بهینه سازی فرم پاسخگو برای سرپناه موقت پس از سانحه در اقلیم سرد

چکیده

سالانه میلیون ها نفر با وقوع حوادث طبیعی بی خانمان می شوند. ایران نیز بدلیل موقعیت جغرافیایی خود همواره در معرض حوادثی نظیر زلزله و سیل قرار دارد که می تواند خسارات زیادی همراه آورده و اجتماعات کوچک افراد پراکنده شوند. ضمن اینکه به بی خانمانی شمار زیادی از افراد منجر می گردد. توجه به امر اسکان موقت در حمایت از افراد سانحه دیده از جمله مواردی است که در شرایط امروزی نه تنها اجتناب ناپذیر بلکه ضروری است. با وجود ارائهٔ راهکارهای نهایی، همچنان مشکلات متعددی در تأمین آسایش حرارتی درون سرپناه دیده می شود. اغلب مشکلات محل های اقامت موقت به خاطر فهم نادرست، با توجه به موقعیتی است که مردم پس از سانحه تجربه می کنند. در نتیجه طرح های اجرا شده اغلب به لحاظ بومی، راه حل هایی نامناسب هستند. در نتیجه افراد یا تغییراتی در سرپناه اعمال کرده و یا این فضاها را ترک می کنند. این پژوهش در صدد است تا از طریق پیشنهاد فرم بهینهٔ سرپناه، شرایط نسبی آسایش برای حادثه دیدگان را از لحاظ آسایش دمایی فراهم آورد. پژوهش پیش رو با هدف بهینه سازی سیستم های موجود سرپناه از نوع کاربردی و ماهیت آن در بخش مطالعات تئوری کیفی است تا اطلاعات جامعی در خصوص سوانح طبیعی رخ داده و تجارب ایجاد سرپناه در نقاط مختلف بدست آید. جهت تعیین فرم مناسب سرپناه توسط نرم افزار دیزاین بیلدر، با شبیه سازی و آزمون شرایط دمای داخلی نسبت به سرپناه اقلیمی بهینه برای شرایط پس از سانحه اعمال گردیده است. نتایج حاصل در مقایسهٔ ۱۱ فرم سرپناه با حجم برابر نشان می دهد که فرم گنبدی، مناسب ترین شرایط دمای داخلی را داشته است. پس از آن فرم چند ضلعی پلان و سقف مخروطی بوده و در نهایت فرم مکعبی با سقف طاقی شکل مناسب تر از بقیهٔ فرم ها هستند. از آنجائیکه فرم مکعب سرپناه با سقف های متفاوت شرایط دمایی نزدیکی نسبت به هم دارند، لذا در انتخاب فرم بهینه، سهولت ساخت و تقاضای کاربران مدنظر قرار داده شود.

واژگان کلیدی: سوانح طبیعی، زلزله، سرپناه اقلیمی، فرم، اقلیم سرد.

۱-مقدمه

بلایای طبیعی از جمله عواملی است که همواره زندگی انسان ها را تهدید می کند و خسارات مالی و جانی فراوانی را بر جای می گذارد. در این میان زلزله بدلیل ماهیت غیرقابل پیش بینی زمان وقوع آن مخرب تر است. بنابراین در شرایط اضطراری، تأمین سرپناه هایی برای محافظت افراد و حمایت از آنها در برابر محیط طبیعی و اعطای حریم خصوصی به آنها ضروری است (Ashmore. 2004,5, UNHCR. 2000,405). مطالعات نشان می دهد که سرپناه هایی که در اختیار افراد قرار داده می شود معمولاً به لحاظ آسایشی نامناسب و ناکارآمد است. در این مورد، شرایط متداولی از سرپناه ها و خانه هایی وجود دارند که صرفاً پس از اعمال تغییرات بسیاری بوسیلهٔ استفاده کنندگان استفاده می شوند و حتی مواردی از واحدهایی که هرگز استفاده نشدند (El-Masri & Kellett 2001, 535–557; Barenstein 2006,136-138, Sener & Altum 2009, 58–74). دلیل این امر وجود سرپناهی است که در تمام اقلیم های موردنظر به کار گرفته می شود. طبیعی است که نوع ثابت سرپناه نمی تواند پاسخگوی شرایط متفاوت اقلیمی باشد و نهایتاً به دخالت فردی در تعدیل شرایط می انجامد.

اقلیم منطقهٔ آسیب دیده پس از وقوع سانحه، اصلی ترین عامل پیش روی افراد است. شرایط اقلیمی منطقه می تواند در تاب آوری شرایط بحران پس از سانحه تأثیر مستقیمی داشته باشد. در نتیجه ایجاد سرپناهی امن با شرایط مطلوب نسبی باید در درجهٔ اول پاسخگوی اقلیم آن منطقه باشد. از آنجائیکه عامل سرما اصلی ترین مسأله ای است که در این اقلیم باید به آن توجه شود، لذا توجه می شود که دستیابی به شرایط آسایش حرارتی در ماه های سرد مدنظر قرار گیرد. با توجه به اینکه عامل اصلی تأثیرگذار در این پژوهش، اقلیم منطقه بوده و این اقلیم است که نیازهای متعاقب آن را دیکته می کند پس فرم مناسبِ سرپناه

نسخه پیش انتشار

در پاسخ به اقلیم منطقه حائز اهمیت خواهد بود. در حقیقت از اهداف این پژوهش دستیابی به شرایطی برای سرپناه است که بتواند فرم مناسب خود را در پاسخ به اقلیم مدنظر نمایان سازد. در اینصورت می توان ادعا کرد که تمام عناصر و اجزاء سرپناه، در پاسخ به اقلیم مورد استفاده خواهند بود که نتیجهٔ آن آسایش نسبی حادثه دیدگان در استفاده از این فضاهاست. لازم به ذکر است که این پژوهش در صدد است تا به این پرسش ها پاسخ دهد: ۱.فرم مطلوب سرپناه پس از سانحه در اقلیم سرد چیست؟ ۲.مصالح مناسب به جهت عملکرد حرارتی برای سرپناه پس از سانحه در اقلیم سرد کدامند؟

۲-پیشینهٔ پژوهش

در طول تاریخ همواره صاحب نظران زیادی در اهمیت ایجاد سرپناه و کوتاه کردن زمان بی خانمانی تأکید کرده اند. دیویس[۱] بدرستی باور دارد که معماری می تواند نقش مهمی در سرپناه برای افراد بی خانمان داشته باشد. وی تأکید می کند که سرپناه باید مکانی باشد که "به افراد احساس خوش آمد، راحتی و ایمنی دهد. اینکه یک فرد به آنها اهمیت داده و آنها شایستهٔ این نگرانی هستند" (Davis,2004,13). در نتیجه دستیابی به سرپناه مناسبی با بکارگیری فرم و پوشش مناسب آن، که به جهت دمایی بتواند افراد را در آسایش نسبی محفوظ بدارد، می تواند احساس راحتی و ایمنی را برایشان به ارمغان آورد. افراد مختلفی به اتفاق اشاره دارند به این امر که خانهٔ موقت بخصوص آنهایی که توسط دولت و نهادهای بین المللی فراهم می شود، بدلیل غیرضروری بودن، هزینهٔ بالا، تأخیر زیاد در رساندن به محل و تأمین منابع در جایی دور از محل ساخت دائمی آن مورد نقد قرار گرفته‌است. (Bolin,1990,60; Bolin&Stanford,1991,24-34; Dandoulaki,1992,136-145; Davis,1978,63; Geipel,1991,66; Gilbert,2001,12; Quarantelli,1982,277-281; UNDRO,1982,97-107). پس می توان دریافت که در دسترس بودن تکنولوژی آشنا برای مردم و تعیین طرح استقرار آن از قبل، می تواند تأخیرهای تأمین سرپناه را کوتاه تر کرده و همچنین استفاده از مصالح آشنا و در دسترس در محل می تواند هزینه های تأمین سرپناه را کاهش دهد. کوارانتلی[۲] نیز در سال ۱۹۸۲ چهارگونه مجزا از اسکان پس از بحران را مطرح و پیشنهاد کرد. در زمینهٔ سرپناه موقت، هلال احمر و صلیب سرخ[۳] در سال ۲۰۱۳ کتابی با عنوان "سرپناه پس از حادثه: ۱۰ طرح" ارائه دادند که در آن چک لیستی برای ایجاد سرپناه مطلوب و پیشنهاد طرح سرپناه ارائه شده است (IFRC,2013, 29-93). همچنین این کتاب شامل یافته هایی از مرور فنی ۱۰ طرح سرپناه در سالهای مختلف و تحلیل عملکردی آنهاست. به عنوان مثال اقداماتی که برای تأمین سرپناه در نقاط مختلف بین سال های ۲۰۰۷ تا ۲۰۱۱ توسط این سازمان صورت گرفت، شامل طرح های مختلف سرپناه با فرم مکعبی و سقف های تخت و شیبدار است. از آنجائیکه این پروژه ها جزو اقدامات موفق تأمین سرپناه مطرح شده اند، لذا می توان فرم های درنظر گرفته شده را در ارزیابی های پیش رو برای سرپناه به کار گرفت.

در تحقیقی که توسط فلیکس[۴] در سال ۲۰۱۴ صورت گرفت او بیان می دارد که به جای تمرکز بر راه حل های وارداتی و استاندارد، منابع و طرح های محلی باید ترجیح داده شوند (Fe´lix,2014,11). ضرغامی در سال ۱۳۹۴ به بررسی مساکن عشایر پرداخته و از جمله فرم های گنبدی کپر را به عنوان یکی از فرم های مناسب مسکن عشایر معرفی می کند (ضرغامی، ۷،۱۳۹۵). تقی زاده نیز در مطالعه ای در سال ۱۳۹۱ فرم مناسب برای پناهگاه را به جهت سازه ای، فرم قوسی معرفی نموده است (تقی زاده، ۱۱،۱۳۹۱). در مطالعه ای بر روی سرپناه ها توسط سازمان بین المللی مهاجرت[۵] (IOM,2012,5)، فرم سرپناه بصورت مدوّر با سقف مخروطی معرفی شده اند.

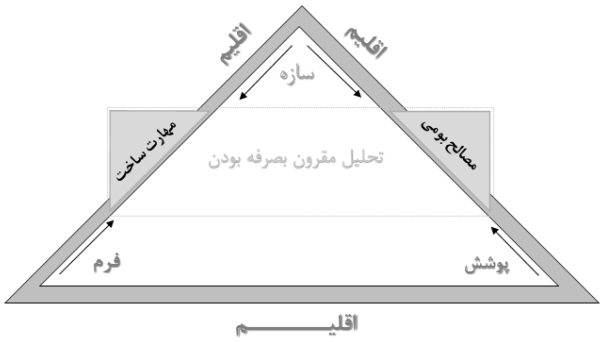
۳-چارچوب نظری

اقلیم و شرایط محیطی تأثیر روانی و فیزیکی اجتناب ناپذیری بر شرایط آسایش انسان دارند. خانه های معاصر در اقلیم های مختلف ایران، از نظر مشخصات بیرونی، درونی و نحوهٔ ارتباط با محیط، یکسان طراحی و اجرا شده و در آنها به ویژگی های اقلیم و بستر محیطی توجهی نمی شود. این ساختمان های مشابه در اقلیم های گوناگون، با محیط خود هماهنگ نبوده و در تعدیل شرایط محیطی کمک نمی کند (نیکقدم، ۷۹،۱۳۹۴). همین شرایط در مورد سرپناه های پس از سانحه نیز وجود دارد که باعث

نسخه پیش انتشار

ایجاد نتایج غیر قابل قبولی شده است. به طور کلی در زمینهٔ سوانح طبیعی، دوره های پس از آن و شرایط تأمین سرپناه، موارد متعددی توسط متخصصین این حوزه مطرح شده است.

پروسهٔ پیشبرد پژوهش پیش رو از برهم کنش فرآیندهای مختلفی صورت می گیرد که نتیجهٔ حاصل از تطبیق این فرآیندها و بکارگیری ملزومات راهگشا برای تسهیل روند پیشبرد این پروسه، می تواند ما را به نتیجهٔ دلخواهمان که همانا ایجاد سرپناه موردنظر است، رهنمون شود (شکل ۱). بنابر آنچه که پیرامون مباحث مرتبط با تأمین سرپناه صورت گرفته، می توان دریافت که در تمامی مطالعات در کنار پرداختن به اهمیت و ضرورت تأمین سرپناه مناسب برای حادثه دیدگان، آزمایشات و محاسبات صورت گرفته با هدف معرفی سرپناهی است که باید تحت اقلیمی خاص جوابگوی کاربران آن باشد. در نتیجه عامل اقلیم به عنوان متغیر مستقل در نظر گرفته می شود که نیاز است با به کار گرفتن سازه ای مناسب از جهات مختلف، فرم مطلوبی جهت استقرار افراد برگزیده شود. تأکید بر عوامل مختلفی که ساختار کلی سرپناه را تشکیل می دهد نشان از اهمیت نقش سازه در شکل گیری سرپناه پس از سانحه دارد که این عامل متغیر کنترل در این پژوهش خواهد بود. در این میان مواردی همچون قابلیت برپایی آسان، سرعت ساخت بالا و کمتر بودن شمار اتصالات در افزایش سرعت برپایی مدنظر قرار گرفته است (Lindell,2007,124-132). همچنین نیاز است تا سازهٔ انتخاب شده تحت فرمی به کار رود که در نهایت در برابر عوامل مختلفی نظیر باد، زلزله و عوامل جوی عملکرد مناسب تری داشته باشد (Khorasani,2011,65). لزوم تبدیل پذیر بودن سازهٔ سرپناه و امکان باز و بسته شدن برای جابجایی ساده و در عین حال سبک بودن آن نیز از جمله مواردی است که به آن پرداخته شده است (Asefi,2012,961-966 , Mira,2014,123-131). بنابراین درنظر گرفتن تمام موارد فوق برای دستیابی به سرپناهی مطلوب مستلزم انتخاب فرم مناسبی است که هم به لحاظ لرزه ای مناسب بوده و هم در برابر عوامل جوّی مقاوم باشد.



شکل ۱: چارچوب نظری استخراج شده حاصل از مبانی نظری در ایجاد سرپناه پس از سانحه

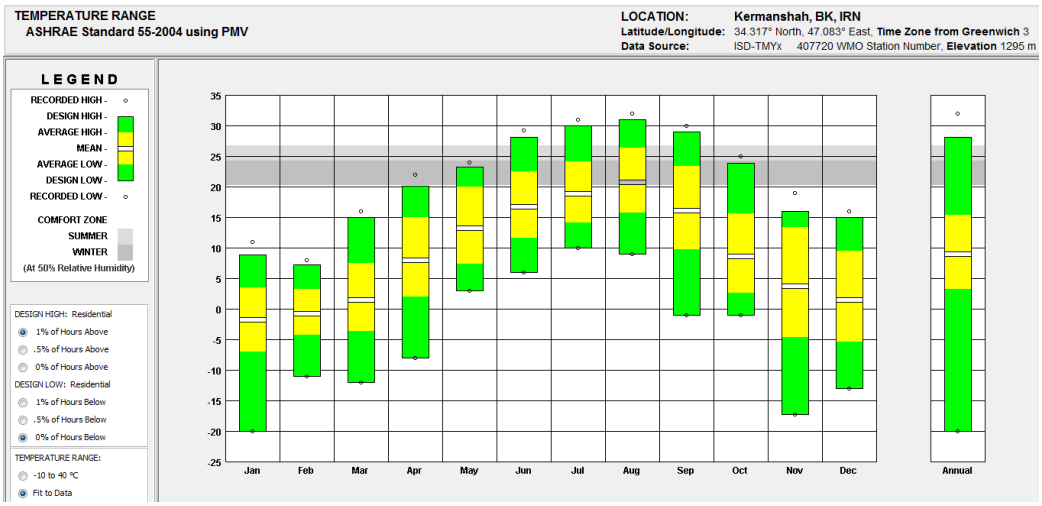
از جمله اهدافی که همیشه در تأمین فضای اسکان به حادثه دیدگان به آن اشاره می شود، تلاش برای ایجاد فضایی مناسب با کمترین هزینه برای حمایت از اقشار کم درآمد است (Kaminski,2013,7). یکی از روش هایی که می توان در هزینهٔ نهایی تأمین سرپناه صرفه جویی کرد، استفاده از مصالح در دسترس، هزینه های حمل و نقل کاهش چشمگیری خواهد داشت. همچنین در نظر گرفتن مصالح بومی در پروسهٔ ساخت سرپناه به دلیل آشنایی مردم منطقه به این نوع مصالح، می تواند استفاده از نیروهای مردمی بیشتری با مهارت فنی ساده تری را ممکن ساخته (نیک روان، ۱۳۸۶، ۸۷-۷۳) که تمامی این موارد می تواند طبق مدل بالا، در تحلیل های مربوط به مقرون بصرفه بودن ایجاد سرپناه نیز قابل توجیه باشد که در پژوهش حاضر، فاکتورهای مصالح بومی و مهارت ساخت به عنوان متغیرهای مداخله گر لحاظ خواهند شد.

۴-روش پژوهش

در پژوهش حاضر کرمانشاه به عنوان منطقهٔ مورد بررسی در نظر گرفته شده است. بدلیل حوادث لرزه ای متعدد رخ داده در این منطقه و همچنین مطابق با چارچوب نظری ارائه شده استنباط می شود که سرپناه نهایی باید به جهت لرزه ای مقاوم باشد. بنابراین نیاز است تا سازهٔ مقاوم و در عین حال مدولاری مدنظر قرار داده شود که در کنار ایستایی، جوابگوی تأمین تعداد زیاد

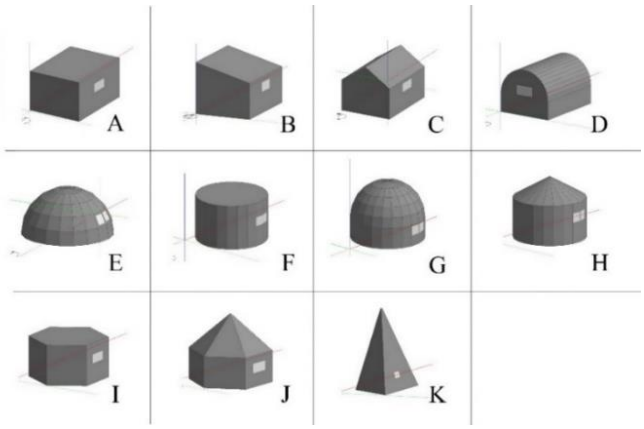
سرپناه در شرایط پس از زلزله نیز باشد و همچنین با توجه به ماه های سرد اقلیم کرمانشاه بتواند شرایط آسایش دمایی نسبی کاربران آن را تأمین نماید. در نتیجه برپایی فرمِ در نظر گرفته با کمترین مهارت ساخت می تواند همراه شود. در این صورت شاهد طیف وسیع مشارکت افراد خواهیم بود که می تواند در کاهش هزینه های جاری در طول دورهٔ خدمت رسانی تأثیرگذار باشد. با فرض درنظر گرفتن سازهٔ سرپناه به صورت مدولار، عوامل کلیدی در موضوع پژوهش حاضر را مورد ارزیابی قرار می دهیم. پژوهش پیش رو به لحاظ هدف ، از نوع کاربردی بوده که برای رفع نیازهای بشری و بهبود ابزارها در جهت توسعه رفاه و آسایش و ارتقای سطح زندگی افراد سانحه دیده مورد استفاده قرار می گیرد. همچنین تحقیق کاربردی پیش رو از نوع توسعه ای می باشد که با هدف بهینه سازی سیستم های موجود سرپناه انجام می پذیرد. ماهیت پژوهش در بخش مطالعات تئوری و جمع آوری و تجزیه و تحلیل اطلاعات از نوع کیفی بوده و بعد از گردآوری داده های مورد نیاز جهت بررسی فرم مناسب، شبیه سازی و تحلیل کمّی داده های کیفی صورت می پذیرد. پژوهش حاضر به لحاظ روش انجام در دو حوزه پیگیری می شود. از یک طرف با توجه به ماهیت پژوهش که جنبهٔ کیفی دارد، در ابتدا و جهت جمع آوری اطلاعات از داده های مختلف اسنادی و کتابخانه ای استفاده می شود تا اطلاعات جامعی در خصوص سوانح طبیعی رخ داده و تجارب ایجاد سرپناه در نقاط مختلف به دست آید. در مرحلهٔ بعد که بخش کمّی پژوهش است به تحلیل داده های جمع آوری شده که شرایط دمایی بدست آمده از فرم های متنوع سرپناه می پردازیم. در نهایت با توسل به نتایج حاصل از مطالعات پیشین در حوزهٔ سرپناه پس از سانحه، به مجموعه ای از اطلاعات در خصوص سازماندهی های فضایی در نظر گرفته شده در سوانح گذشته به عنوان طرح سرپناه دست می یابیم که می تواند الگوی اصلی در شروع بخش کمّی پژوهش در انتخاب فرم های ممکن سرپناه موقت پس از سانحه باشد. برای این منظور در ابتدا مطالعات اقلیمی کرمانشاه توسط نرم افزار کلایمت کانسالتنت[۶] نسخهٔ ۶,۱ صورت گرفته و ماه های مناسب برای بررسی عملکرد سرپناه در آن انتخاب شد. پس از آن شبیه سازی در نسخهٔ ۶,۱,۴,۰۰۶ برنامهٔ دیزاین بیلدر[۷] و مدل حرارتی اشری ۸۵۵ با فایل اقلیمی کرمانشاه صورت گرفت و مصالح مختلف بر روی مدل های مختلف اعمال شده و تحلیل دمایی وضعیت داخل سرپناه ها در ماه های سرد مدنظر قرار گرفت. در نهایت با کمک نتایج حاصل از شبیه سازی و تحلیل دمایی می توان بیان داشت که کدام یک از فرم های سرپناه، عملکرد دمایی بهتری خواهند داشت. در حقیقت در این مرحله قصد داریم تا آنچه بصورت تئوری دربارهٔ موضوع سرپناه موقت پس از سانحه و خصیصه های آن برشمرده شد را مورد آزمون و قیاس قرار داده و در مورد شرایط نهایی آن حکم کنیم. خاطر نشان می شود که با توجه به تجربیات گذشتهٔ اشاره شده در مبانی نظری، فرم های بکار گرفته شده برای سرپناه، فرم مکعب با سقف تخت و شیبدار، فرم قوسی و پلان مدوّر با سقف های گنبدی و مخروطی بوده است که مبنای انتخاب ما در شروع مدلسازی و ارزیابی خواهد بود. از آنجا که پژوهش حاضر تحت تأثیر اقلیم سرد کرمانشاه صورت خواهد گرفت و در شبیه سازی، داده های آب و هوایی این منطقه لحاظ خواهد شد، لذا به تحلیل اقلیمی این منطقه به اختصار می پردازیم. قابل ذکر است که با توجه به تحلیل داده های آب و هوایی اقلیم کرمانشاه توسط نرم افزار کلایمت کانسالتنت و بررسی داده ها می توان بیان داشت که محدودهٔ دمایی آسایش برای تابستان در ماه آگوست با میانگین دمای ۲۱ درجه سانتیگراد خواهد بود. در ماه آگوست این میزان نزدیک محدودهٔ آسایش بوده و همینطور از ماه اکتبر تا می، میانگین دما زیر محدودهٔ آسایش قرار دارد که کمترین میزان آن در ژانویه و فوریه با میانگین دمای زیر صفر خواهد بود. آنچه که از نمودار زیر قابل استنباط است این است که تنها در ۲ ماه از سال شرایط دمایی در محدودهٔ آسایش قرار دارد و بیشترین بازهٔ زمانیِ خارج از این محدوده، ۸ ماه از سال است که مربوط به سرما می باشد. در نتیجه آنچه که به جهت فاکتور دمایی پیش روی ما قرار دارد و در طرح سرپناه باید مورد توجه قرار گیرد، عامل سرما است (شکل ۲).

نسخه پیش انتشار



شکل ۲ : نمودار محدودهٔ آسایش دمایی کرمانشاه، بدست آمده توسط نرم افزار کلایمت کانسالتنت

لازم به ذکر است که در انتخاب مدل های مختلف برای فرم سرپناه موارد متعددی درنظر گرفته شد. به این منظور با مدنظر قرار دادن اقلیم سرد و وجود سقف های متنوع برای آن اقلیم و همچنین بررسی انواع فرم های اجرا شده در سرپناه در تجارب گذشتهٔ وقوع سوانح، ۱۱ فرم ممکن برای طرح سرپناه پیشنهاد شد (شکل ۳). در تمام انواع طرح ها حداقل سطح بر اساس ضوابط ارائه شده توسط هلال احمر وصلیب سرخ به میزان ۳/۵ m^2 برای هر فرد انتخاب و تلاش شد تا تأثیر اقلیم منطقه بر فرم های متنوع بررسی شود. برای این منظور و به جهت ایجاد شرایط برابر، یک بازشو با ابعاد ثابت در جبههٔ جنوبی سرپناه تعبیه شده تا بتواند از مزایای تابش نور جنوب بهره مند شود و همچنین یک ورودی نیز در جبههٔ شرقی درنظر گرفته شده تا از تأثیر بادهای سرد غربی در امان باشد. وضعیت کف سرپناه برای تمام انواع فرم ها در آنالیز دمایی، وضعیت موجود زمین قرار داده شده است. ضمن اینکه پوشش سقف نیز برای تمام انواع سقف ها ثابت و با ضریب انتقال حرارت ۰/۲۵ w/m^2-k درنظر گرفته شده است. لازم به ذکر است که فرض می شود سرپناه مدنظر برای یک خانوادهٔ ۴ نفره مورد استفاده قرار می گیرد که با توجه به ضوابط مطرح شده برای حداقل سطح برای هر نفر و البته سهولت محاسبات برای تمامی فرم ها، سطح مورد استفادهٔ یک خانواده، ۱۲ m^2 خواهد بود که در حالت پایه (مدل A)، مکعبی به ابعاد ۳ متر در راستای شمالی - جنوبی و ۴ متر در راستای شرقی - غربی برای جذب بیشتر انرژی تابشی خورشید خواهد بود. از آنجا که ارتفاع سرپناه طبق ضوابط ارائه شده توسط کمیساریای عالی سازمان ملل برای پناهندگان حدود ۲ متر تعیین شده، سعی می شود تا در مدل پایه این ارتفاع در حداقل ارتفاع مسکونی یعنی ۲/۲۰ متر در نظر گرفته شود. در نتیجه حجم سرپناه برای تمامی فرم ها برابر، و حدود ۲۷ m^3 تعیین می شود. از آنجا که شرایط پس از سانحه ایجاب می کند که افراد بطور مستمر درون این فضاها باقی بمانند، لذا این اسکان تمام طول هفته را بصورت معمولِ شبانه روزی شامل می شود.



شکل ۳: فرم های متصوّر سرپناه جهت ارزیابی دمایی با اعمال پوشش های متنوع

۵-یافته ها و بحث

حفظ جایگاه تأمین سرپناه در میان مجموعه اقداماتی که پس از سانحه رخ می دهد با انتخاب شایسته و مناسب عوامل دخیل در شکل گیری طرحی موفق می تواند تثبیت شده و یا ارتقاء یابد. در این میان موارد مختلفی باید در نظر گرفته شود که هم به جهت ایستایی طرح نهایی را مورد تأیید قرار دهد و هم به جهت دمایی عملکرد مناسبی داشته باشد. در این شرایط نتیجهٔ نهایی، ایجاد شرایط آسایش برای سانحه دیدگان خواهد بود که به عنوان هدف برتر در اولویت کار قرار می گیرد. برای دستیابی به این مهم نیاز است تا فرم های مختلف برای طرح سرپناه مورد ارزیابی قرار گیرد.

۵-۱-ارزیابی دمایی مدل پایه با اعمال پوشش ها در حالت تک لایه

طبق توضیحات ارائه شده برای انجام پروسهٔ پژوهش، در ابتدا مدل سادهٔ طرح سرپناه مکعب شکل (فرم A) که به عنوان مدل پایه قلمداد می شود با اعمال شرایط تعیین شده در سناریوی کاربرد فضایی در نرم افزار دیزاین بیلدر مدل شده و ۱۷ نوع پوشش متصّور بر روی آن اعمال و نتایج دمایی فضای داخل ارزیابی گردید که در نهایت پوشش های برتر تعیین شد:

از آنجائیکه اقلیم مورد مطالعه اقلیم سرد است، لذا ملاک عمل در بررسی شرایط دمای داخلی سرپناه در ماه های سردِ دسامبر تا فوریه مقایسه و ارزیابی می شود. همانطور که نتایج نشان می دهد (جدول ۱)، در مدل A طرح سرپناه، پوشش فایبرگلاس بهترین عملکرد را داشته است. پس از آن مقوا با پوشش پلاستیکی روی آن در فضای خارج مناسب ارزیابی می شود. جایگاه سوم نیز متعلق به بلوک سیمانی ۱۰ سانتیمتری خواهد بود و در نهایت تخته چندلا و نی در جایگاه های چهارم و پنجم قرار می گیرند.

جدول ۱: جدول میانگین دمای ماهیانه در ماه های سرد بر روی فرم پایهٔ سرپناه با اعمال پوشش های تک لایه

پوشش جداره ها در مدل A	ضخامت (m)	ضریب انتقال حرارت (u-value)	میانگین دمای ماهیانه دسامبر ° C	میانگین دمای ماهیانه ژانویه °C	میانگین دمای ماهیانه فوریه °C	میانگین دمای ماهیانهٔ فضای خارج در ماه ژانویه
روکش سبک فلزی	۰/۰۰۵	۳/۶	۹/۶۲	۶/۴۳	۷/۵	-۱/۷
آجر	۰/۲۲	۲/۳۱	۱۳/۵۱	۱۰/۲۵	۱۱/۳۷	-۱/۷
بلوک سیمانی	۰/۱	۱/۴۳	۱۴/۸۳	۱۲/۲۸	۱۳/۲۷	-۱/۷
فایبرگلاس	۰/۰۴	۰/۷۶	۱۷/۲۴	۱۵/۳۰	۱۶/۱۶	-۱/۷
بالشتک هوا	۰/۰۳	۲/۹۷	۱۲/۸۱	۹/۸۱	۱۰/۸۶	-۱/۷
نایلون	۰/۰۰۴	۵/۳۷	۱۱/۴۷	۸/۰۵	۹/۱۳	-۱/۷
الومینیوم	۰/۰۰۴	۵/۸۸	۱۱/۸۰	۸/۱۹	۹	-۱/۷
فلز ضدزنگ	۰/۰۰۴	۵/۸۷	۱۰/۹۳	۷/۴۶	۸/۲۷	-۱/۷
بالشتک آب	۰/۰۵	۳/۷۱	۱۲/۷۳	۹/۲۲	۱۰/۳۳	-۱/۷
مقوا	۰/۰۵	۱/۱۴	۱۶/۱۲	۱۳/۷۸	۱۴/۷۴	-۱/۷
نی	۰/۰۳	۲/۱۲	۱۳/۵۰	۱۰/۷۷	۱۱/۷۹	-۱/۷
تخته چندلا	۰/۰۴	۲/۲۹	۱۴/۱۵	۱۱/۲۱	۱۲/۲۶	-۱/۷
فرش	۰/۰۱	۲/۹۷	۱۲/۴۲	۹/۴۷	۱۰/۵۱	-۱/۷
مس	۰/۰۱	۵/۸۸	۱۱/۷۷	۸/۱۲	۸/۹۵	-۱/۷
PTFE	۰/۰۳	۳/۴۴	۱۲/۵۹	۹/۳۶	۱۰/۴۵	-۱/۷
لاستیک	۰/۰۳	۲/۸۸	۱۲/۶۳	۹/۵۷	۱۰/۶۴	-۱/۷
شن	۰/۰۳	۳/۹۴	۹/۷۷	۶/۷۷	۷/۸۴	-۱/۷

۵-۲-ارزیابی دمایی مدل پایه با اعمال پوشش ها در حالت دو لایه

در راستای بهبود شرایط دمایی طرح سرپناه های موجود، مصالح مدنظر بصورت ترکیبی و در ۲ و ۳ لایه نیز مورد بررسی قرار گرفتند. در مدل A از طرح سرپناه، ترکیب ۳۲ گونه مصالح در دو لایه بررسی و مقایسه شدند. نتایج طبق جدول زیر (جدول

۲) نشان می دهد که از بین این مصالح، ترکیب چوب پنبه در جدارهٔ خارجی و فرش برای جدارهٔ داخلی سرپناه بهترین عملکرد حرارتی را داشته است. در جایگاه دوم، ترکیب نایلون و فایبرگلاس قرار دارد. جایگاه سوم متعلق به مس و فایبرگلاس با ضخامت ۶/۵ سانتیمتر برای پوشش جداره ها بوده است. شایان ذکر است که در بررسی پوشش های دوجداره برای مدل A سرپناه، ترکیب گرانیت -پی وی سی، ملات سیمان - آجر، ملات - شن، آلومینیوم - فرش و همچنین نایلون - فرش در انتهای جدول ارزیابی دمایی قرار دارند.

جدول ۲: جدول میانگین دمای ماهیانه در ماه های سرد بر روی فرم پایهٔ سرپناه با اعمال پوشش های دو لایه

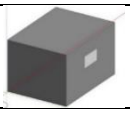
پوشش جداره ها در مدل	ضخامت (m)	ضریب انتقال حرارت (u-value)	میانگین دمای ماهیانه دسامبر C°	میانگین دمای ماهیانه ژانویه °C	میانگین دمای ماهیانه فوریه °C	میانگین دمای ماهیانه فضای خارج در ماه ژانویه
گرانیت / PVC	۰/۰۴	۳/۸۱	۱۱/۷۶	۸/۴۸	۹/۵۷	-۱/۷
آجر / گچ	۰/۲۳	۱/۷۹	۱۳/۷۹	۱۰/۷۵	۱۱/۸۷	-۱/۷
تخته چندلا/ چوب پنبه	۰/۰۶	۱/۰۹	۱۵/۹۳	۱۳/۶۴	۱۴/۵۸	-۱/۷
تخته چندلا /PVC	۰/۰۶	۱/۴۹	۱۴/۸۱	۱۲/۲۵	۱۳/۲۵	-۱/۷
آجر / چوب پنبه	۰/۱۱	۱/۵۷	۱۴/۶۹	۱۱/۹۱	۱۲/۹۲	-۱/۷
نایلون / PTFE	۰/۰۰۸	۲/۰۴	۱۴/۳۵	۱۱/۳۲	۱۲/۳۹	-۱/۷
ملات / آجر	۰/۱۳	۲/۹۱	۱۲/۵۶	۹/۲۶	۱۰/۳۷	-۱/۷
چوب پنبه / مقوا	۰/۰۸	۰/۶۱	۱۷/۸۴	۱۵/۹۷	۱۶/۷۸	-۱/۷
ملات سیمان / آجر	۰/۱۳	۲/۸۵	۱۲/۶۰	۹/۳۴	۱۰/۴۴	-۱/۷
ملات / شن	۰/۰۸	۲/۹۱	۱۲/۶۳	۹/۴۲	۱۰/۵۱	-۱/۷
نایلون / فایبرگلاس	۰/۰۷	۰/۵۲	۱۸/۵۱	۱۶/۷۸	۱۷/۵۴	-۱/۷
آلومینیوم / تخته چندلا	۰/۰۷	۱/۷۵	۱۴/۸۳	۱۱/۷۶	۱۲/۶۳	-۱/۷
الومینیوم / چوب پنبه	۰/۰۷	۰/۵۹	۱۸/۱۶	۱۶/۲۱	۱۶/۹۱	-۱/۷
آلومینیوم / یونولیت	۰/۰۷	۱/۸۳	۱۴/۶۷	۱۱/۵۷	۱۲/۴۳	-۱/۷
آلومینیوم / فایبرگلاس	۰/۰۷	۰/۵۳	۱۸/۴۶	۱۶/۶۲	۱۷/۳۰	-۱/۷
مس / فایبرگلاس	۰/۰۶۵	۰/۵۳	۱۸/۴۸	۱۶/۶۵	۱۷/۳۲	-۱/۷
مس / تخته چندلا	۰/۰۶۵	۱/۷۵	۱۴/۸۴	۱۱/۸۰	۱۲/۶۵	-۱/۷
مس / چوب پنبه	۰/۰۶۵	۰/۵۹	۱۸/۱۸	۱۶/۲۳	۱۶/۹۴	-۱/۷
مس / یونولیت	۰/۰۶۵	۱/۸۳	۱۴/۶۹	۱۱/۶۰	۱۲/۴۶	-۱/۷
فایبرگلاس / پلی کربنات	۰/۰۶	۰/۸۵	۱۶/۹۱	۱۴/۸۱	۱۵/۷۰	-۱/۷
فایبرگلاس / چوب پنبه	۰/۰۶	۰/۵۶	۱۸/۱۵	۱۶/۴۰	۱۷/۱۸	-۱/۷
تخته چندلا / یونولیت	۰/۰۶	۱/۷۹	۱۵/۰۱	۱۲/۱۸	۱۳/۲۲	-۱/۷
تخته چندلا / فایبرگلاس	۰/۰۶	۰/۸۱	۱۷/۴۷	۱۵/۳۷	۱۶/۲۵	-۱/۷
نی / نایلون	۰/۰۳۲	۲/۰۹	۱۳/۵۷	۱۰/۸۴	۱۱/۸۶	-۱/۷
نی / مقوا	۰/۰۵	۱/۳۳	۱۵/۲۲	۱۲/۷۹	۱۳/۷۷	-۱/۷
نی / آلومینیوم	۰/۰۳۵	۲/۱۲	۱۳/۵۶	۱۰/۸۴	۱۱/۸۶	-۱/۷
نی / مس	۰/۰۳۵	۲/۱۲	۱۳/۵۹	۱۰/۸۵	۱۱/۸۷	-۱/۷
نایلون / فرش	۰/۰۱۲	۲/۹	۱۲/۹۶	۹/۹۹	۱۱/۰۴	-۱/۷
چوب پنبه / فرش	۰/۰۱۶	۰/۵۴	۱۸/۵۴	۱۶/۷۸	۱۷/۵۶	-۱/۷
آلومینیوم / فرش	۰/۰۱۵	۲/۹۷	۱۳/۱۶	۹/۸۷	۱۰/۶۸	-۱/۷
آجر / فرش	۰/۲۱	۱/۶۲	۱۴/۲۳	۱۱/۳۰	۱۲/۳۸	-۱/۷
تخته چندلا / فرش	۰/۰۴	۱/۸۶	۱۴/۷۵	۱۲	۱۳/۰۳	-۱/۷

۳-۵-ارزیابی دمایی مدل پایه با اعمال پوشش ها در حالت سه لایه

ترکیب ۳ لایهٔ پوشش جدارهٔ سرپناه نیز از مصالح موجود شامل ۴۱ ترکیب متنوع بوده که تک تک بر روی مدل پایه (A) اعمال شده و سپس خروجی های آن به جهت دمایی استخراج شدند. نتایج بدست آمده در جدول زیر حاکی از این امر است که

ترکیبات شامل فایبرگلاس، تخته چندلا و پلی اورتان به عنوان لایهٔ عایق مابین جداره ها بهترین عملکرد را داشته و دمای فضای داخل سرپناه را در ماه های سرد به محدودهٔ آسایش نزدیک می کنند (جدول ۳).

جدول ۳: جدول میانگین دمای ماهیانه در ماه های سرد بر روی فرم پایهٔ سرپناه با اعمال پوشش های سه لایه

پوشش جداره ها در مدل 	ضخامت (m)	ضریب انتقال حرارت (u-value)	میانگین دمای ماهیانه دسامبر C°	میانگین دمای ماهیانه ژانویه °C	میانگین دمای ماهیانه فوریه °C	میانگین دمای ماهیانه فضای خارج در ماه ژانویه
سنگ آهک/ملات/آجر	۰/۱۳	۳/۱۶	۱۲/۳۴	۸/۹۷	۱۰/۰۸	-۱/۷
سنگ آهک/لایه هوا/آجر	۰/۱۳	۲/۴۴	۱۲/۹۴	۹/۸۷	۱۰/۹۵	-۱/۷
ملات سیمان/آجر/چوب پنبه	۰/۱	۰/۹۸	۱۶/۳۷	۱۴/۰۴	۱۴/۹۶	-۱/۷
ملات سیمان/آجر/تخته چندلا	۰/۱	۲/۱۴	۱۳/۶۰	۱۰/۶۰	۱۱/۶۶	-۱/۷
ملات سیمان/آجر/PVC	۰/۱	۲/۱	۱۳/۵۱	۱۰/۴۹	۱۱/۵۵	-۱/۷
ملات سیمان/آجر/فایبرگلاس	۰/۱	۰/۸۸	۱۶/۷۱	۱۴/۴۷	۱۵/۳۶	-۱/۷
نایلون/چوب پنبه/مقوا	۰/۰۸۳	۰/۵۴	۱۸/۴۱	۱۶/۶۲	۱۷/۴	-۱/۷
نایلون/یونولیت/مقوا	۰/۰۸۳	۱/۰۹	۱۶/۳۴	۱۳/۹۲	۱۴/۸۷	-۱/۷
نایلون/چوب پنبه/آلومینیوم	۰/۰۵۸	۰/۶۹	۱۷/۶۰	۱۵/۶۲	۱۶/۴۸	-۱/۷
نایلون/یونولیت/آلومینیوم	۰/۰۵۸	۲/۰۲	۱۴/۲۸	۱۱/۴۲	۱۲/۴۶	-۱/۷
نایلون/چوب پنبه/فایبرگلاس	۰/۰۸۳	۰/۴۳	۱۸/۹۲	۱۷/۳۰	۱۸/۰۱	-۱/۷
نایلون/یونولیت/فایبرگلاس	۰/۰۸۳	۰/۷۴	۱۷/۶۱	۱۵/۵۳	۱۶/۳۸	-۱/۷
تخته چندلا/پشم شیشه/تخته چندلا	۰/۰۹	۰/۵۹	۱۸/۳۰	۱۶/۴۲	۱۷/۲۲	-۱/۷
تخته چندلا/هوا/تخته چندلا	۰/۰۶	۱/۷	۱۵/۰۳	۱۲/۳۲	۱۳/۳۴	-۱/۷
تخته چندلا/پلی اورتان/تخته چندلا	۰/۰۹	۰/۴۵	۱۹/۰۱	۱۷/۳۲	۱۸/۰۵	-۱/۷
تخته چندلا/پشم سنگ/تخته چندلا	۰/۰۹	۰/۵۹	۱۸/۳۰	۱۶/۴۲	۱۷/۲۲	-۱/۷
تخته چندلا/یونولیت/تخته چندلا	۰/۰۹	۱/۳۳	۱۵/۹۷	۱۳/۳۲	۱۴/۳۳	-۱/۷
تخته چندلا/پشم شیشه/آلومینیوم	۰/۰۷۵	۰/۶۴	۱۷/۹۴	۱۵/۹۹	۱۶/۸۳	-۱/۷
تخته چندلا/پپلی اورتان/آلومینیوم	۰/۰۷۵	۰/۴۷	۱۸/۷۵	۱۷/۰۱	۱۷/۷۷	-۱/۷
تخته چندلا/پشم سنگ/آلومینیوم	۰/۰۷۵	۰/۶۴	۱۷/۹۴	۱۶	۱۶/۸۳	-۱/۷
تخته چندلا/یونولیت/آلومینیوم	۰/۰۷۵	۱/۶۲	۱۵/۳۱	۱۲/۵۴	۱۳/۵۷	-۱/۷
فایبرگلاس/پشم شیشه/ تخته چندلا	۰/۱	۰/۴۱	۱۸/۸۵	۱۷/۲۴	۱۷/۹۵	-۱/۷
فایبرگلاس/پلی اورتان/ تخته چندلا	۰/۱	۰/۳۳	۱۹/۳۳	۱۷/۸۳	۱۸/۴۹	-۱/۷
فایبرگلاس/پشم سنگ/ تخته چندلا	۰/۱	۰/۴۱	۱۸/۸۵	۱۷/۲۴	۱۷/۹۵	-۱/۷
فایبرگلاس/یونولیت/ تخته چندلا	۰/۱	۰/۶۷	۱۷/۵۰	۱۵/۵۲	۱۶/۳۹	-۱/۷
فایبرگلاس/چوب پنبه/ تخته چندلا	۰/۱	۰/۴۱	۱۸/۸۷	۱۷/۲۵	۱۷/۹۶	-۱/۷
فایبرگلاس/نایلون/ تخته چندلا	۰/۰۵۳	۰/۸۵	۱۶/۹۱	۱۴/۸۲	۱۵/۷۱	-۱/۷
فایبرگلاس/پشم شیشه/ آلومینیوم	۰/۰۸۵	۰/۴۳	۱۸/۶	۱۶/۹۴	۱۷/۶۸	-۱/۷
فایبرگلاس/پلی اورتان/ آلومینیوم	۰/۰۸۵	۰/۳۵	۱۹/۱۴	۱۷/۶۰	۱۸/۲۸	-۱/۷
فایبرگلاس/یونولیت/ آلومینیوم	۰/۰۸۵	۰/۷۴	۱۷/۱۱	۱۵/۰۴	۵/۹۳	-۱/۷
فایبرگلاس/چوب پنبه/ آلومینیوم	۰/۰۸۵	۰/۴۳	۱۸/۶۳	۱۶/۹۶	۱۷/۶۹	-۱/۷
فایبرگلاس/نایلون/ آلومینیوم	۰/۰۳۸	۰/۹۶	۱۶/۳۴	۱۴/۱۹	۱۵/۱۱	-۱/۷
فایبرگلاس/تخته چندلا/ فرش	۰/۰۶	۰/۷۵	۱۷/۲۹	۱۵/۳۰	۱۶/۱۶	-۱/۷
فایبرگلاس/چوب پنبه/ فرش	۰/۰۹	۰/۴	۱۸/۹۱	۱۷/۳۳	۱۸/۰۳	-۱/۷
آلومینیوم/چوب پنبه/ فرش	۰/۰۶۵	۰/۶۳	۱۸/۰۲	۱۶/۰۵	۱۶/۷۶	-۱/۷
نایلون/چوب پنبه/ فرش	۰/۰۶۳	۰/۶۲	۱۸/۰۳	۱۶/۱۸	۱۶/۹۹	-۱/۷
نایلون/تخته چندلا/ فرش	۰/۰۳۳	۲/۰۷	۱۴/۰۳	۱۱/۲۵	۱۲/۲۸	-۱/۷
نی/تخته چندلا/ فرش	۰/۰۶	۱/۲۹	۱۵/۳۷	۱۲/۹۳	۱۳/۹۰	-۱/۷

نسخه پیش انتشار

در

نی/نایلون/ فرش	۰/۰۴۳	۱/۵۴	۱۴/۶۸	۱۲/۱۶	۱۳/۱۵	-۱/۷
PTFE/ فرش / چندلا تخته	۰/۰۸	۱/۴۹	۱۵/۴۱	۱۲/۶۶	۱۳/۶۷	-۱/۷
PTFE/ فرش / پنبه چوب	۰/۱۱	۰/۵۶	۱۸/۳۹	۱۶/۴۸	۱۷/۲۴	-۱/۷

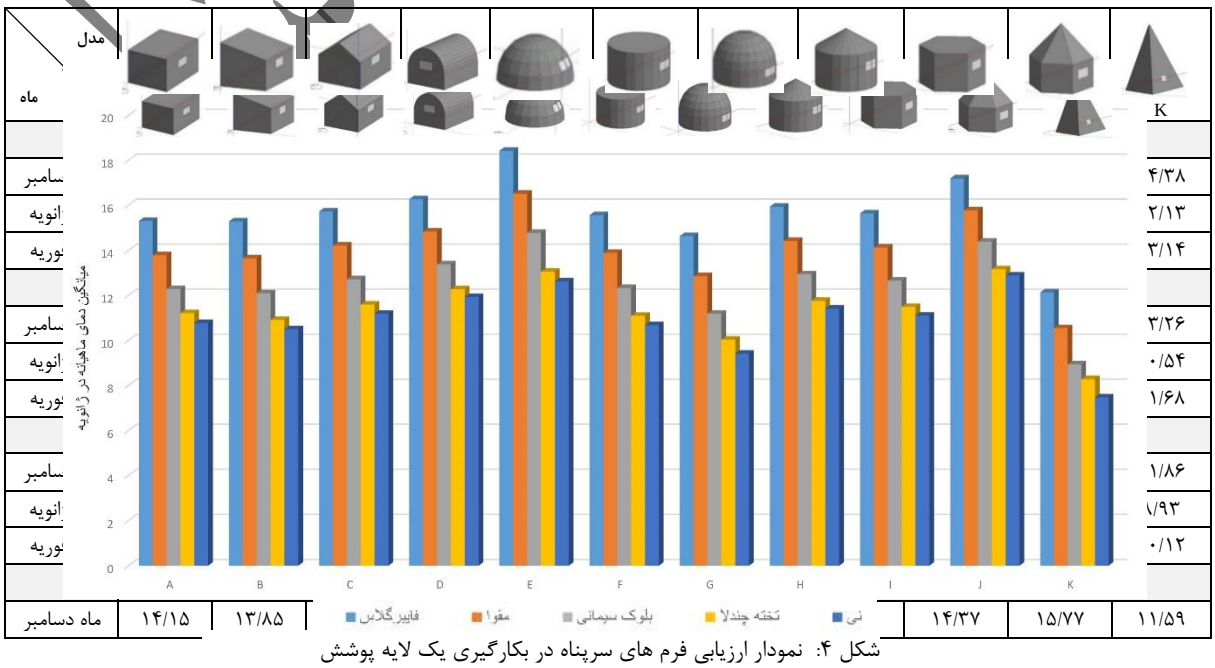
صورتی که ترکیباتی شامل ملات همراه با سنگ و آجر و همچنین یونولیت در ترکیبات مصالح، عملکرد دمایی سرپناه را تضعیف می کنند. همین روند برای سایر فرم های سرپناه نیز اعمال شد و با استخراج نتایج دمایی آنها، چند پوشش برتر در حالت های تک لایه، دو لایه و سه لایه را که در تمام فرم ها شرایط دمایی مناسبی ایجاد کرده اند را انتخاب کرده و میانگین دماهای ماهیانه در بین فرم ها ارزیابی شده تا بتوان فرمی از سرپناه را که در ایجاد شرایط دمایی بهینه مناسب تر عمل کرده را تعیین نمود.

۴-۵-مقایسهٔ دمایی ۱۱ فرم سرپناه با اعمال پوشش های برتر در ماه های سرد

طبق نتایج حاصل از میانگین دمایی مصالح مختلف جداول قبلی که در مورد تمام ۱۱ فرم با حجم برابر صورت گرفت، پوشش های برتر این جداول انتخاب شده و در نهایت اولویت ۱۱ فرم نسبت به هم با پوشش های برتر تعیین می شود. طبق این جداول، در تحلیل وضعیت دمایی فرم های مختلف سرپناه با پوشش فایبرگلاس، مدل E با جداره های منحنی و سقف گنبدی در ماه ژانویه با میانگین دمایی ^{0C} ۱۸/۴۲ بهترین عملکرد را در میان ۱۱ فرم سرپناه دارد. پس از آن مدل J با جداره های تخت زاویه دار و سقف مخروطی با میانگین دمای ^{0C} ۱۷/۱۹ مناسب ترین فرم بوده است. خاطر نشان می شود که تنها در طرح E وJ است که دمایی در محدودهٔ آسایش در ماه های سرد دارند. در اولویت سوم مدل D با پایهٔ مکعب و سقف طاقی قرار داشته است. در مورد پوشش مقوا نیز طرح E با میانگین دمای داخلی ^{0C} ۱۶/۵۲ عملکرد بهتری نسبت به سایر فرم ها دارد. پس از آن مدل J با ^{0C} ۱۵/۷۸ در مقام دوم قرار می گیرد. همین اولویت فرم ها در اعمال مصالحی چون بلوک سیمانی نیز صادق است. قابل ذکر است که در مورد دو پوشش تخته چندلا و نی، مدل J با اختلاف بسیار ناچیزی در جایگاه نخست بوده و مدل E در اولویت دوم قرار دارد و مدل D با سقف طاقی جایگاه سوم را دارد (جدول ۴).

جدول ۴: جدول مقایسهٔ دمایی ۱۱ فرم سرپناه با پوشش های برتر تک لایه

با توجه به نمودار زیر، مقایسهٔ دو فرم E و G با پلان دایره و سقف گنبدی در استفاده از مقوا که شرایط بسیار مشابهی به لحاظ ظاهر دارند نشان می دهد که طرح E حدود ^{0C} ۴ شرایط دمایی بالاتری نسبت به مدل G دارد. در تمام مصالح بکار رفته، مقایسهٔ بین مدل های F، G و H با شرایط یکسان و فرم متفاوت سقف ها نشان می دهد که عملکرد دمایی مدل H با جداره های منحنی و سقف مخروطی بهتر از دو مدل



شکل ۴: نمودار ارزیابی فرم های سرپناه در بکارگیری یک لایه پوشش

ماه ژانویه	۱۱/۲۱	۱۰/۹۰	۱۱/۵۹	۱۲/۲۶	۱۳/۰۵	۱۱/۰۹	۱۰/۰۳	۱۱/۷۵	۱۱/۴۸	۱۳/۱۵	۸/۲۸
ماه فوریه	۱۲/۲۶	۱۲/۰۱	۱۲/۶۶	۱۳/۳۷	۱۴/۴۱	۱۲/۱۸	۱۱/۴۱	۱۲/۸۲	۱۲/۵۶	۱۴/۱۸	۹/۵۷
	نی										
ماه دسامبر	۱۳/۵۰	۱۳/۲۲	۱۳/۸۴	۱۴/۴۶	۱۴/۷۵	۱۳/۳۷	۱۱/۹۹	۱۴/۰۲	۱۳/۷۸	۱۵/۳۲	۱۰/۴۶
ماه ژانویه	۱۰/۷۷	۱۰/۵۰	۱۱/۱۸	۱۱/۹۲	۱۲/۶۱	۱۰/۶۷	۹/۴۱	۱۱/۴۱	۱۱/۰۹	۱۲/۸۸	۷/۴۶
ماه فوریه	۱۱/۷۹	۱۱/۵۵	۱۲/۲۲	۱۲/۹۹	۱۳/۸۶	۱۱/۷۱	۱۰/۷۰	۱۲/۴۳	۱۲/۱۲	۱۳/۸۶	۸/۷۲

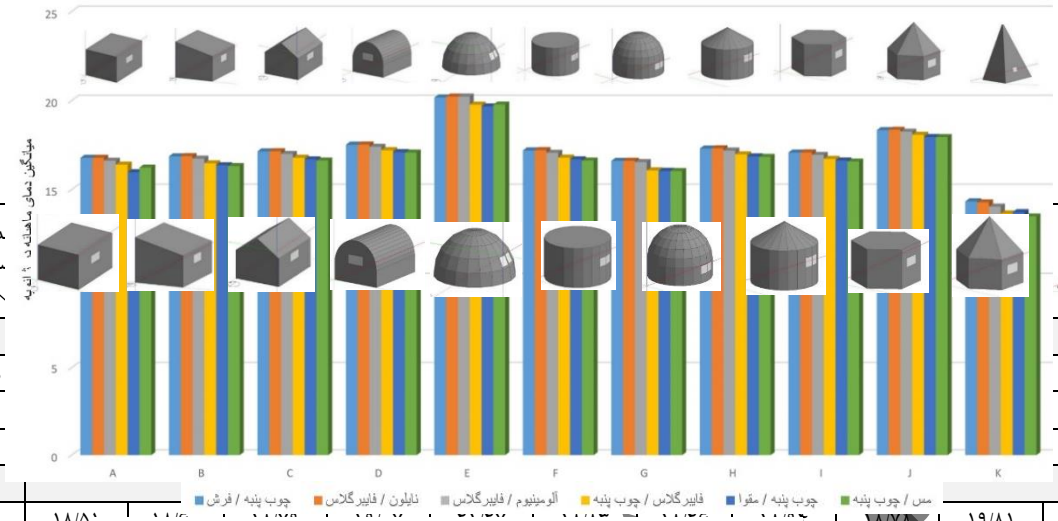
دیگر است و پس از آن مدل F با سقف تخت قرار دارد. مقایسهٔ بین فرم های مشابه مکعبی نشان می دهد که در بین ۴ فرم A، B، C وD، فرم D با سقف طاقی مناسب تر از سایر فرم ها عمل کرده و پس از آن فرم C با سقف شیبدار دوطرفه خواهد بود. دو فرم A وB وضعیت حدوداً مشابهی خواهند داشت و با توجه به اینکه در میان ۴ فرم مکعبی، فرم های A، B و C تفوات دمایی زیادی ایجاد نمی کنند، چنانچه ناگزیر به انتخاب فرمی از بین آنها شوند، می توان سهولت ساخت را مدنظر قرار داد. در نهایت در مورد پوشش نی، مدل J با سقف مخروطی حدود ^{0C} ۱/۵ بهتر از مدل I با همان فرم و سقف تخت عمل می کند. مدل J حدود ^{0C} ۱/۵ گرمتر از مدل H با فرم مشابه و سقف مخروطی ولی با جداره های منحنی عمل می کند (شکل ۴).

در شرایط پوشش های دولایه از جمله برترین پوشش ها به جهت عملکرد دمایی، پوشش چوب پنبه – فرش است. مقایسهٔ دمایی مدل های مختلف سرپناه با اعمال این پوشش نشان می دهد که مدل E با میانگین دمایی ^{0C} ۲۰/۱۷ در ماه ژانویه بالاترین عملکرد دمایی را دارد. پس از آن مدل J با میانگین دمایی ^{0C} ۱۸/۳۴ در جایگاه دوم قرار گرفته است. در جایگاه سوم نیز مدل D با پایهٔ مکعب و سقف طاقی شکل با میانگین دمایی ^{0C} ۱۷/۵۲ قرار دارد. در پوشش نایلون – فایبرگلاس نیز ارزیابی نتایج دمایی آن نشان می دهد که وضعیت دمایی آنها تغییر محسوسی با پوشش چوب پنبه – فرش نداشته و روند اولویت فرم ها همانند پوشش قبل است که از تکرار آن اجتناب می شود. پوشش مس – فایبرگلاس و آلومینیوم - فایبرگلاس نیز به دلیل اینکه هر دوی پوشش ها ضریب انتقال حرارت w/m^2-k ۰/۵۳ دارند، لذا وضعیت دمایی آنها نیز تقریباً مشابه خواهد بود. طبق این جداول مدل E بهترین وضعیت دمایی را دارد. پس از آن مدل J در جایگاه دوم و مدل D در جایگاه سوم است. در سایر پوشش های دولایه نظیر فایبرگلاس-چوب پنبه، چوب پنبه-مقوا و مس-چوب پنبه نیز مدل E در اولویت فرم ها قرار دارد. مدل J در جایگاه دوم بوده و مدل D نیز رتبهٔ سوم را دارد (جدول ۵).

جدول ۵: جدول مقایسهٔ دمایی ۱۱ فرم سرپناه با پوشش های برتر دو لایه

طبق نمودار زیر و در مقایسه فرم های مختلف درک می شود که در پوشش آلومینیوم-فایبرگلاس مدل J شرایط دمایی بهتری (حدود ^{0C} ۱) نسبت به I دارد. حدوداً با همین میزان اختلاف دمایی طرح J نسبت به H برتری داشته که نشان از ارجحیت جداره های تخت زاویه دار به مدل منحنی است. در تمامی مدل ها دیده می شود که در بین فرم های مکعبی، مدل A و B شرایط دمایی تا حدودی برابر دارند. در نتیجه ایجاد سقف تخت مسطح و یا شیبدار به جهت جنوب، تفاوت خاصی در میزان جذب انرژی نخواهد داشت. شرایط دمایی بین فرم های F و G و H نشان از شرایط بهتر مدل H نسبت به دو طرح دیگر دارد بطوریکه مدل H با سقف مخروطی، اختلاف دمایی اندکی نسبت به مدل F با سقف تخت داشته و این اختلاف نسبت به مدل G با سقف گنبدی کمتر از ^{0C} ۱ است. توجه می شود که طرح های C، F و I با فرم کاملاً متفاوت در تمام جداول دمایی پوشش های دو لایه تا اینجا شرایط دمای کاملاً مشابهی را داشته اند و در بین این طرح ها می توان سهولت ساخت را در اولویت انتخاب طرح سرپناه مؤثر دانست (شکل۵).

نسخه پیش انتشار



شکل ۵: نمودار ارزیابی فرم های سرپناه در بکارگیری دو لایه پوشش

مدل سرپناه / ماه	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
ماه دسامبر											۱۶/۴۷
ماه ژانویه											۱۴/۳۴
ماه فوریه											۱۵/۳۱
ماه دسامبر	۱۸/۵۰								۱۸/۷۸	۱۹/۸۱	۱۶/۳۴
ماه ژانویه	۱۶/۷۸	۱۶/۸۷	۱۷/۱۵	۱۷/۵۳	۲۰/۲۲	۱۷/۲۱	۱۶/۶۱	۱۷/۳۳	۱۷/۰۸	۱۸/۳۶	۱۴/۲۸
ماه فوریه	۱۷/۵۴	۱۷/۶۴	۱۷/۹۰	۱۸/۳۳	۲۰/۸۶	۱۷/۹۵	۱۷/۴۴	۱۸/۰۵	۱۷/۸۳	۱۹/۰۲	۱۵/۲۲
	آلومینیوم / فایبرگلاس										
ماه دسامبر	۱۸/۴۶	۱۸/۵۸	۱۸/۷۴	۱۹/۰۴	۲۱/۴۴	۱۸/۸۰	۱۸/۳۷	۱۸/۹۱	۱۸/۷۴	۱۹/۷۹	۱۶/۳۳
ماه ژانویه	۱۶/۶۲	۱۶/۷۳	۱۷/۰۰	۱۷/۴۰	۲۰/۲۲	۱۷/۰۶	۱۶/۵۴	۱۷/۱۹	۱۶/۹۴	۱۸/۲۵	۱۴/۰۴
ماه فوریه	۱۷/۳۰	۱۷/۴۰	۱۷/۶۷	۱۸/۱۳	۲۰/۷۲	۱۷/۷۱	۱۷/۲۰	۱۷/۸۴	۱۷/۶۱	۱۸/۸۵	۱۴/۸۲
	فایبرگلاس / چوب پنبه										
ماه دسامبر	۱۸/۱۵	۱۸/۲۲	۱۸/۴۵	۱۸/۷۸	۲۰/۸۴	۱۸/۴۴	۱۷/۷۵	۱۸/۶۲	۱۸/۴۴	۱۹/۵۴	۱۵/۷۳
ماه ژانویه	۱۶/۴۰	۱۶/۴۷	۱۶/۷۸	۱۷/۲۱	۱۹/۷۶	۱۶/۷۹	۱۶/۰۸	۱۶/۹۷	۱۶/۷۲	۱۸/۰۷	۱۳/۶۵
ماه فوریه	۱۷/۱۸	۱۷/۲۵	۱۷/۵۶	۱۸/۰۳	۲۰/۴۳	۱۷/۵۵	۱۶/۹۳	۱۷/۷۲	۱۷/۴۹	۱۸/۷۵	۱۴/۶۱
	چوب پنبه / مقوا										
ماه دسامبر	۱۷/۸۴	۱۸/۲۶	۱۸/۴۹	۱۸/۷۹	۲۰/۸۲	۱۸/۴۹	۱۷/۸۸	۱۸/۶۳	۱۸/۴۸	۱۹/۵۳	۱۶/۰۵
ماه ژانویه	۱۵/۹۷	۱۶/۳۷	۱۶/۶۹	۱۷/۱۰	۱۹/۶۶	۱۶/۶۹	۱۶/۰۵	۱۶/۸۶	۱۶/۶۳	۱۷/۹۵	۱۳/۷۳
ماه فوریه	۱۶/۷۸	۱۷/۱۹	۱۷/۵۰	۱۷/۹۵	۲۰/۴۱	۱۷/۵۰	۱۶/۹۸	۱۷/۶۵	۱۷/۴۴	۱۸/۶۶	۱۴/۷۵
	مس / چوب پنبه										
ماه دسامبر	۱۸/۱۸	۱۸/۲۷	۱۸/۴۷	۱۸/۸۰	۲۱/۰۷	۱۸/۴۷	۱۷/۹۹	۱۸/۶۵	۱۸/۴۷	۱۹/۵۶	۱۵/۹۳
ماه ژانویه	۱۶/۲۳	۱۶/۳۲	۱۶/۶۳	۱۷/۰۷	۱۹/۷۷	۱۶/۶۳	۱۶/۰۴	۱۶/۸۳	۱۶/۵۷	۱۷/۹۵	۱۳/۴۹
ماه فوریه	۱۶/۹۴	۱۷/۰۱	۱۷/۳۳	۱۷/۸۲	۲۰/۳۰	۱۷/۳۱	۱۶/۷۴	۱۷/۵۱	۱۷/۲۶	۱۸/۵۷	۱۴/۳۰

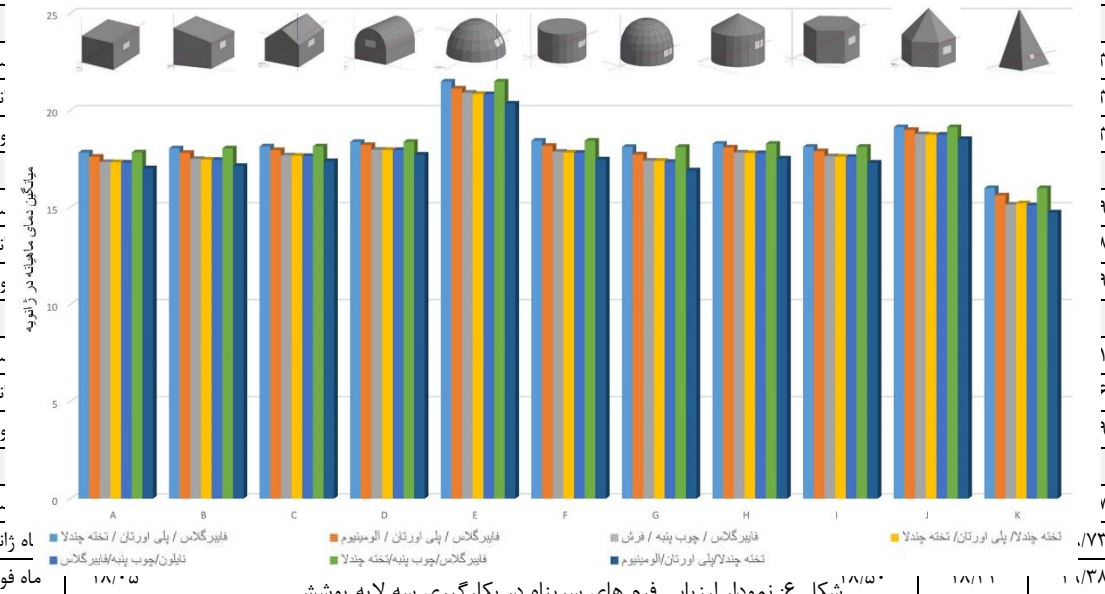
در مقایسهٔ فرم های سرپناه با اعمال پوشش های سه لایه، آنچه که مشهود است این است که در انتخاب یکی از برترین پوشش ها یعنی ترکیب فایبرگلاس – پلی اورتان – تخته چندلا، میانگین دمایی ماه های سرد در تمام طرح ها به جز فرم K در محدودهٔ شرایط آسایش است. پس نکتهٔ مهمی که در اینجا

جدول ۶: جدول مقایسهٔ دمایی ۱۱ فرم سرپناه با پوشش های برتر سه لایه

وجود دارد این است که با افزایش لایه های پوشش سرپناه با هر نوع فرم، به شرایط آسایش می رسیم. طبق جدول دمایی زیر، مدل E با میانگین دمایی ^{0C} ۲۱/۴۸ مناسب ترین وضعیت دمایی را دارد. در درجهٔ دوم مدل J قرار گرفته و در رتبهٔ سوم مدل F با پلان دایره، جداره های منحنی و سقف تخت قرار دارد. شرایط دمایی پوشش های برتر نشان می دهد که تنها در ترکیب فایبرگلاس-پلی اورتان-تخته چندلا است که مدل F با اختلاف ناچیزی گرمتر از مدل D بوده و در جایگاه سوم قرار می گیرد. در کل در تمام پوشش ها، وضعیت دمایی دو فرم F و D حدوداً یکسان هستند (جدول ۶).

طبق جدول بالا، شرایط دمایی دو فرم F و H حدوداً مشابه است. در نتیجه با توجه به احداث سقف های تخت برای اقلیم سرد و در صورت صلاحدید به تأمین فرم های مدوّر برای سرپناه، نیازی به تحمیل شرایط سخت تر در ساخت سقف های مخروطی نبوده و می توان این فرم را با سقف تخت اجرا نمود. ولی همین مسأله در مورد پلان چندضلعی متفاوت بوده و در انتخاب این فرم، تأکید بر احداث سقف مخروطی است. بطوریکه اختلاف دمایی دو فرم مشابه J و I با توجه به پوشش های اعمال شده حداقل ^{0C} ۱ است. در این راستا آنچه که می توان از تصویر شمارهٔ ۵ برداشت نمود این است که اختلاف دمایی مدل J نسبت به مدل E در تمام فرم های سرپناه در حالت سه لایه پوشش حدود ^{0C} ۲ است. همچنین بررسی طرح های مشابه F، G و H با سقف های متفاوت نشان می دهد که دو مدل F و H شرایط دمایی حدوداً مشابهی دارند یعنی در پلان دایره، فرم های با سقف مخروطی یا تخت، تفاوت دمایی خاصی ایجاد نمی کنند.

شرایط دمایی مدل های با پلان دایره مانند F، G و H نیز نشان می دهد که وضعیت دمایی دو مدل F و H یکسان بوده است. پس اجرای فرم مخروطی برای سقف با پلان دایره در حالت سه لایه تأثیری بر کیفیت دمای داخل نخواهد داشت. بر اساس مدل های مشابه J و H نیز مدل J حدود ^{0C} ۱ عملکرد دمایی بهتری دارد و تا اینجا اثبات می کند که با طرح مخروطی سقف و با



شکل ۶: نمودار ارزیابی فرم های سرپناه در بکارگیری سه لایه پوشش

مدل سرپناه / ماه	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
	نایلون / چوب پنبه / فایبر گلاس										
ماه دسامبر	۱۸/۹۲	۱۹/۰۵	۱۹/۱۸	۱۹/۴۰	۲۱/۷۵	۱۹/۳۰	۱۸/۸۶	۱۹/۳۲	۱۹/۱۸	۲۰/۱۱	۱۷/۰۴
ماه ژانویه	۱۷/۳۰	۱۷/۴۴	۱۷/۶۴	۱۷/۹۵	۲۰/۸۲	۱۷/۸۰	۱۷/۳۴	۱۷/۷۹	۱۷/۵۹	۱۸/۷۴	۱۵/۱۰
ماه فوریه	۱۸/۰۱	۱۸/۱۵	۱۸/۳۵	۱۸/۷۱	۲۱/۴۰	۱۸/۴۹	۱۸/۰۹	۱۸/۴۸	۱۸/۲۹	۱۹/۳۸	۱۵/۹۸
	فایبرگلاس / چوب پنبه / تخته چندلا										
ماه دسامبر	۱۸/۸۷	۱۹/۰۲	۱۹/۱۲	۱۹/۳۴	۲۱/۷۵	۱۹/۲۷	۱۸/۸۴	۱۹/۲۷	۱۹/۱۵	۲۰/۰۷	۱۶/۹۹

ماه ژانویه	۱۷/۲۵	۱۷/۴۱	۱۷/۵۸	۱۷/۸۸	۲۰/۸۴	۱۷/۷۸	۱۷/۳۲	۱۷/۷۴	۱۷/۵۶	۱۸/۶۸	۱۵/۰۳
ماه فوریه	۱۷/۹۶	۱۸/۱۱	۱۸/۳۰	۱۸/۶۵	۲۱/۴۲	۱۸/۴۷	۱۸/۰۶	۱۸/۴۳	۱۸/۲۶	۱۹/۳۲	۱۵/۹۳
	تخته چندلا / پلی اورتان / الومینیوم										
ماه دسامبر	۱۸/۷۵	۱۸/۸۶	۱۹/۰۲	۱۹/۲۶	۲۱/۳۲	۱۹/۰۹	۱۸/۵۶	۱۹/۱۴	۱۹/۰۰	۱۹/۹۵	۱۶/۸۵
ماه ژانویه	۱۷/۰۱	۱۷/۱۳	۱۷/۳۷	۱۷/۷۱	۲۰/۳۴	۱۷/۴۶	۱۶/۹۰	۱۷/۵۱	۱۷/۲۹	۱۸/۵۱	۱۴/۷۳
ماه فوریه	۱۷/۷۷	۱۷/۸۸	۱۸/۱۲	۱۸/۵۱	۲۰/۹۸	۱۸/۲۰	۱۷/۷۳	۱۸/۲۴	۱۸/۰۴	۱۹/۱۸	۱۵/۶۸

حجم و مساحت یکسان، پلان چندضلعی نسبت به پلان دایره موفق تر عمل می کند. مطابق تصویر بالا طرح های C و I شرایط دمایی برابری داشته است. مدل J با سقف مخروطی حدود ^{0C} ۱ بهتر از مدل I با سقف تخت عمل می کند.

بررسی دمایی فرم های مختلف نشان می دهد که اکثر مدل های سرپناه، میانگین دمایی در محدودهٔ ^{0C} ۱۷ داشته به جز مدل K که با میانگین دمایی حدود ^{0C} ۱۵ ضعیف ترین عملکرد دمایی جدول را دارد. در مقایسهٔ فرم های مکعبی نیز برتری با فرم D با میانگین دمایی ^{0C} ۱۷/۷۱ بوده است و به ترتیب مدل های C ، B و A در مراتب بعدی قرار می گیرند بطوریکه اختلاف دمایی مدل A با مدل D حدود ^{0C} ۰/۷ است (شکل ۶).

۵-۵- اعتبار سنجی سازماندهی های فضایی حاصل شده با یافته های پیشین

آنجا که بحث بحران پس از سانحه و نیاز به اقدامات متعاقب آن معطوف به انتخاب سرپناه برای بازماندگان می شود، عوامل مختلفی را باید در انتخاب بهترین گزینه دخیل دانست. یکی از این موارد انتخاب فرم مناسبی برای سرپناه است که هم به جهت عملکرد مناسب باشد، هم قابل پذیرش از جانب کاربران آتی آن بوده ضمن اینکه به بهبود شرایط دمایی داخل نیز کمک کند. به عقیدهٔ تقی زاده، به دلیل نیاز به تأمین تعداد زیاد سرپناه در زمان کم برای افراد زیادی که بی سرپناه می شوند، لزوم استفاده از سازه هایی سبک و مدولار که به آسانی قابل انتقال بوده و به سرعت در محل نصب می شود و بتواند جوابگوی این نیاز باشد ضروری است. آنچه بر اساس شرایط دماییِ فرم های مختلف مورد بررسی واقع شد نشان می دهد فرم گنبدی مناسب ترین طرح هم به جهت دمایی و هم سازه ای در بین سرپناه ها بوده است. بنابراین می توان سازهٔ مدولار با فرم قوسی شکل را به عنوان فرم مناسبی مدنظر قرارداد. این یافته با ضوابط ارائه شده توسط کمیساریای عالی سازمان ملل برای پناهندگان در "کتابچه راهنمای پروژه" سازگار است که کارآمدترین ساختار سرپناه را فرم گنبدی کلبه اسکیموها برای اقلیم سرد معرفی می کند. این ادعا با فرم کپر و آلاچیق های عشایر در اقلیم سرد و کوهستانی که توسط ضرغامی مطرح گردید نیز همخوانی دارد که بصورت گنبدی هستند. پس از آن فرم هایی مناسبند که سقف مخروطی داشته و عملکرد دمایی بهتری نسبت به سقف های تخت دارند. این مطلب در راستای سرپناه معرفی شده توسط سازمان بین المللی مهاجرت با فرم مدوّر و سقف مخروطی است در صورتی که کمیساریای عالی سازمان ملل تنها فرم گنبدی را برای طرح سرپناه مناسب ارزیابی کرده است. در بین فرم های معمول مکعبی شکل نیز فرم طاقی سقف که به جهت سازه ای مناسب تر است مطلوب تر از سایر فرم ها عمل کرده است.

آنچه که توسط سازمان بین المللی مهاجرت به عنوان سرپناه اجرا شده، به جز فرم مدوّر و سقف مخروطی، در سایر موارد فرم های مکعبی با سقف تخت و شیبدار هستند که طبق دستاورد پژوهش می تواند در فرم های مکعبی از سقف های طاقی شکل بهره گرفت. تقی زاده نیز فرم مناسب برای پناهگاه را به جهت سازه ای، فرم قوسی معرفی نموده است که با توجه به یافته ها می توان ادعا کرد که این فرم به جهت دمایی نیز عملکرد قابل قبولی دارد. در تأمین سرپناه هایی که توسط هلال احمر و صلیب سرخ برای مناطق مختلف آسیب دیده صورت گرفت، دیده می شود که فرم تمامی سرپناه ها مکعبی بوده و سقف های آنها به فراخور موقعیت مکانی به صورت تخت یا شیبدار اجرا شده است. این در حالی است که طبق یافته ها در بین فرم های مکعبی، سقف طاقی شکل به جهت دمایی نسبت به سقف های تخت و شیبدار با حجم برابر، مناسب تر عمل کرده است. پس می توان اذعان داشت که سازماندهی های فضایی با طرح های قوسی برای سقف سرپناه، عملکرد مناسب تری در برابر اقلیم سرد خواهند داشت (شکل ۷). تأمل در فرم های به کار گرفته شده به عنوان سرپناه در مناطق مختلف نشان می دهد آنجا که تأمین سرپناه

نسخه پیش انتشار

تحت نظارت نهادها صورت پذیرفته، به دلیل توجه به تکنیک های ساخت و دقت در اجرای اتصالات برای تأمین استحکام کافی، سازماندهی های فضایی معمولاً به فرم مکعب با انواع مختلف سقف اجرا شده است. جدا از هرگونه ارزیابی نسبت به تحلیل نتایج دمایی، ایستایی قاب های سرپناه در فرم مکعب نیازمند دانش و نظارت بر اجرای صحیح پروسهٔ اجرا بوده تا نتیجهٔ نهایی مورد قبول باشد. حال آنکه طبق مطالعهٔ ضرغامی هرچه به سمت لایه های بومی تر پیش می رویم می بینیم که اقوامی مانند عشایر که صرفاً بر مبنای دانش تجربی اقدام به برپایی سرپناه می کنند، بیشتر متمایل به فرم های منحنی و گنبدی برای طرح سرپناه هستند. این افراد به تجربه دریافتند که اینگونه فرم ها در برابر نیروهای جانبی مقاوم تر عمل می کند که صحّت این گفته را می توان با مقاومت فشاری فرم های قوسی در برابر نیروهای جانبی تأیید نمود.

شکل ۷: ارزیابی یافته ها با اظهارات صاحب نظران

۶-نتیجه گیری

- چنانچه هدف غایی از ایجاد سرپناه حفظ اولویت آسایش دمایی کاربران آن باشد، برای تحقق این خواسته و با توجه به دستاوردهای استخراج شده از این پژوهش، باید نسبت به تغییر نگرش افراد برای پذیرش فرم هایی که در یک منطقه معمول نیستند، اقدام نمود.
- فرم بهینه در اقلیم سرد فرم گنبدی است، اگرچه این فرم برای بومیان در اقلیم سرد ناآشنا است ولی نتایج دمایی آن نسبت به فرم های معمول قابل تأمل است.
- فرم های بر روی پلان چندضلعی با سقف مخروطی، با هدف عملکرد مناسب حرارتی می تواند الگوی جدید طرح سرپناه بخصوص برای طرح های با جدارهٔ سبک باشد.
- بطور کلی فرم پایهٔ مکعبی سرپناه با انواع متفاوت سقف ها شرایط دمایی نزدیکی نسبت به هم خواهند داشت. لذا در تعیین فرم بهینه از میان آنها، سهولت ساخت و تقاضای کاربران مدنظر قرار گیرد.

فهرست مراجع

تقی زاده، کتایون و سنایی، نفیسه، (۱۳۹۱). بررسی کاربردی سیستم های سازه ای پناهگاه های متحرک و موقت، مجله نقش جهان، مطالعات نظری و فناوری های نوین معماری و شهرسازی، سال دوم، شماره ۳، صص ۱۱.

ضرغامی، اسماعیل، (۱۳۹۵). بررسی تطبیقی مسکن عشایر ایران. فصلنامه مسکن و محیط روستا، شمارهٔ ۱۵۵، صص ۷.

نیک روان منفرد، مژگان. (۱۳۸۶). طراحی نمونه ای از مسکن موقت سریع الاحداث. مهندسی ساختمان و علوم مسکن،شماره ۱۰ دوره ی ۵، ۷۳-۸۷.

نیکقدم، نیلوفر، (۱۳۹۴). استخراج الگوهای اقلیمی فضاهای عملکردی در خانه های بومی بندر بوشهر با به کارگیری نظریهٔ داده بنیاد. نشریهٔ علمی باغ نظر، سال دوازدهم، شمارهٔ ۳۲، صص ۷۹.

Asefi, M. Ahangar Sirus, F. (2012).” Transformable Shelter: Evaluation and New Architectural Design proposals”. Procedia – social and behavioral sciences 51,961-966.

Ashmore, J. (2004). “Tents: A Guide to the Use and Logistics of Family Tentsin Humanitarian Relief”, United Nations Publication, OCHA Ref NrOCHA/ESB/2004/19, pp.5. http://josephashmore.org/publications/tents.pdf.

Barenstein, J. D. (2006). Housing reconstruction in post-earthquake Gujarat: A comparative analysis. Overseas Development Institute (ODI). Humanitarian Practice Network (HPN), pp.136-138.

Bolin, R. (1990). The Loma Prieta earthquake: studies of short-term impacts. Program on Environment and Behavior Monograph No. 50. Institute of Behavioral Science, University of Colorado, pp.60.

Bolin, R., & Stanford, L. (1991). Shelter, housing and recovery: A comparison of U.S. disasters. Disasters, 15(1), 24–34.

Dandoulaki, M. (1992). The reconstruction of Kalamata City after the 1986 earthquakes: some issues on the process of temporary housing. In Y. Aysan, & I. Davis (Eds.), Disasters and the small dwelling: Perspectives for the UNIDNDR, pp. 136–145. London: James & James.

Davis, I. (1978). Shelter after disaster. Oxford: Oxford Polytechnic Press, pp.63.

Davis, Sam. (2004). Designing for the homeless: architecture that works. University of California Press: Berkeley, pp.13.

El-Masri, S., Kellett, P. (2001). Post-war reconstruction. Participatory approaches to rebuilding the damaged villages of Leabanon: a case study of al---Burjain. Habitat International 25, 535-557.

Fe´lix, D. Monteiro, D. Branco, J.M. Bologna, R. Feio, A. (2014). “The role of temporary accommodation buildings for post-disaster housing, Journal of House and the Built Environment, pp.11. DOI 10.1007/s 10901-014-9431-4.

Geipel, R. (1991). Long-term consequences of disasters: The reconstruction of Friuli, Italy in its international context, 1976– 1988. New York: Springer, pp.66.

Gilbert, R. (2001). Doing more for those made homeless by natural disasters. Disaster Management Facility Working Paper, Series 1. Washington DC: World Bank, pp.12.

IFRC, (2013). Post-Disaster Shelter: Ten Designs, International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies, pp.29-93. www.ifrc.org.

International Organization for Migration (IOM)., (2012). Improved Shelters for Responding to Floods in Pakistan Phase 1: Study to Develop a Research Methodology, pp. 5.

Kaminski, S. (2013). “Engineering Bamboo houses for Low- income Communities in Latin America”. Structural Engineer, pp.7.

Khorasani, Y. (2011). “Feasibility Study of Hybrid wood steel structures”, MSc Thesis at the university of British Columbia, pp.65.

Lindell. M.K, Prater. C., Perry.R.W. (2007). Introduction to Emergency Management. pp.124-132.

Mira, L.A. Thrall, A.P. Temmerman, N.D. (2014) .“Deployable Scissor for transitional shelters”, Automation in construction 43, pp.123-131.

Quarantelli, E. L. (1982). General and particular observations on sheltering and housing in American disasters. Disasters, 6(4), 277–281.

Sener, S. M., & Altum, M. C. (2009). Design of a post disaster temporary shelter unit. A|Z ITU Journal of the Faculty of Architecture, 6, 58–74.

UNDRO, (1982). Shelter after Disaster: Guidelines for Assistance. New York: United Nations, pp.97-107.

UNHCR, (2000). Handbook for Emergencies, United Nations High Commissioner for Refugees, Geneva, pp. 405.

[1] Davis

[2] Quarantelli

[3] International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies

[4] Fe´lix

[5] International Organization for Migration

[6] Climate Consultant 6.1

[7] Design Builder version 6.1.4.006

[8] ASHRAE 55 (ASHRAE: American Society of Heating Refrigerating and Air-Conditioning Engineers)

نسخه پیش انتشار