تعيين بار حرارتي و برودتي ساختمان‌هاي با کاربري‌های مختلف براي شرايط آب و هوايي مختلف کشور به کمک نرم افزار کرير

علی میرمحمدی[[1]](#footnote-1) ، علیرضا زارعی[[2]](#footnote-2)

1-استادیار، دانشکده مهندسی مکانیک، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، تهران

2-دانشجو، دانشکده مهندسی مکانیک، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، تهران

\*تهران ، صندوق پستی 1678815811 ، a.mirmohammadi@sru.ac.ir

چکیده

در اين تحقيق، برآورد بار حرارتي و برودتي ساختمان‌هاي با کاربري‌ها و طبقات مختلف براي شرايط آب و هوايي مناطق مختلف کشور به کمک نرم افزار کرير (Carrier) انجام شده است. کاربري‌ها شامل آپارتمان مسکوني ۱۰ طبقه، ساختمان ويلايي ۲ طبقه، هتل ۶ طبقه شامل (يک طبقه پارکينگ، يک طبقه لابي و سالن غذاخوري و آشپزخانه، يک طبقه مديريت و ۳ طبقه اتاق‌هاي استراحت) و مدرسه ۲ طبقه ۱۸ کلاسه است. در اين تحقيق شهرهاي مورد نظر از مناطق مختلف کشور انتخاب شده‌اند تا تقریبا شرايط آب و هوايي نقاط مختلف کشور را پوشش دهند. شهرها شامل ساری از شمال، بندر عباس از جنوب، بیرجند از شرق، سنندج از غرب و تهران و شیراز از مرکز کشور هستند. براي تهران به دليل وسعت و شرايط مختلف آب و هوايي چند منطقه انتخاب شده است که عبارت از منطقه لويزان، منطقه مهرآباد، منطقه پارک شهر، شهرري، فيروزکوه و ورامين هستند.  
براي انجام کليه‌ي مراحل اين پژوهش از نرم افزار کرير ورژن 4.9 (Hap 4.9) استفاده شده است. همچنين مصالح در نظر گرفته شده در اين پژوهش، مصالح معمول مورد استفاده در کشور انتخاب شده است. هدف از اين پژوهش بدست آوردن اطلاعات و منابع قابل استناد براي کمک به محاسبات سرانگشتي است.

**کلی**د‌واژگ**ان**

بار حرارتي، بار برودتي، نرم افزار کرير، کاربري‌هاي مختلف، شرايط آب و هوايي

Determination of heating and cooling load of buildings with different uses and floor for different climatic conditions of the country using carrier software

Ali Mirmohammadi1\*, Alireza Zarei 2

1-Department of Mechanical Engineering, Shahid Rajaee Teacher Training University, Tehran, Iran.

2- Department of Mechanical Engineering, Shahid Rajaee Teacher Training University, Tehran, Iran

\*P.O.B. 1678815811 Tehran, Iran,[a.mirmohammadi@sru.ac.ir](mailto:a.mirmohammadi@sru.ac.ir)

Abstract

In this research, the thermal and refrigerated load of buildings with different uses and floors for weather conditions in different regions of the country is determined by Carrier software. Facilities include a 10-story residential apartment, a 2-floor villa building, a 6-story hotel (one parking lot, a lobby floor, a dining room and kitchen, a management floor and 3 bedrooms) and a 2-story 18 classroom school. In this research, cities have been selected from different regions of the country with different weather conditions. Cities include Sari from the north, Bandar Abbas from the south, Birjand from the east, Sanandaj from the west and Tehran and Shiraz from the center. For Tehran, due to the breadth and different weather conditions, several regions are selected, namely Lavizan, Mehrabad, Park, Shahrek, Firoozkooh and Varamin regions.To carry out all stages of this study, Kerir software version 4.9 (Hap 4.9) has been used. Also, the materials considered in this research are commonly used materials in the country. The purpose of this study is to obtain retrievable information and resources to assist in calculating thumbnail.

Keywords

Heating load, Cooling load, Carrier software, Different users, Climate conditions

1-مقدمه

در کشورهای پیشرفته مصرف انرژی در ساختمان‌ها %40-20 کل مصرف انرژی را شامل می‌شود که تجهیزات تهویه مطبوع بخش عمده‌ای از این انرژی را به خود اختصاص می‌دهند ]1[. از طرفی دیگر هم گام با پیشرفت استانداردهای زندگی، نیاز افراد برای رسیدن به شرایط آسایش نیز رو به افزایش است. اشخاص نیاز دارند، در محیط‌های کاری و در محیط‌های مسکونی در شرایط آسایش باشند ]۲[. انرژي‌هاي مصرفي ساختمان‌ها تحت تاثير عوامل مختلفي مانند شرايط آب و هوايي محل، مکان و جهت قرارگيري ساختمان، نوع طراحي ساختمان، نوع کاربري و جنس مصالح پوسته ساختمان قرار دارد. از آنجا که روزانه انرژي بسياري صرف گرمايش و سرمايش ساختمان‌ها مي‌شود، نحوه‌ي طراحي ساختمان‌ها بسيار حائز اهميت است ]۳[. استفاده از مصالح استاندارد در ساخت، همچنين استفاده از در و پنجره‌هاي استاندارد در ساختمان مي‌تواند تاثير زيادي در صرفه‌جويي انرژي داشته باشد و از هدر رفتن انرژي جلوگيري کند. چگونگي قرارگيري ساختمان از لحاظ جغرافيايي هم حائز اهميت است. از اين رو در طراحی‌ها بايد سعي شود ديوار خارجي و يک پنجره به سمت جنوب باشد تا بتوان از انرژي خورشيد بهره‌مند شد و شرايط آسايش را به کمک انرژي خورشيد تا حدودي فراهم آورد. ضمنا براي طراحي‌هايي که صورت مي‌گيرد و مهندسين محاسبات انجام مي‌دهند لازم است تخمين‌هاي لازمه را از نتایج داشته باشند لذا نتایج اين پژوهش مي‌تواند در اين امر مورد استفاده قرار گیرد.

2. شرايط طرح داخل و بيرون

در اين پژوهش چند شهر به عنوان نمونه از شرايط آب و هوايي کشور انتخاب شده است. شرايط طرح داخل در جدول 1 آمده است [4].

**جدول 1-** شرايط طرح داخل ساختمان‌ها با کاربري‌هاي مختلف **[4]**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | *دماي خشک*  *DB (˚F)* | رطوبت نسبي  RH (%) |
| آپارتمان ، منزل مسکوني، هتل ، مدرسه | 75 | 50 |

کليه‌ي اطلاعات شرايط آب و هوايي شهرها از نشريه 271 سازمان مديريت و برنامه‌ريزي کشور طبق جدول2 استخراج شده است [5].

**جدول ۲- شرايط آب و هوايي شهرهاي مختلف [5]**

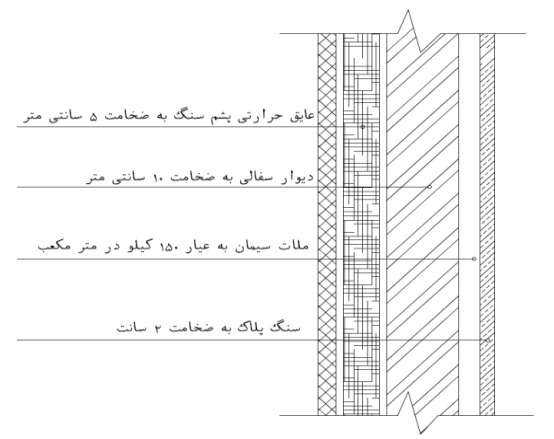
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **نام شهر** | **شرايط جغرافيايي** | | | **شرايط تابستاني در ساعت 15:00** | | | **شرايط زمستاني در ساعت 6:00** | |
| **طول جغرافيايي**  **(deg)** | **عرض جغرافيايي**  **(deg)** | **ارتفاع از سطح دريا**  **(ft)** | **دماي خشک**  **DB (˚F)** | **تغييرات روزانه**  **DR (˚F)** | **دماي مرطوب**  **WB (˚F)** | **دماي خشک**  **DB (˚F)** | **دماي مرطوب**  **WB (˚F)** |
| ساري | 53.1 | 36.57 | 131 | 92.5 | 22.5 | 79.04 | 26.5 | 25.6 |
| بندرعباس | 56.3 | 27.2 | 33 | 105 | 17 | 89.47 | 45.5 | 42.5 |
| بيرجند | 59.23 | 32.88 | 4850 | 98 | 28.5 | 62.4 | 14.5 | 12.4 |
| سنندج | 47 | 35.32 | 4500 | 98.5 | 36.5 | 63.72 | 8.5 | 7.3 |
| شيراز | 52.6 | 29.6 | 4900 | 100.5 | 31 | 60.72 | 26 | 23.7 |
| تهران (لويزان) | 51.5 | 35.77 | 5280 | 94 | 21 | 65.67 | 18 | 16.1 |
| تهران (مهرآباد) | 51.4 | 35.68 | 3900 | 100 | 27 | 73.4 | 24 | 21.5 |
| تهران (پارک‌شهر) | 51.41 | 35.67 | 4020 | 97 | 26 | 71.31 | 22.5 | 20.6 |
| شهر ري | 51.46 | 35.58 | 3476 | 100.5 | 31.5 | 68.12 | 21.5 | 20 |
| فيروزکوه | 52.77 | 35.75 | 6300 | 90.5 | 15.5 | 67.71 | 7.5- | 8.5- |
| ورامين | 51.65 | 35.32 | 3000 | 100.5 | 33 | 69.47 | 19 | 17.7 |

3. جزئيات مصالح ساختماني

مصالحي که در طراحي ساختمان‌ها در نظر گرفته شده است، مصالح استاندارد و رايج در ساختمان سازي کشور است که در ادامه جزئيات ديوارها، سقف و کف بیان می‌شود.

3-۱. جزئيات ديوار خارجي

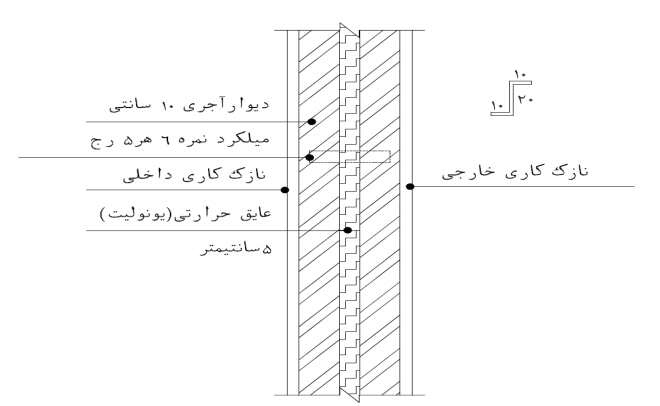
شکل1 جزئيات ديوارهاي خارجي را نشان می‌دهد که مصالح به کاربرده شده داراي استاندارد مورد نظر هستند.



**شکل 1– جزئيات ديوار خارجي**

3-2. جزئيات ديوار داخلي

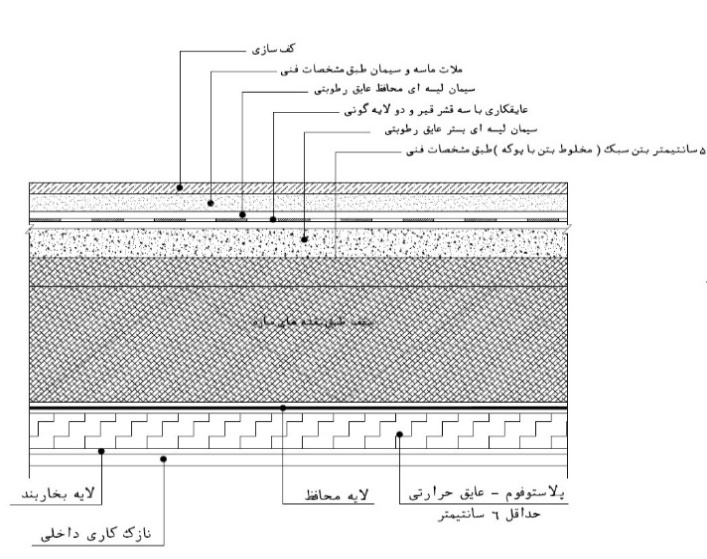
شکل2 جزئيات ديوارهاي داخلی را نشان می‌دهد که مصالح به کاربرده شده داراي استاندارد مورد نظر هستند.



**شکل 2 – جزئيات ديوار داخلي**

3-3.جزئيات سقف

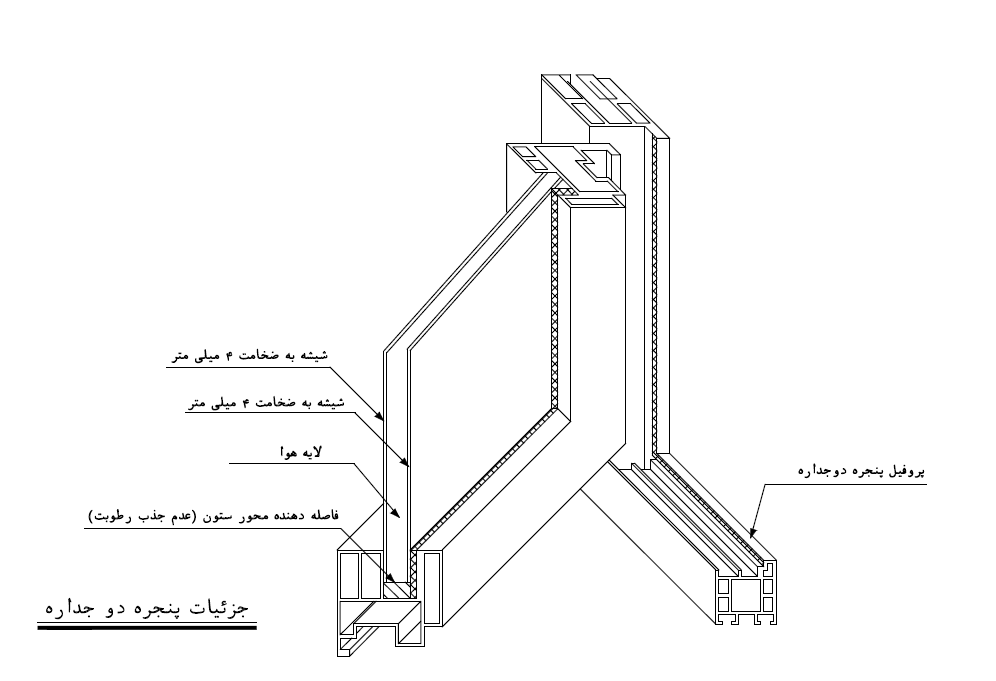
شکل3 جزئيات مصالح سقف را نشان می‌دهد که شامل عايق حرارتي و ملات و پوکه معدني جهت شيب‌بندي و بتن و گچ است که اين مصالح هم بايد داراي استاندارد باشند.



**شکل ۳ – جزئيات سقف**

3-4. جزئيات پنجره‌ها

شکل4 جزئيات پنجره‌ها را نشان می‌دهد که کليه‌ي پنجره‌ها به صورت دو جداره است و اندازه‌ي آن‌ها از نقشه معماري استخراج شده است. هم چنين اندازه‌ي درها نيز از پلان معماري استخراج شده است.



**شکل ۴ – جزئيات پنجره‌ها**

ضريب انتقال حرارت و مقاومت حرارتي مصالح طبق جداول 3 و 4 استفاده شده است ]6[ ،]7[. ضريب انتقال حرارت و مقاومت حرارتي مصالح بسيار مهم هستند و درست وارد کردن اطلاعات مصالح در نرم افزار يکي از مراحل بسيار مهم است.

**جدول ۳- مقادير مقاومت انتقال حرارت مصالح مختلف ]6[**

|  |  |
| --- | --- |
| مصالح | مقادير R ((hr.ft².˚F/Btu |
| اندود گچ و گچ و خاک به ضخامت 2.5 سانتي متر | 0.26 |
| آجر مجوف (سفال) به ضخامت 20 سانتي متر | 1.96 |
| آجر مجوف (سفال) به ضخامت 10 سانتي متر | 0.98 |
| ملات به ضخامت 2.5 سانتي متر | 0.20 |
| سنگ به ضخامت 2 سانتي متر | 0.08 |
| تيرچه بلوک و بتن به ضخامت 25 سانتي متر | 2.72 |
| پوکه معدني به ضخامت 10 سانتي متر | 0.60 |
| عايق حرارتي به ضخامت 1 سانتي متر | 0.05 |

**جدول 4- مقادير ضريب انتقال حرارت انواع در و پنجره‌ها ]7[**

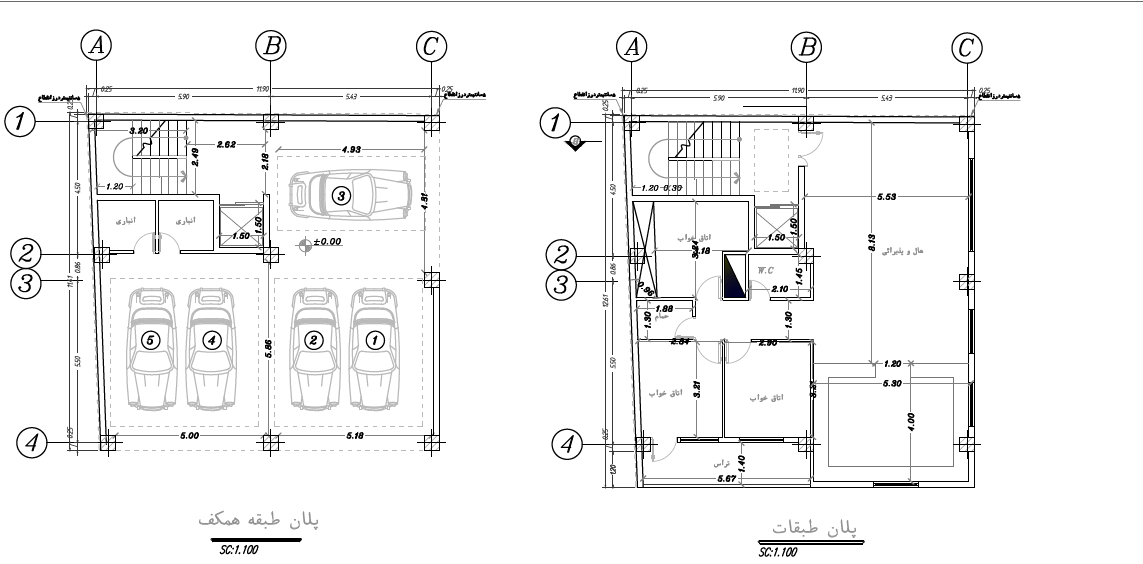
|  |  |
| --- | --- |
| انواع در و پنجره | مقادير U (Btu/ hr.ft².˚F) |
| پنجره دو جداره | 1.13 |
| پنجره معمولي با قاب فلزي | 0.65 |
| درب چوبي به ضخامت 2.5 سانتي متر | 0.7 |
| درب چوبي به ضخامت 5 سانتي متر | 0.45 |
| درب تمام فلزي | 1.2 |

4. پلان‌هاي معماري

پلان‌هاي معماري فضاها برای کاربری‌های مختلف در این بخش ارائه می‌شود.

4-۱.آپارتمان 10 طبقه مسکوني

مطابق شکل5 کل طبقات به صورت تيپ هستند. زيربناي کلي 987 مترمربع است.



**شکل 5- پلان آپارتمان 10 طبقه مسکوني**

4-2. ساختمان 2 طبقه ويلايي

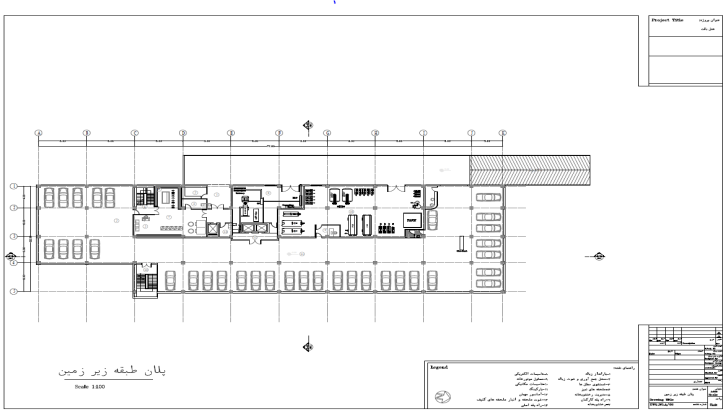
شکل۶ پلان ساختمان 2 طبقه ويلايي را نشان می‌دهد که طبقه همکف اتاق مهمان و هال و پذيرايي و در طبقه دوم اتاق‌هاي استراحت و سرويس‌ها طراحی شده است. زيربناي کلي اين ساختمان 112 مترمربع است.

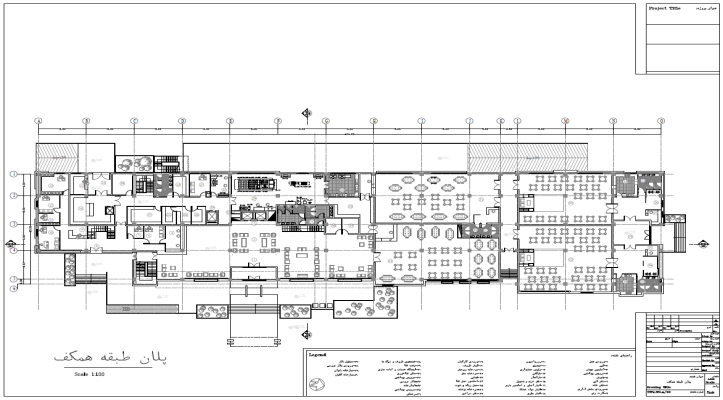


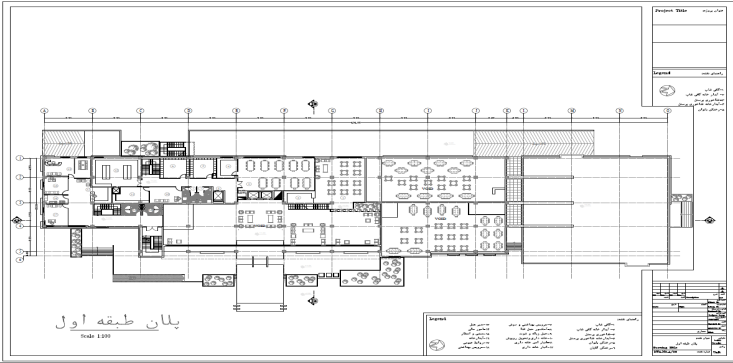
**شکل 6- پلان ساختمان 2 طبقه ويلايي مسکوني**

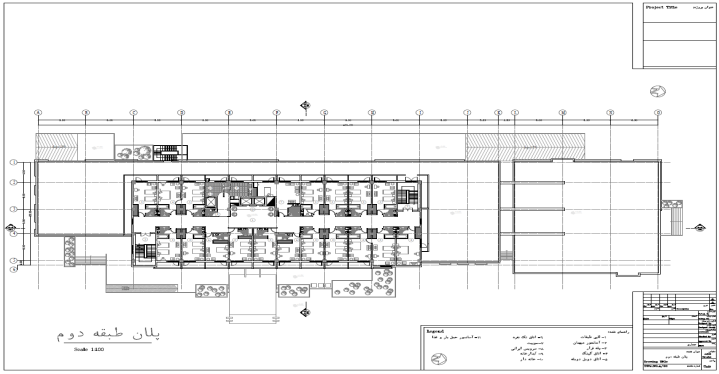
4-3. ساختمان هتل

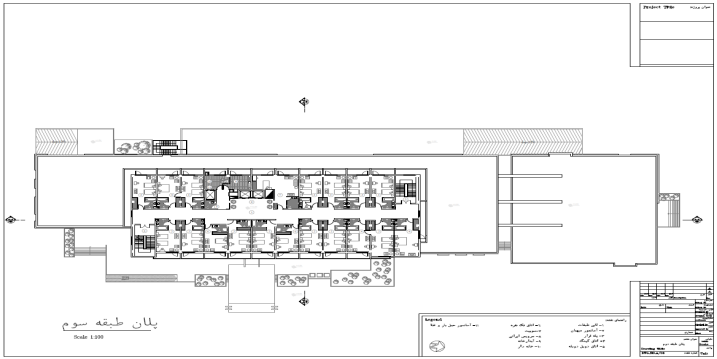
شکل‌های7 تا 14 پلان هتل 6 طبقه را نشان می‌دهد که طبقات شامل يک طبقه پارکينگ، يک طبقه لابي، سالن غذاخوري و آشپزخانه، يک طبقه مديريت و ۳ طبقه اتاق‌هاي استراحت است و زيربناي کلي هتل 4349 متر مربع است.

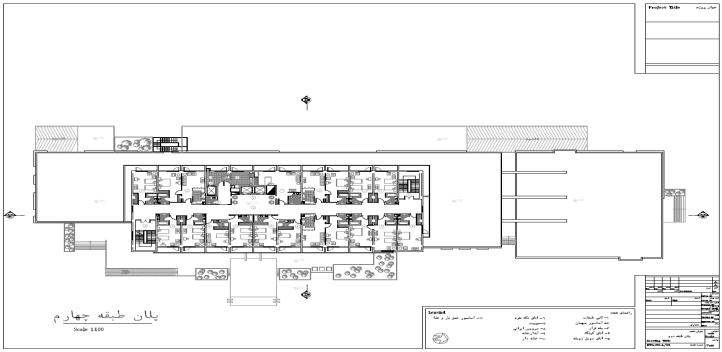
**شکل ۷-پلان طبقه زیرزمین هتل**

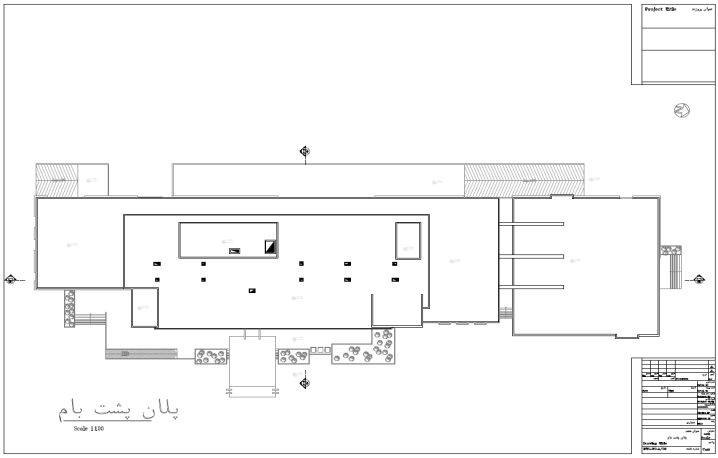
**شکل 8- پلان طبقه همکف هتل**

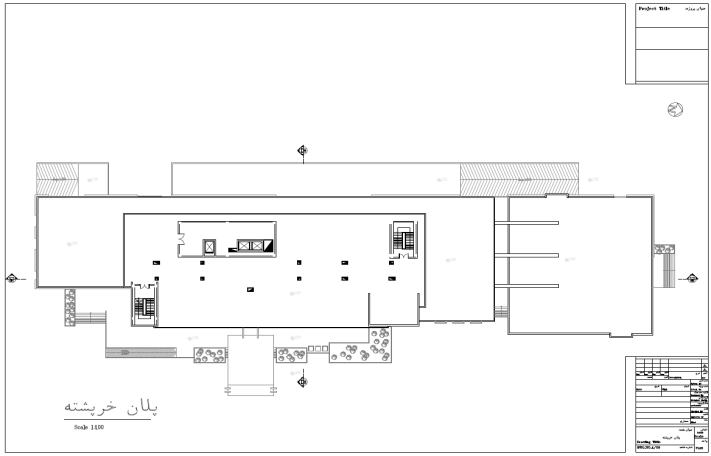
**شکل۹-پلان طبقه اول هتل**

**شکل 10-پلان طبقه دوم هتل**

**شکل11-پلان طبقه سوم هتل**

**شکل 12-پلان طبقه چهارم هتل**

**شکل13-پلان پشت بام هتل**

**شکل 14-پلان خرپشته هتل**

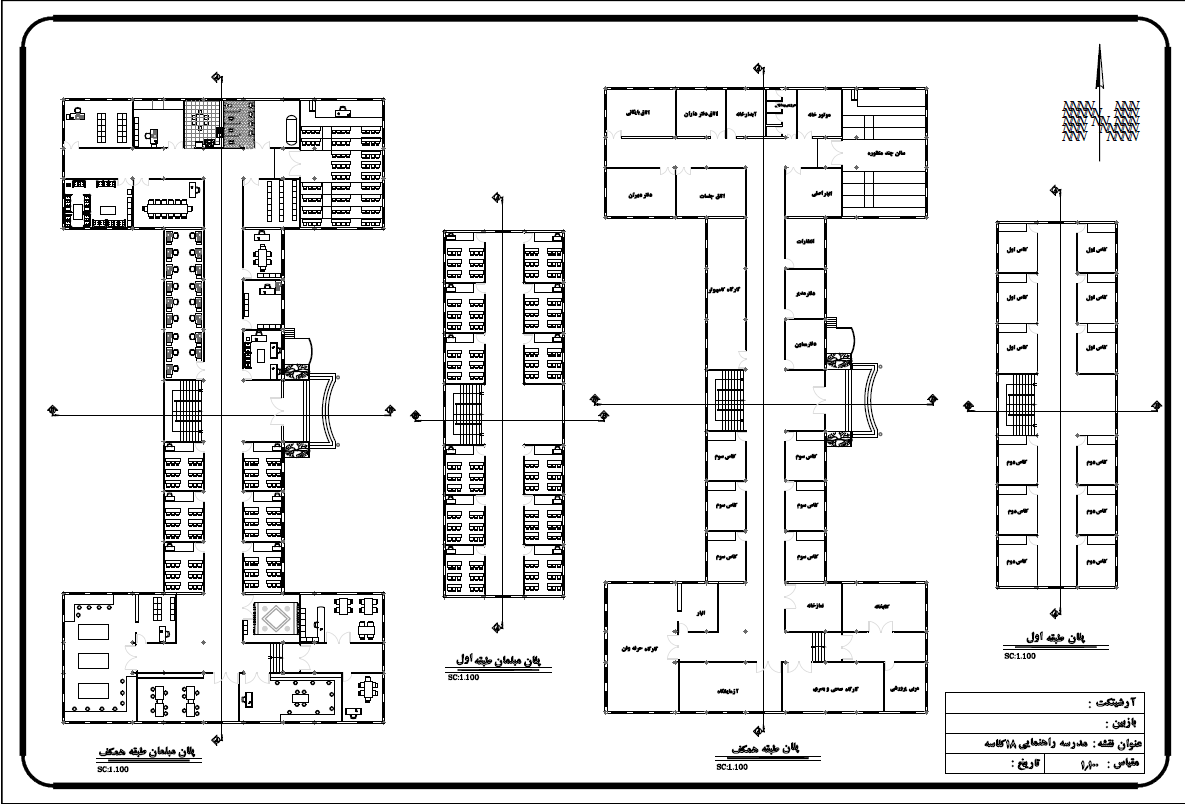
4-4. ساختمان مدرسه

شکل 15 پلان مدرسه 2 طبقه را نشان می‌دهد که داراي 18 کلاس است. در طبقه‌ي همکف آزمايشگاه‌ها، اتاق دبيران، مديريت، آبدارخانه و کارگاه قرار دارد و در طبقه‌ي دوم کلیه کلاس‌هاي درس قرار دارند.

5. شرایط حل

کمينه مقدار هواي مورد نياز فضاها (OA ventilation air) جهت ورود از بيرون براساس جداول مبحث 14 مقررات ملي ساختمان انتخاب شده است. براي تعیین تعداد دفعات تعويض هوا در ساعت نيز از جداول مبحث 14 و مرجع ]8[ استفاده شده است.

سيستم بکارگرفته شده در تمامي فضاها به دليل نامشخص بودن به صورت نامعين تعريف شده و نوع سيستم به صورت CAV (دور الکتروموتور ثابت) تعريف شده است ]9[.



**شکل 15- پلان مدرسه 2 طبقه 18 کلاسه**

5. تحليل نتايج

نتایج حاصل از این پژوهش شامل بارهای حرارتی و برودتی فضاها برای کاربری‌های آپارتمان، ویلا، هتل و مدرسه است که برای شهرهای با شرایط آب و هوایی مختلف کشور محاسبه شده است. برای سهولت استفاده از نتایج برای هرکدام از فضاها و شهرها جدول جداگانه‌ای تهیه شده که اعداد و ارقام آن شهرها و فضاها درون آن گنجانده شده است. در ضمن ستونی برای بار حرارتی بر واحد سطح و بار برودتی بر واحد سطح آماده شده تا مقایسه نیاز شهرها و فضاها به سهولت انجام شود. اطلاعات مربوط به مساحت فضاها، بارحرارتی فضاها (کل، نهان و محسوس)، بارحرارتی بر واحد سطح فضا، بار برودتی فضا (کل، نهان و محسوس) و بار برودتی بر واحد سطح فضا برحسب سیستم متریک در جدول5 و برحسب سیستم انگلیسی در جدول6 ارائه شده است. در این جداول کمترین و بیشترین بار سرمایی یا گرمایی به ترتیب با قلم سبز و قرمز رنگ مشخص شده است.

جدول5- نتايج حل برحسب واحد متريک

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | مساحت کل فضا  () | بار حرارتي کل فضا  (Kcal/hr) | | | بار حرارتي کل فضا بر واحد سطح  (Kcal/hr.) | بار برودتي کل فضا  (Kcal/hr) | | | بار برودتي کل فضا بر واحد سطح  (Kcal/hr.) |
| محسوس | نهان | کل | محسوس | نهان | کل |
| *آپارتمان* | | | | | | | | | |
| تهران (لويزان) | ۹۸۷.۰ | ۹۹۴۵۷.۲۸ | ۰ | **99416.0** | **۱۰۰.۷۲۳۲** | ۸۱۴۷۱.۲۴ | 1089.62 | **82560.0** | **۸۳.۶۵۲۲** |
| تهران (مهرآباد) | ۹۸۷.۰ | ۸۷۹۴۵.۳۲ | ۰ | **۸۷۹۷۸.۰** | **۸۹.۱۳۹** | ۸۹۹۰۶.۹۸ | 10809.34 | **۱۰۰۷۰۶.۰** | **۱۰۲.۰۳۹** |
| تهران (پارک شهر) | ۹۸۷.۰ | ۹۳۸۱۹.۱۲ | ۰ | **۹۳۸۲۶.۰** | **۹۵.۰۶۴۴** | ۸۴۹۶۱.۱۲ | 8819.3 | **۹۳۷۴۰.۰** | **۹۴.۹۷۸۴** |
| شهر ري | ۹۸۷.۰ | ۹۴۴۰۷.۳۶ | ۰ | **۹۴۴۲۸.۰** | **۹۵.۶۴۹۲** | ۸۹۵۷۶.۷۴ | 1409.54 | **۹۰۹۸۸.۰** | **۹۲.۱۸۳۴** |
| فيروزکوه | ۹۸۷.۰ | 149566.9 | ۰ | **۱۴۹۵۵۴.۰** | **۱۵۱.۵۲۳۴** | ۷۸۶۵۱.۳ | 4478.02 | **۸۳۱۶۲.۰** | **۸۴.۲۲۸۴** |
| ورامين | 987.0 | 100319.0 | ۰ | **۱۰۰۳۶۲.۰** | **۱۰۱.۶۸۶۴** | ۸۸۶۴۸.۸ | 3447.74 | **۹۲۱۰۶.۰** | **۹۳.۳۱** |
| ساري | ۹۸۷.۰ | ۸۶۱۵۴.۸ | ۰ | **۸۶۱۷۲** | **۸۷.۳۰۷۲** | ۸۱۰۱۳.۷۲ | ۲۴۳۲۹.۴ | **۱۰۵۳۵۰** | **۱۰۶.۷۳۴۶** |
| بندر عباس | ۹۸۷.۰ | ۴۷۹۴۸.۴۴ | ۰ | **۴۷۹۸۸** | **۴۸.۶۱۵۸** | ۱۰۸۹۷۱.۴۶ | ۴۴۳۵۱.۰۶ | **۱۵۳۴۲۴** | **۱۵۵.۴۴۵** |
| بيرجند | ۹۸۷.۰ | ۱۰۴۶۲۷.۶ | ۰ | **۱۰۴۶۶۲** | **۱۰۶.۰۳۸** | ۸۵۰۲۴.۷۶ | ۰ | **۸۵۰۵۴** | **۸۶.۱۷۲** |
| سنندج | ۹۸۷.۰ | ۱۱۷۵۱۹.۰ | ۰ | **۱۱۷۴۷۶** | **۱۱۹.۰۲۴** | ۸۲۹۰۷.۴۴ | ۰ | **۸۲۹۰۴** | **۸۳.۹۹۶۲** |
| شيراز | ۹۸۷.۰ | ۸۲۵۵۰.۵۴ | ۰ | **۸۲۵۶۰** | **۸۳.۶۴۳۶** | ۸۸۵۰۳.۴۶ | ۰ | **۸۸۴۹۴** | **۸۹.۶۶۳۶** |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *ويلا* | | | | | | | | | |
| تهران (لويزان) | ۱۱۲.۱ | 17554.32 | 0 | **۱۷۵۴۴.۰** | **۱۵۶.۵۲** | ۱۲۳۶.۶۶ | 178.02 | **12556.0** | **111.9118** |
| تهران (مهرآباد) | ۱۱۲.۱ | 16121.56 | 0 | **۱۶۰۸۲.۰** | **۱۴۳.۴۶۵۲** | 13519.2 | 1795.68 | **15308.0** | **136.6196** |
| تهران (پارک شهر) | ۱۱۲.۱ | 16172.3 | 0 | **۱۶۱۶۸.۰** | **۱۴۴.۲۳۰۶** | 12863.02 | 1437.92 | **14276.0** | **127.5724** |
| شهر ري | ۱۱۲.۱ | 16805.26 | 0 | **۱۶۷۷۰.۰** | **۱۴۹.۵۹۷** | 13213.9 | 173.72 | **13416.0** | **119.454** |
| فيروزکوه | ۱۱۲.۱ | 26016.72 | 0 | **۲۶۰۵۸.۰** | **۲۳۲.۴۴۹۴** | 11784.58 | 487.62 | **12298.0** | **109.478** |
| ورامين | 112.1 | 17845.86 | 0 | **۱۷۸۸۸.۰** | **۱۵۹.۵۷۳** | 13071.14 | 537.5 | **13608.64** | **121.3976** |
| ساري | ۱۱۲.۱ | ۱۵۵۱۹.۵۶ | ۰ | **۱۵۴۸۰** | **۱۳۸.۰۹۰۲** | ۱۱۲۴۳.۶۴ | ۴۱۰۳.۹۲ | **۱۵۳۰۸** | **۱۳۶.۵۵۹۴** |
| بندر عباس | ۱۱۲.۱ | ۸۵۰۰.۲۴ | ۰ | **۸۵۱۴** | **۷۵.۹۴۶۶** | ۱۶۳۳۹.۱۴ | ۷۵۲۸.۴۴ | **۲۳۹۰۸** | **۲۱۳.۲۷۱۴** |
| بيرجند | ۱۱۲.۱ | ۱۸۹۳۲.۰۴ | ۰ | **۱۸۹۲۰** | **۱۶۸.۷۷۵** | ۱۲۶۶۲.۶۴ | ۰ | **۱۲۶۴۲** | **۱۱۲.۷۷۱۸** |
| سنندج | ۱۱۲.۱ | ۲۰۹۴۷.۸۸ | ۰ | **۲۰۹۸۴** | **۱۰۹.۷۸۷۶** | ۱۱۶۲۲.۹ | ۰ | **۱۱۶۱۰** | **۱۰۳.۵۶۹۸** |
| شيراز | ۱۱۲.۱ | ۱۴۶۷۵.۰۴ | ۰ | **۱۴۷۰۶** | **۱۳۱.۱۸۴۴** | ۱۲۹۰۴.۳ | ۰ | **۱۲۹۰۰** | **۱۱۵.۰۷۶۶** |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *هتل* | | | | | | | | | |
| تهران (لويزان) | ۴۳۴۹.۴ | 375275.62 | 0 | **375304.0** | **86.2924** | 382929.62 | 22611.98 | **405576.0** | **93.2412** |
| تهران (مهرآباد) | ۴۳۴۹.۴ | 337001.32 | 0 | **337034.0** | **77.486** | 423933.56 | 105728.4 | **529674.0** | **121.776** |
| تهران (پارک شهر) | ۴۳۴۹.۴ | 348364.5 | 0 | **348386.0** | **80.1004** | 401441.98 | 84775.36 | **486244.0** | **111.8** |
| شهر ري | ۴۳۴۹.۴ | 359578.9 | 0 | **359566.0** | **82.6718** | 421909.12 | 23091.0 | **444964.0** | **102.3142** |
| فيروزکوه | ۴۳۴۹.۴ | 564741.36 | 0 | **564762.0** | **129.86** | 363336.24 | 65218.96 | **428538.0** | **98.5302** |
| ورامين | 4349.4 | 383066.36 | 0 | **383044.0** | **88.064** | 421264.12 | 40388.18 | **461648.0** | **106.1412** |
| ساري | ۴۳۴۹.۴ | ۳۴۱۴۱۵.۷ | ۰ | **۳۴۱۴۲۰** | **۷۸.۵۰۰۸** | ۳۸۱۱۷۱.۷۸ | ۲۱۶۱۲۹.۱۸ | **۵۹۷۲۷۰** | **۱۳۷.۳۲۴۸** |
| بندر عباس | ۴۳۴۹.۴ | ۱۸۲۸۶۸.۶۸ | ۰ | **۱۸۲۸۳۶** | **۴۲.۰۴۵۴** | ۴۹۳۴۰۶.۹۴ | ۳۸۷۵۳۰.۶۲ | **۸۸۰۶۴۰** | **۲۰۲.۵۳** |
| بيرجند | ۴۳۴۹.۴ | ۴۰۵۴۹۳.۴۴ | ۰ | **۴۰۵۴۹۰** | **۹۳.۲۳۲۶** | ۴۰۴۰۰۸.۲۲ | ۰ | **۴۰۴۰۲۸** | **۹۲.۸۸۸۶** |
| سنندج | ۴۳۴۹.۴ | ۴۵۵۸۱۸.۹۲ | ۰ | **۴۵۵۸۰۰** | **۱۰۴.۷۹۹۶** | ۳۹۳۷۹۱.۴۲ | ۰ | **۳۹۳۷۹۴** | **۹۰.۵۴۰۸** |
| شيراز | ۴۳۴۹.۴ | ۳۱۵۷۳۰.۹۴ | ۰ | **۳۱۵۷۰۶** | **۷۲.۵۸۴** | ۴۱۶۰۱۲.۱ | ۰ | **۴۱۵۹۸۲** | **۹۵.۶۴۰۶** |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *مدرسه* | | | | | | | | | |
| تهران (لويزان) | ۱۰۴۸.۱ | ۱۶۱۱۹۹.۲۶ | 0 | **161164.0** | **153.768** | 132639.52 | 7909.42 | **140524.0** | **134.0998** |
| تهران (مهرآباد) | ۱۰۴۸.۱ | 146059.82 | 0 | **146028.0** | **139.3286** | 147486.56 | 27264.58 | **174752.0** | **166.7282** |
| تهران (پارک شهر) | ۱۰۴۸.۱ | 145850.84 | 0 | **145856.0** | **139.1652** | 136500.06 | 22575.86 | **159100.0** | **151.7728** |
| شهر ري | ۱۰۴۸.۱ | 151645.52 | 0 | **151618.0** | **144.6606** | 143416.18 | 8151.08 | **151532.0** | **144.609** |
| فيروزکوه | ۱۰۴۸.۱ | 195579.48 | 0 | **238564.0** | **227.2894** | 123840.0 | 16002.02 | **139836.0** | **133.4204** |
| ورامين | 1048.1 | 158990.78 | 0 | **159014.0** | **150.1646** | 142397.08 | 11803.5 | **154198.0** | **147.1202** |
| ساري | ۱۰۴۸.۱ | ۱۳۹۱۱۷.۰۴ | ۰ | **۱۳۹۱۴۸** | **۱۳۲.۷۵۸۲** | ۱۲۹۸۴۵.۳۸ | ۵۱۳۵۴.۹ | **۱۸۱۲۰۲** | **۱۷۲.۸۸۵۸** |
| بندر عباس | ۱۰۴۸.۱ | ۸۱۸۹۶.۰۸ | ۰ | **۸۱۹۷۲** | **۷۸.۱۱۳۸** | ۱۷۲۶۷۶.۸۲ | ۸۹۷۰۳.۱۶ | **۲۶۲۳۸۶** | **۲۵۰.۳۴۶** |
| بيرجند | ۱۰۴۸.۱ | ۱۷۱۳۹۰.۲۶ | ۰ | **۱۷۱۳۹۸** | **۱۶۳.۵۲۹** | ۱۳۷۷۳۸.۴۶ | ۰ | **۱۳۷۷۷۲** | **۱۳۱.۴۵۱** |
| سنندج | ۱۰۴۸.۱ | ۱۸۸۵۴۸.۹۸ | ۰ | **۱۸۸۵۱۲** | **۱۷۹.۸۶۰۴** | ۱۳۴۶۳۰.۴۲ | ۰ | **۱۳۴۵۹۰** | **۱۲۸.۴۱۵۲** |
| شيراز | ۱۰۴۸.۱ | ۱۳۳۰۳۳.۴ | ۰ | **۱۳۳۰۴۲** | **۱۲۶.۹۳۶** | ۱۴۳۹۳۳.۹ | ۰ | **۱۴۳۹۶۴** | **۱۳۷.۳۵۹۲** |

**جدول6- نتايج حل برحسب واحد انگليسي**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | مساحت کل فضا  () | بار حرارتي کل فضا  (Btu/hr) | | | بار حرارتي بر واحد سطح  (Btu/hr.) | بار برودتي کل فضا  (Btu/hr) | | | بار برودتي بر واحد سطح  (Btu/hr.) |
| محسوس | نهان | کل | محسوس | نهان | کل |
| *آپارتمان* | | | | | | | | | |
| تهران (لويزان) | ۱۰۶۲۴.۰ | 394606 | 0 | **394600** | **37** | 323245 | 4323 | **327600** | **31** |
| تهران (مهرآباد) | ۱۰۶۲۴.۰ | 348931 | 0 | **348900** | 33 | 356717 | 42886 | **399600** | **38** |
| تهران (پارک شهر) | ۱۰۶۲۴.۰ | 372239 | 0 | **372200** | **35** | 337091 | 34992 | **372100** | **35** |
| شهر ري | ۱۰۶۲۴.۰ | 374571 | 0 | **374600** | **35** | 355405 | 5593 | **371000** | **35** |
| فيروزکوه | ۱۰۶۲۴.۰ | 593421 | 0 | **593400** | **56** | 312072 | 17767 | **329800** | **31** |
| ورامين | ۱۰۶۲۴.۰ | 398025 | 0 | **398000** | 38 | 351723 | 13678 | **365100** | **34** |
| ساري | ۱۰۶۲۴.۰ | 341829 | ۰ | **۳۴۱۸۰۰** | **32** | ۳۲۱۴۲۹ | ۹۶۵۴۲ | **۴۱۸۰۰۰** | **۳۹** |
| بندر عباس | ۱۰۶۲۴.۰ | ۱۹۰۲۴۱ | ۰ | **۱۹۰۲۰۰** | **18** | ۴۳۲۳۵۷ | ۱۹۰۲۴۱ | **۶۲۲۶۰۰** | **59** |
| بيرجند | ۱۰۶۲۴.۰ | ۴۱۵۱۲۱ | ۰ | **۴۱۵۱۰۰** | **۳۹** | ۳۳۷۳۴۵ | ۰ | **۳۳۷۳۰۰** | **32** |
| سنندج | ۱۰۶۲۴.۰ | ۴۶۶۲۶۷ | ۰ | **۴۶۶۳۰۰** | **44** | ۳۲۸۹۴۵ | ۰ | **۳۲۸۹۰۰** | **۳۱** |
| شيراز | ۱۰۶۲۴.۰ | ۳۲۷۵۲۸ | ۰ | **۳۲۷۵۰۰** | **31** | ۳۵۱۱۴۶ | ۰ | **۳۵۱۱۰۰** | **۳۳** |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *ويلا* | | | | | | | | | |
| تهران (لويزان) | ۱۲۰۶.۶ | 69650 | 0 | **69700** | 58 | 49070 | 705 | **49800** | **41** |
| تهران (مهرآباد) | ۱۲۰۶.۶ | 63964 | 0 | **64000** | **53** | 53637 | 7123 | **60800** | **50** |
| تهران (پارک شهر) | ۱۲۰۶.۶ | 64164 | 0 | **64200** | **53** | 51035 | 5706 | **56700** | **47** |
| شهر ري | ۱۲۰۶.۶ | 66678 | 0 | **66700** | **55** | 52441 | 689 | **53100** | **44** |
| فيروزکوه | ۱۲۰۶.۶ | 103222 | 0 | **103200** | **86** | 46757 | 1936 | **48700** | **40** |
| ورامين | ۱۲۰۶.۶ | 70805 | 0 | **70800** | **59** | 51861 | 2132 | **54000** | **45** |
| ساري | ۱۲۰۶.۶ | ۶۱۵۷۷ | ۰ | **۶۱۶۰۰** | **۵۱** | ۴۴۶۱۰ | ۱۶۲۸۴ | **۶۰۹۰۰** | **51** |
| بندر عباس | ۱۲۰۶.۶ | ۳۳۷۲۵ | ۰ | **۳۳۷۰۰** | **28** | ۶۴۸۲۷ | ۲۹۸۷۱ | **۹۴۷۰۰** | **79** |
| بيرجند | ۱۲۰۶.۶ | ۷۵۱۱۴ | ۰ | **۷۵۱۰۰** | **62** | ۵۰۲۴۰ | ۰ | **۵۰۲۰۰** | **42** |
| سنندج | ۱۲۰۶.۶ | ۸۳۱۱۳ | ۰ | **۸۳۱۰۰** | **69** | ۴۶۱۱۵ | ۰ | **۴۶۱۰۰** | **۳۸** |
| شيراز | ۱۲۰۶.۶ | ۵۸۲۲۴ | ۰ | **۵۸۲۰۰** | **48** | ۵۱۲۰۰ | ۰ | **۵۱۲۰۰** | **43** |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *هتل* | | | | | | | | | |
| تهران (لويزان) | ۴۶۸۱۶.۳ | 1488646 | 0 | **1488900** | **32** | 1519313 | 89717 | **1609000** | **35** |
| تهران (مهرآباد) | ۴۶۸۱۶.۳ | 1337088 | 0 | **1337100** | **29** | 1682000 | 419487 | **2101500** | **45** |
| تهران (پارک شهر) | ۴۶۸۱۶.۳ | 1382188 | 0 | **1382200** | **30** | 1592763 | 336355 | **1929100** | **41** |
| شهر ري | ۴۶۸۱۶.۳ | 1426667 | 0 | **1426700** | **31** | 1673970 | 91615 | **1765600** | **38** |
| فيروزکوه | ۴۶۸۱۶.۳ | 2240673 | 0 | **2240700** | **48** | 1441575 | 258770 | **1700300** | **36** |
| ورامين | ۴۶۸۱۶.۳ | 1519857 | 0 | **1519900** | **33** | 1671411 | 160243 | **1831700** | **39** |
| ساري | ۴۶۸۱۶.۳ | ۱۳۵۴۶۰۳ | ۰ | **۱۳۵۴۶۰۰** | **29** | ۱۵۱۲۳۴۱ | ۸۵۷۵۱۵ | **۲۳۶۹۹۰۰** | **51** |
| بندر عباس | ۴۶۸۱۶.۳ | ۷۲۵۵۵۱ | ۰ | **۷۲۵۶۰۰** | **16** | ۱۹۵۷۸۲۴ | ۱۵۳۷۵۶۹ | **۳۴۹۵۴۰۰** | **75** |
| بيرجند | ۴۶۸۱۶.۳ | ۱۶۰۸۸۳۸ | ۰ | **۱۶۰۸۸۰۰** | **۳۴** | ۱۶۰۲۹۴۵ | ۰ | **۱۶۰۲۹۰۰** | **۳۴** |
| سنندج | ۴۶۸۱۶.۳ | ۱۸۰۸۵۰۹ | ۰ | **۱۸۰۸۵۰۰** | **39** | ۱۸۰۸۵۰۹ | ۰ | **۱۸۰۸۵۰۰** | **39** |
| شيراز | ۴۶۸۱۶.۳ | ۱۲۵۲۶۹۶ | ۰ | **۱۲۵۲۷۰۰** | **27** | ۱۶۵۰۵۷۱ | ۰ | **۱۶۵۰۶۰۰** | **۳۵** |
| *مدرسه* | | | | | | | | | |
| تهران (لويزان) | ۱۱۲۸۱.۷ | 639575 | 0 | **639600** | **57** | 526261 | 31382 | **557600** | **50** |
| تهران (مهرآباد) | ۱۱۲۸۱.۷ | 579507 | 0 | **579500** | **53** | 585170 | 108175 | **693300** | **62** |
| تهران (پارک شهر) | ۱۱۲۸۱.۷ | 578680 | 0 | **578700** | **51** | 541579 | 89573 | **631200** | **56** |
| شهر ري | ۱۱۲۸۱.۷ | 601668 | 0 | **601700** | **53** | 569019 | 32342 | **601400** | **53** |
| فيروزکوه | ۱۱۲۸۱.۷ | 946588 | 0 | **946600** | **84** | 491348 | 63489 | **554800** | **49** |
| ورامين | ۱۱۲۸۱.۷ | 630812 | 0 | **630800** | **56** | 564974 | 46833 | **611800** | **54** |
| ساري | ۱۱۲۸۱.۷ | ۵۵۱۹۶۲ | ۰ | **۵۵۲۰۰۰** | **۴9** | ۵۱۵۱۷۷ | ۲۰۳۷۵۷ | **۷۱۸۹۰۰** | **64** |
| بندر عباس | ۱۱۲۸۱.۷ | ۳۲۴۹۳۱ | ۰ | **۳۲۴۹۰۰** | **29** | ۶۸۵۱۱۵ | ۳۵۵۹۰۸ | **۱۰۴۱۰۰۰** | **۹۲** |
| بيرجند | ۱۱۲۸۱.۷ | ۶۸۰۰۰۹ | ۰ | **۶۸۰۰۰۰** | **۶۰** | ۵۴۶۴۹۳ | ۰ | **۵۴۶۵۰۰** | **49** |
| سنندج | ۱۱۲۸۱.۷ | ۷۴۸۰۸۷ | ۰ | **۷۴۸۱۰۰** | **۶۶** | ۵۳۴۱۶۲ | ۰ | **۵۳۴۲۰۰** | **۴۷** |
| شيراز | ۱۱۲۸۱.۷ | ۵۲۷۸۲۵ | ۰ | **۵۲۷۸۰۰** | **47** | ۵۷۱۰۷۴ | ۰ | **۵۷۱۱۰۰** | **51** |

6. نتيجه گيري

در این مقاله با استفاده از نرم افزار محاسباتی کریر برای کاربری های مختلف در مناطق مختلف کشور بار حرارتی و برودتی بر واحد سطح زیربنای ساختمان محاسبه و ارائه گردید. نتایج محاسبات به صورت جداول ارائه شد که می‌تواند به راحتی برای محاسبات سرانگشتی به کار گرفته شود. این نتایج نه تنها برای شهرهای بزرگ بلکه برای تمامی مراکز استان‌ها نیز قابل استفاده است و به راحتی می‌تواند یک منبع برای محاسبات سرانگشتی باشد.

**مراجع**

[1] Wan, J.W., Yang, K., Zhang,W .J., and Zhang, J.L”*A new method of determination of indoor temperature and relative humidity with consideration of human thermal comfort*,” Building and Enviroment, Article in press, Vol. 44, pp. 411-417 , 2009 .

[2] M. A. Zanganeh, Gh. Heidarinezhad, Sh. Delfani, Determination of Refrigerant Load Using Thermal Comfort Calculations and Comparison with Carrier Software, *17th Annual Mechanical Engineering Conference*, Tehran, Iran, 2009. (in Persian فارسی )

[3] M. Jafari, F. Shahraki, J. Khorshidi, E. Naderipour, Analytical Calculation of Heat load - Cooling load of a Residential Building in Hormozgan Province and Comparison with Carrier Software, *Third National Conference on Environment, Energy and Biosafety, Sustainable Development Solutions Center*, Iran, 2013. (in Persian فارسی )

[4] M. Tabatabai, *Calculation of Building Facilities,* pp. 48, Tehran: Rouzbahan, 2011. (in Persian فارسی )

[5] Office of Technical Standards, Deputy of Technical Affairs, Country Management and Planning Publications, DESIGN CONDITION for Heat Installation, Air Conditioning and Air Conditioning Computation for Some Cities in the Country, *Management and Planning the Islamic Republic of Iran*, Iran, 2003. (in Persian فارسی )

[6] Office of National Building Regulations, National Building Regulations of Iran, Issue 19, Energy Saving, Ministry of Housing and Urban Planning*, Deputy of Housing and Building Affairs*, Iran, 2010. (in Persian فارسی )

[7] M. Tabatabai, *Calculation of Building Facilities,* pp. 44-47, Tehran: Rouzbahan, 2011. (in Persian فارسی )

[8] Office of National Building Regulations, National Building Regulations of Iran, Issue 14 - Mechanical Installations*, Ministry of Roads and Urban Planning, Department of Housing and Construction* , Second Edition , Iran, 2012. (in Persian فارسی )

[9]- Help, *Analysis Program, Version 4.9*, North American Edition, *Carrier.*

1. 1-**استادیار(نویسنده پاسخگو):** a.mirmohammadi@sru.ac.ir [↑](#footnote-ref-1)
2. 2- دانشجو: ali.reza1374@yahoo.com [↑](#footnote-ref-2)