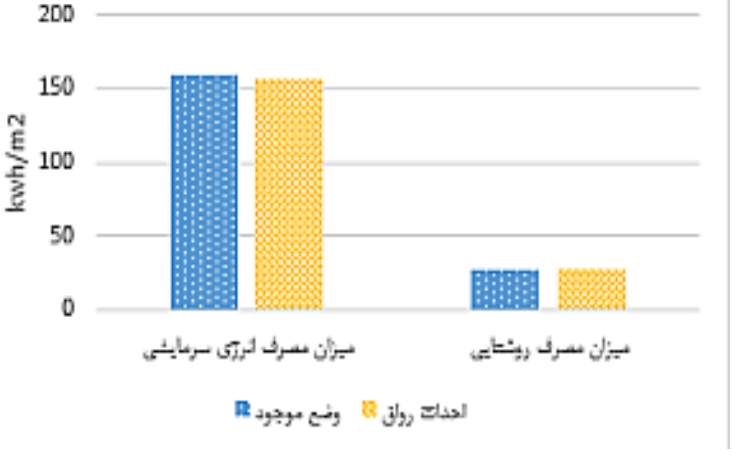
نمودار ۸– میزان مصرف انرژی سرمایشی با تغییر ارتفاع سقف، (مآخذ: نگارندگان)

همچنین با اضافه کردن ارتفاع مفید سقف، مصرف انرژی افزایش می‌یابد. این امر به دلیل افزایش حجم هوایی که باید کنترل شود، قابل توجیه است. بر این اساس، آنچه روشن می‌گردد این است که تغییر ارتفاع سقف کمک زیادی به کاهش مصرف انرژی نمی‌نماید و شرایط فعلی، مطلوب ارزیابی می‌شود.

۸–۵ به کارگیری و الحاق رواق در فرم ساختمان

موضوع استفاده از فضای نیمه باز و سایه داری همچون احداث رواق پیرامون بنا، راهکار دیگری است که در این مطالعه مورد توجه قرارگرفت. رواق علاوه بر این که به عملکرد معماری کمک می‌نماید، بر روی پوسته بنا نیز سایه اندازی می‌کند و مانع تابش مستقیم آفتاب می‌گردد. با فرض احداث رواقی به عمق ۲ متر در پیرامون بنا، میزان مصرف انرژی بنا مجددا شبیه‌سازی شد.

بر اساس نمودار ترسیم شده در نمودار ۹، در مقایسه با وضع موجود، احداث رواق به عمق ۲ متر در پیرامون بنا، علاوه بر کیفیت‌های موثر معماری، میزان ۵ کیلووات ساعت بر مترمربع از مصرف انرژی سرمایشی خواهد کاست. با تغییر عمق رواق مشخص گردید، احداث رواق در پیرامون بنا اگرچه در کاهش مصرف انرژی سرمایشی مفید است اما افزایش عمق آن در این امر چندان تغییری ایجاد نمی‌نماید.



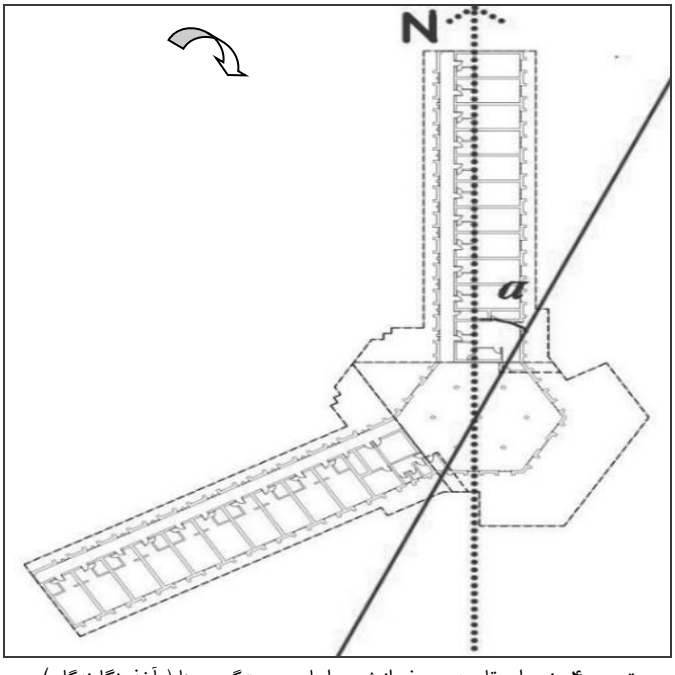
نمودار۹– میزان مصرف انرژی سرمایشی ساختمان موجود در مقایسه با احداث رواق در پیرامون بنا (مآخذ:نگارندگان)

۸-۶ استفاده از آتریوم

آتریوم‌های شیشه‌ای با جداره دوگانه از عناصری است که در مناطق سرد برای بهره‌گیری از گرمای خورشید کاربرد مناسبی دارند. اما در مناطق گرم، این فضاها با جذب تابشی خورشید در داخل و ایجاد اثر گلخانه‌ای، بار سرمایش را افزایش می‌دهند. با ترکیب فرمی بادگیر و گنبد در لابی هتل، همراه با تأمین تهویه و روشنایی غیرمستقیم از طریق بازشوهای جانبی آن، میزان مصرف انرژی سرمایشی می‌تواند کاهش دهد. این فرآیند به واسطه اثر دودکش و به واسطه شناوری سیال گرم و اختلاف فشار آن با محیط خنک داخل ایجاد می‌شود. استفاده از این روش می‌تواند میزان مصرف انرژی را تا ۴ کیلووات ساعت کاهش دهد. اما این تهویه به هنگام شب باید به صورتی مناسب انجام گیرد. یعنی زمانی که جریان باد مناسب باشد و دمای هوای خارج نیز کاسته شده باشد، از خنکای نسیم و تهویه طبیعی برای کاهش دمای داخل می‌توان استفاده کرد. بر این اساس می‌توان دریچه‌ها را در زمان اختلاف دمای روز و شب (عموماً شب‌ها) باز کرد تا جریان هوا ادامه یابد. این موضوع سبب کاهش مصرف انرژی بسیار خوبی در حدود ۸ کیلووات ساعت بر مترمربع می‌گردد.

۸-۷ جهت‌گیری

برای بررسی دقیق جهت‌گیری صحیح ساختمان جهت بهره‌گیری از سرمایش و گرمایش خورشیدی، روش زیر به کار گرفته شد. با ثابت در نظر گرفتن تمام عوامل ساختمانی تاثیرگذار در مصرف انرژی نظیر حجم کاربران، مصالح ساختمانی، اندازه بازشوها، نوع کاربری فضاها و غیره، مصرف انرژی بنا با هر ده درجه چرخش از سمت مبنای صفر درجه شمالی (زاویه a نشان داده شده در تصویر ۳)، شبیه‌سازی شد.



تصویر ۴- نمودار مقایسه مصرف انرژی براساس جهت‌گیری بنا (مآخذ: نگارندگان)

از آنجا که میزان نیاز مصرف انرژی گرمایشی بسیار اندک و قابل اغماض است، مبنای قضاوت برای میزان مصرف انرژی ساختمان در جهت‌های مختلف، همان میزان مصرف انرژی سرمایشی لحاظ می‌گردد. از آنجا که فرم ساختمان مرکزگرا است، در هر چرخشی، بخشی از ساختمان به هر جهتی رو کرده است. لذا، در هر چرخش، تفاوت فاحشی میان مصرف انرژی ساختمان مشاهده نمی‌گردد. اما در جهت‌گیری مابین ۲۸۰ تا ۳۱۰ درجه نسبت به جهت شمال، تفاوت میزان مصرف انرژی سرمایشی، نسبت به جهت فعلی زیادتر می‌گردد. در این حالت در حدود ۱۰ کیلووات ساعت به ازای هر مترمربع کاهش مصرف انرژی سرمایشی در

پی خواهد داشت. این میزان کم کاهش مصرف انرژی بنابر نوع فرم ساختمان قابل توجیه است. اما اگر فرم ساختمان به‌گونه‌ای غیر از مرکز گرا بود، آنگاه قاعدتاً میزان مصرف انرژی نسبت به جهت‌گیری‌های مختلف حساس‌تر می‌شد. در این حالت انتخاب صحیح جهت‌گیری مورد توجه قرار می‌گرفت.

۸-۸ تحلیل اقتصادی و زیست محیطی

تحلیل اثرات اقتصادی اجرای راهبردهای ارایه شده در ساختمان‌های اقامتی در جزیره هندورابی در بخش بررسی خواهد شد. بخش اول، عایدی اقتصادی کاهش آلایندگی و بخش دوم صرفه جویی در هزینه‌ها.

الف) بررسی اقتصادی کاهش آلایندگی

با توجه به اینکه اجرای راهبردهای غیر فعال ارایه شده در این تحقیق بطور مستقیم باعث کاهش بار سرمایشی ساختمان و پیرو آن کاهش مصرف انرژی الکتریکی و متعاقب آن، کاهش تولید گازهای گلخانه‌ایی حاصل از فرآیند نیروگاهی می‌گردد. از این رو، از میان انواع آلاینده‌ها (آلاینده‌های آب، خاک و ...) به تأثیر اقتصادی کاهش تولید انرژی الکتریکی بر تولید آلایندهای هوا پرداخته شده است.

طبق محاسبات به عمل آمده حدوده ۳۷/۵ درصد انتشار کربن در سطح جهان ناشی از فعالیت‌های تولید برق می‌باشد(کارگری و همکاران ۱۳۸۹). و براساس گزارش سازمان محیطزیست کشور در سال ۱۳۹۵ بیش از ۹۳ درصد از برق در کشور از طریق نیروگاهای حرارتی تولید می‌گردد. کاهش تولید یک کیلووات ساعت برق می‌تواند تا از تولید ۱/۲ کیلوگرم گازهای گاخانه جلوگیری نماید.

ب) بررسی صرفه جویی در هزینه‌ها

از میان راهبردهای قابل بحث، ۵ راهبرد که بر اساس روش تحقیق شبیه‌سازی در کاهش مصرف انرژی تحلیل شدند شامل: ۱– استفاده از بلوک لیکا ۲– عایق حرارتی روی بام ۳– ایجاد آتریوم ۴– تعبیه سایبان ۵– احداث رواق دور بنا هستند. اگرچه این راهبردها عملکرد انرژی ساختمان را به سطح یک ساختمان صفر انرژی ارتقاء نمی‌دهند، اما در یک مقیاس کلان و در ارزیابی شمار زیادی از ساختمان‌های موجود بهسازی شده می‌توان در کاهش مصرف انرژی و تولید آلاینده به نتایج مفیدی دست یافت.

تحلیل عملکردی– اقلیمی نمونه مورد مطالعه در جزیره هندورابی در جدول ۱ نشان می‌دهد که میزان صرفه جویی برای یک ساختمان هتلی به مساحت ۱۴۰۰ مترمربع (یک طبقه)– در صورت رعایت راهبردهای پیشنهاد شده در این تحقیق در جزیره هندورابی (اقلیم گرم و مرطوب) ، صرفه جویی معادل ۷۵ کیلووات ساعت برمترمربع و برای کل هتل معادل ۱۰۵ هزار کیلووات ساعت در سال به دست خواهد آمد. هزینه تمام شده برای هرکیلووات ساعت انرژی برق در ایران بدون احتساب یارانه در سال ۹۶ برابر ۷۲۰۹ ریال می‌باشد که معادل صرفه جویی ۵۹۱۱۳۸ ریالی برای هر مترمربع در سال است (قریشی، ۱۳۹۶). با توجه به نیاز انرژی ۱۹۴ کیلووات بر ساعت،این شیوه طراحی و بهسازی ساختمان هتل باعث صرفه جویی ۴۶٪ در هزینه‌های تأمین انرژی و معادل ۷۵۶،۰۰۰،۰۰۰ ریال در سال خواهد شد.

بعد از محاسبه اضافه هزینه اجرای راهبردها و میزان صرفه جویی در مصرف انرژی نقطه سر به سر مطابق رابطه ۱ محاسبه خواهد شد.

$$\text{نقطه سر به سر} = \frac{\text{اضافه هزینه اجرای راهبردها (ریال)}}{\text{صرفه جویی سالیانه (ریال)}} \quad (۱)$$

نقطه سر به سر برای این هتل ۲/۹ سال حدود ۳۲ ماه خواهد بود. نقطه سر به سر به زمانی گفته می‌شود که پس از گذشت آن مدت میزان سودآوری و سرمایه‌گذاری یکی شود. بدین معنی که تا ۳۲ ماه هیچ سودی بابت اجرای راهبردها عاید بهره بردار نمی‌شود و پس از این مدت از ناحیه کاهش مصرف انرژی سود را مشاهده می‌کند.

۹– نتیجه تحقیق

این مقاله کوشید تا نتایج مطالعات نحوه استقرار مجموعه‌های گردشگری در جزایر جنوبی ایران را با فرض رعایت حریم‌های زیست محیطی تبیین نماید. تحقیقات انجام شده نشان داد که اغلب ساختمان‌های

احداث شده در مناطق جنوبی و دو جزیره بزرگ خلیج فارس، بدون توجه به شرایط محیطی، ساخته شده و برای تأمین شرایط آسایش از بار سرمایشی، تهویه مطبوع و روشنایی بالایی برخوردارند. تأمین انرژی از نیروگاه‌های فسیلی با هزینه و آلودگی بالایی مواجه است. مطابق یافته‌های تحقیق در صورت اجرای راهبردهای پیشنهاد شده می‌توان تا حدود ۱۲۶ تن از میزان آلاینده‌ها– ناشی از احتراق نیروگاه‌های برق– در سال کاست. که البته در جزایر جنوبی تأمین و تولید انرژی به مراتب پرهزینه‌تر و آلاینده‌تر است. روش‌های غیر فعال، بر اساس تجربیات به دست آمده از معماری بومی منطقه و تحقیقات اخیر، می‌تواند بخش مهمی از میزان انرژی موردنیاز را از طریق تعامل با محیط تأمین و یا مقادیر آن را کاهش دهد. نتایج این مقاله نشان داد که با استفاده از سایبان‌های ترکیبی افقی و عمودی و ایجاد حفاظ‌های تهویه پذیر بر روی پنجره‌ها و رواق‌ها پیوسته، تغییر مصالح به سمت مواد با ظرفیت حرارتی کمتر، کاربرد عایق‌های بام وارونه و عایق‌های پلیمری از بیرون جداره خارجی، ایجاد جریان‌های همرفتی با افزایش ارتفاع اتاق‌ها و ایجاد آترویم و چرخش به سمت بادهای ساحلی می‌توان تا ۷۵ کیلووات ساعت بر مترمربع در سال از بار سرمایشی ساختمانی، که به شکل متداول طراحی می‌شود، کاست که این میزان حدود ۴۰٪ از هزینه‌های تأمین انرژی الکتریکی ساختمان را کاهش خواهد داد. در جدول ۱ ، راهبردهای پیشنهادی با توجه به تحلیلی‌های محیطی خلاصه شده است.

بدیهی است که در مراحل طراحی، توجه به روش‌های فعال تجدید پذیر هم– مانند پنل‌های فتولتائیک و آبگرمکن‌های خورشیدی یا توربین‌های بادی– در ساختمان با بازده انرژی بالا، می‌توانند مصرف انرژی کمتری را در ساختمان به همراه داشته باشند. با کاهش آلاینده‌ها، و توجه به ظرفیت تحمل جزیره در جذب و باز یافت فاضلاب و زباله، امکان پایداری گونه زیستی در کنار منابع محیطی، امکان پذیر است. جزیره به آرامش و سکوت طبیعی خود ادامه داده و گونه‌های زیستی در شرایط مناسب اکولوژیک تداوم حیات خواهند داد، شرایط آسایش برای گردشگران به نحو مطلوبی محقق شده و هزینه کمتر و منابع محیطی پایدارتری برای نسل‌های بعد به میراث خواهد ماند.

۱۰- تشکر و قدردانی

از همکاری و راهنمایی ریاست و کارشناسان محترم سازمان منطقه آزاد کیش در مساعدت در بازدید میدانی و ارائه مطالعات تخصصی در توسعه جزیره هندورابی تشکر و قدردانی می‌گردد.

۱۱- پی‌نوشت‌ها

1. Integrated Design

2. Passive Methods

روش‌های غیرفعال(Passive) تدابیر و سازوکاری است که بر اساس رفتار فیزیکی ساختمان، ناشی از فرم ، استقرار ، و مصالح سرمایش و گرمایش بنا را براساس شرایط محیط می‌تواند تأمین می‌کند.

3. Integrated Environmental Solution

4. Thermal Comfort

آسایش حرارتی به شرایطی گفته می‌شود که درجه حرارت محیط به‌اندازه‌ای است که اکثر افراد در آن شرایط احساس آسایش و راحتی می‌نمایند. این درجه حرارت بنابر مطالعات تطبیقی انجام شده در مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، برای ایرانیان در تابستان بین ۲۱ تا ۲۸ درجه سانتیگراد و در زمستان بین ۲۰/۵ تا ۲۵ درجه سانتیگراد برآورد شده است.

5. Heating, Ventilation and Air Conditioning

۴. براساس مطالعات پهنه‌بندی انجام شده در مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن توسط دکتر مرتضی کسمایی در سال ۱۳۷۰، ایران به هشت گروه اقلیمی و ۳۶ زیرگروه، از اقلیم شدیداً سرد تا بسیار گرم و مرطوب تقسیم بندی شده است.

5. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc.

6. Analytic Hierachy Process

جدول ۱– راهبردهای طراحی ساختمان اقامتی–گردشگری در اقلیم گرم و مرطوب (مآخذ: نگارندگان)

راهبرد		جزییات	
پوسته ساختمان	تغییر مصالح		استفاده از سنگ‌های مرجانی بوم آورد استفاده از بلوک لیکا
	عایق کاری	دیوار	• اضافه کردن لایه‌ی (۳و۵ و ۷) سانتی‌متری از فوم پلی‌استایرن اکسترود شده XPS از سمت داخل • اضافه کردن لایه‌ی (۳و۵ و ۷) سانتی‌متری از فوم پلی‌استایرن اکسترود شده XPS از سمت خارج
		بام	اضافه کردن لایه‌ی (۳و۵ و ۷) سانتی‌متری ساز فوم پلی‌استایرن اکسترود شده به شکل بام وارونه
	دوجداره کردن جداره ساختمان		• لایه دیواربلوک سیمانی ۲۰ سانتیمتری+ فاصله هوایی (۵و ۱۰ و ۱۵) سانتیمتر+ لایه دیواربلوک سیمانی ۲۰ سانتیمتری • لایه دیواربلوک سیمانی ۲۰ سانتیمتری+ یک لایه عایق ۱۰ سانتیمتری + لایه دیواربلوک سیمانی ۲۰ سانتیمتری • استفاده از پنجره دو جداره
	بازشوهای بیرونی		
تغییر فرم ساختمان	سایبان تغییر ارتفاع سقف رواق پیرامون ساختمان		• سایبان افقی • سایبان عمودی • تلفیق سایبان عمودی و افقی • سایبان داخلی • تغییر ارتفاع مفید فضای سکونتی • استفاده از رواق جهت سایه اندازی روی پوسته بنا
تهویه	استفاده از تهویه طبیعی		ایجاد تهویه از طریق خاصیت دودکشی در سقف لابی

۱۲– منابع:

- امرائی، عاطفه.(۱۳۹۲). بررسی راهکارهای رویکرد اکولوژیک در طراحی تفرجگاه‌های آکوتوریستی، به عنوان گامی موثر در جهت پایداری زیست‌بوم جهانی. اولین هماهش ملی گردشگری، جغرافیا و محیطزیست پایدار. همدان. (قابل دسترس در: https://www.civilica.com/Paper-TGES01-TGES01_346.html)
- دیوسالار، اسدالله و علی شیخ اعظمی.(۱۳۹۰). برنامه‌ریزی فضایی توسعه‌ی پایدار شهرهای ساحلی نمونه موردی: شهر ساحلی نور. نشریه جغرافیا و توسعه. ۲۱: ۴۳–۶۴ .(قابل دسترس در: http://ensani.ir/file/download/article/201٢٠٣٢٩١٢٥٠٢٥-٢١٥٤-١٣.pdf)
- رشیدزاده، الهام و شهریار شقاقی گندوانی.(۱۳۹۱). بررسی نقش معماری و اهمیت توجه به طراحی مجموعه‌های تفریحی– توریستی اکوتوریسم پایدار و کاهش اثرات زیست محیطی. دومین کنفرانس برنامه‌ریزی و مدیریت محیطزیست. دانشگاه تهران.(قابل دسترس در: https://www.civilica.com/Paper-ESPME02-ESPME02_121.html)
- روستایی، سکینه و جمال خداکرمی.(۱۳۹۴). بررسی تأثیر سایبان خارجی بر میزان مصرف انرژی ساختمان نمونه موردی آپارتمان‌های مسکونی در اقلیم بوشهر. اولین کنگره سالیانه جهان و بحران انرژی. شیراز.(قابل دسترس در: https://www.civilica.com/Paper-ACWEC01-ACWEC01_068.html)
- زاهدی، شمس السادات.(۱۳۹۰). مبانی توریسم و اکوتوریسم پایدار با تأکید بر محیطزیست. تهران: انتشارات دانشگاه علامه طباطبایی.

- عابدینی، مطهره و مجید وفادار.(۱۳۹۱). گزینش پهنه‌های مناسب گردشگری در جزیره هندورابی با استفاده از ارزیابی چند معیارِ مکانی. اولین کنفرانس بین‌المللی بحران‌های زیست محیطی و راهکارهای بهبود آن. جزیره کیش.(قابل دسترس در: https://www.civilica.com/Paper-ICECS01-ICECS01_102.html)
- قریشی گلوگاهی، ابوالقاسم.(۱۳۹۶). پارامترهای محدود کننده مصرف انرژی در ساختمان. اولین همایش بین المللی کاربرد علوم مهندسی در توسعه و پیشرفت ایران ۱۴۰۴. تهران.(قابل دسترس در: https://www.civilica.com/Paper-ENGIEERCONF01-ENGIEERCONF01_016.html)
- قنبری، سیروس. اشکان ممقانی نسب و ناهید احسان زاده.(۱۳۹۱). ارزیابی اثرات توسعه گردشگری بر محیطزیست دریایی مطالع موردی جزیره کیش. اولین همایش بین‌المللی بحرآن‌های زیست محیطی و راهکارهای بهبود آن .جزیره کیش.(قابل دسترس در: https://www.sid.ir/FileServer/SF/55313٩١h٠١٩٤.pdf)
- کارگری، نرگس. رضا مستوری. (۱۳۸۹). مقایسه انتشار گازهای گلخانه‌ای در انواع نیروگاه‌های برق با استفاده از روش LCA . نشریه انرژی ایران. ۱۳ (۲): ۶۷–۷۸.(قابل دسترس در: http://ensani.ir/fa/article/download/1804٣٥)
- محمودی، بیت اله. رزیتا شریفی و افشین دانه کار و منا عزیزی جلیلیان. (۱۳۸۹). پهنه‌بندی کاربری مطلوب اراضی در جزیره هندورابی با استفاده از ارزیابی چند معیارِ مکانی. نهمین همایش بین المللی سواحل، بنادر و سازه‌های دریایی. تهران.(قابل دسترس در: https://www.civilica.com/Paper-ICOPMAS09-ICOPMAS09_184.html)
- مداحی، مهدی. حسین عابدی و آتنا رحیمی.(۱۳۹۵). بررسی تاثیرات ابعاد پنجره با توجه به بهره‌گیری از انرژی خورشیدی و صرفه جویی در مصرف انرژی. پنجمین کنفرانس بین‌المللی پژوهش در علوم تکنولوژی.لندن. انگلستان.(قابل دسترس در: https://scholar.conference.ac/index.php/download/file/9869-Effect-of-window-size,-Due-to-the-Taking-advantage-of-solar-energy-and-energy-saving
- مرکز مطالعات دریایی وزارت جهاد و کشاورزی.(۱۳۹۵). مطالعات ICZM جزیره هندورابی. سازمان مناطق آزاد جزیره کیش.
- وای گی، چاک.(۱۳۸۲). جهانگردی در چشم اندازی جامع. علی پارسائیان و سید محمد اعرابی. تهران: انتشارات پژوهش‌های فرهنگی.
- ویسی، هادی.(۱۳۹۴). بررسی تأثیر ایدئولوژی سیاسی بر صنعت گردشگری، مطالعه موردی ایران. مجله برنامه‌ریزی و توسعه گردشگری. سال چهارم. ۱۴: ۴۵–۶۶. (قابل دسترس در: http://tourismpd.journals.umz.ac.ir/article_1١٢٨_b٥٥d٢٧d٥cc٠١٢٣٥e١cd٧٧٩٢١٧٥٤d٨٩٨٩.pdf)
- یزدانی، حمید و آمنه آتشین جبین.(۱۳۹۴). تأثیر فرم بر میزان مصرف انرژی ساختمان با تحلیل احجام توسط نرم‌افزار دیزاین بیلدر در نمونه اقلیمی جزیره کیش. اولین کنفرانس مهندسی عمران، معماری، شهرسازی و علوم جغرافیا. شیراز.(قابل دسترس در: https://www.civilica.com/Paper-SCEAUG01-SCEAUG01_115.html
- Al-Homoud, Mohammad S., Adel A. Abdou and Ismail M. Budaiwi. (2009). Assessment of Monitored Energy Use andThermal Comfort Conditions in Mosques in Hot-humid Climates. Energy and Buildings. 41 ۶: 607–614. (Available at: https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2008.12.005)
- Al-Sallal, K., L. Al-Rais and M. Bin Dalmouk. (2013). Designing a Sustainable House in the Desert of Abu Dhabi. Renewable Energy. 49: ۸۰–۸۴.

(Available at: https://doi.org/10.1016/j.renene.2012.01.061)

- Iyendo, T. O. E. Akingbaso and H. z. Alibaba and M. B Ozdeniz. (2016). A relative study of microclimate responsive design approaches to buildings in Cypriot settlements. ITUA-Z.13.(۱):۶۹-۸۱. (Available at: http://doi.org/10.5505/itujfa.2016.51423)
- Kamali, Saeed. (2014). Review of free cooling system using phase change material for building. Energy and Building.80:131-1۳۶.(Available at: https://doi.org/10.1016/j.enbuild.201۴.۰۵.۰۲۱)
- Kiper, Tuğba .(2013). Role of Ecotourism in Sustainable Development, Advances in Landscape Architecture, (Available at: http://dx.doi.org/10.5772/55749 (۱ June ۲۰۱۳).
- Mazor, M. and M. S. Alhomoud (2005). Performance of characteristics and practical applications of common building thermal insulation materials. Building and Environment.40.3:353-36۶. (Available at: https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2004.05.013).
- Mushtaha, Emad and Omar Helmy. (2016). Impact of building forms on thermal performance and thermal comfort conditions in religious buildings in hot climates: a case study in Sharjah city, International Journal of Sustainable Energy.(Avaliable at: http://doi.org/10.1080/14786451.2015.1127234. 08 January 2016, At: 22:31)
- Taleb, Hanan M. (2014). Using passive cooling strategies to improve thermal performance and reduce energy consumption of residential buildings in U.A.E. buildings. Frontiers of Architectural Research, 3(2), 154–165. (Available at: https://doi.org/10.1016/j.foar.2014.01.002. 17 March 2014)
- Tham, K. W. (1993). Energy Conservation without Sacrificing Thermal Comfort.” Building and Environment 28 (3):287–299. (Available at: https://doi.org/10.1016/0360-1323(93)90034-Z. 10 February 2003).
- Thomas, C.R., I.J. Gordon and S. Wooldridge and M.van Grieken and P. Marshall. (2009). The development of an integrated systems model for balancing coral reef health, land management and tourism risks on the Great Barrier Reef.18th World IMACS/MODSIM Congress, Cairns, Australia: 4346-4352.(Available at: https://www.researchgate.net/profile/Iain_Gordon2/publication/239920739

۱۳-چکیده تصویری