Urban Design Discourse- a Review of Contemporary Litreatures and Theories. 2020;1(2):157-165

Comparative Study of Indigenous Climate Design Patterns in Cold Cities of Iran and Nepal

ARTICLE INFO

Article Type
Original Research

Authors
Pilechiha P.*[1] *PhD,*
Najafi Gh.S.[2] *MSc,*
Dabbaghiyan M.A.[1] *MSc*

How to cite this article
Pilechiha P, Najafi Gh.S, Dabbaghiyan M.A. Comparative Study of Indigenous Climate Design Patterns in Cold Cities of Iran and Nepal. Urban Design Discourse- a Review of Contemporary Litreatures and Theories. 2020;1(2):157-165.

[1]Architecture department, Kowsar Institute of Higher Education, Qazvin, Iran
[2]Architectural Engineering, Faculty of Architecture and Urbanism, Imam Khomeini International University, Qazvin, Iran

Correspondence
Address: Kowsar Institute of Higher Education, Rahahan Street, Postal Code: 3414886837
Phone: +98 (21) 44967564
Fax: +98 (21) 44967564
p.pilechiha@modares.ac.ir

Article History
Received: November 25, 2019
Accepted: June 23, 2020
ePublished: August 18, 2020

ABSTRACT

Nowadays, countries are required to develop architectural plans by using vernacular and climatic architectures so that they can provide comfort to residents, in addition to, protect them from adverse climate factors such as wind, cold, and extreme heat. Vernacular architecture in both Nepal and Iran is seen as a precious model of climate adaptive design. The cold and mountainous climate of these two countries has created special conditions for residents. The purpose of the present study is to record the climatic design patterns of the two countries and to compare them in order to present new approaches derived from the vernacular architecture. From this point of view, the present study provides a great help to researchers and designers in this field. Moreover, this study is derived from library, documentary and statistical sources in an analytical and research method and finally, the conclusion is comparative to the promotional approach and to the practical goals. The results were obtained after collecting, recording, and adjusting the climate design patterns of the two countries. Finally, Nepal's vernacular architectural solutions, which were in line with vernacular and climatic architecture, were presented to guide the vernacular architecture of Iran for the benefit of residents. It is hoped that by using these solutions, a step forward will be taken in protecting the environment and saving energy.

Keywords Climate Design; Vernacular Architecture; Cold and Dry Climate; Iran; Nepal

CITATION LINKS

[1] Education of sustainable architecture in Iran, barriers ... [2] New approach to vernacular architecture ... [3] Design with the climate in housing environments: An ... [4] An Analysis of traditional architecture compatible ... [5] Construction of city and architecture in hot and ... [6] Climate responsive building design strategies of vernacular ... [7] The relationship between sustainable development of ... [8] Climate responsive building design in the ... [9] Climate zoning of Iran: Housing and residential ... [10] Climate study of traditional Iranian ... [11] Rural service ... [12] National physical plan of ... [13] Climate and ... [14] World map of the Köppen-Geiger climate ... [15] A concise geography of ... [16] Climatic design: Theoretical and executive principles of ... [17] Climatic study of traditional Iranian ... [18] Sustainable ... [19] Civil ... [20] Comfort outside and inside the building based on Penn Warden and Mahani ... [21] Climatic study of traditional Iranian ... [22] Climate comfort in the role of the world ... [23] Climate-friendly housing modeling for Chabahar ... [24] Interaction of architecture and new ... [25] Climatic knowledge: Climate ... [26] Extracting of climatic patterns of functional spaces in native houses of Bushehr port using the data theory of ... [27] Thermal comfort implications of urbanization in a ... [28] Climate and ... [29] Design with ... [30] Trends in Hong Kong climate parameters ... [31] to estimate the residential heating natural gas ... [32] Proper climatic types in low-height ... [33] Gilan's sustainable architecture solutions ... [34] Persian Certain Culture ... [35] Weather and ... [36] Climate and ... [37] Experimental principles of design of sustainable ... [38] The relationship between sustainable development and climatic design of cold and dry buildings ... [39] Urban space design: An approach to the socio-spatial ... [40] Climate and ... [41] Analysis of sustainable architecture in indigenous ... [42] Energy-culture acros ... [43] Living in the space between ... [44] travelphoto ... [45] Sherpa ... [46] A new theory in ... [47] Climatic study of traditional Iranian ... [48] Improving comfort levels in a traditional high ... [49] Man and his house in the Himalayas: Ecology ... [50] Introduction to the basics of urban ... [51] From the sky of ... [52] Architecture & construction management ... [53] Tree ring variability and climate response of Abies ...

Copyright© 2020, TMU Press. This open-access article is published under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License which permits Share (copy and redistribute the material in any medium or format) and Adapt (remix, transform, and build upon the material) under the Attribution-NonCommercial terms.

بررسی تطبیقی الگوهای طراحی اقلیمی زیستگاه‌ها در اقلیم سرد و کوهستانی ایران و نپال

پیمان پیله‌چی‌ها* PhD
گروه معماری، موسسه آموزش عالی کوثر، قزوین، ایران
قدسیه سادات نجفی MSc
گروه معماری، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی(ره)، قزوین، ایران
محمدامین دباغیان MSc
گروه معماری، موسسه آموزش عالی کوثر، قزوین، ایران

چکیده
امروزه کشورها برنامه‌ریزی‌های خود در زمینه معماری را به گونه‌ای انجام می‌دهند تا به کمک معماری بومی و اقلیمی بتوانند علاوه بر آنکه ساکنین خود را از عوامل اقلیمی نامطلوب مثل باد، سرما و گرمای شدید محافظت کنند، به کمک طراحی مناسب آسایش را برای آنها به ارمغان بیاورند. معماری بومی هر دو کشور نپال و ایران به‌عنوان الگویی گرانقدر از طراحی منطبق با اقلیم به شمار می‌رود. اقلیم سرد و کوهستانی این دو کشور شرایط ویژه‌ای را برای ساکنین ایجاد کرده است. هدف از پژوهش حاضر، ثبت الگوهای طراحی اقلیمی دو کشور و مقایسه تطبیقی این دو الگو به‌منظور ارایه راهکارهای نوین برگرفته از معماری بومی است. از این منظر پژوهش حاضر کمک شایانی به پژوهشگران و طراحان این حوزه می‌کند. این پژوهش برگرفته از منابع کتابخانه‌ای، اسنادی و آماری، به روش تحلیلی و پژوهشی و در نهایت نتیجه‌گیری تطبیقی، با رویکرد ترویجی و با اهداف کاربردی است. پس از جمع‌آوری و ثبت و تطبیق الگوهای طراحی اقلیمی دو کشور نتایج حاصل شد. در نهایت راهکارهای معماری بومی نپال که منطبق با معماری بومی و اقلیمی بود به‌منظور راه‌گشای معماری بومی ایران در جهت حصول آسایش ساکنین ارایه شد. امید است با استفاده از این راهکارها، در حفظ محیط‌زیست و صرفه‌جویی در مصرف انرژی گامی رو به جلو برداشته شود.
کلیدواژه‌ها: طراحی اقلیمی، معماری بومی، اقلیم سرد و خشک، ایران، نپال

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۹/۰۴
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۴/۰۳
*نویسنده مسئول: p.pilechiha@modares.ac.ir

مقدمه
معماری همساز با طبیعت علمی است که با شناخت محیط و احترام به طبیعت، نیازهای مادی و زیبایی‌شناسانه انسان عصر خویش را برطرف می‌سازد و آرامش و شکوه را برای او به ارمغان می‌آورد[1]. این سبک معماری که برگرفته از طبیعت است و در عین بهره‌برداری خللی در آن ایجاد نمی‌کند، براساس نیازهای ساکنین و محدودیت‌های منطقه‌ای و اقلیمی شکل گرفته است[2, 3]. براساس این دیدگاه می‌توان بیان کرد که بخش اعظمی از تفاوت در معماری و شهرسازی زیستگاه‌های مختلف در جهان ناشی از اقلیم و شرایط طبیعی و فرهنگی آنها است. از دیرباز تا به امروز طراحان، اقلیم و آب و هوا را مبنای حیات بشری و آسایش انسانی در نظر گرفته‌اند و فرم و زیبایی فضاها نیز از آن بر گرفته شده است. طراحی اقلیمی، برگرفته از برخی اصول در طراحی فضا توسط شهرسازان و معماران است که می‌تواند منجر به طراحی فضاهای بهینه از نظر آسایش انسانی و صرفه‌جویی در مصرف انرژی شود[4].

پژوهش‌های انجام‌شده در ایران عمدتاً در خصوص اقلیم گرم و خشک بوده‌اند و در مورد اقلیم سرد و کوهستانی پژوهش‌های معدودی انجام شده است. بنابراین با اهداف تعمیق دانش در این حوزه و استفاده از تجربیات بین‌المللی، پژوهش حاضر به مطالعه تطبیقی معماری منطقه سرد و کوهستانی ایران با منطقه‌ای مشابه در نپال می‌پردازد. کشور نپال با دارابودن معماری بومی غنی و غلبه اقلیم سرد و کوهستانی، نمونه‌ای مناسبی برای این امر است.

معماری و شهرسازی بومی و سنتی ایران و نپال، متناسب با اقلیم و پاسخگوی نیازهای آسایش ساکنین بوده است[5, 6]، ولی امروزه تمام این موارد به واسطه ظهور مدرنیسم و توجه صرف به مقوله زیبایی و بهره‌گرفتن از انواع تجهیزات مکانیکی و الکتریکی برای سرمایش و گرمایش در این مهم به دست فراموشی سپرده شده است[7, 8]. درنتیجه ساختمان‌های سنتی به‌تدریج ناپدید شده‌اند و دانش طراحی مربوط به آنها در حال فراموشی است. این مورد لزوم اجتناب‌ناپذیری نگارش و مستندسازی این اطلاعات را نشان می‌دهد.

ایران دارای مناطق اقلیمی متفاوت و شرایط آب و هوایی متغیر در فصول مختلف سال است. در پژوهش‌های مختلف، با درنظرگرفتن روش‌های متفاوت اقلیم‌شناسی، بین ٤ تا ١٠ دسته اقلیمی متفاوت برای ایران پیشنهاد شده است[9-12]. این پژوهش، تقسیم‌بندی اقلیمی ایران توسط دکتر *حسن گنجی* که همان تقسیم‌بندی کوپن است را مبنای مطالعات خود قرار داده است[13]. بر این اساس ایران به چهار اقلیم معتدل و مرطوب (سواحل جنوبی دریای خزر)، سرد (کوهستان غربی)، گرم و خشک (فلات مرکزی) و گرم و مرطوب (سواحل جنوبی) تقسیم می‌شود (شکل ١).

در مورد نپال نیز دو نوع طبقه‌بندی اقلیمی انجام شده است. در روش کوپر- گیگر چهار اقلیم گرم با زمستان خشک و تابستان داغ، اقلیم گرم با زمستان خشک و تابستان گرم، اقلیم برفی با زمستان خشک و تابستان خنک و اقلیم تندرا شناسایی شده است[14]. *شرستا*[15] نیز چهار اقلیم نیمه‌گرمسیری، گرم و معتدل، سرد و کوهستانی را برای نپال پیشنهاد داده است. از مقایسه دسته‌بندی‌های فوق با دسته‌بندی‌های ایران می‌توان دریافت نپال در دو اقلیم سرد و کوهستانی شباهت‌هایی با اقلیم سرد ایران دارد، اما از آنجا که روش گونه‌شناسی اقلیمی در بررسی پهنه‌بندی اقلیمی ایران و نپال یکسان نیست، بنابراین مشابهت‌ها و تفاوت‌های یک از دو پهنه نپال، باید با پهنه سرد ایران به‌صورت مجزا بررسی شود.

نتایج حاصل از تطبیق ویژگی‌های اقلیمی مندرج در جدول ١، حاکی از هم‌پوشانی کافی این دو اقلیم با اقلیم سرد ایران است، بنابراین می‌توان در بررسی تطبیقی پژوهش حاضر، اقلیم سرد ایران و سرد و کوهستانی نپال را در تطابق با یکدیگر قرار داد.

جدول ۱) دسته‌بندی تطبیقی اقلیمی ایران و نپال[19, 62-64]

فاکتورهای اقلیمی	اقلیم سرد ایران	اقلیم سرد نپال	اقلیم کوهستانی نپال
متوسط دمای زمستان	سرمای شدید	زیر ۵°C	زیر صفردرجه سانتی‌گراد
متوسط دمای تابستان	هوای معتدل	۲۰°C	۱۰-۱۵°C
میزان بارش	بارش سنگین برف و باران	۱۵۰میلی‌متر باران	۵۰-۲۵۰میلی‌متر برف
ارتفاع از سطح دریا	۵۶۸۰-۲۰۰۰متر	۳۳۰۰-۲۱۰۰متر	۵۰۰۰-۳۳۰۰متر
مرتفع‌ترین سکونت	روستای باب زنگی (۳۲۵۰متر)	-	روستای نامچه‌بازار (۳۵۰۰متر)

ویژگی آب و هوایی این دو اقلیم شامل زمستان‌هایی با سرمای شدید و تابستان‌هایی معتدل، بارش سنگین برف، رطوبت اندک هوا، اختلاف بسیار زیاد درجه حرارت هوا در طول شبانه‌روز، نوسانات شدید دمایی در طول شبانه‌روز خصوصاً در نواحی کوهستانی، تابش شدید آفتاب در طول تابستان و تابش بسیار کم در طول زمستان، زمستان‌هایی سرد و سخت و طولانی‌مدت و همچنین زمین‌هایی پوشیده از برف در مدتی اندک از فصل بهار است[16, 17].

شکل ۱) تقسیم‌بندی اقلیمی ایران

معماران و شهرسازان در گذشته بر حسب تجربه، اثرات هر یک از عوامل اقلیمی مختلف را می‌شناختند و سعی در استفاده بهینه از این عوامل به‌منظور حصول شرایط منطبق با آسایش حرارتی و کاهش اثرات نامطلوب کرده‌اند[18]. ردپایی از این موضوع در متون بازمانده نیز وجود دارد. به‌عنوان مثال فارابی دانشمند ایرانی در فلسفه مشا بر این عقیده است که زندگی مردم در هر منطقه تحت تاثیر وضعیت آب و هوا، زمین، عوامل جغرافیایی و اقلیم آن قرار دارد[19].

امروزه اهمیت و ضرورت توجه به شرایط اقلیمی در طراحی و ساخت کلیه ساختمان‌ها به‌خصوص آن‌هایی که به‌طور مستقیم مورد استفاده انسان و موجودات زنده قرار می‌گیرند ثابت شده است[20]. ایجاد شرایط مناسب اقلیمی که شامل مصونیت از آفتاب و باد و بارش‌های جوی و سرما و گرما است، جزء نیازهای جسمانی انسان است و براساس جدول نیازهای انسانی *مازلو*، در طیف نیازهای اولیه و اساسی انسان قرار می‌گیرد[21]. بنابراین توجه به شرایط مناسب آسایش اقلیمی از عوامل بسیار مهم در افزایش مطلوبیت و بهره‌وری فضاهای معماری و شهری است[22].

به علاوه توجه به مسایل اقلیمی در طراحی، یکی از وجوه مهم در پایدارسازی معماری و شهرسازی است[23]، به نحوی که هماهنگی با اقلیم و سایت از اصول لازم برای پایداری بنا هستند[24]. در صورتی که بدون شناخت اصول معماری همساز با اقلیم، اقدام به استفاده از آنها در معماری امروز شود پیشرفتی حاصل نخواهد شد[25]. توجه به خصوصیات اقلیمی و تاثیری که این خصوصیات در شکل‌گیری ساختمان می‌گذارند از دو جهت شامل ایجاد شرایط محیطی سالم‌تر و بهتر و همچنین ایجاد فضایی متنوع و دلپذیرتر به‌واسطه تغییرات روزانه و فصلی نور، تغییرات حرارت و جریان هوا حایز اهمیت است[20]. همچنین این ساختمان‌ها به واسطه انتظام پلان و ویژگی‌های فیزیکی و مکانی فضاهای عملکردی انصاف‌پذیری بیشتری نسبت به تابش خورشید دارند[26]. شرایط محیطی اینگونه ساختمان‌ها سالم‌تر و بهتر است و تنوع و تغییر روزانه و فصلی نور، حرارت و جریان هوا در این ساختمان‌ها فضای متنوع و دلپذیر ایجاد می‌کنند.

درباره شرایط آسایش اقلیمی و تاثیر آن در زیستگاه‌های بومی ایران و جهان تحقیقات فراوانی انجام شده است. تحقیقات *لوک هووارد* در سال ۱۳۸۳ در لندن پیشگام تحقیقات درباره تاثیر متقابل معماری و اقلیم شد[27]. بعد از دهه ۶۰ میلادی تحقیقات در این زمینه رشد چشمگیری پیدا کرد که از آن جمله می‌توان به تحقیقات *دانه*[16]، *جیوونی*[28] و دیگر مطالعات[29-31] اشاره کرد.

بررسی معماری در سایر نقاط جهان ناشی از توجه به بستر و اقلیم است. به‌عنوان مثال در واشینگتن در ایالات متحده، سئول و آنتالیا به‌علت وجود اقلیم معتدل و مرطوب پراکندگی ساختمان‌ها به نحوی است که منجر به وزش بادهای سرد و بهره‌گیری از نور جنوب خواهد شد. در شهر ریچموند نیز با توجه به اقلیم معتدل این شهر سامان‌دهی خطی در محور شرقی- غربی برای جذب حداکثری نور و ایجاد نسیم سرد در نظر گرفته شده است. در شهر نی‌گاتا در ژاپن نیز با توجه به اقلیم استوایی و مرطوب آن سازمان‌دهی ساختمان‌ها برای جذب نور خورشید و استفاده از نسیم مطلوب و سرد است[32]. مقایسه بین راهکارهای طراحی معماری پایدار در گیلان و ژاپن نیز حاکی از اهمیت اقلیم در طراحی معماری است. نکته حایز اهمیت در معماری این دو منطقه توجه به عامل انسانی و خصوصیات او است. همچنین در این مناطق به بهره‌گیری از عناصر معماری بومی و سنتی دو منطقه نیز توجه شده است[33].

در فرهنگ لغت معین، واژه اقلیم معادل ناحیه‌ای از کره زمین است که از حیث آب و هوا و اوضاع طبیعی از قطعات دیگر ممتاز باشد[34]. در فرهنگ بین‌المللی هواشناسی نیز اقلیم عبارت است از تغییر مجموعه شرایط جوی که به وضعیت کیفیت و تکامل وضع هوای منطقه معینی مشخص شود[35]. شباهت در عناصر آب و هوایی چند مکان مختلف، گونه‌شناسی اقلیمی را به وجود می‌آورد که در میان روش‌های دسته‌بندی‌های متفاوت آن، امروزه روش

کوپن بیشتر از سایر روش‌ها کاربرد دارد[36, 14]. طبق روش کوپن روابط بین اقلیم و توزیع رویش گیاهی، میانگین ماهیانه و سالیانه دما و بارندگی مورد توجه قرار گرفته و مورد تایید اکثر محققین است. بر مبنای روش اقلیمی کوپن، جهان به پنج دسته اقلیمی شامل گرم و مرطوب، بارانی استوایی، خشک یا گرم و خشک، نیمه‌خشک، معتدل، سرد و کوهستانی و قطبی تقسیم شده است[37].

مواد و روش‌ها

با توجه به شرایط سخت زیست در مناطق سرد بحث و تحقیق در مورد ریخت‌شناسی و شکل مراکز شهر در نواحی سرد ضروری و مفید است. در حالی که بخش اعظمی از پژوهش‌های معاصر در خصوص اقلیم گرم و خشک بوده و در خصوص این اقلیم پژوهش‌های اندکی انجام شده است[7, 38]. بنابراین برای بررسی بهتر موضوع پس از مطالعه منابع کتابخانه‌ای و بررسی اسناد و آمار، نمونه‌های تطبیقی مورد ارزیابی قرار گرفتند. جمع‌آوری داده‌ها با بهره‌گیری از منابع کتابخانه‌ای، اسنادی و آماری انجام شده است. بررسی و تطبیق یافته‌ها به روش تحلیلی و پژوهشی براساس شاخص‌های جدول ۲ و در نهایت نتیجه‌گیری به روش تطبیقی، با رویکرد ترویجی و با اهداف کاربردی انجام شده است.

جدول ۲) شاخص‌های مورد بررسی در معماری بومی ایران و نپال

معماری بومی
مصالح
پی
دیوار
اندود
سقف
عایق
چیدمان
نوع پلان
جهت چیدمان
ابعاد نسبی اتاق
ارتفاع اتاق
فرم شهری
غرم بنا
تعداد طبقات
جهت قرارگیری
جهت امتداد دیوار
گودال باغچه
حیاط مرکزی یا محصور
ایوان و تراس
نوع سقف
الگوی سکونت
تراکم بناهای شهری و روستایی
محل بناهای شهر و روستا
میزان پوشش بناها نسبت به هم
ابعاد فضای شهری و روستایی
شکل ساختاری روستا

از جمله اهداف پژوهش می‌توان به بررسی و ثبت الگوهای اقلیمی در معماری بومی ایران و نپال در اقلیم سرد و کوهستانی و همچنین ارایه الگوهای جدید طراحی اقلیمی مناسب ایران با درنظرگرفتن تجربیات نپال اشاره کرد. بر این اساس سئوالات زیر در این پژوهش مطرح می‌شوند:

۱- الگوهای اقلیمی در معماری بومی ایران و نپال در اقلیم سرد و کوهستانی چه هستند؟

۲- با تطبیق نتایج الگوها، چه راهکارهای جدیدی برای اقلیم سرد و کوهستانی ایران پیشنهاد می‌شود؟

یافته‌ها

در این قسمت تراکم شهری و روستایی، فرم و جهت‌گیری زمین‌های شهری، الگوی پلان و چیدمان و همچنین مصالح مصرفی در دو اقلیم سرد ایران و نپال مقایسه شده‌اند.

الگوی سکونت

بافت شهری حوزه اقلیمی سرد و کوهستانی در هر دو کشور به‌منظور مقابله با سرمای شدید شکل گرفته است. در این بخش به مقایسه تراکم بناهای شهری و روستایی، محل بنای شهر و روستا، میزان پوشش بناها نسبت به هم، ابعاد فضای شهری و روستایی و شکل ساختاری روستا در دو بستر پرداخته می‌شود.

ویژگی مشترک طراحی شهری و تراکم ساختمان‌ها در اقلیم سرد این دو کشور، فشردگی و تراکم بالای ساختمان‌ها است (شکل ۲).

شکل ۲) تراکم ابنیه در فضای شهری و روستایی دو کشور ایران و نپال؛ سمت راست: روستای ملحمدره استان همدان؛ سمت چپ: روستایی در ایالت هولمای نپال

در ایران برای جلوگیری از اتلاف حرارت و کوران هوا و همچنین باد سرد زمستانی، ابنیه شهری و روستایی متراکم و فشرده ساخته شده‌اند[16, 39, 40]. در نپال نیز به همین دلیل بناها فشرده یا در مناطق سردسیر بسیار فشرده، نزدیک به هم و دارای یک یا چند حیاط و ورودی مشترک هستند[6]. به نظر می‌رسد تجربیات نپال به‌منظور جلوگیری از اتلاف حرارت و کوران هوا و جلوگیری از باد سرد زمستانی، الگوی موفق‌تری بوده است، بنابراین در مناطق سرداقلیم، باید با افزایش تراکم شهری و روستایی، به نحوی که خانه‌هایی نزدیک به هم و با یک یا چند حیاط محصور و ورودی‌های مشترک داشته باشند، از اتلاف حرارت، کوران هوا و نفوذ باد سرد زمستانی به فضاهای سکونت جلوگیری کرد.

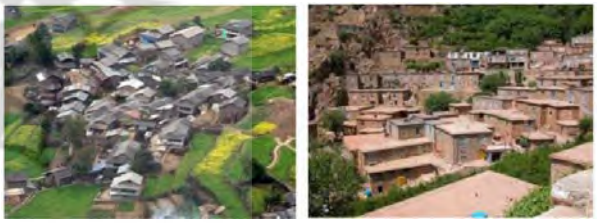
هر دو کشور به‌منظور در امان‌ماندن از خطر سیل، هوای سرد، سنگین و ساکن شبانه در انتهای دره و همچنین سایه و سرمای دامنه

شمالی کوه، در دامنه جنوبی کوه‌ها، مجموعه‌های زیستی خود را بنا کرده‌اند. شدت باد و برف‌گیری و عدم دسترسی به رود در بالای کوه سبب شده است که دامنه‌ها گزینه مناسب‌تری برای سکونت باشند (شکل ۳) [41, 42].

شکل ۳) بنای شهر و روستا در دامنه کوه‌ها؛ سمت راست: روستای بالنگان کرمانشاه؛ سمت چپ: روستای باراگا در نپال

الگوی طراحی اقلیمی هر دو کشور در جلوگیری از اتلاف حرارت و کوران هوا و جلوگیری از باد سرد زمستانی، یکسان است، به‌گونه‌ای که سازمان‌دهی بناها در مجموعه شهری و روستایی هم در ایران و هم در نپال یکدیگر را به‌طور کامل از موارد مذکور پوشش می‌دهند (شکل ٤) [6, 43].

در ایران و نپال به‌منظور کم‌کردن نفوذ جریان باد و مقابله با تابش انتقال‌یافته از دیوارهای گرم ابنیه، فضاهای شهری تا حدی که فعالیت‌های اجتماعی را محدود نکند کوچک‌مقیاس شکل‌گرفته‌اند (شکل ٥) [17, 42].



شکل ٤) محصوریت ابنیه شهری نسبت به یکدیگر؛ سمت راست: روستای هجیج کرمانشاه؛ سمت چپ: روستای گوله‌گوان در نپال

شکل ٥) کوچکی ابعاد شهری و روستایی؛ سمت راست: روستای اشتبین در آذربایجان غربی؛ سمت چپ: روستای لیلی در نپال

شکل ساختاری زیستگاه‌ها در الگوی اقلیمی نپال تطابق بیشتری با خط تراز زمین و همچنین بهره‌بری بیشتری از تابش آفتاب روز دارد، به همین علت الگوی نپال به‌مراتب موفق‌تر بوده است و بازدهی بالاتری دارد. در هر دو کشور روستاها و شهرها را با پیروی از شیب زمین و ناهمواری‌های آن به‌صورت طبقه‌ای و پله‌ای می‌سازند. این الگوی ساخت در ایران نیز به همین صورت است[6, 43, 44]. بدین معنا که به‌جز روستاهای دامنه جنوبی رشته‌کوه البرز، در سایر مناطق کوهستانی، اغلب روستاها به همین نحو ساخته می‌شوند. نماد بارز این موضوع سقف‌های مسطح روستاها است، به‌طوری که پشت بام خانه پایینی، حیاط خانه بالایی باشد. مسیرهای دسترسی شهری نیز همین سقف‌ها هستند (شکل ٦).

شکل ۶) ساختار پله‌ای و مطبق سکونت‌گاه‌ها؛ سمت راست: روستای حریر در کرمانشاه؛ سمت چپ: روستای کاواره نپال

در مناطق کوهستانی و سردسیر نپال الگوی رایج زیستگاه‌های روستایی، غیرپله‌ای است. همچنین در برخی مناطق به‌علت شدت بارندگی و برخی دیگر به‌دلیل شکل‌گیری روستا در زمین‌های هموار ملزم به استفاده از سقف شیب‌دار بوده‌اند. در این کشور، در روستاها و شهرها مسیرها براساس خط تراز زمین بنا شده‌اند و خانه‌ها دور تا دور آن ساخته می‌شوند. انتخاب مسیر و ارتفاع خانه‌ها به نحوی است که خانه‌های فوقانی بر خانه‌های زیرین سایه‌اندازی نکنند. مسیرها اغلب به‌منظور جلوگیری از نفوذ باد سرد به‌صورت مارپیچ ساخته می‌شوند و در بعضی مناطق سردسیر، مسیرها را به‌صورت دایره‌های نامنظم شکل می‌دهند. به این ترتیب، شکل کلی روستا به‌صورت دایره‌ای درمی‌آید. ویژگی این الگو، حفظ استقلال هر خانه نسبت به هم، پوشش کامل خانه‌ها بر یکدیگر و درنهایت یک مسیر منظم و تعریف‌شده است. از این نظر الگوی اقلیمی نپال به‌مراتب موفق‌تر بوده است و بازدهی بالاتری دارد (شکل ٦).

بنابراین پیشنهاد می‌شود در زمین‌های هموار مناطق سرد و کوهستانی، فرم بنا به‌صورت مطبق غیرپله‌ای، حول محورهای عبوری و تا حدی در بام شکل داده شود. این محورها می‌تواند مارپیچ و یا حتی دایره‌ای و رینگی باشد.

فرم شهری

در هر دو بستر پژوهش، فرم ابنیه و شهر نیز براساس نیاز اقلیمی منطقه و برای مقابله با سرمای شدید طراحی و اجرا شده است. در این بخش الگوی فرم بنا، تعداد طبقات، جهت قرارگیری، جهت امتداد دیوار، سپر خاکی، حیاط مرکزی، ایوان و شاه‌نشین و نوع سقف مقایسه شده‌اند.

فرم ابنیه شهری در دو کشور عمدتاً به‌صورت مکعب و مستطیل، متراکم و دارای تبادل حرارتی پایین است. در نپال، در شهرها و روستاهایی که دارای ساختار شهری گرد هستند، ابنیه فرمی ال‌شکل و دایره‌شکل دارند. همچنین در این کشور، در زمین‌هایی با شیب کم و یا مناطق سردسیر، فرم ابنیه به‌صورت مارپیچی و دایره‌ای شکل است[45]. این الگو بازدهی بالایی برای مقابله با وضعیت نامناسب شهری دارد، در حالی که در ایران راهکاری برای این موضع

وجود ندارد و الگوها مستطیلی هستند[46]. پیشنهاد می‌شود محورهای حرکتی در ایران مارپیچ و یا حتی دایره‌ای و رینگی باشد که این شکل ساختاری قطعاً در برخی مواقع در طول مسیر نیاز به طراحی بناهایی بافرم های ال‌شکل و دایره‌ای برای تکمیل دارد.

با توجه به تراکم بالاتر و تبادل حرارتی پایین‌تر در نپال، این کشور الگوی موفق‌تری در بحث تعداد طبقات است. در این کشور فضاهایی کم‌کاربرد مانند محل نگهداری حیوانات، در طبقه پایین و انباری در طبقات بالاتر قرار گرفته‌اند تا به‌عنوان حائل با هوای سرد بیرون و مقابله با تبادل هوا عمل کنند. درواقع در منطقه کوهستانی نپال، ابنیه اکثراً حداقل دوطبقه و در مناطق سردسیر سه‌طبقه یا دو و نیم‌طبقه هستند، در حالی که در ایران به‌صورت یک یا دوطبقه وجود دارند[42, 45, 47]، بنابراین ویژگی مشترک ابنیه در دو کشور دوطبقه‌بودن آنها است. بنا بر تجربه نپال پیشنهاد می‌شود فضاهای کم‌کاربردتر در طبقات زیرین و فوقانی بنا و یا حتی در اطراف بنا حول فضای اصلی سکونت جایابی شوند و همچنین با ایجاد فاصله از هوای سرد بیرون، اتلاف حرارت و نفوذ هوای سرد به داخل فضا کنترل شود.

هر دو کشور به‌منظور بهره‌مندی حداکثری از تابش خورشید و محافظت بنا از باد سردِ دامنه‌های شمالی، از نظر قرارگیری بنا یکسان هستند و مجتمع‌های زیستی در دامنه جنوبی کوه و جهت خانه‌ها رو به جنوب ساخته‌شده‌اند[45, 47]. به‌علاوه در هر دو مورد، دیوار جنوبی، کشیده‌ترین دیوار در ابنیه است تا حداکثر تابش خورشیدی را جذب کنند[6, 17]. سپر خاکی نیز برای پوشش دیوارهای بناهای شهری و ایجاد یک لایه عایق بسیار خوب حرارتی استفاده شده است تا به زمستان‌هایی گرم‌تر و تابستان‌هایی خنک‌تر دست پیدا کنند. طراحی فضاها در هر دو کشور به‌منظور ارتباط بین فضاهای مجزا و هدایت تابش خورشید به داخل بنا یکسان است و این مورد به‌خصوص در مورد ایوان خود را به‌خوبی نمایان ساخته است[41, 48].

در مناطقی از نپال شاه‌نشین‌های فوقانی چوبی رواج دارد که علاوه بر افزایش فضای طبقات فوقانی، از گرمایش بیشتر روز و ایجاد موانع بیشتر بر سر راه نفوذ باد سرد در مسیرها جلوگیری می‌کند. بر این اساس هم می‌توان گفت نپال الگوی موفق‌تری است. در هر دو مورد از گودال باغچه برای بهره‌مندی از زمستان‌های گرم‌تر و از هوای بیرون برای دستیابی به تابستان‌های خنک‌تر استفاده شده است[47, 49]. نوع سقف در تمام روستاهای سردسیر ایران و در کوهپایه‌های نپال یکسان و مسطح است[6, 40, 42, 45, 48]. در مناطق سردسیر و با شیب کمتر، با توجه به ریزش باران و برف شدیدتر نسبت به کوهپایه‌ها، از سقف‌های شیب‌دار استفاده می‌شود[45]. تفاوت در الگوهای فرهنگی و سنتی نپال و ایران منجر به استفاده محدود از فرم حیاط مرکزی در نپال شده است و ایران در استفاده از این الگو موفق‌تر و متنوع‌تر عمل کرده است[40, 48].

الگوی چیدمان

تقسیم‌بندی فضاهای داخلی در هر دو اقلیم در راستای حفظ گرمای موجود و جلوگیری از نفوذ سرمای بیرون شکل گرفته است. هدف طراحی اقلیمی در هر دو نمونه موردی، جلوگیری از اتلاف حرارت و کوران هوا و همچنین سدکردن نفوذ باد سرد زمستانی است. چیدمان فضایی پلان‌ها به‌صورت متراکم و برای انتظام فضا به‌منظور ایجاد شکاف حرارتی بین فضای اصلی و فضای بیرونی، عمودی است[6, 40, 50]. هر دو مورد، به‌دلیل مشکلات تامین گرمایش، به دنبال کاهش سطح تماس ابنیه با فضای سرد هستند و ابعاد نسبی اتاق‌ها نسبت به سایر اقلیم‌ها کوچک‌تر است (شکل ۷) [6, 41]. به‌علاوه به‌منظور جلوگیری از اتلاف حرارت و کوران هوا و همچنین جلوگیری از نفوذ هوای سرد بیرون، ارتفاع نسبی اتاق‌ها کوچک‌تر است.

شکل ۷) استفاده از سنگ در ابنیه؛ راست: روستای کندوان در آذربایجان شرقی؛ چپ: روستای باراگا در نپال

مصالح مصرفی

مصالح استفاده‌شده در ابنیه سنتی در مناطق سرد و کوهستانی برگرفته از مصالح در دسترس در آن اقلیم هستند. این مصالح به‌طور نسبی، ظرفیت و مقاومت حرارتی خوبی دارند تا گرمای بنا را در خود حفظ کنند.

دیوارها به‌عنوان منبع ذخیره حرارت بنا از چوب، سنگ، آجر و خشت خام ساخته شده‌اند و در معماری و شهرسازی بومی هر دو نمونه موردی به دردسترس‌بودن و اصل خودبسندگی توجه شده است (شکل ۷).

هر دو مورد برای اندود دیوار که نقش زیبایی و تنوع بصری داشته است از گل رس استفاده کرده‌اند، اما در ایران گل رس را با کاه مخلوط می‌کردند و بر میزان چسبندگی و دوام آن می‌افزودند[6, 51]. در ایران از سنگ در پای دیوار استفاده می‌کردند و مصالح دیوار بیشتر سنگ، چوب، خشت، آجر بوده است[47, 51]. همچنین دیوارها عموماً قطور بوده‌اند[32]. در نپال عموماً از سنگ استفاده می‌شده است، اما در مناطق کوهستانی خشت خام و در برخی روستاها الوار چوبی نیز به‌عنوان نمای طبقه اول دیده شده است (شکل ۸) [6, 41, 45, 48, 52].

شکل ۸) ترکیب سنگ، ملات و گل در ساخت ابنیه؛ راست: روستاهای گلستان؛ چپ: روستای ریموت نپال

در نپال ضخامت دیوارها عموماً ٤٠ تا ٥٠سانتی‌متر بوده است[6]. همچنین برای اندود از گل رس[6, 42, 48] و گل رنگی[6] استفاده می‌شده است (شکل ۹). در هر دو کشور به‌منظور استحکام‌بخشی به سقف از تیرهای چوبی به قطرهای مختلف استفاده می‌شده است (شکل ۱۰) [52].

شکل ۹) مصالح سنتی در ابنیه؛ راست: نمایی از روستای ابیانه در اصفهان (کاه‌گل، گل رس و گچ، آهک)؛ چپ: نمایی از روستای ریموت (گل رس، گل رنگی، الوار چوبی به‌عنوان نمای همکف)

شکل ۱۰) سقف تخت با تیر چوبی؛ راست: روستای اورامان در کردستان؛ چپ: روستای شرپای نپال

در هر دو کشور به‌منظور استحکام‌بخشی سازه سقف از گل استفاده شده است، اما نمونه ایران به‌دلیل استفاده از کاه‌گل، با توجه به نکات گفته‌شده درباره برتری مقاومت کاه‌گل نسبت به گل الگوی موفق‌تری است[52]. در اقلیم سرد ایران تقریباً هیچ عایقی بر روی سقف‌های مسطح بناهای سنتی وجود ندارد، در حالی که در نپال یک لایه گل سیاه و یک لایه گل ضدآب سفید، روی شاخه عرعر بر روی سقف‌ها استفاده می‌کنند که بام را در برابر رطوبت نفوذناپذیر می‌کند[42, 48, 52, 53]، بنابراین از این نظر عایق‌بندی الگوی نپال، الگوی موفق‌تری است.

بحث و نتیجه‌گیری

الگوهای اقلیمی و بومی هر منطقه در جهان نمونه‌های مناسبی برای الگوگیری و سیاست‌گذاری توسعه امروزه هستند. این پژوهش تلاش دارد با مطالعه و مقایسه الگوهای بومی زیست در مناطق سرد و کوهستانی ایران و نپال، به آنها ساختار دهد و برای افزایش غنای معماری و شهرسازی در این مناطق از آنها استفاده کند.

بررسی پهنه‌بندی اقلیمی ایران و نپال به‌علت یکسان‌نبودن روش گونه‌شناسی اقلیمی این دو کشور، با تطبیق عوامل موثر اقلیمی آن انجام شده است. این بررسی نشان داد که برای مطالعه و مقایسه این دو بستر، مطالعه تطبیقی از منظر الگوی سکونت، فرم بنا، پلان آن و مصالح مصرفی در دسترس می‌تواند مفید باشد. آنچه بیش از همه در این پژوهش مشهود است، شباهت الگوهای طراحی اقلیمی دو کشور است که با توجه به بعد مسافت و تفاوت‌های فرهنگی مشهود، در نگاه اول بعید به نظر می‌رسد.

دو کشور از لحاظ جهت قرارگیری بناها، جهت امتداد دیوار و استفاده از سپر خاکی الگوهای یکسانی دارند. در مورد فرم بنا، هر دو کشور بافتی متراکم با تبادل حرارتی پایین دارند اما الگوی دایره‌ای نپال الگوی موفق‌تری بوده است و بازده بیشتری دارد، بنابراین پیشنهاد می‌شود در ایران تراکم زیستی بیشتری در مناطق بسیار سردسیر و نسبتاً هموار ایجاد شود و با ساخت این مناطق به‌صورت مطبق غیرپله‌ای و در عرض و در طول و هم‌زمان با شدت کمتر در ارتفاع حول محورهای عبوری مارپیچ یا دایره‌ای با خانه‌هایی به فرم ال و دایره‌ای صورت گیرد. در مورد تعداد طبقات بیشتر نپال می‌توان گفت که به‌دلیل ایجاد فاصله هوایی بین کارکردهای اصلی بنا موفق‌تر است. براساس تجربه نپال می‌توان پیشنهاد داد که فضاهای کم‌کاربردتر در طبقات زیرین و فوقانی بنا و یا حتی در اطراف بنا حول فضای اصلی سکونت قرار گیرند. الگوی استفاده از حیاط مرکزی یا محصور در ایران به‌دلیل ایجاد عایق هوایی الگوی موفق‌تری است. در مورد ایوان و تراس، الگوی نپال با داشتن شاه‌نشین فوقانی، الگوی موفق‌تر و دارای بازده بیشتر است. تعبیه چنین فضایی در ایران که سبب ارتباط بین فضاهای مجزا و هدایت تابش خورشید به داخل بنا می‌شود، با درنظرگرفتن قوانین موجود ساخت و ساز و همچنین رعایت مسایل مشاعی امکان‌پذیر است. الگوی سقف شیب‌دار نپال الگوی موفق‌تری بوده است. این الگو برای ایجاد تراکم زیستی بیشتر در مناطق بسیار سردسیر و نسبتاً هموار توصیه می‌شود.

تشکر و قدردانی: موردی توسط نویسندگان گزارش نشده است.
تاییدیه اخلاقی: موردی توسط نویسندگان گزارش نشده است.
تعارض منافع: موردی توسط نویسندگان گزارش نشده است.
سهم نویسندگان: پیمان پیله‌چی‌ها (نویسنده اول)، روش‌شناس/تحلیلگر آماری/نگارنده بحث (٤٠%)؛ قدسیه سادات نجفی (نویسنده دوم)، تحلیلگر آماری/نگارنده بحث (٤٠%)؛ محمدامین دباغیان (نویسنده سوم)، نگارنده مقدمه/روش‌شناس (٢٠%)
منابع مالی: منابع مالی توسط نویسندگان تامین شده است.

منابع

1- Hosseinian SB, Mofidi Shemirani SM, Madi H. Education of sustainable architecture in Iran, barriers and trends. Educ Technol. 2008;2(3):213-21. [Persian]
2- Akrami G, Damiar S. New approach to vernacular architecture considering its structural relationship with sustainable architecture. HONAR-HA-YE-ZIBA. 2017;22(1):29-40. [Persian]
3- Oktay D. Design with the climate in housing environments: An analysis in Northern Cyprus. Build Environ. 2002;37(10):1003-12.
4- Shams M, Khodakaramy M. An Analysis of traditional architecture compatible with cold climate (a case study of Sanandaj). AMAYESH. 2010;3(10):91-114. [Persian]

5- Tavasoli M. Construction of city and architecture in hot and dry climate of Iran. 1st Edition. Tehran: Payam, Peyvand-e No; 2002. [Persian]
6- Bodach S, Lang W, Hamhaber J. Climate responsive building design strategies of vernacular architecture in Nepal. Energy Build. 2014;81:227-42.
7- Ramezani Gorabi B, Kazemnezad Z. The relationship between sustainable development of environmental architecture and climate design in mountainous areas case study: Masouleh Town. J Environ Manag. 2010;4(14):21-38. [Persian]
8- Upadhyay AK, Yoshida H, Rijal HB. Climate responsive building design in the Kathmandu Valley. J Asian Archit Build Eng. 2006;5(1):169-76.
9- Kasmaee M. Climate zoning of Iran: Housing and residential environments. 1st Edition. Tehran: Building and Housing Research Center; 1993. [Persian]
10- Ghobadian V. Climate study of traditional Iranian buildings. Tehran: University of Tehran Press; 2003. [Persian]
11- Saeedi A. Rural service patterns. Tehran: Islamic Revolution Housing Foundation; 2009. [Persian]
12- Ministry of Roads and City Planning. National physical plan of Iran. Tehran: Ministry of Roads and City Planning; 1995. [Persian]
13- Kasmaee M. Climate and architecture. Ahmadinezhad M, editor. 4th Edition. Isfahan: Khak; 2006. [Persian]
14- Kottek M, Grieser J, Beck Ch, Rudolf B, Rubel F. World map of the Köppen-Geiger climate classification updated. Meteorologische Zeitschrift. 2006;15(3):259-63.
15- Shrestha VP. A concise geography of Nepal. New York: Mandala Publications; 2007.
16- Danld W, Labs K. Climatic design: Theoretical and executive principles of energy use in buildings. 2nd Edition. Tehran: University of Tehran; 1998. [Persian]
17- Qobadian V. Climatic study of traditional Iranian buildings. 4th Edition. Tehran: Tehran University Press; 2005. [Persian]
18- Jodat MR. Sustainable architecture. Iran Archit Q. 2001;(5):5-18. [Persian]
19- Farabi AN. Civil politics. Qom: Ministry of Culture and Islamic Guidance; 2000. [Persian]
20- Lashgari H, Mozarmi S, Lotfi K. Comfort outside and inside the building based on Penn Warden and Mahani index, case study: Ahwaz. Hum Geogr. 2011;3(2):207-20. [Persian]
21- Qobadian V. Climatic study of traditional Iranian buildings. Tehran: Tehran University Press; 2013. [Persian]
22- Shahbinejad A, Abui R, Castle New M. Climate comfort in the role of the world Square. Islam Stud Islam City Iran. 2016;7(25):5-16. [Persian]
23- Najar Saliqe M. Climate-friendly housing modeling for Chabahar city. Geogr Dev. 2004;(4):147-70. [Persian]
24- Qiasvand J. Interaction of architecture and new energies. Road Build. 2006;(38):27-32. [Persian]
25- Tahbaz M. Climatic knowledge: Climate design. 1st Edition. Tehran: Shahid Beheshti University Press; 2013. [Persian]
26- Nik Gadam N. Extracting of climatic patterns of functional spaces in native houses of Bushehr port using the data theory of foundation. BAGH-E NAZAR. 2015;12(32):77-90. [Persian]
27- Emmanuel R. Thermal comfort implications of urbanization in a warm-humid city: The Colombo Metropolitan Region (CMR), Sri Lanka. Build Environ. 2005;40(12):1591-601.
28- Givoni B. Climate and architecture. Amsterdam: Elsevier; 1969.
29- Olgyay V. Design with climate. Princeton: Princeton University Press; 1969.
30- Wong MC, Mok HY. Trends in Hong Kong climate parameters relevant to engineering design. HKIE Civil Division Conference 2009, Conference on Engineers' Responses to Climate Change, 2009. Unknown Publisher city: Unknown Publisher; 2009.
to estimate the residential heating natural gas consumption in Turkey: A case study. Energy. 2003;28(9):929-39.
32- Yaran A, Mehranfar A. Proper climatic types in low-height residential contexts a comparative study of cities with temperate climate temperatures, Washington, D.C, Richmond, Virginia Beach, Antalya, Rasht, Seoul, and Niigata. BAGH-E NAZAR. 2013;10(27):3-14. [Persian]
33- Gorji Mahlabani Y, Yaran A. Gilan's sustainable architecture solutions compared to Japanese architecture. HONAR-HA-YE-ZIBA. 2010;2(41):43-45. [Persian]
34- Moen M. Persian Certain Culture, Case 1. Tehran: Amirkabir; 1962. [Persian]
35- Faraji E. Weather and climatology. 5th Edition. Tehran: Carno Publishing; 2008. [Persian]
36- Kasmaee M. Climate and architecture. 1st Edition. Isfahan: Khak; 2003. [Persian]
37- Mofidi Shemirani SM, Mamghani Ghazi Jahani M. Experimental principles of design of sustainable buildings for desert areas. HOVIATSHAHR. 2012;6(12):79-84. [Persian]
38- Shaghaghi Sh, Mofidi Shemirani SM. The relationship between sustainable development and climatic design of cold and dry buildings (case study in Tabriz). J Environ Sci Technol. 2008;10(3):105-20. [Persian]
39- Madanipour A. Urban space design: An approach to the socio-spatial process. 1st Edition. Tehran: Urban Processing and Planning Company; 2000. [Persian]
40- Kasmaee M. Climate and architecture. 1st Edition. Tehran: Reflection Publishing and Iran Housing Company; 1999. [Persian]
41- Rezaei M, Vasegh B. Analysis of sustainable architecture in indigenous rural architecture of cold and mountainous climate of Iran. Tehran: Tahan (affiliated with Tahan Gostar Raga Company); 2014. [Persian]
42- Gansach A, Meir IA. Energy-culture across altitude. The 21th Conference on Passive and Low Energy Architecture, 2004 September 19-22, Eindhoven, The Netherlands. Eindhoven: Technische Universiteit Eindhoven; 2004.
43- Gohal J. Living in the space between buildings. 1st Edition. Tehran: Jihad Daneshgahi Publishing Organization; 2008. [Persian]
44- travelphoto.net [Internet]. Unknown Publisher city: travelphoto.net; 1999-2007 [cited 2019 May 10]. Available from: http://www.travelphoto.net/
45- Sestini V, Somigli E, Paterson T, UNESCO. Sherpa architecture. Paris: UNESCO; 1978.
46- Alsup B. A new theory in architecture. Foroozi P, translator. Tehran: Ketabsara; 1992. [Persian]
47- Qobadian V. Climatic study of traditional Iranian buildings. 2nd Edition. Tehran: Tehran University Press; 2003. [Persian]
48- Fuller RJ, Zahnd A, Thakuri S. Improving comfort levels in a traditional high altitude Nepali house. Build Environ. 2009;44(3):479-89.
49- Toffin G. Man and his house in the Himalayas: Ecology of Nepal. New York: Sterling Publishers; 1991.

50- Shia I. Introduction to the basics of urban planning. 9th Edition. Tehran: Iran University of Science and Technology Publications; 1999.[Persian]
51- Ghazbanpor J. From the sky of Iran. 1st Edition. Tehran: Tiss; 2000. [Persian]
52- Boch-Isaacson JM. Architecture & construction management in the highland and remote areas of Nepal. Michigan: State Mutual Book & Periodical Service; 1987.
53- Kharal DK, Meilby H, Rayamajhi S, Bhuju D, Thapa UK. Tree ring variability and climate response of Abies spectabilis along an elevation gradient in Mustang, Nepal. Banko Janakari. 2014;24(1):3-13.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی